

HỒ QUANG LONG

SỔ TAY THIẾT KẾ TÀU THUYỀN

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT



HỒ QUANG LONG

SỔ TAY THIẾT KẾ TÀU THỦY



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HA NỘI

Chịu trách nhiệm xuất bản	:	PGS.TS. TÔ ĐĂNG HẢI
Biên tập	:	NGUYỄN THỊ KHOÁI
Sửa chế bản	:	NGUYỄN THỊ KHOÁI
Vẽ bìa	:	HƯƠNG LAN

6.6V4.1

KHKT-2003

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
70 TRẦN HƯNG ĐẠO HÀ NỘI

In 700 cuốn, khổ 16x24 cm tại Nhà in KH&CN
Giấy phép xuất bản: 486-71, cấp ngày 18/8/2003
In xong và nộp lưu chiểu quý 4 năm 2003

LỜI NÓI ĐẦU

Cuốn "Sổ tay kỹ thuật đóng tàu thủy" do Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật ấn hành năm 1978, cách đây một phần tư thế kỷ.

Cuốn sách được nhiều người sử dụng trong công tác nghiên cứu, thiết kế, thi công, giảng dạy và học tập, nhất là tập I.

Những năm gần đây, khoa học và công nghệ tàu thủy không ngừng phát triển, đã cùng với sự phát triển của máy tính và kỹ thuật thông tin thúc đẩy công tác thiết kế và thi công tàu thủy.

Cuốn "SỔ TAY THIẾT KẾ TÀU THỦY" được biên soạn để thay thế tập I của cuốn "Sổ tay kỹ thuật đóng tàu thủy", giới thiệu một số tư liệu kỹ thuật được công bố gần đây, kết hợp với nhu cầu thực tiễn của công nghiệp tàu thủy nước ta.

Sách gồm tám chương

Năm chương đầu, bao gồm các chương về phương pháp thiết kế, lựa chọn kích thước chủ yếu và các hệ số hình dáng thân tàu, bố trí toàn tàu, đường hình dáng thân tàu, tính toán các yếu tố tính thủy lực của thân tàu. Các chương này giới thiệu lại những kiến thức có tính chất kinh điển của khoa học tàu thủy và những kiến thức liên quan đến nhu cầu ứng dụng hiện nay của công nghiệp tàu thủy nước ta. Phần máy tính ứng dụng trong thiết kế đường hình dáng thân tàu được trình bày trong chương 4.

Các chương 6, 7, 8 được viết theo những thông tin mới gần đây về tính ổn định, sức cản và thiết bị đẩy. Tính toán mạn khô và hạ thủy đã được bổ sung. Những quy định quốc tế về ổn định khi khoang tàu bị thủng được giới thiệu. Những thông tin mới về tính toán sức cản được đề cập và làm rõ hơn như sức cản phụ, sức cản tàu hai thân, sức cản của tàu hình hộp. Về thiết bị đẩy, những số liệu quy nạp dùng cho chân vịt được trình bày theo các seri B, AU và GAWN.

Hy vọng cuốn sổ tay này đáp ứng phần nào sự mong đợi của cán bộ nghiên cứu, thiết kế, thi công, giảng dạy, sinh viên ngành đóng tàu

v.v..., về phần tổng thể của tàu thủy, kích thích sự đóng góp của đội ngũ khoa học tàu thủy làm phong phú thêm kho tư liệu khoa học tàu thủy nước ta theo hướng công nghiệp hóa, hiện đại hóa.

Tuy nhiên, trí tuệ và sức lực của người biên soạn có hạn, mặt khác, khoa học kỹ thuật tàu thủy đang phát triển mạnh trong sự tiến bộ chung của khoa học kỹ thuật thế giới, những hiểu biết và thông tin của tác giả hẳn không thể thỏa mãn những yêu cầu của bạn đọc.

Chúng tôi rất mong nhận được những ý kiến đóng góp quý báu của độc giả. Thư từ góp ý xin gửi về Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 70 Trần Hưng Đạo - Hà Nội.

Tác giả

Phần I

THIẾT KẾ TỔNG THỂ

Chương 1

NHIỆM VỤ VÀ PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ

1.1. ĐỊNH NGHĨA VÀ KÝ HIỆU

1.1.1. Kích thước chủ yếu của thân tàu

Chiều dài toàn bộ L_{th} , là khoảng cách lớn nhất giữa hai đầu mũi, lái của thân tàu, tức là khoảng cách giữa mép trước của sống mũi tới mép sau của sống lái.

Chiều dài môn nước L_{mn} , cũng là chiều dài môn nước chở đầy, là khoảng cách giữa mép trước của sống mũi và mép sau của sống lái tính trên đường môn nước chở hàng mùa hè.

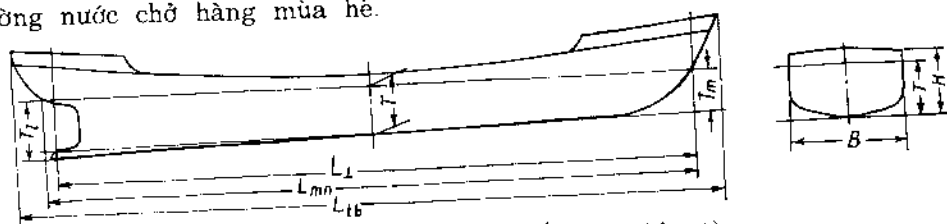
Chiều dài giữa hai đường vuông góc $L_{\perp}$, là khoảng cách giữa mép trước của sống mũi và mép sau của trụ đỡ bánh lái tính trên đường môn nước chở hàng mùa hè; đối với tàu không có trụ đỡ bánh lái, thì tính đến đường tâm trục bánh lái.

Chiều rộng B , là khoảng cách giữa mép ngoài của sườn ở mạn này tới mép ngoài của sườn ở mạn kia, trên mặt cắt ngang chính giữa thân tàu.

Chiều cao mép boong H , là khoảng cách thẳng góc, tính từ mép trên của ky tới mép dưới của boong trên, xác định ở mạn chính giữa tàu.

Món nước T , là khoảng cách thẳng góc, tính từ mép trên của ky tới đường nước chở hàng mùa hè ở giữa tàu.

Mớn nước mũi T_m , là khoảng cách thẳng góc, tính từ giao điểm của đường vuông góc mũi tàu và đường kéo dài của mép trên ky đáy, tới đường nước chở hàng mùa hè.



Hình 1.1. Kích thước chủ yếu của thân tàu.

Mớn nước lái T_l , là khoảng cách thẳng góc, tính từ giao điểm của đường vuông góc đuôi tàu và đường kéo dài của mép trên ky đáy, tới đường nước chở hàng mùa hè.

Lượng chiếm nước D , là khối lượng toàn bộ của nước do thân tàu đẩy ra khi tàu nổi trong nước, cũng là khối lượng toàn bộ của thân tàu.

Trọng tải D_w , bằng hiệu số giữa lượng chiếm nước của tàu khi chở đầy và lượng chiếm nước của tàu không, cũng bằng khối lượng toàn bộ của tàu chở đầy trừ đi khối lượng của tàu không.

Tấn đăng ký, chỉ dung tích khoang ; một đơn vị tấn đăng ký bằng 100 ft^3 hoặc 2,833 m^3 .

Tổng số tấn đăng ký, là tổng dung tích các khoang buồng trên tàu, tính theo tấn đăng ký, gồm các phần chủ yếu sau đây :

1. tấn đăng ký của phần dưới boong tính toán ;
2. tấn đăng ký giữa boong tính toán và boong trên ;
3. tấn đăng ký của các khoang buồng trên boong trên, gồm khoang mũi, buồng lái, buồng trên boong ; buồng hải đồ, khoang lái... ;
4. tấn đăng ký miệng khoang, chỉ tấn đăng ký của các miệng khoang kéo thẳng lên ở boong trên, có trị số vượt quá 0,5% tổng số tấn đăng ký của ba hạng mục trên.

Tấn đăng ký tính, bằng tổng số tấn đăng ký trừ đi dung tích các buồng làm việc trên tàu, là khoảng không gian chuyên dùng để chở hàng.

1.1.2. Các hệ số hình dáng thân tàu

a) Hệ số thể tích chiếm nước, là tỷ số giữa thể tích chiếm nước và thể tích của hình hộp ngoại tiếp với thân tàu, biểu thị độ béo, gầy của thân tàu

$$\delta = \frac{V}{LBT} ; \quad (1.1)$$

trong đó: L - chiều dài giữa hai đường vuông góc ;

B - chiều rộng thân tàu ;

T - mớn nước ;

V - thể tích chiếm nước tương ứng với mớn nước T .

b) *Hệ số diện tích mặt đường nước*, là tỷ số giữa diện tích mặt đường nước và diện tích hình chữ nhật ngoại tiếp với đường nước đó :

$$\alpha = \frac{F_{\text{đn}}}{LB} ; \quad (1.2)$$

trong đó : $F_{\text{đn}}$ - diện tích mặt đường nước ;

L - chiều dài giữa hai đường vuông góc ;

B - chiều rộng đường nước chở đầy.

c) *Hệ số diện tích mặt cắt ngang*, là tỷ số giữa diện tích mặt cắt ngang chính giữa tàu và hình chữ nhật ngoại tiếp với mặt cắt ngang đó. Thông thường hệ số này được chỉ ở trạng thái tàu chở đầy :

$$\beta = \frac{F_X}{BT} ; \quad (1.3)$$

trong đó: F_X - diện tích mặt cắt ngang chính giữa tàu ;

B - chiều rộng đường nước chở đầy ;

T - mớn nước.

d) *Hệ số hình lăng trụ*, là tỷ số giữa thể tích chiếm nước và thể tích hình lăng trụ ngoại tiếp với thân tàu :

$$\varphi = \frac{V}{LF_X} = \frac{\delta}{\beta} ; \quad (1.4)$$

trong đó: V - thể tích chiếm nước tương ứng với mớn nước T ;

L - chiều dài giữa hai đường vuông góc ;

F_X - diện tích mặt cắt ngang giữa tàu tương ứng với mớn nước T ;

δ - hệ số thể tích chiếm nước ;

β - hệ số diện tích mặt cắt ngang.

e) *Hệ số hình lăng trụ thẳng đứng*, là tỷ số giữa thể tích chiếm nước và tích số của diện tích mặt đường nước và mớn nước :

$$\lambda = \frac{\nabla}{F_{\text{đn}} T} = \frac{\delta}{\alpha} \quad (1.5)$$

trong đó: ∇ - thể tích chiếm nước, tương ứng với mớn nước T ;

$F_{\text{đn}}$ - diện tích mặt đường nước ;

T - mớn nước.

1.1.3. Một số ký hiệu chủ yếu

Tên gọi	Ký hiệu	Tên gọi	Ký hiệu
Chiều dài toàn bộ	L_{tb}	Hệ số lãng trụ	φ
Chiều dài lớn nhất	L_{max}	Góc vào nước phía mũi tàu	θ
Chiều dài mớn nước	L_{mn}	Diện tích mặt cắt ngang	A_X, F_X
Chiều dài giữa hai đường vuông góc	$L_{\perp}$	chính giữa	
Chiều rộng lớn nhất	B_{max}	Tâm nổi hướng dọc	x_c
Chiều rộng	B	Tâm nổi hướng đứng	z_c
Chiều cao mép boong	H	Trọng tâm mặt đường nước	x_f
Mớn nước	T	Trọng tâm	z_g
Mớn nước mũi	T_m	Trọng tải	D_w
Mớn nước lái	T_l	Chiều cao ổn định ban đầu	h_o
Lượng chiếm nước	D	Bán kính ổn định ngang	r
Đường kính chân vịt	D	Bán kính ổn định dọc	R
Lượng chiếm nước dự trữ	ΔD	Bán kính hông tàu	R
Thể tích chiếm nước	∇	Chiều dài nửa trước thân tàu	L_E
Tốc độ, hải lý/h	V	Chiều dài nửa sau thân tàu	L_R
Tốc độ, m/s	v	Chiều dài đoạn thân ống	L_p
Hệ số thể tích chiếm nước	δ	Khối lượng	P
Hệ số diện tích mặt cắt ngang	β	Khối lượng vỏ tàu	P_v
Hệ số diện tích mặt đường nước	α	Khối lượng máy tàu	P_m
		Khối lượng thiết bị	P_{tb}
		Khối lượng kết cấu gỗ	P_g

1.2. NHIỆM VỤ VÀ PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ

1.2.1. Nhiệm vụ thiết kế

a) Yêu cầu và nguyên tắc xây dựng nhiệm vụ thiết kế

Nhiệm vụ thiết kế là tài liệu gốc chủ yếu trong công tác thiết kế tàu thủy. Thường, chủ tàu là người xây dựng nhiệm vụ thiết kế. Nhưng cũng có trường hợp, cơ quan thiết kế, thay mặt chủ hàng, căn cứ vào yêu cầu sử dụng, lập nhiệm vụ thiết kế. Mỗi một yêu cầu kỹ thuật đề ra trong nhiệm vụ thiết kế phải được nghiên cứu và trao đổi kỹ giữa cơ quan thiết kế, cơ sở sản xuất và đơn vị sử dụng tàu.

Nhiệm vụ thiết kế phải phản ánh đầy đủ những yêu cầu cơ bản về tính năng của con tàu và về sử dụng. Tuy vậy, cũng không nên vì thế mà ràng buộc quá nhiều người thiết kế, làm hạn chế suy nghĩ của họ khi giải quyết những vấn đề kỹ thuật cụ thể. Còn phải chú ý, không nên để các yêu cầu nêu trong nhiệm vụ mâu thuẫn với nhau. Ví dụ, khi đã quy định lượng chiếm nước và tốc độ, không nên quy định, đồng thời, công suất của máy chính.

Về mặt kết cấu, thiết bị và các hệ thống khác trên tàu, nếu đã có quy phạm tương ứng tương đối hoàn chỉnh, thì trong nhiệm vụ thiết kế không cần nêu quá chi tiết, chỉ cần nói rõ việc lựa chọn dựa vào quy phạm, tiêu chuẩn nào là đủ.

Do đó các chỉ tiêu nêu trong nhiệm vụ thiết kế là cơ sở đánh giá chất lượng của thiết kế và chế tạo.

b) Nội dung nhiệm vụ thiết kế

1. Công dụng, loại hình và khu vực hoạt động của con tàu. Về loại tàu, chỉ rõ tàu vỏ gỗ hay vỏ thép, vị trí khoang máy, đặc điểm và số tầng boong, đặc điểm và số lượng kiến trúc thượng tầng, hình dáng mũi và lái tàu, loại máy chính là động lực của tàu và số chân vịt...

Khu vực hoạt động của tàu, chỉ rõ phạm vi hàng hải của tàu.

Về công dụng của tàu, chỉ rõ tàu dùng chở khách, chở hàng hay chở dầu...

2. Cấp tàu. Tàu thiết kế và chế tạo theo sự phân cấp của quy phạm nào ?

3. *Kích thước chủ yếu của tàu.* Quy định những kích thước bị hạn chế bởi điều kiện khai thác, luồng lạch.

4. *Tính năng kỹ thuật.* Nói rõ những tính năng chủ yếu mà tàu phải đạt được để có thể có một khái niệm tương đối hoàn chỉnh về con tàu thiết kế. Những tính năng chủ yếu đó bao gồm :

- trọng tải và dung tích chở hàng - nói rõ dung tích chở đầy khi hàng chuyên chở là hàng kiện hoặc hàng rời hoặc nêu lên tỷ dung loại hàng ;

- loại máy chính - máy diesel hay máy hơi nước, máy tuabin. Trường hợp máy có sẵn, nói rõ loại máy, công suất vòng quay và các thông số chủ yếu của máy ;

- tốc độ của tàu thiết kế trong điều kiện chạy thử - đối với tàu kéo, tàu đẩy, tàu cá, nêu rõ yêu cầu tốc độ khi kéo hoặc đẩy ;

- khả năng hoạt động liên tục hoặc hành trình lớn nhất của tàu ;

- tính ổn định và tính hàng hải của tàu ;

- độ nghiêng dọc và tính chống chìm.

5. *Vật liệu thân tàu và kết cấu thân tàu*

- kết cấu và vật liệu thân tàu được thiết kế theo quy phạm nào ; hình thức kết cấu và các bộ phận kết cấu có yêu cầu gì đặc biệt ;

- yêu cầu đối với kết cấu các tầng boong, cần lót gỗ hay lót cách nhiệt... không ?

6. *Thiết bị sinh hoạt*

- số thuyền viên trên tàu, bao gồm sỹ quan, thủy thủ, thực tập sinh và thuyền viên dự bị. Số khách và các loại buồng khách ;

- yêu cầu đối với buồng ở của các loại thuyền viên, như khu vực bố trí, nguyên tắc bố trí, loại buồng (một người, hai người, hoặc nhiều người...) ;

- các buồng ăn, buồng nghỉ, cầu lạc bộ, các buồng công cộng khác. Số khách, số người cùng ăn một lúc. Những thiết bị chủ yếu trong các buồng ;

- các buồng vệ sinh, tắm, rửa, bếp trên tàu.

7. *Thiết bị trên tàu*

- thiết bị bố trí xếp hàng - loại thiết bị, số lượng và vị trí bố trí.

Số cần, lực cần, tấm với, tốc độ nâng hàng, số lượng và kích thước khoang hàng, phương pháp đóng mở... ;

- thiết bị lái - loại bánh lái và máy lái. Thời gian quay bánh lái, thiết bị lái ứng cấp ;

- thiết bị neo - loại neo, số lượng neo. Chiều sâu thả neo và tốc độ kéo neo. Loại máy quay neo ;

- thiết bị dặt tàu - phương pháp kéo tàu, tời cuộn dây, móc kéo. Nếu là tàu đẩy, nêu thiết bị đẩy ;

- thiết bị cứu sinh - các loại phương tiện cứu sinh cần trang bị, số lượng và loại cỡ.

8. *Bố trí động lực*

- máy chính - loại máy với đặc điểm truyền động, tốc độ. Ngoài nhiệm vụ làm động lực chính của con tàu, có dùng máy chính để kéo các thiết bị phụ khác không ?

- loại máy phụ và phương pháp truyền động ;

- quy cách và yêu cầu đối với các thiết bị dùng sửa chữa máy trên tàu.

9. *Hệ thống ống trên tàu.* Các hệ thống tưới nước, dẫn tàu, cung cấp nước ngọt, cứu hỏa, xả nước bẩn, khí nóng, làm mát, thông gió, khí nén... nêu rõ phương thức lắp đặt và chế độ làm việc.

10. *Thiết bị điện trên tàu.* Loại máy phát, loại dòng điện và điện áp.

11. *Thiết bị thông tin.* Quy định những thiết bị hàng hải chủ yếu trên tàu, thiết bị thông tin bên ngoài và vị trí lắp đặt, quy định thiết bị thông tin trên tàu và những yêu cầu chủ yếu.

12. *Các thiết bị đặc biệt khác.* Thiết bị đánh cá của tàu đánh cá, thiết bị hút của tàu hút...

13. *Dự trữ.* Vật tư thiết bị dự trữ, dụng cụ hàng hải, đồ dùng nhà bếp, những dụng cụ chuyên dùng và phụ tùng dự trữ khác.

1.1.2. **Các phương pháp thiết kế**

Đối với công tác thiết kế, điều kiện làm việc thuận lợi nhất là có được tàu mẫu tương đối sát với những yêu cầu đề ra cho tàu thiết kế.

Bằng phương pháp đồng dạng hình học hoặc biến phân tuyến tính, từ tàu mẫu, ta có thể nhanh chóng xác định được kích thước chủ yếu của con tàu thiết kế.

Nhưng không phải lúc nào cũng tìm được những tàu mẫu thích hợp. Có trường hợp, không có tàu mẫu, cũng có trường hợp tàu mẫu không sát với yêu cầu của con tàu cần thiết kế.

Do đó phải có những phương pháp thiết kế thích hợp để có thể đi tới kết quả nhanh chóng và chính xác.

Thường, các phương pháp thiết kế được chia làm hai nhóm chính :

Nhóm I : phương pháp thiết kế theo tàu mẫu, hay còn gọi là phương pháp phụ thuộc.

Nhóm II : phương pháp thiết kế không theo tàu mẫu, hay còn gọi là phương pháp độc lập.

a) Phương pháp thiết kế theo tàu mẫu

Dùng một hoặc nhiều tàu mẫu có các thông số sát với yêu cầu kỹ thuật của tàu mới phải thiết kế.

Phương pháp này được áp dụng rộng rãi nhất vì tàu mẫu là chỗ dựa chắc chắn của những tính năng kỹ thuật của tàu mới và cũng từ đây nhanh chóng xác định được các thông số kỹ thuật chủ yếu của tàu mới.

Nhược điểm của phương pháp này thường dẫn người ta đến chỗ tiếp nhận số liệu của tàu mẫu một cách dễ dãi, thiếu phân tích, phê phán, đưa đến những kết luận thiếu chính xác và nhất là đưa đến những phương án không phải là tối ưu trong điều kiện thiết kế cho phép.

b) Phương pháp thiết kế không theo tàu mẫu

Theo phương pháp này, cơ sở để xác định các thông số chủ yếu của tàu bao gồm các biểu đồ, các công thức kinh nghiệm được xây dựng từ những số liệu thống kê của mô hình thí nghiệm, của tàu thực và những lập luận của các nhà lý thuyết và thực hành tàu thủy.

Những cơ sở đó phải được điều chỉnh phù hợp với sự tiến bộ của khoa học kỹ thuật.

Từng nhóm thông số, có những phương pháp tính toán riêng. Các nhóm đó bao gồm :

xác định kích thước chủ yếu của tàu ;
xác định lượng chiếm nước ;
xác định khối lượng thân tàu ;
xác định độ ổn định ban đầu ;
xác định ổn định góc nghiêng lớn ;
xác định công suất máy chính ;
xác định dung tích khoang chứa hàng.

c) Phương pháp tiệm cận

Phương pháp tiệm cận là phương pháp tính toán nhằm xác định các thông số chủ yếu của tàu đáp ứng những yêu cầu đề ra cho con tàu thiết kế. Để có được những thông số thỏa đáng, phải qua nhiều bước tính toán. Các bước đó được gọi là bước gần đúng. Bước gần đúng sau dựa vào kết quả của bước gần đúng trước để điều chỉnh số liệu ban đầu.

Phương pháp tiệm cận có thể tiến hành theo nhiều sơ đồ khác nhau. Dưới đây xin giới thiệu một trong những sơ đồ thường dùng trong thiết kế.

Bước gần đúng thứ nhất :

- xác định lượng chiếm nước D_1 bằng một trong những phương pháp nêu ở trên ;

- xác định các kích thước chủ yếu : chiều dài L , chiều rộng B , mớn nước T , chiều cao mép boong H , các hệ số δ , β , α , φ , của hình dáng thân tàu.

Bước gần đúng thứ hai :

- xác định công suất máy chính ;
- xác định khối lượng thân tàu ;
- điều chỉnh lượng chiếm nước D_2 ;
- điều chỉnh các kích thước chủ yếu theo lượng chiếm nước D_2 .

Thường ở bước gần đúng thứ hai đã có được các thông số thỏa đáng, sai số giữa lượng chiếm nước D_2 và tổng khối lượng theo kích thước mới rất nhỏ, có thể điều chỉnh bằng cách thay đổi hệ số thể tích chiếm nước δ hoặc thành phần lượng chiếm nước dự trữ ΔD .

Bước gần đúng thứ ba :

- xác định chính xác công suất máy chính và điều chỉnh lượng chiếm nước.

Trong bước tính này nên chọn cả máy phụ và các thiết bị boong để có thể xác định tương đối chính xác khối lượng con tàu.

Bước gần đúng thứ tư :

- kiểm tra tính ổn định của tàu, xác định mạn khô ;
- kiểm tra tính chống chìm xem xét lại tỷ số $\frac{H}{T}$, và điều chỉnh các kích thước chủ yếu của tàu.

Bước gần đúng thứ năm :

- xác định chính xác tải trọng và tọa độ trọng tâm của tàu ;
- hiệu chỉnh lượng chiếm nước.

Thường, đến bước gần đúng thứ năm, các điều kiện đặt ra đã được thỏa mãn. Trong trường hợp cần thiết, có thể tiến hành bước gần đúng thứ sáu, khảo sát ảnh hưởng của sự biến đổi các thông số chủ yếu tới lượng chiếm nước, xác định phương án tối ưu.

d) Phương pháp toàn phần

Phương pháp toàn phần là phương pháp tính toán từng bước. Kết quả tính toán ở mỗi bước hầu như không điều chỉnh. Trình tự tính toán được sắp xếp để bước sau có thể sử dụng kết quả của bước trước.

Sơ đồ tính toán của phương pháp này như sau :

Bước thứ nhất :

- xác định lượng chiếm nước D .

Bước thứ hai :

- dựa vào hệ số sức cản hoặc hệ số công suất - tốc độ để xác định tốc độ v đạt được từ công suất truyền động ;
- nếu tốc độ v là tốc độ yêu cầu, phải xác định công suất truyền động và chọn máy ;
- từ lượng chiếm nước D và tốc độ v , xác định chiều dài của tàu L ;
- xác định hệ số lượng chiếm nước δ .

Bước thứ ba :

- từ phương trình dung tích, với các đại lượng đã biết D , L , δ , xác định tỷ số chiều cao mép boong trên mớn nước $\frac{H}{T}$.

Bước thứ tư :

- dựa vào phương trình ổn định và các số liệu đã tính được, và mômen nghiêng cho trước, xác định tỷ số $\frac{B}{T}$, tỷ số giữa chiều rộng và mớn nước tàu.

Bước thứ năm :

- tính chiều rộng B , mớn nước T , chiều cao mép boong H .

$$B = \sqrt{\frac{\nabla}{\delta L} \cdot \frac{B}{T}} ; \quad (1.6)$$

∇ - thể tích chiếm nước

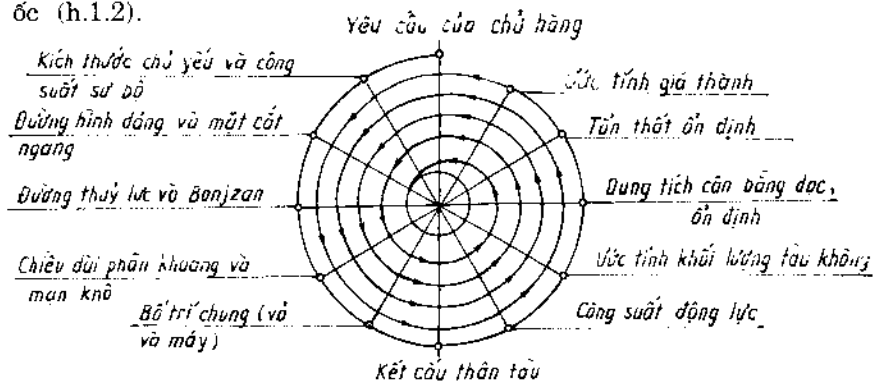
$$T = B \cdot \left(\frac{T}{B} \right) \quad (1.7)$$

$$H = T \cdot \left(\frac{H}{T} \right) \quad (1.8)$$

Các tỷ số $\frac{T}{B}$, $\frac{H}{T}$ xem ở mục 2.5 và 2.6.

e) Bước thiết kế theo đường chôn ốc

Quá trình thiết kế tiến hành có tính chất lặp đi lặp lại trong từng giai đoạn và qua các bước. Giáo sư Evan đã diễn tả quá trình đó dưới khái niệm bước thiết kế theo đường chôn ốc, gọi tắt là bước thiết kế chôn ốc (h.1.2).



Hình 1.2. Bước thiết kế chôn ốc.

Chương 2

KÍCH THƯỚC CHỦ YẾU VÀ CÁC HỆ SỐ HÌNH DÁNG CỦA THÂN TÀU

2.1. LƯỢNG CHIẾM NƯỚC

Lượng chiếm nước thường là yếu tố đầu tiên cần được xác định trong khi lựa chọn các thông số chủ yếu của thân tàu.

Sự phân bố của lượng chiếm nước được biểu thị trên hình 2.1.

Qua bảng phân bố đó, thấy rõ lượng chiếm nước gồm hai nhóm lớn : khối lượng tàu không và trọng tải.

Trong phương pháp xác định lượng chiếm nước của tàu hàng, không dựa vào tàu mẫu, Danwardt chia lượng chiếm nước làm bốn nhóm chính :

Nhóm khối lượng thân tàu P_v , gồm khối lượng kết cấu thân tàu, các kiến trúc thượng tầng.

Nhóm khối lượng thiết bị P_{tb} , gồm khối lượng các thiết bị boong tàu, các hệ thống.

Nhóm khối lượng máy P_m , gồm khối lượng máy chính, máy phụ, nồi hơi, hộp số, đường trục...

Nhóm trọng tải P_{dw} .

Ngoài bốn nhóm chính, có thành phần dự trữ lượng chiếm nước P_D . Theo Watson, thành phần dự trữ này được tính theo công thức :

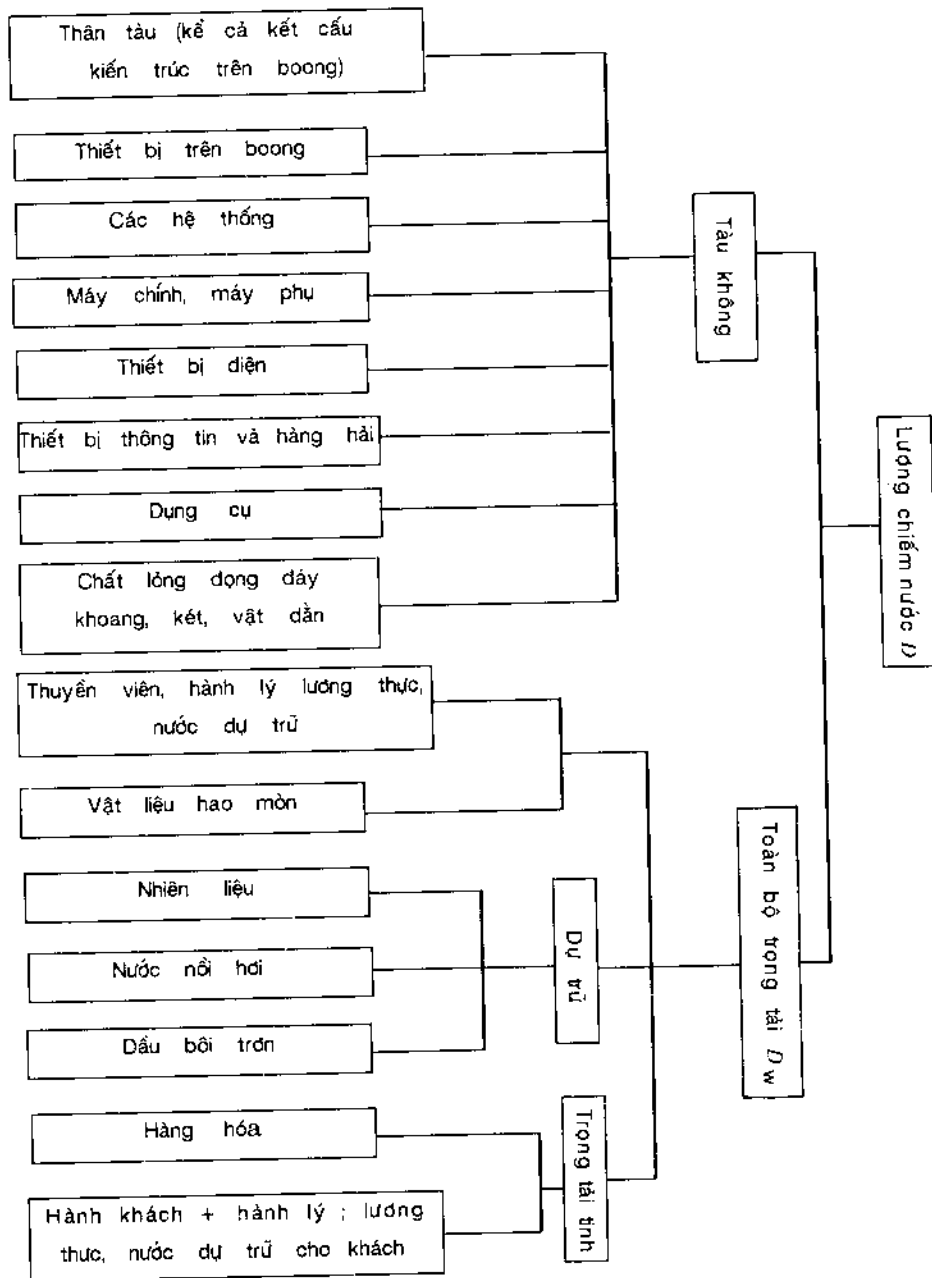
$$P_D = 0,01D_o + 0,001D ; \quad (2.1)$$

trong đó : D_o - lượng chiếm nước của tàu không tải ;

D - lượng chiếm nước của tàu thiết kế.

Như vậy, lượng chiếm nước có thể tính theo công thức :

$$D = 1,01(P_v + P_{tb} + P_m) + 1,001P_{dw} \quad (2.2)$$



Hình 2.1.

2.2. TRỌNG TẢI VÀ HỆ SỐ TRỌNG TẢI

2.2.1. Trọng tải

Trọng tải của tàu bao gồm hàng hóa, nhiên liệu, nước nổi hơi, hành khách và thuyền viên, nước ngọt, lương thực, thực phẩm, hành lý và các đồ dự trữ khác... Trọng tải của tàu bằng lượng chiếm nước chở đầy trừ đi khối lượng tàu không.

Khối lượng của các thành phần trọng tải được tính theo yêu cầu vận chuyển khai thác và bố trí động lực của tàu. Một số số liệu tham khảo cho trong bảng 2.1.

Khối lượng dầu và than đốt cho trong bảng 2.1 đều đã tính đến lượng tiêu hao của máy phụ. Đồng thời, số liệu cho trong bảng chưa xét tới lượng dự trữ do ảnh hưởng sóng gió và dừng tàu, thường lượng dự trữ này có thể tăng thêm 15 - 20%.

2.2.2. Hệ số trọng tải

$$\text{Hệ số trọng tải } \eta = \frac{D_w}{D} \quad (2.3)$$

trong đó : D_w - trọng tải ;

D - lượng chiếm nước.

Hệ số trọng tải có quan hệ mật thiết đến loại tàu, hình thức kết cấu, tốc độ tàu và loại máy..., do đó phạm vi biến động của trị số hệ số trọng tải khá lớn.

Các trị số của hệ số trọng tải của các loại tàu được cho trong bảng 2.2.

2.2.3. Ước tính hệ số trọng tải

Trong khi lựa chọn kích thước chủ yếu của tàu, thường bắt đầu bằng việc xác định lượng chiếm nước qua hệ số trọng tải, sau đấy, từng bước, lần lượt xác định các kích thước và các hệ số của thân tàu.

Bảng 2.1

Trị số trọng tải

Thứ tự	Tên gọi	Thành phần	Đơn vị	Số lượng	Ghi chú
1	Nhiên liệu dầu đốt	Máy diesel	g/ml - h	180 - 228	Với máy diesel tốc độ thấp, công suất lớn, lượng dầu tiêu hao có thể tới 155 g/ml - h
2	Than	Máy tuabin hơi, nồi hơi Máy tuabin hơi, nồi hơi đốt bằng dầu	g/ml - h g/ml - h	410 - 460 590 - 660	Máy tuabin, nhiệt độ và áp suất cao, công suất lớn, lượng dầu tiêu hao có thể tới 250 g/ml - h
3	Dầu bôi trơn	Máy hơi, nồi hơi than Máy tuabin Máy diesel	g/ml - h g/ml - h g/ml - h	730 - 820 3 - 5 8	Máy hơi công suất nhỏ, lượng than tiêu hao có thể tới 1,3 kg/ml - h
4	Nước nồi hơi	Có bầu ngưng tụ	kg/ml-h	1 - 4	
5	Thuyền viên, hành lý	Khối lượng của riêng thuyền viên 60 kg, các phần còn lại là hành lý	kg/người	100 - 110	
6	Hành khách và hành lý	Khối lượng của hành khách 60 kg, phần còn lại là hành lý mang theo, không kể hành lý lớn	kg/người	90 - 100	
7	Nước ngọt	Bao gồm nước uống và nước rửa	kg/người-ngày	30 - 70	
8	Lương thực, thực phẩm		kg/người-ngày	4 - 5	

Bảng 2.2

Hệ số trọng tải

Loại tàu	η	Loại tàu	η
Xưởng máy	0,07 - 0,02	Tàu khách cỡ nhỏ và trung	0,50 - 0,30
Tàu kéo	0,15 - 0,05	Tàu hàng - khách cỡ lớn	0,55 - 0,40
Tàu cá	0,40 - 0,30	Sà lan	0,80 - 0,70
Tàu hàng cỡ nhỏ và cỡ trung	0,70 - 0,57	Sà lan dầu trong sông	0,75 - 0,55
Tàu hàng cỡ lớn	0,73 - 0,64	Tàu hàng trong sông	0,75 - 0,60
Tàu dầu cỡ nhỏ và cỡ trung	0,65 - 0,50	Tàu khách trong sông	0,30 - 0,75
Tàu dầu cỡ lớn	0,80 - 0,65		

Đối với tàu hàng thường, hệ số trọng tải có quan hệ mật thiết với tốc độ tương đối (tỷ số tốc độ chiều dài $V/\sqrt{L}$ hoặc trị số Froude, Fr) và trọng tải. Trong bước đầu của thiết kế sơ bộ, có thể căn cứ vào trị số $V/\sqrt{L}$ hoặc Fr để chọn hệ số trọng tải tương ứng η .

1. Bảng 2.3 cho những số liệu của Munro Smith, trong đó V chỉ tốc độ khai thác (tốc độ khai thác của tàu có tốc độ cao bằng tốc độ thử tàu trừ đi $\frac{1}{2}$ hải lý/h, đối với tàu tốc độ thấp trừ đi 1 hải lý/h), $L_{\perp}$ - chiều dài giữa hai đường vuông góc thêm 1%.

Bảng 2.3

Quan hệ giữa hệ số trọng tải và tốc độ tương đối

$V/\sqrt{L_{\perp}}$	Fr	η	$V/\sqrt{L_{\perp}}$	Fr	η
0,60	0,178	0,70	0,75	0,223	0,64
0,65	0,193	0,68	0,80	0,238	0,62
0,70	0,204	0,66			

2. Đối với tàu hàng có chiều dài trên 65 m, Schokker kiến nghị dùng công thức sau đây để ước tính trị số η :

$$\begin{cases} \eta = 0,88 - 0,252 V/\sqrt{L_{\perp}} & (\text{giới hạn trên}), \\ \eta = 0,944 - 0,456 V/\sqrt{L_{\perp}} & (\text{giới hạn dưới}) \end{cases}$$

hoặc

$$\begin{cases} \eta = 0,88 - 0,847 Fr & (\text{giới hạn trên}) \\ \eta = 0,944 - 1,532 Fr & (\text{giới hạn dưới}). \end{cases} \quad (2.4)$$

3. Corlet kiến nghị sử dụng các công thức sau :

$$\begin{cases} \eta = 0,945 - \frac{1}{3} \frac{V}{\sqrt{L_{\perp}}} & (\text{giới hạn trên}), \\ \eta = 0,872 - \frac{1}{3} \frac{V}{\sqrt{L_{\perp}}} & (\text{giới hạn dưới}), \end{cases}$$

hoặc

$$\begin{cases} \eta = 0,945 - 1,12 Fr & (\text{giới hạn trên}), \\ \eta = 0,872 - 1,12 Fr & (\text{giới hạn dưới}). \end{cases} \quad (2.5)$$

Tốc độ ở các công thức trên là tốc độ thử tàu.

4. Đối với tàu bách hóa cỡ vạn tấn, giáo sư Trung Quốc, Dương Nhân Kiệt cho rằng có thể dùng các công thức sau để ước tính :

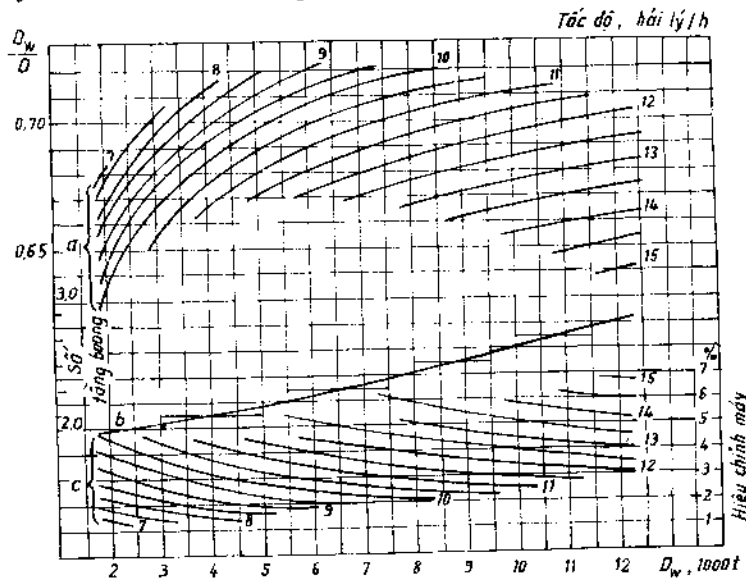
$$\left. \begin{aligned} \eta &= 0,92 - 0,327 V/\sqrt{L_{\perp}} \\ \text{hoặc} \quad \eta &= 0,92 - 1,1 Fr \end{aligned} \right\} \quad (2.6)$$

Khi tàu có mạn khô dư thì :

$$\left. \begin{aligned} \eta &= 0,90 - 0,327 V/\sqrt{L_{\perp}} \\ \text{hoặc} \quad \eta &= 0,90 - 1,1 Fr \end{aligned} \right\} \quad (2.7)$$

Trong công thức trên, tốc độ V là tốc độ khai thác của tàu. .

5. Hình 2.2 biểu diễn mối quan hệ giữa hệ số trọng tải và trọng tải, tốc độ, số tầng boong và khối lượng máy... của tàu chở hàng khô. Tài liệu này do Rcorder thu thập và Roester phát biểu.



Hình 2.2. Mối quan hệ giữa hệ số trọng tải với tốc độ và trọng tải.

Thuyết minh sử dụng hình 2.2.

- Hiệu chỉnh số tầng boong : nếu số tầng boong vượt quá trị số tra được ở đường cong b , trị số D_w/D phải giảm đi, trị số giảm nhỏ này bằng D_w/D nhân với số phần trăm của bộ phận vượt quá. Ngược lại thì tính tăng lên. Ví dụ một tàu trọng tải 8000t, tốc độ 13 hải lý/h từ đường cong đồ thị có được $D_w/D = 0,667$, tàu có hai tầng boong, trên đường cong b , tra ra số tầng boong là 2,42. Vậy :

$$D_w/D = 0,667 + (2,42 - 2) \times 0,667 \times \frac{1}{100} \approx 0,67.$$

- Hiệu chỉnh khối lượng máy : giả thiết trên hình hệ số tổng khối lượng máy hơi bằng 245 kg/m.l. Nhưng thực tế thường trị số này khá thấp, do đó phải dùng đường cong c để hiệu chỉnh. Đường cong c biểu thị số phần trăm phải hiệu chỉnh mỗi khi nhẹ đi 100 kg/m.l so với 245 kg/m.l. Đối với tàu máy diesel hoặc máy tuabin, phải nhân khối lượng trên một mã lực của công suất đường trục với 0,90, sau đấy, căn cứ vào đường cong c để hiệu chỉnh. Ví dụ : theo ví dụ trên, tàu dùng máy diesel, hệ số tổng khối lượng máy là 180 kg/m.l (công suất ở trục), nên $0,90 \times 180 = 162$ kg/m.l, so với trị số 245 chênh lệch 83 kg/m.l. Theo đường cong c tra ra ứng với mỗi 100 kg/m.l, trị số D_w/D tăng 5%. Do đó $0,83 \times 5\% = 4,15\%$. Như vậy, trị số

$$D_w/D = 0,670 \times 0,0415 \times 0,670 = 0,698.$$

2.3. CHIỀU DÀI CỦA THÂN TÀU

2.3.1. Những yếu tố cần xem xét khi lựa chọn chiều dài của thân tàu

a) Đối với yêu cầu về bố trí toàn tàu

Chiều dài của thân tàu phải thỏa mãn yêu cầu về dung tích hầm hàng, dung tích khoang chứa nhiên liệu và nước, vị trí lắp đặt máy và thiết bị bố trí các buồng...

b) Đối với ảnh hưởng sức cản

Cố gắng chọn chiều dài có lợi nhất đối với sức cản.

c) Đối với ảnh hưởng về tính hàng hải của tàu

Tàu càng dài tính quay trở càng kém. Chiều dài của tàu còn bị hạn chế trực tiếp bởi bến cảng và luồng lạch. Khi tỷ số giữa chiều dài tàu và chiều dài sóng $\frac{L}{\lambda}$ ở trong phạm vi 0,8 - 1,3, tàu sẽ bị lắc dọc mạnh.

d) Ảnh hưởng đối với khối lượng thân tàu và giá thành chế tạo con tàu

Tàu càng dài, kích thước kết cấu dọc càng lớn, khối lượng thân tàu tăng lên rõ rệt. Đồng thời, khi chiều dài thân tàu tăng lên, khối lượng thiết bị cũng tương ứng tăng lên. Khối lượng tăng lên và do ảnh hưởng của chiều dài của thân tàu tăng lên đối với công nghệ chế tạo, giá thành của con tàu nâng cao.

2.3.2. Ước tính chiều dài của thân tàu

Chiều dài của thân tàu được lựa chọn theo các phương pháp sau đây :

Phương pháp thứ nhất : dựa theo lý luận sức cản mà xác định.

Phương pháp thứ hai : chọn theo công thức kinh nghiệm hoặc tài liệu thống kê.

Phương pháp thứ ba : lựa chọn theo điều kiện luồng lạch và yêu cầu về bố trí.

Trong các phương pháp trên, phương pháp thứ nhất là phương pháp thông dụng nhất, đồng thời các phương pháp thứ hai và ba được sử dụng để nghiệm lại.

Phạm vi tốc độ tương đối của các loại tàu được cho trong bảng 2.4.

Bảng 2.4

Tốc độ tương đối của các loại tàu

Loại tàu	Fr	$V/\sqrt{L}$	Loại tàu	Fr	$V/\sqrt{L}$
Tàu hàng			Tàu khách	0,220 – 0,28	0,74 – 0,94
- tốc độ thấp	0,15 – 0,20	0,50 – 0,67	Tàu khách	0,28 – 0,40	0,94 – 1,35
- tốc độ cao	0,20 – 0,24	0,67 – 0,81	chạy nhanh		
Tàu cá	0,20 – 0,38	0,67 – 1,28			

a) Các công thức kinh nghiệm thường dùng để ước tính chiều dài của thân tàu

1. Công thức Pozdnyunin. Dựa vào tài liệu thống kê của hơn 300 tàu dân dụng các loại có lượng chiếm nước từ 1600 đến 42000t, tốc độ từ 8 đến 10 hải lý/h, Pozdnyunin đã đưa ra công thức sau :

$$L = 7,20 \left(\frac{V}{2 + V} \right)^2 \nabla^{1/3} \quad (2.8)$$

trong đó : L - chiều dài thân tàu, m ;

V - tốc độ thử tàu, hải lý/h ;

∇ - thể tích chiếm nước, m^3 .

Về sau, Lammeren, căn cứ vào tài liệu mô hình tàu tích lũy được của bể thử mô hình Hà Lan đã hiệu chỉnh công thức trên cho thích hợp

với các loại tàu cận đại. Công thức này rất có lợi cho các loại tàu có sức cản nhỏ

$$L = C \left(\frac{V}{2 + V} \right)^2 \nabla^{1/3} \quad (2.9)$$

trong đó : L - chiều dài lượng chiếm nước ; các ký hiệu khác đều giống ký hiệu của công thức (2.8) ;

trị số C - theo các loại tàu và tốc độ khác nhau, chọn ở bảng 2.5.

Mối quan hệ giữa chiều dài lượng chiếm nước và chiều dài giữa hai đường vuông góc như sau :

đối với tàu có một hoặc ba chân vịt, đuôi có hình dáng đuôi tuần dương hạm : $L = L_{\perp} \times 1,01$;

đối với tàu có một hoặc ba chân vịt, đuôi có hình dáng đuôi bầu dục : $L = L_{\perp} \times 0,99$;

đối với tàu có hai hoặc bốn chân vịt, đuôi có hình dáng đuôi tuần dương hạm : $L = L_{\perp} \times 1,03$, đại thể bằng chiều dài đường nước chở đầy L_{mn} ;

đối với tàu có hai hoặc bốn chân vịt, đuôi có hình dáng đuôi bầu dục : $L = L_{\perp}$.

Bảng 2.5

Trị số C của các loại tàu

Loại tàu	Tàu khách và tàu hàng một chân vịt	Tàu khách và tàu hàng hai chân vịt	Tàu tốc độ cao
Tốc độ thử tàu, hải lý/h	11 - 16,5	15,5 - 18,5	> 20
Ứng với L , fut	23,50	24,00	26,00
Ứng với L , m	7,16	7,32	7,93

Về phạm vi tốc độ thích hợp với trị số C , ở đây chỉ tốc độ của tàu có chiều dài khoảng 400 ft, trường hợp loại tàu lớn quá hoặc nhỏ quá, có thể tính tốc độ của tàu có chiều dài 400 ft để chọn trị số C .

Đối với tàu ven biển (dài từ 30 đến 80 m), công thức của Pozdyunin được biến đổi như sau :

$$L_{\perp} = 7 \left(\frac{V}{V+2} \right)^2 V^{1/3}, \text{ m} \quad (2.10)$$

$$L_{\perp} = 23,2 \left(\frac{V}{V+2} \right)^2 V^{1/3}, \text{ fit} \quad (2.11)$$

trong đó : $L_{\perp}$ - chiều dài giữa hai đường vuông góc. Các ký hiệu khác như ký hiệu của công thức 2.9.

2. *Công thức Jaeger.* Sau khi phân tích các loại tàu, Jaeger đã đưa ra công thức sau :

$$\sqrt{L_{\perp}} = \sqrt[3]{p+q} + \sqrt[3]{p-q} \quad (2.12)$$

trong đó : $L_{\perp}$ - chiều dài giữa hai đường vuông góc, m ;

$$p = bD^{1/3}V ;$$

$$q = bD^{1/3} \sqrt{V^2 - 2D^{1/3}}$$

D - lượng chiếm nước, t ;

V - tốc độ khai thác, hải lý/h.

Trị số của b , theo các loại tàu khác nhau, cho trong bảng 2.6.

Bảng 2.6

Trị số b của các loại tàu

Loại tàu	Tàu trên ba vạn tấn	Tàu tốc độ bằng hoặc thấp hơn tốc độ kinh tế, như tàu hàng, tàu khách, tàu qua eo biển	Tàu buôn tốc độ tương đối lớn, như tàu ven biển (trừ tàu kéo)	Tàu cá kéo lưới cỡ lớn	Tàu cá cỡ nhỏ ⁽¹⁾
b	1	5/6	2/3	0,64 - 0,66	0,55 - 0,66

(1) Trị số ở đây tính với V là tốc độ thử tàu.

3. *Công thức Ayre.* Căn cứ vào kết quả thử mô hình và thí nghiệm tàu thực của các loại tàu, Ayre đã đưa ra trị số tiêu chuẩn chiều dài và lượng chiếm nước :

$$L_{\perp}/D^{1/3} = 11 + 10 V/\sqrt{L_{\perp}} \quad (2.13)$$

trong đó : $L_{\perp}$ - chiều dài giữa hai đường vuông góc, fit ;

V - tốc độ thử tàu, hải lý/h ;

D - lượng chiếm nước, tấn Anh.

Theo quan điểm sức cản mà xét, công thức Ayre gần với trị số $L/D^{1/3}$ tối ưu, nhưng chỉ thích hợp với loại tàu có chiều dài từ 120 đến 140 m.

4. Công thức Nogid :

$$l = 2,1 V^{1/3} \quad (2.14)$$

trong đó : l - chiều dài tương đối, bằng $L/D^{1/3}$, đơn vị tính theo hệ mét ;

V - tốc độ, hải lý/h.

5. Công thức Dương Nhân Kiệt. Đối với tàu cỡ vạn tấn, giáo sư Dương Nhân Kiệt kiến nghị dùng công thức sau đây để tính chiều dài của thân tàu :

$$l = \frac{aV}{6 + V} \quad (2.15)$$

trong đó : l - chiều dài tương đối, theo hệ mét ;

V - tốc độ khai thác, hải lý/h ;

a - hệ số, chọn theo loại tàu mẫu, hoặc lấy bằng 8, khi chiều dài tàu là chiều dài đường nước chở đầy, hoặc 7,8 khi chiều dài tàu là chiều dài giữa hai đường vuông góc.

b) Tài liệu thống kê và biểu đồ thường dùng ước tính chiều dài của thân tàu :

1. Biểu đồ Comstock (h.2.3). Chiều dài biểu thị trên hình được xem như chiều dài lượng chiếm nước.

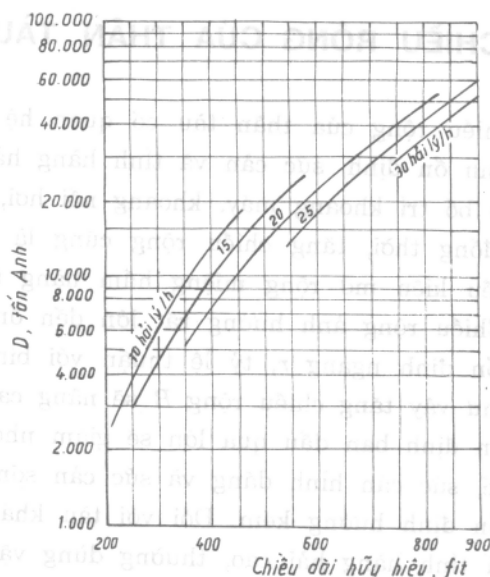
2. Biểu đồ Heckscher (h.2.4). Chiều dài biểu thị trên biểu đồ là chiều dài kinh tế nhất. Chiều dài tàu, ngoài mối quan hệ với lượng chiếm nước ra, còn chịu ảnh hưởng của trị số $V/\sqrt{L_{\perp}}$, V và B/T ..., đồng thời có liên quan đến số lượng chân vịt.

Ví dụ về cách sử dụng biểu đồ : lượng chiếm nước của tàu là 1829t, từ điểm lượng chiếm nước vạch đường thẳng phẳng giao nhau với các đường B/T ở một số điểm, qua các điểm giao nhau kéo các đường thẳng góc. Trên các đường thẳng góc này, có hai trị số V tương ứng trên đường nghiêng. B/T của giới hạn trên và giới hạn dưới $V/\sqrt{L_{\perp}}$. Nối các điểm

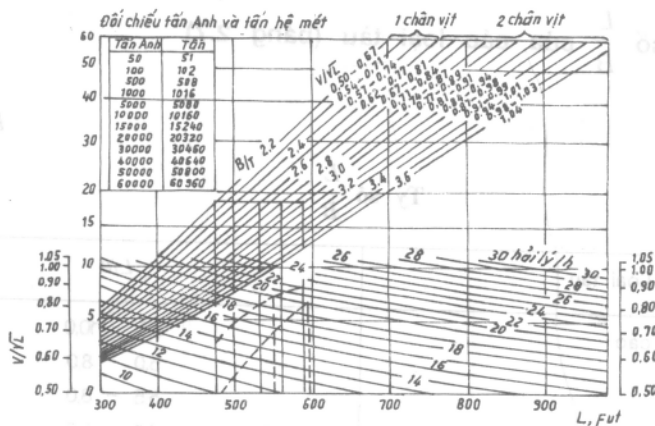
trên thành đường khuất. Nếu $V = 20$ hải lý/h thì qua hai đường khuất trên, có được $L_{\perp} = 552$ fut và 596 fut, bất kỳ trị số nào ở giữa hai chiều dài đó đều phù hợp với nguyên tắc chiều dài kinh tế. Sau đây, có thể dựa vào yêu cầu gần điểm bụng của đường sức cản để chọn trị số thích đáng.

3. Biểu đồ Diede (h.2.5).

Biểu đồ được dùng cho tàu hàng.

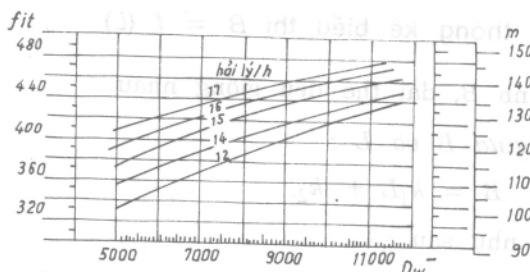


Hình 2.3. Mối quan hệ giữa chiều dài với tốc độ và lượng chiếm nước.



Hình 2.4. Chiều dài kinh tế của tàu buôn:

Các đường cong dưới biểu thị L và V của trị số $\frac{V}{\sqrt{L}}$.



Hình 2.5. Mối quan hệ giữa chiều dài với tốc độ và lượng chiếm nước.

2.4. CHIỀU RỘNG CỦA THÂN TÀU

Chiều rộng của thân tàu có quan hệ chặt chẽ với việc bố trí trên tàu, tính ổn định, sức cản và tính hàng hải của tàu. Tăng chiều rộng có lợi cho bố trí khoang máy, khoang nồi hơi, buồng khách và buồng thuyền viên, đồng thời, tăng chiều rộng cũng là tăng dung tích hầm hàng, và tạo điều kiện mở rộng miệng hầm hàng tiện lợi cho việc bốc xếp hàng hóa. Chiều rộng ảnh hưởng rất lớn đến ổn định ban đầu của tàu vì bán kính ổn định ngang r , tỷ lệ thuận với bình phương chiều rộng thân tàu B^2 . Như vậy tăng chiều rộng B sẽ nâng cao tính ổn định ban đầu, nhưng tính ổn định ban đầu quá lớn sẽ giảm nhỏ chu kỳ lắc ngang. Trị số L/B quá bé, sức cản hình dáng và sức cản sóng của thân tàu sẽ tăng nhanh, tính ổn định hướng kém. Đối với tàu khách, số lượng hàng kèm theo ít, tàu cá tính hàng hải cao, thường dùng vật dẫn cố định để đảm bảo yêu cầu ổn định mà không tăng chiều rộng tàu.

2.4.1. Tỷ số $\frac{L}{B}$ của các loại tàu (bảng 2.7)

Bảng 2.7

Tỷ số $\frac{L}{B}$

Loại tàu	L/B
Tàu khách tốc độ cao	8,0 – 10,0
Tàu hàng - khách	6,0 – 8,0
Tàu hàng	5,5 – 8,0
Tàu kéo đẩy bằng chân vịt	4,5 – 5,5
Tàu cá	5,0 – 6,0

2.4.2. Công thức thống kê biểu thị $B = f(L)$

Công thức ước tính B , đại thể đều giống nhau.

a) Mỗi quan hệ giữa B và L :

$$B = k_1 L + k_2 \quad (2.16)$$

các trị số k_1, k_2 cho như sau :

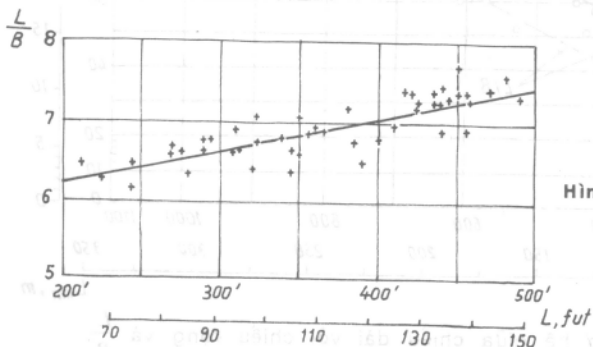
	k_1	k_2
Nogid	1/10	4,5 – 5,5 m
Schokker	1/9	3,66 m

b) Công thức Herner

$$L/B = 2,6 L^{0,2} \text{ (hệ mét)} \quad (2.17)$$

$$\text{hoặc } B = \frac{L^{0,8}}{2,6} \quad (2.18)$$

c) Các biểu đồ thống kê :



Hình 2.6. Mối quan hệ giữa chiều dài và tỷ số $\frac{L}{B}$.

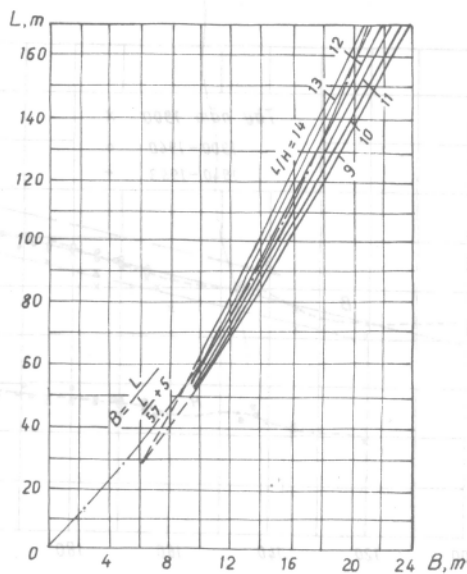
- tài liệu của Schokker :
hình 2.6 ;

- tài liệu của Non-
necke : hình 2.7 ;

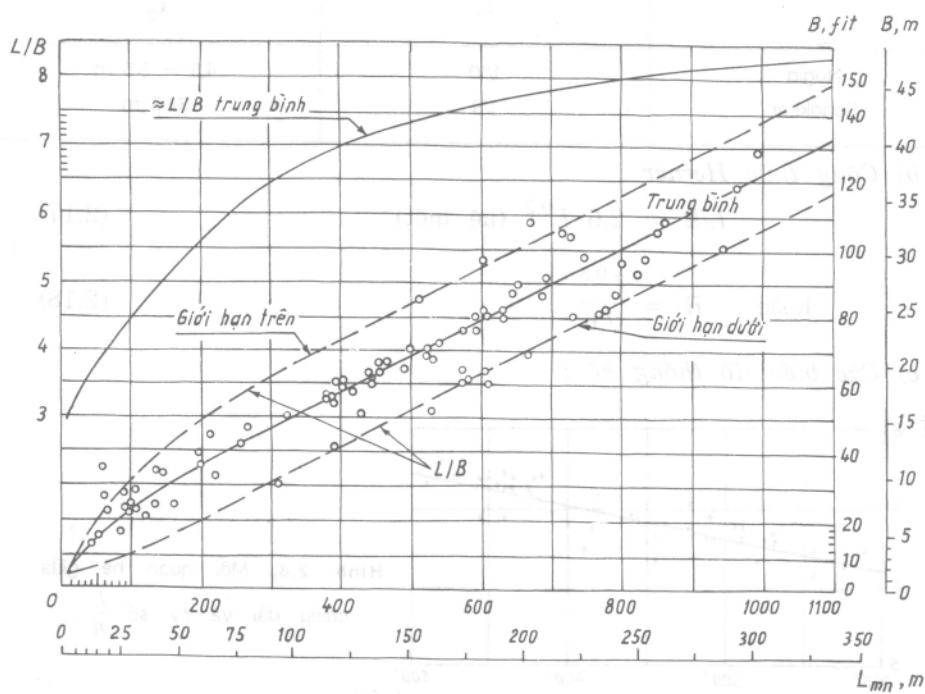
- tài liệu của Saunders :
hình 2.8 ;

- tài liệu của Robertson,
thống kê các tàu ven biển
một thế kỷ trở lại đây :
hình 2.9 và hình 2.10 ;

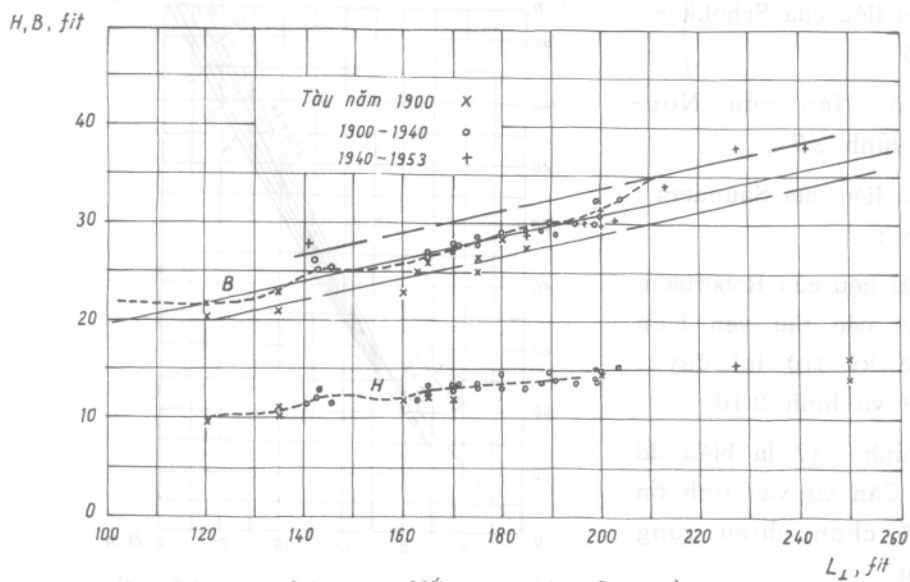
- hình 2.12 là biểu đồ
Herner. Căn cứ vào tính ổn
định để chọn chiều rộng
thân tàu.



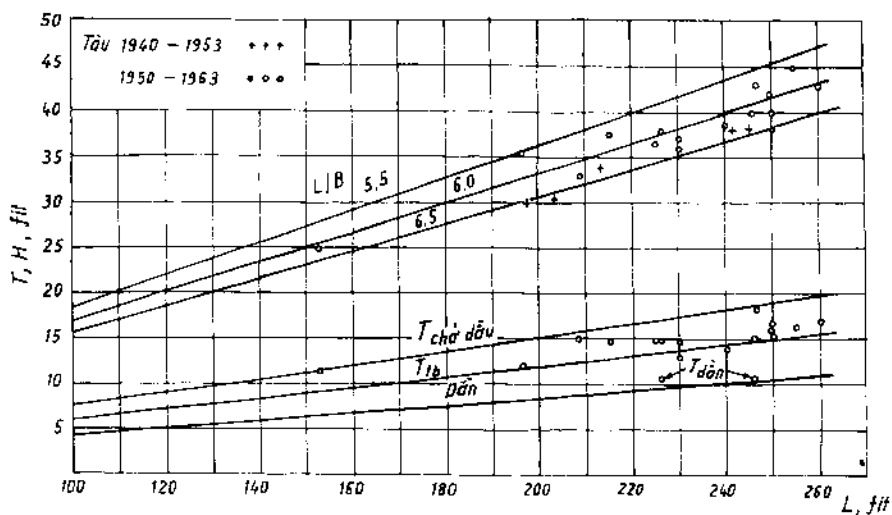
Hình 2.7. Mối quan hệ giữa chiều dài và chiều rộng $L = f(B \cdot \frac{L}{H})$.



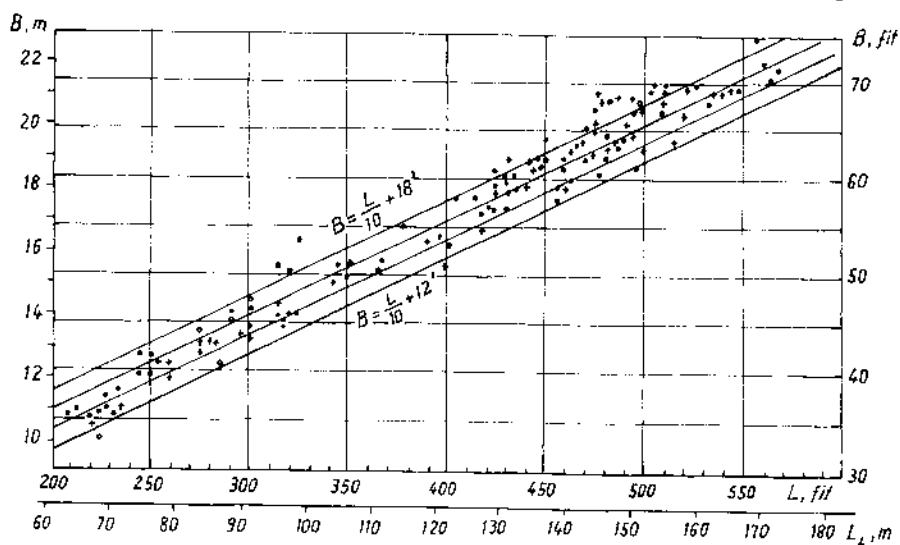
Hình 2.8. Mối quan hệ giữa chiều dài với chiều rộng và $\frac{L}{B}$.



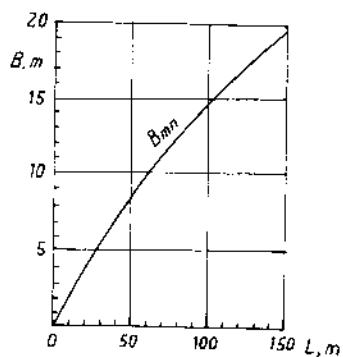
Hình 2.9. Mối quan hệ giữa chiều cao mép boong và chiều rộng.



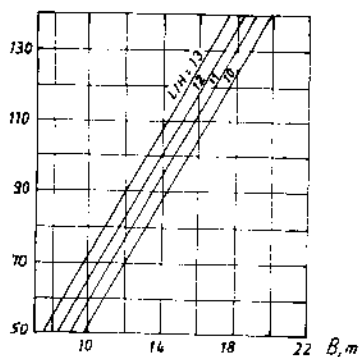
Hình 2.10. Mối quan hệ giữa chiều dài với mớn nước và chiều rộng.



Hình 2.11. $B = f(L)$.



Hình 2.12. Căn cứ vào yêu cầu ổn định để chọn chiều rộng.



Hình 2.13. $\frac{L}{H} = f(B, L)$.

2.5. MỚN NƯỚC

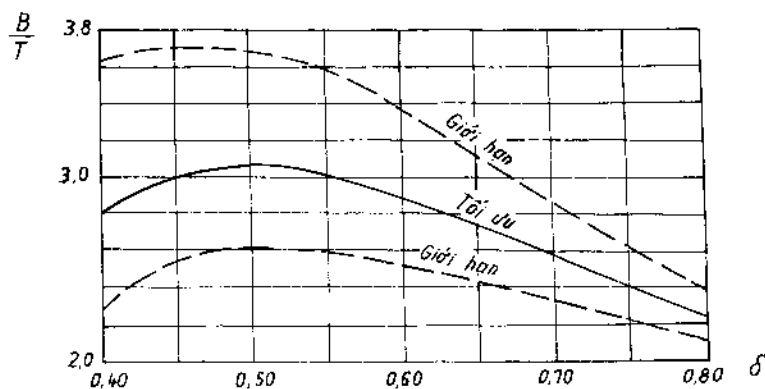
Mớn nước của tàu thường bị hạn chế bởi luồng lạch, bến cảng, cầu tàu..., do đó khi lựa chọn mớn nước phải chú ý đến các điều kiện thực tế đó. Thường trị số $\frac{B}{T}$ được làm căn cứ để chọn mớn nước, cũng có khi mớn nước được xác định theo mối quan hệ với chiều dài thân tàu L .

2.5.1. Tỷ số $\frac{B}{T}$

Trị số $\frac{B}{T}$ có quan hệ với tính ổn định và sức cản của thân tàu. Đối với tàu buôn thường, trị số $\frac{B}{T}$ ở trong khoảng 2,5 – 3,0, diện tích tiếp xúc nước của thân tàu là nhỏ nhất, do đó sức cản ma sát cũng nhỏ, đồng thời khi trị số này biến động chút ít, ảnh hưởng không lớn. Đối với sức cản dư, sức cản tăng theo tỷ số $\frac{B}{T}$, nhưng khi trị số $\frac{B}{T}$ nằm trong khoảng 2,25 – 3,75, tác động của nó không lớn lắm. Hình 2.14 biểu diễn trị số $\frac{B}{T}$ ứng với diện tích mặt tiếp xúc nước nhỏ nhất của thân tàu. Đường giới hạn trên hình biểu thị trị số tăng 2% của diện tích mặt tiếp xúc nước.

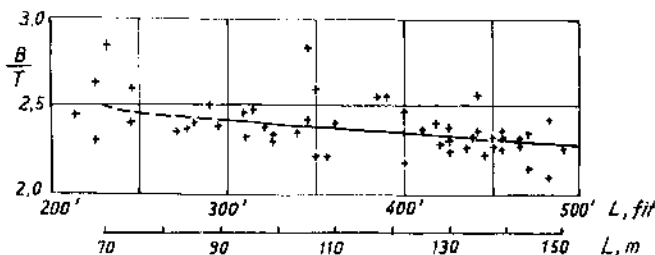
Nếu giữ $L/D^{1/3}$ không đổi, khi $\frac{B}{T}$ tăng thì $\frac{L}{B}$ sẽ giảm tương ứng. Qua một loạt thí nghiệm mô hình tàu hàng có tốc độ cao trong bể thử mô hình của Thụy Điển, nhận thấy ảnh hưởng đó không lớn. Trị số $\frac{B}{T}$ tối ưu, tùy theo trị số lớn bé của hệ số thể tích chiếm nước và tốc độ mà thay đổi chút ít. Đối với tàu $\delta = 0,525$ và $0,575$, trị số $\frac{B}{T}$ tối ưu vào khoảng 2,3 ; đối với tàu $\delta = 0,625$, thì trị số $\frac{B}{T}$ ở trong khoảng 2,4 – 2,6 là tốt nhất. Kết quả thí nghiệm trong bể thử mô hình Na Uy, đối với loại tàu $\delta = 0,514$, $L/V^{1/3}$ và tàu ven biển tốc độ cao $\delta = 0,440$,

$L/D^{1/3} = 5,310$, cũng chứng minh rằng ảnh hưởng của $\frac{B}{T}$ tương đối nhỏ, trị số $\frac{B}{T}$ tối ưu vào khoảng 2,5.



Hình 2.14. Diện tích mặt tiếp xúc nước nhỏ nhất.

Trị số $\frac{B}{T}$ của tàu hàng hiện đại vào khoảng 2,0 – 2,5, của tàu khách vào khoảng 2,25 – 3,0. Nogid cho rằng, đối với tàu hàng $\frac{B}{T} = 2,3 \div 2,5$, đối với tàu khách $\frac{B}{T} = 2,7 \div 3,0$.



Hình 2.15. Mối quan hệ giữa chiều dài và B/T .

Hình 2.15 cho trị số $\frac{B}{T}$ ứng với các chiều dài thân tàu L .

2.5.2. Căn cứ vào chiều dài L để chọn môn nước

Môn nước của tàu hàng thông thường, đại thể có thể biểu thị theo công thức sau :

$$T = \frac{L}{20} + 1,4 ; \quad (2.19)$$

trong đó : L - chiều dài thân tàu, m ;

T - môn nước chờ đầy, m.

Đối với tàu nhỏ, trị số tính theo công thức trên hơi lớn, và đối với tàu lớn, trị số tính ra hơi nhỏ.

2.5.3. Mớn nước tương đối

Pozdyunin đưa ra mớn nước tương đối $t = \frac{T}{D^{1/3}}$ để biểu thị mối quan hệ giữa mớn nước và lượng chiếm nước. Đối với tàu biển, trị số mớn nước tương đối khá ổn định, thường ở trong khoảng : $0,304 < t < 0,340$.

Đối với tàu nhỏ, trị số t ứng với giới hạn trên, đối với tàu lớn, trị số t tương đối thấp.

2.6. CHIỀU CAO MÉP BOONG

2.6.1. Những yếu tố cần suy xét khi lựa chọn chiều cao mép boong

- a) Đủ mạn khô, thỏa mãn yêu cầu quy phạm đường tải trọng.
- b) Đủ lực nổi dự trữ, thỏa mãn yêu cầu tính chống chìm.
- c) Đủ dung tích khoang hàng.
- d) Ảnh hưởng đối với tính ổn định

Trường hợp mớn nước không đổi, tăng chiều cao mép boong, tức là tương ứng tăng mạn khô, có lợi cho ổn định góc lớn ; nhưng cũng đồng thời nâng cao kiến trúc trên boong, dẫn tới chiều cao trọng tâm tăng lên, giảm chiều cao ổn định ngang và tăng diện tích mặt chịu gió.

Trường hợp mạn khô không đổi, tăng chiều cao mép boong tức là tương ứng tăng mớn nước, thường có thể nâng cao ổn định ban đầu. Nhưng cũng đồng thời làm cho trọng tâm tàu, tâm ổn định ngang, tâm nổi... đều thay đổi. Và, nếu muốn giữ nguyên lượng chiếm nước ban đầu, thì phải thay đổi các hệ số, các kích thước (ví dụ δ , L , $B...$). Do đó, đối với ổn định của tàu có lợi hay không, còn phải được nghiệm lại để xác định.

e) Chiều cao mép boong quá lớn hoặc quá nhỏ làm cho tỷ số kích thước thân tàu thay đổi đặc biệt ; đối với sức bền thân tàu, cần phải được chú ý xem xét.

Quy phạm phân cấp và chế tạo tàu biển vỏ thép năm 1970 quy định phạm vi các tỷ số kích thước thân tàu như sau :

- đối với tàu hoạt động ở khu vực không hạn chế : $\frac{L}{H} \geq 14$; ở khu vực hạn chế I : $\frac{L}{H} \geq 16$; ở khu vực hạn chế II : $\frac{L}{H} \geq 18$; ở khu vực hạn chế III : $\frac{L}{H} \geq 20$.

- đối với tàu hoạt động ở khu vực không hạn chế : $\frac{B}{H} \geq 2,5$; ở khu vực hạn chế I : $\frac{B}{H} \geq 3$; ở khu vực hạn chế II, III : $\frac{B}{H} \geq 4$; $\frac{T}{H} = 0,65 \div 0,85$.

2.6.2. Lựa chọn chiều cao mép boong

Căn cứ vào các tỷ số $\frac{T}{H}$ và $\frac{L}{H}$, và kết hợp với các yếu tố trình bày ở trên để lựa chọn chiều cao mép boong.

Trị số $\frac{H}{T}$

Bảng 2.8 cho các trị số $\frac{H}{T}$ của các loại tàu.

Bảng 2.8

Trị số H/T của các loại tàu

Loại tàu	H/T
Tàu hàng có mạn khô tối thiểu	115 -- 135
Tàu hàng boong kín	110 -- 120
Tàu hàng boong kín, đến boong chính	135 -- 145
Tàu khách, đến boong vách	135 -- 145
Tàu khách, đến boong chính	160 -- 170

2.7. HỆ SỐ THỂ TÍCH CHIẾM NƯỚC

2.7.1. Những yếu tố cần phải xét khi chọn hệ số thể tích chiếm nước :

- a) ảnh hưởng đối với tốc độ cao ;
- b) ảnh hưởng đối với dung tích chờ hàng ;
- c) ảnh hưởng đối với việc bố trí khoang máy và nồi hơi. Đặc biệt đối với tàu, máy bố trí ở đuôi, hệ số thể tích chiếm nước nhỏ quá, việc bố trí buồng máy, hệ trục sẽ có khó khăn.

2.7.2. Lựa chọn hệ số thể tích chiếm nước

Hệ số thể tích chiếm nước được ký hiệu bằng δ :

$$\delta = \frac{\nabla}{LBT} ; \quad (2.20)$$

trong đó : ∇ - thể tích chiếm nước ;

L, B, T - chiều dài, chiều rộng và mớn nước của tàu.

Đối với trị số δ của tàu vận tải, có nhiều công thức và biểu đồ tính toán, nhưng các trị số tính ra không hoàn toàn giống nhau.

a) Công thức Telfer

$$\left\{ \begin{array}{l} \delta = 1,0 - \frac{3}{8} \left(\frac{B}{L} + 1 \right) \frac{V}{\sqrt{L}} ; \\ \delta = 1,0 - 1,25 \left(\frac{B}{L} + 1 \right) Fr . \end{array} \right. \quad (2.21)$$

Công thức này thích hợp với các loại tàu có trị số $Fr = 0,28 \div 0,30$, trị số $\frac{L}{B} = 6,0 \div 8,0$. Trong công thức trên V - tốc độ khai thác, hải lý/h.

b) Công thức Alexander

$$\left\{ \begin{array}{l} \delta = 1,08 - \frac{1}{2} \cdot \frac{V}{\sqrt{L}} \\ \delta = 1,08 - 1,68 Fr ; \end{array} \right. \quad (2.22)$$

trong đó : V - tốc độ thử tàu.

Khi đổi trị số của số hạng đầu trong công thức trên là 1,04, thì V là tốc độ khai thác, và công thức trên như sau :

$$\begin{cases} \delta = 1,04 - \frac{1}{2} \cdot \frac{V}{\sqrt{L}} ; \\ \delta = 1,04 - 1,68 Fr . \end{cases} \quad (2.23)$$

Công thức Alexander được dùng cho tàu vận tải có chân vịt. Đối với tàu hai chân vịt, Ayre kiến nghị tăng δ lên một trị số $\Delta\delta = 0,01$.

Đối với tàu ven biển, công thức Alexander cho một trị số thỏa đáng, nhưng khi $V/\sqrt{L} = 1,0$, δ giảm 0,01 ; $V/\sqrt{L} = 1,1$ δ giảm 0,03 ; $V/\sqrt{L} = 1,2$, δ giảm 0,064.

c) Công thức Ayre - Todd :

$$\delta = C - \frac{1}{2} \cdot \frac{V}{\sqrt{L}} ; \quad (2.24)$$

Trị số C nguyên thủy do Ayre đưa ra là 1,06. Todd đã hiệu chỉnh theo bảng 2.9 dưới đây. V - tốc độ khai thác, hải lý/h.

Bảng 2.9

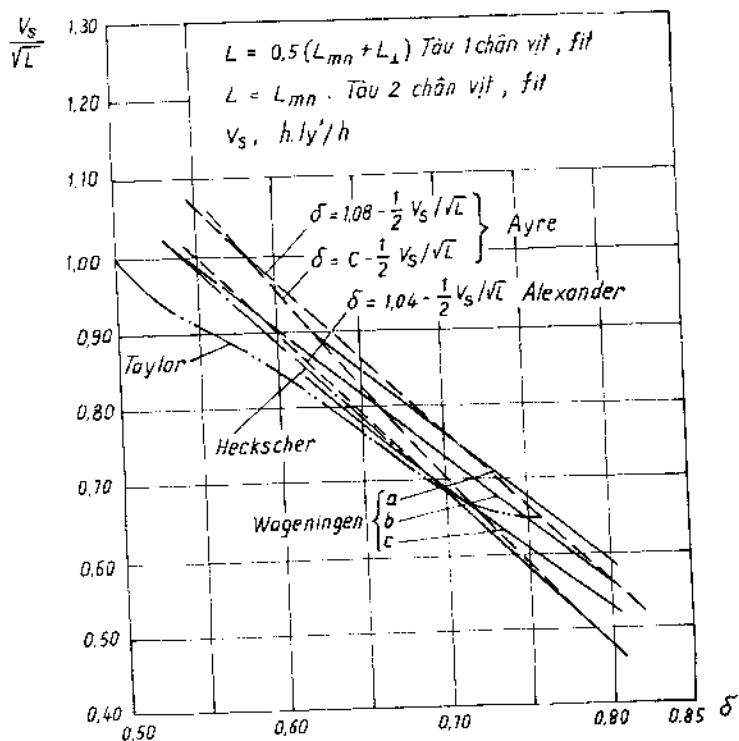
$V/\sqrt{L}$	0,59	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
C	1,04	1,045	1,05	1,06	1,07	1,08

d) Công thức của bể thử Wageningen

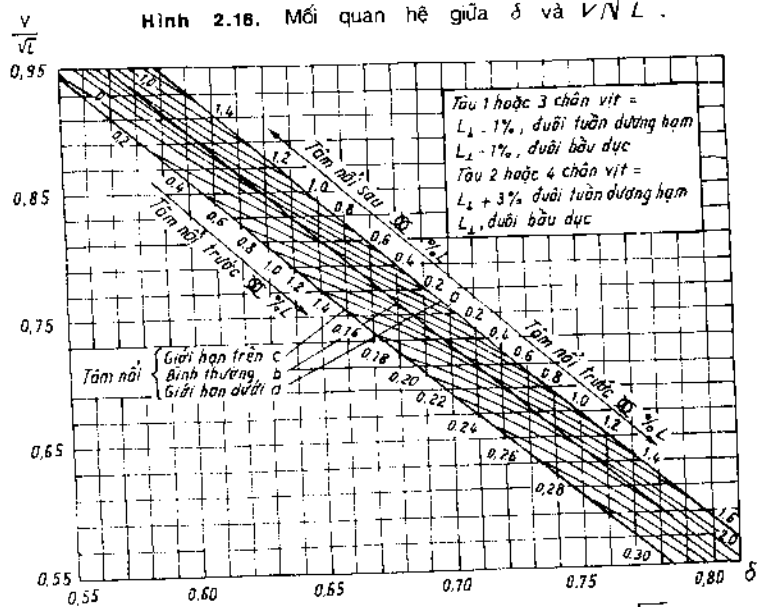
Căn cứ vào khá nhiều tư liệu thí nghiệm mô hình của bể thử Wageningen, theo các vị trí tâm nổi hướng dọc khác nhau, có được ba đường cong a , b , c (h.2.16). Đường a ứng với tâm nổi nằm ở phía sau mặt cắt chính giữa, đường c ứng với tâm nổi nằm ở phía trước mặt cắt chính giữa, đường b ứng với vị trí trung bình của tâm nổi so với hai trường hợp a và c . Trị số của đường b được biểu thị theo công thức :

$$\left. \begin{aligned} \delta &= 1,137 - 0,6 \frac{V}{\sqrt{L}} ; \\ \text{hoặc } \delta &= 1,137 - 2,1 Fr \end{aligned} \right\} \quad (2.25)$$

Roordard đã biểu thị các đường cong a , b , c dưới dạng đường cong trên hình 2.17 cho tiện sử dụng. V - tốc độ khai thác, hải lý/h.



Hình 2.16. Mối quan hệ giữa δ và $V/\sqrt{L}$.



Hình 2.17. Mối quan hệ giữa δ và $V/\sqrt{L}$.

Đối với tàu ven biển đi vùng nước sâu, sử dụng công thức :

$$\left. \begin{aligned} \delta &= 1,106 - \frac{1}{2} \cdot \frac{V}{\sqrt{L}} \\ \text{hoặc} \quad \delta &= 1,106 - 1,68 Fr \end{aligned} \right\} \quad (2.26)$$

e) Theo giáo sư Dương Nhân Kiệt, hệ số δ của tàu cỡ vận tốc được tính theo công thức sau :

$$\left. \begin{aligned} \delta &= 2,11 - \frac{1,4}{1,2 - Fr} \\ \text{hoặc} \quad \delta &= 2,11 - \frac{4,7}{4,03 - V/\sqrt{L}} \end{aligned} \right\} \quad (2.27)$$

trong đó : V - tốc độ khai thác, hải lý/h ;

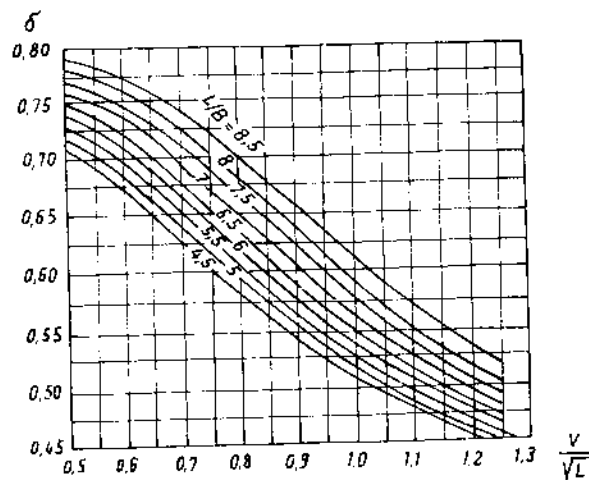
L - chiều dài giữa hai đường vuông góc, fit.

f) Đối với tàu tốc độ trung bình và tốc độ cao, hệ số δ được Ayre kiến nghị chọn như sau :

Fr	0,300	0,325	0,350	0,375	0,400	0,500	0,600
δ	0,575	0,560	0,545	0,538	0,533	0,516	0,500

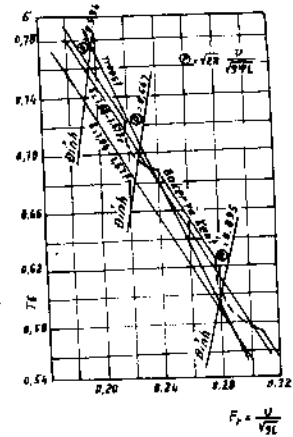
g) Biểu đồ Ralston

Căn cứ vào các tỷ số $\frac{L}{B}$ và trị số $V/\sqrt{L}$, Ralston đã đưa ra các trị số δ , biểu thị trên hình 2.18.



Hình 2.18.. Trị số δ ứng với $\frac{L}{B}$.

h) Ở khu vực đỉnh sức cản, trị số δ phải giảm. Hình 2.19 biểu diễn vị trí đỉnh sức cản theo mối quan hệ giữa δ và $V/\sqrt{L}$. Ở vị trí đỉnh sức cản trị số δ phải giảm nhỏ. Khi tàu có tốc độ tương đối cao, ứng dụng công thức (2.22), thì hằng số 1,08 phải giảm xuống 1,06.



Hình 2.19. $\delta = f(Fr)$.

2.8. HỆ SỐ LĂNG TRỤ

Hệ số lăng trụ được ký hiệu là φ :

$$\varphi = \frac{\delta}{\beta} \quad (2.28)$$

trong đó : δ - hệ số thể tích chiếm nước ;

β - hệ số diện tích mặt cắt ngang giữa thân tàu.

Hệ số φ ảnh hưởng tới sức cản của thân tàu. Thường căn cứ vào trị số Froude hoặc tỷ số tốc độ - chiều dài để xác định φ . Các công thức thường dùng để tính φ :

a) Công thức Nogid

Khi $Fr < 0,24$, trị số φ được xác định theo công thức :

$$\left. \begin{aligned} \varphi &= 1,015 - 1,46 Fr \\ \text{hoặc} \quad \varphi &= 1,015 - 0,433 V/\sqrt{L} \end{aligned} \right\} \quad (2.29)$$

Khi $Fr = 0,24 \div 0,30$, trị số φ được tính :

$$\left. \begin{aligned} \varphi &= \frac{0,325}{Fr^{0,5}} \\ \text{hoặc} \quad \varphi &= \frac{0,597}{\left(\frac{V}{\sqrt{L}}\right)^{0,5}} \end{aligned} \right\} \quad (2.30)$$

b) Công thức Baker

Baker đưa ra công thức tính trị số giới hạn của φ như sau :

$$\varphi = 1,02 - \frac{V}{10 D^{1,6}} \quad (2.31)$$

trong đó : V - tốc độ khai thác, hải lý/h ;

D - lượng chiếm nước, t.

Trị số φ tính theo công thức trên là trị số giới hạn, nếu vượt quá trị số này sức cản sẽ tăng lên nhanh chóng.

c) Đối với tàu ven biển, trường hợp $V/\sqrt{L} = 0,6 \div 1,1$ (tương đương với $Fr = 0,178 \div 0,327$), trị số φ được xác định theo công thức :

$$\left. \begin{aligned} \varphi &= 1,10 - \frac{1}{2} \cdot \frac{V}{\sqrt{L}} ; \\ \text{hoặc } \varphi &= 1,10 - 1,68 Fr \end{aligned} \right\} \quad (2.32)$$

trong đó : V - tốc độ thử tàu, hải lý/h.

d) Bảng 2.10 cho trị số φ ứng với sức cản dư nhỏ nhất của tàu tốc độ cao. Trong trường hợp này, thực tế sức cản toàn bộ cũng là nhỏ nhất vì sức cản dư chiếm một thành phần tỷ lệ khá lớn. Trong bảng này cũng cho tỷ số phần trăm của sức cản tăng lên khi φ tăng giảm chút ít. Đối với tàu buôn, do thực tế khai thác, có thể lấy trị số lớn hơn một chút, đồng thời khi $V/\sqrt{L} = 1,4$ trở lên thì đã vượt quá phạm vi tàu buôn.

Bảng 2.10

Trị số φ ứng với tỷ số tốc độ - chiều dài

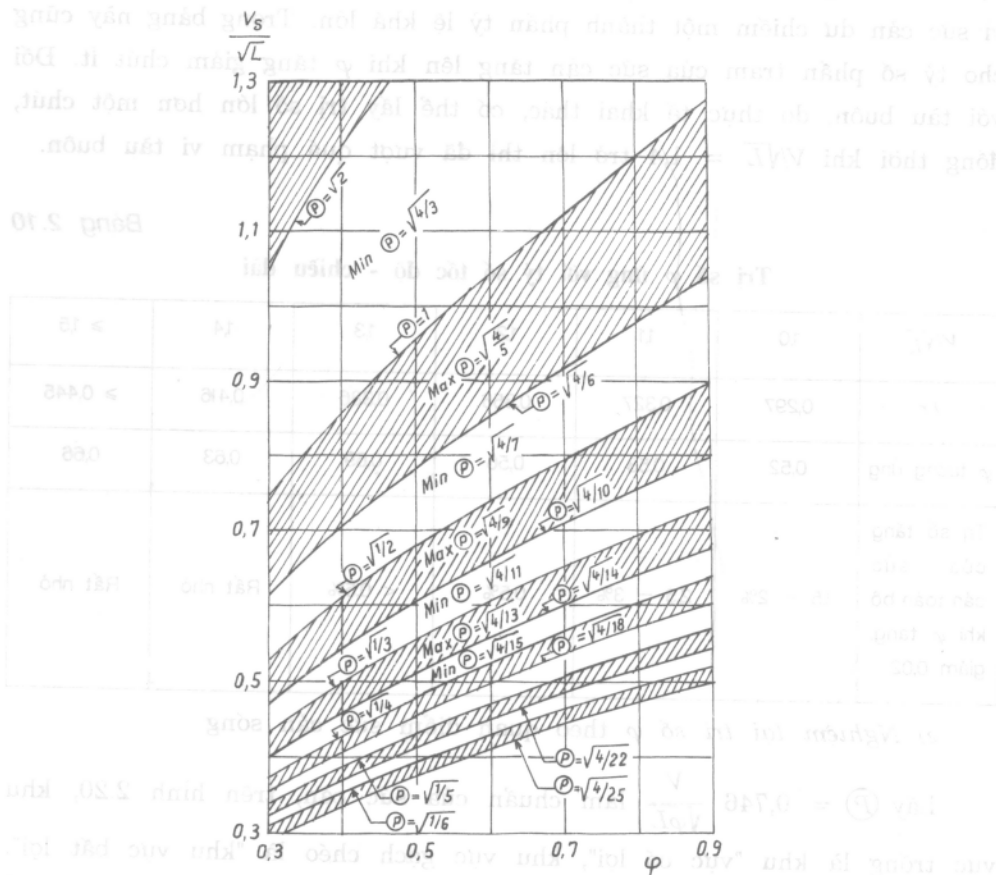
$V/\sqrt{L}$	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	$\geq 1,5$
Fr	0,297	0,327	0,356	0,386	0,416	$\geq 0,445$
φ tương ứng	0,52	0,53	0,56	0,69	0,63	0,66
Trị số tăng của sức cản toàn bộ khi φ tăng, giảm 0,02	1,5 - 2%	2,5 - 3%	0,5%	< 0,5%	Rất nhỏ	Rất nhỏ

e) Nghiệm lại trị số φ theo quan điểm sức cản sóng

Lấy $\textcircled{P} = 0,746 \frac{V}{\sqrt{\varphi L}}$ làm chuẩn của sức cản, trên hình 2.20, khu vực trống là khu "vực có lợi", khu vực gạch chéo là "khu vực bất lợi". Theo Kent, khi $\textcircled{P} = 2$, sức cản tăng đột xuất, nhưng thực tế, phạm vi đó nằm trong khoảng $\textcircled{P} = 1,5 \div 1,6$, cho nên từ $\textcircled{P} = 1,1$, trở lên đã không thích hợp sử dụng.

Theo Baker, trị số $\frac{V}{\sqrt{\varphi L}}$ kinh tế nhất đối với tàu tốc độ nhanh là 1,45, tàu tốc độ trung bình là 1,05 và tốc độ thấp là 0,85 ($\bar{P} = \sqrt{\frac{4}{6}}$ và $\sqrt{\frac{4}{10}}$, $\frac{V}{\sqrt{\varphi L}} = 1,095$ và 0,845).

Khi $\bar{P} < \sqrt{\frac{1}{3}}$, thành phần sức cản sóng chiếm một tỷ lệ rất nhỏ trong toàn bộ sức cản, do đó trong trường hợp này trị số tính toán có nằm trong phần gạch chéo của hình vẽ hay không cũng không quan trọng lắm.



Hình 2.20. Mối quan hệ giữa φ , $V/\sqrt{L}$ và $\bar{P}$.

2.9. HỆ SỐ DIỆN TÍCH MẶT CẮT NGANG GIỮA TÀU

2.9.1. Chọn hệ số β

Sau khi đã chọn δ và φ , có thể xác định hệ số diện tích mặt cắt ngang giữa tàu β . Cũng có trường hợp, chọn φ sau khi chọn β .

Hệ số diện tích mặt cắt ngang giữa tàu là :

$$\beta = \frac{S_{\text{X}}}{BT} \quad (2.33)$$

trong đó : S_{X} - diện tích mặt cắt ngang giữa tàu tính từ đường nước T trở xuống ;

B, T - chiều rộng và mớn nước của thân tàu.

Khi δ tương đối nhỏ, β quá lớn, đường cong diện tích mặt cắt ngang dễ bị lỗi cao, không có lợi cho sức cản, đồng thời đường hình dáng thân tàu khó vẽ.

Hệ số β được tính theo các công thức sau :

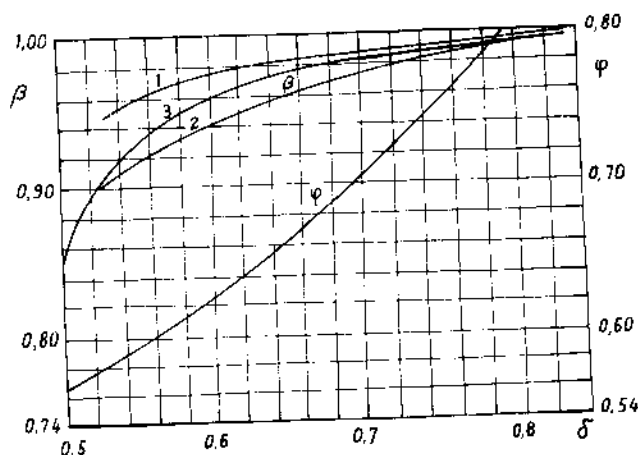
a) Công thức Nogai

Khi $Fr = 0,24 \div 0,30$:

$$\beta = 3,08 (1,0 - 1,44 Fr) Fr^{0,3} \quad (2.34)$$

$$\text{hoặc} \quad \beta = 1,68 \left(1,0 - 0,428 \frac{V}{\sqrt{L}} \right) \left(\frac{V}{\sqrt{L}} \right)^{0,5}$$

b) Mối quan hệ giữa δ , β và φ được biểu diễn trên hình 2.21.

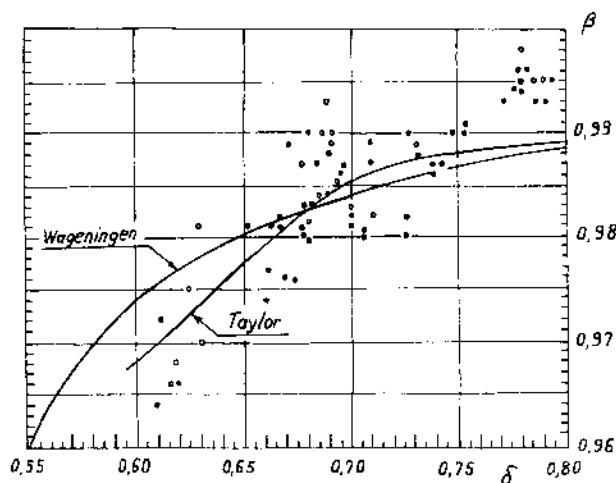


Hình 2.21. $\beta, \varphi = f(\delta)$:

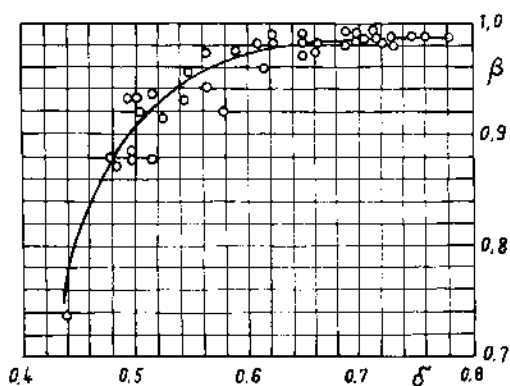
1. trị số của Lammeren ; 2. trị số của Ayre ; 3. trị số nên chọn.

c) Hình 2.22 cho số liệu β của tàu thực.

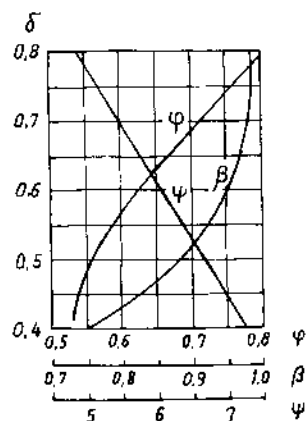
d) Hình 2.23 cho số liệu phân tích từ những thí nghiệm mô hình, sử dụng cho tàu ven biển.



Hình 2.22. Hệ số β của tàu thực.



Hình 2.23. Mối quan hệ giữa β và δ của tàu ven biển.



Hình 2.24. Mối quan hệ giữa δ , β , φ và ψ .

2.9.2. Mối quan hệ giữa δ , β và φ

a) Trị số *Nogid*

Bảng 2.11 cho các trị số δ , β và φ tương ứng. Một số tác giả cho rằng

trong trường hợp $Fr > 0,20$, trị số β trong bảng nên lấy nhỏ đi 1 – 2%.

b) Đường cong Nonnecke

Đường cong biểu diễn δ , β và φ trên hình 2.24 do Nonnecke đề xuất, trong đó Ψ là chiều dài tương đối $\Psi = \frac{L}{D^{1/3}}$.

Bảng 2.11

Mối quan hệ giữa δ , β và φ

Fr	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30
δ	0,770	0,741	0,712	0,683	0,654	0,625	0,597	0,568
β	0,985	0,985	0,985	0,985	0,985	0,982	0,970	0,959
φ	0,782	0,754	0,722	0,693	0,664	0,636	0,615	0,593
$\frac{\sqrt{V}}{\sqrt{L}}$	0,537	0,605	0,672	0,740	0,806	0,874	0,941	1,008

2.10. HỆ SỐ DIỆN TÍCH MẶT ĐƯỜNG NƯỚC

Hệ số diện tích mặt đường nước có quan hệ đến tính ổn định của tàu, tính chạy nhanh và tính hàng hải.

Hệ số diện tích mặt đường nước được ký hiệu là α :

$$\alpha = \frac{S}{L \cdot B} ; \quad (2.35)$$

trong đó : S - diện tích mặt đường nước ;

L, B - chiều dài và chiều rộng của thân tàu.

Thường α được xem là hàm số của φ hoặc δ .

2.10.1. Chọn α theo φ

Công thức Nogid

Khi $Fr \leq 0,22$ ($\varphi \approx 0,71$), mặt cắt ngang có dạng chữ V :

$$\alpha = 0,83 \varphi + 0,20 ; \quad (2.36)$$

khi $\varphi = 0,55 \div 0,80$;

$$\alpha = a\varphi^{2/3} \quad (2.37)$$

Trị số α trong công thức trên tính như sau :

$$\text{khi } \varphi = 0,55 \div 0,65, \alpha = 0,985 ;$$

$$\varphi = 0,70 \div 0,72, \alpha = 0,995 ;$$

$$\varphi = 0,75 \div 0,80, \alpha = 1,015.$$

2.10.2. Chọn α theo δ

a) Đối với tàu buôn, mối quan hệ giữa δ và α được biểu thị theo công thức :

$$\alpha = \sqrt{\delta} - 0,025 \quad (2.38)$$

Trong tính toán cụ thể, đối với tàu có dạng mặt cắt ngang hình chữ V, trị số tính ra hơi nhỏ, đối với tàu mặt cắt ngang dạng chữ U, trị số tính ra hơi lớn.

b) Đối với tàu ven biển, khi trị số δ từ 0,65 trở lên, α được tính theo công thức :

$$\alpha = 0,73 \delta + 0,30. \quad (2.39)$$

2.11. KÍCH THƯỚC CHỦ YẾU VÀ HỆ SỐ HÌNH DÁNG THÂN TÀU

2.11.1. Tàu khách - hàng

Tàu khách thường có chở kèm hàng hóa, do đó tàu khách - hàng tương đối nhiều hơn so với tàu khách thuần túy.

Tỷ lệ giữa khối lượng hàng hóa và khách chuyên chở trên tàu khách - hàng thường không thuần nhất, do đó mối quan hệ giữa các kích thước chủ yếu và các hệ số hình dáng thân tàu không có quy luật rõ rệt như đối với tàu hàng. Cũng chính vì vậy, giữa khối lượng hàng hóa và hành khách, tức là trọng tải và tốc độ thiếu một quy luật nhất định, nên hệ số trọng tải không ổn định.

1. Chiều dài thân tàu

Chiều dài thân tàu có thể tính theo công thức kinh nghiệm của Pozdyumin, Jaeger hoặc Nogid ở mục 2.3. Nhưng do căn cứ vào các công thức kinh nghiệm trên, chiều dài là hàm số của lượng chiếm nước và tốc độ, đối với tàu khách - hàng trọng tải biến động lớn, quy luật về mối quan hệ giữa chiều dài và lượng chiếm nước không thuần nhất, do đó

trị số chiều dài L - tính ra có tính chất cục bộ, kết quả không đạt được như mong muốn. Phương pháp tương đối hợp lý hơn là căn cứ vào tỷ số tốc độ - chiều dài hoặc trị số Froude để chọn L , đồng thời phải xét tới yêu cầu về bố trí.

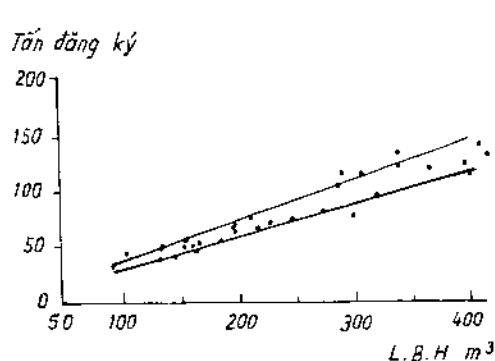
Xuất phát từ quan điểm sức cản, phạm vi tỷ số tốc độ - chiều dài được cho trong bảng 2.12.

Bảng 2.12

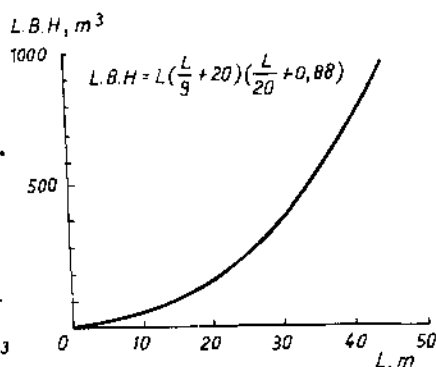
Trị số $V/\sqrt{L}$ của tàu khách - hàng

Loại tàu	Tàu khách - hàng tốc độ thấp	Tàu khách - hàng tốc độ trung bình	Tàu khách - hàng tốc độ nhanh
$V/\sqrt{L}$	0,730 - 0,750	0,848 - 0,900	0,900 - 1,10
Fr	0,217 - 0,223	0,252 - 0,267	0,267 - 0,326

Đối với tàu khách cỡ nhỏ, chiều dài từ 20 đến 30 m, số lượng hàng hóa kèm theo ít, dung tích khoang hàng khoảng $15 - 20 \text{ m}^3$, tổng số tấn đăng ký là 50 - 150. Mối quan hệ giữa tích số $L \cdot B \cdot H$, m^3 và tổng số tấn đăng ký được biểu diễn trên hình 2.25; mối quan hệ giữa tích số $L \cdot B \cdot H$, m^3 và L , m được biểu diễn trên hình 2.26.



Hình 2.25. Mối quan hệ giữa $L \cdot B \cdot H$ và tổng số tấn đăng ký.



Hình 2.26. Mối quan hệ giữa $L \cdot B \cdot H$ và L .

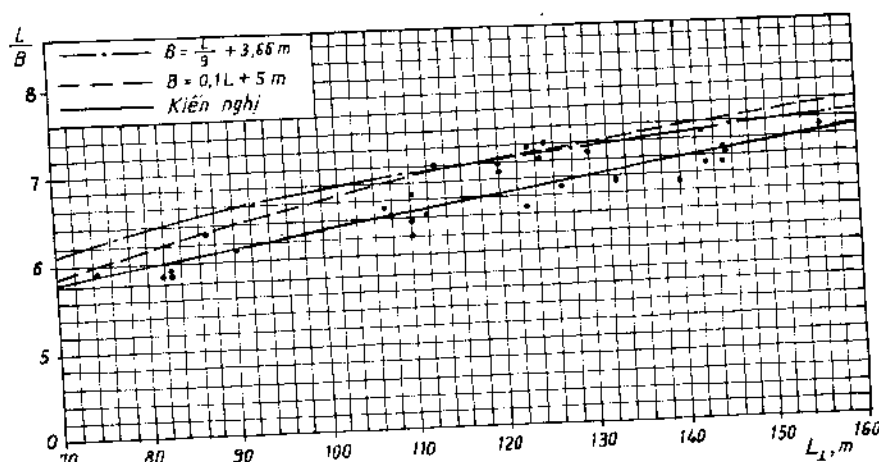
2. Chiều rộng của thân tàu

Trong tàu khách - hàng tốc độ nhanh, trị số L/B ước chừng bằng 7 - 9, đối với tàu khách - hàng tốc độ trung bình hoặc tốc độ thấp, trị số này nằm trong khoảng 6 - 7,5. Trong thống kê số liệu tàu thực, cũng có

những trị số nhỏ hơn những trị số trên. Căn cứ vào số liệu thống kê của tàu thực, có được đồ thị dưới đây (h.2.27) và trên cơ sở số liệu này dẫn tới một số công thức kinh nghiệm :

$$B = L/9 + 3,66, \text{ m ;}$$

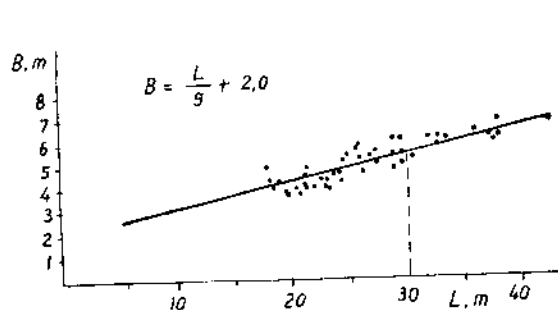
$$B = 0,1L + 5, \text{ m.}$$



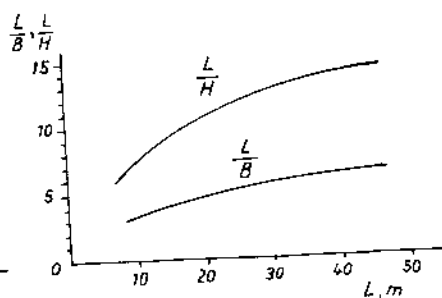
Hình 2.27. Mối quan hệ giữa chiều dài tàu khách - hàng và L/B .

Với tàu khách đơn thuần (hoặc chỉ chở một số lượng hàng hóa rất ít), thường để đảm bảo tính an toàn của tàu và cải thiện tính lắc, trong điều kiện lựa chọn tỷ số L/B có lợi, dùng vật dằn cố định để hạ thấp trọng tâm đảm bảo cho hành khách được thoải mái, dễ chịu, đồng thời thỏa mãn yêu cầu ổn định của tàu.

Quan hệ giữa L và B của tàu khách cỡ nhỏ được biểu diễn trên hình 2.28. Hình 2.29 biểu diễn mối quan hệ giữa L và các tỷ số L/B và L/H .



Hình 2.28. Mối quan hệ giữa L và B .

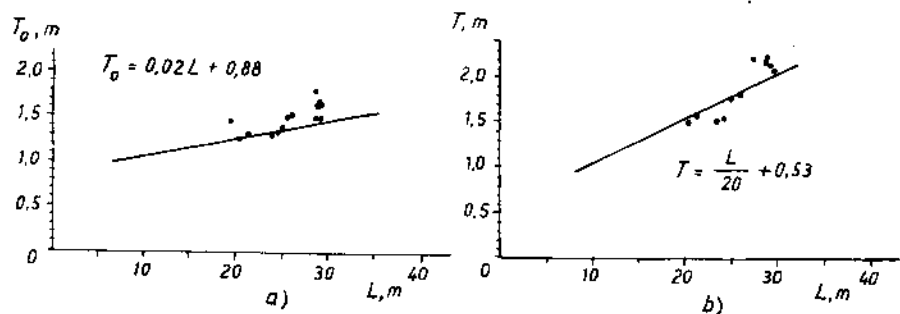
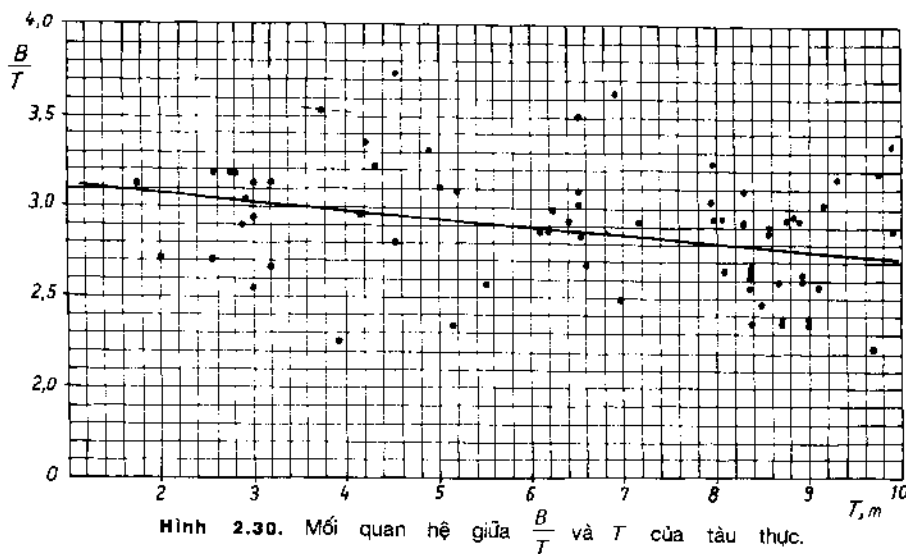


Hình 2.29. Mối quan hệ giữa L với $\frac{L}{B}$ và $\frac{L}{H}$.

3. Mớn nước

Để đảm bảo tính ổn định, thường tàu khách - hàng chọn chiều rộng lớn hơn so với chiều rộng của tàu hàng, trị số B/T nằm trong khoảng 2,7 ~ 3,0. Hình 2.30 biểu diễn số liệu thống kê của tàu thực, trên hình, đường nét thực biểu diễn một cách rất sơ lược trị số trung bình của các tàu thống kê được.

Đối với tàu khách cỡ nhỏ, các hình 2.31a,b biểu thị mối quan hệ giữa mớn nước và tàu không T_0 hoặc mớn nước tàu chở đầy T và L .



4. Chiều cao mép boong

Tàu khách - hàng thường đều được thiết kế là tàu có mạn khô dư. Qua phân tích những số liệu thống kê được của tàu thực, kiến nghị tham

khảo trị số $\frac{H}{T}$ do Nogid đưa ra :

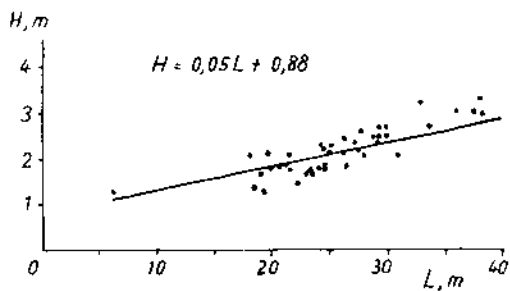
$$\frac{H}{T} = 1,35 \sim 1,45 \text{ (đến boong vách) ;}$$

$$\frac{H}{T} = 1,60 \sim 1,70 \text{ (đến boong che nắng).}$$

Mối quan hệ giữa L và H của tàu khách cỡ nhỏ biểu diễn trên hình 2.32. Mối quan hệ giữa L và L/H xem hình 2.29.

5. Hệ số thể tích chiếm nước H, m

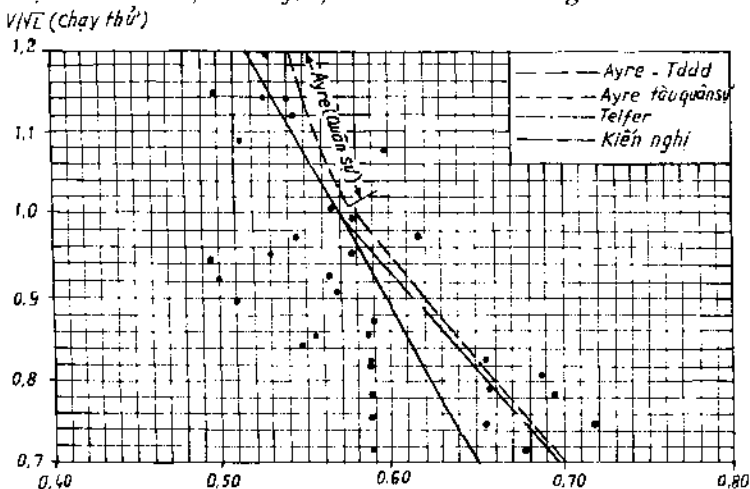
Hệ số thể tích chiếm nước của tàu khách - hàng thường nhỏ hơn hệ số thể tích chiếm nước của tàu hàng. Số liệu thống kê của một số tàu thực xem hình 2.33.



Hình 2.32. Mối quan hệ giữa L và H .

Đối với tàu khách cỡ nhỏ, mối quan hệ giữa δ và $V/\sqrt{L}$

được biểu diễn trên hình 2.34 trong đó : V_s là tốc độ thử tàu, hải lý/h, V_t là tốc độ khai thác, hải lý/h, L là chiều dài giữa hai đường vuông góc, m.

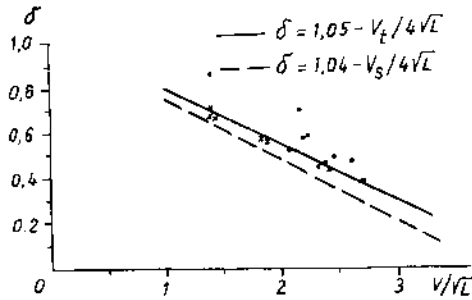


Hình 2.33. Mối quan hệ giữa δ và $V/\sqrt{L}$ của tàu thực.

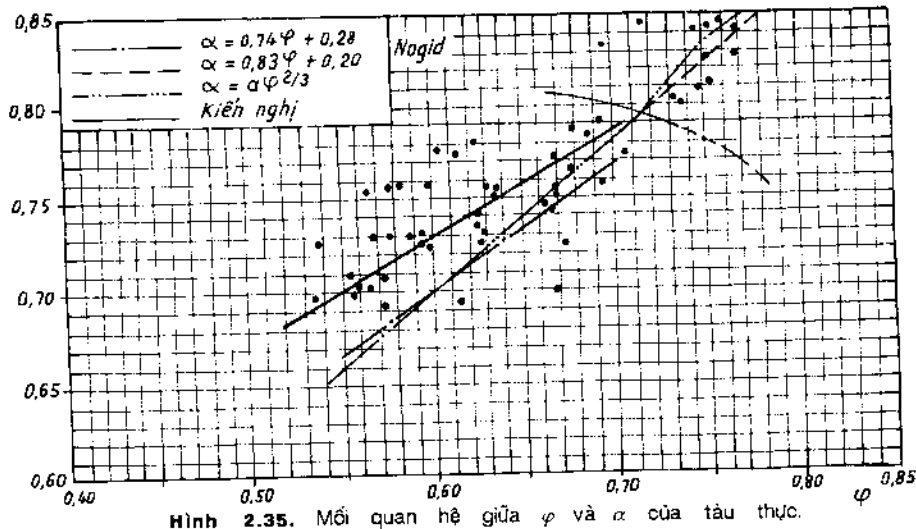
6. Các hệ số khác

Hệ số hình lăng trụ φ và hệ số mật cắt ngang β được lựa chọn sau khi hệ số δ được xác định.

Hệ số diện tích mặt đường nước α , thường rất không ổn định vì có quan hệ mật thiết với việc lựa chọn đường hình dáng thân tàu. Hình 2.35 biểu thị những số liệu thống kê của tàu thực và từ đó dẫn đến công thức kinh nghiệm và đưa ra đường cong kiến nghị.



Hình 2.34. Mối quan hệ giữa δ và $V/\sqrt{L}$.



Hình 2.35. Mối quan hệ giữa φ và α của tàu thực.

2.11.2. Tàu Containe

1. Chiều dài

$$L_{\perp} = L_c + L_m + L_f, \text{ fit} \quad (2.40)$$

$$\text{trong đó : } L_c = n \times (L + 5), \text{ fit ;} \quad (2.41)$$

n - số containe chuyên chở, tính xếp theo chiều dài tàu ;

L - chiều dài của containe tiêu chuẩn, fit ;

L_m - chiều dài khoang máy và khoang đuôi tàu ;

L_f - chiều dài khoang mũi, tính từ vách cuối, về phía mũi tàu, của khoang hàng phía mũi.

Trong lần tính gần đúng thứ nhất, dựa vào tàu mẫu để chọn L_m , L_f .

2. Chiều rộng

Lấy chiều rộng của container tiêu chuẩn là 8 fit. Kể cả khe hở giữa các container, xếp theo chiều ngang tàu thì mỗi container chiếm một chiều rộng là 8,80 fit. Tính xếp theo chiều ngang tàu có n container. Chiều rộng xếp container bằng 80% chiều rộng của tàu, như vậy ta có :

$$\begin{aligned}0,80B &= 8,80n ; \\ B &= 11n.\end{aligned}\tag{2.42}$$

B - chiều rộng tàu.

3. Chiều cao mép boong

Chiều cao mép boong được xét đảm bảo dung tích chứa đủ container yêu cầu.

Chiều cao mép boong được tính là :

$$H = N_h T + h_d, \text{ fit} \tag{2.43}$$

trong đó : N_h - số chồng container xếp trong khoang hàng ;

T - chiều cao của container tiêu chuẩn, fit ;

h_d - chiều cao đáy đôi, fit.

Trong các tỷ số kích thước của tàu container, tỷ số $\frac{L}{B}$ có trị số nhỏ hơn so với tàu thường. Tàu container có chiều rộng tương đối lớn và hệ số thể tích chiếm nước nhỏ. Đây cũng là do đặc điểm của tàu container, container chất cao trên boong, trọng tâm hàng lên cao, chiều rộng của tàu phải tăng lên để đảm bảo tính ổn định.

2.11.3. Tàu dầu

1. Kích thước chủ yếu

Dầu là loại hàng lỏng. Do tính chất hàng hóa khác nhau, kích thước của tàu dầu, so với tàu hàng khô có những điểm không giống nhau.

So với tàu hàng khô có cùng lượng chiếm nước như nhau thì ở tàu dầu, hệ số trọng tải lớn hơn.

Theo Pluymert, hệ số trọng tải của tàu dầu bằng :

$$\eta = 0,695 \div 0,769$$

Bảng 2.13, cho các số liệu hệ số trọng tải của Hagan.

Bảng 2.13

Mối quan hệ giữa chiều dài thân tàu với hệ số trọng tải tốc độ

Chiều dài thân tàu, fit	Tốc độ, hải lý/h	η
300	10	0,63
400	12	0,68
500	14	0,68

Hệ số trọng tải do Pavlik đề xuất được cho trong bảng 2.14.

Bảng 2.14

Mối quan hệ giữa trọng tải và hệ số trọng tải

Trọng tải, t	η	Trọng tải, t	η
500	0,690	20000	0,785
10000	0,725	25000	0,805
15000	0,755		

Burgeas cho rằng hệ số trọng tải của tàu dầu cỡ lớn bằng :

$$\eta = 0,715 \div 0,770 ;$$

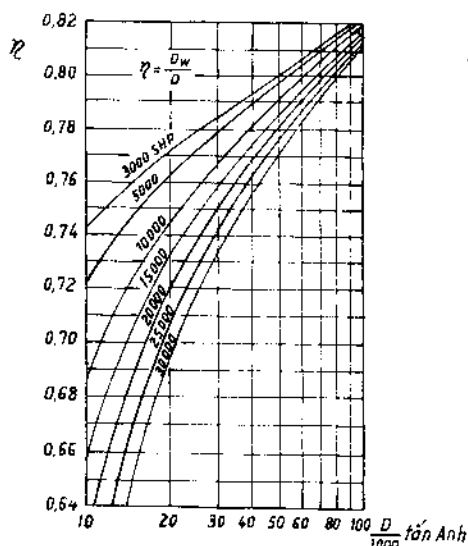
và đối với tàu dầu ven biển, thì :

$$\eta = 0,625 \div 0,715.$$

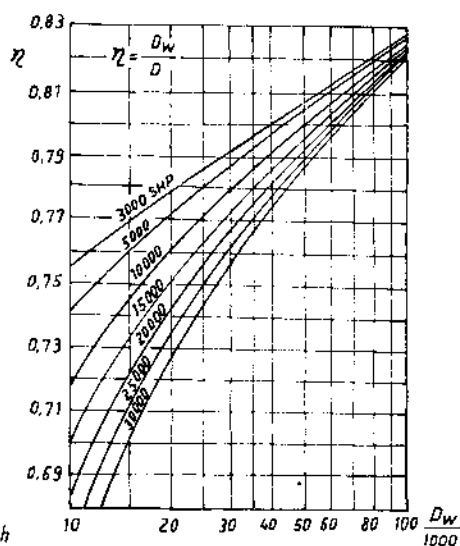
Hình 2.36 và hình 2.37 do Benford phát biểu, biểu thị mối quan hệ giữa hệ số trọng tải với lượng chiếm nước và trọng tải ứng với một công suất nhất định của tàu dầu trọng tải từ một vạn tấn trở lên. Tàu dầu hiện đại một vạn tấn trở lên, trị số Froude vào khoảng 0,20.

Tài liệu của Benford cho ta mối quan hệ giữa chiều dài thân tàu và trọng tải của tàu dầu, biểu diễn trên hình 2.38.

Chiều dài thân tàu của tàu dầu, ngoài việc phải xét tới các nhân tố chung ra (như sức cản, dung tích, bố trí...) còn phải nghĩ tới việc điều chỉnh cân bằng dọc. Do yếu tố điều chỉnh nghiêng dọc, không thể không kéo dài chiều dài thân tàu một cách thích đáng.



Hình 2.36. Mối quan hệ giữa lượng chiếm nước và hệ số trọng tải.



Hình 2.37. Mối quan hệ giữa trọng tải và hệ số trọng tải.

Thường tỷ số giữa chiều dài và chiều rộng thân tàu của tàu dầu cỡ lớn nằm trong khoảng 7,3 – 7,5 ; ở tàu dầu ven biển cỡ nhỏ, tỷ số $\frac{L}{B}$ tương đối bé, tương tự như tàu hàng khô ven biển.

Hagan kiến nghị xác lập mối quan hệ giữa chiều rộng và chiều dài như sau :

$$B = 0,1L + 16, \text{ ft} \quad (2.44)$$

Đối với tàu dầu cỡ nhỏ ven biển, trị số tính theo công thức trên là hơi lớn.

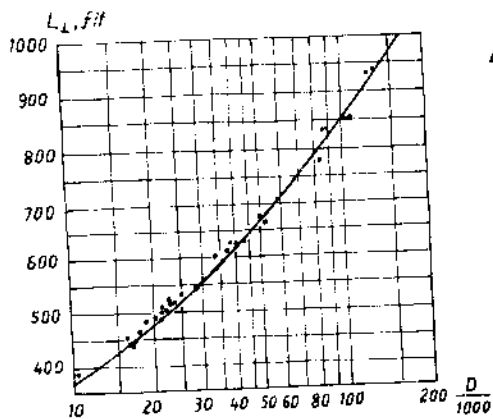
Tỷ số giữa chiều rộng và mớn nước của tàu dầu nằm trong khoảng 2,25 – 2,50. Theo Burgeas, mớn nước tương đối của tàu dầu bằng :

$$\frac{T}{3\sqrt{D}} = 0,331 \quad (2.45)$$

Đối với tàu dầu cỡ lớn, nên lấy trị số nhỏ hơn so với công thức trên, và đối với tàu dầu cỡ nhỏ thì chọn trị số lớn hơn.

Hình 2.39 biểu diễn mối quan hệ giữa trọng tải và mớn nước của tàu dầu, theo số liệu của Benford.

Hình 2.40 biểu diễn mối quan hệ giữa mớn nước và chiều cao mép boong của tàu dầu, theo số liệu của Benford.



Hình 2.38. Mối quan hệ giữa lượng chiếm nước và chiều dài thân tàu.

Xuất phát từ quan điểm sức bên dọc của thân tàu, Bragg lập mối quan hệ giữa L , B và H của tàu dẫu như sau :

$$\frac{L}{B+H} = f(L) \quad (2.46)$$

Khi chiều dài thân tàu bằng 60 - 160 m, trị số tương ứng

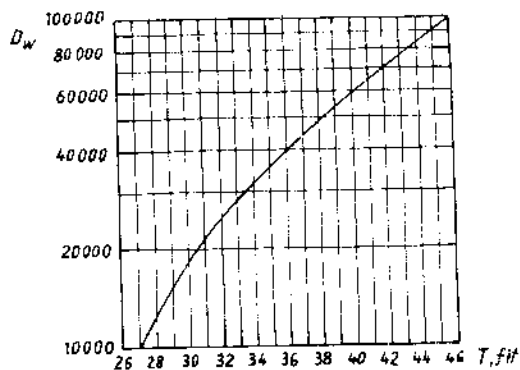
$$\frac{L}{B+H} = 3,49 \div 5,12.$$

2. Các hệ số hình dáng thân tàu

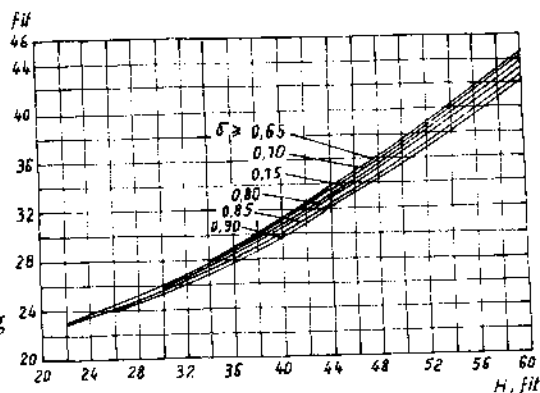
Xuất phát từ góc độ kinh tế mà xét, hệ số thể tích chiếm nước của tàu dẫu so với tàu hàng khô thông thường, thì lớn hơn. Nogid kiến nghị, hệ số thể tích chiếm nước của tàu dẫu, so với tàu hàng thông thường, lấy $> 0,02 - 0,03$.

Mirosnichenko đưa ra hai đường cong biểu diễn trên hình 2.41 và 2.42 dùng tham khảo khi thiết kế tàu dẫu cỡ lớn. Phần gạch chéo trên hình là số liệu của tàu thực. Đường b trong hình 2.41 biểu diễn trị số δ ứng với sức cản dư bé nhất, $\Delta\delta$ là trị số chênh lệch của hệ số δ giữa số liệu tàu thực và trường hợp sức cản dư bé nhất.

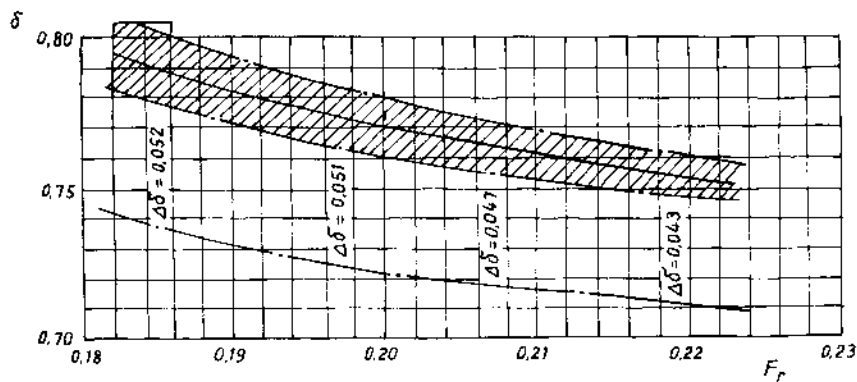
Benford biểu thị mối quan hệ giữa δ và $V/\sqrt{L}$ của tàu dẫu cỡ lớn trên hình 2.43.



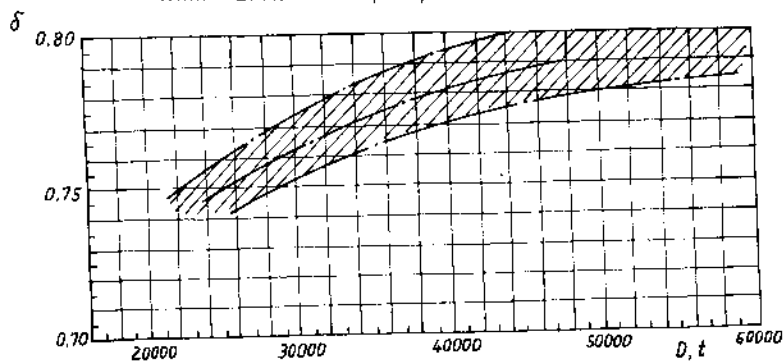
Hình 2.39. Mối quan hệ giữa trọng tải và môn nước.



Hình 2.40. Mối quan hệ giữa môn nước và chiều cao mép boong ứng với các trị số δ .



Hình 2.41. $\delta = f(Fr)$ của tàu dầu cỡ lớn.



Hình 2.42. Hệ số δ của tàu dầu cỡ lớn.

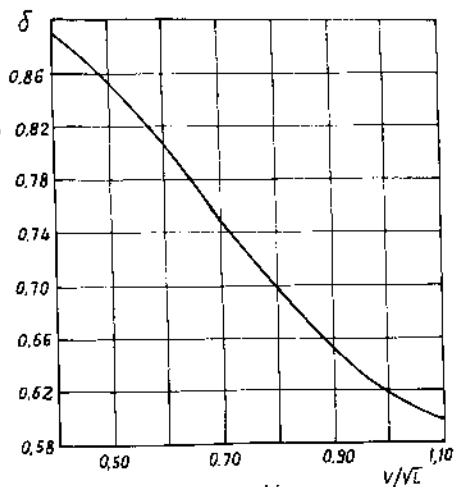
Về hệ số diện tích mặt đường nước của tàu dầu, Burgeas kiến nghị chọn như sau :

$$\alpha = (1,09 \div 1,12)\varphi ; \quad (2.47)$$

trong đó trị số lớn ứng với tàu dầu cỡ nhỏ ven biển.

3. Tàu dầu cỡ nhỏ ven biển, chiều dài từ 25 đến 80 m

(Tương đương với cỡ trọng tải 200 – 3000 t), các số liệu phân tích từ tàu thực được đúc kết trong bảng 2.15 và các hình 2.44 – 2.46.



Hình 2.43. $\delta = f\left(\frac{v}{\sqrt{L}}\right)$ của tàu dầu cỡ lớn.

Bảng 2.15

Kích thước chủ yếu của tàu đầu cỡ nhỏ

Hạng mục	Công thức	Ghi chú
Hệ số trọng tải	$D_w/D = 0,5 + 0,7$	Xem bảng 2.16
	1. Quan hệ giữa L và D_w	Xem hình 2.44
	2. Quan hệ giữa D_w và $\frac{L}{D_w^{1/3}}$	Xem bảng 2.17
Chiều dài thân tàu	3. $L = 6,6 \left(\frac{V}{V + 2} \right)^2 V^{1/3}$	trong đó : L - chiều dài thân tàu, m ; V - thể tích chiếm nước, m^3 ; V - tốc độ thử tàu, hải lý/h
Chiều rộng	$B = \frac{L}{7} + 1,5 \text{ m}$	
Mớn nước	$T = C \sqrt[3]{D}$	Xem bảng 2.18
Chiều cao mép boong	$\frac{L}{H} = 10 + 12$	

Bảng 2.16

Mối quan hệ giữa trọng tải và hệ số trọng tải

D_w, t	D_w/D
250	0,55
500	0,60
1000	0,65
2000 - 3000	0,675
3000 - 4000	0,70

Bảng 2.17

$$D_w = f \left(\frac{L}{D_w^{1/3}} \right)$$

D_w, t	$\frac{L}{D_w^{1/3}}$
500	5,15

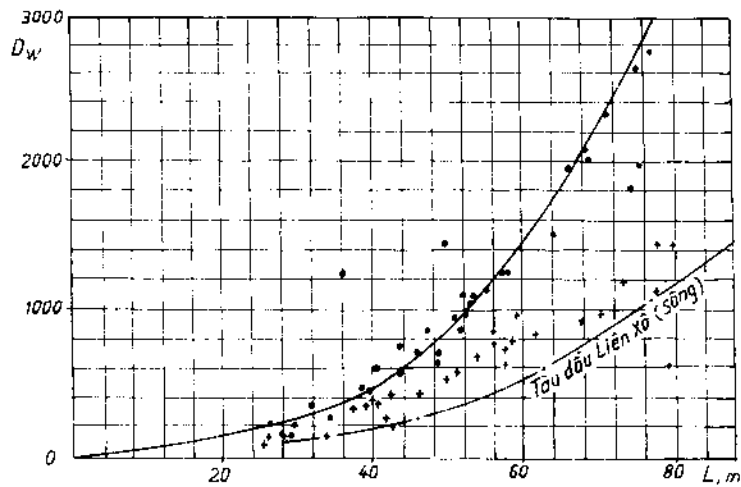
Tiếp bảng 2.17

D_w, t	$L/D_w^{1/3}$
1000	5,25
2000	5,30
3000	5,35
4000	5,40

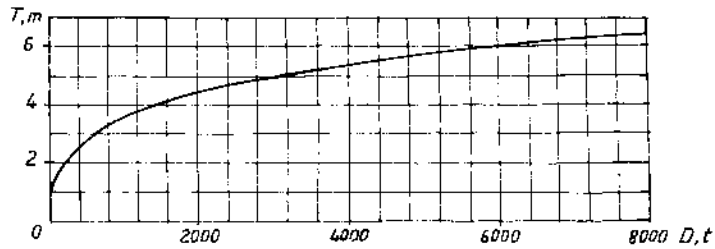
Bảng 2.18

Trị số C

Lượng chiếm nước, t	C
≤ 1000	3,6
1000 – 2000	3,5
2000 – 4000	3,4
4000 – 6000	3,3



Hình 2.44. $L = f(D_w)$ của tàu đầu cỡ nhỏ + tàu đầu trong sông.

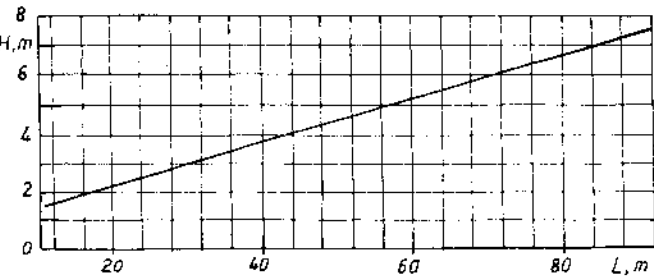


Hình 2.45. Mối quan hệ giữa lượng chiếm nước và mớn nước của tàu đầu cỡ nhỏ.

4. Công thức Giorgis Delbene

Công thức Giorgis Delbene được đề xuất trên cơ sở phân tích các tàu thực và tính theo hàm số trọng tải.

a) Chiều dài thân tàu $L_{\perp}$



Hình 2.48. $L = f(H)$ của tàu dầu cỡ nhỏ.

$$L_{\perp} = k_1 P_n^{1/3} \quad (2.48)$$

trong đó : k_1 - hệ số phụ thuộc vào các kích thước của thân tàu và trọng tải :

$$k_1 = \left(a^2 \frac{b}{1,025} \delta \eta_D \right)^{1/3}$$

$$a = \frac{L}{B} ; b = \frac{L}{T} \eta_D = \frac{P_n}{D} ; P_n - \text{trọng tải, t}$$

Trị số k_1 thường được tính như sau :

$$k_1 = 6,05 \div 6,15, \text{ khi } P_n \leq 20000t ;$$

$$k_1 = 5,95 \div 6,05, \text{ khi } 20000 < P_n \leq 35000t ;$$

$$k_1 = 5,90 \div 6,06, \text{ khi } P_n > 35000t.$$

b) Chiều rộng B

Chiều rộng và môn nước của tàu dầu phụ thuộc vào chiều sâu luồng lạch, kênh đào, bến cảng, chiều rộng của kênh đào, đập nước... Công thức sau đây chỉ cho trị số gần đúng, trung bình của các tàu dầu đóng trước đây :

$$B = k_2 P_n^{1/3}, \text{ m} \quad (2.49)$$

$$\text{trong đó : } k_2 = \left(\frac{b}{1,025} \eta_D \cdot \delta \cdot a \right)^{1/3}$$

Trị số k_2 được chọn như sau :

$$k_2 = 0,79 + 10^{-6} P_n, \text{ khi } 10000 < P_n < 70000t ;$$

$$k_2 = 0,86, \text{ khi } P_n > 70000t.$$

c) *Món nước T :*

$$T = k_3 P_n^{1/3}, \text{ m ;} \quad (2.50)$$

trong đó : $k_3 = (1,025 \eta_D \cdot \delta \cdot a \cdot b^2)^{-\frac{1}{2}}$

Trị số k_3 được chọn như sau :

$$k_3 = 0,36 - 10^{-6} P_n, \text{ khi } P_n \leq 40000t$$

$$k_3 = 0,32 \quad \text{khi } P_n > 40000t.$$

d) *Chiều cao mép boong H :*

$$H = k_2 P_n^{1/3}, \text{ m ;} \quad (2.51)$$

trong đó : $k_4 = \left(1,025 \eta_D \cdot \delta \cdot a \cdot \frac{L}{H} \cdot \frac{B}{H} \cdot \frac{T}{H}\right)^{-\frac{1}{3}}$

$$\text{Trị số của } k_4 = 0,47 - 10^{-6} P_n, \text{ khi } P_n \leq 40000t ;$$

$$k_4 = 0,43 \quad \text{khi } P_n > 40000t ;$$

e) *Các tỷ số kích thước*

Tỷ số $\frac{L}{B}$ của tàu dầu cỡ lớn, < 7 . Trị số trung bình được biểu thị như sau :

$$\frac{L}{B} = \frac{6}{0,79 + 10^{-6} P_n}, \text{ khi } P_n < 70000t ;$$

$$\frac{L}{B} = 7, \quad \text{khi } P_n \geq 70000t.$$

Tỷ số $\frac{L}{H}$ của các tàu dầu đã đóng, nằm trong khoảng 13 - 14.

$$\frac{L}{H} = \frac{6}{0,47 - 10^{-6} P_n}, \text{ khi } P_n < 40000t$$

$$\frac{L}{H} = 14, \quad \text{khi } P_n > 40000t.$$

Tàu dầu $> 50000 - 55000t$, thì trị số $\frac{L}{H} > 14$.

Tỷ số $\frac{L}{T}$:

$$\frac{L}{T} = \frac{0,79 + 10^{-6} P_n}{0,36 - 10^{-6} P_n} , \text{ khi } P_n \leq 40000t ;$$

$$\frac{L}{T} = \frac{0,79 + 10^{-6} P_n}{0,32} , \text{ khi } 40000 < P_n < 70000t .$$

f) Hệ số thể tích chiếm nước δ

Trên cơ sở phân tích các tàu thực, Delbene cho rằng hệ số δ có thể tính theo công thức Alexander :

$$\delta = 1,08 - 0,5 \frac{V}{\sqrt{L}} ; \quad (2.52)$$

hoặc tính theo công thức Van Lammeren :

$$\delta = 1,137 - 0,6 \frac{V}{\sqrt{L}} \quad (2.53)$$

Nhưng đồng thời Delbene cũng đưa ra công thức (2.54) mà ông cho là chính xác hơn :

$$\delta = 0,505 + 1,2 \left[\frac{V}{\sqrt{L}} - \left(\frac{V}{\sqrt{L}} \right)^2 \right] \quad (2.54)$$

Bảng 2.19

Mối quan hệ giữa δ và $\frac{V}{\sqrt{L}}$

$\frac{V}{\sqrt{L}}$	$\delta = 0,505 + 1,2 \left[\frac{V}{\sqrt{L}} - \left(\frac{V}{\sqrt{L}} \right)^2 \right]$
0,50	0,805
0,55	0,802
0,60	0,793
0,65	0,778
0,70	0,757
0,75	0,730

Các thông số kích thước tính theo công thức Delbene được cho trong bảng 2.20.

Bảng 2.20

Thông số kích thước tàu dầu

Trọng tải P_n (1000t)	Chiều dài $L_{\perp}$, m	Chiều rộng B , m	$\frac{L}{B}$	$\frac{L}{H}$	$\frac{B}{T}$	$\frac{LBH}{P_n}$
Công thức	$L = 6 P_n^{1/3}$	$B = k_2 P_n^{1/3}$				$\frac{LBH}{P_n} = 2 + \frac{5000}{P_n}$
20	162,86	21,98	7,40	13,33	2,38	2,25
30	186,43	25,48	7,31	13,64	2,48	
40	205,20	28,38	7,23	13,95	2,59	2,12
50	221,04	30,34	7,14	14,00	2,62	
60	234,89	33,27	7,05	14,00	2,65	2,08
70	247,27	35,44	7,00	14,00	2,7 – 2,8	
80	258,50	37,04	7,00	14,00		2,06
90	268,88	38,54	7,00	14,00		
100	278,49	39,91	7,00	14,00		2,05
110	287,48	41,21	7,00	14,00		
120	295,94	42,42	7,00	14,00		2,04
130	304,94	35,56	7,00	14,00		

5. Công thức Logachev

Những công thức của Logachev được đưa ra trên cơ sở phân tích thống kê hơn 500 tàu thực.

Đối với tàu dầu trọng tải P_n từ 10000 đến 50000t

$$L_{\perp} = 5,85 P_n^{1/3} \quad (2.55)$$

Đối với tàu dầu trọng tải $P_n > 50000t$

$$L_{\perp} = 14,5 P_n^{1/4}, \text{ m} \quad (2.56)$$

Chiều rộng của tàu

$$B = 0,85 P_n^{1/3}, \text{ m} \quad (2.57)$$

Mớn nước của tàu

$$T = 0,78 P_n^{1/4}, \text{ m} \quad (2.58)$$

Chiều dài lớn nhất của tàu dầu có thể xác định theo công thức sau :

$$L_{\max} = 1,035 L_{\perp} + 3,0, \text{ m} \quad (2.59)$$

2.11.4. Tàu sông

Do điều kiện luồng lạch bị hạn chế, kích thước chủ yếu của tàu sông có những đặc điểm riêng. Khi xét kích thước chủ yếu của thân tàu, phải chú ý đầy đủ tới sự hạn chế của luồng lạch.

Chiều dài thân tàu có thể nghiệm lại theo công thức :

$$L \leq 2 \sqrt{(2R + B)(b - B)} \quad (2.60)$$

trong đó : L - chiều dài của thân tàu ;

R - bán kính cong của luồng lạch ;

B - chiều rộng của thân tàu ;

b - chiều rộng luồng lạch.

Đối với chiều rộng của thân tàu, thì :

$$B \leq -\frac{2R - b}{2} + \sqrt{\left(\frac{2R - b}{2}\right)^2 - \left(\frac{L^2}{4} - 2Rb\right)} \quad (2.61)$$

Các ký hiệu trong công thức giống ký hiệu của công thức trên. Đối với tàu hoạt động ở luồng cạn, phải xét tới ảnh hưởng chiều sâu của nước

$$T \leq T_{\min} - \Delta T_{\min} ; \quad (2.62)$$

trong đó : T - mớn nước ;

$T_{\min}$ - chiều sâu ở điểm cạn nhất của luồng lạch ;

$\Delta T_{\min}$ - khoảng hở tối thiểu giữa đáy tàu và đáy luồng lạch.

Đối với tàu không tự hành : $\Delta T_{\min} \geq 0,05 \div 0,10$ m

Đối với tàu tự hành : $\Delta T_{\min} \geq 0,1$ m.

Chiều cao hình dáng của tàu sông chịu ảnh hưởng của các cầu bắc ngang sông. Khi thiết kế, phải xét tới quan hệ sau đây :

$$H_m - T_o = (H_c - T) + \Delta H_c ; \quad (2.63)$$

trong đó : H_m - khoảng cách thẳng đứng từ mặt dưới sàn cầu tới đáy sông ;

T - mớn nước của tàu ;

T_o - chiều sâu luồng lạch ;

H_c - chiều cao tính từ mép dưới của ky tới điểm cao nhất của tàu ;

ΔH_c - khoảng hở cho phép giữa tàu và sàn cầu, thường xét :

$$\Delta H_c = \frac{h}{2} + 0,1, \text{ m ;} \quad (2.64)$$

trong đó : h - chiều cao sóng.

Đối với những tàu phải qua các âu ở đập nước, chiều dài và chiều rộng của thân tàu, so với kích thước của âu phải $< 5 - 10\%$.

Giáo sư Trung Quốc Trương Văn Trị cho rằng kích thước chủ yếu của các tàu chạy trên sông Trường Giang Trung Quốc, có các tỷ số kích thước sau :

$$\frac{L}{B} = 48 \div 6,5 ;$$

$$\frac{B}{T} = 3,1 \div 4,2 ;$$

$$\frac{D}{\left(\frac{L}{100}\right)^3} = 130 \div 170$$

Tỷ số tốc độ - chiều dài của tàu sông có thể chọn như sau :

$$\frac{V}{\sqrt{L}} = 0,865, 0,984, 1,058, 1,145, 1,222, 1,497.$$

Có thể tham khảo các số liệu ở bảng 2.21.

Bảng 2.21

Mối quan hệ giữa trọng tải và L, B, T

Trọng tải, t	250	500	750	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
$L.B.T, m^3$	500	1000	1450	1850	2550	3200	3800	4400	4900	5500

a) Công thức Ayre :

$$l = \frac{L}{\sqrt[3]{D}} = 3,34 + 1,68 \frac{V}{\sqrt{L}} ; \quad (2.65)$$

trong đó : L - chiều dài thân tàu, m ;

D - lượng chiếm nước, t ;

V - tốc độ, m/s.

Công thức này cho những kết quả thỏa đáng trong trường hợp trị số Froude là 0,20 - 0,30.

b) Công thức Pozdyunin :

$$L = C \left(\frac{V}{2 + V} \right) D^{1/3} \quad (2.66)$$

Đối với tàu sông, $C = 8,4 \div 8,8$.

c) Công thức Doyere

$$L = \left(\frac{V^3 \sqrt{D}}{K} \right)^{2/3} \quad (2.67)$$

trong đó : K - hệ số xác định theo trị số φ ở hình 2.47 hoặc chọn theo

$$l = \frac{L}{\sqrt[3]{D}} \text{ ở hình 2.48.}$$

Bragg xác lập mối quan hệ giữa L , B , H như sau :

$$\frac{L}{B + H} = f(L) \quad (2.68)$$

Đối với tàu hàng hoặc tàu khách đi sông, khi chiều dài tàu là 60 - 90 m, trị số

$\frac{L}{B + H}$ tương ứng là 5,1 - 7,5.

Hệ số thể tích chiếm nước của tàu sông theo Dormindontov, có thể hiệu chỉnh công thức Alaxander như sau :

$$\delta = k - 0,275 \frac{V}{\sqrt{L}} \quad (2.69)$$

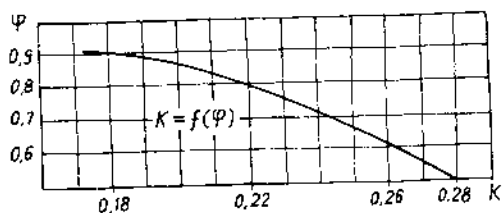
trong đó : V - tốc độ tàu, hải lý/h ;

L - chiều dài của thân tàu, m ;

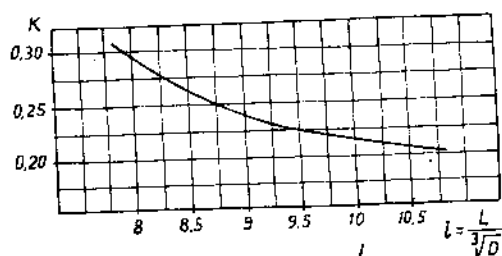
k - hệ số, đối với tàu hàng và tàu khách - hàng đi sông

$$k = 1,03 \div 1,12 ;$$

đối với tàu khách, $k = 0,95 \div 1,09$.



Hình 2.47. $K = f(\varphi)$.



Hình 2.48. $K = f\left(\frac{L}{V \sqrt{D}}\right)$.

2.11.5. Tàu kéo và tàu đẩy

1. Tàu kéo

Theo khu vực hoạt động và công dụng của tàu, tàu kéo được chia làm bốn loại :

- tàu kéo viễn dương ;
- tàu kéo ven biển ;
- tàu kéo cảng ;
- tàu kéo sông.

Do yêu cầu sử dụng không giống nhau, kích thước chủ yếu và các hệ số hình dáng thân tàu của các loại tàu kéo cũng không giống nhau.

Caldwell và Taylor đã đưa ra các tỷ số kích thước và hệ số của bốn loại tàu kéo trên cho trong bảng 2.22.

Bảng 2.22

Tỷ số kích thước các loại tàu kéo

Loại tàu	Tàu viễn dương			Tàu ven biển			Tàu cảng			Tàu sông	
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b
$V/\sqrt{L}$ (tốc độ tự do)	1,04	-	1,20	1,04	-	1,25	1,20	-	1,30	1,15	-
L/B	4,75	5,75	4,10	4,25	4,50	3,70	3,75	4,50	3,30	4,00	3,80
B/T	2,5	2,5	2,2	2,5	2,5	2,2	2,5	2,5	2,9	2,5	2,5
L/H	9,5	9,0	8,4	8,5	8,0	7,2	8,0	8,0	7,8	7,5	7,5
z_g/H	0,85	0,85	0,89	0,90	0,82	0,91	0,80	0,78	0,88	0,85	0,87
δ	0,56	0,475	0,52	0,55	0,53	0,48	0,52	0,464	0,50	0,47	0,46
β	0,85	-	0,80	0,85	-	0,80	0,85	-	0,78	0,90	-
φ	0,66	-	0,65	0,65	-	0,66	0,61	-	0,64	0,52	-
α	0,70	0,70	0,74	0,75	0,75	0,75	0,71	0,702	0,74	0,70	0,695
Độ cong mép boong mũi (% L)	5,75*	-	2,5	5,75	-	3,9	5,75	-	3,6	5,0	-
Độ cong mép boong lái (% L)	1,5	-	1,2	1,35	-	1,2	1,25	-	1,1	1,0	-
h (không hàng)	-	1,0	1,7	-	1,75	3,3	-	1,75	2,0	-	2,0
$D/(0,1 L)^3$	2,50	250	320	380	300	400	310	380	400	320	310
$SHIP$ (gần đúng)	>1000	-	1500-3000	1000	-	1200-1800	300-600	-	300-900	300	-

Ghi chú : 1. Trong bảng 2.22 "a" là trị số do Caldwell kiến nghị ; "b" do Taylor giới thiệu ; "c" là trị số tàu thực của Mỹ.

2. Dấu (*) biểu thị đã tính đến lầu mũi.

3. Các trị số trong bảng được tính theo đơn vị Anh.

Một số số liệu thống kê của tàu kéo Nhật Bản cho trong bảng 2.23.

Bảng 2.23

Tỷ số kích thước các loại tàu kéo

Loại tàu	G. T.	L/H	L/B	B/H	T/H	δ	β
Tàu sông	20-600	8,0-8,5	4,0-4,5	1,8-2,3	0,75-0,85	0,5-0,55	0,86-0,90
Tàu cảng	100-300	6,0-8,0	3,0-4,0	1,8-2,3	0,75-0,85	0,55-0,63	0,90-0,92
Tàu ven biển	150-300	8,0-9,0	4,0-5,0	1,7-1,9	0,75-0,80	0,55-0,60	0,90-0,92
Tàu viễn dương	400-800	9,0-11,5	4,5-6,0	1,6-2,1	0,70-0,85	0,60-0,65	0,92-0,95

Tỷ số kích thước của một số tàu kéo Trung Quốc cho trong bảng 2.24.

Bảng 2.24

Tỷ số kích thước tàu kéo sông Trung Quốc

Tên gọi	Lượng chiếm nước, t	L/H	L/B	B/T	δ	β	α	$V/\sqrt{L}$
Tàu kéo sông mớn nước 0,4-1,0 m	10-70	11-18	4,3-5,2	5-7,7	0,46-0,66	0,84-0,92	0,74-0,82	0,50-0,80
Tàu kéo sông mớn nước 1,0-2,0 m	30-130	9-13	4,0-5,0	3,0-5,0	0,46-0,66	0,84-0,92	0,74-0,82	0,50-0,80
Tàu kéo sông mớn nước 2,0-3,2 m	200-600	7-12	3,8-4,5	2,5-4,0	0,46-0,66	0,84-0,92	0,74-0,82	0,50-0,80

Tỷ số kích thước của một số tàu kéo Việt Nam cho trong bảng 2.25

Bảng 2.25

Tỷ số kích thước tàu kéo Việt Nam

Tên gọi	D, t	L/H	L/B	B/T	δ	β	α
Tàu kéo cở 90 m.l	15 - 20	8 - 9	3,7 - 4,0	3,2 - 4,2	0,42-0,46	0,72-0,82	0,74-0,78

Tiếp bảng 2.25

Tên gọi	D, t	L/H	L/B	B/T	δ	β	α
Tàu kéo cỗ 150 m	25 - 35	8 - 10	3,7 - 4,0	3,2 - 3,8	0,46-0,52	0,84-0,87	0,74-0,78
Tàu kéo cỗ 250 m	70	10 - 12	3,5 - 4,5	4,0 - 5,0	0,5-0,58	0,84-0,99	0,70-0,80

a) Chiều dài tàu

Thường yêu cầu về bố trí trên tàu là điều kiện đầu tiên được xét tới trong việc xác định chiều dài thân tàu của tàu kéo.

Tỷ số tốc độ - chiều dài tương ứng $V/\sqrt{L}$, ở tốc độ tự do là 1,10 - 1,40, ở tốc độ kéo là 0,60 - 0,70.

Đối với tàu kéo hoạt động ở cảng, tính cơ động cao, do đó phải hết sức rút ngắn chiều dài thân tàu lại.

Căn cứ vào số liệu của tàu kéo - đẩy và và tàu đẩy của Liên Xô (cũ) đã chế tạo. Bogdanov đã đưa ra công thức sau :

$$L = A + \frac{N}{16000} \left(200 - \frac{N}{50} \right) ; \quad (2.70)$$

trong đó : L - chiều dài tàu, m ;

A - hệ số ;

đối với máy diesel nhẹ : $A = 9 \div 15$;

đối với máy diesel nặng, tăng áp : $A = 18 \div 24$;

đối với máy diesel nặng, không tăng áp : $A = 25 \div 28$;

N - công suất, m.l.

Đối với tàu kéo biển, phải tăng chiều dài tàu để giảm nhô sức cản và nâng cao khả năng chịu sóng gió của phương tiện. Tàu kéo sông, môn nước cạn, chiều dài tàu phải tăng lên một cách thỏa đáng. Do những đặc điểm đó, tỷ số kích thước chiều dài của tàu kéo các loại khác biệt nhau rất xa.

b) Chiều rộng

Chiều rộng của tàu kéo thường được tính toán theo yêu cầu của tính ổn định. Đối với tàu kéo sông, phải xét tới ảnh hưởng của luồng lạch.

Về mặt bố trí, chiều rộng L , ft của tàu kéo còn chịu ảnh hưởng của yêu cầu về diện tích mặt boong và kích thước của khoang máy ; đối với tàu kéo lắp hai máy chính, chiều rộng của tàu được xác định theo chiều rộng nhỏ nhất cần thiết của khoang máy.

Dựa theo yêu cầu đảm bảo tính ổn định của tàu, Simpson kiến nghị tính chiều rộng tàu kéo theo công thức :

$$B = \sqrt{\left[Z_m - T \left(\frac{5\alpha - 2\delta}{6\alpha} \right) \right] \frac{T}{m}} ; \quad (2.71)$$

trong đó: Z_m - chiều cao tâm ổn định tính tới đường chuẩn đáy ;

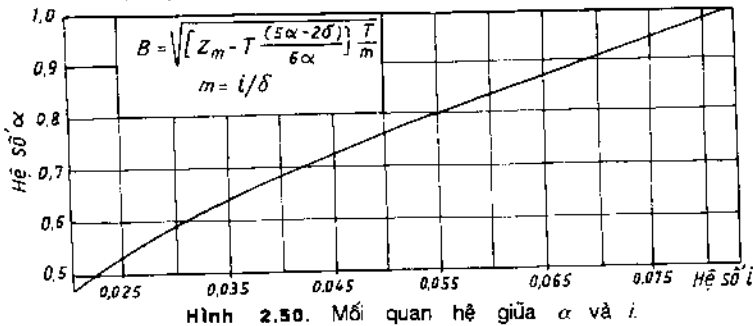
T - mớn nước trung bình ;

α - hệ số diện tích mặt đường nước ;

δ - hệ số diện tích chiếm nước ;

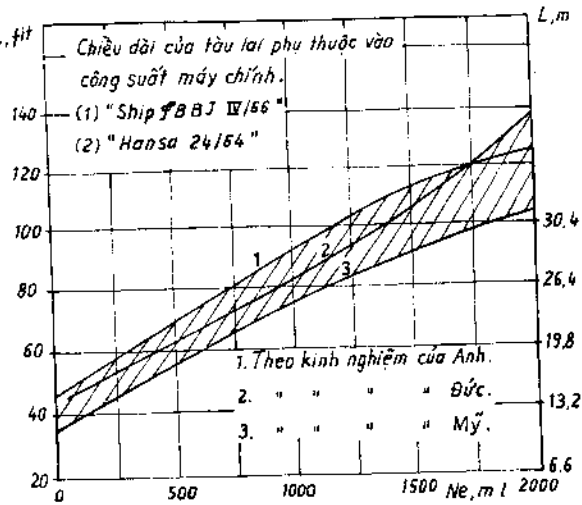
m - hệ số bán kính tâm ổn định, bằng khoảng 0,09, hoặc có thể theo hình 2.50 tra ra trị số i và từ đây tính ra

$m : i = m \times \delta$.



Hình 2.50. Mối quan hệ giữa α và i .

Caldwel cho rằng chiều rộng của tàu kéo ít nhất, không được nhỏ hơn tổng số kích thước đường kính chân vịt cộng với một nửa chiều cao,



Hình 2.49. Quan hệ giữa chiều dài của tàu kéo và tàu đẩy biển với công suất $L = f(Ne)$.

kể từ tâm trục chân vịt tới mép boong. Bogdanov kiến nghị chọn chiều rộng tàu kéo theo các công thức sau đây :

Xác định chiều rộng theo chiều dài của tàu kéo sông :

$$B = 0,185L + 1,85, \text{ m.} \quad (2.72)$$

Xác định chiều rộng tàu kéo và tàu đẩy sông theo công suất của máy chính :

$$B = C \frac{N}{17000} \left(50 - \frac{N}{200} \right), \text{ m ;} \quad (2.73)$$

trong đó : C - hệ số, xác định như sau :

đối với máy nhẹ, $C = 4 \div 5,7$;

đối với máy diesel tăng áp, $C = 5 \div 6$;

đối với máy không tăng áp loại nặng và máy điện dầu,
 $C = 5 \div 7$;

đối với tàu kéo - đẩy, hệ số C thường được tính theo
trị số lớn nhất ;

N - công suất máy chính, m.l.

c) Mớn nước

Đối với tàu kéo mớn nước không hạn chế, chiều sâu mớn nước có thể căn cứ vào đường kính tối ưu của chân vịt mà lựa chọn. Thường đường kính chân vịt bằng 0,7 - 0,75 chiều sâu mớn nước. Có thể ước tính mớn nước lái của tàu kéo theo công thức :

$$T_{\text{lái}} = \frac{1,7 \times DHP^{0,2}}{N^{0,6}}, \text{ m} \quad (2.74)$$

DHP - công suất chân vịt nhận được, m.l ;

N - số vòng quay trong một phút của chân vịt.

Simpson cho rằng trị số $\frac{B}{T}$ của tàu kéo có thể chọn bằng 3,75 - 4,75.

Mớn nước trung bình ước bằng 10% chiều dài đường nước chở đầy của tàu. Trị số nghiêng dọc phía lái của tàu kéo bằng 0,04 - 0,05L.

Mớn nước tàu kéo sông thường bị luồng lạch hạn chế, và thường không có nghiêng dọc phía lái. Để phát huy đầy đủ hiệu suất của chân vịt, hình dáng lái tàu kéo sông được thiết kế theo dạng vòm.

d) Chiều cao mép boong

Khi môn nước đã được xác định, căn cứ vào chiều cao mạn khô để xác định chiều cao mép boong tối thiểu. Simpson cho rằng mạn khô nhỏ nhất của tàu kéo không được $< \frac{1}{10}$ chiều rộng của tàu để đảm bảo tính ổn định thích đáng của tàu, thường so với tàu biển cùng chiều dài thì mạn khô này lớn hơn.

Trị số mạn khô của tàu căn cứ vào chiều dài của thân tàu và khu vực hoạt động mà xác định.

Tiêu chuẩn mạn khô của Liên Xô (cũ) quy định mạn khô mùa hè nhỏ nhất của tàu kéo biển như sau :

chiều dài tàu, m	20	25	30	35
mạn khô f , mm	250	325	400	475
f/L	$\approx 1/80$	$\approx 1/77$	$\approx 1/75$	$\approx 1/73,6$

Trên tàu kéo có kiến trúc thượng tầng, mạn khô có thể giảm nhỏ theo tiêu chuẩn sau đây :

Tổng số chiều dài có hiệu lực của kiến trúc thượng tầng bằng $0,2L$ (L - chiều dài của thân tàu) thì mạn khô có thể giảm 5%.

Tổng số chiều dài có hiệu lực của kiến trúc thượng tầng $\geq 0,5L$ thì mạn khô có thể giảm 20%.

Đối với tàu kéo vùng cửa sông và tàu kéo cảng, mạn khô nhỏ nhất có thể chọn như sau :

chiều dài tàu L , m	< 15	$15 \sim 20$	> 20
mạn khô nhỏ nhất f , mm	300	400	600

Đối với tàu kéo biển, tàu kéo vùng cửa sông và tàu kéo cảng, độ cong dọc boong tiêu chuẩn quy định như sau :

chiều dài tàu L , m	< 25	≥ 25
độ cong tiêu chuẩn ở đường thẳng góc lái, mm	200	300

Độ cong tiêu chuẩn dọc boong trên đường thẳng góc mũi tàu bằng

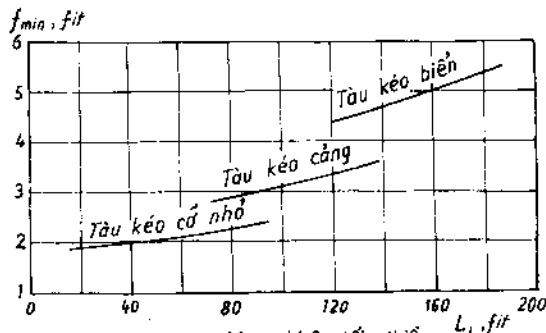
$$\frac{L}{26}, \text{ m ; } L \text{ chiều dài tàu, m.}$$

So với tàu thường, độ cong dọc boong mũi tàu của tàu kéo biển thường lớn hơn để tránh sóng trào boong mũi, nếu biên độ lắc dọc lớn nhất là $5 \sim 6^\circ$, thì độ cong dọc boong mũi tàu bằng $0,05L$.

Đối với tàu kéo sông, độ cong dọc boong có thể lấy nhỏ hơn.

Đối với bất cứ loại tàu kéo nào cũng vậy, độ cong dọc boong lái phải cố hết sức hạ thấp xuống để dây kéo làm việc thuận lợi hơn, nhưng phải đồng thời lưu ý đến ảnh hưởng của dây kéo làm tăng độ nghiêng dọc phía lái của tàu.

Hình 2.51 cho trị số mạn khô nhỏ nhất lúc tàu chở đầy của các loại tàu kéo. Đây là số liệu của Roach.



Hình 2.51. Mạn khô tối thiểu của tàu kéo lúc chở đầy.

Thường trên tàu kéo, buồng ở của thuyền viên được bố trí ở dưới boong chính, do đó khi xét mạn khô của tàu phải chú ý nâng cao một cách thỏa đáng.

e) Các hệ số

1) Hệ số thể tích chiếm nước δ . Tàu kéo không chở hàng và tốc độ tự do tương đối cao, nên hệ số thể tích chiếm nước được lựa chọn nhỏ, hệ số đó nằm trong phạm vi dưới đây :

Loại tàu kéo	Biển		Sông		Cảng
	hơi nước	điêzen	nước cạn	nước sâu	nước sâu
Hệ số δ	0,54~0,60	0,48~0,57	0,46~0,685	0,46~0,65	0,46~0,60

Khi chọn sơ bộ hệ số thể tích chiếm nước, Taylor kiến nghị dùng công thức Ayre :

$$\delta = 1,08 - \frac{V_k}{2\sqrt{L}} \quad (2.75)$$

trong đó : V_k — tốc độ tự do của tàu kéo, hải lý/h ;

L — chiều dài giữa hai đường thẳng góc, fut.

Simpson kiến nghị chọn hệ số thể tích nước của tàu kéo trong phạm vi 0,45 ~ 0,55.

2) Hệ số diện tích mặt cắt ngang β và hệ số hình lăng trụ φ . Do trị số $\frac{L}{B}$ và hệ số δ của tàu kéo tương đối nhỏ, nếu hình dáng mặt cắt giữa tàu quá béo, thì hình dáng hai đầu mũi lái rất gầy, nhọn, khó phối

hợp tron tru, như vậy trị số β không thể không hạn chế dưới 0,90, và thường là bằng 0,76 ~ 0,89.

Nogid kiến nghị đối với tàu công trình (chỉ tàu kéo và tàu cá...), khi $Fr = 0,26 \sim 0,32$, thì lấy $\varphi < 0,60$.

Khi trị số Fr tương đối nhỏ, có thể lấy φ lớn hơn 0,65.

Căn cứ vào thống kê của tàu thực, Argyriadis cho rằng khi $V\sqrt{L} = 1,10$, thì $\varphi = 0,57 \sim 0,60$ là thỏa đáng.

Ước tính sơ lược, có thể dùng công thức :

$$\left. \begin{aligned} \varphi &= 1,033 - 0,42 \frac{V}{\sqrt{L}} ; \\ \text{hoặc } \varphi &= 1,033 - 1,41 Fr \end{aligned} \right\} \quad (2.76)$$

trong đó : V - tốc độ khai thác của tàu, hải lý/h ;

L - chiều dài tàu, fit.

3) Hệ số diện tích mặt đường nước α . Trị số α được xét chủ yếu là đảm bảo tính ổn định và yêu cầu về diện tích mặt boong của tàu. Thường hệ số α khá lớn. Hệ số α có thể tính theo công thức :

Đối với tàu kéo biển, Roodr kiến nghị

$$\alpha = \frac{1 + 2,5\delta}{3} \quad (2.77)$$

Ước tính sơ bộ có thể tính :

$$\alpha = \delta + 0,25 \quad (2.78)$$

2. Tàu đẩy

Kích thước tàu đẩy phải được xét cùng với đoàn tàu đẩy. Căn cứ vào số liệu thống kê về kích thước bản thân con tàu, ta có được các tỷ số kích thước sau đây của tàu đẩy biển

$$\frac{L}{B} = 3,5 \sim 5; \frac{L}{H} = 7,5 \sim 10; \frac{B}{T} = 25$$

Mạn khô của tàu $\leq \frac{B}{10}$.

Tỷ số tốc độ chiều dài $V\sqrt{L} = 1,00 \sim 1,25$.

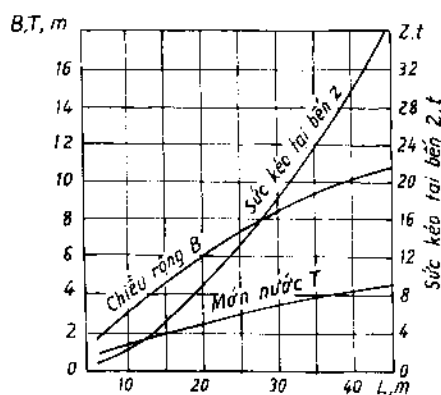
Hệ số lượng chiếm nước δ : trên 0,50.

Hệ số diện tích mặt đường nước :

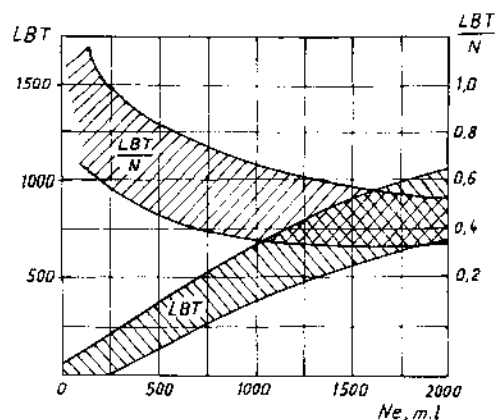
$$\alpha = \delta + 0,2 \quad (2.79)$$

Độ nghiêng dọc của đuôi tàu là 4% L .

Có thể tham khảo các hình dưới đây : hình 2.52 biểu diễn mối quan hệ giữa chiều dài với chiều rộng, môn nước và sức kéo tại bến ; hình 2.53 biểu diễn mối quan hệ giữa công suất với môđun $L B T$ và hệ số $\frac{L B T}{N}$ (N - công suất máy chính của tàu, m.l ; $L B T$, m).



Hình 2.52. Mối quan hệ B , $T = f(L)$, $Z = f(L)$ của tàu kéo và tàu đẩy biển.



Hình 2.53. Mối quan hệ $L B T = f(Ne)$, $\frac{L B T}{N} = f(Ne)$ của tàu đẩy biển.

Bảng 2.26 cho một số hệ số hình dáng thân tàu của tàu đẩy sông và tàu đẩy vịnh.

Bảng 2.26

Hệ số hình dáng tàu đẩy sông và tàu đẩy vịnh

Loại tàu	Công suất, m.l	Các hệ số		
		δ	β	α
Sông	150	0,578	0,946	0,805
Sông	300	0,576	0,890	0,763
Vịnh	300	0,506	0,930	0,910
Vịnh	800	0,620	0,994	0,845
Vịnh	1200	0,633	0,990	0,870
Vịnh	2200	0,577	0,995	0,820

2.11.6. Tàu cá

Theo nhiệm vụ hoạt động, tàu cá có thể chia làm bốn loại lớn :

- tàu đánh cá bằng lưới, bao gồm tàu lưới kéo, tàu lưới vây ;
- tàu câu cá ;
- tàu săn cá, bao gồm tàu đánh cá voi và săn hải súc ;
- tàu chế biến cá.

Do các loại tàu khác nhau, kích thước chủ yếu và các hệ số hình dáng của thân tàu khác nhau, đồng thời trong cùng một loại tàu, do khu vực làm việc và thao tác không giống nhau, các thông số kích thước và hệ số hình dáng khác nhau rất xa.

1. Tàu đánh cá bằng lưới

a) Chiều dài thân tàu

Lựa chọn chiều dài thân tàu của tàu đánh cá bằng lưới, phải xét tới yêu cầu về bố trí, ảnh hưởng của sức cản, tính năng hàng hải và giá thành chế tạo...

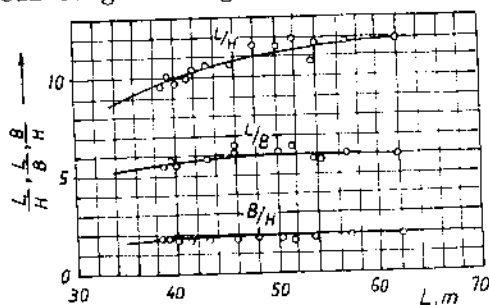
Đối với tàu lưới kéo phía đuôi, yêu cầu về tính ổn định hướng cao, tỷ số chiều dài trên chiều rộng $\frac{L}{B}$ của thân tàu hơi lớn.

Đối với tàu lưới vây, tính quay trở linh hoạt cao, do đó tỷ số $\frac{L}{B}$ tương đối nhỏ.

Thường, đối với tàu lưới kéo, tỷ số $\frac{L}{\sqrt{V^3}}$ nằm trong khoảng 4,0 - 5,0, có thể dùng công thức (2.12) của Jaeger để nghiệm lại. Đối với tàu lưới kéo mạn và tàu gia công ướp lạnh, có thể dùng công thức Pozdyunin hoặc Nogid để tính chiều dài thân tàu (xem mục 2.3).

b) Chiều rộng

Tàu cá thường hình dáng nhỏ, lại làm việc trên biển sóng gió, do yêu cầu về



Hình 2.54. Tỷ số kích thước của tàu lưới kéo viễn dương.

tính năng hàng hải của tàu khá cao. Khi chọn chiều rộng của thân tàu, trên cơ sở đảm bảo tính ổn định của tàu, cố gắng chọn kích thước nhỏ nhất để đảm bảo tính chống lắc tốt. Để đảm bảo không phải tăng chiều rộng tàu mà vẫn cải thiện được tính ổn định và nâng cao tính hàng hải, thường trên tàu sử dụng một khối lượng dẫn cố định, thích đáng.

Đối với tàu cá vỏ thép cỡ trung và cỡ nhỏ, lượng dẫn cố định bằng 4 - 10% lượng chiếm nước, đối với tàu vỏ gỗ, lượng dẫn bằng 3 - 6%.

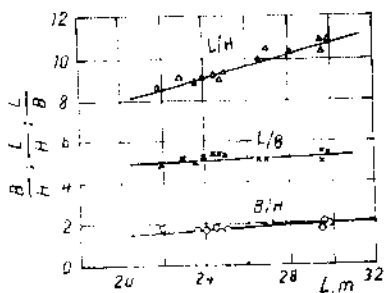
Các tỷ số kích thước của tàu cá :

$$\frac{L}{B} = 3,8 \div 4,8 ; \frac{L}{H} = 7 \div 10 ; \frac{B}{H} = 1,7 \div 2,2.$$

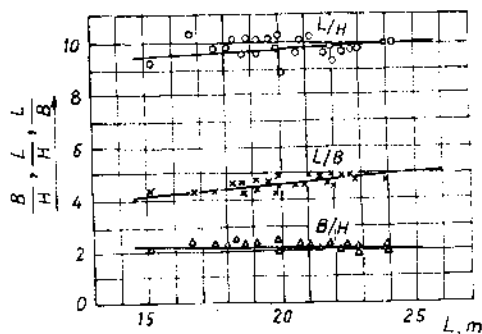
Tỷ số kích thước chủ yếu của các loại tàu lưới kéo Nhật Bản được tập hợp trên các hình 2.54 - 2.56.

Hình 2.57 biểu diễn mối quan hệ giữa L và B , H của tàu cá vỏ thép qua thống kê của 49 tàu cá Nhật Bản.

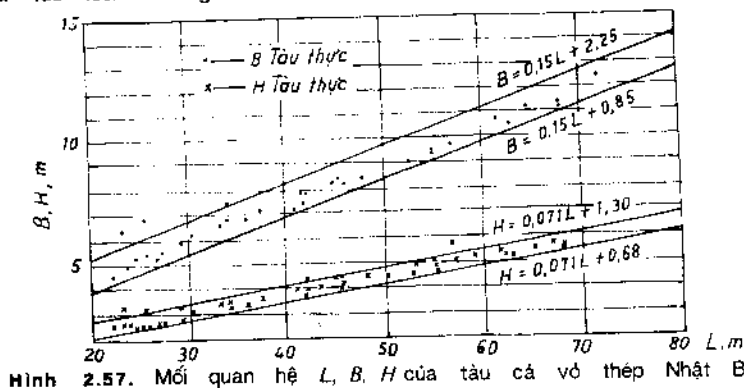
Hình 2.58 biểu diễn mối quan hệ giữa các kích thước chủ yếu của tàu lưới vây.



Hình 2.55. Tỷ số kích thước của tàu lưới kéo gần biển.



Hình 2.56. Tỷ số kích thước của tàu lưới kéo ven biển.



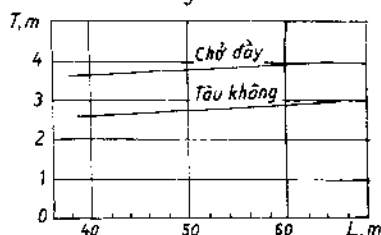
Hình 2.57. Mối quan hệ L , B , H của tàu cá vỏ thép Nhật Bản.

c) Mớn nước và độ nghiêng dọc

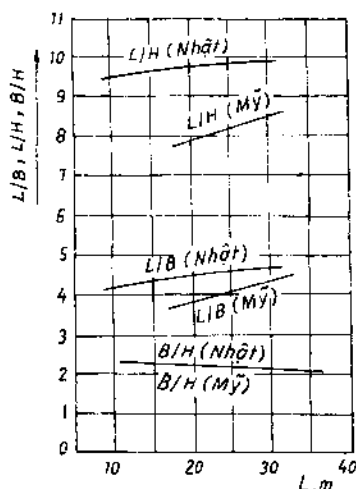
Trị số $\frac{B}{T}$ nằm trong khoảng 2,25 - 2,70.

Tàu lưới kéo yêu cầu tính ổn định hướng cao, lực kéo lớn, đường kính chân vịt lớn, do đó mớn nước nên lấy lớn một chút và thường thiết kế nghiêng dọc về phía lái, độ nghiêng dọc vào khoảng 2 - 6% L. Trị số nghiêng dọc được xét đảm bảo đầu cánh chân vịt ngập sâu dưới mặt đường nước, đồng thời chú ý tính ổn định hướng của tàu máy bố trí phía đuôi khi rời cảng đi đánh cá và phải hết sức tránh đáy mũi tàu nhô ra ngoài mặt nước.

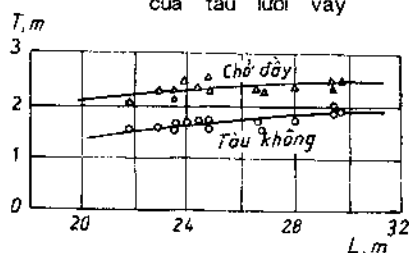
Các hình 2.59 - 2.62 biểu diễn mối quan hệ giữa mớn nước trung bình và chiều dài thân tàu của tàu lưới kéo và tàu lưới vây.



Hình 2.59. $T = f(L)$
Tàu lưới kéo cỡ lớn.



Hình 2.58. Tỷ số kích thước của tàu lưới vây



Hình 2.60. $T = f(L)$
Tàu lưới kéo biển gần.

d) Mạn khô và chiều cao mép boong

Trên cơ sở đảm bảo yêu cầu của quy phạm ổn định, cố gắng hạ thấp mạn khô. Như vậy có lợi cho thao tác, đồng thời hạ thấp trọng tâm tàu, giảm quán tính lắc của tàu. Chiều cao mép boong được chọn theo các tỷ số $\frac{L}{H}$ và $\frac{B}{H}$, và nghiệm lại mạn khô để xác định. Đương nhiên, còn phải xét tới yêu cầu về bố trí, nhất là phải xét tới chiều cao khoang máy.

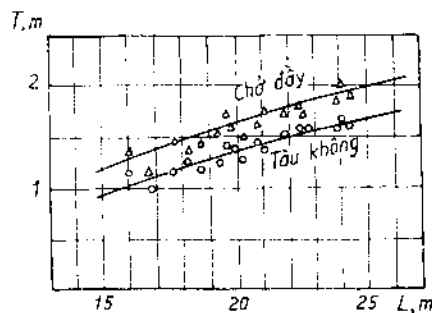
Đường cong trên hình 2.63 cho ta tiêu chuẩn ổn định của tàu cá, có thể tham khảo để nghiệm lại tính ổn định.

Trên hình 2.63
$$C_l = \frac{h \times 2f}{(z_g - z_c)B}$$

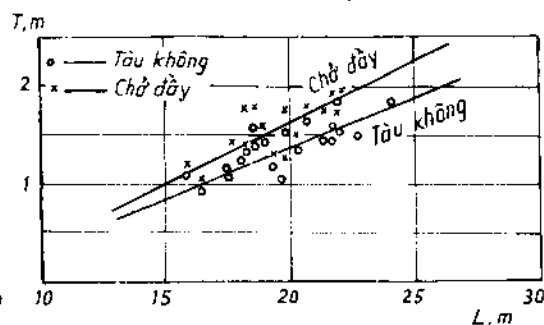
Tiêu chuẩn ổn định này hơi thấp, khó tính, kiến nghị lấy dư một ít.

Trị số mạn khô f . Trị số mạn khô tối thiểu khi tàu chở đầy, do Spanner đề xuất :

tàu lưới kéo cỡ lớn	$L_{\perp} > 46 \text{ m},$	$f \leq 840 \text{ mm}$
tàu lưới kéo cỡ trung	$L_{\perp} = 38 \div 46 \text{ m},$	$f \leq 760 \text{ mm} ;$
tàu lưới kéo cỡ nhỏ	$L_{\perp} = 35 \div 38 \text{ m},$	$f \leq 685 \text{ mm}.$



Hình 2.61. $T = f(L)$
Tàu lưới kéo ven biển.



Hình 2.62. $T = f(L)$
Tàu lưới vây.

Trị số mạn khô khi tàu chở đầy, do Simpson đề xuất :

tàu dài 18,3 m ,	$f \leq 460 \text{ mm} ;$
tàu dài 38 m ,	$f \leq 610 \div 660 \text{ mm}.$

Tiêu chuẩn lực nổi dự trữ tính đối với mạn khô tàu cá, do hải quân Anh quy định :

tàu lưới kéo cỡ trung và cỡ lớn :	40 — 50% ;
tàu lưới kéo cỡ nhỏ :	50%.

e) Hệ số thể tích chiếm nước, hệ số lặn trụ và hệ số diện tích mặt cắt ngang chính giữa

Trị số Froude của tàu cá tương đối lớn, có khi ở gần khu vực đỉnh sức cản, đồng thời trị số $\frac{L}{B}$ và chiều dài tương đối $\frac{L}{D^{1/3}}$ tương đối nhỏ,

do đó không có lợi về mặt sức cản, nên thường chọn trị số δ và φ tương đối nhỏ để bù đắp lại.

Lammeran kiến nghị dùng công thức sau đây để tính trị số δ :

$$\delta = 1,137 - 0,331 \frac{V}{\sqrt{L_1}} \quad (2.80)$$

trong đó : V – tốc độ thử tàu, hải lý/h ;

L_1 – chiều dài thể tích chiếm nước, lấy bằng $1,02 L_{\perp}$, m.

Có thể dùng công thức Nogid ở mục 2.11.5 để chọn φ .

Căn cứ vào δ và φ để tính trị số β . Nhưng cần chú ý, nếu δ tương đối bé, thì trị số β không nên quá lớn, như vậy để tránh những khó khăn khi bố trí khoang máy cho tàu máy đặt ở đuôi, giảm bớt khó khăn khi vẽ đường hình dáng. Tuy nhiên, trị số β tương đối bé có thể giúp cải thiện tính lác của tàu. Trị số β lớn nhất của tàu cá có thể ước tính theo công thức :

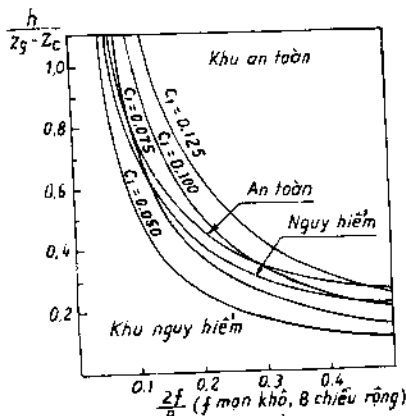
$$\beta_{\max} = \frac{1}{C^2} l_r^2 \left(\frac{L}{B} \right)^2 \frac{B}{T} ; \quad (2.81)$$

trong đó : $C = 3,6 + 3,8$ (khi $Fr > 0,27$) ;

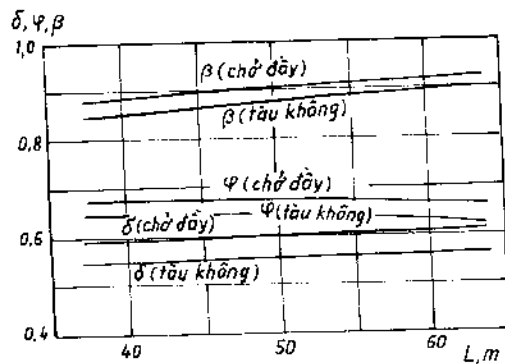
$C \leq 4,1$ (khi $Fr < 0,27$) ;

l_r bằng tỷ số giữa nửa phần sau của thân tàu và chiều dài thân tàu, tính gần đúng bằng 0,5.

Các hình 2.64 – 2.66 cho các trị số hệ số hình dáng thân tàu của tàu cá lưới kéo.

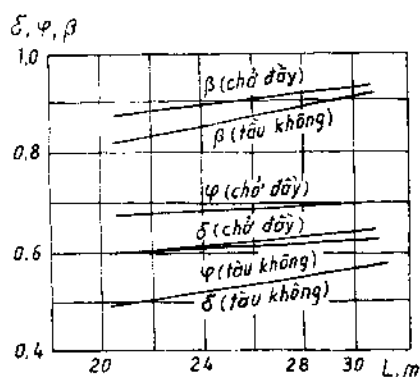


Hình 2.63. Đường cong tiêu chuẩn ổn định.

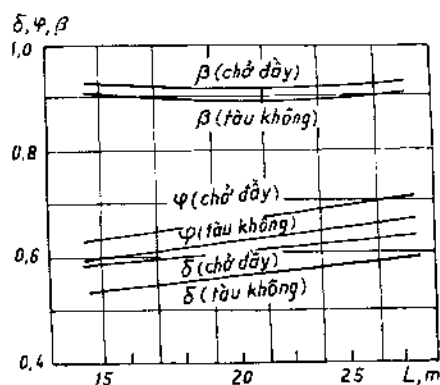


Hình 2.64. Hệ số hình dáng thân tàu của tàu lưới kéo cỡ lớn.

Nếu trị số rơi vào khu vực an toàn, tàu được xem là đủ ổn định, nếu trị số rơi vào khu vực nguy hiểm, tàu được xem là không đủ ổn định.



Hình 2.85. Hệ số hình dáng thân tàu của tàu lưới kéo biển gần.



Hình 2.86. Hệ số hình dáng thân tàu của tàu lưới kéo ven biển.

2. Tàu câu cá

Tàu câu cá thường đòi hỏi tốc độ cao, tính thao tác cơ động, tính hàng hải tốt, thích hợp sử dụng làm việc ở các vùng biển xa của khu vực biển đông chảy xiết. Bảng 2.27 cho các tỷ số kích thước tàu câu cá Nhật Bản. Hình 2.67 và bảng 2.28 cho kích thước chủ yếu và số tấn đăng ký của các tàu câu cá Mỹ.

Bảng 2.27

Tỷ số kích thước tàu câu cá Nhật Bản

Loại tàu	Chiều dài L, m	L/B	L/H	B/H	Tấn đăng ký BRT
Vỏ thép	25	4,3 - 4,9	8,8 - 9,3	1,95 - 2,20	90 - 110
	30	4,6 - 5,2	9,5 - 10,0	1,95 - 2,2	130 - 170
	35	4,9 - 5,4	9,9 - 10,5	1,9 - 2,15	210 - 260
	40	5,2 - 5,7	10,5 - 11,1	1,9 - 2,15	300 - 350
	50	5,6 - 6,1	11,2 - 11,5	1,85 - 2,1	570 - 630
Vỏ gỗ	15	4,1 - 4,7	8,5 - 9,5	1,9 - 2,3	12 - 20
	20	4,3 - 4,9	8,5 - 9,5	1,8 - 2,3	30 - 45
	25	4,4 - 5,0	8,7 - 9,7	1,7 - 2,2	85 - 100
	30	4,6 - 5,2	9,0 - 9,8	1,7 - 2,2	130 - 160

3. Tàu cá cỡ nhỏ (tàu cutte)

Tàu cá cỡ nhỏ các nước thường gọi là cutte (cutter) dùng đánh cá đáy và cá tầng giữa, nằm trong nhóm tàu lưới kéo.

Bảng 2.28

Kích thước tàu câu cá Mỹ

Loại tàu	Mối quan hệ giữa tấn đăng ký và $L B H, m^3$	Mối quan hệ giữa tấn đăng ký và chiều dài, m
Tàu câu dây (boong có lầu lái)	$BRT = (0,32 \div 0,325) LBH$	$300 - 600 BRT$ $L_{\perp} = (5,6 \div 5,8) \sqrt[3]{BRT}$ $600 - 2000 BRT$ $L_{\perp} = (5,9 \div 5,95) \sqrt[3]{BRT}$
Tàu câu dây (boong phẳng)	$BRT = 0,30 LBH$	$< 600 BRT$ $L_{\perp} = (5,8 \div 5,95) \sqrt[3]{BRT}$
Tàu câu hỗn hợp	$BRT = 0,295 LBH$	$< 300 BRT$ $L_{\perp} = (5,3 \div 5,6) \sqrt[3]{BRT}$

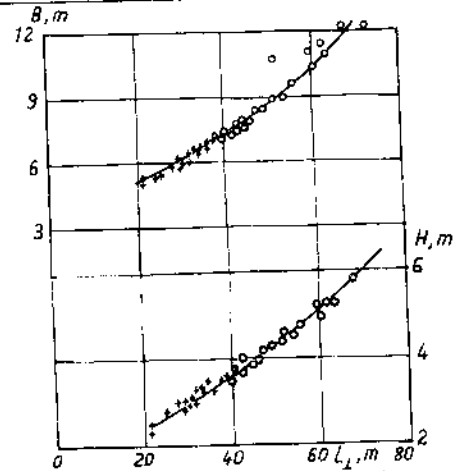
Những đại lượng đặc trưng cho loại tàu này là công suất máy chính và dung tích khoang cá. Với một chiều dài thân tàu xác định, sự biến động về công suất và dung tích khoang cá không lớn lắm.

Các loại cutte có chiều dài 10 – 15 m thường hoạt động cách cảng không quá 100 hải lý.

Loại trung bình có chiều dài 200 m, loại lớn hơn có chiều dài tới 300 m, thường trong mùa hè có thể hoạt động ở những biển gần với sự hỗ trợ của tàu mẹ.

Bảng 2.29 cho các thông số của tàu cutte cổ điển và hướng phát triển về công suất.

Loại tàu này là loại tàu nhỏ hoạt động trên biển, do yêu cầu về tính hàng hải rất cao.



Hình 2.57. Kích thước chủ yếu tàu câu cá của Mỹ.

Bảng 2.29

Tàu cutte

Cỡ tàu L, m	Loại cổ điển		Hướng trang bị
	công suất, mI	dung tích khoang cá, m ³	công suất, mI
12	50 - 80	8 - 11	đến 120
17	100 - 150	40	đến 350
24	180 - 350	60 - 100	đến 700

Chiều dài giữa hai đường vuông góc bằng 0,80 - 0,85 chiều dài toàn bộ thân tàu.

Yêu cầu về ổn định bắt buộc tỷ số $\frac{L}{B}$ phải thấp và thường $\frac{L}{B} = 3 \div 3,5$.

Tỷ số $\frac{B}{T} = 24 \div 2,8$; Tỷ số $\frac{H}{T} = 1,25 \div 1,40$.

Hệ số diện tích mặt cắt ngang giữa tàu rất bé, như vậy hệ số lạng trụ φ khá lớn, và trên toàn bộ chiều dài tàu, các sườn được bẻ ra rất nhiều, tác dụng giảm lắc đứng rất cao.

Thể tích chiếm nước được phân bố đều dọc theo chiều dài thân tàu, ảnh hưởng tốt đến tính năng lắc dọc của tàu.

Tàu thường có ky đứng.

Độ nghiêng dọc của tàu bằng 0,02 - 0,04 chiều dài thân tàu.

Bảng 2.30 cho thông số chủ yếu của một số tàu cutte của các nước.

Bảng 2.30

Thông số chủ yếu của một số tàu cutte

Loại tàu, m	Ba Lan		Đức		Thụy Điển	Việt Nam
	17	15	18	17	23	17
Tên gọi						
Chiều dài toàn bộ, m	17,48	15,36	18,4	17,6	23,4	17,6
Chiều dài hai đường vuông góc, m	15,00		15,7	15,0	21,5	15,0

Tiếp bảng 2.30

Chiều rộng, m	5,00	5,52	5,2	5,0	6,4	5,0
Chiều cao, m	—	—	2,5	2,38	3,4	2,38
Mớn nước, m	1,50	1,98	1,99	2,04	2,66	2,04
Dung tích khoang cá, m ³	26	14	30	20	65	13
Lượng chiếm nước, t	45	—	80	55	160	55
Hệ số δ	0,388	—	—	—	—	0,41
Công suất máy, ml	120	75-100	80	80	225	80
Tốc độ tự do, hải lý/h	9	9	8	8	8,5	8
Số người	5	4	6	6	11	6
Diện tích buồm, m ²	35	—	—	—	—	—
Thời gian hoạt động, ngày	11	7	8	5	10	6

4. Tàu chế biến

Tàu lưới kéo đồng thời sử dụng làm nhiệm vụ chế biến, có kích thước chủ yếu và các hệ số hình dáng thân tàu giống loại tàu lưới kéo thông thường. Tàu chế biến cỡ lớn tương tự với loại tàu vận tải.

Tổng số tấn đăng ký và kích thước của tàu chế biến do khối lượng cá đánh và năng lực hoạt động liên tục của tàu quyết định. Căn cứ vào số liệu tàu thực, tỷ số dung tích khoang cá và trị số lập phương $\frac{V}{LBH}$, bằng 0,12 – 0,15.

a) *Chiều dài thân tàu.* Có thể tính theo công thức Nogid ở mục 2.3.

b) *Chiều rộng.* Tàu chế biến cỡ lớn có trị số $\frac{B}{T}$ bằng khoảng 2,6, loại cỡ trung $\frac{B}{T} \approx 2,3$. Trị số $\frac{L}{B} = 5,5 \div 6,0$.

c) *Hệ số thể tích chiếm nước và hệ số lãng trụ.* Trị số δ và φ giảm nhỏ khi trị số Fr tương ứng tăng lên. Công thức (2.24) tính δ của Ayre – Todd có thể thích hợp sử dụng đối với tàu chế biến. Nhưng do lượng chiếm nước của tàu chế biến so với tàu vận tải thường là nhỏ, cho nên trị số δ có thể giảm nhỏ chút ít, do đó mà tăng tốc độ tàu và cải thiện tính hàng hải của tàu.

Bảng 2.31, 2.32. cho một số đặc tính kỹ thuật của tàu lưới giả của Pháp, Ba Lan và Liên Xô (cũ).

Bảng 2.33 cho tỷ số kích thước, các hệ số hình dáng, trị số Froude của tàu cá các loại.

Bảng 2.31

Đặc tính kỹ thuật tàu lưới kéo định hình của Pháp

Loại tàu	28m	32m	38m	42m	68m
Chiều dài toàn bộ, m	31,45	35,85	41,90	46,45	73,00
Chiều dài hai đường vuông góc, m	29,50	33,50	39,35	44,00	69,35
Chiều rộng, m	6,5	6,85	7,50	8,25	11,75
Chiều cao mép boong, m	3,65	3,90	4,25	4,70	6,30
Mớn nước thiết kế, m	2,95	3,25	3,50	3,85	5,25
Dung tích khoang cá, m ³	100	120	214	320	1500
Khối lượng tàu không có hàng, t	200,0	280	334	505	1280
Lượng chiếm nước, t	265,5	356	485	718	2713
Công suất, mJ	375	450	600	750	1100
Số ngày đi	20	26	42	55	100
Số lượng dã đóng, chiếc	20	44	39	32	12

Bảng 3.32

Đặc tính kỹ thuật tàu lưới kéo của Ba Lan và Liên Xô (cũ)

Nước		Ba Lan				Liên Xô	
Loại tàu	Các thông số	TR35 đánh đuôi	TR40 đánh đuôi	B15 ướp lạnh	B22 ướp lạnh	CPT-300 đánh mạn	"Majak" ướp lạnh
Chiều dài toàn bộ, m		31,3	38,0	83,0	88,0	39,20	54,1
Chiều dài hai đường vuông góc, m		-	-	7,50	80,0	34,80	50,3
Chiều rộng, m		7,4	9,5	13,8	14,5	7,3	9,3
Chiều cao mép boong, m		4,9	6,5	-	-	3,49	4,7
Mớn nước, m		4,4	4,5	5,4	5,25	2,97	3,6
Dung tích khoang cá, m ³		105	300	~1300	~1430	210	355
Tải trọng, t		145	210	1250	1500	140	310
Lượng chiếm nước, t		-	-	3570	3655	430	900
Công suất máy chính, mJ		1000	1800	2400	2500	300	800
Tốc độ tự do, hải lý/h		11,5	14	12,5	13,8	9,5	12
Tốc độ kéo lưới, hải lý/h		4,5 - 5	4,5 - 5	~5	~5	-	-
Số ngày đi		-	-	~70	~70	28	50
Số người		16	21	93	103	27	31
Nhiệt độ ướp lạnh, °C		-25	-25	-18	-18	-	-

Các tỷ số kích thước chủ yếu, các hệ số hình dáng,
hệ số Froude của tàu cá

Loại tàu	Tỷ lệ của kích thước chủ yếu				Các hệ số hình dáng			Fr
	L/B	L/H	B/H	B/T	δ	α	β	
<i>Tàu đánh cá</i>								
Tàu lưới kéo loại lớn :								
- kéo mạn	5,4 - 6,0	10,2 - 11,3	18 - 2,0	2,0 - 2,3	0,53 - 0,6	0,74 - 0,88	0,81 - 0,95	0,21 - 0,27
- lưới kéo - nhà máy cá	5,4 - 5,6	7,5 - 7,7	13 - 14	2,5 - 2,7	0,57 - 0,66	0,78 - 0,82	0,96 - 0,98	0,23 - 0,25
Tàu lưới kéo loại trung	4,7 - 5,2	10,0 - 10,5	2,0 - 2,1	2,3 - 2,9	0,55 - 0,58	0,77 - 0,83	0,82 - 0,88	0,25 - 0,28
Tàu lưới kéo loại nhỏ	3,1 - 3,4	6,3 - 7,2	1,9 - 2,3	2,1 - 3,2	0,38 - 0,47	0,71 - 0,80	0,60 - 0,75	0,29 - 0,34
Tàu lưới kéo cutte	2,9 - 3,0	6,0 - 6,3	2,0 - 2,1	2,6 - 3,0	0,40 - 0,45	0,74 - 0,76	0,62 - 0,65	0,33 - 0,35
Tàu lưới vây lớn	3,8 - 4,6	7,7 - 8,6	1,9 - 2,1	2,2 - 2,8	0,48 - 0,54	0,70 - 0,84	0,81 - 0,9	0,27 - 0,34
Tàu lưới vây trung bình	3,6 - 3,9	7,8 - 8,0	2,0 - 2,2	2,6 - 3,0	0,41 - 0,49	0,70 - 0,78	0,72 - 0,79	0,30 - 0,33
Tàu lưới vây loại nhỏ	3,5 - 4,1	7,0 - 8,9	1,7 - 2,4	2,8 - 3,7	0,48 - 0,52	0,76 - 0,85	0,74 - 0,90	0,29 - 0,35
<i>Tàu chế biến và vận tải</i>								
Tàu mẹ chế biến và	6,5 - 7,4	10,6 - 12,6	1,5 - 1,8	2,1 - 3,1	0,68 - 0,73	0,78 - 0,85	0,96 - 0,99	0,16 - 0,20
nhà máy đồ hộp	5,6 - 7,0	10,0 - 13,0	1,7 - 2,2	2,5 - 3,7	0,58 - 0,72	0,76 - 0,86	0,91 - 0,98	0,20 - 0,25
Uớp lạnh	5,9 - 7,5	10,5 - 13,5	1,7 - 2,3	2,0 - 2,7	0,66 - 0,74	0,71 - 0,84	0,93 - 0,99	0,16 - 0,25
Chuyên chở ướp lạnh								

2.11.7. Sà lan

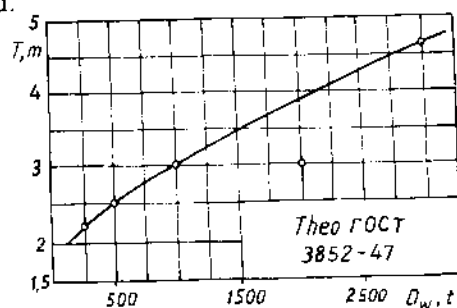
Theo vùng hoạt động, sà lan có thể phân làm hai loại : sà lan đi biển và sà lan đi sông.

Do khu vực hoạt động khác nhau, kích thước chủ yếu và các hệ số hình dáng của sà lan không giống nhau.

1. Sà lan biển

Dragomiretxki đề xuất các công thức và đồ thị tính kích thước của sà lan chở hàng khô đi biển như sau :

Mớn nước T của sà lan biển chở hàng khô được tính theo trọng tải (h.2.68) :



Hình 2.68. $T = F(D_w)$.

Chiều cao mép boong có thể tính theo công thức :

$$H = T \left(p_1 + \sqrt{\frac{\mu}{q_1} - r_1} \right) \quad (2.82)$$

trong đó : μ - tỷ dung hàng, m^3/t ;

p_1, q_1, r_1 - hệ số tính theo trọng tải, tra ở bảng 2.34.

Bảng 2.34

Trị số p_1, q_1, r_1

Trọng tải D_w, t	Trị số hệ số		
	p_1	q_1	r_1
250 - 2000	1,34	19,8	0,060
2500 - 3000	1,29	60,0	0,017

Chiều dài của sà lan biển chở hàng khô :

$$L = \frac{\sqrt{T}}{t_0} \sqrt{\frac{mt_0 - n}{pt_0 - q}} \quad (2.83)$$

trong đó : m, n, p, q - hệ số tùy thuộc vào trọng tải, xem bảng 2.35.

Bảng 2.35

Trị số hệ số m, n, p, q

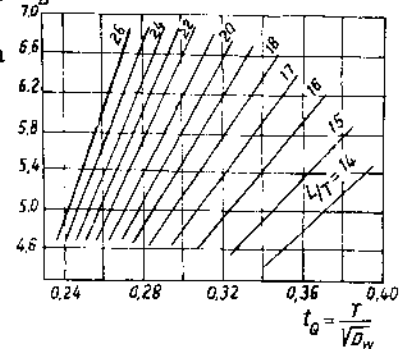
Trọng tải D_w, t	Trị số hệ số			
	m	n	p	q
250 – 400	212	-13	0,0028	0,0493
500	46,4	11,9	0,0062	0,0475
1000	69,2	13,5	0,0092	0,0473
2000	86,3	15,9	0,0114	0,0470
3000	94,0	18,6	0,0126	0,0466

Chiều rộng của sà lan chở hàng khô $\frac{L}{B}$ được tính theo tỷ số $\frac{L}{B}$ xác định theo $\frac{L}{T}$ và $\frac{T}{\sqrt[3]{D_w}}$ ở hình 2.69.

Hệ số thể tích chiếm nước :

$$\delta = n_1 - 0,1T ; \quad (2.84)$$

n_1 - hệ số tùy thuộc vào trọng tải, xác định theo bảng 2.36.



Hình 2.69. Mối quan hệ giữa $\frac{T}{\sqrt[3]{D_w}}$ với $\frac{L}{B}$ và $\frac{L}{T}$.

Bảng 2.36

Trị số n_1

Trọng tải D_w, t	250 – 350	500 – 700	800 – 1300	1700 – 2200	2500 – 3000
n_1	0,970	1,047	1,090	1,160	1,238

Hệ số lắng trụ :

$$\varphi = 0,822\delta + 0,152 \quad (2.85)$$

Hệ số diện tích mặt đường nước :

$$\alpha = 0,353\delta + 0,598 \quad (2.86)$$

2. Sà lan sóng

Do điều kiện luồng lạch hạn chế, kích thước của sà lan sóng có phạm vi biến động khá lớn. Thường tỷ số kích thước và các hệ số của sà lan nằm trong phạm vi cho ở bảng 2.37.

Bảng 2.37

Tỷ số kích thước và hệ số hình dáng sà lan sông

Loại sà lan	L/B	L/H	B/T	α	β	δ
Hàng khô	5,52 – 8,2	25,0 – 50,5	4,0 – 6,2	0,84 – 0,88	0,90 – 1,00	0,75 – 0,90
Dầu	4,45 – 7,38	38 – 50	6,3 – 7,6	0,84 – 0,88	0,90 – 1,00	0,75 – 0,90

Bảng 2.38

Tỷ số kích thước và hệ số hình dáng
của sà lan sông Việt Nam

Loại sà lan	L/B	L/H	B/T	α	β	δ
Chở hàng khô 50 – 300 t	4,25 – 6,10	17,2 – 25	5,2 – 5,70	1,913 – 0,940	0,90 – 1,00	0,79 – 0,87

Khi xét kích thước sà lan sông, thường chủ yếu xét đến mối quan hệ giữa kích thước sà lan và dung tích khoang hàng, luồng lạch. Nhưng, ở những vùng nước chảy xiết, tốc độ vận hành yêu cầu lớn, do đó xét về mặt sức cản, hệ số thể tích chiếm nước không được quá lớn.

Phải chú ý đến sức bền khi xét kích thước chủ yếu của sà lan. Quy phạm chế tạo tàu sông vỏ thép của Liên Xô (cũ) ban hành năm 1952 quy định về tỷ số kích thước sà lan sông cho trong bảng 2.39.

Bảng 2.39

Tỷ số kích thước sà lan theo quy phạm
tàu nội địa Liên Xô (cũ)

Loại sà lan	L/H	B/H	Loại sà lan	L/H	B/H
Sà lan chở hàng khô	9 – 22	< 4	Sà lan dầu		
(chở hàng nặng)			Cấp M	9 – 25	< 5
Cấp M	9 – 20		Cấp O	9 – 35	< 6
Cấp O	9 – 25		Cấp P và n	9 – 50	< 7
Cấp P và n	9 – 28	< 5			

Quy phạm đóng tàu vỏ thép sông Trường Giang của Trung Quốc quy định phạm vi tỷ lệ kích thước chủ yếu của sà lan chở hàng khô như sau :

$$\frac{L}{H} = 10 \div 28,$$

$$\frac{B}{H} \leq 4,5 \quad , \text{ đối với tàu cấp } A \quad ;$$

$$\frac{B}{H} \leq 5,0 \quad , \text{ đối với tàu cấp } B \text{ và cấp } C.$$

Bragg kiến lập mối quan hệ L, B, H của sà lan dầu đi sông như sau :

$$\frac{L}{B+H} = f(L) .$$

Và cho rằng khi chiều dài sà lan đi sông là $60 - 100 \text{ m}$, $\frac{L}{B+H} = 4,5 \div 6,0$.

Roodar phân tích sà lan sông Ranh và dẫn tới mối quan hệ giữa trọng tải và hệ số lập phương

$$D_w = L \times B \times H \times C \quad (2.87)$$

Trị số C xác định theo trọng tải ở bảng 2.40. Các loại sà lan này có $\delta = 0,87 \div 0,89$, và nên chú ý là ở sà lan sông Ranh T thường bằng H .

Bảng 2.40

Hệ số C

Trọng tải, t	C	Trọng tải, t	C
400	0,68	1350	0,735
550	0,72	2500	0,735
950	0,715	3583	0,75

2.12. CÁC THÀNH PHẦN KHỐI LƯỢNG TRÊN TÀU

2.12.1. Phương trình lượng chiếm nước

Hermer Verhosek chia lượng chiếm nước của thân tàu thành năm thành phần :

P_1 - khối lượng thân tàu (kể cả kiến trúc thượng tầng và trang thiết bị) ;

P_2 - khối lượng buồng máy ;

P_3 - khối lượng nhiên liệu ;

P_4 - khối lượng thuyền viên (kể cả hành lý và lương thực dự trữ ;

P_5 - khối lượng hàng hóa.

Mối liên hệ của các khối lượng thành phần được biểu thị như sau :

$$P_1 = p_1 LBH ; \quad (2.88)$$

trong đó : p_1 - khối lượng trên một đơn vị môđun thể tích thân tàu,
 t/m^3 ;

L, B, H - chiều dài, chiều rộng, chiều cao mép boong của thân tàu, m ;

$$P_2 = p_2 Ne ; \quad (2.89)$$

trong đó : p_2 - khối lượng đơn vị tính theo công suất của buồng máy,
 $t/m.l$;

Ne - công suất của máy, m.l ;

$$P_3 = \frac{q}{1000} Ne \frac{l}{V} \quad (2.90)$$

trong đó : q - lượng tiêu hao nhiên liệu, kg/m.l.h ;

Ne - công suất máy, m.l ;

l - chiều dài đường vận chuyển của tàu, hải lý ;

V - tốc độ của tàu, hải lý/h.

Công suất máy được tính :

$$Ne = \frac{N_{truc}}{\eta_m} \quad (2.91)$$

N_{truc} - công suất trên trục chân vịt ;

Ne - hiệu suất truyền động của hệ trục chân vịt

đối với hệ truyền động trực tiếp : $\eta_m = 0,96 \div 0,98$

đối với hệ truyền động gián tiếp bằng bánh răng :

$$\eta_m = 0,92 \div 0,96 ;$$

đối với hệ truyền động bằng máy điện :

$$\eta_m = 0,88 \div 0,95$$

$N_{\text{trục}}$ được tính như sau :

$$\left. \begin{aligned} N_{\text{trục}} &= \frac{V^3}{m_w^3} S_X = \frac{V^3}{m_w^3} B T \beta \\ \text{hoặc} &= \frac{D^2 V^3}{C_w} \end{aligned} \right\} \quad (2.92)$$

B, T - chiều rộng và mớn nước thân tàu ;

β - hệ số diện tích mặt cắt ngang giữa tàu ;

V - tốc độ của tàu ;

D - lượng chiếm nước.

Trị số của m_w^3 và C_w được lấy theo bảng 2.41 hoặc theo tàu mẫu.

Bảng 2.41

Trị số m_w^3 và C_w

Loại tàu	m_w^3	C_w
Tàu khách lớn, tốc độ cao	58 - 62	270 - 333
Tàu khách nhỏ	43 - 48	180 - 280
Tàu khách cỡ lớn	68 - 80	300 - 400
Tàu hàng cỡ nhỏ	50 - 75	200 - 320
Tàu kéo và tàu đẩy	32 - 54	100 - 200
Tàu sông	18 - 32	120 - 220

Theo nguyên lý Acsimet, ta có :

$$D = k \gamma \nabla = \gamma_1 \nabla = \gamma_1 L B T \delta = \sum_{i=1}^5 P_i \quad (2.93)$$

∇ - thể tích chiếm nước, m^3 ;

γ - khối lượng riêng của nước, t/m^3 ;

đối với nước ngọt : $\gamma = 1,00 \text{ t/m}^3$;

đối với nước mặn : $\gamma = 1,025 \text{ t/m}^3$;

k - hệ số xét tới chiều dày của lớp tôn vỏ tàu :

$$k = 1,005 \div 1,006 ;$$

L, B, T - chiều dài, chiều rộng và mớn nước thân tàu ;

δ - hệ số thể tích chiếm nước.

Từ các công thức (2.88) đến (2.93), ta lập được phương trình sau :

$$\gamma_2 \delta L B T = L B H p_1 + p_2 N e + \frac{q}{1000} N e \frac{l}{V} + P_4 + P_5 ; \quad (2.94)$$

Cho $\frac{L}{B} = a ; \frac{B}{T} = b , \frac{H}{T} = c .$

Các tỷ số kích thước này, ta có thể chọn theo tàu mẫu, và thay vào phương trình (2.94), ta sẽ rút ra trị số B như sau :

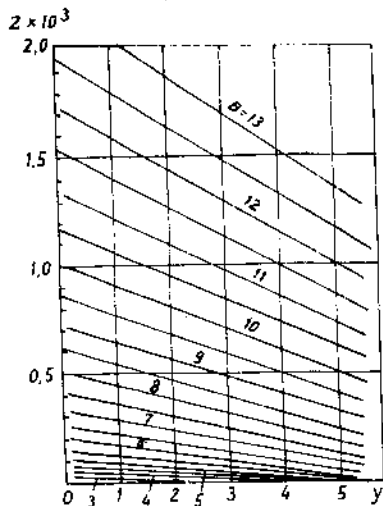
$$B^3 = \frac{p_2 N e + \frac{q}{1000} N e \frac{l}{V} + P_4 + P_5}{\frac{a}{b} (\delta \gamma_1 - c p_1)} \quad (2.95)$$

Thay thế $N e$ bằng công thức thực nghiệm (2.92) và điều kiện (2.91) sau khi giản ước, ta được phương trình bậc 3 có dạng :

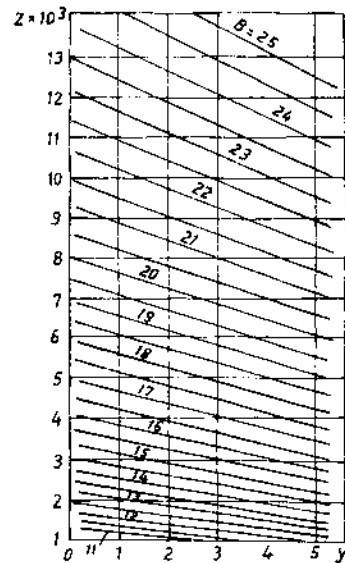
$$B^3 - y B^2 - z = 0 \quad (2.96)$$

trong đó :

$$y = \frac{\frac{V^3}{\eta_{\text{tr}} m_w^3} \cdot \frac{\beta}{b} \left(p_2 + \frac{q}{1000} \cdot \frac{l}{V} \right)}{\frac{a}{b} (\delta \gamma_1 - c p_1)}$$



Hình 2.70. Giải phương trình
 $B^3 - y B^2 - z = 0 ;$
 $B = 3 \div 13 \text{ m}$



Hình 2.71. Giải phương trình
 $B^3 - y B^2 - z = 0 ;$
 $B = 12 \div 25 \text{ m}$

$$z = \frac{P_4 + P_5}{\frac{a}{b} (\delta \gamma_1 - c p_1)}$$

Các hình 2.70 và 2.71 cho ta lời giải của phương trình (2.96) đối với các giá trị y và z khác nhau.

2.12.2. Các phương pháp nghiệm toán khối lượng

Có hai phương pháp chủ yếu :

- tính theo tàu mẫu ;
- tính từ những tài liệu khác không phải của tàu mẫu.

a) Tính theo tàu mẫu

Khi đã có đầy đủ số liệu của tàu mẫu, dùng các công thức chuyển hoán để xác định các thành phần khối lượng.

1) Công thức chuyển hoán khối lượng thân tàu thuộc hệ thống kết cấu dọc

Các công thức tính toán được ghi trong bảng 2.42, trong bảng dùng các ký hiệu sau :

l_m - chiều dài khoang máy ;

l_b - chiều dài boong hoặc sàn boong, đối với boong liên tục :

$$l_b = L ;$$

N - công suất máy chính ;

N_d - công suất máy phát điện ;

V - tốc độ của tàu ;

n_1, n_2, n_3 - số thuyền viên cán bộ, thuyền viên thường, số hành khách ;

n_v - số vách ngang.

Bảng 2.42

**Công thức chuyển hoán khối lượng
thân tàu thuộc hệ thống kết cấu dọc**

N ^o	Tên kết cấu	Công thức
1	I. Kết cấu thân tàu : phần thép Tôn vỏ, tôn đáy dôi khi khung giàn, khung giàn mạn và đáy, boong tham gia uốn dọc chung toàn tàu, vách dọc chủ yếu	$\delta^{1/3} D L^{1/2} \frac{L}{H}$

Tiếp bảng 2.42

2	Vách ngang chủ yếu	$n_v \delta^{1/4} BH^{3/2}$
3	Boong và sàn boong không tham gia uốn dọc chung toàn tàu	$\delta^{1/2} l_b B$
4	Các vách khác	LBH
5	Ống khói và đường ống dẫn khói	N
6	Các thành phần khác	$D ; LBH$
II. Kết cấu gia cường và các hệ		
1	Kết cấu gia cường và hệ của các hệ thống thiết bị	$D ; LBH$
2	Bộ máy chính	N
3	Các gia cường khác	P_i
III. Các thành phần khác		$D^{2/3} ; (LBH)^{2/3}$
IV. Kết cấu gỗ		
1	Gỗ lát boong	LB
2	Gỗ trong kiến trúc thượng tầng và buồng trên boong	$D^{2/3} ; (LBH)^{2/3}$
V. Sơn		$D^{2/3} ; (LBH)^{2/3}$
VI. Cách nhiệt và vật liệu phủ sàn		$D^{2/3} ; (LBH)^{2/3}$
		$(L - l_m) BH^{2/3}$
VII. Thiết bị buồng ở và buồng công cộng		
1	Buồng sĩ quan	n_1
2	Buồng thuyền viên thường	n_2
3	Buồng khách	n_3
4	Các buồng ở và buồng công cộng khác	$n_1 + n_2 + n_3$
5	Trang bị buồng dự trữ	$D^{2/3} ; (LBH)^{2/3}$
6	Trang bị kho đạn dược	Tính riêng
7	Trang bị các ngăn tủ trong khoang	LBH
VIII. Hệ thống		$D ; LBH$
IX. Thiết bị trên tàu		
1	Thiết bị lái	LIV^2
2	Thiết bị neo, thiết bị buộc tàu và thiết bị kéo tàu	$BT ; \delta^{3/4} BT$
3	Các phần khác	$D ; LBH$
X. Thiết bị điện khí và thiết bị thông tin		$N_d ; D ; LBH$
XI. Trọng tải chất lỏng trong khoang		LB

2) Công thức chuyển hóa đơn giản : xem bảng 2.43

Bảng 2.43

Công thức chuyển hóa khối lượng

Hạng mục	Công thức
Tôn vỏ	LBH
Đáy đôi	LB
Kết cấu đáy ở đáy đôi	LB
Kết cấu mạn ở đáy đôi	LB
Kết cấu mạn ở mũi, lái	LB
Boong chính	LB
Boong dưới	LB
Boong lầu mũi	LB
Boong sàn	LB
Vách chính	HB
Vách phụ	LBH
Kiến trúc thượng tầng	lbh
Buồng trên boong	lbh
Cột trên boong	H
Sống mũi, sống lái, lỗ xích neo	D
Ky hông	L
Mối hàn, đinh tán	1% sắt thép
Gỗ	D
Sơn	LBH
Vật liệu cách nhiệt	D
Vật liệu lót	LH
Hệ thống	D
Khối lượng máy chính (máy cùng loại)	N

Nếu tài liệu tàu mẫu không đầy đủ chi tiết, không thể tính chuyển theo các hạng mục thành phần như trên, thì cách tốt nhất là chia làm ba thành phần chủ yếu để tính chuyển : phần sắt thép, chia làm hai bộ phận, thân tàu và kiến trúc thượng tầng ; phần trang trí gỗ và phần máy. Thường phần sắt thép và trang trí gỗ được tính chuyển theo số lập phương, LBH , $(LBH)^{2/3}$ hoặc $L(B + H)...$ Còn phần máy thì tính chuyển theo công suất máy chính.

b) Tính theo các tài liệu khác không phải của tàu mẫu

Trong trường hợp tài liệu tàu mẫu hoàn toàn không có, phải sử dụng các tài liệu và biểu đồ chung khác để tính toán. Do hình dáng tàu, loại

máy, hình thức kết cấu, điều kiện sử dụng không giống nhau, nên phải xử lý riêng biệt, sai số sẽ khá lớn. Chỉ có cách đợi sau này, khi khối lượng trọng tâm đã tính xong kỹ càng, sẽ tiến hành hiệu chỉnh.

1. Khối lượng sắt thép của thân tàu

- Roester cho số liệu khối lượng sắt thép thân tàu của tàu hàng, tính từ boong liên tục cao nhất trở xuống, trong bảng 2.44.

- Comstock dùng hệ số sắt thép, tấn Anh $\frac{LBH}{100}$, theo đơn vị Anh, để tính khối lượng sắt thép. Ông cho hệ số sắt thép của thân tàu nằm trong khoảng 0,25 - 0,32. Trừ tàu dầu ra, có thể lấy trị số 0,30 - 0,34. Kể cả kiến trúc trên boong, hệ số sắt thép toàn tàu bằng 0,3 - 0,4.

- Herner dùng số lập phương LBH biểu thị hệ số sắt thép, và cho các số liệu theo nhóm thân tàu, kiến trúc thượng tầng và buồng trên boong.

Bảng 2.44

**Khối lượng sắt thép tàu hàng, tính từ boong
liên tục cao nhất trở xuống**

LBH, m^3	$\frac{L}{B}$	Số tầng boong	Khối lượng sắt thép/ $LBH, kg/m^3$					
			L/H					
			10	11	12	13	14	15
4000	6,56	1,97	121	122	123	125	127	130
6000	6,64	2,03	114	115	118	120	123	126
8000	6,72	2,10	110	111	113	116	120	124
10000	6,80	2,17	107	108	110	113	117	122
12000	6,88	2,23	105	107	109	112	115	120
14000	6,96	2,30	104	105	107	110	114	119
16000	7,04	2,37	103	104	106	109	113	118
18000	7,12	2,43	102	104	106	109	113	117
20000	7,20	2,50	102	103	105	108	112	117
22000	7,28	2,57	102	103	105	108	112	117
24000	7,36	2,63	102	103	105	109	113	118
26000	7,44	2,70	102	104	106	109	113	118
28000	7,52	2,77	102	104	106	109	113	118
30000	7,60	2,83	103	104	107	110	114	119
32000	7,68	2,90	103	104	107	110	115	120
34000	7,76	2,97	103	105	108	111	116	121
36000	7,84	3,03	104	106	108	112	117	122

Ghi chú : 1. Nếu là tàu boong che, thì khối lượng sắt thép, ở tàu nhỏ phải giảm 6,5%, ở tàu lớn giảm 5%.

2. Nếu hệ số thể tích chiếm nước ở không phải là 0,75, thì trị số ở tăng (hoặc giảm) 0,01, khối lượng sắt thép sẽ tăng (hoặc giảm) 0,3%.

3. Nếu trị số $\frac{L}{B}$ không bằng trị số cho trong bảng, thì khi trị số tăng (hoặc giảm) 0,1 trị số khối lượng sắt thép sẽ tăng (hoặc giảm) 2%.

4. Số tầng boong khác số liệu trong bảng, khi tăng (hoặc giảm) một tầng boong hoàn chỉnh, khối lượng sắt thép tăng (hoặc giảm) theo số % sau :

L/H	10	11	12	13	14	15
%	3	4,25	5,5	6,75	8	9,25

a) Hệ số sắt thép thân tàu của tàu tán đỉnh (bảng 2.45)

Đối với tàu có kết cấu hàn, số liệu cho trong bảng giảm đi 15%.

Bảng 2.45

Hệ số sắt thép thân tàu, t/m³

LBH, m^3	L/H			Lượng chiếm nước, t	Trọng tải, t
	10	12	14		
3000	0,125	0,128	0,130	2100	1200
10000	0,108	0,112	0,120	6800	4600
18000	0,104	0,107	0,112	12000	8200

b) Hệ số sắt thép kiến trúc thượng tầng được biểu thị bằng số lập phương của chiều dài, chiều rộng và chiều cao, trị số đó bằng 0,095 – 0,125, có thể tham khảo bảng 2.46. Nếu dùng trị số LBH của thân tàu để biểu thị, thì trị số đó bằng 0,013 – 0,023.

c) Hệ số sắt thép buồng trên boong biểu thị bằng số lập phương của chiều dài buồng trên boong, chiều rộng và chiều cao, trị số đó bằng 0,100 – 0,112 t/m³. Nếu dùng vật liệu nhẹ thì trị số đó bằng 0,04 – 0,06 t/m³.

Bảng 2.46

Hệ số sắt thép kiến trúc thượng tầng, t/m³

LBH	Trọng tải	Lầu mũi	Lầu giữa	Lầu lái
3000	1200	0,127	0,113	0,107
10000	4600	0,122	0,108	0,104
18000	8200	0,119	0,107	0,102

2. Khối lượng gỗ

Đối với tàu hàng thông thường, khối lượng gỗ được tính theo (LBH), trị số đó bằng 0,028 – 0,045 t/m³.

3. Khối lượng của thân tàu

Khối lượng của thân tàu bao gồm sắt thép của thân tàu và gỗ.

a) Hệ số khối lượng của thân tàu của các loại tàu cho ở bảng 2.47.

Bảng 2.47

Hệ số khối lượng thân tàu của các loại tàu

Loại tàu	Khối lượng thân tàu	Khối lượng thân tàu	Khối lượng máy
	LBH, t/m ³	D, t/t	D, t/t
Xưởng máy	0,12 – 0,18	0,63 – 0,75	0,18 – 0,35
Tàu kéo hơi nước	0,16 – 0,20	0,45 – 0,60	0,20 – 0,35
Tàu kéo diesel cỡ nhỏ	0,16 – 0,20	0,55 – 0,70	0,20 – 0,35
Tàu kéo cỡ lớn	0,17 – 0,20	0,48 – 0,60	0,20 – 0,32
Tàu cá hơi nước	0,17 – 0,22	0,40 – 0,55	0,15 – 0,20
Sà lan cỡ nhỏ	0,16 – 0,19	0,25 – 0,40	–
Sà lan cỡ lớn	0,11 – 0,14	0,25 – 0,30	–
Tàu hàng cỡ trung và cỡ nhỏ	0,16 – 0,20	0,25 – 0,33	0,05 – 0,10
Tàu hàng cỡ lớn	0,15 – 0,19	0,23 – 0,28	0,05 – 0,08
Tàu dầu máy diesel cỡ trung và cỡ nhỏ	0,17 – 0,21	0,28 – 0,35	0,50 – 0,10
Tàu dầu cỡ lớn	0,15 – 0,20	0,26 – 0,32	0,04 – 0,08
Tàu khách cỡ trung và cỡ nhỏ	0,19 – 0,23	0,40 – 0,45	0,10 – 0,20
Tàu khách - hàng cỡ lớn	0,18 – 0,24	0,40 – 0,45	0,07 – 0,15
Tàu máy có buồm, ven biển	0,18 – 0,22	0,30 – 0,34	0,03 – 0,05
Thuyền buồm	0,16 – 0,18	0,25 – 0,35	–
Tàu hàng trong sông	0,13 – 0,17	0,20 – 0,32	0,05 – 0,15
Sà lan dầu đi sông	0,15 – 0,18	0,20 – 0,25	–
Tàu dầu máy diesel, đi trong sông	0,16 – 0,19	0,23 – 0,26	0,05 – 0,10
Tàu khách đi sông	0,15 – 0,19	0,50 – 0,70	0,10 – 0,25

b) Đối với tàu hàng thông thường. Comstock dùng hệ số (tấn Anh / $\frac{LBH}{100}$) theo đơn vị Anh, để biểu thị hệ số khối lượng thân tàu, trị số đó bằng 0,40 – 0,60.

Herner dùng số lập phương (*LBH*) để biểu thị và cho bằng 0,12 – 0,24 t/m³. Bảng 2.48 cho số liệu phần trăm của các thành phần khối lượng trong khối lượng thân tàu.

Bảng 2.48

% thành phần khối lượng sắt thép, gỗ trang trí

Hạng mục	% khối lượng thân tàu	Hạng mục	% khối lượng thân tàu
Sắt thép thân tàu	62 – 74	Sắt thép buồng	6 – 3
Sắt thép kiến trúc thượng tầng	10 – 6	trên boong	
		Trang trí gỗ	22 – 17

c) Roester thống kê và phân tích khối lượng của thân tàu và đưa ra khối lượng của lấu mũi, lấu lái, lấu giữa và buồng trên boong tàu hàng cho trong bảng 2.49.

Bảng 4.49

**Khối lượng kiến trúc thượng tầng và buồng trên boong
(bao gồm phần sắt thép và phần gỗ)**

Hạng mục	Kiến trúc thượng tầng		Khối lượng kiến trúc thượng tầng, t/m ³				
	% L	Thể tích, m ³ , tính chiều cao 2,5 m	Trọng tải, t				
			2000	3000	5000	8000	12000
Lấu mũi	10	0,10 LB	125	121	117	116	115
Lấu mũi	20	0,35 LB	90	88	86	85	85
Lấu mũi và lấu lái	20	0,30 LB	95	93	91	90	90
Lấu mũi và lấu giữa	40	0,80 LB	85	83	81	80	80
Lấu mũi và lấu giữa	30	0,60 LB	110	108	106	105	105
Lấu mũi, lấu giữa, lấu lái	70	1,60 LB	105	103	101	100	100
Lấu mũi, lấu giữa, lấu lái	40	0,80 LB	105	103	101	100	100
Lấu mũi và lấu giữa và lấu lái liên tục hoặc lấu giữa và lấu mũi liên tục	70	1,55 LB	98	96	94	93	93
Lấu mũi, lấu giữa, lấu lái	90	2,05 LB	90	88	86	85	85
Lấu mũi, lấu giữa, lấu lái	97,5	2,238 LB	80	77	74	73	73

Tiếp bảng 2.49

Thể tích buồng trên boong, m ³			600	640	760	1040	1600
Khối lượng buồng trên boong, t			54	58	68	90	144
Khối lượng trang trí trong buồng, t			220	280	400	580	820

4. Khối lượng máy móc

Khối lượng máy móc gồm khối lượng máy chính, nồi hơi, máy phụ (trừ máy móc trên boong và bơm dầu chở), hệ trục, ổ đỡ trục, chân vịt, trục đuôi, ống bao trục, hộp số, hệ thống ống động lực, đường khí xả, sàn buồng máy, tay vịn trong buồng máy, cầu thang buồng máy, chất lỏng trong đường ống và nồi hơi...

Bảng 2.50 cho khối lượng máy của các loại động lực.

Bảng 2.50

Hệ số khối lượng máy

Vòng quay chân vịt, vg/ph	Loại động lực	Khối lượng máy, t
		công suất, m.l
80 - 110	Máy hơi nước 16 at	0,31 - 0,23
110 - 140	-nt-	0,23 - 0,29
80 - 110	Máy hơi nước 16 at	0,26 - 0,22
100 - 120	-nt-	0,21 - 0,19
120 - 140	-nt-	0,19 - 0,16
100 - 120	Máy hơi nước 20 at kèm nồi hơi	0,20 - 0,15
80 - 150	Máy tuabin hơi kèm hộp giảm tốc và nồi hơi, 26 at	0,16 - 0,13
150 - 350	Máy tuabin hơi kèm hộp giảm tốc và nồi hơi cao áp, 50 at	0,13 - 0,05
100 - 200	Máy diesel, chuyển động trực tiếp	0,24 - 0,14
200 - 400	-nt-	0,14 - 0,08
100 - 200	Máy diesel kèm hộp số giảm tốc	0,15 - 0,07

a) Máy tuabin hơi

Bảng 2.51 cho khối lượng máy của máy tuabin hơi. Nếu máy có kết cấu hàn điện, khối lượng có thể giảm 7 - 15 kg/công suất trục.

Comstock đề xuất số liệu cho loại máy tuabin hơi có bộ phận giảm tốc hoặc máy tuabin hơi điện động, công suất từ 4000 đến 30000 m.l, khối lượng đó bằng 7 - 13 tấn Anh/công suất trục m.l (tương đương 145,5 - 78 kg/công suất trục, m.l).

Bảng 2.51

Khối lượng phần máy của máy tuabin hơi

Công suất trục, mJ	Số chân vịt	Vòng quay, vg/ph	Áp suất hơi nước		Hơi nước quá nhiệt	Chuyển động	kg/mJ
			at	cân Anh (tắc Anh) ²			
7100 r	2	268	15,3	220	Không	Hộp số	91 r
8000 r	2	275	17	250	Không	Hộp số	75 r
8000 k	1	130	50	730	430°C	—	90 r
8500 r	2	270	30,6	450	480°C	Hộp số	58 r
10600 r	2	320	25	370	350°C	Hộp số	49 r
11500 r ^(*)	2	275	15	220	không	Hộp số	88 r ^(*)
12000 r	2	225	32	470	370°C	Điện	111 r
13000 r	1	99	89	1300	480°C	Hộp số	67 r
14500 k	2	150	16,5	240	—	Hộp số	148 k
15000 k	1	100	50	730	430°C		85 k
15000 k	2	130	50	730	430°C		90 k

Ghi chú (*) r - công suất trung bình khi thử ;
k - công suất trung bình khi khai thác.

b) Máy diesel

Tham khảo các số liệu cho trong bảng 2.52 - 2.56.

Đối với máy diesel tốc độ thấp dùng loại bốn kỳ, khối lượng nhân thêm hệ số 1,85, hoặc dùng loại song động hai kỳ, khối lượng nhân thêm hệ số 2,2, hoặc dùng khối lượng máy diesel đơn động, hai kỳ nhân thêm 2,0.

Đối với các loại máy này, đều chưa xét tới kết cấu hàn điện, nếu là kết cấu hàn điện thì khối lượng tính giảm đi 7 - 15 kg/mJ.

Xét tới ảnh hưởng của mối quan hệ giữa vòng quay máy diesel và công suất đối với khối lượng, số liệu hiệu chỉnh cho như sau :

Công suất trục,

$$\left. \begin{array}{l} \text{mJ} \quad 1000 \quad 2000 \quad 3000 \quad 4000 \quad 5000 \quad 6000 \\ \text{kg/mJ} \quad 186 \quad 179 \quad 178 \quad 168 \quad 163 \quad 158 \end{array} \right\} n = 130 \text{ vg/ph}$$

nếu vòng quay thay đổi, phải nhân với hệ số sau :

n , vg/ph	100	120	140	180	220	260	300
Hệ số							
hiệu chỉnh	1,21	1,05	0,95	0,81	0,71	0,63	0,57

Bảng 2.52

Khối lượng bộ phận máy của loại diesel đơn động bốn kỳ

Công suất trục, mJ	Số chân vịt	Vòng quay máy chính, vg/ph	kg/mJ	Ghi chú
500 <i>r</i>	1	—	120	Tàu không định kỳ
800 <i>k</i>	1	150	188	
2000 <i>k</i>	1	100	215	
2000 <i>k</i>	2	145	190	
2000 <i>k</i>	2	145	188	
2000 <i>k</i>	2	250	128	Tàu qua sông
2000 <i>k</i>	1	100	258	Máy hơi phụ
2000 <i>k</i>	1	125	235	-nt-
2000 <i>k</i>	1	100	241	Máy điện phụ
2000 <i>k</i>	1	125	218	-nt-
3000 <i>r</i>	1	—	233	Có trục khuỷu dự trữ
4800 <i>r</i>	2	125	160	
5000 <i>k</i>	2	120	109	
5000 <i>k</i>	1	120	170	Máy điện phụ

Bảng 2.53

Khối lượng bộ phận máy loại diesel đơn động hai kỳ

Công suất trục, mJ	Số chân vịt	Vòng quay máy chính, vg/ph	kg/mJ	Ghi chú
1600 <i>r</i>	1	—	164	Đầu chữ thập
2000 <i>k</i>	1	120	195	
3500 <i>k</i>	1	100	176	
3500 <i>k</i>	1	100	162	
4400 <i>k</i>	1	—	180	
5000 <i>k</i>	1	115	172	
5000 <i>k</i>	1	110	170	
5000 <i>k</i>	2	150	172	Tàu qua sông
5000 <i>k</i>	2	250	110	
5400 <i>r</i>	1	—	183	

Tiếp bảng 2.53

8000 k	1	120	152	Chưa kể ổ đỡ trục, chân vịt Tàu qua eo biển
8000 r	1	—	135	
8000 r	1	118	150	
8300 r	2	125	148	
8400 r	2	125	142	
10800 k	3	110	181	
17000 r	2	268	45	
24000 k	2	100	151	
37500 k	3	145	103	Máy phụ kết cấu nhẹ

Bảng 2.54

Khối lượng bộ phận máy loại diesel tốc độ thấp

Công suất trục, m.l	Số chân vịt	Vòng quay máy chính, vg/ph	kg/m.l	Ghi chú
2100 k	1	110	200	Máy hơi phụ
2100 k	1	110	194	Máy điện phụ
3300 k	1	108	169	
3300 k	1	108	162	
3300 k	1	108	154	
4200 k	1	108	148	Máy hơi phụ
4200 k	1	108	144	Máy điện phụ
3200	4	133	130	

Bảng 2.55

**Khối lượng bộ phận máy loại diesel
song động bốn kỳ**

Công suất trục, m.l	Số chân vịt	Vòng quay máy chính, vg/ph	kg/m.l	Ghi chú
2000	1	190	130	Chưa kể ổ đỡ trục và chân vịt
5000	1	125	142	
5000	2	150	143	
5000 k	1	110	140	
5000	1	130	142	
6000 k	1	120	139	
6800	1	116	147	

Tiếp bảng 2.55

8000	2	130	144	Tàu qua sông
8000	2	215	106	
8000 t	1	—	138	
8000	1	110	140	
8000	2	105	156	
8300 t	2	122	133	
8400 t	2	125	136	
1400 k	2	115	122	
15000	2	116	143	

Bảng 2.56

Khối lượng bộ phận máy loại điêzen có hộp số giảm tốc

Công suất trục, ml	Số máy trên trục	Số chân vịt	Vòng quay máy chính, vg/ph	Loại máy chính (*)	Vòng quay trục chân vịt, vg/ph	kg/ml
3760	—	1	230	S ₂	90	127
6000 k	4	1	—	S ₂	120	115
6300 t	2	1	225	d ₂	90	136
6500 t	2	1	—	S ₂	130	123
7200 k	—	1	210	d ₂	86	117
8000 k	—	1	—	S ₂	130	140
17600 t	2	2	215	d ₂	94	125
31400 t	4	2	215	S ₂	140	140

Ghi chú (*) S₂ - đơn động, hai kỳ

d₂ - song động, hai kỳ

5. Lượng chiếm nước dự trữ

Trong khi nghiệm lại khối lượng toàn tàu, phải xét tới sai số trong tính toán khối lượng, những sửa đổi trong quá trình thiết kế sau này và sửa đổi do yêu cầu của chủ hàng đề xuất, do đó phải tính tới dự trữ trọng lượng chiếm nước, gọi là lượng chiếm nước dự trữ. Trị số này lớn hay bé tùy thuộc vào tình hình nắm số liệu và sai số trong tính toán các khối lượng thành phần.

Theo Nogid trong thiết kế kỹ thuật, lượng chiếm nước dự trữ lấy bằng 3 - 4% lượng chiếm nước của tàu không. Nếu xét thấy trước có thể có những sửa đổi trong thiết kế kỹ thuật, thì ở giai đoạn thiết kế sơ bộ có thể lấy lượng chiếm nước dự trữ là 5%. Thường người ta chọn

lượng chiếm nước dự trữ là 3% lượng chiếm nước của tàu không, ở giai đoạn thiết kế kỹ thuật.

6. Khối lượng của tàu dầu

a) Công thức tính gần đúng khối lượng sắt thép của thân tàu dầu, do Ruiz đề xuất :

$$P_1 = P_0(0,625a + 0,5b + 0,375c + 0,25d - 0,75) \quad (2.97)$$

trong đó : P_0 - khối lượng sắt thép thân tàu của tàu mẫu ;

a - tỷ số giữa số lập phương của tàu thiết kế và tàu mẫu ;

$$a = \frac{L_1 B_1 H_1}{L_0 B_0 H_0} ;$$

b - tỷ số hệ số lượng chiếm nước :

$$b = \frac{1 + 0,5\delta_1}{1 + 0,5\delta_0}$$

c - tỷ số môđun hướng dọc :

$$c = \frac{L_1(B_1 + H_1)}{L_0(B_0 + H_0)}$$

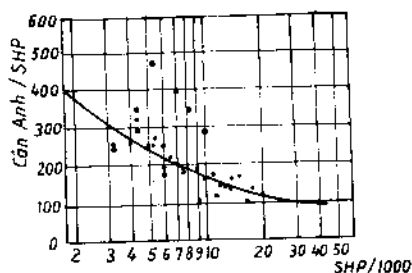
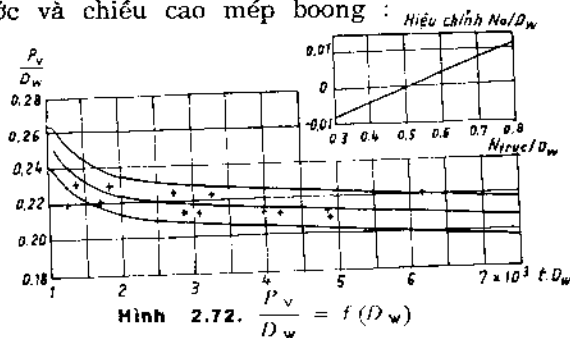
d - tỷ số môn nước và chiều cao mép boong :

$$d = \frac{T_1 H_0}{T_0 H_1}$$

Công thức của Ruiz dựa trên cơ sở số liệu của tàu dầu có kết cấu thuộc hệ thống kết cấu dọc, chế tạo trong 10 - 12 năm, thống kê và quy nạp lại. Các tàu này, có 50 - 100% thuộc kết cấu hàn.

Công thức này chỉ dùng cho tàu dầu, sai số không vượt quá 0,16%.

b) Hình 2.72 cho tỷ số khối lượng sắt thép của thân tàu dầu so với trọng tải của tàu. Đây là tập hợp



của Danwardt. Trong hình, P_v – khối lượng sắt thép thân tàu ; D_w – trọng tải ; N – công suất trục, m.l.

7. Khối lượng của tàu kéo và tàu đẩy

a) Caldwell đưa ra công thức tính khối lượng thân tàu của tàu kéo như sau :

$$P_v = \frac{L G W}{2240}, \text{ tấn Anh ;} \quad (2.98)$$

trong đó : L – chiều dài giữa hai đường vuông góc, fit ;

G – chiều dài đường bao mặt cắt ngang chính giữa tàu, được tính gần đúng bằng $G = 0,9B + 2H$, fit ;

B – chiều rộng thân tàu, fit ;

H – chiều cao mép boong, fit ;

W – hệ số, chọn theo bảng 2.57.

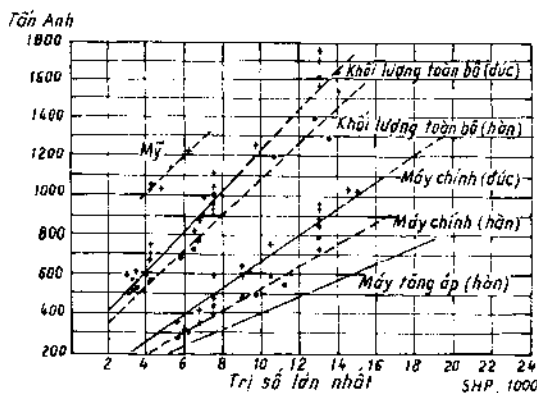
Bảng 2.57

Hệ số khối lượng thân tàu của tàu kéo

$L \times G$	W	$L \times G$	W
3000	61,0	5250	83,5
3250	63,5	5500	86,0
3500	66,0	5750	88,5
3750	68,5	6000	91,0
4000	71,0	6250	93,5
4250	73,5	6500	96,0
4500	76,0	6750	98,5
4750	78,5	7000	101,0
5000	81,0	7250	103,5

b) Số liệu của Simpson

Có thể dùng số liệu tính khối lượng tàu cá của Simpson để tính cho tàu kéo.



Hình 2.74. Khối lượng máy của tàu lắp máy diesel truyền động trực tiếp.

c) Số liệu của Bogdanov

Bogdanov đưa ra số liệu khối lượng tàu kéo đẩy trong hồ ở bảng 2.58. Đây là khối lượng lý thuyết. Lượng chiếm nước thực tế, so với lý thuyết, của tàu kéo đẩy < 3 – 6%. Qua bảng đó, có thể thấy khối lượng thiết bị của tàu kéo đẩy chiếm 10 – 12%. So với tàu thường và tàu kéo, trị số này hơi lớn, và khối lượng sắt thép trên đơn vị số lập phương của tàu kéo đẩy, so với tàu kéo trong hồ và tàu kéo biển, là nhỏ.

Bảng 2.58

Khối lượng lý thuyết của tàu kéo đẩy trong hồ

Tên gọi	Ký hiệu	Công suất tàu kéo đẩy			
		600	800	1200	1340
Sắt thép thân tàu và kiến trúc thượng tầng, t	P_v	73,10	144,0	159,6	159,3
	$P_v : LBH$	0,143	0,1425	0,128	0,128
Gỗ và vật liệu cách nhiệt, t	P_g	3,47	32,76	33,40	34,90
	$P_g : LBH$	0,0068	0,0234	0,0268	0,028
Sơn, vật liệu lót và vật liệu khác, t	P_l	9,87	22,22	23,40	23,40
	$P_l : LBH$	0,0193	0,0220	0,0188	0,0188
Thiết bị trên tàu, t	P_{tb}	23,90	33,89	44,06	42,00
	$P_{tb} : LBH$	0,047	0,0335	0,0354	0,0337
Máy chính và hệ thống ống động lực, t	P_m	32,60	59,92	66,02	78,60
	$P_m : LBH$	0,064	0,0592	0,0532	0,0632
Vật trang bị nhỏ, t	P_n	2,67	7,87	8,37	8,37
	$P_n : LBH$	0,0052	0,0078	0,0067	0,0067
Hệ thống tàu thủy, t	P_h	2,93	17,73	20,73	20,00
	$P_h : LBH$	0,0058	0,0175	0,0166	0,0166
Thiết bị điện và thông tin, t	P_d	7,65	15,23	14,58	20,00
	$P_d : LBH$	0,0150	0,0151	0,0117	0,0166
Chất lỏng trong hệ thống ống, máy và lượng chiếm nước dự trữ, t	P_d	4,77	9,00	15,00	15,00
	$P_d : LBH$	0,0094	0,0089	0,0120	0,0120

Tiếp bảng 2.58

Tổng cộng khối lượng tàu không, t	P_0 $P_0 : LBH$	161,0 0,316	343,0 0,340	385,0 0,309	401,0 0,323
Số lập phương, m ³	LBH	510	1010	1246	1246

8. Khối lượng của tàu cá

Simpson thống kê khối lượng các tàu cá cỡ nhỏ (chiều dài thân tàu khoảng 125 ft) đưa ra công thức ước tính trong giai đoạn thiết kế sơ bộ như sau :

khối lượng vỏ tàu thép, tấn Anh :

$$LBH \times 0,003 ;$$

khối lượng vỏ tàu gỗ, tấn Anh :

$$LBH \times 0,0033 ;$$

khối lượng buồng trên boong bằng gỗ hoặc bằng thép :

$$lbh \times 0,004$$

l, b, h – chiều dài, chiều rộng, chiều cao buồng trên boong

khối lượng gỗ trên tàu :

$$LBH \times 0,001$$

khối lượng máy móc trên boong và thiết bị khác :

$$L \times 0,35$$

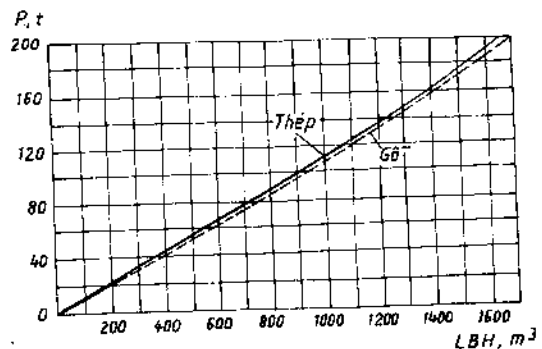
khối lượng bộ phận máy bằng hai lần khối lượng máy chính (loại máy 200 – 400 vg/ph)

khối lượng dầm, t,

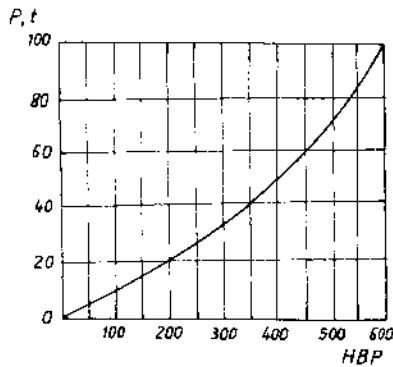
bằng $L \times 0,25$.

Tất cả các đơn vị dùng trên đều tính theo đơn vị Anh.

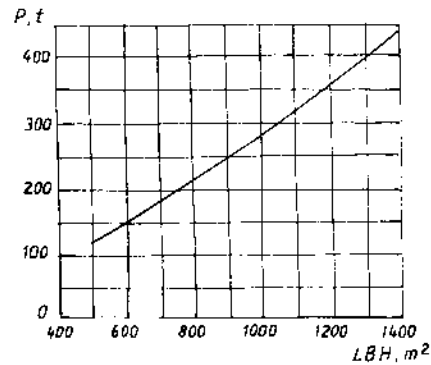
Hình 2.75 – 2.77 có thể dùng tham khảo trong tính khối lượng tàu cá.



Hình 2.75. Khối lượng sắt thép thân tàu và gỗ của tàu cá.



Hình 2.76. Khối lượng bộ phận máy của tàu cá.



Hình 2.77. Khối lượng tàu không của tàu cá.

9. Khối lượng của sà lan

Số liệu của Dragomiretski, dùng cho sà lan chở hàng khô đi biển.

Khối lượng thân tàu, kết cấu hàn điện :

$$P_v = 31,9 + 10^{-6}(S)^2 + 0,097 (S) + 15, t \quad (2.99)$$

trong đó : $S = 2L (B + H)$

Khối lượng toàn bộ của gỗ và trang thiết bị trong các buồng, khoang :

$$P_g + P_{tb} = 0,0093 (LBH) + 21,5, t \quad (2.100)$$

Khối lượng trang bị :

$$P_{tr} = \sqrt{\frac{LBH}{6,82}} - 41,2 - 8,3, t \quad (2.101)$$

Khối lượng hệ thống trên tàu :

$$P_h = 0,30 \times 10^{-4} (LB)^2 - 0,024 (LB) + 6,5, t \quad (2.102)$$

Khối lượng thiết bị và máy móc trên boong kèm cả bộ :

$$P_b = 1,76 \times 10^{-4} (LB)^2 - 0,089 (LB) + 33,5, t \quad (2.103)$$

Khối lượng sơn, xi măng và vật lót khác :

$$P_l = 0,47 \times 10^{-6} (LBH)^2 + 0,0022 (NBH), t \quad (2.104)$$

Sà lan trọng tải 800 t, khối lượng toàn bộ trang thiết bị trong buồng máy, với loại máy diesel :

$$P_m = \sqrt{\frac{LBH}{1,77}} - 1,68 - 16,3 \quad (2.105)$$

Đối với sà lan 250 – 1000 t, lượng dư của lượng chiếm nước có thể lấy trung bình bằng 7 – 8% khối lượng sắt thép thân tàu, khi trọng tải là 1000 – 3000 t, có thể lấy 4 – 6% khối lượng sắt thép thân tàu.

Đối với sà lan sông, khối lượng thân tàu được biểu thị dưới dạng môđun khối lượng $2L(B + H)$ và LBH , số liệu cụ thể cho trong bảng 2.59.

Bảng 2.59

Môđun khối lượng sà lan sông

Loại sà lan	Môđun khối lượng, kg	
	trên mỗi m^2 $2L(B + H)$	trên mỗi m^3 LBH
Sà lan chở hàng vỏ thép	100 – 120	75 – 100
Hoạt động vùng hồ nước		75 – 85
Sà lan boong trên sông	90 – 105	100 – 115
Sà lan dầu bằng trong sông	70 – 95	
Sà lan dầu vỏ thép	105 – 110	70 – 85
Hoạt động vùng hồ nước		90 – 130
Sà lan sông	80 – 96	

2.13. TÍNH ỔN ĐỊNH CỦA TÀU

Sau khi kích thước chủ yếu của tàu đã được xác định, phải nghiệm lại độ ổn định tĩnh của tàu. Độ ổn định tĩnh của tàu bao gồm ổn định ban đầu và ổn định góc lớn. Đối với một số tàu đặc biệt, như tàu khách, tàu khách-hàng, phải xét tới những yêu cầu riêng biệt về ổn định của loại tàu đó. Những yêu cầu riêng biệt đó là ổn định của tàu khi khách tập trung một bên mạn và tàu quay vòng, trên tàu khách, hoặc ổn định của tàu kéo khi tàu giạt dây kéo vuông góc với thân tàu.

2.13.1. Độ ổn định ban đầu

Ta đã biết chiều cao ổn định ban đầu h_0 là :

$$h_0 = z_c + r_0 - z_g - \Delta h \quad (2.106)$$

trong đó : z_c – chiều cao tâm nổi, tính tới đường chuẩn đáy ;

z_g - chiều cao trọng tâm, tính tới đường chuẩn đáy ;

r_o - bán kính ổn định ngang ;

Δh - trị số giảm chiều cao ổn định ban đầu do ảnh hưởng của mặt nước tự do.

Bảng 2.60 cho các trị số chiều cao ổn định ban đầu của các loại tàu.

Bảng 2.60

Trị số h_o của các loại tàu

Loại tàu	h_o , m	Loại tàu	h_o , m
Tàu khách viễn dương	0,30 - 150	Tàu hàng cỡ trung	0,30 - 100
Tàu khách cỡ trung, cỡ nhỏ di biển	0,60 - 0,80	Tàu khách trong sông	3,00 - 5,00
Tàu khách-hàng cỡ lớn	0,60 - 120	Sà lan	2,00 - 10,00
Tàu khách-hàng cỡ trung	0,60 - 0,80	Tàu kéo	0,50 - 0,70
Tàu hàng cỡ lớn	0,30 - 1,00	Tàu cá	0,70 - 0,80
Tàu dầu cỡ lớn	150 - 250		

a) Công thức Nogid

Đối với tàu khách có chiều rộng trên 15 m :

$$\frac{h_o}{B} = 0,04 \div 0,045 \quad (2.107)$$

Đối với tàu hàng có chiều rộng trên 12 m :

$$\frac{h_o}{B} = 0,04 \div 0,05 \quad (2.108)$$

Trị số h_o lớn nhất của tàu khách :

$$h_{o \max} = 0,05B \quad (2.109)$$

b) Công thức Burgess

Trị số h_o nhỏ nhất của tàu dầu :

$$h_{o \min} = \sqrt{\frac{35D}{100L}}, \text{ tính theo đơn vị Anh :} \quad (2.110)$$

$$\text{hoặc } h_{o \min} = 0,0988 \sqrt{\frac{D}{L}}, \text{ tính theo đơn vị hệ mét.}$$

c) Roach đưa ra công thức tính chiều cao ổn định ban đầu của tàu kéo :

$$h_o = \frac{SHP \times l}{100 D \frac{f}{B}} \quad (2.111)$$

trong đó : HP - công suất trục, m.l ;

l - khoảng cách vuông góc giữa tâm mặt cạnh thân tàu và móc kéo, fut ;

D - lượng chiếm nước, tấn Anh ;

B - chiều rộng lớn nhất của đường nước, fut ;

f - mạn khô tối thiểu, fut.

d) Chiều cao ổn định của tàu cá

Theo Taylor, khi tàu không hàng, kéo lưới, trị số đó là :

$$h_o \geq 0,61 \text{ m.}$$

Theo Spanner, trị số $h_o \geq 0,31 \text{ m}$, khi rời ngư trường trở về cảng $h_o = 0,61 \text{ m}$;

Theo Simpson, trong trạng thái xấu nhất, trị số chiều cao ổn định ban đầu $\leq 0,31 - 0,38 \text{ m}$;

Jeager kiến nghị $h_o = 0,1B$ khi tàu rời bến ; khi tàu trở về, trị số h_o nhỏ nhất là $h_{o \min} = 0,06B$.

Bảng 2.61

Trị số h_o của một số loại tàu cá

Loại tàu	$h_o, \text{ m}$		
	tàu không	tàu rời bến 100% dự trữ	tàu trở về 100% cá
Thuyền buồm máy với lượng chiếm nước tới 100 t	10 - 15	10 - 15	0,9 - 1,3
Tàu lưới giả loại nhỏ	0,75 - 0,90	0,75 - 0,80	0,75 - 0,80
Tàu lưới giả cutte	100 - 120	0,75 - 0,80	0,75 - 0,80
Tàu lưới giả loại trung	0,50 - 0,60	0,70 - 0,90	0,65 - 0,80
Tàu lưới giả loại nhỏ	100 - 110	0,80 - 0,85	0,75 - 0,80
Tàu lưới vây loại trung	0,60 - 0,65	0,65 - 0,75	0,65 - 0,75
Tàu lưới vây loại lớn	0,60 - 0,65	0,65 - 0,95	0,65 - 0,80

2.13.2. Chiều cao trọng tâm z_g

a) Chiều cao trọng tâm thường được chọn theo tỷ số $\frac{z_g}{H}$ của tàu mẫu

Bảng 2.62

Trị số z_g/H của các loại tàu

Loại tàu	Tàu không	Tàu chở dầu	Loại tàu	Tàu không	Tàu chở dầu
Tàu hàng mạn khô tối thiểu	0,62 – 0,68	0,62 – 0,65	Tàu dầu	0,56 – 0,60	0,55 – 0,59
Tàu hàng boong che	0,58 – 0,68	0,60 – 0,65	Tàu kéo	0,70 – 0,85	0,70 – 0,80
Tàu khách	0,65 – 0,80		Tàu cá	0,75 – 0,83	0,70 – 0,78

b) Chiều cao trọng tâm của tàu kéo có thể tham khảo các trị số của bảng 2.62

Tính một cách sơ lược có thể dùng số liệu Caldwell $z_g/H = 0,80$.

c) Chiều cao trọng tâm của tàu cá

Dưới đây là các số liệu thống kê của tàu cá cỡ lớn ở trạng thái chở đầy :

$$z_g = 0,73 H \text{ (tàu cá máy diesel)}$$

$$\text{hoặc} \quad = 0,73 H_{\perp}$$

$$z_g = 0,70 H \text{ (tàu cá máy hơi nước)}$$

$$\text{hoặc} \quad = 0,70 H_{\perp}$$

$H_{\perp}$ – chiều cao mép boong tính đến trường hợp có boong nâng cao :

$$H_{\perp} = H + \frac{h \times l}{L_{\perp}}$$

trong đó : H – chiều cao mép boong chính ;

h – chiều cao boong nâng cao ;

l – chiều dài boong nâng cao ;

$L_{\perp}$ – chiều dài giữa hai đường vuông góc của thân tàu.

d) Độ dự trữ của chiều cao trọng tâm tàu không

Xét tới sai số có thể xảy ra trong tính toán và những biến động có thể phát sinh do khối lượng thay đổi, trong quá trình thiết kế phải nâng

cao z_g lên một trị số nhất định gọi là dự trữ của chiều cao trọng tâm. Trị số đó bằng 3 - 5 cm. Đối với tàu khách, trị số này lấy bằng 10 - 15 cm.

Nogid kiến nghị lấy chiều cao trọng tâm của lượng chiếm nước dự trữ ở trên trọng tâm tàu không 10 - 15 mm để tính dự trữ của chiều cao trọng tâm. Tuy nhiên trị số này lớn hay bé còn tùy thuộc vào độ chính xác có thể đạt được trong tính toán khối lượng trọng tâm.

2.13.3. Các biện pháp nâng cao độ ổn định của tàu

Khi nghiệm lại độ ổn định của tàu, nếu phát hiện ổn định không đủ, phải có những biện pháp thích đáng để nâng cao độ ổn định của tàu.

a) Tăng chiều rộng của thân tàu

Tăng chiều rộng của thân tàu có lợi cho việc nâng cao trị số h_0 . Biện pháp này tăng nhanh trị số h_0 , nhưng sẽ làm giảm nhỏ góc vào nước, ảnh hưởng không tốt đến ổn định góc lớn, cần phải cân nhắc kỹ.

b) Tăng mạn khô

Tăng mạn khô có lợi cho ổn định góc lớn, song chiều cao mép boong tăng lên, trọng tâm của tàu nâng cao, ảnh hưởng đến chiều cao ổn định ban đầu cũng đồng thời ảnh hưởng đến độ ổn định góc lớn. Mặt khác mật chịu gió cũng tăng lên.

c) Thêm vật dằn

Đây là một trong những biện pháp tích cực có hiệu quả, thường dùng trên tàu khách, tàu kéo, tàu cá.

Vật dằn cố định có thể hạ thấp trọng tâm, có lợi cho ổn định nhưng phải chú ý đảm bảo đủ dung tích chứa vật dằn.

Cũng có thể tăng dung tích khoang nước dằn để cải thiện tính ổn định của tàu, làm cho phạm vi trị số h_0 không lớn.

d) Tăng hệ số diện tích mặt đường nước α

Trị số α tăng làm cho trị số h_0 tăng. Đương nhiên, trị số α có liên quan đến hình dáng thân tàu, do đó khả năng thay đổi trị số α không lớn lắm. Tuy vậy đây cũng là một biện pháp có thể sử dụng đối với trường hợp trị số h_0 cần nâng cao vừa phải.

e) Giảm diện tích mặt chịu gió

Biện pháp này còn phải xét tới khả năng cho phép của việc bố trí trên tàu.

f) Nâng cao miệng lỗ khoét trên boong để nâng cao góc vào nước cho phép.

g) Giảm ảnh hưởng mặt nước tự do

Tùy theo tình hình cụ thể mà chọn một trong những biện pháp trên để cải thiện tính ổn định của tàu.

2.14. DUNG TÍCH

2.14.1. Hệ số dung tích

Bảng 2.63 cho hệ số dung tích của các loại hàng.

Bảng 2.63

Hệ số dung tích

Tên gọi	m ³ /t	ft ³ /tấn Anh	Ghi chú
Vật dằn	0,614	22	Đá nhỏ
	0,670	24	Đá sỏi
	0,614 - 0,726	22 - 26	Cát
	0,92	33	Đất
Nhiên liệu : dầu	1,26 - 1,39	45 - 50	Đóng thùng
	1,12	40	Để rời
Lúa mì	1,39 - 1,45	50 - 52	Đóng bao
	1,31	47	Rời
Gạo	1,48 - 1,62	53 - 58	Đóng bao
Đậu	1,39 - 1,67	50 - 60	Đóng bao
Bột	1,34 - 1,51	48 - 54	Đóng bao
Muối	1,03	37	Rời
	1,45	52	Đóng thùng
Chè	2,5 - 2,79	90 - 100	Đóng hòm
Than	1,14 - 1,26	41 - 45	Rời
Đường	1,12 - 1,34	40 - 48	Đóng bao
	1,39 - 1,62	50 - 58	Đóng thùng
Bông	1,45	52	Đóng bao (chặt)
	3,22 - 4,20	115 - 150	Đóng bao (lông)
Da	1,95 - 2,23	70 - 80	Đóng bao (ép chặt)
Giấy bao	3,35	120	Cuộn
Thép tròn	0,34	12	Xếp đóng
Sắt tấm	1	36	Đóng hòm
Máy móc	1,39	50	Đóng hòm
Ximăng	0,98	35	Đóng bao
	1	36	Đóng thùng

Tiếp bảng 2.63

Gỗ	0,56 - 1,95	20 - 70	
Ôtô	3,07	110	Tháo rời đóng hòm
	7,55	270	Đóng hòm cả xe

Đối với tàu chở hàng nặng, thực tế thiết kế là tàu mạn khô tối thiểu, hệ số dung tích là 1,4 - 1,5 m³/t.

Đối với tàu chở hàng nhẹ, tàu có mạn khô dư, hệ số dung tích trước đây thường chọn là 1,6 - 1,8 m³/t, gần đây có tàu đã lấy tới 2,0 - 2,2 m³/t.

2.14.2. Dung tích hình dáng và dung tích tính

Dung tích hàng bao và dung tích hàng rời chênh nhau 10%.

Do yêu cầu cách nhiệt, dung tích các khoang ướp lạnh thường nhỏ, có thể giảm đi 20 - 30%, so với tàu hàng rời. Số liệu của Munro - Smith cho ở bảng 2.64.

Bảng 2.64

Tỷ suất giảm của dung tích khoang ướp lạnh

Trong khoang	
Hai đầu mũi lái	Giảm 31% so với dung tích hình dáng
Giữa tàu	Giảm 24% so với dung tích hình dáng
Giữa hai boong	
Hai đầu mũi lái	33%
Giữa tàu	32%

Khoang chứa than giảm đi 3% so với dung tích hàng rời.

Tỷ suất giảm dung tích của khoang chứa chất lỏng cho ở bảng 2.65.

Bảng 2.65

Tỷ suất giảm (%) của dung tích khoang chứa chất lỏng

Khoang đáy đôi lót xi măng	2,5 - 3,0
Khoang dầu không có đáy đôi :	
loại không có ống hâm nóng	2,0 - 2,5
loại có ống hâm nóng	2,5 - 3,0
Khoang sâu chứa nước hoặc dầu đốt	1,0 - 1,5
Dung tích bành trướng của khoang dầu	2,0 - 3,0

Xuất phát từ định nghĩa dung tích lý thuyết W_t , là dung tích từ lớp ngoài cùng của đáy trong tàu đáy đôi, tới mép trên cùng của xà ngang boong, dung tích chứa hàng hạt được xác định như sau :

Trong khoang hàng :

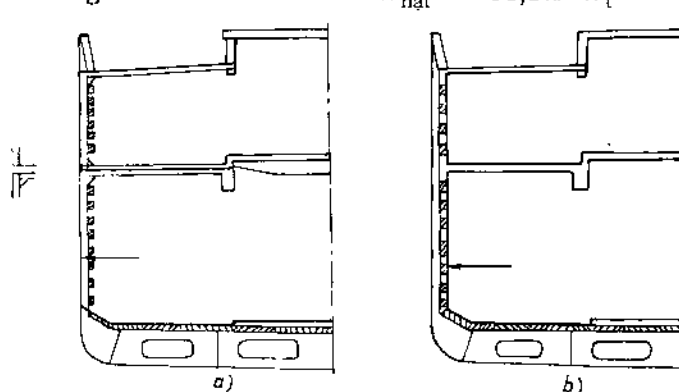
hai đầu mũi, lái : $W_{\text{hạt}} = 98,8\% W_t$

giữa tàu : $W_{\text{hạt}} = 99,8\% W_t$

Khoảng giữa hai boong :

hai đầu mũi, lái : $W_{\text{hạt}} = 98,7\% W_t$

giữa tàu : $W_{\text{hạt}} = 98,8\% W_t$



Hình 2.78. Xác định dung tích khoang hàng :
a) hàng rời ; b) hàng bao.

2.14.3. Tính dung tích

a) Dung tích tàu hàng khô

1) Bảng 2.66 cho các số liệu của Schokker tính dung tích theo tàu mẫu.

Bảng 2.66

Dung tích khoang hàng

LBH, m	LBH, ft ²	δ	$\frac{l}{L}$	$\frac{L}{H}$	Dung tích hàng rời	Dung tích hàng rời
					LBH	$(L - l) BH$
9400	332000	0,62	0,19	11,3	0,475	0,587
15400	544000	0,72	0,16	11,1	0,575	0,685
17100	606500	0,71	0,12	10,2	0,536	0,610

Tiếp bảng 2.66

21000	744000	0,75	0,13	10,3	0,580	0,668
23800	842000	0,75	0,11	11,3	0,676	0,761
25400	897000	0,75	0,12	11,7	0,653	0,743
28600	1012000	0,73	0,14	10,9	0,588	0,684
29400	1039000	0,78	0,15	11,0	0,605	0,713
31000	1097000	0,74	0,17	12,0	0,559	0,674
31600	1115000	0,73	0,14	10,4	0,586	0,683
31800	1126000	0,65	0,13	10,2	0,655	0,753
33700	1190000	0,71	0,16	10,7	0,589	0,701
33800	1193000	0,73	0,22	11,9	0,546	0,701
34600	1223000	0,68	0,14	11,8	0,517	0,694

Các ký hiệu bảng 2.66 :

L - chiều dài giữa hai đường vuông góc của thân tàu ;

B - chiều rộng thân tàu ;

H - chiều cao mép boong' ;

δ - hệ số thể tích chiếm nước ;

l - chiều dài khoang máy ;

2) Phương pháp Munro - Smith

Phương pháp thứ nhất

Căn cứ vào $L_{\perp}$, B , chiều sâu của khoang (hiệu chỉnh theo chiều cong mép boong và độ cong ngang boong) và trị số δ tương ứng với 85% H của tàu mẫu, tính dung tích của tất cả các khoang, trừ khoang nhọn ở mũi và lái, của tàu mới.

$$V' = V \cdot \frac{L'_{\perp}}{L_1} \cdot \frac{B'}{B} \cdot \frac{H'_0}{H_0} \cdot \frac{\delta'_{(0,85 H)}}{\delta_{(0,85 H)}} \quad (2.112)$$

trong đó : các trị số có dấu phẩy (') là thuộc về tàu mới ;

V - dung tích khoang hàng rời ;

H_0 - chiều sâu của khoang sau khi hiệu chỉnh ;

H - chiều cao mép boong + $\frac{1}{2}$ độ cong ngang boong + $\frac{1}{6}$ (chiều

cao mép boong phía mũi + chiều cao mép boong phía lái)
- (chiều cao đáy đôi + chiều dày tôn đáy của khoang) ;

$\delta_{(0,85 H)}$ - trị số δ ứng với mức nước 0,85 H , có thể căn cứ vào

$$\frac{d\delta}{dT} = \frac{1}{10T} \text{ để tìm}$$

Ví dụ : khi $T = 24 \text{ fit}$, $\delta = 0,72$.

Mớn nước biến đổi 1 fut, trị số δ biến đổi là :

$$\frac{d\delta}{dT} = \frac{1}{10 \times 24} = 0,0042$$

Nếu mớn nước $T = 0,85H = 20 \text{ fit}$

$$\delta_{(0,85H)} = 0,72 - (4 \times 0,0042) = 0,703.$$

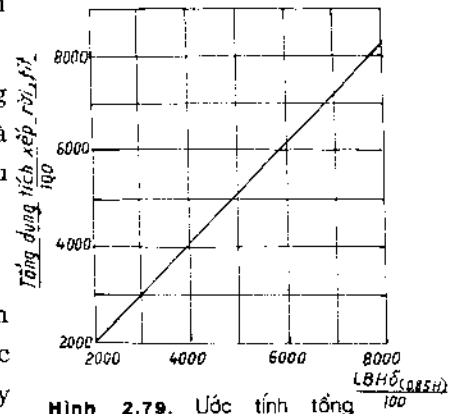
Phương pháp thứ hai

Bảng 2.67 cho hệ số của các sườn lý thuyết trên đường cong diện tích mặt cắt ngang từ đáy đôi trở lên tới boong liên tục cao nhất trở xuống.

Trị số của các hệ số ứng với δ bằng 0,65, 0,70, 0,75 với mớn nước chở đầy, và đường cong mép boong lấy theo trị số tiêu chuẩn.

Phương pháp thứ ba

Tất cả các dung tích, trừ khoang nhọn ở mũi và lái ra (tức là dung tích của các khoang không chở hàng và chở hàng từ đáy đôi trở lên và boong liên tục cao nhất trở xuống) có thể tính theo đường biểu diễn trên hình 2.79.



Hình 2.79. Ước tính tổng dung tích của tàu.

Bảng 2.67

Hệ số diện tích mặt cắt của các sườn lý thuyết

Sườn lý thuyết	δ		
	0,65	0,70	0,75
$\frac{1}{2}$	0,296	0,369	0,444
1	0,505	0,589	0,673
$1\frac{1}{2}$	0,679	0,757	0,841

Tiếp bảng 2.67

2	0,810	0,872	0,932
3	9,41	0,971	1,00
4	0,987	0,996	1,000
5	1,000	1,000	1,000
6	1,011	1,016	1,021
7	0,973	1,010	1,037
8	0,799	0,906	0,983
$8\frac{1}{2}$	0,621	0,750	0,857
9	0,408	0,517	0,651
$9\frac{1}{2}$	0,189	0,238	0,323

3. Công thức Nogid

Nogid đưa ra công thức tính như sau :

$$V = (K_1 K_2 L_{\perp} - K_3 l_m) BH_1 ; \quad (2.113)$$

trong đó : V - tổng dung tích của khoang hàng trong khoảng từ boong trên trở xuống tới tôn đáy trong ;

H_1 - chiều sâu của khoang (chiều cao đo ở mạn từ tôn đáy trong tới boong trên) ;

K_1 - hệ số, đối với tàu mạn khô tối thiểu, lấy bằng $0,95\alpha + 0,05$;

đối với tàu boong che, lấy bằng $0,96\alpha + 0,05$;

$K_2 = 0,96$;

$K_3 = 1,00$;

l_m = tổng chiều dài khoang máy.

b) Dung tích tàu dầu

Có thể tính theo công thức Nogid :

$$V = a_1 a_2 IBH ; \quad (2.114)$$

trong đó : V - dung tích có ích của khoang dầu ;

$a_1 = 1,0$ (tàu dầu thông thường có chiều cong mép boong bình thường) ;

$a_2 = \frac{1}{1+v} = \frac{1}{1+0.05} = 0,95$ (v - hệ số thể tích xét tới độ

bành trưởng của dầu lửa và phần thể tích bị chiếm bởi các kết cấu, đường ống trong khoang) ;

l – chiều dài khoang dầu.

c) *Dung tích khoang đáy đôi và khoang nhọn*

Kari đề xuất công thức tính như sau :

Dung tích đáy đôi, $\text{fit}^3 =$

$$= K \times \left(\frac{\text{chiều dài đáy đôi} \times \text{chiều rộng tàu} \times \text{chiều cao đáy đôi}}{1,03} \right) \quad (2.115)$$

trong đó : $K = \frac{(\text{hệ số ở khi chờ đáy})^2}{1,15} - 0,045$

Trong công thức trên, chiều rộng đáy đôi bằng 78% chiều rộng tàu

$$\text{Dung tích khoang nhọn, } \text{fit}^3 = K_1 \left(\frac{\text{chiều dài khoang nhọn}}{0,05 \times L} \right)^2 \times$$

chiều rộng tàu $\times$ chiều cao vách khoang nhọn trong khoang $\times$
 $\times$ chiều dài khoang nhọn (2.116)

trong đó : $K_1 = \frac{(\varphi \text{ của nửa trước thân tàu})^5}{2,38}$ (đối với khoang nhọn ở mũi)

$$K_1 = \frac{(\varphi \text{ của nửa sau thân tàu})^5}{2,38}$$
 (đối với khoang nhọn ở đuôi)

d) *Ước tính trọng tâm dung tích*

Bảng 2.68 cho số liệu của Munro – Smith ; chiều cao trọng tâm dung tích từ đáy trong trở lên.

Bảng 2.68

Tỷ số chiều cao trọng tâm dung tích

$h_m + h_1$	z_v	$h_m + h_1$	z_v
$6 \times H$	H	$6 \times H$	H
0,06	0,556	0,10	0,575
0,08	0,565	0,12	0,583

Ký hiệu trong bảng 2.68 :

h_m - chiều cao độ cắt của mép boong phía mũi ;

h_l - chiều cao độ cắt của mép boong phía lái ;

H - chiều sâu của khoang ở giữa tàu ;

z_v - chiều cao trọng tâm dung tích cách tôn đáy trong.

Trong bảng 2.68 các trị số cho ứng với $\delta = 0,76$ khi $T = 0,85H$. Nếu δ tăng hoặc giảm 0,02, thì hệ số ở cột bên phải tương ứng sẽ tăng hoặc giảm 0,002.

Theo Bustard, tỷ số chiều cao trọng tâm dung tích trên tôn đáy trong và chiều cao mép boong có thể lấy bằng 0,54 - 0,59.

Nogid đưa ra công thức tính như sau :

$$z = \xi H = 0,53 (H - h_g) + 0,25 h_{tb} + h_g \quad (2.117)$$

trong đó : z - chiều cao trọng tâm dung tích khoang hàng tính từ đường chuẩn đáy ;

ξ - hệ số tỷ lệ của chiều cao hình dáng H ;

h_g - chiều cao đáy đôi ;

h_{tb} - chiều cao trung bình của độ cắt mép boong.

Xét tới $h_g \approx 0,155T$, công thức trên có thể viết :

$$\xi = 0,53 + 0,073 \frac{T}{H} + 0,25 \frac{h_{tb}}{H}$$

Đối với tàu chở hàng khô, trị số trung bình $\xi = 0,62 \div 0,63$, đối với tàu dầu $\xi = 0,53$.

2.14.4. Phương trình dung tích

a) Phương trình dung tích do Nogid đề xuất

Ký hiệu : W - thể tích khoang hàng ;

k_1 - hệ số

$$k_1 = \frac{W_o}{LBH_1} ;$$

trong đó : W_o - thể tích dưới boong (từ boong trên cùng tới đáy trong của tàu) ;

H_1 - chiều cao ở mạn, tính từ đáy trong tới boong trên cùng;

k_2 - hệ số loại trừ các khoang mũi, lái và vòm đường trục ;

k_3 - hệ số thể tích phần khoang máy ;

$$k_3 = \frac{W_m}{l_m B H_1}$$

W_m - thể tích khoang máy và các thùng chứa nhiên liệu ngoài khoang máy ;

l_m - chiều dài khoang máy ;

D - lượng chiếm nước ;

h_d - chiều cao đáy đôi, có thể chọn theo hình 2.80.

Đối với tàu chở hàng khô, buồng máy bố trí giữa tàu, phương trình dung tích có dạng sau :

$$\frac{W}{D} = \frac{1}{\gamma \delta} \left(k_1 k_2 - k_3 \frac{l_m}{L} \right) \left(\frac{H}{T} - \frac{h_d}{T} \right) \quad (2.118)$$

Gọi μ là tỷ dung hàng hóa.

η là hệ số trọng tải, ta có :

$$\frac{W}{D} = \mu \frac{Q}{D} = \mu \eta \quad (2.119)$$

Thay (2.119) vào (2.118), ta có :

$$\mu = \frac{1}{\eta \gamma \delta} \left(k_1 k_2 - k_3 \frac{l_m}{L} \right) \left(\frac{H}{T} - \frac{h_d}{T} \right) \quad (2.120)$$

$$\text{hoặc} \quad \frac{H}{T} = \frac{\mu \eta \gamma \delta}{k_1 k_2 - k_3 \frac{l_m}{L}} + \frac{h_d}{T} \quad (2.121)$$

$$\text{hoặc} \quad L = \frac{k_3 l_m \left(\frac{H}{T} - \frac{h_d}{T} \right)}{k_1 k_2 \left(\frac{H}{T} - \frac{h_d}{T} \right) - \mu \eta \gamma \delta} \quad (2.122)$$

Từ phương trình khối lượng, có thể tính η theo công thức :

$$\eta = \left(1 - g_k \frac{1}{\gamma \delta} \cdot \frac{H}{T} \right) \frac{Q}{Q + P_m + P_n + P_{dt} + P_\Delta} \quad (2.123)$$

trong đó : $g_k = \frac{P_v}{LBH}$ - chỉ số khối lượng thân tàu trên đơn vị thể tích LBH ;

P_v - khối lượng thân tàu ;

P_m - khối lượng của máy ;

P_n - khối lượng của nhiên liệu ;

P_{dt} - khối lượng của dầu, nước dự trữ ;

P_D - lượng chiếm nước dự trữ ;

Q - khối lượng của hàng hóa.

Các hệ số k_1, k_2, k_3 có thể tính gần đúng như sau :

$$k_1 = 0,95 \alpha + 0,05$$

đối với tàu có mạn khô tối thiểu

$$k_1 = 0,96 \alpha + 0,05$$

đối với tàu có boong che

$$k_2 = 1 - \frac{1}{3} \frac{l_s}{L} = 0,957 + 0,970$$

l_s - chiều dài khoang mũi lái ; trung bình $k_2 = 0,96$.

$k_3 = 1,0$ khi khoang máy ở giữa tàu.

Đối với tàu chở hàng khô, khoang máy bố trí ở đuôi tàu, phương trình dung tích có dạng sau :

$$\mu = \frac{a}{\eta \gamma \delta} \eta_L \left(\frac{H}{T} - \frac{h_d}{T} \right) \quad (2.124)$$

$$\eta = \frac{l}{L} - \text{hệ số sử}$$

dụng chiều dài ;

$$a = 0,87 + 0,80, \text{ hệ}$$

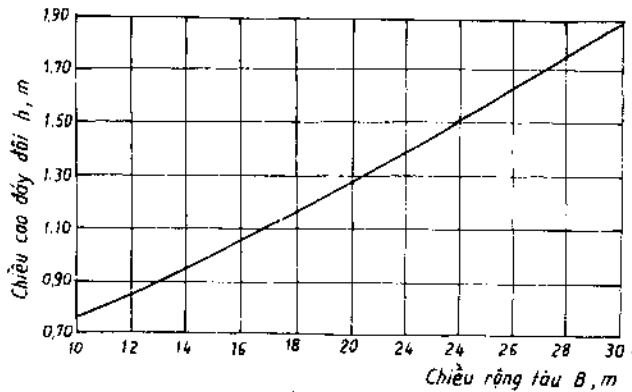
số tính toán ;

Đối với tàu chở

dầu, Nogid đưa ra phương trình :

$$\mu = \frac{1}{1 + \gamma} \frac{1}{\eta \gamma \delta} \eta_L \frac{H}{T} \quad (2.125)$$

Hệ số sử dụng chiều dài η_L :



Hình 2.80. Chiều cao của đáy đối.

$$\eta_L = 1 - \frac{(1 - \lambda) l_r + l_p}{L} \quad (2.126)$$

$\lambda = \frac{l_n}{l_r}$ - tỷ số giữa chiều dài từ khoang hàng tới sống mũi và

chiều dài từ khoang hàng tới sống lái ;

l_r - khoảng cách từ khoang hàng tới sống lái ;

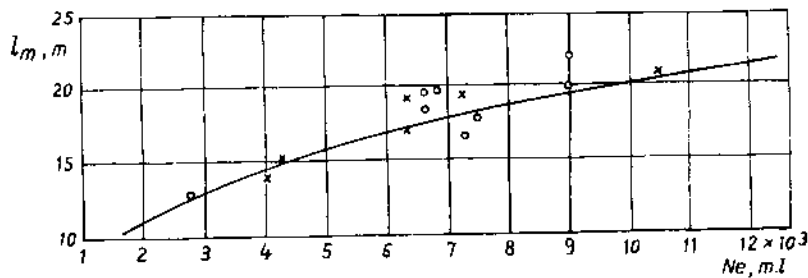
l_p - chiều dài các khoang mũi và khoang lái.

Bảng 2.69 cho tỷ số phần trăm giữa chiều dài khoang máy l_m so với chiều dài thân tàu $L_\perp$ (tàu một chân vịt).

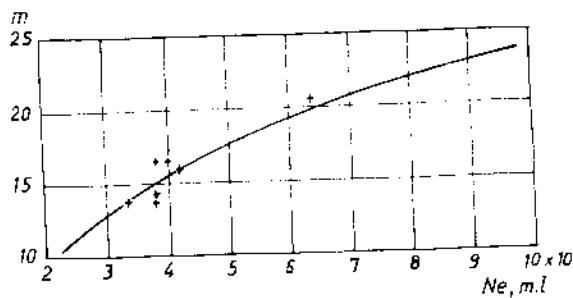
Bảng 2.69

Loại tàu và máy chính	Vị trí khoang máy	
	giữa tàu	đuôi tàu
Tàu chở hàng khô :		
máy diesel ($L = 90 \div 144\text{m}$)	12 - 16	15 - 17
nt ($L = 33 \div 90\text{m}$)	14 - 20	15 - 20
hai máy diesel có giảm tốc		
($L = 73 \div 150\text{m}$)	13 - 16	13 - 23
máy tuabin hơi ($L = 138 \div 161\text{m}$)	13 - 15	
Tàu dầu :		
máy diesel ($L = 142 \div 189\text{m}$)	—	16 - 19
nt ($L = 38 \div 83\text{m}$)	—	17 - 21
máy tuabin ($L = 154 \div 220\text{m}$)	—	15 - 17

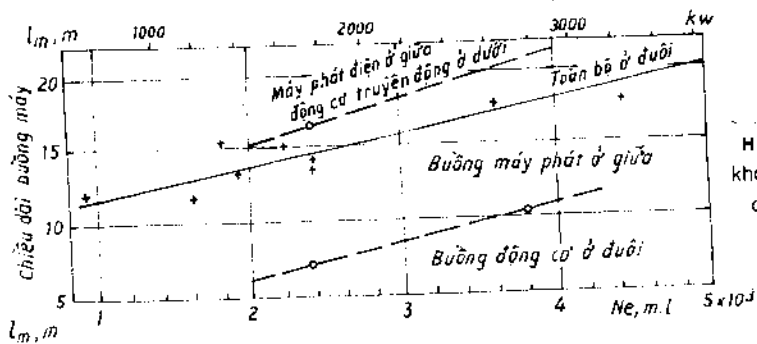
Các hình 2.81 - 2.85 cho chiều dài khoang máy l_m .



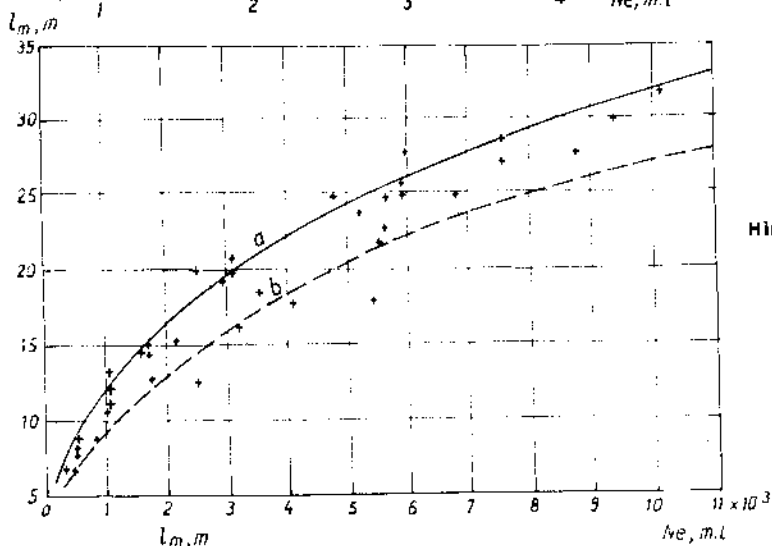
Hình 2.81. Chiều dài buồng máy đặt ở giữa tàu và truyền động trực tiếp.



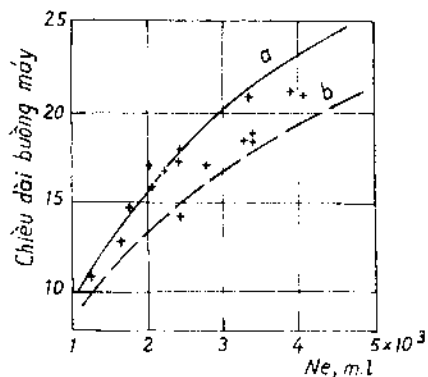
Hình 2.82. Chiều dài khoang máy đặt ở giữa tàu, có hai động cơ và hộp số.



Hình 2.83. Chiều dài khoang máy với truyền động điện - diesel.



Hình 2.84. Chiều dài khoang máy đặt ở đuôi và truyền động trực tiếp



Hình 2.85. Chiều dài khoang máy đặt ở đuôi có hai máy và hộp số :
a) cho tàu thon và có các thùng chứa trong khoang máy ;
b) cho tàu dày dặn và không có thùng chứa trong khoang máy.

b) Phương trình dung tích tàu sông và tàu ven biển

Trong tính toán có kể đến thể tích hầm hàng và thể tích xếp hàng trên boong. Phương trình như sau :

$$\eta_w = \frac{\xi Q \mu}{LBH} = (l - \lambda_p - \lambda_m) (1 - h_1) (1 - b_1) + l_2 h_2 b_2 + l_3 h_3 b_3 \quad (2.127)$$

trong đó : η_w - hệ số sử dụng dung tích LBH ;

ξ - hệ số ảnh hưởng của việc sắp xếp hàng không sát nhau và lối đi bằng 1,2 - 1,1 ;

$\lambda_p = \frac{l_p}{L}$ - chiều dài tương đối của các khoang mũi, lái ;

$\lambda_m = \frac{l_m}{L}$ - chiều dài tương đối của khoang máy và các thùng chứa nhiên liệu ngoài buồng máy.

Đối với tàu chở hàng khô $Q > 600t$;

$$\lambda_p = 0,10 \div 0,12 ;$$

Đối với tàu chở hàng khô $Q < 600t$ và tàu dầu :

$$\lambda_p = 0,15 \div 0,20$$

Đối với tàu chở hàng khô : $\lambda_m = 0,13 \div 0,16$;

Đối với tàu chở hàng lỏng : $\lambda_m = 0,15 \div 0,20$;

$b_1 = \frac{b}{B}$ - chiều rộng tương đối của khung sườn mạn khoang hàng.

$b_1 = 0,06 \div 0,09$: tàu mạn đơn ;

$b_1 = 0,14 \div 0,20$: tàu mạn kép ;

$h_1 = \frac{h}{B}$ - chiều cao tương đối của khung sườn đáy và boong.

Tàu đáy đơn, $Q < 600t$: $h_1 = 0,26 \div 0,30$;

Tàu đáy đôi, $Q > 600t$; $h_1 = 0,24 \div 0,28$;

Tàu boong hở, có đáy đôi : $h_1 = 0,16 \div 0,26$;

Tàu chở dầu, có đáy đôi : $h_1 = 0,15 \div 0,17$.

l_2, h_2, b_2 - các hệ số kích thước tương đối của mép miệng hầm hàng.

$$l_2 = 0,62 \div 0,75.$$

Tàu có mạn kép : $b_2 = 0,75 \div 0,83$;

Tàu có mạn đơn : $b_2 = 0,68 \div 0,71$;

Tàu có $Q < 600t$: $h_2 = 0,36 \div 0,50$;

Tàu có $Q > 600t$: $h_2 = 0,15 \div 0,30$.

l_3, h_3, b_3 - hệ số kích thước tương đối của chiều dài, chiều cao, chiều rộng đóng hàng xếp trên boong.

$$\beta_3 = \frac{S_3}{b_3 h_3} - \text{hệ số béo của mặt cắt ngang đóng hàng ;}$$

$$0,5 \leq \beta_3 \leq 1$$

Khi mặt cắt ngang là hình tam giác, $\beta_3 = 0,5$;

Khi mặt cắt ngang là hình chữ nhật, $\beta_3 = 1,0$.

Phương trình dung tích còn có thể viết dưới dạng :

$$\mu = \frac{1}{\eta \gamma \delta \xi} \cdot \eta_w \frac{H}{T} \quad (2.128)$$

trong đó : η_w tính theo công thức (2.127) ; η tính theo công thức (2.123).

2.14.5. Tấn đăng ký

Tấn đăng ký là một chỉ tiêu có tính tổng hợp được dùng từ xưa đến nay trong việc buôn bán và thuê tàu. Chỉ tiêu này biểu hiện khái niệm tổng quát về kích thước và thu nhập của con tàu.

Tấn đăng ký được phân làm hai loại, tổng số tấn đăng ký và tấn đăng ký tịnh (cũng có người gọi là tấn đăng ký thô và tấn đăng ký tịnh) được ký hiệu tương ứng là *BRT* và *NRT*.

Tổng số tấn đăng ký bao gồm thể tích toàn bộ của thân tàu và kiến trúc thượng tầng được che kín, trừ một số khu vực quy định đặc biệt.

Tấn đăng ký tịnh là thể tích còn lại trong tổng số tấn đăng ký trừ đi các thể tích không dùng để chở hàng hóa và hành khách.

Một tấn đăng ký bằng 100 ft^3 hoặc bằng $2,83 \text{ m}^3$. Đó là đơn vị đo lường chung của tổng số tấn đăng ký và tấn đăng ký tịnh.

Tấn đăng ký là một đặc trưng có tính chất giả định về dung tích của tàu.

Bảng 2.70 cho thấy, dung tích thực tế W , của tàu chở hàng bao đo bằng tấn đăng ký, so với tấn đăng ký tịnh *NRT*, thì vượt khoảng 15 - 20%.

Bảng 2.70

Mối quan hệ giữa W và NRT

Trọng tải D_w , t	NRT	$\frac{W}{NRT}$	Loại máy chính
4620	1928	1,14	Điêzen
9000	4027	1,19	Máy hơi
10700	4312	1,23	Tuabin

Bảng 2.71 cho tỷ số giữa trọng tải với tổng số tấn đăng ký và tấn đăng ký tính của tàu hàng mạn khô tối thiểu và tàu hàng có boong che.

Bảng 2.71

		Hình thức kiến trúc				
		tàu mạn khô tối thiểu			tàu boong che	
Tàu hơi nước	D_w	4200	9270	11320	10360	10600
	$\frac{D_w}{BRT}$	1,48	1,48	1,50	1,77	1,43
	$\frac{D_w}{NRT}$	2,60	2,42	2,42	2,10	2,36
Tàu điêzen	D_w	4620	11310	11990	9000	10670
	$\frac{D_w}{BRT}$	1,31	1,44	1,48	1,33	1,48
	$\frac{D_w}{NRT}$	2,40	—	—	2,23	2,42

Qua bảng trên, thấy rõ các trị số tương đối ổn định.

Sơ bộ, có thể chọn :

$$\left. \begin{aligned}
 BRT &\approx \frac{D_w}{1,45} \approx 0,69 D_w \\
 NRT &\approx \frac{D_w}{2,40} \approx 0,42 D_w \\
 NRT &\approx 0,6 BRT
 \end{aligned} \right\} \quad (2.129)$$

Nếu lấy hệ số sử dụng lượng chiếm nước, trung bình là

$$\eta = 0,67$$

ta có :

$$BRT \approx 0,46D ;$$

$$NRT \approx 0,28D$$

Bảng dưới đây cho tỷ số thực tế của tấn đăng ký với lượng chiếm nước.

D_w	4620.	9000	10700
D	7024	14310	16950
BRT/D	0,458	0,472	0,437
NRT/D	0,274	0,282	0,254

2.14.6. Sức chở của tàu khách

Khi xét sơ bộ kích thước của tàu khách với số khách quy định, tiện nhất là dùng tàu mẫu cùng loại cỡ để so sánh. Các chỉ tiêu thường dùng để so sánh là tỷ số giữa số hành khách N và lượng chiếm nước D , hoặc với tích số chiều dài chiều rộng thân tàu LB , hoặc với chiều dài thân tàu L . Trong các trị số đó, trị số $\frac{N}{L}$ là ổn định nhất, và sau đây là tỷ số $\frac{N}{LB}$ hoặc $\frac{LB}{N}$. Điều đó chỉ rõ, trong bố trí tàu khách, điều có ý nghĩa quan trọng nhất, trước tiên là chiều dài thân tàu và sau đây là diện tích mặt boong. Còn dung tích ít có tính chất đặc trưng với tàu khách.

Bảng 2.72 và 2.73 cho các tỷ số $\frac{N}{L}$, $\frac{LB}{N}$ và $\frac{D}{N}$ của tàu khách các nước. Bảng 2.72 cho số liệu của tàu khách viễn dương, bảng 2.73 cho số liệu của tàu khách nội địa với số lượng ghế ngồi tối đa.

Tỷ số $n = \frac{N}{L}$ nêu lên khái niệm về mức độ thoải mái của tàu. Trị số biến động khá lớn.

Bảng 2.72

Chỉ tiêu số khách trên tàu viễn dương

Số khách N	L_{mm}	D	D/N	LB/N	N/L
1972	293,2	68600	34,8	5,32	6,73
1232	213,4	36230	29,5	4,65	5,77

Tiếp bảng 2.72

Số khách N	L_{mm}	D	D/N	LB/N	N/L
2200	207,7	51600	23,4	3,82	8,12
860	166,1	18700	21,8	4,35	5,17
1574	176,8	26800	17,0	2,68	8,90
1590	190,0	20870	13,9	3,04	7,90
604	127,1	8530	14,1	3,86	4,75
546	110,0	5980	10,9	3,12	4,97
575	82,3	2725	4,7	1,78	7,00

Bảng 2.73

Chỉ tiêu số khách trên tàu nội địa

Số khách N	L_{mm}	D	D/N	LB/N	N/L
2000	86,0	1930	0,97	0,55	23,8
400	29,0	193	0,48	0,45	15,3
1000	58,7	470	0,47	0,52	17,0

2.15. NGHIỆM LẠI CÁC TÍNH NĂNG KHÁC CỦA TÀU

2.15.1. Chu kỳ lắc ngang

Chu kỳ lắc ngang của các loại tàu được ghi trong bảng 2.74.

Bảng 2.74

Chu kỳ tự lắc của các loại tàu

Loại tàu	Chu kỳ tự lắc
Tàu khách :	10 - 02s
$D = 10000 - 30000t$	9 - 15s
$D = 1000 - 10000t$	6 - 09s
$D = 500 - 1000t$	7 - 12s
Tàu hàng	
Tàu dầu :	
trọng tải 20000 - 45000t	11 - 13s
5000 - 20000t	9 - 12s
1000 - 5000t	7 - 10s
Tàu lưới kéo, tàu cá	6 - 8s
Tàu cá nhỏ ($L < 20m$)	4 - 5s

2.15.2. Ước tính chu kỳ lắc ngang

Trong giai đoạn lựa chọn kích thước của tàu, có thể dùng công thức đơn giản sau đây để ước tính chu kỳ lắc ngang của tàu

$$T_{\theta} = 0,58 \frac{\sqrt{B^2 + 4z_g^2}}{\sqrt{h_o}} \quad (2.130)$$

trong đó : T_{θ} - chu kỳ lắc ngang, s ;

B - chiều rộng của tàu, m ;

z_g - chiều cao trọng tâm của tàu tính từ đường chuẩn đáy, m ;

h_o - chiều cao ổn định ban đầu, m.

2.15.3. Tần số dao động

Trong giai đoạn thiết kế sơ bộ, khi chọn kích thước của thân tàu, có thể căn cứ vào kích thước lựa chọn để xác định tần số dao động của thân tàu, tránh hiện tượng cộng hưởng giữa dao động của thân tàu và vòng quay của máy chính.

Todd đưa ra công thức ước tính tần số dao động của thân tàu, đây là một công thức gần đúng khá chính xác :

$$f = \beta \sqrt{\frac{B}{D_1} \frac{H_c^3}{L^3}} \quad (2.131)$$

trong đó : f - tần số dao động, lần/ph ;

β - hệ số, có các trị số sau :

$\beta = 62500$ (tàu dầu cỡ lớn chở đầy) ;

$\beta = 45200$ (tàu dầu cỡ nhỏ chở đầy) ;

$\beta = 48350$ (tàu hàng chạy thử) ;

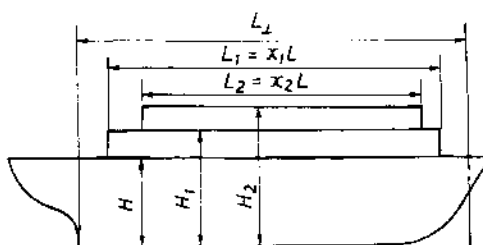
B - chiều rộng thân tàu, fit ;

L - chiều dài giữa hai đường vuông góc, fit ;

$$D_1 = D \left(\frac{1}{3} \frac{B}{T} + 1,2 \right), \text{ tấn Anh ;}$$

$$H_c = \sqrt[3]{H^3(1-x_1) + H_1^3(x_1-x_2) + H_2^3x_2}, \text{ fit}$$

(xem hình 2.81) trong công thức trên, x_1 và x_2 là tỷ số chiều dài các kiến trúc trên boong và chiều dài thân tàu.



Hình 2.86.

2.15.4. Đường kính quay vòng

Có thể dùng công thức Schoenherr để tính sơ bộ đường kính quay vòng của tàu :

$$R = k \frac{\nabla}{\zeta_n \cos \alpha A} \quad (2.132)$$

trong đó : R – bán kính quay vòng, fit ;

∇ – thể tích chiếm nước, fit³ ;

ζ_n – hệ số áp lực trên bánh ;

α – góc quay của bánh lái, độ ;

A – diện tích bánh lái, fit² ;

k – hệ số, chọn theo hình 2.87, theo hàm số $\frac{\nabla}{SL}$,

trong đó : S – diện tích mặt cắt dọc thân tàu ở dưới đường nước, fit² ;

L – chiều dài đường nước chở đẩy, fit.

Trị số ζ_n có thể tính gần đúng như sau :

$$\zeta_n = \frac{0,811 \sin \alpha}{0,195 + 0,305 \sin \alpha} \quad (2.133)$$

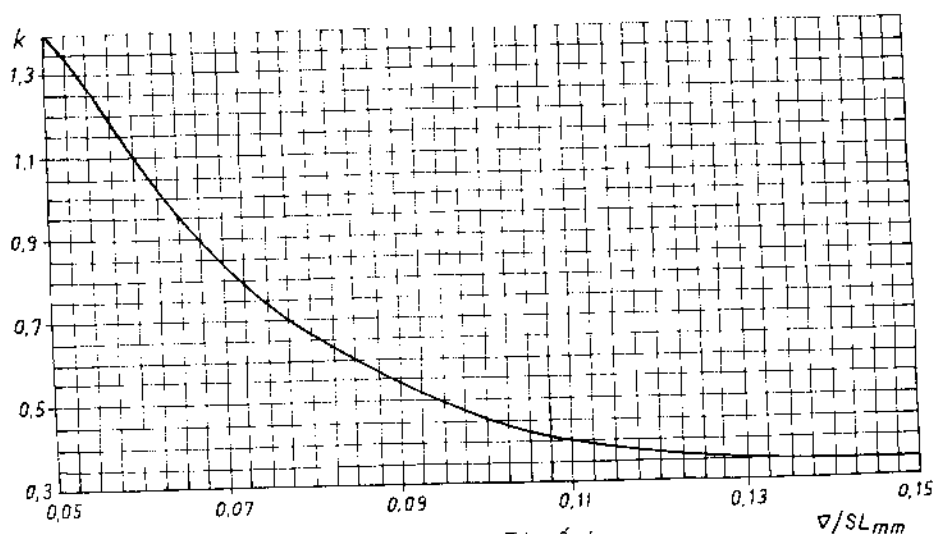
trong đó : α – góc quay bánh lái, độ.

Để tiện cho việc tính toán, có thể cho $k_2 = \frac{1}{\zeta_n \cos \alpha}$ và tính theo công thức (2.132) ; k_2 tính theo bảng 2.75.

Bảng 2.75

Trị số k_2

α	10	15	20	25	30	35
k	1,785	1,350	1,148	1,048	0,988	0,970



Hình 2.87. Trị số k .

2.15.5. Hằng số Hải quân

$$\text{Hằng số Hải quân } C = \frac{D^{2/3} V^3}{HP} \quad (2.134)$$

Hằng số Hải quân dùng ước tính công suất của tàu cùng loại và kích thước tương tự.

Khi không có tàu mẫu tương tự, có thể dùng các công thức sau để tính hằng số Hải quân

a) Công thức Schokker dùng cho tàu có chiều dài $L = 250 \div 500$ fit (tương đương 76 – 152 m) :

$$\left. \begin{aligned} C &= 0,95 L + 197 & (L, \text{ m}) \\ C &= 0,29 L + 197 & (L, \text{ fit}) \end{aligned} \right\} \quad (2.135)$$

b) Công thức Ayre

$$\begin{aligned} C &= \frac{10}{0,5} (\sqrt{L} + 7) & (L, \text{ fit}) \\ C &= \frac{10}{0,9} (1,82\sqrt{L} + 7) & (L, \text{ m}) \end{aligned} \quad (2.136)$$

Trị số C tính ở hai công thức trên đều ứng với công suất trên trục (SHP).

c) Đối với tàu kéo, Caldwell cho rằng hằng số Hải quân bằng số fit của chiều dài thân tàu.

2.15.6. Một số công thức và biểu đồ tính công suất và tốc độ

a) Công thức (2.137) có thể dùng tính BHP của tàu khách cỡ nhỏ đi ven biển. Đối với trị số $V/\sqrt{L} = 1,2 \div 2,0$ công thức cho ta kết quả khả quan :

$$BHP = 1,25D \left(\frac{V}{\sqrt{L}} \right)^4 \quad (2.137)$$

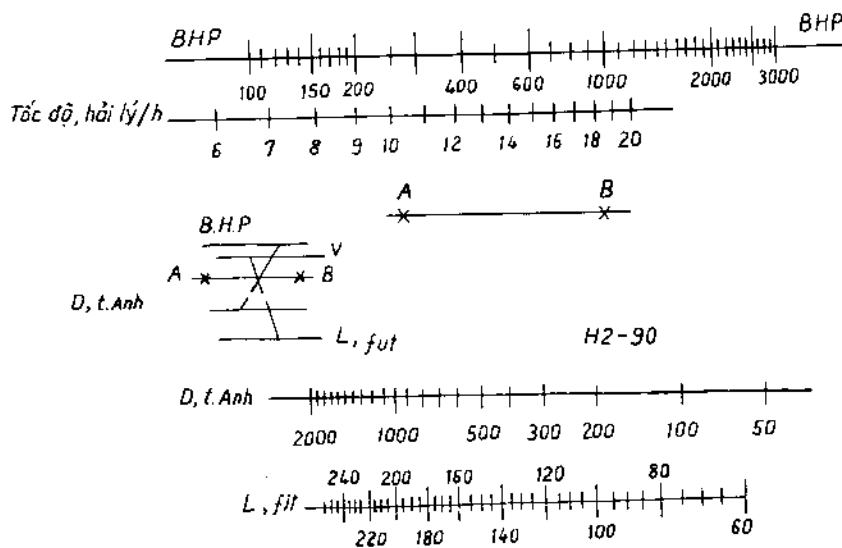
b) Taylor đưa ra biểu đồ tính công suất của tàu cá hình 2.88. Cách dùng như sau : trước hết dùng hai trị số xác định trên đường chiều dài thân tàu (L) và đường tốc độ (V). Nối hai điểm đó lại, đường thẳng nối $L - V$ cắt đường $A - B$ tại một điểm. Với trị số lượng chiếm nước đã biết trên đường D , nối với giao điểm trên, đường thẳng này cắt đường BHP tại một điểm. Điều đó xác định công suất của tàu.

c) Công thức Troost. Troost cho các công thức gần đúng tính hiệu suất đẩy của chân vịt, dùng cho chân vịt seri B, và tàu một chân vịt.

Khi đường kính chân vịt lớn nhất và vòng quay tốt nhất, thì :

$$\text{Chân vịt B-4 - 40,} \quad \eta_p = \frac{144}{\delta_o} \left(1 - \frac{45}{\delta_o} \right) \quad (2.138)$$

$$\text{Chân vịt B-4 - 55,} \quad \eta_p = \frac{134}{\delta_o} \left(1 - \frac{45}{\delta_o} \right) \quad (2.139)$$



Hình 2.88. Biểu đồ ước tính công suất tàu cá.

$$\text{Chân vịt B-5 - 45, } \eta_p = \frac{134}{\delta_o} \left(1 - \frac{43}{\delta_o} \right) \quad (2.140)$$

Khi vòng quay cố định, đường kính chân vịt là tốt nhất :

$$\text{Chân vịt B-4 - 40, } \eta_p = \frac{428}{450 + \delta_o} \quad (2.141)$$

$$\text{Chân vịt B-4 - 55, } \eta_p = \frac{251}{225 + \delta_o} \quad (2.142)$$

$$\text{Chân vịt B-5 - 45, } \eta_p = \frac{248}{225 + \delta_o} \quad (2.143)$$

Trong các công thức trên

$$\eta_p = \frac{EHP}{DNP}$$

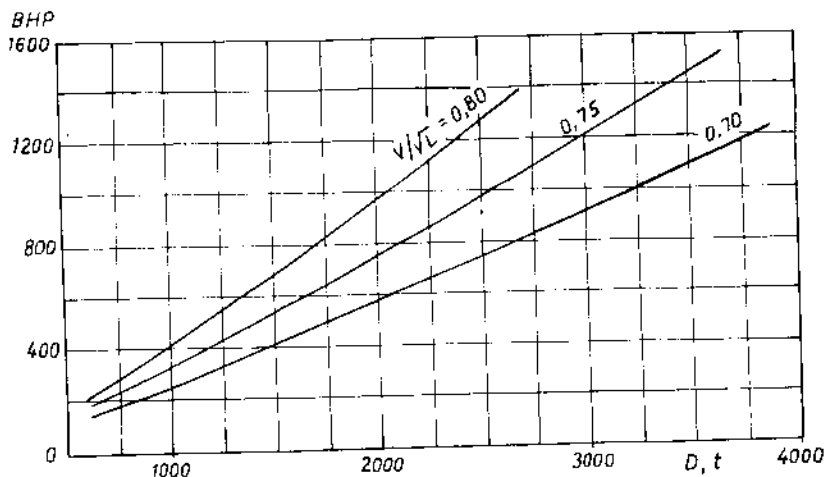
$$\delta_o = \frac{ND}{V}$$

N - vòng quay chân vịt, vg/ph ;

D - đường kính chân vịt, fit ;

V - tốc độ, hải lý/h.

d) Một số tài liệu Nhật Bản đưa ra công thức tính công suất tàu khách cỡ nhỏ như sau :



Hình 2.89. Mối quan hệ giữa lượng chiếm nước,

$V/L_{\perp}$ và BHP của tàu ven biển :

V - tốc độ thử ; $L_{\perp}$ - chiều dài giữa hai đường vuông góc.

$$SHP \text{ (hoặc } BHP) = 1,4 L_{\perp} - 120 ; \quad (2.144)$$

$$V_t = 0,2 L_{\perp} + 7 \quad (2.145)$$

V_t - tốc độ thử, hải lý/h.

e) *Công suất tàu ven biển*. Hình 2.89 cho mối quan hệ giữa lượng chiếm nước, tỷ số tốc độ chiều dài và công suất *BHP*. So với tàu thực, số liệu cho ở đây khá chính xác. Có người cho rằng, với vòng quay của máy chính 250 - 300 vg/ph, kết quả tìm được tương đối tốt.

Chương 3

BỐ TRÍ CHUNG TOÀN TÀU

Thiết kế bố trí toàn tàu ảnh hưởng trực tiếp đến yêu cầu sử dụng, tính năng hàng hải và tính kinh tế của con tàu. Tàu thủy không chỉ là một phương tiện giao thông vận tải hoặc sản xuất, tàu thủy còn là một công trình kiến trúc, do đó bố trí chung toàn tàu, ngoài việc phải đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật kinh tế trên, còn phải chú ý đến thẩm mỹ. Thiết kế bố trí chung toàn tàu là một khâu quan trọng trong quá trình thiết kế.

Bản vẽ bố trí chung toàn tàu thường có mặt chiếu cạnh toàn tàu, mặt chiếu phẳng các tầng boong, sàn boong và khoang đáy. Bản vẽ bố trí chung toàn tàu thể hiện sự phân bố của các khoang, các buồng, vị trí các lối đi lại, cửa ra vào, cầu thang và vị trí lắp đặt các thiết bị trên tàu.

Nguyên tắc bố trí phải xét tới là :

- dung tích các khoang có đủ hay không ;
- ảnh hưởng bố trí các khoang đối với nghiêng dọc của tàu, nghiêng ngang và chiều cao trọng tâm của tàu ;
- đảm bảo điều kiện làm việc thuận lợi ;
- thuận lợi cho việc dẫn tàu và điều chỉnh trạng thái cân bằng ;
- lối đi lại dễ dàng và an toàn ;
- thiết bị lắp đặt hợp lý, thao tác dễ dàng và an toàn ;
- sinh hoạt thoải mái.

Đối với mỗi loại tàu, yêu cầu bố trí có những nét riêng, cần đặc biệt lưu ý. Với tàu khách, phải đảm bảo an toàn tuyệt đối và đầy đủ tiện nghi sinh hoạt trên tàu ; với tàu vận tải, phải lưu ý đến tính kinh tế và đặc điểm khai thác bốc xếp ; với tàu công trình, phải chú ý đến điều kiện thao tác thuận tiện...

Đối với các loại tàu hoạt động trên sông, biển nước ta, phải đặc biệt lưu ý đến điều kiện khí hậu nhiệt đới để cải thiện điều kiện lao động cho thủy thủ cũng như sinh hoạt của hành khách trên tàu.

Phải chú ý tiếp thu một cách sáng tạo những thành tựu khoa học kỹ thuật tàu thủy của thế giới, ứng dụng vào thực tiễn Việt Nam, đảm bảo con tàu ra hoạt động có những tính năng kỹ thuật tốt và phù hợp với yêu cầu sản xuất nhanh, nhiều, tốt, rẻ của nền kinh tế quốc dân.

Mỗi một loại tàu có một hình thức bố trí riêng. Nhưng, nhìn chung, bố trí của tàu đều phải tuân theo các yêu cầu của quy phạm.

3.1. BỐ TRÍ VÀ PHÂN CHIA CÁC KHOANG

Phân chia các khoang trên tàu là bước đầu tiên trong quá trình thiết kế bố trí. Phân khoang nhằm mục đích :

- cách ly các khoang có những công dụng khác nhau : như khoang hàng, khoang máy, khoang nhiên liệu, khoang nước... ;
- đảm bảo sức bền ngang và sức bền dọc của thân tàu ;
- đảm bảo tính chống chìm của tàu ;
- để phòng nguy hiểm hỏa hoạn lan tràn toàn tàu khi một khoang bị cháy.

3.1.1. Phân khoang

Mỗi loại tàu có những yêu cầu phân khoang khác nhau.

a) Tàu hàng

Ngoài vách của khoang mũi và khoang lái ra, phải có một số vách ngang kín nước nhất định để đảm bảo sức bền ngang của thân tàu.

Bảng 3.1 và 3.2 cho số lượng vách ngang kín nước tối thiểu.

Bảng 3.1

Số vách kín nước khi máy bố trí ở giữa tàu

Chiều dài thân tàu L , m	Số vách kín nước bố trí thêm	Tổng số vách kín nước
$L < 80$	2 (hai đầu khoang máy)	4
$80 < L < 100$	3 (hai đầu khoang máy, giữa khoang máy và khoang chống va chạm)	5

Tiếp bảng 3.1

Chiều dài thân tàu L , m	Số vách kín nước bố trí thêm	Tổng số vách kín nước
$100 < L < 120$	4	6
$120 < L < 140$	5	7
$140 < L < 160$	6	8
$160 < L < 180$	7	9

Bảng 3.2

Số vách kín nước khi máy bố trí ở đuôi tàu

Chiều dài thân tàu L , m	Số vách kín nước bố trí thêm	Tổng số vách kín nước
$L < 60$	1 (trước khoang máy)	3
$60 < L < 80$	2 (trước khoang máy, giữa khoang máy và khoang chống va chạm)	4
$L > 80$	Khoảng cách lớn nhất → 30 m giữa hai vách kín nước kế cận	≥ 5

Số vách nêu ở trên là số vách theo yêu cầu thấp nhất của quy phạm, và không nhất định là có thể đảm bảo tính chống chìm của tàu. Tuy nhiên, phần lớn các tàu hàng không yêu cầu một khoang không chìm, các tàu hàng cỡ lớn và cỡ trung bình cũng có thể thỏa mãn yêu cầu một khoang không chìm, để nâng cao tính an toàn của tàu. Đối với một số tàu đặc biệt như tàu chở gỗ, chiều dài khoang yêu cầu khá lớn, số vách kín nước bố trí tương đối ít. Đối với tàu chở chất lỏng, phải tăng vách dọc để giảm ảnh hưởng của mặt nước tự do đối với ổn định của tàu và tăng sức bền dọc thân tàu. Số lượng vách dọc tùy thuộc vào chiều dài, tàu có chiều dài < 100 m, có thể dùng một vách dọc, tàu có chiều dài $100 - 120$ m, thường bố trí hai vách dọc. Thường khi có một vách dọc, vách bố trí ở chính giữa tàu; khi bố trí hai vách, vách bố trí ở $1/4$ chiều rộng thân tàu; khi bố trí ba vách, vách bố trí ở các vị trí $1/2$ và $1/4$ chiều rộng thân tàu. Đối với trường hợp có hai vách, vách bố trí ở vị trí $1/4$ chiều rộng tàu là để tránh nghiêng ngang quá lớn khi trọng tải không đều và giảm số lượng khoang dẫn khi tàu chạy không. Quy phạm đóng tàu biển Trung Quốc quy định chiều dài lớn nhất của mỗi khoang dẫn → 12 m.

b) Tàu khách

So với tàu hàng, việc phân khoang trên tàu khách nghiêm ngặt hơn

nhiều, vì phân khoang trên tàu khách ảnh hưởng trực tiếp đến an toàn tính mạng của hành khách. Quy phạm chống chìm của tàu biển quy định chặt chẽ tiêu chuẩn phân khoang và tính ổn định khi khoang bị thủng, đối với tàu khách và tàu khách-hàng. Chiều dài cho phép của các khoang, trên tàu khách được xác định theo chiều dài thân tàu và tính chất nghiệp vụ khai thác, sau khi tính hệ số phân khoang.

Trong mọi trường hợp, vách khoang mũi đều phải kéo thẳng lên đến boong vách, và đối với tàu khách có lầu mũi dài thì vách khoang mũi phải kéo thẳng tới boong trên boong vách.

Tất cả các tàu khách chạy vùng biển, khi xét tới việc phân khoang, đồng thời phải xét tới việc chia khu vực phòng hỏa. Quy định cụ thể, xem quy phạm phòng hỏa của tàu biển.

3.1.2. Bố trí các khoang

a) Khoang máy

Trên tàu, khoang máy thường được bố trí ở giữa tàu hoặc ở phía đuôi tàu. Việc lựa chọn vị trí khoang máy sẽ quyết định hình dáng của thân tàu và cũng ảnh hưởng đến cách kết cấu của thân tàu.

Cách bố trí máy ở đuôi tàu được ứng dụng khá nhiều. Cách bố trí này có những ưu điểm chủ yếu sau đây :

- tiết kiệm dung tích khu vực đường trục, dễ bố xếp hàng. Sử dụng được khu vực rộng lớn giữa tàu ;
- rút ngắn chiều dài hệ trục ;
- giảm bớt tổn thất công suất truyền qua hệ trục.

Những nhược điểm của cách bố trí máy ở đuôi tàu là :

- phải tăng dung tích dằn, đặc biệt là dung tích dằn ở mũi để giải quyết hiện tượng nghiêng dọc quá lớn khi tàu không có hàng ;
- thao tác ra vào bến không thuận lợi ;
- đối với tàu có tốc độ cao, thiết kế đường hình dáng tương đối khó khăn, nhất là đối với tàu đặt hai máy trở lên ;
- đối với tàu nhỏ, khó đảm bảo yêu cầu một khoang không chìm.

Chiều dài khoang máy có quan hệ tới cách bố trí, loại máy, công suất, và vị trí khoang máy. Thường cách bố trí máy ở đuôi đòi hỏi chiều dài lớn hơn vì hình dáng đuôi tàu thon, bóp lại.

b) Khoang nhiên liệu

Nhiên liệu dùng trên tàu chủ yếu có hai loại : nhiên liệu rắn và nhiên liệu lỏng. Nhiên liệu rắn thường dùng là than, nhiên liệu lỏng phần lớn là dầu diesel.

Khoang chứa than thường bố trí ở hai đầu phía trước, phía sau hoặc hai mạn của khoang nổi hơi.

Dầu đốt chứa trong các khoang sâu, khoang dầu hoặc trong đáy đôi. Đối với tàu máy bố trí ở đuôi thường phía mũi có khoang sâu chứa dầu để tránh hiện tượng nghiêng dọc trong quá trình hành hải. Tàu khách-hàng, khoang dầu thường bố trí ở hai bên đường trục.

Quy phạm phòng hỏa quy định không được dùng các khoang, kết nằm trực tiếp dưới buồng hành khách và thuyền viên để chứa dầu đốt ; chỉ trường hợp đặc biệt, cho phép chứa dầu cấp 3 (điểm cháy 65°C), nhưng chiều dày vật liệu lót boong phải có yêu cầu đặc biệt. Về bố trí nhiên liệu, quy phạm phòng hỏa có những quy định tỷ mỉ.

Kích thước các khoang chứa nhiên liệu do khối lượng nhiên liệu trên tàu quyết định.

c) Khoang hàng

Dung tích khoang hàng do khối lượng hàng hóa và loại hàng chuyên chở quyết định.

Số khoang hàng và tàu chở hàng khô ảnh hưởng rất lớn đến tính kinh tế của tàu, do đó phải căn cứ vào loại hàng, thời gian bốc xếp... phân tích kinh tế mà xác định. Thường tàu chở hàng bao, số khoang được xác định theo công thức :

$$n = \frac{L}{20} - 1 \quad (3.1)$$

trong đó : L - chiều dài thân tàu, m.

Nếu phải xét tới yêu cầu thỏa mãn một khoang chống chìm, số khoang hàng được ước tính như sau :

$$n = \frac{H}{H - T} + 1 \quad (3.2)$$

trong đó : H - chiều cao tới boong vách, m ;

T - mớn nước chở đầy, m.

Khi máy bố trí ở giữa tàu, khoang hàng chia làm hai bộ phận ở hai đầu mũi lái. Khoang hàng được thiết kế phải đảm bảo bốc, xếp trong cùng một thời gian. Do đó, không nhất thiết là kích thước lớn bé, dài ngắn của các khoang hàng phải giống nhau, mà căn cứ vào điều kiện thuận tiện của việc bốc, xếp, năng lực bốc, xếp của các khoang mà quyết định. Trường hợp năng lực bốc, xếp như nhau, thể tích khoang hàng ở hai đầu mũi lái so với khoang hàng ở giữa tàu $< 25 - 30\%$.

Trên tàu khách-hàng, dưới boong chính có khi bố trí boong một, boong hai, boong ba hoặc sàn boong, và trên các boong này có bố trí buồng khách, do đó khoang hàng không nhất định phải chạy thẳng tới boong chính. Trong trường hợp này, miệng khoang hàng sẽ làm theo kiểu hình ống ở giữa các boong. Tuy nhiên, cần phải nói là kiểu kết cấu này không lợi cho việc bốc, xếp cũng như bố trí. Trên một số tàu khách hàng ven biển và tàu sông, thường dùng cửa mạn để bốc, xếp hàng.

Trên tàu dầu, máy bố trí ở phía đuôi, khoang chở dầu phân bố ở phía trước khoang máy, vị trí buồng bơm có thể bố trí ở phía mũi, ở giữa tàu hoặc phía trước khoang máy ở đuôi tàu. Buồng bơm bố trí ở giữa tàu và mũi tàu có tác dụng điều chỉnh nghiêng dọc. Buồng bơm ở giữa tàu có thể ngăn khoang chở dầu làm hai bộ phận, có lợi cho việc chở hai loại dầu khác nhau. Trên các tàu dầu cỡ lớn, buồng bơm phần lớn bố trí ở phía trước khoang máy cho tiện việc quản lý, giảm bớt một khoang cách ly và rút ngắn ống dẫn hơi dầu. Để giảm nhỏ xung kích của dầu chuyên chở ở trong khoang dầu đối với thân tàu, khi tàu lắc ngang, quy phạm quy định chiều dài khoang chở dầu ≥ 12 m.

Bảng 3.3 cho mối quan hệ giữa trọng tải dầu và số khoang dầu.

Bảng 3.3

Mối quan hệ giữa trọng tải dầu và số khoang dầu

Trọng tải dầu, t	Số khoang dầu ngăn ngang	Trọng tải dầu, t	Số khoang dầu ngăn ngang
5000	5	30000	10
10000	6	40000	11
15000	7	45000	12
20000	8	60000	13
25000	9	65000	14

Bố trí của khoang chở container tùy thuộc vào số lượng container, phương pháp bốc xếp container và kích thước của container.

Ngày nay container đã được tiêu chuẩn hóa. Theo quy định của tổ chức tiêu chuẩn hóa quốc tế ISO, các loại container được chia làm hai nhóm : nhóm I và nhóm II. Bảng 3.4 cho các kích thước của các container tiêu chuẩn của ISO.

Một số nước như Mỹ chia nhóm container theo chiều dài danh nghĩa của container (Viện tiêu chuẩn Mỹ USASI). Bảng 3.5 cho kích thước container tiêu chuẩn của USASI.

Hình 3.1 cho các phân loại container theo quy luật sắp xếp của ISO.

Bảng 3.4

Container theo tiêu chuẩn ISO

Loại	Kích thước phủ bì, m			Khối lượng lớn nhất, có tải, t
	chiều dài	chiều rộng	chiều cao	
Nhóm I				
IA	12,20	2,44	2,44	30,5
IB	9,15	2,44	2,44	25,4
IC	6,10	2,44	2,44	20,3
ID	3,05	2,44	2,44	10,2
IE	2,04	2,44	2,44	7,1
IF	1,52	2,44	2,44	5,1
Nhóm II				
IIA	2,92	2,30	2,10	7,1
IIB	2,40	2,10	2,10	7,1
IIC	1,45	2,30	2,10	7,1

Bảng 3.5

Container tiêu chuẩn của USASI

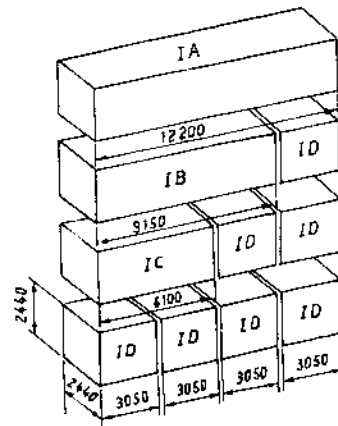
Chiều dài danh nghĩa, fut	Chiều dài, fut-inch	Chiều rộng, fut-inch	Chiều cao, fut-inch
40	$40 - 0 \begin{cases} + 0 \\ - \frac{3}{8} \end{cases}$	$8 - 0 \begin{cases} + 0 \\ - \frac{3}{16} \end{cases}$	$8 - 0 \begin{cases} + 0 \\ - \frac{3}{16} \end{cases}$

Tiếp bảng 3.5

30	$29 - 11 \frac{1}{4} \begin{cases} + 0 \\ - \frac{3}{8} \end{cases}$	$8 - 0 \begin{cases} + 0 \\ - \frac{3}{16} \end{cases}$	$8 - 0 \begin{cases} + 0 \\ - \frac{3}{16} \end{cases}$
20	$19 - 10 \frac{1}{2} \begin{cases} + 0 \\ - \frac{1}{4} \end{cases}$	$8 - 0 \begin{cases} + 0 \\ - \frac{3}{16} \end{cases}$	$8 - 0 \begin{cases} + 0 \\ - \frac{3}{16} \end{cases}$
10	$9 - 9 \frac{3}{4} \begin{cases} + 0 \\ - \frac{3}{16} \end{cases}$	$8 - 0 \begin{cases} + 0 \\ - \frac{3}{16} \end{cases}$	$8 - 0 \begin{cases} + 0 \\ - \frac{3}{16} \end{cases}$

d) Khoảng mũi, khoang lái, khoang xích neo và vòm đường trục

Hình dáng khoang mũi, khoang lái, tương đối gầy, không dùng chở hàng. Các khoang này thường dùng làm khoang dẫn. Khoảng mũi có tác dụng chống va chạm, đảm bảo mũi tàu sau khi bị va thủng không ảnh hưởng đến toàn tàu. Quy phạm đóng tàu có những yêu cầu đặc biệt đối với vị trí và sức bền của vách khoang mũi. Vách khoang mũi của tàu hàng phải bố trí cách mép trước sống mũi, dọc theo đường trọng



Hình 3.1. Các cỡ container.

tải mùa hè, một khoảng $\leq 5\%$ chiều dài thân tàu ; vách khoang mũi của tàu khách bố trí cách mép trước sống mũi, dọc theo đường trọng tải, một khoảng $\leq 5\%$ chiều dài thân tàu, nhưng $\geq 5\% L + 3$, m.

Vách khoang lái của tàu một chân vịt đưa ống bọc trục đuôi nằm trong khoang kín nước, vị trí vách khoang lái quyết định chiều dài trục đuôi. Thường vách khoang lái ở phía trước chân vịt 4 – 10 khoảng cách sườn, tùy theo hình dáng đuôi tàu gầy hay béo mà xác định. Vách khoang lái của tàu hai chân vịt, so với tàu một chân vịt hơi nhỏ, chủ yếu căn cứ vào hình dáng đuôi tàu và thuận tiện cho thi công mà xem xét.

Vị trí của khoang xích neo phải phối hợp với vị trí máy kéo neo ; tùy theo tình hình cụ thể, có thể bố trí khoang xích neo ở trong khoang

mũi, cũng có thể bố trí ở phía sau vách khoang mũi. Khoang xích neo có hình hộp hoặc hình trụ tròn.

Trên tàu có khoang máy bố trí ở giữa tàu, trừ tàu nhỏ ra, đều có đường vòm trục chân vịt. Chiều cao của đường vòm liên quan đến đường kính chân vịt và độ nghiêng của đường tâm trục. Cố gắng bố trí cho đường trục chân vịt song song với đường chuẩn đáy, nếu đường trục bố trí nghiêng, độ nghiêng thường không quá 3° (đối với tàu cỡ nhỏ, tùy theo tính năng của loại máy, có thể lấy lớn hơn). Bố trí như vậy để tránh ảnh hưởng đến hiệu suất đẩy, hoạt động của máy và phát sinh dao động. Để tiện cho việc sửa chữa bảo dưỡng hệ trục và cầu trục ra kiểm tra, nắp vòm trục thường ở trên đường tâm trục 500 – 1000 mm. Chiều rộng vòm đường trục bằng 1200 – 1800 mm, mỗi bên đường trục, ít nhất phải dành một lối đi vào khoảng 600 mm, tiện cho việc đi lại của thuyền viên. Đường vòm còn có tác dụng là đường thoát của khoang máy, về phía cuối đường vòm có lối ra, thông tới boong lộ thiên. Tàu hai chân vịt có boong sàn ngăn cách đường vòm trục và các khoang khác. Khoảng trống dưới boong sàn được dùng làm kết cấu, kết nước hoặc buồng công tác...

e) Các khoang chất lỏng khác

Ngoài nhiên liệu ra, trên tàu còn có khoang nước cho nổi hơi, nước ngọt, nước tuần hoàn làm mát máy, nước dẫn và khoang sâu ... Khoang nước cho nổi hơi thường bố trí ở đáy đôi dưới khoang máy hoặc khoang nổi hơi, nhưng tốt nhất, không nên bố trí ở dưới nổi hơi. Khoang nước tuần hoàn làm mát máy bố trí trên sàn buồng máy, và đâm xuống dưới đáy đôi.

Để đảm bảo tính hàng hải và ổn định của tàu trong trạng thái tàu không, đảm bảo cho tàu có món nước và độ ổn định nhất định, trên tàu thường bố trí khoang dẫn. Khoang nước dẫn thường ở trong đáy đôi. Nếu dung tích khoang đáy đôi không đủ, phải bố trí ở những vị trí khác như khoang mũi, lái. Trên các tàu cỡ lớn và cỡ trung hiện nay, với trạng thái tàu không tải chỉ dùng khoang mũi, lái và đáy đôi làm khoang dẫn thường không đủ ; nếu dùng vật dẫn cố định sẽ ảnh hưởng đến trọng tải của tàu, nếu nâng cao đáy đôi sẽ ảnh hưởng đến dung tích chở hàng, do đó thường bố trí khoang sâu ở phía trước và sau khoang máy. Vị trí và dung tích khoang sâu được xác định theo yêu cầu của món nước.

Dung tích khoang dẫn của tàu ven biển bằng 20 – 30% trọng tải.

Vị trí và kích thước khoang dẫn còn phải xét tới việc điều chỉnh nghiêng dọc toàn tàu ở các trạng thái trọng tải khác nhau.

Khoang sâu có thể dùng làm khoang nước, khoang nhiên liệu hoặc khoang chứa hàng. Vách của nó có thể kéo thẳng tới tầng boong thấp nhất, hoặc kéo lên tới boong cao nhất. Vách và boong của khoang sâu phải kín nước. Nếu không bố trí khoang sâu ở phía trước và sau khoang máy, thì có thể bố trí ở hai bên đường vòm trục.

3.2. BỐ TRÍ VÀ PHÂN CHIA CÁC BUỒNG LÀM VIỆC VÀ BUỒNG SINH HOẠT

3.2.1. Buồng làm việc

Tùy theo loại tàu, tuyến đường hoạt động và tính chất nghiệp vụ mà bố trí các buồng làm việc.

Buồng làm việc bao gồm buồng lái, buồng hải đồ, buồng điện báo, buồng ra đa, buồng phát thanh, buồng la bàn điện, buồng mộc, buồng điện, buồng sửa chữa, buồng biến dòng, buồng máy phát ứng cấp... Ngoài ra, còn có một số buồng phụ, buồng đồ dự trữ như buồng dụng cụ, buồng đèn, buồng sơn, buồng dây, buồng ắc quy, buồng điều khiển các loại động cơ, buồng đồ dùng của thủy thủ và thợ máy...

Buồng lái là buồng điều khiển con tàu. Việc khống chế tốc độ tàu, hướng tàu chạy và phân định luồng lạch, đều tiến hành trên buồng lái, do đó buồng lái phải bố trí ở vị trí tầm nhìn rõ ràng nhất, thường là ở tầng boong cao nhất của kiến trúc thượng tầng, giữa tàu, tầng boong này được gọi là boong buồng lái. Trên tàu nhỏ, máy bố trí ở phía đuôi, thường buồng lái bố trí ở tầng boong cao nhất của thượng tầng. Chiều cao của buồng lái, trong trường hợp này, phải đảm bảo nhìn rõ mũi tàu, và từ buồng lái nhìn tới, điểm gần nhất có thể nhìn thấy trên mặt biển cách mũi tàu ít nhất không được nhỏ hơn hai lần chiều dài thân tàu. Ở hai mạn buồng lái có thể nhìn rõ đuôi tàu.

Trong buồng lái bố trí các thiết bị sau : máy lái, la bàn từ, bộ phận chỉ thị của la bàn điện, bộ phận chỉ thị của ra đa, bộ phận chỉ thị của góc lái, đồng hồ vòng quay, còi hơi, đồng hồ báo mù, còi báo cháy, công tắc đèn tín hiệu, ống truyền lệnh, các loại cờ hiệu, ống nhóm, thiết bị thông tin và loa báo ứng cấp v.v...

Kích thước buồng lái tùy theo tàu lớn bé mà quyết định. Chiều dài phía trước và sau buồng lái thường đối với tàu có chiều dài dưới 50 m, $\leq 1,6$ m, đối với tàu có chiều dài từ 50 đến 100 m, $\leq 2,5$ m, đối với tàu dài trên 100m, ≤ 3 m. Do các thiết bị dẫn đường không ngừng được hoàn thiện, nhất là do tự động hóa được ứng dụng trên tàu thủy, việc điều khiển tàu do máy móc khống chế. Ngày nay đã có những con tàu tự động hóa hoạt động theo chương trình. Trên những tàu dầu cỡ lớn và tàu chở quặng, buồng lái bố trí ở phía đuôi tàu, để tiện việc điều khiển tàu ra vào cảng, thường ở phía mũi có thêm buồng lái phụ nhỏ.

Buồng hải đồ là buồng đặt hải đồ và đo phương vị của tàu. Trên các tàu hiện đại còn bố trí nhiều nghi khí khác, như đồng hồ tiếp nhận hướng đo, máy thu ra đa, đồng hồ vòng quay, đồng hồ đo hành trình, máy đo sâu hồi âm, chuông thiên văn, đồng hồ đo khí áp... Kích thước buồng hải đồ do cỡ tàu và thiết bị bố trí quyết định. Trên tàu cỡ nhỏ, có loại không bố trí buồng hải đồ, trong buồng lái bố trí bàn để hải đồ. Diện tích buồng hải đồ bằng $6 - 16 \text{ m}^2$; chiều rộng tối thiểu đảm bảo đủ bố trí bàn hải đồ. Buồng hải đồ và buồng lái liên hệ mật thiết với nhau, cho nên buồng hải đồ thường bố trí ở phía sau buồng lái và có cửa thông nhau.

Buồng điện báo có máy thu, phát và các thiết bị thông tin, điện tín khác. Các thiết bị này dùng vào việc liên lạc giữa các tàu hoặc giữa tàu và bờ. Để tiện việc liên hệ công tác, buồng điện báo nên bố trí ở boong lái, ở phía đối nhau với buồng hải đồ hoặc ở phía sau buồng hải đồ. Tùy theo loại tàu và số thiết bị mà định kích thước của buồng. Diện tích buồng điện báo của tàu hàng viễn dương bằng $12 - 16 \text{ m}^2$, tàu khách ven biển bằng $9 - 14 \text{ m}^2$, tàu ven biển cỡ nhỏ bằng $6 - 9 \text{ m}^2$. Trong buồng phải được cách nhiệt, cách âm tốt, và phải có cửa thông với boong lộ thiên, dùng trong trường hợp cấp cứu.

Máy thu ra đa trên các tàu được bố trí trong buồng ra đa. Buồng ra đa nên bố trí gần buồng lái và cố gắng bố trí ở phía dưới dây trời của ra đa.

Trên tàu có buồng la bàn điện, la bàn chính và la bàn phụ, bộ phận điều chỉnh điện áp... được bố trí trong buồng la bàn điện. Máy biến dòng, tốt nhất, nên bố trí ở buồng riêng cạnh la bàn chính. Buồng la bàn điện

cố gắng bố trí gần tâm lác của tàu, để giảm rung động. Khi sử dụng la bàn điện, nhiệt lượng tỏa ra nhiều, buồng không nên quá hẹp, và phải có thiết bị thông gió.

Trên tàu bất kể dùng điện một chiều hay xoay chiều, đều phải có buồng máy biến dòng. Buồng phải được cách nhiệt, cách âm. Với máy biến dòng của máy phát tin ứng cấp vô tuyến điện và máy thu chính, phải bố trí trên cùng một mặt boong bố trí buồng điện báo và buồng hải đồ và có cửa thông trực tiếp với boong lộ thiên.

Ắc quy dùng trên tàu biển có thể là loại axit, cũng có thể là loại kiềm, nhưng hai loại không được để trong cùng một khoang buồng. Buồng ắc quy loại axit phải được lưu ý chống ăn mòn, thông gió tốt và có cửa thông với boong lộ thiên. Buồng ắc quy ứng cấp, tốt nhất nên bố trí ở boong xuống cứu sinh hoặc ở boong lộ thiên tương đối cao.

Vị trí buồng máy phát điện ứng cấp không được bố trí thấp hơn tầng boong trên cùng của khoang che buồng máy, hoặc bố trí trên boong xuống cứu sinh cũng phải có lối thoát thông với boong lộ thiên.

Buồng sửa chữa máy có thể bố trí trong khoang máy hoặc ở vị trí thuận tiện cho công việc gần khoang máy.

Buồng đèn và buồng sơn cố gắng bố trí ở boong trên, nhưng phải cách biệt với buồng thủy thủ hoặc buồng khách. Buồng đèn và buồng sơn phải có vách ngăn, và có thiết bị thông gió, có cửa thoát thông thẳng trực tiếp tới boong lộ thiên. Thường phần nhiều các tàu đều bố trí các buồng này ở phía mũi. Trên tàu hàng, có khi bố trí dưới sàn cầu hàng.

Trên tàu dầu, đường ống ở mặt boong lộ thiên khá nhiều, mạn khô thấp rất dễ bị nước hắt lên khô đi lại, đồng thời để đảm bảo tránh tia lửa phát sinh gây cháy, phải bố trí cầu đi lại nối liền giữa lầu mũi, lầu giữa và lầu lái. Chiều cao của cầu bằng chiều cao boong kiến trúc thường.

3.2.2. Buồng ở

a) Bố trí và phân chia buồng ở của thuyền viên

Tùy theo loại tàu, tuyến hoạt động và tính chất nghiệp vụ mà định số buồng cần thiết và biên chế thuyền viên. Tàu hàng ven biển và viễn dương thường có 32 – 60 thuyền viên. Trên các tàu tự động hóa số thuyền viên thường giảm đi 30 ~ 70% so với tàu cỡ thông thường. Đối

với tàu khách, số nhân viên phục vụ trên tàu sẽ tùy theo số lượng hành khách mà tăng lên một cách thích đáng.

Việc bố trí các buồng ở của thuyền viên có quan hệ rất nhiều đến loại tàu và công dụng của tàu. Trên tàu hàng có khoang máy bố trí ở giữa tàu, buồng thuyền viên thường tập trung ở lầu giữa, ở tàu dầu, máy bố trí ở đuôi, buồng thợ máy, thủy thủ, cấp dưỡng và nhân viên phục vụ, bố trí ở phía đuôi, còn các thuyền viên phục vụ cho việc lái tàu được bố trí ở buồng giữa. Nếu ở giữa tàu không có kiến trúc thượng tầng, bộ phận thuyền viên này cũng bố trí ở phía đuôi. Trên tàu khách, buồng hành khách và buồng thuyền viên phải cách biệt nhau. Khi bố trí phải đồng thời chú ý đến sự thoải mái của hành khách và điều kiện làm việc, sinh hoạt của thuyền viên.

Buồng thuyền trưởng, sĩ quan 1, sĩ quan 2, sĩ quan 3, điện báo viên, phải bố trí ở trên boong cao, cố gắng sắp xếp gần buồng lái. Ở một số tàu, buồng thuyền trưởng bố trí trên boong buồng lái. Buồng thuyền trưởng và sĩ quan 1, tốt nhất, nên bố trí ở phía trước buồng trên boong, tiện cho việc quan sát tình hình. Buồng sĩ quan 3 thường ở gần buồng thuyền trưởng. Buồng điện báo viên ở cạnh buồng điện báo, nên buồng ở của điện báo viên thường bố trí trên boong buồng lái hoặc boong xuống cứu sinh. Buồng cán bộ hướng dẫn tàu vào cảng ở boong buồng lái. Buồng máy trưởng và thợ máy phải có lối thông với khoang máy. Thường buồng thợ máy bố trí ở boong lầu giữa. Buồng cấp dưỡng bố trí gần buồng ăn và buồng làm thức ăn, tiện cho công tác. Nói tóm lại, các buồng ở của thuyền viên phải sắp xếp thuận tiện cho công tác.

Diện tích buồng ở của thuyền viên phải căn cứ vào điều kiện kinh tế phát triển trong nước, các chế độ của nhà nước, điều kiện lao động vất vả, gian nan của thuyền viên, mà cân nhắc. Tiêu chuẩn buồng ở của các cấp thuyền viên không nên chênh lệch nhau quá xa.

Căn cứ vào tình hình chung hiện nay của nước ta, tham khảo quy định về tiêu chuẩn buồng ở của thuyền viên các nước, kiến nghị bố trí các buồng ở trên tàu ven biển và viễn dương của nước ta như sau :

- buồng một người, dành cho thuyền trưởng, chính trị viên, sĩ quan 1, 2, 3, máy trưởng ;
- buồng 2 - 4 người dành cho thuyền viên khác.

Bảng 3.6 cho diện tích trung bình của buồng ở tính cho mỗi thuyền viên các cấp.

Bảng 3.6

Diện tích buồng ở của thuyền viên các cấp

Thuyền viên các cấp	Diện tích buồng ở, m ²	Thuyền viên các cấp	Diện tích buồng ở, m ²
Thuyền trưởng, chính trị viên	10 – 25	Điện báo viên	8 – 14 (2 người)
Máy trưởng	10 – 20	Thủy thủ trưởng	7 – 12
Sĩ quan 1	9 – 15	Thủy thủ, đốt lò, chằm dầu	7 – 13 (2 người)
Sĩ quan 2	8 – 14	Nhân viên phục vụ, cấp dưỡng	7 – 13 (2 người)
Sĩ quan 3	7 – 13		

Bảng 3.7 cho quy định về diện tích buồng ở của thuyền viên của Liên Xô (cũ). Trị số này gần với bố trí của các loại tàu cỡ trung bình và cỡ nhỏ ; thực tế bố trí trên các tàu đóng mới, tiêu chuẩn bố trí cao hơn so với quy định trong bảng 3.7.

Bảng 3.7

Quy định về diện tích buồng ở của thuyền viên (Quy phạm Liên Xô (cũ))

Tên gọi	Trị số kiến nghị	Trị số thấp nhất	Tên gọi	Trị số kiến nghị	Trị số thấp nhất
I. Diện tích tối thiểu, m ² cho mỗi thuyền viên :			- buồng hai người cho cán bộ		
- thuyền trưởng (buồng một người)	16	0,9	A - giường một tầng	4,5	4,0
- máy trưởng hoặc sĩ quan 1 (buồng một người)	8,0	6,5	B - giường hai tầng	3,0	2,2
- cán bộ khác (buồng một người)	7,0	5,5	II. Dung tích có ích tối thiểu cho mỗi thuyền viên bình thường, m ³	5,0	4,0
- cán bộ không có ghế đi vắng (buồng một người)	6,0	4,5			

Ghi chú. Dung tích có ích là dung tích tính bằng chiều cao thực tế trong buồng nhân với diện tích đo được ở nửa chiều cao, rồi trừ đi dung tích của tủ đựng quần áo và vách ngăn.

Bảng 3.8 và 3.9 cho diện tích dành cho mỗi người trên tàu viễn dương và diện tích buồng làm việc trên tàu viễn dương.

Bảng 3.8

**Diện tích buồng ở của mỗi người
trên tàu viễn dương, m²**

Tên gọi	Trị số thấp nhất	Trị số lớn nhất	Trị số bình thường
Thuyền trưởng (chính trị viên)	7,0	20,0	9,0 – 14,0
Máy trưởng, sĩ quan 1	6,0	15,0	8,0 – 10,0
Nhân viên hàng hải, thợ máy (bậc cao)	8,5	16,0	9,0 – 12,0
Nhân viên hàng hải, thợ máy (bậc thấp)	6,5	11,0	7,5 – 9,0
Nhân viên vô tuyến điện	9,5	13,0	9,0 – 12,0
Nhân viên lĩnh cảng	6,0	11,0	7,5 – 9,0
Thực tập sinh (2 người một buồng)	3,5	5,5	3,5 – 5,0
Bếp trưởng	6,0	10,0	8,0
Thủy thủ trưởng	7,0	9,5	7,5 – 9,0
Thủy thủ, đốt lò, chăm dầu (buồng một người)	5,6	9,5	5,6 – 7,0
Thủy thủ, đốt lò, chăm dầu (buồng hai người)	3,5	5,0	4,0 – 5,0
Hành khách (buồng một người)	6,5	14,0	10,0
Hành khách (buồng hai người)	5,0	9,0	7,0

Bảng 3.9

Diện tích buồng làm việc trên tàu viễn dương, m²

Tên gọi	Trị số thấp nhất	Trị số lớn nhất	Trị số bình thường
Buồng thuyền trưởng, chính trị viên	13,0	32,5	17 – 22
Buồng máy trưởng	12,5	23,5	13 – 18
Buồng sĩ quan 1	7,5	15,5	10 – 15
Các buồng khác	5,2	16,0	7,5 – 9,0

Trên tàu viễn dương, thuyền trưởng, chính trị viên, máy trưởng, sĩ quan 1 cán bộ hướng dẫn tàu vào cảng, ngoài buồng ở ra còn có buồng làm việc, buồng tắm và buồng vệ sinh riêng. Trên tàu ven biển cỡ lớn, thuyền trưởng, chính trị viên, máy trưởng cũng đều có buồng làm việc, buồng tắm, buồng vệ sinh riêng.

Trong buồng một người, thường bố trí giường nằm, đi văng, tủ áo quần, bàn, ghế, ngăn hòm đầu giường và các thiết bị tắm rửa, vệ sinh. Trong buồng làm việc của thuyền trưởng, chính trị viên, máy trưởng, có bàn làm việc, đi văng, tủ sách, tủ tài liệu... giường nằm trên tàu ven biển thường bố trí theo hướng dọc tàu, đi văng bố trí ngang.

b) Bố trí buồng hành khách

Căn cứ vào số lượng hành khách và hành trình của tàu mà bố trí các buồng khách. Phần lớn các buồng khách bố trí boong chính trở lên, tàu số lượng hành khách lớn, số tầng boong nhiều. Trên tàu khách thường có boong che nắng ; dưới boong che nắng là boong chính, boong một, boong hai... ; phía trên boong chính là boong dạo mát, boong xuống cứu sinh và boong buồng lái. Trên tàu, các buồng khách thường được phân loại từ 1 đến 4. Tàu khách viễn dương chỉ phân hai loại buồng khách. Thông thường buồng loại 1 và loại 2 bố trí ở boong dạo mát và boong che nắng, buồng loại 3 bố trí ở boong chính và boong dưới. Trên tàu viễn dương, buồng loại 1 bố trí từ 1 đến 2 người, buồng loại 2 bố trí 2 đến 4 người. Trên tàu khách ven biển, buồng loại 1 bố trí 2 người, buồng loại 2 bố trí 4 người, buồng loại 3 bố trí 4 - 8 người. Đối với tàu khách sông và tàu khách ven biển loại nhỏ, số khách bố trí trong các buồng càng đông hơn.

Cục đăng kiểm tàu thủy Trung Quốc chia tàu khách biển làm bốn loại xem bảng 3.10.

Bảng 3.10

Loại tàu	Khu vực hoạt động	Thời gian hành hải, h
Loại 1	Tuyến quốc tế	≥ 12
Loại 2	Tuyến quốc tế	< 12
	Tuyến giữa các cảng trong nước	≥ 12
Loại 3	Tuyến giữa các cảng trong nước	< 12
	Tuyến ven biển trong nước cách bờ ≥ 25 hải lý	≥ 12
Loại 4	Tuyến ven biển trong nước cách bờ ≥ 25 hải lý	< 12

Bảng 3.11

**Diện tích tối thiểu tính cho một hành khách
trên tàu khách biển, m²**

Loại buồng	Loại 1 (giường mềm)	Loại 2 (giường mềm)	Loại 3 (giường cứng)	Loại 4 (giường cứng)	Buồng ghế ngồi mềm	Buồng ghế ngồi cứng
Loại tàu						
Loại 1	3,6	2,4	1,5	1,2		
Loại 2	3,0	2,0	1,4	1,2	0,6	0,6
Loại 3	2,0	1,3	1,3	1,1	$\frac{0,6}{0,5} (*)$	$\frac{0,6}{0,5} (*)$
Loại 4	2,0	1,2	2,2	1,05	$\frac{0,50}{0,45} (*)$	$\frac{0,50}{0,45} (*)$

Ghi chú ()* - bố trí ghế ngồi cùng chiều, lấy theo trị số trên ;
bố trí ghế ngồi đối diện, lấy theo trị số dưới.

Bảng 3.12

**Diện tích dạo chơi tính cho một khách
trên tàu khách biển, m²**

Loại tàu khách	Diện tích, m ²	Loại tàu khách	Diện tích, m ²
Loại 1	0,5	Loại 3	0,3
Loại 2	0,5	Loại 4	0,3

Ghi chú. Diện tích này bao gồm diện tích khu vực mà hành khách có thể đi lại không ảnh hưởng đến công tác của thủy thủ, trên boong lộ thiên và lối đi hai bên mạn.
Đối với tàu có cầu tạc bộ, buồng giải trí, thì diện tích này có thể giảm bớt.

Bảng 3.13

**Chiều cao tối thiểu và kích thước tối thiểu
của giường hành khách trên tàu khách biển**

Hạng mục	Tàu khách loại 1 và loại 2	Tàu khách loại 3 và loại 4
Kích thước mép trong của giường	1,85 x 0,65	1,85 x 0,65

Tiếp bảng 3.13

Chiều cao giường	Từ mép trên của tầng dưới tới mặt sàn boong	0,3	0,3
Hai tầng	Từ mép trên của tầng dưới với mép trên của tầng trên và từ mép trên của tầng trên đến mép dưới của trần	0,9	0,85
Kích thước mép trong giường bố trí cho hai mẹ con		1,85 x 0,80	1,85 x 0,80

Bảng 3.14

Kích thước tối thiểu của ghế trên tàu khách loại 2, 3, 4, m

Loại tàu khách		Loại 2	Loại 3	Loại 4
Kích thước ghế				
Chiều sâu lòng ghế		0,5	0,5	0,5
Chiều rộng		0,5	0,5	0,45

Ghi chú. Ở những buồng khách, ghế ngồi có thể bố trí cùng chiều hoặc đối diện, vị trí ngồi xếp theo chiều ngang của tàu, vị trí ngồi xa nhất không được cách lối đi quá 2,5 m.

Bảng 3.15

Diện tích tối thiểu tính cho một khách trên tàu khách sông, m²

Loại tàu	Thời gian chạy tàu t , h	Giường nằm cố định				Boong dạo chơi	Ghế ngồi cố định	
1	$t > 24$	mềm loại A	mềm loại B	cứng loại A	cứng loại B	0,25	ghế cứng	ghế mềm
				1,25	1,0		0,40	0,45
2	$12 \leq t \leq 24$	cứng loại A		cứng loại B			0,37	0,45
		1,10		1,00				
3	$4 \leq t \leq 12$							0,33
4	$1 \leq t \leq 4$							0,28
5	$t < 1$							0,28

Bảng 3.16

Kích thước giường nằm cố định và lối đi trên tàu khách sông

Hạng mục		Yêu cầu
Kích thước giường cứng		1,85 x 0,06 m
Giường hai tầng	Chiều cao buồng	≤ 2 m
	Khoảng cách giữa hai tầng hoặc từ mặt tầng trên tới trần	$\leq 0,85$ m
Lối đi giữa hai giường hoặc giữa giường và vách buồng		Giường một tầng $\leq 0,6$ m Giường hai tầng $\leq 0,8$ m

Bảng 3.17

Ghế ngồi trên tàu khách sông

Kích thước tối thiểu dành cho vị trí các ghế, m					
Loại tàu	Ghế mềm		Ghế cứng		Ghi chú
	chiều rộng	chiều sâu	chiều rộng	chiều sâu	
1	0,50	0,48	0,48	0,45	Lưng ghế nghiêng nt nt
2	0,50	0,48	0,45	0,45	
3	0,45	0,40	0,45	0,40	
4 và 5	0,45	0,38	0,45	0,38	
Khoảng cách tối thiểu giữa các ghế, m					
Loại tàu	Bố trí đối diện		Bố trí cùng chiều		
1 ; 2	0,55		0,35		
3	0,50		0,30		
4 ; 5	0,45		Bố trí đối diện		

Lối đi trong buồng $\leq 0,7$ m.

Trường hợp bố trí ghế dài theo chiều ngang, một hàng như vậy không dài quá 2,5 m.

Các bảng 3.11 – 3.17 nêu một số tiêu chuẩn bố trí trên tàu khách của Trung Quốc, có thể tham khảo ứng dụng vào việc bố trí tàu khách

của nước ta, tuy nhiên phải chú ý đến điều kiện khí hậu nhiệt đới, hoàn cảnh kinh tế trong nước và tập quán sử dụng của nhân dân ta.

3.2.3. Lối đi và cầu thang

a) Lối đi

Lối đi trong buồng $\leq 0,8$ m, hành lang ngoài buồng từ 1,0 đến 1,6 m. Chiều rộng tối thiểu của các lối đi trên tàu khách biển xem bảng 3.18.

Bảng 3.18

Chiều rộng tối thiểu của lối đi trên tàu khách biển, m

Loại tàu khách Hạng mục	Loại 1 ; 2		Loại 3 ; 4	
Lối đi hai bên boong lộ thiên	1,2		1,0	
Lối đi từ buồng khách tới boong lộ thiên	1,0		0,9	
Lối đi trong buồng khách :				
- dưới 30 người	0,8		0,8	
- trên 30 người	0,9		0,8	
Lối đi giữa các giường của khách	0,8		0,8	
Lối đi giữa các ghế ngồi của khách :				
- ngồi cùng chiều	0,5		0,5	
- ngồi đối diện	0,75		0,75	

Ghi chú. Buồng khách ở trong khu vực kín thì nên bố trí dọc theo lối lên boong lộ thiên.

Số khách trong khu vực kín quá 30 người thì phải có ít nhất hai lối thông lên boong lộ thiên.

Cầu thang và hành lang đi lại của khách nên cách biệt với khu vực đi lại của thủy thủ.

b) Cầu thang

Cầu thang thường bố trí thẳng và xiên. Chiều rộng cầu thang đứng là 300 mm, hoặc 400 mm. Chiều rộng cầu thang xiên tùy theo loại tàu, công dụng và vị trí bố trí mà lựa chọn, có loại 600, 700, 800, 900 mm. Cầu thang rộng dưới 800 mm chỉ dùng cho thuyền viên. Độ nghiêng của

thang là $40 \sim 65^\circ$, khoảng cách thẳng đứng giữa các bậc thang là $h = 150 \sim 250$ mm, chiều rộng bậc thang $t = 150 \sim 250$ mm.

Đối với tàu khách chiều rộng của thang lớn và độ nghiêng nhỏ.

Bố trí cầu thang trên tàu khách biển và tàu khách sông xem các bảng 3.19 – 3.20.

Bảng 3.19

**Yêu cầu tối thiểu đối với cầu thang sử dụng
trên tàu khách biển**

Số hành khách \ Số thang và chiều rộng	Số thang	Chiều rộng nhỏ nhất, m
Dưới 30	1	0,8
31 ~ 100	2	0,8
101 ~ 150	2	1,2
151 ~ 200	2	1,5
> 200	2 3	1,5 1,0

Bảng 3.20

Yêu cầu tối thiểu đối với cầu thang sử dụng trên tàu khách sông

Số hành khách	Số thang	Ghi chú
50 ~ 100 (giữa các khoang)	2	Có thể bố trí kiểu chữ U đi thẳng lên boong lộ thiên hoặc qua kiến trúc thượng tầng đi nhanh tới boong lộ thiên
> 100 (giữa các khoang)	2	Không được sử dụng cầu thang chữ U
> 100 (giữa boong chính và boong kiến trúc thượng tầng)	2	

- Ghi chú.* 1. Hai thang bố trí ở hai đầu khoang
 2. Chiều rộng thang từ 0,8 m trở lên
 3. Độ nghiêng không quá 50° , nếu bố trí khó khăn và được sự đồng ý của Đăng kiểm có thể mở rộng thang, nhưng góc nghiêng không quá 60° .

3.3. BỐ TRÍ CÁC BUỒNG CÔNG CỘNG

3.3.1. Buồng tắm rửa, vệ sinh

Buồng tắm, buồng vệ sinh, buồng rửa tốt nhất nên bố trí gần buồng ở ; phải bố trí riêng buồng tắm và buồng vệ sinh cho thủy thủ, không để chung với buồng dành cho hành khách. Có buồng tắm rửa và thay quần áo cạnh buồng máy dành cho thợ máy.

Buồng tắm, buồng vệ sinh của các tầng boong nên bố trí trên đường thẳng đứng vừa tiết kiệm ống, vừa tránh đi xuyên qua các buồng khác. Không nên cho đường ống vệ sinh đi qua nhà bếp, buồng ăn, kho lương thực, thực phẩm. Các ống khác tránh đi qua khoang ướp lạnh, khoang dầu, nước ngọt. Để đảm bảo nước lấy vào tàu sạch sẽ, các lỗ xả nước bẩn, nước phân, bố trí tập trung một phía mạn tàu. Như vậy, cố gắng bố trí nhà tắm, buồng vệ sinh về một phía mạn tàu. Nếu khó khăn quá thì bố trí ống xả nước bẩn ra phía sau buồng máy, phía có van nước biển.

Trường hợp các buồng tắm, buồng vệ sinh bố trí ở boong dưới, nước bẩn không tự xả ra bằng trọng lực được, phải có khoang tập trung nước bẩn, dùng bơm hút xả ra ngoài. Trên các tàu viễn dương đều có khoang chứa nước bẩn, dùng tập trung nước bẩn trong thời gian tàu đỗ ở cảng.

Số lượng chậu rửa mặt, chậu vệ sinh, vòi nước tắm... tùy theo số lượng thủy thủ, và vị trí bố trí mà trang bị, thường từ 5 đến 10 người một dụng cụ tương ứng. Trên tàu cỡ trung bình, và tàu cỡ lớn, các buồng thủy thủ đều có chậu rửa mặt.

Tiêu chuẩn bố trí dụng cụ vệ sinh cho hành khách được ghi ở bảng 3.21 – 3.24, có thể dùng tham khảo.

Bảng 3.21

Số vòi nước tối thiểu trong các buồng rửa công cộng
dành cho khách trên tàu khách biển

Số hành khách		Yêu cầu
≤ 30 người (trong buồng)		Có 15 người hai vòi nước, nhưng mỗi buồng cách biệt, tối thiểu có một vòi
Buồng lớn	≤ 100 người	Có 20 người một vòi, tổng số không ít hơn hai vòi
	> 100 người	Có tăng thêm 40 người thì thêm một vòi

Ghi chú. Các vòi nước công cộng cách nhau ít nhất 0,6 m.

Cửa buồng rửa công cộng nên để cửa ra vào là cửa mở hai chiều.

Bảng 3.22

Buồng vệ sinh dùng cho hành khách trên tàu khách biển

Số hành khách	Số chậu vệ sinh tối thiểu phải bố trí
≤ 500 người	$\frac{\text{số hành khách}}{40}$
$500 \leq \text{người} < 1000$	$13 + \frac{\text{số hành khách} - 500}{60}$
> 1000 người	$21 + \frac{\text{số hành khách} - 1000}{80}$

Ghi chú: Đối với tàu khách có thời gian hành hải không quá 4h cho một chuyến đi, nếu bố trí khó khăn, có thể lấy tiêu chuẩn 60 người/một chậu vệ sinh.

Buồng bố trí một chậu vệ sinh đại tiện có kích thước tối thiểu như sau : rộng 0,8 m, dài 1,0 m, nếu trong buồng bố trí thêm một chậu tiểu tiện thì diện tích buồng tăng thêm 0,4 m².

Trong các buồng vệ sinh công cộng dành cho khách, bố trí chậu tiểu tiện mỗi chậu cách nhau ít nhất là 0,6 m.

Cửa buồng vệ sinh là cửa gỗ cố định, mở nhanh và mở vào hướng trong của buồng vệ sinh.

Bảng 3.23

Số chậu tắm và vòi nước tắm bố trí trên tàu khách biển, trường hợp tàu đi một chuyến trên một ngày đêm

Loại buồng Loại tàu	Loại 1 ; 2	Loại 3 ; 4	Ghi chú
Loại 1	30 người, bố trí 1	60 người, bố trí 1	ít nhất phải có một chậu
Loại 2	40 người, bố trí 1	80 người, bố trí 1	
Loại 3	50 người, bố trí 1	100 người, bố trí 1	

Ghi chú. Tàu chạy ở ven biển nước ta và vùng Đông Nam Á, kiến nghị thêm 50% số lượng vòi nước tắm và chậu tắm.

Diện tích buồng có chậu tắm $\leq 2,5$ m² ; trường hợp bố trí vòi nước tắm riêng (không có chậu tắm) các gian tắm phải ngăn cách nhau bằng vách sắt, không ngấm nước, mỗi gian có diện tích nhỏ nhất là 0,8 m². Buồng thay quần áo một người có diện tích nhỏ nhất là 1,6 m².

Bảng 3.24

Bố trí buồng vệ sinh và buồng rửa trên tàu khách sông

Bảng 1. Yêu cầu bố trí buồng vệ sinh

Hạng mục			Yêu cầu
Châu đại tiện	Tàu khách loại 1 và loại 2	< 500 người	1/50 người, ít nhất hai cái (nam, nữ)
		500 ~ 1000 người	$10 + \frac{\text{số khách} - 500}{70}$
		> 1000 người	$17 + \frac{\text{số khách} - 1000}{100}$
	Tàu khách loại 3	< 300 người	1/70 người, ít nhất hai cái (nam, nữ)
		> 300 người	$4 + \frac{\text{số khách} - 300}{100}$
	Tàu khách loại 4		1/100 người, ít nhất hai cái (nam, nữ) - tàu dưới 100 khách, thời gian đi không quá 2h, có thể bố trí một
Châu tiểu tiện			Tàu khách loại 1, loại 2, có hai châu đại tiện bố trí một châu tiểu tiện
Châu rửa			Tùy theo yêu cầu bố trí cho đủ
Vòi nước tắm			Tàu đi một ngày đêm nên bố trí buồng tắm cho khách

3.3.2. Buồng bệnh nhân và buồng y tế

Tàu khách loại 1, loại 2, chở 300 khách trở lên, một lượt đi quá hai ngày đêm phải bố trí buồng y tế và buồng bệnh nhân, căn cứ vào yêu cầu thực tế mà bố trí y sĩ hoặc y tá. Đối với tàu khách loại 3, loại 4, tùy yêu cầu mà bố trí.

Số giường bệnh bố trí theo bảng 3.25.

Bảng 3.25

Bố trí giường bệnh trên tàu khách biển

Tổng số khách	Số giường bệnh
≤ 300	1
300 ~ 500	2

Tiếp bảng 3.25

500 ~ 750	3
750 ~ 1000	4
> 1000	$4 + \frac{\text{số khách} - 1000}{250}$

Buồng bệnh nhân phải cách ly khỏi các buồng khác và bố trí ra vào thuận lợi. Buồng bệnh nhân phải thông tới boong lộ thiên, tiện cho việc đưa cáng chở bệnh nhân ra vào, có cửa mở thông với lối đi của hành lang phía trong tàu, để trường hợp thời tiết xấu đi lại thuận tiện. Buồng bệnh nhân nên bố trí phía sau của boong đạo hoặc boong xuống. Trên tàu khách, buồng bệnh nhân nam và nữ phải riêng biệt. Buồng y tế bố trí ở chỗ khách tương đối tập trung.

3.3.3. Buồng giặt và sấy quần áo

Đối với tàu khách loại 1, số khách trên 300 người, thời gian hành hải quá ba ngày đêm, quy phạm quy định bố trí buồng giặt áo quần. Buồng giặt bố trí ở gần buồng tắm rửa. Trong buồng có chậu giặt, máy giặt, bàn giặt... Gần buồng giặt có buồng sấy, hong khô quần áo. Cận buồng trẻ em và phụ nữ, trên tàu khách, nên có buồng rửa và sấy quần áo riêng.

3.3.4. Nhà bếp

Nhà bếp là nơi chuẩn bị thức ăn phục vụ cho thuyền viên và hành khách. Bố trí của nhà bếp tùy thuộc vào loại bếp nấu. Thường có ba loại bếp: bếp điện, bếp dầu và bếp than. Trên tàu sông và tàu ven biển thường dùng bếp than và bếp dầu. Trên tàu dầu tự chạy, nhiên liệu dùng cho bếp phải sử dụng điện hoặc than. Trong trường hợp đặc biệt, tùy theo vị trí nhà bếp và loại dầu chuyên chở, nếu được cơ quan Đăng kiểm đồng ý, có thể dùng loại dầu nặng.

Trong nhà bếp, ngoài bếp nấu ăn, còn có thiết bị nấu, rửa thức ăn, bàn thái, giá để bát đĩa, nồi soong, tủ ướp lạnh...

Trên tàu, nhà bếp thường được bố trí ở boong chính, xung quanh khoang che buồng máy; trên tàu máy bố trí ở phía đuôi, nhà bếp thường bố trí ở phía sau boong buồng lái. Phải chú ý thông gió và tỏa nhiệt cho nhà bếp.

Cố gắng tách riêng nhà bếp của thủy thủ và nhà bếp phục vụ hành khách. Diện tích của nhà bếp tùy thuộc vào số khách và số thuyền viên. Diện tích nhà bếp tàu hàng bằng $15 - 37 \text{ m}^2$, của tàu khách, bằng $35 - 60 \text{ m}^2$, hoặc bằng nửa diện tích buồng ăn.

Một số nguyên tắc quy định về cách bố trí nhà bếp trên tàu khách đi biển.

Nhà bếp, cố gắng bố trí gần buồng ăn. Trên các tàu lớn, thường phải dùng thang điện thông thẳng qua các tầng boong.

Không bố trí nhà bếp cạnh buồng vệ sinh, buồng y tế, buồng tắm, rửa... của đưa thức ăn của nhà bếp không được mở đối diện với các buồng trên.

Lối đi phía trước bếp nấu tối thiểu phải rộng 1 m, chiều rộng lối đi lại trước bàn làm thức ăn và các thiết bị nấu nướng khác $\leq 0,8 \text{ m}$. Tàu có chiều dài từ 25 m trở xuống, lối đi phía trước bếp nấu có thể giảm xuống 0,8 m, các lối đi khác trong nhà bếp có thể giảm xuống 0,7 m.

Cố gắng bố trí bếp nấu theo hướng ngang của tàu.

Trên tàu cỡ lớn và cỡ trung bình, bố trí buồng chuẩn bị thức ăn cạnh buồng ăn, trong buồng có tủ ướp lạnh, bàn chia thức ăn, tủ bát đĩa và chậu rửa, máy rửa.

Quy phạm tàu biển quy định như sau :

Tàu khách loại 1, loại 2, số hành khách trên 30 người, trong nhà bếp phải có buồng riêng chuẩn bị thức ăn. Đối với tàu khách loại 3, loại 4, số hành khách trên 300 người, kiến nghị cố gắng bố trí buồng trên.

Trong nhà bếp của tàu khách phải bố trí buồng riêng rửa bát đĩa, kể cả thiết bị tiêu độc cho dụng cụ ăn.

Tùy theo loại tàu khách và khó khăn trong việc bố trí, có thể sắp xếp buồng chuẩn bị thức ăn và buồng rửa dụng cụ ăn cùng một chỗ.

3.3.5. Buồng ăn

Cố gắng bố trí buồng ăn gần nhà bếp, hoặc có thể dùng thang dây, thang điện đưa thức ăn trực tiếp từ nhà bếp lên thẳng buồng ăn. Trên tàu hàng chỉ bố trí một buồng ăn cho thuyền viên. Trên tàu khách, buồng

ăn của thuyền viên và hành khách phải tách riêng. Số buồng ăn của khách tùy thuộc vào số hành khách và tình hình bố trí cụ thể trên tàu. Diện tích buồng ăn, căn cứ vào số người ăn cùng một lúc mà quyết định. Số lần người ăn cùng một lúc trên tàu khách không nên chia quá 4 lần. Chia quá nhiều lần sẽ ảnh hưởng đến tập quán sinh hoạt hàng ngày của khách và tăng cường độ lao động của thuyền viên.

Đối với tàu ven biển, diện tích buồng ăn của thuyền viên được tính cho $\frac{2}{3}$ số thuyền viên trên tàu. Có thể bố trí buồng ăn cho 3 – 8 người trực ban để họ đỡ phải thay quần áo trực ban khi vào ăn. Diện tích buồng ăn, tính cho mỗi người, trung bình là 1,0 – 1,5 m².

Bố trí buồng ăn phải chú ý đảm bảo cho người ăn cảm thấy dễ chịu thuận tiện. Thường bố trí buồng ăn ở tầng boong liên tục trên cùng.

Một số quy phạm quy định đối với buồng ăn của hành khách trên tàu biển như sau :

Tàu khách loại 1, 2, 3 phải có buồng ăn cho hành khách. Tàu khách loại 4, nếu thời gian chạy tàu quá 4h, kiến nghị bố trí buồng ăn cho hành khách.

Bảng 3.26 cho quy định số người ăn cùng một lượt và diện tích tối thiểu dành cho mỗi người trong buồng ăn của tàu khách đi biển.

Bảng 3.26

Yêu cầu đối với buồng ăn của khách trên tàu khách đi biển

Loại ghế	Tỷ số phần trăm số khách ăn cùng một lượt	Diện tích tối thiểu tính cho mỗi người, m ²	Chiều dài bàn ăn tính cho một khách, m	Chiều rộng bàn ăn, m
Ghế mềm loại 1 ; 2	50%	1,0	≤ 0,8	≤ 0,8
Ghế cứng loại 3 ; 4	25%	0,8	≤ 0,6	≤ 0,8

Ghi chú. Ghế ngồi và bàn ăn trong buồng ăn nên cố định xuống mặt boong.

Có dùng loại ghế xoay.

Không được rửa dụng cụ ăn trong buồng ăn.

Chiều rộng lối đi lại trong buồng ăn ≤ 0,8 m.

3.4. BỐ TRÍ THIẾT BỊ TRÊN TÀU

Trên tàu có nhiều loại thiết bị khác nhau phục vụ cho việc điều khiển và hành hải của tàu. Trên tàu vận tải thường có các thiết bị chủ yếu sau đây : thiết bị điều khiển tàu, thiết bị cầu hàng, thiết bị ướp lạnh, thông gió, thiết bị cứu sinh, thiết bị neo và thiết bị chằng buộc, thiết bị phòng chữa cháy... Trên các tàu chuyên dùng, có các thiết bị tương ứng với yêu cầu nghiệp vụ, khai thác của tàu, như thiết bị kéo, đẩy trên tàu kéo, tàu đẩy, thiết bị kéo lưới trên tàu lưới kéo. Khi bố trí chung toàn tàu, phải xác định loại thiết bị, số lượng, quy cách, vị trí lắp đặt thiết bị.

Dưới đây, đề cập tới một số yêu cầu cần thiết trong khi thiết kế bố trí toàn tàu.

3.4.1. Thiết bị điều khiển tàu

Thiết bị điều khiển tàu dùng để giữ hướng và thay đổi hướng đi của tàu. Thiết bị điều khiển bao gồm bánh lái, chân vịt cánh đứng, hệ thống phun đổi hướng... Thông thường sử dụng là loại bánh lái.

Số bánh lái và kiểu bánh lái ảnh hưởng tới kết cấu và hình dáng đuôi tàu, do đó khi xét hình dáng đuôi tàu đồng thời phải suy nghĩ tới bánh lái. Tàu có một bánh lái, bánh lái bố trí ở mặt phẳng dọc chính giữa tàu ; tàu có hai bánh lái, chúng được bố trí đối xứng qua mặt phẳng dọc chính giữa tàu ; tàu có ba bánh lái, một bánh lái ở giữa, hai cái ở hai bên.

Thường bánh lái bố trí phía sau chân vịt.

Không cho mép cuối của bánh lái nhô ra ngoài thân tàu để tránh va chạm làm hỏng bánh lái.

Ngoài bánh lái ra, còn phải chú ý :

- loại máy lái : máy lái quay tay hoặc máy lái truyền động cơ giới;
- hệ thống truyền động bánh lái ;
- thiết bị lái ứng cấp ;
- thiết bị điều khiển lái từ xa.

Lựa chọn máy lái quay tay hoặc máy lái cơ giới, phải căn cứ vào mômen quay bánh lái và yêu cầu của lái tàu. Quy phạm tàu biển vỏ thép của Trung Quốc (1959) quy định : đường kính trục bánh lái < 225 mm có thể dùng máy lái quay tay, đường kính trục bánh lái > 225 mm, dùng máy lái cơ giới.

3.4.2. Thiết bị cầu hàng

Trên tàu thường dùng cần cầu xoay và cần cầu deric. Loại cần cầu deric cấu tạo đơn giản, sử dụng thuận tiện, nên thường dùng nhiều trên tàu thủy.

Cần cầu deric thường bố trí ở hai đầu miệng khoang hàng. Mỗi khoang hàng thường có hai cặp cần.

Miệng khoang hàng, tốt nhất nên có cùng một chiều rộng, có lợi cho việc bố trí xà dọc boong. Kích thước miệng khoang hàng được tính trong phạm vi sau đây :

$$L_1 = k_1 L. \quad (3.3)$$

trong đó : L_1 — chiều dài miệng khoang hàng ;

k_1 — hệ số, bằng 0,60 — 0,80 ;

L — chiều dài khoang hàng.

$$b = k_2 B \quad (3.4)$$

trong đó : k_2 — hệ số, bằng 0,35 — 0,60, thường lấy là 0,4 — 0,5 ;

b — chiều rộng miệng hãm hàng ;

B — chiều rộng của thân tàu.

Tời cầu phải được bố trí ở vị trí có thể quan sát hàng cầu tốt nhất. Tời cầu bố trí ở trên boong, ở giữa trụ cầu và miệng khoang hàng. Nếu cuối miệng khoang hàng chỉ có một cần, tời cầu có thể bố trí ở trên đường tâm dọc boong, đường tâm trục của tang cuốn cáp vuông góc với mặt phẳng dọc giữa tàu. Trường hợp cuối miệng khoang có hai cần, tời cầu bố trí đối xứng với mặt phẳng dọc giữa tàu, khi đó đường tâm trục của tang cuốn cáp tạo thành với mặt phẳng dọc giữa tàu một góc bằng $90^\circ \div \frac{\alpha}{2}$ (α là góc xoay lớn nhất trên hướng phẳng của cần).

Trên các tàu hàng hiện nay, xung quanh trụ cần cầu tạo thành sàn phẳng, tời cầu có thể bố trí trên sàn đó. Sàn đặt tời này có lợi là tạo

điều kiện cho việc quan sát rõ ràng trong khi cầu hàng và cho phép miệng khoang hàng có thể mở rộng thêm ra.

3.4.3. Thiết bị cứu sinh

Thiết bị cứu sinh được trang bị theo yêu cầu của quy phạm cho từng loại tàu.

Xuống cứu sinh bố trí ở hai mạn của tầng boong cao trên kiến trúc thượng tầng. Quy phạm thiết bị cứu sinh quy định : trong phạm vi boong lầu mũi (nếu không có boong lầu mũi thì tính trong phạm vi từ sống mũi về phía lái một quãng bằng $1/3$ chiều dài thân tàu) và từ mép trước của chân vịt tính về phía mũi 3 m, không được phép bố trí xuống cứu sinh.

Nếu boong xuống cứu sinh cách đường nước chở đầy quá xa, khi tàu nghiêng ngang phải hạ xuống, tầm với của cần cẩu xuống quá lớn. Để cho kết cấu cần cẩu xuống đỡ phức tạp, trên nhiều tàu khách, boong xuống cứu sinh thường được mở rộng. Không được để các kết cấu và thiết bị nhô ra trên khu vực xuống lên xuống. Ở khu vực này cũng không được mở lỗ thoát nước, phòng tránh nước chảy vào xuống khi thả xuống xuống.

Chỉ bố trí xuống trên cùng một tầng boong, xếp thành hàng dọc ở hai bên mạn. Khoảng cách hai đầu, giữa xuống này với xuống khác ít nhất là 600 mm. Trường hợp không thể nào bố trí hết trên một hàng dọc, có thể bố trí hai hàng dọc ở hai bên mạn hoặc bố trí một hàng dọc nhưng hai tầng xuống. Trường hợp cần thiết nữa có thể bố trí ở hai hoặc nhiều tầng boong khác nhau, nhưng phải đảm bảo khi hạ xuống không bị vướng lẫn nhau.

Có loại xuống không gắn máy và xuống gắn máy. Không nên chọn xuống không gắn máy cỡ 50 – 60 người, vì như vậy lớn quá, khó chèo.

Bè cứu sinh bố trí ở boong xuống, cũng có khi bố trí ở boong chính hoặc boong che nắng. Nếu bè cứu sinh nặng trên 180 kg thì phải có giá đặt bè, cho bè có thể nhờ khối lượng bản thân tự trượt xuống nước.

3.4.4. Thiết bị neo và thiết bị chằng buộc

Phải bố trí ăn khớp giữa ống dẫn xích neo, khoang xích neo, máy quay neo, đảm bảo thao tác dễ dàng. Chiều cao lỗ neo bố trí sao cho

neo không bị rớt trong nước, trong trường hợp tàu lắc dọc neo không bị va đập nước. Khi rút neo lên, cán neo không được nhô cao trên mặt boong.

Bố trí thiết bị chằng buộc phải chú ý đến thao tác của thủy thủ. Phải đảm bảo sự ăn khớp giữa trụ buộc dây, ngàm đỡ dây, lỗ luồn dây.

3.5. VẼ BỐ TRÍ CHUNG TOÀN TÀU

3.5.1. Tỷ lệ của bản vẽ

Phải chọn một tỷ lệ thích đáng đảm bảo cho hình vẽ rõ ràng, dễ xem. Tùy theo kích thước của thân tàu và yêu cầu của các giai đoạn thiết kế khác nhau mà chọn tỷ lệ của bản vẽ.

Bảng 3.27 cho tỷ lệ của bản vẽ bố trí chung theo chiều dài thân tàu.

Bảng 3.27

Tỷ lệ bản vẽ bố trí chung toàn tàu

Chiều dài thân tàu, m	Tỷ lệ
< 15	1 : 25
15 – 50	1 : 50
51 – 120	1 : 50 hoặc 1 : 100
> 120	1 : 100 hoặc 1 : 200

3.5.2. Vị trí đường sườn thực tế

Khoảng cách đường sườn thực tế được xác định theo yêu cầu của quy phạm và tình hình cụ thể của kết cấu thân tàu. Sườn số 0 thường bố trí ở trước đường tâm trục bánh lái, tùy theo đường kính của trục bánh lái mà xác định khoảng cách đó, thường lấy bằng 150 – 400 mm. Khi chia khoảng sườn thực tế còn phải lưu ý tới việc phân chia khoang.

3.5.3. Các tầng boong

Quy phạm một số nước quy định, chiều cao sử dụng trong các buồng ở và buồng làm việc trên tàu khách đi biển, < 1,9 m, đối với tàu khách

đi sông, $\leq 1,85$ m. Thường chiều cao giữa các tầng boong nhỏ nhất là 2,15 m. Trên một số tàu bố trí rộng rãi, chiều cao giữa boong chính và boong che nắng (hoặc boong kiến trúc thượng tầng), giữa boong che nắng và boong dạo chơi, bằng 2,4 – 2,6 m, chiều cao giữa boong xuống và boong buồng lái bằng 2,2 – 2,4 m. Theo quy định của quy phạm đường trọng tải của tàu biển, chiều cao từ boong lầu mũi đến boong chính, đối với tàu có chiều dài 76,2 m, $\leq 1,83$ m ; đối với tàu có chiều dài > 122 m là 2,29 m ; với các trị số trung gian có thể dùng phương pháp tính nội suy tuyến tính. Dưới boong chính của tàu hàng khô, thường có boong trung gian ; boong này có tác dụng tăng sức bền thân tàu, và phòng tránh hàng bên dưới bị nén hỏng, tiện cho việc chở hàng, chiều cao giữa boong trung gian và boong chính bằng 2,5 – 3,5 m.

3.5.4. Đáy đôi

Tàu dài từ 45 đến 60 m, từ khoang máy đến vách chống va chạm phía mũi, phải bố trí đáy đôi. Tàu dài > 60 m, từ vách khoang mũi tới vách khoang lái, hoặc ít nhất, tới vách sau của đường vòm trục, phải bố trí đáy đôi. Đáy đôi phải phủ kín hông tàu, do đó ở hai đầu mũi, lái, nâng cao đáy đôi. Chiều cao đáy đôi tùy thuộc vào chiều cao ký giữa và đà ngang đáy tàu, nhưng ≤ 800 mm để tiện cho việc thi công và kiểm tra sửa chữa. Trên tàu dầu, chỉ bố trí đáy đôi ở khoang máy, và ở vế phía đuôi tàu. Thường chiều cao đáy đôi của loại tàu này là 1,2 – 1,6 m để có thể bố trí chứa đủ dầu, nước cần thiết.

3.5.5. Bố trí trong các buồng

Bảng 3.28 cho kích thước các dụng cụ trong buồng.

Chiều rộng hành lang bên ngoài các buồng ≤ 800 mm.

Chiều rộng cửa buồng là 650 – 800 mm, chiều rộng của hai cánh là 1200 – 2000 mm. Chiều cao các cửa ra vào là 1500 – 1850 mm.

Một số quy phạm quy định, cửa ra vào buồng khách $\leq 0,6$ m, đối với buồng mở rộng, ít nhất là 0,8 m, trên cửa đó phải có cửa ứng cứu 350 x 450 mm. Chiều rộng nhỏ nhất của cửa buồng ăn và buồng công cộng là 0,8 m. Các cửa mở thông với boong lộ thiên phải mở ra ngoài. Cửa buồng khách lớn, cửa buồng ăn, buồng công cộng phải mở ra ngoài hoặc có thể mở cả hai phía. Không dùng cửa đẩy trượt cho buồng

công cộng. Cửa tròn có 5 loại $\phi 200$, 250, 300, 350 và 400. Cửa sổ loại 600 x 400, 750 x 500. Cửa sổ buồng lái có thể mở rộng 900 x 600.

Bảng 3.28

Kích thước dụng cụ trong buồng, mm

Tủ quần áo	Ghế đệm một người
550 x 570 x 1880	600 x 600
600 x 570 x 1880	680 x 600
700 x 570 x 1880	Ghế xoay
1050 x 570 x 1880	500 x 520
	Tủ đựng dụng cụ ăn
	800 x 400 x 1000
	1000 x 450 x 1000
	1200 x 450 x 1000
Giường	Bếp nấu :
1900 x 750	bếp than 600 x 800 x 850 (20 - 30 người)
1900 x 800	1175 x 800 x 850 (30 - 50 người)
1900 x 900	1600 x 800 x 850 (50 - 80 người)
Bàn viết	1700 x 800 x 850 (50 - 80 người)
800 x 550 x 800	1700 x 800 x 850 (50 - 80 người)
1200 x 600 x 800	bếp dầu 1100 x 800 x 850 (30 - 60 người)
1300 x 600 x 800	1600 x 800 x 850 (50 - 100 người)
Ghế dựa	2600 x 800 x 850 (100 - 180 người)
400 x 600	Bàn thái thức ăn
450 x 420	2000 x 750 x 1000
500 x 500	3000 x 850 x 1000
550 x 600	1800 x 600 x 800
Ghế đầu	Bàn ăn
300 x 300	800 x 800 x 800
550 x 350	2000 x 800 x 800
1000 x 350	ϕ 800 - ϕ 1000
Ghế divăng	Bàn hải đồ
1760 x 600	1650 x 900 x 1050
1850 x 700	2000 x 900 x 1050
1900 x 700	

Chương 4

ĐƯỜNG HÌNH DÁNG CỦA THÂN TÀU

4.1. NHỮNG YẾU TỐ CẦN PHẢI XÉT TỚI KHI THIẾT KẾ ĐƯỜNG HÌNH DÁNG

4.1.1. Tốc độ của tàu

Tốc độ thường là yếu tố hàng đầu được đặt ra trong khi thiết kế hình dáng của thân tàu. Hàng trăm năm nay, người ta đã đầu tư bao nhiêu công sức vào việc nghiên cứu nâng cao tốc độ của tàu. Ngày nay, nâng cao tốc độ của tàu buôn là một xu hướng phổ biến của đội tàu buôn thế giới. Con tàu buôn 33 hải lý/h đã ra đời năm 1973 và người ta đang phấn đấu đạt tới con tàu buôn siêu cao tốc 35 hải lý/h. Việc lý giải khái niệm về tính tốc độ đang ngày một phát triển. Một thời gian rất dài, người ta tập trung suy nghĩ về tính năng sức cản tĩnh của tàu. Kỹ thuật thí nghiệm phát triển, tác dụng tương hỗ giữa thân tàu và chân vịt được nghiên cứu. Gần đây người ta đã nghiên cứu tính chạy nhanh của tàu trong sóng gió, đưa khái niệm tốc độ đi gần với yêu cầu thực tế của khai thác. Thực tế chứng minh rằng tàu có sức cản tĩnh thấp nhất không nhất định là có tính tốc độ tốt nhất trong nước tĩnh, tàu có tính tốc độ tốt nhất trong nước tĩnh chưa phải là có thể duy trì được tốc độ cao nhất trong sóng gió. Tuy nhiên tổn thất tốc độ trong sóng gió vẫn là một vấn đề tồn tại vì công việc nghiên cứu về tốc độ của tàu trong sóng gió chưa thực hoàn thiện và thời gian hoạt động của tàu trong điều kiện như vậy chỉ chiếm một phần của toàn bộ thời gian khai thác.

a) Lực đẩy

Thí nghiệm mô hình cho biết, nếu đường cong diện tích mặt cắt ngang của tàu không đối, thì hình dáng mặt cắt của nửa trước thân tàu ảnh hưởng rất ít đến dòng theo. Nhưng hình dáng mặt cắt nửa sau của

thân tàu (nhất là đối với đoạn nước ra) ảnh hưởng rất lớn đến hiệu suất đẩy. Đường phân bố dòng theo của mặt cắt hình chữ V rất không đều, không có lợi đối với hiệu suất chân vịt, mặt cắt hình chữ U có đường phân bố dòng theo tương đối đều. Nhưng điều khó phân xét là sức cản của nửa sau thân tàu hình chữ V tương đối thấp. Có người cho rằng, phải xét tới vòng quay của chân vịt nữa : vòng quay chân vịt cao, hệ số lãng trụ đứng của nửa sau thân tàu nên lấy nhỏ một chút ; nếu vòng quay chân vịt và tốc độ tàu thấp, hệ số lãng trụ đứng của nửa sau thân tàu nên lớn một ít. Trong thực tế, trên tàu một chân vịt, đoạn nước ra phần nhiều có hình dáng chữ U, trên tàu hai chân vịt, phần nhiều có dạng chữ V.

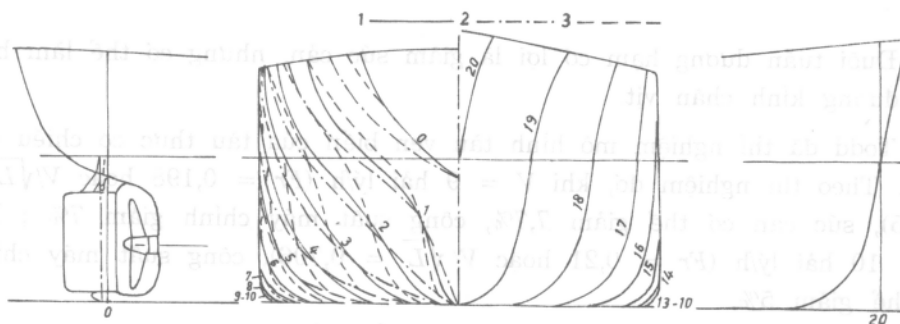
Manen đã tiến hành có hệ thống các thí nghiệm về ảnh hưởng hình dáng đuôi tàu đối với lực đẩy của tàu dầu cỡ lớn. Kết quả thí nghiệm cho trong bảng 4.1.

Bảng 4.2 cho kết quả thí nghiệm của mô hình tàu hàng một chân vịt, dài 120 m, công suất trên trục của máy chính là 3000 m.l, vòng quay chân vịt là 100 vg/ph, tốc độ tàu là 14 hải lý/h ($V/\sqrt{L} = 0,70$).

Bảng 4.1

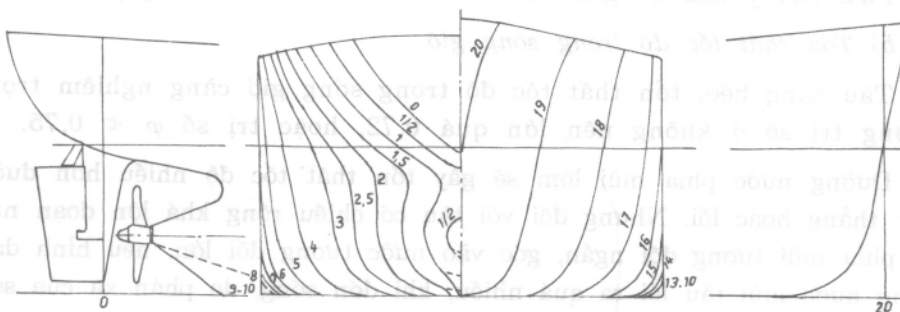
Ảnh hưởng của hình dáng nửa sau thân tàu
đối với tốc độ trong nước tính ($\frac{V}{\sqrt{L}} = 0,60$, chở đầy)

Hình dáng đuôi	Đường kính chân vịt, m	Sức cản tính, %	Công suất máy chính, %	Hiệu suất đẩy	Đường hình dáng	Ý kiến của tác giả
Hoàn toàn V	6,9	97	106	0,67	h.4.1	Không nên dùng
Nửa U	6,9	100	100	0,74	-nt-	Nên dùng. Công suất nhỏ
Hoàn toàn U	6,9	103	102	0,75	-nt-	Có thể dùng
"3" + ống đạo lưu	5,7	103	101	0,75	-nt-	Đường kính chân vịt nhỏ, kết cấu phức tạp, hiệu quả không rõ rệt
Dạng Hoóc	7,1	108	103	0,77	h.4.2	Nên dùng. Tránh xúi bọt, giảm dao động
"5" + ống đạo lưu	5,7	108	98	0,81	h.4.2	Nên dùng. Công suất nhỏ. Đường kính chân vịt nhỏ nhưng kết cấu phức tạp. Tránh xúi bọt, giảm dao động
Hai chân vịt	5,9	100	105	0,70	h.4.3	Tránh xúi bọt, giảm dao động, công suất tiêu hao lớn

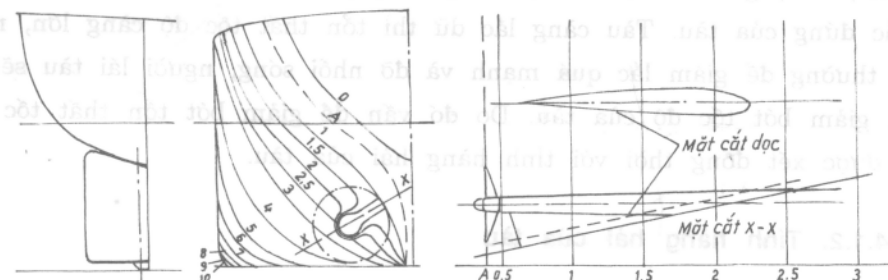


Hình 4.1. Đường hình dáng mô hình số 1, 2, 3 :

- N°1 (hoàn toàn V) ;
 - - - N°2 (nửa U) ;
 - · - · N°3 (hoàn toàn U).



Hình 4.2. Đường hình dáng mô hình N°5 (Dạng Hoóc).



Hình 4.3. Đường hình dáng mô hình N°7.

Bảng 4.2

Ảnh hưởng của hình dáng mặt cắt ngang
 của đoạn nước ra tính với tốc độ trong nước tĩnh

Hình dáng mặt cắt ngang của đoạn nước ra	U	V
Công suất có ích (EHP)	103%	100%
Công suất máy chính (SHP)	92%	100%

Đuôi tuấn dương hạm có lợi là giảm sức cản, nhưng có thể làm hạn chế đường kính chân vịt.

Todd đã thí nghiệm mô hình tàu ven biển của tàu thực có chiều dài 61m. Theo thí nghiệm đó, khi $V = 9$ hải lý/h ($Fr = 0,198$ hoặc $V/\sqrt{L} = 0,635$), sức cản có thể giảm 7,7%, công suất máy chính giảm 7% ; khi $V = 10$ hải lý/h ($Fr = 0,21$ hoặc $V/\sqrt{L} = 0,706$), công suất máy chính có thể giảm 5%.

Khi chân vịt cách mặt nước tương đối gần, phải cố gắng bố trí hình dáng đuôi phủ kín chân vịt, tránh không khí bị hút vào, giảm hiệu suất chân vịt và gây hiện tượng xúi bọt.

Phải chú ý khe hở giữa thân tàu và chân vịt, tránh gây dao động.

b) Tổn thất tốc độ trong sóng gió

Tàu càng béo, tổn thất tốc độ trong sóng gió càng nghiêm trọng, thường trị số δ không nên lớn quá 0,72, hoặc trị số $\varphi < 0,75$.

Đường nước phía mũi lõm sẽ gây tổn thất tốc độ nhiều hơn đường nước thẳng hoặc lồi. Nhưng đối với tàu có chiều rộng khá lớn đoạn nước vào phía mũi tương đối ngắn, góc vào nước tương đối lớn, nếu hình dáng đường nước mũi tàu lồi ra quá nhiều, khi đón sóng, do phản xạ của sóng mũi trên thân tàu, dễ tạo nên sức cản phụ.

Hiện tượng tổn thất tốc độ trong sóng gió còn liên quan đến lắc dọc và lắc đứng của tàu. Tàu càng lắc dữ thì tổn thất tốc độ càng lớn, mặt khác thường dễ giảm lắc quá mạnh và đỡ nhồi sóng, người lái tàu sẽ tự mình giảm bớt tốc độ của tàu. Do đó vấn đề giảm bớt tổn thất tốc độ phải được xét đồng thời với tính hàng hải của tàu.

4.1.2. Tính hàng hải của tàu

Phải đặc biệt chú ý đến tính hàng hải khi thiết kế đường hình dáng của thân tàu. Đối với một số loại tàu, tính hàng hải cần phải chú ý nhiều hơn tính chạy nhanh.

Trong cùng một trạng thái biển, tàu có kích thước khác nhau, sẽ có những phản ứng khác nhau.

a) Tàu cỡ lớn ($L \geq 150m$; $D \geq 20000t$)

Trong vùng biển rộng, ít khi gặp sóng có chiều dài bằng hoặc lớn hơn chiều dài thân tàu, tàu cỡ lớn thường có tỷ số chiều dài thân tàu

trên chiều dài sóng $L/\lambda, > 1,5$. Chu kỳ tự lắc của tàu tương đối lớn, do đó biên độ lắc trong sóng nhỏ, hiện tượng nổi sóng không nghiêm trọng. Trong thiết kế hình dáng, phần lớn xét tới tính chạy nhanh trong nước tĩnh, phần nửa trước thân tàu có dạng mặt cắt hình chữ *U* và góc vào nước bé. Nhưng phải chú ý hiện tượng va đập đáy mũi tàu, gần đáy mũi tàu phải gia cường một cách thích đáng.

b) Tàu cỡ trung ($L = 120 \div 150$ m ; $D = 10000 \div 18000$ t)

Trong vùng biển rộng, tàu thường gặp sóng có chiều dài gần bằng chiều dài thân tàu, mũi tàu có thể bị sóng trào, đáy mũi tàu bị va đập, khi gặp sóng tàu mất tốc độ một cách rõ rệt. Hình dáng mũi tàu của loại tàu này rất quan trọng. Về mặt tính hàng hải, nên chọn mặt cắt ngang hình chữ *V* hoặc nửa *V*, nhưng xét về mặt giảm sức cản trong nước tĩnh, nên chọn dạng mặt cắt chữ *U* hoặc dạng mũi hình cầu. Có hai xu hướng khác nhau trong thiết kế hình dáng mũi tàu : một xu hướng dùng mặt cắt nửa trước thân tàu dạng nửa *V*, sống mũi nghiêng về phía trước ; xu hướng thứ hai, dùng hình dáng mặt cắt nửa trước thân tàu dạng chữ *U*, mũi hình cầu, gia cường đáy mũi tàu. Loại sau có tính năng hàng hải tốt hơn.

c) Tàu hàng tốc độ thấp ($D = 5000 \div 8000$ t)

Đây là loại tàu tốc độ thấp, hình dáng tương đối béo, tổn thất tốc độ trong sóng gió lớn nhất, dễ có hiện tượng lắc cộng hưởng ; hình dáng nửa trước thân tàu dạng chữ *V* là thích hợp.

d) Loại tàu cỡ nhỏ ($D = 700 \div 1500$ t)

Loại tàu này phần lớn là tàu công trình, tàu cá, tàu khảo sát, tàu cứu hộ, thường xuyên làm việc trên biển, có trường hợp tác nghiệp trong điều kiện gió cấp 8. Trong thiết kế loại tàu này, tính hàng hải là yếu tố chủ yếu phải xét. Tàu có tỷ số $\frac{L}{\lambda} = 0,7 \div 1,5$, khi chạy đón sóng, mũi dễ bị sóng trào. Do đó, nên dùng dạng chữ *V* cho mặt cắt nửa trước thân tàu, sống mũi nghiêng hẳn về phía trước, có thể nghiêng tới 30° . Các đường nước từ đường nước chỏ đáy trở lên nên tương đối dầy dặn, làm cho hệ số lặn trụ đứng giảm dần theo chiều cao đường nước tương ứng. Mặt cắt ngang của các sườn lý thuyết số 17, 18, 19 có dạng thẳng, hoặc hơi loe ra ở boong tàu. Như vậy, khi mũi tàu ngập xuống nước, mômen cản tăng dần, do đó giảm biên độ lắc dọc, đồng thời hất nước ra ngoài, giảm hiện tượng sóng trào boong mũi. Boong lộ thiên mũi tàu có thể làm theo dạng mu rùa, để thoát nước nhanh chóng, kết cấu mép boong làm theo kiểu cung tròn.

Xét về tính hàng hải, khi thiết kế đường hình dáng phải chú ý các điểm sau đây :

1) *Hình dáng mặt cắt ngang chính giữa.* Bán kính góc hông đáy không những có lợi làm giảm lắc ngang, mà còn có lợi đối với tính chạy nhanh của tàu, do đó trên một số tàu mới thiết kế đã hoàn toàn không sử dụng hông đáy nâng cao. Trên các tàu cỡ nhỏ có hệ số β bé, vẫn dùng hông đáy nâng cao khá lớn để giải quyết vấn đề lắc ngang và ổn định hướng đi.

2) *Hình dáng mũi tàu.* Sống mũi nghiêng vát về phía trước, đường nước phía mũi thẳng. Trừ tàu lớn có mạn khô cao ra, hình dáng mặt cắt ngang thích hợp là dạng chữ V, phía trên đường nước loe ra một cách thích đáng, nếu loe quá nhiều, mặt cắt ngang có dạng chữ S, trong sóng gió dễ bị va đập cục bộ, thường xuất hiện hiện tượng nước bắn tung, dẫn tới tổn thất tốc độ nghiêm trọng.

3) *Hình dáng đuôi tàu.* Đuôi tàu tuân dương hạm có tác dụng giảm sóng đuôi, mặt cắt ngang nên có hình dáng chữ V, đáy không nên quá phẳng, để tránh vỗ sóng. Mức độ béo đáy của đuôi phải thích ứng với nửa trước thân tàu, nếu không trục lắc dọc sẽ dịch chuyển quá nhiều về phía sau, tăng biên độ lắc của mũi tàu lên quá lớn. Hình dáng mặt chiếu cạnh của đuôi nên nghiêng về phía sau, tránh sóng trào khi tàu lùi.

4) *Mạn khô và độ cong mép boong.* Mạn khô dư có thể cải thiện tính hàng hải một cách rõ rệt, giảm hiện tượng sóng trào và nước bắn tung. Độ cong của mép boong làm tăng lực nổi dự trữ của mũi và lái, có lợi cho việc giảm lắc dọc và cải thiện hiện tượng sóng trào. Tàu nhỏ dễ gặp trạng thái lắc cộng hưởng, độ cong mép boong khá lớn. Tàu cỡ lớn, mạn khô cao, có thể giảm độ cong mép boong, thuận tiện cho thao tác.

5) *Hình dáng mặt đường nước.* Chu kỳ lắc dọc thường không lớn, hiện tượng cộng hưởng trong lắc dọc thường không tránh được. Sử dụng mặt đường nước gầy, bóp, có thể làm cho lắc cộng hưởng phát sinh trong sóng ngắn, giảm nhỏ góc lắc dọc. Tàu có tỷ số $\frac{B}{T}$ lớn, lắc đứng lớn, mặt đường nước gầy, bóp có lợi cho việc giảm biên độ lắc đứng. Tàu có tỷ số $\frac{L}{\lambda} = 0,7 \div 1,5$ cố gắng đưa trọng tâm mặt đường nước chở đầy về phía trước tâm nổi hoặc mặt cắt ngang giữa tàu. Như vậy có thể làm cho tàu khi đón sóng, theo sóng mà lên, không bị chui vào sóng. Điều

này, tuy vậy, khó thực hiện. Hình dáng mặt đường nước gần đường nước chở dầy không biến đổi quá lớn so với mặt đường nước chở dầy.

4.1.3. Tính ổn định và nghiêng dọc

Sau khi kích thước chủ yếu, các hệ số hình dáng và bố trí đã được xác định, chỉ tiêu về tính ổn định đại thể cũng đã được khẳng định, đường hình dáng ảnh hưởng tới tính ổn định không lớn.

Hình dáng mặt cắt ngang dạng chữ V có thể nâng cao tâm nổi. Theo ý kiến của Nogid, đường cong 1 trên hình 4.4 ứng với mặt cắt dạng chữ U, đường cong 3 ứng với mặt cắt dạng chữ V. Nhưng căn cứ vào phân tích số liệu thực tế, trị số $\frac{z_c}{T}$ chỉ biến động giữa hai đường 1 và 2.

Bán kính ổn định ngang r , chủ yếu do chiều rộng thân tàu và hệ số α quyết định. Kinh nghiệm cho biết :

$$r = \frac{1}{k} \times \frac{\alpha^2}{\delta} + \frac{B^2}{T}$$

Nhưng, trong trường hợp cùng một trị số α như nhau, đoạn song song giữa tàu của đường nước càng dài, hệ số k càng nhỏ, r càng lớn. Bảng 4.3 cho kết quả nghiên cứu của Nogid.

Bảng 4.3

**Ảnh hưởng của chiều dài đoạn song song giữa tàu
đối với bán kính ổn định ngang ($\alpha = 0,8$)**

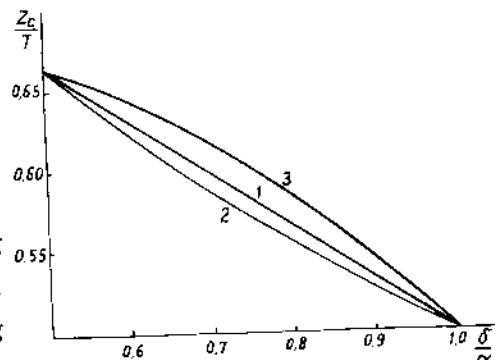
Chiều dài đoạn song song giữa tàu, % L	0	20	40	60
k	11,7	11,6	11,4	11,0
Tỷ suất tăng của bán kính ổn định ngang, %	—	2,5	2,5	6,5

Xét về tính ổn định góc lớn, tăng lực nổi dự trữ là có lợi, do đó về mặt tính ổn định nên dùng hình dáng mặt cắt ngang loe ra ở phía trên. Nhưng mức độ loe ra còn phải được xét đồng thời với tính hàng hải của tàu.

Ở gần đường nước thiết kế hoặc giữa đường nước chở dầy và đường nước tàu không của tàu hàng, chiều rộng mặt cắt ngang của đường hình dáng thân tàu không nên biến đổi quá nhanh, vì nếu không sẽ dẫn tới

sự thay đổi quá lớn của chiều cao tâm ổn định ở các trạng thái trọng tải khác nhau, không có lợi cho tính ổn định.

Khi thiết kế đường hình dáng thân tàu, còn phải lưu ý đến vị trí tâm nổi hướng dọc x_c , xét đến x_c ở mọi trạng thái trọng tải, tránh nghiêng dọc quá lớn. Cách giải quyết vấn đề này là thay đổi hình dáng mặt cắt ngang hoặc thay đổi sự phân bố lượng chiếm nước theo hướng đứng và hướng dọc thân tàu.



Hình 4.4. Ảnh hưởng hình dáng mặt cắt ngang đối với chiều cao tâm nổi :

1. Normand ; 2. Pozdyunin ; 3. Fan Der Flit.

4.1.4. Tính năng điều khiển

Tính năng điều khiển của tàu là khả năng thay đổi hay giữ hướng đi của tàu theo sự điều khiển của người lái. Nội dung của tính năng điều khiển bao gồm tính quay trở và tính ổn định hướng đi. Tính năng điều khiển không tốt sẽ ảnh hưởng đến hiệu suất sử dụng và thậm chí có thể gây nên sự cố nghiêm trọng.

a) Tính quay trở

Phải chú ý đến hình dáng đuôi tàu. Khi diện tích mặt cắt dọc giữa tàu không đổi, nửa sau thân tàu béo, đường kính quay vòng sẽ giảm.

Hình dáng mũi ảnh hưởng không lớn lắm đối với tính quay trở, nhưng nếu mũi vát quá lớn, điểm tác dụng của mặt chiếu cạnh dịch chuyển về phía sau, đường quay vòng sẽ lớn.

b) Tính ổn định hướng

Hình dáng đuôi tàu ảnh hưởng tới tính ổn định hướng hơn hình dáng mũi tàu rất nhiều.

Bảng 4.4 cho kết quả thí nghiệm về ảnh hưởng của hình dáng mặt chiếu cạnh của mũi và lái đối với tính ổn định hướng. Từ những kết quả đó, có thể rút ra kết luận sau đây :

- Ảnh hưởng của độ vát phía mũi và lái khác nhau khá lớn. Vát mũi có lợi cho ổn định hướng, nhưng vát lái sẽ không ổn định.

- Vị trí trọng tâm hình chiếu cạnh phần dưới nước ảnh hưởng lớn đến tính ổn định hướng của tàu. Tàu, cùng một mức độ béo như nhau, vị trí trọng tâm trên dịch chuyển về phía sau, tính ổn định hướng tốt.

- Nếu khoảng cách từ vị trí trọng tâm mặt chiếu cạnh phần dưới nước tới mặt cắt ngang chính giữa tàu như nhau thì diện tích mặt chiếu cạnh phần dưới nước lớn, tính ổn định hướng tốt.

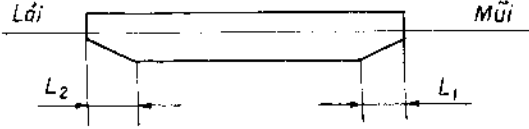
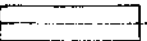
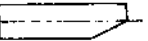
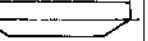
Qua nghiên cứu tính du đưa của sà lan biển, Bogdanov đưa ra kiến nghị tương tự : muốn đạt được tính ổn định hướng tốt, trọng tâm hình chiếu cạnh phần dưới nước phải nằm phía sau trọng tâm tàu, tỷ số :

$$\frac{\text{Diện tích mặt chiếu cạnh phần dưới nước}}{L \times T} \ll 0,96 - 0,97 ; \text{ giữ cho}$$

đuôi tàu béo, mũi vát, sống mũi nghiêng về phía trước đồng thời hệ số $\delta \gg 0,80$.

Bảng 4.4

Ảnh hưởng hình chiếu cạnh mũi, lái đối với tính ổn định hướng

				
Hạng mục	S_1	S_2	S_3	S_4
Hình dáng mặt chiếu cạnh				
L_1/L	0	0	19,95%	19,95%
L_2/L	19,95 %	0	0	19,95%
$\left(\frac{dM}{d\beta}\right)_{\beta=0}$	0,1875	0,1590	0,09942	0,1353
Thứ tự về tính ổn định tĩnh	4	3	1	2
Tính ổn định động	không ổn định	ổn định	ổn định	ổn định
Thứ tự về tính ổn định động	4	2	1	3

Trong bảng 4.4, $\left(\frac{dM}{d\beta}\right)_{\beta=0}$ là tỷ suất tăng của mômen quay vòng đối với góc lệch hướng.

Thí nghiệm của Koning cho biết, mũi vát sẽ gây nên hiện tượng không ổn định hướng khi tàu lùi. Bảng 4.5 cho kết luận thí nghiệm của Koning.

Bảng 4.5

Ảnh hưởng của hình dáng mũi tàu đối với tính ổn định hướng

Nº	Hình dáng sống mũi tàu	Mặt cắt mũi tàu	Hình dáng nửa sau thân tàu	Kết luận
1	Thẳng đứng	Mũi tròn	Giống nhau	Khi tàu tiến, kết quả gần như nhau, khi tàu lùi trạng thái (3) không ổn định
2	Thẳng đứng	Thông thường		
3	Nghiêng về phía trước	Dạng V		

4.1.5. Bố trí và dung tích chở hàng

Hình dáng thân tàu có quan hệ mật thiết đến dung tích chở của tàu hàng. Trong trường hợp cùng một trị số hệ số lặn trụ và cùng một diện tích mặt boong, hình dáng mặt cắt ngang dạng chữ V, so với dạng chữ U, có dung tích chở lớn hơn. Đoạn thân ống song song giữa tàu có lợi cho việc chở hàng.

Hình dáng mặt cắt ngang chữ V để tạo nên mặt boong rộng, bố trí thuận lợi.

4.1.6. Công nghệ đóng tàu

Thiết kế hình dáng thân tàu phải chú ý thích đáng đến công nghệ chế tạo, nhất là khi sản xuất hàng loạt.

Xét về mặt gia công tôn vỏ, mặt vỏ tàu nên phẳng trơn, độ cong biến đổi dần dần. Cố gắng giảm bớt những mặt cong không khai triển được. Cũng có trường hợp sử dụng những hình dáng giản đơn, phẳng và cong một chiều. Hình dáng giản đơn phần lớn sử dụng cho tàu nhỏ, tàu sông tốc độ thấp, tàu định hình sản xuất hàng loạt thời chiến. Dạng tàu gãy góc ứng dụng trên tàu sông và ven biển nước ta trong những năm chống Mỹ cứu nước thuộc loại hình dáng giản đơn đó. Ở châu Âu cũng thịnh hành dạng tàu gãy góc nhiều cấp (hydroconic) ứng dụng trên tàu kéo.

4.2. VẼ ĐƯỜNG HÌNH DÁNG THÂN TÀU

4.2.1. Tổng quát

Đường hình dáng thân tàu thường được biểu diễn bằng các hình chiếu của ba hướng : mặt cắt dọc, mặt cắt ngang và mặt đường nước.

Mặt cắt ngang gồm các đường hình dáng của các mặt cắt song song vuông góc với mặt phẳng dọc giữa tàu. Mỗi một mặt cắt ứng với một đường sườn lý thuyết. Số thứ tự của các sườn được xếp theo số tự nhiên kể từ số 0 tính từ lái đến mũi. Khoảng cách các sườn lý thuyết lấy bằng nhau. Nếu lấy theo chiều dài giữa hai đường vuông góc mũi và lái, thì các sườn được chia từ đường vuông góc phía lái tới đường vuông góc phía mũi. Tuy nhiên hình dáng đuôi tàu, có thể chia về phía sau một số sườn và ký hiệu bằng các số âm, $-1, -2, -3...$

Nếu tính theo chiều dài đường nước thì các sườn được chia trên đường nước từ giao điểm của đường nước chở đẩy với đuôi tàu tới giao điểm của đường nước chở đẩy với mũi tàu. Số sườn nhiều hay ít tùy thuộc vào chiều dài tàu lớn hay bé, thường chia làm 11 sườn hoặc 21 sườn. Cách chia còn tùy thuộc vào phương pháp tính thủy lực nếu tính theo phương pháp Simpson, thì chia làm 11 sườn, nếu tính bằng phương pháp hình thang thì chia làm 21 sườn. Ở hai đầu mũi, lái độ cong của đường hình dáng biến đổi lớn, có thể chia thêm các sườn phụ $1/2$ hoặc $1/4$.

Hình dáng tàu đối xứng, do đó có thể vẽ một nửa mặt cắt ngang. Nửa thân tàu phía trước, từ giữa tàu về mũi, bố trí ở bên phải mặt cắt ngang, nửa thân tàu phía sau, từ giữa tàu về lái, bố trí ở bên trái mặt cắt ngang.

Mặt cắt dọc gồm đường hình dáng của các mặt cắt song song với mặt phẳng dọc giữa tàu và đường bao dọc cạnh thân tàu. Số mặt cắt dọc nhiều hay ít tùy thuộc vào chiều rộng thân tàu và mức độ phức tạp của đường cong, có thể lấy từ 2 đến 7 đường.

Mặt đường nước bao gồm đường hình dáng của các mặt cắt song song với đường nước chở đẩy và đường chiếu phẳng của đường bao mép boong. Tùy theo môn nước lớn hay bé và yêu cầu của tính toán thể tích chiếm nước mà quyết định số đường nước. Thường, kể từ đường nước chở đẩy trở xuống, chia làm 5 – 8 đường. Chỉ vẽ một nửa bên trái của các đường nước. Để tiện cho việc tính toán và vẽ mẫu, không nhất thiết phải chia môn nước thành những đoạn bằng nhau, nhưng khoảng cách các đường nước nên lấy chẵn.

Tỷ lệ bản vẽ dùng cho đường hình dáng có thể là 1/25, 1/50 và 1/100 tùy theo kích thước của tàu mà chọn. Tàu nhỏ có thể dùng tỷ lệ lớn. Đối với bản vẽ thi công cố gắng dùng tỷ lệ lớn để nâng cao tính chính xác của bản vẽ.

Trên bản vẽ đường hình dáng còn có bảng trị số hình dáng, theo mẫu ở bảng 4.6.

4.2.3. Vẽ đường hình dáng theo thân tàu mẫu

Trong thực tế thiết kế, thường dùng tài liệu thí nghiệm mô hình hoặc tàu thực có tính năng tốt làm cơ sở chọn đường hình dáng. Nhưng tàu mẫu thường ít khi hoàn toàn phù hợp với yêu cầu thiết kế mới. Do đó phải có những điều chỉnh cần thiết. Có thể điều chỉnh tự do hoặc điều chỉnh theo quy luật hình học. Điều chỉnh tự do là một việc rất khó, đòi hỏi người thiết kế phải giàu kinh nghiệm. Sau đây giới thiệu phương pháp hình học.

a) Các hệ số và vị trí tâm nổi hướng dọc giống nhau, nhưng kích thước chủ yếu có chút khác nhau

Trong trường hợp này, các trị số D , L/B và B/T thay đổi theo kích thước.

- *Thay đổi L* , chỉ cần thay đổi khoảng cách các sườn lý thuyết theo chiều dài thân tàu, chia chiều dài thân tàu mới thành các khoảng sườn lý thuyết bằng nhau. Giữ nguyên các mặt cắt ngang và dịch chuyển đến vị trí tương ứng mới. Như vậy, sẽ có đường hình dáng của tàu mới.

- *Thay đổi B* , đem nửa chiều rộng của các đường nước trên mặt cắt ngang nhân với hằng số tỷ lệ k , sau đấy đưa các nửa chiều rộng mới lên mặt cắt ngang của tàu mới. Hằng số tỷ lệ đó bằng

$$k = \frac{B'}{B}$$

trong đó : B - chiều rộng tàu mẫu ;

B' - chiều rộng tàu mới.

Nếu nửa chiều rộng các đường nước của tàu mẫu được biểu thị bằng số phần trăm của $\frac{1}{2}B$, như vậy nửa chiều rộng của tàu mới tuy khác tàu mẫu nhưng số phần trăm nửa chiều rộng đường nước vẫn có thể

Bảng 4.6

Bảng trị số hình dáng thân tàu

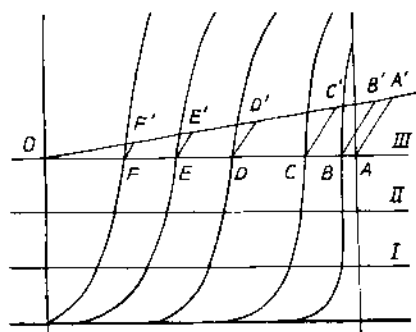
Chiều cao						Nửa chiều rộng						
Mặt cắt dọc	Cắt dọc I	Cắt dọc II...	Đường mép boong chính	Đường mép boong lầu mũi	Đường thành chấn sóng	Đường chuẩn đáy	Đường nước I	Đường nước II...	Đường mép boong chính	Đường mép boong lầu mũi	Đường thành chấn sóng	Đường nước
Sườn												Sườn
$1 \frac{1}{2}$												$1 \frac{1}{2}$
0												0
$1 \frac{1}{2}$												$1 \frac{1}{2}$
1												1
$1 \frac{1}{2}$												$1 \frac{1}{2}$
2												2
3												3
.												.
.												.
.												.
17												17
18												18
$18 \frac{1}{2}$												$18 \frac{1}{2}$
19												19
$19 \frac{1}{2}$												$19 \frac{1}{2}$
20												20

dùng như cũ, chỉ cần nhân $\frac{1}{2}B$ của tàu mới với số phần trăm nửa chiều rộng các đường nước sẽ được nửa chiều rộng các đường nước tương ứng của tàu mới.

Theo cách tăng giảm chiều rộng theo tỷ lệ như vậy, có thể dùng nguyên lý tam giác đồng dạng giải bằng hình vẽ (h.4.5). Trên mặt cắt ngang tàu mẫu, qua điểm O kẻ một đường thẳng bất kỳ, trên đường đó lấy đoạn $OA' = \frac{1}{2}B$ của tàu mới, nối AA' tuần tự qua các điểm $B, C, \dots$ kẻ các đường song song với AA' giao nhau với OA' tương ứng tại $B', C', \dots$ $OB', OC', \dots$ là nửa chiều rộng của các mặt cắt ngang trên đường nước đó.

- Thay đổi T , chỉ cần chia đường nước của tàu mới cùng một số đường nước như tàu mẫu, sau đấy dịch chuyển tương ứng các nửa chiều rộng đường nước của các mặt cắt ngang lên đường nước mới.

Trên đây là các trường hợp biến đổi riêng lẻ một kích thước của tàu, nếu cần đồng thời thay đổi hai, ba kích thước, có thể dùng hai, ba phương pháp tương ứng trên kết hợp để sửa đổi.



Hình 4.5. Thay đổi chiều rộng tàu.

b) Chỉ thay đổi δ , các hệ số và tỷ lệ kích thước khác giống tàu mẫu

Trong trường hợp này thực hiện bằng cách thay đổi đường cong diện tích mặt cắt ngang, và khi β không đổi, muốn thay đổi δ , phải thay đổi φ . Do đó có thể dùng phương pháp "1 - φ " thay đổi đường cong diện tích, làm cho φ và δ của đường cong diện tích mới phù hợp với yêu cầu. Sau đấy dịch chuyển mặt cắt ngang của tàu mẫu có cùng diện tích mặt cắt ngang lên các vị trí tương ứng sẽ được mặt cắt ngang của tàu mới.

Phương pháp "1 - φ " được dùng rất nhiều để thay đổi độ béo gầy của đường cong diện tích mặt cắt ngang. Phương pháp đó như sau :

- Trường hợp có đoạn thân ống. Đường thực trên hình 4.6 biểu diễn đường cong diện tích mặt cắt ngang của nửa trước thân tàu của tàu mẫu. Hệ số lặn trụ của nửa thân tàu này là φ_0 , chiều dài đoạn thân ống là m , phải tăng hệ số lặn trụ của nửa thân tàu này một lượng $d\varphi_0$.

Nếu dx tăng theo công thức sau, thì hệ số lắng trụ cuối cùng sẽ tăng lên là $d\varphi_0$:

$$dx = \frac{d\varphi_0}{1 - \varphi_0} (1 - x) \quad (4.1)$$

nhưng chiều dài đoạn thân ống cũng thay đổi là $(m + \delta m)$, và

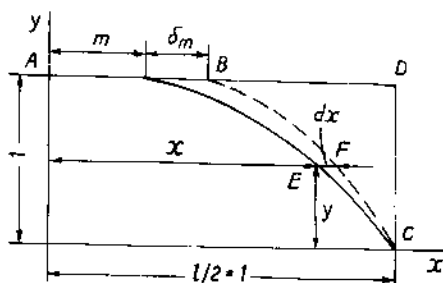
$$\delta m = \frac{d\varphi_0}{1 - \varphi_0} (1 - m) \quad (4.2)$$

- Trường hợp không có đoạn thân ống. Theo hình 4.6 có được

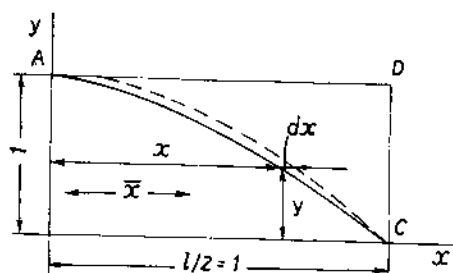
$$dx = \frac{d\varphi_0}{\varphi_0} \cdot \frac{x(1-x)}{1-2x} ; \quad (4.3)$$

trong đó : $\bar{x}$ - khoảng cách phẳng từ trọng tâm đường cong diện tích mặt cắt ngang nguyên thủy tới mặt cắt ngang giữa tàu.

Khi dùng hai công thức trên để thay đổi đường cong diện tích mặt cắt ngang, trước tiên phải tìm $d\varphi_0$.



Hình 4.6. Thay đổi φ
(có đoạn thân ống).



Hình 4.7. Thay đổi φ
(không có đoạn thân ống).

Trị số chính xác của $d\varphi_H$ và $d\varphi_K$ không dễ tìm được, trong thực tế, dùng các công thức kinh nghiệm sau đây để ước tính :

$$\varphi_H = \varphi \frac{1 \pm 6x_c}{1 \pm 3x_c} ; \quad (4.4)$$

$$\varphi_H = \varphi \pm \frac{100 x_c + 0,25}{50} ; \quad (4.5)$$

$$\varphi_H = \varphi \pm \frac{100 x_c + 0,1}{50} \quad (4.6)$$

Trong đó công thức (4.4) là công thức kinh nghiệm chuyển hoán

từ công thức rút ra trong thí nghiệm mô hình tàu của Thụy Điển, $x_c = 0,168 \frac{\varphi_H}{\varphi_K} - 0,169$. Công thức (4.5) tính chuyển từ tài liệu của Ralston. Công thức (4.6) là công thức kinh nghiệm của Hogg. Trong các công thức trên, x_c là vị trí tâm nổi hướng dọc (biểu thị bằng $\%L_{\perp}$) tâm nổi ở phía trước đường chính giữa tàu ký hiệu dấu "+", ở phía sau ký hiệu dấu "-".

Bảng 4.7 so sánh trị số tính theo công thức kinh nghiệm với số liệu thực tế.

Bảng 4.7

So sánh công thức tính φ_H

φ	x_c	Trị số x_H thực tế	Trị số φ_H tính theo công thức kinh nghiệm		
			(4.4)	(4.5)	(4.6)
0,618	-2,2	0,567	0,575	0,569	0,572
0,670	-16	0,632	0,636	0,633	0,636
0,689	-0,78	0,671	0,672	0,669	0,671
0,711	+0,55	0,729	0,723	0,727	0,724
0,721	+1,03	0,749	0,744	0,747	0,744
0,724	+1,5	0,778	0,775	0,779	0,776

c) Hệ số và kích thước không đổi, chỉ dịch chuyển vị trí tâm nổi hướng dọc

Nếu vị trí tâm nổi hướng dọc của tàu thiết kế mới khác tàu mẫu, có thể dùng phương pháp dịch chuyển parabol để dịch chuyển đường cong diện tích mặt cắt ngang tàu mẫu. Sau khi dịch chuyển sẽ được đường cong diện tích mới, rồi lấy cùng một diện tích dịch chuyển đến vị trí tương ứng để có mặt cắt ngang mới.

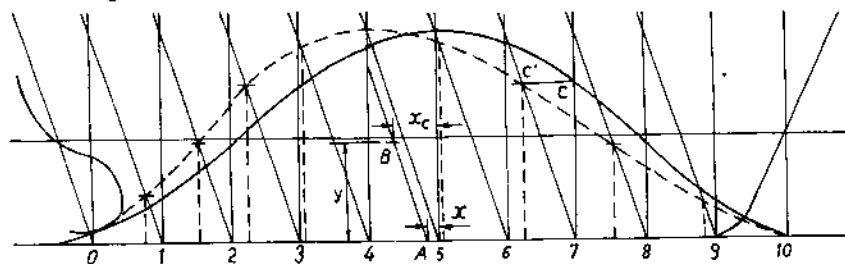
Phương pháp dịch chuyển biểu thị trên hình 4.8. Trên hình, khoảng cách từ điểm A tới chính giữa tàu x'_c , bằng vị trí tâm nổi hướng dọc của tàu mẫu, vị trí điểm B được xác định riêng biệt theo các tọa độ x_c và $\bar{y}$, x_c là vị trí tâm nổi hướng dọc của tàu thiết kế, $\bar{y}$ được tính theo công thức kinh nghiệm dưới đây :

$$\bar{y} = 0,3\varphi + 0,21 \quad (4.7)$$

$$\bar{y} = \frac{\varphi}{\varphi + 1} \quad (4.8)$$

Công thức (4.7) là công thức kinh nghiệm của Tường Ủy Xương (Trung Quốc) so với công thức (4.8) độ chính xác cao hơn.

Các đường xiên trên hình 4.8 song song với đường nối liền AB .



Hình 4.8. Dịch chuyển vị trí tâm nổi ;

— đường diện tích nguyên thủy ;

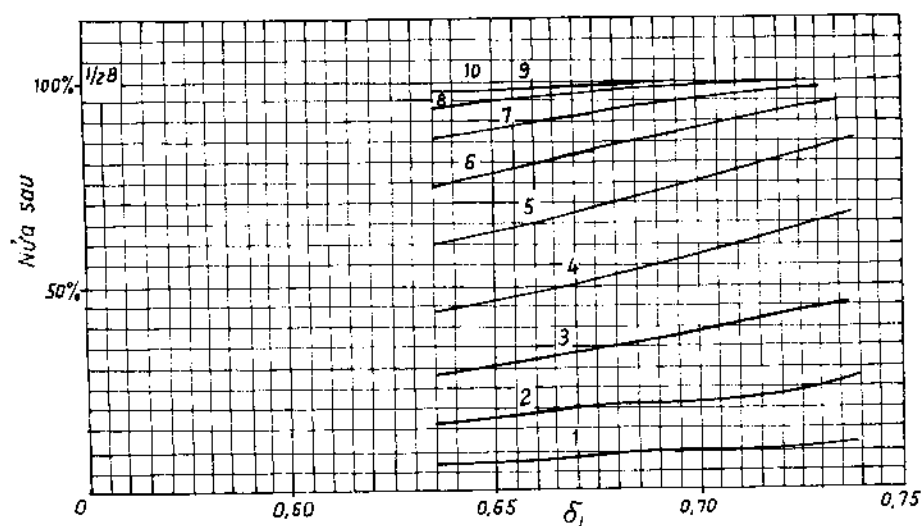
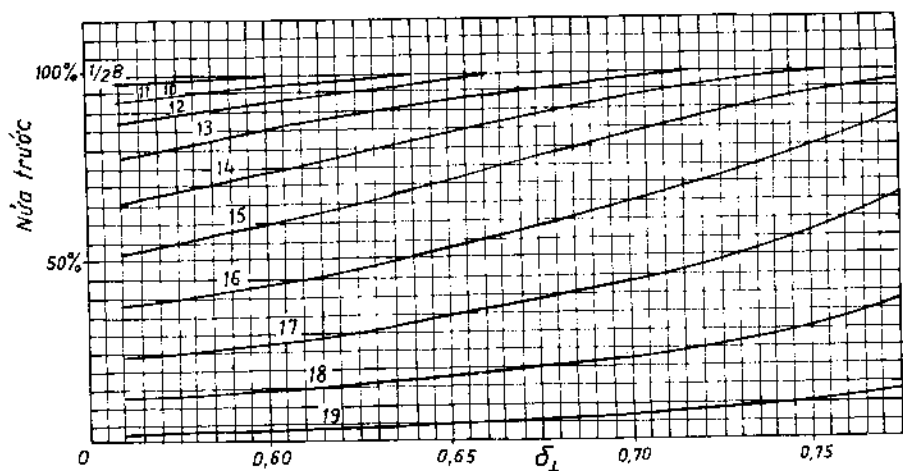
---- đường diện tích sau khi dịch chuyển.

Vị trí tâm nổi hướng dọc có thể dùng phương pháp " $1 - \varphi$ " để dịch chuyển đường cong diện tích, nhưng không đơn giản bằng phương pháp dịch chuyển parabol. Qua thí nghiệm mô hình của Thụy Điển, được biết kết quả của hai phương pháp dịch chuyển đường cong diện tích trên không chênh nhau bao nhiêu.

d) Để tiện sử dụng tài liệu thử mô hình trong việc vẽ đường hình dáng thân tàu, đo ra các trị số hình dáng của mô hình ứng với tỷ kích thước giống nhau còn hệ số δ hoặc φ thay đổi theo seri. Dùng hoành độ biểu diễn hệ số δ hoặc φ của nửa trước và nửa sau thân tàu, tung độ biểu thị số phần trăm nửa chiều rộng của các sườn trên mỗi đường nước, vẽ thành đường cong nửa chiều rộng của các sườn ở đường nước ứng với các trị số δ hoặc φ khác nhau của nửa thân tàu (nửa chiều rộng biểu thị bằng số phần trăm của $\frac{1}{2}B$). Khi sử dụng, nếu muốn dùng kết quả thí nghiệm mô hình đó để vẽ đường hình dáng, chỉ cần căn cứ vào δ hoặc φ và x_c , dùng công thức (4.4) hoặc (4.5) tìm ra δ hoặc φ của nửa trước hoặc nửa sau thân tàu, và dễ dàng tìm được nửa chiều rộng của các sườn trên mỗi đường nước (đường cong) trên hình 4.8, từ đấy vẽ ra đường hình dáng thân tàu.

Có thể tham khảo các hình 4.9 - 4.13, các đường cong nửa chiều rộng vẽ ra từ seri mô hình $\delta_{\perp} = 0,60 \div 0,75$ của viện thí nghiệm mô hình tàu thủy Thụy Điển.

Ngoài ra, tàu mẫu tiêu chuẩn của Taylor và seri 60 của Todd, cũng đều có loại đường cong này.



Hình 4.8. Đường cong $\frac{1}{2}$ chiều rộng của seri mô hình

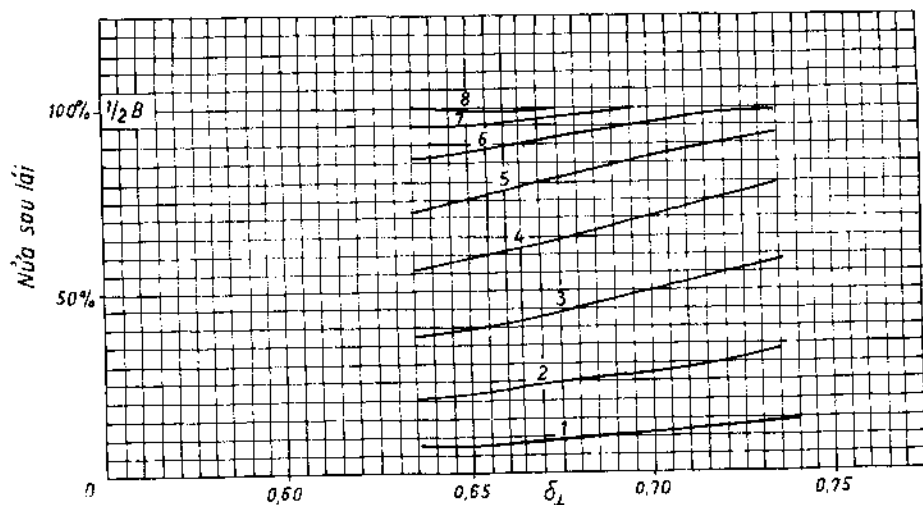
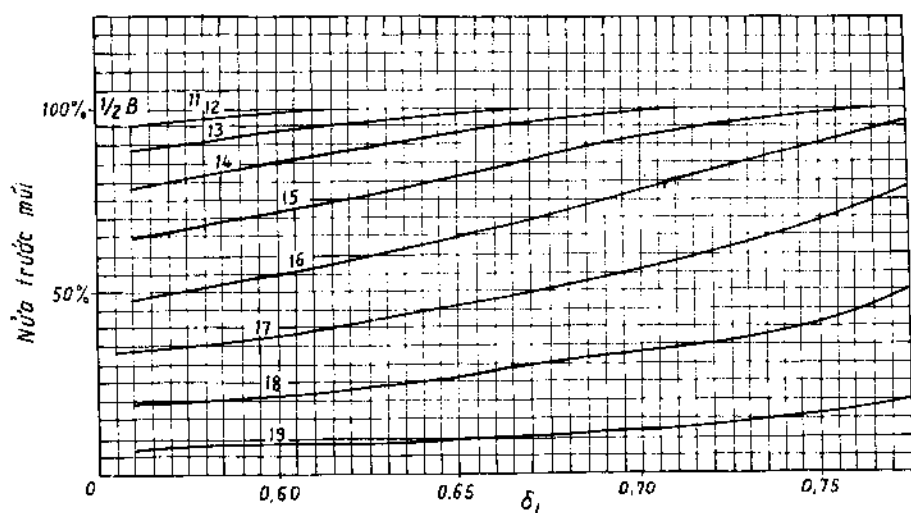
$$\delta_{\perp} = 0,60 \div 0,75 \text{ của Thụy Điển; } \quad \text{---} \frac{1}{2} T.$$

4.2.3. Vẽ đường hình dáng tự thiết kế

Tự thiết kế đường hình dáng có nghĩa là chỉ có thể tham khảo khái quát tàu mẫu, không thể từ đường hình dáng của tàu mẫu mà chuyển hoán sang được.

Các bước tiến hành như sau :

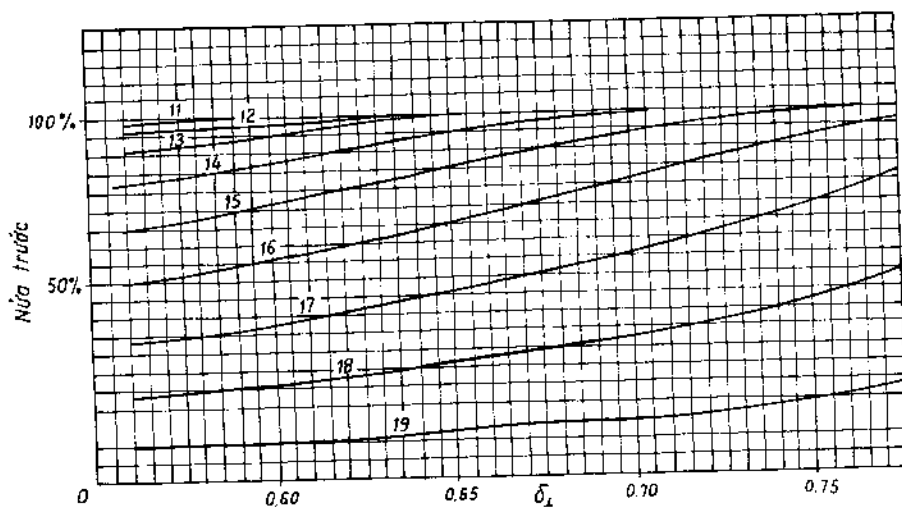
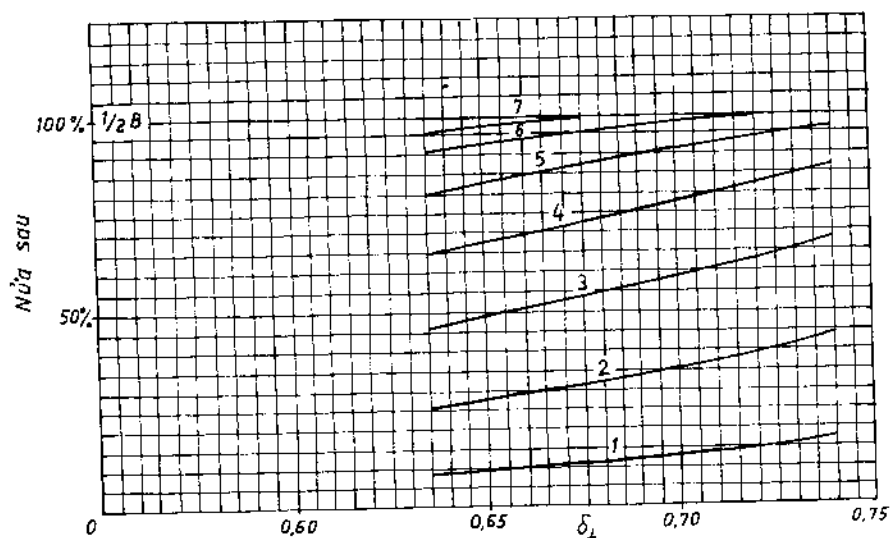
a) Căn cứ vào kích thước chủ yếu và hệ số đã xác định, vẽ đường cong diện tích mặt cắt ngang



Hình 4.10. Đường cong $\frac{1}{2}$ chiều rộng của seri mô hình

$$\delta_L = 0,60 \div 0,75 \text{ của Thuy Điện; } \quad \text{---} \frac{2}{5} T.$$

Có thể căn cứ vào đường cong diện tích mặt cắt ngang của tàu mẫu mà sửa đổi thích đáng, cũng có thể tham khảo trong các tài liệu về đường cong diện tích mặt cắt ngang đã công bố. Có thể dùng các tài liệu của tàu mẫu tiêu chuẩn của Taylor seri 60 của Todd, của Hogg và bể thử mô hình Wageningen (Hà Lan). Hình 4.14 cho đường cong diện tích mặt cắt ngang của các sườn ứng với các trị số φ khác nhau của nửa trước và nửa sau thân tàu do bể thử mô hình Wageningen đưa ra (biểu thị bằng số phần trăm của diện tích mặt cắt ngang chính giữa tàu).



Hình 4.11. Đường cong $\frac{1}{2}$ chiều rộng của seri mô hình

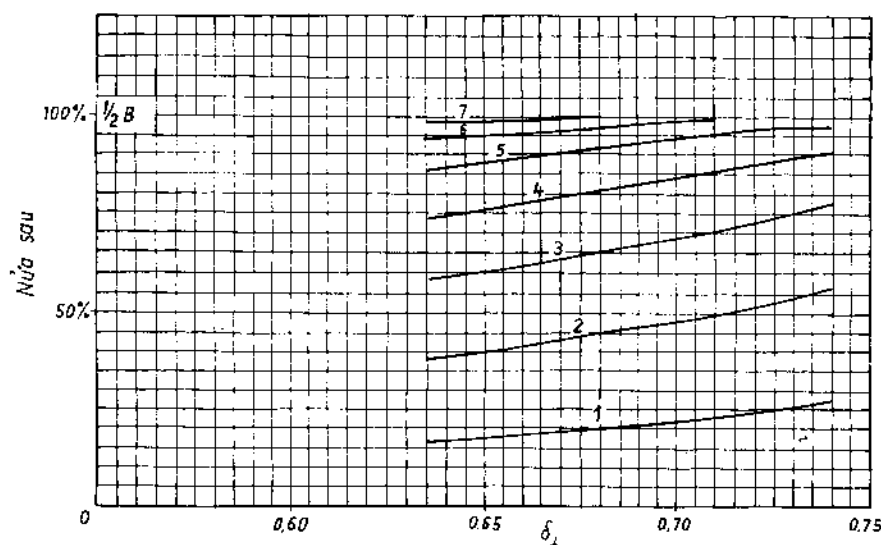
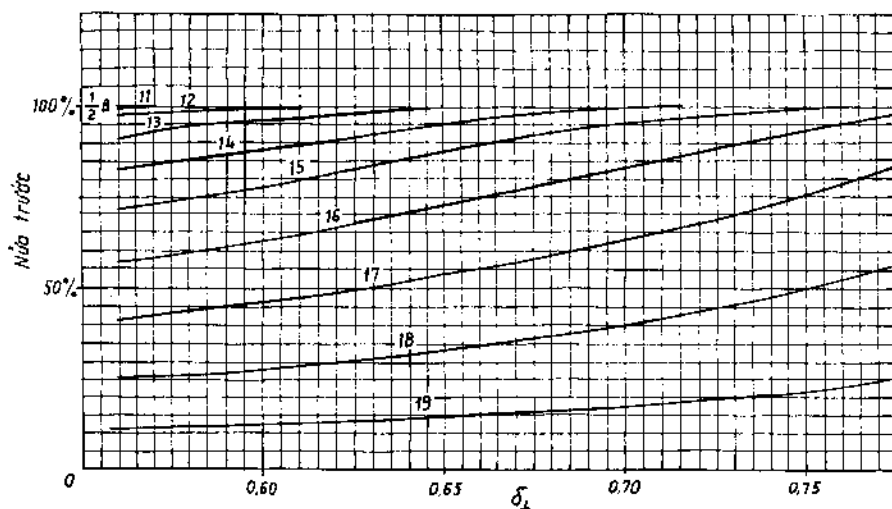
$$\delta_{\perp} = 0.60 \div 0.75 \text{ của Thuy Điện; } \frac{3}{5} T.$$

Trị số φ của nửa trước và nửa sau thân tàu có thể tính theo công thức (4.4) hoặc (4.5).

Đường cong diện tích tìm được phải phù hợp với yêu cầu về lượng chiếm nước và vị trí tâm nổi hướng dọc. Căn cứ vào đường cong này, có thể tính được diện tích các mặt cắt ngang của tàu mới.

b) Mặt cắt ngang giữa tàu

Diện tích mặt cắt ngang giữa tàu đã được đường cong diện tích mặt



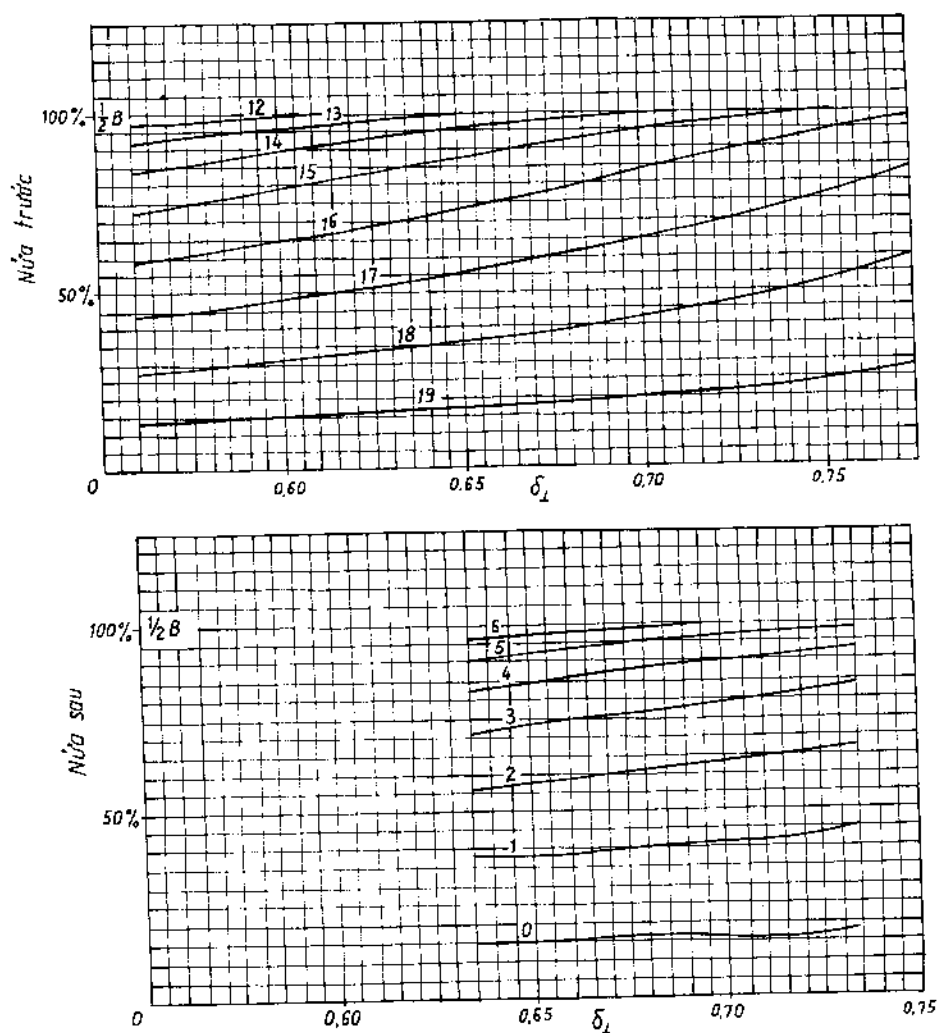
Hình 4.12. Đường cong $\frac{1}{2}$ chiều rộng của seri mô hình

$$\delta_{\perp} = 0,60 \div 0,75 \text{ của Thuy Diện; } \frac{4}{5} T.$$

cát ngang quy định. Đối với tàu buôn thường, hệ số diện tích mặt cắt ngang giữa tàu thường lớn, có thể dùng đáy bằng hoặc độ cắt hông tàu không cao lắm. Hông tàu có thể có dạng cung tròn hoặc parabol, như hình 4.15 và 4.16.

Trong hình 4.15 bán kính hông R , tính như sau :

$$R = \sqrt{\frac{BT(1-\beta)}{0,4292}} \quad (4.9)$$



Hình 4.13. Đường cong $\frac{1}{2}$ chiều rộng của seri mô hình

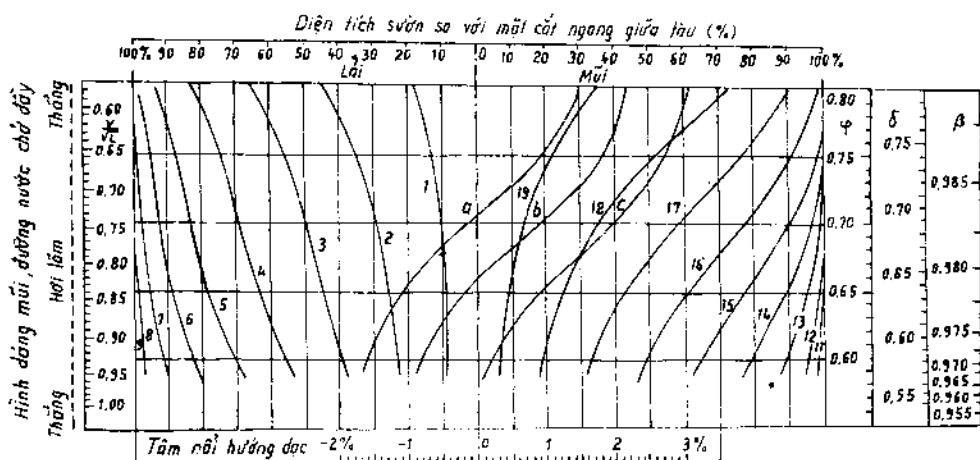
$\delta_{\perp} = 0,60 \div 0,75$ của Thụy Điển; — móm nước thiết kế.

Trên hình 4.16, diện tích phần dưới đường nghiêng vát đáy hống tàu là $\left(\frac{B}{2} - f\right) \frac{r}{2}$; diện tích bao ngoài đường parabol là $\frac{ab}{6}$, a và b gần bằng nhau, nên trị số a và b có thể tính như sau :

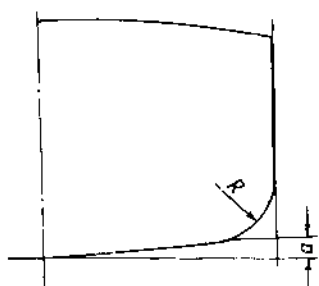
$$ab = 3BT(1 - \beta - 3r \left(\frac{B}{2} - f\right)) ; \quad (4.10)$$

c) Đường bao mặt cạnh

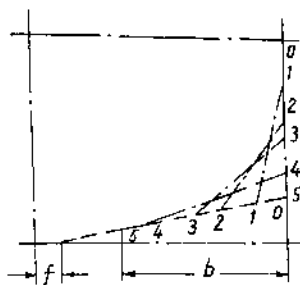
Trên hình mặt chiếu cạnh, trước hết phải vẽ đường hình dáng ngoài



Hình 4.14 :
a, b, c - vị trí tâm nổi ;
L - chiều dài lượng chiếm nước.



Hình 4.15. Hồng cung tròn.



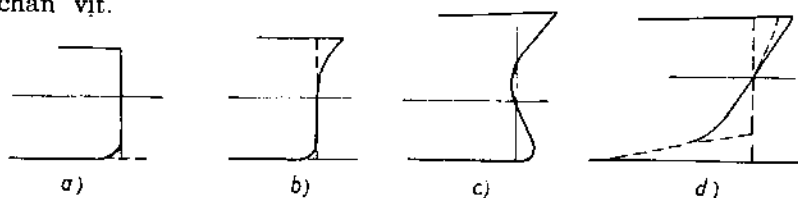
Hình 4.16. Hồng parabol.

của mũi và lái tàu, đường khung giá lái, đường mép boong và đường giữa boong...

1) *Hình dáng mũi tàu.* Trên tàu buôn, hình dáng mũi tàu thường không thay đổi nhiều. Hình 4.17 cho một số hình dáng mũi tàu của tàu buôn.

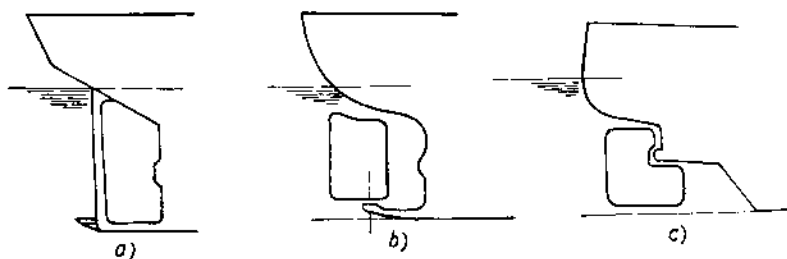
Trên hình 4.17a sống mũi vuông góc với đường chuẩn đáy, phía trước vát một cung tròn rất nhỏ, rất ít sử dụng, phần lớn theo dạng hình 4.17b. Khi tốc độ tàu tương đối cao, cần góc vào nước trên đường nước chở đầy nhỏ, và mặt cắt ngang mũi tàu có dạng chữ U, mũi tàu có dạng theo hình 4.17b là thích hợp. Hình 4.17d mũi vát tương đối lớn, có thể căn cứ vào yêu cầu điều khiển tàu mà quyết định lựa chọn. Đường khuất trên hình 4.17d cho mũi tàu vát lớn, hình dáng mũi tàu này phối hợp với dạng mặt cắt ngang chữ V làm cho đường cắt dọc mũi tàu tương đối thẳng, có thể cải thiện tính hàng hải của tàu. Hình 4.17c là dạng mũi hình cầu.

2) *Hình dáng đuôi tàu.* Hình 4.18 cho hình dáng đuôi tàu của tàu buôn. Có thể chia làm hai loại chủ yếu, loại đuôi bầu dục (h.4.18a) và loại đuôi tuần dương hạm (h.4.18b,c). Đuôi tàu dương hạm làm tăng chiều dài ngập nước, giảm góc đường nước đuôi tàu, hạ thấp sức cản dư. Khi quyết định chiều sâu ngập nước của đuôi tàu có dạng đuôi tuần dương hạm của tàu một chân vịt, phải xét tới đường kính chân vịt, và phối hợp tốt với chân vịt.



Hình 4.17. Hình dáng mũi tàu.

Hình dáng theo hình 4.18b thích hợp sử dụng cho loại tàu một chân vịt, hình dáng phần trên đường nước có thể thay đổi theo đường chấm khuất. Hình 4.18c thích hợp sử dụng cho tàu hai chân vịt, chiều sâu ngập nước của đuôi tàu tương đối lớn. Cố gắng không cho bánh lái nhô ra ngoài đuôi tàu.



Hình 4.18. Hình dáng đuôi tàu.

3) *Đường cong mép boong.* Đường cong mép boong là đường hình dáng mép boong tiêu chuẩn của tàu biển là hai đoạn parabol liên kết lại ; gốc của parabol nằm tại giữa tàu (cũng có khi không nằm ở giữa tàu, khi có đường trọng tải hơi thấp xuống). Tọa độ cụ thể của đường cong mép boong do công ước quốc tế về đường trọng tải quy định, xem bảng 4.8.

Bảng 4.8

Vị trí đường vuông góc (hoành độ)	Chiều cao độ cong mép boong (tung độ), mm L , m
Đường vuông góc đuôi tàu	$8,330 L + 254$
Đường vuông góc cách đường vuông góc đuôi tàu $\frac{L}{6}$	$3,700 L + 113$

Tiếp bảng 4.8

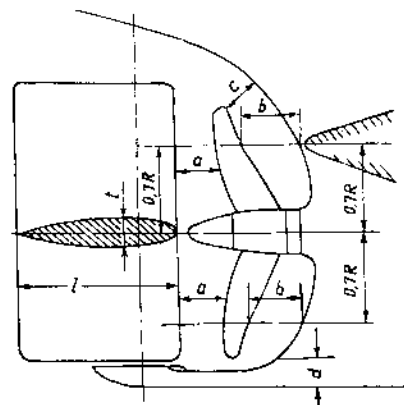
Cách đường vuông góc đuôi tàu $\frac{L}{3}$	$0,925 L + 28,3$
Giữa tàu	0
Cách đường vuông góc mũi tàu $\frac{L}{3}$	$1,850 L + 56,5$
Cách đường vuông góc mũi tàu $\frac{L}{6}$	$7,400 L + 226$
Đường vuông góc mũi tàu	$16,660 L + 508$

Độ cong mép boong mũi của tàu kéo và tàu cá, so với tiêu chuẩn thì cao hơn, để cải thiện tính năng sóng trào boong mũi. Và độ cong mép boong lái, do yêu cầu thao tác và dây kéo nên thấp hơn, do đó điểm thấp nhất của toàn bộ đường cong mép boong thường nằm về phía sau mặt chính giữa tàu. Độ cong mép boong của loại tàu này được xác định theo yêu cầu của sử dụng. Đường cong mép boong phía ngoài đường vuông góc mũi và lái đường kéo dài theo quy luật của parabol.

4) *Đường cong ngang boong*. Đường cong ngang boong thường là đường parabol, cũng có loại đường gãy góc, độ cao của đường cong ngang boong ở mặt cắt chính giữa tàu, thường lấy bằng $\frac{B}{50}$ và giảm theo chiều rộng boong thu hẹp. Nhưng để tránh đường giữa boong tàu ở hai đầu mũi lái, do chiều rộng boong hẹp, mà vồng xuống đột ngột, có thể nâng cao đường cong mép boong ở hai đầu mũi, lái. Để tiện cho thi công, các boong trên dưới đều có cùng một độ cong ngang boong.

5) *Khung giá lái*. Đuôi tàu loại tàu một chân vịt có khung giá lái, do sống lái, và trụ đỡ bánh lái hoặc bánh lái hình thành, để lắp chân vịt. Khung giá lái to hay nhỏ là tùy theo chân vịt lớn hay bé và khe hở giữa thân tàu và chân vịt. Trị số khe hở khung giá lái được cho trong bảng 4.9 và biểu diễn trên hình 4.19.

Trị số cho trong bảng 4.9 là trị số bé nhất. Trong thực tế sử dụng, để giảm dao động, các trị số có thể lấy lớn hơn một ít. Nhưng trị số a không nên lấy quá lớn, nếu không sẽ không lợi cho tính năng đẩy của tàu.



Hình 4.19. Khe hở khung giá lái.

Bảng 4.9

Khe hở khung giá lái

N ^o	Tác giả kiến nghị	a	b	c	d
1	Bể thử Wageningen Hà Lan	$(0,08 - 0,12)D$	$(0,150 - 0,20)D$	$(0,10 - 0,12)D$	$0,03D$
2	Lloyd	$(0,08 - 0,15)D$	$0,15D$	$0,08D$	
3	Cơ quan phân cấp tàu Nauy	$0,72 \left(\frac{r}{T}\right) D^*$	$(1 + \varphi) \frac{K_T^{**}}{D}$	$0,09D$	$0,035D$
4	Viện nghiên cứu vật lý Anh	$(0,08 - 0,15)D$	$0,20D$	$(0,08 - 0,10)D$	$(0,02 - 0,03)D$

Ghi chú. * Trị số $a \geq 0,15D$, cũng $\geq 0,08D$.

** K_T là hệ số lực đẩy của chân vịt ; $b \leq 0,15D$.

d) Đường nước và đường mép boong

1) Đường nước chở đầy. Căn cứ vào hệ số α yêu cầu, vẽ đường môn nước chở đầy. Hình dáng đường nước chở đầy được thiết kế theo tàu mẫu hoặc tự thiết kế lấy. Hai đầu đường nước chở đầy có dạng cung tròn, độ cong của cung tròn phải khớp theo hướng đường nước. Với tàu tốc độ thấp, góc ra phía đuôi tàu không nên lớn quá, để sinh ra dòng xoáy.

2) Các đường nước dưới đường nước chở đầy. Sau khi vẽ xong mặt cắt giữa tàu và đường nước chở đầy, vẽ một số mặt cắt ngang trên đường hình dáng mặt cắt ngang, từ đấy lấy các nửa chiều rộng để vẽ các đường nước khác. Và từ đường nước mới vẽ phát triển thêm các mặt cắt ngang khác. Sau khi các mặt cắt ngang và đường nước đã khớp nhau tròn tru, vẽ các đường cắt dọc qua các đường cắt dọc, hiệu chỉnh lại mặt cắt ngang và đường nước. Và cuối cùng, dùng các đường chéo để kiểm tra độ tròn tru của đường hình dáng.

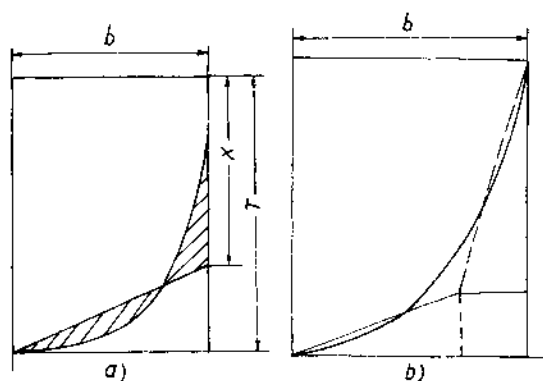
Trên các loại tàu thường, đường nước thấp dưới đường nước chở đầy, tương đối gầy. Khi đường nước chở đầy có dạng lồi ở phía mũi, các đường

nước phía dưới dần dần có dạng thẳng, và đường nước cuối cùng có thể có dạng lõm. Tất cả các đường cong phải trơn, không có những mặt cong đột biến.

Khi tàu chạy trong sóng, mặt nước phía mũi thường cao hơn đường nước chở dầy. Như vậy hình dáng đường nước cao hơn đường nước chở dầy một ít, so với đường nước chở dầy, không nên chênh lệch nhau quá lớn.

Khoảng cách từ đầu trước của các đường nước tới đường tâm dọc là nửa chiều rộng của sóng mũi, và ở phía sau, là nửa chiều rộng của sóng lái.

3) *Đường mép boong.* Sau khi vẽ xong đường nước chở dầy, vẽ đường mép boong mạn khô trên hình vẽ các đường nước, sau đấy vẽ các đường mép boong khác. Khi vẽ đường mép boong, phải suy xét tới hình dáng mặt cắt ngang và mức độ loe của chúng. Nếu ở gần giữa tàu, mạn tàu loe quá lớn, có khi ở gần boong phải dùng đường bé góc. Đường bé góc mép boong không nên quá gần đường nước chở dầy và khi vào gần giữa tàu thì mất dần đi, chuyển thành dạng cong trơn tru.



Hình 4.20. Vẽ mặt cắt ngang.

e) *Vẽ mặt cắt ngang*

Các mặt cắt ngang phải đảm bảo diện tích bằng diện tích tương ứng quy định trên đường cong diện tích. Phương pháp tiến hành cụ thể có thể tham khảo trên hình 4.20. Nửa diện tích một mặt cắt ngang là a , nửa chiều rộng của đường nước chở dầy trên mặt cắt ngang này là b . Theo hình 4.20a, trước tiên vẽ hình thang có diện tích bằng a , thử vẽ đường cong cho diện tích của nó bằng diện tích hình thang. Theo hình 4.20b, trước tiên vẽ hình tứ giác có diện tích bằng a , sau đấy sửa lại thành đường cong cho hai diện tích bằng nhau. Dùng máy đo diện tích để thử lại.

Để có thể điều chỉnh nhanh chóng, có thể vẽ trước, cách một mặt cắt vẽ một mặt với một số ít đường nước. Để dễ quyết định độ nghiêng

của các mặt cắt ngang gần đường nước chở đầy, phía trên đường nước vẽ thêm 1 - 2 đường nước và đường boong mạn khô.

Khi điều chỉnh hình dáng mặt cắt ngang dưới đường nước, phải chú ý bù trừ diện tích khi diện tích mặt cắt tăng hay giảm. Như vậy mới đảm bảo diện tích các mặt cắt ngang bằng diện tích quy định trên đường cong diện tích.

f) Đường cắt dọc và đường chéo

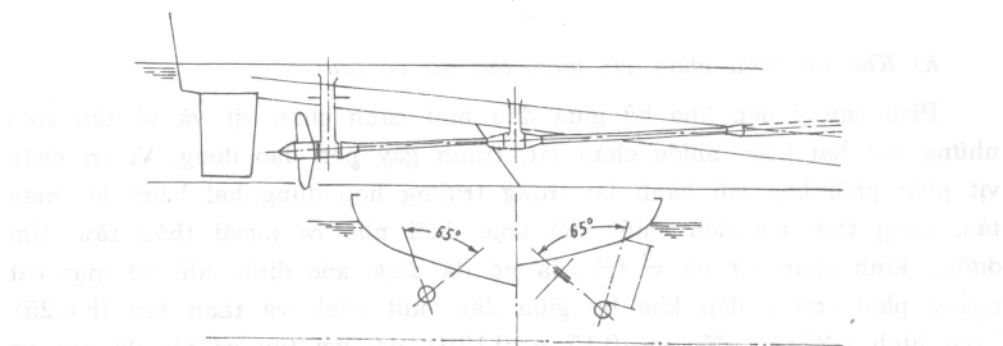
Vị trí đường cắt dọc được xác định từ mặt cắt ngang và mặt đường nước. Ở hai đầu mũi lái, đường cắt dọc nâng lên dần dần, các chỗ độ cong biến đổi phải trơn tru, tránh lõm cục bộ đột xuất. Hình dáng đường cắt dọc ảnh hưởng lớn đối với tàu tốc độ cao, không được coi nhẹ, nhất là đường cắt dọc phía đuôi tàu.

Tùy theo độ cong và hình dáng hông tàu, trên mặt cắt ngang vẽ 1 - 3 đường chéo góc. Dùng các đường chéo góc để kiểm tra độ trơn tru của đường hình dáng. Triển khai các đường chéo góc này trên mặt chiếu cạnh hoặc ở nửa dưới của mặt đường nước. Đường chéo góc khai triển phải là đường cong trơn tru, không bị lõm vào. Trên tàu tốc độ thấp, độ cong đường chéo góc của nửa sau thân tàu phải nhỏ và diễn biến từ từ.

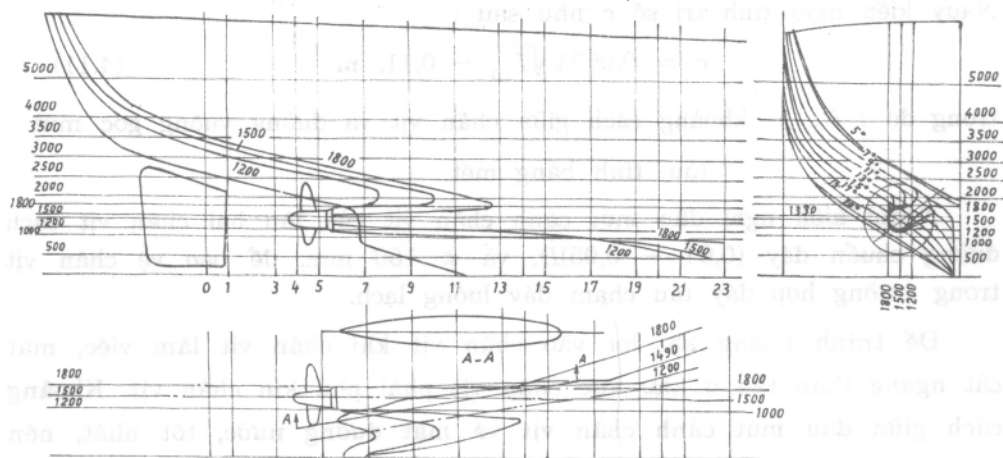
g) Giá đỡ ống bao trục và giá chữ nhân

Trên tàu có hai chân vịt hoặc từ hai chân vịt trở lên, trục chân vịt ở hai bên mạn nhô ra ngoài thân tàu. Do đó phải có giá đỡ ống bao trục hoặc giá chữ nhân đỡ chân vịt. Hình 4.21 cho bố trí của giá đỡ trục đuôi. Hình dáng mặt cắt giá đỡ có dạng lưu thể, có tỷ số chiều dày tốt nhất nên là $t/l = 0,20 \div 0,25$. Góc kẹp giữa hai nhánh giá đỡ $\approx 65^\circ$, cũng có thể lấy bằng góc kẹp giữa các cánh chân vịt. Hình vẽ giá đỡ chân vịt không có trên bản vẽ đường hình dáng, mà chỉ biểu thị vị trí của chúng và của chân vịt trên đường hình dáng. Phải đảm bảo cho hình dáng đỡ ống bao trục chân vịt khớp trơn tru với đường hình dáng thân tàu (h.4.22).

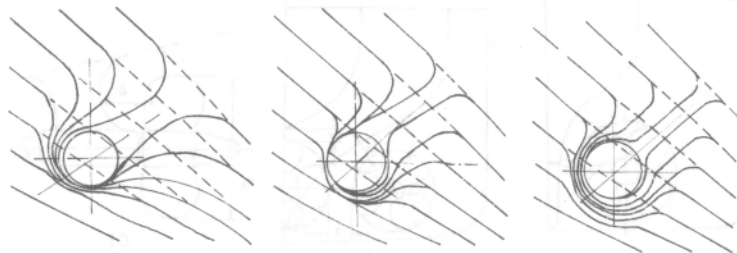
Hình 4.23 cho ba dạng mặt cắt giá đỡ ống bao trục. Hình 4.23a có thể nâng cao hiệu suất đẩy (đối với chân vịt ngoài), nhưng sức cản tương đối lớn ; hình 4.23b sức cản thấp nhưng hiệu quả đẩy không tốt ; hình 4.23c tương đối thích hợp. Đường tâm giá đỡ bao trục phải vuông góc với thân tàu, chiều dài của giá đỡ tùy thuộc vào vị trí của chân vịt. Có thể kết hợp dùng giá đỡ ống bao trục ngắn và giá đỡ trục chân vịt như hình 4.24.



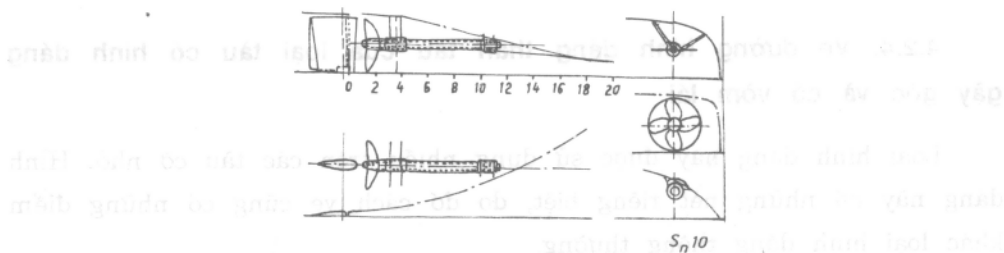
Hình 4.21. Bố trí giá đỡ trực đuôi của tàu hai chân vịt tốc độ cao.



Hình 4.22. Hình dáng giá đỡ ống bao trục.



Hình 4.23. Hình dáng mặt cắt giá đỡ ống bao trục.



Hình 4.24. Giá đỡ ống bao trục cục bộ và giá chữ nhân kết hợp sử dụng.

h) Khe hở giữa chân vịt mạn tàu và vỏ tàu

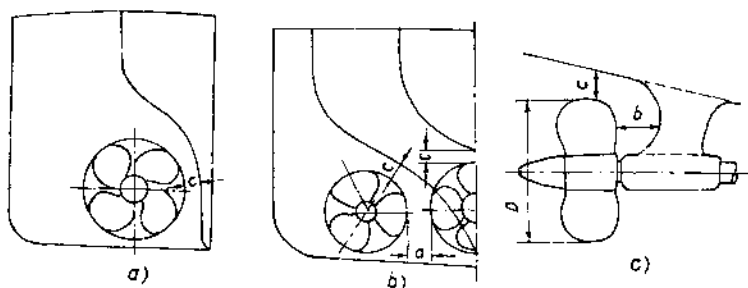
Phải chú ý đến khe hở giữa đầu mút cánh chân vịt và vỏ tàu trên những tàu hai hoặc nhiều chân vịt, tránh gây pên dao động. Vị trí chân vịt phải phối hợp với bánh lái trong trường hợp dùng hai bánh lái mạn tàu, đồng thời xét đến chiều dài trục đuôi nhô ra ngoài thân tàu. Khi đường kính chân vịt và vị trí của nó đã được xác định, khi vẽ mặt cắt ngang phải chú ý đến khe hở giữa đầu mút cánh và thân tàu (h.4.25). Trên hình 4.25a,b,c đều $\ll (0,15 - 0,17)D$, đối với tàu có tốc độ cao trị số c tốt nhất nằm trong khoảng $(0,20 - 0,25)D$. Cơ quan phân cấp tàu Nauy kiến nghị tính trị số c như sau :

$$c = 0,0554 \sqrt{L_m} - 0,11, \text{ m} \quad (4.11)$$

trong đó : L_m - khoảng cách giữa chân vịt và đường vuông góc mũi tàu, tính bằng mét.

Nogid kiến nghị đầu mút cánh chân vịt của tàu hai chân vịt cách đường chuẩn đáy $(0,04 - 0,05)D$, và $\ll 150 \text{ mm}$, để bảo vệ chân vịt trong trường hợp đáy tàu chạm đáy luồng lạch.

Để tránh không khí lọt vào chân vịt khi chân vịt làm việc, mặt cắt ngang thân tàu ở khu vực chân vịt phải phủ kín chân vịt. Khoảng cách giữa đầu mút cánh chân vịt và mặt đường nước, tốt nhất, nên $> (0,4 - 0,5)D$.



Hình 4.25. Khe hở giữa chân vịt và vỏ tàu.

4.2.4. Vẽ đường hình dáng thân tàu của loại tàu có hình dáng gãy góc và có vòm lái

Loại hình dáng này được sử dụng nhiều trên các tàu cỡ nhỏ. Hình dáng này có những nét riêng biệt, do đó cách vẽ cũng có những điểm khác loại hình dáng thông thường.

a) Đường hình dáng gậy góc

Sau khi xác định đường cong diện tích mặt cắt ngang, vẽ mặt cắt dọc giữa tàu. Căn cứ vào diện tích mặt cắt ngang cho trên đường cong diện tích, vẽ một số mặt cắt ngang. Lấy nửa chiều rộng đường nước chở đáy và boong đưa xuống mặt đường nước, vẽ đường nước chở đáy và đường mép boong. Từ đấy điều chỉnh lại mặt cắt ngang và vẽ tiếp các mặt cắt ngang khác. Phải chú ý quy luật phát triển của đường gậy góc ở mũi và lái và giữ cho đường gậy góc trơn tru. Phải giữ vững mối tương quan giữa đường mép boong hoặc đường chở đáy với đường gậy góc, đấy cũng là mấu chốt của đường hình dáng gậy góc. Phải lợi dụng đầy đủ đặc tính của đường gậy góc, từ đường gậy góc vẽ các đường nước và các đường cắt dọc.

Dạng gậy góc có hông tròn hoặc hông nhọn. Đường hình dáng gậy góc có hông tròn cũng được vẽ theo trình tự trình bày ở trên. Trước tiên xem hông tròn như góc nhọn để vẽ và sau cùng chuyển thành dạng hông tròn.

Khi vẽ đường hình dáng gậy góc, phải chú ý đến hướng chảy của dòng nước, cho đường gậy góc nằm theo chiều phát triển của dòng nước.

b) Vòm lái

Sau khi xác định đường diện tích mặt cắt ngang, trên hình chiếu cạnh, vẽ đường cắt dọc giữa tàu và đỉnh đường vòm lái, nếu là tàu hai chân vịt thì phải vẽ hai đường đỉnh vòm lái ở hai mạn. Và từ đấy xác định các mặt cắt ngang của đuôi tàu. Khi vẽ đường vòm phải chú ý đến vị trí chân vịt. Cố gắng hạn chế góc kẹp giữa đường đỉnh vòm và đường chuẩn đáy $< 15^\circ$, vẽ thử một số mặt cắt ngang đuôi tàu rồi vẽ các đường cắt dọc đuôi tàu. Sau khi các mặt cắt ngang và cắt dọc khớp với nhau rồi mới vẽ các đường nước, vẽ thêm một số đường cắt dọc để dễ tạo nên đường hình dáng lái trơn tru. Hình dáng mũi được vẽ như dạng tàu thông thường.

4.2.5. Danh mục các mô hình có tính năng tốt

Bảng 4.10 cho danh mục các mô hình tàu thủy có tính năng tốt đã được thí nghiệm xác nhận và Hội đóng tàu Nhật Bản công bố.

Bảng 4.10

Nº	Loại tàu	Số hiệu mô hình	$L_{\perp} \times B \times T, \text{ m}$	δ
1	Tàu hàng	1	128,0 x 17,5 x 8,139	0,734
2	—	7	134,8 x 18,33 x 8,067	0,725
3	—	8	145,0 x 19,54 x 8,05	0,681
4	—	9	70,0 x 11,23 x 5,359	0,723
5	—	10, 11	93,0 x 13,74 x 6,114	0,731
6	—	12	137,16 x 18,95 x 8,246	0,682
7	—	13	137,16 x 18,95 x 8,214	0,684
8	—	38	50,0 x 8,425 x 3,813	0,701
9	—	39	45,6 x 8,56 x 3,998	0,677
10	—	76	128,0 x 17,55 x 7,669	0,666
11	—	77	128,0 x 17,55 x 7,522	0,705
12	—	78	123,0 x 16,85 x 7,625	0,756
13	—	79	113,0 x 16,04 x 7,322	0,748
14	—	80	64,0 x 10,395 x 3,902	0,786
15	—	81	68,07 x 10,93 x 5,266	0,752
16	—	112	103,0 x 14,74 x 6,621	0,763
17	—	113	85,09 x 13,14 x 6,018	0,751
18	—	114	85,0 x 12,534 x 5,60	0,766
19	—	115	53,0 x 8,628 x 4,014	0,756
20	—	116	57,0 x 9,328 x 4,174	0,737
21	—	187	96,0 x 14,228 x 5,85	0,692
22	—	189	98,0 x 15,03 x 6,40	0,735
23	—	190	128,0 x 17,642 x 7,801	0,744
24	—	191	132,0 x 18,249 x 7,823	0,742
25	—	218	84,0 x 12,236 x 5,618	0,723
26	—	219	88,0 x 13,836 x 5,918	0,734
27	—	220	49,0 x 10,816 x 2,508	0,781
28	—	221	58,0 x 9,328 x 4,194	0,716
30	Tàu dầu	202	153,3 x 20,761 x 9,191	0,741
31	—	203	168,1 x 22,895 x 9,722	0,746
32	—	216	153,9 x 20,476 x 9,028	0,759
33	—	217	159,0 x 21,458 x 9,029	0,756
34	—	150	178,0 x 24,054 x 9,704	0,772
35	—	151	185,0 x 25,265 x 10,132	0,768
36	—	144	165,0 x 21,556 x 9,128	0,750
37	—	145	168,0 x 22,058 x 9,556	0,769

Tiếp bảng 4.10

38	Tàu mớn nước cạn hai chân vịt	15	48,77 x 9,172 x 2,30	0,619
39	—	16	68,58 x 10,69 x 2,832	0,604
40	—	40	97,50 x 15,28 x 4,105	0,633
41	—	41	92,0 x 14,54 x 3,818	0,729
42	Tàu sông mớn nước cạn	222	34,0 x 9,214 x 1,807	0,581
43	—	223	60,0 x 8,484 x 1,681	0,648
44	Tàu mớn nước cạn hai chân vịt	206	15,5 x 3,510 x 0,905	0,508
		168	12,0 x 3,006 x 0,753	0,461
45	Tàu sông	169	28,6 x 6,21 x 1,205	0,650
46	—			
47	Tàu khách cỡ nhỏ	210	30,0 x 6,374 x 1,927	0,554
		211	25,0 x 5,312 x 1,606	0,521
48	—	211 A	20,0 x 4,250 x 1,285	0,531
49	—	66	47,0 x 7,724 x 2,412	0,481
50	—	67	62,0 x 10,527 x 4,313	0,536
51	—			
52	Tàu kéo hai chân vịt	2	26,0 x 6,820 x 2,596	0,613
		83	23,3 x 6,714 x 1,909	0,534
53	Tàu kéo	93	18,86 x 4,171 x 1,461	0,539
54	—	94	14,48 x 4,129 x 1,531	0,476
55	—	179	27,0 x 7,30 x 2,30	0,627
50	—			
51	Tàu hai chân vịt	192	86,0 x 8,70 x 2,90	0,512
		193	72,0 x 12,024 x 3,712	0,547
52	—			
53	Tàu tuần tra hai chân vịt	126	45,0 x 7,30 x 2,25	0,494
54	Tàu cá lưới kéo	26	26,8 x 5,365 x 2,188	0,574
55	—	28	54,0 x 9,432 x 3,283	0,584
56	—	29	50,0 x 8,23 x 3,346	0,615
57	—	119	43,0 x 7,418 x 3,309	0,598

4.2.6. Thiết kế đường hình dáng thân tàu trên máy tính

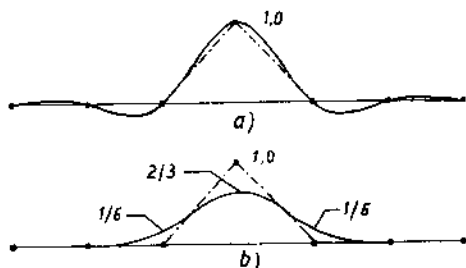
1. Ứng dụng phương pháp số học để biểu thị bề mặt thân tàu

a) Hàm số tham số và đường cong lát $B^{(1)}$

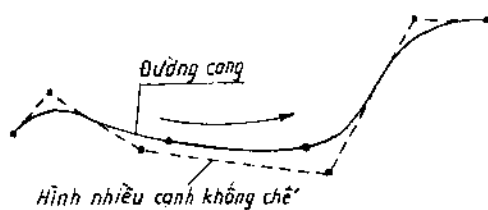
Hàm số số học phổ thông của một đường cong thường không có giải duy nhất, cho nên phải đưa tham số u vào làm cho sự thay đổi các trị số tọa độ tương đối độc lập là hàm số u . Trị số u không trực tiếp đại diện cho bất kỳ kích thước hình học nào, nhưng có quan hệ phi tuyến tính với các trị số tọa độ của đường cong.

$$x = g(u) ; \quad y = h(u)$$

Xuất phát từ tính toán và khả năng khống chế, trên đường cong và mặt cong (do đường cong liên tục tạo thành) thường dùng hàm số tham số của hình hàm số lát, có thể có được tổ hợp của các đường cong tự do của các điểm phân tán tốt hơn các đường cong xen vào, đảm bảo sự trơn tru của đường cong. Đường cong lát B hình thành trên cơ sở dầm mỏng đàn hồi chịu tải mà phát sinh độ uốn cong, nơi chung tương đối phức tạp. Ứng dụng đường cong lát cho đường hình dáng thân tàu có các hình thức khá đơn giản. Cho một nhóm vectơ khống chế làm trị số tham số, định ra các điểm đỉnh của hình nhiều cạnh khống chế ở vị trí giữa các khoảng tham số, xác định các điểm bắt đầu và các điểm dừng của các đoạn cong thông thường trên đường cong, và khống chế tính liên tục của đường cong.



Hình 4.26. a) liên kết các trị số xen vào; b) liên kết đường cong lát B .



Hình 4.27. Hình nhiều cạnh khống chế của đường cong lát B .

Hình 4.26 so sánh đường cong của những điểm liên kết xen vào và đường cong lát B .

Hình 4.27 là khái niệm của đường cong lát B của hình nhiều cạnh khống chế (bậc 2).

Để xác định đường cong lát B còn phải thêm điều kiện biên ở hai đầu mút, điều kiện biên thường xác định đạo hàm bậc nhất hoặc bậc hai

ở điểm mút của hình nhiều cạnh không chế. Với điều kiện biên thích đáng, ngoài việc liên kết trơn tru các đoạn, còn có thể làm cho phần đường cong ở đầu mút và đường cong đối xứng của nó nối lại liên tục, dùng để vẽ phần đầu mút của đường nước. Đối với đường cong lát B còn có thể tùy ý đưa vào các đoạn để không chế cục bộ và thay đổi đặc trưng đường cong. Các đoạn đó có thể là đoạn thẳng, hoặc là đoạn liên kết trơn với đoạn thẳng. Khi đường hình nhiều cạnh không chế của đường cong lát B thay đổi, đường cong dịch chuyển song song làm thay đổi đỉnh của hình nhiều cạnh, thay đổi hình dáng đường cong. Các đặc điểm đó của đường cong lát B được ứng dụng rộng rãi trong thiết kế đường hình trên máy tính.

b) Mặt cong lát B

Đưa định nghĩa của hình chiếu cạnh không chế của đường cong lát B mở rộng ra không gian ba chiều, hình thành lưới không chế ba chiều có thể hình thành các tấm mặt cong liên kết trơn tru các tấm thành mặt cong lát hợp lý phân bố không đều trong thiết kế đường hình dáng thân tàu, để thiết kế đường hình thực hiện được việc vẽ bề mặt trơn tru của hình dáng tự do ba chiều.

Thay đổi các điểm không chế, mặt cong lát B có thể tạo thành mặt hình chóp, mặt phẳng... phù hợp với mặt phẳng hợp thành biểu thị bằng hàm số số học. Và cũng như đường cong lát B , sửa chữa cục bộ chỉ ảnh hưởng tới số đỉnh hạn chế của các lưới không chế lân cận, tính liên tục của các tấm mặt cong cũng dễ không chế. Do đó phần mềm thiết kế đường hình của máy tính ứng dụng cho mặt cong lát B trong công việc thực tế là sự lựa chọn duy nhất.

2. CAD đường hình dáng thân tàu

Trong một số hệ thống CAD/CAM dùng trong đóng tàu, có phần mềm CAD thiết kế đường hình dáng thân tàu trên máy tính, có tính năng hình thành hoặc chuyển đổi đường hình dáng thân tàu, làm trơn đường hình, vẽ đường sườn và triển khai tôn vỏ..., đồng thời ở các mức độ khác nhau có thể liên kết tính toán tính năng của con tàu. Ngoài ra còn có hệ thống phần mềm CAD độc lập dùng thiết kế đường hình dáng thân tàu được sử dụng trong thực tế.

Lựa chọn CAD đường hình dáng thân tàu chủ yếu xem xét khả năng xử lý mặt cong và xử lý số lượng tấm mặt cong, khả năng phối hợp giữa người và máy (trong thực tế biểu thị đặc trưng các mặt cong như các độ cong..., cả các số liệu tính thủy lực và các tính năng khác), phương thức hình thành đường hình và khả năng chuyển đổi số liệu...

Đặc điểm chủ yếu của hệ thống phần mềm thiết kế đường hình dáng thân tàu của NURBS ứng dụng từng phần được mô tả trong bảng 4.11.

3. Ứng dụng phần mềm CAD

a) Hệ tọa độ

Đường hình dáng thân tàu có thể chọn sử dụng hệ tọa độ vuông góc và hệ tọa độ cực. Điểm gốc có thể là điểm bất kỳ trong giao điểm nằm ở mặt cắt dọc giữa tàu, ở mũi tàu, giữa tàu hoặc đuôi tàu vuông góc với mặt đường nước thiết kế (tham khảo) hoặc mặt phẳng chuẩn. Thông thường chiều hướng về phía trước, hướng sang phải, hướng xuống dưới là hướng dương. Sự chuyển đổi phương thức biểu thị khác, có thể tham khảo phần IDF liên quan dưới đây.

Bảng 4.11

**Hệ thống phần mềm CAD dùng cho
đường hình dáng thân tàu**

Tên gọi	NUBLINE	AUTOFORM	MARXSURF	FASTSHIP	NAPA CM
Cơ quan sáng chế	Viện nghiên cứu 708	Trường Đại học công nghiệp vật lý Đại Liên	Formation Design Systems (Australia)	Preteus (Mỹ)	Napa (Phần Lan)
Máy tính vận hành	MS Windows	DOS	MS Windows 95 MS Windows NT	MS Windows	Nhiều máy
Số mặt cong có thể xử lý			50		Không hạn chế
Phương thức hình thành đường hình	Trị số đường hình truyền thống, chuyển từ tàu mẫu	Trị số đường hình truyền thống, chuyển từ tàu mẫu	Điểm khống chế và đường biên, chuyển từ tàu mẫu	Điểm khống chế và đường biên, chuyển từ tàu mẫu	Hình thành bằng phương pháp hình học độc lập
Độ trơn tru của đường hình	Đường mặt cắt	Đường mặt cắt	Mặt cong và đường mặt cắt	Mặt cong và đường mặt cắt	
Tính toán ổn định	Có	Tính toán tĩnh thủy lực	Liên kết hydromax	Có	Có

Tiếp bảng 4.11

Tính tốc độ	Không	Không	Liên kết		Có
Tính toán chuyển động của tàu	Không	Không	Liên kết		Có
Ra số liệu	Bảng trị số đường hình, DXF	Bảng trị số đường hình	Bảng trị số đường hình, DXF cấp II và III, IGES, 3 DMF	Bảng trị số đường hình, DXF cấp II và III, IDF, HPGL (3 hình truyền thống)	Liên kết với kho số liệu, DXF, IGES, VDAFS, NMA, GL, NKK...
Nguồn tư liệu			WWW.FORSYS.COM	WWW.PROTEUS.COM	

b) Cách biểu thị đường hình mặt cong

Mặt cong có thể biểu thị bằng đường lưới bề mặt hoặc đường mặt cắt truyền thống. Hình 4.28 cho ví dụ sử dụng đường lưới để biểu thị đường hình dáng thân tàu (giao điểm của lưới bố trí đều theo nửa chu vi chiều dài của đường

cắt ngang). Dùng đường mặt cắt truyền thống để biểu thị đường hình dáng thân tàu có thể xử lý bằng phần mềm vẽ CAD



Hình 4.28. Mặt chiếu cạnh của đường hình tàu containe (theo Fastship).

công trình thông dụng, dùng vẽ các bản vẽ khác, các đường mặt cắt có thể làm trơn nhưng không ảnh hưởng tới mặt cong đã xác định.

c) Phương pháp cơ bản hình thành đường hình dáng thân tàu

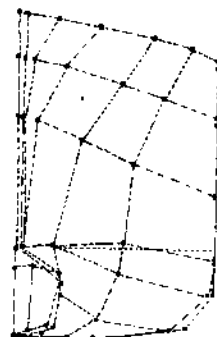
Ngoài việc chuyển đổi số liệu đường hình tàu mẫu (một số phần mềm có kho số liệu đường hình tàu mẫu), quá trình hình thành trực tiếp đường hình như sau :

1) Theo hệ tọa độ nhất định thiết lập điều kiện hạn chế của kích thước chủ yếu.

2) Xác định đường viền mũi, lái và đường biên, thường thông qua các điểm khống chế đủ để thiết kế lập các đường cong trên tạo thành mặt bao để xác định sơ bộ (xem hình 4.28).

Qua những điểm khống chế mới xen vào, có thể theo yêu cầu tiến thêm một bước xác định hình dáng đường hình cục bộ, như mũi hình cầu, đuôi hình cầu, vòm lái. Đối với những bộ phận kích thước tương đối nhỏ liên kết không liên tục với đường hình thân tàu như vòm đuôi ngắn, thường xử lý như chi tiết xen vào.

3) Sửa đường hình theo các yếu tố cơ bản dự định, đường cong diện tích mặt cắt ngang và yêu cầu của các tính năng khác; kiểm tra sự thay đổi của độ cong, điều chỉnh trình tự trơn tru. Đối với các tấm mặt cong của các bộ phận liên kết không trơn phẳng, theo đặc điểm của đường cong lát B , có thể kéo dài các tấm đến đường liên kết ngoài để cho chúng có đủ điều kiện hình thành, sau đó cắt phần ngoài đường liên kết và cả tất cả các bộ phận trùng nhau.



Hình 4.29. Ví dụ bố trí điểm khống chế đường hình dáng thân tàu (theo Marxsurf).

4) Dùng phương pháp mặt cong lát B để hình thành mặt cong có thể triển khai, điểm chính là thiết lập hai đường biên của mặt cong cần triển khai, yêu cầu là phải trơn (độ uốn cong ít) theo hai đường biên đó đặt mặt cong lát B không có điểm khống chế trung gian sau đó quan sát sự phân bố của các điểm phụ trợ, phán đoán khả năng triển khai của mặt cong đó, điều chỉnh vị trí đường biên, hoàn thành bố trí mặt cong có thể triển khai. Nếu cần cho mặt cong có thể triển khai đó liên kết với các bộ phận khác, ví dụ liên kết trực tiếp với mặt cong của trụ mũi, cũng có thể qua điều tiết đường biên làm cho đầu mút của đường sinh của mặt đó trùng với mép của mặt cong.

Mức độ triển khai của mặt cong do độ cong Gauss đánh giá, độ cong Gauss là tích của độ cong lớn nhất và độ cong nhỏ nhất của điểm bất kỳ trên mặt cong, khi trị số đó bằng không, thì hoàn toàn có thể triển khai.

5) Trường hợp với tàu hai thân, có thể dùng phương pháp ảnh để phục chế, quay đi một góc độ nhất định để, hoàn thành toàn bộ đường hình dáng thân tàu.

4. Chuyển đổi số liệu đường hình

a) Bảng trị số đường hình

Thường dùng các trị số tọa độ của các đường mặt cắt bản vẽ đường hình truyền thống để biểu thị hoặc gọi là bảng trị số đường hình. Có

thể dùng các phần mềm phổ thông để điều chỉnh các bảng số liệu được đưa ra đó, nhưng không thể mô tả tất cả các đặc trưng của đường hình một cách hoàn chỉnh. Dùng bảng trị số đường hình có thể biểu thị các số liệu thành đường đa dạng (polyline), nghĩa là dùng các đoạn thẳng liên kết với các đoạn cung tròn thành đường cong.

b) Tư liệu mặt cong

Như tư liệu SRF của Fastohip dùng chữ để mô tả toàn bộ trị số định nghĩa của mặt cong NURBS. Biểu IGES cũng thuộc loại này.

c) Tư liệu DXF

Tư liệu DXF thích hợp với các số liệu chuyển đổi trong phần mềm vẽ của CAD, có hai loại biểu, cấp 2 và cấp 3, biểu cấp 2 chỉ đại biểu cho kích thước tọa độ hai chiều của hình chiếu theo các hướng. Tư liệu DXF biểu thị các đường mặt cắt, đường biên và đường viền, có thể chuyển thành các biểu thức khác như DWG của AutoCad. Phần lớn phần mềm của đường hình có thể dùng biểu thức DXF trực tiếp đưa vào tư liệu gốc của tàu mẫu.

d) Tư liệu IGES. IGES

Biểu thức chuyển đổi số liệu thường dùng của phần mềm vẽ CAD, bao gồm miêu tả đầy đủ mặt cong NURBS, trong phần mềm CAD của một số đường hình, lấy tư liệu này làm tư liệu số liệu tiêu chuẩn.

e) Tư liệu IDF

Biểu thức chuyển đổi số liệu IDF là biểu thức chuyển đổi thông tin hình học thân tàu của Hiệp hội phần mềm tàu thủy quốc tế, bao gồm đường cong gãy góc, lưới, mặt cong NURBS, đường cong diện tích mặt cắt ngang hoặc tham số tính thủy lực... Tư liệu này cũng có thể dùng chuyển đổi số liệu phần mềm tính toán thiết kế tàu thủy bao gồm phần mềm thiết kế kết cấu, tính toán ổn định, thiết kế thi công.

Biểu thức IDF quy định trong tọa độ vuông góc, chiều dương là chiều hướng về phía mũi, hướng sang phải, hướng xuống dưới ; đối với hệ tọa độ khác, trong IDF, ghi trị số đơn vị đo cho mỗi hướng thành một mục nhỏ, hướng về phía mũi, hướng sang phải, hướng xuống dưới trong hệ tọa độ biểu thị đó (bao gồm cả ký hiệu dương, âm), làm yếu tố hiệu chỉnh. Nhân riêng từng yếu tố của đường hình với yếu tố hiệu chỉnh sẽ có trị số tọa độ phù hợp với định nghĩa IDF.

f) Biểu thức chuyển đổi số liệu khác

Các biểu thức số liệu chuyên dùng như biểu thức đưa vào của phần mềm tính toán các tính năng, bao gồm biểu thức số liệu chuyên dùng của của cơ quan đăng kiểm...

Phần II

TÍNH TOÁN TÍNH LỰC HỌC VÀ ĐỘNG LỰC HỌC THÂN TÀU

Chương 5

CÁC YẾU TỐ TÍNH THỦY LỰC CỦA THÂN TÀU

5.1. TÍNH NỔI CỦA TÀU VÀ PHÂN LOẠI LƯỢNG CHIẾM NƯỚC

Tính nổi của tàu thủy là khả năng cân bằng của tàu ở một vị trí nhất định khi tàu nổi trên mặt nước hoặc ở trong nước.

Khi tàu nổi trên mặt nước tĩnh, có hai loại lực tác dụng : trọng lượng thân tàu và áp suất nước tĩnh tác dụng trên mặt ướt của thân tàu.

Điều kiện cân bằng của tàu khi nổi trên mặt nước tĩnh là hợp lực của trọng lượng bằng hợp lực của áp suất nước, các hợp lực cùng phương và ngược chiều. Hợp lực của áp suất nước tĩnh gọi là lực nổi. Theo định luật Acsimet, lực nổi bằng trọng lượng nước mà bộ phận tiếp xúc nước của thân tàu đẩy ra, hướng lực là hướng thẳng đứng từ dưới lên trên, điểm tác dụng của lực nổi là trọng tâm hình học của dung tích phần dưới nước của thân tàu, gọi là tâm nổi.

Phương trình cân bằng của tàu nổi, không nghiêng ngang và nghiêng dọc là :

$$\left. \begin{aligned} D &= \gamma V = P ; \\ x_g &= x_c \\ y_g &= y_c = 0 \end{aligned} \right\} \quad (5.1)$$

trong đó : D – lượng chiếm nước ;

γ - tỷ trọng nước ;
 V - thể tích chiếm nước ;
 P - khối lượng của tàu ;
 x_g - hoành độ trọng tâm ;
 x_c - hoành độ tâm nổi ;
 y_g - tung độ trọng tâm ;
 y_c - tung độ tâm nổi.

Phương trình cân bằng của tàu nổi ở trạng thái nghiêng ngang và nghiêng dọc là :

$$\left. \begin{aligned} P &= D = \gamma V \\ x_c - x_g &= (z_g - z_c) \operatorname{tg} \Psi \\ y_c - y_g &= (z_g - z_c) \operatorname{tg} \varphi \end{aligned} \right\} \quad (5.2)$$

trong đó : Ψ - góc nghiêng dọc ;

φ - góc nghiêng ngang.

Đối với tàu dân dụng trong đội tàu biển, lượng chiếm nước chủ yếu có thể phân loại như sau :

- lượng chiếm nước tàu không bằng trọng lượng tàu ở trạng thái đã chuẩn bị xong, nhưng chưa có hàng, chưa có thuyền viên và hành lý, nhiên liệu và dự trữ dùng hàng ngày ;
- lượng chiếm nước tàu chở đầy, bằng trọng lượng tàu ứng với môn nước cho phép lớn nhất ;
- lượng chiếm nước tàu chở đầy về bến, bằng trọng lượng tàu ở trạng thái tàu trên tuyến hoạt động về bến.

5.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP TÍNH TÍCH PHÂN GẦN ĐÚNG

5.2.1. Phương pháp hình thang

Cho đường cong $y = f(x)$ biểu thị trên hình 5.1.

Tọa độ các tung độ có khoảng cách ΔL bằng nhau. Ta có :

$$F_{abcd} = \int_{x_a}^{x_b} y dx = \int_{x_a}^{x_b} f(x) dx \cong$$

$$\begin{aligned} &\cong \Delta L \frac{y_0 + y_1}{2} + \Delta L \frac{y_1 + y_2}{2} + \dots + \Delta L \frac{y_{n-1} + y_n}{2} \\ &\cong \Delta L \left(y_0 + y_1 + y_2 + \dots + y_n - \frac{y_0 + y_n}{2} \right) \end{aligned} \quad (5.3)$$

trong đó : $\Delta L = \frac{ab}{n}$, n - số khoảng chia đều nhau.

5.2.2. Phương pháp Simpson

a) Quy tắc thứ nhất của Simpson

Quy tắc thứ nhất của Simpson được áp dụng cho nhóm ba tọa độ, có khoảng cách đều nhau.

Cho đường cong $y = f(x)$ biểu thị trên hình 5.2. Đây là đường cong bậc hai có dạng :

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2$$

Với các trị số $x = 0$, $x = h$ và $x = 2h$, có được

$$y_0 = a_0$$

$$y_1 = a_0 + a_1h + a_2h^2$$

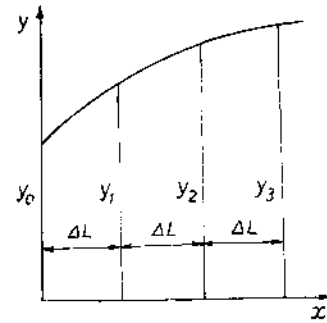
$$y_2 = a_0 + 2a_1h + 4a_2h^2$$

và từ đây rút ra :

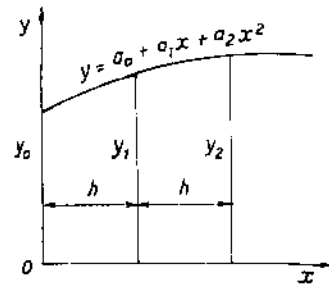
$$a_0 = y_0$$

$$a_1 = \frac{-3y_0 + 4y_1 - y_2}{2h}$$

$$a_2 = \frac{y_0 - 2y_1 + y_2}{2h^2}$$



Hình 5.1. Phương pháp hình thang.



Hình 5.2. Quy tắc thứ nhất của Simpson.

Diện tích F bao hàm dưới đường cong $y = f(x)$ và trong khoảng $(0, 2h)$ là :

$$\begin{aligned} F &= \int_0^{2h} y dx = \int_0^{2h} (a_0 + a_1x + a_2x^2) dx = \\ &= 2a_0h + 2a_1h^2 + \frac{8}{3}a_2h^3 \end{aligned}$$

Thay các trị số a_0, a_1, a_2 vào biểu thức trên, có được :

$$F = (1y_0 + 4y_1 + 1y_2) \frac{h}{3} \quad (5.4)$$

Trong trường hợp có n khoảng chia đều nhau, với n số chẵn, áp dụng quy tắc thứ nhất của Simpson cho các nhóm ba tọa độ kế tiếp nhau, các hệ số Simpson được tính như sau :

$$\begin{array}{cccccccccccc}
 & 1 & & 4 & & 1 & & & & & & & & \\
 & & & & & 1 & & 4 & & 1 & \dots & & & \\
 & & & & & & & & & 1 & & 4 & & 1 \\
 +) & & & & & & & & & & & & 1 & 4 & 1 \\
 \hline
 S : & 1 & & 4 & & 2 & & 4 & & 2 & \dots & 2 & & 4 & & 2 & & 4 & & 1
 \end{array}$$

S - hệ số Simpson

Và diện tích F bao hàm dưới đường cong, trong khoảng (O, L) là :

$$\begin{aligned}
 F &= \int_0^L y dx \cong \\
 &\cong \frac{\Delta L}{3} (y_0 + 4y_1 + 2y_2 + 4y_3 + 2y_4 + \dots \\
 &\dots + 2y_{n-2} + 4y_{n-1} + y_n)
 \end{aligned} \quad (5.5)$$

trong đó : $\Delta L = \frac{L}{n}$.

b) Quy tắc thứ hai của Simpson

Quy tắc thứ hai của Simpson được tính cho nhóm bốn tọa độ có khoảng cách đều nhau.

Cho đường cong $y = f(x)$, biểu thị trên hình 5.3. Đường cong được xem là đường parabol bậc 3, có dạng :

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3$$

Ứng với các tọa độ $x = 0$;

$x = h$; $x = 2h$; $x = 3h$, ta có :

$$y_0 = a_0 ;$$

$$y_1 = a_0 + a_1h + a_2h^2 + a_3h^3 ;$$

$$y_2 = a_0 + 2a_1h + 4a_2h^2 + 8a_3h^3 ;$$

$$y_3 = a_0 + 3a_1h + 9a_2h^2 + 27a_3h^3$$

trong đó : $\Delta L = \frac{L}{n}$.

Trong trường hợp số khoảng chia đều nhau, n là một số lẻ bất kỳ không phải là bội số của 3, có thể kết hợp áp dụng cả hai quy tắc thứ nhất và thứ hai của Simpson để tính.

Ví dụ $n = 5$, các hệ số Simpson S , được tính như sau :

	1	4	1			
+)			1	3	3	1
$S :$	1	4	2	3	3	1

Trong cùng một khoảng tính toán, nếu có khoảng chia không bằng nhau giữa các nhóm tọa độ, tính toán, hệ số Simpson sẽ được điều chỉnh tỷ lệ thuận với tỷ số giữa các khoảng chia đó.

5.2.3. Quy tắc "5-8"

Theo quy tắc "5-8" dùng ba đường thẳng góc để tính diện tích giữa hai đường thẳng góc kề cận bao hàm dưới đoạn đường cong $y = f(x)$ (h.5.4).

Diện tích tính toán là :

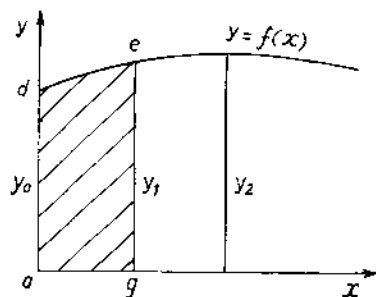
$$F_{\text{aged}} \cong \int_{x_a}^{x_g} y dx \cong \frac{h}{12} (5y_0 + 8y_1 - y_2) \quad (5.8)$$

h - khoảng cách đều nhau giữa các tung độ y .

Có thể kết hợp giữa quy tắc "5-8" và quy tắc thứ nhất của Simpson để tính.

Diện tích bao hàm dưới đường cong $y = f(x)$, trong khoảng (a, b) , trên hình 5.5 được tính theo phương pháp kết hợp giữa hai quy tắc như sau :

$$F_{\text{abcd}} = \int_{x_a}^{x_b} y dx \cong \frac{h}{12} (5y_0 + 8y_1 - y_2) + \frac{h}{3} (y_1 + 4y_2 + y_3) = \quad (5.9)$$



Hình 5.4. Quy tắc "5-8".

$$= \frac{h}{3} \left(\frac{5}{4} y_0 + 3y_1 + 3y_2 + y_3 \right)$$

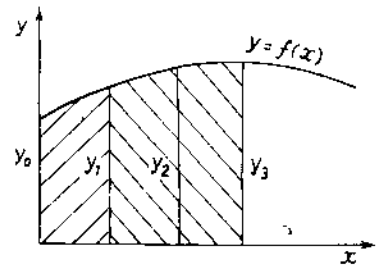
5.2.4. Phương pháp Chebusev

Như hình 5.6 biểu thị, diện tích bao hàm dưới đường cong $y = f(x)$ trong khoảng

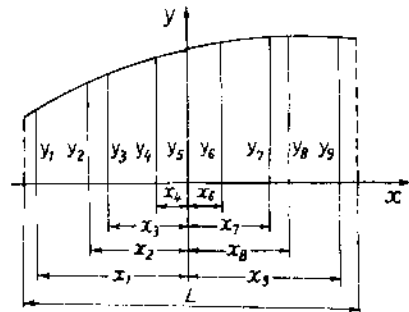
$\left(-\frac{L}{2} \sim \frac{L}{2}\right)$ được tính như sau :

$$F = \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} y dx \cong \frac{L}{n} (y_1 + y_2 + \dots + y_n) \quad (5.10)$$

trong công thức trên, khoảng cách giữa các tung độ không bằng nhau, vị trí của các tung độ thay đổi tùy theo số đường thẳng góc dùng trong tính toán n , và đối xứng với nhau qua điểm giữa các đường đáy. Bảng 5.1 cho vị trí các đường thẳng góc xác định theo phương pháp Chebusev.



Hình 5.5. Kết hợp giữa quy tắc "5-8" và quy tắc thứ nhất của Simpson.



Hình 5.6. Chia các tọa độ của tung độ theo phương pháp Chebusev.

Bảng 5.1

Vị trí các đường thẳng góc xác định theo phương pháp Chebusev

Số đường thẳng góc	Vị trí đường thẳng góc (khoảng cách tính tới điểm giữa của đường đáy, tính theo nửa chiều dài diện tích)	Bậc của phương trình
2	0,5773	2
3	0 ; 0,7071	3
4	0,1870 ; 0,7947	4
5	0 ; 0,3745 ; 0,8325	5
6	0,2666 ; 0,4225 ; 0,8662	6
7	0 ; 0,3239 ; 0,5297 ; 0,8839	7
8	0,1026 ; 0,4062 ; 0,5938 ; 0,8974	8
9	0 ; 0,1679 ; 0,5288 ; 0,6010 ; 0,9116	9
10	0,0838 ; 0,3227 ; 0,500 ; 0,6873 ; 0,9162	10

5.3. TÍNH DIỆN TÍCH MẶT ĐƯỜNG NƯỚC, VỊ TRÍ TÂM NỒI VÀ MÔMEN QUÁN TÍNH

5.3.1. Dùng phương pháp hình thang

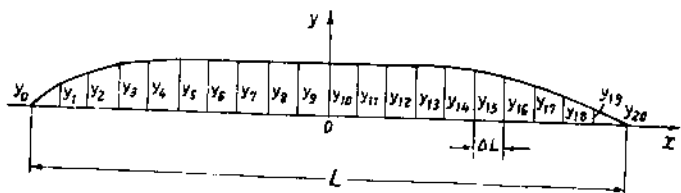
Chia nửa mặt đường nước làm 21 sườn, hình 5.7

Tính tọa độ trọng tâm mặt đường nước : diện tích mặt đường nước :

$$F_{dn} = 2 \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} y dx = 2\Delta L \left(y_0 + y_1 + y_2 + \dots + y_{19} + y_{20} - \frac{y_0 + y_{20}}{2} \right)$$

$$= 2\Delta L \sum y_i \quad (5.11)$$

Mặt đường nước đối xứng qua trục $x - x$, nên $y_i = 0$, y_i là tọa độ ngang của trọng tâm mặt đường nước.



Hình 5.7. Chia sườn theo phương pháp hình thang.

Mômen tĩnh của diện tích mặt đường nước đối với giữa tàu (trục y) :

$$M_y = 2 \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} xy dx = 2\Delta L^2 \left[xy_{10} + 1(y_{11} - y_9) + 2(y_{12} - y_8) + \right.$$

$$\left. + 3(y_{13} - y_7) + \dots + 9(y_9 - y_1) + 10(y_{20} - y_0) - \frac{10}{2}(y_{20} - y_0) \right]$$

$$\cong 2\Delta L^2 C_i$$

Vị trí hướng dọc của trọng tâm mặt đường nước (cách giữa tàu)

$$x_f = \frac{M_y}{F_{dn}} = \frac{2\Delta L^2 C_i}{2\Delta L \sum y_i} = \frac{\Delta L C_i}{\sum y_i} \quad (5.12)$$

Mômen quán tính của diện tích mặt đường nước đối với trục y

$$I_y = 2 \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} x^2 y dx \cong 2 \Delta L^3 \left[0 x y_{10} + 1^2 (y_{11} + y_9) + 2^2 (y_{12} + y_8) + \dots + 9^2 (y_{19} + y_1) + 10^2 (y_{20} + y_0) - \frac{10^2}{2} (y_{20} + y_0) \right] = 2 \Delta L^3 f(I_x)$$

Mômen quán tính của diện tích mặt đường nước đối với trục x

$$I_x = 2 \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} \frac{y^3}{3} dx \cong 2 \frac{\Delta L}{3} (y_0^3 + y_1^3 + y_2^3 + \dots + y_{19}^3 + y_{20}^3 - \frac{y_{20}^3 + y_0^3}{2}) = \frac{2}{3} \Delta L f(I_y)$$

Mômen quán tính mặt đường nước đối với trục ngang của trọng tâm mặt đường nước :

$$I_f = I_y - F_{dn} x_f^2 ; \quad (5.15)$$

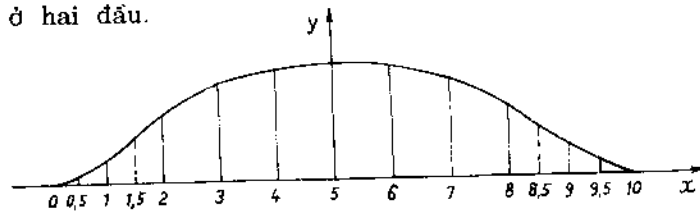
trong đó : I_y – mômen quán tính của mặt đường nước đối với trục y ;

F_{dn} – diện tích mặt đường nước ;

x_f – khoảng cách từ trọng tâm mặt đường nước tới trục y .

5.3.2. Phương pháp Simpson

Trên hình 5.8, chia nửa mặt đường nước thành 11 sườn và các sườn trùng gian ở hai đầu.



Hình 5.8. Phân chia các đường sườn theo phương pháp Simpson.

Diện tích đường nước :

$$\begin{aligned}
F_{dn} &= 2 \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} y dx \cong \\
&\cong \frac{2}{3} \Delta L \left[\frac{1}{2} y_0 + 2y_{1/2} + 1y_1 + 2y_{1/2} + 1 \frac{1}{2} y_2 + 4y_3 + 2y_4 + \right. \\
&\quad \left. + 4y_5 + 2y_6 + 4y_7 + 1 \frac{1}{2} y_8 + 2y_{8/2} + 1y_9 + 2y_{9/2} + \frac{1}{2} y_{10} \right] \\
&\cong \frac{2}{3} \nabla L f(F_{dn}) \quad (5.16)
\end{aligned}$$

Mômen tĩnh của diện tích mặt đường nước đối với trục y :

$$\begin{aligned}
M_y &= \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} xy dx \cong \\
&\cong 2 \times \frac{1}{2} \times (\Delta L)^2 \left[0 \times 4y_5 + 1 \times 2(y_6 - y_4) + 2 \times 4(y_7 - y_3) + \right. \\
&\quad \left. + 3 \times \frac{3}{2} (y_8 - y_2) + 3 \frac{1}{2} \times (y_{8/2} - y_{1/2}) + 4 \times 1 (y_9 - y_1) + \right. \\
&\quad \left. + 4 \frac{1}{2} \times 2 (y_{9/2} - y_{1/2}) + 5 \times \frac{1}{2} (y_{10} - y_0) \right] \cong \\
&\cong \frac{2}{3} (\Delta L)^2 f(M_F) \quad (5.17)
\end{aligned}$$

Vị trí trọng tâm hướng dọc của mặt đường nước, cách chính giữa tàu :

$$x_t = \frac{M_y}{F_{dn}} = \frac{\frac{2}{3} (\Delta L)^2 f(M_F)}{\frac{2}{3} \Delta L f(F_{dn})} = \frac{\Delta L \times f(M_F)}{f(F_{dn})} \quad (5.18)$$

Mômen quán tính của diện tích mặt đường nước đối với trục y :

$$I_y = 2 \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} x^2 y dx \cong \frac{2}{3} (\Delta L)^3 \left[0 \times 4y_5 + 1^2 \times 2(y_6 + y_4) + \right.$$

$$\begin{aligned}
& + 2^2 \times 4(y_7 + y_3) + 3^2 \times \frac{3}{2}(y_8 + y_2) + (3,5)^2 \times (y_{8\frac{1}{2}} + y_{1\frac{1}{2}}) + \\
& + 4^2 \times 1(y_9 + y_1) + (4,5)^2 \times (y_{9\frac{1}{2}} + y_{1\frac{1}{2}}) + \\
& + 5^2 \times \frac{1}{2}(y_{10} + y_0) \Big] = \frac{2}{3}(\Delta L)^3 f(I_y) \quad (5.19)
\end{aligned}$$

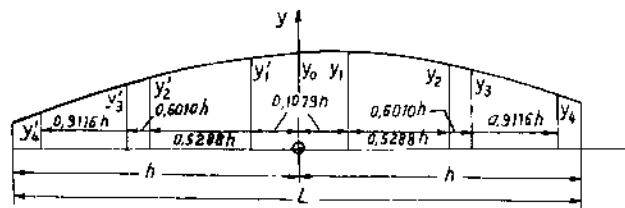
Mômen quán tính mặt đường nước đối với trục ngang của trọng tâm mặt đường nước, tính theo công thức (5.15).

Mômen quán tính của diện tích mặt đường nước đối với trục x là :

$$\begin{aligned}
I_x &= 2 \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} \frac{y^3}{3} dx \cong \\
&\cong \frac{2}{3} \Delta L \left(\frac{1}{2} y_0^3 + 2 y_{1\frac{1}{2}}^3 + 1 y_1^3 + 2 y_{1\frac{1}{2}}^3 + 1^{\frac{1}{2}} y_2^3 + \right. \\
&+ 4 y_3^3 + 2 y_4^3 + 4 y_5^3 + 2 y_6^3 + 4 y_7^3 + 1^{\frac{1}{2}} y_8^3 + \\
&+ 2 y_{8\frac{1}{2}}^3 + 1 y_9^3 + 2 y_{9\frac{1}{2}}^3 + \left. \frac{1}{2} y_{10}^3 \right) \cong \frac{2}{3} \Delta L f(I_x) \quad (5.20)
\end{aligned}$$

5.3.3. Dùng phương pháp Chebusev

Trên hình 5.9, diện tích nửa đường nước được chia làm 9 sườn theo tọa độ Chebusev.



Hình 5.9. Phân chia các đường sườn theo phương pháp Chebusev.

Diện tích mặt đường nước :

$$\begin{aligned}
F_{dn} &= \int_{-h}^h y dx = \\
&= 2 \frac{L}{9} (y_4 + y_3 + y_2 + y_1 + y_0 + y'_1 + y'_2 + y'_3 + y'_4) \cong
\end{aligned}$$

$$\cong 2 \frac{L}{9} \sum y_i \quad (5.21)$$

Mômen tĩnh của diện tích mặt đường nước đối với trục y

$$\begin{aligned} M_y &= \int_{-h}^h xy dx \cong \\ &\cong 2 \times \frac{L}{9} \times \frac{L}{2} \left[x_1 (y_1 - y_1') + x_2 (y_2 - y_2') + x_3 (y_3 - y_3') + \right. \\ &\quad \left. + x_4 (y_4 - y_4') \right] \cong \\ &\cong 2 \times \frac{L}{9} \times \frac{L}{2} \times \sum Ky_i \end{aligned} \quad (5.22)$$

trong đó : $x_1 = 0,1679$; $x_2 = 0,5288$; $x_3 = 0,6010$; $x_4 = 0,9116$.

Vị trí trọng tâm hướng dọc của mặt đường nước đối với chính giữa tàu :

$$x_f = \frac{M_y}{F_{dn}} = \frac{2 \times \frac{L}{9} \times \frac{L}{2} \times \sum Ky_i}{2 \times \frac{L}{9} \times \sum y_i} = \frac{L}{2} = \frac{Ky_i}{\sum y_i} \quad (5.23)$$

Mômen quán tính diện tích mặt đường nước đối với trục x :

$$\begin{aligned} I_x &= 2 \int_{-h}^h \frac{y^3}{3} dx \cong \\ &\cong \frac{2}{3} \times \frac{L}{9} \times (y_4^3 + y_3^3 + y_2^3 + y_1^3 + y_0^3 + y_1'^3 + y_2'^3 + y_3'^3 + y_4'^3) \cong \\ &\cong \frac{2}{3} \times \frac{L}{9} \sum y_i^3 \end{aligned} \quad (5.24)$$

Mômen quán tính diện tích mặt đường nước đối với trục y :

$$\begin{aligned} I_y &= 2 \int_{-h}^h x dx \cong \\ &\cong 2 \times \frac{L}{9} \times \left(\frac{L}{2} \right)^2 \times \left[x_1^2 (y_1 + y_1') + x_2^2 (y_2 + y_2') + \right. \\ &\quad \left. + x_3^2 (y_3 + y_3') + x_4^2 (y_4 + y_4') \right] \cong \\ &\cong 2 \times \frac{L}{9} + \left(\frac{L}{2} \right)^3 + \sum K^2 y_i \end{aligned} \quad (5.25)$$

trong đó : $x_1 = 0,1617$; $x_2 = 0,5288$; $x_3 = 0,6010$; $x_4 = 0,9116$.

Mômen quán tính của diện tích mặt đường nước đối với trục ngang của trọng tâm mặt đường nước, tính theo công thức (5.15).

5.4. TÍNH DIỆN TÍCH MẶT CẮT NGANG VÀ VỊ TRÍ TRỌNG TÂM CỦA NÓ

5.4.1. Phương pháp hình thang

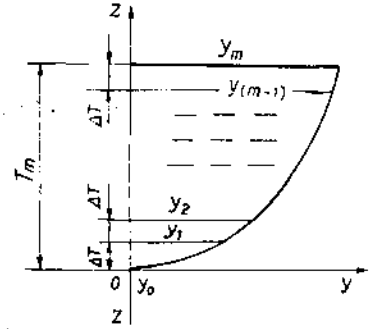
Hình 5.10 là mặt cắt ngang j bất kỳ.

Diện tích mặt cắt ngang phần dưới nước :

$$F_n = 2 \int_0^{T_m} y dz \cong$$

$$\cong 2 \frac{T_m}{m} \left(y_0 + y_1 + \dots + y_{m-1} + y_m - \frac{y_0 + y_m}{2} \right) \cong$$

$$\cong 2 \Delta T \sum y_i \quad (5.26)$$



Hình 5.10. Phân bố các đường nước tính toán trên mặt cắt ngang.

Mômen tĩnh của diện tích mặt cắt ngang phần dưới nước, đối với đường chuẩn đáy (trục oy) :

$$M_y = 2 \int_0^{T_m} y z dz \cong$$

$$\cong 2 \left(\frac{T_m}{m} \right)^2 \left(0 \times y_0 + 1 \times y_1 + 2y_2 + \dots + m y_m - \frac{0 \times y_0 + m y_m}{2} \right)$$

$$\cong 2(\Delta T)^2 C_{jm} \quad (5.27)$$

Vị trí trọng tâm hướng thẳng đứng, cách đường chuẩn đáy :

$$z_n = \frac{M_y}{F_n} = \frac{2(\Delta T)^2 C_{jm}}{2 \Delta T \sum y_i} = \frac{\Delta T \cdot C_{jm}}{\sum y_i} \quad (5.28)$$

5.4.2. Phương pháp Simpson

$$F_n = 2 \int_0^{T_m} y dz \cong$$

$$\cong \frac{4}{3} \Delta T \left(\frac{1}{2} y_0 + 2y_1 + y_2 + 2y_3 + y_4 + 2y_{m-1} + \frac{1}{2} y_m \right) \cong \quad (5.29)$$

$$\cong \frac{4}{3} \Delta T f(F).$$

$$\begin{aligned} M_y &= 2 \int_0^{T_m} yz dz \cong \\ &\cong \frac{4}{3} (\Delta T)^2 \left[0 \times \frac{1}{2} y_0 + 1 \times 2y_1 + 2 \times y_2 + 3 \times y_3 + \right. \\ &\quad \left. + \dots + (m-1) \times 2y_{m-1} + m \times \frac{1}{2} y_m \right] = \frac{4}{3} (\Delta T)^2 f(M_F) \\ z_n &= \frac{M_y}{F_n} = \frac{\frac{4}{3} (\Delta T)^2 f(M_F)}{\frac{4}{3} (\Delta T) f(F)} \end{aligned} \quad (5.30)$$

Số tọa độ trong công thức phải thỏa mãn yêu cầu của quy tắc thứ hai của Simpson, nghĩa là số đường nước là một số lẻ. Nếu không phải là số 1 phải thêm các sườn trung gian trên đường chuẩn đáy, như vậy có thể tạo nên số lẻ, đồng thời nâng cao tính chính xác trong tính toán. Phải chú ý biến đổi các hệ số sau khi thêm sườn trung gian.

5.5. TÍNH THỂ TÍCH CHIẾM NƯỚC VÀ VỊ TRÍ TÂM NỖI CỦA THÂN TÀU

5.5.1. Thể tích chiếm nước

Dùng diện tích mặt đường nước hoặc diện tích mặt cắt ngang làm tọa độ, dùng phương pháp tích phân gần đúng để tính.

a) Phương pháp hình thang

1) Dùng diện tích mặt đường nước làm tọa độ và lấy tích phân theo hướng thẳng đứng :

$$V = \int_0^{T_m} F_{dn} dz \cong \Delta T \left(F_0 + F_1 + \dots + F_m - \frac{F_0 + F_m}{2} \right) ; \quad (5.31)$$

trong đó : F - diện tích mặt đường nước.

2) Dùng diện tích mặt cắt ngang làm tọa độ và lấy tích phân theo hướng dọc thân tàu :

$$V = \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} F_n dx \cong \Delta L \left(F_0 + F_1 + \dots + F_{19} + F_{20} - \frac{F_0 + F_{20}}{2} \right) \quad (5.32)$$

trong đó : F - diện tích mặt cắt ngang.

b) *Phương pháp Simpson*

1) Dùng diện tích mặt đường nước làm tọa độ và lấy tích phân theo hướng thẳng đứng :

$$V = \int_0^{T_m} F_{dn} dz \cong \frac{\Delta T}{3} \left(F_0 + 4F_1 + 2F_2 + \dots + 2F_{m-2} + 4F_{m-1} + F_m \right) \quad (5.33)$$

trong đó : F - diện tích mặt đường nước.

2) Dùng diện tích mặt cắt ngang làm tọa độ và lấy tích phân theo hướng dọc thân tàu :

$$\begin{aligned} V = \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} F_n dx \cong \frac{\Delta L}{3} & \left(\frac{1}{2} F_0 + 2F_{1/2} + F_1 + 2F_{1 1/2} + \right. \\ & + 1 \frac{1}{2} F_2 + 4F_3 + 2F_4 + 4F_5 + 2F_6 + 4F_7 + \\ & \left. + 1 \frac{1}{2} F_8 + 2F_{8 1/2} + F_9 + 2F_{9 1/2} + \frac{1}{2} F_{10} \right) \quad (5.34) \end{aligned}$$

5.5.2. Vị trí tâm nổi

a) *Phương pháp hình thang*

1) Dùng diện tích mặt đường nước làm tọa độ và lấy tích phân theo hướng thẳng đứng.

Chiều cao tâm nổi :

$$z_c = \frac{\int_0^{T_m} F_{dn} z dz}{\int_0^{T_m} F_{dn} dz} = \frac{\Delta T \left(0 \times F_0 + 1 \times F_1 + \dots + m F_m - \frac{m F_m}{2} \right)}{\left(F_0 + F_1 + \dots + F_m - \frac{F_0 + F_m}{2} \right)} \quad (5.35)$$

Khoảng cách từ tâm nổi đến mặt cắt ngang giữa tàu

$$x_c = \frac{\int_0^{T_{mm}} F_{dn} x_i dz}{\int_0^{T_m} F_{dn} dz} = \frac{\left(F_0 x_{f0} + F_1 x_{f1} + \dots + F_m x_{fm} - \frac{F_0 x_{f0} + F_m x_f}{2} \right)}{\left(F_0 + F_1 + \dots + F_m - \frac{F_0 + F_m}{2} \right)} \quad (5.36)$$

trong đó : ΔT - khoảng cách giữa các đường nước ;

F - diện tích mặt đường nước ;

x_f - vị trí trọng tâm mặt đường nước, theo hướng dọc thân tàu tính tới mặt cắt ngang giữa tàu.

2) Dùng diện tích mặt cắt ngang làm tọa độ và lấy tích phân theo hướng dọc.

Chiều cao tâm nổi :

$$z_c = \frac{\int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} F_n z dx}{\int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} F_n dx} = \frac{\left(F_1 z_1 + F_2 z_2 + \dots + F_{20} z_{20} - \frac{F_0 z_0 + F_{20} z_{20}}{2} \right)}{\left(F_1 + F_2 + \dots + F_{20} - \frac{F_0 + F_{20}}{2} \right)} \quad (5.37)$$

Khoảng cách từ tâm nổi đến mặt cắt ngang giữa tàu :

$$x_c = \frac{\int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} F_n x dx}{\int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} F_n dx} = \frac{\Delta L \left[10 (F_{20} - F_0) + 9(F_{19} - F_1) + \dots + \right]}{\left(F_0 + F_1 + \dots + F_{20} - \frac{F_0 + F_{20}}{2} \right)} +$$

$$+ \frac{2(F_{12} - F_8) + (F_{11} - F_0) - \frac{10(F_{20} - F_0)}{2}}{\left(F_0 + F_1 + \dots + F_{20} - \frac{F_0 + F_{20}}{2}\right)} \quad (5.38)$$

trong đó : F - diện tích mặt cắt ngang ;

z - chiều cao từ trọng tâm diện tích mặt cắt ngang tới đường chuẩn đáy.

b) Phương pháp Simpson

1) Dùng diện tích mặt đường nước làm tọa độ và tích phân theo hướng thẳng đứng.

Chiều cao tâm nổi :

$$z_c = \frac{\int_0^{T_m} F_{dn} z dz}{\int_0^{T_m} F_{dn} dz} = \frac{\Delta T(0 \times F_0 + 1 \times 4 F_1 + 2 \times 2 F_2 + 3 \times 4 \times F_3 + \dots + (m-1) \times 4 \times F_{m-1} + m F_m)}{(F_0 + 4 F_1 + 2 F_2 + \dots + 4 F_{m-1} + F_m)} + \quad (5.39)$$

Khoảng cách từ tâm nổi đến mặt cắt ngang giữa tàu :

$$x_c = \frac{\int_0^{T_m} F_{dn} x_f dz}{\int_0^{T_m} F_{dn} dz} = \frac{(F_0 x_{f0} + 4 F_1 x_{f1} + 2 F_2 x_{f2} + \dots + 4 F_{m-1} x_{f(m-1)} + F_m x_{fm})}{(F_0 + 4 F_1 + 2 F_2 + \dots + 4 F_{m-1} + F_m)} \quad (5.40)$$

trong đó : x_f - trọng tâm mặt đường nước, theo hướng dọc thân tàu, tính tới mặt cắt ngang giữa tàu.

2) Dùng diện tích mặt cắt ngang làm tọa độ và lấy tích phân theo hướng dọc.

Chiều cao tâm nổi :

$$z_c = \frac{\int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} F_n z dx}{\int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} F_n dx} = \frac{(F_0 z_0 + 4 F_1 z_1 + 2 F_2 z_2 + \dots + 4 F_{19} z_{20} + F_{20} z_{20})}{(F_0 + 4 F_1 + 2 F_2 + \dots + 4 F_{19} + F_{20})} \quad (5.41)$$

Khoảng cách từ tâm nổi đến mặt cắt ngang giữa tàu :

$$x_c = \frac{\int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} F_n x dx}{\int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} F_n dx} = \frac{\Delta L \left[10 \times (F_{20} - F_0) + 9 \times 4 \times (F_{19} - F_1) + 8 \times 2 (F_{18} - F_2) + \dots \right]}{(F_0 + 4 F_1 + 2 F_2 + \dots + 4 F_{19} + F_{20})} \quad (5.42)$$

trong đó : F - diện tích các mặt cắt ngang ;

z - chiều cao từ trọng tâm mặt cắt ngang tới đường chuẩn đáy.

5.6. TÍNH CHÍNH XÁC CỦA PHƯƠNG PHÁP TÍNH GẦN ĐÚNG

5.6.1. Tính chính xác của phương pháp tính gần đúng

Độ chính xác tính toán diện tích bao hàm dưới đường cong, khi sử dụng phương pháp hình thang, hoàn toàn do số đường thẳng góc phân chia diện tích tính toán quyết định. Số đường thẳng góc đó càng nhiều, độ chính xác càng cao. Trong thực tế tính toán, thường dùng 21 tọa độ có khoảng cách bằng nhau, phạm vi sai số tùy thuộc vào việc hiệu chỉnh ở hai đầu đường cong. Khi dùng hai đường thẳng góc để tính toán, độ chính xác bằng khoảng 0,5%.

Quy tắc thứ nhất của Simpson sử dụng 21 đường thẳng góc để tính toán thân tàu, độ chính xác có thể đạt được 0,1%. Thông thường sử dụng 11 đường thẳng góc và ở hai đầu thêm các đường thẳng góc ở điểm giữa của các khoảng chia, cũng đủ đảm bảo chính xác.

Phương pháp Chebusev được sử dụng khá phổ biến, thích hợp với tích phân hướng dọc; khi dùng 9 tọa độ Chebusev để tính diện tích, sai số khoảng 0,3%, nhưng khi tính mômen quán tính I_x và vị trí tâm nổi x_f , sai số lớn nhất có thể tới 2,7%.

Các phương pháp trên đều có những ưu điểm và nhược điểm riêng, phải căn cứ vào yêu cầu cụ thể mà lựa chọn.

5.6.2. Phương pháp nâng cao độ chính xác trong tính toán

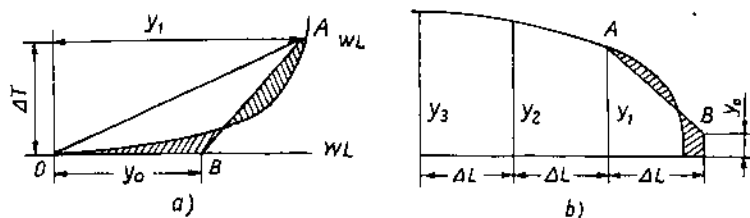
a) Sử dụng tọa độ phụ

Ở những đoạn độ cong của đường cong lớn hoặc đột biến hoặc có độ dốc thay đổi nhanh, kẻ thêm những đường thẳng góc tính toán hoặc dùng máy đo diện tích đo riêng bộ phận cong đó. Ví như ở hai đầu mặt đường nước, thường thêm sườn phụ ở giữa khoảng cách các sườn, trên mặt cắt ngang, diện tích phần ở gần ký đáy thường được đo bằng máy đo diện tích.

b) Hiệu chỉnh các đầu đường cong

Để nâng cao tính chính xác của tính toán, ở hai đầu mặt đường nước và ở bộ phận đáy của mặt cắt ngang thường phải tiến hành hiệu chỉnh. Phương pháp hiệu chỉnh như sau:

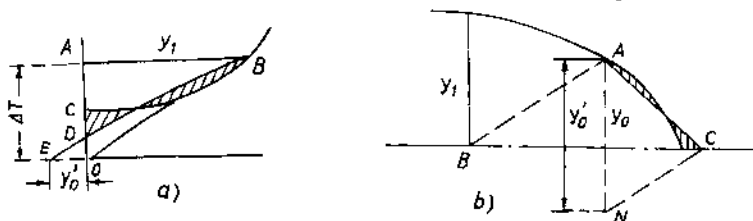
1) Phương pháp hiệu chỉnh hình thang. Trên hình 5.11, qua A kẻ một đường thẳng sao cho hai bộ phận gạch chéo có diện tích bằng nhau, có được đoạn OB, đây là tọa độ hiệu chỉnh y_0 . Phương pháp này sử dụng cho trường hợp mặt đường nước và mặt cắt ngang lối lớn.



Hình 5.11. a) hiệu chỉnh đầu đường cong của mặt cắt ngang;
b) mặt đường nước.

- Hiệu chỉnh đầu đường cong trong trường hợp đường cong mặt cắt ngang hoặc mặt đường nước vượt quá hoặc chưa tới đầu mút đường cong. Trên hình 5.12a, diện tích mặt cắt ngang vượt ra ngoài đầu mút nửa sườn y_1 trở lên. Từ B kẻ đường thẳng BD sao cho hai phần diện tích gạch chéo bằng nhau, sau đấy, nối BO . Qua D kẻ DE song song với BO , EO trên đường sườn mới là trị số hiệu chỉnh y'_0 (giá trị âm).

- Nếu đường đường cong vượt không quá nửa khoảng sườn tính toán thì hiệu chỉnh về sườn đầu mút. Hình 5.12b cho hiệu chỉnh đầu mút đường diện tích mặt đường nước, nối đường AB , qua C kẻ đường CN song song với AB , AN là tọa độ sau khi hiệu chỉnh y'_0 .



Hình 5.12. a) tọa độ hiệu chỉnh đầu mút đường diện tích mặt cắt ngang ; b) diện tích mặt đường nước.

2) Phương pháp Simpson. Phương pháp hiệu chỉnh hai đầu mút đường diện tích mặt đường nước như sau :

- Hiệu chỉnh diện tích phần vượt quá sườn số không

Trên hình 5.13, đường cong ban đầu đi qua các điểm F và G . Bước tiến hành hiệu chỉnh như sau :

trong đoạn BC , lấy một điểm D sao cho $BD = \frac{1}{3} BC$;

dựng tam giác AFD sao cho tam giác đó bằng diện tích của hình quạt GFB ;

trên AB lấy điểm E , $BE = \frac{1}{2} AB$;

nối FD , dựng EH song song với FD ; $FH = y'_0$ là tọa độ hiệu chỉnh.

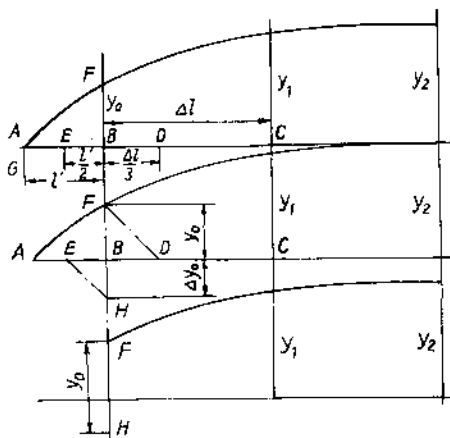
Sau khi hiệu chỉnh, diện tích từ sườn y_2 về sau bằng :

$$F = \frac{\Delta l}{3} (y'_0 + 4y_1 + y_2)$$

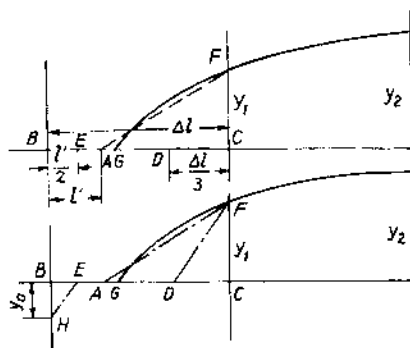
- Hiệu chỉnh diện tích phần chưa tới sườn số không.

Trên hình 5.14, phương pháp làm như trên, cho EH song song với FD và $BH = y'_0$ là tọa độ hiệu chỉnh yêu cầu. Diện tích từ sườn y_2 về sau, sau khi hiệu chỉnh là :

$$F + \frac{\Delta l}{3} (-y'_0 + 4y_1 + y_2)$$



Hình 5.13. Hiệu chỉnh đường diện tích theo phương pháp Simpson.



Hình 5.14. Hiệu chỉnh đường diện tích theo phương pháp Simpson.

5.7. TÍNH DIỆN TÍCH MẶT UỚT CỦA THÂN TÀU

Diện tích mặt uớt của thân tàu là diện tích mặt thân tàu tiếp xúc với nước khi tàu nổi ở trạng thái tĩnh.

Mặt ngoài thân tàu là một mặt cong tròn trụ và phức tạp ; khó khai triển một cách chính xác, khi tính toán thường dùng các phương pháp gần đúng. Hai phương pháp chủ yếu thường dùng tính diện tích mặt uớt là :

5.7.1. Tính theo đường hình dáng thân tàu

Do chiều dài của nửa đường bao sườn từ mặt đường nước trở xuống, sau đây lấy tích phân theo hướng dọc thân tàu từ mớn nước trở xuống. Nhưng do chiều dài thân tàu tính toán và chiều dài khai triển không bằng nhau, vì có độ cong hướng dọc thân tàu, diện tích tính ra cần được hiệu chỉnh. Thường tính tăng thêm 1%, hoặc căn cứ vào các tỷ số $\frac{L}{B}$ và $\frac{B}{T}$ và các đường cong trên hình 5.15 để hiệu chỉnh.

Có thể tính đường bao sườn theo phương pháp của Shaher Sabit giới thiệu.

Chiều dài của đường cong có thể tính như sau :

$$l = \int_0^{2h} \sqrt{1 + (dy/dx)^2} dx$$

Một đoạn trên đường cong có thể mô tả dưới dạng đa thức bậc hai :

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2$$

Các hệ số a là hàm số của các tọa độ y_1, y_2, y_3 có khoảng cách bằng nhau h biểu thị trên hình 5.16.

Các hệ số đó được xác định như sau :

$$a_0 = y_1 ;$$

$$a_1 = \frac{n - 4m}{2h}$$

$$a_2 = \frac{2m - n}{2h^2}$$

trong đó :

$$m = (y_1 - y_2) ;$$

$$n = (y_1 - y_3)$$

$$\text{cho } z = \sqrt{1 + (dy/dx)^2}$$

$$l = \int_0^{2h} z dx$$

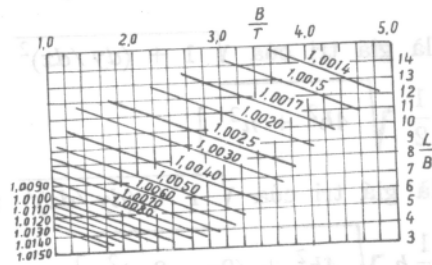
Áp dụng định luật Simpson, ta có :

$$l = \frac{h}{3} (z_1 + 4z_2 + z_3)$$

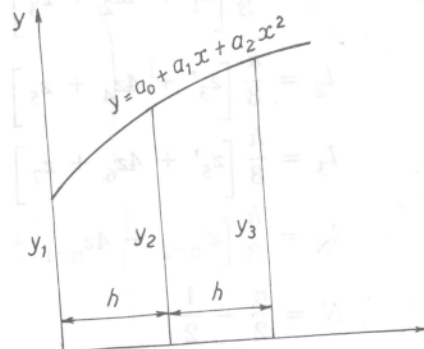
Khi đường cong có ba tọa độ tính toán

Trong công thức trên, z_1 là giá trị của $\sqrt{1 + (dy/dx)^2}$ tại $x = 0$,

$$\text{bằng } \left[\frac{1}{2} h \sqrt{4h^2 + (n - 4m)^2} \right] ;$$



Hình 5.15. Hệ số hiệu chỉnh chiều dài.



Hình 5.16.

z_2 là giá trị của $\sqrt{1 + (dy/dx)^2}$ tại $x = h$,
bằng $\left[\frac{1}{2} \sqrt{4h^2 + n^2} \right]$

z_3 là giá trị của $\sqrt{1 + (dy/dx)^2}$ tại $x = 2h$,
bằng $\left[\frac{1}{2} h \sqrt{4h^2 + (3n - 3m)^2} \right]$

Như vậy, chiều dài của đoạn cong qua ba tọa độ được tính bằng :

$$l = \frac{1}{6} \left[\sqrt{4h^2 + (n - 4m)^2} + 4\sqrt{4n^2 + n^2} + \sqrt{4h^2 + (3n - 4m)^2} \right] \quad (5.43)$$

Với n tọa độ :

$$l = \frac{h}{3} \left[(z_1 + 4z_2 + z_3) + (z_3' + 4z_4 + z_5) + \dots \right. \\ \left. \dots (z_5' + 4z_6 + z_7) + \dots (z_{n-2}' + 4z_{n-1} + z_n) \right] \\ l = l_1 + l_2 + l_3 + \dots l_N$$

trong đó : $l_1 = \frac{h}{3} [z_1 + 4z_2 + z_3]$

$$l_2 = \frac{h}{3} [z_3' + 4z_4 + z_5]$$

$$l_3 = \frac{h}{3} [z_5' + 4z_6 + z_7]$$

$$l_N = \frac{h}{3} [z_{n-2}' + 4z_{n-1} + z_n]$$

$$N = \frac{n}{2} - \frac{1}{2}$$

Trị số l được tính theo các nhóm ba tọa độ kế tiếp nhau.

Để thuận tiện cho việc tính toán, có thể lập bảng tính như sau :

a) Đối với tàu đáy phẳng (h.5.17)

Việc tính toán có thể tiến hành theo bảng 5.2.

b) Đối với tàu đáy vát (h.5.18)

Phía đường nước l (ứng với y_1) (h.5.18) đường bao có một đoạn thẳng từ đáy lên và đoạn cong, tiếp tuyến với nhau ở điểm có tọa độ (x_1, y_1) .

Bảng 5.2

Tọa độ	Trị số tọa độ	Trị số m và n	Công thức tính	Hệ số Simpson	Tích số	$I_1 = y_1 = 1,50$
y_1	150	$m_1 = -2,30$	$\sqrt{4h^2 + (n_1 - 4m_1)^2} = 6,229$	1	6,229	$I_2 = \sum_1 / 6 =$
y_2	380	$n_1 = -3,30$	$\sqrt{4h^2 + n_1^2} = 3,859$	4	15,436	$= 3,964$
y_3	480		$\sqrt{4h^2 + (3n_1 - 4m_1)^2} = 2,118$	1	2,118	
y_4	545	$m_2 = -0,65$	$\sqrt{4h^2 + (n_2 - 4m_2)^2} = 2,459$	1	2,459	$I_3 = \sum_2 / 6 =$
		$n_2 = -1,17$	$\sqrt{4h^2 + \frac{2}{n_2}} = 2,314$	4	9,256	$= 2,319$
y_5	597		$\sqrt{4h^2 + (3n_2 - 4m_2)^2} = 2,198$	1	2,198	
y_6	634	$m_3 = -0,37$	$\sqrt{4h^2 + (n_3 - 4m_3)^2} = 2,165$	1	2,165	$I_4 = \sum_3 / 6 =$
		$n_3 = -0,65$	$\sqrt{4h^2 + \frac{2}{n_3}} = 2,103$	4	8,412	$= 2,105$
y_7	662		$\sqrt{4h^2 + (3n_3 - 4m_3)^2} = 2,054$	1	2,054	
y_8	688	$m_4 = -0,26$	$\sqrt{4h^2 + (n_4 - 4m_4)^2} = 2,103$	1	2,103	$I_5 = \sum_4 / 6 =$
		$n_4 = -0,39$	$\sqrt{4h^2 + \frac{2}{n_4}} = 2,038$	4	8,152	$= 2,043$
y_9	701		$\sqrt{4h^2 + (3n_4 - 4m_4)^2} = 2,004$	1	2,004	

Chiều dài toàn bộ = 1,50 + 3,964 + 2,319 + 2,105 + 2,043 = 11,931 cm, $h = 1$ cm

Bảng 5.3

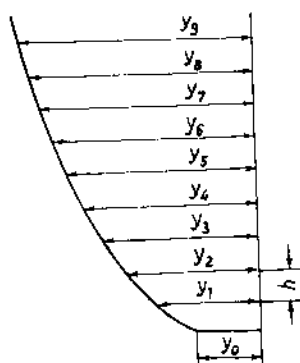
Phần phụ						
y_{a1}	3,00	$m_a = - 0,75$	$\sqrt{4(h_a/2)^2 + (n_a - 4m_a)^2} = 1819$	1	1819	$I_a = \sum a/6 = 1456$
y_{a2}	3,75		$\sqrt{4(h_a/2)^2 + n_a^2} = 1453$	4	5,812	
y_{a3}	3,75	$n_a = - 1,30$	$\sqrt{(4h_a/2)^2 + (3n_a - 4m_a)^2} = 1,110$	1	1,110	
Mặt cắt						
y_1	4,30	$m_1 = - 1,14$	$\sqrt{4h^2 + (n_1 - m_1)^2} = 3,343$	1	3,343	$I_1 = \sum_1/6 = 2,762$
y_2	5,44		$\sqrt{4h^2 + n_1^2} = 2,745$	4	10,980	
y_3	6,18	$n_1 = - 1,88$	$\sqrt{4h^2 + (3n_1 - 4m_1)^2} = 2,248$	1	2,248	
y_4	6,65	$m_2 = - 0,47$	$\sqrt{4h^2 + (n_2 - 4m_2)^2} = 2,278$	1	2,278	$I_2 = \sum_2/6 = 2,157$
		$n_2 = - 0,79$	$\sqrt{4h^2 + n_2^2} = 2,151$	4	8,604	
			$\sqrt{4h^2 + (3n_2 - 4m_2)^2} = 2,059$	1	2,059	

Tiếp bảng 5.3

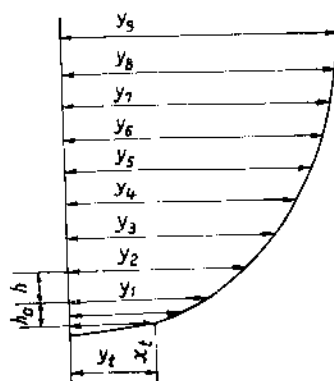
y_5	6,97	$m_3 = -0,14$	$\sqrt{\frac{4h_2 + (n_3 - 4m_3)^2}{4h^2 + n_3^2}}$	$= 2,019$	1	2,019	$l_3 = \sum_3/6 = 2,013$
y_6	7,11	$n_3 = 0,23$	$\sqrt{\frac{4h^2 + n_3^2}{4h^2 + (3n_3 - 4m_3)^2}}$	$= 2,013$	4	8,052	
y_7	7,20			$= 2,004$	1	2,004	
y_8	7,25	$m_4 = 0,05$	$\sqrt{\frac{4h_2 + (n_4 - 4m_4)^2}{4h^2 + n_4^2}}$	$= 2,004$	1	2,004	$l_4 = \sum_4/6 = 2,001$
y_9	7,26	$n_4 = -0,06$	$\sqrt{\frac{4h^2 + n_4^2}{4h^2 + (3n_4 - 4m_4)^2}}$	$= 2,001$	4	8,004	
				$= 2,000$	1	2,000	
Chiều dài toán bộ $= 3,020 + 1,456 + 2,762 + 2,157 + 2,013 + 2,001 = 13,409$ $h_a = 0,65$; $h = 1$							

Chiều dài của đoạn thẳng tới điểm tiếp tuyến là :

$$\sqrt{x_t^2 + y_t^2} = \sqrt{(0,35)^2 + (3,00)^2} = 3,020$$



Hình 5.17.



Hình 5.18.

Từ điểm tiếp tuyến với đường nước 1, khoảng cách là h_a . Theo chiều cao h_a chia đoạn cong từ đường nước 1 trở xuống thành nhóm ba tọa độ có khoảng cách bằng nhau, với các nửa chiều rộng : y_{a1}, y_{a2}, y_{a3} , trong đó $y_{a1} = y_1$.

Việc tính toán tiến hành theo bảng 5.3.

5.7.2. Dùng công thức kinh nghiệm để tính diện tích mặt ướt thân tàu

a) Công thức Taylor

$$\Omega = C \sqrt{\Delta L}, \text{ fit}^2; \quad (5.44)$$

trong đó : C - hệ số, thay đổi theo trị số $\frac{B}{T}$ và β , tra theo hình 5.19 ;

D - lượng chiếm nước, tấn Anh ;

L - chiều dài mặt ướt của thân tàu, fit.

b) Công thức Hải quân Anh

$$\Omega = V^{2/3} \left(3,3 + \frac{L}{2,09 V^{1/3}} \right), \text{ m}^2; \quad (5.45)$$

trong đó : V - thể tích chiếm nước, m^3 ;

L - chiều dài mặt ướt thân tàu, m.

c) Công thức Muragin dùng cho tàu có vòm đuôi, đuôi vuông

$$\Omega = ab \left(0,8\delta + 0,2 \right) L \left(B + 2T + \frac{p}{2} \right) \quad (5.46)$$

trong đó : a, b – hệ số, thay đổi theo trị số $\frac{B}{T}$, bán kính cong R của

hông đáy và hình dáng hai đầu thân tàu, chọn hệ số a theo bảng 5.4, hệ số b theo bảng 5.5;

p – chiều dài đường bao phần dưới nước của đường sườn cuối cùng phía đuôi tàu.

d) Công thức Karpov, thích hợp sử dụng cho tàu sông không có vòm đuôi :

$$\Omega = \left(0,074 \frac{L}{T} + 5,1 \right) V^{2/3} \quad (5.47)$$

e) Công thức thích hợp với loại tàu hình dáng gầy :

1) Tàu kéo ($\delta < 0,5$)

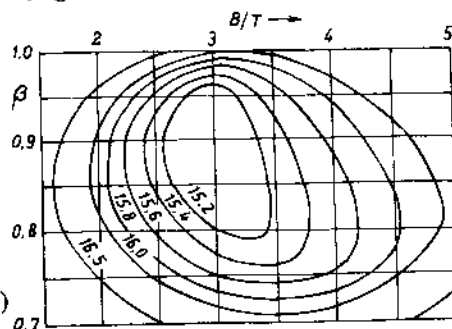
$$\Omega = C (0,5\beta + 0,272) (B + 2T)L \quad (5.48)$$

trong đó : β – hệ số diện tích mặt cắt ngang ;

B – chiều rộng thân tàu, m ;

T – mớn nước, m ;

C – hệ số, tùy theo hình dáng mũi tàu mà chọn, nếu đáy mũi tàu vát lớn $C = 0,92$, tàu thông thường $C = 1,0$.



Hình 5.19. Hệ số diện tích mặt ướt, C .

Bảng 5.4

Hệ số a

$\frac{B}{T} \backslash \frac{R}{T}$	0	0,1	0,25	0,50	0,75
2,0	1,0	0,980	0,960	0,940	0,930
3,0	1,0	0,983	0,964	0,947	0,938
4,0	1,0	0,986	0,970	0,955	0,945
5,0	1,0	0,988	0,973	0,959	0,953
6,0	1,0	0,990	0,976	0,964	0,959
8,0	1,0	0,992	0,980	0,969	0,964
10,0	1,0	0,994	0,984	0,974	0,970
12,0	1,0	0,995	0,987	0,978	0,974

Bảng 5.5

Hệ số b

Mũi tàu Đuôi tàu	Hình nêm	Hình thìa sâu	Hình thìa	Hình thìa nông	Hình hải
Hình nêm	1,025	1,023	1,018	1,028	1,038
Hình thìa sâu	1,023	1,030	1,015	1,035	1,035
Hình thìa	1,018	1,015	1,010	1,020	1,030
Hình thìa nông	1,028	1,025	1,020	1,030	1,040
Hình hải	1,038	1,035	1,030	1,040	1,050
Hình vòm đơn	1,050	1,045	1,040	1,050	1,060
Hình vòm đơn kín	1,065	1,055	1,050	1,060	1,070
Hình vòm kép	1,070	1,065	1,060	1,070	1,080
Hình vòm kép kín	1,090	1,085	1,080	1,090	1,100

2) Tàu cá ($0,30 < \delta < 0,51$)

$$\Omega = L (B + 2T) (0,7\delta + 0,33) \quad (5.49)$$

3) Xuồng máy ($0,29 < \delta < 0,55$)

$$\Omega = L (B + 2T) (0,76\delta + 0,28) \quad (5.50)$$

4) Tàu chuyên dùng ($0,35 < \delta < 0,57$)

$$\Omega = L (B + 2T) (0,6\delta + 0,33) \quad (5.51)$$

Công thức trên chỉ thích hợp sử dụng cho loại tàu có đường cong diện tích mặt cắt ngang với trị số hai đầu bằng không.

f) Các công thức khác có thể quy nạp về dạng công thức sau :

$$\Omega = L (C_1 T + C_2 B) \quad (5.52)$$

Trị số C_1 , C_2 cho trong bảng 5.6.

Bảng 5.6

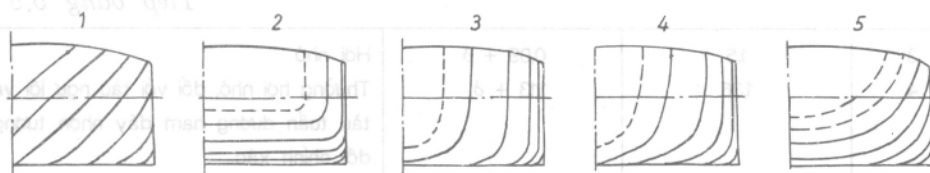
Trị số C

Số thứ tự	Hệ số C_1	Hệ số C_2	Phạm vi sử dụng công thức
1	$\frac{2}{1,625 - \delta}$	$\frac{0,5}{1,625 - \delta}$	Tương đối chính xác
2	2	$1,37 (\delta - 0,274)$	Tương đối chính xác

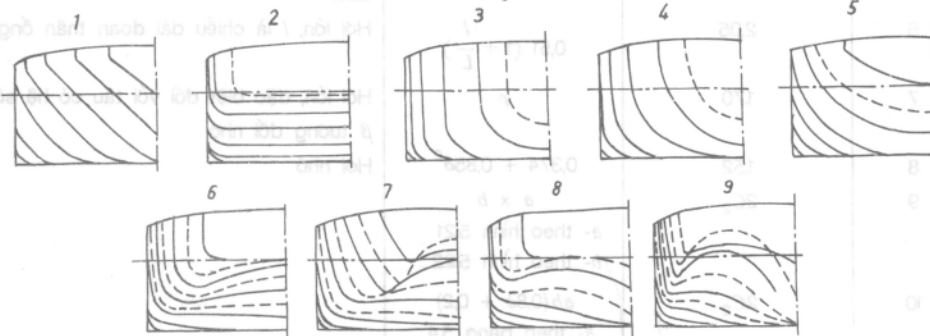
Tiếp bảng 5.6

3	1,5	$0,09 + \delta$	Hơi nhỏ
4	1,36	$1,13 + \delta$	Thường hơi nhỏ, đối với tàu ngư lôi và tàu tuần dương hạm đáy nhọn tương đối chính xác
5	1,80	δ	Thích hợp với tàu sông không có vòm đuôi
6	2,05	$0,51 \left(1 + \frac{l}{L}\right)$	Hơi lớn, l là chiều dài đoạn thân ống
7	1,70	φ	Hơi lớn, đặc biệt đối với tàu có hệ số β tương đối nhỏ
8	1,52	$0,374 + 0,85\delta^2$	Hơi nhỏ
9	$2C_2$	$a \times b$ a- theo hình 5.21 b- theo hình 5.22	
10	$2C_2$	$ab(0,8\delta + 0,2)$ a- theo bảng 5.4 b- theo bảng 5.5	
11	2—tàu không lắp máy đáy phẳng 1,8—tàu đáy phẳng mặt cắt tròn tru 1,5—tàu kéo có chân vịt	$0,5\alpha C_1$	Chỉ dùng cho tàu lắp máy và không lắp máy đáy phẳng

Hình dáng mũi



Hình dáng lái



Hình 5.20. Hình dáng tàu sông :

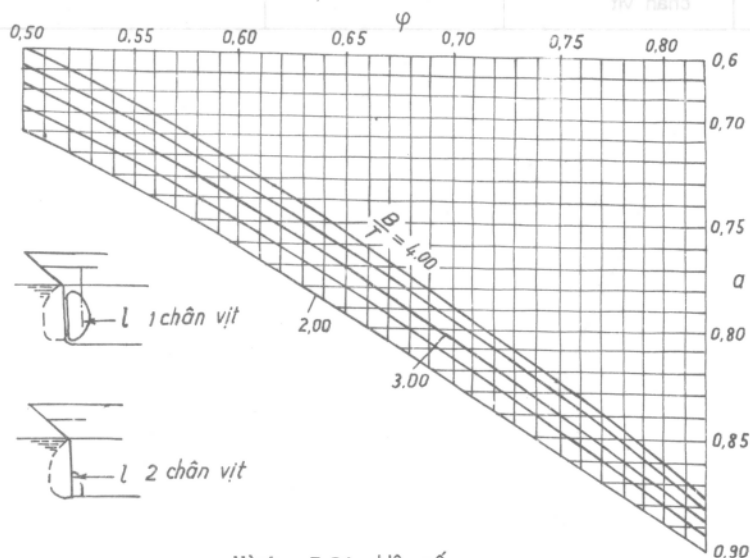
Hình dáng mũi : 1. hình nôm ; 2. hình hài ; 3. hình thìa sâu ;
4. hình thìa ; 5. hình thìa nông.

Hình dáng lái : 1. hình nôm ; 2. hình hài ;

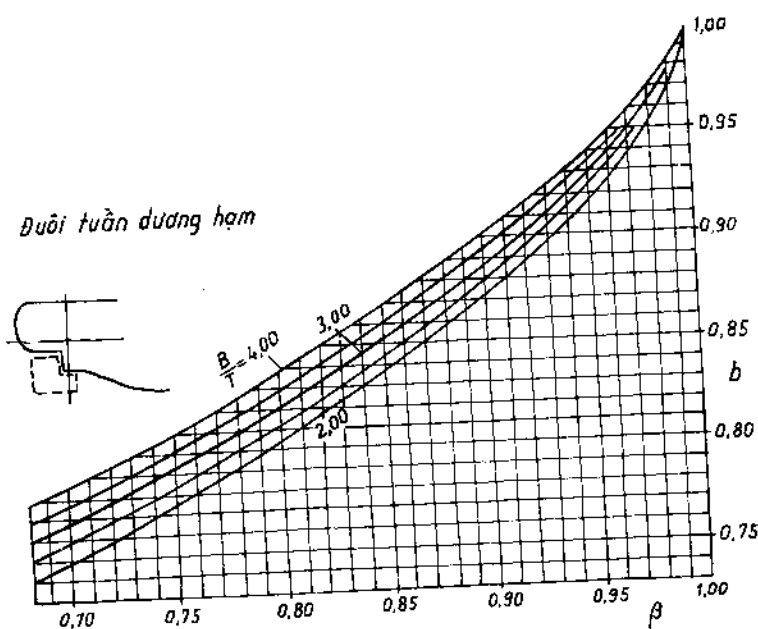
3. hình thìa sâu ; 4. hình thìa ; 5. hình thìa nông ;

6. hình nửa vòm một chân vịt ; 7. hình vòm kín một chân vịt ;

8. hình nửa vòm, hai chân vịt ; 9. hình vòm kín hai chân vịt.



Hình 5.21. Hệ số a .



Hình 5.22. Hệ số b .

5.8. ĐƯỜNG CONG THỦY LỰC

Đường cong thủy lực biểu diễn các trị số tính năng của tàu ở trạng thái tĩnh cho một mớn nước nổi bất kỳ. Nội dung của đường cong thủy lực bao gồm :

- 1) Thể tích chiếm nước V
- 2) Lượng chiếm nước $D : D = \gamma \cdot V$
nước biển : $\gamma' = 1,025 \text{ t/m}^3$
nước ngọt : $\gamma = 1 \text{ t/m}^3$
- 3) Diện tích mặt đường nước F
- 4) Vị trí trọng tâm mặt đường nước x_f
- 5) Vị trí tâm nổi hướng dọc x_c
- 6) Vị trí tâm nổi hướng thẳng đứng z_c
- 7) Vị trí tâm ổn định ngang hướng thẳng đứng z_m

$$z_m = \frac{I_x}{V} + z_c$$

- 8) Vị trí tâm ổn định dọc hướng thẳng đứng z_M

$$z_M = \frac{I_f}{V} + z_c$$

9) Mômen nghiêng dọc 1 cm

$$M_{cm} = \frac{\Delta H}{L} \times \frac{1}{100}$$

10) Số tấn lượng chiếm nước trên 1 cm = $0,01\gamma F$

11) Trị số thay đổi của lượng chiếm nước khi đuôi nghiêng 1m :

$$\frac{-Fx_i}{L} \gamma$$

12) Hệ số diện tích mặt đường nước : $\alpha = \frac{F}{LB}$

13) Hệ số diện tích mặt cắt ngang chính giữa $\beta = \frac{F_{\text{M}}}{BT}$

14) Hệ số thể tích chiếm nước : $\delta = \frac{V}{LBT}$

15) Hệ số lặn trụ : $\varphi = \frac{\delta}{\beta}$

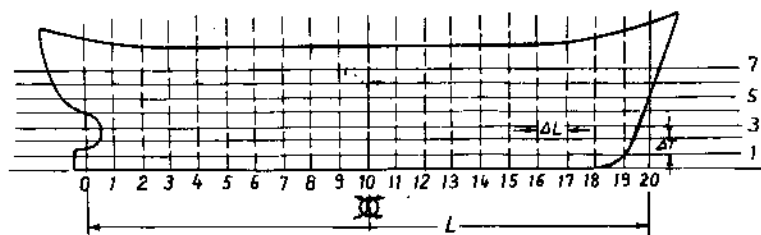
5.8.1. Phương pháp tính đường cong thủy lực

Từ trước đến nay, thường dùng các biểu mẫu để tính đường cong thủy lực. Hiện nay, ở các nước công nghiệp đóng tàu phát triển, việc tính toán trong thiết kế tàu thủy đều được tiến hành trên máy tính điện tử.

a) Phương pháp hình thang

Để đảm bảo độ chính xác nhất định trong tính toán, thường chia chiều dài thân tàu thành hai mươi khoảng sườn $\Delta L = \frac{L}{20}$.

Các đường nước được chia đều nhau, với khoảng cách ΔT và chia từ 7 đường nước trở lên, ít nhất có một đến hai đường nằm phía trên đường nước chở đầy (h.5.23).

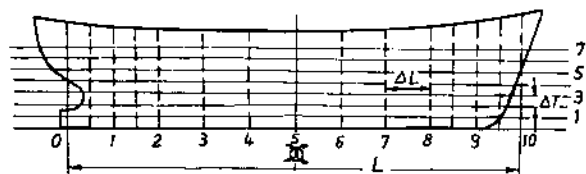


Hình 5.23. Phân chia khoảng sườn tính toán theo phương pháp hình thang.

b) Phương pháp Simpson

Bảng tính và ví dụ được trình bày ở các bảng 5.7a, 5.7b, 5.7c và 5.8.

1) Phân chia khoảng sườn tính toán. Chia chiều dài tính toán của thân tàu thành 10 khoảng sườn bằng nhau ; ở hai đầu mũi và lái, chia thêm sườn phụ ở giữa các khoảng sườn. Khoảng cách sườn $\Delta L = \frac{L}{10}$. Để xác định đường thủy lực được chính xác, phải có được từ bốn điểm trở lên. Và như vậy, phải có trên bảy đường nước, chia đều nhau từ đường chuẩn đáy lên phía mép boong, và có một, hai đường trên đường nước chở đầy (h.5.24).



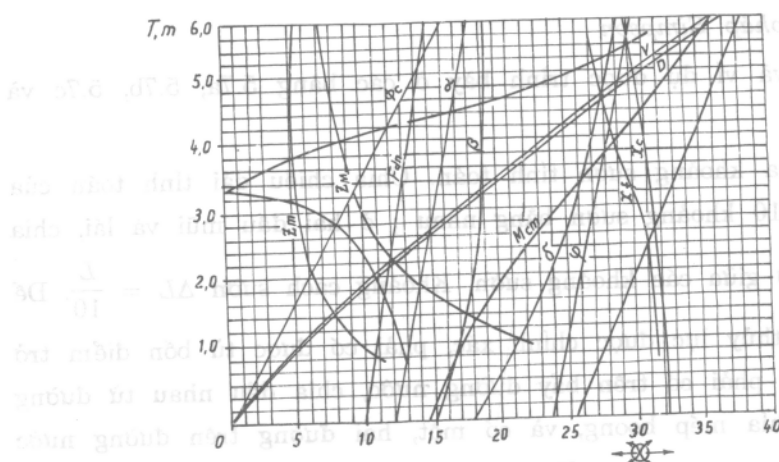
Hình 5.24. Phân chia khoảng sườn tính toán theo phương pháp Simpron.

2) Do thể tích phía đáy tàu thay đổi tương đối nhanh, tích phân gần đúng theo hướng đứng sẽ dẫn đến sai số khá lớn, nên phải

chuyển thành tích phân gần đúng theo hướng dọc thân tàu. Thường, dùng thước đo diện tích và phương pháp tính toán để tính diện tích mặt cắt ngang bộ phận đáy và trọng tâm diện tích. Tích phân theo hướng dọc thân tàu các diện tích trên, sẽ được thể tích chiếm nước và vị trí tâm nổi của bộ phận đáy tàu (bảng 5.7a).

3) Số sườn tính toán mặt đường nước phải thỏa mãn yêu cầu của phương pháp Simpson, đồng thời phải hiệu chỉnh hai đầu đường nước. Các nửa chiều rộng của mặt đường nước sau khi hiệu chỉnh được đưa vào bảng 5.7b để tính toán các yếu tố của mặt đường nước.

4) Phần thể tích chiếm nước và tâm nổi của bộ phận phía trên thể tích đáy tàu, như thể tích chiếm nước và tâm nổi từ đường nước 1400 trở lên ở trong ví dụ được tính bằng cách lấy tích phân gần đúng mặt đường nước theo hướng đứng, sau đây tổng hợp lại tính thể tích chiếm nước và tâm nổi toàn tàu. Bảng 5.7c tính thể tích chiếm nước và vị trí tâm nổi phần dưới đường nước 2800. Cùng với phương pháp trên, có thể tính đường thể tích chiếm nước và vị trí tâm nổi của các đường nước trên đường nước 2800.



Hình 5.25. Đường cong thủy lực.

Bảng 5.7a

Tính thể tích chiếm nước và tâm nổi bộ phận đuôi đường nước 1400.
Khoảng cách sườn $\Delta L = 7,0$ m ; hằng số máy đo diện tích $s = 0,0176$

Sườn	Số đọc trung bình trên máy đo diện tích	Nửa diện tích	Hệ số Simpson	$f(V)$	Tay đòn	$f(M_x)$	Chiều cao trọng tâm	$f(M_z)$
0	0	0	$\frac{1}{2}$	0	-5	0	0	
$\frac{1}{2}$	19,5	0,35	2	0,70	$-4\frac{1}{2}$	-3,15	0,87	0,61
1	59,5	1,05	1	1,05	-4	-4,20	0,87	0,914
$1\frac{1}{2}$	128,5	2,26	2	4,52	$-3\frac{1}{2}$	-15,82	0,84	3,8
2	206	3,62	$1\frac{1}{2}$	5,43	-3	-16,29	0,82	4,55
3	341	6,0	4	24,00	-2	-48	0,82	19,7
4	409,5	7,2	2	14,40	-1	-14,40	0,79	11,39
5	409,5	7,2	4	28,80	0	0	0,79	22,78
6	409,5	7,2	2	14,40	1	14,40	0,79	11,39
7	386,5	6,8	4	27,2	2	54,40	0,79	21,50
8	265	4,66	$1\frac{1}{2}$	6,99	3	20,97	0,81	5,66

Tiếp bảng 5.7a

$8 \frac{1}{2}$	176	3,1	2	6,20	$3 \frac{1}{2}$	21,70	0,83	5,15
9	76,5	1,35	1	1,35	4	5,40	0,90	1,22
$9 \frac{1}{2}$	32	0,56	2	1,25	$4 \frac{1}{2}$	5,04	1,10	1,23
10	0	0	$\frac{1}{2}$	0	5	0	0	0
				$\Sigma f(V) =$ = 136,16			$\Sigma f(M_x) =$ = 20,05	$\Sigma f(M_z) =$ = 109,89

Thể tích chiếm nước :

$$V'' = \frac{2}{3} \times \Delta L \times \Sigma f(V) = \frac{2}{3} \times 7,0 \times 136,16 = 635,4 \text{ m}^3 ;$$

Chiều cao tâm nổi :

$$z''_c = \frac{\Sigma f(M_z)}{\Sigma f(V)} = \frac{109,89}{136,16} = 0,807 \text{ m}$$

Vị trí tâm nổi hướng dọc :

$$x''_c = \Delta L \times \frac{\Sigma f(M_x)}{\Sigma f(V)} = 7 \times \frac{20,05}{136,16} = 1,03 \text{ m}$$

Diện tích mặt đường nước :

$$F = \frac{2}{2} \times \Delta L \times \Sigma f(F) = \frac{2}{3} \times 7,0 \times 131,87 = 615 \text{ m}^2$$

Trọng tâm mặt đường nước :

$$x_t = \frac{\Sigma f(M) \times \Delta L}{\Sigma f(F)} = \frac{9,610 \times 7,0}{131,87} = 0,51 \text{ m}$$

Mômen quán tính của mặt đường nước đối với trục x :

$$I_x = \frac{2}{9} \times \Sigma f(I_x) = \frac{2}{9} \times 7,0 \times 3785,82 = 5900 \text{ m}^4$$

Mômen quán tính của mặt đường nước đối với trọng tâm của mặt đường nước :

$$I_t = \frac{2}{3} \times \Delta L^3 \times \Sigma f(I_y) - F x_t^2 = \frac{2}{3} \times 7^3 \times 687,76 - 615 \times 0,51^2 = 156840 \text{ m}^4$$

Bảng 5.7b

Tính các yếu tố mặt đường nước 2800, $\Delta L = 7,0$ m

Sườn	Nửa chiều rộng y	Hệ số Simpson	$f(F)$	Tay đòn	$f(M)$	Tay đòn	$f(I_y)$	y^3	$f(I_x)$
0	0	$1\frac{1}{2}$	0	-5	0	-5	0	0	0
$1\frac{1}{2}$	0,88	2	1,76	$1\frac{1}{4}$	-7,92	$1\frac{1}{4}$	35,64	6,815	13,63
1	2,25	1	2,25	-4	-9,00	-4	36,00	11,39	11,39
$1\frac{1}{2}$	3,59	2	7,18	$1\frac{1}{4}$	-25,13	$1\frac{1}{4}$	87,96	46,27	92,54
2	4,63	$1\frac{1}{2}$	6,95	-3	-20,85	-3	62,55	99,25	148,90
3	5,72	4	22,88	-2	-45,76	-2	91,52	187,1	748,40
4	5,90	2	11,80	-1	-11,80	-1	11,80	205,4	410,80
5	5,90	4	23,60	0	0	0	0	205,4	821,60
6	5,90	2	11,80	1	11,80	1	11,80	205,4	410,80
7	5,80	4	23,20	2	46,40	2	92,80	195,1	780,40
8	4,85	$1\frac{1}{2}$	7,28	3	21,84	3	65,52	114,1	201,15
$8\frac{1}{2}$	3,95	2	7,90	$1\frac{1}{4}$	27,65	$1\frac{1}{4}$	96,80	61,63	123,20

Tiếp bảng 5.7b

9	2,67	1	2,67	4	10,68	4	42,72	19,03	18,61
$9\frac{1}{2}$	1,30	2	2,60	$4\frac{1}{2}$	11,70	$4\frac{1}{2}$	52,65	2,2	4,40
10	0	$1\frac{1}{2}$	0	5	0	5	0	0	0

Bảng 5.7c

Tính thể tích chiếm nước và vị trí tâm nổi dưới đường nước 2800
(từ đường nước 1400 đến 2800 ; khoảng cách đường nước $\Delta T = 0,7$ m)

Đường nước	Diện tích F	Hệ số Simpson	$f(V)$	Tay đòn	$f(M_z)$	Trong tâm mặt đường nước	$f(M_x)$
1400	556	1	556	2	1112	0,762	432,70
2100	584	4	2336	3	7008	0,660	154180
2800	615	1	615	4	2460	0,510	313,70

$$\sum f(V) = 3507 \quad \sum f(M_z) = 10580 \quad \sum f(M_x) = 2279,2$$

Thể tích chiếm nước :

$$V' = \frac{1}{3} \times \Delta T \times \sum f(V) = \frac{1}{3} \times 0,70 \times 3507 = 818,30 \text{ m}^3 ;$$

Chiều cao tâm nổi cách đường chuẩn đáy :

$$z_c' = \frac{\sum f(M_z)}{\sum f(V)} \times \Delta T = \frac{10580}{3507} \times 0,70 = 2,112 \text{ m} ;$$

Vị trí tâm nổi hướng dọc :

$$x_c' = \frac{\sum f(M_x)}{\sum f(V)} = \frac{2279,2}{3507} = 0,65 \text{ m}$$

Toàn bộ thể tích chiếm nước và tâm nổi của bộ phận từ đường nước 2800 trở xuống

Thể tích chiếm nước :

$$V = V'' + V' + 635,40 + 818,30 + 1453,70 \text{ m}^3$$

Chiều cao tâm nổi cách đường chuẩn đáy :

$$z_c = \frac{V'' \times z_c'' + V' \times z_c'}{V'' + V'} = \frac{635,40 \times 0,807 + 818,30 \times 2,112}{635,40 + 818,30} = 1,542 \text{ m}$$

Vị trí tâm nổi hướng dọc :

$$x = \frac{V'' \times x_c'' + V' \times x_c'}{V'' + V'} = \frac{635,40 \times 1,03 + 818,30 \times 0,65}{635,40 + 818,30} = 0,816 \text{ m}$$

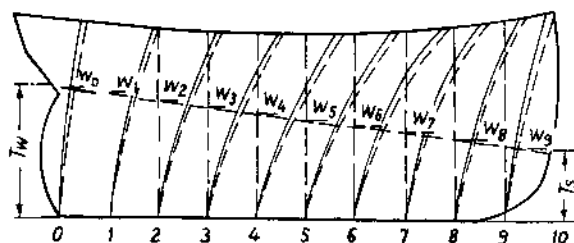
5) Từ các bảng tính trên, lấy các số liệu đưa vào bảng 5.8 để tính các yếu tố của đường cong thủy lực toàn tàu.

5.9. ĐƯỜNG BONJEAN

Đường Bonjean gồm hai nhóm đường cong (h.5.26)

1) Đường cong diện tích mặt cắt ngang, biểu diễn bằng đường thực trên hình vẽ.

Đường cong diện tích mặt cắt ngang biểu diễn diện tích



Hình 5.26. Đường Bonjean.

Bảng 5.8

Các yếu tố đường cong thủy lực

Số thứ tự	Hạng mục	Ký hiệu và công thức	Đường nước 1400	Đường nước 2800	Đường nước 4200	Đường nước 5600
1	Thể tích chiếm nước	V_l	635,4	1453,7	2355,4	3339,6
2	Lượng chiếm nước	$\rho_l = \gamma V_l$	1025 x 635,4	1025 x 1453,7	1025 x 2355,4	1025 x 3339,6
3	Bán kính ổn định ngang	$r_l = \frac{I_x}{V_l}$	$\frac{4986,1}{635,4}$	$\frac{5900}{1453,7}$	$\frac{6549}{2355,4}$	$\frac{7466,2}{3339,6}$
4	Bán kính ổn định dọc	$R_l = \frac{I_t}{V_l}$	$\frac{122798}{635,4}$	$\frac{156840}{1453,7}$	$\frac{199141}{2355,4}$	$\frac{237954}{3339,6}$
5	Chiều cao tâm nổi	z_c	0,807	1,542	2,295	3,306
6	Vị trí tâm nổi hướng dọc	x_c	1,035	0,816	0,488	0,045
7	Chiều cao tâm ổn định ngang	$z_m = r_l + z_c$	7,847 + 0,807	4,059 + 1,542	2,780 + 2,295	2,236 + 3,306
8	Chiều cao tâm ổn định dọc	$z_M = R_l + z_c$	193,2 + 0,807	107,89 + 1,542	84,55 + 2,295	71,25 + 3,306
9	Mômen nghiêng dọc 1 cm	$M_{em} = \frac{D_l \cdot R_l}{100 L}$	$\frac{651,3 \times 193,2}{100 \times 70}$	$\frac{1490 \times 107,89}{100 \times 70}$	$\frac{2414,3 \times 84,55}{100 \times 70}$	$\frac{3423 \times 71,25}{100 \times 70}$
10	Diện tích mặt đường nước	F_{dn}	556	615	672	731,1

của mặt cắt ngang ở các môn nước khác nhau. Công thức tính toán xem (5.26) và (5.29).

2) Đường cong mômen diện tích mặt cắt ngang, biểu diễn bằng đường khâu trên hình vẽ.

Đường cong mômen diện tích mặt cắt ngang, biểu diễn mômen của diện tích mặt cắt ngang ở các môn nước khác nhau đối với đường chuẩn đáy. Công thức tính toán xem (5.27) và (5.30). Bảng 5.9 trình bày cách tính diện tích mặt cắt ngang và mômen tĩnh của diện tích mặt cắt ngang đối với đường chuẩn đáy theo phương pháp hình thang.

Dùng đường Bonjean có thể tính được thể tích chiếm nước V , vị trí tâm nổi x_c , z_c của tàu ở trạng thái nghiêng dọc bất kỳ và trong sóng. Bảng 5.10 trình bày cách tính, trong đó trị số ở cột II và cột IV lấy từ đường Bonjean.

Đường Bonjean thường được dùng nhiều khi tính chống chìm, tính hạ thủy, tính sức bền thân tàu...

Khi vẽ đường Bonjean để tránh nhầm lẫn, dùng đường thực và đường khâu để phân biệt hai nhóm đường cong khác nhau.

Bảng 5.9

Tính diện tích mặt cắt ngang và mômen diện tích

Số thứ tự đường nước	Nửa chiều rộng của mặt cắt ngang	Tổng cấp tổng của cột II cộng vào từ trên xuống	Diện tích mặt cắt ngang $\Delta T \times (III)$	Tay đòn	(III) $\times$ (V)	Tổng cấp của cột VI cộng vào từ trên xuống	Mômen mặt cắt ngang $(\Delta T)^2 \times (VII)$
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
DNO	y_0	0		0	0	0	
1	y_1	$y_0 + y_1$		1	y_1	y_1	
2	y_2	$y_0 + 2y_1 + y_2$		2	$2y_2$	$2y_1 + 2y_2$	
3	y_3	$y_0 + 2y_1 + 2y_2 + y_3$		3	$3y_3$	$2y_1 + 4y_2 + 3y_3$	
.	.	.		.	.	.	
.	.	.		.	.	.	
.	.	.		.	.	.	
m	y_m	.		m	my_m		

$$\text{Khoảng cách sườn } \Delta L = \frac{L}{20}$$

$$\text{Thể tích chiếm nước } V = \Delta L \cdot \sum F$$

$$\text{Chiều cao tâm nổi } z_c = \frac{\sum M_z}{\sum F_n}$$

$$\text{Tâm nổi hướng dọc } x_c = \frac{\sum M_x}{\sum F_n} \cdot \Delta L$$

Bảng 5.10

Tính thể tích chiếm nước và vị trí tâm nổi

Số thứ tự sườn	Diện tích mặt cắt ngang, F_n	Tay đòn	Mômen hướng dọc (II) x (III)	Mômen hướng đứng
I	II	III	IV	V
0		-10		
1		-9		
2		-8		
.		.		
.		.		
18		8		
19		9		
20		10		
Tổng Σ Trị số hiệu chỉnh (số đầu + số cuối) <u>2</u> Tổng qua hiệu chỉnh Σ'				
	$\Sigma' F$		$\Sigma' M_x$	$\Sigma' M_z$

Chương 6

TÍNH ỔN ĐỊNH

6.1. CÂN BẰNG VÀ ỔN ĐỊNH CỦA TÀU

1) Khi tàu chịu tác dụng của ngoại lực, bị nghiêng ngang, đường nước $W_0 L_0$ chuyển thành $W_1 L_1$, tâm nổi từ B_0 chuyển về B_1 , khi đó lượng chiếm nước Δ và trọng tâm G không thay đổi, trọng lực và lực nổi không còn tác dụng trên một đường thẳng vuông góc, do đó sản sinh mômen, gọi là mômen phục hồi (h.6.1). Khi ngoại lực mất đi mômen phục hồi làm cho tàu trở lại trạng thái nổi cân bằng, tính chất đó gọi là tính ổn định của tàu. Đó cũng là định nghĩa truyền thống của ổn định. Xét tới sự chuyển động của tàu trong sóng gió và hiệu ứng động lực, ngày nay định nghĩa của tính ổn định là khả năng giữ cho tàu không bị lật trong điều kiện sóng gió.

Khi tàu bị nghiêng ngang, mômen phục hồi được xác định theo công thức :

$$M_s = \Delta \cdot GM \cdot \sin \Phi \quad (6.1)$$

Khi điểm M cao hơn điểm G , chiều cao ổn định ban đầu $GM > 0$, mômen phục hồi dương, ngăn tàu bị nghiêng ngang.

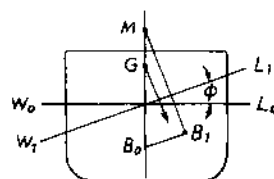
Khi điểm M thấp hơn điểm G , chiều cao ổn định ban đầu $GM < 0$, mômen phục hồi âm, tàu tiếp tục bị nghiêng ngang.

Điểm M gọi là tâm ổn định ngang của tàu.

Cũng như vậy, khi tàu nghiêng dọc cũng có mômen phục hồi và tâm ổn định dọc. Khi tàu nghiêng dọc, ổn định của tàu trong trạng thái đó gọi là ổn định dọc.

Mômen làm nghiêng tàu, làm cho tàu rời khỏi vị trí cân bằng ban đầu, do gió, sóng tác dụng, do hàng hóa trên tàu dịch chuyển, hành khách tập trung bên mạn tàu, do tàu kéo kéo gấp hoặc tàu quay vòng...

Nếu mômen làm nghiêng tàu tăng dần từ số không, gia tốc góc khi



Hình 6.1. Trạng thái chịu lực khi tàu nghiêng ngang.

tàu nghiêng rất nhỏ, có thể bỏ qua, ổn định trong trạng thái nghiêng này gọi là ổn định tĩnh ; nếu mômen làm nghiêng tàu đột nhiên tác dụng lên tàu, gia tốc góc khi tàu nghiêng thay đổi rõ rệt, ổn định trong trạng thái nghiêng này gọi là ổn định động.

Góc nghiêng từ 0° đến $10 \sim 15^\circ$ hoặc từ 0° đến góc vào nước của mép boong (lấy theo trị số bé), khi đó ổn định được gọi là ổn định ban đầu hoặc là ổn định góc nghiêng nhỏ ; trường hợp, góc nghiêng vượt quá phạm vi trên, ổn định được gọi là ổn định góc nghiêng lớn.

2) Ảnh hưởng của việc dịch chuyển một lượng nhỏ tải trọng đối với tính ổn định và trạng thái nổi của tàu.

Giả dụ có một lượng tải trọng P ($P < 5 \sim 10\%$ lượng chiếm nước) dịch chuyển theo chiều dọc δx , chiều ngang δy , và chiều thẳng đứng δz (chiều dịch chuyển về phía mũi, sang ngang, về phía trên là chiều dương), sự thay đổi của ổn định ban đầu và trạng thái nổi như sau :

Sự thay đổi của chiều cao ổn định ban đầu :

$$\delta GM = P \cdot \delta z / \Delta$$

Sự thay đổi của góc nghiêng ngang :

$$\delta \Phi = \operatorname{arctg} \left[\frac{P \cdot \delta y}{\Delta (GM + \delta GM)} \right]$$

Sự thay đổi của mớn nước mũi :

$$\delta T_F = \frac{\left(\frac{L}{2} - x_{CF} \right) \cdot P \cdot \delta x}{100 M_{TC} \cdot L} \quad (6.2)$$

Sự thay đổi của mớn nước lái :

$$\delta T_A = \frac{\left(\frac{L}{2} - x_{CF} \right) \cdot P \cdot \delta x}{100 M_{TC} \cdot L}$$

trong đó : P - tải trọng, t ;

$\delta x, \delta y, \delta z$ - dịch chuyển theo ba hướng của tải trọng P , m

3) Ảnh hưởng của việc tăng hoặc dỡ bỏ một lượng nhỏ tải trọng đối với ổn định ban đầu và trạng thái nổi của tàu.

Tại một vị trí nào đó (x, y, z) trên tàu, khi tăng hoặc dỡ bỏ một tải trọng P , sự thay đổi của ổn định ban đầu và trạng thái nổi như sau :

Sự thay đổi môn nước bình quân :

$$\delta T = \frac{\pm P}{100 \cdot T_{pc}}$$

Sự thay đổi của chiều cao ổn định ban đầu :

$$\delta GM = \frac{\pm P}{\Delta \pm P} \cdot \left(T_m + \frac{\delta T}{2} - GM - z \right)$$

Sự thay đổi của góc nghiêng ngang :

$$\delta \Phi = \arctg \left[\frac{\pm P_y}{(\Delta \pm P) (GM + \delta GM)} \right]$$

Sự thay đổi của môn nước mũi :

$$\delta T_F = \delta T \pm \frac{\left(\frac{L}{2} - x_{CF} \right) \cdot P \cdot (x - x_{CF})}{100 M_{TC} \cdot L}$$

Sự thay đổi của môn nước lái :

$$\delta T_A = \delta T \mp \frac{\left(\frac{L}{2} + x_{CF} \right) \cdot P \cdot (x - x_{CF})}{100 M_{TC} \cdot L}$$

(6.3)

$\pm$ hoặc $\mp$ chỉ trường hợp tăng hoặc đỡ bỏ tải trọng.

4) Ảnh hưởng của vật treo đối với ổn định ban đầu. Vật treo ở đây là một loại tải trọng treo. Vật treo trên tàu ảnh hưởng không tốt đến ổn định của tàu, gây tổn thất ổn định ban đầu của tàu :

$$\delta GM = \frac{-Pl}{\Delta} \quad (6.4)$$

trong đó : P - tải trọng treo, t ;

l - trọng tâm của vật treo đến điểm treo, m.

- Ổn định của tàu vào ụ và mắc cạn

+ Hình 6.2 biểu thị ổn định và phản lực khi tàu vào ụ. Khi tàu chưa nằm trên cân kê, môn nước là $W_0 L_0$, khi đó độ nghiêng dọc giả thiết là t_0 . Khi tàu hoàn toàn nằm trên cân kê, môn nước là $W_1 L_1$ độ nghiêng dọc là 0, phản lực R mà tàu phải chịu tới trị số tối đa R_{max}

$$R_{max} = \frac{100 \cdot M_{TC} \cdot t_0}{(-x_R + x_{CF})} \quad (6.5)$$

trong đó : x_R - tọa độ x của điểm tác dụng của lực R

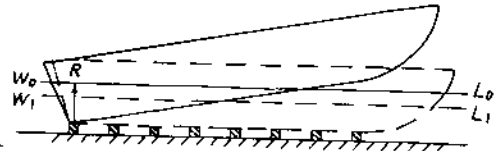
Sự thay đổi chiều cao ổn định ban đầu của tàu có thể tính gần đúng theo công thức :

$$\delta GM = \frac{R_{\max}}{(\Delta - R_{\max})} \cdot \left(T_m - GM - \frac{R_{\max}}{200 \cdot T_{pc}} \right) \quad (6.6)$$

trong đó : T_m , Δ , GM và T_{pc} -

số khi tàu chưa nằm trên
cân kê.

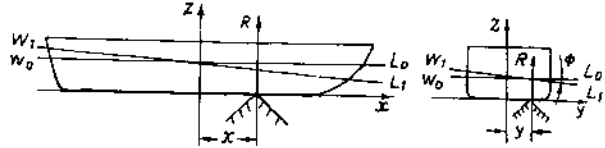
Trường hợp tàu rời ụ cũng xét
tương tự như tàu vào ụ.



Hình 6.2. Tàu vào ụ

+ Hình 6.3 biểu thị ổn định của tàu khi mắc cạn, phản lực và điểm tiếp xúc.

Giả dụ khi tàu mắc
cạn, phản lực không lớn
lắm, tàu cũng chưa bị thủng,
sự thay đổi của trạng thái



Hình 6.3. Tàu mắc cạn.

nổi của tàu trước và sau khi mắc cạn có thể đo được.

Trong trường hợp đó :

Phản lực mà tàu phải chịu :

$$R = 50 T_{pc} (\delta T_F + \delta T_A)$$

Sự thay đổi của chiều cao ổn định ban đầu :

$$\delta GM = \frac{R}{\Delta + R} \left(T_m + \frac{\delta T_F + \delta T_A}{4} - GM \right)$$

Hoành độ của điểm tiếp xúc :

$$y = \frac{\Delta + R}{R} (GM + \delta GM) \tan \Phi$$

Tung độ của điểm tiếp xúc

$$x = x_{CF} - \frac{100 \cdot M_{TC}}{R} (\delta T_A - \delta T_F)$$

(6.7)

trong đó : δT_F , δT_A - sự thay đổi của mớn nước mũi, lái, trước và sau
khi tàu mắc cạn, m.

Ngoài tham số Φ là sự thay đổi của góc nghiêng ngang của tàu sau khi mắc cạn, các tham số khác đều là số liệu trước khi tàu mắc cạn.

Chú ý, khi R tính theo công thức (6.7) là một số âm, độ giảm của mớn nước mũi lớn hơn độ tăng của mớn nước lái, ý nghĩa vật lý của điều đó có thể xem là trên tàu dỡ bỏ một tải trọng, từ đó ổn định ban đầu của tàu cũng giảm đi.

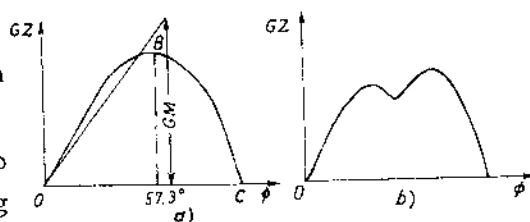
6.2. ĐƯỜNG CONG ỔN ĐỊNH

6.2.1. Đường cong ổn định tĩnh

Là đường cong biểu thị mối quan hệ giữa tay đòn phục hồi và góc nghiêng ngang Φ .

Đặc tính của đường cong ổn định tĩnh :

1) Độ dốc của đường tiếp tuyến ở điểm O của đường cong biểu thị độ lớn bé của chiều cao ổn định ban đầu (ở $57,3^\circ$, tọa độ



Hình 6.4. Đường cong ổn định tĩnh.

thẳng đứng của đường tiếp tuyến là chiều cao ổn định ban đầu GM).

2) Giao điểm C của đường cong và trục Φ , ứng với góc nghiêng ngang gọi là góc mất ổn định, hoặc gọi là khoảng cách ổn định.

3) Điểm B ứng với cực đại của đường cong ổn định tĩnh chia đường cong làm hai phần, đoạn OB là đoạn cân bằng ổn định, đoạn BC là đoạn cân bằng không ổn định.

4) Do ảnh hưởng của kiến trúc thượng tầng, trên đường cong ổn định tĩnh có thể xuất hiện hai đỉnh. Khi tính đường cong ổn định tĩnh phải xét tới các điều kiện kín của kiến trúc thượng tầng.

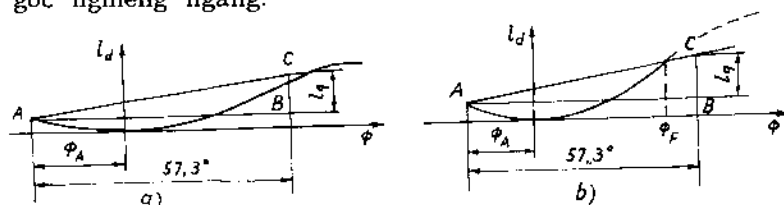
6.2.2. Đường cong ổn định động

Là đường cong biểu thị mối quan hệ giữa tay đòn ổn định động I_d và góc nghiêng ngang Φ .

Đặc tính của đường cong ổn định động :

1) Đường cong ổn định động là đường tích phân của đường cong ổn định tĩnh. Diện tích dưới đường cong ổn định tĩnh (từ vị trí cân bằng

đến một góc nghiêng ngang Φ nào đó) là trị số tay đòn ổn định động ứng với góc nghiêng ngang.



Hình 6.5. Đường cong ổn định động.

2) Điểm uốn và điểm cực trị của đường cong ổn định động ứng với điểm cực trị và điểm không của đường cong ổn định tĩnh.

3) Cách tính tay đòn nghiêng tối thiểu :

a) Theo chiều âm trên hoành độ Φ của đường cong ổn định động, kéo dài một đoạn đối xứng ứng với trị số góc lác ngang Φ_A , có được điểm A ứng với Φ_A trên đường cong ổn định động.

b) Từ A kéo một đường tiếp tuyến với đường cong ổn định động và vẽ đường song song với trục Φ , AB. Từ điểm A lấy một radian ($57,3^\circ$) có được điểm B. Từ B vẽ đường vuông góc với AB, cắt tiếp tuyến ở điểm C.

c) Trị số đoạn BC chính là tay đòn nghiêng tối thiểu của tàu l_q dưới tác dụng của sóng gió (Φ_A).

d) Trường hợp do ảnh hưởng của góc vào nước đường cong ổn định động bị gãy, từ điểm A vẽ cát tuyến đến điểm gãy góc thay cho đường tiếp tuyến với đường cong vẽ từ điểm A để tìm ra tay đòn nghiêng tối thiểu l_q ứng với góc vào nước Φ_F trong bản vẽ.

6.2.3. Tính đường cong ổn định

Các đường cong ổn định tĩnh và ổn định động được tính theo bảng 6.1.

Bảng 6.1

(1) Số đo chủ yếu :

lượng chiếm nước $\Delta =$, t; Thể tích chiếm nước $\nabla =$, m^3 ;
mớn nước trung bình $T_m =$, m; Chiều cao ổn định $GM =$, m.
chiều cao trọng tâm $KG =$, m; ban đầu
cách đường chuẩn

(2) Tính ổn định tĩnh và ổn định động :

chiều cao từ điểm trọng tâm giả định S đến đường chuẩn

$$Z_S = \text{ , m ;}$$

khoảng cách từ điểm S đến trọng tâm $\rho = KG - Z_S = \text{ , m ;}$

$$\delta\Phi = 10^\circ, \frac{1}{2}\delta\Phi = 0,0873 \text{ rad.}$$

(3) Hiệu chỉnh mặt chất lỏng tự do ứng với góc nghiêng lớn

Tên tàu

Góc nghiêng ngang Φ , độ	l_Φ , m	$\sin\Phi$	$\rho \times (3)$	GZ' (2)-(4), m	Mômen hiệu chỉnh mặt chất lỏng tự do M , tm	$l_1 =$ (6)/ Δ , m	$GZ =$ $GZ' - l_1$ (5)-(7), m	Tổng tích phân (8)	$l_d =$ $\frac{1}{2}\delta\Phi \times$ (9), m
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
10		0,174							
20		0,342							
30		0,500							
40		0,643							
50		0,766							
60		0,866							

(4) Tay đòn nghiêng do áp lực gió và tay đòn nghiêng tối thiểu :

diện tích chịu gió $A_W = \text{ , m}^2$;

tay đòn tác dụng của áp lực gió $Z = \text{ , m}$;

đơn vị áp lực gió của khu vực hoạt động $P = \text{ , Pa}$;

tay đòn nghiêng do áp lực gió $l_W = PA_W Z / 9810 \Delta \text{ , m}$;

tay đòn nghiêng tối thiểu đo được trên đường cong
ổn định $l_q = \text{ , m}$;

(5) Trị số ổn định K

$$K = l_q / l_W =$$

Ghi chú :

- Chiều cao từ trọng tâm giả định S đến đường chuẩn Z_s là trị số giả định khi tính đường giao nhau ngang của ổn định.
- l_Φ xác định trên đường cong tay đòn ổn định hình dáng theo lượng chiếm nước Δ .

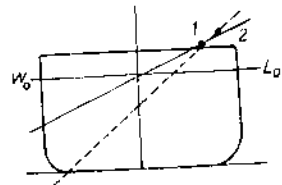
3. Trị số ghi trong cột (6) là tổng mômen hiệu chỉnh mặt chất lỏng tự do trong tất cả các khoang hoặc một nhóm các khoang.

4. Cột (9) là tổng tích phân của cột (8). Cách tìm tổng tích phân theo phương pháp hình thang như sau (khoảng cách bằng nhau $\delta\Phi = 10^\circ$) : tổng tích phân của một góc nghiêng ngang bất kỳ Φ , bằng tổng tích phân của góc nghiêng ngang đó ($\Phi - \delta\Phi$) cộng với tổng của cột (8) ứng với góc nghiêng ngang ($\Phi - \delta\Phi$) và góc nghiêng ngang Φ . Ví dụ. Tổng tích phân khi 40° bằng tổng tích phân 30° , cộng với cột (8) khi 30° và cột (8) khi 40° . Vì tổng của cột (8) khi 0° và tổng tích phân 0° đều bằng không, cho nên tổng tích phân 10° bằng cột (8) của 10° .

6.2.4. Ảnh hưởng của lỗ khoét vào nước và nghiêng dọc đối với ổn định

1) Nếu nước có thể chảy vào trong tàu qua mạn tàu, boong liên tục thượng tầng, các lỗ khoét không kín nước của kiến trúc thượng tầng hoặc phòng trên boong và các cửa khoang hàng không kín nước, các ống thông gió..., những lỗ khoét trên đều được xem là lỗ khoét vào nước. Những lỗ khoét nhỏ như lỗ khoét đi dây điện, xích neo, đi dây và lỗ neo, lỗ xả nước, miệng ống xả nước. Khi lượng chiếm nước khác nhau, lỗ khoét vào nước đầu tiên có thể không phải là cùng một lỗ.

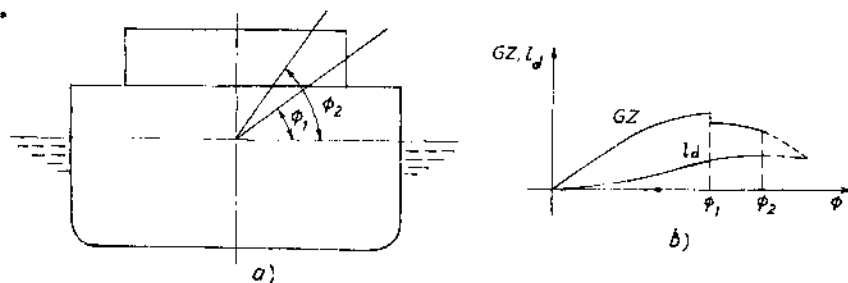
Như hình 6.6, khi đường nước vượt quá $W_0 L_0$ lỗ khoét 1 vào nước trước, ngược lại lỗ khoét 2 vào nước trước. Khi đó phải tính đường góc vào nước của hai lỗ khoét và cuối cùng đường góc vào nước do đường cong hợp thành từ trị số nhỏ hơn của hai góc trên.



Hình 6.6. Vị trí lỗ khoét vào nước.

Khi tính đường cong ổn định tĩnh, nếu tính phần dưới lỗ khoét vào nước của kiến trúc thượng tầng hoặc buồng trên boong của boong mạn khô không được xem là kín, nếu nước vào qua lỗ khoét chỉ hạn chế ở kiến trúc thượng tầng hoặc buồng trên boong mà không vào trong thân tàu, khi đó đường cong ổn định tĩnh ở Φ_1 sẽ có hình dáng bậc thang (h.6.7b). Do đó, ở trước góc vào nước, dùng số liệu đường cong tay đòn ổn định hình dáng của lực nổi kiến trúc thượng tầng hoặc buồng trên boong ; sau góc vào nước, không dùng số liệu đường cong tay đòn ổn định hình dáng của lực nổi kiến trúc thượng tầng hoặc buồng trên boong để tính đường cong ổn định tĩnh. Đường cong ổn định động ở điểm này là đường gãy góc. Khi đó, có thể vẫn tồn tại lỗ khoét vào nước làm cho vỏ tàu bị vào nước (Φ_2), đường cong ổn định động ở góc vào nước của lỗ khoét Φ_2 gãy khúc.

2) Thông thường đường cong ổn định tĩnh và đường cong tay đòn ổn định hình dáng có được khi tính tàu ở trạng thái nổi cân bằng hoặc trạng thái nghiêng dọc thiết kế. Nếu trong kinh doanh vận tải, khi nghiêng dọc hoặc do hình dáng tàu và bố trí làm thay đổi nghiêng dọc có ảnh hưởng tốt đến tay đòn phục hồi, thì còn phải tính đường cong ổn định và đường cong thủy lực khi tàu nghiêng dọc.



Hình 6.7. Đường cong ổn định khi nước vào cục bộ.

6.3. ẢNH HƯỞNG CỦA MẶT CHẤT LỎNG TỰ DO TRONG KHOANG CHẤT LỎNG ĐỐI VỚI ỔN ĐỊNH

6.3.1. Hiệu chỉnh ảnh hưởng của mặt chất lỏng tự do trong khoang chất lỏng đối với chiều cao ổn định ban đầu

Do ảnh hưởng của mặt chất lỏng tự do trong khoang chất lỏng chiều cao ổn định ban đầu giảm :

$$\delta GM = \frac{\sum \rho_n i_n}{\Delta} \quad (6.8)$$

trong đó : ρ_n – tỷ trọng chất lỏng trong khoang chất lỏng, t/m^3 ;

i_n – mômen quán tính của mặt chất lỏng tự do trong khoang chất lỏng, m^4 ;

n – số thứ tự của khoang chất lỏng trên toàn tàu phải tính vào ảnh hưởng của mặt chất lỏng tự do.

a) Giả thiết tính toán mômen quán tính của mặt chất lỏng tự do

– Đối với khoang chất lỏng tiêu hao và khoang nước dằn phải xét tới 0° và mặt chất lỏng hình thành mômen quán tính lớn nhất.

– Đối với khoang hàng chất lỏng :

+ đối với khoang hàng chất lỏng chứa một phần, phải xét tới 0° và mặt chất lỏng hình thành mômen quán tính lớn nhất ;

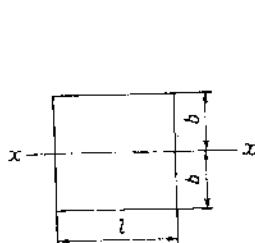
+ đối với khoang hàng chất lỏng chở đầy, phải xét tới mặt chất lỏng khi chở 98% ;

+ với khoang hàng tàu dầu hai vỏ không có vách dọc, khi tính toán ổn định phải tính 0° ;

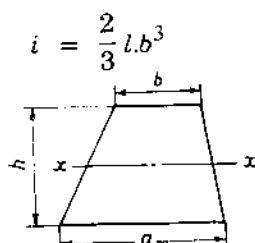
+ với các tàu khác, khi tính ổn định khoang bị thủng, tính theo trường hợp nghiêng ngang 5° .

b) Phương pháp tính gần đúng mômen quán tính mặt chất lỏng tự do

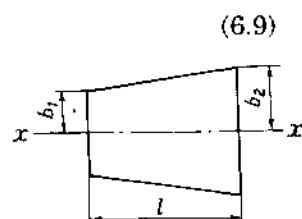
- Hình chữ nhật (h.6.8)



Hình 6.8. Mặt chất lỏng hình chữ nhật.



Hình 6.9. Mặt chất lỏng hình thang.



Hình 6.10. Mặt chất lỏng hình thang đối xứng.

$$i = \frac{2}{3} l b^3 \quad (6.9)$$

- Hình thang (h.6.9)

$$i = \frac{1}{36} h^3 \frac{a^2 + 4ab + b^2}{a + b} \quad (6.10)$$

- Hình thang đối xứng (h.6.10)

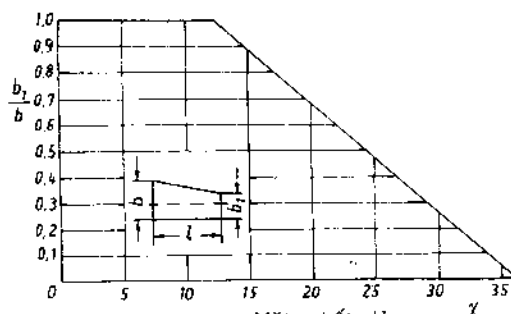
$$i = \frac{1}{6} l (b_1^2 + b_2^2) (b_1 + b_2) \quad (6.11)$$

- Hình thang vuông góc (h.6.11)

$$i = \frac{b^3 \cdot l}{\chi} \quad (6.12)$$

trong đó : χ - tra theo $\frac{b_1}{b}$ của

hình 6.11



Hình 6.11. Mặt chất lỏng hình thang vuông góc.

6.3.2. Hiệu chỉnh ảnh hưởng của mặt chất lỏng tự do trong khoang chất lỏng đối với đường cong ổn định

Hiệu chỉnh đường cong ổn định tĩnh thực tế cũng là hiệu chỉnh đường cong ổn định động.

Ảnh hưởng của mặt chất lỏng tự do trong khoang chất lỏng làm cho tay đòn phục hồi ở các góc nghiêng ngang đều giảm, trị số δGZ được tính như sau :

$$\delta GZ = \frac{\sum_{i=1}^n M_i}{\Delta} \quad (6.13)$$

trong đó : M_i – mômen hiệu chỉnh mặt chất lỏng tự do trong khoang chất lỏng, tm ;

n = số khoang chất lỏng trên toàn tàu tính tới ảnh hưởng mặt chất lỏng tự do.

a) *Giả thiết mômen hiệu chỉnh mặt chất lỏng tự do*

Tính mômen hiệu chỉnh mặt chất lỏng tự do theo chất lỏng chứa trong 50% dung tích khoang.

b) *Phương pháp tính mômen hiệu chỉnh mặt chất lỏng tự do*

$$M = V.b.\rho.K.\sqrt{\delta} \quad (6.14)$$

trong đó : M – mômen hiệu chỉnh mặt chất lỏng tự do, tm ;

V – tổng dung tích khoang chất lỏng, m³ ;

b – chiều rộng lớn nhất của khoang chất lỏng, m ;

ρ – tỷ trọng chất lỏng trong khoang, t/m³ ;

$\delta = \frac{V}{b.l.h}$ – hệ số thể tích khoang chất lỏng ;

h – chiều sâu lớn nhất của khoang chất lỏng, m ;

l – chiều dài lớn nhất của khoang chất lỏng, m ;

K – hệ số, tra theo $\frac{b}{h}$ của bảng 6.2. Trị số trung gian lấy theo nội suy

Bảng 6.2

$K = \frac{\sin \Phi}{12} \left(1 + \frac{\operatorname{tg}^2 \Phi}{2} \right) b/h, \text{ khi } \operatorname{cotg} \Phi \geq b/h$ $K = \frac{\cos \Phi}{8} \left(1 + \frac{\operatorname{tg} \Phi}{b/h} \right) - \frac{\cos \Phi}{12(b/h)^2} \left(1 + \frac{\operatorname{cotg}^2 \Phi}{2} \right), \text{ khi } \operatorname{cotg} \Phi \leq b/h$														
Φ b/h	5°	10°	15°	20°	30°	40°	45°	50°	60°	70°	75°	80°	90°	Φ b/h
20	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	0,09	0,09	0,07	0,05	0,04	0,03	0,01	20
10	0,07	0,11	0,12	0,12	0,11	0,10	0,10	0,09	0,07	0,05	0,04	0,03	0,01	10
5	0,04	0,07	0,10	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,08	0,07	0,06	0,05	0,03	5
3	0,02	0,04	0,07	0,09	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,04	3
2	0,01	0,03	0,04	0,06	0,09	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	0,09	0,08	0,06	2
1,5	0,01	0,02	0,03	0,05	0,07	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,08	1,5
1	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05	0,07	0,09	0,10	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	1
0,75	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,05	0,07	0,08	0,12	0,15	0,16	0,16	0,17	0,75
0,5	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,04	0,05	0,09	0,16	0,18	0,21	0,25	0,5
0,3	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,05	0,11	0,19	0,27	0,42	0,3
0,2	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,07	0,13	0,27	0,63	0,2
0,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,06	0,14	1,23	0,1

- Trường hợp góc nghiêng ngang 30°, mômen hiệu chỉnh mặt chất lỏng tự do M_{30} thỏa mãn $M_{30} < 0,01\Delta_{\min}$, t.m, có thể không tính tới ảnh hưởng của mặt chất lỏng tự do đối với đường cong ổn định, trong đó $\Delta_{\min}$ là lượng chiếm nước, t, khi tàu về bến không tải.

- Trường hợp $M_{30} \geq 0,01\Delta_{\min}$ thì khoang đó phải tính vào ảnh hưởng của mặt chất lỏng tự do đối với đường cong ổn định cũng có thể tính

bằng phương pháp hiệu chỉnh chiều cao trọng tâm. Trị số tăng của chiều cao trọng tâm tính theo trị số δGM theo (6.8).

Bảng 6.3

Tính mômen hiệu chỉnh mặt nước tự do

$$\Delta_{\min} = \quad , \text{ t}$$

Nếu $M_{30} \geq 0,01\Delta_{\min}$ thì khoảng này phải tính vào

$V, \text{ m}^3$	$l, \text{ m}$	$b, \text{ m}$	$h, \text{ m}$	b/h	$\rho, \text{ tm}^{-3}$	δ	$M = V.b.\rho K.\sqrt{\delta}, \text{ tm}$							
								10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°
							K							
							M							
							K							
							M							
							K							
							M							

6.4. TÍNH TAY ĐÒN NGHIÊNG NGANG CỦA ÁP LỰC GIÓ

Tính theo phương pháp IMO

Theo quyết nghị A.749 (18) của Đại hội lần thứ 18 của IMO tính cho tàu biển đi tuyến quốc tế :

$$l_{w1} = \frac{P \cdot A_v \cdot Z}{9810 \Delta} \quad (6.15)$$

$$l_{w2} = 1,5 l_{w1} \quad (6.16)$$

trong đó : l_{w1} – tay đòn nghiêng ngang của áp lực gió dưới tác dụng của gió ổn định ;

l_{w2} – tay đòn nghiêng ngang của áp lực gió dưới tác dụng của gió đột xuất ;

$P = 504 \text{ N/m}^2$, đối với tàu hoạt động ở khu vực hạn chế, có thể giảm một cách thích đáng khi có sự đồng ý của cơ quan chủ quản ;

A_v – diện tích mặt chiếu cạnh của thân tàu và hàng trên boong tính từ đường môn nước trở lên, m^2 ;

Z – khoảng cách thẳng đứng tính từ trung tâm diện tích A_v đến trung tâm diện tích cạnh, dưới đường nước hoặc tính gần đúng tới vị trí nửa đường môn nước, m ;

Δ – lượng chiếm nước tương ứng với trạng thái tính toán, t.

Trường hợp tàu hoạt động trên các tuyến không phải là tuyến quốc tế, Đăng Kiểm Trung Quốc năm 1998 quy định như sau :

$$l_w = \frac{P \cdot A_v \cdot Z}{9810 \Delta} \quad (6.17)$$

trong đó : P – đơn vị áp lực gió tính toán, Pa, xem bảng 6.4 ;

A_v – diện tích mặt chịu gió của tàu, m^2 ;

Z – tay đòn tác dụng của gió, m ;

Δ – lượng chiếm nước ứng với trạng thái tính toán, t.

Bảng 6.4

Áp lực gió tính toán P , Pa

Khu vực	Tay đòn tác dụng của gió Z , m												
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	≥ 70
Hàng hải													
Biển xa	829	905	976	1040	1099	1145	1185	1219	1249	1276	1302	1324	1347
Cận hải	448	493	536	574	603	628	647	667	683	698	711	724	736
Ven biển, biển kín	228	248	268	284	301	314	326	336	343	350	357	363	368

– Tay đòn tác dụng của gió Z , là khoảng cách thẳng đứng tính từ trung tâm diện tích chịu gió khi tàu cân bằng, trong trạng thái tính toán.

– Diện tích mặt chịu gió là diện tích mặt chiếu cạnh trên mặt cắt dọc giữa tàu tính ở trạng thái tàu cân bằng, từ đường nước trở lên. Diện tích mặt chịu gió bao gồm hai phần, diện tích đáy và diện tích không đáy.

+ Diện tích đầy bao gồm diện tích thân tàu, thành chắn sóng, kiến trúc thượng tầng, buồng trên boong, thiết bị boong, cột cờ, cần, cầu trục, ống khói, ống thông gió lớn, xuống cầu sinh, bè cầu sinh... hàng trên boong, diện tích mặt chiếu cạnh trên mặt cắt dọc giữa tàu.

Đối với những vật thể mặt cắt tròn đứng độc lập trên tàu như ống khói, ống thông gió,... thì nhân với hệ số hình dáng 0,60.

+ Diện tích không đầy là diện tích mặt chiếu cạnh trên mặt cắt dọc giữa tàu của dụng cụ chằng buộc, lan can, lưới bao quanh,...

Thường khi tính diện tích không đầy, đối với tàu khách, tàu hàng khô, tàu kéo, tàu cuốc, tàu cần cầu, ứng với mớn nước nhỏ nhất của trạng thái chờ hàng tính toán (thường là tàu về bến không tải, có dầm), bằng 3% diện tích đầy, mômen diện tích lấy bằng 6% ; với tàu cá, tàu dầu ứng với mớn nước nhỏ nhất, lấy bằng 5% diện tích đầy, 10% mômen diện tích.

Khi tính chi tiết diện tích không đầy, diện tích đường viền ngoài của các chi tiết được nhân với hệ số đầy sau :

Lan can có lưới	0,6
Lan can không có lưới	0,2
Khung giàn	0,5
Dây chằng...	0,044 h/b

trong đó : h — chiều cao, m, tính từ điểm cố định dây chằng trên cột hoặc trụ cầu đến thành chắn sóng (hoặc boong, khi không có thành chắn sóng) ;

b — khoảng cách giữa các dây chằng trước và sau cột trên boong tại thành chắn sóng (hoặc tại mép boong khi không có thành chắn sóng).

Trường hợp có hai hoặc hơn hai vật thể có diện tích hình chiếu trên mặt cắt dọc giữa tàu trùng nhau, diện tích bộ phận trùng nhau chỉ tính một lần.

Tính tay đòn nghiêng do áp lực gió trên tàu cần cầu

$$l_w = \frac{P}{9810\Delta} \sum C_i A_{vi} Z_i \quad (6.18)$$

trong đó : P — đơn vị áp lực gió tính toán, Pa, bảng 6.5 ;

C_i — hệ số hiệu chỉnh chiều cao, từ đường nước trở lên, cứ 15 m tính một nhịp, bảng 6.6 ;

- A_{vi} – diện tích chịu gió, m^2 , tính từ đường nước trở lên, cứ 15 m tính một nhịp ;
- Z_i – khoảng cách thẳng đứng, m, từ trung tâm diện tích chịu gió A_{vi} đến đường nước của trạng thái tải trọng tính toán ;
- Δ – lượng chiếm nước ở trạng thái tải trọng tính toán, t.

Bảng 6.5

Đơn vị áp lực gió tính toán của tàu cần cẩu P , Pa

Trạng thái tính toán	Tác nghiệp	Tránh gió	Hàng hải		
Khu vực hoạt động			Biển xa	Cận hải	Ven biển, biển kín
P	177	1844	1351	727	363

Bảng 6.6

**Hệ số hiệu chỉnh chiều cao tính toán
áp lực gió của tàu cần cẩu**

Chiều cao cách đường nước, m	0~15	15-30	30~45	45~60	60~75	75~90	90~105	105~120
C_i	1,00	1,16	1,32	1,44	1,53	1,61	1,68	1,74

Khi tính diện tích chịu gió, theo các quy định bổ sung sau :

- 1) Hệ số đầy tương đương của kết cấu giàn, lấy 0,5.
- 2) Khi diện tích hình chiếu trên mặt cắt dọc giữa tàu của một vài vật thể trùng nhau, diện tích bộ phận trùng nhau (chỉ tính một lần) phải nhân với hệ số trùng nhau 1,5.
- 3) Trung tâm diện tích chịu gió của tải trọng cầu được giả thiết là điểm treo của móc cầu, diện tích chịu gió tính như sau :

$$A_v = 2,78 W^{0,556} \quad (6.19)$$

trong đó : W – tải trọng cầu, t.

Tính tay đòn nghiêng do gió của tàu cước

- 1) Với tàu hút bùn l_w tính như quy định trên
- 2) Với tàu cước gầu l_w cũng tính theo quy định trên, riêng đơn vị áp lực gió tính toán, theo bảng 6.7.

3) Với tàu ngoạm, l_w tính như sau :

$$l_w = \frac{P}{9810 \Delta} \sum C_i A_{vi} Z_i \quad (6.20)$$

trong đó : P – đơn vị áp lực gió tính toán , Pa, theo bảng 6.7 ;

C_i – hệ số hiệu chỉnh chiều cao, trong phạm vi 15 m từ đường nước trở lên, tính bằng 1,0, trên 15 m tính bằng 1,16 ;

A_{vi} – diện tích chịu gió, m^2 , tính theo trong phạm vi 15 m từ đường nước trở lên và trên 15 m tính theo nhịp ;

Z_i – Khoảng cách thẳng đứng, m, từ trung tâm diện tích chịu gió đến đường nước của trạng thái tải trọng tính toán ;

Δ – lượng chiếm nước của trạng thái tải trọng tính toán.

Khi tính diện tích chịu gió của cần tàu ngoạm, khi có hai hoặc hơn hai kết cấu giàn có diện tích hình chiếu trên mặt cắt dọc giữa tàu trùng nhau, thì diện tích bộ phận trùng nhau phải nhân với hệ số trùng nhau 1,5.

Bảng 6.7

Đơn vị áp lực gió tính toán của tàu ngoạm P , Pa

Trạng thái tính toán	Hàng hải	Tác nghiệp	Tránh gió
P	Tra bảng 6.4	235	1559

6.5. TÍNH GÓC LẮC NGANG

Phương pháp tính góc lắc ngang theo quy định của IMO

Góc lắc ngang Φ_A được tính theo công thức :

$$\Phi_A = 109 K X_1 X_2 \sqrt{\gamma S} \quad (6.21)$$

trong đó các hệ số K , X_1 , X_2 , γ , S được tính theo phương pháp sau :

1) Hệ số K , tra bảng 6.8

Bảng 6.8

Hệ số K

$\frac{A_{BK} \times 100}{LB}$	0	10	15	20	25	30	35	≥ 40	Tàu hồng nhơn
K	1,0	0,98	0,95	0,88	0,79	0,74	0,72	0,70	0,70

Ghi chú 1. Trị số trung gian, tính theo nội suy tuyến tính.

2. A_{BK} – tổng diện tích ký hồng hoặc diện tích hình chiếu của ký vuông, hoặc tổng của các diện tích trên, m^2 .

2) Hệ số X_1 , tra bảng 6.9 theo tỷ số B/T , giữa chiều rộng và mớn nước

Bảng 6.9

Hệ số X_1

B/T	$\leq 2,4$	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	$\geq 3,5$
X_1	1,0	0,98	0,96	0,95	0,93	0,91	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82	0,80

Ghi chú. Trị số trung gian, tính theo nội suy tuyến tính.

3) Hệ số X_2 , tra bảng 6.10 theo δ

Bảng 6.10

Hệ số X_2

δ	$\leq 0,45$	0,50	0,55	0,60	0,65	$\geq 0,70$
X_2	0,75	0,82	0,89	0,95	0,97	1,00

Ghi chú. Trị số trung gian, tính theo nội suy tuyến tính.

4) Hệ số S , tra bảng 6.11 theo chu kỳ lắc ngang T_Φ

Bảng 6.11

Hệ số S

T_Φ, s	≤ 6	7	8	12	14	16	18	≥ 20
S	0,100	0,098	0,093	0,065	0,053	0,044	0,038	0,035

Ghi chú. Trị số trung gian, tính theo nội suy tuyến tính.

Trong bảng 6.11

$$T_{\Phi} = \frac{2 CB}{\sqrt{GM_0}} \quad (6.22)$$

$$\text{trong đó : } C = 0,373 + 0,023 \frac{B}{T_m} - \frac{0,043 L_{WL}}{100} \quad (6.23)$$

5) Hệ số γ

$$\gamma = 0,73 + 0,06 \frac{OG}{T_m} \quad (6.24)$$

trong đó : GM_0 – chiều cao ổn định ban đầu sau khi hiệu chỉnh mặt
chất lỏng tự do, m ;

OG – khoảng cách thẳng đứng, m, từ trọng tâm đến đường
nước. Trọng tâm trên đường nước là dương, dưới
đường nước là âm.

Đối với các tàu không chạy trên tuyến quốc tế, Đăng Kiểm Trung
Quốc quy định tính toán như sau :

1) Tàu hông tròn :

$$\Phi_A = 11,75 C_1 C_4 \sqrt{\frac{C_2}{C_3}} \quad (6.24)$$

Với tàu gãy góc, xem như không có ky hông, trị số tính toán trên
được nhân với 0,8.

$$T_{\Phi} = 0,58f \sqrt{\frac{B^2 + 4KG^2}{GM}} \quad (6.25)$$

Bảng 6.12

Hệ số f

B/T	$\leq 2,5$	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	$\geq 7,0$
f	1,00	1,03	1,07	1,10	1,14	1,17	1,21	1,24	1,27	1,30

trong đó : f – tra theo bảng 6.12 ;

C_1 – tra theo hình 6.12, tàu hoạt động trong khu vực kín trị
số trên được tính bằng 0,8 trị số của tàu ven biển.

C_2 – được tính như sau :

$$C_2 = 0,13 + 0,6 \frac{KG}{T} \quad (6.26)$$

Khi $C_2 > 1$, lấy $C_2 = 1,0$

Khi $C_2 < 0,68$, lấy $C_2 = 0,68$

C_3 - tra theo bảng 6.13.

Bảng 6.13

Hệ số C_3

B/T	$\leq 2,5$	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	$\geq 7,0$
C_3	0,011	0,013	0,015	0,017	0,018	0,019	0,020	0,021	0,022	0,023

C_4 - tra theo bảng 6.14.

Bảng 6.14

Hệ số C_4

$\frac{A_{BK}}{L_{pp}\beta} \times 100\%$		0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	$\geq 4,0$
C_4	Tàu hàng khô, tàu dầu, containe	1,30	0,98	0,89	0,85	0,80	0,75	0,68	0,68	0,68
	Tàu khách, tàu cá, tàu kéo	1,30	1,15	1,07	1,00	0,92	0,85	0,75	0,71	0,68

2) Tàu hai thân

Φ_A tính như tàu hông tròn

$$T_\Phi = 1,05 \frac{B}{\sqrt{GM}} \quad (6.27)$$

trong đó : B - chiều rộng lớn nhất, khoảng cách giữa hai mạn ngoài, m.

$$C_2 = \left(0,13 + 0,6 \frac{KG}{T} \right) \times \left[1 - 0,411 \left(\frac{B}{T_\Phi} \right)^2 \right] \quad (6.28)$$

$\frac{KG}{T} > 1,45$, lấy bằng 1,45

$$C_3 = 0,024 f_3 \cdot f_4$$

trong đó : f_3 - tra theo bảng 6.15 ;

f_4 - tra theo bảng 6.16.

Bảng 6.15
Hệ số f_3

$\frac{3\sqrt{V}}{b}$	φ	19	18	17	16	φ
f_3	2,0	1,00	1,29	1,54	1,83	2,42

Bảng 6.16
Hệ số f_4

W/b	$\leq$	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	φ
f_4	1,00	1,12	1,23	1,35	1,48	1,62	1,75	1,88	2,01	1,7

$$C_4 - \text{khi } \frac{A_{BK}}{LB} \geq 0,03, C_4 = 0,90$$

$$\text{khi } \frac{A_{BK}}{LB} < 0,03, C_4 = 1,00$$

3) Tàu cân cầu

$$\Phi_A = 11,75 C_1 \sqrt{\frac{C_2}{C_3}} \quad (6.29)$$

$$T_\Phi = \left(0,73 + 0,046 \frac{B}{T}\right) \cdot \frac{B}{\sqrt{GM}} \quad (6.30)$$

$$C_2 = 0,66 - 0,05 \frac{B}{T} + 0,11 \frac{KG}{T} \quad (6.31)$$

Khi $C_2 > 0,85$, lấy $C_2 = 0,85$

$$C_3 = \frac{(49 KG + 37 TGM - 6 BGM + 18 TKG)}{TKG \times 10^{-4}} \quad (6.32)$$

Khi $C_3 < 0,05$, lấy $C_3 = 0,05$

4) Sà lan biển hình hộp

Khu vực hàng hải biển xa $\Phi_A = 15^\circ$

Khu vực hàng hải không ở biển xa

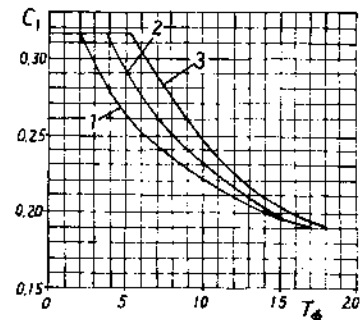
$\Phi_A = 13^\circ$

trong các bảng 6.15 và bảng 6.16

b - chiều rộng một thân, m, tại mớn nước của trạng thái tải trọng tính toán ;

W - khoảng cách giữa hai mạn trong của hai thân tại mớn nước của trạng thái tải trọng tính toán.

Các trị số trung gian của các bảng trên đều được tính theo nội suy tuyến tính.



Hình 6.12. Hệ số C_1 - khi $T_\Phi > 20^\circ$, $C_1 = 0,19$

1. ven biển ; 2. cận hải ;
3. biển xa.

6.6. TIÊU CHUẨN ỔN ĐỊNH

6.6.1. Tiêu chuẩn ổn định theo quy định của IMO

Tiêu chuẩn thiết kế đối với các loại tàu

Khi tàu nghiêng ngang 30° , tay đòn ổn định động $\geq 0,055 \text{ m rad}$.

Khi góc nghiêng ngang 40° hoặc góc vào nước Φ_F (nếu $\Phi_F < 40^\circ$) tay đòn ổn định động $\geq 0,09 \text{ mrad}$.

Khi góc nghiêng ngang 30° và 40° hoặc 30° và Φ_F (nếu $\Phi_F < 40^\circ$) trị số chênh lệch của tay đòn ổn định động $\leq 0,03 \text{ mrad}$.

Tại điểm góc nghiêng ngang bằng hoặc $> 30^\circ$ trị số lớn nhất của tay đòn phục hồi ít nhất bằng $0,2 \text{ m}$.

Góc tương ứng với tay đòn phục hồi lớn nhất, tốt nhất $> 30^\circ$, và $\leq 25^\circ$.

Chiều cao ổn định ban đầu đã qua hiệu chỉnh mặt chất lỏng tự do $\leq 0,15 \text{ m}$.

Tiêu chuẩn gió đột ngột và lắc ngang (tiêu chuẩn khí tượng) $K \leq 1,0$. $K = b/a$, nên tính toán trị số K thực tế là tính toán diện tích a và b trong hình 6.13

$$\left. \begin{aligned} a &= \int_{\Phi_1}^{\Phi_c} [-GZ(\Phi) + l_{w2}] d\Phi \\ b &= \int_{\Phi_c}^{\Phi_2} [GZ(\Phi) - l_{w2}] d\Phi \end{aligned} \right\} \quad (6.33)$$

hoặc

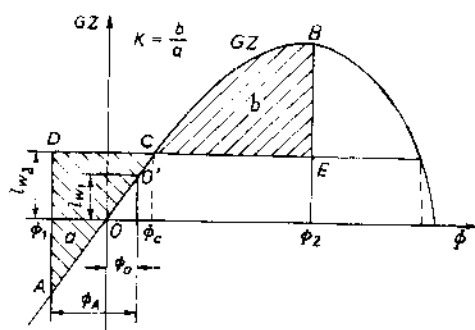
$$\left. \begin{aligned} a &= l_{d1} - l_{dc} - l_{w2}(\Phi_1 + \Phi_c) \\ b &= l_{d2} - l_{dc} - l_{w2}(\Phi_2 - \Phi_c) \end{aligned} \right\} \quad (6.34)$$

trong đó : l_{w1} – tay đòn nghiêng do áp lực gió dưới tác dụng của gió ổn định ;

l_{w2} – tay đòn nghiêng do gió đột ngột.

Trên tọa độ đứng của GZ , có hai điểm của l_{w1} và l_{w2} , qua hai điểm này kẻ đường song song với trục hoành độ Φ , sẽ có các điểm giao nhau với đường cong GZ là O' và C . O' tương ứng với góc nghiêng ngang Φ_0

dưới tác dụng của gió ổn định. Từ Φ_0 hướng lên mạn gió (trong hình 6.13 là chiều âm của Φ) đo ra biên độ lắc ngang Φ_A [Φ_A tính theo công thức (6.21)] có được điểm Φ_1 (hiển nhiên $\Phi_1 = \Phi_A - \Phi_0$), tiếp đó theo hướng xuống của mạn gió (trong hình 6.13 là chiều dương của Φ) đo được góc vào nước Φ_2 . Từ Φ_1 và Φ_2 kẻ đường vuông góc với trục Φ song song với DE , trên đường cong GZ có hai điểm A, B , từ đó hình thành diện tích ACD (tức là diện tích a) và diện tích BCE (tức là diện tích b).



Hình 6.13. Tiêu chuẩn gió dột ngò và lắc ngang K .

Trong công thức (6.34) l_{d1} , l_{d2} , l_{dc} là tay đòn ổn định ứng với các góc nghiêng ngang Φ_1 , Φ_2 , Φ_c .

Thường tay đòn ổn định động tính bằng mrad nên khi ứng dụng công thức (6.34) chú ý đơn vị đo của Φ là rad.

6.6.2. Tiêu chuẩn ổn định của tàu khách

Ngoài các tiêu chuẩn trên, phải tính thêm góc nghiêng ngang khi khách tập trung một bên mạn và quay vòng.

a) Góc nghiêng ngang khi khách tập trung một bên mạn $\leq 10^\circ$. Mômen nghiêng ngang khi khách tập trung một bên mạn được tính theo quy định dưới đây :

- trọng lượng của mỗi hành khách là 75 kg, nếu có thể thuyết minh rõ thì trọng lượng trên có thể giảm nhỏ, nhưng ≤ 60 kg ;
- chiều cao trọng tâm của hành khách, tính từ mặt boong hành khách đứng là 1,0 m, khi ngồi là 0,30 m tính từ mặt ghế ;
- trọng lượng hành lý và tình hình phân bố, do cơ quan chủ quản quy định ;
- sự phân bố của hành khách (hành lý để nguyên tại chỗ cũ) được giả thiết trong trường hợp bất lợi nhất đối với mômen nghiêng do khách và tổ hợp chiều cao ổn định ban đầu, khi tính, mỗi mét vuông không quá 04 người.

b) Khi quay vòng góc nghiêng ngang $\geq 10^\circ$, mômen nghiêng ngang khi tàu quay vòng, M_R được tính như sau :

$$M_R = 0,02 \frac{V_o^2}{L_{wl}} \Delta \cdot \left(KG - \frac{T_m}{2} \right) \quad (6.35)$$

trong đó : V_o – tốc độ vận doanh, m/s ;

KG – độ tăng cao của trọng tâm do sự phân bố bất lợi của hành khách gây nên.

6.6.3. Tiêu chuẩn ổn định của tàu cá

a) Đối với tàu cá một boong, chiều dài trên 24 m, chiều cao ổn định ban đầu $\leq 0,35$ m. Với tàu cá có kiến trúc thượng tầng hoàn chỉnh hoặc chiều dài trên 70 m, chiều cao ổn định ban đầu qua xác nhận của cơ quan quản lý có thể giảm bớt (nhưng $\geq 0,15$ m).

b) Tàu cá dài trên 45 m, phải thỏa mãn yêu cầu tiêu chuẩn của khí tượng. Tàu có chiều dài 24 ~ 45 m, khi tính tiêu chuẩn khí tượng có thể giảm thích đáng áp lực gió, xem bảng 6.17.

Bảng 6.17

Áp lực gió tính toán của tàu cá loại nhỏ

Z, m	1	2	3	4	5	≥ 6
P, Pa	316	386	429	460	485	504

Z – khoảng cách thẳng đứng, m, từ trung tâm diện tích hình chiếu mạn của tàu từ đường nước trở lên đến đường nước tương ứng.

6.6.4. Tiêu chuẩn ổn định của sà lan hình hộp

a) Tay đòn phục hồi lớn nhất ứng với tay đòn ổn định động ở $\Phi_{\max} \leq 0,08$ mrad.

b) Khi áp lực gió ngang bằng 0,54 kPa, góc nghiêng tĩnh do áp lực gió không vượt quá góc tương ứng tại 1/2 mạn khô, tay đòn mômen nghiêng do gió bằng khoảng cách từ tâm diện tích chịu gió đến một nửa mớn nước.

c) Trị số nhỏ nhất của khoảng cách ổn định, đối với phương tiện có chiều dài $L \leq 100$ m là 20° , đối với phương tiện $L \geq 150$ m là 15° với chiều dài nằm ở khoảng giữa các trị số trên thì xác định theo phương pháp nội suy.

**6.6.4. Tiêu chuẩn ổn định của tàu container có chiều dài
> 100 m**

- a) Tay đòn ổn định động ở $30^\circ \leq 0,009/C$, mrad.
- b) Tay đòn ổn định động ở 40° hoặc ở góc vào nước Φ_F (nếu $\Phi_F < 40^\circ$) $\leq 0,016/C$, mrad.
- c) Chênh lệch của tay đòn ổn định ở 30° và 40° hoặc chênh lệch tay đòn ổn định động ở 30° và Φ_F (nếu $\Phi_F < 40^\circ$) $\leq 0,006/C$, mrad.
- d) Góc nghiêng ngang bằng hoặc $> 30^\circ$, trị số lớn nhất của tay đòn phục hồi ít nhất bằng $0,033/C$, m.
- e) Trị số tay đòn phục hồi lớn nhất ít nhất là $0,042/C$, m.
- f) Tay đòn ổn định động tại góc vào nước $\Phi_F \leq 0,029/C$, mrad.
- g) Yếu tố hình dáng C ở trên được xác định như sau :

$$C = \frac{T_m D'}{B_m^2} \sqrt{\frac{T_m}{KG}} \left(\frac{\delta}{\alpha} \right)^2 \sqrt{\frac{100}{L}} \quad (6.36)$$

trong đó : T_m - mớn nước trung bình, m ;

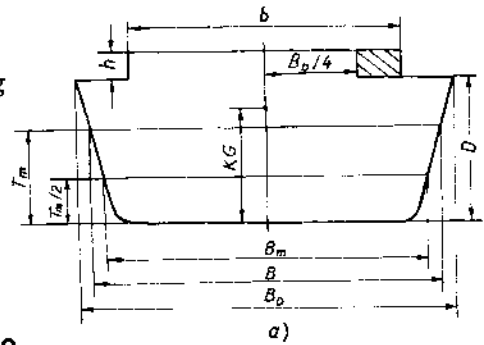
$$D' = D + h \cdot \frac{2b - B_D}{B_0} \cdot \frac{2\sum l_H}{L}$$

KG - trọng tâm, tọa độ thẳng đứng, m.

Khi $KG < T_m$, lấy $KG = T_m$;

B_D , B_0 và h - xem hình 6.14a ;

l_H - xem hình 6.14b

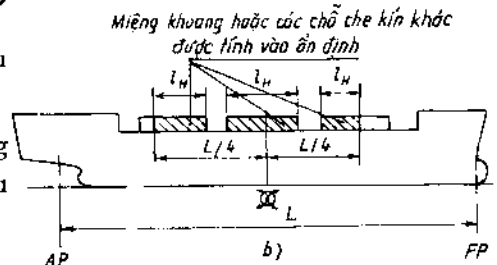


6.6.5. Tiêu chuẩn ổn định tàu kéo

Tiêu chuẩn này được xét theo yêu cầu của Đảng Kiểm Trung Quốc.

- a) Tàu kéo dự định ra hoạt động ngoài biển, phải thỏa mãn yêu cầu tiêu chuẩn ổn định khi kéo là $K_1 \geq 1$

$$K_1 = \frac{l_q}{l_t + l_w} \quad (6.37)$$



Hình 6.14. Các trị số liên quan dùng xác định yếu tố hình dáng C .

trong đó : l_q – tay đòn nghiêng nhỏ nhất, m ;

l_w – tay đòn nghiêng do gió, m ;

l_t – tay đòn nghiêng do kéo gấp, m

$$l_t = 0,067(C_t V)^2 \frac{Z_t - T_m}{B\delta} \quad (6.38)$$

$$C_t = 1,0 - 1,7 \frac{x_t}{L_{wL}} \quad (6.39)$$

trong đó : Z_t – chiều cao cách đường chuẩn của điểm cố định móc kéo, m;

C_t – hệ số hiệu chỉnh vị trí hướng dọc của móc kéo ; khi công suất định ngạch của máy chính lớn hơn hoặc bằng 736 kW, $C_t \leq 0,75$; khi công suất định ngạch của máy chính nhỏ hơn hoặc bằng 297 kW, $C_t \leq 0,8$;

x_t – khoảng cách hướng dọc từ trọng tâm tàu đến điểm cố định móc kéo, m ;

V – tốc độ kéo gấp của tàu, m/s, có thể tra theo hệ số kéo gấp của tàu kéo f , (h.6.15)

$$f = 0,158 \frac{Ne^{3/2}}{\Delta} \quad (6.40)$$

Ne – công suất định ngạch của máy chính tàu kéo, kW ;

Δ – lượng chiếm nước ở trạng thái tải trọng tính toán, t.

Đối với tàu kéo có công suất định ngạch < 736 kW, trị số V tra theo hình 6.15 phải nhân thêm hệ số

$$q = 0,60 + 0,544 Ne \times 10^{-3} \quad (6.41)$$

khi $q < 0,76$, lấy $q = 0,76$

b) Tàu kéo hoạt động trong cảng chỉ cần thỏa mãn yêu cầu sau :

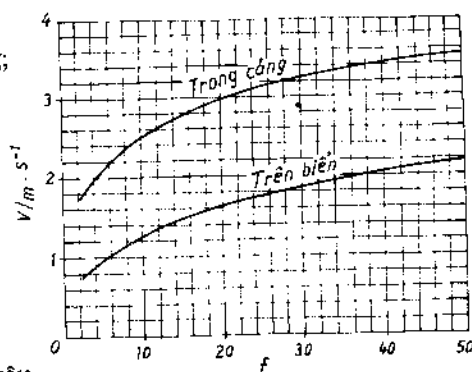
$$k_t = \frac{l_q}{l_t} \geq 1 \quad (6.42)$$

trong đó : l_q – tay đòn nghiêng lật nhỏ nhất nhưng góc lắc ngang lấy bằng 0° , và không kể lỗ khoét trên kiến trúc thượng tầng và buồng trên boong, ở mạn và vách trước, được đóng kín như thế nào góc vào nước đều phải tính đến mép trên của ngưỡng lỗ khoét trên vách trước và vách

mạn của kiến trúc thượng tầng hoặc buồng trên boong;
 l_q – tay đòn nghiêng do kéo gấp, m.

6.6.6. Tiêu chuẩn ổn định tàu khách hai thân (hình dáng thông thường)

Tiêu chuẩn này được xét theo yêu cầu của Đăng Kiểm Trung Quốc



Hình 6.15. Đường cong $f - V$.

a) Trong trạng thái tải trọng tính toán, chênh lệch của góc vào nước Φ_F và góc lắc ngang Φ_A , ($\Phi_F - \Phi_A$) lớn hơn hoặc bằng 5° , có thể xem là ổn định đạt yêu cầu.

Khi tính góc vào nước, phải xét tới ảnh hưởng nghiêng dọc.

b) Trường hợp không thỏa mãn điều kiện a) nêu trên, phải nghiệm lại tiêu chuẩn ổn định cho $K = \frac{l_q}{l_w} \geq 1$.

Khi tính tay đòn nghiêng lật nhỏ nhất l_q , góc vào nước lấy bằng trị số quy định ở điều kiện a) trừ đi 1° , góc lắc ngang tính theo yêu cầu ở điều kiện a).

Đối với tàu khách hai thân, đường hình mạn của một thân gần đường nước có hình dáng vách thẳng, tay đòn nghiêng lật nhỏ nhất l_q được tính theo công thức :

$$l_q = \frac{\Phi_F - \Phi_A}{57,3} \cdot \frac{GM_o}{2} \quad (6.43)$$

trong đó : Φ_F – góc vào nước của tàu, độ ;

Φ_A – góc lắc ngang của tàu, độ ;

GM_o – chiều cao ổn định ban đầu của tàu sau khi hiệu chỉnh mật chất lỏng tự do.

c) Với tàu khách hai thân $Fr \geq 0,40$, góc nghiêng ngang, khi quay vòng toàn tốc, $> 8^\circ$, phải xét riêng, và thuyết minh rõ trong báo cáo ổn định của tàu.

6.6.7. Tiêu chuẩn ổn định của tàu cần cầu

Tiêu chuẩn này được xét theo yêu cầu của Đăng Kiểm Trung Quốc

a) *Khi tàu đang làm việc*

Do ảnh hưởng của mặt chất lỏng tự do và vật treo, chiều cao ổn định ban đầu GM_0 , phải thỏa mãn yêu cầu sau :

$$GM \geq \frac{57,17}{\Phi_c} (l_w + l_h + l_l) \quad (6.44)$$

trong đó : Φ_c - góc nghiêng tĩnh giới hạn, so sánh 4/5 góc vào nước

của mép boong, 4/5 góc nước thoát ở hông tàu, và mạn khô dư 0,3 m, chọn góc nghiêng ngang nhỏ nhất. Và với tàu có cần trục quay tròn, không vượt quá 5° , tàu có cần trục không quay tròn, không vượt quá 3° ;

l_w - tay đòn nghiêng do áp lực gió, m ;

l_h - tay đòn nghiêng do cần cầu cầu hàng, m ;

l_l - tay đòn nghiêng ngang do tàu chất hàng không đối xứng, m.

Trị số ổn định K_c , phải thỏa mãn :

$$K_c = \frac{l_q}{l_w + l_h + l_l} \geq 1 \quad (6.45)$$

trong đó : l_q - tay đòn nghiêng lật nhỏ nhất, m ; không tính tới ảnh hưởng góc lác ngang.

b) *Khi tàu tránh gió*

$$GM_0 \geq \frac{57,17}{\Phi_c} (l_w + l_l) \quad (6.46)$$

$$K_c = \frac{l_q}{l_w + l_l} \geq 1 \quad (6.47)$$

Φ_c không vượt quá 8° .

c) *Khi tàu chạy*

Chiều cao ổn định ban đầu sau khi hiệu chỉnh mặt chất lỏng tự do, $\leq 0,16$ lần chiều rộng tàu.

Trị số lớn nhất của tay đòn phục hồi trên đường cong ổn định tĩnh $\leq 1,5$ m, góc nghiêng ngang tương ứng $\leq 15^\circ$.

Trị số ổn định $K_c = \frac{l_q}{l_w} \geq 1$, l_q phải tính tới ảnh hưởng góc lắc ngang.

6.6.8. Tiêu chuẩn ổn định của tàu hàng pha sóng - biển chớ hàng trên boong, phải tính trị số gia tốc lắc ngang

Khi tàu chạy trên tuyến cận hải và biển xa

$$K_a = \frac{0,25}{a_c} \geq 1 \quad (6.48)$$

Khi tàu chạy trên tuyến cận hải và khu vực biển kín

$$K_a = \frac{0,30}{a_c} \geq 1 \quad (6.49)$$

trong đó : a_c - yếu tố gia tốc lắc ngang

$$a_c = \frac{0,035 B \cdot \Phi_A}{T_\Phi^2} \quad (6.50)$$

Φ_A - góc lắc ngang, độ ;

T_Φ - chu kỳ tự lắc của lắc ngang, s.

6.7. XÁC ĐỊNH LƯỢNG CHIẾM NƯỚC VÀ VỊ TRÍ TRỌNG TÂM TÀU KHÔNG TẢI

6.7.1. Thử nghiêng lệch

Theo thước đo mớn nước khi thử nghiêng, tính ra mớn nước mũi, lái và giữa tàu.

Theo độ nghiêng dọc khác nhau của tàu, dùng các phương pháp tính toán khác nhau, tính ra lượng chiếm nước, tọa độ đứng của tâm ổn định ngang, tọa độ dọc và tọa độ đứng của tâm nổi.

Tính mômen nghiêng ngang mỗi lần di chuyển trọng lượng thử nghiêng.

Theo trị số trung bình của các số đọc trên mỗi dây dọi, tính biên độ lắc của mỗi dây dọi trong mỗi lần di chuyển trọng lượng thử nghiêng,

chia trị số đó cho chiều dài dây dọi thì được trị số tg của góc nghiêng ngang của tàu.

Khi tính biên độ lắc, có thể tính so với vị trí ban đầu hoặc vị trí của lần đọc trước (hoặc còn gọi là phương pháp tuyệt đối và phương pháp tương đối).

Tính trị số trung bình của tg góc nghiêng ngang đo được trên tất cả các dây dọi toàn tàu của cùng một lần di chuyển trọng lượng thử nghiệm.

Theo phương pháp trung bình, tìm chiều cao ổn định ban đầu GM của trạng thái thử nghiệm :

$$GM = \sum_{i=1}^n \frac{GM_i}{n} \quad (6.51)$$

$$GM_i = \frac{M_i}{\Delta \cdot tg\Phi_i} \quad (i = 1, 2, \dots, 8) \quad (6.52)$$

trong đó : M_i - mômen nghiêng ngang của trọng lượng thử nghiệm di chuyển lần i (nghiêng sang phải là dương, nghiêng sang trái là âm) ;

Δ - lượng chiếm nước ở trạng thái thử nghiệm lệch ;

$tg\Phi_i$ - trị số trung bình tg góc nghiêng ngang khi trọng lượng thử nghiệm di chuyển lần i (nghiêng sang phải là dương, nghiêng sang trái là âm).

Chiều cao ổn định ban đầu GM , cũng có thể tính theo công thức :

$$GM = \frac{\left[\frac{\sum_{i=1}^n (M_i \cdot tg\Phi_i) - \sum_{i=1}^n M_i \cdot \sum_{i=1}^n tg\Phi_i}{(n+1)} \right]}{\left[\frac{\sum_{i=1}^n tg^2\Phi_i - \left(\sum_{i=1}^n tg\Phi_i \right)^2}{(n+1)} \right]} \quad (6.53)$$

$$\left[\frac{\sum_{i=1}^n tg^2\Phi_i - \left(\sum_{i=1}^n tg\Phi_i \right)^2}{(n+1)} \right] \Delta$$

Sai số của thử nghiệm được kiểm tra theo hình vẽ kiểm tra (h.6.16) Đăng Kiểm Trung Quốc yêu cầu sai số thử nghiệm < 4%. Đường hàm số giữa $tg\Phi$ và M trên hình là một đường thẳng, đường đó không nhất

thiết phải qua điểm gốc tọa độ hoặc một điểm nhất định nào, mà cách đều các điểm thử nghiệm một khoảng tương đối nhỏ (có thể xác định theo hoành độ). Trường hợp cách biệt điểm thử nghiệm quá rõ, cơ quan chủ quản có thể quyết định bỏ điểm đó hoặc yêu cầu thử lại điểm đó.

Tọa độ đứng của trọng tâm tàu và tung độ của trọng tâm tàu trong trạng thái thử nghiêng lệch được tính như sau :

$$KG = KM - GM - \delta GM \quad (6.54)$$

$$x_{CG} = x_{CB} + \frac{(KG - KB)(T_A - T_F)}{L} \quad (6.55)$$

trong đó : δGM - trị số hiệu chỉnh chiều cao ổn định ban đầu, m, khi thử nghiệm có mặt chất lỏng tự do trong khoang chứa chất lỏng.

Tính trọng tâm trọng lượng dư, trọng lượng thiếu và trọng lượng cần định vị lại.

Tính lượng chiếm nước và tọa độ trọng tâm của tàu không tải

Thử nghiệm chu kỳ lắc

Khi chiều dài của tàu trong khoảng 70 m, có thể thử nghiệm chu kỳ lắc để xác định chiều cao ổn định ban đầu (chưa hiệu chỉnh mặt chất lỏng tự do).

$$GM = \left(\frac{fB}{T_\Phi} \right)^2 \quad (6.56)$$

trong đó : B - chiều rộng thân tàu, m ;

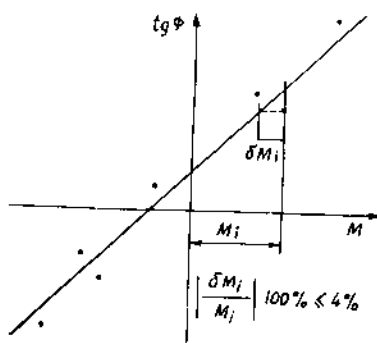
T_Φ - chu kỳ lắc ngang, s ;

f - hệ số lắc ngang tra theo bảng 6.18.

Bảng 6.18

Hệ số lắc ngang f

Trạng thái của tàu	f
Tàu không tải hoặc đầy đôi có dãn	$\sim 0,88$



Hình 6.16. Kiểm tra sai số thử nghiêng lệch.

Tiếp bảng 6.18

Tàu đẩy tải, trong khoang chứa chất lỏng có hàng : chất lỏng bằng 20% tổng trọng tải chất lỏng bằng 10% tổng trọng tải chất lỏng bằng 5% tổng trọng tải	 ~ 0,78 ~ 0,75 ~ 0,73
Tàu đánh tôm, cầu đôi	~ 0,95
Tàu cá biển sâu	~ 0,80
Tàu có khoang cá tươi sống	~ 0,60

Trị số f trong bảng là trị số trung bình, phải chú ý thực tế là hàng phân bố càng xa trục lác ngang, hệ số lác ngang càng lớn ; tàu không tải, trọng lượng tôn vỏ và boong đều cách trục lác ngang khá xa, cho nên f lớn nhất ; khi trong đáy đôi có một lượng lớn nhiên liệu và nước dằn, hệ số lác ngang cũng khá lớn.

Cũng cần nói rõ, với tàu có chiều cao ổn định ban đầu quá nhỏ ($< 0,20$ m), sai số của kết quả thử nghiệm trên rất lớn, không kiến nghị sử dụng cách này.

6.8. ỔN ĐỊNH KHI KHOANG BỊ THÙNG

6.8.1. Ổn định và nghiêng của tàu khi khoang bị thùng kín đầy nước và góc nghiêng nhỏ

Trong quá trình nghiêng của tàu, nước trong khoang không thoát ra được, do đó trong trường hợp này, xem như nhận hàng lên tàu với khối lượng bằng khối lượng nước tràn vào khoang và trọng tâm nằm trong trọng tâm của khoang bị thùng.

Ở đây giả thiết khoang bị thùng, là khoang đắm, có dung tích sao cho công thức chiều cao tâm ổn định còn hiệu lực và mạn sàn thẳng góc với mặt nước trong phạm vi nghiêng cứu.

Mức tăng trung bình của nước :

$$\Delta T = \frac{P}{\gamma F} \text{ m hoặc } \Delta T = \frac{P}{q} , \text{ m} \quad (6.57)$$

trong đó : P – khối lượng nước trong khoang, t ;

F – diện tích mặt đường nước, m^2 ;

q – sự gia tăng của lượng chiếm nước trên 1 m của tàu, t ;

γ – khối lượng riêng của nước, t/m^3 .

Chiều cao tâm nổi :

$$KC_1 = KC_0 + \frac{P}{D_0 + P} \left(T_0 + \frac{\Delta T}{2} - KC_0 \right) \quad (6.58)$$

trong đó : D_0 – lượng chiếm nước ban đầu của tàu, t ;

T_0 – mớn nước ứng với D_0 , m ;

KC_0 – chiều cao tâm nổi ứng với D_0 , m

Bán kính tâm ổn định ngang :

$$M_1C_1 = M_0D_0 - \frac{P}{D_0 + P} M_0C_0 \quad (6.59)$$

trong đó : M_0C_0 – bán kính tâm ổn định ngang, ứng với D_0 , m ;

Chiều cao trọng tâm :

$$KG_1 = KG_0 + \frac{P}{D_0 + P} (Z - KG_0) \quad (6.60)$$

trong đó : KG_0 – chiều cao trọng tâm ứng với D_0 , m ;

Z – chiều cao trọng tâm của khoang đắm, m.

Chiều cao tâm ổn định ngang :

$$M_1G_1 = M_0G_0 + \frac{P}{D_0 + P} \left(T_0 + \frac{\Delta T}{2} - M_0G_0 - Z \right) \quad (6.61)$$

trong đó : M_0G_0 – chiều cao tâm ổn định ngang ứng với D_0 , m.

Góc nghiêng ngang :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{P y}{(D_0 + P) M_1G_1} \quad (6.62)$$

trong đó : y – khoảng cách từ trọng tâm khoang đắm đến mặt phẳng đối xứng, m

Chiều cao tâm ổn định dọc :

$$M_1G_1 = M_0G_0 + \frac{P}{D_0 + P} \left(T_0 + \frac{\Delta T}{2} - M_0G_0 - Z \right) \quad (6.63)$$

trong đó : $M_o G_o$ - chiều cao tâm ổn định dọc ứng với D_o , m hoặc đơn giản hơn :

$$M_1 G_1 = \frac{M_o G_o \cdot D_o}{D_o + P} \quad (6.64)$$

Góc nghiêng dọc :

$$\operatorname{tg} \Psi = \frac{P \cdot x}{D_o \cdot M_o G_o} \quad (6.65)$$

trong đó : x - khoảng cách từ trọng tâm khoang dầm đến sườn giữa tàu, m.

Độ chênh lệch nghiêng dọc :

$$t = \frac{P x}{D_o} \cdot \frac{L}{M_o G_o} \quad (6.66)$$

Nếu x_f là khoảng cách từ trụ đứng của lái đến trọng tâm đường nước $T + \Delta T$ thì độ chênh lệch mớn nước mũi và lái so với mớn nước ban đầu như sau :

$$\left. \begin{aligned} t_M &= \frac{t}{L} x_f \\ t_L &= \frac{t}{L} (L - x_f) \end{aligned} \right\} \quad (6.67)$$

Ổn định và nghiêng của tàu khi khoang bị thủng hở phía trên

Trường hợp khoang không thông với nước ngoài mạn. Các tính toán được tiến hành như trên, trừ chiều cao tâm ổn định ngang.

Ở đây chiều cao tâm ổn định ngang chịu ảnh hưởng của mặt nước tự do trong khoang và được tính như sau :

$$M_1 G_1 = M_o G_o + \frac{P}{D_o + P} \left(T_o + \frac{\Delta T}{2} - M_o G_o - Z \right) \left(\frac{i}{V_o + v} \right) \quad (6.68)$$

trong đó : i - mômen quán tính của mặt nước tự do trong khoang dầm so với trục dọc đi qua trọng tâm của mặt nước ấy, m^4 ;

V_o - thể tích lượng chiếm nước ban đầu, m^3 ;

v - thể tích của khoang dầm đến mớn nước T_o , m^3 .

Khi tính chiều cao tâm ổn định dọc, thường không xét đến ảnh hưởng của mặt nước tự do trong khoang.

Trường hợp khoang thông với nước ngoài mạn xem như loại trừ khối lượng đó khỏi thể tích của tàu, lượng chiếm nước nhỏ đi, do đó hình dáng của phần chìm dưới nước của tàu bị thay đổi, vị trí tâm nổi và bán kính tâm ổn định bị thay đổi.

Do khối lượng tàu không đổi, lượng chiếm nước giảm, mức nước sẽ tăng như sau :

$$\Delta T = \frac{v}{F - F_1} \quad (6.69)$$

trong đó : F - diện tích mặt đường nước ban đầu, m^2 ;

F_1 - diện tích mặt đường nước trong khoang đắm, m^2 .

Độ chênh lệch chiều cao tâm nổi :

$$CC_1 = \frac{v}{V_o} \left(T + \frac{\Delta T}{2} - Z \right) \quad (6.70)$$

Bán kính tâm ổn định ngang sẽ là :

$$M_1 C_1 = \frac{J_1}{V_o} \quad (6.71)$$

trong đó : $J_1 = J_o - i_1$, là mômen quán tính của mặt đường nước của tàu sau khi khoang bị đắm.

$$i_1 = i_x + Sb^2 \left(1 + \frac{S^2}{F - F_1} \right) \quad (6.72)$$

trong đó : b - tọa độ trọng tâm mặt đường nước trong khoang bị đắm, m ;

i_x - mômen quán tính của mặt đường nước trong khoang bị đắm, m^4 .

Nếu khoang bị đắm không lớn lắm thì :

$$i_1 = i_x + Sb^2 \quad (6.73)$$

Chiều cao tâm ổn định ngang sẽ là :

$$M_{N1} G_1 = M G_o + \frac{v}{V_o} \left(T + \frac{\Delta T}{2} - Z \right) \frac{i_1}{V_o} \quad (6.74)$$

Góc nghiêng ngang :

$$\operatorname{tg} p = \frac{Py}{D_o M_{N1} G_1} \quad (6.75)$$

hoặc, tính bằng độ

$$\varphi = 57,3 \frac{Py}{D_o M_{D1} G_1} \quad (6.76)$$

Chiều cao tâm ổn định :

$$M_{D1} G_1 = M_{D0} G_o - \frac{i_y + Sa^2}{V_o} \quad (6.77)$$

trong đó : i_y - mômen quán tính của mặt đường nước của khoang đắm so với trục nằm ngang đi qua trọng tâm của mặt đường nước của khoang đắm, m^4 ;

a - tọa độ trọng tâm của mặt nước khoang đắm, m.

Độ chìm của mũi, lái trên các trụ đứng được tính như sau :

$$\left. \begin{aligned} t_m &= \Delta T + \frac{Px}{D_o} \frac{l_1}{M_{D1} G_o} \left(1 + \frac{S}{F-S} \right) \\ t_l &= \Delta T - \frac{Px}{D_o} \frac{l_2}{M_{D1} G_o} \left(1 + \frac{S}{F-S} \right) \end{aligned} \right\} \quad (6.78)$$

trong đó : l_1 và l_2 - khoảng cách trọng tâm diện tích mặt đường nước ($F - F_1$) từ các trụ đứng.

Trong trường hợp một vài khoang bị đắm thì việc tính toán độ ổn định ban đầu và độ nghiêng ngang, dọc, về nguyên tắc, giống như trên, và toàn bộ thay đổi chiều cao tâm ổn định, độ nghiêng là tổng của các thay đổi do từng khoang bị đắm.

6.8.2. Hệ số đắm của khoang

Hệ số đắm được tính cho thể tích nằm dưới đường giới hạn, tức là đường song song với boong vách kín nước và thấp hơn 76 mm tính ở mạn.

Trong tàu hơi nước, hệ số đắm của khoang máy nối hơi được tính theo công thức :

$$\mu = 80 + 12,5 \left(\frac{a-c}{v} \right) \quad (6.79)$$

trong đó : a - thể tích của khoang hành khách dưới đường giới hạn ;

c – thể tích khoang giữa các boong, trong phạm vi khoang máy, dưới đường giới hạn và dùng để chở hàng hóa, dầu và đồ dự trữ ;

v – toàn bộ thể tích khu vực tính toán dưới đường giới hạn.

Đối với tàu chạy bằng máy diesel thì hệ số đảm so với kết quả tính toán theo công thức (6.79), được tăng thêm 5.

Đối với tàu cho phép trong các chuyến đi ngắn hạn quốc tế, chở nhiều hành khách so với số chỗ trong các xuống cứu sinh, hệ số đảm trung bình ở vùng ngoài buồng máy được tính theo công thức :

$$\mu = 95 - 35 \frac{b}{v} \quad (6.80)$$

trong đó : b – thể tích các khoang dưới đường giới hạn và cao hơn mặt trên xà ngang đáy, mặt trên của đáy đôi, hoặc các kết ở cuối tàu dùng để chở hàng, đựng than, dầu đốt, đồ dự trữ, hành lý, bưu kiện, thùng xích neo hoặc thùng nước ngọt đặt trước hoặc sau buồng máy ;

v – toàn bộ thể tích phía trước và sau buồng máy dưới đường giới hạn.

Hệ số đảm trung bình cho khu vực trước và sau buồng máy được tính như sau :

$$\mu = 63 + 35 \frac{a}{v} \quad (6.81)$$

trong đó : a – thể tích khoang chở khách và thuyền viên ;

v – thể tích toàn bộ các khoang.

6.8.3. Yêu cầu của SOLAS 90 đối với ổn định khi khoang bị thủng của tàu khách

a) Chiều dài bị đắm

Khi tính chiều dài bị đắm, đối với khu vực máy dưới đường giới hạn, tại ba đoạn dài trước và sau khu vực máy, lấy cùng một hệ số đảm trung bình $\mu_M\%$, $\mu_F\%$ và $\mu_A\%$.

$$\mu_M = 85 + 10 \left(\frac{a_M - C_M}{V_M} \right) \quad (6.82)$$

trong đó : a_M – thể tích khoang chở khách trong phạm vi khu vực máy dưới đường giới hạn, m^3 ;

C_M - thể tích giữa các boong trong phạm vi khu vực máy dưới đường giới hạn, chuyên dùng chứa hàng hóa, than hoặc đồ dự trữ, m^3 ;

V_M - thể tích toàn bộ trong phạm vi khu vực máy dưới đường giới hạn, m^3 .

$$\mu_F = 63 + 35 \frac{a_F}{V_F} \quad (6.83)$$

trong đó : a_F - thể tích khoang chở hành khách phía trước khu vực máy dưới đường giới hạn, m^3 ;

V_F - thể tích toàn bộ của bộ phận phía trước khu vực máy dưới đường giới hạn, m^3 .

$$\mu_A = 63 + 35 \frac{a_A}{V_A} \quad (6.84)$$

trong đó : a_A - thể tích khoang chở hành khách phía sau khu vực máy dưới đường giới hạn, m^3 ;

V_A - thể tích toàn bộ của bộ phận phía sau khu vực máy dưới đường giới hạn, m^3 .

b) Chiều dài khoang

Chiều dài khoang là chiều dài đếm nhân với hệ số phân khoang (trừ khoang mũi nhọn)

c) Hệ số phân khoang

Tiêu chuẩn nghiệp vụ C_S

$$C_S = 72 \frac{M + 2P}{V + P_1 - P} \quad (P_1 > P) \quad (6.85)$$

hoặc

$$C_S = 72 \frac{M + 2P}{V} \quad (P_1 \leq P) \quad (6.86)$$

trong đó : M - thể tích khu vực máy dưới đường giới hạn cộng với thể tích trước và sau khu vực máy của khoang nhiên liệu cố định phía trên đáy đôi, m^3 ;

P - thể tích toàn bộ khu vực chở khách dưới đường giới hạn, m^3 ;

V - thể tích toàn bộ của tàu dưới đường giới hạn, m^3 .

$$\left. \begin{aligned} P_1 &= KN \\ K &= 0,056L \end{aligned} \right\} \quad (6.87)$$

trong đó : N – số khách tính toán cho phép ;

L – chiều dài thân tàu, m.

Nếu KN lớn hơn thể tích toàn bộ khu vực chở khách thực tế trên toàn tàu, P_1 nên lấy theo thể tích toàn bộ khu vực chở khách thực tế hoặc trị số nào lớn hơn so với $\frac{2}{3} KN$.

Hệ số phân khoang

$$\text{Cho} \quad A = \frac{58,2}{L - 60} + 0,18 \quad (6.88)$$

$$B = \frac{30,3}{L - 42} + 0,18 \quad (6.89)$$

- Với tàu có chiều dài $L \geq 131$ m

$$\left. \begin{aligned} &F = A \quad (C_S \leq 23) \\ \text{hoặc} \quad &F = B \quad (C_S \geq 123) \\ \text{hoặc} \quad &F = A - \frac{(A - B)(C_S - 23)}{100} \quad (23 < C_S < 123) \end{aligned} \right\} \quad (6.90)$$

Nhưng khi $C_S \geq 45$ và $0,50 < F \leq 0,65$, lấy $F = 0,50$.

$F < 0,40$, nếu được cơ quan quản lý đồng ý, có thể lấy hệ số phân khoang theo trị số lớn hơn trong trị số $\leq 0,40$.

- Với tàu có chiều dài $79 \text{ m} \leq L < 131 \text{ m}$

$$\text{Cho} \quad S = \frac{3574 - 25L}{13} \quad (6.91)$$

$$\left. \begin{aligned} &F = 1 \quad (C_S = S) \\ \text{hoặc} \quad &F = B \quad (C_S \geq 123) \\ \text{hoặc} \quad &F = 1 - \frac{(1 - B)(C_S - S)}{123 - S} \quad (S < C_S < 123) \end{aligned} \right\} \quad (6.92)$$

Khi $C_S < S$, lấy $F = 1$

- Với tàu có chiều dài $L < 79$ m, $F = 1$

- Với tàu số khách cho phép không vượt quá $L^2/650$ hoặc 50 người, tính theo số nào nhỏ hơn, $F = 1$.

Nói chung chiều dài phân khoang không lớn hơn chiều dài cho phép, trường hợp một khoang nào đó có chiều dài lớn hơn chiều dài cho phép hoặc vách ngang chính có hình bậc thang, trong SOLAS 90 có quy định cụ thể.

6.8.4. Ổn định khi khoang bị thủng trong tàu khách một thân

Giả thiết thân tàu chỉ có một lỗ thủng và một mặt chất lỏng có thể ngập nước. Phải xét tới các trường hợp sau :

Hệ số phân khoang $F > 0,50$: bất kỳ một khoang chính nào bị đắm, và cả hai khoang chính kế cận có vách ngăn bậc thang, hai khoang chính kế cận bị đắm (vách ngang chính không bị thủng, chỉ thủng vách bậc thang).

$0,33 < F \leq 0,50$: bất kỳ hai khoang chính kế cận bị đắm (thủng một đường trên vách ngang chính).

$F \leq 0,33$: bất kỳ ba khoang chính kế cận bị đắm (thủng hai đường trên vách ngang chính).

a) Hệ số đắm

Khi tính toán ổn định khoang bị thủng, theo hệ số đắm thể tích và diện tích sau đây :

Nơi để hàng hóa, than hoặc đồ dự trữ	0,60
Nơi ở	0,95
Nơi để máy móc	0,85
Nơi chứa chất lỏng	0 hoặc 0,95

tùy theo loại nào dẫn đến
hậu quả nghiêm trọng

b) Phạm vi bị thủng

Phạm vi hướng dọc : $3,0 + 0,03 L$ hoặc 11,0 m, chọn trị số nhỏ.
Nếu $F \leq 0,33$, thì phạm vi hướng dọc tăng đến vách ngang chính kế cận bất kỳ.

Phạm vi hướng ngang : trên mặt đường nước tải trọng phân khoang sâu nhất, từ mạn vào trung tâm tính là $B/5$.

Phạm vi hướng thẳng đứng : không hạn chế tính từ đường chuẩn trở lên.

Nếu đám nhỏ hơn phạm vi kế cận, có thể gây hậu quả càng nghiêm trọng hơn, thì phải xét tới việc đám trong phạm vi nhỏ hơn.

Yêu cầu về ổn định và trạng thái nổi của tàu bị thùng.

Trạng thái cuối cùng sau khi cân bằng (nếu có thiết bị cân bằng).

Trong mọi trường hợp không được chìm đường giới hạn.

Góc nghiêng ngang khi một khoang bị đắm không vượt quá 7° , khi hai khoang hoặc hai khoang trở lên đồng thời bị đắm thì góc nghiêng ngang không vượt quá 12° .

Khi bị đắm đối xứng, chiều cao ổn định ban đầu còn lại ít nhất là 0,05 m.

Đường cong tay đòn phục hồi còn lại, ngoài góc nghiêng ngang cân bằng ít nhất có phạm vi dương 15° .

Từ góc nghiêng ngang cân bằng đến khoảng giữa các góc nhỏ hơn dưới đây, diện tích dưới đường cong tay đòn phục hồi còn lại $\leq 0,015$ mrad :

- Góc tiếp tục làm đắm

- Do từ trạng thái nổi cân bằng, khi một khoang bị đắm là 22° ; khi hai khoang hoặc hai khoang trở lên, khoang kế cận đồng thời bị đắm, là 27° .

Trong phạm vi trị số ổn định dương ngoài góc cân bằng, tay đòn phục hồi dư lớn nhất l_{smax} , không nhỏ hơn trị số tính toán sau đây, và $\leq 0,1$ m

$$l_{\text{smax}} \geq \frac{M}{D} + 0,04 \quad (6.93)$$

trong đó : M — mômen nghiêng ngang lớn nhất nêu trong mục dưới đây, t.m.

Theo tính toán giả định ba loại mômen nghiêng ngang, trị số lớn nhất sẽ là trị số M cho phần tính trên.

- Hành khách tập trung một bên mạn, tính 4 người/1 m², trọng lượng mỗi khách tính là 75 kg, mômen nghiêng ngang bất lợi nhất do khách tập trung một bên mạn trong khu vực có thể đứng được ở các tầng boong.

- Một bên mạn, thả tất cả các xuống bè cứu sinh chở đầy bằng cần cầu xuống : tàu bị thùng ở một bên mạn tất cả các xuống cứu sinh,

xuống cứu nạn, bè cứu sinh thả bằng cần, chõ đẩy, treo ngoài mạn, chuẩn bị thả xuống ; giả thiết các nhân viên trong thiết bị cứu sinh không treo ngoài mạn, không thay đổi mômen nghiêng ; phía mạn bên kia các thiết bị cứu sinh giả thiết đặt nguyên ở vị trí cũ, nếu sắp đặt xuống cứu sinh từ vị trí đặt cũ, chõ đẩy thả xuống, phải xét tới mômen nghiêng ngang lớn nhất trong quá trình thả xuống.

- Áp lực gió tính là 120 N/m^2 , diện tích chịu gió lấy là diện tích hình chiếu canh tương ứng với phía trên đường nước của tàu hoàn chỉnh. Tay đòn áp lực gió lấy tương ứng với khoảng cách thẳng đứng từ vị trí nửa đường môn nước trung bình của tàu hoàn chỉnh đến trung tâm mặt chịu gió.

Trạng thái trước khi cân bằng :

sau khi bị đắm, góc nghiêng ngang lớn nhất trước khi cân bằng không vượt quá 15° ;

thời gian cần thiết để cân bằng không vượt quá 15 ph.

Giai đoạn trung gian khi tàu bị đắm

Tay đòn phục hồi lớn nhất của giai đoạn trung gian khi tàu bị đắm $\leq 0,05 \text{ m}$.

Phạm vi tay đòn phục hồi dương ít nhất là 7° .

Trường hợp trong một giai đoạn trung gian nào đó khi tàu bị đắm, nếu ngập đường giới hạn, cơ quan chủ quản có thể yêu cầu nghiên cứu thêm về an toàn của tàu.

6.8.5. Ổn định khi khoang bị thủng của tàu khách hai thân

Trường hợp tàu bị thủng đắm như sau :

Trường hợp giữa hai vách ngang chính bất kỳ của một thân tất cả các khoang buồm bị đắm. Nếu khoảng cách giữa vách ngang $< 3 + 0,03 L$ hoặc 11 m, lấy theo trị số nhỏ hơn, thì giả thiết một vách bị thủng.

Trường hợp khoang mũi nhọn của cả hai thân (hoặc khoang lái nhọn) đồng thời bị đắm.

Trường hợp bị thủng nhỏ hơn các trường hợp nêu trên có thể dẫn tới hậu quả nghiêm trọng hơn, thì phải tính theo trường hợp này.

Ổn định và trạng thái nổi khi tàu bị thủng

Trong giai đoạn cuối cùng tàu bị đắm, bất kỳ bộ phận nào của mép

boong vách đều không bị chìm ngập ; trong giai đoạn trung gian khi đắm tàu, mép dưới của lỗ khoét, nơi có thể tiếp tục bị nước chảy vào, không bị chìm ngập.

Trong giai đoạn cuối cùng tàu bị đắm, góc nghiêng ngang không được vượt quá 7° ; trước khi có giải pháp cân bằng tàu, góc nghiêng ngang lớn nhất không được vượt quá 12° .

Đường cong tay đòn phục hồi trong giai đoạn cuối cùng tàu bị đắm, phạm vi ổn định ngoài góc cân bằng $\leq 5^{\circ}$, trong phạm vi đó, diện tích dưới đường cong $\leq 0,015$ mrad, trong giai đoạn trung gian khi tàu bị đắm, phạm vi ổn định $\leq 3^{\circ}$, diện tích dưới đường cong tay đòn phục hồi $\leq 0,005$ mrad. Trong phạm vi nói trên không có lỗ khoét nước có thể tiếp tục chảy vào bị chìm ngập.

Thời gian cân bằng do thiết bị tạo nên không quá 15 ph.

6.8.6. Yêu cầu ổn định khi khoang bị thủng và phân khoang đối với tàu khách của IMO A. 265 (VIII)

a) Thuật ngữ

Chiều dài phân khoang của tàu L_S - chiều dài lớn nhất của bộ phận dưới đường giới hạn chìm của tàu. Cần chú ý chiều dài này, nói chung, khác chiều dài thân tàu L , phải bao gồm mũi hình cầu (nếu mũi hình cầu dài quá mép trụ mũi) và được tính dưới đường giới hạn (không phải là đường nước).

Đường giới hạn chìm - đường mép boong vách (không có yêu cầu 76 mm).

Mớn nước T - khoảng cách thẳng đứng tính tại điểm giữa của L_S từ đường chuẩn đến đường nước xem xét, được phân chia như sau :

1) Mớn nước phân khoang T_S - mớn nước tính đến đường tải trọng phân khoang xem xét.

2) Mớn nước vận doanh nhỏ nhất $T_{\min}$ - mớn nước vận doanh tương ứng với tải trọng thiết kế nhẹ nhất và dung lượng của khoang, bao gồm tải trọng dần thỏa mãn ổn định và (hoặc) ổn định khi khoang bị thủng.

3) Mớn nước trung gian giữa T_S và $T_{\min}$ được tính như sau :

$$\left. \begin{aligned} T_1 &= T_S - \frac{2}{3} (T_S - T_{\min}) \\ T_2 &= T_S - \frac{1}{3} (T_S - T_{\min}) \\ T_3 &= T_S - \frac{1}{6} (T_S - T_{\min}) \end{aligned} \right\} \quad (6.94)$$

Mạn khô hữu hiệu trung bình khi tàu bị thủng F_1 - trong trạng thái tàu nổi cân bằng, đây là trị số của diện tích hình chiếu trên mặt cắt dọc giữa tàu của bộ phận giữa đường nước tàu bị thủng và boong vách hữu quan, khoảng giữa $\frac{1}{3} L_S$ về phía trước và $\frac{1}{3} L_S$ về phía sau tính từ điểm giữa của chiều dài phân khoang L_S , chia cho $\frac{2}{3} L_S$. Khi tính như vậy thì diện tích của phần phía trên đường nước bị thủng vượt quá chiều cao $0,2 B_2$ không tính vào.

Nếu trên boong vách bố trí lối vào cầu thang hoặc lỗ khoét khác, qua lỗ khoét đó có thể xuất hiện nước chảy xuống nghiêm trọng, thì $F_1 \neq \frac{1}{3} (B_2 \tan \Phi_f)$, Φ_f là góc của lỗ khoét đó có thể bị ngập nước.

Chiều rộng

B_1 - chiều rộng lớn nhất của tàu tại điểm giữa của chiều dài thân tàu, tính từ đường tải trọng phân khoang sâu nhất hoặc dưới đó.

B_2 - chiều rộng lớn nhất của tàu tại điểm giữa của chiều dài thân tàu của boong vách hữu quan.

- Yêu cầu cơ bản đối với ổn định khi khoang bị thủng và phân khoang

Tàu có đạt được chỉ số phân khoang A không nhỏ hơn chỉ số phân khoang R yêu cầu

Tàu có chiều dài L_S từ 100 m trở lên, khi khoang nhọn mũi và khoang kế cận đồng thời bị vào nước thì trị số S phải bằng 1, và khoảng cách hướng dọc giữa vách khoang nhọn phía mũi và vách sau của khoang kế cận $\leq 3 \text{ m} + 0,03 L_S$ hoặc 11 m (lấy theo trị số nhỏ hơn).

- Chỉ số phân khoang yêu cầu R

Căn cứ vào chiều dài phân khoang của tàu và tình hình khách và

thuyền viên để xác định chỉ số phân khoang R là một loại yêu cầu của mức độ phân khoang tàu thủy :

$$R = 1 - \frac{1000}{4L_S + N + 1500} \quad (6.95)$$

$$N = N_1 + 2N_2$$

trong đó : N_1 – số người tính theo xuống cứu sinh được trang bị ;

N_2 – số người mà tàu được phép chở nhiều hơn N_1 , kể cả thuyền viên cao cấp và thuyền viên phổ thông.

Nếu trị số N tương đối lớn không thể thỏa mãn yêu cầu, cơ quan chủ quản có thể xem xét lựa chọn trị số N nhỏ hơn, nhưng $\leq N_1 + N_2$.

b) *Yêu cầu xác định ổn định khi khoang bị thủng và phân khoang*

Phải tính toán ổn định khi khoang bị thủng cho mọi trường hợp vận doanh. Với mỗi môn nước ban đầu, tàu đều được giả thiết ở trạng thái nghiêng dọc vận doanh bất lợi nhất, từ đó tính ra vị trí trọng tâm hướng thẳng đứng hoặc chiều cao ổn định ban đầu của trạng thái ban đầu theo yêu cầu ổn định khi khoang bị thủng.

Khi tính toán cụ thể, nếu chênh lệch giữa T_S và $T_{\min} > 0,1T_S$, thì có thể chỉ tính toán ổn định khi khoang bị thủng tại hai môn nước T_S và $T_{\min}$, chiều cao ổn định ban đầu của môn nước trung gian được tính theo phương pháp nội suy tuyến tính. Nếu $T_S - T_{\min}$ vượt quá $0,1T_S$, thì ít nhất phải tính toán thêm ổn định khi khoang bị thủng của một môn nước trung gian. Nhưng một khi hệ số đầm hoặc mật chất lỏng tự do không liên tục trên hướng thẳng đứng, dẫn tới chiều cao ổn định ban đầu cần thiết không liên tục, thì phải tính với môn nước tương ứng để làm rõ sự không liên tục đó.

c) *Phạm vi bị thủng*

1) Phạm vi hướng dọc : $3 \text{ m} + 0,03L_S$ hoặc 11 m , lấy trị số nào nhỏ hơn.

Khi $N \leq 600$, tàu bị thủng tại vị trí bất kỳ trên chiều dài tàu, nhưng không bao gồm vách ngang (vách ngang nếu có dạng bậc thang thì giả thiết bị thủng).

Khi $N > 600$, ngoài yêu cầu $N \leq 600$ ra, tính từ đoạn phía trước

của L_S , tại bất kỳ vị trí nào trong phạm vi $\left(\frac{N}{600} - 1\right)L_S$, bao gồm vách ngang, đều phải xét tới hiện tượng thùng phát sinh.

2) Phạm vi hướng ngang : trên mặt phẳng tải trọng phân khoang, tính vuông góc từ mép mạn đến đường trung tâm là $0,2B_1$.

3) Phạm vi hướng thẳng đứng : tính từ đường chuẩn trở lên. Nếu trong phạm vi nhỏ mà hiện tượng thùng có thể dẫn tới yêu cầu chiều cao ổn định lớn hơn, thì phải tính theo phạm vi nhỏ này. Với mọi trường hợp, đều giả thiết tàu chỉ có một lỗ thùng và một mặt chất lỏng bị ngập nước.

d) *Hệ số đầm*

Buồng khách và buồng thuyền viên hoặc buồng chưa có công dụng rõ ràng, hệ số đầm là 0,95.

Buồng máy, hệ số đầm là 0,85.

Khoang vật liệu dự trữ, hệ số đầm là 0,60.

Khoang chứa chất lỏng tiêu hao, hệ số đầm từ 0 đến 0,95 tùy theo loại có thể dẫn đến hậu quả nghiêm trọng.

e) *Yêu cầu trạng thái nổi và ổn định khi khoang bị thùng*

1) Giai đoạn ngập nước cuối cùng

Dùng phương pháp cố định lượng chiếm nước, chiều cao ổn định ban đầu GM tính ra trong trạng thái nổi cân bằng của tàu bị thùng không được nhỏ hơn trị số lớn nhất tính ra theo các công thức :

$$\left. \begin{aligned} GM &\geq 0,003 \frac{B_2^2 (N_1 + N_2)}{\Delta F_1} \\ GM &\geq 0,015 \frac{B_2}{F_1} \\ GM &\geq 0,05 \text{ m} \end{aligned} \right\} \quad (6.96)$$

Góc nghiêng ngang khi một khoang bị nước vào không vượt quá 7° , góc nghiêng ngang khi hai khoang hoặc hai khoang trở lên kể cân đồng thời bị nước vào, không vượt quá 12° .

Ngoài khoang hoặc một số khoang bị nước vào ra, bất kỳ bộ phận nào liên quan đến mép boong vách đều không bị nước vào.

2) Giai đoạn trung gian trước khi cân bằng và bị nước vào
 Góc nghiêng ngang lớn nhất không vượt quá 20° , và không dẫn đến tiếp tục bị nước vào.

Ổn định dư đủ

Thời gian cân bằng của thiết bị cân bằng không quá 10 ph.

- Chỉ số phân khoang

Khi tính chỉ số phân khoang A chỉ cần tính phần làm tăng trị số A và làm cho nó lớn hơn hoặc bằng R

$$A = \sum aPS \quad (6.97)$$

trong đó : a - nhân tố ảnh hưởng đến hệ số bị thùng của vị trí khoang
 buồng trong phạm vi L_S ;

P - nhân tố ảnh hưởng đến khả năng bị nước vào của khoang
 hoặc một số khoang cần xem xét của sự thay đổi trong
 phạm vi bị thùng hướng dọc ;

S - nhân tố ảnh hưởng đến mạn khô, ổn định và nghiêng
 ngang khi khoang hoặc một số khoang ở trạng thái bị
 nước vào ở giai đoạn cuối cùng.

- Tính toán nhân tố a :

$$a = 0,4 \left[1 - \xi_1 + \xi_2 + \xi_{12} \right] \quad (6.98)$$

$$\text{trong đó : } \xi_1 = \frac{X_1}{L_S} \quad \left(X_1 \leq 0,5 L_S \right) \quad \left. \vphantom{\xi_1 = \frac{X_1}{L_S}} \right\}$$

$$\text{hoặc } \xi_1 = 0,5 \quad \left(X_1 > 0,5 L_S \right) \quad \left. \vphantom{\xi_1 = 0,5} \right\}$$

$$\xi_2 = \frac{X_2}{L_S} \quad \left(X_2 \leq 0,5 L_S \right) \quad \left. \vphantom{\xi_2 = \frac{X_2}{L_S}} \right\}$$

$$\text{hoặc } \xi_2 = 0,5 \quad \left(X_2 > 0,5 L_S \right) \quad \left. \vphantom{\xi_2 = 0,5} \right\}$$

$$\xi_{12} = \frac{X_1 + X_2}{L_S} \quad \left(X_1 + X_2 \leq L_S \right) \quad \left. \vphantom{\xi_{12} = \frac{X_1 + X_2}{L_S}} \right\}$$

$$\text{hoặc } \xi_{12} = 1,0 \quad \left(X_1 + X_2 > L_S \right) \quad \left. \vphantom{\xi_{12} = 1,0} \right\}$$

X_1 - khoảng cách tính từ đầu sau của L_S đến vị trí mút trước
 của đầu sau của khoang hoặc một số khoang cần xem xét,
 m ;

X_2 - khoảng cách tính từ đầu sau của L_S đến vị trí mút sau của đầu trước của khoang hoặc một số khoang cần xem xét, m.

- Tính toán nhân tố P

$$\begin{aligned} P &= W \left[4,46 \left(\frac{l}{\lambda} \right)^2 - 6,2 \left(\frac{l}{\lambda} \right)^3 \right] \quad \left(\frac{l}{\lambda} \leq 0,24 \right) \\ \text{hoặc} \quad P &= W \left[1,072 \frac{l}{\lambda} - 0,086 \right] \quad \left(\frac{l}{\lambda} > 0,24 \right) \end{aligned} \quad (6.99)$$

trong đó : $l = X_2 - X_1$

$$\begin{aligned} \lambda &= L_S & (L_S \leq 200 \text{ m}) \\ \text{hoặc} \quad \lambda &= 200 & (L_S > 200 \text{ m}) \\ W &= 1,0 & (L_S \leq 200 \text{ m}) \\ \text{hoặc} \quad W &= \frac{184}{L_S - 16} & (L_S > 200 \text{ m}) \end{aligned}$$

Trị số P của khoang đơn trực tiếp tính theo công thức trên.

Trị số P của nhóm hai khoang được tính như sau :

$$P = P_{1,2} - P_1 - P_2 \quad (6.100)$$

trong đó : $P_{1,2}$ - trị số tính theo công thức l với $(l_1 + l_2)$, P_1 và P_2 là trị số tính theo công thức l tương ứng với l_1 và l_2 .

Trị số P của nhóm ba khoang được tính như sau :

$$P = P_{1,3} - P_{1,2} - P_{2,3} + P_2 \quad (6.101)$$

trong đó : $P_{1,3}$ - trị số tính theo công thức l với $(l_1 + l_2 + l_3)$.

Trường hợp phân khoang hỗn hợp dọc và ngang, tức là vách ngang không kéo dài từ mạn này sang mạn khác, mà kéo dài đến vách dọc kín nước trong tàu, chỉ cần phù hợp với quy định sau là có thể tính khoang mạn đối với trị số gia tăng của A .

1) Trong khoảng giữa vách dọc, từ đường chuẩn trở lên ở vị trí $\leq 0,1B$ có bố trí sàn kín nước phẳng, dưới sàn phẳng vách ngang kín nước kéo từ mạn này qua mạn kia hoặc dùng phương pháp khác tương đương phân cách.

2) Sự phân khoang như vậy phù hợp với yêu cầu liên quan trên.

Khoang mạn bị nước vào, trị số P của khu vực mạn vách dọc không bị nước vào phải nhân với hệ số giảm r .

$$\text{Khi } \frac{l}{L_S} \geq 0,2 \frac{b}{B_1}$$

$$\left. \begin{aligned} r &= \frac{b}{B_1} \left[2,8 + 0,08 / \left(\frac{l}{L_S} + 0,02 \right) \right] \cdot \left(\frac{b}{B_1} \leq 0,2 \right) \\ \text{hoặc } r &= 0,016 / \left[\frac{l}{L_S} + 0,02 \right] + \frac{b}{B_1} + 0,3 \cdot \left(\frac{b}{B_1} > 0,2 \right) \end{aligned} \right\} \quad (6.102)$$

Khi $\frac{l}{L_S} < 0,2 \frac{b}{B_1}$, trị số r được tính theo nội suy tuyến tính giữa 1,0 và trị số tính từ công thức trên với $\frac{l}{L_S} = 0,2 \frac{b}{B_1}$.

trong đó : b – khoảng cách ngang trung bình giữa mặt phẳng từ tôn vỏ thân tàu qua bộ phận ngoài của của vách dọc và song song với tôn vỏ thân tàu, lấy theo trị số vuông góc từ đường tải trọng phân khoang vào trung tâm, trong giới hạn hướng dọc xem xét (tức là từ X_1 đến X_2), m.

Nếu khoang mạn và khoang trung gian đồng thời bị thủng, có thể tăng trị số A , khi đó trị số P nhân với hệ số $(1 - r)$ (khi đó phạm vi bị thủng nước vào kéo dài đến đường trung tâm.

– Tính toán nhân tố S

Với mớn nước T_1

$$S_i = 4,9 \left[\left(\frac{F_1}{B_2} - \frac{tg\Phi}{2} \right) (GM_R - MM_S) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (6.103)$$

và ≥ 1 .

trong đó : Φ – góc nghiêng ngang ở trạng thái cân bằng cuối cùng do nước vào không đối xứng ;

GM_R – chiều cao ổn định ban đầu ứng với mớn nước liên quan cần xác định. Nếu theo tư liệu ổn định ứng với chiều dài tàu mà trị số chiều cao ổn định ban đầu tối thiểu lớn hơn trị số này thì có thể lấy theo trị số lớn hơn ;

MM_S – do nước vào tạo nên trị số giảm của chiều cao ổn định

ban đầu, tính theo trạng thái nổi của tàu ở giai đoạn nước vào cuối cùng.

Đối với một khoang hoặc một nhóm khoang, S được tính như sau :

$$S = 0,45S_1 + 0,35S_2 + 0,22S_3 \quad (6.104)$$

trong đó : S_1 - trị số S tính được ứng với mớn nước T_1 ;

S_2 - trị số S tính được ứng với mớn nước T_2 ;

S_3 - trị số S tính được ứng với mớn nước T_3 .

Nếu bị thùng nước vào (hai khoang hoặc nhóm trên hai khoang bị thùng) gây nên tình trạng dưới đây, $S = 0$:

1) trong giai đoạn trung gian bị nước vào hoặc trước khi cân bằng, góc nghiêng ngang vượt quá 20° hoặc dẫn đến nước tiếp tục vào ;

2) trong giai đoạn cuối cùng khi bị nước vào, ngoài nhóm khoang bị nước vào ra, boong vách liên quan bị chìm hoặc nghiêng ngang vượt quá 12° , hoặc $(GM_R - MM_S) < 0,05 \text{ m}$.

f) *Tài liệu về ổn định*

Những tài liệu sau đây phải được giao cho thuyền trưởng :

1) đồ thị hoặc bảng biểu của chiều cao ổn định ban đầu tối thiểu cho phép hoặc chiều cao trọng tâm tối đa cho phép ứng với mớn nước của tàu theo yêu cầu ổn định và ổn định khi khoang bị thùng ;

2) chỉ thị liên quan đến việc ứng dụng thiết bị quán tính ngang khi tàu bị nước vào ;

3) phạm vi thỏa mãn mớn nước theo yêu cầu và phạm vi nghiêng dọc tương ứng ;

4) các tài liệu cần thiết khác.

Trên tàu cần có dán cố định bản vẽ khống chế khi tàu bị thùng. Bản vẽ khống chế khi tàu bị thùng cần ghi rõ mép kín nước của các tầng boong và các khoang buống, vị trí lỗ khoét trên các mép đó, vị trí thiết bị đóng kín và thiết bị khống chế, vị trí các thiết bị dùng hiệu chỉnh độ nghiêng ngang của tàu khi bị nước vào.

Các tài liệu trên được cơ quan chủ quản phê duyệt.

6.9. MẠN KHÔ

Tính toán mạn khô tối thiểu

Mạn khô mùa hè f

Mạn khô mùa hè f của tàu đi tuyến hàng hải quốc tế được tính như sau :

$$f = f_0 + f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5 + f_6 + f_7 \quad (6.104)$$

trong đó : f_0 - mạn khô cơ bản, mm, theo loại tàu và chiều dài thân tàu, tham khảo các bảng sau, mm ;

f_1 - trị số hiệu chỉnh mạn khô của tàu có chiều dài dưới 100 m, mm ;

f_2 - trị số hiệu chỉnh mạn khô theo hệ số lượng chiếm nước, mm ;

f_3 - trị số hiệu chỉnh mạn khô theo chiều cao mạn, mm ;

f_4 - trị số hiệu chỉnh mạn khô theo vị trí đường boong, mm ;

f_5 - trị số hiệu chỉnh mạn khô theo kiến trúc thượng tầng và khu vực được bao che, mm.

f_6 - trị số hiệu chỉnh mạn khô đối với đường cong boong không tiêu chuẩn, mm ;

f_7 - trị số hiệu chỉnh mạn khô với chiều cao mũi tối thiểu.

Nếu tính ra $f < 50$ mm thì lấy $f = 50$ mm.

Nếu nắp hầm ở vị trí số 1 không phù hợp với công ước đường tải trọng thì mạn khô tối thiểu $f_{\min}$ phải là 150 mm.

Khi chiều dài tàu ở trong khoảng 24 đến 100 m, chiều dài hữu hiệu của kiến trúc thượng tầng được che kín, $< 35\% L$, tàu loại B

$$f_1 = 7,5 \left(100 - L \right) \left(0,35 - \frac{E}{L} \right) \quad (6.105)$$

trong đó : L - chiều dài thân tàu, m ;

E - chiều dài hữu hiệu của kiến trúc thượng tầng.

$$\left. \begin{aligned} f_2 &= (f_0 + f_1) \times \left(\frac{\delta - 0,68}{1,36} - 1 \right) & (\delta > 0,68) \\ f_2 &= 0 & (\delta \leq 0,68) \end{aligned} \right\} \quad (6.106)$$

Khi chiều cao mạn tính toán $D_1 > \frac{L}{15}$

$$f_3 = \left(D_1 - \frac{L}{15}\right)R \quad (6.107)$$

trong đó : $R = \frac{L}{0,48} \quad (L < 120 \text{ m})$

$R = 250 \quad (L \geq 120 \text{ m})$

Khi $D_1 \leq \frac{L}{15}$

$$f_3 = 0$$

Nhưng nếu phần giữa tàu có kiến trúc thượng tầng kín với chiều dài ít nhất bằng $0,6L$ hoặc có kết cấu che kín toàn bộ hoặc có kiến trúc thượng tầng kín phân khoang kéo dài trên toàn tàu và tổ hợp kết cấu che kín,

$$f_3 = \frac{H_1}{H_0} \left(D_1 - \frac{L}{15}\right)R$$

trong đó : H_0 - chiều cao tiêu chuẩn của kiến trúc thượng tầng, m ;

H_1 - chiều cao thực tế của kiến trúc thượng tầng, m.

Khi $H_1 > H_0$ thì lấy $H_1 = H_0$.

R - như trên.

Nếu chiều cao tính toán thực tế của mạn, tính đến mép boong, D_0 , không bằng D_1 thì

$$f_4 = D_0 - D_1 \quad (6.108)$$

Chiều cao tiêu chuẩn của kiến trúc thượng tầng tính theo bảng 6.19, m.

Bảng 6.19

Chiều dài thân tàu L , m	Boong nâng cao phía sau	Các kiến trúc thượng tầng khác
30 hoặc dưới 30	0,90	1,80
75	1,20	1,80
≥ 125	1,80	2,30

Ghi chú. Với chiều dài thân tàu có các trị số nằm giữa các trị số trên thì chiều cao tiêu chuẩn của kiến trúc thượng tầng được tính theo phương pháp nội suy tuyến tính.

Bảng 6.20

Trị số gia tăng mạn khô

Chiều dài thân tàu, m	Trị số gia tăng mạn khô, mm	Chiều dài thân tàu, m	Trị số gia tăng mạn khô, mm	Chiều dài thân tàu, m	Trị số gia tăng mạn khô, mm	Chiều dài thân tàu, m	Trị số gia tăng mạn khô, mm
≤ 108	50	132	136	156	251	180	313
109	52	133	142	157	254	181	315
110	55	134	147	158	258	182	318
111	57	135	153	159	261	183	320
112	59	136	159	160	264	184	322
113	62	137	164	161	267	185	325
114	64	138	170	162	270	186	327
115	68	139	175	163	273	187	329
116	70	140	181	164	275	188	332
117	73	141	186	165	278	189	334
118	76	142	191	166	280	190	336
119	80	143	196	167	283	191	339
120	84	144	201	168	285	192	341
121	87	145	206	169	287	193	343
122	91	146	210	170	290	194	346
123	95	147	215	171	292	195	348
124	99	148	219	172	294	196	350
125	103	149	224	173	297	197	353
126	108	150	228	174	299	198	355
127	112	151	232	175	301	199	357
128	116	152	236	176	304	200	358
129	121	153	240	177	306		
130	126	154	244	178	308		
131	131	155	247	179	311		

Ghi chú. Với chiều dài tàu có trị số trung gian so với bảng, trị số gia tăng mạn khô được tính theo nội suy tuyến tính.

Với chiều dài tàu trên 200 m, việc lựa chọn trị số gia tăng mạn khô phải được sự đồng ý của cơ quan chủ quản.

Bảng 6.21

Mạn khô tàu loại A

Chiều dài thân tàu, mm	Mạn khô, mm	Chiều dài thân tàu, mm	Mạn khô, mm	Chiều dài thân tàu, mm	Mạn khô, mm	Chiều dài thân tàu, mm	Mạn khô, mm
24	200	70	721	116	1609	162	2560
25	208	71	738	117	1630	163	2580
26	217	72	754	118	1651	164	2600
27	225	73	769	119	1671	165	2620
28	233	74	784	120	1690	166	2640
29	242	75	800	121	1709	167	2660
30	250	76	816	122	1729	168	2680
31	258	77	833	123	1750	169	2698
32	267	78	850	124	1771	170	2716
33	275	79	868	125	1793	171	2735
34	283	80	887	126	1815	172	2754
35	292	81	905	127	1837	173	2774
36	300	82	923	128	1859	174	2795
37	308	83	942	129	1880	175	2815
38	316	84	960	130	1901	176	2835
39	325	85	978	131	1921	177	2855
40	334	86	996	132	1940	178	2875
41	344	87	1015	133	1959	179	2895
42	354	88	1034	134	1979	180	2915
43	364	89	1054	135	2000	181	2933
44	374	90	1075	136	2021	182	2952
45	385	91	1096	137	2043	183	2970
46	396	92	1116	138	2065	184	2988
47	408	93	1135	139	2087	185	3007
48	420	94	1154	140	2109	186	3025
49	432	95	1172	141	2130	187	3044
50	443	96	1190	142	2151	188	3062
51	455	97	1209	143	2171	189	3080
52	467	98	1229	144	2190	190	3098
53	478	99	1250	145	2209	191	3116
54	490	100	1271	146	2229	192	3134
55	503	101	1293	147	2250	193	3151

Bảng 6.22

Mạn khô tàu loại B

Chiều dài thân tàu, mm	Mạn khô, mm	Chiều dài thân tàu, mm	Mạn khô, mm	Chiều dài thân tàu, mm	Mạn khô, mm	Chiều dài thân tàu, mm	Mạn khô, mm
24	200	70	706	116	1392	162	2155
25	208	71	720	117	1409	163	2169
26	217	72	733	118	1426	164	2184
27	225	73	746	119	1442	165	2198
28	233	74	760	120	1459	166	2212
29	242	75	773	121	1476	167	2226
30	250	76	786	122	1494	168	2240
31	258	77	800	123	1511	169	2254
32	267	78	814	124	1528	170	2268
33	275	79	828	125	1546	171	2281
34	283	80	841	126	1563	172	2294
35	292	81	855	127	1580	173	2307
36	300	82	869	128	1598	174	2320
37	308	83	883	129	1615	175	2332
38	316	84	897	130	1632	176	2345
39	325	85	911	131	1650	177	2357
40	334	86	926	132	1667	178	2369
41	344	87	940	133	1684	179	2381
42	354	88	955	134	1702	180	2393
43	364	89	969	135	1719	181	2405
44	374	90	984	136	1734	182	2416
45	385	91	999	137	1753	183	2428
46	396	92	1014	138	1770	184	2440
47	408	93	1029	139	1787	185	2451
48	420	94	1044	140	1803	186	2463
49	432	95	1059	141	1820	187	2474
50	443	96	1074	142	1837	188	2486
51	455	97	1089	143	1853	189	2497
52	467	98	1105	144	1870	190	2508
53	478	99	1120	145	1886	191	2519
54	490	100	1135	146	1903	192	2530
55	503	101	1151	147	1919	193	2541

Tiếp bảng 6.21

56	516	102	1315	148	2271	194	3167
57	530	103	1337	149	2293	195	3185
58	544	104	1350	150	2315	196	3202
59	559	105	1380	151	2334	197	3219
60	573	106	1401	152	2354	198	3235
61	587	107	1421	153	2375	199	3249
62	601	108	1440	154	2396	200	3264
63	615	109	1459	155	2418		
64	629	110	1479	156	2440		
65	644	111	1500	157	2460		
66	659	112	1521	158	2480		
67	674	113	1543	159	2500		
68	689	114	1565	160	2520		
69	705	115	1587	161	2540		

Tiếp bảng 6.22

56	516	102	1166	148	1935	194	2553
57	530	103	1181	149	1952	195	2562
58	544	104	1196	150	1968	196	2572
59	559	105	1212	151	1984	197	2582
60	573	106	1228	152	2000	198	2592
61	587	107	1244	153	2016	199	2603
62	600	108	1260	154	2032	200	2612
63	613	109	1276	155	2048		
64	626	110	1293	156	2064		
65	639	111	1309	157	2080		
66	653	112	1326	158	2096		
67	666	113	1342	159	2111		
68	680	114	1359	160	2126		
69	693	115	1376	161	2141		

Gh. chu. Tàu loại A

Tàu chở hàng lỏng rời, khoang hàng có cửa ra vào nhỏ, có nắp kín nước bằng thép hoặc vật liệu tương đương.

Boong lộ thiên tương đối hoàn chỉnh.

Khi chở hàng, khoang hàng có hệ số dầm thấp.

Ổn định khi khoang bị thùng thối mãn các yêu cầu liên quan.

Mạn khô thỏa mãn yêu cầu tối thiểu của bảng 6.21

Tàu loại B

Tàu không đạt các quy định tàu loại A

Ở vị trí số 1, nắp hầm phù hợp với yêu cầu của công ước đường tải trọng, thì mạn khô tối thiểu theo bảng 6.22.

Ở vị trí số 1, nắp mạn hầm không phù hợp với yêu cầu của công ước đường tải trọng, thì mạn khô tăng theo bảng 6.20.

Với tàu không lắp máy như sà lan vận chuyển, sà lan cảng không có thuyền viên... thì mạn khô có thể giảm 25% so với tính toán.

Chiều dài của kiến trúc thượng tầng S , là chiều dài trung bình của kiến trúc thượng tầng trong phạm vi chiều dài thân tàu L .

Chiều dài hữu hiệu của kiến trúc thượng tầng E . Ngoài các quy định riêng ra, chiều dài của kiến trúc thượng tầng kín có chiều cao tiêu chuẩn S , là chiều dài hữu hiệu của kiến trúc thượng tầng $E = S$.

Trong mọi trường hợp, nếu kiến trúc thượng tầng kín có chiều cao tiêu chuẩn nằm trong phạm vi mạn tàu mà công ước đường tải trọng cho phép, thì chiều dài hữu hiệu là chiều dài hiệu chỉnh theo tỷ lệ b/B_s ,

trong đó b là chiều rộng ở giữa chiều dài kiến trúc thượng tầng, B_s là chiều rộng tàu ở vị trí giữa chiều dài kiến trúc thượng tầng.

Nếu chiều cao kiến trúc thượng tầng kín H_1 nhỏ hơn chiều cao tiêu chuẩn H_0 , thì

$$E = \frac{H_1}{H_0} \cdot S \quad (6.109)$$

Nếu $H_0 \leq H_1$ thì $E = S$.

Về chiều dài hữu hiệu của boong nâng cao phía sau, nếu vách trước hoàn chỉnh, chiều dài đó là chiều dài boong nâng cao phía sau, dài nhất có thể tới $0,6L$. Nếu vách trước không hoàn chỉnh, thì boong nâng cao sau có thể xem là lầu lải có chiều cao không tiêu chuẩn.

Kiến trúc thượng tầng không kín nên xem là không có chiều dài hữu hiệu.

Kết cấu bao che.

Kết cấu bao che không kéo tới hai mạn hoặc kiến trúc tương tự, nếu phù hợp với điều kiện liên quan của công ước đường tải trọng thì được xem là hữu hiệu, nhưng chiều rộng của nó ít nhất phải bằng 60% chiều rộng thân tàu ; trường hợp không có kiến trúc thượng tầng, chiều dài ít nhất phải bằng $0,6L$.

Chiều dài hữu hiệu của kết cấu bao che có được bằng cách chiết khấu theo tỷ lệ chiều rộng trung bình trên toàn bộ chiều dài và chiều rộng thân tàu.

Chiều cao tiêu chuẩn của kết cấu bao che là chiều cao tiêu chuẩn của kiến trúc thượng tầng, không phải là chiều cao tiêu chuẩn của boong nâng cao phía sau. Khi chiều cao đó nhỏ hơn chiều cao tiêu chuẩn, thì chiều cao hữu hiệu sẽ giảm theo tỷ lệ giữa chiều cao thực tế và chiều cao tiêu chuẩn. Nếu chiều cao tấm thành miệng khoang của boong kết cấu bao che nhỏ hơn chiều cao yêu cầu của công ước đường tải trọng thì lấy chiều cao thực tế của kết cấu bao che trừ đi số chênh lệch giữa chiều cao thực tế của tấm thành miệng khoang và chiều cao yêu cầu của miệng khoang.

Trị số hiệu chỉnh mạn khô f_5 theo kiến trúc thượng tầng hữu hiệu được tính như sau :

Nếu $E = 0,1L$:

$$\left. \begin{array}{lll} \text{Khi } L = 24 \text{ m} & f'_5 = -350 \text{ mm} & f_5 = f'_5 \\ \text{Khi } L = 85 \text{ m} & f'_5 = -860 \text{ mm} & f_5 = f'_5 \\ \text{Khi } L \geq 122 \text{ m} & f'_5 = -1070 \text{ mm} & f_5 = f'_5 \end{array} \right\} \quad (6.110)$$

Với trị số trung gian của L , f'_5 tính theo nội suy tuyến tính.

Nếu $E < 1,0L$, thì $f_5 = f'_5 \times P\%$.

P được tính theo bảng 6.23.

Bảng 6.23

Trị số P của toàn loại A

Tổng chiều dài hữu hiệu của kiến trúc thượng tầng và kết cấu bao che											
Trị số P	0	0,1L	0,2L	0,3L	0,4L	0,5L	0,6L	0,7L	0,8L	0,9L	1,0L
	0	7	14	21	31	41	52	63	75,5	87,7	100

Ghi chú. Với trị số trung gian của tổng chiều dài hữu hiệu của kiến trúc thượng tầng và kết cấu bao che trị số P được tính theo nội suy tuyến tính.

Hiệu chỉnh mạn khô theo độ cong boong.

Mặt cắt của độ cong tiêu chuẩn của boong được xác định theo tọa độ dọc của độ cong tiêu chuẩn của boong.

Vị trí		Tọa độ, mm	Hệ số
Phần sau nửa thân tàu	Đường vuông góc phía lái		
		$Y_{A10} = 25 \left(\frac{L}{3} + 10 \right)$	1
	Cách đường vuông góc phía lái $\frac{1}{6}L$	$Y_{A20} = 11,1 \left(\frac{L}{3} + 10 \right)$	3
	Cách đường vuông góc phía lái $\frac{1}{3}L$	$Y_{A30} = 2,8 \left(\frac{L}{3} + 10 \right)$	3
Giữa tàu		0	1
Phần nửa trước thân tàu	Cách đường vuông góc phía mũi $\frac{1}{3}L$	$Y_{F30} = 5,6 \left(\frac{L}{3} + 10 \right)$	3

	Vị trí	Tọa độ, mm	Hệ số
Phần nửa trước thân tàu	Cách đường vuông góc		
	phía mũi $\frac{1}{6}L$	$Y_{F20} = 22,2 \left(\frac{L}{3} + 10 \right)$	3
	Đường vuông góc phía mũi	$Y_{F10} = 50 \left(\frac{L}{3} + 10 \right)$	1

Khi khác biệt với độ cong tiêu chuẩn của boong thì tính như sau .

Nếu mặt cắt độ cong boong thực tế không giống độ cong tiêu chuẩn của boong, trị số tọa độ dọc tương ứng tại đường vuông góc phía mũi và phía lái và ở vị trí cách chúng $\frac{1}{6}L$, $\frac{1}{3}L$ là Y_{A1} , Y_{A2} , Y_{A3} , Y_{F1} , Y_{F2} , Y_{13} .

Trị số không đủ hoặc dư của độ cong boong phần nửa trước thân tàu là :

$$S'_F = \frac{1}{8} \left[(Y_{F1} - Y_{F10}) + 3(Y_{F2} - Y_{F20}) + 3(Y_{13} - Y_{F30}) \right] \quad (6.111)$$

Trị số không đủ hoặc dư của độ cong boong phần nửa sau thân tàu là :

$$S'_A = \frac{1}{8} \left[(Y_{A1} - Y_{A10}) + 3(Y_{A2} - Y_{A20}) + 3(Y_{A3} - Y_{A30}) \right] \quad (6.112)$$

Độ cong boong tiêu chuẩn của phần nửa sau thân tàu là :

$$S_{A0} = \frac{1}{8} \left[Y_{A10} + 3Y_{A20} + 3Y_{A30} \right] \quad (6.113)$$

$$\text{Nếu } S'_F < 0, S'_A > 0 \text{ thì } S_A = 0, S_F = S'_F \quad (6.114)$$

$$\text{Nếu } S'_F > 0, S'_A \leq 0,75 S_{A0}, \text{ thì } S_F = S'_F, S_A = S'_A \quad (6.115)$$

$$\text{Nếu } S'_F > 0, S'_A < 0,50 S_{A0}, \text{ thì } S_F = 0, S_A = S'_A \quad (6.116)$$

Nếu $S'_F > 0$, $0,5 S'_{A0} \leq S'_A \leq 0,75 S_{A0}$, thì dùng phương pháp nội suy tuyến tính để tìm ra S_F .

Nếu tính lấu lái hoặc lấu mũi vào độ cong boong thì phải tăng S_A hoặc S_F một lượng S :

$$S = \frac{Y}{3} \frac{L'}{L} \quad (6.117)$$

trong đó : Y - độ chênh lệch, mm, giữa chiều cao thực tế của kiến trúc

thượng tầng và chiều cao tiêu chuẩn tại vị trí đường vuông góc phía lái hoặc phía mũi ;

L' - chiều dài kín trung bình, m, của lầu lái hoặc lầu mũi, ($L' \geq 0,5L$) ;

L - chiều dài thân tàu, m.

Trị số hiệu chỉnh theo độ cong phi tiêu chuẩn của boong f_6 .

$$f_6' = -\frac{1}{2} (S_{l'} + S_{\Lambda}) \times (0,75 - \frac{l}{2L}) \quad (6.118)$$

trong đó : l - tổng chiều dài, m, của kiến trúc thượng tầng kín.

Nếu $f_6' < 0$, và giữa tàu không có kiến trúc thượng tầng kín, thì :

$$f_6 = 0 \quad (6.119)$$

Nếu $f_6' < 0$, và phía trước và sau giữa tàu đều có kiến trúc thượng tầng kín không nhỏ hơn $0,1 L$, thì :

$$f_6 = f_6' \quad (6.120)$$

Nếu $f_6' < 0$, phía trước và sau giữa tàu đều có kiến trúc thượng tầng kín $< 0,1L$, thì trị số f_6 được tính theo phương pháp nội suy tuyến tính từ hai công thức trên

Khi $f_6' < 0$

$$|f_6|_{\max} = \frac{L}{100} \times 125 \quad (6.121)$$

$$\text{Nếu } f_6' > 0 \quad f_6 = f_6' \quad (6.122)$$

Chiều cao nhỏ nhất của mũi tàu.

Chiều cao mũi tàu là khoảng cách vuông góc h_f , trên đường vuông góc phía mũi, tính từ mạn khô mùa hè tương ứng được xem xét và đường nước nghiêng dọc thiết kế đến mép trên của boong lộ thiên mạn tàu.

$$\text{Khi } L < 250 \text{ m} \quad h_{f\min} = 56L \left(1 - \frac{L}{500}\right) \frac{1,36}{\delta + 0,68} \quad (6.123)$$

$$\text{Khi } L \geq 250 \text{ m} \quad h_{f\min} = 7000 \frac{1,36}{\delta + 0,68} \quad (6.124)$$

Trong các công thức trên, nếu $\delta < 0,68$ thì lấy $\delta = 0,68$, $h_f \geq h_{f\min}$

Nếu chiều cao tối thiểu của mũi tàu đạt được nhờ độ cong boong,

thì độ cong boong đó phải kéo dài tới vị trí 15% chiều dài thân tàu, tính từ đường vuông góc phía mũi.

Nếu chiều cao tối thiểu của mũi tàu đạt được nhờ bố trí lấu mũi, thì chiều dài của lấu mũi ít nhất phải bằng $0,07L$ tính từ đường vuông góc phía mũi về phía sau.

Với tàu đặc chủng, nếu không thỏa mãn hai yêu cầu trên thì phải xét riêng, nhưng phải được cơ quan chủ quản đồng ý, nếu không

$$f_1 = h_{\text{fmin}} - h_f \quad (6.125)$$

Tính mạn khô khu vực, thời tiết.

Mạn khô vùng nhiệt đới f_T :

$$f_T = f - \frac{T}{48} \quad (6.126)$$

trong đó : T – mớn nước mùa hè, tính từ mép trên ký tàu đến trung tâm vòng tròn ký hiệu của đường tải trọng, mm.

Trị số $f_T \leq 50$ mm. Khi nắp miệng khoang ở vị trí số 1 không phù hợp với công ước đường tải trọng, thì trị số $f_T \leq 150$ mm.

- Mạn khô mùa đông f_w :

$$f_w = f + \frac{T}{48} \quad (6.127)$$

trong đó : T – mớn nước mùa hè, mm.

Mạn khô mùa đông Bắc Đại Tây Dương f_{wNA} .

Với tàu $L < 100$ m, bất kỳ bộ phận nào của Bắc Đại Tây Dương theo phụ lục quy định của công ước đường tải trọng, vào mùa đông, thì mạn khô mùa đông là :

$$f_{wNA} = f_w + 50 \quad (6.128)$$

$$\text{Với các tàu khác} \quad f_{wNA} = f_w \quad (6.129)$$

Mạn khô nước ngọt f_F :

$$f_F = f - \frac{\Delta}{40 T_{PC}} \times 10 \quad (6.130)$$

trong đó : Δ – lượng chiếm nước trong nước biển ứng với đường tải trọng mùa hè ;

T_{PC} – số tấn tính trên một cm (t/cm) trong nước biển ứng với đường tải trọng mùa hè.

Nếu không xác định được Δ , thì :

$$f_F = f - \frac{T}{48} \quad (6.131)$$

Mạn khô nước ngọt vùng nhiệt đới f_{TF} :

$$f_{TF} = f_F - \frac{T}{48} \quad (6.132)$$

Trường hợp mạn khô hình dáng theo công ước đường tải trọng xem xét không bằng mạn khô tính toán do sức bền thân tàu, ổn định toàn tàu và ổn định khi tàu bị thủng, thì lấy theo mạn khô có trị số lớn hơn.

6.10. TÍNH TOÁN HẠ THỦY

6.10.1. Bố trí hạ thủy hướng dọc

a) Thường có hai đường trượt với khoảng cách bằng khoảng 1/3 chiều rộng thân tàu. Độ dốc của đường trượt β , tùy theo tàu to nhỏ mà quyết định, thường trong phạm vi dưới đây :

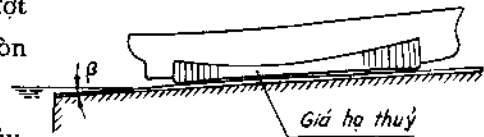
$$\text{Tàu nhỏ dưới 100 m chiều dài, } \beta = \frac{1}{12} \div \frac{1}{24}$$

$$\text{Tàu cỡ trung 100 ~ 200 m chiều dài, } \beta = \frac{1}{15} \div \frac{1}{20}$$

$$\text{Tàu cỡ lớn trên 200 m chiều dài, } \beta = \frac{1}{20} \div \frac{1}{24}$$

Để tiết kiệm giá thành đóng tàu, với tàu cỡ lớn thường dùng đường trượt hình vòng cung, bán kính cung tròn khoảng (5000 – 15000)m.

b) Trên tàu nên có giá hạ thủy, chiều dài giá hạ thủy bằng khoảng 80% chiều dài thân tàu. Hai đầu giá hạ thủy tương đối khỏe, gọi là giá đỡ trước và giá đỡ sau. Bỏ giá đỡ trước có thể cải thiện sự phân bố lực khi đuôi nổi lên. Mặt đáy của giá hạ thủy



Hình 6.17. Hạ thủy hướng dọc.

gọi là tấm trượt, giữa mặt tiếp xúc của tấm trượt và đường trượt có mỡ bôi trơn. Cũng có sử dụng con lăn hạ thủy.

c) Thường bố trí trên đà tàu cho phần đuôi tàu vào nước trước. Độ dốc của ky tàu α , thường nhỏ hơn độ dốc đường trượt β , $\frac{1}{100} \sim \frac{1}{200}$ hoặc bằng nhau.

Quá trình hạ thủy dọc

Quá trình hạ thủy dọc thường chia làm bốn giai đoạn.

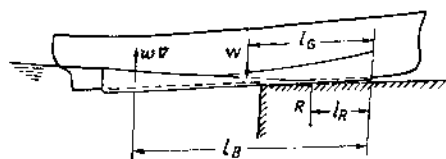
Giai đoạn 1. Tính từ khi tàu bắt đầu trượt đến khi thân tàu tiếp xúc với mặt nước. Trong giai đoạn này, tàu dựa vào trọng lực trượt theo đường trượt. Giả thiết trọng lực hạ thủy là W (bao gồm thân tàu và giá hạ thủy), độ dốc đường trượt β (trường hợp đường trượt hình cung tròn, lấy theo độ dốc đường trượt phía dưới trọng tâm), hệ số ma sát tĩnh μ , thì điều kiện cho tàu bắt đầu trượt là lực tác dụng làm cho tàu trượt xuống $F = W (\sin\beta - \mu\cos\beta) > 0$, do đó :

$$\operatorname{tg}\beta > \mu \quad (6.133)$$

Trong giai đoạn 1, cần lưu ý :

Tính chính xác trọng lượng hạ thủy và vị trí trọng tâm.

Nếu hệ số ma sát của mỡ bôi trơn quá lớn hoặc sức chịu nén quá thấp, tàu không thể trượt xuống được. Trong trường hợp đó phải dùng giải pháp cơ giới đẩy đầu trước của tấm trượt làm cho tàu trượt xuống. Nhưng trước khi hạ thủy phải chú ý lựa chọn mỡ bôi trơn và phải xét tới ảnh hưởng của nhiệt độ và lực nén của mặt đỡ đường trượt đối với hệ số ma sát.



Hình 6.18. Đuôi tàu xuống nước.

Nếu hệ số ma sát động quá lớn, có thể giữa đường hạ thủy tàu ngừng trượt, do đó phải xem xét kỹ mọi nhân tố ảnh hưởng đến hệ số ma sát động, xác định trị số lớn nhất, để nghiệm xem khi hạ thủy tàu có thể bị ngừng trượt không.

Giai đoạn 2. Tính từ khi thân tàu tiếp xúc mặt nước đến khi đuôi tàu nổi lên. Trong giai đoạn này, bộ phận xuống nước của đuôi tàu có lực nổi. Giả thiết trọng lực hạ thủy là W , lực nổi này là wV , phản lực của đường trượt là R , từ điểm tác dụng của các lực trên đến điểm đầu

trước của giá hạ thủy có khoảng cách là l_G , l_B , l_R . Phương trình cân bằng lực và mômen của giai đoạn này như sau :

$$\left. \begin{aligned} W &= w\nabla + R \\ Wl_G &= w\nabla l_B + Rl_R \end{aligned} \right\} \quad (6.134)$$

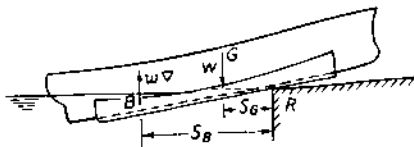
Trong giai đoạn 2, chú ý tránh hiện tượng đuôi tàu "rơi" xuống nước. Trước khi đuôi tàu nổi, sau khi trọng tâm tàu qua đầu cuối của đường trượt, nếu $WS_G > w\nabla S_B$ thì phát sinh hiện tượng đuôi tàu rơi xuống nước. Khi đó đuôi tàu có thể bị nước đập vào đáy hoặc do phản lực R tập trung ở cuối đường trượt làm thân tàu bị hư hại. Do đó, nếu tính toán cho kết quả chỉ rõ khả năng xuất hiện hiện tượng đuôi tàu bị rơi, thì phải có giải pháp tránh. Các giải pháp đó có thể lựa chọn như sau :

- tăng chiều dài bộ phận dưới nước của đường trượt ;
- tăng độ dốc hoặc độ cong của đường trượt ;
- thêm trọng lượng dầm ở mũi tàu.

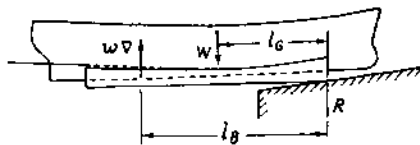
Giai đoạn 3. Tính từ khi đuôi tàu bắt đầu nổi đến khi mép trước của tấm trượt của giá hạ thủy rời khỏi đường trượt. Khi đuôi tàu bắt đầu nổi, về lý thuyết, phản lực R của đường trượt tập trung tác dụng vào điểm đỡ phía trước của giá hạ thủy. Khi đó phương trình cân bằng lực và mômen là :

$$\left. \begin{aligned} W &= w\nabla + R \\ Wl_G &= w\nabla l_B \end{aligned} \right\} \quad (6.135)$$

Đuôi tàu nổi là hiện tượng bình thường trong quá trình hạ thủy. Nhưng phải có giải pháp thích đáng tránh lực nén tập trung tác dụng vào điểm phía trước của giá hạ thủy, làm hư hại kết cấu. Thường có cần chêm vào giữa tấm trượt phía trước và thân tàu làm cho phản lực phân bố ở một đoạn tương đối dài.



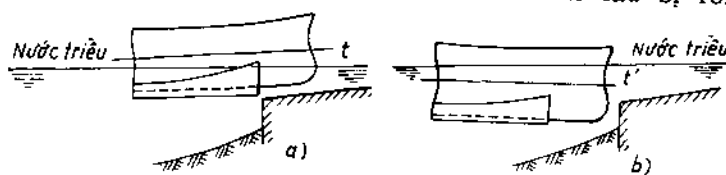
Hình 6.19. Hiện tượng đuôi tàu rơi xuống nước.



Hình 6.20. Đuôi tàu nổi.

Giai đoạn 4. Tính từ khi mép trước của tấm trượt giá hạ thủy rời đường trượt đến khi tàu dừng hẳn.

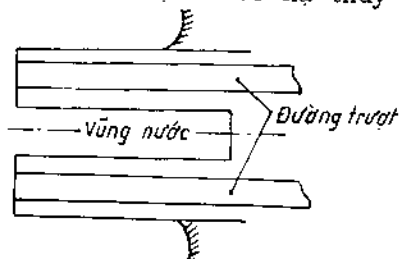
Khi mép trước của tấm trượt giá hạ thủy rồi mép cuối của đường trượt, trọng lượng hạ thủy của tàu vẫn lớn hơn lực nổi, mớn nước mũi nhỏ hơn mớn nước mũi tự nổi sẽ có hiện tượng mũi tàu bị rơi. Khi t là chiều cao rơi xuống, t' là lượng chìm xuống do quán tính, thường $t' = 1,1t$. Khi mũi tàu bị rơi như vậy có thể có hiện tượng nước va đập phía đáy mũi tàu hoặc va đập dầm tàu làm hư hại kết cấu thân tàu. Do đó, khi có hiện tượng trên phát sinh, cần phải kéo dài phần ngập vào nước của đường trượt, tăng độ sâu của lòng sông ở mép cuối đường trượt, và khi bố trí dầm có hai đường trượt thì khoét sâu vùng chính giữa của bộ phận dưới nước. Như vậy sẽ tránh được sự va đập của tàu vào dầm tàu hoặc nước va đập vào đáy mũi tàu khi mũi tàu bị rơi.



Hình 8.21. Hiện tượng mũi rơi :

a) đường nước nổi tính t ; b) độ chìm quán tính t' .

Sau khi tàu rời khỏi đường trượt, do quán tính tàu còn chuyển dịch trên mặt nước một đoạn về phía trước. Nếu khu vực nước hạ thủy có thể phát sinh va chạm hoặc mắc cạn, do đó phải tùy tình hình cụ thể mà có giải pháp hãm làm cho tàu ngừng dịch chuyển một cách an toàn, có thể là thả neo hoặc kéo vật nặng như kéo cục xi măng, sắt thép, xích neo..., cũng có thể buộc một tấm gỗ ngang phía sau lái, làm tăng sức cản dịch chuyển của tàu.



Hình 8.22. Dầm tàu có vùng nước ở giữa.

6.10.2. Tính toán hạ thủy dọc

Đường cong hạ thủy

Hoành độ trên đường cong hạ thủy là hành trình của tàu x , là khoảng cách của tàu dịch chuyển trên đường trượt.

Tung độ là trọng lực và mômen.

Đồ thị đường cong hạ thủy thường có những đường cong sau :

- trọng lực hạ thủy W = hằng số ;

- lực nổi $w\nabla = f(x)$;
- mômen của trọng lực hạ thủy đối với điểm đỡ phía trước của giá hạ thủy

$$M_W = W.l_G \quad (6.136)$$

- mômen của lực nổi đối với điểm đỡ phía trước của giá hạ thủy

$$M'_\nabla = w\nabla.l_B \quad (6.137)$$

- mômen của trọng lực hạ thủy đối với mép cuối của đường trượt

$$M'_W = W.S_G \quad (6.138)$$

- mômen của lực nổi đối với mép cuối của đường trượt

$$M'_\nabla = w\nabla.S_B \quad (6.139)$$

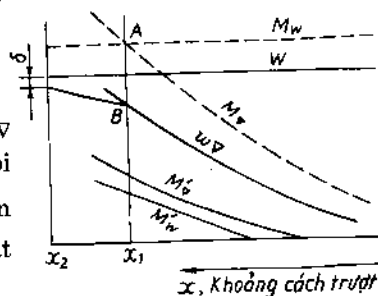
Từ đường cong hạ thủy, ta thấy :

- trong hành trình khác nhau của tàu, phản lực của đường trượt $R = W - w\nabla$ (trị số W và $w\nabla$ trên đường cong) ;

- hành trình x_1 của đuôi tàu khi bắt đầu nổi ứng với giao điểm M_W và M'_∇ (điểm A trong hình 6.23) ;

- theo vị trí của hai đường cong M'_∇ và M'_W có thể phán đoán hiện tượng đuôi tàu bị rơi hay không. Nếu đường M'_∇ nằm trên đường M'_W ($M'_\nabla > M'_W$) thì có thể phát sinh hiện tượng đuôi tàu bị rơi ;

- căn cứ vào hành trình x_2 của điểm đỡ phía trước giá hạ thủy rời khỏi mép cuối của đường trượt ứng với lực nổi $w\nabla$ và trọng lực hạ thủy W , có thể phán đoán hiện tượng mũi tàu rơi phát sinh hay không. Nếu hai đường cong $w\nabla$ và W ở x_2 giao nhau ($w\nabla = W$) thì hiện tượng mũi tàu rơi có thể phát sinh. Nếu đường $w\nabla$ ở phía dưới đường W ($w\nabla < W$) thì hiện tượng mũi tàu rơi phát sinh. Trong hình 6.23 $\delta = W - w\nabla$ là trọng lượng mũi tàu rơi.



Hình 6.23. Đường cong hạ thủy.

Các bước tính đường cong hạ thủy :

- Vẽ và ghi rõ kích thước trên sơ đồ hạ thủy

L - chiều dài giữa hai đường vuông góc của thân tàu, m ;

W - trọng lực hạ thủy, kN ;

l_G – khoảng cách từ trọng tâm đến mép trước giá hạ thủy, m ;
 α – dùng phân số biểu thị, độ dốc của ky ;
 β – dùng phân số biểu thị, độ dốc của đường trượt ;
 chiều cao – của nước triều tại mép cuối của đường trượt, m ;
 khoảng cách – từ trọng tâm đến mép cuối của đường trượt, m ;
 khoảng cách – từ đường vuông góc phía đuôi đến mép cuối của đường trượt, m ;

khoảng cách – từ đường vuông góc phía đuôi đến mép trước của giá hạ thủy, m ;

chiều cao – tại vị trí đường vuông góc phía đuôi, của đường chuẩn ky tàu từ mặt trên của đường trượt trở lên, m ;

chiều cao h – tại vị trí đường vuông góc phía mũi, của đường chuẩn ky tàu từ mặt nước trở lên, m ;

lực chịu nén lớn nhất của đường trượt, kN/m^2 ;

Trong đó, trọng lực hạ thủy và trọng tâm được tính theo phương pháp tính chính xác. Có thể bỏ qua không tính đến trọng lực và lực nổi của gỗ trong giá hạ thủy.

Khi khoảng cách trượt là x , môn nước mũi T_F và môn nước lái T_A được tính như sau :

$$\left. \begin{aligned} T_F &= -h + x\beta - x(l-x)/2\rho \\ T_A &= T_F + L(\alpha + x/\rho) \end{aligned} \right\} \quad (6.140)$$

trong đó : l – chiều dài dây cung của đường trượt hình cung tròn, m ;

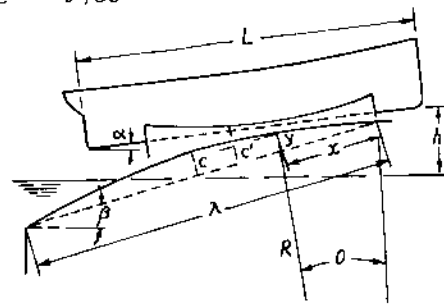
ρ – bán kính cong của đường trượt hình cung tròn, m ;

$$\rho = (l^2 + 4c^2)/8c \approx l^2/8c$$

khi đường trượt phẳng, $\rho = \infty$;

c – độ cong của đường trượt hình cung tròn, m.

Khi tính, phải giả định một trị số cụ thể cho hành trình x . Thường lấy 5 ~ 6 trị số có khoảng cách như sau, trong đó trị số lớn nhất phải bao gồm trường hợp đuôi tàu nổi lên, tránh ngoại suy.



Hình 6.24. Đường trượt hình cung tròn.

Từ một số nhóm trị số môn nước, trên đồ thị Bonjean tìm ra đường nước và từ đó tính ra lực nổi $w\nabla$ và tâm nổi hướng dọc x_B . Chú ý vị trí tâm nổi hướng dọc là khoảng cách từ tâm nổi đến đường vuông góc phía đuôi tàu.

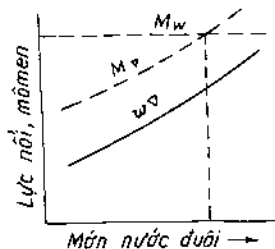
Tương ứng với các hành trình giả định, tính M_W , M_V , M'_W và M'_V

Vẽ đường cong hạ thủy

Từ đó, căn cứ vào giao điểm A của hai đường cong mômen trong lực hạ thủy M_W và mômen lực nổi M_V , trên hình 6.23 xác định ra khoảng cách trượt khi đuôi tàu bắt đầu nổi, và cũng từ đó tìm ra lực giả đỡ phía trước khi đuôi tàu nổi lên, $R = W - w\nabla$.

Thử xác định hành trình nổi hoàn toàn của tàu. Thường giả thiết 3 ~ 4 hành trình cách đều nhau (khoảng cách gấp đôi so với giả thiết trên) hành trình nhỏ nhất phải lớn hơn hành trình đuôi tàu nổi lên, trị số lớn nhất lớn hơn hành trình làm nổi hoàn toàn của tàu một ít. Ở mỗi hành trình lại giả thiết bốn môn nước đuôi tàu, từ đó tính ra môn nước mũi dùng cho tính toán. Dùng đường cong Bonjean và các phương pháp tính để xác định lực nổi và vị trí tâm nổi hướng dọc ở mỗi đường nước trên mỗi hành trình. Từ đó tính ra mômen của mỗi lực nổi đối với điểm đỡ phía trước của giá hạ thủy, $M_V = w\nabla \cdot l_B$.

Theo kết quả tính toán trên, vẽ đường cong phụ trợ nổi hoàn toàn ứng với mỗi hành trình. Trong hình 6.25, $M_V = M_W$ tương ứng với trị số môn nước đuôi và lực nổi.



Hình 6.23.
Đường cong phụ trợ nổi hoàn toàn.

Dùng trị số lực nổi của các hành trình vẽ vào hình 6.23, hành trình tương ứng với điểm giao nhau của $w\nabla$ và W là hành trình nổi hoàn toàn của tàu.

Đưa trị số hành trình của mép cuối đường trượt rời khỏi điểm đỡ phía trước vào hình 6.23 có thể phán đoán có hiện tượng mũi tàu bị rơi xuống không. Nếu hành trình nổi hoàn toàn của tàu nhỏ hơn hành trình của mép cuối đường trượt rời khỏi điểm đỡ phía trước thì không có hiện tượng mũi tàu bị rơi xuống, và ngược lại thì phát sinh hiện tượng mũi tàu bị rơi.

Tính lực nén đường trượt

Tính lực nén đường trượt nhằm phán đoán xem mỡ bôi trơn, đường trượt và giá đỡ phía trước có thể chịu được hay không.

Hình 6.26 biểu thị các trạng thái phân bố khác nhau

Giả thiết có hai đường trượt, chiều rộng tiếp xúc của mỗi đường là b , phương pháp tính toán lực nén ở các giai đoạn hạ thủy như sau :

Giai đoạn 1. Điểm tác dụng của phản lực R thường nằm trong phạm vi $l_s/3$ của chiều dài tiếp xúc chính giữa của tấm trượt và đường trượt, giả thiết lực nén đường trượt phân bố theo quy luật hình thang tương đối với thực tế. Và theo hình 6.26a

$$R = W \quad (6.141)$$

$$\left. \begin{aligned} P_f &= (R/l_s b)(2 - 3l_R/l_s) \\ P_a &= (R/l_s b)(3l_R/l_s - 1) \end{aligned} \right\} \quad (6.142)$$

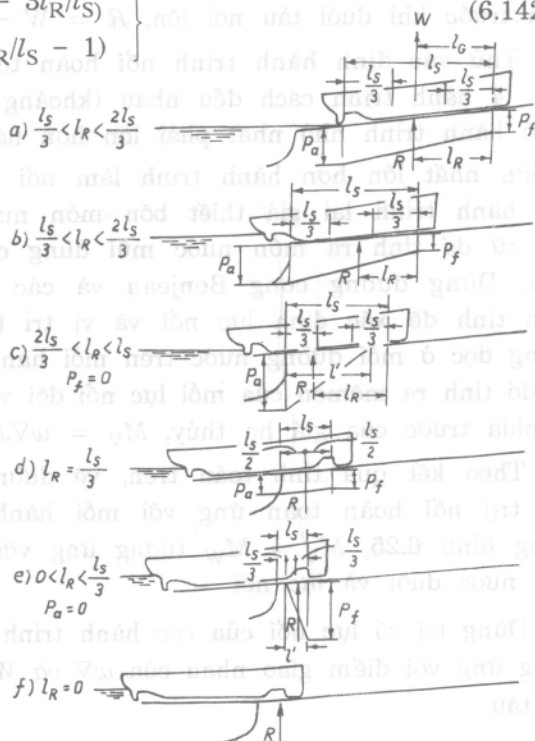
Giai đoạn 2. Do lực nổi tác dụng, phản lực của đường trượt R và khoảng cách từ điểm tác dụng đến mép trước của tấm trượt được xác định như sau :

$$\left. \begin{aligned} R &= W - wV \\ l_R &= (Wl_G - wVl_B)/R \end{aligned} \right\} \quad (6.143)$$

trong đó : l_B - khoảng cách từ tâm nổi đến mép trước của tấm trượt.

Căn cứ vào vị trí điểm tác dụng của phản lực R , lựa chọn phương pháp tính toán :

a) Điểm tác dụng của phản lực R nằm trong phạm vi $l_s/3$ chính giữa chiều dài tiếp xúc của tấm trượt và đường trượt, lực nén phân bố theo quy luật hình thang (h.6.26b), lực nén mép trước và mép sau được xác định theo công thức (6.142).



Hình 6.26. Cho R phân bố ở giá đỡ trước :

W - trọng lực hạ thủy, R - phản lực đường trượt (hợp lực); P_f - lực nén trên đường trượt tại mép trước của tấm trượt; P_a - lực nén của đường trượt và mép sau của mặt tiếp xúc tấm trượt; l_s - chiều dài tiếp xúc giữa tấm trượt và đường trượt; l' - chiều dài tiếp xúc hữu hiệu giữa tấm trượt và đường trượt; l_R - khoảng cách từ điểm tác dụng của phản lực R đến mép trước của tấm trượt; l_G - khoảng cách từ trọng tâm G đến mép trước tấm trượt

b) Khoảng cách từ điểm tác dụng của phản lực R đến điểm đỡ phía trước $> 2l_S/3$, lực nén phân bố theo hình tam giác, do giữa đường trượt và tấm trượt có thể chịu lực kéo, chiều dài tiếp xúc hữu hiệu $l' = 3(l_S - l_R)$ (h.6.26c), lực nén mép trước và mép sau trong phạm vi chiều dài tiếp xúc hữu hiệu này được tính như sau :

$$\left. \begin{aligned} P_f &= 0 \\ P_a &= R/3 (l_S - l_R)b \end{aligned} \right\} \quad (6.144)$$

c) Điểm tác dụng của phản lực R ở chính giữa chiều dài tiếp xúc đường trượt, lực nén phân bố theo hình chữ nhật (h.6.26d), lực nén mép trước và mép sau trong trường hợp này được xác định như sau :

$$P_f = P_a = R/2 l_S b \quad (6.145)$$

d) Khoảng cách từ điểm tác dụng của phản lực R đến điểm đỡ phía trước $< l_S/3$, lực nén phân bố theo hình tam giác, giữa tấm trượt và đường trượt không chịu được lực kéo, chiều dài tiếp xúc hữu hiệu $l'_S = 3l_R$ (h.6.26e), lực nén mép trước và mép sau trong chiều dài tiếp xúc hữu hiệu của trường hợp này được xác định như sau :

$$\left. \begin{aligned} P_f &= R/3 l_R b \\ P_a &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (6.146)$$

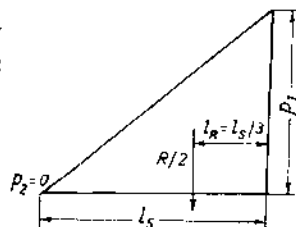
e) Khoảng cách từ điểm tác dụng của phản lực R đến điểm đỡ phía trước $l_R = l_S/3$, lực nén phân bố theo hình tam giác (h.6.27) lực nén mép trước và mép sau trong trường hợp này được xác định như sau :

$$\left. \begin{aligned} P_f &= R/l_S b \\ P_a &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (6.147)$$

f) Khi đuôi tàu bắt đầu nổi, về lý thuyết phản lực R tác dụng tập trung vào mép trước của tấm trượt (h.6.26f). Thực tế sau khi có giải pháp có thể làm cho lực nén phân bố đều trong một phạm vi nhất định. Giả thiết chiều dài chịu lực nén trung bình ở giá đỡ phía trước là l_p , thì khi đuôi tàu nổi lên, lực nén tại đáy của đường trượt là :

$$P = R/2 l_p b \quad (6.148)$$

Chú ý. Khi đuôi tàu bị rơi, phản lực R tác dụng tập trung vào mép sau của đường trượt. Trường hợp này phải tránh phát sinh.



Hình 6.27. Phân bố lực nén theo hình tam giác.

6.10.3. Phạm vi cho phép của lực nén

Phạm vi lực nén trung bình trước khi làm trượt cho trong bảng 6.24.

Bảng 6.24

Trọng lượng hạ thủy $W/g, t$	500	1,000	3,000	5,000	10,000	15,000	20,000	25,000	30,000
Lực nén trung bình $p_m, kN/m^2$	88,3 ~166,8	103 ~181,5	127,5 ~210,9	142,2 ~240,3	157 ~299,2	166,8 ~309	171,7 ~313,9	176,6 ~318,8	181,5 ~323,7

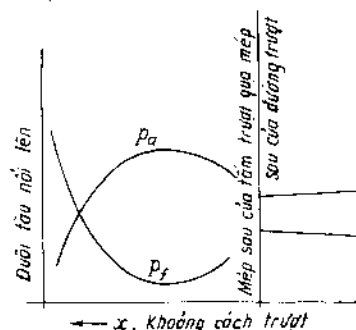
Ghi chú. $p_m = W/lbn$; l, b, n - chiều dài, chiều rộng, số đường trượt.

- Khi hạ thủy bằng con lăn, tải trọng trung bình của con lăn (với đường kính 90 mm) là (9,81 ~ 19,62) kN trên mỗi con lăn.

Sự thay đổi lực nén của đường trượt trong quá trình tàu trượt được biểu thị trên hình 6.28.

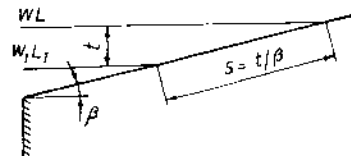
Chú ý. Lấy trị số lớn nhất của P_a và P_f .

a) Với trị số lớn nhất của lực nén mép sau tấm trượt P_a , thường xuất hiện trong hành trình mép sau của tấm trượt qua mép sau của đường trượt tới khi đuôi tàu nổi lên. Xét về đà tàu và sức bền thân tàu, trị số lớn nhất P_a thường $> 441,5 kN/m^2$. Ngược lại, phải gia cường phần cuối đà tàu.



Hình 6.28. Sự thay đổi của lực nén đường trượt theo hành trình.

b) Trong khoảng khắc đuôi tàu nổi lên, lực nén ở mép trước tấm trượt P_f đạt tới trị số lớn nhất. Thường lực nén lớn nhất của giá đỡ phía trước không được quá $1080 kN/m^2$. Với đà tàu phải liên kết chặt phần gia cường đuôi đến gần chính giữa chiều dài đà, gia cường khỏe hơn để có thể chịu được lực nén khi đuôi tàu nổi lên. Theo kinh nghiệm khi đuôi tàu nổi lên, phần lực R của đường trượt bằng 20–25% trọng lượng hạ thủy. Nhà máy đóng tàu phải căn cứ tình hình cụ thể, kết hợp với kinh nghiệm của nhà máy xem xét kỹ công nghệ hạ thủy.



Hình 6.29. Ảnh hưởng của mực nước triều.

Ảnh hưởng của chiều cao nước triều đối với đường cong hạ thủy.

Khi tính toán hạ thủy, thường giả thiết 2 ~ 3 mực nước. Từ đó vẽ đường cong hạ thủy ứng với mỗi mức nước để phán đoán độ an toàn ứng với mực nước thực tế.

Giả thiết đã có đường cong hạ thủy khi mực nước triều WL , cần tính ra đường cong hạ thủy ứng với mực nước thấp hơn W_1L_1 . Khoảng cách trượt của tàu từ mực nước cao đến mực nước thấp chênh nhau là $S = t/\beta$. Do đó dùng đường cong của mực nước cao WL đối hành trình là $(x + t/\beta)$, tăng trị số $w\nabla S_\beta$ một lượng $w\nabla \frac{t}{\beta}$ sẽ có được đường cong hạ thủy ứng với mực nước W_1L_1 .

6.10.4. Phân tích chuyển động khi hạ thủy dọc

Lực chuyển động khi tàu hạ thủy

Trong các giai đoạn hạ thủy, lực tác dụng lên thân tàu theo hướng chuyển động, $F = F_1 - F_2 - F_3 - F_4 - R$

$$\text{Phân lực trọng lượng hạ thủy } F_1 = W \sin \theta \quad (6.149)$$

trong đó : W - trọng lực hạ thủy ;

θ - góc giữa hướng chuyển động của tàu và đường phẳng.
Trong giai đoạn hạ thủy 1 và 2, $\theta = \beta$ (độ dốc đường trượt). Trong giai đoạn hạ thủy 3, θ giảm dần ; đến giai đoạn 4, $\theta = 0$.

$$\text{Lực ma sát : } F_2 = \mu(W - w\nabla) \cos \theta \quad (6.150)$$

trong đó : μ - hệ số ma sát, khi tàu bắt đầu trượt là hệ số ma sát tĩnh, và sau đấy là hệ số ma sát động, xem bảng 6.25 ;

$w\nabla$ - lực nổi, trong giai đoạn hạ thủy 1, $w\nabla = 0$, ở giai đoạn 2 và 3, trị số này xác định theo đường cong hạ thủy.

$$\text{Phân lực của lực nổi : } F_3 = w\nabla \sin \theta \quad (6.151)$$

Ở giai đoạn hạ thủy 1 và 4, $F_3 = 0$.

$$\text{Sức cản nước : } R = K\Delta^{2/3}v^2 \quad (6.152)$$

trong đó : K - hệ số sức cản nước, theo công thức thống kê trung bình

$$K = W\Delta^{\frac{1}{2}}/12000 \quad (6.153)$$

v - tốc độ chuyển động của tàu, m/s ;

W – trọng lực hạ thủy, kN ;

Δ – lượng chiếm nước, t.

Trong giai đoạn hạ thủy 1, $R = 0$

$$\text{Lực hãm : } F_4 = \mu_c d \quad (6.154)$$

trong đó : μ_c – hệ số ma sát của vật hãm bị kéo, xem bảng 6.25

d – trọng lực vật hãm, kN.

Trong giai đoạn hạ thủy 1 và 3, $F_4 = 0$

Bảng 6.25

Hệ số ma sát

Giữa đường trượt và tấm trượt			Hệ số ma sát μ_c , giữa vật hãm và mặt đất			
Vật liệu làm trơn	Mỡ	Con lăn	cục bê tông và mặt bê tông	xích neo và mặt bê tông	cục bê tông hoặc xích neo và mặt bê tông, có cát ướt	xích và mặt đất
Hệ số ma sát tĩnh μ	0,02 ~ 0,03	0,02 ~ 0,025				
Hệ số ma sát động μ_1	0,015 ~ 0,025	0,01 ~ 0,02	0,24 ~ 0,25	0,38 ~ 0,39	0,46 ~ 0,50	0,6 ~ 0,7

Phương trình chuyển động khi tàu hạ thủy

Giai đoạn hạ thủy 1 :

Gia tốc trượt của thân tàu :

$$a = g(\sin\beta - \mu\cos\beta) \quad (6.155)$$

Tốc độ trượt tại hành trình x bất kỳ của tàu

$$v = [2gx(\sin\beta - \mu\cos\beta)]^{1/2} \quad (6.156)$$

trong đó μ thay đổi trong quá trình thân tàu trượt, khi bắt đầu trượt là hệ số ma sát tĩnh, sau khi trượt là hệ số ma sát động.

Giai đoạn 2 và 3 :

$$\frac{W}{g}a = (W - w\nabla)(\sin\theta - \mu\cos\theta) - K\Delta^{2/3}v^2 \quad (6.157)$$

Các trị số $w\nabla$, K , v , θ thay đổi theo hành trình.

Giai đoạn 4 :

$$\frac{W}{g}a = -K\Delta^{2/3}v^2 - \mu_c d \quad (6.158)$$

d thay đổi trong quá trình chuyển động của tàu, do vật hãm thường dùng xích neo hoặc cục ximăng, trong quá trình chuyển động của tàu, trọng lượng của vật bị kéo tăng dần.

Giải phương trình chuyển động khi tàu hạ thủy.

Tốc độ trượt của tàu ở cuối giai đoạn hạ thủy 1, v ; tốc độ ban đầu của giai đoạn hạ thủy 2, v_i .

Từ giai đoạn 2, ứng với mỗi hành trình δx , lại một lần tính toán. Thường $\delta x = 5 \sim 10$ m. Giả thiết gia tốc trong mỗi hành trình nhỏ đó a , không đổi, trị số thay đổi ứng với δx ở điểm bắt đầu và điểm cuối, i và $(i + 1)$; thì :

$$\left. \begin{aligned} \text{gia tốc trong đoạn } \delta x : \quad a &= (v_{i+1}^2 - v_i^2)/2\delta x \\ \text{lực nổi trung bình trong đoạn } \delta x : w\Delta &= (w\Delta_{i+1} + w\Delta_i)/2 \\ \text{sức cản trung bình trong đoạn } \delta x : R &= K\Delta^{2/3}(v_i^2 + v_{i+1}^2)/2 \end{aligned} \right\} \quad (6.159)$$

Từ đường cong hạ thủy và các công thức trên tìm ra tốc độ và hành trình ở cuối giai đoạn hạ thủy 3.

Cũng như vậy, với các trị số có được ở cuối giai đoạn 3, tìm ra các trị số của giai đoạn kế tiếp, khi $v_{i+1} = 0$ sẽ tìm được toàn bộ hành trình hạ thủy tàu.

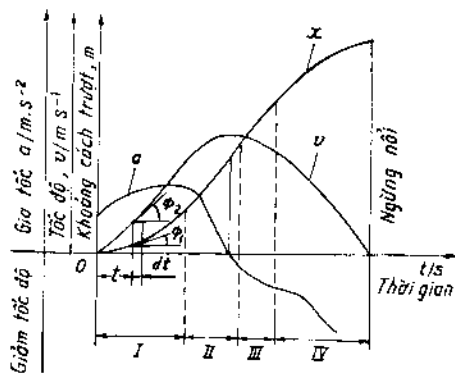
Tuy nhiên tính toán trên chỉ là gần đúng, không đủ chính xác. Cần có sản phẩm điển hình, đo lường sự chuyển động hạ thủy thực tế để tích lũy kinh nghiệm.

Nội dung đo lường thực tế là hành trình x ứng với thời gian t . Điểm đo đủ để vẽ đường cong $x - t$.

Trên hình 6.30, ứng với thời gian t , tốc độ trượt của tàu là $v = \frac{dx}{dt} = \text{tg}\Phi_1$, gia tốc chuyển động của tàu $a = \frac{dv}{dt} = \text{tg}\Phi_2$. Theo đường cong $x - t$ vẽ ra đường cong $v - t$ và $a - t$. Để bảo đảm chính xác của đường cong, hãy kiểm nghiệm theo các phương pháp sau đây :

1) Tích phân một lần đường cong $v - t$, tích phân hai lần đường cong $a - t$, kết quả phải phù hợp với đường cong $x - t$.

2) Toàn bộ quá trình hạ thủy, $\int a dt = 0$.



Hình 6.30. Đường cong các trị số đo chuyển động hạ thủy.

Chương 7

SỨC CẢN

Khi tàu chạy trên mặt nước, thân tàu chịu tác dụng của phản lực không khí và nước. Lực dòng trái chiều và hướng chuyển động của thân tàu gọi là sức cản tàu thủy.

Sức cản tàu thủy thường bao gồm hai bộ phận lớn, sức cản toàn bộ của thân tàu trên nước tĩnh R_T là phần sức cản chủ yếu của tàu, phần nữa bao gồm sức cản không khí R_A , sức cản sóng R_{AW} và sức cản của các vật thể gắn trên thân tàu, tất cả đều gọi chung là sức cản phụ.

Sức cản ma sát R'_F là hợp lực khi thân tàu chuyển động chịu tác dụng của ứng lực tiếp tuyến có độ nhớt của nước theo hướng chuyển động.

Sức cản sóng R_W là sức cản khi tàu chuyển động tạo nên sóng làm cho sự phân bố áp lực trên mặt thân tàu thay đổi tạo nên.

Sức cản nhớt nén R_{VP} là sức cản tạo nên do độ nhớt của nước gây nên sự thay đổi áp lực trên bề mặt thân tàu.

Froude chia sức cản toàn bộ thành sức cản ma sát R_F của tấm phẳng tương đương và sức cản dư R_R . Phần trên là sức cản ma sát của tấm phẳng hình hộp có cùng chiều dài và cùng diện tích mặt ướt với thân tàu, có thể tính ra được. Phần sau là hiệu số của sức cản toàn bộ và sức cản ma sát R_F , tính đối theo luật tương tự Froude.

1. Luật tương tự

Trong nghiên cứu sức cản tàu thủy, ứng dụng rộng rãi kết quả thử mô hình để dự báo tính năng sức cản của tàu thực, mà cơ sở lý luận là luật tương tự trong vật lý.

Trong trường trọng lực sau khi phân tích định lượng tổ phương trình chuyển động của dòng chảy có độ nhớt không chịu nén, có thể có được điều kiện thỏa mãn động lực tương tự như sau :

Tính tương tự hình học của mô hình và vật thực.

Các trị số không thứ nguyên của mô hình và vật thực phải bằng nhau tức là :

Trị số Reynolds	$Rn = VL/\nu = V'L'/\nu'$
Trị số Froude	$Fr = V/\sqrt{gL} = V'/\sqrt{g'L'}$
	$S_n = L/tV = L'/t'V'$
Trị số Euler	$E_n = p/\rho V^2 = p'/\rho' V'^2$

trong đó : L, V, ν, ρ, p, t - lượng đặc trưng của mô hình ;

$L', V', \nu', \rho', p', t'$ - lượng đặc trưng của vật thể, tức là chiều dài, tốc độ, hệ số nhớt của môi trường chuyển động, mật độ, áp lực và thời gian của mô hình và vật thể.

Trị số Froude bằng nhau là điều kiện tất yếu của sức cản nhớt của vật thể tương tự về hình học và hình dáng tương tự của kết cấu biên cũng như dòng chảy phía đuôi tàu. Trị số Froude bằng nhau có thể làm cho vật thể tương tự về hình học có dạng sóng và sức cản sóng tương tự khi chuyển động. Hệ số Strouhal là điều kiện tương tự của vật thể tương tự về hình học thuộc vào thời gian của dòng chảy chuyển động, tức là điều kiện tương tự của chuyển động không bình thường. Hệ số Euler biểu trưng điều kiện tất yếu khử ảnh hưởng phát sinh tương tự của áp lực không khí đối với chuyển động. Trong thử mô hình tàu về tính năng thủy động lực của tàu thủy, không thể đạt được sự hoàn toàn tương tự về động lực của tàu thực, tức là giữ được bằng nhau đồng thời của các trị số $Rn, Fr...$ của tàu thực và mô hình, do đó chỉ có thể lựa chọn trong những thử nghiệm khác nhau những điều kiện tương tự nào đó gây nên ảnh hưởng chủ yếu. Ví dụ : do trị số Froude của mô hình và tàu thực không thể bằng nhau, do đó khi thử mô hình tàu tự hành, chỉ có thể thực hiện được trị số Froude và hệ số tiến của chân vịt bằng nhau (tương đương với S_n). Khi thực hiện thử nghiệm xúi bọt của chân vịt, đảm bảo hệ số tiến và hệ số xúi bọt bằng nhau (tương đương với E_n). Do mô hình thử nghiệm chỉ có thể thực hiện được điều kiện tương tự cục bộ do đó tạo nên những sai số gọi là hiệu ứng kích thước. Tỷ số λ về kích thước của mô hình tương ứng với tàu thực, càng lớn, thì hiệu ứng kích thước càng lớn. Do vậy thử sức cản mô hình tàu thủy cũng là phương pháp gần đúng, kết quả thử nghiệm sức cản còn phải

xét tới ảnh hưởng của độ thô nhám của vật thể gắn vào thân tàu, tỷ số kích thước thu nhỏ, mới có thể dự báo tính năng sức cản của tàu thực.

2. Các hệ số

Thường trong ước tính sức cản và thử mô hình, sử dụng các hệ số không thứ nguyên để mô tả, tính toán, so sánh hoặc phân tích các tính năng sức cản của hình dáng thân tàu, về sức cản tàu thủy thường dùng các hệ số sau đây :

a) Hệ số hình dáng thân tàu

Hệ số lượng chiếm nước - chiều dài thân tàu	$\Delta/0,1L^3$
Hệ số chiều dài thân tàu - lượng chiếm nước	$L/\Delta^{1/3}$
Hệ số thể tích giãn nước	$\delta_V = \nabla/L^3$
Hệ số tròn chiều dài thân tàu - thể tích giãn nước	$\textcircled{M} = L/\nabla^{1/3}$
Hệ số tròn chiều rộng thân tàu - thể tích giãn nước	$\textcircled{B} = B/\nabla^{1/3}$
Hệ số tròn mớn nước - thể tích giãn nước	$\textcircled{T} = T/\nabla^{1/3}$
Hệ số tròn diện tích mặt ướt	$\textcircled{S} = S/\nabla^{2/3}$
Hệ số diện tích mặt ướt	$C_S = S/\sqrt{\Delta L}$

b) Hệ số tốc độ

Số Reynolds	$Rn = \frac{VL}{\nu}$
Số Froude	$Fr = \frac{V}{\sqrt{gL}}$
Số Froude thể tích	$Fr_V = \frac{V}{\sqrt{g\nabla^{1/3}}}$
Tỷ số tốc độ - chiều dài thân tàu,	
Taylor (có thứ nguyên) ($V_k - k_n, L' - f_l$)	$T_Q = \frac{V_k}{\sqrt{L'}}$
Tỷ số tốc độ - chiều dài thân tàu	
(có thứ nguyên) ($V - k_n, L - m$)	$\frac{V}{\sqrt{L}}$ hoặc $\frac{V_k}{\sqrt{L}}$
Hệ số tròn tốc độ - thể tích giãn nước	$\textcircled{K} = \sqrt{\frac{4\pi}{g}} \frac{V}{\nabla^{1/6}}$

Hệ số tròn tốc độ - chiều dài thân tàu

$$\textcircled{L} = \sqrt{\frac{4\pi}{g}} \frac{V}{\sqrt{L}}$$

Hệ số tròn tốc độ - chiều dài sóng

$$\textcircled{P} = \sqrt{\frac{2\pi}{g}} \frac{V}{\sqrt{\varphi L}}$$

3. Hệ số sức cản, công suất

Hệ số sức cản toàn bộ

$$C_T = \frac{R_T}{\frac{1}{2} \rho S V^2}$$

Hệ số sức cản - thể tích giãn nước

$$C_{TV} = \frac{R_T}{\frac{1}{2} \rho \nabla^{2/3} V^2}$$

Hệ số tròn sức cản

$$\textcircled{C} = \frac{R}{\Delta} \textcircled{K}^2$$

Tỷ số sức cản

$$R/\Delta = \textcircled{C} \cdot \textcircled{K}^2$$

Hệ số sức cản Telfer

$$C_{TL} = \frac{R}{\Delta} \frac{gL}{V^2}$$

7.1 ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC YẾU TỐ HÌNH HỌC VÀ HÌNH DÁNG THÂN TÀU ĐỐI VỚI SỨC CẢN

Hình dáng thân tàu quan hệ mật thiết đến ảnh hưởng của sức cản và tốc độ của tàu, trong phạm vi tốc độ không giống nhau, tham số hình dáng thân tàu đối với ảnh hưởng của sức cản có sự khác biệt về bản chất. Đối với sức cản của tàu dạng lượng chiếm nước nổi trên mặt nước, có thể phân loại theo trị số Froude, tàu tốc độ thấp ($Fr < 0,2$) tàu tốc độ trung bình ($0,2 < Fr < 0,3$) và tàu tốc độ cao ($Fr > 0,3$). Do phạm vi tốc độ các loại tàu khác nhau, nên thành phần sức cản chủ yếu cũng khác nhau, và khi thiết kế hình dáng thân tàu mặt cạnh cũng không giống nhau. Đối với tàu tốc độ thấp, do tốc độ hàng hải tương đối thấp, sức cản sóng rất nhỏ, sức cản ma sát và sức cản nhớt áp suất là thành phần chủ yếu trong sức cản toàn bộ, và loại tàu này thường trên quan điểm kinh tế mà thiết kế, tàu tương đối béo, ngắn, vì diện tích mặt ướt nhỏ hơn tàu chạy nhanh có chiều dài tốt nhất nên sức cản ma sát nhỏ; nhưng để đề phòng sức cản nhớt áp suất tăng quá lớn, phải chú ý thiết kế đoạn dòng thoát ra. Đối với tàu tốc độ trung bình, thành phần sức

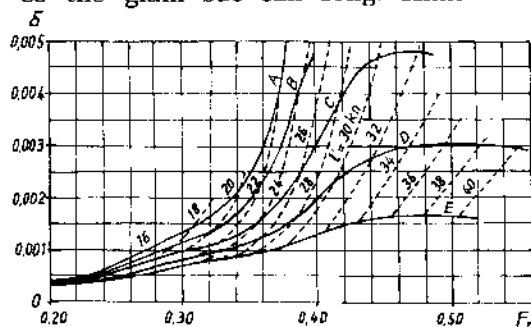
cản sóng tăng lên, khi thiết kế phải lựa chọn hình dáng thân tàu một cách xác đáng phòng các thành phần sức cản khác tăng lên, đồng thời phải làm cho hệ số mũi, lái phát sinh có lợi cho tác dụng ảnh hưởng làm giảm sức cản sóng, hình dáng thân tàu gầy thon hơn so với tàu tốc độ thấp. Tàu tốc độ cao, sức cản sóng chiếm bộ phận chủ yếu, có khi tới trên 50%. Loại tàu này thường được thiết kế thon dài, việc lựa chọn tham số hình dáng thân tàu chủ yếu xét tới việc giảm sức cản sóng.

7.1.1. Sức cản và kích thước chủ yếu của tàu

Chiều dài ảnh hưởng tương đối lớn đối với sức cản, chiều rộng, mớn nước thường thể hiện ảnh hưởng đối với sức cản qua sự thay đổi của L/B và B/T .

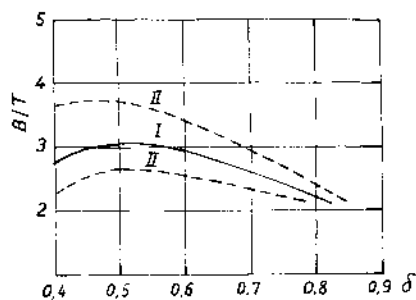
a) Ảnh hưởng của chiều dài đối với sức cản

Nếu lượng chiếm nước, hệ số béo, và B/T đều giữ không đổi, nếu chỉ tăng chiều dài thân tàu, sức cản ma sát của thân tàu tăng lên vì diện tích của mặt ướt thân tàu tăng theo căn bậc hai của chiều dài thân tàu. Nhưng tàu tốc độ cao sức cản sóng tương đối lớn, tăng chiều dài có thể giảm sức cản sóng. Hình 7.1 thể hiện sức cản dư thay đổi theo δ .



Hình 7.1. Hệ số sức cản dư thay đổi theo chiều dài thân tàu :

	L, m	B/L	T/L	δ
A	93,02	0,189	0,065	0,519
B	103,72	0,160	0,055	
C	121,92	0,126	0,043	
D	142,58	0,099	0,034	
E	169,03	0,077	0,026	



Hình 7.2. Quan hệ giữa diện tích mặt ướt B/T và δ : I. diện tích mặt ướt nhỏ nhất ; II. tăng 2% so với diện tích mặt ướt nhỏ nhất.

chiều dài thân tàu của năm tàu tương tự có lượng chiếm nước như nhau nhưng chiều dài khác nhau. Từ hình 7.1 có thể thấy, ở tàu tốc độ cao khi tăng chiều dài thân tàu sức cản dư giảm đi rõ rệt, nhưng sức cản ma sát tăng, với sức cản toàn bộ sẽ xuất hiện một chiều dài thân tàu tối ưu, nghĩa là sau khi vượt quá chiều dài trên, sức cản ma sát tăng lớn hơn sự giảm sức cản dư, nếu tăng chiều dài thân tàu thêm nữa sẽ bất lợi cho sức cản. Thường trong phạm vi nhất định của khoảng gần chiều dài tối ưu, sự khác biệt về sức cản không lớn. Đối với người thiết kế để giảm giá thành đóng tàu, nên lựa chọn chiều dài thân tàu ngắn nhất với sức cản không quá lớn.

b) Ảnh hưởng của B/T đối với sức cản

Khi diện tích mặt cắt ngang giữa tàu không đổi, B/T tăng nghĩa là chiều rộng thân tàu tăng, làm cho thể tích chiếm nước của thân tàu tập trung ở giữa mặt đường nước, nói chung làm cho sức cản sóng tăng lên. Phối hợp thích đáng B/T và hệ số béo δ có thể có được diện tích mặt ướt tương đối nhỏ (h.7.2). Thường B/T trong phạm vi 2,2 ~ 2,6, ảnh hưởng đối với sức cản rất nhỏ.

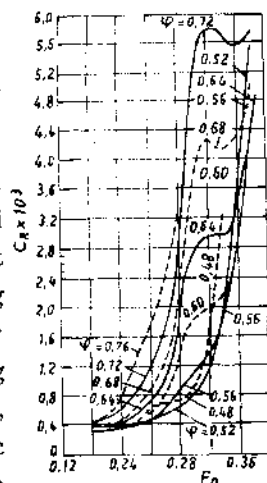
7.1.2. Ảnh hưởng của hệ số chủ yếu của hình dáng thân tàu đối với sức cản

Hệ số chủ yếu của hình dáng thân tàu bao gồm hệ số lăng trụ φ , hệ số béo δ , hệ số mặt cắt ngang giữa tàu β .

a) Ảnh hưởng của hệ số lăng trụ đối với sức cản

Hệ số lăng trụ φ biểu thị sự phân bố thể tích chiếm nước của tàu theo chiều dài thân tàu. Với thể tích chiếm nước và chiều dài thân tàu nhất định, φ nhỏ biểu thị thể tích chiếm nước tập trung ở giữa tàu, hai đầu mũi lái tương đối gầy nhọn; lớn φ , biểu thị thể tích chiếm nước phân bố tương đối đều dọc theo chiều dài thân tàu, hai đầu mũi, lái tương đối bầu. Thay đổi φ , ảnh hưởng đến sức cản ma sát rất nhỏ nhưng ảnh hưởng đến sức cản dư rất lớn (h.7.3).

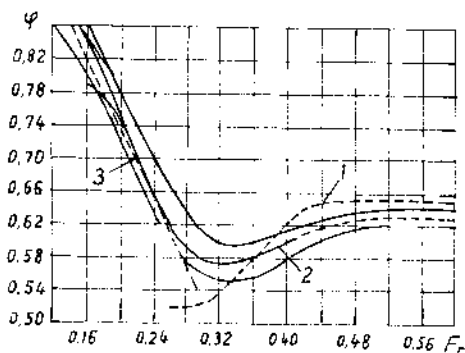
Do hệ số lăng trụ to nhỏ có quan hệ đến mức



Hình 7.3. Đường cong sức cản dư với φ khác nhau.

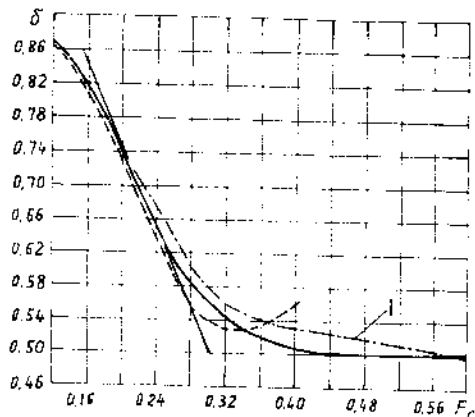
độ gây béo của hai đầu mũi, lái, ảnh hưởng đối với sức cản dư chủ yếu phản ánh ở sức cản sóng.

Đối với tàu tốc độ thấp ($Fr < 0,2$) sức cản sóng chiếm một tỷ lệ nhỏ, do đó φ ảnh hưởng đến sức cản không lớn với tàu tốc độ trung bình ($0,2 < Fr < 0,3$), sức cản sóng chiếm một tỷ lệ tương đối trong sức cản toàn bộ, φ nhỏ, sức cản dư nhỏ, nên ảnh hưởng rõ rệt đối với sức cản toàn bộ. Với tàu tốc độ cao ($Fr > 0,3$), do thân tàu phần lớn có thể sản sinh sóng, nên hai đầu mũi, lái quá gây nhọn ngược lại sẽ bất lợi, nên φ không nên quá nhỏ, thường trong khoảng $0,60 \sim 0,65$ là thích hợp. Hình 7.4 biểu thị quan hệ giữa φ tối ưu và Fr .



Hình 7.4. Quan hệ giữa φ tối ưu và Fr :

1. Taylor, 2. tàu khách ; 3. Norgid.



Hình 7.5. Quan hệ giữa δ và Fr :

1. Ayre

b) Ảnh hưởng của hệ số béo đối với sức cản

Hệ số béo là một tham số quan trọng biểu thị mức độ gây béo của phần dưới nước của thân tàu. Ảnh hưởng của nó đối với sức cản ma sát tương đối nhỏ, nhưng ảnh hưởng lớn đối với sức cản dư, nhất là với tàu tốc độ khá lớn thì ảnh hưởng rõ rệt. Theo trị số Fr khác nhau, có thể xác định hệ số béo biên δ_{BC} theo công thức :

$$\delta_{BC} = (1,05 \div 1,68)Fr \text{ (đối với tốc độ phục vụ)} \quad (7.1)$$

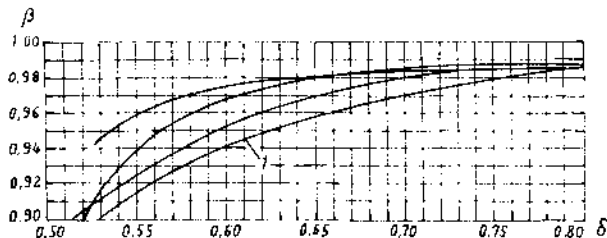
$$\delta_{BC} = (1,08 \div 1,68)Fr \text{ (đối với tốc độ chạy thử)} \quad (7.2)$$

Hình 7.5 biểu thị mối quan hệ giữa δ và Fr . Hình 7.6 là đường cong biểu thị hệ số béo biên được chỉnh lý từ loạt thử nghiệm mô hình của Hiệp hội nghiên cứu tàu thủy Anh (BSRA). Sau khi δ vượt quá trị số biên, sức cản tăng rõ rệt, nhưng khi thiết kế, thường xét trên nhiều mặt, không thể nhấn mạnh một cách phiến diện tính sức cản, mà chọn

hệ số bé quá nhỏ ; đối với tàu dân dụng tốc độ cao, nếu δ quá nhỏ sẽ ảnh hưởng tới bố trí và dung tích khoang. Từ góc độ giá thành đóng tàu, sẽ kinh tế hơn nếu tàu thiết kế ngắn một chút, béo một chút. Do đó từ tiền đề sức cản không tăng nhiều cố gắng dùng trị số δ lớn một chút.

c) Ảnh hưởng của hệ số mật cắt ngang giữa tàu đối với sức cản

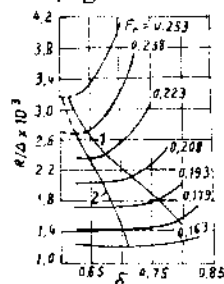
Mối quan hệ giữa hệ số mật cắt ngang giữa tàu và φ , δ là $\beta = \delta/\varphi$. Thường tàu tốc độ thấp, trị số δ tương đối lớn, để cho φ nhỏ một chút, lấy β rất lớn, như hiện nay tàu vận tải cỡ lớn β thường lấy bằng 0,985 ~ 0,995. Đối với tàu tốc độ cao, do δ tương đối nhỏ, việc lựa chọn β chủ yếu xét tới đảm bảo độ trơn tru của hình dáng thân tàu, thường β giảm theo δ giảm, vì trị số β quá lớn độ cong của đường hình dáng thay đổi rất lớn, không dễ trơn tru. Việc lựa chọn β thường do δ . Hình 7.7 biểu thị đường cong chỉ mối quan hệ của β đối với δ của tàu dân dụng thông thường.



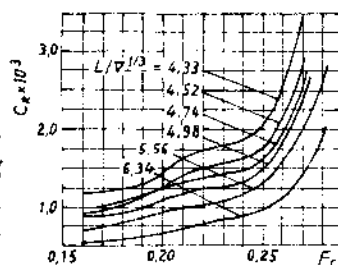
Hình 7.7. Đường β và δ tương ứng của tàu dân dụng :
1. Ayre.

7.1.3. Ảnh hưởng của tỷ số chiều dài thân tàu - thể tích chiếm nước $L/V^{1/3}$ đối với sức cản

Ảnh hưởng của $L/V^{1/3}$ đối với sức cản, trên thực tế, trong điều kiện của lượng chiếm nước nhất định, là ảnh hưởng của chiều dài thân tàu đối với sức cản, nhưng do là tỷ số không thứ nguyên nên tiện ứng dụng hơn chiều dài thân tàu. Hình 7.8 là ảnh hưởng của sự thay đổi $L/V^{1/3}$ đối với hệ số sức cản dư.



Hình 7.8. Đường hệ số béo biên :
1. kinh tế ; 2. nhỏ nhất



Hình 7.8. Ảnh hưởng của thay đổi $L/V^{1/3}$ đối với hệ số sức cản dư.

7.1.4. Ảnh hưởng của hình dáng đường cong diện tích mặt cắt ngang đối với sức cản

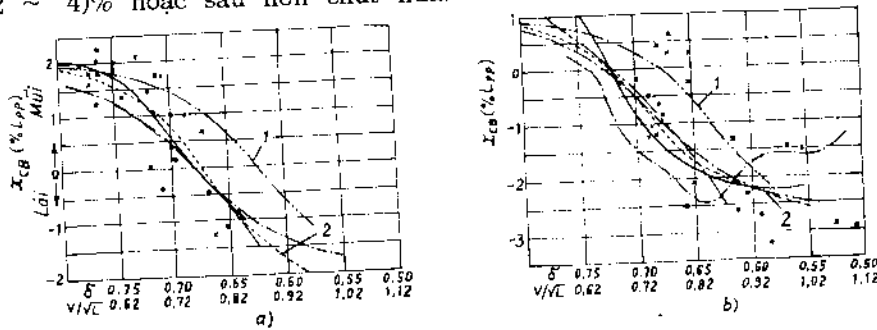
Trường hợp với một lượng chiếm nước, chiều dài thân tàu và hệ số lãng trụ nhất định, hình dáng đường cong diện tích mặt cắt ngang thay đổi được biểu thị theo các điểm sau đây :

- tọa độ dọc của tâm nổi x_{CB} ;
- chiều dài đoạn song song giữa tàu L_p và vị trí ;
- hình dáng hai đầu đường cong diện tích mặt cắt ngang.

a) Ảnh hưởng của tọa độ dọc của tâm nổi x_{CB} đối với sức cản

Tọa độ dọc của tâm nổi là tọa độ dọc của tâm hình của diện tích vây quanh của đường cong diện tích mặt cắt ngang, nó phản ánh sự phân bố của lượng chiếm nước ở hai đầu trước và sau thân tàu. Tâm nổi ở phía trước mặt cắt giữa tàu, chứng tỏ phần trước của thân tàu tương đối bầu, nếu tâm nổi ở phía sau mặt cắt giữa tàu, phần sau của thân tàu tương đối bầu. Nói chung, sự thay đổi của x_{CB} ảnh hưởng không lớn đến diện tích mặt ướt của thân tàu, do đó ảnh hưởng đối với sức cản ma sát rất nhỏ, nhưng ảnh hưởng lớn đến sức cản dư. Khi Fr cao, phần mũi tàu tương đối gầy có thể giảm sức cản sóng, nhưng phần lái tàu cũng không được quá béo, để tránh tăng sức cản nhớt nén, với tàu có hệ số béo tương đối nhỏ, thường x_{CB} ở về phía sau mặt cắt giữa tàu. Khi Fr thấp, phần lái tàu nên gầy một cách thỏa đáng để tránh tăng sức cản nhớt nén, nhưng phần mũi tàu có thể béo một chút, vì khi tốc độ thấp sức cản sóng chiếm một tỷ lệ rất nhỏ trong sức cản toàn bộ, do đó tàu tốc độ thấp ở lớn, x_{CB} phân lớn ở phía trước mặt cắt giữa tàu. Ngoài ra, x_{CB} cũng ảnh hưởng đến tính năng đẩy của tàu, tâm nổi hơi dịch về phía sau có thể làm tăng dòng theo, nâng cao hiệu suất đẩy nhưng dịch chuyển về phía sau quá nhiều sẽ bất lợi, đối với tàu hai chân vịt điều này càng rõ rệt. Do đó, cuối cùng việc lựa chọn x_{CB} là do yêu cầu của công suất nhận được chứ không chỉ ở dưới sức cản. Seri 60 của mô hình tàu từng thử nghiệm điều này. Do đó tốc độ tương đối của tàu, φ , L/B , B/T và hình dáng sườn ... đều ảnh hưởng đến việc lựa chọn tọa độ dọc tối ưu của tâm nổi, do đó từ những thử nghiệm khác nhau hoặc tư liệu thống kê khác nhau đều có sự khác biệt về x_{CB} tối ưu (h.7.9). Trong hình 7.9, $V\sqrt{L}$ hoành độ, được tính theo $V\sqrt{L} = 2(1,06 - \delta)$.

Theo hình 7.10, khi x_{CB} di chuyển trong phần tối, ảnh hưởng sức cản không vượt quá 1%. Với tàu quân hạm tốc độ cao $Fr > 0,45$, x_{CB} ảnh hưởng đến sức cản khá nhạy, thường ở phía sau mặt cắt giữa tàu (2 ~ 4)% hoặc sau hơn chút nữa.



Hình 7.9. Tọa độ dọc tối ưu của tâm nổi :

a) tàu một chân vịt ; b) tàu hai chân vịt

1. Ayre 1927 ; 2. Ayre 1948.

b) Ảnh hưởng của chiều dài đoạn song song giữa tàu và vị trí của nó đối với sức cản

Với một lượng chiếm nước nhất định, sử dụng đoạn song song giữa tàu sao cho hai đầu mũi lái hơi gầy, thì việc giảm sức cản sóng và sức cản nhớt nên đều có lợi, nhưng đồng thời do có đoạn song song giữa tàu nên sẽ hình thành "vai trước" và "vai sau" ở giữa phần trước thân tàu và phần sau thân tàu với đoạn song song giữa tàu, dễ sản sinh sóng vai và dòng xoáy. Với tàu tốc độ trung bình và thấp ($Fr < 0,25$) sử dụng đoạn song song giữa tàu một cách thỏa đáng, sẽ có lợi cho tính năng sức cản.

Với tàu cao tốc, δ tương đối nhỏ, dùng đoạn song song giữa tàu sẽ làm cho phần mũi tàu quá thon gầy, đường nước thành hình chữ S, áp lực nước của sóng mũi tăng lên không lợi cho sức cản, đồng thời có thể sản sinh sóng vai, do đó với tàu $Fr > 0,25$, thường không thích hợp với việc bố trí đoạn song song giữa tàu. Hình 7.11 biểu thị mối quan hệ giữa chiều dài đoạn song song tàu L_p và Fr (hoặc $V/\sqrt{L}$). Hình 7.12 biểu thị mối quan hệ giữa L_p và L_E , chiều dài đoạn nước vào theo sự thay đổi ở trong seri tàu mẫu 60. Căn cứ vào trị số L_E có thể xác định vị trí của đoạn song song giữa tàu.

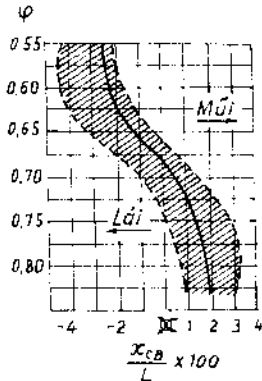
Ngoài ra, chiều dài và vị trí của đoạn song song giữa tàu có thể trực tiếp xác định từ công thức của đoạn nước vào ngắn nhất L_E và

đoạn nước ra ngắn nhất L_R , tức là tránh nhiễu của vai sóng phía trước đảm bảo yêu cầu đoạn nước vào ngắn nhất :

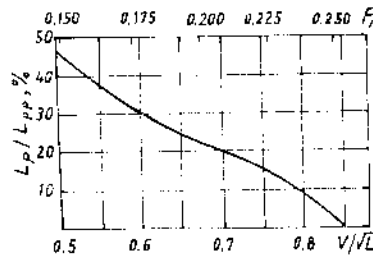
$$(L_E/L)_{\min} = 9,474 Fr^2 \quad (7.3)$$

tránh xoáy nước nghiêm trọng, đảm bảo yêu cầu đoạn nước ra ngắn nhất :

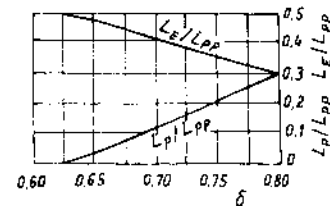
$$(L_R/L)_{\min} = 4,08 \frac{B}{L} \sqrt{\beta \frac{T}{B}} \quad (7.4)$$



Hình 7.10. Đường cong tọa độ dọc tốt nhất của tâm nổi.

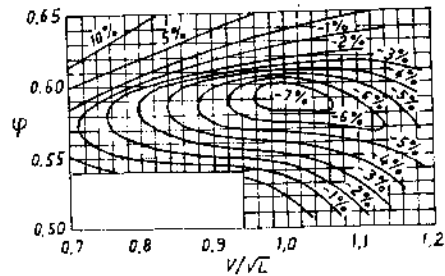


Hình 7.11. Quan hệ giữa L_p và Fr .



Hình 7.12. Trị số L_p và L_E theo δ thay đổi trong seri tàu mẫu 60.

Khi tốc độ tăng lên, ở tàu không có đoạn song song giữa tàu, vị trí mặt cắt lớn nhất chuyển dần về phía sau, cố gắng tối đa giảm sức cản sóng. Khi $Fr \leq 0,3$, mặt cắt lớn nhất ở gần giữa tàu, khi $Fr \geq 0,5$, mặt cắt lớn nhất dịch chuyển về phía lái ($2 \sim 5\%$) L . Vị trí tốt nhất của mặt cắt ngang lớn nhất được thể hiện trên hình 7.13.



Hình 7.13. Vị trí tốt nhất của mặt cắt ngang lớn nhất.

c) Ảnh hưởng của hình dáng hai đầu đường cong diện tích mặt cắt ngang đối với sức cản

Thường có ba loại hình dáng (h.7.14) : lõm - đường I ; hơi lõm - đường II ; thẳng - đường III. Với tàu tốc độ thấp, hai đầu có dạng thẳng ; tàu tốc độ trung bình phía trước hơi lõm hoặc lõm, phía sau thẳng hoặc hơi lõm ; tàu cao tốc, hai đầu có dạng thẳng hoặc hơi lõm.

Baker, qua thử nghiệm mô hình đã đưa ra kiến nghị về ảnh hưởng của hình dáng hai đầu đường cong diện tích mặt cắt ngang đối với sức cản dư :

$\varphi > 0,785$, hai đầu có dạng thẳng, độ cong vai trước cố gắng cho nhỏ ;

$\varphi = 0,75 \div 0,78$, $Fr < 0,182$, hai đầu có dạng thẳng ;

$Fr > 0,182$, phía trước hơi lõm, phía sau thẳng.

Theo thử nghiệm của Emerson, khi $\varphi = 0,7 \div 0,78$, độ cong vai trước cố gắng cho nhỏ, vát phía trước sống mũi tàu làm cho sống mũi nghiêng, như vậy có lợi cho sức cản.

$\varphi = 0,70 \div 0,75$, $Fr < 0,238$, phía trước hơi lõm, phía sau thẳng ;

$Fr > 0,238$, cả hai đầu trước và sau đều hơi lõm;

$Fr < 0,209$ phía sau hình dáng thay đổi một chút, ảnh hưởng đối với sức cản không lớn.

$\varphi = 0,65 \div 0,70$, $Fr = 0,164 \div 0,253$, phía trước lõm là tốt nhất, tuyệt đối không dùng hình dáng thẳng, phía sau thẳng hoặc hơi lõm.

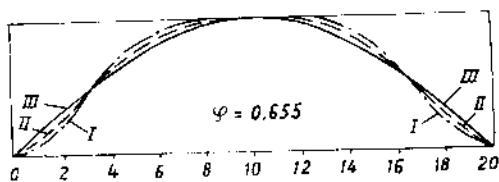
$Fr > 0,268$, phía trước thẳng, phía sau thẳng hoặc hơi lõm đều được.

$\varphi < 0,65$, $Fr = 0,224 \div 0,253$, phía trước và phía sau đều có thể hơi lõm ;

$Fr = 0,283 \div 0,313$, hai đầu đều thẳng ;

$Fr = 0,358$, phía trước thẳng, phía sau hơi lõm ;

$Fr = 0,537$, hai đầu đều hơi lõm.



Hình 7.14. Hình dáng hai đầu của đường cong diện tích mặt cắt ngang.

7.1.5. Thiết kế diện tích mặt đường nước

Hệ số α của mặt đường nước được biểu trưng cho diện tích mặt đường nước. Việc lựa chọn α liên quan đến tốc độ của tàu, cũng là liên quan đến δ và φ . Nhưng trị số α lớn hay bé sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến ổn định, tính chịu sóng, và tính chống chìm..., do đó khi lựa chọn phải cân nhắc lợi hại. Nếu chỉ xét về mặt sức cản có thể dùng hình 7.15,

trong đó, trong khu vực gạch gạch
 $\alpha = (0,97 \div 1,01)\varphi$.

a) *Thiết kế chiều dài đoạn song song giữa tàu của đường nước*

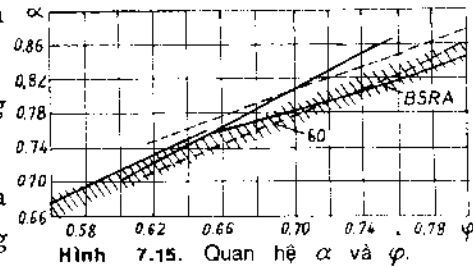
Chiều dài đoạn song song giữa tàu của đường nước có thể lấy bằng 1,5 – 2,0 lần chiều dài đoạn song song giữa tàu của thân tàu, được xác định cụ thể theo trị số φ và hình dáng mũi, lái.

Vị trí điểm giữa của đoạn song song của đường nước gần điểm giữa của đoạn song song giữa tàu của thân tàu.

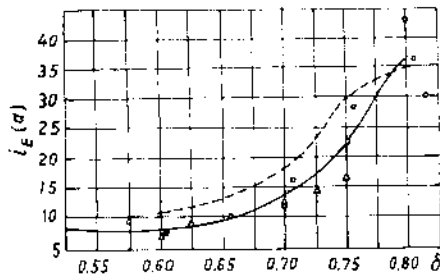
b) *Thiết kế hình dáng mũi của đường nước*

Có ba dạng hình dáng, lồi, thẳng và lõm. Dạng mũi lõm làm tăng áp lực sóng phía mũi của tàu có hình dáng thon gầy, giảm áp lực sóng phân bố trên chiều dài tàu, làm giảm sức cản. Chiều dài sóng tăng theo tốc độ của tàu, với tàu cao tốc khu vực tăng áp lực là phía mũi, do đó để giảm sức cản đường nước của cả đoạn mũi tàu phải thon, và như vậy đường nước nên có dạng thẳng. Với tàu tốc độ thấp, hình dáng béo, sức cản sóng nhỏ, không cần bố trí đường nước mũi tàu thon gầy, như vậy sẽ làm cho đường nước nhô lên đột ngột, đường nước không trơn tru sẽ ảnh hưởng đến sức cản. Thường đường nước mũi tàu có dạng lồi hoặc gần như thẳng. Xét về sức cản, hình dáng mũi của đường nước được quy nạp như sau :

Fr	Hình dáng mũi của đường nước
$< 0,16$	lồi
$0,16 - 0,19$	hơi lồi hoặc thẳng
$0,19 - 0,22$	lõm hoặc thẳng
$0,22 - 0,32$	lõm vừa
$> 0,32$	thẳng



Hình 7.15. Quan hệ α và φ .



Hình 7.16. Quan hệ giữa i_E và δ .

— — — kiến nghị của Norqid ;
 - - - kiến nghị của Lindblad.

c) Thiết kế nửa góc vào nước của đường nước

Độ lớn bé của nửa góc vào nước của đường nước quyết định hình dáng mũi của đường nước. Góc này liên quan đến sức cản, do tốc độ của tàu quyết định, nửa góc vào nước i_E giảm theo tốc độ tăng. Tàu tốc độ thấp, $i_E = 32 \div 36^\circ$, tàu trung tốc $i_E = 15 \div 25^\circ$, tàu cao tốc $i_E = 6 \div 12^\circ$. Hình 7.16 biểu thị mối quan hệ giữa i_E và δ .

7.1.6. Ảnh hưởng của hình dáng mặt cắt ngang đối với sức cản

Hình dáng mặt cắt ngang của tàu, nhất là hình dáng mặt cắt ngang gần mũi lái không những ảnh hưởng đến sức cản mà còn có ảnh hưởng nhất định đến lực đẩy và tính chịu sóng của tàu.

Diện tích mặt cắt ngang của các sườn được xác định theo đường cong diện tích mặt cắt ngang, nhưng hình dáng cụ thể của mặt cắt ngang liên quan mật thiết đến hình dáng đường nước.

Có bốn loại hình dáng mặt cắt ngang, hình chữ V, nửa V, hình chữ U, nửa U.

Khi đường nước thon gầy, hai đầu lõm, hình dáng mặt cắt ngang có dạng U.

Khi đường nước có hai đầu tương đối béo, đầy, dạng lõm, mặt cắt ngang có dạng V.

Sự thay đổi của hình dáng mặt cắt ngang ít ảnh hưởng đến sức cản ma sát, nhưng có ảnh hưởng nhất định đến sức cản dư.

Diện tích mặt ướt của mặt cắt ngang hình chữ V hơi nhỏ hơn hình chữ U. Với tàu tốc độ thấp, dùng mặt cắt ngang hình chữ V để giảm sức cản ma sát, giảm dòng xoáy hông tàu, như vậy có lợi cho sức cản. Với tàu trung tốc, thường dùng mặt cắt ngang dạng chữ U (liên quan đến dạng lõm của đường nước), có thể giảm sức cản sóng. Ngoài ra cũng cần lưu ý, mặt cắt ngang hình chữ V làm giảm biên độ lắc dọc khi tàu chạy trong sóng dữ, hình dáng mặt cắt ngang chữ U làm cho đáy phẳng của tàu dễ bị sung lực đáy. Khi lựa chọn mặt cắt ngang của đoạn lái phải chú ý sự phối hợp có lợi giữa thiết bị đẩy và thân tàu. Ở đuôi tàu một chân vịt, mặt cắt ngang dạng chữ U làm cho phân bố của dòng theo tương đối đều, giảm rung động thân tàu, nâng cao hiệu suất đẩy. Với tàu hai chân vịt, đuôi tàu thường dùng mặt cắt ngang hình chữ V.

7.2. THỬ MÔ HÌNH VÀ TÍNH CHUYỂN SANG TÀU THỰC

7.2.1. Bể thử mô hình tàu thủy

Thử sức cản mô hình tàu thủy chủ yếu nhằm nghiên cứu lực tác dụng khi mô hình tàu và dòng chảy chuyển động thẳng đồng tốc tương đối. Về nguyên lý, có hai phương pháp thử, mô hình tàu không chuyển động, dòng chảy chảy qua xung quanh, và mô hình chuyển động, dòng chảy không chuyển động. Phương pháp thứ nhất được thực hiện trong bể thử nước tuần hoàn, phương pháp thứ hai là phương pháp kéo mô hình trong bể thử. Trong thử nghiệm sức cản tàu thủy, hiện nay thường dùng phương pháp kéo mô hình.

Bể thử kéo mô hình hẹp, dài, mô hình tàu hoặc mô hình chân vịt chuyển động thẳng đồng tốc bằng thiết bị kéo trong bể thử, từ đấy đo sức cản mô hình tàu, lực đẩy của chân vịt, mômen quay và tốc độ quay. Một đầu của bể thử có máy tạo sóng, dùng tạo các chiều dài sóng, chiều cao sóng của sóng điều hòa hoặc không điều hòa, đo độ gia tăng sức cản của mô hình trong sóng và các tham số chuyển động khác. Theo yêu cầu thử nghiệm, bể thử kéo được phân làm mấy loại sau :

a) Bể sâu

Bể sâu là bể thử kéo phổ thông, thường dùng. Ngoài việc thử sức cản mô hình tàu, thử mô hình chân vịt đập nước, thử mô hình tự hành, còn thử nghiệm dòng theo, thử nghiệm dòng chảy, thử tính chịu sóng của mô hình đón sóng và theo sóng trong sóng điều hòa hoặc không điều hòa.

b) Bể cạn

Bể tương đối cạn (khoảng 1 m), có thể điều chỉnh độ sâu của nước theo yêu cầu và thử nghiệm tính chạy nhanh của mô hình tàu ở các hiệu ứng nước cạn khác nhau.

c) Bể cao tốc

Bể tương đối hẹp, trọng lượng xe kéo nhẹ, tốc độ cao. Chuyên dùng thử nghiệm mô hình tàu cao tốc (như tàu lướt, tàu đệm khí, tàu cánh ngầm...)

d) Bể giảm áp (chân không)

Là loại bể thử kéo kín, dùng thiết bị hút khí, làm giảm áp lực không

khí trên mặt nước của bể, đảm bảo khi thử mô hình tàu ngoài việc thỏa mãn trị số Fr bằng tàu thực, còn làm cho hệ số xúi bọt của mô hình và tàu thực σ, bằng nhau, thích hợp với thử nghiệm mô hình tàu trong điều kiện có xúi bọt.

7.2.2. Thử sức cản mô hình tàu thủy

Hệ số sức cản toàn bộ của mô hình và tàu thực đều được biểu thị theo công thức :

$$C_T = R_T / \frac{1}{2} \rho S V^2 = f(Rn, Fr, k/L) \quad (7.5)$$

trong đó : k/L – độ nhám tương đối của bề mặt ; hàm số f chỉ liên quan đến hình dáng thân tàu, đối với hình dáng hình học tương tự của mô hình và tàu thực, hàm số f là như nhau.

Khi không xét tới điều kiện k/L , nếu Fr và Rn của mô hình thử nghiệm và tàu thực bằng nhau, thì hệ số sức cản toàn bộ của chúng phải bằng nhau, nhưng thử mô hình không thể làm cho Fr và Rn đồng thời bằng trị số tương ứng của tàu thực, mà chỉ làm cho Fr của chúng bằng nhau, do đó giả thiết cơ bản trong thử sức cản mô hình tàu là :

$$C_T = f_1(Rn) + f_2(Fr) \quad (7.6)$$

Với hình dáng hình học tương tự của mô hình và tàu thực ứng với Fr như nhau, trị số $f_2(Fr)$ phải bằng nhau. Và f_1 của Rn tính đối bằng các giả thiết và phương pháp khác nhau, từ đó đưa ra các phương pháp tính đối khác nhau. Đối với độ nhám k/L , bề mặt của mô hình có thể làm rất bóng nhẵn, giả thiết lực trong nước trơn, bề mặt tàu thực nhám ; để có thể tính đối, giả thiết bề mặt tàu thực bóng nhẵn, từ đó trước hết tính đối kết quả thử nghiệm của mô hình tàu bóng nhẵn vào tàu thực có bề mặt bóng nhẵn được giả thiết, sau đó hiệu chỉnh độ nhám của bề mặt tàu thực.

Trình tự thử nghiệm :

a) Mô hình tàu

Đối với mô hình thử sức cản hoặc thử tự hành, phải giữ được tính tương tự hình học của phần dưới nước và khu vực mạn khô gần đường nước so với tàu thực. Quy mô bể thử khác nhau, mô hình lớn bé khác nhau. Với bể thử mô hình cỡ trung và cỡ lớn (chiều dài thường > 180 – 200 m) chiều dài mô hình có thể tới 6 m thậm chí dài hơn,

với bể thử nhỏ, chiều dài mô hình thường dưới 4 m. Mô hình lớn, độ chính xác đo lường tương đối cao, ảnh hưởng của kích thước nhỏ, nhưng giá thành thử nghiệm cao. Và ngược lại. Vật liệu mô hình là gỗ, sáp, chất dẻo, sợi thủy tinh... Mô hình bằng sáp dễ làm, giá thành thấp, nhưng dễ biến dạng, có bọt khí ở bề mặt. Chất dẻo nhẹ, giá thành cao. Thường sử dụng nhất là gỗ sồi khô để làm mô hình. Dung sai cho phép của chiều dài mô hình là 1‰, các dung sai kích thước khác trong phạm vi ± 1 mm.

Thường có thiết bị kích dòng ở phía mũi trên mô hình tàu thử sức cản để đảm bảo trạng thái dòng khi thử nghiệm. Đối với mô hình chân vịt trong thử nghiệm tự hành thường không lắp thiết bị kích dòng, tránh ảnh hưởng nghiêm trọng do hiệu ứng kích thước và đường kính nhỏ nhất phải > 120 mm. Sơn trên bề mặt mô hình bằng gỗ, trước khi thử phải dùng sáp làm nhẵn lau sạch. Trước khi thử nghiệm, mô hình bằng sáp phải được ngâm trong nước 36h, sau đó lau khô bề mặt. Trọng lượng mô hình tàu không phải nhỏ hơn lượng chiếm nước khi thử nghiệm. Trước khi thử, dùng gang dãn điều chỉnh trạng thái nổi của mô hình (nghiêng dọc, nghiêng ngang). Trong điều kiện tổng trọng lượng của mô hình (bao gồm gang dãn) và lượng chiếm nước tính toán thống nhất, mớn nước mũi, lái, giữa tàu phải thống nhất với trị số tính toán, phạm vi dung sai cho phép của mớn nước là ± 2 mm.

b) Trạng thái thử nghiệm

Có ba trạng thái thử nghiệm sức cản

- Thử sức cản mô hình trần - trên mô hình không có các vật thể phụ nhằm xác định sức cản của bản thân mô hình.

- Thử sức cản mô hình có các vật thể phụ - trên mô hình có các vật thể phụ nhằm xác định trị số gia tăng sức cản sau khi lắp các vật thể phụ.

- Thử sức cản trước khi thử tự hành - trên mô hình có các vật thể phụ (không bao gồm bánh lái trong dòng chảy phía đuôi của chân vịt) nhằm xác định trị số sức cản dùng phân tích thử tự hành.

c) Quá trình thử nghiệm

Bể thử phải sạch, trước khi kéo thử lần thứ nhất, phải thay nước. Để tránh ảnh hưởng của tốc độ dư của nước, phải có một thời gian nhất định phân cách giữa hai lần kéo thử. Khi thử nghiệm, mặt cắt dọc giữa tàu phải giữ trùng hướng với hướng chảy của mô hình; để tránh lệch

hướng thiết bị dẫn hướng lắp ở mũi và lái của mô hình không làm trở ngại đến chuyển động dọc và chuyển động thẳng đứng của mô hình. Đường tác dụng của lực kéo nằm trong mặt cắt dọc giữa tàu phải được giữ phẳng, vị trí chiều cao của điểm kéo gần đường nước. Mỗi lần thử sức cản, số điểm thử nghiệm không dưới 15 điểm, và phân bố đều. Khi dùng phương pháp tự hành cưỡng bức, ít nhất phải có bốn nhóm tốc độ thử (tốc độ thử tàu thực nằm trong phạm vi này) khoảng cách giữa các nhóm tốc độ tương đối đều nhau.

Kết quả thử được biểu thị bằng đường cong sức cản - tốc độ.

d) Phương pháp kích dòng và hiệu ứng cản

Khi tàu thực chạy, trị số R_n rất lớn, bề mặt thân tàu thô nhám, lớp biên là dòng chảy xiết.

Khi thử mô hình, R_n thấp hơn trị số tàu thực rất nhiều, phần trước của mô hình có thể có ảnh hưởng của lớp dòng chảy. Đặc biệt với hình dáng thân tàu có phần mũi béo, áp suất khá lớn, làm cho khi thử nghiệm R_n tới mức 10^7 của mô hình lớn, phần mũi có thể có một khu vực nhất định của lớp biên dòng chảy. Mô hình càng nhỏ ảnh hưởng này càng nghiêm trọng. Ảnh hưởng của lớp dòng thường làm cho trị số sức cản đo đặc thấp đi, thậm chí không ổn định. Để tránh ảnh hưởng lớp dòng, thường dùng biện pháp kích dòng, làm cho khi thử nghiệm, lớp biên của mô hình ở trạng thái dòng chảy xiết.

Thường có hai loại thiết bị kích dòng :

- Sợi kích dòng là phương pháp đơn giản thường dùng trong các bể thử mô hình của Trung Quốc. Đó là một sợi kim loại buộc ở cách đường vuông góc mũi tàu mô hình 5% L theo đường sườn. Đường kính khoảng 1 - 2 mm.

- Đinh kích dòng là phương pháp kích dòng có hiệu quả khá tốt, phổ biến trong các bể thử mô hình. Đây là một dây đinh hình trụ tròn bố trí gần phần mũi mô hình song song với đường trụ sống mũi (cũng có trường hợp dùng hai dây) trong một khoảng cách thích đáng. Với mô hình tàu 6 m, chiều cao của đinh hình trụ tròn khoảng 2,5 mm, đường kính 3 mm, khoảng cách đinh 25 - 30 mm.

e) Hiệu ứng cản

Khi thử mô hình, mô hình chịu sự hạn chế của vách và đáy bể thử, so với khu vực không hạn chế, sức cản khá lớn, khi lựa chọn kích thước

mô hình phải chú ý đến kích thước của bể thử, thường yêu cầu chiều rộng bể thử/chiều dài mô hình $\geq 1,8$, độ sâu của nước / chiều dài mô hình $\geq 1,0$. Với bể thử nhỏ, thì yêu cầu $A_x/A < 1\%$. Thường trong thử nghiệm, không hiệu chỉnh hiệu ứng cản, ảnh hưởng đó đã bao gồm trong hiệu ứng kích thước, cùng xem xét khi tính bổ sung. Khi thử mô hình lớn trong bể thử cỡ trung và cỡ nhỏ, trị số A_x/A thường $> 1\%$, khi đó phải hiệu chỉnh hiệu ứng cản. Công thức hiệu chỉnh như sau :

- Công thức Schuster :

$$\Delta V/V = \frac{m_1}{1 - m_1 - Fr_h^2} + \frac{2}{3} \left(\frac{R_v}{R_T} \right) Fr_h^{10} \quad (7.7)$$

trong đó : ΔV - trị số hiệu chỉnh (trị số gia tăng tốc độ do hiệu ứng cản tạo nên) ;

$$m_1 = A_x/A ;$$

Fr_h - trị số Froude nước sâu, $Fr_h = V/\sqrt{gh}$, h - chiều sâu của nước ;

$$\frac{R_v}{R_T} - \text{tỷ số giữa sức cản nhớt và toàn bộ sức cản.}$$

- Công thức Nhật Bản

$$\delta V/V = 0,85 m_1 \left(\frac{L_M}{b} \right)^{\frac{3}{4}} \frac{1}{1 - Fr_h} \quad (7.8)$$

trong đó : m_1 , Fr_h - như công thức (7.7) ;

L_M - chiều dài mô hình ;

b - chiều rộng bể thử.

- Công thức Scott

$$\Delta V/V = [KV + BL^2 f(Fr)] A^{-3/2} \quad (7.9)$$

$$\text{trong đó, } \begin{cases} f(Fr) = 2,4 (Fr - 0,22)^2 & \text{khi } Fr = 0,22 \div 0,38 \\ f(Fr) = 0 & \text{khi } Fr < 0,22 \end{cases}$$

$$\text{Khi } \delta V^{1/3} L^{-1} < 0,09$$

$$\begin{cases} K = 1,90 & \text{khi } 10^{-6} Rn < 5,8 \\ K = 2,49 - 0,101(10^{-6} Rn) & \text{khi } 10^{-6} Rn = 5,8 \div 19,7 \\ K = 0,50 & \text{khi } 10^{-6} Rn > 19,7 \end{cases}$$

Khi $\delta V^{1/3} L^{-1} = 0,09 \div 0,11$

$$\begin{cases} K = 1,60 & \text{khi } 10^{-6}Rn < 5,2 \\ K = 2,20 - 0,115(10^{-6}Rn) & \text{khi } 10^{-6}Rn = 5,2 \div 7,9 \\ K = 1,86 - 0,072(10^{-6}Rn) & \text{khi } 10^{-6}Rn = 7,9 \div 18,8 \\ K = 0,50 & \text{khi } 10^{-6}Rn > 18,8 \end{cases}$$

Khi $\delta V^{1/3} L^{-1} > 0,11$

$$\begin{cases} K = 1,30 & \text{khi } 10^{-6}Rn < 4,8 \\ K = 1,92 - 0,129(10^{-6}Rn) & \text{khi } 10^{-6}Rn = 4,8 \div 8,3 \\ K = 1,18 - 0,040(10^{-6}Rn) & \text{khi } 10^{-6}Rn = 8,3 \div 17,1 \\ K = 0,50 & \text{khi } 10^{-6}Rn > 17,1 \end{cases}$$

Công thức (7.9), là công thức kinh nghiệm qua thử các mô hình khác nhau trong các bể thử khác nhau, thích hợp với mô hình có chiều dài $> 3,5$ m, $Fr = 0,08 \div 0,4$, chiều rộng bể thử khoảng bằng hai lần chiều sâu bể thử.

f) Phương pháp biểu thị số liệu sức cản

Từ thử mô hình có thể trực tiếp có được đường cong quan hệ giữa sức cản mô hình và tốc độ. Để tiện cho việc tính đổi sức cản thân tàu và so sánh các hình dáng thân tàu khác nhau về mức độ tốt xấu của sức cản, phải dùng thông số nhất định của quan hệ sức cản và tốc độ của mô hình, biểu thị trong một hình thức thỏa đáng. Phương pháp biểu thị đó dựa trên nguyên tắc sau :

- Các thông số bao hàm hệ số sức cản và hệ số tốc độ là những trị số đã biết khi thiết kế như chiều dài thân tàu lượng chiếm nước và tốc độ ...

- Các hệ số sức cản và hệ số tốc độ không thứ nguyên, tránh ảnh hưởng của trị số tuyệt đối của kích thước và chế độ đơn vị đo lường.

- Đường cong hệ số sức cản thể hiện rõ "đỉnh" và "đáy" để khi thiết kế tránh "đỉnh" dùng "đáy".

Có các phương pháp biểu thị số liệu sức cản như sau :

- Phương pháp biểu thị hệ số sức cản và trị số Froude, $\frac{R}{\frac{1}{2}\rho V^2 S}$ hoặc

$\frac{R}{\frac{1}{2}\rho V^2 \nabla^{2/3}} \sim \frac{V}{\sqrt{gL}}$. Phương pháp biểu thị này thường dùng trong tính đối

sức cản, là phương pháp thông dụng nhất.

- Phương pháp biểu thị sức cản mỗi tấn lượng chiếm nước và trị số Froude, $\frac{R}{\Delta} \sim \frac{V}{\sqrt{gL}}$. Phương pháp này giản đơn, trực quan nhưng trị số

$\frac{R}{\Delta}$ tăng mạnh theo sự gia tăng của tốc độ làm cho "đỉnh" và "đáy" của sức cản sóng không thực rõ ràng, nếu R/Δ chia cho lượng Fr^2 không thứ nguyên thì $gRL/\Delta V^2 \sim V/\sqrt{gL}$ được biểu thị, "đỉnh" và "đáy" của đường cong rất rõ.

- Phương pháp biểu thị hệ số tròn, $\textcircled{C} \sim \textcircled{K}$. Phương pháp này được sử dụng chủ yếu ở Anh. Khi sử dụng hệ số tròn để biểu thị tài liệu sức cản hình dáng thân tàu, nên chú ý với loại tàu có hình dáng như nhau nhưng to nhỏ khác nhau, trị số $\textcircled{C}$ khi hiệu suất tốc độ tương đương, không bằng nhau, phải hiệu chỉnh bộ phận sức cản ma sát trong $\textcircled{C}$, tức là phải làm cho trị số $\textcircled{C}$ trong cùng điều kiện chiều dài mới có thể so sánh. Phương pháp hiệu chỉnh như sau :

$$\textcircled{C}_1 = \textcircled{C}_2 - (O_2 - O_1) \textcircled{S} \textcircled{L}^{-0,175} \quad (7.10)$$

trong đó : $\textcircled{C}_1$ - trị số $\textcircled{C}$ khi hiệu chỉnh đến một chiều dài nào đó ;

$\textcircled{C}_2$ - trị số $\textcircled{C}$ của chiều dài ban đầu ;

$\textcircled{S}$ - hệ số tròn diện tích mặt ướt của chiều dài ban đầu ;

$\textcircled{L}$ - hệ số tròn tỷ số tốc độ chiều dài ứng với chiều dài ban đầu ;

O_2 - trị số O' ứng với chiều dài ban đầu ;

O_1 - trị số O hiệu chỉnh đến một chiều dài nào đó ;

O - hàm số chiều dài,

$$O = \frac{1000\lambda \times 35}{(0,9L)^{0,0875} \frac{1}{0,9}} \quad (7.11)$$

$$\lambda = 0,1392 + 0,258/(2,68 + L) \quad (7.12)$$

g) Phương pháp tính đối trong thử sức cản mô hình tàu

Công thức hệ số sức cản ma sát

Kết quả thử mô hình tính đối sang sức cản tàu thực đều được tiến

hành trên cơ sở trị số Froude giả định, tức là sức cản toàn bộ R_T do sức cản ma sát R_F (phần sức cản có liên quan đến Rn) và sức cản dư R_R hợp thành, trong đó R_R do thử mô hình tìm ra và R_F tính theo công thức hệ số sức cản ma sát trong các trạng thái giả định.

- Công thức sức cản ma sát của tấm phẳng trơn trong dòng chảy xiết

Công thức Froude

$$R_F = \frac{\rho g}{1000} \lambda \left[1 + 0,0043 (15 - t) \right] SV^{1,825}, \text{ N} \quad (7.13)$$

trong đó : ρ - mật độ nước, kg/m^3 ;

λ - tính như công thức (7.12) ;

t - nhiệt độ nước, $^{\circ}\text{C}$.

Phần lớn các bề thử đều dùng công thức này, cho tới 1960.

Công thức Prandtl - Schlichting

$$C_F = 0,455 (\lg Rn)^{-2,58} \quad (7.14)$$

Công thức này từng được Trung Quốc và Nga sử dụng rộng rãi.

Công thức Schoenherr

$$0,242 \sqrt{C_F} = \lg(Rn \cdot C_F) \quad (7.15)$$

Công thức này được sử dụng rộng rãi ở Mỹ, trị số C_F được xác định theo Rn ở bảng 7.1.

Công thức Hughes

$$C_F = \frac{0,066}{(\lg Rn - 2,03)^2} \quad (7.16)$$

Bảng 7.1

Hệ số sức cản ma sát Schoenherr

R	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$1,0 \times 10^5$	7,179	7,022	6,881	6,758	6,645	6,543	6,449	6,361	6,281	6,207
$2,0 \times 10^5$	6,138	6,073	6,012	5,954	5,899	5,847	5,797	5,751	5,706	5,664
$3,0 \times 10^5$	5,624	5,585	5,547	5,511	5,477	5,444	5,411	5,380	5,350	5,321
$4,0 \times 10^5$	5,294	5,267	5,241	5,216	5,191	5,167	5,144	5,122	5,100	5,079
$5,0 \times 10^5$	5,058	5,037	5,017	4,998	4,979	4,961	4,943	4,925	4,908	4,891

Tiếp bảng 7.1

R	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$6,0 \times 10^5$	4,874	4,858	4,843	4,828	4,813	4,798	4,783	4,768	4,754	4,740
$7,0 \times 10^5$	4,727	4,714	4,701	4,688	4,676	4,664	4,652	4,640	4,628	4,616
$8,0 \times 10^5$	4,605	4,594	4,583	4,572	4,561	4,550	4,540	4,530	4,520	4,510
$9,0 \times 10^5$	4,500	4,490	4,481	4,472	4,463	4,454	4,445	4,436	4,427	4,418
$1,0 \times 10^6$	4,410	4,331	4,258	4,193	4,135	4,083	4,035	3,990	3,948	3,909
$2,0 \times 10^6$	3,878	3,838	3,804	3,773	3,745	3,719	3,693	3,668	3,644	3,622
$3,0 \times 10^6$	3,600	3,580	3,560	3,542	3,523	3,504	3,487	3,471	3,455	3,439
$4,0 \times 10^6$	3,423	3,408	3,394	3,380	3,366	3,353	3,341	3,329	3,371	3,305
$5,0 \times 10^6$	3,294	3,283	3,272	3,261	3,251	3,241	3,231	3,221	3,212	3,202
$6,0 \times 10^6$	3,193	3,184	3,176	3,167	3,159	3,151	3,143	3,135	3,127	3,120
$7,0 \times 10^6$	3,112	3,104	3,097	3,090	3,083	3,077	3,069	3,062	3,056	3,049
$8,0 \times 10^6$	3,043	3,037	3,031	3,025	3,019	3,013	3,007	3,002	2,996	2,991
$9,0 \times 10^6$	2,986	2,980	2,975	2,969	2,964	2,959	2,954	2,949	2,944	2,939
$1,0 \times 10^7$	2,934	2,889	2,849	2,813	2,780	2,749	2,721	2,696	2,672	2,649
$2,0 \times 10^7$	2,628	2,609	2,590	2,572	2,555	2,539	2,524	2,509	2,496	2,483
$3,0 \times 10^7$	2,470	2,457	2,446	2,535	2,524	2,413	2,403	2,393	2,383	2,374
$4,0 \times 10^7$	2,365	2,356	2,348	2,340	2,330	2,324	2,317	2,310	2,303	2,296
$5,0 \times 10^7$	2,289	2,282	2,275	2,269	2,263	2,257	2,251	2,245	2,240	2,235
$6,0 \times 10^7$	2,229	2,223	2,218	2,213	2,208	2,203	2,198	2,194	2,189	2,184
$7,0 \times 10^7$	2,179	2,175	2,171	2,167	2,163	2,159	2,154	2,150	2,146	2,142
$8,0 \times 10^7$	2,138	2,135	2,131	2,127	2,124	2,120	2,116	2,113	2,110	2,106
$9,0 \times 10^7$	2,103	2,100	2,097	2,094	2,090	2,087	2,084	2,081	2,078	2,075
$1,0 \times 10^8$	2,072	2,045	2,020	1,998	1,978	1,959	1,942	1,926	1,911	1,897
$2,0 \times 10^8$	1,884	1,872	1,860	1,849	1,838	1,828	1,819	1,810	1,801	1,792
$3,0 \times 10^8$	1,784	1,776	1,769	1,762	1,755	1,748	1,742	1,736	1,730	1,724
$4,0 \times 10^8$	1,718	1,713	1,708	1,703	1,698	1,693	1,688	1,683	1,679	1,675
$5,0 \times 10^8$	1,670	1,666	1,662	1,658	1,654	1,650	1,646	1,642	1,638	1,635
$6,0 \times 10^8$	1,632	1,628	1,625	1,622	1,619	1,616	1,613	1,610	1,607	1,604
$7,0 \times 10^8$	1,601	1,598	1,595	1,592	1,589	1,586	1,584	1,582	1,579	1,576
$8,0 \times 10^8$	1,574	1,572	1,569	1,567	1,564	1,562	1,560	1,558	1,556	1,553
$9,0 \times 10^8$	1,551	1,549	1,547	1,545	1,543	1,541	1,539	1,537	1,535	1,533
$1,0 \times 10^9$	1,531	1,513	1,497	1,482	1,469	1,457	1,446	1,436	1,426	1,416
$2,0 \times 10^9$	1,408	1,400	1,392	1,385	1,378	1,371	1,365	1,359	1,353	1,348
$3,0 \times 10^9$	1,343	1,338	1,333	1,328	1,323	1,319	1,315	1,310	1,306	1,302
$4,0 \times 10^9$	1,299	1,295	1,291	1,288	1,284	1,281	1,278	1,275	1,272	1,269
$5,0 \times 10^9$	1,266	1,263	1,260	1,258	1,255	1,252	1,250	1,247	1,244	1,242

Tiếp bảng 7.1

R	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
$6,0 \times 10^9$	1,240	1,238	1,236	1,234	1,231	1,229	1,227	1,225	1,223	1,221
$7,0 \times 10^9$	1,219	1,217	1,215	1,213	1,212	1,210	1,208	1,206	1,204	1,203
$8,0 \times 10^9$	1,201	1,200	1,198	1,196	1,195	1,193	1,192	1,190	1,189	1,187
$9,0 \times 10^9$	1,186	1,184	1,183	1,181	1,180	1,179	1,178	1,176	1,175	1,173

Ghi chú. Trị số trong bảng là $C_F \times 10^3$

Kết quả thử nghiệm cho thấy theo công thức Schoenherr, khi Rn nhỏ, trị số C_F hơi thấp, do đó đề xuất công thức sau :

$$C_F = \frac{0,075}{(\lg Rn - 2)^2} \quad (7.17)$$

Đây là công thức tính đối tàu thực - mô hình của ITTC 1957 là công thức chuyên dùng tính đối sức cản giữa mô hình và tàu thực được sử dụng rộng rãi.

h) Tính diện tích mặt ướt của thân tàu

Có hai phương pháp :

a) Tính theo đường hình dáng thân tàu. Đo nửa chu vi đường bao mặt cắt ngang, sau đó tích phân theo hướng dọc bằng phương pháp hình thang hay phương pháp Simpson để tính diện tích mặt ướt S ; xét tới ảnh hưởng độ cong chiều dọc thân tàu, có thể tăng 1%. Phương pháp này cho kết quả khá chính xác. Hệ số hiệu chỉnh chiều dài thân tàu theo (h.7.18).

b) Tính theo công thức kinh nghiệm. Khi thiết kế sơ bộ, chưa có đường hình dáng, có thể tính theo công thức gần đúng, lựa chọn theo đường hình dáng của các loại tàu khác nhau.

$$1) S = L_{WL}(a_1 T + a_2 \delta B)$$

Phạm vi sử dụng : Tàu biển nói chung Tuần dương hạm Tàu sông

cao tốc

a_1	1,7	1,36	1,8
a_2	1,0	1,13	1,0

Phạm vi sử dụng :	Tàu cá	Xuồng máy	Tàu đặc chủng
δ	0,30 - 0,51	0,29 - 0,55	0,35 - 0,57
C_1	0,70	0,76	0,60
C_2	0,33	0,28	0,33

$$9) S = 2,75 \sqrt{\Delta \cdot L}$$

Phạm vi sử dụng : xuồng lượng
chiếm nước, $\delta = 0,293 \sim 0,536$

$$10) S = 0,1669 C \sqrt{\Delta \cdot L}$$

Phạm vi sử dụng : tàu có hình
dáng gầy, serie Taylor, hệ số C thay đổi
theo B/T và β (h.7.19).

i) Tính sức cản của mô hình tàu
và tàu thực

1) Phương pháp thứ nhất

Cũng gọi là phương pháp Froude, theo trị số Fr giả định cơ bản chia sức cản làm hai phần, sức cản ma sát và sức cản dư, khi Fr của mô hình và tàu thực bằng nhau, cho hệ số sức cản dư của mô hình và tàu thực bằng nhau, sức cản ma sát được tính theo công thức hệ số sức cản ma sát của tấm phẳng theo hệ số Reynolds khác nhau của mô hình và tàu thực. Khi tính đổi thường dùng hệ số sức cản không thứ nguyên.

$$\text{Với mô hình tàu } C_{TM} = C_{FM} + C_{RM} \quad (7.18)$$

trong đó : C_{TM} có được do thử mô hình ; C_{FM} tính được theo công thức hệ số ma sát và trị số Reynolds của mô hình thử nghiệm, khi tốc độ mô hình và tàu thực tương ứng (Fr bằng nhau), có :

$$C_{RM} = C_{RS} \quad (7.19)$$

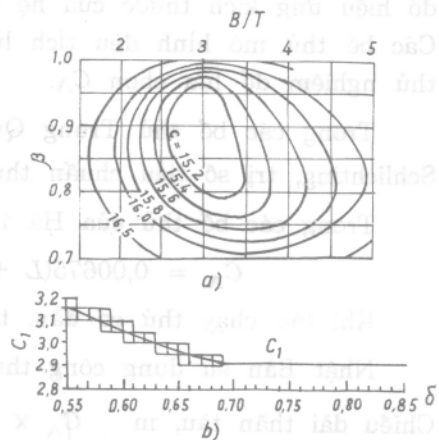
Hệ số sức cản toàn bộ của tàu thực :

$$C_{TS} = C_{FS} + C_{RM} + \Delta C_F \quad (7.20)$$

trong đó : ΔC_F - phần bổ sung độ nhám của tàu thực.

Sức cản toàn bộ của tàu thực :

$$R_T = \rho V^2 S C_{TS} \quad (7.21)$$



Hình 7.19. Đường cong hệ số C và C_1 :

- a) trị số C thay đổi theo B/T và β ;
- b) trị số C_1 thay đổi theo δ .

Để nâng cao độ chính xác ITTC dùng C_A thay thế cho ΔC_F , được xem là hệ số sức cản phụ của mô hình và tàu thực. C_A biểu thị độ nhám tàu thực và còn bao gồm hiệu ứng kích thước và các sai số của tất cả các giả thiết không hợp lý trong tính toán. Công thức tính hệ số sức cản ma sát khác nhau ảnh hưởng đến trị số C_A . Thường trị số C_A có được do phân tích kết quả thử tàu thực và kết quả thử mô hình do đó hiệu ứng kích thước của hệ số đẩy của tàu cũng ảnh hưởng đến C_A . Các bể thử mô hình đều tích lũy các tư liệu của tàu thực và mô hình thử nghiệm để lựa chọn C_A .

Trong các bể thử Trung Quốc thường dùng công thức của Prandtl-Schlichting, trị số tiêu chuẩn thường dùng là $C_A = 0,4 \times 10^{-3}$.

Trong các bể thử của Hà Lan, trị số thống kê C_A thường dùng là :

$$C_A = 0,00675(L + 100)^{-3,3} - 0,00064 \quad (7.22)$$

Khi tàu chạy thử có dân, trị số $C_A > 0,0001$.

Nhật Bản sử dụng công thức Schoenherr, thì trị số C_A như sau :

Chiều dài thân tàu, m	$C_A \times 10^{-3}$	Chiều dài thân tàu, m	$C_A \times 10^{-3}$
≤ 60	+0,5	170 - 190	0
60 - 100	+0,4	190 - 210	-0,1
100 - 130	+0,3	210 - 230	-0,2
130 - 150	+0,2	230 - 250	-0,3
150 - 170	+0,1	> 250	-0,4

Nói chung, trị số C_A giảm theo sự gia tăng của kích thước tàu.

2) Phương pháp thứ hai

Sức cản thân tàu được chia làm ba phần, sức cản ma sát tấm phẳng, sức cản hình dáng (hoặc gọi là sức cản nén) và sức cản sóng do mặt tự do tạo nên, và cho rằng tỷ số hệ số sức cản hình dáng và hệ số sức cản ma sát tấm phẳng là một hằng số, không thay đổi theo trị số Reynolds mà do hình dáng thân tàu quyết định :

$$C_{TM} = (1 + k)C_{FM} + C_{RM} \quad (7.23)$$

trong đó : kC_{FM} - hệ số sức cản hình dáng.

Hệ số sức cản toàn bộ của tàu thực :

$$C_{TS} = (1 + k)C_{FS} + C_{RM} + C_A + C_{AA} \quad (7.24)$$

$$C_A = \left[105 \left(\frac{K_S}{L_{WL}} \right)^{1/3} - 0,64 \right] \times 10^{-3} \quad (7.25)$$

$$C_{AA} = 0,001 \left(\frac{A_{TV}}{S} \right) \quad (7.26)$$

trong đó : K_S - thường lấy trung bình là 150×10^{-6} khi trong phạm vi chiều dài 50 mm biên độ thay đổi trung bình của mặt nhám thân tàu.

Xét theo quan điểm lực học của dòng chảy, phương pháp thứ hai hợp lý hơn phương pháp thứ nhất, đặc biệt với tàu lớn, béo, kết quả tương đối phù hợp với thực tế. Tuy nhiên dùng phương pháp thứ hai, khó khăn chủ yếu là xác định chính xác nhân tố hình dáng k .

Phương pháp xác định nhân tố hình dáng. Thường là phương pháp gần đúng, có hai phương pháp :

a) Xác định trị số k theo thử mô hình, tức là đo sức cản mô hình ở tốc độ thấp. Giả thiết khi tốc độ thấp, sức cản sóng của mô hình tàu là không, so sánh sức cản đo được và sức cản ma sát của tấm phẳng tính toán tương ứng với trị số Reynolds, tức là có được trị số $1 + k$. Khuyết điểm của phương pháp này là trị số Reynolds tương đối thấp khi tốc độ thấp, khi thử mô hình phải dùng giải pháp kích dòng có thể có ảnh hưởng nghiêm trọng của lớp dòng làm cho sức cản đo được không chuẩn. Ngoài ra khi thử tốc độ thấp, sức cản toàn bộ của mô hình rất nhỏ, độ chính xác đo đặc thấp, sai số lớn. Do đó trị số k đo được rất khó tin cậy. Prohaska cho rằng trong phạm vi trị số Froude thấp ($Fr = 0,1 \div 0,2$), có thể giả thiết hệ số sức cản sóng tỷ lệ thuận với bậc 4 của Fr :

$$C_W = A Fr^4 \quad (7.27)$$

trong đó : A - hằng số

$$\frac{C_{TM}}{C_{FM}} = (1 + k) + A \frac{Fr^4}{C_{FM}} \quad (7.28)$$

trong đó : C_{TM} có được do thử nghiệm, C_{FM} tính theo công thức hệ số sức cản ma sát tấm phẳng, Lấy C_{TM}/C_{FM} làm tung độ, Fr^4/C_{FM} làm hoành độ, theo công thức trên vẽ một đường thẳng. Khoảng cách trên tung độ là $1 + k$, độ dốc là A , ITTC kiến nghị công thức sau :

$$\frac{C_{TM}}{C_{FM}} = (1 + k) + A \frac{(Fr)^n}{C_{FM}} \quad (7.29)$$

n được lựa chọn theo số liệu thử nghiệm, dùng trị số bình phương nhỏ nhất tính gần đúng.

b) Ước tính nhân tố hình dáng theo công thức kinh nghiệm.

Dựa trên công thức Schoenherr (dùng k_S biểu thị), công thức Granville như sau :

$$k_S = 18,7 \left(\delta \cdot \frac{B}{L} \right)^2 \quad (7.30)$$

Công thức Prohaska :

$$k_S = 0,11 + 0,128 \frac{B}{T} - 0,0157 \left(\frac{B}{T} \right)^2 - \\ - 3,10 \left(\frac{\delta}{L/B} \right) + 28,8 \left(\frac{\delta}{L/B} \right)^2 \quad (7.31)$$

Công thức SSPA :

$$k_H = 0,355 - 8,58 \left(\frac{\delta}{\frac{L}{B} \sqrt{\frac{B}{T}}} \right) + 126,8 \left(\frac{\delta}{\frac{L}{B} \sqrt{\frac{B}{T}}} \right)^2 \quad (7.32)$$

Công thức của công ty đóng tàu Nhật Bản :

$$k_H = \left(\frac{B}{L} \right)^{2,09} \left(\frac{T}{B} \right)^{0,157} \delta^{6,60} \left(6,64 \bar{x}_{CB}^2 - 32,3 \bar{x}_{CB} + 139,2 \right) \quad (7.33)$$

Trên cơ sở công thức ITTC (dùng k_{ITTC} biểu thị), Granville đưa ra công thức sau :

$$k_{ITTC} = -0,03 + 32,8 \frac{\delta^2}{\left(\frac{L}{B} \right)^2 - \frac{B}{T}} \quad (7.34)$$

Công thức Gross

$$k_{ITTC} = 0,017 + 20 \frac{\delta}{\left(\frac{L}{B} \right)^2 \sqrt{\frac{B}{T}}} \quad (7.35)$$

Cần phải chỉ rõ, dù thử nghiệm hay tính theo công thức kinh nghiệm, trị số $1 + k$ đều phải gần như nhau. Thử nghiệm mô hình hình học tương tự cho biết : với tàu có hình dáng tương đối béo, khi Fr thấp, trị

số $1 + k$ gần như một hằng số, nhưng khi Fr tăng lên, thì trị số đó giảm dần. Với vật thể có hình dáng lưu thể dưới nước như tàu ngầm hoặc ngư lôi, kết quả thử mô hình chỉ rõ trị số $1 + k$ tăng theo trị số Rn tăng.

7.3. TÍNH SỨC CẢN

Tính chuyển sức cản toàn bộ từ tàu mẫu

7.3.1. Phương pháp hệ số hải quân

$$C = \frac{\Delta^{2/3} V^3}{P} \quad (7.36)$$

trong đó : C – hệ số hải quân ;

Δ – lượng chiếm nước, t ;

V – tốc độ của tàu, hải lý ;

P – công suất máy chính, kW.

Giả thiết trị số C của tàu thiết kế mới và tàu mẫu bằng nhau, tính ra công suất máy chính ứng với lượng chiếm nước và tốc độ khác nhau của tàu thiết kế mới, hoặc tính ra tốc độ có thể đạt được của tàu thiết kế mới ứng với lượng chiếm nước và công suất máy chính khác nhau.

7.3.2. Tính chuyển tốc độ hoặc công suất hữu hiệu theo lượng chiếm nước

Khi kích thước và hình dáng của hai tàu gần giống nhau, có thể tính chuyển tốc độ và công suất hữu hiệu theo các phương pháp sau

Do $L_2/L_1 \approx (\Delta_2/\Delta_1)^{1/3}$, $R_2/R_1 \approx \Delta_2/\Delta_1$, ở hiệu suất tốc độ tương ứng, khi Fr bằng nhau, ta có :

$$V_2/V_1 = \sqrt{L_2}/\sqrt{L_1} \approx (\Delta_2/\Delta_1)^{1/6} \quad (7.37)$$

$$P_{E2}/P_{E1} = R_2 V_2 / R_1 V_1 \approx (\Delta_2/\Delta_1)^{7/6} \quad (7.38)$$

trong đó : L_1 , Δ_1 , R_1 , V_1 , P_{E1} – chiều dài, lượng chiếm nước, sức cản toàn bộ, tốc độ, hiệu suất tốc độ của tàu mẫu, các trị số tương ứng, L_2 , Δ_2 , R_2 , P_{E2} là của tàu thiết kế mới.

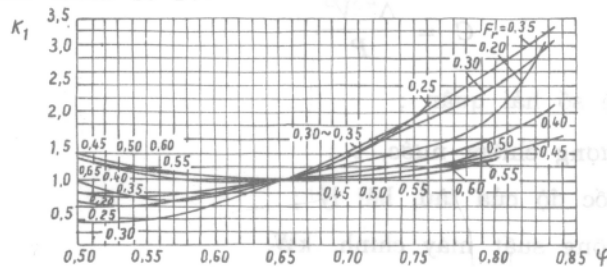
Dùng công thức tính đổi trên, khi lượng chiếm nước chênh nhau trong phạm vi 5%, sai số tương đối nhỏ. Khi lượng chiếm nước của tàu mới nhỏ hơn tàu mẫu, sai số hơi lớn.

7.3.3. Hiệu chỉnh ảnh hưởng kích thước đối với sức cản

Theo phương pháp này sức cản ma sát vẫn được tính theo sức cản ma sát của tấm phẳng, sức cản dư được hiệu chỉnh như sau :

a) Hiệu chỉnh theo sự thay đổi của φ , $L/\Delta^{2/3}$, và B/T

Girc (Гирс), căn cứ vào đồ thị sức cản tiêu chuẩn của Taylor, lấy hệ số hiệu chỉnh của hệ số sức cản dư mô hình là 1,0 khi $\varphi = 0,65$, $L/\Delta^{2/3} = 8,0$ và $B/T = 3,0$ lập ra các đồ thị $K_1 - \varphi$, $K_2 - L/\Delta^{2/3}$, $K_3 - B/T$ ứng với các tham số Fr .



Hình 7.20. Ảnh hưởng đối với sức cản dư của sự thay đổi φ :

$$4,5 < \frac{L}{\Delta^{2/3}} < 11 ; 1,5 < \frac{B}{T} < 12 ; \frac{L}{\Delta^{2/3}} = 8,0 ; B/T = 3,0.$$

Hệ số sức cản dư của tàu mới là :

$$C_R = K C'_R \quad (7.39)$$

trong đó : C'_R - hệ số sức cản dư của mô hình ;

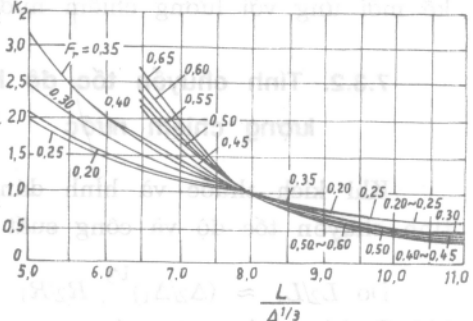
K - hệ số hiệu chỉnh sức cản dư

$$K = \frac{K_1}{K'_1} \cdot \frac{K_2}{K'_2} \cdot \frac{K_3}{K'_3} \quad (7.40)$$

Các hệ số K'_1 , K'_2 , K'_3 và K_1 , K_2 , K_3 được xác định theo các hình 7.20 - 7.22.

b) Phương pháp Mumford

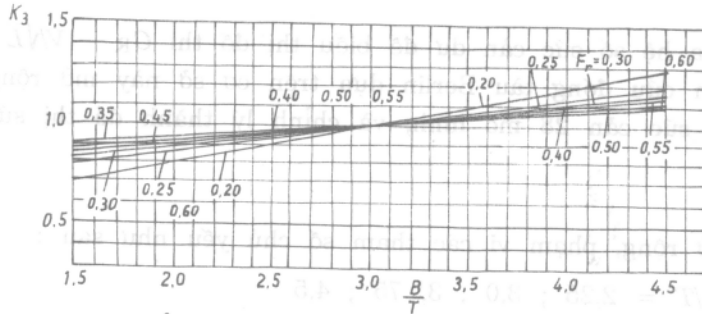
$$\text{Giả thiết} \quad P_E \propto B^x T^y \quad (7.41)$$



Hình 7.21. Ảnh hưởng đối với sức cản dư của sự thay đổi $L/\Delta^{2/3}$:

$$0,5 < \varphi < 0,85 ; 1,5 < \frac{B}{T} < 12 ;$$

$$\varphi = 0,65 ; \frac{B}{T} = 3,0.$$



Hình 7.22. Ảnh hưởng đối với sức cản dư của sự thay đổi B/T
 $0,5 < \varphi < 0,85$; $\varphi = 0,65$; $L/\Delta^{2/3} = 8,0$.

trong đó : x, y – chỉ số Mumford thay đổi theo $\frac{V}{\sqrt{L}}$

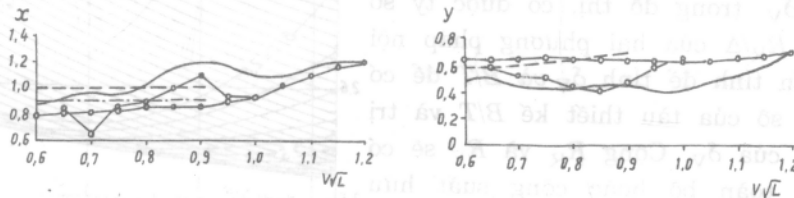
Khi sức cản được biểu thị bằng ©, ta có :

$$© \propto \beta^{x-2/3} T^{y-2/3} \quad (7.42)$$

Telfer mở rộng quan hệ trên như sau :

$$P_E \propto B^x T^y L^z = B^x T^y L^{3-(x+y)} \quad (7.43)$$

Sau khi đã biết các trị số x, y , có thể tính sự thay đổi của sức cản sau khi thay đổi kích thước chủ yếu. Một số kết quả thử nghiệm của chỉ số Mumford x, y , được xác định theo hình 7.23.



Hình 7.23. Chỉ số x, y , Mumford ; (--- 1925).

7.3.4. Tính sức cản theo đồ thị thử nghiệm của mô hình

Đồ thị Taylor mở rộng : $\varphi = 0,5 \div 0,8$.

Cách biểu thị sức cản : $\frac{R_g}{\Delta} \sim Fr$.

Phạm vi sử dụng : tàu thon, cao tốc, hai chân vịt.

Kết quả tính toán : công suất hữu hiệu của tàu trần, sức cản tính toán thường thấp.

Trong những năm 1948 – 1951 Gertler đã chỉnh lý các số liệu ban đầu của Taylor năm 1910, dùng hệ số thể tích chiếm nước $\delta_v = (V/L^3 W_L) \times 10^{-3}$

làm tham số của hệ số sức cản dư để biểu thị đồ thị $C_R - V/\sqrt{L}$. Sau đây, Viện nghiên cứu đóng tàu Berlin dựa trên cơ sở này mở rộng đến $B/T = 4,5$, thử sức cản 28 mô hình, và chỉnh lý thành đồ thị sức cản $\frac{R_g}{\Delta} \sim \varphi$

Sau khi mở rộng, phạm vi các tham số chủ yếu như sau :

$$B/T = 2,25 ; 3,0 ; 3,75 ; 4,5$$

$$\varphi = 0,5 \div 0,8$$

$$10^3 \delta_V = 2,0 ; 3,0 ; 4,0 ; 5,0 ; 6,0 ; 7,0$$

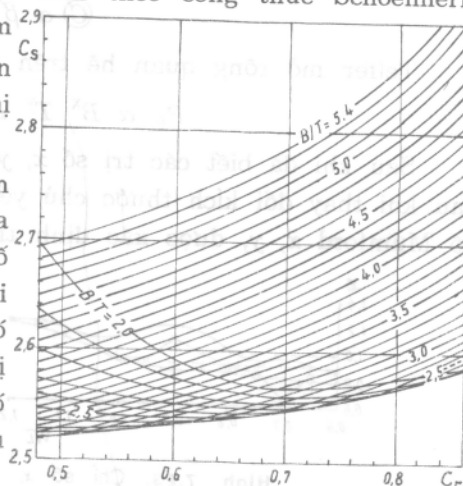
$$Fr = 0,15 \div 0,35.$$

Hệ số diện tích mặt ướt của hệ tiêu chuẩn Taylor C_S , được biểu thị trên hình 7.24.

Sức cản ma sát của hệ này được tính theo công thức Schoenherr (7.15) hoặc tra bảng 7.1 với độ nhám tiêu chuẩn $\Delta C_F = 0,2 \times 10^{-3}$. Sức cản dư xác định theo φ và Fr tra ở đồ thị hình 7.25 - 7.28

Phương pháp tính toán là lựa chọn các trị số B/T và δ_V gần với trị số của B/T và δ_V trong đồ thị, có được tỷ số sức cản R_R/Δ của hai phương pháp nội suy tuyến tính để tính δ_V và B/T để có được trị số của tàu thiết kế B/T và trị số R_R/Δ của δ_V . Cộng R_R và R_F sẽ có sức cản toàn bộ hoặc công suất hữu hiệu.

Khi tính hệ số diện tích mặt ướt theo đồ thị Taylor có hiệu chỉnh diện tích mặt ướt theo các loại tàu khác nhau



Hình 7.24. Hệ số diện tích mặt ướt theo hệ tiêu chuẩn Taylor :

Trị số phụ C_S :

tàu sông, tăng 10% ;

tàu có ống bao trục, tăng 5%.

$$C'_S = kC_S \quad (7.44)$$

trong đó : C_S - hệ số diện tích mặt ướt hệ Taylor ;

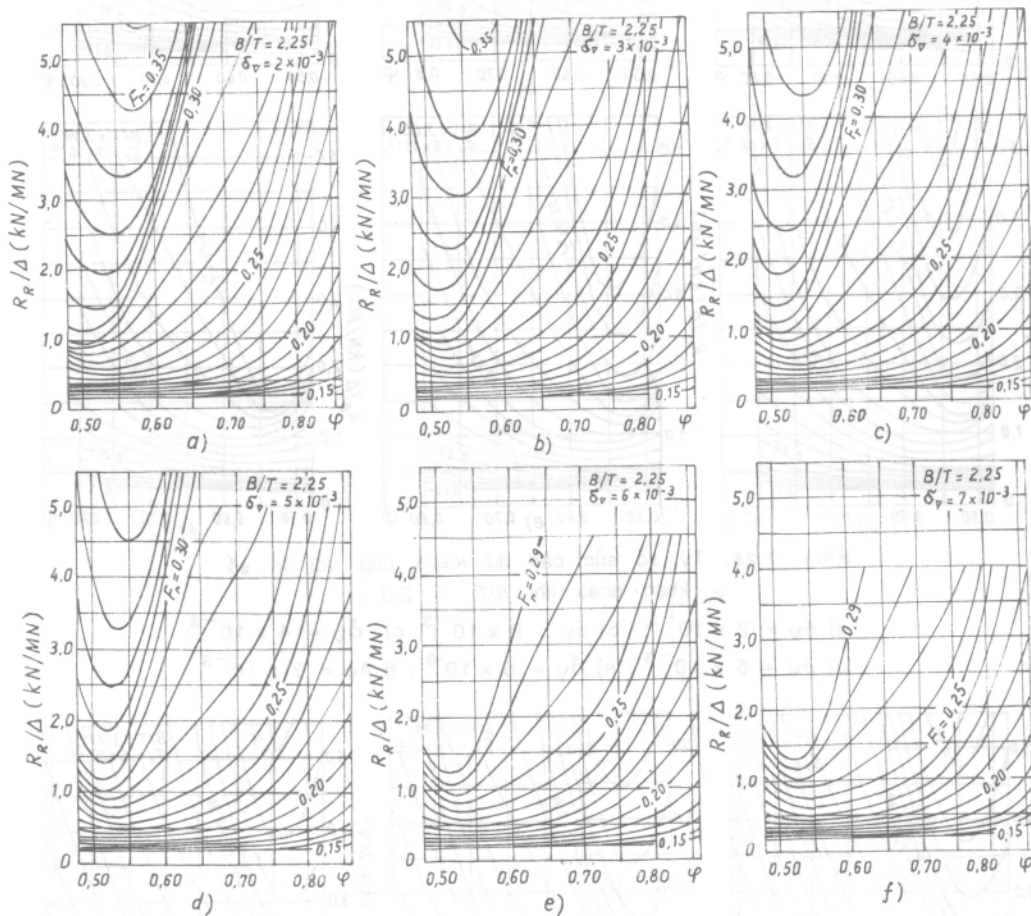
$$C_S = S/\sqrt{\nabla \cdot L_{WL}}$$

C'_S - hệ số diện tích mặt ướt của tàu tính toán ;

k - tính theo bảng sau :

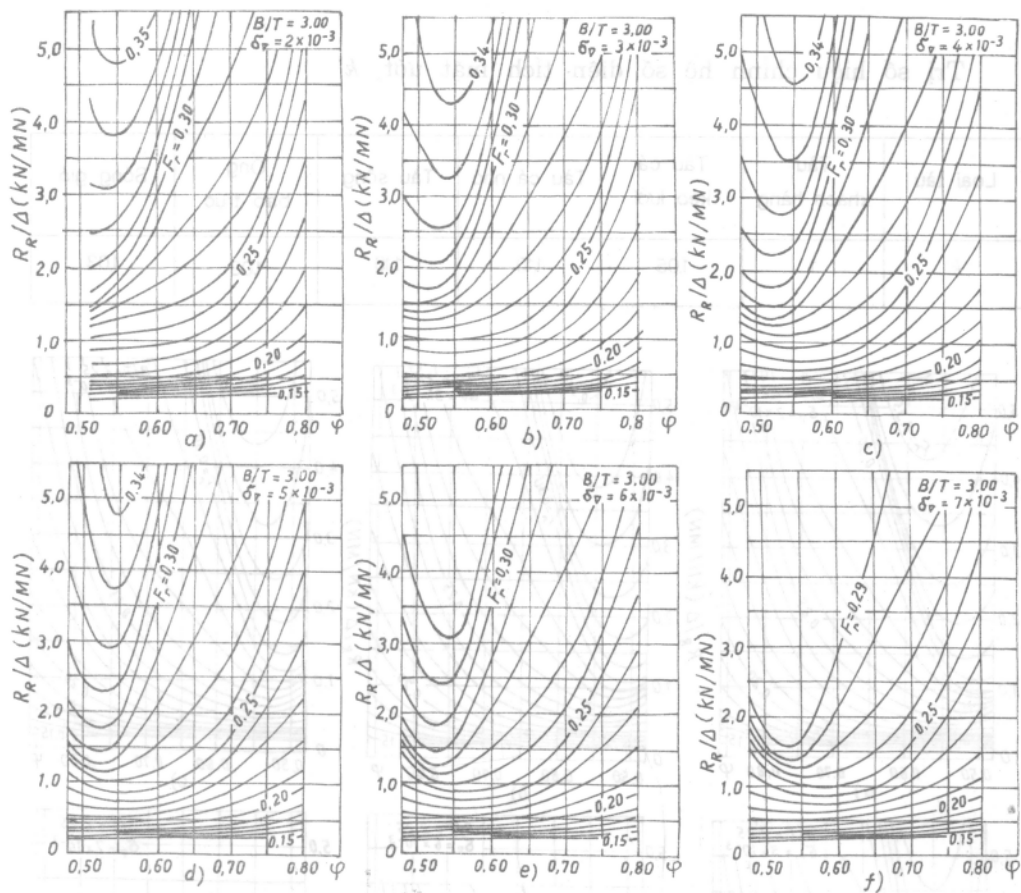
Trị số hiệu chỉnh hệ số diện tích mặt ướt, k

Loại tàu	Tàu khách hàng	Tàu cá kéo lưới	Tàu cá nhỏ	Tàu sông	Ống bao trực	Sóng gió
k	1	1,05	1,10	1,10	1,03	1,03



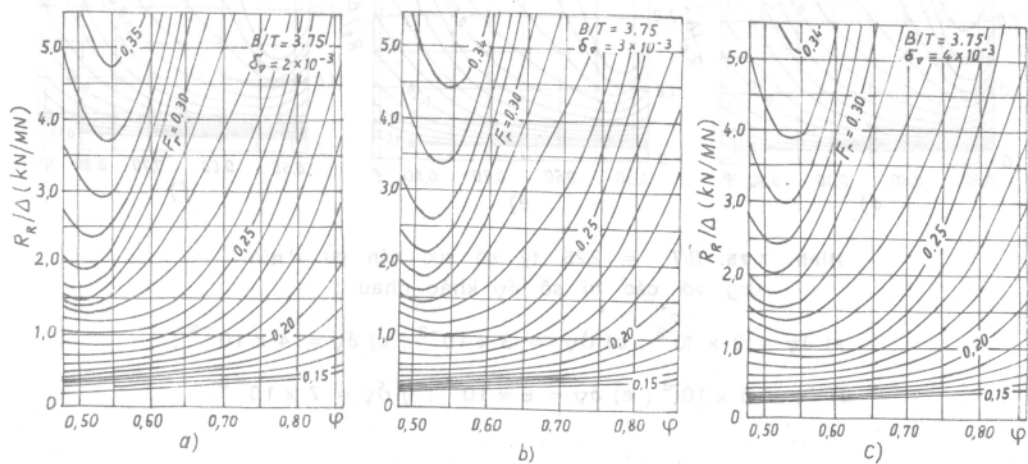
Hình 7.25. $B/T = 2,25$, tỷ số sức cản dư R_R/Δ ứng với các trị số δ_v khác nhau :

- a) $\delta_v = 2 \times 10^{-3}$; b) $\delta_v = 3 \times 10^{-3}$; c) $\delta_v = 4 \times 10^{-3}$;
d) $\delta_v = 5 \times 10^{-3}$; e) $\delta_v = 6 \times 10^{-3}$; f) $\delta_v = 7 \times 10^{-3}$.

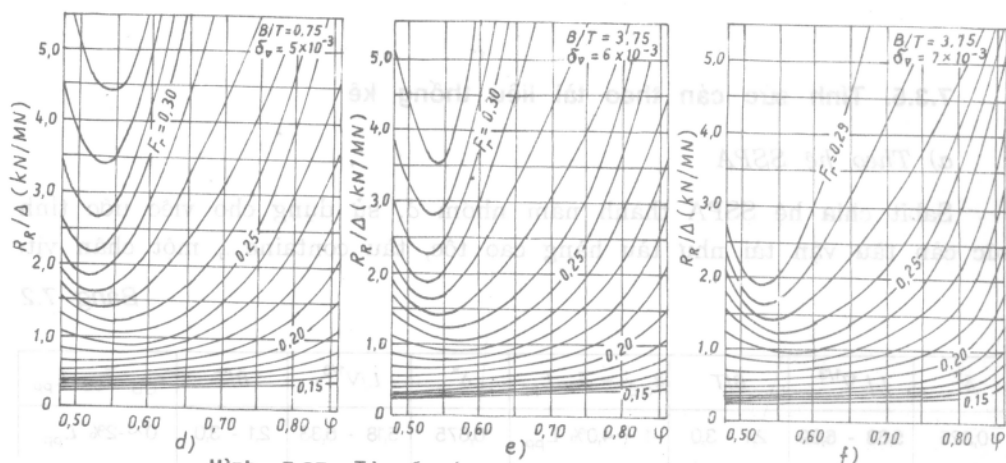


Hình 7.26. Tỷ số sức cân dư R_R/Δ ứng với trị số φ khác nhau khi $B/T = 3,0$:

- a) $\delta_V = 2 \times 10^{-3}$; b) $\delta_V = 3 \times 10^{-3}$; c) $\delta_V = 4 \times 10^{-3}$;
d) $\delta_V = 5 \times 10^{-3}$; e) $\delta_V = 6 \times 10^{-3}$; f) $\delta_V = 7 \times 10^{-3}$.

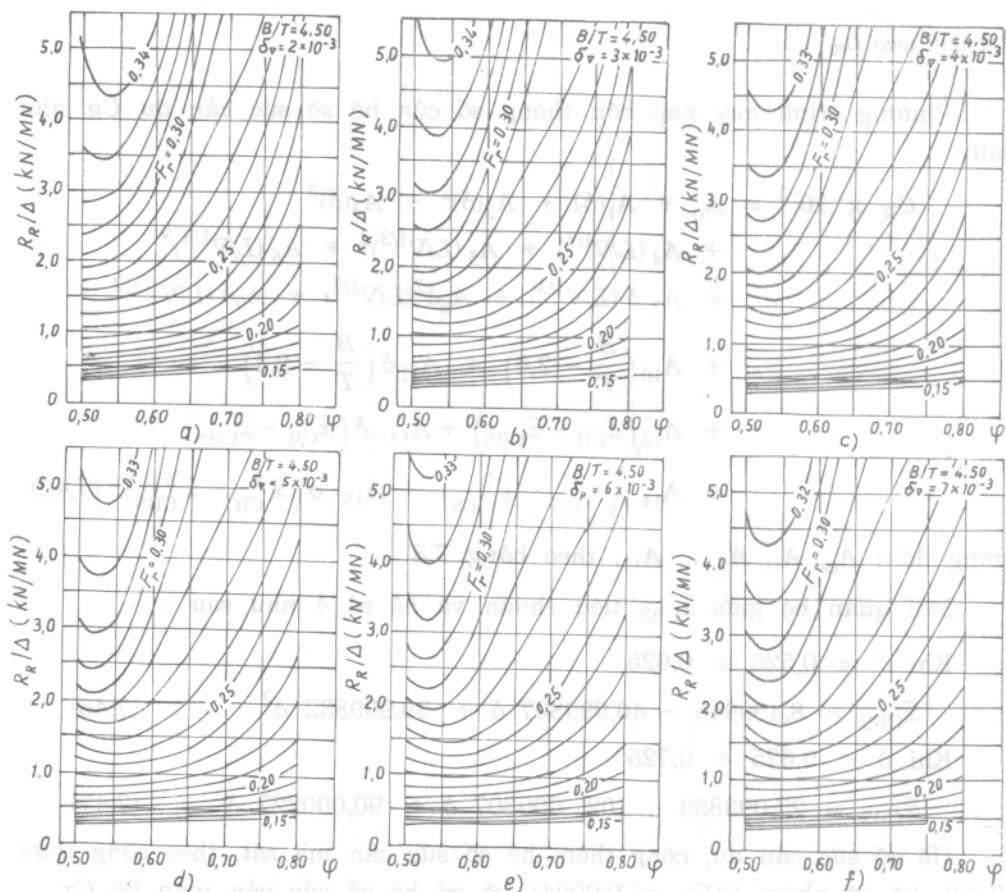


Hình 7.27 a, b, c.



Hình 7.27. Tỷ số sức cân dư R_R/Δ ứng với các trị số φ khác nhau khi $B/T = 3,75$

- a) $\delta_V = 2 \times 10^{-3}$; b) $\delta_V = 3 \times 10^{-3}$; c) $\delta_V = 4 \times 10^{-3}$;
d) $\delta_V = 5 \times 10^{-3}$; e) $\delta_V = 6 \times 10^{-3}$; f) $\delta_V = 7 \times 10^{-3}$.



Hình 7.28. Tỷ số sức cân dư R_R/Δ ứng với các trị số φ khác nhau khi $B/T = 4,5$:

- a) $\delta_V = 2 \times 10^{-3}$; b) $\delta_V = 3 \times 10^{-3}$; c) $\delta_V = 4 \times 10^{-3}$;
d) $\delta_V = 5 \times 10^{-3}$; e) $\delta_V = 6 \times 10^{-3}$; f) $\delta_V = 7 \times 10^{-3}$.

7.3.5. Tính sức cản theo tài liệu thống kê

a) Theo hệ SSPA

Sabit chia hệ SSPA thành năm nhóm δ , sử dụng cho việc ước tính sức cản tàu vận tải như tàu hàng cao tốc, tàu containe..., một chân vịt.

Bảng 7.2

δ^*	$L/V^{1/3}$	B/T	$x_{CB} = \bar{x}_{CB} L_{pp}$	δ^*	$L/V^{1/3}$	B/T	$x_{CB} = \bar{x}_{CB} L_{pp}$
0,525	5,63 - 6,89	2,1 - 3,0	-1 ~ 4,0% L_{pp}	0,675	5,18 - 6,33	2,1 - 3,0	0 ~ 2% L_{pp}
0,575	5,47 - 6,68	2,1 - 3,0	-0,5 ~ 3,5% L_{pp}	0,725	5,06 - 6,18	—	—
0,625	5,32 - 6,50	2,2 - 2,8	+1 ~ -3% L_{pp}				

* δ tính theo L_{pp}

Phương trình quy nạp bốn thông số của hệ số sức cản dư C_R như sau :

$$\begin{aligned}
 C_R \times 10^{-3} = & A_0 + A_1(\delta) + A_2(\delta)^2 + A_3(\delta)^3 \\
 & + A_4(L/V^{1/3}) + A_5(L/V^{1/3})^2 + A_6(L/V^{1/3})^3 \\
 & + A_7\delta(L/V^{1/3}) + A_8\delta^2(L/V^{1/3}) + A_9\delta(L/V^{1/3})^2 \\
 & + A_{10}\left(\frac{B}{T} - 2,4\right) + A_{11}\delta\left(\frac{B}{T} - 2,4\right) \\
 & + A_{12}(\bar{x}_{CB} - \bar{x}_{CBS}) + A_{13}\delta(\bar{x}_{CB} - \bar{x}_{CBS}) \\
 & + A_{14}(\bar{x}_{CB}^2 - \bar{x}_{CBS}^2) + A_{15}\delta(\bar{x}_{CB}^2 - \bar{x}_{CBS}^2) \quad (7.45)
 \end{aligned}$$

trong đó : $A_0, A_1, A_2 \dots A_{15}$, theo bảng 7.3

Mối quan hệ giữa $\bar{x}_{CBS}$ tiêu chuẩn và hệ số δ như sau :

Khi $\delta = 0,525 \div 0,625$

$$\bar{x}_{CBS} = 8,499945 - 40,999807 \delta + 39,999832 \delta^2 \quad (7.46)$$

Khi $\delta = 0,625 \div 0,725$

$$\bar{x}_{CBS} = 27,093853 - 102,000307 \delta + 90,000227 \delta^2 \quad (7.47)$$

Hệ số sức cản dư, cộng thêm hệ số sức cản ma sát, theo công thức (7.17), hệ số nhám ($\Delta C_F = 0,0004$), sẽ có hệ số sức cản toàn bộ C_T .

Bảng 7.3

Hệ số A_i

Hệ số	Hạng mục	$\delta = 0,225 - 0,725$												Fr	
		0,18	0,19	0,20	0,21	0,22		0,23		0,24		0,25			0,26
A ₀	1	-26,436	2,969	-7,754	-15,565	-0,273	20,398	-0,523	25,858	3,601	39,20	4,306	31,608	-3,267	6,188
A ₁	C _B	59,681	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A ₂	C _B ²	0	3,513	53,474	33,423	1212	-81811	1,951	-129,235	2,294	214,0492	-3,943	-171,612	-5,774	-34,77
A ₃	C _B ³	-14,286	11,173	-21,308	11,378	29,87	89,835	30,258	140,415	33,956	207,275	49,353	216,956	63,609	103,412
A ₄	L/V ^{1/3}	8,265	-0,325	5,421	6,093	1374	-2,436	1471	0	0,647	-2,983	-0,648	0	3,302	0
A ₅	(L/V1/3) ²	-0,545	-0,093	-0,504	-0,581	-0,346	0,224	-0,360	0	0	0	0	0	-0,669	-0,073
A ₆	L/V1/3) ³	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,023	0	-0,0290	-0,040	0	-0,036
A ₇	C _B L/V ^{1/3}	-19,187	0	-110,47	-11,721	0	0	0	-4,132	0	0,027	0	-3,956	0	0
A ₈	C _B ² L/V ^{1/3}	4,443	-3,976	-1,691	-2,429	-8,465	1259	-8,754	0	-9,772	4,139	-11,958	-10,357	-15,02	-16,554
A ₉	C _B (L/V ^{1/3}) ²	1102	0,364	1054	1182	0,769	0	0,791	0,304	0,877	0	1080	1,394	1,357	1,443
A ₁₀	B/T-2,4)	-1105	-1065	-1005	-0,965	-0,952		-0,940		-0,88		-0,845		-0,553	
A ₁₁	C _B (B/T-2,4)	1,933	1,933	1,933	1,933	1,933		1,933		+1,867		1,867		1,367	
A ₁₂	$\bar{x}_{CB} \cdot \bar{x}_{CBs}$	-0,164	-0,164	0,137	-0,083	-0,150		-0,129		-0,091		0,370		-0,458	
A ₁₃	C _B ($\bar{x}_{CB} \cdot \bar{x}_{CBs}^2$)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40		0,350		0,250		-0,400		110	
A ₁₄	$\bar{x}_{CB}^2 - \bar{x}_{CBs}^2$	-0,064	-0,064	-0,046	-0,011	-0,075		-0,095		-0,035		-0,040		-0,101	
A ₁₅	C _B ($\bar{x}_{CB}^2 \cdot \bar{x}_{CBs}$)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20		0,200		0,10		0,133		0,25	

Hệ số diện tích mặt ướt của hệ SSPA, C_S :

Khi $\delta = 0,525 \div 0,625$

$$C_S = 3,85945 + 0,515(L/\nabla^{1/3}) - 1,05 \delta - 0,018(B/T) \quad (7.48)$$

Khi $\delta = 0,625 \div 0,725$

$$C_S = 3,85945 + 0,55(L/\nabla^{1/3}) - 1,05 \delta - 0,018 (B/T) \quad (7.49)$$

b) Theo hệ NPL

Viện nghiên cứu vật lý quốc gia Anh, nghiên cứu các yếu tố sau đây của ba loại tàu ven biển : diện tích mặt ướt, bán kính ổn định ngang, tọa độ đứng của tâm nổi và hệ số sức cản và theo đó dùng phương pháp phân tích quy nạp trên cơ sở lý luận thống kê.

Phạm vi tham số phân tích quy nạp của hệ tàu ven biển NPL, cho trong bảng 7.4 :

Bảng 7.4

Tên gọi	Ký hiệu	Phạm vi số liệu	Tên gọi	Ký hiệu	Phạm vi số liệu
Tỷ số chiều dài thể tích chiếm nước	$L/\nabla^{1/3}$	4,6 - 5,6	Chiều dài nước vào	L_E	$(37,5 - 50)\%L$
Tỷ số chiều dài, chiều rộng	L/B	5,5 - 6,5	Chiều dài đoạn song song giữa tàu	L_p	$(0 - 18,5)\%L$
Tỷ số chiều rộng môn nước	B/T	2,0 - 3,0	Chiều dài nước vào khi tàu chổ dấy	L_{EW}	$(22,5 - 42,5)\%L$
Hệ số béo	δ	0,625 - 0,675	Chiều dài đoạn song song giữa tàu khi tàu chổ dấy	L_{pw}	$(19,5 - 48)\%L$
Tọa độ dọc của tâm nổi	$x_{CB} = \bar{x}_{CB} L$	$(+2,8 \div -2,1)\%L$	Nửa góc vào nước	i_g	$14 - 39^\circ$

Ghi chú. Tính theo L_{pp}

Biểu thị các yếu tố của ba loại tàu

Hệ số diện tích mặt ướt

$$\textcircled{S} = 5,3745 - 1,0675\delta + 0,0231 (L/B)^2 + 0,057(B/T)^2 \quad (7.50)$$

Hệ số bán kính ổn định ngang

$$\frac{\overline{BM} \cdot T}{B^2} = 0,00779.(B/T) + 0,06807\delta + 0,00028 (L/B)^2 \quad (7.51)$$

Hệ số tọa độ đứng của tâm nổi :

$$\frac{\overline{KB}}{T} = 0,5525 - 0,035 \cdot \delta^2 \quad (7.52)$$

Biểu thị hệ số sức cản

Hệ số sức cản Telfer :

$$C_{TL} = b_o . (L/B)^{b_1} . (B/T)^{b_2} . (\delta)^{b_3} . e^{b_4} + [(\bar{x}_{CB}^*)_{opt} - \bar{x}_{CB}^*]^2 \quad (7.53)$$

hoặc

$$\begin{aligned} \ln(C_{TL}) = & b_o + b_1 \ln(L/B) + b_2 \ln(B/T) + b_3 \ln(\delta) \\ & + b_4 [(\bar{x}_{CB}^*)_{opt} - \bar{x}_{CB}^*]^2 \end{aligned} \quad (7.54)$$

$$(\bar{x}_{CB}^*)_{opt} = d_o . (L/B)^{d_1} . (B/T)^{d_2} . \delta^{d_3} \quad (7.55)$$

trong đó : $(\bar{x}_{CB}^*)_{opt}$ - trị số $\bar{x}_{CB}$ tốt nhất tương ứng với $V/\sqrt{L}$, m ;

$\bar{x}_{CB}^*$ - tọa độ dọc tâm nổi (khoảng cách từ tâm nổi đến đường vuông góc mũi tàu chia cho chiều dài tàu).

Hệ số b_i và d_j , tra theo bảng 7.5

Khi b_i ($i = 0, 1, \dots, 4$) công thức tính như sau :

$$\left. \begin{aligned} b_0 &= 3,599 - 11,755 \overline{VLT} + 13,902 \overline{VLT}^2 \\ b_1 &= -0,241 + 4,794 \overline{VLT} - 4,690 \overline{VLT}^2 \\ b_2 &= 0,003 + 2,209 \overline{VLT} - 1,565 \overline{VLT}^2 \\ b_3 &= 2,333 - 21,59 \overline{VLT} - 55,69 \overline{VLT}^2 - 38,50 \overline{VLT}^3 \\ b_4 &= -2,56734 + 3736791 \overline{VLT} - 22931378 \overline{VLT}^2 + 76963906 \overline{VLT}^3 \\ &\quad - 152652438 \overline{VLT}^4 + 179001731 \overline{VLT}^5 - 114943985 \overline{VLT}^6 \\ &\quad + 31194178 \overline{VLT}^7 \end{aligned} \right\} \quad (7.56)$$

trong đó : $\overline{VLT} = 2 \times \frac{V}{\sqrt{L}} - 1,0$

V , tính bằng hải lý ; L , tính bằng fut.

Bảng 7.5

Trị số b_i ($i = 0,1,..., 4$) và d_j ($j = 0,1,2,3$) < tàu ven biển NPL >

Fr	0,1964	0,2083	0,2202	0,2321	0,2440	0,2559
$\frac{V}{\sqrt{L}} \begin{matrix} \text{---} \\ \text{---} \end{matrix} \begin{matrix} \text{(hải lý)} \\ \text{fut} \end{matrix} \frac{V_2}{V_2}$	0,66	0,70	0,74	0,78	0,82	0,86
b_0	1288	1072	1130	1387	1835	2302
b_1	0,817	0,918	0,984	0,967	0,890	0,788
b_2	0,568	0,624	0,704	0,745	0,765	0,786
b_3	0	0	0,530	0,948	1,25	1,31
b_4	7120	25,80	36,20	41,70	126,10	171,30
d_0	0,481	0,347	0,345	0,362	0,499	0,536
d_1	-0,011	0,162	0,240	0,227	0,036	0,001
d_2	-0,112	0,012	0,060	0,041	-0,054	-0,072
d_3	-0,384	-0,037	0,390	0,348	0,013	-0,042

Trường hợp trị số $(\bar{x}_{CB}^*)_{opt}$ ứng với $\frac{V}{\sqrt{L}}$ không có trong bảng, thì tính trị số $(\bar{x}_{CB}^*)_{opt}$ của $\frac{V}{\sqrt{L}}$ trong bảng rồi nội suy.

Sai số tiêu chuẩn σ_r của phương trình C_R ứng với sáu trị số $V/\sqrt{L}$ như sau :

$V/\sqrt{L}$	0,66	0,70	0,74	0,78	0,82	0,86
σ_r	0,024	0,0202	0,0243	0,0271	0,0271	0,027

c) *Tính toán quy nạp sức cản mô hình không theo seri*

Holtrop tại bể thử mô hình Hà Lan (MARIN) đã biểu thị sức cản toàn bộ như sau :

$$R_T = R_F(1 + k) + R_W + R_A + R_{APP} + R_B + R_{TR} \quad (7.57)$$

trong đó : R_F - sức cản ma sát, tính theo công thức ITTC 1957 ;

R_W - sức cản sóng ;

R_A - sức cản hiệu chỉnh giữa tàu thực và mô hình ;

R_B - sức cản nén phụ do mũi hình cầu tạo nên ;

R_{TR} - sức cản nén phụ do đuôi hình vuông ngập nước tạo nên

a) Sức cản nhớt $R_F(1 + k)$

$$1 + k = 0,93 + 0,487118 C_{14} \left(\frac{B}{L}\right)^{1,06806} \left(\frac{T}{L}\right)^{0,46106} \left(\frac{L}{R}\right)^{0,121563} \left(\frac{L^3}{\nabla}\right)^{0,36486} \times \\ \times (1 - \varphi)^{-0,604247} \quad (7.58)$$

trong đó : L - chiều dài đường nước ;

$$L_R = L \left[1 - \varphi + 0,06 \bar{x}_{CB} / (4\varphi - 1) \right] \quad (7.59)$$

C_{14} - hệ số xét tới hình dáng đuôi tàu

$$C_{14} = 1 + 0,011 C_{AP}$$

Hệ số hình dáng đuôi tàu được tính như sau :

	C_{AP}
Tàu đáy bằng, đuôi chẵn gió	-25
Mặt cắt hình chữ V	-10
Mặt cắt bình thường	0
Mặt cắt hình chữ U	10

b) Sức cản sóng R_W , tính theo ba trường hợp :

1) $Fr \geq 0,55$

$$R_W = C_{17} C_2 C_5 \nabla \rho g \exp \left[m_3 Fr^2 + m_4 \cos(\lambda Fr^{-2}) \right] \quad (7.60)$$

trong đó : $C_{17} = 6919,3 \beta^{-1,3346} \left(\nabla / L^3 \right)^{2,00977} \left(L/B - 2 \right)^{1,40692}$

$$m_3 = -7,2035 \left(\frac{B}{L} \right)^{0,326869} \left(\frac{T}{B} \right)^{0,605375}$$

$$C_2 = \exp \left(-1,89 \sqrt{C_3} \right)$$

$$C_3 = 0,56 A_{BT}^{1,5} / \left[BT(0,31 \sqrt{A_{BT}} + T_F - h_B) \right]$$

$$C_5 = 1 - 0,8 A_T / (BT\beta)$$

h_B - chiều cao cách đường chuẩn của tâm diện tích A_{BT} , m, thích hợp với $h_B < 0,6T_F$;

$$\lambda = \begin{cases} 1,446\varphi - 0,03 \frac{L}{B} & \text{khi } \frac{L}{B} < 12 \\ 1,446\varphi - 0,36 & \text{khi } \frac{L}{B} > 12. \end{cases}$$

$$d = -0,9$$

$$m_4 = C_{15} \cdot 0,4 \exp(-0,034 Fr^{-3,29})$$

$$C_{15} = \begin{cases} 1,69385 & \text{khi } L^3/V < 512 \\ -1,69385 + (L/D^{1/2} - 8)/2,36 & \text{khi } 512 < L^3/V < 1726,91 \\ 0 & \text{khi } L^3/V > 1726,91 \end{cases}$$

$$2) Fr \leq 0,4$$

$$R_W = C_1 C_2 C_5 \nabla \rho g \exp[m_1 Fr^2 + m_4 \cos(\lambda Fr^{-2})] \quad (7.61)$$

trong đó : C_2 , C_5 , d , m_4 và λ , theo (7.60)

$$C_1 = 2223105 C_7^{3,78613} \left(\frac{T}{B}\right)^{1,07961} (90 - i_E)^{-1,37565}$$

$$C_7 = \begin{cases} 0,229577 \left(\frac{B}{L}\right)^{0,3333} & \text{khi } B/L < 0,11 \\ B/L & \text{khi } 0,11 < B/L < 0,25 \\ 0,5 - 0,0625B/L & \text{khi } B/L > 0,25 \end{cases}$$

$$i_E = 1 + 89 \exp\left[-\left(\frac{L}{B}\right)^{0,80856} (1 - \alpha)^{0,30484} \times \right. \\ \left. \times (1 - \varphi - 0,0225 \bar{x}_{CB})^{0,6367} \left(\frac{L_R}{B}\right)^{0,34574} \left(100 \frac{\nabla}{L^3}\right)^{0,16302} \right]$$

$$m_1 = 0,0140407 \frac{L}{T} - 1,75254 \frac{\nabla^{1/3}}{L} - 4,79323 \frac{B}{L} - C_{16}$$

$$C_{16} = \begin{cases} 8,07931 \varphi - 13,8673 \varphi^2 + 6,984388 \varphi^3 & \text{khi } \varphi < 0,8 \\ 1,73014 - 0,7067 \varphi & \text{khi } \varphi > 0,8 \end{cases}$$

$$3) 0,40 < Fr < 0,55$$

$$R_W = R_{W0} + (10Fr - 4)(R_{W0,55} - R_{W0,40})/1,5 \quad (7.62)$$

trong đó : $R_{W0,55}$ - sức cản sóng khi $Fr = 0,55$;

$R_{W0,40}$ – sức cản sóng khi $Fr = 0,40$.

Diện tích mặt ướt của thân tàu có thể tính gần đúng như sau :

$$S = L(2T + B)\sqrt{\beta}(0,453 + 0,4425\delta - 0,2862\beta - 0,003467\frac{B}{T} + 0,3696\alpha + 2,38\frac{A_{BT}}{\delta}) \quad (7.63)$$

c) Sức cản phụ R_{App} :

$$R_{App} = 0,5\rho V^2 S_{App}(1 + k_2)_{eq} C_F \quad (7.64)$$

trong đó : S_{App} – diện tích mặt ướt của vật phụ ;

C_F – tính theo công thức ITTC 1957 ;

$1 + k_2$ – yếu tố hình dáng của vật phụ.

Trường hợp vật phụ có hình dáng đường dòng chảy, có thể tính gần đúng như sau :

	$1 + k_2$
Ky lái hoặc bánh lái sau ky lái	1,5 – 2,0
Bánh lái đuôi tàu	1,3 – 1,5
Bánh lái cân bằng tàu hai chân vịt	2,8
Giá đỡ trục	3,0
Ky lái	1,5 – 2,0
Ống bao trục	2,0
Ống bao giá đỡ trục	3,0
Trục	2,0 – 4,0
Ky ổn định	2,8
Ống đạo lưu	2,7
Ky hông	1,4

Yếu tố hình dáng tương đương của tổ hợp các vật phụ là :

$$(1 + k_2)_{eq} = \frac{\sum(1 + k_2)S_{App}}{\sum S_{App}}$$

d) Sức cản phụ của mũi hình cầu :

$$R_B = 0,11 \exp(-3P_B^{-2}) Fr_i^3 A_{BT}^{1,5} \rho g / (1 + Fr_i^2) \quad (7.65)$$

trong đó : P_B – liên quan đến chiều sâu ngập nước của mũi tàu :

$$P_B = 0,56 \sqrt{A_{BT}} (T_F - 1,5 h_B)$$

Fr_i - liên quan đến chiều sâu ngập nước :

$$Fr_i = V / \sqrt{g(T_F - h_B - 0,25\sqrt{A_{BT}} + 0,15 V^2)}$$

e) Sức cản phụ của đuôi vuông ngập nước R_{TR} :

$$R_{TR} = 0,5\rho V^2 A_T C_6 \quad (7.66)$$

trong đó :

$$C_6 = \begin{cases} 0,2 (1 - 0,2 Fr_T) & \text{khi } Fr_T < 5 \\ 0 & \text{khi } Fr_T \geq 5 \end{cases}$$

$$Fr_T = V / \sqrt{2gA_T / (B + B\alpha)}$$

f) Sức cản bổ sung do tính chuyển từ mô hình sang tàu thực

$$R_A = \frac{1}{2} \rho V^2 S C_A$$

Trường hợp tàu chạy thử lý tưởng :

$$C_A = 0,006(L + 100)^{-0,16} - 0,00205 + 0,003\sqrt{L/7,5} \cdot \delta^4 C_2(0,04 - C_4) \quad (7.67)$$

trong đó : C_2 , tính theo (7.60)

$$C_4 = \begin{cases} T_F/L & \text{khi } T_F/L \leq 0,04 \\ 0,04 & \text{khi } T_F/L > 0,04 \end{cases}$$

7.4 SỨC CẢN PHỤ

Trong quá trình hành hải, những vật phụ nhô ra bên ngoài thân tàu như ky hông, bánh lái, ống bao trục, trục và giá đỡ trục, xiêm giảm lác, ống đạo lưu, chân vịt... sản sinh sức cản, đều gọi là sức cản phụ. Sức cản do các lỗ khoét hoặc lõm trên thân tàu cũng là sức cản phụ. Sức cản của ky đứng, theo diện tích mặt ướt mà tính vào sức cản ma sát. Thường kích thước của vật phụ nhỏ so với thân tàu, và nằm sâu dưới nước, sức cản của vật phụ chủ yếu là sức cản ma sát và sức cản nén nhót, sức cản của những vật phụ ngắn như giá đỡ trục chủ yếu là sức cản nén nhót, sức cản của những vật phụ lắp dọc theo đường nước chảy tương đối dài như ky hông, ống bao trục, chủ yếu là sức cản ma sát.

Tính sức cản của vật phụ tương đối khó vì ngoài sức cản của bản thân vật phụ ra còn có sức cản nhiều do vật phụ và thân tàu gây nên, trước mắt chưa có phương pháp tính toán lý thuyết hữu hiệu nào. Ngoài

ra khi sử dụng phương pháp thử mô hình, do tốc độ của mô hình thấp, kích thước của vật phụ nhỏ, hiệu ứng kích thước khá nghiêm trọng. Khi sức cản của vật phụ chiếm một tỷ lệ không lớn, tuy có hiệu ứng kích thước khi thử mô hình nhưng ảnh hưởng không lớn, do đó dùng phương pháp thử mô hình có thể có được kết quả tương đối tốt. Trong thực tế, khi ước tính sơ bộ sức cản phụ người ta thường dùng số liệu thống kê, kinh nghiệm, có kết hợp hiệu chỉnh thích đáng với trường hợp thực tế của con tàu thiết kế.

7.4.1. Thử mô hình để xác định sức cản phụ

Sức cản phụ là độ chênh lệch giữa sức cản toàn bộ của mô hình thử nghiệm có kèm theo vật phụ và mô hình thử nghiệm của thân tàu trần. Để giảm ảnh hưởng hiệu ứng kích thước, mô hình thử nghiệm cố gắng to một chút.

Sức cản toàn bộ của mô hình thân tàu trần là R_M , sức cản toàn bộ của mô hình có gắn các vật phụ là $R_M + \Delta R_M$, ta có hệ số không thứ nguyên sau :

$$K_{APM} = \frac{\Delta R_M}{R_M} \quad (7.68)$$

$$C_{APM} = \Delta R_M / \frac{1}{2} \rho_M S_M V_M^2 \quad (7.69)$$

Tính chuyển sang tàu thực, có hai phương pháp sau :

1) Giả thiết $K_{APM} = K_{APS}$

$$\Delta R_S = K_{APS} R_S = K_{APM} R_S = \frac{\Delta R_M}{R_M} \cdot R_S \quad (7.70)$$

trong đó : R_S - sức cản toàn bộ của tàu thực với thân tàu trần.

Theo phương pháp này tỷ lệ phần trăm của sức cản phụ so với sức cản toàn bộ của thân tàu trần tàu thực và tỷ lệ phần trăm của sức cản phụ so với sức cản toàn bộ của thân tàu trần mô hình thử nghiệm là bằng nhau, ảnh hưởng hiệu ứng kích thước khá nhỏ. Phương pháp này được dùng nhiều.

2) Giả thiết $C_{APM} = C_{APS}$

$$\Delta R_S = \lambda^3 \frac{\rho_S}{\rho_M} \Delta R_M \quad (7.71)$$

trong đó : λ - tỷ lệ thu nhỏ của mô hình ;

ρ_S và ρ_M - mật độ nước của tàu thực và trạng thái thử mô hình.

Như ta biết, với vật thể không có hình dáng lưu thể, sau khi vượt qua giới hạn Reynolds, hệ số sức cản được xem như một hằng số không thay đổi theo Rn , với vật thể có hình dáng hình học tương tự mà tỷ lệ thu nhỏ không giống nhau, sức cản của chúng thay đổi theo λ^3 . Nhưng với vật thể có hình dáng lưu thể, sức cản ma sát chiếm một tỷ lệ tương đối lớn, khi trị số Reynolds tăng, hệ số sức cản ma sát giảm dần, do vậy mức tăng của sức cản khi tính chuyển từ mô hình sang tàu thực $< \lambda^3$. Như vậy theo phương pháp này kết quả sức cản phụ tính chuyển sang tàu thực hơi lớn, do đó người ta dựa vào hệ số hiệu chỉnh hiệu ứng kích thước của vật phụ β :

$$\Delta R_S = \beta \lambda^3 \frac{\rho_S}{\rho_M} \Delta R_M \quad (7.72)$$

Trị số β được lựa chọn theo kinh nghiệm. Bộ môn nghiên cứu liên quan của Anh kiến nghị lấy là 0,5 hoặc 0,6. Số liệu này chưa được sử dụng rộng rãi.

7.4.2. Xác định sức cản phụ theo tài liệu thống kê

a) Dùng hệ số vật phụ để xác định sức cản toàn bộ của vật phụ.

Phạm vi hệ số vật phụ

Tàu dân dụng một chân vịt	1,02 - 1,05
Tàu dân dụng hai chân vịt	1,07 - 1,13
Quân hạm cao tốc hai hoặc bốn chân vịt	1,08 - 1,15

b) Ước tính sức cản vật phụ theo hạng mục :

- 1) Ky hông. Thường tính bằng 1 - 3% sức cản tàu trần.
- 2) Bánh lái. Với bánh lái dạng lưu thể, sức cản của nó bằng 1,5 sức cản ma sát của bản thân nó.

Với tàu một chân vịt, sức cản bánh lái bằng khoảng 1 - 2% sức cản toàn bộ của thân tàu trần.

Với tàu hai chân vịt, nếu dùng bánh lái giữa, có thể giảm sức cản nén nhất của đuôi tàu, do đó mức tăng sức cản của bánh lái giữa có

thể bỏ qua không tính. Với tàu hai chân vịt với hai bánh lái mạn, sức cản của chúng bằng khoảng 3 - 5% sức cản toàn bộ của thân tàu trần.

3) Giá đỡ trực đuôi. Sức cản giá đỡ trực đuôi R_{STR} , thường bằng 4 - 8% sức cản toàn bộ của thân tàu trần, cũng có thể tính gần đúng như sau :

$$R_{STR} = 2,94 l^3 V^2 \quad (7.73)$$

$$R_{STR} = k S_{STR} V^2 \quad (7.74)$$

$$R_{STR} = \frac{b^2 V^2}{0,56} \quad (7.75)$$

trong đó : V - tốc độ tàu, hải lý ;

l - chiều dài giá đỡ trực, m ;

S_{STR} - diện tích mặt ướt của giá đỡ trực, m^2 ;

b - khoảng cách giữa vị trí trực chân vịt đến đường giữa tàu, m, theo công thức (7.75) chỉ thích hợp với tổng chiều dài của trực chống là $3b$, chiều dày trung bình là $0,054 b$;

k - hệ số, với mặt cắt hình cánh máy bay, tỷ số chiều dày lớn nhất là 0,20, lấy $k = 0,47$; khi tỷ số chiều dày lớn nhất là 0,33, lấy $k = 0,151$.

Viện nghiên cứu tàu thủy và công trình biển Trung Quốc đưa ra khái niệm thiết kế giá đỡ trực đuôi tiết kiệm năng lượng, thiết kế giá đỡ trực nghiêng một góc nhất định với hướng dòng chảy khoảng 2° và chuyển dạng cánh đối xứng thành không đối xứng tạo nên dòng xoáy khi chảy qua giá đỡ trực, nâng cao hiệu suất đẩy, nếu thiết kế thỏa đáng có thể tiết kiệm công suất đến 6%.

4) Trực. Với tàu hai chân vịt hoặc nhiều chân vịt, trực đuôi nhô ra ngoài thân tàu, sức cản R_{SH} được tính như sau :

$$R_{SH} = 9,6 l d \sin \theta V^2 \quad (7.76)$$

trong đó : l - chiều dài trực đuôi nhô ra ngoài thân tàu, m ;

d - đường kính trực, m ;

V - tốc độ tàu, hải lý ;

θ - góc giữa dòng chảy và trực.

5) Ống bao trực. Bố trí theo hướng dòng chảy, độ nghiêng ở mép sau của mặt cắt dọc không quá 15° làm sức cản nén nhớt gần như mất

đi, khi đó sức cản chủ yếu của ống bao trục là sức cản ma sát, thường chiếm khoảng 2,5 - 4,0% sức cản toàn bộ của thân tàu trần, lớn nhất có thể tới 8%.

6) Chân vịt bị chốt. Sức cản của chân vịt bị chốt không quay được ước tính như sau :

$$R_p = 130 \frac{A_E}{A_o} (1 - w)^2 V^2 D^2 \quad (7.77)$$

7.4.3. Sức cản của các lỗ khoét và chỗ lõm trên thân tàu

Lỗ khoét và chỗ lõm trên thân tàu, ngoài việc tạo nên sức cản nén do sự thay đổi lực nén do dòng xoáy gây nên, còn làm thay đổi sự phân bố lực nén trên bề mặt thân tàu và sự phân bố ma sát. Để giảm hiệu ứng kích thước, cố gắng cho R_n của thử nghiệm mô hình lớn một chút.

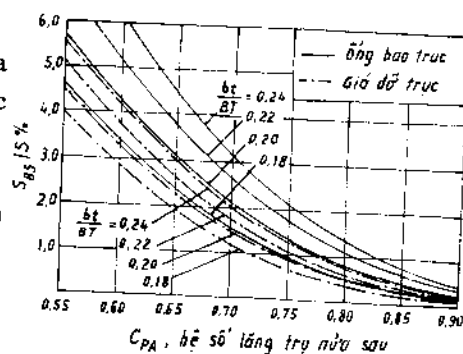
Hình 7.30 cho kết quả thử sức cản chỗ lõm, trong đó h là chiều sâu chỗ lõm, l là đường kính lỗ hoặc chiều dài mép.

Hình 7.30 b cho trị số σ của tỷ số sức cản của chỗ lõm hình chữ nhật có các tỷ số dài rộng khác nhau và sức cản chỗ lõm hình vuông, trong đó l/b là tỷ số chiều dài mép và chiều rộng mép.

Định nghĩa của hệ số sức cản là :

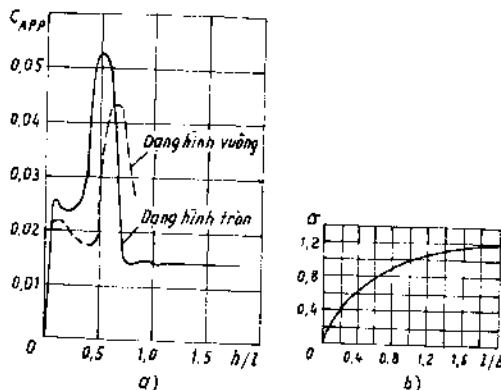
$$C_{APP} = R_{APP} / \frac{1}{2} \rho A V^2$$

trong đó : A - diện tích hình chiếu phẳng của chỗ lõm.



Hình 7.29. Tương quan giữa diện tích mặt ướt của ống bao trục và góc đỡ trục đuôi và hệ số lặn trụ phần sau thân tàu φ_A :

b - khoảng cách trục ; r - chiều sâu ngập nước của trục ; S_{gs} - diện tích mặt ướt của ống bao trục hoặc giá đỡ trục đuôi ; S - diện tích mặt ướt của thân tàu.



Hình 7.30. Kết quả thử nghiệm sức cản chỗ lõm :

a) hệ số sức cản chỗ lõm hình vuông và hình tròn ; b) tương quan giữa σ và l/b .

Với lỗ khoét có kích thước nhỏ (chiều sâu $h > 0,2l$), hệ số sức cản được tính như sau :

$$\Delta C_{HL} = (0,033 - C_F) \frac{1}{S} \times \sum_{i=1}^n \left[1 - 0,085 \left(\frac{X_i}{L_{pp}} \right)^{0,855} \right]^2 A_i \quad (7.78)$$

trong đó : X_i - khoảng cách từ mép trước của lỗ khoét thứ i đến đường vuông góc mũi ;

A_i - diện tích lỗ khoét thứ i .

Sức cản không khí

Sức cản không khí do sức cản ma sát và sức cản nén nhót tạo thành, vì độ nhót của không khí nhỏ, sức cản ma sát chỉ chiếm một phần rất bé, do vậy sức cản không khí của tàu chủ yếu là sức cản nén nhót, nó liên quan đến hình dáng bên ngoài của phần trên mặt nước của tàu, kích thước và tốc độ, hướng chuyển động giữa tàu và không khí. Trên mặt biển, tốc độ gió và hướng gió luôn thay đổi, ở đây chỉ xét tới gió ổn định thổi trên mặt biển bình lặng.

Lực tác dụng tương đối giữa không khí và bộ phận trên mặt nước bao gồm lực hướng dọc, lực hướng ngang và mômen lệch hướng.

Hệ số lực gió hướng dọc :

$$C_x = \frac{X}{\frac{1}{2} \rho_A V_R^2 A_{TV}} \quad (7.79)$$

Hệ số lực gió hướng ngang :

$$C_r = \frac{Y}{\frac{1}{2} \rho_A V_R^2 A_{LV}} \quad (7.80)$$

Hệ số mômen lệch hướng :

$$C_N = \frac{N}{\frac{1}{2} \rho_A V_R^2 A_{LV} L_{OA}} \quad (7.81)$$

trong đó : V_R - tốc độ gió tương ứng ;

ρ_A - mật độ không khí ;

X - lực gió hướng dọc ;

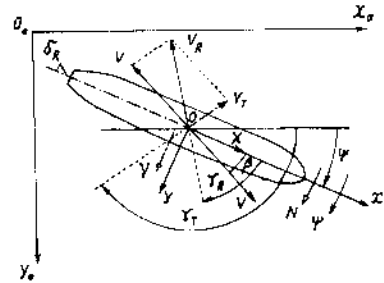
Y - lực gió hướng ngang ;

N - mômen lệch hướng.

Trên hình 7.31, V là tốc độ tàu, V_T là tốc độ gió, Φ là góc lệch hướng, γ_T là góc gió, γ_R là góc tương ứng giữa mũi tàu và hướng gió. Hệ số lực gió thường có được qua thử nghiệm trong ống gió.

Tính sức cản không khí khi lạng gió

Lạng gió là trạng thái không có gió, không khí tĩnh, tốc độ gió chỉ do tàu chạy tạo nên, khi đó tốc độ gió bằng tốc độ tàu và chiều gió ngược với hướng tàu chạy. Khi thiết kế sơ bộ có thể tính gần đúng sức cản không khí như sau :



Hình 7.31. Vectơ sức cản không khí.

$$C_{AA} = \frac{X}{\frac{1}{2} \rho V^2 S} \quad (7.82)$$

Khi $\gamma_R = 0$, thì :

$$C_{AA} = C_x \frac{\rho_A}{\rho} \frac{A_{TV}}{S} \approx C_x \frac{A_{TV}}{800 S} \quad (7.83)$$

Theo thử nghiệm trong ống gió, trị số trung bình của hệ số sức cản không khí như sau :

Tàu hàng thông thường	$C_{AA} = 0,1 \times 10^{-3}$
Tàu hàng rời	$C_{AA} = 0,08 \times 10^{-3}$
Tàu dầu	$C_{AA} = 0,08 \times 10^{-3}$
Tàu dầu siêu cấp	$C_{AA} = 0,04 \times 10^{-3}$
Tàu cá	$C_{AA} = 0,13 \times 10^{-3}$
Tàu khách	$C_{AA} = 0,09 \times 10^{-3}$
Tàu qua sông	$C_{AA} = 0,1 \times 10^{-3}$
Tàu containe	$C_{AA} = 0,08 \times 10^{-3}$ (trên boong không có containe)

$$C_{AA} = 0,1 \times 10^{-3} \text{ (trên boong có containe)}$$

Sức cản không khí thường chỉ là một phần rất nhỏ của sức cản toàn bộ, nếu tốc độ gió không lớn hơn cấp 2, sức cản không khí khoảng bằng 2 - 4% sức cản toàn bộ. Muốn giảm sức cản không khí, khi thiết kế cần chú ý mấy điểm sau :

- 1) cố gắng giảm diện tích hình chiếu của phần kiến trúc thân tàu trên mặt nước trên mặt cắt dọc giữa tàu ;
- 2) kiến trúc thượng tầng phía đuôi làm thành dạng hình thang ;
- 3) kiến trúc thượng tầng phía mũi và ống khói ... làm theo dạng lưu thể ;
- 4) cố gắng liên kết các kiến trúc thượng tầng hẹp dài với nhau hoặc bố trí các kiến trúc thượng tầng nhỏ trong hình chiếu cạnh của kiến trúc thượng tầng lớn.

Tính gần đúng sức cản không khí dưới tác dụng của gió tự nhiên.

Sức cản gió trung bình hướng dọc ở góc độ gió bất kỳ được tính như sau :

$$R_{AA} = kR_{AAO} = k \cdot \frac{1}{2} \rho_A A_{TV} V_R^2 C_x \quad (7.84)$$

trong đó : R_{AAO} - sức cản không khí khi $\gamma_R = 0$;

C_x - hệ số sức cản không khí trung bình khi $\gamma_R = 0$,
có thể tính theo bảng 7.6

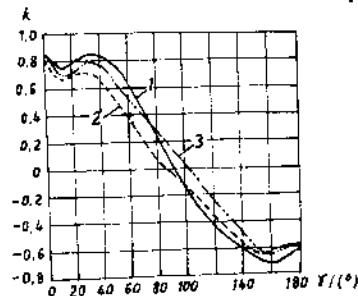
Bảng 7.6

Trị số thống kê của hệ số sức cản C_x

Loại tàu	Tàu hàng		Tàu dầu		Tàu quân dụng bổ trợ	Quân hàm	Hàng không mẫu hạm
	chở đầy	dẫn	chở đầy	dẫn			
C_x	0,80	0,68	1,00	0,90	0,75	0,70	0,45

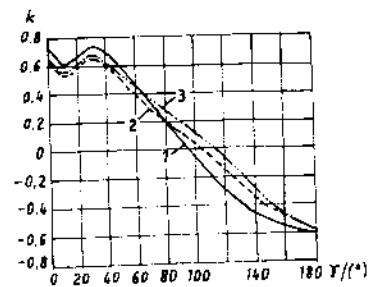
A_{TV} - tính theo tàu thực hoặc lấy gần đúng $A_{TV} = 0,75B^2$;

k - hệ số ảnh hưởng hướng gió, tra theo hình 7.32 - 7.35 trị số lớn nhất khi $\gamma_R = 30^\circ$ và 150° .



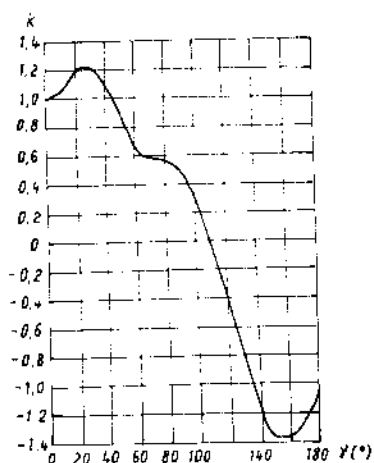
Hình 7.32. Hệ số ảnh hưởng hướng gió của tàu dầu k :

1. chở đầy; 2. nhẹ tải; 3. nhẹ tải nghiêng về phía lái.

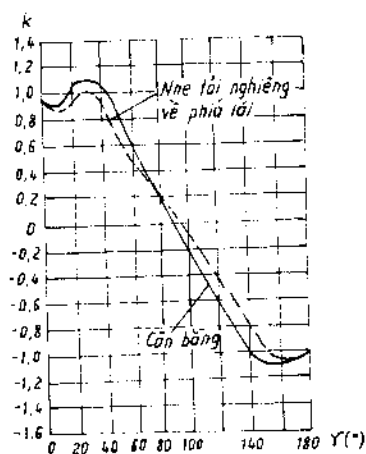


Hình 7.33. Hệ số ảnh hưởng hướng gió của tàu hàng k :

1. chở đầy; 2. nhẹ tải; 3. nhẹ tải nghiêng về phía lái.



Hình 7.34. Hệ số ảnh hưởng hướng của quân hàm k .



Hình 7.35. Hệ số ảnh hưởng hướng của tàu quân dụng bố trí k .

Sức cản không khí của tàu có thể tính theo công thức :

$$R_{AA} = 47,94 \cdot k A_{TV} V_R^2 \quad (7.85)$$

trong đó : V_R – tốc độ gió ;

$$A_{TV} = A_1 + n A_2 ;$$

A_1 – diện tích hình chiếu dọc của kiến trúc thượng tầng và ống khói... ;

A_2 – diện tích hình chiếu dọc của phần trên mặt nước của thân tàu chính, xét tới sức cản không khí của thân tàu chính nhỏ hơn kiến trúc thượng tầng ;

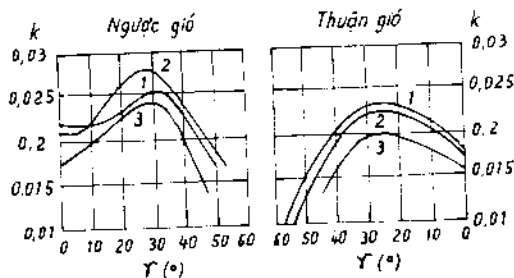
n – hệ số giảm được tra theo bảng 7.7

k – hệ số, tra theo hình 7.36

Bảng 7.7

Hệ số n của diện tích hình chiếu hữu hiệu của thân tàu

Loại tàu	Tàu dầu loại thượng tầng tam đảo	Tàu hàng loại thượng tầng tam đảo	Tàu khách chạy nhanh
Ngược gió	0,31	0,36	0,27
Thuận gió	0,36	0,32	0,26



Hình 7.36. Hệ số k :

1. tàu dầu, thượng tầng tam đảo ; 2. tàu hàng, thượng tầng tam đảo ;
3. tàu khách chạy nhanh.

7.5. SỨC CẢN CỦA MỘT SỐ TÀU ĐẶC BIỆT

7.5.1. Sức cản tàu hai thân

Khi tàu hai thân chạy, ngoài sức cản ma sát và sức cản sóng của hai thân tàu ra, còn có sức cản phụ do nhiễu sóng giữa hai thân tàu. Sức cản phụ có thể là dương hoặc âm. Trị số âm chứng tỏ nhiễu sóng có lợi, làm cho sức cản sóng của tàu hai thân giảm đi, thấp hơn cả sức cản sóng khi hai thân tàu cách nhau rất xa. Nhiễu sóng giữa hai thân tàu tùy thuộc vào hình dáng thân tàu, trị số Froude, khoảng cách giữa hai thân. Do đó phải điều chỉnh sao cho tỷ số khoảng cách giữa hai thân và chiều dài thân tàu K/L có lợi cho nhiễu sóng. Trừ $Fr = 0,5$ ra, với mỗi số Froude có một trị số K/L tối ưu, nhưng trị số đó thường làm cho khoảng cách hai thân quá lớn và vì sức bền kết cấu nên trong thực tế khó sử dụng.

Theo thử nghiệm mô hình, trong phạm vi $Fr = 0,30 \div 0,36$, nếu lựa chọn khoảng cách giữa hai thân tàu một cách thỏa đáng, sức cản nhiễu có thể là âm. Trong phạm vi $Fr = 0,36 \div 0,51$ sức cản nhiễu thường là dương.

Ngoài sức cản sóng chịu nhiễu sóng giữa hai thân tàu ra, sức cản ma sát của tàu hai thân cũng tăng lên do tốc độ dòng chảy tăng ở giữa hai thân tàu. Khoảng cách giữa hai thân tàu càng nhỏ, sức cản ma sát càng lớn. Cho đến nay chưa có phương pháp tính thỏa đáng cho sức cản ma sát phụ đó, nhưng khi $K/b \geq 2,0$ thì có thể bỏ qua ảnh hưởng này đối với sức cản toàn bộ, cho nên khoảng cách giữa hai thân tàu thích hợp với $K/b > 2,0$.

Sức cản sóng của tàu hai thân là :

$$R_W = 2R_{W0} + R_{Wi} = 2R_{W0} \left(1 + \frac{R_{Wi}}{2R_{W0}} \right) \quad (7.86)$$

Sức cản toàn bộ của tàu hai thân :

$$R = 2R_{F0} + 2R_{W0} + R_{Wi} \quad (7.87)$$

trong đó ; R_W - sức cản sóng của tàu hai thân ;

R_{W0} - sức cản sóng của một thân tàu ;

R_{Wi} - sức cản nhiễu sóng giữa hai thân tàu ;

R_{F0} - sức cản ma sát của một thân tàu.

So với tàu một thân, trong trường hợp tàu hai thân có cùng lượng chiếm nước, chiều dài, mớn nước, và chiều rộng bằng hai lần chiều rộng của một thân tàu trong tàu hai thân, thì diện tích mặt ướt của tàu hai thân tăng lên 40%. Do đó trong phạm vi tốc độ thấp $Fr < 0,3$, do sức cản ma sát tăng làm cho sức cản toàn bộ của tàu hai thân tăng so với tàu một thân. Trong phạm vi $Fr = 0,30 + 0,75$, tốc độ tàu cao, sức cản sóng chiếm phần lớn sức cản toàn bộ, khi cùng chiều dài, lượng chiếm nước, hệ số $\nabla / \left(\frac{L}{10} \right)^3$ và tỷ số b/T của mỗi thân tàu trong tàu hai thân chỉ bằng một nửa của tàu một thân, sức cản sóng giảm nhiều. Tuy sức cản ma sát và sức cản nhiễu sóng giữa hai thân tàu tăng nhưng sức cản toàn bộ vẫn thấp so với tàu một thân cùng cỡ. Như vậy trong phạm vi tốc độ cao dùng tàu hai thân sẽ có lợi về sức cản.

Qua thử nghiệm đối với tàu hai thân, trường hợp một thân tàu không đối xứng, sức cản lớn hơn một thân đối xứng. Do vậy trừ phi có yêu cầu đặc biệt, tàu hai thân thường dùng tuyến hình đối xứng cho mỗi thân tàu.

Thử mô hình vẫn là phương pháp chủ yếu để xác định sức cản tàu hai thân, khi thiết kế sơ bộ có thể ước tính như sau :

Phương pháp Alferiev (M. Я. Алферьев)

Phương pháp này dựa trên cơ sở thử mô hình được dùng để tính sức cản tàu hai thân chạy trong sông, nhưng cũng có giá trị tham khảo nhất định khi dùng tính sức cản tàu hai thân chạy trên biển.

Hệ số sức cản toàn bộ :

$$C_T = C_F + C_R + \Delta C_F + C_{AP}$$

Hệ số sức cản ma sát được tính theo công thức (7.14) của Prandtl - Schlichting

Diện tích mặt ướt của một thân tàu trong tàu hai thân :

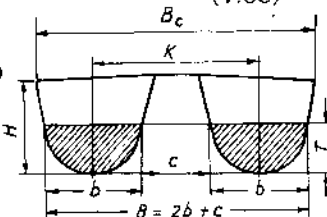
$$S_o = \nabla^{2/3} (5,1 + 0,074 \frac{L}{T} - 0,4 \delta) \quad (7.88)$$

$$\text{hoặc } S_o = L (1,36T + 1,13 \delta b) \quad (7.89)$$

trong đó : S_o - diện tích mặt ướt của một thân tàu ;

∇ - thể tích chiếm nước của một thân tàu ;

b - chiều rộng hình dáng của một thân tàu.



Hình 7.37. Tham số hình học của tàu hai thân tuyến hình đối xứng.

Trị số nhám ΔC_F kiến nghị lấy theo bảng 7.8

Bảng 7.8

Trị số nhám ΔC_F của tàu hai thân

Loại tàu hai thân	Vỏ tàu	$\Delta C_F \times 10^3$	Loại tàu hai thân	Vỏ tàu	$\Delta C_F \times 10^3$
Tàu hàng	Vỏ thép, hàn	0,4 - 0,5	Tàu khách đường ngắn	Vỏ thép, hàn	0,4 - 0,6
Tàu hàng	Vỏ thép hàn, có độ cong	0,6 - 0,9	Tàu khách	Vỏ thép hàn, có độ cong	0,6 - 1,0
Tàu khách chạy nhanh	Vỏ hợp kim nhẹ hàn	0,3 - 0,4	Tàu đẩy công suất lớn	Vỏ thép, hàn	0,5 - 0,7
Tàu khách chuyên tuyến	Vỏ thép hàn	0,4 - 0,5	Tàu đẩy công suất nhỏ và trung bình	Vỏ thép, hàn	0,6 - 0,8
Tàu du lịch	Vỏ thép hàn	0,5 - 0,7	Tàu công tác	Vỏ thép, hàn	0,7 - 1,2

Hệ số sức cản phụ C_{AP} :

$$C_{AP} = (0,05 \div 0,10) \times 10^{-3}$$

Tính gộp sức cản không khí và sức cản phụ :

$$C_{AP+AA} = 0,15 \times 10^{-3} \text{ (tàu khách hai thân)}$$

$$C_{AP+AA} = 0,10 \times 10^{-3} \text{ (tàu hàng hai thân)}$$

Hệ số sức cản dư C_R , xác định theo kết quả thử mô hình theo khoảng cách tương đối giữa các thân tàu, $\bar{c} = \frac{c}{2b}$.

Hệ số sức cản dư xác định theo $\bar{c}$ và L/b , hiệu chỉnh theo b/T và δ :

Khi $Fr < 0,5$

$$C_R = C_R(L/b) \cdot K_{b/T} \cdot K_\delta \quad (7.90)$$

trong đó : $C_R(L/b)$ - hệ số sức cản dư xác định theo L/b , tra ở hình 7.40 - và 7.41 ;

$K_{b/T}$ - hệ số ảnh hưởng của b/T đối với sức cản dư, tra ở hình 7.45 - và 7.46 ;

K_δ - hệ số ảnh hưởng của δ đối với sức cản dư, tra ở hình 7.47 - và 7.50

Khi $Fr > 0,5$

$$C'_R = C_R(L/b) \cdot K_{b/T} \cdot K_\delta \cdot K_c \quad (7.91)$$

trong đó : $C_R(L/b)$ - hệ số sức cản dư xác định theo L/b , tra ở hình 7.42 - 7.44 ;

$K_{b/T}$ - hệ số ảnh hưởng của b/T đối với sức cản dư, tra ở hình 7.51 - 7.53 ;

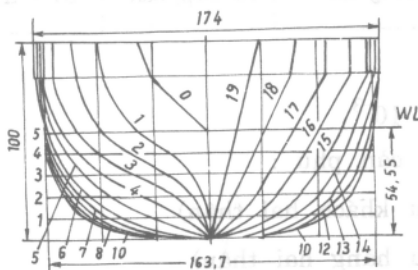
K_δ - hệ số ảnh hưởng của δ đối với sức cản dư, tra ở hình 7.54 - 7.56 ;

K_c - khi $Fr > 0,5$, hệ số ảnh hưởng của sự thay đổi khoảng cách giữa các thân đối với sức cản dư

$$\left(= \frac{C'_R - \text{tỷ số khoảng cách của tàu tính toán}}{C_R - \text{tỷ số khoảng cách của đồ thị}} \right)$$

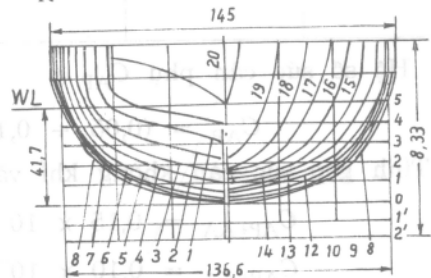
trong đó : C'_R dùng $\bar{c}$ xác định từ hình 7.57 ;

C_R xác định theo đồ thị $C_R(L/b)$ từ hình 7.57.



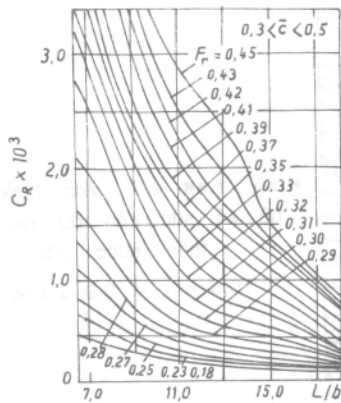
Hình 7.38. $Fr < 0,5$.

($L/b = 11$, $b/T = 3,0$, $\delta = 0,525$).

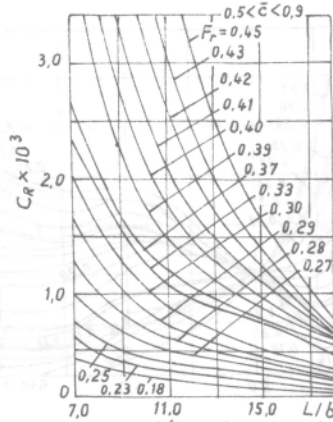


Hình 7.39. $Fr > 0,5$.

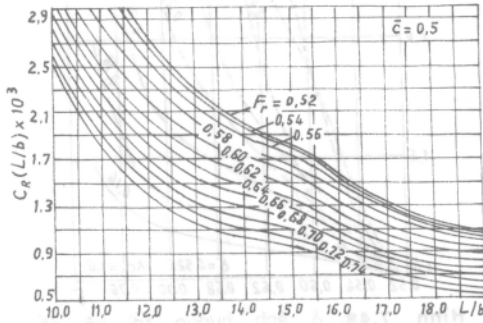
($L/b = 15$, $b/T = 3,275$, $\delta = 0,470$).



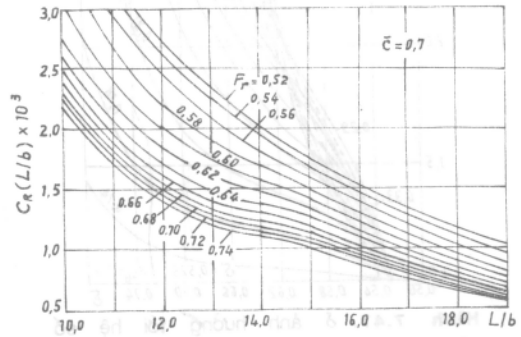
Hình 7.40. Sức cản dư tàu hai thân
($0,3 < \bar{c} < 0,5$, nước sâu, $Fr < 0,5$)



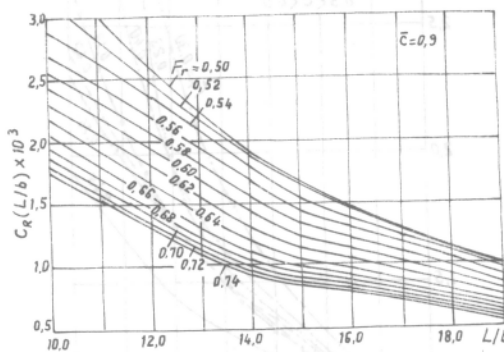
Hình 7.41. Sức cản dư tàu hai thân
($0,5 < \bar{c} < 0,9$, nước sâu, $Fr < 0,5$)



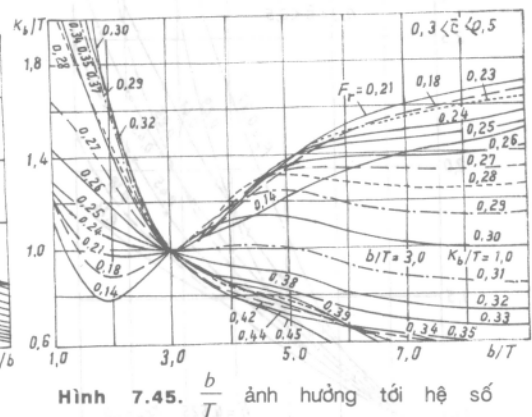
Hình 7.42. Sức cản dư tàu hai thân
($\bar{c} = 0,5$, nước sâu, $Fr > 0,5$)



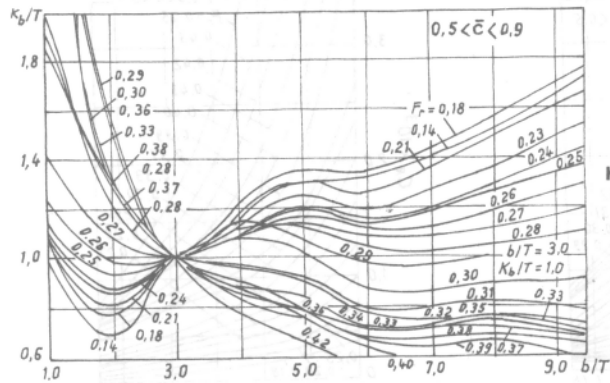
Hình 7.43. Sức cản dư tàu hai thân
($\bar{c} = 0,7$, nước sâu, $Fr > 0,5$)



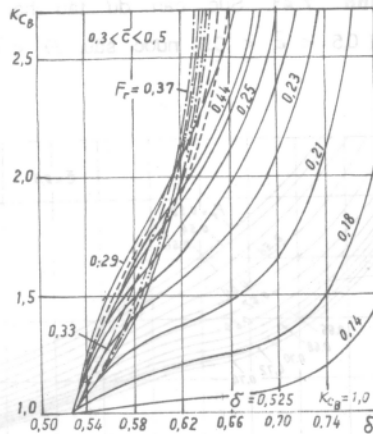
Hình 7.44. Sức cản dư tàu
hai thân
($\bar{c} = 0,9$, nước sâu, $Fr > 0,5$)



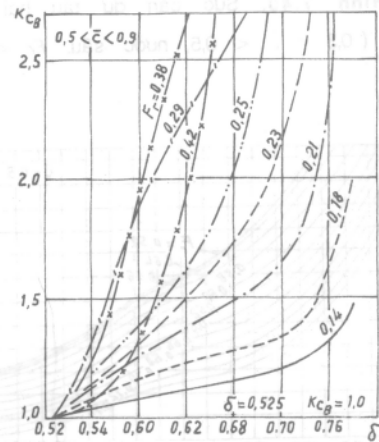
Hình 7.45. $\frac{b}{T}$ ảnh hưởng tới hệ số
sức cản dư tàu hai thân nước sâu
($0,3 < \bar{c} < 0,5$, $Fr < 0,5$)



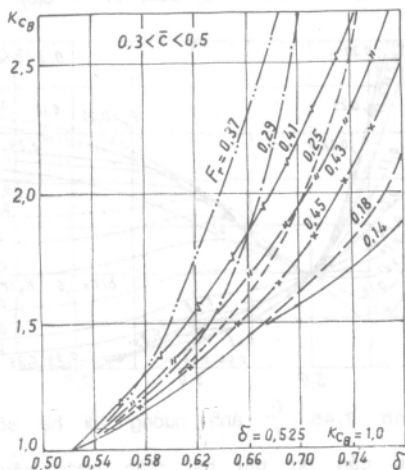
Hình 7.46. b/T ảnh hưởng tới hệ số sức cản dư tàu hai thân nước sâu ($0,5 < \bar{c} < 0,9$, $Fr < 0,5$).



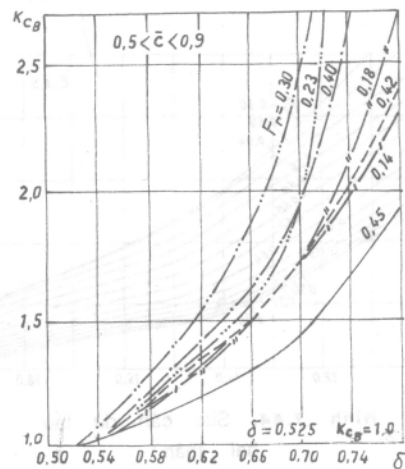
Hình 7.47. δ ảnh hưởng tới hệ số sức cản dư tàu hai thân nước sâu ($0,3 < \bar{c} < 0,5$, $L/b < 15$, $Fr < 0,5$).



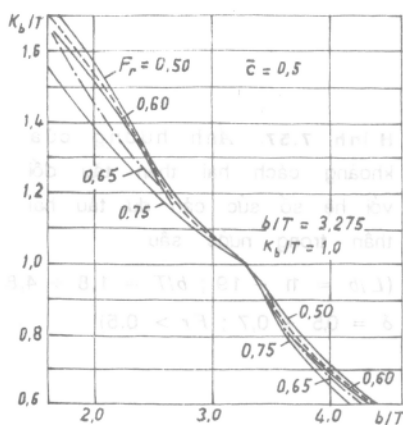
Hình 7.48. δ ảnh hưởng tới hệ số sức cản dư tàu hai thân nước sâu ($0,5 < \bar{c} < 0,9$, $L/b < 15$, $Fr < 0,5$).



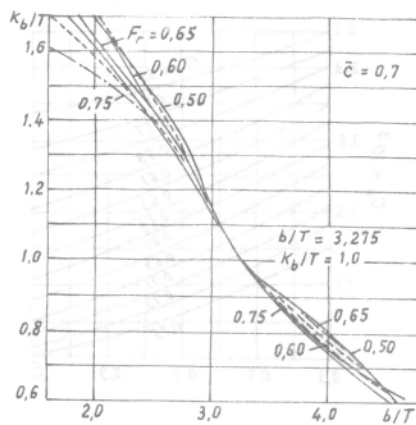
Hình 7.49. δ ảnh hưởng tới hệ số sức cản dư tàu hai thân nước sâu ($0,3 < \bar{c} < 0,5$, $L/b > 15$, $Fr < 0,5$).



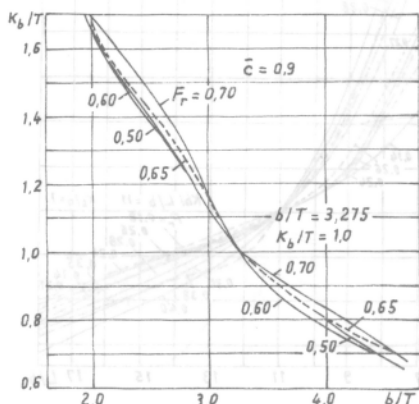
Hình 7.50. δ ảnh hưởng tới hệ số sức cản dư tàu hai thân nước sâu ($0,5 < \bar{c} < 0,9$, $L/b > 15$, $Fr < 0,5$).



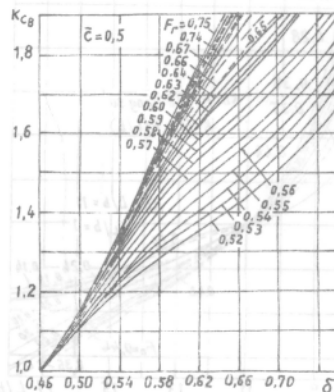
Hình 7.51. b/T ảnh hưởng tới hệ số sức cân dư tàu hai thân nước sâu ($\bar{c} = 0,5, Fr > 0,5$).



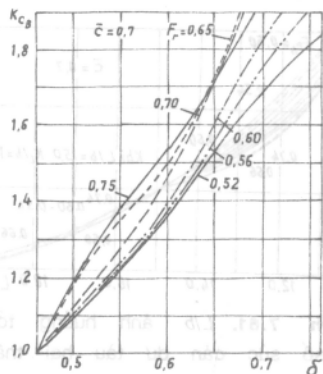
Hình 7.52. b/T ảnh hưởng tới hệ số sức cân dư tàu hai thân nước sâu ($\bar{c} = 0,7, Fr > 0,5$).



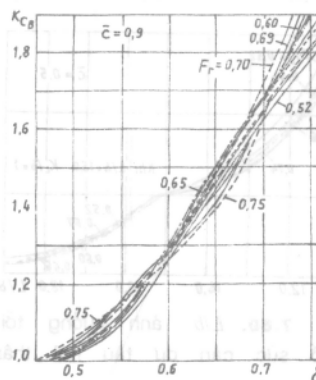
Hình 7.53. b/T ảnh hưởng tới hệ số sức cân dư tàu hai thân nước sâu ($\bar{c} = 0,9, Fr > 0,5$).



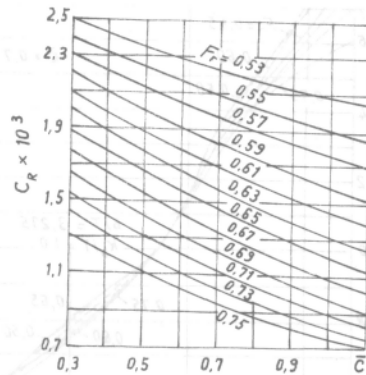
Hình 7.54. δ ảnh hưởng tới hệ số sức cân dư tàu hai thân nước sâu ($\bar{c} = 0,5, Fr > 0,5$).



Hình 7.55. δ ảnh hưởng tới hệ số sức cân dư tàu hai thân nước sâu ($\bar{c} = 0,7, Fr > 0,5$).

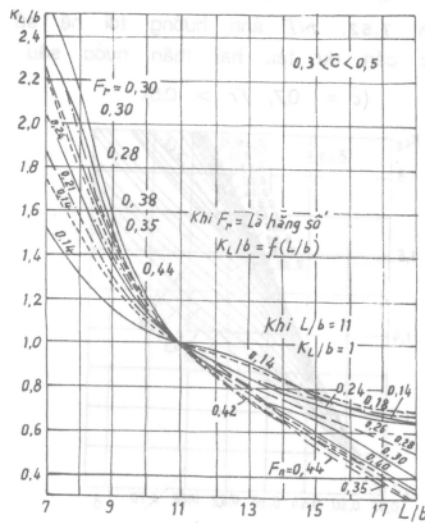


Hình 7.56. δ ảnh hưởng tới hệ số sức cân dư tàu hai thân nước sâu ($\bar{c} = 0,9, Fr > 0,5$).

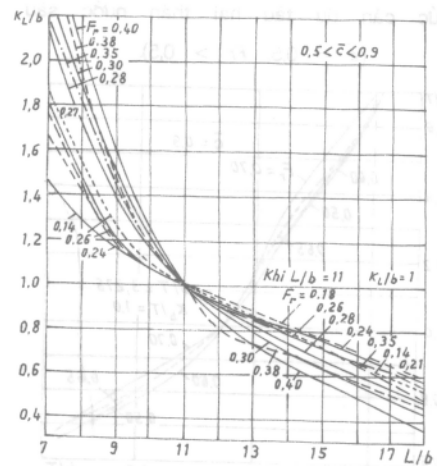


Hình 7.57. Ảnh hưởng của khoảng cách hai thân tàu đối với hệ số sức cản dư tàu hai thân trong nước sâu

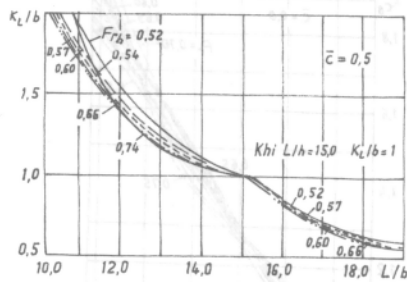
($L/b = 11 \div 19$; $b/T = 1,8 \div 4,8$;
 $\delta = 0,5 \div 0,7$; $Fr > 0,5$)



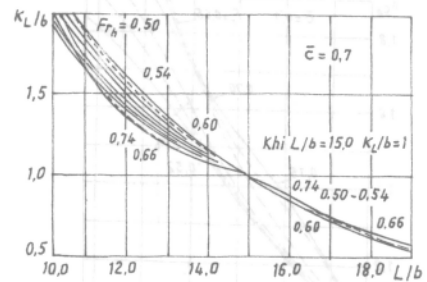
Hình 7.58. L/b ảnh hưởng tới hệ số sức cản dư tàu hai thân ($0,3 < \bar{c} < 0,5$, $Fr < 0,5$).



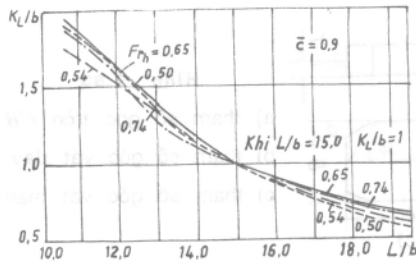
Hình 7.59. L/b ảnh hưởng tới hệ số sức cản dư tàu hai thân ($0,5 < \bar{c} < 0,9$, $Fr < 0,5$).



Hình 7.60. L/b ảnh hưởng tới hệ số sức cản dư tàu hai thân ($\bar{c} = 0,5$, $Fr > 0,5$).



Hình 7.61. L/b ảnh hưởng tới hệ số sức cản dư tàu hai thân ($\bar{c} < 0,7$, $Fr > 0,5$).



Hình 7.62. L/b ảnh hưởng tới hệ số sức cản dư tàu hai thân ($\bar{c} = 0,9, Fr > 0,5$).

7.5.2. Sức cản tàu hình hộp

Tàu hình hộp bao gồm cần cầu, tàu cước, ụ nổi, tàu chở xe qua sông, giàn khoan biển... các tàu công trình tự hành hoặc không tự hành. Đường hình dáng của tàu hình hộp đơn giản thường vát góc hoặc tròn.

a) Phương pháp tính của Viện nghiên cứu khoa học vận tải Thượng Hải, Bộ giao thông Trung Quốc

Phạm vi kích thước mô hình

$$L/B = 1 \div 5$$

$$B/T = 6 \div 14$$

Phạm vi thử nghiệm $Fr_V = 0,1 \div 0,4$

Tham số hình dáng mũi, lái ; xem hình 7.63

Góc tròn ở mũi, lái $r/B = 0 \div 0,375$

Góc đáy mũi, lái $\alpha = 0 \div 75^\circ$

Góc mạn mũi, lái $\beta = 0 \div 45^\circ$

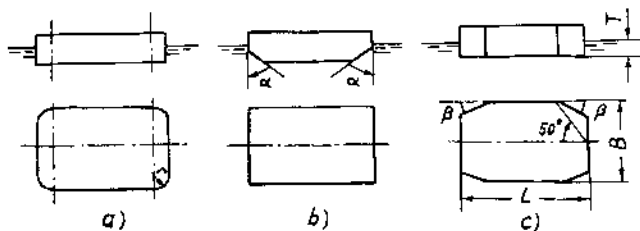
Tỷ số nghiêng dọc $(T_A - T_F)/L = (+ 6 \div - 6)\%$.

Do hiện tượng sóng và dòng xoáy nghiêm trọng, sức cản dư chiếm một phần rất lớn trong sức cản toàn bộ. Ở tàu hình hộp thẳng đứng, sức cản dư chiếm tới trên 90% sức cản toàn bộ. Sau khi cải thiện hình dáng mũi, lái sức cản dư vẫn còn chiếm tới 70 - 80% sức cản toàn bộ. Do đó, sức cản kéo trong nước tĩnh của tàu hình hộp có thể tính gần đúng hệ số sức cản toàn bộ như sau :

$$C_T = R_T / \frac{1}{2} \rho V^2 V^2 \quad (7.92)$$

trong đó : R_T - sức cản toàn bộ ;

Trong thực tế, hình dáng tàu hình hộp là hình dáng tổng hợp của hình hộp thẳng đứng bốn mạn có góc tròn hoặc vát góc, và mũi, lái đáy đều vát góc. Do vậy với tàu hình hộp có hình dáng tổng hợp, sức cản



Hình 7.63 :

- a) tham số góc tròn r/B ;
- b) tham số góc vát đáy α ;
- c) tham số góc vát mạn β .

của nó có thể dựa trên cơ sở sức cản kéo trong nước tĩnh của tàu hình hộp thẳng đứng, sau đó hiệu chỉnh các yếu tố hình dáng mũi, lái, từ đó có được sức cản tàu hình hộp có hình dáng tổng hợp.

$$C_T = \varepsilon \cdot k_r \cdot k_\alpha \cdot k_\beta \cdot k_K \cdot C_{T0} \quad (7.93)$$

trong đó : C_T - hệ số sức cản toàn bộ của tàu có hình dáng tổng hợp ;

k_r - hệ số hiệu chỉnh góc vát tròn xung quanh (khi có góc vát mạn β , lấy $k_r = 1,0$) ;

k_α - hệ số hiệu chỉnh góc vát đáy ;

k_β - hệ số hiệu chỉnh góc vát mạn (khi góc vát bốn xung quanh là tròn, lấy $k_\beta = 1,0$) ;

k_K - hệ số hiệu chỉnh nghiêng dọc ;

C_{T0} - hệ số sức cản toàn bộ của tàu hình hộp thẳng đứng ;

ε - hệ số ảnh hưởng tương hỗ của hình dáng tổng hợp, mũi, lái.

Sức cản toàn bộ là :

$$R_T = \frac{1}{2} \rho V^3 C_T \quad (7.94)$$

Hệ số sức cản toàn bộ của tàu hình hộp thẳng đứng C_{T0}

Sức cản của tàu hình hộp thẳng đứng được tính toán trên cơ sở sức cản tàu hình hộp có hình dáng tổng hợp. Hệ số sức cản toàn bộ C_{T0} tăng theo L/B giảm, và giảm theo B/T tăng, xem các hình 7.64 - 7.70.

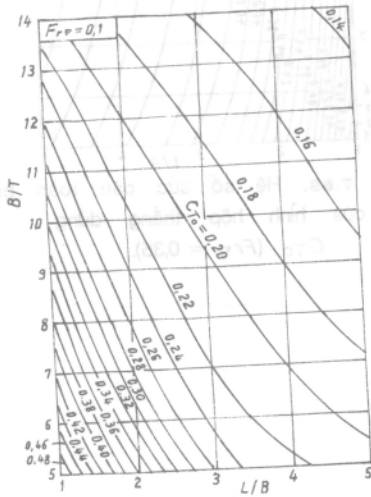
Ảnh hưởng của nghiêng dọc đối với hệ số sức cản toàn bộ

Khi tàu hình hộp chạy thường sản sinh hiện tượng chúi mũi, do đó khi thiết kế cho chúi đuôi ban đầu để khi tàu chạy được cân bằng hoặc hơi chúi đuôi. Sức cản thay đổi khi nghiêng dọc, hệ số hiệu chỉnh nghiêng dọc như sau :

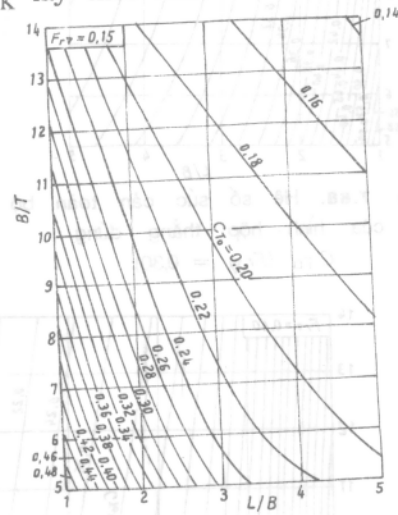
$$k_K = \frac{C_{TK}}{C_{T0}} \quad (7.95)$$

trong đó : C_{TK} – hệ số sức cân toàn bộ của tàu hình hộp thẳng đứng khi nghiêng dọc.

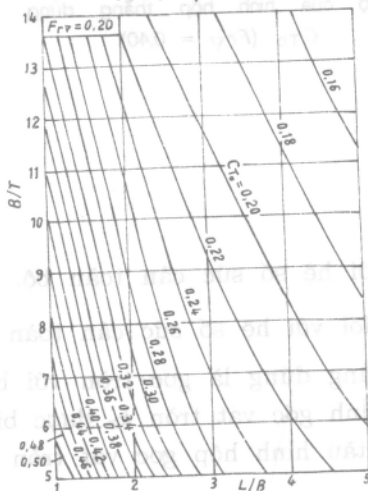
k_K thay đổi chủ yếu theo nghiêng dọc, tàu chúi đuôi làm sức cân giảm, tàu chúi mũi, sức cân tăng. Khi chúi đuôi 4 – 6% sức cân nhỏ nhất. Hệ số hiệu chỉnh nghiêng dọc k_K lấy theo hình 7.71



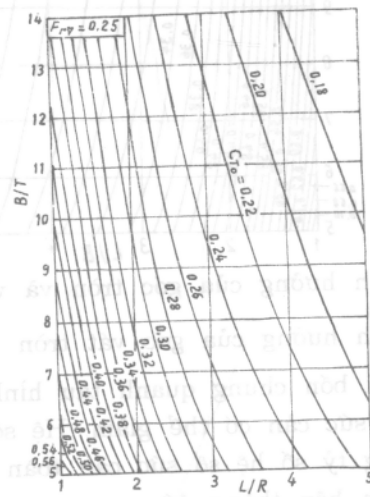
Hình 7.64. Hệ số sức cân toàn bộ của hình hộp thẳng đứng C_{T0} ($Fr_V = 0,1$).



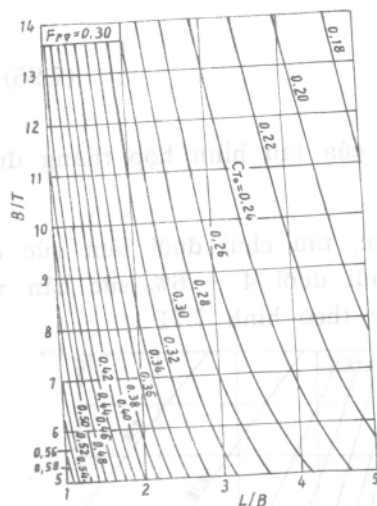
Hình 7.65. Hệ số sức cân toàn bộ của hình hộp C_{T0} ($Fr_V = 0,15$).



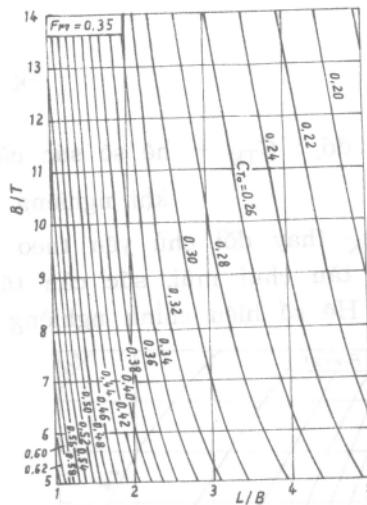
Hình 7.66. Hệ số sức cân toàn bộ của hình hộp thẳng đứng C_{T0} ($Fr_V = 0,20$).



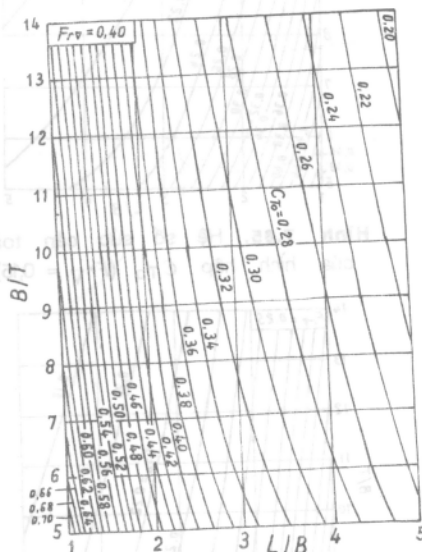
Hình 7.67. Hệ số sức cân toàn bộ của hình hộp thẳng đứng C_{T0} ($Fr_V = 0,25$).



Hình 7.68. Hệ số sức cản toàn bộ của hình hộp thẳng đứng C_{T0} ($Fr_{\nabla} = 0,30$).



Hình 7.69. Hệ số sức cản toàn bộ của hình hộp thẳng đứng C_{T0} ($Fr_{\nabla} = 0,35$).



Hình 7.70. Hệ số sức cản toàn bộ của hình hộp thẳng đứng C_{T0} ($Fr_{\nabla} = 0,40$).

Ảnh hưởng của góc tròn và vát đối với hệ số sức cản toàn bộ.

Ảnh hưởng của góc vát tròn mũi lái đối với hệ số sức cản toàn bộ

Khi bốn chung quanh tàu hình hộp thẳng đứng là góc tròn với bán kính r , sức cản có thể giảm. Hệ số hiệu chỉnh góc vát tròn k_r được biểu thị bằng tỷ số hệ số sức cản toàn bộ giữa tàu hình hộp góc vát tròn và tàu hình hộp thẳng đứng

$$k_r = C_{Tr}/C_{T0} \quad (7.96)$$

trong đó : C_{Tr} - hệ số sức cản toàn bộ của tàu hình hộp mũi lái có góc tròn.

k_r ngoài việc liên quan đến L/B , B/T và r/B ra còn liên quan đến tốc độ tàu ; khi tốc độ thấp, tăng theo r/B , hệ số sức cản toàn bộ giảm chậm ; khi tốc độ cao, tăng theo r/B , hệ số sức cản toàn bộ có xu hướng giảm nhanh hơn, xem hình 7.72.

Căn cứ vào các trị số đã biết của L/B , B/T và r/B , từ nửa hình bên phải tìm ra k , lại căn cứ vào B/T và Fr_V từ nửa hình bên trái tìm ra hệ số hiệu chỉnh tốc độ k_{r1} , mức giảm của hệ số sức cản toàn bộ do góc vát tròn k_r được tính như sau :

$$k_r = k_{r1} \cdot k \quad (7.97)$$

Ảnh hưởng của góc vát đáy mũi lái đối với hệ số sức cản toàn bộ Dùng hệ số k_α để biểu thị :

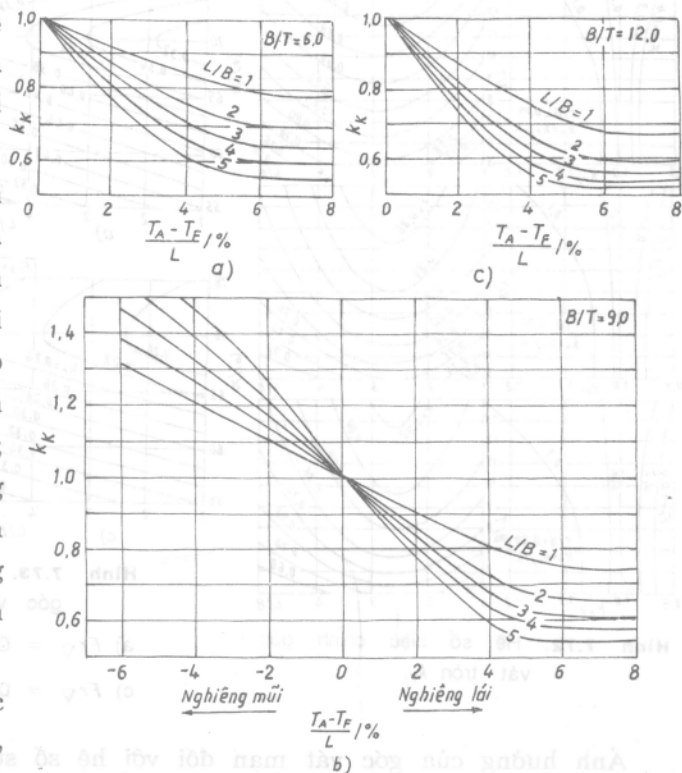
$$k_\alpha = C_{T\alpha}/C_{T0} \quad (7.98)$$

trong đó : $C_{T\alpha}$ - hệ số sức cản toàn bộ của tàu hình hộp khi góc vát đáy là α ;

k_α gần như giảm nhỏ tuyến tính theo mức tăng của α . Khi α bằng khoảng 70° , hiệu quả giảm sức cản tốt nhất.

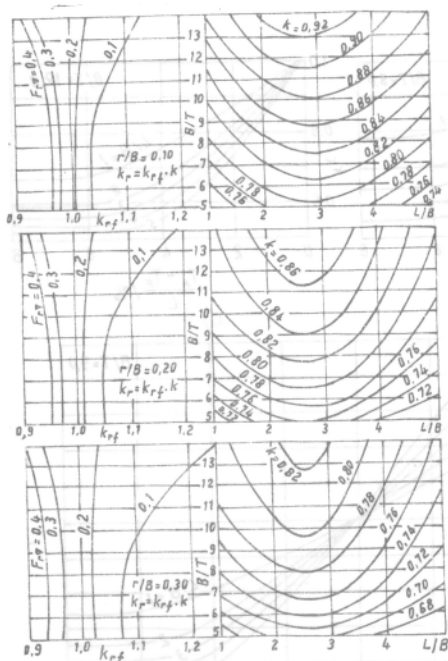
Ảnh hưởng của B/T đối với k_α không lớn

Ảnh hưởng của L/B , Fr_V và α đối với k_α , xem hình 7.73

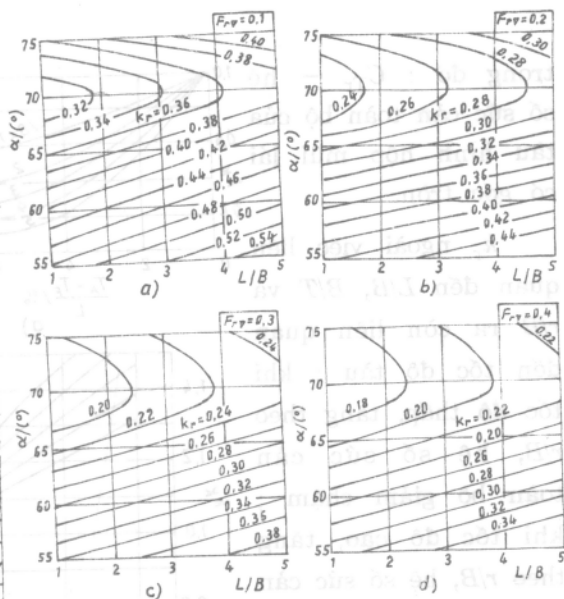


Hình 7.71. Hệ số hiệu chỉnh nghiêng dọc k_k :

a) $B/T = 6,0$; b) $B/T = 9,0$; c) $B/T = 12,0$.



Hình 7.72. Hệ số hiệu chỉnh góc vát tròn k_r .



Hình 7.73. Hệ số hiệu chỉnh góc vát đáy k_α :

- a) $Fr_v = 0,1$; b) $Fr_v = 0,2$;
c) $Fr_v = 0,3$; d) $Fr_v = 0,4$.

Ảnh hưởng của góc vát mạn đối với hệ số sức cản toàn bộ.

Bốn góc của tàu hình hộp không có góc tròn mà có góc vát β .

Dùng hệ số hiệu chỉnh k_β của góc vát mạn để biểu thị ảnh hưởng của góc vát mạn đối với sức cản toàn bộ :

$$k_\beta = C_{T\beta}/C_{To} \quad (7.99)$$

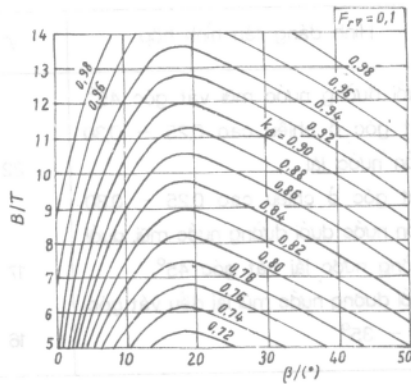
trong đó : $C_{T\beta}$ - hệ số sức cản toàn bộ của tàu hình hộp khi có góc vát mạn β . Ảnh hưởng của L/B đối với k_β không lớn ; ảnh hưởng của B/T , xem trên hình 7.74, và từ đó có thể thấy khi góc β ở trong khoảng $15^\circ \sim 20^\circ$, hiệu quả giảm sức cản tốt nhất.

Hệ số ảnh hưởng tương hỗ của hình dáng tổng hợp mũi lái

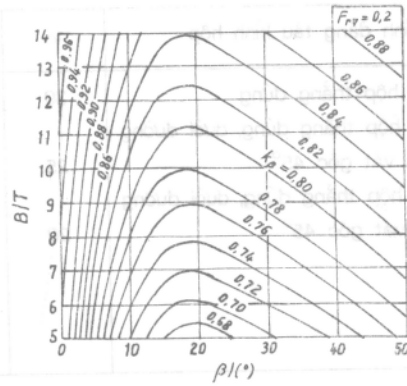
Đối với α , r và β , trên tàu hình hộp, hình dáng tổng hợp chỉ xuất hiện hai trường hợp, tổng hợp α với r và α với β .

Qua thử nghiệm, căn cứ vào Fr_v tra ra hệ số ảnh hưởng tương hỗ ε để hiệu chỉnh (h.7.75).

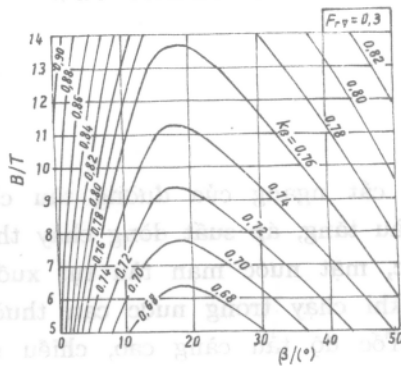
b) Công thức tính gần đúng sức cản của tàu hình hộp, của B.B.Zvonkov (B. B.3BOHKOB)



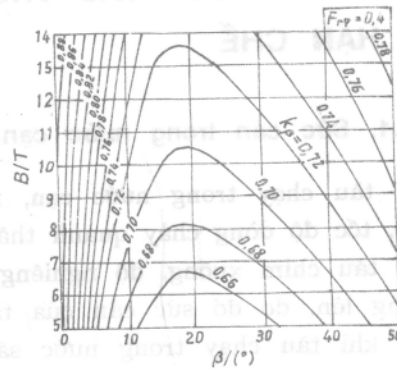
a)



b)



c)



d)

Hình 7.74.

a) $Fr_v = 0,1$; b) $Fr_v = 0,2$; c) $Fr_v = 0,3$; d) $Fr_v = 0,4$.

Qua số liệu thử nghiệm sà lan tự hành trong sông, và qua kết quả thử nghiệm sức cản hình hộp hông vuông góc, mũi lái vát góc, Zvonkov đưa ra công thức tính gần đúng sức cản tàu hình hộp như sau :

$$R_T = fSV^{1,83} + \varphi A_M V^2 \quad (7.100)$$

trong đó : S - diện tích mặt ướt, m^2 ;

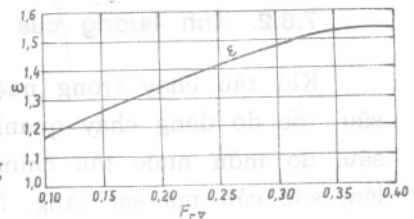
A_M - diện tích mặt cắt ngang giữa tàu, m^2 ;

V - tốc độ tàu, m/s ;

f - hệ số sức cản ma sát ; tàu vỏ thép $f = 0,17$;

tàu gỗ $f = 0,25$;

φ - hệ số sức cản dư, lựa chọn theo bảng sau :



Hình 7.75. Hệ số ảnh hưởng tương hỗ ϵ .

Hình dáng tàu hình hộp	φ	Hình dáng tàu hình hộp	φ
Tàu hình hộp thẳng đứng	30	Dưới đường nước mũi vát góc 45°	22
Tàu hình hộp thẳng đứng, dưới đường nước mũi vát góc 45°	25	vát góc ở chiều cao 0,25 – 0,30 món nước lái	
Tàu hình hộp thẳng đứng, dưới đường nước lái vát góc 45°	20	Vát góc ở chiều cao 0,25 – 0,30 món nước dưới đường nước mũi, dưới đường nước lái vát góc 45°	
		Dưới đường nước mũi lái đều vát góc 30 – 35°	16

7.6. SỨC CẢN CỦA TÀU TRONG ĐƯỜNG HÀNH HẢI HẠN CHẾ

7.6.1. Sức cản trong nước cạn

Khi tàu chạy trong nước cạn, mặt cắt ngang của đường tàu chạy qua nhỏ, tốc độ dòng chảy quanh thân tàu tăng, áp suất dòng chảy thấp, làm cho tàu chìm xuống, độ nghiêng dọc, mặt nước mạn tàu tụt xuống, sóng tăng lên, do đó sức cản của tàu khi chạy trong nước cạn thường lớn hơn khi tàu chạy trong nước sâu. Tốc độ tàu càng cao, chiều sâu nước càng cạn, sức cản tăng càng lớn. Ở tốc độ giới hạn, trị số của mức giảm tốc độ, món nước tàu tăng lên và dãy sóng đều tới mức lớn nhất.

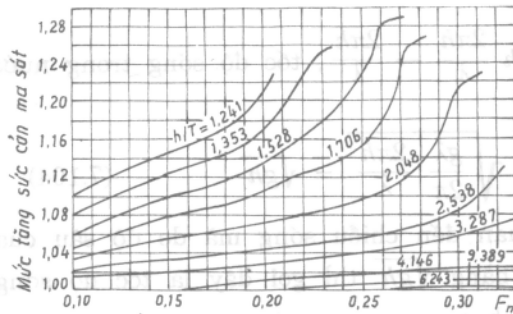
7.6.2. Ảnh hưởng của nước cạn đối với sức cản nhớt

Khi tàu chạy trong nước cạn cùng tốc độ với tàu chạy trong nước sâu, tốc độ dòng chảy quanh thân tàu lớn hơn so với khi ở trong nước sâu, do món nước tàu chìm sâu hơn, diện tích mặt ướt mạn tàu tăng lên, sức cản ma sát tăng. Mức tăng của sức cản ma sát thay đổi theo Fr và h/T được biểu thị trên hình 7.76 ;

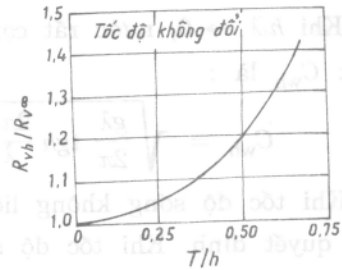
trong đó : h – chiều sâu của nước ; T – món nước.

Ngoài ra, do tốc độ tương ứng giữa dòng chảy và thân tàu tăng, áp suất giảm lớn, trên mặt thân tàu hình thành độ dốc áp suất tương đối lớn, độ hở giữa đuôi tàu và lòng sóng tương đối nhỏ, dễ sản sinh dòng xoáy, sức cản nén nhớt tăng (h.7.77) ;

trong đó : R_{Vh} và $R_{V\infty}$ – sức cản nhớt trong nước cạn và trong nước sâu.



Hình 7.76. Mức tăng sức cản ma sát do nước cạn.



Hình 7.77. Ảnh hưởng của nước cạn đối với sức cản nhớt (ở một tốc độ nhất định).

7.6.3. Ảnh hưởng của nước cạn đối với sức cản sóng

Chiều sâu của nước bị hạn chế, sóng của tàu thay đổi rất lớn.

Tốc độ và chiều sâu của nước là nhân tố chủ yếu ảnh hưởng đến sức cản trong nước cạn.

Theo lý thuyết sóng, tốc độ sóng trong nước cạn như sau :

$$C_{wh} = \sqrt{\frac{g\lambda}{2\pi} \tanh \frac{2\pi h}{\lambda}} = C_{w\infty} \sqrt{\tanh \frac{2\pi h}{\lambda}} \quad (7.101)$$

trong đó : $\sqrt{\frac{g\lambda}{2\pi}}$ – tốc độ sóng trong nước sâu, chiều dài sóng λ .

Khi $h > \frac{\lambda}{2}$, thì $1 > \tanh \frac{2\pi h}{\lambda} > 0,998 \approx 1$, thì $C_{wh} \approx \sqrt{\frac{g\lambda}{2\pi}} = C_{w\infty}$ xử lý như trường hợp trong nước sâu.

Khi $h < \frac{\lambda}{2}$, thì $0 < \tanh \frac{2\pi h}{\lambda} < 1$, tốc độ sóng trong nước cạn nhỏ hơn tốc độ sóng trong nước sâu. Trường hợp này gọi là tổn thất tốc độ sóng, mức tổn thất ΔC là :

$$\Delta C = C_{w\infty} - C_{wh} = C_{w\infty} \left(1 - \sqrt{\tanh \frac{2\pi h}{\lambda}}\right) \quad (7.102)$$

hoặc

$$\Delta C = V_{\infty} \left(1 - \sqrt{\tanh \frac{2\pi h}{\lambda}}\right) \quad (7.103)$$

trong đó : V_{∞} – tốc độ tàu trong nước sâu, nó bằng tốc độ sóng $C_{w\infty}$.

Nếu sóng trong nước cạn và trong nước sâu có cùng chiều dài, tốc độ sóng trong nước cạn so với trong nước sâu nhỏ đi ΔC , điều đó có nghĩa là khi tàu chạy trong nước cạn, tốc độ của tàu giảm ΔC .

Khi $h/\lambda \rightarrow 0$, nước rất cạn, $\tanh \frac{2\pi h}{\lambda} \rightarrow \frac{2\pi h}{\lambda}$, tốc độ sóng trong nước cạn : C_{wh} là :

$$C_{wh} = \sqrt{\frac{g\lambda}{2\pi} \tanh \frac{2\pi h}{\lambda}} = \sqrt{\frac{g\lambda}{2\pi} \frac{2\pi h}{\lambda}} = \sqrt{gh} \quad (7.104)$$

Khi tốc độ sóng không liên quan đến chiều sóng mà do độ sâu của nước quyết định. Khi tốc độ sóng bằng $\sqrt{gh}$ thì gọi đây là tốc độ sóng giới hạn ứng với độ sâu của nước h :

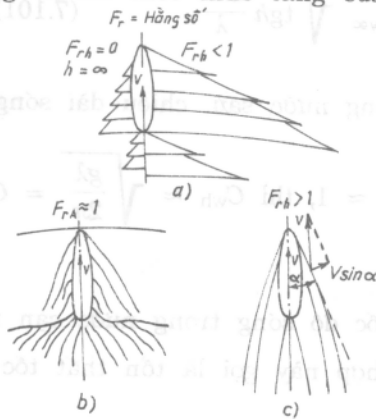
Khu vực gần tốc độ tới hạn : $V_S < \sqrt{gh}$, $Fr_h < 1,0$

Khu vực tốc độ tới hạn : $V_S \approx \sqrt{gh}$, $Fr_h \approx 1,0$

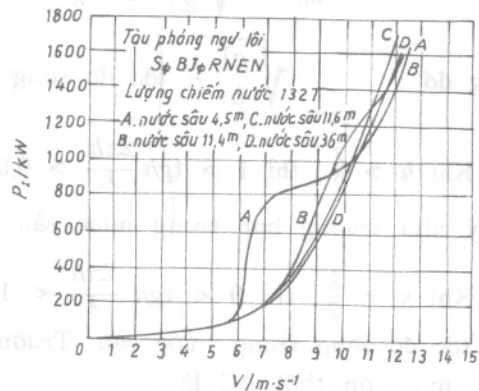
Khu vực tốc độ vượt tới hạn : $V_S > \sqrt{gh}$, $Fr_h > 1,0$

Trong thực tế, khi $Fr_h < 0,5$, $\Delta C \approx 0$, ảnh hưởng của nước cạn đối với sóng rất nhỏ.

Khi $0,5 < Fr_h < 1,0$, ảnh hưởng của nước cạn dần dần rõ rệt, mặt hình quạt của sóng tăng theo Fr_h , mặt phủ sóng mở rộng, sức cản sóng tăng nhanh theo mức tăng của Fr_h .



Hình 7.78. Sóng của tàu ứng với các Fr_h khác nhau.



Hình 7.79. Công suất tàu phóng ngư lôi trong nước cạn.

Khi $Fr_h = 1,0$, mũi tàu nâng lên, đuôi tàu chìm xuống, sức cản sóng tăng lớn.

Khi $Fr_h \approx 1,0$, sóng ngang và sóng phân tán hợp lại, phía mũi tàu hình thành ngọn sóng, đuôi tàu nằm trong bụng sóng, khi đó sức cản sóng lớn nhất. Qua thử nghiệm thấy rằng ở gần $Fr_h \approx 1$ chuyển động của tàu, sức cản, hình dáng sóng thường không ổn định, khu vực này gọi là khu vực tốc độ tới hạn.

Khi tốc độ vượt qua khu vực tới hạn, $Fr_h > 1,0$ tốc độ của tàu vượt qua tốc độ giới hạn của sóng, sóng ngang mất đi không thể đuổi theo tàu chỉ còn sóng phân tán, và khi tốc độ của tàu tăng, chiều rộng của sóng giảm.

Khi $Fr_h > 1,0$ sức cản sóng dần dần giảm, và đến một tốc độ nào đó, sức cản toàn bộ của tàu trong nước cạn thấp hơn trong nước sâu.

Hình 7.79 cho đồ thị công suất của tàu phóng ngư lôi chạy trong nước cạn, với lượng chiếm nước $132T$, $T_A = 2,38$ m, $T_F = 1,17$ m.

7.6.4. Đánh giá ảnh hưởng nước cạn

- Xét về tốc độ của tàu, thường cho rằng khi $Fr_h < 0,5$, có thể không xét tới ảnh hưởng nước cạn

- ITTC trong phiên họp 21 đề ra chiều sâu tối thiểu h khi thử tàu phải thỏa mãn $h > 10TV/\sqrt{L}$

- Gutche qua thử nghiệm nhiều tàu trong nước cạn đã đưa ra đường cong (h.7.80) về tỷ số chiều sâu nước nhỏ nhất và môn nước h/T cho khu vực không chịu ảnh hưởng của nước cạn

- Taylor phân tích kết quả thử nghiệm sức cản mô hình trong nước cạn của Rota, rút ra chiều sâu nước nhỏ nhất không ảnh hưởng đến sức cản là $h > 10T$. Khi $\delta \leq 0,65$, chiều sâu nước nhỏ nhất được xác định như sau :

Khi $Fr < 0,27$, $h = 33,6 FrT$

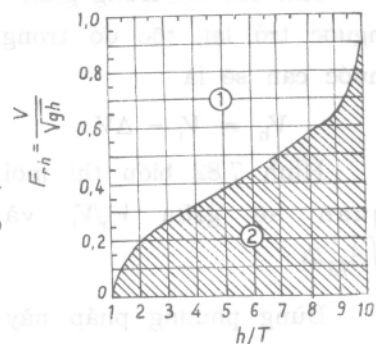
Khi $Fr > 0,27$, $h = 41,7 (Fr - 0,06)T$

- Baker căn cứ vào tàu thực và kết quả thử mô hình, đề xuất chiều sâu nước nhỏ nhất khi sức cản chỉ tăng dưới 1% là :

Tàu hàng : $h > 7T$

Tàu cao tốc định kỳ : $h > 10T$

Tàu khu trục : $h > 12T$



Hình 7.80. 1. khu vực ảnh hưởng của nước cạn ; 2. khu vực không ảnh hưởng của nước cạn.

7.6.5. Phương pháp tính gần đúng sức cản trong nước cạn

a) Phương pháp Schlichting

Phương pháp dựa trên cơ sở sức cản trong nước sâu đã biết, hiệu chỉnh ảnh hưởng của nước cạn đối với sóng và trường dòng chảy. Để thiết lập mối quan hệ giữa sức cản nước sâu và sức cản nước cạn, Schlichting đưa ra hai giả thiết :

1) Trong trường hợp sóng cùng chiều dài, tốc độ sóng trong nước cạn so với tốc độ sóng trong nước sâu giảm đi một lượng ΔC , giả thiết sức cản sóng khi tốc độ trong nước sâu là V_∞ và sức cản sóng khi tốc độ trong nước cạn là $V_\infty - \Delta C$, bằng nhau. Trong thực tế tính toán thường dùng sức cản dư thay cho sức cản sóng.

2) Trong nước cạn tồn tại tốc độ dòng chảy ngược trở lại ΔV_p , giả thiết sức cản ma sát khi tốc độ trong nước sâu là $V_\infty - \Delta C$ và sức cản ma sát khi tốc độ trong nước cạn là $V_h = V_\infty - \Delta C - \Delta V_p$, bằng nhau.

ΔC (hoặc tốc độ trung gian V_i) được xác định theo chiều sâu của nước h và tốc độ V_∞ trong nước sâu, công thức (7.103) có thể viết thành :

$$\frac{V_i}{V_\infty} = \frac{V_\infty - \Delta C}{V_\infty} = \sqrt{\operatorname{tgh} \frac{1}{Fr_h^2}} \quad (7.105)$$

Công thức trên được biểu diễn theo hình 7.81

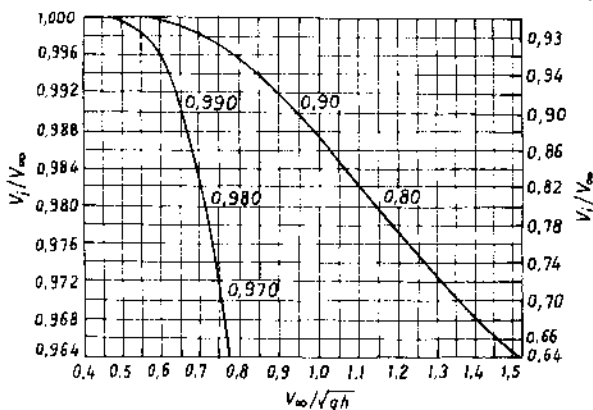
Tốc độ dòng chảy ngược trở lại ΔV và $\sqrt{A_M}/h$ liên quan với nhau.

Khi tốc độ trung gian V_i đã biết, xét tới ảnh hưởng của dòng chảy ngược trở lại, tốc độ trong nước cạn sẽ là :

$$V_h = V_i - \Delta V$$

Hình 7.82 biểu thị mối quan hệ giữa V_h/V_i và $\sqrt{A_M}/h$

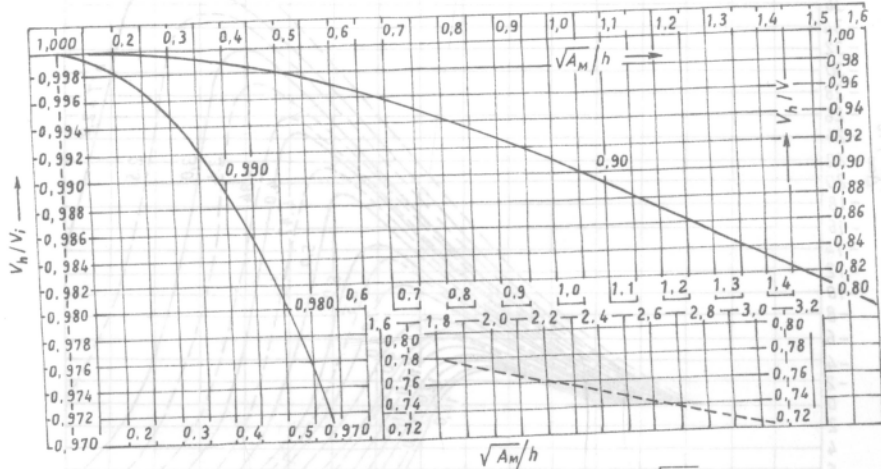
Dùng phương pháp này để tính sức cản trong nước cạn, căn cứ vào sức cản toàn bộ trong nước sâu và



Hình 7.81. V_i/V_∞ trong tính sức cản nước cạn.

sức cản ma sát tính ra, tính $\sqrt{A_M}/h$ và số Froude trong nước sâu $Fr_h = V_\infty/\sqrt{gh}$, sau đó theo hình 7.81 hoặc công thức (7.105) tính ra V_i/V_∞ , từ hình 7.82 tra ra V_h/V_i , có thể tính ra tốc độ trong nước cạn V_h . Tiếp đó chia sức cản toàn bộ trong nước sâu $R_{T\infty}$ thành sức cản dư R_R (đã bao gồm toàn bộ sức cản ngoài sức cản ma sát) và sức cản ma sát $R_{F\infty}$. Đồng thời tính sức cản ma sát R_F khi tốc độ trung gian V_i , từ đó có :

$$R_{Th} = R_R + F_F$$



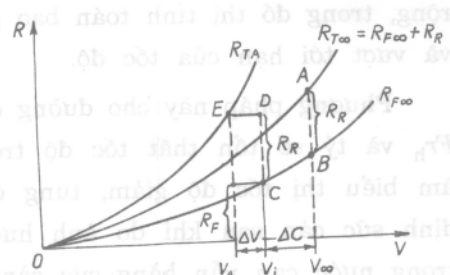
Hình 7.82. Tương quan giữa V_h/V_i và $\sqrt{A_M}/h$.

Theo phương pháp này cũng có thể dùng đồ thị để tìm ra sức cản trong nước cạn.

- Với tốc độ V_∞ đã biết, xác định sức cản toàn bộ $R_{T\infty}$ và sức cản ma sát $R_{F\infty}$ trong nước sâu, có hai điểm A, B. Như vậy đoạn AB là sức cản dư R_R ứng với tốc độ V_∞ trong nước sâu.

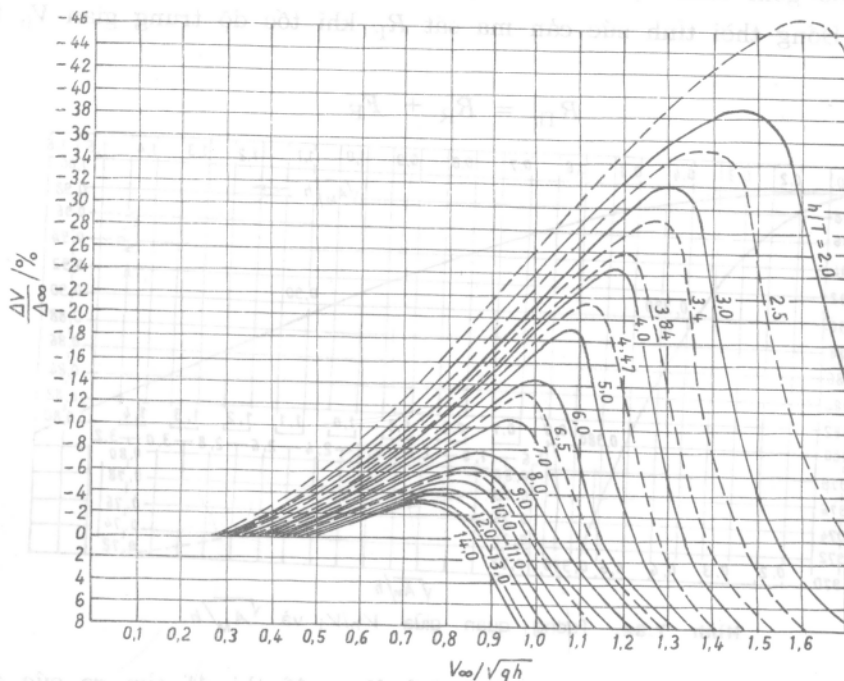
- Đã biết chiều sâu của nước h và V_∞ , tính ra Fr_h tương ứng từ hình 7.81 tra ra V_i/V_∞ , tính ra V_i .

- Trên đường cong $R_{F\infty}$, tìm ra điểm C ứng với tốc độ trung gian V_i , từ điểm C kéo thẳng lên một đoạn R_R , ta có điểm D.



Hình 7.83. Dùng đồ thị giải phương pháp Schlichting.

- Từ trị số đã biết $\sqrt{A_M}/h$, tra theo hình 7.82 trị số V_h/V_i , tính ra được tốc độ trong nước cạn V_h .
- Với V_h kẻ đường vuông góc với hoành độ, qua D kẻ đường song song với trục hoành độ, ta có điểm E . E là điểm trên đường cong sức cản của toàn bộ của tàu trong nước cạn ứng với chiều sâu nước h .



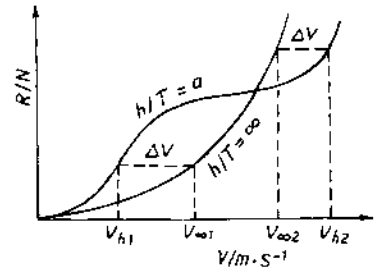
Hình 7.84. Đường sức cản nước cạn Apuhtin.

b) Phương pháp Apuhtin (Апухтин)

Phương pháp này căn cứ vào tài liệu thử mô hình trong nước cạn đối với tàu thon nhọn, thích hợp với loại tàu có tốc độ trung bình và cao tốc. Phạm vi thay đổi của tốc độ và chiều sâu của nước tương đối rộng, trong đó thị tính toán bao gồm tổn thất tốc độ ở mức gần tới hạn và vượt tới hạn của tốc độ.

Phương pháp này cho đường cong biểu thị tương quan giữa số Froude Fr_h và tỷ số tổn thất tốc độ trong nước cạn $\Delta V/V_\infty$, (h.7.84). Tung độ âm biểu thị tốc độ giảm, tung độ dương biểu thị tốc độ tăng. Và giả định sức cản sau khi do ảnh hưởng của nước cạn làm thay đổi tốc độ trong nước cạn vẫn bằng sức cản trong nước sâu. Khi ứng dụng cụ thể, căn cứ vào chiều sâu của nước h và tốc độ trong nước sâu V_∞ , tính ra

h/T và trị số $Fr_h = V_\infty / \sqrt{gh}$. Trên hình 7.84 tra ra trị số $\Delta V/V_\infty$, tốc độ trong nước cạn $V_h = V_\infty + \Delta V$, khi đó sức cản trong nước cạn và sức cản trong nước sâu khi V_∞ , bằng nhau. Sau khi hiệu chỉnh tương ứng với các tốc độ khác nhau sẽ có đường cong sức cản trong nước cạn (h.7.85).



Hình 7.85. Sự thay đổi của tốc độ trong nước cạn.

Chương 8

THIẾT BỊ ĐẨY

Trong tàu thủy, thiết bị đẩy thường dùng nhất là chân vịt. Có nhiều loại chân vịt, chân vịt bước cố định (F.P.P), chân vịt biến bước (C.P.P) chân vịt ống đạo lưu, chân vịt siêu xùì bọt, chân vịt độ nghiêng lớn, chân vịt vòng quay thấp, chân vịt đồng trục, chân vịt cánh xếp trùng nhau,... trường hợp nước cạn, tàu cao tốc thường dùng hệ thống đẩy phụt nước.

8.1. HIỆU SUẤT ĐẨY VỚI CÔNG SUẤT VÀ VÒNG QUAY MÁY CHÍNH

Công suất liên tục lớn nhất MCO, còn gọi là công suất liên tục hay công suất định ngạch. Đó là công suất lớn nhất theo tiêu chuẩn điều kiện môi trường quay liên tục trong chu kỳ duy tu bình thường theo quy định của máy chính. Máy nói đây là máy diesel ở vòng quay định ngạch. Nếu dùng tiêu chuẩn điều kiện môi trường ISO 3046/1 thì gọi là công suất liên tục ISO hoặc công suất lớn nhất ISO. Tiêu chuẩn điều kiện môi trường ISO là áp suất không khí 100 kPa, nhiệt độ không khí 27°C, nhiệt độ nước làm mát 27°C, độ ẩm 60%. Trong thực tế vận hành của tàu, công suất máy chính thay đổi theo điều kiện môi trường, đặc biệt với máy diesel cao tốc tăng áp có lắp thiết bị làm mát trung gian.

Trên đường đặc tính của máy chính, giao điểm của công suất liên tục lớn nhất và vòng quay định ngạch biểu thị trạng thái quay liên tục lớn nhất của máy chính MCR (Maximum Continuous Rating). Đường đặc tính đẩy đi qua điểm trên gọi là đường đặc tính đẩy MCR.

Thông thường dùng MCR làm điểm chuẩn cơ bản để thiết kế thiết bị đẩy. Xuất phát từ đặc điểm của điều kiện vận hành thực tế của máy chính và tính năng của máy, phối hợp với việc xem xét tính kinh tế và đặc tính đẩy, với một số máy diesel thường cho một phạm vi lựa chọn trạng thái làm việc liên tục tối đa để lựa chọn thấp hơn MCR tiêu chuẩn. MCR ấy gọi là DMCR hoặc MCR chỉ định (hợp đồng) tức là SMCR (hoặc

CMCR), chỉ trạng thái làm việc liên tục lớn nhất có giảm mức định ngạch và lấy đó làm mức hạn chế vòng quay của máy chính thiết kế. Loại MCR giảm mức định ngạch này là MCR dùng thiết kế thiết bị đẩy.

Xuất phát từ góc độ thiết kế trang trí động lực, xét tới yếu tố kinh tế và duy tu bảo dưỡng, thường đối với công suất máy chính phải trừ đi một phần dự trữ để máy chính có thể làm việc dài lâu hơn, mức dự trữ đó gọi là OM (Operationnal Margin), thường với tàu vận tải là 0 - 15%, thông thường lấy là 10%, với tàu cá, tàu kéo do tàu có phụ tải biến động lớn nên lấy 15%.

Sau khi trừ phần dự trữ OM đi, công suất máy chính gọi là công suất thường dùng NO (Normal Output) hoặc công suất làm việc liên tục CSO (Continuous Service Output) hoặc trạng thái làm việc liên tục (Continuous Service Rating) CSR, hoặc trạng thái làm việc thường dùng NOR (Normal Operating Rating), tức là $OM = (1 - CSO/MCO) \times 100\%$ hoặc $OM = (1 - NO/MCO) \times 100\%$.

Trong niên hạn sử dụng dự định, để tránh máy chính quá tải, mômen quay của chân vịt bước cố định quá tải dẫn đến hiện tượng máy chính ra khói đen, và khi chân vịt được thiết kế thử tàu ở trạng thái nước lặn, sâu, với tốc độ và công suất định ngạch thiết kế, nên nâng cao vòng thiết kế. Độ dự trữ nâng cao đó gọi là PRM, độ dự trữ tốc độ quay của chân vịt (Propeller RPM Margin) trị số PRM liên quan đến phương thức tăng áp của máy chính, phương thức làm mát, hệ thống khí xả, theo nhà máy chế tạo chính, thường lấy là 1,5 - 5,5%, với tàu cá do máy chính có mômen quay cao, phần lớn lấy là 1,5 - 3%, máy tuabin khí do mômen quay cao tốc độ thấp nên lấy là 2%.

Cùng một tốc độ hàng hải, do ảnh hưởng của đáy tàu bị nhiễm bẩn và sóng gió, công suất hữu hiệu cần thiết tăng lên, tính năng đẩy giảm xuống, khi vận hành mức tăng của công suất máy chính thường được biểu thị bằng độ dự trữ hàng hải SM (Sea Margin). Khi tốc độ hàng hải và lượng chiếm nước như nhau thì :

Công suất cần thiết cho trạng thái hàng hải thực tế

$$SM = \left(\frac{\text{Công suất cần thiết cho trạng thái hàng hải thực tế}}{\text{Công suất cần thiết cho thân tàu sạch và thiết bị đẩy trong nước lặn, sâu}} - 1 \right) \times 100\%$$

Độ dự trữ hàng hải thường do chủ tàu và người thiết kế xác định theo khu vực hàng hải, tuyến chạy tàu, loại tàu, loại máy chính, tốc độ

của tàu, trong khoảng 0 - 25% ; tàu vận tải chạy trên tuyến quốc tế thường lấy SM = 15% ; đối với chân vịt biến bước có thể lấy bằng 0%. Khi xác định SM nên theo khuyến cáo của nhà sản xuất máy chính. Mỗi quan hệ của độ dự trữ vòng quay và độ dự trữ công suất hữu hiệu được biểu thị như sau :

$$(1 + \text{độ dự trữ vòng quay})^3 = (1 + \text{độ dự trữ công suất}).$$

Khi xét OM và SM, công suất sẽ là $MCO \times (1 - OM)/(1 + SM)$ tức là khi SM = 15%, OM = 10%, công suất vận hành là 78,26% của MCO. Ngoài ra khi xét tới mức dự trữ phải tính riêng OM và SM, tránh nhầm lẫn xem OM và SM gộp lại là SM.

Khi thiết kế cần phân biệt rõ mấy loại công suất sau đây :

P_B - công suất của máy chính, đã trừ phần tổn thất cơ khí bên trong máy chính.

P_D - công suất đo được tại vị trí thiết bị đẩy liên kết với trục đuôi hoặc là công suất thiết bị đẩy P_p .

P_S - công suất trục, là công suất đã trừ phần tiêu hao do liên kết với bơm, máy phát điện, máy nén khí và bộ phận giảm tốc.

Tổn thất truyền động của hệ trục được biểu thị bằng hiệu suất truyền động của hệ trục η_S :

$$\eta_S = P_D/P_B \text{ hoặc } P_D/P_S$$

Hiệu suất của bộ phận giảm tốc η_c :

Giảm tốc bằng hộp số bánh răng một cấp	0,975
Giảm tốc bằng số bánh răng hai cấp	0,95
Ly hợp thủy lực	0,975
Ly hợp điện từ	0,975

Hiệu suất truyền động của hệ trục η_S :

Ổ đỡ trung gian (mỗi ổ)	0,997 - 0,9975
Ổ đỡ trung gian (mỗi ổ)	
(động cơ điện và máy tuabin khí)	0,998
Ổ đỡ lực đẩy (loại thông thường)	0,985
Ổ đỡ lực đẩy	0,995
Ổng trục đuôi	0,990

Khi máy chính ở giữa tàu $P_D = P_S/1,03$ hoặc $P_D = P_B/1,05$

Khi máy chính ở đuôi tàu $P_D = P_S/1,02$ hoặc $P_D = P_B/1,03$

Hiệu suất đẩy η_D $\eta_D = P_E/P_D$ hoặc $\eta_D = P_R/P_P$

trong đó : P_E - công suất hữu hiệu của thân tàu ;

P_R - công suất sức cản.

Hiệu suất thiết bị đẩy sau tàu η_B , $\eta_B = P_T/P_D = P_T/P_P$

trong đó : P_T - công suất đẩy ($P_T = TV_A$)

Hiệu suất thân tàu η_H , $\eta_H = P_E/P_T = P_R/P_T = (1 - t)/(1 - w)$

Hiệu suất quay tương đối η_R , $\eta_R = \eta_B/\eta_o$

trong đó : η_o - hiệu suất chân vịt đạp nước.

8.2. TÁC DỤNG TƯƠNG HỒ GIỮA CHÂN VỊT VÀ THÂN TÀU

Tác dụng tương hỗ giữa chân vịt và thân tàu được biểu thị bằng ảnh hưởng tương hỗ giữa trường tốc độ của tàu và trường tốc độ do chân vịt hình thành. Trong lý thuyết chân vịt thường dùng dòng theo, mức giảm lực đẩy, hiệu suất quay tương đối để phản ánh tác dụng tương hỗ giữa chân vịt và thân tàu.

Phân số dòng theo được biểu thị như sau :

$$w = u/V = (V - V_A)/V = 1 - V_A/V \quad (8.1)$$

trong đó : u - tốc độ dòng theo ;

V - tốc độ tàu.

Và như vậy, tốc độ tiến của chân vịt là :

$$V_A = (1 - w)V \quad (8.2)$$

Phân số dòng theo có thể tính gần đúng theo bảng 8.1

Bảng 8.1

Nº	Công thức tính toán	Phạm vi sử dụng
1	Công thức Taylor Tàu một chân vịt $w = 0,5\delta - 0,05$ Tàu hai chân vịt $w = 0,55\delta - 0,20$	Các loại tàu biển

Tiếp bảng 8.1

N ^o	Công thức tính toán	Phạm vi sử dụng
2	<i>Công thức Schoenherr</i> Tàu một chân vịt $\omega = 0,10 + 4,5 \frac{C_{vD} B/L}{(7 - 6C_{vD})(2,8 - 1,8\varphi)} + \frac{1}{2} \left(\frac{E}{T} - \frac{D}{B} - k'K \right)$ trong đó : E - chiều cao trục đẩy cách đường chuẩn ; D - đường kính chân vịt ; K - góc nghiêng về phía sau của cánh, rad ; k' - hệ số, tàu đuôi bình thường $k' = 0,3$, tàu đuôi hình thìa $k' = 0,5 \div 0,6$ Tàu hai chân vịt : 1- Giá đỡ ống bao trục, chân vịt ngoài $\omega = 2\delta (1 - \delta) + 0,2 \cos^2 \left(\frac{3}{2}\psi \right) - 0,02$ 2- Giá đỡ trục $\omega = 2\delta^5 (1 - \delta) + 0,04$	
3	<i>Công thức Hecksher</i> Tàu một chân vịt $\omega = 0,70 \varphi - 0,18$ Tàu hai chân vịt $\omega = 0,70 \varphi - 0,30$ trong đó : φ - hệ số lắng trụ dọc	Tàu hàng tiêu chuẩn $\delta = 0,54 \div 0,84$
	Tàu một chân vịt $\omega = 0,77\varphi - 0,28$	Tàu cá
4	<i>Công thức Papumiel</i> $\omega = 0,165 (\delta)^x (V^3/D)^2 - \Delta\omega$ trong đó : V - thể tích chiếm nước, m³ ; D - đường kính chân vịt, m ; $x = 1$ - chân vịt trên đường tâm dọc tàu $x = 2$ - chân vịt ở mạn tàu ; Khi $Fr > 0,2$, $\Delta\omega = 0,1 (Fr - 0,2)$ Khi $Fr \leq 0,2$, $\Delta\omega = 0$	Các loại tàu, dùng nhiều cho tàu sông
5	<i>Công thức của bể thử mô hình Hà Lan</i> $\omega = C_9 C_{20} C_V \frac{L}{T_A} \left(0,0050776 + 0,93405 C_{11} \frac{C_V}{1 - \varphi_1} \right) +$ $+ 0,27915 C_{20} \times \sqrt{\frac{B}{L(1 - \varphi_1)}} + C_{19} C_{20}$	Tàu biển một chân vịt (đuôi bình thường)

Tiếp bảng 8.1

N ^o	Công thức tính toán	Phạm vi sử dụng
5	$C_9 = 32 - 16/(C_8 - 24)$ nếu $C_8 < 28$, $C_9 = C_8$ $C_8 = S(7B/T_A - 25)/[LB(B/T_A - 3)]$ Khi $B/T_A < 5$, $C_8 = BS/(LB T_A)$ $C_{11} = 0,0833333(T_A/D)^3 + 1,33333$ Khi $T_A/D < 2$, $C_{11} = T_A/D$ $C_{19} = 0,18567/(1,3571 - \beta) - 0,71276 + 0,38648 \varphi$ Khi $\varphi < 0,7$, $C_{19} = 0,12997/(0,95 - \delta) - 0,11056/(0,95 - \varphi)$ C_{20} liên quan đến hình dáng đuôi tàu Sà lan đáy bằng, $C_{20} = 0,625$ Mặt cắt chữ V, $C_{20} = 0,85$ Mặt cắt bình thường, $C_{20} = 1,0$ Mặt cắt chữ U (có đuôi hình cầu), $C_{20} = 1,15$ $\varphi_1 = 145 \varphi - 0,315 - 0,0225 \left(\frac{x_{CB}}{L} \right)$ C_V - hệ số sức cản nhớt, $C_V = (1 + k) C_F + C_A$	Tàu biển một chân vịt (đuôi bình thường)

Ảnh hưởng của dòng theo không đều đối với chân vịt

Trong thực tế dòng theo phân bố không đều trên diện tích mặt đĩa của chân vịt, do đó phải xét tới ảnh hưởng của dòng theo không đều.

Giả thiết lực đẩy của chân vịt trong trường dòng theo đều là T_0 , mômen quay là Q_0 , lực đẩy của chân vịt trong trường dòng theo không đều là T_B và mômen quay là Q_B .

Hệ số ảnh hưởng của dòng theo không đều, đối với lực đẩy là $i_1 = T_B/T_0$ mômen quay là $i_2 = Q_B/Q_0$, hệ số ảnh hưởng của dòng theo không đều đối với hiệu suất là $i = i_1/i_2$

Với η_0 hiệu suất chân vịt đập nước và η_B hiệu suất chân vịt tàu, khi cùng hệ số tiến, ta có :

$$\eta_B/\eta_0 = T_B V_A / (2\pi n Q_B) / (T_0 V_A / (2\pi n Q_0)) = i_1/i_2 \quad (8.3)$$

hoặc $\eta_B = \eta_0 \cdot i_1/i_2$

Nếu dùng phương pháp lực đẩy bằng nhau để xác định dòng theo thực tế, ta có :

$$\begin{aligned} i_1 &= 1,0 \\ i_2 &= Q_B/Q_0 \\ \eta_B &= \eta_0(1/i_2) = \eta_R \cdot \eta_0 \end{aligned} \quad (8.4)$$

trong đó : $\eta_R = 1/i_2$ gọi là hiệu suất quay tương đối, từ đó xác lập quan hệ giữa mômen quay của chân vịt đạp nước và chân vịt sau tàu, hoặc là hiệu suất của chúng.

Mức giảm lực đẩy

Do chân vịt hoạt động sau tàu, tạo nên sức cản phụ của thân tàu, lượng sức cản tăng đó là ΔR , tổn thất lực đẩy của chân vịt đó gọi là mức giảm lực đẩy ΔT .

$$T = R + \Delta R = R + \Delta T \quad (8.5)$$

Trong thực tế dùng tỷ số để biểu thị :

$$t = \Delta T/T = (T - R)/T \quad (8.6)$$

trong đó : t - phân số mức giảm lực đẩy.

Đường kính thiết bị đẩy ít ảnh hưởng đến mức giảm lực đẩy

Phân số mức giảm lực đẩy thay đổi theo tốc độ, khi tàu buộc tại trụ thử, phân số mức giảm lực đẩy t_0 , gần bằng phân số dòng theo thể năng, có thể lấy $t_0 = 0,04$. Khi tàu ở trạng thái chân vịt hoàn toàn xúi bọt, do tác dụng của xúi bọt, dòng chảy giảm tốc độ, phân số mức giảm lực đẩy giảm rất lớn, thậm chí có thể là một số âm.

Công thức tính gần đúng mức giảm lực đẩy cho trong bảng 8.2

Bảng 8.2

Nº	Công thức tính toán	Phạm vi sử dụng
1	<i>Công thức Schoenherr</i> Tàu một chân vịt : $r = k \cdot \omega$ $k = 0,50 \div 0,70$, bánh lái hình lưu thể $k = 0,70 \div 0,90$, bánh lái hai tấm trụ vuông $k = 0,90 \div 1,05$, bánh lái tấm đơn Tàu hai chân vịt $r = 0,25 \omega + 0,14$ (có giá đỡ ống bao trục) $r = 0,70 \omega + 0,06$ (có giá đỡ trục)	Các loại tàu biển
2	<i>Công thức Heckscher</i> Tàu một chân vịt : $r = 0,50 \varphi - 0,12$ Tàu hai chân vịt : $r = 0,50 \varphi - 0,18$	Tàu hàng tiêu chuẩn $\delta = 0,54 \div 0,84$
	Tàu cá một chân vịt : $\omega = 0,77 \varphi - 0,30$	Tàu cá

Tiếp bảng 8.2

N ^o	Công thức tính toán	Phạm vi sử dụng
3	Tàu một chân vịt : $t = (1,57 - 2,3\delta/\alpha + 1,5\delta) \cdot \varphi$ Tàu hai chân vịt : $t = 1,67 - 2,3\delta/\alpha + 1,5\delta$	Tàu hàng tiêu chuẩn $\delta = 0,6 \div 0,85$
4	Công thức bể thử mô hình tàu Hà Lan $t = 0,25014(B/L)^{0,28956} \left(\sqrt{BT/D} \right)^{0,2624} /$ $\left[1 - \varphi + 0,0225 \left(\frac{x_{CB}}{L} \right) \right]^{0,01762} + 0,0015 C_{STERN}$ C_{STERN} - hệ số hình dáng đuôi tàu ; tàu đáy bằng : - 25 ; mặt cắt chữ V : -10 ; mặt cắt bình thường : O ; mặt cắt chữ U (đuôi hình cầu) : 10	Tàu biển một chân vịt

Hiệu suất quay tương đối

Hiệu suất quay tương đối được xác định qua thử mô hình tự hành. Qua xem xét kết quả thử nghiệm thì số liệu này rất phân tán, nhưng phạm vi thay đổi khá nhỏ, như tàu vận tải hiệu suất này nằm trong khoảng 0,95 - 1,05, tàu hai chân vịt trị số này nằm trong khoảng 0,97 - 1,0. Qua thống kê, phân tích các loại tàu biển thử nghiệm, bể thử mô hình tàu Hà Lan đưa ra công thức sau :

Tàu một chân vịt :

$$\eta_R = 0,9922 - 0,05908 A_E/A_0 + 0,07424 \left(\varphi - 0,0225 \frac{x_{CB}}{L} \right) \quad (8.7)$$

Tàu hai chân vịt :

$$\eta_P = 0,9737 + 0,111 \left(\varphi - 0,0225 \frac{x_{CB}}{L} \right) - 0,06325 P/D \quad (8.8)$$

Tính chuyển dòng theo từ mô hình sang tàu thực

Trong ba thành phần hợp thành của dòng theo, thường bỏ qua không tính tới dòng theo sóng đối với tàu tốc độ thấp và trung bình. Nếu thử nghiệm mô hình với Fr bằng nhau trong điều kiện hình dáng hình học tương tự, dòng theo thể năng và dòng theo sóng của mô hình và tàu thực được xem như bằng nhau. Dòng theo ma sát liên quan đến chiều dày của lớp biên, lớp biên của tàu thực so với mô hình khá mỏng, do đó dòng theo của mô hình lớn hơn tàu thực, đó là hiệu ứng kích thước. Để tránh việc tính toán chiều dày lớp biên, có thể dùng hệ số sức cản ma sát C_F của chuẩn tắc tương tự Reynolds để tính chuyển gián tiếp.

Trị số trung bình của dòng theo được tính chuyển như sau.

w_S , phân số dòng theo của tàu thực do ITTC đề xuất năm 1978, được tính như sau :

$$w_S = (t_m + 0,04) + \left[w_m - (t_m + 0,04) \right] \times \frac{1}{\left[(1 + k)C_{FS} + \Delta C_F \right] / \left[(1 + k)C_{Fm} \right]} \quad (8.9)$$

$$\Delta C_F = \left[105(K_S/L_{wL})^{\frac{1}{3}} - 0,64 \right] \times 10^{-3} \quad (8.10)$$

trong đó : k - nhân tố hình dáng thân tàu, tìm ra từ thử mô hình ;

K_S - độ nhám bề mặt của thân tàu ($190 \times 10^{-6}m$) ;

C_{FS} - hệ số sức cản ma sát của tàu thực ;

C_{fm} - hệ số sức cản ma sát của mô hình ;

w_m - phân số dòng theo toàn bộ của mô hình tàu ;

t_m - mức giảm lực đẩy của mô hình tàu.

Người ta còn sử dụng các công thức sau :

$$w_S = t_m + (w_m - t_m)S_{FS}/C_{Fm} \quad (8.11)$$

$$\text{hay} \quad w_S = \lambda^{-0,0918} \cdot w_m \quad (8.12)$$

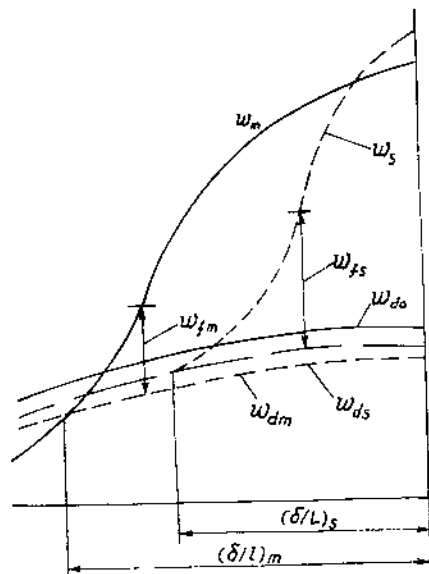
trong đó : λ - tỷ số kích thước của
tàu thực so với mô hình

hay

$$1 - w_S = (1 - w_m) (\delta^2 B/T)^{0,415} \quad (8.13)$$

Công thức (8.11) được sử dụng rộng rãi.

Khi tốc độ thấp, có thể giả thiết dòng theo là do hai bộ phận, dòng theo thể năng và dòng theo ma sát, hợp thành $w = w_d + w_f$. Đối với mô hình $w_m = w_{dm} + w_{fm}$ tính phân bố dòng theo toàn bộ trước w_m . Đối với dòng theo thể năng có thể dùng phương pháp kéo ngược để xác định, tức là lấy phân bố tốc độ dòng của mặt đĩa chân vịt trừ đi dòng chảy đều sẽ có phân bố tốc độ dòng theo thể năng trên mặt đĩa



Hình 8.1. Sơ đồ tính chuyển dòng theo.

chân vịt, $w_{fm} = w_m - w_{dm}$. Từ đó w_{fs} của tàu thực được tính từ w_{fm} của mô hình (h.8.1).

Trong hình 8.1, đường thực w_m là phân bố dòng theo đo được ở một mớn nước nào đó của mặt đĩa chân vịt mô hình tàu. Đường thực w_{do} là phân bố dòng theo thế năng đo được khi kéo ngược mô hình tàu. Trên đường biên có $w_{fm} = 0$, ở đây cho $w_{dm} = w_m$, còn ở lớp biên (chiều dày δ), cho $(w_{dm}/w_{do}) = (w_{dm}/w_{do}) \left(\frac{\delta}{L}\right)$. Như vậy từ đường w_{do} , có

đường w_{dm} .

Ngoài lớp biên, đường w_{dm} do đường w_m kéo dài, trong đoạn này giữ $w_{dm} = w_m$. Khu vực giữa hai đường cong là phân bố của w_{fm} .

w_{ds} của tàu thực nằm giữa hai đường cong trên, vẽ theo tỷ lệ C_{fs}/C_{fm} :

$$(w_{do} - w_{ds})/(w_{do} - w_{dm}) = C_{fs}/C_{fm} \quad (8.14)$$

Sau đó, cho :

$$w_{fs} = w_{fm}(1 - w_{ds})/(1 - w_{dm}) \quad (8.15)$$

Từ hai công thức (8.14) và (8.15) tính ra w_{ds} và w_{fs} , cộng lại sẽ có đường cong phân bố dòng theo của tàu thực.

8.3. THIẾT KẾ CHÂN VỊT THEO CÁC ĐỒ THỊ THỰC NGHIỆM

Phương pháp thiết kế chân vịt theo các đồ thị thực nghiệm là phương pháp thiết kế truyền thống, dựa vào các đồ thị và công thức rút ra từ thực nghiệm mô hình chân vịt để xác định các tham số và tính năng chủ yếu chân vịt. Phương pháp này được sử dụng khá rộng rãi, trong thực tế hiện nay đã trực tiếp dùng các số liệu qua phân tích quy nạp để thực hiện trên máy tính mà không sử dụng đồ thị nữa.

Lực và mômen của chân vịt thực nghiệm được biểu thị bằng các hệ số không thứ nguyên (bảng 8.3), và để thích hợp với các vấn đề thiết kế khác nhau, người ta đưa ra các hệ số thiết kế dưới các loại hình thức khác nhau, các hệ số biểu thị ở bảng 8.4 là các hệ số thiết kế thường dùng.

Bảng 8.3

Hệ số tính năng đập nước của chân vịt

Tên gọi	Công thức định nghĩa	Công thức tính toán
Hệ số tiến	$J = V_A / (nD)$	
Hệ số đẩy	$K_T = T / (\rho n^2 D^4)$	$K_T = P_T / (\rho n^2 V_A D^4)$
Hệ số mômen quay	$K_Q = Q / (\rho n^2 D^5)$	$K_Q = P_Q / (2\pi \rho n^3 D^5)$

Bảng 8.4

Hệ số thiết kế chân vịt

Hạng mục	Công thức định nghĩa	Ghi chú
Đã biết T, V_A, D	$\frac{K_T}{J^2} = \frac{T}{\rho V_A^2 D^2} = \frac{P_T}{\rho V_A^3 D^2}$	Giống như z_p hệ số chân vịt Taylor
Đã biết P_D, D, V_A	$\frac{K_Q}{J^3} = \frac{nQ}{\rho V_A^3 D^2} = \frac{P_D}{2\pi \rho V_A^3 D^2}$	Giống như B_{p2} hệ số chân vịt Taylor
Đã biết T hoặc P_T, n, V_A	$\frac{K_T}{J^4} = \frac{n^2 T}{\rho V_A^4} = \frac{n^2 P_T}{\rho V_A^5}$	Giống như B_u hệ số chân vịt Taylor
Đã biết P_D, n, V_A	$\frac{K_Q}{J^5} = \frac{n^3 Q}{\rho V_A^5} = \frac{P_D n^2}{2\pi \rho V_A^5}$	Giống như B_p hệ số chân vịt Taylor

Ghi chú. Trong thiết kế thường dùng : nước ngọt $\rho = 999,0 \text{ kg/m}^3$, nước mặn 3,5%
 $\rho = 1025,87 \text{ kg/m}^3$ (khi 15°C)

Trước đây khi biểu diễn các đồ thị thành $B_p - \delta$ và $B_u - \delta$ các hệ số được định nghĩa như sau :

$$B_p = 60n P_D^{0,5} / V_{AKN}^{2,5} = 33,40 (K_Q/J^5)^{0,5}$$

$$B_u = 60n P_T^{0,5} / V_{AKN}^{2,5} = 13,44 (K_T/J^4)^{0,5}$$

$$\delta = 60 n D' / V_{AKN} = 101,27/J$$

trong đó : P'_D , mã lực hệ Anh ;

V_{AKN} , hải lý ;

D' , fit.

Môi trường - nước ngọt

Theo quy định của ITTC, ngày nay đã ngừng sử dụng B_p vì hệ số không thứ nguyên này không chặt chẽ, do dùng các đơn vị đo lường khác nhau, không phù hợp với chế độ đo lường hiện hành, trong công thức không có mật độ nước.

Nếu dùng tài liệu B_p , phải nhớ tính chuyển. Ví dụ, sử dụng tài liệu các tham số B_p trong nước ngọt để tính chân vịt trong nước biển, thì hệ số B_p phải nhân với $(\rho_{\text{nước ngọt}}/\rho_{\text{nước biển}})^{1/2} \approx 0,987$, ngược lại nếu dùng tài liệu các tham số B_p trong nước mặn để tính chân vịt trong nước ngọt thì hệ số B_p phải nhân với $(\rho_{\text{nước biển}}/\rho_{\text{nước ngọt}})^{1/2} \approx 1,013$.

Về mối quan hệ tính chuyển giữa B_p và K_Q/J^5 , xem thuyết minh liên quan, trên một số đồ thị, đơn vị đo lường và định nghĩa gốc có khác nhau.

Dùng đồ thị $K_T - K_Q - J$ có thể giải quyết được các vấn đề về tính năng chân vịt và lựa chọn các tham số chủ yếu, nhưng phải tính toán khá phức tạp, nhất là tính tay.

Trên các đồ thị K_T/J^4 và K_Q/J^5 hoặc B_p và B_u biểu thị các tham số phối hợp tốt nhất trong điều kiện thiết kế nhất định, thích hợp với tính tay.

Ngoài ra, bề thử mô hình Hà Lan còn đưa ra loạt đồ thị $\mu - \delta$. Đồ thị này thích hợp với việc thiết kế chân vịt đã có các yếu tố hình học và mômen quay, khi có hạng mục trong các số liệu T , n hoặc V_A đã xác định có thể tìm ra số liệu của hai hạng mục kia. Đồng thời, do đồ thị $B_p - \delta$ hoặc $B_u - \delta$, khi V_A gần không, trị số B_p hoặc B_u rất lớn, không thích hợp với tính toán, có thể dùng đồ thị $\mu - \delta$ để giải quyết các tốc độ thấp hoặc tính toán lực đẩy ở trạng thái buộc tại trụ.

Các seri chân vịt thử nghiệm được tóm tắt ở bảng 8.5.

Bảng 8.5

Seri	Số mô hình chân vịt thử nghiệm	Phạm vi tham số			D , mm	Tỷ số của chân vịt và đường kính r/R
		Z	λ_E/λ_0	P/D		
B	≈ 120	2 - 7	0,3 - 1,05	0,6 - 1,4	250	0,169
$MAU^{(1)}$	34	4 - 7	0,4 - 0,758	0,5-1,2/1,5/1,6	250	0,180
$GAWN^{(2)}$	37	3	0,2 - 1,1	0,4 - 2,0	508	0,200

(1) Ở trạng thái tải cao P/D của seri MAU lấy tới 1,6, seri MAU_w lấy tới 1,5.

(2) Tỷ số mặt đĩa của $GAWN$ là λ_D/λ .

Các tư liệu trong bảng 8.5 có thể tra ở mạng ITIS, USDDC, ORG, TW trong kho tư liệu thử nghiệm riêng chân vịt. Đối với seri AU và GAWN có thể đưa các yếu tố đã biết vào, được đường cong $K_T - K_Q - J$ và các số liệu lực đẩy, vòng quay, phần trăm xúi bọt. Đối với cả ba seri, có thể đưa vào công suất, tốc độ thiết kế, và các yếu tố đã biết khác, từ đó có được các yếu tố chủ yếu của chân vịt tối ưu và hiệu suất đáp nước. Khi đưa số liệu vào chú ý đơn vị đo lường.

8.3.1. Chân vịt seri B

Chân vịt seri B của bể thử mô hình Hà Lan là một trong các seri thử nghiệm được sử dụng rộng rãi nhất. Seri này thực hiện thực nghiệm 21 nhóm của 120 chân vịt. Loại chân vịt 6 cánh và 7 cánh được công bố vào năm 1972. Trong khoảng 1973 - 1975, qua chỉnh lý, đưa ra công thức hiệu chỉnh hiệu ứng kích thước (ảnh hưởng số Reynolds) và đưa ra bộ đồ thị mới dùng thiết kế chân vịt. Bộ đồ thị đó được chia làm ba nhóm biểu thị khác nhau, mỗi nhóm đồ thị gồm 21 chân vịt (bảng 8.6).

Bảng 8.6

Số cánh	Tỷ số mật đĩa													
	0,35			0,50			0,65			0,80				
3														
4		0,40			0,55			0,70			0,85			1,00
5			0,45			0,60			0,75			0,90		1,05
6				0,50			0,65			0,80			0,95	
7					0,55			0,70			0,85			

Đồ thị nhóm 1 là đồ thị đặc trưng tính đáp nước K_T và $K_Q - J$.

Đồ thị nhóm 2 sử dụng với mômen quay đã biết Q , tức là với các trị số đã biết, công suất P_D , vòng quay chân vịt n , tốc độ V_A , từ đó tìm ra đường kính tối ưu. Hoành độ của đồ thị là $K_Q^{1/4} J^{5/4}$ tức là

$$\left[Q_n^3 / \rho V_A^5 \right]^{1/4}.$$

Đồ thị nhóm 3 sử dụng với công suất P_D , đường kính chân vịt D , tốc độ V_A , tìm ra vòng quay tối ưu. Hoành độ của đồ thị là $K_Q^{1/4} J^{3/4}$,

$$\text{tức là } \left[Q_n / \rho D^2 V_A^3 \right]^{1/4}.$$

Cả ba nhóm trên đã hiệu chỉnh ảnh hưởng của Reynolds. Trên đồ thị biểu thị $Rn = 2 \times 10^6$.

a) Các yếu tố hình học của seri B

Bảng 8.7 cho kích thước và phân bố độ dày lớn nhất trên mặt cắt cánh. Kích thước cánh đã được cải thiện về tính năng xúi bọt và mở rộng gần mút cánh, gọi là seri BB. Kích thước cũ thôi không sử dụng nhưng tính năng vẫn theo dạng cũ tính toán.

Bảng 8.7

4,5,6,7 cánh (đường viền cánh seri BB)						3 cánh					
r/R	$\frac{c}{D} \frac{Z}{A_E/A_0}$	a/c	b/c	$t/D = A_r - B_r Z$		r/R	$\frac{c}{D} \frac{Z}{A_E/A_0}$	a/c	b/c	$t/D = A_r - B_r Z$	
				A_r	B_r					A_r	B_r
0,20	1600	0,581	0,350	0,0526	0,0040	0,20	1,633	0,616	0,350	0,0526	0,0040
0,30	1,832	0,584	0,350	0,0464	0,0035	0,30	1,832	0,611	0,350	0,0464	0,0035
0,40	2,023	0,580	0,351	0,0402	0,0030	0,40	2,000	0,599	0,350	0,0402	0,0030
0,50	2,163	0,570	0,355	0,0340	0,0025	0,50	2,120	0,583	0,355	0,0340	0,0025
0,60	2,243	0,552	0,389	0,0278	0,0020	0,60	2,186	0,558	0,389	0,0278	0,0020
0,70	2,247	0,524	0,443	0,0216	0,0015	0,70	2,168	0,526	0,442	0,0216	0,0015
0,80	2,132	0,480	0,486	0,0154	0,0010	0,80	2,127	0,481	0,478	0,0154	0,0010
0,85	2,005	0,448	0,498	-	-	0,90	1,657	0,400	0,500	0,0092	0,0005
0,90	1,798	0,402	0,500	0,0092	0,0005	1,0	0,000	0,000	0,000	0,0030	0,0000
0,95	1,434	0,318	0,500	-	-						
0,975	1,122	0,227	0,500	-	-						
1,0	-	-	-	0,0030	0,0000						

A_r, B_r – số không đổi trong công thức t/D ; a – khoảng cách ở bán kính r từ mép dẫn đến đường kính; b – khoảng cách từ vị trí đường chiều dày lớn nhất đến mép dẫn; c – chiều dài cung của mặt cắt cánh ở bán kính r ; t – chiều dày lớn nhất của mặt cắt cánh ở bán kính r .

Theo nguyên dạng của seri B, mép theo của cánh chân vịt hơi mỏng, không thích hợp với thực tế sử dụng. Hội nghiên cứu chế tạo máy Nhật Bản (MESK) đã hiệu chỉnh theo phương án của Viện nghiên cứu tàu thủy Nhật Bản và cho các trị số mặt cắt ngang cánh của seri B như bảng 8.8, trong đó các tham số được định nghĩa theo hình 8.2.

Bảng 8.8

Trị số hình dáng mặt cắt cánh chân vịt seri B (hiệu chỉnh MESK)

Δ	22,00	36,90	50,15	72,00	87,55	96,90	100,0	96,90	87,55	72,00	50,15	36,90	29,65	22,00	Y _o Y Y _u X	11,4 / 11,4	0,95 0,95 0,9
Δ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	 		

Tiếp bảng 8.8

$\Delta 1170$	$\Delta 28,40$	43,40	68,40	86,10	96,95	100,0	98,10	92,40	82,30	67,70	56,80	48,60	$\Delta 32,00$	Y_o Y Y_u ...	$3,8+70C$ / $3,8+47,5C$	0,5
$\Delta 650$	$\Delta 3,70$	175	...	0	0	0	0	$\Delta 0,80$	$\Delta 3,50$	$\Delta 8,80$	$\Delta 13,80$	$\Delta 18,90$	...	...	...	...
100,0	$\Delta 93,55$	87,10	74,20	61,30	48,40	35,50	28,40	21,30	14,20	7,10	3,55	1,78	0	X	...	...
$\Delta 20,00$	$\Delta 34,60$	47,70	70,25	86,55	97,00	100,0	87,20	93,25	84,30	70,40	60,15	52,20	$\Delta 35,00$	Y_o Y Y_u	$3,5+80C$ / $3,5+57,5C$	0,4
14,80	$\Delta 10,00$	6,20	150	0	0	0	0	$\Delta 0,80$	$\Delta 3,70$	$\Delta 9,30$	$\Delta 14,55$	$\Delta 20,00$	...	...	...	...
$\Delta 27,70$	$\Delta 39,60$	50,95	71,60	86,80	96,80	100,0	98,40	94,00	85,80	72,50	62,65	54,90	37,55	Y_o Y Y_u	$3+85,5C$ / $3+60C$	0,3
$\Delta 22,50$	$\Delta 16,90$	12,20	5,80	170	0	0	0,05	130	4,60	10,85	16,55	22,20	...	...	...	...
30,20	41,40	52,20	72,15	86,85	96,65	100,0	98,50	94,25	86,45	73,50	63,55	56,00	38,85	Y_o Y Y_u	$2,8+82C$ / $2,8+58C$	0,25
25,00	20,00	15,25	8,20	3,45	0,60	0	0,25	180	5,35	12,20	18,45	24,25	...	...	...	...
$\Delta 32,30$	$\Delta 43,00$	53,35	72,65	86,90	96,45	100,0	98,60	94,50	87,00	74,40	64,35	56,95	40,00	Y_o Y Y_u	$2,5+75C$ / $2,5+52,5C$	0,5 trở xuống
$\Delta 27,10$	$\Delta 22,60$	18,20	10,90	5,45	155	0	0,45	230	5,90	13,45	20,30	26,20	...	...	...	...
100,0	$\Delta 93,50$	87,00	74,00	61,00	48,00	35,00	28,00	21,00	14,00	7,00	3,50	1,75	0	X	...	0,4 trở xuống
															r_1/r_2	r/R

Ghi chú Δ - nơi hiệu chỉnh hoặc bổ sung ;

C - tỷ số độ cong mặt cắt

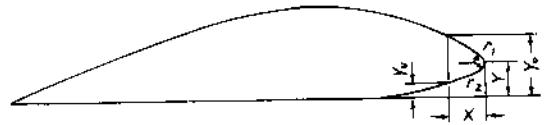
Bảng 8.9

Chiều dày mép theo của seri B, %

r/R	< 0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	0,95
Nguyên dạng	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,40	13,50	-
Dạng hiệu chỉnh	5,2	5,2	5,2	5,2	5,87	7,42	10,10	15,80	22,0

b) Phân tích quy nạp số liệu
thử nghiệm chân vịt seri B

Đường cong tính năng đáp
nước của chân vịt seri B, J , P/D ,
 A_E/A_0 , Z được phân tích quy nạp
và biểu thị như sau :



Hình 8.2. Định nghĩa trị số hình dáng
mặt cắt cánh chân vịt MESK.

$$K_T = \sum_{n=1}^{39} C_{s,t,u,v} (J)^s (P/D)^t (A_E/A_0)^u (Z)^v \quad (8.16)$$

$$K_Q = \sum_{n=1}^{47} C_{s,t,u,v} (J)^s (P/D)^t (A_E/A_0)^u (Z)^v \quad (8.17)$$

Bảng 8.10

Chi số và hệ số của K_T , K_Q khi $Rn = 2 \times 10^6$

K_T						K_Q					
n	$C_{s,t,u,v}$	s (J)	t (P/D)	u (A_E/A_0)	v (Z)	n	$C_{s,t,u,v}$	s (J)	t (P/D)	u (A_E/A_0)	v (Z)
1	+0,00880496	0	0	0	0	1	+0,00379368	0	0	0	0
2	-0,204554	1	0	0	0	2	+0,00886523	2	0	0	0
3	+0,166351	0	1	0	0	3	-0,032241	1	1	0	0
4	+0,158114	0	2	0	0	4	+0,00344778	0	2	0	0
5	-0,147581	2	0	1	0	5	-0,0408811	0	1	1	0
6	-0,481497	1	1	1	0	6	-0,108009	1	1	1	0
7	+0,415437	0	2	1	0	7	-0,0885381	2	1	1	0
8	+0,0144043	0	0	0	1	8	+0,188561	0	2	1	0
9	-0,0530054	2	0	0	1	9	-0,00370871	1	0	0	1
10	+0,0143481	0	1	0	1	10	+0,00513696	0	1	0	1

Tiếp bảng 8.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11	+0,0696826	1	1	0	1	11	+0,0209449	1	1	0	1
12	-0,0125894	0	0	1	1	12	+0,00474319	2	1	0	1
13	+0,0109689	1	0	1	1	13	-0,00723408	2	0	1	1
14	-0,133698	0	3	0	0	14	+0,00438388	1	1	1	1
15	+0,00638407	0	6	0	0	15	-0,0269403	0	2	1	1
16	-0,00132718	2	6	0	0	16	+0,0558082	3	0	1	0
17	+0,168496	3	0	1	0	17	+0,0161886	0	3	1	0
18	-0,0507214	0	0	2	0	18	+0,00318086	1	3	1	0
19	+0,0854559	2	0	2	0	19	+0,015896	0	0	2	0
20	-0,0504475	3	0	2	0	20	+0,0471729	1	0	2	0
21	+0,010465	1	6	2	0	21	+0,0196283	3	0	2	0
22	+0,00648272	2	6	2	0	22	-0,0502782	0	1	2	0
23	-0,00841728	0	3	0	1	23	-0,030055	3	1	2	0
24	+0,0168424	1	3	0	1	24	+0,0417122	2	2	2	0
25	-0,00102296	3	3	0	1	25	-0,0397722	0	3	2	0
26	-0,0317791	0	3	1	1	26	-0,00350024	0	6	2	0
27	+0,018604	1	0	2	1	27	-0,0106854	3	0	0	1
28	-0,00410798	0	2	2	1	28	+0,00110903	3	3	0	1
29	-0,000606848	0	0	0	2	29	-0,000313912	0	6	0	1
30	-0,0049819	1	0	0	2	30	+0,0035985	3	0	1	1
31	+0,0025983	2	0	0	2	31	-0,00142121	0	6	1	1
32	-0,000560528	3	0	0	2	32	-0,00383637	1	0	2	1
33	-0,00163652	1	2	0	2	33	+0,0126803	0	2	2	1
34	-0,000328787	1	6	0	2	34	-0,00318278	2	3	2	1
35	+0,000116502	2	6	0	2	35	+0,00334268	0	6	2	1
36	+0,000690904	0	0	1	2	36	-0,00183491	1	1	0	2
37	+0,00421749	0	3	1	2	37	+0,000112451	3	2	0	2
38	+0,0000565229	3	6	1	2	38	-0,0000297228	3	6	0	2
39	-0,00146564	0	3	2	2	39	+0,000269551	1	0	1	2
						40	+0,00083265	2	0	1	2
						41	+0,00155334	0	2	1	2
						42	+0,000302683	0	6	1	2
						43	-0,0001843	0	0	2	2
						44	-0,000425399	0	3	2	2
						45	+0,0000869243	3	3	2	2
						46	-0,0004659	0	6	2	2
						47	+0,0000554194	1	6	2	2

Trong bảng 8.10 : $C_{s,t,u,v}$ - hệ số ; s,t,u,v - chỉ số

Khi $Rn > 2 \times 10^6$ thì dùng ΔK_T và ΔK_Q hiệu chỉnh K_T và K_Q khi

$$Rn = 2 \times 10^6$$

$$\begin{aligned} \Delta K_T = & 0,000353485 - \\ & 0,00333758 (A_E/A_O)J^2 - \\ & 0,00478125 (A_E/A_O) (P/D)J + \\ & 0,000257792 (\lg Rn - 0,301)^2 (A_E/A_O)J^2 + \\ & 0,0000643192 (\lg Rn - 0,301) (P/D)^6 J^2 - \\ & 0,0000110636 (\lg Rn - 0,301)^2 (P/D)^6 J^2 - \\ & 0,0000276305 (\lg Rn - 0,301)^2 Z(A_E/A_O)J^2 + \\ & 0,0000954 (\lg Rn - 0,301)Z(A_E/A_O)(P/D)J + \\ & 0,0000032049 (\lg Rn - 0,301)Z^2 (A_E/A_O)(P/D)^3 J \end{aligned} \quad (8.18)$$

$$\begin{aligned} \Delta K_Q = & -0,000591412 + \\ & 0,00696898 (P/D) - \\ & 0,0000666654Z(P/D)^6 + \\ & 0,0160818 (A_E/A_O)^2 - \\ & 0,000938091 (\lg Rn - 0,301)(P/D) - \\ & 0,00059593 (\lg Rn - 0,301)(P/D)^2 + \\ & 0,0000782099 (\lg Rn - 0,301)^2 (P/D)^2 + \\ & 0,0000052199 (\lg Rn - 0,301)Z(A_E/A_O)J^2 - \\ & 0,00000088528 (\lg Rn - 0,301)^2 (A_E/A_O)(P/D)J + \\ & 0,0000230171 (\lg Rn - 0,301)Z(P/D)^6 - \\ & 0,00000184341 (\lg Rn - 0,301)^2 Z (P/D)^6 \\ & 0,00400252 (\lg Rn - 0,301)^2 (A_E/A_O)^2 + \\ & 0,000220915 (\lg Rn - 0,301)^2 (A_E/A_O)^2 \end{aligned} \quad (8.19)$$

Tỷ số chiều dày ở mặt cắt $0,75R$ của chân vịt seri B là :

$$(t/c)_{0,75R} = (0,0185 - 0,00125 Z)Z/(2,073 A_E/A_O) \quad (8.20)$$

Khi thiết kế chân vịt có tỷ số chiều dày và seri khác nhau, có thể xem như tương đương với thay đổi của số Reynolds và tính như sau :

$$\begin{aligned} (R'n)_{0,75R} = & \exp \left[4,6052 + \sqrt{\left[1 + 2(t/c)'_{0,75R} \right] / \left[1 + 2(t/c)_{0,75R} \right]} \times \right. \\ & \left. \times (\lg Rn_{0,75R} - 4,6052) \right] \end{aligned} \quad (8.21)$$

trong đó : $(t/c)'_{0,75R}$ - tỷ số chiều dày ở $0,75 R$ của chân vịt thiết kế ;

$(R'_n)_{0,75R}$ - trị số Reynolds có hiệu suất như nhau tương ứng với $(t/c)_{0,75R}$.

8.3.2. Chân vịt seri AU

Mặt cắt chân vịt seri AU do Viện nghiên cứu kỹ thuật tàu thủy Nhật đề xuất có dạng cánh máy bay, hình dáng bề ngoài giống hình dáng cánh của chân vịt seri B của bể thử mô hình Hà Lan. Điều khác nhau chủ yếu là ở gần củ chân vịt, cánh có chiều rộng tương đối nhỏ, ở gần mép cánh chiều rộng tương đối lớn, đường chiều dày lớn nhất của mặt cắt cánh gần mép dẫn của chân vịt, trong khoảng $0,40R$, cách mép dẫn 32% chiều dài cung tương ứng ; từ $0,50R$ vị trí chiều dày lớn nhất dần dần chuyển về điểm giữa của chiều rộng cánh ở vị trí $0,95R$.

Trong seri AU, do sự khác biệt giữa số cánh và hình dáng cánh nên có các dạng AU, AU_w, MAU, MAU_w, và NAU. Bốn loại sau được cải tiến trên cơ sở nguyên dạng, trong thực tế chúng thay thế cho nguyên dạng.

Bảng 8.11 cho kích thước đường viền cánh chân vịt seri AU. Bảng 8.12 và 8.13 là đề suất của Hội nghiên cứu chế tạo máy Nhật Bản.

Bảng 8.11

Kích thước dưới dài của đường viền cánh chân vịt seri Au

	r/R	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,66	0,70	0,80	0,90	0,95	10	
Chiều dài cung mặt cắt biểu thị bằng % của chiều dài cung mặt cắt lớn nhất	Khoảng cách từ đường sinh đến mép theo	27,96	33,45	38,76	43,54	47,96	49,74	51,33	52,39	48,49	42,07	17,29	Chiều rộng lớn nhất của cánh ở $0,66R = \frac{A_E/A_u}{0,12}$
	Khoảng cách từ đường sinh đến mép dẫn	38,58	44,25	48,32	50,80	51,15	50,26	48,31	40,53	25,13	13,55		
	Chiều dài cung mặt cắt	66,54	77,70	87,08	94,34	99,11	100,00	99,64	92,92	73,62	55,62		
Chiều dày cánh dùng % D biểu thị		4,06	3,59	3,12	2,65	2,18	1,90	1,71	1,24	0,77	0,54	0,30	Chiều dày lớn nhất của cánh ở đường tâm trục chân vịt = $0,05D$

Tiếp bảng 8.11

Khoảng cách từ mép dẫn đến điểm dây nhất, biểu thị bằng % chiều dài cung mặt cắt	32,0	32,0	32,0	32,5	34,9	37,9	40,2	45,4	48,9	50,0		
--	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	--	--

(MESK) có xét tới tăng dày mép theo của dạng MAU và thêm cánh mép sau của dạng MAU_w để sử dụng trong thực tiễn, trong bảng còn giới thiệu bán kính mép dẫn. Góc nghiêng của chân vịt seri AU là 10°.

Đồ thị $\sqrt{B_p} - \delta$ của seri AU biểu thị tính năng chân vịt trong nước biển ($\rho = 1025,8 \text{ kg/m}^3$), B_p sau khi tính chuyển đơn vị đo lường được tính tương đương với không thứ nguyên như sau :

$$B_p = (60n) (1,36cP_D)^{0,5} / V_{AKN}^{2,5} = 33,72 K_Q^{0,5} J^{2,5} \quad (8.22)$$

trong đó : V_{AKN} - tốc độ tiến tính bằng hải lý ;

chân vịt quay trong nước biển $c = 1$, trong nước ngọt $c \approx 1,013$;

P_D tính bằng kW.

δ trong seri AU vốn tính bằng m, vg/ph, V_A tính bằng hải lý, sau khi tính chuyển có :

$$\delta = 60nD/V_{AKN} = 30,867/J \quad (8.23)$$

Phân tích quy nạp số liệu thực nghiệm chân vịt seri AU

Qua so sánh phân tích quy nạp các số liệu thực nghiệm chân vịt seri AU, trường Đại học giao thông Thượng Hải, Trung Quốc, đã đưa ra kết quả phân tích quy nạp theo số cánh khác nhau để nâng cao tính chính xác trong thiết kế, công thức như sau :

$$K_T = \sum_{i=0}^{n_1} \sum_{j=0}^{n_2} \sum_{k=0}^{n_3} A_{ijk} (P/D)^i (J)^j (A_E/A_0)^k \quad (8.24)$$

$$10K_Q = \sum_{i=0}^{n_1} \sum_{j=0}^{n_2} \sum_{k=0}^{n_3} B_{ijk} (P/D)^i (J)^j (A_E/A_0)^k \quad (8.25)$$

Với số cánh khác nhau, hệ số quy nạp được biểu thị ở các bảng 8.14 - 8.21.

Bảng 8.12

Kích thước mặt cắt cánh dạng MAU - MESK

22,00	33,10	43,30	61,20	75,75	86,85	94,55	98,95	100	99,70	89,05	78,05	63,20	48,60	40,35	31,50	22,00	Y _o Y _u	11,4 / 11,4	0,95
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Y _o Y _u		
100	96,32	92,65	85,30	77,94	70,59	63,23	55,88	50,00	46,87	31,25	23,44	15,63	9,38	6,25	3,13	0	Y _o Y _u		
15,80	27,15	37,45	56,50	72,30	84,65	93,45	98,80	100	99,75	89,10	78,00	62,95	48,55	40,40	31,30	21,40	Y _o Y _u	8,2 / 8,2	0,9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,30	0,70	1,20	2,05	2,70	4,00	5,60	Y _o Y _u		
100	96,24	92,49	84,97	77,46	69,94	62,42	54,91	48,90	45,85	30,56	22,92	15,28	9,17	6,11	3,06	0	Y _o Y _u		
10,10	20,00	29,70	48,45	65,30	79,45	90,55	97,90	100	99,80	89,85	80,35	67,70	54,45	46,80	38,35	28,90	Y _o Y _u	5,2+16C / 5,0+10C	0,8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,15	2,70	5,05	8,05	10,45	14,00	18,80	Y _o Y _u		
100	95,99	91,97	83,94	75,91	67,88	59,85	51,82	45,40	42,56	28,38	21,28	14,19	8,51	5,68	2,84	0	Y _o Y _u		
7,42	17,60	27,60	46,90	64,30	78,80	90,25	97,80	100	99,80	90,95	83,00	72,65	61,35	53,90	44,95	34,25	Y _o Y _u	3,6+23C / 3,3+15C	0,7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,75	4,10	7,70	11,95	15,45	20,50	26,85	Y _o Y _u		
100	95,60	91,21	82,41	73,62	64,82	56,03	47,23	40,20	37,69	25,12	18,84	12,56	7,54	5,03	2,51	0	Y _o Y _u		
5,87	16,20	26,35	45,05	63,70	78,45	90,10	97,80	100	99,80	91,80	84,80	75,20	64,75	58,00	49,60	34,00	Y _o Y _u	5,0+38C / 3,3+17C	0,6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,25	5,00	9,45	14,25	18,10	23,60	29,60	Y _o Y _u		
100	95,21	90,43	80,85	71,28	61,70	52,13	42,56	34,90	32,72	21,81	16,36	10,91	6,54	4,36	2,18	0	Y _o Y _u		

Tiếp bảng 8.12

4,85	15,30	25,55	45,45	63,30	78,25	90,00	97,75	100	99,80	92,20	85,25	76,05	66,15	59,75	51,85	35,00	Y_o Y Y_u ...	$5,4+56C$ / $3,5+21C$	0,5	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,35	5,40	10,00	15,00	19,05	24,25	...	...	...	...	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
100	95,04	90,07	80,15	70,22	60,29	50,37	40,44	32,50	30,47	20,31	15,23	10,16	6,09	4,06	2,03	0	X	...	...	
4,50	15,00	25,30	45,25	63,15	78,15	89,95	97,75	100	99,80	92,20	85,25	76,05	66,15	59,75	51,85	35,00	Y_o Y Y_u ...	$5,6+59C$ / $3,7+22C$	0,4 trở xuống	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,35	5,40	10,00	15,00	19,05	24,25	...	...	...	...	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
100	95,00	90,00	80,00	70,00	60,00	50,00	40,00	32,00	30,00	20,00	15,00	10,00	6,00	4,00	2,00	0	X	...	...	
																			r_1/r_2	r/R

Ghi chú : X - tọa độ biểu thị bằng % chiều dài cung mặt cắt

Y - tọa độ biểu thị bằng % chiều dày lớn nhất của mặt cắt.

r_1 r_2 - biểu thị bằng % tỷ lệ độ cong mặt cắt tại vị trí đo.

Trị số Y_o và toàn bộ Y ở $0,7R - 0,95R$.

Toàn bộ trị số Y_o ở mép $0,5 - 0,6 R$ đều đã hiệu chỉnh trên cơ sở nguyên dạng MAU

C - tỷ số cong của mặt cắt.

Bảng 8.13

Kích thước mặt cắt cánh dạng MAU_w - MESK

Giống kích thước mặt cắt MAU - MESK																		0,95 ~ 0,6	
7,15	17,15	26,95	46,15	63,55	78,40	90,10	97,80	100	99,80	92,20	85,25	76,05	66,15	59,75	51,85	35,00	Y_o Y Y_u	$5,4+56,0C$ / $3,5+21C$	0,5
$\Delta 2,30$	120	$\Delta 0,50$	0	0	0	0	0	0	0	2,35	5,40	10,00	15,00	19,05	24,25	0			
100	95,04	90,07	80,15	70,22	60,29	50,37	40,44	32,50	30,47	20,31	15,23	10,16	6,09	4,06	2,03	0	X		
15,00	23,70	32,30	48,80	64,55	78,85	90,45	97,85	100	99,80	92,20	85,25	76,05	66,15	59,75	51,85	35,00	Y_o Y Y_u	$5,6+59C$ / $3,7+22C$	0,4
$\Delta 10,50$	8,05	5,75	2,30	$\Delta 0,40$	0	0	0	0	0	2,35	5,40	10,00	15,00	19,05	24,25				
22,50	30,60	38,65	54,05	68,00	80,20	90,65	97,85	100	99,80	92,20	85,25	76,05	66,15	59,75	51,85	35,00	Y_o Y Y_u	$5,6+59C$ / $3,7+22C$	0,3
$\Delta 18,00$	14,85	12,15	7,50	$\Delta 3,80$	$\Delta 1,30$	0	0	0	0	2,35	5,40	10,00	15,00	19,05	24,25				
27,70	35,45	43,10	57,40	70,30	81,65	91,25	97,85	100	99,80	92,20	85,25	76,05	66,15	59,75	51,85	35,00	Y_o Y Y_u	$5,6+59C$ / $3,7+22C$	0,2
$\Delta 23,20$	$\Delta 19,25$	15,80	$\Delta 9,75$	5,00	$\Delta 1,80$	0	0	0	0	2,35	5,40	10,00	15,00	19,05	24,25				
100	95,00	90,00	80,00	70,00	60,00	50,00	40,00	32,00	30,00	20,00	15,00	10,00	6,00	4,00	2,00	0	X		0,4
																		r/r_2	r/R

Ghi chú - kích thước có ghi chú "Δ" đều được hiệu chỉnh trên cơ sở dạng MAU - MI-SK

- C' - tỷ số cong của mặt cắt

Bảng 8.14

Hệ số quy nạp A_{ijk} chân vịt
3 cánh dạng AU

N	A_{ijk}	i (P/D)	j (J)	k (A_E/A_o)
1	0,9950721E-01	0	1	0
2	-0,3283570E+01	1	0	0
3	0,4800811E+00	0	2	1
4	0,7882625E+00	2	0	3
5	-0,5053054E+02	0	1	3
6	-0,3192620E+00	2	0	1
7	0,7609341E-01	2	3	1
8	0,6327581E+01	0	1	1
9	0,2464622E+02	0	1	2
10	-0,3615156E+00	0	2	0
11	-0,1654815E+00	3	3	3
12	-0,3111642E-01	3	4	0
13	-0,1698880E+01	1	2	3
14	-0,4914703E+00	3	3	1
15	-0,3320887E+01	0	0	2
16	0,1833646E+01	0	0	1
17	0,4769351E+01	0	0	3
18	0,6593869E+00	1	3	1

Bảng 8.15

Hệ số quy nạp A_{ijk} chân vịt
4 cánh dạng AU

N	A_{ijk}	i (P/D)	j (J)	k (A_E/A_o)
1	-0,2536277E-01	0	1	0
2	-0,2072556E+00	1	0	0
3	0,5724472E+00	2	0	3
4	0,1939063E+00	0	2	2
5	-0,2890781E+00	1	2	2
6	-0,1074432E+01	2	0	0
7	-0,2131741E+00	2	0	1
8	0,2703334E+00	3	1	0
9	0,1870137E-01	0	3	3
10	0,9646077E+00	0	4	3
11	-0,2029306E+00	7	0	1
12	0,1305797E-02	0	0	1
13	-0,5234681E-01	0	2	0
14	-0,1710635E+00	1	2	1
15	0,7317558E+00	1	0	2
16	-0,1049158E+00	5	1	3
17	0,6117029E-01	0	3	1
18	-0,1214246E+00	7	2	1
19	-0,5872456E-02	1	1	1
20	-0,1525986E+00	7	4	1
21	0,1006423E-02	4	0	3
22	-0,8940443E-01			

Bảng 8.16

Hệ số quy nạp A_{ijk} chân vịt 5 cánh dạng AU

N	A_{ijk}	i (P/D)	j (J)	k (A_E/A_o)
1	0,5367018E-01	0	1	0
2	-0,3023566E+00	1	0	0
3	0,433625E+00	0	2	1
4	-0,1065471E+00	2	0	3
5	-0,6582904E+00	1	3	1
6	0,1189101E+00	6	0	0
7	-0,4408557E-03	1	4	1
8	-0,3317857E-01			
9	0,1151124E+01	2	0	2
10	0,1960773E+00	0	0	3
11	-0,9747082E-01	3	0	1
12	0,2036384E+00	1	1	0
13	-0,2566153E+00	1	1	1
14	-0,1370242E+00	0	2	0
15	-0,2874294E+00	0	0	2
16	-0,2854609E+00	2	0	1

Bảng 8.17

Hệ số quy nạp A_{ijk} chân vịt 6 cánh dạng AU

N	A_{ijk}	i (P/D)	j (J)	k (A_E/A_o)	N	A_{ijk}	i (P/D)	j (J)	k (A_E/A_o)
1	0,7116006E+00	0	1	0	11	0,3356706E-01	2	1	2
2	-0,2233531E+00	1	0	0	12	0,7971132E-01	0	3	3
3	0,9218384E+00	0	2	3	13	0,6391283E+01	1	0	1
4	0,2312981E+00	2	0	3	14	-0,4725522E-03	7	4	0
5	0,7488315E+00	1	2	1	15	-0,5484559E-01	0	1	3
6	-0,2427416E+00	3	0	0	16	-0,9924026E+00	2	0	1
7	0,1036154E+00	1	1	3	17	-0,12965510E-01	4	3	1
8	-0,1979775E+00	0	2	0	18	0,1942940E-02	7	4	3
9	-0,5195607E+00	2	1	0	19	0,3634943E+00	1	2	0
10	0,9609234E-32	0	0	1	20	0,1155092E+01	0	0	3
	-0,1882036E+01				21	-0,3721460E+01	1	0	2

Bảng 8.18

Bảng 8.19

Hệ số quy nạp B_{ijk} chân vịt
3 cánh dạng AUHệ số quy nạp B_{ijk} chân vịt
6 cánh dạng AU

N	B_{iju}	i (P/D)	j (J)	k (A_E/A_o)	N	B_{iju}	i (P/D)	j (J)	k (A_E/A_o)
1	-0,2370034E-01	2	0	0	1	0,3899004E-01	2	0	0
2	0,1330405E-01	1	1	0	2	0,2886616E+00	1	1	0
3	-0,1632686E+00	3	0	3	3	0,9977187E-01	2	0	1
4	-0,5380582E+01	1	2	3	4	0,7850744E+00	0	2	2
5	-0,3160156E+01	1	3	3	5	0,1847187E+00	3	0	0
6	-0,1134297E+01	0	4	0	6	-0,6893466E-01	0	3	3
7	-0,1721099E+00	4	1	3	7	0,9402823E+00	1	2	2
8	0,7137122E+00	2	3	1	8	-0,4649396E+00	0	4	3
9	0,5281463E+00	0	2	1	9	-0,541702E+00	3	2	1
10	-0,7479926E+00	2	1	2	10	0,1052512E+00	1	0	3
11	-0,1527808E+01	3	2	2	11	-0,3419544E+00	0	4	0
12	-0,9408860E+00	3	3	0	12	-0,2585986E+00	6	1	1
13	-0,4362064E-01	0	4	1	13	0,3239788E-01	2	3	0
14	0,2632021E+00	1	0	0	14	-0,5742804E-01	1	1	1
15	0,2752644E+00	4	0	1	15	-0,7892603E+00	0	2	1
16	-0,1476896E+00	0	0	3	16	-0,5324799E+00	3	3	0
17	0,4638985E+00	2	2	3	17	0,4870383E-02	1	4	1
18	0,6354251E+00	0	1	3	18	0,3483905E+00	4	3	0
19	0,3272870E+01	1	2	2	19	0,3204546E-01	7	4	3
20	0,4260863E+01	3	0	2	20	0,5473935E-02	5	0	1
					21	0,1084547E-01	4	3	1
					22	-0,1448536E+00	1	3	0
					23	0,2210349E+00	4	1	0
					24	-0,5244457E-01	0	1	3
					25	0,3545902E+00	6	0	2
						-0,1878683E-01			

Bảng 8.20

Hệ số quy nạp B_{ijk} chân vịt
5 cánh dạng AU

N	B_{iju}	i (P/D)	j (J)	k (A_E/A_0)
1	-0,9251390E-01	2	0	0
2	-0,1229000E+00	1	1	0
3	0,3050697E+00	0	2	0
4	-0,2935303E+00	2	0	1
5	-0,1022050E+01	1	1	1
6	0,1022833E-01	7	0	0
7	0,3521100E-02	1	0	3
8	0,2552059E-02	5	2	0
9	0,2143532E+00	0	1	3
10	0,713110E-03	4	4	0
11	0,2078488E+00	1	2	1
12	0,6397058E+00	1	0	0
13	0,9404846E-03	7	1	0
14	-0,2930044E-01	0	1	1
15	-0,7807623E-01	0	4	0
16	-0,3025523E+00	2	2	3
17	0,1855105E+00	1	3	1
18	-0,6724210E+00	2	1	2
19	-0,2087142E+00	4	0	3
20	0,9400654E+00	3	0	1
21	0,9316346E+00	2	1	3
22	-0,4348397E-01	6	0	0

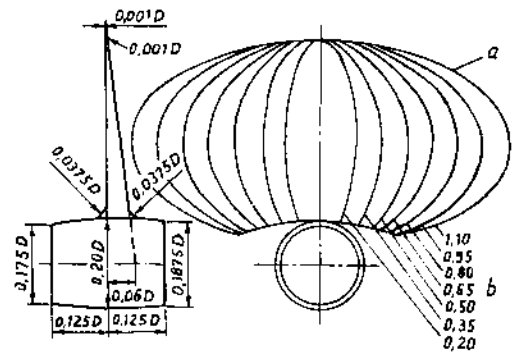
Bảng 8.21

Hệ số quy nạp B_{ijk} chân vịt
6 cánh dạng AU

N	B_{ijk}	i (P/D)	j (J)	k (A_E/A_0)
1	-0,5863572E-01	2	0	0
2	0,5456501E+00	1	1	0
3	-0,4089650E-01	0	2	0
4	-0,5582730E-01	1	0	1
5	0,5991290E+00	0	1	3
6	0,3323025E+00	0	0	1
7	-0,2333077E+01	1	0	3
8	-0,8219123E+00	1	1	1
9	0,1544012E+00	3	1	0
10	0,2594508E+01	2	0	3
11	-0,1634807E+00	0	2	1
12	-0,3632341E+00	0	0	2
13	-0,2902496E-01	4	1	1
14	0,2126734E+00	0	0	3
15	-0,2442238E+00	0	4	0
16	0,2712292E+00	1	3	1
17	-0,2140048E+00	1	0	2
18	0,4775254E+00	0	0	4
19	-0,7660151E-01	2	2	2
20	-0,1442657E+00	4	0	0
21	0,2629908E-01	7	0	1
22	-0,3407044E+00	3	0	4
23	0,8777188E+00	1	4	0
24	-0,2710037E-01	5	2	1
25	-0,492813E+00	3	0	3

8.3.3. Chân vịt seri GAWN

Đặc trưng hình học của chân vịt Gawn và Burill : ba cánh, đường viền triển khai hình bầu dục, mặt cắt hình cung, bước như nhau, không có độ nghiêng dọc, tỷ số diện tích triển khai của cánh A_D/A_0 , từ 0,20 đến 1,10, phạm vi tỷ số bước trong khoảng $A_D/A_0 < 0,80$ là $P/D = 0,4 \div 2,0$, khi $A_D/A_0 \geq 0,80$, $P/D = 0,60 \div 2,0$, tỷ số củ chân vịt và đường kính là 0,20, phân số chiều dày cánh là 0,060, tỷ số chiều dày mũi cánh là $t_{1,0R}/D = 0,001$.



Hình 8.3. Hình dáng ngoài của chân vịt seri Gawn :

- a) đường viền triển khai ;
- b) tỷ số diện tích triển khai

Bảng 8.22

Trị số chiều rộng đường viền triển khai của seri GAWN

r/R	0,20	0,30	0,40	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80	0,90	0,95
b/b_m	0,6285	0,8315	0,9428	0,9938	1,0000	0,9938	0,9428	0,8315	0,6285	0,4581

Bảng 8.22 cho chiều rộng đường viền triển khai b , của chân vịt seri Gawn trong đó b_m được tính như sau :

$$b_m = \frac{A_D/A_o}{1,35} Dx$$

x - hệ số hiệu chỉnh diện tích khuyết của củ chân vịt trong diện tích triển khai, khi $P/D = 1$, trị số gần đúng của $x \approx 1,065 - 0,03 A_D/A_o$.

Bán kính cong ở đỉnh hình bầu dục của đường viền triển khai được tính như sau :

$$\text{Bán kính cong đầu nhọn của cánh : } \rho_1 = 1,16 \frac{b_m^2}{P}$$

$$\text{Bán kính cong ở đỉnh mặt cánh : } \rho_2 = 0,101 \frac{D^2}{b_m}$$

Hình dáng mặt cắt cánh của chân vịt seri GAWN có thể tham khảo mặt cắt ở 0,9 R của chân vịt seri B. Khi chiều dày hơi lớn gần mặt cắt chân cánh có thể làm thành mặt áp lực có cánh để giảm độ cong quá lớn.

Tính năng chân vịt GAWN tương đối tốt, phạm vi tỷ số bước và tỷ số diện tích đĩa rộng, đặc biệt thích hợp, với tàu cao tốc.

Tương tự chân vịt seri B, tính năng đập nước của chân vịt seri GAWN qua phân tích quy nạp có thể biểu đạt theo công thức (8.24) và (8.25), hệ số quy nạp theo bảng 8.23.

Bảng 8.23

Hệ số quy nạp theo công thức (8.25) của chân vịt seri GAWN

K_T						K_Q					
n	$C_{s,t,u,v}$	s (J)	t (P/D)	u (A_E/A_o)	v (Z)	n	$C_{s,t,u,v}$	s (J)	t (P/D)	u (A_E/A_o)	v (Z)
1	-0,055863600	0	0	0	0	1	0,0051589800	0	0	0	0
2	-0,2173010900	1	0	0	0	2	0,0160666800	2	0	0	0

Tiếp bảng 8.23

K_T						K_Q					
n	$c_{s,t,u,v}$	s (J)	t (P/D)	u (A_E/A_0)	v (Z)	n	$c_{s,t,u,v}$	s (J)	t (P/D)	u (A_E/A_0)	v (Z)
3	0,2605314000	0	1	0	0	3	-0,0441153000	1	1	0	0
4	0,1581140000	0	2	0	0	4	0,0068222300	0	2	0	0
5	-0,1475810000	2	0	1	0	5	-0,0408811000	0	1	1	0
6	-0,4814970000	1	1	1	0	6	-0,0773296700	1	1	1	0
7	0,3781227800	0	2	1	0	7	-0,0885381000	2	1	1	0
8	0,0144043000	0	0	0	1	8	0,1693750200	0	2	1	0
9	-0,0530054000	2	0	0	1	9	-0,0037087100	1	0	0	1
10	0,0143481000	0	1	0	1	10	0,0051369600	0	1	0	1
11	0,0606826000	1	1	0	1	11	0,0209449000	1	1	0	1
12	-0,0125894000	0	0	1	1	12	0,0047431900	2	1	0	1
13	0,0109689000	1	0	1	1	13	-0,0072340800	2	0	1	1
14	-0,1336980000	0	3	0	0	14	0,0043848800	1	1	1	1
15	0,0024115700	0	6	0	0	15	-0,0269403000	0	2	1	1
16	-0,0005300200	2	6	0	0	16	0,0558082000	3	0	1	0
17	0,1684960000	3	0	1	0	17	0,0161886000	0	3	1	0
18	0,0263454200	0	0	2	0	18	0,0031808600	1	3	1	0
19	0,0436013600	2	0	2	0	19	0,0129043500	0	0	2	0
20	-0,0311849300	3	0	2	0	20	0,0244508400	1	0	2	0
21	0,0124921500	1	6	2	0	21	0,0070064300	3	0	2	0
22	-0,0064827200	2	6	2	0	22	-0,0271904600	0	1	2	0
23	-0,0084172800	0	3	0	1	23	-0,0166458600	3	1	2	0
24	0,0168424000	1	3	0	1	24	0,0300449000	2	2	2	0
25	-0,0010229600	3	3	0	1	25	-0,0336974900	0	3	2	0
26	-0,0317791000	0	3	1	1	26	-0,0035002400	0	6	2	0
27	0,0186040000	1	0	2	1	27	-0,0106854000	3	0	0	1
28	-0,0041079800	0	2	2	1	28	0,0011090300	3	3	0	1
29	-0,0006068480	0	0	0	2	29	-0,0003139120	0	6	0	1
30	-0,0049819000	1	0	0	2	30	0,0035895000	3	0	1	1
31	0,0025963000	2	0	0	2	31	-0,001421200	0	6	1	1
32	-0,0005606280	3	0	0	2	32	-0,0038363700	1	0	2	1
33	-0,0016365200	1	2	0	2	33	0,0126803000	0	2	2	1
34	-0,0003287870	1	6	0	2	34	-0,0031827800	2	3	2	1
35	0,0001165020	2	6	0	2	35	0,0033426800	0	6	2	1
36	0,0006909040	0	0	1	2	36	-0,0018349100	1	1	0	2
37	0,0042174900	0	3	1	2	37	0,0001124510	3	2	0	2
38	0,0000565229	3	6	1	2	38	-0,0000297228	3	6	0	2
39	-0,0014656400	0	3	2	2	39	0,0002695510	1	0	1	2
						40	0,0008326500	2	0	1	2
						41	0,0015533400	0	2	1	2
						42	0,0003026830	0	6	1	2
						43	-0,0001843000	0	0	2	2
						44	-0,0004253990	0	3	2	2
						45	0,0000869243	3	3	2	2
						46	-0,0004659000	0	6	2	2
						47	0,0000554194	1	6	2	2

8.3.4. Các bước thiết kế chân vịt theo seri

Trực tiếp ứng dụng các tài liệu của chân vịt theo seri chỉ đơn thuần lựa chọn được kích thước hình học của chân vịt dưới góc độ hiệu suất đập nước, nhưng việc xác định cuối cùng các yếu tố của chân vịt phải được xem xét một cách tổng hợp các vấn đề xói bọt, rung động, sức bền... Trong trường hợp máy chính đã được xác định, khi sử dụng các tài liệu chân vịt theo seri, các bước tính toán thường như sau, trong đó có các bước phải tính đi tính lại.

1. Xác định điều kiện thiết kế

Căn cứ vào các thông số chủ yếu của thân tàu, hình dáng đuôi tàu, hình dáng các vật phụ trên thân tàu, ước tính dòng theo, phân số giảm lực đẩy; căn cứ vào loại máy chính và bố trí hệ trục; xác định hiệu suất truyền động; căn cứ vào đặc điểm khu vực hàng hải và yêu cầu sử dụng của tàu, xác định mức dự trữ hàng hải và trạng thái thiết kế chân vịt.

2. Lựa chọn số cánh chân vịt

Căn cứ vào hiệu suất chân vịt, các yếu tố xói bọt, rung động... lựa chọn số cánh chân vịt một cách hợp lý. Công suất máy chính dưới 200 kW hoặc đường kính chân vịt dưới 1,3 m, phần lớn chọn dùng ba cánh; trên 300 kW, phần lớn chọn dùng 4 cánh, trên 10000 kW hoặc đường kính trên 6,5 m, phần lớn dùng 5 cánh hoặc nhiều cánh hơn nữa.

3. Xác định các thông số chủ yếu

a) Dùng đồ thị $K_T - K_Q - J$ (hoặc tài liệu phân tích quy nạp)

- Đã biết P_D , V_A và n , tính J và K_Q theo một số D giả thiết, tìm ra các tỷ số bước P/D và hiệu suất đập nước η_0 . Từ η_0 lớn nhất, tìm các trị số tương ứng D , P/D và η_0 , có $P_T = P_D/\eta_0/R$. D tối ưu nếu vượt quá điều kiện hạn chế thì lấy η_0 và P/D trong điều kiện D hạn chế.

- Đã biết P_T , tức là khi $P_E(1-w)/(1-t)$, giả thiết một số D , lần lượt tính ra J và K_T , tìm ra D tối ưu và các trị số tương ứng P/D , η_0 , có $P_D = P_T/\eta_0/R$.

- Đã biết P_E hoặc P_T , V_A và D , phương pháp tính vòng quay tối ưu tương tự như trên, giả thiết một số trị số n , tính K_T , tìm n tối ưu. Nếu không thỏa mãn điều kiện hạn chế của vòng quay (tỷ số giảm tốc...); dùng vòng quay theo điều kiện thỏa mãn tính ra P/D và η_0 .

b) Sử dụng đồ thị K_Q/J^3 tìm ra các thông số chủ yếu trong điều kiện vòng quay tối ưu, theo các trị số đã biết P_D , V_A , D , trực tiếp theo đồ thị K_Q/J^3 , tìm ra P/D , J và η_o trong điều kiện vòng quay tối ưu.

c) Sử dụng đồ thị K_T/J^4 hoặc B_p , tìm ra các thông số chủ yếu trong điều kiện đường kính tối ưu.

Theo các trị số đã biết P_E và η_H , tìm $P_T = P_E/\eta_H$ và từ các trị số đã biết V_A và n , trực tiếp theo đồ thị K_T/J^4 hoặc B_p , tìm ra P/D , J hoặc δ và η_o trong điều kiện đường kính tối ưu, và từ J hoặc δ tìm ra D tối ưu.

d) Sử dụng đồ thị K_Q/J^5 hoặc B_p tìm ra các thông số chủ yếu trong điều kiện đường kính tốt nhất.

Theo các trị số đã biết P_D , V_A và n , trên đồ thị K_Q/J^5 hoặc B_p tìm ra các trị số P/D , J hoặc δ và η_o trong điều kiện đường kính tối ưu và từ J hoặc δ tìm ra D tối ưu.

e) Các thông số chủ yếu và hiệu suất trong điều kiện hạn chế

Nếu gặp trường hợp D hoặc n bị hạn chế không thể dùng trị số tối ưu, theo J hoặc δ trong điều kiện hạn chế, tìm ra các trị số tương ứng P/D và η_o trên đồ thị.

Để phù hợp với điều kiện đuôi tàu phải dùng chân vịt có đường kính nhỏ hơn một chút, không tính J hoặc δ nữa mà dùng đồ thị để tính hiệu suất đập nước của chân vịt sau khi giảm nhỏ đường kính. Đồng thời khi sử dụng tư liệu thử nghiệm đập nước để tính tính năng của chân vịt thiết kế, phải tính theo đường kính chân vịt trước khi giảm nhỏ tránh có sự không phù hợp giữa thiết kế gốc và chân vịt phối hợp với máy. Nếu đường kính chân vịt bị hạn chế hơi lớn, phải tính toán phân tích riêng.

4. Nghiệm lại tính xúi bọt

Căn cứ vào điều kiện hàng hải và yêu cầu thiết kế, đồng thời căn cứ vào các yếu tố hình học ứng với độ ngập sâu của trục chân vịt và tỷ số mật đĩa, dùng công thức kinh nghiệm hoặc đồ thị xác định để phòng xâm thực do xúi bọt hoặc tìm ra tỷ số đĩa cần thiết ứng với mức độ xúi bọt mật sau cho phép, từ đó xác định các yếu tố hình học của chân vịt.

5. *Nghiệm lại khe hở giữa mút cánh chân vịt và thân tàu*

Nếu không phù hợp với tiêu chuẩn chung, phải thiết kế lại các yếu tố hình học của chân vịt và tính toán lại hoặc sửa đường hình dáng thân tàu.

6. *Nghiệm lại sức bền của cánh chân vịt*

Sau khi lựa chọn vật liệu cánh chân vịt, theo quy phạm hoặc lý thuyết sức bền, tính chiều dày cánh chân vịt cho phù hợp với yêu cầu sức bền và độ tổn thất mô-men. Thông thường xác định chiều dày của một số mặt cắt quy định và theo sự phân bố nhất định xác định chiều dày lớn nhất của mặt cắt.

7. *Tính sức bền củ chân vịt*

Trong điều kiện thiết kế, căn cứ vào đường kính trục chân vịt tính toán, ứng suất do độ côn trục chân vịt gây nên, xác định tỷ số giữa củ chân vịt và đường kính chân vịt thực tế cần thiết.

8. *Hiệu chỉnh bước chân vịt*

Chiều dày mặt cắt chân vịt, chiều dài cung mặt cắt, không giống tiêu chuẩn của các seri chân vịt, do đó theo yêu cầu góc bước chân vịt thực tế không đổi, tiến hành hiệu chỉnh bước chân vịt tương ứng.

9. *Xác định hình dáng hình học.*

10. *Tính trọng lượng và mômen quán tính.*

11. *Tính toán tính năng đập nước.*

12. *Tính đường đặc tính hàng hải.*

13. *Tính lực đẩy và vòng quay khi buộc tàu tại trụ thử nghiệm lực đẩy, $V_A = 0$.*

8.4. SỨC BỀN CỦA CHÂN VỊT

Có hai loại vật liệu dùng chế tạo chân vịt, kim loại và phi kim loại. Trong kim loại có hợp kim đồng, thép đúc, thép không gỉ, gang, hợp kim nhôm,..., phi kim loại có nylông, sợi thủy tinh, hợp chất cao phân tử,... Hợp kim đồng là loại vật liệu tốt nhất, được sử dụng rộng rãi trong chế tạo chân vịt.

Vật liệu chế tạo chân vịt có những yêu cầu cơ bản sau đây :

- Sức bền kéo, sức bền mỏi cao, độ dẻo tốt.
- Chống ăn mòn và chống xâm thực tốt.
- Mật độ thấp
- Tính năng đúc và gia công tốt
- Dễ lắp sửa
- Tính kinh tế cao, giá thành chế tạo thấp

Quy phạm các nước đều có yêu cầu rõ ràng về tính năng vật liệu chân vịt, trước hết là hợp kim đồng.

Có thể tham khảo bảng 8.24 về các thành phần hóa học chân vịt đồng đúc

Bảng 8.24

Hợp kim đồng	Thành phần hóa học, %							
	Cu	Al	Mn	Zn	Fe	Ni	Sn	Pb
Đồng mangan	52-62	0,5-3,0	0,5-4,0	35-40	0,5-2,5	≤ 1,0	≤ 1,5	≤ 0,5
Đồng nicken, mangan	50-57	0,5-2,0	1,0-4,0	33-38	0,5-2,5	2,5-8,0	≤ 1,5	≤ 0,5
Đồng nicken, nhôm	77-82	7,0-11,0	0,5-4,0	≤ 1,0	2,0-6,0	3,0-6,0	≤ 1,0	≤ 0,03
Đồng mangan nhôm	70-80	6,5-9,0	8,0-20,0	≤ 6,0	2,0-5,0	1,5-3,0	≤ 1,0	≤ 0,05

a) Chiều dày cánh chân vịt

Theo quy phạm phân cấp và chế tạo tàu biển vỏ thép của CCS chiều dày cánh chân vịt t , tại mặt cắt $0,25R$ và $0,6R$ của chân vịt bước cố định và $0,35R$, $0,6R$ của chân vịt biến bước, không nhỏ hơn trị số sau :

$$t = \sqrt{Y/(K - X)} \quad (8.25)$$

trong đó : Y - hệ số công suất, tính theo công thức (8.27) ;

K - hệ số vật liệu, tra theo bảng 8.25 ;

X - hệ số vòng quay, tính theo công thức (8.28)

Bảng 8.25

Hệ số K của vật liệu chân vịt

Vật liệu	Sức bền kéo σ_b , Nmm ⁻²	Mật độ C , gcm ⁻³	Hệ số K	Vật liệu	Sức bền kéo σ_b , Nmm ⁻²	Mật độ C , gcm ⁻³	Hệ số K
Thép cacbon và thép hợp kim	400	7,9	0,57	Đồng nicken-mănggan	440	8,3	1
Thép không gỉ	500	7,7	1,04	Đồng nicken-nhôm	590	7,6	1,38
Thép không gỉ	450	7,9	1,04	Đồng mănggan-nhôm	630	7,5	1,17
Đồng mănggan	440	8,3	1				

Ghi chú. Nếu dùng loại vật liệu khác, hệ số K được lựa chọn với sự chấp thuận của cơ quan Đăng kiểm.

Hệ số công suất :

$$Y = \frac{1,36 A_1 P_{MCR}}{Z b n_c} \quad (8.27)$$

$$\text{trong đó : } A_1 = \frac{D}{P} \left(K_1 - K_2 \frac{D}{0,7R} \right) + K_3 \frac{D}{0,7R} - K_4$$

Với chân vịt đuôi cánh theo có mặt cắt dạng cánh máy bay thì trị số A_1 tính theo công thức trên phải tăng 30%.

P - bước chân vịt tại mặt cắt tính toán, m ;

$P_{0,7R}$ - bước chân vịt tại mặt cắt ở $0,7R$, m ;

P_{MCR} - công suất liên tục tối đa của máy chính, kW ;

b - chiều rộng cánh tại mặt cắt tính toán, m ;

K_1, K_2, K_3, K_4 - tra theo bảng 8.26 ;

n_c - vòng quay hữu hiệu của chân vịt.

Bảng 8.26

$r \backslash K$	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8
0,25R	634	250	1410	4	82	34	41	380
0,35R	520	285	1320	16	64	28	57	420
0,60R	207	151	635	34	23	12	65	330

Hệ số vòng quay

$$X = \frac{A_2 G A_0 n_c^2 D^3}{10^{10} Z b} \quad (8.28)$$

trong đó : $A_2 = \frac{D}{P} (K_5 + K_6 \varepsilon) + K_7 \varepsilon + K_8$

ε – góc nghiêng về phía sau của cánh chân vịt, ($^\circ$) ;

K_5, K_6, K_7, K_8 – tra theo bảng 8.26 ;

G – mật độ vật liệu, g/cm³.

Quy phạm của các nước có quy định phương pháp tính chiều dày cánh khác nhau, người thiết kế có thể tùy ý lựa chọn cho phù hợp với yêu cầu.

Căn cứ vào công thức kinh nghiệm, chiều dày mút cánh chân vịt được xác định như sau :

Khi $D < 3$ m, $t_{1,0R} = 0,0045D$;

Khi $D \geq 3$ m, $t_{1,0R} = 0,0035D$.

Chiều dày mặt cắt cánh phân bố theo hướng đường kính như sau :

1) Phân bố theo đường thẳng

Từ chiều dày mút cánh $t_{1,0R}$ và chiều dày mặt cắt cánh tại 0,25R (hoặc 0,35R) liên kết thành một đường thẳng để xác định chiều dày mặt cắt cánh tại các vị trí bán kính khác nhau. Tuy nhiên trong thực tế, đối với sự phân bố chiều dày như vậy, sức bền cánh tại 0,6R thường quá thừa.

2) Phân bố phi tuyến tính

Từ chiều dày mút cánh $t_{1,0R}$ và chiều dày mặt cắt cánh tại $0,25R$ (hoặc $0,35R$) và $0,6R$, liên kết ba điểm thành một đường cong tròn sẽ có chiều dày mặt cắt cánh tại các vị trí bán kính khác nhau. Phân bố như vậy có thể tiết kiệm vật liệu.

3) Phân bố chiều dày cánh sức bền như nhau

Bể thử mô hình Hà Lan kiến nghị sử dụng cách phân bố chiều dày mặt cắt cánh sức bền như nhau, chiều dày cánh tại các vị trí bán kính được tính như sau :

$$t_x = f_x(t_{0,20} - t_{1,0}) + t_{1,0}$$

trong đó : $t_{0,20}$ - chiều dày mặt cắt cánh tại $0,20R$;

f_x - tra theo bảng 8.27.

Bảng 8.27

Trị số f_x

$x = r/R$	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95
f_x	1,00	0,845	0,699	0,564	0,436	0,318	0,206	0,100	0,0495

Tính khối lượng và mômen quán tính của chân vịt

Tổng trọng lượng của chân vịt gồm hai phần, trọng lượng cánh chân vịt W_{PB} , và trọng lượng củ chân vịt W_{PH} :

$$W_P = W_{PB} + W_{PH} \quad (8.29)$$

Phương pháp tích phân. Khi tính W_{PB} , trước tiên phải tính diện tích các mặt cắt theo các bán kính r , A_{PB} , tích phân A_{PB} theo hướng đường kính ta sẽ có thể tích cánh và mômen quán tính của thể tích đó, nhân với mật độ của vật liệu sẽ có khối lượng và mômen quán tính của khối lượng đó.

Về củ chân vịt, có thể căn cứ vào đặc điểm hình dáng hoặc hình dáng hình học đơn giản hóa để tính thể tích và khối lượng.

Đối với hình dáng cánh seri AU, có :

$$A_{PB} = K_a b t \quad (8.30)$$

trong đó : K_a tra theo bảng 8.28

Bảng 8.28

Trị số K_a

r/R	K_a	r/R	K_a	r/R	K_a	r/R	K_a
0,2 - 0,4	0,6740	0,6	0,6745	0,8	0,6830	1,0	-
0,5	0,6745	0,7	0,6770	0,9	0,6950		

Với các chân vịt khác, dùng công thức gần đúng để tính

1) Công thức gần đúng, Tiến Văn Hào :

$$\text{Khối lượng cánh : } W_B = 0,169\gamma Z b_{\max}(0,5t_{0,20} + t_{0,60})(1-d/D)D \quad (8.31)$$

$$\text{Trọng lượng củ chân vịt : } W_H = (0,88 - 0,6d_o/d) L_K \gamma d^2 \quad (8.32)$$

Mômen quán tính

$$\text{Khi } d/D \leq 0,18, I_{mp} = 0,0948\gamma Z b_{\max}(0,5t_{0,20} + t_{0,60})D^3 \quad (8.33)$$

$$\text{Khi } d/D > 0,18, I_{mp} = (0,0648 + 0,167d/D)\gamma Z b_{\max}(0,5t_{0,20} + t_{0,60})D^3 \quad (8.34)$$

trong đó : $b_{\max}$ - chiều rộng lớn nhất của cánh, m ;

d_o - đường kính trục tại điểm giữa chiều dài củ chân vịt, m ;

$t_{0,20}, t_{0,60}$ - chiều dày lớn nhất của mặt cắt cánh tại $0,20R$ và $0,60R$, m ;

γ - mật độ vật liệu, kg/m^3 .

Kết quả tính toán của I_{mp} được tính bằng kg.cm^2 .

2) Công thức gần đúng Kopeetski :

$$W_{PB} = Z\gamma D^3 / (4 \times 10^4) \cdot (b_{0,60}/D) [6,2 + 2 \times 10^4 (0,71 - d/D) t_{0,6}/D]$$

$$W_{PH} = 0,59\gamma L_K d^2$$

$$I_{mp} = 8,42 \times 10^{-6} \gamma / g Z D^5 b_{0,60}/D (4,18 + 2 \times 10^3 t_{0,60}/D) \quad (8.35)$$

trong đó : $b_{0,6}$ - chiều dài cung mặt cắt cánh tại $0,6R$, m ;

$t_{0,6}$ - chiều dày lớn nhất của mặt cắt cánh tại $0,6R$, m ;

I_{mp} - tính bằng kg.cm^2

Công thức tính mômen quán tính cực ở trên chưa xét tới ảnh hưởng phụ của nước, thường kết quả tính trên được nhân với 1,25 - 1,30 để xác định mômen quán tính cực của chân vịt trong nước.

b) Sức bền củ chân vịt

$$\sigma_1 = \frac{\alpha}{\pi} \frac{T}{r_1 l} \frac{(r_2/r_1)^2 + 1}{(r_2/r_1)^2 - 1} \quad (8.36)$$

trong đó : α – độ côn, thường bằng 1/10 – 1/15, kiến nghị lấy 1/12,5 ;

l – chiều dài tiếp xúc ;

r_1, r_2 – bán kính trong và ngoài của củ chân vịt.

8.5. THIẾT KẾ CHÂN VỊT ỐNG ĐẠO LƯU

Chân vịt ống đạo lưu bao gồm ống đạo lưu và chân vịt, tạo thành một tổ hợp lực đẩy, nhằm cải thiện hiệu suất của chân vịt nặng tải, được sử dụng rộng rãi trên các tàu có tải trọng nặng.

Khi B_p bằng khoảng 25, chân vịt ống đạo lưu bắt đầu thể hiện tính ưu việt của nó, B_p càng lớn hiệu suất càng cao. Ở tàu cá và tàu kéo B_p có trị số trên 60 và 100. Hiệu suất của chân vịt ống đạo lưu vượt xa chân vịt thường nên được sử dụng rộng rãi ở các tàu trên.

Có hai loại ống đạo lưu, loại gia tốc và loại giảm tốc.

Loại gia tốc làm cho dòng chảy tăng tốc khi chảy vào mặt chân vịt, ống đạo lưu sản sinh lực đẩy dương, giảm nhẹ phụ tải của chân vịt, nâng cao hiệu suất, cải thiện tính năng tải trọng của chân vịt.

Loại giảm tốc làm cho dòng chảy giảm tốc khi chảy vào mặt chân vịt, làm chậm hiện tượng xùì bọt sản sinh, giảm tiếng ồn, nhưng hiệu suất thấp, do đó ống đạo lưu giảm tốc chỉ dùng theo yêu cầu đặc biệt của quân hạn về xùì bọt và tiếng ồn.

Ống đạo lưu No19A và chân vịt seri Ka của bể thử mô hình Hà Lan được sử dụng rộng rãi nhất.

Bảng 8.29

Số ống đạo lưu	L_n/D	t_n/L_n	Chân vịt thử nghiệm	Số ống đạo lưu	L_n/D	t_n/L_n	Chân vịt thử nghiệm
2	0,67	0,15	B4-55	19A	0,50	0,15	Ka3-50
3	0,50	0,15	B4-55	19A	0,50	0,15	Ka3-65

Tiếp bảng 8.29

Số ống đạo lưu	L_n/D	t_n/L_n	Chân vịt thử nghiệm	Số ống đạo lưu	L_n/D	t_n/L_n	Chân vịt thử nghiệm
4	0,83	0,15	B4-55	19A	0,50	0,15	Ka4-55
5	0,50	0,15	B4-55	19A	0,50	0,15	Ka4-70
6	0,50	0,15	B4-55	19A	0,50	0,15	Ka5-75
7	0,50	0,15	B4-55	19A	0,50	0,15	B4-70
7	0,50	0,15	B4-40	21	0,70	0,15	Ka4-70
7	0,50	0,15	B4-70	22	0,80	0,15	Ka4-70
7	0,50	0,15	B2-30	23	0,90	0,15	Ka4-70
7	0,50	0,15	B3-50	24	1,00	0,15	Ka4-70
7	0,50	0,15	B5-60	37	0,50	—	Ka4-70
8	0,50	0,15	B4-55	30	0,60	0,15	K _d 5-100
10	0,40	0,15	B4-55	31	0,60	0,15	K _d 5-100
11	0,30	0,15	B4-55	32	0,60	0,15	K _d 5-100
18	0,50	0,15	K4-55	33	0,60	0,15	K _d 5-100
19	0,50	0,15	K4-55	34	0,60	0,09	K _d 5-100
20	0,50	0,15	K4-55	35	0,90	0,1125	K _d 5-100
				36	1,20	0,0750	K _d 5-100

Ghi chú. L_n — chiều dài hướng trục của ống đạo lưu ;

L_n/D — tỷ số chiều dài và đường kính ống đạo lưu ;

t_n/L_n — tỷ số chiều dày mặt cắt ống đạo lưu ;

D — đường kính ống đạo lưu.

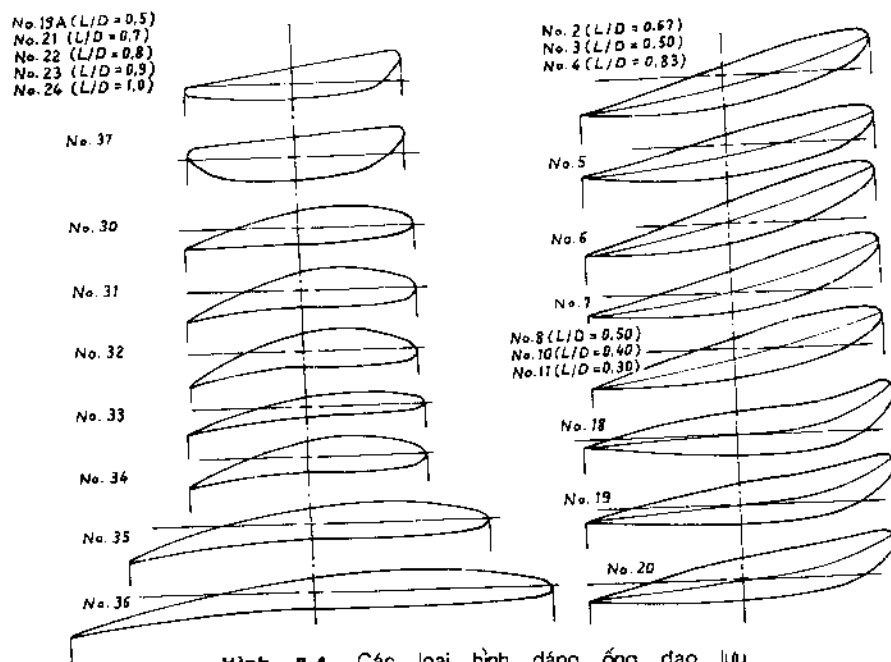
Bảng 8.29 và hình 8.4 cho hình dáng và kích thước ống đạo lưu do bể thử mô hình Hà Lan thử nghiệm, trong đó ống đạo lưu No19A có kết cấu đơn giản, tính năng tốt, sử dụng rộng rãi.

Ống đạo lưu No37 được thiết kế để cải thiện tính năng lùì, mép đuôi tròn và dày, có thể phòng dòng chảy phân tán khi lùì.

Ống đạo lưu No31 - 36 là ống đạo lưu giảm tốc, được thử nghiệm với chân vịt K_d5 - 100.

Ống đạo lưu No19A là ống đạo lưu tiêu chuẩn thích hợp với chân vịt tải trọng nặng.

Trị số hình dáng mặt cắt ống đạo lưu No19A và No37 cho ở bảng 8.30. Chân vịt Ka là loại chân vịt có bước bằng nhau, hình dáng cánh quạt, mút cánh rộng, chân cánh có mặt cắt hình cánh máy bay, mặt cắt mút cánh hình cung (h.8.5).



Hình 8.4. Các loại hình dáng ống đạo lưu của bể thử mô hình Hà Lan.

Bảng 8.30

Trị số mặt cắt ống đạo lưu N^o19 và N^o37

x		Mép theo	95	90	80	70	60-40	30	25	20	15	10	7,5	5,0	2,5	Mép dẫn
Ống đạo lưu 19A	y ngoài	6,36	Nghiêng theo đường thẳng											20,8	21,07	18,25
	y trong	2,36	1,86	1,45	0,82	0,29	0	0,48	1,10	2,17	3,87	6,34	8,00	10,87	12,80	18,25
Ống đạo lưu 37	y ngoài	15,38	Nghiêng theo đường thẳng												21,54	18,33
	y trong	12,42	6,5	3,83	1,00	0,13	0	0,33	1,08	2,13	3,83	6,29	7,92	10,04	12,80	18,33

Bảng 8.31

Kích thước chân vịt seri Ka												
r/R		0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,0		
Chiều dài mặt cắt cánh biểu thị bằng % chiều dài mặt cắt cánh ở 0,60R	Từ đường trung tâm đến mép theo	30,21	36,17	41,45	45,99	49,87	52,93	55,04	56,33	56,44	Chiều dài mặt cắt cánh tại 0,60 $R = 1,969 \cdot \frac{1}{Z} \cdot \frac{A_E}{A_0} \cdot D$	
	Từ đường trung tâm đến mép dẫn	36,94	40,42	43,74	47,02	50,13	52,93	55,04	56,33	56,44		
	Chiều dài toàn bộ	67,15	76,59	85,19	93,01	100,00	105,86	110,08	112,66	112,88		
Chiều dày lớn nhất của cánh biểu thị bằng % đường kính		4,00	3,52	3,00	2,45	1,90	1,38	0,92	0,61	0,50	Chiều dày lớn nhất ở trung tâm trục = 0,049/	
Khoảng cách từ chiều dày lớn nhất đến mép dẫn biểu thị bằng % chiều dài mặt cắt		34,98	39,76	46,02	49,13	49,98	—	—	—	—		
Tung độ chân vịt seri Ka ; Khoảng cách từ tung độ đến chiều dày lớn nhất.												
Từ chiều lớn nhất đến mép theo						Từ chiều dày lớn nhất đến mép dẫn						
r/R	100%	80%	60%	40%	20%	20%	40%	60%	80%	90%	95%	100%
Tung độ lưng cánh'						Tung độ lưng cánh						
0,20	—	38,23	63,65	82,40	95,00	97,92	90,83	77,19	56,00*	43,75*	36,50*	—
0,30	—	39,05	66,63	84,14	95,86	97,63	90,06	75,62	53,02	37,87	27,57	—
0,40	—	40,56	66,94	85,69	96,25	97,22	88,89	73,61	50,00	34,72	25,83	—

Tiếp bảng 8.31

0,50	—	41,77	68,59	86,42	96,60	96,77	87,10	70,46	45,84	30,22	22,24	—
0,60	—	43,58	68,26	85,89	96,47	96,47	85,89	68,26	43,58	28,59	20,44	—
0,70	—	45,31	69,24	86,33	96,58	96,58	86,33	69,24	45,31	30,79	22,88	—
0,80	—	48,16	70,84	87,04	96,76	95,76	87,04	70,84	48,16	34,39	26,90	—
0,90	—	51,75	72,94	88,09	97,17	97,17	88,09	72,94	51,75	38,87	31,87	—
1,0	—	52,00	73,00	88,00	97,00	97,00	88,00	73,00	52,00	39,25	32,31	—
Tung độ mặt cánh						Tung độ mặt cánh						
0,20	20,21	7,29	1,77	0,1	—	0,21	1,46	4,37	10,52	16,04	20,62	27,50*
0,30	13,85	4,62	1,07	—	—	0,21	0,83	2,72	6,15	8,28	10,30	14,20*
0,40	9,17	2,36	0,56	—	—	—	0,42	1,39	2,92	3,89	4,44	13,47
0,50	6,62	0,68	0,17	—	—	—	0,17	0,51	1,02	1,36	1,530	7,81

- Ghi chú 1. Tung độ là tỷ số phần trăm của chiều dày lớn nhất của mặt cắt tương ứng.
 2. Theo số liệu của Hà Lan, tung độ gần mép dẫn tại $0,2R$ và tung độ mặt cắt ở $0,3R$ không cách nào làm tròn, do đó trên đường kéo dài của đường viền tạo đường cong cùng chiều dày, làm tròn theo cung và bán kính. Trong bảng, trị số có dấu * biểu thị đã làm tròn.

Kết quả thử nghiệm đập nước của chân vịt ống đạo lưu số 19A và số 37 được phân tích quy nạp, hệ số lực đẩy và hệ số mômen xoắn K_T , K_{TD} và K_Q được biểu thị bằng đa thức của hệ số tiến J và tỷ số bước P/D :

$$\left. \begin{aligned} K_T &= \sum A_{XY} (P/D)^X J^Y \\ K_{TD} &= \sum B_{XY} (P/D)^X J^Y \\ K_Q &= \sum C_{XY} (P/D)^X J^Y \end{aligned} \right\} \quad (8.37)$$

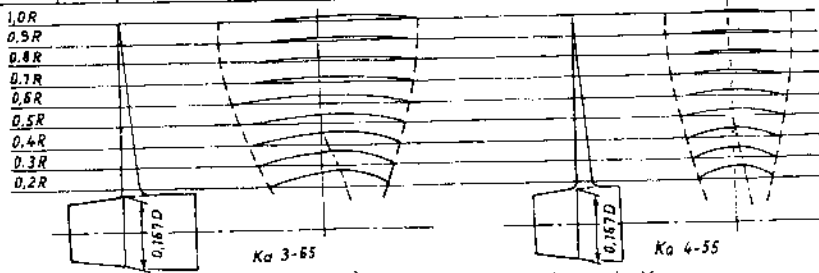
Hệ số quy nạp của ống đạo lưu No19A và No37 phối hợp với chân vịt seri Ka4-70 được cho trong bảng 8.32

Bảng 8.32

			Ống đạo lưu No 19A			Ống đạo lưu No 37		
	x	y	A_{xy}	B_{xy}	C_{xy}	A_{xy}	B_{xy}	C_{xy}
0		0	+0,030550	+0,076594	+0,006735	-0,0162557	-0,016806	+0,016729
1		1	-0,148687	+0,075223				
2		2		-0,061881	-0,016306			
3		3	-0,391137	-0,138094				
4		4			-0,007244			
5		5		-0,370620			-0,099544	+0,030559
6		6		+0,323447				0,048424
7	1	0		-0,271337		-0,598107	-0,548253	-0,011118
8		1	-0,432612	-0,687921		-1,009030	+0,230675	-0,056199
9		2		+0,225189	-0,024012			
10		3						
11		4						
12		5						
13		6		-0,081101				
14	2	0	+0,667657	+0,666028		+0,085087	+0,460206	+0,083476
15		1				+0,425585		
16		2	+0,285100	+0,734285	+0,005193			+0,045637
17		3						-0,042003
18		4						
19		5						
20		6						
21	3	0	-0,172529	-0,202467	+0,046605			
22		1					-0,216246	-0,008652
23		2		-0,542490				
24		3						
25		4						
26		5						
27		6		-0,016149		-0,021044		
28	4	0			-0,007366			
29		1						
30		2					+0,042997	
31		3		+0,099819				
32		4						
33		5						
34		6						
35	5	0						

Tiếp bảng 8.32

	x	y	A_{xy}	B_{xy}	C_{xy}	A_{xy}	B_{xy}	C_{xy}
36		1		+0,030084		-0,038383		
37		2						
38		3						
39		4						
40		5						
41		6						
42	6	0			-0,001730			
43		1	-0,017283		-0,000337			-0,001176
44		2		-0,001876	+0,000861	+0,014992		+0,002441
45		3						
46		4						
47		5						
48		6				+0,036998		
49	0	7					+0,051753	-0,012160



Hình 8.5. Hình dáng chân vịt seri Ka.

a) Chân vịt ống đạo lưu đơn giản

Ảnh hưởng của hình dáng mặt cắt ống đạo lưu đối với tính năng không lớn lắm, có thể đơn giản hóa hình dáng mặt cắt ống đạo lưu thành đường gấp khúc, chỉ cần các thông số lựa chọn thỏa đáng, hiệu suất của ống đạo lưu hình dáng mặt cắt đường gấp khúc và hình dáng cánh máy bay chênh lệch không lớn lắm.

Người ta đã đưa ra hai seri chân vịt ống đạo lưu có tính năng tương đối tốt :

Loại JD75 phối hợp với chân vịt Ka4 - 70, cải thiện tính năng quay trở khi thao tác.

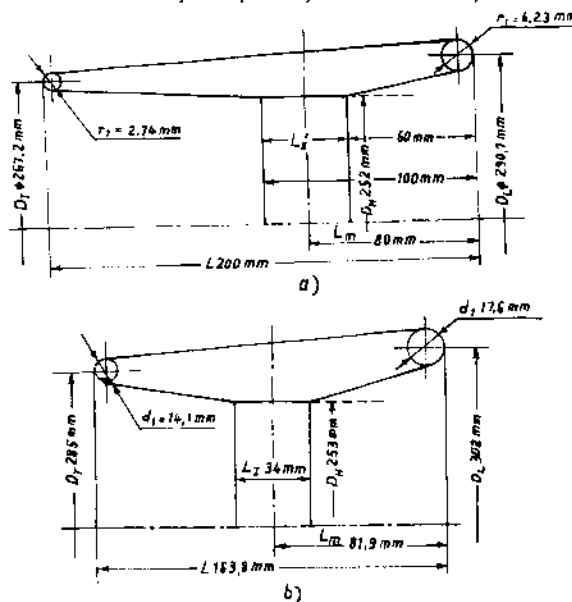
Loại JD7704 phối hợp với chân vịt Ka4-70 và Ka4-85 cải thiện tính năng lùi.

Trên hình 8.6 ; để tránh các vật thể bị hút vào ống đạo lưu làm hỏng cánh chân vịt, hai mép cánh nhọn của chân vịt seri Ka được cắt tròn, mức cắt to nhỏ được chia làm bốn loại I, II, III, IV (h.8.7a). Hình 8.7b biểu thị các trị số bán kính ứng với các cung tròn trong các trường hợp cắt mép của seri chân vịt Ka ứng với các tỷ số mặt đĩa khác nhau. Sau khi cắt mép, tính năng thủy động lực của chân vịt rất ít bị ảnh hưởng, chỉ cần hiệu chỉnh một chút tỷ số bước có thể đạt được bằng sự thay đổi hình dáng hình học của cánh chân vịt. Khi thiết kế, chỉ cần dùng đồ thị chân vịt trong seri Ka của ống đạo lưu đơn giản hóa để quyết định các thông số hình học của chân vịt, sau đó dùng trị số tỷ số bước (P/D) tìm tỷ số bước $(P/D)'$, sau khi cắt mép.

$$(P/D)' = (1 + K)(P/D) \quad (8.38)$$

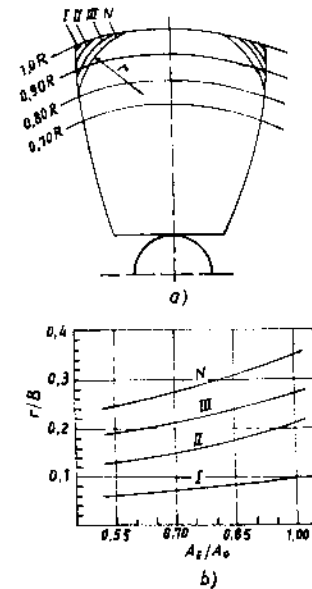
trong đó : K – hệ số hiệu chỉnh tỷ số bước tương ứng khi cắt :

- chân vịt loại I, $K = 0$;
- chân vịt loại II, $K = 0,0025$;
- chân vịt loại III, $K = 0,0075$;
- chân vịt loại IV, $K = 0,015$.



Hình 8.6. Hình dáng ống đạo lưu đơn giản :

- a) mô hình ống đạo lưu JD75 ;
- b) mô hình ống đạo lưu JD7704.



Hình 8.7. Chân vịt seri Ka sửa chữa :

- a) hình dáng cắt mút cánh đường viền chân vịt triển khai, seri Ka ; b) bán kính tương ứng của mút cánh chân vịt seri Ka cắt mép với các tỷ số đĩa khác nhau.

Trong điều kiện các thông số khác được giữ như nhau, dù chân vịt cắt mép hay không, đều có thể giữ tính năng thủy động lực của cả hai loại không đổi.

b) Một số điểm cần lưu ý khi thiết kế chân vịt ống đạo lưu

Phương pháp thiết kế chân vịt ống đạo lưu về cơ bản giống như thiết kế chân vịt thông thường, tuy nhiên phải lưu ý một số đặc điểm sau :

1) Khi thiết kế cần lưu ý chân vịt và ống đạo lưu là một thể thống nhất.

2) Ảnh hưởng của sự thay đổi bước chân vịt ống đạo lưu đối với hiệu suất không lớn, do vậy đường kính tối ưu của chân vịt ống đạo lưu không đòi hỏi khắt khe như chân vịt thông thường, thậm chí khi thiết kế có thể giả định đường kính, làm cho thiết kế đơn giản hơn.

3) Trong điều kiện thiết kế giống như chân vịt thông thường, phân số dòng theo, mức giảm lực đẩy của chân vịt ống đạo lưu không giống số liệu của chân vịt thông thường. Tuy vậy, do hiện nay chưa có các số liệu cần thiết nên khi thiết kế ống đạo lưu gia tốc, phân số dòng theo, mức giảm lực đẩy và hiệu suất quay tương ứng có thể lấy gần đúng như số liệu của chân vịt thông thường, như tàu một chân vịt :

$$w = 0,5\delta - 0,05 \text{ (công thức Taylor)}$$

$$t = 0,7w \text{ (công thức Schoenherr)}$$

$$\eta_R = 1$$

Nhật Bản kiến nghị lựa chọn w và t như sau :

$$\text{Tàu một chân vịt : } w = 0,15 \div 0,20, \quad t = 0,15 \div 0,18.$$

$$\text{Tàu hai chân vịt : } w = 0,07 \div 0,10, \quad t = 0,10 \div 0,12$$

4) Chuẩn xúi bọt

Khi không có đồ thị xúi bọt chuyên dùng, việc nghiệm lại xúi bọt của chân vịt ống đạo lưu có thể quyết định gần đúng theo tỷ số mặt đĩa A_E/A_0

$$A_E/A_0 = 245P_D / \left[nD^3 \cdot (p_0 - p_v - 0,80R\gamma) \right] \approx P_D / (42nD^3) \quad (8.39)$$

trong đó : $p_0 = p_a + \gamma h_s = 10330 + \gamma h_s$

γ - mật độ nước biển (1025 kg/m^3) ;

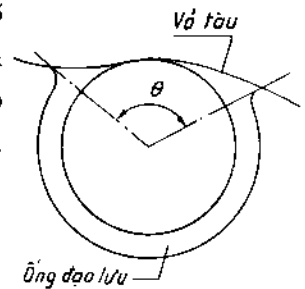
h_s - chiều chìm sâu của tâm trục, m ;

p_v - áp suất hơi nước bão hòa.

5) Khe hở giữa mút cánh chân vịt và thành ống đạo lưu

Khi thử mô hình, khe hở giữa mút cánh chân vịt và thành ống đạo lưu thường là 1 mm (cũng có trường hợp là 1,5 mm hoặc 2 mm) trong thực tế sản xuất không cần thỏa mãn điều kiện trên, khe hở quá nhỏ gia công khó, khe hở quá lớn sẽ ảnh hưởng đến hiệu suất, thường là 5 - 10 mm, tốt nhất không quá 10 mm.

6) Do hạn chế kích thước của đuôi tàu, có trường hợp ống đạo lưu không hoàn toàn tròn trĩnh, khi tính hệ số đẩy của loại chân vịt ống đạo lưu này phải xét tới hệ số lực đẩy ống đạo lưu của bộ phận làm giảm hệ số lực đẩy toàn bộ K_T của chân vịt trong ống đạo lưu, đó là $(\theta/360^\circ) K_{TN}$, trong đó K_{TN} là hệ số lực đẩy của ống đạo lưu hoàn chỉnh. Tốt nhất là căn cứ vào tài liệu thử mô hình (h.8.8).



Hình 8.8.

8.6. THIẾT BỊ ĐẨY PHỤT NƯỚC

Thiết bị đẩy phụt nước dùng phản lực do bơm đẩy phun nước để tạo nên tốc độ tiến của tàu và qua thiết bị đảo dòng phân phối và thay đổi hướng phun nước để thực hiện việc quay trở con tàu.

Thiết bị đẩy phụt nước có các ưu điểm sau :

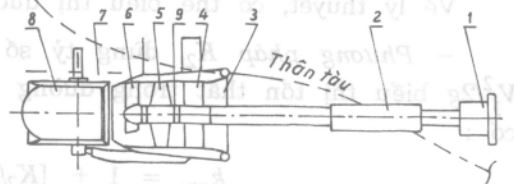
- Cánh bơm đẩy vận hành ổn định, tiếng ồn dưới nước nhỏ.
- Trong phạm vi cao tốc, so với chân vịt thì cánh bơm đẩy có tính năng chống xúi bọt tốt hơn, nâng cao hiệu suất đẩy.
- So với chân vịt, bơm đẩy thích hợp cho việc sử dụng trong trường hợp tải trọng cao và đường kính hạn chế.
- Đẩy phụt nước rất phù hợp với trạng thái tàu thay đổi điều kiện hoạt động, phát huy tốt công suất máy chính, kéo dài tuổi thọ của máy.
- Tính năng thao tác và định vị động lực rất tốt.
- Cánh bơm đẩy ở trong đường ống, khó bị hỏng, độ tin cậy cao.

Nhược điểm của thiết bị đẩy phụt nước :

- Tốc độ dưới 30 hải lý, hoặc đường kính không bị hạn chế hiệu suất đẩy của thiết bị đẩy phụt nước thường thấp hơn chân vịt.

- Do nước trong đường ống tăng, lượng chiếm nước của tàu tăng.

- Trong khu vực nước có nhiều cỏ hoặc tạp chất khác, rất dễ có hiện tượng tắc đường nước vào ảnh hưởng đến tốc độ của tàu.



- Việc tháo thay cánh quạt của bơm đẩy phức tạp hơn chân vịt.

Hình 8.9. Thiết bị đẩy phụt nước treo ngoài thân tàu :

1. đầu liên kết trực ; 2. hệ trục ; 3. vỏ bơm ; 4. giá đỡ trực ; 5. cánh quạt bơm ; 6. cánh dẫn ; 7. thân tàu ; 8. bánh lái giữa ; 9. bộ phận làm kín.

Hiệu suất đẩy phụt nước

Hiệu suất lý tưởng là :

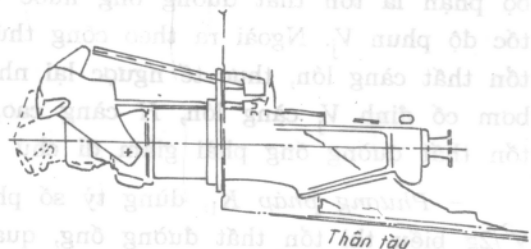
$$\eta = 2(1 + k) \quad (8.40)$$

trong đó : k - tỷ số tốc độ ; tốc độ phụt nước V_j , m/s ; tốc độ của tàu V_1 , m/s ; $k = V_j/V_1$.

Hiệu suất thiết bị đẩy phụt nước thực tế η_D .

Hiệu suất bơm đẩy η_p .

Hiệu suất hệ thống η_c



Hình 8.10. Thiết bị đẩy phụt nước lắp bên trong thân tàu.

$$\eta_D = \eta_p \cdot \eta_c \quad (8.41)$$

$$\eta_p = \rho QH / P_D \quad (8.42)$$

$$\eta_c = TV / (\rho QH) \quad (8.43)$$

trong đó : Q - lưu lượng nước bơm đẩy, m^3/s ;

H - hành trình bơm đẩy, m ;

P_D - công suất hút của bơm đẩy, kW ;

T - lực đẩy của bơm, N ;

ρ - mật độ nước.

Mấu chốt của việc nâng cao hiệu suất thiết bị đẩy η_D là nâng cao hiệu suất bơm đẩy η_p và hiệu suất hệ thống η_c . Hiện nay hiệu suất bơm

đẩy tốt có thể đạt tới 85-90%, hiệu suất hệ thống đẩy phụt nước có thể đạt 63-70%. Do đó, nếu dùng thiết bị đẩy lắp bên trong tàu, hiệu suất lực đẩy toàn bộ là 53-63%. Thiết bị đẩy phụt nước treo ngoài thân tàu, do tác dụng tăng của dòng chảy, hiệu suất đẩy còn có thể cao hơn trị số trên.

Về lý thuyết, có thể biểu thị dưới các dạng sau :

- Phương pháp K_2 , dùng tỷ số phần trăm của tốc độ đầu phun $V_j^2/2g$ biểu thị tổn thất trong đường ống, qua suy luận và lý thuyết, ta có :

$$k_{\text{opt}} = 1 + [K_2/(1+K_2)]^{1/2} \quad (8.44)$$

$$\eta_{\text{opt}} = 1 + k_{\text{opt}}(1+K_2) \quad (8.45)$$

$$H = V_j^2/(2g) \cdot (1+K_2) - V_j^2/(2g) \quad (8.46)$$

$$\eta_c = 2(k-1)/[(1+K_2)k^2-1] \quad (8.47)$$

trong đó : K_2 - hệ số tổn thất trong đường ống.

Khuyết điểm của phương pháp K_2 là tổn thất trong đường ống đại bộ phận là tổn thất đường ống nước vào, không quan hệ trực tiếp đến tốc độ phun V_j . Ngoài ra theo công thức (8.46) tốc độ phun càng lớn thì tổn thất càng lớn, thực tế ngược lại như vậy. Khi công suất và hiệu suất bơm cố định V_j càng lớn, H càng cao, lưu lượng Q càng nhỏ, như vậy tổn thất đường ống phải giảm đi chứ không tăng lên.

- Phương pháp K_1 , dùng tỷ số phần trăm của tốc độ đầu nước tới $V^2/2g$ biểu thị tổn thất đường ống, qua suy luận về lý thuyết, ta có :

$$k_{\text{opt}} = 1 + \sqrt{K_1} \quad (8.48)$$

$$\eta_{\text{opt}} = 1/k_{\text{opt}} = 1/(1 + \sqrt{K_1}) \quad (8.49)$$

$$H = (1+K_j)V_j^2/2g + (K_1-1)V^2/(2g) \quad (8.50)$$

$$\eta_c = 2(k-1)/(k^2-1+K_1) \quad (8.51)$$

trong đó : K_1 - hệ số tổn thất đường ống ;

K_j - hệ số tổn thất miệng phun, $K_j = 0,02 \div 0,03$.

Phương pháp K_1 hợp lý hơn phương pháp K_2 . Tham số có được từ phương pháp K_1 càng gần với tỷ số tối ưu của tốc độ k_{opt} . Khi thay đổi thông số của hệ thống, trị số V thiết kế thường thay đổi không nhiều, dùng tỷ số phần trăm $V^2/2g$ biểu thị tổn thất đường ống không dẫn đến biên độ thay đổi lớn của tổn thất đường ống.

Nhược điểm của phương pháp K_1 là V thay đổi không lớn, tổn thất do K_1 đại diện gần như một hằng số, do đó không thể dùng ảnh hưởng của sự thay đổi hệ thống đối với tổn thất đường ống phản ánh nhạy bén đến tính năng của hệ thống. Trên thực tế tổn thất đường ống thay đổi theo lưu lượng, mà lưu lượng là một trong các thông số chủ yếu của hệ thống.

– Phương pháp K_3 , biểu thị sự thay đổi của tổn thất đường ống theo lưu lượng :

$$k_{\text{opt}} = 1 + (3K_3)^{1/4} \quad (8.52)$$

$$\eta_{\text{opt}} = 1/(1 + 0,876 K_3^{1/4}) \quad (8.53)$$

$$H = V_j^2/(2g) \cdot (1 + K_j) + [K'_3/(k-1)^2 + K_c - 1]V^2/2g \quad (8.54)$$

$$\eta_c = 2(k-1)/[k^2 - 1 + K_3/(k-1)^2] \quad (8.55)$$

trong đó : $K_c = 2gh_c/V^2$; $K'_3 = 2gh_1/V^2(k-1)^2$;

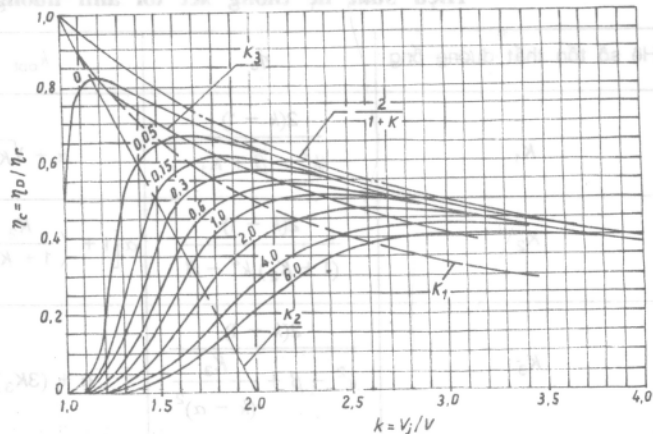
h_c – mực nước dâng cao ;

h_1 – tổn thất đường ống tại miệng nước vào.

Theo phương pháp này, tổn thất chủ yếu được biểu thị qua K_3 hoặc K'_3 .

Tổn thất chủ yếu là $K_3/(k-1)^2 \cdot V^2/2g$, rõ ràng tỷ số tốc độ k càng lớn, lưu lượng càng nhỏ, tổn thất cũng tương ứng giảm đi, điều này phù hợp với thực tế.

Nhược điểm của phương pháp K_3 là tổn thất đường ống thay đổi theo $(k-1)^2$, khá nhạy cảm với trị số k , trị số K_3 thay đổi khá lớn, cần tích lũy nhiều số liệu của tàu mẫu. Ngoài ra, K_3 không tính được từ tổn thất đường ống hoặc từ kết quả thực nghiệm mà phải qua tính chuyển. Hình 8.11 cho sự khác biệt của ba phương pháp trên. Trong thực tế tính toán lựa chọn các thông số chủ yếu của thiết bị đẩy phụt nước, phần lớn dùng phương pháp K_1 .



Hình 8.11. Đường cong $\eta_c - k$ suy từ K_1, K_2, K_3 .

Tác dụng tương hỗ giữa hệ thống thiết bị đẩy phụt nước và thân tàu

Trên tàu lắp thiết bị đẩy phụt nước, trừ tàu cánh ngầm ra, miệng nước vào của hệ thống đẩy đều nằm ở trong lớp biên của thân tàu. Trong lớp biên tốc độ dòng chảy thấp hơn tốc độ dòng chảy ngoài lớp biên, do đó tốc độ nước chảy vào đường ống thấp hơn tốc độ dòng tới V , đây là tác dụng của thân tàu đối với hệ thống đẩy phụt nước.

Cho α là hệ số ảnh hưởng của lớp biên đối với dòng chảy vào, lực đẩy T của hệ thống đẩy phụt nước là :

$$T = \rho Q(V_j - \alpha V) \quad (8.56)$$

Cho β là hệ số ảnh hưởng của lớp biên đối với động năng, thì động năng của dòng chảy tới là $0,5\beta\rho QV$.

Thông qua α và β , liên hệ tác dụng của thân tàu đối với hệ thống đẩy phụt nước, trên tàu đẩy nước có mức giảm lực đẩy, nhưng mức giảm lực đẩy với hệ số t^1 không thể tính theo công thức gần đúng như các tàu thông thường, mà xác định theo tính toán hoặc thử nghiệm theo tình hình cụ thể của miệng nước vào.

Trong thiết kế tàu đẩy phụt nước thường xem mức giảm lực đẩy của hệ thống đẩy phụt nước là mức tăng của sức cản tính thêm vào và thể hiện trong công thức hiệu suất của ảnh hưởng lớp biên đối với hệ thống (bảng 8.33)

Bảng 8.33

Hiệu suất hệ thống xét tới ảnh hưởng lớp biên

Hệ số tổn thất đường ống	η_c	k_{opt}	η_{opt}
K_1	$\frac{2(k-1)}{k^2 - \beta + K_1}$	$\alpha + \sqrt{K_1}$	$\frac{1}{\alpha + \sqrt{K_1}}$
K_2	$\frac{2(k-1)}{(1+K_2)k^2 - \beta}$	$\alpha \left[1 + \left(\frac{K_2}{1+K_2} \right)^{1/2} \right]$	$\frac{1}{k_{opt}} \cdot \frac{1}{(1+K_2)}$
K_3	$\frac{2(k-1)}{k^2 - \beta + \frac{K_3}{(k-\alpha)^2}}$	$\alpha + (3K_3)^{1/2}$	$\frac{1}{\alpha + 0,876 K_3^{1/4}}$

Theo kinh nghiệm, với tàu đệm khí cỡ lớn $K_1 = 0,25 \div 0,35$; tàu cánh ngầm $K_1 = 0,30 \div 0,32$, tàu lướt $K_1 = 0,20 \div 0,30$. Hiện rất ít dùng phương pháp K_2 , K_3 nên không đề xuất trị số K_2 và K_3 .

Bơm đẩy phụt nước

Tỷ số vòng quay n_s của ba loại bơm : dòng hướng trục, dòng hỗn hợp và ly tâm, như sau :

$$n_s = 3,65 n_e \sqrt{Q} / H^{3/4} \quad (8.57)$$

trong đó : n_e - vòng quay của bơm, vg/ph.

Các chỉ tiêu tính năng kỹ thuật chủ yếu của bơm đẩy phụt nước được biểu thị qua : lưu lượng Q , m^3/s ; hành trình $H(9,80665 \text{ kPa})$; vòng quay n_e , vg/ph, hiệu suất bơm η_p , % ; đường kính miệng vào của cánh bơm D_o , m ; đường kính miệng phụt nước D_j , m ; tỷ số củ và đường kính α ; tỷ số vòng quay n_s ; tỷ số vòng quay khi xâm thực $C_{\dots}$ Ngoài ra còn dùng hệ số lưu lượng K_Q và hệ số hành trình K_H ...

8.6.1. Lựa chọn các thông số chủ yếu đẩy phụt nước

Khi thiết kế thiết bị đẩy phụt nước, trước hết phải tối ưu hóa việc lựa chọn các thông số chủ yếu của hệ thống đẩy. Đó là cân bằng ba mặt, máy chính, hệ thống đẩy phụt nước và thân tàu. Công suất máy chính và mômen xoắn phải cân bằng với công suất và mômen xoắn nhận được của bơm đẩy. Trong điều kiện hiệu suất của hệ thống tương đối tốt, các thông số bơm đẩy làm cho hành trình và tổn thất toàn bộ cân bằng. Lực đẩy và sức cản toàn bộ của thân tàu và sức cản phụ cân bằng với nhau.

Phương trình cân bằng như sau :

Phương trình cân bằng :

$$T = \rho Q (V_j - \alpha V) \quad (8.58)$$

Do $T = f(V)$ và sức cản $R = f(V)$ giao nhau (cân bằng) ta có được tốc độ của tàu. Sức cản ở đây là sức cản toàn bộ.

Phương trình cân bằng công suất. Cân bằng giữa công suất máy chính và công suất nhận được của bơm đẩy.

$$\rho g Q H = 102 P_D \eta_p \quad (8.59)$$

trong đó : P_D - công suất nhận được của bơm đẩy.

Phương trình cân bằng giữa hành trình bơm đẩy và tổn thất toàn bộ của hệ thống :

$$H = V_j^2 / (2g) - (1 + K_j) + (K_1 - \beta) V^2 / (2g) + h_c \quad (8.60)$$

Trường hợp phải dùng phương pháp gần đúng để tìm kết quả, các bước giải như sau :

a) Điều kiện đã biết và các số liệu giả thiết

1) Điều kiện đã biết :

- công suất máy chính cấp cho bơm đẩy P_D , kW ;
- vòng quay định ngạch của máy chính n_c , vg/ph ;
- tỷ số giảm tốc của hộp số i ;
- đường cong sức cản toàn bộ của thân tàu $R = f(V)$, N ;
- mớn nước đuôi T_A , m ;
- loại tàu và khu vực hàng hải.

2) Số liệu giả thiết :

- hiệu suất bơm đẩy η_p , % ;
- hệ số tổn thất đường ống K_1 ;
- hệ số tổn thất miệng phụt nước K_j ($K_j = 0,02 \div 0,03$) ;
- hệ số ảnh hưởng lớp biên α, β ($\alpha = 0,9 \div 0,95$; $\beta = \alpha^2$) ;
- mực nước dâng cao trong bơm h_c , m.

b) Tính lực đẩy và tốc độ của tàu

Với tàu cao tốc và tàu tự hành, tỷ số tốc độ thiết kế k , gần với tỷ số tốc độ tối ưu k_{opt} và lớn hơn k_{opt} một chút. Giả thiết một số trị số k , vì hiệu suất hệ thống dựa vào trị số k : $\eta_c = 2(k - \alpha)/(k^2 - \beta + k)$. Sau khi tìm ra η_c có thể tìm được công suất đẩy $P_T = P_o \eta_h \eta_c$. Giao điểm của P_T và P_E là tốc độ V có thể đạt được. Từ đó tiến thêm một bước xác định lực đẩy T , hành trình H , lưu lượng Q , đường kính miệng vào của cánh D_o , đường kính miệng phụt nước D_j ... Cuối cùng từ các trị số k khác nhau tìm ra các thông số khác nhau để so sánh, lựa chọn và tối ưu hóa.

Với tàu tốc độ thấp, đặc biệt là tàu kéo, thì điểm quan trọng là lực kéo. Thường đường kính cánh cần to một chút ; với tàu sông, còn có sự hạn chế của mớn nước, đường kính cánh bị hạn chế, thường không dùng trị số k để lựa chọn các thông số chủ yếu, mà căn cứ vào điều kiện hạn chế của mớn nước. Đường kính miệng phụt nước D_j , liên quan nhiều đến đường kính cánh và mớn nước, do đó khi tính toán giả thiết một số trị số D_j . Công thức (8.59) và (8.60) được chỉnh lý như sau :

$$(1 + K_1)/(2g)V_j^3 + V_j(K_1 - \beta)V^2/(2g) - 102P_D\eta_p/(\rho g\pi D_j^2/4) = 0 \quad (8.61)$$

Sau khi giả thiết n trị số D_j , công thức (8.61) chỉ bao gồm hai số chưa biết là V_j và V , từ đó có nhiều nghiệm ứng với V và V_j và lực đẩy tương ứng. Đường cong lực đẩy và đường cong sức cản giao nhau cho V . So sánh trị số giao điểm V theo các trị số D_o khác nhau và các trị số tương ứng V_j , H , Q và các thông số khác, có thể lựa chọn các thông số chủ yếu (bảng 8.34 - 8.36).

Bảng 8.34

**Bảng tính các thông số chủ yếu đẩy phụt nước
(tàu cao tốc và tàu tự hành)**

1	Tỷ số tốc độ k	$k_{opt} = \alpha + \sqrt{K_1}$	$k_{opt} + \Delta K$	$k_{opt} + 2\Delta K$	$k_{opt} + 3\Delta K$
2	$\eta_c = 2(k - \alpha)/(k^2 - \beta + K_1)$				
3	$P_r = P_D \cdot \eta_p \cdot \eta_c$				
4	Giao điểm P_r và P_E				
5	$V_j = kV$				
6	$H = \frac{V^2}{2g} (1 + K_1) +$ $+ (K_1 - \beta) \frac{V^2}{2g} + h_c$				
7	$Q = 102P_D\eta_p/\rho gH$				
8	$D_j = (4Q/\pi V_j)^{1/2}$				
9	$\eta_e = 3,65n\sqrt{Q}/H^{3/4}$				
10	$H_{sv} = \frac{P_a - P_v}{\rho g} -$ $- h_c - h_1 + \beta \frac{V^2}{2g}$				
11	$H_{svmin} = \frac{1}{1,15} H_{sv}$				
12	$C = 5,62n\sqrt{Q}/H_{svmin}^{3/4}$				

Bảng 8.35

Bảng tính dự phòng

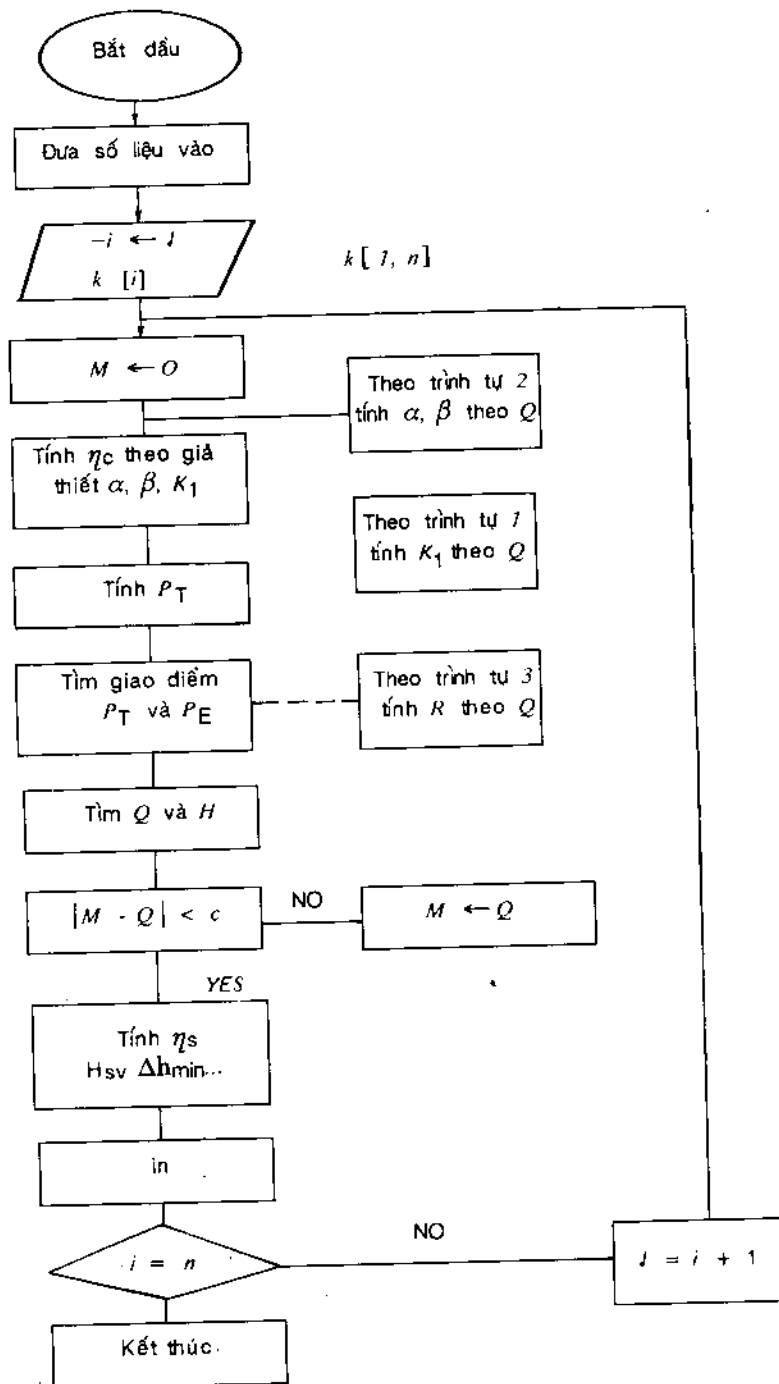
Đường kính miệng phụt nước D_i	Diện tích miệng phụt nước A_i	Tốc độ giả định V	V_j tính theo (8.61)	Lưu lượng Q $Q = V_j A_i$	Lực đẩy T $T = \rho Q(V_j - \alpha V)$
D_{j1}	A_{j1}	$\checkmark$	V_{j1}	Q_1	T_1
		$\checkmark$	V_{j2}	Q_2	T_2
		$\checkmark$	V_{j3}	Q_3	T_3
D_{j2}	A_{j2}				
D_{j3}	A_{j3}				

Bảng 8.36

Bảng tính các thông số chủ yếu đẩy phụt nước
(Tàu tốc độ thấp và tàu kéo)

1	Đường kính miệng phụt nước D_i	D_{j1}	D_{j2}	D_{j3}	6	Tỷ số vòng quay $n_s = 3,65 n \sqrt{Q/H}^{3/4}$			
2	Giao điểm tốc độ V				7	Hiệu suất hệ thống $\eta_c = TV/\rho g QH$			
3	Lưu lượng Q				8	$H_{sv} = \frac{P_a - P_v}{\rho g} -$ $-h_c - h_1 + \beta \frac{V^2}{2g}$			
4	Lực đẩy T				9	$H_{sv \min} = \frac{1}{1,15} H_{sv}$			
5	Hành trình H				10	$C = 5,62 n \sqrt{Q} / H_{sv \min}$			

Hiện nay việc lựa chọn tổng hợp các thông số chủ yếu được thực hiện trên máy tính. Hình 8.12 cho trình tự tính toán của MARIC



Hình 8.12. Trình tự tính toán.

8.6.2. Đường đặc tính máy bơm nước

1) Theo đường đặc tính bơm đẩy, với các trị số vòng quay n khác nhau, tính chuyển đường cong mối quan hệ giữa hành trình H và lưu lượng Q , và đường cong hiệu suất và lưu lượng $Q : H = f(n, Q)$, $\eta_p = f(n, Q)$.

2) Tính đường đặc tính của hệ thống theo các tốc độ V khác nhau

$$H = 1/(2g) \cdot (Q/A_j)^2 + \sum \Delta h - \beta V^2/(2g) + h_c \quad (8.62)$$

trong đó : A_j – diện tích miệng phụt nước ;

$\sum \Delta h$ – tổn thất toàn bộ ;

h_c – mực nước dâng cao trong bơm.

3) Vẽ hai đường đặc tính trên cùng một hệ tọa độ (h.8.13)

4) Lấy giao điểm của đường đặc tính bơm đẩy với các vòng quay khác nhau và đường đặc tính của hệ thống ứng với các tốc độ khác nhau, làm căn cứ, để tìm ra các tốc độ, lực đẩy, công suất nhận được của bơm đẩy, tương ứng với các vòng quay khác nhau (bảng 8.37).

5) Căn cứ vào kết quả tính ở bảng 8.37, vẽ ra đường đặc tính máy bơm nước (h.8.14).

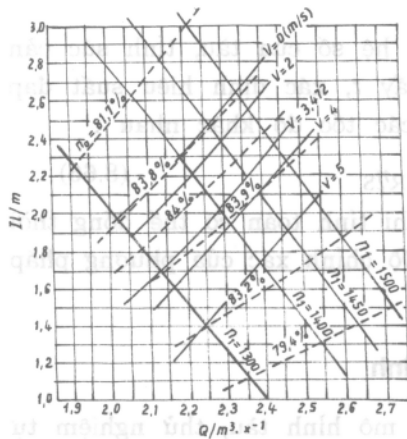
Bảng 8.37

Bảng tính đường đặc tính hàng hải

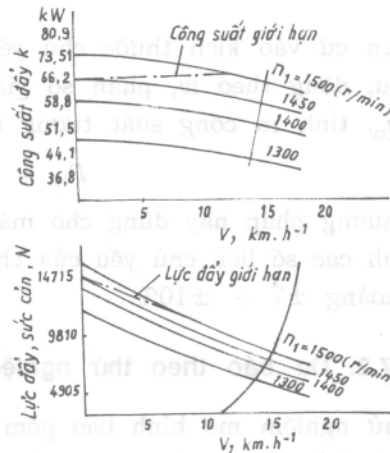
V_1 m/s	V_s hải lý	Q m ³ /s	H 0,080665 kPa	η_p %	$V_1 = Q/A_j$ m.s ⁻¹	αV m/s	$\beta = \beta_0 \cdot V_1^2$ (V ₁ – m/s)	$P_{be} = \frac{(gQH)}{102\eta_p}$ kW	P_B , kW
n_1 , vg/ph									
V_1									
V_2									
V_3									
V_4									

Ghi chú 1. n_1 – tính theo số nhóm n

2. $V_1, \dots, V_4$, tính n lần V_1 .



Hình 8.13. Đường đặc tính bơm đẩy và hệ thống đường ống.



Hình 8.14. Đường đặc tính hàng hải đẩy phụt nước.

8.7. DỰ BÁO TỐC ĐỘ CỦA TÀU

8.7.1. Hệ số hải quân

Trong thiết kế sơ bộ có thể dùng hệ số hải quân của tàu mẫu :

$$C_{ADM} = \Delta^{2/3} V^3 / P$$

trong đó : Δ — lượng chiếm nước ;

V — tốc độ tàu ;

P — công suất.

$$\text{do đó khi thiết kế sơ bộ } V_D = [P_D \times C_{ADM} / \Delta_D^{2/3}]^{1/3} \quad (8.63)$$

$$\text{hoặc } P_D = \Delta_D^{2/3} V_D^3 / C_{ADM} \quad (8.64)$$

trong đó : Δ_D , t ;

V_D , hải lý ;

P_D , kW.

Hệ số hải quân cũng có thể tính theo công thức kinh nghiệm sau :

$$C_{ADM} = 3,7 \left(\sqrt{L} + \frac{75}{V} \right) \quad (8.65)$$

trong đó : L — chiều dài thân tàu, m ;

V — tốc độ tàu, m/s.

Phương pháp tính toán

Căn cứ vào kích thước chủ yếu và các hệ số của tàu, tính sức cản của tàu, dòng theo w , phân số giảm lực đẩy t , xác định hiệu suất đạp nước η_o , tính ra công suất tương ứng với các tốc độ khác nhau :

$$P_B = P_E / \eta_H \eta_o \eta_R \eta_S \quad (8.66)$$

Phương pháp này dùng cho máy tính, khi tính toán có thể đồng thời xác định các số liệu chủ yếu của chân vịt. Độ chính xác của phương pháp này khoảng $\pm 7 \div \pm 10\%$.

8.7.2. Dự báo theo thử nghiệm mô hình

Thử nghiệm mô hình bao gồm sức cản mô hình tàu, thử nghiệm tự hành và thử nghiệm đạp nước của chân vịt. Nếu thử nghiệm do cơ quan có kinh nghiệm thực hiện, với một tốc độ nhất định, độ chính xác của dự báo công suất có thể đạt tới 3%.

Trên cơ sở so sánh đối chiếu số liệu tàu thực và thử nghiệm mô hình của gần 400 tàu, Hội nghị bể kéo thử mô hình quốc tế đưa ra phương pháp dự báo tính năng tàu một chân vịt, 1978 ITTC.

Theo phương pháp này, tính chuyển kết quả thử nghiệm sức cản, thử nghiệm tự hành và thử nghiệm đạp nước của mô hình chân vịt sang tàu thực, hiệu chỉnh hiệu ứng kích thước đối với hệ số sức cản, phân số dòng theo, hệ số mômen xoắn và lực đẩy của mô hình thử nghiệm đạp nước và cho rằng hiệu suất vòng quay tương đối η_R và phân số nước giảm lực đẩy không có hiệu ứng kích thước. Phương pháp và các bước tính toán (bảng 8.38).

Bảng 8.38

**Phương pháp dự báo tính năng
tàu một chân vịt, ITTC 1978**

N ^o	Hạng mục	Thuyết minh
1	V_M, ms^{-1}	Tốc độ thử nghiệm tự hành của mô hình tàu
2	R_M, N	Sức cản khi thử nghiệm tự hành, $R_M = \frac{(1+k) C_{FMC} + C_R}{(1+k) C_{FM} + C_R} R_{TM}$ R_{TM} - sức cản khi thử nghiệm sức cản ; C_{FMC} - hệ số sức cản của ma sát ở nhiệt độ nước thử nghiệm tự hành ; C_{FM} - hệ số sức cản ma sát ở nhiệt độ nước thử nghiệm sức cản ; C_R - hệ số sức cản dư, theo ITTC, 1957, xác định qua thử mô hình

Tiếp bảng 8.38

3	V_s , hải lý	$V_s = \sqrt{\lambda} V_M / 0,5144$; λ - tỷ số kích thước thu nhỏ của mô hình
4	C_{TM}	$C_{TM} = R_M / \frac{1}{2} \rho_M V_M^2 S_M$; ρ - mật độ nước ở nhiệt độ thử mô hình
5	k	Nhân tố hình dáng, tính theo công thức sau: $C_{TM} / C_{FMC} = (1 + k) + A Fr^4 / C_{FMC}$
6	C_{TS}	Sức cản toàn bộ của tàu thực $C_{TS} = \frac{S + A_{BK}}{S} [(1+k)C_{FS} + \Delta C_F] + C_{TM} - (1+k)C_{FMC} + C_{AA}$ trong đó: $\Delta C_F = \left[105 \left(\frac{K_S}{L_{WL}} \right)^{\frac{1}{3}} - 0,64 \right] \times 10^{-3}$; K_S - độ nhám, lấy bằng 150×10^{-6} m; C_{AA} - hệ số sức cản không khí, lấy bằng $0,001 \frac{A_{TV}}{S}$; A_{TV} - diện tích hình chiếu mặt cắt ngang phần tàu trên mặt đường nước; S - diện tích ướt; A_{BK} - diện tích ký hòng
7	F_D , N	Hiệu chỉnh ma sát, $F_D = [C_{TM} - C_{TS}] \cdot \frac{1}{2} \rho_M S_M V_M^2$
8	n_M , rps Q_M , Nm T , N	Theo F_D , tra trên đường cong thử nghiệm tự hành
9	K_{TM}	Hệ số lực đẩy $K_{TM} = T_M / \rho_M n_M^2 D_M^4$
10	K_{QM}	Hệ số mômen xoắn $K_{QM} = Q_M / \rho_M n_M^2 D_M^5$
11	J_o, K_{Qo}	Theo phương pháp lực đẩy bằng nhau $K_{TM} = K_o$, tra J_o, K_o trên đường cong đặc nước của thiết bị đẩy
12	w_M	Phân số dòng theo của mô hình $w_M = 1 - J_o n_M D_M / V_M$
13	t_M	Phân số mức giảm lực đẩy của mô hình $t_M = 1 - (R_M - F_D) / T_M$
14	η_R	Hiệu suất quay tương đối $\eta_R = K_{Qo} / K_{QM}$
15	P_E , kw	Công suất hữu hiệu của tàu thực $P_{ES} = \frac{1}{2} \rho_S S_S V_S^2 C_{TS}$

Tiếp bảng 8.38

16	$\Delta K_T, \Delta K_Q$	Hiệu chỉnh hiệu ứng kích thước chân vịt $\Delta K_T = -\Delta C_D \times 0,3 \times \frac{P}{D} \times \frac{c}{D} \times Z$ $\Delta K_Q = 0,25 \times Z \times \Delta D_c \times \frac{c}{D} \text{ trong đó :}$ ΔC_D - chênh lệch hệ số sức cản chân vịt thực và mô hình $\Delta C_D = C_{DM} - C_{DS}$ $C_{DM} = 2 \left(1 + 2 \frac{t}{c} \right) \left[\frac{0,044}{Rn_{CO}^{1/6}} - \frac{5}{(Rn_{CO}^{2/3})} \right]$ $C_{DS} = 2 \left(1 + 2 \frac{t}{c} \right) \left(189 + 1,62/g \frac{c}{K_p} \right)^{-2,5}$ $c, t, P/D$ và Rn_{CO} là chiều dài cung tại 0,75 bán kính cánh, chiều dày lớn nhất, tỷ số bước và số Reynolds ; Z - số cánh ; K_p - độ nhám của cánh, lấy bằng 30×10^{-6} m.
17	K_{TS}, K_{QS}	Hệ số lực đẩy và mômen xoắn của chân vịt thực $K_{TS} = K_{TM} - \Delta K_T ; K_{QS} = K_{QM} - \Delta K_Q$
18	Vẽ đường đặc trưng tính năng chân vịt thực K_{TS}, K_{QS}, J_S	
19	w_s	Phân số dòng theo chân vịt thực $w_s = (t_M + 0,04) + (w_M - t_M - 0,04) \times \frac{(1+k) C_{FS} + \Delta C_F}{(1+k) C_{FMC}}$ trong đó 0,04 là xét tới ảnh hưởng của bánh lái
20	K_T/J_S^2	Hệ số phụ tải chân vịt thực $K_T/J_S^2 = S \times C_{TS} / 2D^2 (1 - t_M)(1 - w_s)^2$
21	Vẽ đường $K_T/J_S^2 - J_S$ đồ thị $K_{TS} - J_S$, trị số bên phải của (20) có thể tính ra được	
22	J_{TS}, K_{QTS}	Hệ số tiến kích thước thực và hệ số mômen xoắn, từ giao điểm của $K_T/J_S^2 - J_S$ và $K_{TS} - J_S$ tìm ra J_{TS}, K_{QTS} và K_{TTS}
23	η_H	Hiệu suất thân tàu $\eta_H = (1 - t_M)/(1 - w_s)$
24	P_{DS}, kw	Công suất nhận được của tàu thực $P_{DS} = 2\pi \rho_S D_S^5 n_S^3 K_{QTS} \times 10^{-3} / \eta_R$
25	T_S, N	Lực đẩy của tàu thực $T_S = K_{TTS} \rho_S D_S^4 \eta_S^2$
26	Q_S, Nm	$Q_S = K_{TQS} \rho_S D_S^5 \eta_S^2 / \eta_R$
27	η_D	Hiệu suất đẩy $\eta_D = P_{ES} / P_{DS}$
28	n_s, rps	Vòng quay chân vịt thực $n_s = (1 - w_s) V_S / J_{TS} D_S$

Tiếp bảng 8.38

29	Dự báo tốc độ tàu	Phương pháp ΔC_{FS} , Δw_c	Khi sử dụng mục (6) để tính C_{TS}, dùng $\Delta C_F = \left[105 \left(\frac{K_S}{L_{WL}} \right)^{\frac{1}{3}} - 0,64 \right] \times 10^{-3} + \Delta C_{FC}$ Khi sử dụng mục (19) để tính w_S, dùng $w_S = (t_M + 0,04) +$ $(w_M - t_M - 0,04) \frac{(1+k) C_{FS} + \Delta C_F}{(1+k) C_{FMC} + \Delta C_F} - \Delta w_c$; trong đó : ΔC_F và Δw_c, căn cứ vào tư liệu kinh nghiệm bề thủ mô hình để xác định
		Phương pháp φ , C_N	Khi sử dụng N°24 để tính P_{DS}, dùng : $P_{DS} = (2\pi \rho_S D_S^5 n_S^3 K_{QTS} \times 10^{-9} / \eta_R) \times \varphi$ Khi sử dụng N°28 để tính n_S, dùng : $n_S = \left[(1 - w_S) V_{TS} D_S \right] \times C_N$ trong đó : φ và C_N - căn cứ vào tư liệu kinh nghiệm bề thủ mô hình để xác định

8.7.3. Thử tàu

a) Kiểm tra thân tàu trước khi thử

- Sơn : ghi chép về hệ thống sơn, như loại sơn, số lớp sơn, chiều dày của mỗi lớp sơn.

- Sau khi làm sạch vỏ tàu, đo độ nhám bề mặt một số bộ phận, như mũi tàu, giữa tàu, đuôi tàu, ky...

- Ghi chép số tấm kẽm chống ăn mòn, kích thước vị trí lỗ của van thông biển.

- Nếu tàu đỗ lâu ở cầu tàu, trước khi thử phải làm sạch vỏ tàu và đo độ nhám bề mặt vỏ tàu.

b) Kiểm tra thiết bị đẩy

- Khi tàu ở trong ụ, phải kiểm tra xem có vết nứt không, vết lõm và độ xâm thực xùì bọt..., nếu cần phải sửa chữa. Kiểm tra độ nhám của bề mặt hút và nén cánh chân vịt, khi cần thiết phải làm sạch bề mặt chân vịt.

- Với chân vịt bước cố định, nghiệm lại số liệu về đường kính và bước của chân vịt do nhà máy chế tạo chân vịt cung cấp, nếu đo lực đẩy thì phải ghi số liệu về trọng lượng của chân vịt và vỏ tàu.

- Với chân vịt biến bước, trước khi thử tàu phải nghiệm lại đường kính và bước của chân vịt, đo bước lớn nhất khi tiến, khi lùi và bước thiết kế. Dùng kết quả đo trên để điều chỉnh vị trí của thiết bị chỉ thị trên tàu. Khi lực đẩy tăng, lực nén của trục và nhiệt độ ảnh hưởng đến thanh không chế bước, làm thay đổi bước chân vịt, cần phải hiệu chỉnh.

c) Kiểm tra lượng chiếm nước và tải trọng

- Thử tàu nên tiến hành theo trạng thái lượng chiếm nước và độ nghiêng dọc thiết kế. Trước và sau khi thử tàu, phải đo mớn nước ở hai mạn của mũi tàu, giữa tàu và đuôi tàu. Từ mớn nước tính ra thể tích chiếm nước, đồng thời đo nhiệt độ và mật độ của nước khi thử tàu, tính ra lượng chiếm nước.

- Nếu thử tàu ở một số trạng thái lượng chiếm nước hoặc nghiêng dọc, phải ghi lại mớn nước tương ứng của mỗi trạng thái, và tính ra lượng chiếm nước.

- Thường lấy trị số trung bình của mớn nước trước và sau khi thử tàu làm mớn nước thử tàu. Trong trường hợp thời gian thử tàu dài, phải xét tới ảnh hưởng tiêu hao của nhiên liệu và nước ngọt đối với lượng chiếm nước.

d) Khu vực thử tàu

Khu vực thử tàu phải là nơi kín, đủ độ sâu, ảnh hưởng nước triều nhỏ, khu vực nước rộng tiện cho tàu thao tác, tránh các trở ngại có thể làm tàu bị va chạm. Chiều sâu của nước đo chiều dài tàu, mớn nước và tốc độ tàu được xác định như sau :

$$d \geq \frac{10TV}{\sqrt{L}} \quad (8.67)$$

Không nên thử tàu khi tốc độ gió > 20 hải lý hoặc trạng thái biển lớn hơn cấp 3.

Nội dung đo lường khi thử tàu :

- Điều kiện môi trường

Đo tốc độ gió và hướng gió, đồng hồ đo tốc độ gió phải đặt ở một độ cao nhất định, không gần thân tàu hoặc trên kiến trúc thượng tầng, tránh ảnh hưởng đo lường tốc độ gió. Xác định trạng thái biển, chiều cao sóng ; lấy mẫu nước, đo nhiệt độ và mật độ nước.

- Tốc độ chạy tàu

Dùng cột mốc, đồng hồ điện tử hoặc GPS để đo tốc độ chạy tàu.

– Công suất trục và lực đẩy

Do mômen xoắn, vòng quay để xác định công suất trục.

Công suất trục được tính như sau :

$$P_S = Q n_c / 9550, \text{ kW} \quad (8.68)$$

trong đó : Q – mômen xoắn của tàu thực, Nm ;

n_c – vòng quay của trục, vg/ph.

Lực đẩy của chân vịt được đo trên ổ đỡ trục chính có lắp thiết bị truyền cảm phụ tải.

– Chuyển động của tàu

Khi thử tàu phải giữ tàu ở hướng tiến, góc bánh lái thực và trị số góc bánh lái trên đồng hồ chỉ thị phải giống nhau. Mỗi lần đo tốc độ, thao tác bánh lái phải được ghi liên tục, cố gắng ít dùng bánh lái để giữ hướng chạy tàu ($\pm 3^\circ$). Hiện tượng nghiêng dọc do lắc dọc, lắc ngang không phải là đối tượng chính phải đo lường, tuy nhiên nếu chuyển động này ảnh hưởng lớn đến việc đo tốc độ chạy tàu và trong điều kiện cho phép, có thể đo các chuyển động này.

e) Thao tác khi thử tàu

Để có được đường cong lý tưởng tốc độ – công suất ít nhất phải đo được 6 tốc độ khác nhau, mỗi lần đo tốc độ chạy tàu phải quay đi quay lại 3 lần để tránh ảnh hưởng gió và nước triều, sau đó lấy trị số trung bình. Trường hợp đo theo cột mốc, phải chạy tàu trước khi tới cột mốc ít nhất 4 ph, khoảng đo tốc độ chạy tàu là 5 ph.

Khi thử tàu, vòng quay định ngạch của máy chính tương ứng với công suất là 60, 75, 90, 100% và quá tải.

MỤC LỤC

Trang

Lời nói đầu	3
-----------------------	---

Phần I

THIẾT KẾ TỔNG THỂ

Chương 1. Nhiệm vụ và phương pháp thiết kế	5
1.1. Định nghĩa và ký hiệu	5
1.2. Nhiệm vụ và phương pháp thiết kế	9
Chương 2. Kích thước chủ yếu và các hệ số	
hình dáng thân tàu	16
2.1. Lượng chiếm nước	16
2.2. Trọng tải và hệ số trọng tải	18
2.3. Chiều dài của thân tàu	22
2.4. Chiều rộng của thân tàu	28
2.5. Mớn nước	32
2.6. Chiều cao mép boong	34
2.7. Hệ số thể tích chiếm nước	36
2.8. Hệ số lặn trụ	40
2.9. Hệ số diện tích mặt cắt ngang giữa tàu	43
2.10. Hệ số diện tích mặt đường nước	45
2.11. Kích thước chủ yếu và hệ số hình dáng thân tàu	46
2.12. Các thành phần khối lượng trên tàu	89
2.13. Tính ổn định của tàu	110
2.14. Dung tích	115
2.15. Nghiệm lại các tính năng khác của tàu	131
Chương 3. Bố trí chung toàn tàu	138
3.1. Bố trí và phân chia các khoang	139
3.2. Bố trí và phân chia các buồng làm việc và buồng sinh hoạt	147
3.3. Bố trí các buồng công cộng	159
3.4. Bố trí thiết bị trên tàu	165
3.5. Vẽ bố trí chung toàn tàu	168

Chương 4. Đường hình dáng của thân tàu	171
4.1. Những yếu tố cần phải xét tới khi thiết kế đường hình dáng	171 181
4.2. Vẽ đường hình dáng thân tàu	

Phần II

TÍNH TOÁN TÍNH LỰC HỌC VÀ ĐỘNG LỰC HỌC THÂN TÀU

Chương 5. Các yếu tố tính thủy lực của thân tàu . . .	210
5.1. Tính nổi của tàu và phân loại lượng chiếm nước .	210
5.2. Các phương pháp tính tích phân gần đúng	211
5.3. Tính diện tích mặt đường nước, vị trí tâm nổi và mômen quán tính	217
5.4. Tính diện tích mặt cắt ngang và vị trí trọng tâm của nó	222
5.5. Tính thể tích chiếm nước và vị trí tâm nổi của thân tàu	223
5.6. Tính chính xác của phương pháp tính gần đúng . .	227
5.7. Tính diện tích mặt ướt của thân tàu	230
5.8. Đường cong thủy lực	241
5.9. Đường Bonjean	248
	253
Chương 6. Tính ổn định	253
6.1. Cân bằng và ổn định của tàu	253
6.2. Đường cong ổn định	257
6.3. Ảnh hưởng của mặt chất lỏng tự do trong khoang chất lỏng đối với ổn định	261
6.4. Tính tay đòn nghiêng ngang của áp lực gió	265
6.5. Tính góc lắc ngang	269
6.6. Tiêu chuẩn ổn định	274
6.7. Xác định lượng chiếm nước và vị trí trọng tâm tàu không tải	281
6.8. Ổn định khi khoang bị thủng	284
6.9. Mạn khô	303
6.10. Tính toán hạ thủy	313

Chương 7. Sức cản	326
7.1. Ảnh hưởng của các yếu tố hình học và hình dáng thân tàu đối với sức cản	329
7.2. Thử mô hình và tính chuyển sang tàu thực	340
7.3. Tính sức cản	355
7.4. Sức cản phụ	370
7.5. Sức cản của một số tàu đặc biệt	379
7.6. Sức cản của tàu trong đường hành hải hạn chế	394
Chương 8. Thiết bị đẩy	402
8.1. Hiệu suất đẩy với công suất và vòng quay máy chính	402
8.2. Tác dụng tương hỗ giữa chân vịt và thân tàu	405
8.3. Thiết kế chân vịt theo các đồ thị thực nghiệm	411
8.4. Sức bền của chân vịt	433
8.5. Thiết kế chân vịt ống đạo lưu	439
8.6. Thiết bị đẩy phụt nước	448
8.7. Dự báo tốc độ của tàu	459

203185



Giá: 60.000 đ