

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA

Trần Công Nghị

THIẾT KẾ TÀU THỦY

(Tái bản lần thứ nhất, có sửa chữa và bổ sung)

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH - 2006

MỤC LỤC

Lời nói đầu

7

PHẦN MỘT

LÝ THUYẾT THIẾT KẾ TÀU

9

Mở đầu

11

Chương 1

TRỌNG LƯỢNG TÀU. PHƯƠNG TRÌNH TRỌNG LƯỢNG

19

1.1 Trọng lượng vỏ tàu

19

1.2 Trọng lượng thiết bị tàu và hệ thống tàu

24

1.3 Trọng lượng thiết bị năng lượng

28

1.4 Trọng lượng hệ thống điện, hệ thống liên lạc bên trong và hệ thống điều khiển

29

1.5 Trọng lượng dự trữ lượng chiếm nước

31

1.6 Trọng lượng thuyền viên, lương thực, thực phẩm

32

1.7 Trọng lượng hàng lỏng thay đổi, trọng lượng nước dằn

32

1.8 Trọng lượng nhiên liệu, dầu mỡ, nước cấp

33

1.9 Phương trình trọng lượng tàu

42

1.10 Hệ số sử dụng lượng chiếm nước tàu

50

1.11 Phương trình và hệ số Normand

54

Chương 2

KÍCH THƯỚC CHÍNH CỦA TÀU

58

2.1 Xác định kích thước chính trên cơ sở D và C_B

58

2.2 Trọng lượng tàu là hàm của kích thước chính và C_B

61

2.3 Phương trình trọng lượng dạng vi phân của kích thước chính và C_B

62

2.4 Quan hệ giữa các kích thước hình dáng

66

Chương 3

PHƯƠNG TRÌNH DUNG TÍCH TÀU

77

3.1 Dung tích tàu

77

3.2 Phương trình dung tích. Xác định tỷ lệ H/T

79

3.3 Phương trình dung tích tàu hàng

81

3.4 Xác định dung tích và bố trí kết dằn

83

3.5 Tính dung tích theo công ước quốc tế

85

Chương 4

MẠN KHÔ TÀU

88

4.1 Mạn khô tiêu chuẩn

89

4.2 Độ cong dọc boong tiêu chuẩn

90

4.3 Hiệu chỉnh mạn khô tiêu chuẩn

91

4.4 Chiều cao tối thiểu của mũi tàu và dự trữ nổi

91

4.5 Chia khoang chống chìm	95
----------------------------	----

Chương 5

PHƯƠNG TRÌNH ỔN ĐỊNH TÀU - TÍNH ÊM TÀU	104
5.1 Đảm bảo ổn định tàu trong giai đoạn thiết kế	104
5.2 Quan hệ giữa chu kỳ lắc, chiều cao tâm ổn định và kích thước chính	111
5.3 Ảnh hưởng kích thước hình học thân tàu đến đồ thị ổn định	112
5.4 Ảnh hưởng xê dịch hàng rời	114
5.5 Đảm bảo ổn định tại góc nghiêng lớn	114
5.6 Đánh giá tính êm của lắc	116
5.7 Ảnh hưởng kích thước và các hệ số tàu đến tính êm	118

Chương 6

SỨC CẢN VỎ TÀU - CÔNG SUẤT MÁY CẦN THIẾT	120
6.1 Sức cản vỏ tàu	120
6.2 Các phương pháp kinh nghiệm tính sức cản vỏ tàu	125
6.3 Thiết bị đẩy tàu	141
6.4 Tốc độ tới hạn. Tốc độ kinh tế của tàu	146
6.5 Dự trữ công suất. Hệ số sử dụng tốc độ	147
6.6 Đường hình tàu	148

Chương 7

THIẾT KẾ BẢN VẼ LÝ THUYẾT	176
7.1 Vẽ đường phân bố diện tích mặt sườn	176
7.2 Đường hình từ cơ sở giải tích	183
7.3 Phương pháp nội suy	188

Chương 8

THIẾT KẾ TÀU	196
8.1 Các giai đoạn thiết kế	196
8.2 Các phương pháp thiết kế tàu	199
8.3 Thiết kế tối ưu tàu thủy	205

PHẦN HAI

BỐ TRÍ TÀU	221
-------------------	------------

Chương 9

NGOẠI HÌNH TÀU	223
----------------	-----

Chương 10

BỐ TRÍ CHUNG	243
10.1 Bố trí chung	243
10.2 Bố trí buồng ở	250
10.3 Bố trí ghế ngồi trên tàu du lịch	256
10.4 Bố trí các buồng công cộng	257

10.5 Buồng tắm rửa, vệ sinh	258
10.6 Buồng giặt quần áo, phòng sấy	259
10.7 Các phòng vui chơi, giải trí, bể bơi, sân bóng	259
10.8 Vẽ bản vẽ bố trí chung	260
<i>Chương 11</i>	
KHOANG HÀNG - TRANG THIẾT BỊ TÀU - BUỒNG MÁY TÀU	272
11.1 Khoang hàng tàu	272
11.2 Miệng hầm hàng tàu chở hàng	276
11.3 Thiết bị bốc xếp dỡ hàng	279
11.4 Bố trí khoang máy	287
11.5 Bố trí buồng máy tàu	293
<i>Chương 12</i>	
CÁC PHÒNG ĐIỀU KHIỂN TÀU. ĐÈN HIỆU	301
12.1 Phòng lái, hoa tiêu, hải đồ	301
12.2 Bố trí hệ thống ánh sáng tín hiệu	308
<i>Thuật ngữ tiếng Anh và chữ viết tắt dùng trong sách này</i>	310
<i>Tài liệu tham khảo</i>	312

Lời nói đầu

Sách **THIẾT KẾ TÀU THỦY** dành cho sinh viên chuyên ngành **đóng tàu** và những người làm việc trong ngành này gồm hai phần: lý thuyết thiết kế và bố trí tàu.

Phần I thuộc lý thuyết thiết kế, trình bày những vấn đề sau đây trong 8 chương:

- ▢ Trọng lượng tàu, phương trình trọng lượng;
- ▢ Xác định kích thước chính và các hệ số đầy thân tàu, quan hệ giữa các kích thước hình dáng;
- ▢ Dung tích tàu;
- ▢ Tính ổn định tàu, phân khoang chống chìm, mạn khô;
- ▢ Sức cản và thiết bị đẩy tàu;
- ▢ Lập bản vẽ đường hình;
- ▢ Thiết kế tàu.

Phần II được hiểu như **kiến trúc tàu thủy**, trình bày trong bốn chương các nguyên tắc thiết kế ngoại hình tàu và các yêu cầu chung về bố trí trong tàu.

Sách cung cấp cho người đọc những cơ sở về thiết kế tàu thông dụng, chủ yếu tàu vận tải đi biển. Để bổ sung **THIẾT KẾ TÀU THỦY** các thiết kế chi tiết cho những tàu chuyên dùng được trình bày trong hai sách chuyên sâu đã được Nhà xuất bản **ĐHQG TPHCM** phát hành. Những tàu đi biển gồm tàu vận tải hàng khô, tàu container, tàu hàng lạnh, tàu chở dầu, tàu chở khí hoá lỏng, tàu hàng rời, tàu chở sà lan... trình bày tại “**Hướng dẫn thiết kế tàu vận tải đi biển**”, 2004 và tàu cỡ nhỏ chạy nhanh, phục vụ phát triển kinh tế và đảm bảo an ninh, quốc phòng in tại sách “**Thiết kế tàu cỡ nhỏ chạy nhanh**”, 2005.

Cơ sở lý thuyết thiết kế và những ví dụ được tổng hợp từ các nguồn thông tin trong và ngoài nước, từ các sách dạy đóng tàu đánh số tại tài liệu tham khảo [1], [3], [5], [7], [9], [11] và “**Sổ tay kỹ thuật đóng tàu thủy**”, chúng tôi đã cùng soạn với sự chỉ đạo của người bạn quá cố Dương Đình Nguyên, vào những năm bảy mươi [12].

Mặc dù đã sửa nhiều song trong tài liệu chắc vẫn còn những thiếu sót. Rất mong bạn đọc giúp đỡ phát hiện các sai sót và khiếm khuyết nhằm hoàn chỉnh tài liệu cho những lần tái bản sau này. Phê bình và góp ý đề nghị gửi về Bộ môn Tàu thủy, Khoa Kỹ thuật Giao thông, Trường Đại học Bách khoa - Đại học Quốc gia TPHCM, 268 Lý Thường Kiệt Q.10, ĐT: 8 645 643.

Trần Công Nghị

PHẦN MỘT

LÝ THUYẾT

THIẾT KẾ TÀU

Mở đầu

Để có được một con tàu thực hiện một mục đích xác định phải trải qua hai giai đoạn chính gồm **thiết kế tàu** và **chế tạo** theo thiết kế ấy. Thiết kế tàu thủy có vị trí quan trọng trong công nghiệp đóng tàu.

Thông thường, thiết kế tàu phải tiến hành giải quyết những việc gắn liền với sự hình thành con tàu và đề cập toàn bộ tính năng tàu. Những nhiệm vụ đầu tiên với tàu thương mại làm nhiệm vụ vận chuyển mà bộ môn thiết kế phải giải quyết là xác định kích thước chính, quan hệ giữa các kích thước chính, các hệ số đầy thân tàu, lượng chiếm nước, dung tích hầm hàng.... Đi liền với các thông số đó là các đặc trưng hình học thân tàu gồm hình dáng theo chiều dọc, hình dáng các sườn, hình dáng phần đuôi, hình dáng phần mũi tàu... cũng là đối tượng tìm kiếm của thiết kế tàu. Mỗi tàu có chức năng cụ thể, làm một số việc cụ thể song tất cả tàu thương mại đều có mục đích chung là mang lại hiệu quả kinh tế cao nhất, và tàu phải được làm việc trong những điều kiện an toàn nhất.

Trong phần mở đầu này chúng ta cùng nhìn lại quá trình phát triển bộ môn thiết kế tàu, tìm hiểu nét chung đối tượng trực tiếp là các kiểu tàu đang có mặt trên biển trên sông và những qui ước về sử dụng đơn vị đo dùng trong ngành tàu.

Phát triển bộ môn lý thuyết thiết kế tàu

Chính vì lẽ phải giải bài toán kỹ thuật-kinh tế với những đòi hỏi khó thực hiện đồng thời và nhiều khi không thể thực hiện trọn vẹn, bộ môn thiết kế tàu được những nhà đóng tàu quan tâm rất sớm. Từ thế kỷ XVIII những người đóng tàu đã cố gắng tổng kết kinh nghiệm, rút ra những bài học xác định trọng tải, hình dáng kích thước tàu cho hạm tàu đang ngày càng phát triển. Những nhà toán, vật lý đã tích cực góp phần đưa bộ môn lý thuyết tàu và đi liền theo nó là thiết kế tàu đến chỗ ngày càng hoàn thiện.

Lịch sử phát triển bộ môn thiết kế tàu đã ra đời sớm, song giai đoạn phát triển mạnh mẽ nhất phải kể từ thế kỷ XVII - XVIII. Trong tài liệu "*Traité du navire, de sa construction et de ses mouvements*" xuất bản tại Paris từ 1746 của tác giả người Pháp Bouguer đã khái quát lý thuyết tàu thủy, khái quát cách chọn thông số chính cho tàu, đề cập ứng dụng các phương pháp toán học khi nghiên cứu tàu thủy và đặc biệt khi xác định các kích thước cho tàu sắp đóng. Tại đây cần nói thêm một ít về thuật ngữ dùng cho bộ môn lý thuyết tàu thủy và thiết kế tàu. Có thể những nhà đóng tàu người Pháp, người Anh như Sir Anthony Dean (1638-1724), Monceaux... từ những năm đầu của thế kỷ XVIII đã cho ra đời những cuốn sách trình bày những hiểu biết về tàu, trong đó đã sử dụng thuật ngữ "*architecture navale*", là những người mở đầu một cách chính thức đưa cụm từ "*kiến trúc tàu*", (tương đương tiếng Anh là *naval architecture*) làm tên gọi cho ngành mới: *lý thuyết tàu**. Theo đó, những người sử dụng "*kiến trúc tàu*" để vẽ ra

* theo "Eléments de l'Architecture navale" của Dulamel de Monceaux.

những tàu mới được gọi là “*kiến trúc sư tàu thủy - architecte naval, Naval Architect*”, ngày nay chúng ta gọi là *kỹ sư thiết kế tàu*. Trong phạm vi “*architecture navale*” Monceaux đã trình bày các công thức toán nhằm xác định chiều dài, chiều rộng, chiều cao, các quan hệ giữa chúng dùng cho tàu chiến, nhằm đảm bảo yêu cầu tác chiến đặt ra thời đó. Người có công rất lớn trong việc phát triển lý thuyết tàu và cơ sở thiết kế tàu của thế kỷ XVIII là *Euler* (1707-1783), viện sĩ thuộc Viện Hàn lâm Khoa học St Petersburg. Euler đã xác định rõ bằng công thức toán học quan hệ giữa kích thước chính của tàu với các hệ số đầy thân tàu, cùng tính ổn định của tàu trên nước. Công thức tính chiều cao ổn định ban đầu trong quan hệ với chiều rộng, chiều chìm, các hệ số đầy hình thành dưới thời *Euler*, vẫn còn được sử dụng như cơ sở lý luận cho thiết kế tàu trong tất cả các Viện nghiên cứu tàu bè cho đến tận ngày nay. Những công thức thực nghiệm do *Euler* tìm ra trở thành công thức đa năng, dùng chung cho tất cả kiểu dáng tàu. Trong thế kỷ này nhà đóng tàu người Thụy Điển *F. H. Chapman* (1721-1808) từ hoạt động thực tế tại các xưởng đóng tàu Bắc Âu đã góp phần hoàn chỉnh những cơ sở lý luận của bộ môn thiết kế tàu thủy. Trong những công trình khoa học công bố tại Stockholm từ 1775-1806, *Chapman* đã trình bày cách giải quyết vấn đề quan hệ giữa lượng chiếm nước và kích thước chính của tàu theo yêu cầu thiết kế. *Chapman* đã xác lập phương trình trọng lượng trong khuôn khổ hàm của lượng chiếm nước. Quan hệ giữa lượng chiếm nước và các nhóm trọng lượng được xử lý bằng môn toán học thống kê. Cũng chính *Chapman* đã tìm cách trình bày quan hệ giữa sức chở của tàu với lượng chiếm nước, với kích thước chính của tàu và ảnh hưởng của các thông số trên đến ổn định tàu. Từ sáng kiến của ông, cách vẽ tàu sơ khai, cách biểu diễn tàu trên các mặt cắt, cách tạo lưới cho đồ họa, nghĩa là những yêu cầu cần thiết cho một bản vẽ thiết kế vỏ tàu đã ra đời từ thế kỷ 18. Trong các phần tiếp của tài liệu, chúng ta còn có dịp làm quen với công thức vẽ vỏ tàu mang tên *Chapman*. Ngày nay, cách làm của ông vẫn đang được dùng có hiệu quả trong tự động hóa thiết kế vỏ tàu.

Thế kỷ XIX là thời kỳ phát triển ở trình độ cao của ngành chế tạo máy tàu, đóng tàu vỏ kim loại. Từ đầu thế kỷ này những nhà đóng tàu tại các nước có nền công nghiệp đóng tàu phát triển tiếp tục hoàn chỉnh cơ sở lý luận thiết kế tàu chiến và tàu thương mại. Phương trình trọng lượng đã có từ thời *Chapman* được xem xét kỹ và hoàn thiện lại. Thực tế, chúng đang còn hữu ích đến ngày nay. Nhà đóng tàu *J. A. Normand* (1839-1906) tìm cách loại dần các cách thiết kế “*mò mẫm*” thay vào đó bằng những công thức gần đúng rút ra từ thực tế làm việc. Mối liên hệ giữa máy tàu và vỏ tàu đã được *Normand* đưa vào thiết kế. Cũng cần kể thêm, ý tưởng dùng phương pháp toán gọi là *phương pháp vi phân* để xác định lượng chiếm nước tàu đã xuất hiện trong các tác phẩm của *Normand*, những năm nửa sau của thế kỷ XIX.

Thế kỷ XX, thiết kế tàu được đánh dấu bằng các tiến bộ lớn. Trong lĩnh vực lý luận thiết kế những năm đầu của thế kỷ, các nhà đóng tàu lần lượt đưa ra những tổng kết hoàn chỉnh giúp cho bộ môn phát triển vững chắc. Một điều có

thể ghi nhận được, những tài liệu làm cơ sở cho thiết kế tàu công bố vào những năm đầu thế kỷ này đang còn đầy đủ giá trị khoa học cho đến nay.

Đội tàu thương mại ngày nay

Tàu thủy có thể chia làm các nhóm chính sau đây:

a) Tàu làm việc trên nguyên tắc khí động học

Trong nhóm này có thể kể hai kiểu tàu đang được dùng phổ biến. Tàu trên đệm khí (*air cushion vehicle - ACV*) tựa trên một “gối khí” áp lực đủ lớn, được một “váy” mềm bao bọc. Tàu hoạt động nhờ lực nâng của “gối”, lực đẩy của chong chóng. Kiểu tàu thứ hai của nhóm không “mặc váy”, nhưng tận dụng ngay thành cứng kéo dài xuống của tàu làm màng giữ khí áp lực lớn. Kiểu này trong ngôn từ chuyên môn gọi là *captured-air-bubble vehicle - CAB*. Biến dạng của tên gọi còn là *tàu bọt khí*, đẩy bằng thiết bị phụt nước hoặc chân vịt siêu sủi bọt.

b) Tàu làm việc trên nguyên tắc thủy động lực

Tàu nhóm này làm việc trong nước trên nguyên lý thủy động lực. Tàu sử dụng lực nâng của cánh chìm, chạy trong nước, nâng tàu lúc chạy gọi là *tàu trên cánh* thông thường còn được gọi *tàu cánh ngầm (hydrofoil vehicle)*. Cánh của tàu được dùng thường thấy là cánh máy bay, được bẻ gấp thành chữ V chạy ngầm trong nước (*surface piercing*) và dạng thanh trượt (*submerged foils*), nâng thân tàu. Trong nhóm tàu làm việc theo nguyên tắc thủy động lực còn có các *tàu lướt*. Tàu có kết cấu đáy dạng tấm trượt, thường được gấp thành hình chữ V (*deep Vee*). Tấm trượt khi lướt trong nước tạo lực nâng, và lực này nhấc một phần tàu lên, giảm thể tích phần chìm khi chạy. Từ chuyên môn thường gọi đây là *planing craft*.

c) Nhóm đông đúc nhất là tàu hoạt động trên nguyên lý của định luật Archimedes, gọi là *tàu nổi (displacement ships)*. Trong trạng thái đứng yên cũng như trạng thái chạy lực đẩy tàu từ dưới lên, gọi là lực nổi do nước tác động, luôn cân bằng với trọng lượng toàn tàu trong trạng thái ấy. Trong nhóm này bao gồm các loại tàu chạy sông, tàu đi biển như tàu chở hàng, tàu chở dầu, tàu khách nói chung, tàu kéo, tàu đánh cá.... Xét thân tàu, đặc biệt phần thân chìm dưới nước có thể thấy, trong nhóm này có tàu một thân, tàu nhiều thân như *catamaran* (hai thân), *trimaran* (ba thân).

Tàu nổi phục vụ các mục đích dân sự có thể chia thành các nhóm căn cứ vào chức năng tàu.

Nhóm 1: Tàu vận tải hàng hóa, vận chuyển người (tàu khách) đi biển và tàu vận tải chạy sông, hồ.

Hàng hóa do tàu vận chuyển rất đa dạng, từ hàng rời, hàng đóng kiện, hàng đóng trong thùng tiêu chuẩn, hàng lạnh, hàng lỏng.... Trong nhóm này *tàu vận tải hàng khô tổng hợp (general cargo ships)* ra đời sớm, số lượng đông nhất. Tàu nhóm này có sức chở từ vài trăm tấn *DW*, chạy ven biển đến những tàu sức chở đến 14.000*DWT* hoạt động đường dài. Tàu đa chức năng (*general purpose cargo*

ship) thường được những người trong ngành gọi là *tramp ship* vận chuyển hàng hóa đi khắp thế giới khi có đơn đặt hàng, song không bắt buộc theo lịch trình đã “kế hoạch hóa”. Lớn nhất trong nhóm *tramp* có sức chở đến 14.000DWT, vận tốc khai thác $v = 14HL/h$.

Tàu *liner* thuộc nhóm chạy theo lịch trình, theo tuyến đường xác định và thông lệ chở những mặt hàng cũng gần như chuẩn hoá. Từ những năm bảy mươi tàu *liner* tiêu biểu chiều dài 175m, sức chở 13.000DWT, vận tốc khai thác 23 HL/h đã hoạt động mang lại hiệu quả.

Tàu chở hàng thùng, còn gọi là tàu *container* (*container vessel*) ra đời trong cách mạng vận chuyển hàng, chạy nhanh hơn lớp tàu chở hàng khô tổng hợp vừa nêu, sức chở cũng lớn hơn. Tàu *container* sức chở trên 3000TEU đã khai thác thành công trong những năm chín mươi.

Nhóm tàu chở hàng lỏng gồm tàu chở dầu theo nghĩa chung, từ chuyên ngành gọi là *tanker* hiện tại có kích thước lớn nhất, sức chở lớn nhất. *Tanker* phân thành hai nhóm nhỏ, tàu chở sản phẩm từ công nghiệp dầu khí (*products carrier*) và tàu chở dầu thô (*crude carrier*). *Tanker* “lớn” rất nhanh sau chiến tranh thế giới thứ II. Những năm năm mươi tàu dầu cỡ 30.000DWT đã được coi là supertanker, năm 1960 tàu dầu sức chở trên 50.000DWT đã mở đầu cho thời kỳ phát triển kích cỡ. Giữa những năm sáu mươi *tanker* sức chở trên 100.000DWT trở thành thông thường, năm cuối của thập kỷ sáu mươi ra đời *tanker* sức chở 250.000DWT. Tàu đã hoạt động, có kích cỡ lớn nhất, dài trên 400m, rộng trên 70m, sức chở 550.000DWT xuất hiện giữa những năm bảy mươi. Cùng thời kỳ này thiết kế tàu chở dầu sức chở 1 triệu DWT đã được xem xét.

Tàu chở khí hóa lỏng (*Liquefied Gas Carriers*), gồm hai kiểu là tàu chở khí thiên nhiên hóa lỏng (*Liquefied Natural Gas – LNG*) và tàu chở khí công nghiệp hóa dầu (*Liquefied Petroleum Gas – LPG*) dùng chở khí hóa lỏng ở nhiệt độ rất thấp, ví dụ đến -162°C cho tàu *LNG*. Tàu *LNG* đưa vào hoạt động thương mại từ năm 1964 có dung lượng 27.400m^3 . Kích thước tàu nhóm này cỡ 125.000m^3 năm 1975 và 300.000m^3 từ những năm tám mươi.

Tàu chở hàng rời (*bulk carrier*) được chuyên nghiệp hóa để vận chuyển quặng, than đá, khoáng sản, các loại hạt rời không đóng gói. Chức năng cụ thể đọc theo tên gọi chuyên ngành như tàu *OO* (*Ore-Oil*), tàu *OBO* (*Ore-Bulk-Oil*). Tàu nhóm chở hàng *bulk* có sức chở khá lớn, từ 100.000DWT đến 150.000DWT hoặc hơn. Tàu *OBO* cỡ lớn đóng vào những năm bảy mươi có kích thước như sau: $L_{pp}.B.D = 313 \times 52 \times 27,3(\text{m})$, vận tốc 13,5 HL/h, sức chở 245.320DWT.

Tàu *Ro-Ro*, viết tắt từ *Roll-On/Roll-off Ship*, đưa hàng vào tàu và chuyển hàng ra theo phương thức vận chuyển ngang nhờ thiết bị di động. Tàu đóng vào những năm bảy mươi có kích thước tiêu biểu: chiều dài toàn bộ 208,5m, chiều rộng 31,1m, lượng chiếm nước 33.765T, sức chở 19.000DWT. Tàu khai thác ở vận tốc 23HL/h.

Tàu chở sà lan (*barge carrier*) nhận sà lan và đưa chúng ra khỏi tàu theo nguyên lý *Float-on/Float-off*. Sà lan chứa trên tàu mẹ đã được tiêu chuẩn hóa. Nhóm tàu *LASH* (*Lichter Abroad Ship*), chở sà lan, kích thước $LBD = 18,75 \times 9,5 \times 3,96 \text{ m}$, lượng chiếm nước mỗi *lichter* 455,4T. Tàu *LASH* tiêu biểu sức chở 46.153DWT gồm 89 sà lan, khai thác ở vận tốc 20HL/h, đã hoạt động từ những năm bảy mươi. Tàu thuộc nhóm *SEABEE* (*sea barge*) chở sà lan tiêu chuẩn với $LBD = 29,72 \times 10,67 \times 3,81 \text{ m}$, $DW = 833,9T$ đã khai thác có hiệu quả từ những năm bảy mươi. Tàu *SEABEE* sử dụng cần cẩu cố định đặt phía lái để nâng hạ sà lan.

Tàu chở gỗ (*timber carrier*) phát triển mạnh trước những năm sáu mươi, chuyên môn hóa trong khâu vận chuyển từ gỗ tròn đến gỗ thành phẩm.

Tàu chở hàng lạnh (*refrigerated cargo ship*) thuộc nhóm tàu vận tải hàng khô lạnh, chuyên chở rau quả, cá, thịt, thực phẩm. Nhiệt độ buồng lạnh trên tàu khoảng +5°C đến -25°C theo yêu cầu bảo quản hàng khác nhau.

Tàu chở xe, thiết bị (*car carrier*) chủ yếu dùng chở các loại xe, máy móc chuyên dụng....

Tàu khách chuyên dùng chở người qua lại sông, vịnh, còn gọi “phà” (*bac, ferry car*) đến tàu khách (*passenger ship*) tuyến đường dài, cố định, chuyên ngành gọi là *liner*, tàu tuyến cố định. Tàu khách dùng để chở người hoặc chở người cùng hàng hóa. Có thể phân biệt thêm, tàu vừa chở khách và hàng hóa còn có tên gọi *tàu hàng - khách*. Tàu du lịch chở khách tuyến ngắn, số lượng khách trên tàu không đông. Tàu hoạt động tuyến cố định thường có kích thước lớn, trang bị tiện nghi đầy đủ, lượng chiếm nước đến 70.000T, lượng khách đến 2.000 người hoặc hơn. Tàu khách hạ thủy năm 1967 có kích thước đặc trưng sau: $L_{oa} = 294\text{m}$, $B = 32\text{m}$, chiều cao đo đến đỉnh ống khói 61,4m, chở 2025 khách, khai thác ở vận tốc 28,5HL/h. Trang bị buồng máy là cụm tua bin công suất 82.000kW.

Nhóm 2: Tàu dịch vụ (*service vessels*)

Tàu chuyên ngành, hay tàu công tác trên biển, trong cảng. Nhóm tàu này đa dạng, chuyên sâu vào một hoặc một số lĩnh vực phục vụ kỹ thuật. Tàu kéo và tàu đẩy ra đời rất sớm và làm nhiều việc khác nhau, kéo các phương tiện thủy, đẩy các đoàn tàu vận tải. Tàu nhóm này thường thiết kế và chế tạo tùy thuộc vùng sử dụng gồm tàu kéo chạy sông, cảng, tàu ven biển và tàu đi biển. Tàu cứu hộ (*salvage vessel*) trang bị máy đủ mạnh, hoạt động trong mọi điều kiện thời tiết, đảm bảo công việc cứu người, tàu... khi có yêu cầu. Tàu đảm bảo hàng hải có tàu thả phao (*buoy vessel*), tàu công trình như tàu cuốc bùn, tàu hút bùn làm công tác nạo vét luồng lạch, cảng (*dredger*), tàu đặt cáp ngầm (*cable layer*). Các tàu chạy nhanh phục vụ các mục đích khác nhau như tàu hoa tiêu (*pilot craft*), tàu hải quan (*custom boat*), tàu kiểm ngư (*fisheries patrol boat*),....

Nhóm 3: Tàu phục vụ khai thác dầu khí hay còn gọi nhóm tàu công nghiệp

Tàu phục vụ khai thác dầu khí ngoài khơi (*offshore vessels*) gồm các tàu làm dịch vụ cung ứng (*supply ship*), tàu đặt ống ngầm (*pipe layer*), cần cẩu nổi (*crane*

barge), giàn khoan nổi gồm giàn nửa chìm và giàn tự nâng (*semisubmersible drill rig, jack-up rig*), tàu khoan (*drill ship*) và các công trình nổi phục vụ sản xuất trên biển (*production platforms*). Tàu khoan phục vụ khoan thăm dò vùng biển có độ sâu đến 500m. Một trong các tàu khoan đang hoạt động có kích thước đặc trưng sau đây: $LBd = 235,5 \times 21,3 \times 7,02$ m, lượng chiếm nước 14.100T khoan tại những vùng biển có chiều sâu vùng nước đến 215m nước, khoan sâu vào lòng đất 600m. Các trạm chứa dầu không bến FPSO làm chức năng chứa dầu vừa khai thác tại vùng biển xác định là nhóm tàu ra đời chỉ vài mươi năm trở lại đây.

Tàu đánh bắt cá và chế biến cá. Tàu cá chiếm đến 5% tải trọng của đội tàu trên thế giới. Tàu đánh bắt gồm tàu lưới kéo, tàu lưới vây, tàu làm nghề lưới rê... Tàu chế biến ở dạng những cơ sở sản xuất khá lớn trên biển.

Ký hiệu và đơn vị tính dùng trong thiết kế tàu

Trong giáo trình này sử dụng các ký hiệu chính, các đơn vị đo quen thuộc mang tính truyền thống trong ngành đóng tàu.

Kích thước chính của tàu và hệ số béo:

L	chiều dài tàu nói chung - <i>length of ship</i>
L_{oa}	chiều dài toàn bộ - <i>length over all</i>
L_{pp}	chiều dài giữa hai trụ - <i>length between perpendiculars</i>
L_{wl}	chiều dài đường nước - <i>waterplane length</i>
B	chiều rộng - <i>breadth</i>
D hoặc H	chiều cao tàu - <i>depth</i>
d hoặc T	mớn nước tàu - <i>draught, draft</i>
CB, C_B	hệ số đầy thể tích - <i>block coefficient</i>
CM, C_M	hệ số đầy mặt cắt giữa tàu - <i>midship coefficient</i>
CP, C_P	hệ số đầy lăng trụ - <i>longitudinal prismatic coefficient</i>
CW, C_W	hệ số đầy đường nước - <i>waterplane coefficient</i>
D, Δ	lượng chiếm nước - <i>displacement weight</i>
V, ∇	thể tích phần chìm- <i>displacement volume</i>

Các ký hiệu dùng chung:

BM, \overline{BM}	khoảng cách từ tâm nổi B đến tâm nghiêng M trong mặt cắt ngang - <i>metacentre above centre of buoyancy</i>
BM_L, \overline{BM}_L	khoảng cách từ tâm nổi B đến tâm nghiêng M trong mặt cắt dọc - <i>longitudinal metacentre above centre of buoyancy</i>
g	gia tốc trọng trường - <i>acceleration due to gravity</i>
H, h	chiều cao nói chung - <i>height, depth</i>
L_w, λ	chiều dài sóng - <i>wave length</i>
m	khối lượng - <i>mass</i>

p	áp suất - <i>pressure</i>
P	công suất - <i>power</i>
T	chu kỳ - <i>period</i>
W, w	trọng lượng - <i>weight</i>
Fb	mạn khô tàu - <i>freeboard</i>
G	trọng tâm tàu - <i>centre of gravity</i>
GM, \overline{GM}	chiều cao tâm nghiêng (ngang) - <i>metacentric height</i>
GM_L, \overline{GM}_L	chiều cao tâm nghiêng dọc - <i>longitudinal metacentric height</i>
GZ, \overline{GZ}	tay đòn ổn định - <i>stability lever</i>
I_L	momen quán tính dọc của đường nước - <i>longitudinal moment of inertia of waterplane</i>
I_T	momen quán tính ngang của đường nước - <i>transverse moment of inertia of waterplane</i>
K	sống chính - <i>keel</i>
KB, \overline{KB}	chiều cao tâm nổi trên đáy - <i>center of gravity above moulded base (keel)</i>
M	tâm nghiêng - <i>metacentre</i>
Sw	mặt ướt vỏ tàu - <i>wetted surface</i>
$\alpha \equiv C_W$	hệ số đầy thể tích
$\beta \equiv C_M$	hệ số đầy mặt giữa tàu
$\delta \equiv C_B$	hệ số đầy đường nước
$\varphi \equiv C_P$	hệ số đầy lăng trụ
$\Delta \equiv D$	lượng chiếm nước của tàu - <i>displacement weight</i>
$\nabla \equiv V$	thể tích phần chìm - <i>displacement volume</i>

Đơn vị đo trong hệ thống SI

Tên gọi	Đơn vị	Ký hiệu
Chiều dài	Metre	m
Khối lượng	Kilogram	kg
Thời gian	Giây	s
Lực	Newton	$N = kg.m/s^2$
Công	Joule	$J = N.m$
Công suất	Watt	$W = J/s$

Những đại lượng xuất hiện thường xuyên trong giáo trình, mang ý nghĩa truyền thống của ngành nghề như sau:

Trọng lượng ký hiệu chung W , w và P trong tài liệu. Đơn vị đo kG (trọng lượng) hoặc tấn trọng lượng trong hệ thống *metric*, viết tắt T hoặc MT .

D_T	lượng chiếm nước toàn bộ - <i>total displacement</i>
D_o	lượng chiếm nước tàu không - <i>light displacement</i>
DW	trọng tải - <i>deadweight</i>
DWT	tấn trọng tải - <i>deadweight</i> .

Lượng chiếm nước của tàu D hoặc Δ , tính theo công thức: $D = \gamma.V$ hoặc $\Delta = \gamma.V$ với γ - trọng lượng riêng của nước bao tàu, tính cho nước sông $\gamma = 1,0 T/m^3$, còn cho nước biển $\gamma = 1,025 T/m^3$. Đơn vị đo dùng cho $D(\Delta)$ là đơn vị trọng lượng, kG (trọng lượng) hoặc tấn trọng lượng, viết tắt T hoặc MT .

Vận tốc ký hiệu v , đo bằng m/s trong hệ SI , hoặc hải lý/giờ (HL/h) khi tính vận tốc tàu đi biển.

Công suất máy chính lắp trên tàu ký hiệu BHP hoặc P_B (*Brake Horsepower*), công suất dẫn đến đầu trục chân vịt DHP hoặc P_D (*Delivered Horsepower*), tính bằng mã lực trong hệ thống *metric* hoặc hp trong hệ thống *Imperial UK*. Mã lực HP - *horsepower* trong hệ thống đo *metric* tính bằng $75 kG.m/s$, trong hệ thống đo của UK và USA tương đương $76 kG.m/s$. Trong nhiều trường hợp mã lực trong hệ *metric* được ký hiệu PS hoặc CV .

Trong giáo trình có sử dụng các đơn vị đo truyền thống thuộc hệ thống đo *Imperial* của UK và USA . Hoán đổi các đơn vị giữa hệ thống đo hoàng gia và hệ thống *metric* theo cách sau:

Chiều dài: $1 foot = 0,3048m$; $1 inch = 0,0254m$; $1 NM$ (hải lý) $= 1,85318km$.

Vận tốc: $1 knot$ (nghĩa đen: nút, viết tắt kn) $= 1 HL/h = 0,515 m/s$

Trọng lượng: $1 pound = 0,445 kG$; $1 long ton$ (ký hiệu LT) $= 1,016 MT$.

Công suất: $1 HP = 745,7 W$.

Chương 1

TRỌNG LƯỢNG TÀU. PHƯƠNG TRÌNH TRỌNG LƯỢNG

1.1 TRỌNG LƯỢNG VỎ TÀU

Trọng lượng vỏ tàu trong các bài toán thiết kế được hiểu là tổng trọng lượng các chi tiết cấu thành thân tàu. Các nhóm trọng lượng chính gồm:

- a) Kết cấu bản thân thân tàu: vỏ tàu, các vách, boong, sàn, kết cấu gia cứng...
- b) Thượng tầng và các lầu
- c) Các kết cấu bằng vật liệu phụ, tham gia vào thành phần thân tàu như gỗ, xi măng, vật liệu tổng hợp tham gia vào vỏ tàu bằng thép.

Từ thực tế có thể nhận thấy rằng, trọng lượng bản thân thân tàu tỷ lệ với kích thước chính thân tàu LBH . Trong số các kích thước chính đang đề cập, H được tính đến boong liên tục, cao nhất. Nhờ phép thống kê chúng ta có thể xác lập trọng lượng tính cho mỗi đơn vị m^3 , từ trọng lượng này. Nếu ký hiệu W_V - trọng lượng vỏ tàu, trọng lượng cho mỗi đơn vị từ mô đun LBH , gọi là chỉ số trọng lượng vỏ, được tính theo cách sau.

$$p_V = \frac{W_V}{LBH}, \quad (t/m^3) \quad (1.1)$$

Ngoài ra chúng ta còn sử dụng cách tính khác cách vừa nêu. Theo cách này, cần thiết xác lập chiều cao tàu H_1 , gọi là chiều cao tương đương, trên cơ sở chiều cao H của tàu và chiều cao thượng tầng tàu.

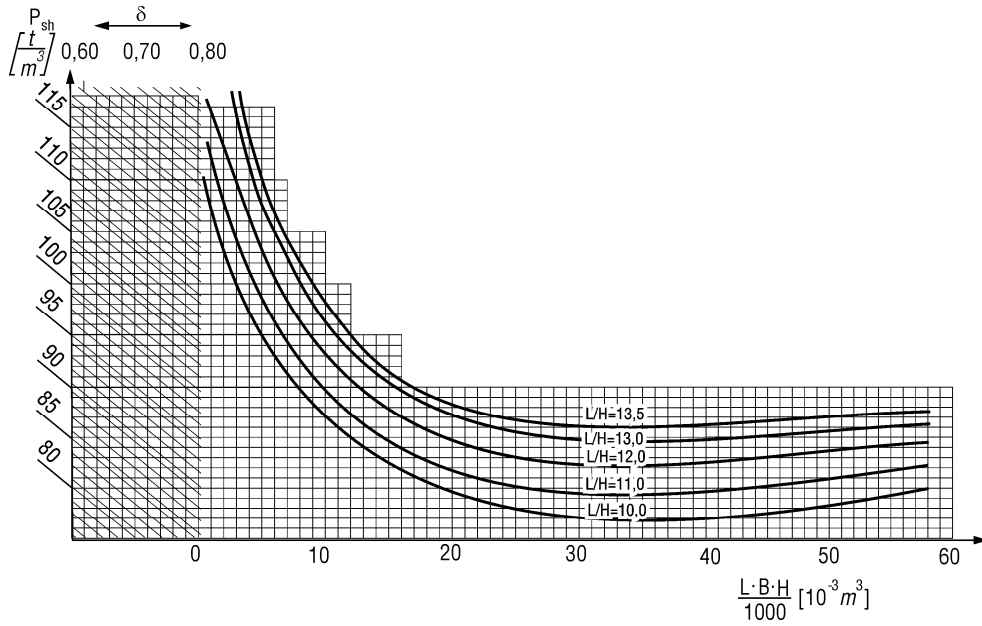
$$H_1 = H + \frac{V_{tt} + V}{L.B}, \quad (m) \quad (1.2)$$

trong đó V_{tt} - dung tích thượng tầng, tính bằng m^3 . Chỉ số trọng lượng vỏ tàu có thể xác lập theo cách sau:

$$p_{V1} = \frac{W_V}{LBH_1}, \quad (t/m^3) \quad (1.3)$$

Một số giá trị tiêu biểu cho các kiểu tàu thông dụng được tổng kết tại bảng.

Kiểu tàu	$p_{V1} (kg/m^3)$	Kiểu tàu	$p_{V1} (kg/m^3)$
Tàu hàng cỡ nhỏ	95-105	Tàu chở hàng rời	100-115
Tàu hàng cỡ lớn	95-100	Tàu dầu	110-95

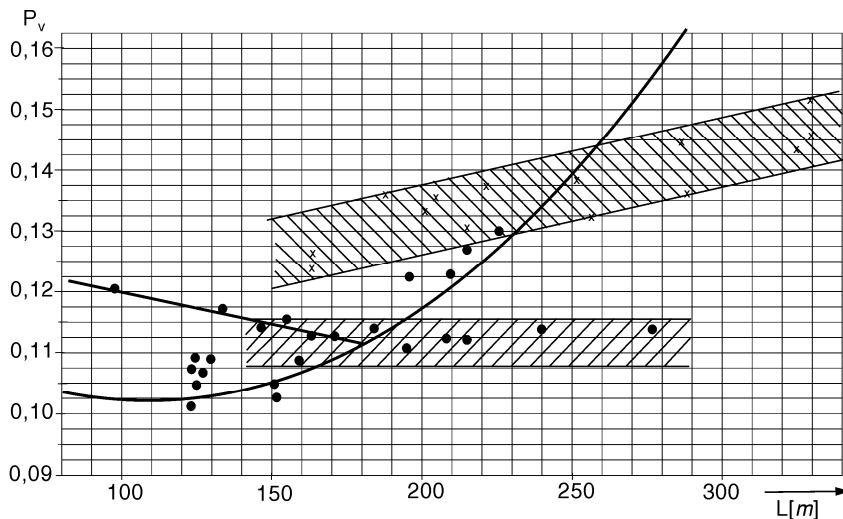


Hình 1.1 Trọng lượng vỏ thép tàu kiểu cũ, tính đến boong cao nhất

Theo cách đặt vấn đề của một số chuyên gia đóng tàu, với tàu vỏ thép cần tìm cách tính trọng lượng (theo nghĩa đúng là khối lượng vật liệu làm bằng thép) vỏ thép cho tàu đang thiết kế. Thông thường, trên tàu nhóm này trọng lượng vỏ thép chiếm không dưới 60% trọng lượng tàu không. Với tàu vận tải cỡ lớn, trọng lượng vỏ thép W_v chiếm khoảng 20% lượng chiếm nước D của tàu, còn với tàu cỡ nhỏ tỷ lệ này lớn hơn nhiều. Hình 1.1 giới thiệu hệ số trọng lượng vỏ thép tàu vận tải kiểu cũ dạng *shelterdeck*, tính theo công thức:

$$p_{sh} = \frac{1000 \cdot W_{sh}}{LBH} \quad (1.4)$$

trong đó W_{sh} là trọng lượng tính thép làm vỏ tàu, tính bằng tấn.



Hình 1.2 Quan hệ giữa chỉ số trọng lượng vỏ với chiều dài tàu

Căn cứ dữ liệu thu nhận từ các tàu vận tải hàng khô, hàng rời, hàng lỏng dài dưới 180m, đóng trước những năm sáu mươi có thể lập đồ thị trình bày quan hệ giữa p_V và chiều dài tàu. Sử dụng cách làm ngoại suy vào trường hợp này, đồ thị $p_V = f(L)$, trong đó $p_V = W_V/V_U$, có dạng như tại hình 1.2.

Trên hình, các ký hiệu dùng chỉ các kiểu tàu tham gia trong thống kê. O - tàu vận tải hàng khô, ° - tàu chở hàng lạnh; c- tàu chở hàng thùng; • - tàu hàng rời; ⊗ - tàu khách và x - tàu chở dầu.

Thể tích V_U được hiểu là dung tích tàu, phần dưới boong.

Chỉ số trọng lượng p_V các tàu thông dụng có thể tổng kết như sau:

Tàu vận tải thông dụng	$0,103[1 + 17(L-110)^2]$
Tàu khách	$0,113 \div 0,121$
Tàu hàng rời	$0,108 \div 0,117$
Tàu chở dầu	$0,021 + L/1000 \pm K$, với $K < 5\%$
Tàu hàng lạnh	$0,106 \div 0,116$.

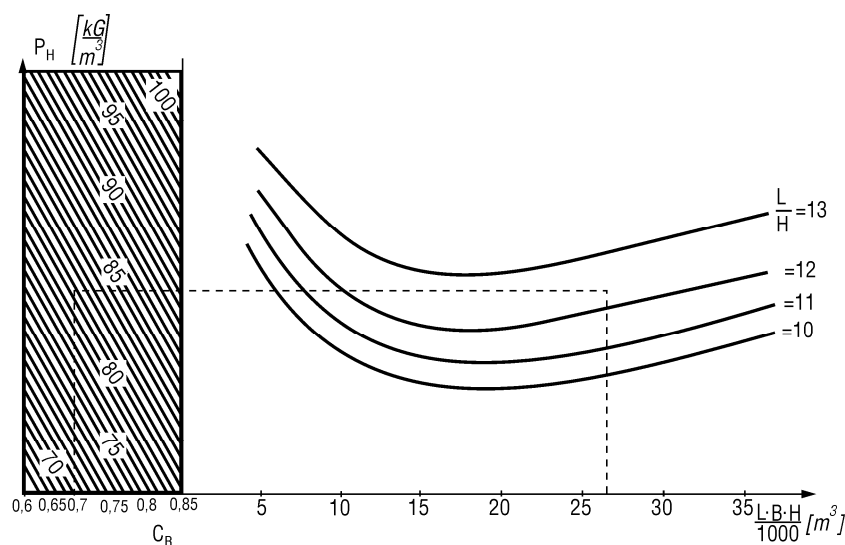
Tàu hàng thông dụng có các giá trị “chuẩn” sau:

$$L/H = 12; L/B = 6,5; T/H = 0,85; C_M = 0,98; C_B = 0,65$$

Trọng lượng vỏ tàu có thể qui ước chia làm hai thành phần: trọng lượng thân tàu, tính đến boong như đã nêu W_{V1} và trọng lượng thượng tầng gồm các kết cấu trên boong W_{V2} . Chỉ số trọng lượng trong trường hợp này cũng được chia làm hai, tính theo qui ước giữa các nhà đóng tàu:

$$p_H = \frac{W_{V1}}{LBH} \quad \text{và} \quad p_{SUP} = \frac{W_{V2}}{V_{SUP}}$$

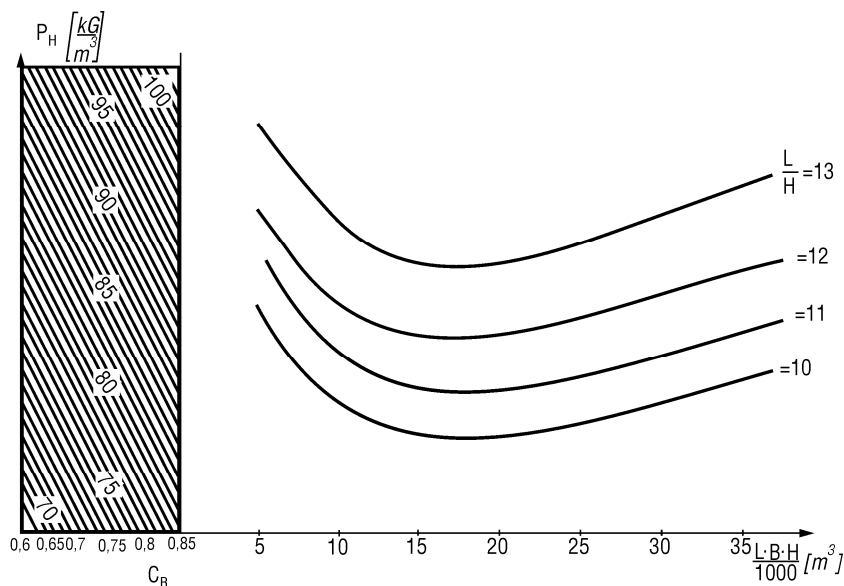
trong đó: LBH - mô đun kích thước chính, m^3 và V_{SUP} - dung tích thượng tầng, m^3 .



Hình 1.3

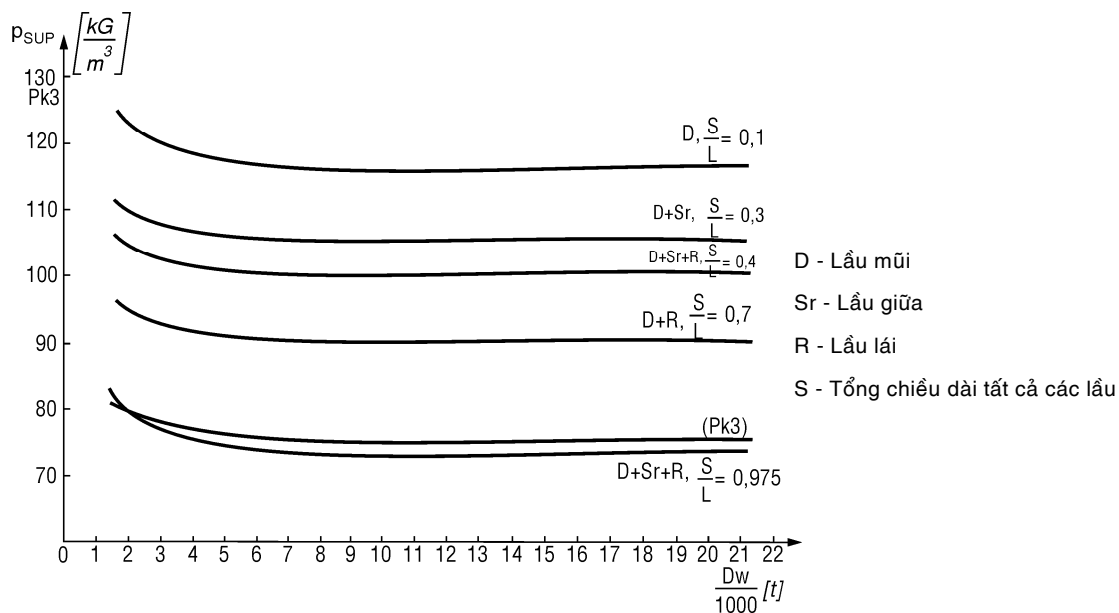
Chỉ số p_H phụ thuộc vào LBH , hệ số béo thể tích của tàu C_B (δ) và tỷ lệ L/H . Tài liệu thống kê cho thấy chỉ số này nằm trong phạm vi khá rộng, từ 0,070 đến 0,110 t/m^3 . Đồ thị tại hình 1.3 giới thiệu quan hệ đang nêu của các tàu chở hàng khô, hai boong, kiểu cũ.

Hình 1.4 trình bày đồ thị dạng tương tự, áp dụng cho tàu ba boong.



Hình 1.4

Chỉ số trọng lượng dùng để tính trọng lượng thượng tầng được giới thiệu tại hình 1.5, trong đó p_{SUP} được xét như hàm của sức chở.

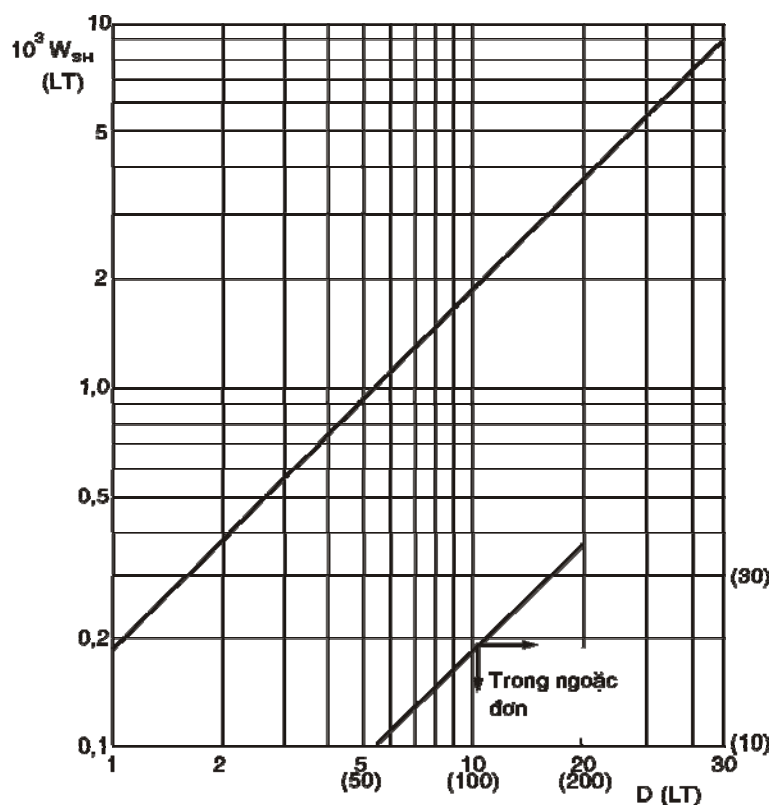


Hình 1.5

Từ cách đặt vấn đề trên đây, *Johnson* và *Rumbel** đề xuất cách tính trọng lượng vỏ thép dùng cho tàu dầu và tàu chở hàng đi biển dưới dạng đồ thị $W_{SH} = f(D)$, trong đó D - lượng chiếm nước của tàu, viết tắt từ Displacement, thứ nguyên của D là tấn trọng lượng (T hoặc MT).

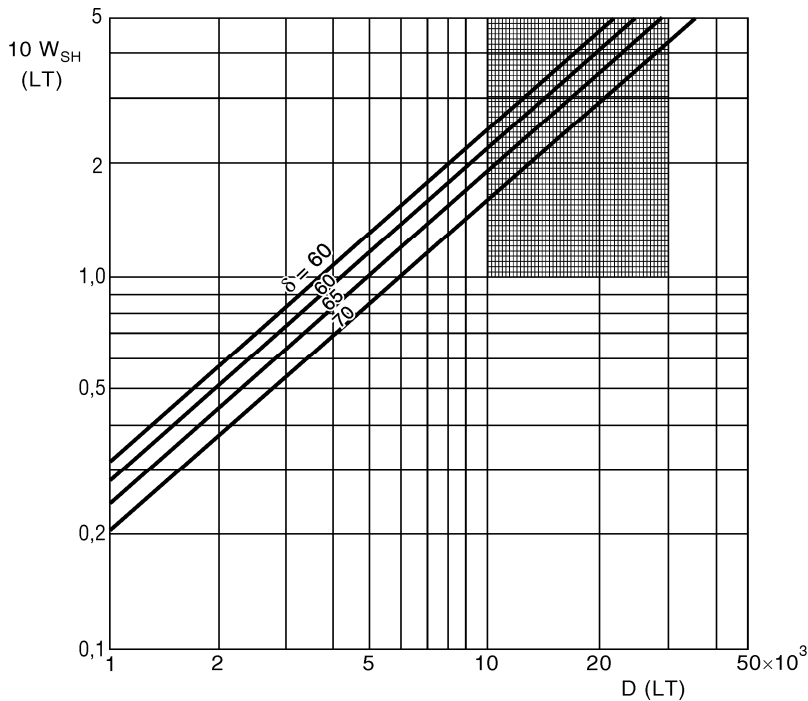
Phương pháp tính cho phép xác định trọng lượng vỏ thép tàu dầu với D cỡ đến 200.000 tấn, tàu chở hàng rời đến 40.000t và tàu chở hàng khô với các yêu cầu riêng lẻ. Phương pháp cho phép nhanh chóng xác định trọng lượng vỏ thép các tàu trong phạm vi chỉ định, tuy nhiên những giá trị tính toán chỉ mang tính gần đúng, cần tiếp tục kiểm chứng.

Hai đồ thị tại hình 1.6 và hình 1.7 dưới đây trích từ bài báo vừa nêu. Trọng lượng thép làm vỏ tính bằng *long ton* (LT), lượng chiếm nước tàu tính trong hệ đo Anh - Mỹ, bằng *long ton*. Chuyển đổi tấn theo hệ thống trên ra tấn hệ mét tiến hành theo công thức: $long\ ton = 1016\ kG$. Cần giải thích thêm, các tàu được đưa vào danh sách thống kê thiết kế và chế tạo trước năm 1960 tại *USA*, giá trị tra từ đồ thị không hoàn toàn trùng lặp với dữ liệu thống kê của châu Âu và các nước khác.



Hình 1.6 Quan hệ trọng lượng thép vỏ tàu chở dầu với lượng chiếm nước

* Johnson R.P, Rumble H. P., "Weight, Cost and Design Characteristics of Tankers and Dry Cargo Ships", ISP, 1964.



Hình 1.7 Trọng lượng vỏ thép tàu chở hàng rời và tàu chở hàng khô

1.2 TRỌNG LƯỢNG THIẾT BỊ TÀU VÀ HỆ THỐNG TÀU

Trọng lượng nhóm thiết bị thay đổi trên các tàu, tùy thuộc công dụng tàu và kiểu tàu. Trọng lượng này còn tùy thuộc yêu cầu chủ tàu, thay đổi khác nhau trong một kiểu tàu. Nhóm trọng lượng này có thể coi tỷ lệ với mô đun $L.B.H$ hoặc $L.B.H_1$, giống như chúng ta đã thực hiện với nhóm vỏ. Trong tính toán nhiều khi người tính gộp cả hai nhóm trọng lượng này lại thành nhóm chung mang tên trọng lượng vỏ tàu đã trang bị.

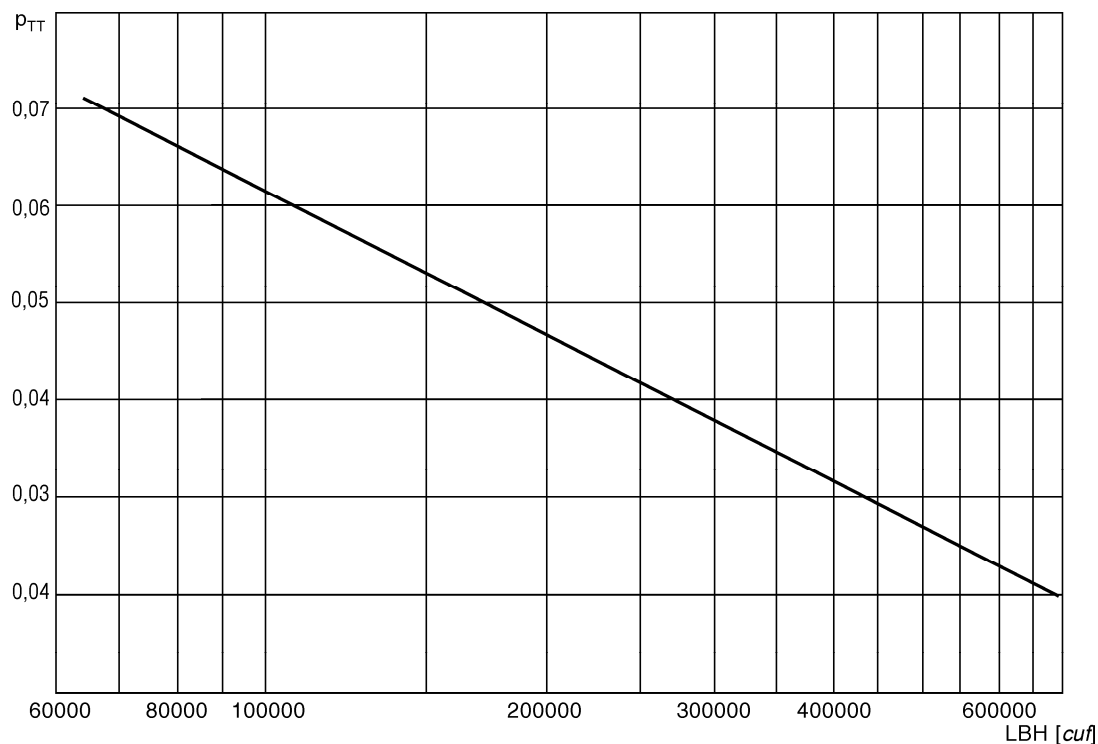
Chỉ số trọng lượng trang thiết bị tàu tính theo một trong hai dạng:

$$p_{TT} = \frac{W_{TT}}{L \cdot B \cdot H}, \quad (kG/m^3) \quad \text{hoặc} \quad p_{TT1} = \frac{W_{TT}}{L \cdot B \cdot H_1}, \quad (kG/m^3) \quad (1.5)$$

Những giá trị tham khảo như dưới đây:

Kiểu tàu	$p_{TT} (kG/m^3)$
Tàu hàng cỡ nhỏ	53 - 47
Tàu hàng cỡ lớn	47 - 45
Tàu chở hàng rời	28 - 24
Tàu dầu	25 - 20

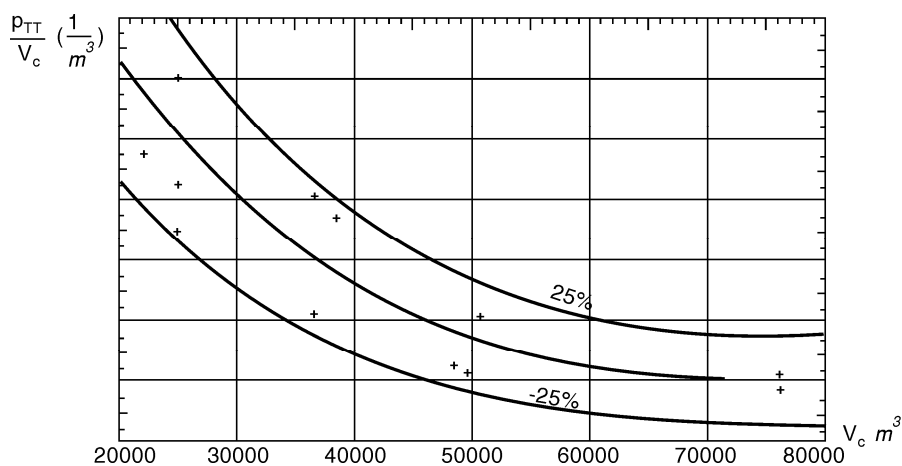
Chỉ số này thay đổi trong giới hạn rộng $4 \div 70 (kG/m^3)$ đối với tàu chạy sông. Ví dụ với sà lan chỉ số mang giá trị bé nhất được áp dụng, trong khi đó tàu kéo, tàu đẩy có chỉ số p_{TT} với giá trị lớn nhất.



Hình 1.8a Hệ số trọng lượng trang thiết bị tàu dầu

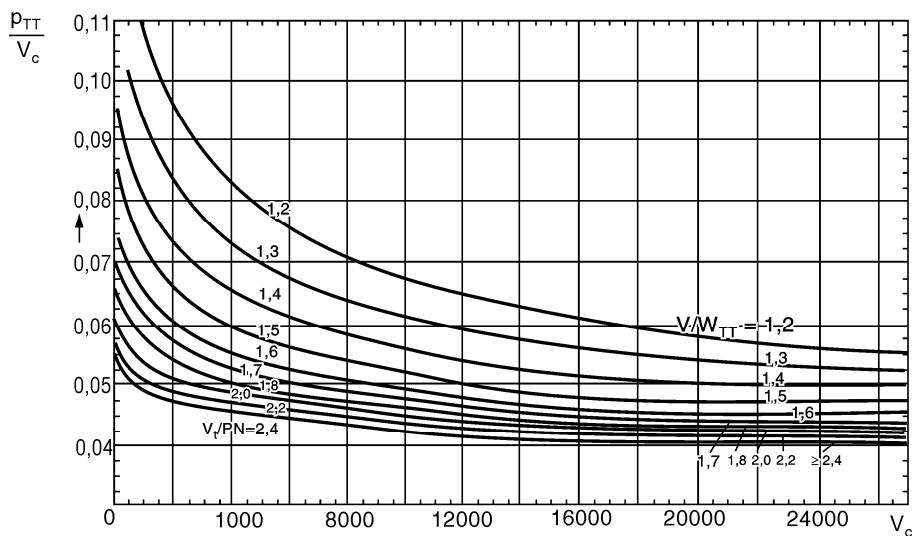
Trên đồ thị L, B, H đo bằng feet, $L.B.H$ tính bằng cub ft.

Đồ thị tại hình 1.8 trình bày quan hệ giữa trọng lượng trang thiết bị của tàu W_{TT} với mô đun $L.B.H$ tàu chở dầu đóng vào những năm sáu mươi, bảy mươi. Kích thước chính của tàu dùng cho hình 1.8 đo bằng feet, trọng lượng tính bằng long ton.



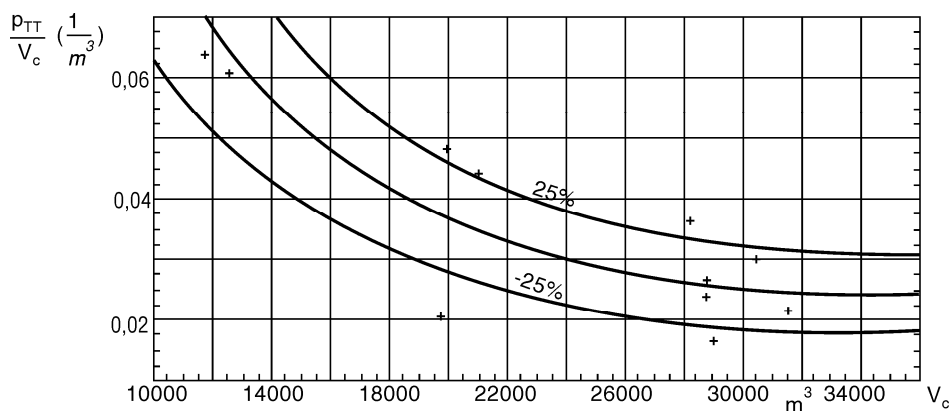
Hình 1.8b Chỉ số trọng lượng trang thiết bị đầu tàu dầu
phụ thuộc vào dung tích khoang hàng

Chỉ số trọng lượng p_{TT} của tàu vận tải hàng khô tính bằng quan hệ $p_{TT} = W_{TT}/V_{cargo}$ nêu tại hình 1.9.



Hình 1.9

Chỉ số tương tự của tàu hàng rời trình bày tại hình 1.10.



Hình 1.10

Công thức chung xác định chỉ số trọng lượng trang thiết bị tàu có thể viết như sau:

$$p_{TT} = 47,5 - 5 \frac{LBH}{1000}, \quad \left[\frac{kG}{m^3} \right] \quad (1.6)$$

Trang thiết bị trên boong có thể xác định theo công thức kinh nghiệm

$$p_{T1} = 495 - 70 \frac{LB}{1000}, \quad \left[\frac{kG}{m^2} \right] \quad (1.7)$$

Trang thiết bị bốc xếp và đẩy miệng hầm hàng

$$p_{T2} = 405 - 55 \frac{LB}{1000}, \quad \left[\frac{kG}{m^2} \right] \quad (1.8)$$

Trang thiết bị nội thất tàu

$$p_{T3} = 22 - 5,25 \frac{LBH}{1000} + 0,375 \left(\frac{LBH}{1000} \right)^2, \quad \left[\frac{kG}{m^3} \right] \quad (1.9)$$

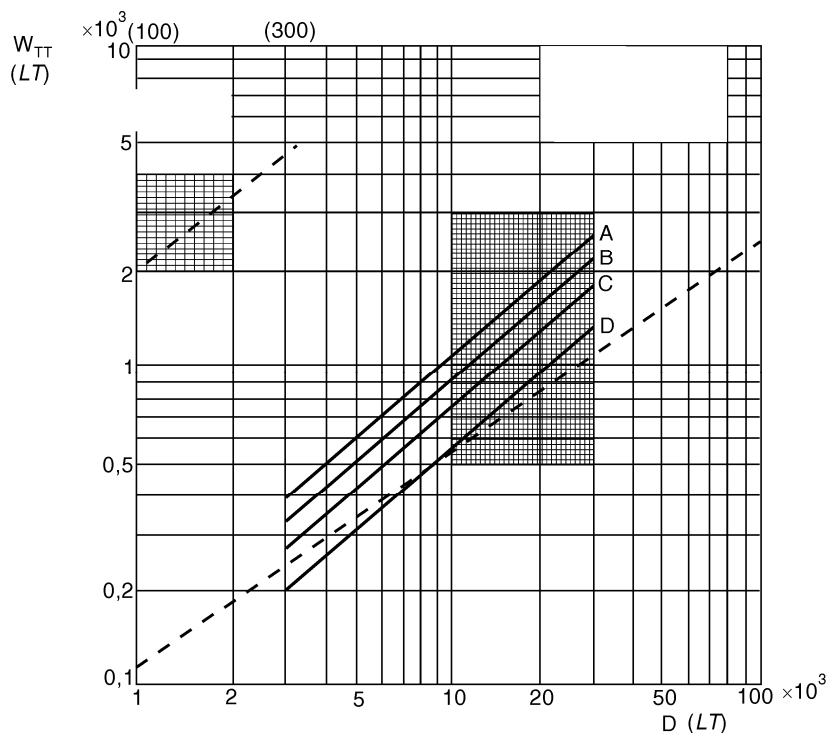
Trang bị đường ống thân tàu và hệ thống thông gió

$$p_{T4} = 10 - 7 \frac{LBH}{1000}, \quad \left[\frac{kG}{m^3} \right] \quad (1.10)$$

Trang thiết bị điện tàu

$$p_{T5} = 5 - 0,5 \frac{LBH}{1000}, \quad \left[\frac{kG}{m^3} \right] \quad (1.11)$$

Theo tổng kết của người Mỹ từ những năm sáu mươi, trang thiết bị trên tàu đóng theo tiêu chuẩn của *USA* có trọng lượng tính bằng *long ton* trong phạm vi trình bày trên hình 1.11. Trên đồ thị nét liền dùng cho tàu chở hàng khô và hàng rời, nét đứt dành cho tàu dầu.



Hình 1.11

Đường A dùng cho tàu trang bị cao nhất, nắp hầm hàng bằng thép, thiết bị bốc dỡ hiện đại, tính đến những năm sáu mươi, chỗ sinh hoạt cho 12 hành khách.

Đường B - trang bị mức trung bình, nắp dẫy hầm hàng bằng thép, thiết bị bốc dỡ hạng trung, 12 khách trên tàu.

Đường C - trang bị bình dân, nắp dẫy hầm hàng làm từ gỗ, phương tiện bốc dỡ thô sơ, chỗ sinh hoạt cho 12 người đi tàu.

Đường D - tàu loại thấp nhất, không bố trí chỗ cho khách.

1.3 TRỌNG LƯỢNG THIẾT BỊ NĂNG LƯỢNG

Trọng lượng buồng máy trong bất cứ kiểu tàu nào đều là đại lượng phụ thuộc vào kiểu máy chính và đặc tính chủ yếu của máy đó là công suất. Thông lệ, với máy tàu *diesel*, công suất máy lớn kéo theo trọng lượng buồng máy lớn.

Trọng lượng thiết bị năng lượng của tàu, nói cách khác, trọng lượng buồng máy có thể biểu diễn bằng quan hệ:

$$W_M = p_M \cdot P_e \quad (1.12)$$

với: p_M - chỉ số trọng lượng buồng máy

P_e - công suất trang bị, bao gồm máy chính, máy phụ, trừ máy phát điện, các thiết bị phục vụ trực tiếp cho hệ thống này.

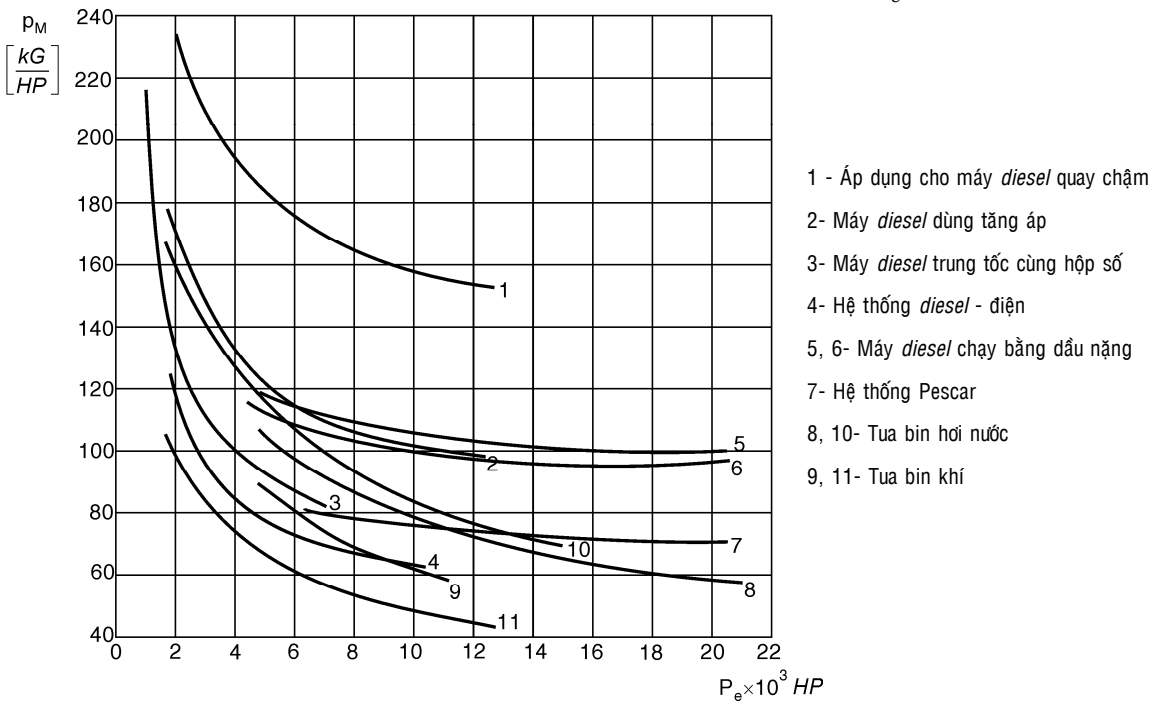
Một vài cách tính trên cơ sở phương pháp thống kê liên quan đến chỉ số trọng lượng thiết bị năng lượng có thể như sau:

Với tua bin hơi nước
$$p_M = \frac{1600 \pm 200}{(P_e)^{1/3}} \quad (1.13)$$

Với tua bin gas
$$p_M = \frac{950 \pm 50}{(P_e)^{1/3}} \quad (1.14)$$

Với máy *diesel* quay chậm, truyền động trực tiếp
$$p_M = \frac{1050 \pm 100}{(P_e)^{1/3}} \quad (1.15)$$

Với máy *diesel* cao tốc, truyền động qua hộp số
$$p_M = \frac{800 \pm 80}{(P_e)^{1/3}} \quad (1.16)$$



Hình 1.12 Đồ thị quan hệ giữa p_M và P_e

Từ tài liệu thống kê có thể xác lập đồ thị trình bày quan hệ giữa p_M với công suất máy chính trang bị trên tàu, như hình 1.12. Các tàu tham gia vào bảng tổng kết này có xuất xứ từ châu Âu.

Như đã đề cập trong sức cản tàu, công suất cần thiết cho tàu đang thiết kế có thể tính chuyển từ tàu mẫu. Trong trường hợp này công suất máy chính được tính bằng công thức:

$$P_e = \frac{D^{2/3} v^3}{C}, \quad (PS) \quad (1.17)$$

Trong công thức (1.17) và trong các phần tiếp theo PS được ký hiệu thay cho tên gọi “mã lực”, hoặc “sức ngựa”, tương đương với HP đo trong hệ *metric*.

1.4 TRỌNG LƯỢNG HỆ THỐNG ĐIỆN, HỆ THỐNG LIÊN LẠC BÊN TRONG VÀ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN

Trong nhóm này bao gồm tất cả thiết bị điện, vô tuyến điện, điện tử và thiết bị hàng hải, điều khiển tàu. Cách tính trọng lượng cho nhóm không khác cách chúng ta đã sử dụng cho trang thiết bị tàu, có nghĩa phụ thuộc vào mô đun LBH của tàu.

$$W_{el} = p_{el} LBH \quad (1.18)$$

Trọng tâm của tàu được tính trên cơ sở các công thức cơ học.

Hoành độ trọng tâm tàu tính bằng biểu thức:

$$LCG = \frac{\sum_{i=1}^n W_i x_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad (1.19)$$

Chiều cao trọng tâm so với mặt cơ bản:

$$KG = \frac{\sum_{i=1}^n W_i z_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad (1.20)$$

Nếu ký hiệu trọng tâm buồng máy đã trang bị là $X_{G,M}$, công thức kinh nghiệm xác định trọng tâm tàu trong giai đoạn thiết kế sẽ là

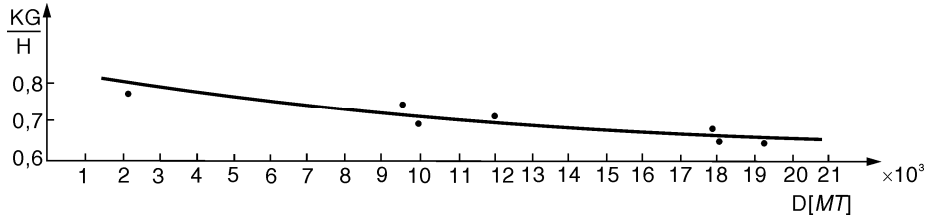
$$\text{Vỏ thép} \quad \frac{LCG_{SH}}{L} = 0,465 + 0,06 \frac{X_{G,M}}{L} \quad (1.21)$$

$$\text{Vỏ thép đã trang bị} \quad \frac{LCG_{SHI}}{L} = 0,468 + 0,48 \frac{X_{G,M}}{L} \quad (1.22)$$

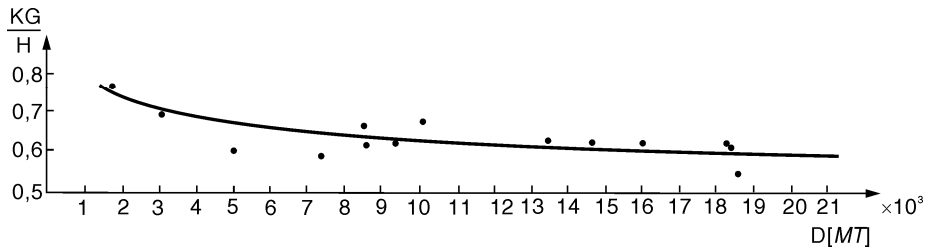
$$\text{Tàu không} \quad \frac{LCG_0}{L} = 0,385 + 0,21 \frac{X_{G,M}}{L} \quad (1.23)$$

Chiều cao trọng tâm tàu chở hàng khô chịu ảnh hưởng số boong, thượng tầng. Giá trị trung bình của tỷ lệ chiều cao trọng tâm KG trên chiều cao tàu H được trình bày tại các hình tiếp theo, tùy thuộc lượng chiếm nước của tàu.

Hình 1.13 trình bày chiều cao trọng tâm thân tàu chưa trang bị với chiều cao mạn khô tối thiểu, hình 1.14 áp dụng cho vỏ tàu có mạn khô nâng cao.

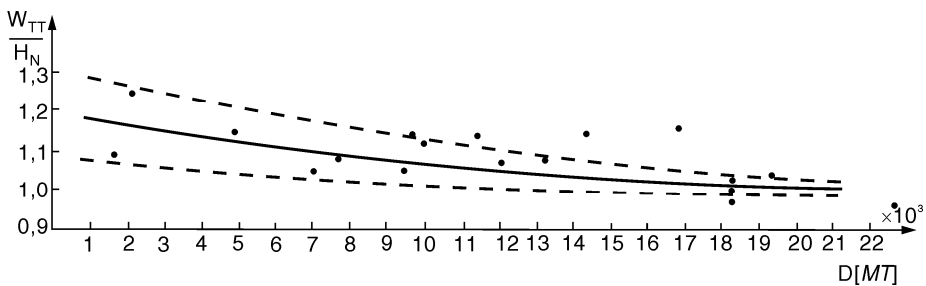


Hình 1.13

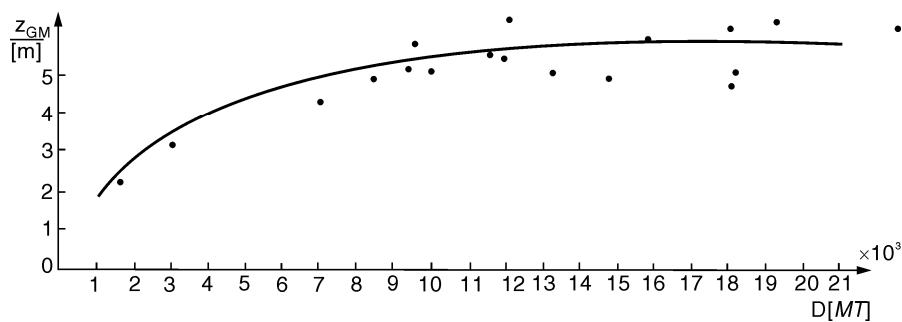


Hình 1.14

Trường hợp tàu đã được lắp trang thiết bị và buồng máy tàu đã hoàn chỉnh, giá trị của KG/H sẽ thay đổi so với tàu chưa trang bị. Hình 1.15 giới thiệu chiều cao trọng tâm trang thiết bị trong khuôn khổ hàm của D . Chiều cao trọng tâm buồng máy trên các tàu cỡ trung bình nằm trong phạm vi đồ thị tại hình 1.16.

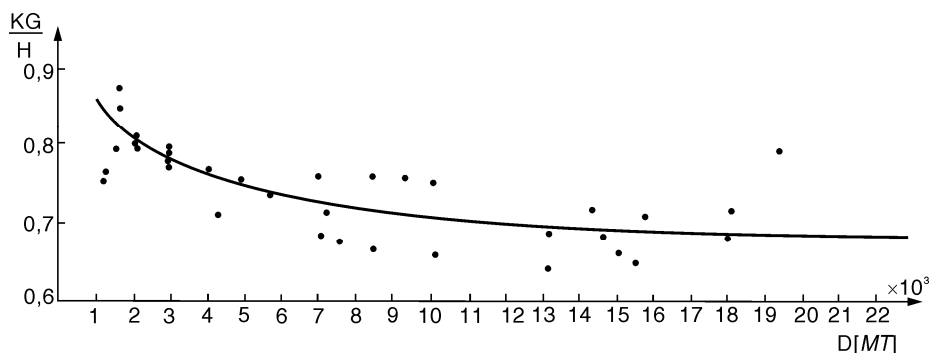


Hình 1.15

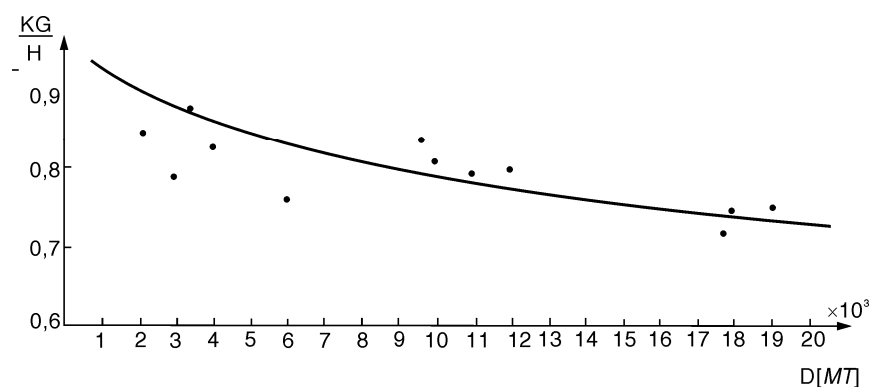


Hình 1.16

Lưu ý đến vị trí hai nhóm trọng lượng vừa nêu, kết quả tính trọng tâm tàu sẽ có dạng như tại hình 1.17 và 1.18. Hình đầu dành cho tàu với mạn khô tối thiểu. Hình 1.18 dành cho tàu với mạn khô nâng cao.



Hình 1.17



Hình 1.18

1.5 TRỌNG LƯỢNG DỰ TRỪ LƯỢNG CHIẾM NƯỚC

Trọng lượng dự trữ cần thiết để bù đắp vào các sai số tính toán trong suốt quá trình thiết kế tàu và chế tạo tàu. Thông lệ, lượng dự trữ cho thiết kế mới chiếm khoảng 4÷5% D_0 . Trong đó D_0 đóng vai trò trọng lượng tàu không.

Quan hệ giữa sức chở *deadweight* và trọng lượng tàu không, lượng chiếm nước được hiểu là

$$DW = D - D_0 \quad (1.24)$$

Với tàu mà hệ số sử dụng trọng tải không lớn, ví dụ tàu khách, lượng dự trữ này sẽ vào khoảng $1 \div 2,5\% D$. Khi thiết kế tàu dầu theo sát tàu mẫu vẫn cần giữ lượng dự trữ $0,5 \div 1\% D$, và lượng này tăng lên đến $1 \div 1,5\% D$ cho trường hợp không theo tàu mẫu.

1.6 TRỌNG LƯỢNG THUYỀN VIÊN, LƯƠNG THỰC, THỰC PHẨM

Nhóm trọng lượng này bao gồm từ thuyền viên đến lương thực, thực phẩm phục vụ thuyền viên trên tàu. Thông lệ, nhóm trọng lượng này được tính như một lượng phần trăm của D . Lương thực, thực phẩm, nước sinh hoạt cho thuyền viên phụ thuộc vào số ngày hành trình và chờ đợi của mỗi chuyến biển.

Theo tiêu chuẩn các nước châu Âu, trọng lượng mỗi thuyền viên cùng đồ vật thường dùng từ $100 \div 150kG$. Trong điều kiện chúng ta, giá trị trên đây có thể giảm để sát thực tế.

Nước ngọt cần cho sinh hoạt mỗi thuyền viên $100kG$ cho mỗi ngày đêm. Lương thực, thực phẩm tính bình quân phải là $3kG$ người/ngày đêm.

1.7 TRỌNG LƯỢNG HÀNG LỎNG THAY ĐỔI, TRỌNG LƯỢNG NƯỚC DẦN

Trọng lượng nước dần kể cả hàng lỏng cần thiết để dần tàu, đảm bảo ổn định trong khai thác, đảm bảo cân bằng dọc và khi cần cân bằng ngang tàu. Nói chung trọng lượng dần luôn cần trong thiết kế tàu. Điều cần biết, cố gắng hạ thấp lượng nước dần đến mức có thể trong thiết kế tàu. Lượng dần nếu thái quá sẽ chiếm mất phần của sức chở của tàu, làm tăng sức cản, kéo theo tốn nhiên liệu chạy máy để thắng sức cản ngoài ý muốn đó.

Vật dần được bố trí không chỉ trong đáy đôi, trong các kết sâu, nhiều khi còn bố trí trên các kết cao làm nhiệm vụ nâng cao trọng tâm tàu, ví dụ trên các tàu chở quặng. Từ thống kê có thể nhận thấy, tàu vận tải nhỏ với buồng máy giữa tàu, thường không có kết sâu. Tàu vận tải cùng kiểu, song kích cỡ lớn có một hoặc hai đôi kết sâu. Tàu vận tải với buồng máy đặt phần sau thường khó cân bằng dọc, vì lý do đó hệ thống kết dần trên các tàu kiểu này được coi trọng. Các kết sâu được bố trí tại phần mũi, trong khu vực đáy, giáp vách mũi và có khi còn nằm cao hơn.

Lượng nước dần hoặc vật dần cứng được tính toán cho từng trường hợp cụ thể. Lượng nước dần (*ballast*) so với trọng tải *deadweight* của tàu vận tải, tính bằng %, qua thống kê có thể thấy như sau:

Tàu với buồng máy bố trí giữa tàu

$DW/1000$	1÷3	6÷8	> 10
$W_{ballast}/DW$	15÷20	20÷25	25÷30

Tàu với buồng máy đặt phía sau của tàu cần lượng *ballast* lớn hơn. Trên các tàu sử dụng nước biển làm *ballast* chúng ta có thể ghi nhận những giá trị của nước dằn, tính bằng % như sau:

Tàu có bố trí kết sâu	25÷30
Tàu chở quặng	60÷80
Tàu chở dầu	≈ 100

1.8 TRỌNG LƯỢNG NHIÊN LIỆU, DẦU MỠ, NƯỚC CẤP

Trọng lượng nhóm này là thành phần không rời của trọng tải tàu, mang tên gọi *deadweight*. Như đã đề cập trong lý thuyết tàu, trọng tải tàu *deadweight* gồm hàng hóa nó phải chở, lượng dầu mỡ cho máy hoạt động, nước cho máy và các thành phần khác. Nếu nhóm trọng lượng này tăng thái quá, trọng tải hàng hóa tinh sẽ bị giảm. Khi thiết kế chúng ta thường gộp trọng lượng nhiên liệu W_{NL} , trọng lượng dầu bôi trơn W_{BT} , nước dùng cho máy W_{WT} thành nhóm W_{DM}

$$W_{DM} = W_{NL} + W_{BT} + W_{WT} \quad (1.25)$$

Trọng lượng nhóm này phụ thuộc vào công suất máy và thời gian của hành trình, giữa các cuộc tiếp tế.

Tỷ lệ giữa các thành phần tùy thuộc vào kiểu máy dùng trên tàu. Với tua bin hơi nước tỷ lệ $W_{BT}/W_{NL} = 0,005 \div 0,010$, còn nước dùng cho nồi hơi $W_{WT}/W_{NL} = 0,050 \div 0,20$. Tỷ lệ giữa dầu bôi trơn và nhiên liệu cho máy *diesel* biến thiên khá rộng, tùy thuộc kiểu máy *diesel* đang dùng $W_{BT}/W_{NL} = 0,015 \div 0,060$. Với các máy thế hệ mới lượng dầu bôi trơn so với nhiên liệu chiếm khoảng 5÷6%.

Theo cách tính này, xác định được lượng nhiên liệu cho tàu:

$$W_{NL} = k_M \cdot t \cdot p_{NL} \cdot P_e \quad (1.26)$$

trong đó: k_M - hệ số an toàn cho chuyến biển, đề phòng trường hợp kéo dài thời gian hành trình do bão, sự cố ngoài ý muốn...

t - thời gian hành trình; p_{NL} - suất tiêu hao nhiên liệu

P_e - công suất máy.

Chúng ta có thể xác định trọng lượng toàn nhóm theo cách sau:

Trọng lượng dầu và mỡ:

$$W_{DM} = k_D W_{NL} \quad (1.27)$$

hoặc:
$$W_{DM} = k_D k_M \cdot t \cdot p_{NL} \cdot P_e \quad (1.28)$$

Nếu thay công thức tính Pe từ (1.17) vào đây có thể viết:

$$W_{DM} = k_D \cdot k_M \cdot t \cdot p_{NL} \cdot \frac{D^m v^{n-1}}{C} \quad (1.29)$$

trong đó $m = 2/3$ và $n = 4$ như đã ghi tại (1.17).

Suất tiêu hao nhiên liệu, tính bằng ($kg/HP.h$) các máy dùng trên tàu nằm trong phạm vi:

Tua bin hơi nước $0,18 \div 0,23$

Tua bin gas $0,15 \div 0,19$

Máy *diesel* $0,15 \div 0,19$

Dữ liệu thống kê liên quan các nhóm trọng lượng và trọng tâm tàu vận tải hàng khô, tàu dầu, tàu chở hàng rời, tàu chở hàng lạnh trước 1970, tàu kéo được trình bày tại hai bảng tiếp theo.

Bảng 1.1

Tên gọi	Tàu vận tải đi biển, chở hàng khô				
Chiều dài L, m	78,0	106,0	112	143,0	150,0
Chiều rộng B, m	14,2	16,8	17,0	21,0	22,92
Chiều cao H, m	7,0	9,1	9,9	13,35	13,3
Lượng chiếm nước D, t	2800	9300	9210	22594	19295
Sức chở DW, t	1520	6700	5993	16625	12000
LBH, m^3	7809	16205	18850	39640	45725
LBH_1, m^3	8499	17030	20396	42396	49431
Công suất máy Pe, HP	2740	4600	6300	8700	19140
TRỌNG LƯỢNG					
Vỏ tàu, W_V, t	635	1433	1847	3970	3867
Trang thiết bị boong, t	165	419	432	871	1125
Trang thiết bị nội thất, t	150	129	175	387	479
Trang bị đặc biệt, t	65	5	67	42	216
Trang thiết bị khác, t	20	6	67	68	49
Máy chính cùng thiết bị, t	160	176	430	562	939
Hệ thống ống, t	45	107	141	239	314
Thiết bị điện, t	25	17	56	112	45
Dự trữ, t	15	69			136
Trọng lượng tàu, t	1280	2361	3148	6241	7170
$\frac{W_V}{LBH}, t/m^3$	0,081	0,081	0,088	0,10	0,085
$\frac{W_{TT}}{LBH}, t/m^3$	0,051	0,051	0,035	0,035	0,041
$\frac{W_M}{P_e}, t/HP$	0,102	0,078	0,128	0,108	0,127
$\frac{LCG}{L}, \%$	-	44,37	55,26	44,37	44,2
$\frac{KG}{H}, \%$	-	76,7	77,37	72,36	73,1

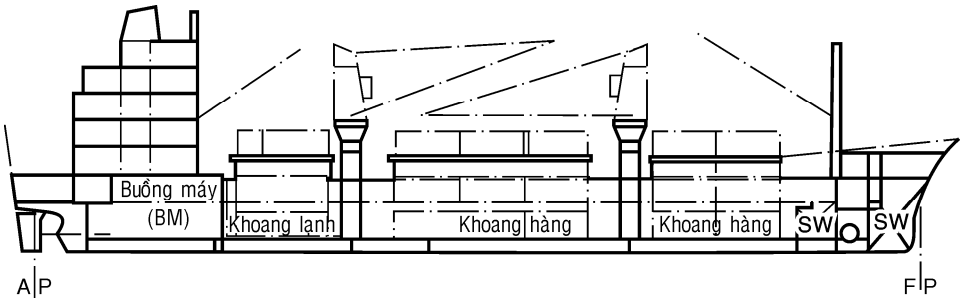
Bảng 1.1 (tt)

Tên gọi	Tàu dầu	Tàu hàng rời	Tàu hàng rời	Tàu hàng lạnh	Tàu kéo
Chiều dài L, m	166,0	168,00	205,5	110,0	2,64
Chiều rộng B, m	22,4	22,8	32,2	17,0	8,4
Chiều cao H, m	12,3	14,2	17,0	11,2	4,32
Lượng chiếm nước D, t	27000	33295	69244	8419	438
Sức chở DW, t	20000	25660	55000	4406	61
LBH, m^3	45811	54200	112491	20944	1051
LBH_1, m^3	53191	57645	116312	24146	1455
Công suất máy Pe, HP	9600	9600	15300	8400	1500
TRỌNG LƯỢNG					
Vỏ tàu, W_V, t	4449	4941	10509	1833	108
Trang thiết bị boong, t	434	793	922	360	44
Trang thiết bị nội thất, t	401	272	582	299	12
Trang bị đặc biệt, t	78	52	60	625	1,5
Trang thiết bị khác, t	56	56	122	36	-
Máy chính cùng thiết bị, t	954	751	1019	588	140
Hệ thống ống, t	549	328	582	201	14
Thiết bị điện, t	70	99	53	56	9
Dự trữ, t					
Trọng lượng tàu, t	6991	7293	13849	4013	348
$\frac{W_V}{LBH}, t/m^3$	0,097	0,091	0,0934	0,088	0,102
$\frac{W_{TT}}{LBH}, t/m^3$	0,021	0,0216	0,015	0,063	0,054
$\frac{W_M}{P_e}, t/HP$	0,164	0,122	0,108	0,100	0,170
$\frac{LCG}{L}, \%$	40,7	43,1	-	-	75,7
$\frac{KG}{H}, \%$	76,1	71,2	-	-	75,7

Đặc tính kỹ thuật các tàu đóng sau những năm bảy mươi

Bảng 1.2 Tàu chở hàng tổng hợp

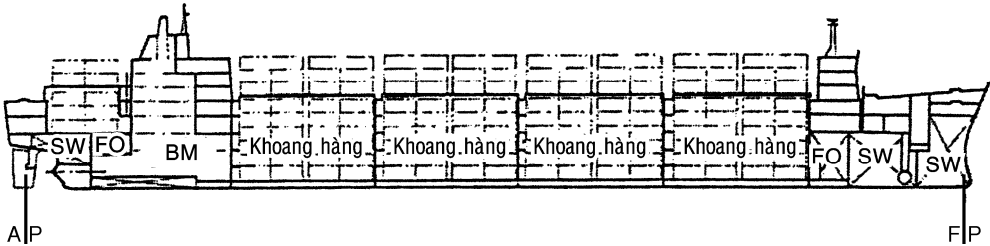
Tên gọi	Tàu cỡ nhỏ	Tàu cỡ lớn
Chiều dài toàn bộ, <i>m</i>	89,9	184,4
Chiều dài giữa hai trụ, <i>m</i>	83,5	177,5
Chiều rộng, <i>m</i>	13,7	25,0
Chiều cao, <i>m</i>	6,7	14,0
Chiều chìm trung bình, <i>m</i>	4,5	10,7
Sức chở, <i>DWT</i>	2.062	22.208
Lượng chiếm nước, <i>T</i>	3.650	31.995
Dung tích hầm hàng khô, <i>m³</i>	3.631	30.645
Dung tích khoang hàng lạnh, <i>m³</i>	678	618
Container trong khoang, <i>TEU</i>	74	325
Container trên boong, <i>TEU</i>		84
Khách, <i>người</i>	-	12
Hàng lỏng, <i>T</i>		2.377
Nhiên liệu, <i>T</i>	268	3.596
Nước ngọt, <i>T</i>	11,5	608
Trọng lượng tàu không, <i>T</i>	1.588	9.787
Máy chính, <i>kiểu</i>	Diesel	Tua bin
Công suất máy, <i>HP</i>	2.800	24.000
Vận tốc tàu, <i>HL/h</i>	13,7	20,8



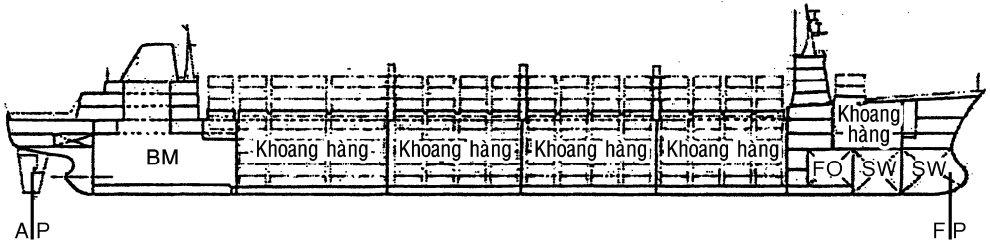
Hình 1.19 Tàu hàng khô cỡ nhỏ

Bảng 1.3 Tàu container

Tên gọi	Tàu cỡ nhỏ	Tàu cỡ lớn
Chiều dài toàn bộ, <i>m</i>	186	220
Chiều dài giữa hai trụ, <i>m</i>	177	206
Chiều rộng, <i>m</i>	23,8	29
Chiều cao, <i>m</i>	16,6	16,5
Chiều chìm trung bình, <i>m</i>	9,64	10,4
Sức chở, <i>DWT</i>	14.600	24.124
Lượng chiếm nước, <i>T</i>	22.080	33.700
Dung tích hầm hàng, <i>m</i> ³	27.800	37.100
Dung tích khoang hàng lạnh, <i>m</i> ³	1.789	
Container trong khoang, <i>TEU</i>	612	527
Container trên boong, <i>TEU</i>	316	178
Nhiên liệu, <i>T</i>	3.380	6.943
Nước ngọt, <i>T</i>	230	588,7
Trọng lượng tàu không, <i>T</i>	7.480	14.574
Máy chính, <i>kiểu</i>	Tua bin	Tua bin
Công suất máy, <i>HP</i>	17.500	32.000
Vận tốc tàu, <i>HL/h</i>	20,0	22,8



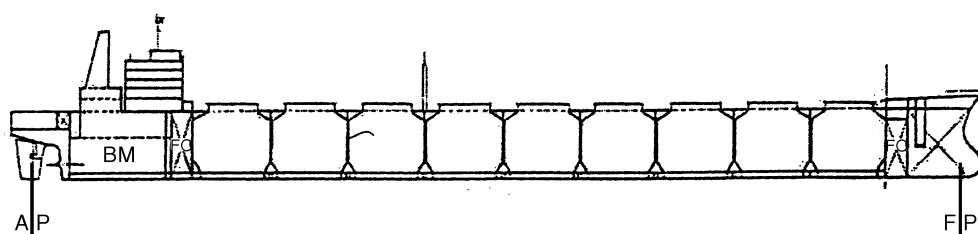
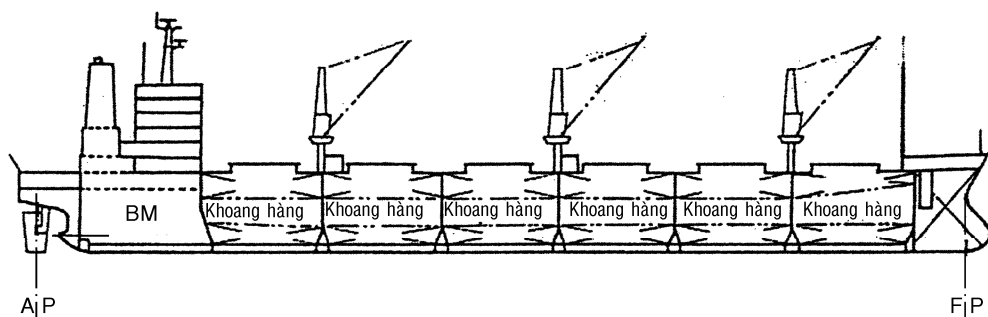
Hình 1.20 Tàu container nhỏ



Hình 1.21 Tàu container lớn

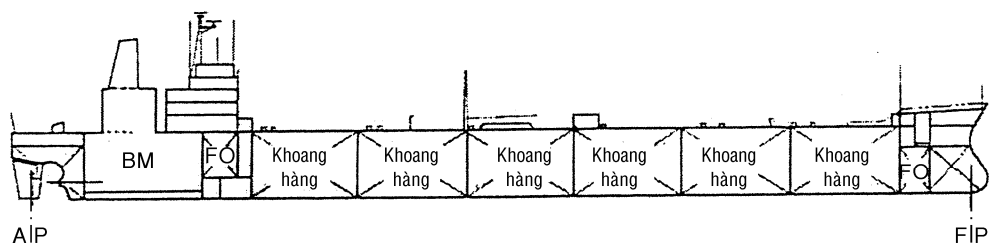
Bảng 1.4 Tàu chở hàng rời

Tên gọi	Tàu Bulk Carrier	Tàu OBO
Chiều dài toàn bộ, <i>m</i>	186,5	272
Chiều dài giữa hai trụ, <i>m</i>	178,0	260,6
Chiều rộng, <i>m</i>	28,4	32,2
Chiều cao, <i>m</i>	15,3	19,0
Chiều chìm trung bình, <i>m</i>	9,8	14,0
Sức chở, <i>DWT</i>	32.100	75.250
Lượng chiếm nước, <i>T</i>		99.210
Dung tích hầm hàng, <i>m</i> ³	45.417	
Dung tích kết ballast, <i>m</i> ³	19.763	30.250
GT	23.500	43.000
NT	19.000	37.000
Nhiên liệu, <i>m</i> ³	2.010	4850
Nước ngọt, <i>m</i> ³	230	305
Trọng lượng tàu không, <i>T</i>		18.700
Máy chính, <i>kiểu</i>	Diesel	Tua bin
Công suất máy, <i>HP</i>	15.288	24.000
Vận tốc tàu, <i>HL/h</i>	16,9	16,5

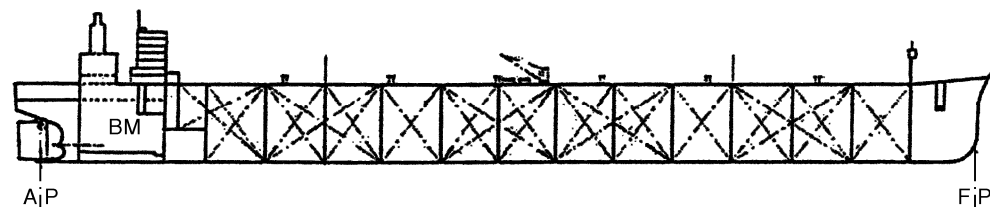
**Hình 1.22 Tàu chở hàng rời (bulkcarrier)****Hình 1.23 Tàu OBO**

Bảng 1.4 Tàu chở dầu

Tên gọi	Tàu chở sản phẩm	Tàu chở dầu thô
Chiều dài toàn bộ, <i>m</i>	209,9	362,0
Chiều dài giữa hai trụ, <i>m</i>	201,1	348,4
Chiều rộng, <i>m</i>	27,4	69,5
Chiều cao, <i>m</i>	14,3	29,0
Chiều chìm trung bình, <i>m</i>	10,3	22,4
Sức chở, <i>DWT</i>	40.760	390.700
Lượng chiếm nước, <i>T</i>	47.218	450.910
GT	22.358	
NT	15.951	
Trọng lượng hàng dầu, <i>T</i>	39.934	372.000
Trọng lượng ballast, <i>T</i>	13.500	64.890
Nhiên liệu, <i>T</i>	3.624	17.857
Nước ngọt, <i>T</i>	275	580
Trọng lượng tàu không, <i>T</i>	7.569	60.140
Máy chính, <i>kiểu</i>	Tua bin	Tua bin
Công suất máy, <i>HP</i>	15.000	45.000
Vận tốc tàu, <i>HL/h</i>	16	15,9



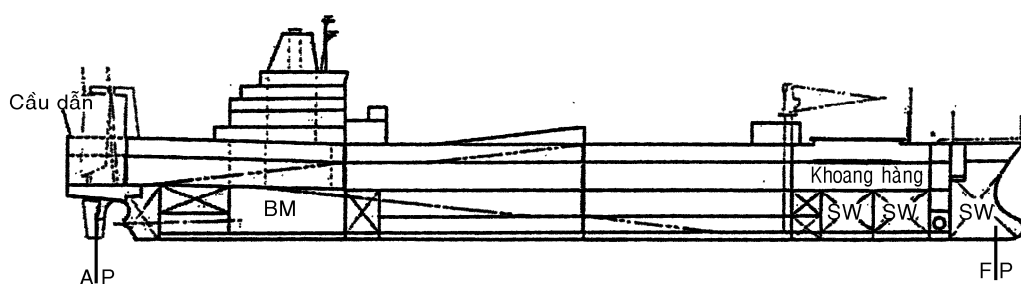
Hình 1.24 Tàu dầu (chở sản phẩm hóa dầu)



Hình 1.25 Tàu chở dầu thô

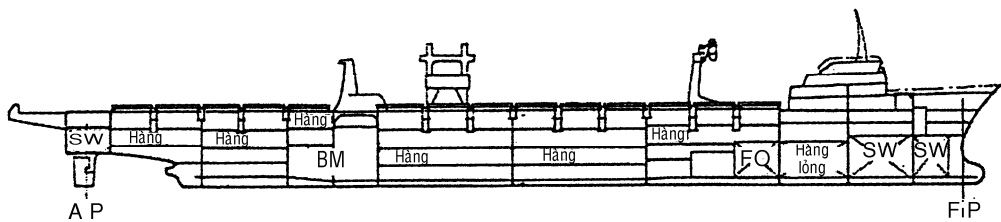
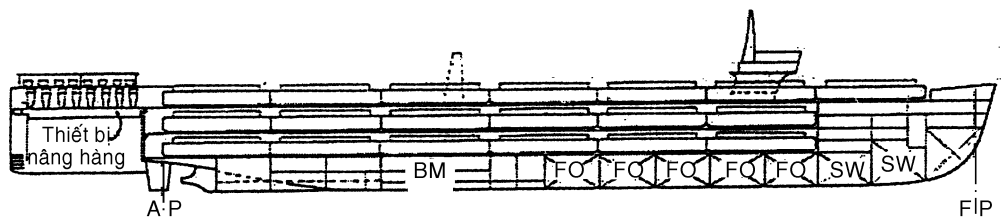
Bảng 1.5 Tàu Ro-Ro

Tên gọi	Tàu Ro-Ro
Chiều dài toàn bộ, m	208,5
Chiều dài giữa hai trụ, m	195,1
Chiều rộng, m	31,1
Chiều cao, m	21,2
Chiều chìm trung bình, m	9,8
Sức chở, DWT	18.989
Lượng chiếm nước, T	33.640
Dung tích hầm hàng, m^3	55.416
Dung tích khoang hàng lỏng, m^3	802
Diện tích các sàn, m^2	14.248
Nước ballast, T	6.749
Nhiên liệu, T	3.465
Nước ngọt, T	251
Trọng lượng tàu không, T	14.776
Máy chính, <i>kiểu</i>	Tua bin
Công suất máy, HP	37.000
Vận tốc tàu, HL/h	23

**Hình 1.26 Tàu Ro-Ro**

Bảng 1.6 Tàu chở sà lan

Tên gọi	Tàu LASH	Tàu SEABEE
Chiều dài toàn bộ, <i>m</i>	250	266,4
Chiều dài giữa hai trụ, <i>m</i>	220,7	220,3
Chiều rộng, <i>m</i>	30,5	32,3
Chiều cao, <i>m</i>	18,5	22,8
Chiều chìm trung bình, <i>m</i>	8,5	11,9
Sức chở, <i>DWT</i>	18.420	38.410
Lượng chiếm nước, <i>T</i>	32.650	57.290
Sức chở, <i>DWT</i>	30.020 (<i>d</i> = 10,7m)	29.791 (38 s.l)
Lượng chiếm nước, <i>T</i>	44.250 (<i>d</i> = 10,7m)	-
Dung tích hầm hàng, <i>m</i> ³ ,	34.348 (61 sà lan)	41.479
Container trên boong, <i>TEU</i>	164	
Nhiên liệu, <i>T</i>	4.928	5997
Nước ngọt, <i>T</i>	669	797
Trọng lượng tàu không, <i>T</i>	14.230	18.880
Máy chính, <i>kiểu</i>	Tua bin	Tua bin
Công suất máy, <i>HP</i>	32.000	36.000
Vận tốc tàu, <i>HL/h</i>	22,5	20,0

**Hình 1.27 Tàu LASH****Hình 1.28 Tàu SeaBee**

1.9 PHƯƠNG TRÌNH TRỌNG LƯỢNG TÀU

Trọng lượng tàu được qui ước gồm các nhóm sau:

- Vỏ tàu,
- Các hệ thống,
- Máy chính, máy phụ,
- Thiết bị điện,
- Thiết bị hàng hải và an toàn,
- Hàng lỏng,
- Dự trữ lương thực, thực phẩm,
- Nước dần hoặc vật dần (nếu có),
- Hàng hóa,
- Dự trữ dầu, nước.

Tổng cộng toàn bộ trọng lượng các nhóm kể trên cùng đoàn thủy thủ và hành khách trên tàu sẽ là trọng lượng toàn bộ của tàu D_T . Trọng lượng tàu cân bằng với lực nổi khi tàu nổi trên nước, tại trạng thái cân bằng.

Trong ngành tàu chúng ta thường sử dụng khái niệm trọng tải để chỉ sức chở của tàu chở hàng. Trong khái niệm trọng tải, **deadweight** (viết tắt DWT hoặc tấn DW) được coi là hiệu số giữa lượng chiếm nước của tàu tại trạng thái đầy tải $D = D_T$ và trọng lượng tàu không D_o

$$DWT = D_T - D_o \quad (1.30)$$

Như vậy trong DWT có cả thành phần hành khách cùng dự trữ lương thực, thực phẩm cho người trên tàu, dự trữ cho máy.

Phương trình trọng lượng dạng chung được thực hiện như sau:

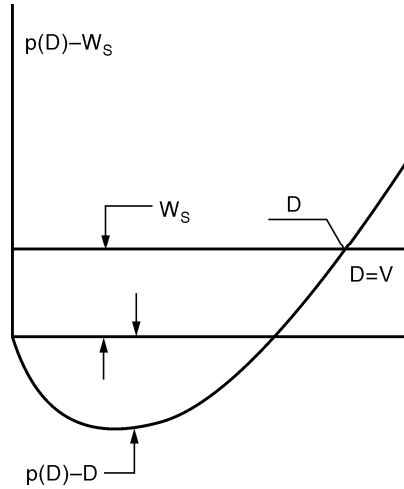
$$D = \sum_{i=1}^n W_i \quad (1.31)$$

trong đó W_i là trọng lượng các nhóm thành phần, theo cách phân loại trên đây.

Tổng nêu trên có thể được tách làm hai phần, phần đầu gồm các nhóm trọng lượng phụ thuộc vào bản thân lượng chiếm nước, phần còn lại không phụ thuộc vào lượng chiếm nước:

$$D = p(D) + W_s \quad (1.32)$$

Giải phương trình trên đây, chúng ta xác định được lượng chiếm nước cần thiết của tàu thiết kế. Lời giải phương trình được minh họa tại hình 1.29.



Hình 1.29

Phương trình trên có thể viết lại dưới dạng:

$$D - p(D) - W_s = 0 \quad (1.33)$$

và từ đó có thể viết

$$\{D - p(D)\} - W_s = 0 \quad (1.34)$$

hay là

$$F(D) - W_s = 0 \quad (1.35)$$

với

$$F(D) = D - p(D)$$

Phương trình trọng lượng dạng chung, có thể được khai triển dưới nhiều biểu hiện, tùy thuộc cách đặt vấn đề của người viết ra nó. Ví dụ, chúng ta có thể viết D dưới dạng tổng các nhóm trọng lượng như sau:

$$D = p_a D^a + p_b D^b + p_c \frac{D^m v^n}{C} + p_d D^d + p_e D^e + \dots + p_{F0} \frac{D^m v^{n-1}}{C} r + W_g \quad (1.36)$$

trong đó p_a, p_b, \dots , các hệ số đi liền với D , miêu tả quan hệ giữa D với nhóm trọng lượng đang được xem xét. Riêng hệ số p_c - liên hệ với trọng lượng máy chính, p_{F0} - liên hệ với tiêu hao nhiên liệu dùng cho máy chính. Các chỉ số a, b, c làm chức năng số mũ chỉ mức độ tham gia của nhóm trọng lượng này trong thành phần trọng lượng. Số mũ m xấp xỉ $1/3$, n xấp xỉ 3 hoặc 3,5.

Như cách làm thực tế, chúng ta có thể viết phương trình trọng lượng của tàu dạng tổng các thành phần sau đây:

$$D = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \quad (1.37)$$

trong đó: P_1 - trọng lượng vỏ; P_2 - trọng lượng máy, thiết bị; P_3 - nhiên liệu

P_4 - các trọng lượng không lệ thuộc khác như hàng, *ballast*, dự trữ...

Các thành phần được viết dưới dạng:

$$P_1 = k_1 D, \quad \text{với } k_1 < 1 \quad (1.38)$$

$$P_2 = \frac{q_m v^3 D^{2/3}}{1000 k_2} \quad (1.39)$$

trong công thức (1.39) công suất máy chính tính theo $BHP = \frac{v^3 D^{2/3}}{k_2}$

$$P_3 = \frac{q_{FO} R v_E^2 D^{2/3}}{1000 k_3} \quad (1.40)$$

$$P_4 = C = \text{const}$$

với: q_{FO} - suất tiêu hao nhiên liệu; R - tầm hoạt động; v_E - vận tốc kinh tế của tàu.

Thay các công thức trên vào biểu thức tính D có thể viết:

$$D = k_1 D + \frac{q_m v^3 D^{2/3}}{1000 k_2} + \frac{q_{FO} R v_E^2 D^{2/3}}{1000 k_3} + C \quad (1.41)$$

Phương trình cuối có thể gộp lại dưới dạng:

$$D - D^{2/3} \frac{\frac{q_m v^3}{1000 k_2} + \frac{q_{FO} R v_E^2}{1000 k_3}}{1 - k_1} - \frac{C}{1 - k_1} = 0 \quad (1.42)$$

Để giải phương trình bậc ba này, ngoài cách dùng đồ thị như đã nêu, có thể tiến hành theo cách gần đúng sau.

Nếu ký hiệu:

$$A = \frac{\frac{q_m v^3}{1000 k_2} + \frac{q_{FO} R v_E^2}{1000 k_3}}{1 - k_1} \quad \text{và} \quad E = \frac{C}{1 - k_1} \quad (1.43)$$

phương trình (1.42) có thể viết lại dưới dạng:

$$D - AD^{2/3} - E = 0 \quad (1.44)$$

Bản thân D có thể xét dưới các dạng sau: D_p - lượng chiếm nước nguyên thủy, còn D_t - giá trị tính toán của D , khi đó:

$$D_t = D_p + dD_p \quad (1.45)$$

$$\text{và} \quad dD_p = R \Sigma dP \quad (1.46)$$

Cách xác định R chúng ta sẽ làm quen tại các trang tiếp theo. Để tiếp tục tìm cách giải phương trình theo cách có thể chấp nhận được, cần sử dụng các ký hiệu và biểu thức phụ trợ sau:

$$m = D_t^{1/3}; \quad i = \frac{D}{m^3}$$

$$\text{và} \quad i^{1/3} = \frac{D^{1/3}}{m}; \quad i^{2/3} = \frac{D^{2/3}}{m^2}$$

Từ đó có thể viết:

$$\frac{D}{m^3} - A \frac{D^{2/3}}{m^3} - \frac{E}{m^3} = 0 \quad (1.47)$$

Nếu đặt $B = A/m$ và $K = E/m^3$, có thể thấy

$$i - Bi^{2/3} - K = 0 \quad (1.48)$$

Nếu coi gia tăng của i là δ , với $\delta < 1$, có thể viết: $i = 1 + \delta$.

Nếu với δ nằm trong phạm vi -0,25 đến +0,25, sai số khi tính sẽ vào khoảng 1%, chúng ta có thể viết:

$$(1 + \delta) - B(1 + \delta)^{2/3} - K = 0 \quad (1.49)$$

Mặt khác:

$$(1 + \delta)^{2/3} = 1 + \frac{2}{3}\delta \quad (1.50)$$

và do vậy phương trình (1.49) giờ đây sẽ mang dạng:

$$\begin{aligned} (1 + \delta) - B(1 + 2/3 \delta) - K &= 0 \\ i - B - (2/3)B(i - 1) - K &= 0 \\ i[1 - (2/3)B] - (1/3)B - K &= 0 \end{aligned} \quad (1.51)$$

$$i = \frac{\frac{1}{3}B + K}{1 - \frac{2}{3}B} \quad (1.52)$$

$$D = im^3 \quad (1.53)$$

$$D = iD_t \quad (1.54)$$

Mặt khác từ phương trình tính nổi, lượng chiếm nước tàu được tính bằng công thức:

$$D = \gamma.V \text{ và } V = C_B.L.B.T \quad (1.55)$$

Trong công thức cuối đã sử dụng các ký hiệu sau: C_B - hệ số đầy thể tích (*block coefficient*), $T \equiv d$ - chiều chìm trung bình của tàu; còn $D \equiv \Delta$ - lượng chiếm nước của tàu (*MT*); $V \equiv \nabla$ - thể tích phần chìm của tàu, còn gọi bằng *volume displacement*. Cần nói rõ, trong các công thức tiếp theo, tùy hoàn cảnh cụ thể, các ký hiệu nối với nhau bằng dấu \equiv là tương đồng và có tính nhất quán.

Nếu chúng ta xác định L , B qua D , ví dụ dạng $L = K_L.D^{1/3}$, $B = K_B.D^{1/3}$, từ (1.44) có thể xác lập phương trình bậc ba của L với $D = (L/K_L)^3$; $D^{2/3} = (L/K_L)^2$ hoặc phương trình bậc ba của B với $D = (L/K_B)^3$; $D^{2/3} = (L/K_B)^2$.

Phương trình trọng lượng dạng tương đương giờ đây có thể viết như sau:

$$\gamma C_B.L.B.T - F(C_B, L, B, T, \dots) - W_s = 0 \quad (1.56)$$

Bản thân thành phần $F(C_B, L, B, T, \dots)$ được hiểu là $\sum_i P_i$

Nếu biểu diễn phương trình trên dưới dạng

$$P = D - F(C_B, L, B, T, \dots) \quad (1.57)$$

đạo hàm của hàm trên sẽ được khai triển như sau:

$$dP = dD - dF \quad (1.58)$$

$$\text{với} \quad dF = \frac{\partial F}{\partial \delta} d\delta + \frac{\partial F}{\partial L} dL + \frac{\partial F}{\partial B} dB + \dots \quad (1.59)$$

$$\text{và} \quad dP = \left(\frac{D}{\delta} - \frac{\partial F}{\partial \delta}\right) d\delta + \left(\frac{D}{L} - \frac{\partial F}{\partial L}\right) dL + \left(\frac{D}{B} - \frac{\partial F}{\partial B}\right) dB + \dots \quad (1.60)$$

Mặt khác nếu chúng ta coi thành phần trọng lượng thứ j là tích của các thành phần, ví dụ:

$$P_j = p_j \cdot \delta^m \cdot L^n \cdot B^k$$

$$\text{từ đó:} \quad \frac{\partial P_j}{\partial \delta} = m \cdot p_j \cdot \delta^{m-1} \cdot L^n \cdot B^k = m \cdot \frac{P_j}{\delta} \quad (1.61)$$

$$\text{và} \quad \frac{\partial F}{\partial \delta} = \sum_j \frac{\partial P_j}{\partial \delta} \quad (1.62)$$

Kết quả chúng ta nhận được biểu thức tính dP dưới dạng:

$$dP = \left(\frac{D}{\delta} - \sum \frac{\partial P_j}{\partial \delta}\right) d\delta + \left(\frac{D}{L} - \sum \frac{\partial P_j}{\partial L}\right) dL + \left(\frac{D}{B} - \sum \frac{\partial P_j}{\partial B}\right) dB + \dots \quad (1.63)$$

Dưới đây trình bày công thức được *Munro-Smith* đề nghị trong loạt bài bàn về thiết kế tàu*. Các bài báo dạng này được *Smith* tổng kết trong sách giáo khoa thiết kế tàu hiện đại “*The Applied Naval Architecture*”.

$$D = p_1 + p_2 + \dots + p_6 = \sum p_i \quad (1.64)$$

trong đó: p_1 - trọng lượng vỏ tàu; p_2 - trọng lượng gỗ, trang thiết bị

p_3 - trọng lượng buồng máy; p_4 - trọng lượng nhiên liệu

p_5 - trọng lượng dự trữ; p_6 - trọng lượng hàng.

Như vậy: *Trọng lượng tàu không* = $p_1 + p_2 + p_3$

Sức chở = $p_4 + p_5 + p_6$

Nếu biểu diễn trọng lượng thành phần dưới dạng:

$$p_i = k \cdot D \cdot a^\alpha \cdot b^\beta \cdot c^\gamma \quad (1.65)$$

thành phần dp_i sẽ dễ dàng xác định, và biểu thức cần cho chúng ta khi thiết kế $D + dD$ cũng dễ dàng xác định.

$$\begin{aligned} D + dD &= \sum (p_i + dp_i) = \sum \left(p_i + \frac{\partial p_i}{\partial D} dD + \frac{\partial p_i}{\partial a} da + \frac{\partial p_i}{\partial b} db + \frac{\partial p_i}{\partial c} dc \right) = \\ &= \sum \left(p_i + m p_i \frac{dD}{D} + \alpha p_i \frac{da}{a} + \beta p_i \frac{db}{b} + \gamma p_i \frac{dc}{c} \right) = \sum p_i + \frac{dD}{D} \sum m p_i + \sum \left(\alpha \frac{da}{a} + \beta \frac{db}{b} + \gamma \frac{dc}{c} \right) \end{aligned} \quad (1.66)$$

* R. Munro-Smith, “The Weight Equation in Ship Design”, SMEB, 1956.

Từ $D = p_1 + p_2 + \dots + p_6 = \sum p_i$ có thể viết

$$dD = \frac{dD}{D} \sum mp_i + \sum (\alpha \frac{da}{a} + \beta \frac{db}{b} + \gamma \frac{dc}{c})$$

Vì rằng:
$$dD - \frac{dD}{D} \sum mp_i = dD(1 - \frac{\sum mp_i}{D}) = dD(\frac{D - \sum mp_i}{D})$$

và nếu sử dụng ký hiệu:

$$R = \frac{D}{D - \sum mp_i} \quad \text{từ đó} \quad dD \cdot \frac{1}{R} = \sum p_i \sum (\alpha \frac{da}{a} + \beta \frac{db}{b} + \gamma \frac{dc}{c}) \quad (1.67)$$

biểu thức tính dD sẽ có dạng:

$$dD = R \sum p_i \sum (\alpha \frac{da}{a} + \beta \frac{db}{b} + \gamma \frac{dc}{c}) \quad (1.68)$$

Nếu chỉ số ký hiệu p dùng chỉ trạng thái nguyên mẫu (*prototype*) của tàu mẫu dùng khi thiết kế, công thức tính P_j từ $P_j = k.D.a.b.c$ có thể viết dưới dạng sau

$$\frac{P_j}{P_p} = [(\frac{k}{k_p})(\frac{a}{a_p})^\alpha (\frac{b}{b_p})^\beta (\frac{c}{c_p})^\gamma] (\frac{D}{D_p}) \quad (1.69)$$

Nếu ký hiệu $f = [(\frac{k}{k_p})(\frac{a}{a_p})^\alpha (\frac{b}{b_p})^\beta (\frac{c}{c_p})^\gamma]$ và $r = \frac{D}{D_p} = \lambda^3$ (1.70)

chúng ta có quyền viết: $P = P_p f r^n$ (1.71)

trong đó r chỉ mang các giá trị 1, 2/3, 0 còn $D = rD_p$.

Ví dụ 1.1. Áp dụng phương trình trọng lượng, xác định kích thước thay đổi cho tàu vận tải ven biển sau. Tàu nguyên mẫu có đặc tính chính: Lượng chiếm nước 5250t; vận tốc khai thác 13 HL/h; trọng lượng vỏ tàu $P_1 = 1870t$; trọng lượng máy, thiết bị $P_2 = 505t$; nhiên liệu $P_3 = 420t$; các trọng lượng khác $P_4 = 2455t$.

Tàu mới phải đạt vận tốc 14 HL/h.

Trong ví dụ này chúng ta chấp nhận giả thiết, nhóm trọng lượng P_2 thay đổi rõ nét khi tàu phải tăng vận tốc khai thác, từ 13÷14 HL/h.

$$F_2 = (\frac{14}{13})^3 = 1,249$$

Theo hướng dẫn nêu trên, thay đổi các nhóm trọng lượng khác sẽ là (bảng 1.7):

Bảng 1.7

Nhóm trọng lượng	P	F	r^n	Trọng lượng, t
P_1'	1870	1,0	R	1870 r
P_2'	505	1,249	$r^{2/3}$	631 $r^{2/3}$
P_3'	420	1,0	$r^{2/3}$	420 $r^{2/3}$
P_4'	2455	1,0	1	2455

$$D' = 1870 r + 1051 r^{2/3} + 2455 = 5250 r$$

$$3380 r - 1051 r^{2/3} - 2455 = 0$$

$$r - 0,3110 r^{2/3} - 0,7262 = 0$$

từ đó

$$r = \frac{0,1037 + 0,7262}{1 - 0,2073} = 1,047$$

và

$$P_1' = 1870r = 1958 t$$

$$P_2' = 631r^{2/3} = 651 t$$

$$P_3' = 420r^{2/3} = 433 t$$

$$P_4' = 2455 t$$

$$D' = 5497 t$$

$$R = \frac{5250}{5250 - 1870 - \frac{2}{3}(505 + 420)} = 1,90$$

$$\Sigma dP = 631 - 505 = 126 t$$

$$dP = R \Sigma dP = 239 t$$

$$dD = D' - D = 247 t$$

Ví dụ 1.2. Sử dụng công thức tính trọng lượng của *Smith*, xác định thay đổi trọng lượng cho thiết kế tàu vận tải sau. Kích thước chính tàu: Chiều dài tính toán $L = 124,96m$; chiều rộng $B = 17,45m$; chiều cao $H = 11,58m$; vận tốc tàu mẫu $v = 12HL/h$.

Các dữ liệu liên quan các nhóm trọng lượng tàu mẫu:

Trọng lượng vỏ tàu	$P_1 = 2214,5t = 0,167D$
--------------------	--------------------------

Trọng lượng trang thiết bị	$P_2 = 467,4t = 0,035D$
----------------------------	-------------------------

Trọng lượng buồng máy	$P_3 = 609,7t = 0,046D$
-----------------------	-------------------------

Trọng lượng nhiên liệu	$P_4 = 1320,5t = 0,10D$
------------------------	-------------------------

Trọng lượng dự trữ	$P_5 = 25,4t = 0,002D$
--------------------	------------------------

Trọng lượng hàng hóa	$P_6 = 8370,5t = 0,650D$
----------------------	--------------------------

Cộng	$D = 13208,0t$
------	----------------

Từ tàu mẫu trên đây cần thiết thay đổi kích thước, trọng lượng nhằm đưa sức chở hàng (trọng lượng hàng) từ P_6 thành $P_6 + dP_6$, tầm hoạt động từ R thành $R + dR$, vận tốc thay đổi từ v thành $v + dv$. Lượng chiếm nước của tàu sẽ thay đổi theo $D + dD$. Theo cách tính trình bày trên, sử dụng công thức (1.46) vào tính toán, có thể viết các biểu thức thay đổi nhóm trọng lượng theo cách sau.

$$P_1 + 0,167D(1 + \frac{dD}{D})$$

$$P_2 + 0,035D(1 + \frac{dD}{D})$$

$$P_3 + 0,046D(1 + \frac{2}{3} \frac{dD}{D} + 3 \frac{dD}{D})$$

$$P_4 + 0,100D(1 + \frac{2}{3} \frac{dD}{D} + 2 \frac{dv}{v} + \frac{dR}{R})$$

$$P_5 + 0,002D(1 + \frac{dD}{D})$$

$$P_6 + 0,65D(1 + \frac{dP_6}{P_6})$$

Từ đó có thể viết công thức tương tự (1.66) cho trường hợp cụ thể này:

$$D + dD = D + \frac{dD}{D}(0,167 + 0,035 + \frac{2}{3} \times 0,046 + \frac{2}{3} \times 0,1 + 0,002)D + \frac{dv}{v}(3,0 \times 0,046 + 2,0 \times 0,1)D + \\ + \frac{dR}{R} \times 0,1 \times D + \frac{dP_6}{P_6}(0,65)D = D + \frac{dD}{D} \times 0,302D + 0,328D \times \frac{dv}{v} + 0,1D \frac{dR}{R} + 0,65D \frac{dP_6}{P_6}$$

$$\text{hoặc } \frac{dD}{D} = 0,484 \frac{dv}{v} + 0,143 \frac{dR}{R} + 0,931 \frac{dP_6}{P_6}$$

Trường hợp 1: tầm hoạt động tàu cần tăng 10%, vận tốc tàu vẫn giữ như cũ, các biến đổi cần thiết khi $dR/R = 0,1$ còn $dv = 0$ sẽ là $\frac{dD}{D} = 0,143 \times 0,1 = 0,0143$

từ đó: $dD = 0,0143D = 188,98t$.

Các nhóm trọng lượng tàu mới sẽ là

$$P_1 = 2246,5t$$

$$P_2 = 474,5t$$

$$P_3 = 615t$$

$$P_4 = 1465t$$

$$P_5 = 25,4t$$

$$P_6 = 8570,5t$$

$$D = 13394t$$

Nếu tính theo (1.67) và (1.68) bạn đọc nhận được giá trị của dP sau đây.

$$R = \frac{13208}{13208 - 2214,5 - 467,4 - \frac{2}{3}(609,7 + 1320,5)} = 1,43$$

$$dD = R dD = R \sum p_i \sum (\alpha \frac{da}{a} + \beta \frac{db}{b} + \gamma \frac{dc}{c}) = 1,43 \cdot 132 = 188,7t$$

Trường hợp 2: P_6 cần tăng thêm 1016t, các đại lượng khác không đổi, kết quả tính sẽ như sau:

$$\frac{dP_6}{P_6} = \frac{1016}{8570,5} \text{ do vậy } \frac{dD}{D} = 0,931 \cdot \frac{dP_6}{P_6} = 0,1104$$

$$dD = 13208 \times 0,1104 = 1458,0t$$

$$dD + D = 14666t$$

Các nhóm trọng lượng giờ đây mang giá trị:

$$P_1 = 2459,9 \text{ t} \quad P_4 = 1418,4 \text{ t}$$

$$P_2 = 519,2 \text{ t} \quad P_5 = 25,4 \text{ t}$$

$$P_3 = 654,3 \text{ t} \quad P_6 = 9586,5 \text{ t}$$

$$D = 14663,7 \text{ t}$$

Trường hợp 3: cần tăng vận tốc thêm 1 *HL/h*, trong điều kiện không thay đổi các yêu cầu khác của tàu mẫu.

$$\text{Từ } \frac{dv}{v} = \frac{1}{12} \text{ có thể viết } \frac{dD}{D} = 0,484 \times \frac{1}{12} = 0,0403$$

$$D + dD = 13208 + 532,4 = 13740,4 \text{ t}$$

Các nhóm trọng lượng thay đổi trong trường hợp này.

$$P_1 = 2304,4 \text{ t} \quad P_4 = 1576,7 \text{ t}$$

$$P_2 = 485,7 \text{ t} \quad P_5 = 25,4 \text{ t}$$

$$P_3 = 778,3 \text{ t} \quad P_6 = 8570,5 \text{ t}$$

$$D = 13741,0 \text{ t}$$

1.10 HỆ SỐ SỬ DỤNG LƯỢNG CHIẾM NƯỚC TÀU

Hệ số sử dụng (*utility coefficient*) được hiểu theo nghĩa tổng quát, là tỷ lệ giữa *deadweight* và lượng chiếm nước của tàu

$$\eta = \frac{DW}{D} \quad (1.72)$$

Trong hệ thống tài liệu của một vài nước, người ta còn dùng khái niệm “*sức chở thuần túy*”, theo đó khả năng chở hàng của tàu không phải đánh giá qua *deadweight* mà qua lượng hàng tinh được chở trên tàu. Nếu ký hiệu *CN*, tạm mượn từ *C- cargo*, *N- netto* để chỉ lượng hàng chở trên tàu, hệ số sử dụng được xét như là:

$$\eta_C = \frac{CN}{D} \quad (1.73)$$

Hệ số thứ hai này được dùng rộng rãi trong tài liệu chính thức và không chính thức tại nước ta.

Các công thức này có thể giúp người thiết kế xác định sơ bộ lượng chiếm nước tàu khi đã có yêu cầu về sức chở.

$$D = \frac{DW}{\eta} \quad (1.74)$$

$$\text{hoặc} \quad D = \frac{CN}{\eta_C} \quad (1.75)$$

Theo cách trình bày lượng chiếm nước dạng (1.72), có thể viết công thức tính hệ số sử dụng dạng sau.

$$\eta = \frac{D - P_1 - P_2 - \dots}{D} = 1 - \frac{P_1}{D} - \frac{P_2}{D} - \dots \quad (1.76)$$

và
$$\eta_c = \frac{D - P_1 - P_2 - \dots}{D} = 1 - \frac{P_1}{D} - \frac{P_2}{D} - \dots \quad (1.77)$$

Một số giá trị thực tế của hệ số sử dụng được giới thiệu tại bảng 1.8.

Bảng 1.8

Kiểu tàu	η	η_c
Tàu hàng khô	0,50 – 0,73	0,45 – 0,61
Tàu container	0,62	0,55
Tàu chở hàng rời	0,67 – 0,79	0,60 – 0,69
Tàu chở dầu	0,60 – 0,84	0,56 – 0,80
Tàu đánh cá	0,36	0,01
Tàu kéo	0,11 – 0,30	0,0

Trong thiết kế tàu chở hàng, công thức xác định hệ số sử dụng tỏ ra rất hiệu quả khi lập phương án ban đầu. Thông số cơ bản số một của tàu chở hàng là sức chở, hiểu theo nghĩa *deadweight* hoặc sức chở hàng tinh. Từ kết quả thống kê hoặc từ tàu mẫu, người thiết kế có thể xác định trong phạm vi cho phép hệ số sử dụng, rồi từ hệ số sử dụng xác định lượng chiếm nước của tàu. Điều phải lưu ý khi xác định hệ số sử dụng là phải quan tâm đầy đủ ảnh hưởng các thông số khác của tàu đến η gồm: kiểu tàu, kích cỡ, vận tốc khai thác và trang thiết bị trên tàu...

Theo cách vừa nêu lượng chiếm nước của tàu được tính theo công thức:

$$D = \frac{DW}{\eta} \quad (1.74)$$

Khi đã có D các bước tính khác được thực hiện theo các cách phổ biến nhằm xác định các tham số còn lại của tàu phải thiết kế.

Ví dụ 1.3. Minh họa cách dùng hệ số sử dụng η .

Thiết kế tàu chở hàng khô có sức chở 13000 tấn, vận tốc khai thác của tàu phải là 18 *HL/h*. Tàu được lắp máy chính thuộc nhóm *diesel*, trung tốc.

Từ kết quả thống kê chúng ta có thể chấp nhận hệ số sử dụng tàu kiểu này khoảng 0,70. Áp dụng công thức (1.74):

$$D = \frac{13000}{0,70} = 18600, t$$

Kích thước chính của tàu xác định theo các công thức trình bày tại chương 3 cùng tài liệu.

Chiều dài tàu, theo *Posdiunine* sẽ là:

$$L = C \left(\frac{v_s}{2 + v_2} \right)^2 D^{1/3} = 7,16 \left(\frac{18}{2 + 18} \right)^2 \sqrt[3]{18600} = 153,5m$$

Chiều dài trên đây tính bằng đơn vị *feet* sẽ là 504'.

Số *Froude* dạng dùng tại Anh^(*) $\frac{v(kn)}{\sqrt{L(ft)}}$ mang giá trị $\frac{18}{\sqrt{504}} \approx 0,8$.

Hệ số đầy thể tích được tính như sau:

$$C_B = K - \frac{1}{2} \frac{v}{\sqrt{L}} = 1,06 - \frac{1}{2} \frac{18}{\sqrt{504}} = 0,66$$

Tỷ lệ kích thước chính tính theo công thức kinh nghiệm:

$$L/B = 2L^{0,25} = 7$$

$$H/T = 1,42 \text{ và } B/T = 2,3$$

chọn từ kết quả thống kê nhằm đảm bảo ổn định tàu.

Từ các dữ liệu thu được có thể tiến hành đưa bài toán thiết kế về dạng phương trình sau:

$$\text{Từ } D = \gamma \cdot C_B \cdot L \cdot B \cdot T = P_1 + P_2 + P_3$$

trong đó: P_1 - trọng lượng vỏ và trang thiết bị

P_2 - trọng lượng buồng máy

P_3 - sức chở cùng lượng dự trữ của tàu.

Tiến hành thay thế P_i , $i = 1, 2, 3$ bằng các biểu thức đã đề cập, có thể viết:

$$\gamma \cdot C_B \cdot L \cdot B \cdot T = L \cdot B \cdot H \cdot p_1 + BHP \cdot p_2 + P_3$$

$$\text{và } \gamma \cdot C_B \cdot \frac{L}{B} \cdot B \cdot B \cdot \frac{T}{B} \cdot B = \frac{L}{B} \cdot B \cdot B \cdot \frac{T}{B} \cdot \frac{H}{T} \cdot B \cdot p_1 + BHP \cdot p_2 + P_3 \quad (1.75)$$

Nếu sử dụng ký hiệu $l = \frac{L}{B}$; $b = \frac{B}{T}$; $h = \frac{H}{T}$ có thể viết:

$$\gamma \cdot C_B \cdot l \cdot \frac{1}{b} v B^3 = l \cdot \frac{1}{b} \cdot h \cdot B^3 \cdot p_1 + BHP \cdot p_2 + P_3 \quad (1.76)$$

$$\text{từ đó } \gamma \cdot C_B \cdot l \cdot \frac{1}{b} \cdot B^3 = \frac{l}{b} \cdot h \cdot B^3 \cdot p_1 + \frac{D^{2/3} v^3}{C} \cdot p_2 + P_3 \quad (1.77)$$

Sau chuyển vế có thể viết công thức (1.77) dưới dạng phương trình bậc ba của B như sau đây:

$$(\gamma \cdot C_B \cdot \frac{l}{b} - \frac{l}{b} \cdot h \cdot p_2) \cdot B^3 - \frac{(\gamma \frac{l}{b} \cdot C_B)^{2/3} v^3 p_2}{C} B^2 - P_3 = 0 \quad (1.78)$$

^(*) Corresponding speed.

Giả sử rằng, lượng dự trữ chiếm 2% sức chở, tính bằng số 260t, hệ số hải quân $C = 400$ theo tài liệu thống kê, các chỉ số $p_1 = 0,1295 \text{ t/m}^3$, $p_2 = 0,077 \text{ t/PS}$, giá trị $l = 7$; $b = 2,3$; $l_1 = 1,42$ nhận từ dữ liệu thống kê, phương trình (1.78) sẽ mang dạng:

$$1,512B^3 - 1,82B^2 - 13260 = 0$$

Từ đó có thể xác định $B = 21,1m$.

Kích thước chính của tàu sẽ là:

$$L = l \cdot B = 7 \times 21,1 = 147,7m$$

$$T = B/b = 21,1/2,3 = 9,2m$$

$$H = h \cdot T = 1,42 \times 9,2 = 13,05m$$

Vai trò của D tính theo (1.74) phải được kiểm tra lại. Từ kết quả tính lượng chiếm nước của tàu với kích thước đang có sẽ là:

$$D_1 = \gamma \cdot C_B \cdot L \cdot B \cdot T = 1,03 \cdot 0,66 \cdot 28600 = 19400 \text{ t}$$

Chúng ta tiếp tục tính trên cơ sở D_1 . Các nhóm trọng lượng được tính theo tàu với kích thước mới sẽ là $P_1 = 5260 \text{ t}$; $P_2 = 940 \text{ t}$; $P_3 = 13260 \text{ t}$. Lượng chiếm nước tính cho lần tính này sẽ là $D_2 = 19460 \text{ t}$.

Sai số giữa D_2 và D_1 chỉ 60 t, chiếm 0,3% lượng chiếm nước là điều có thể chấp nhận được.

Ví dụ 1.4. Minh họa cách dùng hệ số sử dụng lượng chiếm nước.

Thiết kế tàu chở hàng theo yêu cầu: *deadweight* của tàu $DW = 4000$ tấn, vận tốc khai thác $v = 14 \text{ HL/h}$.

Sử dụng các dữ liệu liên quan đến trọng lượng vỏ tàu, buồng máy, hiệu suất thiết bị đẩy tàu sau đây khi tính: $p_v = 0,28$; $p_M = 0,10$. Nếu coi *sức cản vỏ tàu vận tải R*, công suất máy chính liên quan hiệu suất chân vịt được xác định theo cách thường gặp:

$$DHP = \frac{0,514Rv}{75\eta_p} \text{ với hiệu suất chân vịt } \eta_p = 0,60 \quad (1.79)$$

Thay các biểu thức trên vào công thức tính η có thể viết:

$$\eta = 1 - p_k - \frac{1}{146} \cdot \frac{p_M}{\eta_p} \frac{R}{D} v$$

$$\text{hoặc là} \quad \eta = 0,720 - 0,016 \frac{R}{D} \quad (1.80)$$

Theo cách biến đổi này có thể viết (1.79) dưới dạng:

$$DHP = \frac{R}{D} \frac{D}{\eta_p} \frac{(0,5144v)}{75} = 0,16 \frac{R}{D} D$$

Thủ tục tính tiến hành theo bảng, tính cho các trường hợp D , (t), thay đổi.

Bảng 1.9

Công thức	5500	6000	6500	7000
$D^{1/3}$	17,65	18,2	18,67	19,10
$L = 5,75D^{1/3}, m$	101,5	104,6	107,3	109,9
$L^{1/2}$	10,07	10,23	10,36	10,48
$Fn = \frac{v}{\sqrt{gL}}$	0,227	0,223	0,221	0,218
R_T/D	3,38	3,22	3,15	3,02
DHP, PS	2980	3100	3270	3370
$\eta = DW/D$	0,728	0,667	0,615	0,572

Công thức tính L được trình bày tại phần xác định kích thước chính. Sức cản toàn bộ R hoặc R_T tính theo phương pháp *Papmiel*.

Sử dụng phương pháp đồ thị giải phương trình (1.80) cho ví dụ này. Kết quả cuối của bài toán thiết kế như sau

$$D = 5980 \text{ t và } \eta = 0,67$$

Theo cách tính kiểm tra trình bày trên, có thể tính trọng lượng vỏ và trọng lượng buồng máy tàu:

$$P_v = 1670 \text{ t}$$

$$P_M = 310 \text{ t}$$

$$DW = 4000 \text{ t}$$

1.11 PHƯƠNG TRÌNH VÀ HỆ SỐ NORMAND

Trong thiết kế dựa theo tàu mẫu chúng ta sử dụng phương trình các nhóm trọng lượng dạng hàm nhiều biến sau:

$$P = D - F(D, a, b, c, \dots) \quad (1.81)$$

Trong công thức này, các đại lượng ký hiệu bằng a , b , c , đại diện các chỉ tiêu kỹ thuật, đạo hàm của chúng...

Lấy đạo hàm riêng từ (1.81) chúng ta nhận được:

$$dP = dD - \frac{\partial F}{\partial D} dD - [dF]_o \quad (1.82)$$

$$\text{trong đó} \quad [dF]_o = \frac{\partial F}{\partial a} da + \frac{\partial F}{\partial b} db + \dots \quad (1.83)$$

Từ phương trình trên, có thể viết biểu thức tính số gia lượng chiếm nước dD theo cách sau:

$$dD = \frac{dP + [dF]_o}{1 - \frac{\partial F}{\partial D}} = \frac{\Delta}{1 - \frac{\partial F}{\partial D}} \quad (1.84)$$

Nếu ký hiệu: $\eta_N = \frac{1}{1 - \frac{\partial F}{\partial D}} \quad (1.85)$

chúng ta có quyền viết $dD = \Delta \cdot \frac{1}{1 - \frac{\partial F}{\partial D}} = \Delta \cdot \eta_N$

Hệ số η_N có tên gọi hệ số *Normand*.

Ví dụ: Xác định hệ số *Normand* cho phương trình trọng lượng dạng sau:

$$D = p_v D + p_b s D^{2/3} + p_M \frac{D^{2/3} v^3}{C} + p_{FO} R \frac{D^{2/3} v_E^3}{C_E} + P \quad (1.86)$$

trong đó $R = t \cdot v_E$

Áp dụng công thức (1.85) vào trường hợp cụ thể có thể viết

$$\eta_N = \frac{1}{1 - \frac{P_v}{D} - \frac{2}{3} \left(\frac{P_B}{D} + \frac{P_M}{D} + \frac{P_{FO}}{D} \right)} \quad (1.87)$$

Thành phần $[dF]_o$ được hiểu như sau:

$$[dF]_o = [dP_v]_o + [dP_B]_o + [dP_M]_o + [dP_{FO}]_o \quad (1.88)$$

và $[dP_v]_o = P_v \frac{dp_v}{p_v} \quad (1.89)$

$$[dP_B]_o = P_B \left(\frac{dp_B}{p_B} + \frac{ds}{s} \right)$$

$$[dP_M]_o = P_M \left(\frac{dp_M}{p_M} + 3 \frac{dv}{v} - \frac{dC}{C} \right)$$

$$[dP_{FO}]_o = P_{FO} \left(\frac{dp_{FO}}{p_{FO}} + \frac{dR}{R} + 2 \frac{dv_E}{v_E} - \frac{dC_E}{C_E} \right)$$

từ đó $dD = \{dP + [dF]_o\} \eta_N \quad (1.90)$

Ví dụ 1.5. Sử dụng hệ số *Normand* thiết kế tàu vận tải hàng tổng hợp, chạy biển trên cơ sở tàu mẫu với kích thước chính sau. $L_{pp} = 135,0m$; $B = 18,5m$; $H = 11,5m$; $T = 7,65m$ và $D = 13103t$. Hệ số đầy thể tích $C_B = 0,666$.

Sức chở của tàu $CN = 8200t$; Công suất máy chính $P_e = 7800PS$.

Vận tốc tàu $v = 17 HL/h$.

Cần thiết đưa vận tốc tàu lên $17,5 HL/h$ cho tàu thiết kế mới.

Công thức cuối (1.88) cho phép tìm $[dF]_o$ dạng sau:

$$dP_v = p_v \frac{dp_v}{p_v}$$

$$dP_{TB} = p_{TB} \frac{dp_{TB}}{p_{TB}}$$

$$[dP_M]_o = P_M \left(\frac{dp_M}{p_M} + 3 \frac{dv}{v} - \frac{dC}{C} \right)$$

$$[dP_{FO}]_o = P_{FO} \left(\frac{dp_{FO}}{p_{FO}} + \frac{dR}{R} + 2 \frac{dv_E}{v_E} - \frac{dC_E}{C_E} \right)$$

Tổng $[dF]_o$ gồm bốn thành phần, tuy nhiên, nếu coi p_v , p_{tb} , p_m , c là các đại lượng gần như không đổi thay, thực tế chỉ có dP_M thay đổi. Thay các giá trị được nêu từ dữ liệu ban đầu, có thể tính $[dP_M]_o = p_M \times 3 \times \frac{dv}{v} = 963 \times 3 \times \frac{0,5}{17} = 85 t$.

$$dP = -413 t$$

và $\Delta = [dF]_o + dP = 85 - 413 = -328 t$

Hệ số *Normand* theo cách tính từ (1.87) sẽ là

$$\eta_N = \frac{1}{1 - \frac{P_v}{D} - \frac{P_{TB}}{D} - \frac{2}{3} \left(\frac{P_M}{D} + \frac{P_{FO}}{D} \right)} = \frac{1}{1 - \frac{2681}{13103} - \frac{1159}{13103} - \frac{2}{3} \frac{963}{13103}} = 1,52$$

Từ đó $dD = \Delta \eta_N = -328 \times 1,52 = -498 t$.

Lượng chiếm nước của tàu đang thiết kế, theo cách tính này sẽ là:

$$D_{new} = D_o - dD = 13103 - 498 = 12609 t$$

Ví dụ 1.6. Sử dụng hệ số *Normand*.

Dựa vào tàu mẫu ghi tại bảng sau, thiết kế tàu chở hàng mới với vận tốc tăng thêm 5%, tầm hoạt động của tàu tăng 10%. Lượng hàng chở trên tàu được giảm bớt 1000 t so với tàu mẫu.

Bảng 1.10

Tên gọi	TL theo mẫu, t	(2)/D	Hệ số	$\frac{\partial P_i}{\partial D}$ = (3) × (4)	$[dP_i]_o$	$\frac{\partial P_i}{\partial D} dD$ = (5) × dD	DP_i = (6) + (7)	Hiệu chỉnh, t
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Vỏ tàu	5450	0,29	1,0	0,29	-	-210	-210	5420
Máy + thiết bị	670	0,036	0,667	0,024	100	-20	80	750
Nhiên liệu	2250	0,12	0,667	0,08	450	-60	390	2640
Cộng	8370	-	-	0,394	550	-	260	8630
Hàng	10000	-	-	-	-1000	-	-1000	9000
Trang thiết bị	110	-	-	-	-	-	-	110
Dự trữ của D	300	-	-	-	-	-	-	300
Công	10410	-	-	-	-1000	-	-1000	9410
Tổng cộng	18780	-	-	-	-450	-	-740	18040

Từ bảng tính có thể thấy $\frac{\partial F}{\partial D} = 0,394$

Hệ số Normand được tính thành $\eta_N = \frac{1}{1 - 0,394} = 1,65$

Kết quả tính theo cột 6 bảng 1.10:

$$[dP_v]_o = 0$$

$$[dP_M]_o = 670 \times 3 \times 0,05 = 100$$

$$[dP_{FO}]_o = 2250 (0,1 + 2 \times 0,05) = 450$$

Từ đó $[dF]_o = \sum [dP_I]_o = 550 \text{ t}$

$$\Delta = [dF]_o + dP = -1000 + 550 = -450 \text{ t}$$

Giảm lượng chiếm nước trong trường hợp này sẽ là:

$$dD = \{[dF]_o + dP\} \eta_N = 1,65 (-450) = -740 \text{ t}$$

Lượng chiếm nước của tàu đang được thiết kế

$$D = 18780 - 740 = 18040 \text{ t}$$

Hệ số *Normand* thay đổi không nhiều khi dùng cho một kiểu tàu. Những dữ liệu thống kê cho thấy hệ số η_N thường gặp nằm trong giới hạn sau:

Tàu vận tải	$1,5 \div 1,7$
Tàu khách	$1,8 \div 2,2$
Tàu chiến	$2,2 \div 3,0$
Tuần dương	$3,0 \div 3,5$

KÍCH THƯỚC CHÍNH CỦA TÀU

Kích thước chính của tàu được xác định trên cơ sở phương trình trọng lượng, đã đề cập tại chương đầu. Như chúng ta đã thực hiện, lượng chiếm nước của tàu, tính bằng tấn, bằng tổng tất cả trọng lượng có mặt trên tàu tại thời điểm tính, $D = \sum P_i, i = 1, 2, \dots$

Mặt khác từ định luật *Archimedes*, D được coi bằng lượng chiếm nước, hiểu theo nghĩa bằng trọng lượng khối nước V bị thân tàu đẩy khỏi vị trí vốn là của nước.

$$D = \gamma \cdot V \quad (2.1)$$

γ - trọng lượng riêng của nước quanh tàu, tính bằng thứ nguyên $[t/m^3]$. Với những đặc trưng của ngành tàu, cho đến nay lượng chiếm nước D vẫn được tính trong hệ thống *metric* bằng tấn (MT) hoặc bằng kG trọng lượng, tương đương 9,81 N. Theo cách dùng “*bảo thủ*” này, trọng lượng riêng của nước vẫn được tính bằng t/m^3 hoặc kG/l . Kể cả các nhóm trọng lượng tàu trong tài liệu được “*cân*” bằng kG hoặc (MT), mà không dùng các đơn vị khác.

Từ công thức (2.1) có thể khai triển:

$$D = \gamma \cdot C_B \cdot L \cdot B \cdot T \quad (2.2)$$

trong đó: C_B - hệ số đầy thể tích; L - chiều dài tàu; B - chiều rộng; T - chiều chìm. Thứ nguyên được dùng cho các đơn vị chiều dài là m .

Để giải hàm (2.2) chúng ta có nhiều cách thực hiện. Một vài cách thông dụng để trình bày D trong hàm các kích thước chính, được giới thiệu tiếp theo như tài liệu tham khảo.

2.1 XÁC ĐỊNH KÍCH THƯỚC CHÍNH TRÊN CƠ SỞ D VÀ C_B

Như chúng ta đã biết, C_B là thành phần có ảnh hưởng rất lớn đến sức cản, và hậu quả trực tiếp là vận tốc tàu, ảnh hưởng trực tiếp đến giá thành tàu, L cũng đóng đủ vai trò như vậy và còn liên quan đến bố trí toàn tàu, độ bền chung tàu. Chiều rộng tàu B có ảnh hưởng rất lớn đến tính ổn định và lắc tàu, T cùng B có ảnh hưởng không những đến ổn định mà còn đến an toàn của con tàu.

Xét các yếu tố liên quan nêu trên, có thể coi chiều dài tàu là hàm của vận tốc tuyệt đối tàu và thể tích chiếm nước $L = f(v, V)$.

Các đại lượng kích thước tương đối của tàu được định nghĩa gồm:

- Chiều dài tương đối của tàu l :

$$l = \frac{L}{\sqrt[3]{V}} = f(v) \quad (2.3)$$

Đại lượng này cũng là hàm số phụ thuộc vào vận tốc tuyệt đối v của tàu.

Từ (2.2) và (2.3) cho thấy, hệ số đầy thể tích CB là đại lượng liên quan trực tiếp đến vận tốc của tàu:

$$C_B = f(v, L) = f\left(\frac{v}{\sqrt{gL}}\right) \quad (2.4)$$

Hai đại lượng trực tiếp liên quan đến ổn định tàu, chúng ta có thể ghép lại để hình thành chiều rộng tương đối:

$$b_T = \frac{B}{T} \quad (2.5)$$

Bằng cách tương tự, chiều dài tương đối, tính theo B có thể là:

$$l_B = \frac{L}{B} \quad (2.6)$$

Biểu thức (2.3) còn được hiểu là:

$$l = \frac{L}{V^{1/3}} = \frac{L}{(k \cdot C_B \cdot L \cdot B \cdot T)^{1/3}} = \frac{1}{\sqrt[3]{k \cdot C_B}} \sqrt[3]{\frac{L^3}{L \cdot B \cdot T}} = \frac{(\frac{L}{B})^{2/3} (\frac{B}{T})^{1/3}}{k^{1/3} C_B^{1/3}}$$

hay là:
$$l = l_B^{2/3} \cdot b_T^{1/3} \cdot k^{-1/3} \cdot C_B^{-1/3} \quad (2.7)$$

Trong khi đó:

$$l_B = k^{1/2} \cdot C_B^{1/2} \cdot l^{3/2} \cdot b_T^{-1/2} \quad (2.8)$$

Phương trình (2.8) thể hiện rõ rằng l_B phụ thuộc vào C_B , l và tất nhiên cả vận tốc tàu v .

Tập hợp các điều vừa dẫn giải chúng ta có thể xếp cách tính kích thước chính của tàu cùng C_B và D trong hai nhóm qui ước. Nhóm một sử dụng hệ thống các biểu thức:

$$\left. \begin{aligned} D &= k \cdot \gamma \cdot C_B \cdot L \cdot B \cdot T \\ l &= \frac{L}{\sqrt[3]{V}} = f(v) \\ C_B &= f\left(\frac{v}{\sqrt{gL}}\right) \end{aligned} \right\} \quad (2.9)$$

Các bước tiến hành để xác định các kích thước chính là:

□ Xác định $l = f(v)$ theo vận tốc cho trước, từ đó tính $L = l \sqrt[3]{\frac{D}{\gamma}}$;

□ Với v và L đã xác định, tính số Froude $Fn = \frac{v}{\sqrt{gL}}$, sau đó xác định C_B theo

Fn dạng $C_B = f(v/\sqrt{gL})$;

- Xác định b_T nhằm thỏa mãn yêu cầu ổn định tàu;
- Kết quả sẽ nhận được hai phương trình tính B và T

$$B = \sqrt{\frac{D \cdot b_T}{k \cdot \gamma \cdot C_B \cdot L}}; \quad T = \frac{B}{b_T} = \frac{B}{(B/T)} \quad (2.10)$$

Nhóm thứ hai sử dụng các quan hệ:

$$D = k \cdot \gamma \cdot C_B \cdot \frac{L^3}{l_B^2 \cdot b_T}; \quad L = \sqrt[3]{\frac{D \cdot l_B^2 \cdot b_T}{k \gamma C_B}} \quad (2.11)$$

$$B = \frac{L}{l_B}; \quad T = \frac{B}{b_T} \quad (2.12)$$

Công thức tính C_B như (2.4), cách tìm lời giải thực hiện như đã trình bày.

Những công thức gần đúng xác định chiều dài tàu, được dùng rất rộng rãi trong thiết kế tàu do những nhà nghiên cứu tàu tìm ra rất sớm.

Trong các sách dạy đóng tàu của hầu hết các nước, chúng ta có thể tìm thấy những công thức kinh nghiệm còn mang tính thực tế sau.

Công thức Posdunine

$$\frac{L}{\sqrt[3]{D}} = C \cdot \left(\frac{v}{v+2}\right)^2 \quad (2.13)$$

trong đó hệ số kinh nghiệm C mang giá trị = 7,16 cho tàu vận tải, một chân vịt; = 7,31 cho tàu hai chân vịt; = 7,92 cho tàu khách. Khi thiết kế sơ bộ có thể chọn giá trị trung bình cho $C = 7,62$.

Công thức Ayre

$$\frac{L}{\sqrt[3]{D}} = 3,33 + 1,67 \frac{v}{\sqrt{L}} \quad (2.14)$$

Đơn vị đo dùng cho công thức này thuộc hệ thống đo Anh - Mỹ.

Công thức Jaeger

$$\sqrt{L_{pp}} = \sqrt[3]{p+q} + \sqrt[3]{p-q}$$

trong đó $p = b \cdot D^{1/3} \cdot v$ và $q = b \cdot D^{1/3} \cdot (v^2 - 2D^{1/3})^{1/2}$ (2.15)

Trị giá của b đọc theo hướng dẫn sau đây:

$b = 2/3$ - dùng cho tàu vận tốc trung bình như tàu cận hải, tàu đánh cá;

$b = 5/6$ cho tàu vận tải, tàu khác;

$b = 1$ cho tàu khách cỡ lớn.

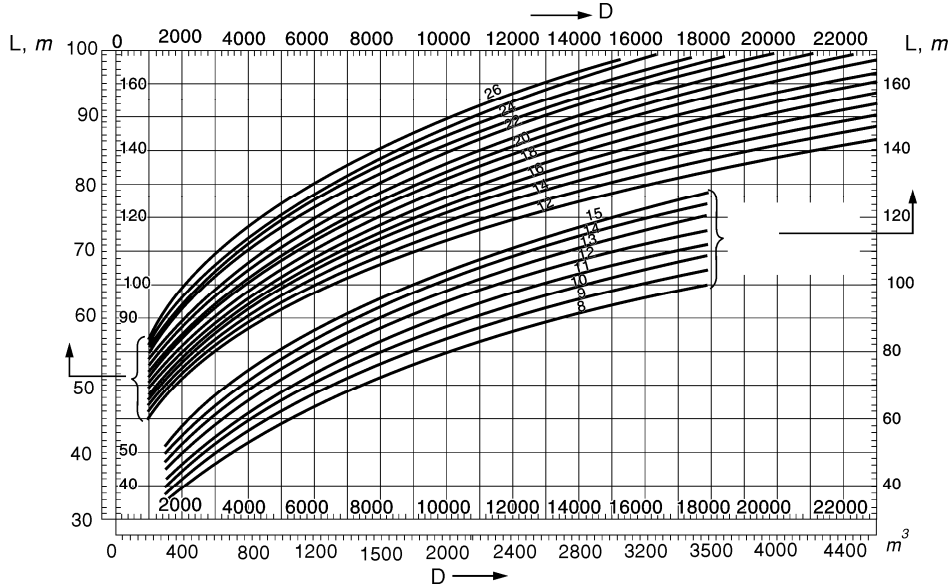
Vận tốc tại công thức tính bằng HL/h .

Công thức Nogid

$$L_{pp} = 2,3(v^{1/3} \cdot D^{1/3}) \quad (2.16)$$

trong đó v là vận tốc khai thác, tính bằng HL/h .

Đồ thị trên hình 2.1 giúp bạn đọc hình dung chiều dài tuyệt đối tàu là hàm của vận tốc và lượng chiếm nước.



Hình 2.1 Quan hệ giữa L với v và D

2.2 TRỌNG LƯỢNG TÀU LÀ HÀM CỦA KÍCH THƯỚC CHÍNH VÀ C_B

Trọng lượng tàu trong trường hợp này có thể phân thành ba nhóm:

- P_1 - trọng lượng thân tàu và thiết bị
- P_2 - trọng lượng máy chính cùng hệ thống
- P_3 - hàng hóa cùng lượng dự trữ.

Công thức cân bằng trọng lượng tàu được hiểu là:

$$\gamma \cdot C_B \cdot L \cdot B \cdot T = P_1 + P_2 + P_3 \quad (2.17)$$

Theo cách phân tích của chúng ta từ chương trước, P_1 tỷ lệ với mô đun thân tàu LBH , P_2 tỷ lệ với tổng công suất máy đẩy tàu ký hiệu BHP hoặc P_E , và $P_3 = const$, trong trường hợp này.

$$\gamma \cdot C_B \cdot L \cdot B \cdot T = (L \cdot B \cdot H) \cdot p_1 + BHP \cdot p_2 + P_3 \quad (2.18)$$

Công thức (2.18) có thể chuyển thành

$$\gamma \cdot C_B \cdot (L/B) \cdot B \cdot B \cdot (T/B) = (L/B) B \cdot B \cdot (T/B) (H/T) \cdot B \cdot p_1 + BHP \cdot p_2 + P_3$$

$$\text{hay là } \gamma \cdot C_B \cdot l_B \cdot B_3 \cdot (1/b_T) = l_B (1/b_T) \cdot h_T \cdot B^3 \cdot p_1 + BHP \cdot p_2 + P_3 \quad (2.19)$$

trong đó $h_T = H/T$, $b_T = B/T$, $l_B = L/B$.

Công thức (2.19) còn có thể biến đổi về dạng sau:

$$\gamma \cdot C_B \cdot \frac{1}{b_T} \cdot B^3 = \frac{1}{b_T} \cdot h_T \cdot B^3 \cdot p_1 + \frac{D^{2/3} v^3}{C} p_2 + P_3 \quad (2.20)$$

Thay $D = \gamma V$ vào biểu thức chứa $D^{2/3}$ về phải có thể thấy

$$\gamma \cdot C_B \cdot \frac{1}{b_T} \cdot B^3 = \frac{1}{b_T} \cdot h_T \cdot B^3 \cdot p_1 + \frac{(\gamma \cdot C_B \cdot \frac{1}{b_T} \cdot B^3)^{2/3} v^3}{C} p_2 + P_3 \quad (2.21)$$

Sau giản ước công thức (2.21) sẽ có dạng:

$$\gamma \cdot C_B \cdot \frac{1}{b_T} \cdot B^3 = \frac{1}{b_T} \cdot h_T \cdot B^3 \cdot p_1 + \frac{(\gamma \cdot C_B \cdot \frac{1}{b_T})^{2/3} v^3}{C} B^2 p_2 + P_3$$

$$\text{hay là} \quad (\gamma \cdot C_B \cdot \frac{1}{b_T} - \frac{1}{b_T} \cdot h_T \cdot p_1) \cdot B^3 - \frac{(\gamma \cdot C_B \cdot \frac{1}{b_T})^{2/3} v^3}{C} p_2 B^2 - P_3 = 0 \quad (2.22)$$

Phương trình bậc ba của B được giải theo các phương pháp quen thuộc. Với B xác định từ phương trình các đại lượng khác liên hệ với B được tìm dưới dạng

$$L = l_B B = \left(\frac{L}{B}\right) B$$

$$T = (1/b_T) B = \left(\frac{T}{B}\right) B$$

$$T = \left(\frac{H}{T}\right) T \quad (2.23)$$

2.3 PHƯƠNG TRÌNH TRỌNG LƯỢNG DẠNG VI PHÂN CỦA KÍCH THƯỚC CHÍNH VÀ C_B

Thiết kế tàu dựa vào tàu mẫu thích hợp cho trường hợp thay đổi kích thước và các đặc trưng khai thác tàu thiết kế không xa các giá trị tương ứng tàu mẫu. Thông lệ, các phép tính sẽ có nghĩa nếu mọi đổi thay không xa quá giới hạn sau:

Vận tốc tàu	$\pm 4 \div 5\%$
Kích thước chính	$\pm 7 \div 10\%$
Lượng chiếm nước	\pm đến 20%

Nếu coi các đại lượng miêu tả kích thước chính của tàu đang được thiết kế L , B , T , C_B thay đổi trong phạm vi hạn chế theo qui ước trên, gia tăng lượng chiếm nước sẽ bằng tổng các đổi thay thành phần

$$dD = \frac{\partial D}{\partial C_B} dC_B + \frac{\partial D}{\partial L} dL + \frac{\partial D}{\partial B} dB + \frac{\partial D}{\partial T} dT \quad (2.24)$$

Từ công thức cuối có thể biến đổi tiếp, như giả thiết đã đặt ra:

$$dD = \frac{D}{C_B} dC_B + \frac{D}{L} dL + \frac{D}{B} dB + \frac{D}{T} dT \quad (2.25)$$

Nếu bây giờ chúng ta gộp tất cả trọng lượng cố định vào nhóm mang ký hiệu P , còn các nhóm trọng lượng phụ thuộc vào nhóm F ($C_B, B, H, a, b, c, \dots$), có thể viết biểu thức tính P dưới dạng:

$$P = D - F(C_B, L, B, H, a, b, c, \dots), \quad (2.26)$$

$$\text{và:} \quad dP = dD - dF \quad (2.27)$$

Bản thân dF được khai triển thành:

$$dF = \frac{\partial F}{\partial C_B} dC_B + \frac{\partial F}{\partial L} dL + \frac{\partial F}{\partial B} dB + \frac{\partial F}{\partial T} dT + \frac{\partial F}{\partial H} dH + \frac{\partial F}{\partial a} da + \dots$$

$$\text{Từ đó: } dD = \left(\frac{D}{C_B} - \frac{\partial F}{\partial C_B}\right) dC_B + \left(\frac{D}{L} - \frac{\partial F}{\partial L}\right) dL + \left(\frac{D}{B} - \frac{\partial F}{\partial B}\right) dB + \left(\frac{D}{T} - \frac{\partial F}{\partial T}\right) dT + \frac{\partial F}{\partial H} dH - \frac{\partial F}{\partial a} da - \dots \quad (2.28)$$

Cách làm khác được chấp nhận trong thiết kế như sau. Thay vì các tỷ lệ giữa các kích thước chính của tàu mẫu và tàu thiết kế, ví dụ $L/B, B/T, \dots$, chúng ta có thể thiết kế trên nguyên tắc sử dụng *tỷ lệ đồng dạng* được viết theo dạng sau:

$$\begin{aligned} \frac{L + dL}{B + dB} &= m \\ \frac{B + dB}{T + dT} &= n \\ \frac{H + dH}{T + dT} &= k \end{aligned} \quad (2.29)$$

Khi tính chúng ta có quyền gán số gia cho các biến, thậm chí cả trong trường hợp số gia bằng 0, ví dụ $dT = 0, dH = 0, \dots$

Sau giải phương trình sẽ nhận được kích thước chính, hệ số C_B và tất nhiên cả lượng chiếm nước. Để kiểm tra các phép tính, cần thiết kiểm tra gia tăng trọng lượng dP_i theo công thức đã dẫn.

$$dP_i = \frac{\partial P_i}{\partial C_B} dC_B + \frac{\partial P_i}{\partial L} dL + \frac{\partial P_i}{\partial B} dB + \frac{\partial P_i}{\partial T} dT + \frac{\partial P_i}{\partial H} dH + \frac{\partial P_i}{\partial a} da + \dots \quad (2.30)$$

Ví dụ 2.1. Từ tàu mẫu với kích thước chính dưới đây:

$$\begin{aligned} L_{pp} &= 135,0m; & B &= 18,5m; & H &= 11,5m \\ T &= 7,65m; & C_B &= 0,666; & D &= 13103t \end{aligned}$$

Tàu trang bị máy chính với $BHP = 7800 PS$;

Trọng tải tàu $DW = 8200t$;

Vận tốc tàu $v = 17 HL/h$.

Cần thiết kế tàu mới chạy với vận tốc $17,5 \text{ HL/h}$, trong điều kiện không thay đổi chiều chìm T và trọng tải: $dT = 0$ và $dDW = 0$.

Điều kiện bổ sung đảm bảo vận tốc khai thác $dC_B = -0,006$.

$$\frac{L + dL}{B + dB} = 7,3 \text{ và } \frac{H + dH}{B + dB} = 0,621$$

Thực hiện các đổi thay theo công thức đã trình bày, trong đó công thức tính từng nhóm trọng lượng tham gia vào D của tàu như đã đề cập tại chương trước. Các nhóm trọng lượng thành phần, tính bằng tấn, gồm:

Thân tàu	2681
1- Trang bị tàu	154
2- Cách nhiệt	313
3- Thiết bị trên boong	421
4- Hệ đường ống	115
5- Máy chính cùng hệ thống	761
6- Dầu, nước cho máy	87
7- Trang thiết bị thân tàu	180
8- Hệ thống làm lạnh	100
9- Thiết bị điện	46
10- Sơn	20
11- Các phần khác	25
DW	8200
D	13103

Gia tăng các thành phần trọng lượng đọc từ bảng 2.1.

Bảng 2.1

	Quan hệ	Công thức	$\frac{P_i}{C_B}$	$\frac{P_i}{L}$	$\frac{P_i}{B}$	$\frac{P_i}{T}$	$\frac{P_i}{H}$	$\frac{P_i}{v}$
1	LBH	$\frac{P}{L}dL + \frac{P}{B}dB + \frac{P}{H}dH$	-	19,9	145,0	-	234,0	-
2	$(LBH)^{2/3}$	$2/3 \cdot \frac{P}{L}dL + \frac{P}{B}dB + \frac{P}{H}dH$	-	0,76	5,6	-	8,95	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-
4	LB	$\frac{P}{L}dL + \frac{P}{B}dB$	-	3,12	22,76	-	-	-
*	$D^{2/3}v^3$	$2/3(\frac{P}{L}dL + \frac{P}{B}dB + \frac{P}{T}dT) + \frac{3}{v}dv$	(962)	4,75	34,8	84,0	-	170
8	LBH	$\frac{P}{L}dL + \frac{P}{B}dB + \frac{P}{H}dH$	-	1,33	9,75	-	15,7	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-
10	LBH	$\frac{P}{L}dL + \frac{P}{B}dB + \frac{P}{H}dH$	-	0,33	2,49	-	4,0	-

	Quan hệ	Công thức	$\frac{P_i}{C_B}$	$\frac{P_i}{L}$	$\frac{P_i}{B}$	$\frac{P_i}{T}$	$\frac{P_i}{H}$	$\frac{P_i}{v}$
11	LBH	$\frac{P}{L}dL + \frac{P}{B}dB + \frac{P}{H}dH$	-	0,15	1,08	-	1,74	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-
D W	-	-	-	-	-	-	-	-
D	-	-	962	30,34	221,57	84	262,4	170

Gia tăng trọng lượng tính theo công thức

$$dD = \left(\frac{D}{C_B} - \sum \frac{\partial P_i}{\partial C_B}\right)dC_B + \left(\frac{D}{L} - \frac{\partial P_i}{\partial L}\right)dL + \left(\frac{D}{B} - \frac{\partial P_i}{\partial B}\right)dB + \left(\frac{D}{T} - \frac{\partial P_i}{\partial T}\right)dT + \frac{\partial P_i}{\partial H}dH - \frac{\partial P_i}{\partial v}dV$$

Bảng 2.2

	Nhóm trọng lượng	Trọng lượng tàu mẫu	$\frac{\partial P_i}{\partial C_B}dC_B$	$\frac{\partial P_i}{\partial B}dB$	$\frac{\partial P_i}{\partial L}dL$	$\frac{\partial P_i}{\partial H}dH$	$\frac{\partial P_i}{\partial v}dv$	Hiệu chỉnh
1	Vỏ thép	2681	-	-38,6	-38,6	-36,6	-	-115,8
2	Nội thất	154	-	-1,49	-1,47	-1,48	-	-4,44
3	Cách nhiệt b. máy	313	-	-	-	-	-	-313
4	Thiết bị boong	421	-	-6,09	-6,09	-	-	12,1
5	Buồng máy	963	-5,77	-9,2	-9,2	-	85	60,7
6	Cách âm, nhiệt tàu	180	-	-2,6	-2,58	-2,58	-	-7,76
7	Thiết bị lạnh	100	-	-	-	-	-	-100
8	Điện	46	-	0,66	-0,64	-0,66	-	-1,96
9	Sơn	20	-	-0,25	-0,29	-0,29	-	-0,87
10	Thiết bị	10	-	-	-	-	-	-
11	Phụ tùng	15	-	-	-	-	-	-
12	Sức chở	8200	-	-	-	-	-	-
D tàu mẫu		13103	Tổng hiệu chỉnh					-459,2

Từ đó:

$$\begin{aligned} -413 = & \left(\frac{13103}{0,666} - 962\right)(-0,006) + \left(\frac{13103}{135,0} - 30,34\right)dL + \left(\frac{13103}{18,5} - 22,157\right)dB + \\ & + \left(\frac{13103}{7,65} - 84,0\right)dT - 264,39dH - 170dv \end{aligned}$$

Nếu coi rằng $\frac{L + dL}{B + dB} = 7,3$ và $\frac{H + dH}{B + dB} = 0,621$

có thể thấy $dL = 7,3dB$ và $dH = 0,621dB$, và tính được:

$$dB = -0,266m; dL = -1,94m; dH = -0,16m; dT = 0 \text{ như đã giả thiết.}$$

Kết quả tính cho tàu thiết kế:

Chiều dài giữa hai trụ	133,06m,
Chiều rộng	18,23m,
Chiều cao mạn	11,335m,
Chiều chìm	7,65m,
Hệ số đầy thân tàu	0,66
Lượng chiếm nước	12610 t,
Sức chở	8200 t.

2.4 QUAN HỆ GIỮA CÁC KÍCH THƯỚC HÌNH DÁNG

2.4.1 Chiều dài tàu

Chiều dài tàu L ảnh hưởng lớn đến vận tốc thiết kế của tàu, đến bố trí toàn tàu và đặc biệt ảnh hưởng đến giá chế tạo tàu. Như chúng ta đã quen trong các chương khác của tài liệu này, momen uốn chung lớn nếu chiều dài lớn, trọng lượng vỏ tăng nếu chiều dài tăng, chi phí vật tư đóng vỏ tăng kéo theo chi phí sản xuất tăng. Xác định chiều dài tàu trên cơ sở thỏa mãn nhiều điều kiện cùng lúc, đảm bảo sức cản tàu nhỏ nhất trong khi đảm bảo độ bền chung của tàu trong mọi trạng thái khai thác và đặc biệt giá thành chế tạo tàu phải thấp nếu xét từ góc độ chiều dài tàu.

Những công thức (2.13; 2.14; 2.15; 2.16), cho phép người dùng xác định chiều dài tàu trong thiết kế ban đầu.

Chúng ta còn có thể sử dụng những công thức tương tự do các tác giả tại nhiều nước khác nhau đề xuất trong khi tính chiều dài thiết kế.

Công thức cải biên từ công thức *Posdanine* do Van Lammeren đưa ra:

$$\frac{L}{\sqrt[3]{D}} = C \cdot \left(\frac{v}{v+2}\right)^2 \quad (2.31)$$

Hệ số C trong công thức được tính theo giá trị trung bình đối với:

Tàu khách, tàu hàng một chân vịt, $v = 11 \div 16,5$ HL/h: 7,16

Tàu khách, tàu hàng, hai chân vịt, $v = 15,5 \div 18,5$ HL/h: 7,32

Tàu chạy nhanh, vận tốc trên 20 HL/h: 7,93

Với tàu ven biển, công thức dạng này được biết như sau:

$$\frac{L_{pp}}{\sqrt[3]{D}} = 7,0 \left(\frac{v}{v+2}\right)^2; \quad L_{pp} \text{ tính bằng } m \quad (2.32)$$

$$\frac{L_{pp}}{\sqrt[3]{D}} = 23,2 \left(\frac{v}{v+2}\right)^2; \quad L_{pp} \text{ tính bằng } ft \quad (2.33)$$

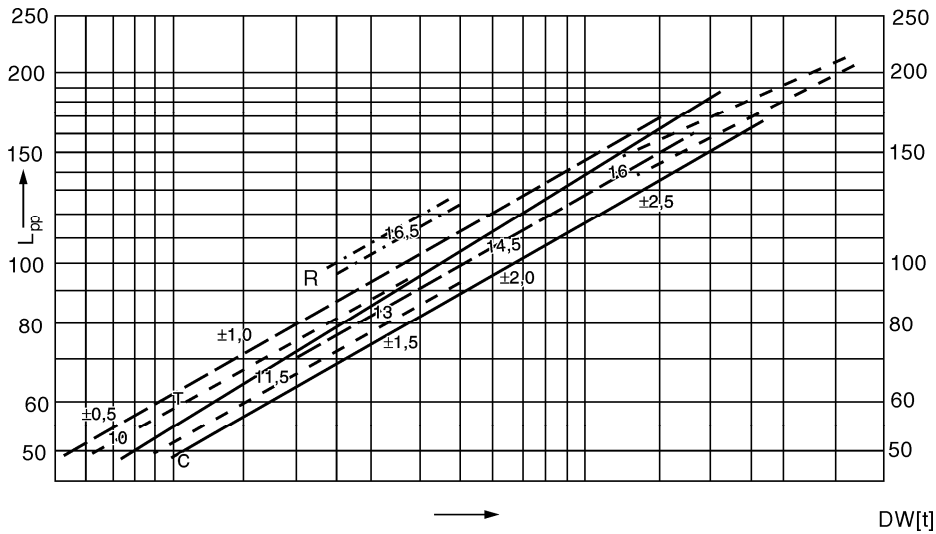
Công thức tính chiều dài theo Ayre:

$$\frac{L_{pp}}{\sqrt[3]{D}} = 11 + 10 \frac{v}{\sqrt{L_{pp}}}; \quad L_{pp} \text{ tính bằng ft, } D \text{ bằng LT} \quad (2.34)$$

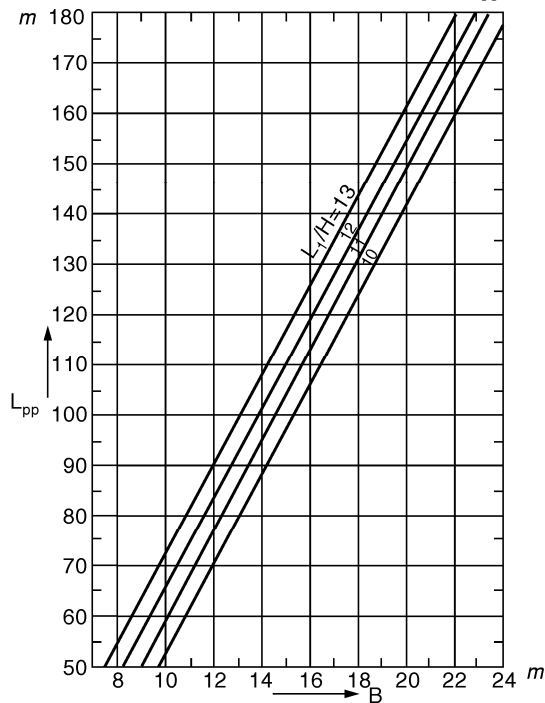
Công thức của giáo sư người Hoa Dương Nhân Kiệt:

$$l = \frac{C \cdot v}{v} \quad (2.35)$$

trong đó v vẫn tính bằng HL/h ; $C = 7,8$ khi tính L_{pp} .



Hình 2.2 Đồ thị Witty trình bày quan hệ giữa L_{pp} - sức chở DW



Hình 2.3 Đồ thị Witty trình bày quan hệ giữa L_{pp} - chiều rộng B

Hình 2.2 trình bày đồ thị xác định chiều dài tàu, phục vụ công việc thiết kế. Đồ thị tại hình trích từ tài liệu *Witty*, trình bày chiều dài L_{pp} trong quan hệ với sức chở của tàu và vận tốc khai thác. Tài liệu sử dụng trong khi lập đồ thị có gốc từ *USA*, do vậy giá trị tuyệt đối từ đây không trùng hoàn toàn với các tàu vùng khác. Giới hạn trên dùng cho tàu chạy nhanh, giới hạn dưới dùng cho tàu chạy chậm. Cũng trong đồ thị này, đường chấm gạch giúp cho việc xác định chiều dài tàu chở hàng lạnh, đường gạch rời dùng cho tàu dầu. Đồ thị của *Witty* dùng cho tàu đi biển, hình dáng theo kiểu cũ đã được sử dụng của những năm giữa thế kỷ XX.

Đồ thị tại hình 2.3 cũng do *Witty* lập, giúp người thiết kế tính chọn chiều dài tàu khi đã biết chiều rộng. Đồ thị trên đã được chuyển từ hệ thống đo Anh - Mỹ sang hệ mét.

Tỷ lệ chiều dài trên chiều rộng L/B tàu có ảnh hưởng lớn đến sức cản tàu và tính giữ hướng. Tỷ lệ này nhỏ, có thể hiểu theo hai nguyên cơ, chiều dài L ngắn hoặc B rộng thái quá, làm cho sức cản tàu lớn hơn và tính giữ hướng kém. Tỷ lệ này lớn, kéo theo L lớn không có lợi cho việc tiết kiệm vật tư đóng tàu. Tỷ lệ này nên chọn trong phạm vi thông dụng sau:

Tàu khách, tàu chạy nhanh	$8,0 \div 10,0$
Tàu hàng - khách	$6,0 \div 8,0$
Tàu hàng	$5,5 \div 8,0$
Tàu kéo	$4,5 \div 5,50$

2.4.2 Chiều rộng tàu

Tàu đi biển thường có chiều rộng B đủ lớn làm tăng tính ổn định, song phải đảm bảo sức cản tàu nhỏ nhất trong điều kiện cho phép. Chọn chiều rộng cho tàu còn phải lưu tâm đến hạn chế luồng lạch. Chiều rộng tàu bị hạn chế, bởi độ rộng các kênh, cửa ra vào luồng. Trường hợp chiều rộng kênh bị hạn chế chiều rộng tàu khai thác trong vùng đang đề cập cũng bị hạn chế. Công thức tính chiều rộng tàu, xét trong trường hợp không bị hạn chế, theo ý kiến nhà nghiên cứu *Schokker* nên nằm trong phạm vi:

$$B = L_{pp}/9 + 3,66 \text{ m} \quad (2.36)$$

Theo đề xuất *Waston*, chiều rộng B , tính bằng m , nên như sau

$$\text{Tàu chở hàng} \quad B = L_{pp}/9 + 4,27 \text{ m} \quad (2.37)$$

$$\text{Tàu dầu} \quad B = L_{pp}/9 + 2,0 \text{ m} \quad (2.38)$$

Công thức tương đương khi dùng trong hệ đo hoàng gia *UK* sẽ là

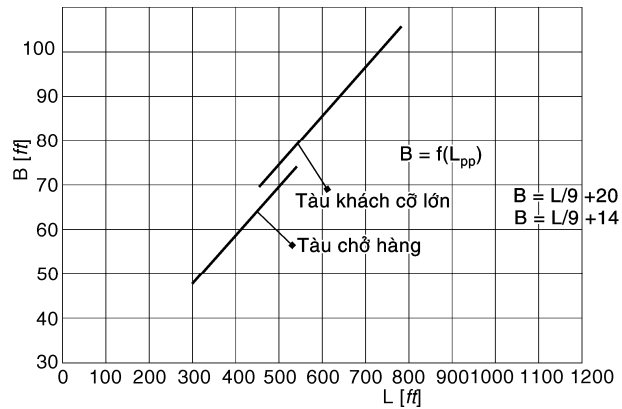
$$\text{Tàu chở hàng} \quad B = L_{pp}/9 + 14 \text{ ft} \quad (2.39)$$

$$\text{Tàu dầu} \quad B = L_{pp}/9 + 6,5 \text{ ft} \quad (2.40)$$

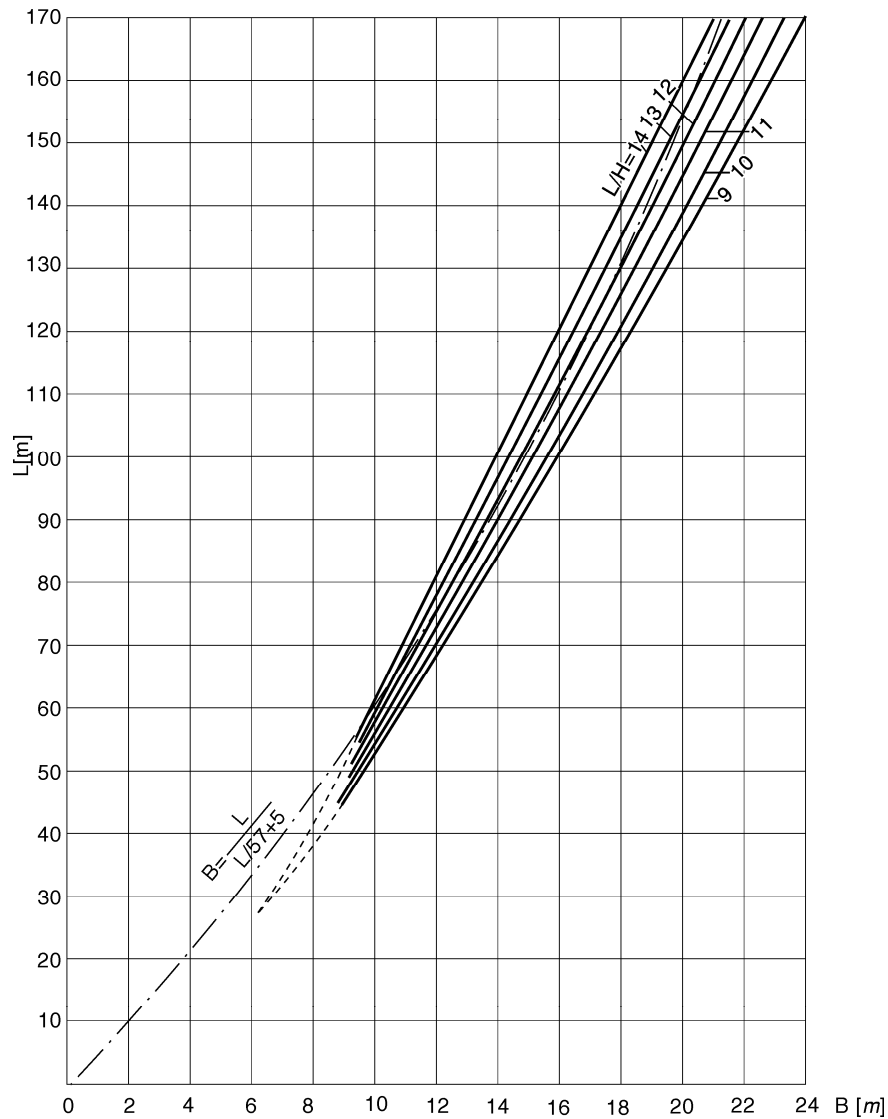
$$\text{Tàu khách lớn} \quad B = L/9 + 20 \text{ ft}$$

Đồ thị tại hình 2.4 trình bày mối quan hệ (2.39) và (2.40).

Đồ thị tại hình 2.4 do Witty đề xuất, trình bày quan hệ giữa chiều dài của tàu trong quan hệ với chiều rộng, tùy thuộc vào tỷ lệ L/H của tàu.

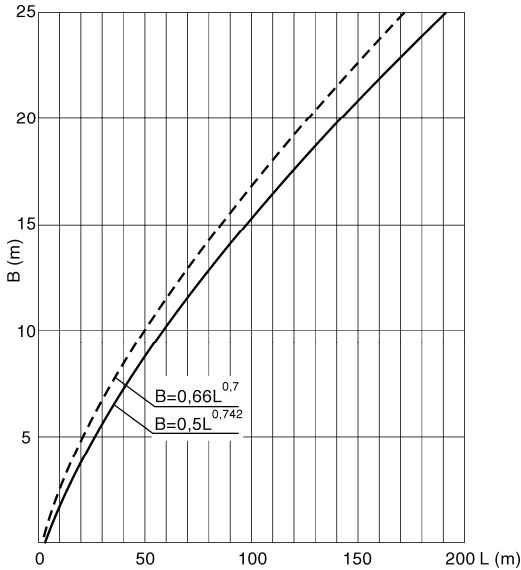


Hình 2.4 Quan hệ giữa L_{pp} và B



Hình 2.5 Quan hệ giữa L_{pp} - B tùy thuộc tỷ lệ L/H

Hình 2.5 trình bày quan hệ giữa chiều dài L_{pp} và chiều rộng tàu B , trong hệ mét, được lập trong những năm sáu mươi, dùng cho tàu vận tải đi biển. Đường chấm gạch trên đồ thị là hàm hóa của nhóm đồ thị đang nêu.



Hình 2.6 Quan hệ giữa B với L

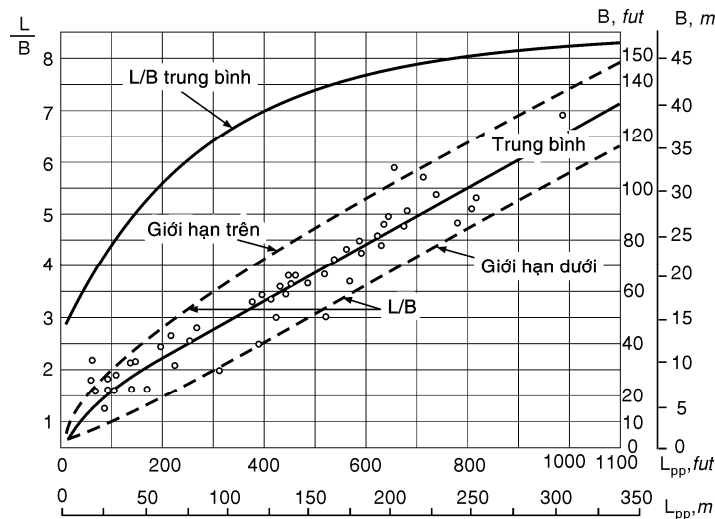
Một số công thức giúp người thiết kế chọn chiều rộng B cho tàu vận tải:

$$B = 0,66L^{0,7} \quad (2.41)$$

và
$$B = 0,5L^{0,75} \quad (2.42)$$

$$B = \frac{L}{L/57 + 5} \quad (2.43)$$

Với các tàu vận tải, chạy nhanh, trong đó kể cả các tàu chở hàng lạnh, có thể xác định tỷ lệ L_{pp}/B trong quan hệ với L_{pp} thông qua đồ thị hình 2.7.



Hình 2.7 Quan hệ giữa L/B với L dùng cho tàu vận tải

2.4.3 Chiều cao mạn

Chiều cao mạn H cùng hai đại lượng gắn liền với nó, chiều chìm tàu T và mạn khô tàu $F_b = (H - T)$, là những kích thước chính mà trong thực tế chúng ta không thể tính tách rời. Khó có thể đưa ra công thức chỉ xác định đơn độc chiều cao hay chiều chìm tàu. Tuy nhiên ảnh hưởng của H đến độ bền tàu và trọng

lượng thân tàu, chúng ta có thể xác nhận ngay trong giai đoạn thiết kế. Chiều cao tàu lớn, momen quán tính mặt cắt ngang tàu lớn.

Quan hệ giữa momen quán tính J và H có thể hiểu là:

$$J \propto t \cdot C \cdot H^2 \quad (2.44)$$

trong đó C - chu vi mặt cắt, \propto - ký hiệu mang nghĩa “tỷ lệ với”.

Tàu chiều dài L , khi nổi trên nước tĩnh hoặc trên sóng chịu tác động momen uốn lớn nhất $M_{\max} = D \cdot L / K$, trong đó K - hệ số, phụ thuộc kiểu tàu.

Ứng suất tại boong hoặc đáy tàu trong trường hợp này được tính bằng công thức:

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{J/|z|} = \frac{D \cdot L}{K \cdot J/|z|} \propto \frac{DL}{K \cdot tCH} \quad (2.45)$$

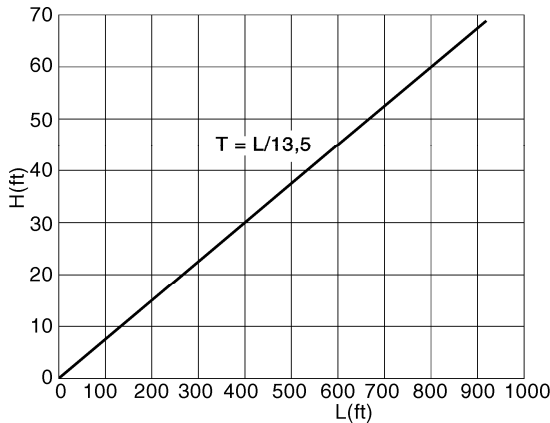
Với H lớn, ứng suất tại boong hoặc đáy sẽ nhỏ. Tỷ lệ L/H trong công thức cuối được mệnh danh là “*thước đo*” độ bền dọc.

Trọng lượng vỏ tàu có thể hình dung như sau: $P_v = k \cdot t \cdot A_H$, trong đó diện tích A_H của vỏ dày t được hiểu là $A_H = K \cdot C \cdot L$. Vì rằng, chu vi mặt cắt càng lớn nếu H lớn, do vậy có thể viết:

$$P_v \propto t \cdot H \quad (2.46)$$

Thông thường chiều cao H được xét trong quan hệ với F_b , trong quan hệ H/T hoặc T/H , gắn liền với kiểu tàu, kiểu bố trí thượng tầng.

Theo đề xuất của Watson* chiều cao tàu, tính bằng ft trong quan hệ với chiều rộng B tính bằng ft có thể biểu thị như sau:



Hình 2.8 Đồ thị quan hệ giữa H và L

Tàu với độ ổn định “*vừa phải*”

$$H = \frac{B - 6}{1,4}, [ft] \quad (2.47)$$

Tàu với độ ổn định “*tốt*”

$$H = \frac{B - 9}{1,4}, [ft] \quad (2.48)$$

Quan hệ giữa chiều cao tàu với chiều dài có thể hiểu như quan hệ tuyến tính, được xác lập cho kiểu tàu cụ thể. Đồ thị $H = f(L)$ dùng cho tàu dầu, lập theo hệ thống đo hoàng gia UK được giới thiệu tại hình 2.8 là đại diện tiêu biểu cho khuynh hướng này.

* Watson D.G.M., “Estimating Preliminary Dimensions in Ship Design”, TIESS, Vol 105, 1961/1962

2.4.4 Mớn nước

Kích thước này nhạy cảm với hạn chế luồng lạch, cần được để ý đến trong giai đoạn thiết kế. Thực tế trong ngành đóng tàu cho thấy, hạn chế chiều chìm tàu là trở ngại khó tránh của tất cả các kiểu loại tàu. Tàu chở hàng cỡ lớn thường bị hạn chế bởi chiều sâu cảng, tàu cỡ nhỏ bị hạn chế chiều chìm khi thiết kế cho vùng nước cạn, vùng có nhiều bãi cạn, luồng cạn và hẹp.

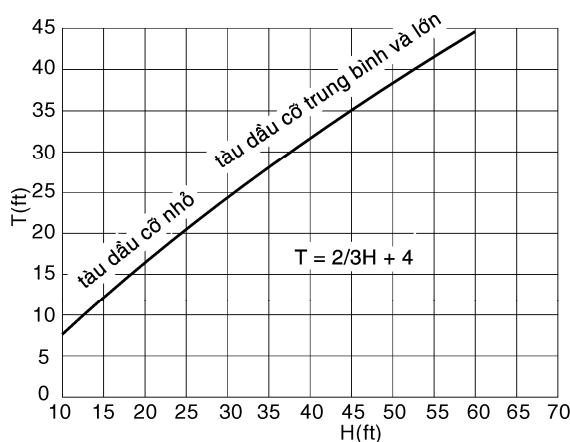
Chiều chìm tàu (mớn nước) T trong chừng mực như chiều cao mạn H , khi tăng lên sẽ kéo theo tăng trọng lượng vỏ tàu.

Tỷ lệ T/H hoặc quan hệ $T = f(H)$ được coi là “*thước đo*” mạn khô tàu. Xác định chiều chìm lớn nhất của tàu tiến hành trong quan hệ chặt chẽ với mạn khô tàu, kiểu tàu, kiểu bố trí thượng tầng.

Quan hệ B/T ảnh hưởng rất lớn đến tính ổn định tàu và tính lắc của tàu. Tỷ lệ này lớn tạo cảm giác tàu rất “ổn định”, song trong thực tế khi chiều cao tâm ổn định lớn làm cho tàu “cứng”, chu kỳ lắc ngang ngắn, gia tốc lắc tăng gây nguy hại cho tàu, khó chịu cho người trên tàu. Thông thường tỷ lệ này trên tàu biển thay đổi trong giới hạn sau.

Bảng 2.2

Tải trọng DW	Tỷ lệ B/T		
	Tàu chậm	Vận tốc trung bình	Tàu chạy nhanh
2000	2,24	2,29	2,34
3000	2,23	2,28	2,33
5000	2,22	2,27	2,32
8000	2,21	2,26	2,31
12000	2,29	2,25	2,30



Hình 2.9 Đồ thị $T = f(H)$

Chiều chìm tàu vận tải đi biển, theo *Watson*, nên chọn trong phạm vi sau đây khi dùng đơn vị đo feet, áp dụng cho H và T : $T = 2H/3 + 4, [ft]$ (2.49)

Đồ thị hình 2.9 giới thiệu quan hệ giữa T với H của tàu dùng cho tàu dầu.

2.4.5 Tỷ lệ các kích thước chính

Tỷ lệ giữa các kích thước tàu có ảnh hưởng đến các tính năng tàu. Tỷ lệ L/B thường nói lên tính di động của tàu, theo cách nghĩ này tỷ lệ L/B lớn dùng cho tàu chạy nhanh. Tỷ lệ giữa B và d (hoặc T) mang ý nghĩa tăng hay giảm ổn định tàu, ảnh hưởng lớn đến sức cản vỏ tàu khi chạy trong nước và tính quay trở của tàu.

Tỷ lệ H/T đặc trưng cho tính ổn định tàu ở các góc nghiêng lớn, tăng khả năng chống chìm của tàu.

Những giá trị đặc trưng cho các kiểu tàu được trình bày tiếp theo, căn cứ vào kết quả thống kê các tàu đóng vào những năm năm mươi đến bảy mươi.

Bảng 2.3 Tỷ lệ các kích thước chính

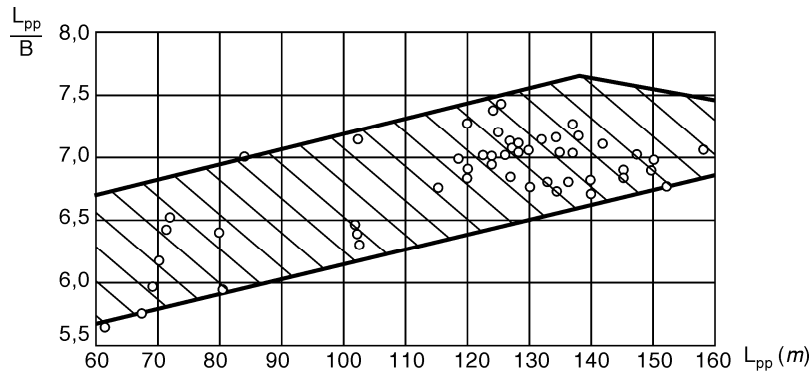
Kiểu tàu	L/B	B/T	H/T	L/H
Tàu khách đi biển cỡ lớn	7 – 10	2,3 – 3,1	1,36 – 1,7	12 – 15
Tàu khách đi biển	6,5 – 7,5	2,6 – 3,2	1,35 – 1,45	10 – 14
Tàu hàng đi biển cỡ lớn	7,20 – 8,0	2,4 – 2,6	1,30 – 1,50	12 – 14
Tàu hàng đi biển cỡ vừa	6,5 – 7,5	2,3 – 2,5	1,30 – 1,5	10 – 14
Tàu hàng đi biển cỡ nhỏ	6,0 – 7,0	2,2 – 2,4	1,2 – 1,4	10 – 14
Tàu hàng rời	6,2 – 7,0	2,3 – 2,80	1,7 – 2,0	9 – 11
Tàu container	6,2 – 7	2,7 – 3,0	1,7 – 2	9 – 11
Tàu dầu lớn	6 – 7	2,5 – 3,0	1,29 – 1,40	12 – 14
Tàu dầu cỡ trung	6,6 – 7,5	2,3 – 2,5	1,20 – 1,31	12,5 – 14,0
Tàu kéo đi biển	3 – 4	2,4 – 3,0	1,20 – 1,40	6 – 8

Hệ số đầy (béo) thân tàu xác định cho mỗi kiểu tàu cụ thể. Hệ số đầy của các tàu thường gặp trong thực tế như sau:

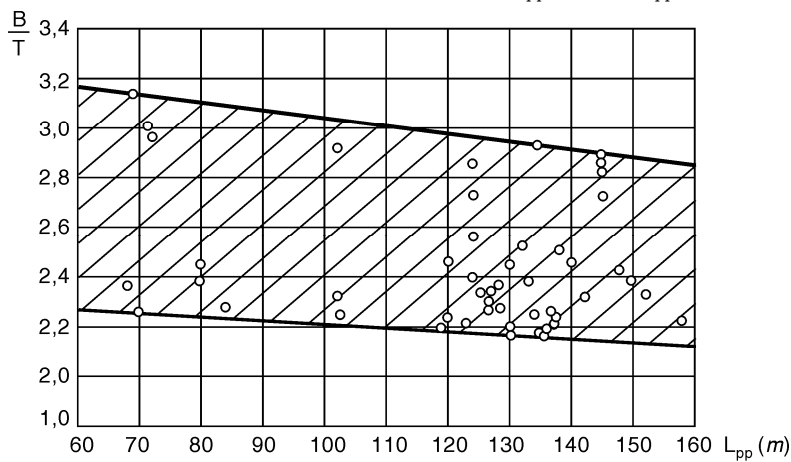
Bảng 2.3 Hệ số béo thân tàu

Kiểu tàu	C_B	C_W	C_M
Tàu khách đi biển cỡ lớn	0,56 – 0,70	0,70 – 0,80	0,95 – 0,96
Tàu khách đi biển	0,50 – 0,60	0,70 – 0,80	0,85 – 0,96
Tàu hàng đi biển cỡ lớn	0,62 – 0,72	0,80 – 0,85	0,95 – 0,98
Tàu hàng đi biển cỡ vừa	0,65 – 0,75	0,80 – 0,85	0,96 – 0,98
Tàu hàng đi biển cỡ nhỏ	0,70 – 0,75	0,80 – 0,85	0,96 – 0,98
Tàu hàng rời	0,73 – 0,80	0,78 – 0,83	0,96 – 0,99
Tàu container	0,60 – 0,68	0,80 – 0,85	0,97 – 0,98
Tàu dầu lớn	0,75 – 0,85	0,83 – 0,88	0,98 – 0,99
Tàu dầu cỡ trung	0,72 – 0,78	0,78 – 0,86	0,97 – 0,99
Tàu kéo đi biển	0,45 – 0,55	0,70 – 0,78	0,80 – 0,90

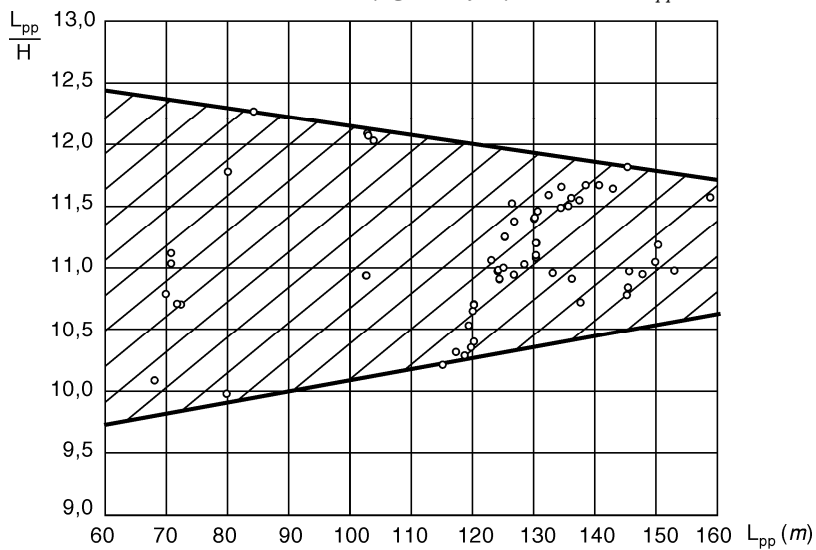
Các đồ thị trình bày tiếp theo giới thiệu quan hệ giữa tỷ lệ kích thước chính và kích thước chính hoặc lượng chiếm nước của tàu liner.



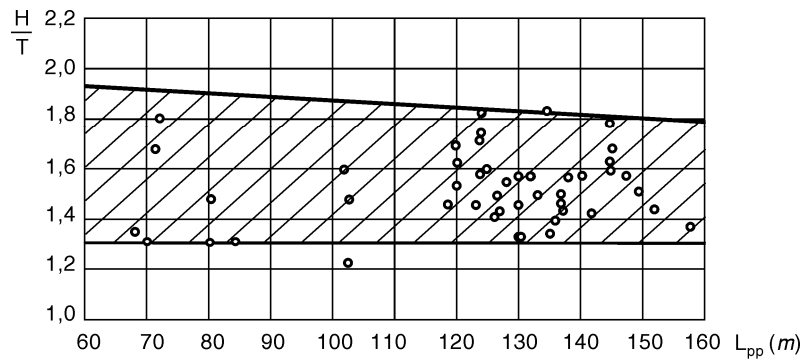
Hình 2.10 Quan hệ giữa tỷ lệ L_{pp}/B với L_{pp}



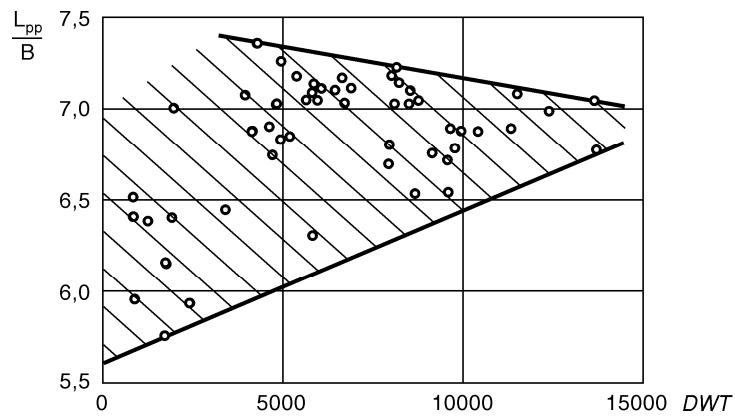
Hình 2.11 Quan hệ giữa tỷ lệ B/T với L_{pp} .



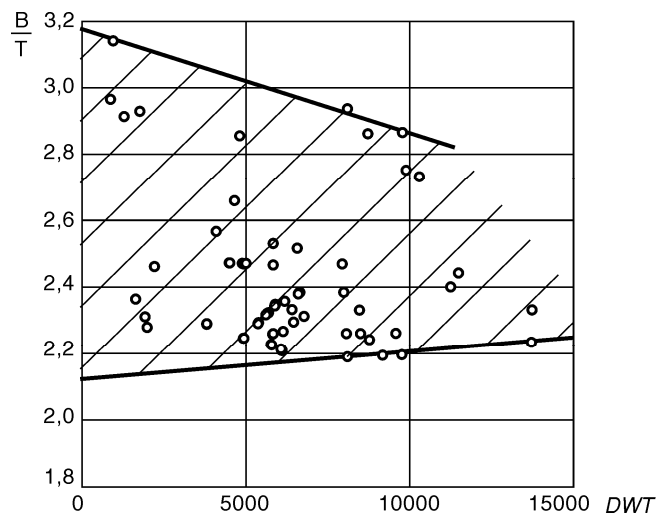
Hình 2.12 Quan hệ giữa tỷ lệ L_{pp}/H với L_{pp} .



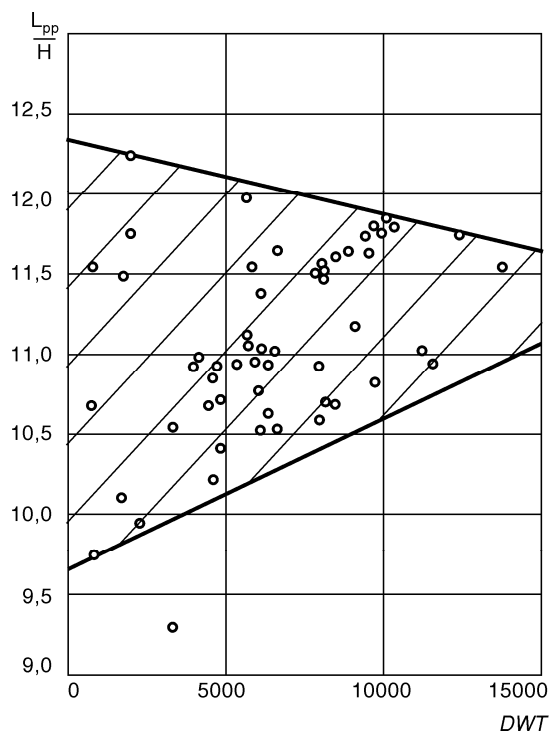
Hình 2.13 Quan hệ giữa tỷ lệ H/T với L_{pp}



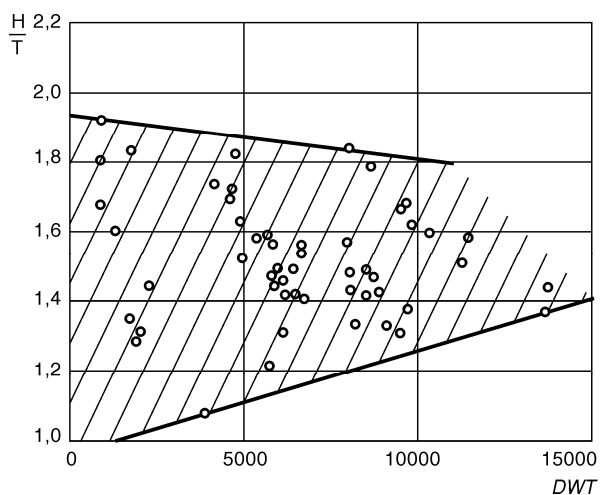
Hình 2.14 Quan hệ giữa tỷ lệ L_{pp}/B với DW



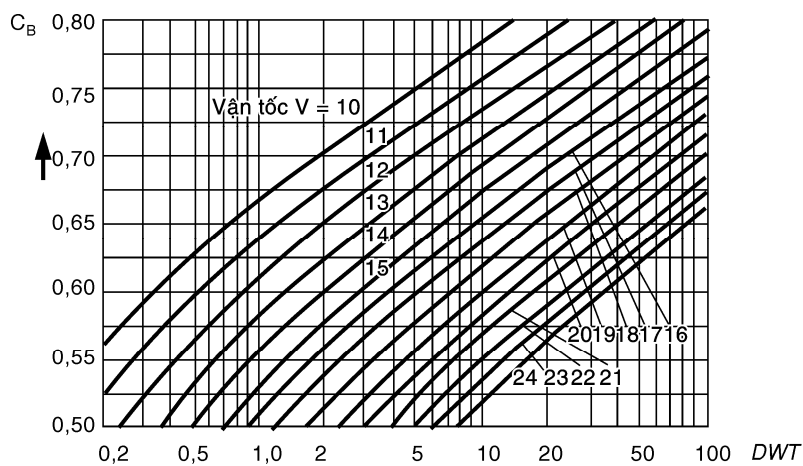
Hình 2.15 Quan hệ giữa tỷ lệ B/T với DW

**Hình 2.16**

Quan hệ giữa tỷ lệ L_{pp}/H với DWT

**Hình 2.17**

Quan hệ giữa tỷ lệ H/T với DWT

**Hình 2.18** Quan hệ giữa tỷ lệ C_B với DW tùy thuộc vào vận tốc v (HL/h) tàu

PHƯƠNG TRÌNH DUNG TÍCH TÀU

3.1 DUNG TÍCH TÀU

Dung tích tàu được sử dụng vào nhiều mục đích trên tàu: chứa hàng cần chuyên chở, chứa máy móc trang thiết bị cho mọi hoạt động của tàu, nơi sinh hoạt của đoàn thủy thủ, chỗ sinh hoạt cho hành khách, nơi chứa thiết bị hàng hải, các kết nhiên liệu, nước ngọt, nước dần.... Trên các tàu đánh bắt cá hoặc bảo quản cá dung tích cần thiết cho thiết bị máy móc công nghệ là đại lượng đáng kể.

Tổng dung tích tàu tính bằng công thức:

$$V = \sum_i V_i \quad (3.1)$$

Cách tính các thành phần V_i phụ thuộc vào chức năng của dung tích thành phần. Ví dụ, dung tích hầm hàng tàu vận tải, chỗ hàng khô sẽ tính như sau:

$$V_{cargo} = k_c \cdot P_{cargo} \quad (3.2)$$

với k_c - dung tích riêng hàng; P_{cargo} - trọng lượng hàng được chở trên tàu.

Thể tích buồng máy phụ thuộc vào kích cỡ máy, thông thường với tàu chạy với vận tốc trung bình, thể tích này tính theo cách tương tự:

$$V_m = k_m \cdot P_m \quad (3.3)$$

với: k_m - dung tích riêng buồng máy; P_m - công suất máy chính, dùng cho việc đẩy tàu

Công thức (3.1) được hiểu theo các cách khác nhau. Nếu coi dung tích V bao gồm ba thành phần chính, V_1 - dung tích phần tàu nằm dưới đường nước thiết kế, V_2 - dung tích trong thân tàu, phần nằm trên đường nước thiết kế và V_3 - dung tích thượng tầng, lầu... chúng ta có quyền viết:

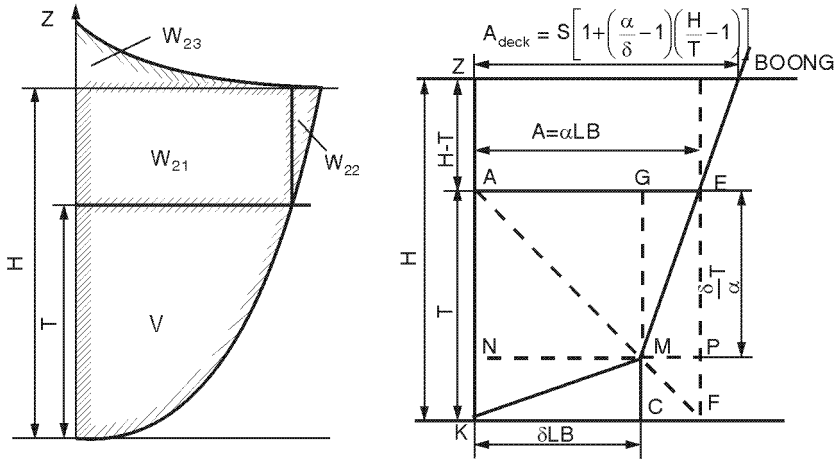
$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

Theo cách này dung tích tàu V còn được hiểu là $V = V_{12} + V_3$, trong đó $V_{12} = V_1 + V_2$. Mặt khác V_2 , phần dung tích trên đường nước có thể coi là tập hợp của nhiều thành phần, ví dụ V_{21} , V_{22} , V_{23} như biểu thị tại hình 3.1.

Thực hiện các phép tính dung tích cho từng thành phần riêng lẻ như miêu tả trên, chúng ta có thể lập tổng dung tích của mỗi nhóm. Ví dụ, tính V_{12} được giới thiệu tại hình bên trái hình 3.1. Nếu coi diện tích mặt đường nước thiết kế tính

bằng $A = C_W \cdot LB$, diện tích boong trên cùng tính theo biểu thức gần đúng:

$$A_{deck} = A \left[1 + \left(\frac{C_W}{C_B} - 1 \right) \left(\frac{H}{T} - 1 \right) \right] \quad (3.4)$$



Hình 3.1

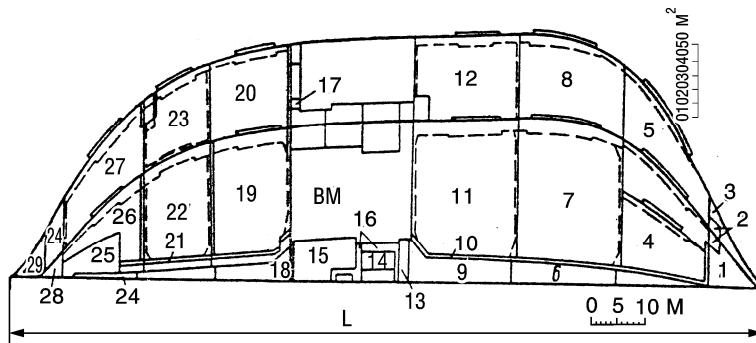
Từ hình vẽ có thể nhận thấy quan hệ sau:

$$A_{deck} - A = \left(\frac{C_W - C_B}{C_B/C_W} \right) \frac{LB}{T} (H - T) = (C_B/C_W - 1) \frac{A}{T} (H - T) \quad (3.5)$$

Sau biến đổi có thể viết công thức tính dung tích V_{12} dạng:

$$V_{12} = V_1 + A(H - T)(1 - k_W) = V_1 \left[1 + \frac{A}{V_1} (H - T)(1 + k_W) \right] = V_1 \left[1 + \frac{C_W}{C_B} \left(\frac{H}{T} - 1 \right) (1 + k_W) \right] \quad (3.6)$$

Dung tích của tàu vận tải tiêu biểu được vẽ lại tại hình 3.2.



1- nhiên liệu; 2- thùng xích; 3- dự trữ; 4, 7, 11, 19, 22, 26- hầm hàng; 5, 8, 12, 20, 23, 27- hầm hàng trên các boong giữa; 6, 9, 15, 18- nhiên liệu; 13- kết hồi; 14- nước; 16, 17- khoang cách ly; 24- nước sinh hoạt; 28- ballast

Hình 3.2 Dung tích tàu vận tải tiêu biểu

Công thức tính dung tích toàn tàu nêu trên đây được tập hợp lại theo hình thức sau:

$$V = V_1 \left[1 + \frac{C_W}{C_B} \left(\frac{H}{T} - 1 \right) (1 + k_W) \right] + V_{sup} \quad (3.7)$$

với: V_{sup} - dung tích thượng tầng và lầu

k_W - hệ số ảnh hưởng của độ nở các sườn, đường cong yên ngựa dọc boong và độ cong (ngang) của boong, và hệ số này nằm trong khoảng $0,28 \pm 0,07$ khi tính cho tàu khách và các tàu thông dụng khác, công thức tính dung tích toàn tàu có thể viết dưới dạng của (3.8).

$$V = V_1 \left[1 + \frac{C_W}{C_B} \left(\frac{H}{T} - 1 \right) (1 + k_W) + \frac{V_{sup}}{V_1} \right] \quad (3.8)$$

Hệ số k_W với tàu vận tải mang giá trị khoảng $0,28 \pm 0,07$

Mặt khác dung tích toàn tàu có thể tính trên cơ sở kích thước chính và các hệ số của tàu. Công thức tính (3.1) có thể mang dạng

$$V = \nabla + V_{ov} + V_{sup} \quad (3.9)$$

với: ∇ - thể tích phần chìm của tàu, m^3

V_{ov} - dung tích trong thân tàu, nằm trên đường nước tính toán, m^3

V_{sup} - dung tích thượng tầng, các lầu và các phần kín khác nằm trên boong tính toán m^3 .

Công thức (3.9) có thể chuyển về dạng tương đồng công thức tính trọng lượng tàu, trình bày tại chương trước.

$$V = F(\nabla) + V_{sup}$$

Lời giải cho phương trình trên đây được tìm bằng phương pháp đồ thị, như đã dùng cho phương trình trọng lượng.

3.2 PHƯƠNG TRÌNH DUNG TÍCH. XÁC ĐỊNH TỶ LỆ H/T

Phương trình dung tích tàu thông lệ được viết dưới dạng tổng các dung tích thành phần tồn tại trên tàu, như đã đề cập tại (3.1): $V = \sum_i V_i$ hoặc $\nabla = \sum_i V_i$.

Có thể phân biệt một số thành phần sau đây, dùng cho tàu vận tải:

Dung tích các hầm hàng V_c

Dung tích các phòng dành cho khách V_{pas}

Dung tích các phòng dành cho đoàn thủy thủ V_{crew}

Dung tích các buồng thiết bị năng lượng V_e

Các két nhiên liệu, nhớt V_{FO} ;

Dung tích buồng máy phụ V_{aux}

Dung tích các phân xưởng, nếu có, V_{work} ;

Dung tích các kho V_{store}

Dung tích dự trữ V_{sp} ;

Dung tích các két nước dằn $V_{ballast}$

Dung tích các phòng liên quan đến điều khiển tàu V_{mar}

Với các tàu không thuộc tàu vận tải có thể chia nhóm theo các cách khác. Tàu công trình sẽ không có các khoang chứa hàng song cần dung tích không nhỏ chứa trang thiết bị chuyên dùng. Tàu đánh bắt cá không đòi dung tích hầm hàng lớn như tàu vận tải vừa nêu song các thiết bị chuyên ngành cần nơi cất giữ. Tàu quân sự cần dung tích đủ lớn làm kho chứa thiết bị quân sự và vũ khí.

Điều cần nói thêm, mỗi nhóm dung tích trên được tính theo một cách riêng, tùy tính chất và vị trí các khoang. Dung tích hầm hàng có thể tính theo cách thuận tiện, bằng trọng lượng hàng cần chở nhân với hệ số hàng hóa, ví dụ $V_c = k_c W_c$. Dung tích buồng máy có thể tính theo tích $k_m \cdot P_e$.

Nếu P_e tính theo cách chúng ta đã thực hiện trong chương hai $P_e = \frac{D^m v^n}{C}$,

dung tích buồng máy được coi là $k_m \cdot \frac{D^m v^n}{C}$.

Theo cách làm này, công thức (3.8) giờ có thể viết dưới dạng:

$$\nabla \left[1 + \frac{C_w}{C_B} (1 + k_w) \left(\frac{H}{T} - 1 \right) + \frac{V_{\text{sup}}}{\nabla} \right] = F(\nabla) + V_s \quad (3.10)$$

Giá trị của ∇ xác định từ phương trình dung tích nêu trên. So sánh với lượng chiếm nước tàu $D \equiv \Delta = \gamma \nabla$, tính từ phương trình trọng lượng có thể gặp một trong ba trường hợp sau:

$$\text{g} \quad \nabla = \frac{D}{\gamma}; \quad \frac{D}{\gamma} - \nabla = 0$$

$$\text{g} \quad \nabla < \frac{D}{\gamma}; \quad \frac{D}{\gamma} - \nabla > 0$$

$$\text{g} \quad \nabla > \frac{D}{\gamma}; \quad \frac{D}{\gamma} - \nabla < 0$$

Trường hợp đầu tàu được thiết kế đúng như yêu cầu đã đề. Trường hợp thứ hai còn thừa dung tích tự do, trường hợp cuối đòi hiệu chỉnh cả lượng chiếm nước và dung tích. Để khắc phục độ chưa thống nhất các trường hợp kể sau, cần thiết xem xét vấn đề khai thác thượng tầng và lầu, và khả năng tăng các đại lượng C_w/C_B và $h = H/T$.

Từ phương trình tính dung tích trên có thể nhanh chóng tìm ra phương trình tính tỉ lệ kích thước $h = H/T$, phụ thuộc vào các đại lượng dung tích. Tỷ lệ H/T có ý nghĩa đặc biệt cho vấn đề đảm bảo dung tích dự trữ, thường được xem xét kỹ trong thiết kế tàu. Công thức (3.10) chuyển thành dạng:

$$\left(\frac{C_w}{C_B} \right) \left(\frac{H}{T} - 1 \right) (1 + k_w) = \frac{F(\nabla)}{\nabla} + \frac{V_s}{\nabla} - \frac{V_{\text{sup}}}{\nabla} - 1 \quad (3.11)$$

$$\text{Từ đó:} \quad \frac{H}{T} = 1 + \frac{C_B/C_w}{1 + k_w} \left[\frac{F(\nabla)}{\nabla} + \frac{V_s}{\nabla} - \frac{V_{\text{sup}}}{\nabla} - 1 \right] \quad (3.12)$$

Nếu đã xác định ∇ và dạng $F(\nabla)$, chúng ta dễ dàng xử lý biểu thức trong dấu ngoặc vuông.

Biểu thức $(H-T)$ trong các công thức vừa nêu chính là chiều cao mạn khô tàu. Giá trị tối thiểu của chiều cao mạn khô được tiêu chuẩn hóa nhằm đảm bảo an toàn tàu khi đi biển.

Từ công thức (3.12) chúng ta có thể viết biểu thức cho $h = H/T$ theo như đòi hỏi của công ước quốc tế về đường nước chở hàng:

$$h = \frac{H}{T} > \frac{T + Fb}{T} \quad (3.13)$$

trong đó Fb là chiều cao mạn khô.

3.3 PHƯƠNG TRÌNH DUNG TÍCH TÀU HÀNG

Tàu chở hàng cần đảm bảo dung tích chứa đủ lượng hàng ghi trong mục sức chở. Thông lệ, dung tích hầm hàng tính bằng m^3 . Trong hệ thống đo dùng trước đây tại Anh người ta sử dụng đơn vị đo *cub. feet (cft)*. Quan hệ giữa hai hệ thống này là $1m^3 = 35,315 \text{ cft}$, hoặc ngược lại $1 \text{ cft} = 0,0283m^3$.

Với tàu chở hàng, người ta thường dùng hệ số chở hàng k_c khi nêu yêu cầu về dung tích các khoang hàng. Hệ số chở hàng được hiểu là tỷ lệ giữa dung tích hầm hàng với trọng lượng hàng chứa trong đó, tính bằng đơn vị “*bảo thủ*” m^3/t hoặc cft/t . Hệ số này, tính bằng m^3/t hoặc $[cft/t]$ nằm trong phạm vi sau:

Tàu chở hàng cỡ lớn	1,55	[55]
Tàu chở hàng cỡ nhỏ	1,25	[44]
Tàu chở dầu	1,25	[44]
Tàu cá	1,85 - 2,5	[65 - 88]

Một điều cần quan tâm khi tính dung tích tàu là dung tích dành cho hàng đóng bao trong thực tế trên mỗi tàu sẽ nhỏ hơn dung tích dành cho hàng rời do kết cấu cứng các khoang hàng chiếm không gian. Thông lệ, trong thiết kế chúng ta chấp nhận sai lệch 10% giữa hai dung tích này.

Trong các tàu lạnh, dung tích các khoang lạnh phải được tính cụ thể, xác đáng cho từng trường hợp. Khoang hàng lạnh có dung tích nhỏ hơn khoảng 20-30% so với tàu hàng rời. Theo ý kiến của *Munro-Smith*, dung tích các khoang lạnh cần giảm bớt, tính bằng %, so với khoang hàng rời như sau:

Khoang hai đầu mũi, lái	33
Giữa tàu	32

Các hệ số trên đây mang ý nghĩa thống kê. Trong thiết kế tàu chuyên chở những mặt hàng cụ thể, cần thiết phải quan tâm đến giá trị của hệ số này áp dụng cho những mặt hàng cụ thể đó. Một số hàng thường được vận chuyển đường biển mang hệ số với giá trị ghi trong bảng 3.1.

Bảng 3.1

Tên hàng	Dung tích (m^3) 1 tấn hàng chiếm chỗ
Thịt	2,43-3,46
Hoa quả	2,35-2,5
Xi măng	1,16-1,25
Thịt hộp, cá hộp	1,25 -1,6
Kim loại	0,57-0,9
Than đá	0,77
Vải sợi	2,4-3,2
Quặng	0,7-0,8
Gỗ xẻ	1,1-1,6
Xe ô tô, máy kéo	5,20-10,30
Thép tấm	1
Thép tròn	0,35-0,4
Vật dằn, đá	0,62
Vật dằn, đá, sỏi, cát	0,65-0,68
Dằn bằng cát	0,65-0,72
Nhiên liệu đóng thùng	1,25-1,35

Trong phần tiếp sẽ sử dụng các ký hiệu sau đây khi tính dung tích tàu

V_0 - dung tích tất cả các khoang nằm trên đáy, hạn chế đến boong,

V_1 - từ V_0 trừ đi dung tích các hầm mũi, lái, đường trục...

V_m - dung tích buồng máy,

V - dung tích các hầm hàng,

$H_1 = H - h_{bott}$ bằng chiều cao giữa đáy trên và boong, m ,

h_{bott} - chiều cao đáy tàu, m ,

k_1 - hệ số đầy tính cho phần thân tàu trên đáy,

k_2 - hệ số đầy, áp dụng cho trường hợp đã trừ đi dung tích các khoang mũi lái, đường trục,

k_3 - hệ số đầy thể tích tính cho buồng máy,

ξ - hệ số chở hàng,

$\eta = (\text{trọng lượng hàng}) / D$ - hệ số sử dụng trọng lượng vào mục đích chở hàng.

Trọng lượng hàng hay sức chở của tàu được ký hiệu W .

Dung tích hầm hàng được xét dưới dạng:

$$V = k_2 V_0 - V_m = (k_1 k_2 L - k_3 l_m) B H_1 \quad (3.14)$$

trong đó l_m là chiều dài buồng máy.

Từ công thức (3.14) chúng ta có thể viết:

$$\frac{V}{D} = (k_1 k_2 L - k_3 l_m) \frac{BH_1}{D} = (k_1 k_2 L - k_3 l_m) \frac{BH_1}{\gamma L B T \cdot C_B} \quad (3.15)$$

hoặc:
$$\frac{V}{D} = (k_1 k_2 - k_3 \frac{l_m}{L}) \frac{H_1}{\gamma T \cdot C_B} \quad (3.16)$$

Nếu thay $V = \xi \cdot W$, chúng ta có thể viết

$$\frac{V}{D} = \frac{\xi \cdot W}{D} = \xi \eta \quad (3.17)$$

Sau khi cân bằng hai công thức cuối sẽ nhận được phương trình

$$\xi \eta = (k_1 k_2 - k_3 \frac{l_m}{L}) \frac{H_1}{\gamma T \cdot C_B} \quad (3.18)$$

Sau biến đổi, từ phương trình dung tích hàm hàng có thể thấy rằng

$$k_3 l_m \frac{H_1}{T} = (k_1 k_2 \frac{H_1}{T} - \xi \eta \gamma C_B) L \quad (3.19)$$

Công thức cuối giúp chúng ta xác định L

$$L = \frac{k_3 l_m \frac{H_1}{T}}{k_1 k_2 \frac{H_1}{T} - \xi \eta \gamma C_B} \quad (3.20)$$

Tỷ lệ H/T được tính từ công thức (3.14)

$$\frac{V}{D} = (k_1 k_2 - k_3 \frac{l_m}{L}) \frac{1}{\gamma \cdot C_B} (\frac{H}{T} - \frac{h_{bott}}{T}) \quad (3.21)$$

Từ đó:
$$\frac{H}{T} = \frac{V \cdot \gamma \cdot C_B}{D(k_1 k_2 - k_3 \frac{l_m}{L})} + \frac{h_{bott}}{T} \quad (3.22)$$

3.4 XÁC ĐỊNH DUNG TÍCH VÀ BỐ TRÍ KẾT DẪN

Lượng nước dẫn tàu cần thiết đã được nêu tại chương một của tài liệu. Nước dẫn đó cần được bố trí tại những vị trí thích hợp trên tàu, đảm bảo khi chạy ở trạng thái *ballast*, chiều chìm mũi và chiều chìm lái tàu đạt giới hạn tối thiểu đã định. Chiều chìm tàu ở cả ba vị trí, lái, mũi, giữa tàu trong chế độ có *ballast* có thể thể hiện qua chiều chìm thiết kế của tàu, ví dụ: $T_l = k_l \cdot T$ và $T_m = k_m T$.

Hệ số k_m , dành cho chiều chìm mũi được xây dựng trên cơ sở

$$k_m \geq a \frac{L}{T} = a \frac{L}{T} \frac{B}{T} = a \cdot l_B b_T \quad (3.23)$$

trong đó $a = 0,028 \pm 0,003$.

Chiều chìm lái gắn liền yêu cầu đủ chìm chân vịt tàu khi chạy ở chế độ đang đề cập.

Chiều chìm trung bình sau nhận nước dần tính bằng công thức

$$T_{ballast} = \frac{T_m + T_l}{2} = \frac{t_m + t_l}{2} T \quad (3.24)$$

Thay đổi mớn nước trong trạng thái này có thể suy ra từ công thức trên.

$$\Delta T_{ballast} = T_{ballast} - T = \left(\frac{t_m + t_l}{2} - 1 \right) T = - \left(1 - \frac{t_m + t_l}{2} \right) T \quad (3.25)$$

Mặt khác lượng đổi thay trên còn được hiểu theo cách sau

$$\Delta T_{ballast} = \frac{W_b - W_c}{\gamma k A_{WL}} = \frac{(\eta_b - \eta_c) D}{\gamma k L B} = \frac{(\eta_b - \eta_c)}{C_W} \frac{\gamma k L B}{\gamma k L B} T = (\eta_c - \eta_b) \frac{C_B}{C_W} T$$

Từ công thức trên có thể xác định hệ số sử dụng nước dần

$$\eta_b = \eta_c - \frac{C_W}{C_B} \left(1 - \frac{t_m + t_l}{2} \right) \quad (3.26)$$

Với tàu chở dầu hệ số chở hàng đạt $\eta_c = 0,8$ hệ số η_b nằm trong phạm vi $0,53 \div 0,36$.

Nếu ký hiệu hoành độ trọng tâm nước dần trên tàu bằng X_b , còn trọng tâm đường nước thiết kế X_w , momen do ballast gây và momen do hàng được tính bằng công thức tương ứng $M_b = b \cdot D \cdot (X_b - X_w)$ và $M_c = c \cdot D \cdot (X_c - X_w)$, từ công thức tính góc cúi:

$$(t_m - t_l) \frac{T}{L} = \frac{-M_c + M_b}{D \cdot \overline{GM}_L} = \frac{-\eta_c D (X_c - X_w) + \eta_b D (X_b - X_w)}{D \cdot \chi \cdot \frac{C_W^2}{C_B} \frac{L^2}{12 \cdot C_B T}} \quad (3.27)$$

có thể tính:
$$\frac{X_b - X_w}{L} = \frac{\eta_c (X_c - X_w) / L + (t_m - t_l) \frac{\chi_L C_W^2}{12 C_B}}{\eta_b} \quad (3.28)$$

Trong công thức trên đã sử dụng công thức tính gần đúng để xác định chiều cao tâm nghiêng dọc:

$$\overline{GM}_L \approx \chi \frac{C_W^2}{C_B} \frac{L^2}{12 C_B T} \quad (3.29)$$

Công thức (3.28) được viết lại dưới dạng sau:

$$\frac{X_b - X_w}{L} = \frac{(t_m - t_l) \frac{\chi}{12 C_B} \frac{C_W^2}{L} + \eta_c \frac{X_c - X_w}{L}}{\eta_c - \frac{C_W}{C_B} \left(1 - \frac{t_m - t_l}{2} \right)} \quad (3.30)$$

Các công thức tính chiều chìm mũi, lái tàu dầu phải đáp ứng yêu cầu ghi trong công ước quốc tế về chống ô nhiễm do tràn dầu 1973. Trong công ước vừa

nêu, với tàu dầu trọng tải từ 70.000 *tdw* trở lên phải có các két chứa *ballast* đủ dung tích, đảm bảo khi chạy trạng thái *ballast*, chiều chìm $T_{ballast}$ lớn hơn hoặc bằng $0,002L^* + 2$, ở mức chìm mũi không quá 0,015*L*, còn chân vịt chìm hoàn toàn trong nước. Trong công thức L^* tính bằng 0,96*L*.

3.5 TÍNH DUNG TÍCH THEO CÔNG ƯỚC QUỐC TẾ

Tấn đăng ký được gọi theo tiếng Anh **registered tonnage**, sử dụng trong việc xác định dung tích đăng ký tàu. Cần giải thích sơ bộ về cách gọi “*tấn đăng ký*” đang dùng hiện nay. Trong lịch sử hàng hải, trong thời kỳ buôn bán thịnh vượng, kể cả buôn bán rượu vang, người ta dùng đơn vị *tun* (*thùng tô nô*) làm đơn vị đăng ký dung tích hầm hàng. Do có sự trùng âm khi người Anh phát âm *tun* và *tone* nên từ *tone* và sau đó *tonnage* được thay thế cho *tun* khi xác định dung tích. Trong kỹ thuật tàu khái niệm “*tấn đăng ký*” trùng lặp hoàn toàn với *dung tích đăng ký*.

Dung tích đăng ký của tàu được sử dụng từ khi ngành tàu còn sơ khai. Dung tích đăng ký cần cho việc đăng ký, làm sổ bạ, làm cơ sở thu phí, đánh thuế. Trong lịch sử đã tồn tại các qui định tính dung tích đăng ký cho tàu khi qua kênh đào Panama, kênh đào Suez. Tính tấn đăng ký cho tàu thông lệ, thực hiện theo qui định ghi trong các công ước Oslo 1925, 1947 và 1954.

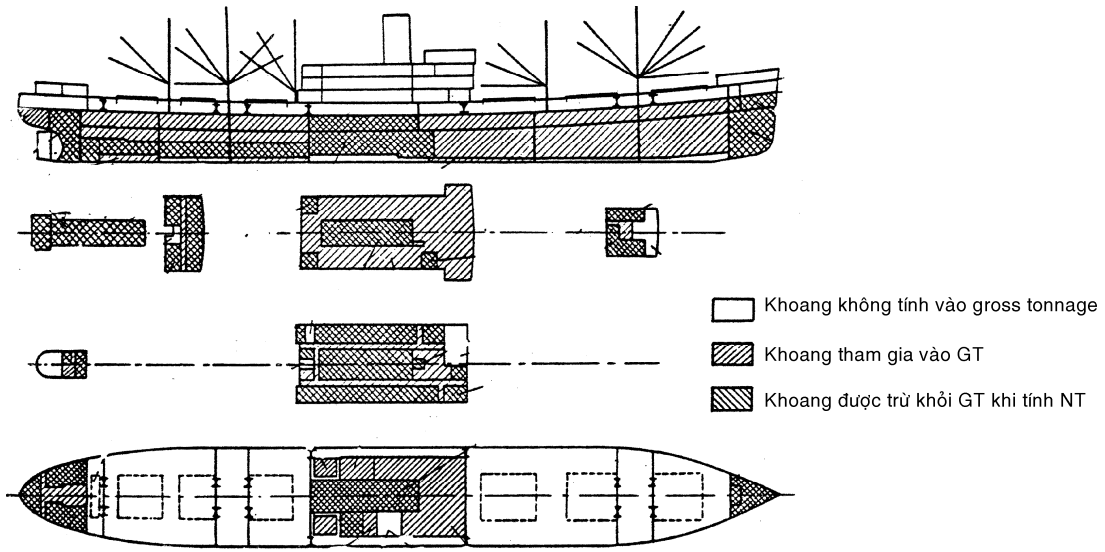
Hiện nay dung tích đăng ký của tàu tính theo công ước về đo dung tích năm 1969*. Dung tích tàu tính bằng **tấn đăng ký**, gồm tấn đăng ký toàn bộ *GT*, (còn gọi là tổng dung tích) và tấn đăng ký tịnh *NT* (gọi khác là dung tích tịnh). Đơn vị của tấn đăng ký là 100 *cub. ft*, qui đổi thành 2,83 m^3 .

Nói một cách tổng quát, *GT* là dung tích *tất cả các khoang kín* của tàu (*moulded volume of all enclosed spaces*). Trong khi đó *NT* bao gồm dung tích các khoang kín dùng vào mục đích chứa hàng hóa và hành khách. Thông lệ, theo qui định trước đây, để có *NT* cần trừ đi từ *GT* các phần sau: dung tích các phòng dành cho bố trí và phục vụ thủy thủ đoàn, các bộ phận đặt thiết bị hàng hải, các két ngoài đáy đôi, các khoang thiết bị năng lượng... Các qui định trước đây trên thực tế vô cùng rắc rối và quá phức tạp. Một vài minh họa mang tính lịch sử được trình bày tại hình 3.3 dưới đây như tài liệu tham khảo giúp bạn đọc hình dung độ phức tạp, rắc rối và cộng cả “*quần trí*” của qui định trước 1969.

Theo công ước 1969 cần thiết tính theo các công thức đã thống nhất. Dung tích tàu (*tonnage of ship*) gồm *GT* (*gross tonnage*) và *NT* (*net tonnage*). Khái niệm khoang kín (*enclosed spaces*) dành cho tất cả các khoang được giới hạn bằng thân tàu, như vách cố định, di động, boong, tấm che... Hành khách trên tàu được phân định rõ, đây là những người có mặt trên tàu nhưng không thuộc diện kể sau:

- a) Thuyền trưởng và thành viên đoàn thủy thủ làm việc cụ thể trên tàu
- b) Các cháu bé dưới 1 tuổi đời.

* International Convention on Tonnage Measurement of Ships, 1969.



Hình 3.3 Những qui định về đo dung tích tàu trước 1969

Theo cách đặt vấn đề tại tổ chức *IMO*, từ hội nghị năm 1969 người ta đã xây dựng lại công ước đo tấn đăng ký. Công ước có hiệu lực từ 08 tháng 6 năm 1982. Các tàu chế tạo từ ngày này trở đi sẽ đo dung tích theo qui định trong công ước 1969.

Công thức tính *GT* và *NT* theo điều 3 và 4 công ước có dạng:

$$GT = k_1 \cdot V \quad (3.31)$$

trong đó $k_1 = 0,20 + 0,02 \log_{10} V$

V - toàn bộ thể tích (*volume*) các khoang kín, m^3 .

Một số kết quả tính cho k_1 như sau:

V, m^3	100	1.000	100.000	1.000.000
k_1	0,24	0,26	0,3	0,32

Công thức tính *NT* cho tàu khách, là tàu chở 13 khách trở lên:

$$NT = k_2 \cdot V_{\text{cargo}}, \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{T}{H} \right)^2 + k_3 \cdot (n_1 + \frac{n_2}{10}) \quad (3.32)$$

Với các tàu khác công thức tính *NT* được viết gọn

$$NT = k_2 \cdot V_{\text{cargo}}, \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{T}{H} \right)^2 \quad (3.33)$$

trong đó V_{cargo} - toàn bộ thể tích (*volume*) hầm hàng, m^3 ;

T - chiều chìm trung bình, đo tại giữa tàu, m ;

H - chiều cao tàu, đo tại giữa tàu, m ;

$$k_2 = 0,02 + 0,02 V_{\text{cargo}} \quad (3.34)$$

$$k_3 = 1,25(1 + GT \times 10^{-4}) \quad (3.35)$$

n_1 - số khách trong các buồng dưới 8 giường;

n_2 - số khách trong các buồng từ 9 giường trở lên.

Những lưu ý khi tính:

$g \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{T}{H}\right)^2$ không nhận lớn hơn 1.

$g \cdot k_2 \cdot V_{\text{carg o}} \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{T}{H}\right)^2$ không quá 0,25 GT.

$g \cdot NT$ không được nhận nhỏ hơn 0,30 GT.

Ví dụ: tính dung tích đăng ký tàu cần cầu đang hoạt động có các kích thước sau:

$$L = 110m; B = 30,54m; H = 7,90m$$

- Chiều cao mạn tàu $D_{tt} = H - t_K - t_{deck}$. Trong đó $H = 7,9m$; t_K - chiều dày tôn ki chính 0,018m; t_{deck} - chiều dày tôn boong tại mép boong, 0,014m.

$$D_{tt} = 7,9 - 0,018 - 0,014 = 7,865m$$

- Chiều dài tàu $L_{tt} = 0,96 L_{WL} = 0,96 \cdot 110,03 = 105,63m$. Mặt khác chiều dài tàu đo từ mép trước sống mũi đến vách lái 110,0m, do vậy chiều dài tính toán L_{tt} được nhận bằng 110m.

- Chiều chìm tàu $T = 0,85D_{tt} = 6,688m$

- Chiều rộng tàu $B_{tt} = 30,54 - 2 \times 0,014 = 30,51m$.

Dung tích tính toán theo các phần sau:

- Dung tích hạn chế trong vỏ tàu, tính theo đường lý thuyết $V_1 = 24527,1m^3$.

- Dung tích phần máng trượt của tàu $V_2 = 402,2m^3$.

- Dung tích khu vực chứa ống thả neo $V_3 = 5,33m^3$.

Tổng dung tích trong thân tàu:

$$V_T = V_1 - V_2 - V_3 = 24527,13 - 402,4 - 5,33 = 24119,4m^3$$

- Dung tích các khoang mũi $V_1' = 5,69m^3$

- Dung tích khoang điều khiển cần cầu $V_2' = 1260,68m^3$

- Dung tích khoang cần cầu $V_3' = 847,1m^3$

- Dung tích cần cầu $V_4' = 467,71m^3$

- Dung tích nắp hầm $V_5' = 1,0m^3$

Tổng dung tích các khoang kín từ V_1' đến V_5' : 26855,67m³.

Dung tích toàn bộ: $GT = k_1 \cdot V$

$$GT = 0,2886 \times 26855,67 = 7750,6$$

Dung tích tinh: $NT = k_2 \cdot V_{\text{carg o}} \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{T}{H}\right)^2 + k_3 \cdot (n_1 + \frac{n_2}{10})$

$$NT = 0,3GT = 0,3 \times 7750,6 = 2325,2$$

Theo khuyến cáo IMO, ngày nay khai báo dung tích đăng ký cần viết rõ ràng giá trị dung tích GT và NT mà không ghi "T" sau giá trị đó. Khai báo cho tàu đang xem xét được viết là: GT 7750,6; NT 2325,2.

MẠN KHÔ TÀU

Mạn khô tàu (freeboard) được xác định bằng khoảng cách theo chiều đứng, tính từ đường nước chở hàng đến mép boong, ký hiệu F hoặc Fb .

$$F = Fb = H - T \equiv (D - d) \quad (4.1)$$

Biểu thức ghi trong dấu ngoặc chứa những ký hiệu đang được dùng hiện nay. Tuy nhiên để tránh các chồng chéo giữa các ký hiệu mang tính phổ thông là *D- lượng chiếm nước*, đồng thời là chiều cao mạn, trong phần này tài liệu người viết tiếp tục sử dụng các ký hiệu rất cổ xưa, *H- chiều cao mạn*, *T- chiều chìm tàu*.

Với chiều cao mạn khô Fb , sức nổi dự trữ của tàu tính theo công thức:

$$Vb = A_w(H - T) (1 + k_v)$$

trong đó A_w - diện tích đường nước tính bằng αLB .

$$Vb = C_w LB \cdot Fb \cdot (1 + k_v) \quad (4.2)$$

Có thể thấy rằng:

$$\frac{Vb}{\nabla} = \frac{C_w}{C_B} (1 + k_v) \cdot \frac{Fb}{T} \quad (4.3)$$

Nếu coi $C_w \approx C_B^{1/2}$ công thức cuối có dạng:

$$\frac{Vb}{\nabla} = \frac{1}{C_B^{1/2}} (1 + k_v) \cdot \frac{Fb}{T} \quad (4.4)$$

$$\text{Với } C_B = 0,45 ; k_v = 0,28 \text{ thì: } \frac{Vb}{\nabla} = 1,90 \cdot \frac{Fb}{T}$$

$$\text{Với } C_B = 0,85 ; k_v = 0,0 \text{ thì: } \frac{Vb}{\nabla} = 1,09 \cdot \frac{Fb}{T}$$

Từ qui cách ghi trong công ước có thể thấy:

$$\frac{L}{H} = \frac{L}{Fb + T} = 15, \text{ do đó } T = L/15 - Fb$$

$$\text{và có thể xác định gần đúng } \frac{Vb}{\nabla} \approx \frac{1}{C_B^{1/2}} \cdot \frac{Fb}{T} \approx \frac{1,2}{\frac{L}{15Fb} - 1} \text{ cho tàu với } k_v = 0.$$

Chiều cao mạn khô F , cùng với chiều chìm T , đảm bảo tính chống chìm của tàu, đảm bảo sức nổi dự trữ. Chiều cao F đủ lớn đảm bảo hạn chế nước phủ boong, hạn chế sóng tạt vào ca bin, đảm bảo an toàn khai thác.

Điều quan trọng tiếp theo của mạn khô, khi F lớn chiều cao tàu lớn và dung tích hầm hàng tăng trong trường hợp này.

Dưới đây chúng ta tìm hiểu kỹ hơn chiều cao mạn khô theo các qui định ghi trong công ước quốc tế về đường nước chở hàng năm 1966 cùng các bổ sung sửa đổi nghị định thư 1988.

4.1 MẠN KHÔ TIÊU CHUẨN

Chiều cao mạn khô tiêu chuẩn là chiều cao tối thiểu, tính tại vị trí giữa chiều dài tính toán của tàu. Chiều dài này được qui định là phần chiều dài tại đường nước ở mức $0,85$ chiều cao mạn, $T = 0,85H$, tính bằng 96% chiều dài của đường nước thực tế đo tại đây. Chiều dài này cùng T được dùng khi tính hệ số đầy C_B .

Chiều cao mạn khô tiêu chuẩn áp dụng cho trường hợp $C_B = 0,68$ và $L/H = 15$.

Trong tính toán phân biệt hai nhóm tàu:

- Nhóm A áp dụng cho tàu chở xô hàng lỏng, số miệng hầm trên boong hạn chế.
- Nhóm B chỉ các tàu còn lại.

Chiều cao mạn khô ghi trong công ước chỉ dùng cho trường hợp tàu hoạt động trên tuyến đường chỉ định vào mùa hè, giá trị của nó là hàm của chiều dài tàu. Có thể hàm hóa đường cong, miêu tả quan hệ giữa F và chiều dài tàu L , cho tàu nhóm B như sau:

$$F = 0,107 \times 10^{-8} L^4 - 0,924 \times 10^{-6} L^3 + 2,46 \times 10^{-4} \times L^2 - 0,52 \times 10^{-2} L + 0,16$$

Với tàu chiều dài tàu hơn $60m$, song không quá $230m$ công thức trên có dạng:

$$F = 1,97 \times 10^{-2} L - 0,69$$

Dưới đây bạn đọc tham khảo trích đoạn từ “bảng trị số mạn khô tối thiểu” đang được áp dụng trong ngành tàu các nước, trong đó có Việt Nam.

Bảng 4.1

Chiều dài L_t , m	Mạn khô tối thiểu, mm	
	Nhóm A	Nhóm B
40	334	334
50	443	443
60	573	573
70	706	721
80	841	887
90	984	1075
100	1135	1271
110	1293	1479
120	1459	1690
150	1968	2315
200	2612	3264
250	3012	4018
300	3262	4630

Trong khi tính chiều cao mạn khô cần thực hiện các hiệu chỉnh trị số mạn khô cho trường hợp kích thước và hệ số thân tàu nằm ngoài tiêu chuẩn.

g Hiệu chỉnh cho tàu nhỏ hơn 100m song lớn hơn 24m.

Mạn khô tàu nhóm B có thượng tầng kín, với chiều dài thực dụng nhỏ hơn 35% chiều dài tàu phải được tăng lên lượng $7,5(100 - L_f)(0,35 - \frac{E}{L_f})$. Trong công

thức L_f - chiều dài tính toán của tàu, E - chiều dài thực dụng thượng tầng. Theo nghị định thư 1988, hiệu chỉnh theo độ cong dọc boong là $0,75 - S_1/2L$, với S_1 - chiều dài khối thượng tầng kín.

g Hiệu chỉnh theo hệ số đầy thể tích $\frac{C_B + 0,68}{1,36}$

g Hiệu chỉnh theo chiều cao mạn.

Nếu chiều cao mạn H lớn hơn $L_f/15$ thì mạn khô phải tăng thêm lượng, tính bằng mm: $(H - \frac{L_f}{15})R$, trong đó $R = L_f/0,48$ cho tàu nhỏ hơn 120m và $R = 250$ nếu chiều dài tàu trên 120m.

g Hiệu chỉnh của phần lồi trên boong mạn khô.

4.2 ĐỘ CONG DỌC BOONG TIÊU CHUẨN

Đường cong dọc có dạng đường parabol, được xác định cho phần mũi, tính từ mặt giữa tàu và cho phần lái, sau mặt giữa tàu. Tung độ đường cong dọc tiêu chuẩn, tính bằng mm, đọc theo bảng 4.2

Bảng 4.2

Thông số	Phần sau			Mặt giữa	Phần trước		
	AP	L/6	L/3	L/2	L/3	L/6	FP
Tung độ	$25(L/3+10)$	$11,1(L/3+10)$	$2,8(L/3+10)$	0	$5,6(L/3+10)$	$22,2(L/3+10)$	$50(L/3+10)$
Hệ số	1	3	3	1	3	3	1
Hiệu chỉnh	Z	0,444Z	0,111Z	0	0,111Z	0,444Z	Z

Trên những tàu có thượng tầng cao đúng tiêu chuẩn nằm suốt chiều dài boong mạn khô thì độ cong dọc boong được đo trên boong thượng tầng. Nếu chiều cao thượng tầng lớn hơn chiều cao tiêu chuẩn, thì mức chênh lệch nhỏ nhất Z giữa chiều cao thực tế với chiều cao tiêu chuẩn phải cộng vào mỗi tung độ cuối. Tương tự, những tung độ trung gian ở khoảng cách $L/6$ và $L/3$ tính từ AP và FP sẽ được cộng thêm lượng như ghi tại bảng 4.2.

4.3 HIỆU CHỈNH MẠN KHÔ TIÊU CHUẨN

Nếu đường cong dọc khác với tiêu chuẩn thì bốn tung độ của đường cong ở phần trước và sau của tàu phải nhân với với hệ số ghi tại bảng 4.2. Hiệu số giữa tổng các tích đã tính được và tổng số các tích tương ứng tiêu chuẩn, chia cho 8, xác định mức hụt hoặc thừa của đường cong dọc boong. Giá trị trung bình cộng của mức thừa hoặc thiếu là mức thừa hoặc thiếu của đường cong dọc này.

Nếu nửa phần sau độ cong dọc boong lớn hơn tiêu chuẩn và nửa phần trước nhỏ hơn tiêu chuẩn thì mạn khô không được giảm theo mức thừa tại phần sau, song phải tính mức thiếu ở phần trước.

Nếu nửa phần trước độ cong dọc lớn hơn tiêu chuẩn và nửa phần sau độ cong dọc không nhỏ hơn 75% độ cong tiêu chuẩn, thì phải hiệu chỉnh độ cong dọc boong lớn hơn ở phần trước, và độ hụt ở phần sau. Nếu độ cong dọc boong ở phần sau nằm trong khoảng 50% đến 70% độ cong dọc boong tiêu chuẩn, thì phải hiệu chỉnh tỷ lệ theo độ cong boong thừa ở nửa trước và độ cong thiếu ở nửa sau tàu.

Mức hiệu chỉnh do thay đổi của đường cong dọc boong tiêu chuẩn sẽ là mức thiếu hoặc thừa được nhân với $0,75 - \frac{l}{2L_f}$, trong đó l - tổng chiều dài của các thượng tầng kín.

4.4 CHIỀU CAO TỐI THIỂU CỦA MŨI TÀU VÀ DỰ TRỮ NỔ

Chiều cao mũi tàu có ảnh hưởng rất lớn đến việc ngăn sóng đập boong phần mũi, tránh nước phủ boong. Trong mọi trường hợp chiều cao mũi tàu phải thỏa mãn đòi hỏi ghi trong công ước quốc tế về đường nước chở hàng và các yêu cầu đề ra trong qui phạm đóng tàu.

Chiều cao mũi tàu không được nhỏ hơn giá trị $56L(1 - \frac{L_f}{500}) \frac{1,36}{C_B + 0,68}$, mm, nếu tàu ngắn hơn 250m. Trường hợp tàu dài từ 250m trở lên biểu thức tính chiều cao mũi sẽ là $7000 \frac{1,36}{C_B + 0,68}$.

Công thức Fb trong Nghị định thư 1988:

$$Fb = (6075(L/100) - 1875(L/100)^2 + 200(L/100)^3) \times (2,08 + 0,609C_b - 1,603 C_{wf} - 0,0129 (L/d_1)) \text{ (mm)}$$

Ví dụ 4.1. Tính mạn khô tàu chở hàng có boong che, kích thước chính sau đây: $L_{pp} = 91,0m$; chiều dài đường nước tại $T = 0,85H$: $L_{WL} = 95,0m$; chiều rộng $B = 13,8m$; chiều cao đến boong chính $H = 6,2m$.

a) Chiều dài tàu $0,96 L_{WL} = 91,2m$. Vì rằng $0,96L_{WL} > L_{pp}$, khi tính sẽ nhận $L = 91,20m$.

b) Chiều cao mạn tính theo qui định bằng H + chiều dày tôn mép boong: $6200 + 12 = 6212 \text{ mm}$.

c) Hệ số béo thể tích theo qui định: $C_B = \frac{V}{LBd_1}$, $V = 4640m^3$; $d_1 = 85\%H = 5,27m$.

Từ đó: $C_B = 0,70$.

Boong bảo vệ được coi là thượng tầng chiều dài L .

Chiều cao qui phạm của thượng tầng, với tàu $L = 91,2m$ sẽ là $h_{sup} = 1,962m$, tính theo phép nội suy tuyến tính.

Các bước tiếp theo nhằm xác định chiều cao mạn khô:

Giá trị Fb theo bảng: $1100mm$, theo phép nội suy tuyến tính.

Hiệu chỉnh mạn khô.

- Hiệu chỉnh cho tàu dài dưới $100m$ khi chiều dài thượng tầng kín chỉ đến $35\%L$. Tàu hiện hữu có chiều dài thượng tầng L , $\Delta f_1 = 0$.

- Hiệu chỉnh cho C_B : $k = \frac{C_B + 0,68}{1,36} = \frac{0,70 + 0,68}{1,36} = 1,015$.

- Hiệu chỉnh theo H : Vì rằng $H = 6,212 > L/15 = 6,075$, mạn khô tàu phải tăng lượng $(H - L/15) \cdot R$ với $R = L/0,48$ với tàu có $L < 120m$.

$\Delta f_3 = (6,212 - 6,075) \cdot (91,2/0,48) = +26mm$.

- Hiệu chỉnh cho thượng tầng, điều 37 công ước quốc tế:

$$\Delta f_4 = -895mm$$

- Độ cong boong theo qui phạm, tính theo bảng 4.2.

Độ cong tính toán

Bảng 4.3

Vị trí	Tọa độ		Hệ số	(3)×(4)	Chiều cao thực, mm	Tăng độ cao, mm	(4)×[(6)+(7)]
	Công thức	Giá trị, mm					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Trụ lái AP	$25(\frac{L}{3} + 10)$	1010	1	1010	0	638	638
1/6 từ AP	$11,1(\frac{L}{3} + 10)$	448	3	1344	0	284	852
1/3 từ AP	$2,8(\frac{L}{3} + 10)$	113	3	339	0	71	213
Giữa tàu	0	0	1	0	0	0	0
				$\Sigma_1 = 2693$			$\Sigma_3 = 1703$
Giữa tàu	0	0	1	0	0	0	0
1/3 từ FP	$5,6(\frac{L}{3} + 10)$	226	3	678	200	71	813
1/6 từ FP	$22,2(\frac{L}{3} + 10)$	896	3	2688	800	284	3252
Trụ mũi FP	$50(\frac{L}{3} + 10)$	2020	1	2020	2000	638	2638
				$\Sigma_2 = 5386$			$\Sigma_4 = 6703$

Theo qui định trong công ước, độ dôi và độ thiếu đường cong boong tính theo công thức sau:

$$\text{Thiếu tại phần đuôi} \quad \frac{\sum_3 - \sum_1}{8} = \frac{1703 - 2693}{8} = -124$$

$$\text{Thừa tại phần mũi} \quad \frac{\sum_4 - \sum_2}{8} = \frac{6703 - 5386}{8} = +164$$

Độ dãn boong thực tế tại phần đuôi tính bằng:

$$\frac{\sum_3}{\sum_1} \times 100\% = \frac{1703}{2693} \times 100\% = 63,3\%$$

Hiệu chỉnh Δf_5 sẽ có dạng:

$$\Delta f_{5,a} = (0,75 - S/2L) \times 164 \times 0,53 = -22mm$$

$$\Delta f_{5,b} = (0,75 - S/2L) \times 124 = +31mm$$

Từ đó $\Delta f_5 = +9mm$.

Tổng hiệu chỉnh: $\Delta f_3 + \Delta f_4 + \Delta f_5 = 26 - 895 + 9 = -860mm$.

Mạn khô theo bảng 1110mm, sau hiệu chỉnh cho C_B trở thành 1116mm. Hạn khô tàu sau hiệu chỉnh:

$$Fb = 1116 - 860 = 256mm$$

Ví dụ 4.2. Tính mạn khô cho tàu cầu làm việc trên biển. Kích thước của tàu: $L = 110,0m$; $B = 30,54m$; $H = 7,90m$.

Kích thước tính toán:

$$L = 0,96 \times 110,0 = 105,60m$$

$$B = 30,54m$$

$$H = 7,9m$$

$$\text{Chiều chìm} \quad d_1 = 0,85 \times H = 6,715m.$$

Hệ số đầy thể tích:

$$C_B = \frac{\nabla}{LBd_1} = \frac{19932}{105,6 \times 30,54 \times 6,715} = 0,92$$

Chiều cao mạn tính toán:

$$H_{tt} = H + t = 7,90 + 0,013 = 7,913m$$

Độ cong dọc boong:

Độ cong thực tế: 0

Độ cong tính toán

Bảng 4.4

Vị trí	Tọa độ		Hệ số	(3)×(4)	Σ(5)	(6)/8	Σ(7)/2
	Công thức	Giá trị, mm					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
PHẦN LÁI							
Trụ lái AP	$25(\frac{L}{3}+10)$	1130,0	1	1130,0			-565,3
1/6 từ AP	$11,1(\frac{L}{3}+10)$	501,72	3	1505,16			
1/3 từ AP	$2,8(\frac{L}{3}+10)$	126,56	3	379,68	3014,84	-376,9	
Giữa tàu	0	0	1	0			
PHẦN MŨI							
Giữa tàu	0	0	1	0			-565,3
1/3 từ FP	$5,6(\frac{L}{3}+10)$	253,12	3	759,36			
1/6 từ FP	$22,2(\frac{L}{3}+10)$	1003,44	3	3010,32	6029,68	-753,7	
Trụ mũi FP	$50(\frac{L}{3}+10)$	2260,0	1	2260,0			

Thiếu hụt độ cong dọc $A = 565,3mm$.

Mạn khô tiêu chuẩn theo qui định trong công ước $F_1 = 1392,6mm$.

Hiệu chỉnh mạn khô

Hiệu chỉnh theo hệ số $C_B = 0,92 > 0,68$: $k = (C_B + 0,68) / 1,36 = 1,18$.

Hiệu chỉnh cho chiều cao mạn

Vì rằng $L/15 = 105,6 / 15 = 7,04$ nên $H = 7,913 m > L/15 = 7,04m$, cần thiết hiệu chỉnh $\Delta f_1 = (H - \frac{L}{15})R$, với $R = L/0,48 = 105,6 / 0,48 = 220mm$.

$$\Delta f_1 = (7,913 - 7,04) \times 220 = 192,06mm$$

Hiệu chỉnh vị trí đường boong

Chiều cao tính toán của tàu $H = 7,913 mm$, còn chiều cao thực tế mép boong bằng $7,413mm$, do vậy cần hiệu chỉnh $\Delta f_2 = 500mm$.

Hiệu chỉnh do lệch với đường cong dọc tiêu chuẩn

$$\Delta f_3 = (0,75 - S/2L)A \text{ với } S = 0$$

$$\Delta f_3 = 0,75 \times 565,3 = 434,0mm.$$

Chiều cao mạn tối thiểu tại mũi theo công thức 1966

$$F_F = 56L(1 - L/500) \times 1,36 / (C_B + 0,68) = 3965 \text{ mm}$$

Chiều cao mạn tại mũi sau khi hiệu chỉnh cho vị trí đường boong như đã tính sẽ là 3465 mm.

Theo công ước, chiều cao mạn khô tối thiểu của tàu kiểu đang xem xét phải là

$$F = F_1 \cdot k + \Delta f_1 - \Delta f_2 + \Delta f_3 = 1392,6 \cdot 1,18 + 192,06 - 500 + 434,0 = 1769 \text{ mm}$$

4.5 CHIA KHOANG CHỐNG CHÌM

Hai nhiệm vụ chính của chống chìm là:

- 1- Xác định tình trạng tàu khi bị đắm, nước tràn vào một hoặc một số khoang,
- 2- Bố trí hợp lý các vách ngăn kín nước, gồm các vách dọc, các vách ngang trên tàu, đảm bảo tàu bị thủng một hoặc một số khoang vẫn còn khả năng nổi, ổn định tối thiểu.

Trong chuyên môn, tính chống chìm cho tàu còn được gọi theo cách khác là *phân khoang chống chìm*.

Lượng nước có thể ngập khoang trong điều kiện có các kết cấu choán chỗ thường ít hơn lượng nước lý thuyết bằng dung tích khoang, không tính đến kết cấu. Nếu ký hiệu V_0 là dung tích lý thuyết của khoang, còn V là dung tích thực tế mà nước có thể chiếm chỗ khi khoang bị đắm, tỷ lệ giữa chúng có thể viết dưới dạng $\mu = \frac{V}{V_0}$. Tỷ lệ này có tên gọi *hệ số ngập thể tích khoang*, hệ số ngập nước hay

hệ số đắm (*permeability*) của khoang.

Thể tích choán chỗ của khoang V tính theo công thức: $V = \mu \cdot V_0$. Giá trị qui ước của hệ số đắm, được nhiều quốc gia công nhận, đã ghi vào công ước quốc tế về đảm bảo sinh mạng con người trên biển như sau:

Bảng 4.5

TT	Công dụng của khoang	Hệ số đắm μ
1	Khoang trống (đáy đồ, kết giữa 2 mạn)	0,95
2	Kết chứa đáy	0,0
3	Các phòng sinh hoạt	0,95
4	Buồng máy	0,85
5	Khoang hàng, kho...	0,60
6	Khoang hàng lạnh	0,93
7	Kho đựng lưới cụ tàu cá	0,80

Những công thức mang tính qui ước, áp dụng chung cho các nước được ghi vào công ước như sau:

- *Hệ số ngập trung bình thống nhất cho toàn bộ buồng máy* phải được xác định theo công thức trong “*Qui định 5*”:

$$85 + 10\left(\frac{a-c}{v}\right) \quad (4.5)$$

với: a - thể tích các buồng hành khách, được bố trí thấp hơn đường nước giới hạn trong phạm vi buồng máy

c - thể tích khoảng không gian dùng để chở hàng, than hoặc đồ dự trữ, nằm giữa hai boong và thấp hơn đường chìm giới hạn, trong phạm vi của buồng máy

v - tổng thể tích của buồng máy thấp hơn đường chìm giới hạn.

- *Hệ số ngập trung bình thống nhất cho các phần của tàu* nằm trước hoặc phía sau buồng máy phải được xác định theo:

$$63 + 35\left(\frac{a}{v}\right) \quad (4.6)$$

với: a - thể tích các buồng hành khách, được bố trí thấp hơn đường chìm giới hạn về phía trước hoặc phía sau buồng máy

v - tổng thể tích của phần tàu nằm trước hoặc phía sau buồng máy và thấp hơn đường chìm giới hạn.

Trường hợp phân khoang đặc biệt theo qui định cụ thể, công thức cuối được chuyển thành:

$$95 + 35\left(\frac{b}{v}\right) \quad (4.7)$$

với: b - thể tích các buồng thấp hơn đường chìm giới hạn và cao hơn mép trên của sàn, đáy trong hoặc các kết ở đầu và đuôi tàu, tùy từng trường hợp, dùng để chứa hàng, than, nhiên liệu, kho dự trữ, buồng hành lý, bưu điện, các hầm xích neo, các kết nước ngọt, về phía trước hoặc phía sau buồng máy

v - tổng thể tích của phần tàu nằm trước hoặc phía sau buồng máy và thấp hơn đường chìm giới hạn.

Khi tính diện tích thực tế mặt thoáng của các khoang bị đắm, người ta sử dụng hệ số ngập bề mặt hay đắm mặt thoáng k_S . Diện tích thực tế khoang bị đắm tính bằng công thức:

$$S = k_S \cdot S_0; \text{ với } S_0 \text{ là diện tích mặt thoáng lý thuyết} \quad (4.8)$$

Momen quán tính mặt thoáng được tính theo cách tương tự:

$$I = k_S \cdot I_0 \quad (4.9)$$

Thông thường, hệ số k_S lớn hơn hệ số đắm μ , tuy nhiên để giản tiện khi tính trong thực tế, chúng ta sử dụng hệ số này không khác μ .

4.5.1 Yêu cầu về ổn định đối với tàu bị thủng theo công ước 1960

Yêu cầu chung với tàu bị thủng như sau:

- Chiều cao tâm nghiêng ban đầu của tàu ở giai đoạn ngập nước cuối cùng có tư thế không nghiêng, xác định bằng phương pháp tổn thất sức nổi, không nhỏ hơn 0,05m.

- Góc nghiêng tàu khi bị đắm khoang, không đối xứng phải nhỏ hơn 20° trước khi điều chỉnh cân bằng ngang, hoặc 12° sau khi điều chỉnh.

- Trị số tay đòn lớn nhất của đường cong ổn định tĩnh không nhỏ hơn +0,1m tính cho tình trạng sau sự cố, đồng thời độ dài của phần tay đòn dương không nhỏ hơn 30° khi ngập đối xứng, và 20° khi ngập không đối xứng.

Với tàu khách các yêu cầu trên đây phải được cân nhắc một cách khắt khe. Góc nghiêng khi ngập tàu khách, ngập không đối xứng không được lớn hơn 15° trước lúc dùng biện pháp chỉnh tư thế và điều chỉnh cân bằng ngang, hoặc 7° sau khi đã điều chỉnh.

Cũng với tàu khách trong các giai đoạn ngập trung gian hoặc khi điều chỉnh tư thế, góc nghiêng không được lớn hơn 20° . Tay đòn ổn định tĩnh lớn nhất phải từ 0,05m trở lên và phạm vi ổn định dương không nhỏ hơn 7° . Trong trường hợp ngập không đối xứng, phạm vi tay đòn dương không nhỏ hơn 20° , đo từ vị trí cân bằng.

Diện tích đoạn đường cong tay đòn dương không nhỏ hơn 0,015m.rad. Diện tích đó xác định cho đoạn đồ thị nằm giữa góc nghiêng ứng với vị trí cân bằng của tàu và góc nghiêng 22° trong trường hợp ngập một khoang, hoặc góc 27° trong trường hợp ngập đồng thời hai hoặc trên hai khoang kề nhau. Trong mọi trường hợp tính toán đều phải để ý đến góc tràn.

Theo công ước và SOLAS 1974, ổn định tàu khách trong trạng thái hư hỏng phải thỏa mãn những yêu cầu cụ thể:

- Trong mọi điều kiện khai thác, độ ổn định nguyên bản (*intact stability*) của tàu phải đủ để tàu có thể chịu được giai đoạn ngập nước cuối cùng của một khoang chính bất kỳ có chiều dài qui định, trong giới hạn chiều dài ngập nước.

- Nếu hai khoang chính kề nhau được ngăn bằng một vách có bậc phù hợp với các điều kiện qui định, độ ổn định nguyên bản của tàu phải đủ để tàu có thể chịu được sự ngập nước của hai khoang chính kề nhau đó.

- Khi hệ số phân khoang qui định 0,50 hoặc nhỏ hơn, song lớn hơn 0,33, độ ổn định nguyên bản phải đủ để cho tàu có thể chịu được sự ngập nước của hai khoang chính kề nhau bất kỳ.

- Khi hệ số phân khoang qui định 0,33 hoặc nhỏ hơn, độ ổn định nguyên bản phải đủ để cho tàu có thể chịu được sự ngập nước của ba khoang chính kề nhau bất kỳ.

Khi tính toán độ ổn định tàu ở trạng thái hư hỏng, thông thường lấy hệ số ngập của các thể tích và diện tích theo các giá trị ghi trong bảng 4.6.

Bảng 4.6

Các buồng	Tỷ số ngập nước
Dùng chứa hàng, than, kho dự trữ	60
Người ở	95
Chỗ đặt máy móc	85
Để chứa hàng lỏng	0 hoặc 95

Các hệ số ngập bề mặt lớn hơn lấy cho các buồng ở gần mặt đường nước tại nạn. Kích thước *lỗ thủng giả định (assumed extent of damage)* nhận như sau trong tính toán:

- Theo chiều dài: 3,0m cộng min (3% chiều dài tàu, 11,0m). Nếu hệ số phân khoang 0,33 hoặc nhỏ hơn, lỗ thủng giả định tăng lên, tràn lên hai vách chính kín nước, liên tiếp bất kỳ.

- Theo chiều ngang: 1/5 chiều rộng tàu.

- Theo chiều cao: không giới hạn, tính từ mặt phẳng cơ bản lên.

- Tại trạng thái cuối cùng sau khi hư hỏng, và nếu tàu bị ngập nước không đối xứng, sau khi đã áp dụng các biện pháp cân bằng, yêu cầu về ổn định sự cố là

Trường hợp ngập nước đối xứng, chiều cao tâm nghiêng dương còn lại được tính toán theo phương pháp lượng chiếm nước không đối phải ít nhất là 50mm,

Trường hợp ngập nước không đối xứng, tổng góc nghiêng không lớn hơn 7°, trừ trường hợp đặc biệt được các cấp có thẩm quyền xem xét riêng. Trong mọi trường hợp góc nghiêng cuối cùng không quá 15°. Tại đây bạn đọc cần đối chiếu với các qui định trong công ước 1960 để thấy rõ yêu cầu khắt khe hơn của công ước về an toàn.

Trong mọi trường hợp đường chìm giới hạn ở giai đoạn ngập nước cuối cùng không được ngập dưới nước.

4.5.2 Phân khoang

Phân khoang tàu áp dụng cho các tàu làm các việc sau:

- Tàu chở khách,
- Tàu Ro-Ro dài từ 100m trở lên,
- Tàu đánh cá dài từ 100m trở lên,
- Tàu kéo dài từ 40m trở lên,
- Tàu cước dài từ 40m trở lên,
- Tàu cứu hộ,
- Tàu chở dầu,
- Tàu chở hóa chất,
- Tàu cung ứng, dịch vụ,
- Tàu chở hàng khô dài từ 100m trở lên.

Dưới đây là các ký hiệu, tên gọi sử dụng trong chương này của tài liệu:

- *Đường nước chở hàng phân khoang (Subdivision Load Line)* - đường nước dùng khi phân khoang tàu. Đường nước chở hàng phân khoang thấp nhất là đường nước ứng với chiều chìm lớn nhất thỏa mãn các yêu cầu về phân khoang.

- *Chiều dài phân khoang L_s (Subdivision Length)* - Chiều dài lớn nhất của phần thân tàu, nằm thấp hơn đường chìm tới hạn.

- *Chiều rộng tàu B_1 (Breadth of Vessel)* - Chiều rộng lý thuyết lớn nhất của tàu tại tâm chiều dài đường nước ở mức bằng hoặc dưới đường nước chở hàng phân khoang.

- *Chiều dài tàu L_1 (Length of Vessel)* - Bằng 96% chiều dài toàn bộ đo theo đường nước, đi qua độ cao 85% chiều cao lý thuyết tàu hoặc chiều dài đo từ mép trước sống mũi đến trục lái, ở đường nước, lấy trị số lớn hơn.

- *Boong vách (Bulkhead Deck)* - Boong cao nhất mà các vách ngang kín nước kéo tới theo suốt chiều dài tàu.

- *Đường chìm tới hạn (Margin Line)* - Là đường kẻ thấp hơn mặt trên của boong vách đo ở mạn ít nhất 76mm. Trên những tàu mép boong và mép mạn liên kết gậy góc bình thường, đường chìm tới hạn là giao tuyến ngay trên mạn của hai mặt trên vỏ boong và vỏ mạn.

Trên những tàu mép mạn uốn cong với bán kính không lớn hơn 4% chiều rộng của tàu, đường chìm tới hạn là giao tuyến ngay trên mạn của mặt trên của boong vách kéo dài với mặt ngoài của vỏ mạn như dạng liên kết gậy góc.

- *Chiều chìm tàu (Draft)* - chiều cao đo từ mặt đáy, tại mặt cắt ngang giữa tàu, đến đường phân khoang.

- *Buồng máy (Machinery space)* được tính là khoang không gian từ mặt phẳng cơ bản đến đường chìm giới hạn và nằm giữa hai vách ngang kín nước chính ngoài cùng, tạo thành buồng, để lắp đặt máy chính và máy phụ, nồi hơi chính và tất cả các kết chứa (than) nhiên liệu trực nhật.

- *Hệ số ngập của buồng (Permeability of a space)* là số phần trăm của buồng có thể bị ngập nước. Thể tích của buồng nằm cao hơn đường chìm giới hạn chỉ được tính đến đường chìm đó.

- *Buồng hành khách (Passenger spaces)* là các buồng dành cho hành khách ăn ở và sử dụng, trừ các buồng chứa hành lý, kho, buồng thực phẩm và buồng bưu điện. Các buồng nằm dưới đường giới hạn dành cho thuyền viên ăn ở và sử dụng được coi là buồng hành khách.

4.5.3 Yêu cầu của phân khoang

Nguyên tắc chung được nhất trí đưa vào Công ước 1960 là trên tàu phải bố trí hệ thống vách ngăn kín nước phòng khi tàu bị đắm một hoặc một số khoang, nhờ các vách kín nước giữ không cho nước tràn sang các khoang lân cận, tàu chỉ bị chìm sâu song không quá đường chìm tới hạn. Theo qui định ghi trong công ước đường chìm giới hạn này chạy song song, phía dưới đường boong vách, cách boong

vách 3" = 76 mm. Chiều dài khoang tàu, mà khoang đó khi không may bị đắm sẽ gây ra độ chìm tàu đến đường giới hạn được gọi bằng từ kỹ thuật *chiều dài phân khoang* (*floodable length*).

Chiều dài phân khoang phụ thuộc chủ yếu vào hình dạng thân tàu, và chiều dài này thay đổi dọc chiều dài tàu. Để kể chiều dài phân khoang tàu cho những vị trí cụ thể trên tàu, cần thiết thành lập đường cong chiều dài phân khoang cho cả chiều dài tàu. Trên đường cong chiều dài phân khoang này với hệ số $\mu = 1$, trục ngang miêu tả tọa độ dọc tàu, trục đứng trình bày chiều dài phân khoang tại vị trí xác định. Nếu khoang có chiều dài thực tế nhỏ hơn chiều dài phân khoang lý thuyết vừa nêu, khi bị thủng không đưa tàu chìm đến vị trí đường giới hạn.

Khi tính chiều dài phân khoang, cần thiết tính đến hệ số đắm của các khoang.

Hệ số ngập nước

Hệ số này xác định trong công ước, tính riêng cho khoang máy và các khoang trước khoang máy, sau khoang máy.

Hệ số ngập nước khoang máy tính theo công thức ghi trong công ước 1960

$$\mu = 80 + 12,5 \times \frac{(a - c)}{V} \quad (4.10)$$

với: a - thể tích khoang hành khách của vùng tàu đang đề cập, dưới đường giới hạn

b - thể tích khoang giữa các boong nằm trong phạm vi khoang máy, dưới đường giới hạn, dùng để vận chuyển hàng hóa, dầu, mỡ, dự trữ

V - toàn bộ thể tích của vùng tàu đưa vào tính toán, dưới đường giới hạn.

Ngoài khoang máy hệ số ngập nước tính theo công thức của công ước 1960

$$\mu = 0,63 - 0,35 \frac{a}{V} \quad (4.11)$$

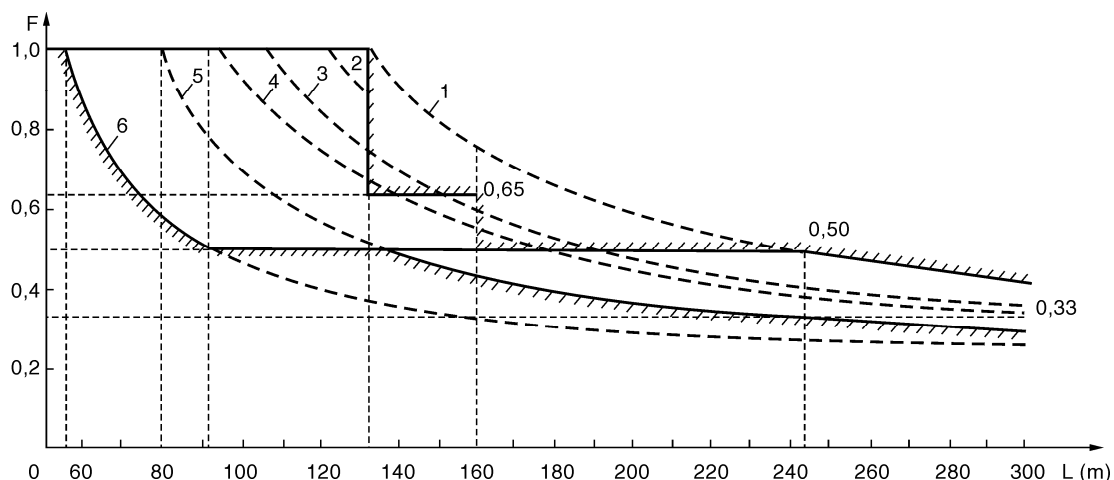
với: a - thể tích khoang khách và thuyền viên; V - thể tích toàn bộ các khoang.

Công thức vừa nêu mang tính lịch sử, làm tài liệu đối chứng rất tốt.

Ngày nay khi tính hệ số ngập nước, các quốc gia thực hành theo công thức ghi tại phần đầu chương.

4.5.4 Xác định chiều dài tối đa của khoang

Tính chống chìm tàu đi biển kể cả tàu chở hàng, tàu đánh cá, do chiều dài các khoang quyết định. Theo cách đặt vấn đề như vậy chiều dài khoang tính giữa hai vách kín nước, không được vượt quá giới hạn nhất định. Chiều dài này phụ thuộc vào vị trí của khoang trên tàu. Tàu phải được phân thành nhiều khoang sao cho có hiệu quả sau khi đã xét đến đặc tính sử dụng của tàu. Mức độ phân khoang phải thay đổi theo chiều dài tàu và đặc tính sử dụng sao cho mức độ phân khoang cao nhất tương ứng với các tàu có chiều dài lớn nhất, chủ yếu được dùng để chở khách.



Hình 4.1 Tiêu chuẩn sử dụng

Chiều dài khoang được tính dưới dạng tích số của chiều dài giới hạn với *hệ số phân khoang* (factor of subdivision), phụ thuộc vào chiều dài của tàu và vào “*tiêu chuẩn sử dụng*” (criterion of service). Tiêu chuẩn này còn có tên gọi là tiêu chuẩn số. Theo công ước, hệ số phân khoang đóng vai trò quan trọng khi xác định chiều dài cho phép lớn nhất. Chiều dài cho phép lớn nhất (*the maximum permissible length*) của khoang có tâm tại một điểm bất kỳ của chiều dài tàu được xác định bằng cách nhân chiều dài ngập nước với một hệ số tương ứng gọi là hệ số phân khoang. Bản thân hệ số phân khoang phụ thuộc vào chiều dài tàu và đối với chiều dài đã cho sẽ thay đổi theo đặc tính công dụng qui định của tàu. Hệ số này giảm đều đặn và liên tục theo qui luật: (1) khi chiều dài tàu tăng, và (2) khi chuyển từ hệ số A dùng cho tàu chủ yếu chở hàng sang hệ số B dùng cho tàu chủ yếu chở khách. Biến thiên của A và B thể hiện qua công thức sau:

$$A = \frac{58,2}{L - 60} + 0,18, L = 131m \text{ và lớn hơn} \quad (4.12)$$

$$B = \frac{30,3}{L - 42} + 0,18, L = 79m \text{ và lớn hơn} \quad (4.13)$$

Tiêu chuẩn phục vụ (tiêu chuẩn số) tính bằng công thức:

$$C_S = 72 \frac{M + 2P_1}{V + P_1 - P} \quad (4.14)$$

nếu

$$P_1 > P$$

ngược lại

$$C_S = 72 \frac{M + 2P_1}{V} \quad (4.15)$$

trong đó: M - thể tích khoang máy cùng với thể tích các két nhiên liệu cố định có thể nằm trên đáy đôi ở vùng ngoài khoang máy, trước hoặc sau đó, m^3

V - toàn bộ dung tích tàu dưới đường nước giới hạn, m^3

P - dung tích tất cả phòng hành khách, nằm dưới đường giới hạn, m^3

P_1 - dung tích qui ước, giới hạn của nó phụ thuộc vào đại lượng phụ trợ sau:

$$Q = 0,056 \cdot L \cdot N$$

với: L - chiều dài tàu, m ; N - tất cả khách đăng ký chính thức trên tàu.

Nếu $Q > P$ và dung tích phòng dành cho khách trên đường giới hạn, P_1 sẽ tính bằng tổng dung tích hoặc bằng $2/3Q$, lựa trị số lớn hơn. Trong trường hợp ấy

$$C_s \text{ tính theo } C_s = 72 \frac{M + 2P_1}{V + P_1 - P}.$$

$$\text{Nếu } Q \leq P_1: C_s = 72 \frac{M + 2P_1}{V}.$$

Hệ số phân khoang F tính theo công thức:

$$\text{Với } C_s \leq 23: F = A = \frac{58,2}{L - 60} + 0,18 \quad (4.16)$$

$$\text{Với } C_s \geq 123: F = B = \frac{30,3}{L - 42} + 0,18 \quad (4.17)$$

$$23 < C_s < 123: F = A - \frac{(A - B)(C_s - 23)}{100} \quad (4.18)$$

Với $C_s \geq 45$, khi tính theo công thức (4.18) giá trị của F sẽ nằm trong khoảng $0,5 \leq F \leq 0,65$. Trong trường hợp này cần nhận $F = 0,5$.

Chiều dài nằm trong phạm vi $79m < L < 131m$.

Hệ số phụ trợ tính bằng công thức:

$$S = \frac{3,574 - 25L}{13} \quad (4.19)$$

Khi $C_s \leq S$ nhận $F = 1$

Khi $C_s \geq 123$ nhận $F = B$

Với $S < C_s < 123$ công thức tính F sẽ là:

$$F = 1 - \frac{(1 - B)(C_s - S)}{123 - S} \quad (4.20)$$

Chiều dài tàu nhỏ hơn $79 m$: $F = 1$.

Hệ số phân khoang chỉ rõ số khoang bị đắm đồng thời, nhưng chưa làm cho tàu mất tính chống chìm. Tàu có hệ số F lớn hơn $0,5$ chỉ được phép đắm không quá một khoang, có chiều dài không lớn hơn chiều dài tính toán. Khi đắm một khoang tàu bị chìm thêm song chưa chìm đến đường giới hạn. Tàu loại này, nếu chỉ đắm hai khoang, chiều chìm sẽ vượt qua đường giới hạn.

Tàu có hệ số $0,33 < F \leq 0,5$ có khả năng chịu được tình trạng đắm hai khoang.

Tàu có thể cho phép đắm đến 3 khoang khi có hệ số $F \leq 0,33$.

Ngoài yêu cầu với tàu khách, các tàu biển làm chức năng khác tàu khách phải thỏa mãn yêu cầu tối thiểu sau khi xét đến hệ số F .

Bảng 4.8

Kiểu tàu	Giới hạn L	Với $F = 1,0$	Với $F = 0,5$
Tàu chở hàng khô	$L > 90\text{m}$	$90 < L < 180\text{m}$	$L > 180\text{m}$
Tàu chở hàng lỏng	$L > 90\text{m}$	$90 < L$	$L > 140\text{m}$
Tàu cá	$L > 100\text{m}$	$100 < L < 140\text{m}$	$L > 140\text{m}$
Tàu kéo	$L > 40\text{ m}$	$40 < L$	
Tàu cứu hộ	$L \geq 90\text{m}$	$90 \leq L \leq 100$	$L > 100\text{m}$

4.5.5 Các yêu cầu đặc biệt về phân khoang tàu khách

Nếu ở một hoặc nhiều vùng của tàu, các vách ngăn kín nước được nâng đến boong cao hơn so với phần còn lại của tàu và nếu muốn sử dụng lợi thế của đoạn vách được nâng cao này để tính chiều dài ngập nước, có thể sử dụng các đường chìm giới hạn riêng biệt cho từng vùng của tàu, trong đó (a) theo suốt chiều dài tàu, mạn tàu được nâng đến boong tương ứng với đường chìm giới hạn cao nhất; các lỗ ở vỏ tàu thấp hơn boong này trên suốt chiều dài tàu được coi là nằm thấp hơn đường chìm giới hạn, và (b) mỗi một trong hai buồng kề cận với “bậc” của boong vách có chiều dài nằm trong giới hạn của chiều dài cho phép ứng với đường chìm giới hạn của mỗi buồng. Ngoài ra, tổng chiều dài của cả hai buồng không lớn hơn hai lần chiều dài cho phép, tính theo đường chìm giới hạn thấp hơn.

Chiều dài của một buồng có thể vượt quá chiều dài cho phép xác định theo cách vừa nêu nếu tổng chiều dài của mỗi cặp buồng kề nhau có chứa buồng đang đề cập không lớn hơn chiều dài ngập nước hoặc hai lần chiều dài cho phép, tùy theo giá trị nào bé hơn.

Nếu một trong hai khoang kề nhau nằm trong buồng máy, khoang kia nằm ngoài, hệ số ngập trung bình của phần tàu có chứa khoang thứ hai khác với hệ số tương ứng của buồng máy, thì tổng chiều dài của hai khoang này sẽ phải điều chỉnh phù hợp với hệ số ngập trung bình của hai phần tàu có chứa hai khoang đó.

Hai khoang kề nhau có hệ số phân khoang khác nhau, tổng chiều dài của hai khoang xác định theo tỷ lệ.

Với các tàu dài bằng hoặc trên 100m, một trong các vách ngang chính phía sau mũi phải được bố trí các đường thẳng đứng phía mũi một khoảng không lớn hơn chiều dài cho phép. Vách ngang chính có thể có phần nhô và có thể có bậc.

Khoảng cách giữa hai vách ngang chính kề nhau hoặc các vách phẳng tương đương của chúng, hoặc khoảng cách giữa hai mặt phẳng ngang đi qua các phần có bậc gần nhất của các vách đó nhỏ hơn 3,0m cộng với 3% chiều dài tàu hoặc 11,0m, tùy theo giá trị nào nhỏ hơn, chỉ một trong các vách đó được coi là một thành phần phân khoang của tàu.

Trong các trường hợp, khi hệ số phân khoang được qui định bằng 0,5 hoặc nhỏ hơn, tổng chiều dài của hai khoang kế tiếp nhau không lớn hơn chiều dài ngập nước.

PHƯƠNG TRÌNH ỔN ĐỊNH TÀU - TÍNH ÊM TÀU

5.1 ĐẢM BẢO ỔN ĐỊNH TÀU TRONG GIAI ĐOẠN THIẾT KẾ

Đảm bảo ổn định tàu trong mọi điều kiện hoạt động là một trong những yêu cầu cơ bản của thiết kế tàu. Trước khi tìm cách áp đặt công thức cho các bài toán thiết kế người thiết kế cần nắm bắt các yêu cầu tối thiểu về ổn định đề ra cho tàu thủy, gồm tàu chạy biển, tàu sông.

Đường cong momen phục hồi của tàu luôn là đối tượng tìm hiểu và nghiên cứu của tất cả các người đóng tàu quan tâm đến ổn định. Tiêu chuẩn ổn định của con người đặt ra trong thời gian đầu dựa vào đường này làm cơ sở chính. Mặc dầu những người nghiên cứu ổn định tàu đã có những bước tiến lớn trong khi tìm hiểu bản chất ổn định, thể hiện bên ngoài này của ổn định vẫn còn là đối tượng thu hút sự chú ý.

Một trong những tiêu chuẩn đầu tiên được *Rahola* trình bày trong luận án tiến sĩ (1939) đề cập chủ yếu đến đường cong momen phục hồi. Ông phân tích loạt tàu đang hoạt động thời bấy giờ và thu thập tin tức về loạt tàu đã bị lật trước đó, từ đó vẽ lại tất cả đường cong momen tĩnh cho toàn bộ tàu. Đồ thị này được chia làm ba nhóm, nhóm đầu dành cho các tàu được đánh giá đã bị mất ổn định trong khai thác và nhóm thứ hai chọn trong các tàu còn lại với khả năng có thể sẽ bị mất ổn định vào một lúc nào đó về sau, nhóm thứ ba gồm các tàu đã làm việc an toàn và khả năng này còn nhiều cơ hội kéo dài. Từ kết quả thống kê, *Rahola* vẽ một đường cong ổn định tĩnh, không từ một tàu cụ thể nào, đi qua các giới hạn bấp bênh giữa ổn định và không ổn định. Nếu tàu được đóng ra có đường cong ổn định tĩnh ít nhất không “xấu” hơn đường vừa lập sẽ được coi là ổn định. Ngược lại, đường cong ổn định tàu thật thấp hơn đường vừa lập, không thể coi là ổn định. Ý đồ này sau đó được biến thành tiêu chuẩn ổn định tàu, tất nhiên có sự phân xét và quyết định của các cơ quan pháp lý từ phía Nhà nước.

Đồ thị tiêu chuẩn của *Rahola* có dạng sau:

φ (°)	20	30	40
$GZ(\varphi)$ (m)	0,14	0,20	0,20

Chiều cao tâm ổn định ban đầu $\overline{GM} = 0,20m$. Góc tại đó \overline{GZ} đạt giá trị lớn nhất ký hiệu \overline{GZ}_{\max} , nằm tại vị trí $\varphi_m = 35^\circ$. Góc lặn trên đồ thị $\varphi_V = 60^\circ$.

Lập tiêu chuẩn theo dạng này người viết phải chấp nhận giả thiết, đường cong ổn định tĩnh của tàu trên nước tĩnh là cơ sở chính thức, tuy không duy nhất, để xét ổn định. Và như vậy những yếu tố mang tính vật lý từ môi trường tác động thường lệ lên tàu như gió, sóng nước, những chuyển động của tàu như lắc, vận tốc tiến... không ảnh hưởng đến qui trình tính. Nói cách khác chúng ta chỉ xét đường ổn định tĩnh như một đường cong toán học, không mang tính cơ học.

Kết quả theo phương pháp thống kê này, về định tính rất phù hợp với đường ổn định lý thuyết đã được Denny đề ra trước đó rất lâu, từ 1883. Trên đường cong Denny giá trị \overline{GZ} tại $\varphi = 30^\circ$ và 40° không nhỏ hơn $0,244m$; giá trị $\overline{GM} = 0,244m$ và góc lặn $\varphi_V = 70^\circ$.

5.1.1 Vai trò GM trong ổn định

Chiều cao tâm ổn định ban đầu GM là thước đo ổn định ban đầu. Công thức tính chiều cao \overline{GM} ban đầu như sau:

$$\overline{GM} = \overline{KM} - \overline{KG} \quad (5.1)$$

trong đó
$$\overline{KM} = \overline{KB} + \overline{BM} = \overline{KB} + \frac{J}{V} \quad (5.2)$$

Chiều cao trên đây phụ thuộc vào độ dâng chiều cao trọng tâm tàu:

- Nếu G dâng cao hơn M , chiều cao $GM < 0$.
- Trường hợp G trùng với M , chiều cao này bằng 0.
- Giá trị $GM > 0$ nếu G nằm thấp hơn M .

Độ dốc của đường ổn định tại thời điểm đầu tiên, tính bằng đạo hàm của $\overline{GZ}(\varphi)$ theo φ , hiểu theo cách sau: độ dốc $= \frac{d\overline{GZ}(\varphi)}{d\varphi} \Big|_{\varphi=0}$, còn giá trị bản thân của

GM suy ra từ công thức trên, đo tại góc bằng 1 rad, bằng $\overline{GM} = 1 \cdot \frac{d\overline{GZ}(\varphi)}{d\varphi} \Big|_{\varphi=0^\circ}$.

Nếu GM lớn, trong giai đoạn đầu, đường GZ tăng rất nhanh, đến góc nghiêng khoảng chừng 30° trở lại GZ đã đạt giá trị lớn nhất GZ_{max} , sau đó giảm dần. Trong trường hợp như thế này, góc lặn φ_V trên đồ thị thường khá lớn. Ngược lại nếu GM nhỏ, đường GZ có thể là đường lõm ngay trong giai đoạn đầu, xu thế tăng rất chậm, giá trị GZ_{max} không lớn trong khi góc φ_m có thể vượt quá 40° , góc lặn φ_V trong trường hợp này sẽ nhỏ.

Với $GM < 0$ đường ổn định tĩnh mang giá trị âm tại thời điểm góc nghiêng bằng 0, sau đó cánh tay đòn ổn định có thể lớn dần rồi trở lại vị trí 0. Trường hợp hiếm hoi như vừa nêu có thể thấy trên tàu chở gỗ. Với tàu có $GM < 0$ có thể suy đoán, GZ_{max} chỉ có giá trị giới hạn và góc lặn chắc chắn sẽ nhỏ.

Nếu chỉ xét tàu dưới góc nhìn ổn định, giá trị GM càng lớn càng tốt vì nó kéo theo sự tăng trưởng nhanh của $GZ(\varphi)$ và góc lặn lớn. Tàu có GM lớn được coi là tàu “cứng”, gọi theo cách nhìn từ góc độ lắc tàu. Chu kỳ lắc của tàu “cứng” sẽ nhỏ khi tính theo công thức:

$$T = \frac{C \times B}{\sqrt{GM}} \quad (5.3)$$

trong đó C nằm trong khoảng 0,88 với tàu chở hàng; $C = 0,73 \div 0,78$ cho tàu biển gần, chở đầy hàng cùng dự trữ; $C = 0,8 \div 0,9$ cho tàu cá.

Với tàu cỡ nhỏ (hiểu theo nghĩa B nhỏ) và GM lớn, chu kỳ lắc của tàu ngắn. Gia tốc lắc trên tàu kiểu này thường lớn, còn vận tốc chuyển động không nhỏ. Hiện tượng này kéo theo rất nhiều hậu quả xấu, gây nhiều bất tiện và thậm chí thiếu an toàn cho người trên tàu, làm xê dịch hàng hóa, di chuyển trọng tâm tàu... Với tàu có B tuy lớn, song GM lớn quá mức, chu kỳ lắc cũng sẽ nhỏ.

Công thức vừa trình bày áp dụng cho tàu khi đậu trên nước tĩnh, dùng để tính chu kỳ lắc và tần số dao động riêng của tàu. Lúc làm việc trên sóng, chu kỳ lắc của tàu không chắc trùng lặp hoàn toàn với chu kỳ ứng với tần số riêng mà còn bị chi phối của sóng biển. Trên sóng tự nhiên được xét như quá trình ngẫu nhiên, tần số trung bình ω_{tb} của quá trình dùng tính theo lý thuyết của Rice:

$$\omega_{tb} = \sqrt{\frac{\int_0^\infty \sigma^2 \cdot S(\sigma) d\sigma}{\int_0^\infty S(\sigma) d\sigma}} = 2\pi \cdot \frac{N}{\tau} \quad (5.4)$$

trong đó: σ - tần số sóng; $S(\sigma)$ - phổ sóng biển; N - số lần lắc, $N \gg 1$.

Theo cách tính của Rice, chu kỳ lắc trung bình sẽ là:

$$T_{tb} = \frac{2\pi}{\omega_{tb}} \quad (5.5)$$

Từ thực tế quan sát và đo đạc có thể thấy, khi lắc ngang trên sóng tự nhiên tần số trung bình ω_{tb} gần trùng với tần số riêng của tàu.

Đúng ra phải xác lập trong tiêu chuẩn ổn định giá trị giới hạn của GM cho mỗi loại tàu, trong thực tế người ta còn cố gắng xác định giá trị giới hạn cho chu kỳ lắc tàu, tại đó tàu có thể làm việc an toàn và thủy thủ còn có khả năng làm việc bình thường. Chu kỳ lắc được đưa vào công thức:

$$T_{CR} = \frac{k \times B}{\sqrt{GM_{CR}}} \quad (5.6)$$

Chu kỳ giới hạn T_{CR} phụ thuộc vào kích thước chính của tàu, hình dạng phần chìm thân tàu:

$$T_{CR} = f(L, B, T, H, CB, CM, CP, \dots) = f_1(D) \quad (5.7)$$

Từ giá trị của T_{CR} có thể bằng qui trình ngược để tìm hiểu giá trị giới hạn của GM_{CR} .

Dưới đây là một số yêu cầu cụ thể cho các kiểu tàu:

1- Tàu khách

Với tàu khách cỡ lớn, chiều rộng $B > 15m$, chiều cao \overline{GM} không nhỏ hơn:

$$(\overline{GM} / B) = 0,04 \div 0,05$$

Theo tính toán của nhà đóng tàu *J.C. Nedermair* (1936), chiều cao \overline{GM} tàu khách lúc xuất phát không nhỏ hơn giá trị sau:

$$\overline{GM} = 0,06 \times B - \frac{9220}{B^4}$$

Công thức trên đây áp dụng cho tàu khách cỡ lớn, thiếu trang bị phương tiện chống lắc.

Tàu khách chạy biển gần và vùng vịnh cần có giá trị \overline{GM} cao hơn các giá trị tính theo các công thức trên. Tàu khách cận hải thường có $\overline{GM} = 0,1B$ đến $0,2B$. Tàu khách cỡ lớn, đưa ra khai thác từ những năm năm mươi, sáu mươi có chiều cao tâm ổn định khá lớn. Tài liệu tham khảo về chiều cao tâm ổn định tàu này xin xem bảng sau.

Kích thước	I. Franco	Design	Bergensfiord	Grisholm	Meriposa
L, (m)	155,0	205	158,0	187,7	161,5
B, (m)	23,6	26,4	21,9	24,9	23,2
T, (m)	8,0	8,8	8,4	8,2	8,5
GM, (m)	1,18	1,35	1,0	1,6	1,2
GM/B, (%)	5	5,2	4,6	6,4	5,2

2- Tàu chở hàng

Tàu cỡ lớn $B > 15m$, chiều cao \overline{GM} khi xuất phát không khác giá trị tương ứng áp dụng cho tàu khách. Với tàu vận tải, sau mỗi chuyến đi, khi đã sử dụng phần lớn dự trữ, trọng tâm tàu nâng cao hơn ban đầu và do vậy chiều cao \overline{GM} bị hạ thấp. Do vậy tiêu chuẩn đề ra cho \overline{GM} của tàu chở hàng phải dự tính đến trường hợp này.

Chiều cao \overline{GM} của tàu chở hàng có $B < 15m$ nên nằm trong phạm vi $0,7 \div 0,8m$. Tài liệu thống kê về chiều cao tâm ổn định ban đầu của tàu vận tải cỡ nhỏ và trung bình được ghi lại tại bảng dưới đây.

Trọng tải, (tdw)	170	1140	3700	5900	16000
Chiều rộng B, (m)	6,5	11,7	14,4	16,8	21,8
GM, (m)	0,69	0,83	0,66	0,65	1,0
GM/B, (%)	10,6	7,1	4,6	3,9	4,6

3- Tàu chở dầu

Chiều cao tâm ổn định tàu chở dầu thường lớn hơn so với \overline{GM} của tàu chở hàng khô. Một số dữ liệu thống kê trình bày tại bảng dưới đây minh chứng điều này.

Trọng tải, (<i>tdw</i>)	11400	13900	19900	28600	49200
Chiều rộng B, (m)	19,2	19,4	23,0	25,8	31,0
GM, (m)	1,83	1,33	1,11	1,97	3,06
GM/B, (%)	9,3	6,9	4,8	7,6	9,9

4- Tàu đánh cá

Tàu đánh cá thường thuộc nhóm tàu nhỏ, làm việc trong những điều kiện hết sức phức tạp. Tiêu chuẩn hóa chiều cao tâm ổn định ban đầu cho tàu đánh cá không giản đơn và trong điều kiện hiện tại chưa tìm được sự nhất trí của các nhà đóng tàu.

Những tài liệu tham khảo về chiều cao \overline{GM} cho tàu cá như sau. Theo tác giả W. Mockel (1960) tàu kéo cá cỡ lớn nên có chiều cao $\overline{GM} = 0,70 \div 0,9m$. Kết quả nghiên cứu kéo dài nhiều năm của tác giả cho thấy, tàu cá trong số tàu được chọn nếu có $\overline{GM} = 0,6m$ tàu chỉ bị lắc nhẹ, dễ chịu song độ ổn định chưa thể coi là đảm bảo, còn khi $GM = 1,0m$ tàu lắc rất “cứng”, tính đi biển trở nên xấu. Cách nhìn này của Mockel trùng hợp với đa số ý kiến các nhà nghiên cứu châu Âu, theo họ $GM \geq 0,6m$ và $\overline{GM}/B \geq 0,1$.

Công thức xác định \overline{GM} thích hợp cho tàu cá cỡ nhỏ có thể chọn từ tài liệu của Nhật Bản và Trung Quốc. Theo cách nhìn nhận của Fisheries Agency của Nhật Bản tàu cá chiều dài trong phạm vi $15m < L < 18m$ cần có \overline{GM} lớn hơn một trong giá trị sau:

$$\overline{GM} \geq \frac{B}{23} + 0,27, \quad m$$

hoặc
$$\overline{GM} \geq \frac{L}{120} + 0,27, \quad m$$

Trong mọi trường hợp giá trị của GM phải là $GM \geq 0,45m$.

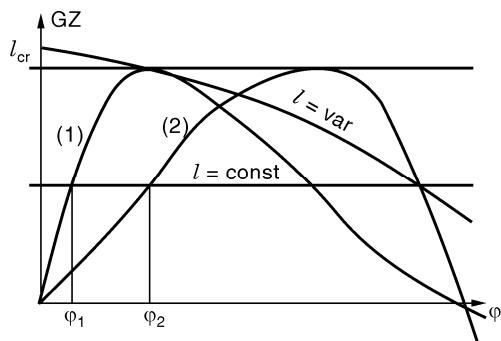
Theo người Canada tàu cá có chiều dài trên $24m$ cần đạt $\overline{GM} \geq 0,305m$.

Theo tài liệu về ổn định tàu cá tại Mỹ: $\overline{GM} \geq B/10$ hoặc $\overline{GM} \geq 0,61m$.

5.1.2 Yêu cầu đối với đường cong $GZ(\varphi)$

Tiêu chuẩn ổn định tại góc lớn cố gắng giải quyết các vấn đề sau thuộc đường cong $GZ(\varphi)$:

- Giá trị GZ_{max} tại vị trí góc φ_m là góc tại đó GZ đạt giá trị lớn nhất,
- Góc lặn của đồ thị,
- Diện tích dưới đường $GZ(\varphi)$.



Hình 5.1 Đồ thị hàm $GZ = f(\varphi)$

Để có thể định ra các giá trị giới hạn cho đường cong GZ , chúng ta cần so sánh các đường cong khác nhau tính cho một kiểu tàu nhất định. Hình 5.1 giới thiệu hai đường ổn định tĩnh có cùng giá trị GZ_{max} , cùng có góc vào nước φ_f song vị trí φ_m không giống nhau. Giả sử rằng tàu với đường cong 1 và tàu với đường 2 cùng chịu tác động momen nghiêng tàu l_{ng} không đổi trong suốt quá trình nghiêng. Tàu 1 bị nghiêng đến φ_1 , còn tàu 2 bị nghiêng đến φ_2 . Nhìn vào đồ thị có thể thấy rõ là góc $\varphi_2 > \varphi_1$ trong trường hợp này. Dưới tác động momen nghiêng tĩnh tàu 1 được coi là có tính ổn định tốt hơn tàu 2, vì rằng tại góc φ_1 tàu đã có khả năng cân bằng với momen nghiêng và sau đó sẽ trở về vị trí cân bằng ban đầu khi momen nghiêng hết tác động.

Góc φ_m tương ứng với GZ_{max} của tàu 1 có giá trị nhỏ hơn góc tương ứng của tàu 2, độ dốc của đường cong tàu 1 lớn hơn và chiều cao tâm ổn định GM của tàu 1 cũng lớn hơn các đại lượng tương ứng tàu 2.

Như đã giả thiết ban đầu, sự việc vừa nêu đúng cho trường hợp hai tàu cùng có momen giới hạn $l_{CR} = const$. Ngược lại, nếu momen giới hạn này thay đổi theo góc nghiêng tàu, thông thường momen giảm khi góc nghiêng tăng, trong trường hợp này tàu 1 không có cơ may giữ được độ ổn định, song tàu 2 thì có. Góc φ_2 trên hình 5.1 là góc ổn định tĩnh của tàu 2, tại đây tàu 2 tìm được thể cân bằng về momen. Ngoài điều này ra, tàu 1 với \overline{GM} lớn, tàu bị lắc rất mạnh và theo đó dễ chuốc thêm hiểm họa do lắc quá đà. Cộng vào đó, tay đòn GZ của tàu 1 sẽ giảm rất nhanh khi mép mạn chấm nước, và do vậy với tay đòn dạng này ít gặp thuận lợi trong việc đảm bảo ổn định. Nếu vậy, xét theo cách sau, tàu 2 sẽ có tính ổn định tốt hơn tàu 1, ngược với nhận xét nêu trước đây. Tại đây chúng ta gặp một trong những nghịch lý thường xuyên đeo đuổi những nhà nghiên cứu ổn định tàu.

Trong các tiêu chuẩn ổn định tàu, chúng ta thường gặp đề xuất dạng chung, rằng góc φ_m của đường cong ổn định tĩnh phải lớn hơn một góc tối thiểu nào đó, ví dụ thường gặp là lớn hơn 30° , đồng thời không lớn hơn giá trị trên được hạn định nào đó, thường thấy là 40° . Đây là biện pháp dung hòa khi xử lý nghịch lý.

Một vài giá trị tham khảo về xác định vị trí góc mà tay đòn ổn định đạt giá trị lớn nhất φ_m trong các qui phạm hiện hành như dưới đây:

- Theo *Rahola* $35^\circ \leq \varphi_m \leq 45^\circ$.
- Theo qui phạm ổn định tàu của Trung Quốc $\varphi_m \geq 30^\circ$.
- Tổ chức hàng hải quốc tế *IMO* đề nghị (1968) $\varphi_m \geq 25^\circ$.

Gắn liền với giá trị φ_m nhiều nhà nghiên cứu đề xuất giá trị cụ thể cho GZ_{max} . Những ví dụ minh chứng có thể tìm thấy sau đây:

Qui phạm tàu biển của Ba Lan qui định $GZ_{30} \geq 0,20m$;

Qui phạm ổn định Trung Quốc ghi rõ:

$$GZ_{max} \geq 0,25m \text{ cho tàu với } B > 8m,$$

$$GZ_{max} \geq 0,15m \text{ cho tàu với } B < 8m,$$

$$GZ_{max} \geq 0,03B (m) \text{ cho tàu với } 5m < B < 8m.$$

5.1.3 Yêu cầu đối với đường ổn định động

Một số yêu cầu dành cho đường ổn định động được đề xuất từ nhiều năm. Trong những khuyến cáo của tổ chức *IMO* (trước đây gọi là *IMCO*) dành cho tàu vận tải ghi rõ:

$$l_{d,40} - l_{d,30} \geq 0,03 \text{ rad.m}$$

Nếu góc vào nước của tàu $\varphi_f > 40^\circ$, công thức trên có dạng:

$$l_{d,f} - l_{d,30} \geq 0,03 \text{ rad.m}$$

Tại góc $\varphi = 30^\circ$ và 40° : giá trị của tay đòn động phải lớn hơn

Tại $\varphi = 30^\circ$: $l_{d,30} \geq 0,055 \text{ rad.m}$;

Tại $\varphi = 40^\circ$: $l_{d,40} \geq 0,09 \text{ rad.m}$ nếu $\varphi_f < 40^\circ$.

5.1.4 Góc lặn trên đồ thị ổn định

Góc lặn (vanishing angle) φ_V là giới hạn được quan tâm trong tất cả qui phạm ổn định. Giá trị của momen phục hồi đổi từ dương sang âm kể từ góc lặn. Trong thực tế người ta không quan tâm đến đường *GZ* sau giới hạn này. Ý nghĩa góc này được tìm hiểu một cách gián tiếp, góc φ_V lớn đi theo *GM* lớn và *GZ_{max}* lớn, mặc dù không phải trên tàu nào cũng được vậy. Có thể phát biểu chung nhất, góc lặn lớn không có hại đến ổn định mà lắm lúc có lợi. Trường hợp tàu bị nước tràn lên boong với lượng lớn tàu có thể bị nghiêng do khối nước trên boong. Trong trường hợp này độ dốc boong lớn giúp cho việc thoát nước nhanh hơn, nếu những lỗ thoát nước bên mạn giả đủ lớn. Điều cần thiết cho tàu là phải có đủ độ dốc cho nước chảy và thời gian đủ dài cho lượng nước thoát ra hết. Góc φ_V nhỏ quá, tàu không được hưởng các thuận lợi vừa bàn còn khi góc lặn đủ lớn nó có thể đáp ứng hai đòi hỏi trên.

Giá trị tham khảo của góc lặn là $\varphi_V > 60^\circ$.

Điều kiện ổn định của tàu được thể hiện dưới dạng thỏa mãn một loạt bất đẳng thức sau:

$$\left. \begin{array}{l} GM_o \geq GM_{\min} \\ GZ_{30} \geq a \\ GZ_{60} \geq b \\ \tau \geq \tau_{\min} \\ \dots \end{array} \right\}$$

trong đó GM_o là chiều cao tâm ổn định ban đầu, tính theo công thức quen thuộc:

$$GM_o = (KB + BM) - KG \quad (5.8)$$

Các đại lượng *KB*, *BM*, *KG* trình bày tại hình 5.2

Các giá trị GM_{min} , a , b tùy thuộc vào kiểu tàu, và lệ thuộc vào tiêu chuẩn ổn định được chấp nhận tại mỗi quốc gia. Ngày nay, phần đông các nước chấp nhận $a \geq 0,25m$ cho tàu dài dưới $100m$, $a \geq 0,2m$ cho tàu dài trên $100m$, $b \geq 0$ cho các loại tàu, riêng giá trị GM_{min} được yêu cầu ít nhất lớn hơn $0,15m$ (hoặc $0,5m$ trong một số trường hợp).

Yêu cầu về chu kỳ lắc không tách rời yêu cầu ổn định của tàu.

Như đã trình bày GM và tiếp đó đường cong $GZ(\varphi)$, với φ - góc nghiêng ngang của tàu, phụ thuộc vào kích thước chính của tàu, đặc biệt có quan hệ mật thiết với B và d hoặc với B/d . Nếu ký hiệu:

$$c = \frac{KB}{d}; \quad m = \frac{BM \cdot d}{B^2}; \quad KG = \xi \cdot D$$

trong đó: d - mớn nước, D - chiều cao tàu, chúng ta có thể viết phương trình của GM trong hệ tọa độ tương đối như sau:

$$c \cdot d + m \cdot c \cdot d + m \cdot \frac{B^2}{d} - \xi \cdot D \geq GM_{min} \quad (5.9)$$

hoặc sau khi chia cả hai vế cho B :

$$c \cdot \frac{d}{B} + m \cdot \frac{B}{d} - \xi \cdot \frac{D}{B} \geq \frac{GM_{min}}{B} \quad (5.10)$$

$$c \cdot \frac{d}{B} + m \cdot \frac{B}{d} - \xi \cdot \frac{D}{d} \geq \frac{GM_{min}}{B} \quad (5.11)$$

Nếu ký hiệu $l = L/B$; $b = B/d$; $h = D/d$, chúng ta có thể viết:

$$\Delta = \gamma \cdot CB \cdot \frac{l}{b} \cdot B^3; \quad B = \left(\frac{\Delta}{\gamma \cdot CB \cdot l} \right)^{1/3} b^{1/3}$$

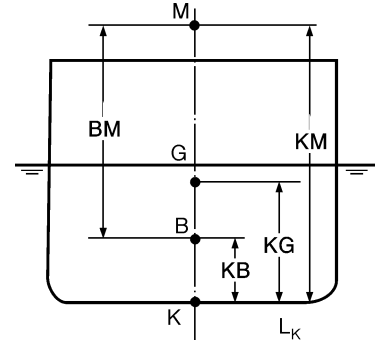
Điều kiện ổn định giờ đây có thể viết thành:

$$\frac{d}{\xi} + m \cdot \frac{b^2}{\xi} - \frac{GM_{min}}{\xi} \cdot \left(\frac{\gamma \cdot CB \cdot l}{\Delta} \right)^{1/3} \cdot b^{2/3} \geq h \quad (5.12)$$

5.2 QUAN HỆ GIỮA CHU KỲ LẮC, CHIỀU CAO TÂM ỔN ĐỊNH VÀ KÍCH THƯỚC CHÍNH

Điều kiện $\tau \geq \tau_{min}$ được hiểu theo cách sau đây:

$$\text{Từ } \tau = \frac{C \cdot B}{\sqrt{GM}} \text{ có thể viết } \sqrt{GM} \leq \frac{C \cdot B}{\tau_{min}} \quad (5.13)$$



Hình 5.2

Sau chuyển hóa, điều kiện trên đây trở thành:

$$h \geq h \geq \frac{c}{\xi} + \frac{m \cdot b^2}{\xi} - \frac{b^{4/3}}{\xi} \cdot \left(\frac{C}{\tau_{\min}}\right)^2 \cdot \left(\frac{\Delta}{\gamma \cdot CB \cdot l}\right)^{4/3} \quad (5.14)$$

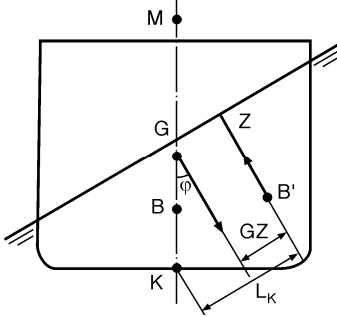
Điều kiện $GZ_{xx} \geq$ giá trị cho trước được thực hiện như sau:

Cánh tay đòn momen phục hồi tính bằng công thức:

$$GZ = l_k - KG \sin \varphi \quad (5.15)$$

trong đó l_k - tay đòn, tính từ điểm K (Keel) đến đường tác động lực nổi trong trạng thái tàu nghiêng φ° (H.5.3).

Tay đòn này tính trong phần lý thuyết tàu, mục ổn định ngang. Tập hợp họ đường cong $l_k = f(\nabla, \varphi)$ có tên gọi *pantokaren* (tiếng Anh *Cross Curves*). Chương trình tính họ đường *pantokaren* giới thiệu trong tài liệu riêng*.

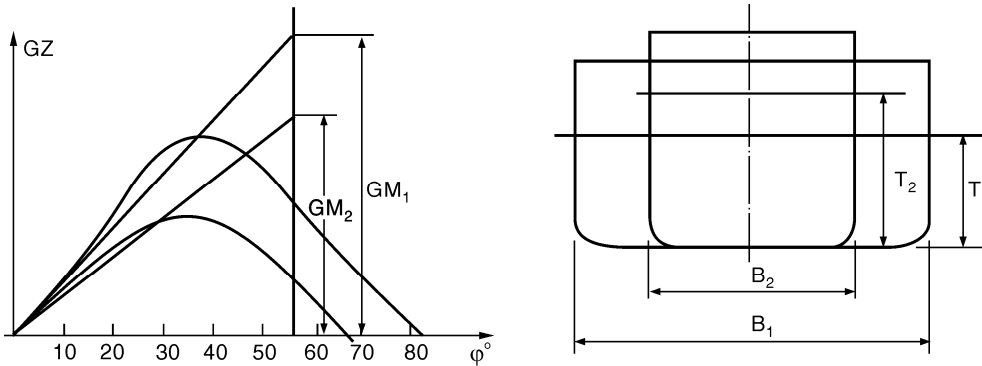


Hình 5.3

5.3 ẢNH HƯỞNG KÍCH THƯỚC HÌNH HỌC THÂN TÀU ĐẾN ĐỘ THỊ ỔN ĐỊNH

5.3.1 Ảnh hưởng chiều rộng tàu

Chiều rộng tàu B ảnh hưởng lớn đến momen quán tính đường nước. Nếu momen quán tính có thể viết dưới dạng: $I = K \cdot \frac{LB^3}{12}$, trong đó hệ số K phụ thuộc vào độ đầy đường nước, momen quán tính này tỷ lệ bậc ba với B .



Hình 5.4 Ảnh hưởng chiều rộng đến ổn định

Mặt khác bán kính tâm nghiêng tính theo quan hệ $\overline{BM} = \frac{I}{V}$, còn chiều cao tâm ổn định tính theo $\overline{GM} = \overline{KB} + \overline{BM} - \overline{KG}$. Trong chừng mức $\overline{KG} = const$, phụ thuộc vào độ lớn của \overline{BM} , chiều cao GM lớn nếu giá trị này lớn. Có thể viết: $\overline{BM} = \frac{KLB \cdot B^2}{LBT \cdot CB} = K \cdot \frac{B}{T} \cdot \frac{1}{CB} \cdot B$, tỷ lệ với độ lớn của B . Ảnh hưởng của B không chỉ

* Lý thuyết tàu thủy tập I, NXB ĐHQG TP Hồ Chí Minh, 2004

với GM mà còn làm thay đổi độ lớn đường cong ổn định tĩnh. B lớn luôn tạo cho $GZ(\varphi)$ lớn và theo đó phạm vi tay đòn ổn định dương cũng lớn. Tại hình 5.4 có thể thấy rõ, với hai tàu có lượng chiếm nước như nhau, tàu 1 có B lớn hơn, chiều cao GM_1 lớn hơn và theo đó đường cong $GZ = f(\varphi)$ cao hơn đường cong tương ứng cho tàu 2 với B nhỏ hơn.

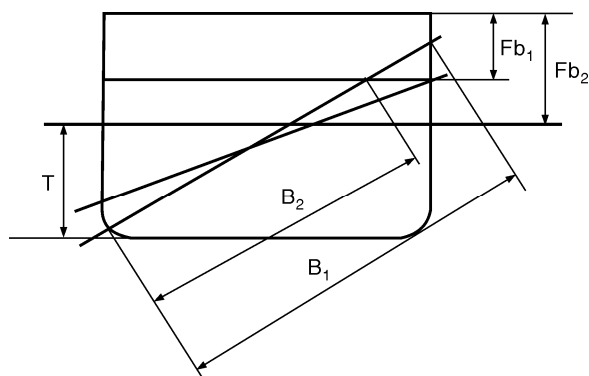
5.3.2 Ảnh hưởng mạn khô tàu

Mạn khô tàu ảnh hưởng trực tiếp đến diện tích mặt hứng gió của tàu. Diện tích này càng lớn càng có nguy cơ làm cho tàu chịu momen nghiêng do gió lớn, dễ dàng dẫn đến tình trạng nguy hiểm. Tuy nhiên, diện tích mặt hứng gió không chỉ phụ thuộc vào chiều cao mạn khô mà còn vào thượng tầng, bố trí trang thiết bị trên boong... Bản thân chiều cao mạn khô ảnh hưởng đến tay đòn hình dáng ở góc nghiêng lớn và ảnh hưởng trực tiếp đến giá trị góc lặn.

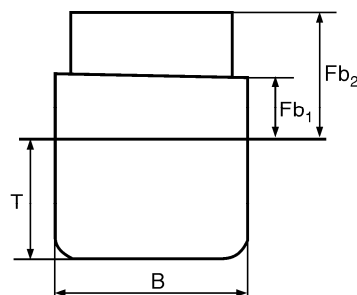
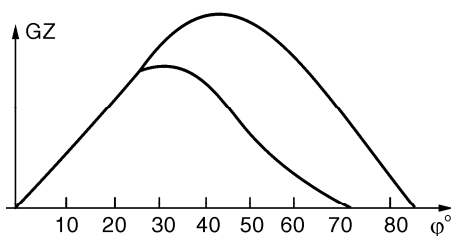
Với tàu có chiều cao mạn khô thấp, ứng với trạng thái khai thác, ví dụ trong trường hợp $D = const$, góc tại đó mép boong chạm nước, sẽ nhỏ. Sau khi mép boong nhận chìm trong nước, chiều rộng thực tế của đường nước nghiêng bị thu hẹp, dẫn đến momen quán tính đường nước nhỏ, bán kính tâm nghiêng BM ở góc nghiêng lớn này không còn lớn. Điều này dẫn đến hiện tượng, tay đòn GZ giảm nhanh,

góc lặn nhỏ. Cũng với tàu có D tương đương, song chiều cao mạn khô lớn hơn trường hợp nêu trước, khi mép boong tàu trước đã chạm nước, mạn của tàu kể sau vẫn là bức tường chắn nước. Chiều rộng tức thời của tàu thứ hai này lớn hơn giá trị trước đó, và như vậy momen quán tính vẫn đang theo xu hướng tăng, kéo theo GZ chưa muốn giảm nhanh như trường hợp kể trên.

Tại các góc nghiêng nhỏ tay đòn ổn định của tàu mạn khô thấp và tàu tương ứng song mạn khô lớn không khác nhau. Sau góc boong chạm nước của tàu mạn khô thấp sự cách biệt của GZ rõ dần, tàu với mạn khô lớn có GZ cao hơn, và góc lặn lớn hơn. Hiện tượng này được biểu diễn tại hình 5.6.



Hình 5.5



Hình 5.6

5.3.3 Ảnh hưởng thượng tầng

Với thượng tầng có kết cấu các vách ngoài đủ kín nước, ảnh hưởng thượng tầng không khác nhiều so với ảnh hưởng chiều cao mạn khô. Ảnh hưởng thượng tầng đến tay đòn ổn định giống như miêu tả tại hình 5.6 vừa nêu.

5.4 ẢNH HƯỞNG XÊ DỊCH HÀNG RỜI

Tàu bị lắc đến góc lớn làm cho hàng rời đổ dồn về phía bên mạn đang nằm phía dưới. Momen nghiêng do hàng rời dịch chuyển có khi đạt giá trị lớn và tạo nên nguy hiểm cho tàu.

Khi kiểm tra tính ổn định tàu chở hàng rời, người thiết kế tàu nhất thiết phải tính đến mọi nguy hiểm mà hàng rời có thể gây ra trong suốt quá trình vận chuyển. Khi rót hàng rời vào tàu, ví dụ hạt, dù thực hiện cẩn thận cách mấy vẫn không thể nào lấp đầy chỗ trống giữa mặt lớp hạt và trần khoang hàng. Chiều cao trung bình của khoảng cách này có thể tính theo công thức kinh nghiệm:

$$h = h_1 + 0,75(d - 600) \text{ (mm)}$$

với: h_1 - chiều sâu khoảng trống chuẩn (mm). Giá trị h_1 đọc theo bảng, phụ thuộc vào l - khoảng cách từ vách dọc miệng hầm hàng đến vị trí xác định h_1 .

d - chiều cao kết cấu chịu lực của mặt trần (mm).

l	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
h_1	570	530	500	480	450	440	430	430

l	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
h_1	430	430	450	470	490	520	550	590

Trường hợp khi chất thật đầy, mặt hàng rời tạo với mặt bằng góc 30° , có thể coi không còn khoảng trống trong tính toán.

Kiểm tra tính ổn định tàu chở hàng rời theo một trong hai cách thường dùng sau:

Phương pháp gần đúng: coi đường cong ổn định tĩnh, xây dựng trên cơ sở giả thuyết trọng tâm hàng nằm ở tâm thể tích của toàn thể khoang chứa hàng.

Phương pháp chính xác: đường cong ổn định tĩnh được xây dựng xuất phát từ vị trí thực tế trọng tâm của hàng rời, có xét đến khoảng trống dưới boong. Trong trường hợp này còn phải tính cả thành phần xê dịch thẳng đứng của hàng rời. Thành phần này tính theo lượng tăng cao qui ước của trọng tâm của tàu bằng cách thay đổi độ hiệu chỉnh chiều cao trọng tâm δKG .

5.5 ĐẢM BẢO ỔN ĐỊNH TẠI GÓC NGHIÊNG LỚN

Từ đồ thị miêu tả quỹ đạo tâm ổn định M và tâm nổi B trong quá trình tàu nghiêng có thể thấy rõ, tàu nghiêng đến góc đủ lớn, khoảng từ $10 \div 15^\circ$ trở lên, tâm M không còn nằm trên trục đối xứng, còn B di chuyển không phải trên cung

gần tròn như ban đầu mà theo đường cong không thành luật. Độ tăng tay đòn momen ngẫu lực giữa lực nổi và trọng lực không còn tuyến tính với góc nghiêng mà sang hẳn giai đoạn phi tuyến. Tại các góc nghiêng lớn, bán kính ổn định theo nghĩa là khoảng cách theo chiều đứng giữa $B'M'$, trong đó B' , M' là vị trí nhất thời ứng với góc nghiêng đang xét, tính theo tỉ lệ giữa momen quán tính đường nước nghiêng và thể tích phần chìm tàu.

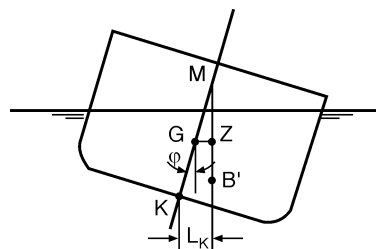
$$BM = \frac{I_{\varphi}}{\nabla} \quad (5.16)$$

với I_{φ} là momen quán tính đường nước tàu nghiêng đến góc φ .

Trong tính toán thực tế, tại mỗi chế độ tải nhất định, trọng tâm tàu được coi không di chuyển khi nghiêng tàu, do vậy $KG = \text{const}$. Nếu xác định được vị trí tâm nổi tức thời B' tại mỗi góc nghiêng tàu, chúng ta dễ dàng xác định GZ theo quan hệ sau (H.5.7):

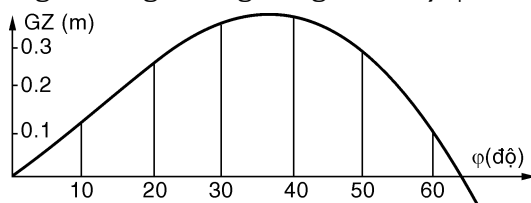
$$\overline{GZ} = L_k - \overline{KG} \sin \varphi \quad (5.17)$$

Khoảng cách L_k xác định bằng phương pháp tính trình bày tại tài liệu “Lý thuyết tàu, tập I”, NXB ĐHQG TPHCM 2002, 2004. Với một giá trị của thể tích chiếm nước V không đổi, khi nghiêng tàu đến góc nghiêng xác định, giá trị L_k cũng được xác định cụ thể. Từ công thức (5.17) chúng ta thành lập đường cong GZ , thay đổi theo góc nghiêng ứng với trường hợp $V = \text{const}$ và $KG = \text{const}$.



Hình 5.7

Với tàu vận tải thông thường đường cong $GZ = f(\varphi)$ có dạng như hình 5.8.



Hình 5.8 Đồ thị tay đòn ổn định

Momen phục hồi là tích số của lượng chiếm nước với tay đòn GZ

$$M_{ph} = D \cdot GZ \quad (5.18)$$

Những yêu cầu đặt ra cho đồ thị momen ổn định tàu nêu tại phần trên phải được thỏa mãn.

Giá trị lớn nhất tay đòn GZ trong bất cứ hoàn cảnh nào không bé hơn kết quả tính sau đây:

$L, (m)$	$GZ_{max}, (m)$
80	0,25
$80 \div 105$	$(41 - 0,2L)/100$
105 trở lên	0,20

Tính ổn định tàu tại các góc nghiêng lớn cần được tính cả trong trường hợp chịu tác động lắc ngang trên sóng. Trong những điều kiện như vậy, theo yêu cầu của Đăng kiểm Việt Nam, tàu phải đảm bảo điều kiện:

$$K = \frac{M_c}{M_v} \geq 1 \quad (5.19)$$

trong đó momen nghiêng do gió $M_v = p_v A_v z_v$

với: p_v - áp lực gió; A_v - diện tích hướng gió; z_v - chiều cao tâm hướng gió

M_c - momen giữ tàu dưới tác động động, có tính đến lắc ngang tàu.

5.6 ĐÁNH GIÁ TÍNH ÊM CỦA LẮC

Tính êm của lắc thường được đánh giá qua *gia tốc lắc tàu*. Thông lệ người ta có khả năng chịu được gia tốc lắc trong phạm vi không vượt quá $(0,10 \div 0,15)g$, với g là gia tốc trọng trường. Gia tốc lắc đứng và lắc ngang của tàu trong quá trình hoạt động được mô hình hóa dạng sau.

Góc lắc ngang của tàu được hiểu theo cách quen thuộc:

$$\varphi = \varphi_{\max} \sin \frac{2\pi}{\tau} t \quad (5.20)$$

Từ phương trình chuyển động trên đây chúng ta có thể xác định vận tốc và gia tốc lắc:

$$\dot{\varphi} = \varphi_{\max} \frac{2\pi}{\tau} \cos \frac{2\pi}{\tau} t \quad (5.21)$$

$$\ddot{\varphi} = -\varphi_{\max} \frac{4\pi^2}{\tau^2} \sin \frac{2\pi}{\tau} t \quad (5.22)$$

Từ đó, có thể tính gia tốc lắc lớn nhất:

$$|\ddot{\varphi}| = \varphi_{\max} \frac{4\pi^2}{\tau^2} \quad (5.23)$$

Thay τ từ phương trình tính chu kỳ lắc vào trường hợp cụ thể có thể xác định tiếp:

$$|\ddot{\varphi}| = \varphi_{\max} \frac{4\pi^2}{C^2} \cdot \frac{\overline{GM}}{B} \quad (5.24)$$

Điều có thể thấy, từ công thức cuối rằng với GM lớn, gia tốc tàu sẽ lớn, khả năng gây ra tình trạng khó chịu cho người trên đó là hoàn toàn có thực. Với lý do, tàu được thiết kế không nên “cứng” quá, giá trị GM chỉ nên nằm trong giới hạn xác định.

Gia tốc tuyến tính sinh ra trong quá trình lắc ngang, tính cho điểm qui ước trên tàu, ví dụ điểm tại mép boong có thể hiểu như sau:

$$\frac{\ddot{\theta}}{g} = \frac{(B/2)\ddot{\theta}_m}{g} = \frac{2\pi^2}{g} \frac{B}{\tau^2} \varphi_{\max} \quad (5.25)$$

Từ lý thuyết tàu chúng ta đã làm quen với phương trình lắc đứng và lắc dọc tàu:

$$\left. \begin{aligned} z &= z_o \cos(\omega t + \varepsilon_z) \\ \theta &= \theta_o \cos(\omega t + \varepsilon_\theta) \end{aligned} \right\} \quad (5.26)$$

trong đó z_o , θ_o - biên độ lắc đứng và lắc dọc, $\omega = 2\pi/\tau$ - tần số sóng biển, và ε_z , ε_θ - pha dao động.

Chuyển động trên sóng dọc tàu tham gia đồng thời cả hai dạng lắc vừa đề cập, do vậy phương trình chuyển vị điểm bất kỳ tại vỏ tàu có thể trình bày dưới dạng:

$$\zeta(x) = \theta_o \cdot x \cdot \cos(\omega t + \varepsilon_\theta) + z_o \cdot \cos(\omega t + \varepsilon_z) \quad (5.27)$$

Nếu coi sóng chuyển động dưới dạng $r = r_w \cos(\omega t \pm 2\pi \cdot x/\lambda)$, đường cong biểu thị mép nước tại mạn tàu được biểu diễn như sau:

$$\zeta = T + r_w \cos(\omega t \pm 2\pi \frac{x}{\lambda}) - \zeta_o^{(x)} \cos(\omega t \pm 2\pi \frac{x}{\lambda} + \delta) \quad (5.28)$$

$$\text{với} \quad \zeta_o^{(x)} = \sqrt{\theta_o^2 x^2 + z_o^2 + 2\theta_o z_o \cos(\varepsilon_\theta - \varepsilon_z)} \quad (5.29)$$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\theta_o x \sin \varepsilon_\theta + z_o \sin \varepsilon_z}{\theta_o x \cos \varepsilon_\theta + z_o \cos \varepsilon_z} \quad (5.30)$$

Điểm trên tàu được quan tâm nhiều nhất nằm tại phần mũi tàu. Giả sử trọng tâm tàu nằm tại mặt giữa tàu, điểm quan tâm cách mặt giữa tàu $x = L/2$. Trong trường hợp này phương trình chuyển động điểm vật chất tại mũi được thể hiện bằng quan hệ:

$$\zeta|_{L/2} = T + r_w \cos(\omega t \pm \pi \frac{L}{\lambda}) - \zeta_o^{(L/2)} \cos(\omega t \pm \pi \frac{L}{\lambda} + \delta) \quad (5.31)$$

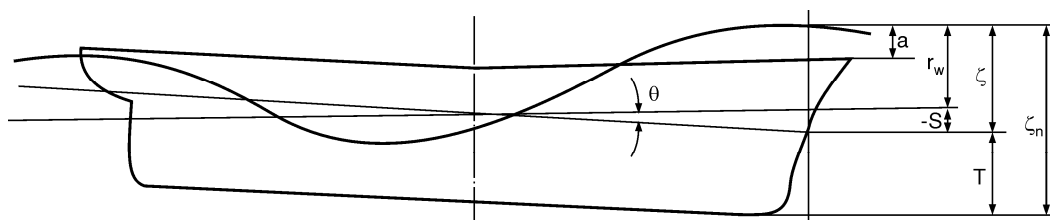
$$\text{trong đó} \quad \zeta_o^{(L/2)} = \sqrt{\frac{L^2}{4} \theta_o^2 + z_o^2 + L\theta_o z_o \cos(\varepsilon_\theta - \varepsilon_z)} \quad (5.32)$$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\frac{L}{2} \theta_o \sin \varepsilon_\theta + z_o \sin \varepsilon_z}{\frac{L}{2} \theta_o \cos \varepsilon_\theta + z_o \cos \varepsilon_z} \quad (5.33)$$

Vận tốc và gia tốc lắc dọc có thể tính theo các công thức dẫn xuất từ (5.26)

$$\begin{aligned} \dot{\theta}_o &= \omega \theta_o; \ddot{\theta}_o = \omega^2 \theta_o \\ \ddot{\theta}_{for} &= \ddot{\theta} \frac{L}{2} = \frac{4\pi^2}{\tau^2} \frac{L}{2} \theta_o \end{aligned} \quad (5.34)$$

trong đó $\ddot{\theta}_{for}$ - gia tốc chuyển động tính cho điểm tại mũi hoặc lái.



Hình 5.10 Sơ đồ tính đường nước tràn boong

Kết quả đo trên tàu thật cho thấy rằng, tại khu vực hai đầu cuối của tàu, gia tốc do lắc có khi đạt đến giá trị $(0,75 \div 0,80)g$, với g - gia tốc trường trái đất.

Gia tốc tại khu vực giữa tàu khi biển động, sóng đánh ngang tàu, đạt đến $0,33g$.

Theo tài liệu do *Mockel* thu thập trên các tàu đánh cá, từ 1960, gia tốc khu vực mũi tàu đã đạt đến giá trị vô cùng lớn, bằng g .

Với tàu vận tải giá trị này tại vùng mũi không quá $0,5g$, khu vực giữa không quá $0,30g$.

Gia tốc ảnh hưởng rất lớn đến khả năng chịu đựng của con người trên tàu. Từ kết quả quan sát người ta ghi nhận rằng, với lắc đứng, khi gia tốc chỉ vào khoảng $(0,005 \div 0,01)g$ con người chịu đựng bình thường.

Khi gia tốc lắc đạt đến $(0,05$ và $0,10)g$ hành khách trên tàu sẽ cảm thấy khó chịu và rất khó chịu, còn khi gia tốc này vượt quá $0,20g$ hành khách đi tàu không chịu đựng được.

Quay lại công thức (5.30) chúng ta cùng xem xét vấn đề nước phủ boong trong quá trình khai thác. Hình vẽ miêu tả *profil* sóng dọc tàu tại hình chỉ rõ rằng, tại thời điểm nhất định, một số vùng của tàu bị nước tràn qua. Hậu quả của việc nước phủ lên boong vô cùng nguy hiểm cho tính an toàn tàu. Nước tràn boong có thể gây ra hư hỏng hàng trên boong, có thể động nước trên boong làm giảm tính ổn định tàu. Các tàu chiến nếu bị nước phủ tầm nhìn của người trên tàu bị giảm thiểu, khả năng phòng thủ hoặc khả năng chiến đấu đều bị giảm.

Những yêu cầu đặt ra cho người thiết kế trong phạm vi này khá khắc nghiệt. Tàu vừa có tính ổn định cao song đảm bảo độ êm, độ an toàn khai thác. Thông thường các yêu cầu này đối chọi nhau trong mỗi con tàu. Mọi cách giải quyết dung hòa phải đảm bảo cả phương diện ổn định và phương diện tính êm.

5.7 ẢNH HƯỞNG KÍCH THƯỚC VÀ CÁC HỆ SỐ TÀU ĐẾN TÍNH ÊM

Phần vừa trình bày tại (5.13) đã nêu rõ quan hệ giữa chu kỳ lắc ngang của tàu với chiều rộng B tàu và chiều cao tâm ổn định ban đầu GM . Hệ số C nêu tại (5.13) theo số liệu thống kê, mang các giá trị sau đây:

Tàu khách	0,75 - 0,85
Tàu vận tải	0,70 - 0,82
Tàu đánh cá cỡ trung bình	0,76 - 0,80
Tàu chở gỗ hoặc hàng trên boong	0,80 - 0,86

Chu kỳ lắc dọc tàu được tính theo công thức gần đúng:

$$\tau_0 = 2,3\pi \sqrt{\frac{1}{g} \frac{C_B}{C_W^{1/2}} \left(\frac{B}{T}\right)^{1/2} T} \quad (5.35)$$

hoặc viết gọn hơn dưới dạng:

$$\tau_0 = K\sqrt{T} \quad (5.36)$$

với: $K = 2,45$ đối với tàu vận tải lúc chở đầy tải; $K = 2,8$ khi chạy *ballast*.

Trong thiết kế chúng ta còn dùng đại lượng tương tự τ_0 , viết dưới dạng không thứ nguyên:

$$\tau_0^{(L)} = \tau_0 \sqrt{g/L} \quad (5.37)$$

Công thức trên đây khi áp dụng cho tàu biển sẽ mang dạng sau:

$$\tau_0^{(L)} = C \cdot l^{-0,75} \quad (5.38)$$

với: $C = 0,68$ cho tàu vận tải; $C = 6,4$ khi tính cho tàu cá

$C = 0,65$ khi dùng cho tàu chạy nhanh.

Chu kỳ lắc đứng tàu thông dụng khá gần với chu kỳ lắc dọc của tàu.

Công thức kinh nghiệm dùng tính chu kỳ lắc đứng có dạng:

$$\tau_z = (1,04 \div 1,05) \tau_0 \quad (5.39)$$

Thực tế khai thác tàu đã chỉ ra rằng khi chu kỳ lắc ngang tàu đạt số nguyên lần chu kỳ lắc dọc hoặc lắc đứng sẽ xảy ra hiện tượng cộng hưởng có thể gây nguy hại cho hoạt động tàu. Trường hợp cần quan tâm trong thực tế khi:

$$\tau_\phi = 2,0 \tau_0$$

$$\tau_\phi = 2,0 \tau_z$$

Từ các công thức trình bày trên có thể tìm quan hệ giữa các kích thước, hệ số đẩy thân tàu trong trường hợp tính hành hải của tàu trở nên xấu.

$$\frac{GM}{B} = \frac{1}{16} k^2 \frac{C_W}{C_B} \frac{B}{T} \frac{1}{1 + \frac{\Delta I_y}{I_y}}$$

$$\frac{GM}{B} = \frac{1}{16} k^2 \frac{C_W}{C_B} \frac{B}{T} \frac{1}{1 + \frac{\Delta D}{D}} \quad (5.40)$$

Những công thức gần đúng xác định lượng nước kèm có thể như sau:

$$\frac{\Delta I_y}{I_y} = \frac{1}{(3 - 2C_w)(3 - C_w)} \frac{B}{T} \quad (5.41)$$

$$\frac{\Delta D}{D} = 0,85 \frac{C_w}{1 + C_w} \frac{B}{T} \quad (5.42)$$

Áp dụng công thức trên cho tàu vận tải với hệ số nằm trong giới hạn sau: $k = 0,75$; $C_w/C_B = 1,1$; $B/T = 2,5$, và $\Delta D/D = 0,91$ sẽ nhận được giá trị $GM/B = 0,05$. Từ đó người thiết kế có cách điều chỉnh chiều cao tâm ổn định nhằm tránh trường hợp xấu cho tính êm của tàu.

SỨC CẢN VỎ TÀU - CÔNG SUẤT MÁY CẦN THIẾT

6.1 SỨC CẢN VỎ TÀU

Phương trình cân bằng năng lượng cho tàu đề cập sức cản tàu và máy đẩy tàu nhằm chiến thắng sức cản đó. Năng lượng cấp cho máy đẩy tàu có nguồn từ máy chính lắp trên tàu. Chúng ta lần lượt xem xét sức cản vỏ tàu khi tàu chạy trong nước, công suất cần thiết của máy chính cần cấp và thiết bị đẩy phù hợp với máy chính, vỏ tàu trong chế độ làm việc.

Sức cản tàu R được xét dưới dạng tổng của các thành phần: sức cản ma sát, sức cản hình dáng và sức cản là hậu quả của việc tạo sóng tàu. Hai thành phần đầu có thể coi là sức cản nhớt. Mặt khác hai thành phần sau hợp thành sức cản dư.

Trong thành phần sức cản ma sát của vỏ tàu có thể nhận các thành phần: ma sát vỏ tàu trên nước lạng và lực ma sát bổ sung trong quá trình khai thác.

Tập hợp các thành phần trên, chúng ta có thể đánh giá sức cản dưới cách nhìn khác, rằng đây là tập hợp của sức cản nhớt R_v và sức cản tạo sóng R_w .

Trong thành phần sức cản nhớt, theo quan niệm từ những năm cuối thế kỷ XX, R_v gồm sức cản ma sát R_f như chúng ta đã đề cập và sức cản hình dáng R_p . Trong thực tế, thành phần R_f phụ thuộc vào chất lượng bề mặt còn sức cản sóng R_w và sức cản được ký hiệu R_p như vừa nhắc phụ thuộc vào hình dáng của thân tàu, và có thể coi tập hợp của R_w và R_p là sức cản dư R_r , để từ đó có thể tính $R = R_f + R_r$.

Tổng quát có thể hình dung các thành phần sức cản như sau.

Bảng 6.1

Sức cản toàn bộ R_T			
Sức cản vỏ tàu			R bổ sung
Sức cản nhớt R_V		Sức cản sóng R_W	
Sức cản ma sát R_f	Sức cản hình dáng R_p	Sức cản sóng R_W	
Sức cản ma sát R_f	Sức cản dư R_r		

Sơ đồ trên đây được lập trên cơ sở giả thuyết về sự độc lập của các thành phần tạo nên sức cản toàn bộ. Theo thuyết này sự tạo sóng của tàu chạy không ảnh hưởng và không phụ thuộc vào sức cản nhớt. Có thể xét rằng sức cản trong quá trình tạo sóng là hiện tượng vật lý sinh ra trong môi trường nước lý tưởng, chịu chi phối của lực hút trái đất. Trong thành phần của sức cản nhớt, sức cản ma sát, sức cản hình dáng phụ thuộc hoàn toàn vào tính chất của chất lỏng, ngoài ra sức cản R_p phụ thuộc vào hình dáng vật thể. Nói cách khác sức cản ma sát phụ thuộc vào chiều dày và các tính chất của lớp biên.

Dạng chung sức cản tàu trong các bài toán thiết kế được viết dưới dạng hàm của số Reynolds và số Froude. Ở đây cần lưu ý bạn đọc tên gọi

$$Re \text{ (hoặc } Rn) = \frac{v \cdot L}{\nu} - \text{gọi là số Reynolds, tiếng Anh: Reynolds number, } Rn,$$

chứ không phải hệ số như người ta vẫn thường dùng sai.

$$Fr \text{ (hoặc } Fn) = \frac{v}{\sqrt{g \cdot L}} - \text{gọi là số Froude, (tiếng Anh được viết Froude}$$

number, viết tắt Fn , chứ không phải hệ số).

Trong hai công thức trên: v - vận tốc tàu, đo bằng m/s ; L - chiều dài đường nước, m ; g - gia tốc trường trái đất, $9,81 m/s^2$; và ν - hệ số nhớt động học, quan hệ với mật độ ρ và hệ số nhớt động lực học μ như sau:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}, \text{ trong đó } \rho \text{ đo bằng } kg.s^2/m^4, \nu \text{ tính bằng } m^2/s$$

Hệ số cản ma sát tính theo công thức:

$$C_F = \frac{R}{\frac{1}{2} \rho S v^2} = f(Re) + f(Fr) \quad (6.1)$$

Trong khi đó hệ số sức cản nhớt:

$$\frac{R}{\frac{1}{2} \rho S v^2} = f(Re) \quad (6.2)$$

Sức cản sóng (tạo ra sóng) là hàm của số Froude:

$$R_W = c_W \cdot \frac{1}{2} \rho S v^2 = f(Fr) \quad (6.3)$$

Một số công thức thực nghiệm tính sức cản vỏ tàu đang được dùng có kết quả có thể nêu như sau.

Sức cản ma sát

Công thức Froude:

$$R_F = C_F \cdot a \cdot \frac{S}{1000} \cdot v^{1,825} \quad (6.4)$$

Hệ số sức cản ma sát tính bằng biểu thức:

$$C_F = 0,1392 + \frac{0,258}{2,68 + L} \quad (6.5)$$

Sức cản dư

Trong số rất nhiều phương pháp tính sức cản dư, phương pháp *Lap* dễ dùng cho mục đích tính sức cản khi thiết kế sơ bộ. Sức cản tàu theo cách phân loại của *Lap*, tùy thuộc nhóm tàu mang ký hiệu từ nhóm *A* đến nhóm *E*, khác nhau theo hệ số đầy lằng trụ và khoảng cách tâm nổi so với mặt giữa tàu. Hệ số sức cản dư trong các đồ thị của *Lap* có dạng:

$$C_R = \frac{R_R}{\frac{1}{2} \rho A v^2}, \text{ trong đó } A - \text{diện tích mặt giữa tàu} \quad (6.6)$$

Sức cản do sóng (sức cản bổ sung)

Khác với khái niệm sức cản sóng (*wave-making*) nêu trên là dạng lực cản trở chuyển động tàu do việc tạo sóng từ thân tàu trong quá trình chuyển động, sức cản sóng chúng ta đang quan tâm tại phần này là lực cản trở chuyển động tàu do sóng từ môi trường. Từ chuyên môn dùng chỉ thành phần sức cản này là “*sức cản bổ sung*” (*added resistance in waves*)^(*). Sóng đang đề cập là sóng nước, còn nguồn kích động trực tiếp tạo nên sóng nước dạng này được hiểu là gió.

Xác định lượng bổ sung sức cản khi tàu đi trên sóng có thể thực hiện theo nhiều cách khác nhau. Trong lịch sử phát triển của chuyên đề có thể kể đến các tác giả và công trình có tiếng sau đây. Người có công đầu tiên trong việc xác định sức cản bổ sung trên sóng là *Havelock*. Những bài báo đầu tiên bàn về sức cản bổ sung trên sóng *Havelock* viết từ những năm ba mươi “*The Resistance of Ship Among Waves*”, đưa vào tuyển tập *Proceedings of the Royal Society of London*. Đầu năm bốn mươi *Havelock* tổng kết lại trong tạp chí “*Philosophical Magazine, Vol 33*” lý thuyết của mình “*Drifting Force on a Ship Among Waves*”. Những thuyết mới hơn được *Joosen, Gerritsma và Beukelman* đề ra đều cố gắng tập trung xác định hàm thế của sóng tác động lên tàu.

Các nhà nghiên cứu thống nhất với nhau rằng, sức cản do sóng gồm nhiều thành phần. Những thành phần chính có thể kể đến như sau. Sức cản tàu tăng lên do quá trình tổn thất năng lượng vào lắc tàu trên sóng. Ngoài ra khi sóng từ xa tiến đến tàu, va vào vỏ tàu gây những rối loạn chuyển động tàu. Một phần sóng sau khi chạm thân tàu bị dội trở lại, tạo ra sóng khác, gọi là sóng phản hồi. Sức cản sinh ra trong quá trình này là thành phần không nhỏ trong sức cản sóng. Sóng nhiễu xạ, đến lượt mình tác động với sóng tiến tạo thành bức tranh mới

^(*) Joosen, W.P.A., “*Added Resistance of Ships in Waves*”, The 6th Symposium on Naval Hydrodynamics, Washington D.C., 1966.

Gerritsma, J. and Beukelman, W., “*Analysis of the Resistance Increase in Waves of a Fast Cargo Ship*”, ISP, 1972.

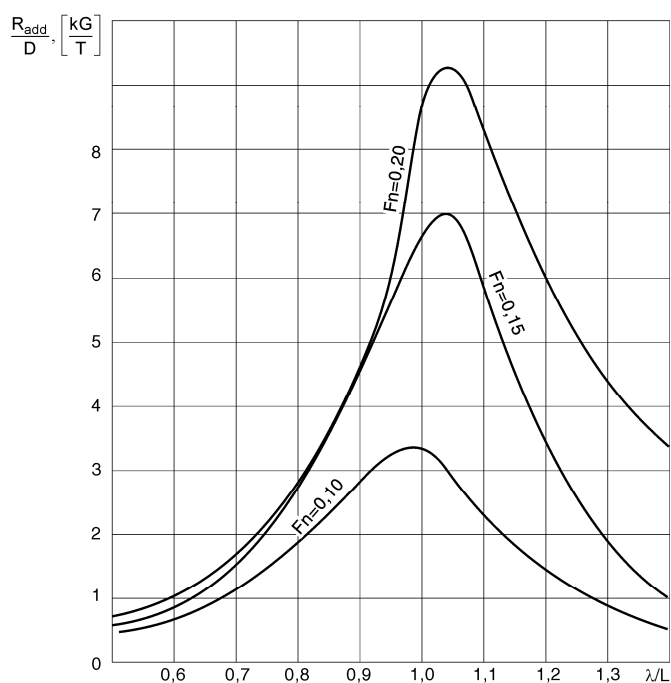
Salvesen N., “*Added Resistance of Ships in Waves*”, J. Hydronautics, Vol 12, 1978.

trong hệ thống sóng. Sức cản tăng lên vì tàu đã chuyển một phần năng lượng cho quá trình giao thoa các sóng.

Với tàu chuyển động trên sóng điều hòa, người ta đã tiến hành thí nghiệm nhằm xác định độ tăng sức cản tàu khi gặp sóng. Các thông số sóng có ảnh hưởng lớn đến tăng sức cản là $\frac{\lambda}{L}$; $\frac{h_w}{\lambda}$, trong đó h_w - chiều cao sóng. Góc sóng tác động lên tàu β cũng có ảnh hưởng không nhỏ. Kết quả thí nghiệm được tập hợp dưới dạng:

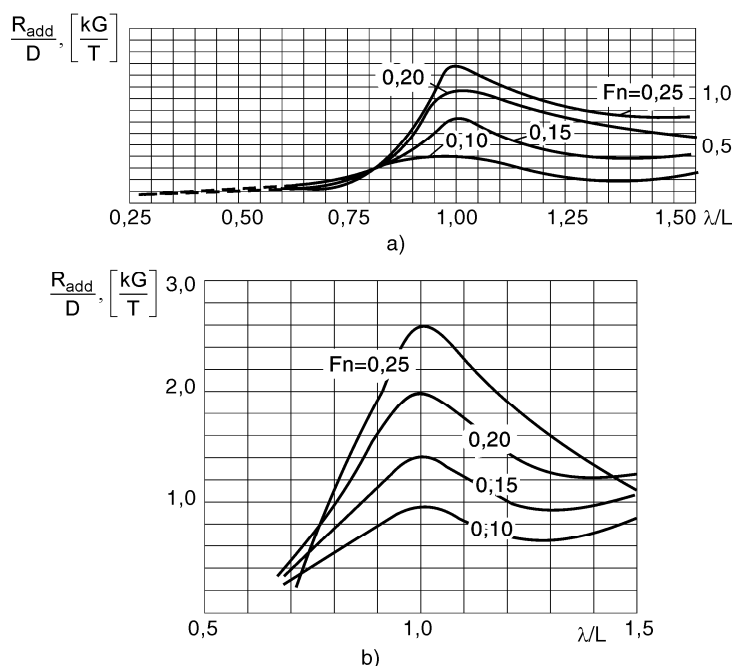
$$\frac{R}{\Delta} = f(Fn, \frac{\lambda}{L}, \frac{h_w}{\lambda}, \beta) \quad (6.7)$$

Tương ứng với cách làm này, đồ thị tăng sức cản trên sóng được thay bằng đồ thị giảm tốc độ tàu $\Delta v/v$ (%), khi đi trên sóng. Một trong các kết quả thí nghiệm trên tàu vận tải biển được giới thiệu tại hình 6.1.



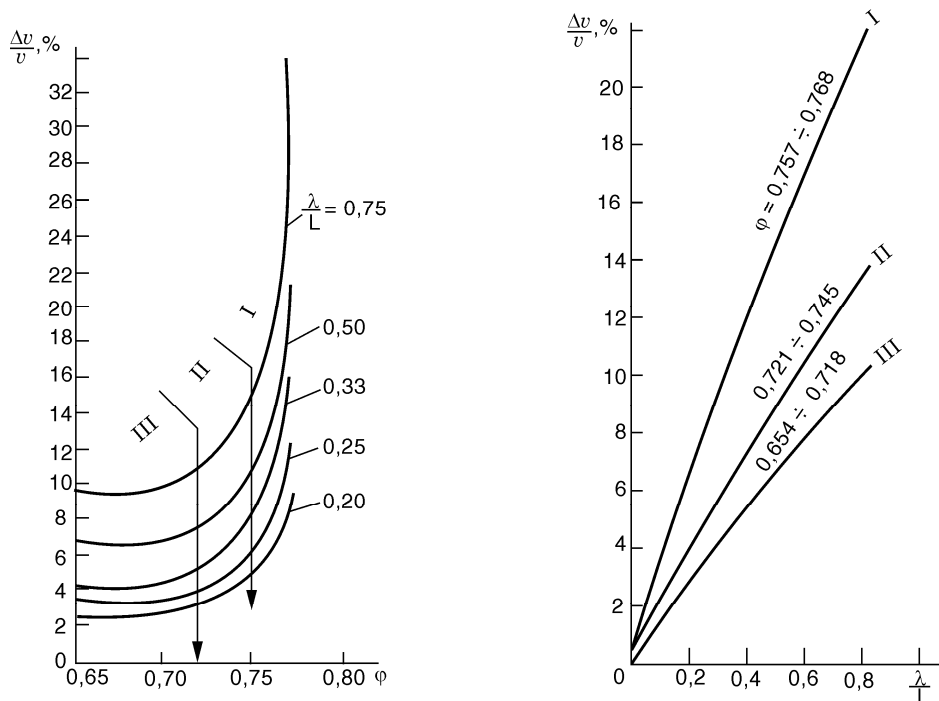
Hình 6.1 Sức cản bổ sung trên sóng

Từ kết quả thực nghiệm, ngày nay chúng ta có nhiều tài liệu để xác định lực cản bổ sung cho tàu chạy trên sóng, đặc biệt trên sóng nước $\beta = 180^\circ$. Đồ thị dưới đây giới thiệu độ tăng sức cản trên sóng cho tàu vận tải, chạy ngược sóng. Hình 6.2a giới thiệu trường hợp tàu chở đầy hàng, hình 6.2b dùng cho tàu chạy dưới *ballast*.



Hình 6.2 Trạng thái chở đầy hàng (a); chạy ballast (b)

Cách làm này áp dụng khi nghiên cứu ảnh hưởng một số đặc tính thân tàu đến độ tăng sức cản trên sóng. Đồ thị tiếp theo giới thiệu cách làm của Mockel khi xác định *tổn thất tốc độ tàu trên sóng* $\frac{\Delta v}{v}, \%$ phụ thuộc vào hệ số đầy lăng trụ tàu. Đồ thị tại hình 6.3 là kết quả xử lý dữ liệu thu thập từ loạt tàu cá hoạt động ở Bắc Đại Tây Dương.



Hình 6.3 Tổn thất tốc độ tàu đánh cá theo Mockel

Độ tăng sức cản cho một tàu cụ thể phụ thuộc vào đặc tính của tàu và vào cấp sóng mà tàu đang phải vượt qua. Một vài dữ liệu liên quan đến tổn thất tốc độ khi tàu đánh bắt cá đi trên sóng ngược được *Mockel* thu thập như sau.

Tổn thất tốc độ $\frac{\Delta v}{v}, \%$ tàu cá.

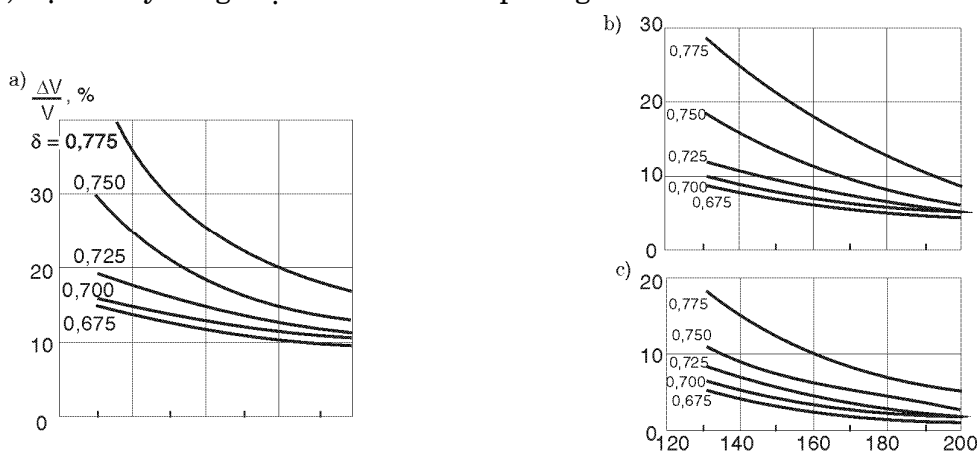
Cấp gió (°B)	4	5	6
CB = 0,52	3,5	7,5	12,5
CB = 0,54	5,5	9,5	15,5
CB = 0,56	7,0	12,5	20,0

Với tàu vận tải lượng chiếm nước trong khoảng 2000÷8000t, chạy chậm, tổn thất vận tốc trong những điều kiện khai thác sẽ không quá giá trị trong bảng 6.2.

Bảng 6.2

Cấp gió (°B)	3	4	6	8	9
$\Delta v/v, (\%)$	5	10	22	40	50

Đồ thị tiếp dưới đây trình bày tổn thất tốc độ tàu vận tải phụ thuộc vào chiều dài tàu, hệ số đầy lặn trụ thân tàu và cấp sóng.



Hình 6.4 Tổn thất tốc độ tàu trên gió cấp 4 (a), 5 (b) và 6 (c)

6.2 CÁC PHƯƠNG PHÁP KINH NGHIỆM TÍNH SỨC CẢN VỎ TÀU

Ngày nay, đang song song tồn tại các phương pháp tính sức cản vỏ tàu khác nhau. Có thể phân loại các phương pháp tính sức cản theo:

6.2.1 Phương pháp truyền thống dựa trên cơ sở xử lý dữ liệu thống kê

Dữ liệu thống kê dùng trong các phương pháp gần đúng chủ yếu từ kết quả thử mô hình tàu trong các bể thử và những dữ liệu hiếm hoi từ đo trên các tàu thật. Một số công thức tính đủ độ tin tưởng có thể kể ra đây.

Phương pháp Taylor (1910-1943)⁽²⁾: dùng cho tàu chạy chậm và trung bình, phạm vi vận tốc từ $v/\sqrt{L} = 0,30 \div 2,0$. Loạt mô hình thí nghiệm gồm 80 chiếc, tỷ lệ

⁽²⁾ Taylor D.W. "The speed and power of ships", Washington 1943.

B/T nằm trong giới hạn 2,25; 3,0 và 3,75. Hệ số lắng trụ thân tàu từ 0,48÷0,80. Sử dụng đồ thị *Taylor* xác định được sức cản dư. Sức cản ma sát tính riêng cho vỏ tàu bằng cách sử dụng hệ số sức cản ma sát tính theo công thức quen thuộc, theo số Rn xác định. Hệ số sức cản toàn bộ C_T bằng tổng của C_F và C_r , tính cho mỗi vận tốc tương đối v/\sqrt{L} :

$$EHP = S.C_T.V_s^3 \quad (6.8)$$

Trong tài liệu này, người viết xin phép giới thiệu phiên bản phương pháp *Taylor* đã dịch sang hệ metric, theo diễn giải của *Henschke* trong sổ tay kỹ thuật đóng tàu “*Schiffbautechnisches Handbuch, Bd I, Verlag Berlin*”. Trong cách làm này, chỉ tính sức cản dư R_r . Từ đồ thị *Taylor*, ứng với số *Froude*, tỷ lệ $D/(0,01L)^3$, hệ số C_P và tỷ lệ B/T có thể xác định giá trị của R_r/D . Sức cản ma sát tính theo các phương pháp quen thuộc.

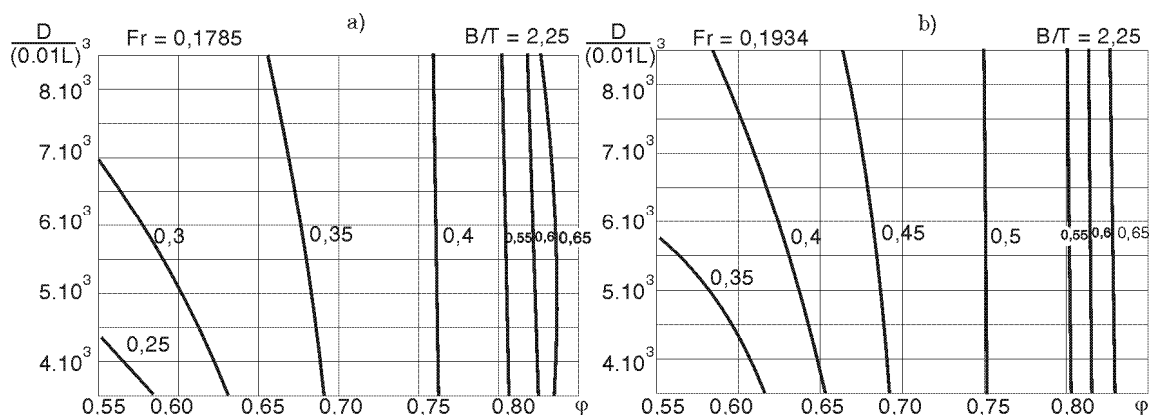
Phương pháp Ayre (1942)⁽³⁾: dựa vào công trình do chính *Ayre* đưa ra từ 1927, dựa trên cơ sở thí nghiệm mô hình tàu với hệ số C_B khá lớn. Trong phương pháp này công suất hữu hiệu *EHP* được *Ayre* định nghĩa như sau

$$EHP = \frac{\Delta^{0,64} \cdot V_s^3}{C_2} \quad (6.9)$$

trong đó C_2 là hệ số cần xác định theo phương pháp tính được đề ra, áp dụng cho mỗi giá trị C_B chuẩn. Các hiệu chỉnh theo tỷ lệ B/T , LCB ,... được thực hiện cho mỗi giá trị C_B tính toán.

Phương pháp Lap⁽⁴⁾ công bố vào năm 1955 dựa trên cơ sở dữ liệu thu được từ thử mô hình tàu tại bể thử *Wageningen*. Phương pháp cho phép xác định sức cản dư với hệ số C_r tính theo công thức:

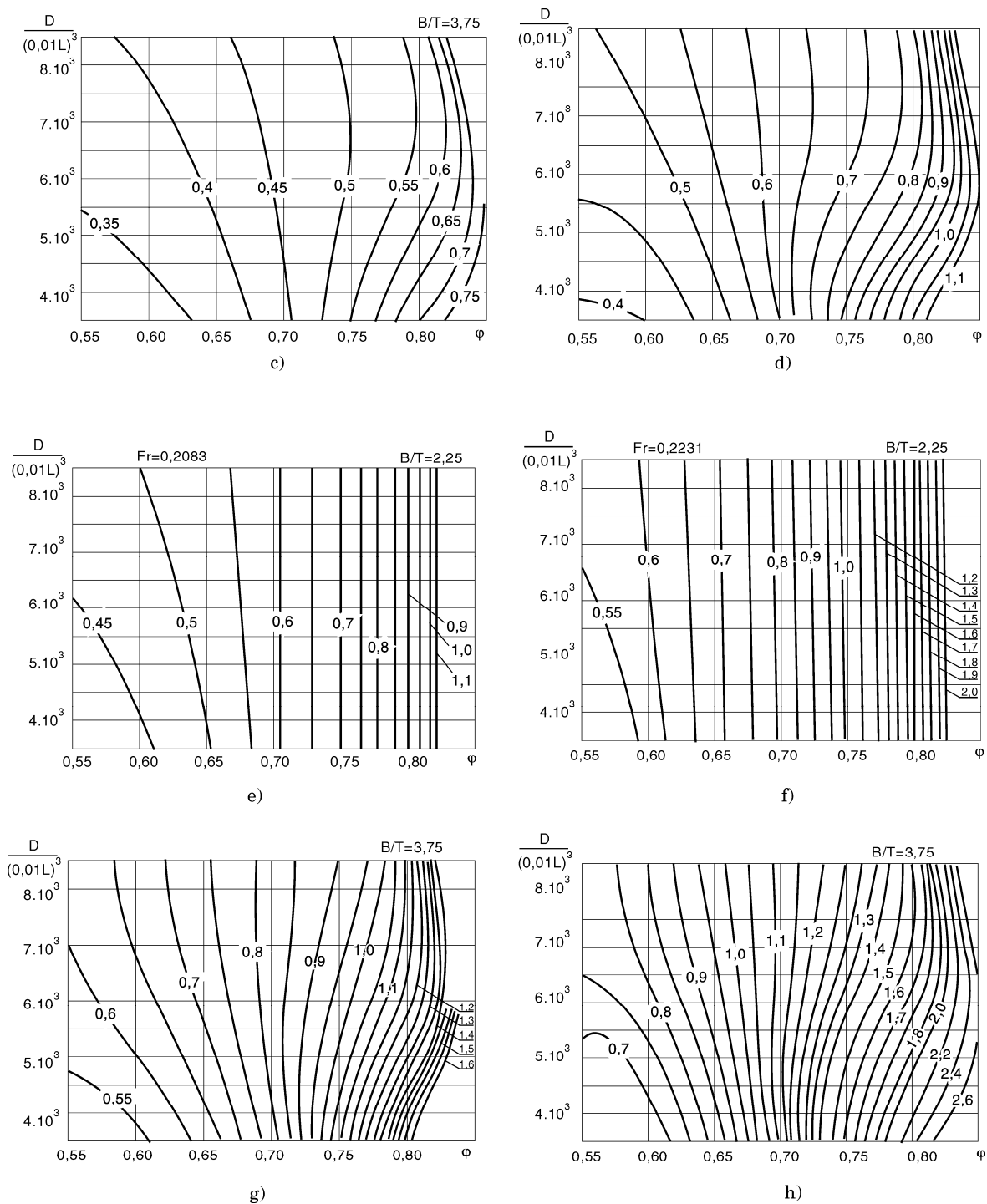
$$C_r = \frac{R_r}{1/2\rho \cdot v^2 \cdot A_M}; \text{ với } A_M - \text{diện tích sườn giữa tàu} \quad (6.10)$$



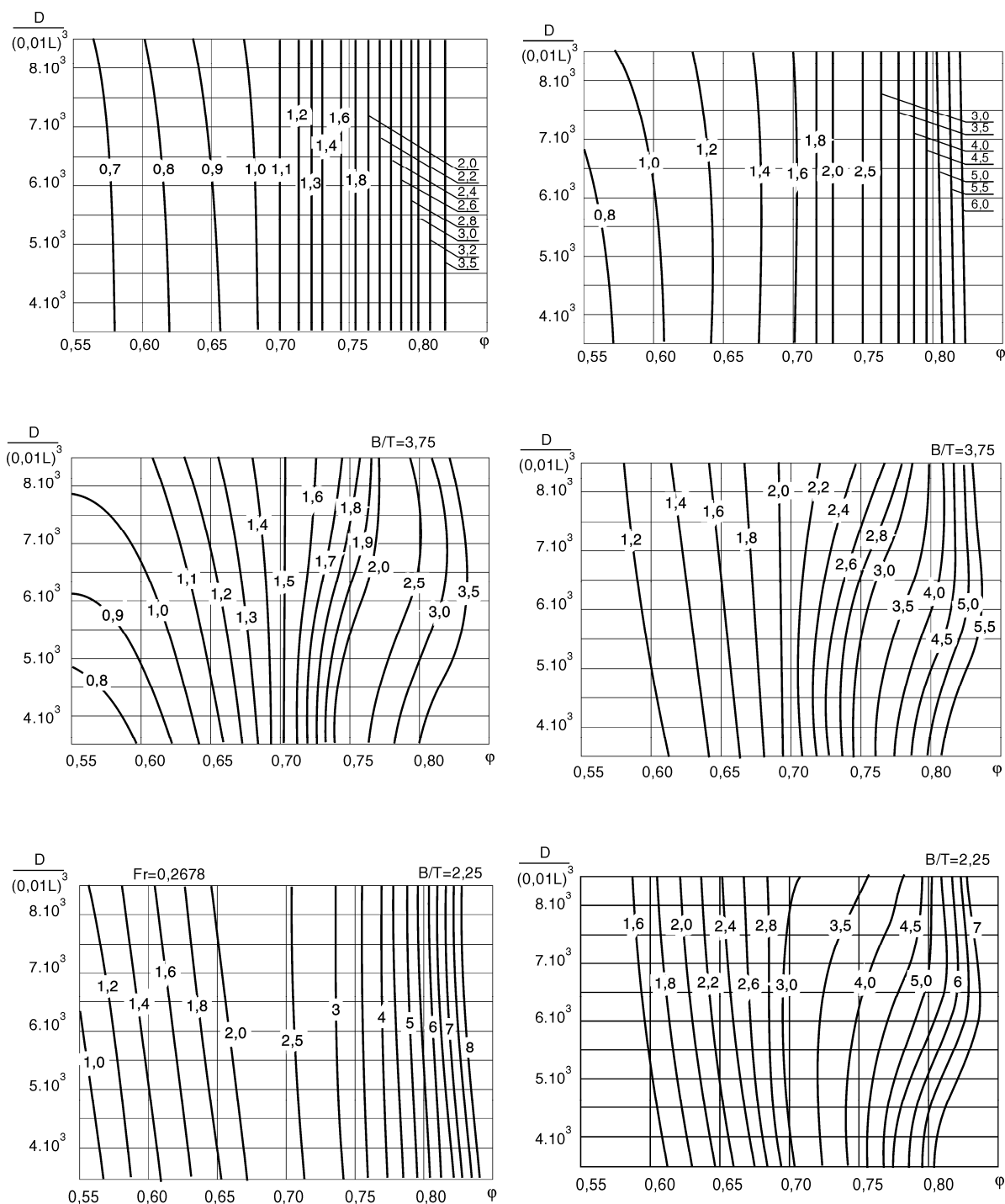
Hình 6.5 Đồ thị *Taylor*

⁽³⁾ Ayre A.L. “Approximation EHP”, Trans. NECIES 1927/1928.

⁽⁴⁾ Lap A.J.W “Diagrams for determining the resistance of single-screw ships”, ISP, 1954.

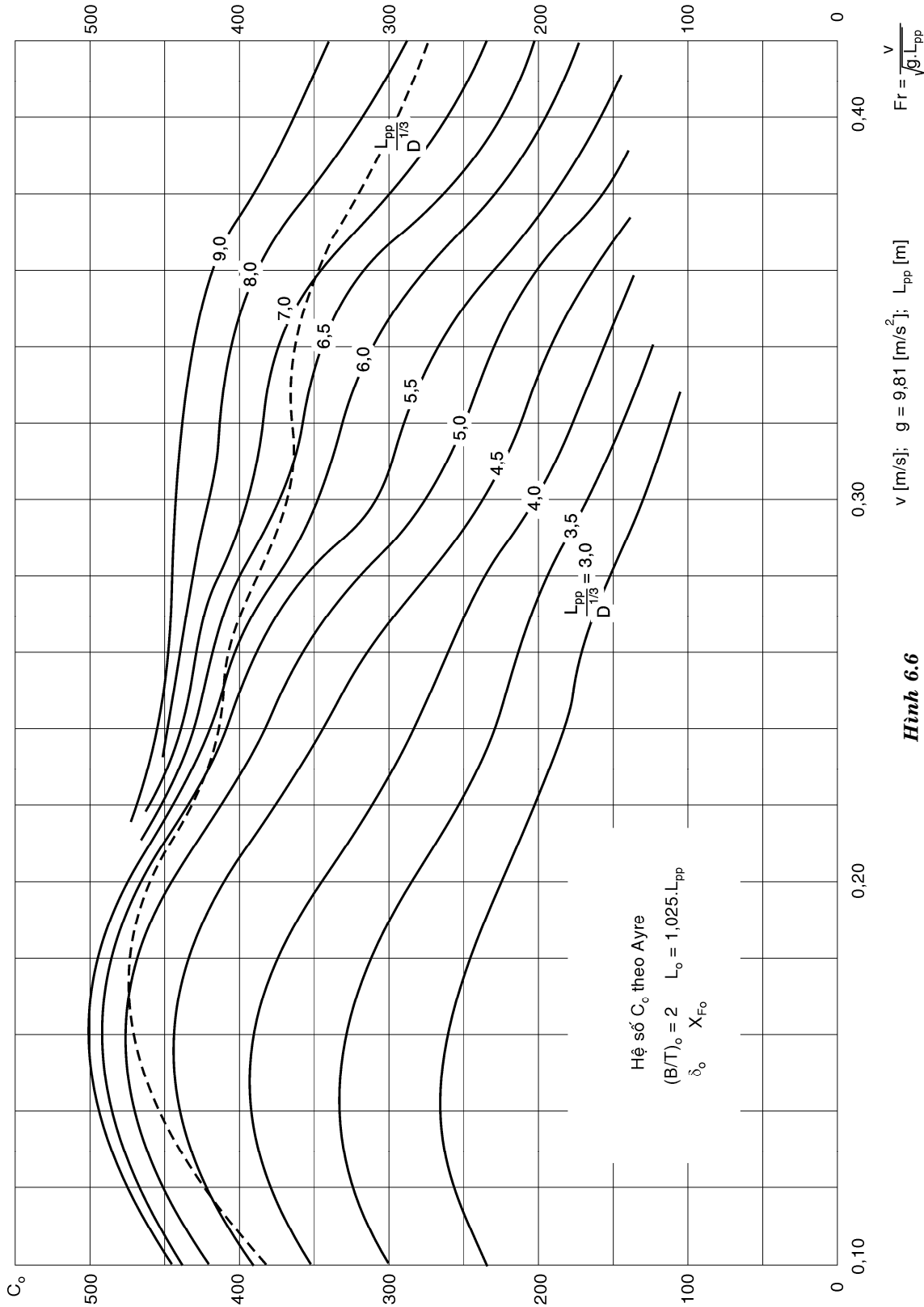


Hình 6.5 (tiếp)

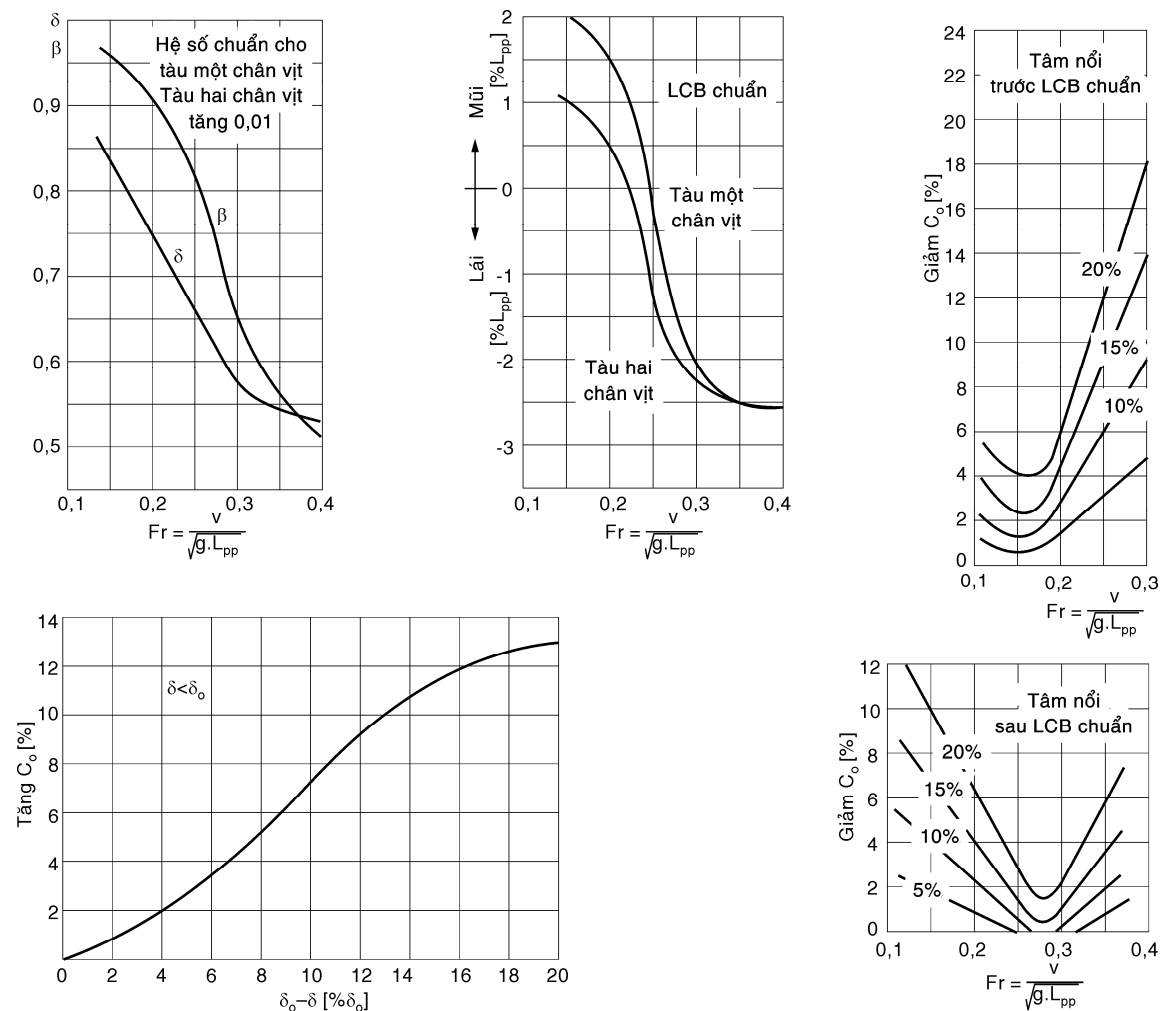


Hình 6.5 (tiếp)

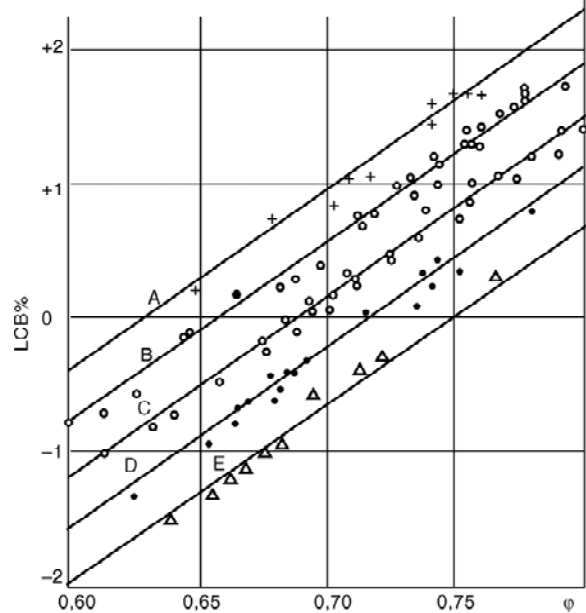
Hệ số sức cản dư được thiết lập cho năm nhóm tàu ký hiệu A,B,C,D,E khác nhau bằng vị trí tâm nổi là hàm của B/T và vận tốc tàu tính bằng $\frac{v_s}{\sqrt{C_P \cdot L}}$. Vị trí tâm nổi chuẩn cho tàu, theo cách sắp xếp của *Lap*, được trình bày tại hình 6.8.



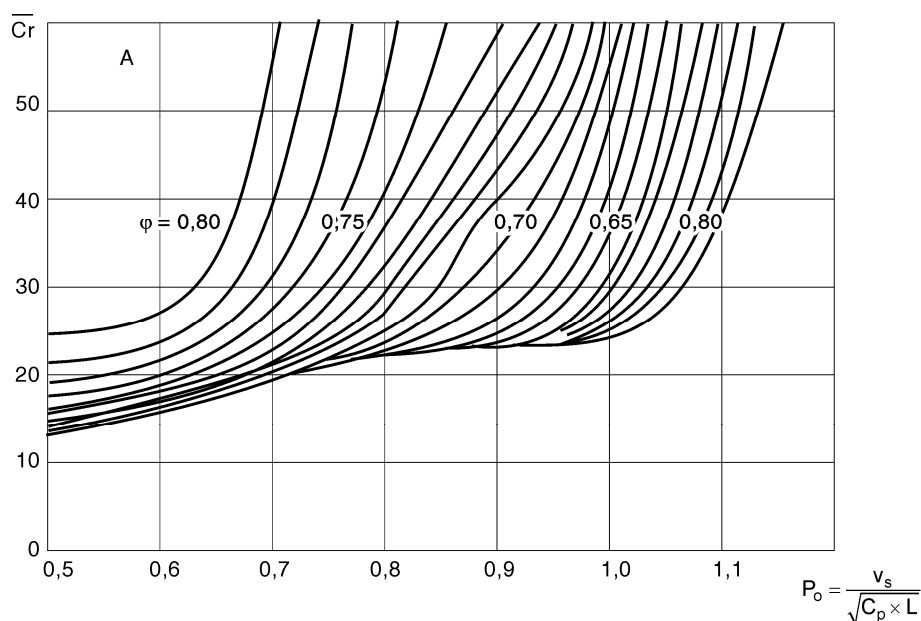
Hình 6.6



Hình 6.7 Hiệu chỉnh của phương pháp Ayre



Hình 6.8 Vị trí tâm nổi cho các nhóm A,B,C,D,E



Hình 6.9 Đồ thị Lap

Các đồ thị được xây dựng cho mẫu tàu với tỷ lệ $B/T = 2,4$. Trong sử dụng phạm vi này có thể thay đổi từ 2,2÷2,6.

Phương pháp Papiel công bố tại Liên Xô trước đây trong khoảng những năm đầu của những năm năm mươi, dựa cả trên kết quả thử mô hình và kết quả đo sức cản tàu thật. Trong công thức Papiel thay vì sức cản R tác giả đề nghị sử dụng EPS (tương đương EHP) dạng sau

$$EPS = \frac{D}{L} \cdot \frac{v_s^3}{C_o} \quad (6.11)$$

với: D - lượng chiếm nước của tàu, (t), L - chiều dài tàu, (m)

v_s - vận tốc tàu, (HL/h)

C_o - hệ số, tính theo cách làm của Papiel

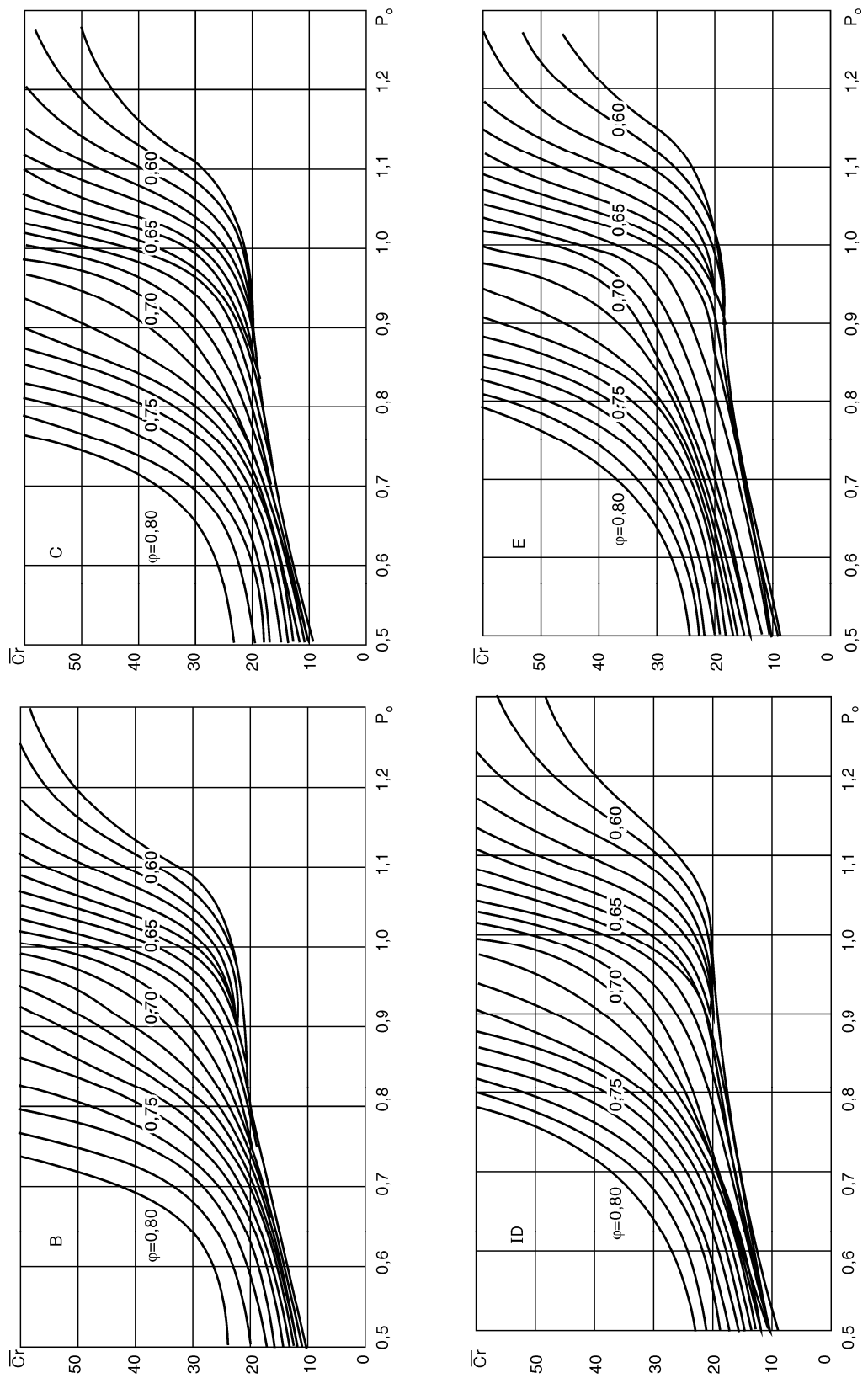
$$C_o = \frac{C_1 \lambda}{\xi \sqrt{\psi}} \frac{dy}{dx} \quad (6.12)$$

λ - tính theo công thức $0,7 + 0,3 \cdot \sqrt{L}$; khi $L \geq 100m$ nhận $\lambda = 1$, $\psi = 10 \frac{B}{L} C_B$

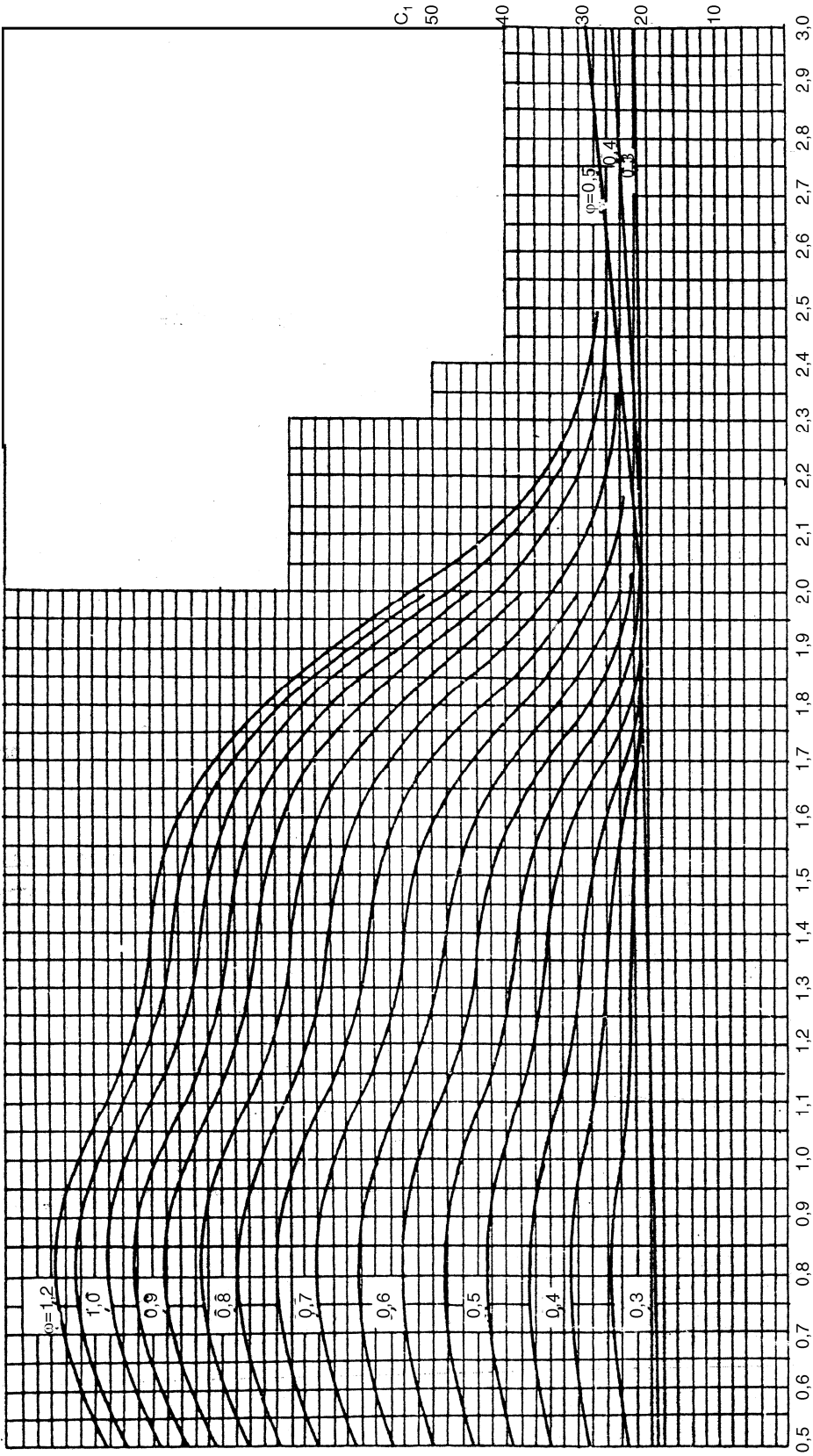
B - chiều rộng tàu, (m), C_B - hệ số đầy thể tích của thân tàu.

ξ - hệ số ảnh hưởng số đường trục: bằng 1- tàu một chân vịt; bằng 1,05- tàu hai trục chân vịt và bằng 1,075- cho tàu với ba trục chân vịt.

Hệ số C_1 từ (6.12) đọc từ đồ thị, tùy thuộc vào biến $v_1 = v_s \sqrt{\frac{\psi}{L}}$ và giá trị thông số ψ . Đồ thị Papiel được trình bày tại hình 6.10.



Hình 6.9 (tiếp)



Hình 6.10 Đồ thị tính sức cản theo phương pháp Papiel

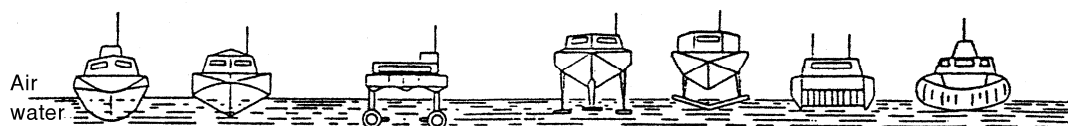
Phương pháp Harvald⁽⁵⁾. Phương pháp ra đời không lâu, nhằm cung cấp cho người dùng công thức tính công suất máy cần thiết để quay chân vịt tàu, đưa tàu đi với vận tốc xác định. Trong phương pháp sử dụng 4 tham số chính:

- Lượng chiếm nước tàu D ,
- Vận tốc tàu, v_s ,
- Hệ số đẩy thân tàu, C_B ,
- Tỷ lệ chiều dài tàu $(L/V^{1/3})$.

Trong lĩnh vực này số công trình nghiên cứu về sức cản vỏ tàu ngày một nhiều. Những phương pháp tính, các sơ đồ tính nhằm xác định sức cản tàu được lập không chỉ dành cho tàu vận tải mà cho các kiểu tàu riêng biệt. Hiện nay đang tồn tại các phương pháp tính sức cản cho các nhóm tàu sau: tàu vận tải chạy biển, tàu chạy sông, tàu chạy nhanh, tàu cỡ nhỏ, tàu kéo, tàu đánh cá, tàu nhiều thân... Mỗi phương pháp chỉ có một phạm vi sử dụng nhất định và chỉ đúng cho những trường hợp chuẩn.

6.2.2 Sức cản tàu cỡ nhỏ, chạy nhanh

Tàu chạy nhanh (*high-speed crafts*), có thể phân thành các nhóm tàu làm việc theo nguyên lý tàu nổi chịu tác động lực *Archimedes*, nhóm tàu hoạt động trên nguyên lý thủy - khí động và nhóm tàu làm việc trên cơ sở các nguyên lý khí động lực.

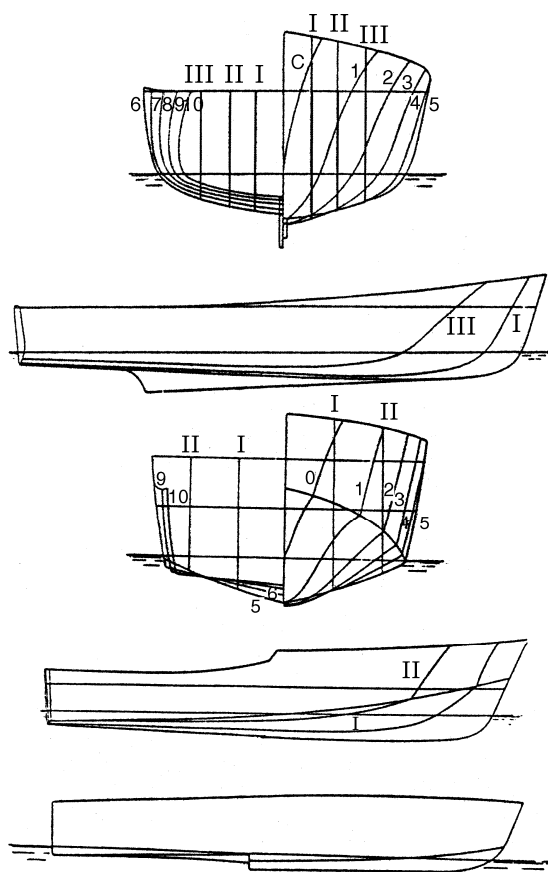


Hình 6.11 Các kiểu chính nhóm tàu chạy nhanh

Tàu nhóm đầu gồm tàu một thân và tàu nhiều thân. Tàu một thân trong nhóm tàu chạy nhanh có hông tròn (*round-bottom hull*), hoặc đáy phẳng, có mép bẻ góc tại hông, thành phẳng (*hard-chine planing*). Thân tàu kiểu sau này có mặt cắt ngang dạng chữ V.

Tùy thuộc vận tốc tàu, các tàu chạy ở trạng thái “chậm”, không khác gì tàu thông dụng chúng ta đã làm quen trong các phần trước, khi nhanh hơn, tàu chuyển sang giai đoạn quá độ chuẩn bị cho trạng thái lướt. Giai đoạn sau cùng của tàu nhóm này là tàu chạy ở chế độ “lướt”. Trong giai đoạn này chỉ một phần thân tàu chìm trong nước, phần còn lại nổi trên mặt nước. Nhờ giảm bớt diện tích tiếp nước của vỏ tàu, sức cản tàu trong giai đoạn này thay đổi đáng kể so với giai đoạn trước đó.

⁽⁵⁾ Harvald, Sv. A. “*Estimation of power of ships*”, ISP

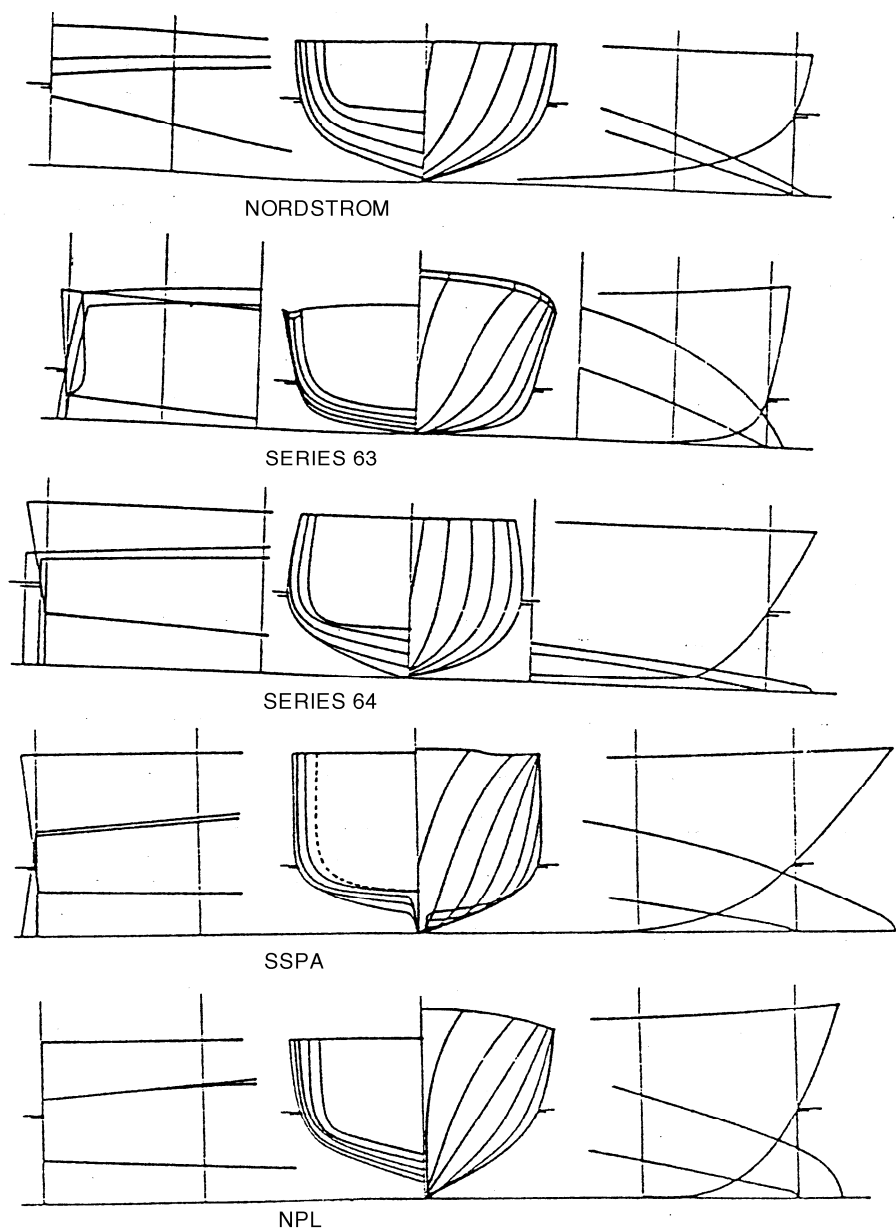


Hình 6.12 Đại diện tàu hông tròn trên và tàu đáy chữ V, dưới

Tàu nhiều thân trong nhóm tàu chạy nhanh biến tướng từ *catamaran* hoặc *trimaran*. Tàu có hai thân, thể tích không nhỏ, nằm chìm trong nước, thân tàu chìm nối với sàn công tác nằm trên mặt nước bằng các thành đứng. Diện tích mặt cắt các thành theo đường nước thông thường mang giá trị nhỏ. Kết cấu này giảm đáng kể sức cản đối với vỏ tàu chuyển động trong nước. Kiểu tàu này mang tên gọi tàu hai thân có diện tích đường nước nhỏ (*small water plane area twin hull*, viết tắt *SWATH*).

Nhóm tàu hoạt động theo nguyên lý *thủy - khí động* gồm các kiểu tàu trên cánh ngầm (*nhóm hydrofoil*). Cánh đặt ngầm trong nước của tàu thuộc hai kiểu kết cấu khác nhau, nhóm đầu cánh được gấp thành hình chữ V, giống thân tàu nhóm *planing*, (*surface-piercing foil*), nhóm kia cánh ngầm tạo dáng giống dày trượt tuyết xù lạnh để nâng tàu (*submerged foil*).

Nhóm tàu hoạt động trên nguyên tắc *khí động lực* (*air supported craft*) gồm tàu kiểu trên đệm khí (*air-cushion vehicle*, viết tắt *ACV*) và trên đệm bọt hoặc tàu sử dụng hiệu ứng mặt thoáng *SES*.



Hình 6.13 Các kiểu tàu chạy nhanh một thân

Tàu nhỏ chạy nhanh được đề cập trong phần này có chiều dài toàn bộ dưới $30 \div 40m$, khai thác với vận tốc đến $Fn \approx 2$. Đặc tính hình học thân tàu loạt tàu này được hạn chế trong phạm vi: $CB = 0,30 \div 0,60$; $CP = 0,50 \div 0,75$

$$\frac{L}{\sqrt[3]{V}} = 3,5 \div 8,5; \quad \frac{L}{B} = 3,0 \div 6,0; \quad \frac{B}{T} = 1,5 \div 3,5$$

Bảng kê dưới đây nêu rõ tên tác giả và phạm vi ứng dụng của phương pháp. Đồ thị và dẫn giải cách dùng được đề cập đầy đủ trong “Sức cản vỏ tàu”.

Bảng 6.3

Tên tác giả	L [m]	CB	CP	$\frac{L}{\sqrt[3]{V}}$	L/B	B/T	Fn
Kafali	9 -30	0,325-0,45	-	3,8-4,8	-	1,7-3,0	0,12- 0,46
Henschke	6-40	-	-	5 -8	-	-	0,25- 1,1
De Groot	-	0,29 - 0,56	0,46 - 0,79	5,2- 9	3,53 - 10,1	3,57	FnV:2,7
Buller	-	-	-	6,0 - 8,5	-	-	0,4 - 0,9
Savitsky							
Brawn		0,29 - 0,54		4,8 - 6,8	3,5 - 7,4	3,1 - 4,4	FnV:2,6
Nodstrom		0,373-0,41	0,576-0,599	5 - 8	4,83-6,94	3,16-3,57	FnV:2,7
SSPA		0,4	0,68	6,7,8		3,0 - 4,0	FnV:2,0
NPL		0,397	0,693	5 - 9	3,3 - 7,5	1,72 - 6,87	FnV:2,8

Tàu chạy nhanh có cấu hình đặc trưng là tấm đáy gần như phẳng. Để xác định các đặc trưng sức cản vỏ tàu chạy nhanh người ta thường nghiên cứu lực cản các tấm nghiêng góc xác định, lướt trên nước. Các đặc tính thủy động lực tấm chuyển động trên nước quy về:

Hệ số tải trọng động:
$$C_b = \frac{W}{\frac{1}{2}\rho v^2 B^2} \quad (6.13)$$

W - trọng lượng tấm.

Hệ số momen:
$$m_D = \frac{M}{W.B} \quad (6.14)$$

M - momen của W , tính tại mép sau của tấm.

Chiều dài ước:
$$\lambda = \frac{L_m}{L} \quad (6.15)$$

L_m - chiều dài ước của tấm.

Chuyển động với vận tốc đều, momen của W bằng momen thủy động tác động lên tấm, do vậy khoảng cách từ tâm áp lực tính đến mép sau tấm l_d có thể xác định bằng công thức:

$$l_d = B \cdot m_D \quad (6.16)$$

Hệ số C_b liên hệ với hệ số lực nâng qua quan hệ trình bày trong lý thuyết cánh:

$$C_b = C_L \lambda \quad (6.17)$$

Lực cản chuyển động tấm, như trình bày tại hình 6.14 được hiểu là tổng lực cản tiếp tuyến và lực cản pháp tuyến.

$$R = R_t \cos \tau + R_n \sin \tau \quad (6.18)$$

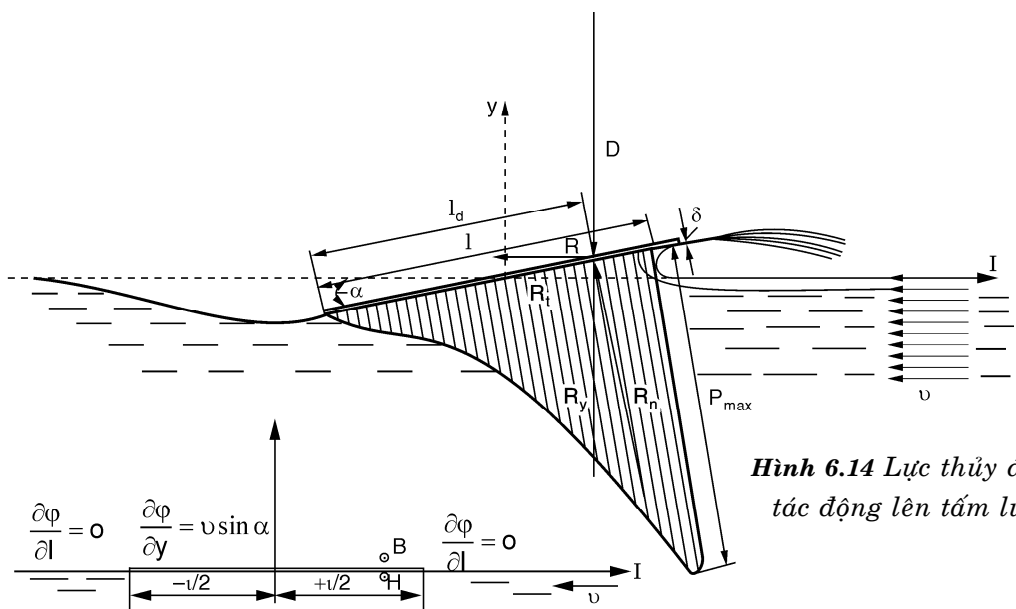
Mặt khác có thể thấy: $W = R_n \cos \tau - R_t \sin \tau \approx R_n \cos \tau$

Từ đó có thể viết: $R = R_t + W \operatorname{tg} \tau \quad (6.19)$

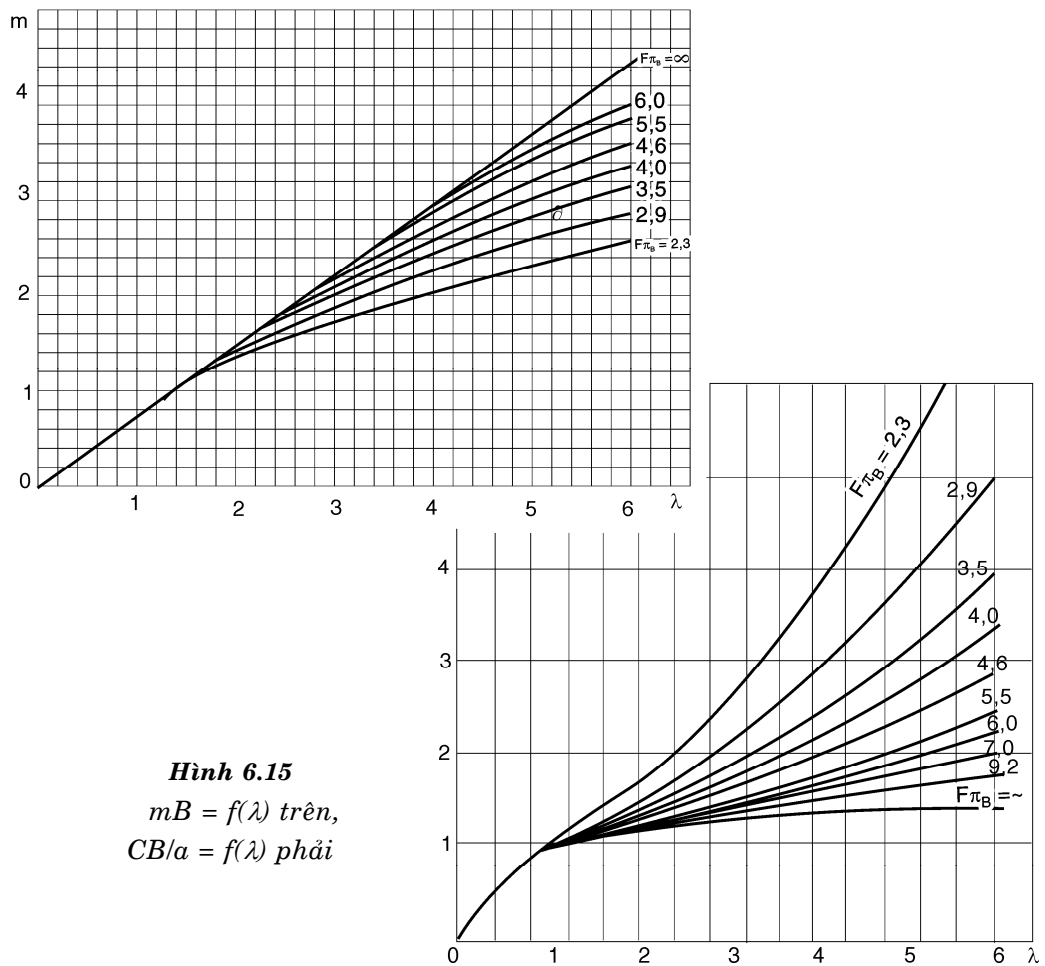
Và như vậy công thức tính sức cản tấm lướt có thể đưa về dạng

$$\frac{R}{W} = \frac{R_t}{W} + \operatorname{tg} \tau \quad (6.20)$$

Kết quả thí nghiệm đo sức cản tấm được giới thiệu tại hình 6.15.



Hình 6.14 Lực thủy động tác động lên tấm lướt



Để xác định hệ số tải trọng động và hệ số momen tương ứng cho tấm dầm làm đáy tàu có thể sử dụng công thức *Korvin-Kroukovsky* và *Savitsky* sau đây:

$$C_{Lb} = \tau^{1,1} [0,012\lambda^{1/2} + \frac{0,0055\lambda^{5/2}}{C_V^2}] \quad (6.21)$$

$$C_L = C_{Lb} - 0,0065 \cdot \beta \cdot C_{Lb}^{0,60} \quad (6.22)$$

$$m_D = \lambda^{-(0,05+0,01\beta)} \cdot \frac{0,84 + 0,015\beta}{\tau^{(0,125+0,0042\beta)}}, \text{ với } \beta \text{ tính bằng độ} \quad (6.23)$$

Sức cản tàu lướt được tính trên cơ sở các hệ số thủy động lực tính cho tấm làm vỏ tàu. Nếu ký hiệu Δ - trọng lượng tàu tại chế độ khai thác, công thức tính sức cản vỏ tàu lướt tương tự công thức (6.19).

$$R = (C_F + \Delta C_F) \frac{1}{2} \rho v^2 \cdot S + \Delta \tau \quad (6.24)$$

Trong công thức cuối các đại lượng phải tìm gồm diện tích mặt ướt S , chiều dài trung bình mặt ướt đó và góc tấn τ . Để xác định các đại lượng này có thể tìm hệ số λ tương ứng trên đồ thị 6.14 nhờ các thông số đã biết.

$$Fn_B = \frac{v}{\sqrt{gB}}; \quad m_D = \frac{l_D}{B} \quad (6.25)$$

Từ đồ thị có thể đọc được giá trị τ/C_{Lb} . Từ công thức (6.21) dành cho C_{Lb} tính trở lại τ . Khi đã có cặp giá trị xác định λ_0, τ_0 cho tấm phẳng, sẽ tiến hành tính các hệ số tương đương cho tấm trên vỏ tàu nhờ công thức hiệu chỉnh. Một trong những công thức hiệu chỉnh có dạng:

$$\lambda = \lambda_0^{0,8} \frac{1}{\cos \beta} [1 - 0,29(\sin \beta)^{0,28}] [1 + 1,35(\sin \beta)^{0,44} \frac{m_D}{\sqrt{Fn_B}}] \quad (6.26)$$

$$\tau = \tau_0 + \frac{0,15(\sin \beta)^{0,8}}{(Fn_B)^{0,3}} \cdot \frac{1 - 0,17\sqrt{\lambda \cos \beta}}{\sqrt{\lambda \cos \beta}} \quad (6.27)$$

trong công thức λ_0, τ_0 chỉ các hệ số dầm cho tấm.

6.2.3 Công suất cần thiết

Công suất kéo *EHP* tính bằng tích (sức cản \times vận tốc), trong hệ *SI*:

$$EHP = R \cdot v \quad (6.28)$$

với R trong kN , v bằng m/s , còn *EHP* tính bằng kW .

Theo truyền thống của những người đóng tàu, công suất kéo đo bằng sức ngựa (mã lực), tính bằng công thức:

$$EHP = R \cdot v / 75 \quad (6.29)$$

trong đó R - tính bằng kG , v bằng m/s , còn *EHP* tính bằng sức ngựa.

Lưu ý, điểm cách biệt nhỏ giữa hệ thống đo châu Âu và hệ thống Anh - Mỹ, sức ngựa theo cách hiểu của châu Âu thường ký hiệu bằng tiếng Đức *PS* (viết tắt từ chữ *Pferdestärke*) hoặc bằng tiếng Pháp *CV* (*Chevaux*) tính theo biểu thức $Rv/75$, còn sức ngựa theo quan niệm của người Anh và Mỹ $1 HP = R \cdot v / 76$.

Theo cách hiểu của châu Âu hay của thế giới còn lại, ngoài Anh - Mỹ, công thức tính EPS còn được viết dưới dạng:

$$EPS = C_T \cdot \frac{1}{2} \rho \cdot \frac{v^3 \cdot S}{75} \quad (6.30)$$

trong đó C_T - hệ số cản vỏ tàu.

Nếu diện tích mặt tiếp nước S (mặt ướt) của vỏ tàu tỷ lệ với đại lượng $V^{2/3}$, hoặc tỷ lệ với $D^{2/3}$, công thức cuối có thể viết thành:

$$EPS = \frac{v^3 \cdot D^{2/3}}{C_E} \quad (6.31)$$

Hệ số C_E thường được gọi là hệ số hải quân, được dùng rất phổ biến trong thiết kế tàu. Như vậy, thay vì phải mải mê nghiên cứu sức cản R của tàu, trong thiết kế tàu người ta tập trung suy nghĩ về việc xác định công suất máy tàu để đưa tàu đạt vận tốc đã định.

Phương pháp tính sức cản mang tên *E.E. Papiel* được biểu thị bằng công thức tính EPS :

$$EPS = \frac{D}{L} \cdot \frac{v^3}{C_o} \quad (6.32)$$

Giữa C_o và C_E có mối quan hệ: $C_E = C_o \cdot \frac{1}{\sqrt[3]{D}}$;

Công suất dẫn đến chân vịt tính bằng công thức:

$$P = \frac{R \cdot v}{\eta_o \eta_t} \quad (6.33)$$

với các hệ số η_o , η_t tính đến hiệu suất động lực, ảnh hưởng đường trục, hộp số...

Công suất cần thiết cho tàu để đạt tốc độ yêu cầu hoặc đạt sức kéo đặt ra tính theo công thức dạng chung:

$$P = \frac{\Delta^m v^n}{C_{mn}} \quad (6.34)$$

trong đó $\Delta \equiv D$ - lượng chiếm nước của tàu, v - vận tốc tàu. C - hằng số, tính theo công thức kinh nghiệm hoặc từ dữ liệu thống kê.

Với tàu vận tải sức chở DW dưới 6000t, vận tốc dưới 23 HU/h , công thức tính P có dạng:

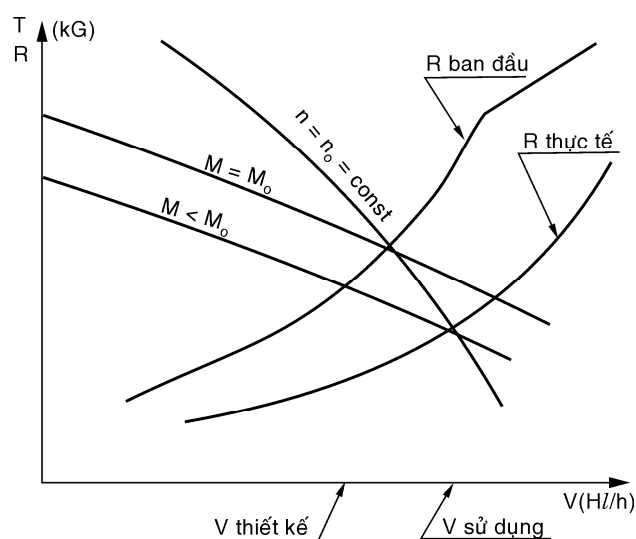
$$P = \frac{\Delta^{0,468} v^{3,4}}{124,5 \pm 8,5} \quad (6.35)$$

Công suất cần cho tàu đánh cá làm nghề kéo (*trawler*) tính theo công thức:

$$P = \frac{1}{\eta_o} \cdot \frac{\Delta^{1/3} v^{4,5}}{1270 \pm 137} \quad (6.36)$$

6.3 THIẾT BỊ ĐẨY TÀU

Thiết kế máy đẩy tàu là phần không tách rời của thiết kế tàu. Người đọc có thể tham khảo tài liệu thiết kế, các giải thuật do người viết soạn cùng chương trình khi thực hành thiết kế tàu. Tài liệu tính giới thiệu trong phần này trình bày cách thiết kế chân vịt nhóm *B-Wageningen*, số cánh từ 3 đến 5. Với tàu kéo và các tàu thiên về kéo nên sử dụng chân vịt *Kaplan* trong ống đạo lưu do bể thử *Wageningen* công bố. Chi tiết về các loại chân vịt xuất xứ từ *Netherlands* đề nghị xem trong “Lý thuyết tàu, Tập II”, NXB ĐHQG TP HCM, 2004.



Hình 6.16 Thiết kế chân vịt theo máy diesel

Khi thiết kế máy đẩy cần giữ lại một lượng dự trữ lực đẩy để phòng những trường hợp tàu phải làm việc trong những điều kiện nặng hơn thông thường. Để làm theo hướng này cần xác định đầy đủ các yếu tố môi trường ảnh hưởng đến sức cản vỏ tàu và tàu nói chung trong các điều kiện làm việc. Sức cản bổ sung này, tức là sức cản ngoài giá trị đã tính cho thân tàu tính trong điều kiện lý tưởng, được đưa vào đường cong sức cản ngay trong giai đoạn thiết kế máy đẩy. Kết quả thống kê cho biết, sức cản gán thêm theo dạng này phải đạt 20% - 30% R . Như vậy, khi thiết kế chân vịt cánh cố định, chân vịt này phải làm việc trong những điều kiện “nặng” hơn nhiều so với điều kiện thực mà nó phải gánh chịu trong những chuyến thử đầu tiên. Điều chắc chắn là, khi đã thiết kế cho chế độ “nặng” chân vịt không thể đẩy tàu chạy nhanh nhất trong chuyến thử mặc dầu nó vẫn sử dụng đầy đủ công suất máy chính và quay ở tần suất định mức. Cũng chân vịt ấy khi làm việc trong chế độ thực, “nhẹ” hơn điều kiện tính toán, ví dụ trong những chuyến khai thác đầu tiên vỏ tàu còn lóng, hoặc khai thác trên tuyến đường ít sóng, gió, dòng chảy... sức cản vỏ tàu nhỏ hơn giá trị tính toán, tốc độ tàu có khả năng lớn hơn tốc độ thử. Trong khi khai thác trong điều kiện “nặng” gần như tính toán, chân vịt tàu vẫn đủ khả năng đưa tàu tiến với vận tốc không thua vận tốc thử. Cách làm này phù hợp cho các tàu trang bị máy *diesel*. Sơ đồ hoạt động chân vịt dạng thứ hai này được trình bày tại

hình 6.16. Trên đồ thị này, các đường cong trình bày lực đẩy chân vịt $T = f(v)$ xây dựng cho chế độ momen quay của máy M_o tại chế độ định mức, n - vòng quay định mức máy chính.

Quan hệ giữa máy chính - vỏ tàu - chân vịt

Với máy *diesel*, momen quay máy có thể tạo ra trong mỗi vòng quay của trục cơ phụ thuộc vào áp lực buồng đốt nhiên liệu, và momen này không phụ thuộc vào số vòng quay máy. Theo cách đó công suất máy *diesel* bằng tích của momen quay và vận tốc quay sẽ là hàm tuyến tính của tốc độ quay n . Trong hệ tọa độ tốc độ quay n và công suất máy, độ lớn các đường công suất phụ thuộc vào giá trị momen quay tại chế độ đang làm việc của máy. Trong hệ thống đo metric công thức tính công suất máy có dạng:

$$P = \frac{M \cdot (60n)}{716,2}, \text{ tính bằng (PS)} \quad (6.37)$$

trong đó: M - momen quay của máy, tính bằng $kG \cdot m$

n - tốc độ quay, tính bằng *vòng/giây*.

Mặt khác, để quay được trong nước với tần suất quay n , chân vịt cần momen quay Q , do máy cấp, tính theo công thức:

$$Q = K_Q \cdot \rho n^2 D^5 \quad (6.38)$$

Như chúng ta có dịp tìm hiểu đặc tính chân vịt, hệ số K_Q của chân vịt phụ thuộc vào độ xoắn của cánh, cụ thể hơn phụ thuộc vào tỉ lệ H/D , vào hệ số tốc độ tiến $J = V_p/nD$ và các yếu tố khác.

Với trường hợp $J = \text{const}$, khi H/D tăng, hệ số K_Q tăng.

Với chân vịt có tỉ lệ bước xoắn không đổi $H/D = \text{const}$, tại vận tốc tiến $J_0 = 0$, K_Q đạt giá trị lớn nhất, sau đó khi J tăng, hệ số momen này giảm dần cho đến 0 như đã trình bày tại sách “Lý thuyết tàu” đã dẫn.

Chân vịt theo chế độ chạy tự do

Theo chế độ chạy tự do (*free running*), để chỉ ở chế độ này, chân vịt tiếp nhận công suất do máy chính cấp ở chế độ định mức, khi momen quay máy đang ở chế độ định mức, vòng quay máy định mức, tạo lực đẩy lớn nhất, thắng sức cản vỏ tàu, đưa tàu tiến với vận tốc $v_{\text{khai thác}}$ nhanh nhất. Thông thường điều kiện làm việc của tàu được chọn khi thiết kế chân vịt theo chế độ chạy tự do là điều kiện trung bình theo thống kê. Sức cản tàu được xác định trong điều kiện tiêu chuẩn đó. Các hệ số ảnh hưởng đến hiệu suất chân vịt như hệ số dòng theo, lực hút tính theo tình trạng của tàu tại điều kiện tiêu chuẩn.

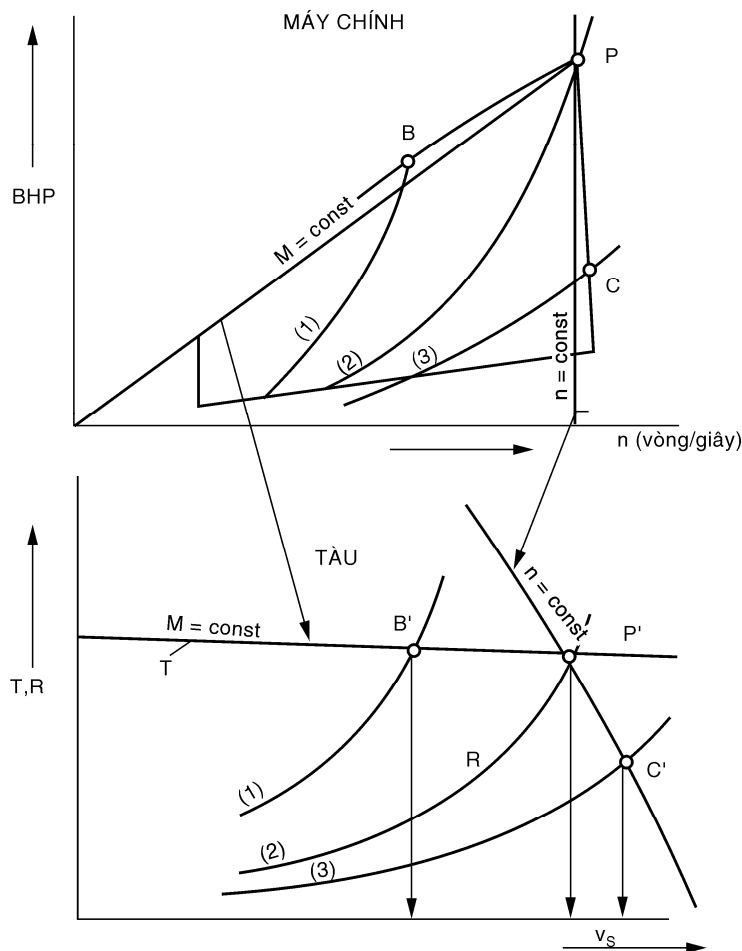
Trong phạm vi tốc độ tàu từ 0 đến tốc độ khai thác công suất mà máy chính có thể cấp cho chân vịt dọc trên đường đặc tính ngoài của máy. Công suất máy trong giai đoạn này có thể xét như hàm tỉ lệ thuận với vòng quay máy chính. Sau khi đạt các giá trị định mức (điểm P trên đồ thị hình 6.17), công suất máy phục

tùng đường điều khiển, theo đó vòng quay không vượt quá giới hạn cho phép. Trong trường hợp này, chân vịt làm việc theo chế độ $n = \text{const}$, trong khi công suất được cấp nhỏ hơn công suất định mức.

Trường hợp tàu phải làm việc trong điều kiện nặng hơn, ví dụ khi đi ngược dòng nước, khi sóng và gió trên biển lớn hơn giá trị tính toán ban đầu..., đường cong sức cản của tàu tăng nhanh hơn so với điều kiện tiêu chuẩn, chân vịt phải thay đổi chế độ làm việc. Điểm làm việc ổn định của chân vịt bị dời đến điểm B trên đồ thị, tại đây chân vịt chỉ có thể nhận công suất thấp hơn định mức, còn vòng quay máy lớn nhất trong điều kiện này sẽ nhỏ hơn giá trị định mức. Vòng quay chân vịt tương ứng với vòng quay này của máy sẽ là vòng quay để chân vịt làm việc trong điều kiện nặng tải.

Trường hợp tàu khai thác trong những điều kiện thuận lợi, ví dụ khi nhẹ tải, tàu chạy xuôi dòng nước, xuôi gió hoặc biển không sóng, gió..., chân vịt làm việc theo chế độ $n = \text{const}$ với giá trị n định mức. Khai thác ở chế độ này, chân vịt không đòi hỏi được cấp đủ 100% công suất song vẫn đáp ứng được đòi hỏi thực tế.

Quan hệ giữa máy chính, nguồn cấp năng lượng, và chân vịt tàu - nguồn tiêu thụ năng lượng có thể thấy rõ trên hình 6.17.



Hình 6.17 Quan hệ giữa máy - vỏ - chân vịt trong thiết kế chân vịt theo chế độ chạy tự do

Thủ tục thiết kế chân vịt theo chế độ chạy tự do, đường kính chân vịt không bị hạn chế:

- Chuẩn bị dữ liệu về máy tàu, vỏ tàu.
- Cần thiết có đường cong sức cản vỏ tàu $R = f(Vs)$, tính theo các phương pháp đủ độ tin cậy,
- Thông tin cần thiết về máy chính: công suất định mức BHP , tần suất quay ứng với trường hợp công suất liên tục, lớn nhất của máy,
- Thông tin về hệ trục tàu: kiểu hộp số, tỉ số truyền,
- Các hệ số liên quan đến tác động qua lại giữa vỏ tàu và chân vịt.

Thông số cần giải:

- Thông số hình học chân vịt: $D, H/D, a_e, \eta_p$.
- Tốc độ tàu lớn nhất.

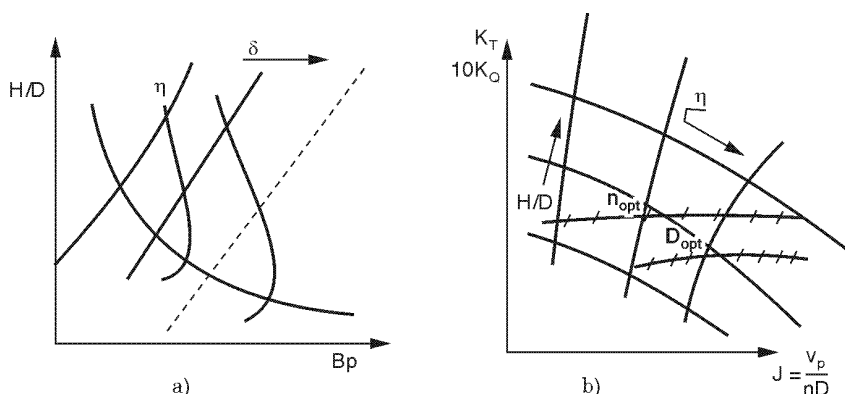
Trong trường hợp này thuận tiện hơn cả nếu dùng đồ thị *Taylor* B_p - δ hoặc đồ thị *Papmiel* K_Q - J để xác định chân vịt tối ưu. Thứ tự tiến hành theo phương pháp thử lần lượt như sau.

Giả sử, với máy chính đã chọn, với cỡ tàu đã có, khi lắp chân vịt với số cánh đã định, tàu có thể khai thác ít nhất tại vận tốc V_1 nào đó. Giá trị V_1 không nhất thiết phải sát thực tế trong lần chọn đầu tiên. Từ V_1 bắt đầu tính giá trị của B_p theo công thức đang được sử dụng, ví dụ trong hệ thống đo Anh - Mỹ có thể sử dụng công thức:

$$B_p = \frac{N}{v_a^2} \cdot \sqrt{\frac{P_D}{v_a}} \quad (6.39)$$

trong đó: $N = 60n$; P_D - công suất dẫn đến chân vịt; v_a - vận tốc tiến của tàu.

V_1 thay vào vị trí v_a khi tính.



Hình 6.18 Sử dụng đồ thị B_p - δ (trái) và đồ thị *Papmiel* (phải)

Khi sử dụng đồ thị *Papmiel* các đơn vị đo đều dùng theo hệ *metric*, Kn tính theo công thức $Kn = \frac{v_p}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt[4]{\frac{v_p}{P_D}}$. Trong công thức này V_1 thay vào vị trí v_p khi bắt đầu tính.

Với vận tốc đã chọn tiến hành tính các đặc trưng hình học theo thứ tự:

Trong hệ thống B_p - δ :

- Tìm giá trị tối ưu của δ trên đường tối ưu $\delta_{opt} = f(B_p)$;
- Từ biểu thức $\delta = \frac{N \cdot D}{v_a}$ xác định đường kính chân vịt D .
- Trên đồ thị đọc giá trị của $H/D = f(B_p, \delta)$ và $\eta_p = F(B_p, \delta)$;
- Tính lực đẩy của chân vịt.

Quá trình trên được minh họa tại hình 6.18a.

Trong hệ thống đồ thị Papieml:

- Tìm giá trị tối ưu của J trên đường tối ưu $J_{opt} = f(Kn)$;
- Từ biểu thức $J = \frac{v_p}{n \cdot D}$ xác định đường kính chân vịt D .
- Trên đồ thị đọc giá trị của $H/D = f(Kn, J)$ và $\eta_p = F(Kn, J)$;
- Tính lực đẩy của chân vịt.

Quá trình trên được minh họa tại hình 6.18b.

Bảng 6.4 Thiết kế chân vịt theo chế độ chạy tự do

Dựa vào đồ thị Taylor		Dựa vào đồ thị Papieml	
Ký hiệu & công thức	Đơn vị	Ký hiệu & công thức	Đơn vị
V_s	HL/h	V_s	HL/h
$V_a = V_s (1 - w)$	HL/h	$V_p = 0,5144 V_s (1 - w)$	m/s
$B_p = \frac{60n}{V_a^2} \cdot \sqrt{\frac{P_D}{V_a}}$	-	$K^n n = \frac{V_p}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt[4]{\frac{V_p}{P_D}}$	-
$\delta_{opt} = f_1(B_p)$	-	$J_{opt} = f_1(K^n n)$	-
$\delta = (0,94 \div 0,96) \cdot \delta_{opt}$	-	$J = \frac{1}{(0,94 \div 0,96)} J_{opt}$	-
$D = \frac{0,305 V_a \delta}{60n}$	m	$D = \frac{V_p}{J \cdot n}$	m
$\frac{H}{D} = f_2(B_p, \delta)$	-	$K_Q = \frac{11,936 P_D}{\rho \cdot n^3 D^5}$	-
$\eta_p = f_3(B_p, \delta)$	-	$\frac{H}{D} = f_2(J, K_Q)$	-
$T = \frac{75 \cdot P_D \eta_p}{0,515 \cdot V_a}$	kG	$\eta_p = f_3(J, K_Q)$	-
$T_e = T (1 - t)$	kG	$T = \frac{75 \cdot P_D \eta_p}{V_p}$	kG
		$T_e = T (1 - t)$	kG

So sánh lực đẩy T từ kết quả tính với sức cản vỏ tàu tại vận tốc V_1

$$\Delta T = \text{lực đẩy của chân vịt} - \text{sức cản } R = f(V_1)$$

Nếu giá trị tuyệt đối của ΔT đủ nhỏ, có thể coi đã chọn được chân vịt thỏa mãn yêu cầu và được phép dùng phép tính. Trường hợp ΔT còn mang giá trị lớn về phía âm hay dương, cần tiếp tục phép thử bằng cách tăng hoặc giảm tốc độ một lượng ΔV để chuyển từ V_1 sang vị trí V_2 . Các phép tính tiếp tục cho V_2 , và nếu cần tiếp tục $V_3, V_4...$ đến khi đạt tiêu chuẩn về sai số đã đề ra.

Sơ đồ thiết kế dựa vào đồ thị *Taylor* trình bày bên trái, còn dựa theo đồ thị *Papmiel* trình bày bên phải hình 6.18.

6.4 TỐC ĐỘ TỐI HẠN VÀ TỐC ĐỘ KINH TẾ CỦA TÀU

Khi thiết kế tàu chở hàng, tàu khách chúng ta cố gắng đạt giá trị hệ số C_B lớn nhất, trong điều kiện có thể được. Trong điều kiện *L.B.T* của tàu không đổi, C_B lớn đưa lại lớn, khả năng chở hàng của tàu lớn theo. Tuy nhiên, khi hệ số C_B lớn lên kéo theo hiện tượng tăng công suất máy chính, máy phụ, có khả năng làm giảm tính kinh tế của tàu.

Ngoài hệ số đầy thân tàu, nhiều tham số khác liên quan thân tàu tham gia vào việc thay đổi sức cản vỏ tàu và theo đó thay đổi công suất cần thiết cho hoạt động của tàu. Những tham số có tác động lớn có thể kể đến là vị trí tâm nổi dọc tàu, tỷ lệ chiều dài và chiều rộng tàu, hệ số đầy lạng trụ, vị trí mặt cắt lớn nhất của tàu.... Thể hiện thay đổi sức cản hoặc công suất máy đẩy tàu chúng ta sẽ xét trên đường cong sức cản hoặc đường công suất cần thiết cho máy đẩy tàu. Các đường cong này trên các tàu khác nhau đều có đặc tính chung, bắt đầu từ giá trị nhất định của vận tốc tàu, sức cản tàu tăng rất nhanh khi tăng vận tốc. Với tàu đầy, hệ số C_B lớn, bước ngoặt này xảy ra ở vùng vận tốc thấp. Điểm xảy ra bước ngoặt, tính bằng vận tốc tuyệt đối hay vận tốc tương đối (số *Froude*), chúng ta gọi là đó là vận tốc giới hạn.

Sử dụng các công thức tính sức cản đã đề cập chúng ta có thể khái quát đường cong sức cản vỏ tàu dạng $R = f(v)$ như sau.

Công thức tính sức cản vỏ tàu không có chi tiết lồi có thể biểu diễn dạng hàm bậc cao hơn 2 của vận tốc tàu, tùy thuộc chế độ khai thác:

$$R_{v0} = K_1 v^{2+\xi} \quad (6.40)$$

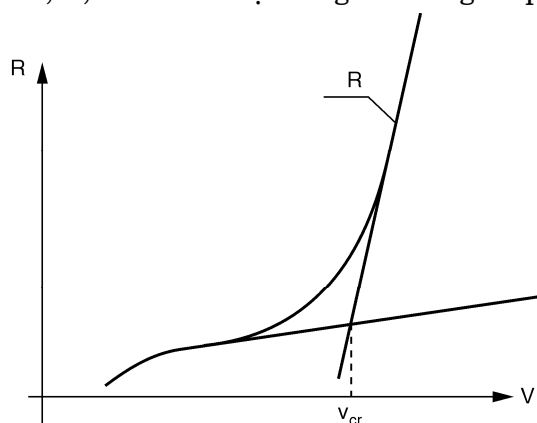
Sức cản vỏ tàu cùng các chi tiết lồi có dạng tương tự $R_{v0} = K_2 v^{2+\xi}$.

Công suất cần thiết để máy đẩy hoạt động trong những điều kiện vừa nêu sẽ có dạng:

$$P_e = K_3 v^{3+\xi} \quad (6.41)$$

Trong ba công thức cuối các hệ số K_j , $j = 1, 2, 3$ nêu rõ độ lớn góc đường tiếp tuyến đến đường cong. Trong cả ba công thức miêu tả đường cong sức cản hoặc công suất cần thiết, theo hàm v - vận tốc tàu đó chúng ta có thể xác định được giá trị v mà sau đó đường cong tăng nhanh. Vận tốc vừa xác định gọi là vận tốc giới hạn.

Một trong những cách xác định vận tốc giới hạn đang được dùng với độ tin cậy cao là tìm cách xác định giao điểm của hai tiếp tuyến đến đường cong sức cản tàu, như thể hiện tại hình 6.19. Hệ số sức cản được tính theo công thức.



Hình 6.19 Tốc độ giới hạn

$$C_R = \frac{R}{(1/2)\rho A v^2} = f\left(\frac{Fn}{C_p^{1/2}}\right) \quad (6.42)$$

trong đó: ρ - mật độ nước; A - diện tích mặt ướt.

6.5 DỰ TRỮ CÔNG SUẤT. HỆ SỐ SỬ DỤNG TỐC ĐỘ

Vận tốc khai thác của tàu thông thường được xác định với lượng nhỏ hơn vận tốc giới hạn. Với vận tốc nhỏ hơn giới hạn, chi phí năng lượng để đẩy tàu sẽ không quá lớn. Theo ý kiến của những nhà nghiên cứu tàu châu Âu, vận tốc khai thác nên nhỏ hơn giới hạn khoảng từ 0,5÷1 HL/h . Theo ý kiến của *J. Kent* và *Van Lammeren* vận tốc khai thác tàu chạy chậm nên là:

$$v = v_{cr} - 1,0, HL/h$$

còn với tàu nhanh công thức cuối trở thành:

$$v = v_{cr} - 0,5, HL/h$$

Nếu xem xét vận tốc dạng số *Froude*, quan hệ tương tự sẽ như sau: với tàu chạy chậm $Fn/Fn_{cr} = 0,93$ khi $Fn = 0,18$ và $Fn/Fn_{cr} = 0,97$ khi $Fn = 0,25$.

Tại đây chúng ta cần làm quen với tiêu chuẩn định vận tốc kinh tế theo cách phát biểu của *Troost*⁽⁶⁾. Vận tốc kinh tế được coi là vận tốc của tàu trên nước tĩnh v , tính cho các điều kiện khai thác trung bình, tại chế độ sử dụng hết 80% công suất máy chính. Công thức của *Troost* có dạng

$$\frac{P_{0,8}}{P} = \left(\frac{v}{v_{still}}\right)^4 \quad (6.43)$$

Trong công thức v_{still} dùng chỉ vận tốc tàu trên nước tĩnh. Công thức trên đây được hiểu dưới dạng sau, nếu trong thành phần biểu thức vế trái chỉ chứa sức cản, trong đó $R_{0,8}$ - sức cản tàu khi sử dụng 80% công suất máy đẩy tàu.

⁽⁶⁾ Troost L., "A Simplified Method for Preliminary Powering of Single-Screw Merchant Ships", SNAME, 1957, Vol 105

$$\frac{R_{0,8}}{R} = \left(\frac{v}{v_{still}}\right)^3 \quad (6.44)$$

Nhận xét sau đây của *Troost* có ý nghĩa lớn khi chọn vận tốc kinh tế cho tàu. Trong phạm vi vận tốc đạt từ $0,9v_e$ đến v_e , v_e - vận tốc kinh tế, sức cản tàu tăng ít nhất theo hàm bậc 2,5, điều này có nghĩa rằng, với $v^* = 0,9v$, công suất cần thiết chỉ chiếm một tỷ lệ khiêm tốn

$$\frac{P^*}{P} = \left(\frac{v^*}{v}\right)^{3,5} = 0,69 \quad (6.45)$$

Nói cách khác khi vận tốc trong phạm vi đang đề cập chỉ tăng thêm 10%, công suất cần thiết phải đạt $1/0,69 = 1,45$ lần.

6.6 ĐƯỜNG HÌNH TÀU

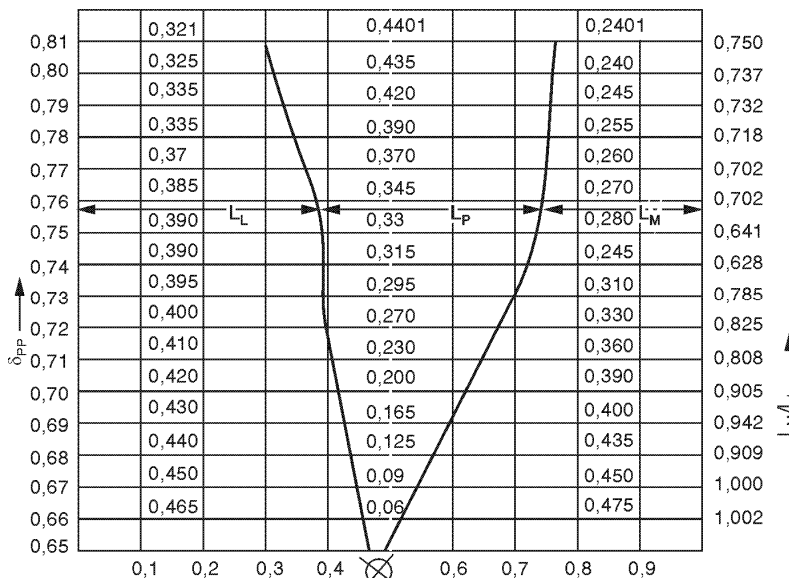
Đường hình tàu ảnh hưởng quyết định đến sức cản vỏ tàu lúc tàu chạy trong nước. Mặt khác đường hình tàu đóng vai trò lớn cho tính đi biển của tàu, đảm bảo tàu hoạt động êm, an toàn.

6.6.1 Phân bố diện tích các mặt sườn dọc tàu

Phân bố này ảnh hưởng trực tiếp đến sức cản tàu và bố trí không gian toàn tàu trong thiết kế. Phân bố này thường có dạng gần giống hình thang, cạnh đáy do chiều dài tàu quyết định, độ dốc hai cạnh bên quyết định phân bố diện tích sườn khu vực lái tàu và mũi tàu. Chiều dài cạnh trên của hình miêu tả chiều dài đoạn trụ khu vực giữa tàu. Nếu ký hiệu chiều dài đoạn lái L_L , chiều dài đoạn mũi L_M , chiều dài đoạn giữa L_P , chúng ta có thể viết:

$$L = L_L + L_P + L_M \quad (6.46)$$

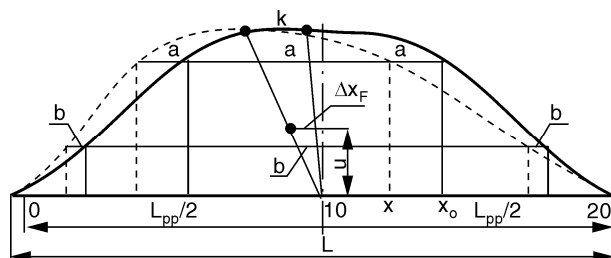
Các chiều dài trên trong thực tế được xét như hàm của hệ số đầy thể tích C_B . Một trong những phân bố chiều dài áp dụng cho tàu vận tải đi biển có dạng như tại hình 6.20.



Hình 6.20

Giá trị trình bày tại hình áp dụng cho tàu với tỷ lệ $L/B = 7$.

Tàu chạy nhanh chiều dài đoạn giữa sẽ ngắn, thậm chí có khi mất hẳn đoạn L_P trong phân bố, và tâm thể tích phần chìm lùi xa về sau.



Hình 6.21

Đường phân bố diện tích sườn dọc tàu, có dạng thường gặp như hình tiếp theo.

Từ phân bố trên chúng ta dễ dàng tính tâm của thể tích phần chìm, giới hạn bởi chính đường cong này. Tâm nổi phần chìm, với tàu chạy chậm nằm trước mặt cắt giữa tàu, với tàu chạy nhanh, lùi về sau.

Với phân bố xác định có thể tính chiều dài ống trụ, trên cơ sở phương trình thể tích.

$$V = C_B \cdot L \cdot B \cdot T = \frac{L+x}{2} \cdot B \cdot T \cdot C_M \quad (6.45)$$

$$\frac{L+x}{2} = \frac{L \cdot B \cdot T \cdot C_B}{B \cdot T \cdot C_M} = L \cdot C_P \quad (6.46)$$

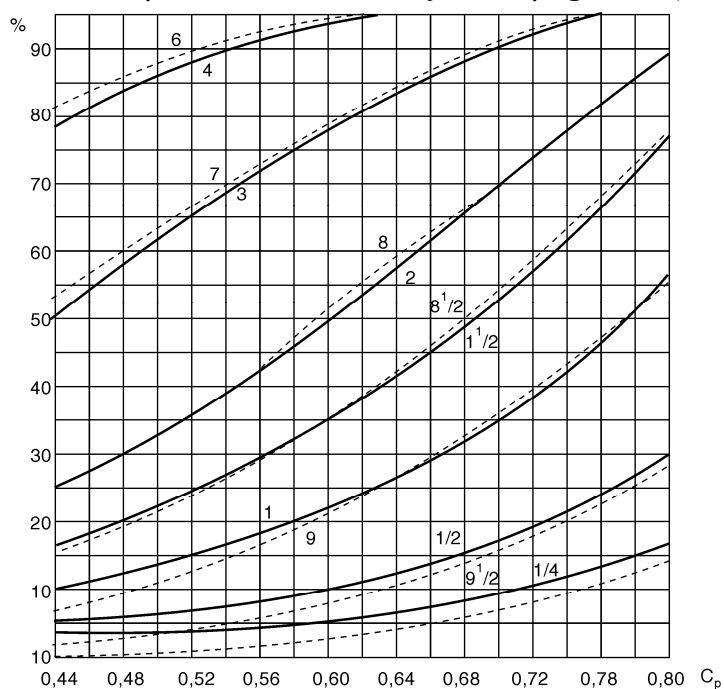
Vì rằng $L+x = 2L \cdot C_P$, có thể thấy

$$x = 2L \cdot C_P - L = L(2C_P - 1) \quad (6.47)$$

Tâm của bình hành, so với đường cơ bản tính cho trường hợp đang đề cập:

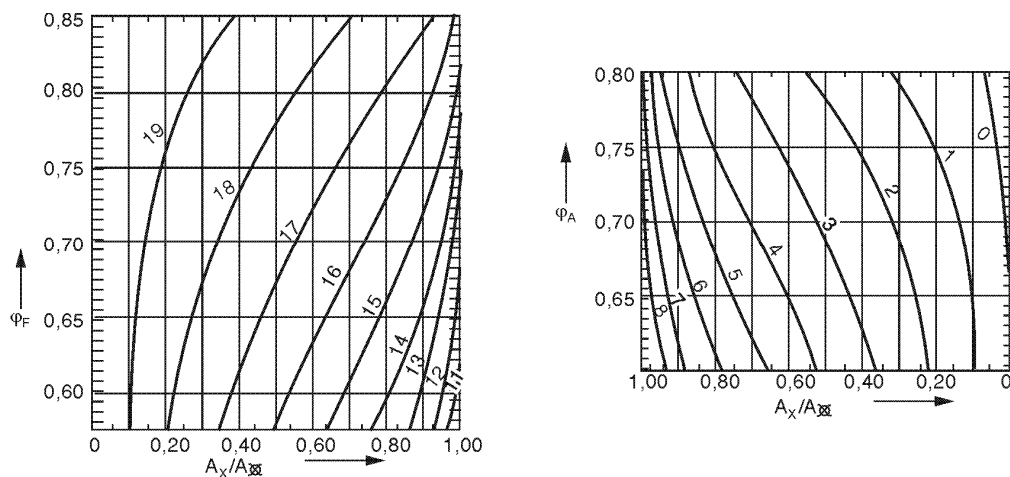
$$v_B = \frac{A_M}{3} \frac{(L+2x)}{(L+x)} = \frac{A_M}{3} \frac{[L+2L(2C_P-1)]}{L+L(2C_P-1)} = \frac{A_M}{3} \frac{4C_P-1}{2C_P} \quad (6.48)$$

Diện tích sườn cho loạt tàu tiêu chuẩn Taylor được giới thiệu tại hình 6.22.

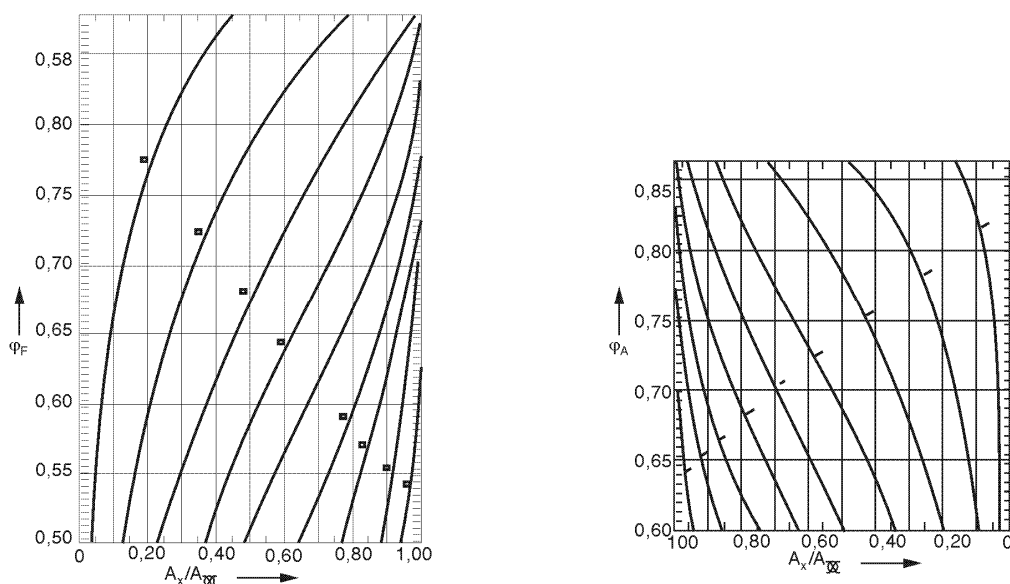


Hình 6.22 Diện tích sườn tàu thuộc seri Taylor

Trong các hình tiếp theo, chúng ta khảo sát diện tích sườn tàu một chân vịt (H.6.23) và tàu hai chân vịt (H.6.24) được *Lap* công bố, dựa vào kết quả thử nghiệm tại bể thử *Wageningen*. Bạn đọc lưu ý, trong các đồ thị của *Lap*, đường diện tích sườn mũi là hàm của hệ số đẩy lặn trụ mũi $C_{P,F}$, đường diện tích sườn phần lái phụ thuộc vào hệ số $C_{P,A}$. Các hệ số dạng này được trình bày rõ tại các trang kế tiếp.

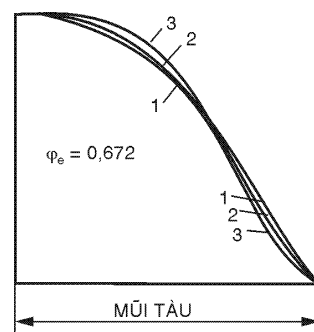


Hình 6.23 Diện tích sườn tàu một chân vịt



Hình 6.24 Diện tích sườn tàu hai chân vịt

Chúng ta thử xem xét một vài mẫu đường hình tàu đã được thử nghiệm trong thực tế. Tại hình 6.25, giới thiệu bố trí diện tích sườn phần mũi, ba dạng khác nhau cho tàu vận tải. Đường 1 đặc trưng phân bố “điều hòa”, đường 3 có độ “lõm” đáng kể ở phần gần trụ mũi, đường 2 *trung bình cộng* của hai đường đang kể. Đường 1 áp dụng cho tàu chạy chậm với số *Froude* trong khoảng $0,21 \div 0,22$. Tàu chạy nhanh hơn thường sử dụng đường dạng 2 với độ lồi không lớn lắm. Tàu chạy nhanh với $Fn > 0,3$ có thể dùng đường dạng 1 hoặc 2.

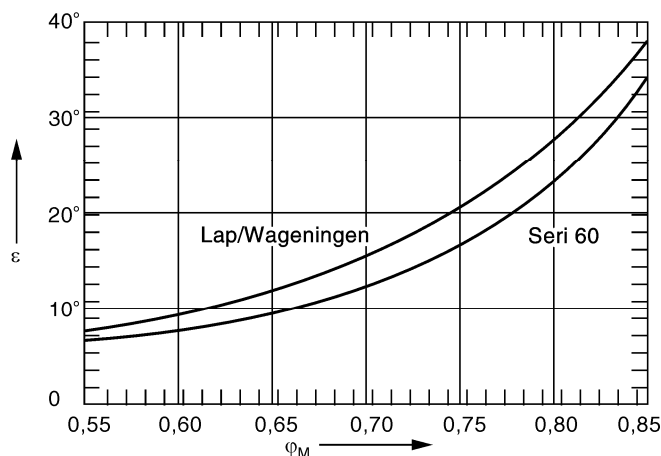


Hình 6.25

Đường nước dùng trên tàu cũng có dạng biến thiên gần giống đường phân bố diện tích sườn đang đề cập, có nghĩa có đường cong đều, đường lồi, lõm... Đường cong đều dùng cho tàu chạy chậm. Đường nước có độ bóp lớn tại khu vực mũi dùng cho tàu chạy nhanh, nhằm tránh hiện tượng tăng áp lực tại khu vực này.

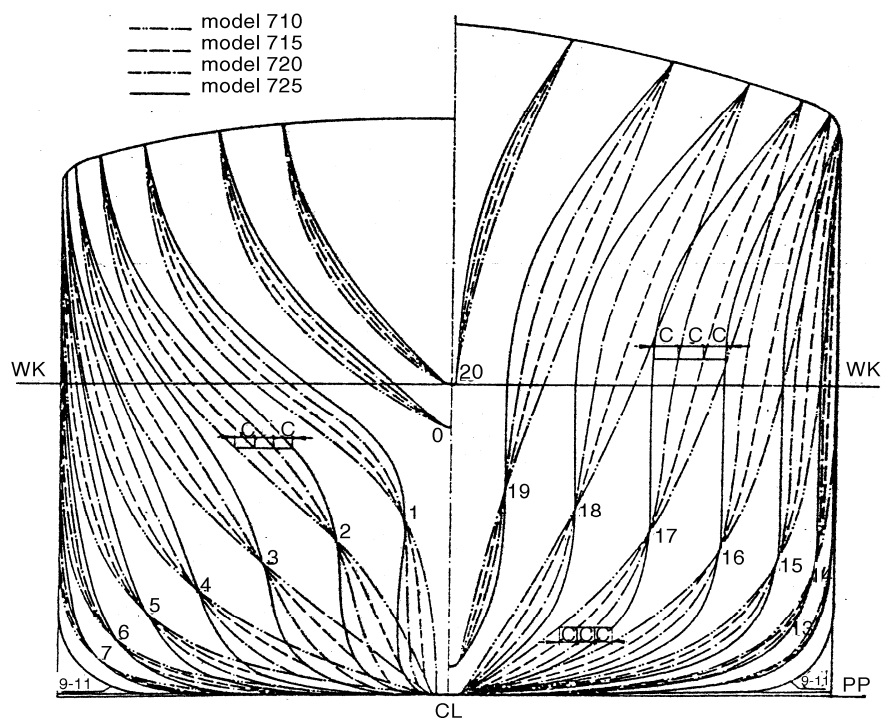
Để giảm sức cản vỏ tàu có thể sử dụng các dạng đường nước sau đây. Với $Fn < 0,16$ dùng đường nước “lồi”, $Fn = 0,16 \div 0,19$ đường “điều hòa”, $Fn = 0,19 \div 0,22$ đường “lõm”, $Fn = 0,22 \div 0,32$ đường “lõm vừa phải” còn với tàu nhanh hơn $Fn > 0,32$ sử dụng đường dạng điều hòa.

Góc rẽ nước tức góc mũi tại đường nước có ảnh hưởng không nhỏ đến sức cản tàu. Với tàu độ béo lớn, chạy chậm góc chẻ nước, tính cho mỗi mạn, đạt tới giới hạn $32 \div 36^\circ$. Góc này chỉ còn lại chừng $6 \div 8^\circ$ trên tàu chạy nhanh, khi $Fn = 0,30 \div 0,32$.



Hình 6.26 Góc rẽ nước mũi đường nước thiết kế

Dạng đường sườn tàu, giống như các đặc trưng khác, có ảnh hưởng không chỉ đến tính đi biển của tàu mà cả sức cản vỏ tàu. Tại hình 6.27 chúng ta có thể phân biệt bốn dạng đường sườn tàu vận tải của mô hình SSPA.



Hình 6.27 Đường sườn tàu vận tải thuộc seri SSPA

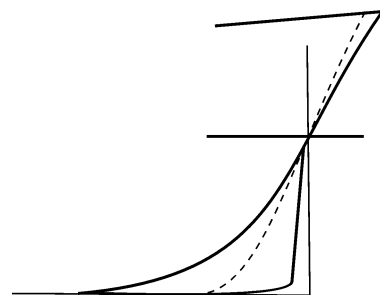
Từ hình vẽ, có thể phân biệt sườn hình chữ V, sườn chữ U và các sườn trung gian giữa hai kiểu đó. Tại phần mũi, sườn chữ V tương ứng với dạng đường nước lồi hoặc dạng đường nước điều hòa, chúng ta vừa đề cập. Sườn chữ U đi liền với hệ đường nước dạng lõm.

Sườn dạng chữ V có tác dụng giảm bớt biên độ lắc dọc trên sóng và như vậy làm cho vận tốc tàu ít bị tổn thất khi đi trên sóng.

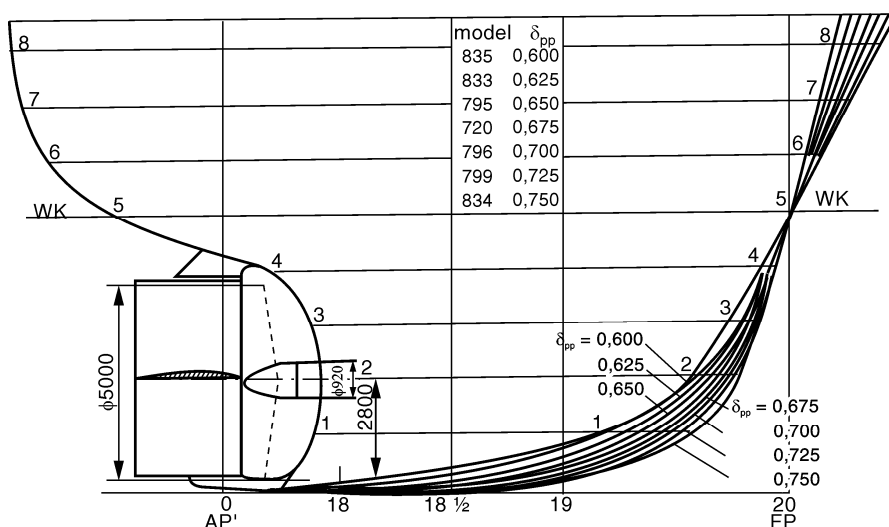
Tàu vận tải ngày nay, thường sử dụng sườn dạng chữ U hoặc chữ V trung bình tại phần mũi. Tàu ven biển có sườn ở khu vực mũi dạng loe rộng ở phía trên. Tàu đánh cá, ngược với tàu vận tải, sử dụng sườn chữ V tại khu vực đang đề cập. Một nguyên tắc chung đang được các tàu áp dụng là phải đảm bảo độ nở rộng phía trên các sườn mũi nhằm tránh nước đánh vào khu vực này của boong. Sườn bắt đầu nở từ đường nước thiết kế, đạt giá trị lớn nhất tại mép boong.

Tàu hiện đại sống mũi tại khu vực trên đường nước thiết kế nghiêng nhiều về phía trước. Góc nghiêng này đạt đến 15° – 30° .

Hình 6.29 giới thiệu lô mũi và lô lái tàu vận tải seri SSPA.

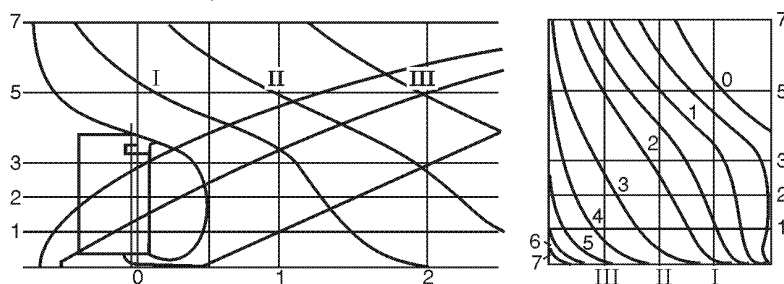


Hình 6.28 Các lô mũi tiêu biểu



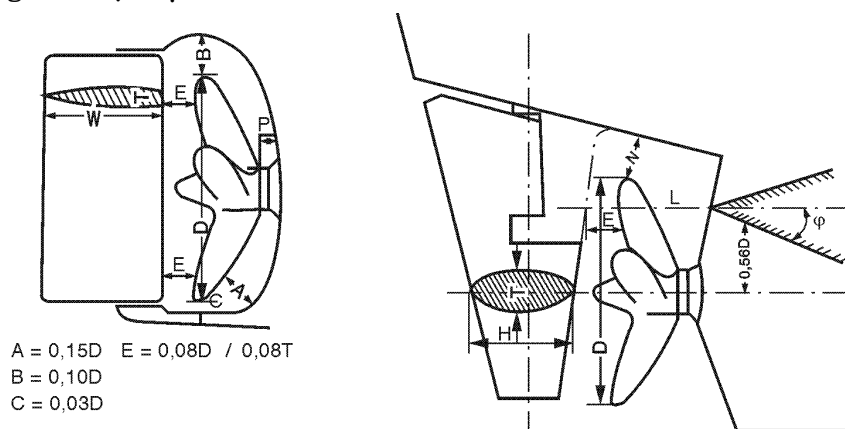
Hình 6.29

Trên tàu vận tải người ta sử dụng hai dạng vòm đuôi khác nhau. Dạng vòm đuôi kinh điển đi liền với đuôi tàu dạng tuần dương, còn trên tàu mới đóng sau này vòm đuôi ưu tiên cho việc bố trí vách đuôi vát.



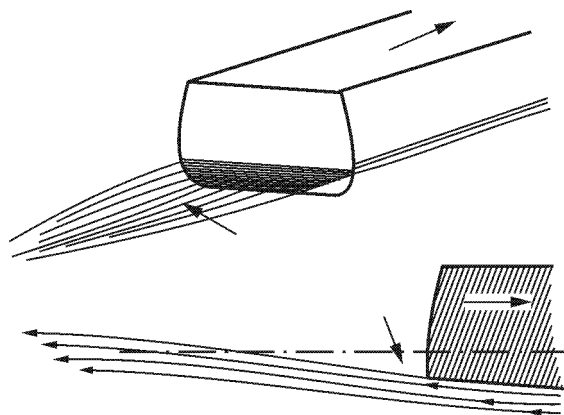
Hình 6.30 Đường hình tàu phần sau và vòm đuôi tàu vận tải

Yêu cầu cơ bản đối với vòm lái là, khoảng không phải đủ rộng nhằm tạo thuận lợi cho bố trí chân vịt tàu. Khe hở giữa các cánh chân vịt đến thành vỏ tàu trong khu vực này phải đảm bảo đủ rộng nhằm tránh các hiện tượng tích lực làm chấn động vòm đuôi và chấn động tàu. Các tiêu chuẩn cơ bản người thiết kế phải tuân theo được giới thiệu tại hình 6.31.



Hình 6.31 Vòm đuôi tàu và các khe hở bố trí chân vịt

Vách đuôi tàu đã có nhiều đổi thay trong quá trình phát triển. Sử dụng vách đuôi hợp lý làm giảm sức cản tàu, làm tăng diện tích phần boong sau tàu, tăng diện tích sử dụng, tạo thuận lợi cho người làm việc trên tàu và khách đi tàu. Vách đuôi tàu hiện đại có dạng khác với các tàu đóng trước đây. Nếu trước đây tàu chạy chậm chỉ sử dụng dạng đuôi tuần dương, ngày nay tàu vận tải chạy không nhanh đến tàu chạy nhanh đang sử dụng vách đuôi vát nhẹ về trước. Từ chuyên môn trong tiếng Anh gọi đây là *transom*, viết tắt *T*. Nhờ có mặt *transom*, dòng chảy sau tàu không bị dâng cao, năng lượng chỉ cho việc dâng nước ngoài ý muốn này được cắt giảm.



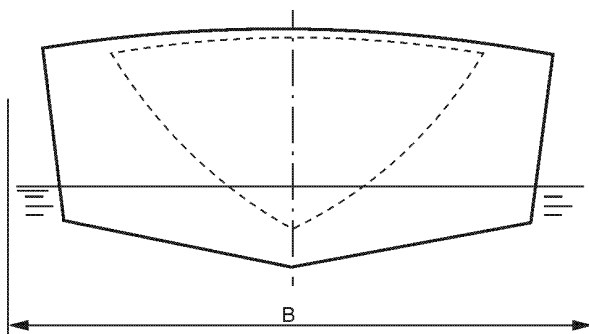
Hình 6.32

Vách *transom* ảnh hưởng đến chiều dài ảo của tàu

Có mặt vách đuôi *transom* làm cho việc tách dòng qui tụ chung quanh nó, và như vậy vô tình hay cố ý chúng ta đã kéo dài chiều dài hữu hiệu của tàu.

Với các tàu chạy nhanh, chiều chìm của vách đuôi nên tính theo công thức do *Saunders* đề nghị*

$$Fn_H = \frac{u}{\sqrt{g \cdot h_T}} = 4,0 \div 5,0 \quad (6.49)$$



Hình 6.33 Vách đuôi (*transom*) của tàu vận tải

Nếu nhận Fn_H khoảng 4,5, công thức tính h_T có dạng:

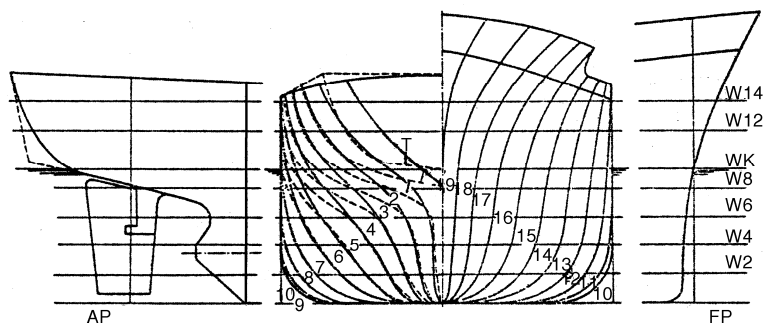
$$h_T = \frac{u^2}{200} \quad (6.50)$$

Có thể sử dụng công thức sau đây khi tính chiều chìm và chiều rộng vách đuôi dạng *transom*:

$$H_T \geq 0,25T; \quad B_T \geq (0,8 - 0,9)B \quad (6.51)$$

* Saunders H.E., "Hydrodynamics in Ship Design", NY, 1957

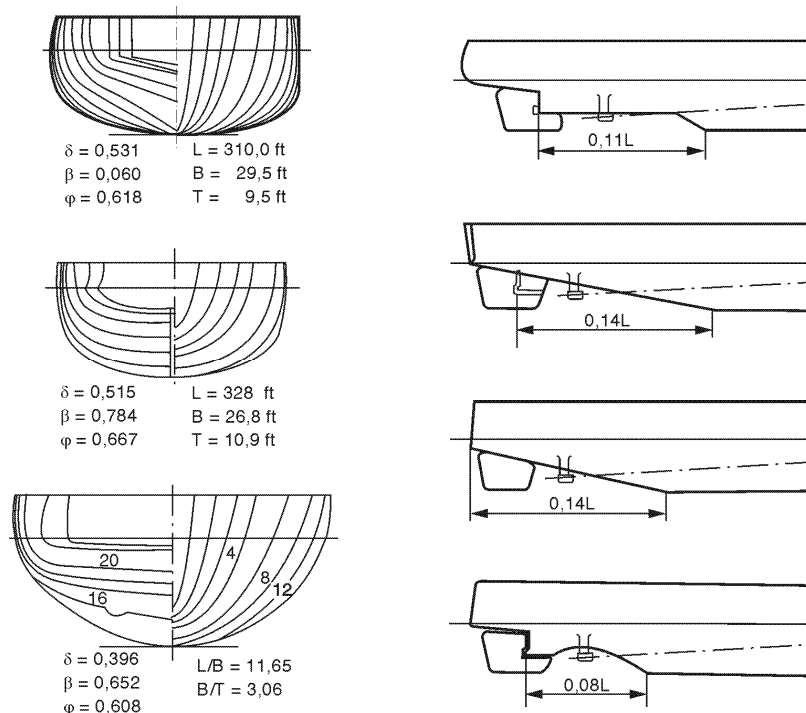
Hình 6.34 giới thiệu quá trình chuyển dịch từ đuôi kiểu kinh điển (đuôi tàu tuần dương) sang đuôi tàu hiện đại (vách đuôi T vát về sau). Tàu được giới thiệu tại hình dài $L_{pp} = 165m$, rộng $B = 23,60m$, chiều cao $H = 14,0m$, chiều chìm tàu $T = 9,34m$, lượng chiếm nước $D = 20500$ tấn. Mô hình tàu được thử nghiệm tại *Schiffbau-Versuchsanstalt, Rostock (Germany)*.



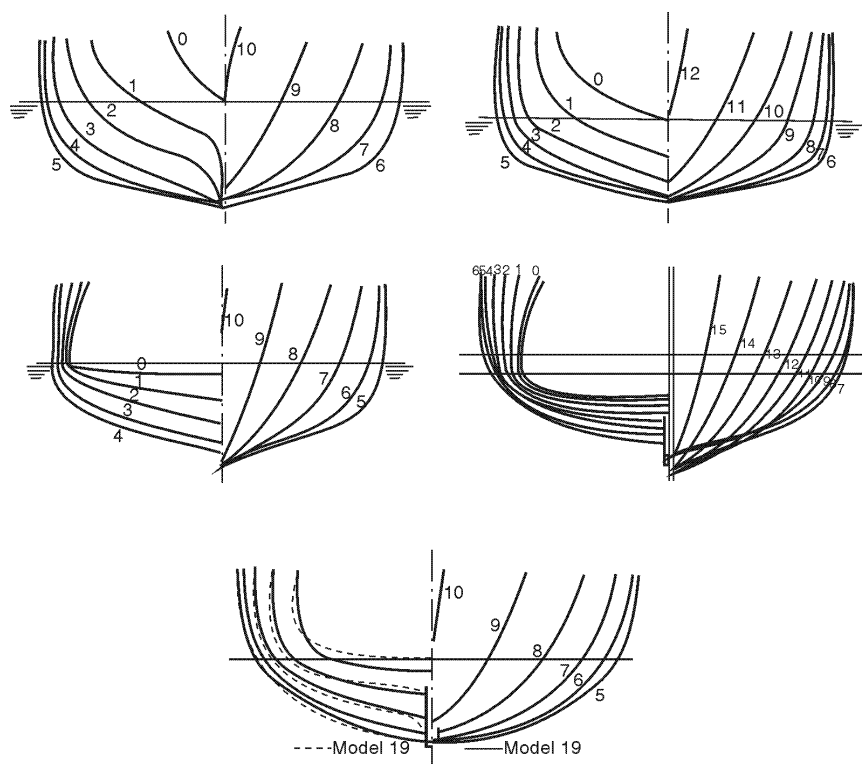
Hình 6.34 Đuôi tuần dương (đường liền) và transom (đường rời)

Một số giải pháp dùng đuôi tàu transom cho các tàu chạy nhanh trong quân sự được giới thiệu tiếp như tài liệu tham khảo.

Những tàu nhỏ, chạy nhanh sẽ được tìm hiểu trong chuyên đề riêng, tại đây chúng ta có thể để ý đến phần lái đặc trưng nhóm tàu này. Phần lớn tàu nhóm này sử dụng transom dưới nhiều hình thức khác nhau. Có thể thấy rõ, hình dáng transom của tàu thuyền nhỏ đặt “ngược” với transom tàu vận tải, cạnh dưới vách đuôi tàu nhỏ thường lớn hơn cạnh trên. Trên tàu vận tải, hình ảnh này được đảo lại. Hình dưới trình bày một số đường hình xuống chạy nhanh được đóng trong những năm năm mươi.



Hình 6.35 Vòm lái và transom trên tàu chiến tiêu biểu



Hình 6.36 Đường hình xuống nhỏ, chạy nhanh tiêu biểu

6.6.2 Sử dụng mũi hình “bóng đèn tròn” trên tàu

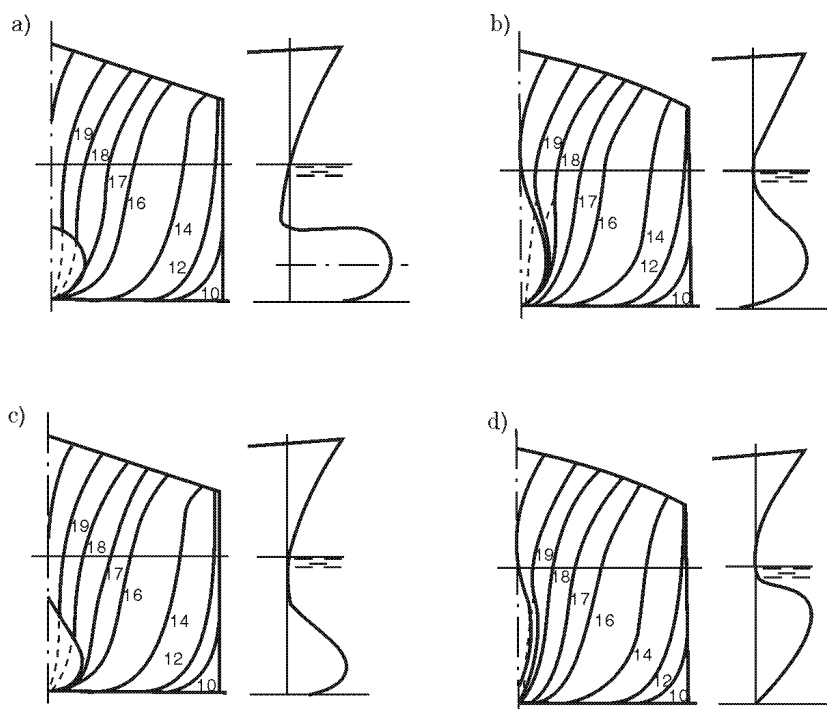
Kinh nghiệm sử dụng mũi tàu dạng đặc biệt này cho thấy, khi lắp thiết bị này lên tàu, sức cản tàu giảm khi tàu làm việc ở miền tốc độ $Fn = 0,25 \div 0,35$. Vận tốc tại đó mũi lạ thường này mang lại hiệu quả lớn nhất suy ra từ cách diễn giải trên là $Fn = 0,3$. Tuy nhiên cần nói cho rõ, số liệu đang đề cập chỉ áp dụng cho phần lớn tàu chứ không phải cho tất cả. Có những trường hợp, tàu chạy trong khu vực đang nêu, mặc dầu mũi tàu có trang bị “bóng đèn”, sức cản tàu vẫn rất lớn, tác dụng của vật lạ này không có nếu không nói có trường hợp ngược lại. Mặt khác, rất nhiều tàu chạy chậm với $Fn < 0,25$ khi có mặt “bóng đèn” này, sức cản giảm đáng kể.

Cấu hình của thiết bị lạ này rất đa dạng. Bốn kiểu trong họ này được trình bày tại hình 6.37.

Tài liệu phần này được trích từ bài báo đăng trên tạp chí *Schiffbauforschung*⁸, xuất bản năm 1968 tại *Germany*. Bốn dạng thông dụng có thể kể ra sau đây:

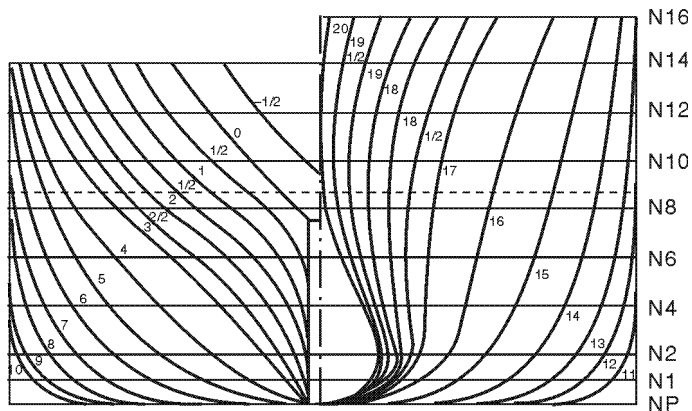
- g Ống trụ tròn hay còn gọi điếu xì gà, chiều dài từ 0 đến giới hạn nhất định.
- g Hình giọt nước, áp dụng cho một số sườn phía mũi.
- g Hình quả lê
- g Mũi tàu dạng Mayer.

⁸ Hahnel G. und Labels K.H., “Systematische Widerstandsuntersuchungen für schnelle Frachtschiffe mit und ohne Bugwulst”, Schiffbauforschung, N 3-4, 1968

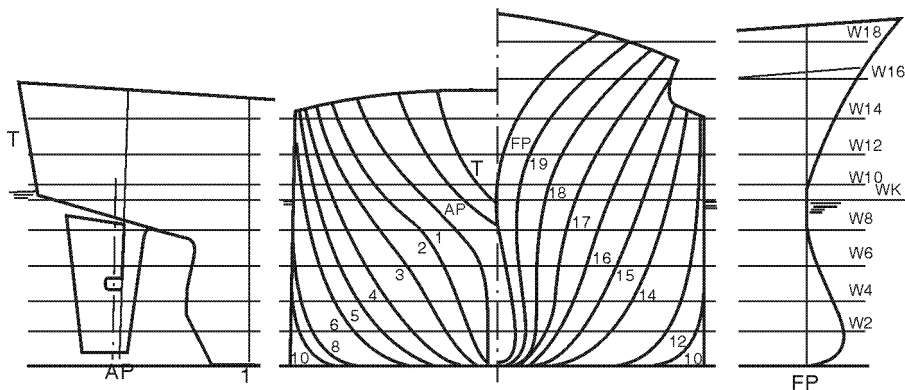


Hình 6.37 Bốn dạng đặc trưng kết cấu mũi

a) Ống trụ tròn (điều xì gà); b) Giọt nước; c) Quả lê; d) Kiểu Mayer SV



Hình 6.38 Đường sườn lý thuyết tàu cùng “bóng đèn tròn”



Hình 6.39 Đường hình tàu vận tải

Đường hình tàu cùng kết cấu mũi dạng đặc biệt đang nêu được trình bày đầy đủ tại các hình tiếp theo. Hình 6.38 giới thiệu đường sườn lý thuyết tàu khách được thí nghiệm từ những năm giữa thế kỷ XX. Hình 6.39 giới thiệu đường hình tàu vận tải “*Oriental Queen*” dài 148m.

Chúng ta quay lại vấn đề thiết kế kết cấu đặc biệt này. Kích thước đặc trưng của “*bóng đèn*”, “*giọt nước*” hay “*quả lê*” được thể hiện qua các đại lượng

Hệ số diện tích quả lê, tính bằng tỷ lệ giữa diện tích mặt cắt ngang a_b , qua mặt tiêu biểu của nó với diện tích mặt cắt giữa tàu A_M .

$$f = \frac{a_b}{A_M} \quad (6.52)$$

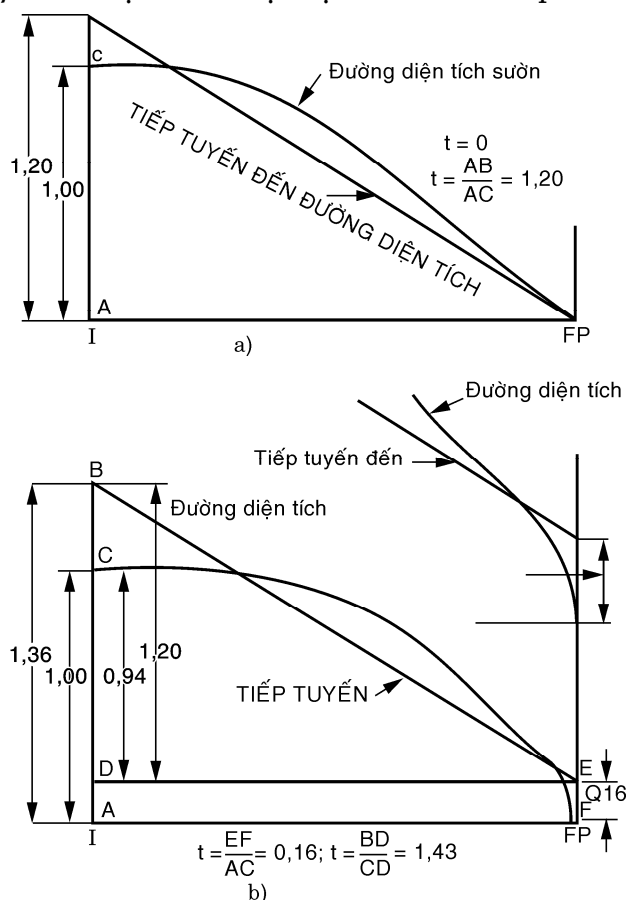
Độ nghiêng đường phân bố diện tích sườn khu vực mũi tàu

$$t = \frac{A_t - A_F}{A_M - A_F} \quad (6.53)$$

với: A_t - diện tích dọc trên đường tiếp tuyến đến đường phân bố diện tích sườn

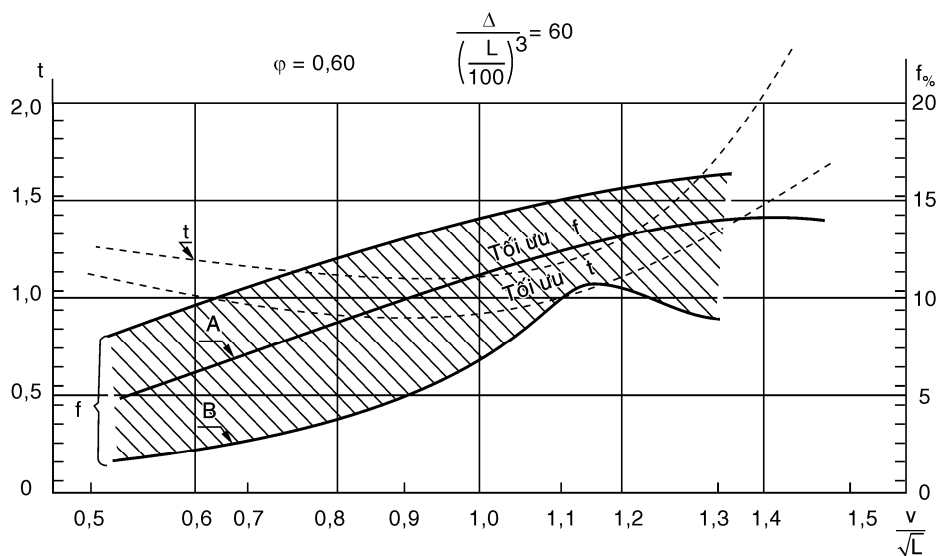
A_F - diện tích sườn dọc tại trụ trước.

Cách xác định f và t được minh họa tại hình 6.40 tiếp theo.

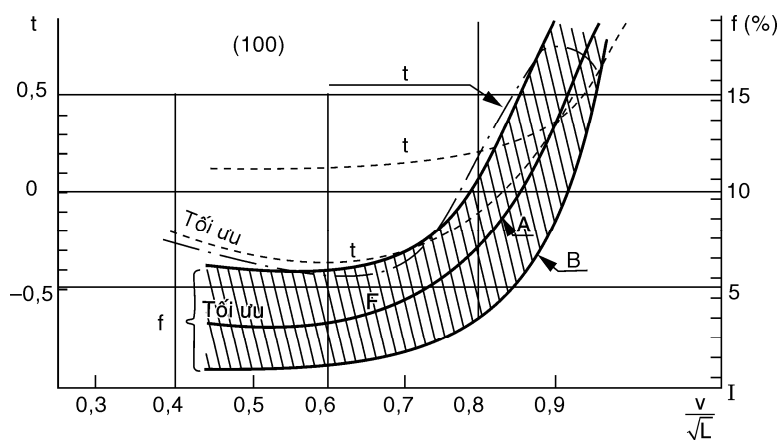


Hình 6.40 Cách xác định f và t

Những đề xuất chọn f và t tối ưu được giới thiệu tiếp theo như tài liệu tham khảo lúc thiết kế. Theo tổng kết của *Lindblad* nên chọn f trong vùng gạch chéo tại hình 6.41. Trong khi đó hệ số t theo đường đứt quãng cùng hình.

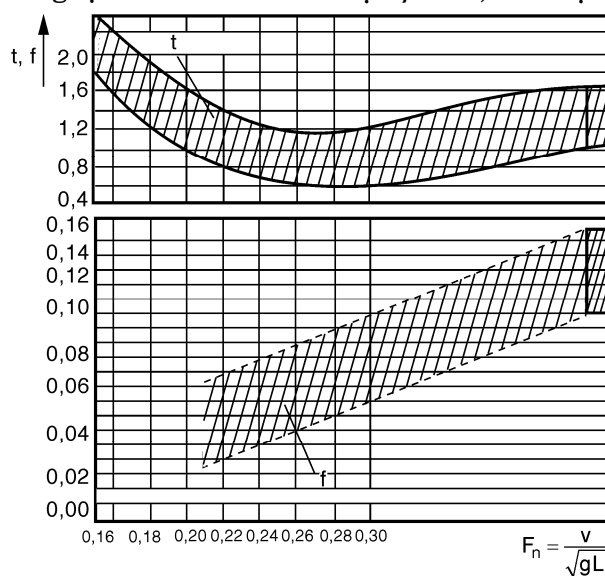


Hình 6.41 Chọn hệ số f và t tùy thuộc vào số froude



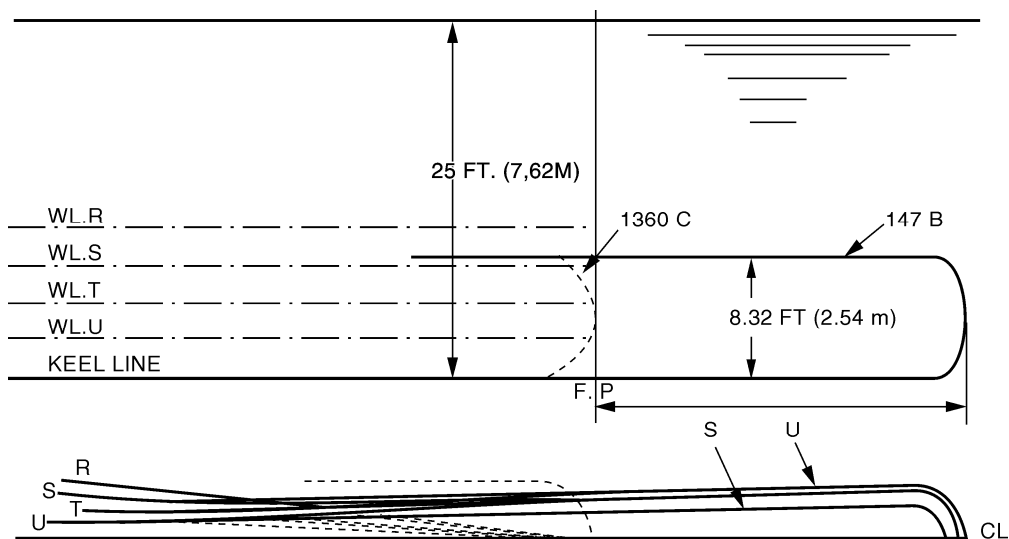
Hình 6.42 Chọn hệ số f và t theo Lindblad

Có thể căn cứ đề nghị của Dawson để chọn f và t , như tại hình 6.43.



Hình 6.43 Đồ thị Dawson

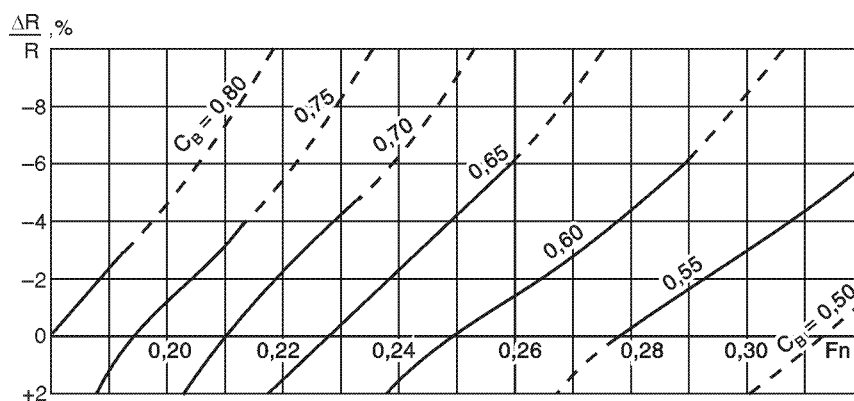
Đường hình của các kết cấu đặc biệt được trình bày tại các hình tiếp theo.



Hình 6.44 Cấu hình tiêu biểu mũi ống trụ

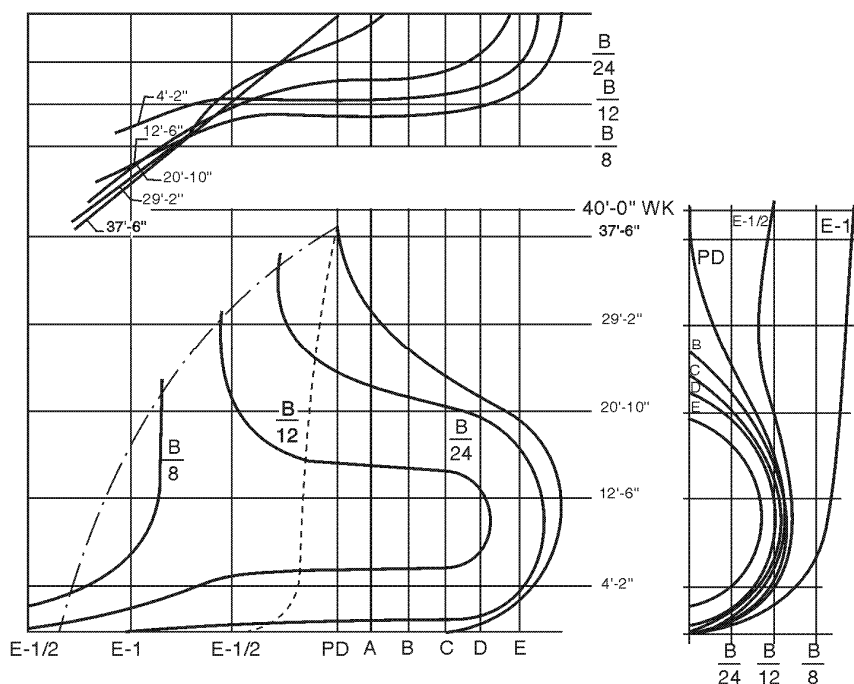
Thay đổi lực cản vỏ tàu khi trang bị ống trụ này được miêu tả tiếp theo. Tác dụng giảm sức cản vỏ tàu khi trang bị “bóng đèn” hay “quả lê”, “giọt nước” có thể thấy qua đồ thị của Silverleaf và Dawson⁹, vẽ trong hệ tọa độ $\Delta R/R = f(F_n, C_B)$. Đồ thị trên hình 6.45 đúng cho trường hợp tỷ lệ diện tích mặt cắt ngang “quả lê” với diện tích mặt sườn 5%. Trong thực tế sử dụng đồ thị trên đây có thể dùng cho phạm vi rộng hơn.

⁹ Silverleaf A. and Dawson J., “Hydrodynamic Design of Merchant Ships for High Speed Operation”, RINA, 1967, Vol 109



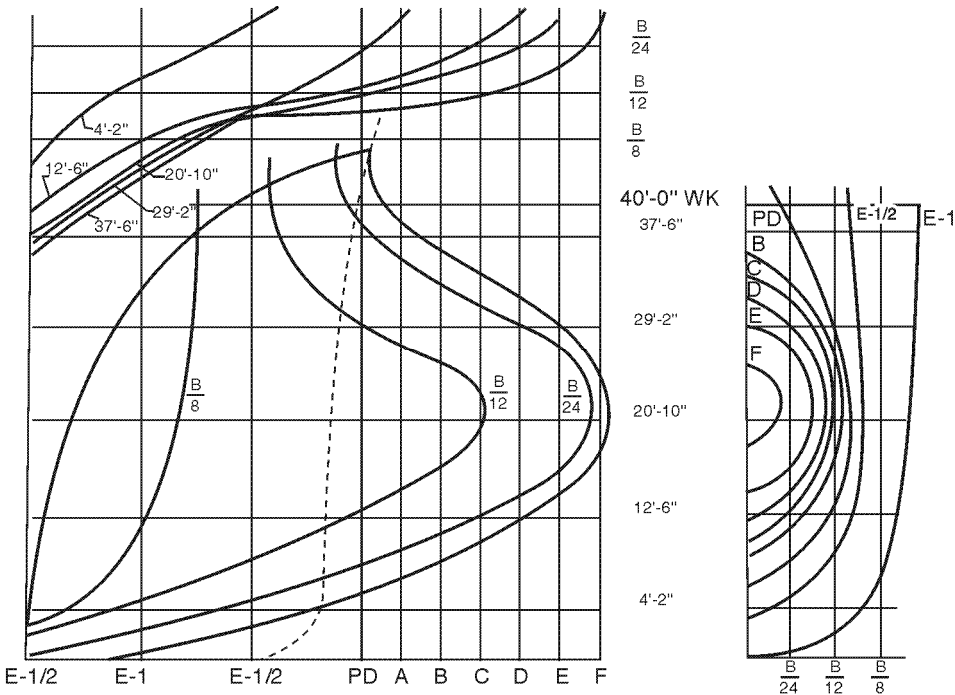
Hình 6.45 Đồ thị Silverleaf và Dawson

Một số các đường hình của những “quả lê” tiêu biểu được tiếp tục trình bày giúp bạn đọc phác thảo kết cấu riêng cho các tàu tương tự. Theo thiết kế của đại học Michigan (USA) đường hình mũi tàu dạng gần giống ống trụ được thể hiện tại hình 6.46.

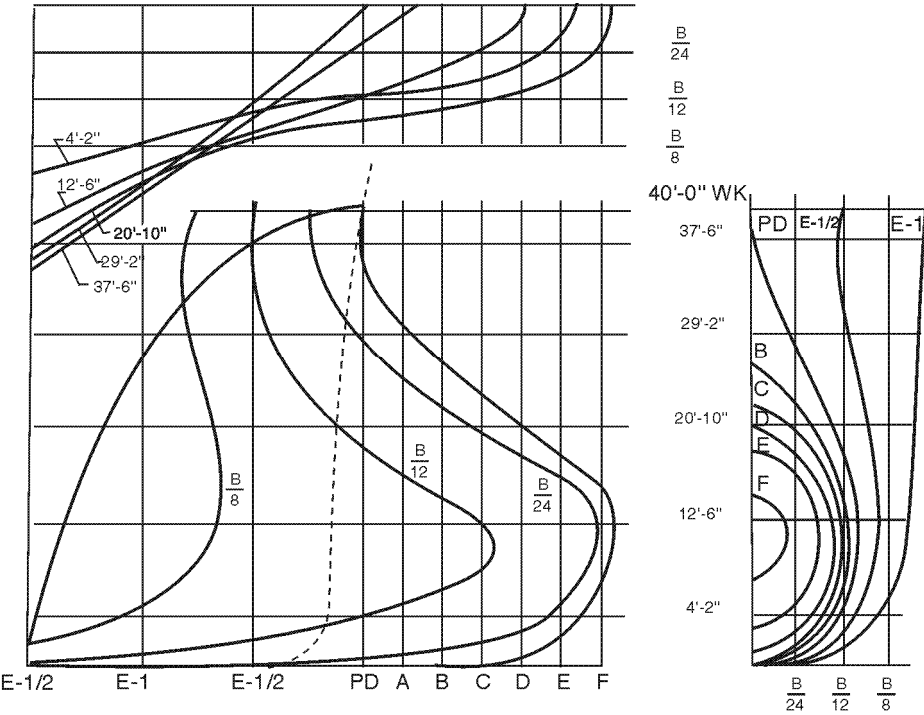


Hình 6.46 Đường hình mũi tàu theo thiết kế đại học Michigan

Đường hình mũi “quả lê” hay “giọt nước” được thể hiện tại hình 6.47 và 6.48 đã tìm được ứng dụng rộng rãi trên tàu hàng chạy nhanh.



Hình 6.47 Đường hình mũi tàu R2 Couch và Moss, SNAME 1966



Hình 6.48 Đường hình mũi tàu R3, Couch và Moss, SNAME 1966

Có mặt của mũi hình bóng đèn khi tàu tiến làm thay đổi trường áp suất quanh khu vực này. Mũi khác thường này tạo ra vùng áp suất thấp và xuất hiện phản ứng của vùng áp suất thấp này với sóng áp suất từ mũi tàu sinh ra theo cách quen thuộc đã nêu. Hai sóng này có thể triệt tiêu nhau với mức độ ít hoặc nhiều tùy trường hợp cụ thể. Trong miền tốc độ nhất định có nhiều khả năng độ triệt tiêu đạt hiệu quả cao, sức cản chung của tàu có mũi hình bóng đèn tròn sẽ thấp hơn tàu mũi thông thường. Tuy nhiên cần nói thêm rằng, trong miền tốc độ khác kết quả có thể theo chiều hướng ngược lại. Ảnh hưởng của mũi khác thường này đến sức cản tàu được xem xét dưới nhiều góc độ khác nhau.

- Tạo ra vùng áp lực thấp chung quanh khu vực mũi tàu và kết quả là tạo ra thành phần sóng mũi tàu không trùng pha, khác biên độ với sóng mũi tàu bình thường, hình thành từ tàu đang chạy. Sóng tổng hợp của hai thành phần này có thể là kết quả của sự triệt tiêu lẫn nhau, song có khi sự tổng hợp này làm cho tình hình xấu hơn thông lệ. Sóng mũi tàu tạo ra từ quá trình trên có nhiều khả năng khác biên độ, lệch pha với sóng đuôi, và kết quả của nó làm nhỏ đi sóng tổng hợp sau tàu.

- Thay đổi đường dòng vào tàu ngay tại khu vực mũi tàu vì sự có mặt của vật thể hình học khá lớn này,

- Thay đổi hệ số dòng theo và hệ số lực đẩy thân tàu, làm cho hiệu suất động lực của tàu thay đổi, và sự thay đổi này có thể tiến theo theo hai chiều hướng ngược nhau.

- Diện tích tiếp xúc với nước của vỏ tàu, trong trường hợp tổng quát khi có mặt vật thể kích thước đáng kể này sẽ lớn hơn bình thường, kéo theo đó sức cản ma sát sẽ tăng lên.

Thực tế sử dụng cho thấy, mũi ống trụ tròn hoặc có khi mặt cắt ở dạng ellip, dùng cho tàu chạy chậm, hệ số đẩy thân tàu lớn, như tàu dầu, tàu *OBO*, với tỷ lệ L/B trong phạm vi $6,6 \div 6,5$, vận tốc tương đối $Fn < 0,20$, hệ số đẩy thân tàu C_B từ 0,82 trở lên. Trong những trường hợp đã ghi nhận được, hệ số sức cản tàu với mũi ống trụ giảm khoảng $5 \div 8\%$.

6.6.3 Sử dụng đường hình “bóng đèn” cho phần đuôi tàu

Mục đích của việc trang bị “bóng đèn” hay “quả lê” vào vùng đuôi tàu nhằm nắn dòng chảy qua chân vịt tàu, làm tăng hiệu suất chân vịt. Kết cấu của “bóng đèn” phải hài hòa với vòm đuôi, với các thiết bị đi liền với đường trục chân vịt và chân vịt tàu.

“Bóng đèn” lái được gọi tương tự khái niệm “bóng đèn” mũi với khác biệt về vị trí đặt. Người ta đã đặt chúng tại vòm đuôi của tàu cỡ trung bình, tàu chở dầu dài $L = 168m$, lượng chiếm nước $26000t$. Cách làm tương tự được áp dụng cho tàu vận tải dài $L = 116m$, $D = 9400t$ đã đưa lại những kết quả khả quan sau:

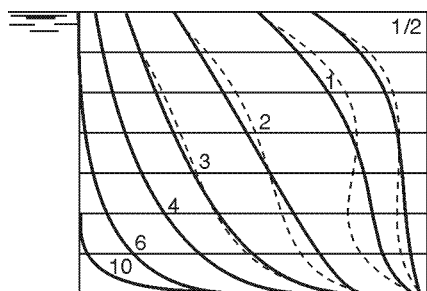
Hệ số dòng theo tăng	+5,9%,	Sức cản tàu tăng	+1,0%
Hệ số lực hút tăng	+15,4%		

Tuy nhiên kết quả mang lại là:

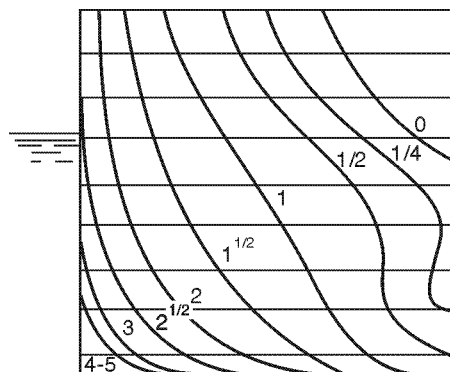
Hiệu suất động lực tăng +6,9%

Công suất máy tàu giảm, cụ thể -5,7%.

Sau trang bị thiết bị vừa nêu, vận tốc tàu vận tải đang đề cập tăng lên 0,25 HL/h, còn tàu dầu nêu trên tăng 0,35 HL/h.



Hình 6.49 “Bóng đèn” đuôi



Hình 6.50 “Bóng đèn đồng tâm”

“Bóng đèn đồng tâm”, tên gọi kiểu đường hình vòm lá, trong đó một số đường sườn phía sau có dạng cung ở phần thấp và các cung ấy cùng có tâm tại mặt đối xứng (*concentric bulb*). Hình giới thiệu đường hình dạng đặc biệt này, trình bày trong tạp chí RINA từ 1969¹⁰.

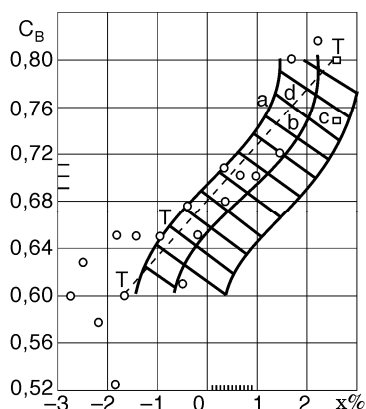
Đặc điểm của cơ cấu đặc biệt này là giảm sức cản vỏ tàu. Người ta đã tiến hành thí nghiệm trên tàu vận tải dài $L = 130m$, $D = 13040t$ hệ số đầy $C_B = 0,8$ lắp loại kết cấu đồng tâm này và ghi nhận kết quả sau. Tại vận tốc thấp $Fn = 0,18$ sức cản vỏ tàu giảm 1,7%. Những thí nghiệm tiếp theo trên nhiều tàu có thể ghi nhận những giá trị trung bình cần cho thiết kế sau. Hệ số dòng theo giảm đến 2%, hệ số lực hút có thể giảm đến 4%, trong khi đó hiệu suất động lực tăng thêm khoảng 2,5%.

6.6.4 Tâm nổi thân tàu LCB. Hệ số đầy thân tàu C_B và hệ số đầy lăng trụ C_P

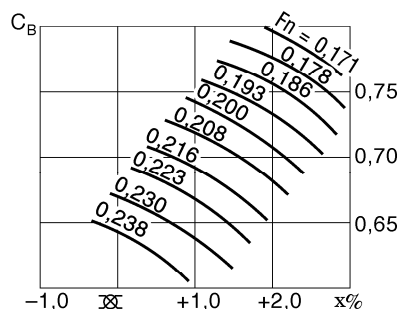
1- Hoàn thành độ tâm nổi phần chìm thân tàu LCB

Tâm nổi tính cho phần chìm thân tàu được ký hiệu trong tài liệu này là LCB , tính theo tỷ lệ phần trăm so với chiều dài tàu. Đại lượng đang đề cập đặc trưng cho phân bố lượng chiếm nước dọc tàu, ảnh hưởng rất lớn đến sức cản tàu chạy chậm và tàu chạy với vận tốc trung bình.

¹⁰ Dawson J., Thomson G.R., “Model Experiments with Stern Variations of a 0,80 Block Coefficient Form”, RINA, Vol 99



Hình 6.51



Hình 6.52

Dịch chuyển tâm nổi về trước tàu làm cho sức cản sóng tăng lên song lại giảm sức cản hình dáng (*sức cản xoáy*). Ngược lại đưa tâm nổi lùi về sau tàu giảm sức cản sóng. Đặt tâm nổi đúng vị trí có thể làm cho sức cản tàu nhỏ nhất.

Thực tế khai thác và kết quả nghiên cứu đều cho thấy, vị trí tối ưu của tâm nổi phụ thuộc chủ yếu vào vận tốc tàu và hệ số đầy lặn trụ thân tàu. Một số tỷ lệ kích thước chính thân tàu gây ảnh hưởng đến việc xác định vị trí tối ưu tâm nổi.

Vị trí tâm nổi trong mọi trường hợp phải được xét trong quan hệ với hệ số đầy thân tàu. Theo ý kiến của rất nhiều nhà nghiên cứu tàu, chiều dài tối ưu tâm nổi được trình bày tại hình 6.51 và hình 6.52.

Tại hình, những vòng tròn nhỏ đánh dấu các điểm mà những nhà nghiên cứu riêng lẻ đã khuyến cáo sử dụng. Hình bên phải trình bày đồ thị của *Lindblad* giúp xác định vị trí tâm nổi thích hợp cho tàu chạy chậm. Ví dụ sử dụng đồ thị dạng này có thể như sau: với tàu có $C_B = 0,71$, khai thác ở vận tốc tương đối $Fn = 0,208$, chúng ta có thể thấy khi chọn tâm nổi nằm tại vị trí $LCB = 1,6\%$ sức cản sẽ đạt giá trị *minimum*. Trường hợp vận tốc tăng đến $Fn = 0,216$ tọa độ $LCB = 0,8\%$, với $Fn = 0,2$, tốt nhất chọn $LCB = 2,2\%$.

Bảng dưới đây giới thiệu một vài kết quả nghiên cứu của *Dawson* về độ tăng sức cản tàu ven biển với tỷ lệ chiều dài trên chiều rộng tàu $L/B = 6$.

C_B	0,65	0,7	0,75
Fn	0,26	0,23	0,20
LCB tối ưu, %	-1,3	+1,3	+1,7

Những công thức xác định vị trí tối ưu tâm nổi dùng trong thiết kế khá đa dạng. Một số trong rất nhiều công thức giúp người thiết kế nhanh chóng tìm giá trị thích hợp cho LCB được trình bày tiếp theo.

Công thức Troost $LCB = 0,0175 \cdot C_P - 0,01$.

Công thức suy diễn từ đồ thị của bể thử *Wageningen* có dạng:

$$\text{Với } C_B > 0,65: \quad LCB = 0,022 \left[\sin \left(\frac{\pi}{2} \frac{C_B - 0,65}{0,15} \right) \pm 0,5 \right] \quad (6.54)$$

Với $C_B < 0,65$: $LCB = 0,011[\sin(\frac{\pi}{2} \frac{0,65 - C_B}{0,15}) \pm 1]$ (6.55)

Đường b trên đồ thị được hàm hóa dạng $LCB = 0,12 (C_B - 0,63) \pm 0,01$

2- Hệ số đầy thân tàu C_B

Hệ số đầy thể tích C_B và tiếp đó hệ số đầy lăng trụ C_P đóng vai trò quan trọng hàng đầu khi đánh giá sức cản thân tàu. Công thức giúp xác định hệ số C_B khi thiết kế thường được xây dựng dạng hàm bậc nhất của vận tốc tương đối.

$$C_B = a - b \cdot Fn \quad (6.56)$$

Theo ý kiến các nhà nghiên cứu từ thế kỷ trước $a = 1,05$ và $b = 1,68$ cho tàu vận tải một chân vịt. Với tàu hai chân vịt cần tăng hệ số này thêm lượng 0,01. Vì rằng hệ số a ảnh hưởng ngay đến tiến đường cong sức cản, bản thân nó cũng là hàm của vận tốc.

Fn	0,150	0,180	0,210	0,240	0,270	0,300
a	1,040	1,045	1,050	1,060	1,070	1,080

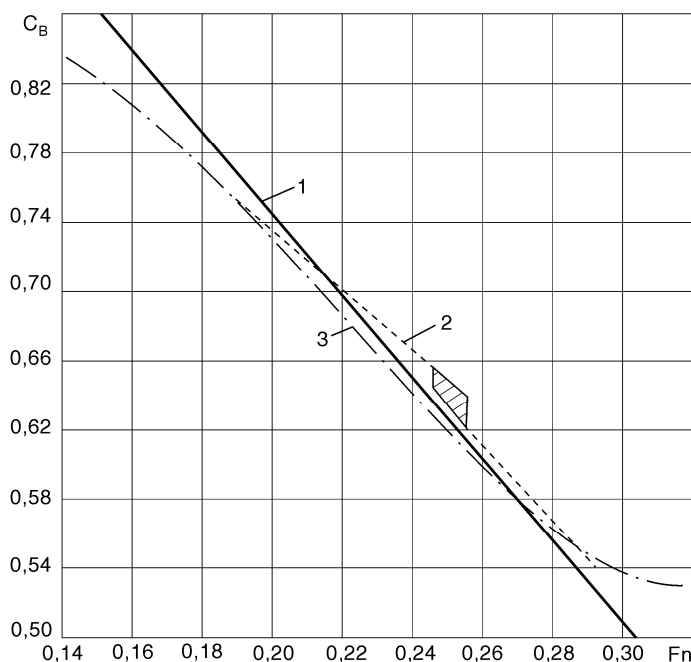
Công thức quý giá trên đây hiện nay đã tỏ ra lạc hậu. Tuy nhiên khi thiết kế tàu vận tải, chạy chậm công thức còn có chỗ ứng dụng. Công thức dùng cho tàu vận tải ngày nay như sau:

$$C_B = 0,992 - 0,501Fn - 3,915 \cdot Fn^2 \quad (6.57)$$

Trong phạm vi $Fn = 0,20 \div 0,28$ công thức sau có chỗ ứng dụng

$$C_B = 1,214 - 2,36Fn \quad (6.58)$$

Những công thức khác đang dùng trong lĩnh vực thiết kế tàu được xem xét tiếp sau đây.

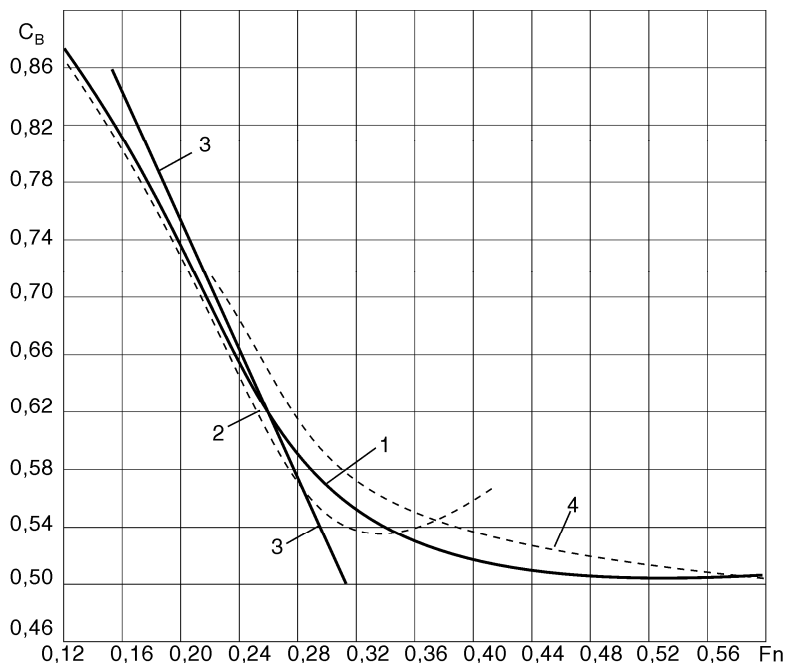


Hình 6.53 Quan hệ giữa C_B và Fn

Với tàu không dài lắm, chừng 120m chiều dài, chạy chậm, đường hình truyền thống và tàu chở hàng chạy nhanh có trang bị mũi “quả lê”, công thức tính C_B thích hợp sẽ là

$$C_B = 1,23 - 2,44Fn + 0,14(10Fn - 2,3)^3 \text{ với } Fn = 0,16 \div 0,30 \quad (6.59)$$

hoặc
$$C_B = 0,50 \pm 2,44Fn + 0,50 \cdot \exp(-80 \pm 35)Fn^3 \quad (6.60)$$



Hình 6.54 Quan hệ giữa C_B và Fn

Tàu khai thác ở vận tốc tương đối $Fn = 0,3 \div 0,6$

$$C_B = \frac{0,425 \pm 0,025}{Fn^{1/4}} \quad (6.61)$$

Tàu khách

Công thức xác định hệ số đẩy thân tàu dùng cho tàu khách theo thống kê sẽ nằm trong phạm vi sau đây:

Với $Fn = 0,25 \div 0,35$: $C_B = 0,77 \div 0,78Fn$ (6.62)

Với $Fn = 0,20 \div 0,30$: $C_B = 0,218/Fn^{3/4}$ (6.63)

Kết quả tính theo hai công thức cuối được giới thiệu tại bảng tiếp theo.

Số Froude Fn	0,240	0,250	0,260	0,270	0,280	0,290	0,300
Công thức (6.62)	0,583	0,575	0,567	0,559	0,555	0,552	0,536
Công thức (6.63)	0,636	0,618	0,599	0,581	0,572	0,568	0,539

3- Hệ số đẩy lặn trụ C_P

Trong phạm vi hạn định của thân tàu $C_B \geq 0,615$ và $C_P \geq 0,632$, với tàu chạy chậm $Fn \leq 0,255$ hệ số đẩy lặn trụ C_P được xác định theo công thức kinh nghiệm

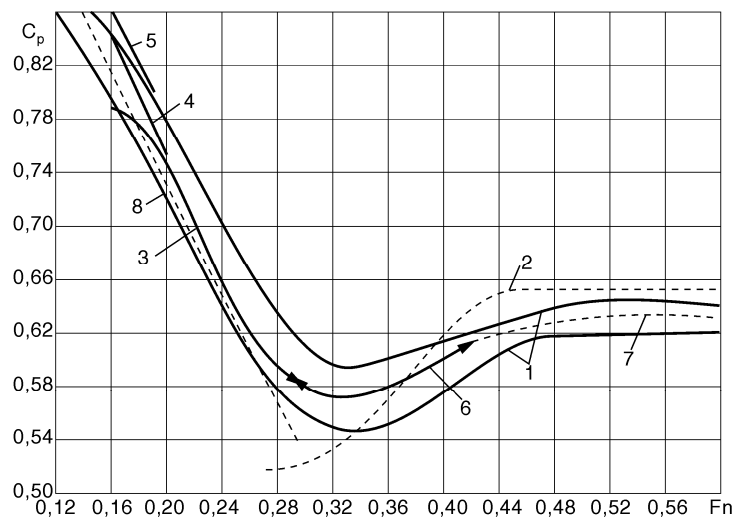
$$C_P = 1,214 - 2,32Fn + 0,133(10Fn - 2,3)^3$$

Trong phạm vi hạn định như vừa đề cập $C_B \geq 0,615$ và $C_P \geq 0,632$, với tàu chạy ở vận tốc trung bình $Fn > 0,255$ hệ số đầy lăng trụ C_P được xác định theo công thức kinh nghiệm

$$C_P = 1,174 - 2,15Fn + 0,123(10Fn - 2,3)^3 \quad (6.64)$$

Với tàu có hệ số đầy thể tích lớn $C_B > 0,74$ công thức tính C_P sẽ là

$$C_P = 1,214 - 2,32Fn \quad (6.65)$$



Hình 6.55 Quan hệ giữa C_P và Fn

Các tàu khai thác ở vận tốc không nhỏ, $Fn = 0,30 \div 0,42$ nên chọn hệ số đầy lăng trụ theo bảng sau:

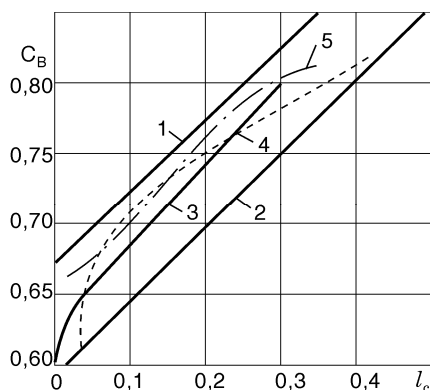
Fn	0,300	0,320	0,340	0,360	0,380	0,400	0,420
C_P	0,577	0,574	0,572	0,578	0,588	0,599	0,610

Đồ thị tiếp theo giới thiệu cách chọn C_P , tùy thuộc người đề xuất hoặc tùy vào kiểu tàu. Giá trị của hệ số lăng trụ được xét dưới dạng hàm của vận tốc tương đối Fn . Trên đồ thị tại hình 6.55 đường 1 tính theo công thức *Saunders*, đường 2 theo *Taylor*, đường 3 theo công thức (6.64) (6.65), đường 4 dành cho tàu với hệ số đầy lớn, đường 5 dùng cho tàu với hệ số đầy lớn với trang bị mũi lồi dạng ống trụ, đường 6 dùng cho tàu khách, đường 7 là giá trị trung bình, đường 8 tính theo công thức *Troost* $C_P = 1,155 - 2,07Fn$.

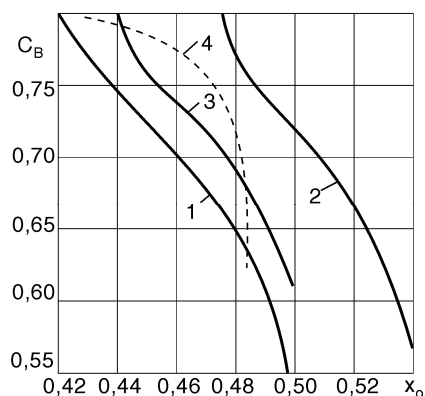
6.6.5 Vị trí sườn lớn nhất. Hình dáng phần lái, phần mũi tàu

Trên các tàu vận tải với hệ số đầy lăng trụ mức trung bình $C_P = 0,61 \div 0,65$ và $C_B = 0,60 \div 0,65$, khai thác ở vận tốc $Fn = 0,26 \div 0,27$, mặt cắt lớn nhất (đầy nhất) của tàu thường nằm tại vị trí giữa đường nước, hay có thể hiểu ở giữa tàu. Trên các tàu hệ số đầy lớn, $C_B = 0,80$, ống trụ có khi dài đến $30 \div 40\%$ chiều dài tàu, còn với tàu có C_B từ $0,85$ trở lên chiều dài tương đối này đạt đến $40 \div 45\%$. Trong những trường hợp như vậy, mặt cắt lớn nhất của tàu bị dời về trước, phần sau của tàu thanh thoát hơn giúp vào việc giảm sức cản. Mặt cắt giữa ống trụ, đồng thời là mặt cắt lớn nhất nằm trước *midship* từ $4 \div 5\%$. Với tàu chạy nhanh hơn,

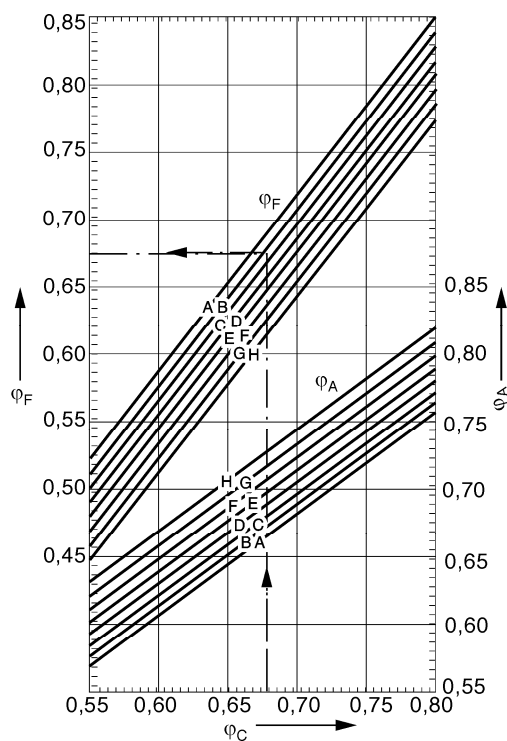
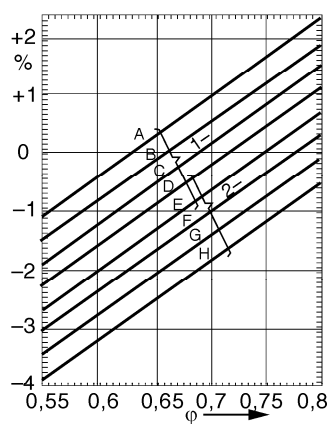
$Fn = 0,26 \div 0,30$, mặt cắt này lùi về sau nửa khoảng sườn lý thuyết, tức vào khoảng 2,5% chiều dài tàu. Với tàu khai thác ở chế độ $Fn > 0,30$ sườn này lùi về sau cả một khoảng sườn, tức 5% chiều dài tàu. Mô hình tàu thuộc seri “64”¹¹ đưa mặt cắt lớn nhất đến vị trí 10% tính từ *midship*.



Hình 6.56 Chiều dài ống trụ



Hình 6.57 Tâm ống trụ



Hình 6.58 Đồ thị của Lap

¹¹ Xem giải thích thêm trong “Sức cản vỏ tàu”, NXB Đại học Quốc gia Tp Hồ Chí Minh, 2000.

Trường hợp mặt cắt lớn nhất bị dời về sau hoặc đẩy lên trước so với mặt giữa tàu, sườn *midship*, hệ số đầy thể tích và hệ số đầy lặn trụ toàn tàu không còn thích hợp cho việc tính toán, cần thiết xác định hai hệ số trên cho hai phần riêng nhau, gồm phần mũi và phần lái, tính từ mặt cắt lớn nhất. Nếu ký hiệu chiều dài phần mũi L_F , chiều dài phần còn lại L_A , các hệ số đầy được tính như sau:

Phần mũi (*fore*)

$$C_{B,F} = \frac{V_F}{B \cdot T \cdot L_F} \quad \text{và} \quad C_{P,F} = \frac{V_F}{C_M \cdot B \cdot T \cdot L_F} \quad (6.66)$$

Phần lái (*aft*)

$$C_{B,A} = \frac{V_A}{B \cdot T \cdot L_A} \quad \text{và} \quad C_{P,A} = \frac{V_A}{C_M \cdot B \cdot T \cdot L_A} \quad (6.67)$$

Theo ý kiến của *Lap* thuộc bể thử *Wageningen*, các hệ số đầy lặn trụ phần mũi và phần lái tàu nên nằm trong phạm vi, xác định từ đồ thị sau (H.6.58).

Quan hệ giữa chiều dài và thể tích phần trước và phần sau phải là:

$$V = V_A + V_F \quad (6.68)$$

$$L = L_A + L_F \quad (6.69)$$

Từ đó có thể tính tiếp:

$$C_B = \frac{C_{B,A} + C_{B,F}}{2} \quad \text{và} \quad C_P = \frac{C_{P,A} + C_{P,F}}{2} \quad (6.70)$$

hay là:

$$C_{B,A} + C_{B,F} = 2C_B$$

$$C_{P,A} + C_{P,F} = 2C_P$$

Trong trường hợp cụ thể này số gia hai hệ số trên được hiểu là:

$$\Delta C_{B,F} = C_{B,F} - C_B; \quad \Delta C_{P,F} = C_{P,F} - C_P$$

$$\Delta C_{B,A} = C_{B,A} - C_B; \quad \Delta C_{P,A} = C_{P,A} - C_P$$

Vì rằng: $\Delta C_{B,F} = \Delta C_{B,A} = \Delta C_B$; $\Delta C_{P,F} = \Delta C_{P,A} = \Delta C_P$

Công thức tính gia tăng hệ số suy ra từ dẫn dắt trên:

$$2\Delta C_B = C_{B,F} - C_{B,A}$$

$$2\Delta C_P = C_{P,F} - C_{P,A}$$

Điều chúng ta quan tâm, quan hệ giữa *LCB* của tàu với số gia của hệ số đầy lặn trụ được thể hiện bằng biểu thức:

$$\Delta C_P = K \cdot LCB \quad (6.71)$$

Hệ số K thay đổi theo sự biến thiên của chính C_P . Khi C_P thay đổi từ 0,5÷1, theo qui luật $\frac{6}{4-1/C_P}$ K thay đổi từ 3÷2; từ 2÷2,4 theo $\frac{12}{4+1/C_P}$.

Với giá trị trung bình $C_P = 0,75$, $K = 2,25$.

Công thức xác định hệ số đầy phần mũi và phần lái được viết lại như sau:

$$C_{P,F} = C_P + K \cdot LCB \quad (6.72)$$

$$C_{P,A} = C_P - K \cdot LCB \quad (6.73)$$

1- Hệ số đầy mặt cắt giữa tàu C_M

Với tàu vận tải, chạy chậm và trung bình hệ số C_M được tính trong quan hệ với các hệ số C_B và C_P

Nếu $C_B \leq 0,615$ và $C_P \leq 0,632$

$$C_M = 0,813 + 0,267 C_B; \quad (6.74)$$

$$C_M = 0,786 + 0,303 C_P; \quad (6.75)$$

$$C_P = 0,089 + 0,267 C_B;$$

Nếu $C_B \geq 0,615$ và $C_P \geq 0,632$

$$C_M = 0,928 + 0,080 C_B; \quad (6.76)$$

$$C_M = 0,924 + 0,084 C_P; \quad (6.77)$$

$$C_P = 0,044 + 0,952 C_B; \quad (6.78)$$

Trường hợp $C_B > 0,8$: $C_M = 0,992$

2- Tàu chạy nhanh

Theo tổng kết của *Saunders*, hệ số C_M cho tàu chạy nhanh sẽ là:

F_n	0,340	0,380	0,420	0,460	0,50÷0,60
C_M	0,925	0,875	0,825	0,800	0,790

3- Vẽ mặt cắt midship

Thông lệ mặt giữa tàu của tàu vận tải được xây dựng từ hai đường vuông góc với boong và nối với đường đáy bằng cung tròn tại hông. Bán kính hông R tính từ biểu thức quen thuộc sau:

$$\frac{R^2}{B \cdot T} = \frac{1}{2} \frac{1 - C_M - \frac{1}{2} \frac{a}{T}}{1 + \frac{a^2}{B^2} - \frac{\pi}{4} \frac{a}{B}}$$

Nếu độ dốc hông nhỏ so với chiều rộng tàu, chúng ta có thể viết:

$$\frac{a^2}{B^2} \approx 0; \quad \frac{1}{1 + \frac{a}{B}} \approx 1 - \frac{a}{B}$$

và từ đó

$$\frac{R^2}{B.T} = \frac{1}{2} \frac{1 - C_M - \frac{1}{2} \frac{a}{T}}{0,215 - \frac{a}{B}} \quad (6.79)$$

6.6.6 Quan hệ giữa kích thước chính của tàu với hệ số đầy

Các công thức xác định kích thước chính của tàu được sử dụng trong thiết kế có thể qui về dạng quan hệ tuyến tính sau:

$$L = a \cdot B - c \quad (6.80)$$

$$B = a_1 T + c_1 \quad (6.81)$$

Với tàu vận tải và tàu khách chúng ta có thể đọc các giá trị dành cho các hằng số a , c từ tài liệu thống kê.

Theo *Saunders* $a = 9,0$ và $c = 35,7 \pm 5,0$. (6.82)

Theo *Benford* $a = 9,0$; $c = 35,7 \pm 16,0$ (6.58)

Và $a_1 = 2,0$; $c_1 = 2,1 \pm (4,0; 2,1)$

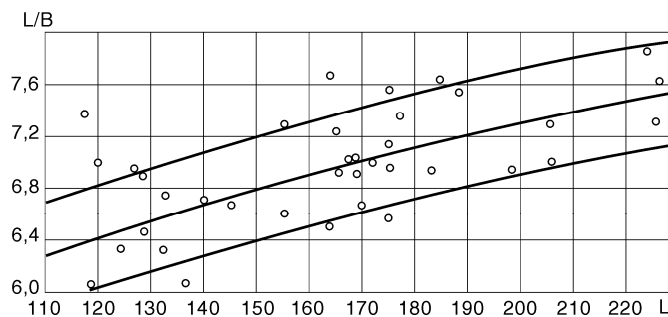
Căn cứ vào dữ liệu thống kê các tàu truyền thống có thể xác lập các đường cong miêu tả quan hệ giữa các tỷ lệ kích thước chính với bản thân chiều dài tàu.

$$\begin{aligned} \frac{L}{B} &= 2,06 L^{1/4} \\ \frac{B}{T} &= 4,20 L^{-1/8} \end{aligned} \quad (6.84)$$

Tàu dầu chiều dài từ 150m trở lên có kích thước nằm trong phạm vi sau:

$$\frac{L}{B} = \frac{26,5}{L^{1/4}} \text{ và } \frac{B}{T} = 0,533 \frac{L}{100} + 1,50 \quad (6.85)$$

Tỷ lệ L/B dành cho tàu chạy nhanh, như chúng ta đã thấy nằm trong khoảng $9 \div 10$.



Hình 6.59

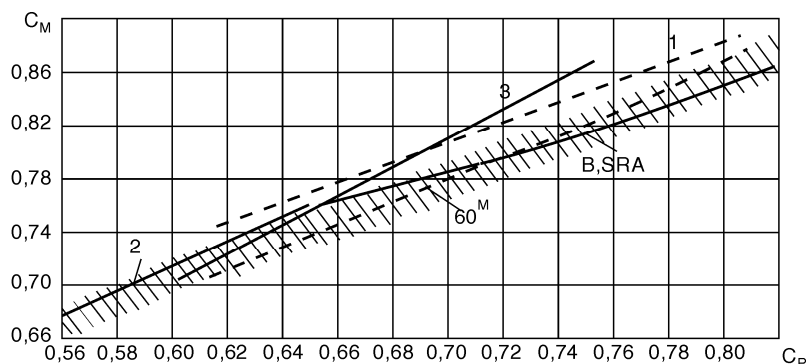
Những công thức xác định hệ số C_w được tổng kết như sau:

$$C_w = 0,82 C_B + 0,247 \quad (6.86)$$

Với tàu có mũi “quả lê” hệ số này nên được tính theo công thức:

$$C_w = 0,82 C_B + 0,240 \quad (6.87)$$

Đồ thị sau giúp bạn đọc xác định hệ số C_w , theo đề xuất các tác giả chuyên nghiên cứu về thiết kế tàu. Trên đồ thị, đường 1- *Lindblad*; 2- *Moor*; 3- *Bronikov*.

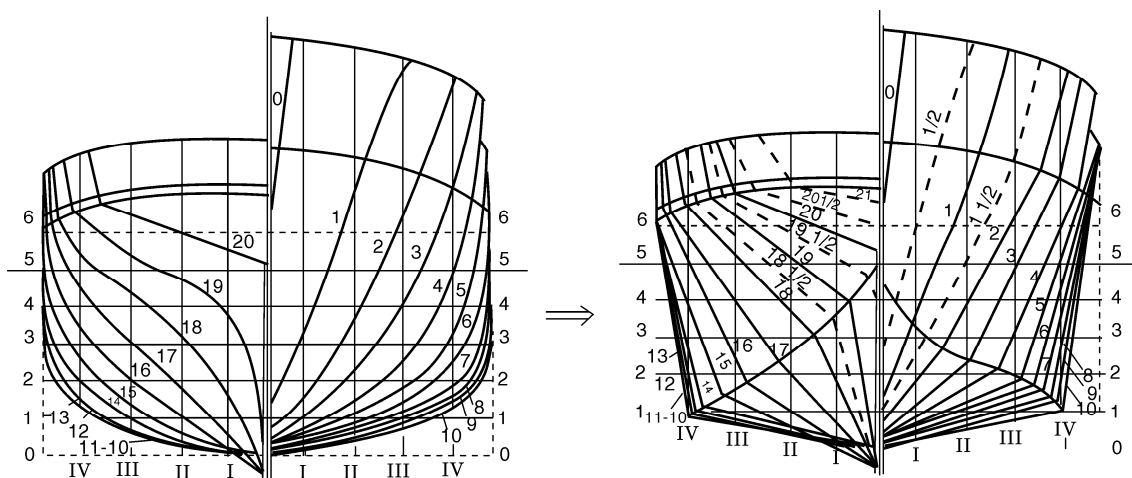


Hình 6.60 Đồ thị xác định hệ số C_w

6.6.7 Đường hình gãy khúc

Đặc trưng của đường hình dạng này là thay vì xây dựng đường cong cho các sườn tàu người ta thay vào đó các sườn nối bằng các đoạn thẳng. Khái niệm đường hình gãy khúc được hiểu theo các cách không trùng nhau. Chúng ta coi sườn tàu do các đoạn thẳng nối với nhau là đường gãy khúc, người Nga trong các tài liệu chính thức coi đây là “*đường hình vỏ giản đơn*”, người Anh gọi là “*straight framed ship*”. Đường hình dạng này được dùng trong một số trường hợp cụ thể nhằm phát huy thế mạnh của nó là dễ chế tạo và nhanh chóng đưa sản phẩm vào khai thác. Không lạ lắm nếu chúng ta nhớ rằng, vào thời chiến tranh thế giới thứ nhất người ta chế tạo số lượng lớn tàu với đường hình gãy khúc nhằm bù vào tổn thất do cuộc chiến.

Tại hình 6.61 giới thiệu đường hình nguyên mẫu tàu đánh cá bằng nghề lưới kéo ra đời từ những năm hai mươi – ba mươi thế kỷ XX. Kích thước chính của *trawler* nêu tại đây như sau: $L = 49,0m$; $B = 9,0m$; $T = 3,82m$; $V = 960m^3$; hệ số đầy thể tích $C_B = 0,57$.



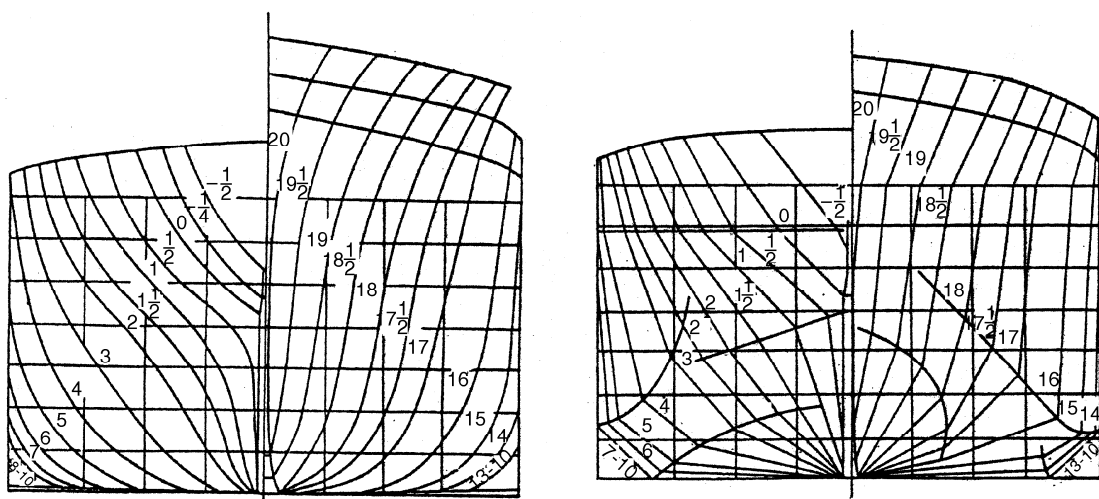
Hình 6.61 Tàu đánh cá lưới kéo

Từ nguyên mẫu trên đây người ta tiến hành “đơn giản hóa” đường hình, chế biến đường hình dạng cong mà người Việt Nam chúng ta gọi đường hình “vỏ dừa” thành đường hình *dạng gãy khúc*. Đường hình dạng sau được trình bày phía phải cùng hình. Điều quan tâm hàng đầu của người thiết kế là sức cản vỏ tàu của hai kiểu đường hình này. Kết quả thí nghiệm mô hình dựa vào đường hình nguyên mẫu (1)- “vỏ dừa” và (2)- *đường gãy khúc*, cho phép chúng ta rút ra những kết luận sơ bộ. Công suất kéo cần thiết cho tàu, sức ngựa, được giới thiệu tại bảng.

Vận tốc tàu v (HL/h)	8	9	10	11
Tàu số 1	80	139	225	331
Tàu số 2	71	124	217	338
Thay đổi công suất, %	-11,3	-10,8	-3,6	+2,1

Có thể thấy rằng trong phạm vi vận tốc nhỏ, $v = 10 \div 10,5$ HL/h ($Fn = 0,234 \div 0,246$) sức cản vỏ tàu tính cho hai tàu trên không cách xa nhau nhiều.

Tàu vận tải biển cũng được cải biên đường hình theo hướng đang đề cập. Theo tài liệu đăng tải trong tạp chí *RINA* của UK, Vol 106, 1964, tại UK người ta đã thí nghiệm cải biên vỏ tàu vận tải với kích thước chính $L = 121,9m$; $B = 17,07m$ và $T = 7,11m$, lượng chiếm nước $D = 10540t$, hệ số đầy $C_B = 0,712$ sang đường hình gãy khúc. Phương án đầu mang tên phương án B (tàu B), đường hình được bố trí hợp lý nhằm tạo đường hình mới tuy gãy khúc song trên cơ bản rất gần đường hình cũ. Phương án C (tàu C) và tiếp đó phương án D (tàu D) tiến hành theo hướng “đơn giản hơn nữa” đường hình, số đường gãy khúc dọc tàu được giảm thiểu, số đoạn thẳng cấu thành đường sườn ít hơn. Kết quả thử đã cung cấp những tin tức cần cho thiết kế.



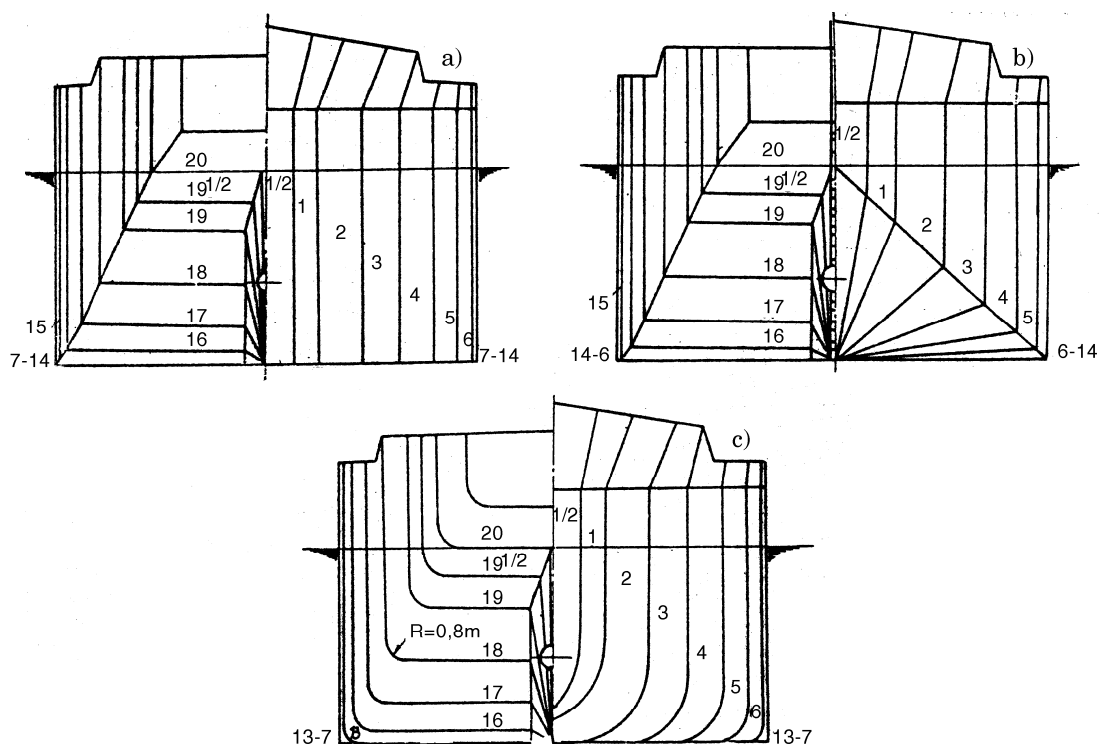
Hình 6.62 Tàu vận tải biển nguyên mẫu (bên trái) và cải biên (bên phải)

Tàu thiết kế theo phương án B, khi chạy với vận tốc $Fn = 0,214$ sức cản giảm 2,9% so với tàu vỏ dừa nguyên mẫu. Tuy nhiên, thiết kế theo phương án C và D mang lại kết quả không khả quan, sức cản tăng 5,3% cho C và 50,3% nếu theo D.

Cũng tàu trên khi khai thác ở mức nước lớn hơn, cụ thể $T = 7,59m$, sức cản tàu A và B xấp xỉ, còn tàu C và D tăng thêm đến 9% và 56,5% tương ứng.

Từ thực tế trên có thể đưa ra ý kiến, với tàu có hệ số đầy thể tích từ trung bình trở lên, chọn đường hình gẫy khúc thay cho đường hình truyền thống nhằm mục đích giảm bớt chi phí sản xuất và đẩy nhanh tiến độ chế tạo. Phạm vi sử dụng của kiểu đường hình hạn chế cho các tàu chạy với vận tốc chậm và trung bình.

Như tài liệu tham khảo những hình tiếp theo giới thiệu ba đường hình tiêu biểu cho tàu sông, thiết kế theo dạng đường gẫy khúc.



Hình 6.63 Đường hình gẫy khúc tàu sông

THIẾT KẾ BẢN VẼ LÝ THUYẾT

7.1 VẼ ĐƯỜNG PHÂN BỐ DIỆN TÍCH MẶT SƯỜN

7.1.1 Phân bố diện tích mặt sườn

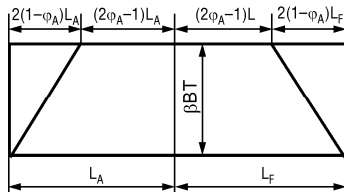
Diện tích sườn tính đến đường nước thiết kế được trình bày đường phân bố dọc chiều dài tàu. Đường phân bố tiêu biểu có dạng như tại hình 7.1.

Theo cách phân bố này, các hệ số C_B và C_P được tính theo cách sau

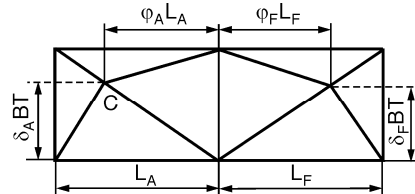
$$\text{Phần mũi} \quad C_{B,F} = \frac{V_F}{BTL_F}; \quad C_{P,F} = \frac{V_F}{C_M BTL_F} \quad (7.1)$$

$$\text{Phần lái} \quad C_{B,A} = \frac{V_A}{BTL_A}; \quad C_{P,A} = \frac{V_A}{C_M BTL_A} \quad (7.2)$$

Như đã đề cập trong các chương trước, đường phân bố diện tích này được vẽ theo nhiều cách khác nhau nhằm đảm bảo các yêu cầu thiết kế đặt ra từ trước. Trong thực tế, có thể xây dựng đường phân bố này theo luật hình thang hoặc hình tứ giác, thỏa mãn điều kiện các hệ số C_B , C_P phần mũi, phần lái vừa nêu nằm trong giới hạn đã định. Tâm nổi tàu LCB trong các thiết kế này cần thiết nằm đúng vị trí đã tính toán. Phương pháp hình thang và phương pháp dùng các hình tứ giác xây đường phân bố diện tích được giới thiệu tại hình 7.2 và hình 7.3.

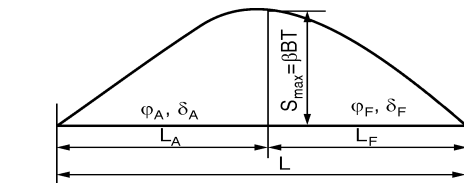


Hình 7.2



Hình 7.3

Đường phân bố diện tích sườn thực tế sẽ được vẽ theo nhiều cách thích hợp. Chúng ta thử tìm hiểu hai cách làm kinh điển, vẽ đường phân bố trên cơ sở hai cách làm trình bày tại hình 7.2 và hình 7.3.



Hình 7.1

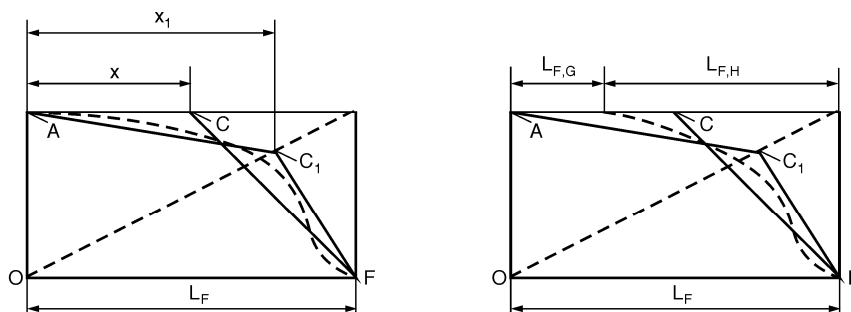
Đường phân bố diện tích sườn tiêu

Trong cách thứ nhất, chúng ta cần xác định chiều dài trụ trong nửa thân tàu đang xét, ví dụ nửa phía mũi. Từ hình 7.4 có thể thấy

$$V_F = C_{B,F} B T L_F = C_M B T L_F - 1/2 C_M B T (L_F - x) \quad (7.3)$$

$$\text{Từ đó} \quad x = (2C_{P,F} - 1) L_F \quad (7.4)$$

Nhiệm vụ còn lại của người thiết kế là vẽ đường bằng nét rời gần với đường gãy khúc ACF , sao cho diện tích phần mặt phẳng nằm giữa đường sắp vẽ với ACF bằng nhau. Nói cách khác tổng diện tích hạn chế bởi đường sắp vẽ với ACF bằng không.



Hình 7.4

Cách thứ hai, dựa theo mô hình biểu diễn tại hình 7.4, trong trường hợp này $x_1 = C_{P,F} \cdot L_F$. Nguyên tắc đảm bảo cân bằng diện tích vừa nêu được áp dụng vào đây khi vẽ đường cong sát với đường gãy khúc AC_1F .

Trong điều kiện hiện đại, nên sử dụng dữ liệu do các bể thử cung cấp khi thiết kế đường diện tích mặt sườn. Tài liệu được phổ biến rộng, có độ tin cậy cao thường được bể thử *Wageningen (Netherlands)* công bố. Một trong các tài liệu đó được ghi lại dưới dạng bảng 7.1.

Bảng 7.1 Diện tích sườn phần lái

$C_{P,A}$	AP	$\frac{1}{2}$	1	$1 \frac{1}{2}$	2	$2 \frac{1}{2}$	3	4	5
0,60	0,020	0,081	0,203	0,347	0,513	0,674	0,809	0,961	1,0
0,62	0,022	0,09	0,223	0,379	0,552	0,713	0,840	0,970	1,0
0,64	0,026	0,102	0,248	0,416	0,592	0,752	0,869	0,976	1,0
0,66	0,031	0,115	0,275	0,454	0,632	0,788	0,894	0,981	1,0
0,68	0,036	0,131	0,308	0,496	0,672	0,82	0,915	0,985	1,0
0,70	0,042	0,150	0,343	0,541	0,713	0,850	0,932	0,988	1,0
0,72	0,048	0,171	0,381	0,586	0,753	0,877	0,946	0,991	1,0
0,74	0,054	0,195	0,423	0,632	0,792	0,900	0,956	0,992	1,0
0,76	0,06	0,222	0,470	0,680	0,833	0,92	0,963	0,993	1,0

Bảng 7.2 Diện tích sườn phần mũi

$C_{p,F}$	5	6	7	7 ½	8	8 ½	9	9 ½	FP
0,60	1,0	0,961	0,809	0,674	0,513	0,347	0,204	0,090	-
0,62	1,0	0,97	0,84	0,713	0,552	0,379	0,223	0,10	
0,64	1,0	0,976	0,869	0,752	0,592	0,416	0,248	0,112	-
0,66	1,0	0,981	0,894	0,788	0,632	0,454	0,275	0,126	-
0,68	1,0	0,985	0,915	0,820	0,672	0,496	0,308	0,144	-
0,70	1,0	0,988	0,932	0,850	0,713	0,541	0,343	0,165	-
0,72	1,0	0,991	0,946	0,877	0,753	0,586	0,381	0,187	-
0,74	1,0	0,992	0,956	0,90	0,792	0,632	0,423	0,213	-
0,76	1,0	0,993	0,963	0,920	0,833	0,680	0,470	0,241	-

7.1.2 Vẽ đường nước thiết kế

Cần để ý đến góc mũi đường nước khi thiết kế. Với tàu vận tải chạy với vận tốc trung bình, chiều dài ống trụ lớn hơn $25\%L$ có thể chọn các giá trị sau đây cho:

Góc giữa tiếp tuyến đường nước tại mũi với đường tâm dọc:

Hệ số lắng trụ 0,75 0,78

Góc, tính bằng ° 27 30

Với tàu chạy nhanh các giá trị trên thay đổi theo cách sau:

Hệ số lắng trụ 0,65 0,70

Góc, tính bằng ° 18 12

Phụ thuộc vào số *Froude*, góc mũi thay đổi theo bảng sau:

Fn 0,196 0,204 0,214 0,231 0,252 0,277 0,314

Góc 18 16 14 12 10 8 6

Nửa chiều rộng đường nước, tính cho đường nước thiết kế theo mẫu tàu đang đề cập có dạng.

Bảng 7.3 Nửa chiều rộng đường nước phần lái

$C_{p,A}$	AP	½	1	1 ½	2	2 ½	3	4	5
0,60	0,140	0,323	0,50	0,65	0,776	0,868	0,931	0,991	1,0
0,62	0,153	0,347	0,527	0,677	0,80	0,886	0,943	0,993	1,0
0,64	0,169	0,370	0,553	0,704	0,826	0,903	0,953	0,995	1,0
0,66	0,187	0,397	0,582	0,733	0,849	0,921	0,963	0,997	1,0
0,68	0,208	0,425	0,614	0,762	0,873	0,936	0,973	0,998	1,0
0,70	0,234	0,458	0,649	0,793	0,896	0,950	0,98	0,999	1,0
0,72	0,26	0,494	0,686	0,823	0,917	0,962	0,987	1,0	1,0
0,74	0,29	0,536	0,726	0,856	0,938	0,972	0,992	1,0	1,0
0,76	0,32	0,583	0,768	0,890	0,958	0,98	0,995	1,0	1,0

Bảng 7.4 *Nửa chiều rộng đường nước phần mũi*

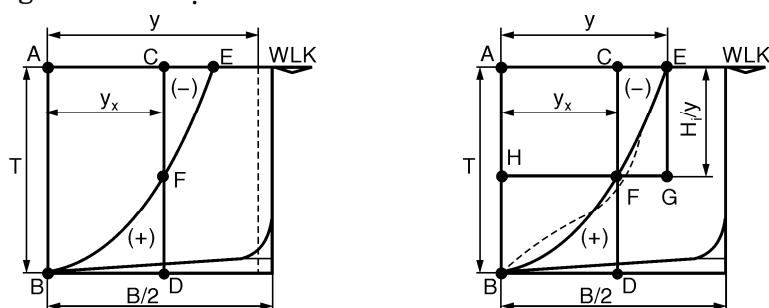
$C_{p,F}$	5	6	7	7 ½	8	8 ½	9	9 ½	FP
0,60	1,0	0,971	0,842	0,731	0,595	0,439	0,267	0,112	-
0,62	1,0	0,977	0,868	0,767	0,633	0,471	0,290	0,125	-
0,64	1,0	0,983	0,893	0,802	0,671	0,505	0,316	0,139	-
0,66	1,0	0,987	0,915	0,834	0,71	0,542	0,347	0,155	-
0,68	1,0	0,991	0,935	0,865	0,748	0,581	0,379	0,175	-
0,70	1,0	0,994	0,950	0,891	0,787	0,622	0,417	0,199	-
0,72	1,0	0,997	0,962	0,915	0,823	0,665	0,459	0,227	-
0,74	1,0	0,999	0,972	0,938	0,856	0,711	0,503	0,259	-
0,76	1,0	1,0	0,98	0,958	0,89	0,759	0,553	0,239	0

7.1.3 Vẽ sườn tàu

Sườn tàu trong sơ đồ này đã được hạn chế về chiều rộng tại đường nước thiết kế và diện tích sườn. Tại sườn thứ m có thể xác định diện tích sườn a_x từ phân bố theo bảng 7.3 và 7.4. Có thể tìm nửa đường sườn tương đương cho sườn chữ nhật sau:

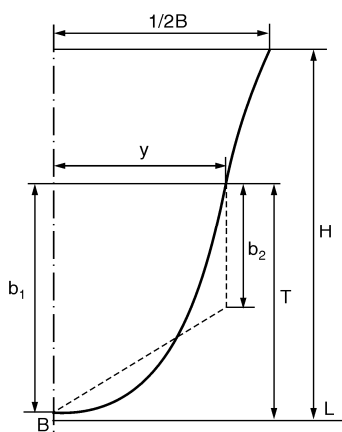
$$y_x = \frac{a_x}{2T} \quad (7.5)$$

Tích số của tọa độ vừa xác định với chiều chìm tàu T chính là 1/2 diện tích sườn thứ m như đã đề cập. Trên hình 7.5 diện tích đó được biểu diễn tại hình chữ nhật $ABCD$. Tại đường nước thiết kế, với nửa đường nước sườn thứ m xác định từ bảng, vẽ khoảng cách AE . Cố gắng vẽ đường cong từ B đến E , cắt CD tại F với điều kiện diện tích hình CEF bằng diện tích FDB . Bằng cách đó chúng ta nhận được đường cong sườn tàu tại sườn thứ m .

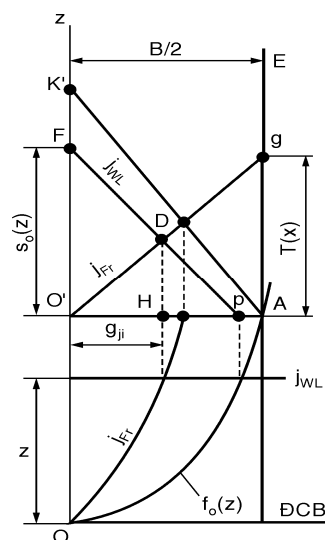

Hình 7.5

Cách vẽ khác, trình bày tại phía phải hình tạo thuận lợi cho người thực hiện.

Nghệ thuật của phương pháp này nằm ở chỗ, tạo ra hai hình chữ nhật có diện tích bằng nhau, cùng có chung hai cạnh AB và AE . Hai hình chữ nhật có một mảng chung $ACFH$, còn hai hình chữ nhật riêng lẻ $HBDF$ và $CFGE$ phải bằng nhau. Đường nối các đỉnh BF và FE sẽ là đường viền đảm bảo cho diện tích hình bốn cạnh $ABFE$ bằng diện tích $a_x/2$ vừa nêu. Đường sườn tàu thứ m được vẽ men theo đường gãy khúc BFE , theo cách nêu trên. Hình 7.6 tiếp theo trình bày cách xử lý uốn chuyển hơn khi vẽ sườn tàu.



Hình 7.6



Hình 7.7 Phương pháp tia

7.1.4 Phương pháp tia Paplenko

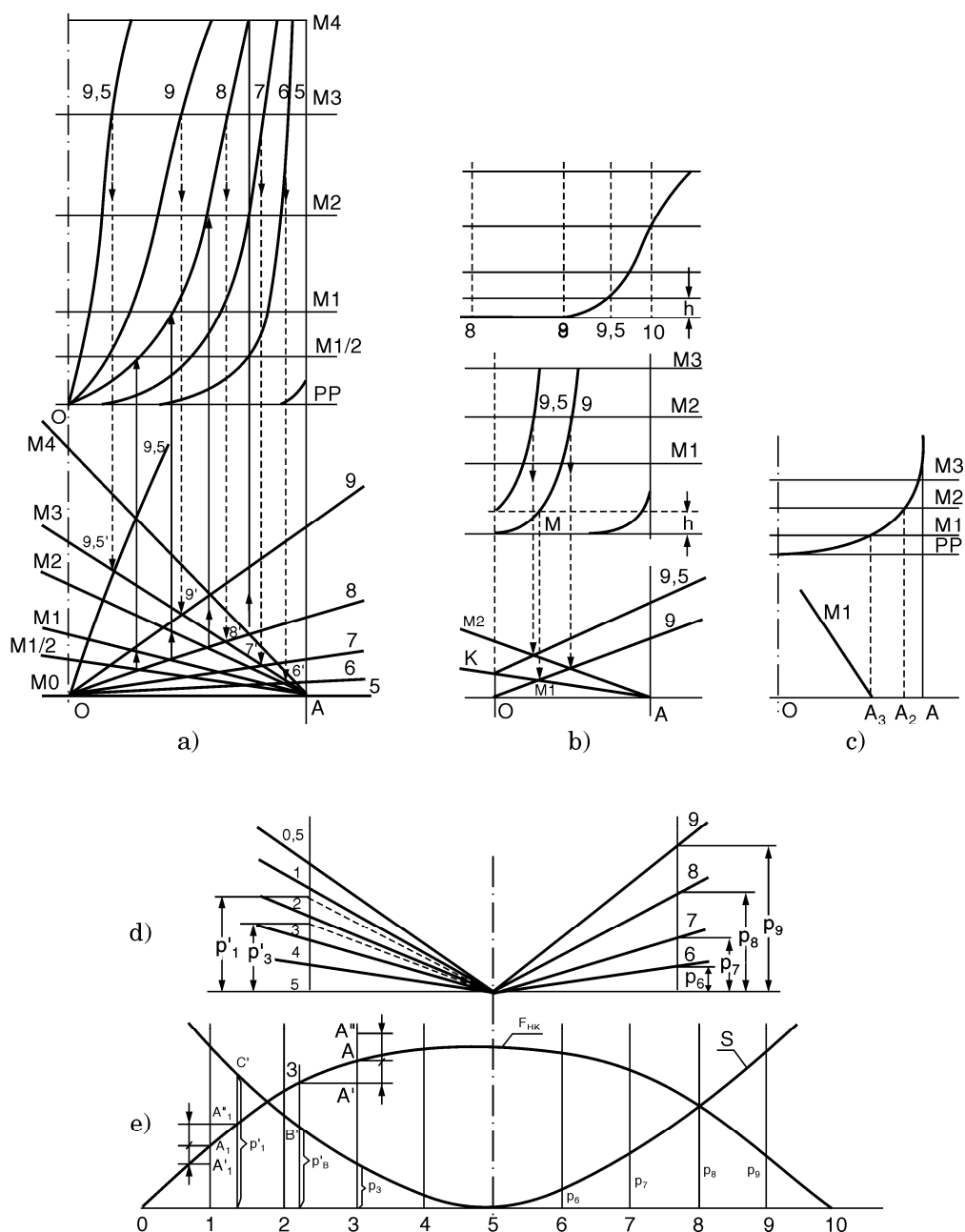
Phương pháp mang tính lịch sử, có ứng dụng trong ngành đóng tàu được tóm tắt dưới đây giúp bạn đọc hình dung những khó khăn khi vẽ đường hình tàu. Nguyên lý vẽ theo phương pháp tia thể hiện tại hình 7.7, trích từ sách giáo khoa xuất bản tại Nga [1]. Trong hình, phần trên biểu diễn các tia, phần dưới là chuyển hóa tia thành sườn tàu. Các sườn lý thuyết được biểu diễn dạng tia, xuất phát từ O' , các đường nước là những đoạn thẳng bắt đầu từ A, P, \dots . Sườn tiết diện lớn nhất thành đoạn $O'A$. Nối các điểm cắt đường nước với $O'A$ có thể xác định biểu thức giải tích trình bày sườn tiết diện lớn nhất $f_0(z)$. Khoảng cách giữa các đường thẳng $O'K'$ và AE sẽ bằng nửa chiều rộng tàu tại đường nước thiết kế.

Theo cách làm của *Paplenko*, biểu thức xác định mặt vỏ tàu có dạng

$$y = \frac{f_0(z)}{1 + \frac{Ag(x)}{\frac{B}{2} \operatorname{tg}(\overline{gO'}, \overline{O'A})}} \quad (7.6)$$

Qui trình vẽ đường hình theo phương pháp này ít nhất phải như sau:

- Xây dựng đường phân bố diện tích sườn,
- Xây dựng đường nước thiết kế,
- Xây dựng các sườn vùng mũi và lái với diện tích xác định, chiều rộng xác định, theo cách đã nêu,
- Vẽ các tia đường nước thiết kế theo kiểu làm *Paplenko* đề xuất, các tia sườn. Đánh dấu các điểm cắt tia sườn với các đường nước,
- Chuyển chiều rộng tàu từ bản vẽ tia sang bản vẽ cần lập.



Hình 7.8 Vẽ đường hình tàu theo cách của Paplenko

Hình tiếp theo giới thiệu kết quả vẽ đường hình tàu theo phương pháp tia, thực hiện khi thiết kế tàu vận tải. Phương pháp này được sử dụng có hiệu quả cho đến những năm giữa thế kỷ XX. Ngày nay, khi đã tích lũy được nhiều kinh nghiệm vẽ tàu, với dữ liệu thu được từ thực tế khai thác và sử dụng tàu khá phong phú, phương pháp thống kê và tiếp đó tự động hóa tính toán, thiết kế vỏ tàu đã thay thế hầu hết công việc mò mẫm mà người vẽ phải thực hiện trong khi vẽ tia.

1- Thiết kế đường hình tàu theo tàu mẫu

Cách làm có lẽ đơn giản và thuận tiện là giữ nguyên các hệ số đầy thân tàu, chỉ thay đổi các tỷ lệ kích thước trong phạm vi yêu cầu.

Theo cách này người thiết kế phải tuân thủ các hệ số đồng dạng sau

$$\text{- Chiều dài tàu} \quad \lambda_L = \frac{L}{L_o}$$

$$\text{- Chiều rộng tàu} \quad \lambda_B = \frac{B}{B_o}$$

$$\text{- Chiều cao hoặc chiều chìm tàu} \quad \lambda_T = \frac{T}{T_o}$$

Trong thiết kế, cần giữ nguyên giá trị từ tàu mẫu cho các đại lượng không thứ nguyên C_w , C_B , C_M , C_P và LCB tính bằng % trong khi thay đổi các quan hệ L/B , B/T , L/T và cả hệ số $L/V^{1/3}$. Cần để ý đến chi tiết nhỏ, khi thu nhỏ L/B của tàu, đại lượng liên quan cần xem xét kỹ là góc rẽ nước tại mũi.

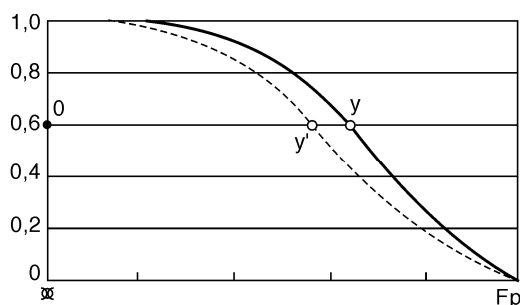
2- Thay đổi tâm nổi tàu

Thay đổi vị trí tâm nổi dọc tàu bằng cách thay đổi bố trí đoạn trụ giữa tàu như đã trình bày trong các chương trước. Phương pháp thực hành có thể học từ cách làm của tác giả người Đức *Schneekluth*¹². Theo cách này, hiệu chỉnh vị trí tâm nổi dọc tàu, dựa vào tàu mẫu tiến hành theo công thức sau:

Với tàu có $C_M > 0,94$.

$$\text{Hiệu chỉnh } LCB = (C_{B,F} - 0,973 C_B - 0,0211) \cdot 44 \quad (7.7)$$

3- Xê dịch đường phân bố để đảm bảo giá trị cần thiết cho C_P



Hình 7.9 Dịch chuyển đường phân bố để giữ giá trị của C_P

Theo đề xuất của *Munro-Smith*, có thể dịch chuyển đường phân bố sang ngang đoạn tính theo biểu thức:

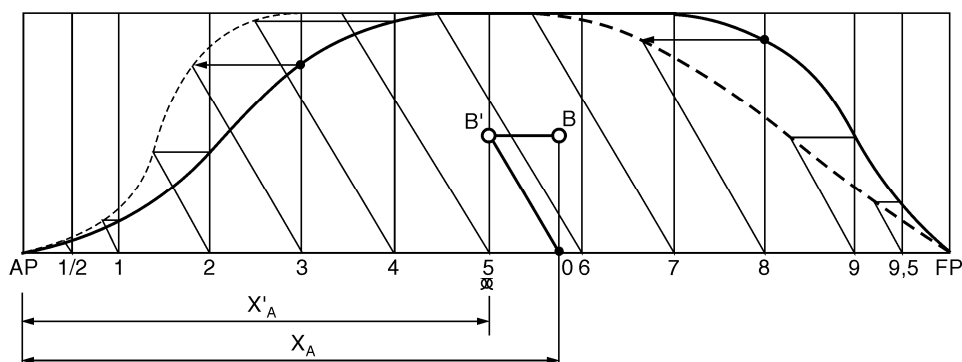
$$(1 - C_P)/(1 - C_{P,o}) \quad (7.8)$$

¹² H. Schneekluth "Einige Verfahren und Näherungsformeln zum Gebrauch beim Linienentwurf", Schiffstechnik, 1952

với $C_{P,o}$ - hệ số đẩy lặn trụ của tàu mẫu, còn C_P - hệ số đang khảo sát, giá trị của nó cần được giữ nguyên trong thiết kế, chúng ta sẽ nhận được đường phân bố cho tàu thiết kế.

4- Chuyển dịch ngang đường cong diện tích

Trường hợp thường gặp khi thiết kế, tâm nổi tàu thiết kế không trùng với tâm nổi tàu mẫu. Để đảm bảo tâm nổi tàu nằm đúng vị trí đã tính cần thiết, chuyển dịch ngang đường cong diện tích sườn của tàu. Với đường cong miêu tả diện tích sườn cho trước, tâm diện tích hình nằm dưới đường cong đó đóng vai trò tâm nổi tàu. Như vậy chuyển dịch ngang đường cong nhằm mục đích tạo đường cong mới có tâm tại vị trí bắt buộc. Hình 7.10 trình bày cách dịch chuyển này. Giả sử tâm diện tích đường cong trước khi dịch chuyển nằm tại B cách trụ lái X_A , theo tính toán tâm nổi tàu đang thiết kế cách trụ lái phải là X'_A , đoạn đường dịch chuyển cần thực hiện phải là $BB' = X_A - X'_A$. Xây dựng tam giác $BB'O$, trong đó BO vuông góc với đường cơ bản, còn BB' song song với đường cơ bản. Từ điểm cắt giữa đường vuông góc với đường cơ bản, qua vị trí sườn lý thuyết chúng ta kéo ngang cho đến khi gặp đường song song cạnh huyền tam giác $BB'O$ vừa nêu, xuất phát từ chung điểm đánh dấu sườn (H.7.10).



Hình 7.10 Chuyển dịch ngang đường cong diện tích sườn tàu

Đường vẽ bằng nét rời trên hình 7.10 sẽ là đường cần xác định.

7.2 ĐƯỜNG HÌNH TỪ CƠ SỞ GIẢI TÍCH

Mặt ngoài thân tàu, hay còn gọi mặt vỏ tàu trong thực tế là mặt cong 3D. Miêu tả mặt cong 3D này bằng công thức toán và tiếp đó dựng mặt cong này trong thực tế là việc phức tạp. Hiện tại chúng ta đủ khả năng xử lý những bài toán hình học dạng vỏ tàu 3D, tuy nhiên công việc này đòi hỏi công sức và thời gian nhiều. Cách làm được áp dụng rộng rãi từ lâu trong ngành đóng tàu là hạ bậc bài toán hình học khi vẽ tàu. Tàu được chia ra nhiều khoảng sườn, tại mỗi vị trí của sườn thân tàu bị cắt bằng mặt phẳng song song với mặt cắt giữa tàu, vuông góc với trục dọc. Vết cắt của vỏ tàu trên mặt cắt tại vị trí sườn gọi là sườn

tàu. Tiến hành xác định đặc tính hình học của sườn đó trong không gian 2D. Theo chiều cao, tàu được chia bằng nhiều đường nước, mỗi mặt đường nước cắt thân tàu theo một vết gọi là đường nước. Hình dáng mỗi đường nước chỉ nằm trong một lát cắt phẳng 2D. Và như vậy trong thực tế chúng ta chỉ sử dụng các đường cong trong 2D để miêu tả mặt vỏ tàu. Yêu cầu duy nhất của hai họ đường trục giao này là chúng phải gặp nhau, tọa độ các nút mà hai họ đường gặp nhau trở thành tọa độ vỏ tàu trong hệ tọa độ 3D, $Oxyz$.

Hàm parabol được Chapman đưa ra từ thế kỷ XVIII có dạng như sau:

$$y = y_{\max} \cdot \left[1 - \left(\frac{x}{L_{for(aft)}} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \right] \quad (7.9)$$

trong đó $y_{\max} = B/2$ trên đường nước thiết kế;

$L_{for(aft)}$ - chiều dài đoạn mũi hoặc đoạn lái, tùy yêu cầu tính toán;

α - hệ số đầy của cung đường.

Cần để ý, *parabol Chapman* mang ý nghĩa lịch sử nhiều hơn ý nghĩa sử dụng vì trên cung parabol này chưa miêu tả được điểm cắt. Tuy nhiên với các tàu chiến của thế kỷ trước vỏ tàu thường có dạng *parabol Chapman*.

Cách chúng ta một thế kỷ, **Taylor**¹³ đã đề ra ý tưởng thiết kế vỏ tàu bằng toán, theo thủ thuật hạ bậc vừa trình bày trên đây.

Cách làm đơn giản khi vẽ vỏ tàu là vẽ các đường sườn và đường nước bằng các hàm giải tích bậc tùy ý. Theo *Taylor*, tọa độ đường sườn phần cuối tàu vận tải có thể miêu tả bằng hàm:

$$y = y_{\max} \left[1 - a \left(\frac{x}{L_{for}} \right)^m + c \left(\frac{x}{L_{for}} \right)^n \right] \quad (7.10)$$

trong đó: $y_{\max} = B/2$; L_{for} - chiều dài đoạn mũi.

Các hệ số a , c được xác định cho mỗi kiểu tàu, số mũ m , n chỉ bậc của hàm.

Trong thực tế đây là họ đường parabol của *Chapman* từ thế kỷ trước, như đã được giới thiệu và phần bổ sung của parabol Taylor.

Nếu thay $y = 0$ tại $x = L_{for}$ sẽ nhận được $1 - a + c = 0$, hay là $c = a - 1$.

Công thức trên đây có thể biến thành:

$$y = y_{\max} \left[1 - a \left(\frac{x}{L_{for}} \right)^m + (a - 1) \left(\frac{x}{L_{for}} \right)^n \right] \quad (7.11)$$

Đạo hàm của hàm y theo x tính theo công thức:

$$\frac{dy}{dx} = (y_{\max}/L_{for}) \cdot \left[am \left(\frac{x}{L_{for}} \right)^{m-1} - (a-1)n \left(\frac{x}{L_{for}} \right)^{n-1} \right] \quad (7.12)$$

tại $x = L_{for}$ đạo hàm trên đây trở thành:

$$\frac{dy}{dx}|_{x=L_{for}} = tg\psi_{for} = -\frac{y_{\max}}{L_{for}} [am - (a-1)n] \quad (7.13)$$

¹³ D.W. Taylor, "On Ships Form derived by Formulae", Trans. Soc. Naval Arch. and Marine Engrs, 1903, Vol XI.

Đạo hàm bậc hai có dạng:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{y_{\max}}{L_{for}^2} [am(m-1)(\frac{x}{L_{for}})^{m-2} - (a-1)n(n-1)(\frac{x}{L_{for}})^{n-2}] \quad (7.14)$$

Điểm uốn được tìm tại vị trí $\frac{d^2y}{dx^2} = 0$

7.2.1 Đường cong Weinblum

Đường cong do *Weinblum* đề nghị khoảng những năm hai mươi thế kỷ XX. *Parabol* dạng *Weinblum* như sau:

$$y = y_{\max} [1 - a(\frac{x}{L_{for}})^m] \cdot [1 - c(\frac{x}{L_{for}})^n] \quad (7.15)$$

Tại $x = L_{for}$ giá trị của y bằng 0, vì vậy một trong hai biểu thức trong ngoặc phải bằng 0 tại điểm tính. Tại $x = L_{for}$: $1 - a(x/L_{for})^m = 0$, và như vậy $a = 1$.

Biểu thức trên được viết lại như sau:

$$y = y_{\max} [1 - (\frac{x}{L_{for}})^m] \cdot [1 - c(\frac{x}{L_{for}})^n] \quad (7.16)$$

Dưới dạng đa thức hàm y trở thành:

$$y = y_{\max} [1 - (\frac{x}{L_{for}})^m - c(\frac{x}{L_{for}})^n + c(\frac{x}{L_{for}})^{m+n}] \quad (7.17)$$

Hệ số đầy tính theo công thức $\alpha = A/(L_{for} \cdot y_{\max})$ sẽ là:

$$\alpha = \frac{m}{n+1} - \frac{c.m}{(n+1)(m+n+1)} \quad (7.18)$$

Đạo hàm theo x :

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{y_{\max}}{L_{for}} [m(\frac{x}{L_{for}})^{m-1} + cn(\frac{x}{L_{for}})^{n-1} - c(m+n)(\frac{x}{L_{for}})^{m+n-1}] \quad (7.19)$$

tại $x = L_{for}$ góc lượn phía mũi $\frac{dy}{dx}$ có dạng:

$$tg\psi = -\frac{y_{\max}}{L_{for}} \cdot m(1-c) \quad (7.20)$$

Điểm uốn tìm tại vị trí đạo hàm bậc 2 tiến tới không.

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{y_{\max}}{L_{for}^2} [m(m-1)(\frac{x}{L_{for}})^{m-2} + cn(n-1)(\frac{x}{L_{for}})^{n-2} - c(m+n)(m+n+1)(\frac{x}{L_{for}})^{m+n-2}] \quad (7.21)$$

7.2.2 Hàm giải tích theo D. Monceaux

Từ giữa thế kỷ 18, nhà đóng tàu người Pháp *Moceaux* đã đưa ra giải thuật có tên gọi *progressique* vẽ đường hình tàu. Cách làm này rất được ưa chuộng tại nước Nga, và đầu thế kỷ XX *Popov* (cha), *Yakovliev* đã triển khai thành phương pháp hữu hiệu. I.H. Bubnov để tâm nghiên cứu rất kỹ phương pháp này, xác lập những bảng tính áp dụng cho hàm từ bậc 1,5 đến 5 phục vụ thiết kế tàu chiến và tàu dân sự. Parabol trong giải thuật này có dạng:

$$y = y_{\max} \cdot \frac{1 - (\frac{x}{L_{\text{for}}})^n}{1 + m(\frac{x}{L_{\text{for}}})^n} \quad (7.22)$$

Để dàng nhận thấy rằng các đại lượng khác có thể suy ra từ công thức:

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{y_{\max}}{L_{\text{for}}} \cdot n \cdot \frac{(\frac{x}{L_{\text{for}}})^{n-1}}{[1 + m(\frac{x}{L_{\text{for}}})^n]^2} \cdot (1 + m) \quad (7.23)$$

tại $x = L_{\text{for}}$ đạo hàm bậc nhất trở thành:

$$tg\psi = \frac{y_{\max}}{L_{\text{for}}} \cdot \frac{n}{1 + m}$$

Đạo hàm bậc hai:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{y_{\max}}{L_{\text{for}}^2} \cdot n(1 + m) \cdot \frac{(n-1)(\frac{x}{L_{\text{for}}})^{n-2} - m(n+1)(\frac{x}{L_{\text{for}}})^{2n-2}}{[1 + m(\frac{x}{L_{\text{for}}})^n]^3} \quad (7.24)$$

Khi đạo hàm bậc hai tiến tới 0, chúng ta có thể xác định điểm uốn. Ví dụ với hàm bậc 3 điểm uốn được tìm từ quan hệ:

$$\frac{x}{L_{\text{for}}} = \frac{1}{\sqrt[3]{2m}} \quad (7.25)$$

7.2.3 Hàm giải tích miêu tả vỏ tàu

Hàm giải tích miêu tả tọa độ y vỏ tàu có thể diễn đạt bằng tích sau:

$$y = k \cdot (\frac{x}{L})^m \cdot [1 - (\frac{x}{L})^n]^p \quad (7.26)$$

Để dàng nhận thấy rằng tại $x = 0$ và $x = L$ giá trị $y = 0$. Đạo hàm của hàm trên được tính theo công thức:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{k}{L} (\frac{x}{L})^{m-1} [1 - (\frac{x}{L})^n]^{p-1} [m - (m + np)(\frac{x}{L})^n] \quad (7.27)$$

Giá trị lớn nhất của y tìm tại vị trí đạo hàm bậc 1 bằng 0.

$$x = \left(\frac{m}{m + np} \right)^{1/n} \cdot L \quad (7.28)$$

Góc lượn phía mũi và lái được xác định cho giá trị đạo hàm bậc 1 tại $x = 0$ và $x = L$.

Mơ ước của nhiều nhà nghiên cứu tàu thủy là có thể vẽ vỏ tàu nhờ chỉ một hoặc nhiều lăm là hai công thức giải tích. Cách làm theo ý tưởng này đẹp như trong mộng. Với một công thức đã được người nào đó chế sẵn, nếu muốn có vỏ tàu chiến cực kỳ hiện đại, tàu sẽ chạy cực kỳ nhanh trong khi tiêu thụ nhiên liệu ít nhất, người ấy chỉ cần “úm ba la” là sẽ ra ngay tàu chiến, còn nếu muốn có du thuyền tuyệt đẹp và chạy nhanh nhất, trang bị tiện nghi bậc nhất, cũng chỉ cần ra chỉ thị “hãy ra ngay du thuyền”. Thực ra ước mơ này đã có từ thế kỷ 18 và ngày nay đang là niềm khát khao đáng tôn trọng. Tuy nhiên người làm công việc thiết kế tàu thực sự cần giải quyết vấn đề này thực tế hơn. Tàu chiến có vỏ khác xa tàu đánh cá, còn vỏ du thuyền không giống vỏ tàu vận tải đi biển, do vậy người thiết kế không thể mong đợi quá nhiều vào một hoặc hai công thức vạn năng, từ công thức đó để ra tất cả các vỏ tàu và vỏ tàu nào cũng tối ưu.

Với mỗi loại tàu nhất định, người thiết kế có thể tìm những công thức giải tích thích hợp để giải quyết phần lớn công việc vẽ vỏ cho tàu ấy. Dưới đây sẽ giới thiệu cách làm cho tàu vận tải biển thông thường.

Hàm giải tích được viết riêng cho phân đoạn mũi và phân đoạn lái. Tọa độ y_{\max} của sườn tàu bất kỳ đo tại đường nước ở độ cao z được tính theo công thức giản đơn:

$$y_{z,\max} = c \cdot z^m \quad (7.29)$$

tại $z = T; \quad B/2 = c \cdot T^m$

Nếu coi hệ số đầy mặt cắt với diện tích lớn nhất là $\beta = \frac{1}{m+1}$ có thể suy ra:

$$m = \frac{1-\beta}{\beta} \quad (7.30)$$

$$\text{Từ đó:} \quad y_{z,\max} = c \cdot z^m = \frac{B}{2T^{\frac{1-\beta}{\beta}}} \cdot z^{\frac{1-\beta}{\beta}} \quad (7.31)$$

Hệ số đầy đường nước:

$$\alpha_{for,z} = \alpha_{for} \cdot \left(\frac{z}{T} \right)^{\left(\frac{\alpha-\delta}{\delta} \cdot \frac{1-\beta}{\beta} \right)} \quad (7.32)$$

Tọa độ y tính theo công thức dạng Chapman

$$y = y_{\max} \cdot \left[1 - \left(\frac{x}{L_{for(aft)}} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \right]$$

sẽ là

$$y = \frac{B}{2T^{\frac{1-\beta}{\beta}}} \cdot z^{\frac{1-\beta}{\beta}} \cdot \left[1 - \left(\frac{x}{L_{for}} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \right] \quad (7.33)$$

trong công thức cuối α được hiểu là: $\alpha \equiv \alpha_{for,z} = \alpha_{for} \cdot \left(\frac{z}{T} \right)^{\left(\frac{\alpha-\delta}{\delta} \cdot \frac{1-\beta}{\beta} \right)}$

Với công thức dạng trên người thiết kế có thể vẽ toàn bộ vỏ tàu theo cách trình bày thường thức.

7.3 PHƯƠNG PHÁP NỘI SUY

7.3.1 Sử dụng spline vẽ đường hình tàu

Nếu spline được trình bày dưới dạng hàm $s(x)$, trong phạm vi thay đổi rất nhỏ $s''(x)$ được coi như độ uốn. Nếu cho trước các điểm $p_1(x_1, y_1)$, $p_2(x_2, y_2)$..., $p_n(x_n, y_n)$, hàm $\int_{x_1}^{x_2} (s''(x))^2 dx$, như một hàm diễn đạt năng lượng của hệ, đạt giá trị nhỏ nhất. Về mặt hình học, hàm spline có xuất xứ từ các đường cong được nắn theo mép các thanh thước mỏng, trước đây làm bằng gỗ, mà những người vẽ tàu trên sàn phóng thường dùng. Hiểu bản chất của hàm spline sẽ dễ dàng xây dựng các đường cong trong tự nhiên phục tùng các hàm này. Hàm spline không thích hợp cho việc miêu tả các đường gãy khúc song thể hiện đường cong tự nhiên của vỏ tàu rất sát thực tế. Xây dựng hàm spline theo cách sau. Nếu xét trong đoạn $[x_i, x_{i+1}]$, chúng ta có thể viết:

$$\begin{aligned} h_i &= x_{i+1} - x_i \\ w &= (x - x_i)/h_i \\ w^* &= 1 - w \end{aligned} \quad (7.34)$$

Chúng ta có thể viết hàm $s(x)$ dưới dạng chứa x , w , h

$$s(x) = wy_{i+1} + w^*y_i + h_i^2[(w^3 - w)\sigma_{i+1} + (w^{*3} - w^*)\sigma_i] \quad (7.35)$$

Trong đó các hằng số σ_i , σ_{i+1} sẽ được xác định tiếp theo.

Các ký hiệu trong công thức mang ý nghĩa như sau:

$$s(x_i) = y_i ; s(x_{i+1}) = y_{i+1} \quad (7.36)$$

Nếu ký hiệu: $\Delta_i = \frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i}$

Các hằng số delta thỏa mãn hệ phương trình:

$$\begin{bmatrix} -h_1 & h_1 & 0 & 0 & 0 \\ & 2(h_1 + h_2) & h_2 & 0 & 0 \\ & & 2(h_2 + h_3) & h_3 & 0 \\ & & & \mathbf{g} & h_{n-1} \\ D & X & & & -h_{n-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \\ \sigma_3 \\ \mathbf{g} \\ \sigma_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_1^2 \Delta_1^{(3)} \\ \Delta_2 - \Delta_1 \\ \Delta_3 - \Delta_2 \\ \mathbf{g} \\ -h_{n-1}^2 \Delta_{n-3}^{(3)} \end{bmatrix} \quad (7.37)$$

Hệ phương trình đại số tuyến tính trên đây được đưa về dạng ma trận hai đường chéo chính:

$$\begin{bmatrix} a_1 & h_1 & & & \\ & a_2 & h_2 & & \\ & & a_3 & h_3 & \\ & & & \mathbf{g} & \mathbf{g} \\ & & & \mathbf{g} & \mathbf{g} \\ & & & & a_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \\ \sigma_3 \\ \mathbf{g} \\ \sigma_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \\ \mathbf{g} \\ \beta_n \end{bmatrix} \quad (7.38)$$

Các hệ số σ_i xác định như sau:

$$\sigma_n = \frac{\beta_n}{a_n}$$

$$\sigma_i = \frac{\beta - h_i \sigma_{i+1}}{a_i}$$

Kết quả hàm $s(x)$ được viết:

$$s(x) = y_i + b_i(x-x_i) + c_i(x-x_i)^2 + d_i(x-x_i)^3; \quad x_i \leq x \leq x_{i+1} \quad (7.39)$$

trong đó:

$$b_i = \frac{y_{i+1} - y_i}{h_i} - h(\sigma_{i+1} + 2\sigma_1)$$

$$c_i = 3\sigma_i$$

$$d_i = \frac{\sigma_{i+1} - \sigma_i}{h_i} \quad (7.40)$$

7.3.2 Vẽ đường hình tàu dựa vào tàu mẫu

Trong điều kiện có đủ thông tin về tàu mẫu có thể dùng các phương pháp nội suy để vẽ đường hình tàu. Mọi công tác xử lý dữ liệu cần thực hiện theo chương trình. Hiện nay trong các tài liệu công khai có thể tìm được các nguồn dữ liệu đáng tin cậy cho các loạt tàu sau: mẫu tàu vận tải biển *BSRA* (Anh), mẫu *SSPA* (Thụy Điển), mẫu *Hansena* (Na Uy), *Formdata* và mẫu tàu ven biển *Dawson* ¹⁴.

¹⁴ Tài liệu tham khảo:

H.Schneekluth, "Einige Verfahren und Näherungsformeln zum Gebrauch beim Linienentwurf", Schiffbautechnik, 1952.
D.I. Moor, M.N. Parker, R.N.M. Pattullo, "The BSRA Methodical Series-An Overall Presentation", Tr. RINA, 1961, 1966.
A. Williams, "The SSPA Cargo Liner Series Propulsion", 1970.
H.B. Hansen, "Systematic Experiments with Models of Fast Coasters", 1956.

Mẫu BSRA có các thông số nằm trong phạm vi:

$$C_B = 0,65 \div 0,8; \quad B/T = 2,0 \div 4,0; \quad L_{pp}/\nabla^{1/3} = 4,0 \div 6,5.$$

Mô hình tàu BSRA được thử cùng thiết bị đẩy gắn trên đó, kết quả thử mô hình được trình bày dạng đồ thị chứa các tham số w , t , C_B , LCF và vận tốc tương đối dạng $v/\sqrt{L_c}$ (Corresponding speed).

Đồ thị giúp cho thiết kế đường hình tàu trình bày dạng nửa chiều rộng tàu là hàm số của C_B được giới thiệu tiếp theo.

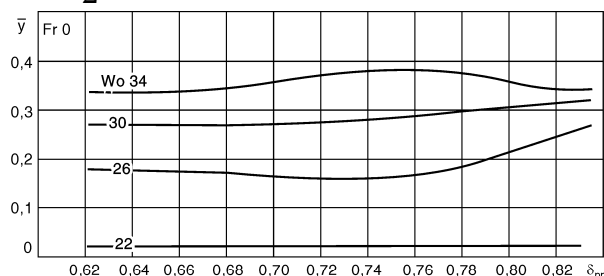
Chiều chìm thứ i , tính bằng ft , được xác định từ công thức

$$T_i = \frac{T}{26} \cdot T_{i,st}$$

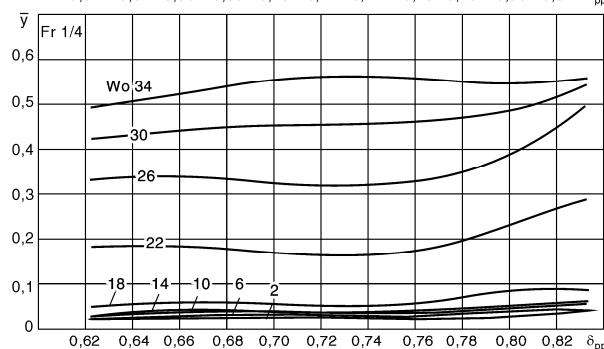
trong đó $T_{i,st}$ là chiều chìm đến đường nước i của tàu tiêu chuẩn. Cần giải thích thêm chiều chìm tàu tiêu chuẩn 26ft.

Nửa chiều rộng tàu tại đường nước thứ i tính bằng công thức:

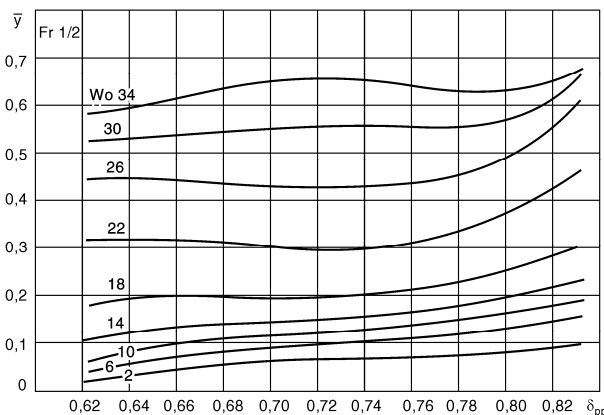
$$y_i = \bar{y}_i \frac{B}{2}$$



Sườn 0

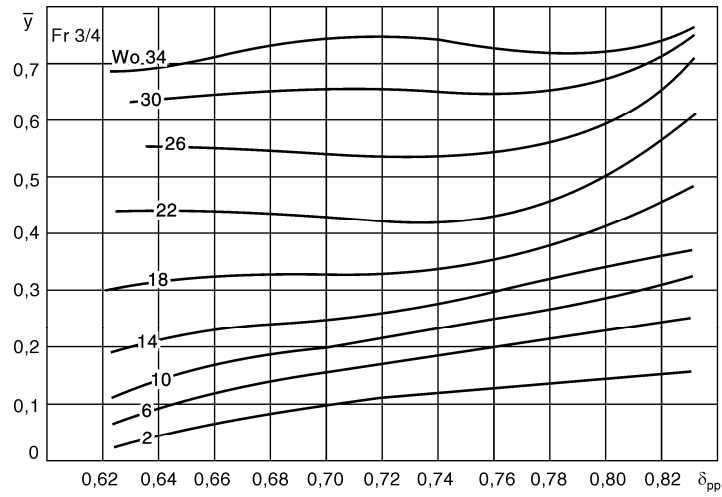


Sườn 1/4

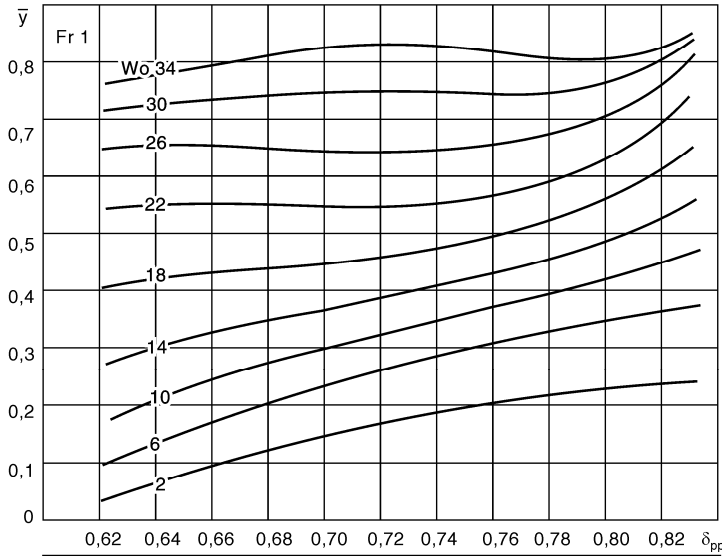


Sườn 1/2

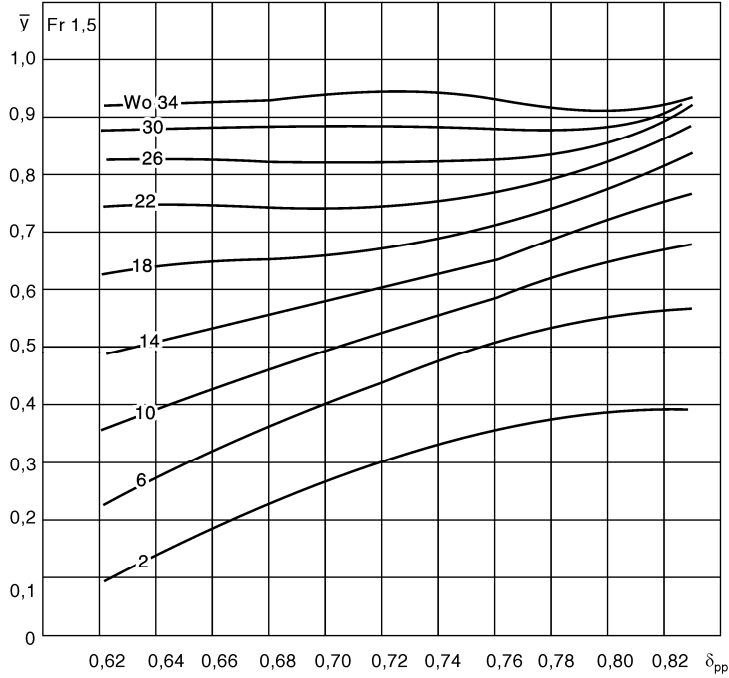
Đồ thị \bar{y} trong quan hệ với hệ số đầy thân tàu δ



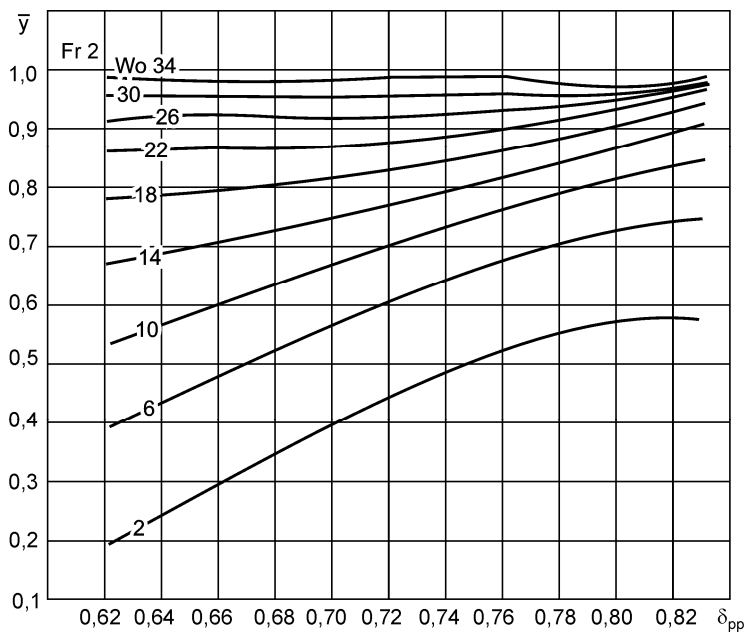
Sườn 3/4



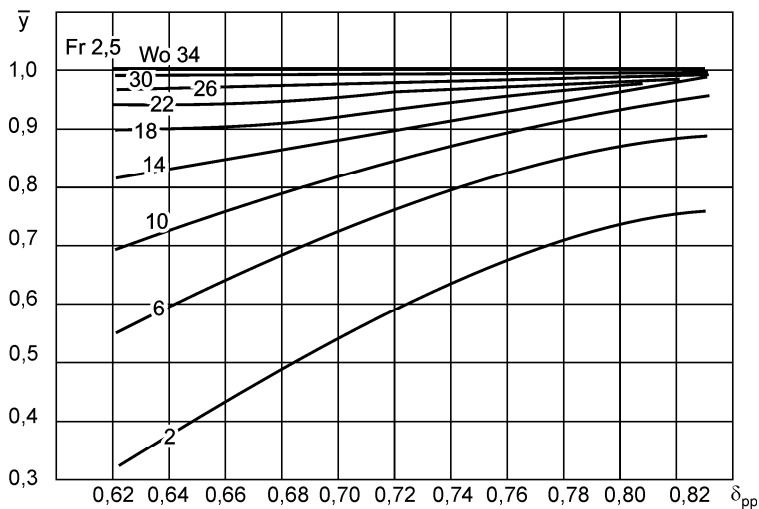
Sườn 1



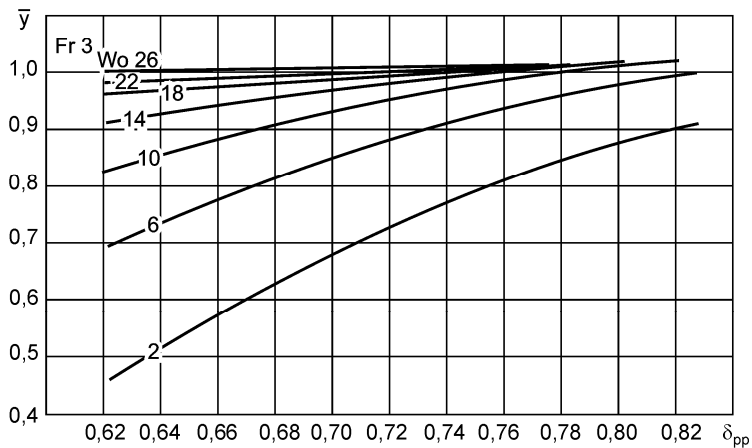
Sườn 1 $\frac{1}{2}$



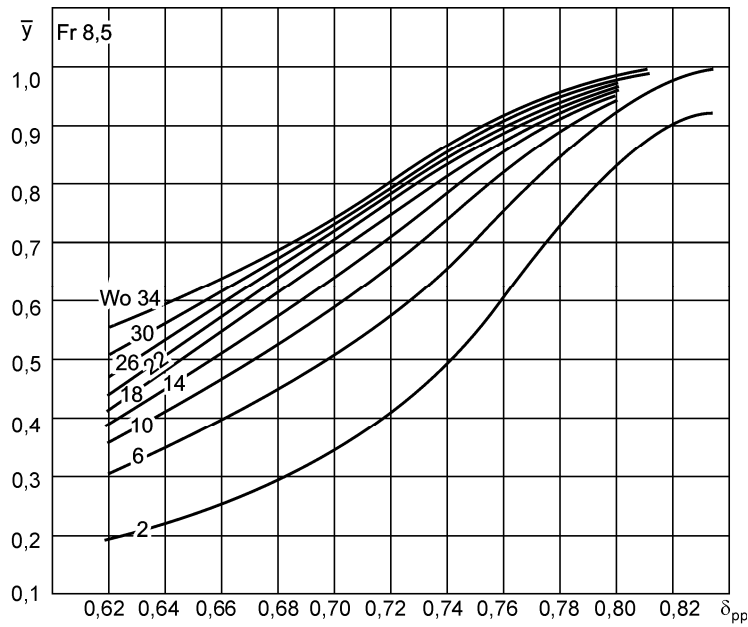
Sườn 2



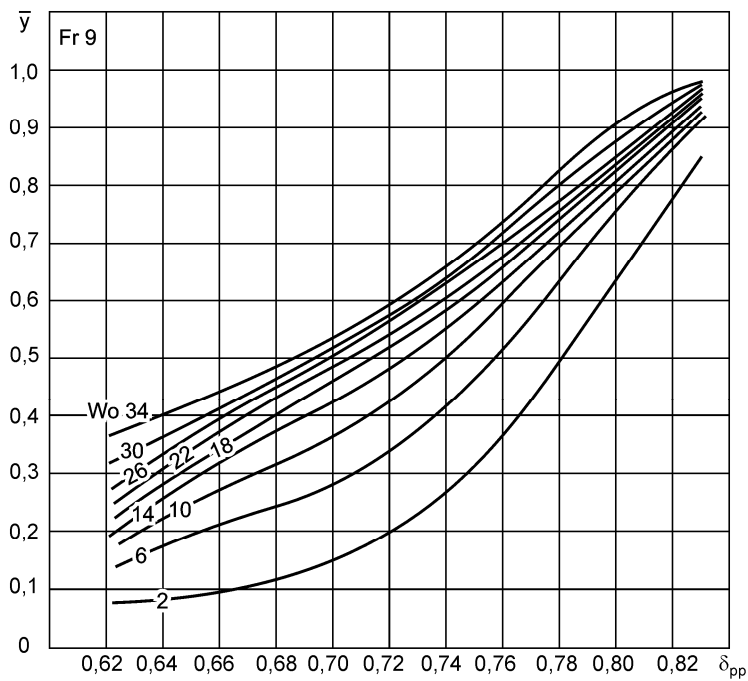
Sườn 2 $\frac{1}{2}$



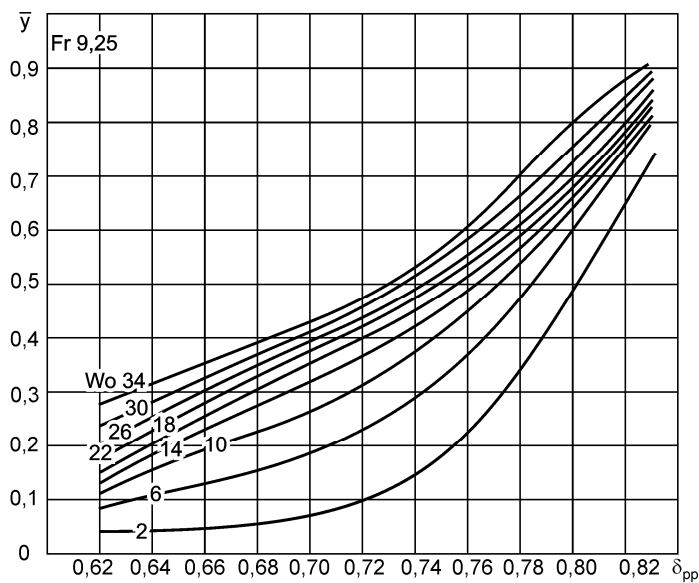
Sườn 3



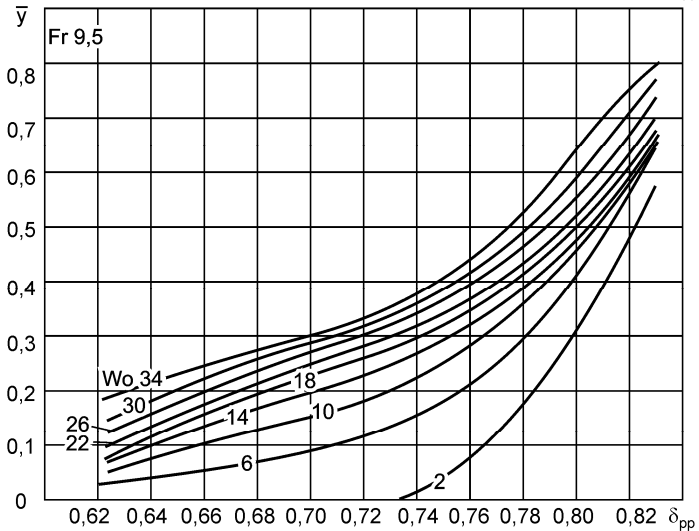
Sườn $8\frac{1}{2}$



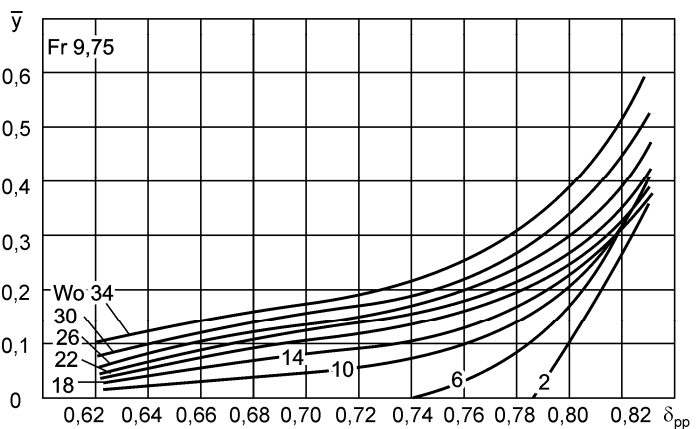
Sườn 9



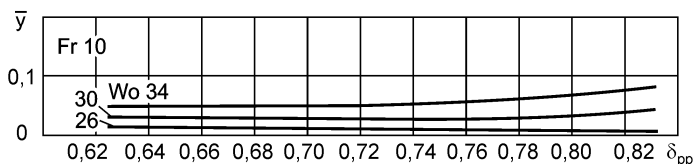
Sườn $9\frac{1}{4}$



Sườn $9\frac{1}{2}$



Sườn $9\frac{3}{4}$



Sườn 10

THIẾT KẾ TÀU

8.1 CÁC GIAI ĐOẠN THIẾT KẾ

Theo truyền thống của các nhà đóng tàu, thiết kế trải qua các giai đoạn:

1- Xây dựng yêu cầu và nhiệm vụ thiết kế

Công việc mở đầu này, thường do người chủ phương tiện đặt ra, người thiết kế phải thực hiện đúng và đủ. Trong nhiệm vụ thiết kế cần thiết phải đề cập đến công dụng, loại hình, khu vực hoạt động của tàu. Những tính năng kỹ thuật chủ yếu của tàu tương lai được trình bày rõ trong yêu cầu thiết kế. Trong điều kiện Việt nam những vấn đề được đề cập trong nhiệm vụ thư có thể như sau:

- Hạn chế về kích thước chính,
- Trọng tải, dung tích chở dùng cho tàu vận tải, sức kéo dùng cho tàu kéo, khả năng khai thác dùng cho tàu cá, các tính năng sử dụng đặc trưng cho loại tàu cụ thể,
- Máy chính: kiểu máy, hạn chế về công suất, vòng quay...
- Vận tốc tàu cần thiết,
- Khả năng chuyển đi biển,
- Tính ổn định, tính chịu sóng gió, tính chống chìm,
- Vật liệu làm vỏ tàu,
- Thiết bị sinh hoạt,
- Thiết bị trên tàu (thiết bị boong): thiết bị lái, neo, buộc, phương tiện cứu sinh, phương tiện an toàn, cần cẩu,
- Thiết bị buồng máy,
- Hệ thống ống,
- Hệ thống thông tin,
- Hệ thống điện, VTD
- Các thiết bị chuyên ngành và thiết bị đặc biệt.

2- Thiết kế sơ bộ

Trong giai đoạn này, thực hiện các công việc gắn liền với xác định đặc tính tàu tương lai. Những nhóm việc chính phải bao gồm lập phương án và đưa ra những thông số chứng minh phương án có tính khả thi và có hiệu quả kinh tế. Tài liệu nước ngoài đề cập vấn đề này dưới hai khái niệm “*Concept Design*” và “*Preliminary Design*”, trùng với nội dung chúng ta xem xét dưới đây:.

a) Xác định lượng chiếm nước của tàu thoả mãn phương trình cân bằng $D = \gamma.V$, trong đó lực nổi tính theo định luật Archimedes đúng bằng trọng lượng toàn tàu.

b) Xác định sơ bộ kích thước chính và các hệ số đầy thân tàu. Kích thước chính thân tàu được hiểu trước tiên là chiều dài, chiều rộng, chiều cao, chiều chìm trung bình của tàu. Từ kích thước chính có thể nhận thấy chiều cao mạn khô cũng đã được đề cập trong giai đoạn này.

c) Trên cơ sở kích thước chính, các hệ số đầy, bắt đầu triển khai việc xác định hình dáng hay là dạng vỏ tàu, lập bản vẽ đường hình tàu.

d) Với tàu tự chạy, bắt đầu tính sức cản vỏ tàu, công suất máy cần thiết để tàu có thể hoạt động đạt yêu cầu đề ra.

e) Xác định lần nữa lượng chiếm nước và tính ổn định tàu, trên cơ sở đường hình vừa tạo ra.

f) Kiểm tra tính nổi của tàu trên cơ sở đường hình mới tạo.

g) Phân khoang chống chìm tàu và kiểm tra ổn định sự cố.

h) Chuẩn bị bố trí chung, có tính sơ bộ.

i) Tính trọng lượng, trọng tâm tàu trên cơ sở bố trí chung và các bản vẽ kết cấu ban đầu.

3- Thiết kế kỹ thuật

Trong phần thiết kế kỹ thuật, chỉ sử dụng kết quả của một trong rất nhiều phương án từ thiết kế sơ bộ, và kết quả ấy đã được thừa nhận. Trên cơ sở đường hình tàu đã có, bố trí chung đã ổn định cho đến thời điểm đang kể, thiết bị máy móc đã được chọn, các bộ phận thiết kế tiến hành các công việc hợp tác, thiết kế chi tiết hơn, bố trí chi tiết và cụ thể hơn, mối liên hệ giữa các bộ phận trên tàu trở thành hiện thực hơn. Trong giai đoạn này các sơ đồ lắp ráp được hoàn thiện, các thiết kế kết cấu được triển khai đến chi tiết. Từ các bản vẽ chi tiết đã có thể tiến hành tính toán giá thành sản phẩm một cách chi tiết.

Trong giai đoạn thiết kế kỹ thuật, các viện thiết kế có thể tiến hành phân việc theo nhóm. Các nhóm công tác có thể theo dạng sau:

- Bộ phận chuyên về vỏ tàu:

- + Khai triển tôn vỏ, chia tôn,
- + Tính các tính năng tàu,
- + Bố trí toàn tàu,

- + Triển khai thiết kế kết cấu các chi tiết trên vỏ tàu,
- + Bố trí các hệ thống ống toàn tàu,
- + Tính toán lại trọng lượng vật tư, thiết bị và trọng tâm của chúng.

- Bộ phận cơ khí - động lực tàu:

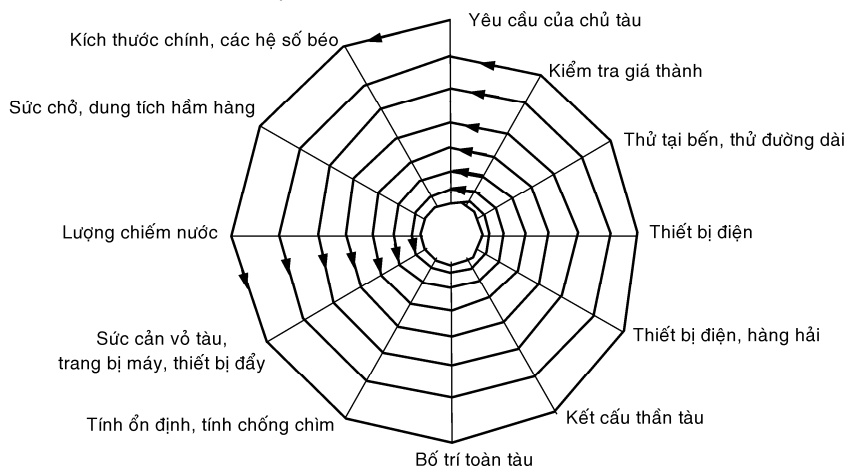
- + Tính toán cân bằng năng lượng trên tàu,
- + Bố trí buồng máy,
- + Bố trí các hệ thống ống liên quan máy chính, máy phụ,
- + Bố trí hệ thống điều khiển máy chính, máy phụ, tự động hoá buồng máy...

- Bộ phận điện - điện tử:

- + Cân bằng năng lượng điện trên tàu,
- + Bố trí hệ thống điện trên tàu,
- + Bố trí hệ thống nhận điện từ bờ,
- + Thiết bị an toàn điện,
- + Bố trí hệ thống máy móc thiết bị điện tử đảm bảo an toàn hàng hải, thông tin, liên lạc.

Nếu coi quá trình thiết kế là sự hoàn thiện dần các phép tính nhằm thỏa mãn yêu cầu đề ra, quá trình này có thể minh họa dưới dạng sự tiến hóa theo đường xoắn ốc. Mọi phép tính, phép thử được tiến hành riêng nhau, theo những qui luật vật lý nhất định. Kết quả của phép tính này làm tiền đề cho phép tính tiếp theo, sau đó kết quả của phép tính tiếp theo này làm tiền đề cho phép tính sau nó. Sau mỗi vòng tiến hóa, kết quả của cùng một phép tính sẽ đổi thay so với giá trị ban đầu, và kết quả lần thứ hai (sau đó là thứ ba, thứ tư...) lại làm chức năng dữ liệu đầu vào cho phép tính kế tiếp. Chu trình trên lặp lại nhiều lần, theo đường xoắn ốc, cho đến khi kết quả cuối cùng thỏa mãn các điều kiện đặt ra, với sai sót trong phạm vi cho phép.

Trên hình xoắn ốc minh họa cách làm này.



Hình 8.1 Hình xoắn ốc minh họa quá trình thiết kế

8.2 CÁC PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ TÀU

Ngày nay có thể chia các phương pháp thiết kế thành những nhóm sau

8.2.1 Thiết kế tổng hợp

Phương pháp dựa trên cơ sở thống kê: Trong phương pháp này, tiến hành xác định các kích thước chính của tàu, tỉ lệ kích thước, các hệ số, các đặc trưng hình học khác trên cơ sở các công thức kinh nghiệm rút ra từ thực tế. Các yêu cầu và mọi đòi hỏi về ổn định, an toàn... của tàu được thử sau mỗi lần tính.

Phương pháp phương trình vi phân cho phép thay đổi một số đặc trưng trong khi chọn các thông số của tàu thiết kế. Trong một phạm vi nhất định, phương pháp phương trình vi phân tương đồng với cách làm của phép biến phân trong thiết kế.

Phương pháp thiết kế không dựa hoàn toàn vào tàu mẫu cũng được coi là một phương pháp tổng hợp. Trong cách làm này, người ta dựa vào nguyên tắc đi dần đến mục tiêu bằng cách phép tính gần đúng dần. Một trong những mô hình toán dùng để tính có thể như sau:

Bước 1. Xác định lượng chiếm nước theo một trong các cách thông dụng.

Xác định các kích thước chính của tàu và các hệ số đầy.

Bước 2. Xác định sức cản vỏ tàu, xác định công suất máy chính, thiết kế máy đẩy tàu, xác định vận tốc tàu,

Xác định khối lượng thân tàu,

Điều chỉnh lượng chiếm nước của tàu.

Bước 3. Xác định chính xác lượng chiếm nước, công suất máy chính, chọn các máy phụ, thiết bị tàu.

Bước 4. Kiểm tra tính ổn định, chiều cao mạn khô, dung tích hầm hàng, kiểm tra tính chống chìm, khả năng đi biển và nếu có đòi hỏi, kiểm tra độ bền chung toàn tàu.

Bước 5. Hiệu chỉnh toàn bộ thông số đã tính, xác định thông số ở dạng cuối cùng.

Cách làm khác có thể là:

Bước 1. Xác định lượng chiếm nước.

Bước 2. Xác định sức cản vỏ tàu, xác định công suất máy chính, thiết kế máy đẩy tàu, xác định vận tốc tàu,

Xác định khối lượng thân tàu,

Điều chỉnh lượng chiếm nước của tàu.

Tính chiều dài L , hệ số đầy thể tích.

Bước 3. Tính H/T

Bước 4. Tính B/T theo tiêu chuẩn ổn định

Bước 5. Tính các đại lượng khác trên cơ sở $D, L, C_B (\delta), H/T, B/T...$

Dưới đây giới thiệu tiếp phương án thiết kế tàu vận tải biển do *Watson* đề nghị:

1. Xác định sức chở của tàu $P = D - W_s$
 2. Xác định lượng chiếm nước $D = C_B \times L \times B \times T$
- Trong đó C_B xác định từ các phương pháp thông dụng được trình bày tiếp.
3. $C_B = f(L, v)$, v - vận tốc tàu.
 4. $B = f(L)$
 5. $H = f(L)$
 6. $T = f(L)$

Các kích thước chính từ 4. đến 6. phụ thuộc vào các hạn chế sau

- 4a. L/B , phụ thuộc vào công suất máy,
- 5a. L/H , đảm bảo độ bền tàu,
- 6a. L/T
7. B/H hoặc là $H = f(B)$, đảm bảo ổn định tàu,
8. T/B hoặc là $T = f(B)$, ảnh hưởng đến chọn công suất máy tàu,
9. T/H , hoặc là $T = f(H)$, đảm bảo chiều cao mạn khô.

Ví dụ giải theo các phương pháp kinh điển.

Các phương pháp tính kinh điển được áp dụng xử lý bài toán thiết kế thường gặp. Cần thiết kế tàu vận tải hàng khô, sức chở 13000dwt, khai thác với vận tốc 18 HL/h. Tàu được trang bị máy diesel làm máy chính.

Sơ bộ xác định lượng chiếm nước.

Từ lý thuyết thiết kế tàu, cách xác định D nhanh nhất là sử dụng hệ số hiệu năng sức chở, tính bằng tỷ lệ giữa sức chở và lượng chiếm nước η_{DW} .

$$D = \frac{DWT}{\eta_{DW}}$$

Dữ liệu cho η_{DW} chọn bằng công tác thống kê. Với tàu vận tải thường gặp hệ số này khoảng 0,7.

$$D = \frac{13000}{0,7} = 18600t$$

Chiều dài thiết kế của tàu vận tải tùy thuộc vào lượng chiếm nước và vận tốc khai thác. Một trong những công thức có độ tin cậy cao là công thức của *Posdiunine*, dùng cho tàu vận tải thể hệ những năm sáu mươi, bảy mươi

$$L = c \left(\frac{V_s}{2 + V_s} \right)^2 \sqrt[3]{D}, [m]$$

Hệ số c trong trường hợp cụ thể bằng 7,16. Chiều dài thiết kế tính từ công thức sẽ là $L = 153,5m$ (504').

Vận tốc tương đối* theo định nghĩa của Froude $v = \frac{v_s}{\sqrt{L}} = \frac{18}{\sqrt{504}} \approx 0,8$

Hệ số đầy thân tàu $C_B = 1,06 - \frac{1}{2} \frac{v_s}{\sqrt{L}} = 0,66$

Tỷ lệ $L/B = 2 \cdot L^{1/4} = 7$.

Tỷ lệ B/T được chọn nhằm đảm bảo các yêu cầu về ổn định tàu, $B/T = 2,3$.

Tỷ lệ H/T nhằm đảm bảo đòi hỏi về chiều cao mạn khô tàu, $H/T = 1,42$.

Trên cơ sở các kích thước chính tiến hành xác định trọng lượng và trọng tâm tàu theo các công thức kinh nghiệm.

Trọng lượng tàu

$$D = W_{HF} + W_M + W_{DW} + W_R$$

với: W_{HF} - trọng lượng thân tàu và trang thiết bị tàu, W_M - trọng lượng buồng máy

W_{DW} - sức chở (hàng hóa), W_R - trọng lượng dự trữ.

$$\gamma \cdot L \cdot B \cdot T \cdot C_B = W_{HF} + W_M + W_{DW} + W_R$$

Tiếp tục thay thế các biểu thức tính trọng lượng về phải bằng các công thức kinh nghiệm có thể viết:

$$\gamma \cdot L \cdot B \cdot T \cdot C_B = L \cdot B \cdot H \cdot p_{HF} + BHP \cdot p_M + (W_{DW} + W_R)$$

Từ đó:

$$\gamma \cdot C_B \cdot (L/B) \cdot B \cdot B \cdot (T/B) \cdot B = (L/B) \cdot B \cdot B \cdot (T/B) \cdot (H/T) \cdot B \cdot p_{HF} + BHP \cdot p_M + (W_{DW} + W_R)$$

Thay thế ký hiệu $L/B = l$; $B/T = b$; $H/T = h$ vào phương trình trên đây, có thể viết:

$$\gamma \cdot C_B \cdot l \cdot (l/b) \cdot B^3 = l \cdot (l/b) \cdot h \cdot B^3 \cdot p_{HF} + BHP \cdot p_M + (W_{DW} + W_R)$$

Công suất máy chính trong giai đoạn thiết kế sơ bộ có thể thay bằng công thức liên quan đến D và V_s .

$$\gamma \cdot C_B \cdot l \cdot (l/b) \cdot B^3 = l \cdot (l/b) \cdot h \cdot B^3 \cdot p_{HF} + \frac{D^{2/3} V_s^3}{c} \cdot p_M + (W_{DW} + W_R)$$

Thay biểu thức của D bằng biểu thức từ vế phải, sẽ nhận được

$$\gamma \cdot C_B \cdot l \cdot (l/b) \cdot B^3 = l \cdot (l/b) \cdot h \cdot B^3 \cdot p_{HF} + \frac{(\gamma \cdot C_B \cdot (1/b) \cdot B^3)^{2/3} V_s^3}{c} \cdot p_M + (W_{DW} + W_R)$$

$$\text{hoặc } \gamma \cdot C_B \cdot l \cdot (l/b) \cdot B^3 = l \cdot (l/b) \cdot h \cdot p_{HF} \cdot B^3 + \frac{(\gamma \cdot C_B \cdot (1/b))^{2/3} V_s^3}{c} \cdot p_M \cdot B^2 + (W_{DW} + W_R)$$

và sau đó:

* Corresponding speed

$$(\gamma \cdot C_B \cdot (l/b) - (l/b) \cdot h \cdot p_{HF}) \cdot B^3 - \frac{(\gamma \cdot C_B \cdot (1/b))^{2/3} V_s^3}{c} \cdot p_M \cdot B^2 - (W_{DW} + W_R) = 0$$

Từ phương trình cuối sẽ tìm được nghiệm B .

Kích thước chính còn lại xác định theo công thức:

$$L = (L/B) \cdot B$$

$$T = (T/B) \cdot B$$

$$H = (H/T) \cdot T$$

Khi đã có L, B, T, C_B, \dots tiến hành tính lại D của tàu.

Sử dụng công thức

$$(\gamma \cdot C_B \cdot (l/b) - (l/b) \cdot h \cdot p_{HF}) \cdot B^3 - \frac{(\gamma \cdot C_B \cdot (1/b))^{2/3} V_s^3}{c} \cdot p_M \cdot B^2 - (W_{DW} + W_R) = 0$$

trong đó W_R chiếm khoảng 2% sức chở, tính bằng 260t, tiếp tục tính phương trình trọng lượng.

Từ thống kê có thể nhận được các giá trị $c = 400$; $p_{HF} = 0,1295 \text{ t/m}^3$; $p_M = 0,077 \text{ t/HP}$.

$$[1,031 \times 0,66 \times (7/2,3) - (7/2,3) \times 1,42 \times 0,1295] B^3 - \frac{(1,031 \times \frac{7}{2,3} 0,66)^{2/3}}{400} \times 18,0^3$$

$$0,077 \cdot B^2 - (13000 + 260) = 0$$

Sau rút gọn phương trình có dạng:

$$1,512 B^3 - 1,82 B^2 - 13260 = 0$$

Nghiệm $B = 21,1 \text{ m}$.

Từ đó: $L = 147,7 \text{ m}$; $T = 9,2 \text{ m}$; $H = 13,05 \text{ m}$.

$$LBH = 147,7 \times 21,1 \times 13,05 = 40600 \text{ m}^3$$

$$D = 19400 \text{ t}$$

$$W_{HF} = LBH \cdot p_{HF} = 40600 \times 0,1295 = 5260 \text{ t}$$

Sức cản tàu

$$\text{Sức cản tàu tính cho trường hợp cụ thể: } L / \nabla^{1/3} = \frac{147,7}{19000^{1/3}} = 5,5;$$

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{gL}} = \frac{9,25}{\sqrt{9,81 \times 147,7}} = 0,243; C_B = 0,66; C_M = 0,981; C_P = 0,673$$

$$WS = 2,73 \cdot \sqrt{D \cdot L} = 4600 \text{ m}^2$$

Từ đồ thị sức cản tàu vận tải, theo phương pháp Harwald – Guldhammer có thể đọc được hệ số sức cản dư $C_R = 1,234 \cdot 10^{-3}$. Sau hiệu chỉnh theo B/T thực tế hệ số lực cản mang giá trị $C_R = 1,21 \cdot 10^{-3}$.

Sức cản ma sát	$C_F = 1,49 \times 10^{-3}$
Sau hiệu chỉnh cho các phần lồi	$C_F = 1,54 \times 10^{-3}$
Hệ số sức cản	$C_T = (1,21 + 1,54) \times 10^{-3} = 2,75 \times 10^{-3}$
Sức cản vỏ tàu	$R_T = 1/2 \rho v^2 \cdot WS = 57000 \text{ kG}$

Công suất kéo cần tính theo công thức:

$$EPS = \frac{R_T \cdot v}{75} = \frac{5700 \times 9,25}{75} = 7030 \text{ [HP]}$$

Với hiệu suất chân vịt, theo chế độ chạy tự do, khoảng $\eta_{cv} = 0,70$, hiệu suất đường trục $\eta_t = 0,97$ và hiệu suất hộp số $\eta_{hs} = 0,98$, công suất cần thiết để đẩy tàu phải là:

$$BHP = EPS / (\eta_{cv} \cdot \eta_t \cdot \eta_{hs}) = EPS / 0,665 = 10571 \text{ PS}$$

Với dự trữ công suất chừng $12 \div 15\%$, cần chọn máy 12500 PS .

Trọng lượng buồng máy tính theo công thức:

$$W_M = BHP \cdot p_M = 12500 \times 0,77 = 962 \text{ t}$$

Theo cách tính này, trọng lượng tàu sẽ là:

$$D = 5260 + 962 + 13260 = 19482 \text{ t}$$

So với lượng chiếm nước tính toán, trọng lượng dự trữ bị giảm 82 t , điều đó có thể chấp nhận được khi thiết kế.

8.2.2 Thiết kế theo phương pháp biến phân

Theo cách đặt vấn đề của giáo sư Nogid, có thể sử dụng phương pháp biến phân xử lý các bài toán cơ bản của thiết kế tàu.

Bài toán xác định giá trị thích hợp nhất của C_B (hay là δ) và L/B khi các giá trị của vận tốc tàu V_s , sức chở đã được xác định gần đúng, đưa về dạng:

$$P; V_{econ}; Q; k; q; \dots = f(C_B, L/B, \dots) \text{ theo cách diễn đạt của giáo sư Nogid.}$$

Bài toán xác định kích thước tàu thích hợp nhất khi vận tốc tàu đã đặt ra không được phép hạ thấp, còn trọng tải đã được xác định gần sát.

$$N; Q; k; q; \dots = f(P, C_B, L/B)$$

Bài toán mang tính tổng quát hơn được ghi làm hai dạng

$$D; N; k; q; \dots = f(C_B, L/B, \dots) \text{ với } V_{econ} = \text{const}$$

$$D; V_{econ}; k; q; \dots = f(C_B, L/B, \dots) \text{ với } N = \text{const}$$

Cách giải theo phương pháp này thông thường theo trình tự sau.

$$D = f(C_B, L, B, T, H) + P$$

Thay vào phương trình trên một dãy giá trị của một biến số, ví dụ $C_B = \text{var}$, với giả thiết các biến khác, ví dụ $B/T = \text{const}$; $H/T = \text{const}$; ... và dưới dạng khai triển người giải bài toán cần thực hiện công việc theo sơ đồ.

Bảng 8.1

C_B , gán trước	CB_1	CB_2	CB_3
L/B	–	–	–
B/T	–	–	–
H/T	–	–	–

Từ đó có thể nhận được các quan hệ:

$$D; N = f(C_B, L/B) \quad \text{với } V_{econ} = const$$

$$D; V_{econ} = f(C_B, L/B) \quad \text{với } N = const; n = const$$

Để so sánh tính kinh tế của các phương án, tiến hành vẽ các đồ thị dạng

$$q; k = f(C_B, L/B)$$

Đồng thời với các chỉ tiêu kinh tế cần tiến hành thiết lập đồ thị cho các chỉ tiêu kỹ thuật, liên quan đến mỗi phương án, ví dụ

$$N; h/B; \dots = f(C_B, L/B)$$

Công việc theo hướng này đòi công sức hết sức lớn, và đòi hỏi sự so sánh cân nhắc cẩn thận khi xét chọn phương án. Theo giáo sư Nogid, trong cách làm này, nếu sử dụng phương pháp (theo từ giáo sư dùng) coi lượng chiếm nước không đổi, công việc làm có thể được giảm bớt*.

$D = D_0 = const$, trong đó D_0 - lượng chiếm nước khởi đầu của thiết kế.

Thực hiện các phép tính xác định trọng lượng, dung tích, ổn định... cho các phương án theo sơ đồ tính thích hợp, ví dụ sơ đồ sau:

- Xác định kích thước chính.

Bảng 8.2

	$C_B = CB_1$			$C_B = CB_2$		
	$(\frac{L}{B})_1$	$(\frac{L}{B})_2$	$(\frac{L}{B})_3$	$(\frac{L}{B})_1$	$(\frac{L}{B})_2$	$(\frac{L}{B})_3$
$L_0 = D_0^{1/3} [\frac{1}{\gamma \cdot \delta} (\frac{L}{B})^2 \frac{B}{T}]^{1/3}$						
$B_0 = \frac{B}{L} \cdot L_0$						
$T_0 = \frac{T}{B} \cdot B_0$						
$H_0 = \frac{H}{T} \cdot T_0$						
Công suất máy N_0 , xem bảng dưới						
P_1						
P_2						
...						

* Nogid L.M., “Teoria proektirovania sudov”, (Lý thuyết thiết kế tàu) Sudpromiz, 1955.

P_n						
Σ						
$dP = D_o - \Sigma = \xi \cdot dP$						
$D = D_o - dD$						
$K = \left(\frac{D}{D_o}\right)^{1/3}$						
$N = N_o \cdot k^2$						
$L = L_o \cdot k$						
$B = B_o \cdot k$						
$T = T_o \cdot k$						
$H = H_o \cdot k$						

- Bước tiếp theo tiến hành tính sức cản tàu cho tất cả phương án, theo mẫu tương tự. Sau khi có sức cản, động tác tiếp theo là xác định công suất máy chính. Cách làm không khác các động tác khi xác định kích thước chính.

- Xác định công suất máy.

Bảng 8.3

	$C_B = CB_1$			$C_B = CB_2$		
	$\left(\frac{L}{B}\right)_1$	$\left(\frac{L}{B}\right)_2$	$\left(\frac{L}{B}\right)_3$	$\left(\frac{L}{B}\right)_1$	$\left(\frac{L}{B}\right)_2$	$\left(\frac{L}{B}\right)_3$
V_{econ}						
R, từ bảng tính sức cản						
w, hệ số dòng theo						
t, hệ số lực hút						
$\eta_V = \frac{1-t}{1-w}$						
$T = \frac{R}{1-t}$						
$D_{CV} = a \cdot T$						
$\eta = \eta_v \eta_p \xi_r$						
$N = \frac{R \cdot V_{econ} \cdot 1}{75 \cdot \eta}$						

8.3 THIẾT KẾ TỐI ƯU TÀU THỦY

8.3.1 Mô hình toán thiết kế tàu

Khác với phương pháp biến phân, trong đó người thiết kế phải so sánh, đối chiếu hàng loạt phương án thiết kế dùng cho 1 sản phẩm, cụ thể hơn là cho 1 con tàu đang được đặt lên bàn cân, kết quả của phép so sánh đó là chọn ra một và chỉ một phương án “tốt nhất”. Trong thiết kế dựa vào lý thuyết tối ưu người thiết kế không phải so sánh, đối chiếu các phương án và thực tế người thiết kế không thể

làm được việc đó, mà công cụ lao động được người thiết kế sử dụng “tự” xác định kết quả “tối ưu” bằng con đường ngắn nhất tùy thuộc cách điều khiển của người thiết kế. Trong cách làm theo lý thuyết tối ưu chúng ta không phải để mắt đến hàng ngàn, hàng triệu thậm chí hàng tỷ “phương án” sẵn sàng bày ra trước mắt người xem, người thiết kế chỉ cần hướng dẫn công cụ lao động thử tìm vài phương án trong số hàng triệu, hàng tỷ sản phẩm để có căn cứ làm việc và sau đó đi thẳng đến sản phẩm cần chọn.

Bài toán thiết kế tàu không khác bài toán qui hoạch tuyến tính hoặc qui hoạch phi tuyến. Giả sử khi cần thiết kế một con tàu dân dụng nhằm mục đích mang lại lợi nhuận nhiều nhất chúng ta phải tính đến lợi ích kinh tế. Lợi ích kinh tế ở đây thường có thể hiểu là tàu sẽ mang lại lợi nhuận *nhiều nhất trong phạm vi có thể*, hoặc chi phí cho sản xuất và sử dụng tàu *ít nhất trong điều kiện cho phép*, hoặc hiểu theo cách thời gian hoàn vốn của công trình đầu tư ngắn nhất... Người thiết kế phải giải bài toán tối ưu sau: $f(x) \rightarrow \min$ (*)

Hàm $f(x)$ gọi là hàm mục tiêu. Trong thiết kế tàu có thể là hàm chi phí sản xuất, sử dụng hoặc thời gian hoàn vốn.

Các thông số trong hàm mục tiêu bị hạn chế trong phạm vi nhất định, ví dụ chiều dài, chiều rộng, chiều cao tàu không thể là số 0 hoặc số âm, tỉ lệ giữa chiều chìm và chiều cao không thể là số âm và không thể lớn hơn 1. Tàu được thiết kế phải đảm bảo ổn định, an toàn, phải đảm bảo độ bền khi nổi trên nước cũng như khi hoạt động... Điều kiện của bài toán trên đây được viết thành:

$$\begin{aligned} a_i &\leq x_i \leq b_i \\ g(x) &\leq 0 \end{aligned} \quad (**)$$

Để giải bài toán (*) cùng các hạn chế (**) có thể sử dụng các phương pháp qui hoạch tuyến tính hoặc qui hoạch phi tuyến, hay còn gọi là các phương pháp tính tối ưu thích hợp.

8.3.2 Tối ưu hóa

1. Phương pháp có sử dụng gradient

Giả sử vector x của (*) có thể chuyển vị từ x đến $x+h \cdot d$, trong đó d - hướng chuyển dịch, h - bước chuyển. Thay đổi hàm $f(x)$ được tính sau chuyển vị của x được tính như sau

$$\begin{aligned} df &= f(x_1 + \delta x_1, x_2 + \delta x_2, \dots, x_n + \delta x_n) - f(x_1, x_1, \dots, x_n) \\ &= \frac{\partial f}{\partial x_1} \delta x_1 + \frac{\partial f}{\partial x_2} \delta x_2 + \dots + \frac{\partial f}{\partial x_n} \delta x_n \end{aligned} \quad (8.1)$$

Trong trường hợp đơn giản nhất phương trình trên được viết thành

$$df = |\nabla f(x)| |dx| \cos \theta \quad (8.2)$$

trong đó θ - góc giữa vector $\nabla f(x)$ và dx .

Trường hợp $\theta = 180^\circ$ hướng của dx trùng với $-\nabla f(x)$.

Với bước nhỏ dọc đường đẳng mức, $f(x_1 + dx_1, x_2 + dx_2, \dots, x_n + dx_n) = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ biểu thức df có dạng:

$$df = \sum_{j=1}^n \frac{\partial f}{\partial x_j} dx_j = |\nabla f(x)|^T d = 0 \quad (8.3)$$

Quá trình tìm kiếm cực trị tiến hành như sau *:

$$x_{i+1} = x_i - \lambda_i \nabla f(x_i) \quad (8.4)$$

trong đó λ_i - giá trị của λ - hằng số Lagrange.

2. Phương pháp tìm trực tiếp (không qua giai đoạn tính gradient)

Ý tưởng phương pháp hết sức đơn giản, cố gắng bằng mọi cách thử nghiệm tìm điểm x_k , tại đó thỏa mãn điều kiện $\|x_{k+1} - x_k\| < \varepsilon$. Bước tiến hành đầu tiên của phương pháp là chọn vector d_1, d_2, \dots, d_n , cùng điểm xuất phát x_1 , và hãy đặt $y_1 = x_1, k = j = 1$, và bắt tay vào tính lặp.

*Giai đoạn tính lặp **:*

1- Giả sử λ_j là hằng số Lagrange thỏa mãn lời giải tối ưu $f(y_j + \lambda d_j)$. Tìm tiếp giá trị $y_{j+1} = y_j + \lambda_j d_j$. Nếu $j < n$ hãy thay j thành $j + 1$ và quay lại bước đầu. Nếu $j = n$ hãy tiến đến bước (2).

2- Đặt $x_{k+1} = y_{n+1}$. Nếu $\|x_{k+1} - x_k\| < \varepsilon$ dừng các phép tính. Trường hợp ngược lại, hãy đặt $y_1 = x_{k+1}, j = 1$, thay k thành $k+1$ và quay về bước (1).

Những phương pháp chính trong phần này gồm:

- Phương pháp Hooke-Jeeves,
- Phương pháp Nelder-Mead, hay còn gọi là phương pháp Simplex công bố trong "A Simplex Method for Function Minimisation", Comp. Jour., 1965.
- Phương pháp của Rosenbrock,
- Phương pháp của Box hay còn gọi phương pháp là Complex.

Trong các thủ tục tính nêu trên, khi xử lý những bài toán trong miền hạn chế chúng ta thường gặp khái niệm hằng số Lagrange và khái niệm lồi, lõm hàm đa biến. Trong tài liệu này sẽ không trình bày cách xác định λ_j cũng như điều kiện Kuhn-Tucker. Về hàm Lagrange và điều kiện của Kuhn-Tucker liên quan miền lồi

* Tài liệu phần này đề nghị tìm trong các bài sau:

R.Fletcher and M.J.D.Powell, "A Rapidly convergent descent method for minimization", The Comp. Journal, 6, 1963.

** Phương pháp tính dùng cho phần này đề nghị tìm trong các tài liệu sau:

R.Hooke and T.A. Jeeves, "Direct Search Solution of Numerical and Statistical Problems", J. Ass. Comp., 8, 1961.

M.J. Box, D.Davies and W.H. Swann, "Non-linear Optimisation Techniques", 1969.

H.H. Rosenbrock, "An Automatic Method for Finding the Greatest or Least Value of a Function", Comp. Jour., 3, 1960.

hàm đa biến được tìm thấy trong các tài liệu chuyên ngành sau:***

3. Phương pháp dùng hàm phạt penalty

Phương pháp dùng hàm phạt nằm trong phần tính tối ưu có tên gọi bằng tiếng Anh là The Sequential Unconstrained Minimisation Technique, viết tắt SUMT, do A.V. Fiacco và G.P. McCormick đề xướng trong các tài liệu*

Để giải hàm $f(x)$ như đã trình bày trên, trong phương pháp SUMT thực hiện phép biến đổi chuyển $z = f(x)$ thành $Z = f(x) + P(x)$

Hàm $P(x)$ được gọi là hàm phạt (Penalty). Hàm $P(x)$ đồng thời mang đặc tính rào chắn, nó có thể còn được gọi là hàm ba-rie (rào chắn). Bây giờ tiến hành tìm cực trị của hàm Z trong miền hạn chế do đầu đề đặt ra, cụ thể hơn trong hàng rào chắn của hàm ba-rie.

Hàm $P(x)$ thường được viết dưới dạng

$$P(x) = r \sum_{j=1}^m \frac{1}{c_j(x)} \quad (8.5)$$

trong đó r - đại lượng mang giá trị dương.

Hàm $Z = \varphi(x, r)$ dưới đây có dạng

$$Z = \varphi(x, r) = f(x) + r \sum_{j=1}^m \frac{1}{c_j(x)} \quad (8.6)$$

Yêu cầu đặt ra cho vector r là, r phải là đại lượng vô cùng nhỏ để ảnh hưởng của hàm $P(x)$ rất nhỏ tại điểm đạt cực trị. Từ đó có thể coi điểm mà hàm $\varphi(x, r)$ không hạn chế đạt cực trị, trùng với điểm cực trị của hàm $f(x)$ cùng các hạn chế.

Cách tìm điểm cực trị tiến hành theo thứ tự sau:

Nếu x_1 và x_2 là những điểm nằm trong vùng được hạn chế, thỏa mãn $c_j(x_1) \geq 0$ và $c_j(x_2) \geq 0$, với $i = 1, 2, \dots, m$, với mọi giá trị của $0 \leq \theta \leq 1$ sẽ thỏa mãn bất đẳng thức sau

$$c_j(\theta \cdot x_2 + (1 - \theta) \cdot x_1) \geq \theta \cdot c_j(x_2) + (1 - \theta) \cdot c_j(x_1) \geq 0, \text{ cho hàm } c_j(x) \text{ lồi.} \quad (8.7)$$

Và như vậy điểm $x_2 + (1 - \theta) \cdot x_1$ trong phạm vi $0 < \theta < 1$ cũng sẽ nằm trong phạm vi tìm kiếm. Ngoài ra hàm $1/c_j(x)$ cũng là hàm lồi cho tất cả giá trị x nếu x thỏa mãn $c_j(x) \geq 0$.

*** "A new derivation of the Kuhn-Tucker conditions", Operations Research, 12, 1964.

H.W. Kuhn and A.W. Tucker, "Non linear Programming", hội thảo khoa học tại trường đại học Berkeley, 1951.

* Tìm trong các tài liệu sau:

"The Sequential Unconstrained Minimisation Technique for nonlinear Programming, a primal- dual method", Man. Sc., 10, 1964,

"Computational Algorithms for the SUMT for nonlinear programming", Man. Sc., 10, 1964,

"Extensions of SUMT for nonlinear Programming: inequality and equality constraints", SIAM J. Appl. Math., 17, 1969.

$$\text{Nếu } h(x) = 1/c_j(x) \text{ thì } \nabla h(x) = \frac{-\nabla c_j(x)}{[c_j(x)]^2} \quad (8.8)$$

Ma trận Hess của $h(x)$ có dạng:

$$H(x) = -\frac{C(x)}{[c_j(x)]^2} + \frac{2\nabla c_j(x)\nabla c_j(x)^T}{[c_j(x)]^3} \quad (8.9)$$

trong đó $C(x)_{ik} = \frac{\partial^2 c_j(x)}{\partial x_i \partial x_k}$ là hàm Hess của $c_j(x)$

Nếu ký hiệu p - vector bất kỳ, phương trình chứa p sau đây cũng là phương trình có nghĩa

$$p^T H(x) p = \frac{p^T C(x) p}{[c_j(x)]^2} + \frac{2[p^T \nabla c_j(x)]^2}{[c_j(x)]^3} \quad (8.10)$$

trong đó luôn luôn thoả mãn $p^T H(x) p \geq 0$. Với ma trận Hess $H(x)$ dương thì $1/c_j(x)$ phải là lồi trong toàn miền.

Giả sử rằng $x^*_1, x^*_2, \dots, x^*_n$ là điểm cực trị của hàm $\varphi(x, r)$ với các giá trị giảm dần $r_1, r_2, \dots, r_k, \dots$, cho đến 0. Khi đó chuỗi điểm $x^*_1, x^*_2, \dots, x^*_k, \dots$, hội tụ về lời giải bài toán tìm cực trị với hạn chế kiểu c đã cho khi $r_k \rightarrow 0$.

$$\text{Từ đó: } \lim x_k = x^* \quad (8.11)$$

$$\text{và } \lim_{n \rightarrow 0} [\min \varphi(x, r_k)] = f(x^*) \quad (8.12)$$

trong đó x^* - điểm hàm $f(x)$ đạt cực trị, với hạn chế đã đặt ra.

Trong trường hợp có nghiệm các phép tính đưa về dạng

$$f(x^*_k) \rightarrow f(x^*) \text{ và } r_k \sum_{j=1}^m \frac{1}{c_j(x^*_k)} \rightarrow 0 \quad (8.13)$$

Giải thuật Fiacco và McCormick tóm tắt như sau

Tìm giá trị nhỏ nhất của hàm

$$\varphi(x, r) = f(x) + r \cdot \sum_{j=1}^m \frac{1}{c_j(x)} = f(x) + r \cdot P(x) \quad (8.14)$$

Gradient của hàm $\varphi(x, r)$ tìm dạng sau

$$\nabla \varphi(x, r) = \nabla f(x) + r \nabla P(x) \quad (8.15)$$

Từ đó có thể viết

$$\nabla f(x)^T \nabla f(x) + 2r \cdot \nabla f(x)^T \nabla P(x) + r^2 \nabla P(x)^T \nabla P(x) \quad (8.16)$$

và giá trị tối thiểu tìm cho vector r ban đầu

$$r = \frac{-\nabla f(x)^T \nabla P(x)}{\nabla P(x)^T \nabla P(x)} \quad (8.17)$$

Các giá trị thử nghiệm lần sau có thể là $r_{k+1} = r_k / C$, với C ví dụ bằng 10.

Điều có thể nói ở đây để tìm giá trị cực tiểu của hàm $\varphi(x, r_{k+1})$ tốt nhất nên dùng phương pháp gradient. Cụ thể hơn, trong các phương pháp gradient, với trường hợp vừa nêu phương pháp DFP (*Davidon-Fletcher-Powell*) thích hợp hơn cả.*

a) *Đánh giá các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật của tàu*

Tàu dân dụng được thiết kế nhằm thỏa mãn yêu cầu sử dụng của chủ, và đích cuối cùng của việc sử dụng đó là hiệu quả kinh tế. Tàu chở hàng như tàu chở dầu, tàu chở hàng thùng, tàu chở hàng khô, tàu chở hàng rời... nhắm đến đích thu được nhiều lợi nhuận từ những chuyến chở hàng. Tàu dịch vụ luôn được yêu cầu thực hiện các dịch vụ bất kể khó, dễ, miễn thu được lợi nhuận cao. Tàu thể thao, du lịch cần rút ngắn thời gian hoàn vốn đến mức ngắn nhất. Hiệu quả kinh tế của tàu được hiểu theo những chỉ tiêu cụ thể, phù hợp với điều kiện khai thác, sử dụng cụ thể.

Điểm hòa vốn

Trong các luận chứng kinh tế kỹ thuật ngày nay người ta yêu cầu phải làm rõ điểm hòa vốn của các dự án đầu tư. Phân tích điểm hòa vốn là chỉ rõ điểm mà tại đó tổng cộng chi phí bỏ ra bằng toàn bộ thu nhập. Nội dung công việc đòi hỏi tính toán định phí, biến phí và thu nhập. Theo quan điểm phần lớn các nhà nghiên cứu, định phí để đầu tư đóng tàu gồm khấu hao tài sản cố định, thuế, nợ, và các khoản chi phí tương tự. Biến phí gồm nhiều thành phần, trong đó lao động và vật tư là thành phần chính.

Nếu ký hiệu *BEP*- điểm hòa vốn, viết tắt từ tiếng mượn *Break-even point*, định phí là F , biến phí là V và Q - toàn bộ thu nhập từ khai thác, có thể xác lập quan hệ giữa các đại lượng như sau.

$$\text{Toàn bộ chi phí } C = F + V. \quad (8.18)$$

Tại điểm hòa vốn phải thỏa mãn điều kiện

$Q = C$ và do vậy điểm hòa vốn sẽ là

$$BEP = \frac{F}{I - V} I = \frac{F}{1 - V/I} \quad (8.19)$$

trong đó I - giá tàu.

* Về phương pháp gradient trong đó có pp Davidon-Fletcher-Powell, đề nghị xem trong “Thư viện toán tính” của TCN.

Đây sẽ là điểm khởi đầu cho dự án. Trường hợp điểm BEP tính toán nhỏ hơn giá trị vừa tính, công trình đầu tư sẽ bị lỗ.

Lợi nhuận tính theo cách trên có dạng

$$\text{Lợi nhuận } P = Q - C = (P - V) - F. \quad (8.20)$$

Hiệu quả kinh tế của tàu vận tải có thể hiểu theo cách thức hoạt động của tàu. Chi phí cho việc hình thành con tàu gồm chi phí chế tạo tàu, thiết kế, và các biến phí. Trong trường hợp cụ thể V được coi là chi phí lao động, vật tư phục vụ khai thác tính cho thời gian định mức, ví dụ cho 1 năm, như chi phí nhiên liệu, chi phí bảo trì, bảo dưỡng... Hiệu quả kinh tế có thể đánh giá qua chỉ tiêu thu nhập từ khai thác tàu hiện hữu. Nếu tổng thu nhập hằng năm từ khai thác tàu là Q , lợi nhuận tính bằng số tiền còn lại sau khi đã trừ chi phí V sẽ là $(Q - V)$. Chỉ tiêu chung để so sánh thường dùng trong các nước theo định hướng xã hội chủ nghĩa có dạng

$$E = \frac{Q - V}{I - S} \quad (8.21)$$

trong đó I - đầu tư đóng tàu, từ phía chủ tàu, S - giá trị tận dụng của công trình, theo cách tính hiện hành trong ngành tàu, giá trị này thường tính bằng 0.

Hệ số $1/E$ tính từ công thức trên chính là thời gian hoàn vốn, theo cách gọi ban đầu, với giá thiết S không nhất thiết khác không.

$$\tau = \frac{I}{Q - V} \quad (8.22)$$

Tiêu chuẩn để đánh giá tính kinh tế của tàu trong trường hợp này là

E phải đạt maximum, hoặc

τ đạt minimum.

Một cách tính khác được dùng khi tính hiệu quả kinh tế tàu vận tải như sau. Nếu ký hiệu I - vốn đầu tư hình thành con tàu, P - *lợi nhuận hằng năm*, theo giả thuyết $P = \text{const}$. Tỷ lệ P/I mang tên gọi hệ số hoàn vốn (Capital Recovery Factor). Tỷ lệ này có thể tính theo công thức:

$$CRF = \frac{P}{I} \quad (8.23)$$

Xác định P và I trong thực tế không phải lúc nào cũng dễ dàng. Trong nhiều trường hợp người thiết kế không thể tin hoàn toàn vào khả năng tính P và I đúng. Bài toán cần được phát biểu theo cách khác, theo chiều hướng giảm thiểu đến mức thấp nhất chi phí sử dụng của tàu, làm cho thành phần lợi nhuận trong bài toán tổng hợp đạt giá trị lớn nhất.

Ví dụ, tìm giá trị lớn nhất của CRF, theo nghĩa tìm lời giải tối ưu, có thể thấy qua phép tính cho trường hợp đơn giản sau. Sơ đồ tính dưới đây gần trùng với sơ đồ thiết kế dựa vào phép biến phân, trình bày tại chương trước.

Xác định giá trị tối ưu của chiều dài tương đối $l = L/B$ tàu vận tải hàng rời (*bulkcarrier*), sức chở năm vạn tấn sau đây. Tàu được thiết kế theo mẫu đường hình Todd 60 với các thông số chính: $D_0 = 61930t$, $L_0/B_0 = 6,5$, $B_0/T_0 = 3$, $CB_0 = 0,80$. Tàu sẽ được trang bị máy chính công suất 15200PS, dự tính đạt vận tốc 15,65 *HL/h*.

Sơ bộ xác định trọng lượng vỏ tàu $W_H = 13190t$; trọng lượng buồng máy $W_M = 810t$. Theo thời giá lúc ký hợp đồng chế tạo, vốn đầu tư để đóng tàu được lập như bảng sau, trong đó đơn vị tính bằng 1000 USD.

Thân tàu	$I_H = 7660$
Trang thiết bị toàn tàu	$I_{EQ} = 6580$
Buồng máy	$I_M = 3260$
Các phần khác	610
Cộng	$I = 18110$

Chi phí khai thác mỗi năm dự tính bằng $K = 1500$; doanh thu mỗi năm dự tính bằng $Q = 3817$.

Những giả thiết đặt ra cho bài toán khi thay đổi $l = L/B$ như sau

Vốn đầu tư cho tàu vận tải tỷ lệ thuận với trọng lượng con tàu. Trọng lượng này được thể hiện bằng quan hệ với kích thước chính và các hệ số của thân tàu, với thiết bị máy móc trên tàu. Theo thống kê và các phép tính khác, trọng lượng tính toán này tỷ lệ với $l^{0,583}$. Nếu coi giá trị chuẩn $l_0 = L/B = 6,5$, hệ số chuẩn a để xác định trọng lượng vỏ và theo đó, vốn đầu tư phần vỏ bằng đơn vị, khi l thay đổi, hệ số sẽ như sau.

Bảng 8.4

$l = L/B$	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
a	0,932	0,967	1	1,029	1,060
$I_{hull}(l = L/B)$	7150	7410	7660	7860	8110

Vốn đầu tư cho buồng máy, trang thiết bị tỷ lệ với công suất máy chính. Mặt khác, công suất này là công suất cần để kéo tàu, đạt vận tốc đã định. Theo cách tính tương tự vốn đầu tư cho buồng máy và chi phí sử dụng buồng máy mỗi năm là hàm của L/B , tính được như sau.

Bảng 8.5

$l = L/B$	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
A	1,075	1,027	1	0,982	0,995
$I_{machine}(l = L/B)$	3505	3348	3260	3201	3241
$K_{FO}(L/B)$	414	395	385	378	383

Với giả thiết đơn giản trên, nhằm mục đích nghiên cứu, chi phí khai thác thay đổi nhiều hay ít phụ thuộc vào sự đổi thay của chi phí buồng máy. Căn cứ vào các phép tính trên có thể tập hợp bảng tính *CRF* theo bảng 8.6.

Bảng 8.6

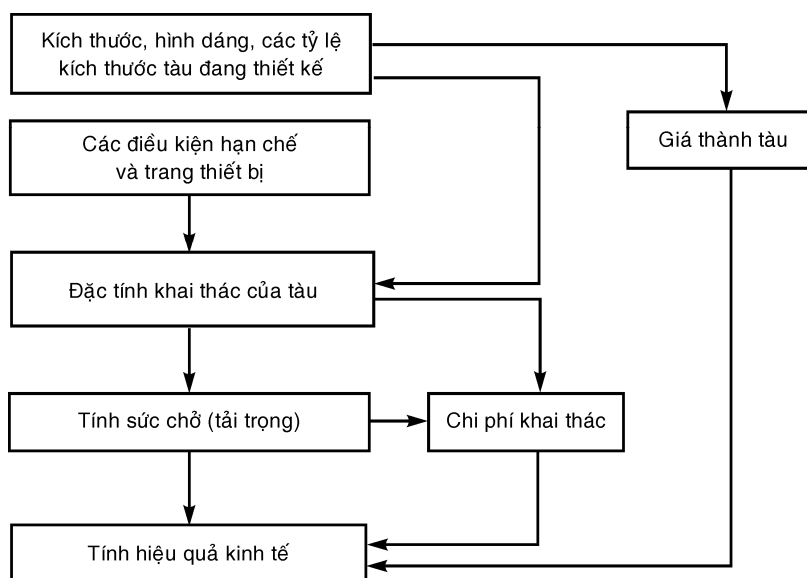
$l = L/B$	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
I	17840	17950	18110	18260	18550
$K(l = L/B)$ - chi phí sử dụng	1529	1510	1500	1493	1498
Hiệu số (Q – K)	2288	2307	2317	2324	2319
$CRF = (Q - K)/I$	0,1281	0,1285	0,1282	0,1272	0,1250

Từ dòng cuối của bảng tính có thể tiến hành dựng đồ thị trình bày quan hệ giữa *CRF* và $l = L/B$. Từ đồ thị thấy rõ, giá trị lớn nhất của *CRF* nằm trong giới hạn sau đây của l : $5,92 \div 6,2$.

b) Sơ đồ tính hiệu quả kinh tế tàu

Từ ví dụ có thể thấy, các công việc thiết kế tàu, luôn bắt đầu từ các thông số thuần túy kỹ thuật còn kết thúc phải tìm ở các phép tính hiệu quả kinh tế.

Không mấy khi người thiết kế chỉ dựa vào tính nổi, ổn định, độ bền... của thân tàu, vào một máy chính cụ thể để đưa ra phương án hoàn thiện về con tàu sắp đóng, mà phải dựa vào khả năng mang lại lợi nhuận của con tàu ấy để xác định sản phẩm tương lai. Quá trình cân nhắc, chọn lựa khi thiết kế tàu thông thường có dạng như trình bày tại sơ đồ.

**Hình 8.2** Sơ đồ thiết kế tàu theo nghĩa tối ưu

8.8.3 Tự động thiết kế tàu vận tải

1- Xây dựng bài toán

Công tác xây dựng các yêu cầu cho thiết kế phụ thuộc vào ý định của chủ phương tiện. *Những yêu cầu đặt ra khi thiết kế tàu vận tải phải bao gồm:*

- 1- Chức năng, nhiệm vụ tàu được thiết kế.
- Vùng hoạt động, tầm xa, yêu cầu đặc biệt về điều kiện thời tiết.
- 2- Kiểu dáng tàu.
- 3- Hạn chế về chiều dài, chiều rộng, mớn nước.
- 4- Yêu cầu về máy chính, vận tốc tàu tối thiểu, kiểu thiết bị đẩy tàu.
- 5- Sức chở của tàu.
- 6- Dung tích hầm hàng tối thiểu hoặc bảng liệt kê loại hàng cần chở.
- 7- Bố trí đoàn thủy thủ, điều kiện ăn ở, sinh hoạt của thủy thủ.
- 8- Yêu cầu về đảm bảo an toàn sinh mạng người trên biển, về thông tin liên lạc, về các phương tiện đảm bảo hàng hải.
- 9- Yêu cầu về phòng cháy, chống cháy.
- v.v...

2- Các bước thực hành tính

1- Xác định lượng chiếm nước tàu không. Trong thành phần lượng chiếm nước D_0 có thể có: trọng lượng thân tàu, trọng lượng máy chính, trọng lượng trang thiết bị, các vật liệu khác tham gia vào trọng lượng toàn tàu mà người đóng tàu đưa vào tàu. Mỗi thành phần trọng lượng tính theo cách riêng, phụ thuộc vào bản chất của chúng. Trọng lượng vỏ tàu là hàm số của chiều dài, chiều rộng, chiều cao, các boong, thượng tầng, phụ thuộc vào các tỷ lệ kích thước tàu. Trọng lượng buồng máy phụ thuộc vào công suất máy chính và các máy phụ, thiết bị chuyên ngành. Trọng lượng các nhóm khác tùy vào số lượng thiết bị, trọng lượng đơn vị... Công thức tính toán cho phần này tìm thấy tại chương 1.

2- Tính sức chở deadweight của tàu $DWT = D - D_0$, công thức chương 1

3- Tính dung tích hầm hàng dùng để chứa hàng cho toàn tàu, công thức chương 1, chương 3

4- Tính dung tích đăng ký GT và NT, theo công ước quốc tế. Công thức tính trình bày tại phần I tài liệu, công thức chương 3.

5- Tính trọng lượng W_i , trọng tâm các thành phần tham gia vào D, công thức 1.11, 1.17.

6- Tiến hành kiểm tra các thông số và tính năng tàu theo các Công ước quốc tế và luật quốc gia.

□ Mạn khô tàu: $H - T \geq Fb$ theo công ước quốc tế, công thức chương 4

□ Ổn định $GM_o \geq GM_{o,\min}$

$$GZ_{30} \geq GZ_{30,\min}$$

$$GZ_{60} \geq GZ_{60,\min}$$

$$40^\circ \geq \varphi_m \geq 30^\circ \text{ và } GZ_m \geq GZ_{\min}$$

$$\tau_{\min} \leq \tau \leq \tau_{\max}$$

Hệ số an toàn $K \geq 1$.

Tất cả bất đẳng thức trong phần vừa nêu được chuyển về dạng công thức của những biến không thứ nguyên như đã trình bày tại phần ổn định và mạn khô tàu, phần thiết kế tàu, chương 4 và chương 5.

7- Tính đi biển, khả năng chịu sóng của tàu trong quá trình hành trình trên biển, chương 5

Góc lắc $\theta_k \leq \theta_{k,\text{limit}}$ trong đó $k = 1, 2, 3, \dots, 6$

Gia tốc lắc $\ddot{\theta}_k \leq \ddot{\theta}_{k,\text{limit}}$ trong đó $k = 1, 2, \dots, 6$

Cách xác định các thông số liên quan đến ổn định, mạn khô, lắc tàu trên sóng... được thực hiện trong các mô đun riêng.

8- Tính sức cản vỏ tàu theo các phương pháp dành cho tàu vận tải. Các phương pháp tính nhờ kết quả phân tích hồi qui được áp dụng vào giai đoạn này. Giải thuật tính, chương trình tính được trình bày tại chương 6 tài liệu. Với đường cong sức cản vừa tìm được, tiến hành chọn máy tàu đủ để tàu thắng sức cản trong mọi điều kiện khai thác. Với vỏ tàu đang có, với máy tàu vừa chọn, thiết kế chân vịt phù hợp với chế độ khai thác: chân vịt tối ưu, tận dụng đầy đủ theo nghĩa tốt nhất, công suất sẵn của máy, đẩy tàu đi với vận tốc không nhỏ hơn vận tốc đã đặt ra cho khai thác. Nói cách khác, phải thiết kế chân vịt tối ưu, theo chế độ chạy tự do, trong chế độ ấy chân vịt đạt hiệu suất cao nhất.

9- Từ cơ sở trọng lượng tàu, trang thiết bị, máy móc trên tàu tiến hành tính chi phí vật tư thiết bị, công lao động, chi phí sản xuất... để hình thành giá sản phẩm. Từ sức chở, tốc độ, bố trí lao động, tổ chức sản xuất tiến hành tính chi phí khai thác và thu nhập từ quá trình khai thác. Tổng hợp các vấn đề trên trong bài toán tính kinh tế của tàu. Trong bài toán này mỗi thành phần x_j , $j = 1, 2, \dots$ đóng vai trò biến của hàm mục tiêu $f(\mathbf{x})$.

Từ các thông số kỹ thuật đang có bắt đầu tính các phép tính liên quan đến tài chính và tính kinh tế của tàu. Cách làm thông thường trong giai đoạn này bao gồm:

Tính các thành phần trọng lượng tàu và trọng tâm của chúng, tham gia trong $D = \sum W_i$. Trong công thức này D còn được hiểu $D = \gamma \cdot L \cdot B \cdot T \cdot CB$.

Tính giá tàu hay tổng số vốn đầu tư hình thành con tàu I , giá thành này luôn gắn liền với kích thước tàu, chức năng, trang thiết bị và cách thức thi công.

Tính lượng hàng hóa do tàu chuyên chở trong một năm và tiếp đó doanh thu từ công việc vận tải này, tính bằng tiền, Q , theo thực tế khai thác.

Tính chi phí khai thác tàu trong năm theo các phương thức tính đang áp dụng trong quản lý tài chính doanh nghiệp V .

Tính hiệu quả kinh tế của tàu vận tải tiến hành theo nhiều tiêu chuẩn khác nhau. Hai cách làm sau đây thuộc dạng giản đơn nhất, dễ sử dụng.

1- Hiệu quả kinh tế được đánh giá theo quan hệ giữa lợi nhuận thuần trong năm với tổng số vốn đầu tư hình thành tàu

$$E = \frac{P}{I} = \frac{Q - V}{I}, \text{ hiệu quả kinh tế phải đạt giá trị lớn nhất.}$$

Tỷ lệ nghịch của E được gọi là thời gian hoàn vốn $\tau = \frac{I}{Q - V}$, thời gian này phải là ngắn nhất khi tính cho nhiều phương án.

2- Khấu hao tài sản cố định được thực hiện theo cách thức mà ngành tài chính đã qui định. Thông lệ, trong ngành chế tạo tàu và khai thác tàu, khấu hao theo cách thức chia đều khấu hao cho các năm. Giả sử tỷ lệ khấu hao tàu là q , tính bằng %, từ tổng vốn đầu tư, số tiền khấu hao được gộp chung với chi phí V để hình thành tổng chi phí khai thác trong năm sẽ ký hiệu là: $Q' = V + q \cdot I$. Hiệu quả kinh tế của tàu vận tải được xét qua chỉ tiêu thể hiện trong mối quan hệ giữa Q' và Q .

$$\eta = \frac{V + qI}{Q} = \frac{V}{Q} + q \frac{I}{Q} \quad (8.24)$$

Trong các bài toán thiết kế tàu vận tải, hệ số η phải đạt giá trị nhỏ nhất.

Chương trình máy tính thiết kế tàu vận tải

Phần tiếp theo trình bày những thủ tục thiết kế tàu vận tải ven biển sức chở dưới 3000tdw trên cơ sở thiết kế tối ưu. Nội dung trình bày tại đây được chép lại từ bài báo “Thiết kế tàu vận tải biển tối ưu”, của TCN, trong Tạp chí Nghiên cứu thiết kế máy công nghiệp, 10, 1984, Hà Nội. Thiết kế tàu vận tải theo lý thuyết tối ưu trong bài báo này đã bắt đầu từ 1980, sau thời gian thử nghiệm và sửa chữa đến 1982 mới ổn định. Bài báo giúp người đọc làm quen với các thủ tục thiết kế, tuy nhiên khi thiết kế thật sự người thiết kế cần cải biên những công thức xuất hiện trong đó cho hợp với điều kiện làm việc.

Xây dựng bài toán

Công tác xây dựng các yêu cầu cho thiết kế phụ thuộc vào ý định của chủ phương tiện. *Những yêu cầu đặt ra khi thiết kế tàu vận tải phải là:*

1- Chức năng, nhiệm vụ tàu được thiết kế.

Vùng hoạt động, tầm xa, yêu cầu đặc biệt về điều kiện thời tiết.

2- Kiểu dáng tàu.

3- Hạn chế về chiều dài, chiều rộng, mớn nước.

- 4- Yêu cầu về máy chính, vận tốc tàu tối thiểu, kiểu thiết bị đẩy tàu.
- 5- Sức chở của tàu.
- 6- Dung tích hầm hàng tối thiểu hoặc bảng liệt kê loại hàng cần chở.
- 7- Bố trí đoàn thủy thủ, điều kiện ăn ở, sinh hoạt của thủy thủ.
- 8- Yêu cầu về đảm bảo an toàn sinh mạng người trên biển, về thông tin liên lạc, về phương.
- 9- Yêu cầu về phòng cháy, chống cháy.
- v.v...

Các thông số tham gia trong hàm mục tiêu:

$$x_1 \equiv D - \text{lượng chiếm nước } D = \sum W_i$$

$$x_2 \equiv Fn = \frac{v}{\sqrt{gL}}$$

$$x_3 \equiv h \equiv \frac{T}{H}$$

$$x_4 \equiv b \equiv \frac{B}{T}$$

$$x_5 \equiv \frac{L}{H}$$

$$x_6 \equiv C_B (\delta)$$

$$x_7 \equiv C_M (\beta)$$

$$x_8 \equiv Xc/L, \text{ tính từ giữa tàu}$$

$$x_9 \equiv \alpha_{\text{góc bo mũi}}$$

Các kích thước chính tính theo phương án sau:

$$L = \frac{1}{g} \cdot \left(\frac{v}{Fn}\right)^2 = \frac{v^2}{g} \cdot \frac{1}{x_2^2}$$

$$B = \frac{B}{T} \cdot T = x_4 \cdot T$$

$$\text{với } T = \frac{D}{\gamma \cdot C_B \cdot L \cdot B} = \frac{D}{\gamma \cdot C_B \cdot L \cdot \frac{B}{T} \cdot T} = \sqrt{\frac{x_1}{\gamma \cdot x_6 \cdot \frac{v^2}{g} \cdot \frac{1}{x_2^2} \cdot x_4}}$$

v.v...

Kích thước chính của tàu được so sánh với hạn chế cho trước

$$l_{i,min} \leq l_i \leq l_{i,max}$$

Kích thước chính, các hệ số đầy, tâm nổi phân chìm, góc lượn phía mũi,... cho phép bắt tay tính sức cản vỏ tàu thủy là hàm số của Fn , và xác định công suất kéo, công suất cần để đẩy tàu với tốc độ đã định, thiết kế chân vịt.

Với kích thước đã có bắt tay tính trọng lượng, trọng tâm tàu, sức chở của tàu và dung tích tàu, trong đó có dung tích hầm hàng. Bước tiếp theo tiến hành kiểm tra các thông số và tính năng tàu theo các công ước quốc tế và luật quốc gia.

Mạn khô $H-T \geq Fb$ theo công ước quốc tế,

Ổn định $GM_o \geq GM_{o,min}$

$$GZ_{30} \geq GZ_{30,min}$$

$$GZ_{60} \geq GZ_{60,min}$$

$$40^\circ \geq \varphi_m \geq 30^\circ \text{ và } GZ_m \geq GZ_{min}$$

$$\tau_{min} \leq \tau \leq \tau_{max}$$

Hệ số an toàn $K \geq 1$.

Tất cả bất đẳng thức trong phần vừa nêu được chuyển về dạng công thức của những biến không thứ nguyên như đã trình bày tại phần ổn định và mạn khô tàu, phần thiết kế tàu.

Tính đi biển: khả năng chịu sóng của tàu trong hành trình trên biển:

- Góc lắc $\theta_k \leq \theta_{k,limit}$ trong đó $k = 1, 2, 3, \dots, 6$

- Gia tốc lắc $\ddot{\theta}_k \leq \ddot{\theta}_{k,limit}$ trong đó $k = 1, 2, \dots, 6$

- Cách xác định các thông số liên quan đến ổn định, mạn khô, lắc tàu trên sóng... được thực hiện trong các mô đun riêng.

Từ cơ sở trọng lượng tàu, trang thiết bị, máy móc trên tàu tiến hành tính chi phí vật tư thiết bị, công lao động, chi phí sản xuất... để hình thành giá sản phẩm. Từ sức chở, tốc độ, bố trí lao động, tổ chức sản xuất tiến hành tính chi phí khai thác và thu nhập từ quá trình khai thác. Tổng hợp các vấn đề trên trong bài toán tính kinh tế của tàu. Trong bài toán này mỗi thành phần $x_j, j = 1, 2, \dots$ đóng vai trò biến của hàm mục tiêu $f(x)$.

Giải bài toán

Bài toán vừa xây dựng xong có dạng: $f(x) \rightarrow \min$.

trong đó $x = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$

Xác định trong miền: $b(x) \geq g$

$$x_{i,max} \geq x_i \geq x_{i,min}$$

Trong chương trình đầu tiên này đã sử dụng phương pháp *tìm trực tiếp (direct search)*. Trong số các giải thuật tốt nhất của phương pháp gồm giải thuật Simplex, Complex, giải thuật Zangwill và Rosenbrock, người viết bài này đã chọn theo cách giải của Rosenbrock khi tìm nghiệm bài toán. Vector x trong chương trình chỉ chứa 9 thành phần để chương trình được gọn, nhẹ.

Chương trình được sử dụng vào việc lập phương án cho thiết kế tàu vận tải ven biển sức chở từ 500÷3000tdw. Thời bấy giờ tàu vận tải cỡ nhỏ, chạy ven biển Việt Nam đang là nhu cầu cần thiết. Cũng tại thời điểm đó khả năng đóng tàu lớn nhất của chúng ta không vượt quá tàu 3000tdw, các hải cảng tại các địa

phương còn bị hạn chế về độ sâu luồng lạch và khả năng tiếp nhận tàu lớn. Từ tình hình đó yêu cầu cho thiết kế phải là, thiết kế tàu với kích thước không bị hạn chế và thiết kế tàu có mớn nước hạn chế trong vận tải sông-biển.

Chương trình áp dụng vào thiết kế tàu vận tải hàng khô, hàng tổng hợp, sức chở 1500 tấn theo hai phương án:

- 1- Tàu tối ưu, kích thước chính không bị hạn chế,
- 2- Tàu tối ưu, mớn nước bị hạn chế theo yêu cầu chủ tàu.

Kết quả tính trên máy IBM 360/40 năm 1982 như sau:

Bảng 8.7

Tên gọi	Ký hiệu & đơn vị	Tàu có T hạn chế	Tàu với T không hạn chế
Chiều dài giữa 2 trụ	L_{pp}, m	86,88	66,8
Chiều rộng	B, m	10,92	12,15
Mớn nước	T, m	3,90	4,34
Chiều cao	H, m	4,94	5,72
Hệ số đầy t. tích	C_B	0,66	0,655
Vận tốc tàu	$v, HL/h$	10,0	10,0
Lượng chiếm nước	D, t	2510	2387
Trọng tải	T_{dw}	1565	1562
Tâm nổi	$Xc, \%L$	1,5	1,4
Khối lượng			
Vỏ thép	T	664	535
Gỗ	T	43,4	43,1
Trang thiết bị	T	100,7	100,1
Buồng máy	T	59	59
Hệ thống tàu	T	22,5	22,5

PHẦN HAI

BỒ TRÍ TÀU

NGOẠI HÌNH TÀU

Tạo ngoại hình tàu với yêu cầu đầu tiên là làm đẹp con tàu, và tàu đẹp mới có khả năng thu hút sự chú ý của người dùng. Thiết kế ngoại hình không chỉ đảm bảo kỹ thuật mà còn đảm bảo cho tàu thực hiện được những yêu cầu kỹ thuật và chức năng của tàu. Trước khi bàn về mỹ thuật tàu, chúng ta có thể nhắc lại những kiểu tàu và dáng tàu thông dụng đang dùng trong thực tế. Những tàu này không chỉ khác nhau về chức năng mà còn khác về ngoại hình.

Các tàu đang hoạt động có thể chia làm hai nhóm lớn, tàu chiến dùng cho các mục đích quân sự và những tàu không thuộc nhóm trên được gọi là tàu dân sự. Theo chức năng các tàu trong nhóm này được phân thành các nhóm nhỏ, gọi tên theo qui ước không văn bản như sau:

Tàu chở hàng: tàu hàng khô hay còn gọi **tàu hàng tổng hợp** (*general cargo ships*), tàu chở hàng lỏng, trong đó chủ yếu là **tàu chở dầu** (*tankers*), **tàu chở hàng rời** (*bulkcarries*), **tàu chở hàng thùng** (*container ships*), **tàu hàng lạnh** (*reefer vessels*)... **Tàu khách** (*passenger vessels*): tàu khách, chạy biển tuyến cố định, tàu hoạt động trên các đường không cố định, tàu du lịch, tàu khách chạy trên các sông, hồ và tàu hàng - khách. **Tàu công dụng đặc biệt:** tàu nghiên cứu, thăm dò, tàu giám sát môi trường, tàu làm trạm chứa dầu không bến. **Tàu đánh bắt cá**, tàu chế biến và tàu bảo quản cá. **Tàu công trình:** tàu cuốc, tàu hút, tàu làm sạch dầu, các loại tàu làm việc trong ngành khai thác dầu khí tại thềm lục địa.

Yêu cầu mỹ thuật của các tàu giống nhau, tuy nhiên các yêu cầu kỹ thuật và chức năng tàu làm cho mỗi tàu có dáng riêng, vẽ đẹp riêng. Thiết kế mỹ thuật tàu phải đáp ứng yêu cầu mỹ thuật chung song phải có tính đặc thù.

Phần đầu chương này chúng ta cùng bàn về những yêu cầu mỹ thuật chung nhất, dùng cho tàu khách. Những hiểu biết chung này sẽ được cải biên khi áp dụng cho các tàu khác kiểu.

Thiết kế tàu bắt đầu từ chọn kích thước chính, tỷ lệ kích thước, các đặc trưng hình học liên quan thân tàu. Trong những điều kiện đó thông thường đường hình lý thuyết tàu phải được lập ngay trong giai đoạn thiết kế ban đầu. Đường hình tàu theo thông lệ được lập trên cơ sở các yêu cầu kỹ thuật, theo chức năng của tàu và do vậy bản thân đường hình chưa thể đáp ứng các đòi hỏi về mặt mỹ thuật.

Không phải là nghịch lý nếu nhận xét rằng có những đường hình chưa thuộc diện “đẹp” song cho phép người thiết kế tạo con tàu có dáng hấp dẫn, ngược lại đường hình “đẹp” theo những cách đánh giá nhất định chưa chắc cho phép tạo ngoại hình hấp dẫn cho tàu. Yêu cầu đặt ra cho những nhà kiến trúc sư tàu thủy, theo cách gọi của người Anh: Naval Architect, là tạo hình tàu đẹp, hài hòa trên cơ sở đường hình tàu đang được thiết kế. Thông thường hài hòa được hiểu trong khung cảnh cụ thể, hài hòa với môi trường, với cảnh vật, với thiên nhiên và với con người.

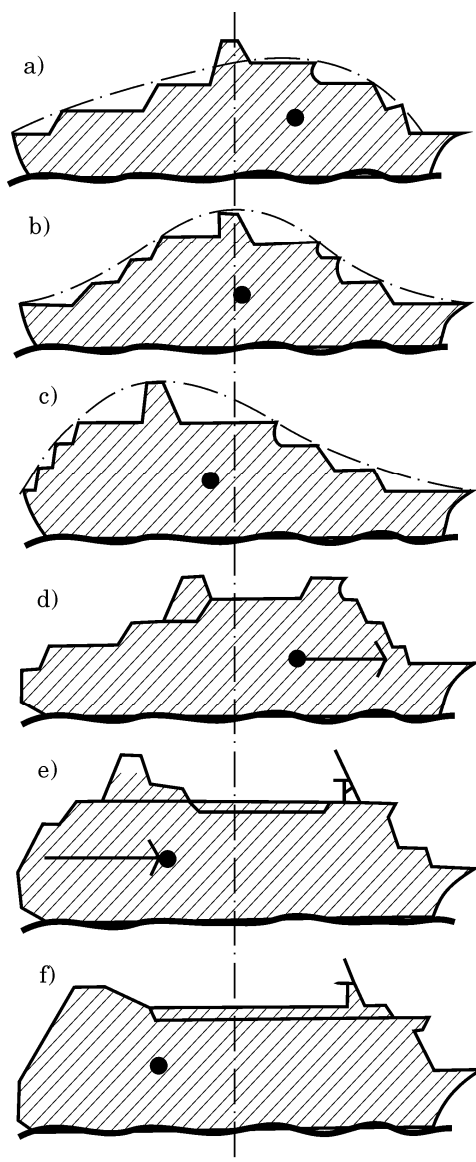
Ngoại hình tàu khách do kiến trúc sư tàu thủy - nghệ sĩ tạo hình qui định. Ngoại hình tàu không thể giống nhau hoàn toàn giữa các tàu cùng một chức năng, ví dụ cùng cho tàu khách. Mặc dầu vậy, theo cách làm của phương pháp thống kê người ta có thể tập hợp, phân tích và rút ra những qui luật chung được dùng cho thiết kế tàu. Với tàu khách, ngoại hình được dùng phổ biến và vẽ đẹp được đánh giá là hoàn mỹ mang dạng hình giọt nước. Từ những năm đầu của phát triển tàu khách, hình dạng giọt nước đã ngự trị trên phần lớn các tàu. Hình “giọt nước” trở thành độc tôn trong những năm dài giữa thế kỷ XX. Nhìn ngang thượng tầng của tàu thiết kế theo dáng giọt nước này được qui hoạch theo chiều cao không đều nhau. Độ chênh lệch theo chiều cao này đã tạo ra vẻ đẹp cho con tàu khi nổi bật trên biển xanh. Hình 9.1a dưới đây khái quát hóa cơ cấu “giọt nước” của tàu trong những năm trước, bảy mươi.

Theo thời gian, hình giọt nước như thể hiện tại hình 9.1a tỏ ra “đủ” cho người dùng. Những đổi thay cần thiết khi tạo hình làm cho dáng bên ngoài của tàu đẹp và dễ mến mặc dầu những dạng mới không lưu giữ hình ảnh giọt nước như chúng ta đã quen. Những người tạo hình đề nghị sử dụng profil sóng trochoidal làm hình dáng đã được triển khai và áp dụng cho tàu khách đi biển (H.9.1b). Dạng profil sóng biển này thịnh hành trong những năm sáu mươi.

Điều cần nói thêm không chỉ bộ môn lý thuyết tàu, sức bền tàu đưa các ý tưởng xây dựng ngoại hình tàu mà các nhà toán học cũng đã giúp rất nhiều cho các kiến trúc sư tàu thủy trong tìm kiếm vẽ đẹp tiềm năng của tàu. Đường cong hàm e^x (còn được viết hàm exp trong các ngôn ngữ lập trình) khi áp dụng cho tàu khách đã mang lại những vẻ đẹp lạ thường (H.9.1c). Ngoại hình tàu dạng hàm e^x không chỉ thịnh hành trong hai thập kỷ bảy mươi, tám mươi mà còn lưu đến ngày nay.

Mỹ thuật tàu ngày nay không chỉ là lĩnh vực quan tâm của các nhà kiến trúc sư tàu thủy mà còn là điều quan tâm hàng đầu của các chủ tàu. Để cạnh tranh với các phương tiện vận tải hành khách đường không, đường sắt cao tốc, tàu thủy chở khách phải tăng tính hấp dẫn và tính cạnh tranh. Tàu khách không chỉ đòi hỏi ngoại hình đẹp mà tiện nghi phải đạt đến mức đủ cạnh tranh với máy bay, tàu trên đường sắt cao tốc. Trong những năm cuối thế kỷ XX các tàu khách bị buộc phải “béo” thêm ra và hấp dẫn hơn xưa. Tàu phải đủ cao, rộng để bố trí nhiều tiện nghi sinh hoạt hơn. Các phòng ở được tăng diện tích, phòng nghỉ, phòng

phụ... đều phải nâng cấp. Trên tàu khách hiện đại người ta không chỉ bố trí các phòng sinh hoạt, phòng sinh hoạt công cộng mà còn có bể tắm, các phòng thể thao, thậm chí trên vài tàu còn có cả sân golf mini. Rõ ràng các thay đổi đó làm cho các tàu sinh động hơn. Đáng các tàu được chế tạo cuối thế kỷ xa rời dần nguyên tắc “giọt nước”, để chuyển sang trạng thái đầy đặn hơn. Hình 9.1d và hình 9.1e trình bày ngoại hình của tàu khách thuộc nhóm nở phần trước hay còn gọi kiểu “lôi kéo” còn hình để sau thuộc nhóm “thúc đẩy”. Điều có thể nói thêm, nhóm “thúc đẩy” là tiền đề để các kiến trúc sư tàu cho ra đời kiểu dáng “hình thang”, nếu không muốn gọi là hình chữ nhật. Hình 1f trình bày ngoại hình tàu đang được dùng trong tàu khách và cả các tàu không phải là tàu khách trong những năm cuối thế kỷ XX.



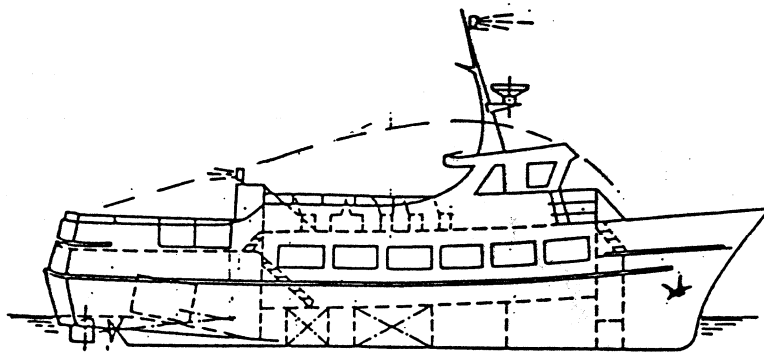
Hình 9.1 Ngoại hình tàu

Có thể đưa ra nhận xét sau, nếu những năm năm mươi hình giọt nước với trọng tâm profil nằm tại phần trước, đến những năm bảy mươi, tám mươi trọng tâm profil đã lùi về mặt sau cắt giữa tàu, đến khi kiểu “*thúc đẩy*” ra đời trọng tâm profil lùi về sau xa hơn. Đến giai đoạn ngoại hình hình thang, trọng tâm đã chuyển hẳn ra sau.

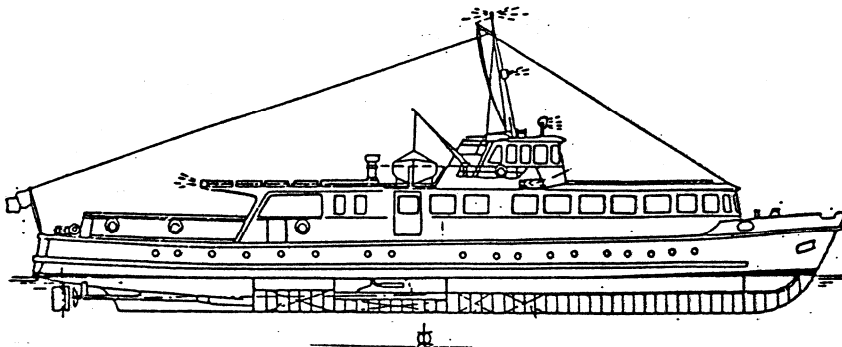
Trong giai đoạn “*giọt nước*”, đến “*hàm e^x*” chiều cao thượng tầng vẽ nên đường gãy khúc, giai đoạn sau này đường gãy khúc hầu như nhường chỗ cho đường thẳng hoặc gần với đường thẳng.

Một số tàu khách cỡ nhỏ được đóng từ những năm năm mươi đến tám mươi theo phong cách hình giọt nước được tổng kết như sau. Tàu khách cỡ nhỏ “Sunnan” (H.9.2), tàu khách ven biển “Lilla Wendera” (H.9.3) là đại diện.

Phân tích loại hình các tàu đã đóng từ hơn trăm năm nay, có thể rút ra qui luật tạo hình cơ cấu hệ thống các phần tử kiến trúc tàu. Tất cả đường đóng tạo nên hình giọt nước, hình sóng..., phải tuân thủ qui luật cùng ngả theo hướng chủ đạo với góc chuẩn. Cụ thể hơn, mọi đường bao profil thượng tầng, ống khói, cửa sổ, cột cờ cột buồm, lỗ khoét đều có chung hướng, còn độ nghiêng của từng đường bao không khác xa độ nghiêng chủ đạo.

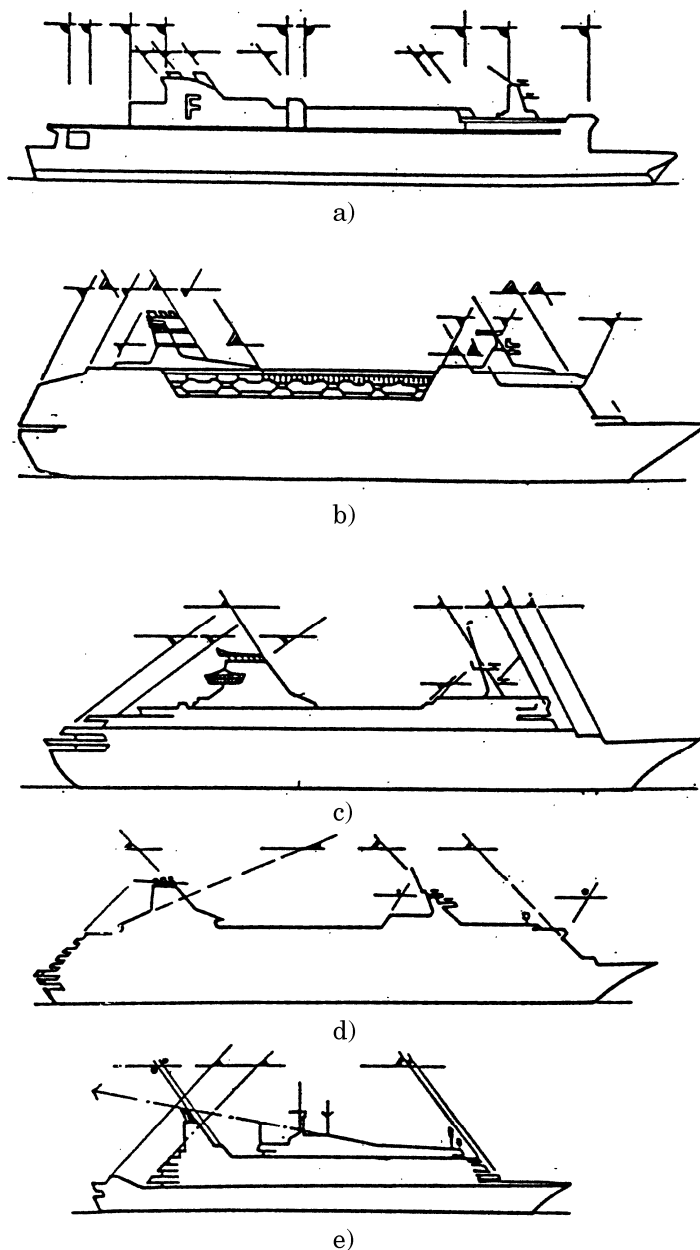


Hình 9.2 Tàu khách cỡ nhỏ “Sunnan”



Hình 9.3 Tàu khách ven biển “Lilla Wendera”

Qui luật này được giải thích tại hình 9.4. Những tàu được xây dựng ngoại hình theo phong cách thẳng đứng có các thành bao thượng tầng thẳng đứng, như hướng chủ đạo. Tuy nhiên, bên cạnh hướng chủ đạo (H.9.4a), hướng nghiêng thứ hai được đưa vào qui trình tạo hình làm cho thiết kế duyên dáng hơn, uyển chuyển hơn. Hướng thứ hai thông thường nghiêng về sau như hiển thị cùng hình. Ngoại hình dạng này được dùng cho tàu khách và các tàu vận tải. Khuynh hướng này xuất hiện từ những năm bảy mươi, ngày nay đang là một thời thượng trên các kiểu tàu. Những ví dụ hình 9.5, 9.6 và 9.7 xem xét khuynh hướng này trong thiết kế tàu.

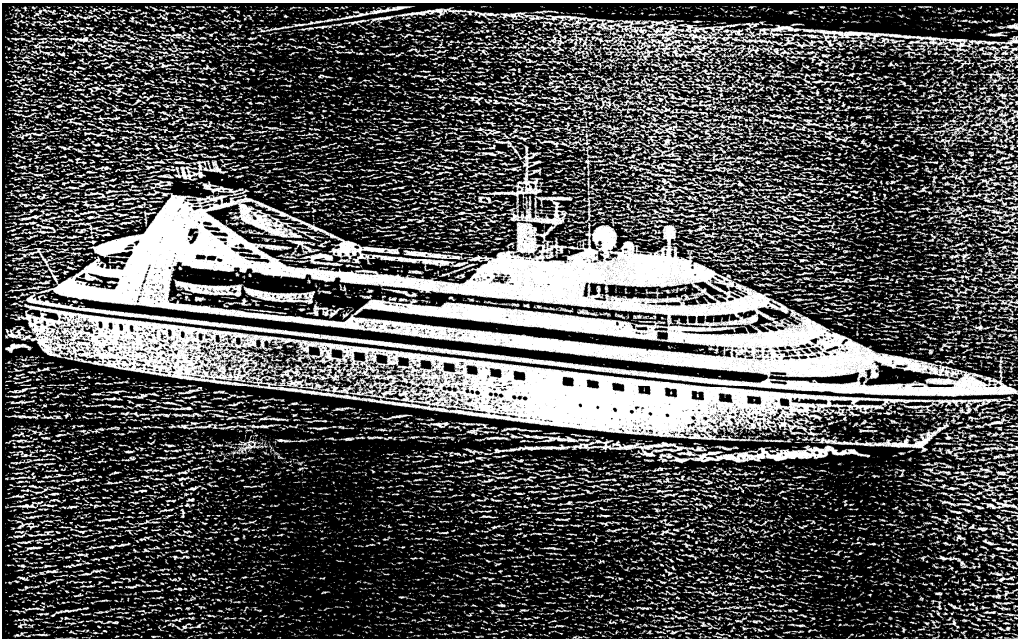


Hình 9.4 Nguyên tắc dựng đường dóng

Phần lớn tàu khách kể cả tàu đã có từ cổ xưa đến tàu hiện đại, thông thường được tạo hình trên nền hai hướng nghiêng chủ đạo, nghiêng về trước và nghiêng về sau cùng trên một tàu. Hình 9.4b trình bày độ nghiêng thượng tầng và các phần lồi tại thượng tầng tàu khách đặc trưng cho những tàu ra đời vào cuối thế kỷ XX. Ba hình tiếp theo 9.4c, 9.4d, 9.4e trình bày ngoại hình tàu khách đã được chế tạo.

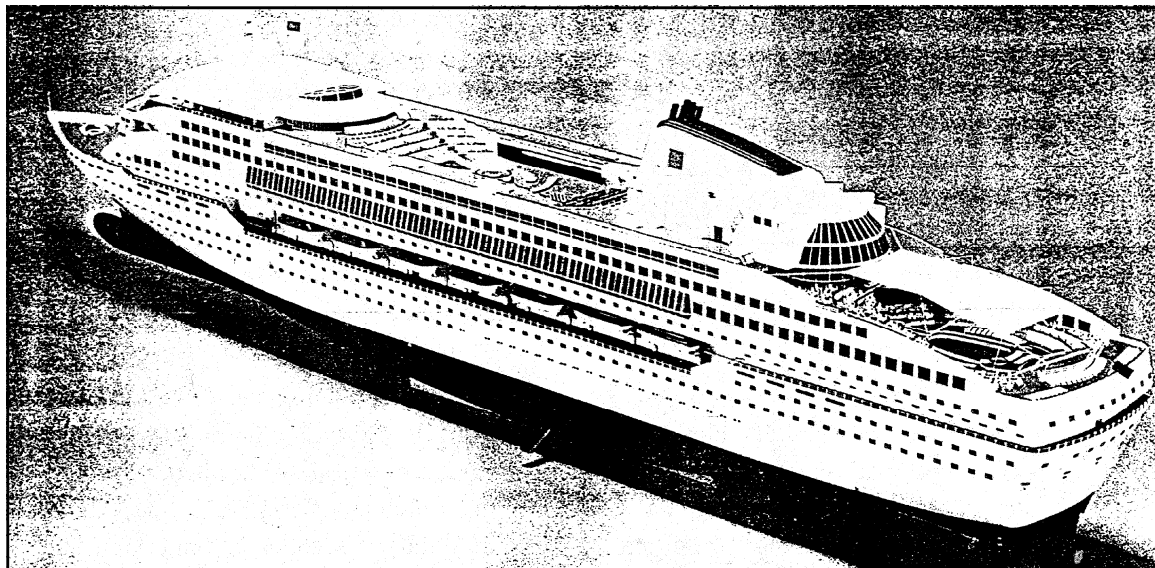
Khác với trường hợp đường dóng vừa nêu, đường dóng xiên thật sự đa dạng và phong phú. Trong thực tế độ nghiêng của góc chủ đạo thay đổi khá rộng. Góc nghiêng về sau có thể từ 100° đến 150° hoặc hơn. Góc nghiêng về trước có thể từ 50° đến 90° . Xác định góc nghiêng chủ đạo phụ thuộc kích cỡ tàu và yêu cầu cụ thể của mỗi tàu cụ thể. Có thể phát biểu cách chung nhất, góc nghiêng khi cách xa góc 90° dẫn đến hiện tượng thu hẹp không gian hữu ích, thay vào đó ngoại hình của tàu có khi đẹp hơn, hấp dẫn hơn. Thông lệ góc nghiêng về sau lớn, góc nghiêng về trước có xu hướng cận kề hướng thẳng. Điều này cần thiết khi tạo hình những tàu nhỏ. Trên những tàu lớn có khi quan sát được góc nghiêng so với trục đứng của góc nghiêng về sau và nghiêng về trước gần bằng nhau.

Những minh họa tiếp theo giúp bạn đọc xem xét những thiết kế thành công nhờ tạo các góc nghiêng hợp lý. Tàu khách mang tên “Seabourn Spirit” sức chở 210 khách, dóng tại Seebeckwerft đại diện cho nhóm tàu có góc nghiêng thượng tầng rất lớn (H.9.5). Với góc nghiêng quá cỡ như vậy, ngoại hình của tàu không chỉ đẹp, thanh thoát, mang tính “động” rõ nét mà còn tạo nhiều thuận lợi cho những nhà kiến trúc sư đưa ánh sáng trời vào tận mỗi phòng.



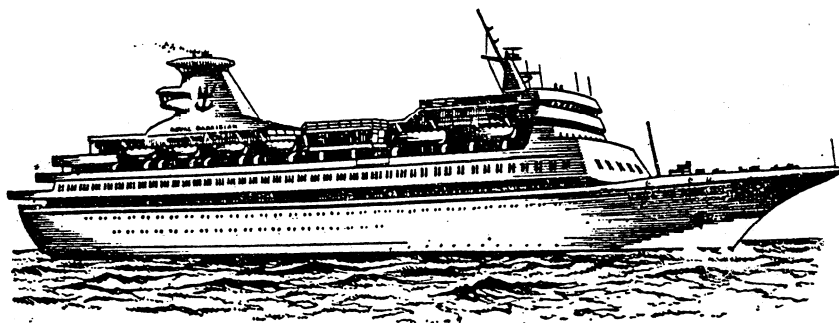
Hình 9.5 “Seabourn Spirit”

Mô hình tàu khách “Bremer Vulkan” thực sự là khách sạn nổi, trên đó trang bị đủ các phòng ở cao cấp, nhà hàng, bar, rạp chiếu bóng, discotheque, cửa hàng supper market cỡ nhỏ, bể bơi ngoài trời, bể bơi có mái che, sân tắm nắng... Khác với người bạn đồng nghiệp vừa nêu, góc nghiêng của thượng tầng so với trục đứng vô cùng nhỏ, tuy vậy các phương pháp lấy ánh sáng trời và tận dụng ánh sáng trời đủ làm hài lòng hơn vài trăm con người trên khách sạn nổi này (H.9.6).



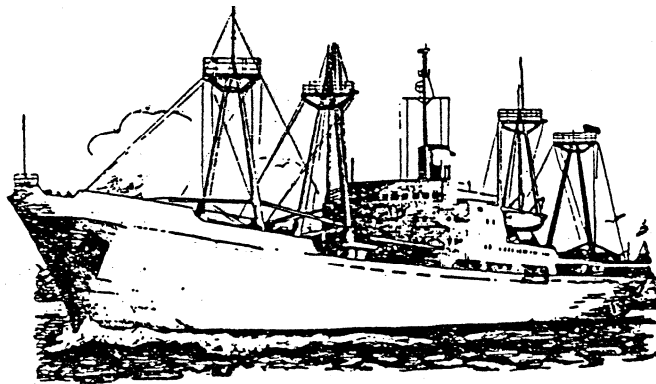
Hình 9.6 Mô hình tàu khách “BremerVulkan”

Hình 9.7 được vẽ lại từ tàu khách dạng liner đặc trưng cho kiểu dáng châu Âu, góc nghiêng thượng tầng ở mức trung bình, đóng từ những năm sáu mươi, bảy mươi.

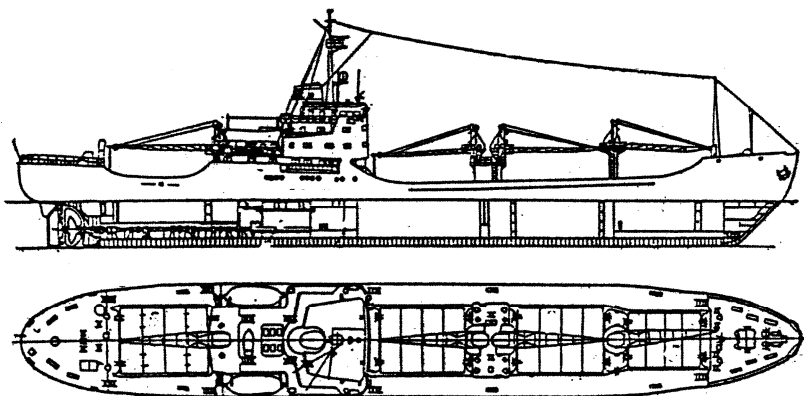


Hình 9.7 Tàu khách kiểu dáng châu Âu

Một trong những yêu cầu thiết kế ngoại hình là tàu được thiết kế phải đẹp theo những tiêu chuẩn xác định song phải hài hòa và cân đối trong không gian mà nó hoạt động. Điều này quan trọng cho những tàu hoạt động nội địa. Kích thước của tàu, chiều dài, chiều rộng cần thích hợp cho cảnh sông, hồ nó hoạt động. Ngoại hình và màu sắc của tàu phải hòa hợp với cảnh quan dòng sông tàu bơi, với bờ sông tàu ghé với thành phố tàu đến thường xuyên.



Hình 9.8 Tàu hàng những năm 50 – 60

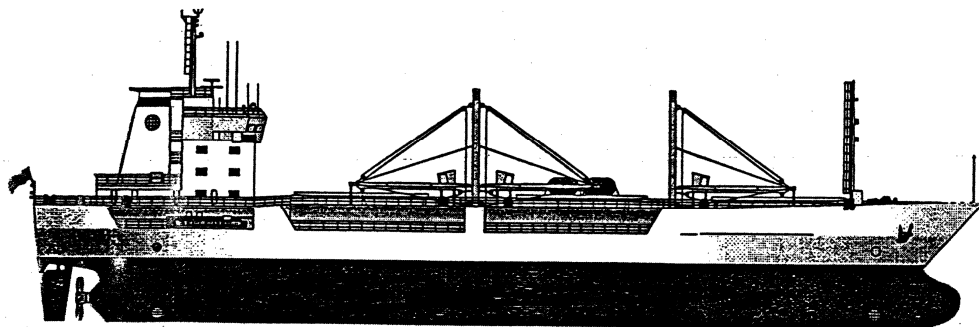


Hình 9.9 Tàu hàng những năm 70

Nguyên tắc thiết kế trên đây khi áp dụng vào các tàu không phải là tàu khách mang tính đặc thù riêng. Các đặc thù đó do chức năng của tàu qui định. Tàu chở hàng cần bố trí thượng tầng tại khu vực trên buồng máy, nhường khoảng không còn lại cho các khoang hàng và các nơi thao tác tàu, thao tác bốc dỡ hàng. Mặt khác tùy tình hình thực tế, buồng máy có thể đặt trước, đặt giữa hoặc sau. Trong hoàn cảnh bị động đó nhiệm vụ kiến trúc sư là tạo ngoại hình tàu gồm thượng tầng, thân tàu thành một khối hoàn mỹ. Nếu kiến trúc sư không còn quyền thay đổi đường nét thân tàu thì công việc tạo hình thượng tầng đặt trên thân tàu do kiến trúc sư định sẽ có tầm quan trọng đặc biệt. Thông thường những nguyên tắc tạo hình vừa bàn, áp dụng cho tàu khách được dùng cả cho tàu không phải là tàu khách. Những thiết kế của những năm năm mươi, sáu mươi, thượng tầng tàu hàng có dáng dấp của hình giọt nước, đường bao thượng tầng thường được trau chuốt, uốn nắn công phu.

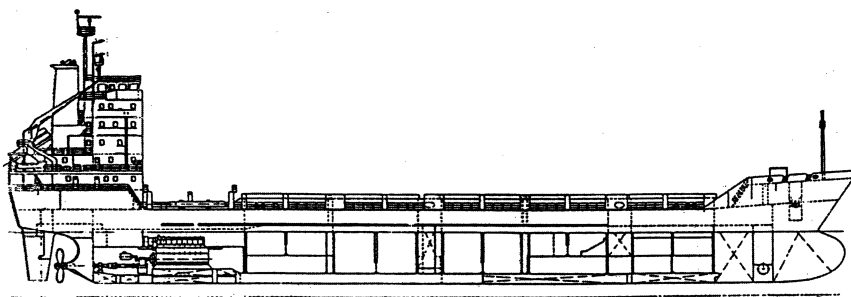
Theo năm tháng, để triệt để tận dụng khoảng không gian trên buồng máy, để thi công nhanh chóng và thuận lợi theo qui trình công nghệ hiện đại, thượng tầng tàu hàng thiên về dạng thẳng đứng. Hình 9.10 giới thiệu profil tàu chở hàng được thiết kế trong những năm chín mươi. Thượng tầng của tàu mang tính đặc trưng cho những tàu hiện đại, các thành thẳng đứng, “cột buồm” thẳng đứng, cột cờ

thẳng đứng, mũi tàu dạng “quả lê”, đuôi tàu vát kiểu *transom* (T), bánh lái treo, chân vịt biển trước. Tạo dáng theo mô hình này không chỉ dùng cho tàu chở hàng tổng hợp mà còn dùng cả cho các tàu chạy nhanh hơn, trong đó kể cả tàu chở container.



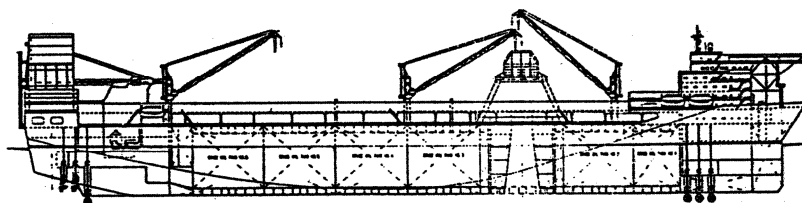
Hình 9.10 Tàu chở hàng hiện đại

Hình tiếp theo (H.9.11) giới thiệu profil tàu chở hàng thùng của những năm chín mươi. Tàu dài gần 130m, rộng 20m, cao 11m tính đến mép boong. Điều chúng ta quan tâm là cách tạo hình của thượng tầng đúng qui tắc và rất chuẩn mực.

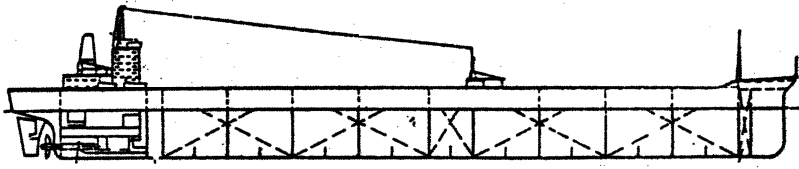


Hình 9.11 Tàu container

Trong các tàu thuộc nhóm tàu công trình chúng ta gặp những tàu kích thước rất lớn đến những tàu nhỏ. Các tàu tuy mang những đặc thù riêng biệt, bố trí nhiều trang thiết bị rất kỳ dị song vẫn phải được tạo hình với khả năng tốt nhất. Những ví dụ sau giới thiệu những kết quả lao động có hiệu quả của các kiến trúc sư tàu thủy trong ngành khai thác dầu khí. Hình 9.12 trình bày trạm chứa dầu và cấp dầu không bến (*Floating Production Storage and Offloading Vessel*) đang được dùng nhiều trên thế giới. Tại Việt Nam, Vietsovpetro đang sử dụng bốn trạm có tính năng tương đương trạm trong hình. Chúng ta thấy rõ phong cách tạo hình của những kiến trúc sư hiện đại.



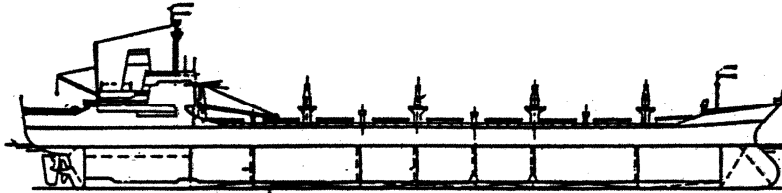
Hình 9.12 Trạm FPSO



Hình 9.13 Profile tàu chở dầu sức chở 250.000t

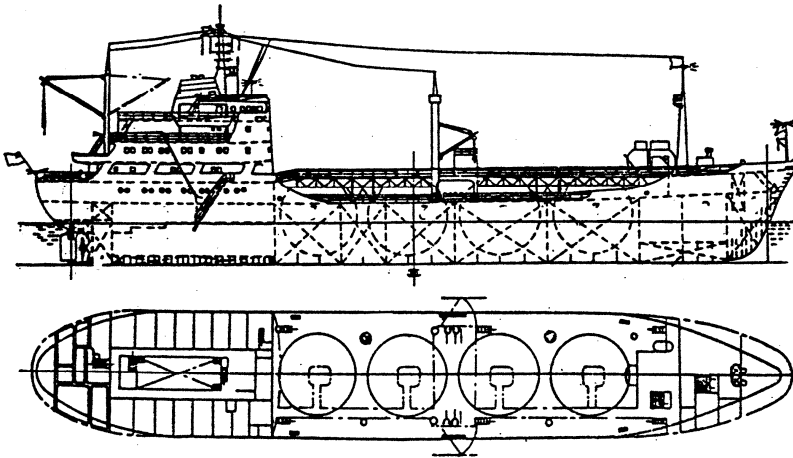
Tàu dầu cỡ lớn có dạng như mô tả tại hình 9.13.

Tàu chở hàng rời (*bulkcarrier*) có dáng bên ngoài không khác tàu chở dầu, được trình bày tại hình 9.14.



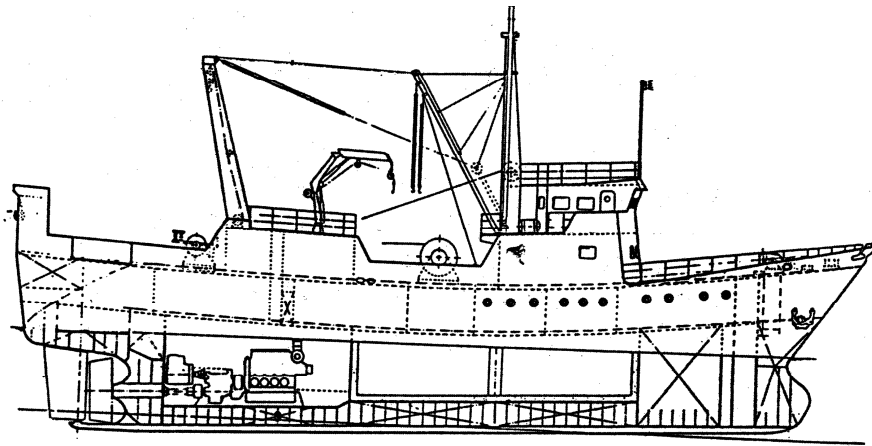
Hình 9.14 Profile tàu chở hàng rời

Hình 9.15 trình bày profil các tàu thuộc nhóm tàu chở khí LPG. Các tàu đóng từ những năm giữa thế kỷ XX có dáng dấp của tàu hàng thời đó, còn tàu hiện đại có hướng chung là tạo hình với dạng hợp thời nhất.

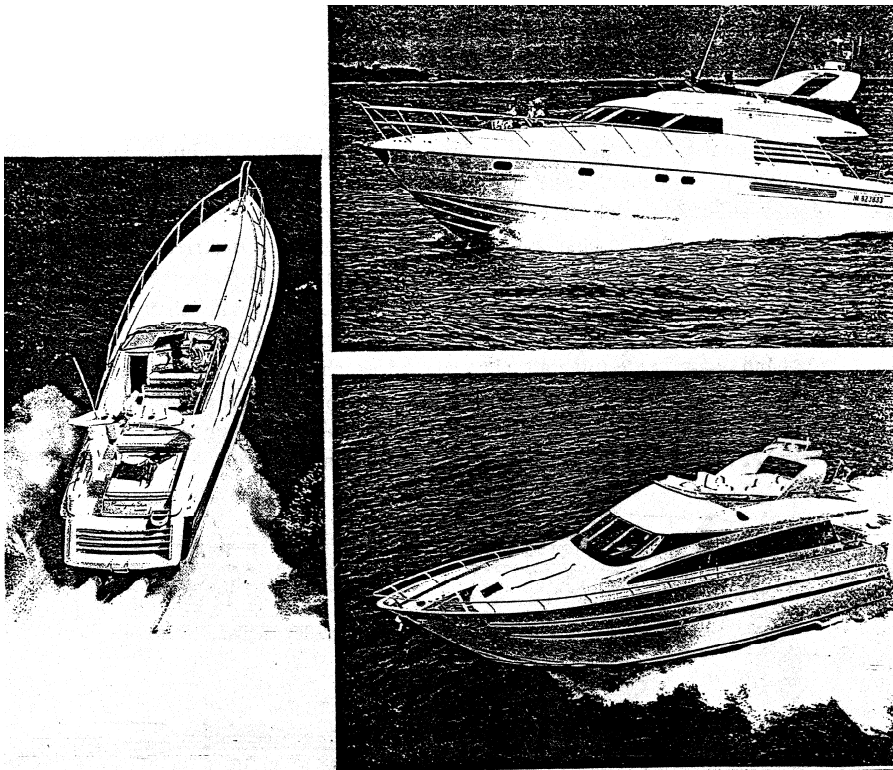


Hình 9.15 Tàu chở khí hóa lỏng

Về tàu cá, chúng ta sẽ làm quen với các mô hình thành công mà các kiến trúc sư đã tìm tòi trong hàng chục năm. Phải nói ngay rằng, tạo hình tàu cá khó hơn rất nhiều so với các loại tàu khác. Trong phần bàn về phương tiện bốc dỡ, phương tiện khai thác chúng ta sẽ tìm hiểu thêm các trang thiết bị không mấy mỹ quan mà tàu cá phải có. Về nguyên tắc, những qui luật tạo hình đã trình bày đều áp dụng được cho tàu cá, tuy nhiên với không gian nhỏ hẹp tàu cá, cộng với sự công kênh trang thiết bị, tạo được profil tàu đẹp, hài hòa không dễ. Hình 9.16 trình bày một giải pháp thành công về mặt kiến trúc cho tàu dài 43m, đánh cá bằng phương pháp kéo hoặc vây.



Hình 9.16 Tàu đánh cá kiêm nghề



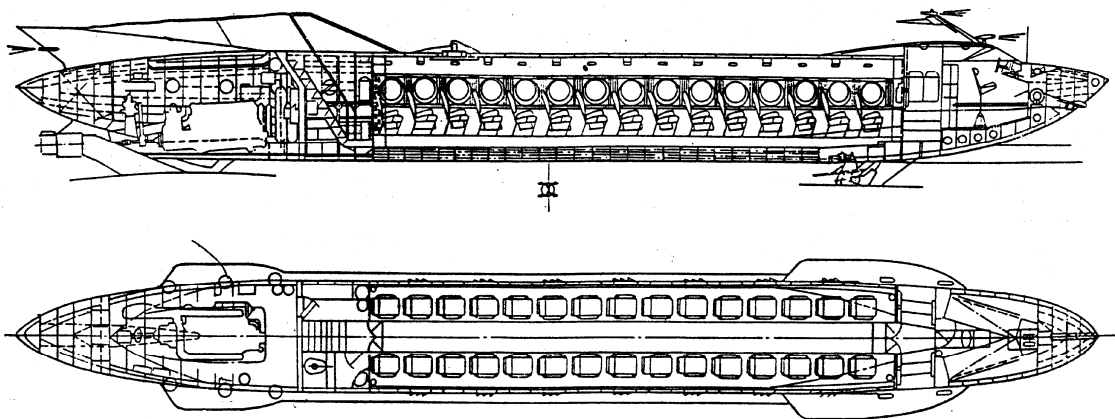
Hình 9.17 Tàu cỡ nhỏ, chạy nhanh

Hai thập niên cuối thế kỷ XX, xuất hiện nhóm tàu cỡ nhỏ, chạy nhanh làm nhiệm vụ tuần tra, phục vụ du lịch, thể thao... Thuật ngữ chuyên ngành được bổ sung một số từ mới: tàu công vụ (*work boats*), tàu hải quan, kiểm ngư, tàu chữa cháy, tàu hoa tiêu (*pilot*), tàu thể thao và nhiều tên gọi khác nữa. Trên thực tế đây là nhóm tàu tuần tra (*patrol boats*) cần tốc độ cao, hoạt động linh hoạt.

Yêu cầu đầu tiên cho ngoại hình loạt tàu này là tính “động” bao gồm, cơ động khi làm việc, hình dáng tàu “khí động học” có khả năng thoát gió. Nhìn chung

profile tàu có dáng gần với dạng “thúc đẩy”. Về mặt động lực học, khi chạy với tốc độ thiết kế các tàu này làm việc ở chế độ thủy – khí động, chứ không làm việc như tàu nổi chạy chậm. Khi chạy gần như toàn thân tàu nổi lên mặt nước, do vậy người nghệ sĩ tạo hình phải quan tâm đến toàn bộ thân tàu khi thiết kế chứ không chỉ hạn chế phần nổi như đã nêu ở phần trước. Nhìn chung các tàu điện này, được thiết kế như hình mũi tên, đầu nhọn nằm phía mũi tàu, phần lái gần như cánh hướng dòng mũi tên.

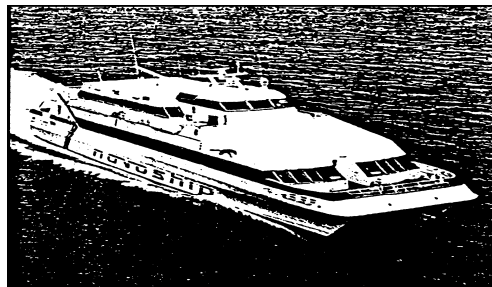
Kiến trúc tàu đòi hỏi luôn có sự đổi mới và tàu được tạo ra sau phải có tính hiện đại, ít nhất phải hơn tàu trước đó. Mặt khác giống như bất kỳ lãnh vực nghệ thuật nào khác, kiến trúc tàu cần có tính sáng tạo, song cần tiếp thu những gì là tốt đẹp của các lãnh vực gần gũi, cải biên và áp dụng cho tàu. Trên cơ sở đảm bảo những nguyên lý tạo hình đã nêu, người thiết kế – kiến trúc tàu có thể học và thực hành các kiểu dáng đẹp của các bộ môn gần gũi với tàu thủy. Người thiết kế có quyền học những điều hay của nước khác để áp dụng cho con tàu cụ thể, sử dụng trong nước. Tất nhiên, tính dân tộc, tính truyền thống cũng là các yêu cầu quan trọng mà nhà thiết kế phải có trong các tác phẩm của mình. Các kiểu dáng đẹp học được, hay gọi văn hóa hơn “mô phỏng”, sau cách điệu phải là những tác phẩm mang dáng dấp riêng cho ngành tàu. Một trong những khuynh hướng tìm cái đẹp cho tàu thủy là đưa nghệ thuật tạo hình của ngành chế tạo máy bay sang tàu. Hiện nay khá nhiều tàu khách được thiết kế và bố trí gần giống máy bay. Hình dưới đây (H.9.18), giới thiệu thiết kế tàu cánh ngầm (*hydrofoil craft*) phục vụ chở khách nội địa. Profile tàu cánh ngầm này trông không khác nhiều so với profile máy bay hiện đại. Khi chạy với vận tốc thiết kế, toàn thân tàu bay trong không khí, chỉ đôi cánh bơi trong nước, làm nhiệm vụ nâng tàu. So với máy bay, sải cánh của tàu ngắn hơn, gọn hơn.



Hình 9.18 Tàu trên cánh ngầm

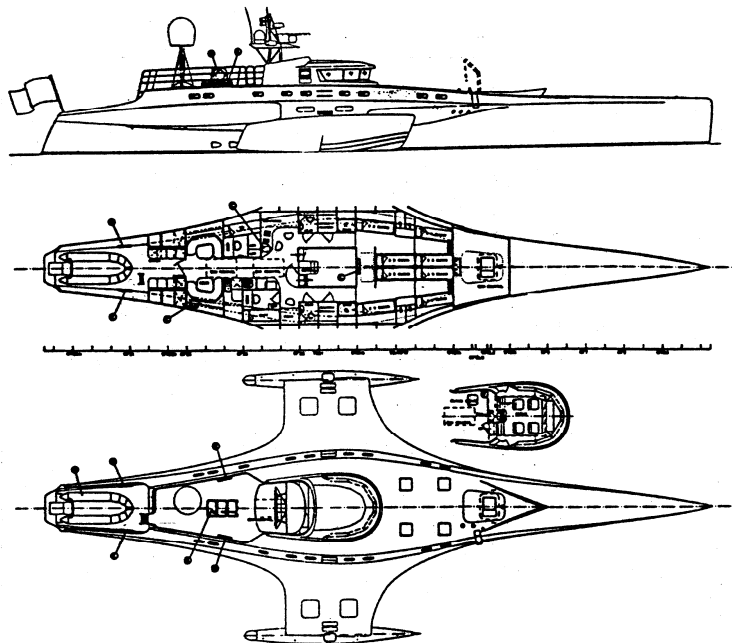
Trong thế giới hiện đại, chúng ta không chỉ có tàu một thân mà cả tàu nhiều thân. Tàu hai thân (*catamaran*) và tàu ba thân (*trimaran*) chen lẫn trong nhóm tàu khách, tàu tuần tra. Đội tàu chống buôn lậu hải quan Việt Nam trang bị các tàu trimaran hiện đại bên cạnh tàu một thân truyền thống. Các tàu hỗ trợ nhau trong công tác. Tàu hai thân làm nhiệm vụ chở khách, chở hàng và cả tàu đánh

cá. Nguyên tắc thiết kế ngoại hình tàu nhiều thân thực ra không khác những điều đang dùng cho tàu một thân. Điều đáng quan tâm nhất, chiều rộng tàu nhiều thân thường rộng hơn khá nhiều so với tàu một thân. Bố trí hợp lý khoảng không gian toàn tàu nhiều thân thông thường đòi nhiều suy nghĩ và cân nhắc. Không gian rộng tạo nhiều thuận lợi cho việc bố trí song đảm bảo mỹ thuật cho không gian rộng rãi đó chưa chắc là điều dễ dàng.



Hình 9.19 Tàu hai thân chạy sông

Hình 9.20 trình bày một trong những trimaran thường xuất hiện trong các cuộc thi tàu, thuyền. Thuyền ba thân “Cable & Wireless Adventuer” đã đạt giải nhất cuộc đua vòng quanh thế giới thế năm 1998. Có thể nêu thêm, tàu kiểu lạ này được thiết kế tại UK, chiều dài tàu 35m, sải cánh (giống sải cánh máy bay) 16m, chiều chìm 1,61m, lượng chiếm nước 45t. Vật liệu làm tàu là composite nền epoxy, lõi gỗ. Tàu được thiết kế cho tuyến đường dài 2300 dặm biển. Vận tốc thiết kế 22 HL/h. Trong cuộc đua để đạt giải nhất 1998, trimaran đang nêu đã vượt qua đường biển 26000 dặm biển trong 74 ngày, 20 giờ và 58 phút.

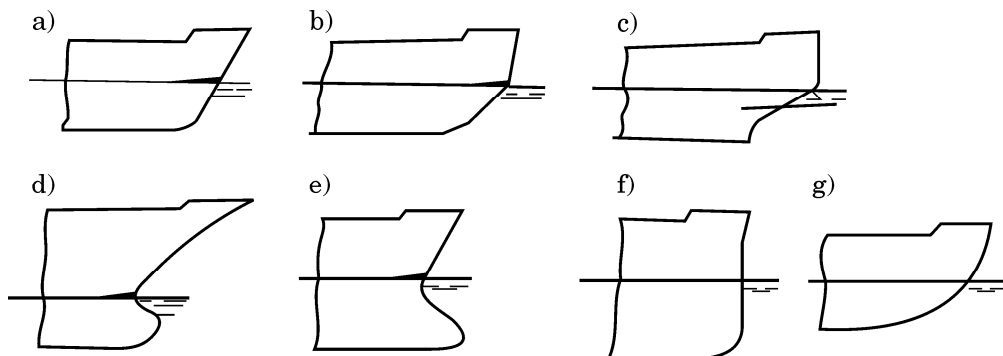


Hình 9.20 Tàu 3 thân (Trimaran)

Mũi, đuôi tàu và mỹ thuật tàu

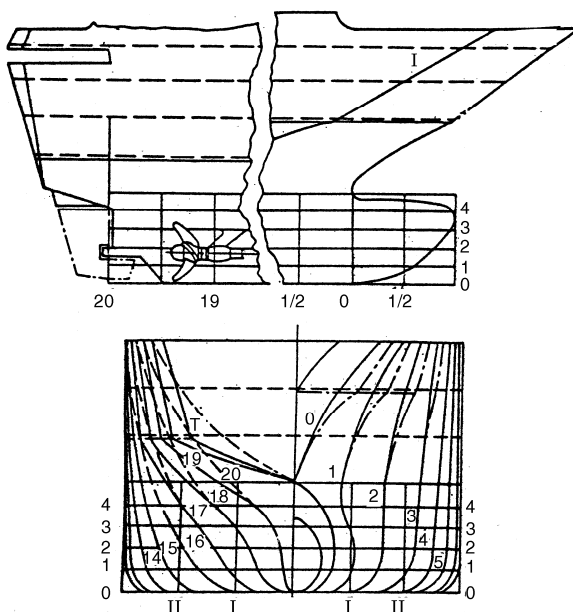
Tàu thủy chế tạo thời xa xưa có đặc trưng chung, cha ông chúng ta rất coi trọng mỹ thuật phần mũi tàu và đuôi tàu. Cấu hình phần mũi tàu khác nhau khá nhiều trên các kiểu tàu. Độ nghiêng sống mũi được chọn từ 0° so với trụ đứng, tức là mũi tàu dựng đứng, đến góc nghiêng không thấp hơn $60 - 70^\circ$. Tàu hiện đại còn được

gắn kết cấu đặc biệt, gọi là kết cấu “bóng đèn tròn”, hoặc “giọt nước rơi thẳng đứng” hoặc “quả lê” tại phần mũi tàu làm cho mũi tàu thêm duyên dáng. Chọn lựa kiểu mũi, chọn góc nghiêng cho sống mũi trong thực tế thiết kế là việc chung của người vẽ đường hình và kiến trúc sư. Những dạng mũi tàu đang hiện có được giới thiệu tại hình 9.21. Tại hình có thể thấy rõ, mũi kiểu a ngày nay được dùng rất rộng rãi, từ tàu vận tải, tàu khách, tàu đánh cá đều thấy có mặt mũi tàu dạng này.



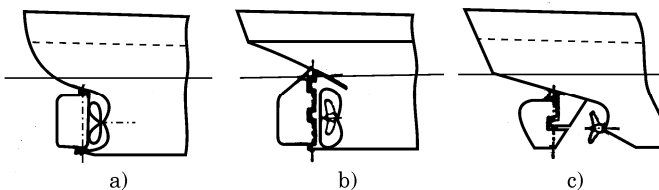
Hình 9.21 Các dạng mũi tàu

Mũi tàu dạng f được dùng cho tàu chạy chậm, chủ yếu tàu sông. Tuy nhiên chúng ta vẫn bắt gặp trên các tàu hiện đại, mũi thẳng đứng không hề mất vẻ uy nghi và bề thế trên các tàu chở hàng vô cùng lớn. Tàu với mũi quả lê như thể hiện dạng e đang được ưa chuộng cho các tàu mới đóng cuối thế kỷ. Mũi tàu khách cỡ lớn, chạy nhanh nhìn chung có dạng d. Đường hình của tàu khách (*passenger cruise liner*) với mũi dạng d được giới thiệu tại hình 9.22. Thể hiện đường hình lý thuyết, tàu mang tên “Crown Odyssey”, đóng tại nhà máy đóng tàu Meyer Werft, Germany. Tàu dài 187,74m, riêng phần nghiêng mũi tàu đã chiếm hơn 1:20 chiều dài tàu.



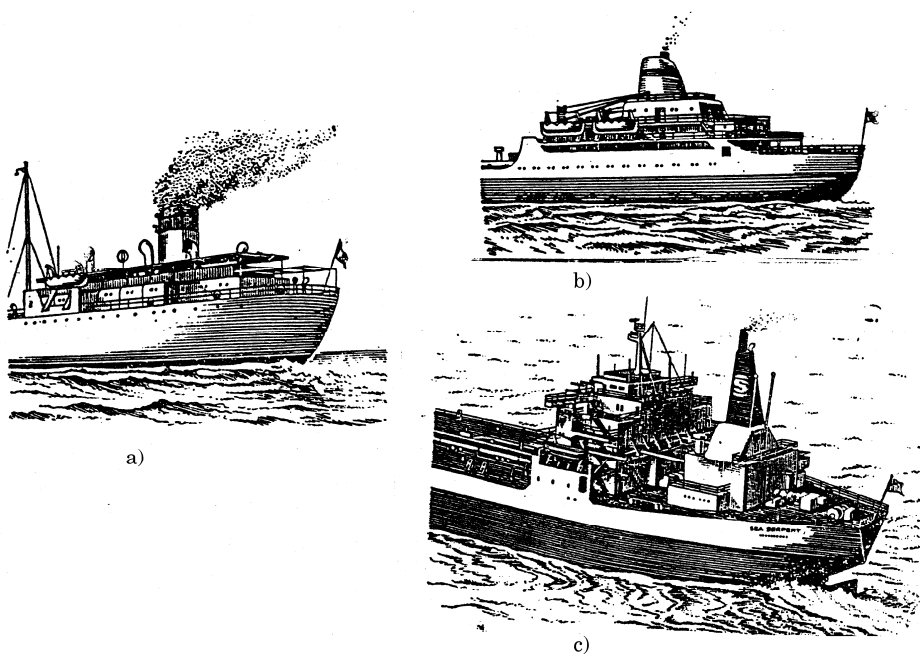
Hình 9.22 Đường hình lý thuyết tàu liner

Giống phần mũi, phần đuôi tàu là phần kiến trúc làm tăng vẻ đẹp của tàu đi biển nói riêng và tàu thủy nói chung. Tại phần “Lý thuyết thiết kế tàu” chúng tôi đã có dịp bàn về tác dụng các kiểu đuôi tàu kiến trúc sư cần sắp xếp, bố trí để ngoại hình của tàu hài hòa và đẹp mắt. Ba dạng đuôi tàu được dùng phổ biến gồm: dạng thông dụng, dạng đuôi tàu tuần dương, đuôi vát *transom*. Hình 9.23 giới thiệu phác thảo ba dạng đuôi tàu: a) tuần dương, b) thông thường, c) đuôi tàu dạng *transom*.



Hình 9.23 Các dạng đuôi tàu

Theo tiến trình lịch sử, dạng đuôi của tàu đóng trong thế kỷ XX có dạng như trình bày tại hình 9.24. Hình a) tàu đóng đầu thế kỷ, b) tàu giữa thế kỷ và c) tàu hiện đại.



Hình 9.24

Để kết thúc phần bàn về mũi và đuôi tàu, chúng ta có thể thống nhất điều này, mũi và đuôi tàu là hai thành phần cùng với thượng tầng quyết định vẻ đẹp và độ hài hòa của một tàu. Hình dáng và kiểu dáng của mũi và đuôi phải mang tính truyền thống, song phải bắt nhịp với cuộc sống hiện đại.

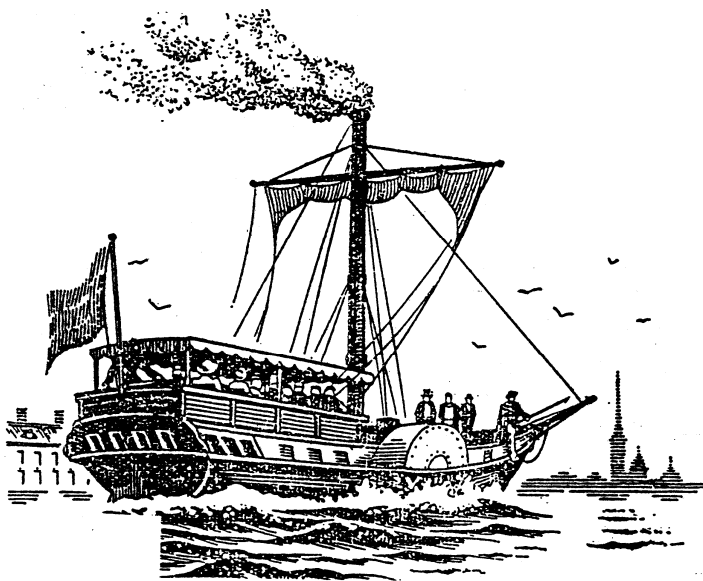
Ống khói, cột buồm

Cho đến ngày nay, trên tàu thủy người ta vẫn phải quan tâm đến các nhóm kết cấu mang tên gọi “cột buồm”, mặc dầu trên thực tế, ngoại trừ thuyền buồm dùng trong thể thao, thuyền buồm dân gian và tàu huấn luyện, chúng ta chẳng mấy khi chạm phải “thuyền buồm” thứ thiệt khi thiết kế tàu hàng, tàu khách, tàu chiến. Cột theo nghĩa hiện đại bao gồm các cột cờ, cột antenna, cột cầu... Trong

môn học chấn động tàu thủy, người ta viết hẳn cả một chương “*rung động cột buồm*”, với tình thế đó bạn đọc có thể hiểu “*cột buồm*” theo nghĩa chúng tôi vừa nêu. Nguyên tắc chung bố trí cột buồm là thế đứng hợp với khung cảnh của một thượng tầng đã dày công trang trí. Cột cờ phải có xu hướng ngã theo hướng chủ đạo của thượng tầng. Profil cột thường mang dạng cách điệu của profil chủ đạo. Mục đích cuối cùng của những cách điệu nhằm tạo sự hài hòa giữa ngoại hình tàu với các “*chi tiết lỗi*”, theo cách gọi những người nghiên cứu sức cản tàu.

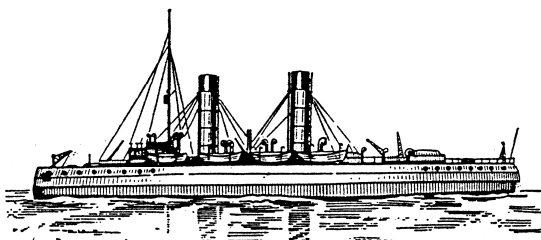
Tuy trong nhóm “*cột*” trên tàu còn cột cầu hàng, chúng ta khó lòng bắt cột cầu phải xa rời vị trí đứng thẳng của nó. Trong tình thế đó cách giải quyết còn lại là tìm cách sống chung với “*kẻ ương ngạnh*” đó, phải bố trí ngoại vật bao quanh cột cầu ở tư thế tạo được ảo giác, cột cầu cũng tham gia làm đẹp ngoại hình. Bố trí hệ dây chằng, dây cầu... hợp cách, hợp lý sẽ thay đổi cảnh quan của cơ cấu này.

Trong phần tiếp, khi bàn về bố trí ống khói các bạn sẽ xem các minh họa bố trí ống khói, tô điểm cột cầu. Ống khói trên tàu ra đời khi con người đặt máy lên tàu. Tàu chạy máy hơi nước vượt Đại Tây Dương “*Savahna*” được người Mỹ đưa xuống nước từ 1891. Cần nói thêm tên tàu đang nêu sau này được người Mỹ đặt tên cho tàu chạy bằng năng lượng nguyên tử đầu tiên. Theo chân “*Savahna*” các tàu lắp máy thi nhau xuống nước. Có lẽ vì máy hơi nước là kiểu đầu tiên được trang bị lên tàu, thay thế cho buồm và chèo làm động lực đẩy tàu, người ta gọi tàu lắp máy là “*steam ship*”. Trên các tàu hơi nước (*steam ship*), kể cả tàu lắp máy diesel, ống khói luôn chiếm vị trí xứng đáng. Có thể nói những ống khói của thời kỳ đầu của họ tàu lắp máy tỏ ra hùng dũng, hiên ngang. Nó vươn lên cao nhất, ống thay cho cột buồm chiếm vị trí đẹp nhất trên tàu. Bạn đọc có thể xem lại bức họa ghi cảnh chạy thử tàu hơi nước từ 1815 tại St Peterbourg để thấy vẻ hiên ngang của chi tiết chúng ta đang quan tâm (H.9.25).

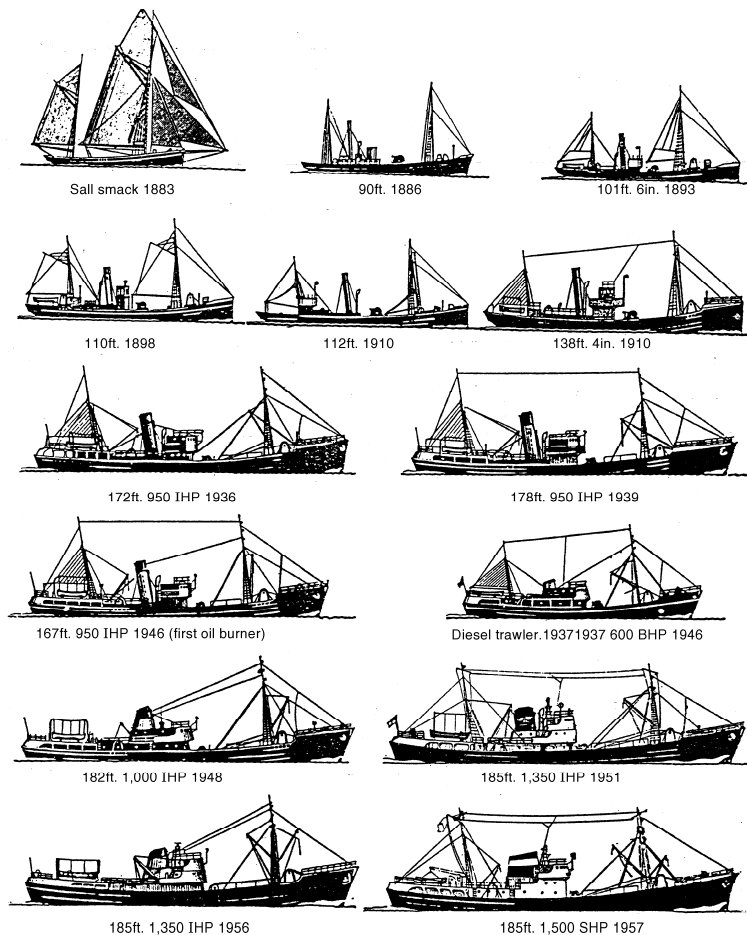


Hình 9.25 Tàu hơi nước năm 1815

Để minh chứng cho luận thuyết, ống khói là thành phần quan trọng của kiến trúc tàu, bạn đọc có thể xem thêm bức họa ghi lại tàu thuộc nhóm tàu lắp máy hơi nước (*steam vessel*) hoạt động ở bán cầu nam cuối cùng của thế kỷ XIX. Nhìn qua profil tàu, thượng tầng gần như bị mất hút khi đứng bên cạnh hai ống khói hùng vĩ và cột buồm ngất ngưởng. Về mặt kiến trúc có thể rút ra được, trong hoàn cảnh bất khả kháng như thế này, nét nặng nề của máy móc công nghiệp, hệ thống chằng buộc tại hình 26a đã giúp xóa bớt hình ảnh nặng nề vốn có. Tại đây bạn đọc có thể liên hệ với những thành tựu mới nhất trong kiến trúc cầu đường. Trong chừng mức nhất định, hình ảnh cây cầu đẹp nhất vùng phía Nam bán cầu, đặt tại Mỹ Thuận có mang nét đẹp kiêu căng của kiến trúc tàu chúng ta đang tìm hiểu.



Hình 9.26a



Hình 9.26b Sự tiến hóa ống khói tàu

Theo năm tháng ống khói tàu được nắn để tỏ ra hài hòa trong quần thể kiến trúc này. Từ khi máy diesel thay thế cho máy hơi nước trên các tàu, hình ảnh ống khói có những đổi thay đáng ghi nhận. Cột ống khói không cần vươn cao, đường kính ống giảm đáng kể cho trường hợp dùng máy diesel trên tàu. Đến đây người ta cố gắng đưa rất nhiều thiết bị công kênh vào trong lòng ống khói như nồi tận dụng, bầu giảm âm... và profil của ống khói lớn ra, để tạo hình hơn. Ống khói thời mới có dáng dấp của thượng tầng thu nhỏ, được sơn phủ các băng hiệu, quốc kỳ, hoặc các biểu tượng khác.

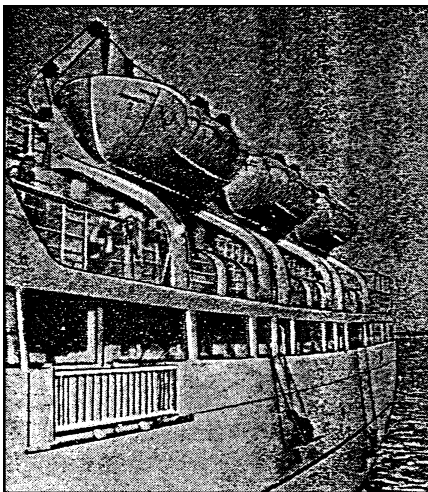
Đến thời kỳ kiến trúc tàu chuộng các hình khối với đường nét thẳng, sắc sảo, ống khói thoát khỏi cảnh hình khí động học để tham gia vào quần thể kiến trúc hợp thời đại. Ống khói thời mới có tiết diện nhỏ hơn trước, mặt cắt ngang có thiết diện hình thang, hình chữ nhật.

Quá trình thay đổi của ống khói tàu thủy bạn đọc tìm hiểu qua bức tranh miêu tả sự biến hóa (*evolution*) của đối tượng suốt bảy thập niên, tính đến những năm sáu mươi, (H.9.26b).

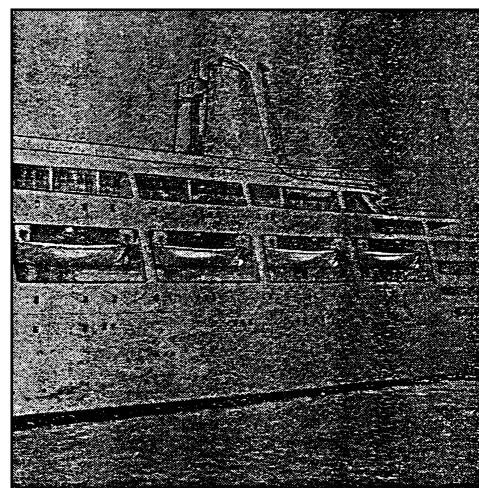
Bố trí thiết bị cứu sinh

Thiết bị cứu sinh là phương tiện cứu người khi có sự cố trên biển. Các thiết bị cứu sinh thường gặp gồm xuồng cứu sinh, phao tự thổi, bè cứu sinh, các phao... Trang bị các phương tiện trên tàu thực hiện theo qui định ghi tại công ước quốc tế SOLAS - 85. Trang bị đủ phương tiện là điều bắt buộc không có trường hợp ngoại lệ. Tàu khách, tàu hàng, tàu công tác đều phải thực hiện theo công ước. Điều rắc rối thường gặp, với số lượng thiết bị nhiều và có khi rất nhiều, bố trí thiết bị đúng vị trí, đúng qui định sẽ là điều tranh chấp với mỹ thuật thiết kế. Nguyên tắc ứng xử chung nhất, phải ưu tiên cho vấn đề an toàn và sau đó phải tạo cho vẻ đẹp theo ý muốn, nhất là với tàu khách.

Toàn bộ giá hạ xuồng cùng xuồng có thể đặt tại vị trí boong xuồng, còn boong xuồng có thể là boong dáo (H.9.27), hoặc boong giữa (H.9.28).

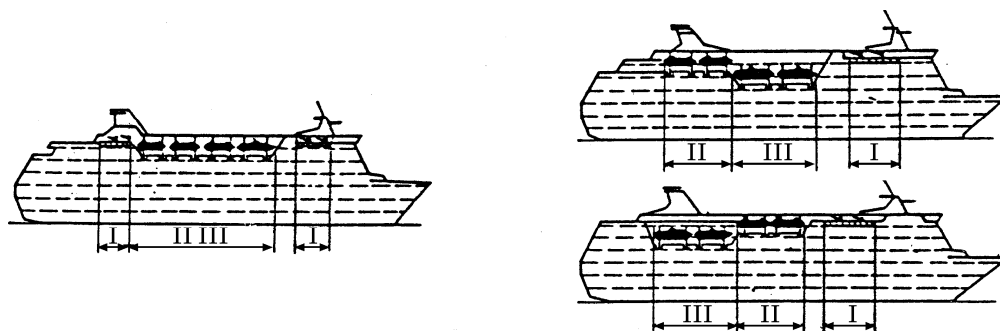


Hình 9.27



Hình 9.28

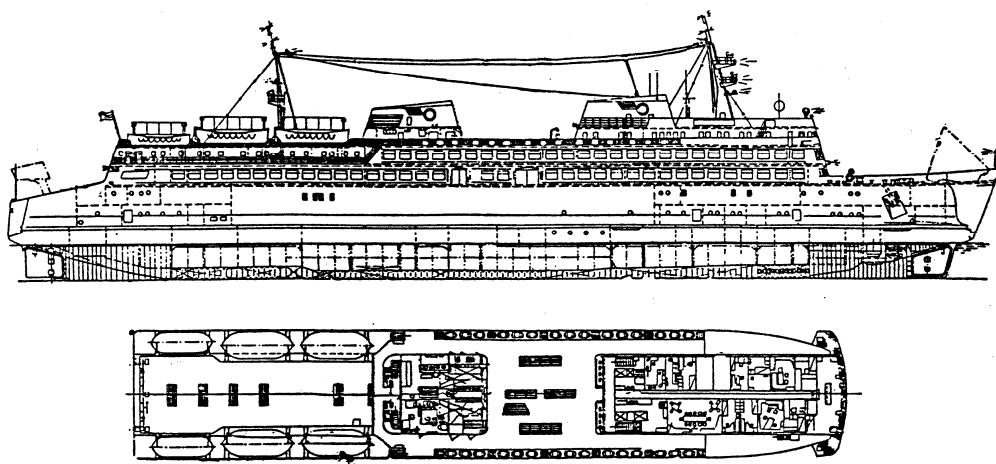
Phao tự thổi được bảo quản trong hộp kín, gọi là *container*, được đặt trên giá. Vị trí đặt phao tự thổi không khác vị trí đặt xuống. Trong trường hợp làm việc người ta thả phao rơi tự do từ độ cao qui định xuống nước. Dưới tác động cú va chạm phao sẽ tự mở và tự thổi để thành bè cứu sinh.



Vùng I - bè; vùng II - xuồng; vùng III - canô

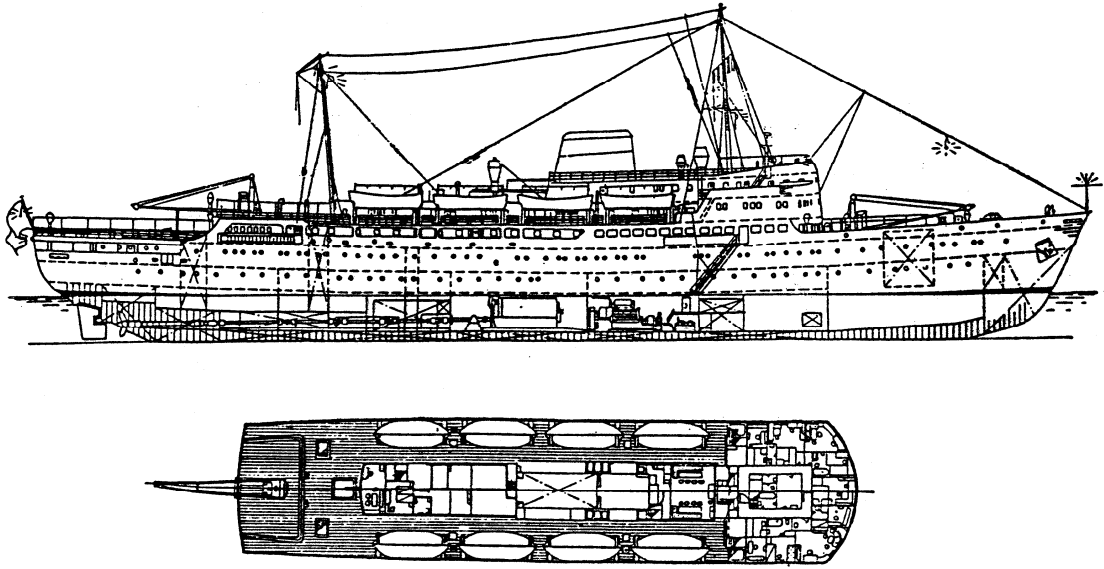
Hình 9.29 Phương án bố trí thiết bị cứu sinh trên tàu khách

Một vài giải pháp được áp dụng từ những năm bảy mươi khi bố trí phương tiện cứu sinh được giới thiệu tại các hình tiếp theo. Hình 9.30 trình bày bố trí xuống tại boong xuống của phà (*ferry car*) chở khách. Các phương tiện cứu sinh khác ngoài xuồng còn được trình bày dọc mạn, đảm bảo nhanh chóng đến được người bị nạn trong trường hợp sự cố.



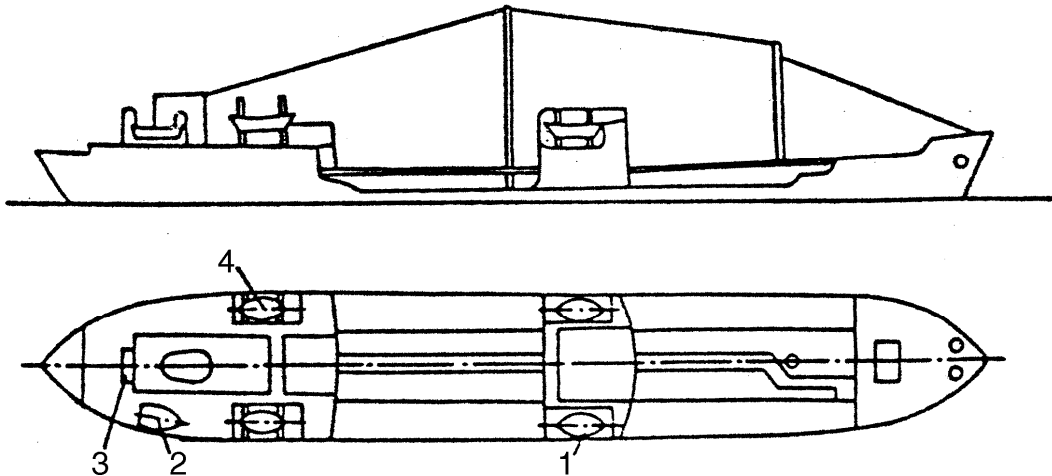
Hình 9.30 Bố trí xuồng cứu sinh trên phà

Hình 9.31 giới thiệu sơ đồ bố trí xuồng cứu sinh trên tàu khách. Tất cả xuồng đều được treo trên giá, hạ xuồng kiểu tự trọng. Cụm thiết bị gồm giá hạ xuồng và xuồng cứu sinh đều được đặt tại boong xuống.



Hình 9.31 Sơ đồ bố trí xuống cứu sinh trên tàu khách

Trên các tàu không phải tàu khách, với số người trên tàu không nhiều, số lượng các phương tiện cứu sinh ít hơn so với tàu khách. Trong trường hợp này bố trí thiết bị có thể dễ hơn, thuận lợi hơn nếu so với bố trí cho tàu khách. Tuy vậy nguyên tắc chung của bố trí vẫn không thay đổi. Các thiết bị cứu sinh bố trí mỗi bên mạn tàu đảm bảo đủ chỗ cho toàn bộ biên chế trên tàu. Hình 9.32 trình bày sơ đồ bố trí các xuống cứu sinh 1 và 4, xuống công tác (xuống cấp cứu) 2, bè công tác 3 trên một tàu chở dầu cỡ trung.



Hình 9.32 Sơ đồ bố trí xuống cứu sinh

Chương 10

BỐ TRÍ CHUNG

10.1 BỐ TRÍ CHUNG

Bố trí chung toàn tàu hoàn toàn phụ thuộc vào chức năng nhiệm vụ tàu. Tàu khách đặt vấn đề tất cả ưu tiên dành cho “thượng đẳng”, theo cách gọi của các nhà kinh doanh. Trong thực tế, bố trí những không gian tốt nhất cho hành khách, những phương tiện an toàn, cứu sinh phải bố trí thích hợp cho người mua vé lên tàu, kể cả người già, trẻ nhỏ, đàn ông hay phụ nữ. Với tàu hàng, bố trí chỗ chứa hàng luôn là mối quan tâm hàng đầu, song bố trí nơi sinh hoạt cho thuyền viên một cách hợp lý và tốt nhất cũng là vấn đề cốt tử của sự nghiệp kinh doanh.

Như chương đầu chúng ta đã bàn đến, tàu chỉ thu hút được chú ý của người dùng nếu đảm bảo mỹ thuật. Và như vậy, bố trí chung toàn tàu không chỉ mang ý nghĩa kỹ thuật mà phải đảm bảo tính mỹ thuật của phương tiện vận tải vô cùng đắt giá này. Theo lý thuyết thiết kế, bố trí chung toàn tàu phải được tiến hành trong quá trình thiết kế tàu. Trong giai đoạn thiết kế sơ bộ, kiến trúc sư tàu phải phác họa toàn cảnh con tàu tương lai, trong đó trình bày rõ không gian cho khu sinh hoạt, khu chứa hàng nếu là tàu hàng, khu sinh hoạt công cộng, khu chứa thiết bị năng lượng, thiết bị tàu... Toàn bộ không gian này phải được đặt trong không gian mỹ thuật mà chúng ta đã làm quen.

Để thể hiện được toàn cảnh của không gian đang được xem xét, bản vẽ bố trí chung bao gồm đủ các hình chiếu và các mặt cắt lớp. Thông lệ, hình chiếu cạnh hay còn gọi là profil tàu được đặt trên cùng, tiếp theo đó trình bày các mặt cắt lớp ngang tàu. Trong vẽ kỹ thuật người ta gọi đây là hình chiếu bằng.

Trên bản vẽ bố trí chung (*general arrangement*), cần thiết trình bày bố trí các tầng lầu, các khu vực sinh hoạt, khu vực sinh hoạt công cộng, phân bố các khoang, các buồng, các lối đi lại và thoát hiểm, bố trí các cửa ra vào bên ngoài, hệ thống cửa bên trong, các cầu thang và tất cả trang thiết bị trên tàu.

Nguyên tắc chung đặt ra cho người kiến trúc sư tàu thủy trong giai đoạn này là:

- Bố trí đủ chỗ cho khách, cho đoàn thủy thủ, các buồng trang bị đủ tiện nghi theo tiêu chuẩn đã định;
- Bố trí các buồng sinh hoạt công cộng hợp lý, tiện nghi đầy đủ, đảm bảo theo tiêu chuẩn đã định;

- Lối đi lại dễ dàng, an toàn;
- Lối thoát hiểm đủ rộng, đảm bảo mọi người trên tàu nhanh chóng thoát hiểm trong trường hợp sự cố;
- Bố trí đủ dung tích khoang, đảm bảo chứa đủ hàng, nếu là tàu hàng. Thao tác bốc dỡ hàng, chuyển hàng trên các tàu cần được bố trí thuận lợi và an toàn.

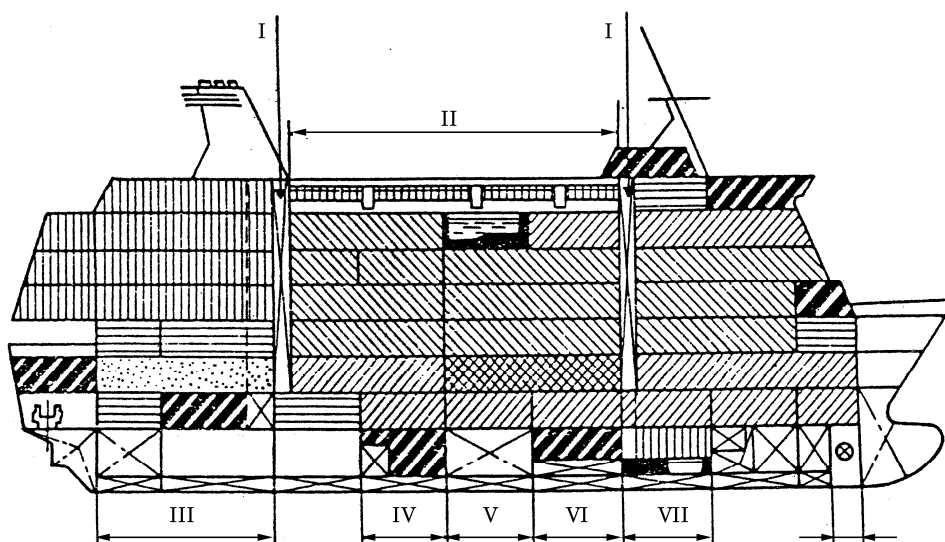
Bố trí người và hàng trong mọi trường hợp phải đảm bảo cho tàu luôn ở tư thế ổn định, cân bằng dọc và ngang theo tiêu chuẩn đã định.

Thiết bị tàu được sắp xếp, bố trí hợp vị trí, hợp lý, đảm bảo thao tác dễ dàng và an toàn.

Với mỗi kiểu tàu, loại tàu, tùy thuộc công dụng tàu, cách bố trí và nguyên tắc cụ thể có thể khác nhau. Bố trí tàu khách được trình bày tại đây theo cách áp dụng nguyên tắc chính đang nêu. Các tàu không phải tàu khách áp dụng có chọn lựa các ví dụ nêu tại phần này.

Phân khoang trên tàu thuộc về công việc của thiết kế chính. Phân khoang tàu khách, các tàu khác cũng thực hiện phân khoang song mức độ “ngghiêm khắc” không bằng tàu khách, đảm bảo tính chống chìm của tàu. Theo nghĩa này, giả sử một khoang hoặc một số khoang trên tàu bị thủng dẫn đến việc nước biển tràn vào khoang thủng, tàu vẫn đủ khả năng nổi, đảm bảo an toàn cho toàn bộ người đang có mặt trên tàu. Căn cứ vào phân khoang đã xác định cần thiết đưa các khoang vào những chức năng cụ thể. Trên tàu khách, những khoang “tốt” nhất được dành cho các phòng khách. Ngoài ra, các phòng sinh hoạt chung luôn là mối quan tâm đặc biệt của người thiết kế tàu. Tàu khách theo nghĩa hiện tại không chỉ là toa xe cùng các giường ngủ qua ngày cho người qua đò (*passenger*) mà ta gọi là khách, tàu còn phải là khách sạn nổi trang bị đủ tiện nghi vui chơi, giải trí... Tàu khách chỉ có thể cạnh tranh được với các phương tiện vận tải hiện đại khác nhờ vào mỹ thuật tàu, tiện nghi buồng ở, tiện nghi các buồng sinh hoạt cộng. Theo cách diễn giải này, những vị trí “đẹp” nhất trên tàu phải dành cho các quán bar, quầy uống café, rạp chiếu bóng, phòng khiêu vũ (*dancing*). Khu vực bố trí các buồng cho thuyền viên, người phục vụ không quá xa các phòng mà họ phải thường xuyên phục vụ.

Tìm thỏa hiệp cho những đòi hỏi khắt khe có phần trái nhau luôn làm bận tâm kiến trúc sư tàu. Trong thực tế, không thể đưa ra một khuôn mẫu cứng nhắc cho việc bố trí chung tàu khách. Tuy vậy, phương án giới thiệu tại hình 10.1 có thể giúp người thiết kế hình dung cách sắp xếp bố trí một tàu khách đi biển, đáp ứng những đòi hỏi thời hiện đại.



Hình 10.1 Bố trí tàu khách đi biển

Hình 10.1 cho thấy rõ cơ cấu bố trí theo khối các vùng có chức năng khác nhau:

- Khu vực I dành riêng cho hai thang máy và cầu thang lên xuống. Lối thoát thẳng đứng phải đưa được người trên tàu đến boong thuyền (*boat deck*) trong bất cứ hoàn cảnh nào. Khu vực này luôn là ưu tiên hàng đầu về mặt an toàn.

- Vùng II trên hình dành riêng cho khu tắm nắng, nghỉ ngơi ngoài trời. Thông thường tại đây bố trí bể bơi, các quầy giải khát, ghế tắm nắng...

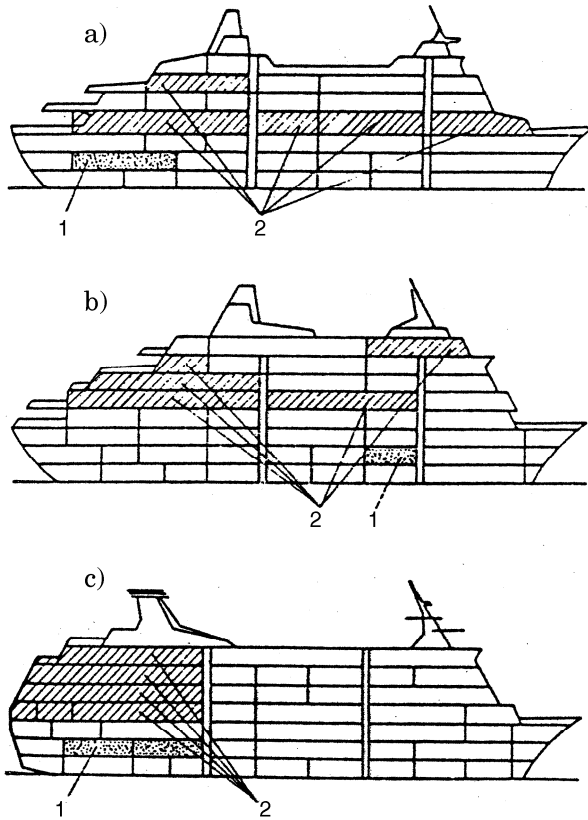
- Khu vực III bố trí các trung tâm sinh hoạt công cộng. Thông lệ trong khu vực này người ta tìm thấy những khu vực vui chơi, giải trí dành cho mọi lứa tuổi của khách trên tàu.

- Khu vực IV, V, VI bố trí các buồng phục vụ.

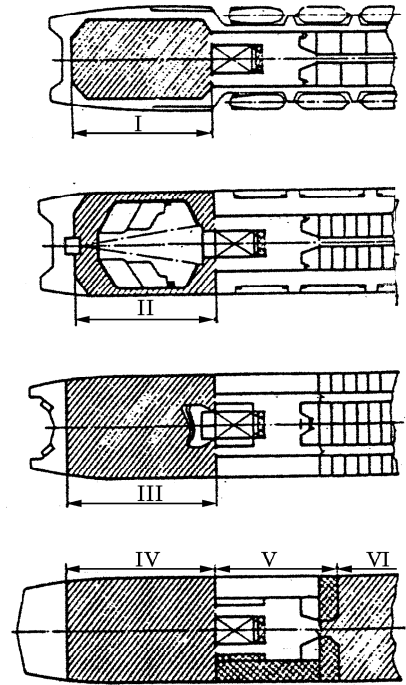
Tại khu vực VII bố trí trung tâm chứa các thiết bị điều khiển, phòng và chữa cháy tàu.

Trong thực tế, bố trí các trung tâm vui chơi giải trí trên tàu đòi hỏi nhiều cân nhắc, suy tính. Thông lệ, các trung tâm này được bố trí tập trung, song mô hình này không phải là duy nhất. Hình 10.2 giới thiệu ba sơ đồ bố trí các khu vui chơi, giải trí này. Sơ đồ a trình bày bố trí theo mặt nằm ngang, sơ đồ 2 trình bày cách bố trí hỗn hợp, trong đó có tính đến bố trí ngang và cả bố trí theo chiều đứng, sơ đồ 3 dành cho cách bố trí theo chiều đứng. Trong cả ba sơ đồ, bạn đọc cần lưu ý, các khu vực vui chơi, giải trí, đánh số 2, không được quá xa cơ sở hậu cần, đánh dấu 1.

Hình 10.3 giới thiệu ví dụ cách bố trí các trung tâm đang nêu theo sơ đồ c. Trong bố trí này khu vực I dành cho các phòng đa chức năng, khu vực II và III- trung tâm âm nhạc và discotheque, khu IV- nhà hàng (*restaurant*) phía lái, khu V- nhà bếp, khu VI- nhà hàng trung tâm.

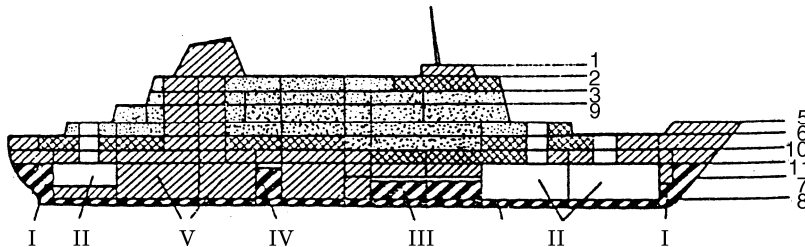


Hình 10.2



Hình 10.3

Hình 10.4 trình bày phương án bố trí tàu khách cỡ trung, phổ biến vào những năm bảy mươi. Theo sơ đồ phổ biến này, các phòng khách được bố trí ở khu vực trước, nằm cao, ngay sau buồng lái. Khu vực khách thứ hai còn được bố trí phía lái (các vùng có đánh dấu bằng chấm chấm). Các phòng phục vụ đánh dấu vùng V được bố trí phần dưới, sát buồng máy và trên khu vực buồng máy. Trong thực tế, những vùng này thường bị ảnh hưởng tiếng ồn và rung từ buồng máy, không cho phép bố trí cho khách mà để cho chủ. Các phòng dành cho đoàn thủy thủ được gạch dạng ô vuông, gạch chéo. Hàng hóa tàu phải vận chuyển cùng khách được bố trí trong các vùng đánh dấu II. Khu vực đánh dấu đậm gồm III và IV dành cho dầu, nhớt, ballast.

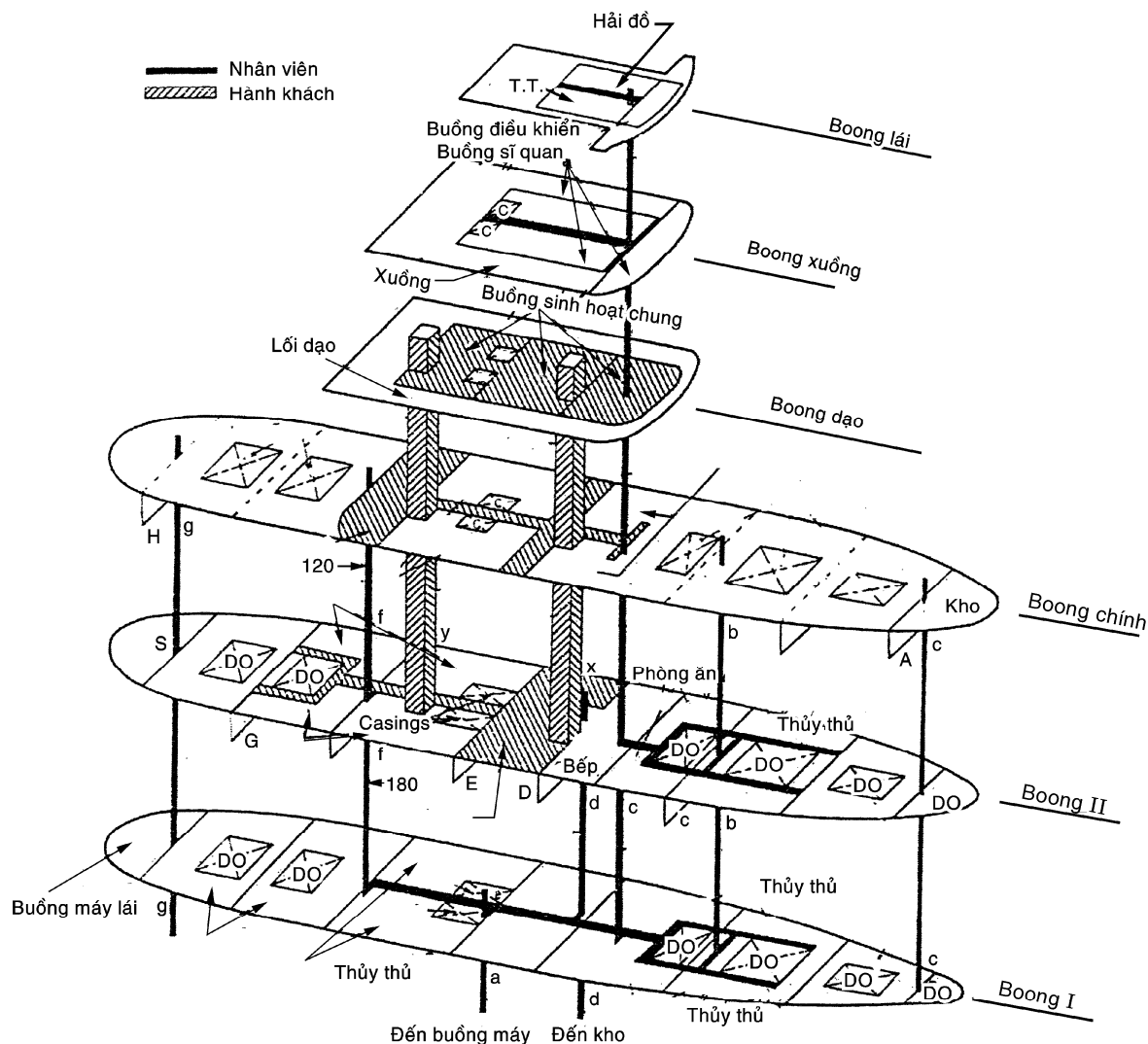


Hình 10.4

Chúng ta sẽ quay lại bố trí chi tiết các phòng các trung tâm ở phần tiếp. Tại đây bạn đọc cần để ý đến bố trí lối đi, cầu thang như đã đánh dấu tại khu vực I (H.10.5).

Nguyên tắc chung bố trí lối đi trong tàu là đảm bảo đủ rộng, đủ ánh sáng, dễ nhận phương hướng.

Cầu thang dẫn từ dưới lên hoặc trên xuống không quá dốc, mặt bằng trạm dừng chân không quá nhỏ. Trong mọi trường hợp cầu thang phải thông thoáng. Các lối đi trong tàu đều được chỉ dẫn rõ ràng, trong đó các bảng báo chỉ hướng đến xuống cứu sinh, đến boong đạo... được để chỗ dễ đọc, dễ nhìn nhất.



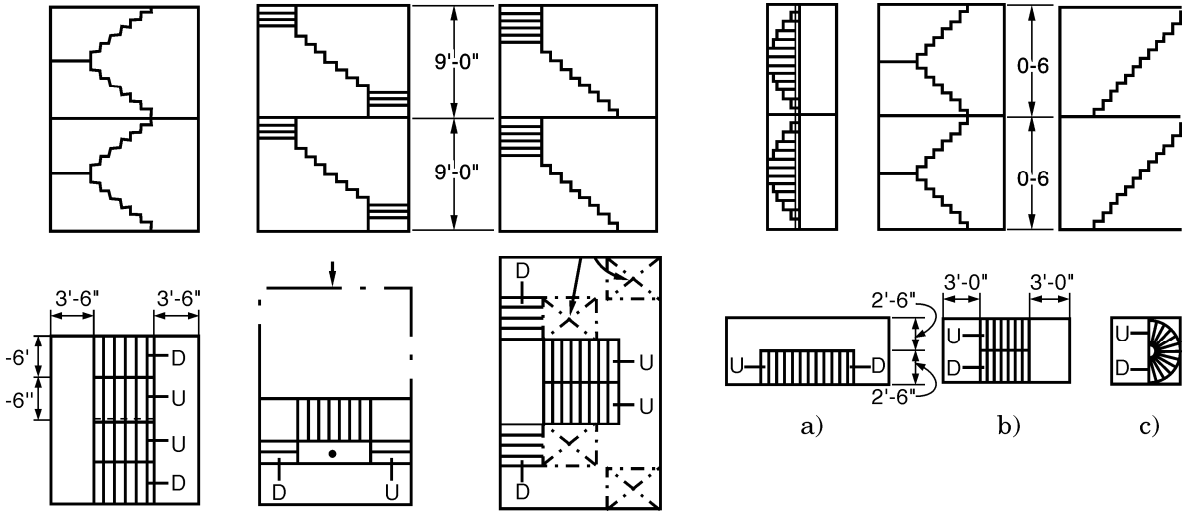
Hình 10.5 Sơ đồ bố trí lối đi trên tàu hàng - khách

Cầu thang dành cho khách phải rộng, dễ đi, bước cầu thang đúng chuẩn. Theo tiêu chuẩn nước ngoài, độ dốc cầu thang phải nằm trong giới hạn:

- Cầu thang của khách: min 30° , max 45°
- Cầu thang cho nhân viên trên tàu: min 45° , max 55°

Bạn đọc tham khảo tiêu chuẩn bố trí cầu thang dành cho khách của người Mỹ trong hình 10.5 để thấy rõ hơn cách bố trí trên tàu thuộc quốc tịch Hoa Kỳ. Cũng

theo tiêu chuẩn của Mỹ, cầu thang dành cho đoàn thủy thủ sẽ có dạng như hình 10.6. Trong hình các ký hiệu mang ý nghĩa cụ thể: *D* - xuống (*down*), *U* - lên (*up*).



Hình 10.6a

Hình 10.6b

Chiều rộng lối đi trên tàu thường được các quốc gia đưa vào tiêu chuẩn. Theo tài liệu từ những năm giữa thế kỷ XX, lối đi trên tàu mang cờ Mỹ không bé hơn các giá trị sau, tính bằng *m*.

Lối đi ngang của đoàn thủy thủ: min 0,65, max 0,75

Lối đi dọc của đoàn thủy thủ: min 0,75, max 1,0

Lối đi chính của đoàn thủy thủ: min 0,9, max 1,2

Hành lang: 1,0

Lối đi ngang của khách: min 0,75

Lối đi dọc của khách: min 1,0, max 1,2

Lối đi chính của khách: min 1,35 max 1,5

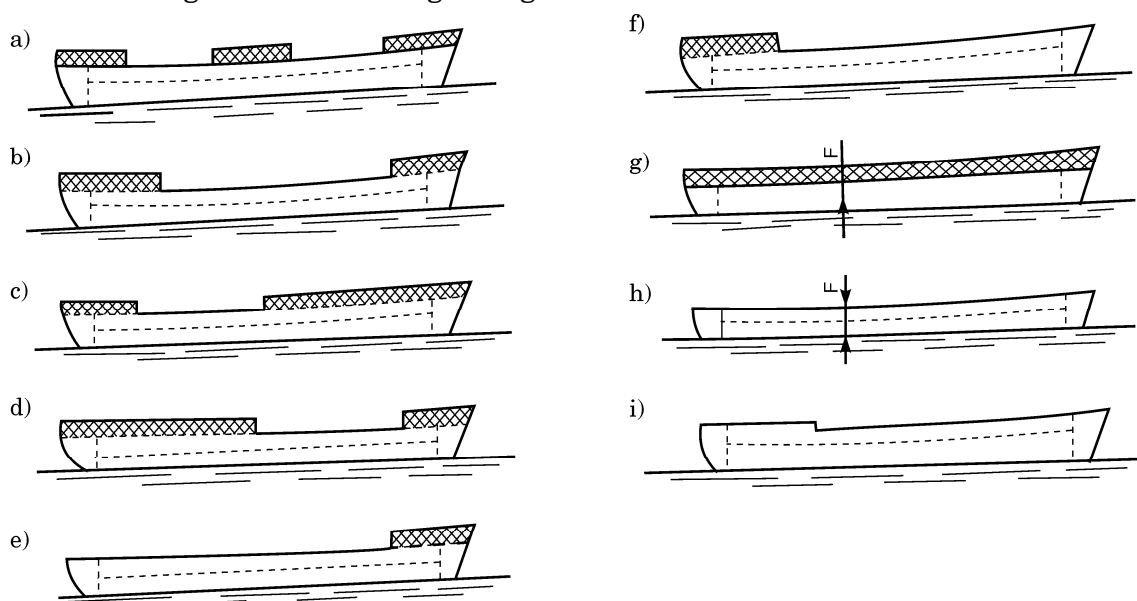
Bạn đọc có thể tham khảo thêm các thông tin sau đây dành cho bố trí lối đi và cầu thang, đang hiện hành tại các nước.

Cầu thang tàu có thể bố trí thẳng hoặc xiên. Chiều rộng cầu thang thẳng đứng 0,3m hoặc 0,4m. Chiều rộng cầu thang xiên được tiêu chuẩn hóa: 0,6; 0,7; 0,8 và 0,9m. Cầu thang với chiều rộng dưới 0,8m chỉ dùng cho thuyền viên. Độ nghiêng cầu thang từ 40÷65°. Bậc thang được tiêu chuẩn hóa như sau: cao 150÷250 mm; rộng bậc thang 150÷250 mm.

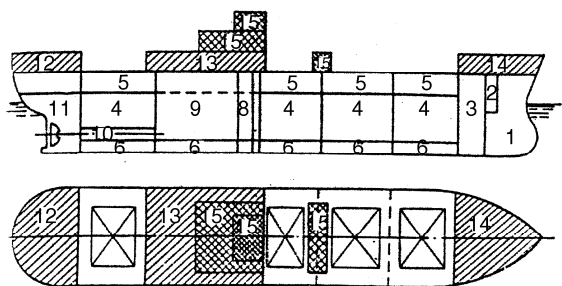
Chiều rộng tối thiểu lối đi trên tàu khách đi biển được qui định:

- Từ buồng khách đến boong lộ thiên: 1,0
- Lối đi trong buồng khách: 0,8÷0,9
- Lối đi giữa các giường: 0,8
- Lối đi giữa các ghế (cùng chiều): 0,5
- Lối đi giữa các ghế, đối diện: 0,75

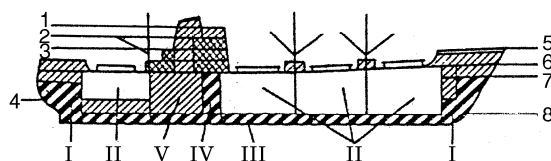
Tàu hàng làm nhiệm vụ chính là chở hàng, phần lớn không gian trong tàu dùng cho việc bố trí khoang hàng. Thượng tầng tàu hàng dành cho bố trí các khu sinh hoạt đoàn thủy thủ và các khoang phục vụ điều khiển máy, lái tàu. Trong thực tế, các dạng kiến trúc tàu hàng phong phú, nhiều kiểu cách. Thượng tầng tàu hàng có thể phân bố dạng ba đảo, hai đảo hoặc một đảo. Thượng tầng tàu nhóm sau có thể ngăn, nằm trước hoặc sau. Trong nhiều trường hợp thượng tầng có thể kéo dài suốt chiều dài tàu (H.10.7). Bố trí chung của tàu hàng cũng phải bắt đầu từ bố trí chỗ ăn ở, sinh hoạt cho toàn đội thủy thủ trên tàu. Nhiệm vụ của kiến trúc sư tàu thủy là thực hiện bố trí hợp lý, đúng tiêu chuẩn toàn bộ thượng tầng được đánh dấu trên hình 10.8 là những vùng có gạch chéo hoặc kẻ ô vuông chéo, đánh số từ 12 trở đi. Trong miền này chúng ta phải bố trí đủ các phòng ở, phòng sinh hoạt công cộng. Cầu thang, lối đi, lối thoát hiểm được bố trí không khác phần đã trình bày cho tàu khách. Một trong những phương án bố trí tàu hàng được trình bày chi tiết hơn tại hình 10.9, trong đó vùng II chỉ các khoang chở hàng, khu vực V- buồng máy, IV- các két dầu. Tất cả nhân viên trên tàu đều được bố trí từ boong chính đến boong xuống.



Hình 10.7 Kiến trúc tàu hàng



Hình 10.8 Sơ đồ bố trí tàu hàng



Hình 10.9 Sơ đồ bố trí các khu vực tàu hàng

10.2 BỐ TRÍ BUỒNG Ở

Buồng ở hành khách là thước đo sự hấp dẫn của phương tiện vận tải đặc sắc này. Mọi ưu tiên hàng đầu trong công việc bố trí, trang bị tiện nghi đều được dành cho các buồng khách. Thiết kế buồng khách, trang bị buồng khách tùy thuộc vào con tàu cụ thể, tùy thuộc yêu cầu chủ tàu. Nếu chúng ta nhớ rằng khách sạn 5 sao trên đất liền đã là quá sang đối với người dân mức sống trung bình, khách sạn nổi mà ta đang quan tâm không chỉ đạt tiêu chuẩn 5 sao mà có tàu còn đạt tiêu chuẩn 6 sao. Những trường hợp đó bố trí phòng khách, trang trí phòng khách ở, khách nghỉ ngơi phải đạt mức đòi hỏi cao nhất mang tính thời sự.

Trong thiết kế tàu, trong điều kiện thông thường, bố trí các tàu khách theo tiêu chuẩn sau.

Tàu khách đi biển

Diện tích tối thiểu tính cho một khách tàu biển, tàu loại I, m^2 :

Loại I, giường mềm:	3,6
Loại II, giường mềm:	2,4
Loại III, giường mềm:	1,5
Loại IV, giường cứng:	1,2

Diện tích tối thiểu tính cho một khách tàu biển, tàu loại II hoặc III, m^2 :

Loại I, giường mềm:	$2,0 \div 3,0$
Loại II, giường mềm:	$1,2 \div 2,0$
Loại III, giường mềm:	$1,2 \div 1,4$
Loại IV, giường cứng:	$1,05 \div 1,2$

Giường trên tàu đi biển không nhỏ hơn kích thước chuẩn.

Giường đơn với $L \times B = 1,85 \times 0,65m$

Chiều cao giường tính từ mặt sàn: $0,3m$.

Tàu khách chạy sông

Diện tích cần thiết cho khách đi đường dài, tàu chạy trên 12 giờ không nhỏ hơn $2m^2$ trên tàu cao cấp, đến $1,0 \div 1,25m^2$ đối với tàu cấp thấp hơn.

Buồng trên tàu không thấp hơn $2,0m$ (chiều cao).

Ghế ngồi tàu sông thường được tiêu chuẩn hóa. Kích thước phổ biến như sau, tính bằng m .

Tàu loại I: ghế mềm $0,50 \times 0,48$; ghế cứng $0,48 \times 0,45$
Tàu loại II: ghế mềm $0,50 \times 0,48$; ghế cứng $0,45 \times 0,45$
Tàu loại III: ghế mềm $0,45 \times 0,40$; ghế cứng $0,45 \times 0,40$

Khoảng cách tối thiểu giữa các ghế, m :

Bố trí đối diện $0,50 \div 0,55$

Bố trí cùng chiều $0,30 \div 0,35$

Lối đi trong buồng không nhỏ hơn $0,7m$.

Tàu hàng

Một trong những qui ước thành lệ, tiêu chuẩn sống trên tàu của sĩ quan và thuyền viên theo nghĩa đúng của nó khác nhau. Sự khác biệt càng rõ nét nếu tàu thuộc hàng cao cấp. Buồng ở sĩ quan được bố trí chỗ “tốt” nhất, diện tích buồng ở, tính theo đầu người của sĩ quan cao hơn hẳn nếu so với thủy thủ. Trên tàu chở hàng kiểu cũ buồng thuyền trưởng, sĩ quan 1, sĩ quan 2, sĩ quan 3, điện báo viên nằm ở boong cao và thường gần buồng lái. Buồng ở của máy trưởng, trợ lý máy trưởng, thợ máy nên bố trí gần lối dẫn đến buồng máy.

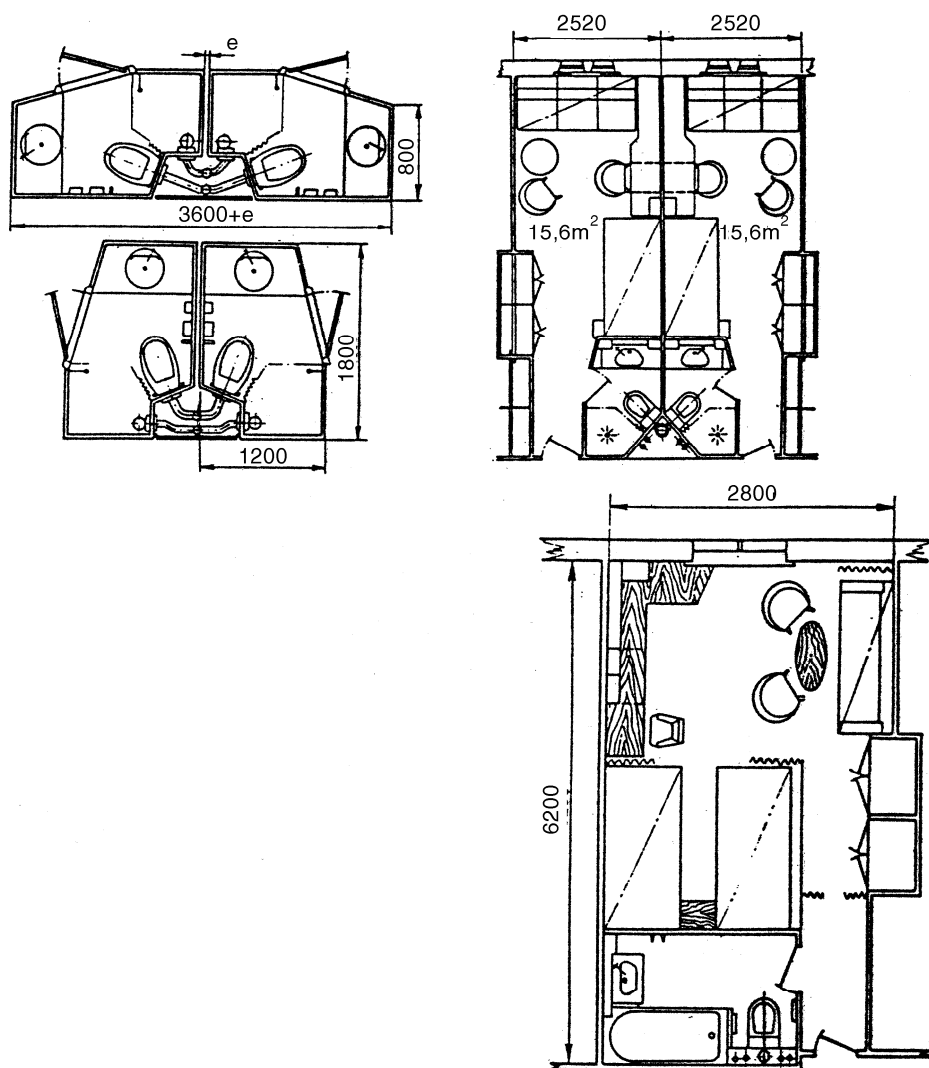
Diện tích buồng ở, tính bằng m^2 , dành cho sĩ quan và thủy thủ trên tàu theo tiêu chuẩn áp dụng tại Liên Xô trước đây như sau:

Thuyền trưởng	min 7, max 20
Máy trưởng, sĩ quan I	min 6, max 15
Thợ máy bậc cao	min 8,5, max 16
Thợ máy bậc thấp	min 6,5, max 11
VTĐ	min 9,5, max 13
Bếp trưởng	min 6, max 10
Thủy thủ trưởng	min 7, max 9,5
Thủy thủ	min 5, max 9

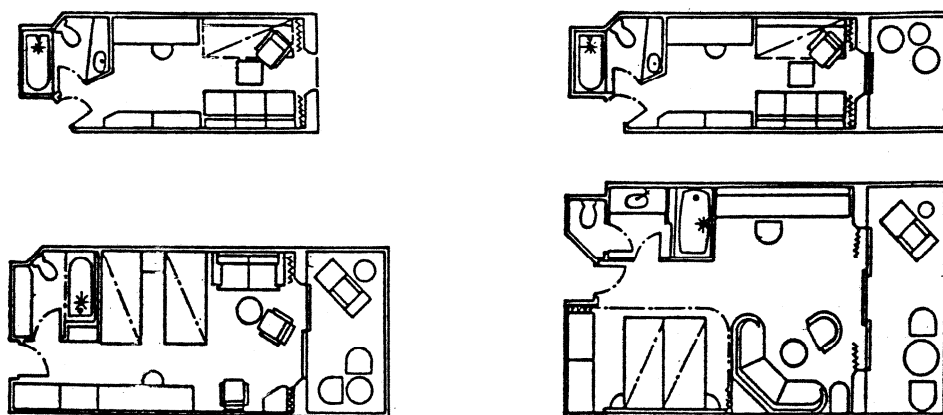
Trên các tàu khác thấp cấp hơn tàu viễn dương, các trị số nêu trên được giảm. Mức hạn chế áp dụng cho các tàu cận hải nên vào khoảng 50% trị giá vừa nêu.

Căn cứ vào các tiêu chuẩn vừa nêu chúng ta cùng xem xét cách bố trí buồng ở trên những tàu đã đưa ra sử dụng.

Hình 10.10 giới thiệu một vài giải pháp bố trí buồng khách trên tàu khách đi biển “*Royal Viking Star*”. Biến tướng cách bố trí trên đây, thể hiện trên tàu “*Royal Princess*” được giới thiệu tại hình 10.11.

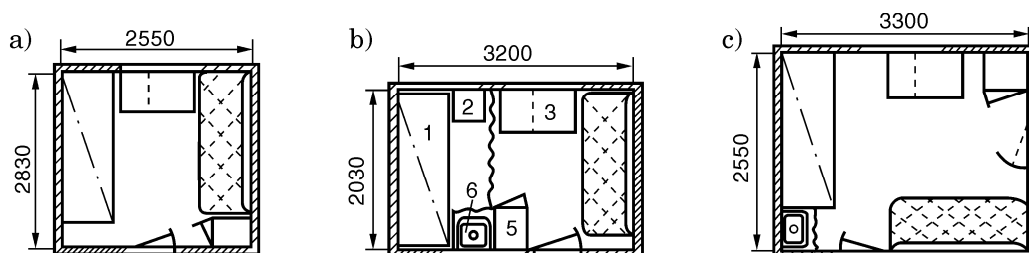


Hình 10.10 Bố trí buồng khách tàu biển "Royal Viking Star"



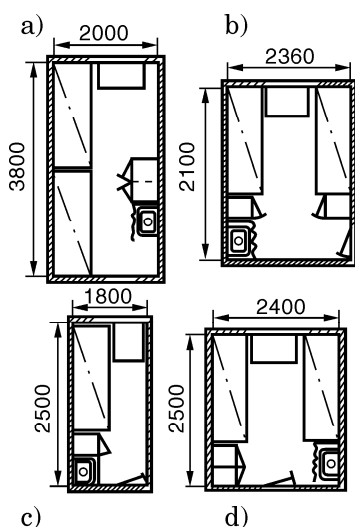
Hình 10.11 Bố trí buồng khách tàu biển "Royal Princess"

Một số giải pháp thiết kế phòng ở cho sĩ quan được giới thiệu tại hình 10.12. Cần giải thích thêm, giải pháp tại hình 10.12 được áp dụng trong thời gian dài, cho đến cuối thế kỷ XX mới trở thành “chậm tiến”.

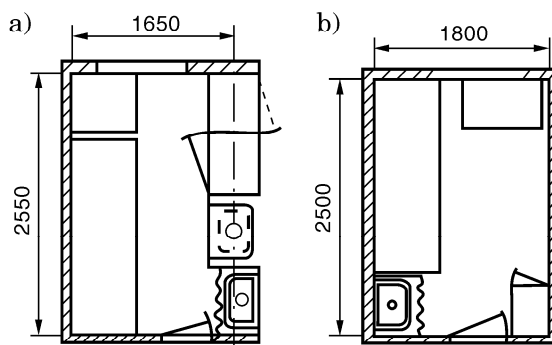


Hình 10.12 Bố trí buồng sĩ quan trên tàu

Những mô hình bố trí phòng ở tại hình 10.13 và 10.14 được sử dụng trong thiết kế tàu hàng, tàu khách của nước ta suốt mấy mươi năm qua, được coi là hợp lý và phù hợp thực tế.

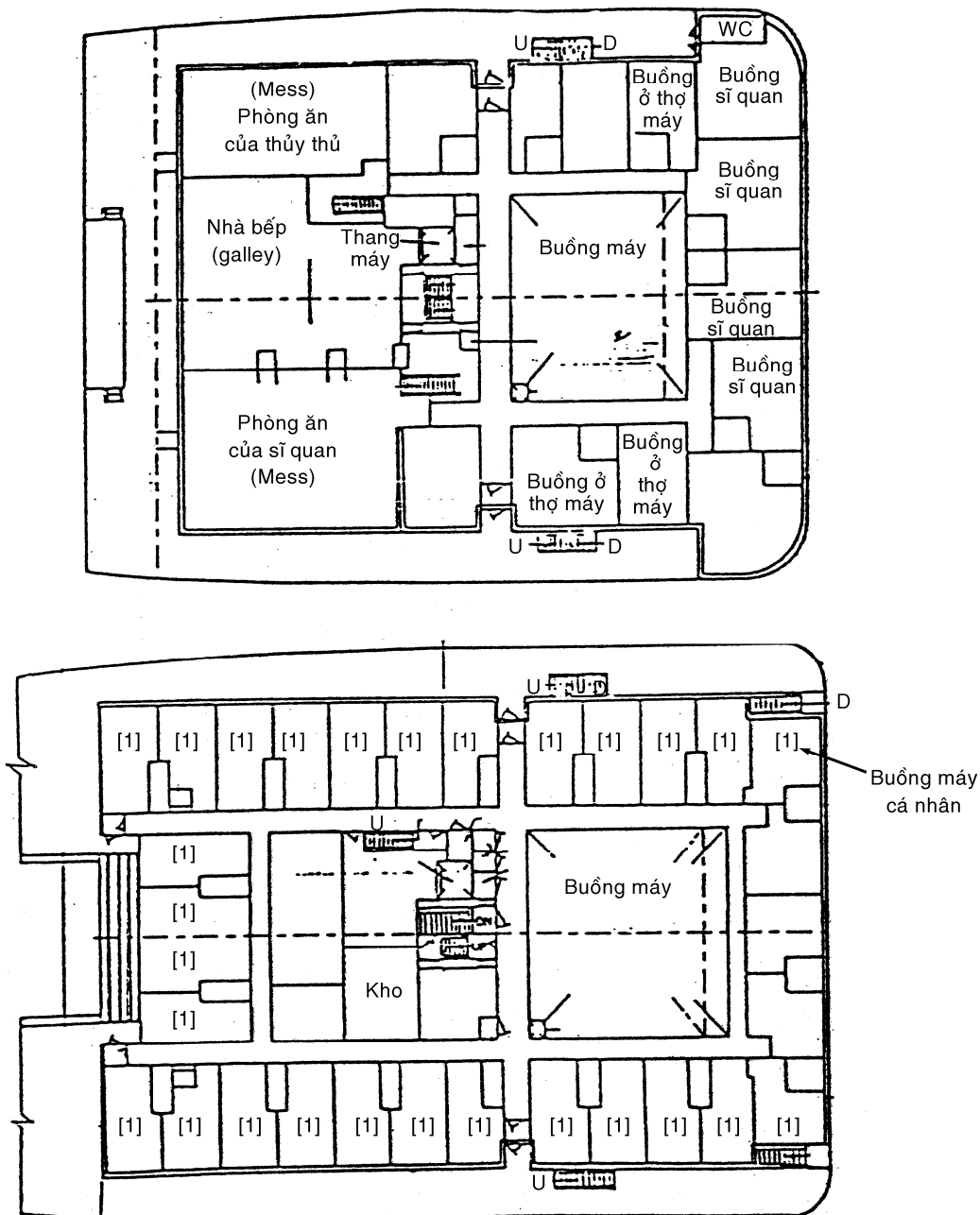


Hình 10.13



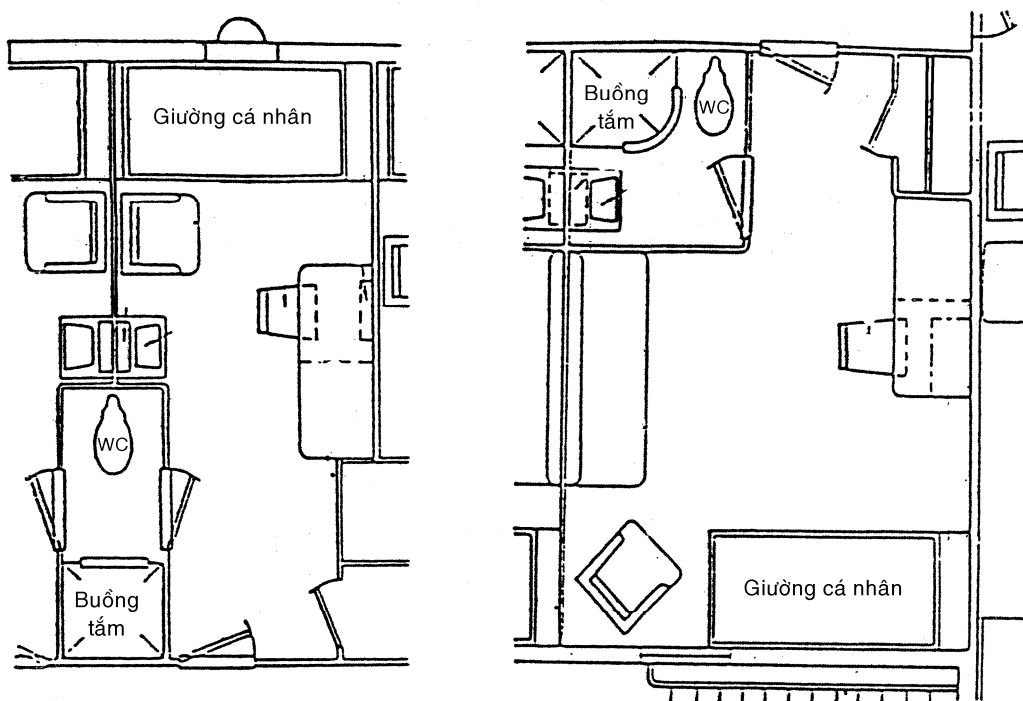
Hình 10.14

Các sơ đồ bố trí nêu trên giúp bạn đọc làm quen với bố trí thật trên một tàu hàng do người Mỹ thiết kế từ những năm năm mươi, sáu mươi. Đây thuộc bố trí chuẩn, áp dụng cho hầu hết các tàu cùng cỡ.



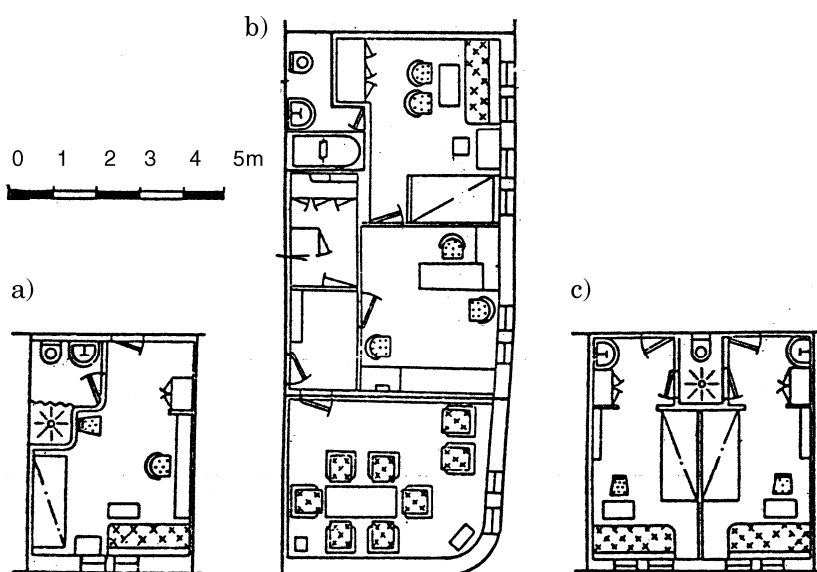
Hình 10.15 Bố trí khu vực sinh hoạt tàu vận tải đi biểu USA

Buồng sinh hoạt dành cho thủy thủ và sĩ quan luôn khác nhau, như đã trình bày, thể hiện tại hình 10.16. Một trong những khác biệt là, diện tích phòng sinh hoạt của sĩ quan luôn lớn hơn, tiện nghi đầy đủ hơn. Trong những điều kiện có thể, sĩ quan được bố trí buồng một người, trong buồng đó người ta bố trí phòng vệ sinh, vòi tắm hoa sen, bàn làm việc, ghế mềm... Ngược lại các buồng thủy thủ thường bị thiếu các công trình phụ. Xu hướng chung, các phòng dành cho thủy thủ ở sát nhau cùng chia chung công trình phụ. Điều này chúng ta có thể thấy rõ tại phần bên phải hình 10.16 đang nêu.



Hình 10.16 Bố trí buồng sinh hoạt cá nhân

Hình 10.17 giới thiệu cách bố trí buồng các thành viên trong đoàn thủy thủ tàu hàng thông dụng.

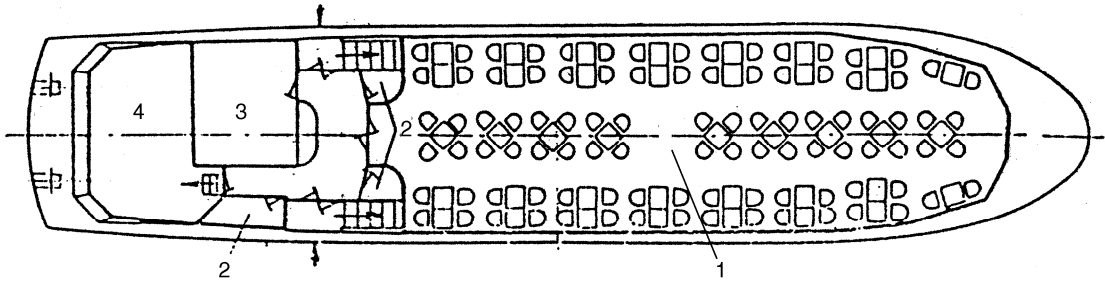


Hình 10.17 Bố trí các phòng ở trên tàu hàng

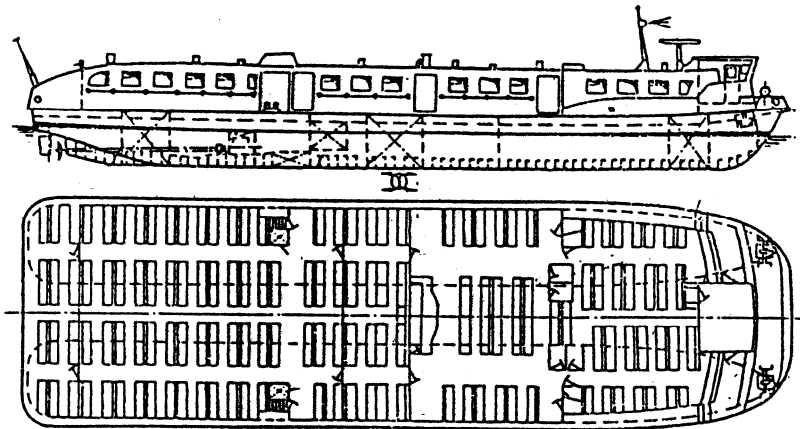
- a) Buồng đơn của thủy thủ trưởng
- b) Phòng thuyền trưởng tàu hàng
- c) Phòng sinh hoạt của thủy thủ

10.3 BỐ TRÍ GHẾ NGỒI TRÊN TÀU DU LỊCH

Tàu chở khách du lịch cần được bố trí hợp lý, tạo điều kiện mọi hành khách được thưởng ngoạn đầy đủ phong cảnh nơi tàu đi qua. Thông thường các tàu du lịch được trang bị ghế ngồi tại boong trên. Hành khách có thể ngồi trong khoang có mái che hoặc tại khoang hở. Các ghế được bố trí sát nhau theo tiêu chuẩn. Thông thường, với các tàu chở không đông khách, dưới 200, người ta bố trí tất cả khách trong cùng không gian. Phải nói ngay rằng, bố trí ghế đẹp mắt là nghệ thuật, mà nghệ thuật không thể theo một khuôn mẫu ép buộc. Những thiết kế với bố trí ghế hợp lý được trình bày tại đây giúp bạn đọc có tư liệu để chọn lựa, so sánh khi bố trí. Hình 10.18 giới thiệu sắp xếp ghế cho 400 khách trên tàu “*Stad Duisburg*”, chạy sông. Khoang hành khách được đánh số 1, số 2 chỉ khu vực các nhà vệ sinh, số 3 chỉ bếp.



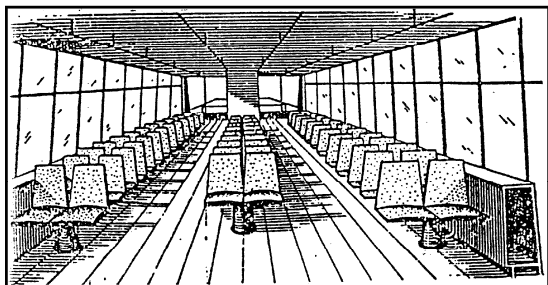
Hình 10.18 Bố trí ghế trên khoang hành khách



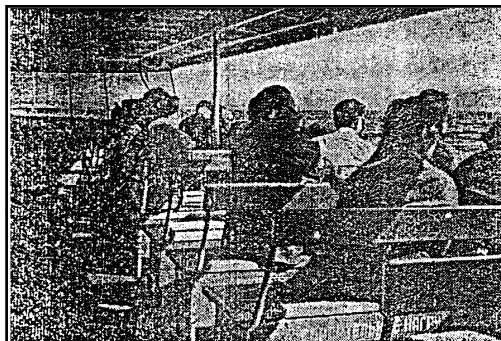
Hình 10.19 Bố trí ghế trên phà chạy sông

Hình 10.20 giới thiệu bố trí ghế trên tàu du lịch chạy sông. Các ghế được đặt trong phòng chắn bằng kính trong, đảm bảo cho hành khách quan sát đầy đủ cảnh vật quanh mình. Hình 10.21 là ảnh chụp tàu du lịch chạy trên vịnh, hành khách trên đó ngồi dưới lán có mái che, vừa hưởng gió mát, thở hít khi trời tự nhiên và thả sức ngắm nhìn phong cảnh.

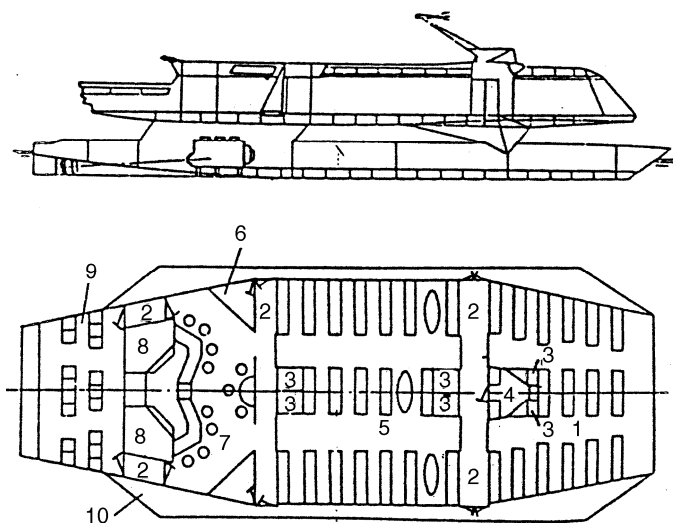
Hình 10.22, giới thiệu với bạn đọc phác thảo bố trí tàu du lịch hai thân, chạy sông. Khách được bố trí ngồi tại khu vực đẹp nhất, êm nhất, vùng đánh số 1 và 5, cách nhau hành lang 2. Khu vực sau gồm các phần thiết yếu cho khách, 7- quán bar, 8- nhà vệ sinh, 9- nơi đi dạo.



Hình 10.20



Hình 10.21



Hình 10.22 Bố trí ghế trên tàu hai thân

10.4 BỐ TRÍ CÁC BUỒNG CÔNG CỘNG

Nhà bếp. Buồng ăn. Nhà bếp là nơi chuẩn bị các bữa ăn cho mọi người trên tàu. Nhà bếp trên tàu được trang bị đầy đủ các phương tiện để nấu thức ăn, rửa thức ăn, bảo dưỡng thức ăn. Tất cả nồi, niêu, bát, đĩa đều được quản lý và cất giữ tại khu vực này. Tại đây phải bố trí các tủ lạnh đủ lớn, đủ công suất làm chức năng vừa nêu.

Diện tích bếp phụ thuộc vào lượng người mà nó phục vụ. Trên tàu hàng diện tích bếp khoảng $25m^2$, cộng trừ $10m^2$. Bếp trên tàu khách thường lớn hơn, tùy thuộc loại tàu. Thông lệ nhà bếp được bố trí gần nhà ăn, hoặc sát vách nhà ăn. Trên tàu lớn, nhà bếp bố trí ở các tầng cao hoặc thấp hơn nhà ăn, việc đưa, chuyển thức ăn thực hiện bằng thang điện. Lối đi phía trước bếp nấu thức ăn

không nên hẹp hơn 1m. Chiều rộng trước bàn chế biến thức ăn phải trên 0,8m.

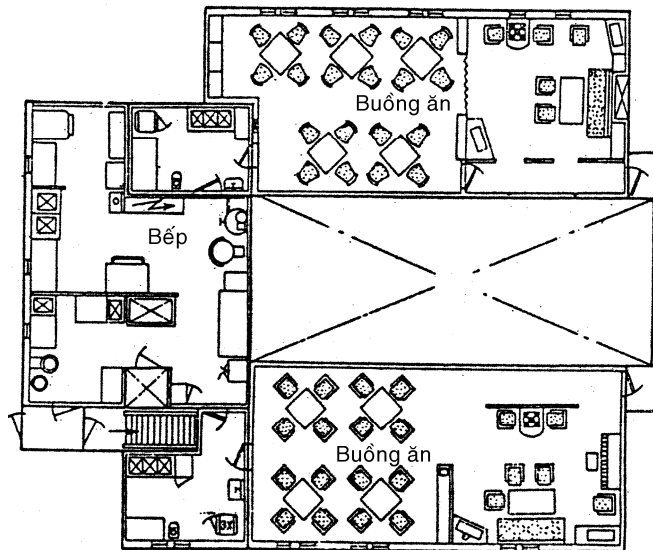
Thông lệ, chúng ta bố trí bếp ngang với tàu tạo thuận lợi cho người nấu bếp thao tác thuận lợi hơn khi trái gió, trở trời.

Buồng ăn cần được bố trí trên tất cả các tàu. Tàu hàng chỉ bố trí một buồng ăn, trong đó có phân rõ dãy bàn dành cho sĩ quan và gian dành cho thủy thủ. Tàu khách có nhiều buồng ăn hoặc nhà hàng.

Diện tích buồng ăn được tính theo số người sử dụng trên tàu. Buồng ăn đón người đến dùng bữa theo kíp. Thông lệ, đoàn thủy thủ được chia làm ba hoặc tối đa bốn kíp khi sử dụng buồng ăn. Diện tích tính toán chia cho một người sử dụng là $1,0 \div 1,5m^2$.

Bố trí buồng ăn phải đẹp, thoáng và vệ sinh. Phải tạo được không khí dễ chịu, thuận lợi và sáng khoái cho người ăn.

Hình 10.23 trình bày bố trí khu vực nấu ăn và buồng ăn trên tàu hàng cỡ trung bình. Trong khoảng không không rộng người ta bố trí nhà nấu ăn (*galley*), tại phía trái hình. Buồng ăn được tách làm hai khoang riêng biệt, mess dành cho sĩ quan, và mess cho thủy thủ và cả mess cho khách, phía phải.



Hình 10.23 Bố trí bếp (*galley*) và các phòng ăn (*mess*)

10.5 BUỒNG TẮM RỬA, VỆ SINH

Xu hướng chung hiện nay là cố gắng bố trí các buồng công cộng trong các căn hộ riêng lẻ. Tuy nhiên không phải lúc nào cũng làm được điều đó. Trường hợp không tìm đủ không gian để bố trí riêng lẻ các buồng “công cộng” đang nêu, phải bố trí chúng đúng tiêu chuẩn trên tàu.

Buồng vệ sinh dùng trên tàu khách đi biển cỡ không lớn, dưới 500 khách được tính theo công thức: số hành khách/40. Với tàu lớn hơn, số khách trên 500 song không quá 1000, công thức tính có dạng:

$$13 + \frac{N - 500}{60} \quad (10.1)$$

trong đó N - số khách trên tàu.

Khi số khách vượt 1000 công thức tính sẽ là:

$$21 + \frac{N - 1000}{80} \quad (10.2)$$

Điều cần quan tâm, cố gắng bố trí theo phương án xếp thẳng đứng các kiến trúc nhóm này nhằm giảm thiểu chiều dài ống dẫn chất thải đồng thời tránh các phiền phức khác. Nguyên tắc chung khi bố trí đường ống cho các nhà vệ sinh là, đường ống này không băng qua nhà bếp, kho thực phẩm, kết nước sinh hoạt,... Tất cả chất bẩn cần thải phải qui tụ tại những điểm tập kết và sau đó được bơm đến vị trí đã chỉ định tại bờ.

Với tàu sông các tiêu chuẩn bố trí nhà vệ sinh được hiểu như sau.

Buồng vệ sinh dùng trên tàu khách cỡ không lớn, dưới 500 khách được tính theo công thức: số hành khách/50.

Với tàu lớn hơn, số khách trên 500 song không quá 1000, công thức tính có dạng:

$$10 + \frac{N - 500}{70} \quad (10.3)$$

Khi số khách vượt 1000 công thức tính sẽ là:

$$17 + \frac{N - 1000}{100} \quad (10.4)$$

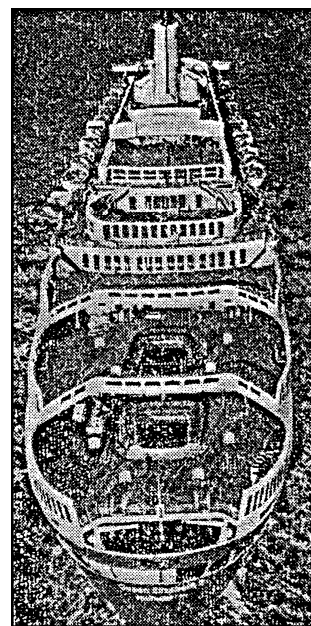
Với tàu khách loại thấp nhất trị giá tính toán sẽ là 1 nhà vệ sinh tính cho 100 người. Tuy nhiên với tàu nhỏ mức tối thiểu phải là một nhà vệ sinh cho nữ còn 1 cho nam.

10.6 BUỒNG GIẶT QUẦN ÁO, PHÒNG SẤY

Với tàu khách đi biển cần thiết bố trí buồng giặt áo quần, đồ dùng và theo đó phòng phơi, sấy. Công việc giặt là trên tàu khách do các nhân viên phục vụ đảm trách. Các buồng này được bố trí theo tiêu chuẩn vẫn dùng cho các khách sạn.

10.7 CÁC PHÒNG VUI CHƠI, GIẢI TRÍ, BỂ BƠI, SÂN BÓNG

Đây là các bộ phận không thể thiếu được trên tàu khách hiện đại. Trong thực tế không có tiêu chuẩn ngành hoặc tiêu chuẩn quốc gia qui định về bố trí các phòng nhóm này, tuy nhiên trên các tàu khách hiện đại không thể vắng bóng các tụ điểm quan trọng này. Nguyên tắc chung bố trí các phòng nhóm này được giới thiệu tại phần



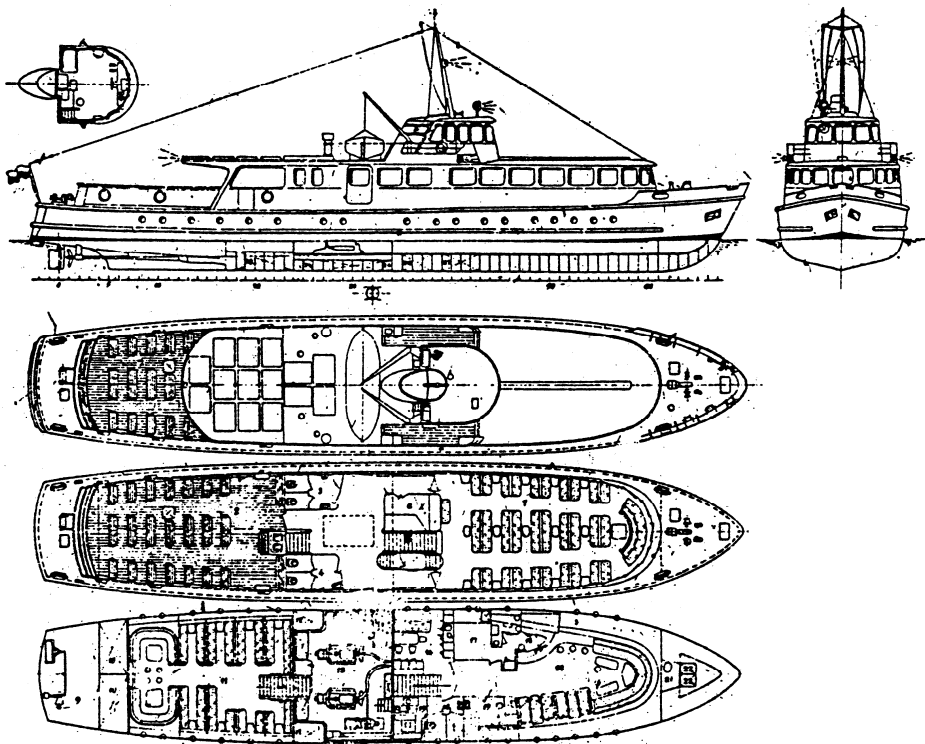
Hình 13.24

đầu chương. Trang thiết bị các phòng tùy thuộc vào đòi hỏi của chủ tàu và yêu cầu sử dụng của khách sẽ đi tàu. Như chúng tôi đã có dịp giới thiệu trên một tàu khách đóng năm 2000 người ta đã bố trí không dưới hai salon sang trọng, nhiều quán bar cao cấp, phòng họp tiêu chuẩn quốc tế, hai bể bơi, phòng dancing, casino, sân chơi golf mini trên đó.

Dưới đây bạn đọc có thể thấy rõ các bể bơi, chỗ đi dạo, các khu giải trí trên một tàu được đóng từ những năm bảy mươi. Cách bố trí này được ưa chuộng trong thời gian dài, ngày nay kiến trúc này vẫn đang lôi kéo sự chú ý của những nhà đóng tàu.

10.8 VẼ BẢN VẼ BỐ TRÍ CHUNG

Cho đến bây giờ không tồn tại qui định mang tính bắt buộc về lập bản vẽ bố trí chung tàu. Điều này tạo ra khá nhiều khúc mắc giữa người thiết kế và người kiểm tra hoặc sử dụng thiết kế đó. Cần thiết nói rằng, bản bố trí chung nên nêu đầy đủ các chi tiết, thành phần cần thể hiện của tàu, giúp cho người dùng hình dung đầy đủ hình dáng con tàu, thấy rõ bố trí các trang thiết bị tàu. Có thể thấy rằng bản vẽ bố trí chung càng rõ ràng và đầy đủ càng tạo nhiều thuận lợi cho người chế tạo và cho cả chủ tàu. Bố trí chung theo nghĩa đó có thể chứa hình chiếu ngang, còn gọi là profil tàu, các mặt cắt qua boong hay còn gọi các lớp kể từ boong cao nhất đến đáy tàu. Trong rất nhiều trường hợp, đặc biệt với tàu nhỏ, cần thiết có hình chiếu thứ ba đặt bên góc phải, trên của bản vẽ, nhìn từ mũi tàu.

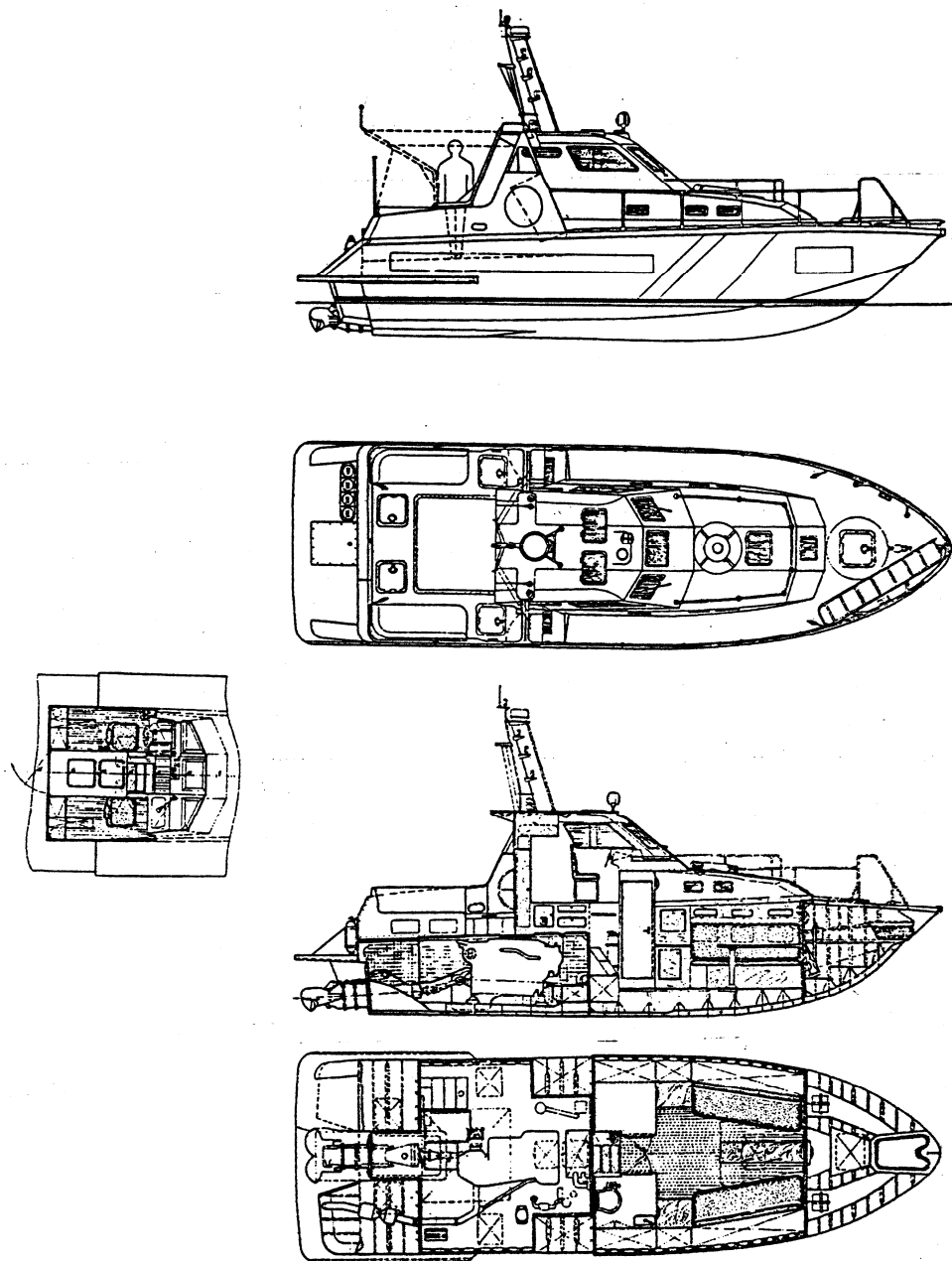


Hình 10.25 Bố trí chung tàu “Lilla Weneda”

Theo cách này, trong những trường hợp cần thiết người thiết kế cần trình bày mặt cắt dọc tàu nhằm cụ thể hóa nhiều chi tiết bị vỏ tàu che lấp.

Quan điểm này được thể hiện qua hai ví dụ sau:

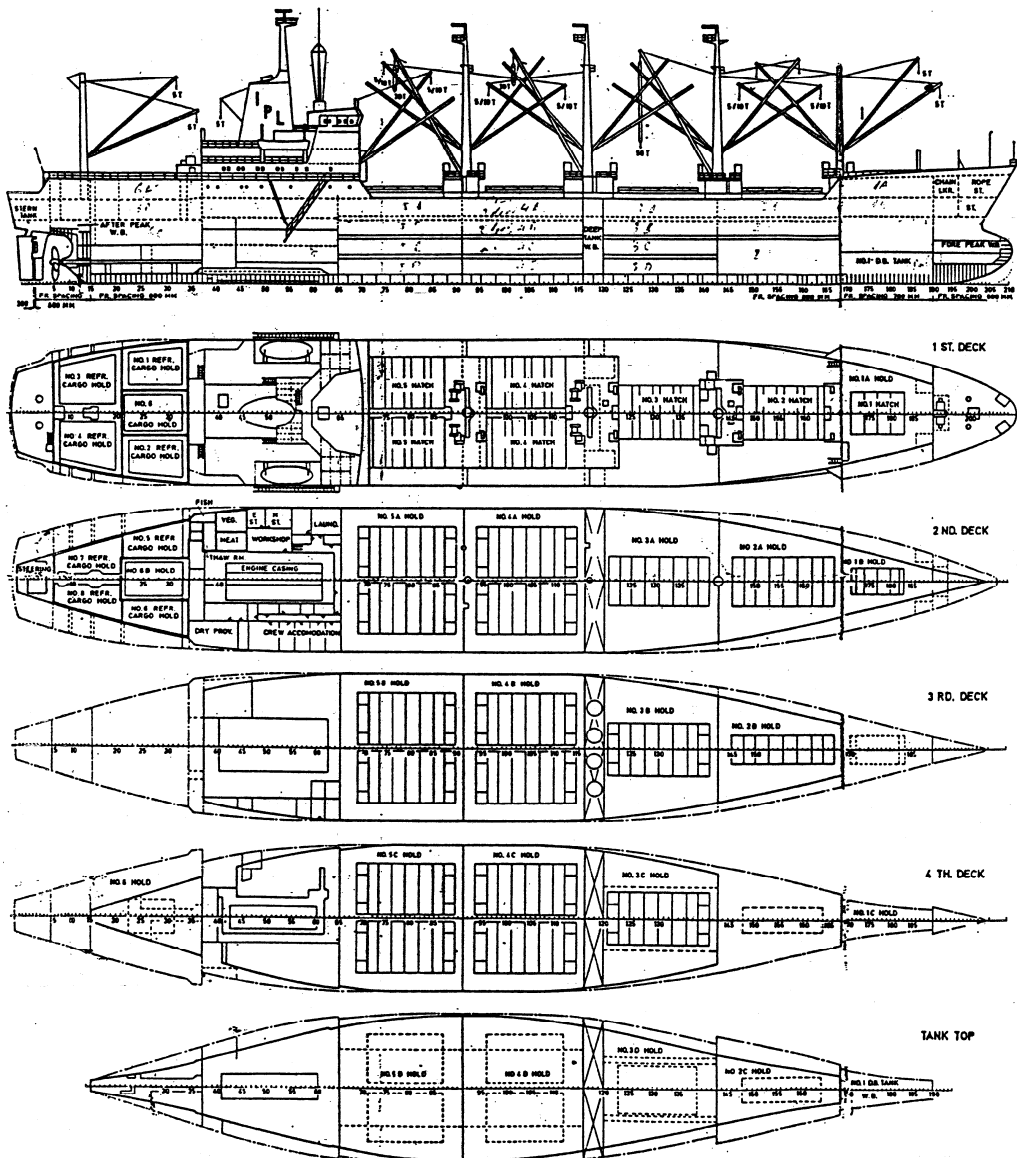
Ví dụ đầu trình bày bố trí chung tàu khách chạy trong vịnh và vùng ven biển dài 36,5m, lắp hai máy, mỗi máy công suất 300HP. Tàu mang tên “Lilla Weneda”, được thiết kế và đóng tại Poland. Bản bố trí chung trình bày tại đây được sao vẽ theo thiết kế gốc. Số khách được bố trí trên tàu 260 người, chia cho hai tầng. Theo qui ước cần thiết vẽ đủ các hình chiếu, bố trí tại tất cả các boong.



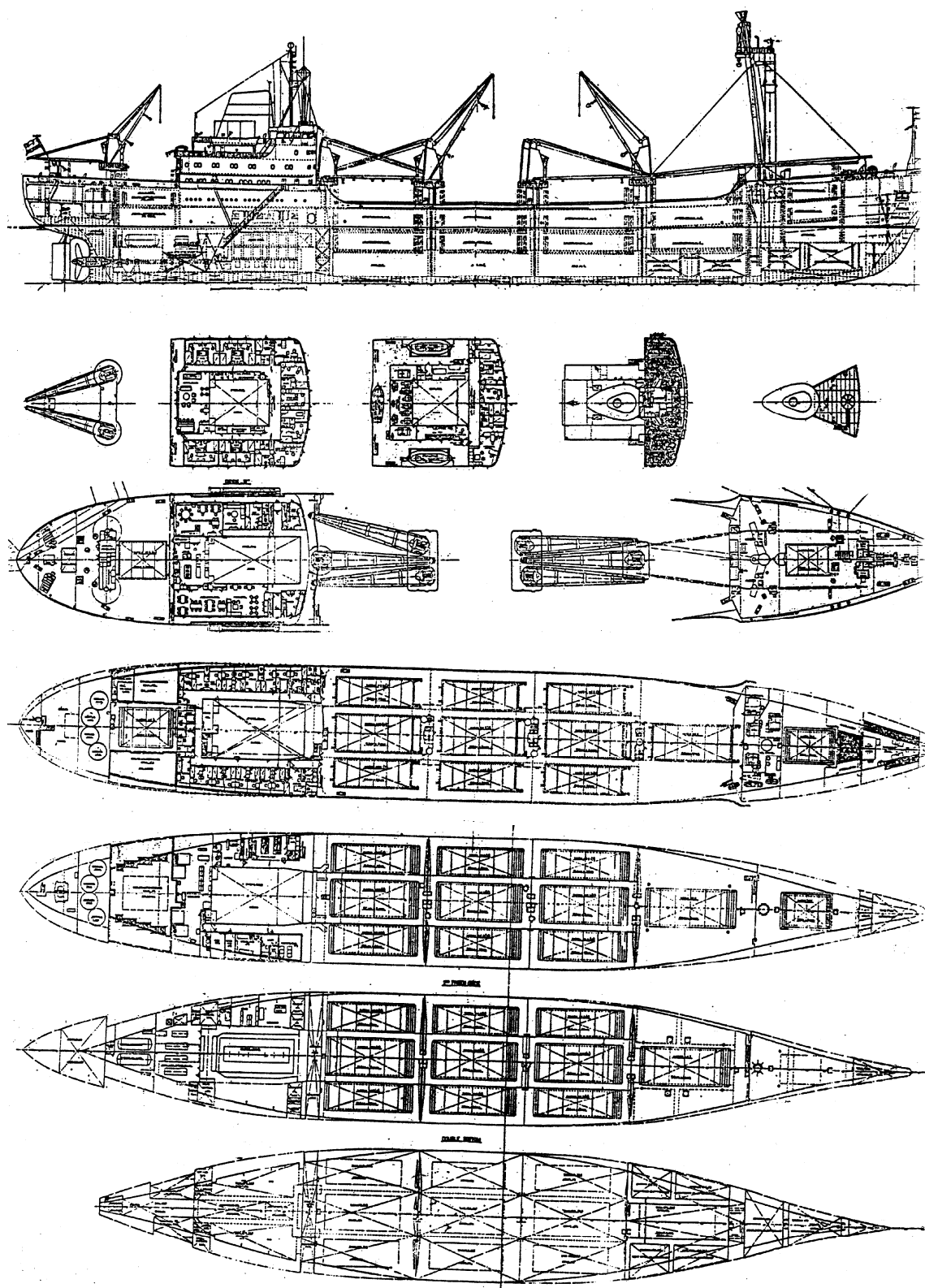
Hình 10.26

Ví dụ thứ hai đề cập thiết kế tàu nhỏ, chạy nhanh, người ta gọi là tàu cao tốc (*high speed craft*), làm bằng vật liệu composite. Tàu được trang bị máy phụt nước (*water jet*), đạt tốc độ 37 HL/h. Bố trí chung của tàu cùng các mặt cắt, hình chiếu cụ thể được giới thiệu tại hình 10.26. Bản vẽ dạng này giúp ích rất nhiều cho người dùng khi đưa ra quyết định đặt hàng.

Với các tàu lớn, cách đặt vấn đề xây dựng bản vẽ sẽ không khác cách vừa nêu. Tuy nhiên, vì khối lượng công việc sẽ nhiều nếu người vẽ phải nêu bật hết các chi tiết nhỏ trong tàu, người ta thường qui ước vẽ đơn giản các chi tiết quen thuộc. Cách làm này được áp dụng từ những năm bảy mươi khi thiết kế những tàu hàng đi biển cỡ lớn. Tại hình 10.27 bạn đọc làm quen bản vẽ bố trí chung tàu chở hàng tổng hợp, thiết kế trong những năm bảy mươi. Hình 10.28 giới thiệu bố trí chung tàu chở hàng đi biển những năm sáu mươi.



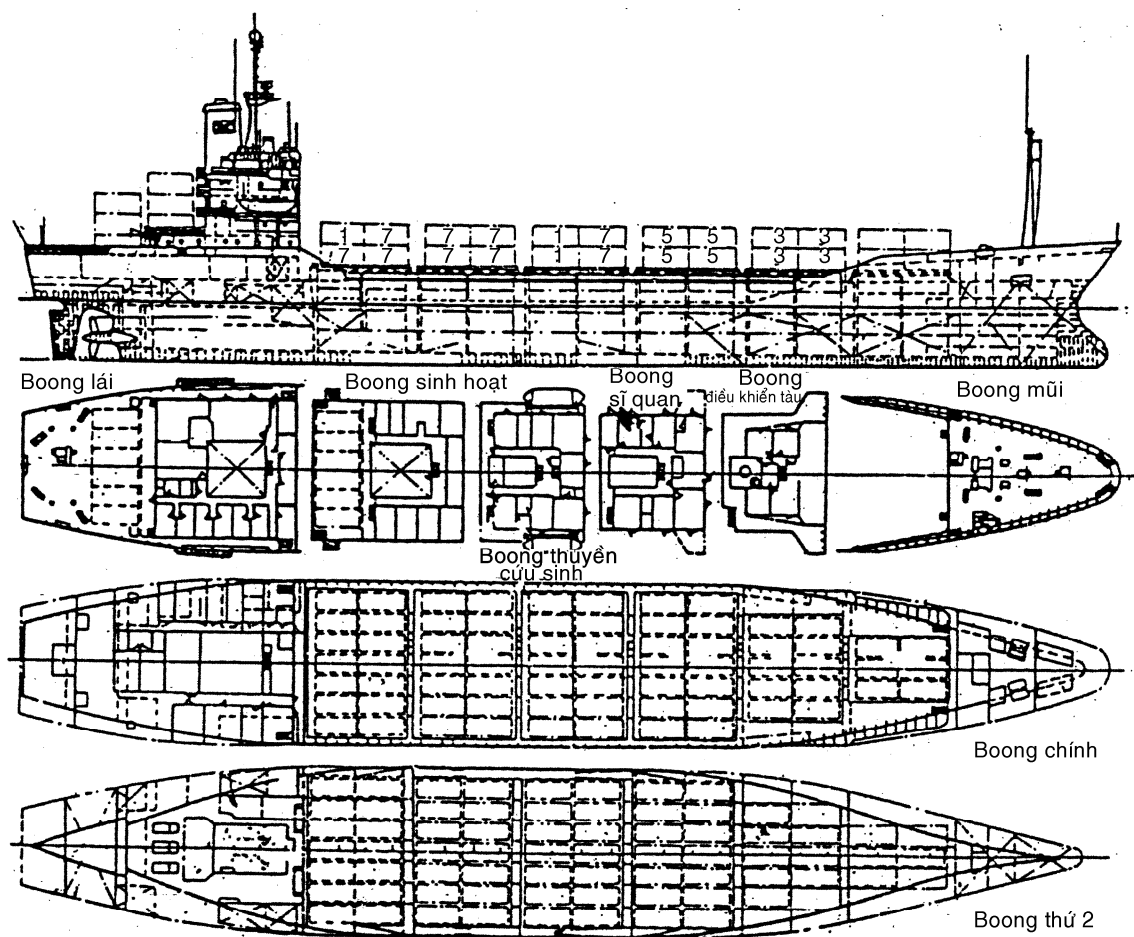
Hình 10.27 Bố trí chung tàu chở hàng



Hình 10.28 Bố trí chung tàu hàng đi biển những năm 60

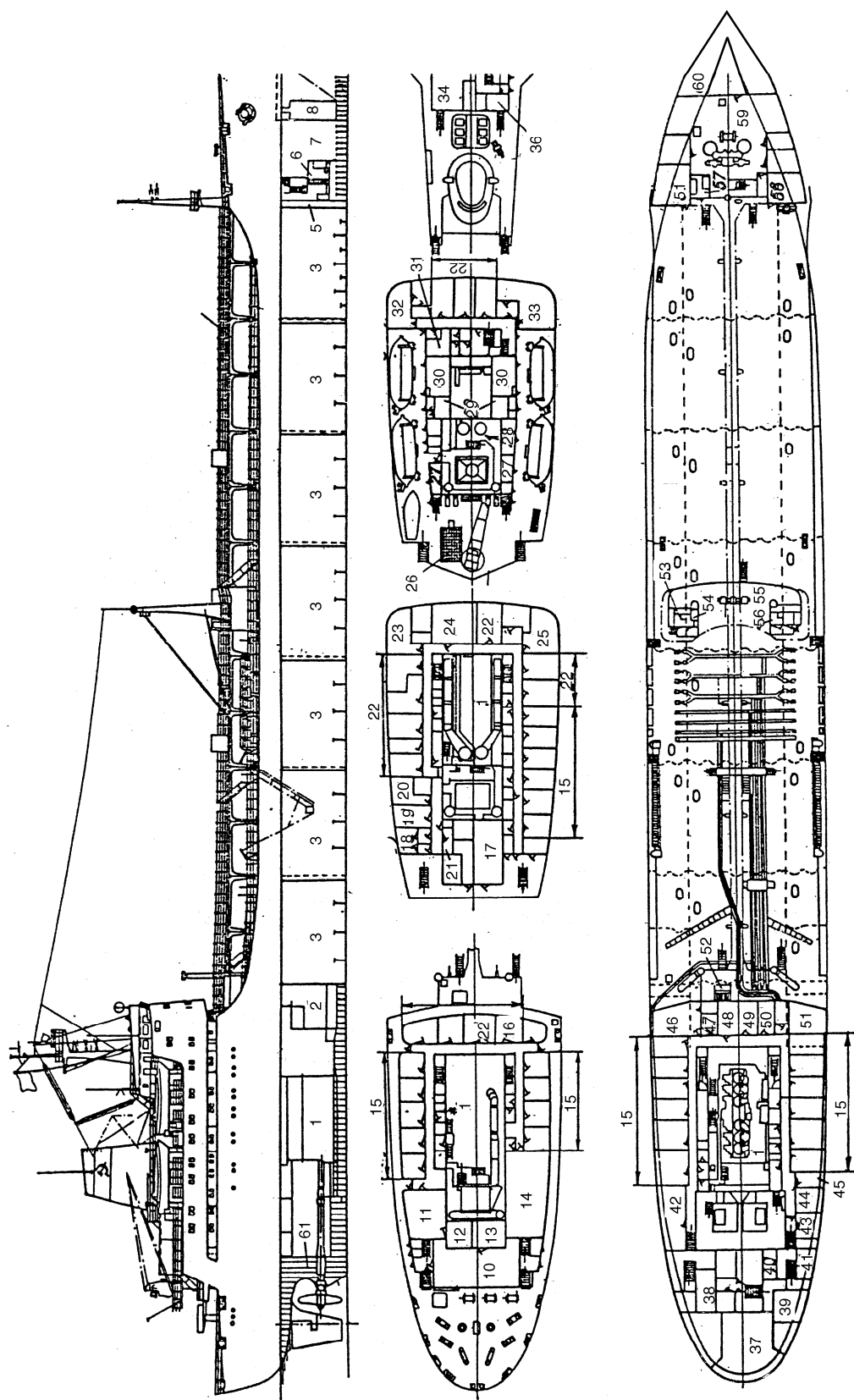
Những trang tiếp theo bạn đọc xem thêm các bản vẽ bố trí chung các tàu thường gặp. Ý định những người viết phần này là giới thiệu các thiết kế đã được hoàn thiện trong mấy chục năm qua của những phòng thiết kế khác nhau. Tại mỗi thiết kế bạn đọc có dịp tìm hiểu phong cách riêng của người thiết kế tàu - kiến trúc sư tàu thủy, cách tạo hình độc đáo và cùng với nó cách thể hiện bằng đường nét sắc sảo.

Hình 10.29 giới thiệu tàu chở hàng thùng (*container ship*) đi biển và cách bố trí các container trên tàu. Tàu trên hình thuộc cỡ trung bình, dài 145m, rộng 21,5m, cao đến mép boong 10,5m. Khả năng chở của tàu 436TEU. Tàu được thiết kế cho vận tốc 22 HL/h.

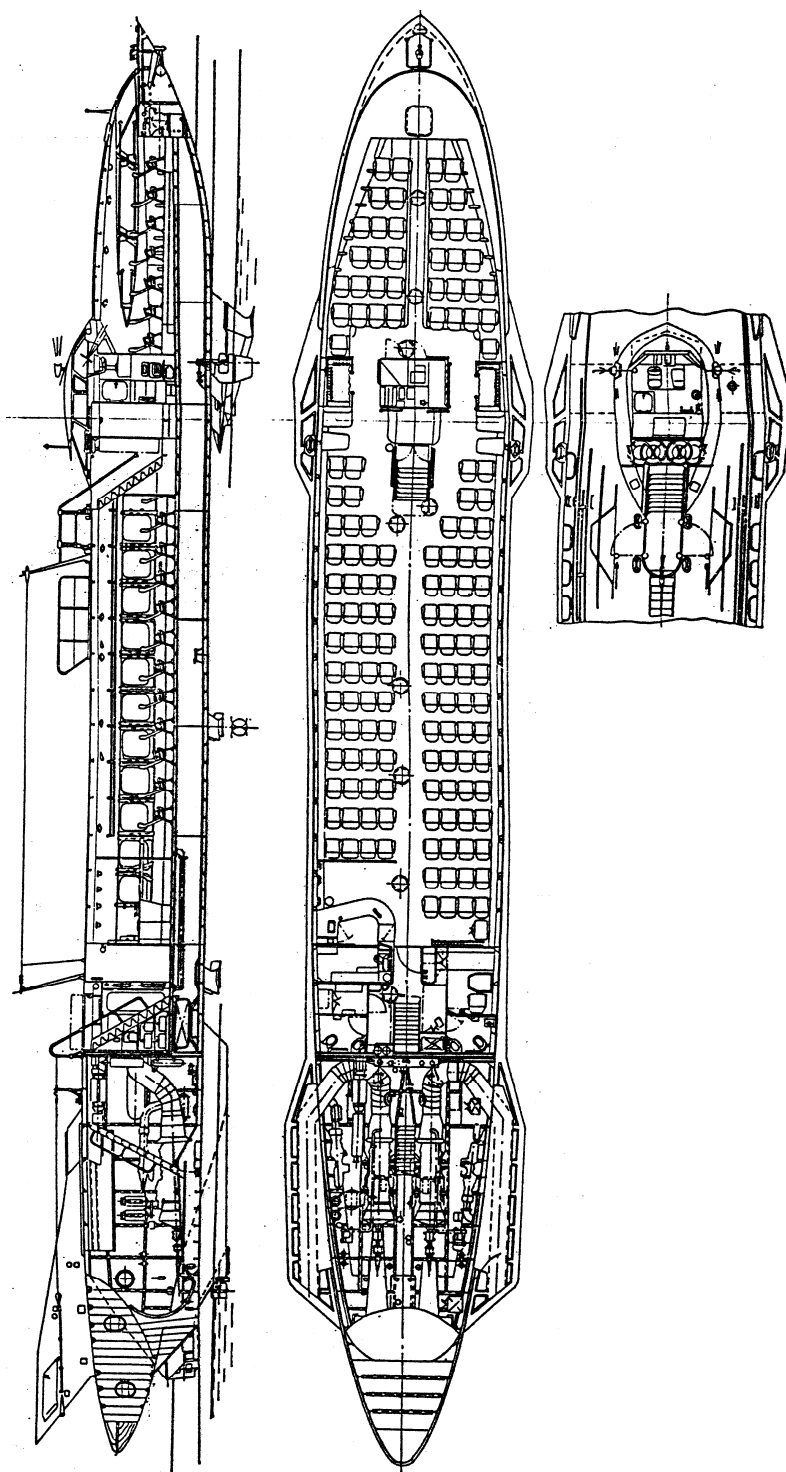


Hình 10.29 Bố trí chung tàu chở container

Hình 10.30 giới thiệu thiết kế gần đây của hãng Bremer Vulkan AG, tàu container BV 2500, sức chở 2452 TEU.



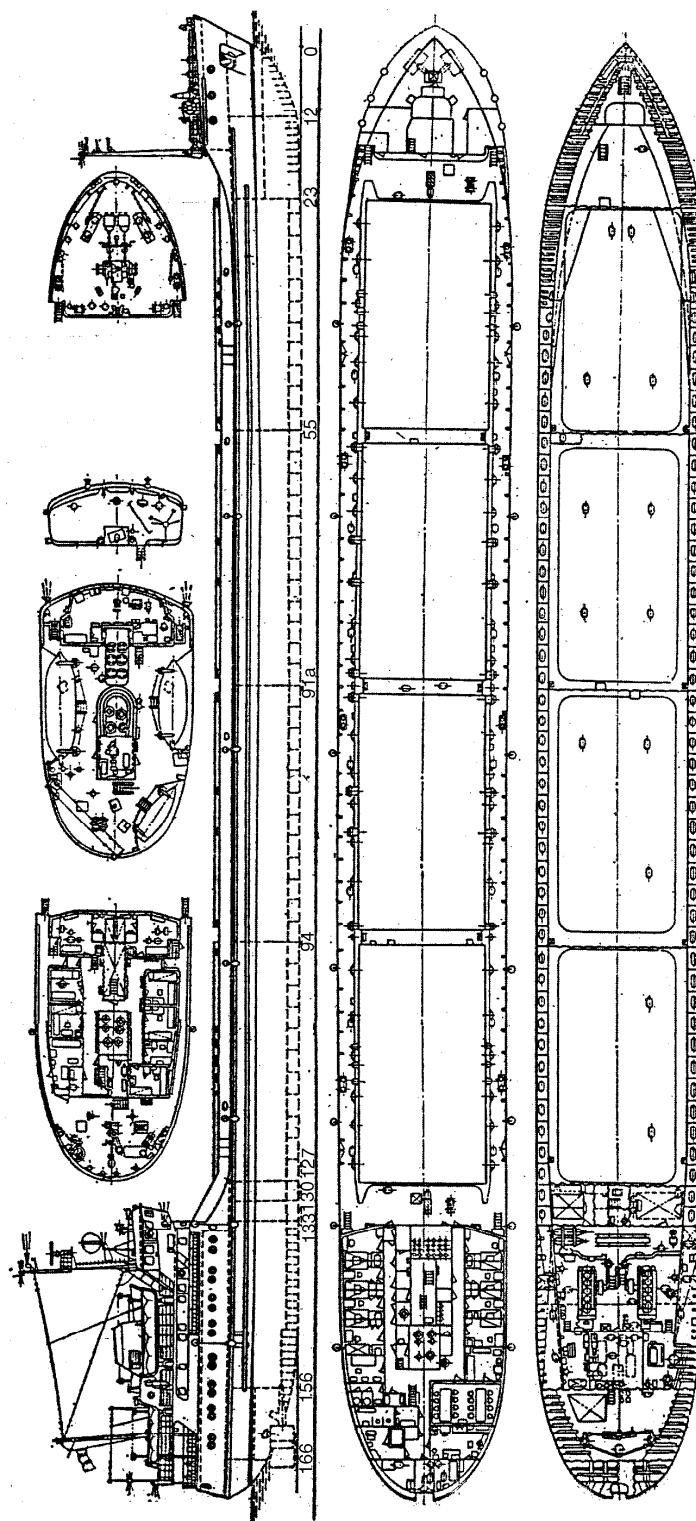
Hình 10.31 Tàu dầu đi biển, cỡ trung bình



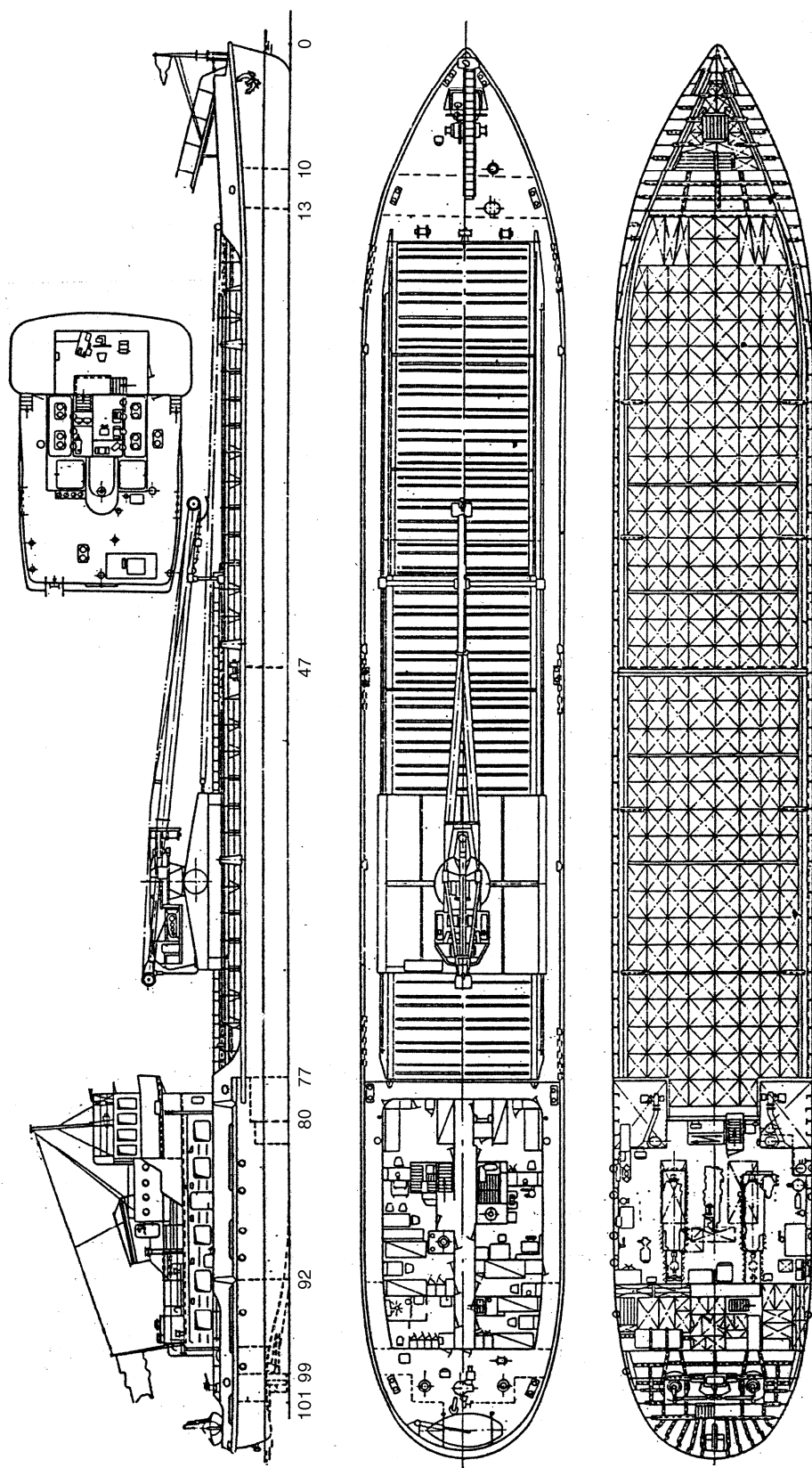
Hình 10.32 Bố trí chung “Chim báo bão”

Hình 10.32 tiếp theo trình bày mặt cắt dọc và bố trí mặt bằng tàu cánh ngầm “Chim báo bão” do Nga sản xuất.

Hai hình 10.33 và 10.34 trình bày bố trí chung tàu chạy sông, vẽ theo phong cách những năm năm mươi, sáu mươi.

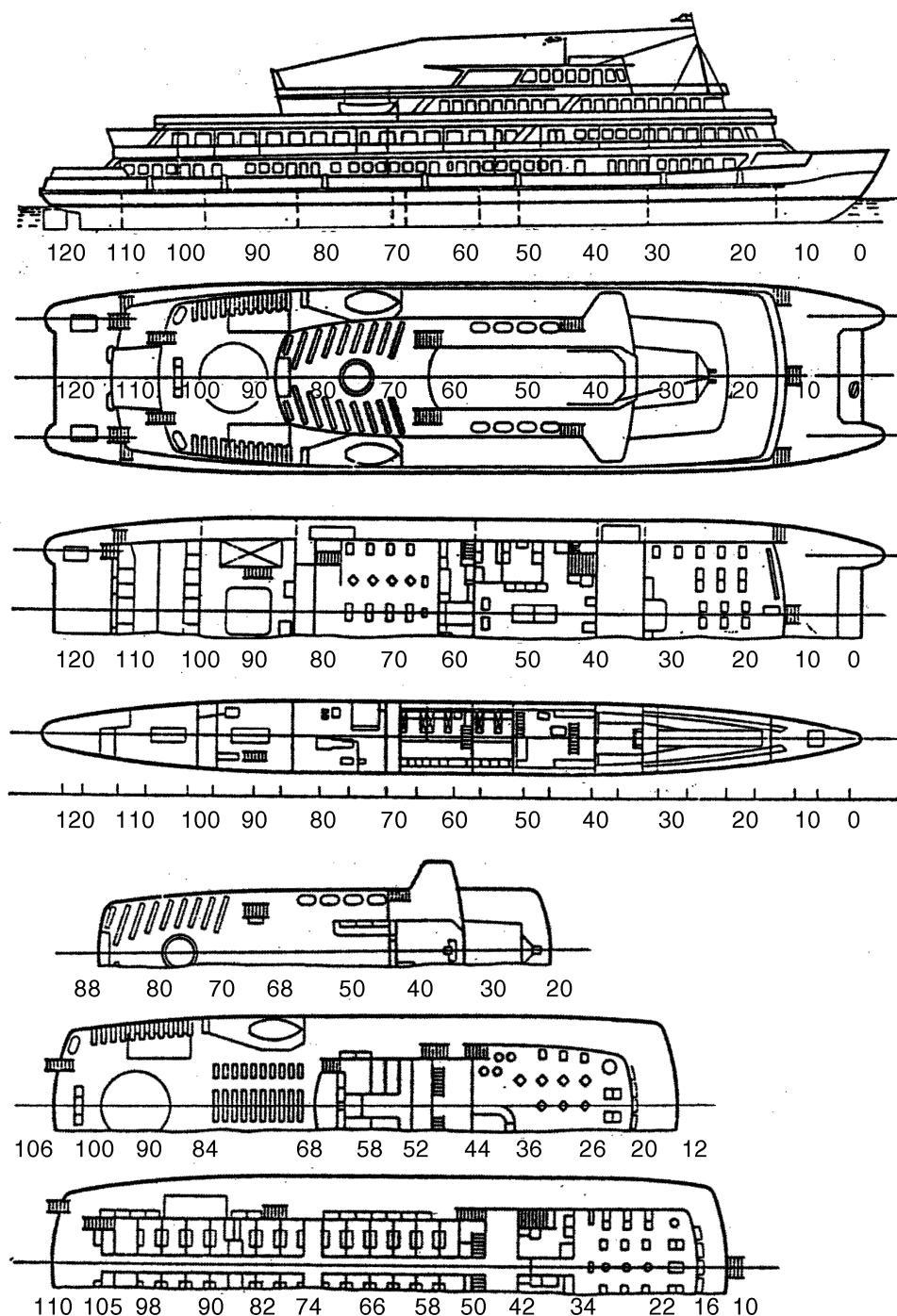


Hình 10.33 Tàu chở hàng, sức chở tính 2700 tấn

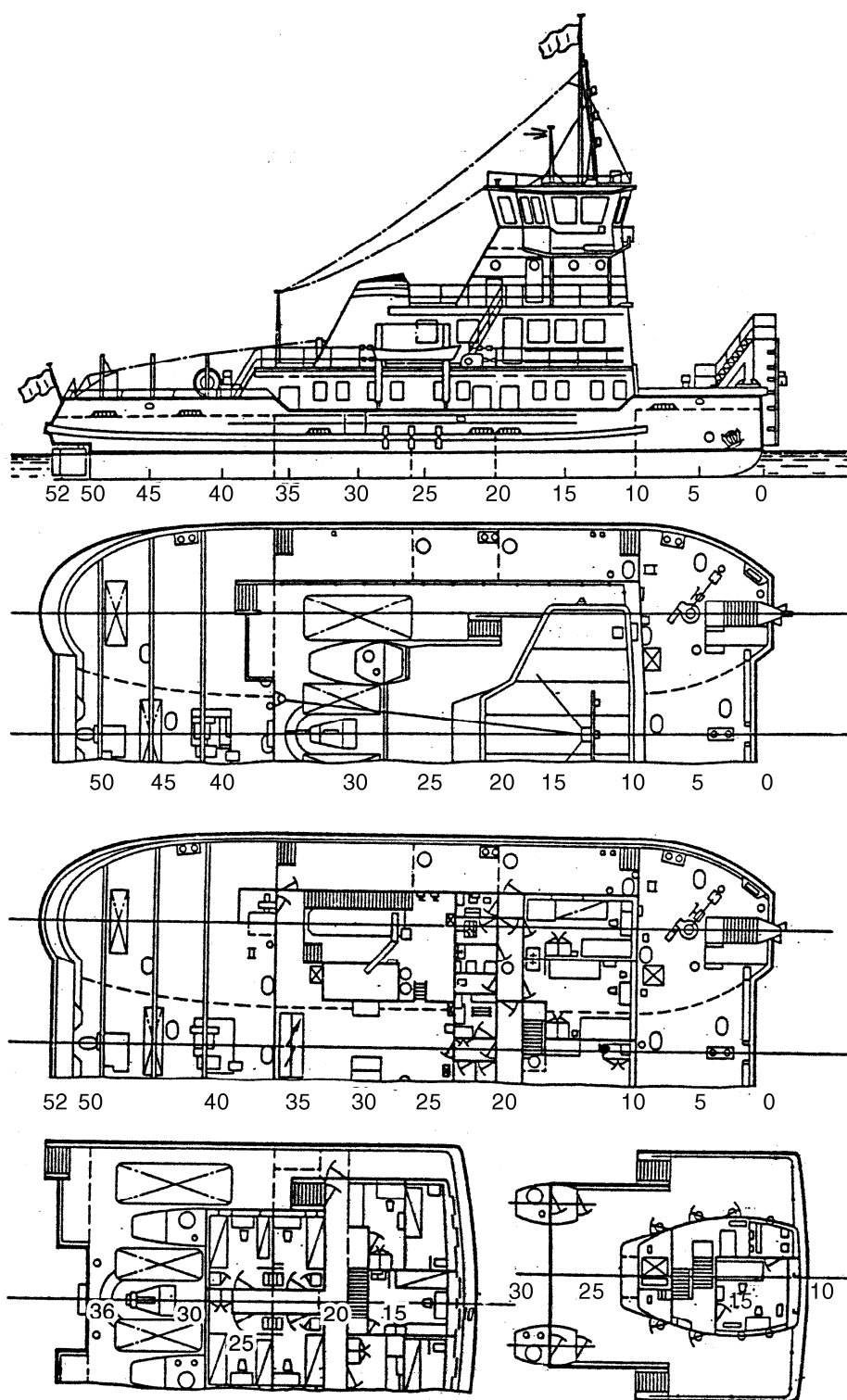


Hình 10.34 Tàu sông cỡ nhỏ, sức chở 400 tấn

Ứng dụng tàu hai thân trong vận chuyển khách (H.10.35), và làm tàu đẩy chạy sông, (H.10.36).



Hình 10.35 Tàu khách kiểu catamaran



Hình 10.36 Tàu đẩy kiểu catamaran

KHOANG HÀNG - TRANG THIẾT BỊ TÀU - BUỒNG MÁY TÀU

11.1 KHOANG HÀNG TÀU

Số lượng khoang hàng trên tàu được phân định trên số lượng hàng tàu phải chở. Số vách ngang tàu làm nhiệm vụ phân khoang xác định theo quy định trong “Phân khoang và chống chìm tàu”. Các phép tính thuộc lĩnh vực này bạn đọc đã tiếp xúc trong lý thuyết tàu và phần I: lý thuyết thiết kế tàu.

Tàu hàng khô: Trường hợp khoang máy bố trí tại phần lái, toàn bộ khoang hàng nằm trước buồng máy. Trên nhiều tàu, buồng máy chính của tàu nằm giữa, các khoang hàng bắt buộc phải rải ra phía trước và sau khoang máy. Trong những điều kiện như vậy, chiều dài mỗi khoang hàng riêng lẻ không nhất thiết bằng nhau. Mỗi khoang hàng tàu chở hàng khô nhất thiết phải có miệng hầm hàng đủ rộng, tạo điều kiện xếp hàng vào tàu hoặc bốc hàng ra dễ dàng, thuận lợi, nhanh.

Tàu container làm nhiệm vụ chuyên chở hàng thùng. Năng lực chở của tàu container không tính bằng tấn như chúng ta vẫn áp dụng cho các tàu hàng khác, mà tính bằng đơn vị thùng dài 20 feet, gọi tắt là *TEU*. Chương trước bạn đọc đã có dịp xem bố trí chung tàu container có sức chứa hay sức chở 436 *TEU* và tàu cỡ lớn với 2400 *TEU*. Bố trí khoang chở tàu chở hàng thùng đang đề cập căn cứ vào kích thước chuẩn của container và phụ thuộc vào lượng container phải chở.

Kích thước của container được chuẩn hóa. Theo tiêu chuẩn đang áp dụng có các nhóm container với kích thước phủ bì $L \times B \times H$, tính bằng feet như sau:

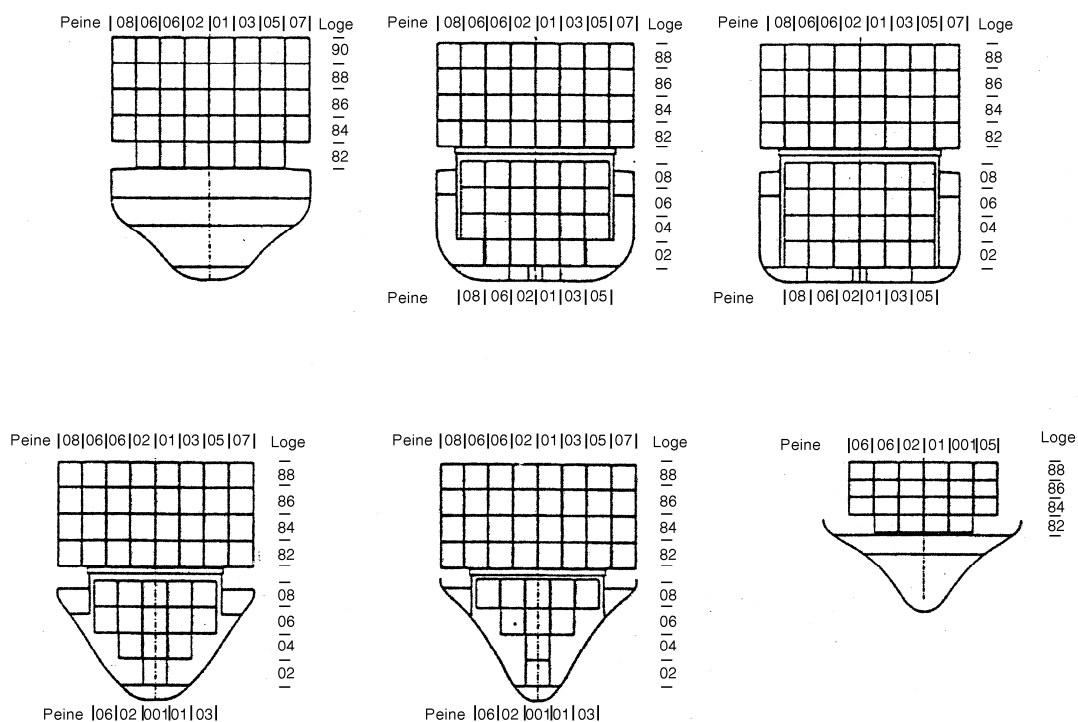
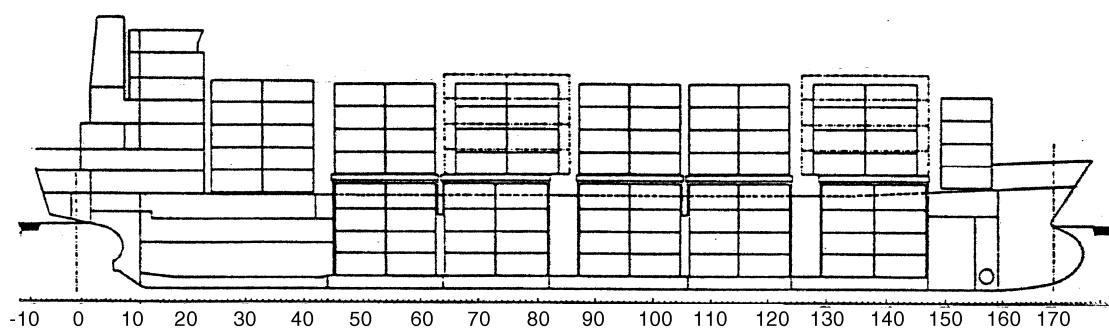
$$40 \times 8 \times 8; \quad 30 \times 8 \times 8; \quad 20 \times 8 \times 8; \quad 10 \times 8 \times 8$$

Bảng 11.1 Tiêu chuẩn ISO các kiểu container đang sử dụng trên các tàu

Kiểu container	Dài (mm)	Cao (mm)	Khối lượng (t)
IAA	12192 ₋₁₀	2591 ₋₅	30,48
IA	12192 ₋₁₀	2438 ₋₅	30,48
IBB	9125 ₋₁₀	2591 ₋₅	25,4
IB	9125 ₋₁₀	2438 ₋₅	25,4
ICC	6058 ₋₁₀	2591 ₋₅	20,32
IC	6058 ₋₁₀	2438 ₋₅	20,32

Theo kích thước chuẩn của thùng hàng, chọn kích thước chính cho tàu container đòi hỏi sự cân nhắc, tính toán nhằm đảm bảo tàu được đóng có khả năng chứa số hàng theo chiều ngang, số dãy container theo chiều đứng, tính bằng số nguyên. Miệng hầm hàng tàu container phải đủ rộng nhằm đưa được thùng vào và ra.

Cách sắp xếp container trên tàu được chỉ rõ tại hình 11.1. Thiết kế tàu container phải chỉ rõ số hàng ngang có thể bố trí trên tàu, cụ thể trên hình số hàng tính tại khu vực giữa tàu 6 trong hầm hàng còn 8 trên hầm hàng. Số hàng ngang giảm tại khu vực mũi tàu. Tại hình 11.1 có thể thấy rõ, trong hầm hàng container được xếp chồng lên nhau làm 4 chồng. Trên miệng hầm hàng số chồng vẫn tính bằng 4. Như vậy, trong thực tế tàu container được thiết kế để có thể nâng 8 chồng thùng.

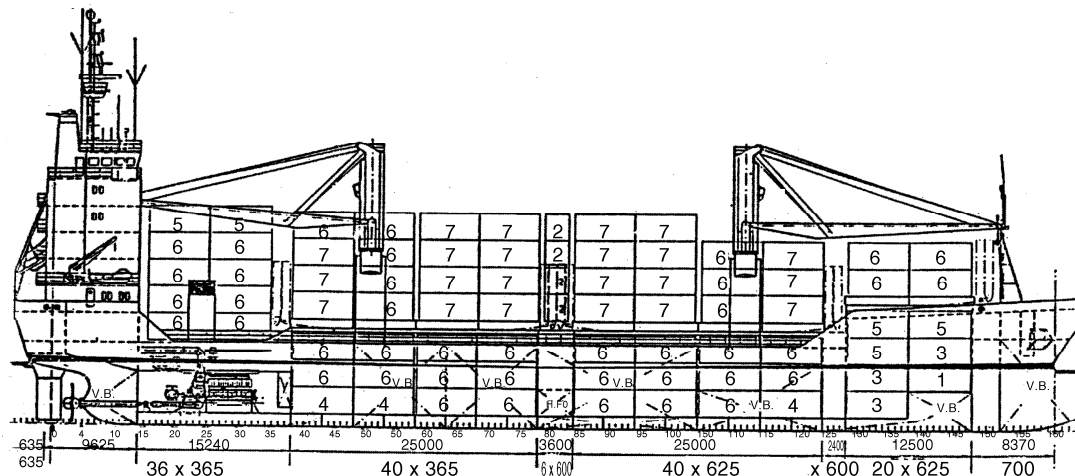


Hình 11.1 Bố trí container trên tàu chở hàng thùng

Hình 11.2 giới thiệu profile tàu chở hàng thùng cỡ nhỏ, đóng vào những năm 90. Tàu dài xấp xỉ 109,5m, rộng 18m, chiều cao đến boong chính 8,15m. Tại mớn nước 6m, tải trọng tàu tính bằng 5400tdw. Tàu lắp máy MCR công suất 3300kW, vòng quay 117 vòng/phút. Bố trí container trên tàu theo sơ đồ:

- Với container 20': dưới boong 165 thùng; trên boong 292 thùng. Tổng cộng 457 thùng. Sức chở của tàu được tính là 457 TEU.

- Với container dài 40': lượng thùng dưới boong chỉ là 77, trong khi đó trên boong chứa 11 thùng cỡ 20' cùng với 146 thùng dài 40'.



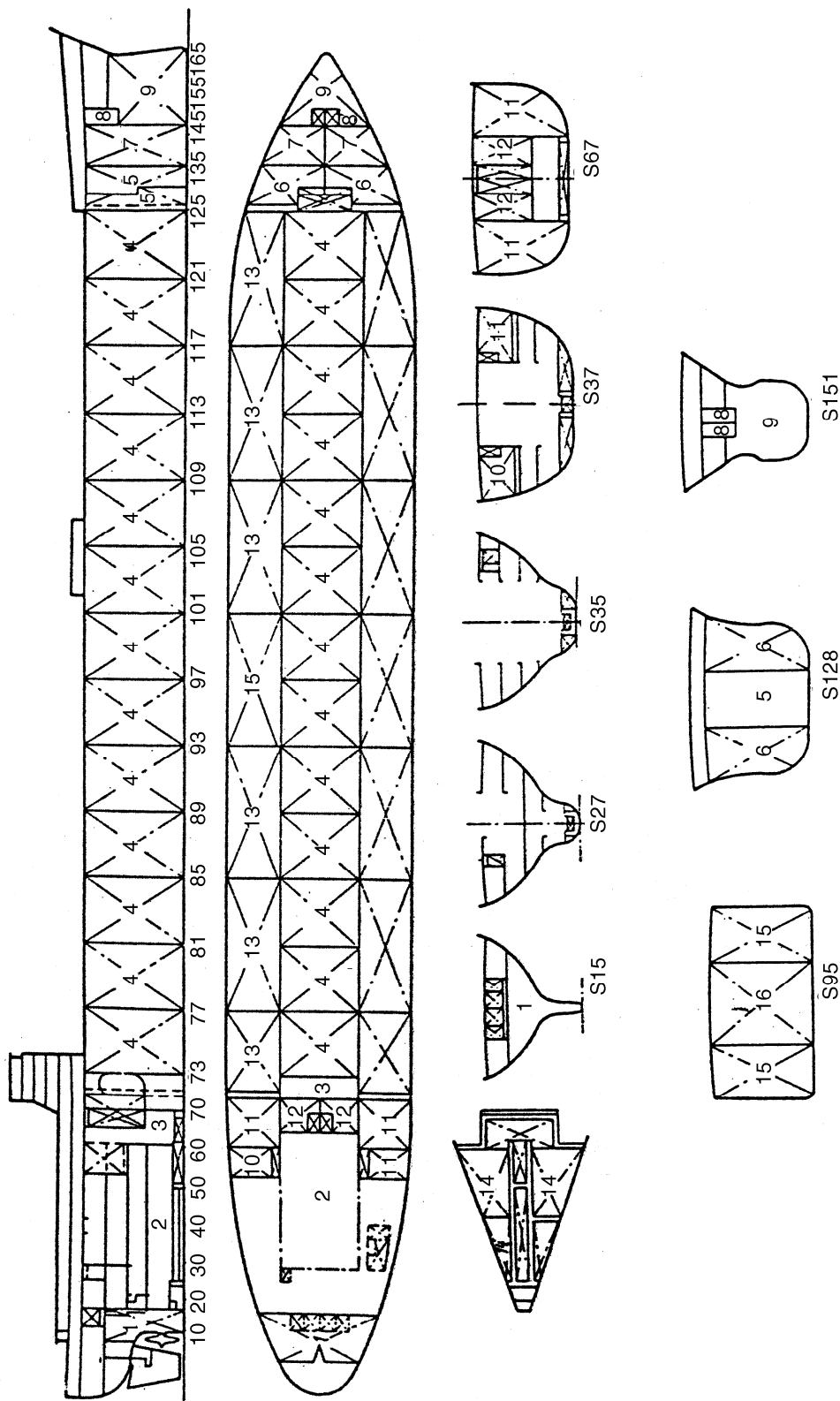
Hình 11.2 Bố trí container trên tàu cỡ nhỏ

Tàu dầu thường bố trí khoang máy tại phần lái, các khoang chứa hàng đều nằm phía trước. Thông thường trên tàu dầu phải bố trí khoang bơm hàng. Trạm bơm có thể đặt tại phần mũi tàu hoặc khu vực giữa tàu. Để giảm bớt ảnh hưởng mặt thoáng hàng lỏng đến tính ổn định tàu người ta còn bố trí các vách dọc tàu. Số vách có thể từ một đến hai, ba. Bằng cách đó, trong thực tế số khoang chứa dầu trên tàu dầu lớn hơn số khoang các tàu làm chức năng khác.

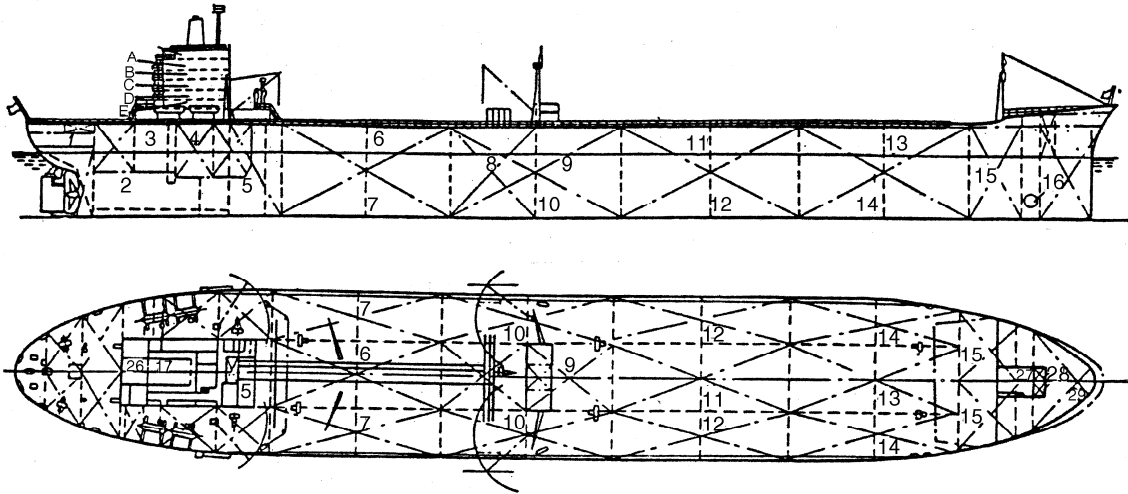
Ngoài các khoang chở hàng, trên tàu còn bố trí các khoang chứa nước dằn giúp cho công việc dằn tàu, cân bằng tàu. Số lượng kết dằn, dung tích kết dằn tham khảo lý thuyết thiết kế tàu.

Phân khoang tàu dầu theo cách làm của người Nhật thể hiện tại hình 11.4 dưới đây. Trên hình trình bày phương án phân khoang tàu chở dầu trọng tải 116.000 DW, dài 268m, theo thiết kế của các kỹ sư đóng tàu người Nhật Bản.

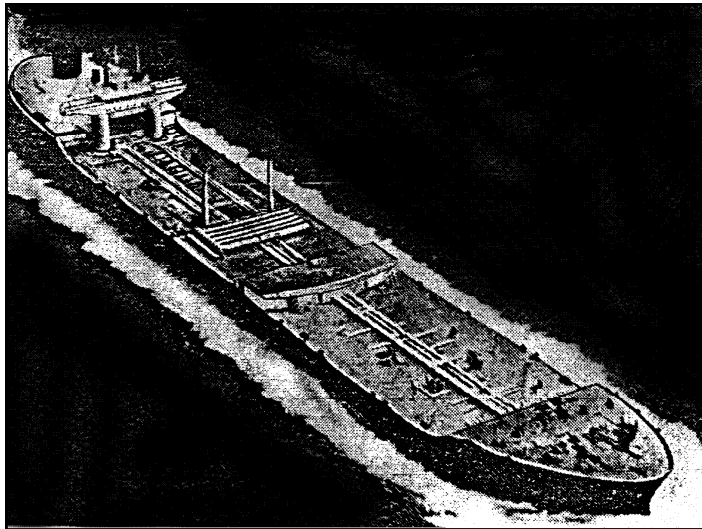
Ví dụ bố trí khoang hàng trên tàu dầu châu Âu được trình bày tại các hình 11.3. Trên hình giới thiệu phân khoang tàu chở dầu “Carlo Cameli” do Italy đóng vào giữa thập niên sáu mươi. Tàu dài 264,6m; rộng 37,17m; chiều cao mạn 19,15m; mớn nước mùa hè 14,51m. Lượng chiếm nước của tàu 113.000 tấn. Phân khoang của tàu như sau: tàu có tám vách ngang kín dầu, kín nước và sáu vách ngang bổ sung, nằm trong khu vực giữa hai vách dọc. Hai vách dọc chia mỗi khoang, theo chiều ngang làm ba khoang riêng nhau.



Hình 11.3 Bố trí khoang hàng tàu dầu



Hình 11.4 Tàu dầu điển hình của Nhật Bản



Hình 11.5 Ảnh chụp Carlo Cameli

Hình 11.5: Giới thiệu ảnh chụp Carlo Cameli đang bơi. Vận tốc khai thác của tàu xấp xỉ 17 HL/h.

11.2 MIỆNG HẦM HÀNG TÀU CHỖ HÀNG

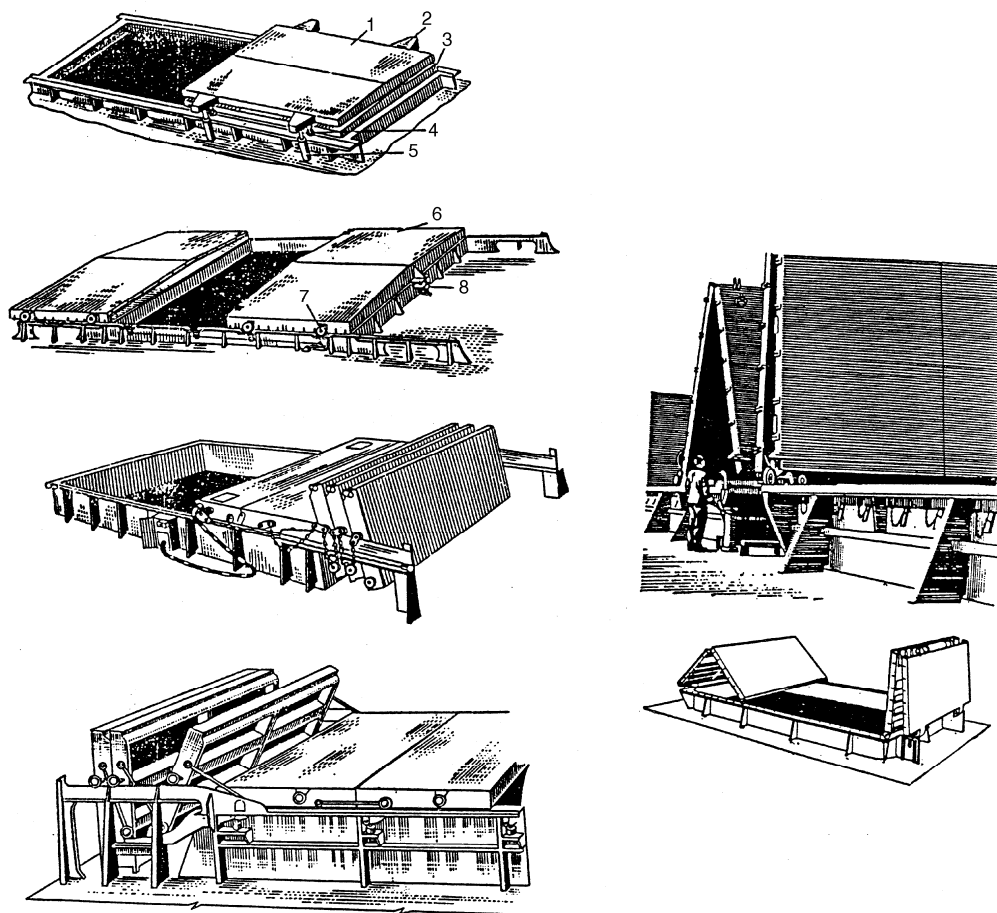
Tất cả khoang hàng đều có miệng hầm hàng, qua đó đưa hàng vào hoặc lấy hàng ra. Miệng hầm hàng phần lớn tàu bố trí trên hầm hàng, thông thường tại khu vực giữa. Kích thước miệng hầm hàng tùy thuộc kiểu tàu và phụ thuộc vào loại hàng chứa trong đó. Chủ tàu luôn muốn miệng hầm lớn, nhờ đó thao tác bốc dỡ hàng, chất hàng sẽ nhanh hơn nếu so với miệng hầm hàng nhỏ. Tuy nhiên, với tàu chở hàng lỏng, tàu chở khí, miệng hầm không nên lớn để tiện bẻ đóng kín. Tàu container có miệng hầm hàng rộng đến gần sát mạn, chiều dài chiếm gần hết khoang hàng. Trước khi tàu container trở thành phương tiện phổ biến trong ngành vận tải biển, chiều rộng hầm hàng các tàu hàng đều bị hạn chế đến mức để

sức bền tàu không bị ảnh hưởng. Ngày ấy, người ta truyền nhau rằng, miệng hầm hàng không nên rộng quá 70% chiều rộng khoang. Công thức tính được ghi vào tài liệu học tập của người viết còn ghi rõ:

Chiều dài miệng hầm hàng: $k_1 \cdot L_{\text{khoang}}$; trong đó hệ số $k_1 = 0,60 \div 0,80$.

Chiều rộng miệng hầm hàng: $k_2 \cdot B_{\text{khoang}}$; trong đó hệ số $k_2 = 0,35 \div 0,60$.

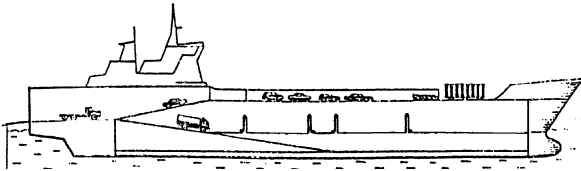
Thời đó được khuyến cáo chọn $k_2 = 0,4 \div 0,5$.



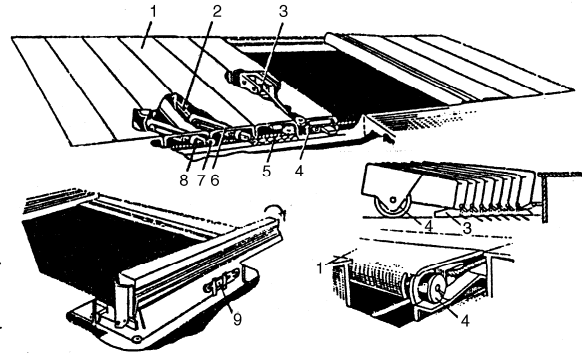
Hình 11.6 Các kiểu nắp hầm hàng

Ngày nay, trị giá 70% trở thành rất khó chấp nhận khi áp dụng cho tàu chở hàng thùng. Công việc bàn cãi chung quanh chiều rộng, chiều dài khoang hàng không dễ một sớm một chiều đi đến kết thúc. Tuy thế, khi thiết kế người bố trí tàu phải có cách giải quyết hệ thống hầm hàng, nắp đậy hầm hàng. Với loại miệng hầm hàng đặt trên khoang hàng, thông thường chúng ta sử dụng các hệ thống nắp đậy để phủ lên miệng lỗ hầm hàng. Ngày nay, chúng ta có quyền lựa chọn những kết cấu thích hợp, đảm bảo kỹ thuật và đạt những yêu cầu tối thiểu về mỹ thuật để đậy nắp hầm hàng. Các nắp đậy có thể được sắp xếp dưới dạng nắp gấp, xếp chồng lên nhau, hoặc nắp lặn. Hình 11.6 giới thiệu những kiểu đậy nắp hầm hàng đang phổ biến vài chục năm trở lại đây. Hình 11.7 giới thiệu các phương án đậy hầm hàng cho tàu kiểu Ro-Ro. Với sơ đồ chuyển hàng theo phương

ngang, hàng được đưa vào theo kiểu lăn vào (*roll on*) còn khi lấy hàng ra, hàng được lăn ra (*roll off*). Sơ đồ lấy hàng, đưa hàng dạng này phải có cách quản lý kho như trình bày tại hình vừa nêu. Các chi tiết của hệ thống đẩy kho hàng được giới thiệu tại hình 11.8.

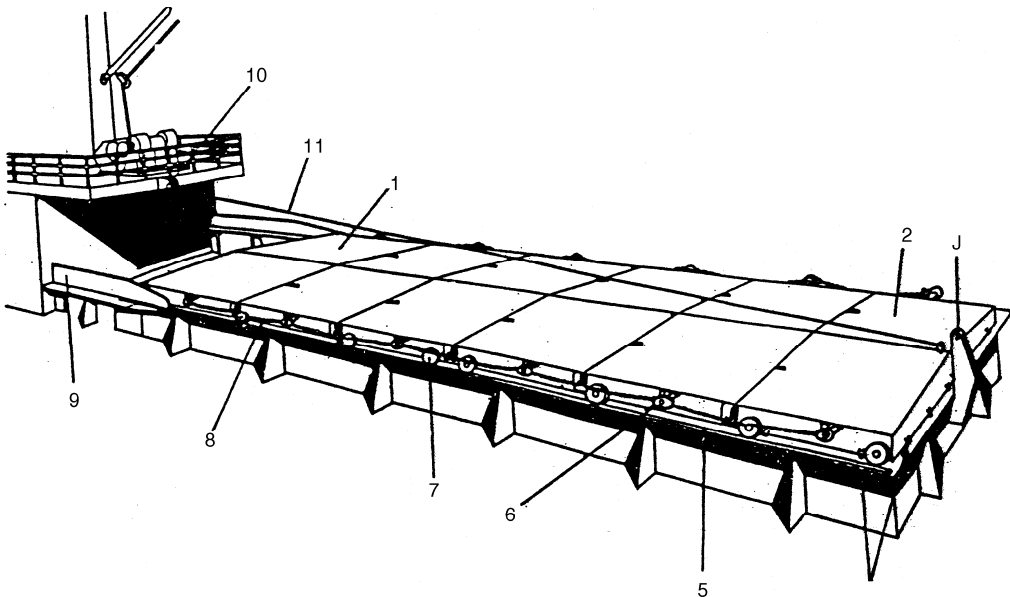


Hình 11.7



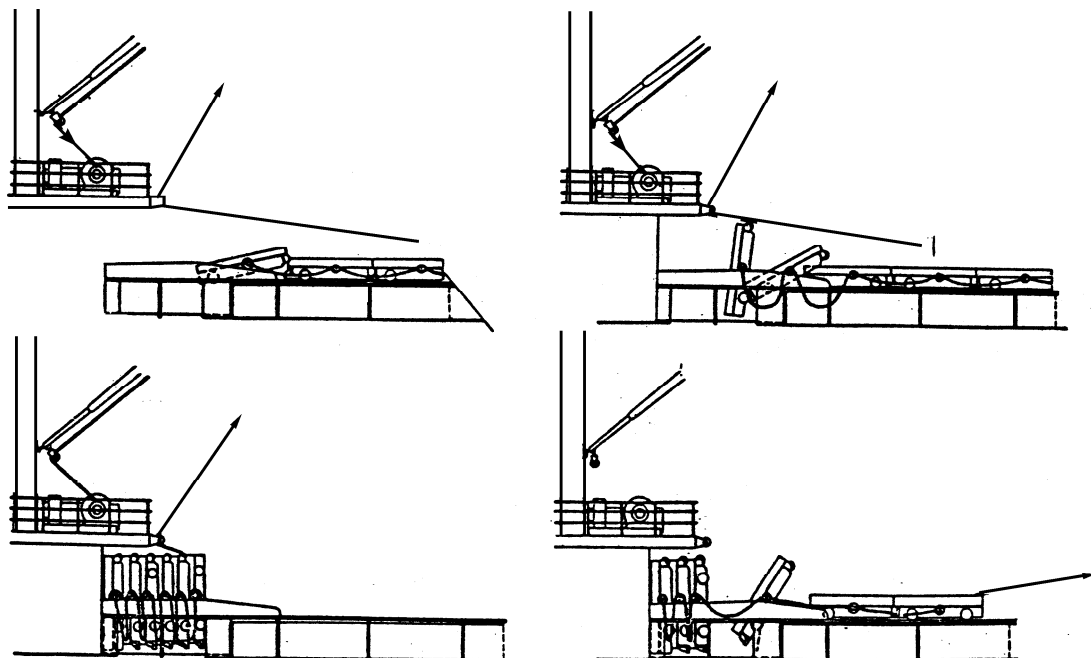
Hình 11.8

Điều bạn đọc cần quan tâm tại đây là phương thức bố trí các thiết bị đẩy nắp khoang hàng. Các thiết bị phải được bố trí đúng chỗ, làm việc an toàn và hữu hiệu. Với các nắp miệng hầm nêu trên, nhìn chung phải đóng mở bằng thiết bị cơ khí. Các thiết bị này có thể chia làm ba nhóm nhỏ. *Nhóm đầu sử dụng cáp và móc cáp* giữ một đầu nắp hầm, dùng tời quấn cáp vừa quấn cáp vừa kéo toàn bộ nắp đẩy tập kết về phía sát tời. Trong trường hợp này, các tấm nắp đẩy được dựng đứng lần lượt tại đầu miệng hầm hàng (H.11.9).



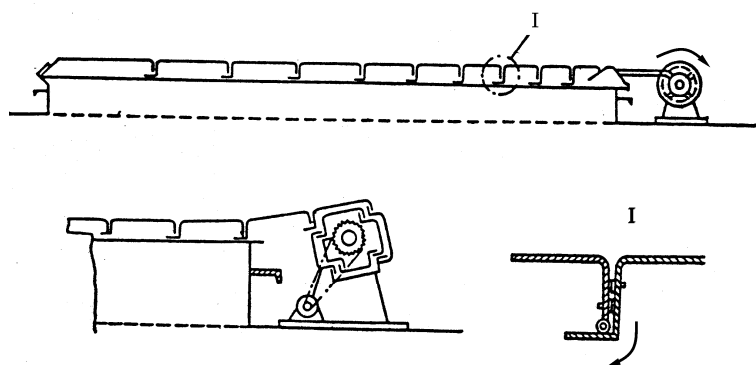
Hình 11.9

Cách thường dùng trong ngành tàu dùng tời cầu hàng để lăn các nắp đậy vào một góc, sau đó dựng chúng dậy và xếp chúng trên thành miệng hầm hàng.



Hình 11.10

Cách thứ ba được dùng trên tàu là sử dụng trục lăn lớn cuộn tròn các nắp thành cuộn. Hình ảnh cuối của cách làm này là chúng ta nhận được những cuộn nắp hầm đẹp và gọn như những cuộn thảm Ba Tư vậy. Cách cuộn thảm được giới thiệu tại hình 11.11.



Hình 11.11

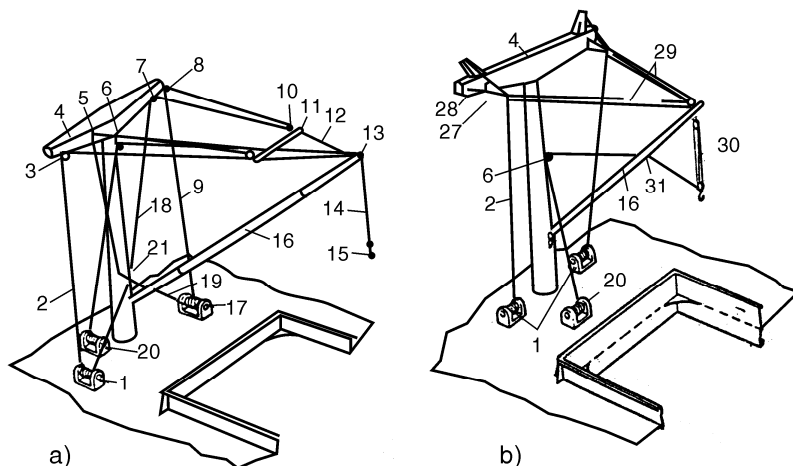
11.3 THIẾT BỊ BỐC XẾP DỠ HÀNG

Thiết bị bốc dỡ hàng trên tàu khá đa dạng. Chọn lựa thiết bị thích hợp, đảm bảo bốc dỡ hàng của tàu đúng tiến độ và hiệu quả luôn là vấn đề thời sự. Những đòi hỏi về kỹ thuật bốc xếp, giải phóng tàu luôn được nâng cao. Nhờ sự hối thúc đó con người đã sáng tạo thêm những phương tiện bốc dỡ hiệu quả hơn so với thiết bị chỉ nửa thế kỷ trước.

Cần cẩu được dùng lâu nhất và còn được dùng rộng rãi nhất là cầu derrick. Đây là cầu đơn giản, dễ chế tạo, dễ sử dụng. Cầu derrick được bố trí hai đầu khoang hàng. Tời cầu phải được bố trí tại vị trí mà người điều khiển có thể quan sát tốt nhất. Điều cần nói thêm, trong nhiều phương án thiết kế tời cầu còn làm những việc khác ngoài cầu hàng, do vậy bố trí tời cầu phải đáp ứng các đòi hỏi khác nhau của công việc.

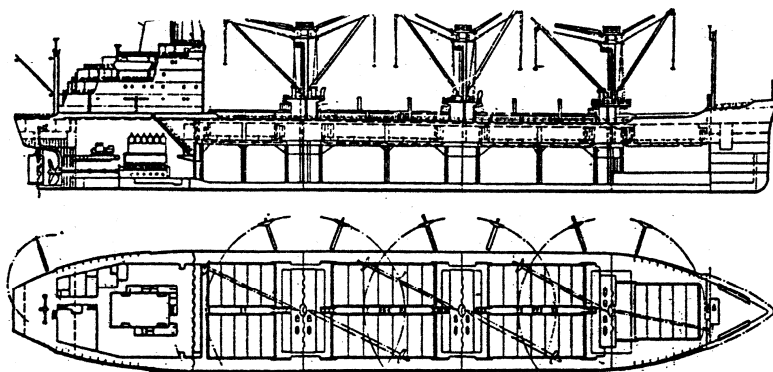
Thông thường toàn bộ tời cầu người ta tập trung chung quanh cột cầu, bố trí dưới góc độ thuận lợi nhất cho việc đi dây của hệ thống cầu. Tập hợp này được đặt trên sàn công tác, thường cao hơn mặt boong. Dưới các sàn công tác là không gian đủ rộng, dùng làm kho hoặc thực hiện những chức năng tương tự vậy. Thông lệ bao quanh sàn công tác vừa nêu là dây lan can đủ độ tin cậy, bảo vệ người làm việc, bảo vệ thiết bị.

Hình 11.12 giới thiệu một số sơ đồ cầu sử dụng cầu derrick. Sơ đồ a giới thiệu hệ thống Vélle, sơ đồ b- hệ thống Hallene. Trong sơ đồ số 16 chỉ derrick chúng ta đang quan tâm.



Hình 11.12

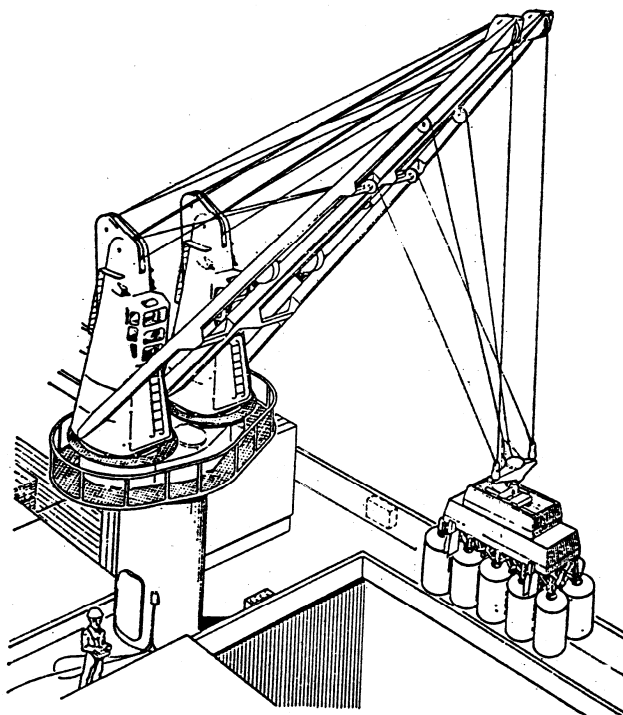
Bố trí các cột cầu, cần cẩu derrick, bộ cầu cùng các tời trên sàn công tác trên tàu chở hàng được giới thiệu tại hình 11.13. Những vòng tròn vẽ tại hình chiếu bằng miêu tả tầm vươn các derrick ra mạn và đến đầu hầm hàng phía xa.



Hình 11.13 Tàu vận tải cùng hệ thống cầu derrick

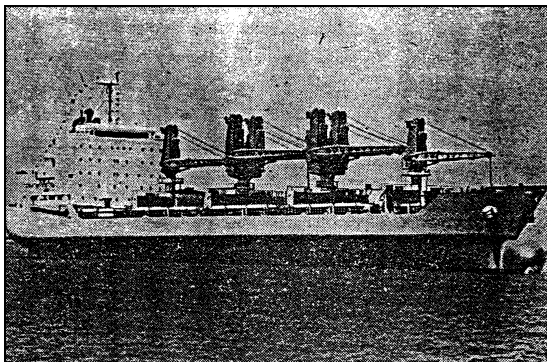
Bố trí hệ thống cầu, như đã đề cập ảnh hưởng rất lớn đến mỹ thuật của tàu. Hệ thống cầu, đặc biệt cầu nặng luôn là những khối hình nặng nề. Hệ thống cần cầu, hệ thống dây cầu, dây chằng thường được chùng ra hết cỡ tạo nên bức tranh khá rối rắm. Tại đây đòi hỏi người kiến trúc sư phải xử lý những tình huống khó khăn, tìm biện pháp thích hợp nhất làm đẹp con tàu.

Để thay thế cho các cầu dùng derrick chúng ta có thể chọn cầu quay. Hình 11.14 trình bày cầu đôi được sản xuất vào những năm sáu mươi, bảy mươi. Mỗi cầu đơn trong cụm này có sức nâng $25t$, tầm vươn $24m$.



Hình 11.14

Bố trí hệ thống cầu quay trên tàu cần tuân thủ một số qui luật nhất định nhằm nâng cao khả năng sử dụng của toàn bộ hệ thống. Tàu trên hình 11.15 gồm 5 khoang hàng, được trang bị bốn cụm cầu quay, trong đó hai cầu giữa là cầu đôi, hai cầu hai đầu thuộc cầu đơn.

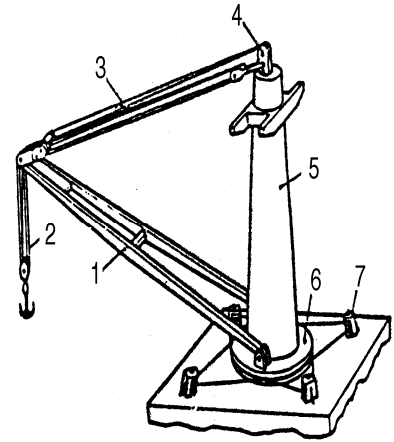


Hình 11.15

Với cầu sức nâng 25t, cầu đủ năng lực cầu hàng dưới sức nặng cho phép, 25t bằng cầu đơn. Với trọng vật đến 49t hệ cầu đôi đủ sức làm việc, còn với hàng nặng đến 92,5t hai hệ cầu đôi đủ sức nâng.

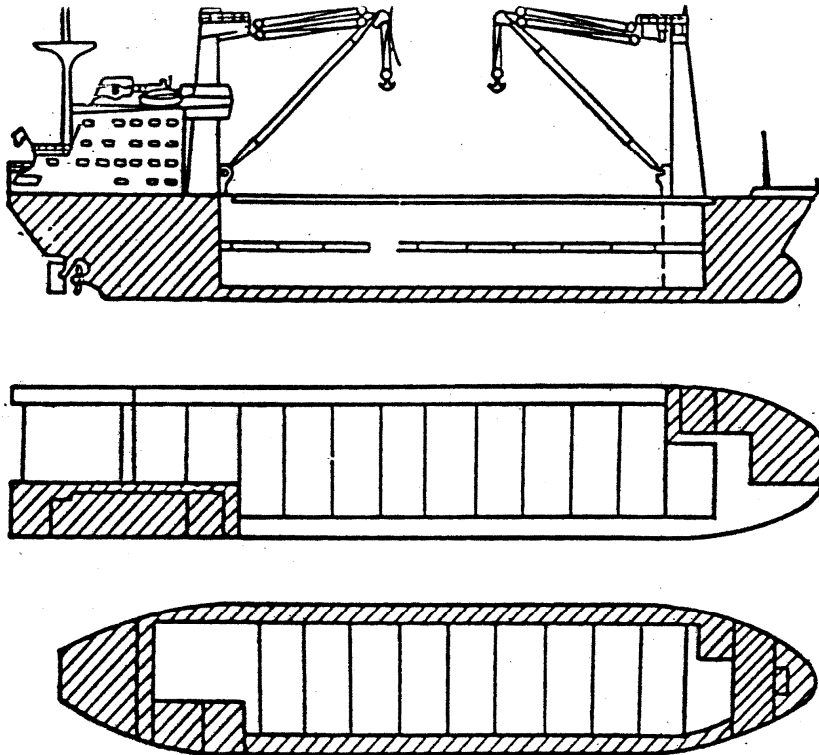
Với những tàu chở hàng nặng người ta phải bố trí các cầu nặng. Thiết kế cầu nặng nằm ngoài khuôn khổ tài liệu này, tuy nhiên bố trí cầu nặng lên tàu lại là phần việc của kiến trúc sư tàu.

Cầu nặng được thiết kế dạng cầu quay, cầu những mã hàng nặng và rất nặng (H.11.16). Sức nâng tại móc 600t.



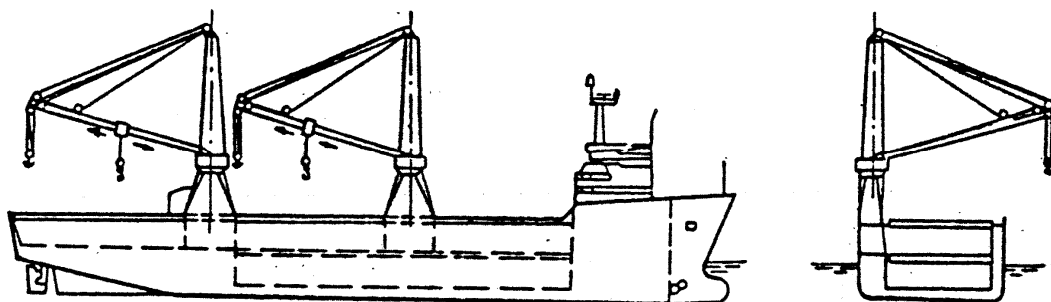
Hình 11.16 Cầu quay

Bố trí cầu nặng lên tàu cần hết sức thận trọng. Trong mọi trường hợp phải đảm bảo cho tàu làm việc ổn định và tàu phải được giữ ở tư thế cân bằng khi lên hàng. Bạn đọc nhìn thấy bố trí “phản đối xứng” của tàu cầu tại hình 11.17 nhằm mục đích giữ cân bằng tàu. Hệ thống này được vẽ lại từ tàu cầu hàng “Jambo Challenger”.



Hình 11.17 Bố trí cầu kiểu “Phản đối xứng”

Hình 11.18 giới thiệu bố trí cầu hết sức độc đáo trên tàu chở hàng vô cùng nặng. Hai cầu quay, sức nâng mỗi cầu 550t, được bố trí cùng một bên mạn tàu, trái với mọi lý thuyết cân bằng tàu. Tầm vươn cầu quá mạn bên kia 9-10m. Cách làm theo phương án đầy nguy hiểm này đã đưa đến thành công. Cầu làm việc an toàn, tàu ở trạng thái cân bằng theo qui định.



Hình 11.18 Bố trí hai cầu quay cùng một bên mạn tàu

Phương án trên với kết quả khả quan đã được áp dụng cho tàu chở hàng thùng có trang bị thiết bị tự bốc dỡ. Hai cầu quay dùng để nâng hạ container 40', trọng lượng chuẩn 35t và container 20', trọng lượng chuẩn 25t, được lắp một bên mạn. Tầm vươn của cầu qua khỏi mạn đối diện khoảng 10m, giống như trường hợp nêu trước. Điều khó nhất đối với kiến trúc sư vẫn là giữ được vẻ đẹp cho tàu, trong khi phải đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật rất khắt khe.

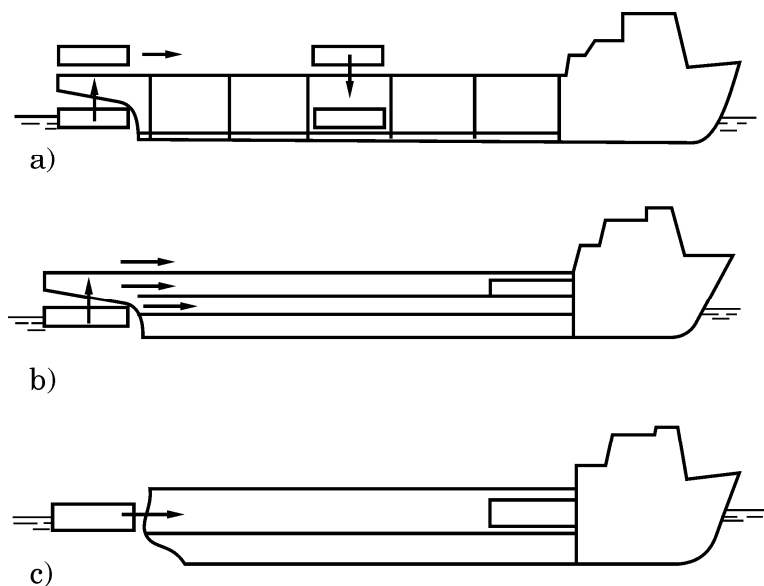
Chúng ta làm quen thêm cách chuyển hàng theo phương ngang trên tàu hiện đại. Một trong những cải tiến rất có ý nghĩa của con người trong vận tải thủy là chế tạo loại tàu chở sà lan, hay nói dài hơn, tàu mẹ chở tàu con. Thiết kế tàu mẹ chưa phải khó song tìm biện pháp thích hợp chuyển tàu con trong lòng tàu mẹ là chuyện khá phức tạp.

Hệ thống chuyển sà lan trong lòng tàu được thực hiện theo ba kiểu khác nhau về nguyên tắc làm việc:

- Hệ thống LASH ra đời sớm nhất và được dùng phổ biến hơn cả được vận hành nhờ hoàn toàn vào hệ thống cầu di động, chạy dọc tàu. Người nước ngoài gọi đây là cầu chân dê. Sà lan chứa hàng được cầu thẳng từ nước lên, “con dê” mang sà lan chạy dọc tàu và hạ xuống vị trí đã chỉ thị, hình a trên hình 11.19.

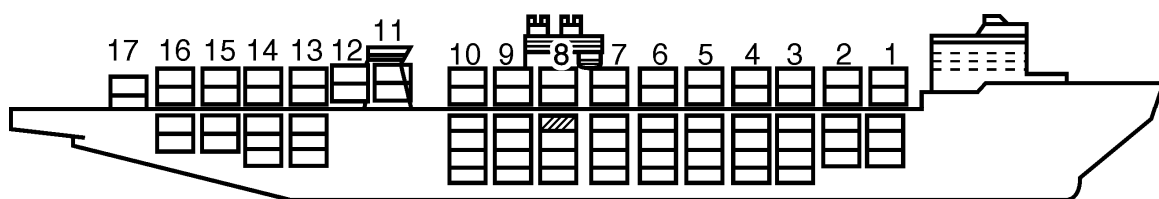
- Hệ thống thứ hai có tên gọi “Seabee”. Theo cách làm trong hệ thống ong biển này, tàu mẹ tự hạ mình đến mức nước để sà lan được kéo vào trong theo nguyên tắc “vào trước ra sau” như quá trình nhập dữ liệu trong lập trình vậy.

- Hệ thống thứ ba người ta gọi là tàu - dock. Trong hệ thống này cần cầu vẫn còn tác dụng. Hình 11.19 trình bày sơ đồ làm việc của ba hệ thống vừa đề cập.

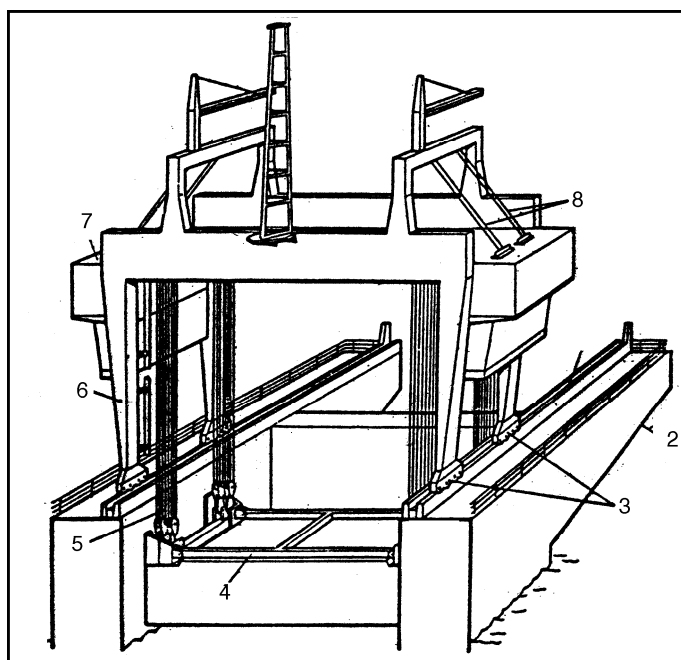


Hình 11.19 Đưa hàng vào tàu chở sà lan

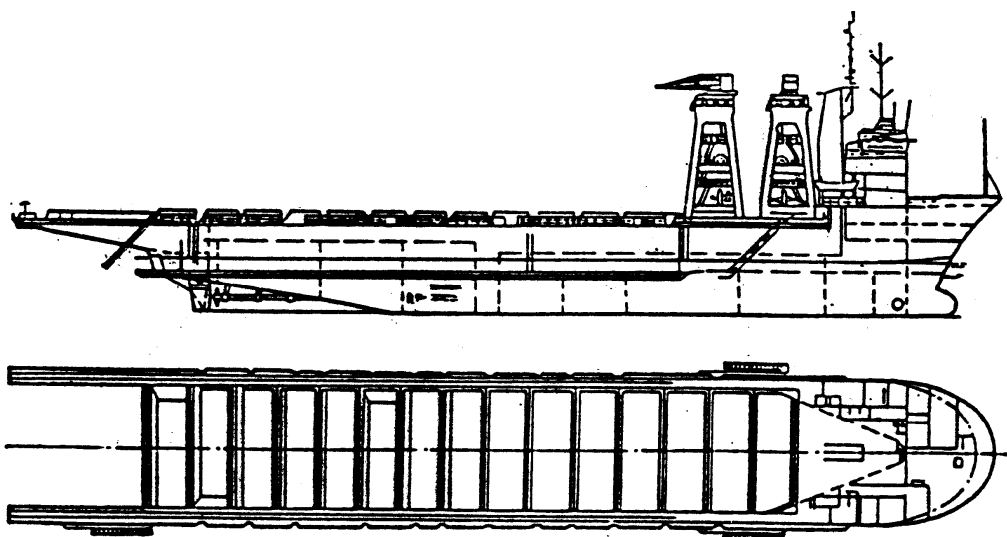
Theo cách làm trong hệ thống LASH các sà lan được xếp theo thứ tự trình bày tại hình 11.20.



Hình 11.20 Xếp sà lan trên tàu LASH

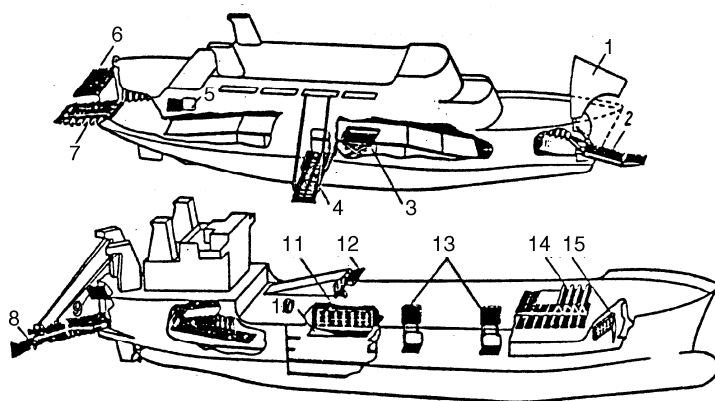


Hình 11.21 Cầu “con dê” trên tàu LASH

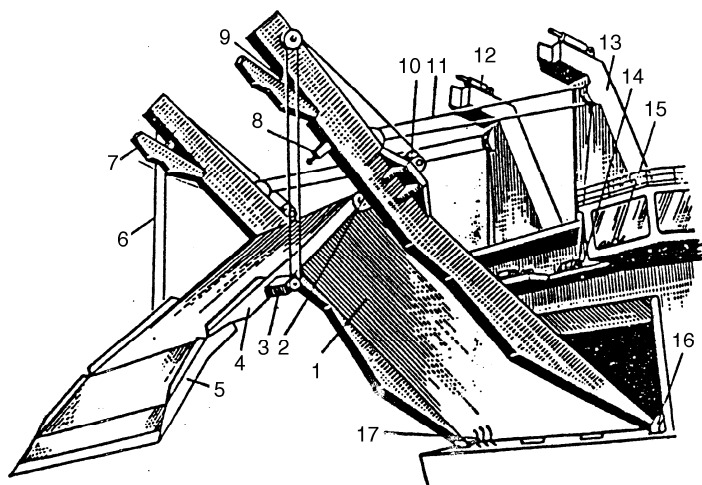


Hình 11.22 Bố trí cầu trên tàu “Dock Express”

Phần tiếp theo bạn đọc theo dõi quá trình chuyển hàng của tàu Ro-Ro. Tàu nhóm này không bố trí cầu nâng hàng, thay vào đó bố trí cầu dẫn cho xe ra vào tàu và hệ thống đường nội bộ cho xe tải thực thi nhiệm vụ. Tàu trong trường hợp không chỉ là garare mà còn là nhà kho lớn. Hệ thống vận tải nội bộ tàu Ro-Ro được giới thiệu tại hình 11.23. Trong hình chi tiết đánh dấu bằng số 2 chỉ cầu dẫn mũi tàu, 4- cầu dẫn mạn, 7, 8- cầu dẫn phía lái. Các thiết bị đánh dấu 10, 11, 12, 13, 14, 15 đảm bảo che đậy miệng hầm, làm kín tàu đã giới thiệu tại phần trước. Hệ thống cầu dẫn của tàu được nghiên cứu và thiết kế công phu, đảm bảo an toàn cho các phương tiện vận tải qua lại trên cầu khi nhận, xuất hàng và hết sức an toàn, kín nước khi tàu chạy. Hình 11.24 giới thiệu hai dạng cầu dẫn phía lái.



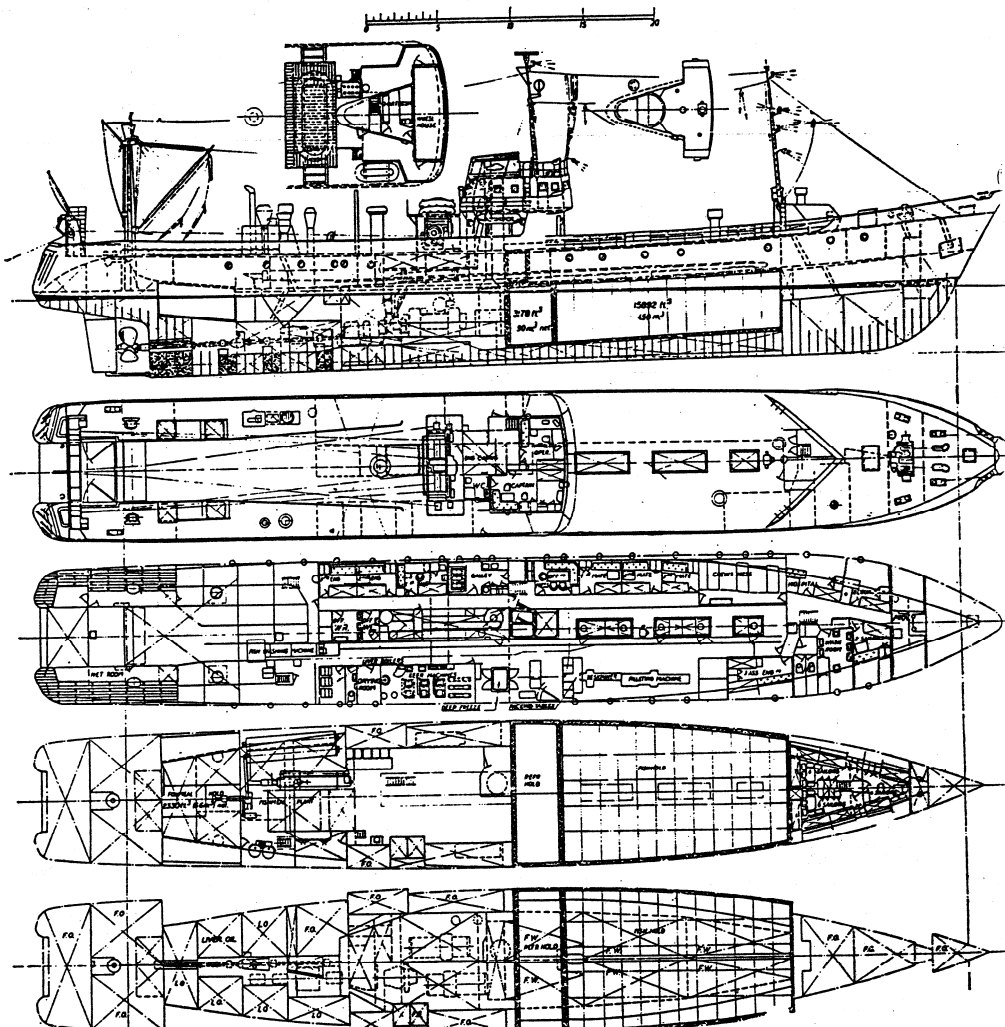
Hình 14.23 Tàu Ro-Ro



Hình 11.24 Cầu dẫn trên tàu Ro-Ro

11.4 BỐ TRÍ KHOANG MÁY

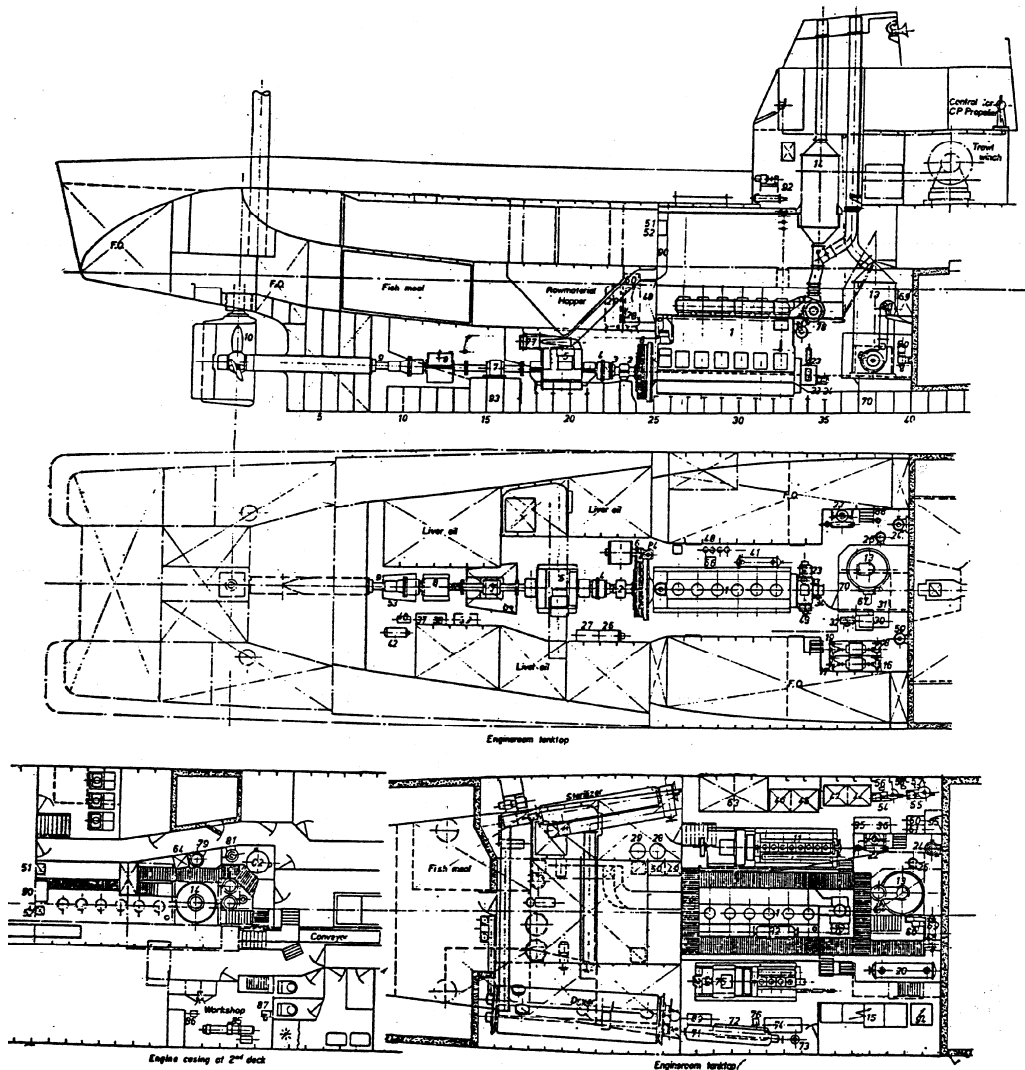
11.4.1 Khoang máy tàu



Hình 11.25 Bố trí chung tàu “Sagitta”

Trên các tàu ngày nay, chúng ta gặp khoang máy bố trí phía sau hoặc khoang máy nằm tại khu vực giữa tàu. Trong lý thuyết thiết kế, bạn đọc đã phải phân biệt các phép tính chọn kích thước tàu, kích thước các khoang, các kết tỳ thuộc vị trí khoang máy. Các tàu dầu trình bày trong các ví dụ các chương trước đã giới thiệu đầy đủ cách bố trí khoang máy phía sau tàu. Bố trí chung tàu đánh cá “Sagitta”, đặc trưng cho kiểu tàu châu Âu có khoang máy nằm tại khu vực giữa tàu. Nhìn vào hình chiếu đứng (*profile*), có thể nhận thấy các thiết bị, máy móc trong khoang máy được bố trí rất gọn, có thể nói là chặt và kín. Hệ thống khí xả, các thiết bị tận dụng nguồn nhiệt do máy thải được bố trí trong trạng thái kín, chặt và hợp lý trong lòng ống khói. Hệ thống đường trục, bắt đầu từ hộp số, các ổ đỡ, chân vịt tàu được sắp xếp đúng qui định. Bỏ qua các mặt cắt qua các boong

trên, chú ý quan sát bố trí trên mặt bằng buồng máy. Tất cả vùng từ khoang máy đến sau tàu, trong đó bố trí máy, đường trục, các két chứa dầu (FO và DO) đều thuộc phần việc chúng ta quan tâm.



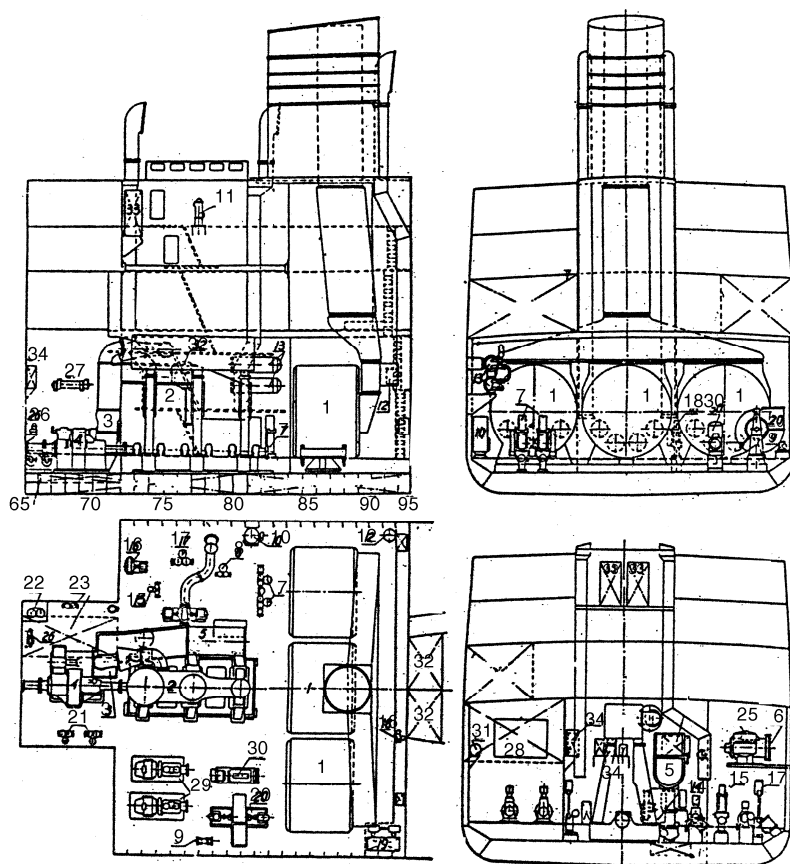
Hình 11.26 Bố trí buồng máy tàu Carl Kampf

Kích thước khoang máy và vị trí đặt khoang máy tùy thuộc vào chức năng tàu và công suất máy cùng trang thiết bị. Khoang máy đặt sau thường chỉ chiếm được không gian chật chội hơn nếu so với khu vực giữa tàu. Khoang máy đặt sau làm cho quãng cách giữa đầu máy và vòm lái nơi chân vịt hoạt động sẽ ngắn hơn, và như vậy đường trục tàu sẽ ngắn. Người ta cố gắng rút ngắn đường trục, tất nhiên trong những điều kiện cho phép, nhằm tiết kiệm vật liệu làm trục, giảm tổn thất năng lượng trên đường truyền và tạo nhiều thuận lợi cho việc bố trí. Khoang máy đặt sau tàu trong những trường hợp nhất định gây khó khăn cho cân bằng tàu.

Khoang máy đặt giữa tàu sẽ chiếm được khoảng không rộng rãi, bề ngang rộng, diện tích mặt sàn gần như vuông vắn. Bố trí máy trong khoang nằm tại

vùng giữa tàu sẽ thuận lợi hơn, dễ dàng hơn. Tuy nhiên khi khoang máy càng xa vòm đuôi, đường trục chân vịt sẽ dài ra, những phức tạp chung quanh đường trục nhiều hơn. Trong thiết kế tàu, người ta phải dẫn đo, suy nghĩ khi xác định vị trí đặt khoang máy. Ngày nay trên các tàu sông, tàu biển đang hoạt động chúng ta còn thấy, nhiều tàu đặt khoang máy vào phần trước tàu. Nếu có dịp thấy tàu supply (tàu dịch vụ, cung ứng) trong đội hình tàu phục vụ ngành dầu khí bạn hẳn thấy toàn bộ thượng tầng tàu, phần trên buồng máy, nằm về phía tận cùng phía trước.

Để làm rõ hơn cách bố trí máy chính, hộp số, đường trục chúng tôi đưa thêm bản vẽ bố trí buồng máy tàu cùng chức năng như Sattiga lắp máy diesel, chân vịt biến bước, đặt trong ống đạo lưu để bạn đọc tham khảo. Bản vẽ dạng này được gọi là bố trí chung buồng máy (*engine room arrangement*) (H.11.26).

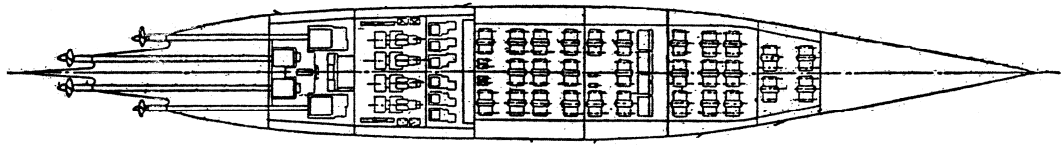


Hình 11.27 Buồng máy với máy hơi nước

Trong buồng máy, thường phải bố trí tất cả máy chính, máy phụ, hệ thống trang thiết bị phục vụ các máy, các bơm... Trước khi phân định vị trí cho máy chính, máy phụ chúng ta có thể ôn lại vài nét về quá trình phát triển máy tàu và cách sắp xếp của chúng lên tàu. Máy tàu được dùng đầu tiên thuộc thể hệ máy hơi nước. Bước phát triển tiếp theo người ta dùng máy hơi nước cùng tua bin hơi để chạy tàu. Hình ảnh buồng máy lắp máy hơi nước cùng tua bin hơi với tổng công suất 3800PS được giới thiệu tại hình 11.27. Trong hình, chi tiết đánh số 1 là hệ

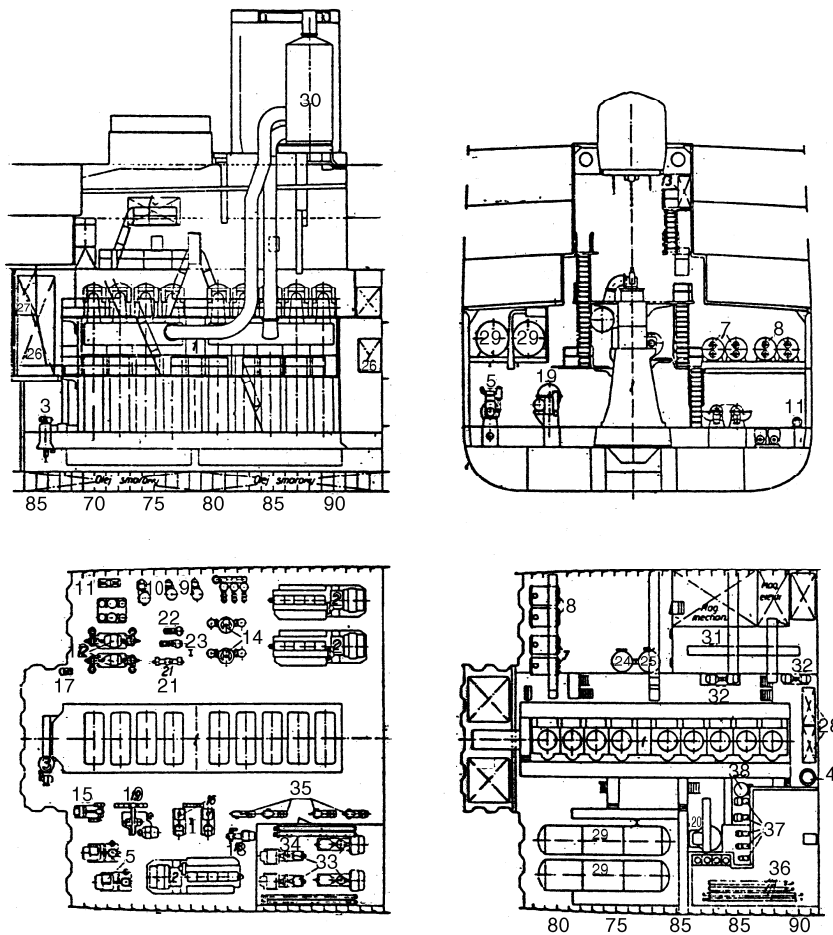
nồi hơi, số 2- máy hơi nước, 3- tua bin hơi và 4- bộ truyền với ly hợp thủy lực.

Giai đoạn thịnh hành của máy hơi nước kéo dài cùng với phát triển của máy diesel, của điện. Hình 11.28 giới thiệu sơ đồ buồng máy tàu khách thế kỷ trước, công suất tổng cộng các máy 160.000PS. Tàu đang giới thiệu gồm bốn hệ đường trục, bốn chân vịt, được hệ thống động lực điện-tua bin vận hành.



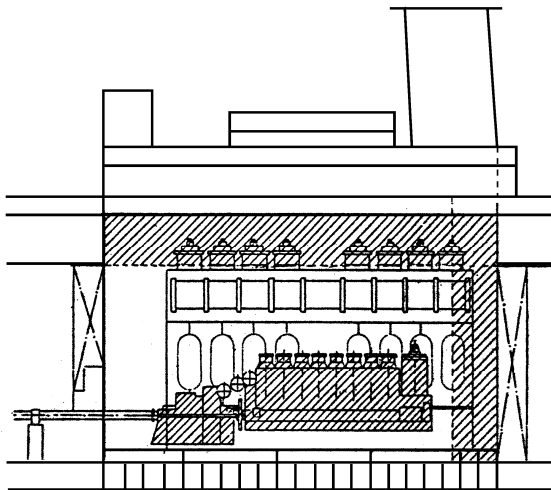
Hình 11.28 Buồng máy tàu khách, công suất 160.000PS

Động cơ đốt trong khi đưa vào tàu làm cho kích thước buồng máy có phần giảm đi. Thế hệ đầu tiên của máy diesel xuống tàu là các máy quay chậm (*low speed*), kích thước phủ bì còn đáng kể. Như tài liệu tham khảo, bạn đọc có thể nhìn bố trí buồng máy tàu hàng lắp máy diesel quay chậm tại hình 11.29 để thấy sự bề thế của nó.



Hình 11.29 Buồng máy tàu hàng lắp máy diesel

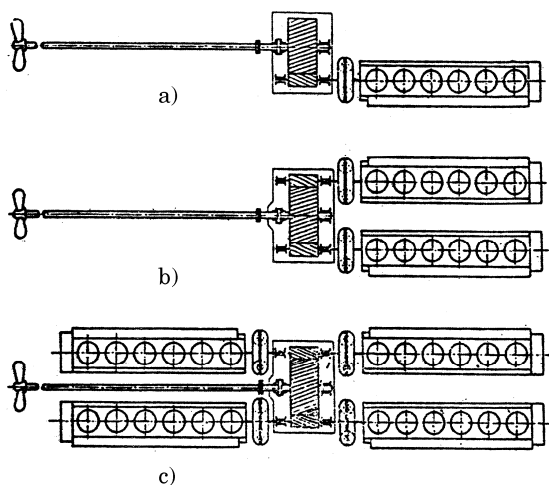
Đặc điểm của những máy tàu tốc độ chậm là không dùng hộp số, vòng quay trục chân vịt bằng vòng quay trục cơ máy chính. Tuy nhiên, kích thước phủ bì quá lớn của máy gây không ít khó khăn cho bố trí buồng máy, nếu đó là những tàu không lớn. Xu hướng chung trong ngành là sử dụng máy quay nhanh hơn, thuộc diện máy trung tốc, cao tốc với kích thước phủ bì và trọng lượng máy giảm đáng kể. Chúng ta có thể hình dung sự thay đổi kích thước phủ bì của máy thấp tốc và máy cao tốc qua ví dụ minh họa tại hình 11.30.



Hình 11.30 So sánh kích thước máy thấp tốc và cao tốc

Yêu cầu đặt ra cho các tàu làm việc ở vận tốc thấp hoặc vận tốc trung bình là vòng quay của trục chân vịt nên ở mức nhỏ cho phép hay ở mức có thể, đảm bảo hiệu suất chân vịt cao. Cách giải quyết phổ biến là sử dụng thêm hộp số nhằm giảm tốc độ quay đến trục chân vịt như ý chủ tàu. Các tàu ngày nay chúng ta gặp có hộp số (*gear box*) làm nhiệm vụ đã nêu.

Sơ đồ trình bày tại hình 11.31 giúp bạn đọc hình dung cơ cấu truyền động từ máy chính đến chân vịt thường gặp trên các tàu.

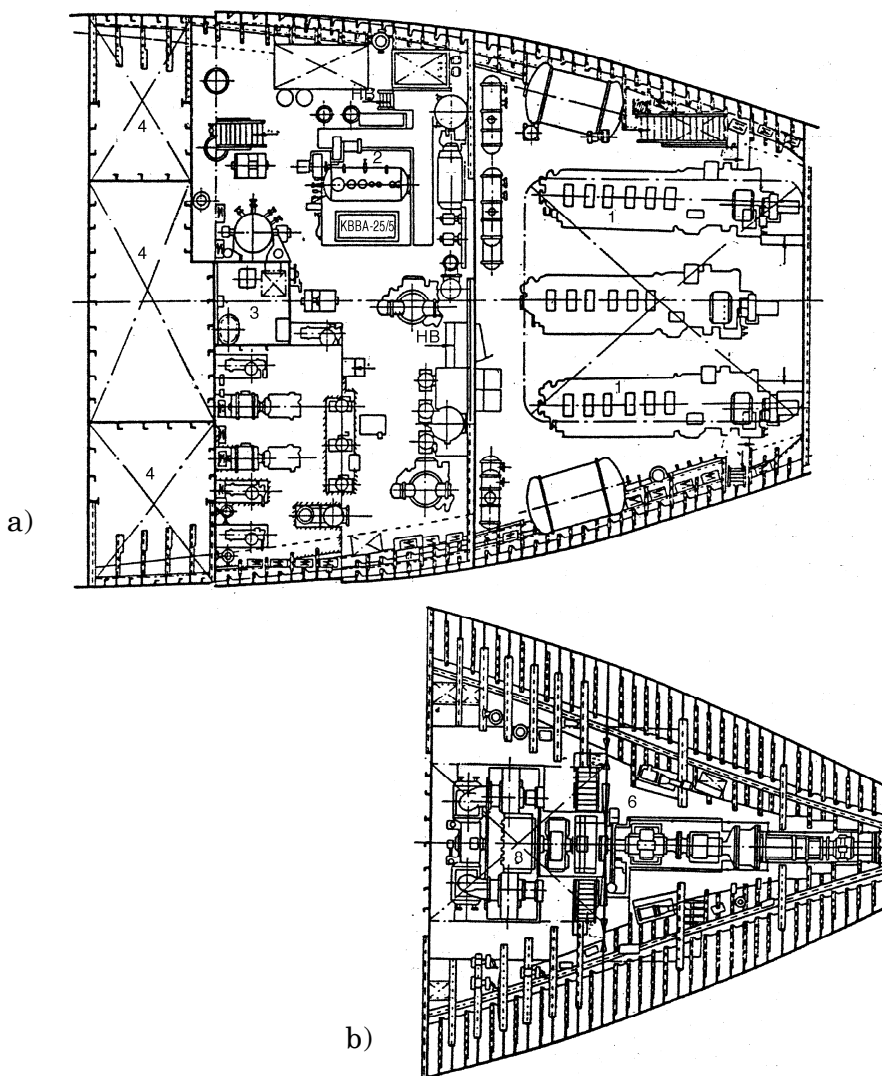


Hình 11.31 Máy chính, hộp số và trục chân vịt

Cách thường dùng trên các tàu, và điều này thể hiện tại tàu nêu trên, tàu “Sagitta” sử dụng cách liên kết này là sử dụng hộp số cơ hoặc thủy lực nhiều cấp hạ vòng quay từ một máy đến trục chân vịt.

Dạng thứ hai sử dụng một hộp số cho nhiều máy. Hệ thống này được biểu diễn tại hình 11.31b cho trường hợp dùng hai máy một hộp số, tại hình 11.31c dùng bốn máy với một hộp số.

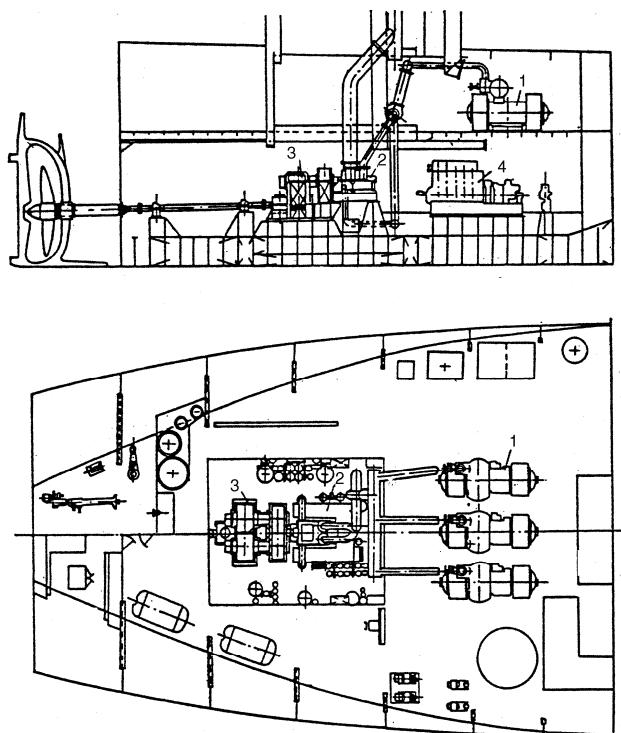
Theo sơ đồ b người ta có thể bố trí hai máy cùng công suất, cùng chế độ quay hoặc trong những trường hợp cụ thể có thể bố trí theo kiểu hệ thống “cha và con”. Trong hệ thống “cha – con” hai máy không có cùng công suất, trong đó máy công suất yếu hơn (máy con) làm chức năng bổ sung cho “máy cha” khi cần.



Hình 11.32 Buồng máy dùng thiết bị năng lượng điện

Ngoài ra trong thực tế, còn dùng thiết bị năng lượng điện, điện - tua bin, tua bin khí... trong việc đẩy tàu. Hình 11.32 giới thiệu buồng máy trang bị hệ thống đẩy tàu trên cơ sở năng lượng điện. Theo bố trí tại hình, thiết bị đánh số 1 chỉ các tổ phát điện chính, 2- nồi hơi phụ, 4- két dầu, 5- bàn điều khiển, 7- bảng điện chính, 8- động cơ điện quay chân vịt. Hệ thống này đang được dùng trên nhiều tàu.

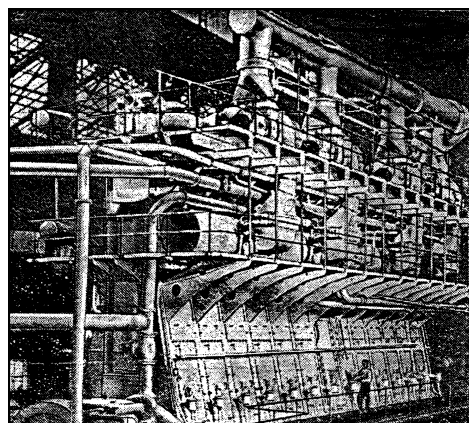
Hệ thống điện - tua bin trên tàu được trình bày tại hình 11.33: 1- động cơ nén, số 2- tua bin khí, 3- hộp giảm tốc, 4- cụm máy phát.



Hình 11.33 Buồng máy với thiết bị điện - tua bin khí

11.5 BỐ TRÍ BUỒNG MÁY TÀU

Buồng máy với máy chính diesel thấp tốc được bố trí để trực tiếp quay trục chân vịt. Máy trung tốc hoặc cao tốc được nối với hộp giảm tốc để hạ thấp vòng quay cho đầu ra. Trục chân vịt bắt đầu từ mặt bích sau hộp giảm tốc, chỉ quay với vận tốc đã tính toán. Trường hợp máy chính trực tiếp quay chân vịt máy và trục chân vịt được bố trí thẳng, song song với mặt dọc tàu. Những thiết bị phụ trong buồng máy được bố trí gọn, đúng cách trong không gian xác định.

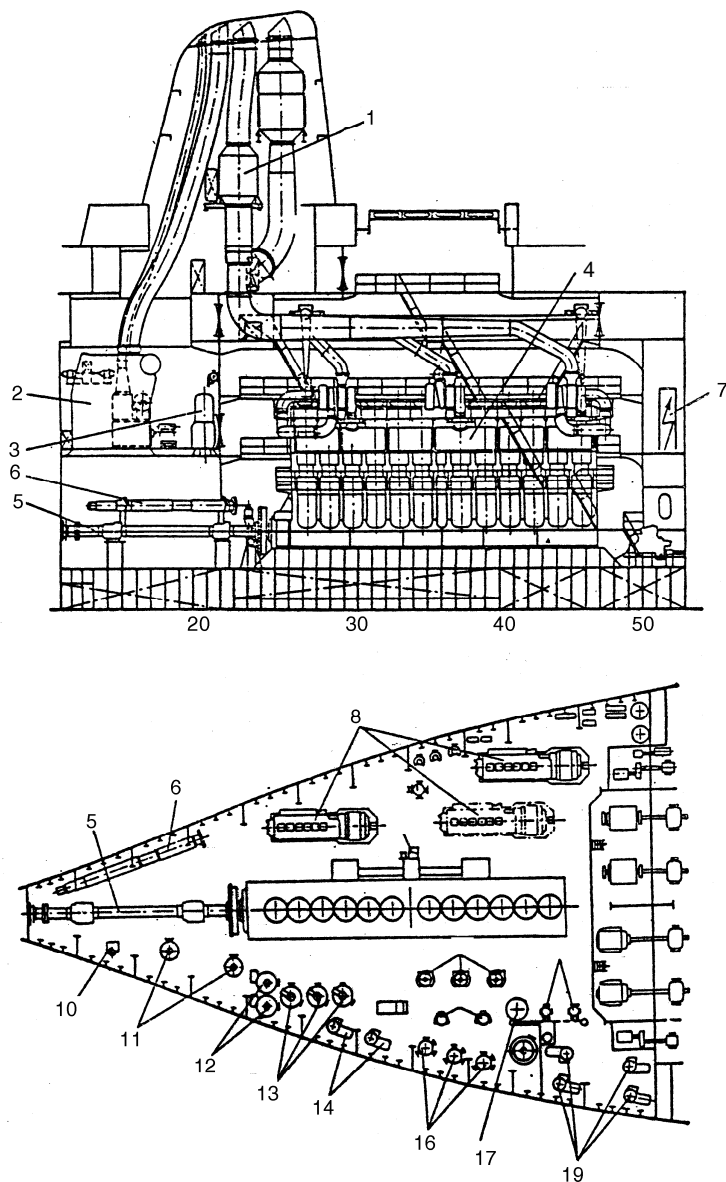


Hình 11.34

Máy thấp tốc thường có kích thước phủ bì lớn. Hình 11.34 giới thiệu với bạn đọc máy diesel thấp tốc, công suất 15.000PS đang được lắp ráp trước khi xuất xưởng. Bạn có thể so sánh về bề thế của nó so với chiều cao, chiều rộng phân xưởng lắp máy rất lớn đang che khuất sau máy.

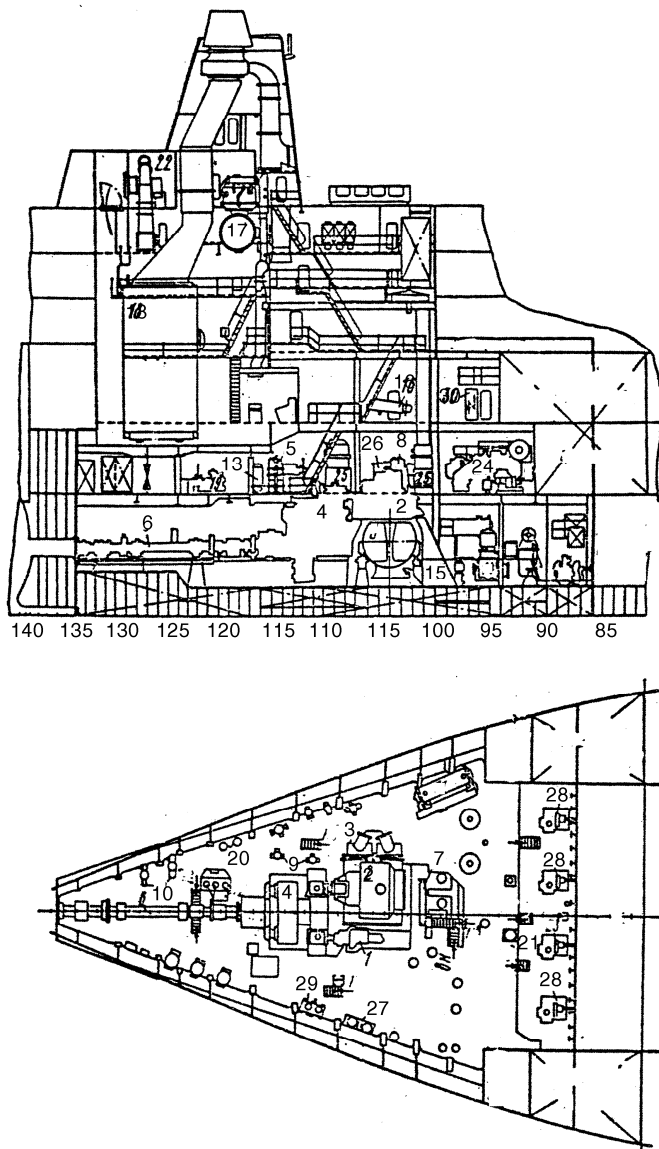
Hình 11.35 giới thiệu bố trí buồng máy, trong đó máy chính thuộc nhóm máy thấp tốc trực tiếp quay chân vịt tàu.

Máy thấp tốc, quay trực tiếp trực chân vịt cỡ đang quan tâm khi đặt vào tàu sẽ chiếm không gian vô cùng lớn. Sơ đồ bố trí máy diesel thấp tốc cho tàu dầu được giới thiệu gọn tại hình 11.35. Máy chính (4) trên hình chiếm vị trí trung tâm buồng máy. Hệ thống khí xả cùng nổi tận dụng (1), bầu giảm âm nằm trong lòng ống khói, vươn lên khỏi boong cao nhất.



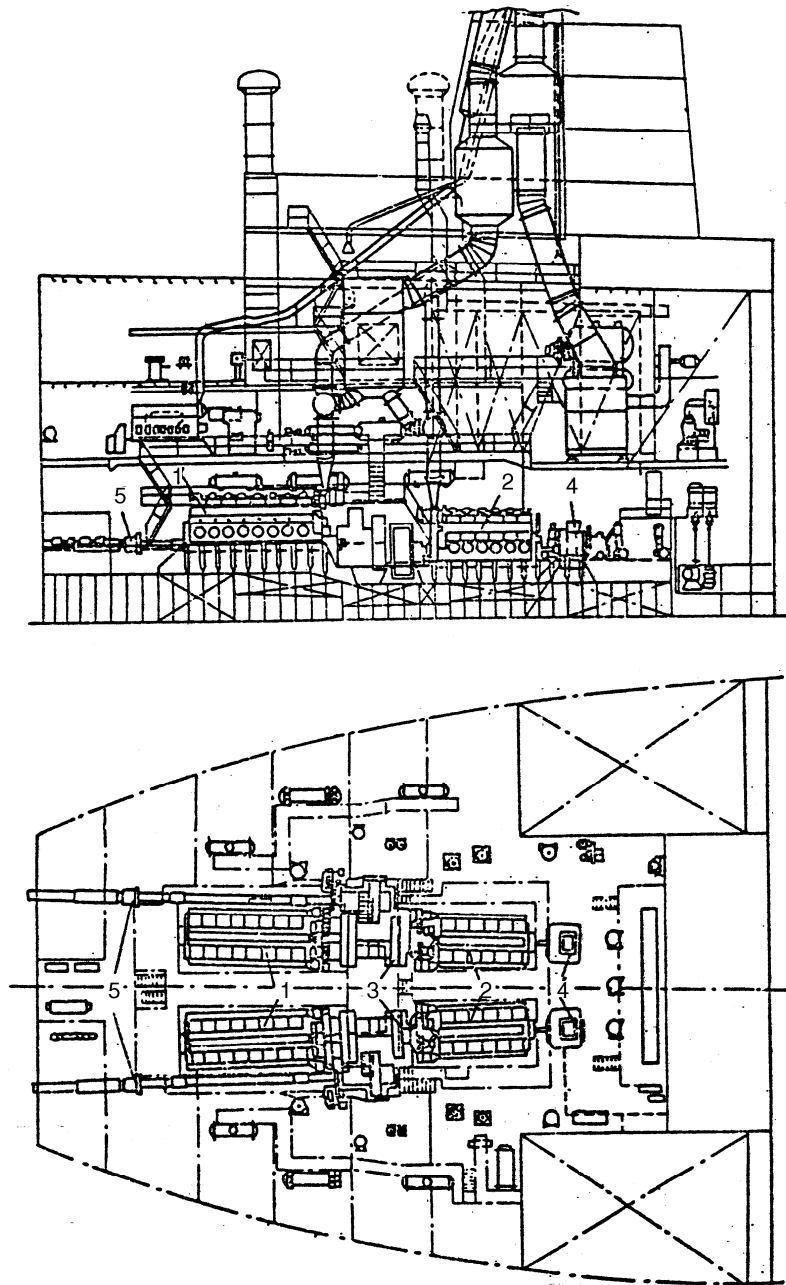
Hình 11.35 Buồng máy tàu chở dầu. Máy diesel thấp tốc

Tại hình vẽ có thể thấy rõ hơn, 7- bảng điện chính, 8- các cụm máy phát, 9- bàn điều khiển máy chính, 10, 11, 15, 18- các bơm, 12- bầu lọc nhớt, 13- sinh hàn dầu, 14- thiết bị làm sạch dầu, 17- bình khí khởi động. Chúng ta sẽ có dịp so sánh buồng máy với máy diesel trên đây với kích cỡ buồng máy trang bị tua bin khí dùng cho tàu dầu tại hình 11.36.



Hình 11.36 Buồng máy tàu chở dầu trang bị tua bin

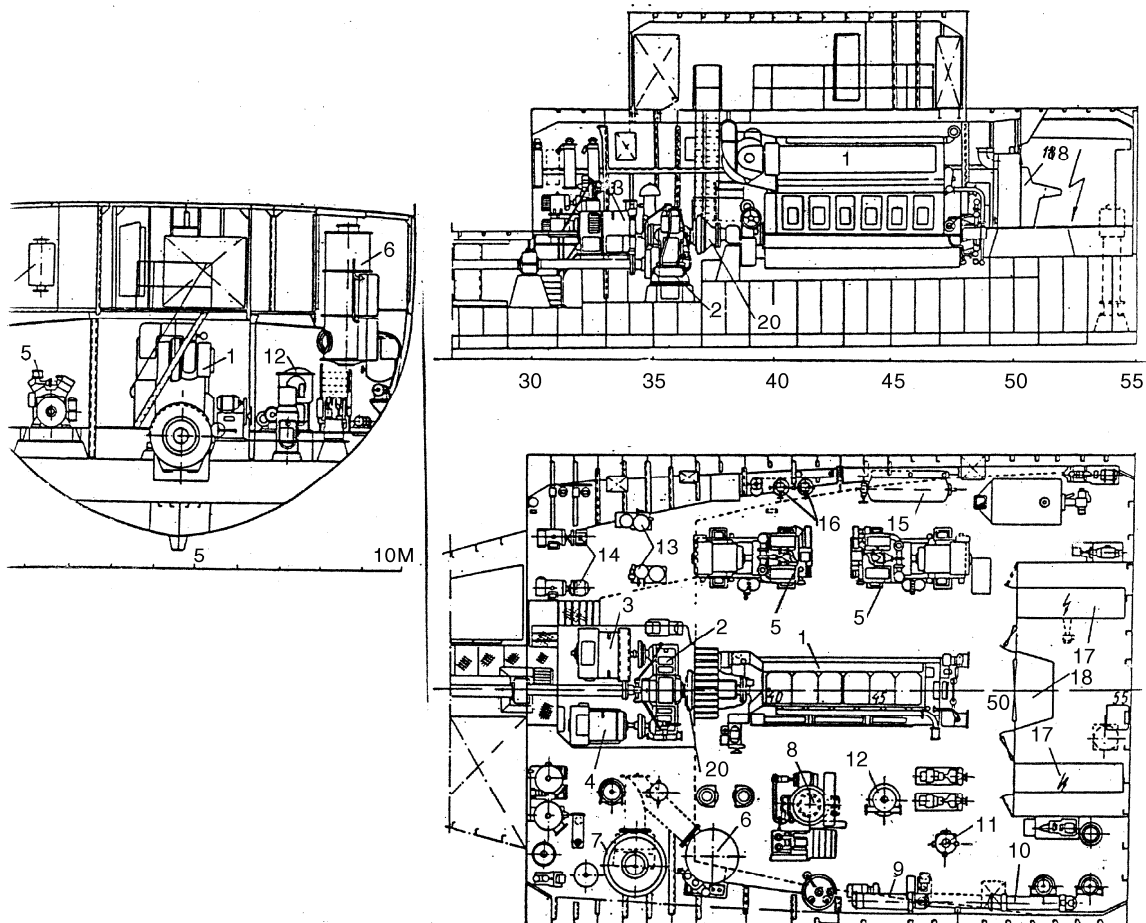
Trường hợp có trang bị hộp giảm tốc, chúng ta vẫn gọi là hộp số, trong buồng máy phải dành khoảng không nhất định cho chi tiết đang nêu này. Ví dụ tiếp theo trích từ thiết kế tàu chở dầu trang bị cụm máy diesel trung tốc, tổng công suất 11.800PS (H.11.37). Trong hình 11.26, 2- động cơ diesel trung tốc, 3- hộp giảm tốc, 4- máy phát dầu trực, 5- hai hệ đường trục chân vịt tàu. Bạn đọc có thể để ý, bố trí cụ thể cho thấy hai đường trục không hoàn toàn song song với đường đối xứng dọc tàu. Thiết kế dạng này được dùng khá phổ biến hiện nay.



Hình 11.37 Buồng máy tàu chở dầu, máy trung tốc

Từ thiết kế thành công của một phòng thiết kế tại Poland chúng ta có thể xem bố trí buồng máy trên tàu đi biển trang bị một máy chính, chạy bằng dầu D.O., sáu xi lanh, công suất không cao. Tàu được đóng vào những năm sáu mươi, trên đó người ta đã bố trí máy chính kiểu KLSSMR6 công suất 1600PS, vòng quay 400 v/ph. Hộp số theo máy giảm vòng quay theo tỷ số truyền 1:2, vòng quay còn lại cho trục chân vịt 200v/ph. Bố trí buồng máy tàu mang ký hiệu B.23 được trình bày lại tại hình 11.38. Trong hình máy chính được ký hiệu bằng số 1, còn số 2- hộp giảm tốc, 3 và 4- máy phát do trục chân vịt quay, dạng máy sử dụng công

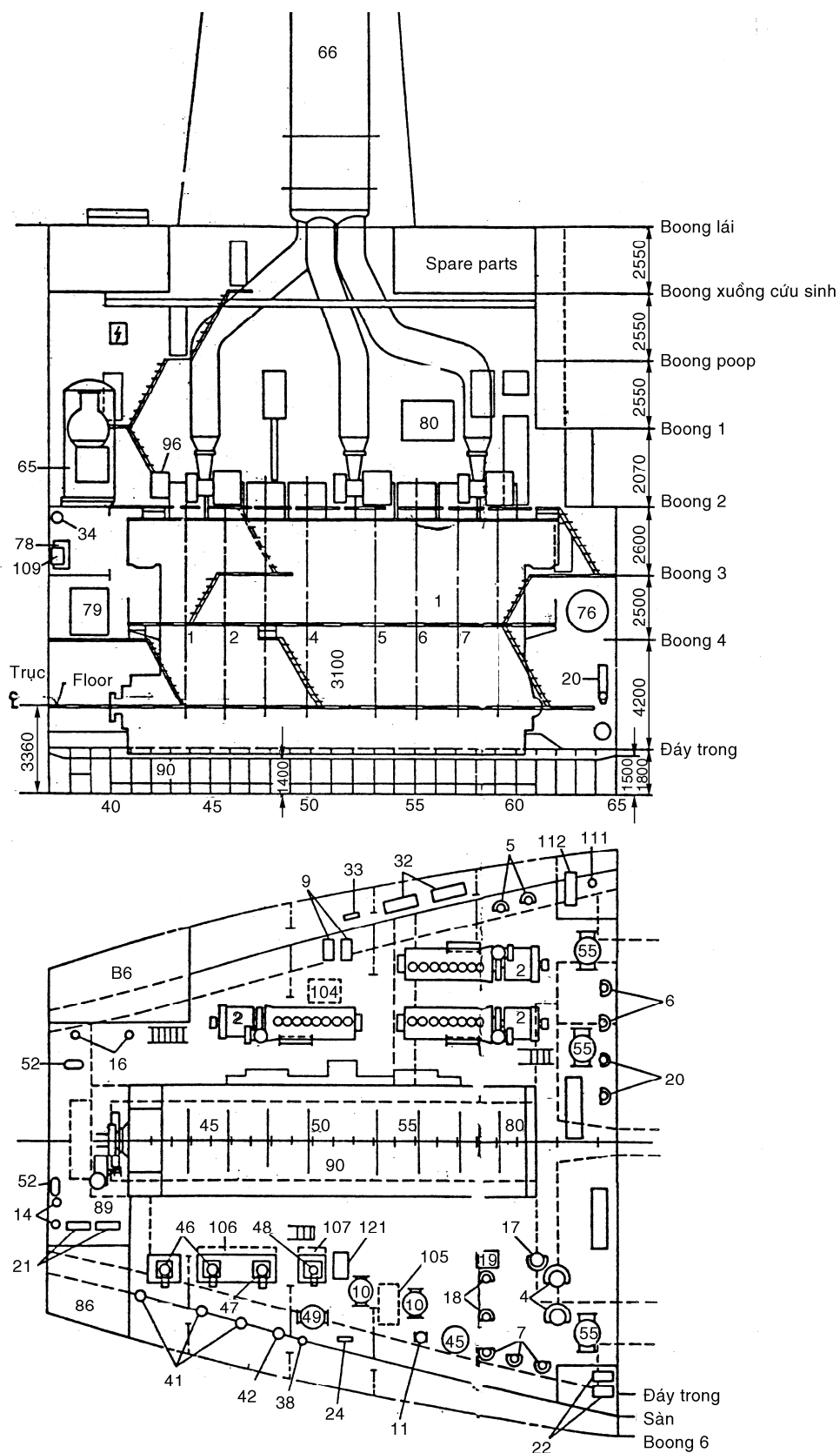
suất từ cụm chi tiết mà ngày nay ta gọi là “trích lực”. Thiết bị 6- nồi tận dụng, 7, 19- giảm âm, 9, 10- sinh hàn, 12- bơm, 13- phân ly dầu, 16- bình khởi động, 17- bảng điện chính, 18- bàn điều khiển, 20- khớp nối mềm. Các cụm máy phát điện đánh dấu bằng số 5. Các thiết bị khác không khác nhiều nếu so với các bố trí buồng máy chúng ta đã làm quen.



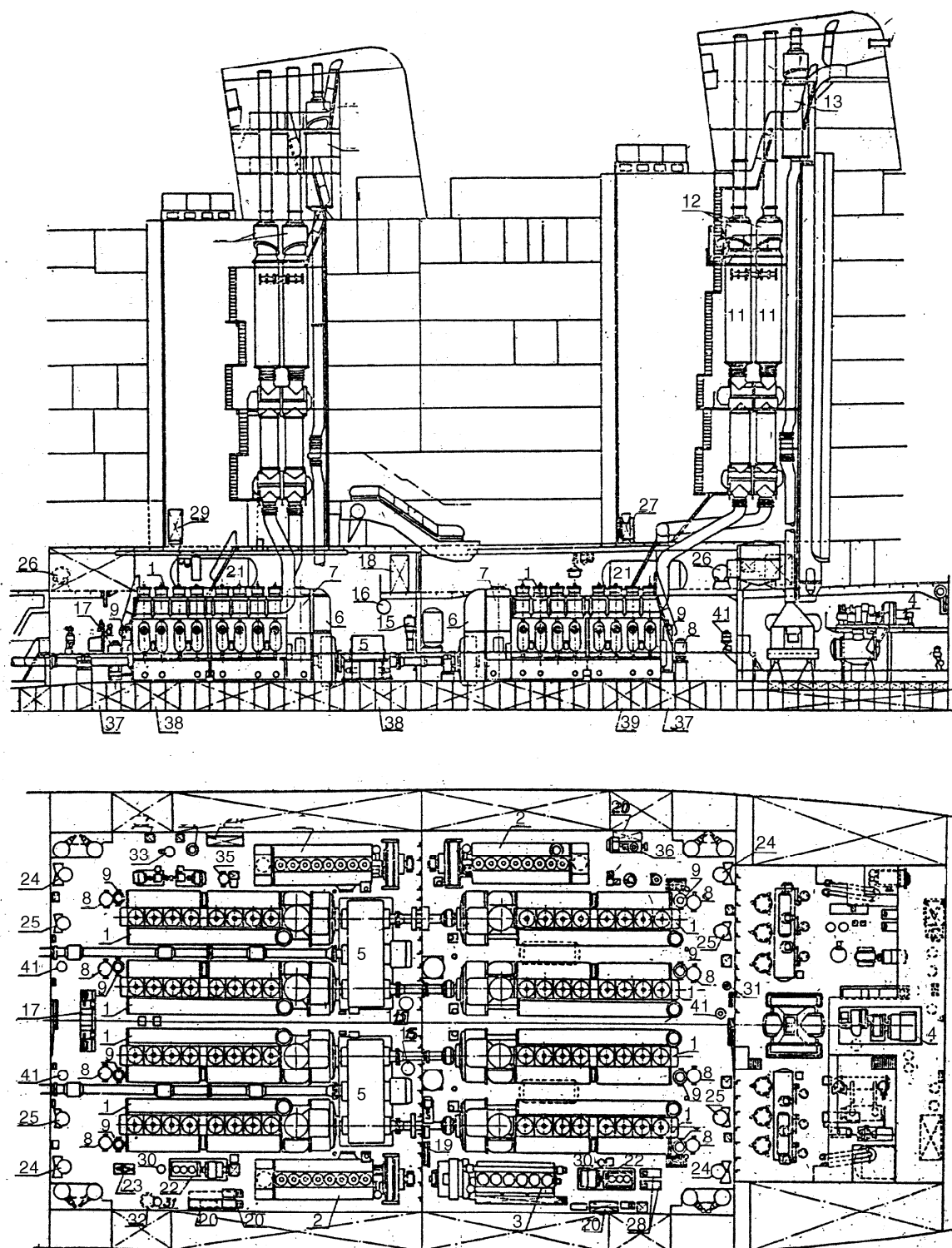
Hình 11.38 Buồng máy tàu dùng máy trung tốc

Phần tiếp theo chúng ta cùng tham khảo bố trí buồng máy tàu vận tải đi biển trọng tải trên 10.000tdw. Tàu lắp máy diesel, quay trực tiếp trục chân vịt. Bản vẽ được giản đơn hóa giúp người đọc xem dễ hơn (xem hình 11.39, 11.40). Trong thực tế thiết kế kỹ sư đóng tàu phải điền nhiều đường nét nhằm làm rõ hơn các chi tiết bố trí trên tàu.

Máy diesel cao tốc ngày nay dùng phổ biến cho các tàu kiểu mới, chủ yếu tàu chạy nhanh. Tuy vậy từ những năm mới ra đời máy cao tốc đã tìm thấy chỗ đứng trong đội tàu biển. Hình 11.41 giới thiệu buồng máy tàu biển thế hệ cũ, sử dụng máy cao tốc đẩy tàu. Tổng công suất buồng máy bạn đọc thấy trên hình 32.500PS.



Hình 11.40



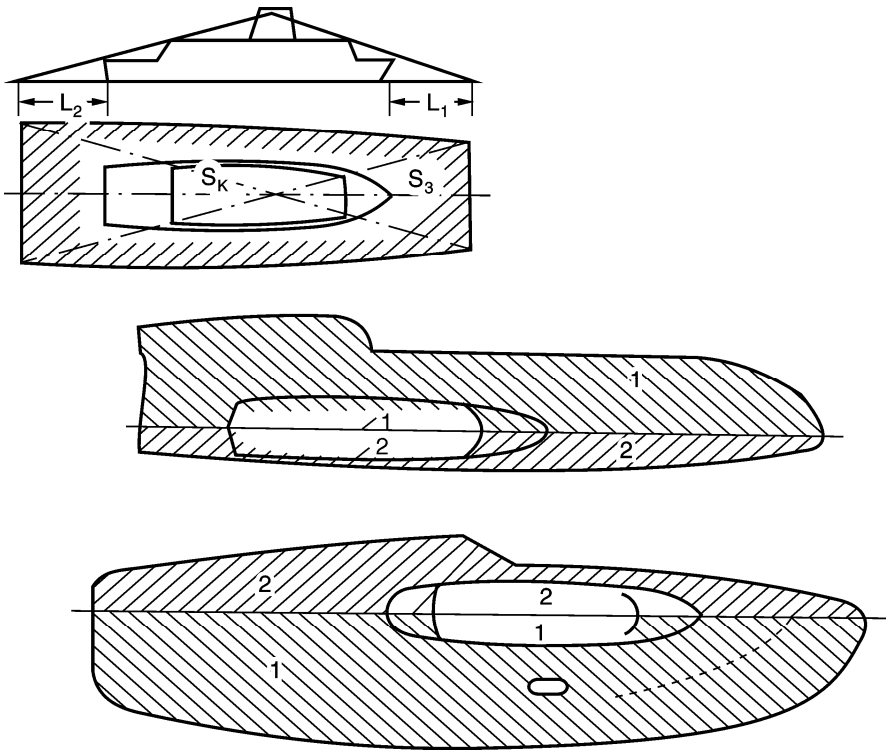
Hình 11.41 Buồng máy tàu cùng các máy diesel, tổng công suất 32.500PS

Chương 12

CÁC PHÒNG ĐIỀU KHIỂN TÀU. ĐÈN HIỆU

12.1 PHÒNG LÁI, HOA TIÊU, HẢI ĐỒ

Buồng lái tàu được bố trí tại vị trí tốt nhất, thuận lợi nhất cho việc điều khiển tàu. Yêu cầu đầu tiên về tầm quan sát cho buồng điều khiển và người điều khiển tàu là, từ vị trí đứng lái tàu người điều khiển nhìn bao quát với tầm nhìn rộng nhất. Cụ thể hơn, vùng bị che khuất bởi các chi tiết của bản thân tàu đối với người điều khiển tàu là thấp nhất. Vùng bị che khuất được hiểu là khu vực mà người điều khiển tàu không thể quan sát được vì bị các kết cấu tàu che khuất. Tại hình 12.1 chúng ta có thể thấy, các cơ cấu tàu gạch chéo che khuất tầm nhìn của người điều khiển tàu.



Hình 12.1 Vùng bị che khuất

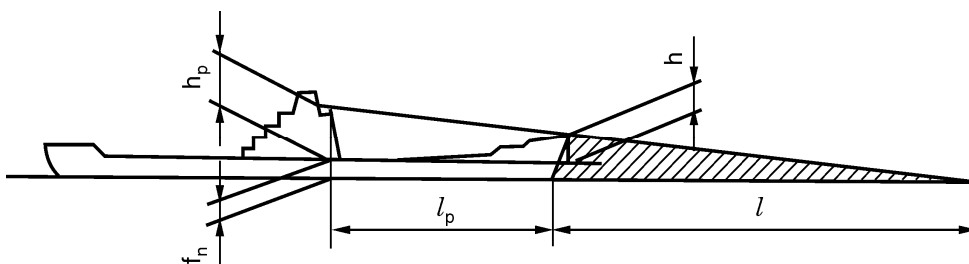
Những tàu khách cỡ nhỏ, chạy sông bạn đọc làm quen tại chương đầu tiên có vùng bị che khuất chỉ nằm trong giới hạn:

Tàu Lilla Weneda: che mũi $0,5L$; che lái $1L$.

Tàu “Cầu vòng”: che mũi $1L$; che lái $0,3L$.

Trường hợp xấu nhất trong nhóm, tầm che mũi $1,7L$; tầm che lái $4L$.

Phân tích tầm nhìn các tàu kéo, tàu đẩy có thể thấy, tầm che khuất cả phía mũi và lái của tàu kiểu này phải hết sức nhỏ, từ $0,1 \div 0,5L$. Trong khi đó tầm bị che khuất của tàu đi biển không thể nhỏ vì cơ cấu tàu không cho phép thực hiện những hạn chế cần thiết này. Tầm che khuất trên tàu biển có khi lớn hơn $1L$, thậm chí vài lần dài hơn chiều dài tàu (H.12.2).



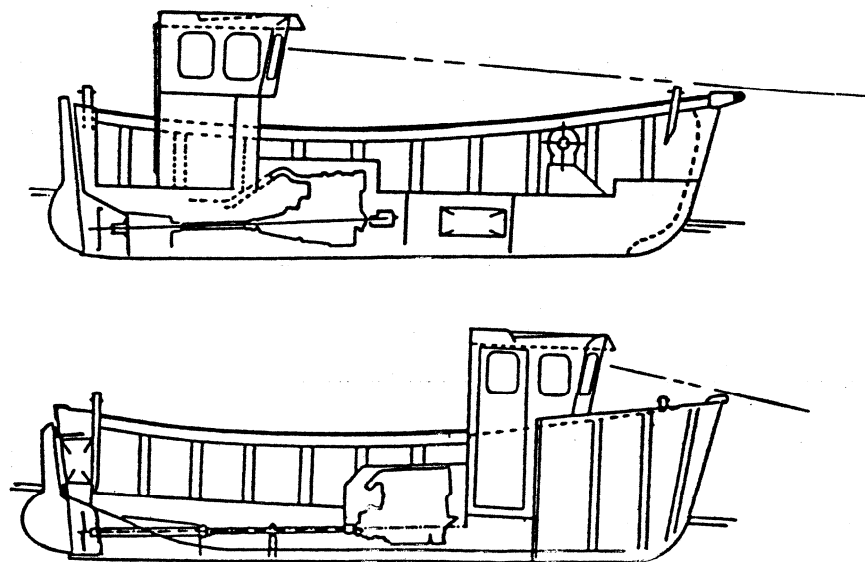
Hình 12.2 Tầm che khuất tàu biển

Tàu hàng với thượng tầng giữa tàu, có nghĩa phòng điều khiển nằm tại khu vực giữa tàu, tầm che khuất vào khoảng $1,0 \div 1,25L$. Trường hợp buồng điều khiển cùng thượng tầng nằm phía lái, tầm này chỉ nên từ $1,4 \div 1,7L$.

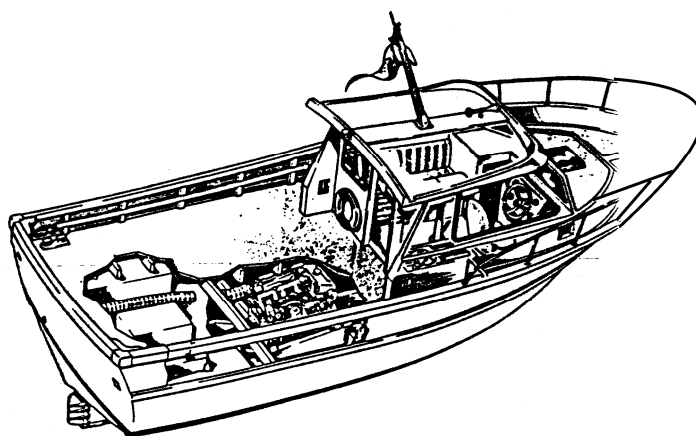
Định kích thước cho tầm bị che khuất tùy thuộc vào công dụng tàu, vào thao tác của tàu. Tàu nhỏ chạy nhanh cần có tầm nhìn tốt nhất, người điều khiển có thể quan sát vùng nước ngay trước mắt mình đến khoảng không rất xa trước và sau tàu nhằm đảm bảo cho tàu thao tác an toàn nhất. Tàu sông cần thu gọn tầm bị che khuất song với tàu biển có thể nới lỏng điều khắt khe này.

Tăng tầm quan sát người ta phải bố trí buồng điều khiển ở vị trí cao nhất trong điều kiện có thể. Hạn chế vùng che khuất mũi và lái có thể điều chỉnh bằng biện pháp dời buồng điều khiển dọc tàu. Buồng điều khiển nằm càng gần mũi tàu, với chiều cao cố định, tầm bị che khuất phía mũi sẽ thu ngắn lại, và hậu quả kéo theo, tầm che khuất phía lái tăng. Ngược lại khi bố trí buồng điều khiển phía sau, tầm quan sát phía lái được cải thiện song tầm quan sát phía mũi bị hạn chế.

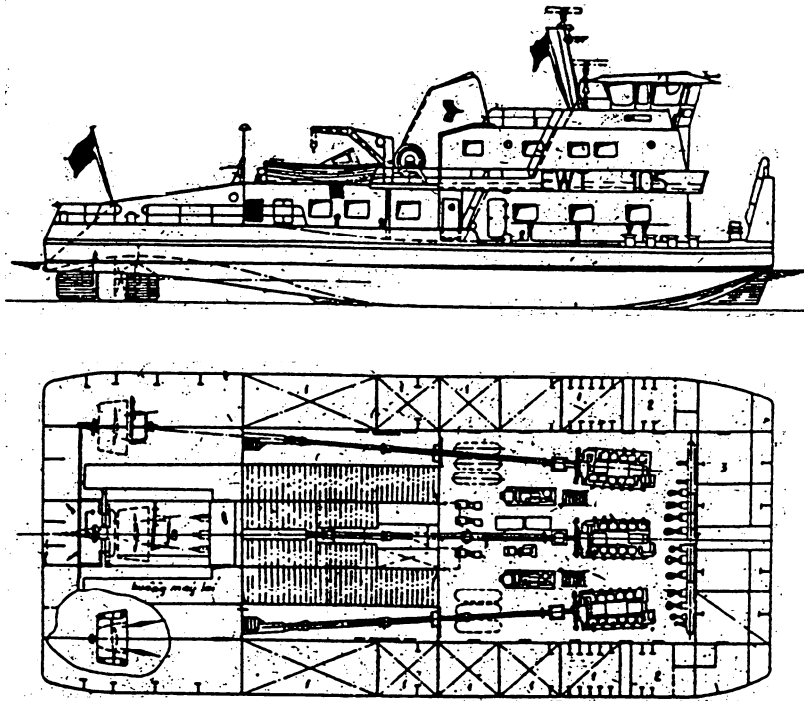
Hình 12.3 giới thiệu thiết kế tàu nhỏ khá độc đáo của công ty Cygnus Marine Ltd, theo đó người ta có thể thay đổi tầm quan sát của người điều khiển tàu theo ý muốn. Buồng điều khiển có thể bố trí phía sau, hình trên, hoặc khi cần rút ngắn tầm bị che khuất phía mũi người ta đưa cabin lái lên trước, hình dưới.

**Hình 12.3**

Bố trí các cửa sổ trước buồng điều khiển thường được đưa ra tranh luận rộng rãi. Trên các tàu đang hoạt động người ta đặt cửa trước của buồng lái theo ba tư thế khác nhau: tư thế đứng thẳng, tư thế chân ngả về trước và tư thế thứ ba là chân cửa ngả về sau. Hình 12.4 giới thiệu tiếp theo đây minh họa cho cách sắp xếp kính ở tư thế thứ hai đang được ưa chuộng trên các tàu cỡ nhỏ và tàu khách cỡ lớn.

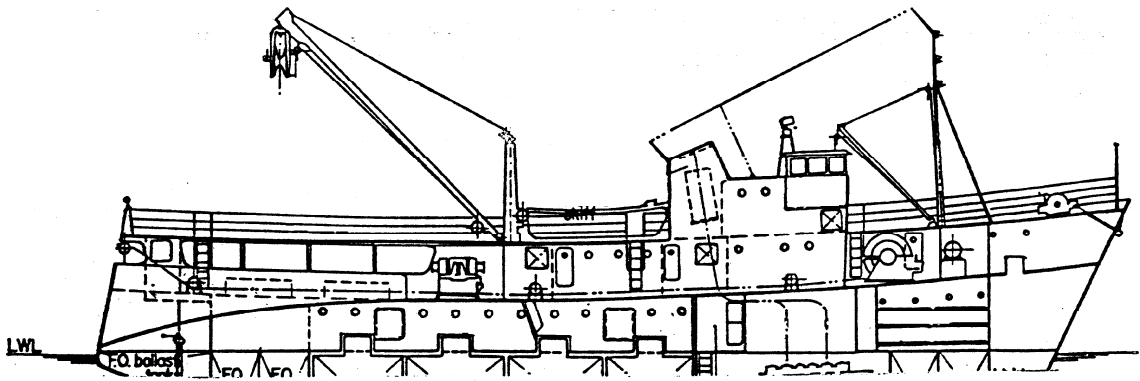
**Hình 12.4**

Hình 12.5 trình bày thiết kế tàu đẩy hai thân, chạy sông với buồng điều khiển mang tính hiện đại. Bạn đọc có thể nhìn nhận, từ vị trí điều khiển tàu, người điều khiển có thể quan sát tất cả thiết bị dưới chân mình và các các đối tượng sát mũi tàu.



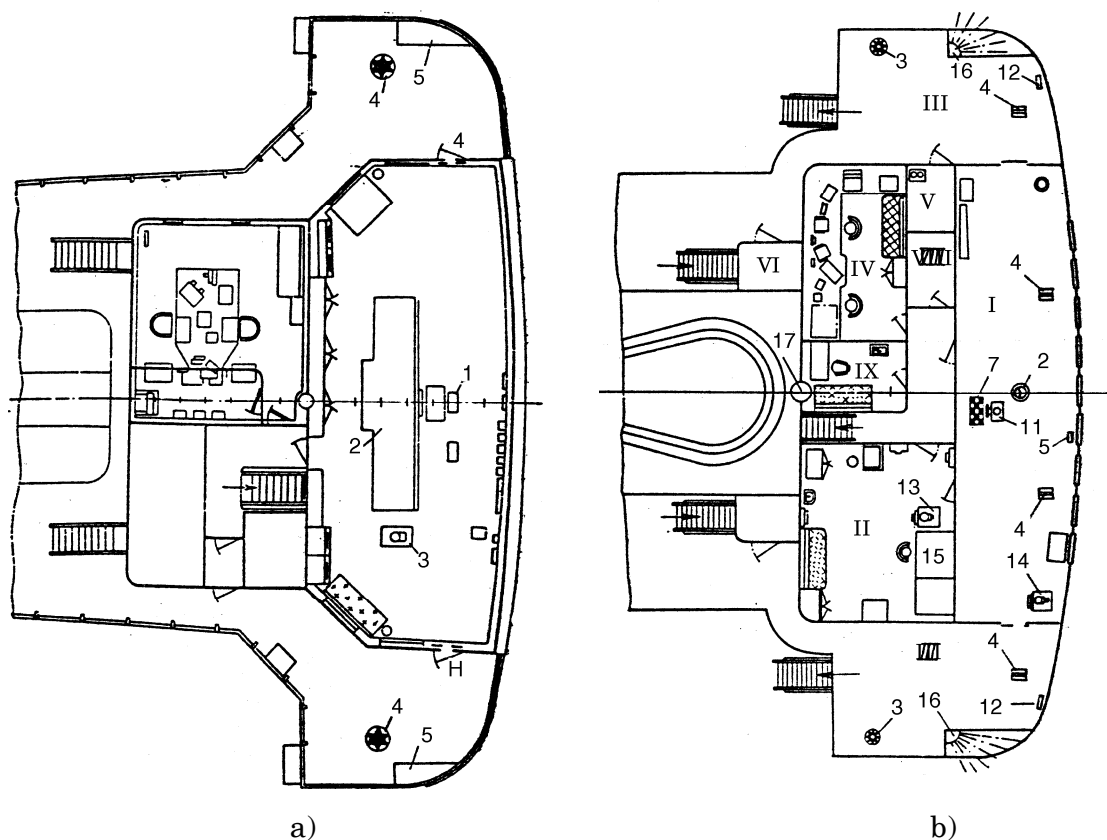
Hình 12.5 Tàu đẩy chạy sông

Bố trí của theo tư thế thẳng đứng chúng ta có thể thấy trên phần lớn tàu đang hoạt động. Một trong các ví dụ được trình bày tại hình 12.6.



Hình 12.6 Tàu cá

Buồng lái trên tàu chỉ dùng cho những người điều khiển tàu. Theo thông lệ đó tại đây chỉ bố trí các thiết bị, phương tiện giúp cho cho điều khiển tàu. Bố trí theo cách làm kinh điển của buồng lái được trình bày tại hình 12.7. Bàn lái cùng các thiết bị điều khiển lái bố trí vị trí trung tâm 1, bàn hải đồ 2 được bố trí chỗ rộng, sử dụng thuận tiện. Màn hình ra đa 3 và các thiết bị khác được đặt trong cùng buồng.



Hình 12.7 Bố trí buồng lái

Kích thước buồng điều khiển trên các tàu cỡ nhỏ không nên nhỏ hơn giới hạn cuối sau: dài $1,5 \div 2,0m$; rộng $1,2 \div 1,7m$.

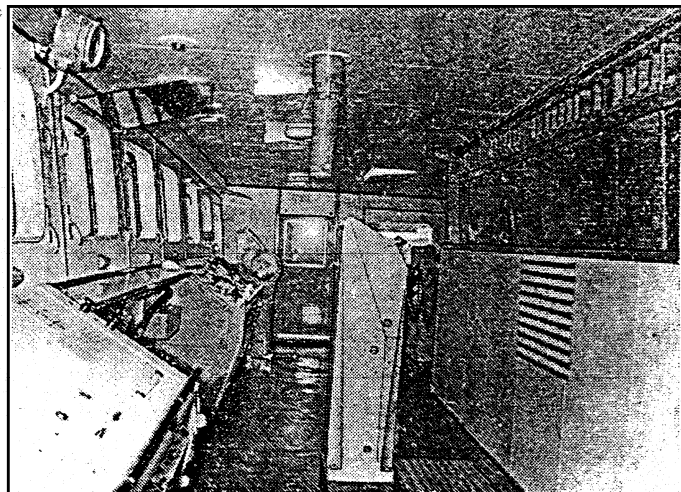
Trên các tàu hiện đại buồng điều khiển có kích thước khá lớn rộng từ $3,0m$ đến $14m$, dài $2,5m$ đến $4m$. Tàu cỡ trung bình buồng điều khiển có kích thước cỡ $8 \times 3 (m)$.

Buồng liên lạc vô tuyến điện, chúng ta quen gọi phòng VTĐ luôn đặt cạnh kề buồng lái. Tại hình 12.7, buồng VTĐ thông với buồng lái qua các cửa đóng mở bản lề.

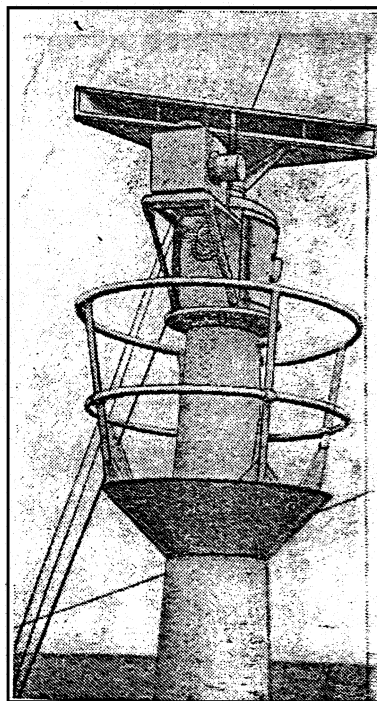
Hình 12.7b giới thiệu toàn bộ lầu lái tàu dầu cỡ trung bình, đóng vào những năm bảy mươi. Những buồng bố trí tại tầng này đều phục vụ cho việc điều khiển tàu. Khu vực I - buồng lái tàu, II- buồng hải đồ, III- hành lang (cầu) điều khiển, IV- buồng VTĐ, V- buồng ắc qui của VTĐ, VI- máy phát cho hệ thống VTĐ, VII- trạm phát điện cho hệ thống ra đa, VIII- kho vật tư VTĐ, IX- buồng hoa tiêu.

Hình 12.8 ghi lại ảnh buồng lái tàu vận tải biển của những năm 60.

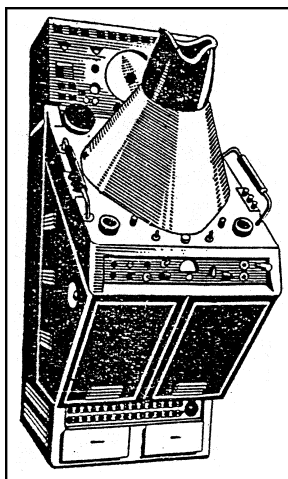
Hình 12.9 giới thiệu thiết bị ra đa thường dùng trên tàu, ảnh bên trái giới thiệu cánh quay của ra đa thường đặt trên nóc buồng lái và đầu đọc, màn hình của chúng giới thiệu tại các hình phía phải.



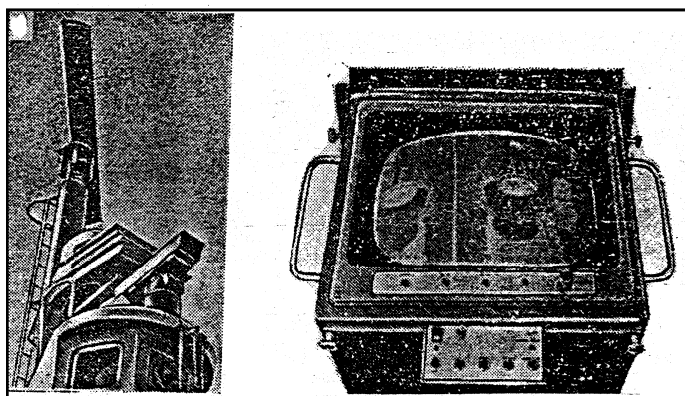
Hình 12.8 Buồng lái



Hình 12.9

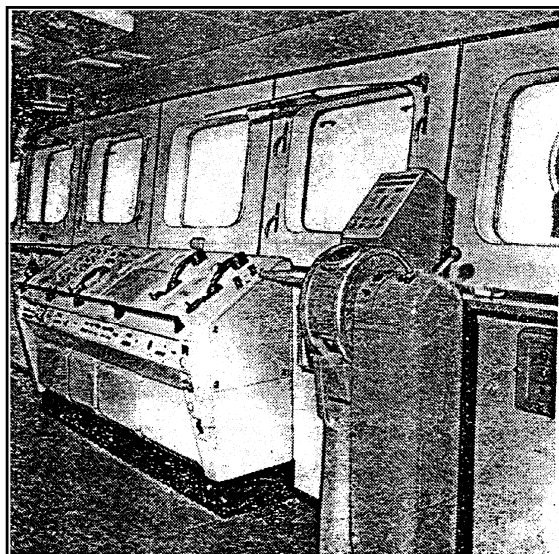
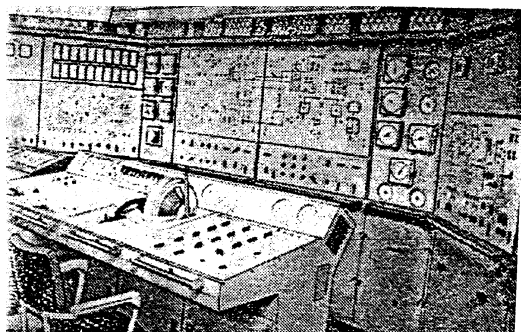


Hình 12.10



Hình 12.11

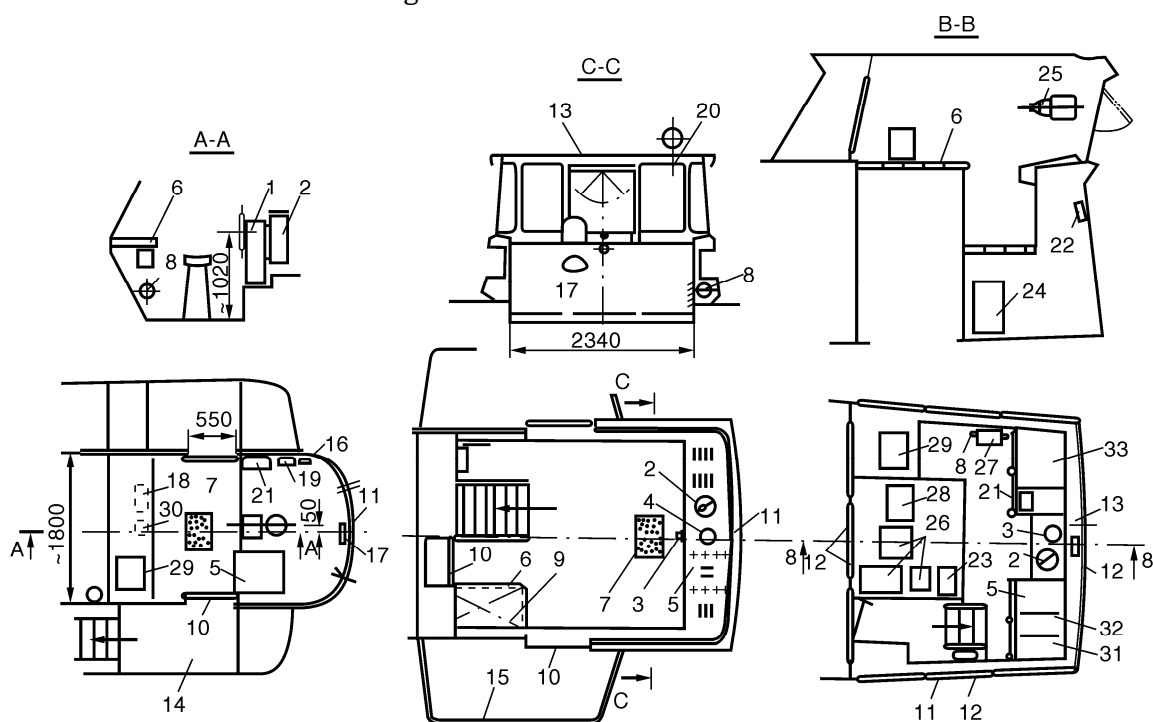
Trong buồng lái nhất thiết phải có chỗ để bố trí la bàn.



Hình 12.11

Đã từ lâu trên các tàu người ta đã thực hiện điều khiển từ xa để điều khiển máy chính, máy phụ, điều khiển hệ thống báo cháy, chữa cháy... Cụm thiết bị phục vụ điều khiển từ xa phải được đưa lên buồng điều khiển. Ảnh tại hình 12.11 chụp lại từ bàn điều khiển thiết bị năng lượng của tàu vận tải đi biển.

Dưới đây chúng tôi giới thiệu ba sơ đồ bố trí buồng lái tàu khách làm tài liệu tham khảo khi thiết kế buồng lái.



Hình 12.12 Bố trí buồng điều khiển tàu

Trong các sơ đồ đang trình bày tại hình 12.12 các ký hiệu bằng số mang ý nghĩa sau: 1- bàn lái, 2- la bàn, tay lái dùng cho máy lái thủy lực, 4- chỉ thị bánh lái, 5- bàn điều khiển từ xa máy chính, 6- bàn, 7- ghế cho người lái, 9- két nước ngọt, 10- cửa lùa, 11- cửa sổ đóng mở được, 12- vòng lau kính, 13- lau kính, 14- lối đi trên boong lái, gọi là “cầu”, 15- lan can, 16- đồng hồ, 17- máy đo độ nghiêng, 18- tổng đài, 19- công tắc đèn hành trình, 20- tay điều khiển đèn pha. Các thiết bị điều khiển hệ thống đèn, hệ thống liên lạc nội bộ cũng được bố trí tại buồng lái.

Ví dụ về các thiết bị bố trí trong buồng lái còn có thể xem tại phụ bản sau. Tài liệu kỹ thuật tàu giám sát nguồn lợi trên biển đóng theo đơn đặt hàng của ngân hàng phát triển châu Á có ghi rõ, các thiết bị hàng hải, thông tin liên lạc, thiết bị điều khiển sau đây phải được bố trí vào buồng điều khiển

- Điều khiển ga, số máy chính,
- Đồng hồ nhiệt máy, nhiệt độ nước và nhớt,
- Hệ thống báo động dùng cho máy chính,
- Nút còi,
- Tay lái,
- La bàn từ,
- Ghế lái,
- VHF, màn hình ra đa, GPS, máy đo sâu, SSB,
- Máy đo nghiêng, phong vũ biểu, đồng hồ,
- Bàn hải đồ.

12.2 BỐ TRÍ HỆ THỐNG ÁNH SÁNG TÍN HIỆU

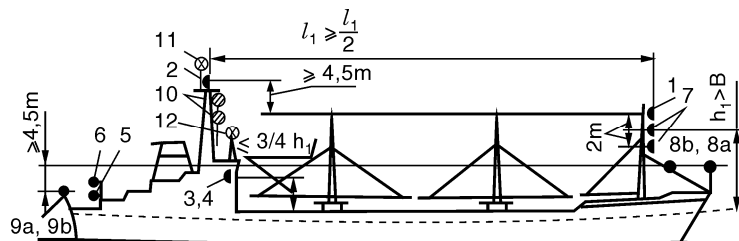
Bố trí đèn tín hiệu đúng qui định đòi hỏi người kiến trúc tàu phải hiểu luật lệ về đảm bảo ánh sáng tín hiệu, ngày và đêm, đèn hành trình, đèn lai dất, đèn neo... và phải đảm bảo mỹ thuật cho tàu. Đèn tín hiệu của tàu được bố trí bên ngoài, tại mạn, phần lái, phần mũi, trên các cột buồm. Số lượng các đèn không ít hơn bảng kê sau đây.

- 3 đèn đỉnh,
- 2 đèn mạn,
- 1 đèn hậu,
- 1 đèn neo,
- 2 đèn báo kéo,
- 2 đèn báo đậu

Đèn tín hiệu và đèn hành trình được phân biệt như trên hình 12.13.

Đèn đỉnh (*top lights*) trắng, ghi số 1 và 2 trên hình, đèn mạn phải 3, màu xanh, đèn mạn trái màu đỏ 4, đèn báo bị kéo 6, màu vàng, còn đèn 7, trắng, báo kéo. Đèn neo mũi 8a, 8b, trắng, neo lái 9a, 9b, trắng. Đèn 10 báo rằng “Tôi

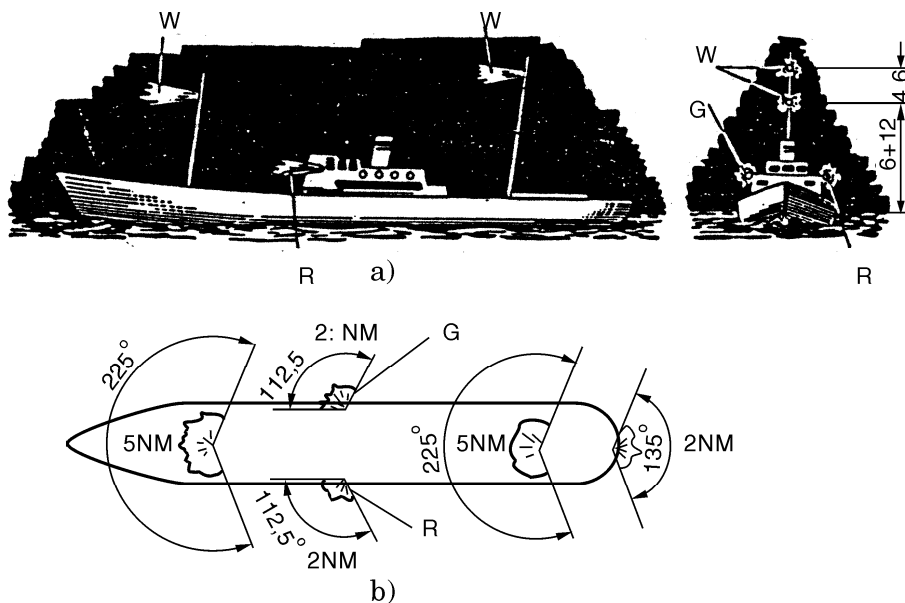
không điều khiển lái được”, đỏ. Đèn 11 mang tên gọi có xuất từ từ Netherlands “đèn klood”, gồm đỏ và hai trắng hoặc một đỏ một trắng, để báo hiệu bằng ánh sáng song vào ban ngày. Tầm hoạt động của đèn này đến 5 hải lý. Đèn mang số 12 gọi là tín hiệu thao tác.



Hình 12.13

Yêu cầu đang nêu phải được áp dụng cho tàu dài từ 45,75m trở lên, như công ước quốc tế yêu cầu.

Tầm hoạt động của các đèn vừa nêu, góc chiếu sáng của chúng được giới thiệu tại hình 12.14. Các ký tự tại hình này mang ý nghĩa: W- White; G- Green; R- Red. NM viết tắt từ *Nautical Mile*.



Hình 12.14

Đèn pha dùng trên tàu ngày nay được chế tạo khá đa dạng. Các đèn này bố trí trên nóc buồng lái song điều khiển chúng lại từ buồng lái.

Ngoài đèn trên tàu còn dùng hai khối dạng quả cầu màu đen và đỏ, các khối chớp đen, quả trám đen và trắng để thông báo tình trạng thời tiết, thông tin cần thiết về thay đổi khí hậu. Các quả cầu này có tác dụng chỉ vào ban ngày khi người ta từ xa còn nhìn thấy chúng.

Trên tàu còn phải trang bị bộ cờ hàng hải quốc tế gồm 40 cờ.

THUẬT NGỮ TIẾNG ANH VÀ CHỮ VIẾT TẮT DÙNG TRONG SÁCH NÀY

<i>air cushion vehicle - ACV</i>	tàu trên đệm khí
<i>assumed extent of damage</i>	kích thước lỗ thủng giả định
<i>air supported craft</i>	khí động lực
<i>bulk carrier</i>	tàu chở hàng rời
<i>barge carrier</i>	tàu chở sà lan
<i>bac, ferry car</i>	phà
<i>buoy vessel</i>	tàu thả phao
<i>block coefficient</i>	hệ số đầy thể tích
<i>boat deck</i>	boong thuyền
<i>Breadth of Vessel</i>	chiều rộng tàu
<i>Bulkhead Deck</i>	boong vách
<i>captured-air-bubble vehicle - CAB</i>	tàu trên đệm bọt khí
<i>container vessel</i>	tàu container
<i>container ship</i>	tàu chở hàng thùng
<i>crude carrier</i>	tàu chở dầu thô
<i>car carrier</i>	tàu chở xe, thiết bị
<i>cable layer</i>	tàu đặt cáp ngầm
<i>custom boat</i>	tàu hải quan
<i>crane barge</i>	cần cầu nổi
<i>criterion of service</i>	tiêu chuẩn sử dụng
<i>deep Vee</i>	dạng tấm trượt gập thành hình chữ V
<i>displacement ships</i>	tàu nổi
<i>dredger</i>	tàu cuốc bùn, tàu hút bùn
<i>drill ship</i>	tàu khoan
<i>Draft</i>	chiều chìm tàu
<i>enclosed spaces</i>	khoang kín
<i>fisheries patrol boat</i>	tàu kiểm ngư
<i>floodable length</i>	chiều dài phân khoang
<i>factor of subdivision</i>	hệ số phân khoang
<i>ferry-car</i>	phà
<i>general cargo ships</i>	tàu vận tải hàng khô tổng hợp
<i>general purpose cargo ship</i>	tàu đa chức năng
<i>gear box</i>	hộp số
<i>hydrofoil vehicle</i>	tàu cánh ngầm
<i>high speed craft</i>	tàu cao tốc

<i>Liquefied Natural Gas - LNG</i>	tàu chở khí thiên nhiên
<i>Liquefied Petroleum Gas - LPG</i>	tàu chở khí công nghiệp hóa dầu
<i>Lichter Abroad Ship</i>	tàu LASH
<i>Length of Vessel</i>	chiều dài tàu
<i>Margin Line</i>	đường chìm tới hạn
<i>Machinery space</i>	buồng máy
<i>naval architecture</i>	kiến trúc tàu, ngành đóng tàu
<i>Ore-Oil</i>	tàu OO
<i>Ore-Bulk-Oil</i>	tàu OBO
<i>offshore vessels</i>	tàu phục vụ khai thác dầu khí ngoài khơi
<i>products carrier</i>	tàu chở sản phẩm từ công nghiệp dầu khí
<i>passenger ship</i>	tàu khách
<i>pilot craft</i>	tàu hoa tiêu
<i>pipe layer</i>	tàu đặt ống ngầm
<i>production platforms</i>	công trình nổi phục vụ sản xuất trên biển
<i>prototype</i>	trạng thái nguyên mẫu
<i>Permiability of a space</i>	hệ số ngập của buồng
<i>Passenger spaces</i>	<i>Buồng hành khách</i>
<i>refrigerated cargo ship</i>	tàu chở hàng lạnh
<i>surface piercing foil (craft)</i>	tàu cánh ngầm trong nước
<i>submerged foils (craft)</i>	cánh ngầm
<i>sea barge</i>	tàu thuộc nhóm SEABEE
<i>service vessels</i>	tàu dịch vụ
<i>salvage vessel</i>	tàu cứu hộ
<i>supply ship</i>	tàu làm dịch vụ cung ứng
<i>semisubmersible drill rig, jack-up rig</i>	giàn nửa chìm và giàn tự nâng
<i>Subdivision Load Line</i>	đường nước chở hàng phân khoang
<i>Subdivision Length</i>	chiều dài phân khoang L_s
<i>submerged foil</i>	cánh ngầm tạo dáng giống dày trượt tuyết xứ lạnh
<i>surface-piercing foil</i>	cánh được gấp thành hình chữ V
<i>timber carrier</i>	tàu chở gỗ
<i>tonnage of ship</i>	dung tích tàu
<i>the maximum permissible length</i>	chiều dài cho phép lớn nhất
<i>utility coefficient</i>	hệ số sử dụng
<i>volume displacement</i>	thể tích phần chìm của tàu
<i>water jet</i>	máy phụt nước

Tài liệu tham khảo

1. Ashyk V.V., 1975, “Проектирование судов”, *Thiết kế tàu*, tiếng Nga, NXB “Đóng tàu”, Leningrad.
2. Fediaevsky, K. K., Sobolev, G.V., 1964, “*Control and Stability in Ship Design*” US. Department of Commerce Translation, Washington DC.
3. Manning G. C., 1956, “*The Theory and Technique of Ship Design*”, New York.
4. Melio M. D’Arcangelo (chủ biên) cùng nhóm tác giả, 1969, “*Ship Design and Construction*”, SNAME, N.Y.
5. Munro-Smith R., 1964, “*Merchant Ship Design*”, London.
6. Munro-Smith R., 1975, “*Merchant Ship Types*”, London.
7. Nogid L. M., 1964, “Проектирование морских судов Ч. I”, *Thiết kế tàu biển, Phần I*, tiếng Nga, NXB “Đóng tàu”, Leningrad.
8. Nogid L. M., 1967, “Проектирование морских судов, Ч. II”, *Thiết kế tàu biển, Phần II*, tiếng Nga, NXB “Đóng tàu”, Leningrad .
9. Nogid L. M., 1976, “Проектирование морских судов”, *Thiết kế tàu biển*, tiếng Nga, NXB “Đóng tàu”, Leningrad.
10. Saunders H. E., 1957, “*Hydrodynamics in Ship Design*”, SNAME, New York.
11. Taggart R., (chủ biên) cùng nhóm tác giả, 1980, “*Ship Design and Construction*”, SNAME, N.Y.
12. Nhóm tác giả: Nguyễn Đức Ân, Nguyễn Bân, Hồ Văn Bính, Hồ Quang Long, Trần Hùng Nam, Trần Công Nghị, Dương Đình Nguyên, 1978, “*Sổ tay kỹ thuật đóng tàu thủy, Tập I*”, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.