

TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI TP. HỒ CHÍ MINH

Vũ Ngọc Bích

KẾT CẤU TÀU THỦY

TẬP I

Thành phố Hồ Chí Minh - 2007

MỞ ĐẦU

Giáo trình “**Kết cấu tàu thủy**” bao gồm hai phần, phần thứ nhất trình bày những vấn đề tổng quan về kết cấu tàu thủy. Phần thứ hai trình bày việc tính toán kết cấu tàu theo luật đóng tàu.

Nội dung chính đề cập trong giáo trình tập I này bao gồm:

- Giới thiệu về tàu và hệ thống kết cấu thân tàu.
- Trình bày sơ lược về vật liệu đóng tàu.
- Các chi tiết kết cấu tàu vỏ thép.

Giáo trình trình bày những hiểu biết mang tính phổ thông, giúp người đọc biết và hiểu về kết cấu tàu thủy, nắm bắt nguyên tắc bố trí, thiết kế kết cấu tàu.

Giáo trình được biên soạn cho sinh viên chuyên ngành thiết kế, đóng và sửa chữa tàu thủy. Giáo trình cũng có lợi cho những người làm việc tại các xí nghiệp đóng, sửa chữa tàu, công trình nổi và những người quản lý kỹ thuật tàu thủy.

Mặc dầu đã có nhiều cố gắng, song người biên soạn nhận thức rằng, trong tài liệu không chắc tránh được các sai sót và khiếm khuyết. Hy vọng rằng, đồng nghiệp cùng bạn đọc gần xa, góp thêm nhiều ý kiến cùng xây dựng giáo trình hoàn chỉnh, phục vụ người đọc tốt hơn.

Mọi phê bình, góp ý xin gửi về: **KHOA ĐÓNG TÀU THUYẾT VÀ CÔNG TRÌNH NỔI**, Số 2, đường D3, khu Văn Thánh Bắc, phường 25, quận Bình Thạnh, thành phố Hồ Chí Minh, điện thoại/Fax: (08) 8035 655 hoặc Email: vubichchhp@yahoo.com.

TS. Vũ Ngọc Bích

MỤC LỤC

	Trang
Mở đầu	2
Mục lục	3
Chương 1 Giới thiệu tàu và kết cấu thân tàu	5
1 Các kiểu tàu thông dụng	5
1.1 Tàu chở hàng khô	5
1.2 Tàu chở hàng lỏng	8
1.3 Tàu chở khách	9
1.4 Tàu chuyên ngành	11
1.5 Tàu phục vụ khai thác dầu khí trên thềm lục địa	12
1.6 Tàu đánh bắt và chế biến cá	14
1.7 Tàu công tác hoạt động trên nguyên tắc khí động học	14
2 Đăng kiểm tàu thủy	15
3 Công ước Quốc tế liên quan đến đóng tàu	16
4 Vật liệu đóng tàu	17
4.1 Thép đóng tàu	17
4.2 Kim loại màu	19
4.3 Thép độ bền cao	19
4.4 Hợp kim nhôm	21
4.5 Gỗ	23
5.6 Vật liệu composite (chất dẻo cốt sợi thủy tinh)	25
Chương 2 Hệ thống kết cấu thân tàu	28
1 Hệ thống kết cấu thân tàu	28
2 Hệ thống kết cấu ngang	34
3 Hệ thống kết cấu dọc	37
4 Hệ thống kết cấu hỗn hợp ngang-dọc	40
5 Kết cấu các tàu vận tải thông dụng	43
5.1 Tàu vận tải hàng khô	43
5.2 Tàu chở dầu	45
5.3 Tàu chở hàng rời	54
5.4 Tàu chở hàng thùng tiêu chuẩn (container)	66
5.5 Tàu chở khí hoá lỏng (Liquid Gas Carriers)	75
5.6 Tàu khách	78
5.7 Tàu đánh bắt cá	82
5.8 Công trình nổi ngoài khơi	86
5.9 Tàu cỡ nhỏ	92

5.10	Tàu trên cánh ngầm chở khách	95
Chương 3	Chi tiết kết cấu thân tàu	98
1	Chi tiết kết cấu thân tàu	98
2	Dàn đáy	100
2.1	Đáy đơn	100
2.2	Đáy đôi	104
3	Mạn	117
4	Boong	128
5	Kết cấu phần mũi	148
6	Kết cấu phần lái	159
7	Vách	169
8	Vỏ bao	182
9	Vây giảm lắc	188
10	Vòm trục chân vịt	189
Chương 4	Thượng tầng và lầu	193
1	Lầu mũi	194
2	Thượng tầng	195
3	Be gió	202
Chương 5	Kết cấu bánh lái, bộ máy, ống khói	210
1	Bánh lái	210
2	Bộ máy	214
3	Ống khói	220
	Tài liệu tham khảo	224
	Bảng kê thuật ngữ về kết cấu tàu	225

CHƯƠNG 1

GIỚI THIỆU TÀU VÀ KẾT CẤU TÀU

1. Các kiểu tàu thông dụng

Tàu thủy là cấu trúc nổi, có hoặc không có động cơ, chuyên dùng để hoạt động trên mặt nước. Tàu thủy được phát triển từ rất sớm trên trái đất, dùng vào các việc chuyên chở người, hàng hóa. Tàu thủy còn được phát triển phục vụ cho quân đội. Trước khi làm quen với kết cấu tàu cụ thể, bạn đọc có dịp tìm hiểu các kiểu tàu đang tồn tại cùng các đặc trưng kết cấu của chúng.

Tàu thủy chia làm hai nhóm chính là tàu dân sự và tàu quân sự. Trong họ tàu dân sự lại gồm những nhóm nhỏ:

1.1. Tàu chở hàng khô

Tàu nhóm này có mặt trên trái đất lâu đời nhất. Tùy thuộc loại hàng mà tàu chuyên chở, người ta đặt tên tàu. Tên gọi chung nhất là *tàu chở hàng* (cargo ship), bên cạnh đó còn *tàu chở hàng rời* (bulk carrier), *tàu chở hàng thùng* (container), tàu Ro-Ro (roll on – roll of), *tàu chở sà lan* (barge carrier), *tàu chở gỗ* (timber carrier), *tàu chở hàng lạnh* (refrigerated cargo ship), *tàu chuyên chở xe, thiết bị* (car carrier) vv...

Tàu chở hàng kiểu “cũ” chiếm hơn 50% số lượng tàu vận tải trên thế giới. Sức chở tàu loại này không lớn lắm, thường từ 4.000 dwt đến 10.000dwt. Lớn nhất trong nhóm này là tàu hàng sức chở 20.000dwt. Hình 1.1 là loại tàu hàng có thượng tầng giữa (tàu ba đảo - middle three island cargo vessel) ra đời vào khoảng giữa thế kỉ XX, hình 1.2 là loại tàu hàng có buồng máy đặt ở đuôi (tàu hai đảo – aft engine type cargo vessel) xuất hiện trong thập niên 70 của thế kỉ XX, hình 1.3 giới thiệu tàu hàng đi biển hiện đại.



Hình 1.1. Tàu chở hàng kiểu 3 đảo (1950)

Tàu chở container (hình 1.4) xuất thân từ tàu chở hàng khô với đặc tính hàng được bảo quản trong các thùng chuyên dụng loại dài 20 ft hoặc 40 ft, đã tiêu chuẩn hóa. Tàu container thường chế tạo với sức chở từ vài ngàn dwt đến 25.000dwt.

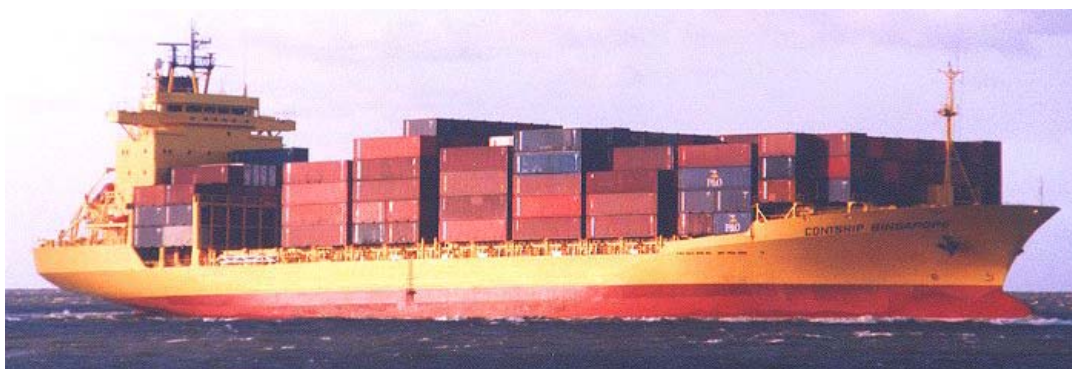
Ra đời muộn hơn so với đội tàu container là tàu RO-RO (roll on – roll of) chuyên chở các thiết bị kỹ thuật có bánh xe (hình 1.5). Vận tốc khai thác tàu container và tàu RO-Ro khá lớn, khoảng 20-25 HL/h.



Hình 1.2. Tàu chở hàng kiểu 2 đảo (1970)



Hình 1.3. Tàu vận tải đi biển hiện đại (1983)



Hình 1.4. Tàu chở container (1993)

Tàu chở hàng lạnh chuyên chở từ rau quả đến cá, thịt, thực phẩm. Nhiệt độ buồng lạnh khoảng $+5^{\circ}\text{C}$ đến -25°C .

Tàu chở sà lan được nhắc đến nhiều là tàu LASH (Lichter Abroad Ship), chở các sà lan không tự hành (hình 1.6). Sức chở mỗi sà lan từ 370 tấn đến 850 tấn. Nhóm LASH dùng cần cẩu di động sức nâng 500T để dịch chuyển sà lan dọc tàu. Tàu SEA-BEE sử dụng cần cẩu cố định đặt phía lái để nâng hạ sà lan.



Hình 1.5. Tàu Ro-Ro (1978)



Hình 1.6. Tàu chở sả lan (1969)

Tàu chở hàng rời được chuyên nghiệp hóa để vận chuyển quặng, than đá, khoáng sản, các loại hạt rời không đóng gói (hình 1.7). Tàu nhóm này tuy gọi chung là tàu chở hàng rời, song nhiệm vụ cụ thể phải đọc từ tên gọi chuyên ngành như tàu OO (Ore-Oil) chở quặng lúc đi, chở dầu lúc về, tàu OBO (Ore-Bulk-Oil), tàu OSO (Ore-Slurry-Oil). Tàu nhóm chở hàng bulk có sức chở khá lớn, từ 100.000dwt đến 150.000dwt hoặc hơn.



Hình 1.7. Tàu chở hàng rời (1978)

Ngoài ra, còn có nhóm tàu chuyên chở nặng (heavy cargo ship), hay còn được gọi là hàng siêu trường, siêu trọng – là hàng có kích thước hoặc trọng lượng thực tế của mỗi kiện/khối hàng vượt quá giới hạn quy định cho phép nhưng không thể tháo rời ra được (hình 1.8).



Hình 1.8. Tàu chở hàng nặng (1995)

1.2. Tàu chở hàng lỏng.

Trong nhóm này tàu chở dầu (tanker) dẫn đầu về sức chở và kích thước chiếm chỗ. Loạt tàu dầu khổng lồ, sức chở trên 540.000 tấn đã được đưa vào sử dụng từ hàng chục năm trước. Tàu chở khí hóa lỏng (liquefied gas carrier) và tàu chở hóa chất (chemical carrier) thuộc nhóm này. Tàu chở sản phẩm dầu chạy sông hay biển gọi chung là tanker. Sức chở thông thường tàu dầu từ 1000dwt đến tàu cỡ lớn, sức chở 300.000dwt đến 540.000dwt. Tàu chở khí hóa lỏng gồm khí thiên nhiên LNG và khí thuộc ngành dầu khí LPG. Các khí được nén và làm lạnh đến độ âm $-161,5^{\circ}\text{C}$ khi vận chuyển.



Hình 1.9. Tàu dầu đi biển (1992)



Hình 1.10. Tàu dầu chạy sông



Hình 1.11. Tàu chở khí thuộc gốc dầu hóa lỏng (LPG)



Hình 1.12. Tàu chở khí khí thiên nhiên hóa lỏng (LNG)

1.3. Tàu khách.

Tàu chở khách bao gồm tàu đưa người qua lại trên tuyến đường ngắn chúng ta còn gọi “phà” (ferry car) đến tàu khách tuyến đường dài, cố định, chuyên ngành gọi là linear, 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 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 1.500 hoặc 2.000 người, hình 1.13 giới thiệu phà khách chạy biển; hình 1.14 giới thiệu tàu khách du lịch chạy biển mang tên Star leo, sức chở 1400 khách. Tàu du lịch chở khách tuyến ngắn, số lượng khách trên tàu không đông.



Hình 1.13. Phà khách chạy biển



Hình 1.14. Tàu khách chạy biển



Hình 1.15. Tàu khách du lịch chạy sông

1.4. Tàu chuyên ngành

Nhóm tàu này đa dạng, chuyên sâu vào một hoặc một số lĩnh vực phục vụ kỹ thuật. Đó là các *tàu kéo* (tug), *tàu cứu hoả* (fire vessel) *tàu cứu hộ* (salvage vessel), *tàu thả phao*, đảm bảo an toàn hàng hải (buoy vessel), *tàu đặt cáp ngầm* (cable layer), *tàu cuốc bùn*, *tàu hút bùn* làm công tác nạo vét luồng lạch, *cảng* (dredger), *tàu hoa tiêu* (pilot craft), *tàu hải quan* (custom boat), *tàu kiểm ngư* (fisheries patrol boat), *tàu huấn luyện* (training ship)vv... .



Hình 1.16. Tàu thả phao



Hình 1.17. Tàu kéo – cứu hoả tại cảng



Hình 1.18. Tàu đặt cáp ngầm



Hình 1.19. Tàu hút bùn



Hình 1.20. Tàu huấn luyện

1.5. Tàu phục vụ khai thác dầu khí trên thềm lục địa (offshore vessels)

Nhóm tàu này bao 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



Hình 1.21. Cần trục nổi



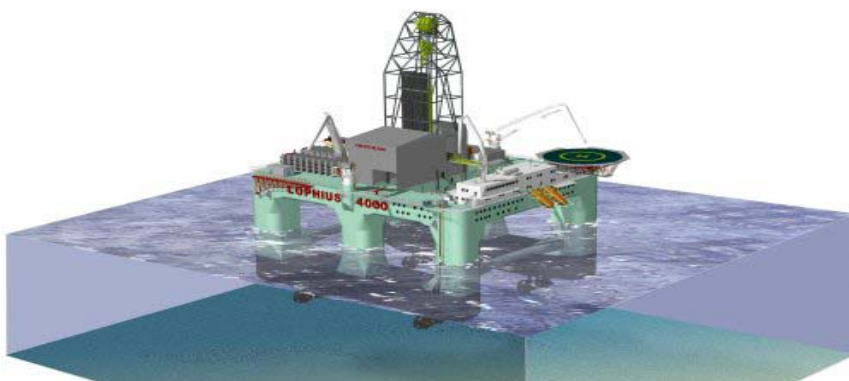
Hình 1.22. Tàu dịch vụ cung ứng



Hình 1.23. Tàu khoan



Hình 1.24. Dàn khoan tự nâng



Hình 1.25. Dàn khoan bán chìm

1.6. 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 vv... Tàu chế biến ở dạng những cơ sở sản xuất khá lớn trên biển.



Hình 1.26. Tàu đánh cá lưới vây

1.7. Tàu công tác hoạt động trên nguyên tắc khí động học

Những tàu như tàu cánh ngầm (hydrofoil craft), tàu trên đệm khí (hover craft) thuộc nhóm này.



Hình 1.27. Tàu cánh ngầm



Hình 1.28. Tàu đệm khí

2. Đăng kiểm tàu thủy

Đăng kiểm tàu có tên gọi sát nghĩa là cơ quan phân cấp tàu, trong tiếng Anh được viết là **Classification Society**, người Trung Hoa gọi bằng từ “*thuyền cấp xã*”, trong ngôn ngữ của người Nhật dùng cụm từ này được hiểu theo âm Hán Việt là “*hải sự hiệp hội*”. Nhìn chung, nhiệm vụ chính của các cơ quan phân cấp tàu là giám sát kỹ thuật và phân cấp phù hợp với các yêu cầu được qui định bằng luật.

Đăng kiểm Việt Nam (gọi bằng tiếng Anh là **Vietnam Register**) là cơ quan giám sát và phân cấp tàu, thực hiện công tác giám sát kỹ thuật, phân cấp, định mạn khô, đo dung tích tàu, giám sát việc thực hiện các yêu cầu của Công ước quốc tế có liên quan mà Việt Nam tham gia.

Đối tượng kiểm tra, giám sát của cơ quan phân cấp là các loại tàu nói chung, các máy móc, trang thiết bị dùng trên tàu, các công trình trên biển cùng tất cả trang thiết bị trên đó.

Các cơ quan này tiến hành hàng loạt công tác nghiên cứu khoa học liên quan đến thiết kế, chế tạo, bảo dưỡng, duy tu tàu và trang thiết bị đồng thời đưa ra các qui phạm (gọi bằng tiếng Anh là **Rules and Regulations**) liên quan đến độ bền, an toàn tàu cùng trang thiết bị.

Các cơ quan phân cấp có uy tín trên thế giới, có liên quan đến công nghiệp đóng tàu Việt Nam có thể kể là:

Đăng kiểm ra đời sớm nhất là **Lloyd's Register of Shipping** thuộc vương quốc Anh. LR ra đời năm 1760, được cải tổ 1834. Từ năm 1914 cơ quan này mang tên trên cho đến ngày nay. LR có đại diện thường trú tại Việt Nam, tham gia các hoạt động đóng tàu, sửa tàu và công trình biển tại Việt Nam. Qui phạm tàu biển của LR mang tên “Rules and Regulations for the Classification of Ships”.

Det Norske Veritas thành lập năm 1864 tại Oslo, Norway. Qui phạm đóng tàu DNV “Rules for Ships” được trình bày sáng sủa, dễ hiểu và trong chừng mức là chuẩn mực cho việc xác lập công thức qui phạm. DNV có đại diện tại Việt Nam, là đăng kiểm tham gia rất nhiều công trình tại Việt Nam.

Đăng kiểm Liên xô trước đây và nay **Đăng kiểm Liên bang Nga**. Đăng kiểm URSS thành lập lại năm 1924 tại Leningrad, từ cơ quan mang tên Ruskij Registr lập năm 1914. Các qui phạm của Đăng kiểm URSS là nguyên mẫu cho các qui phạm chúng ta dùng đến từ những năm 1985 - 1997. Tên ghi tại bìa qui phạm URSS cũng là tên gọi ngoài bìa của qui phạm Việt Nam “Rules for the Classification and Construction of Sea-going Ships”. Ngày nay tên gọi chính thức của đăng kiểm này bằng tiếng Anh là Russian Maritime Register of Shipping (RMRS).

Đăng kiểm Mỹ *American Bureau of Shipping*, thành lập từ 1867, trú đóng tại New York từ 1898 dưới tên gọi American Standard Universal Record of Shipping. Ngày nay đăng kiểm trên mang tên gọi như trình bày trong dòng chữ đậm, viết tắt ABS. Qui phạm của ABS mang tên “Rules for Building and Classing Steel Ships”.

Đăng kiểm Nhật bản có tên gọi *Nippon Kaiji Kyokai*, viết tắt NKK, thành lập từ 1899, trụ sở tại Tokyo. Tên gọi chính thức của NKK, dịch ra âm Hán Việt được hiểu là :**Nhật bản hải sự hiệp hội**. Đăng kiểm NKK giúp đỡ những người đóng tàu Việt Nam rất nhiều, từ hướng dẫn, đào tạo, giúp đỡ trong công tác chuyên môn đến cho phép dịch qui phạm của NKK “Rules and Regulations for the Construction and Classification of Ships” thành qui phạm sử dụng chính thức từ 1977 tại Việt Nam.

Đăng kiểm Trung quốc có tên gọi bằng tiếng Hán là **Trung quốc thuyền cấp xã**, viết bằng tiếng Anh “China Classification Society - CCS”, khai trương công việc từ 1956. Qui phạm đóng tàu đi biển do CCS đưa ra mang tên gọi như “Cương chất hải thuyền nhập cấp dữ kiện tạo qui phạm - dịch thành: Qui phạm phân cấp và đóng tàu đi biển vỏ thép” có ý nghĩa thực tế.

Đăng kiểm Pháp *Bureau Veritas* thành lập 1828, từ 1832 trụ sở đóng tại Paris. BV tham gia một số công trình tại Việt Nam.

Các đăng kiểm vừa nêu đều thuộc International Association of Classification Societies - IACS, có quan hệ mật thiết với Đăng kiểm Việt Nam (VR).

Đối tượng giám sát của Đăng kiểm thông thường là:

(a) Tất cả các loại tàu biển (đang đề cập qui phạm tàu biển) được qui định cụ thể bằng văn bản. Đăng kiểm Việt Nam, giống như Đăng kiểm NKK, giám sát các đối tượng kể sau:

- Tàu hàng,
- Tàu khách,
- Tàu dầu,
- Tàu chở xô khí hóa lỏng,
- Tàu chở xô hóa chất nguy hiểm,
- Tàu công nghiệp hải sản,
- Tàu đánh cá,
- Tàu có công dụng đặc biệt,
- Tàu chở hàng thùng, (container)

(b) Thiết bị làm lạnh hàng đặt trên tàu.

(c) Công te nơ vận chuyển hàng hóa, kể cả cont te nơ chứa hàng hóa.

(d) Thiết bị nâng hàng tàu biển.

(e) Vật liệu, sản phẩm lắp đặt trên tàu biển.

Những con tàu nằm trong phạm vi giám sát của Đăng kiểm chỉ được phép hoạt động khi đã được Đăng kiểm cấp sổ đăng ký kèm theo hồ sơ và chứng nhận phân cấp đã được Đăng kiểm thông qua.

3. Công ước quốc tế liên quan đến ngành đóng tàu

Các công ước quốc tế thông lệ được tổ chức hàng hải quốc tế có tên gọi “Inter-Government Maritime Organization”, viết tắt IMO, soạn thảo, hiệu chỉnh và khuyến cáo lưu hành tại tất cả các nước liên quan hàng hải. Tổ chức hàng hải này do hội nghị về hàng hải của Liên Hợp Quốc họp tại Geneve

1948 thành lập với tên gọi ban đầu “Tổ chức tư vấn hàng hải liên chính phủ”, viết tắt IMCO. Những công ước ra đời từ các hội nghị IMO nhằm mục đích đảm bảo an toàn mạng người trên biển, an toàn hàng hải, an toàn phương tiện và các biện pháp chống ô nhiễm môi trường. Những tàu được thiết kế và chế tạo để hoạt động trên biển nhất thiết phải tuân thủ những qui định ngặt nghèo đặt ra trong các công ước quốc tế. Một số công ước liên quan đến ngành tàu như sau:

- International Convention for Safety of Life at Sea, 1948. Việt Nam tham gia “Công ước quốc tế về an toàn sinh mạng con người trên biển”, 1974, viết tắt SOLAS, 74.
- International Convention for Safety of Life at Sea, 1960
- International Convention for Prevention of Pollution of the Sea by Oil, 1954 as amended in 1962. “Công ước quốc tế về ngăn ngừa ô nhiễm biển do tàu gây ra, 73/78”, MARPOL, 73/78
- International Convention on Load Lines, 1966. “Công ước về mạn khô tàu biển, 1966”, LOAD LINES, 66.
- International Convention on Tonnage Measurement of Ships, 1969. “Công ước quốc tế về đo dung tích tàu biển, 1969”, TONNAGE, 69.
- International Convention relating to Intervention on the High Sea in cases of Oil Pollution Casualties, 1969
- International Regulations for Preventing Collisions at Sea, 1972. “Qui tắc quốc tế tránh va trên biển, 1972”, COLREG, 72.

4. Vật liệu đóng tàu

4.1. Thép đóng tàu

Thép làm vỏ tàu thường là thép cacbon, chứa từ 0,15% đến 0,23% cacbon cùng lượng mangan cao. Hai thành phần gồm lưu huỳnh và phot pho trong thép đóng tàu phải ở mức thấp nhất, dưới 0,05%. Từ năm 1959 các đăng kiểm đồng ý tiêu chuẩn hóa thép đóng tàu nhằm giảm thiểu các cách phân loại thép dùng cho ngành này, trên cơ sở đảm bảo chất lượng. Theo tiêu chuẩn đã được chấp nhận này, có 5 cấp thép, từ kỹ thuật bằng tiếng Anh viết là *grade*, chất lượng khác nhau, dùng cho tàu thương mại. Đó là các cấp A, B, C, D và E. Thép cấp B dùng tại những vùng nhạy cảm với tác động lực, những nơi đòi hỏi có chiều dày lớn. Đăng kiểm ABS ghi rõ ràng thép grade B vào danh mục thép dùng làm thân tàu. Về sau này nhiều nước không ghi cấp C vào danh mục các cấp thép đóng tàu. Theo cách ghi trong qui phạm do Đăng kiểm Việt Nam đưa ra, cấp thép chấp nhận tại mục “phân loại thép”, Điều 3.1.2- Qui phạm phân cấp và đóng tàu biển vỏ thép, 2003, gồm A, B, D, E.

Những yêu cầu đối với thép đóng tàu, độ bền bình thường.

Bảng 1.1

Grade	A	B	D	E	Ghi chú
Cacbon, %	0,21 max	0,21 max	0,21 max	0,18 max	
Mangan, %	2,5min x cacbon	0,6 min	0,6 min	-	
Phospho, %	0,035 max	0,035 max	0,035 max	0,035 max	
Lưu huỳnh, %	0,04 max	0,04 max	0,04 max	0,04 max	
Silic, %	0,50 max	0,35 max	0,10-0,35	0,10-0,35	
Ni,Cr,Cu, ... %	Ít hơn 0,02%				

Độ bền vật liệu	
Giới hạn bền tất cả các nhóm: 400 – 490 N/mm ² (4100-5000 kG/cm ²) Thép hình grade A : 400 – 550 N/mm ²	
Giới hạn chảy của tất cả các nhóm : 235 N/mm ² (2400kG/cm ²) Thép grade A, dày trên 25 mm : 220 N/mm ² (2250 kG/cm ²)	

Các ký hiệu vừa nêu trong phần vật liệu này được dùng tại hầu hết các nước. Trong tài liệu chính thức do Đăng kiểm Việt Nam lưu hành, yêu cầu chung cho tất cả 4 cấp, theo TCVN 6259-7:2003 là:

Bảng 1.2

Cấp thép	Thử kéo		
	Giới hạn chảy (N/mm ²)	Giới hạn bền (N/mm ²)	Độ giãn dài, %
A	≥235	400 ÷ 520	≥22
B			
D			
E			

Nguồn cung cấp thép đóng tàu khá phong phú. Chọn thép cho kết cấu cần biết xuất xứ và các tiêu chuẩn dùng thép được chọn. Một số hệ thống qui tắc bắt buộc áp dụng khi dùng thép sản xuất tại USA có thể kể sau đây. Hệ thống phân loại quan trọng nhất của USA là AISI (American Iron and Steel Institut), theo hệ thống này cấp thép được dùng 4 con số để chỉ. Số thứ nhất chỉ cacbon, con số thứ hai chỉ lượng phần trăm hợp chất chính yếu trong đó. Ví dụ 10XX chỉ thép cacbon. Hai con số cuối chỉ lượng cacbon, tính bằng phần trăm, ví dụ AISI 1040 chỉ thép cacbon chứa 0,04% cacbon. Các ký hiệu theo hệ thống ASTM (American Society for Testing Materials) mang đặc trưng dễ nhận diện, được dùng chính thức trong văn bản của đăng kiểm ABS. Thép thường dùng trong đóng tàu thuộc nhóm A36-78, là thép cacbon, dùng trong xây dựng. Hai con số cuối cùng trong ký hiệu ASTM chỉ năm ra đời của phiên bản mới nhất. Thép tấm, thép hình, ống vv... thường được phân loại trong hệ thống này. Thép độ bền cao ghi trong hệ thống này gồm A242, A440, A441, và A588, vv...

Thép dùng chế tạo chi tiết được ghi bằng ký hiệu của nó. Những ký hiệu của kim loại và hợp kim qui định trong TCVN 1659 – 75 được tóm tắt như sau:

Thép cac bon thông thường (thép xây dựng), ký hiệu bằng CT và các con số đi sau đó chỉ độ bền kéo, tính bằng daN/mm². Thép nhóm này có thể là CT31, CT33, CT34, CT38, CT42, CT51, CT61.

Thép cac bon chất lượng tốt ký hiệu bằng ký tự C. Con số đi sau C chỉ hàm lượng cac bon, tính bằng phần vạn, 1:10.000 . Ví dụ thép của nhóm C5, C8, C10, C15, C20, C25, C30, C40, C70, C85.

Thép công cụ ký hiệu bằng CD, ví dụ CD70, CD80, CD0, CD100, CD120.

Thép hợp kim ghi theo cách được dùng tại Việt Nam như các ví dụ: 10Mn2Si, 9Mn2, 10SiMnPb, 100Cr2 vv...

Trong các sách kỹ thuật dùng tại nước ta, cho đến những năm chín mươi đang sử dụng các ký hiệu phân loại của Nga từ rất lâu và đã được chuyển hóa theo cách hiểu của người không phải Nga. Từ cuối những năm chín mươi, người Nga đã sử dụng những tiêu chuẩn chung như các nước khác trong cộng đồng thế giới, cách ký hiệu cũng đã có những đổi mới. Có lẽ vì sự thay đổi từ nguồn đó cần giải thích rõ để bạn đọc dễ đối chiếu với các tiêu chuẩn vừa nêu. Thép đóng tàu dùng tại Liên xô trước đây được qui định trong tiêu chuẩn nhà nước liên bang, ví dụ GOST 5521-50, từ năm 1950, hoặc trước đó, theo đó các thép C_T3C, C_T4C theo cách viết của người Nga (nếu phiên âm thành Latinh các ký hiệu đó phải được hiểu là St 3S, St 4S) được dùng như thép độ bền bình thường. Ký hiệu của người Nga mang nghĩa

C_T - viết tắt từ “thép”, C – viết tắt “đóng tàu”. Thành phần của các thép đóng tàu theo qui định trong GOST 5521-50 và sau đó như sau:

Bảng 1.3

Mác thép	C, %	Si, %	Mn, %	S, %	P, %
C _T .3C	0,14 ÷ 0,22	0,12 ÷ 0,35	0,35 ÷ 0,60	≥ 0,05	≥ 0,05
C _T .4C	0,18 ÷ 0,27	0,12 ÷ 0,35	0,4 ÷ 0,7	≥ 0,05	≥ 0,05

Yêu cầu về giới hạn chảy và giới hạn bền:

C_T.3C: không nhỏ hơn 220 MN/m²; 380 ÷ 470 MN/m²

C_T.4C: không nhỏ hơn 240 MN/m²; 420 ÷ 520 MN/m²

Trong một số tiêu chuẩn GOST được công bố những năm gần đây, đã sử dụng giới hạn dưới của độ bền chảy để kết hợp với mác thép tiêu chuẩn quốc tế ISO. Đối với thép chế tạo tàu thuyền, theo GOST 5521-89 có hai loại đều có tính hàn. Một là loại thép có độ bền thông thường, có 4 mác thép A, B, C, D, giới hạn chảy đề là 235MPa; một là loại thép có độ bền cao, mác thép là A x x, D x x, E x x. Trong đó x x biểu thị cấp độ bền, ví dụ A32 biểu thị cấp 32 kG (tức 315 MPa), D40 biểu thị cấp 40 kG (tức 395 MPa).

4.2. Kim loại màu

Đồng kim loại ký hiệu bằng Cu, gồm Cu1, Cu2, Cu3 ...

Cu1 đồng kim loại chứa 99,9% Cu; Cu2 đồng kim loại chứa 99,7% Cu; Cu3 đồng kim loại chứa 99,5% Cu.

Latông (đồng thau) ký hiệu L. Ví dụ LCuZn20, LCuZn40Pb2

Brông (đồng thanh) ký hiệu B. Ví dụ BCuSn2, BCuSn6Zn6

Đuara, ví dụ AlCu4Mg2.

4.3. Thép độ bền cao

Theo tiêu chuẩn được các nước chấp nhận, thép độ bền cao dùng trong đóng tàu được phân cấp thành ba mức, ký hiệu 32, 36, 40. Mỗi mức bền được chia làm bốn cấp: AH (ví dụ AH32, AH36, AH40), DH (ví dụ DH32, DH36, DH40), EH (EH32, EH36, EH40). Mức bền cao hơn, tính từ 42, 46, 50, 56, 62 và 69 được ghi vào các grade FH. Theo tiêu chuẩn Việt Nam, *thép cường độ cao* được chia làm các cấp sau đây: A 32, D32, E 32, A 36, D36, E 36, A 40, D 40, E 40, F32, F36, F40.

Thành phần hóa chất trong thép độ bền cao không quá giới hạn sau:

Cacbon : 0,18 % max; Chrom : 0,25% max;

Mangan : 0,90 – 1,6 % Molybden : 0,08 max;

Phospho : 0,04% max; Đồng : 0,35 % max;

Lưu huỳnh : 0,04 % max; Silic : 0,1 – 0,5 %;

Nickel : 0,4 % max; Vanad : 0,10 % max.

Giới hạn bền : H32 470 - 585 N/mm² (4800-6000 kG/cm²)

H36 490-620 N/mm² (5000-6300 kG/cm²)

H40 510 – 650 N/mm² (5200 –6600 kG/cm²)

Giới hạn chảy : H32 315 N/mm² (3200 kG/cm²)

H36 355 N/mm² (3600 kG/cm²)

H40 390 N/mm² (4000 kG/cm²)

Độ giãn dài tương đối : 20% cho mức 40; 22% cho mức 32.

Tính chất cơ học của các cấp thép cường độ cao:

Bảng 1.4

Cấp thép	Thử kéo		
	Giới hạn chảy (N/mm ²)	Giới hạn bền (N/mm ²)	Độ giãn dài, %
A 32	≥315	440 ÷ 590	≥22
D32			
E 32			
F32			
A 36	≥355	490 ÷ 620	≥21
D36			
E 36			
F36			
A 40	≥390	510 ÷ 650	≥20
D40			
KE 40			
KF40			

Tính chất cơ học các mác thép sản xuất tại Liên trước đây, ký hiệu còn lưu lại trong tài liệu Việt Nam được ghi lại như sau.

Bảng 1.5

Mác thép (Nga)	Giới hạn chảy MN/m ²	Giới hạn bền MN/m ²	Độ giãn dài δ ₁₀ %
CXA-1	350	≥520	18
CXA-1	400	540÷660	16
MC-1	400	540÷660	16
09Г2	300	≥450	18
M	300	480÷620	18÷17
MK	350	500÷640	16
CXA-45	450	560÷680	16
KC	450	560÷680	15

Sử dụng các cấp thép vào kết cấu tàu theo đúng chức năng của chúng. Các nhà đóng tàu các nước tuân thủ qui định gần như thống nhất sau, trích từ qui định của RMRS (Russian Maritime Register of Shipping).

Bảng 1.6

Cơ cấu	Cấp thép	Nhiệt độ thiết kế dùng cho vật liệu, °C					
		0	-10	-20	-30	-40	-50
		Chiều dày cơ cấu, mm, không quá trị giá sau					
Loại hai	A	30	20	10	-	-	-
	B	40	30	20	10	-	-
	D	50	40	30	20	10	-
	E	50	50	50	50	45	35
	A32, A36, A40	40	30	20	10	-	-
	D32, D36, D40	50	50	45	35	25	15
	E32, E36, E40	50	50	50	50	45	35
Loại một	A	20	10	-	-	-	-
	B	25	20	10	-	-	-
	D	35	25	20	10	-	-
	E	50	50	50	40	30	20
	A32, A36, A40	25	20	10	-	-	-
	D32, D36, D40	45	40	30	20	10	-
	E32, E36, E40	50	50	50	40	30	20
Hạng đặc biệt	A	-	-	-	-	-	-
	B	15	-	-	-	-	-
	D	20	10	-	-	-	-
	E	50	45	35	25	10	-
	A32, A36, A40	15	-	-	-	-	-
	D32, D36, D40	30	20	10	-	-	-
	E32, E36, E40	50	45	35	25	10	-

Chiều dày các tấm hoặc chiều dày thành thép hình của ba cấp A, B, D được đề cập tại đây không quá 50mm. Chiều dày tối đa cấp E chỉ được tính 100mm. Cụ thể hơn nữa, thép cấp A, B thường hóa được cung cấp dưới dạng chiều dày không bị hạn chế trong giới hạn, hiệu đơn giản hơn, thép cán thuộc cấp A, B có chiều dày bất kỳ. Thép cấp D chiều dày đến 25mm có thể là thép lắng và xử lý hạt mịn (steel is killed and fine grain treated). Thép cấp D dày trên 35mm qua lắng và xử lý hạt mịn còn phải chịu thử va đập.

4.4. Hợp kim nhôm

Vật liệu truyền thống làm tàu cỡ nhỏ, chạy nhanh là *hợp kim nhôm*. Trên thị trường quốc tế giá vật liệu từ hợp kim nhôm cao hơn 10 lần thép cùng trọng lượng. Trong lượng riêng của nhôm thực ra chỉ bằng 35% trong lượng riêng của thép, do vậy giá thành tính cho đơn vị thể tích vật liệu, giá hợp kim nhôm chỉ cao hơn thép 4 lần. Điều có thể nói, nếu có giới hạn bền của hợp kim nhôm không cách xa nhiều so với thép thường, về mặt lý thuyết có thể tiết kiệm 65% trong lượng vật liệu nếu thay thế bằng nhôm. Trong thực tế giới hạn bền của nhôm thấp hơn do vậy mức giảm trọng lượng tối đa khi thay thép bằng nhôm chỉ không đến 50%.

Hợp kim nhôm dùng đóng vỏ tàu thường chứa mangan như chất bổ sung chính. Hợp kim này chịu được tác động của nước biển, trong khi đó độ bền của nó khá cao. Theo phân loại dùng tại UK hợp kim nhôm dùng trong đóng vỏ tàu (marinealuminim alloys) được phân thành 5 nhóm chính, ký hiệu N4, N5, N6, N8 và H30, tương ứng các phân loại của ISO là A1Mg2, A1Mg2, A1Mg3-5, A1Mg3-5, A1Mg5, A1Mg 4-5 Mn và A1SiMgMn.

Đặc tính cơ học hợp kim nhôm vừa nêu như sau: module đàn hồi $E = 69 \text{ GPa}$, module cắt $G = 25 \text{ GPa}$ Độ bền kéo nhóm N4: 160-225 MPa, nhóm N8: 125-270 MPa, và của H30: 120-240 MPa.

Theo cách phân loại của Nga, hợp kim nhôm – mangan được chế tạo theo các mã AMg2, AMg3, AMg6, AMg61, và các mã khác. Đặc tính cơ học các tấm cán từ hợp kim nhôm sản xuất tại Nga được xác nhận theo tiêu chuẩn nhà nước ГОСТ 261631, (GOST 261631). Theo tiêu chuẩn này hợp kim AMg2 có các tính chất: độ bền kéo $\sigma_u = 176,4\text{MPa}$, giới hạn chảy $\sigma_y = 147\text{ MPa}$, giãn dài tương đối $a = 7\%$. Hợp kim AMg3 có các tính chất: độ bền kéo $\sigma_u = 186,2\text{ MPa}$, giới hạn chảy $\sigma_y = 78 - 196\text{MPa}$, giãn dài tương đối $a = 12 - 15\%$. Hợp kim AMg4 có các tính chất: độ bền kéo $\sigma_u = 235\text{ MPa}$, Giới hạn chảy $\sigma_y = 98\text{ MPa}$, giãn dài tương đối $a = 12\%$.

Theo qui định ghi trong quy phạm đóng tàu vỏ hợp kim nhôm của DNV, đặc tính cơ học tối thiểu áp dụng cho vật liệu làm vỏ tàu phải là:

Bảng 1.7

Vật liệu	Độ bền kéo, MPa	Giới hạn chảy, MPa
A1Mg3Mn	240	110
A1Mg4	250	110
AMg4,5Mn	270	145
AMsSil	170	115

Thành phần hoá học các hợp kim này phải nằm trong phạm vi sau:

Bảng 1.8

Vật liệu	Tiêu chuẩn tương đương		Thành phần hoá học,%			Chất khác
	ISO ²	AA ³	Si	Mg	Mn	
A1Mg4	A1Mg4	5086	Max0,5	3,5-4,6	Max0,8	Cu: 0,1
A1Mg3Mn	A1Mg3Mn	5454	Max0,5	2,4-3,4	0,3-1,0	F: 0,5
A1Mg4,5Mn	A1Mg4,5Mn	5083	Max0,5	4,0-4,9	0,3-1,0	Cr: 0,35
A1MgSil	A1MgSil		Max0,5		0,4-1,0	Zn: 0,20
						Ti: 0,20

Cấp và cơ tính hợp kim nhôm cán dùng làm vỏ tàu chạy nhanh ghi trong TCVN 6451-2:1998 được trích dẫn tại bảng dưới đây. Lưu ý bạn đọc, mã hiệu được cơ quan có thẩm quyền Việt Nam dùng cho hợp kim nhôm phải được hiểu theo hoàn cảnh cụ thể. Trong bảng sau, nếu không giải thích thêm ký hiệu bằng số không khác ký hiệu được tổ chức AA (Aluminium Association) sử dụng. Ký hiệu chữ đi sau số phải được đối chiếu với giải thích do cơ quan có thẩm quyền nêu. Ứng suất trong bảng tính bằng Mpa.

Bảng 1.9

Hợp kim nhôm		Thử kéo			
Nhóm	Cấp	Chiều dày t mm	Vật liệu cơ bản		Liên kết hàn
			Ứng suất thử	Độ bền kéo	Độ bền kéo
Nhóm 5052	5052 P-O	≤ 75	65 min	175~125	175 min
	5052 P-H32	≤ 12	155 min	215~265	
	5052 P-H34	≤ 12	175 min	235~285	
	5052 S-O	≤ 130	70 min	175~245	
	5052 S-H-112	≤ 130	70 min	175 min	

Nhóm 5083		≤ 40	125~265	275~355	275 min
		≤ 12	215~295	305~385	
		≤ 40	215~295	305~385	
		≤ 38	120 min	275~355	
		≤ 130	110 min	275 min	
Nhóm 5086		$\leq 6,5$	125 min	255 min	245 min
		$6,5 < t \leq 13$		245 min	
		$13 < t \leq 25$	110 min		
		$25 < t \leq 50$	110 min		
	5086 S-H112	≤ 130	95 min	240 min	245 min
Nhóm 5456	5456 P-H116	≤ 30	230 min	315 min	285 min
	5456 S-H111	≤ 130	180 min	290 min	
Nhóm 6000	6061 P-T6	$\leq 6,5$	245 min	295 min	167 min
	6061 S-T6	≤ 12	245 min	265 min	
	6N01 S-T5	≤ 6	205 min	245 min	157 min
		$6 < t \leq 12$	175 min	225 min	

Cả hai loại vật liệu truyền thống này khi làm vỏ tàu đòi hỏi qui trình bảo dưỡng rất nghiêm ngặt. Tàu phải được cạo hà sơn lườn thường xuyên, bề mặt vỏ tàu phải đảm bảo nhẵn gần với mức khi xuất xưởng để tàu có thể phát huy tốc độ tính toán. Thực tế cho thấy, vỏ tàu thép có sức hấp dẫn với các sinh vật biển trong môi trường nhiệt đới và điều này làm cho bề mặt vỏ tàu bị nhám rất nhanh. Đã có trường hợp tàu cao tốc vỏ thép có vận tốc thiết kế 28 Hl/h, chỉ sau thời gian đậu tại bến ba tuần đã bị hà bám bám tăng sức cản vỏ tàu đến mức khi chạy lại vận tốc tàu không vượt qua được 15Hl/h.

4.5. Gỗ

Gỗ dùng trong đóng tàu rất đa dạng. Tính chất cơ học của vật liệu này khác nhau rất nhiều giữa các nhóm gỗ.

Dữ liệu nêu tiếp đây được tính theo giá trị trung bình. Trọng lượng riêng của gỗ thay đổi từ gỗ nhẹ, ví dụ thông: 600÷650 kg/m³ đến 900 kg/m³ cho gỗ cứng. Tính chất cơ học của gỗ được xác định theo những yêu cầu đặc biệt của Đăng kiểm. Độ bền kéo dọc thớ vào khoảng 50÷60 MPa.

Theo TCVN 1072-71 gỗ dùng trong đóng tàu được chia thành 6 nhóm theo tính chất cơ lý.

- Gỗ nhóm I, nhóm II và nhóm III được dùng chế tạo khung xương của tàu.
- Không được dùng gỗ nhóm IV, nhóm V và nhóm VI để làm sườn, sống mạn và mã nối, sống đuôi, sống mũi, trục lái, ống bao trục chân vịt và bộ máy.
- Ván vỏ và vùng dưới đường nước phải là gỗ nhóm II hoặc nhóm III. Ván vỏ vùng trên đường nước và ván boong có thể là gỗ nhóm IV. Ván bao của thượng tầng và của lầu có thể là gỗ nhóm V. Ván vách ngang kín nước có thể là gỗ nhóm IV.

Gỗ dùng để đóng tàu phải được sấy khô, có độ ẩm từ 15 ÷ 22%, không bị xiên thớ.

TCVN 1072-1971: GỖ – Phân nhóm theo tính chất cơ lý

1. Tiêu chuẩn này dùng cho các loại gỗ dùng để chịu lực. Chủ yếu là xây dựng và trong giao thông vận tải.
2. Các loại gỗ được chia thành sáu nhóm theo ứng suất nén dọc, uốn tĩnh, kéo dọc và cắt dọc như quy định trong bảng 1.10.

Bảng 1.10

Nhóm	Ứng suất, 10^5N/m^2 ($1 \text{N/m}^2 = 10^5 \text{kG/cm}^2$)			
	nén dọc	uốn tĩnh	kéo dọc	cắt dọc
I	Từ 630 trở lên	Từ 1300 trở lên	Từ 1395 trở lên	Từ 125 trở lên
II	525-629	1080-1394	1165-1394	105-124
III	440-524	900-1079	970-1164	85-104
IV	365-439	750-899	810-969	70-84
V	305-364	625-749	675-809	60-69
VI	Từ 304 trở xuống	Từ 624 trở xuống	Từ 674 trở xuống	Từ 59 trở xuống

3. Đối với các loại gỗ chưa có số liệu về ứng suất thì tạm thời dựa theo khối lượng thể tích để chia nhóm như trong bảng 1.11.

Bảng 1.11

Nhóm	Khối lượng thể tích
I	Từ 0,86 trở lên
II	0,73-0,85
III	0,62-0,72
VI	0,55-0,61
V	0,50-0,54
VI	Từ 0,49 trở xuống

4. Khi tính ra các trị số tính toán thì dùng các trị số ứng suất qui định trong bảng 1.12.

Bảng 1.12

Nhóm	Ứng suất, 10^5N/m^2			
	nén dọc	uốn tĩnh	Kéo dọc	cắt dọc
I	630	1300	1395	125
II	525	1080	1165	105
III	440	900	970	85

IV	365	750	810	70
V	305	625	675	60
VI	205	425	460	45

4.6. Vật liệu composite (chất dẻo cốt sợi thủy tinh)

Vật liệu composite FRP đã dùng có kết quả lâu nay gồm nhựa polyester không no và sợi thủy tinh. Vật liệu này thường được viết tắt từ tiếng Anh kiểu Mỹ là FRP hoặc theo cách viết của người Anh là GRP. Những thông tin về vật liệu do các hãng sản xuất nước ngoài cung cấp, thông tin về công nghệ làm vật liệu composite được các trường đại học Anh, Mỹ và tổ chức nông lương thế giới FAO tại Rome, cùng chi nhánh của tổ chức này tại ASIAN cung cấp. Các mẫu tàu chạy nhanh thông dụng làm từ vật liệu composite được các nhà máy làm tàu chuyên dụng của hãng Transfield (Uc), tổ hợp công nghiệp quốc phòng hunting (Vương quốc Anh), Robert Allan (Canada), Simonneau (Pháp), Công ty cùng nhà máy Kan Nam (Hàn Quốc), tổ hợp công nghiệp đóng tàu Singapore giới thiệu. Những thông tin liên quan tại Việt Nam chúng tôi sử dụng tài liệu nội bộ cùng thông tin của các cơ sở làm vật liệu composite, tại thành phố Hồ Chí Minh, Nha Trang, Kiên Giang.

Một số tính năng kỹ thuật của vật liệu FRT như sau:

(1) Vật liệu composite làm vỏ tàu thủy gồm nhựa polyester không no, tỉ lệ trọng lượng nhựa trong thành phần vật liệu từ 70% đến 50%. Vật liệu này thuộc nhóm nhiệt hoá (thermoset), mọi phản ứng xảy ra trong môi trường tự nhiên, ở nhiệt độ bình thường (từ chuyên môn còn gọi là nhiệt độ trong phòng). Thời gian đông cứng vật liệu sau khi trát có thể từ 5 phút, một giờ hoặc lâu hơn tùy thuộc yêu cầu người chế tạo. Khác vật liệu nhựa làm đồ dùng gia dụng, FRP hơn 40 tuổi thọ vẫn giữ được đặc tính cơ học tốt xấp xỉ lúc mới đúc.

Đặc trưng chính và cơ tính các vật liệu tham gia vào composite FRT như sau:

(a) Vật liệu sợi thủy tinh.

Trong thực tế sản xuất vật liệu composite, ở nước ngoài người ta đang sử dụng 6 nhóm thủy tinh dùng trong công nghiệp vật liệu composite. Thủy tinh nhóm E được dùng rộng rãi nhất, áp dụng cho nhiều lĩnh vực, giá không cao. Thủy tinh nhóm A(alkali), nhóm C(chịu hoá chất), đặc tính cơ học khác thủy tinh nhóm E không nhiều, song giá cao hơn. Thủy tinh nhóm S và nhóm R áp dụng vào những trường hợp đòi hỏi về sức bền rất cao như máy bay siêu tốc, tàu vũ trụ, đã được sản xuất và đưa vào sử dụng song giá thành còn quá cao.

Thủy tinh nhóm E được kéo thành sợi hết sức mảnh, đường kính tính bằng đơn vị micron (ký hiệu μ bằng 1:1.000.000m). Ví dụ mỗi sợi thủy tinh dùng làm tấm vô hướng có đường kính chỉ bằng $8 \div 15 \mu m$. Nhiều loại thủy tinh được bện lại thành bó và cũng mang tên gọi sợi thủy tinh. Những bó nhỏ nhất gồm 60 đến 120 sợi mảnh.

Đặc tính cơ học thủy tinh nhóm E: tỉ trọng 2,56; giới hạn bền khi kéo $3,4 \times 10^5$ N/m; modul đàn hồi 27×10^6 N/m².

Sợi thủy tinh được bó thành cuộn, được ép thành tấm hoặc dệt thành tấm. trong ngành tàu thủy chúng ta đang sử dụng các dạng bán thành phẩm từ sợi thủy tinh như sau: tấm sợi vô hướng, viết tắt CMS (chopped strand mat), sợi (rovings) do nhiều bó sợi kết hợp dưới dạng lớn hơn, cuộn xoắn vv .. Từ sợi người ta dệt thành tấm vải thủy tinh, viết tắt của cụm từ này là WR (woven roving), có chiều dày vải, trọng lượng tấm trên một diện tích thay đổi, ví dụ vải loại 300g/m² hoặc 600 hay 800g/m².

Trong thành phần vỏ tàu luôn có mặt CMS và WR. Phân bố lớp, chọn chiều dày các lớp vải, và cách trát lớp tùy thuộc tính năng vỏ tàu, tùy thuộc thiết kế và công nghệ chế tạo.

Ngoài sợi thủy tinh, khi làm vật liệu composite người ta còn dùng sợi aramind hay còn gọi là sợi Kevlar, nhẹ hơn sợi thủy tinh song độ bền cao hơn. Loại sợi thứ ba, sợi carbon khi ra đời chỉ phục vụ ngành hàng không, vũ trụ song ngày nay đã tìm thấy chỗ ứng dụng trong vỏ tàu thủy vì giá vật liệu đã giảm nhiều lần so với ngày đầu. Một số tàu nhỏ, chủ yếu cho quốc phòng đã được làm bằng kevlar hoặc sợi cacbon. Sợi cacbon và sợi thạch anh được các nhà khoa học Nga tổng hợp, áp dụng trong công nghiệp quốc phòng có kết quả, và hiện nay vật liệu này đang được thâm nhập vào các ngành không phải quốc phòng nhờ hạ giá sản xuất.

Trong điều kiện của nước ta, sợi thủy tinh nhóm E đã được dùng phổ biến làm vật liệu composite. Sợi nhóm này cho đến năm 1996 đều được nhập từ nước ngoài, chủ yếu từ Đài Loan, Hàn Quốc, Nhật, Uc và Trung Quốc. Giá vật liệu này đã liên tục hạ thấp trong những năm qua. Mặt khác khả năng sản xuất sợi thủy tinh trong nước, dùng nguyên liệu là cát trắng trong nước, theo công nghệ nhập từ ngoại đã là một thực tế. Nguồn nguyên liệu sợi thủy tinh có thể được đánh giá là khá ổn định trong điều kiện hiện nay.

(b) Nhựa polyester không no.

Để sản xuất vỏ tàu composite, ngoài sợi thủy tinh còn cần nhựa cao phân tử. Trước đây tại Việt Nam nhiều người đã sử dụng epoxy, chủ yếu do Liên xô (cũ) cung cấp, làm vật liệu liên kết và làm vật liệu thử composite. Do giá thành nhựa epoxy còn cao, còn giá nhựa polyester thấp nên nhựa polyester được sử dụng nhiều hơn trong công nghiệp sản xuất vật liệu composite.

Đặc tính cơ học của nhựa polyester thay đổi tùy thuộc đẳng cấp nhựa đang dùng. Tính chất cơ học chung cho cả nhóm polyester như sau: tỉ trọng 1,38; Giới hạn bền $1,0 \times 10^5 \text{ N/m}^2$; modul đàn hồi $11 \times 10^6 \text{ N/m}^2$.

Hiện nay trên thị trường đã có chừng 25 đến 30 chủng loại mang tên gọi polyester dùng làm vật liệu composite. Những mã hiệu nhựa quen thuộc trên thị trường Việt Nam, từ quan sát có thể thấy, có nguồn từ Bắc Âu (Đan Mạch, Na Uy), từ Uc, Hàn Quốc, Nhật Bản Và Trung Quốc. Nhựa polyester không no dùng cho ngành đóng tàu đều phải được các cơ quan Đăng Kiểm tàu quốc tế thử nghiệm và cấp chứng chỉ công nhận chất lượng đảm bảo cho việc làm vỏ tàu. Theo cách phân loại của cơ quan Đăng Kiểm, nhựa polyester không no được chia ra các nhóm như nhựa dùng vào nhiều mục đích; nhựa để “đúc” vỏ tàu; nhựa làm lớp phủ vỏ tàu, từ chuyên môn gọi là lớp áo ngoài bề mặt (gelcoat); nhựa chậm cháy làm xuống cứu sinh chịu lửa; nhựa chịu tác động của hoá chất; nhựa chịu dầu; nhựa làm kết; nhựa làm bồn chứa nước, chứa dầu.

Trong sản xuất thực tế chúng ta đã sử dụng gần hết chủng loại nhựa đã được Đăng Kiểm cấp chứng chỉ. Mỗi chủng loại phù hợp với công việc đã được chỉ định. Tùy thuộc nước sản xuất, mã hàng hoá thương mại của nhựa khác nhau song chất lượng nhựa mỗi nhóm phải đảm bảo những yêu cầu tối thiểu. Theo cách phân loại đang thịnh hành ở Châu Âu, mã hiệu nhựa được ký hiệu bằng số, ví dụ nhựa 873E là nhựa đa mục đích, có khả năng đông cứng nhanh (chừng 15 phút); nhựa 876E là nhựa chuyên làm vỏ tàu hoặc công trình trong môi trường nước biển; nhựa 849 có khả năng chịu lửa; nhựa 844 chịu được tác động của acid. Cũng làm từng ấy nhiệm vụ, cũng có khả năng chịu lửa, chịu acid song mã hiệu nhựa sản xuất tại Hàn Quốc được mã hoá như sau: G-3(BT), G-774(T,S,Y,P,), RF-2000SE, S-650, vv...

Tùy thuộc khả năng sử dụng, và điều này có liên quan đến mã hiệu nhựa, giá nhựa không hoàn toàn như nhau. Chênh lệch giá giữa nhựa chất lượng cao và polyester chất lượng thấp hơn có khi đến 50%. Một điều đáng quan tâm cho những người làm vỏ tàu composite là giá nhựa polyester trên thế giới ngày càng giảm.

Nhờ sự hạ giá mua nguyên liệu gồm sợi thủy tinh và nhựa polyester, giá vật tư làm vỏ tàu giảm theo. Đơn giá một vỏ tàu hoàn chỉnh làm bằng vật liệu composite trước đây cao hơn giá vỏ tàu có kích thước tương đương làm bằng thép hoặc gỗ, hiện nay giá vỏ tàu composite không vượt quá giá vỏ thép.

Công nghệ làm vỏ tàu bằng vật liệu composite hiện nay bao gồm các bước chính như sau: (1) Làm khuôn mẹ (khuôn cái) bằng composite; (2) Chuẩn bị vật liệu chống dính để tách khuôn khi đúc xong; (3) Trát lớp gelcoat; (4) Trát các vật liệu composite theo qui trình đã xác định; (5) Tạo các chi tiết gia cứng dọc hoặc ngang; (6) Tạo vách dọc, vách ngang bằng vật liệu composite hoặc vật liệu khác; (7) làm boong; (8) Liên kết thượng tầng.

Trong tất cả các bước, khâu vật liệu composite đóng vai trò tối cần thiết. Vật liệu này được tạo ra khi liên kết bền hai thành phần chính là nhựa polyester nêu ở trên.

Vật liệu sẽ đông cứng ở nhiệt độ bình thường với sự có mặt của chất đông cứng hay còn gọi là chất xúc tiến hay chất gia tốc. Thời gian đông cứng thường áp dụng khi trát vỏ tàu là trên dưới một giờ đồng hồ. Kích thước và hình dáng vật thể do vật liệu composite tạo thành bị giới hạn bởi sự có mặt của khuôn mẹ. Sau đông cứng, vỏ tàu định hình đúng hình mẫu mà khuôn mẹ đã hạn định.

Khi đã thành vật liệu composite đặc tính cơ học của FRP như sau:

- Vật liệu FRP có tỉ trọng từ $1,55 \div 1,7 \text{ t/m}^3$. So với thép đóng tàu, tỉ trọng của FRP chỉ bằng 1/5 tỉ trọng của thép (tỉ trọng thép đóng tàu $7,8 \text{ t/m}^3$).
- Giới hạn bền nằm trong phạm vi $1200 \div 1600 \text{ kG/cm}^2$.

(2) Giới hạn bền của vật liệu FRP thấp hơn của thép (bằng $50\% \div 60\%$ giới hạn bền của thép đóng tàu với giới hạn bền của thép đóng tàu 2400 kG/cm^2). Xét khối lượng vật tư cần đưa vào tàu cùng kích cỡ và tính năng, có thể nhận thấy tính, nhờ tỉ trọng bản thân nhỏ còn giới hạn bền không quá nhỏ so với thép, nên số lượng vật tư FRP sẽ nhỏ hơn, còn dùng thép khối lượng thép tính bằng tấn sẽ lớn hơn (xem bảng so sánh dưới). Tính chất này cho phép giảm lượng giãn nước của vỏ tàu bằng FRP, và điều này có lợi cho việc làm tăng tốc độ tàu hoặc giảm công suất máy.

(3) Vật liệu FRP ra đời đã 50 năm, đã ứng dụng trong ngành chế tạo vỏ tàu trên 40 năm. Những vỏ tàu đầu tiên chế tạo từ giữa những năm 40 của thế kỷ XX, trên cơ sở công nghệ thời bấy giờ, chưa tiên tiến, vẫn còn bền vững cho đến ngày nay. Từ thực tế đã cho thấy vật liệu FRP đã tìm được chỗ ứng dụng tốt và phù hợp trong ngành đóng tàu thủy. Thực tế cũng cho thấy vật liệu FRP không bị thấm thấu, không ngâm nước (tỉ lệ ngâm nước của vật liệu nằm trong giới hạn 1/10.0000), không bị lão hoá nhanh.

Sinh vật biển không có khả năng thâm nhập và phá hoại loại vật liệu này. Nhờ tính chất này việc bảo dưỡng vỏ tàu FRP dễ dàng hơn nhiều so với bảo dưỡng vỏ thép, vỏ gỗ. Người ta có thể bảo dưỡng vỏ tàu FRP, kể cả phần chìm mà không cần lên đà, vào ụ nếu vỏ chưa bị sự cố trầm trọng.

Dưới đây là bảng so sánh các tính năng chủ yếu giữa thép, nhôm, gỗ, vật liệu FRP. Trọng lượng trên một m^2 diện tích vỏ tàu dài 14m được tính như sau cho các loại vật liệu khác nhau, trong đó đã tính cả vật tư làm các nẹp gia cường kết cấu:

Bảng 1.13

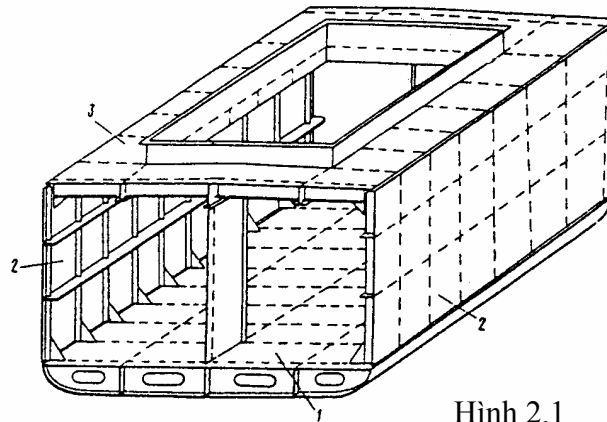
Các đặc trưng	Gỗ	Thép	FRP	XMLT
Trọng lượng riêng, (t/m^3)	$0,78 \div 0,82$	7,8	$1,6 \div 1,7$	2,6
Chiều dày vỏ (tính mm)	35	5	9-10	28
Trọng lượng vật liệu/ m^2	50kg	56kg	24kg	76kg

CHƯƠNG 2

HỆ THỐNG KẾT CẤU THÂN TÀU

1. Hệ thống kết cấu thân tàu

Vỏ tàu dạng chung nhất được xét như kết cấu vỏ có nẹp cứng. Ba khung giàn kết cấu từ các dầm ngang, dầm dọc, lợp bằng tấm, như đã giới thiệu có tên gọi bằng tiếng Anh *panel grillage*, đóng vai trò các khung chính tạo vỏ tàu. Đó là các khung giàn đáy, mang ký hiệu 1, khung giàn mạn 2 và khung giàn boong 3 của kết cấu tàu vỏ kim loại (hình 2.1).

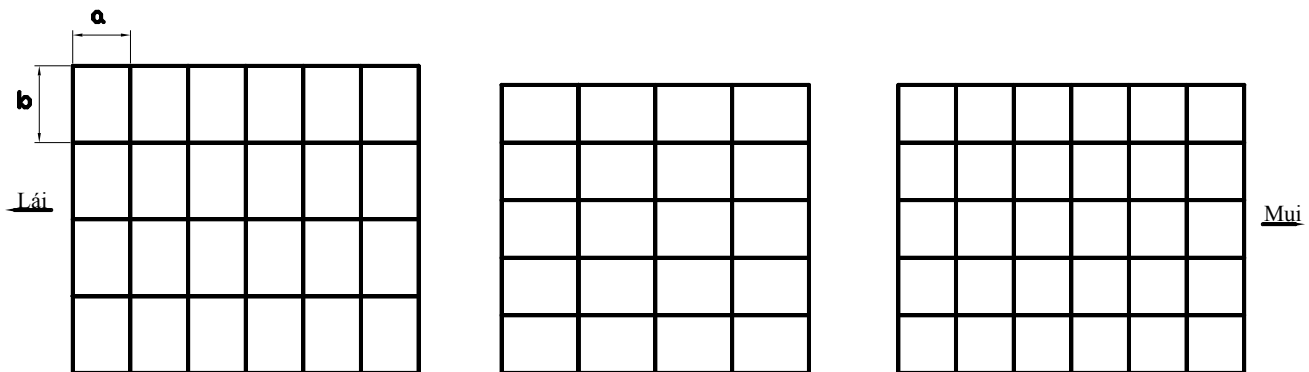


Hình 2.1

Căn cứ bố trí các cơ cấu cứng như vai trò các panel trong ngành xây dựng, của các khung vừa nêu để phân biệt hệ thống kết cấu tàu. Hai hệ thống kết cấu tàu, hệ thống ngang (transverse framing) có cách sắp xếp panel như tại hình 2.2a, trong đó khoảng cách giữa các cơ cấu cứng đặt ngang tàu ngắn hơn khoảng cách cùng tên song đặt dọc. Nếu ký hiệu a – khoảng cách giữa các panel đặt ngang, b – khoảng cách giữa hai panel đặt dọc, dấu hiệu phân biệt hệ thống ngang sẽ là: $a < b$

Ngược lại, trường hợp $a > b$ chúng ta gặp kết cấu theo hệ thống dọc (longitudinal framing), hình 2.2b.

Trường hợp thứ ba, khoảng cách a gần bằng b , các panel được xếp như mạng lưới đều nhau chúng ta gặp trường hợp kết cấu trung gian như hình 2.2c.

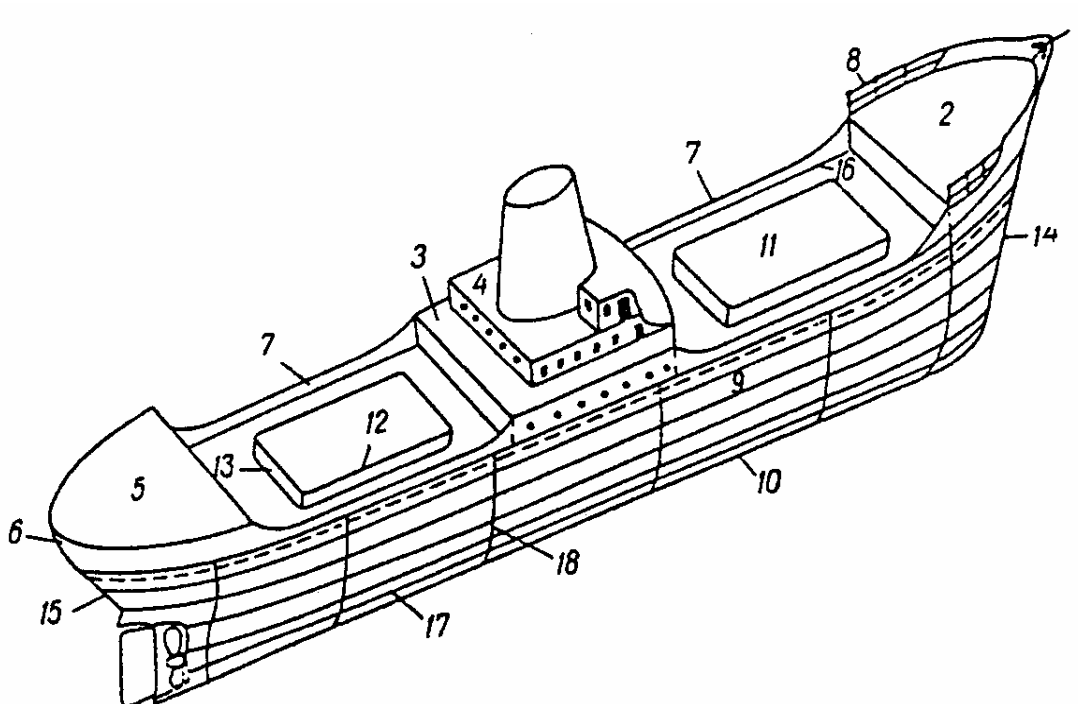


Hình 2.2 Hệ thống kết cấu tàu

Trước khi tìm hiểu các hệ thống kết cấu bạn đọc có thể nhớ lại cách gọi tên các cơ cấu và chi tiết trong thân tàu. Thân tàu (hull) dạng kết cấu vỏ mỏng có gia cường dọc và ngang, đảm bảo tàu nổi trên nước và làm việc an toàn trong các chế độ khai thác. Thông lệ có thể coi tàu gồm ba phần chính, xét theo chiều dọc như phần lái (aft end region) chiếm khoảng 30% chiều dài tàu, phần giữa tàu (midship region) chiếm 40% và phần mũi (fore end region) chiếm phần còn lại. Phần mũi tàu được hiểu là phần thuộc 0,1L tính từ mỗi mũi tàu. Trong ba phần này người kỹ sư phải đi sâu vào phân tích, tính toán và hình thành kết cấu đặc trưng từng vùng. Những kết cấu tại phần đuôi hoặc phần lái như vừa gọi thông thường gồm có kết cấu vùng lái, sau vách đuôi (after peak structure), kết cấu vòm đuôi, sống lái (sternframe, shaft brackets and bossings).

Khu vực giữa đôi được quan tâm đúng mức. Các kết cấu có tầm quan trọng đặc biệt gồm lớp tôn bao, mặt cắt ngang tương đương của thân tàu và mô đun chống uốn của mặt cắt, các vách ngang, vách dọc (bulkhead), đáy tàu, boong. Vùng trước của tàu gồm những phần quan trọng: sống mũi (stem), boong mũi, kết cấu đặc trưng khu vực trước vách chống va (fore peak structure).

Theo chiều cao, những người tính toán kết cấu tiếp xúc với những kết cấu chính của tàu, tính từ dưới lên như đáy tàu (có thể dạng đáy đơn, đáy đôi) thường là bộ phận quan trọng nhất nhì, nằm dưới cùng thân tàu. Trong cụm kết cấu này sống chính tàu (keel) phải được quan tâm hàng đầu vì đây là xương sống của tàu. Nếu bạn đọc còn nhớ cách gọi của người Trung Hoa rằng đây là “long cốt”, tức xương sống của rồng, chúng ta sẽ thấy cách coi trọng của những người quan tâm đến kết cấu tàu thuyền. Dàn mạn, các vách, cột chống vv... như những thành đứng, trụ đứng làm cho tàu cứng vững. Boong hoặc các boong (decks) và kết cấu boong làm những chức năng khác nhau, boong giữa (tweendeck) làm nơi chứa hàng, boong trên đóng vai trò boong thời tiết không chỉ che mưa nắng cho tàu mà còn đóng vai trò boong sức bền. Những chi tiết chính của thân tàu bạn đọc làm quen trong phần này có thể tổng kết tại hình 2.3.



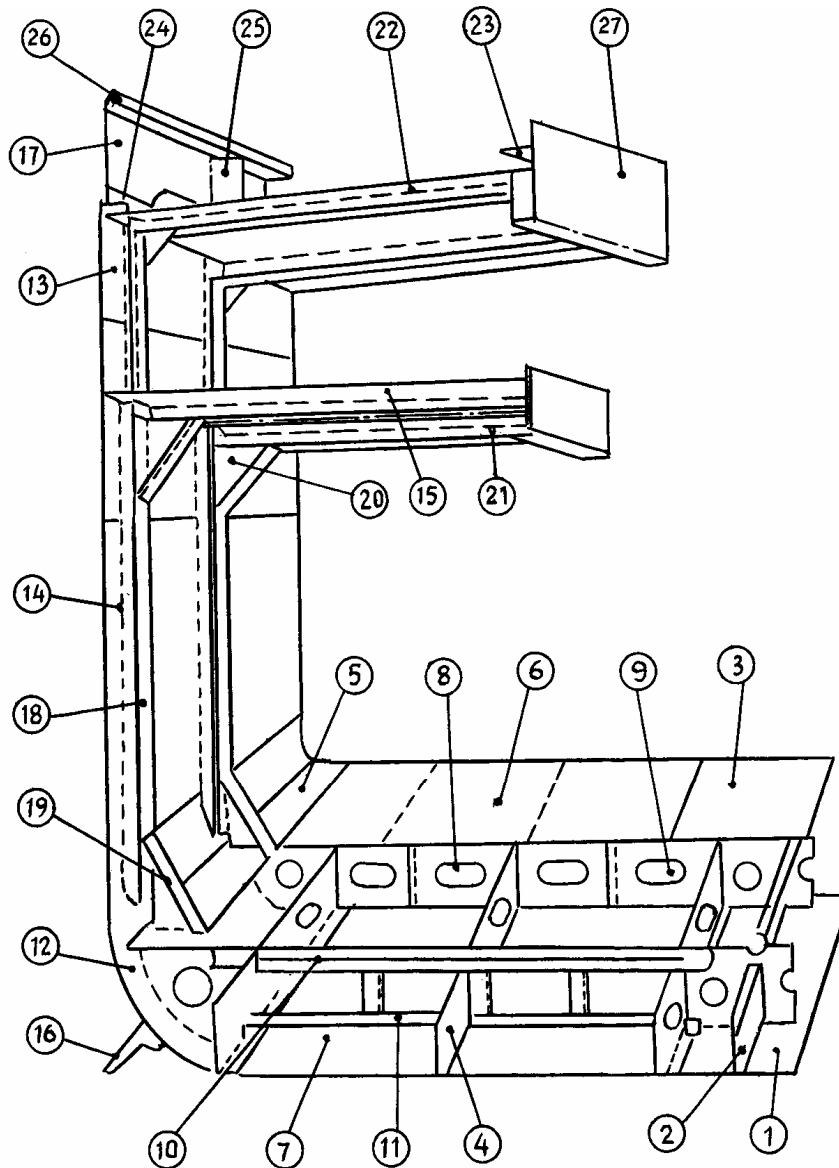
Hình 2.3. Kết cấu chính thân tàu

Các ghi chú trên hình 2.3 mang ý nghĩa: 1- mũi tàu (bow), 2- boong mũi (forecastle), 3- thượng tầng giữa (middle superstructure), 4- buồng lái (wheel house), 5- boong lái (poop deck), 6- vòm lái (stern), 7- be gió, be chắn gió, mạn giả (bulwark), 8- lan can, tay vịn (rails), 9- tôn mạn (side plating), 10- đáy (bottom), 11- miệng hầm hàng (cargo hatch), 12, 13- thành miệng hầm hàng (hatch coaming), 14- sống mũi (stem), 15- lô lái (stern-post), 16- boong (upper deck), 17- đường hàn dọc nối tôn vỏ (seams), 18- đường hàn ngang (butt).

Thượng tầng của tàu (superstructure) được bố trí trên boong, cụ thể hơn trên boong mạn khô. Chiều rộng thượng tầng có thể bằng chiều rộng tàu tại khu vực đặt thượng tầng. Trường hợp thượng tầng có các vách bên không trùng với chiều rộng mép mạn, khoảng cách giữa vách và mép mạn không lớn hơn 4% chiều rộng tàu tại khu vực đang đề cập. Thông lệ các thượng tầng phải là kết cấu kín, các lỗ khoét ở vách bên hoặc vách trước/sau phải có phương tiện đóng đảm bảo kín nước, chịu được tác động môi trường.

Để phân biệt rõ ràng và chính xác hệ thống kết cấu cần thiết xem xét kỹ hơn bố trí các cơ cấu cứng của tàu. Trên tàu kết cấu hệ thống ngang, giàn đáy, giàn mạn và giàn boong được tổ chức hoàn toàn theo

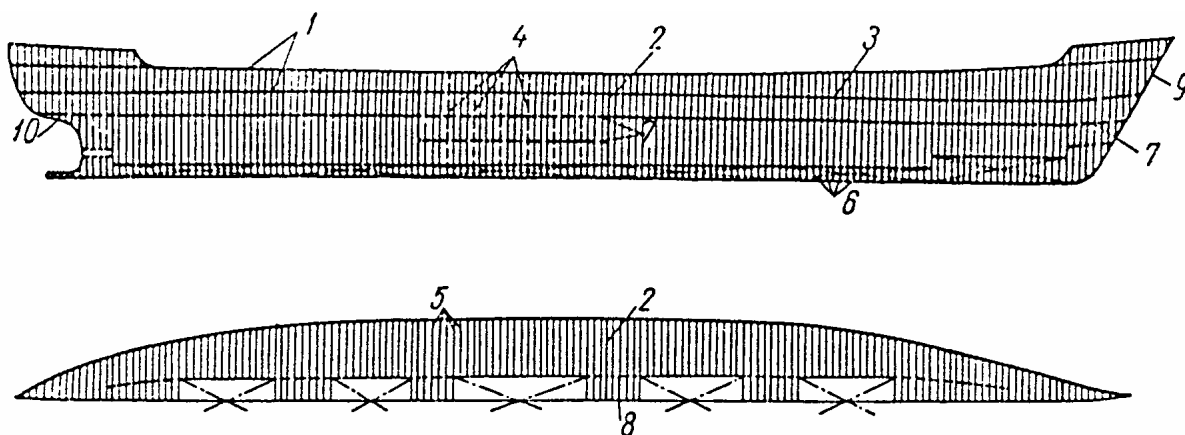
đúng cách thức đã nêu: đà ngang, sườn, xà ngang boong đặt tại mỗi khoảng sườn, nối với nhau qua các mã. Hình 2.4 mô tả mặt cắt ngang tàu vận tải đi biển theo hệ thống ngang đặc trưng cho hệ thống kết cấu này.



Hình 2.4. Kết cấu mặt cắt ngang tàu theo hệ thống ngang

Các ghi chú trên hình 2.4 mang ý nghĩa sau: 1 –xà ngang boong (transverse beam), 2 – sườn (frame), 3 – đà ngang đáy (floor), 4 – sống phụ đáy (side girder), 5 – sống chính đáy (center girder), 6 – sống hông (margin plate), 7 – tôn đáy trên (tank top plating), 8 – tôn boong trên (upper deck plate), 9 – tôn boong nội khoang thứ hai (2nd deck plate), 10 – tôn boong nội khoang thứ ba (3rd deck plate), 11 - tấm vây miệng khoang hàng (hatch side coaming), 12 - tôn sống nằm/tôn giữa đáy (plate keel), 13 – mã hông (tank side bracket), 14 – tôn mép boong (stringer plate), 15 – tôn mép mạn (sheer strake), 16 – mã xà ngang boong (beam bracket).

Mặt cắt dọc tàu với kết cấu theo hệ thống ngang được trình bày tại hình 2.5 tiếp theo.



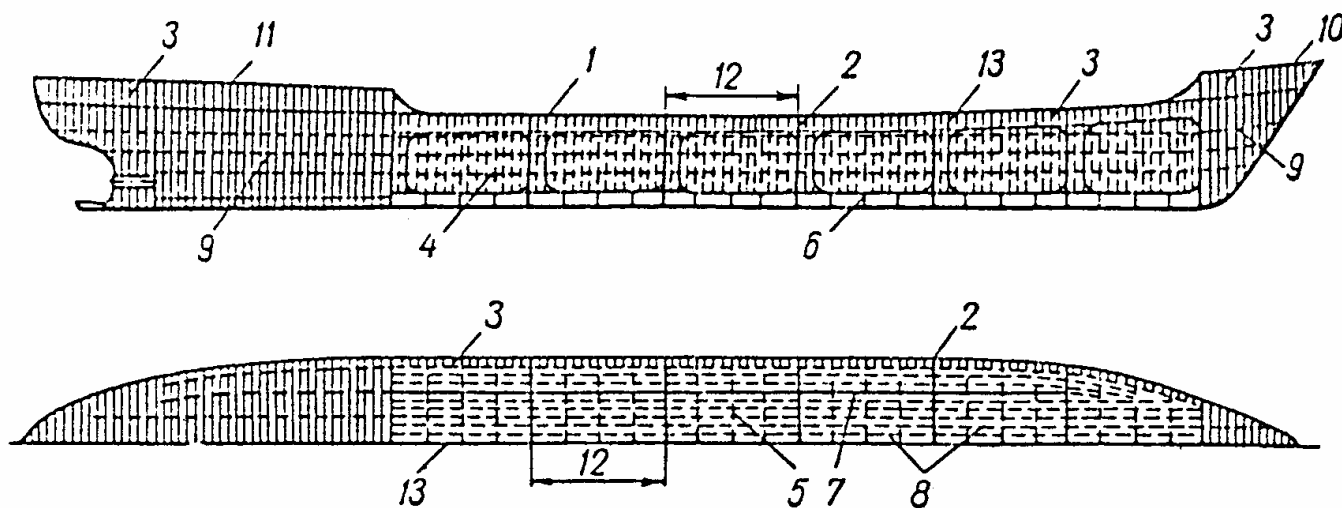
Hình 2.5. Hệ thống kết cấu ngang tàu vận tải

Các ghi chú trên hình 2.5 có ý nghĩa: 1 – các boong (decks), 2 – vách ngang (transverse bulkheads), 3 – sườn thường (frames), 4 – sườn khỏe (web frames) chỉ có trong buồng máy, 5 – xà ngang boong (deck beams), 6 – đà ngang đáy (floors), 7 – sống dọc mạn (stringers), 8 - xà dọc boong (girders), 9 – sống mũi (stem), 10 – sống lái (stern frame).

Trong hệ thống này, kết cấu đáy, mạn và boong tuân thủ đầy đủ qui định dành cho hệ thống ngang. Khoảng sườn tàu như thể hiện tại mặt cắt dọc, luôn nhỏ hơn khoảng cách ngắn nhất của hai cơ cấu dọc gần nhau.

Có thể lưu ý bạn đọc ngay từ những dòng đầu tiên về kết cấu, rằng trên tàu vận tải tổ chức theo hệ thống ngang các sườn tàu được bố trí theo cách hợp lý nhất nhằm đảm bảo độ bền tàu mà không làm mất đi dung tích cần thiết chứa hàng. Các sườn mang tên gọi bằng tiếng Anh “Web” chỉ bố trí trong khu vực buồng máy, đảm bảo độ bền cục bộ, trong khi đó trong các hầm hàng người ta chỉ bố trí sườn thường, tránh bố trí sườn khỏe nhằm giảm thiểu phân chiếm chỗ của cơ cấu.

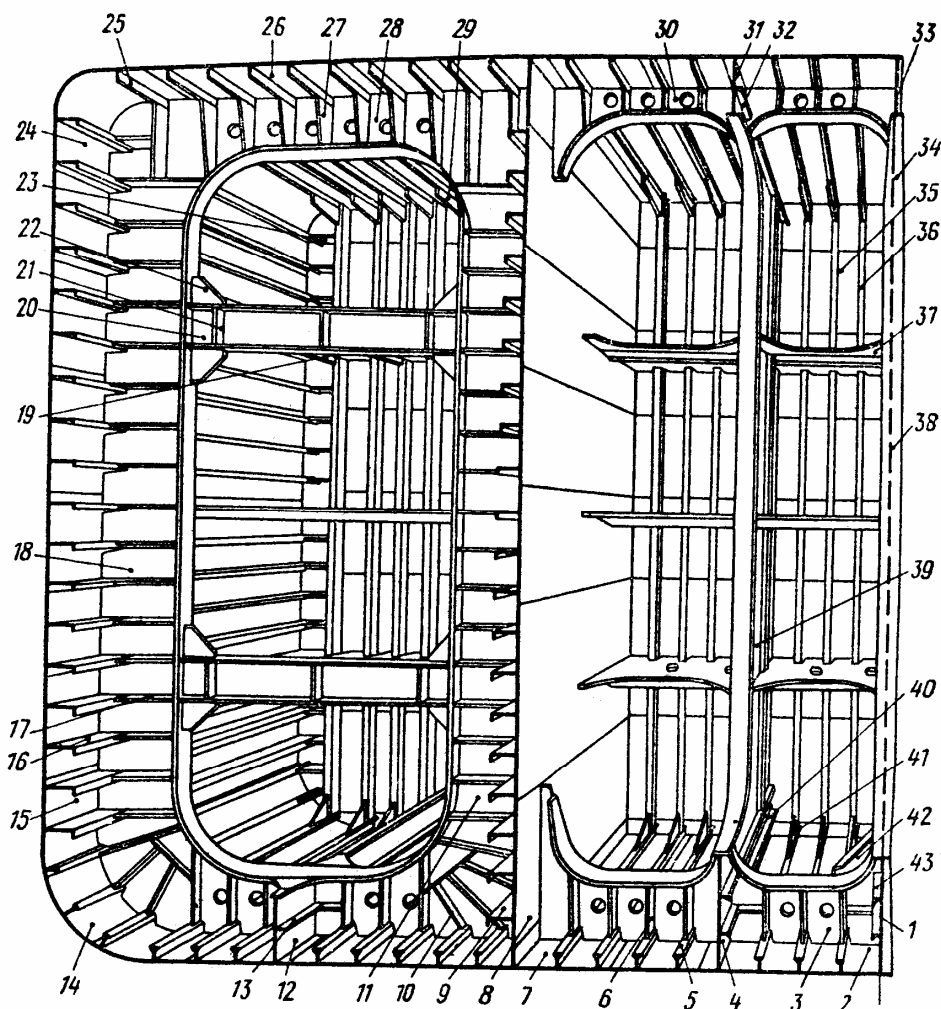
Ngược lại, trong hệ thống kết cấu dọc, xuất hiện các cơ cấu dọc thấy rõ trong cả ba khung giàn vừa đề cập. Khoảng cách giữa các nẹp dọc của đáy, mạn, boong (bottom, side, deck longitudinals) khá nhỏ, xấp xỉ bằng khoảng sườn. Khoảng cách giữa các cơ cấu ngang trong hệ thống này khá lớn, thường từ ba khoảng sườn trở lên. Hình ảnh thân tàu theo hệ thống dọc được trình bày tại hình 2.6 nêu rõ sự khác biệt trong bố trí cơ cấu so với hệ thống vừa nêu trước.



Hình 2.6. Kết cấu hệ thống dọc dùng cho tàu dầu

Tên gọi cơ cấu trong bản vẽ này được hiểu như sau. 1 – boong (deck), thông thường tàu dầu chỉ một boong, 2 – vách ngang (transverse bulkheads), 3 – sườn thường (side frames), 4 – sườn khô (web), 5 – xà ngang boong khô (deck transverse), 6 – đà ngang đáy (floors), 7 – vách dọc (longitudinal bulkheads), 8 – nẹp dọc boong (deck longitudinals), 9 – xà dọc mạn (stringers), 10 – boong dằng mũi (forecastle), 11 – boong lầu lái (poop).

Điều có thể nhận xét, kết cấu thực sự mang đủ đặc tính của hệ thống dọc trải dài trên phần lớn tàu. Các khoang hàng tại khu vực giữa tàu tổ chức hoàn toàn theo nguyên tắc của hệ thống dọc. Phần mũi tàu không áp dụng 100% nguyên tắc này, phần lái người ta có thay đổi trong cách bố trí hệ thống. bản vẽ phối cảnh tàu chở hàng lỏng, kết cấu theo hệ thống dọc được trình bày tiếp tại hình 2.7.

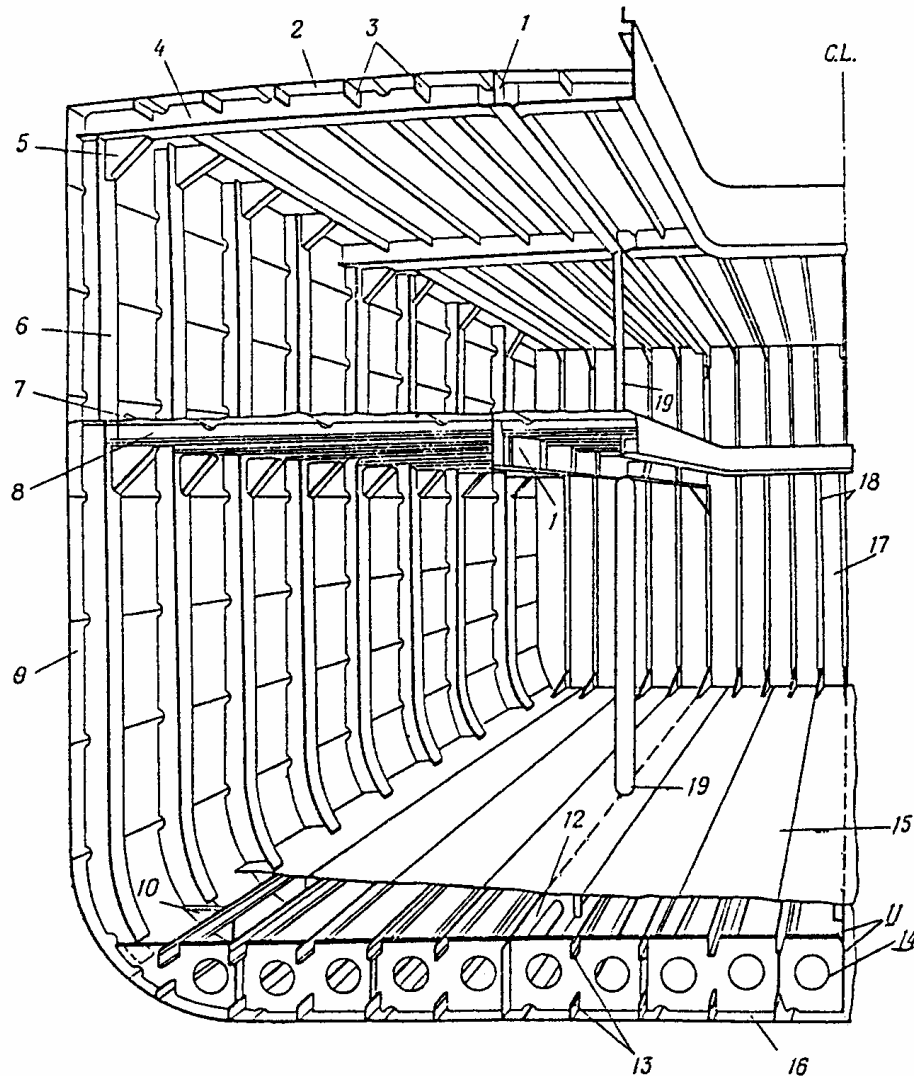


Hình 2.7. Hệ thống kết cấu dọc tàu chở dầu

Các ghi chú trên hình mang ý nghĩa: 1- sống chính đáy (center girder); 2- tôn sống nằm (plate keel); 3- đà ngang đáy (floor); 4,12- sống phụ đáy (side girder); 5- dầm dọc đáy (bottom longitudinal), 6,10, 13, 17, 19,21, 23, 32, 40,43- nẹp gia cường (strut); 7- tôn đáy ngoài (bottom plating); 8- vách dọc (longitudinal bulkhead); 9- nẹp dọc vách (bulkhead stiffener); 11- sống đứng vách dọc (longitudinal bulkhead girder); 14- dải tôn hông (bilge strake); 15- tôn mạn (side plating); 16- dầm dọc mạn (stiffener); 18- sườn khô (web frame); 20- thanh xà chống va (panting beam); 22, 27, 29, 41, 42- mã liên kết (beam bracket); 24- dải tôn mép mạn (sheer strake); 25- dầm dọc boong (deck longitudinal); 26- tôn boong (upper deck); 28, 30- xà ngang boong khô (strong beam); 31- sống boong (deck girder); 33- sống chính boong (center deck girder); 34,38 - sống đứng vách (vertical girder bulkhead); 35- vách ngang

(transverse bulkhead); 36- nẹp vách (bulkhead stiffener); 37- sòng nằm vách (horizontal girder bulkhead); 39- sòng đứng vách ngang (vertical bulkhead girder).

Hệ thống hỗn hợp dùng cho tàu chở hàng khô được minh họa tại hình 2.8. Theo cách làm tại đây, đáy tàu kết cấu hoàn toàn theo hệ thống dọc (longitudinally framed bottom), boong trên cùng theo đúng chuẩn dùng cho đáy. Trong khi đó dàn mạn tàu khác với hai bên nổi hai đầu, kết cấu theo hệ thống ngang. Boong giữa tổ chức theo hệ thống ngang. Tại đây chúng ta còn hiểu hệ thống hỗn hợp mang ý nghĩa thực tế về kết cấu, tổ chức theo cách này các cơ cấu chịu ứng suất một cách hợp lý hơn và bằng cách đó có thể tiết kiệm vật liệu làm vỏ tàu một cách đáng kể. Cần nói rõ hơn, bố trí các cơ cấu như tại hình 2.8 là đề xuất của viện sĩ hàn lâm Shymanski thời Liên xô còn tồn tại.



Hình 2.8. Hệ thống kết cấu hỗn hợp dùng cho tàu hàng

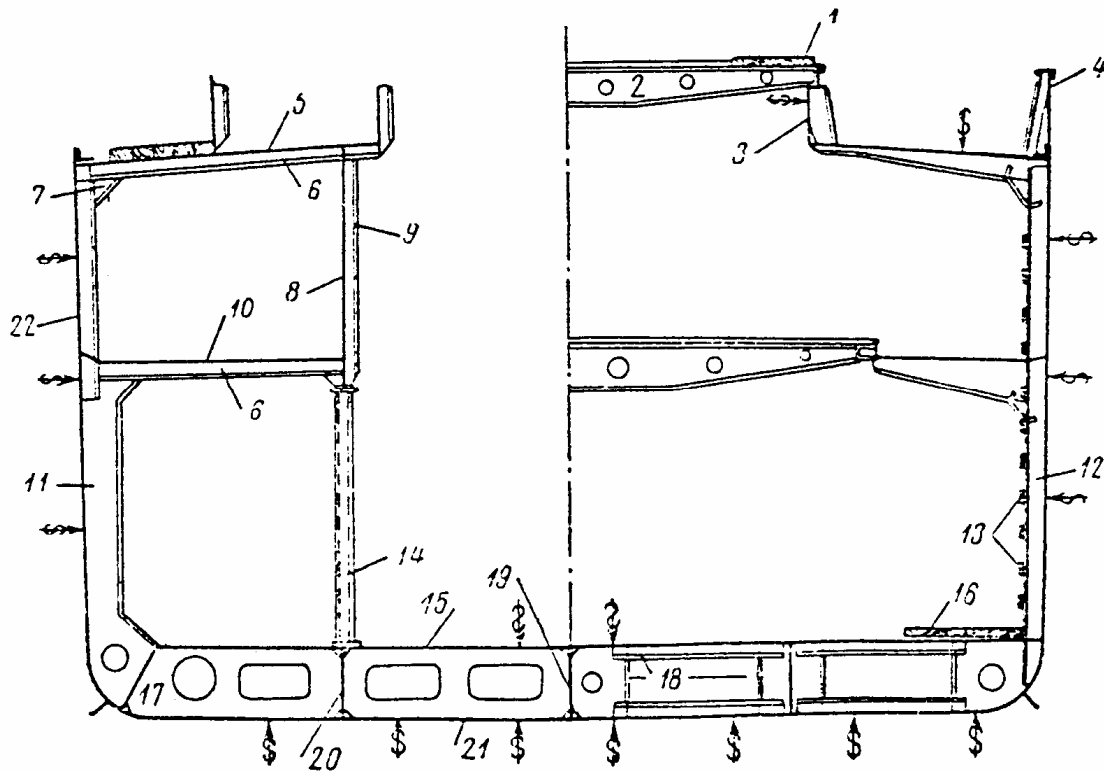
Các ghi chú trên hình mang ý nghĩa: 1 – xà dọc boong (tiếng Anh chính thức E-E gọi là deck girder), 2 – tôn boong (deck plating), 3 – nẹp dọc boong (deck longitudinal), 4 – xà ngang boong (deck transverse), 5 – mã (beam knee), 6 – sườn (frame), 7 – tôn boong giữa (tweendeck plating), 8 – xà ngang boong (beam), 9 – tôn mạn (side plating), 10 – mã hông (bilge bracket), 11 – ki (vertical keel), 12 – đà dọc (side girder), 13 – nẹp dọc đáy (bottom longitudinal), 14 – đà ngang đặc (solid floor), 15 – đáy trong (tank top), 16 – tôn đáy (bottom plating), 17 – vách (bulkhead), 18 – nẹp vách (bulkhead stiffener), 19 – cột chống (pillar).

2. Hệ thống kết cấu ngang

Hệ thống ngang được dùng trong ngành đóng tàu từ rất sớm, chủ yếu cho các tàu chiều dài không lớn. Những tàu vỏ gỗ hầu như chế tạo theo hệ thống này. Tàu vỏ thép ra đời, ban đầu tàu chưa phải cỡ lớn nên cứ theo đà cũ, theo kinh nghiệm làm tàu gỗ người ta sử dụng hệ thống ngang làm chuẩn. Ưu điểm nổi bật của hệ thống kết cấu ngang là khả năng chịu các lực tác động ngang, tác động mang tính cục bộ rất tốt. Nếu xét về sức bền cục bộ, như chúng ta đã quen trong [8], hệ thống khung ngang kể từ đà ngang, sườn, xà ngang có khả năng chịu tải trọng cục bộ hoàn hảo. Chế tạo tàu có kết cấu theo hệ thống ngang thường đơn giản, chính vì vậy những nhà đóng tàu ngày trước rất ưa chuộng kết cấu dạng này. Điều có thể nói thêm, trên các tàu chở hàng khô, kết cấu theo hệ thống này cho phép bố trí các khoang hàng gọn, hợp lý, tạo nhiều thuận lợi cho người dùng, dung tích hầm hàng đủ độ lớn cần thiết.

Hệ thống ngang áp dụng trên tàu cỡ nhỏ hoặc cỡ trung bình tỏ rõ tính ưu việt của nó. Chiều dày tôn vỏ không nhất thiết phải quá dày nhờ cơ cấu làm việc của bản thân tàu. Momen uốn chung tại những mặt cắt khu vực giữa tàu, tỷ lệ với chiều dài tàu không quá lớn, ứng suất nén các tấm boong hoặc đáy trong những trường hợp này không đạt giá trị đáng lo ngại, ổn định tấm trong hệ thống ngang vốn nhạy cảm với ứng suất nén và cách bố trí tấm không tạo ra sự lo lắng quá mức.

Mặt cắt ngang tàu vận tải đi biển, tổ chức theo hệ thống ngang, chế tạo vào những năm sáu mươi có dạng như tại hình 2.9. Trên hình, chúng ta có nhận xét: tàu được thiết kế hai boong, nắp hầm hàng cấu trúc bằng các tấm nắp rời, dọc khoang hàng có gắn các tấm lót ngang 13 bằng gỗ, cách làm này ngày nay được biến thể bằng các tấm lót thép, gia công liền với quá trình đóng mới tàu.

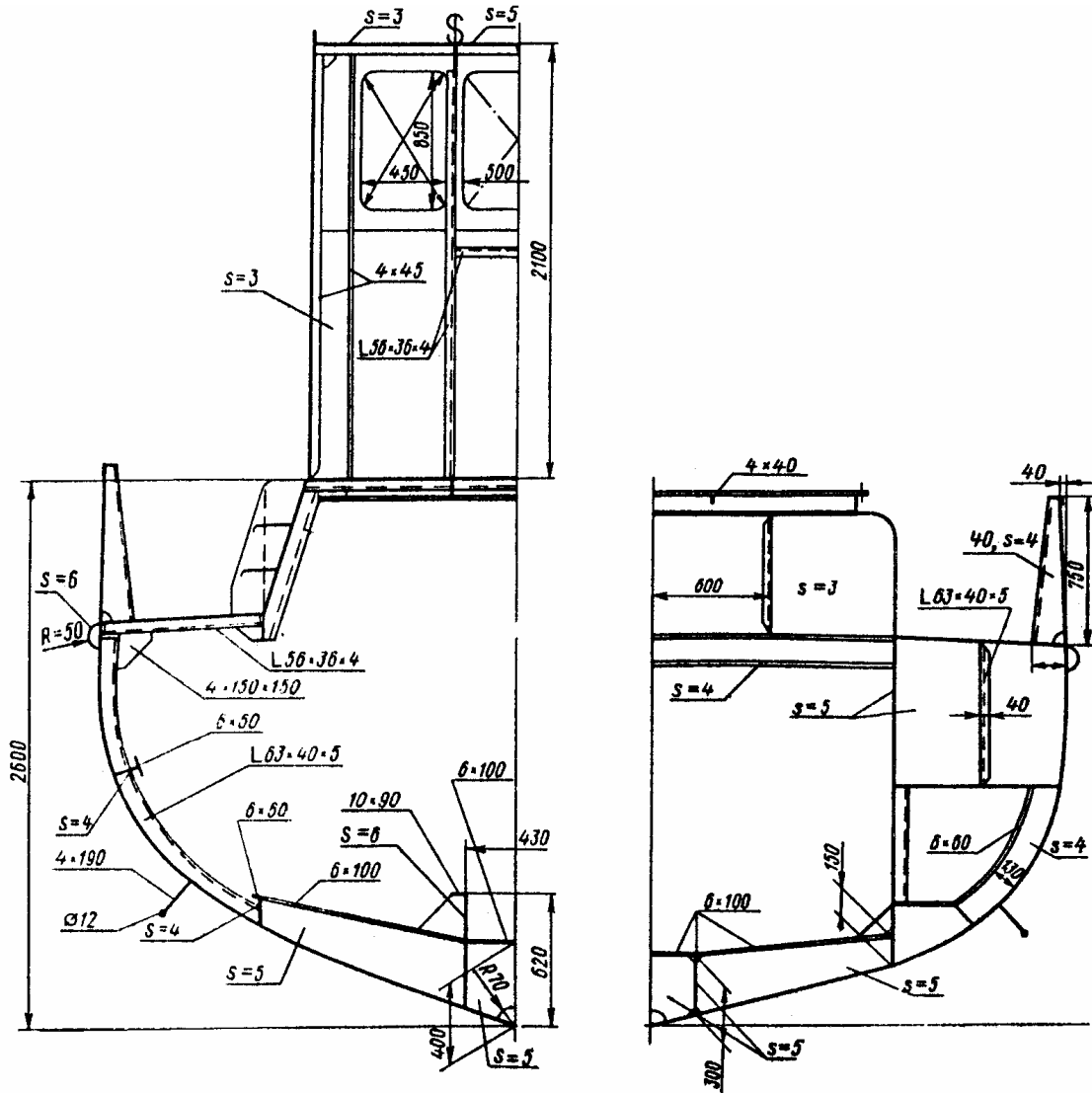


Hình 2.9. Mặt cắt ngang tàu vận tải kết cấu theo hệ thống ngang

Các ghi chú tên hình được giải thích như sau: 1- Nắp miệng khoang (hatch cover), 2- Xà ngang tháo lắp được (hatch beam), 3- thành miệng khoang (hatch coming), 4- tôn mạn chắn sóng (bulwark plate), 5- tôn boong trên (upper deck plating), 6- xà ngang boong (deck transverse beam), 7- mã xà (beam bracket), 8- vách dọc (line bulkhead plating), 9- nẹp vách (bulkhead stiffener), 10- tôn boong thứ hai/boong nội khoang (tweendeck plating), 11- sườn khoé (web frame), 12- sườn thường (hold frame), 13- tấm lót ngang

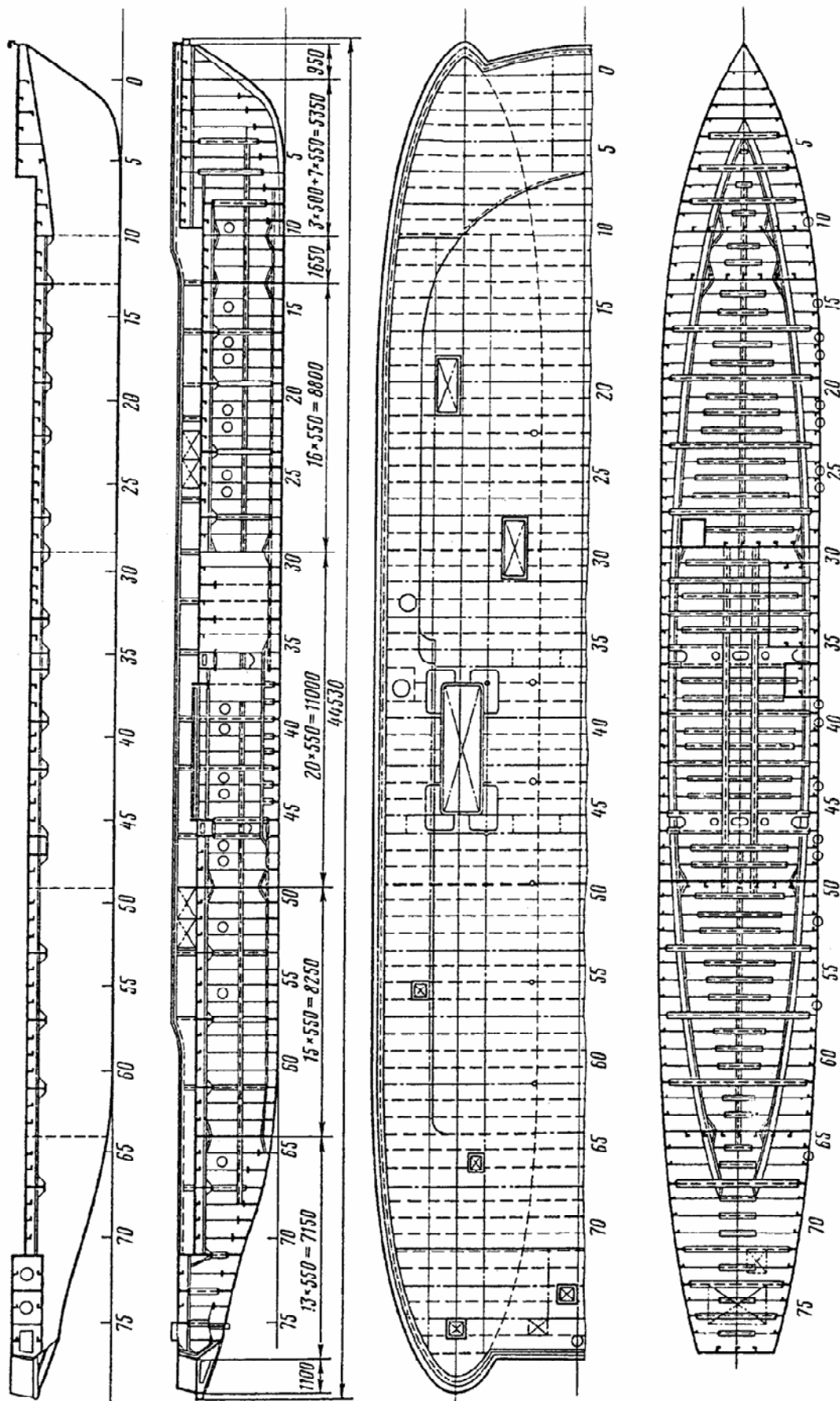
(horizontal sparring), 14- cột chống khoang (hold pillar), 15- tôn đáy trên (inner bottom plating), 16- ván lót sàn (bottom ceiling), 17- đà ngang đặc (solid floor), 18- đà ngang hở/giảm trọng lượng (open floor), 19- sòng chính (center girder), 20- sòng phụ (side girder), 21- tôn đáy (bottom plating), 22- tôn mạn (side plating).

Các tàu cỡ nhỏ thông lệ kết cấu theo hệ thống ngang. Hình 2.10 trình bày một trong những ví dụ thông dụng thường thấy trên các tàu công tác cỡ nhỏ, chạy sông. Đáy tàu tổ chức theo hệ thống ngang, sòng chính cao 400mm, sườn khô có quy cách chữ T $\frac{60 \times 6}{130 \times 4}$ bố trí xen lẫn sườn thường có quy cách L63x40x5 và có sòng dọc mạn. Xà ngang boong có quy cách L56x36x4, boong thượng tầng cao 2200mm, tôn vách dày 3mm.

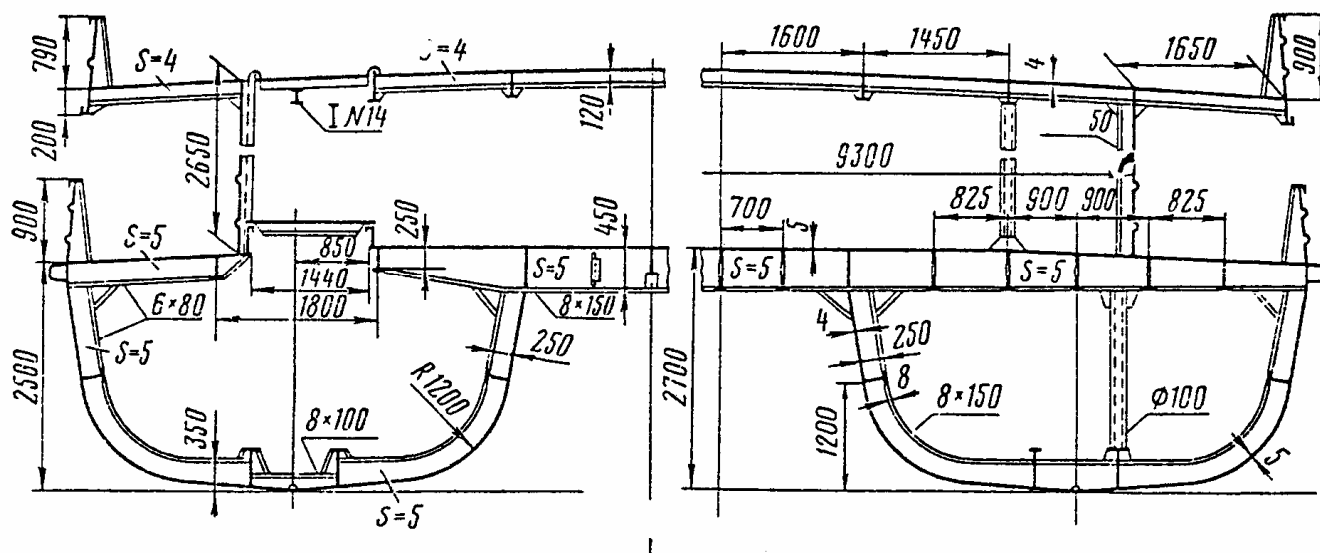


Hình 2.10. Kết cấu tàu cỡ nhỏ, theo hệ thống ngang

Hình 2.11 và 2.12 trình bày kết cấu tàu hai thân chạy sông với kết cấu theo hệ thống ngang. Điểm khác biệt so với thông lệ được nêu tại phần trình bày hệ thống kết cấu, trên tàu này sườn khô được sử dụng cả những khoang ngoài buồng máy, kể cả khoang đuôi và khoang mũi. Các sườn khô làm tăng độ bền khi chịu tác động cục bộ.



Hình 2.11. Kết cấu tàu catamaran theo hệ thống ngang



Hình 2.12. Kết cấu mặt cắt ngang tàu hai thân (catamaran) chạy sông

3. Hệ thống kết cấu dọc

So với hệ thống ngang, hệ thống dọc sử dụng vào kết cấu tàu muộn hơn, kể từ khi tàu vỏ thép tìm được chỗ đứng vững. Hệ thống dọc lúc đầu ứng dụng rộng rãi hơn trên các tàu quân sự sau đó mới chuyển sang tàu dân sự. Công lao trong lĩnh vực này cần kể đến nhà đóng tàu người Anh Scott Russel. Theo đề xuất Russel từ những năm 1852 đến 1857 kết cấu hệ thống dọc được áp dụng cho tàu “Great Eastern”, mở đầu cho việc sử dụng hệ thống này. Tuy nhiên cần nói rõ, các nhà đóng tàu và các cơ quan đăng kiểm thời đó chưa tin lắm vào hệ thống này nếu không nói họ có thái độ miệt thị hệ thống dọc. Năm 1910, tức 60 năm sau kể từ lúc hệ thống dọc vào tàu, Lloyd’s Register of Shipping của UK còn phải ghi vào giấy kiểm tra và phân cấp tàu vỏ thép kết cấu theo hệ thống dọc một ký hiệu mà ngày nay chúng ta còn ngậm ngùi “exp”, viết tắt từ “thí nghiệm” nhưng lại mang ý nghĩa “chưa thử xong” hoặc rõ hơn “đang giai đoạn thử nghiệm”.

Hệ thống dọc dùng cho các tàu có chiều dài đủ lớn tỏ rõ nhiều ưu việt. So với hệ thống ngang, nếu dùng cho tàu đủ dài, hệ thống này có thể giảm đến 15% nguyên liệu làm vỏ trong khi vẫn đảm bảo độ bền dọc tàu. Kết cấu dọc thường là kết cấu khỏe hiệu theo nghĩa đủ độ cứng, vững khi chịu lực bên ngoài tác động, còn độ tin cậy cao. Chúng ta thử xem lại vài vấn đề chung quanh ổn định tấm thép làm vỏ tàu để thấy các ưu điểm đáng phát huy của hệ thống kết cấu này¹. Từ lý thuyết tấm, vỏ có thể thấy rằng, với các tấm cùng kích thước hàn vào khung tàu trong hệ thống dọc sẽ có độ ổn định cao hơn bốn lần nếu so với tấm đặt ngang trong hệ thống ngang. Giá trị “bốn” vừa nêu đề cập đến giới hạn của ứng suất Euler khi tính cho tấm dọc và tấm ngang. Còn điều này nữa, các dầm dọc (girder, stringer), nẹp dọc (longitudinal) được tham gia đầy đủ vào thành phần cấu thành mặt cắt ngang của *dầm tương đương* khi tính momen quán tính mặt cắt, mô đun chống uốn mặt cắt, trong khi đó các chi tiết quan trọng hàng đầu của hệ thống ngang, ví dụ đà ngang, sườn, xà ngang vv... không có mặt trong các bảng tính quan trọng này. Điều sau cùng giải thích rằng mặc dầu hệ thống dọc phải sử dụng lượng vật tư đáng kể để làm các cơ cấu tăng cứng như nêu trên song tính chung cuộc lượng vật tư đưa vào thân tàu đủ dài vẫn ít hơn nếu so với kết cấu theo hệ thống ngang.

Ứng dụng hệ thống dọc trên các tàu vận tải có thể thấy rõ qua các ví dụ.

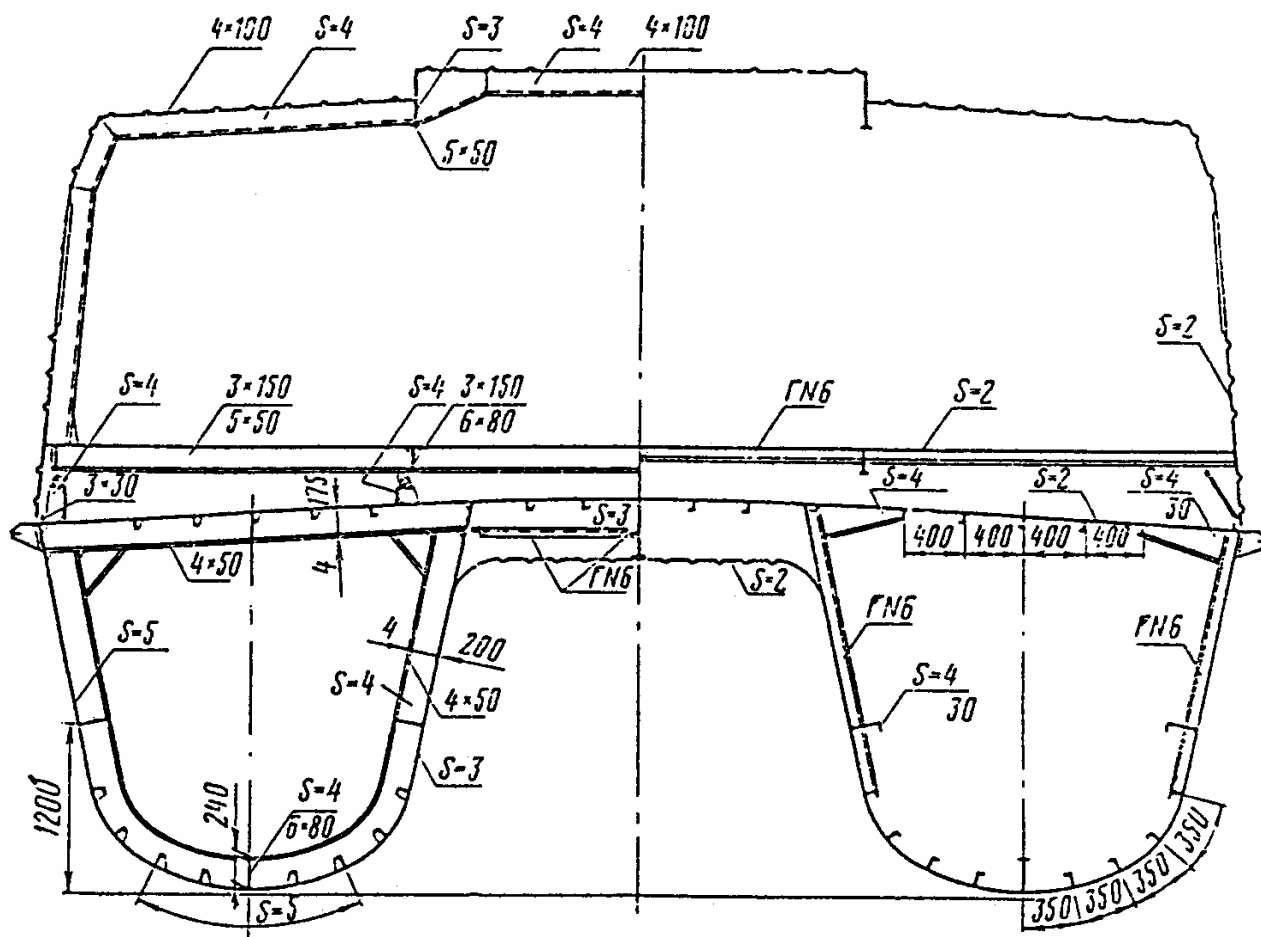
Tàu vận tải hàng khô, cỡ lớn, chiều dài tàu đủ dài, chịu tác động momen uốn chung sẽ mang giá trị lớn. Trong các kết cấu chính tạo nên thân tàu, tấm đáy và tấm boong nằm xa trục trung hòa nhất.

¹ Đề nghị bạn đọc xem thêm phần “Lý thuyết đàn hồi”.

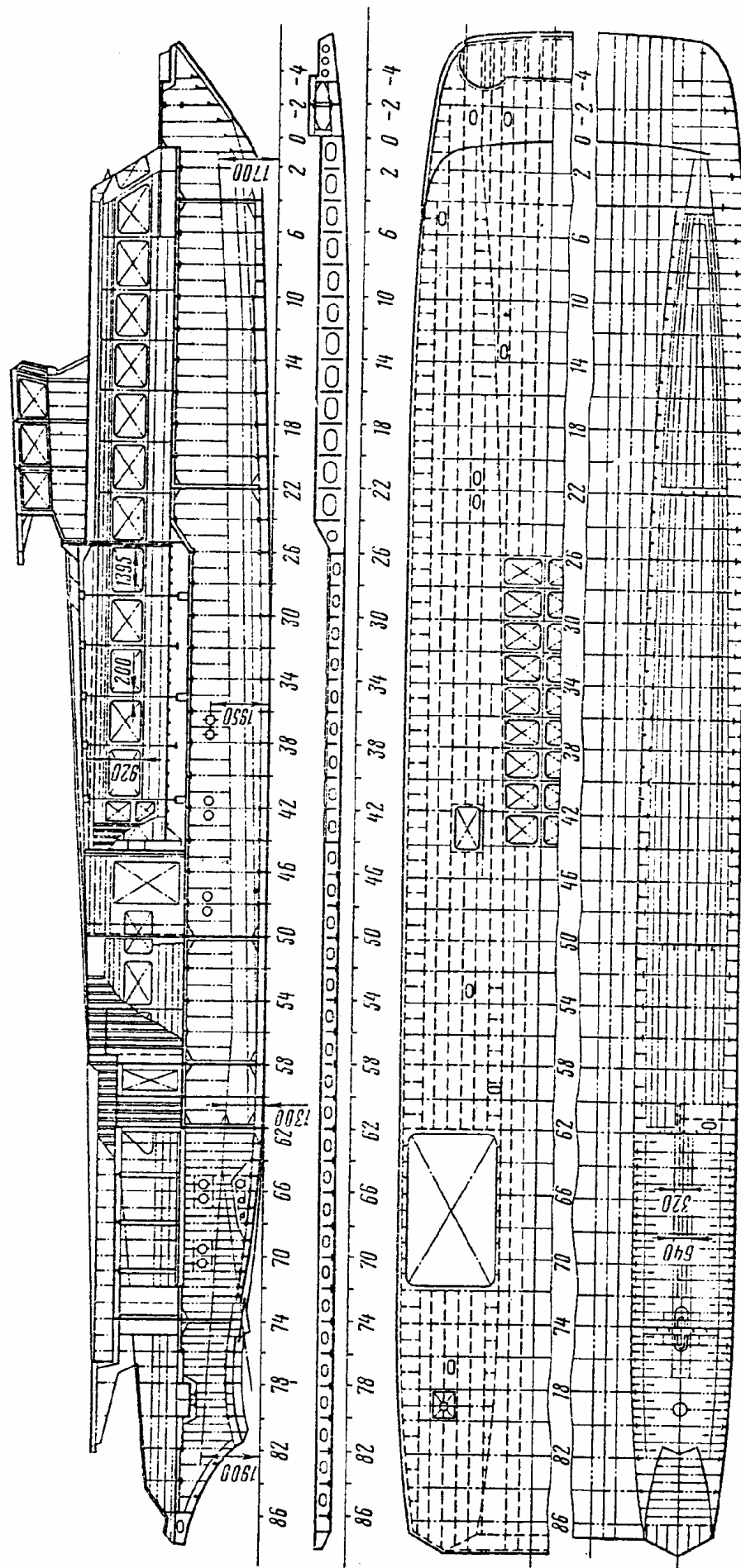
Tại hai nhóm kết cấu này người ta phải xử lý ứng suất nén nhiều khi đạt giá trị nguy hiểm cho ổn định tấm. Tình hình này đòi hỏi đáy và boong được thiết kế theo hệ thống dọc, các tấm được bố trí theo cách có lợi nhất về mặt đảm bảo ổn định.

Tàu hàng phải có các miệng hầm hàng đủ rộng, dài nhằm tăng tính thuận lợi bốc dỡ hàng, rút ngắn thời gian thao tác hàng. Tàu hiện đại thường bố trí từ một dãy đến nhiều dãy miệng hầm hàng, và như vậy chiều rộng lỗ khoét tại tấm boong rất lớn. Hậu quả của việc làm này là dải tôn còn liên tục của boong, dải tôn được phép tham gia vào thành phần mặt cắt ngang dầm tương đương còn lại không nhiều. Người thiết kế bị bắt buộc phải tăng cường các nẹp dọc, các kết cấu dọc khác làm tăng diện tích boong trong thành phần mặt cắt ngang dầm tương đương và tăng momen quán tính cùng mô đun chống uốn của mặt cắt. Điều này giải thích tàu vận tải cỡ lớn được thiết kế theo hệ thống dọc là chính.

Kết cấu cơ bản tàu hai thân chạy sông, tổ chức theo hệ thống dọc được giới thiệu tại hình 2.13 và 2.14. Hệ thống dọc của tàu bố trí theo thông lệ nhằm đảm bảo độ bền chung toàn tàu trong các chế độ khai thác. Kết cấu ngang trong tàu được tăng cường với mức đáng kể so với các tàu chạy sông một thân nhằm đảm bảo độ bền cục bộ tàu. Kết cấu đáy và mạn khu vực buồng máy theo hệ thống ngang nhằm tăng cường độ bền cục bộ. Mặt cắt ngang tàu, hình 2.13, trình bày thêm chi tiết, sườn tàu tại thượng tầng tổ chức trong hệ thống ngang, tấm che trên cùng được dập sóng chạy dọc tăng độ cứng dọc, từ boong trở xuống kết cấu tàu theo hệ thống dọc.



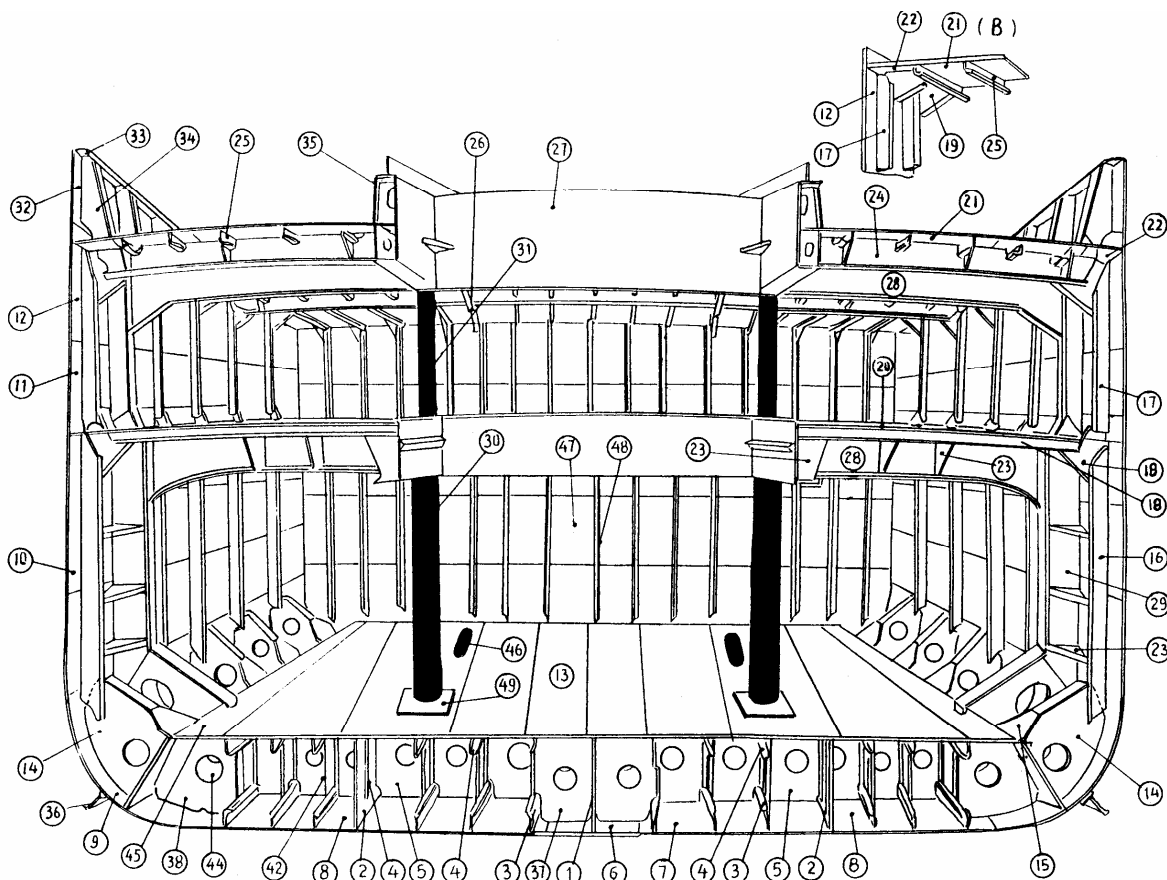
Hình 2.13. Mặt cắt ngang catamaran trong hệ thống kết cấu dọc



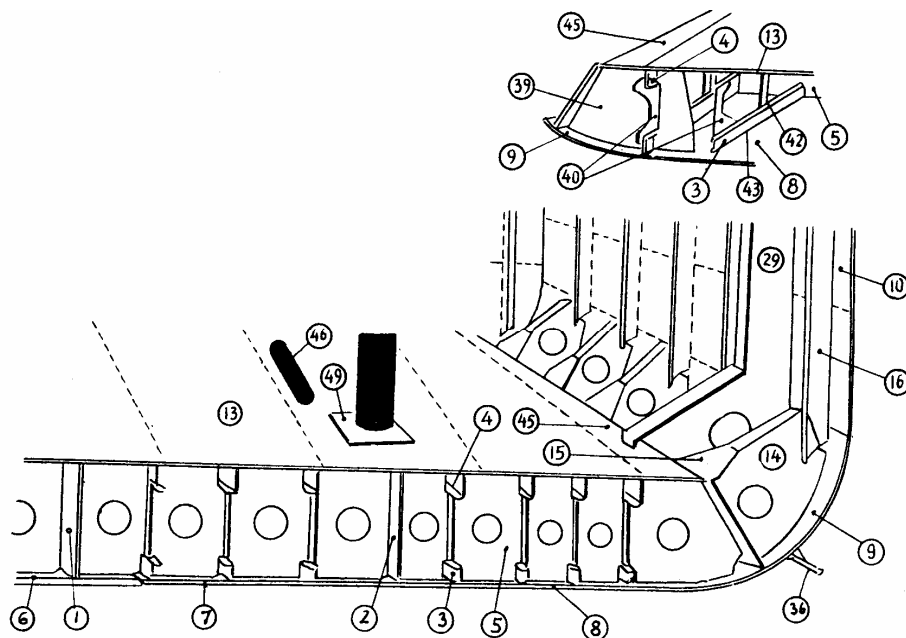
Hình 2.14 Hệ thống kết cấu dọc tàu catamaran

4. Hệ thống hỗn hợp ngang – dọc

Hệ thống hỗn hợp dùng phổ biến cho tàu vận tải cỡ lớn thường tổ chức theo mô hình nêu tại hình 2.15.

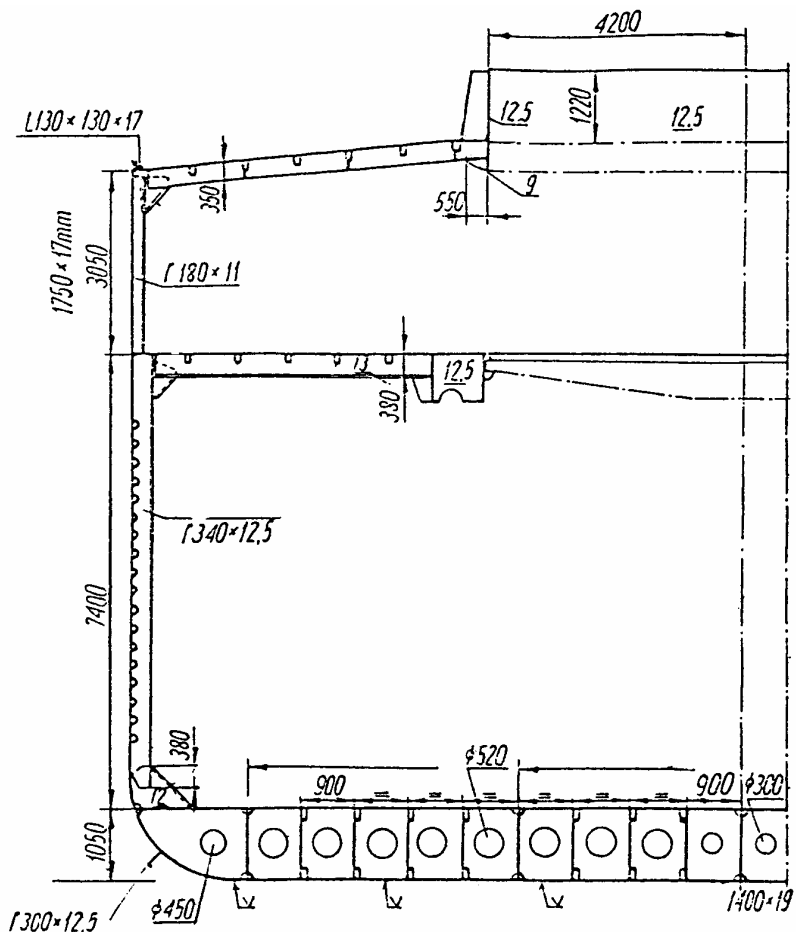


Hình 2.15a



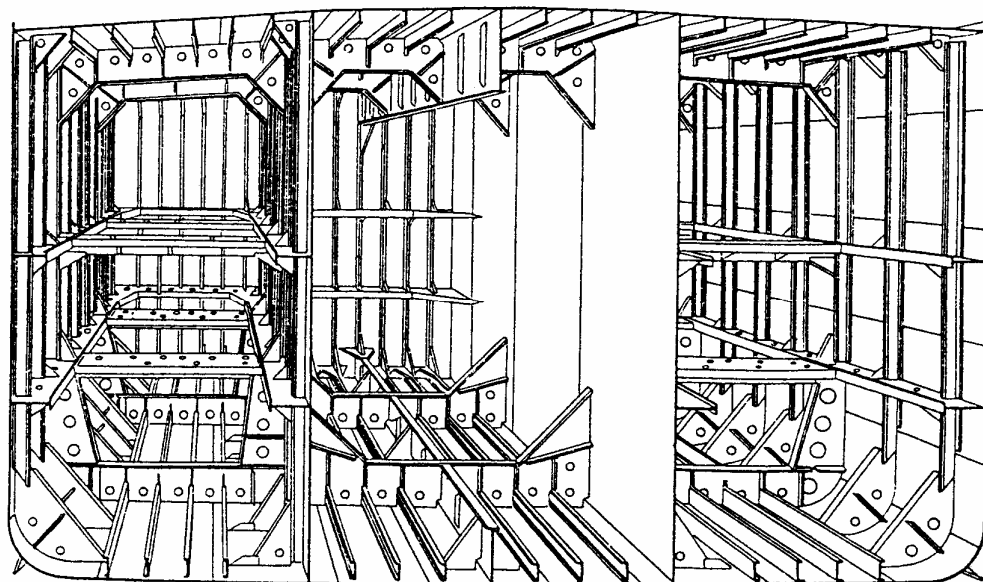
Hình 2.15b

Ứng dụng thực tế của mô hình được giới thiệu tại hình 2.16 dưới đây. Trong đó đây tàu tổ chức theo hệ thống dọc với các cơ cấu gồm nẹp dọc đáy L200x100x10, đặt cách nhau 900. Đà dọc chính (ki đứng) chạy suốt khu vực giữa tàu 0,4L cao 1160mm dày 13mm. Đà dọc phụ bố trí đối xứng qua tâm dọc tàu, mỗi bên hai đà dọc. hai boong đều tổ chức theo hệ thống dọc. Các khung khỏe của hệ thống ngang đặt cách nhau 3,0m. Xà ngang boong trên có chiều cao tám thành 350, chiều cao đó cho xà ngang boong giữa 380. Sườn khỏe bố trí tại khu vực buồng máy, cách nhau 3,0m. Cơ cấu sườn khỏe từ thép mô 340x12,5.



41

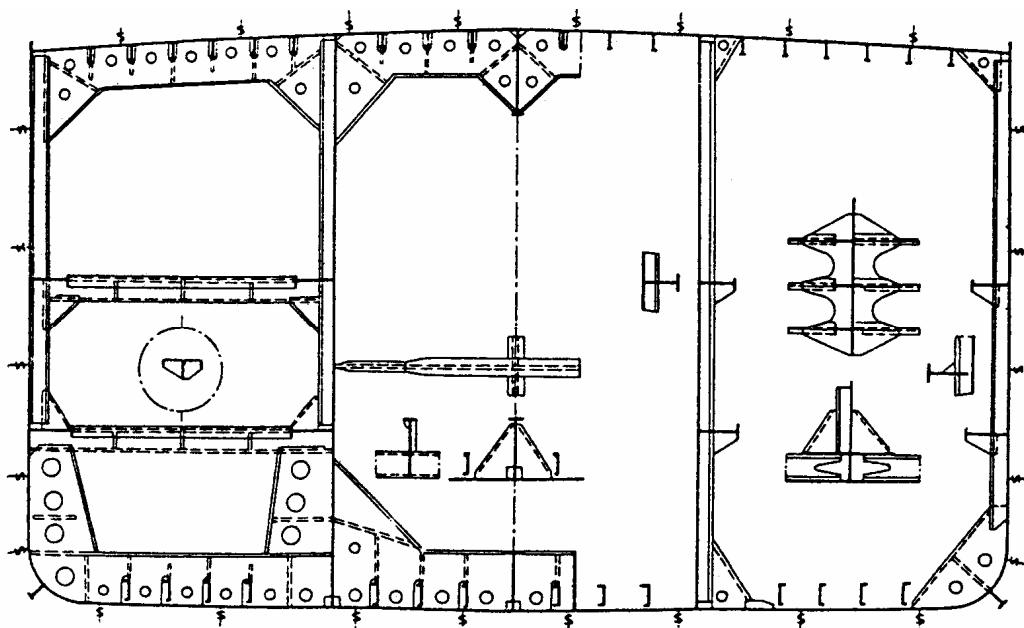
Hệ thống kết cấu hỗn hợp còn có chỗ đứng trên các tàu chở dầu cỡ trung hoặc cỡ lớn. Bản vẽ phối cảnh miêu tả hệ thống hỗn hợp ngang – dọc trên tàu dầu được trình bày tại hình 2.17.



Hình 2.17

Trên hình có thể thấy rõ, kết cấu dọc áp dụng đúng nguyên tắc cho giàn đáy, giàn boong. Giàn mạn tàu tổ chức theo nguyên tắc hệ thống ngang. Hai vách dọc của tàu với tư cách thành phần chính tham gia độ bền dọc tàu, được tăng cứng bằng các cơ cấu tổ chức trong hệ thống ngang. Các nẹp đứng làm từ thép định hình làm chức năng cơ cấu cứng, hàn vào vách như sườn tàu vào mạn. Hai đầu nẹp đứng người ta sử dụng mã lớn, bẻ mép, liên kết nẹp đứng với tôn boong và tấm đáy. Chiều rộng chân mã dưới, tiếng Anh viết là bracket, phải vươn đến nẹp dọc đáy gần nó nhất. Chiều cao bracket thường phải từ 1,5 đến 2 lần chiều rộng. Mã liên kết đầu trên thường có kích thước nhỏ hơn.

Bản vẽ kỹ thuật mặt cắt ngang cùng tàu được trình bày ở hình 2.18 sau:



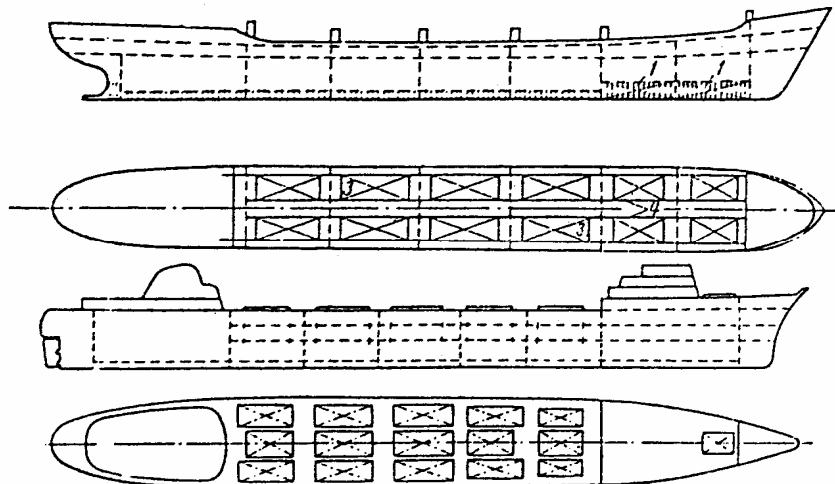
Hình 2.18. Mặt cắt ngang tàu chở dầu

5. Kết cấu các tàu vận tải thông dụng

Trong phần tìm hiểu hệ thống kết cấu này bạn đọc có thể tìm hiểu kỹ kết cấu các tàu trong nhóm tàu chở hàng tổng hợp (general cargo ships) tàu dầu (tankers), tàu chở hàng rời (bulkcarriers), tàu chở quặng (ore carriers), tàu chở hàng thùng (container ships), những tàu có kết cấu theo hệ thống ngang và/hoặc hệ thống dọc.

5.1. Tàu vận tải hàng khô.

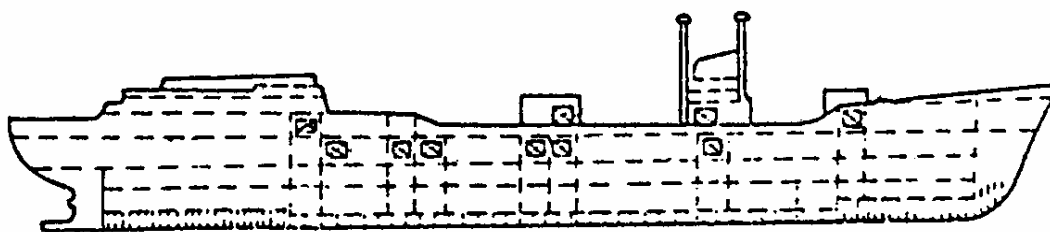
Tàu nhóm này được gọi chung là tàu chở hàng tổng hợp, đóng gói hoặc cấu kiện, là tàu ra đời sớm, số lượng đông đảo nhất. Tàu vận tải đi biển sức chở từ 7.000 dwt đến trên 10.000 dwt, tàu cận hải (ven bờ) sức chở khiêm tốn hơn, từ vài trăm tấn đến 1.500 dwt. Một số kiểu tàu vận tải hàng khô ra đời khoảng những năm năm mươi trở về sau được giới thiệu tại chương 1, mục 1.1.



Hình 2.19

Tổng chiều rộng các miệng hầm hàng so với chiều rộng tàu vượt quá giới hạn cho phép của những năm giữa thế kỷ XX. Tỷ lệ này ngày nay có thể đạt đến 80% - 85%, hình 2.19.

Ngoài tình trạng trên đây, những tàu chuyên chở hàng kích thước lớn, khó đưa lên tàu qua miệng hầm hàng trên boong người ta phải mở các miệng hầm hàng tại mạn. Số lượng lỗ khoét này có khi đạt con số không nhỏ. Các lỗ khoét làm cho kết cấu mạn bị yếu, hình 2.20.



Hình 2.20

Đặc điểm kết cấu tàu hàng cỡ lớn còn ở chỗ, số boong trên tàu không chỉ một mà thường có thêm các boong giữa. Kết cấu đặc trưng của tàu cỡ lớn trong nhóm là tàu ba boong, bạn đọc đã nhiều lần làm quen trong tài liệu này. Hai hình vừa nêu trên là tàu ba boong, tính theo chiều cao.

Trong mọi trường hợp với tàu miệng hầm hàng rộng nhất thiết phải tìm mọi biện pháp tăng diện tích phần tôn liên tục nằm tại boong, tham gia vào thành phần mặt cắt dầm tương đương, tăng mô đun chống uốn của mặt cắt. Thành miệng hầm hàng (hatch coaming) các tàu đang đề cập phải chế tạo theo yêu cầu bù đắp độ bền cho boong bị khoét. Kết cấu thành miệng hầm hàng tàu vận tải vì vậy thường có kích thước không thông thường, chiều dày tấm thành không nhỏ và kết cấu này chạy dọc, liên tục trên suốt chiều dài phần giữa tàu. Một số tàu trong nhóm tìm kiếm biện pháp tăng độ bền dọc qua kết cấu đáy đôi, mạn đôi.

Chia khoang tàu vận tải theo qui tắc chung, các vách ngang, kín nước được bố trí cách nhau không quá 0,2 chiều dài tàu. Những năm cuối thế kỷ XX chiều dài giữa hai vách ngang kề nhau trên các tàu vận tải chạy nhanh như các liner ships – tàu vận tải trên các tuyến đường dài, cố định, tàu chở hàng lạnh, bị thu ngắn hơn nhằm tăng tính chống chìm.

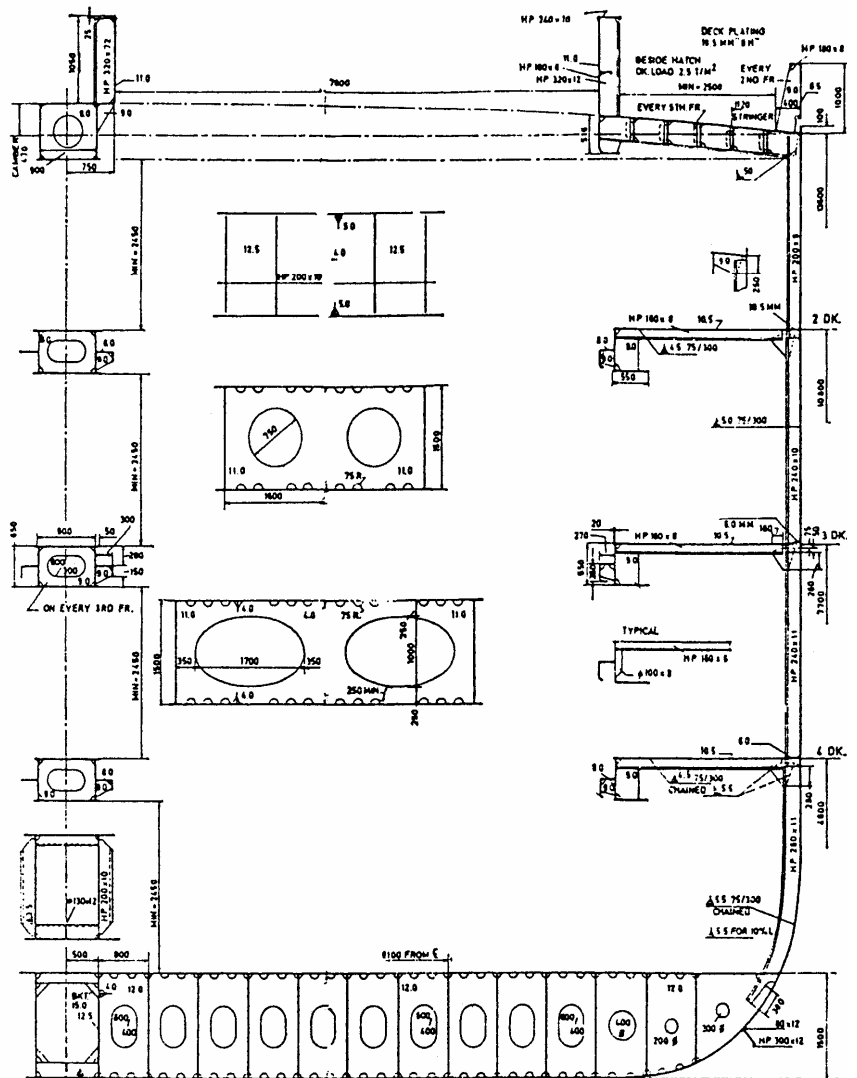
Đáy đôi tàu áp dụng trên các tàu không phải tàu cỡ nhỏ. Tàu dài từ 60 m trở lên đều có đáy đôi, chạy liên tục từ vách chống va mũi đến vách khoang lái. Chiều cao đáy đôi có chiều cao tối thiểu 620 mm để người có thể kiểm tra, thao tác các công việc cần thiết trong hầm đáy đôi. Chiều cao đáy đôi thường gấp của tàu hàng khô từ 1,0m đến 1,20m. Khoảng không trong đáy được sử dụng cho nhiều mục đích, ngoài chức năng khoang chống chìm. Trong đáy đôi có thể bố trí két chứa nước dằn, nếu cần phải thế, chứa dầu, nước cho tàu.

Kết cấu đặc trưng tàu vận tải cỡ nhỏ, thậm chí cỡ trung bình là kết cấu theo hệ thống ngang. Mặt cắt ngang tàu giới thiệu tại hình 2.4, hình 2.9 đại diện cho kết cấu này. Cần nói rõ thêm, hệ thống ngang áp dụng cho cả tàu vận tải hàng khô với lượng chiếm nước trên 20.000 dwt. Tàu vận tải voi chiều dài khá lớn thường có kết cấu thuộc hệ thống hỗn hợp ngang – dọc. Một trong những ví dụ kết cấu hỗn hợp đã được trình bày tại hình 2.15.

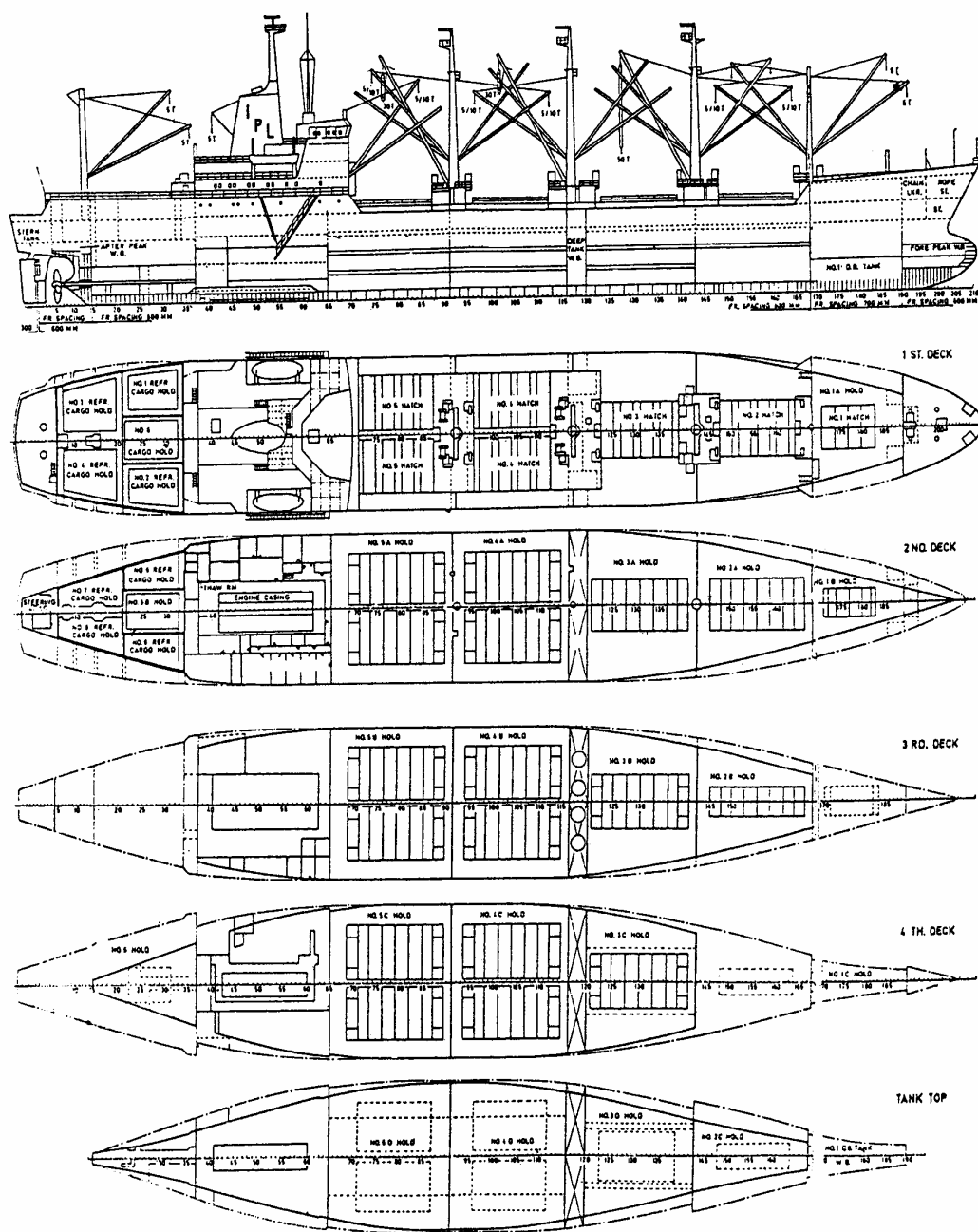
Mặt cắt ngang qua khu vực khoang hàng giữa tàu của tàu vận tải đi biển, chở hàng khô thuộc nhóm general cargo với bố trí nhiều tầng boong được nêu tại hình 2.21. Kết cấu đáy và boong chính tàu theo hệ thống dọc. Đà ngang, xà ngang boong chính tại cùng hình được bố trí cách ba khoảng sườn. Sóng boong kết cấu dạng hộp nhằm gia tăng tiết diện mặt cắt ngang bù đắp cho phần diện tích boong bị khoét lỗ lớn. Mạn tàu và tweendeck tổ chức theo hệ thống ngang. Kết cấu đặc biệt như nêu tại hình ra đời khoảng những năm sáu mươi, tỏ ra hữu hiệu trong khai thác.

Hình 2.22 tiếp theo trình bày bố trí chung của tàu. Tàu dành 5 khoang hàng trước buồng máy chở hàng “general – tổng hợp”. Hầm hàng 1 bố trí trên két dằn, kéo đến boong mũi. Khoang hàng 2 có 2 tweendeck. Các khoang 3, 4, 5 số tweendeck tăng lên 3. Khoang hàng lạnh đặt sau buồng máy.

Nắp hầm hàng bố trí thuận tiện cho việc bốc dỡ hàng từng khoang hàng. Khu vực giữa tàu, tại các hầm hàng 4 và 5 bố trí hai dãy nắp hầm hàng. Khoang hàng 1, 2, 3 bố trí một dãy nắp hầm. Nắp các khoang hàng lạnh bố trí thành ba dãy như trình bày tại hình.



Hình 2.21. Mặt cắt ngang tàu vận tải nhiều boong



Hình 2.22. Bố trí chung tàu vận tải thuộc nhóm general cargo

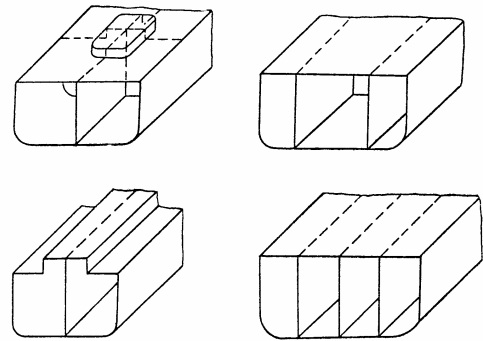
5.2. Tàu chở dầu

Tàu chở dầu hiện đại thông lệ có kết cấu theo hệ thống dọc tại khu vực giữa tàu, nơi bố trí các khoang hàng, còn khu vực mũi tàu, lái tàu hệ thống chuyển sang ngang. Như đã đề cập trong phần bàn về hệ thống ngang, khu vực mũi tàu, lái tàu chịu tác động momen uốn chung với giá trị không cao song tác động tải trọng cục bộ không nhỏ.

Tàu nhóm này phong phú về kích cỡ. Tàu dầu sức chở chỉ vài trăm tấn chạy sông hoặc ven biển xuất hiện từ thế kỷ trước XX. Những năm bảy mươi thế giới chứng kiến sự phát triển rầm rộ đội tàu dầu khổng lồ, gọi là “voi ma mụt” trên biển, sức chở cỡ nửa triệu tấn. Tàu dầu sức chở một triệu tấn đã được thiết kế song người ta không chế tạo vì những lý do kinh tế.

Kết cấu tàu hàng lồng, trong đó có tàu chở dầu, phụ thuộc nhiều vào loại hàng được chở trong đó. Những điểm chung của kết cấu tàu nhóm này là tàu một boong và thường là boong bằng. Tàu được chia khoang theo qui tắc chặt chẽ nhằm tăng tính chống chìm. Ngoài các vách ngang như tàu hàng khô vẫn có, tàu dầu thường có từ một đến hai, thậm chí ba vách dọc tàu, hình 2.23.

Hình 2.23



Đặc điểm khác của tàu dầu đóng hơn chục năm về trước là vắng bóng đáy đôi kể cả trong tàu kích thước vô cùng lớn.

Miệng hầm hàng tàu dầu rất nhỏ, chỉ phục vụ việc cho đường ống đi qua và là chỗ vào, ra khoang hàng cho người kiểm tra hầm hàng. Diện tích miệng hầm hàng của tàu chở dầu, kể cả những tàu khổng lồ cũng khoảng chừng 1m^2 . Tuy nhiên, kích thước miệng hầm phải đủ cho phép một người có đeo thiết bị dưỡng khí và thiết bị bảo vệ chui lên hoặc xuống cầu thang mà không bị cản trở. Chiều cao thành miệng hầm chỉ từ 0,3m đến 0,75m. Nhận hàng vào tàu và đưa hàng ra khỏi tàu hoàn toàn nhờ vào hệ thống bơm hàng cùng hệ thống đường ống.

Những đặc điểm do quá trình khai thác gây ra với tàu dầu có thể kể thêm sau đây. Các khoang hàng thường rộng và dài, chất lỏng di chuyển trong khoang không chỉ gây ra thay đổi trọng tâm hàng mà còn ảnh hưởng lớn đến ổn định do hiệu ứng mặt thoáng. Ảnh hưởng tĩnh do dịch chuyển hàng này đến độ bền kết cấu không nhỏ, ảnh hưởng động do hiện tượng sloshing khá lớn đến kết cấu boong, vách khoang hàng.

Hàng lỏng trong tàu thay đổi thể tích theo nhiệt độ, do vậy các khoang chứa hàng lỏng phải có đủ dung tích cho sự thay đổi thể tích khí và chất lỏng.

Tàu vận tải hàng khô ít gặp tình trạng chạy dưới ballast nếu công tác chuẩn bị hàng hai đầu bên tiến hành bình thường. Ngược lại đội tàu chở hàng lỏng luôn phải tính đến khả năng chỉ chở hàng một chiều, chiều ngược lại phải chạy theo chế độ dưới ballast. Tình trạng khai thác như vậy sẽ ảnh hưởng đến độ bền các kết cấu trên tàu.

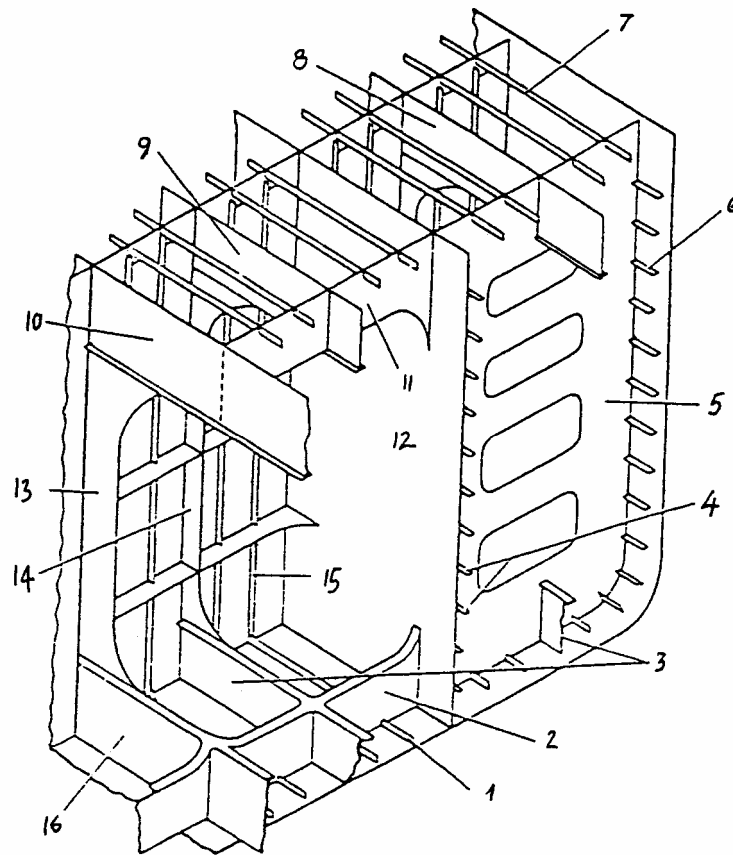
Bố trí chung của tàu dầu thông thường như sau. Buồng máy tàu nằm sau, thượng tầng bố trí trên khu vực buồng máy. Khoang bơm hoặc khoang cách ly ngăn cách buồng máy với các khoang hàng. Các khoang hàng, theo chiều dọc bị các vách ngang kín nước, kín dầu ngăn cách. Khoảng cách giữa các vách ngang không quá 15m. Số liệu thống kê cho thấy, chiều dài khoang hàng không quá 0,12 chiều dài tàu.

Kết cấu đặc trưng của tàu dầu là hệ thống kết dọc. Trong hệ thống này các giàn đáy, mạn và boong tổ chức theo hệ thống đúng nghĩa. Các vách dọc của tàu chạy qua suốt các hầm hàng, tham gia vào thành phần các kết cấu tăng cường độ bền chung. Các khung khỏe gồm đà ngang, sườn khỏe, xà ngang boong khỏe nằm cách nhau chừng 3m – 4m.

Phần lái, kể cả buồng máy tàu, thông lệ chuyển sang hệ thống kết cấu ngang nhằm tăng cường độ bền cục bộ. Phần mũi tàu cũng thường thiết kế và chế tạo trong khuôn khổ hệ thống kết cấu ngang.

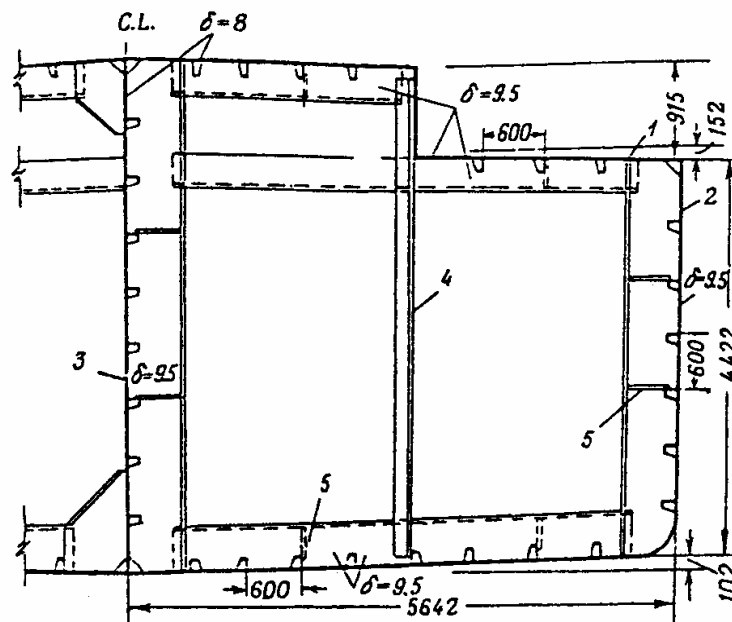
Chúng ta thử xem xét kỹ hơn một phân đoạn thân tàu trong khu vực giữa tàu, qua các khoang hàng, tổ chức trong khuôn khổ hệ thống dọc, hình 2.24. Trong hệ thống này những chi tiết đặc trưng của thân tàu gồm: 1 - các nẹp dọc đáy (bottom longitudinals), 16 - đà dọc giữa (bottom centre line web), 3 - đà dọc đáy (bottom girder), 6 - nẹp dọc mạn (side longitudinals), 7 - nẹp dọc boong (deck longitudinals), 8,9 - sống dọc boong (deck webs), 4 - nẹp dọc vách (bulkhead longitudinals) và 10 - sống dọc boong (deck centre line girder). Những thành phần tăng cường độ bền ngang, độ bền cục bộ gồm: 2 -

đà ngang đáy (bottom tranverse), 5 – sườn khòe (vertical tranverse web), 11 - xà ngang boong khòe (deck tranverse web).



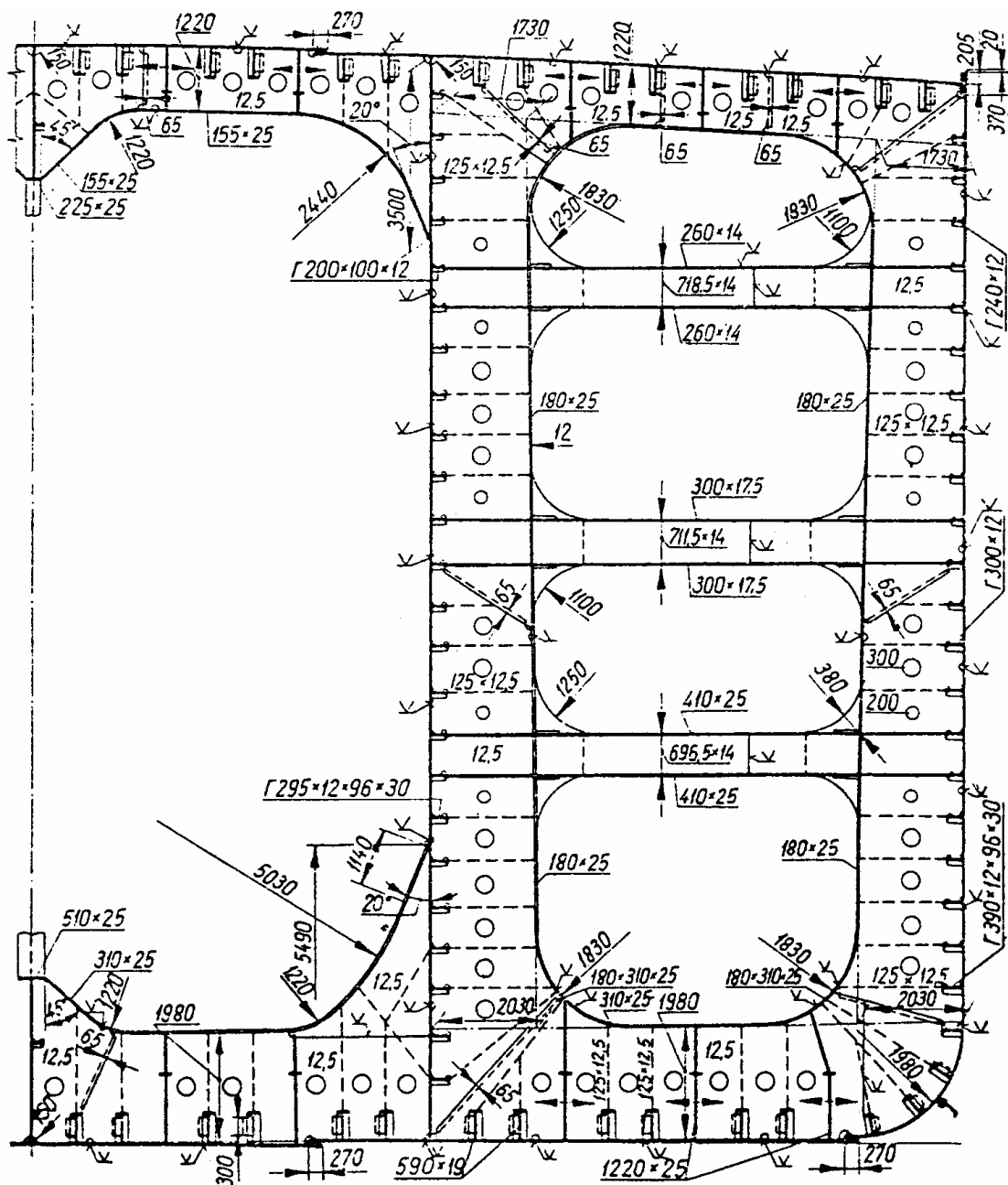
Hình 2.24

Tàu chở dầu cỡ nhỏ, chạy sông có mặt cắt ngang như trình bày tại hình 2.25.



Hình 2.25. Mặt cắt ngang tàu dầu cỡ nhỏ, chạy sông.

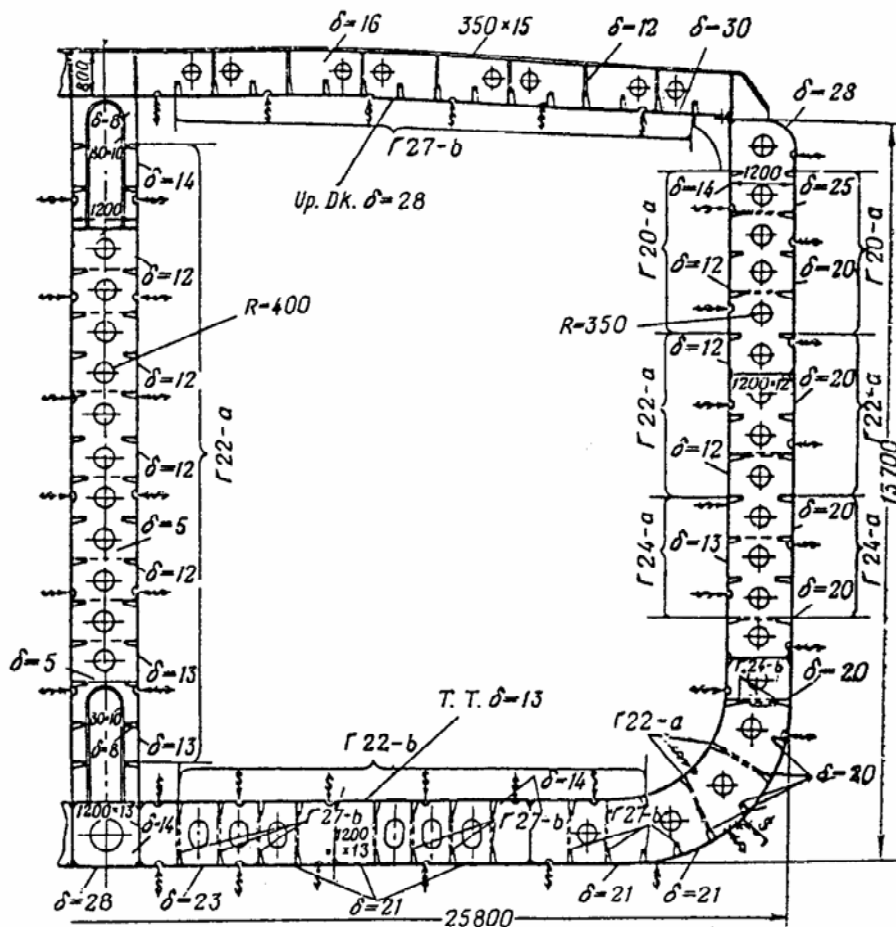
Mặt cắt ngang tàu dầu cỡ trung bình với đủ các chi tiết vừa nêu được thể hiện trên bản vẽ kỹ thuật giới thiệu tại hình 2.26.



Hình 2.26. Kết cấu theo hệ thống dọc của tàu dầu

Ngày nay tàu dầu phải được thiết kế và đóng theo những yêu cầu khắc khe nhằm tránh tình trạng tràn dầu ra biển khi sự cố. Yêu cầu tàu phải có đáy đôi, tàu đáy đôi mạn đôi đã có hiệu lực từ những năm tám mươi. Tàu “thân đôi” (theo cách viết của người Anh: double hull) không chỉ có đáy đôi như chúng ta đã quen trên tàu hàng khô, mà còn đi liền với mạn đôi. Khoảng không gian trong thân đôi này được sử dụng đa mục đích. Các khoang có thể dùng chứa ballast, nhiên liệu và nước ngọt. Trong nhiều trường hợp lối đi được mở ngay trong khu vực mạn đôi.

Hình 2.27 giới thiệu mặt cắt ngang tàu đáy đôi, mạn đôi cỡ trung bình. Chiều cao đáy đôi bằng chiều rộng trong mạn kép, bằng 1200mm. Lối đi bên trong xuyên qua các vách phần “vách đôi” dọc giữa tàu. Tàu được thiết kế theo hệ thống kết cấu dọc cho cả đáy, mạn và boong.



Hình 2.27. Mặt cắt ngang tàu dầu thân kép “double hull”

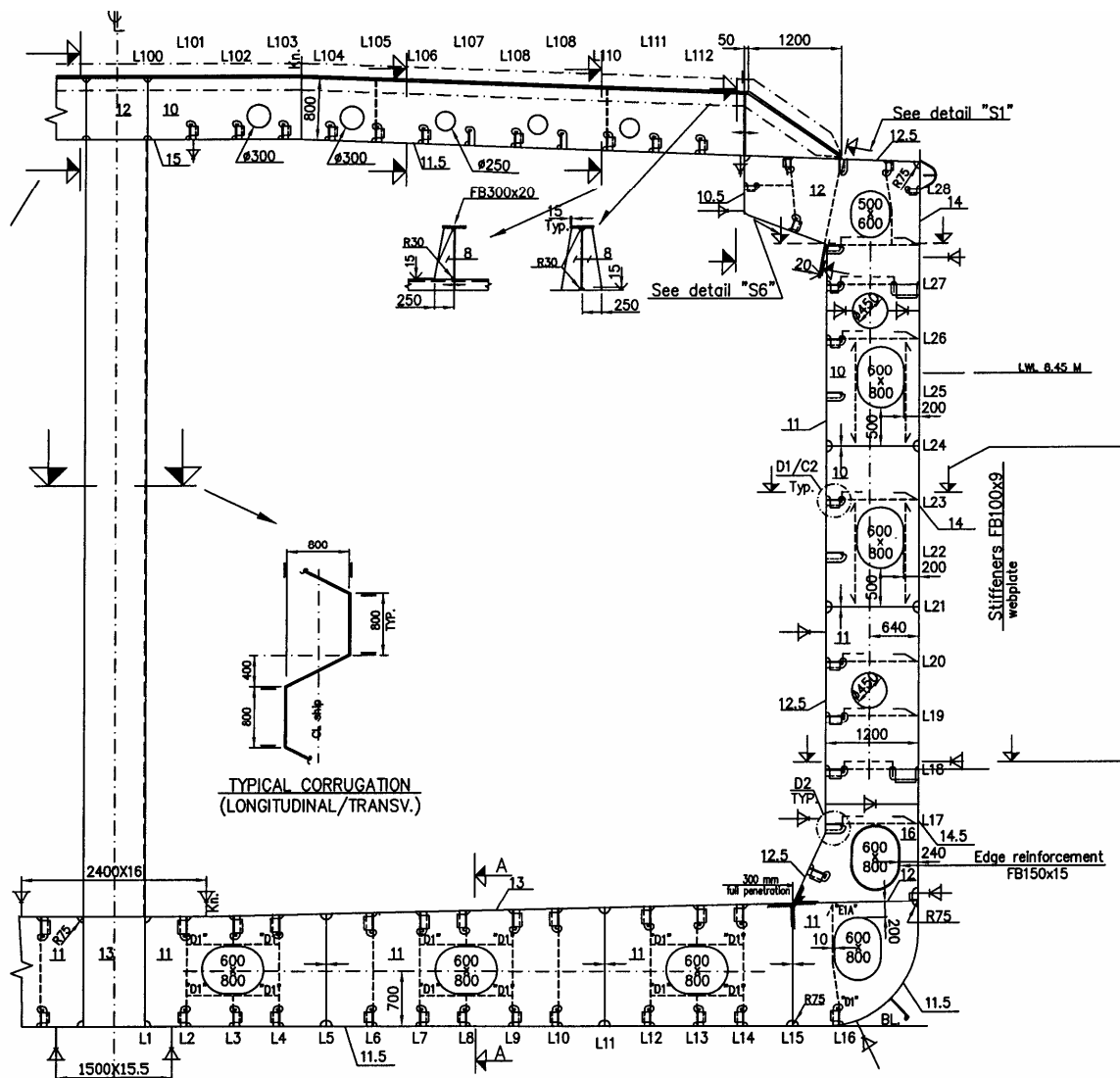
Kết cấu “thân kép” (double hull) tàu dầu có tính bắt buộc với tàu sức chở lớn hơn giới hạn xác định bằng luật đóng tàu. Mạn kép của tàu dầu có thể không cần bố trí trên tàu sức chở dưới 5000 dwt và mỗi dung tích khoang hàng không quá 700m³. Đáy đôi không bắt buộc với tàu dầu sức chở 5000dwt hoặc hơn nếu thỏa mãn những điều kiện khắc khe qui định riêng cho tàu dầu, sẽ được bàn tiếp sau đây.

Tàu dầu sức chở dưới 600 tấn deadweight được phép không sử dụng đáy đôi, mạn đôi.

Đáy đôi tàu phải đảm bảo dung tích cần thiết do vậy chiều cao đáy đôi không được phép dưới mức qui định. Chiều cao đáy đôi tính bằng $B/15$ (m) hoặc 2,0m, chọn giá trị bé hơn, song trong mọi trường hợp không được phép nhỏ hơn 1,0m, với tàu có sức chở hơn 5000 dwt. Chiều cao thấp nhất áp dụng cho tàu có sức chở $600 < DWT < 5000$ sẽ là 0,76m.

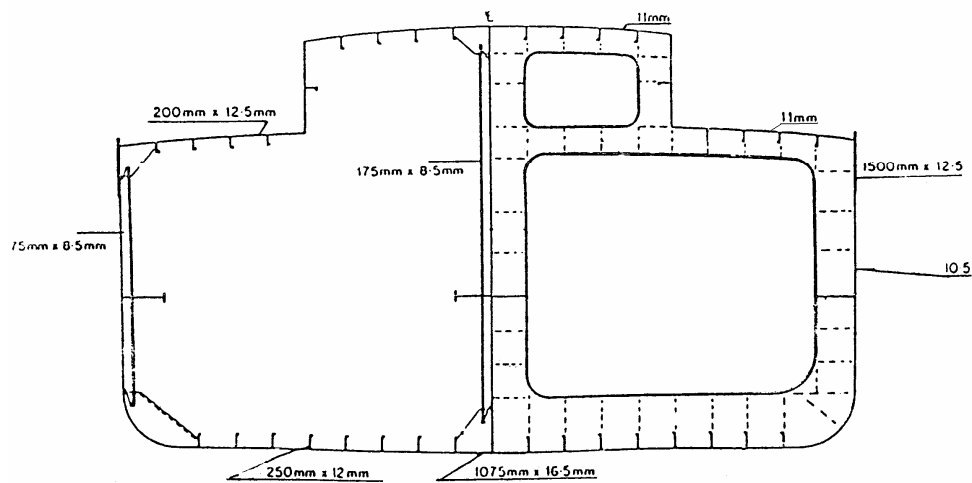
Chiều rộng mạn đôi tính theo cách : $b = 0,5 + \frac{DWT}{20000}$ (m) hoặc $b = 2,0$ (m), chọn giá trị bé khi tính. Tuy nhiên yêu cầu bắt buộc, chiều rộng này trong mọi trường hợp không được phép nhỏ hơn 1,0m. Trường hợp tàu có sức chở $600 < DWT < 5000$ chiều rộng tính theo công thức: $b = 0,4 + \frac{2,4DWT}{20000}$ (m) hoặc 0,76 (m), chọn giá trị bé trong tính toán.

Kết cấu hỗn hợp theo hệ thống dọc và hệ thống ngang không chỉ dùng trong tàu hàng khô mà còn tìm thấy chỗ đứng trong tàu dầu. Mặt cắt ngang miêu tả kết cấu hỗn hợp của tàu chở dầu 13.500DWT đóng trong những năm gần đây được trình bày trên hình 2.28 tiếp theo. Hình 2.28a mô tả kết cấu mặt cắt ngang khung sườn thường còn hình 2.28b mô tả kết cấu mặt cắt ngang khung sườn khỏe.



Hình 2.28b. Mặt cắt ngang khung sườn khở tàu dầu 13.500DWT

Hệ thống hỗn hợp dùng trong tàu dầu ven biển được trình bày tại hình 2.29. Mô hình dạng này còn được dùng phổ biến cho tàu dầu chạy sông.

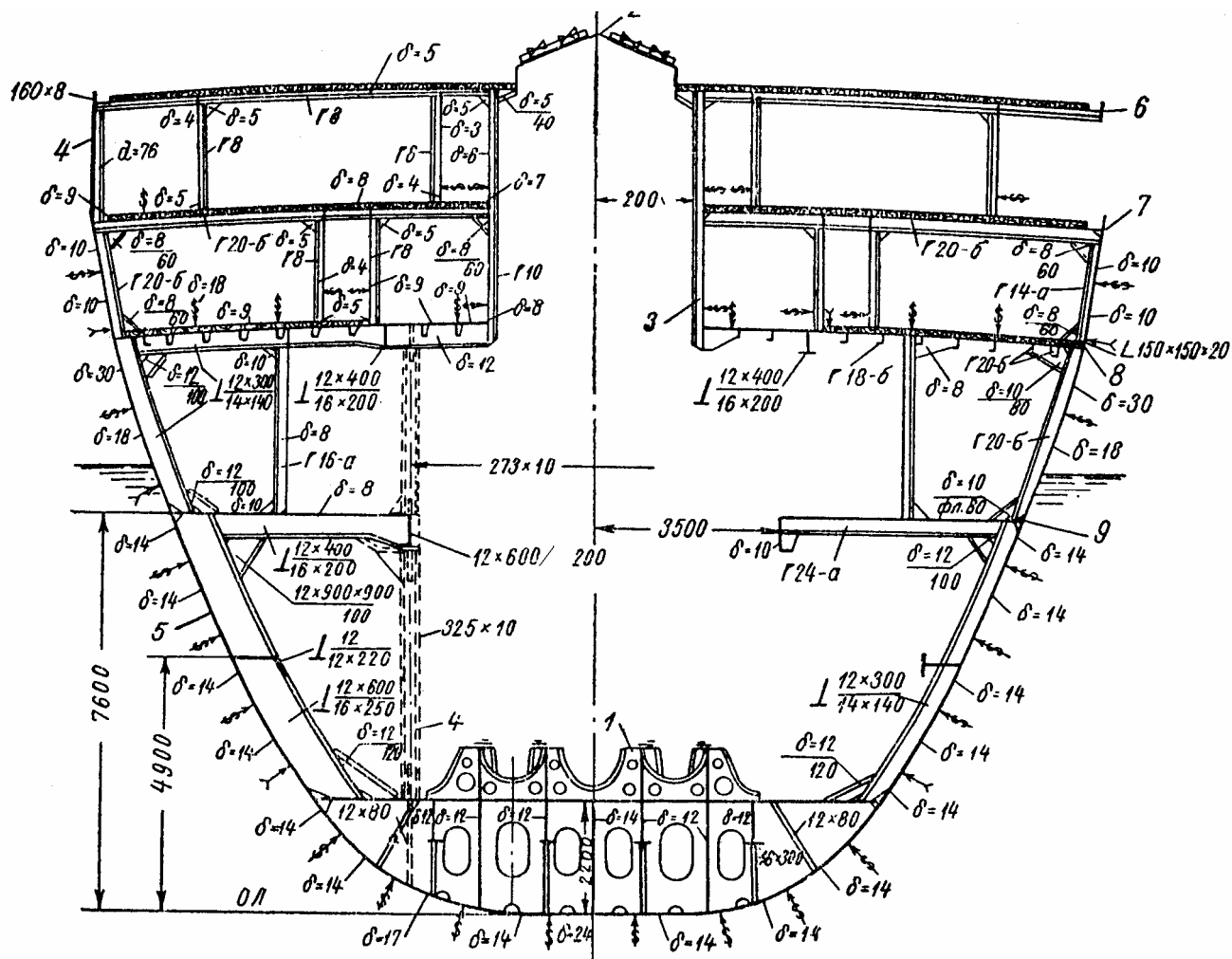


Hình 2.29. Mặt cắt giữa tàu dầu ven biển, cỡ nhỏ

Đặc tính chung kết cấu các tàu dầu như đã đề cập, khu vực từ buồng máy về sau và khu vực phía mũi hệ thống kết cấu dọc không xâm nhập vào hoặc xâm nhập có mức độ. Trong hai vùng đang đề cập kết cấu tàu chủ yếu tuân thủ qui định của hệ thống ngang. những đòi hỏi đặt ra cho những nhà thiết kế khi xử lý kết cấu tàu dầu là đảm bảo tính liên tục của bản thân kết cấu tại khu vực quá độ từ hệ thống dọc sang hệ thống ngang. Nói cách khác, phải dành ưu tiên cho sự liên tục các cơ cấu dọc nhằm đảm bảo độ bền chung của tàu. Trong thực tế chúng ta có thể thấy, giá trị momen uốn tàu tại khu vực cuối tàu bị giảm đáng kể nếu so với giá trị momen uốn tính cho khu vực giữa tàu. Điều này cho phép người thiết kế tìm cách giảm dần sự tham gia của cơ cấu dọc trong khu vực này, miễn rằng công việc đó xảy ra hài hòa, không gây sự xáo trộn đột ngột.

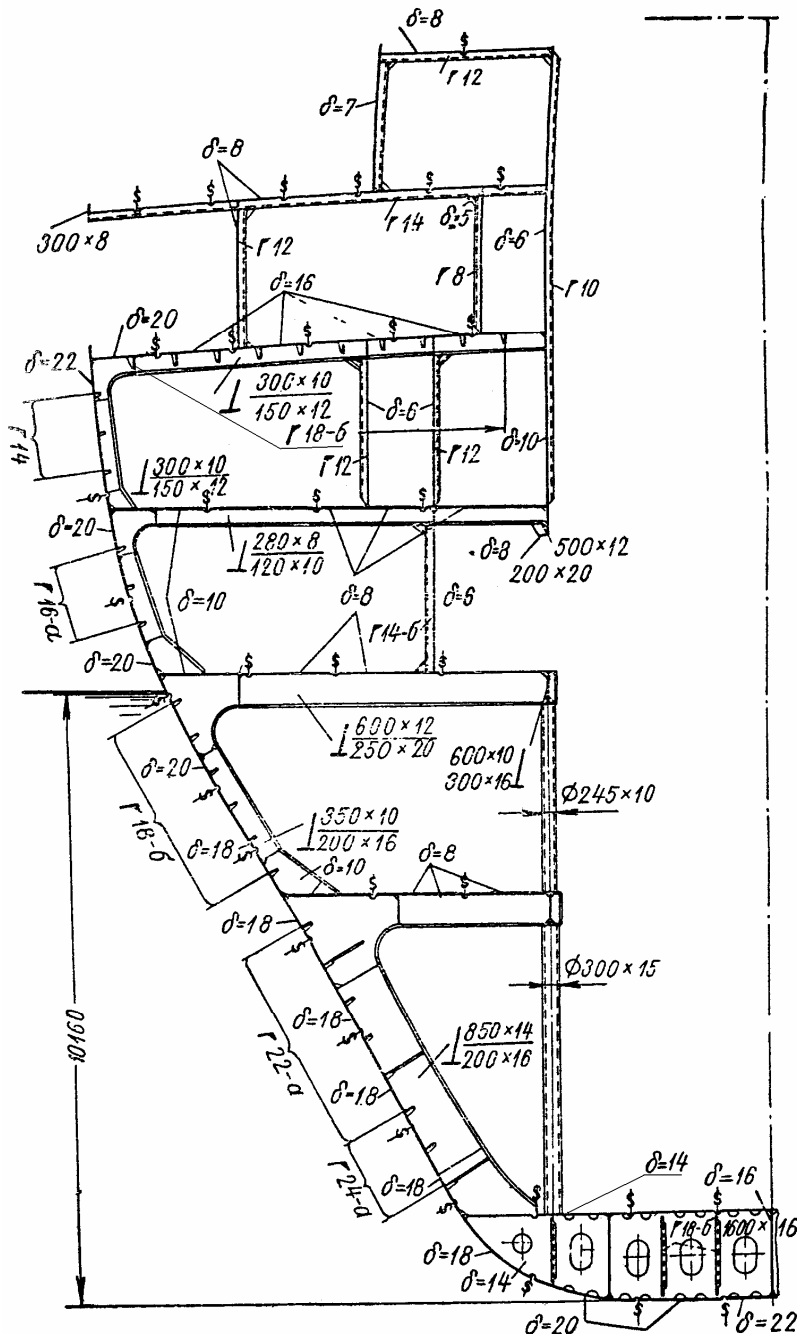
Hình 2.29 giới thiệu hai mặt cắt tàu qua khu vực buồng máy tàu chở dầu đi biển, cỡ trung bình. Hệ thống kết cấu dùng tại đây mang đủ đặc trưng hệ thống ngang. Các cơ cấu dọc của hệ thống dọc tàu sau khi đi suốt các khoang hàng còn được tiếp tục dưới các hình thức thỏa đáng. Sàn trong khu vực buồng máy đặt ngang mức mà sống dọc mạn (stringer) đang chiếm giữ và như vậy cơ cấu khoả này vẫn tiếp tục cho đến hết phạm vi buồng máy. Các sống dọc mạn khác được kéo dài cho đến vòm đuôi của tàu. Các cơ cấu khác thuộc hệ thống kết cấu ngang thiết kế đủ yêu cầu đảm bảo độ bền cục bộ mà yêu cầu này thường rất cao đối với buồng máy tàu.

Bộ máy trong khu vực này có kết cấu cứng vững như các bộ máy trong tàu vận tải biển bất kỳ nào.



Hình 2.29. Mặt cắt ngang qua buồng máy tàu dầu

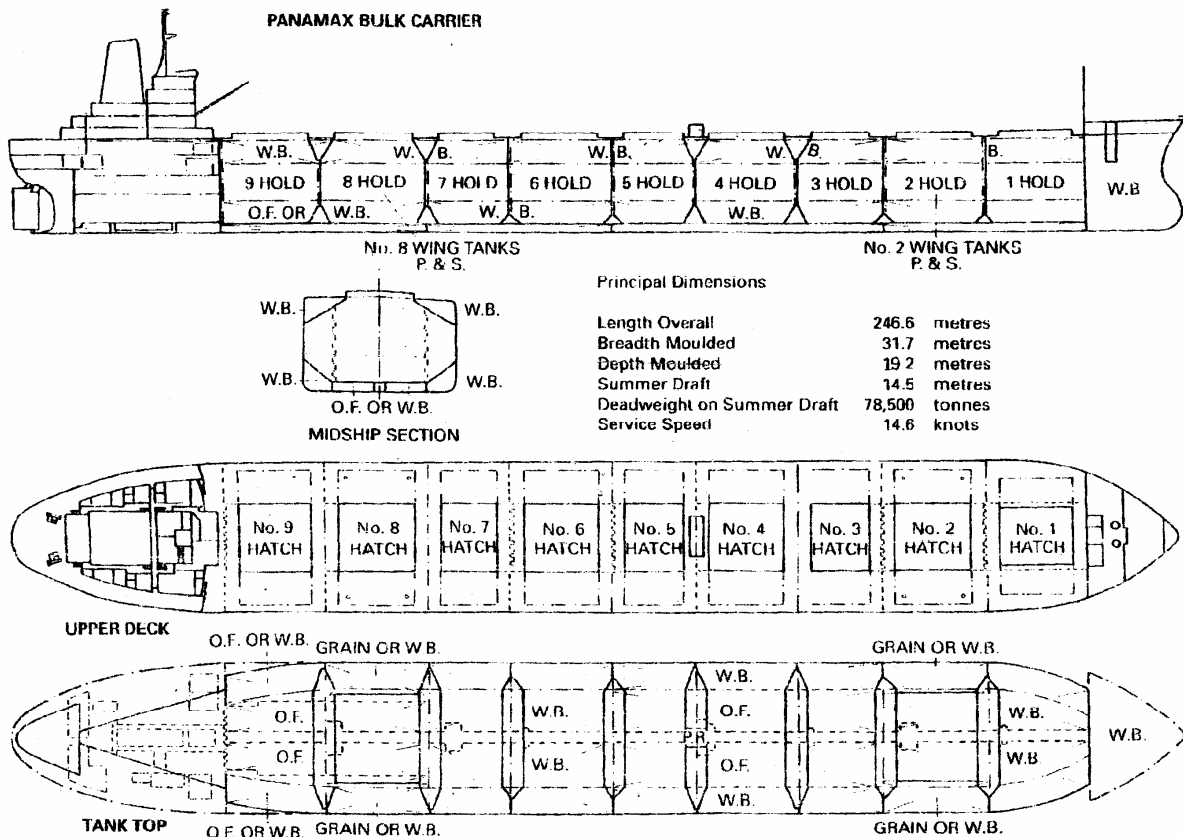
Điều cần bàn tại đây, đáy đôi của tàu trong vùng này cần được giải quyết theo cách thích đáng, không nhất thiết phải tuân thủ các qui định của hệ thống kết cấu dọc một cách cứng nhắc. Khoảng không trong đáy đôi tại vùng này được chia ra các vùng chứa dầu dự trữ, nhớt, nước vv... do vậy phải được “qui hoạch” theo cách hợp lý nhất. Hệ thống kết cấu ngang dùng cho vùng này tạo nhiều thuận lợi hơn cho các công việc. Ngoài điều đó ra, yêu cầu đảm bảo độ bền cục bộ tại đây phải được đặt lên vị trí cao; hệ thống kết cấu ngang như chúng ta đã bàn đến, làm việc này tốt hơn.



53

5.3. Tàu chở hàng rời

Tàu chở hàng rời dùng chở hàng hóa thể hạt, chở quặng hoặc vật liệu tương tự, chưa đóng gói. Hàng thường được chất đống trong quá trình bảo quản và cả khi chuyên chở. Trong tiếng Anh từ “bulk” được dùng chỉ hàng loại này. Trong trường hợp này hàng bulk nên được hiểu hàng chất đống, hàng khối (số lượng) lớn vv... Tàu này được gọi chung là tàu chở hàng rời – *bulk carrier* trong tiếng Anh hoặc *Massengutschiff* nếu dùng tiếng Đức. Những mặt hàng thường gặp trong nhóm hàng này là quặng kim loại, không kim loại, than đá, hạt ngũ cốc, một số loại hóa chất, cát, xi măng vv... Hình 2.31 giới thiệu sơ đồ bố trí tàu chở quặng lớp Panamax.

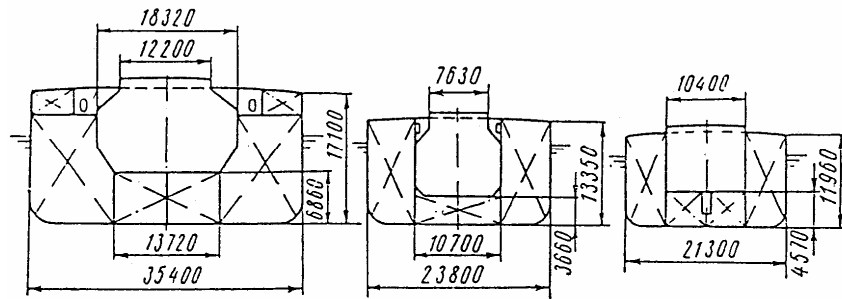


Hình 2.31

Tàu chở hàng rời được phát triển theo hai hướng chính. Hướng thứ nhất tập trung chuyên môn hóa tàu được chế tạo. Theo hướng này tàu chỉ chở một mặt hàng, khai thác theo những tuyến đường đã được hoạch định. Trong quá khứ đã có những tàu chỉ dùng để chở quặng (*tàu chở quặng*), tàu chở than đá, tàu chở xi măng, tàu chở đường vv...

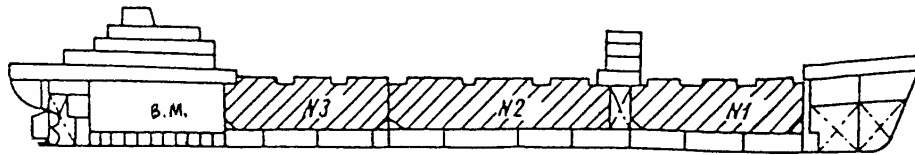
Tàu chở quặng: Đặc tính nổi bật của mặt hàng chở bằng tàu này là trọng lượng riêng của quặng lớn hoặc rất lớn. Mặt khác cước vận chuyển quặng thấp hơn rất nhiều nếu so với vận chuyển mặt hàng khác. Hai điều trên đòi hỏi người thiết kế phải có cách xử lý, tàu chở quặng kết cấu không quá phức tạp, cầu kỳ, song tàu phải tạo mọi thuận lợi cho việc thao tác bốc dỡ hàng, lên hàng. Tàu phải đủ độ bền, cả bền chung và bền cục bộ, đảm bảo tàu đủ độ an toàn trong quá trình khai thác.

Những đòi hỏi khắt khe vừa nêu đưa đến kết cục khá hấp dẫn, kết cấu tàu chở quặng luôn có dạng bất thường nếu so với tàu vận tải bất kỳ mà chúng ta đã gặp. Hình 2.32 trình bày ba mặt cắt ngang tàu chở quặng tiêu biểu. Hình 2.32a giới thiệu tàu chở quặng xấp xỉ 60.000dwt, hình 2.32b dành cho tàu 24.200dwt và hình thứ ba trong nhóm dành cho tàu 18.900dwt.



Hình 2.32. Mặt cắt ngang tàu chở quặng

Mặt cắt dọc tàu chở quặng tiêu biểu được giới thiệu tại hình 2.33 sau.



Hình 2.33. Mặt cắt dọc tàu chở quặng

Hướng thứ hai tập trung xử lý những vấn đề kỹ thuật để tạo ra những tàu chở được nhiều mặt hàng. Trong hướng này người ta chế tạo những tàu “kết hợp” dùng để chở những mặt hàng khác nhau trong các chuyến đi và về. Ví dụ, tàu chở quặng khi đi song lúc về thay vì chạy ballast tàu có thể chở than. Mặt hàng của tàu dạng này bao gồm từ hàng rời, hàng khô đến hàng lỏng. Bảng kê dưới đây trình bày dung tích riêng μ , tính bằng m^3/t cho một số mặt hàng dùng trên các tàu chở hàng rời nói chung và tàu “kết hợp” nói riêng.

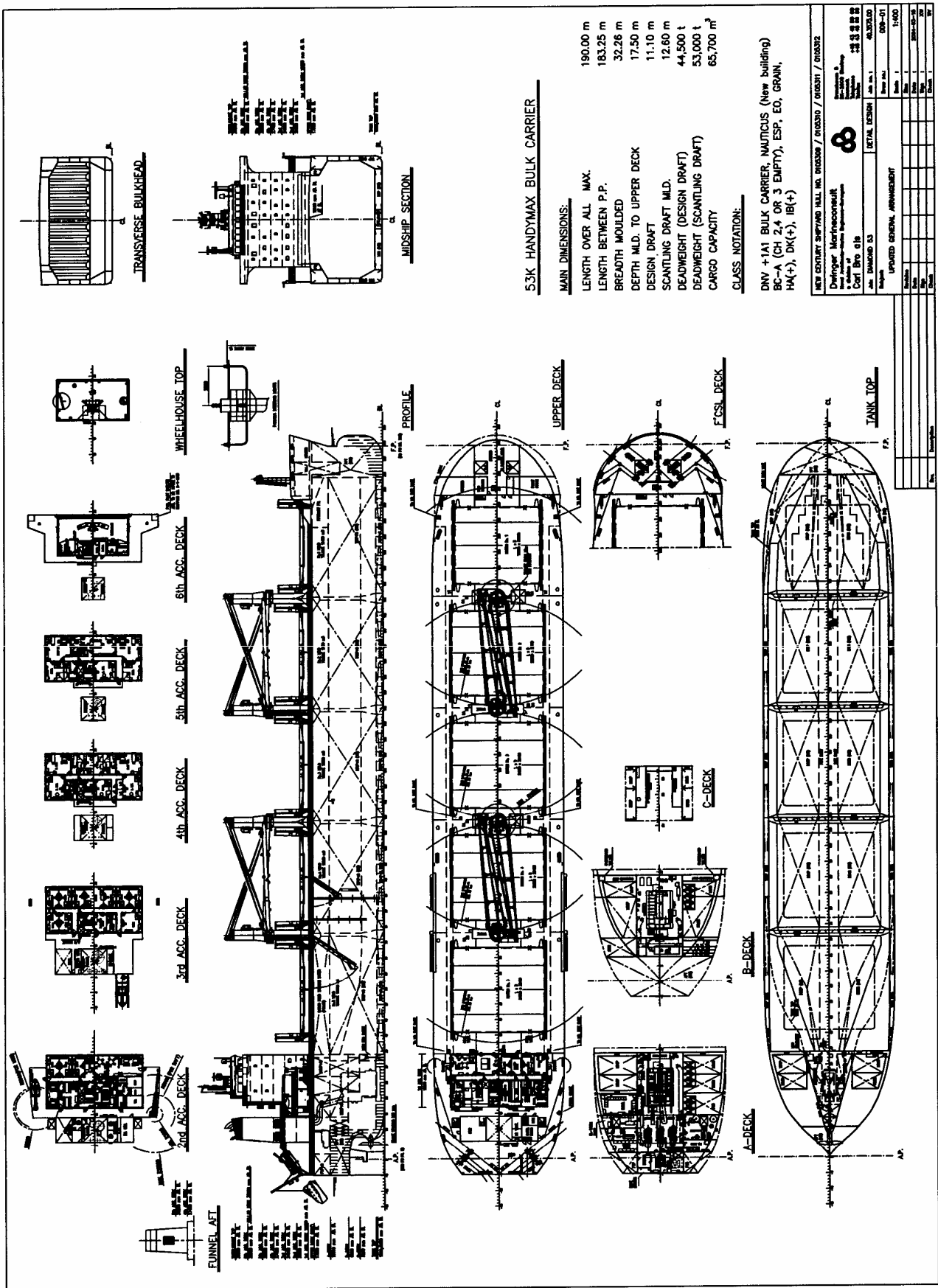
Quặng sắt	0,25 – 0,85
Boc xít	0,72 - 1,0
Phot phat	0,7 – 1,2
Than đá	1,10 – 1,65
Ngũ cốc (nặng)	1,13 – 1,45
Ngũ cốc (nhẹ)	1,50 – 2,2
Xi măng	0,70 - 0,75
Đường	0,90 – 1,30

Trong hướng này người ta còn tạo ra loạt tàu tổng hợp (hoặc hiểu theo cách khác, tàu vạn năng). Tên gọi tàu này có thể là tàu chở hàng rời tổng hợp - Universal Bulk Carrier (UBC) hoặc Universal Bulk Ship, viết tắt UBS. Tàu này dùng chở hàng dạng bulk cho cả chuyến đi và cả chuyến về.

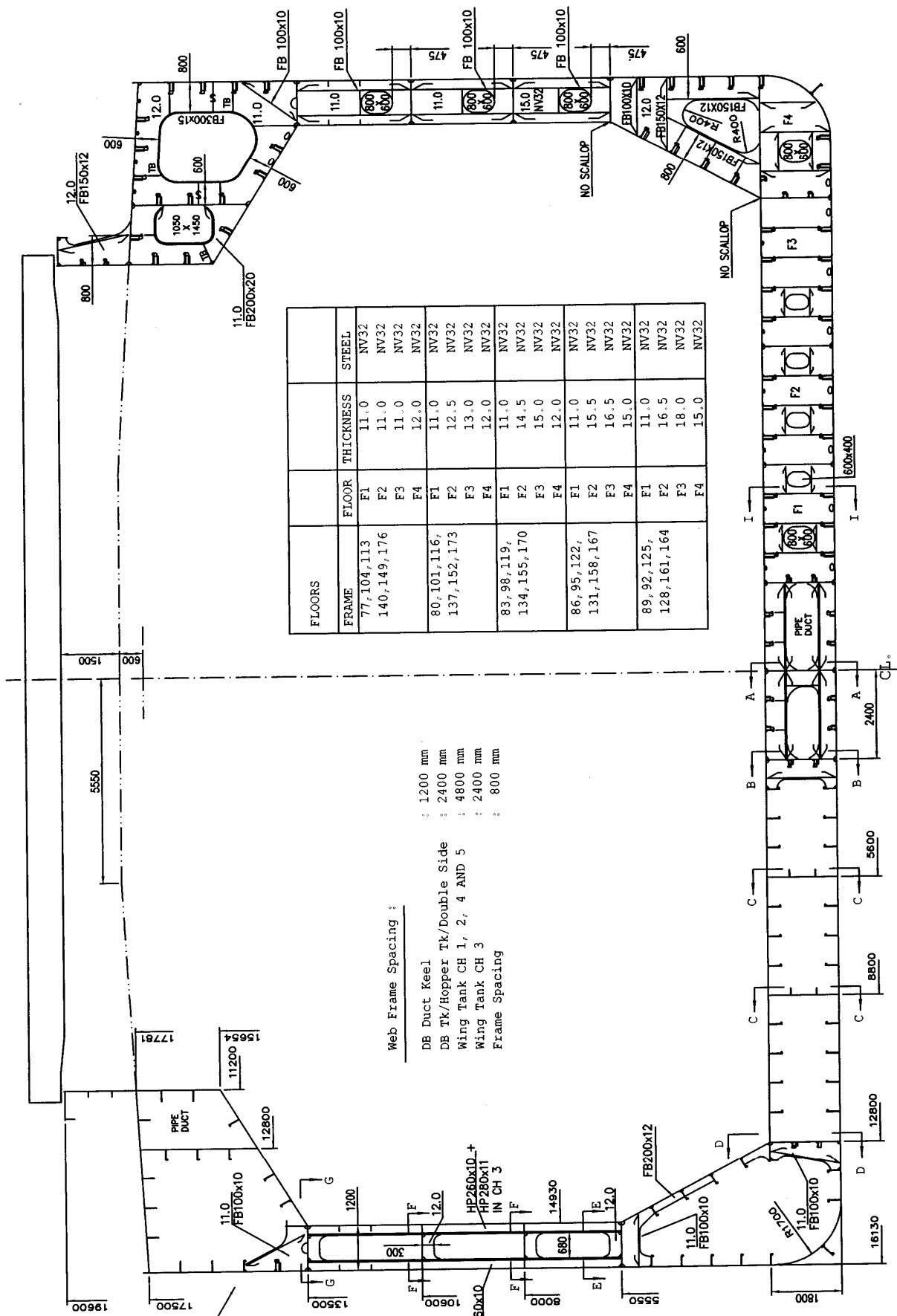
Tàu chở hàng rời đã được đóng có độ lớn trung bình, tính bằng DWT nằm trong bảng tổng kết sau.

Tàu chở dầu thô	60.000
Tàu chở quặng	40.000
Tàu tổng hợp	32.000
Tàu chở boc xít	16.600
Tàu chở than đá	4.000

Vận tốc khai thác của đội tàu này không quá 14 – 16 Hl/h. Tàu chạy chậm trong nhóm thuộc tàu chở than, xi măng, vận tốc chỉ vào khoảng 11,0 – 11,5 Hl/h. Tàu tổng hợp có khi chạy nhanh hơn 16Hl/h. Hình 2.34 giới thiệu tàu chở hàng rời đa năng (UBC) loại đang được đóng và khai thác phổ biến nhất hiện nay, lớp Diamond 53 (53.000 DWT), hiện đang được đóng hàng loạt từ năm 2003 tại các xưởng đóng tàu Trung Quốc và Việt Nam. Hình 2.35 giới thiệu mặt cắt ngang cùng tàu.



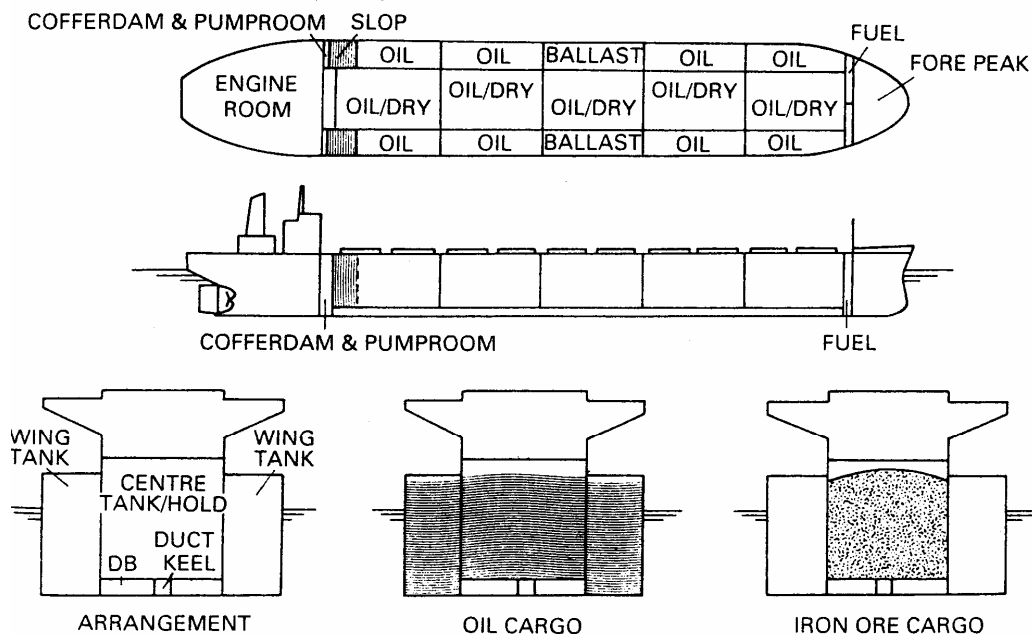
Hình 2.34. Tàu chở hàng rời đa năng (UBC) 53.000 DWT / DIAMOND 53



Hình 2.35. Mặt cắt ngang tàu hàng rời 53.000DWT (Diamond 53)

Tàu chở dầu-quặng. Một trong những tàu kết hợp công việc được những nhà đóng tàu thiết kế đầu tiên là tàu chở dầu trong chuyến đi và quặng chuyển về (tiếng Anh: Combination Vessels). Nhìn chung kết cấu tàu chở quặng – dầu, gọi tắt là tàu O-O (Ore-Oil carrier), không khác tàu chở quặng, tiếng Anh chỉ gọi Ore carrier, giới thiệu trên hình 2.36. Điểm khác nhau chính đồng thời là dấu hiệu phân biệt tàu O và O-O là trên tàu chở mặt hàng dầu nhất thiết có buồng bơm và hệ thống bơm hàng. Ngoài ra tàu O-O còn có hệ thống thoát khí do dầu, các khoang cách ly giữa hành lang, khoang hàng mạn.

GENERAL ARRANGEMENT IN ORE/OIL CARRIER

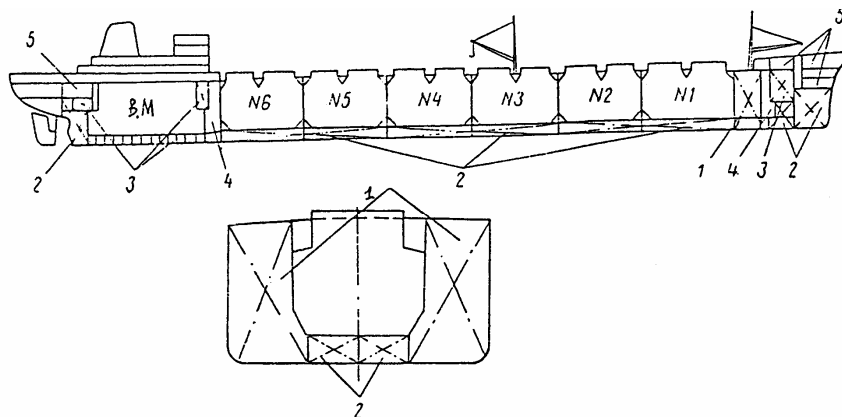


Hình 2.36. Sơ đồ bố trí tàu O-O

Sản phẩm dầu vận chuyển trong tàu dạng này có tỷ trọng trong giới hạn $0,80 \div 0,90 \text{ t/m}^3$, tương đương hệ số dung tích chở hàng của tàu $1,10 \div 1,25 \text{ m}^3/\text{t}$. Từ đây có thể thấy điều cần suy tính là dung tích cần cho việc chứa hàng nhẹ, trong trường hợp này là sản phẩm từ dầu, sẽ gấp hai lần dung tích cần cho hàng nặng.

Hàng lỏng trên tàu O-O chứa trong các két bố trí trong các khoang mạn hoặc đáy đôi, trong các két mặt cắt ngang dạng chữ L, các deeptank vv...

Bố trí buồng bơm và số lượng bơm trên tàu O-O nhằm đảm bảo bơm hàng, gồm nhận hàng, chuyển hàng đến vị trí tập kết trong hạn định chuẩn. Thông thường thời gian bơm hàng khoảng 10 – 12 giờ.



Hình 2.37

Hình 2.37 trình bày bố trí tàu O-O deadweight 44.500t đã được chế tạo và sử dụng có hiệu quả. Ghi chú trên hình mang ý nghĩa: 1 - kết hàng, 2 - kết ballast, 3 - kết dự trữ tàu, 4 - buồng bơm, 5 - kho. Sản phẩm từ dầu được chứa trong các kết tại các vùng đánh dấu bằng 2, 3, 5, 6. Quặng chỉ được bố trí trong vùng 1 và 4.

Từ các hình vừa trình bày có thể nhận xét chung về tàu nhóm này như sau. Đây là nhóm tàu một boong, bố trí buồng máy phía lái, đáy đôi, mạn đôi. Đáy đôi của tàu này có chiều cao quá cỡ, mạn đôi, nếu có, thỉnh thoảng cũng quá cỡ. Chiều dài khoang hàng dài hơn tàu nhóm khác. Với tàu chở quặng là mặt hàng nặng, dung tích hầm hàng không đòi phải lớn nhất mà chỉ ở mức vừa đủ.

Thông lệ chúng ta thiết kế tàu chở quặng theo yêu cầu về dung tích riêng hầm hàng trong giới hạn $\mu = 0,50 \div 0,60 \text{ m}^3/\text{t}$. Cần nói thêm, những năm cuối thế kỷ XX khá nhiều tàu trong nhóm có dung tích riêng dành cho hầm hàng đạt đến giá trị $0,70 \div 0,85 \text{ m}^3/\text{t}$. Dung tích hầm hàng thực tế của tàu được tính sau khi loại trừ dung tích mạn đôi và đáy đôi trong khu vực này. Công thức kinh nghiệm xác định chiều rộng hầm hàng b_{hh} (chiều rộng tàu trừ hai lần chiều rộng khoang mạn) và chiều cao đáy đôi tàu chở quặng h_{dd} như sau:

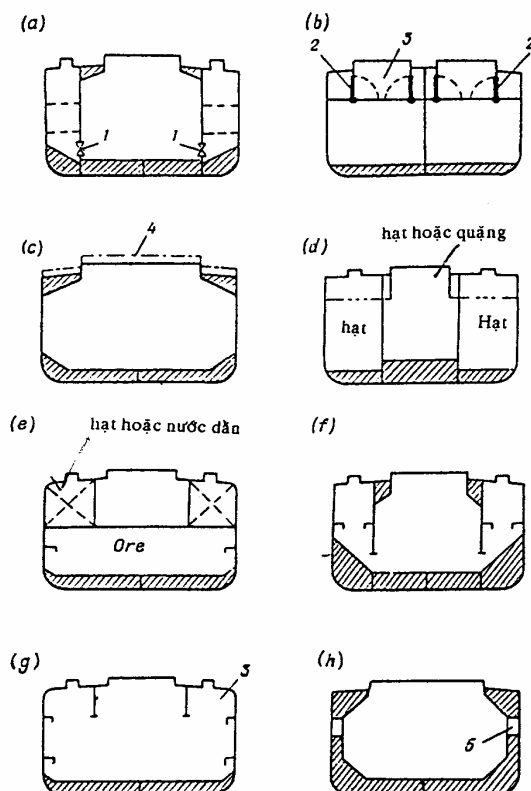
$$\frac{b_{hh}}{B} = 0,50 \div 0,60 ; \quad \frac{h_{dd}}{H} = 0,25 \div 0,30$$

Dung tích các khoang mạn, đáy đôi dùng cho việc chứa dự trữ và ballast. Điều khác thường nữa, ballast còn được chứa tại các kết trên chúng ta đã làm quen. Các kết trên tuy dung tích không lớn song lượng ballast tại đây giúp cho việc kéo trọng tâm tàu lên cao trong các chế độ khai thác. Cần nói lại cho rõ, với tàu vận tải thông dụng hoặc tàu dầu chúng ta tìm mọi cách hạ thấp trọng tâm tàu nhằm tăng khả năng ổn định. Ngược lại với tàu chở quặng, tình thế thường đảo ngược, với hàng nặng, trọng tâm tàu thường nằm thấp làm cho chiều cao tâm nghiêng của tàu tăng nhiều nếu so với tàu thông thường. Với tàu có GM lớn quá cỡ như chúng ta đã quen gọi trong phần lý thuyết tàu, tàu sẽ “cứng” quá. Tàu cứng sẽ lắc với biên độ không nhỏ song chu kỳ lắc quá ngắn, tính êm của tàu không còn, độ an toàn của tàu khó đảm bảo.

Cấu hình mặt cắt ngang tàu chở hàng rời được trình bày tại hình 2.38. Các ghi chú mang ý nghĩa: 1 - lỗ trống cho hàng (opening with portable plate), 2 - tấm chắn cạnh (side panel), 3 - túi hàng hạt (grain), 4 - boong dâng (raised quarter deck), 5 - lối đi (passage).

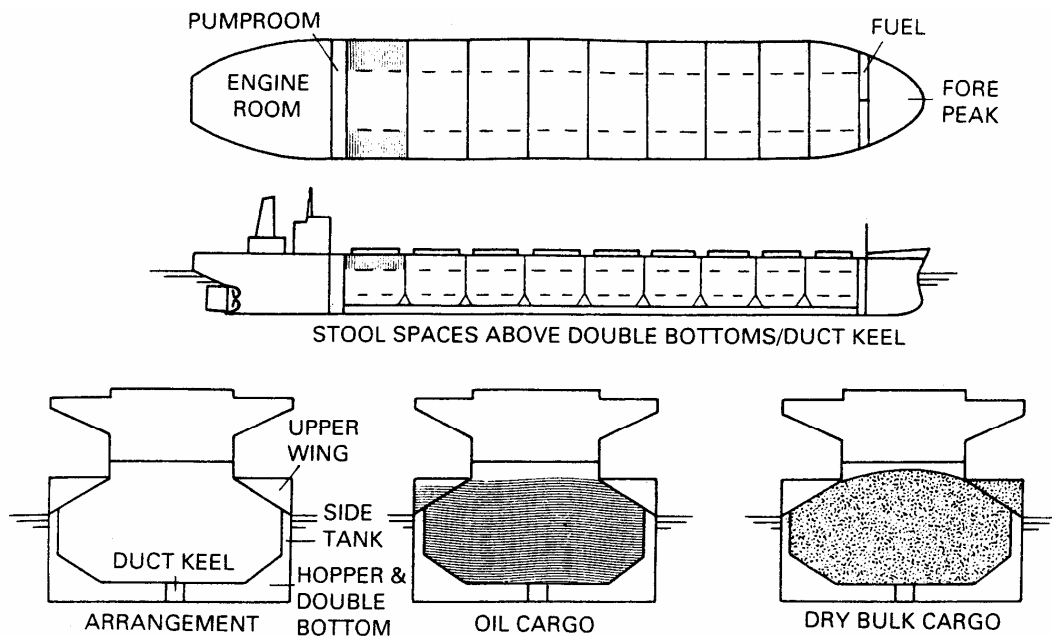
Một trong những đặc tính thuộc kết cấu tàu chở quặng còn là lối đi trong tàu, bố trí dưới boong. Đây không giống đường hầm (tunnel) mà là lối đi (passage) hay còn gọi là hành lang, cho phép người đi từ lái đến mũi và ngược lại trong mọi điều kiện thời tiết bên ngoài trở nên xấu. Từ hành lang này có lối thoát ra ngoài và cũng có cả lối dẫn ra khoang mạn, đến đáy đôi. Lối đi bị ngăn thành từng đoạn nhờ các cửa ra vào. Tại vách kín nước nhất thiết phải bố trí cửa kín nước.

Hình 2.38. Mặt ngang điển hình tàu hàng rời



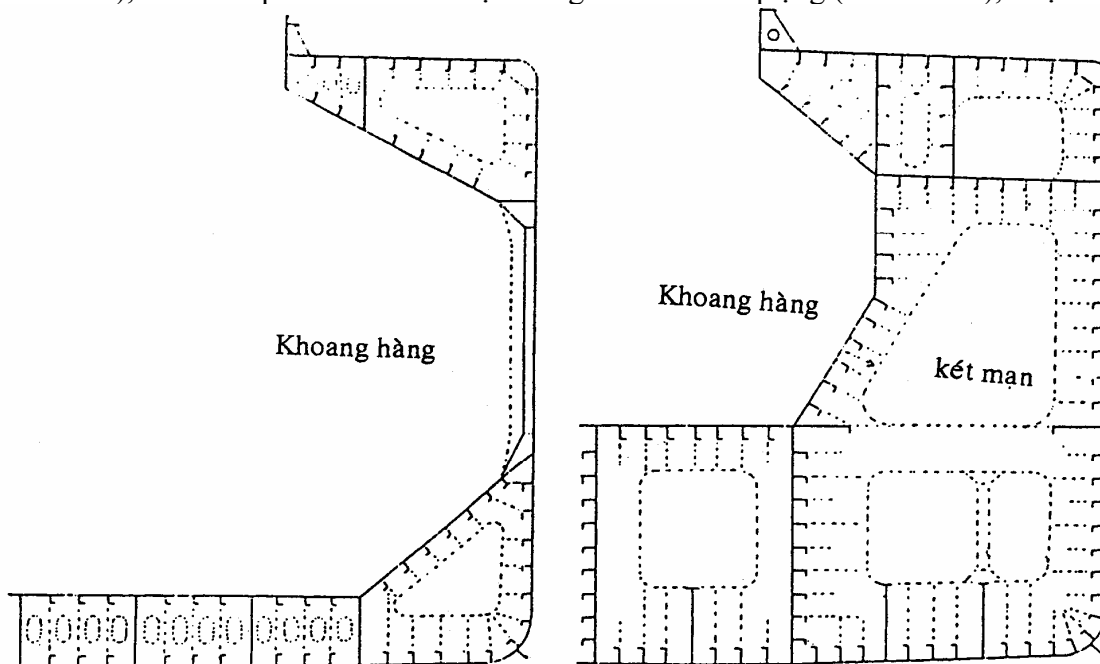
Tàu chở hàng lỏng và hàng rời: Họ tàu chở hàng lỏng – hàng rời khá đa dạng, tuy nhiên không khác nhiều so với tàu tổng hợp đã trình bày. Những yêu cầu bổ sung cho tàu làm nhiệm vụ kết hợp thường dành cho hàng lỏng, cụ thể hơn cho các sản phẩm từ dầu. Các tàu đầu tiên của nhóm này ra đời từ những năm sáu mươi và ngày càng phát triển kiểu cách, mẫu mã.

Tàu chở hàng kết hợp dầu-hàng rời-quặng: Tàu nhóm này được viết bằng tiếng Anh Oil-Bulk-Ore Carrier, viết tắt OBO carrier, có kết cấu đa dạng (hình 2.39).



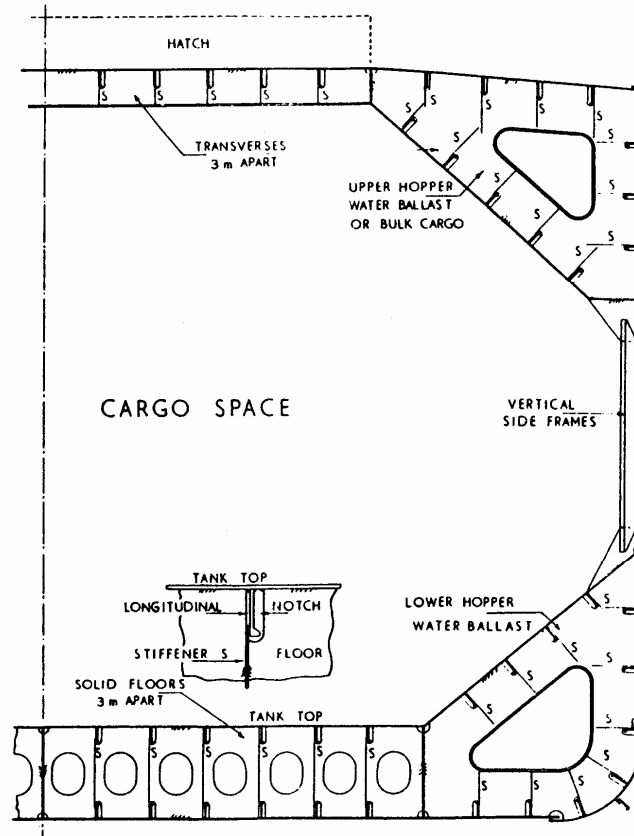
Hình 2.39. Sơ đồ bố trí tàu OBO

Khó khăn lớn khi giải quyết những vấn đề thiết kế kết cấu tàu chở hàng kết hợp là tìm giải pháp dung hòa cho hai kết cấu tiêu biểu nêu tiếp tại hình 2.40. Kết cấu bên trái dùng cho tàu chở hàng rời chính hiệu (Bulk carrier), hình bên phải là kết cấu đặc trưng của tàu chở quặng (Ore carrier), được vẽ cùng tỷ lệ.



Hình 2.40. Mặt cắt ngang tàu Bulk carrier (a) và Ore carrier (b)

Kết cấu đặc trưng của tàu chở hàng rời (bulk carrier) có thể thấy trên hình 2.41 trình bày sau đây. Tàu đáy đôi với chiều cao đáy khá cao, có trường hợp đến 6m. đáy trong thường đặt bằng suốt cả chiều rộng tàu. Tấm đáy trong được hàn cố định với tấm mạn và được liên kết với tấm mạn qua mã hông (bracket). Kích thước mã hông thường rất lớn. Đặc điểm thứ hai của kết cấu này là, kết thượng (top tank) có kích thước khá lớn, dung tích lớn dùng vào hai việc khác nhau: hoặc để chứa nước dằn hoặc dùng chứa hàng. Hàng được đưa vào kết qua hệ thống miệng hầm hàng diện tích khá nhỏ trên boong.

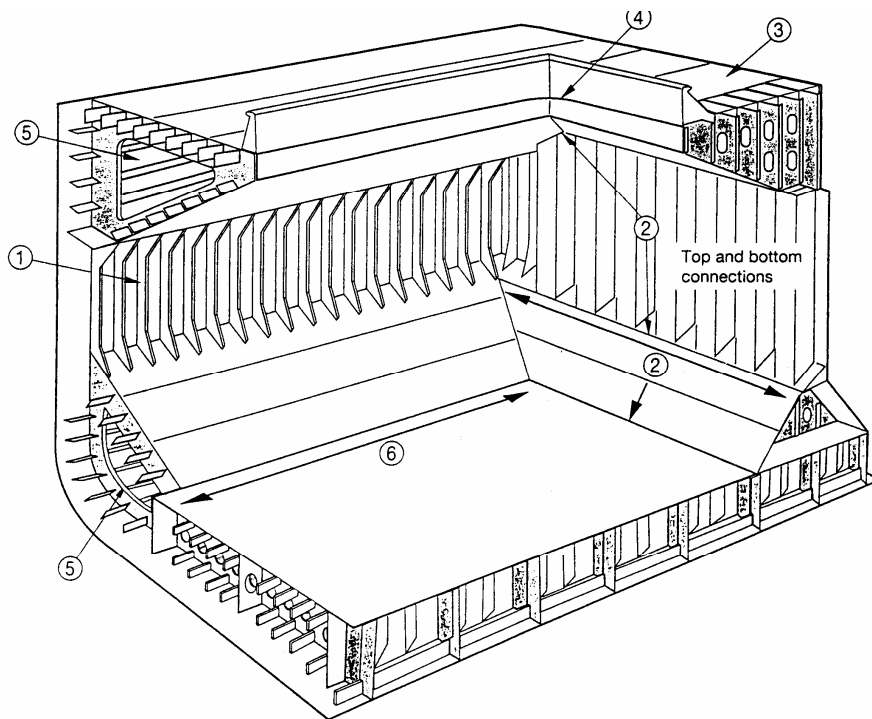


Hình 2.41. Mặt cắt ngang tàu hàng rời có kết cấu hỗn hợp

Kết cấu tàu thuộc kiểu kết cấu hỗn hợp ngang – dọc. Các nẹp dọc đáy, dọc boong bố trí theo cách quen thuộc như vẫn dùng cho các tàu vận tải khác theo hệ thống kết cấu dọc. Hệ thống các sườn đảm bảo độ bền cục bộ không khác nhiều nếu so với tàu vận tải hàng khô.

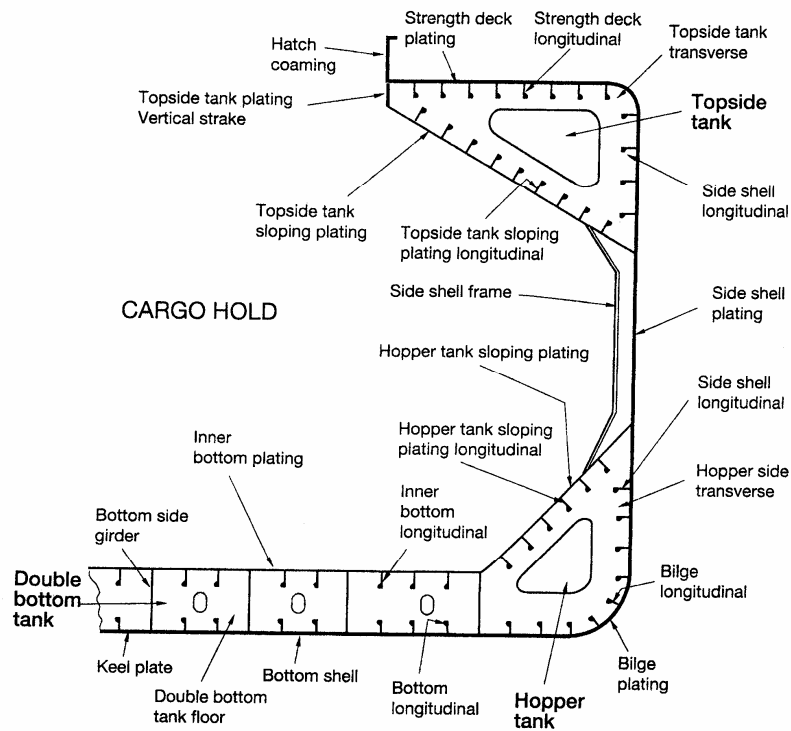
Tàu với kết cấu kiểu này dùng vào việc vận chuyển than, hạt nặng và các hàng nặng khác chỉ trong hầm hàng, và hàng hạt nhẹ vừa trong khoang hàng vừa trong kết thượng. Khi chở hàng nặng trong khoang, các kết thượng chứa nước dằn nhằm nâng cao trọng tâm tàu, bằng cách đó hạ thấp chiều cao tâm nghiêng ban đầu GM_0 , giảm lắc ngang cho tàu. Biện pháp chống tàu “cứng” này được áp dụng cho tàu chở hàng nặng, đảm bảo tính êm và đảm bảo an toàn cho tàu.

Kết cấu và vai trò tấm nghiêng trong tàu chở hàng rời đa dạng. Vách nghiêng tại hông (hopperside) bố trí dưới những góc xác định, tạo thuận lợi cho quá trình bốc dỡ hàng và bảo quản hàng trong vận chuyển. Với tàu chở hàng nặng, vách hông hạn chế dung tích phần dưới của khoang, bắt buộc hàng phải dồn lên cao, trọng tâm hàng nâng theo. Hàng rời theo triền dốc của vách nghiêng đổ xuống vùng tập kết nhanh hơn khi bốc dỡ hàng. vách nghiêng phía trên làm nhiệm vụ chính là nón che sát mặt thoáng hàng hạt khi chở hàng đầy khoang. Vách nghiêng thiết kế phù hợp với độ dốc tự nhiên của ngọn hàng có tác dụng ngăn dịch chuyển mặt thoáng hàng. Kết cấu của vách nghiêng giới thiệu tại hình 2.42.



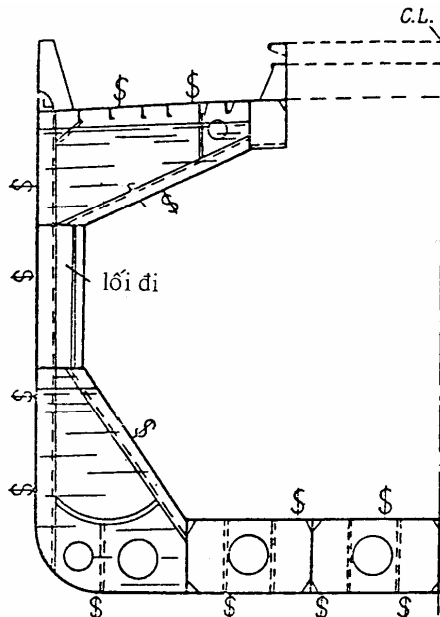
Hình 2.42a. Sơ đồ bố trí kết cấu tàu hầm hàng Bulk carrier

Những chi tiết chính ghi trên hình 2.42 mang ý nghĩa sau: 1- Sườn khoang (side shell frame), 2- Ranh giới của vách ngang và vách nghiêng (boundaries of transverse bulkheads and bulkhead stools), 3- boong ngang (cross deck), 4- Thành quây miệng hầm hàng (hatch coaming), 5- Sườn ngang trong kết ballast (hopper side transverse), 6- tôn đáy trên (inner bottom plating). Để hiểu rõ hơn bố trí này, hình 2.42b giới thiệu mặt cắt ngang điển hình hầm hàng Bulk carrier.

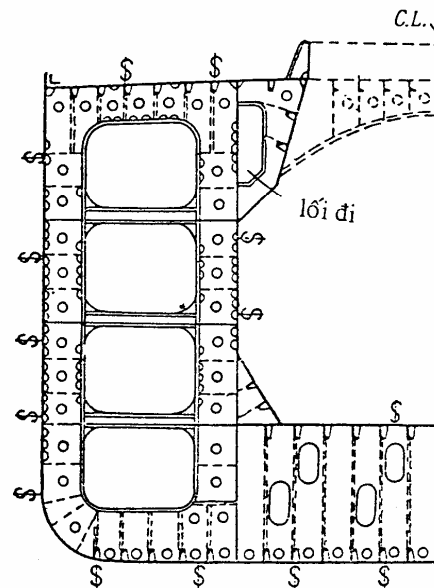


Hình 2.42b. mặt cắt ngang điển hình hầm hàng Bulk carrier

Một cách tương tự, hình 2.43 nêu dưới đây trình bày đầy đủ kết cấu vách nghiêng hông làm chức năng thành kết hông và vách nghiêng trên làm chức năng đáy kết thượng trong tàu chở quặng kiểu cũ.



Hình 2.43

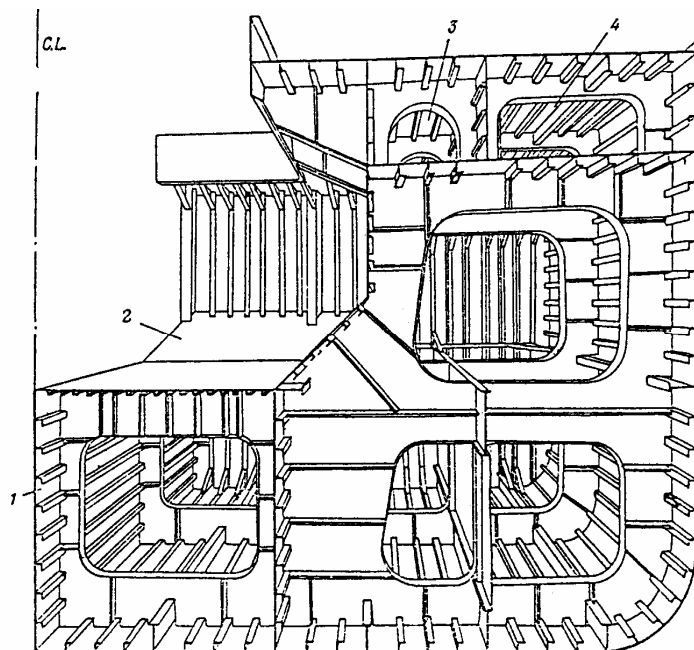


Hình 2.44

Điều có thể nói thêm, kết cấu các khoang này theo hệ thống ngang trong trường hợp cụ thể này. Lối đi trên tàu này bố trí khoảng giữa hai kết nước đang nêu.

Trường hợp tàu có hai vách dọc, bố trí vách nghiêng hông và vách nghiêng trên như tại hình 2.44. Trường hợp sau chúng ta có thể thấy rằng lối đi được đặt cao, đúng vào vị trí top tank mà các tàu khác vẫn thực hiện.

Tàu chở quặng được đề cập và giới thiệu tại các hình 2.32, 2.40b có kết cấu thực sự phức tạp. Kết cấu theo hệ thống dọc áp dụng triệt để cho đáy, mạn, boong và các vách dọc, không kể vách đứng hay nghiêng. Quặng thuộc nhóm hàng tỷ trọng lớn cần được quan tâm lúc chất hàng để trọng tâm hàng nằm cao nhất trong điều kiện có thể. Khoang chứa quặng có dung tích không lớn, nằm cao. Chính vì lẽ đó chiều cao đáy đôi tàu đạt con số chóng mặt như đã nêu. Vách dọc tàu kiên cố, nằm rất gần mặt dọc giữa tàu. Vách nghiêng phần vách dưới thay cho vách nghiêng hông nêu trên, hạn chế lan rộng của quặng tại đáy trong, vách nghiêng phần trên của vách ngăn dịch chuyển quặng tại mặt thoáng.

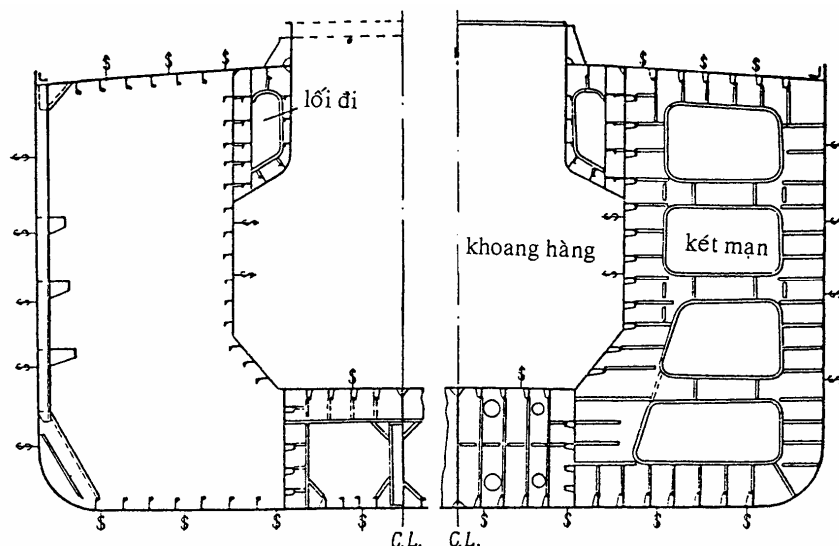


Hình 2.45. Kết cấu tàu chở quặng

Độ bền cục bộ phải được xem xét kỹ và có biện pháp xử lý thích hợp trên tàu chở quặng. Hệ thống khung sườn khỏe, hay nói đủ hơn, rất khỏe, đảm nhận chức năng sau. Hình 2.45 trình bày trong bản vẽ

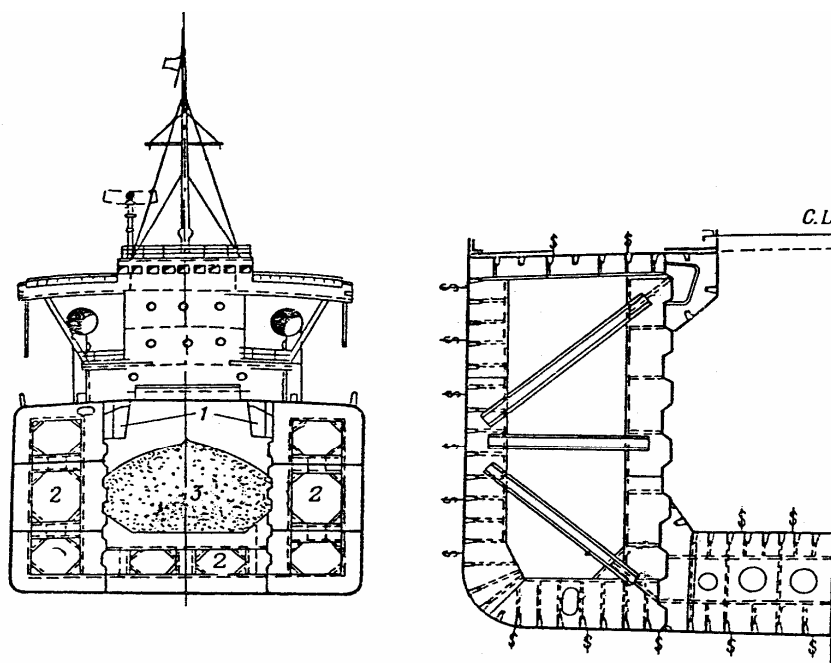
phối cảnh kết cấu tàu chở quặng. Những chi tiết chính ghi trên hình mang ý nghĩa sau: Kí chính hay còn gọi sống chính, kí đứng mang số 1, còn 2 – khoang chứa quặng, 3 – lối đi và 4 – kết ballast.

Hình 2.46 tiếp theo trình bày bản vẽ mặt cắt ngang tàu chuyên dụng trong lĩnh vực chúng ta đang quan tâm.



Hình 2.46. Kết cấu mặt cắt ngang tàu chở quặng

Tàu O-O nhắc tại phần dưới đây có kết cấu gần giống mô hình vừa đề cập tại hình 2.46. Đặc trưng của tàu nhóm này, tàu một boong, hai vách dọc, đáy đôi cao, hình 2.47.



Hình 2.47

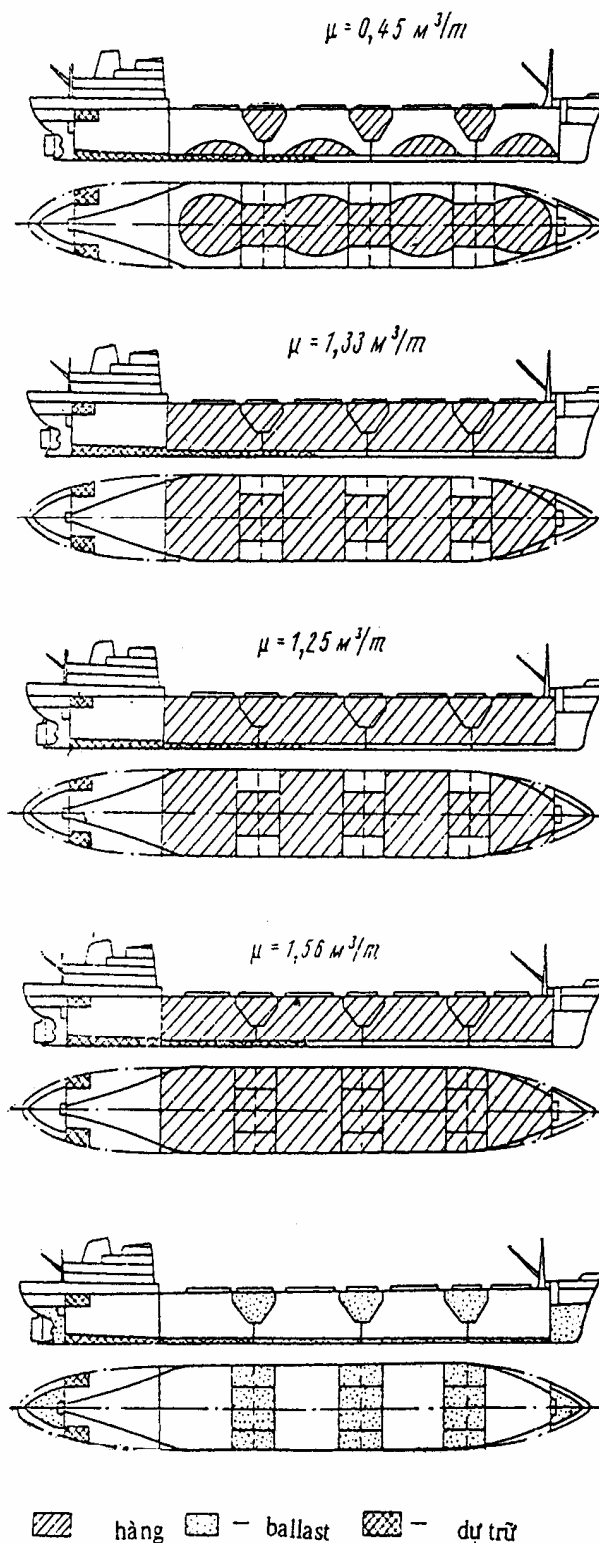
Mặt hàng thứ nhất, từ chữ O đầu có xuất xứ từ Ore, được xếp tại khoang trung tâm, bị ngăn bằng hai vách dọc đủ bền. Trường hợp này tàu làm việc không khác tàu chở quặng. Mặt hàng O thứ hai, Oil – dầu, chở trong các kết hình L bố trí tại các khoang mạn và đáy đôi. Trên hình 2.47 ký hiệu 2 chỉ các kết dạng L dùng chứa hàng (oil - dầu), 3 – quặng (ore).

Mặt cắt ngang đặc trưng của tàu O-O giới thiệu phía phải hình 2.47. Có thể nhận thấy rõ, kết cấu tàu O-O theo hệ thống dọc. Hệ thống các thanh giằng luôn phải có mặt nhằm tăng cường độ bền cục bộ.

Tàu UBC trình bày tại hình 2.34 cùng các mặt cắt ngang phổ biến tại hình 2.35 là hình mẫu của nhóm tàu bulk carrier hiện đại. Tàu không chỉ chở một loại hàng duy nhất mà phải chở kết hợp, chở nhiều loại hàng tính năng khác nhau.

Điểm khác của tàu đang trình bày là hệ thống các boong giữa (tweendeck) được bố trí xen kẽ trong các khoang hàng của tàu. Hình ảnh bố trí tweendeck như minh họa tại hình 2.38e. Tàu chúng ta đang xem xét, chiều dọc chia thành 5 khoang hàng dài, bố trí ba cụm tweendeck mạn. Vách dọc không toàn phần, hiểu theo nghĩa, vách không gắn chân vào sàn đáy, không kéo dài liên tục suốt chiều dài như những vách chúng ta gặp trong tàu dầu, cho phép tạo nhiều khoang hàng mang tính độc đáo. Theo mô hình 2.38e, không gian bị vách dọc và tweendeck ngăn nằm tại vị trí cao, thuận tiện chứa hàng hạt hoặc nước dằn. Trường hợp sử dụng các khoang đang nêu chứa hàng hạt, khoang dưới chứa quặng chúng ta có tàu chở ít nhất hai loại hàng. Ngoài khu vực tweendeck không toàn phần vách dọc thay đổi kết cấu. Thông thường vách dọc hạ thấp phần chân đến ngang tầm sống dọc mạn (stringer) hoặc sâu hơn song không chạm đáy, hình 2.38g và 2.38f. Các vách này có thể coi là vách treo, luôn bị hẫng chân.

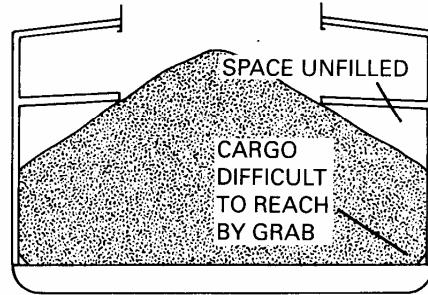
Vách hẫng chân kiểu này có tác dụng rất tốt ngăn nhỏ mặt thoáng tại ngọn chất hàng hạt tại khoang tàu, trong khi cho phép hàng tuồn từ các khoang mạn vào dãy khoang giữa. Biện pháp ngăn ảnh hưởng mặt thoáng như thế này tỏ ra rất hiệu nghiệm. Trường hợp sau cho phép sử dụng tàu vào việc chở hàng rời tỷ trọng không cao trong tất cả các khoang hàng. Sơ đồ chất hàng của hãng Mc Gregor áp dụng cho tàu UBC đang đề cập có dạng như tại hình 2.48. Trên sơ đồ tại hình 2.48 phân biệt các loại hàng sau: a) quặng nặng, dung tích riêng hầm hàng: 0,45 m³/t; b) than đá, dung tích riêng hầm hàng: 1,33 m³/t; c) hạt nặng, dung tích riêng hầm hàng: 1,25 m³/t; d) hạt nhẹ, dung tích riêng hầm hàng: 1,56 m³/t; hình 2.48e dành riêng cho trường hợp chạy dưới ballast.



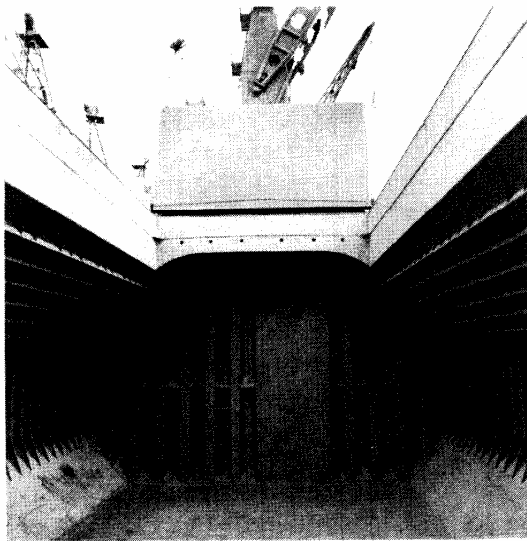
Hình 2.48

Hình 2.49 cho sơ đồ đồ đồng hàng và vai trò của các kết trong vùng khoang hàng của quá trình chuyên chở hàng hoá

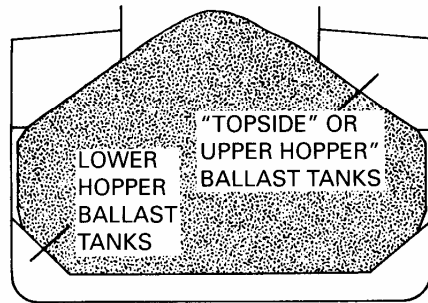
BULK CARGO LOADED IN A TRADITIONAL TWEENDECK VESSEL:
TRIMMING IS REQUIRED AND DISCHARGE IS DIFFICULT



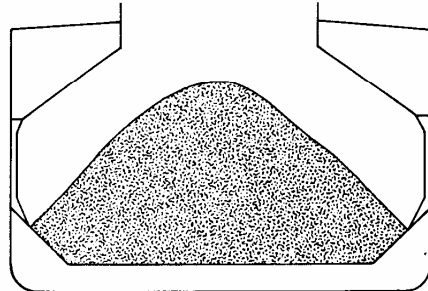
BULK CARRIER HOLD



LOW DENSITY BULK CARGO LOADED IN A BULK CARRIER:
LITTLE TRIMMING IS REQUIRED AND ALL THE CARGO IS ACCESSIBLE FOR GRAB DISCHARGE



HIGH DENSITY BULK CARGO LOADED IN A BULK CARRIER:
NO TRIMMING MAY BE REQUIRED, BUT THIS DEPENDS UPON THE PROPERTIES OF THE CARGO.
CARGO IS ACCESSIBLE FOR GRAB DISCHARGE



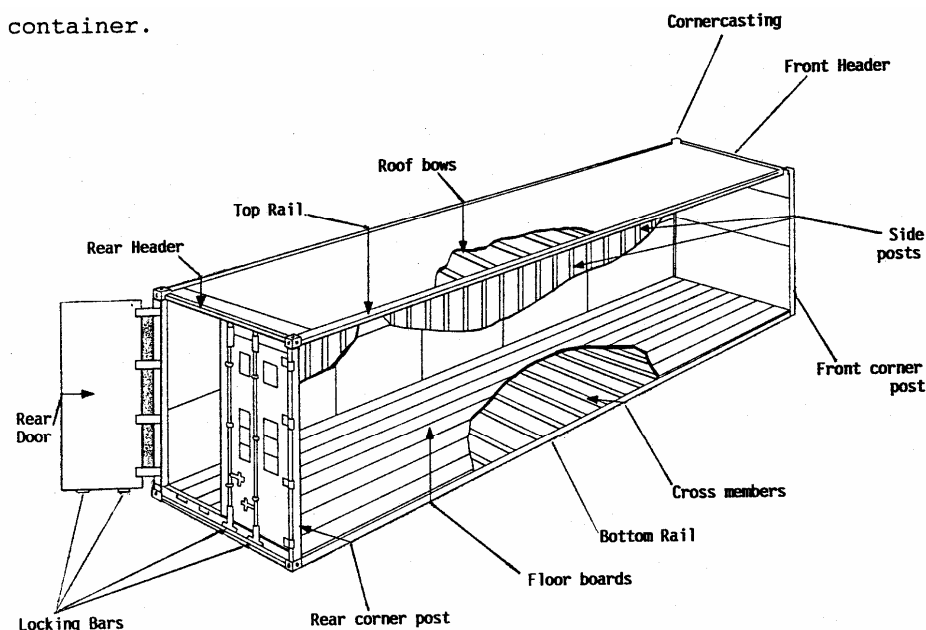
Hình 2.49

5.4. Tàu chở hàng thùng tiêu chuẩn (container).

Thùng tiêu chuẩn được đề xuất từ rất sớm, trước những năm năm mươi. Đến những năm sáu mươi thùng tiêu chuẩn được thống nhất hoá và được dùng trên khắp thế giới. Thùng (container) kích thước LxBxH tính bằng đơn vị feet (20x8x8) được thống nhất là đơn vị chuẩn dùng cho tàu container. Một đơn vị thùng dài 20' đặt trên tàu gọi là TEU (Twenty feet Equivalent Unit). Năm 1964 tổ chức quốc tế về tiêu chuẩn hóa IOS (International Organization for Standardization) thống nhất đưa ra tiêu chuẩn cho các thùng dùng vận chuyển hàng hóa trên tàu thủy. Các thùng này có kích thước đo trong hệ metric, theo qui định mang tên gọi tiêu chuẩn ISO như sau:

Kiểu		Kích thước phủ bì, (m)			Trọng lượng tối đa, t
		Dài	Rộng	Cao	
NHÓM I	IA	12,20	2,44	2,44	30,5
	IB	9,15	2,44	2,44	25,4
	IC	6,10	2,44	2,44	20,3
	ID	3,05	2,44	2,44	10,2
	IE	2,04	2,44	2,44	7,1
	IF	1,52	2,44	2,44	5,1
NHÓM II	IIA	2,92	2,3	2,1	7,1
	IIB	2,40	2,1	2,1	7,1
	IIC	1,45	2,30	2,1	7,1

Thùng nhóm I có chiều rộng và chiều cao cùng một cỡ 8' (tương đương 2,44m trong tiêu chuẩn ISO), thùng nhóm II có chiều cao cùng cỡ 2,10m. Trọng lượng tối đa ghi trong tiêu chuẩn đã tính đến lượng hàng trong thùng. Hình ảnh thùng container được tham khảo trên hình 2.50 dưới đây:



Hình 2.50

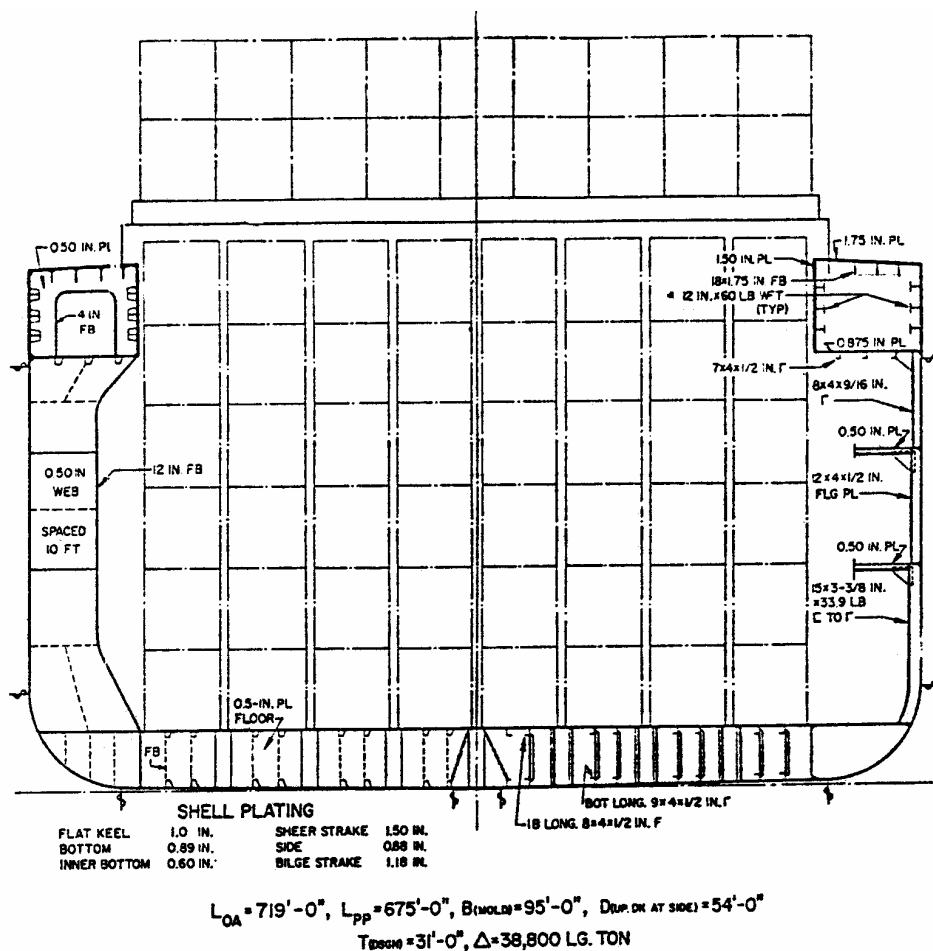
Công cụ vận chuyển container trong vận tải biển là tàu chở container (container ship), bao gồm:

- Tàu chở hàng bách hoá (General Cargo Ship): chủ yếu chở hàng bách hoá thông thường, nhưng trong mỗi chuyến có thể nhận chở một số lượng hạn chế container xếp trên boong.
- Tàu bán container (Semi-Container Ships): thường được cải tạo từ các tàu hàng bách hoá, trên tàu có vài hầm tàu thích ứng để chứa container và một số container được xếp trên boong. Số hầm hàng còn lại để chở hàng bao gói thông thường.
- Tàu container kiểu tổ ong (Full Cellular container ships): loại này có cấu trúc một boong, chia làm nhiều hầm, có nhiều vách ngăn, trong mỗi hầm có thể xếp 7 ÷ 8 tầng container. Trên boong cũng có cấu trúc đặc biệt để có thể xếp được khoảng 40% tổng số container.
- Tàu container kiểu RO-RO: loại tàu này có cấu trúc nhiều boong, giữa các boong có các đường dốc nghiêng, được bố trí ở mũi, đuôi, hoặc bên mạn tàu có cửa để xếp dỡ container. Phương pháp xếp dỡ

theo phương nằm ngang (phương tiện lăn – Roll on and Roll off). Theo cách này, container được để trên xe rơ moóc, ô tô hoặc toa xe mặt phẳng, ... rồi được đầu máy kéo đưa thẳng vào hầm tàu. Ở cảng đến, lại dùng đầu máy kéo đưa thẳng container cùng rơ moóc, toa xe từ hầm lên bờ.

Tàu container kiểu LASH (Light Aboard Ships): là loại tàu có cấu trúc đặc biệt, có trang bị cần cẩu khung có sức nâng $500 \div 1500$ tấn để xếp dỡ sà lan. Sức chở mọi sà lan từ $100 \div 1000$ tấn. Trên mỗi sà lan có thể xếp hàng hoá thông thường hoặc xếp container có chứa hàng (gọi là sà lan container – Light container ship). Các sà lan được xếp lên tàu mẹ (Mother Ships).

Mặt cắt ngang qua hình 2.51 dưới đây nêu rõ cách sắp xếp thùng trong tàu “Semi-Container” được đóng vào đầu thập niên sáu mươi của thế kỉ XX. Tàu được thiết kế đáy, boong the hệ thống dọc, mạn the hệ thống ngang với 02 sống dọc mạn. Điểm đặc biệt là tàu được thiết kế lối đi từ thượng tầng lái tới thượng tầng mũi trong hầm boong.

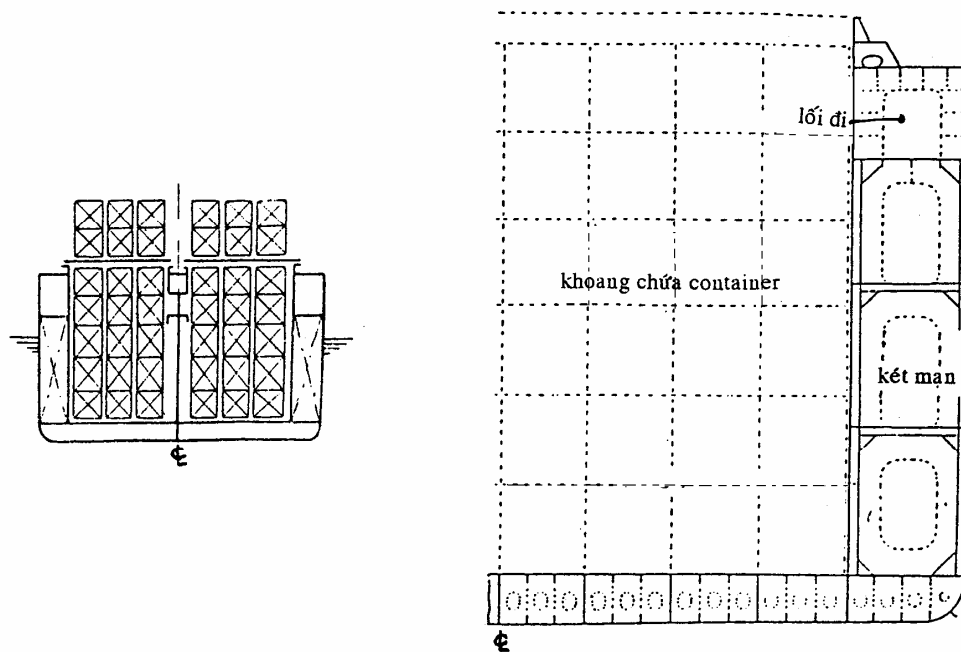


Hình 2.51. Sơ đồ xếp thùng tàu “Semi-Container”.

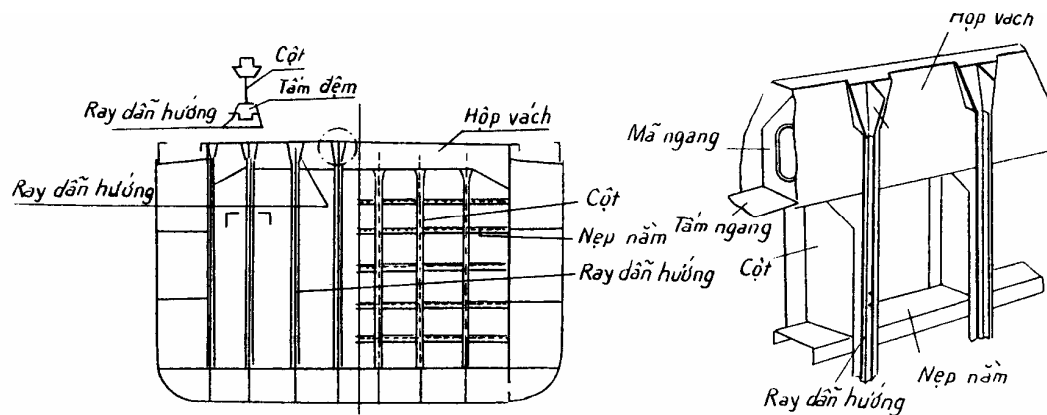
Tàu chở container tiêu chuẩn có các khoang hàng hình khối, đủ chứa nhiều dãy và nhiều chồng thùng. Tàu dạng đang nêu có thể gọi là tàu (chi) chở container, tương đương cách gọi của người Anh “Full Container Ship” hoặc cách gọi của người Đức “Vollcontainerschiff”. hình 2.52 dưới đây nêu rõ cách sắp xếp thùng trong tàu “full-Container”.

Kết cấu trong khoang tàu chở hàng thùng tiêu chuẩn khác tàu chở hàng khô thông thường ở chỗ, trên các thành đứng của khoang hàng phải lắp đặt các thanh dẫn hướng thùng. Các thanh này làm hai chức năng đồng thời: giúp đẩy nhanh quá trình đưa thùng vào, lấy thùng ra và ngăn cản xô dịch thùng khi

tàu chuyển động. Thường gặp trên các tàu đang khai thác các thanh dẫn hướng làm từ thép hình cỡ 100x100 hoặc 150x150 mm, hình 2.53 mô tả việc bố trí các thanh dẫn hướng thùng như vậy.

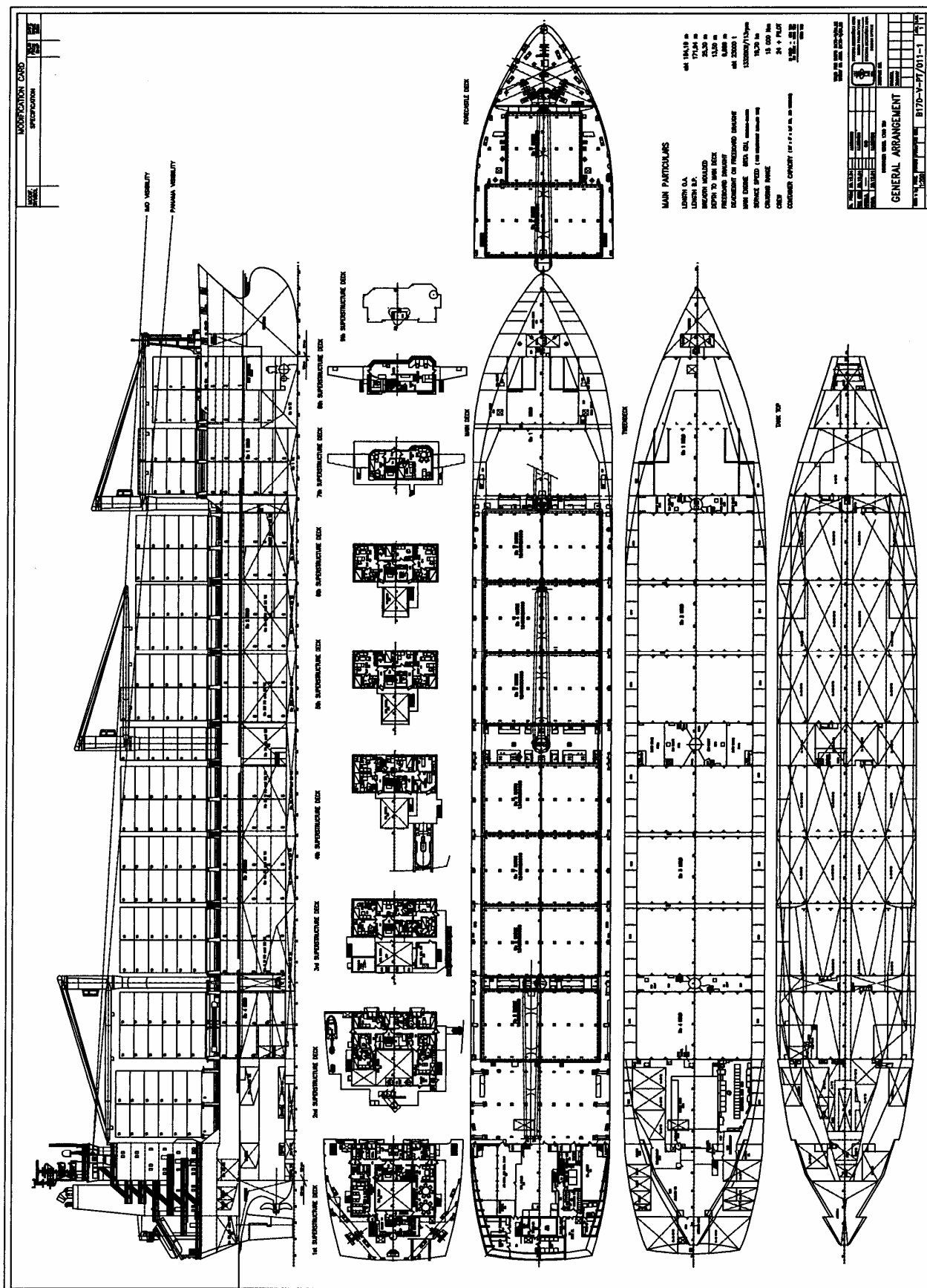


Hình 2.52. Sơ đồ xếp thùng tàu “full container”



Hình 2.58. Bố trí ray dẫn hướng

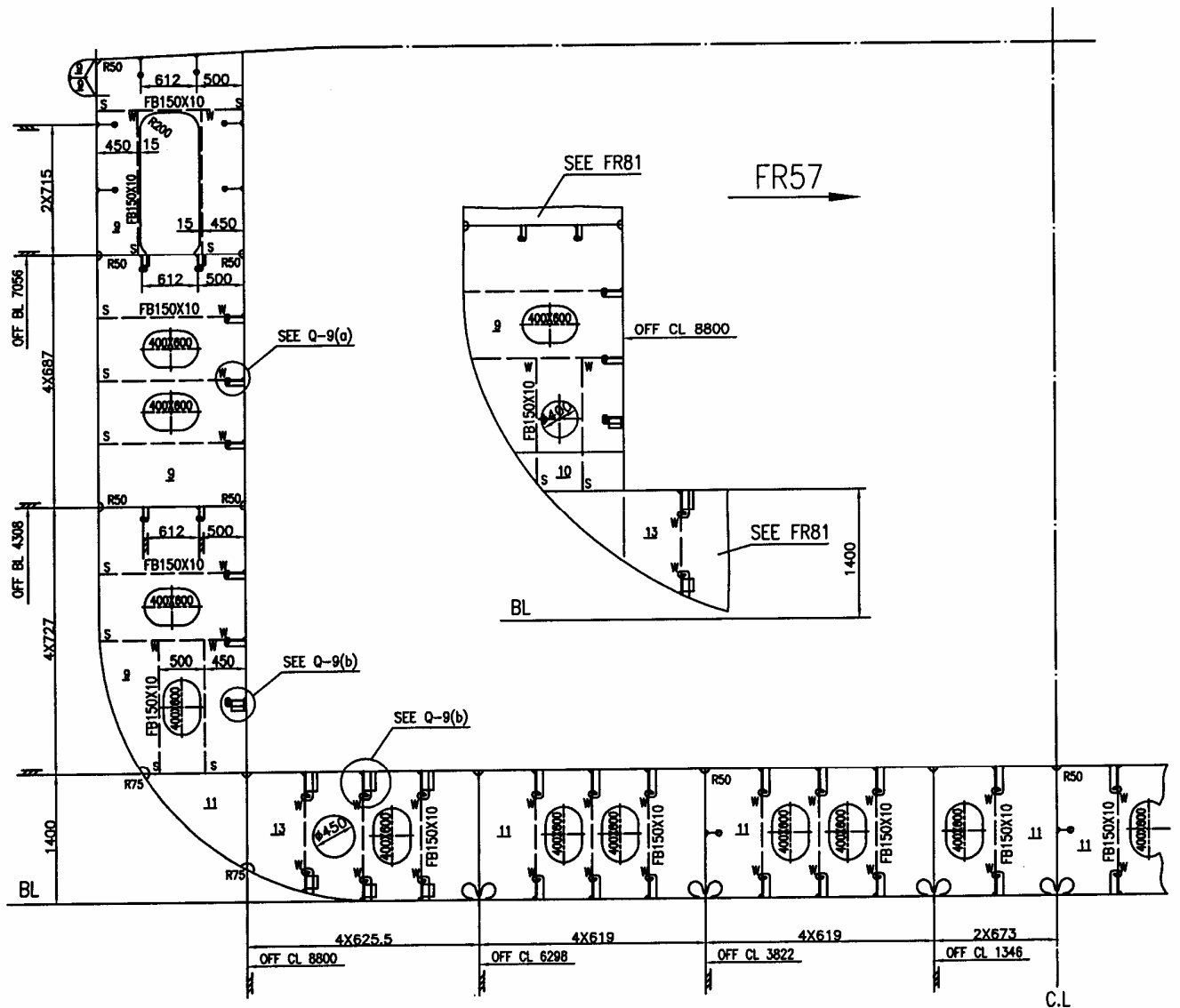
Thông lệ, buồng máy tàu container đặt phía sau. Thượng tầng tàu bố trí lùi phía sau buồng máy. Điều khác thường của tàu hàng thùng cũng thể hiện tại khu vực này. Trên một phần boong lộ thiên trên khu vực buồng máy và boong lộ thiên vùng khoang hàng, người ta lán sàn đủ cứng vững để chất thùng cao lên. Tàu chở container cỡ lớn, sức chở 1700TEU được giới thiệu tại hình 2.53. Điều cần được quan tâm đặc biệt khi thiết kế tàu kiểu này là bố trí các khoang hàng chứa đủ số thùng đã định và kết cấu phải đảm bảo bền khi chở thùng tiêu chuẩn. Tài liệu trích từ thiết kế tàu container trên có thể tham khảo khi thiết kế kết cấu tàu kiểu này. Tàu mang cấp đăng kiểm Đức (GL CLASS \square 100 A5) với chiều dài toàn bộ LOA = 184,10m; chiều dài giữa hai trụ Lpp = 171,94m, chiều rộng B = 25,30m, chiều cao mạn D = 13,50m, chiều chìm d = 9,50m, lượng chiếm nước Δ = 23.000 tấn, trang bị máy chính có công suất 13320 KW, dự tính khai thác với vận tốc v = 19,7 Hl/h. Tàu một boong, bốn khoang hàng. Buồng máy tàu đặt phía lái. Tàu được thiết kế để chở thùng tiêu chuẩn 20' (TEU) theo chuẩn ISO, kiểu IC song có thể chở thùng 40' (FEU) kiểu IA của ISO. Sức chở của tàu 1730 TEU. Trong số thùng này 634 TEU bố trí trong các khoang, 1096 TEU (chiếm ~ 64%) bố trí trên boong.



Hình 2.54. Bố trí chung tàu container 1700TEU

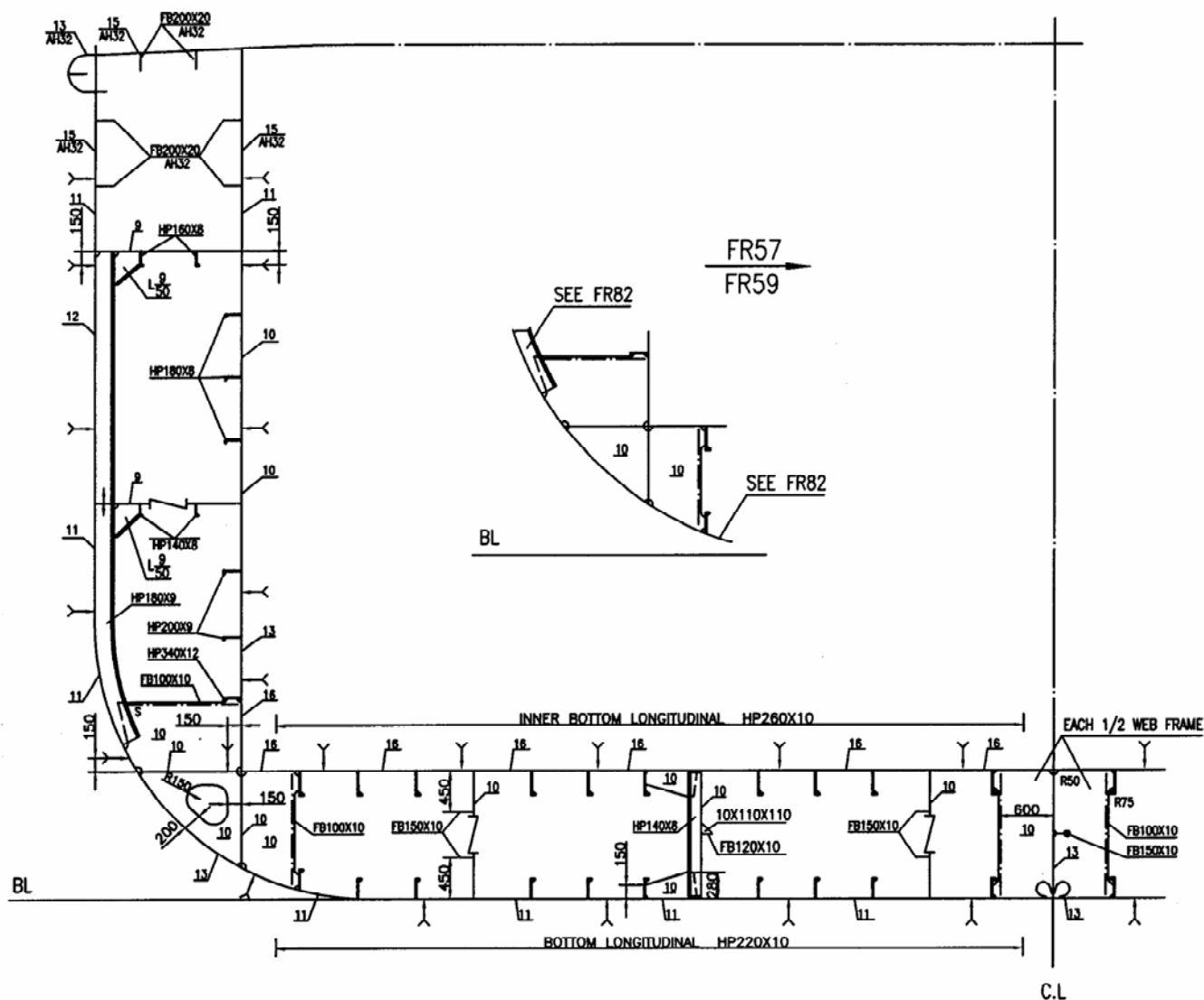
Việc bố trí các thùng container như sau: phần giữa tàu người ta sắp container thành 8 hàng ngang, trên miệng hầm hàng bố trí mười hàng container, theo chiều dọc và chiều cao tiến hành bố trí các hàng và chông theo sơ đồ trên hình 2.54. Một điều hết sức lưu ý trong quá trình bố trí thùng là kết cấu không gian vùng mũi nhằm vừa đảm bảo bố trí hợp lý thùng trong hầm vừa đủ độ bền kết cấu cho không gian vốn chật hẹp và chịu tải trọng làm việc nặng nề đó, về vấn đề này, bạn đọc có thể tham khảo được nhiều điều từ sơ đồ bố trí thùng ở hình trên.

Mặt cắt ngang điển hình của tàu container được giới thiệu tại hình 2.55 tiếp theo, mặt cắt ngang khỏe vùng giữa tàu thể hiện trên hình 2.55a, mặt cắt ngang thường vùng giữa tàu thể hiện trên hình 2.55b.



Hình 2.54a. Mặt cắt ngang khung sườn khỏe tàu container 564TEU

Đáy đôi tàu cao 1400mm. Mạn đôi của tàu có chiều rộng mỗi mạn tại vùng giữa tàu là 1600mm. Kết cấu đáy, boong, mạn trong tàu theo hệ thống dọc, mạn ngoài theo hệ thống ngang. Chiều dày tôn từ vỏ ngoài 11mm, tôn đáy trong 16mm và tôn mạn trong 13mm. Các dầm dọc boong sử dụng thép bản 200x20, còn dầm dọc đáy, dầm dọc mạn trong và sườn mạn sử dụng thép mở lần lượt có quy cách cho mạn ngoài 180x9; mạn trong 180x8; đáy trong 260x10; đáy ngoài 220x10. Thanh dẫn hướng đặt đứng bằng thép góc 130 x 130 x 12 (mm).

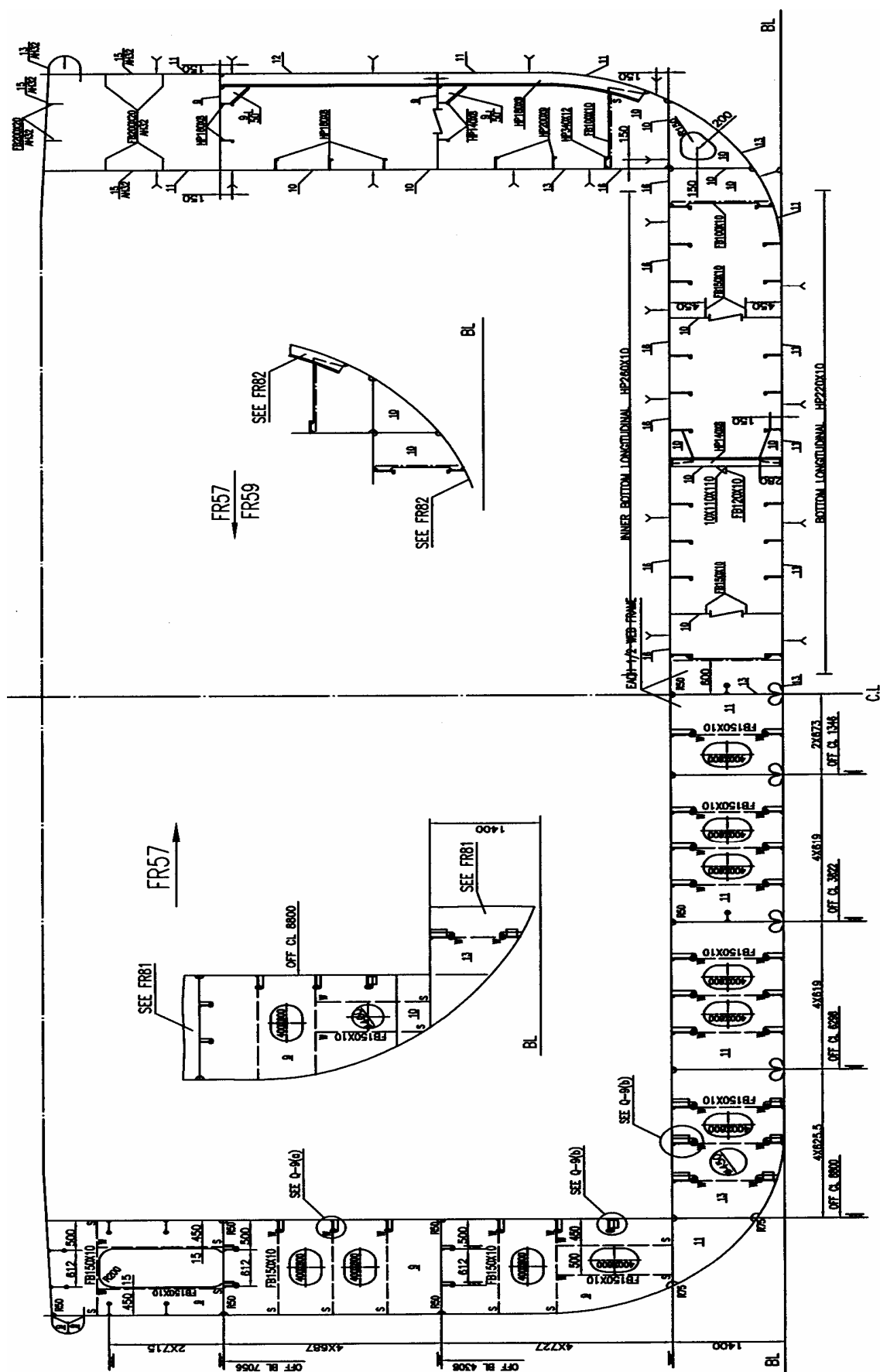


Hình 2.54b. Mặt cắt ngang khung sườn thường tàu container 564TEU

Tiếp theo, trên hình 2.55 bạn đọc có thể tham khảo mặt cắt ngang của cùng tàu kể trên tại vùng mũi, ở đây, một lần nữa lưu ý về bố trí không gian xếp thùng trong hầm và phương án kết cấu cho vùng này.

Tàu chở hàng thùng phát triển không chỉ số lượng mà cả về độ lớn trong vài mươi năm gần đây. Cùng với sự đổi thay kích cỡ, kết cấu tàu cũng phải đổi thay nhằm đảm bảo độ bền tàu miêng hầm hàng mở quá rộng, trong khi vẫn phải đảm bảo thao tác xếp thùng tiến hành nhanh nhất nhằm giải phóng hàng ngàn thùng trong thời gian rất hạn chế.

Hiện nay đội tàu container chiếm khoảng 14% về trọng tải và 18% về số tàu của đội tàu buôn thế giới. Phần lớn tàu container được đóng và khai thác từ những năm 70 của thế kỷ XX, sức chứa trung bình của tàu container là 1200 TEU (1989); 1500 TEU (1993) và vẫn có xu hướng tăng lên. Tàu container đã bước sang thế hệ thứ 4 và sức chở ngày càng lớn, cụ thể với tàu trên hình 2.53 đã được đóng tại Việt Nam năm 2005 với sức chở 1700TEU.



Hình 2.55. Mặt cắt ngang khung sườn vùng mũi tàu container 564TEU

5.5. Tàu chở khí hóa lỏng (Liquid Gas Carriers)

Tàu chở khí hoá lỏng thuộc nhóm tàu vận tải chở khí hóa lỏng trong tàu, thực chất là các bình chịu áp lực cao trong điều kiện nhiệt độ hạ thấp đến mức cần thiết. Ngoài tàu chở khí gốc dầu còn có tàu chở khí tự nhiên. Kiểu thứ nhất dành cho tàu chở khí từ công nghiệp dầu khí, sau hóa lỏng (liquefied petroleum gas – LPG), kiểu sau dành chở khí tự nhiên hóa lỏng (liquefied natural gas – LNG).

LPG là tên gọi có xuất xứ từ công nghiệp dầu – khí, chỉ chung cho nhóm khí trong công nghiệp này là hydrocarbon, chủ yếu gồm propane và butane và cả khí pha trộn của chúng. Khí này có thể hóa lỏng và vận chuyển chuyển theo một trong ba cách:

- Dưới áp suất thường và nhiệt độ môi trường,
- Làm lạnh hoàn toàn đến nhiệt độ sôi, từ -30°C đến -48°C ,
- Làm lạnh bán phần đến nhiệt độ xác định và áp lực cao.

Một số khí khác như ammonia, propylen và ethylene cũng có thể chở bằng tàu tàu chở khí kiểu này.

LNG là khí tự nhiên được loại bỏ lưu huỳnh và carbon dioxide. Cần thiết làm lạnh khí đến nhiệt độ sôi của nó, vào khoảng -165°C . Áp lực giữ khí hoá lỏng này có thể chỉ bằng hoặc gần như áp suất khí quyển. Trong nhóm này vận chuyển methane lỏng đòi hỏi phải thỏa mãn những yêu cầu riêng của nó. Đặc tính của methane như chúng ta đã biết, có áp lực giới hạn $45,6 \text{ kG/cm}^2$ và nhiệt độ giới hạn $-82,5^{\circ}\text{C}$, điều này có nghĩa methane chỉ có thể hóa lỏng dưới áp lực đủ lớn, nhiệt độ vô cùng thấp.

Tàu chở khí kiểu đầu được viết bằng tiếng Anh Liquefied Petroleum Gas Ship được phân loại theo kết cấu các khoang chở hàng.

- **Khoang hàng chịu áp lực** (fully pressured tanks). Dung tích các tàu này thường không lớn hơn 2.000m^3 . Tàu dùng chở chủ yếu propane, butane chứa trong các bình trụ, từ hai đến 6 bình, đặt hoàn toàn hoặc không hoàn toàn dưới boong. Các bình này được thiết kế để chịu áp lực đến $17,5 \text{ kG/cm}^2$. Áp lực này gần trùng với với áp lực bốc hơi của propane tại nhiệt độ 45°C .

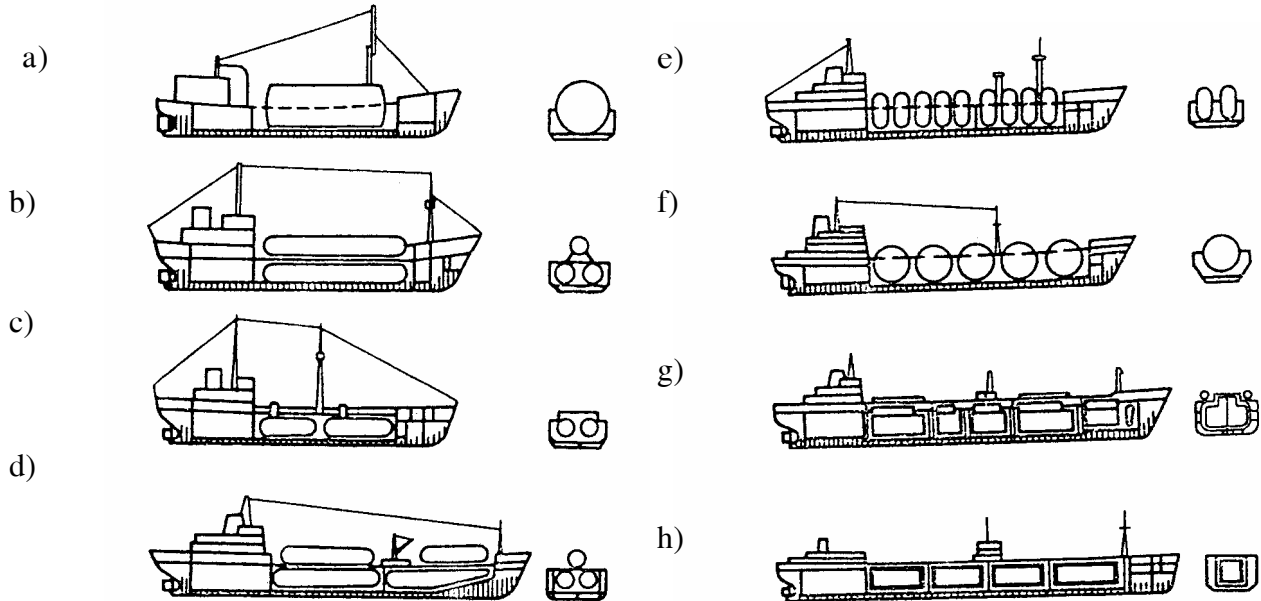
- **Khoang hàng nén bán phần** (một nửa) hoặc làm lạnh bán phần (semi-pressured or semi-refrigerated tanks). Dung tích tàu nhóm này lên đến 5.000m^3 . Các bình trên tàu được thiết kế chịu được nhiệt độ -5°C và áp lực lớn nhất khoảng 8 kG/cm^2 . Phía ngoài bình được cách nhiệt. Hàng trong tàu được làm lạnh và bảo quản tại áp lực tính toán.

- **Khoang lạnh** (fully-refrigerated tanks). Dung tích tàu nhóm thứ ba này có thể đạt 10.000 m^3 đến 100.000 m^3 . Tàu dung tích nhỏ trong nhóm thường là tàu dùng chở nhiều mặt hàng, tàu lớn thuộc tàu chuyên dụng cho một mặt hàng. Tàu chở khí tự nhiên (Liquefied Natural Gas Ship) được thiết kế và chế tạo theo những chuẩn nhất định. Trong thời gian qua những nhà đóng tàu đã đăng ký hơn 20 sáng chế cho thiết kế tàu LNG, phần đông trong đó thuộc về nhóm kết cấu màng mỏng (membrane category) hoặc kết cấu độc lập (independent category). Theo khuyến cáo của tổ chức hàng hải quốc tế IMO ghi trong *Internatinal Gas Carrier Code* trên tàu chở khí có thể sử dụng các kết cấu dạng sau.

- **Kết liền** hay bình khí liền (integral tanks), theo nghĩa các khoang hàng tàu vận tải có kết cấu liền thân tàu chúng ta đã quen trong các chương trước, được dùng chở LPG tại áp lực khí quyển hoặc gần như vậy.

- **Kết màng mỏng** (membrane tanks) thuộc kết cấu tàu, làm từ các lớp vật liệu (gọi là membrane) tựa trên các tấm cách nhiệt, còn các tấm cách nhiệt đó là chi tiết thuộc kết cấu thân tàu. Kết màng mỏng chủ yếu dùng cho tàu LNG.

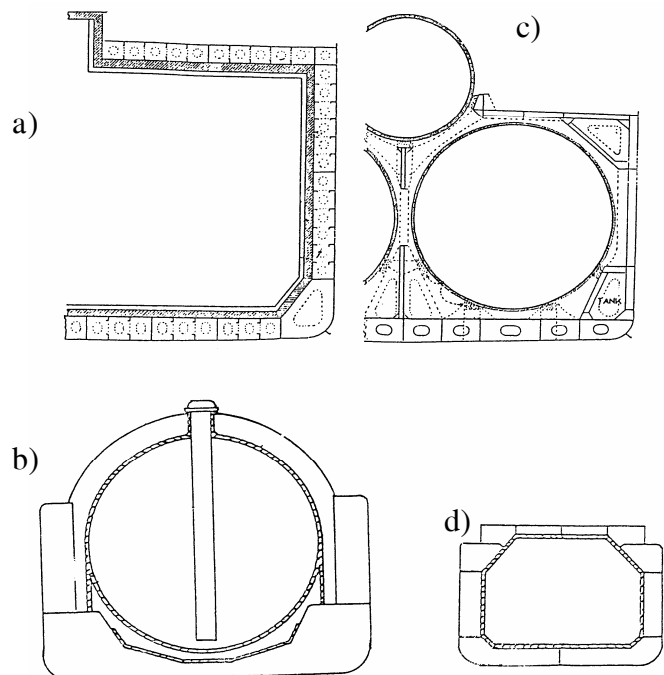
Tàu chở khí hóa lỏng và các kiểu dáng đặc trưng trình bày tại hình 2.56. Trên hình giới thiệu tám tàu đã đưa vào sử dụng trong thập niên sáu mươi, thiết kế và đóng tại: Germany (a), Nhật bản (b, c, h), Pháp (d), Na-uy (f), Thụy điển (g). Chiều dài các tàu nêu tại đây như sau: tàu cỡ nhỏ “Ultrgas” L = 22,6m, hình 2.56a; tàu “L.P. Maru No 2”, hình 2.56b, L = 47m; tàu “Nordphone” và “Petrogas”, hình 2.56d, 2.56e L = 100m; tàu “Mundagas Brasilia”, hình 2.56f, L = 119,5m; tàu “Paul Endakott”, hình 2.56g, L = 167,6m.



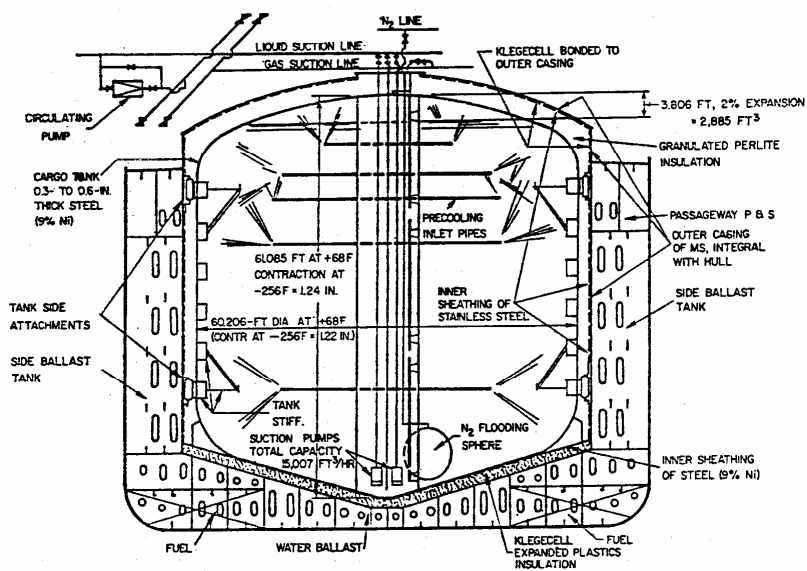
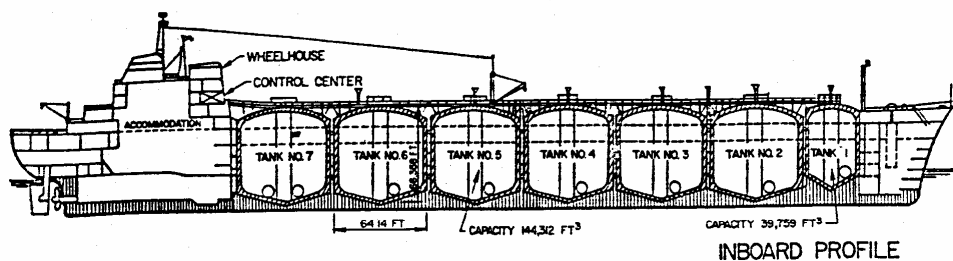
Hình 2.63

Kết cấu khoang chở hàng cho tàu chở khí hóa lỏng thực hiện theo cách trình bày như hình 2.64 sau. Hình 2.64a trình bày sơ đồ mặt cắt ngang tàu thuộc nhóm “gas tanker”, hình 2.64b giới thiệu mặt cắt ngang cũng tàu nhóm này song mang tên gọi đặc trưng bằng tiếng Anh “gas carrier”, ứng dụng trình bày tại 2.63b, c, d. Có thể phân biệt kỹ chi tiết hơn vài tên gọi gắn liền với tàu chở khí hóa lỏng này. Hình 2.64c giới thiệu kết cấu mang tên Kvaerner-Moss, ứng dụng của nó thể hiện trên sơ đồ 2.63f, hình 2.64d trình bày hệ thống “membrane” dùng rất nhiều trong nhóm.

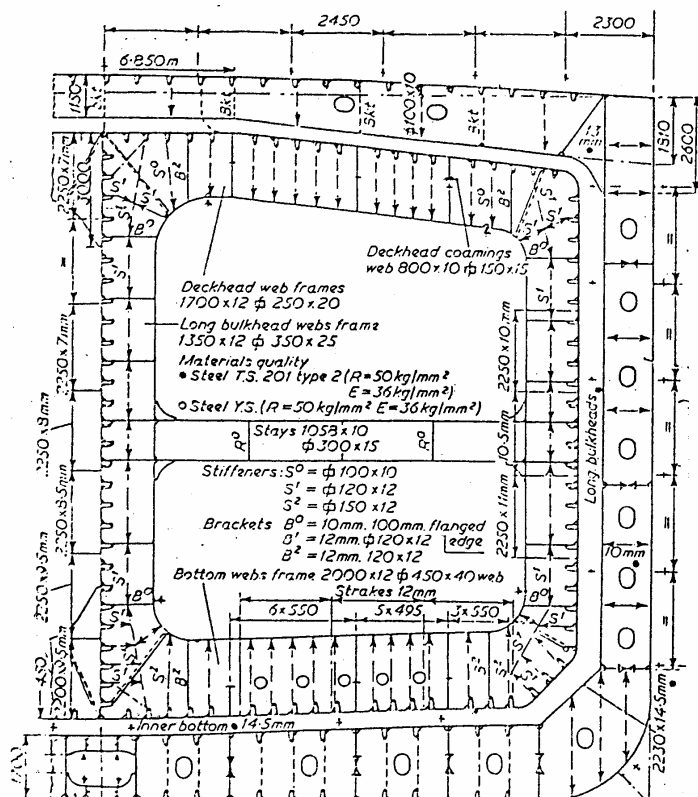
Hình 2.64



Bố trí tàu chở khí methane hóa lỏng trình bày tại hình 2.65. Kết cấu đặc trưng tàu nhóm này được giới thiệu tại hình 2.66.



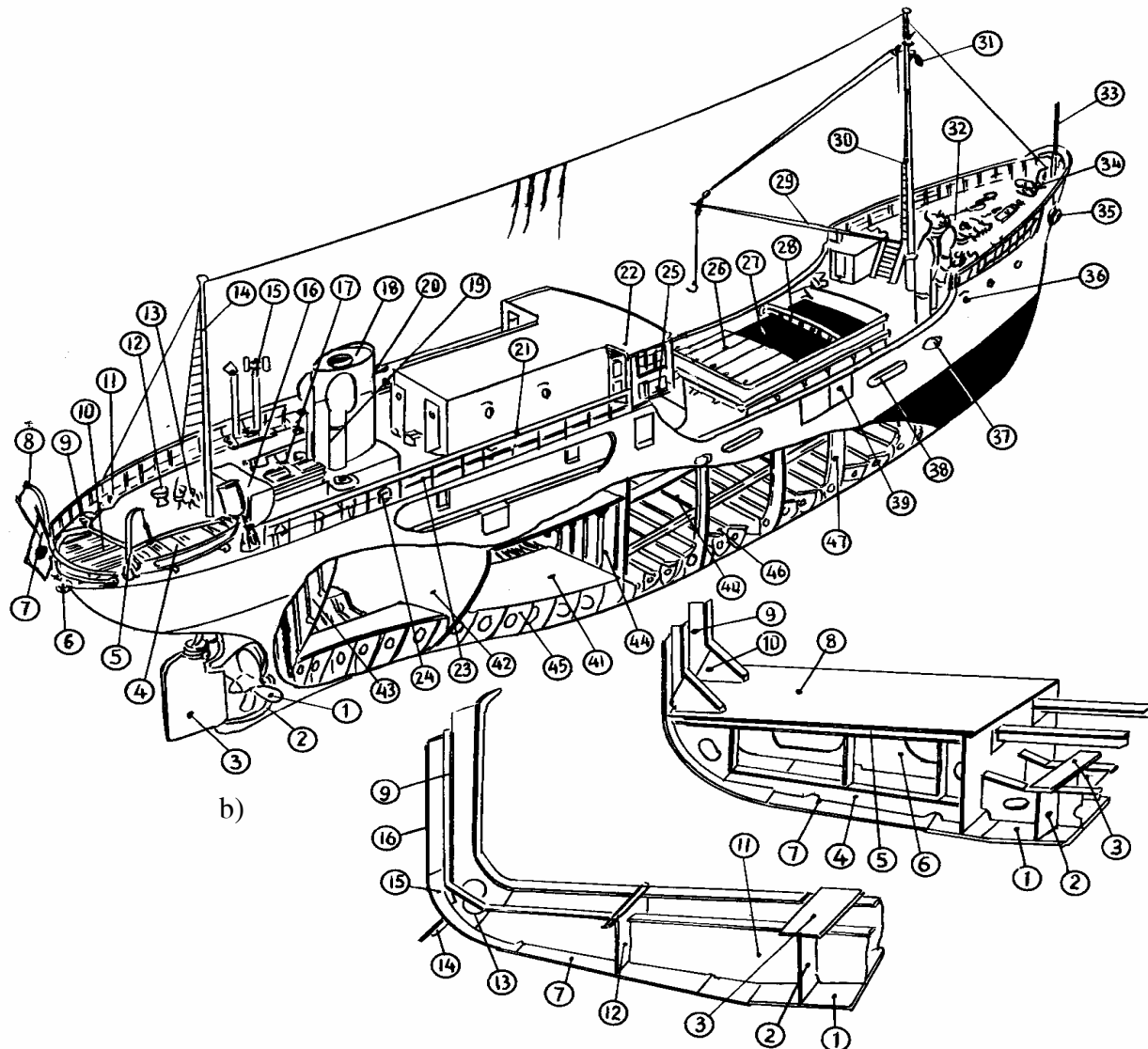
Hình 2.65. Tàu chở khí methane hóa lỏng



Hình 2.66. Kết cấu đặc trưng tàu chở khí methane hoá lỏng

5.6. Tàu khách

Khác với các kiểu tàu chúng ta đang xem xét cả về bố trí và kết cấu, trong nhóm tàu khách người ta phân biệt tàu đi biển thường được chế tạo với kích thước lớn, tiện nghi đầy đủ với tàu chạy nội địa gồm tàu sông, tàu trong vịnh. Tàu khách nội địa thường có kích thước nhỏ, hoặc được sử dụng chở khách chạy chuyên tuyến (tàu chợ) hoặc chở khách du lịch. Bố trí của các tàu nội địa nhìn chung khá đơn giản do thời gian hành trình ngắn. Kết cấu của tàu thông thường theo hệ thống kết cấu ngang. Hình 2.67 giới thiệu các chi tiết cấu trúc của tàu khách hàng ven biển thuộc loại này, trong đó hình 2.67a giới thiệu các chi tiết tổng thể, còn hình 2.67b mô tả kết cấu đáy.



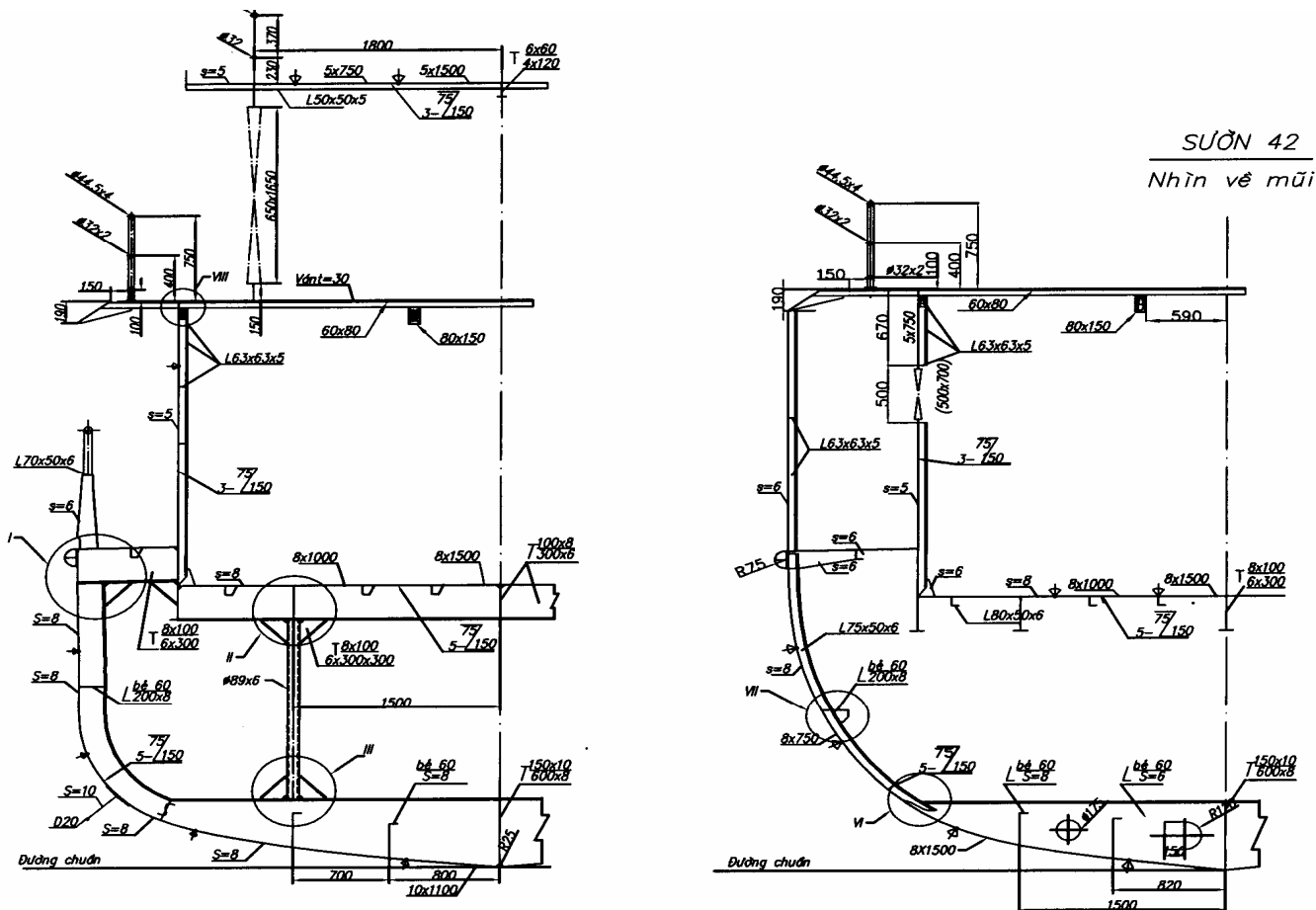
Hình 2.67. Chi tiết cấu trúc tàu khách – hàng ven biển

Các ghi chú trên hình 2.67 có ý nghĩa: a) *phần tổng thể (general view)*: 1- chân vịt (propeller); 2- sổng đuôi (stern frame); 3- bánh lái (rudder); 4- xuồng công tác (tender); 5- cầu xuồng (boat davit); 6- đèn đuôi (stern light); 8- cầu neo (anchor davit); 9- soma (fair-lead); 10- sàn xéc tơ (quadrant grating); 11- cột buộc/bít (bollard); 12- thông gió hình nấm (mushroom ventilator); 13- trống tời quần dây (wire reel); 14- cột chính (main mast); 15- ống khói nhà bếp (funnel of galley); 16- kết vệ sinh (sanitary tank); 17- cửa trời buồng máy (engine room skylight); 18- ống khói (funnel); 19- ống thông gió mặt khí (cowl head ventilator); 20- còi hơi (air whistle); 21- lan can/tay vịn (hand rail); 22- cabin/lầu lái (bridge); 23- lan can hở (open rail); 24- ống thông hơi két (tank air pipe); 25- đèn mạn (side light); 26- ván nắp hầm (hatch

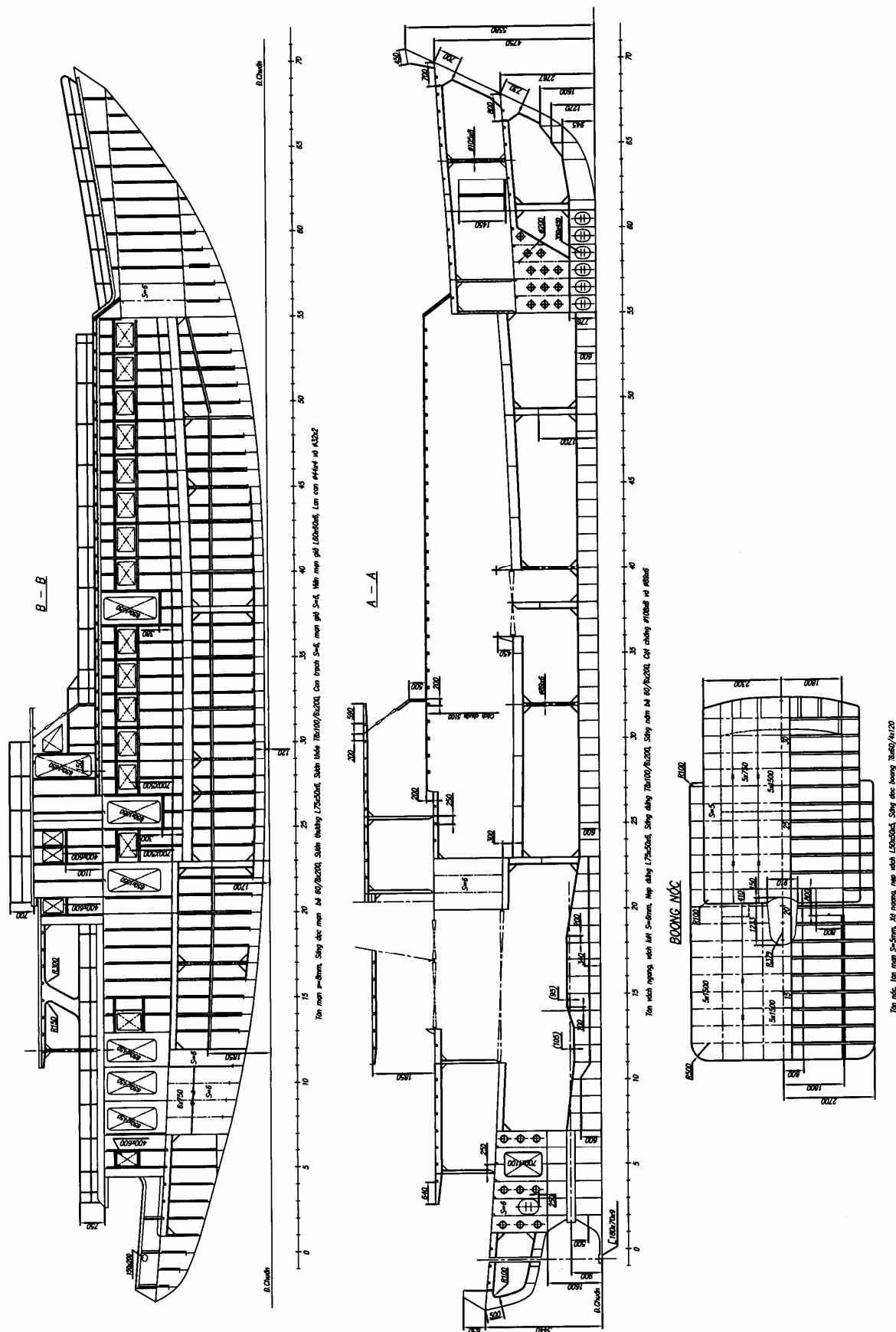
board); 27- miệng hầm (hatch); 28- xà miệng hầm (hatch beam); 29- cần cẩu dây giằng (derrick boom); 30- cột cẩu (foremast/derrick post); 31- đèn đỉnh cột (mast head light); 32- tời neo nằm (windlass); 33- cột cờ mũi (jack staff); 34- hầm dây (rope hole); 35- neo (anchor); 36- cửa mạn/cửa húplô (scuttle); 37- ống luồn dây (mooring pipe); 38- lỗ thoát nước (freeing port); 39- cầu thang mạn (gangway port); 40- hầm hàng (cargo hold); 41- buồng khách (passenger accommodation); 42- buồng máy (engine room); 43- vách đuôi (after peak bulkhead); 44- vách ngang kín nước (water tight bulkhead); 45- đáy đôi (double bottom); 46- đáy đơn (single bottom); 47- sườn khõe (web frame). b) Kết cấu đáy (bottom construction): 1- tôn giữa đáy (plate keel); 2- sống chính đáy (keel son); 3- tấm mép (rider plate); 4- dầm ngang đáy dưới (main frame); 5- dầm ngang đáy trên (reverse frame); 6- đà ngang đặc (solid floor); 7- tấm đáy ngoài (bottom plate); 8- tấm đáy trong (inner bottom plate); 9- sườn (frame); 10- mã (bracket); 11- đà ngang đáy (floor); 12- sống phụ cạnh (side keelson); 13- mã hông (bilge bracket); 14- vây giảm lắc (bilge keel); 15- dải tôn hông (bilge plate); 16- tôn mạn (side plate).

Hình 2.68 tiếp theo giới thiệu kết cấu một số mặt cắt ngang điển hình của tàu khách hàng đi biển cấp hạn chế II “Kiên Giang 57”.

Tàu có chiều dài toàn bộ 37,35m; chiều rộng 6,5m; chiều cao mạn 2,80m; lắp máy 900 CV; sức chở 190 hành khách và 50 tấn hàng. Tàu có kiến trúc gồm boong chính bố trí khách, lầu lái bố trí trên boong khách và hầm hàng dưới. Tàu kết cấu theo hệ thống ngang, đáy đơn, mạn đơn, sườn khõe xen lẫn sườn thường và có sống dọc mạn. Quy cách kết cấu: tôn đáy, tôn boong và tôn mạn dày 8 mm, tôn vách dày 6 mm; sống chính đáy T150x10/600x8; sống phụ đáy và đà ngang đáy Γ bẻ 60/8; sống boong và xà ngang boong khõe T100x8/300x6; sườn khõe T100x8/200x6. Hình 2.69 tiếp theo giới thiệu kết cấu cơ bản cùng tàu.



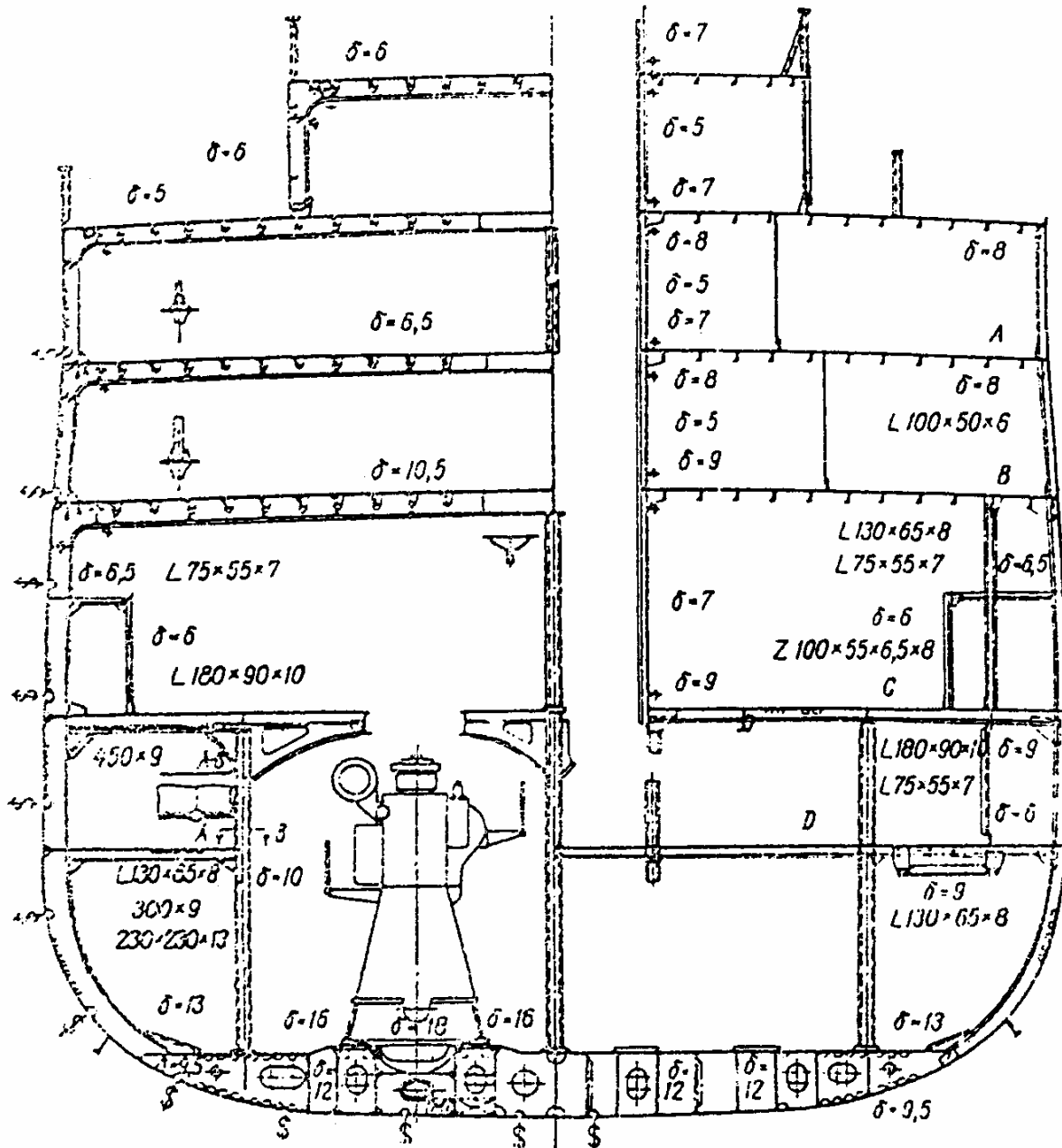
Hình 2.68 Mặt cắt ngang tàu khách hàng “Kiên Giang 57”



Hình 2.69. Kết cấu cơ bản tàu khách- hàng ven biển “Kiên Giang 57”

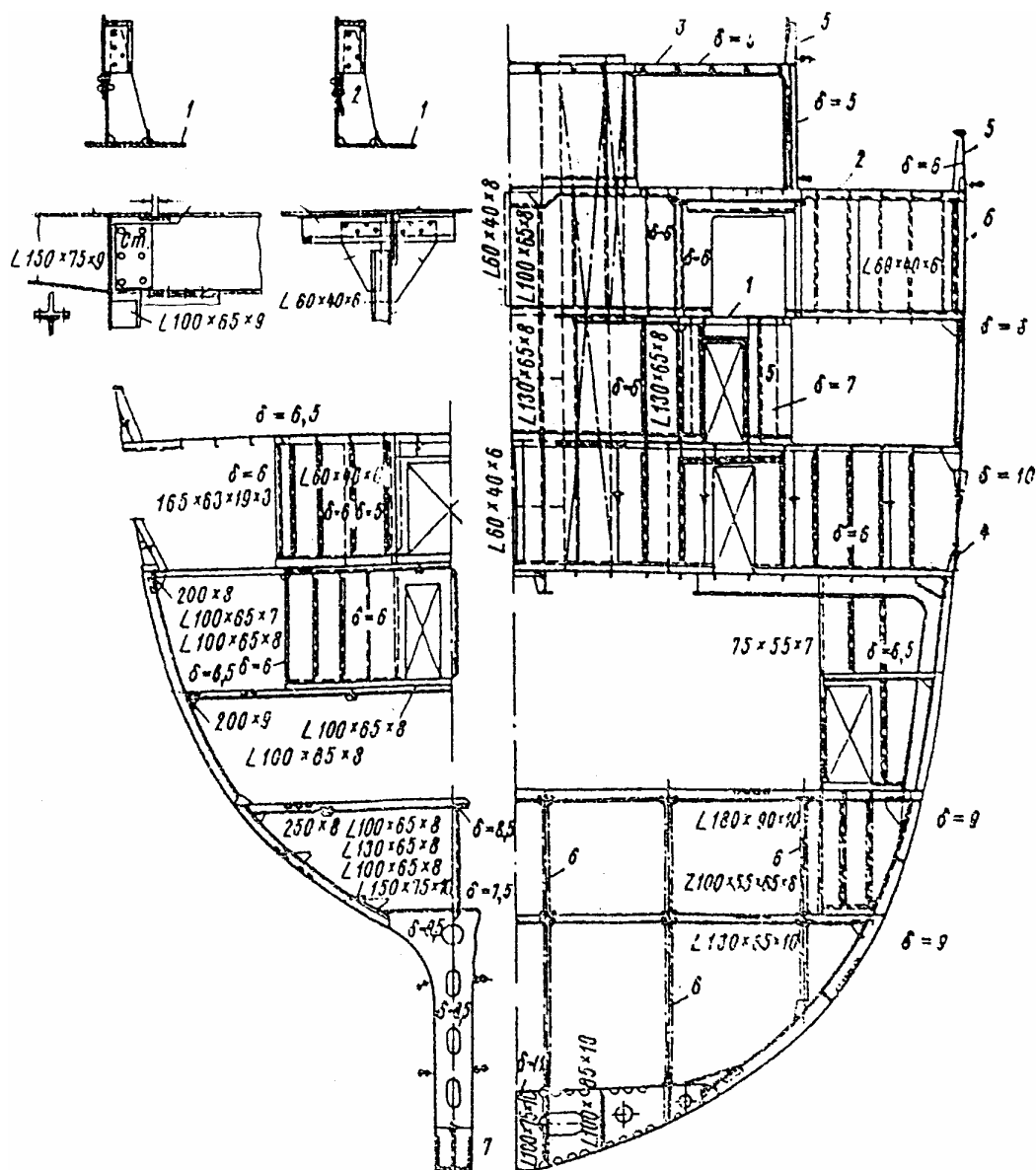
Tàu khách đi biển thường là tàu có chiều rộng đủ lớn, chiều cao hơn hẳn chiều cao tàu khác kiểu. Tàu có nhiều boong trong thân và nhiều boong thượng tầng. Mặt tàu khách phải trở nhiều cửa sổ, cửa ra vào hoặc cửa bốc xếp hàng. Cửa dạng này như chúng ta đã bàn đến, thường làm yếu kết cấu tàu. Tàu khách hiện đại tổ chức dạng khách sạn cao cấp.

Kết cấu đặc trưng tàu khách cỡ lớn mang tính chất của hệ thống hỗn hợp. Tàu cần đủ cứng chịu tác động momen uốn chung song yêu cầu độ bền cục bộ hết sức cao. Kinh nghiệm thiết kế chế tạo tàu đi biển cỡ lớn được tập trung giải quyết những vấn đề liên quan thiết kế tàu khách. Hình 2.70 trình bày mặt cắt ngang tàu khách vỏ thép cùng thượng tầng làm từ vật liệu nhẹ, dài 122,65m. Trên tàu các boong phía trên được dùng làm buồng khách, các boong khác làm bãi đậu xe khách. Trên hình có thể thấy rõ hệ thống kết cấu hỗn hợp được sử dụng hợp lý cho đối tượng đang được quan tâm.



Hình 2.70

Hình 2.71 giới thiệu tiếp những mặt cắt ngang qua khu vực lái và mũi cùng tàu.



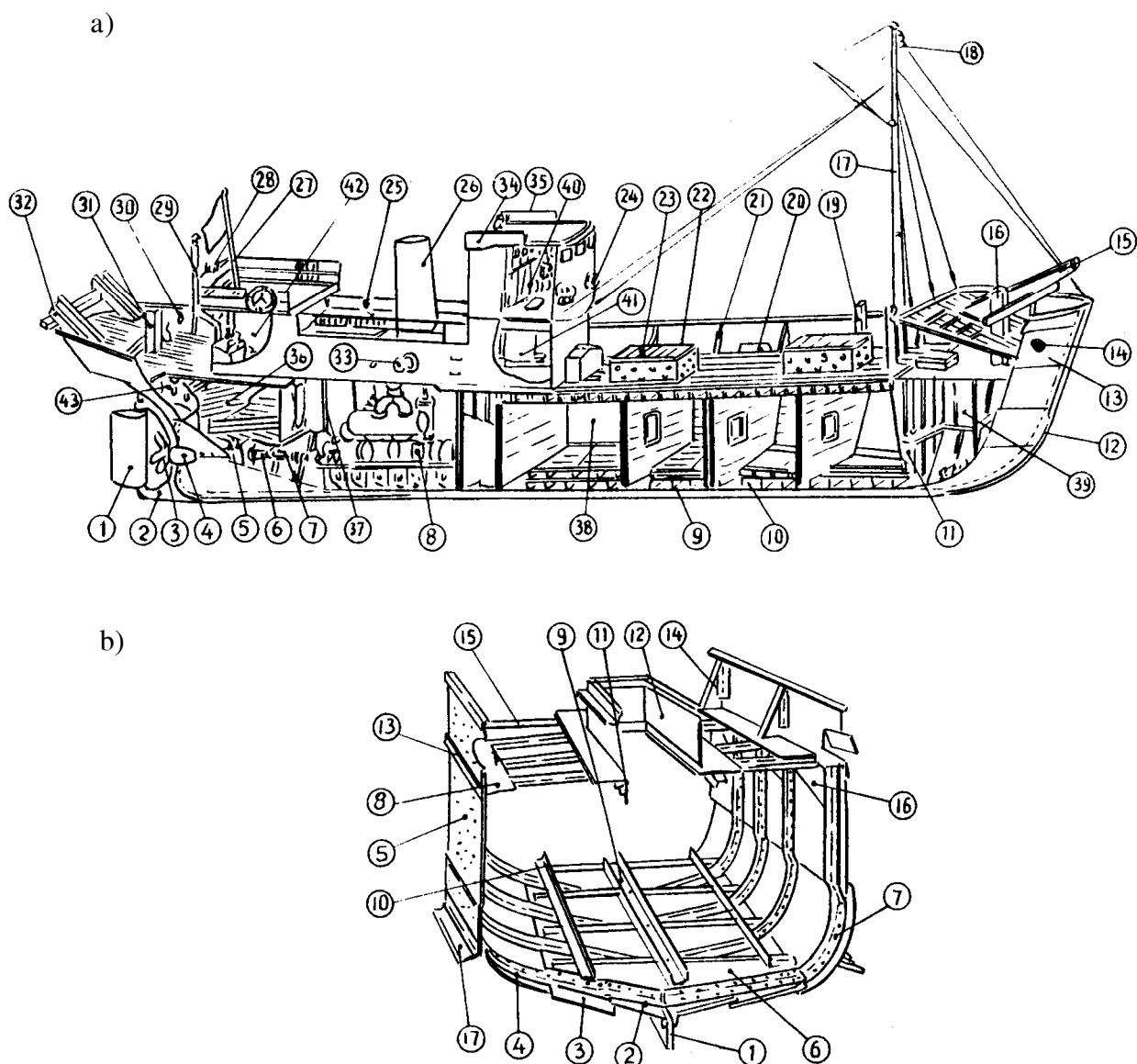
Hình 2.71

5.7. Tàu đánh bắt cá

Tàu đánh bắt cá vỏ thép kích cỡ khác nhau nhiều. Những chuyên gia trong ngành tàu cá phân biệt các nhóm tàu theo công dụng và kích thước. Nhóm nhỏ nhất thuộc tàu lưới vây và tàu kéo lưới cỡ nhỏ. Trong nhóm này chiều dài tàu chỉ từ 20m đến 30m, lượng chiếm nước không quá 150 – 200T chiếm số đông. Nhóm trung bình tàu lưới vây dài từ 30m đến 40m, lượng chiếm nước đến 500T. Tàu lưới kéo nhóm trung bình dài từ 45m đến 60m, lượng chiếm nước đến 2.000T. Hình 2.73 đưa ra mô tả bố trí và kết cấu điển hình của tàu đánh cá kiểu lưới giã đôi.

Tàu cỡ lớn trong họ tàu cá được hiểu là tàu chiều dài 45m đến 55m cho tàu lưới vây, và $L = 70 - 90m$ khi bàn đến tàu lưới kéo. Lượng chiếm nước lớn nhất tàu lưới kéo trong nhóm đang đề cập 5.000T. Tàu cá lớn hơn gồm là tàu lưới vây siêu lớn với chiều dài đến 90m, lượng chiếm nước đến 4.000T, tàu lưới kéo dài 90m – 120m, lượng chiếm nước $D = 5.000T - 10.000T$ đang có mặt trên các đại dương.

Hình 2.72 giới thiệu các chi tiết kết cấu của tàu đánh cá bằng lưới vây, các chi tiết và tên gọi tại hình cũng là tên gọi chung cho tàu cùng loại, trong đó hình 2.72b giới thiệu kết cấu mặt cắt ngang cùng tàu.

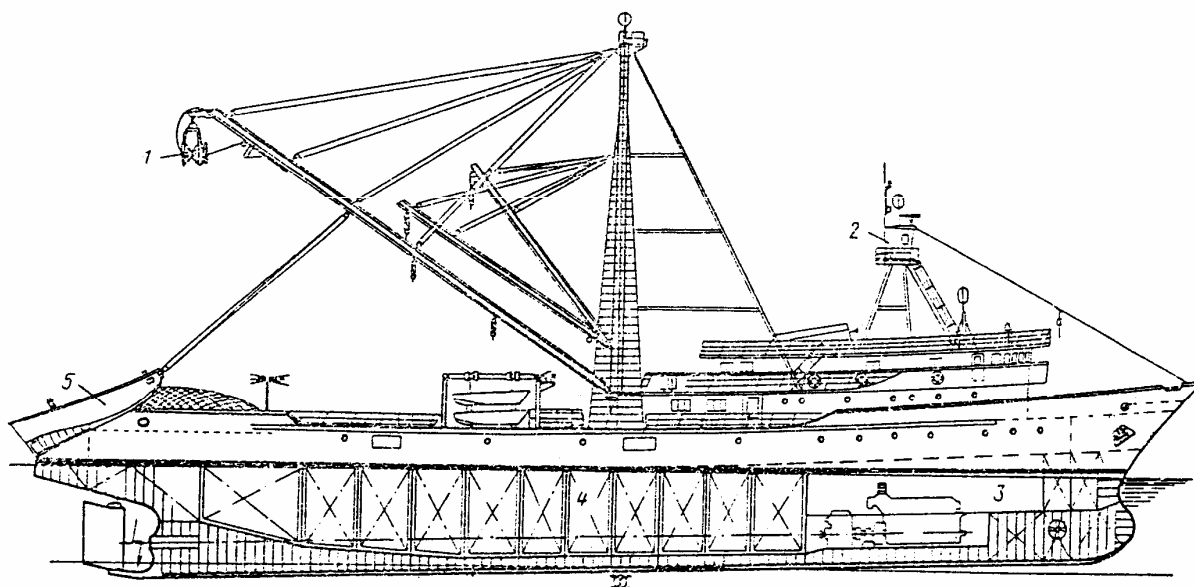


Hình 2.71. Tàu đánh lưới giã đôi

Các ghi chú trên hình 2.71 mang ý nghĩa sau: a) *Tổng thể (general view)*: 1- bánh lái (rudder); 2- sổng đuôi (stern frame); 3- chân vịt (propeller); 4- bầu trục (boss plate); 6- trục chân vịt (tail shaft); 7- trục trung gian (intermediate shaft); 8- máy chính (main diesel engine); 9- tấm ky (bar keel); 10- đà ngang tấm (floor plate); 11- vách chống va (collision bulkhead); 12- sổng mũi (stem); 13- lỗ thoát nước (scupper); 14- ống luồn neo (hawse pipe); 15- con lăn mũi (forward roller); 16- cột bít mũi (forward bitt); 17- cột tàu (mast); 18- đèn đỉnh cột (mast head light); 19- cột bít mạn (side bitt); 20- cửa thoát nước (freeing port); 21- cột nẹp mạn chắn sóng (bulwark stay); 22- tôn mạn chắn sóng (bulkhead plate); 23- miệng hầm (hatchway); 24- phao tròn (lifebouy); 25- cửa trời buồng máy (engine room skylight); 26- ống khói (funnel); 27- cột cờ đuôi (ensign staff); 28- đèn đuôi tàu (stern light); 29- ống khói nhà bếp (galley's chimney); 30- lỗ luồn dây (mooring hole); 31- cột bít đuôi (after bitt); 32- con lăn phía sau (after roller); 33- tời đánh cá (fishing winch); 34- đèn mạn (side light); 35- tấm chắn đèn mạn (side light screen); 36- buồng thuyền viên đuôi tàu (after crew's accommodation); 37- buồng máy (engine room); 38- hầm cá (fishing hold); 39- kho (store room); 40- buồng lái (steering room); 41- buồng thuyền trưởng (captain room); 42- nhà bếp (galley); 43- két nước ngọt (fresh water tank). b) *Kết cấu đáy (bottom construction)*: 1- tấm ki (bar keel); 2- dải tôn bao liền kề sổng chính (garboard strake); 3- tấm đáy ngoài (bottom

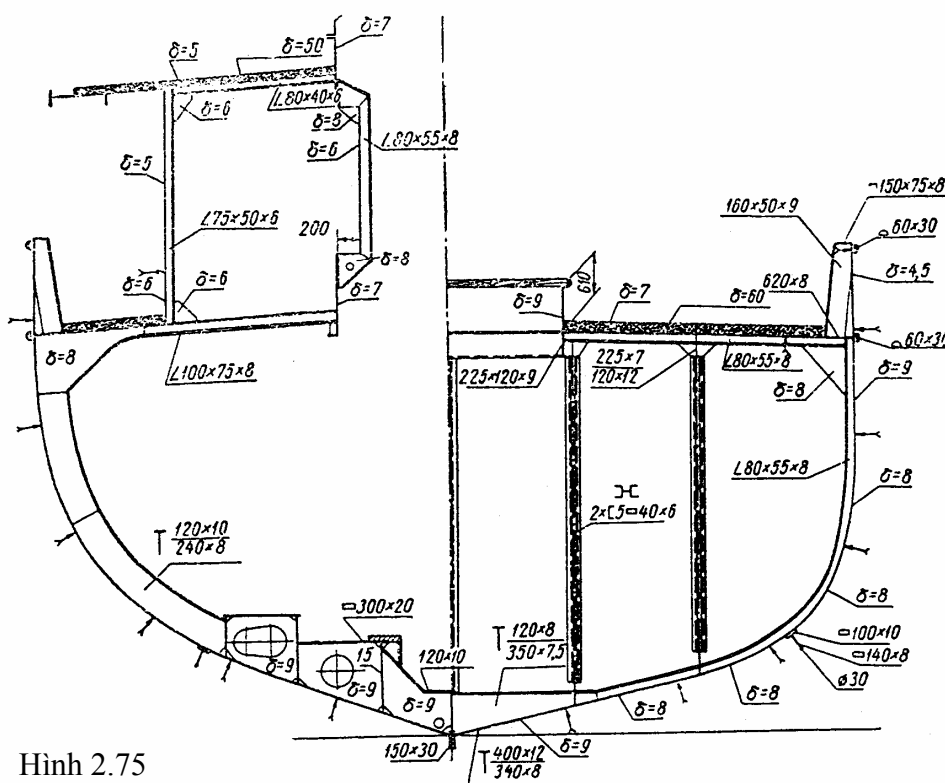
plating); 4- dải tôn hông (bilge strake); 5- tấm mạn (side plating); 6- đà ngang (floor); 7- sườn (frame); 8- dải tôn mép boong (deck stringer); 9- sống chính (keel son); 10- sống phụ cạnh (side keelson); 11- xà dưới miệng hầm (beam runner); 12- thành dọc miệng hầm hàng (side coaming of hatch way); 13- ốp chống va (rubbing strip); 14- cột nẹp mạn chắn sóng (bukwark stay); 15- xà boong (deck beam); 16- mã xà (beam bracket); 17- vây giảm lắc (billge keel).

Hình 2.74 giới thiệu tàu đánh cá lưới vây kiểu California đóng tại châu Âu, tàu có kích thước chính: $L=76,30\text{m}$; $B=13,60\text{m}$; $D=9,50\text{m}$, dung tích hầm hàng 1900 m^3 . Tàu dùng vào việc đánh bắt cá ngừ đại dương theo công nghệ châu Âu.



Hình 2.74. Tàu đánh cá lưới vây kiểu California .

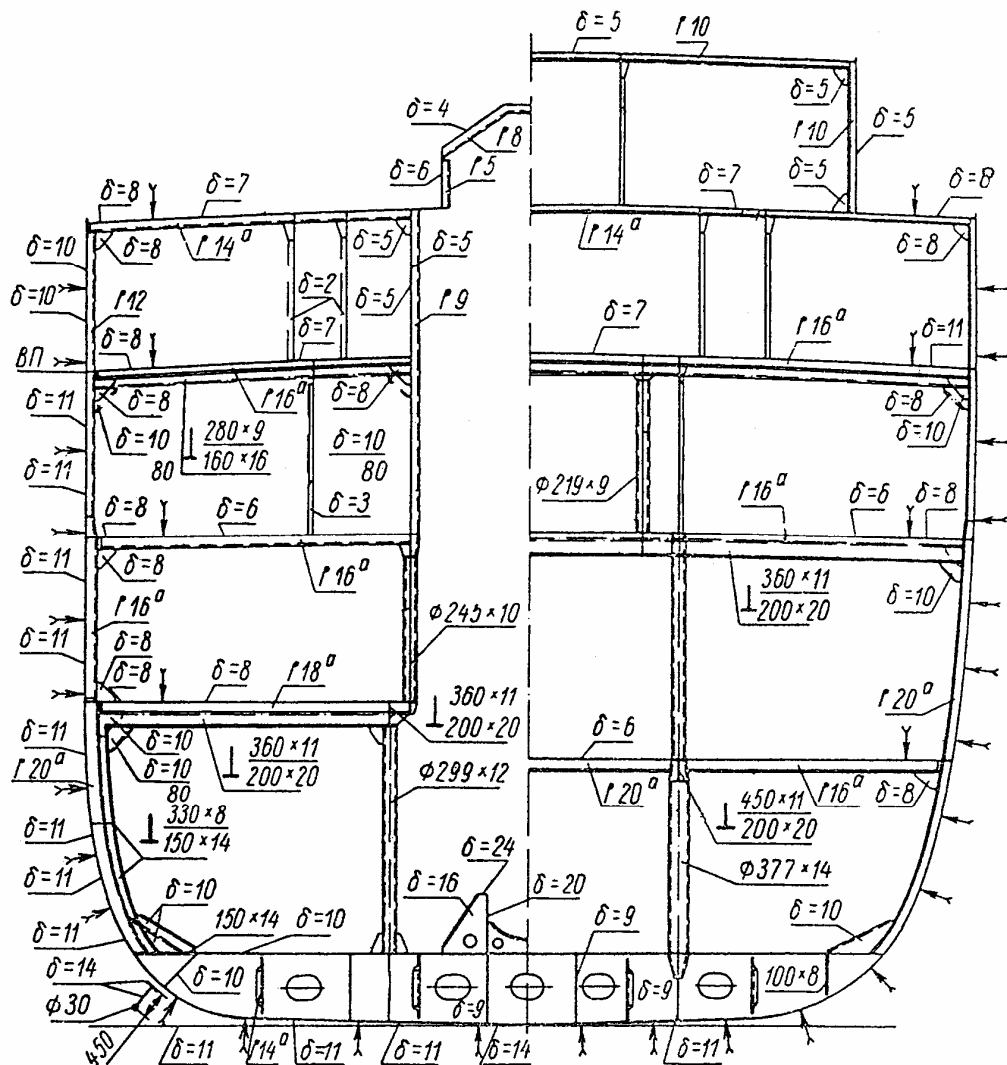
Đặc trưng kết cấu tàu đánh cá là hệ thống kết cấu ngang được biến minh theo công nghệ chế tạo. Như chúng ta đã có dịp bàn, kết cấu theo hệ thống ngang dễ chế tạo và dễ sử dụng. Đặc tính khai thác của tàu cá khác tàu vận tải, tàu luôn làm việc trong chế độ nặng và yêu cầu đảm bảo độ bền cục bộ rất lớn. Tàu cá phải quay trở liên tục, bị va đập gần như thường xuyên vv... do vậy cần có biện pháp tăng cường độ bền chống tác động thường xuyên đó.



Hình 2.75

Những minh họa về kết cấu tàu cá có thể tìm thấy tại các hình tiếp theo. Hình 2.75 trình bày mặt cắt ngang tàu lưới kéo cỡ nhỏ, dài $L = 34,8\text{m}$, rộng $B = 7,3\text{m}$ và $D = 3,48\text{m}$. Tàu chỉ có đáy đơn, và đây là đặc trưng của tàu cỡ nhỏ, hệ thống kết cấu ngang, sườn thường $L 80 \times 55 \times 8$ trong khoang hàng; trong buồng máy có sườn khỏe kết cấu chữ T, thành đứng 240×8 , tấm mặt 120×10 . Tờn boong lát lớp gỗ dày 60mm nhằm chống trượt và bảo vệ bề mặt boong trần.

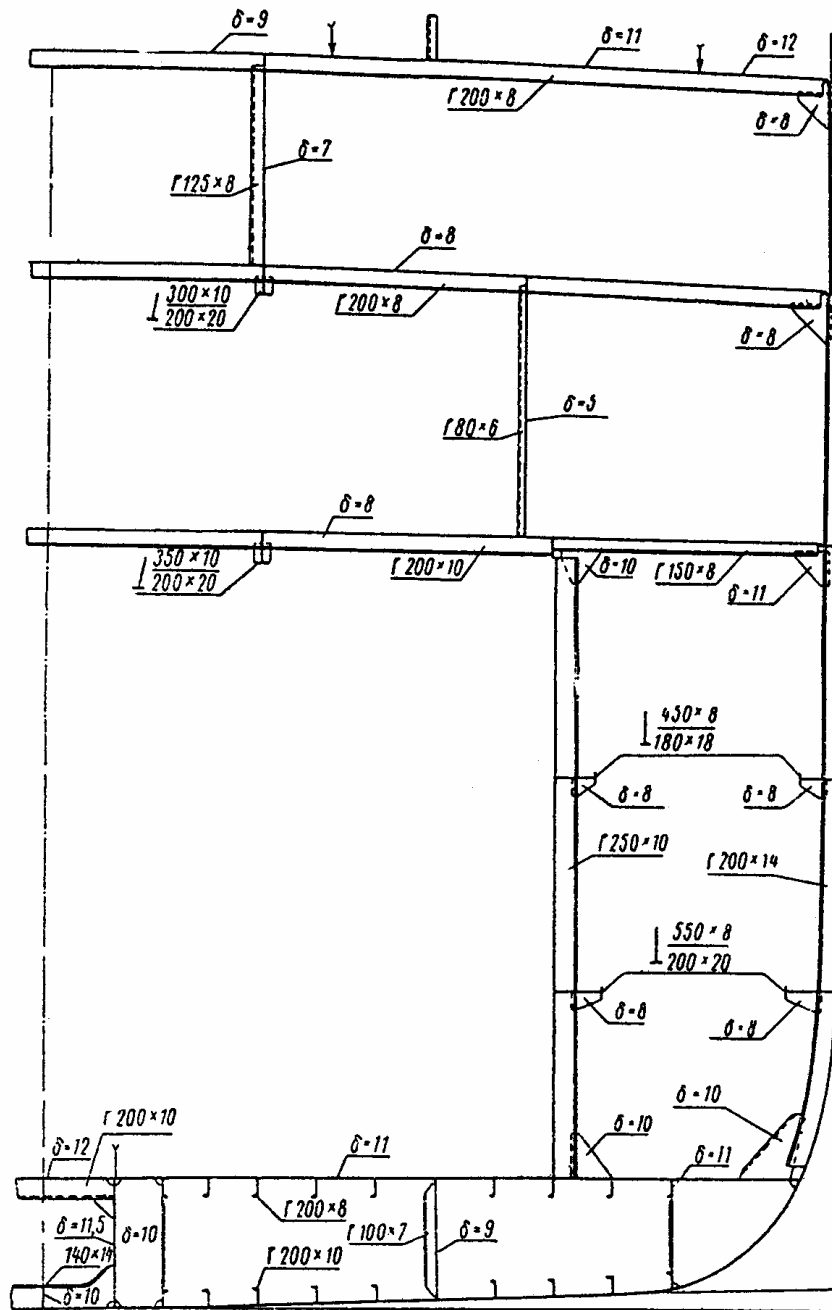
Tàu cỡ từ 45m đến 60m cần thiết có đáy đôi khu vực buồng máy và trước buồng máy đáy đôi phải kéo đến tận vách tránh va mũi. Tàu dài trên 60m bắt buộc có đáy đôi kéo dài từ vách lái đến vách mũi. Kết cấu mặt cắt ngang tàu lưới kéo cỡ lớn, dài 75m , rộng 14m , chiều cao mạn 10m có dạng như tại hình 2.76. Kết cấu tàu vẫn thuộc kết cấu đặc trưng của tàu cá với kết cấu theo hệ thống ngang, đáy đôi, mạn đơn, sườn khỏe $T \frac{150 \times 14}{330 \times 8}$, xen lẫn sườn thường bằng thép mỏng, loại ký hiệu 20a. Tờn đáy ngoài 11mm , đáy trong 10mm , tôn mạn 11mm , đà ngang đáy và sống đáy dày 9mm .



Hình 2.76

Hình 2.77 mô tả kết cấu mặt cắt ngang của tàu cá cỡ lớn “Natania Kovsova” được đóng tại Pháp năm 1966. Tàu dài $127,68\text{m}$, rộng 19m , cao 12m , chiều chìm 7m , lượng chiếm nước 9930t , lắp 3 máy 2520CV , bảo quản cá bằng kho lạnh ở nhiệt độ -28°C . Tàu có kết tại mạn đôi. Đáy đôi tàu chạy suốt

chiều dài tàu. Đáy tàu tổ chức theo hệ thống kết cấu dọc, trong khi những giàn còn lại bố trí theo hệ thống ngang. Nhìn chung kết cấu dạng này trên tàu lớn không khác kết cấu tàu vận tải hàng khô.



Hình 2.77

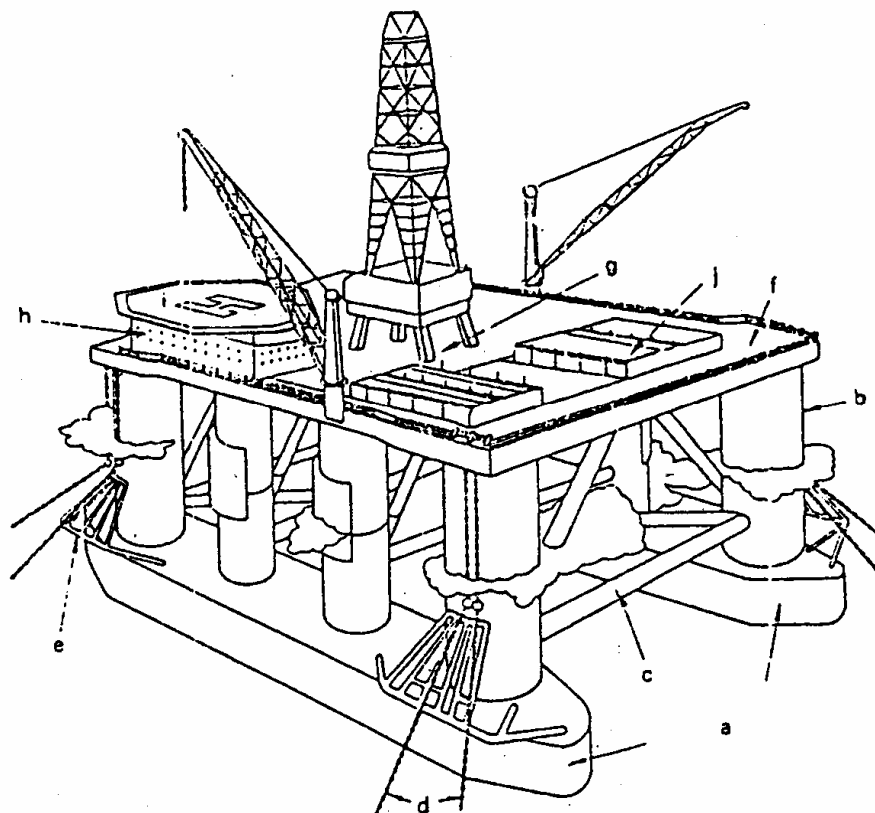
5.8. Công trình nổi ngoài khơi

Trong thực tế, các công trình nổi ngoài khơi hoạt động như các tàu cỡ lớn song với sự khác biệt rõ nét, công trình nổi không mấy khi di chuyển và khi di chuyển sẽ “chạy” với vận tốc không đáng kể. Những kết cấu các phương tiện sau đây gần giống kết cấu tàu.

Giàn khoan bán chìm (semi-submersible)

Giàn khoan bán chìm (semi-submersible) phục vụ công việc thăm dò và khoan khai thác dầu khí. Công trình dạng này có thể làm việc tại vùng biển có chiều sâu nước đến cả 1000m. Kết cấu đặc trưng của công trình này là hai poton chìm trong nước, đỡ bằng các cột chống lên poton này toàn bộ hệ thống

giàn. Trên giàn, phần nổi trên nước không khác tàu công trình cỡ lớn, hiện đại, chưa tất cả trang thiết bị khai thác, xử lý, các phòng sinh hoạt cho đoàn công nhân, trang thiết bị nâng hạ, sân bay lên thẳng vv... Hình 2.78 giới thiệu giàn nửa chìm chế tạo sớm nhất.



Hình 2.78. Giàn bán chìm

Giàn khoan tự nâng

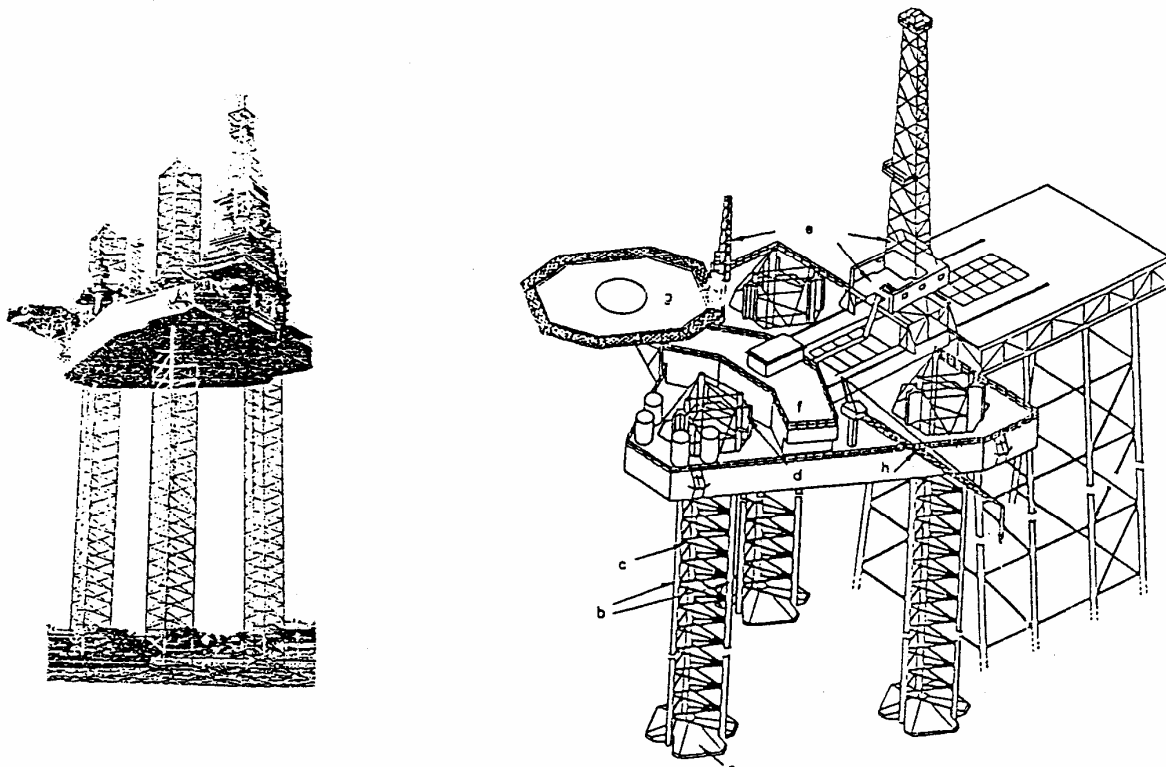
Giàn khoan nổi kiểu tự nâng có tên gọi bằng tiếng Anh là “jack-up”, “jack-up rig” hoặc Self-Elevating Platform, là kiểu thông dụng nhất trong họ giàn khoan làm việc trên thềm lục địa. Những năm gần đây từ giàn dạng này người ta cải biên thành những công trình nổi làm cả nhiệm vụ như cần cẩu nổi, cơ sở hậu cần nổi, xưởng nổi. Giàn tự nâng cho đến nay đều bằng kết cấu thép. Trong trạng thái làm việc giàn tựa trên các chân, ba hoặc bốn chân. Các chân có khả năng trượt trong các lỗ xuyên qua thân giàn còn thân giàn thường nằm phía trên. Chân tựa trên nền đáy biển, thân giàn được nâng cao dần, tách khỏi mặt nước và sau đó lên hẳn trên mặt nước. Ở trạng thái không làm việc giàn nổi trên nước, các chân được rút lên cao. Trường hợp này giàn nổi như tàu thủy thông thường. Thượng tầng trong hệ thống này thực ra là một thân tàu chứa thiết bị máy móc, phòng sinh hoạt, phân xưởng, sân hạ máy bay vv... Thân giàn được thiết kế nhằm đảm bảo tính nổi cho bản thân và toàn bộ thiết bị máy móc cùng các chân.

Chi tiết thu hút sự chú ý của người thiết kế và người dùng là các chân của giàn. Kết cấu và hình dáng của chân như sau. Chân gồm bốn ống thép đặt tại bốn góc hình vuông tạo nên. Các ống trụ này (chord) được nối với nhau thông qua các thanh giằng ngang. Có hai loại thanh giằng: thanh giằng ngang nằm trên đường chéo và thanh nằm ngang nằm trên cạnh hình vuông. Thanh giằng chéo bố trí trên bốn mặt của chân chống, tạo nên kết cấu chữ Z. Trên một giàn đang hoạt động tại vùng biển Việt nam, chân làm từ vật liệu sau: các chord làm từ thép RIVER ACE 80 tương đương thép ASTM-A-514 grade F của Mỹ. Các thanh giằng chéo hoặc ngang làm từ thép SUMSTRONG 80QC, tương đương ống MANESMANN 70V. Mã nổi ống đứng làm bằng thép cùng mức với chord. Phần trên cùng các chord dài khoảng 29,4m sẽ được tháo rời khi kéo biển đường dài. Phòng điều khiển hệ thống kéo chân lên xuống được thiết lập riêng cho mỗi chân. Kết cấu phòng bằng thép độ bền cao, chịu được tác động từ

phía các ổ dẫn hướng, chịu tác động môi trường. Bộ phận dịch chuyển, phục vụ khoan trên giàn gọi là cantilever (“dầm” con son), kết cấu rất vững. Kết cấu cantilever gồm hai phần chính là phần dưới, thuật ngữ chuyên môn tiếng Anh gọi là cantilevered substructure và phần trên phục vụ trực tiếp công việc khoan, gọi là drill floor. Bộ phận dưới có khả năng di chuyển ra-vào, tính từ vách đuôi phao, dịch chuyển dọc tàu, cách xa vách sau khoảng cách lớn nhất đến 10,67m, đồng thời có thể làm chỗ tựa cho phép cụm kết cấu trên xô dịch theo hướng ngang, qua phải-trái 6,1m, đến được 9 lỗ khoan. Dầm con son dài chừng 25,45m, cao 4,72m. Vật liệu làm dầm ASTM 3-36, ngoại trừ dầm chính làm bằng thép ASTM A78 grade C. Sàn khoan đủ rộng để bố trí giàn khoan, mâm quay, neo định vị, mặt bằng để chứa vật tư với tổng tải trọng đến 227t. Như đã nêu sàn có khả năng xô dịch sang trái-phải mỗi bên xấp xỉ 3m, tính từ đường dọc tâm.

Khả năng làm việc: khi tâm khoan cách vách đuôi 9,14m và cách đường dọc tâm 2,44m khả năng chịu tải là 453t. Khi tâm khoan cách vách đuôi 10,67m và cách đường dọc tâm 3,05m khả năng chịu tải là 354t.

Toàn bộ hệ thống nâng hạ bố trí ngay tại ba chân. Mỗi chân có hai dây thanh răng bố trí đối diện nhau theo đường chéo hình vuông. Mỗi thanh răng được ba bánh răng ăn khớp và làm nhiệm vụ quay răng nâng/ hạ thân giàn. Như vậy mỗi chân có 6 bộ bánh răng cùng làm việc.



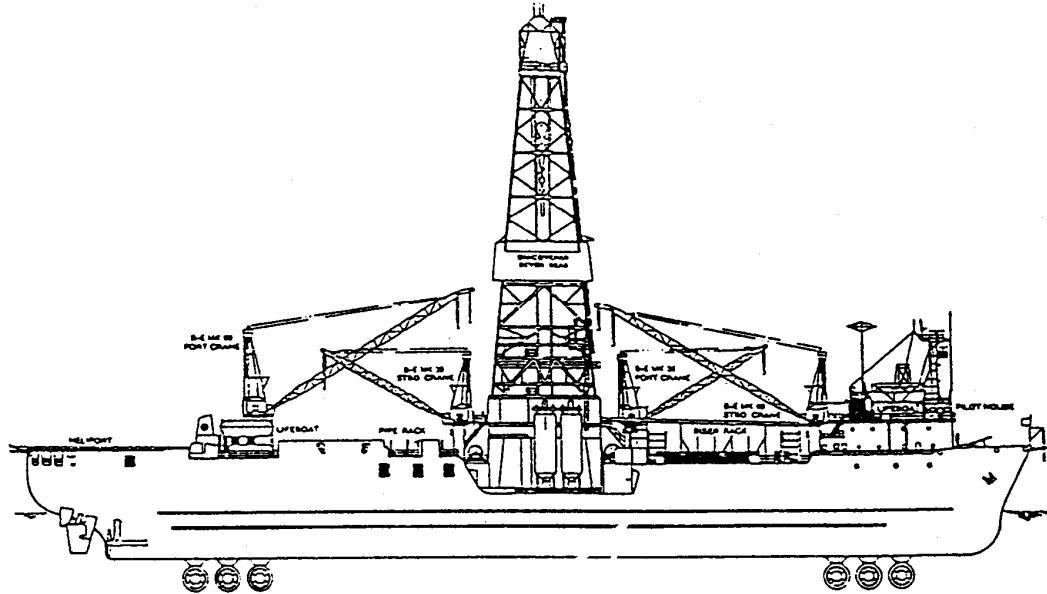
Hình 2.79. Giàn khoan tự nâng

Đội tàu khoan

Đội tàu khoan hoạt động trên các biển ngày nay vượt qua con số trăm. Tàu khoan có hình dáng rất giống tàu vận tải, ngoại trừ tháp khoan. Tháp khoan thường nằm khu vực giữa tàu, vươn lên rất cao khi làm việc. Tại khu vực này người ta bố trí hệ thống máy móc, thiết bị khoan. Định vị tàu tại vị trí khoan nhờ hệ thống chằng buộc, giống hệ thống dùng trên giàn nửa chìm.

Tàu khoan thích hợp cho công việc khoan thăm dò. Trong trường hợp này tàu khoan (drillship) và tàu thông thường (ship) không khác nhau nhiều. Điểm khác dễ hình dung là hệ thống định vị của tàu khoan hết sức phức tạp nhằm giữ cho tàu nằm đúng vị trí khai thác khi làm việc.

Hình 2.80 giới thiệu bố trí chung tàu khoan được đóng vào những năm cuối thế kỷ XX, tàu “Discoverer Seven Seas”.

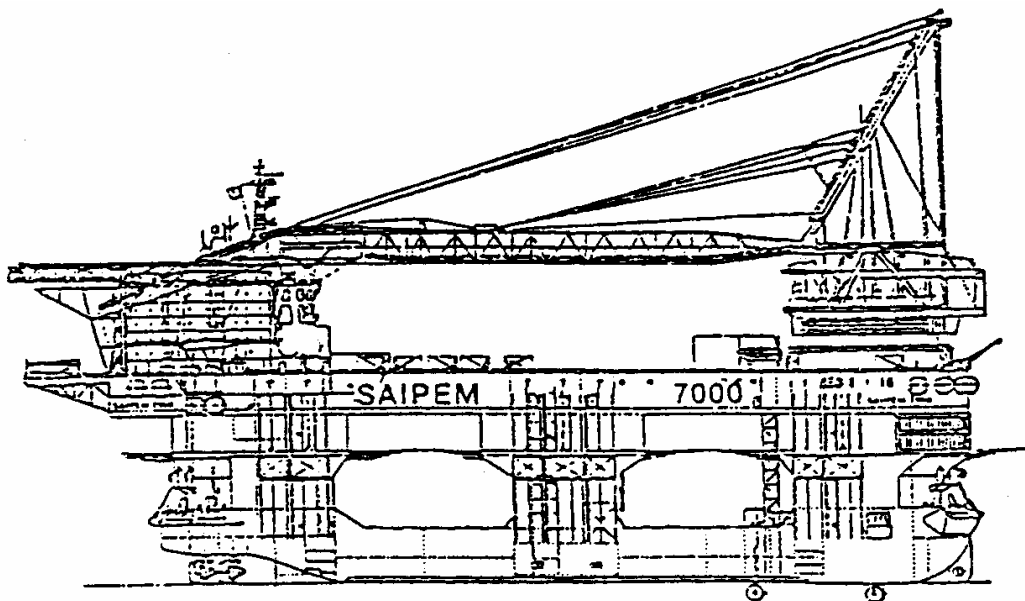


Hình 2.80 Tàu khoan “Discoverer Seven Seas”

Cần cẩu nổi

Cần cẩu nổi dùng trong ngành khai thác dầu khí có kích thước khổng lồ, sức nâng hết sức lớn, từ vài trăm tấn đến vài ngàn tấn. Cần cẩu giới thiệu tại hình 81 trang bị hai cầu, mỗi cầu sức nâng 7.000 tấn.

Móc cẩu phụ của công trình nổi chịu tải trọng 2.400 tấn. Bán kính tâm quay của cầu khi cầu hàng nặng 74m. Bán kính lớn nhất cầu có thể vươn 150m.

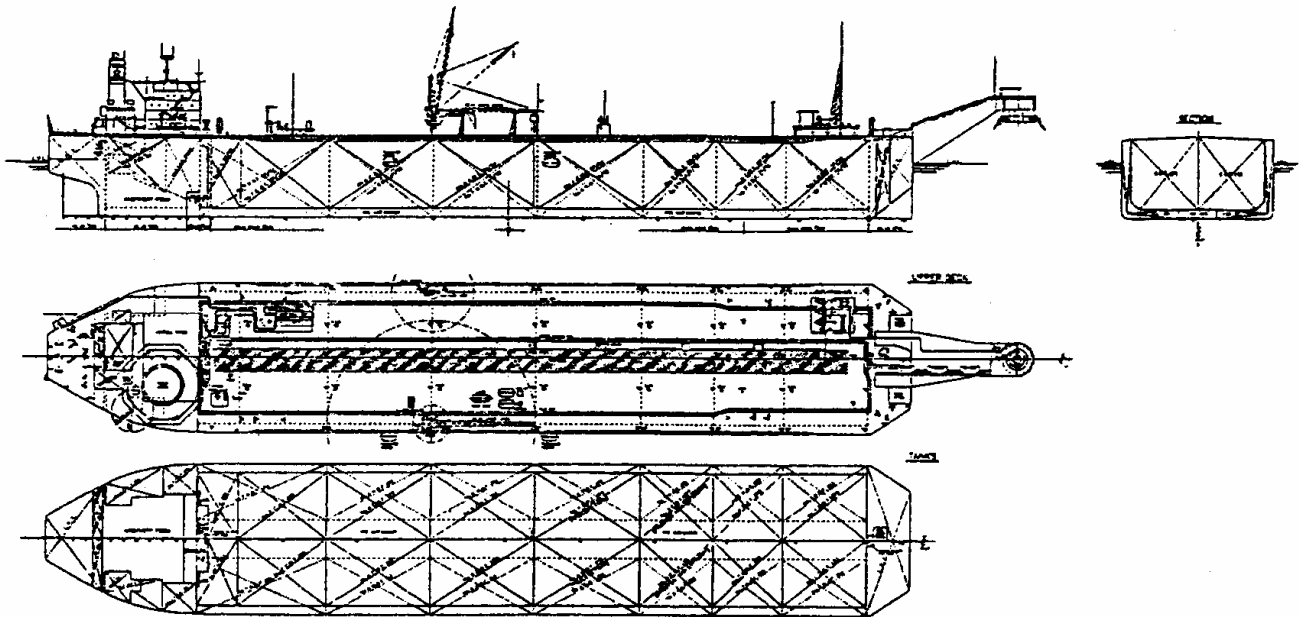


Hình 2.81. Cần cẩu “SAIPEM”, sức nâng 7.000T

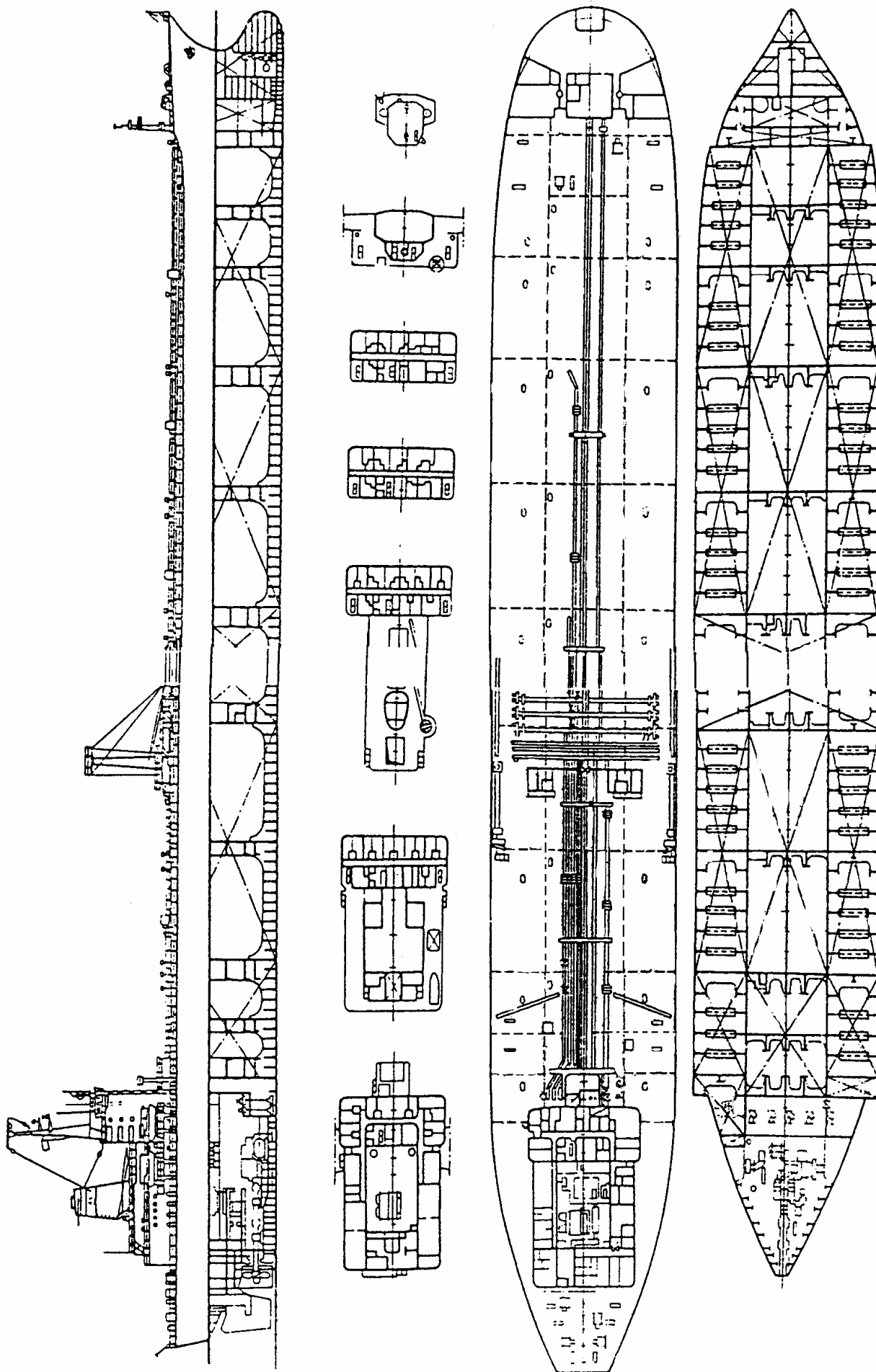
Tại các khu vực khai thác dầu khí người ta bố trí các **kho chứa dầu không bến**, gọi bằng tiếng Anh hiện đại là ***Floating Production Storage and Offloading Unit***, viết tắt FPSO.

Trong thực tế từ nhóm FPSO người ta sản xuất loạt tàu chỉ làm nhiệm vụ chứa mà không chế biến, viết tắt FSO. Đến năm 2001, Vietsovpetro, xí nghiệp liên doanh giữa Việt nam và Liên bang Nga trong lĩnh vực khai thác dầu khí đang sử dụng bốn trạm FSO. Trạm chứa dầu không bến mang tên gọi “Vietsovpetro 01” do hãng Hitachi Zosen, Nhật bản đóng năm 2001, dưới sự giám sát Đăng kiểm ABS là trạm thứ tư tại vùng biển Việt nam, có kích thước như sau: chiều dài giữa hai trụ 258,0m, chiều rộng 46,0m, chiều cao mạn 23,9m, mớn nước 16,84m, deadweight 154.146 T. Hình 2.82 giới thiệu bố trí chung của Vietsovpetro 01.

Hiện nay trạm chứa dầu không bến được dùng rộng rãi chính là các tàu dầu cỡ lớn, trang bị thêm hệ thống neo giữ và bơm chuyển sản phẩm từ đường ống của giàn khoan lên kho hoặc bơm từ kho đến phương tiện vận chuyển người mua đưa đến. Trạm chứa dầu đầu tiên được công ty liên doanh Vietsovpetro đưa vào khai thác thuộc dạng này. Nguyên thủy trạm chứa dầu đầu tiên này là tàu chở dầu mang tên “Crym”, đóng tại xưởng mang tên “Zaliv - Vining” tại Kertchen. Hình 2.83 trang sau trình bày bố trí chung và phân khoang cùng kết cấu dọc trạm FSO đầu tiên của Việt nam tên gọi “Chí Linh”.



Hình 2.82

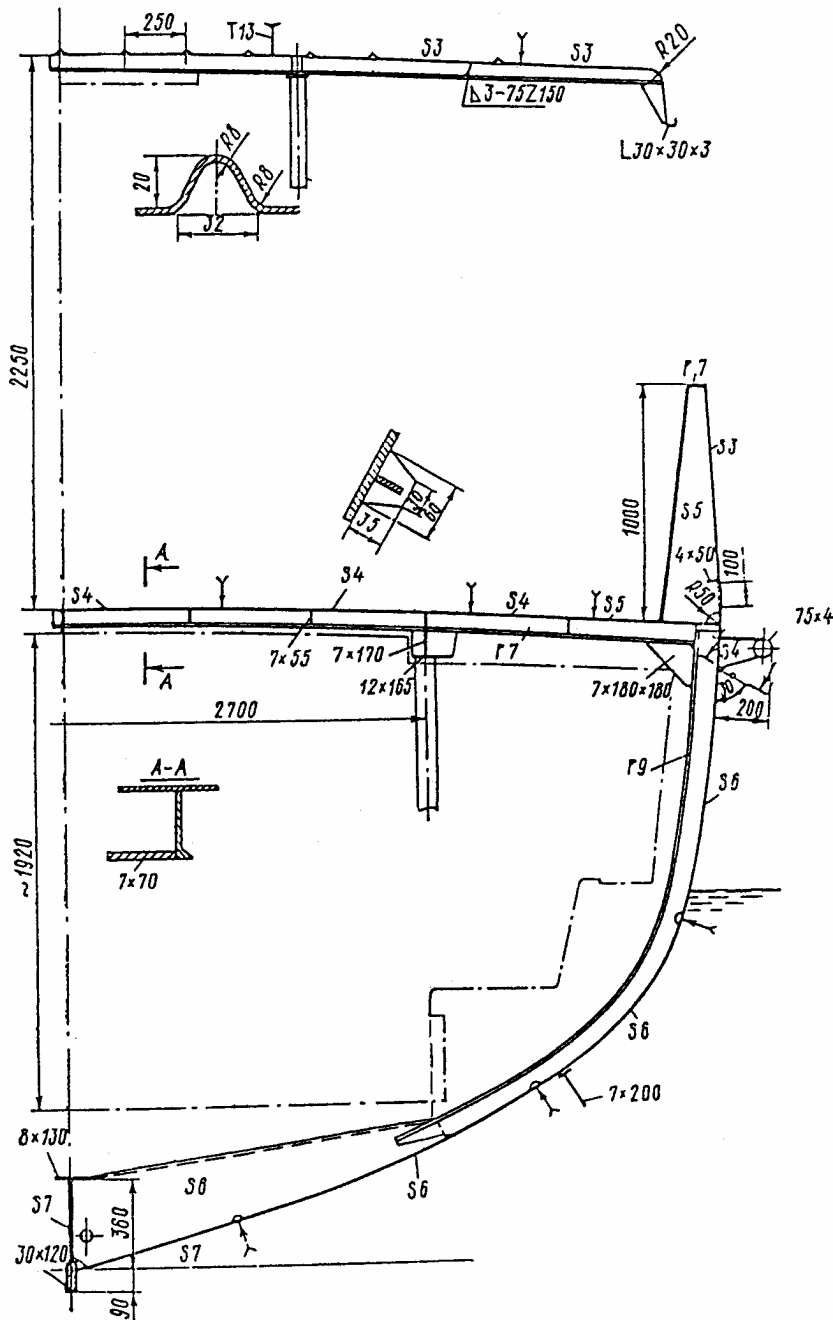


Hình 2.83. Tàu FSO “Chi Linh”

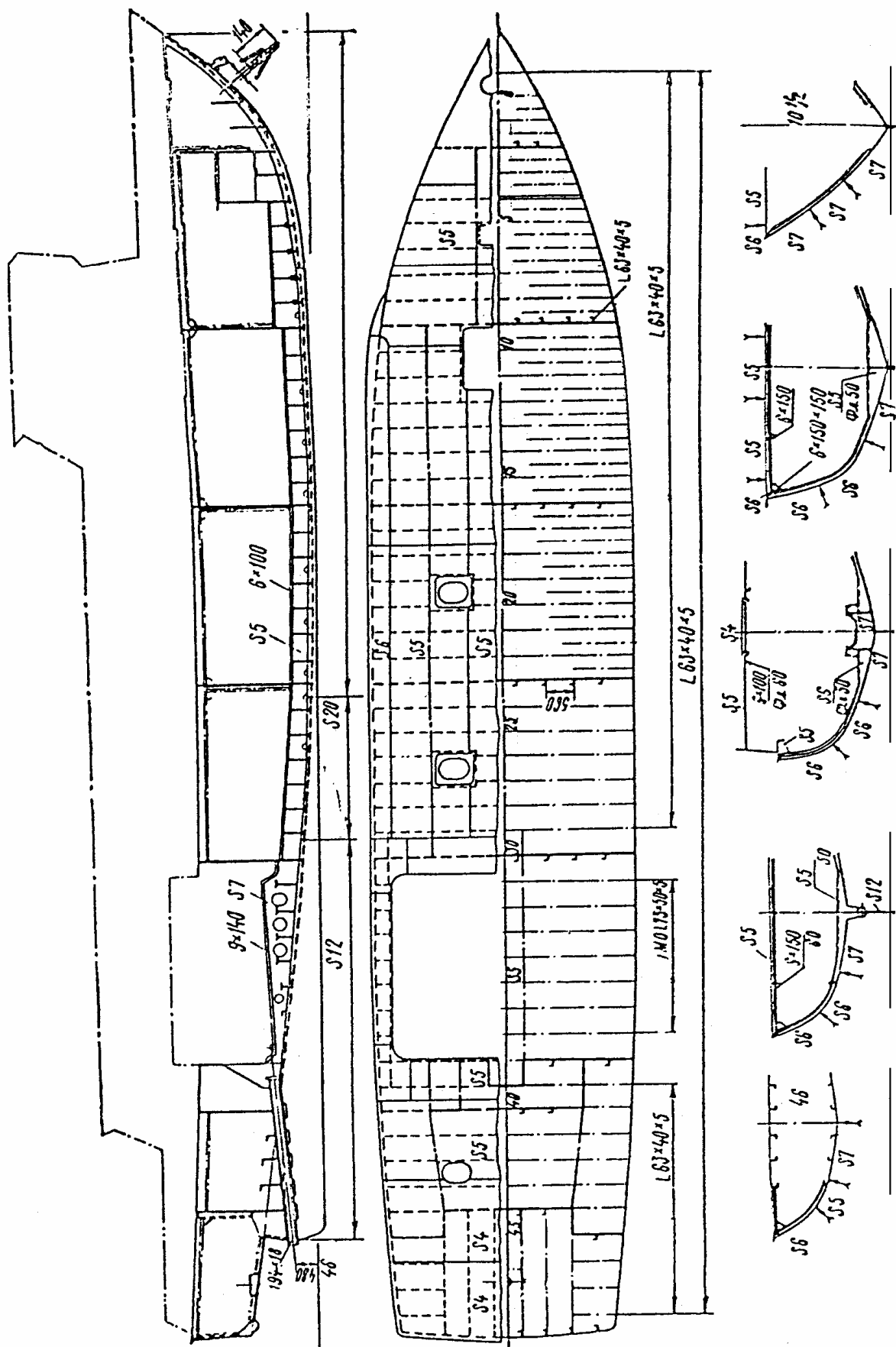
5.9. Tàu cỡ nhỏ

Tàu cỡ nhỏ được dùng rộng rãi trong vận tải đường sông, vịnh, ven bờ, là phương tiện thông dụng vận chuyển người, vật tư, phục vụ công tác tuần tra, tham quan, du lịch.

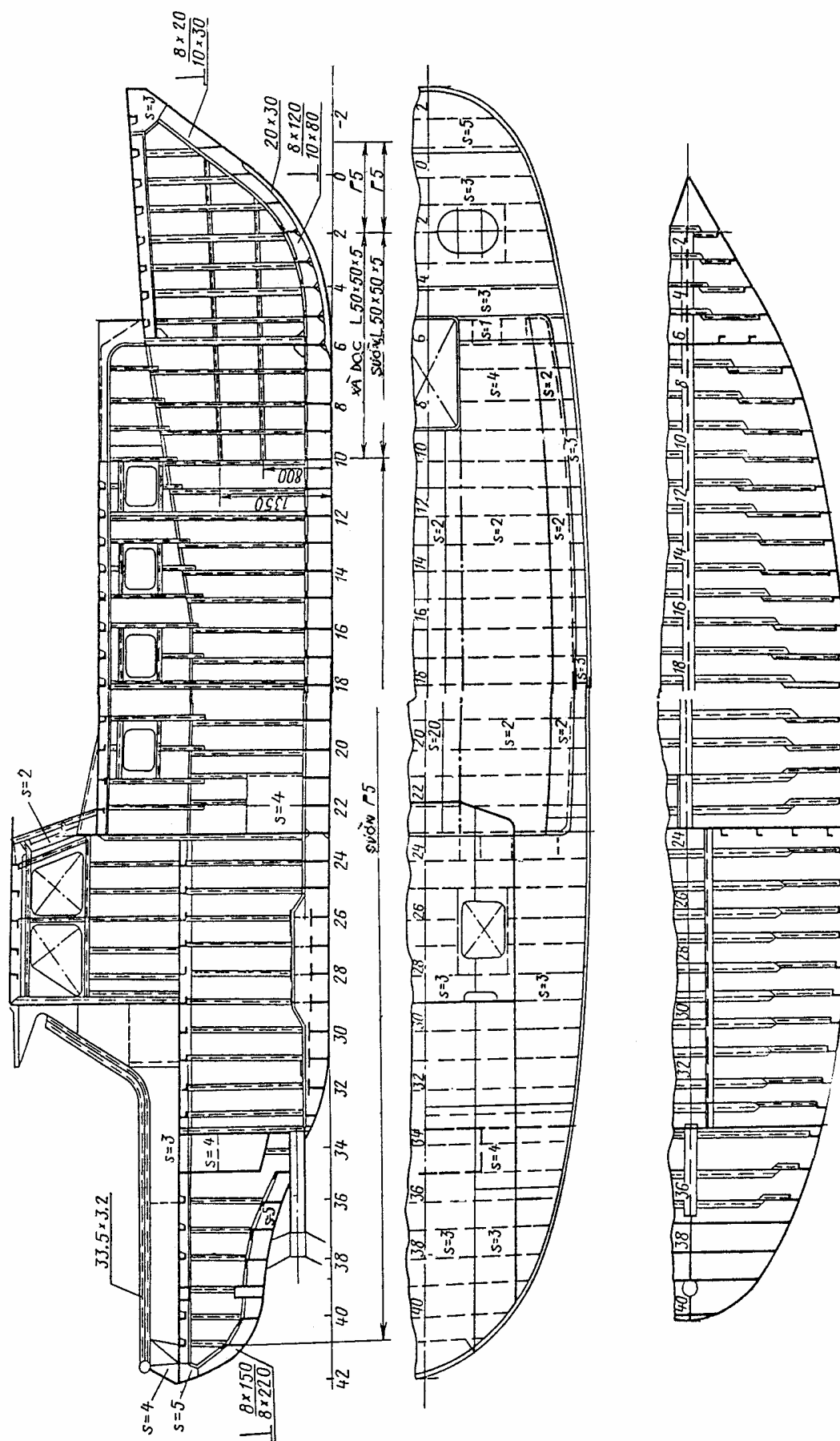
Thông thường các tàu nhỏ có kết cấu theo hệ thống ngang. Những thiết kế tàu cỡ nhỏ, được thực tế chứng minh có tính hợp lý được trình bày như tài liệu tham khảo cho bạn đọc quan tâm. Hệ thống kết cấu ngang tỏ ra phù hợp với yêu cầu công nghệ chế tạo và sử dụng. Những tàu khách kích cỡ tương đương đều mang đặc tính của kết cấu này, như hình 2.67 ÷ 2.69 ở phần trước đã giới thiệu về tàu khách hàng ven bờ “Kiên Giang 57”. Hình 2.84 tiếp tục giới thiệu mặt cắt ngang tàu khách ven bờ, nổi tiếng một thời, tàu “A.Green”, dài 33m, rộng 5,1m, chiều cao mạn 2,55m, chở 200 khách. Hình 2.86 giới thiệu kết cấu cơ bản cùng tàu.



Hình 2.84



Hình 2.85a. Kết cấu cơ bản tàu khách ven bờ



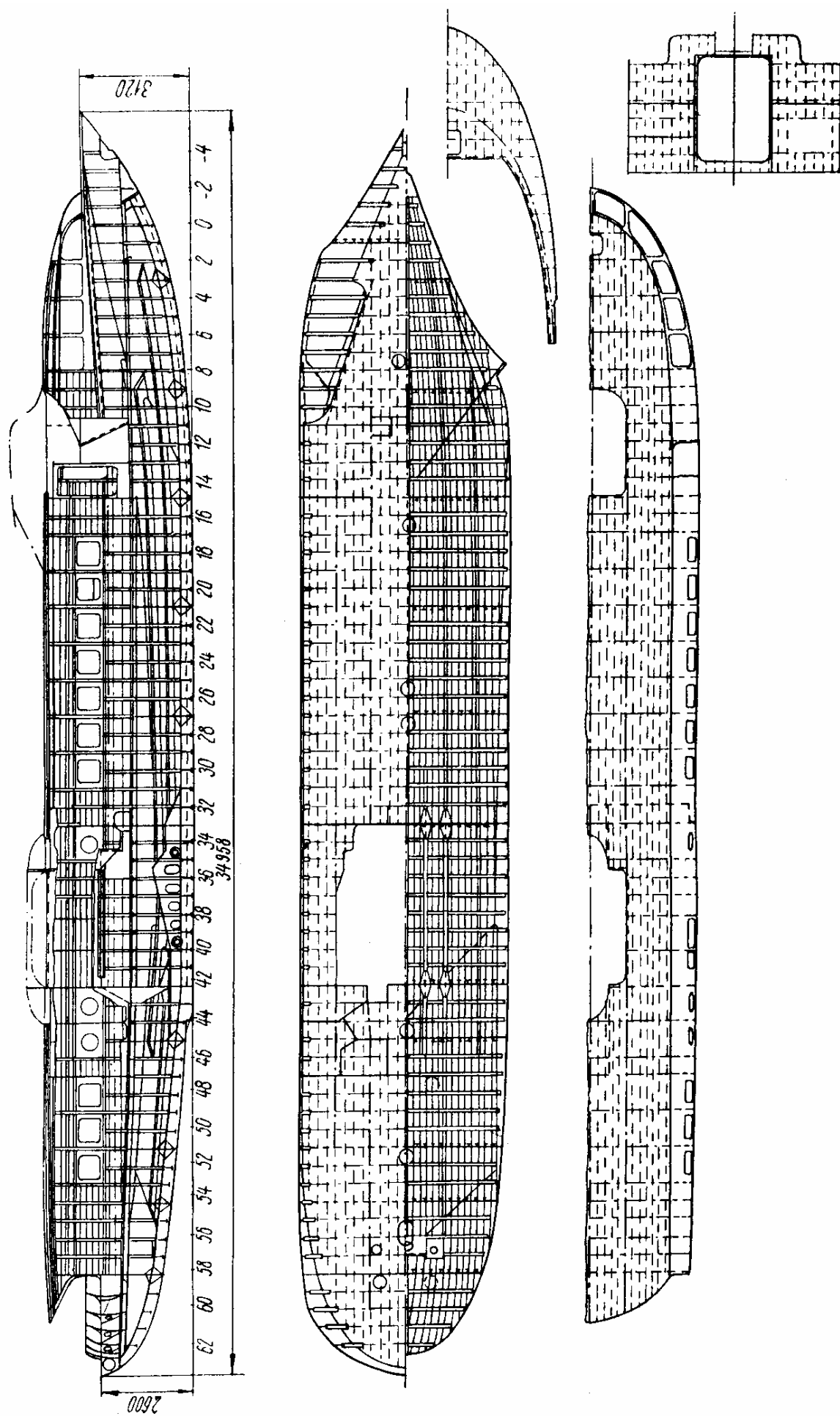
Hình 2.85b. Kết cấu cơ bản tàu khách ven bờ

[illegible]

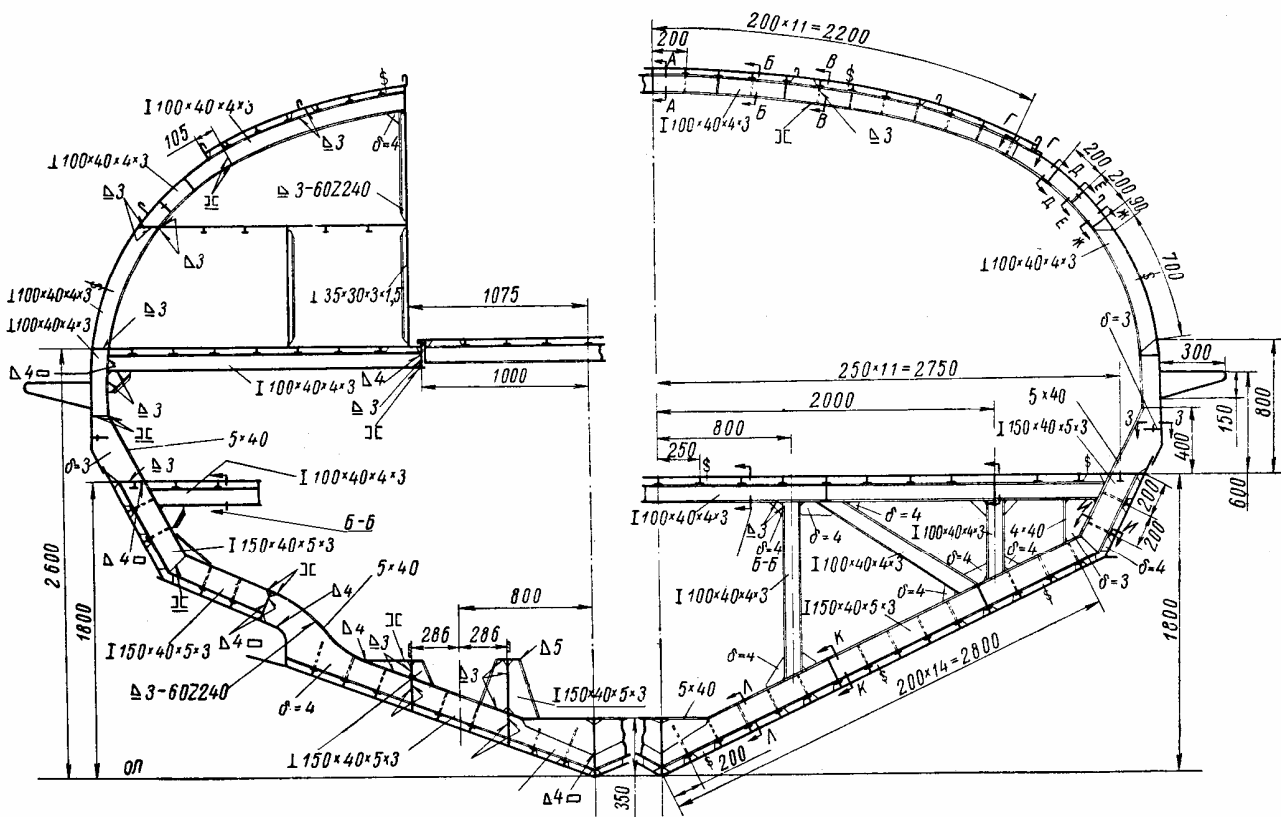
5.10. Tàu trên cánh ngầm chở khách

Kết cấu đặc trưng một tàu trên cánh, tàu “Kometa” đóng tại Nga, khai thác trên sông. Vỏ tàu làm bằng hợp kim nhôm, kết cấu hàn thể hiện tại hình 2.87 dưới đây. Tàu có chiều dài $L=35,10\text{m}$, chiều rộng $B=9,60\text{m}$, chiều cao toàn bộ $H=7,80\text{m}$, chiều cao mạn đến boong chính $D=3,20\text{m}$, chiều chìm $d=1,40\text{m}$, lượng chiếm nước $D=55,80$ tấn, lắp 02 máy với tổng công suất 1600HP, vận tốc 34 hải lý/giờ, sức chở 118 hành khách.

Đặc trưng kết cấu mặt cắt ngang của tàu trên cánh với cấu hình độc đáo trình bày tại hình 2.88, miêu tả hai mặt cắt ngang qua tàu “Komiet”. Trên hình, hình 2.88a trình bày sườn nằm sau mặt giữa, trong khi đó, hình bên phải 2.88b trình bày mặt cắt gần phía mũi. Trên hình trình bày rõ chiều dày tấm hợp kim nhôm, chi tiết và kích thước sườn, mã, nếp dọc vv...



Hình 2.87. Kết cấu tàu cánh ngầm “Kometa”



Hình 2.88. Mặt cắt ngang tàu cánh ngầm “Komet”

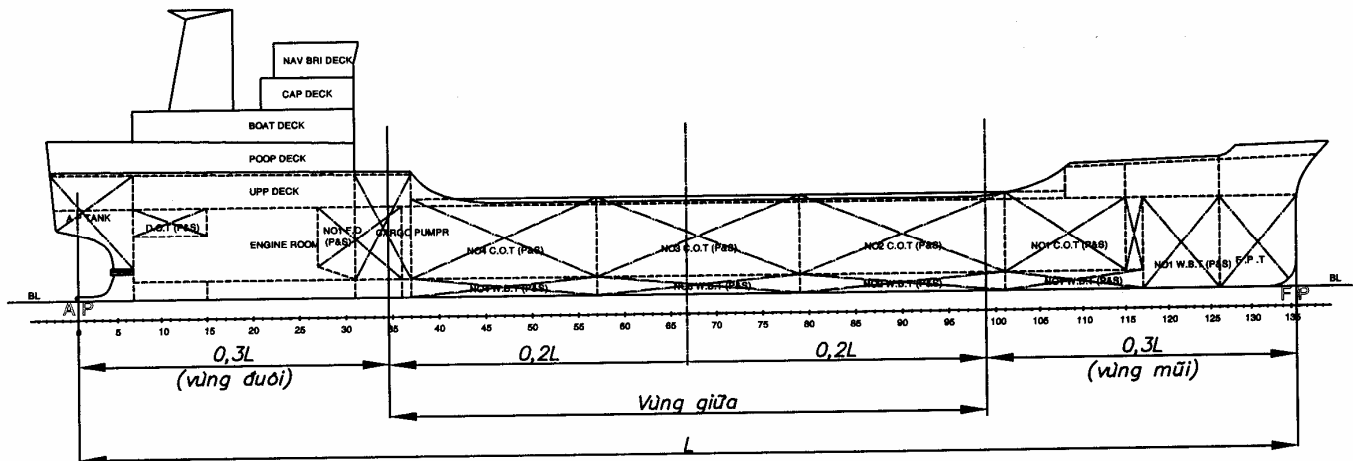
CHƯƠNG 3

CHI TIẾT KẾT CẤU THÂN TÀU

1. Chi tiết kết cấu thân tàu

Như đã giới thiệu ở chương 2, vỏ tàu thủy có dạng chung nhất được xét như kết cấu dạng vỏ mỏng có gia cường dọc và ngang, đảm bảo tàu nổi trên nước và làm việc an toàn trong các chế độ khai thác. Thông thường người ta quan niệm, xét theo chiều dọc, coi tàu gồm ba phần chính (hình 3.1):

- Phần lái (aft end region) chiếm khoảng 30% chiều dài tàu;
- Phần giữa tàu (midship region) chiếm 40% chiều dài tàu;
- Phần mũi (fore end region) chiếm phần còn lại;
- Phần mút tàu được hiểu là phần thuộc $0,1L$ tính từ mỗi mút tàu.



Hình 3.1

Trong các phần này người kỹ sư phải đi sâu vào phân tích, tính toán và hình thành kết cấu đặc trưng từng vùng:

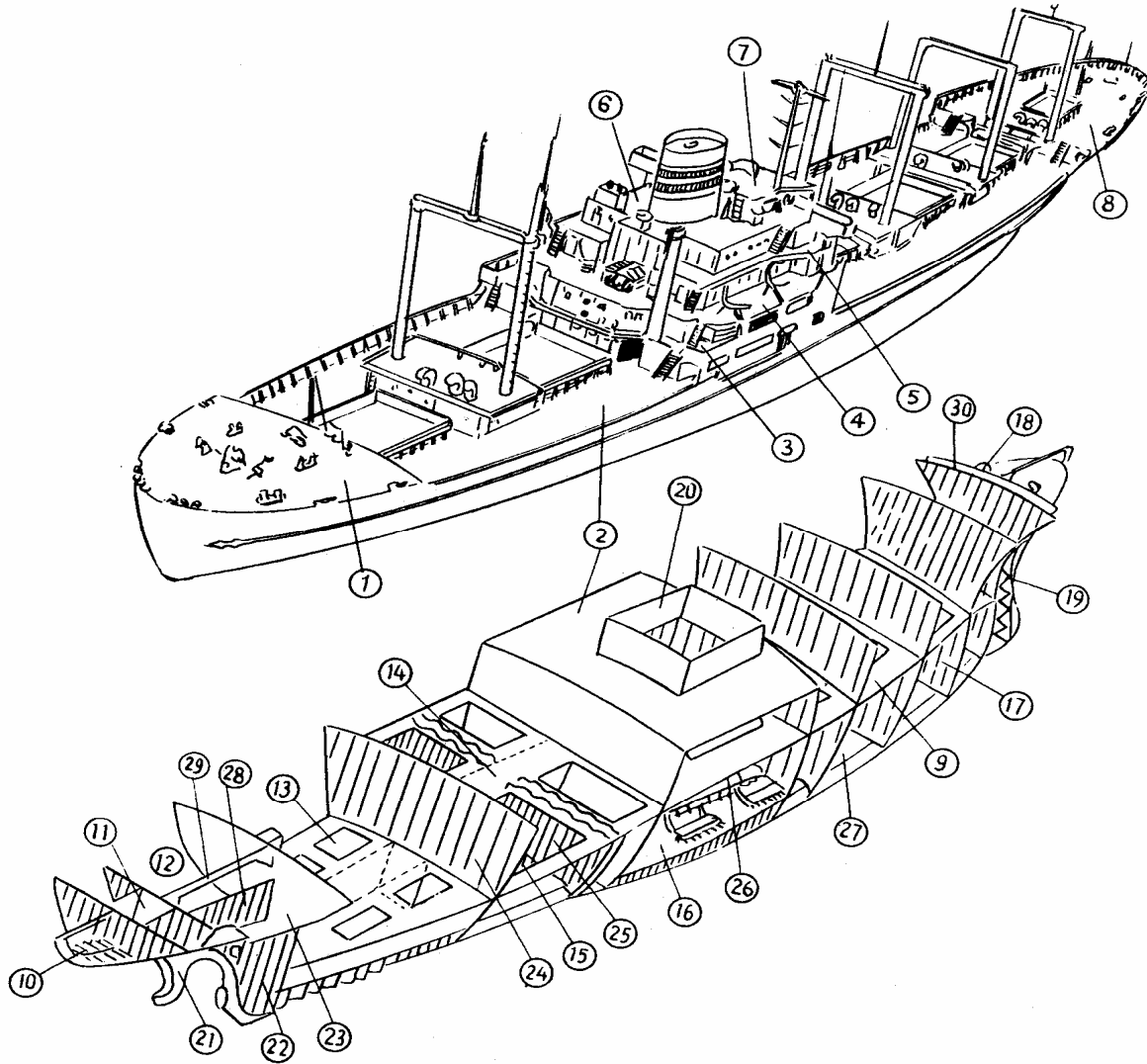
- Khu vực giữa đôi được quan tâm đúng mức. Các kết cấu có tầm quan trọng đặc biệt gồm lớp tôn bao, mặt cắt ngang tương đương của thân tàu và mô đun chống uốn của mặt cắt, các vách ngang, vách dọc (bulkhead), đáy tàu, boong.
- Vùng trước của tàu gồm những phần quan trọng như sòng mũi (stem), boong mũi, kết cấu (deep tanks), kết cấu đặc trưng khu vực trước vách chống va (fore peak structure).
- Những kết cấu tại phần đuôi hoặc phần lái như vừa gọi thông thường gồm có kết cấu vùng lái, sau vách đuôi (after peak structure), kết cấu vòm đuôi, sòng lái (sternframe, shaft brackets and bossings).

Theo chiều cao, những người tính toán kết cấu tiếp xúc với những kết cấu chính của tàu, tính từ dưới lên như:

- Đáy tàu (có thể dạng đáy đơn, đáy đôi) thường là bộ phận quan trọng nhất nhì, nằm dưới cùng thân tàu. Trong cụm kết cấu này sòng chính tàu (center girder) phải được quan tâm hàng đầu vì đây là xương sống của tàu.

- Dàn mạn, các vách, cột chống vv... như những thành đứng, trụ đứng làm cho tàu cứng vững.
- Boong hoặc các boong (decks) và kết cấu boong làm những chức năng khác nhau như boong giữa (tweendeck) làm nơi chứa hàng, boong trên (upper deck) đóng vai trò boong thời tiết không chỉ che mưa nắng cho tàu mà còn đóng vai trò boong sức bền.

Những chi tiết chính của thân tàu chúng ta tiếp tục làm quen ở hình 3.2.



Hình 3.2. Các cụm kết cấu tàu vận tải

Tại hình vẽ các ký hiệu bằng số có tên gọi thường dùng sau: 1- boong thượng tầng đuôi (poop deck), 2- boong trên (upper deck), 3- boong đi lại (saloon deck), 4- boong xuống (boat deck), 5- boong dạo (promenade deck), 6- boong điều khiển (navigation deck), 7- boong la bàn (compass flat), 8- boong thượng tầng mũi (forecastle deck), 9- boong hai/boong nội khoang (second deck), 10- buồng máy lái (steering engine room), 11- hầm trục lái (rudder trunk), 12- kết đuôi (after peak tank), 13- kết mạn (wing tank), 14- hầm trục (shaft tunnel), 15- deep tank (kết sâu), 16- buồng máy (engine room), 17- khoang hàng (hold), 18- hầm xích neo (chain locker), 19- kết mũi (fore peak tank), 20- thành miệng buồng máy (engine casing), 21- sống đuôi (stern frame), 22- đà ngang dầm cao (deep floor), 23- vách đuôi (after peak bulkhead), 24- vách kín nước (water tight bulkhead), 25- vách sóng (corrugated bulkhead), 26- bộ máy (engine bed), 27- đáy đôi (double bottom), 28- vách dọc tâm (center line bulkhead), 29- sống boong (deck girder), 30- vách chống va (collision bulkhead).

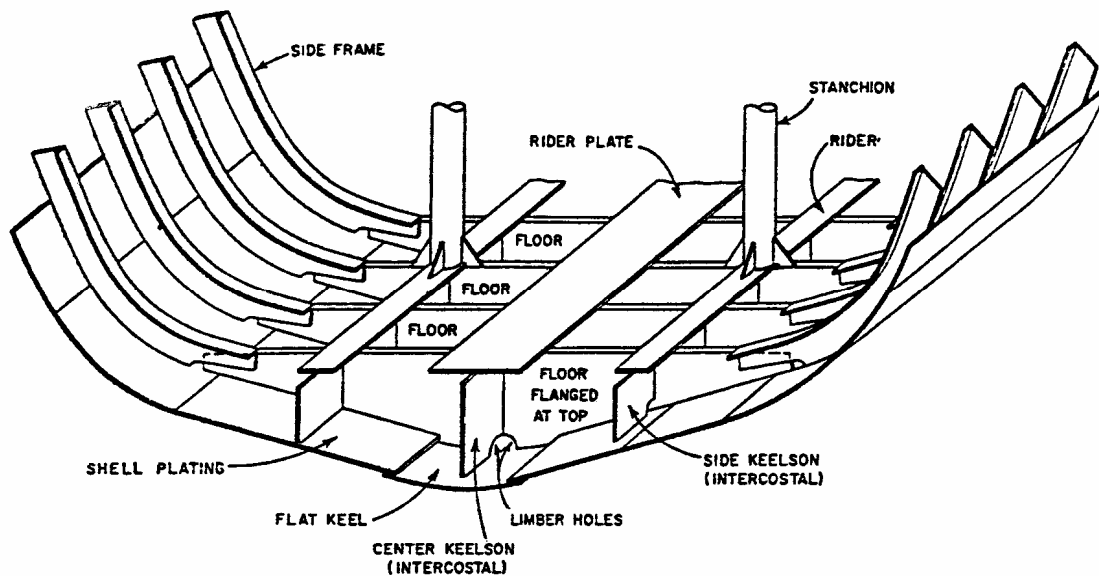
2. Dàn đáy

2.1. Đáy đơn

Tàu vận tải cỡ nhỏ, tàu cá cỡ trung bình trở lại, các tàu kích thước không lớn có kết cấu đáy thường ở dạng đáy đơn. Đáy đơn tàu thủy có những cơ cấu chính như sau. **Ki** hay còn gọi **sống chính** (hoặc long cốt, như đã giải thích) nằm chính mặt dọc giữa tàu, chạy dọc suốt thân tàu. Sống chính phải được nối với điểm gập sống mũi và sống lái tại vị trí xa nhất trong điều kiện có thể. Sống chính có kết cấu liên tục, tránh bị khoét lỗ tùy tiện. Ngoài sống chính, với tàu có chiều rộng khá lớn, nhất thiết bố trí các **dà dọc đáy** hoặc gọi là sống phụ, cách sống chính đoạn theo qui cách xác định, cụ thể hơn, khoảng cách này không quá 2,25m, chạy gần như song song với sống chính. Cần nhớ thêm, tại khu vực mũi, tức phạm vi $25\%L$, tính từ sống mũi, khoảng cách giữa sống chính và phụ không được quá 1,0m. Thành của đà dọc đáy trong kết cấu theo hệ thống ngang, bị cắt tại vị trí đặt đà ngang và hàn cứng vào thành đứng đà ngang. Dàn đáy được tạo ra trong trường hợp này có thể mô hình dạng dàn phẳng gồm hai hệ dầm đặt vuông góc nhau.

Hệ thống các đà dọc (ki, đà dọc đáy) chạy theo chiều dọc tàu và hệ thống các đà ngang đáy tạo thành hệ trục giao. Nếu số lượng các đà ngang lớn hơn nhiều nếu so với đà dọc (các đà ngang khi đó được gọi là các dầm hướng chính) thì ta có hệ thống kết cấu ngang, ngược lại nếu số lượng các đà dọc lớn hơn nhiều nếu so với đà ngang thì ta có hệ thống kết cấu dọc. Tôn đáy được hàn vào khung dàn đang đề cập. Phía trên dàn đáy người ta thường lát tấm sàn bằng gỗ hoặc vật liệu thích hợp, còn hàng hóa sẽ đặt trên sàn vừa nêu.

Hình 3.3 trên đây giới thiệu trích đoạn kết cấu đáy đơn theo hệ thống kết cấu ngang của tàu vận tải. Trên hình đang nêu *ki đứng* (center keelson) nằm trùng trục đối xứng dọc tàu, hai *sống phụ* (side keelson) cách đều ki đứng, cùng cắt vuông góc hệ thống đà ngang (floor flanged at top).

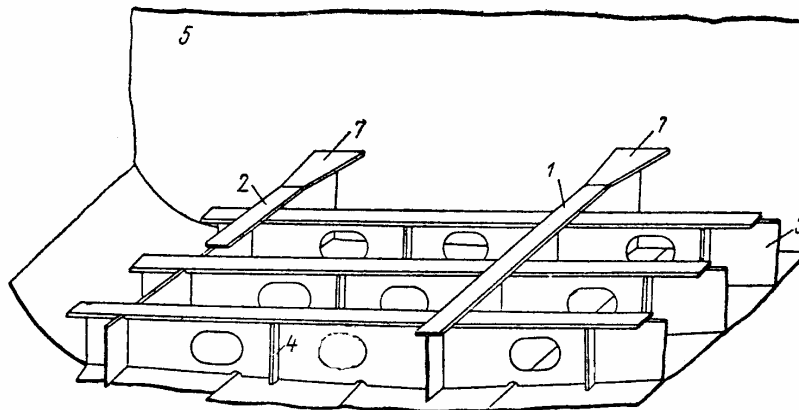
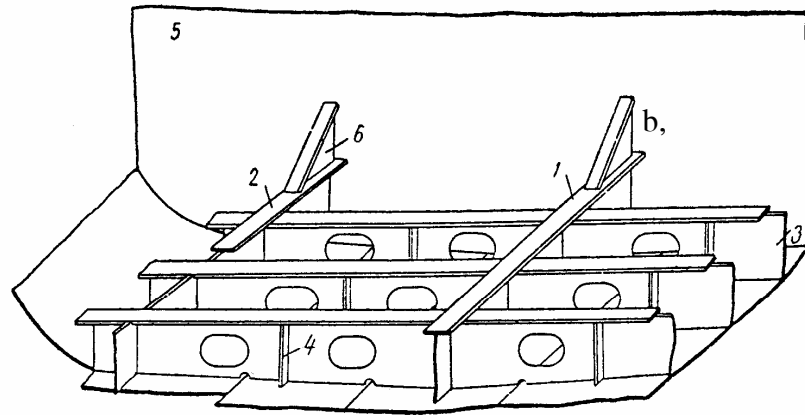


Hình 3.3. Khung dàn đáy đơn tàu vận tải.

Tại đây cần nhắc lại qui cách hàn giữa hệ thống đà dọc và đà ngang. Trong hệ thống ngang này, *sống phụ* (side keelson) bị cắt tại vị trí đặt đà ngang (floor flanged at top) và nối vào đà ngang bằng đường hàn liền, đường đứng giao nhau của hai đà đang đề cập. Tâm bản của các kết cấu dọc đang nêu phải được liên tục, có nghĩa tấm bản trên đà ngang bị cắt đứt tại vị trí tấm bản girder đi qua, sau đó hàn vào thành tấm bản đà dọc. Vật liệu làm đà dọc phải được chọn tùy theo kích thước tàu. Tàu với chiều dài không quá 50m có thể dùng thép hình làm đà dọc.

Hình 3.4 tiếp tục mô tả kết cấu đáy đơn tàu vận tải. trong đó, tấm bản của ki đứng và của đà dọc bị đứt tại vách ngang và hàn cố định vào vách bằng mối hàn liền. Phải làm mã tăng cứng cho mỗi nối này. Mã có thể đứng như tại hình 3.4a, song có thể dùng mã nằm nếu điều kiện cho phép, hình 3.4b.

a,

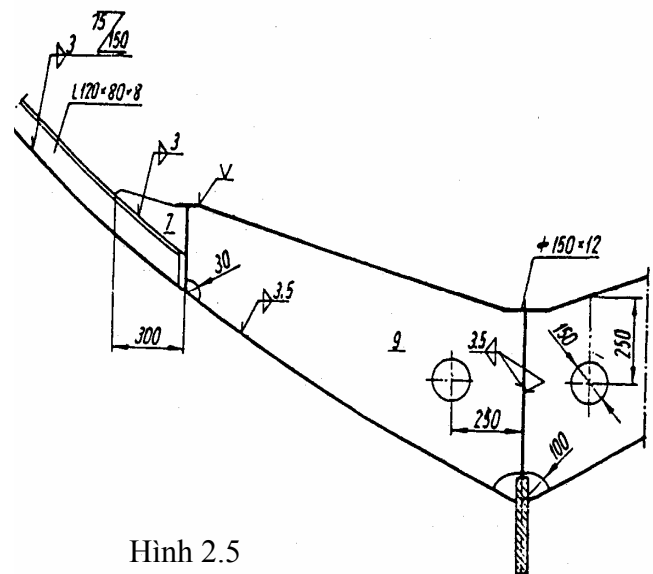


Hình 3.4. Đáy đơn tàu vận tải

Trên hình 3.4 các ghi chú mang ý nghĩa sau: 1 – ki đứng, 2 – đà dọc đáy (sông phụ – bottom girder), 3 – đà ngang đặc, 4 – nẹp đứng, 5 – vách ngang, 6 – mã nổi, 7 – mã nằm.

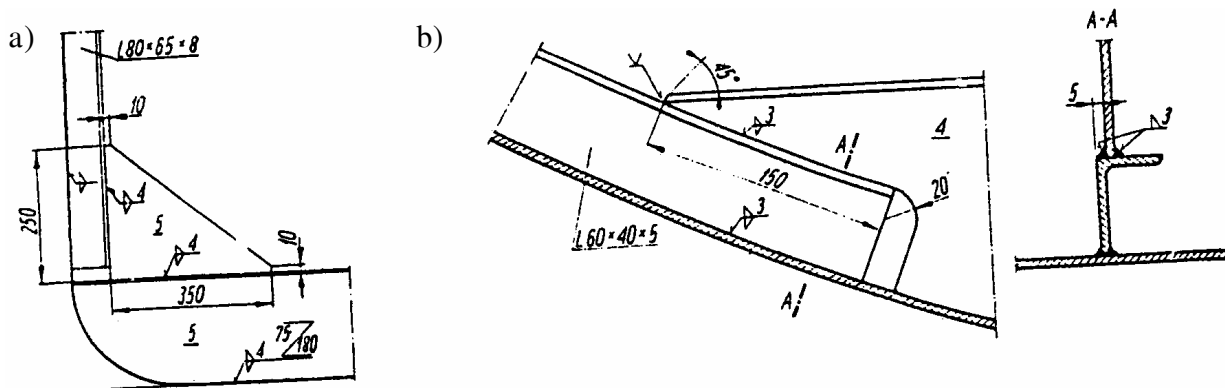
Qui cách thông dụng các đà ngang tàu đáy đơn như sau. Chiều cao đà đo tại mặt đối xứng dọc tàu từ 220mm trên tàu cỡ nhỏ đến 450mm cho tàu lớn. Trên các tàu có độ nghiêng hông lớn, chiều cao đà ngang có thể giảm dần khi ra phía mạn, tuy nhiên chiều cao tối thiểu tại khoảng cách $3/8 B$, tính từ mặt đối xứng, không được nhỏ hơn một nửa chiều cao tại mặt đối xứng.

Đà ngang đáy đơn thông thường chế tạo dạng đà đặc, từ thép tấm, hàn với tấm đáy, với tấm thành ki đứng và với sườn bên mạn. Hình 3.5 trình bày các mối hàn quan trọng vừa nêu dùng cho đà ngang nâng cao, tàu nhỏ.



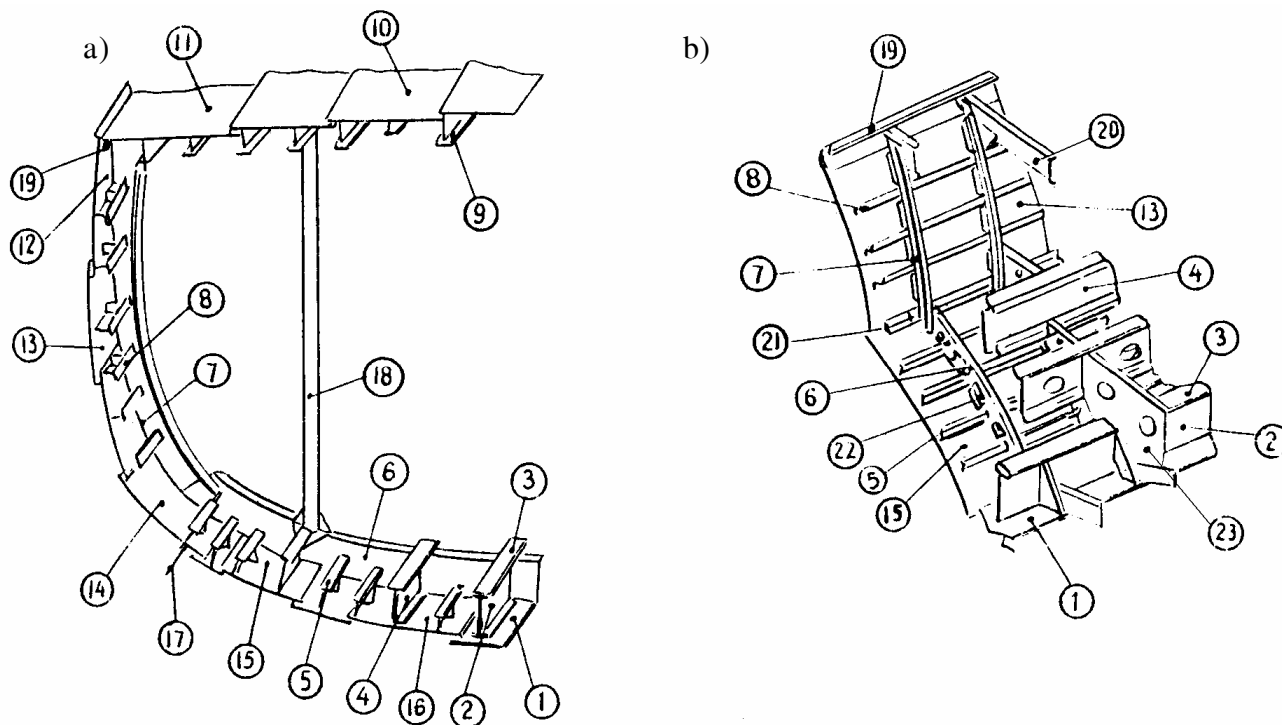
Hình 2.5

Liên kết đà ngang với mạn tàu đáy bằng, sà lan vv... nhờ các mã đứng, chiều cao đủ lớn. Mã thường có mép bẻ, chiều rộng mép bẻ khoảng 50mm đến 65mm, hình 3.6a. Cách nối đà ngang với sườn trên tàu hông độ vát lớn nên theo cách làm trình bày tại hình 3.6b.



Hình 3.6

Hình 3.7 tiếp tục giới thiệu trích đoạn kết cấu đáy đơn theo hệ thống dọc. Hình 3.7a giới thiệu kết cấu đáy tàu vỏ thép, hình 3.7b giới thiệu kết cấu đáy tàu vỏ hợp kim nhôm. Trong thực tế kết cấu theo hệ thống dọc vẫn có chỗ đứng trên những tàu cỡ nhỏ bởi những ưu điểm hơn hẳn của nó về phương diện ổn định tâm, điều này cho phép giảm chiều dày tôn vỏ bao một cách đáng kể, mà điều này tỷ lệ thuận với giảm trọng lượng tàu, một yếu tố vô cùng có ý nghĩa đối với các tàu cỡ nhỏ chạy nhanh.



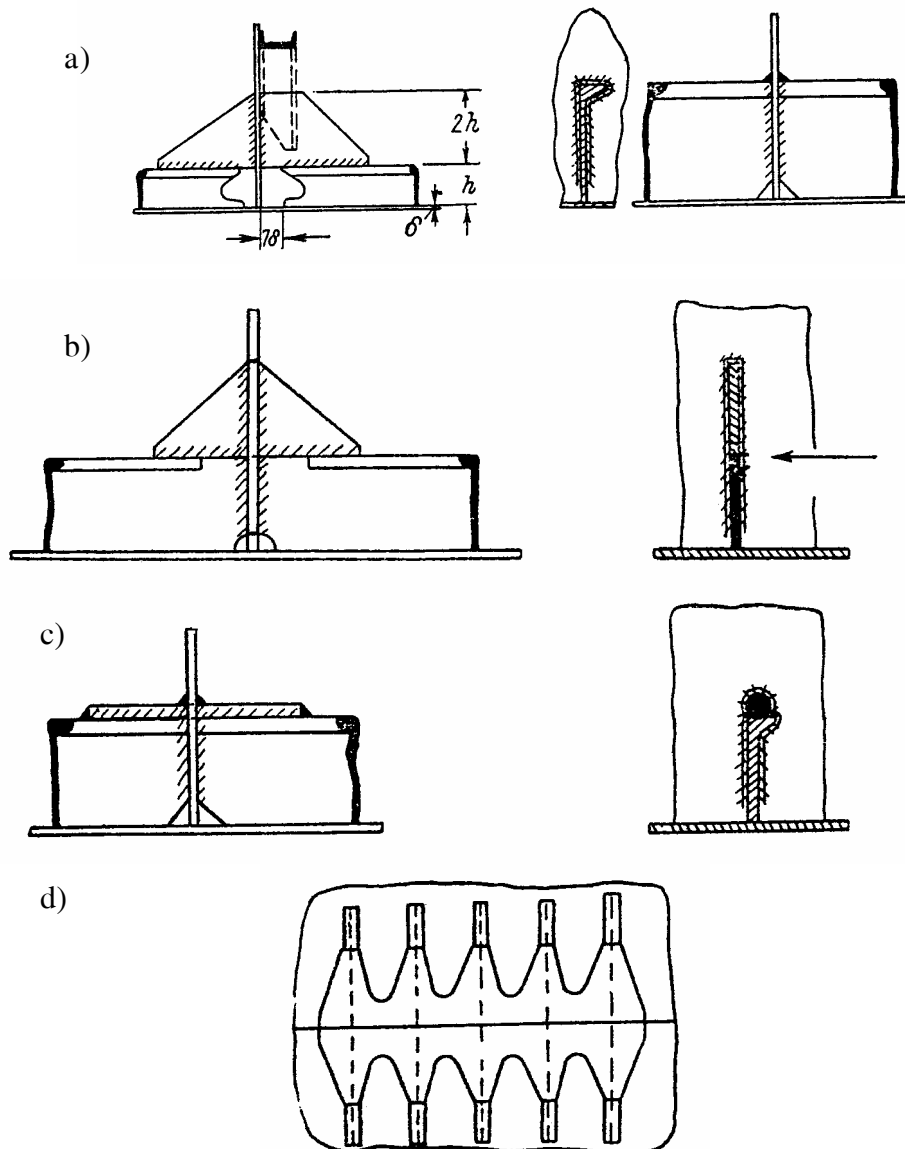
Hình 3.7. Kết cấu đáy đơn hệ thống dọc

Trên hình 3.7, các ghi chú mang ý nghĩa: 1- Dải tôn giữa đáy (Keel); 2- Sóng chính (Center girder); 3- Bản cánh sóng chính (Rider plate); 4- Sóng dọc (Longitudinal girder); 5- Dầm dọc đáy (Bottom longitudinal); 6- Đà ngang đáy (Bottom frame); 7- Sườn mạn (Side frame); 8- Dầm dọc mạn (Side longitudinal); 9- Sóng boong (Deck girder); 10- Tôn boong (Deck plate); 11- Tôn mép boong (Stringer plate); 12- Dải tôn mép mạn (Sheer strake); 13- Tôn mạn (Side strake); 14- Dải tôn hông (Bilge strake); 15- Tôn đáy (Bottom strake); 16- Dải tôn kê tôn giữa đáy (Garboard strake); 17- Vây giảm lắc (Bilge

keel); 18- Cột chống (Pillar); 19- Mép mạn (Gunwale); 20- Xà boong (Deck beam); 21- Nẹp ke hông (Chine); 22- Mã nối (Lugs); 23- Mã (Bracket).

Đáy đơn kết cấu theo hệ thống dọc bao gồm các nẹp dọc đáy như đã giới thiệu tại chương hai, ki đứng tại mặt dọc giữa tàu, hàn vào tôn đáy. Các nẹp dọc đáy qui cách khá lớn, đặt đều nhau trên toàn bộ chiều rộng đáy hoặc chỉ khu vực khoang giữa, tùy thuộc yêu cầu đảm bảo độ bền. Trên tàu cỡ nhỏ, chiều dài đến 50m, khoảng cách giữa các nẹp dọc khoảng 600mm. Tàu cỡ lớn, khoảng cách này khoảng chừng 900mm. Các nẹp dọc đi xuyên qua các đà ngang. Trong hệ thống kết cấu dọc khoảng cách giữa các đà ngang không lớn hơn 3,75m.

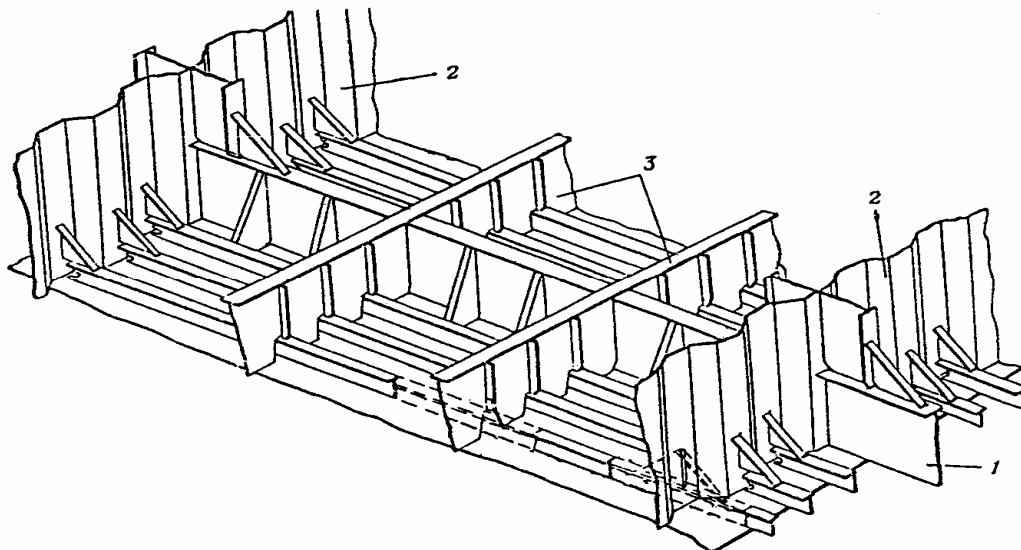
Nối nẹp dọc đáy với vách ngang kín nước thực hiện theo các biện pháp thường dùng nêu tại hình 3.9. Thông lệ người ta nối đà ngang với vách dọc, mạn bằng mã (brackets) đủ độ cứng, hình 3.9a.



Hình 3.8. Nối nẹp dọc đáy với vách kín nước

Chiều cao đà ngang trong khu vực khoang giữa cao hơn hẳn chiều cao đà nằm trong vùng kết mạn. Trong mọi trường hợp, mối liên kết giữa đà ngang với vách dọc và mạn phải được chú ý đầy đủ. Ki đứng được chế tạo theo một trong hai cách: liên tục suốt khoang hàng hoặc bị đứt quãng tại các đà ngang. Trong cả hai trường hợp, tấm bản vẫn phải liên tục. Mỗi hàn đứng giữa ki đứng và đà ngang dùng

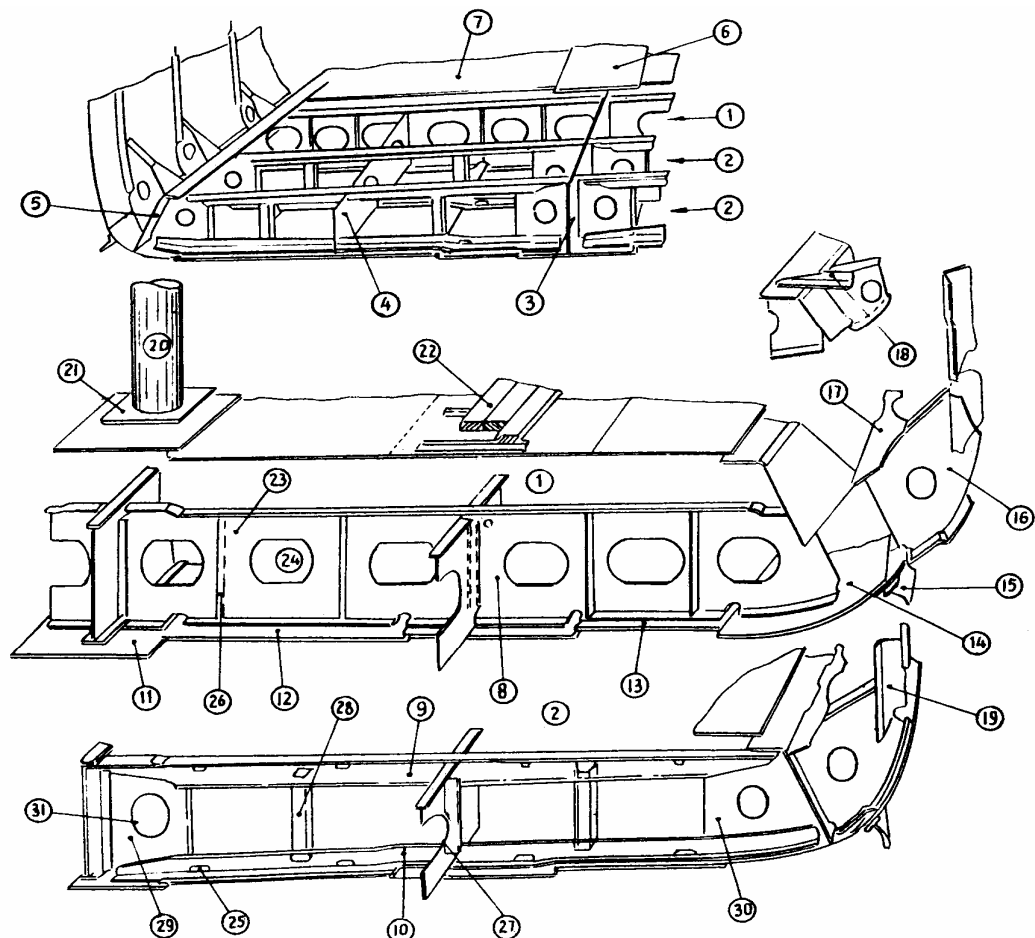
trong trường hợp ki đứng đoạn phải vững, kín. Chiều cao ki đứng thông lệ chỉ bằng chiều cao đà ngang, tuy nhiên trường hợp cần tăng cường độ bền dọc chiều cao ki phải vượt trội nếu so với đà ngang, hình 8. Thành đứng ki đứng trong phạm vi giữa hai đà ngang phải được làm cứng bằng các mã đứng, hai phía, xem hình 3.8 và 3.10. Chiều rộng chân mã kéo đến tận nẹp dọc gần nhất.



Hình 3.10. Ki đứng tàu dầu.

2.2 Đáy đôi

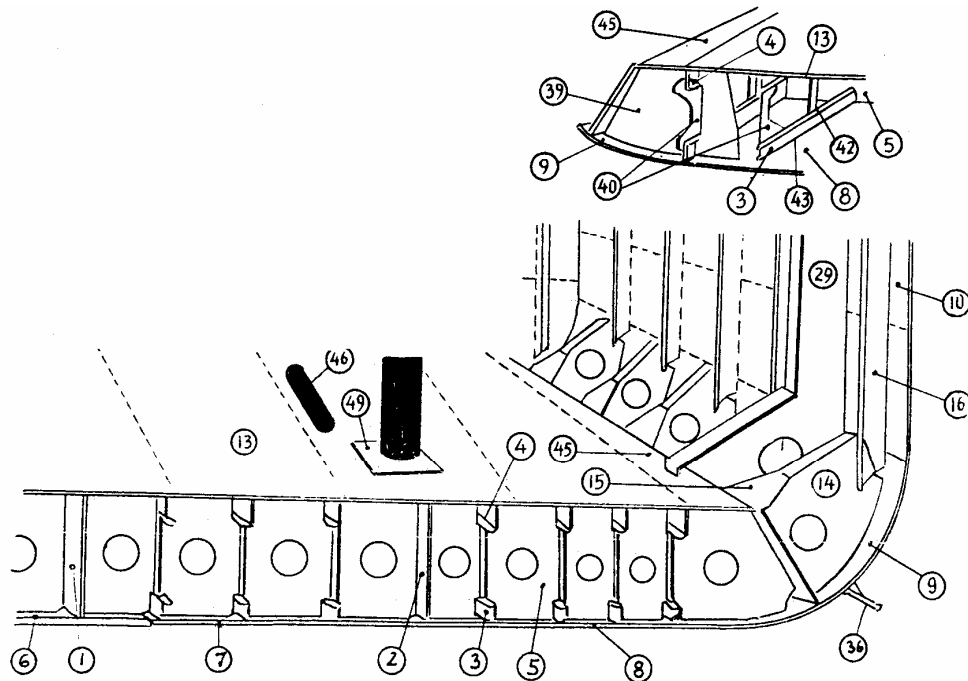
Đáy đôi tàu kéo dài từ vách lái đến vách chống va mũi. Kết cấu đáy đôi tổ chức theo một trong hai hệ thống: hệ thống kết cấu ngang và hệ thống kết cấu dọc. Các chi tiết quan trọng của hệ thống kết cấu ngang ghi rõ tại hình 3.10.



Hình 3.10. Hệ thống kết cấu ngang đáy đôi tàu vận tải

Các ghi chú trong hình 3.10 có ý nghĩa sau: Đà ngang đặc (Solid floor); 2- Đà ngang hờ (Bracket floor); 3- Sòng chính (Center girder); 4- Sòng phụ (Side girder); 5- Sòng hông (Magrin plate); 6- Dải tôn dọc tâm đáy trên (Center strake); 7- Tôn đáy trên (Inner bottom plating); 8- Đà ngang tấm (Floor plate); 9- Dầm ngang đáy trên (Reverse frame); 10- Dầm ngang đáy dưới (Main frame); 11- Dải tôn giữa đáy (Keel); 12- Dải tôn A (A trake); 13- Tôn đáy (Bottom plating); 14- Dải tôn hông (Bilge strake); 15- Vây giảm lắc (Bilge keel); 16- Mã hông (Tank side bracket); 17- Tấm ốp (Gusset plate); 18- Tấm ốp góc (Gusset ange); 19- Sườn khoang (Hold frame); 20- Cột chống khoang (Hold pillar); 21- Tấm đệm/tấm kép (Double plate); 22- Ván lát sàn (Bottom ceiling); 23- Lỗ thông khí (Air hole); 24- Lỗ người chui (Manhole); 25- Lỗ thoát nước (Limber hole); 26- Nẹp đứng (Vertical stiffener); 27- Thanh gia cường đứng (Vertical bar); 28- Thanh chống (Strut); 29- Mã gia cường sòng chính (Center bracket); 30- Mã gia cường sòng chính (Bracket to margin plate); 31- Lỗ khoét giảm trọng lượng (Lightening hole).

Hệ thống kết cấu dọc được mô tả trên hình 3.11 sau:



Hình 3.11. Hệ thống kết cấu dọc đáy đôi tàu vận tải

Trong hệ thống dọc của đáy (longitudinally framed double bottom) trên hình 3.11 chúng ta làm quen với các chi tiết sau: 1- Sòng chính (Center girder); 2- Sòng phụ (Side girder); 3- Dầm dọc đáy dưới (Bottom longitudinal); 4- Dầm dọc đáy trên (Top longitudinal of double bottom); 5- Đà ngang đặc (Solid floor); 6- Dải tôn giữa đáy (Keel); 7- Dải tôn A (A trake); 8- Tôn đáy (Bottom plating); 9- Dải tôn hông (Bilge strake); 10- Tôn mạn (Side plating); 13- Tôn đáy trên (Inner bottom plating); 14- Mã hông (Tank side bracket); 15- Tấm ốp góc (Gusset ange); 16- Sườn khoang (Hold frame); 29- Sườn khoé (Web frame); 39- Mã hông (Water tight floor); 40- Mã gia cường dầm dọc đáy (Bracket to water tight floor); 42- Thanh chống (Strut); 43- Lỗ khoét cho đường hàn chui qua (Scallop or Serration); 45- Sòng hông nghiêng (Lightening hole); 46- Lỗ khoét người chui (Manhole); 49- Tấm đệm chân cột chống (Doubling).

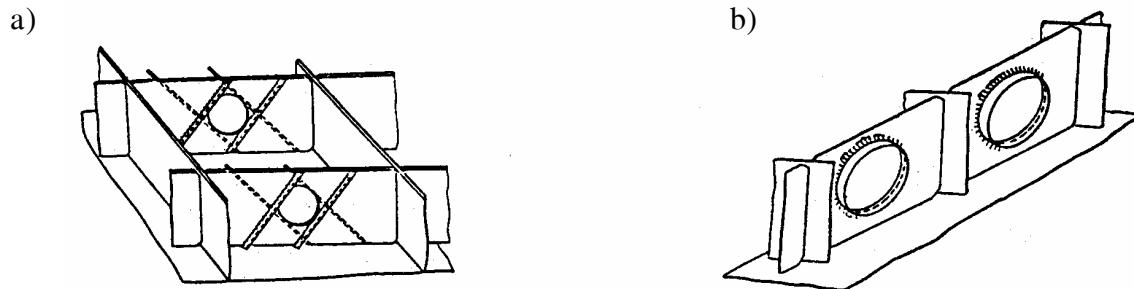
Chọn hệ thống kết cấu

Việc lựa chọn hệ thống kết cấu đáy thích hợp nhằm giảm thiểu trọng lượng vật tư chế tạo vỏ tàu đồng thời đảm bảo độ bền kết cấu. Chọn hệ thống kết cấu cho đáy tàu mang tầm quan trọng đặc biệt. Nhìn vào hệ thống kết cấu đáy người ta có thể đoán chắc tàu đang thiết kế mang màu sắc của hệ thống ngang hoặc dọc. Chọn lựa hệ thống kết cấu thích hợp trên cơ sở phân tích tải trọng tác động lên tàu trong trường hợp chung, trường hợp tải cục bộ và cả ảnh hưởng tải trọng động.

Đáy đôi trong hệ thống kết cấu ngang tàu vận tải áp dụng cho tàu kích thước đủ lớn. Thông lệ tàu dài vừa đến 40m không cần thiết bố trí đáy đôi. Tàu dài từ 45m đến 60m có đáy đôi trong khu vực buồng máy và trước buồng máy, đến vách chống va mũi. Tàu dài trên 60m nhất thiết có đáy đôi kéo từ vách đuôi đến vách mũi. Trên tàu kiểu này, không bố trí đáy đôi tại vùng mũi và lái.

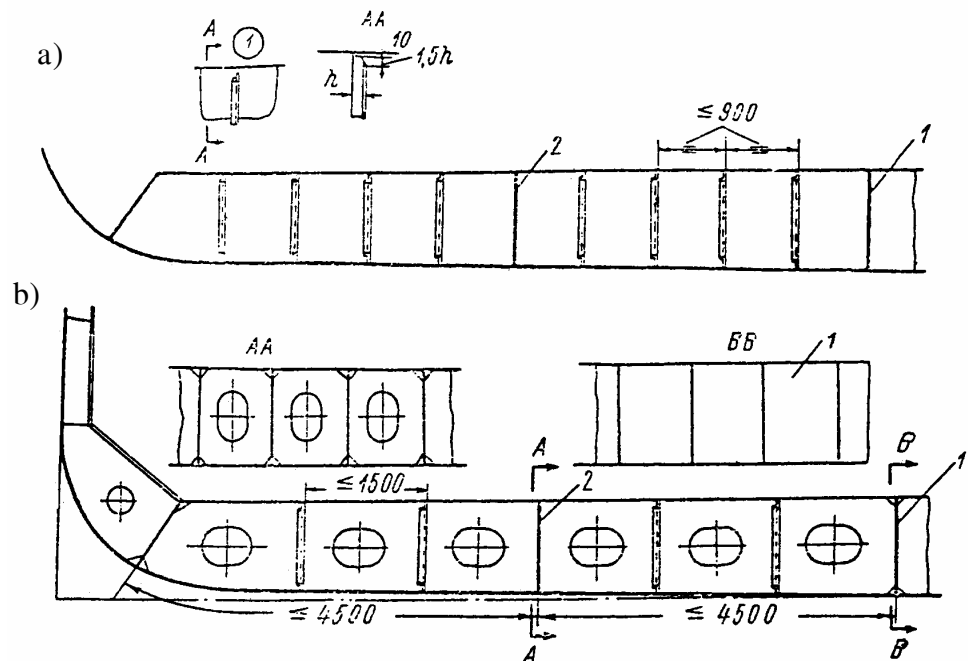
Ki đứng trong hệ thống này, chi tiết 3 hình 3.11, về nguyên tắc phải kín nước. Các lỗ khoét chỉ được thực hiện cho khu vực đầu và cuối tàu. Chiều cao các lỗ không quá 0,4 chiều cao ki đứng hoặc hiệu theo nghĩa chung, chiều cao đáy đôi. Chiều dài lỗ khoét, ví dụ lỗ hình ô-van không được phép quá nửa chiều dài khoảng sườn. Đà dọc đáy phải được bố trí trên các tàu có chiều rộng đủ lớn, tàu có chiều rộng B trên 10m, để khoảng cách giữa đà dọc với ki đứng hoặc giữa các đà dọc gần nhau không vượt quá giá trị sau: 3,0m - trong hệ thống ngang, các đà ngang đặc xen kẽ đà ngang hờ; 3,5m – trong hệ thống kết cấu ngang, đà ngang đặc đặt tại mỗi khoảng đà.

Khoảng cách giữa các đà dọc đang nêu bị thu nhỏ lại tại khu vực 0,25L tính từ mũi, tại đây giá trị đại lượng này không quá 2,2m, nhằm mục đích tăng cường độ bền trước tác động của các lực động lực. Khu vực gần vách ngang, cụ thể cách vách ngang một đến hai khoảng sườn, không nên khoét lỗ tại đà dọc. Trường hợp bắt buộc phải có lỗ khoét vì những lý do nhất định, mép các lỗ khoét phải được tăng cứng bằng nẹp, hình 3.12. Ở đây có hai biện pháp gia cường bồi thường, hoặc bằng gân chéo (hình 3.12a), hoặc bằng mép viền (hình 3.12b).



Hình 3.12. Gia cường bồi thường lỗ khoét: a) Gia cường bồi thường bằng gân chéo; b) Gia cường bồi thường bằng mép viền

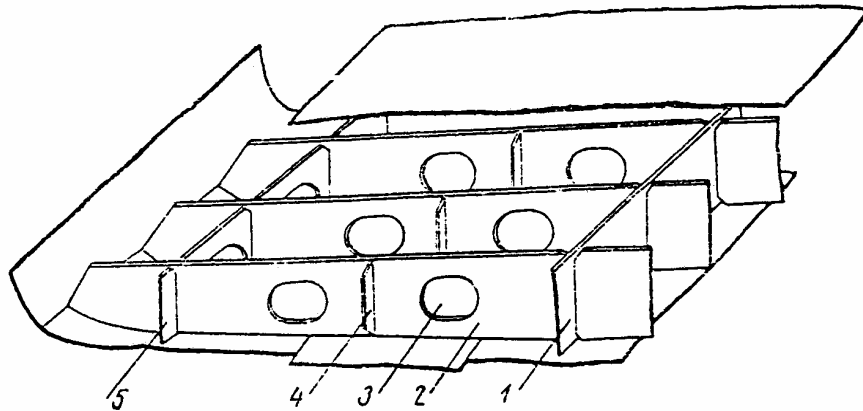
Trong tàu vận tải chúng ta có thể bố trí các kiểu đà ngang khác nhau. **Đà ngang kín nước (Water tight floor)** đặt dưới vách ngang kín nước. Bằng cách này đà kín nước chia không gian trong đáy đôi thành những khoang riêng biệt, kín khí và kín nước với nhau. Đà ngang kín nước bị đứt tại chỗ ki đứng đi qua, hàn với ki đứng bằng đường hàn liên tục, kín nước, hình 3.13a. **Đà ngang đặc (Solid floor)** được hàn vào ki theo cách hàn đà kín nước, hình 3.13b. Các ghi chú trên



Hình 3.13

hình 3.13 có ý nghĩa sau: 1 – sông chính đáy; 2- sông phụ đáy.

Hình ảnh đà ngang đặc liên kết với ki đứng 1 và với đà dọc đáy (sông phụ) 1 như đã miêu tả thể hiện tại minh họa, hình 3.14.

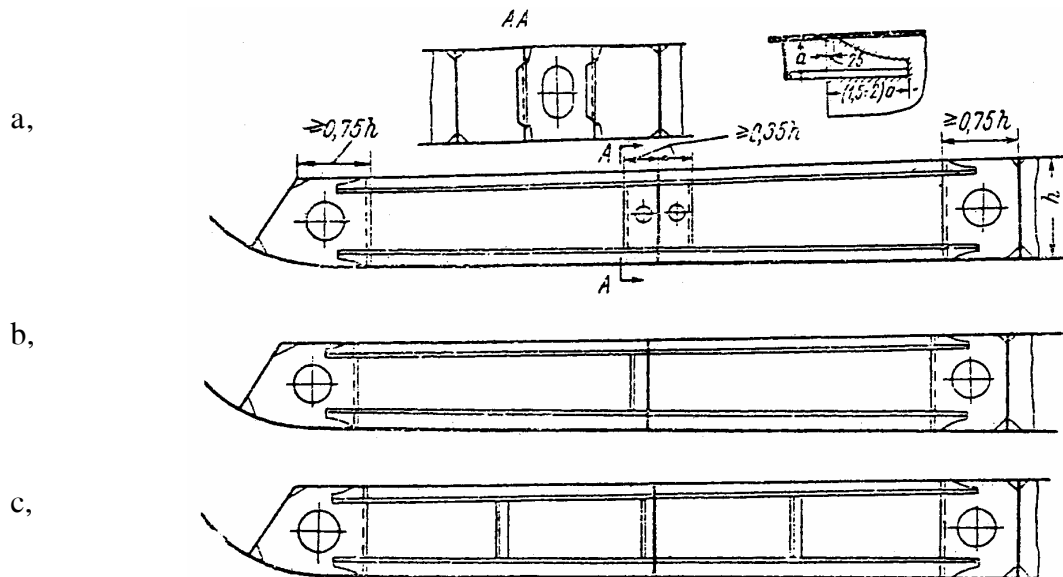


Hình 3.14. Hệ thống kết cấu ngang với các đà đặc

Các ghi chú trên hình 3.14 có ý nghĩa sau: 1 – sông chính đáy; 2- đà ngang đặc; 3- lỗ khoét; 4- nẹp đứng; 5- sông dọc.

Đà ngang hờ tồn tại hai kiểu kết cấu là *đà ngang hờ kiểu khoét lỗ (open floor)* và *đà ngang hờ kiểu gắn xương (bracket floor)*. Chi tiết 2 hình 3.10 mô tả đà ngang hờ kiểu gắn xương.

Đà hờ kiểu gắn xương có kết cấu gồm hai phần, phần trên dạng nẹp ngang bắt vào đáy trong và phần dưới vào đáy tàu. Hai phần trên dưới liên kết với nhau đảm bảo bền vững theo một trong các cách trình bày tại hình 3.15.



Hình 3.15. Đà ngang hờ kiểu gắn xương (bracket floor)

Đà ngang hờ có thể đặt cách quãng hoặc đặt liền nhau từ hai đến ba khoảng đà ngang trên tàu. Cần lưu ý thêm, nhiều tàu vận tải không bố trí đà hờ, xem hình 3.14. Trong mọi trường hợp, khi có mặt đà ngang hờ, các đà ngang đặc không cách nhau xa quá 3,2m, còn số đà ngang hờ bố trí liền nhau không quá 3. Điều sau đây mang tính bắt buộc: khu vực $0,25L$ tính từ trụ mũi chỉ bố trí đà ngang đặc trong kết cấu theo hệ thống ngang. Trong kết cấu theo hệ thống dọc đà hờ được đặt xen kẽ trong khu vực này.

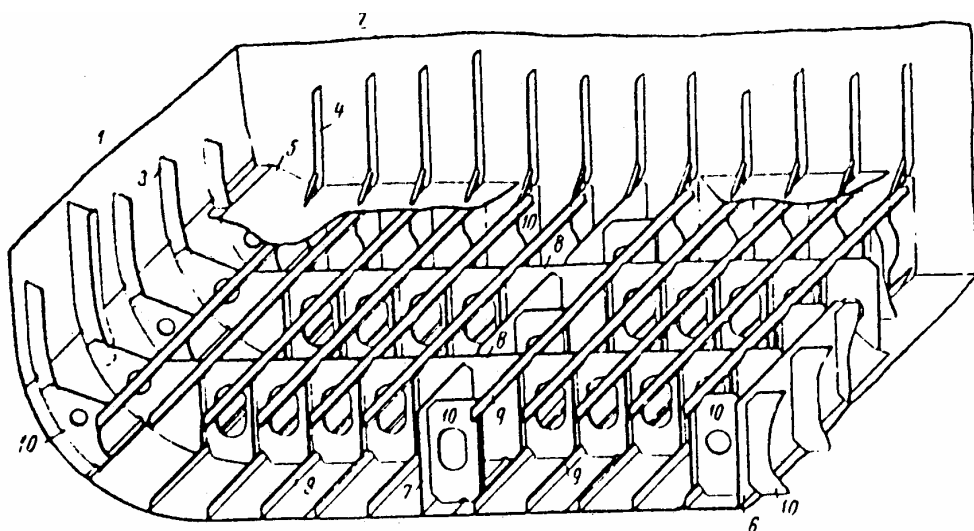
Trong khu vực buồng máy, đà ngang đặc nằm tại mỗi khoảng sườn.

Các khoang đáy đôi phải có lỗ thông hơi, đầu ống kéo lên trên boong trên cùng.

Đà không kín nước được phép khoét các lỗ nhằm giảm trọng lượng tàu và làm nơi qua lại, tuy nhiên chiều cao lỗ khoét không quá $\frac{1}{2}$ chiều cao đà. Giữa các lỗ khoét cần bố trí nẹp đứng đà ngang cách nhau không quá 1,5m. Khoảng cách nẹp đứng rút ngắn lại chỉ còn 0,9m tại đà ngang kín nước.

Đáy đôi trong hệ thống kết cấu dọc tàu vận tải áp dụng cho tàu dài hơn mức vừa nêu trên. Tàu có chiều rộng trên 12m ngoài ki đứng còn bố trí các đà dọc đáy nằm về hai phía mạn (side girder). Khoảng cách giữa ki và đà dọc, giữa hai đà dọc kề nhau, nếu có, không quá 4,5m. Tàu với B nhỏ hơn 12m không cần đặt đà dọc đáy ngoài khu vực buồng máy.

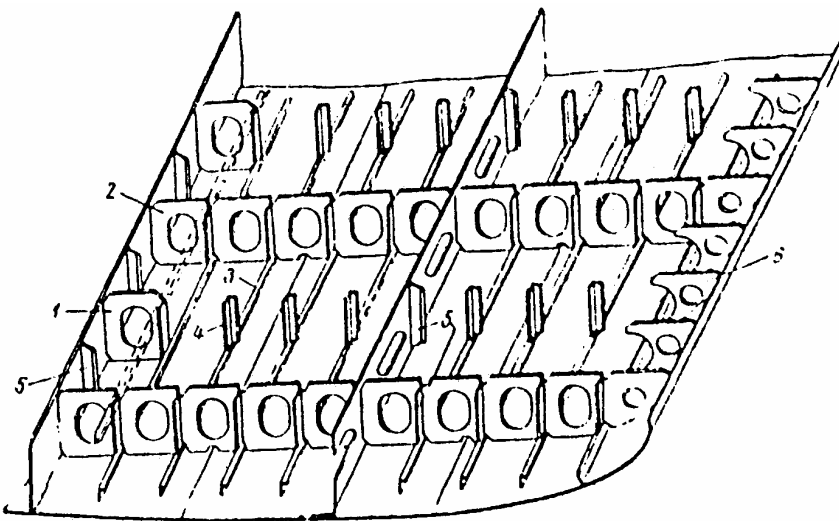
Khoảng cách giữa hai nẹp dọc đáy tàu dài cỡ từ 70m đến 180m chỉ từ 600 đến 950mm. Phải để ý đến điều mang tính nguyên tắc, nẹp dọc đáy ngoài và nẹp dọc đáy trong nằm cùng mặt phẳng với nẹp đứng đà ngang, hình 3.16.



Hình 3.16

Các ghi chú trên hình 3.16 có ý nghĩa sau: 1 – tôn mạn; 2- tôn vách ngang; 3- sườn; 4- nẹp đứng; 5- tôn đáy trong; 6- sóng chính; 7- sóng phụ đáy; 8- đà ngang đặc; 9- dầm dọc đáy; 10- mã gia cường.

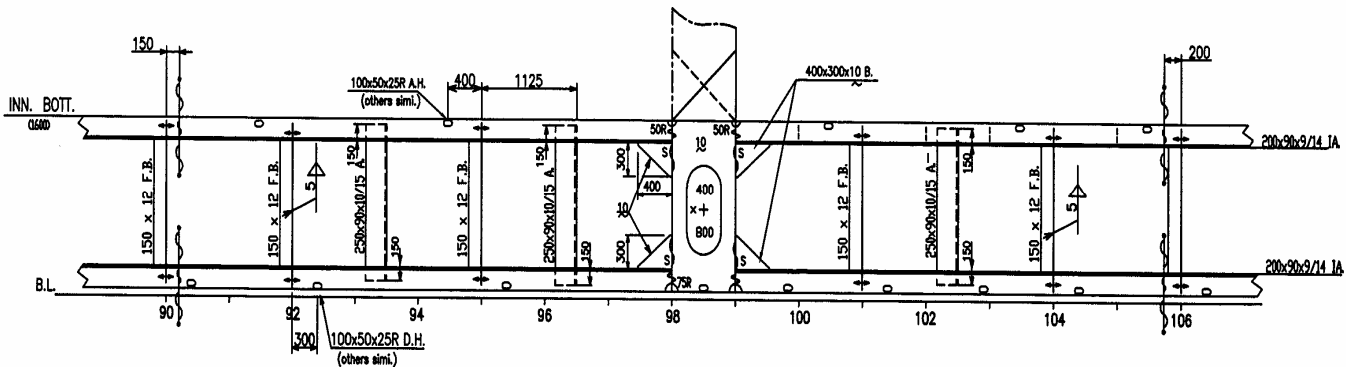
Giải pháp giảm kích thước nẹp dọc đáy đã áp dụng lên các tàu nhiều khi mang tính độc đáo. Giữa các đà ngang người ta bố trí các thanh (cọc) chống đơn giản, cao ngang mức đà bị khoét cho nẹp qua, đỡ nẹp chính giữa sải, hình 3.17



Hình 3.17

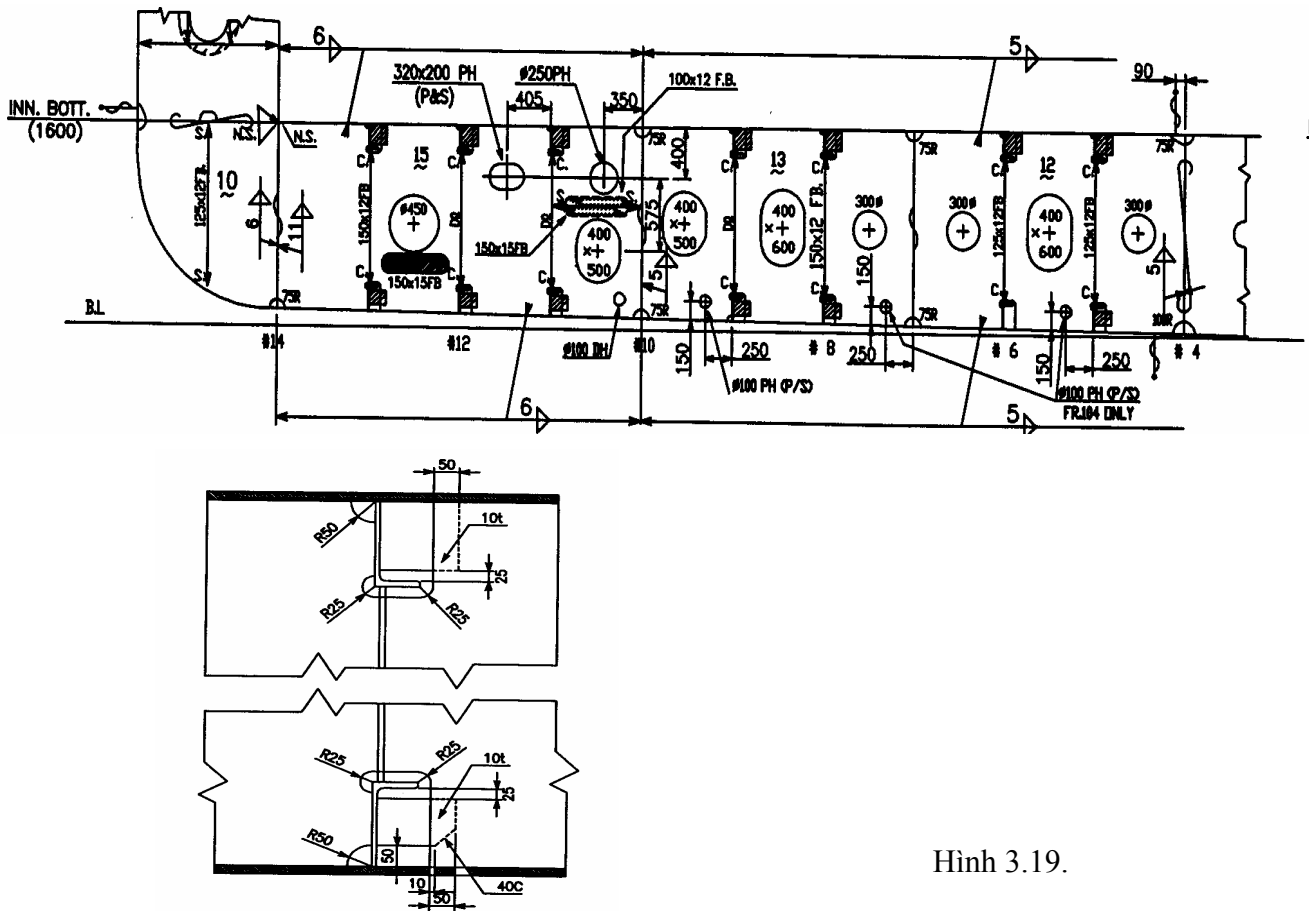
Các ghi chú trên hình 3.17 có ý nghĩa sau: 1 – mã gia cường ki đứng; 2- đà ngang đầy; 3-nẹp dọc đáy ngoài; 4- thanh chống đứng; 5- nẹp đứng gia cường sống đáy; 6- mã hông.

Nẹp dọc kết thúc tại đà kín nước, được hàn chặt với đà này bằng mã đứng, bắt đầu từ đáy, kết thúc tại mép trong tôn đáy trong, hình 3.18.



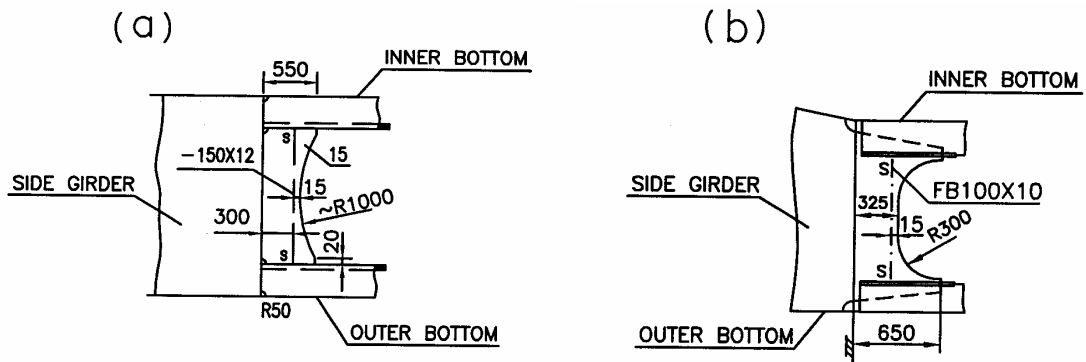
Hình 3.18

Những giải pháp kết cấu dùng cho các đà ngang trong hệ thống dọc được giới thiệu tiếp theo. Hình 3.19 trình bày đà ngang đặc tàu vận tải đi biển. Cần lưu ý đầy đủ nguyên tắc vừa nêu khi khoét các kiểu lỗ khoét trên đà đặc, chiều cao lỗ khoét người chui/ lỗ thông thương (manhole), lỗ khoét giảm trọng lượng (lightening hole), lỗ thoát khí (air hole), lỗ thoát nước (drain hole) phải nằm trong hạn định. Cách hàn các nẹp đứng đà kín nước đặt đúng vị trí mà nẹp dọc hai đáy đang đi qua.



Hình 3.19.

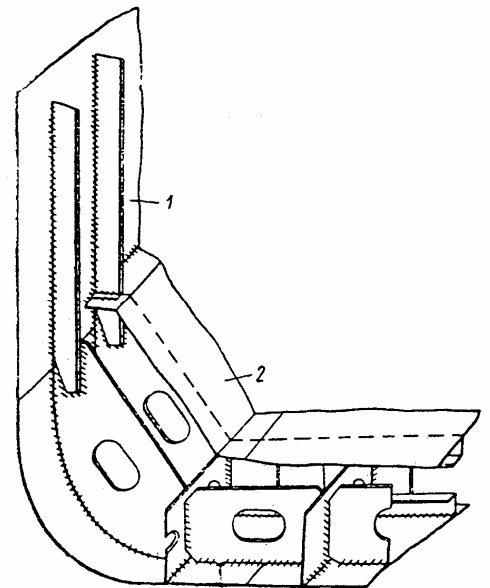
Kết cấu đà ngang đáy tàu chở hàng rời, trong hệ thống dọc, được giới thiệu tại hình 3.20.



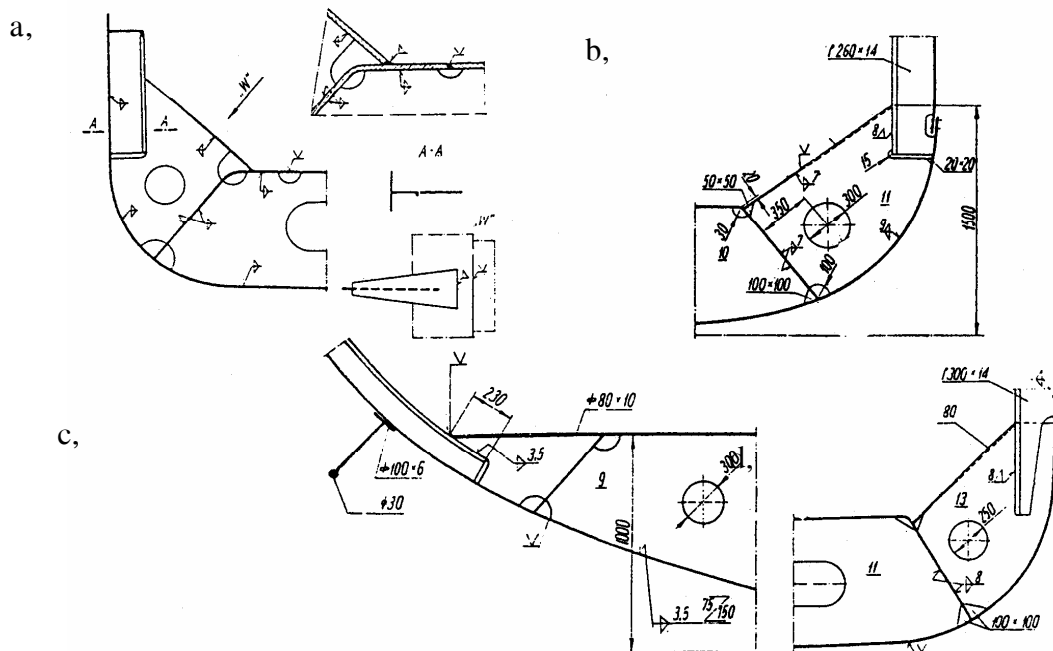
Hình 3.23

Chi tiết cần quan tâm khi thiết kế kết cấu đáy tàu vận tải là bố trí hợp lý mối nối tấm đáy trong với mạn tàu. Người ta thực hiện các cách nối dễ dàng về mặt công nghệ. Tấm đáy trong đặt bằng, kéo sát vào tấm mạn và hàn với tấm mạn là một trong những cách làm. Phương án tiếp theo, đáy trong không kéo sát mạn ngay mà kết thúc cách mạn khoảng cách nhất định. Tấm tôn liền kết tấm đáy với tấm mạn trở thành tấm vách nghiêng xuống (margin plate) hoặc nghiêng dốc lên (hopperside plate) làm cho mối liên kết trở nên mềm hơn (hình 3.24).

Nút kết cấu này khá đa dạng, một vài kiểu trong nhóm được trình bày tại các hình tiếp theo. Hình 3.26a trình bày cách thường dùng để liên kết tấm đáy trong với mạn, nhờ mã nằm tại hông. Hình 26b giới thiệu cách nối thứ hai, cũng thường dùng trên tàu vận tải. Hình 3.26c và 3.26d những phương án cùng cho một giải pháp.



Hình 2.24

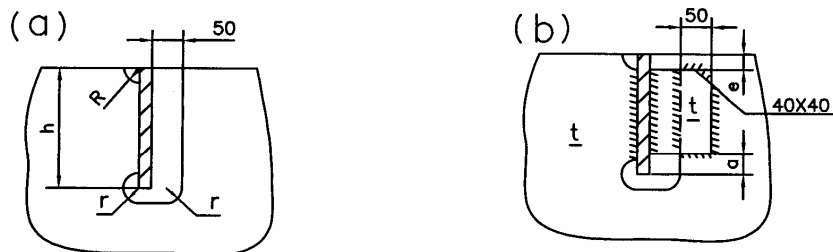


Hình 3.25. Nút kết cấu

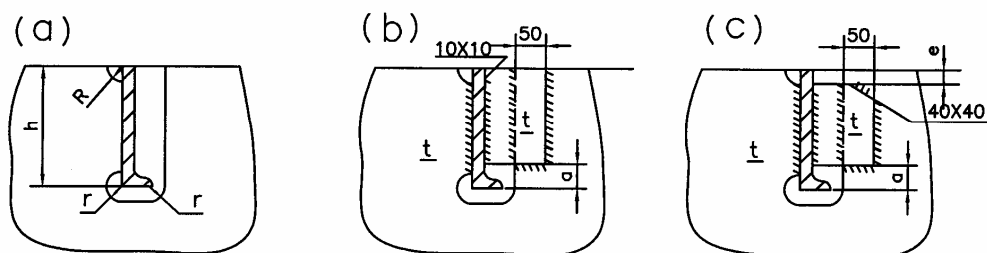
Như đã biết, nguyên tắc thiết kế kết cấu tàu là các dầm ngang khoét lỗ cho các dầm hướng chính chui qua, việc gia cường bồi thường lỗ khoét được thực hiện như chỉ dẫn dưới hình 3.26 sau.

NOTCHES AND COLLAR PLATE FOR STIFFENERS

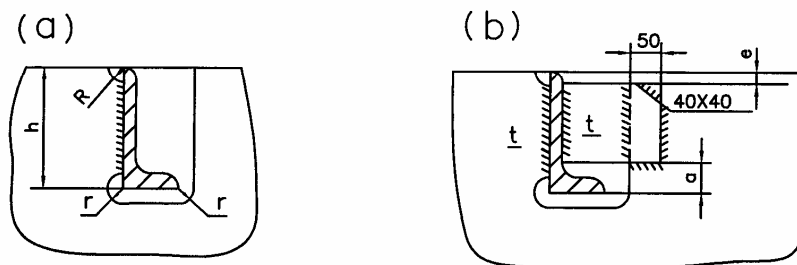
Q-8. FLAT BAR



Q-9. BULB PLATE



Q-10. ANGLE BAR



Q-11. T BAR

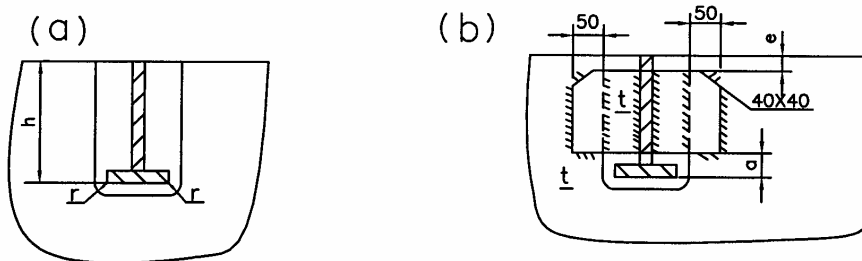
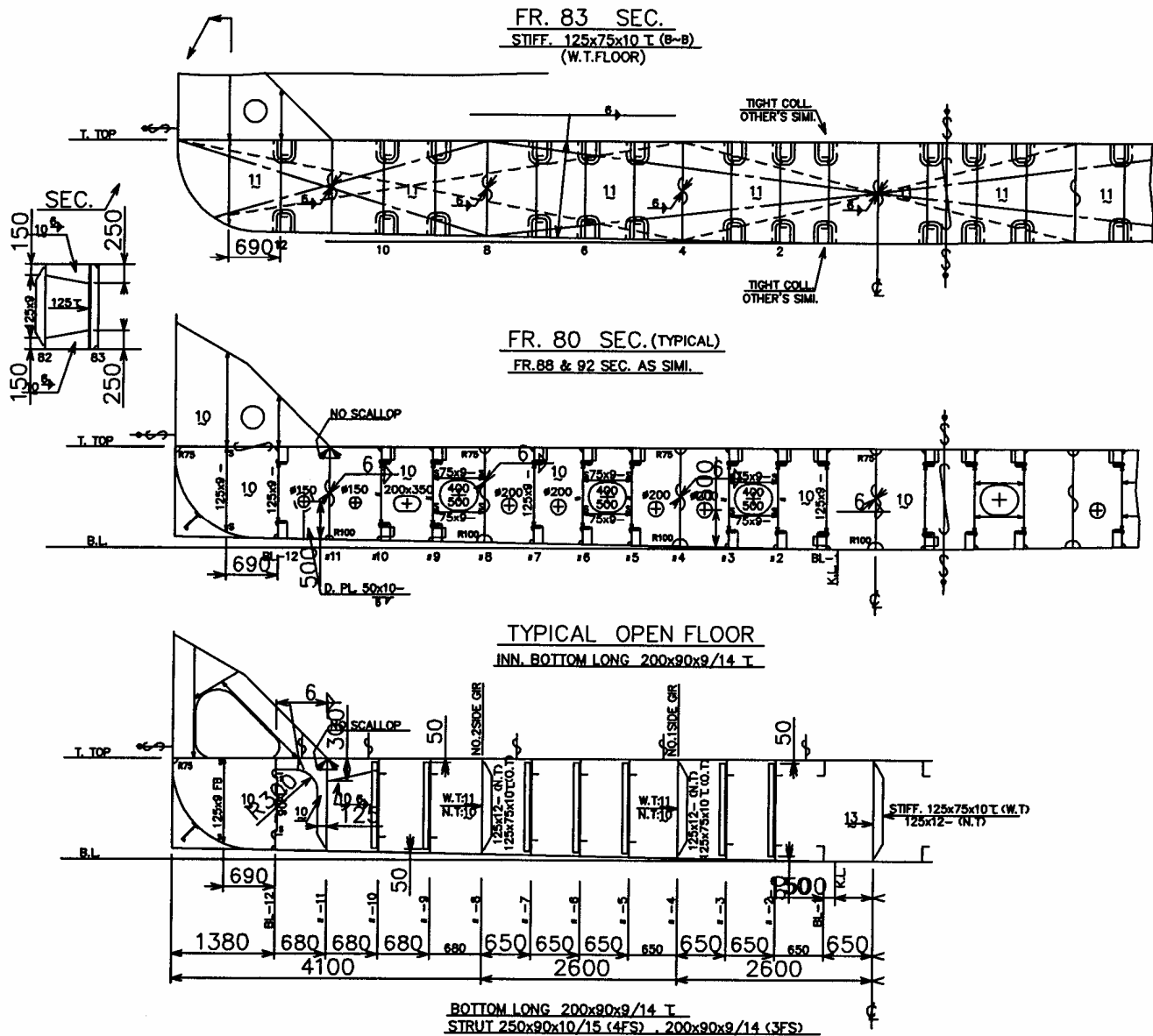


TABLE FOR Q-8 ~ Q-11

h	R	r	a	e
<100	0	15	0.2h	0
100 ≤ h < 150	25	25	0.2h	25
150 ≤ h < 250	35	25	0.2h	35
≥ 250	50	25	0.2h	50

Hình 3.26

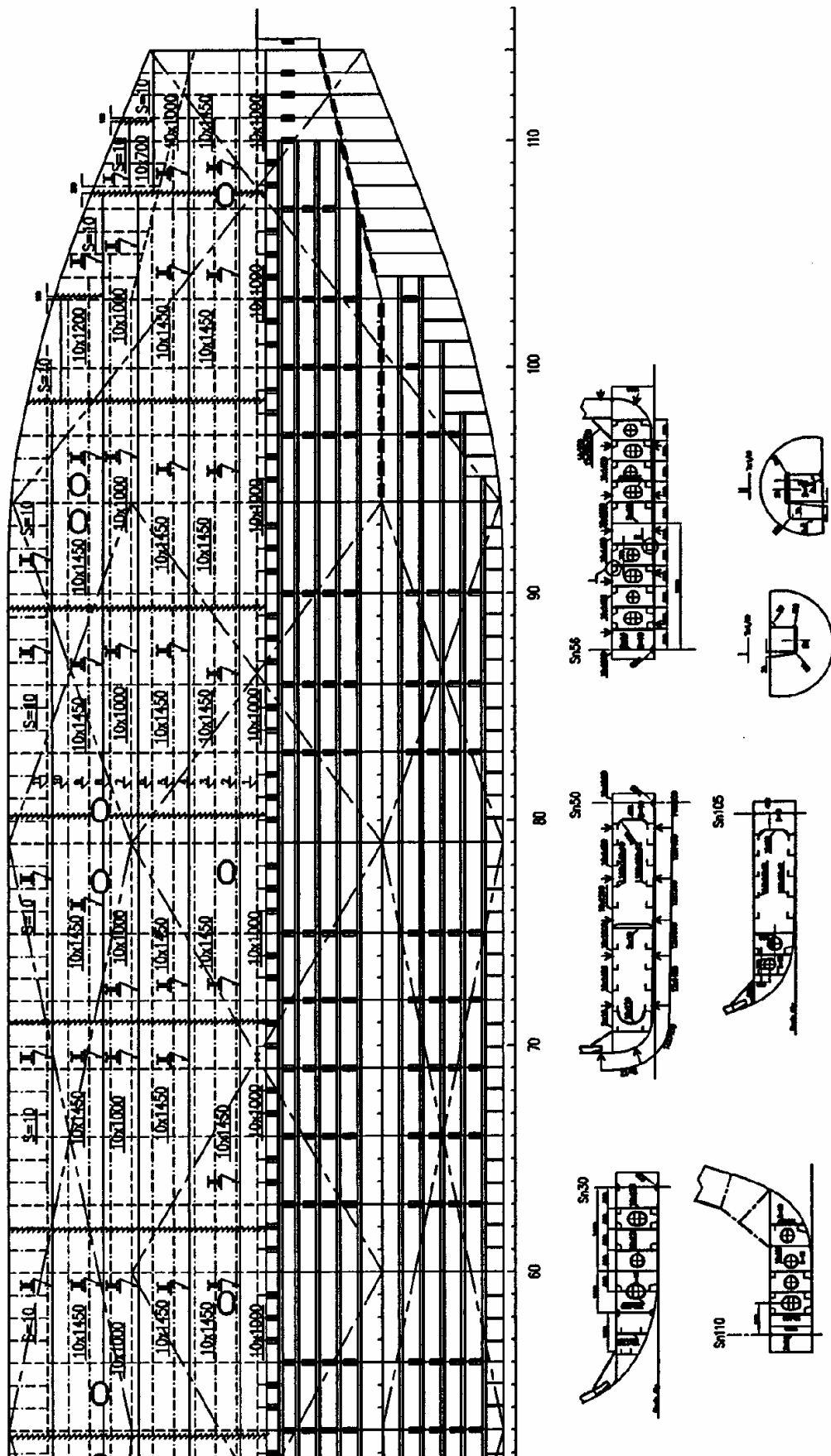
Hình 3.27 tiếp theo giới thiệu kết cấu đà ngang kín nước, đà ngang đặc và đà ngang hở bố trí trên tàu chở gỗ chạy biển 8.700 DWT. Kích thước ghi tại hình là những số có trong thực tế, giúp người đọc có thêm tài liệu tham khảo khi thiết kế những chi tiết kiểu này. Trên hình đã nêu đầy đủ yêu cầu về quy cách kích thước gia công các chi tiết, chiều dày tôn cũng như quy các mối hàn.



Hình 3.27. Kết cấu đà ngang tàu chở gỗ 8.700DWT

Kết cấu đáy đôi tàu vận tải như đã trình bày, gồm hệ thống đà dọc, các đà ngang vuông góc với đà dọc, các chi tiết liên kết kết cấu đáy với các kết cấu tiếp giáp. Phần ngoài khung xương này là tôn bao gồm tôn đáy, tôn đáy trong. Thể hiện trên hình chiều bằng kết cấu đáy đôi trong hệ thống kết cấu dọc tàu chở hàng khô 4.000DWT đóng năm 2005 có dạng như trình bày tại hình 3.28. Trên hình có thể thấy rõ tôn đáy trong cùng các mối hàn trình bày phía mạn trái, tính từ tâm dọc tàu, trên đó có thể nhận thấy vết biểu diễn các đường nối tôn. Vị trí đặt các nẹp dọc, đà ngang được vẽ chính xác trên cùng hình. Phía mạn phải có thể thấy rõ bố trí các dầm, phân khoang trong lòng đáy đôi. Tôn đáy được biểu diễn trên cùng hình.

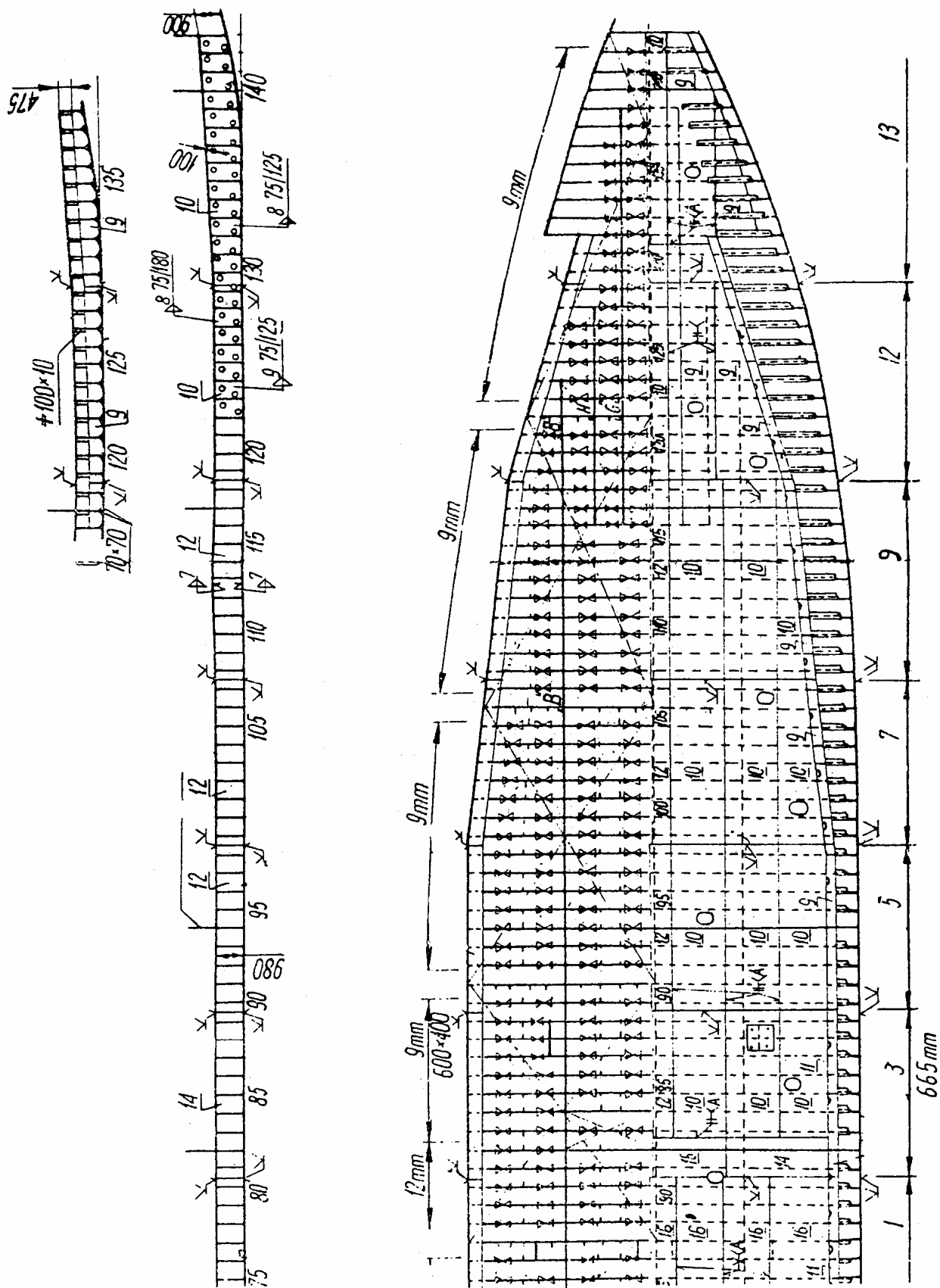
ĐÁY TRÊN



Hình 3.28. Kết cấu đáy đôi trong hệ thống dọc tàu hàng khô 4.000DWT

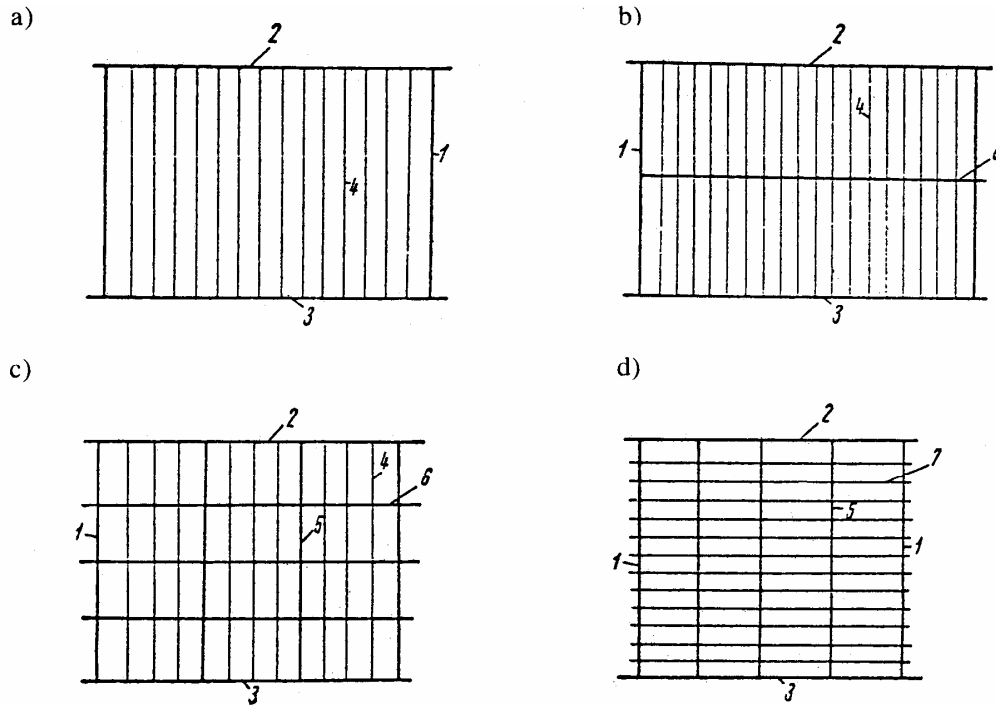
Technical drawing of a ship's hull cross-section, showing the hull form, internal structure, and dimensions. The drawing includes a side view of the hull with a depth of 665 mm and a width of 1600 mm. It shows the hull plating, internal stiffeners, and the arrangement of structural members. Dimensions are given in millimeters (mm) and centimeters (cm). The drawing is labeled with 'A' and 'B' at the bottom, indicating the cross-sections shown in the adjacent views.

115



3. Mạn tàu

Mạn tàu là dàn kết cấu thứ hai, sau dàn đáy cần được quan tâm đầy đủ lúc thiết kế. Dàn mạn chịu tác động đồng thời các lực pháp tuyến do nước ngoài mạn và hàng hóa trong tàu gây cùng ứng lực xuất hiện trong quá trình tàu bị uốn chung. Để gánh chịu được các việc nặng nề đó kết cấu dàn mạn mang đầy đủ đặc trưng kết cấu khung dàn tàu như khung dàn mạn làm chỗ tựa đủ độ tin cho lớp vỏ kín nước. Các mô hình tính toán cho dàn mạn tàu vận tải một boong, nhiều boong được trình bày cụ thể tại [8]. Kết cấu thực tế trên các tàu vận tải có thể tổng kết như hình 3.30 sau.



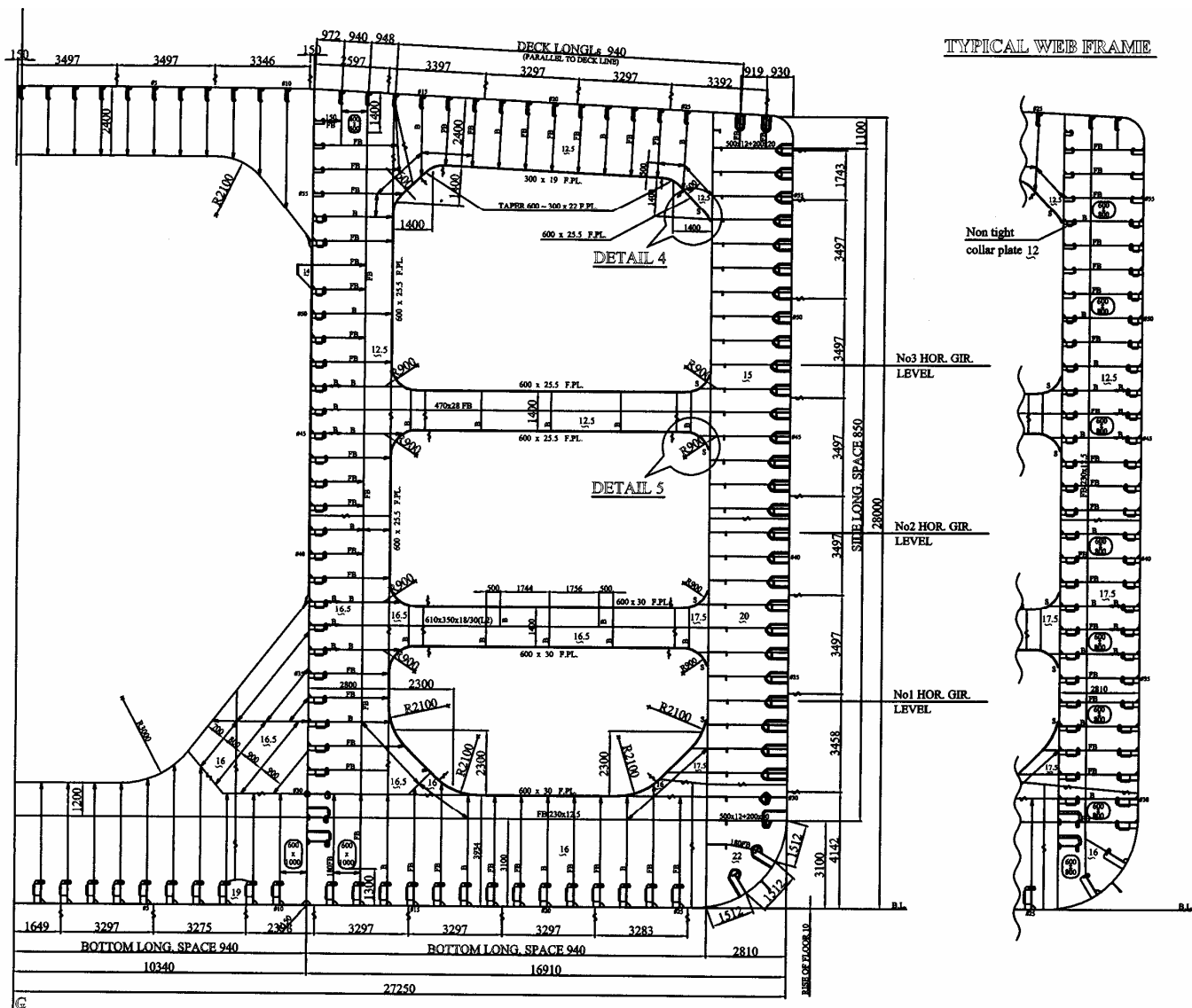
Hình 3.30. Sơ đồ bố trí dàn mạn

Trên hình 3.30 các ghi chú mang ý nghĩa: 1- vách ngang (tranverse bulkhead), 2 – boong (deck), 3 – đáy tàu (bottom), 4 – sườn thường (side frame), 5 – sườn khoê (web), 6 – dầm dọc mạn (side stringer), 7 – nẹp dọc mạn (side longitudinal).

Tàu vận tải đi biển, chở hàng khô thuộc nhóm mang tên gọi chung general cargo ships có dàn mạn hầu như tổ chức trong hệ thống kết cấu ngang, hình 3.30a và 3.30b. Một số tàu có chiều dài đáng kể dàn mạn mới chuyển sang hệ thống dọc. Hệ thống kết cấu ngang dành cho dàn mạn tàu vận tải không phụ thuộc vào hệ thống kết cấu chung toàn tàu, hiểu theo nghĩa, hệ thống kết cấu của dàn đáy và boong cao có thể theo hệ thống dọc. Như đã đề cập tại chương hai, rất nhiều tàu tổ chức theo hệ thống kết cấu hỗn hợp ngang – dọc, trong đó đáy và boong theo hệ thống dọc còn mạn theo hệ thống ngang. Hệ thống ngang áp dụng vào đây có ý nghĩa thực tế và làm giảm vật liệu chế tạo tàu. Dàn mạn thông lệ được xét có biên tại các vách ngang tàu (1), tính theo chiều dọc và bị chặn tại đáy tàu phía dưới (3), các boong phía trên (2), hình 3.30. Trên tất cả các tàu vận tải, khoảng cách giữa đáy và boong bao giờ cũng nhỏ hơn khoảng cách giữa hai vách ngang. Nhìn qua cấu hình này có thể thấy ngay rằng bố trí cơ cấu cứng theo chiều ngắn hơn của dàn với số lượng thích đáng làm tăng khả năng đảm bảo độ bền cục bộ của kết cấu, hình 30a. Chính vì vậy người ta chọn hệ thống ngang cho mạn tàu vận tải nhằm tăng tính ưu việt vừa nêu. Trong thực tế chiều dài giữa hai vách ngang lớn hơn hai lần chiều cao dàn mạn đang nêu, cách sắp xếp sườn thích hợp nhất là chỉ bố trí một kiểu sườn kích thước đủ đảm bảo cứng vững. Ý nghĩa của cách đặt vấn đề tại đây là trên tàu vận tải thông dụng, kết cấu mạn tàu trong khu vực các khoang hàng chỉ bố trí sườn thường, không bố trí sườn khoê nhằm đảm bảo không chỉ độ bền mà cả dung tích hữu ích chứa hàng.

Trường hợp chiều dài giữa hai vách kề nhau, hạn chế tầm mạn và chiều cao từ đáy đến boong gần bằng nhau, nhất thiết thay đổi cơ cấu tổ chức, phải tiến hành làm sống dọc mạn và các sườn khỏe đủ sức chịu đựng tác động bên ngoài, hình 3.30c. Cần thiết phải nêu rõ, tàu chở hàng khô rất cần dung tích hầm hàng đủ lớn do vậy phải cân nhắc kỹ vấn đề đưa sườn khỏe (web) và sống dọc mạn (side stringer) vào các khoang hàng.

Về mặt công nghệ, chế tạo dàn mạn tổ chức theo hệ thống ngang dễ hơn nhiều nếu so với cơ cấu hệ thống dọc. Các chi tiết nổi trong hệ thống này, ví dụ mã nổi sườn – xà ngang, chân sườn – đáy vv... không phải là số đông, các lỗ khoét cho cơ cấu khác chiều đi qua cũng không nhiều trong hệ thống này và như vậy công bỏ ra cho công việc này không lớn. Ý nghĩa của vấn đề còn ở chỗ, cơ cấu này chịu lực cắt tàu tốt hơn nếu so với kết cấu theo hệ thống dọc.



Hình 3.31. Hệ thống kết cấu dọc tàu dầu

Chiều dày tôn mạn cần tính toán theo các khía cạnh không chỉ đảm bảo độ bền cục bộ mà còn đủ khả năng tránh mất ổn định tấm khi bị uốn chung và bị cắt. Bán kính góc lượn tấm hông cùng chiều dày tấm hông ảnh hưởng đến khả năng tránh mất ổn định của tấm nằm xa trục trung hòa này. Điều dễ nhận biết tấm hông tàu được tăng nếu so với các tấm lân cận trong thiết kế kết cấu. Bằng cách diễn giải tương tự, tấm tôn tuy thuộc về kết cấu mạn song xa trục trung hòa, nối tiếp mép boong cần được quan tâm

đúng mức trên mặt bèn và ổn định. Ứng suất nén trong tấm này, gọi là tấm mép mạn (sheerstrake) lớn gần bằng giá trị ứng suất nén tấm boong lúc tàu bị gập trên nước. Dưới tác động ứng suất nén đang đề cập và ứng suất cắt từ phía lực cắt, tấm dễ chuyển sang trạng thái mất ổn định. Vì lẽ đó trong các kết cấu thực tế tấm mép mạn dày hơn tấm lân cận có khi đến 25%. Những ví dụ nêu tại chương hai đã nhắc đến những con số đáng để ý.

Hệ thống kết cấu dọc dàn mạn áp dụng cho tàu chở dầu từ trước đến nay. Hệ thống dọc của dàn mạn dùng phổ biến trên tàu hàng rời và tàu chở quặng. Trên các tàu kích thước lớn, chiều cao đo từ đáy đến boong của tàu một boong như tàu dầu, tàu hàng rời, thường rất lớn, khoảng cách tính từ trục trung hòa đến các tấm tôn nằm gần phía đáy và phía boong sẽ lớn. Điều có thể thấy ngay, cần thiết bố trí đủ nẹp dọc mạn nhằm tăng cường khả năng tránh mất ổn định tấm.

Kết cấu khá lạ mắt của tàu chở dầu cỡ lớn kiểu cũ “M/T Apollo” tại hình 3.31 trình bày chi tiết chiều dày tôn, khoảng các các nẹp dọc mạn, cơ cấu tăng cứng, chống xoắn vv... như một ví dụ minh họa cho kiểu kết cấu này. Cũng trên bản vẽ bạn đọc có dịp so sánh các giải pháp tránh tập trung ứng suất tại các mối nối cơ cấu làm cứng với chi tiết tiếp giáp.

Xác định khoảng cách sườn (khoảng sườn) phải dựa trên yêu cầu thiết yếu của kết cấu tàu : đảm bảo độ bền, độ ổn định và dễ thi công, chế tạo. Thông lệ có thể coi khoảng sườn là ẩn số của bài toán thiết kế tối ưu mà mục tiêu đặt ra không gì hơn là vật liệu để chế tạo tàu theo cách chọn đang đưa ra phải ít nhất, công nghệ chế tạo dễ nhất, giá thành phải thấp nhất và nhiều điều “nhất” nữa. Khoảng sườn đang nêu không chỉ dùng cho đúng “sườn” mà còn là khoảng cách chuẩn cho các xà ngang boong, đà ngang đáy. Có thể nêu những ý như sau khi tính chọn khoảng sườn, tất nhiên khoảng cách đó cũng là “khoảng cách đà”, “khoảng cách xà ngang boong”, rằng khoảng sườn ngắn, kích thước làm sườn không lớn, vật tư cần thiết cho một sườn không nhiều song số lượng sườn cho toàn tàu sẽ lớn. Điều này dẫn đến công lao động cho làm sườn chắc chắn tăng. Nếu khoảng sườn dài, số lượng sườn trên tàu giảm song kích thước mỗi sườn phải tăng, chiều dày tôn bao phải tăng và kéo theo trọng lượng tàu tăng. Trong thiết kế thực tế khi điều kiện tính tối ưu xác định khoảng sườn chưa có điều kiện thực hiện có thể tham khảo tài liệu chuẩn bị sẵn sau đây, bảng 1.

Quay lại hình 3.30 có thể thấy thêm, trong hệ thống chuẩn dùng trong khu vực hầm hàng tàu vận tải chỉ có các sườn thường được bố trí nhằm đảm bảo điều kiện khai thác dễ dàng, dung tích hầm hàng đủ lớn. Trường hợp chiều cao giữa đáy và boong lớn, cần thiết đặt sống dọc mạn, thường nằm giữa khoảng cách đó, hình 3.30b. Phương án tiếp theo không chỉ bố trí một sống dọc như vừa nêu, nhằm tăng độ bền phải đặt sườn khỏe và các sống dọc mạn bổ sung. Điều này có ý nghĩa với các tàu hoạt động vùng cực khi phải đối đầu với băng. Buồng máy tàu vận tải thông lệ tổ chức theo hướng trình bày tại hình 3.30c. Thông lệ sườn khỏe, và kéo theo đó xà ngang boong khỏe, đặt cứ ba hoặc bốn khoảng sườn. Hình 3.30c trình bày phương án, sườn khỏe đặt cứ bốn khoảng sườn.

Bảng 1

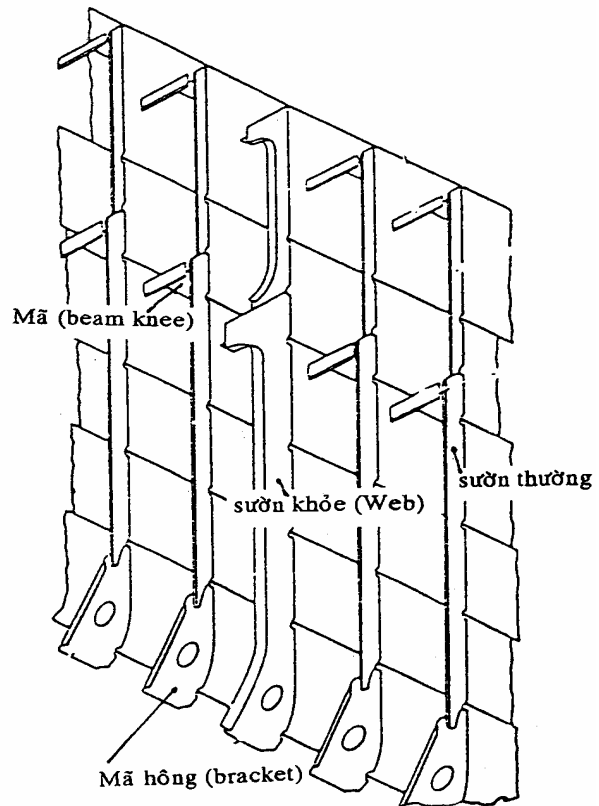
Khoảng sườn s, (mm)	Chiều dài tàu L_{pp} , (m)	Vùng sử dụng
500, 560	< 40	Toàn tàu
630	$40 < L_{pp} < 75$	Toàn tàu
	$L_{pp} > 75$	Vùng mũi (0,05L)
710	$40 < L_{pp} < 120$	Phần giữa tàu
	$L_{pp} > 120$	Phần mũi
750	$90 < L_{pp} < 140$	Phần giữa
	$110 < L_{pp} < 220$	Phần giữa
	$L_{pp} > 220$	Phần giữa

Kết cấu dàn mạn tàu dầu thường theo mô hình tại 3.30d, sườn khoé trong khoang hàng không quá ba hoặc bốn.

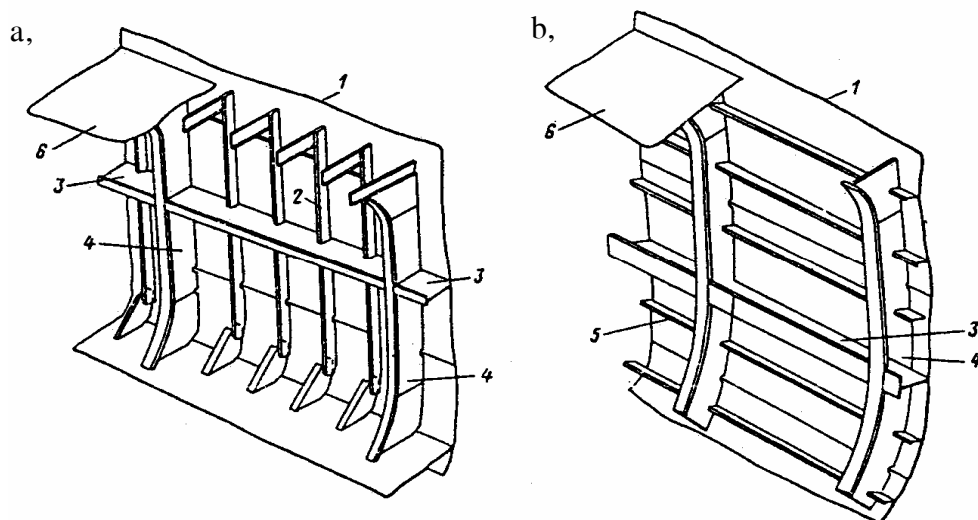
Một vài tên gọi liên quan đến chi tiết dàn mạn được nhắc lại dưới đây. Kết cấu thẳng đứng tăng cứng tấm mạn gọi là sườn (frame), nối sườn với xà ngang boong đặt trong cùng mặt ngang mang tên gọi mã (tiếng Anh gọi là chỗ gấp tại đầu gối, knee), mã nối chân sườn với đáy các nước đều dùng từ bracket để chỉ. Sườn khoé trong tàu có cách gọi bằng tiếng Anh là Web, từ ấy ngày nay trở thành từ thông dụng “tràng chủ” trong thời đại InterNet (hình 3.32)

Hình ảnh đặc trưng cho kết cấu dàn mạn được miêu tả bằng hình vẽ trong không gian có dạng như tại hình 3.33, trong đó 3.33a miêu tả hệ thống ngang của dàn mạn trong khu vực buồng máy tàu vận tải, hình 3.33b miêu tả bố trí nẹp dọc và sườn khoé hệ thống kết dọc.

Các ghi chú trên hình 3.33 có ý nghĩa: 1- tôn mạn (side plating); 2- sườn khoang (hold frame); 3- sống dọc mạn (side stringer); 4- sườn khoé (web frame); 5- dầm dọc mạn (side longitudinal); 6- tôn boong (deck plating).

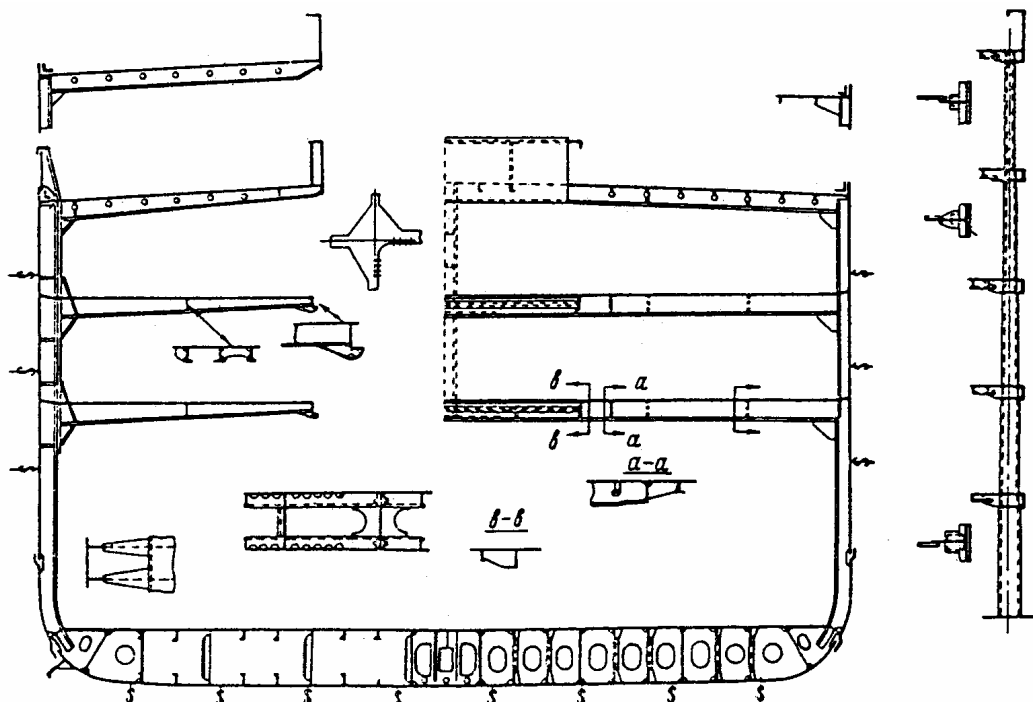


Hình 3.32



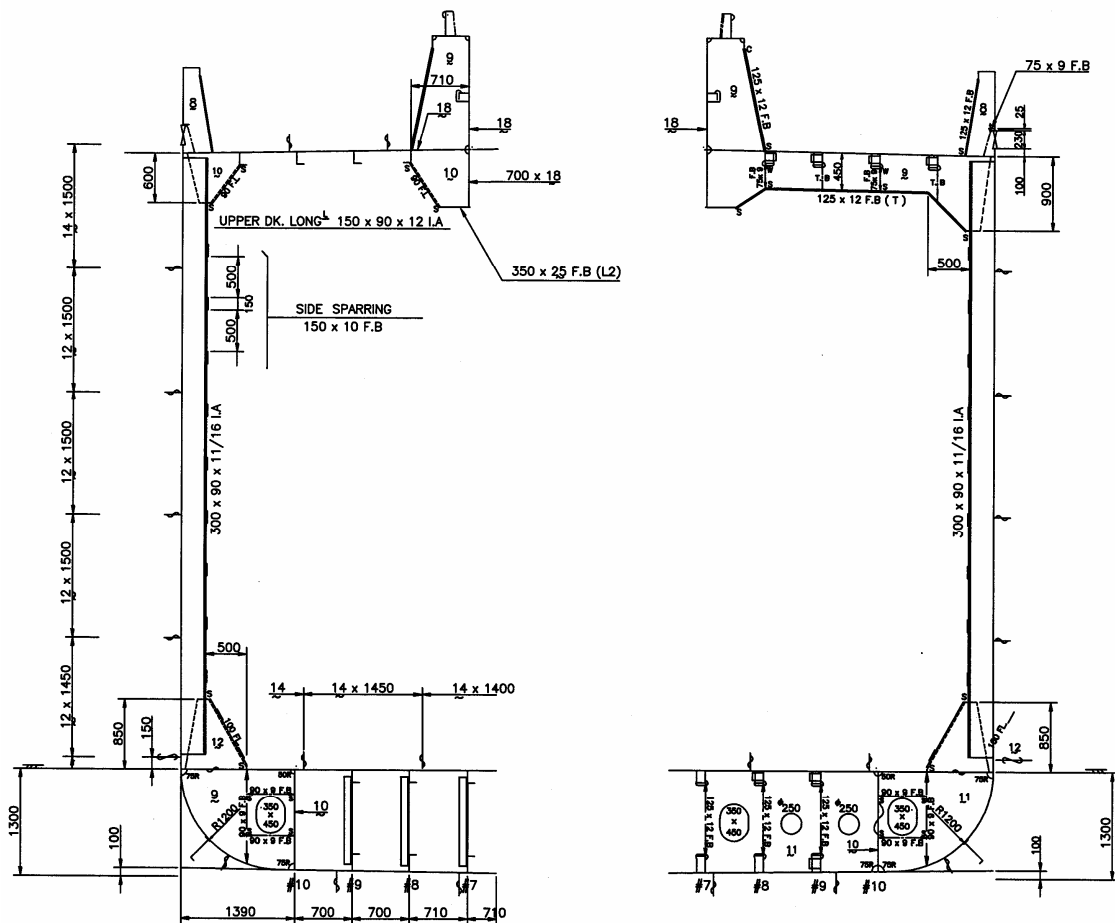
Hình 3.33

Hình 3.34 giới thiệu kết cấu trên tàu hàng ba boong, chế tạo từ những năm giữa thế kỷ XX, làm tài liệu tham khảo. Đáy tàu tổ chức theo hệ thống dọc song dàn mạn theo hệ thống ngang. Kích thước sườn thay đổi theo phương thức đảm bảo độ bền nhưng phải tiết kiệm vật liệu trong điều kiện có thể.



Hình 3.34

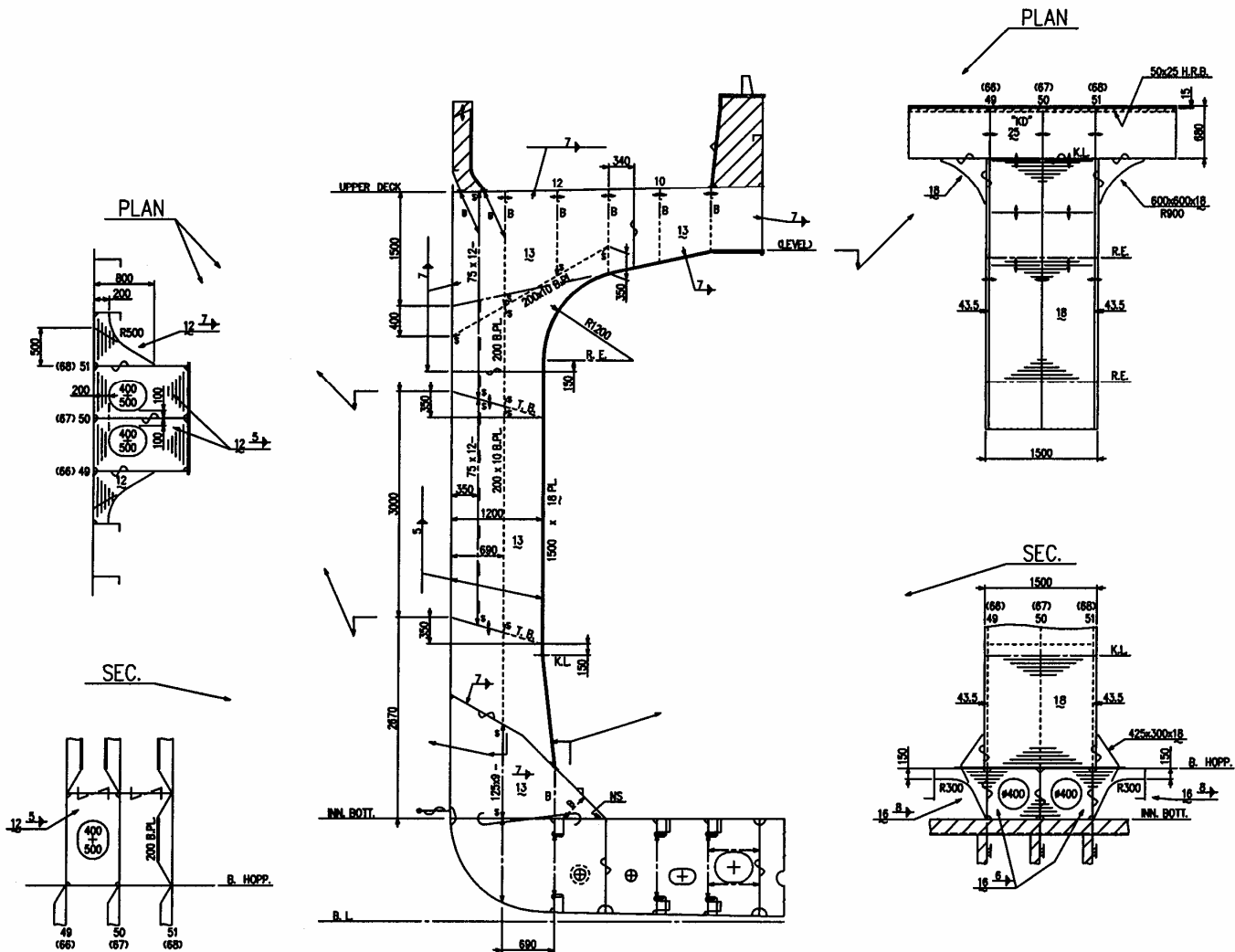
Hình 3.35 trình bày chi tiết cơ cấu sườn hầm hàng, các mã nổi và cách hàn chúng với boong và đáy.



Hình 3.35

Trên hình 3.35, mô tả mối nối chân sườn với sàn đáy trên bằng mã đề, mã liên kết đầu trên sườn được kéo tới dầm dọc boong gần nhất, hình bên trái, còn hình bên phải mô tả liên kết đầu trên sườn với xà ngang khỏe. Quy cách của mã liên kết được mô tả chi tiết trên hình.

Ví dụ về kết cấu sườn khỏe nêu tại hình 3.36, quan sát trên hình vẽ, ta thấy sườn khỏe, xà ngang boong khỏe được kết cấu dạng hộp tiết diện 1500x1200mm, đây là một dạng kết cấu khung sườn điển hình hiện nay. Dạng kết cấu này đã được áp dụng khá phổ biến trên các tàu hàng khô chạy biển mà seri tàu 6500DWT, seri tàu 8700DWT đóng tại các nhà máy đóng tàu ở Việt Nam trong những năm gần đây là một ví dụ minh họa điển hình.

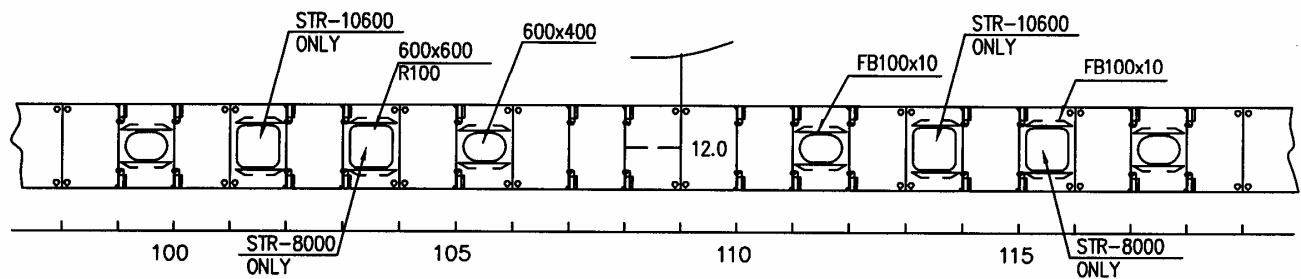


Hình 3.36

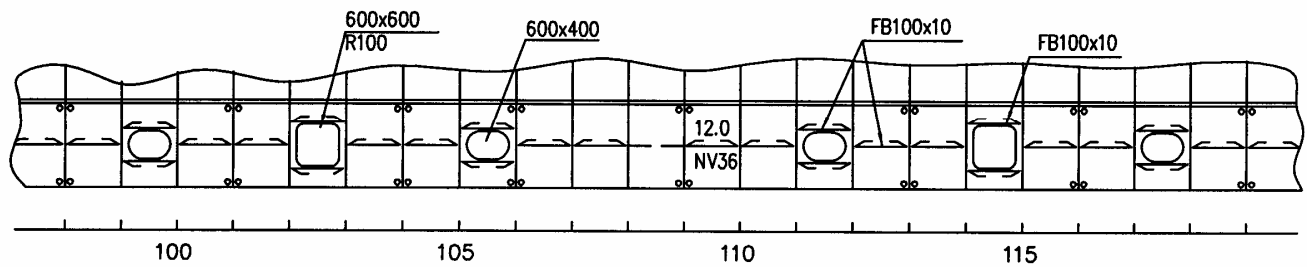
Tàu hàng rời trong một số trường hợp có mạn theo hệ thống kết cấu ngang. Một trong những ví dụ tàu nhóm này đã được nêu trên hình 2.35, ở đây ta thấy mạn kết cấu dạng mạn kép, mạn trong và mạn ngoài đều kết cấu theo hệ thống ngang, được tăng cứng nhờ sống dọc mạn. Đây cũng là một dạng kết cấu mạn điển hình của dòng tàu này hiện nay với kết cấu “vỏ kép” nhằm đáp ứng những yêu cầu ngặt nghèo ngày nay của IMO.

Trên cùng hình này chúng ta còn thấy một số chi tiết tuy không hoàn toàn nằm tại mạn song mối liên hệ giữa chúng và mạn là không thể bỏ qua được. Hình 3.37 tiếp sau giới thiệu mặt cắt E-E; F-F và G-G trên hình 2.35 kê trên mô tả những kết cấu này.

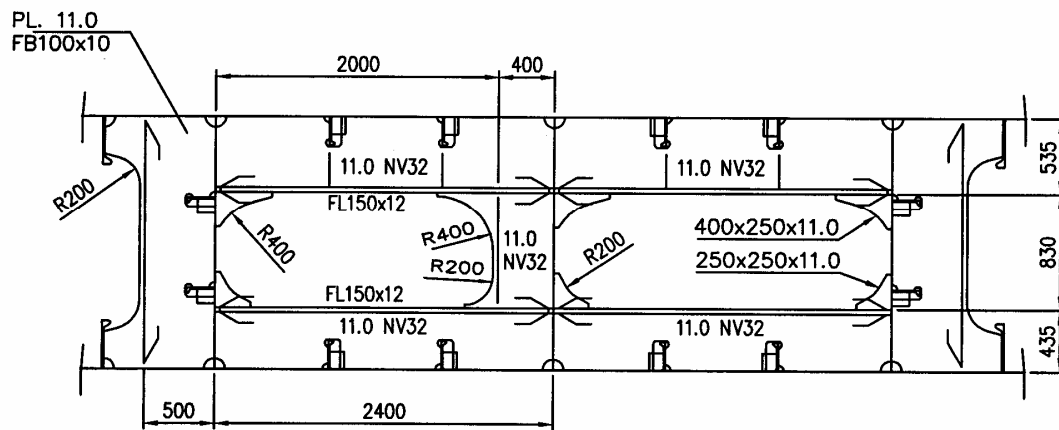
SECTION E-E
STRINGER 5550 ABOVE BL



SECTION F-F
STRINGER 8000/10600 ABOVE BL

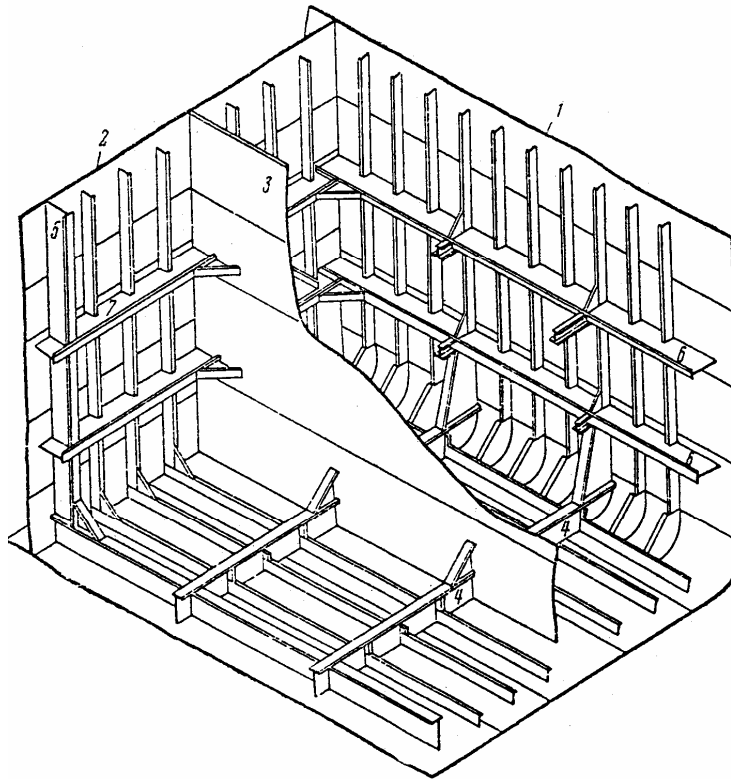


SECTION G-G
STRINGER 13500 ABOVE BL



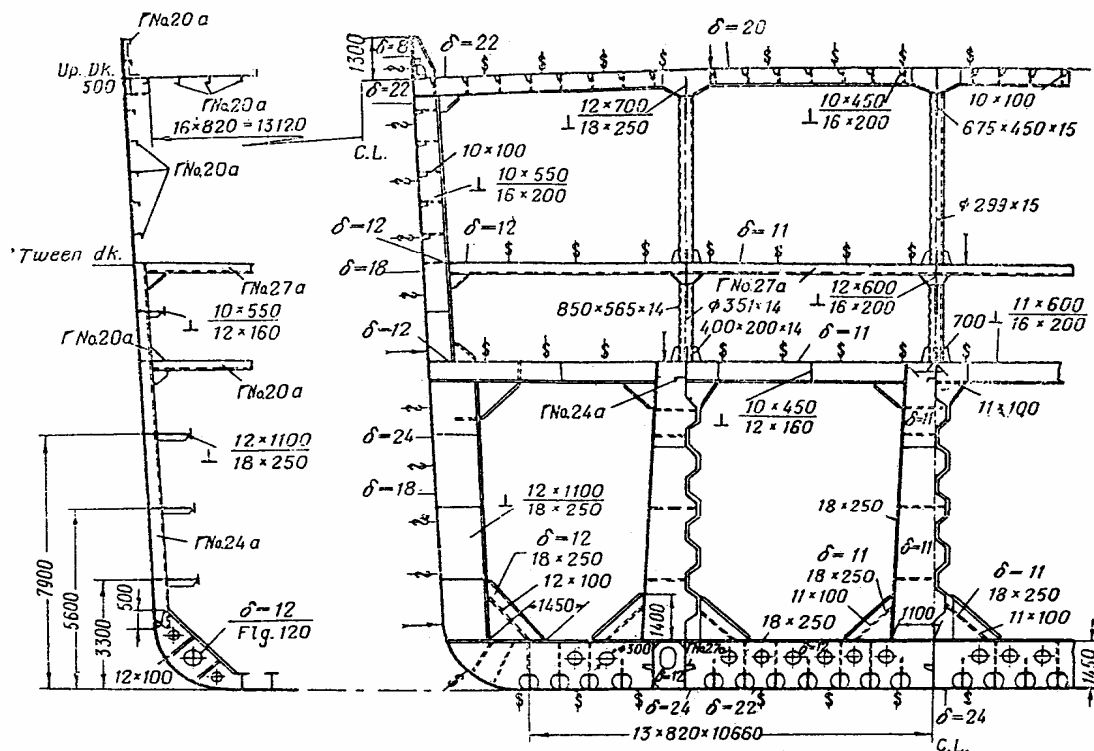
Hình 2.37

Kết cấu dàn theo hệ thống ngang tăng cường thêm sống dọc mạn được nhắc lại trên hình phối cảnh 3.38, trong đó chỉ rõ tám mạn 1 được các sườn thường cùng sống dọc mạn 6 đỡ. Đà ngang cùng kết cấu khò của sườn chỉ kéo đến sống dọc song tạo thành khung khò cho tàu. Vách dọc tàu 3 như đã nhắc tại chương hai luôn là thành phần quan trọng trong độ bền chung. Điểm có thể để ý, vách ngang 2 có kết cấu cứng vững rất giống dàn mạn. Những vấn đề liên quan vách sẽ xem xét tại phần sau cùng tài liệu.



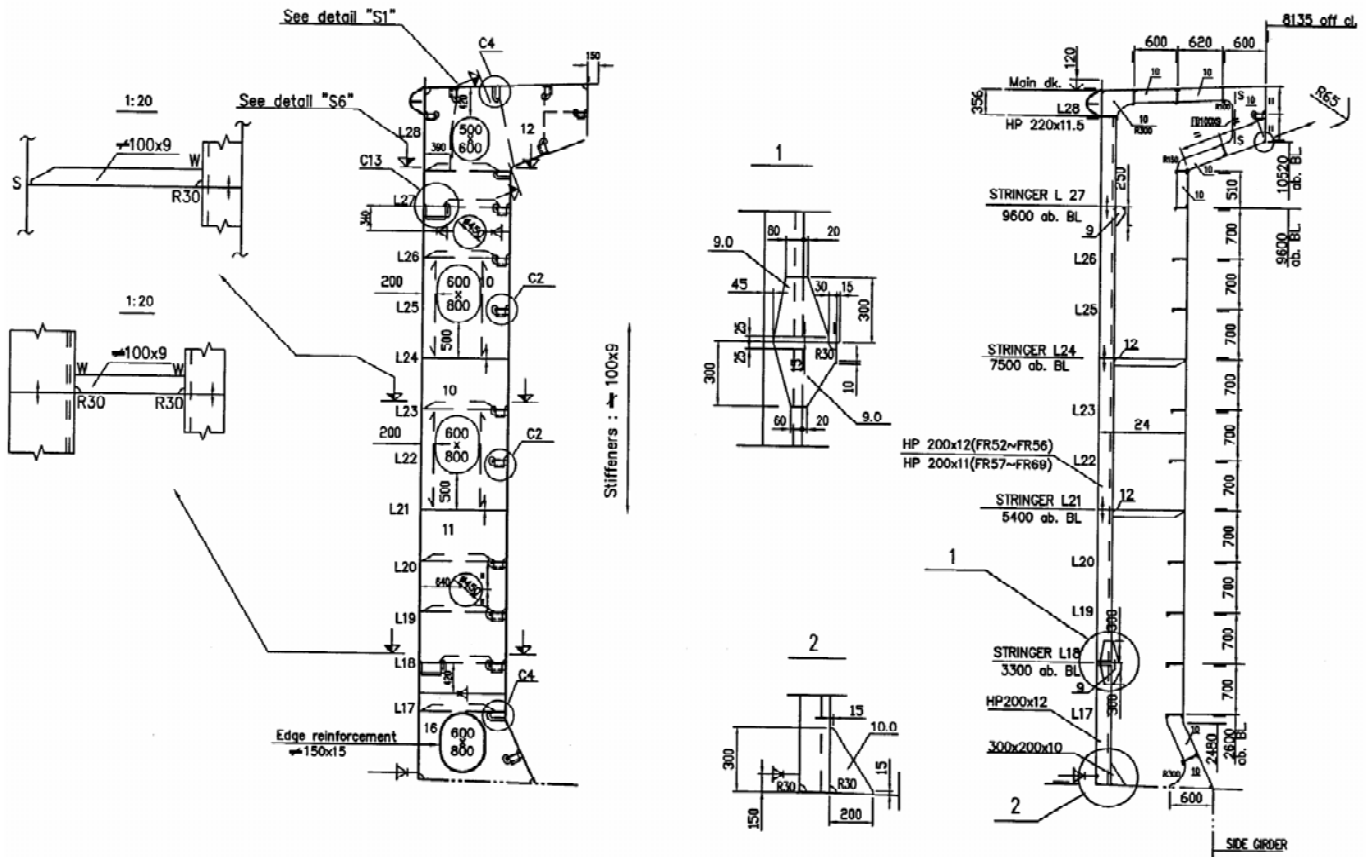
Hình 3.38

Minh họa cho kết cấu dạng này bạn đọc tìm thấy tại mặt cắt ngang tàu đánh cá voi nêu tại hình 3.39. Các tàu kiểu này hoạt động trên các đại dương một cách an toàn. Kết cấu dạng này được áp dụng rộng rãi trong thiết kế tàu dầu cỡ nhỏ.



Hình 3.39

Một dạng kết cấu mạn nửa hiện nay đang được sử dụng khá phổ biến trên những tàu vận tải cỡ trung bình mà tàu chở dầu chạy biển 13500DWT được đóng năm 2005 tại một trong những nhà máy đóng tàu của Việt Nam là một đại diện điển hình, hình 3.40. Tàu có kết cấu mạn kép, mạn trong kết cấu theo hệ thống dọc, mạn ngoài kết cấu theo hệ thống ngang, khoảng cách giữa hai mạn là 1500mm, trên đó bố trí hai sống dọc mạn đi từ mạn trong tới mạn ngoài. Quy cách chi tiết các phần tử kết cấu được mô tả trên hình.

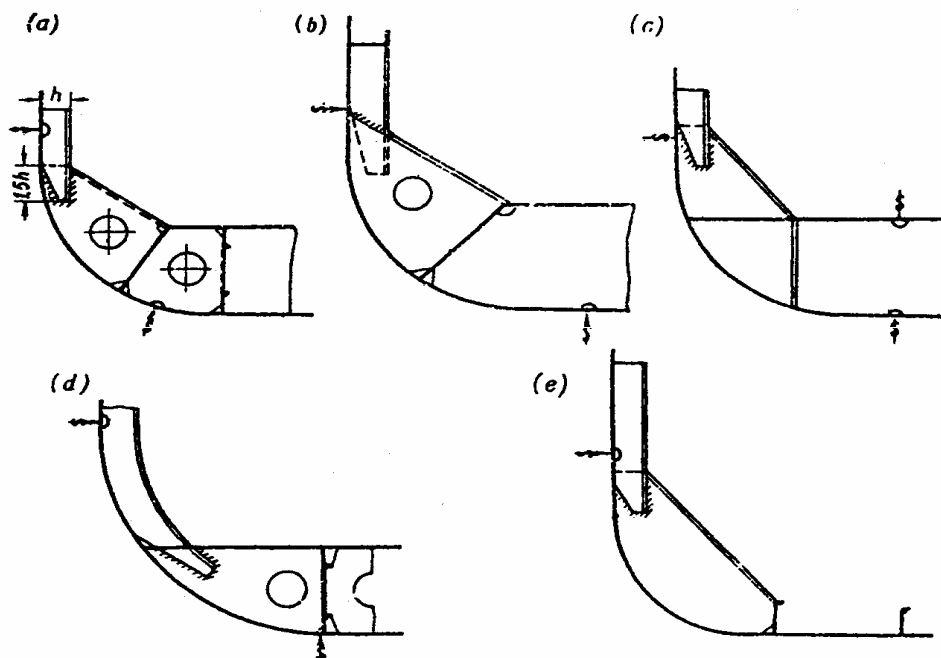


Hình 3.40

Liên kết giữa các chi tiết kết cấu dàn mạn với các thành phần tiếp giáp thông qua mã hoặc không dùng mã. Yêu cầu lớn nhất đặt ra cho những cơ cấu liên kết này là đảm bảo dàn mạn được “bắt chặt” với dàn boong, dàn đáy, các vách. Yêu cầu này tương đương đòi hỏi phải “ngầm” chi tiết của mạn với gối trong các mô hình tính dầm hoặc tấm. Liên kết phải đảm bảo chống dịch chuyển kể cả xoay. Trong tất cả mô hình kết cấu chúng ta đã làm quen, lực tác động tại gối, nội lực, nơi đặt chi tiết liên kết thường trội hơn các vị trí khác do vậy yêu cầu đặt ra cho các chi tiết này là, cùng với hệ dầm của dàn mạn, các chi tiết đang đề cập phải đón nhận tải trọng lớn đến mức cho phép. Những giải pháp thiết kế và công nghệ dành cho các chi tiết này được tóm tắt lại dưới đây. Phần lớn những điều cần bàn chúng ta đã làm quen trong phần tìm hiểu kết cấu dàn đáy tàu.

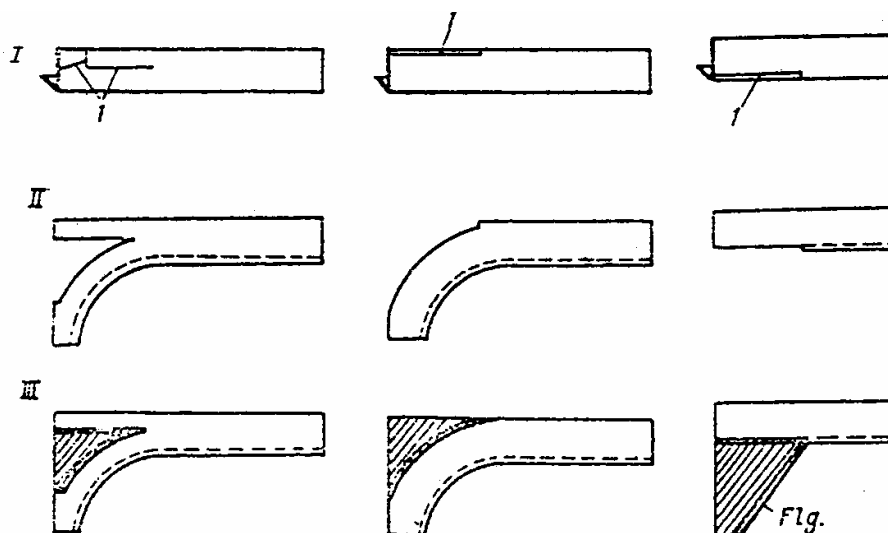
Biện pháp thông dụng song hữu hiệu là dùng mã hông (bracket) liên kết mạn với đáy. Mã hông phải có kích thước đủ lớn, độ cứng cao. Thông thường người ta còn bẻ mép mã này hoặc hàn vào tấm thành đủ cứng vững. Chiều cao mã theo ý vừa trình bày phải từ 1,5 lần chiều cao đà ngang đáy trở lên. Trường hợp sườn chữ T, mã hông hàn liền vào cơ cấu chữ T đó, mép tự do mã cũng dạng chữ T hàn đầu mép với mép tự do sườn. Trường hợp đáy tàu bằng, mã phải làm cao đến 0,1 chiều cao từ mép tôn đáy trong đến boong gần nhất.

Trường hợp không dùng mã hông tôn đáy trong kéo sát mạn, kích thước sườn tăng nhằm làm cho mô đun chống uốn tăng. Trong mọi trường hợp phần dưới của sườn phải xuyên qua đáy trong, đi sâu hơn vào đáy tàu. Hình 3.41 mô tả một số kiểu liên kết giữa sườn mạn và đáy.



Hình 3.41

Những giải pháp tạo mã uốn, liên xà ngang được một số nhà phát minh đưa ra làm cho thể giới các “mã” đa dạng và phong phú. Tác dụng lớn nhất của mã dạng độc đáo này là giảm mức độ tập trung ứng suất tại vùng chuyển tiếp mã – kết cấu cứng như xà ngang boong, làm cho tuổi thọ mỗi chi tiết này lớn hơn. cần nói rõ hơn, chi tiết đang nêu tránh được nhiều mối hàn và tập trung ứng suất và như vậy sự phá hủy do mỏi khó tìm thấy đất màu mỡ để xâm nhập, hình 3.42.



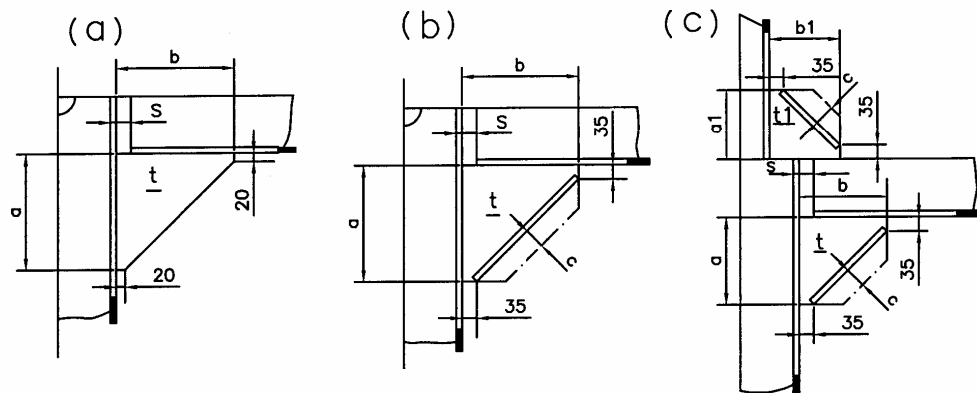
Hình 3.42

Điều cần nói thêm, các mã trong tàu dầu thường được làm dạng khác với các kiểu vừa nêu. Thay vì mã tam giác trên tàu vận tải, các mã ngày nay của tàu dầu chế dưới dạng cung thay cho cạnh huyền thẳng

ngày trước, tấm bản bị uốn thành cung để ôm mép của cạnh huyền biến dạng, bạn đọc có thể tham khảo trên hình 3.30.

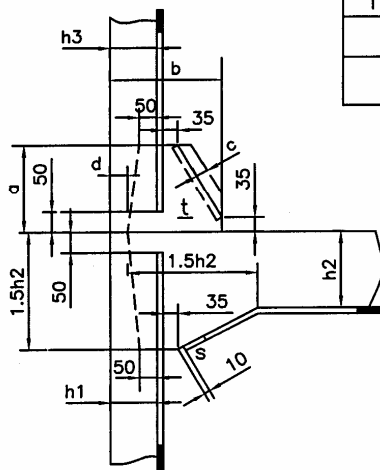
Tuy nhiên, một cách truyền thống, việc nối sườn với boong thông qua các mã (knee) kích thước đủ lớn, độ cứng cao. Thông thường các mã nối mạn với boong chẳng khác gì tấm tam giác vuông hoặc gần vuông, cạnh tam giác không được nhỏ hơn 2,5 lần chiều cao xà ngang boong. những giải pháp hàn mã vào sườn và xà ngang boong được giới thiệu tại hình 3.43. Nút kết cấu tại vị trí chuyển tiếp từ sườn khoang hàng, tôn boong và sườn boong giữa tweendeck tiến hành theo hướng dẫn nêu tại hình 3.43c, 3.43d và 3.43e.

FRAME OR STIFFENER AND BEAM CONNECTION



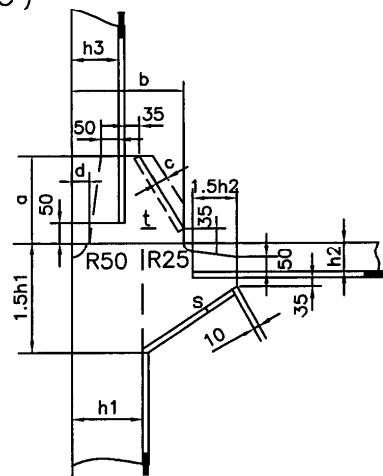
NOT:
 $b = \text{REGUIED ARM LENGTH} + \text{GAP WITH (S)}$

(d)



h	d
$h1 \text{ OR } h3 > 140$	$d = 75$
≥ 100	$d = 50$
< 100	$d = (h1 \text{ or } h3) - 50$

(e)

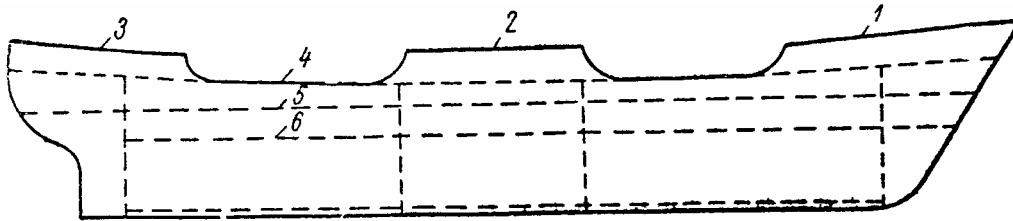


Hình 3.43

4. Boong

Boong tàu, theo cách gọi quen tại nước ta (xuất xứ từ này khá lạ tai với người đóng tàu: pont, tiếng Pháp nguyên gốc, mang nghĩa chiếc cầu) có nhiều chức năng cần thiết trên tàu. Là các thành phần liên tục, nếu thực tế được vậy, nằm phía cao của thân tàu như dầm tương đương, ngược với đáy song cùng với đáy và mạn đảm bảo độ bền chung thân tàu. Trên boong người ta có thể chứa hàng, dựng các lầu, thượng tầng làm nơi sinh hoạt, chứa các trang thiết bị. Boong tàu luôn là chỗ tựa đáng tin cho dàn mạn phải đứng mũi chịu sào trước môi trường nước, sóng, gió đồng thời là chỗ tựa cho các vách dọc, ngang.

Dàn boong tàu với kết cấu tương tự hai dàn chúng ta đã làm quen, sẽ là dàn chịu lực. Những chi tiết quan trọng trong dàn boong, như đã giới thiệu tại chương đầu, trong hệ thống kết cấu ngang thông dụng gồm xà ngang boong nằm cùng mặt phẳng sườn, xà ngang boong khỏe nếu có, nằm cùng mặt với sườn khỏe. Xà dọc boong (deck girder) đặt vuông góc với hệ thống các xà ngang, chạy dọc tàu. Kết cấu xà dọc đang đề cập khỏe hơn nhiều nếu so với xà ngang. Thông thường xà dọc tàu vận tải có dạng kết cấu chữ T hàn. Thành xà dọc cao đủ cho xà ngang boong chui qua mà không gây hại đến độ bền. Bố trí boong theo chiều dọc của tàu vận tải ba boong trình bày tại hình 3.50.



Hình 3.44. Bố trí boong tàu hàng khô

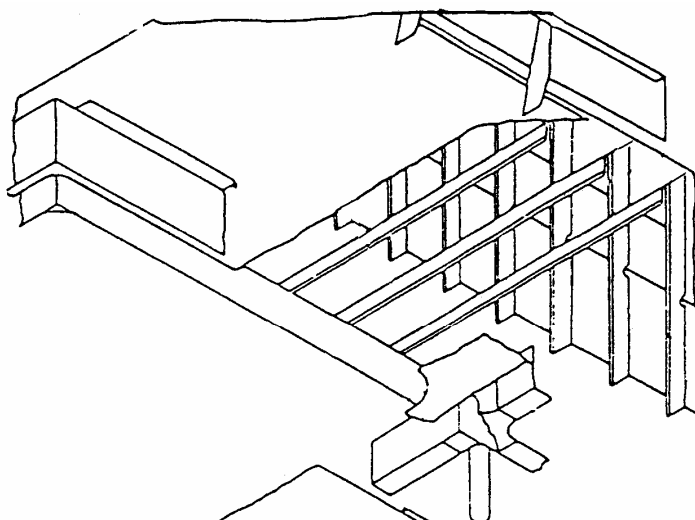
Trên hình 3.44, phân biệt các tên gọi sau: 1 – boong mũi (forecastle deck), boong giữa (bridge deck), boong lái (poop deck); Các boong còn lại có thể mang tên gọi khác nhau tùy chức năng cụ thể, boong trên cùng, 4, có thể coi là boong trên, boong thời tiết và nếu là boong chính sẽ được gọi main deck. Boong tiếp theo, thấp hơn có thể gọi boong II, sau đó boong III. Tàu có boong che chở (shelterdeck ship) có boong chính nằm tại tầng thứ hai, boong trên gọi là boong bảo vệ (shelter deck).

Boong trên tàu vận tải luôn có độ dốc về phía hai đầu mũi và lái. Thông lệ độ dốc mũi lớn hơn. Độ cong dọc của boong được người yêu mến gọi độ cong yên ngựa. Có thể tìm thấy lời giải cho độ cắt mũi thành qui luật này, mũi tàu cao có khả năng ngăn được tác động trực tiếp ảnh hưởng của sóng đến boong. Tuy nhiên bạn đọc có thể thấy trong thực tế nhiều tàu không làm độ dốc boong, tức không có yên ngựa, mà tàu vẫn hoạt động trên biển được. Trường hợp sau phải được giải thích cách khác, cỡ tàu nhỏ, hoạt động không xa bờ, và chỉ hoạt động trong những điều kiện sóng thấp, tàu boong phẳng cho phép người quan sát đứng trên tàu nhìn rộng hơn, thoải mái hơn. Điều này không lạ, các tàu kể sau thường của nhóm tàu tuần tra.

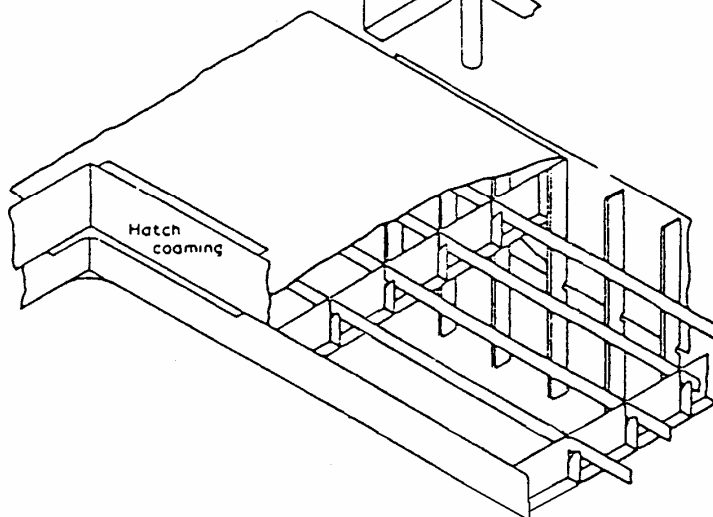
Theo chiều ngang boong tàu chở hàng không mấy ai làm phẳng mà luôn có độ cong boong. Độ cao lớn nhất đo tại mặt đối xứng dọc giữa, bằng $1/50B$, tính từ mép boong. Độ cong ngang này đảm bảo cho nước đã tràn lên boong vì một lý do nào đó nhanh chóng xác định chỗ đến là thoát ra mép boong và sau đó ra mạn. Lý do thứ hai tàu phải có độ cong boong là, nhờ độ cong này khả năng chống uốn của mép trên dầm tương đương chúng ta vừa nhắc lớn hơn, tuy trong các bảng tính không mấy ai bỏ công tính chi tiết này.

Kết cấu boong thuộc một trong hai nhóm, kết cấu theo hệ thống ngang hoặc theo hệ thống dọc. Trong không gian ba chiều có thể phân biệt hai hệ thống theo cách nhìn đã rất quen của bạn đọc giáo trình này. Hình 3.45 giới thiệu hệ thống kết cấu boong theo hệ thống dọc và hệ thống ngang.

a) Hệ thống kết cấu ngang



b) Hệ thống kết cấu dọc

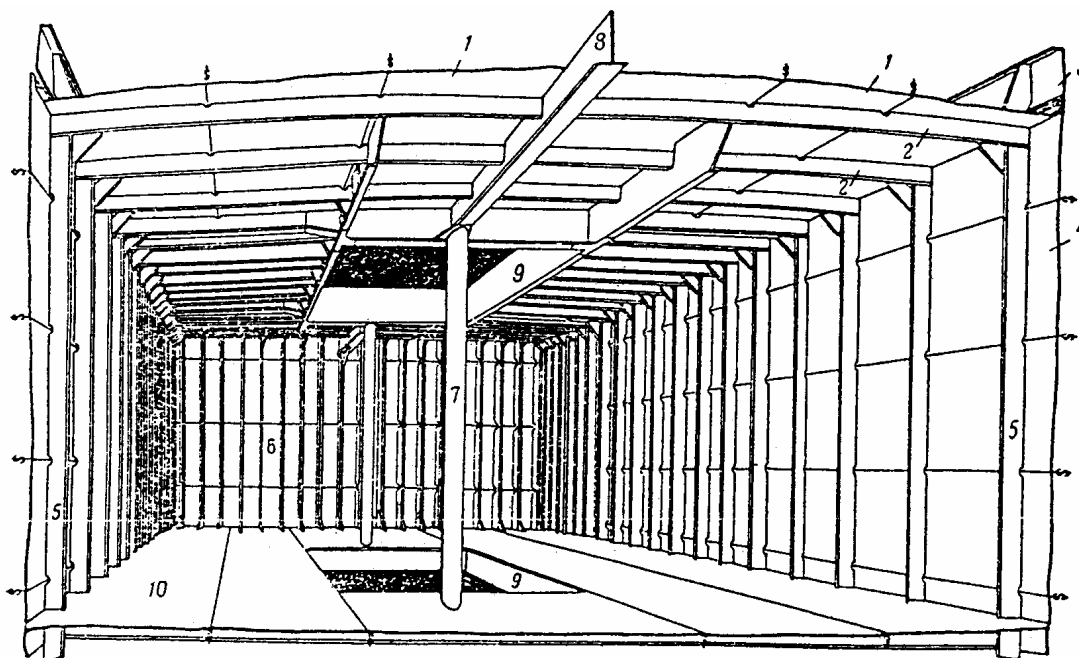


Hình 3.45. Hệ thống kết cấu cầu boong

Trong hệ thống ngang, hình 3.45a, tấm tôn boong tựa trên khung dàn gồm các xà ngang boong nằm theo hướng chính. Các xà ngang này có thể chạy hết chiều ngang tàu, hai đầu tựa lên cơ cấu mạn tàu vừa bàn, song nhiều xà ngang bắt đầu từ mạn và kết thúc tại miệng hầm hàng. Quây miệng hầm hàng (hatch coaming) cùng miệng hầm hàng (hatch side girder) thường là kết cấu rất cứng vững, là chỗ tựa lý tưởng cho các cơ cấu yếu hơn như xà ngang boong. Góc miệng hầm có cơ cấu khá đặc biệt, đảm bảo cứng vững gần như tuyệt đối. Chiều dày thép tấm tại góc miệng hầm thường dày hơn những tấm lân cận đến vài mươi phần trăm. Có thể gặp trường hợp, đỡ góc miệng hầm hàng là cọc chống đủ sức cùng chịu gánh nặng của cả dàn phía trên.

Trong hệ thống kết cấu dọc, các chi tiết đảm bảo độ bền dọc nhiều hơn. Đó là các nẹp dọc boong (deck longitudinal) như đã giới thiệu, chạy dọc tàu. Các nẹp này kết thúc tại vách ngang kín nước của tàu. Đỡ các nẹp tại boong là việc của các cơ cấu ngang khỏe, chúng ta gọi là xà ngang boong khỏe. Phân bố các xà ngang khỏe hoàn toàn trùng với phân bố đà khỏe, sườn khỏe của hệ thống, như đã bàn. Điều quan trọng trong bố trí là ba chi tiết vừa gọi là khỏe này phải nằm trong một mặt phẳng, được nối với nhau theo cách chắc nhất, và như vậy tại đây có một khung khỏe làm chức năng đảm bảo độ bền kết cấu.

Hình 3.46 dưới đây trình bày bản vẽ phối cảnh dàn boong đang tựa vững trên mạn và các cọc chống.



Hình 3.46

Các ghi chú trên hình 3.46 có ý nghĩa sau: 1- tôn boong trên (upper deck plae); 2- xà ngang boong (deck transverse beam); 3- tôn mạn chắn sóng (bulwark plate); 4- tôn mạn (side plate); 5- sườn khoang (hold frame); 6- vách ngang kín nước (water tight bulkhead); 7- cột chống (hold pillar); 8- sóng boong (deck girder); 9- thành miệng khoang hàng (hatch coaming); 10- boong thứ hai (second deck).

Cần nhắc lại vài điều từ giáo trình [8], dàn boong có thể coi là dàn phẳng, chịu tác động tải trong theo phương pháp tuyến. Trong cơ cấu của dầm tương đương khi mô hình hóa thân tàu, boong là lớp trên cùng, gánh chịu ứng suất lớn nhất do uốn chung. Boong trên hứng chịu mưa gió của thiên nhiên song phải bảo vệ cho các khoang dưới boong được an toàn. Các boong nằm thấp hơn dùng làm nơi chứa hàng. Tải trọng hàng tác động trực tiếp lên boong còn boong truyền tác động đó đến các chi tiết liên quan gồm mạn, vách. Như vậy boong tàu vận tải phải trực tiếp chịu các tác động sau: ứng lực do uốn chung, trọng lượng hàng hóa trên boong, áp lực nước nếu boong bị ngập, chịu áp lực do dàn mạn và các vách truyền trở lại.

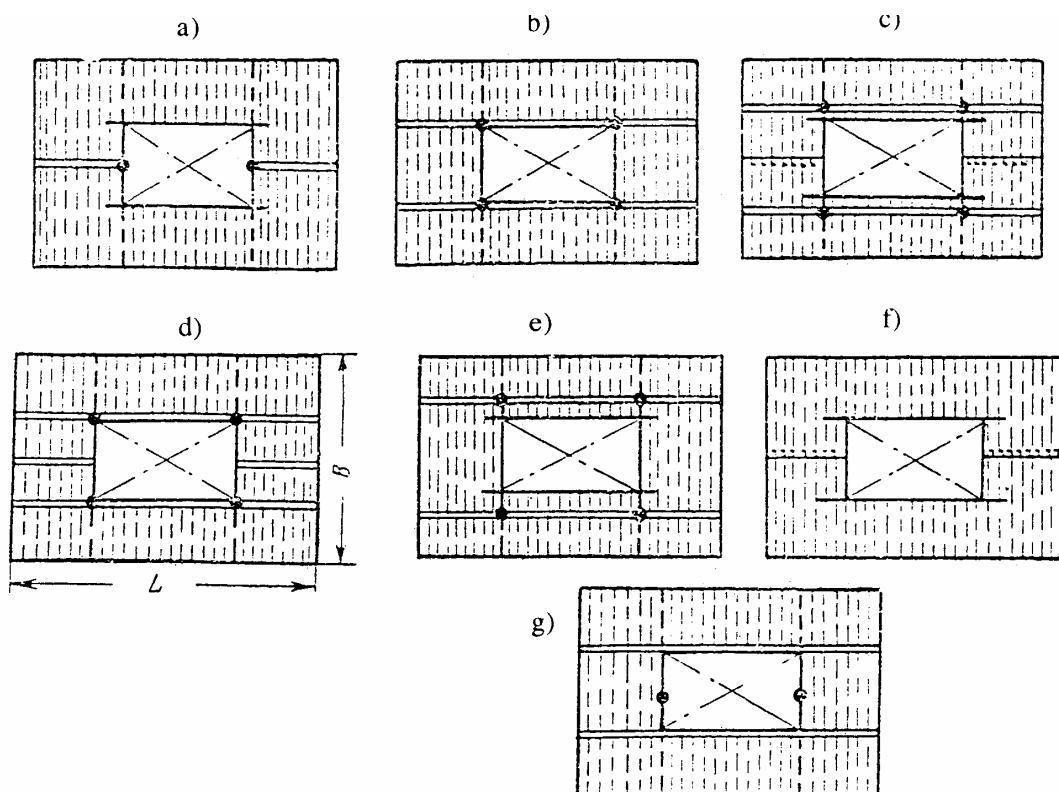
Trong tính toán kết cấu, từ tài liệu [8] có thể nhận biết các giá trị tải trọng qui ước sau, dùng cho kết cấu boong. Giá trị áp lực tính toán ghi nhận dưới dạng chiều cao cột áp h , đơn vị m cn, như sau:

Boong trên cho tàu dài đến 60m	: 0,8 - 1,0
Boong trên tàu dài hơn 140m	: 1,6 – 1,8
Boong trên tàu chở gỗ	: 2,0
Boong giữa	: $h/1,35$
Boong các buồng sinh hoạt	: 0,5
Boong trong các lầu giữa, lầu lái	: như boong trên
Boong đạo	: 0,6
Boong xuống	: 0,5

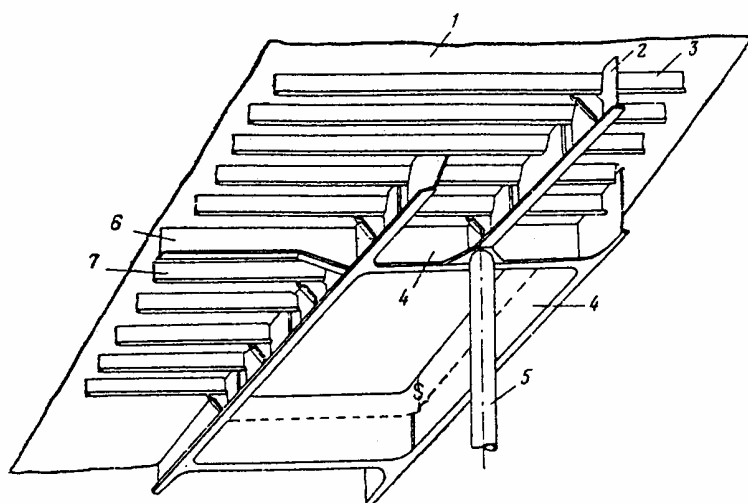
Cơ sở trên đây có thể giúp bạn đọc trong thiết kế dàn boong nhằm đảm bảo bền, làm đúng chức năng. Chúng ta cùng tìm hiểu một số công trình đã qua sử dụng và đã mang lại hiệu quả.

Boong theo hệ thống ngang, dùng cho tàu vận tải có miệng hầm hàng rộng. Hình 3.47 đã trình bày chi tiết các cơ cấu tham gia dàn boong dạng này.

Khoảng cách giữa các xà ngang boong từ 520 mm đến 840mm trên các tàu đang có mặt trên các đại dương. Chọn khoảng cách thích hợp trong trường hợp này không phải chuyện căng thẳng. Thực tế người ta sắp xếp các xà ngang boong cách nhau đúng bằng khoảng sườn đã chọn trước đó. Kích thước chi tiết cho xà ngang boong tính chọn trên cơ sở đã xác định khoảng cách giữa chúng, tùy thuộc vào tải trọng nó sẽ phải gánh. Trong nhiều trường hợp nhằm giảm kích thước xà ngang boong, đảm bảo boong không bị mất ổn định chúng ta phải đặt thêm các sống dọc boong, cọc chống. Những phương án bố trí sống dọc boong, cọc chống được trình bày tại hình 3.47.



Hình 3.47. Sơ đồ bố trí sống dọc boong và cọc chống

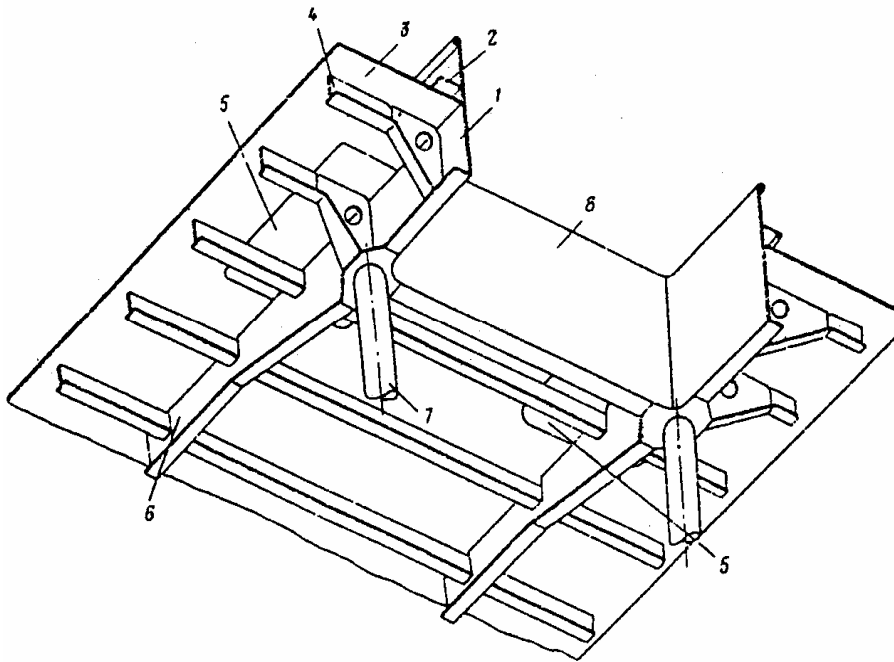


Hình 3.48

Số sống dọc trên tàu hiện đại có thể từ một đến ba. Cần lưu ý điều này, trường hợp chỉ bố trí một sống dọc và sống ấy nằm tại mặt dọc giữa tàu, cần tạo kết cấu hợp lý cho vị trí gặp nhau giữa sống dọc và miệng hầm hàng nằm ngang. Trong mọi trường hợp điểm gặp nhau đang nêu đồng thời là điểm kết thúc của đoạn dầm làm chức năng sống dọc boong. Để chia sẻ gánh nặng mà sống dọc vừa nhường lại, kết cấu miệng hầm phải hợp lý. Ngoài ra hai thành dọc miệng hầm phải kết thúc theo cách bất thường bằng cách kéo dài thêm ít nhất hai khoảng sườn, hình 3.48.

Các ghi chú trên hình 3.48 có ý

nghĩa sau: 1- tôn boong trên (upper deck plae); 2- sống boong (deck girder); 3- xà ngang boong (deck transverse beam); 4- thành miệng khoang hàng (hatch coaming); 5- cột chống (hold pillar); 6- xà ngang boong khoẻ (web deck and beam); 7- xà ngang boong thường (deck and beam).



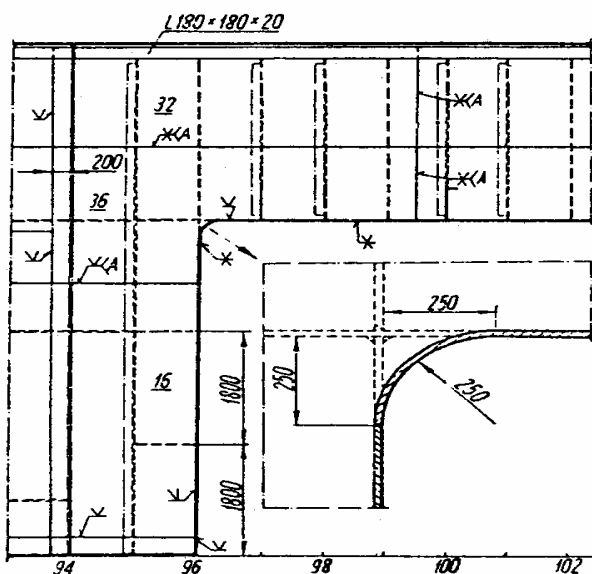
Trường hợp sử dụng hai sống dọc boong trong kết cấu chúng ta đánh đồng sống dọc vào thành dọc miệng hầm hàng, hình 3.49.

Các ghi chú trên hình 3.49 có ý nghĩa sau: 1- thành dọc miệng khoang hàng (longitudinal hatch coaming); 2- nẹp nằm (horizontal stiffener); 3- tôn boong trên (upper deck plae); 4- xà ngang boong (deck transverse beam and beam); 5- tấm ốp góc (gusset plate); 6- sống boong (deck girder); 7- cột chống (hold pillar); 8- thành ngang miệng khoang hàng (transverse hatch coaming).

Hình 3.49

Sống dọc boong là kết cấu khỏe điển hình. Sống dọc này kết thúc tại vách ngang bằng mối nối đầu đầu vào vách và nhờ mã.

Các xà ngang boong chui qua thành sống dọc theo các lỗ khoét và tiếp đó hàn vào thành sống dọc. Thành sống dọc cần được tăng cường tính ổn định thường phải hàn thêm nẹp đứng. Trong khu vực miệng hầm hàng, khi sống dọc đã thành miệng hầm hàng, tấm thành dưới boong phải được nẹp bằng mã.



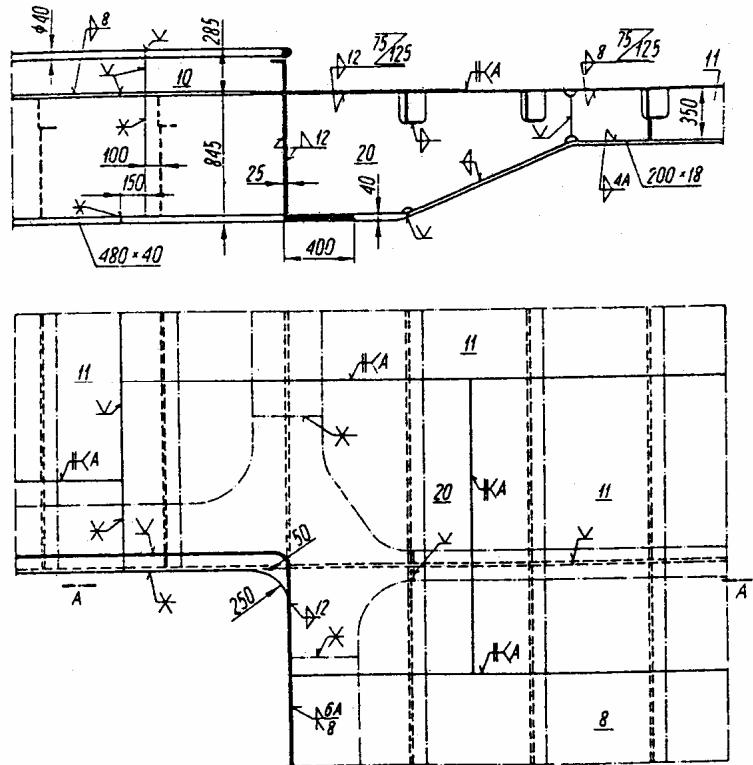
Thành ngang hai đầu miệng hầm hàng có tên gọi là lạng, xà ngang miệng hầm hàng, có một phần nằm dưới tấm boong và phần đó phải gấp thành dọc của miệng tạo thành bức thành kín. Tấm tôn tại khu vực này được tăng dày đáng kể, trên dưới 25% dày hơn các tấm khác sát nó. Chiều rộng tấm dày rộng ra ít nhất 1,5 khoảng sườn, chung quanh góc miệng hầm hàng. Các mã liên kết các chi tiết thành đứng ngang với sườn có kích thước lớn hơn những mã khác. Hình 3.50 mô tả kết cấu góc miệng hầm hàng kiểu này.

Hình 3.56. Góc miệng hầm

Chiều cao miệng hầm hàng tàu kiểu này phải từ 600 mm trở lên ở boong mạn khô lộ thiên, boong đuôi lộ thiên và boong thượng tầng lộ thiên ở phía trước vùng 0,25L kể từ sau trụ mũi. Chiều cao này có thể giảm xuống 450mm cho những vùng sau 0,25L. Trong thực tế có những tàu dùng miệng hầm hàng chiều cao trên boong 760mm đến 900mm.

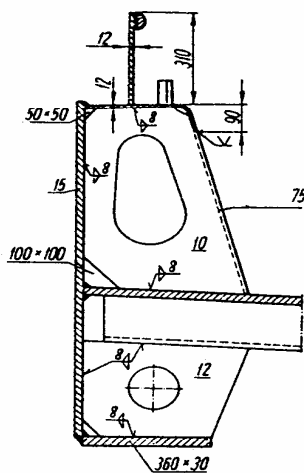
Chiều cao miệng hầm trong thượng tầng kín chỉ cần đạt 230mm.

Hình 3.51 trình bày kết cấu miệng hầm hàng tàu vận tải hàng khô.

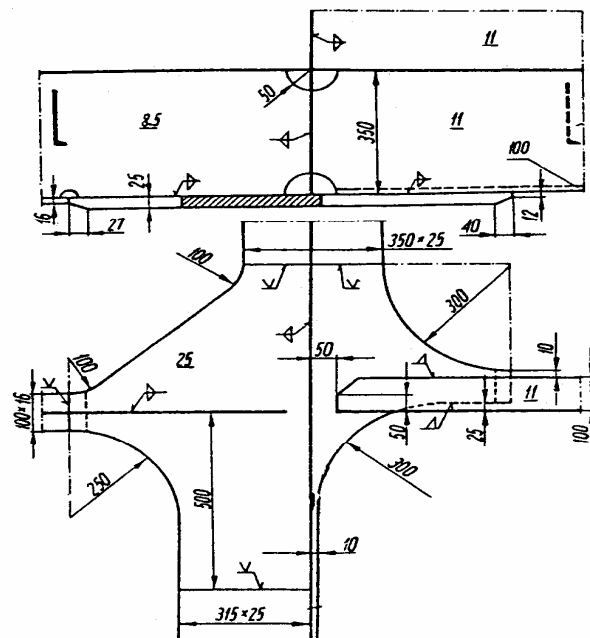


Hình 3.51

Hình 3.52 giới thiệu kết cấu miệng hầm tiêu biểu của những năm năm mươi. Dạng kết cấu này vẫn còn được dùng khá phổ biến trên những tàu cỡ nhỏ và vừa ngày nay do dạng kết cấu đơn giản và độ tin cậy của nó.



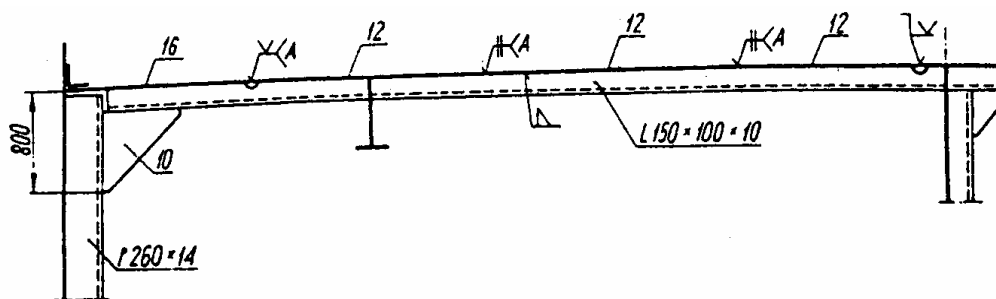
Hình 3.52



Hình 3.53

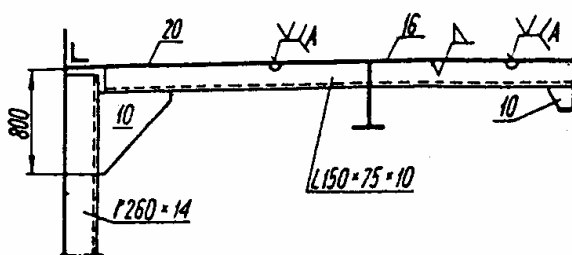
Một chi tiết khá thú vị trong kết cấu góc hầm hàng là tấm dày cấu hình giống chữ thập ⊕, đỡ thành của sống dọc đang hội nhập với tấm thành xà ngang boong đầu miệng hầm, gọi là “tấm kim cương - diament plate”. Chi tiết về tấm kim cương trên tàu vận tải được giới thiệu hình bên cạnh, hình 3.53.

Trong hệ thống kết cấu ngang các thành viên quan trọng có dạng như sau. Xà ngang boong kéo dài từ mạn đến mạn có kết cấu đặc trưng dạng nêu tại hình 3.54.



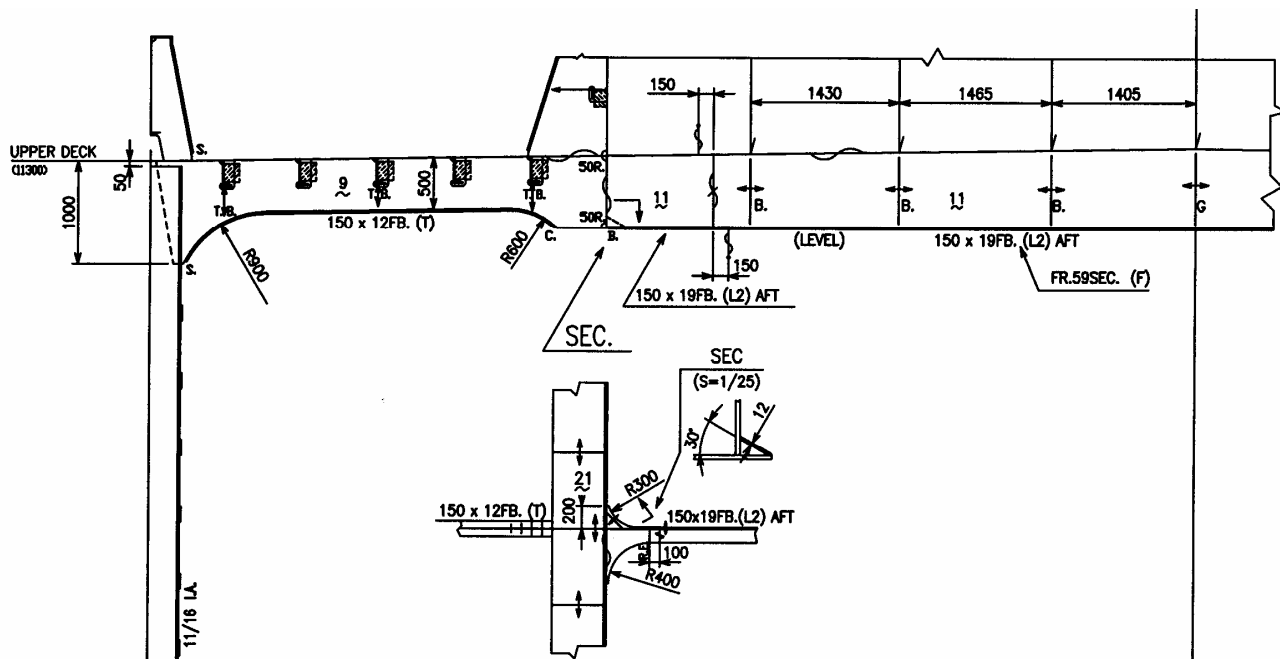
Hình 3.54. Xà ngang boong

Xà ngang boong cắt nối từ mạn đến thành dọc miệng hầm, hình 3.55. Qui cách liên kết giữa xà ngang boong với sườn, giữa xà ngang với miệng hầm được trình bày kỹ tại hình. Trong mọi điều kiện, người thiết kế phải để dành khe hở tối thiểu giữa sườn và tấm boong, giữa sườn và đầu mút xà ngang boong làm cho công việc lắp ghép thuận lợi, dễ dàng hơn. Mã nối theo qui cách, một trong những qui cách đó được giới thiệu cùng hình.



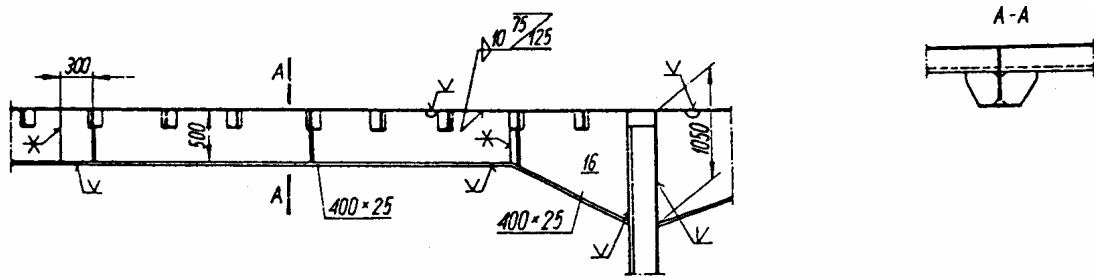
Hình 3.55

Kết cấu xà ngang boong tại cuối miệng hầm hàng làm chức năng của xà ngang khỏe đồng thời là thành phần miệng hầm hàng nên có cấu tạo khá đặc biệt. Kết cấu đặc trưng được nêu tại hình 3.56.



Hình 3.56. Xà ngang boong làm thành quây ngang miệng hầm hàng

Các sống dọc boong có kết cấu đủ cứng vững, là chỗ tựa cho hệ thống xà ngang. Sống dọc trong khoang hàng, hạn chế giữa hai vách ngang phải là dầm kết cấu liên tục, chạy suốt từ vách đến vách. Mỗi nối sống dọc với vách có kết cấu đặc trưng, nối với vách qua mã. Chiều rộng mã không nhỏ hơn hai khoảng sườn, cạnh tiếp xúc của mã với sống dọc bằng chiều cao sống. Chiều cao mã không nhỏ hơn hai lần chiều cao vừa nêu. Mỗi nối được trình bày tại hình 3.57.



Hình 3.57. Nối sống dọc boong với vách kín nước

Như đã giải trình, phần trên của sống dọc boong sẽ khoét lỗ cho xà ngang boong chui qua, còn xà ngang boong khỏe sẽ khoét lỗ cho xà dọc boong chui qua. Quy cách các lỗ khoét trình bày tại hình 3.58 (các hình a). Sau đó, các lỗ khoét phải được gia cường bồi thường, quy cách phần gia cường bồi thường được mô tả tại các phần b,c cùng hình. ở đây bạn đọc lưu ý, quy cách của các tấm gia cường bồi thường được trình bày theo bảng cuối hình.

Trong trường hợp các cơ cấu dọc đi xuyên qua vách kín nước, việc gia cường bồi thường được thực hiện như tại hình 3.59 dưới đây.

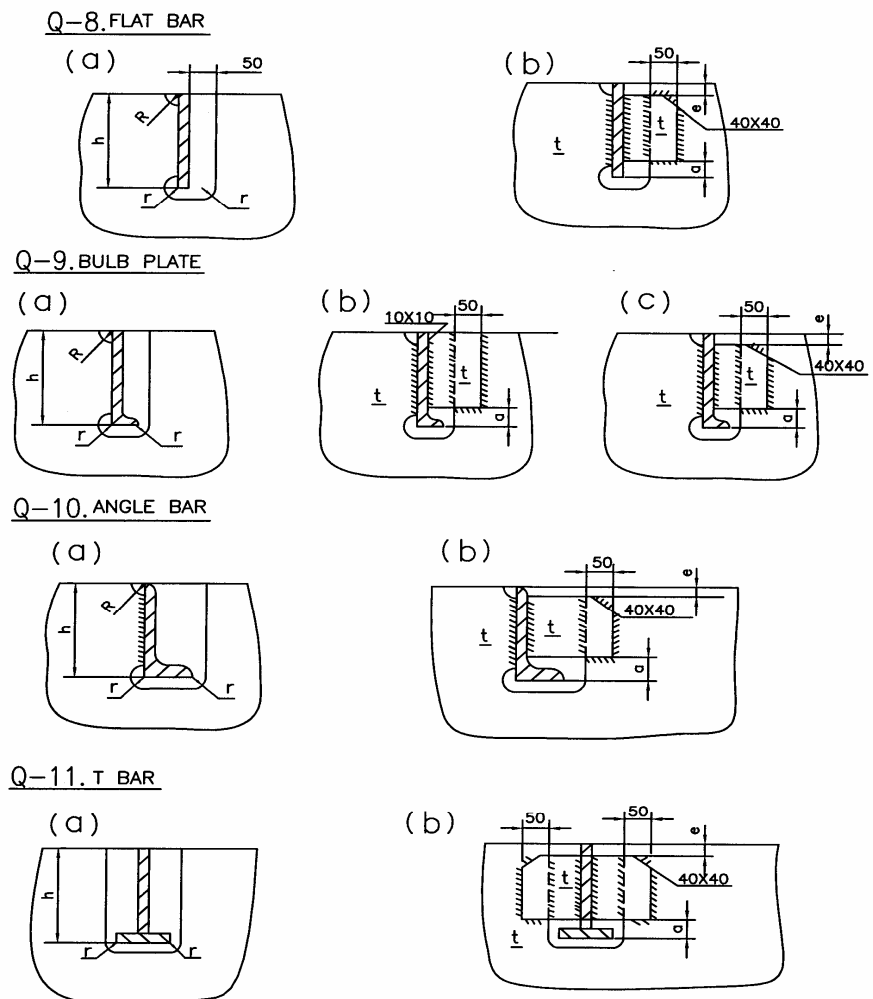


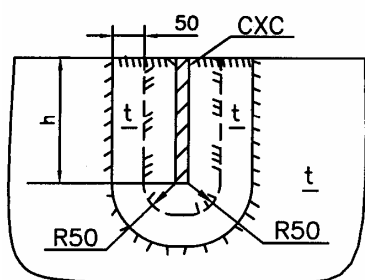
TABLE FOR Q-8 ~ Q-11

h	R	r	a	e
<100	0	15	0.2h	0
100 ≤ h < 150	25	25	0.2h	25
150 ≤ h < 250	35	25	0.2h	35
≥ 250	50	25	0.2h	50

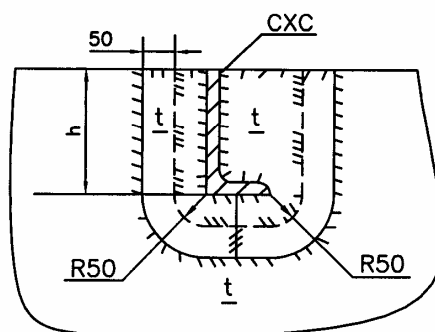
Hình 3.58

D. NOTCHES AND WT. COLLAR FOR STIFFENERS

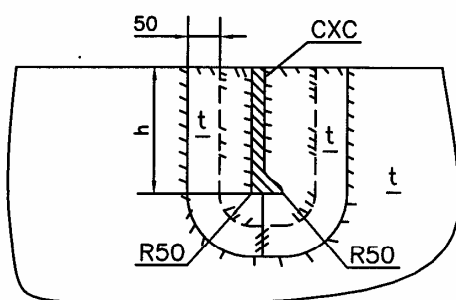
Q-12. FLAT BAR



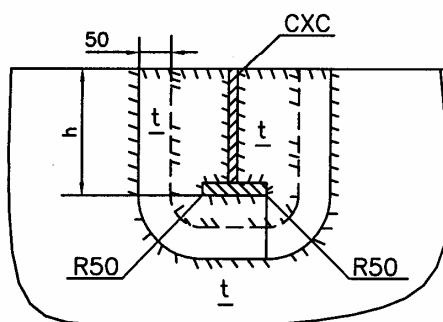
Q-13. ANGLE BAR



Q-14. BULB PLATE



Q-15. T BAR

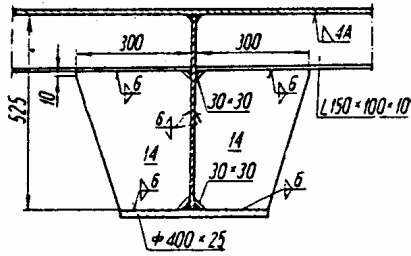


t	CXC
<15	10X10
≥15	15X15

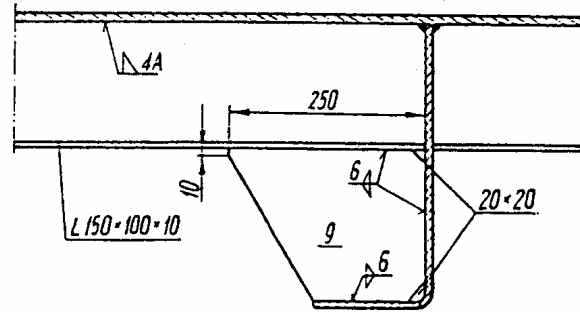
Hình 3.59

Sống dọc thường được sản xuất dạng kết cấu định hình đối xứng. Mặt cắt ngang tiêu biểu cho kết cấu sống trên tàu hàng, boong kết cấu theo hệ thống ngang có dạng như tại hình 3.60.

Sống dọc tại cùng miệng hầm hàng chuyển sang dạng không đối xứng theo yêu cầu của việc xếp dỡ hàng hoá qua miệng hầm hàng. Kết cấu tiêu biểu trình bày tại hình 3.61.



Hình 3.60



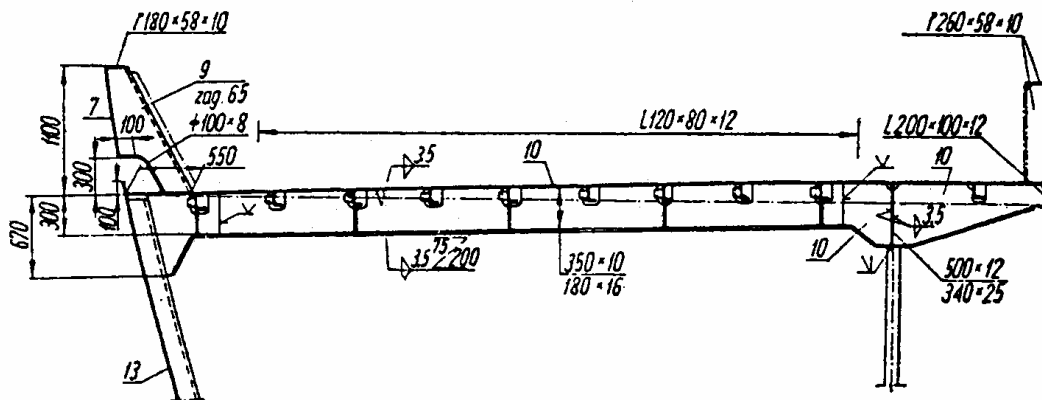
Hình 3.61

Boong theo hệ thống dọc trên tàu vận tải ngày nay khá phổ biến. Hình 15a, 16 chương hai đã trình bày hai phương án hấp dẫn. Trong hệ thống này nẹp dọc boong chạy dài suốt boong, tựa trên các xà ngang boong khỏe. Các xà ngang boong khỏe thường chế tạo dạng dầm mặt cắt chữ T đối xứng, chiều cao thành ít nhất gấp đôi chiều cao nẹp. Các nẹp dọc chui qua thành xà ngang boong khỏe. Mỗi nối đầu các nẹp cần được bố trí tại những vùng momen uốn nhỏ nhất, lực cắt bé nhất.

Hệ thống cơ cấu khỏe liên kết với miệng hầm hàng được giữ như trong hệ thống ngang đã trình bày. Các cọc chống bố trí tại những vị trí giao nhau của các xà dọc boong khỏe, thành miệng hầm hàng và xà ngang boong khỏe.

Các tàu đóng gần đây có miệng hầm hàng khá rộng, có những trường hợp vượt quá 80% chiều rộng tàu, dẫn đến làm yếu cơ cấu boong. Người ta phải tăng chiều dày tôn boong lên quá cao. Tàu vận tải hàng khô có khi phải dùng tôn chiều dày đến 40mm trên tấm boong. Với những tàu cỡ này, các nẹp dọc bố trí gần nhau hơn so với khoảng cách chuẩn đã bàn tới. Thực chất của việc làm này là tăng tỷ phần của diện tích tôn boong trong mặt cắt ngang dầm tương đương chứ chưa phải tăng ổn định tấm.

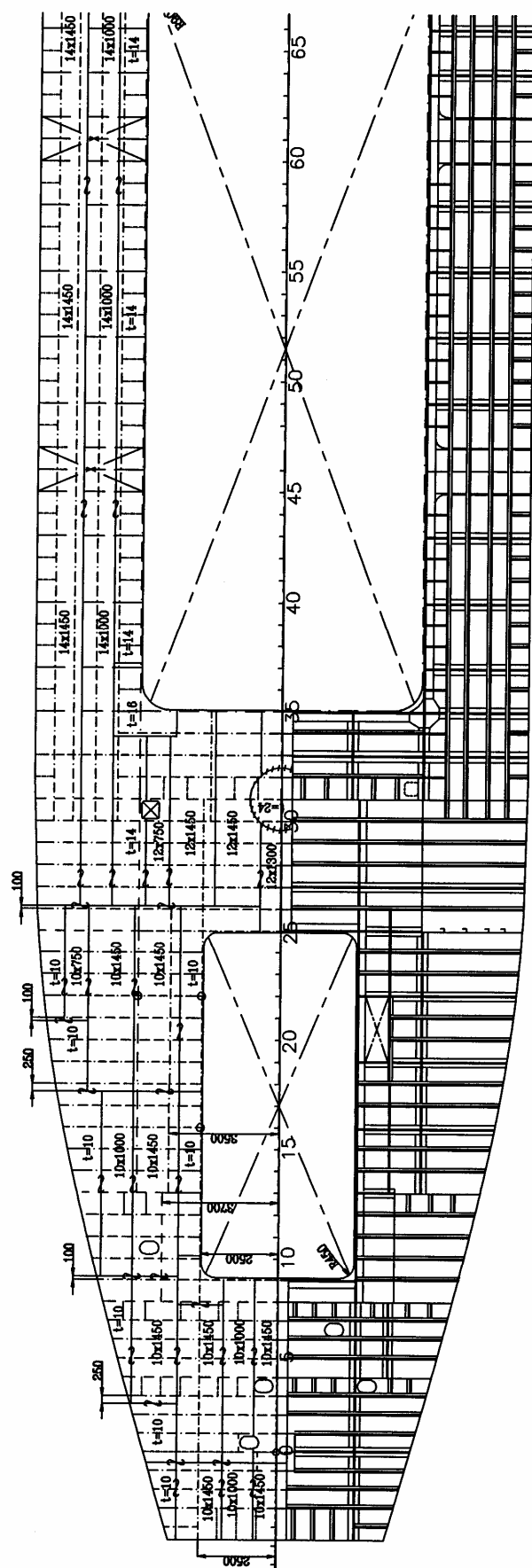
Trong hệ thống này xà ngang boong khỏe và xà ngang cột khỏe tựa lên xà dọc (girder) như ng khác hệ thống ngang nêu trên, không làm lỗ cho xà chui, hình 3.62. Xà ngang khỏe dừng tại xà dọc và hàn vào thành đứng chi tiết này.



Hình 3.62

Cần thiết bố trí nẹp dọc cùng mặt phẳng với nẹp đứng các vách và nối với nhau qua mã. Theo cách này các cơ cấu vừa nêu, trong cùng mặt phẳng, tạo thành khung chịu lực.

Sắp xếp hướng cho các cơ cấu khỏe trong vùng giữa hai thành miệng hầm hàng thuộc tấm boong được thực hiện theo cả hai cách: sắp ngang và sắp dọc. Nguyên tắc chung cho sắp xếp này như sau: khoảng cách giữa hai thành miệng hầm thuộc boong ngắn nên sắp nẹp ngang, trường hợp thứ hai tiến hành ngược lại.

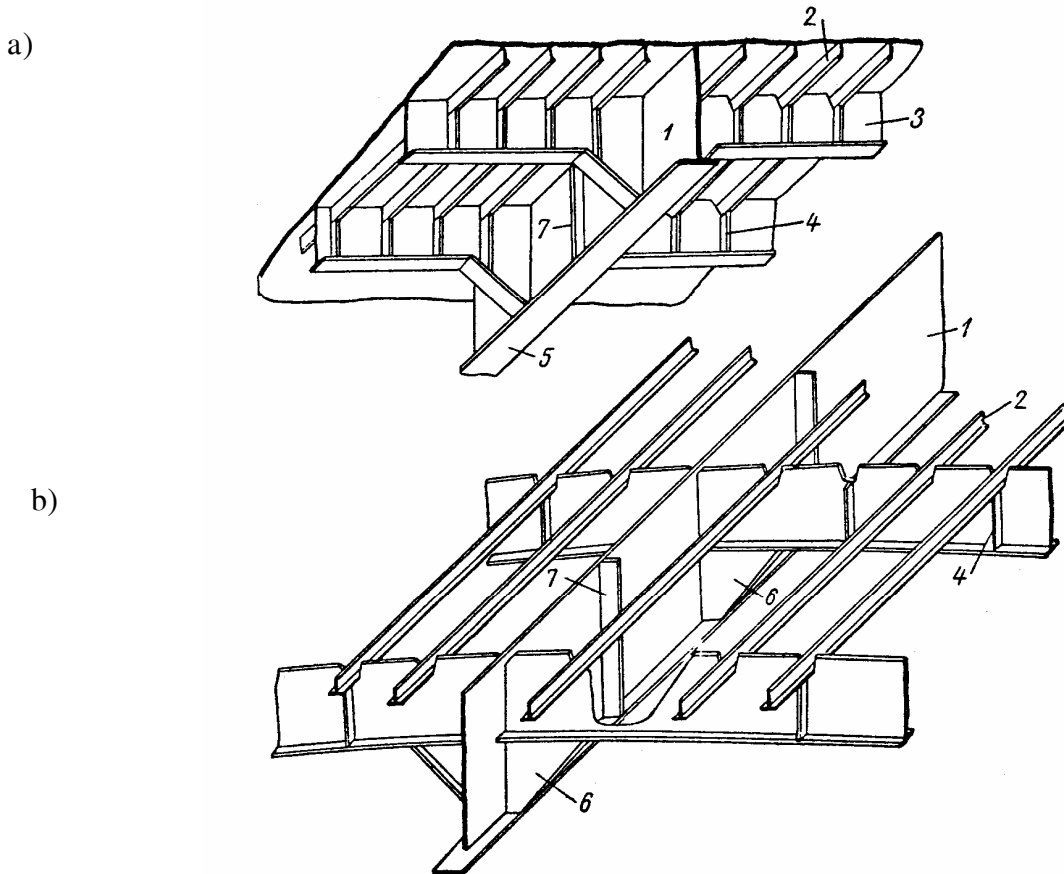


Điều cần nói tại đây, để công nghệ chế tạo dễ dàng các nẹp dọc phải bố trí chạy song song với tâm dọc tàu.. Hình 3.63 giới thiệu kết cấu boong tàu hàng khô 6500 DWT đang được đóng và khai thác phổ biến hiện nay. Tàu thiết kế 02 miệng khoang hàng, boong vùng giữa tàu bố trí theo hệ thống dọc; vùng mũi và đuôi, vùng giữa hai thành dọc miệng khoang hàng vùng giữa tàu bố trí theo hệ thống ngang. Đây là một thiết kế điển hình cho dạng kết cấu này.

Hình 2.63

Hệ thống dọc boong tàu dầu là hệ thống phổ biến cho hầu như toàn bộ tàu dầu, tàu chở hàng rời, chở quặng. Khoảng cách giữa các nẹp dọc cho tàu dài từ 50 – 180m chỉ trong giới hạn 640 – 860mm. Cần quan tâm bố trí các chi tiết gồm nẹp dọc đáy, nẹp dọc boong, nẹp đứng vách ngang cùng nằm trong mặt phẳng đứng chạy dọc, trong khi đó xà ngang boong khô, sườn khô và đà ngang khô cùng nằm trong mặt phẳng ngang tàu.

Các nẹp dọc chạy qua xà ngang khô, hàn chắc vào thành xà ngang, còn tại vách ngang có thể bị cắt và hàn đầu vào vách nhờ mã cao gấp đôi nẹp. Tàu dầu dài trên 200m bắt buộc các nẹp chạy suốt tàu, không dừng tại vách ngang theo cách vừa đề cập.



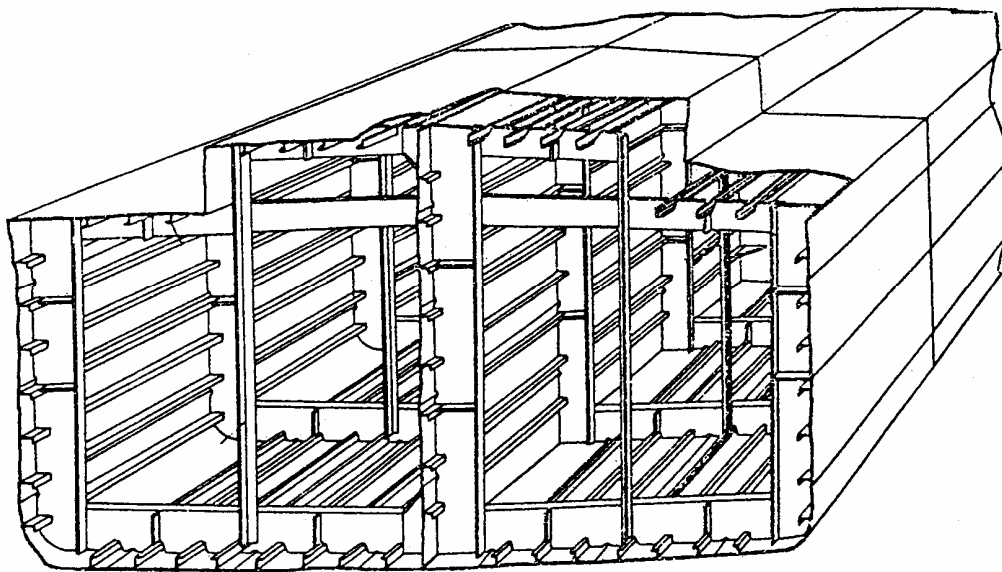
Hình 3.64

Các ghi chú trên hình 3.64 có ý nghĩa sau: 1- sống boong/vách dọc lưng (deck girder); 2- dầm dọc boong (deck longitudinal); 3- xà ngang boong (deck transverse beam); 4- mã gia cường (bracket); 5- tôn mạn (side plate); 6- mã xà ngang boong (beam bracket); 7- mã chống vấp (tripping plate)

Tàu dầu có hai vách dọc cần thiết có thể bố trí thêm vách lưng (wash bulkhead, wash plate) giống như dầm dọc boong, ngay tại mặt dọc giữa tàu, được nẹp bằng các nẹp đứng/mã chống vấp cách nhau không quá 1,5m. Vách lưng này tăng cứng kết cấu đồng thời ngăn mặt thoáng chất lỏng chứa trong kết giữa. Chiều cao vách này lớn hơn hai lần chiều cao xà ngang boong khô. Xà ngang boong liên kết cứng với sườn khô và nẹp đứng khô vách dọc nhờ các mã 6.

Trường hợp chỉ đặt một vách dọc giữa, kết cấu này thường gặp trên tàu chở dầu chạy sông, sà lan chở hàng lỏng, các nẹp dọc boong được bố trí đúng cách đã dùng cho tàu cùng hệ kết cấu nhắc tại các phần trên.

Trên các tàu dầu cỡ nhỏ, dùng chủ yếu cho vận tải đường sông, trên boong có bố trí cơ cấu nâng cao, có thể coi là boong nâng hay còn gọi là hầm boong. Khoảng không dưới boong nâng cao vừa tạo gọi là kết giãn nở. Boong nâng này cũng phải được bố trí nẹp dọc, xà ngang boong khỏe y như với boong chính, hình 3.65.



Hình 3.65. Tàu chở dầu cỡ nhỏ với kết giãn nở (hầm boong)

Mặt cắt ngang tàu dầu chạy sông được nêu tại hình 2.25, chương 2 trình bày kỹ các ý đang đề cập.

Cọc chống dùng trong tàu vận tải thuộc kết cấu dầm đứng tựa trên sàn đáy hoặc boong, đỡ trọng lượng nặng đè lên đầu trên của cọc. Nhờ cọc chống có thể tăng cường độ bền ngang và ổn định dàn boong. Cọc chống thường đặt tại vị trí giao nhau dầm dọc và xà ngang hoặc tại góc miệng hầm hàng, là gối đỡ lý tưởng cho dầm dọc boong, cho xà ngang boong.

Sơ đồ bố trí cọc chống trình bày tại hình 3.47 cùng chương. Những vị trí đánh dấu (●) tại hình 3.47 là nơi đặt cọc chống. Hình ảnh cọc chống trong sơ đồ này đánh dấu bằng số 5 tại hình 3.48. Nhân tiện trình bày thêm, chân cọc chống tựa lên sàn tàu (đáy trong) tại vị trí đánh dấu bằng số 21 tại hình 3.10, phần bản vẽ đáy tàu.

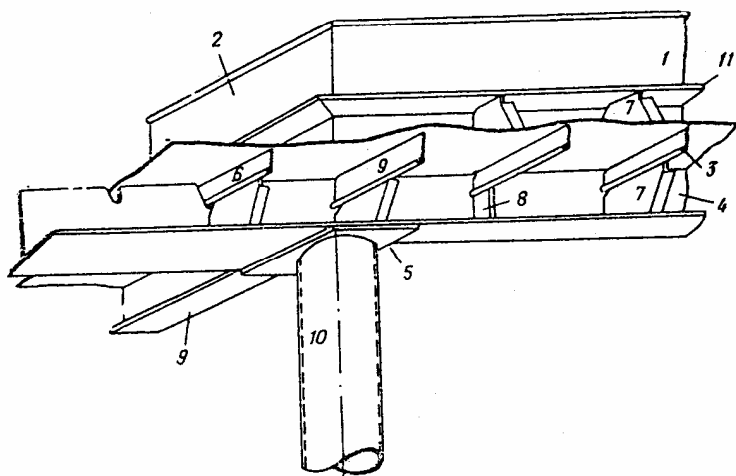
Trên những tàu rất lớn cọc chống được bố trí chồng lên nhau, tạo thành mối liên kết chắc cho các boong, hình 3.34.

Bố trí cọc chống nhằm tăng độ bền dàn boong là lý do chính đáng, tuy nhiên có mặt cọc chống trong các hầm hàng luôn cản trở việc xếp hàng, bốc dỡ hàng. Quyết định bố trí hay không bố trí cọc chống không đơn giản. Khi cần bố trí cọc chống, sắp xếp cọc thành một dãy hay nhiều dãy cũng sẽ là vấn đề phức tạp và khó khăn. Trong mọi trường hợp người bố trí cọc chống phải để ý trước tiên đến yêu cầu sử dụng của tàu. Yêu cầu trước hết cho công việc này là cọc chống không cản trở chức năng hầm hàng tàu chở hàng. Chính vì vậy phải đặt rõ vấn đề số lượng cọc chống trong hầm hàng, trong buồng máy, khi phải có, là ít nhất.

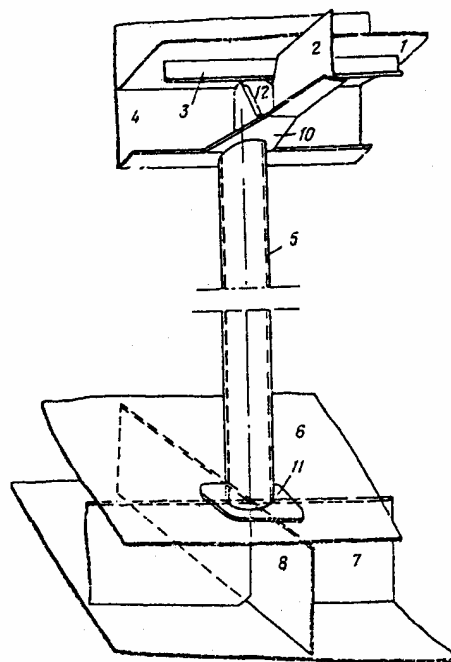
Tài liệu [8] dành một phần chương ba bản vẽ cọc chống. Trước khi thiết kế cọc chống cho tàu bạn đọc có thể tham khảo thêm các điều đã nêu trong tài liệu chuyên ngành vừa đề cập. Đà ngang đáy và xà ngang boong thường bị uốn dưới tác động ngoại lực, để điều đó không gây uốn cọc chống đặt giữa chúng cần thiết thiết kế cụm gối đỡ cùng các chi tiết liên kết một cách hợp lý. Uốn cọc sẽ gây ra nhiều rắc rối cho kết cấu liên quan như võng dầm, vắn dầm ngang, dầm dọc. Cọc chống phải được kiểm tra tính ổn

định khi thiết kế. Cần thiết tính toán khả năng chịu va do hàng hóa và do các thiết bị bốc dỡ hàng gây ra cho cọc chống.

Cọc chống trên các tàu đóng trong những năm sau bảy mươi thường đội kết cấu boong qua tấm lót bằng thép đủ dày. Trên tấm lót mới là kết cấu xà dọc hoặc thành dọc miệng hầm hàng, gấp xà ngang boong khô hoặc thành cuối hầm hàng, như đã miêu tả trên. Nhìn vào cụm chi tiết trên đầu cọc chống chúng ta thấy rõ sự quan tâm của những nhà đóng tàu đến chi tiết chịu tải nặng này.



Hình 3.66

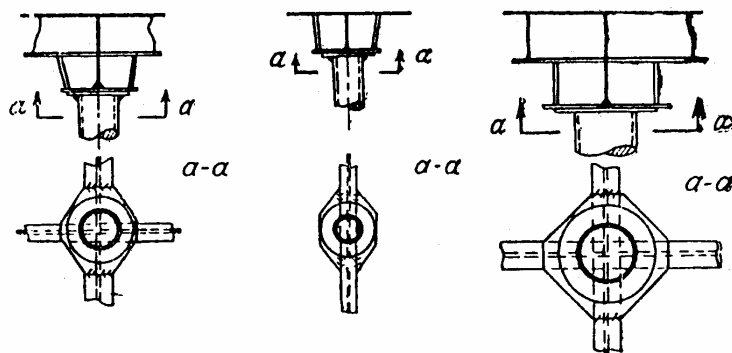


Hình 3.67

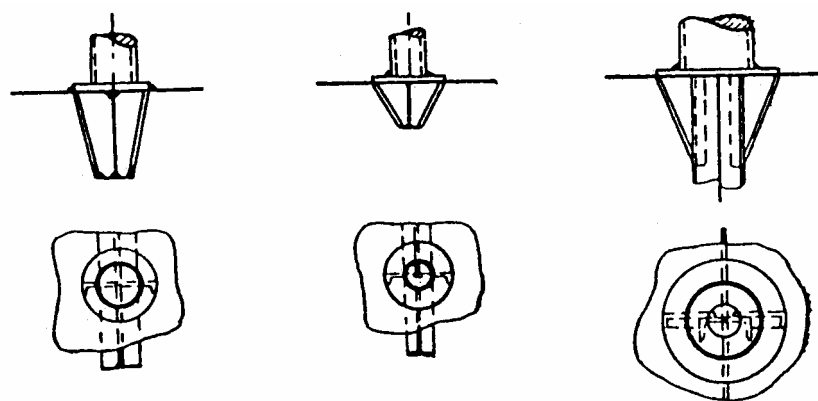
Trên hình 3.66 nêu sau: 1 – thành dọc miệng hầm hàng, 2 – thành ngang, 3 – xà ngang boong cắt, 4 – xà dọc boong, 5 – tấm lót, 6 – xà ngang boong, 7 – mã, 8 – nẹp, 9 – xà ngang cuối hầm hàng, 10 – cọc chống và 11- nẹp ngang thành miệng hầm hàng.

Cọc chống có thể gối lên hai gối theo cách giản đơn nêu tại hình 3.67. Các chi tiết cần giải thích thêm tại hình 3.70 gồm: 6 – tấm đáy trong, 7 – đà ngang đáy, 8 – ki đứng, 9 – tôn vò, 11 – tấm lót dưới.

Có thể thấy rằng, mỗi liên kết hai đầu của cọc chống tránh dùng mã. Cách làm này rất phổ biến trong các tàu vận tải thông dụng. Những phương cách định vị hai đầu cọc chống được trình bày tại hình 3.68. trong đó hình 3.68a mô tả kết cấu đầu cọc trên và hình 3.68b mô tả kết cấu đầu cọc dưới.



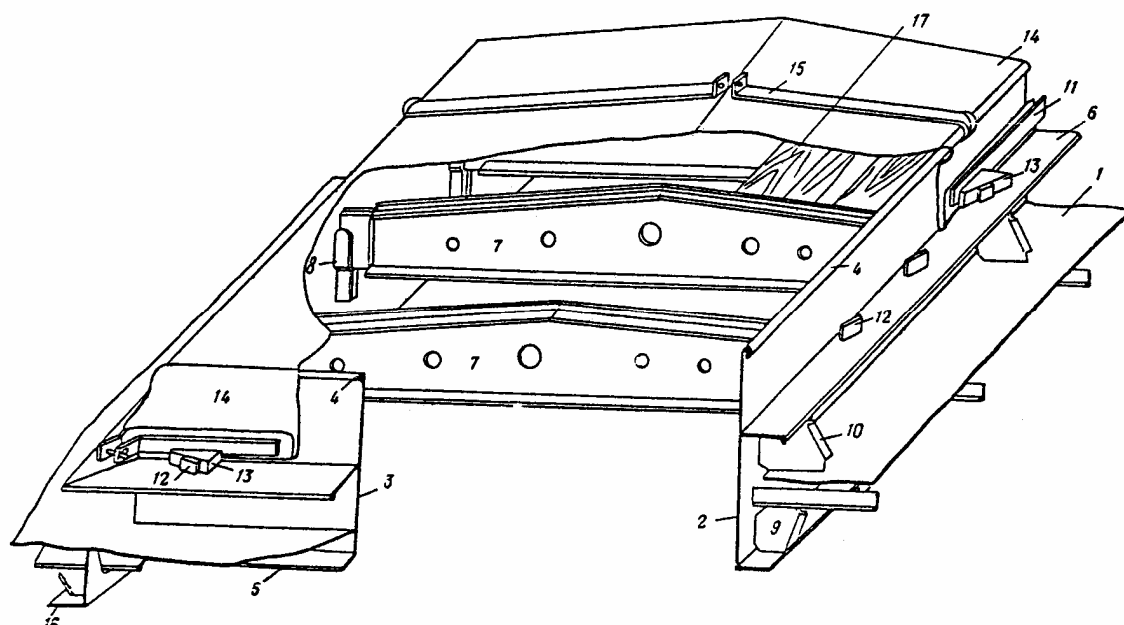
Hình 3.68a. Các hình thức bố trí kết cấu đầu cọc trên



Hình 3.68b. Các hình thức bố trí kết cấu đầu cọc dưới

Kết cấu nắp hầm hàng tàu chở hàng khô. Tàu kiểu cũ miệng hầm hàng không quá rộng, chúng ta có thể sử dụng kiểu dẫy hầm hàng truyền thống, kiểu nắp rời, di động. Bố trí chung nắp hầm hàng kiểu cũ có dạng như tại hình 3.69.

Thành dọc miệng hầm hàng 2 cũng như thành hai đầu hầm hàng 3 là kết cấu khỏe, tư thế vuông góc với boong. Phần nằm dưới boong của tấm thành đã được nêu trong phần bàn về kết cấu xà dọc boong kiêm thành hầm hàng, phần trên được đưa lên cao khỏi mép tôn boong. Chiều cao này không nhỏ hơn 600mm trên tàu vận tải, nắp hầm kiểu cũ. Chiều cao đó bắt buộc phải dùng trong vùng 0,25L từ mũi, sau vùng này chiều cao miệng hầm hàng có thể chỉ là 450mm. Tuy nhiên trong thực tế có miệng hầm hàng cao đến 900mm hoặc 1m.

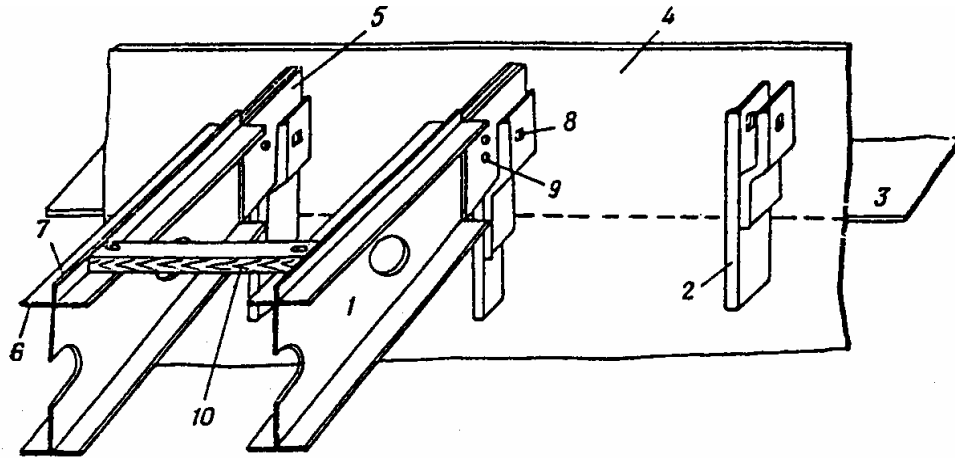


Hình 3.69. Nắp dẫy miệng hầm hàng

Các ghi chú trên hình 3.69 có ý nghĩa: 1- tôn boong (deck plate); 2- thành dọc miệng khoang (side coaming); 3- thành ngang miệng khoang (end coaming); 4- thanh viền mép trên miệng khoang (moulding bar); 5- đầu mút xà ngang (end beam); 6- gân gia cường tăng cứng/nẹp nằm (horizontal stiffener); 7- xà ngang miệng khoang hàng (hatch beam); 8- giá đỡ xà ngang miệng khoang (hatch beam carrier); 9- mã xà (beam bracket); 10- mã đỡ miệng khoang (coaming stay); 11- thanh giữ bạt miệng khoang (hatch batten); 12- má kẹp/ổ nẹp (hatch cleat); 13- nẹp (wedge); 14- bạt phủ miệng khoang (hatch tarpaulin); 15- thanh

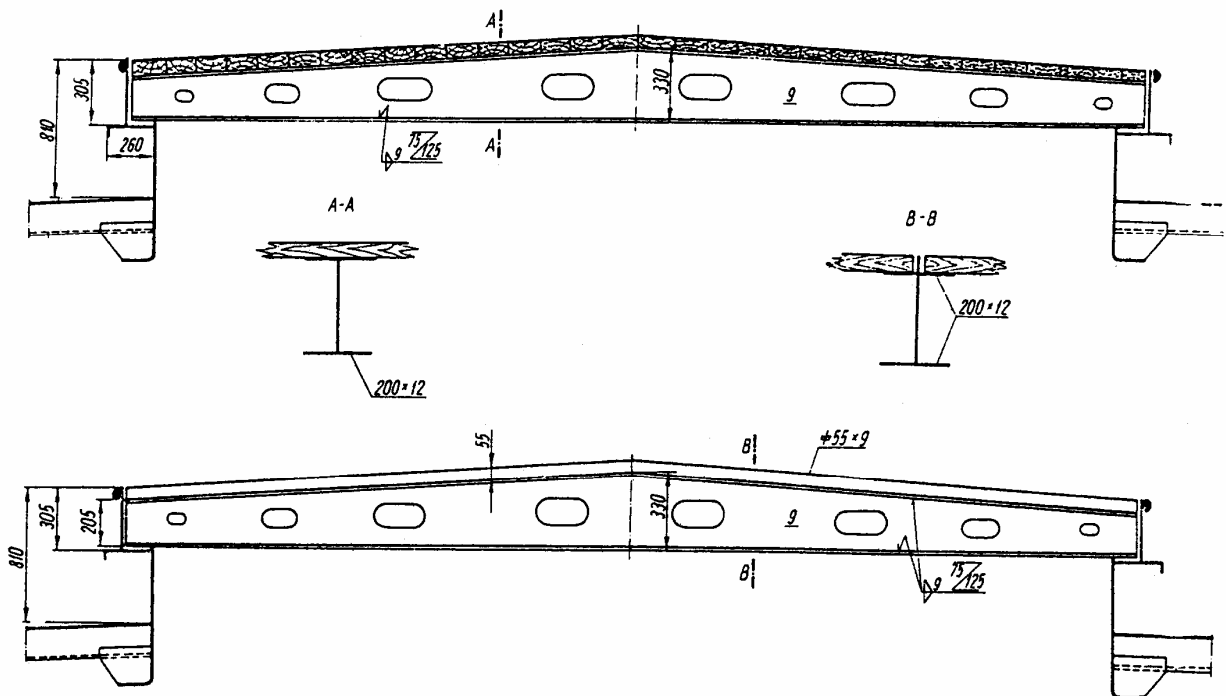
giữ tấm nắp miệng khoang (locking bar); 16- sòng boong (deck girder); 17- tấm nắp đáy miệng khoang (hatch board).

Thiết kế cũ coi nắp đáy không khác mái nhà. Các xà ngang chế tạo rời được dùng khi cần đáy hầm. Sắp xếp các xà ngang như hình 3.70. Các xà cách nhau khoảng 1,5m, tùy tình hình cụ thể. Thông lệ người ta dùng gỗ lát làm vật liệu lợp “mái nhà” đang đề cập. Các tấm gỗ chỉ dài gần bằng khoảng cách xà ngang, xếp dọc tàu tạo thành mái che. Trên gỗ dùng vải bạt hoặc tấm kim loại phủ lên che mưa, gió. Thiết kế xà phải lưu ý đến điểm, phải dành chỗ đủ để gác đầu thanh gỗ vào xà.



Hình 3.70

Kết cấu xà cùng các tấm gỗ đáy được vẽ lại tại hình 3.71.



Hình 3.71

Các thiết bị giữ bạt hoặc tấm lợp kim loại được trình bày tại hình 3.72.

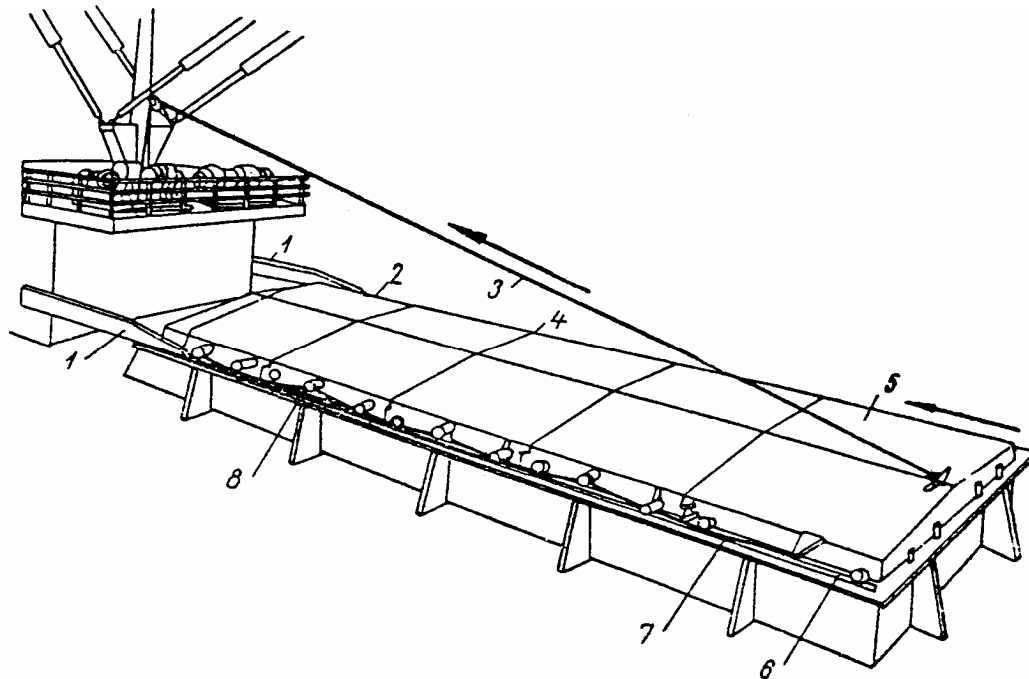
Các ghi chú trên hình 3.73 tương tự như trên hình 3.69, mang ý nghĩa sau: 1 – xà ngang miệng khoang hàng (hatch beam); 2- tấm nắp đáy miệng khoang (hatch board); 3- thành dọc miệng khoang (side coaming); 4- mã đỡ miệng khoang (coaming stay); 5- thanh viền mép trên miệng khoang (moulding bar); 6- gân gia cường tăng cứng/nẹp nằm (horizontal stiffener); 7- giá đỡ xà ngang miệng khoang (hatch beam carrier).

Ngày nay cách đây này chỉ còn lưu lại trên một số tàu chạy sông, hoặc ven biển. Tàu vận tải đi biển không sử dụng cách đây kiểu này. Nắp đáy cơ khí hoá, cơ giới hoá đã thay chỗ cho cách làm truyền thống. Thiết bị đây hầm hàng của các hãng chuyên ngành Mc Gregor và Kvaerner vv... đã đưa ra những thiết kế mới tiện lợi và an toàn hơn nhiều nếu so với kiểu cũ.

Nắp đáy hầm hàng cơ giới hoá gồm nhiều phân đoạn, gắn kín với nhau qua các khớp. Đóng và mở các tấm này hoàn toàn nhờ vào thiết bị tời nâng hạn vốn đã được trang bị trên tàu kiểu này.

Những giải pháp tốt cho cơ cấu đây hầm hàng được phát triển ngày một phong phú. Nhờ tính an toàn của các thiết bị này ngày một cao, trọng lượng các nắp đáy được nghiên cứu để giảm bớt người ta đã có điều kiện mở rộng các miệng hầm hàng đến mức ngày trước không dám mơ. Miệng hầm hàng tàu hàng khô rộng 7 – 8m đã tồn tại khá lâu, miệng rộng 9 – 10m có xu hướng phát triển.

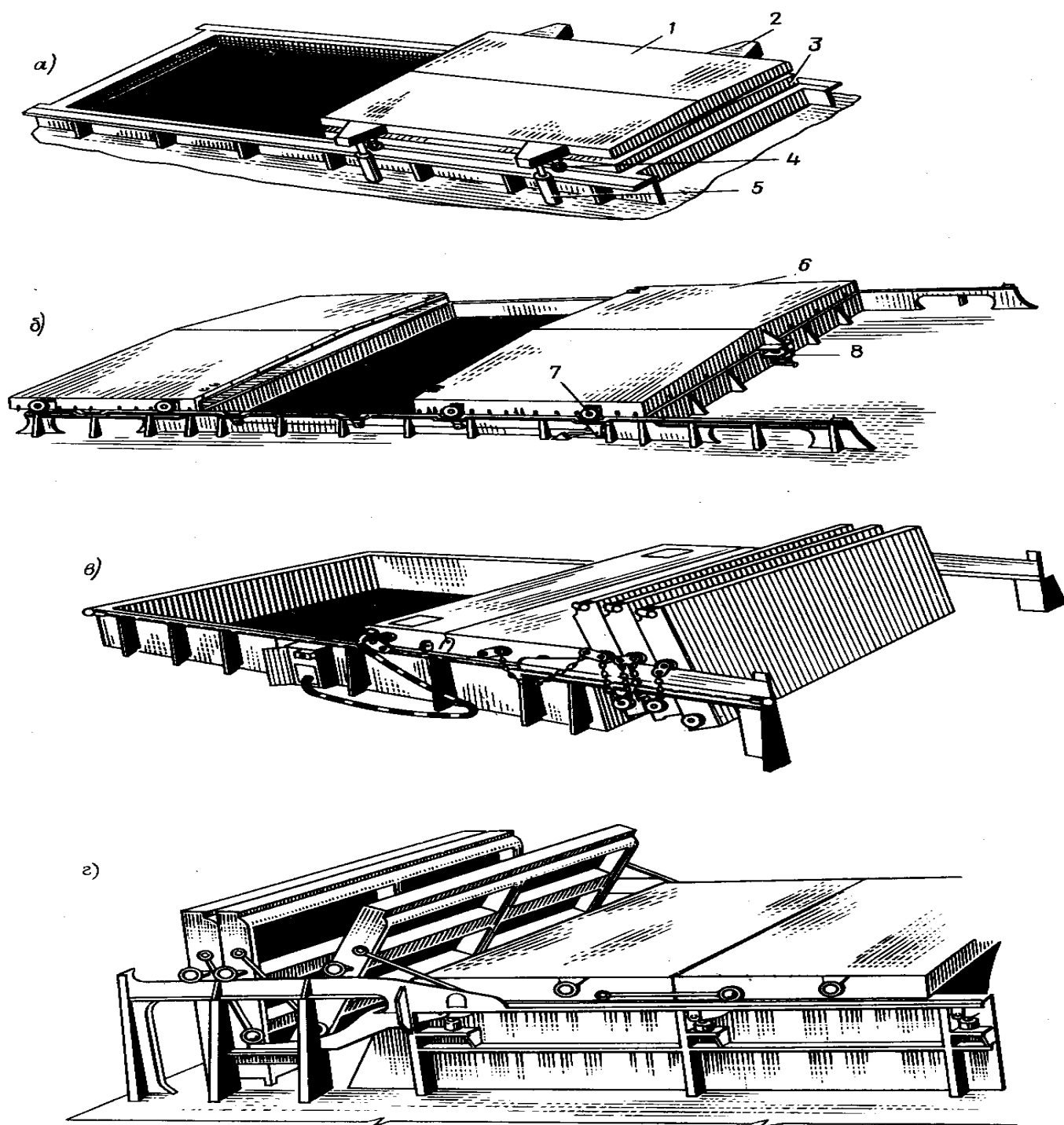
Hình 3.74 trình bày một trong những giải pháp được ưa chuộng nhiều năm qua. Mở nắp hầm hàng theo cách sau, sử dụng hệ thống tời nâng hạ kéo các nắp theo kiểu dòn toa xe để tập kết nắp tại vị trí đã định, đầu hầm hàng. Công đoạn đây hầm hàng tiến hành theo cách ngược lại, dùng thiết bị tời nâng hạ kéo các tấm trải miệng hầm cho đến khi che kín toàn bộ hầm hàng.



Hình 3.74. Nắp hầm hàng kiểu “Mc Gregor”

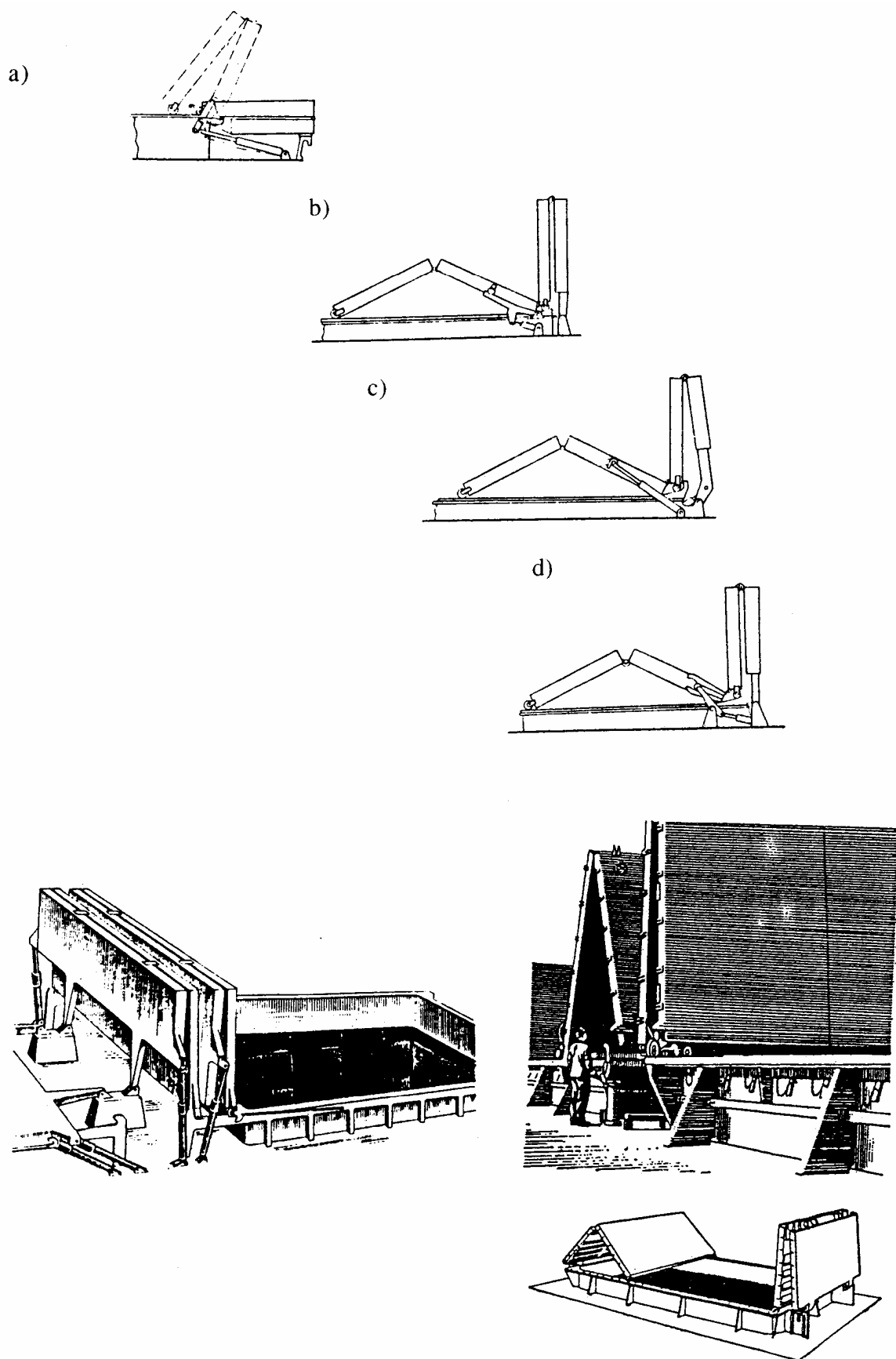
Các ghi chú trên hình 3.74 ở trên mang ý nghĩa: 1- thanh dẫn hướng con lăn giữa; 2- tấm nắp đầu; 3- cáp kéo; 4- tấm nắp giữa; 5- tấm nắp cuối; 6- thanh dẫn hướng ngoài; 7- cáp nối; 8- con lăn giữa.

Cách dòn nắp và xếp chúng vào nơi qui định được mô tả tại hình 75.



Hình 3.75. Xếp nắp hầm hàng đóng mở kiểu "Mc Gregor"

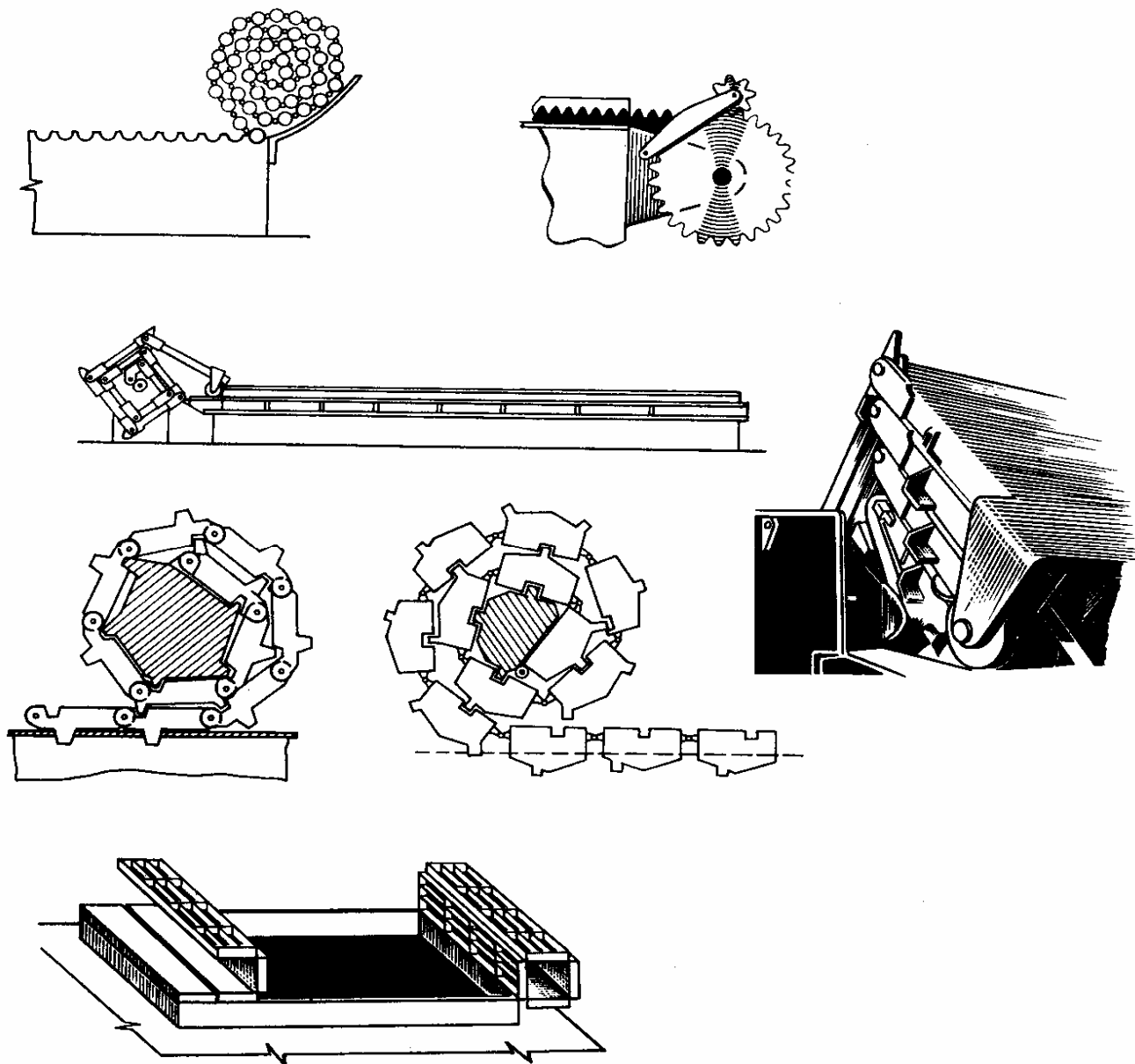
Hình tiếp theo, hình 3.76 trình bày nắp đáy hầm hàng "Mc Gregor" đóng mở bằng thủy lực. Khi đóng, các phân đoạn sẽ bị dồn về một phía/hoặc hai phía của hầm hàng tùy theo phương pháp bố trí và dựng đứng lên bằng cách gấp đôi. Khi đây, tấm này được các máy thủy lực duỗi ra che kín miệng hầm hàng.



Hình 3.76

Tàu chở container sử dụng hệ thống nắp đáy kiểu pon ton. Cơ cấu đáy dạng này chỉ một phân đoạn. Lúc cần nhấc nắp ra người ta dùng hệ cần cầu thao tác với nó.

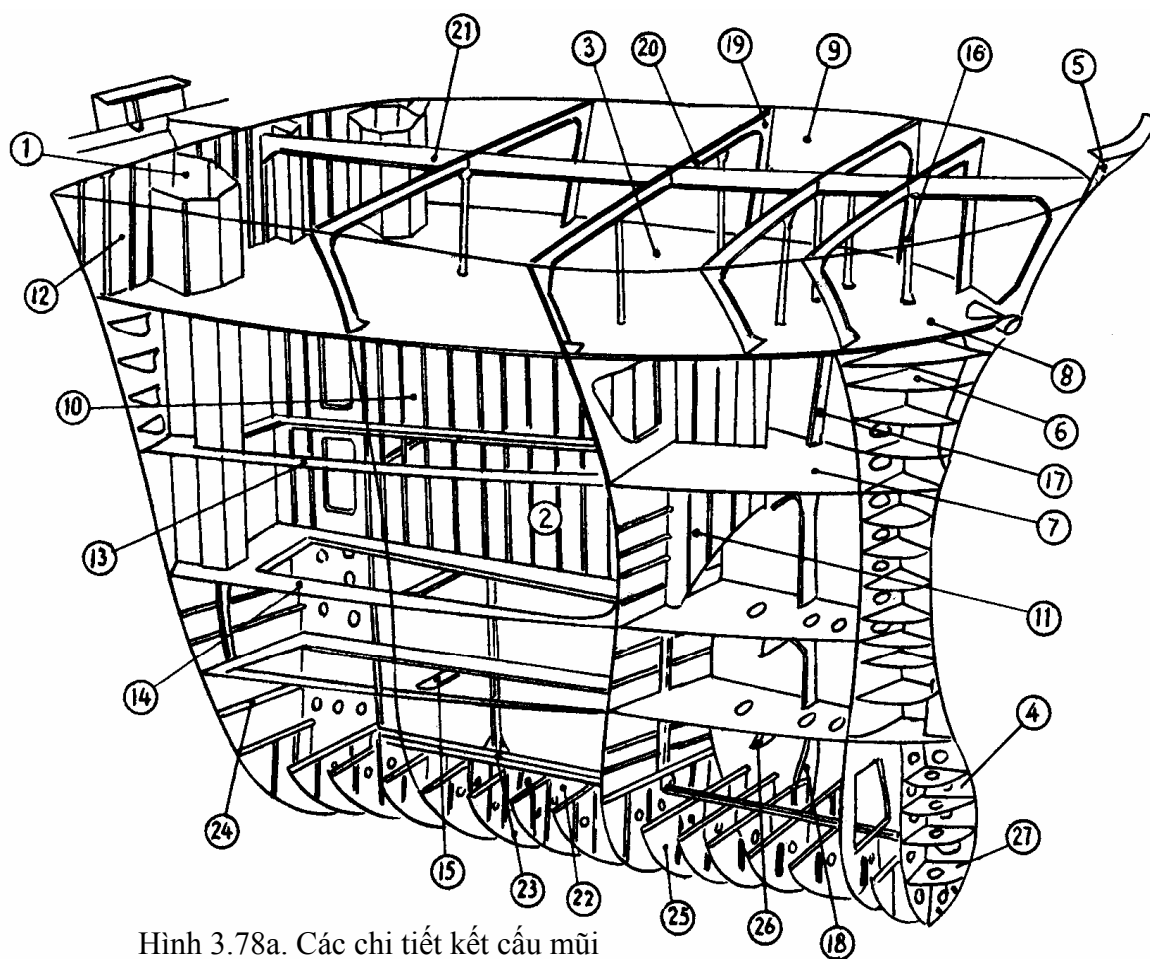
Một trong những cách giải quyết tốt được dùng trên những tàu với miệng hầm không quá rộng là sử dụng nắp đáy dạng “chiều” có thể cuộn lại thành cuộn khi mở nắp hầm và trải “chiều” ra khắp miệng hầm khi đóng. Sơ đồ làm việc của hệ thống này được miêu tả tại hình 3.77.



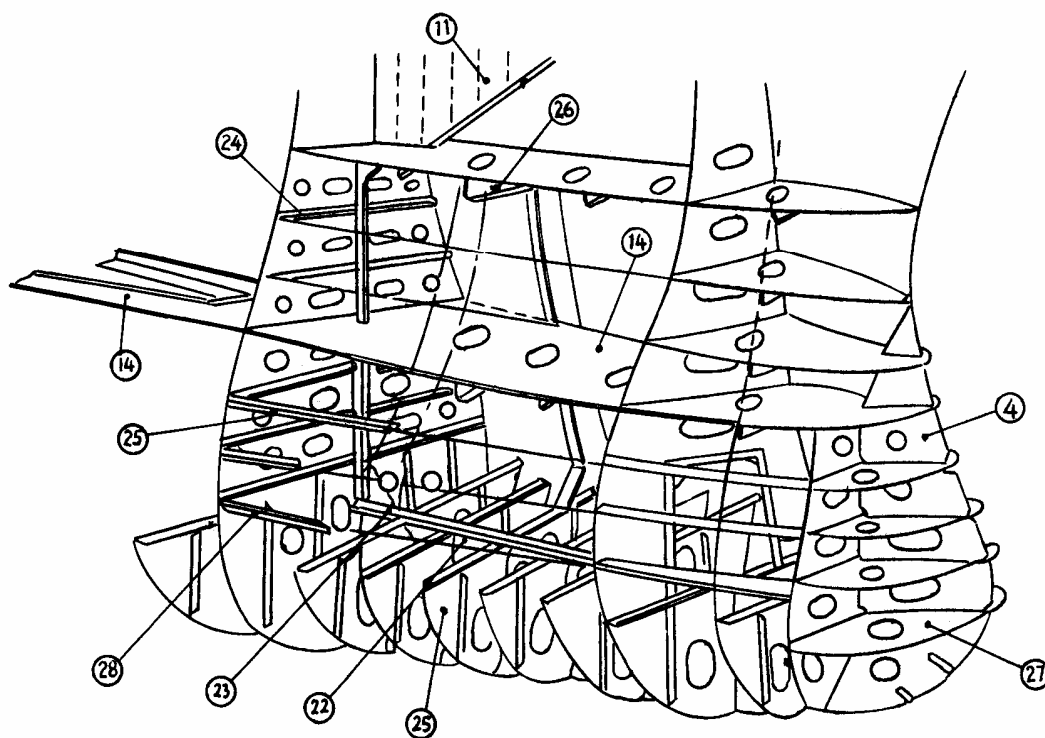
Hình 3.77

5. Kết cấu phần mũi

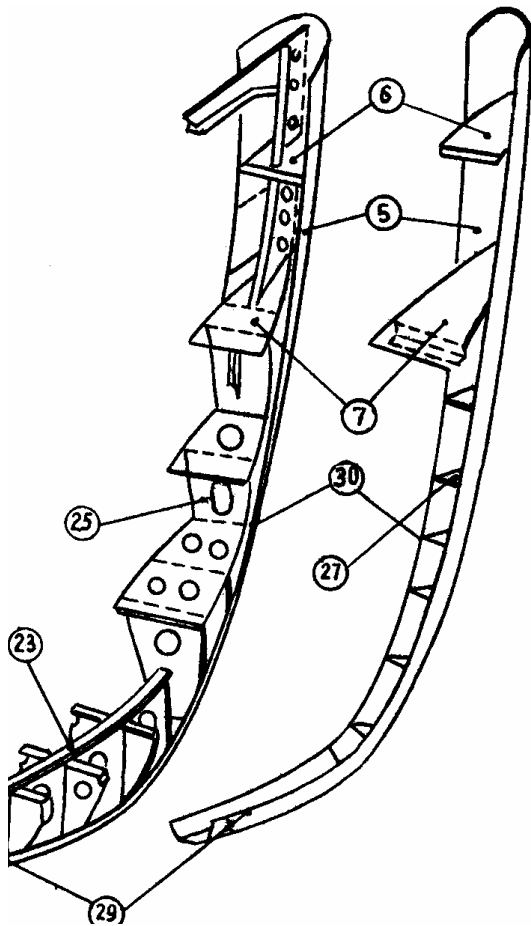
Phần tiên phong của thân tàu khi hoạt động trong nước là lô mũi, nơi gặp nhau của hai giải tôn mạn. Sóng mũi phải có cơ cấu đủ cứng, chịu đựng va đập của nước, của vật thể lạ bất kỳ có thể xuất hiện khi tàu hoạt động. Sóng mũi còn làm việc rẽ nước, mở đường tàu đi do vậy kết cấu phải có dạng thoát nước, ít có nguy cơ tạo sức cản lớn. Tiếp sau lô mũi các kết cấu quan trọng khác của phần mũi còn có: các sườn ngang, đà ngang đặc biệt khỏe trong khu vực, các sóng dọc mạn biến thành các nẹp nằm ngang đủ vững, vách lườn, và tiếp đó đến vách chống va (collision bulkhead), hình 3.78.



Hình 3.78a. Các chi tiết kết cấu mũi



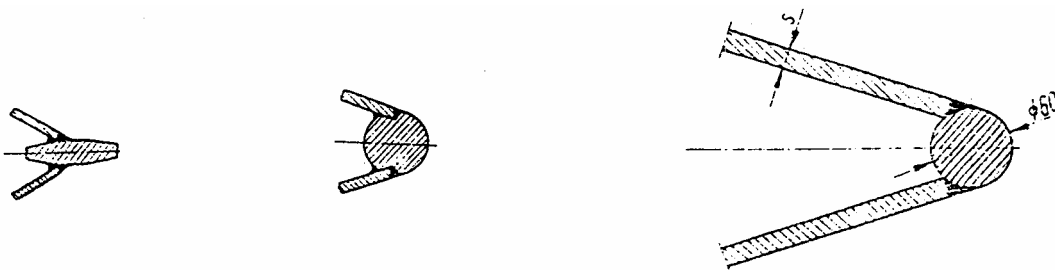
Hình 3.78b. Các chi tiết kết cấu mũi quả lê



Các ghi chú trên hình 3.78a; 3.78b và 3.78c có ý nghĩa: 1- hãm xích (chain locker); 2- kết mũi (fore peak tank); 3- kho thủy thủ trường (boatwain's store); 4- mũi quả lê (bolbous bow); 5- tấm tôn tạo mũi (fashion plate); 6- mã ngang (breast hook); 7- boong thứ hai (second deck); 8- boong trên (upper deck); 9- boong thượng tầng mũi (forecastle deck); 10- vách dọc phía mũi tàu (center division); 11- tấm chặn (wash plate); 12- vách chống va (collision bulkhead); 13- sống dọc mạn (side stringer); 14- sống dọc chống va (panting beam); 15- xà chống va (pating beam); 16- cột chống (pillar); 17- sườn (frame); 18- mã hông (tank side bracket); 19- mã xà (beam bracket); 20- xà ngang boong (beam); 21- sống dọc boong (deck girder); 22- sống chính (center girder); 23- thanh gia cường (rider plate); 24- nẹp nằm (horizontal stiffener); 25- đà ngang dâng cao (deep floor); 26- sống chống va dưới xà (panting stringer under beam); 27- mã gia cường (rib); 28- nẹp dọc gia cường tấm vỏ (shell long); 29- sống chính (keel); 30- tấm sống mũi (plate stem).

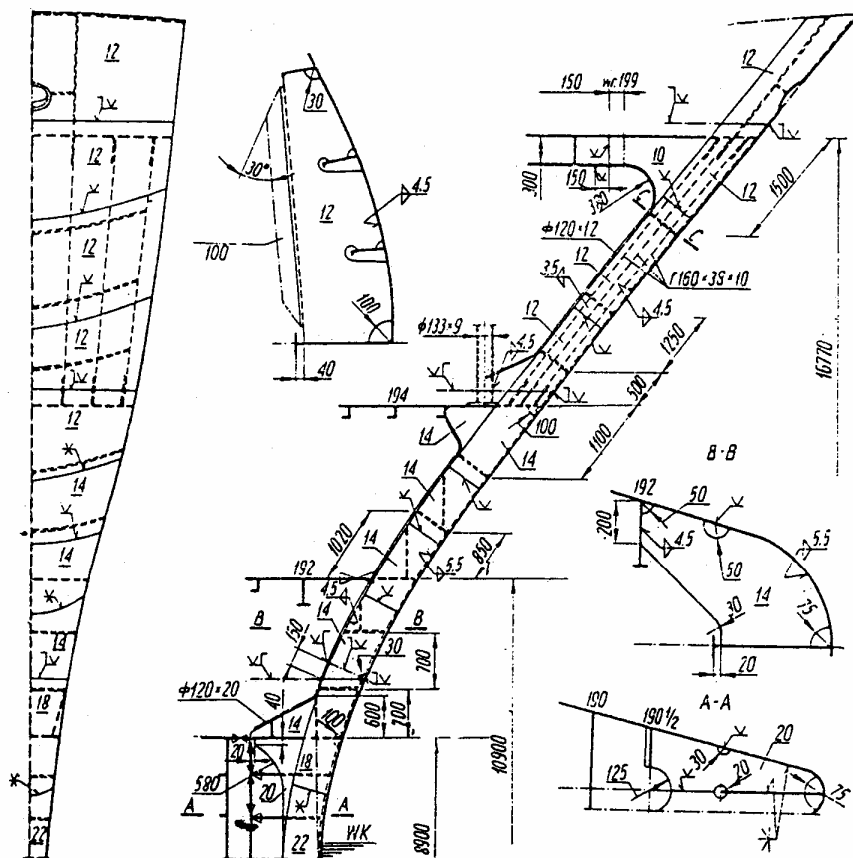
Hình 3.78c. Các chi tiết kết cấu mũi thường

Sống mũi, từ chuyên ngành có gốc từ ngôn ngữ xứ đất thấp Netherlands, viết là *voorsteven* là phần tiên phong (voor) song lại là bộ phận kéo dài, rất kiên cố của ki chính tàu. Trong tiếng Anh ngày nay người ta dùng từ *stem* để chỉ sống mũi. Sống mũi dùng trên tàu được thiết kế dưới nhiều hình thức khác nhau. Sống có thể làm từ thép thỏi, thép tròn đường kính đủ lớn, được uốn theo hình đã tính, bên ngoài hàn đắp tôn bọc kín. Có thể hàn đầu trực tiếp hai mép tôn bao vào sống. Hình 3.79 trình bày cách hàn tôn mép mũi vào sống mũi tàu dạng thanh (tiếng Anh: stem bar). Trong thực tế, thay vì thanh thép đặc như đang đề cập người ta còn dùng ống thép làm sống cho các tàu cỡ nhỏ.



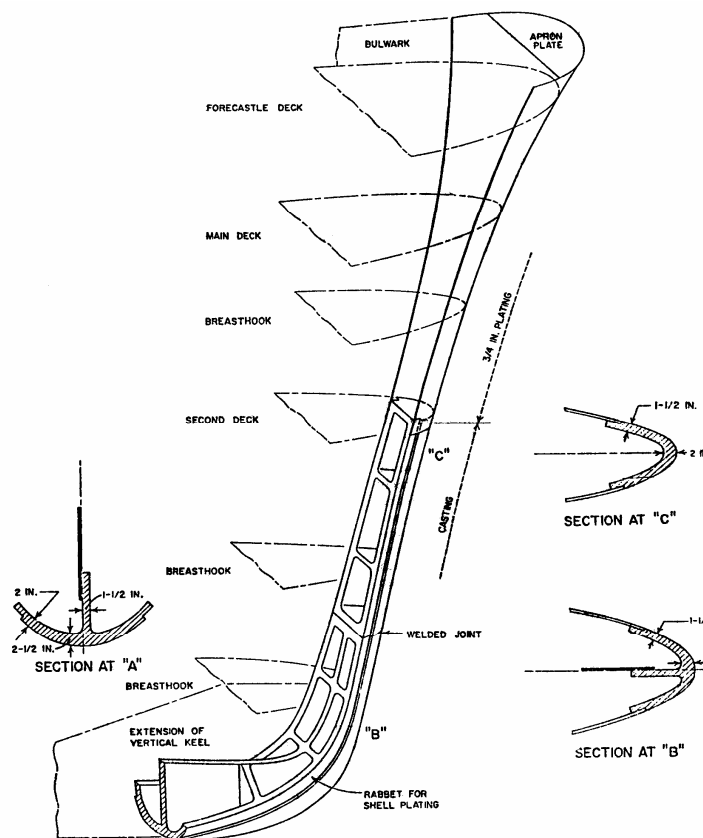
Hình 3.79

Các tàu lớn hơn không sử dụng lô mũi kết cấu từ thanh như vừa nêu. Phần trên của lô mũi thường làm từ tấm, kết cấu hàn như minh họa tại hình 3.81 nêu trên. Kết cấu tiêu biểu sống mũi tấm (plate stem) trình bày tại hình 3.80. Kết cấu dạng này đòi người đóng tàu phải bỏ nhiều công sức thực hiện nhằm đảm bảo độ chính xác mong muốn. Sống mũi tàu không chỉ đảm bảo bền, chủ yếu độ bền va đập mà còn là vật thể có hình dạng thoát nước.



Hình 3.80. Sóng mũi tàu vận tải đi biển

Sóng mũi đúc thịnh hành trong giai đoạn công nghệ đóng tàu vỏ thép chưa ở mức hoàn thiện như ngày nay. Một trong những khó khăn thường gặp khi sử dụng giải pháp này là biện pháp nối tấm thép với lô mũi đúc. Một trong những kết cấu dạng này ghi lại tại hình 3.81 như một kỷ niệm.

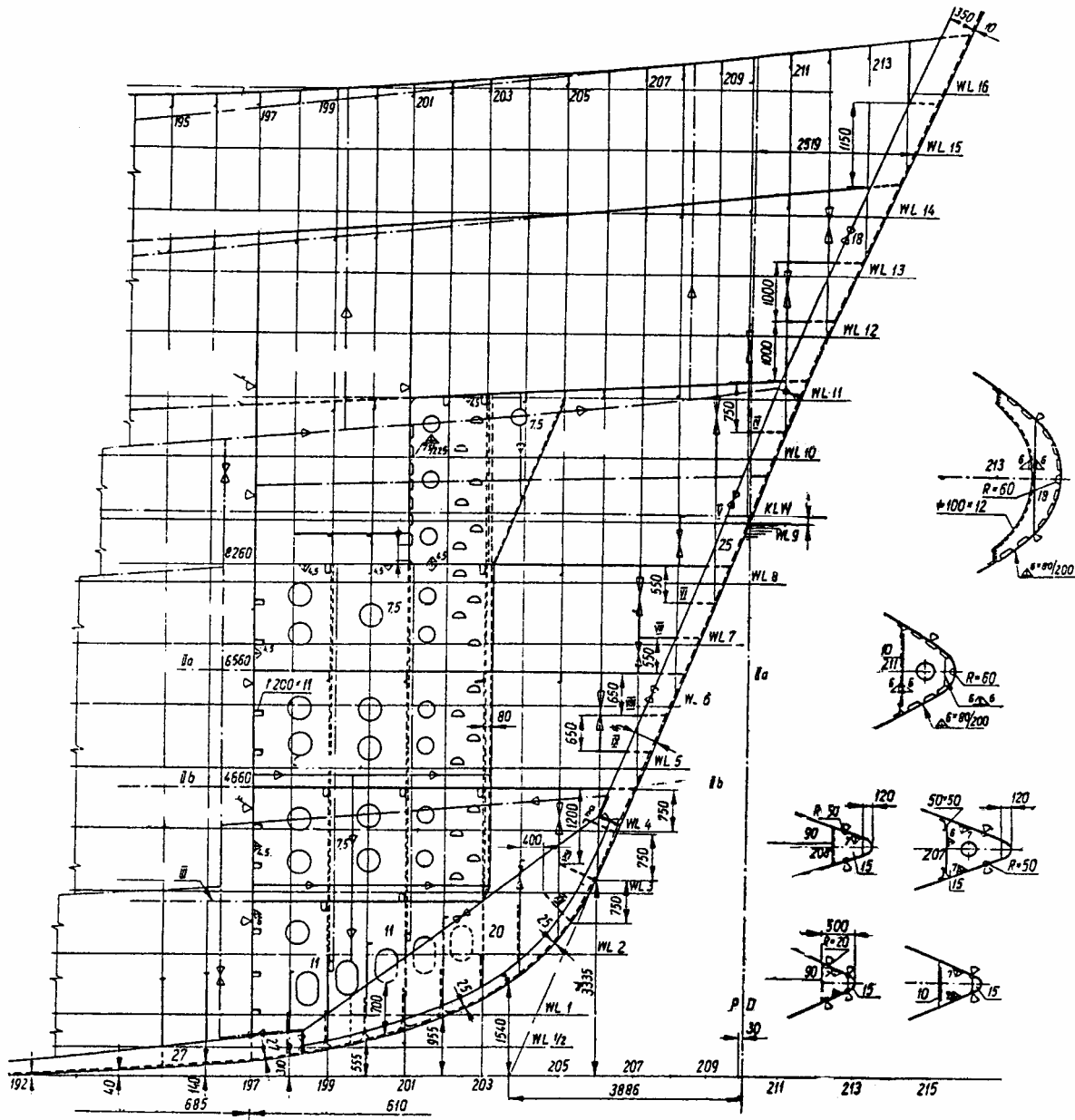


Hình 3.81. Sóng mũi đúc từ thép đúc

Technical drawing of a ship's hull cross-section and plan view. The drawing includes a longitudinal section on the left showing the hull's profile with various dimensions and a series of cross-sections labeled A-A, B-B, and C-C. The main part of the drawing is a plan view of the hull, showing the deck layout, including the main deck, upper deck, and lower deck. It includes numerous dimensions, such as lengths, widths, and heights, and is divided into sections by a vertical line labeled 'C-C'. The drawing is a detailed technical illustration of a ship's hull structure.

152

Hình 3.83 trình bày ví dụ ứng dụng sóng mũi hàn từ tấm, cùng các chi tiết gần sóng mũi, trên tàu vận tải đi biển đóng từ những năm năm mươi.



Hình 3.83

Một vài công thức giúp xác định chiều dày tôn sóng mũi được giới thiệu sau giúp bạn đọc trong thiết kế bộ phận này. Công thức kinh nghiệm tính chiều dày tôn:

$$t = 0,1L + 4\text{mm}, \quad \text{trong đó } L - \text{chiều dài tàu đo bằng m.}$$

Trên đường nước chiều dày này giảm dần để rồi khi lên đến vị trí cao nhất chiều dày t bằng chiều dày tôn mạn.

Kết cấu phân mũi trong đó có chi tiết sóng mũi vừa đề cập có chức năng quá nặng trên tàu. Phần này thân tàu thường xuyên chịu tác động sóng đập, sóng vỗ, có thể chịu va đập của các vật nổi không thành qui luật trên nước, chịu va đập vào cầu, cảng khi có sự cố vv... Phần mũi tàu vì lẽ đó luôn được tăng cường về mặt độ bền. Khu vực cần quan tâm bao gồm cả miền $0,2L$ tính từ trụ mũi về giữa tàu.

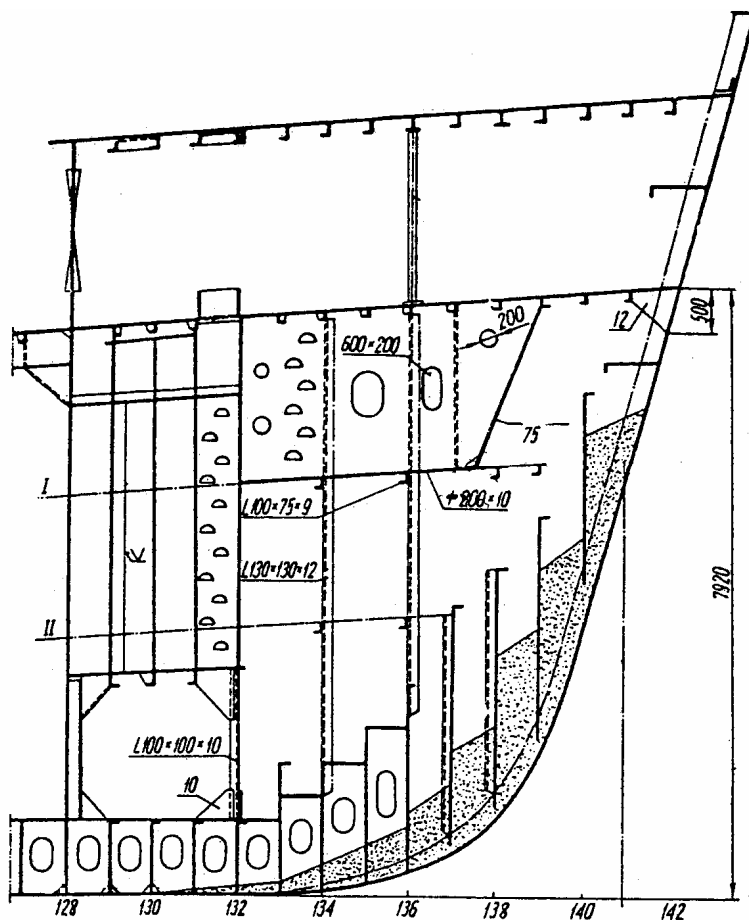
Khu vực này chia làm hai phần, phần đứng mũi chịu sào tính từ lô mũi đến vách tránh va và phần còn lại từ vách chống va mũi đến 0,20L như vừa nêu. Kết cấu trong cả hai phần đều phải được tăng cường về độ cứng vững, tuy mức độ có khác nhau.

Tăng cường độ bền cho khu vực từ vách chống va đến 0,2L bao gồm các việc:

Giảm khoảng cách sườn, đà xuống chỉ vào khoảng 685mm, áp dụng cả cho các tàu lớn. Mô đun chống uốn của cơ cấu làm cứng, cụ thể của sườn tại vùng này tăng thêm đến 20% cho tàu với $D \leq 10,7\text{m}$ và 5% cho tàu với $H \geq 15,25\text{m}$.

Tăng cường kết cấu dọc cho đáy tàu khu vực này, trong phạm vi 0,05L đến 0,25L khoảng cách kết cấu cứng chạy dọc không quá 1,12m. Điều bắt buộc nữa là phải bố trí đà đặc tại mỗi khoảng đà tại đây. Tăng chiều dày tôn đáy dạng các giải tôn chạy dọc. Lắp đặt trong phạm vi 0,05L đến 0,15L, tính từ mũi, các sống dọc mạn, cách nhau không quá 1,85m đến 2,0m.

Phần từ vách chống va về trước, là khoang mũi theo cách gọi của chúng ta, từ kỹ thuật có xuất xứ từ Netherlands viết là voorpiek, người Anh chuyên thành forepeak, có tầm quan trọng sống còn của tàu. Khoảng sườn trong vùng chỉ còn 610mm, thậm chí chỉ nên 600mm. Thông lệ khoảng sườn trong vùng chỉ bằng 2/3 khoảng sườn khu vực giữa tàu. Chiều dày đà ngang tại đây nhất thiết lớn hơn chiều dày trung bình trên 1 mm, còn chiều cao tăng dần về phía mũi. Đà ngang phải được chế tạo dạng chữ T hoặc bẻ mép với chiều rộng mép không bé hơn 60 – 75 mm. Mép quay về mũi, hình 3.84.



Hình 3.84

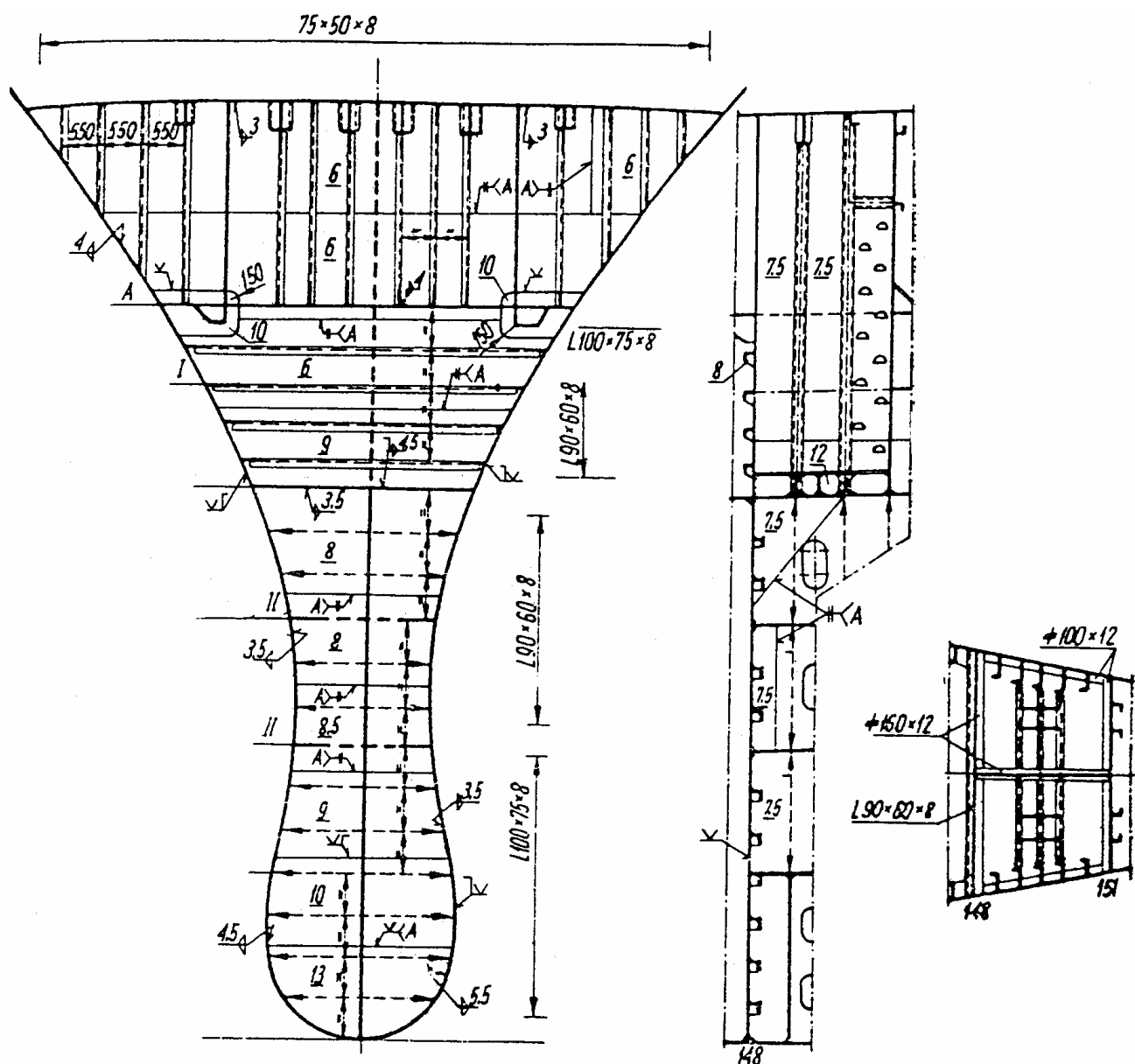
Sông giữa phải có mặt trong vùng này, hàn cố định vào sông mũi. Sườn trong vùng forepeak phải liên tục đến boong chính. Các sông dọc đủ cứng làm chỗ tựa cho sườn. Sườn đi xuyên qua các kết cấu

Technical drawing of a ship's hull section, showing a curved structure with dimensions and labels. The drawing includes a plan view at the top and a side view below. Key dimensions and labels are as follows:

- Top Plan View:**
 - Horizontal dimensions: 320×10 and 120×10 .
 - Vertical dimension: 20.
 - Angle: 45° .
- Side View:**
 - Overall vertical dimension: 7300.
 - Segment dimensions: 1400, 1700, and 1700.
 - Label: "Cement" pointing to a shaded area.
 - Bottom width: 400.
 - Internal structure: A series of oval shapes, with one labeled "LS".

Điều được coi là thông lệ, trước vách chống va người ta bố trí thùng đựng xích hai ngăn. Đây là kết kín nước, dung tích đủ để chứa xích neo, mỗi ngăn chứa một sợi. Tàu đi biển thường trang bị xích neo dài cỡ trên 100m, đường kính khoảng 18mm, mỗi tàu hai xích, cho đến xích lớn dài 2x300m, đường kính đến gần 100mm. Để ra vào kết phải dành khoảng trống, cao chừng 1,2m đến 1,8m. Thùng xích chiếm ít ra từ 3 đến 4 khoảng sườn. Đáy thùng xích phải dốc xuống theo phía mạn để nước có thể dồn vào vị trí tập kết đã dự tính. Bom bước từ thùng bằng thiết bị chuyên ngành chúng ta đã đề cập trong phần hệ thống tàu.

155



Hình 3.87. Thùng xích trước vách chống va

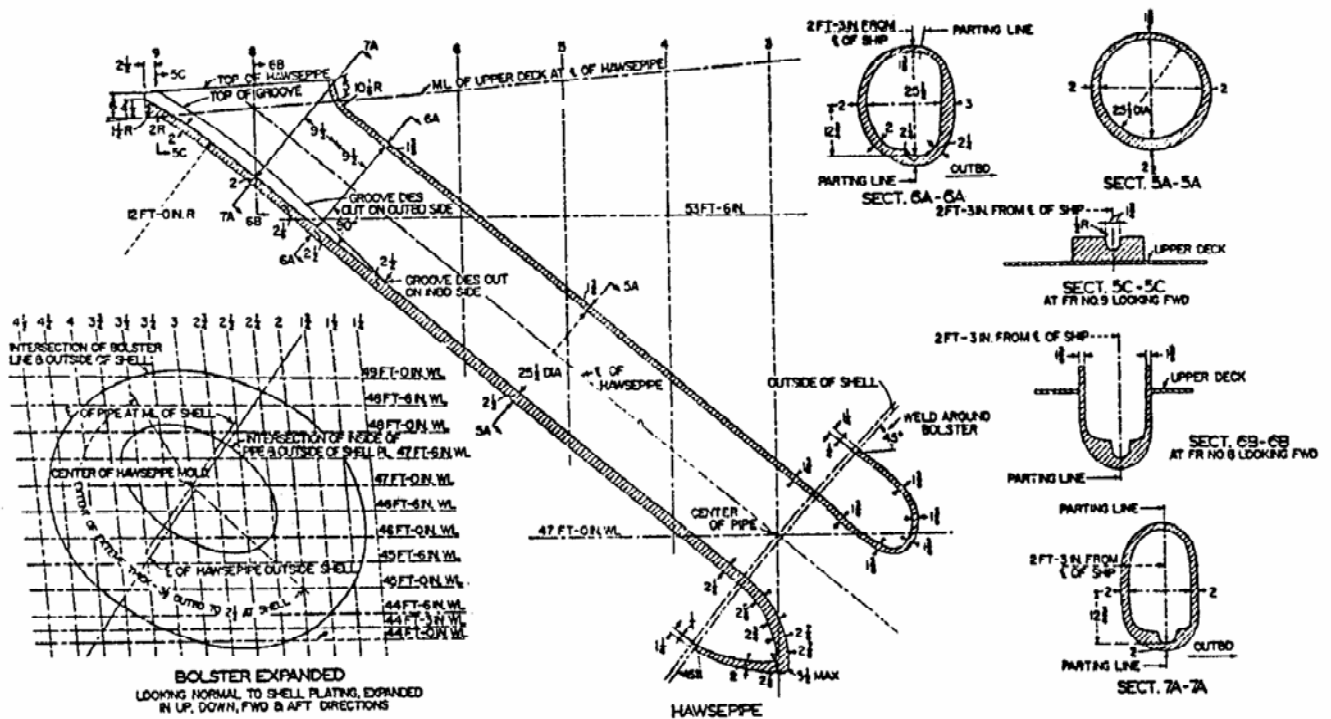
Trong vùng này nhiều khi phải làm thêm các vách dọc. Chiều dày vách khoảng 6 – 7mm tùy thuộc tàu thuộc cỡ nhỏ hay lớn và kích thước các kết.

Hình tiếp theo 3.88 trình bày kết cấu vùng mũi tàu cỡ lớn, mũi “quả lê” với những tăng cường độ bền vừa đề cập. Tại hình, bạn đọc nhìn thấy sống dọc mạn phần dưới được kéo thành các sàn tăng cứng, còn các sống ấy phía trên thành các sàn công tác. Chiều cao các đà được kéo rất cao theo yêu cầu tăng cường độ bền khu vực mũi tàu.

Khoảng sườn dùng trong khu vực này không khác xa với chuẩn 600mm. Trên các tàu cỡ trung hoặc nhỏ thùng xích được các đà ngang nâng cao đỡ.

Những chi tiết khác tuy nhỏ song cần được quan tâm khi thiết kế kết cấu vùng mũi. Những khoảng không quá chật chội, khó vào hoặc không thể vào, không nên bỏ trống mà nên lắp bằng vật liệu thích hợp. Có thể dùng bê tông hoặc vật liệu tương tự vào mục đích này

Trên boong cao khu vực mũi còn bố trí ống luồng xích (hawse pipe), thành rất dày, đường kính ống khá lớn. Ống luồng xích bắt đầu từ sàn boong, chi tiết bắt đầu khá rắc rối, hình thù trông “không giống ai”, xem hình 3.90. Chi tiết khó coi này phải được bắt một cách hài hòa vào boong tàu nhằm đảm bảo độ bền cho tấm boong. Đầu thứ hai của kết cấu này ôm lấy mạn tàu. Vành lỗ của miệng ống xích tại mạn cũng phải bắt vào tôn mạn một cách thích hợp. Chung quanh chi tiết đúc rất dày này của ống luồng xích cần bố trí thêm tấm thép dày, đủ rộng để đón neo, mũi neo và đập thường xuyên.



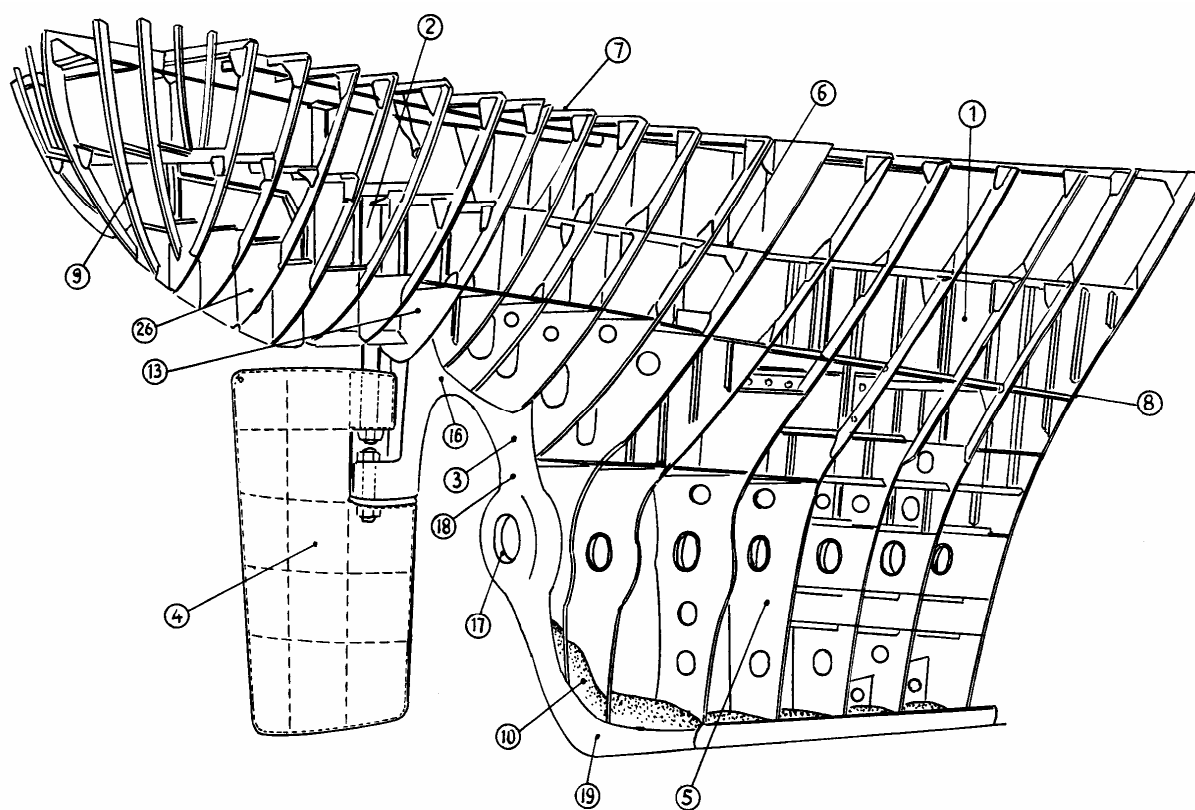
Hình 3.90. Ống luồng xích

6. Kết cấu phân lái

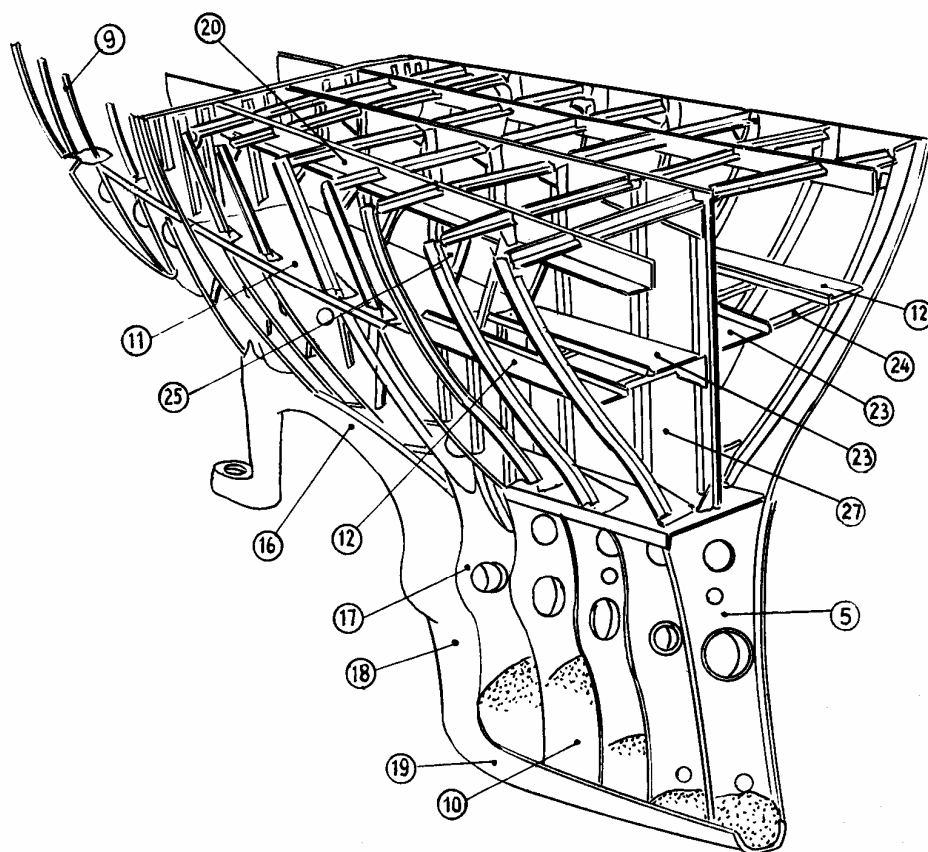
Phân lái của tàu chia làm hai khu vực, theo cách làm đã trình bày phần trên. Phần sau vách khoang lái, từ chuyên ngành có gốc từ tiếng Netherlands là *achterpiek* (tiếng Anh: *afterpeak*) và vùng tiếp theo. Phần vùng mang tên gọi *afterpeak* kéo dài từ sống đuôi đến vách khoang lái, hay còn gọi vách chống va phía lái. Trên các tàu vận tải biển phần này của tàu dùng chở nước ngọt, nước vệ sinh hoặc chứa nước dẫn. Đường trục chân vịt tàu một chân vịt phải xuyên qua khu vực này để ra sau. Cụm kết cấu phức tạp làm chức năng ổ đỡ cùng hệ thống bạc đỡ, bôi trơn bạc vv... đều chứa trong lỗ khoét qua *sống đuôi*. Hệ thống ống bao đường trục (stern tube) thông lệ tựa tại lỗ này một đầu còn đầu kia gắn với phần còn lại của ống bao bằng mặt bích, tại vách khoang lái.

Sống đuôi tàu, nguyên gốc tiếng Netherlands *achtersteven*, trên tàu một đường trục phải làm chỗ tựa cho đường trục đồng thời với phần mở rộng của nó còn làm chỗ đặt gối xoay trục bánh lái tàu. Cơ cấu này phải đảm bảo bền cho phần sau của tàu, là vùng chân vịt hoạt động và gây nhiều bất lợi về mặt độ bền thân tàu, là vùng bánh lái làm việc, tạo lực và momen quay tàu trong trường hợp bề lái.

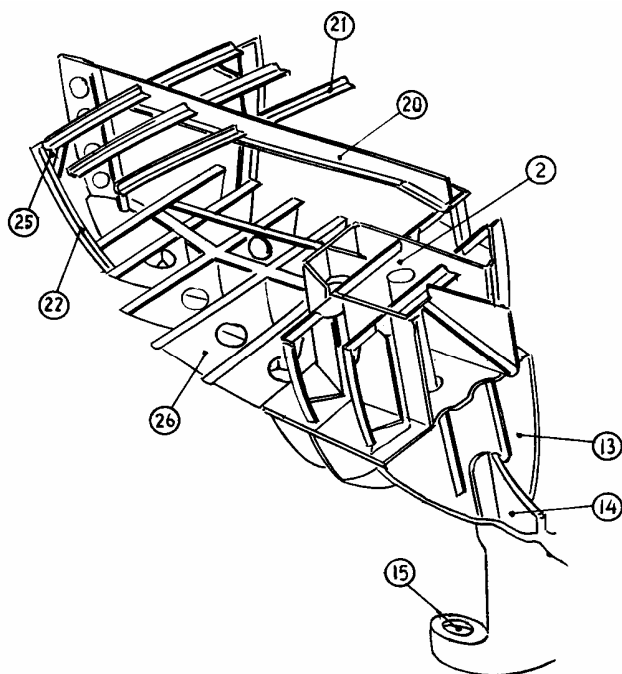
Trong bức tranh chung sống đuôi chúng ta quan tâm (tiếng Anh: stern frame) nằm tại vị trí cơ cực nhất. Sống đuôi phải được liên kết bền với các chi tiết làm cứng thân tàu khu vực này gồm các đà ngang đáy, sườn, tôn bao. Chúng ta có bức tranh toàn cảnh về kết cấu vùng đuôi tàu được thể hiện trên các hình 3.91 sau:



Hình 3.91a



Hình 3.91b

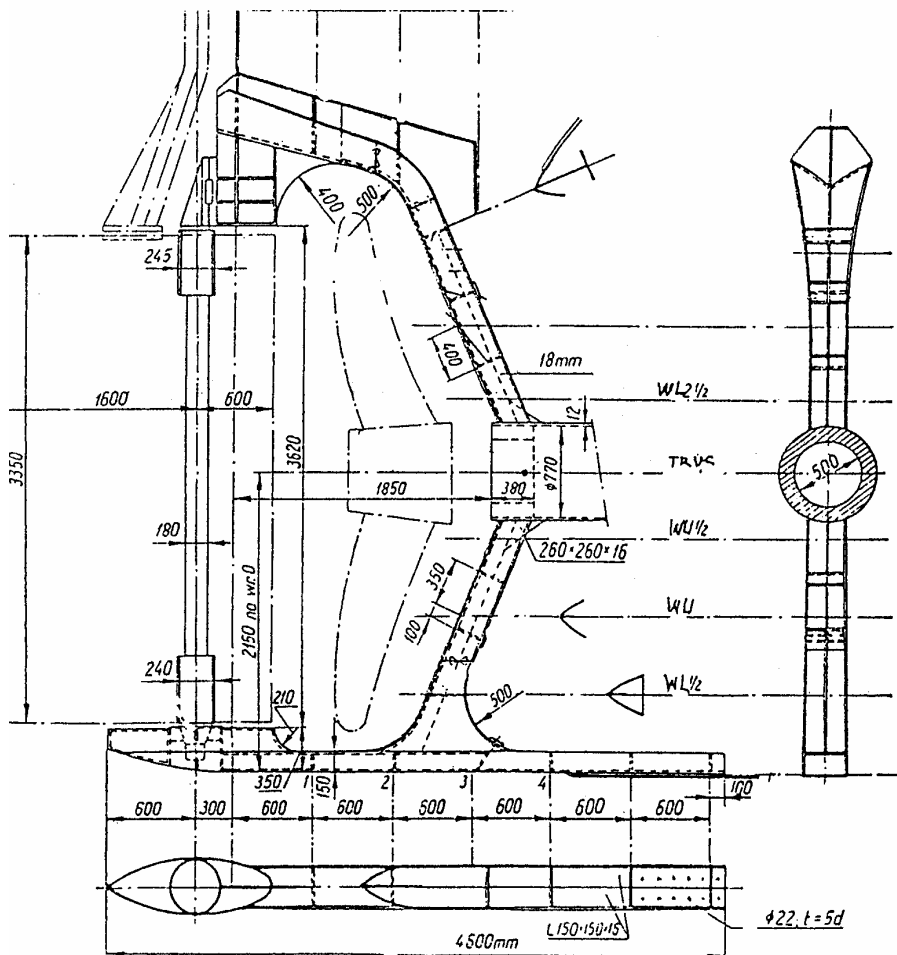


Hình 3.91c

Các ghi chú trên hình 3.91a; 3.91b và 3.91c có ý nghĩa sau: 1- kết đuôi (after peak tank); 2- hàm trục bánh lái (rudder stock trunk); 3- sòng đuôi (stern frame); 4- bánh lái (rudder); 5- đà ngang dâng cao (deep floor); 6- tôn nóc kết (tank top plate); 7- boong trên (upper deck); 8- vách đuôi (after peak bulkhead); 9- sườn quay (cant frame); 10- xi măng (cement); 11- tôn đáy trên (inner bottom plate); 12- sòng dọc chống va (panting stringer); 13- đà ngang đuôi tàu (transom floor); 14- gân gia cường (rib); 15- gối đỡ bánh lái (gudgeon); 16- thân trên của sòng đuôi (crown); 17- gối đỡ trục chân vịt (boss); 18- trục chân vịt (propeller post); 19- gót ki lái (heel piece); 20- sòng dọc boong (deck girder); 21- xà boong (deck beam); 22- sườn (frame); 23- nẹp nằm (horizontal stiffener); 24- xà chống va (panting beam); 25- mã xà (beam bracket); 26 - đà ngang (floor); 27- tấm chặn (wash plate).

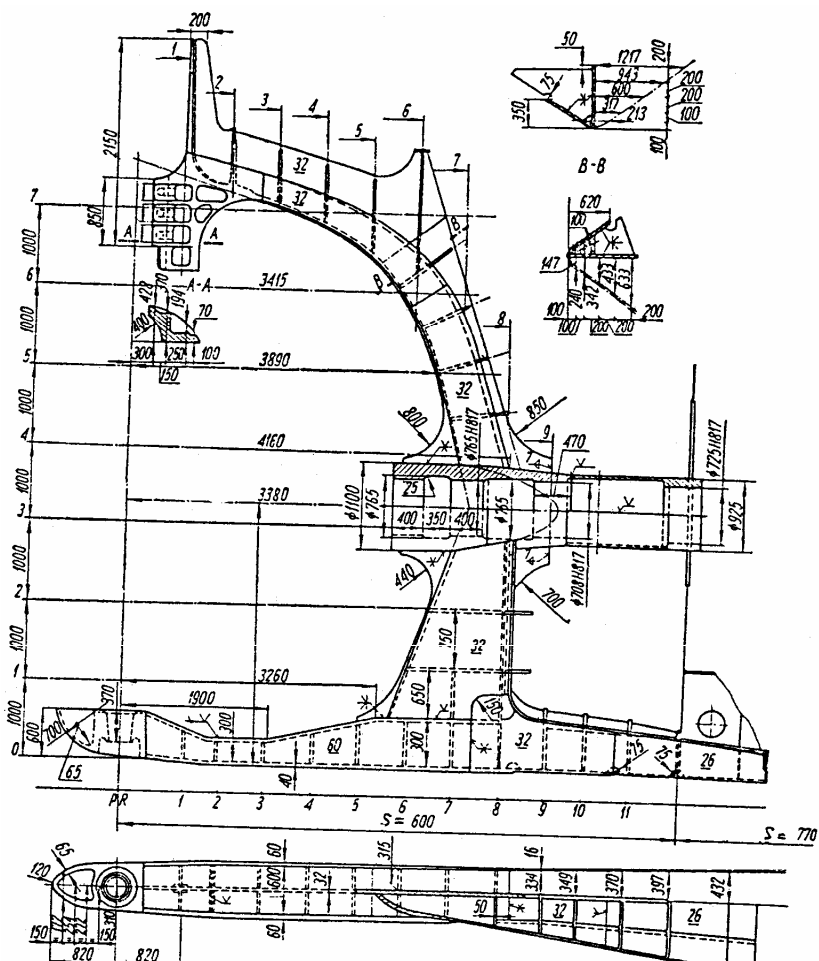
Sòng đuôi kết cấu hàn dùng cho các tàu cỡ nhỏ thông lệ gồm các chi tiết đơn giản, nối ghép bằng hàn, dạng như tại hình 3.92. Trong cụm kết cấu này, thông lệ “quả táo” - chi tiết ống vành khuyên sẽ cho ống bao trục đi qua có kích thước khá lớn người ta phải sử dụng công nghệ đúc để chế tạo, sau đó hàn với các chi tiết của cụm. Các chi tiết khác liên kết với nhau bằng mối hàn đầu đầu.

Hình 3.92. Sòng đuôi hàn trên tàu cỡ nhỏ

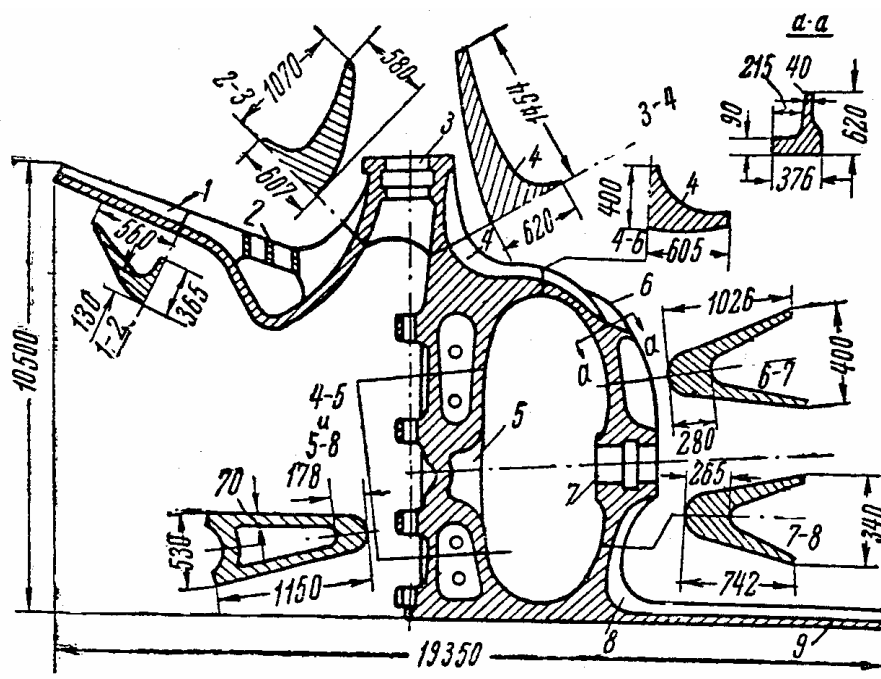


Tàu cỡ trung, thậm chí cỡ lớn có thể dùng sông đuôi hàn. Ví dụ sử dụng kết cấu hàn cho tàu cỡ lớn trình bày tại hình 3.93.

Sông đuôi đúc được chế tạo dưới dạng liền hoặc dạng nối ghép. Những tàu cỡ lớn có sông đúc từ nhiều phân đoạn. Trên một tàu dầu cỡ trung người ta đã phải thiết kế chi tiết này với khối lượng 200 tấn, dài gần 20m. Trong điều kiện đó người thi công bắt buộc chia kết cấu làm nhiều phân đoạn để đúc, sau đó nối chúng lại tại hiện trường. Hình 3.94 giới thiệu sông đuôi đúc dạng kê trên.

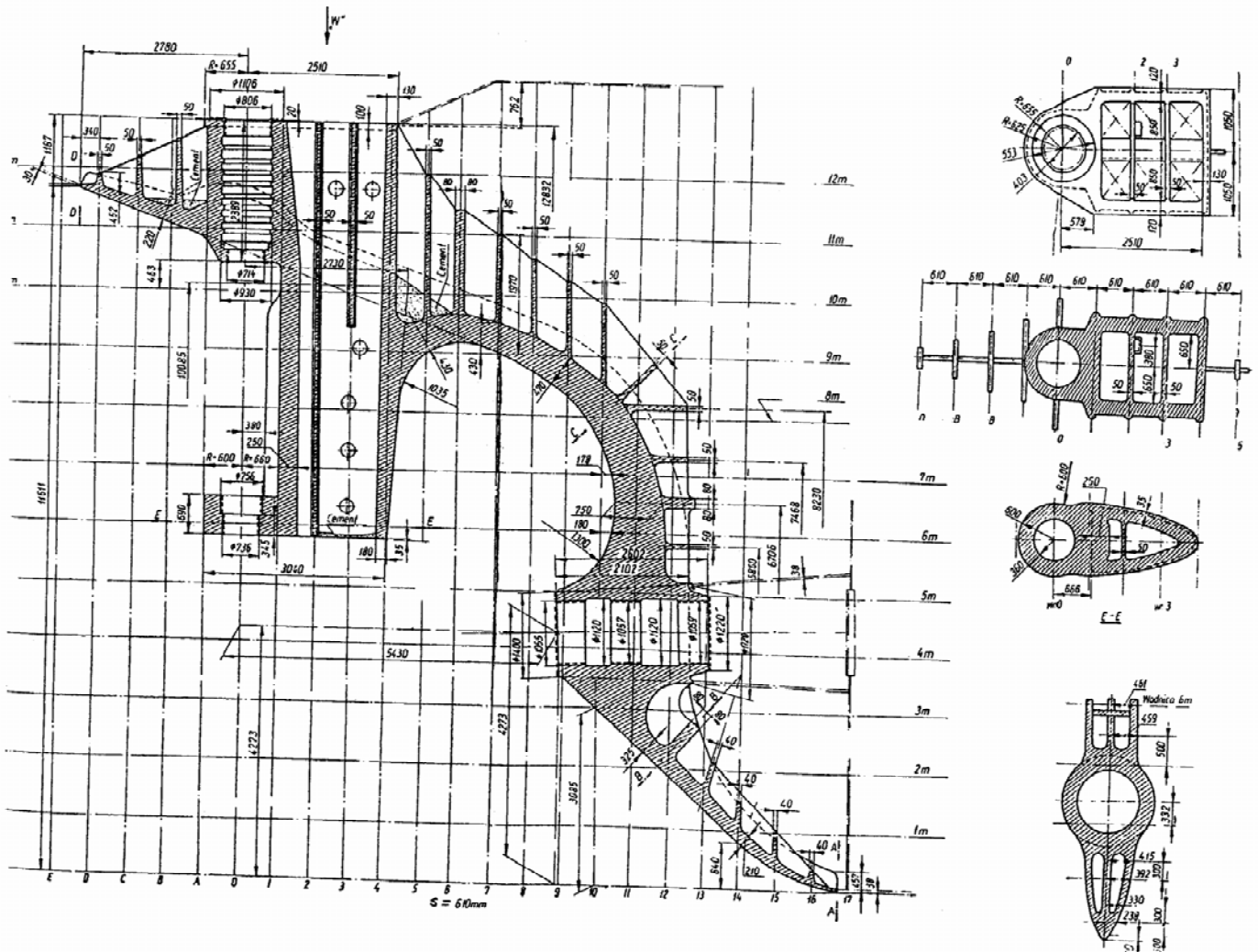


Hình 3.93



Hình 3.94

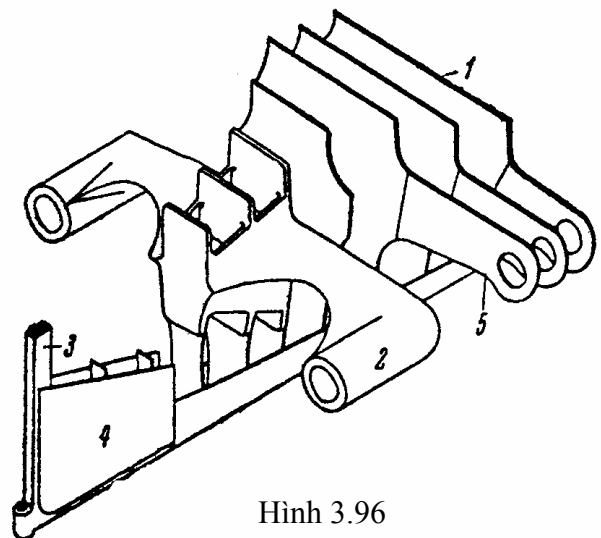
Hình 3.95 trích dẫn kết cấu sống đuôi đúc tàu cỡ lớn, chế tạo từ những năm năm mươi, như tài liệu tham khảo quý giá cho những người đóng tàu hiện đại.



Hình 3.95

Giá đỡ trực chân vịt trên tàu nhiều đường trục không thể bố trí chạy qua ổ đỡ sống đuôi do vậy phải có những cơ cấu khác làm nhiệm vụ đỡ đường trục như sống đuôi vẫn làm. Hệ thống hai đường trục được dùng khá phổ biến trên tàu chạy nhanh, tàu nhẹ và các tàu cỡ lớn, trang bị hai máy chính với tổng công suất lớn. Đường trục trong trường hợp sau phải được kéo ra xa lỗ khoét trên vỏ tàu khi nó đi qua, đỡ chân vịt nằm tận cuối đường trục. Nhất thiết phải bố trí ổ đỡ cho đường trục và ổ đỡ khó bố trí này phải nằm gần chân vịt, giảm thiểu chiều dài đoạn dầm côn xôn mang chân vịt.

Bố trí giá đỡ theo chiều ngang tàu hai chân vịt có dạng như nêu tại hình 3.96.



Hình 3.96

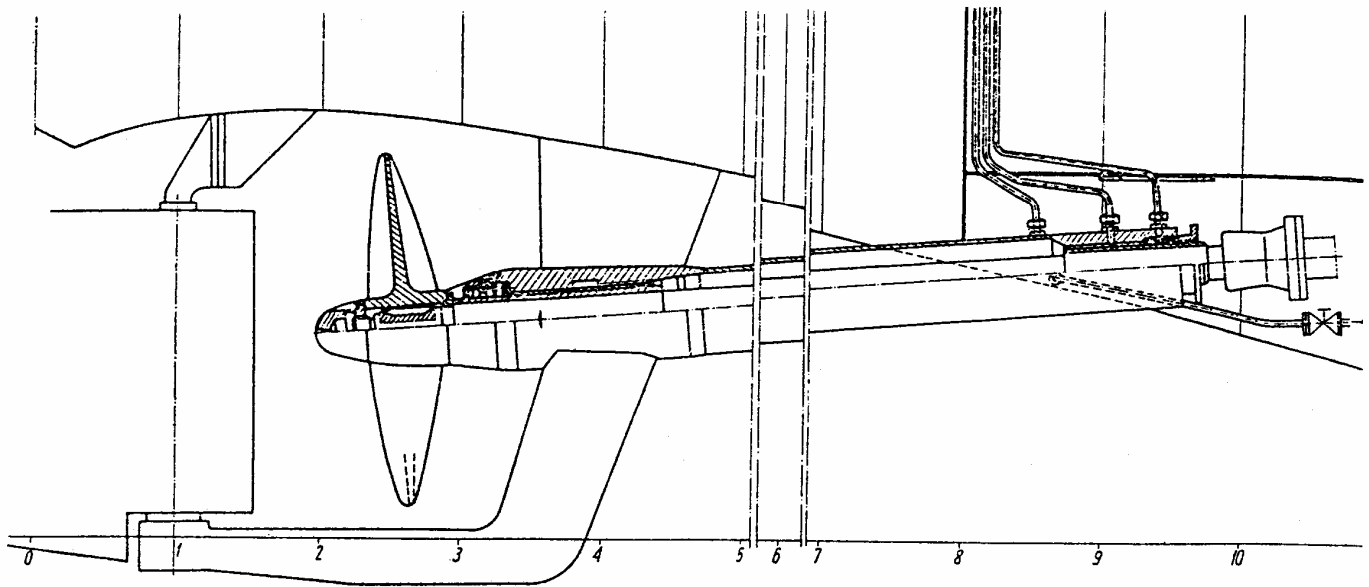
Các ghi chú trên hình 3.96 có ý nghĩa sau: 1, 5 - đà ngang đáy; 2- gối đỡ trực chân vịt; 3- sống đuôi; 4- tấm ốp.

Khoảng cách giữa hai gối đỡ phải đảm bảo cự ly người thiết kế đã định, đảm bảo hai chân vịt hoạt động nhịp nhàng, hiệu suất cao. Vịt trí ổ đỡ phải định vị chắc nhất, trong điều kiện có thể, tránh gây rung cho hệ trục.

Các giải pháp công nghệ đã được thực tế chứng minh tốt nêu sau như tài liệu tham khảo khi thiết kế, chế tạo giá đỡ.

Với các tàu cỡ nhỏ như tàu sông, tàu kéo, tàu tuần tra và cả tàu dùng trong các lực lượng vũ trang, có thể thực hiện chế tạo giá đỡ trục kiểu nhẹ. Khái niệm “nhẹ” được hiểu rõ là kết cấu đơn giản, khối lượng chi tiết không lớn, nếu thiên về trọng lượng thì có thể coi thuộc nhóm trọng lượng nhẹ. Phần ống bao làm chức năng ổ đỡ (boss) được gắn hai chân, đặt gần như vuông góc nhau, để rồi hai chân ấy gắn vào thành tàu. Người Việt nam gọi cơ cấu này là “giá chữ nhân” do đã mượn hình ảnh gác chéo của hai chân vừa nêu, hình ảnh mà người Trung Hoa gọi là “nhân – người con trai” trong chữ tượng hình.

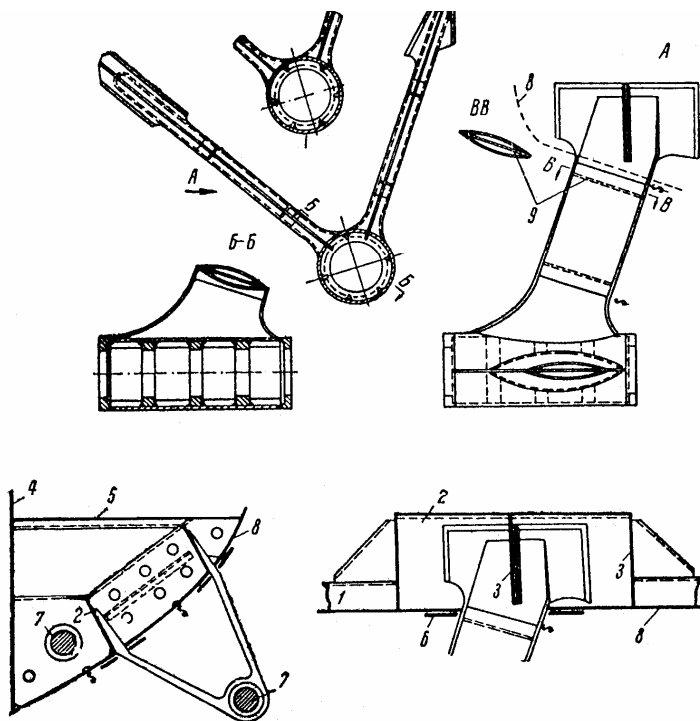
Hai chân thường làm từ thép bản, chiều dày đến 20mm hoặc hơn. Nhờ tấm mỏng làm chân, hệ giá đỡ cho nước chảy qua mà không tạo ra sức cản đáng lo. Chân dưới có thể hàn vào ki kéo dài hoặc cơ cấu giả ki kéo dài. Nhiều nước châu Âu chế tạo giá đỡ cùng ổ đỡ dạng khá hấp dẫn. Chân phía dưới không hàn với chi tiết kéo dài mà bản thân chân được bẻ gấp sang thể nằm ngang, song song với đáy tàu. Phần nằm dọc của chân kéo đến tận vị trí đặt cối dưới cho trục bánh lái. Như vậy giá đỡ giờ đây làm cả hai việc nặng, đỡ trục chân vịt và đỡ trục lái. Kết cấu giá đỡ cứng vững và phải được lắp ráp chính xác lên tàu. Hình 3.97 trình bày bố trí chung của hệ trục chân vịt, giá đỡ trục, đỡ trục bánh lái dùng trên tàu kéo chạy sông.



Hình 3.97

Gắn chân của giá chữ nhân vào thân tàu theo các giải pháp thích hợp. Hình 3.98 giới thiệu giá đỡ trục chân vịt chế tạo bằng công nghệ hàn. Cách gắn chân vào thân tàu được trình bày tại phần dưới của hình. Kết cấu giá đỡ trên tàu cỡ lớn, dùng cho máy công suất lớn phức tạp hơn nhiều nếu so với cách làm vừa trình bày.

Kết cấu giá đỡ có khi phải chuyển sang đúc, qui trình lắp ráp trở nên nặng nề, phức tạp. Ví dụ thiết kế giá đỡ chân vịt cỡ lớn giới thiệu tại hình 3.99 nói lên độ phức tạp của chi tiết này.

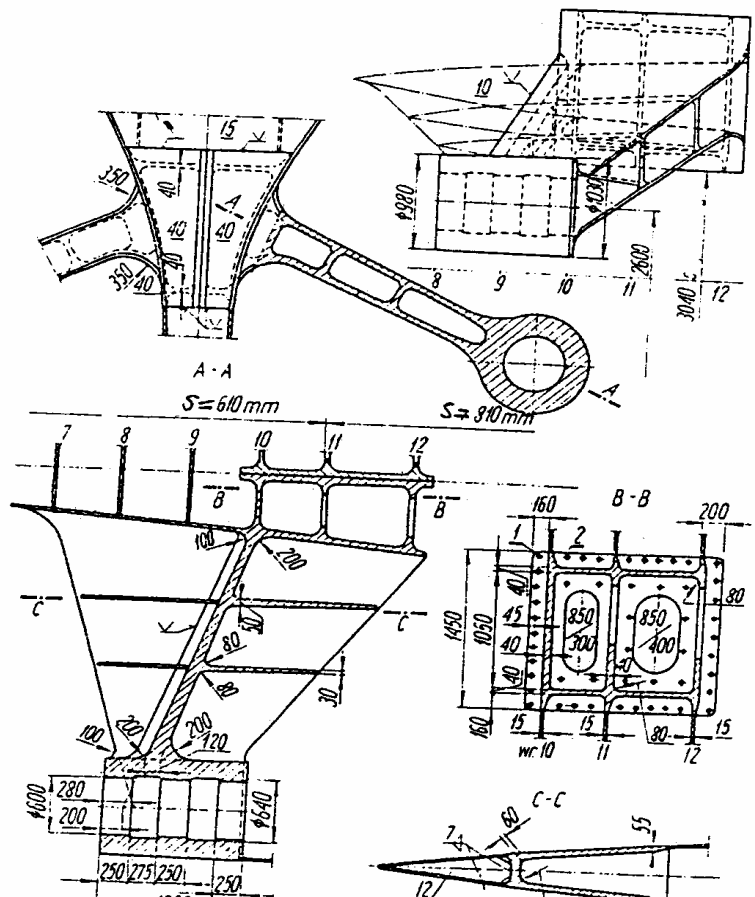


Hình 3.98

Sống chính của tàu phải vượt qua vách khoang lái, đi thêm hai hoặc ba khoang sườn mới dừng. Đà ngang bề mép rộng 60mm đến 75mm, hướng mép ra sau. Thông lệ sau lắp ống bao trục người ta đổ bê tông và láng xi măng, cao đến mép đà. Mặt sàn bê tông dốc xuống về phía vách để nước có thể dồn đến các hố chuẩn bị sẵn gần chân vách ngang. Các tàu lớn, chiều cao giữa mép trên đà ngang và trần quá 2,80m cần thiết phải làm những sống dọc nằm ngang y như đã bàn cho mũi tàu. Có điều, các cơ cấu khỏe, nằm bằng này không vượt quá giới hạn vách ngang. Vách lưng (wash bulkhead) phải có mặt tại mặt dọc giữa tàu, chiều dày vách 7mm. Vách có những lỗ cho phép người qua lại song mép phải được viền chắc chắn.

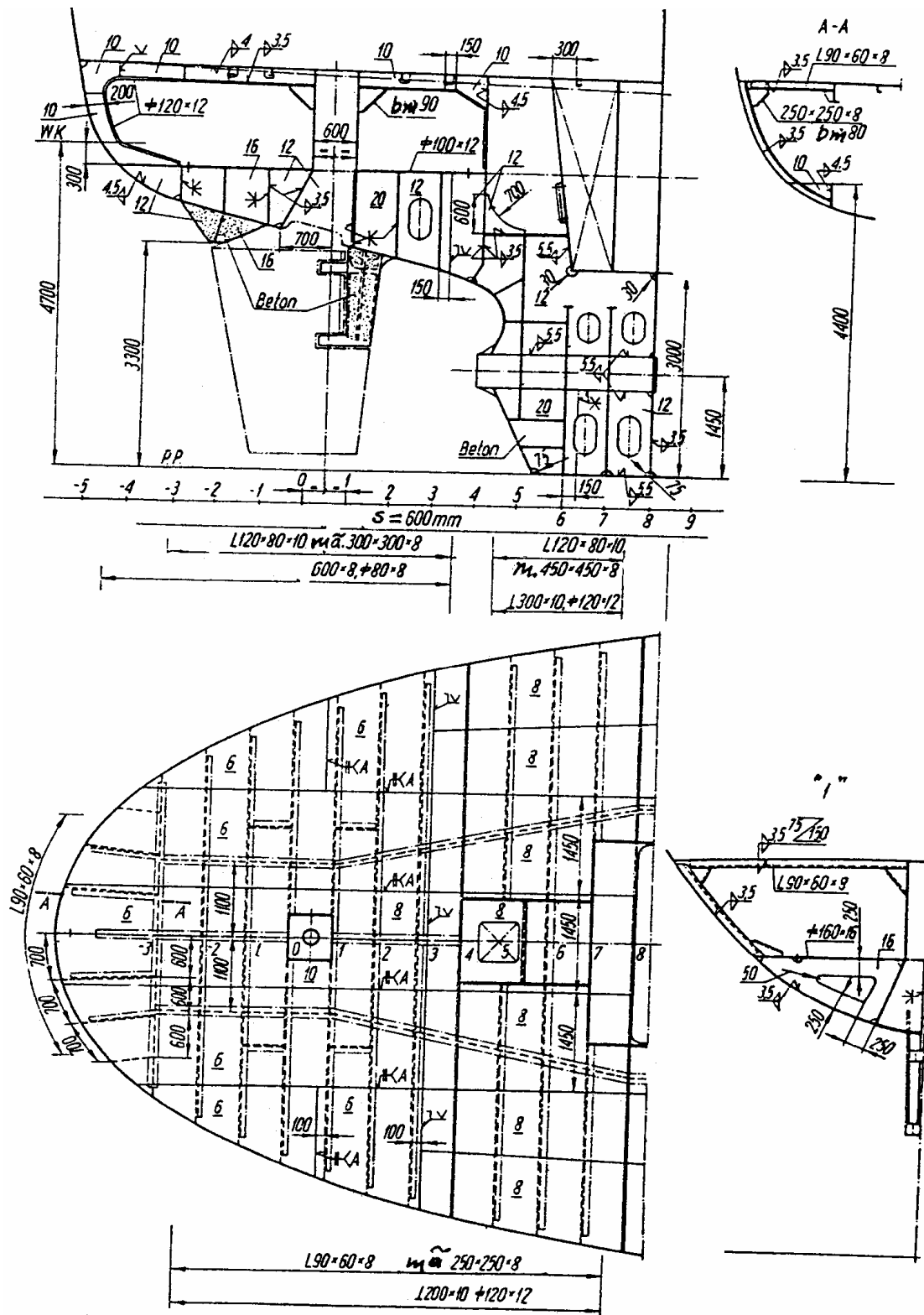
Các ghi chú trên hình 3.98 mang ý nghĩa: 1- sống đáy; 2- tấm gia cường sống đáy; 3- đà ngang đáy; 4- vách dọc; 5- sàn boong phụ; 6- tấm đệm; 7- trục chân vịt; 8- tôn vỏ bao; 9- tấm gia cường.

Kết cấu vòm lái không khác nhiều so với công việc làm dành cho vùng mũi. Các cơ cấu cần được tăng cường về độ bền. Sườn trong vòm lái có mô đun chống uốn bằng giá trị tính cho sườn vùng mũi tàu còn khoảng cách sườn giống hệt như đã dùng cho vùng mũi, 600mm hoặc 610 mm tùy theo yêu cầu của từng quốc gia. Sườn phải chạy đến xà ngang boong và liên kết bằng mã với chi tiết này. Các đà ngang phải tăng chiều dày lên thêm 1mm nếu so với đà vùng giữa tàu, còn chiều cao của nó có khi đến vài mét. Nhiệm vụ nặng của đà ngang là đảm bảo cứng vững cho hệ đường trục chân vịt.



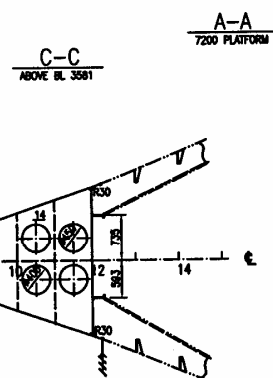
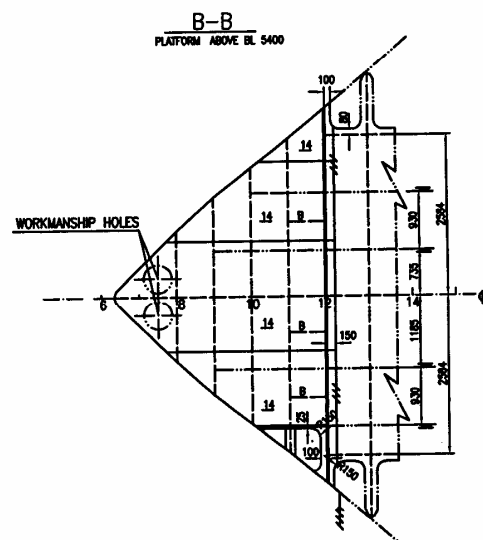
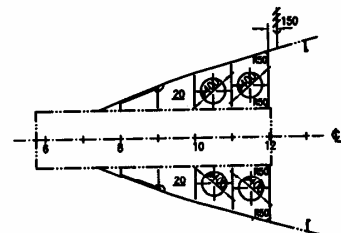
Hình 3.99

Kết cấu đặc trưng vùng lái tàu vận tải được giới thiệu tại hình 3.100.



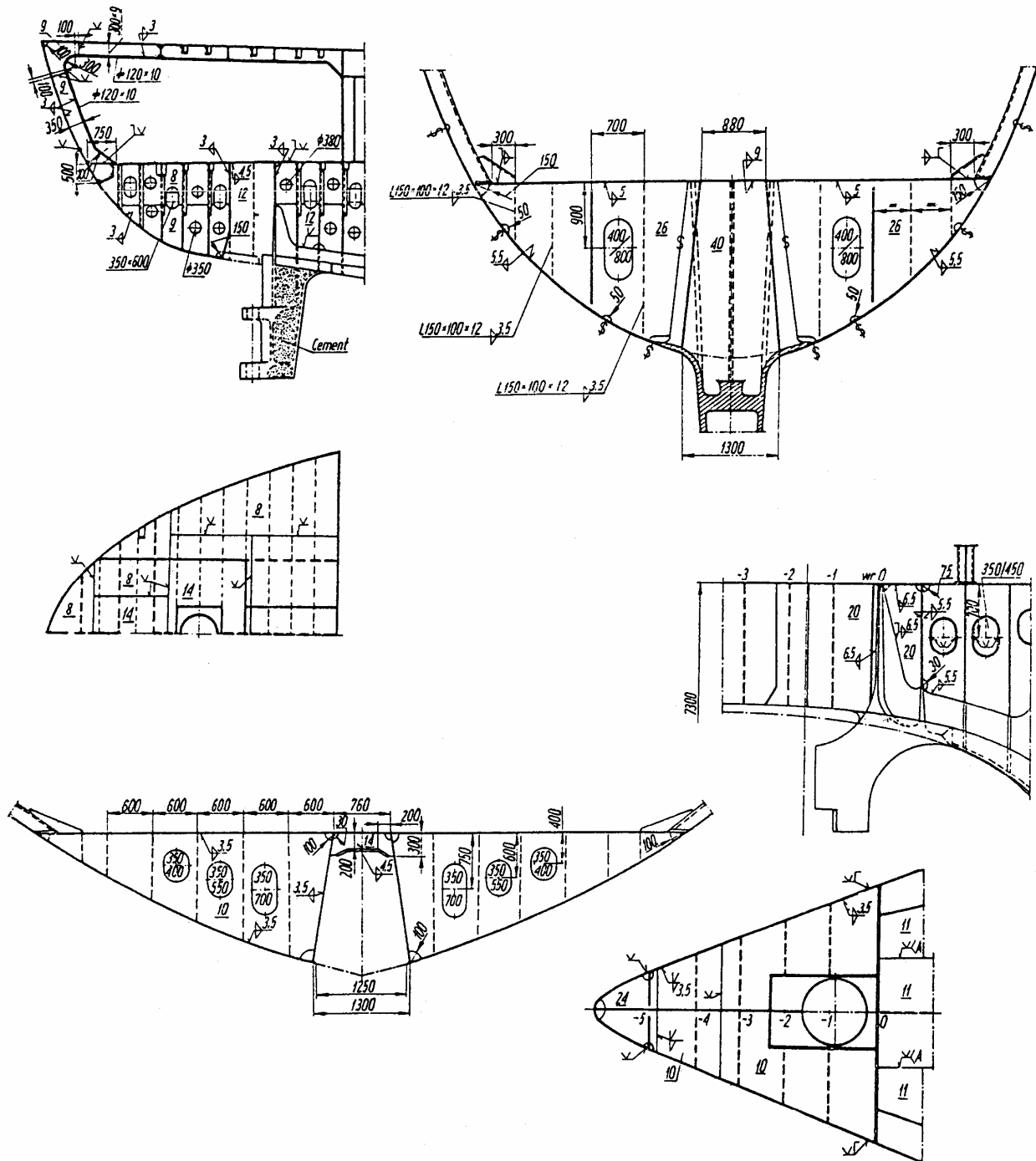
Hình 3.100

Hình tiếp theo, hình 3.101 trình bày kết cấu phần dưới của tàu vận tải container 564 TEU được đóng trong những năm gần đây tại Việt Nam.



167

Trong khu vực này chúng ta còn phải quan tâm đầy đủ hơn phần trên của vòm lái, cụ thể hơn khoang sau cùng của tàu, nằm trên tấm sàn đà ngang. Có thể coi đây như khoang boong giữa (tweendeck) của vòm lái. Kết cấu này chỉ có trên tàu cỡ lớn, thường là tàu có đuôi dạng tuần dương. Để đảm bảo độ bền cho không gian khá lớn, nằm tại vị trí chịu tác động trực tiếp của sóng vỗ khi tàu chúi dọc, thường xuyên chịu rung động do chân vịt hoạt động tại vòm lái nằm ngay dưới đó, các chi tiết phải được tăng bền. Hệ thống sườn khỏe được tăng cường nhằm đảm bảo bền cục bộ. Trong khu vực này còn bố trí giềng lái (rudder trunk), trong đó đặt ổ đỡ trên trục lái. Giềng được đóng từ trên bằng qua hệ thống đóng mở cơ khí. Hình 3.91 giới thiệu khu vực giềng tại phần 3.91a. Giềng này cũng được trình bày tại hình 3.100 và hình các sau đó, hình 3.101, hình 3.102.



Hình 3.102

7. Vách

Vách tàu gồm hệ thống vách ngang và vách dọc hoặc các vách dọc, chia không gian trong tàu thành những khoang kín nước. Số lượng vách ngang và vách dọc trên tàu được chia đúng qui định nhằm đảm bảo tính chống chìm của tàu. Công việc đó trong ngành tàu gọi là phân khoang chống chìm. Phân khoang cho tàu nhằm mục đích ngăn ngừa rủi ro chìm tàu khi nước tràn vào tàu, đã được chú ý từ thế kỷ XIII. Tuy nhiên văn bản mang tính pháp lý đề cập yêu cầu về làm vách kín nước hầm máy tàu thủy mới ra đời từ 1854 trong British Marine Shipping Act. Năm 1862 văn bản này được nhắc lại. Đăng kiểm Lloyd's đã khai thác cơ sở pháp lý của văn bản này khi đề ra yêu cầu phân khoang cho tàu mà ngày nay chúng ta gọi là Qui phạm phân khoang và chống chìm. Thuật ngữ chuyên ngành bằng tiếng Anh dùng cho lĩnh vực này thường diễn đạt bằng cụm từ “phân khoang kín nước: Watertight Subdivision”. Những giai đoạn hình thành chương đặc biệt này của Qui phạm có thể thấy như sau. Năm 1891 Phân ban vách tàu của British Board of Trade, UK, hoạt động tích cực nhằm xây dựng tiêu chuẩn phân chia khoang, theo cách làm này tàu khách đi biển trên 425ft (129,5m) và tàu khách hoạt động trên kênh La Manche phải được chia khoang để nhờ ra bị nước tràn vào hai khoang liền nhau tàu vẫn còn khả năng không chìm. Điều này không được chấp nhận vào lúc được đề xuất. Chỉ sau nhiều sự cố đáng tiếc, đặc biệt sau sự kiện Titanic vào năm 1912 đã cướp đi sinh mạng 1430 người, người ta mới thực sự tích cực thiết lập những qui tắc chống chìm áp dụng chung cho các nước. Năm 1913 theo lời mời của Chính phủ Anh, hội nghị quốc tế về an toàn sinh mạng trên biển được triệu tập tại London. Trong hội nghị quốc tế này (tiếng Anh: International Conference on Safety of Life at Sea) đã tiến hành xem xét tài liệu liên quan vấn đề này của British Board of Trade, những điều khoản mang tính công ước đã được Berufsgenossenschaft của Đức chấp nhận trước đó và hệ thống phân khoang chống chìm Pháp đề nghị. Và kết quả là những điều khoản mang tính dung hòa của ba văn bản lớn trên được hình thành, để rồi chết lặng trong thời gian thế chiến lần thứ nhất. Mãi đến ngày 1.11.1974 hội nghị quốc tế về an toàn sinh mạng con người trên biển thông qua “Công ước quốc tế về an toàn và sinh mạng con người trên biển” gọi tắt là SOLAS-74 và tiếp đó “Nghị định thư 1978 của SOLAS” được ban hành ngày 17.2.1978. Công ước SOLAS do tổ chức hàng hải quốc tế IMO ban hành, có hiệu lực từ 25.5.1980 và Việt nam là nước đã tham gia công ước. Công ước này sau đó được nhiều lần bổ sung và sửa đổi cho phù hợp với tình hình phát triển ngành hàng hải. Ủy ban an toàn hàng hải của IMO đã thông qua bổ sung sửa đổi cho SOLAS 1974, gọi là bổ sung sửa đổi 1981, và bổ sung có hiệu lực từ 1.9.1984. Năm 1983 ủy ban này tiếp tục bổ sung, và các bổ sung 1983 có hiệu lực từ 1.7.1986.

Các vách trên tàu phải đảm bảo kín nước và /hoặc kín dầu, đồng thời đảm bảo độ bền cho tàu. Trong trường hợp có hỏa hoạn trên tàu vách đảm bảo là rào cản ngăn lửa lan từ khoang sự cố đến các khoang lân cận.

Số lượng tối thiểu các vách ngang trên tàu theo bảng sau.

Chiều dài tàu, m,	80	80÷100	100÷120	120÷140	140÷160	160÷180
Số vách	3÷4	5	6	7	8	9

Vách khoang mũi còn gọi là vách chống va (collision bulkhead), bố trí tại khoảng cách ít nhất 0,05L từ trụ mũi, Khoảng cách đặt vách mũi trên tàu hiện đại có thể thay đi đến vị trí xa hơn, cụ thể đến 0,075L tính từ trụ mũi hoặc 0,05L + 3,5m.

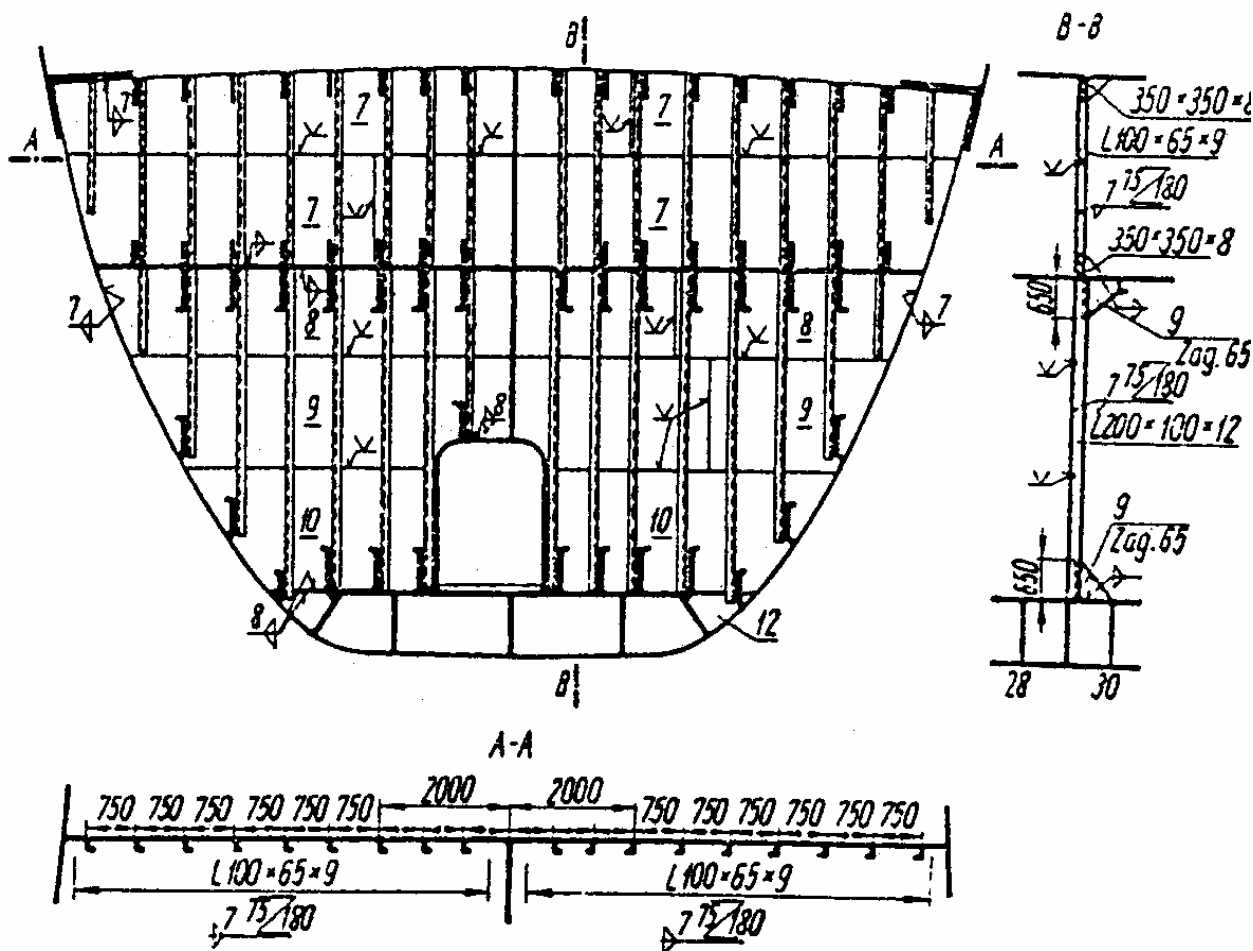
Vách khoang lái bố trí tại vị trí để sống đuôi cùng ổ đỡ sau trục chân vịt nằm trong khoang lái mà chúng ta đã làm quen trên. Vách phải cao đến tận boong chính.

Ngoài hai vách không thể thiếu trên bất cứ tàu nào, các vách ngang còn lại bố trí giữa hai cơ cấu cực kỳ quan trọng đó, trong đó nhất thiết phải có các vách ngăn buồng máy với những phần còn lại. Số vách ngang trên tàu, tùy thuộc chiều dài và công dụng, bố trí theo các qui định theo luật đóng tàu nhằm thỏa mãn qui định ghi trong “Công ước quốc tế về an toàn và sinh mạng con người trên biển”. Cần nhớ

lại, trước đây chỉ tàu khách mới bị liệt vào danh sách tuân thủ công ước này, ngày nay danh sách tàu phụ thuộc công ước mở rộng hơn.

Vách kín nước phải lên đến boong liên tục gọi là boong vách (bulkhead deck), riêng vách chống va tại mũi phải lên đến boong cao nhất trên nó.

Vách kín nước cấu tạo từ thép tấm, các nẹp và các chi tiết liên kết vách với đáy tàu, mạn, boong và trong trường hợp có vách dọc chạy qua, liên kết với vách dọc. Tôn xếp để cạnh dài theo chiều ngang, chiều dày tôn vách, tùy thuộc tàu giảm dần khi lên cao, tương ứng phân bố độ lớn áp lực thủy tĩnh áp lên vách. Mỗi hàn thực hiện theo cách hàn kín, hàn hai phía theo công nghệ cũ, hàn một phía nếu trang bị thiết bị của công nghệ hiện đại. hình 3.103 giới thiệu tấm vách ngang vùng đuôi tàu với sơ đồ kết cấu nẹp đứng, quy cách nẹp và chiều dày tôn từng tấm cụ thể được cho trên hình. Trên hình cũng chỉ ra quy cách các mã liên kết nẹp vách với boong và đáy cũng như quy cách hàn.



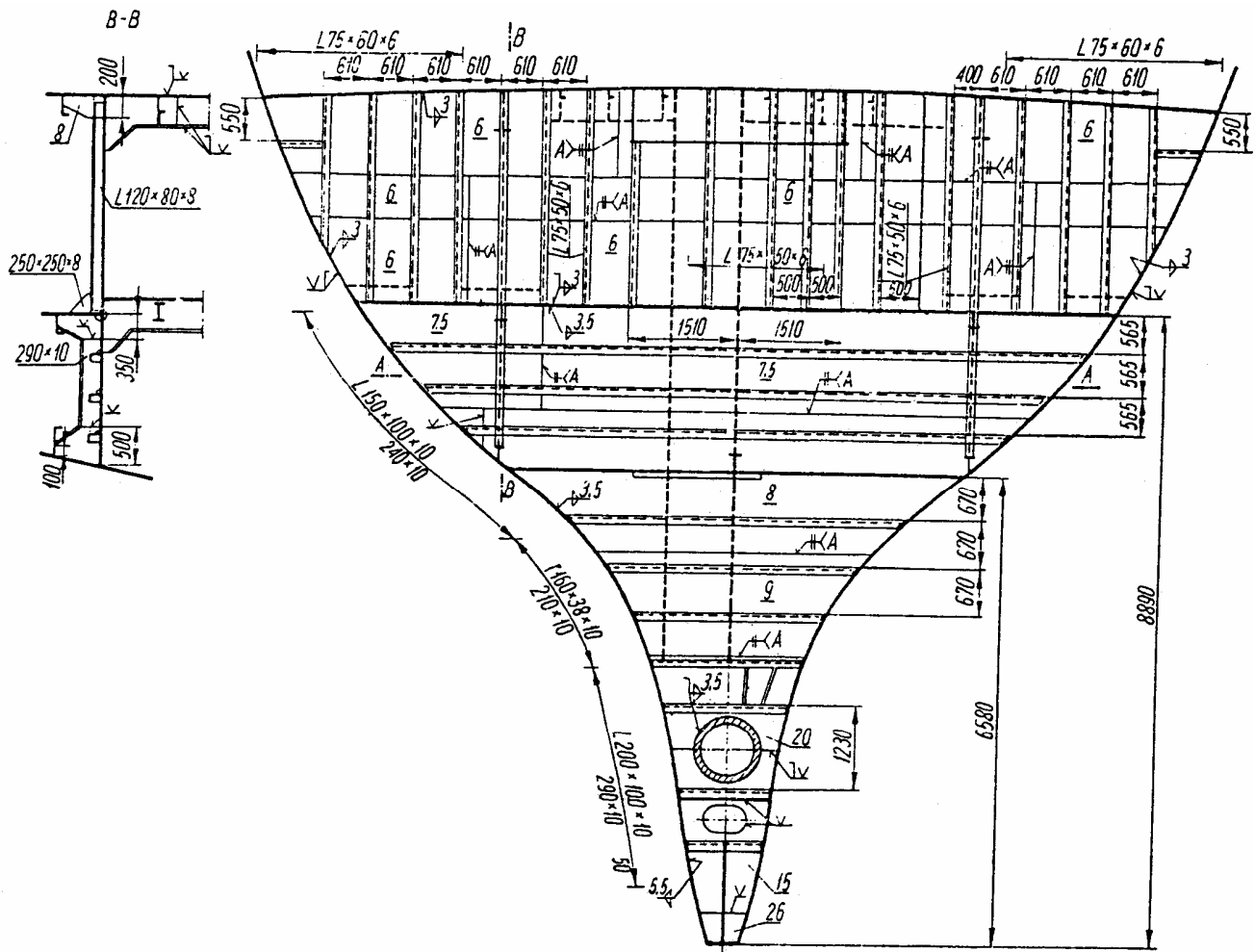
Hình 3.103. Vách ngang kín nước tàu vận tải

Vách khoang lái nơi có ống bao đường trực đi qua có cầu tạo được giới thiệu tại hình 104.

Chiều rộng giải tôn thấp nhất phải trên 900mm, chiều dày phải hơn 1mm nếu so với tính toán để phòng chống bị rỉ. Ví dụ về vách kín nước tìm thấy tại hình 106 dưới đây. Chiều dày tấm nơi có khoét lỗ cho ống bao trục qua được tăng dày đáng kể, ví dụ trình bày tại hình chỉ rõ chiều dày tấm $t = 20\text{mm}$ trong trường hợp cụ thể.

Khoảng cách giữa các nếp đứng thông lệ 750mm. Phân bố các nếp này theo chiều ngang vách lại lệ thuộc vào chiều rộng các miệng hầm hàng mà vách này đang ngăn. Nếp đứng của vách trong phải

nằm trong mặt phẳng dọc tàu cùng với nẹp dọc boong để tạo thành kết cấu khung. Các nẹp dọc boong sẽ tựa lên các nẹp đứng vách.



Hình 3.104

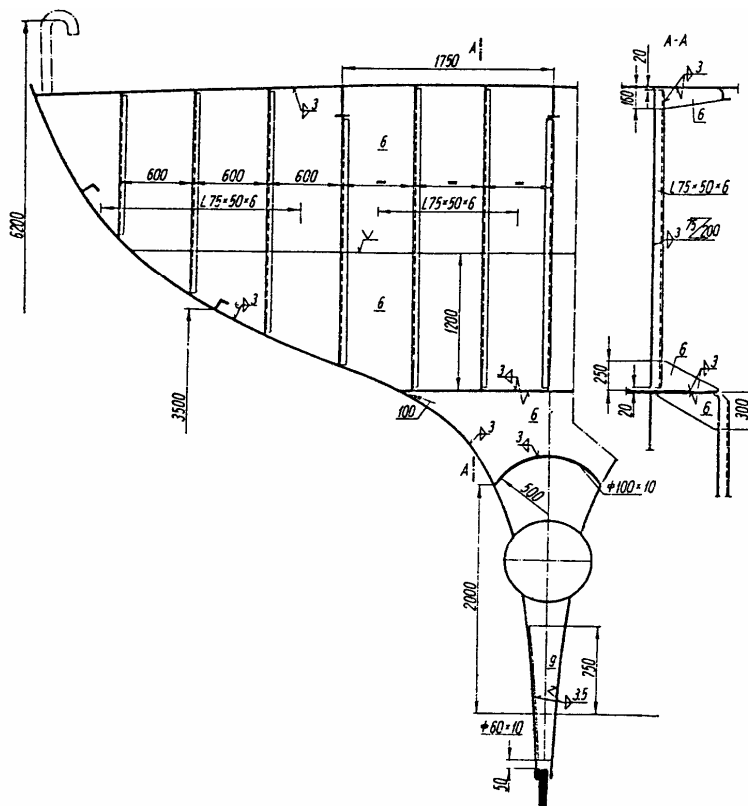
Thông lệ vách ngang chế tạo dạng vách phẳng. Trong những trường hợp ngoại lệ vách kín nước vẫn được phép làm ở dạng có bước nhảy. Điều cần quan tâm hàng đầu của vách kiểu này là đảm bảo kín nước cho vách và độ bền kết cấu vách gãy khúc. Hình 3.105 giới thiệu vách có bước nhảy bắt buộc này.

Khoảng cách nẹp đứng tăng lên kéo theo việc tăng chiều dày tấm vách. Tuy nhiên không nên bắt khoảng cách này lớn quá 910mm trên tàu cỡ lớn. Tàu nhỏ người ta sử dụng khoảng cách chuẩn 500mm – 600mm làm khoảng cách nẹp đứng vách. Định mức cho khoảng cách này 750mm hoặc nhỏ hơn khi áp dụng cho tàu cỡ nhỏ.

Điều cần quan tâm với các nẹp đứng còn là biện pháp liên kết chúng với sàn và với các cơ cấu liên quan khác. Trong thực tế người ta sử dụng ba cách làm sau để liên kết nẹp vách với sàn:

- Không nối cứng chân nẹp với sàn
- Nối với sàn nhờ mã nối
- Liên kết nhờ thép định hình

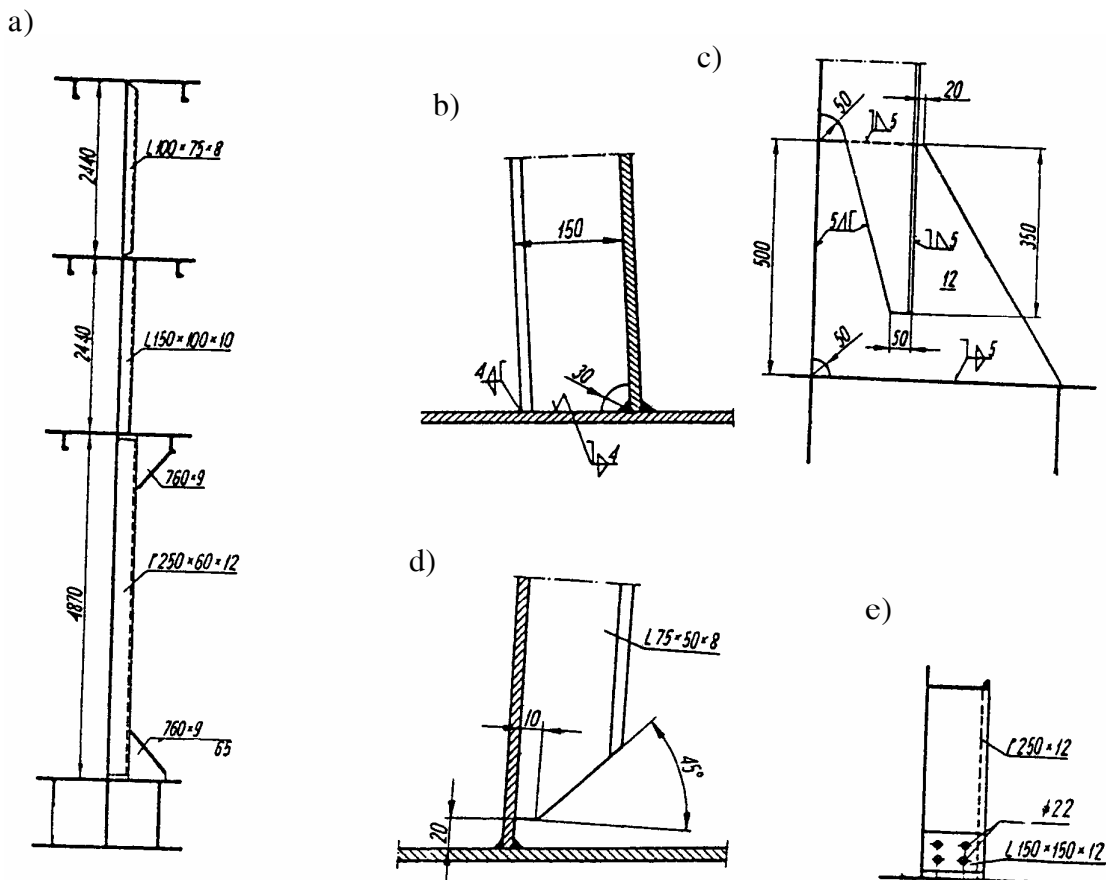
Cách đầu chỉ áp dụng cho các vách nằm trên boong vách. Một trong các cách làm thể hiện tại hình 3.106b. Về mặt công nghệ đây là cách làm được ưa chuộng vì tính đơn giản của nó.



Cách nổi thứ ba dùng trong thời tàu còn dùng đinh tán. Ngày nay thỉnh thoảng chúng ta còn gặp trên các phương tiện rất già cỗi. Thay vì đinh tán, người ta sử dụng hàn, cách làm này chưa phải hết chỗ đứng khi liên kết nẹp đứng với sàn và với boong.

Liên kết theo cách thứ ba với chi tiết không thể thiếu là mã, thường là mã hình tam giác có bề mép, dùng khi nổi chân nẹp đứng vách với tôn đáy đôi và với tôn boong nằm ở đầu trên nẹp. Chiều rộng chân mã cần phải trải đến một khoảng sườn, mã nổi với xà ngang boong khi có thể. Hình 3.106, trích từ thiết kế tàu vận tải đi biển, trình bày ba cách làm đang đề cập.

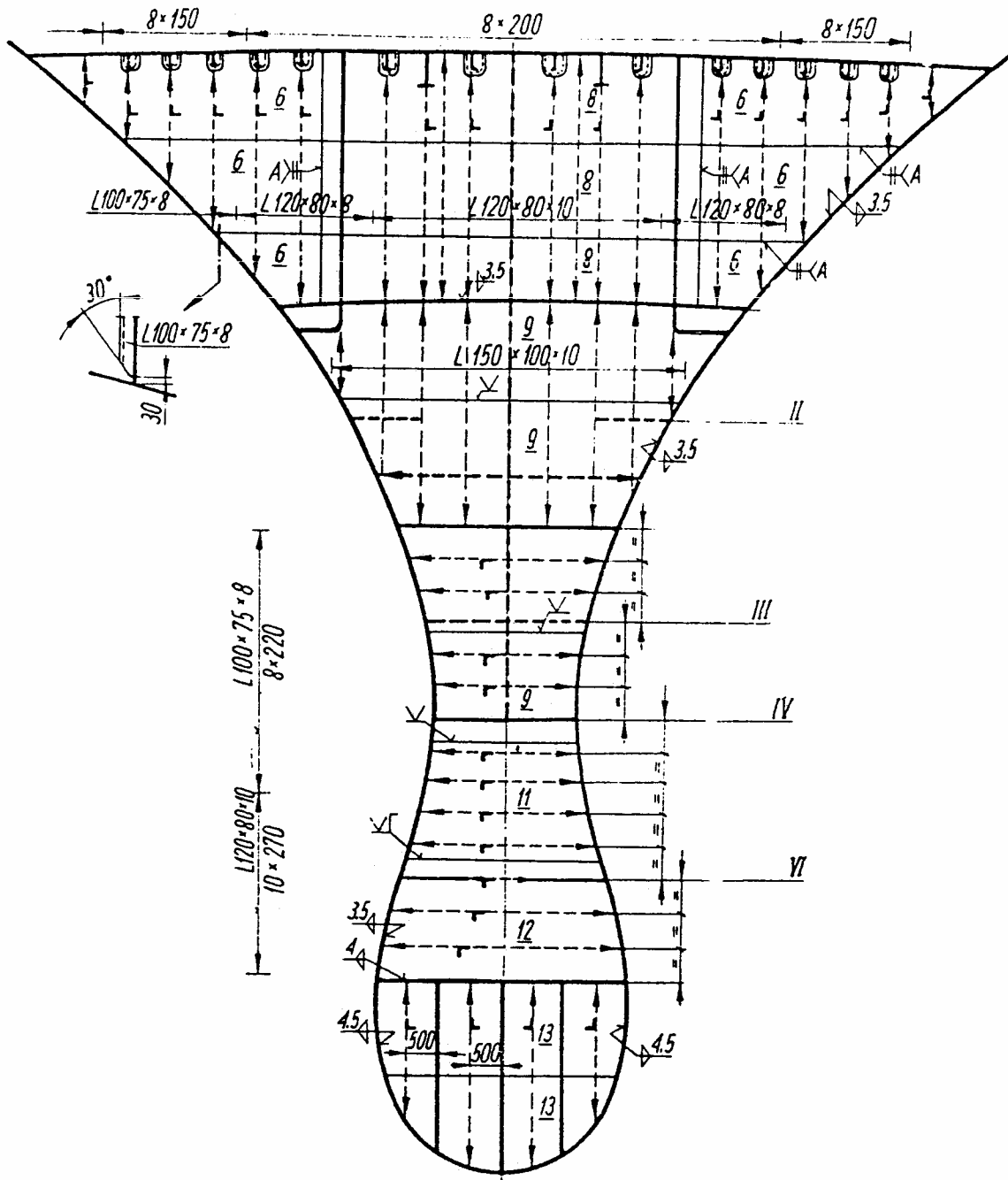
Hình 3.105



Hình 3.106

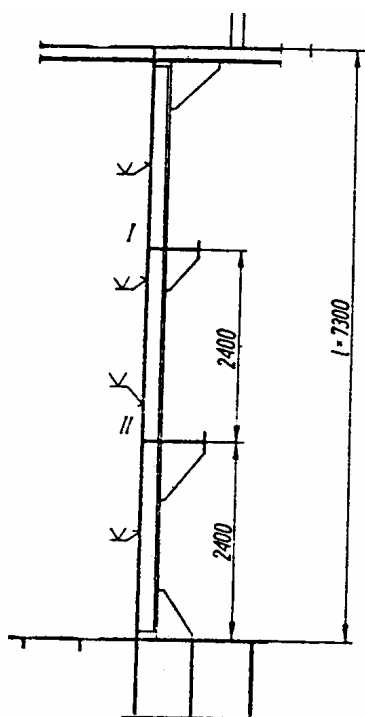
Vách chống và phía mũi có tầm quan trọng đặc biệt cho an toàn tàu. Hình 3.81 đã giới thiệu với bạn đọc một phương án thiết kế vách chống và mũi. Những hình tiếp theo trình bày thêm các phương án khả thi. Chiều dày tôn vách chống và hơn chiều dày các vách kín nước khác 12%, còn giải tôn sát đáy dày thêm ít nhất 2,5mm. Khoảng cách các nẹp đứng chỉ còn 610mm. Chân nẹp phải được liên kết cứng với sàn qua mã. Mã có mép bẻ vuông góc với tấm. Trên các tàu phải làm việc vùng có băng, dưới đường nước các nẹp chuyển sang tư thế nằm.

Hình 3.107 giới thiệu vách mũi tàu có mũi “quả lê”, đóng tại châu Âu. Hình 3.108 trình bày thêm vách mũi cùng kết cấu liên nó, thùng xích, cửa tàu cỡ lớn.



Hình 3.107

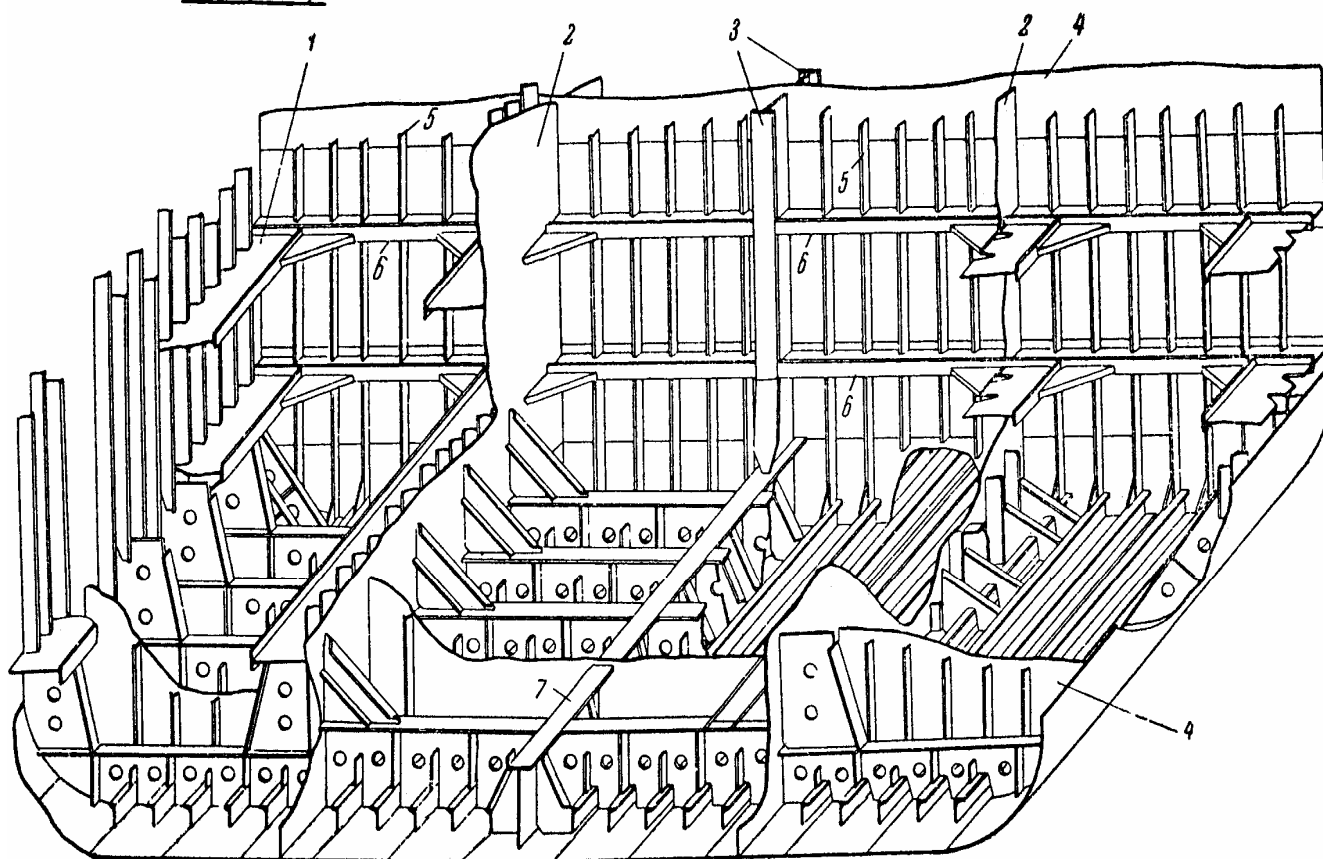
Vách tàu dầu. Các khoang tàu dầu và các kết trên tàu vận tải dùng vào việc chứa dầu, nước các loại theo chức năng đã định trước. Để chịu được tác động thường xuyên áp lực thủy tĩnh, thủy động các vách kín nước, kín dầu phải được thiết kế thích hợp chức năng. Nhìn chung chiều dày vách phải đủ lớn, tối thiểu phải là 7,5mm.



Hình 3.109

Nẹp đứng vách cách nhau không quá 610mm, chân nẹp liên kết với các chi tiết khác qua mã. Nếu chiều cao kết quá 3m cần thiết đặt nẹp ngang khỏe. Chiều cao lớn hơn phải làm thêm nẹp ngang. Chiều cao nẹp ngang ít nhất phải bằng hai lần chiều cao nẹp đứng. Các nẹp đứng chui qua thành của nẹp ngang và liên kết cứng với nẹp ngang bằng mã. Mã kiểu này được phép đặt cách quãng. Sơ đồ thiết kế vách tàu dầu, vách kết như tại hình 3.109.

Vách tàu dầu với các nẹp đứng cùng hai nẹp ngang được trình bày tại bản vẽ phối cảnh, hình 3.110 giúp chúng ta hình dung cách sắp xếp nẹp đứng, nẹp ngang và nối bằng mã.



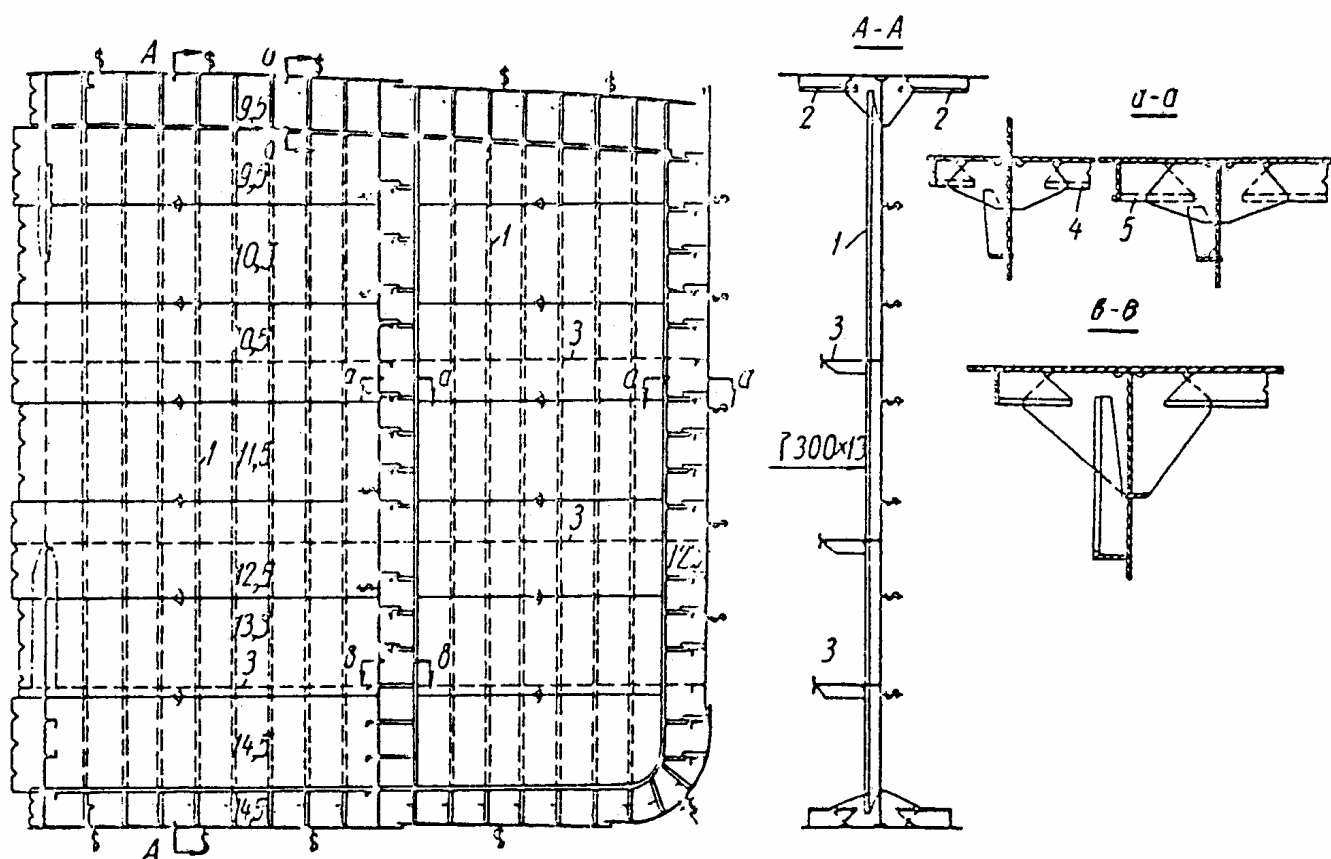
Hình 3.110. Vách tàu dầu

Các ghi chú trên hình 3.110 mang ý nghĩa sau: 1- sổng dọc mạn (side stringer); 2- vách dọc (longitudinal bulkhead); 3 – sổng đứng vách (vertical bulkhead girder); 4- vách kín nước (water tight bulkhead); (5 – nẹp đứng vách (vertical bulkhead stiffener); 6- sổng nằm vách (horizontal bulkhead girder); 7- sổng chính (keel).

Một số qui tắc chung khi thiết kế vách tàu dầu có thể tóm tắt như sau. Nếu tỷ lệ giữa chiều rộng vách với chiều cao của nó lớn hơn hai, $B/H > 2$, chỉ cần bố trí nẹp đứng cách đều nhau theo hướng dẫn vừa nêu. Nẹp ngang chỉ nên bố trí cho vách cao mà không rộng, cụ thể hơn, tỷ lệ giữa chiều rộng và chiều cao gần bằng $\frac{1}{2}$.

Trong tàu dầu nẹp ngang khoang hàng được biến tướng thành các sàn, thuận tiện cho công việc. Trường hợp không dùng nẹp ngang làm sàn trong các khoang hàng chủ tàu phải yêu cầu làm thêm các cơ cấu làm chức năng vừa nêu.

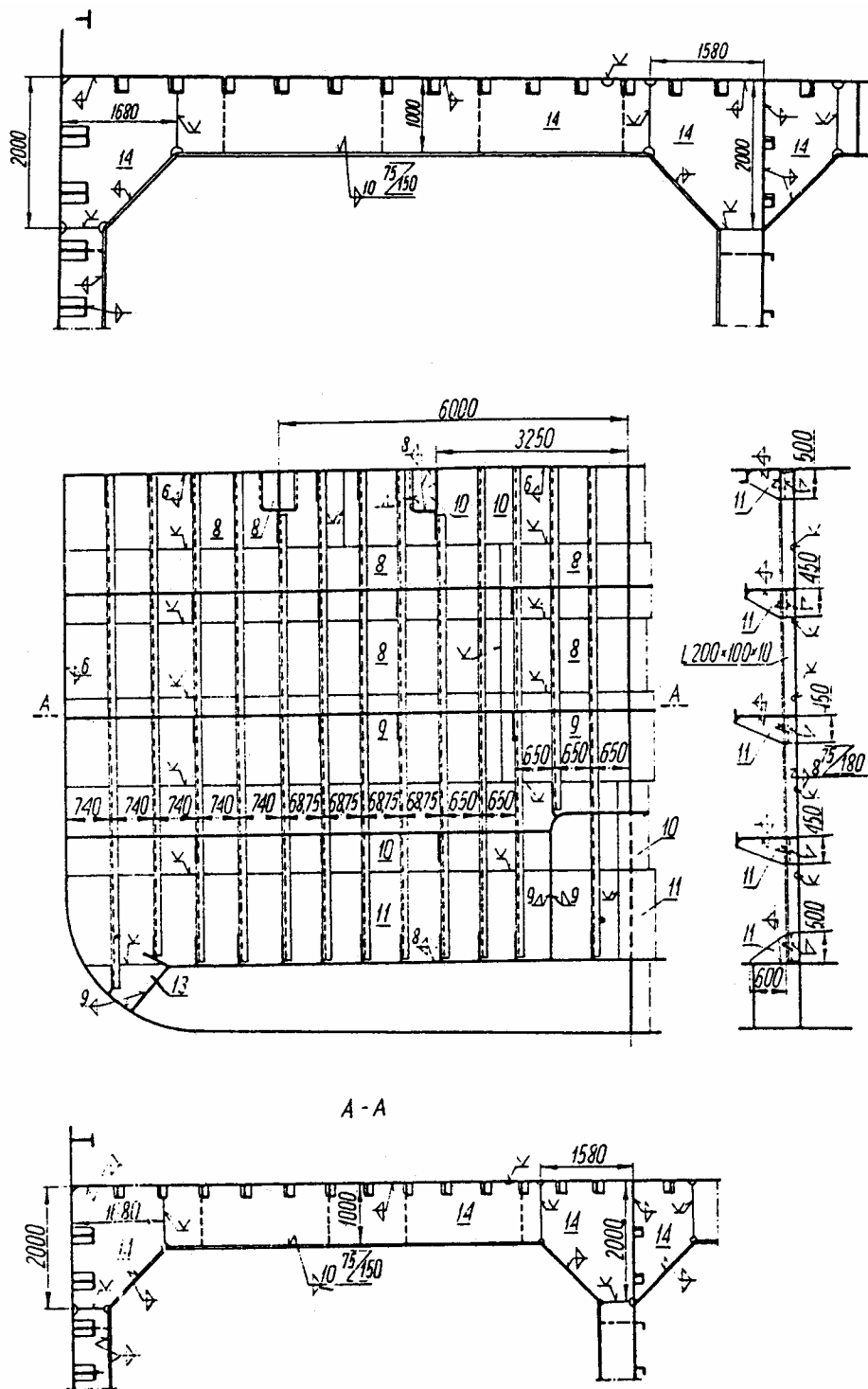
Hình 3.111 trình bày vách tàu dầu thiết kế theo nguyên tắc vừa nêu. Một số cách nối nẹp vách với các chi tiết liên quan cũng được trích dẫn trên cùng hình.



Hình 111. Vách ngang tàu dầu

Các ghi chú bằng số trên hình 3.111 được hiểu như sau: 1 - nẹp đứng vách, 2 – xà dọc boong, 3 – x ngang vách, 4 – nẹp dọc vách dọc, 5 – nẹp dọc mạn.

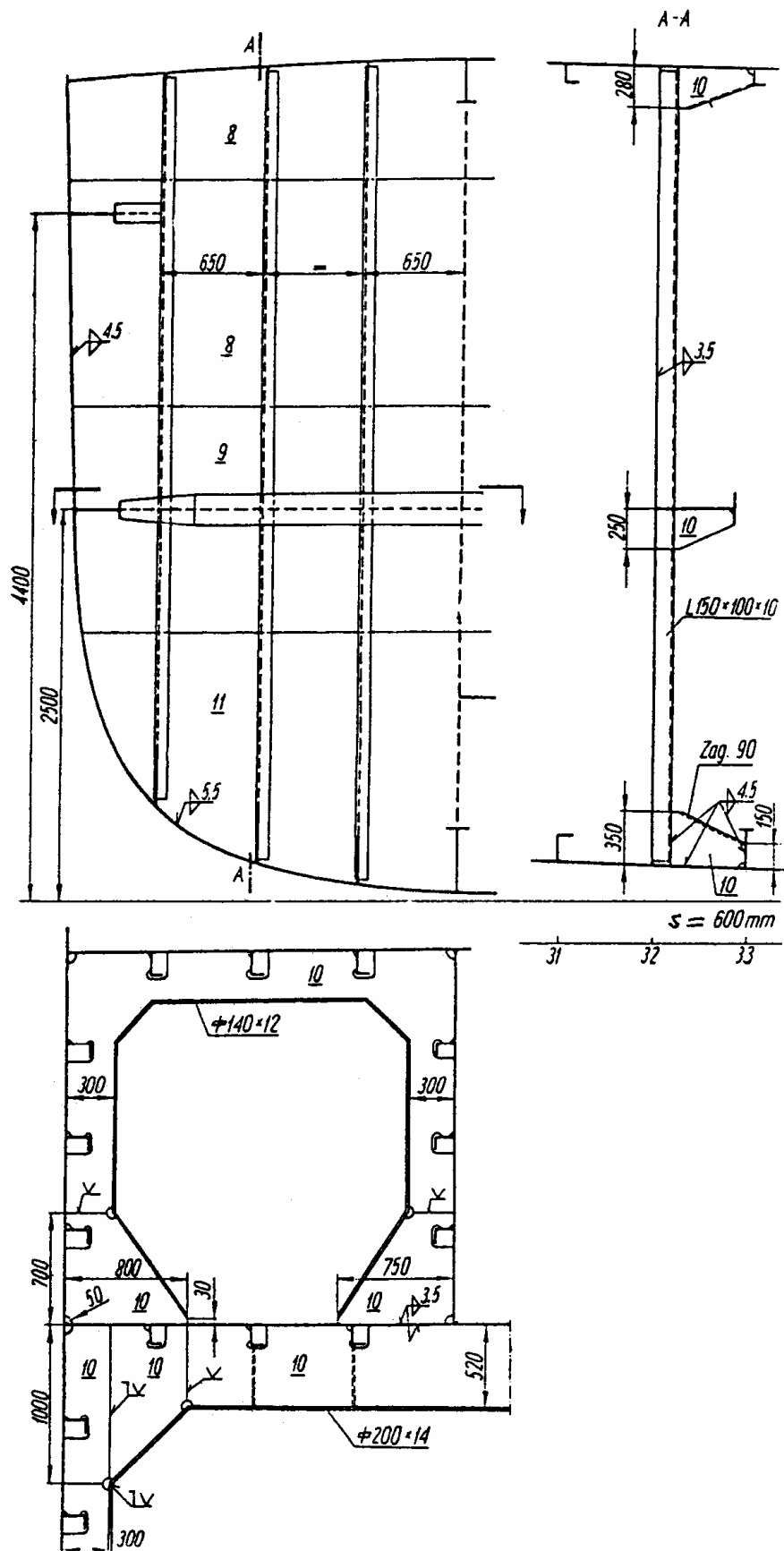
Hình 3.112 trình bày lại thiết kế vách tàu dầu đã đóng vào những năm sáu mươi. tại hình này chúng ta có điều kiện xem xét kỹ hơn kết cấu nẹp ngang và các hình thức liên kết nẹp với các chi tiết lân cận. Cùng trên hình này có thể quan sát kết cấu sổng dọc boong trong khu vực hầm hàng.



Hình 3.112

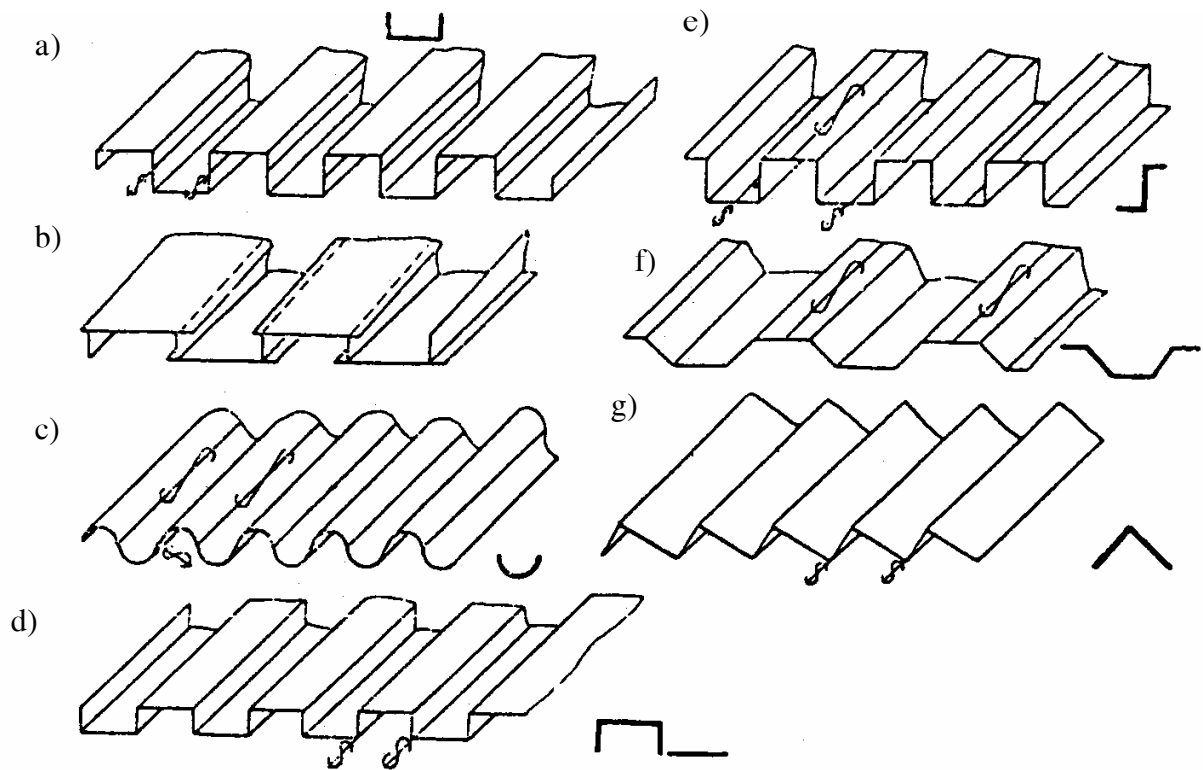
Hình 3.113 trình bày thiết kế vách kết nhiên liệu, còn gọi là kết sâu (deep tank), dùng trên tàu, trong đó kể cả tàu vận tải.

Kết loại này được bố trí tại khu vực phía lái hoặc phía mũi, trong khu vực cần được tăng cường độ bền kết cấu. Khoảng sườn trong phần này 600mm, khoảng cách nẹp chỉ 650mm, đúng yêu cầu đã nêu tại phần trước của tài liệu.



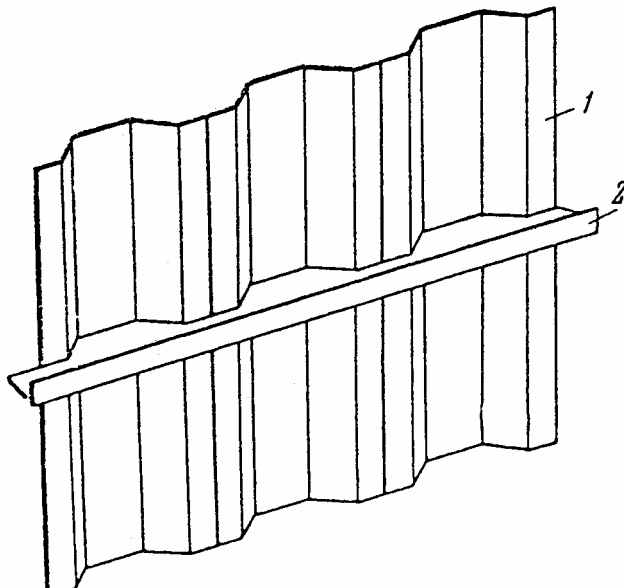
Hình 3.113. Két sâu (depp tank)

Vách lượn sóng dùng phổ biến trong tàu dầu. Những kiểu dáng tạo sóng cho vách có thể tổng kết tại hình 3.116.

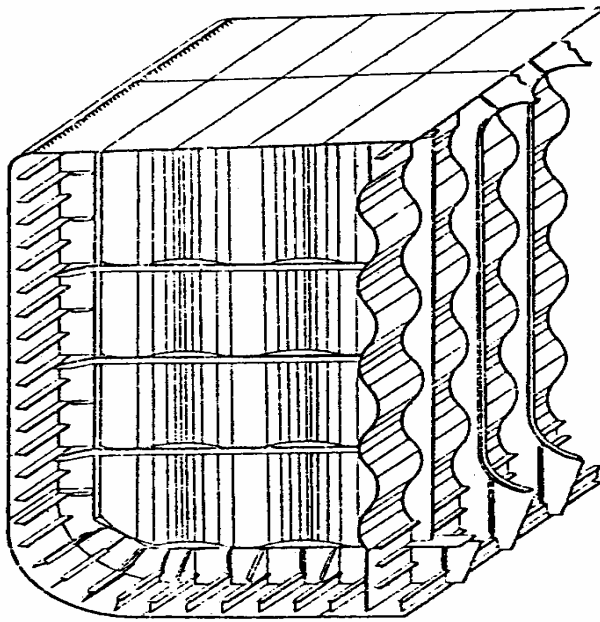


Hình 3.114. Các kiểu “sóng” dùng làm vách tàu- a) sóng hình

Thay vì các tấm phẳng dùng làm tấm vách cùng các nẹp đứng làm cứng, trong công nghệ chế tạo vách hình sóng người ta dập thép tấm, phẳng thành tấm lượn sóng như trình bày tại hình. Công lao động khi sản xuất vách lượn sóng giảm khoảng 10 – 15% so với việc làm vách phẳng có nẹp. Trọng lượng vách lượn sóng, không cần nẹp đứng, giảm hơn so với vách phẳng, đôi lúc giảm đến 25%. Mô hình tính các vách lượn sóng bạn đọc tìm hiểu lại tại tài liệu [8]. Nhìn chung có thể mô hình dãn vách dạng dãn phẳng, dầm dọc tại đây do nẹp ngang đóng vai, các dầm hướng chính do các đỉnh sóng thủ vai. Cách sắp xếp hệ thống dầm trực giao ấy được minh họa tại hình 3.115.



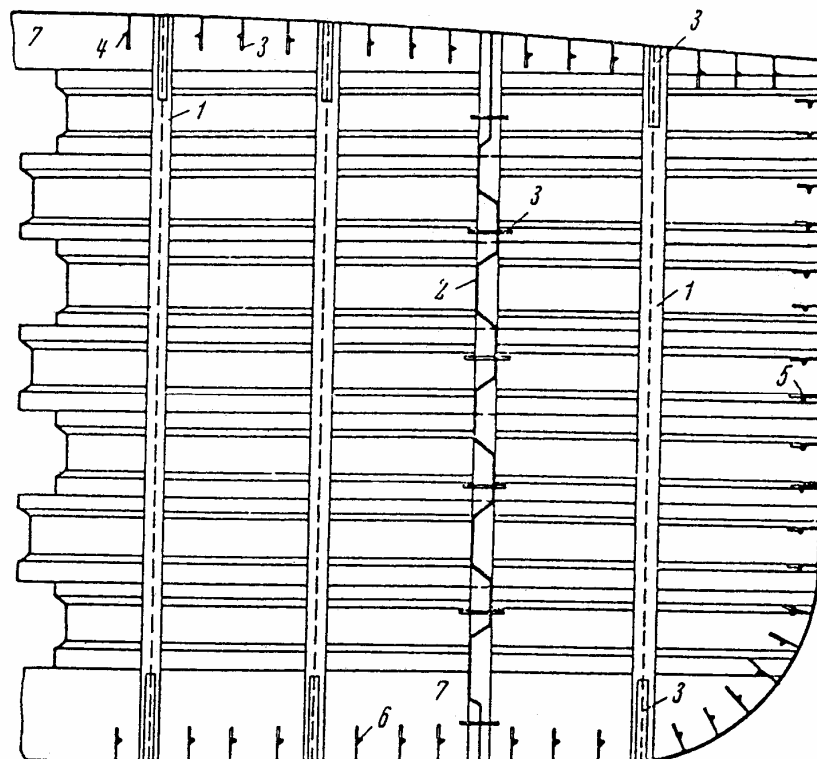
Hình 3.115



Hình 3.116

Trong những trường hợp khác người ta bố trí các tấm lợp sóng theo chiều nằm ngang, khi ấy cần thiết đưa các nẹp đứng tham gia công trình. Vách dọc tàu dầu làm bằng tấm lợp sóng, đặt ngang được đưa toàn bộ diện tích mặt cắt tham gia vào mặt đầm tương đương trong mọi phép tính độ bền dọc, hình 3.116.

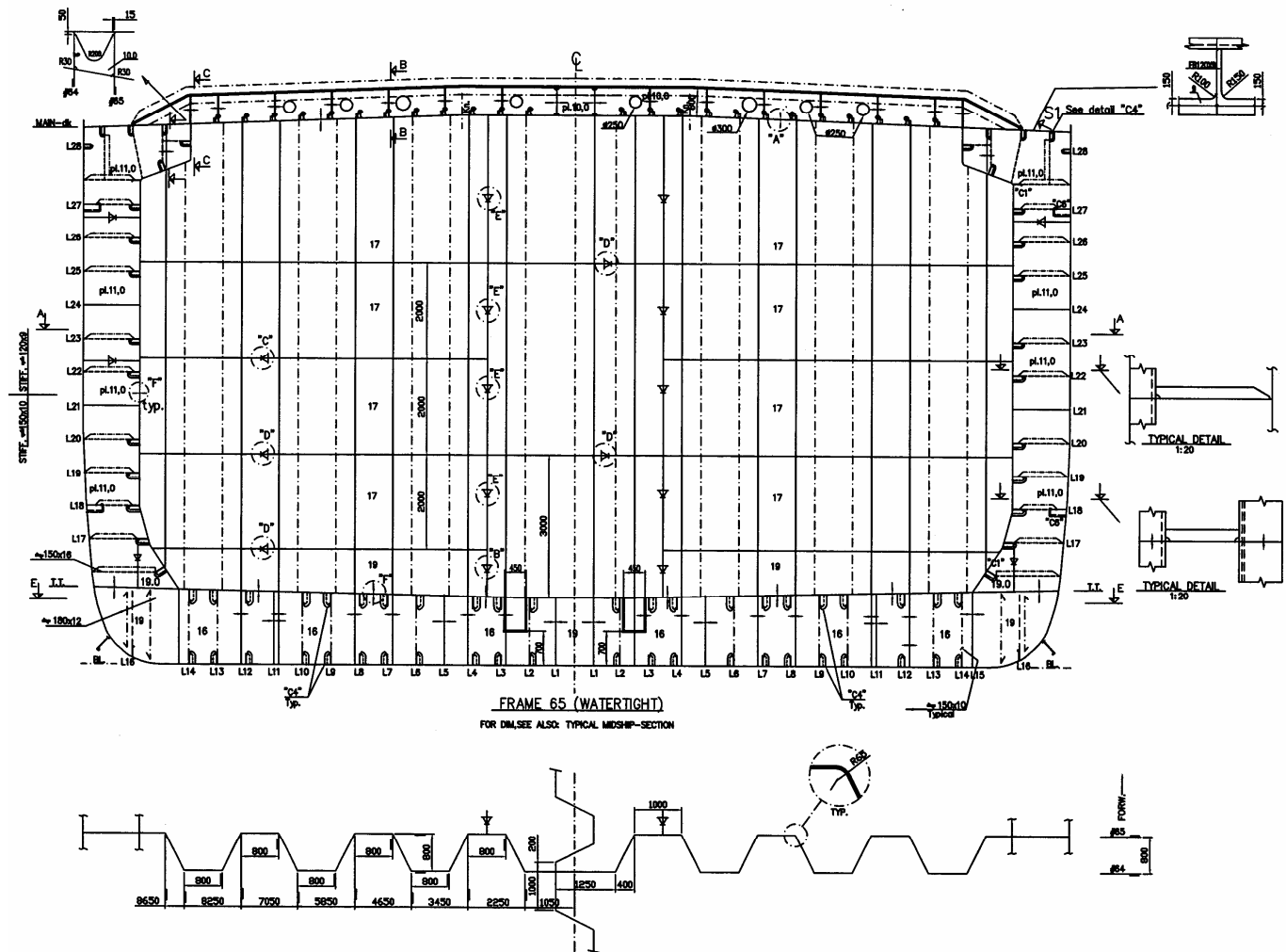
Hình 3.117 giới thiệu vách ngang dạng vách lợp sóng dùng trên tàu dầu tổ chức theo hệ thống kết cấu dọc. Tàu còn có hai vách dọc cũng dạng lợp sóng. Mỗi liên hệ giữa các chi tiết quan trọng đó được trình bày cùng trên hình.



Hình 3.117. Vách ngang kín nước tàu dầu

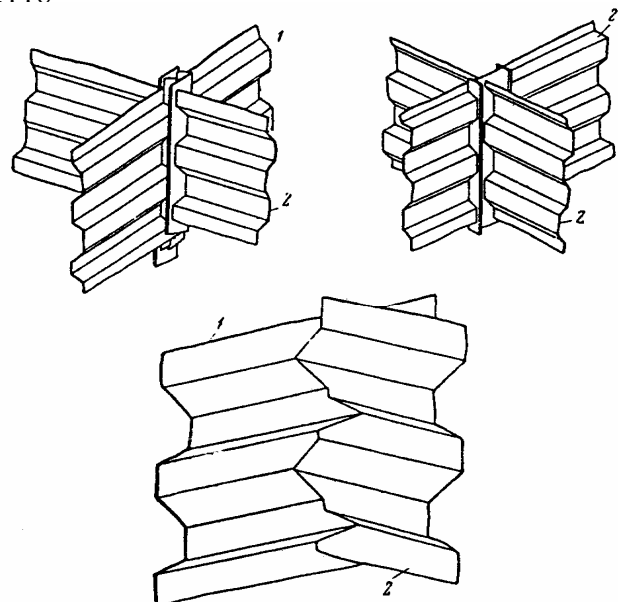
Các ghi chú trên hình 3.117 mang ý nghĩa: 1- sống đứng vách; 2- vách dọc; 3- mã liên kết; 4- dầm dọc boong; 5- dầm dọc mạn; 6- dầm dọc đáy; 7- vách sóng.

Để bạn đọc có thêm tài liệu tham khảo chúng tôi cung cấp những tài liệu liên quan vách lượn sóng dùng trên một tàu dầu cụ thể, trọng tải 13.500 DWT, đóng năm 2006 tại nhà máy đóng tàu Bạch Đằng. Tôn làm vách được dập theo khuôn sóng hình thang, chiều dài cạnh sóng và chiều cao sóng 800, tôn có chiều dày 23.5 mm, hướng sóng được dựng đứng khi đưa vào cả vách ngang và vách dọc, hình 3.118.



Hình 3.118

Việc nối vách dọc với vách ngang trong trường hợp sử dụng vách dạng sóng được thực hiện theo các phương án được mô tả như hình 3.119 dưới đây.



Hình 3.119. Nối vách dọc với vách ngang

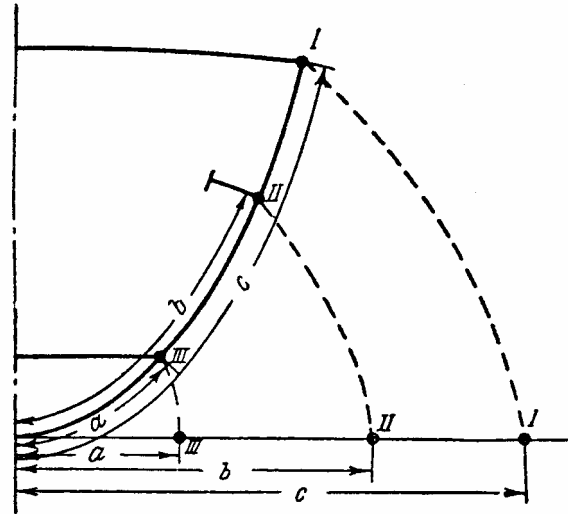
8. Vỏ bao

Bản vẽ khai triển tôn bao, một trong số các bản vẽ kỹ thuật cần thiết cho đóng tàu trình bày rõ bố trí các tấm tôn:

1/ Chiều dài, chiều rộng và chiều dày từng tấm tham gia vào kết cấu vỏ tàu,

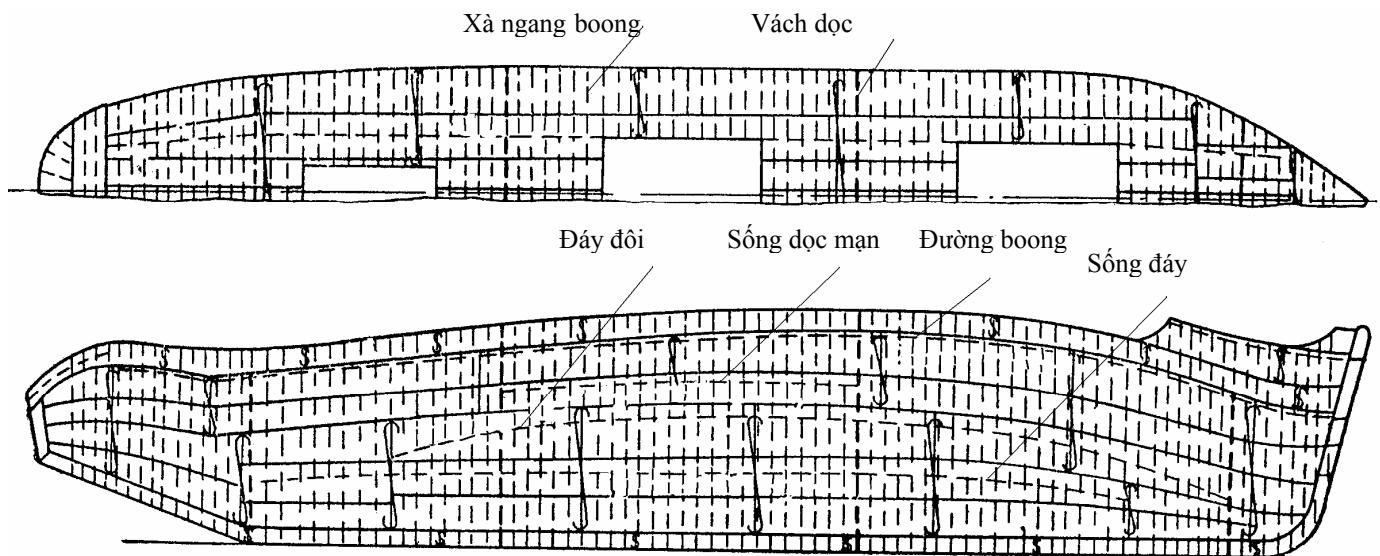
2/ Vị trí các mối hàn dọc, mối ngang trên nền các cơ cấu của khung dàn tàu, vị trí các vách ngang, dọc, boong tàu và đáy trong của tàu.

Để có thể chia tôn, đánh dấu mối nối, kẻ chân vách, bố trí đà, nẹp vv.. nhất thiết phải khai triển tôn vỏ và trải toàn bộ tấm vỏ ra mặt phẳng. Trong thực tế chúng ta không thể tiến hành khai triển và trải những mặt cong ba chiều trong các điều kiện sản xuất hiện hữu. Cách làm thực tế được sử dụng chính thức tại tất cả nhà máy đóng tàu là tiến hành rời rạc hóa mặt cong ba chiều vỏ tàu về dạng mặt cong cấp thấp hơn. Tiến hành trải mặt cong hai chiều sau rời rạc hoá và ghi nhận mặt trải từ khai triển đó thành mặt khai triển tôn vỏ. Cách làm mang tính truyền thống miêu tả tại hình 3.120.



H
Hình 3.120

Theo cách làm này, mặt vỏ trong khu vực giữa đưa về dạng vỏ hai chiều, căn cứ vào đó người ta trải cùng mặt cắt tàu ra theo hướng vuông góc với đường ki chính. Các đường khai triển cùng này cùng nằm trên mặt phẳng cơ bản, qua ki. Khi khai triển phải quan tâm đến vị trí chân nẹp dọc, sóng dọc, đà dọc, chân vách và có trách trải vết của đường giao nhau giữa các chi tiết đó với vỏ ra tấm khai triển. Mặt khai triển của nửa vỏ tàu vẽ theo cách này có dạng như tại hình 3.121.



Hình 3.121. khai triển tôn vỏ và tôn boong

Về theo cách này tung độ của tấm không bị sai sót nhiều song hoành độ không đáp ứng thực tế một cách đầy đủ. Chia tôn theo chiều rộng tàu ít phạm sai sót hơn còn theo chiều dài phải có sự co giãn khi phân tôn.

Chiều dày tối thiểu tôn vỏ kể trong đó chiều dày tôn vỏ bao đáy, mạn, boong không hoàn toàn giống nhau ngay trong một tàu. Chiều dày thay đổi theo yêu cầu đảm bảo bền của kết cấu thân tàu. Chiều dày tối thiểu trình bày bảng 1 dưới đây dùng cho phần giữa tàu vận tải đi biển.

Bảng 1

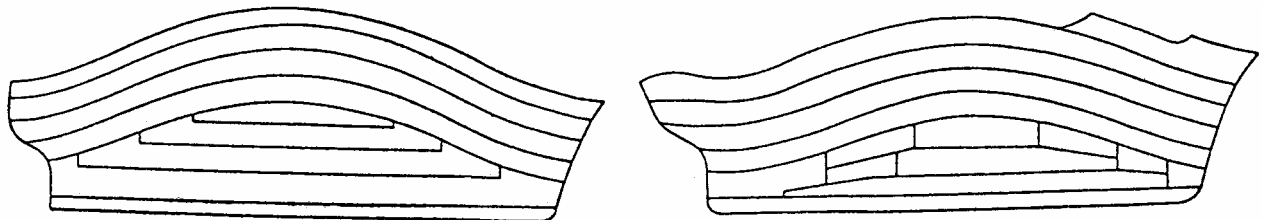
Chiều dài tàu, (m)	Tấm đáy, (mm)	Boong trên, (mm)	Boong giữa, (mm)
80	10	9	7
100	12	9,5	7,5
120	14	10,5	8,5
140	15,5	11,5	9
160	17	12,5	9,5
180	19	13	10,5

Chiều dày tôn, tính bằng mm, dùng cho vùng mũi và đuôi tàu, áp dụng cho tàu vận tải đi biển trình bày tại bảng 2.

Bảng 2

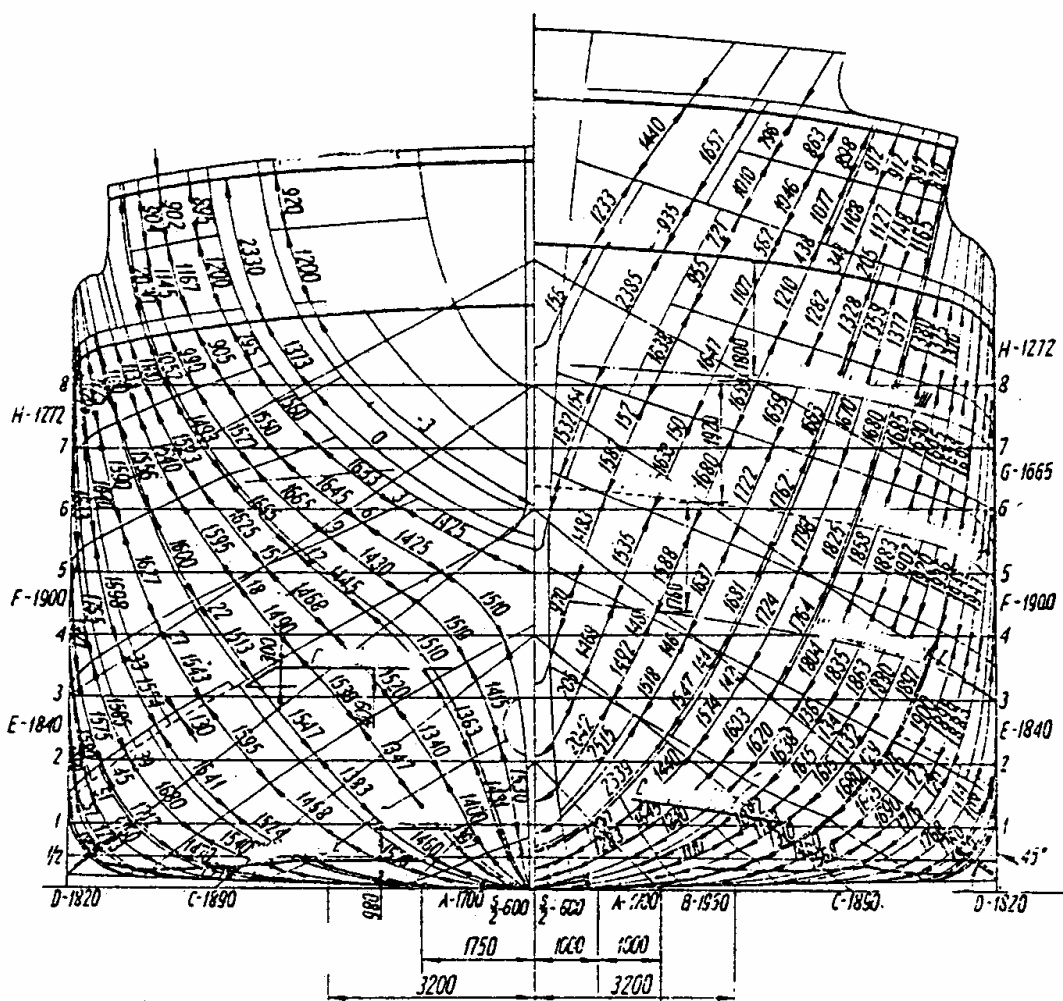
Chiều dài tàu, (m)	Mạn	Boong trên	Boong giữa
20	5	4,5	-
30	5,5	5	-
40	6	5,5	5
50	7	6	5,5
60	8	6,5	6
70	8,5	7	6
80	9	7	6
90	9,5	7	6
100	10	7,5	6,5
110	10,5	7,5	6,5
120	11	7,5	6,5
130	11	8	7
140	11,5	8	7
150	12	8,5	7,5
160	12,5	8,5	7,5
170	13	8,5	8
180	13,5	9	8

Nguyên tắc chung chia tôn là trải tôn dọc tàu, điều này có nghĩa, cạnh dài tấm tôn trùng với chiều dài tàu, cạnh ngắn nằm ngang. Với tàu vận tải có thể thực hiện theo một trong hai cách chia như trình bày tại hình 3.122. Cách trình bày tại bên trái hình gọi là cách trải giản đơn, chiều rộng các tấm được giữ nguyên trên suốt chiều dài, hoặc gần như vậy. Cách sau chỉ khác trước điểm nhỏ, các tấm trải cho dàn đáy được thay đổi chiều rộng, cố gắng bao đúngmặt trái không phải dạng hình chữ nhật mà là hình thang của tấm tôn khai triển đáy.



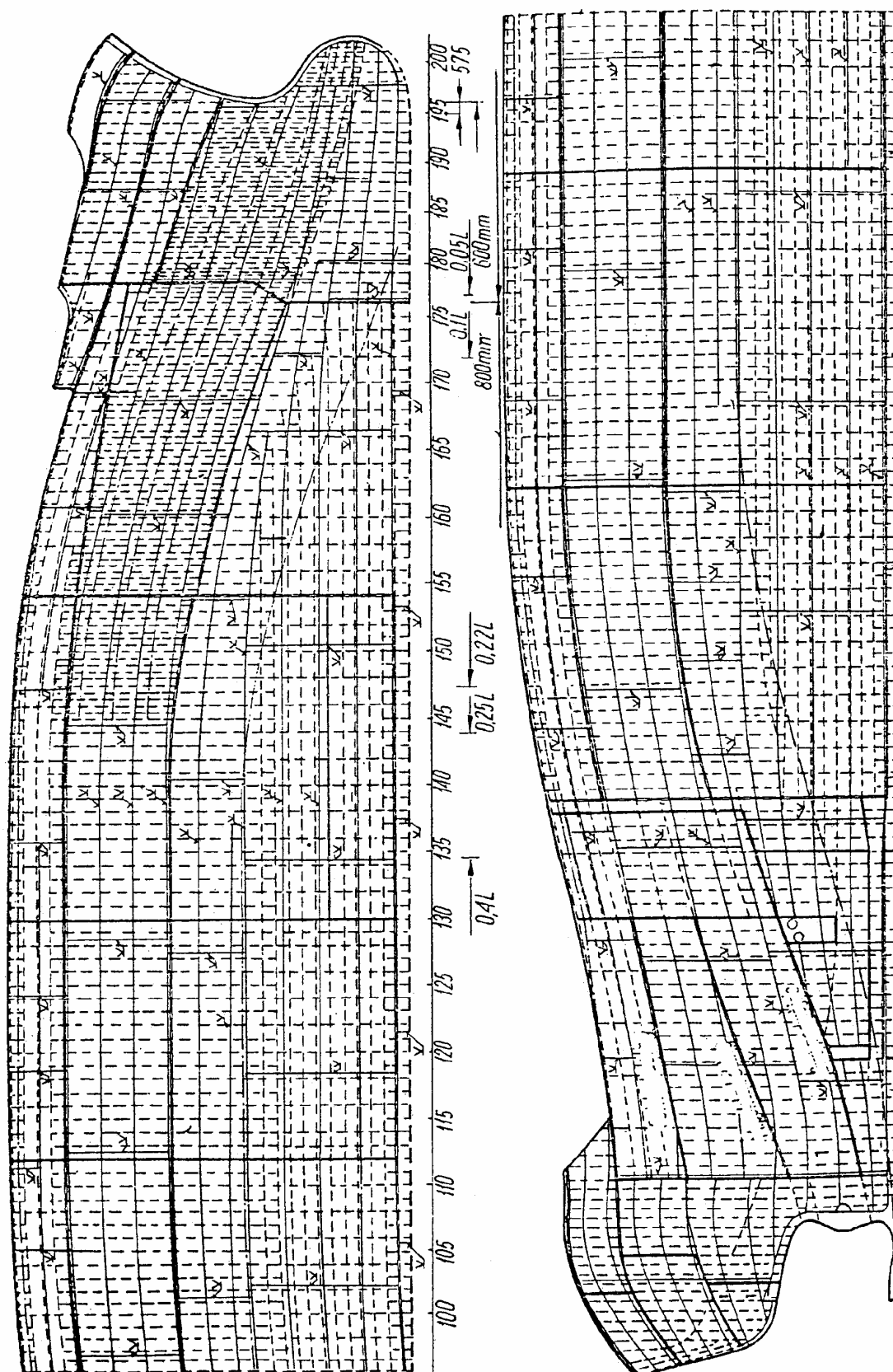
Hình 3.122

Bản vẽ khai triển tôn vỏ tàu vận tải bạn đọc tham khảo thêm tại hình 3.123 và hình 3.124.

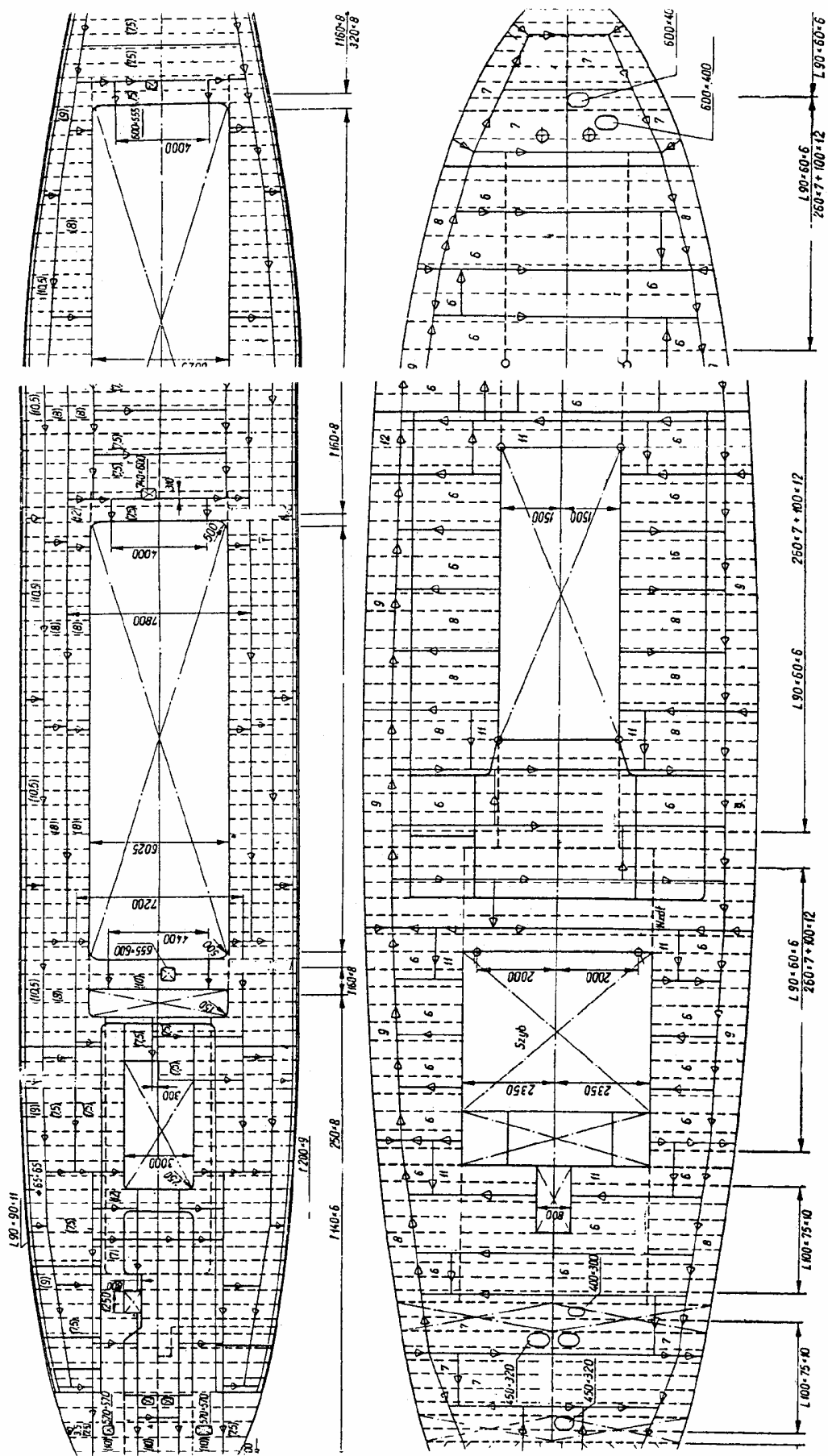


Hình 3.123

Rải tôn boong trình bày tại hình 3.125. Hình 125a giới thiệu tôn boong tàu kéo, 3.125b tôn boong tàu vận tải.

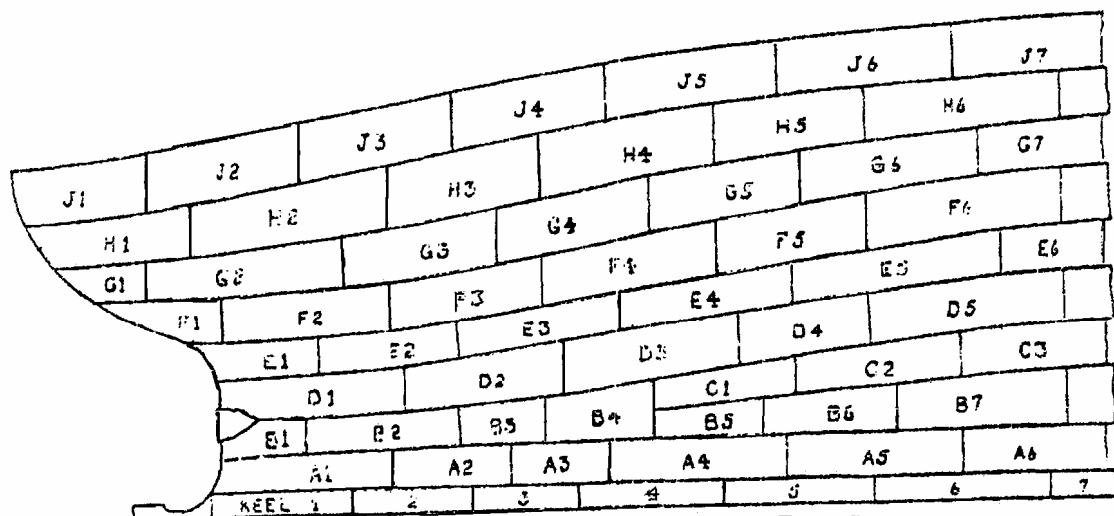


Hình 3.124. Tồn mạn

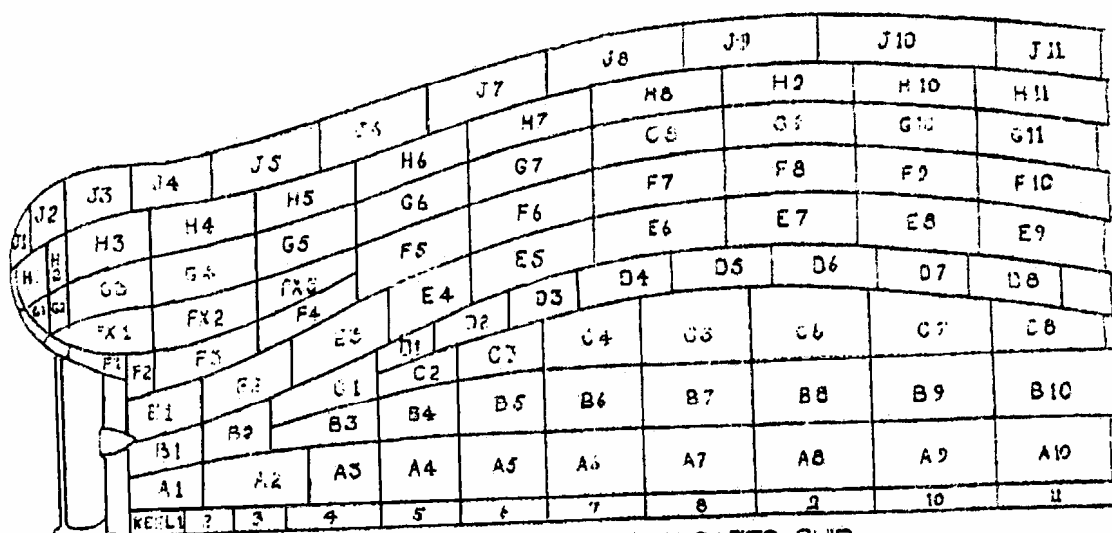


Hình 3.125. Tôn boong

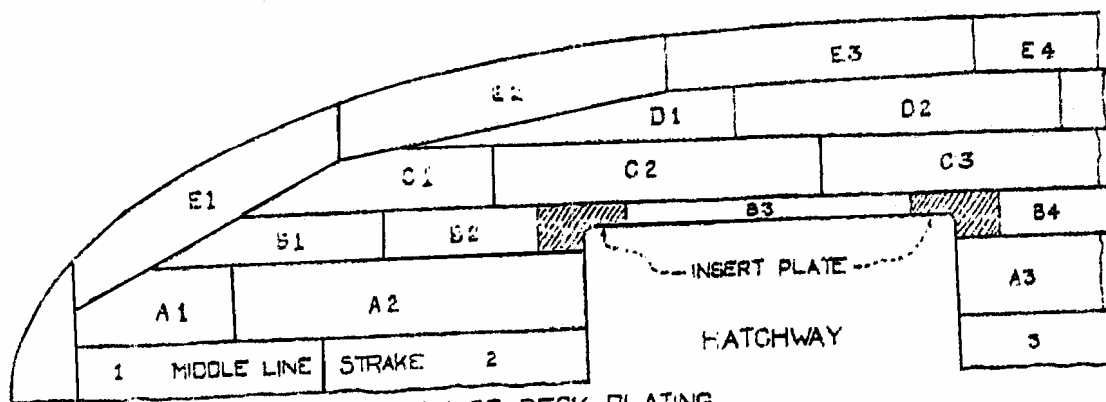
Thông thường, với tàu cỡ lớn, dải tôn được mã hoá và đánh ký hiệu từ giữa đáy ra lên đến mạn. Dải tôn giữa đáy gọi là dải tôn sống nằm (keel), dải tôn kê với dải tôn giữa đáy được đánh ký hiệu là A (A strake), hình 3.126. Quy cách của từng tờ tôn được mô tả dưới dạng bảng.



SHELL EXPANSION - SHIP PLATED AT SLIP



SHELL EXPANSION - PREFABRICATED SHIP

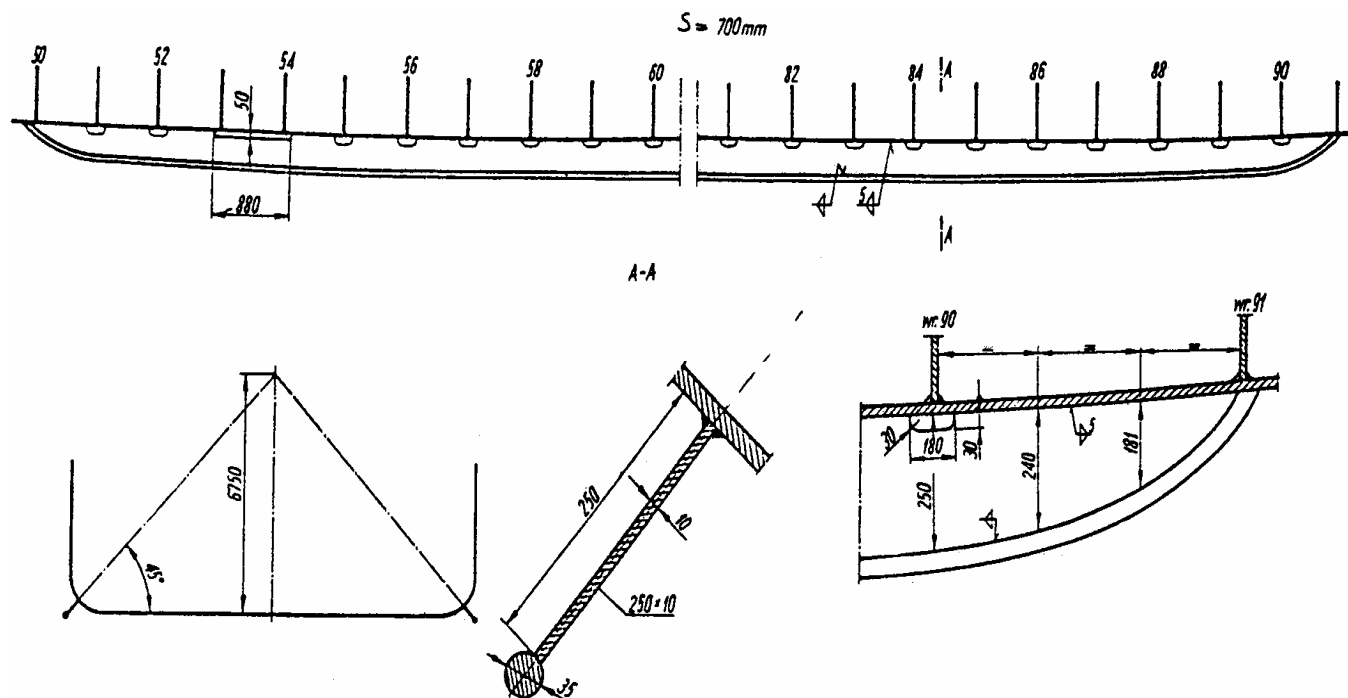


PLAN OF DECK PLATING

Hình 3.126. bản vẽ dải tôn

9. Vây giảm lắc

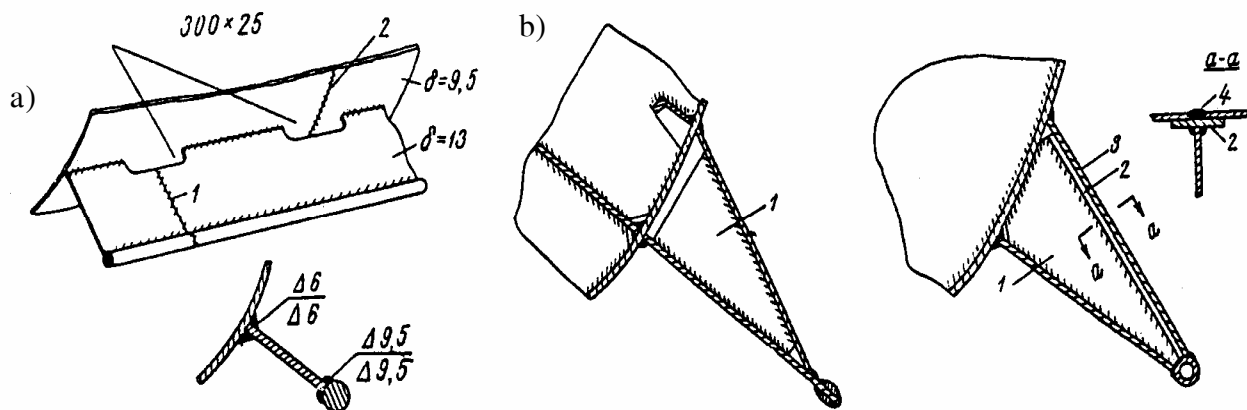
Vây giảm lắc bố trí tại hông tàu, một cạnh hàn cố định với vỏ tàu tại khu vực này. Chiều dài vây khoảng $1/3 L$, chiều rộng vây (hay thường gọi chiều cao tấm vây) từ 250mm đến 450mm. Bố trí để vây phát huy hiệu quả giảm lắc được giới thiệu tại hình 3.127.



Hình 3.127

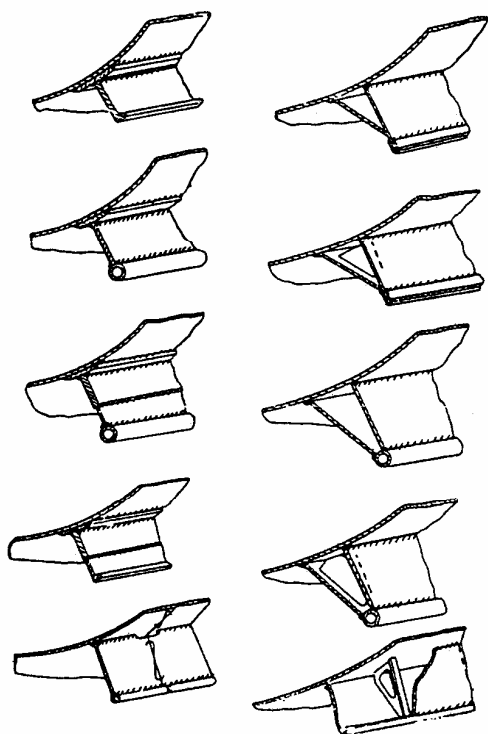
Vây có thể làm từ thép hình hoặc hàn từ thép bản. Mép ngoài của tấm cần được tăng cứng bằng các biện pháp dễ thực hiện, ví dụ hàn với thép thanh, ống thép, đường kính khoảng 30mm – 40mm. Thép mỏng ngành đóng tàu có thể dùng vào đây.

Các phương án làm vây giảm lắc và cách hàn đầu vào vỏ tàu trình bày tại hình 3.128. Hình 3.128a trình bày chi tiết kết cấu vây dạng tấm và 3.128b trình bày chi tiết kết cấu vây dạng hộp kín.

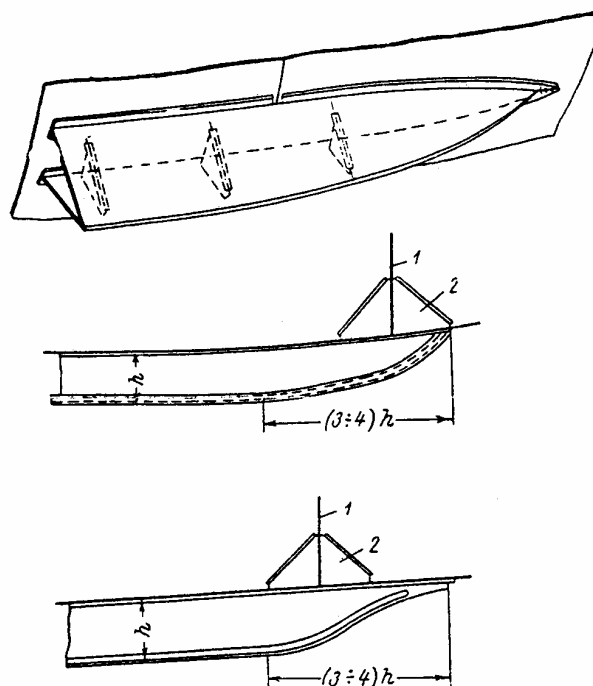


Hình 3.128

Hình 3.129 giới thiệu kết cấu vây giảm lắc đang dùng trên các cỡ tàu đi biển và tàu chạy sông. Hình 3.130 trình bày những phương pháp hạ dần độ cao vây tại hai đầu và gắn hai đầu vây vào vỏ tàu.



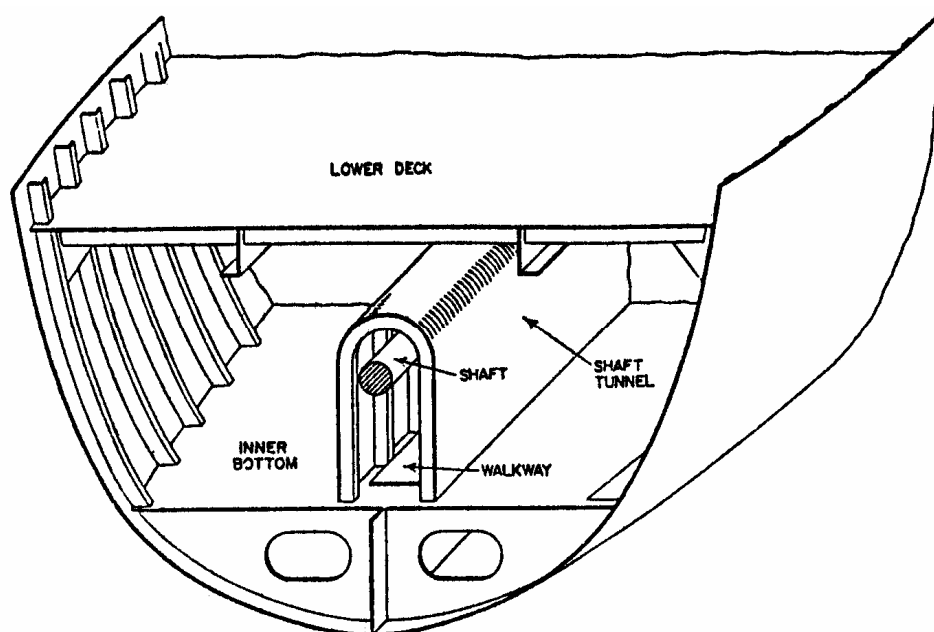
Hình 3.129



Hình 3.130

10. Vòm trục chân vịt

Vòm trục trục hay còn gọi đường ngầm trục xây ngay trong khu vực hầm hàng mà trục chân vịt đi qua. Hầm này bắt đầu từ vách sau buồng máy đến vách khoang lái. Đường trục qua vách buồng máy, vách khoang lái trong hệ thống các cơ cấu kín nước đảm bảo nhất. Lối vào đường ngầm từ vách sau buồng máy, qua hệ thống cửa kín nước, kết cấu nặng. Điều khiển đóng mở lối vào từ buồng máy và từ trên boong. Hình 3.131 mô tả bố trí không gian hầm trục dạng này.

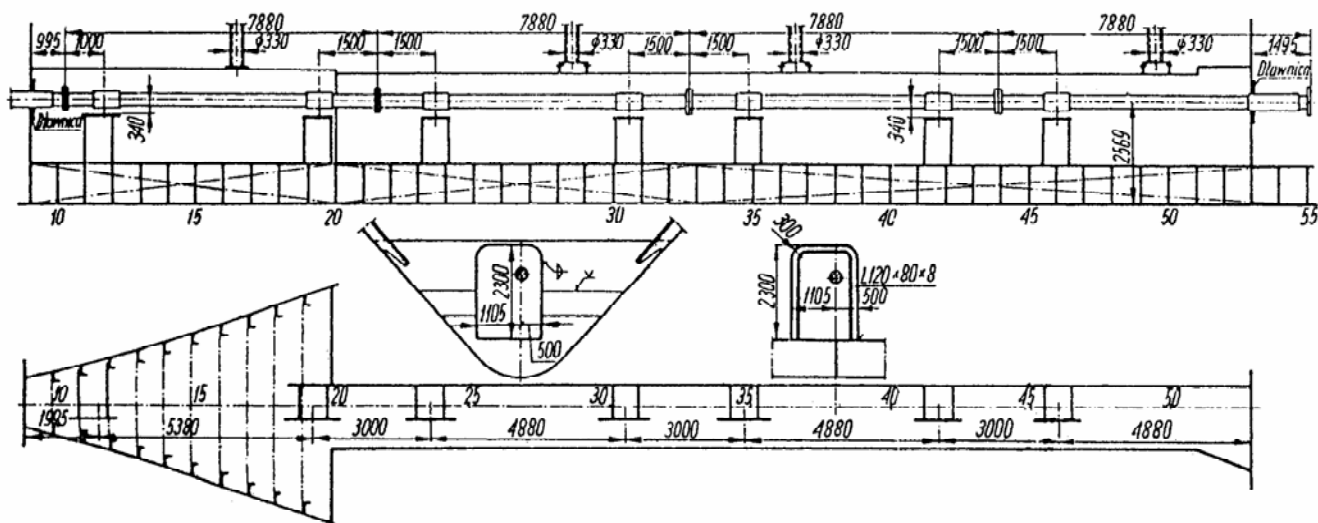


Hình 3.131. Bố trí hầm trục chân vịt

Vòm bố trí lệch so với tâm dọc tàu, thông lệ phía mạn phải rộng hơn. Lối đi nằm phía rộng. Người ta có thể đi lại kiểm tra bảo dưỡng đường trục bằng lối đi duy nhất này.

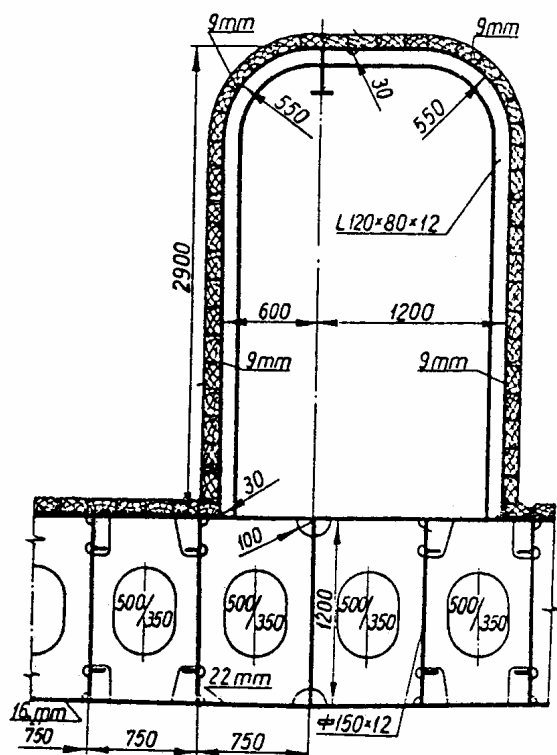
Chiều cao đường ngầm, tùy thuộc kích thước tàu, có thể từ 2,0 trở lên, đến khoảng 3,0m. Chiều rộng từ 1,5m đến 2,0m. Vách dọc đường ngầm hàn với tôn đáy. Phía trên được xây dạng vòm, từ đó có tên gọi vòm trục chân vịt. Vòm ngày nay thường làm dạng cố định.

Bố trí chung một đường hầm trên tàu vận tải đi biển được vẽ lại tại hình 3.132.



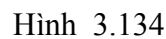
Hình 3.132. Bố trí đường hầm trục chân vịt

Kết cấu đường hầm cùng mái vòm sẽ được giải thích tiếp theo tại hình 3.133.

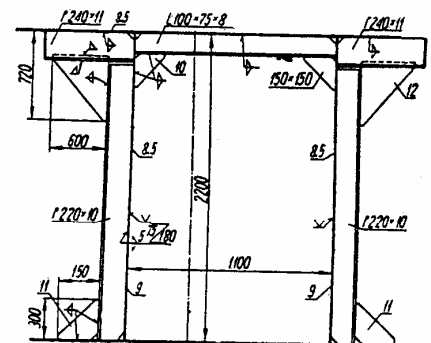


Hình 3.133. Mặt cắt ngang đường hầm trục

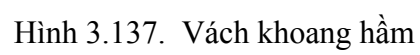
Đây là biển tường của tweendeck trong khu vực không thể bố trí boong, đặt cao hơn trần hầm từ 100mm đến vài trăm mm. Vách ngang kín nước ngăn không gian này với phần trước của tàu.



Kết cấu vách khoang hầm giống như kết cấu dành cho vách bạn đọc đã quen. Hình 3.135 giới thiệu một khoang hầm đã có mặt trên tàu vận tải Hình 3.136 trình bày đường hầm trong khu vực kết dầu, cũng tại vùng này. Hình tiếp theo 3.137 trình bày kết cấu vách ngăn khoang này với thế giới bên ngoài.



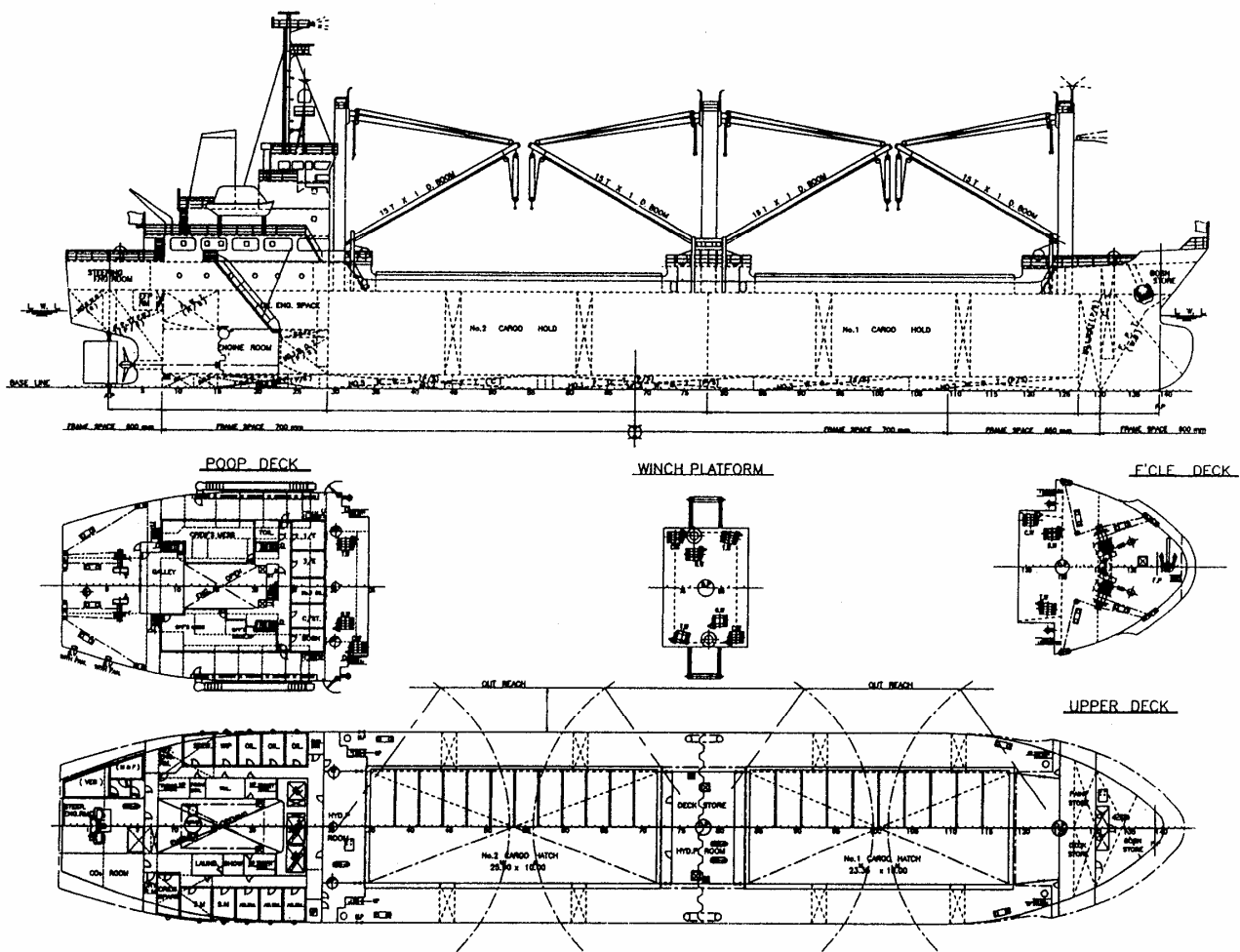
Hình 3.136



CHƯƠNG 4 THƯỢNG TẦNG VÀ LẦU

Thượng tầng của tàu là những kết cấu kín, thường khá cao, đặt trên boong chính, chiều rộng kéo từ mạn trái sang mạn phải tàu. Trong một số trường hợp vách dọc thượng tầng đặt lùi vào trong, tức xa đường mép mạn khoảng cách không quá $0,04B$ của tàu. Tùy thuộc vị trí của thượng tầng trên tàu có thể gặp trong thực tế thượng tầng mũi, thượng tầng lái và thượng tầng giữa tàu. Tàu vận tải như đã giới thiệu tại hình 1.2 chương I, thượng tầng được bố trí trên buồng máy, nằm vào khu vực giữa tàu hoặc buồng máy cùng thượng tầng trên nó đặt phía lái. Tàu dầu, tàu hàng rời thông lệ bố trí thượng tầng phía sau. Thượng tầng có thể bố trí tại vị trí trung gian giữa tàu và lái. Sau buồng máy, tức sau thượng tầng, người ta còn bố trí một hoặc vài khoang hàng.

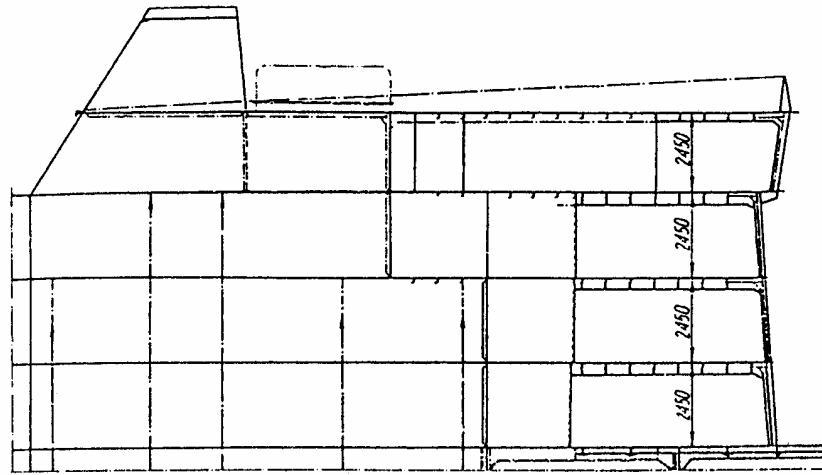
Tàu vận tải ngày nay phần lớn bố trí thượng tầng về sau hẵn, ví dụ dễ nhận biết là bố trí thượng tầng tàu chở container, tàu hàng khô, tàu chở hàng rời, tàu dầu. Hình 4.1 giới thiệu mẫu hình tàu chở hàng 6500 DWT mới được đóng trong những năm gần đây với thượng tầng nằm hẵn phía sau lái.



Hình 4.1

Thông lệ thượng tầng tàu có khá nhiều boong, mỗi boong bố trí các phòng giành riêng cho nhân viên đoàn thủy thủ. Tên gọi các boong gần như được thống nhất giữa các nhà đóng tàu và người sử dụng tàu. Bong cao nhất được coi là nóc, trên đó bố trí các thiết bị hàng hải, đèn tín hiệu, đèn pha và những thiết bị để ngoài trời song quan trọng. Boong lái nằm tại vị trí cao, dễ quan sát. Dưới boong lái có

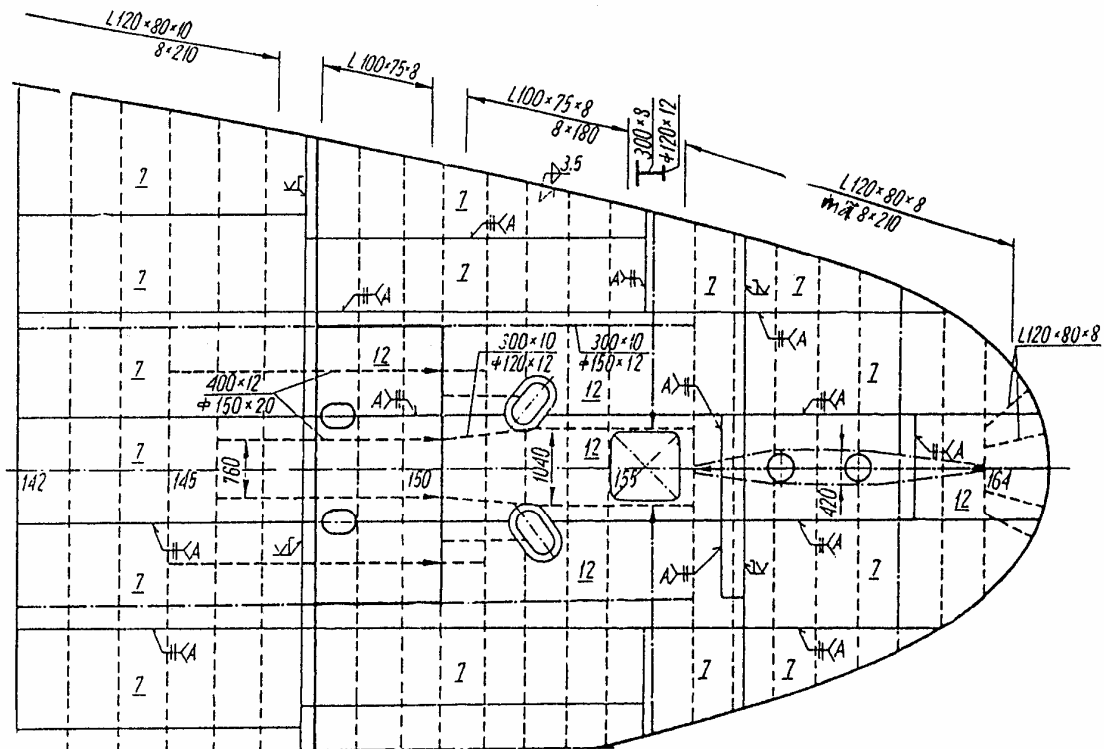
thể bố trí boong xuống, nơi đây có hệ thống cứu sinh đủ dùng cho toàn đội thủy thủ. Boong đạo có thể nằm trên boong chính hoặc cao hơn, tùy điều kiện cụ thể của mỗi tàu. Sơ đồ bố trí các tầng thượng tầng có dạng như trình bày tại hình 4.2. Chiều cao tối thiểu giữa các tầng lầu không thể kém hơn 2,1m. Những quốc gia châu Âu yêu cầu chiều cao này không nhỏ hơn 2,2m trên tàu cỡ nhỏ, còn 2,45m trên tàu lớn hơn.



Hình 4.2. Thượng tầng tàu vận tải đi biển

1. Lầu mũi

Tàu đi biển gần như thành lệ đều có thượng tầng phía mũi, gọi bằng tên hay hay lầu đài phía mũi, chiều dài không kém hơn 0,07L. Cơ cấu này làm chức năng chắn sóng tránh boong phía trước bị tạt ướt. Thỉnh thoảng trên một vài tàu thượng tầng mũi kéo về sau khá dài, che cả khoang hàng mũi.



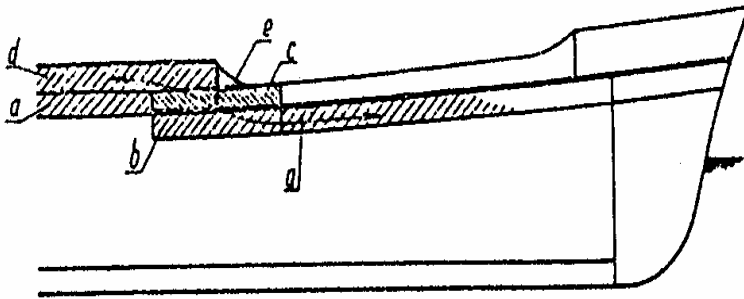
Hình 4.3. Boong thượng tầng mũi

Vách hông thượng tầng mũi thực tế là tấm mạn dâng cao. Sườn của tấm mạn này bố trí trong phạm vi thượng tầng. Vách sau của kết cấu đặc biệt này là vách kín nước và phải là vách đủ bền, bảo vệ thượng tầng từ phía sau. Giải tôn thấp nhất của vách tối thiểu rộng 610mm, dày 7,5mm. Tôn các giải cao hơn sẽ nhỏ dần. Nẹp đứng bố trí cách nhau không quá 760mm. Đầu cuối của nẹp đứng hàn với sàn boong chính. Các cửa ra vào thượng tầng không chỉ kín nước mà còn thuộc cấp cao hơn kín cả nước bắn dưới áp lực. Chiều cao lỗ khoét trên cửa không thấp hơn 610mm. Boong thượng tầng mũi phải đủ dày, không bé hơn 6 – 8mm.

Kết cấu boong giới thiệu tại hình 4.3. Tại những vị trí đặt bệ tời kéo neo và cá thiết bị nặng khác, nếu có, tôn boong phải được tăng đáng kể, thông thường phải dùng tôn dày 12mm cho vùng này.

2. Thượng tầng

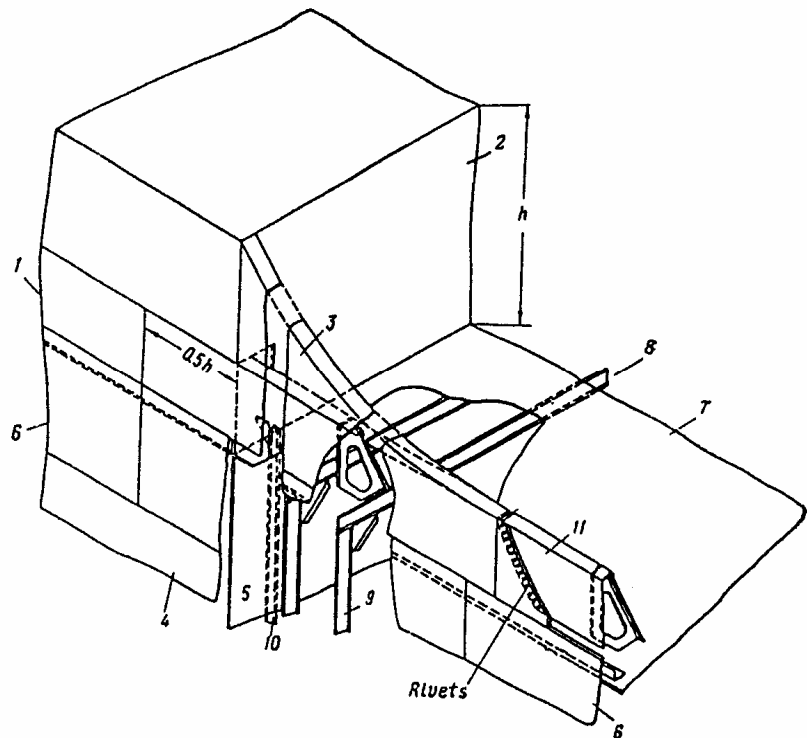
Thượng tầng nằm khu vực giữa tàu là nơi thân tàu chịu momen uốn lớn nhất, các cơ cấu nơi đây là kết cấu hàn, làm việc nặng và luôn đối đầu với ứng suất lớn tác động trong các cơ cấu. Người ta gọi đây là khu vực “nhạy cảm”. Tránh các rủi ro có thể xảy ra phải tăng cứng tấm mạn, và giải tôn mạn có khi phải tăng thêm 50% chiều dày nếu sẽ bố trí tại đây thượng tầng dài. Giá trị trên có thể giảm xuống còn 30% nếu thượng tầng ngắn. Tấm mép boong vốn đã dày phải được tăng thêm 25% chiều dày khi dự định đặt thượng tầng dài và 10% cho thượng tầng ngắn.



Hình 4.4

Điều phải nhắc lại rằng, tăng độ dày vừa nêu không chỉ bắt buộc cho suốt chiều dài thượng tầng mà phải kéo dài thêm về hai phía, trước và sau, ít nhất từ ba đến bốn khoảng sườn. Sơ đồ tăng chiều dày cơ cấu trình bày tại hình 4.4.

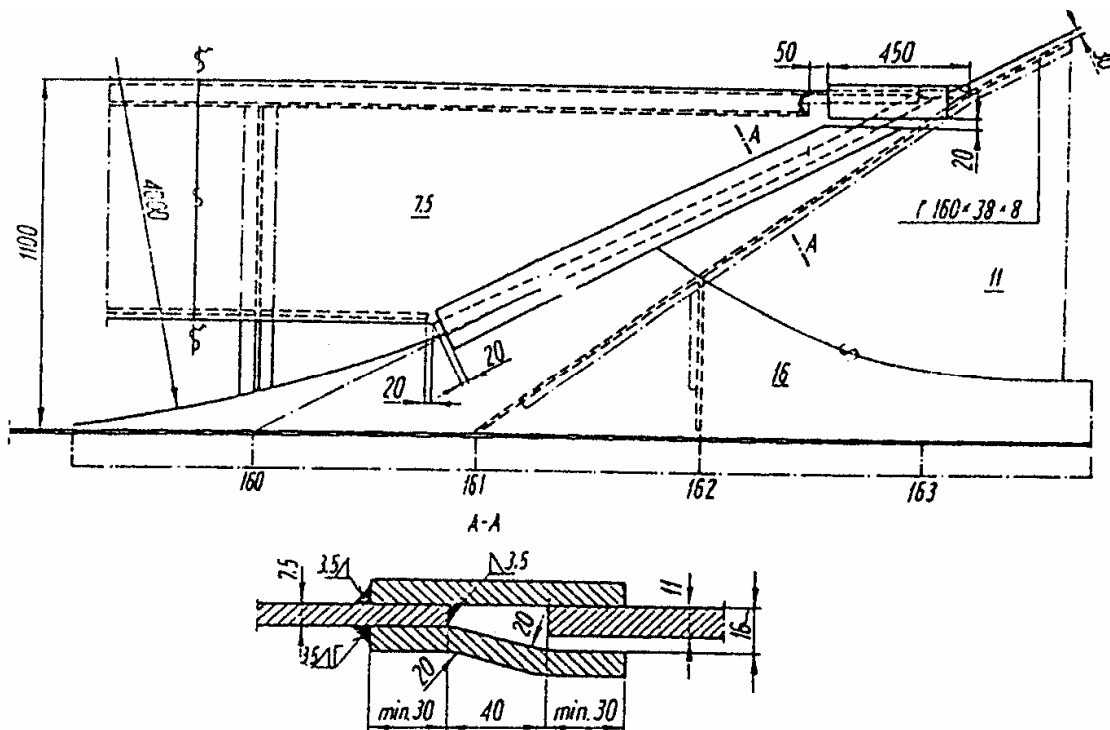
Tấm tôn dưới cùng của vách dọc thượng tầng sát mạn phải tăng thêm 25% chiều dày, kéo dài ra hai phía ít nhất ba khoảng sườn, sau đó mới hòa vào mạn giả, nếu cần. Giải pháp tốt cho mỗi nối này là nối mềm, có nghĩa tạo mọi điều kiện để thượng tầng tự do, không bị lôi cuốn vào uốn chung tàu. Kết cấu “mềm” đang đề cập đã được áp dụng nghiêm túc trên các tàu đi biển. Giải pháp trình bày tại hình 4.5 được xem khá hữu hiệu.



Hình 4.5

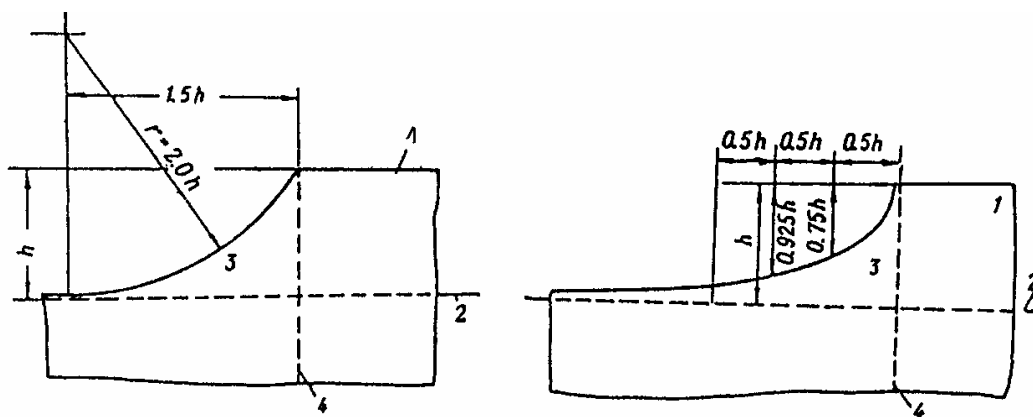
Các ghi chú trên hình 4.5 mang ý nghĩa: 1- vách dọc thượng tầng (; 2- vách ngang thượng tầng; 3- mã chuyển tiếp; 4- tôn mạn (side plate); 5- vách ngang (tight bulkhead); 6- dải tôn mép mạn (sheer strake); 7- boong trên (upper deck); 8- xà ngang boong (deck transverse beam); 9- sườn (hold frame); 10- nẹp đứng vách (vertical bulkhead stiffener); 11- tôn mạn chắn sóng (bulwark plate).

Phương án tiếp theo giới thiệu tại hình 4.6 cho phép thượng tầng được dịch chuyển trong cự li xác định, là biện pháp tháo ngòi nổ cho sự căng thẳng tại đây.



Hình 4.6

Tấm kê vách thượng tầng vừa nêu phải được kéo dài và giảm dần chiều cao theo cách thích hợp, tránh tập trung ứng suất. Những giải pháp kỹ thuật xử lý việc này được đề cập tại hình 4.7 và 4.8.



Hình 4.7

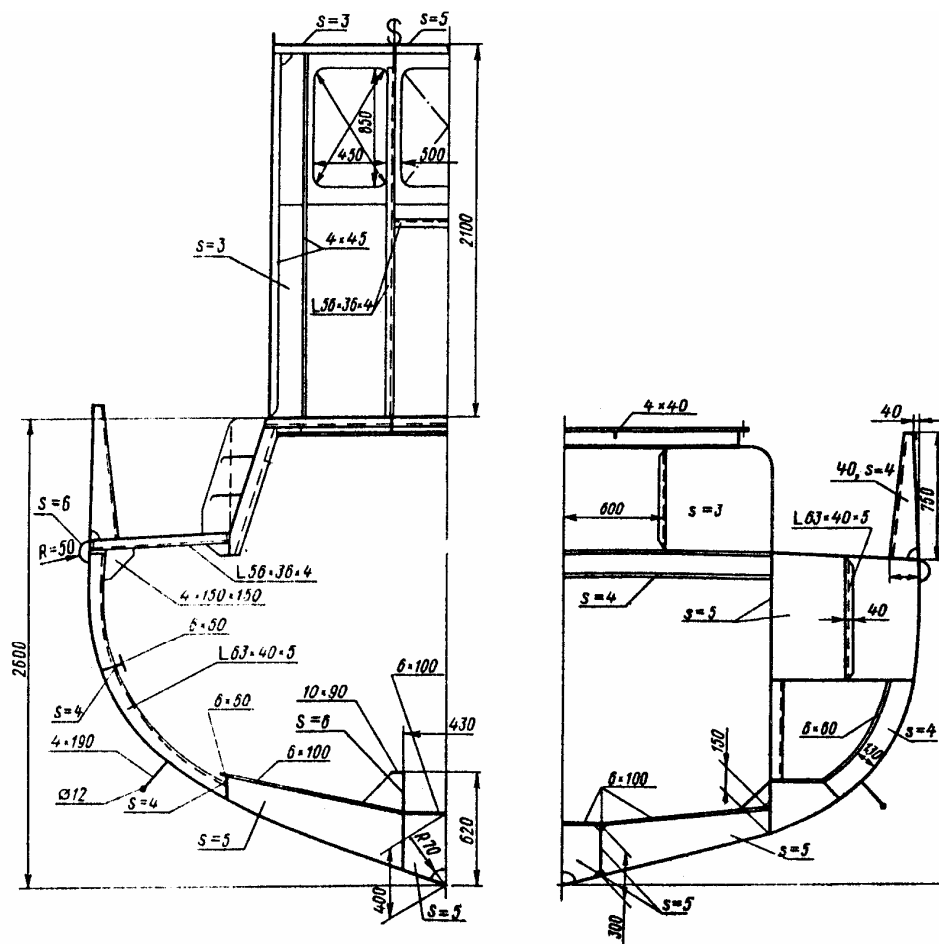
Đường viền tại hình 4.7 mang dạng cung tròn, trái, hoặc ellip, phải. Hình 4.8 giải thích kỹ hơn điều đã trình bày tại hình 4.5, rằng tăng chiều dày tấm mép mạn và tấm dưới thượng tầng nên theo sơ đồ chỉ rõ tại đây.

[illegible]

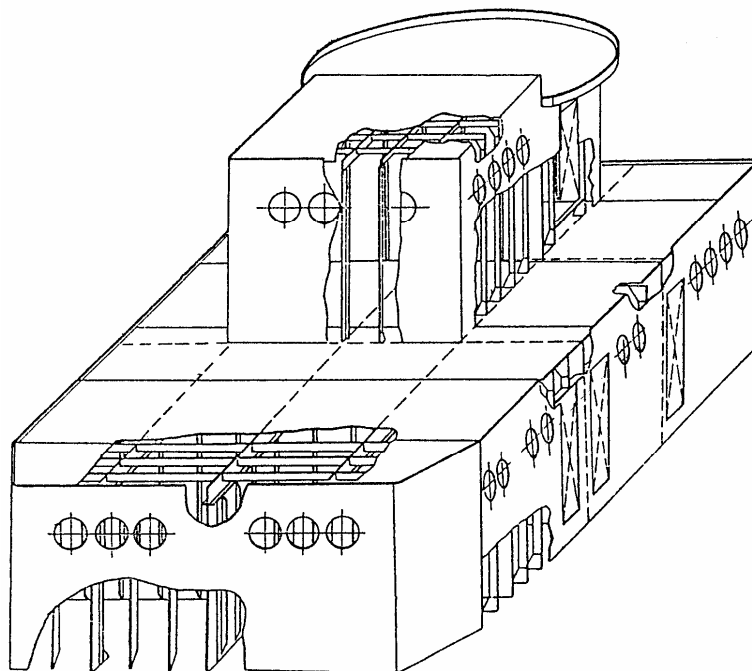
Lầu khác thượng tầng vừa nêu trên ở chỗ, lầu không trải dài từ mạn đến mạn, vách mạn của lầu nằm thụt vào trong khoảng cách đủ lớn khi bị đòi hỏi như vậy. Tàu vận tải có thể có lầu tại vị trí mà chúng ta giành cho thượng tầng lái. Lầu thường có mặt trên tàu đánh cá thay vào vị trí thượng tầng tàu khác kiểu. Lầu có mặt trên tàu kéo, chiếm ngay vị trí giữa tàu.

Các vách trong của lầu và thượng tầng có chiều dày mỏng hơn nếu so với vách nằm ngoài. Vách phải có nẹp cứng và liên kết bằng hàn. Càng lên tầng cao vách thượng tầng có chiều dày nhỏ hơn. Chúng ta thường gặp những giá trị thông dụng sau, chiều dày tôn vách trong trên tàu chỉ vào khoảng 5mm, có khi chỉ 4mm. Tuy nhiên trong mọi trường hợp cơ cấu cứng phải đủ, đúng yêu cầu đảm bảo bền.

Trong thực tế chúng ta gặp những trường hợp, tầng trên của thượng tầng bị thu hẹp kích thước theo những yêu cầu sử dụng cụ thể, cần thiết tính toán và chọn lựa phương án kết cấu tối ưu cho những vấn đề mới đặt ra. Hình 4.12 giới thiệu thượng tầng có sự đổi thay theo hướng đó và giải pháp giải quyết cho nó. Thông lệ hệ thống kết cấu dùng cho kết cấu thượng tầng là hệ thống ngang, khi cần thay đổi có thể chuyển sang hệ thống đan xen, chuyển giàn boong tại nóc sang dạng ô bản cờ làm tăng khả năng chịu tải cục bộ của cơ cấu nằm cao nhất tại khu vực nhạy cảm của uôn chung.

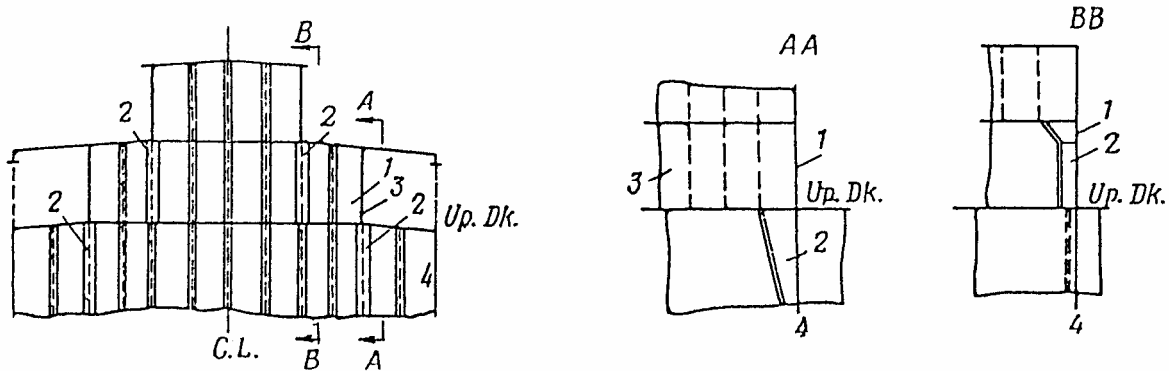


Hình 4.11. Kết cấu thân tàu và lầu của tàu cỡ nhỏ



Hình 4.12

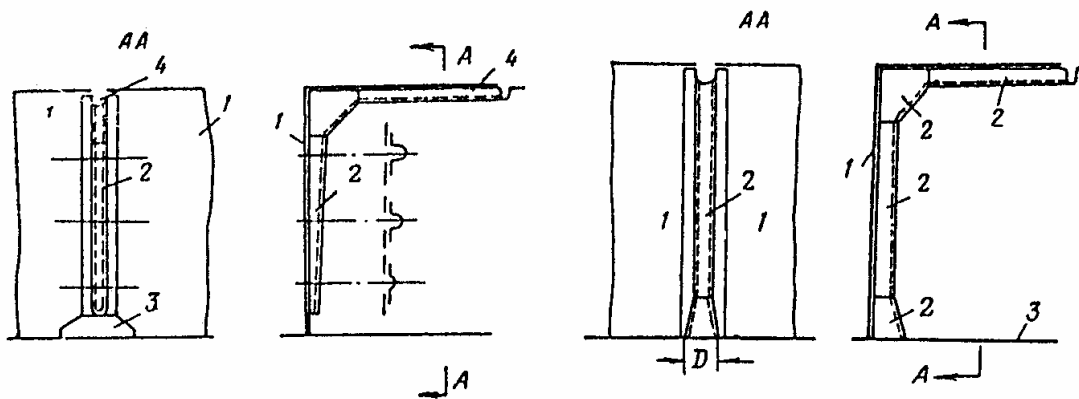
Vấn đề rất cần được quan tâm là liên kết các vách thượng tầng với sàn và trần. Trên nguyên tắc, các vách này phải được nối chắc với sàn. Như đã bàn đến, có thể dùng biện pháp nối trực tiếp vách với sàn song còn có thể sử dụng mã (bracket). Trường hợp lầu trên ngắn hơn hoặc/và hẹp hơn lầu dưới nó, cần thiết tăng cường nẹp đứng khỏe đỡ vách lầu trên. Hình 4.13 trình bày cách đỡ vách lầu trên của thượng tầng thay đổi kích thước. Nguyên tắc chung có thể thấy trên cùng hình, chân nẹp, nẹp thường và nẹp khỏe hàn trực tiếp vào sàn, đầu trên nẹp bắt với xà ngang hoặc xà dọc qua mã nối. Tuy nhiên qui tắc này không hoàn toàn cứng nhắc khi thiết kế kết cấu vách thượng tầng.



Hình 4.13. Nối vách lầu với sàn

Thiết kế bộ phận co giãn thượng tầng nhằm giảm mức độ tham gia vào độ bền chung tàu từ phía thượng tầng luôn cần thiết cho kết cấu thượng tầng. Các biện pháp nêu tại hình 4.5, hình 4.6 đã “ngắt” phần nào tham gia của thượng tầng trong uốn chung tàu. Các biện pháp nêu tiếp theo nhằm tạo “khớp mềm” cho hệ thống thượng tầng – thân tàu.

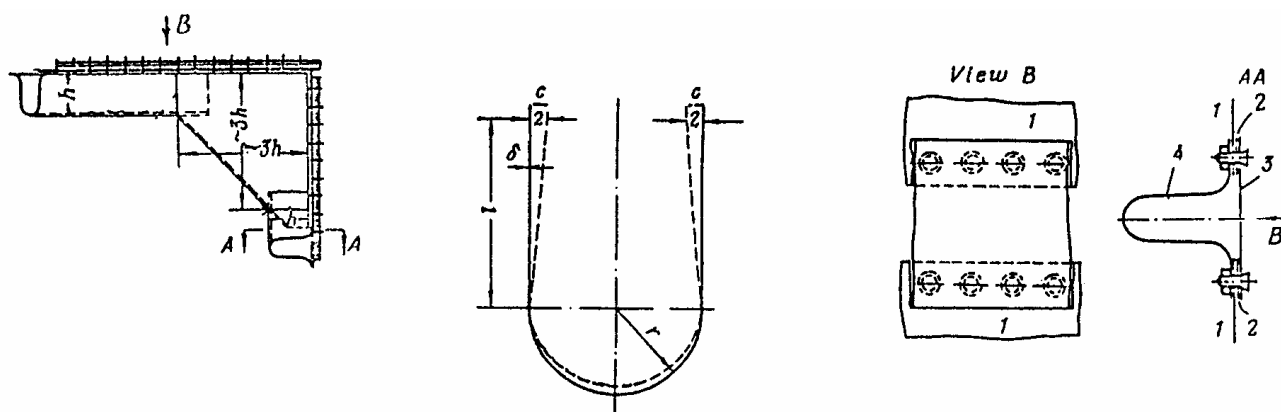
Hình 4.14 trình bày giải pháp lắp “khớp mềm” vào giữa chùng vách dọc tàu. Theo sơ đồ này, vách dọc 1 bị xẻ thành rãnh đủ rộng, khoảng 200mm, và thay vào đó khớp mềm dạng tôn uốn sóng. Thân tàu bị uốn, boong chính bị cong kéo theo vách dọc thượng tầng uốn đứng. Nhờ co giãn rất thoải mái của khớp mềm vách dọc này có thể lượn theo chiều cong của boong mà không gây ra ứng suất đáng ngại.



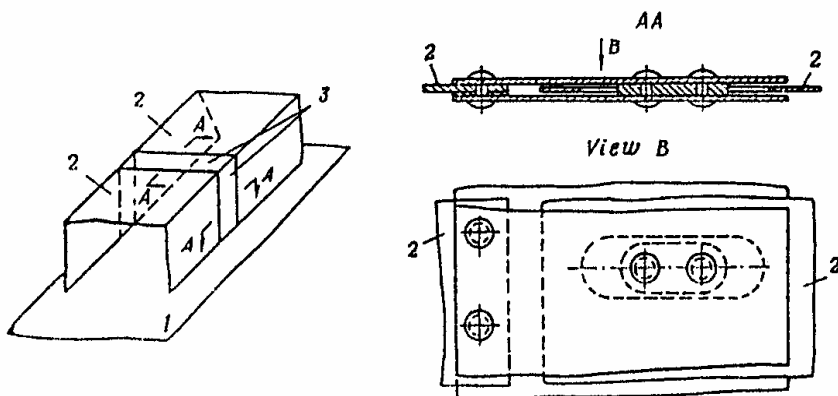
Hình 4.14

Kết cấu cụm “khớp mềm” được miêu tả kỹ hơn tại hình 4.15.

Hình tiếp theo, hình 4.16 trình bày bố trí “khớp mềm” hoạt động theo nguyên tắc co giãn theo chiều dọc, tại thượng tầng dài. Cơ cấu giãn nở 3, bắt đầu từ sàn boong 1, đi theo chiều đứng, theo vách mạn, đến nóc thượng tầng rồi vắt qua mạn bên kia, cách li hai phân đoạn thượng tầng 2.



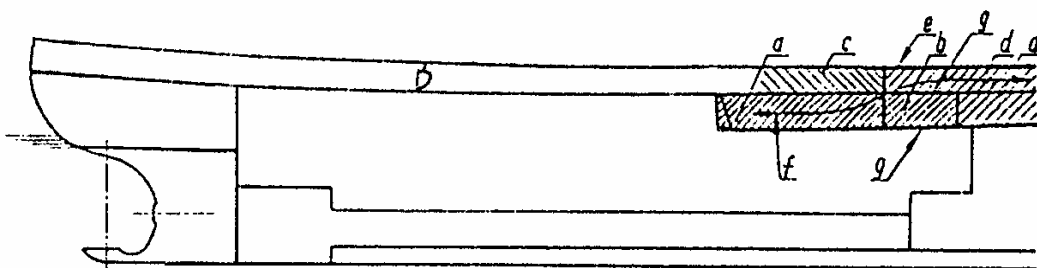
Hình 4.15



Hình 4.16

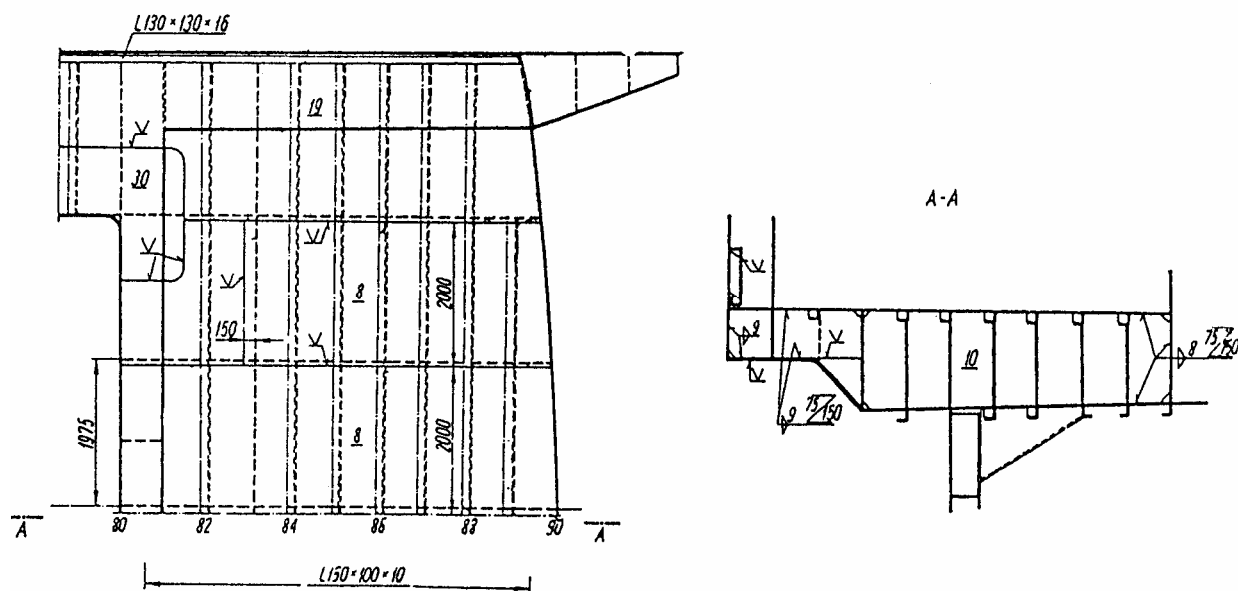
Kết cấu boong lửng tại thượng tầng mang những đặc tính riêng. Cơ cấu này ra đời do yêu cầu sử dụng song không hợp với yêu cầu đảm bảo bên chúng ta thường quen. Nguyên tắc làm việc của sàn boong thò ra phía trước thượng tầng chẳng khác gì cách làm việc dầm côn sơn. Khó khăn đặt ra khi thiết kế boong lửng hay là sàn côn sơn nằm ở chỗ, phải đảm bảo tính liên tục kết cấu boong thượng tầng, của vách mạn và trong mọi trường hợp đảm bảo độ bền.

Chiều dài phần kéo dài của boong thượng tầng về trước chỉ hạn chế từ bốn đến năm khoảng sườn. Bậc của nó chỉ nên từ 0,6m đến 1,2m. Vùng mạn phải được tăng chiều dày, theo sơ đồ chung nêu tại hình 4.17. Các tấm tại đây phải tăng thêm từ 30% đến 50% chiều dày. Cụ thể hơn nữa, chiều dày giải tôn mép mạn tăng thêm 40%, kéo dài ít nhất ba đến bốn khoảng sườn. Tấm mạn boong thượng tầng tăng thêm 30% chiều dày.



Hình 4.17

Kết cấu bậc gậy của boong lửng trình bày tại hình 4.18.



Hình 4.18

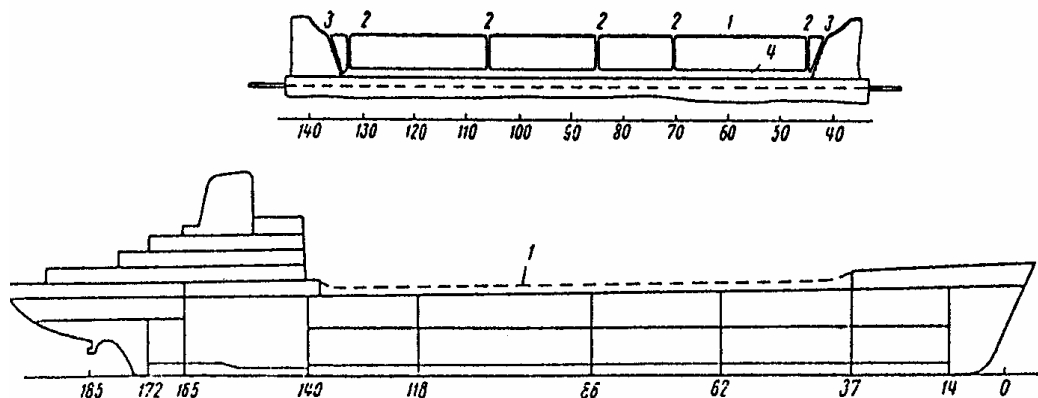
1. Be gió (bulwark)

Trên các tàu cũng như lan can đặt trên boong hờ, cao nhất, để bảo vệ người và hành khách trên tàu, khỏi bị ngã xuống biển trong trường hợp vô ý hoặc khi thời tiết xấu. Be gió còn được gọi mạn giả, cách gọi người của người Đức, theo đó họ ghép hai chữ “giả” và “mạn tàu” thành Falshbord, là kết cấu tấm có gia cứng bằng nẹp, cao chừng 1,0m, đặt đứng tại mép boong. Kết cấu tấm có tác dụng trong chừng mực ngăn nước biển phủ lên boong, là vật cản tốt khi tránh cho hàng trên boong bị xô. Các tàu có chiều cao mạn không lớn, tàu vận tải hàng khô là một trong số đó, thường trang bị be gió, còn tàu mạn cao thường thay vào đó bằng lan can tay vịn. Tàu dầu tuy mạn thấp song thông lệ người ta làm lan can thay cho be gió với thanh minh đơn giản, rằng tàu dầu rất cần thoát nhanh nước trên boong, qua mạn, khi tàu nghiêng để đảm bảo ổn định.

Bố trí be gió hay thực chất là phần mạn kéo cao, gọi mạn giả thật có lý, được trình bày tại hình 21. Bố trí chung mạn giả được trích đoạn, phần trên của hình. Chiều cao mạn giả tàu dài trên 75m phải không thấp hơn 1,0m. Công thức tính chiều cao, đo bằng cm, theo cách làm của người Netherlands có dạng:

$$h = \frac{L}{3} + 75$$

Chiều dài tàu L tính bằng mét khi dùng công thức này.

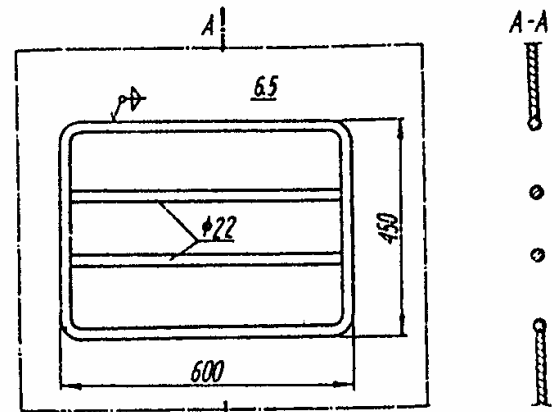


Hình 4.19. Bố trí be gió trên tàu

Chiều dày tấm làm be gió nên từ 3mm đến 8mm, tùy thuộc cỡ tàu. Nẹp đứng của be gió đặt cách nhau chừng 1,5m đến 1,8m, cùng mặt phẳng với sườn tàu. Trong hệ thống kết cấu ngang, nẹp đứng be gió đặt cách sườn.

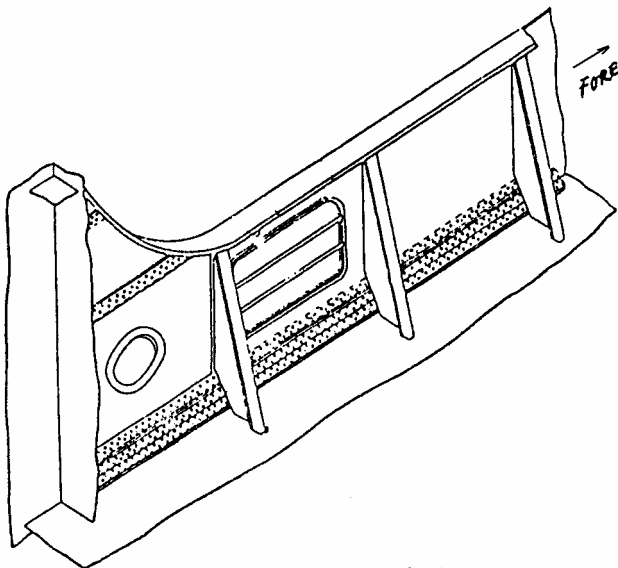
Phạm vi bố trí mạn giả không giống nhau trên các tàu. Tàu ba đảo phải bố trí hai dãy mạn giả, nối liền thượng tầng lái với thượng tầng giữa còn dãy hai nối thượng tầng giữa với thượng tầng mũi. Các nẹp đứng của mạn giả nối với sàn nhô mã. Lối ra và vào tàu không trở trên mạn giả mà đi bằng thang mạn lên boong thượng tầng. Tàu khác dạng vừa nêu bố trí be gió theo nguyên tắc đảm bảo chắn được sóng cho những vùng không có thượng tầng tại boong. Thang lên xuống đặt ở mức tầng thứ nhất của lầu hoặc thượng tầng.

Be gió có ưu điểm nổi bật là che chắn sóng cho boong song yếu điểm của be gió cũng ở chỗ này, khi nước đã tràn lên boong, be này là vật cản tháo nước. Nguy hiểm vì mất ổn định luôn rình rập những tàu có be gió đóng kín suốt tàu. Một trong những biện pháp tháo gỡ phiên toái này là trở cửa thoát nước ngay tại mạn giả này hoặc cắt chân các tấm làm be với diện tích lỗ cắt đủ cho nước thoát nhanh. Cần nhấn mạnh điều này vì rất nhiều nhà thiết kế tàu quên mất nghĩa vụ thoát nước của be gió mà chỉ nhớ đến chức năng che chắn nước. Hình ảnh cửa thoát nước giới thiệu tại hình 4.20.



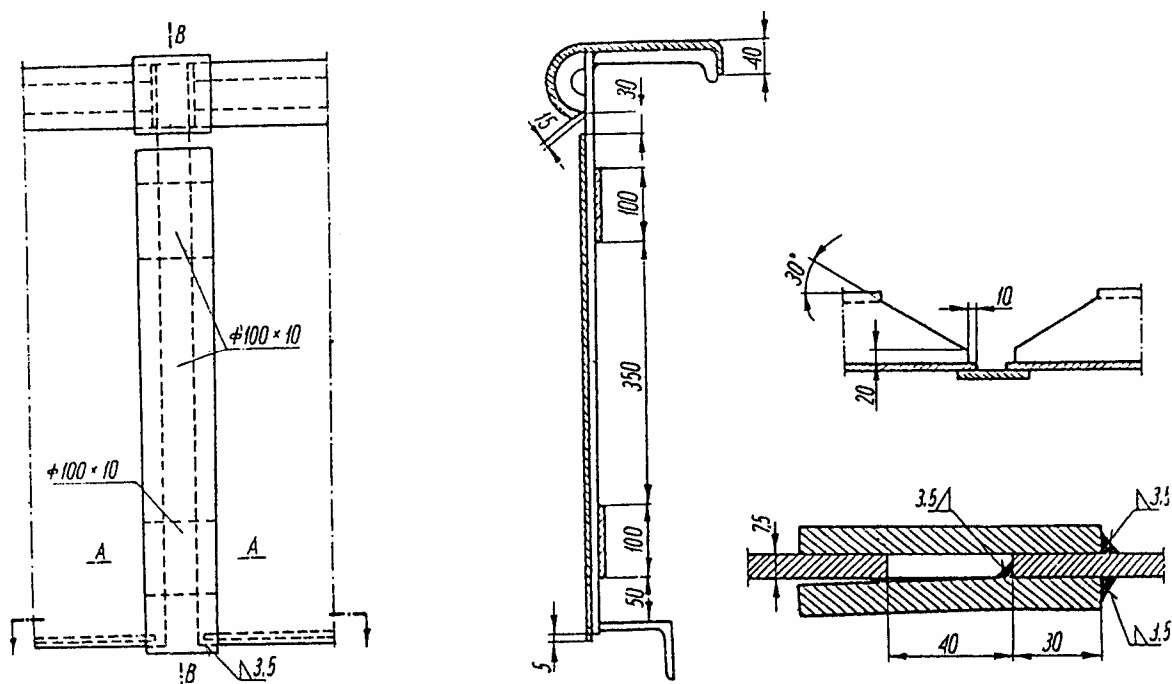
Hình 4.20

Bố trí cửa thoát nước tại mạn giả như trình bày tại hình 4.21. Trong kết cấu hàn be gió không gắn trực tiếp với tấm tôn mép boong mà kết thúc sớm, trên tôn boong chừng 150mm đến 200mm. Khe hở này, nếu có thể gọi như vậy, làm chức năng cửa sổ thoát nước vừa nêu. Khoảng cách này không nên to hơn vì rằng khi to quá nước có thể tràn vào thoải mái, tuy khi ra cũng thoải mái không kém. Điều phiên toái nữa, khe này lớn quá các vật nhỏ trên boong không được buộc chặt sẽ lao ra khỏi tàu theo dòng nước đổ vào khe hở.



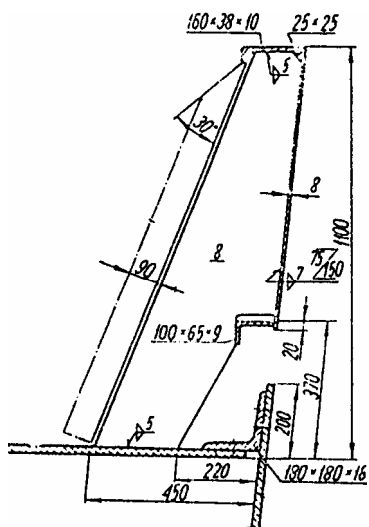
Hình 4.21

Phần trên chúng ta đã biết, tại vùng gần gập thượng tầng, vách thượng tầng dày và kéo ra trước hoặc về sau đoạn dài như đã đề cập. Trên các tàu lớn tại đây phải bố trí bộ phận đệm dạng khe hở cho tấm mạn thượng tầng kéo dài, tránh tình trạng bị nứt mạn giả, hình 4.22.

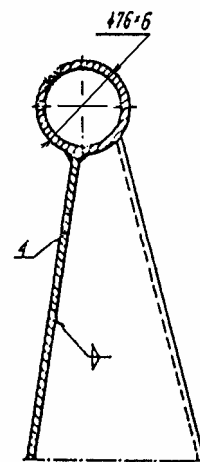


Hình 2.22

Kết cấu mạn giả thông thường có dạng như miêu tả tại hình 4.23 và 4.24 sau đây.



Hình 4.23



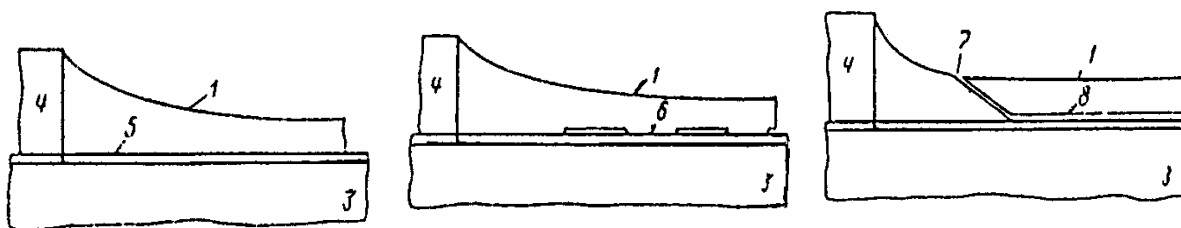
Hình 4.24

Mạn giả tàu biển gắn thép hình khá lớn tại mép trên mạn, và thép hình này thường là thép mỏng, cao 160 – 180 mm. Nẹp cứng của be đặt cách nhau chừng 1,8m, hàn chân vào sàn boong, ngay trên chỗ đặt xà ngang boong. Khoảng cách này phải thu nhỏ trong vùng có trở cửa ra vào, cửa sổ đặt móc luôn dây buộc tàu. Khoảng cách nẹp trong vùng này chỉ vào khoảng 1,2m.

Trên khe hở cần thiết bố trí một nẹp dọc thường bằng thép góc tăng cứng cho lỗ khoét bắt buộc này. Nẹp đứng thông lệ làm như mã đứng, dày 6 – 8mm, bề mép chừng 70 – 90mm. Chân nẹp rộng chừng 400mm – 450mm trên tàu lớn.

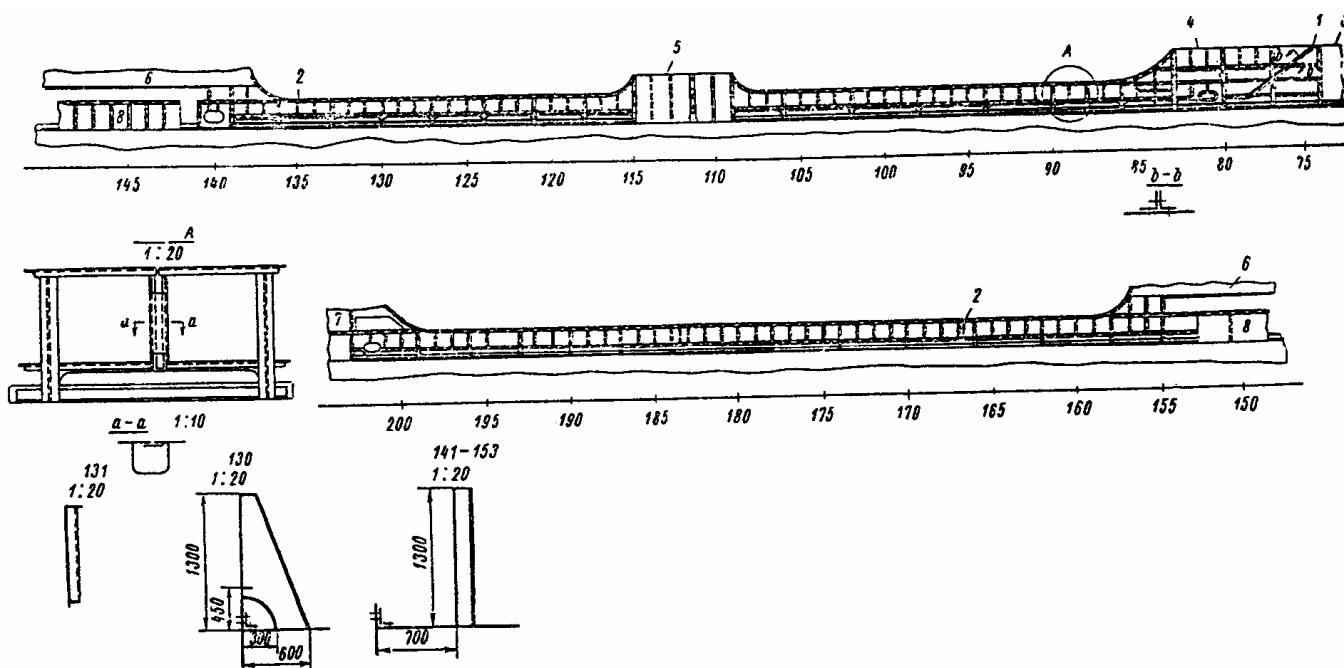
Ngày nay be gió được gắn với mạn không hoàn toàn như cách đang nêu. Rất nhiều nhà thiết kế muốn đưa mạn giả tham gia độ bền chung tàu khi uốn do vậy phải có cách gia cố mạn giả đồng thời gắn chặt với mạn. Ba cách gắn thông dụng được nêu tên hình 4.25 làm ví dụ điển hình.

Cách đầu, hình 4.25a, mạn giả gắn liền với “mạn thật”, trường hợp này mạn sẽ phải tham gia uốn chung. Cách thứ hai, hình 4.25b, chân mạn giả nối với mạn từng đoạn ngắn còn cách thứ ba, hình 4.25c, giống kết cấu đã nêu tại hình 25, mạn giả chẳng liên quan gì đến “mạn thật” do vậy chẳng thể tham gia độ bền chung.



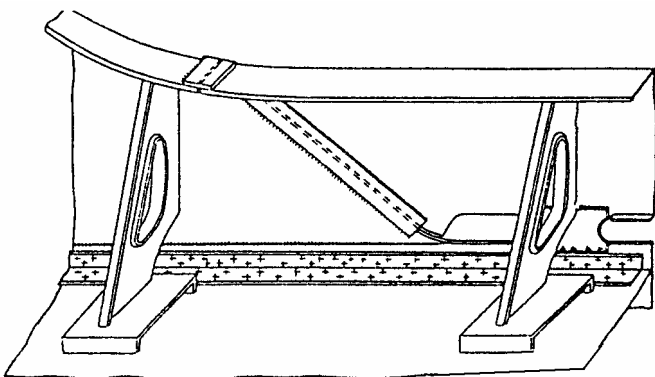
Hình 4.25

Bố trí be gió thực tế trên tàu đi biển giới thiệu tại hình 4.26. Tại hình chi tiết 1 miêu tả kết cấu mối nối đặt nghiêng, be có thể trượt theo mép mối nối, 2 – bộ phận giãn nở.



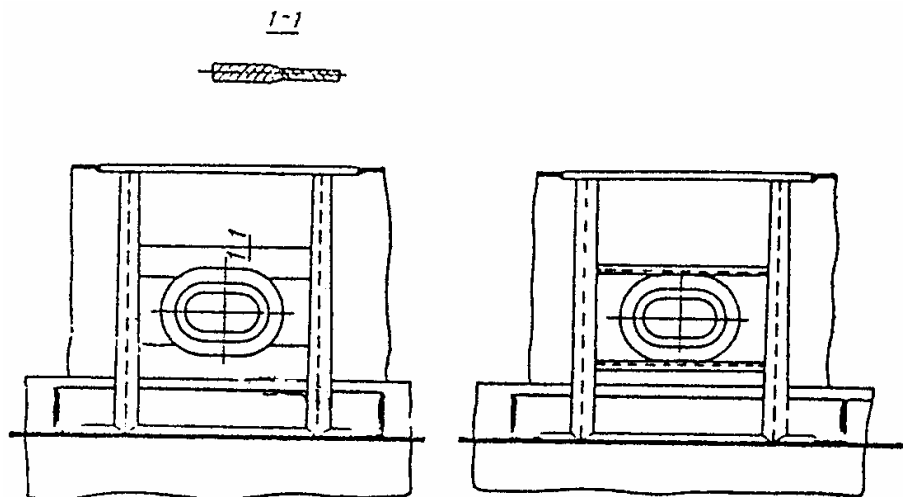
Hình 4.26

Chi tiết 1 trên đây khi phóng to sẽ được nhìn thấy như hình 4.27. Cơ cấu dạng này đảm bảo cho mạn giả khỏi tham gia vào độ bền chung tàu.



Hình 4.27

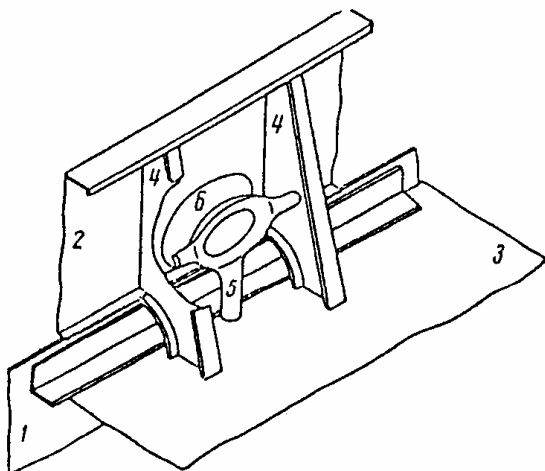
Tại mạn tàu còn bố trí các giá đỡ thiết bị cho dây buộc tàu đi qua. Tổ chức đơn giản và dễ thực hiện là tạo những lỗ khoét hình ô van ngay tại mạn giả, viền mép lỗ bằng tôn và tăng cường nẹp cứng ngang, đứng quanh miệng lỗ. Cơ cấu dạng này giới thiệu tại hình 4.28.



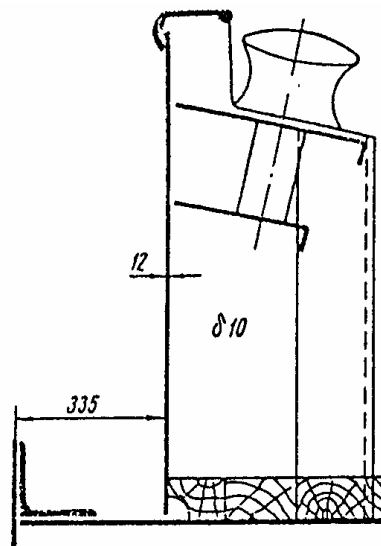
Hình 4.28

Lỗ luồn dây có thể chế tạo rời sau đó liên kết với boong và mạn giả theo cách trình bày tại hình 4.29. Trong cơ cấu này chi tiết 5 – thiết bị luồn dây chế tạo theo qui trình đúc riêng, bố trí trên boong 3 bằng hàn. Cùng đỡ chi tiết 5 còn có hai nẹp đứng của mạn 4. Tại mạn 2 cần khoét lỗ 6 để dây đi qua.

Cơ cấu cứng làm bệ bắt con lăn dẫn dây đặt sát mạn giả được giới thiệu trên hình 4.30

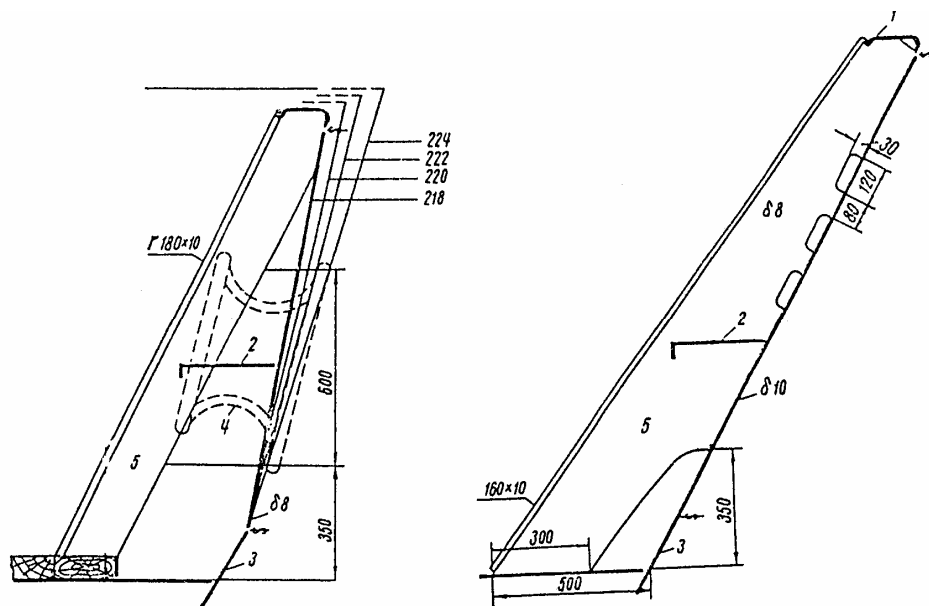


Hình 4.29



Hình 4.30

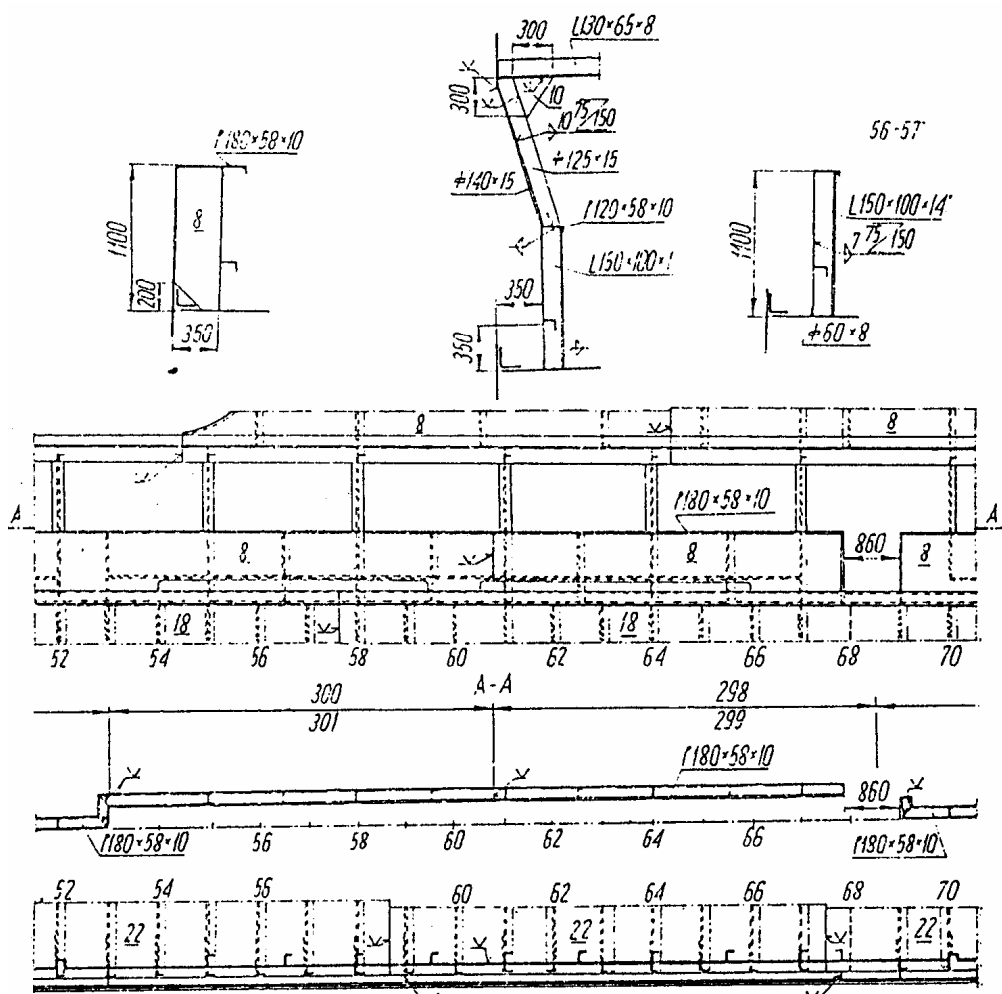
Tiếp theo, hình 4.31 giới thiệu tiếp kết cấu mạn giả trên tàu container 1700 TEU đang được đóng tại một trong những nhà máy thuộc tập đoàn VINASHIN. Nhìn trên hình, ta thấy hướng mạn giả được mở ra phù hợp theo hướng mở của mạn phát triển lên, trên đó có gắn các cửa luồn dây đã được chế tạo sẵn (thường là đúc). Việc gắn các cửa luồn dây kiểu này có thể tham khảo trên hình 4.32.



Hình 4.32

Các ghi chú trên hình 4.32 mang ý nghĩa sau: 1- mép mạn giả; 2- thanh gia cường dọc; 3- mạn giả; 4- cửa luân dây; 5- mã gia cường đứng.

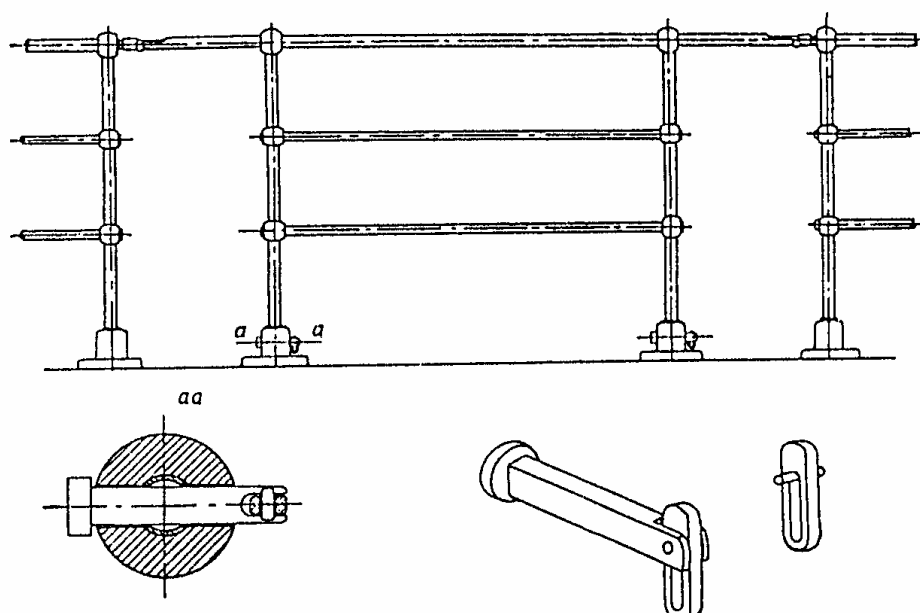
Thiết kế mạn giả còn lưu ý đến điều này, cần bố trí chỗ cần cho xếp thang mạn gọi bằng tiếng Hà lan trap trong thời gian tàu thực thi công việc trên biển. Khoảng cách cần lấn vào của be 350mm, chiều dài khoảng 8 – 10m. Thiết kế mạn giả khu vực này trên tàu đã đóng có dạng tại hình 4.33.



Hình 4.33

Lan can, tay vịn trên boong thời tiết làm đúng chức năng của mạn giả, tại những nơi không bố trí mạn giả. Từ chuyên ngành gọi đây là guard rail hoặc life rail. Lan can tàu có chiều cao tối thiểu 1,20m dùng cho các tàu đi biển. Tay vịn và các cọc đứng, đỡ lan can làm bằng thép ống thường bằng thép mạ kẽm. Chân các cọc đứng liên kết với boong qua bích và bulông. Thang ngang lan can làm bằng thép ống hoặc thép hình. Khoảng cách giữa các thang ngang không lớn hơn 230mm. Trong nhiều trường hợp thay vì thép ống người ta dùng xích căng chùng làm chức năng hàng rào cản.

Hình 4.34 trình bày thiết kế lan can trên tàu đi biển, các cọc và thanh ngang đều làm từ thép ống. Kết cấu đáng quan tâm tại đây là “cửa ra vào” trên lan can. Cụm kết cấu gồm hai cọc đứng, giữa hình, cùng các thanh ngang trên đó dễ dàng tháo khỏi hàng rào cản để làm lối đi. Các cơ cấu giúp tháo dỡ trình bày trên cùng hình.



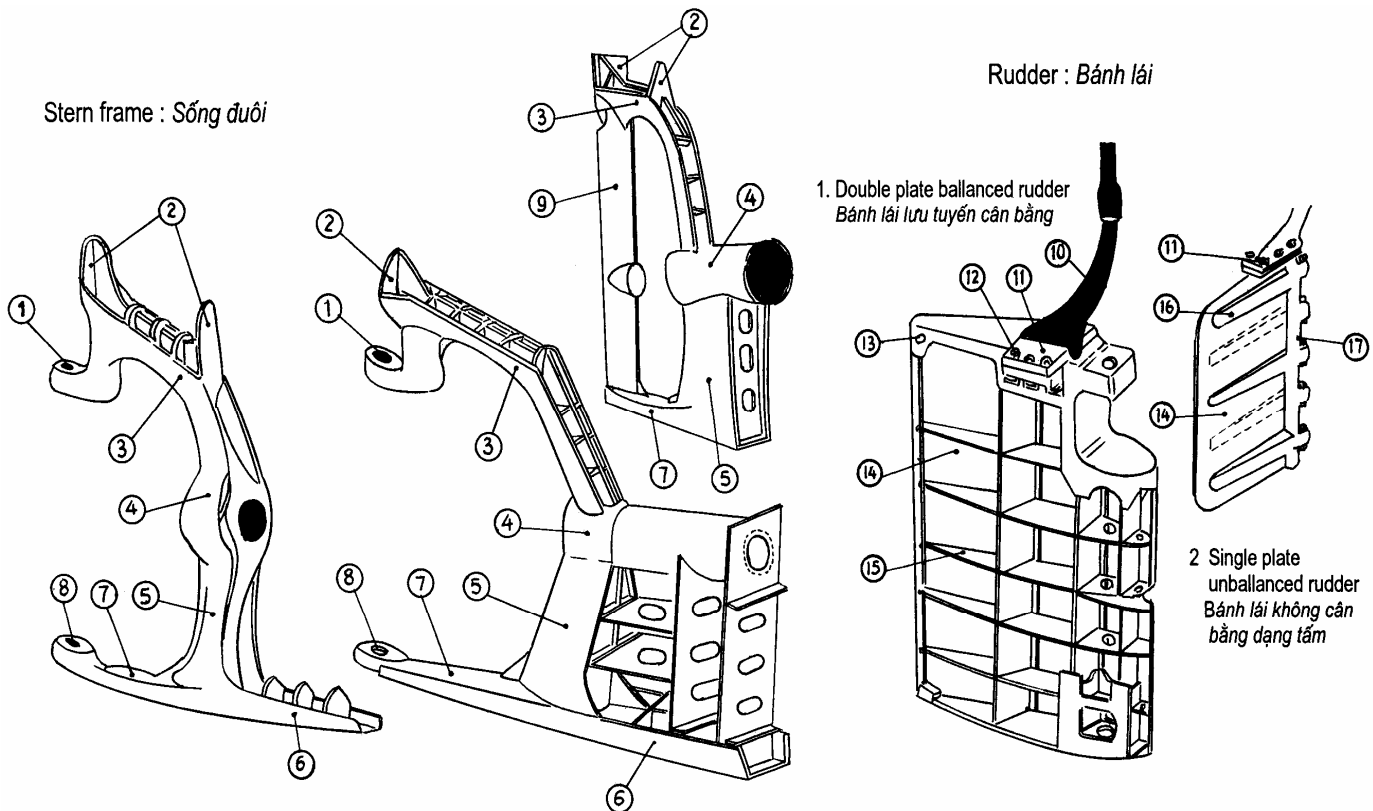
Hình 4.34. Lan can tàu

CHƯƠNG 5

KẾT CẤU BÁNH LÁI, BỆ MÁY, ỐNG KHỎI

1. Bánh lái

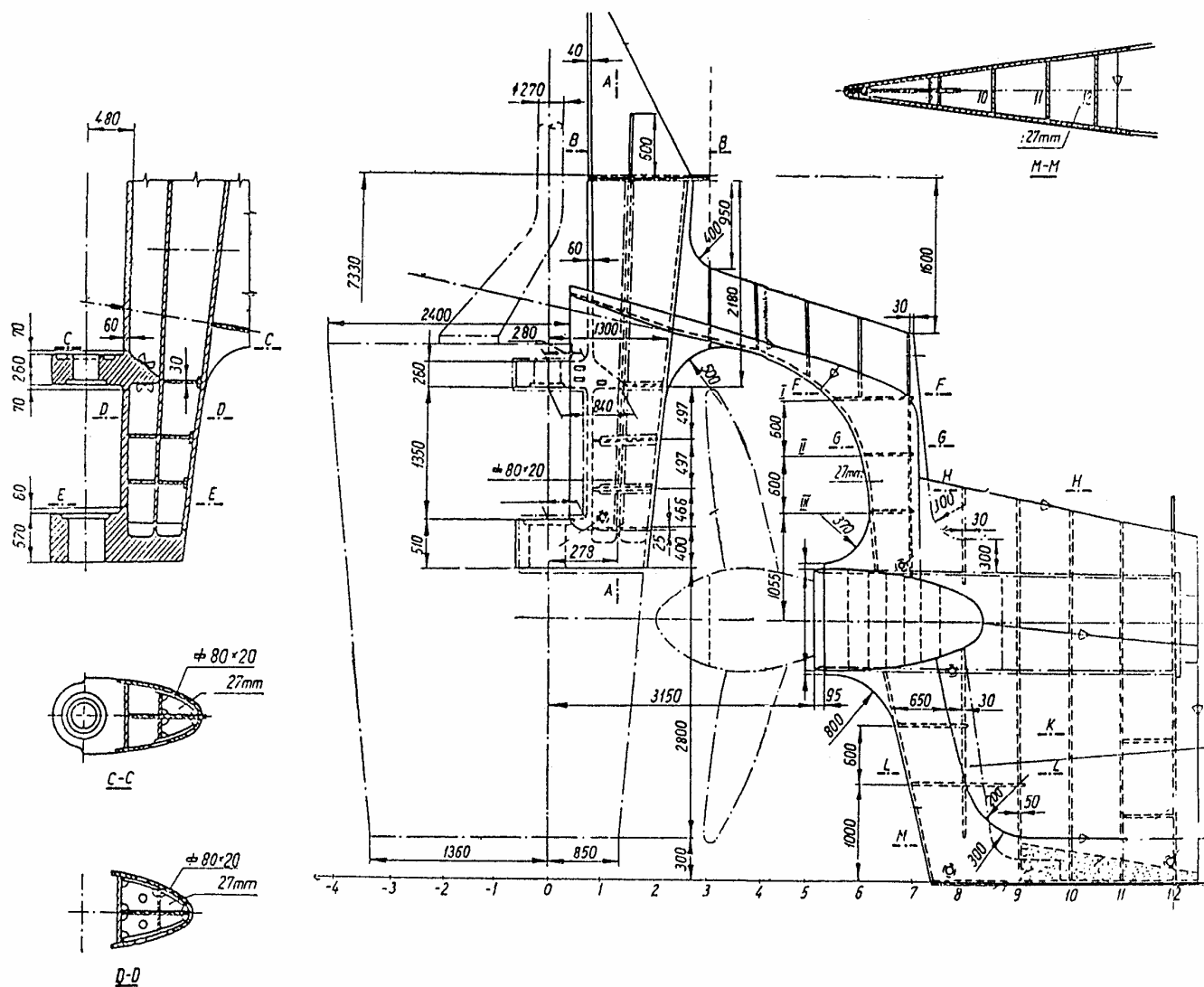
Trong phần tìm hiểu kết cấu vòm lái, chúng ta có dịp làm quen kết cấu lô lái và các chi tiết liên quan đỡ trục quay bánh lái. Thực ra đây là cả một cụm các kết cấu quan hệ với nhau rất khăng khít, liên quan các chi tiết đỡ trục chân vịt, giữ trục bánh lái. Bản thân bánh lái là chi tiết quan trọng trong cụm. Các chi tiết của cụm thiết bị đang nêu có thể hình dung qua hai hình sau đây. Hình 5.1 trình bày các chi tiết kết cấu hàn cụm chi tiết này, trong đó bản thân lô lái cùng “quả táo” với gối đỡ trục chân vịt đã đề cập tại chương hai nằm phía trái hình. Phía bên phải hình, trình bày bộ phận mà chúng ta quan tâm tại phần này, **bánh lái, trục bánh lái, gối đỡ dưới gối đỡ trên**.



Hình 5.1. Kết cấu sống đuôi và bánh lái

Các ghi chú trên hình có ý nghĩa: 1- gối đỡ trên (top dudgeon); 2- mẫu liên kết (rib); 3- thân trên sống đuôi (crown); 4- gối trục chân vịt (boss); 5- trụ chân vịt (propeller post); 6- gót ky (heel piece); 7- ky lái (sole piece); 8- gối dưới (bottom gudgeon); 9- trụ lái (rudder post); 10- trục lái (rudder stock); 11- bích nổi (flange); 12- bu lông nổi (bolt); 13- lỗ treo bánh lái (lifting hole); 14- tôn bánh lái (rudder plate); 15- xương gia cường bánh lái (rudder frame); 16- gân gia cường bánh lái (arm); 17- chốt bánh lái (pintle).

Hình 5.2 trình bày cách chi tiết chúng ta quan tâm trên tàu kiểu mới, tuy đã xuất hiện từ những năm giữa thế kỷ XX: bánh lái treo, hai ổ đỡ. “Chân” tức phần kéo dài từ ki chính nhằm đỡ trục bánh lái không còn cần thiết tại đây, thay vào đó cụm kết cấu đỡ ổ trục với các chi tiết đúc bằng thép, nằm bên trái hình làm nhiệm vụ chứa hai ổ đỡ quan trọng trục lái. Bánh lái treo nửa cân bằng thể hiện bằng nét chấm gạch tại hình, nằm sau chân vịt tàu cũng bằng nét chấm gạch.



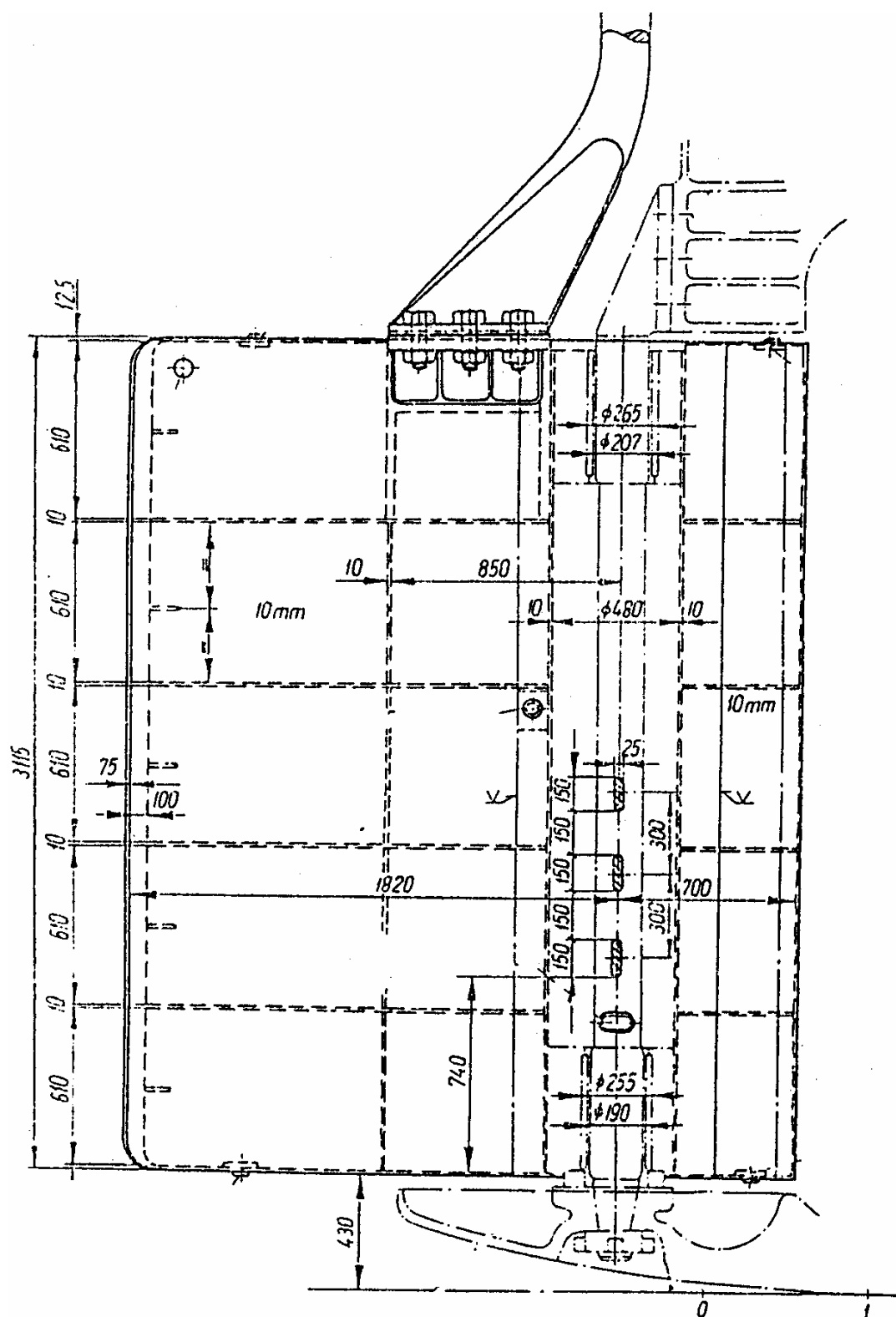
Hình 5.2. Bố trí bánh lái treo

Bánh lái tàu đặt sau chân vịt, được giữ thẳng đứng nhờ trục lái. Bánh lái phải quay được sang hai phía của mạn, góc quay lớn nhất bắt buộc cho tàu biển 35° , sang trái và sang phải. Các tàu chạy sông, tàu cần có tính quay trở cao bánh lái có góc quay lớn nhất đạt đến $80^\circ - 90^\circ$.

Các kiểu bánh lái mặt cắt ngang dạng fơrôl cánh máy bay, sử dụng trên tàu biển gồm: kiểu Oertz, bánh lái Simplex, bánh lái treo, bánh lái Mariner vv... Ngoài các bánh lái vừa kể chúng ta còn dùng bánh lái “chủ động”, trong bánh lái có đặt thiết bị đẩy riêng cho bánh lái cho phép quay bánh lái theo yêu cầu người điều khiển.

Profile bánh lái có nguồn gốc từ profile cánh máy bay. Thông dụng nhất trong ngành tàu là profile Gö 539 của bề thử Göttingen với chiều dày tương đối $t/b = 0,2$ và profile NASA 0018.

Bố trí chung bánh lái kiểu Simplex được giới thiệu tại hình 5.3. Trong hệ thống này, trục quay bánh lái nằm lọt trong lòng bánh lái, đầu trên trục bắt vào vòm lái tàu, đầu dưới quay trong ổ đỡ dưới, tại gót lái của tàu. Cụm chi tiết này vẽ bằng nét mờ trên hình 3, sẽ được nhắc lại phần sau. Tay quay bánh lái thường khá lớn, bắt chặt bằng bulon với bánh lái tại mặt trên bánh lái, đầu còn lại tay quay quay liên hệ với máy lái, chịu sự điều khiển của máy lái.

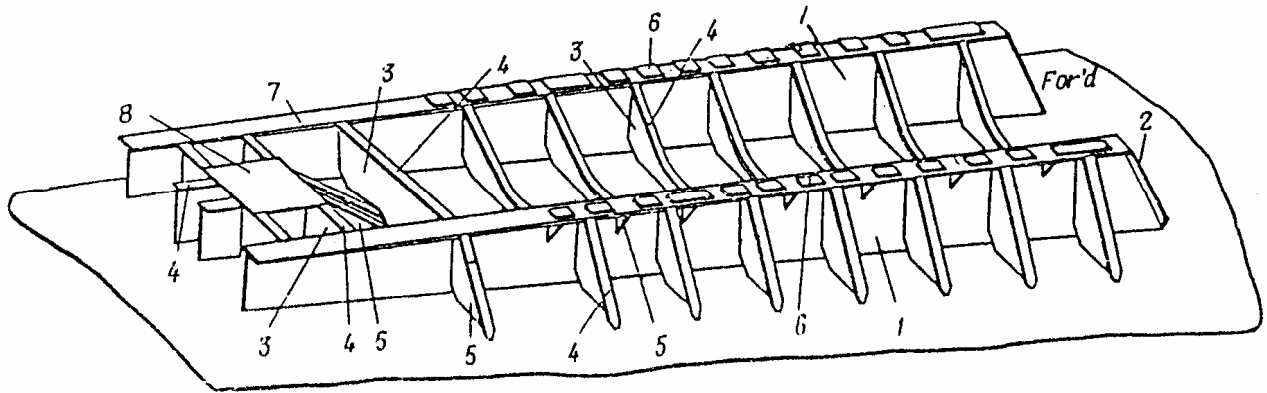


Hình 5.3. Bánh lái kiểu Simplex

Bánh lái tàu cỡ nhỏ chạy sông được giới thiệu tiếp ở hình 5.4, hình 5.4a giới thiệu dạng bánh lái có profin dạng hộp, còn hình 5.4b giới thiệu bánh lái có profin dạng tấm.

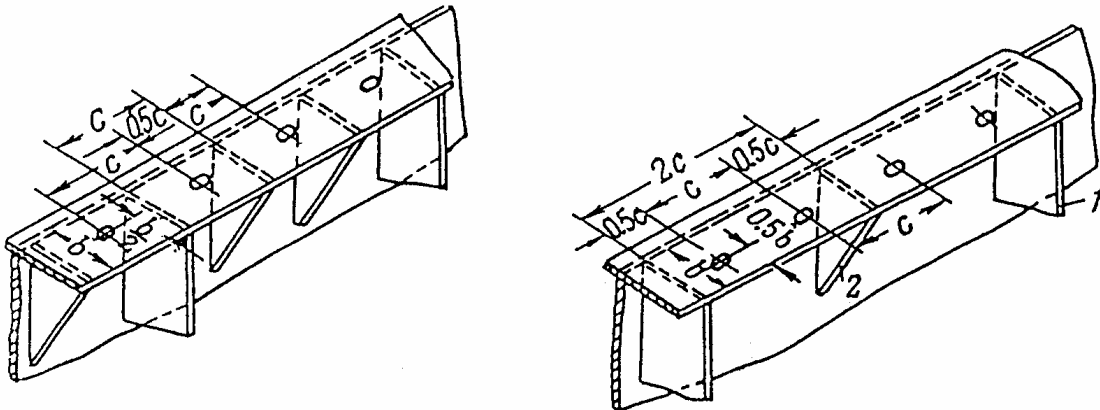
2. Bộ máy

Kết cấu bộ máy có điểm chung, bộ dọc là kết cấu cứng, vững, được các dầm đặt ngang giữ ở tư thế ổn định, không bị uốn, không bị vặn. Tấm thành bộ thường khá cao, đáp ứng yêu cầu bố trí chân máy, mặt bộ hàn với thành dạng chữ T không đối xứng, có thiên hướng lệch sang chữ Γ trong rất nhiều trường hợp. Tấm thành không chỉ được giữ bằng các đà ngang mà còn được liên kết bằng mã lớn với sàn. Cơ cấu một bộ đặt máy trên tàu có dạng như hình 5.5. Tại đây chúng ta có thể nhìn thấy hai thành đứng bộ máy 1 đặt theo chiều dọc, bị các mã 2, 3, 4, 5 giữ cố định. Tấm bản trên mặt bộ thường làm từ thép tấm dày còn chân máy sẽ ngồi lên tấm mặt này.



Hình 5.5. Bộ máy

Thiết kế bộ máy theo nguyên tắc chung, cơ cấu dọc bộ (bộ máy) chạy liên tục, các đà ngang, nếu có, đầu đầu vào thành đứng bộ máy, hàn chắc vào thành đó. Mã đứng 1 phải cao đến mặt bộ, chân rộng, tùy thuộc chiều cao bộ máy. Các mã đều phải bẻ mép. Tấm mặt đặt vuông góc với tấm thành, được đỡ thêm bằng các mã tam giác 2, một mép tựa thành bộ, mép kia đỡ tấm mặt. Bố trí các mã hợp lý để không bị chèn vào các chân bu lông chân máy.

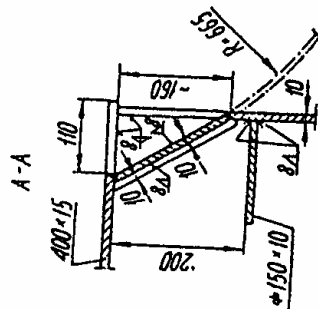
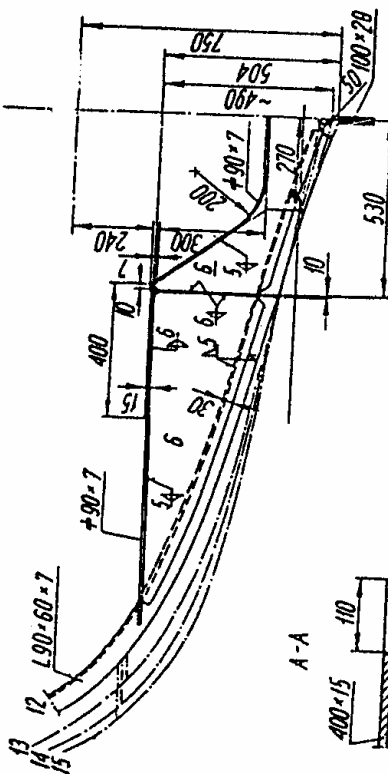
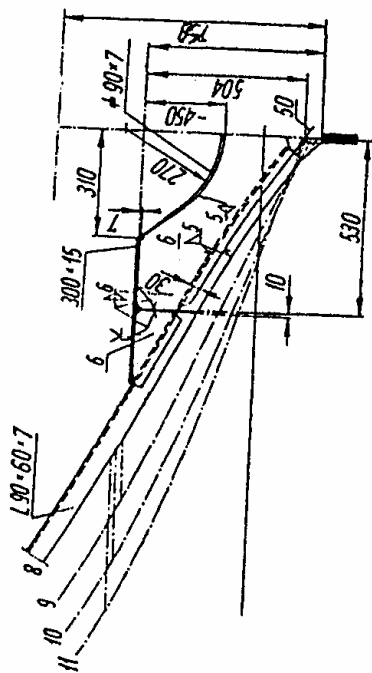
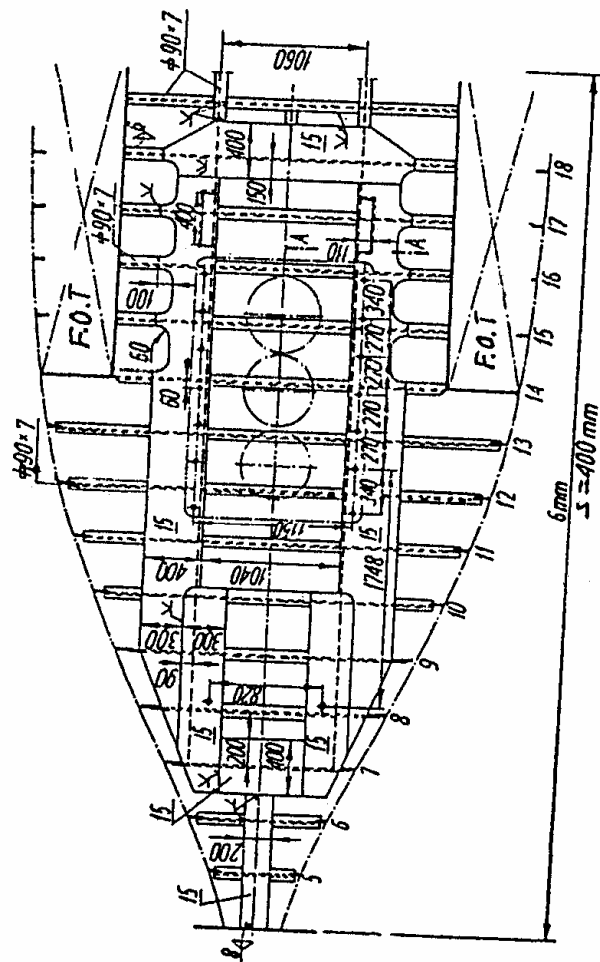
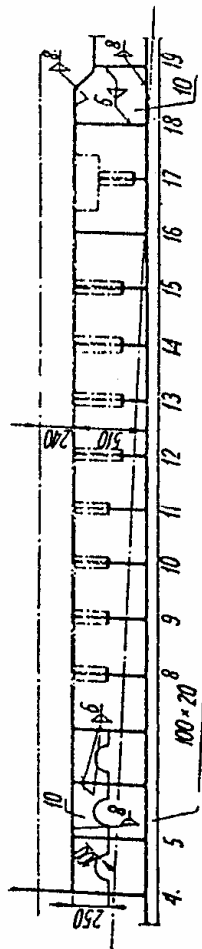


Hình 5.6

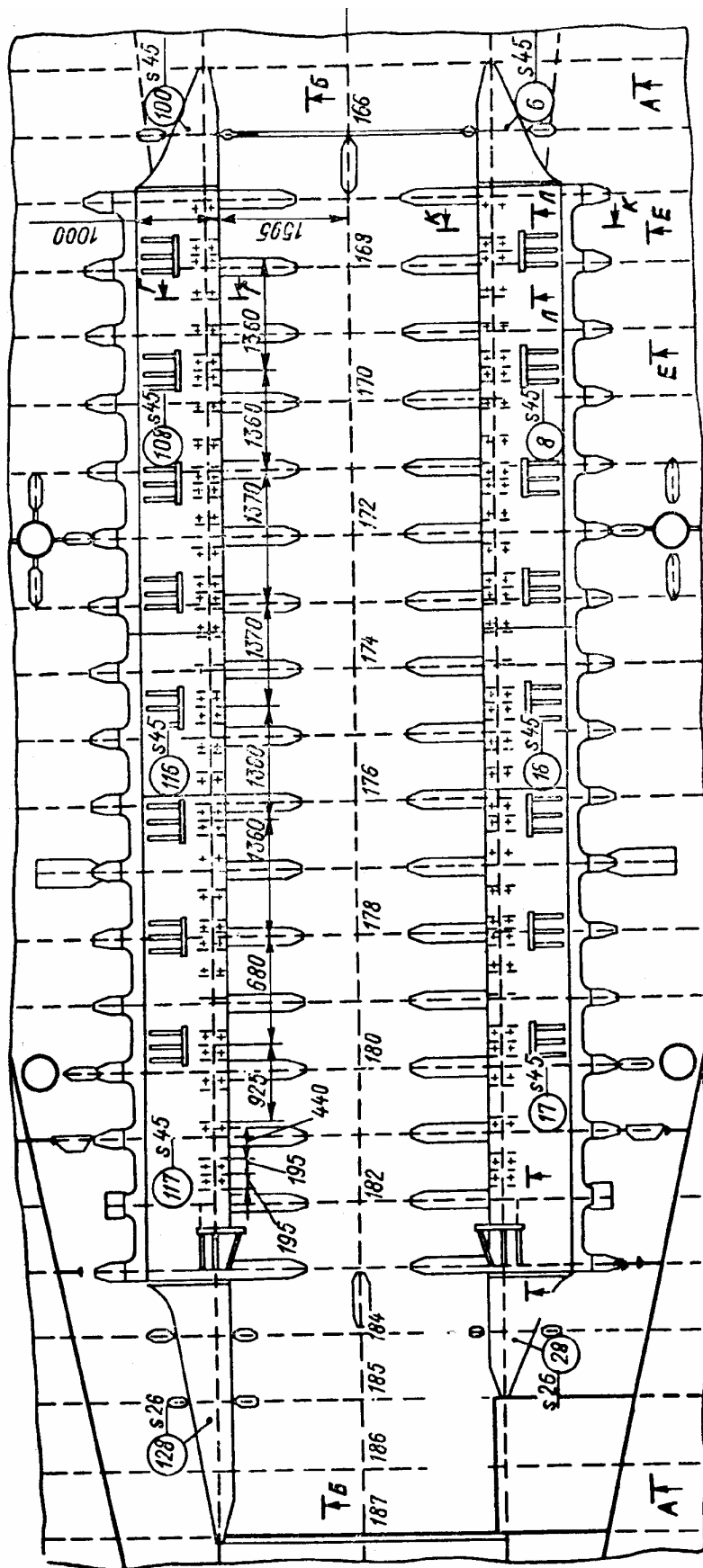
Ghi chú trên hình mang ý nghĩa: 1- mã đứng; 2- mã tam giác.

Bộ máy chính trên tàu được tổ chức theo hình thức giống cách trình bày tại hình 5.7. Trong những trường hợp có yêu cầu tăng cường độ bền cần đặt thêm các dầm dọc, ghi bằng chữ số 2 trên hình, và đà ngang phụ 1. Trong mọi trường hợp các lỗ khoan bắt bu lông 3 không được phép đi qua kết cấu ngang tăng cường.

Mã đặt ngoài và mã nhỏ hơn phía trong của thành phải có mặt đủ tại các khoảng sườn mà bộ máy đi qua.



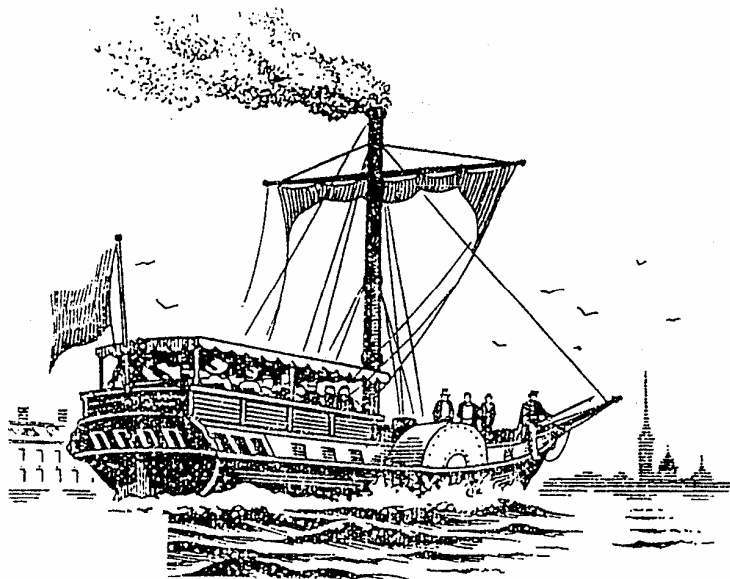
Hình 5.10. Kết cấu bộ máy tàu nhỏ, không đáy đôi



Hình 5.11b. Kết cấu tàu máy tải vận tải cơ lớn

3. Ống khói

Ống khói trên tàu ra đời khi con người đặt máy lên tàu. Tàu chạy máy hơi nước vượt Đại Tây dương “Savanna” được người Mỹ đưa xuống nước từ 1819. Theo chân “savanna” 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 là tàu lắp máy là “steam ship”. Trên các steam ship, kể cả tàu lắp máy diesel cũng bị gọi như vậy, 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, hình 5.13.



Hình 5.13

Để minh chứng cho luận thuyết, ống khói là thành phần quan trọng của kiến trúc tàu bạn đọc xem thêm bức tranh ghi lại hình ảnh của con tàu nổi tiếng Titanic những năm đầu thế kỷ XX. Nhìn qua profil tàu, cột đèn mũi và bốn ống khói hùng vĩ tạo dáng vẻ hài hoà với kiến trúc thượng tầng. Về mặt kiến trúc điều có thể rút ra được, trong hoàn cảnh bất khả kháng như thế này, kiến trúc sư nên tạo cảnh quan theo hướng làm nhẹ kết cấu, cố tìm mọi cách xóa đi nét nặng nề của máy móc công nghiệp.



Hình 5.14

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 vv... .. và profil của “ống khói” lớn ra, dễ 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. Hình 5.15 mô tả ống khói trên tàu khách du lịch, đại diện điển hình cho xu hướng kiến trúc này.



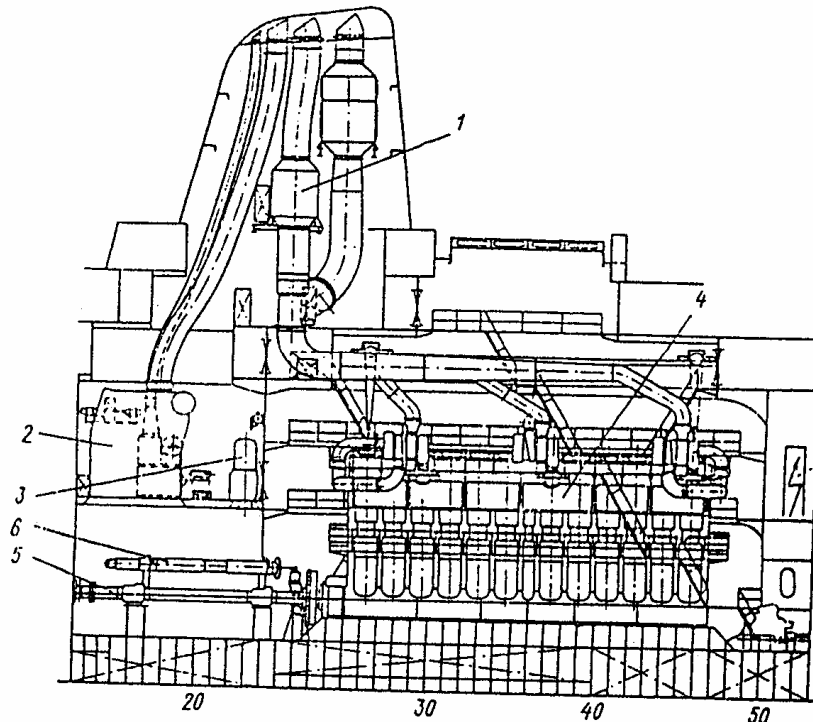
Hình 5.15

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 mang dáng hình thang, hình chữ nhật. Hình 5.16 đại diện cho xu thế kiến trúc này.



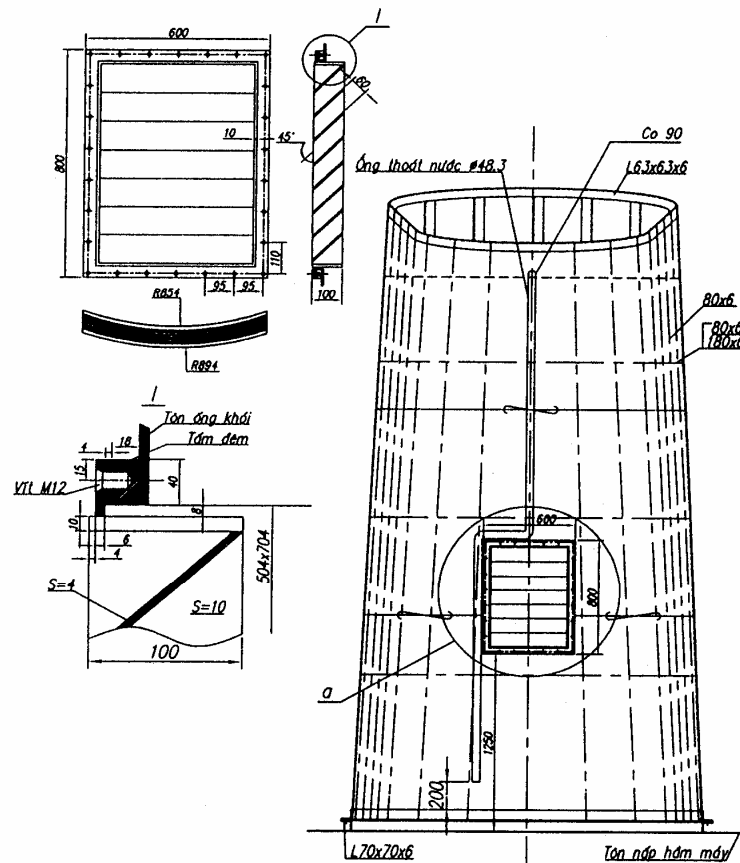
Hình 5.16

Hình 5.17 đưa ra sơ đồ bố trí buồng máy tàu dầu có nồi hơi khí xả. Trên sơ đồ thể hiện các thiết bị được đưa vào bên trong bao ống khói, trong đó ống khí xả máy chính mang ghi chú số 1.

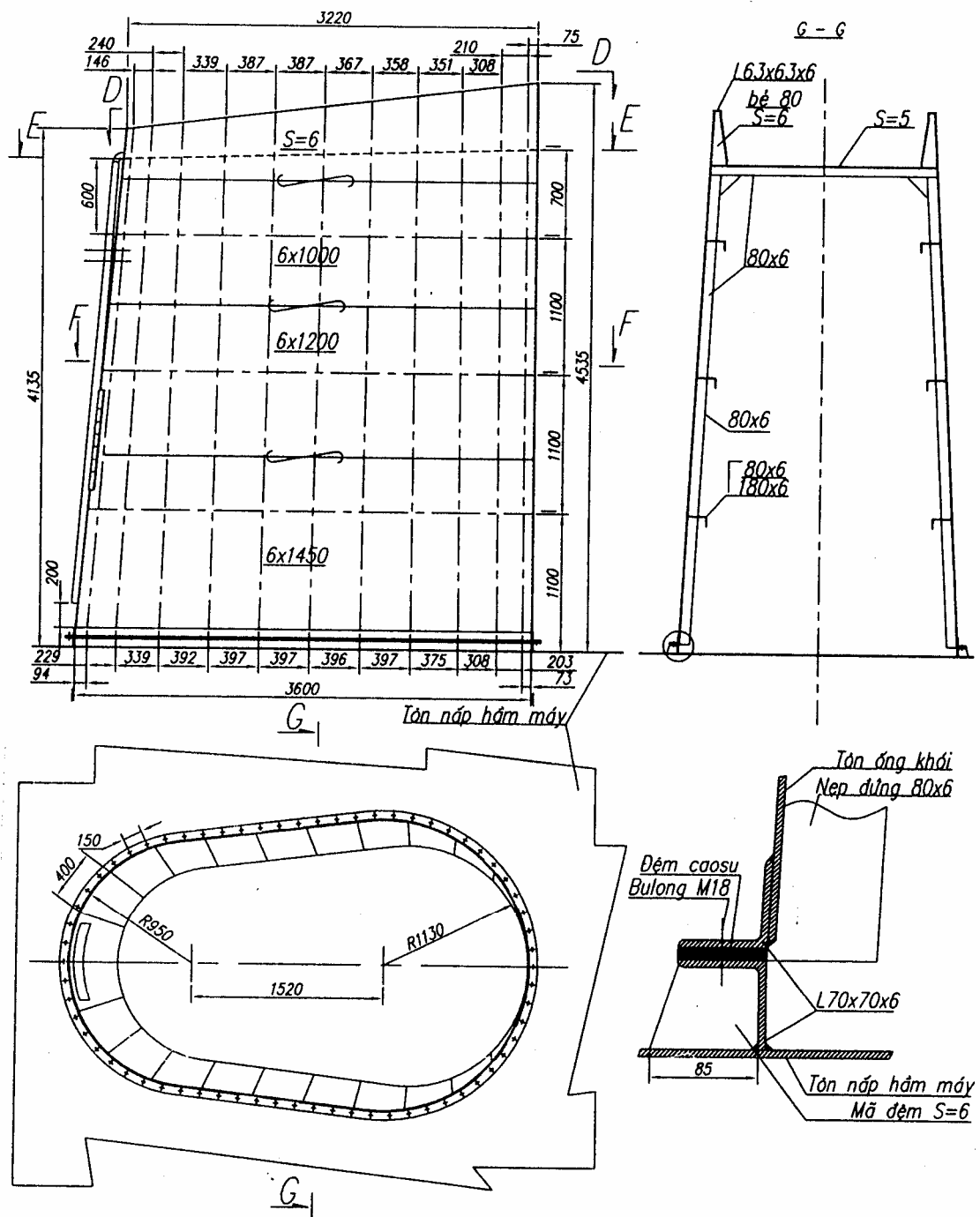


Hình 5.17 Bố trí buồng máy tàu dầu với nồi hơi khí xả.

Các hình tiếp theo giới thiệu kết cấu cụ thể của ống khói tàu hàng vận tải chạy biển 4000DWT



Hình 5.18. Bố trí ống khói tàu hàng 4000dwt (nhìn từ lái về mũi)



Hình 5.19. Kết cấu ống khói tàu hàng 4000dwt

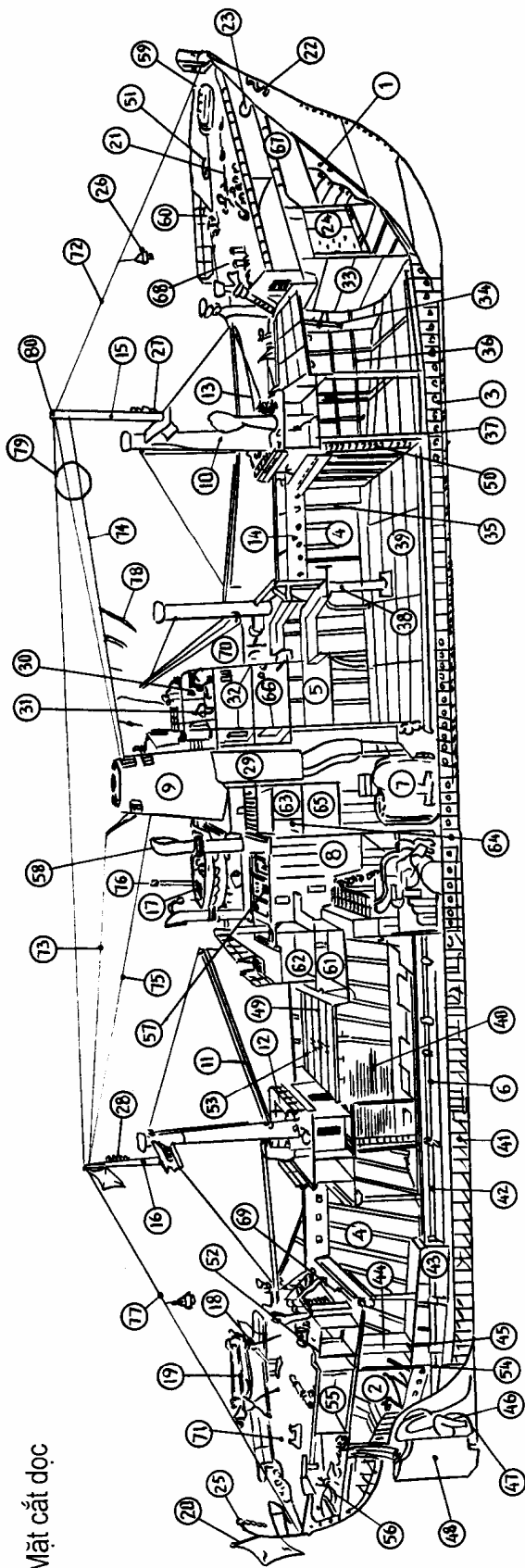
TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. M. M. D’Arcangelo, (editor), “*Ship Design and Construction*”, SNAME, N.Y., 1969.
2. D. Arnott, (editor), “*Design and Construction of Steel Merchant Ships*”, SNAME, N.Y. 1955.
3. N.V. Barabanov, “*Structural Design of Sea-Going Ships*”, Translation from the Russian, Publisher Mir, Moscow, 1966.
4. N.V. Barabanov, “*Konstrukcia korpusa morskich sudov*”, (*Kết cấu thân tàu biển*, tiếng Nga), NXB “Đóng tàu”, Leningrad, 1969.
5. D.J. Eyres, “*Ship Construction*”, Third edition, Heinemann Professional Publishing Ltd., London, 1988.
6. R. Munro-Smith, “*Merchant Ship Types*”, London, 1975.
7. W. Wakula, “*Konstrukcja kadłuba okretu*”, (*Kết cấu thân tàu*, tiếng Poland), NXB “Biển”, Gdansk, 1975.
8. Đăng kiểm Việt nam, “*Thuật ngữ kỹ thuật đóng tàu và đăng kiểm Anh – Việt*”, NXB Giao thông vận tải, Hà Nội, 2002.

BẢNG KÊ THUẬT NGỮ VỀ KẾT CẤU – THIẾT BỊ TÀU

Middle three island cargo vessel : Tàu hàng có thượng tầng ở giữa(Tàu ba đảo)

A Mặt cắt dọc



1. Forepeak (water) tank
2. Afterpeak (water) tank
3. Ballast tank
4. Cargo hold
5. Cargo space
6. Shaft tunnel
7. Boiler room
8. Engine room
9. Funnel
10. King post
11. Derrick boom
12. Winch
13. Winch platform
14. Hatch
15. Foremast
16. Mainmast
17. Lifeboat
18. Boat davit
19. Temma
20. Flag staff

21. Windlass
22. Anchor
23. Hawse pipe
24. Chain locker
25. Anchor davit
26. Anchor light
27. Mast head light
28. Range light
29. Smoke tube
30. Steering room
31. Chart room
32. Officer's room
33. Collision bulkhead
34. Web frame
35. Frame
36. Panting Stringer
37. Watertight bulkhead
38. Hold pillar
39. Bottom ceiling
40. Sparing

41. Plummer block
42. Screw shaft
43. Tunnel recess
44. Escape trunk
45. Bilge well
46. Propeller
47. Shoe piece
48. Rudder
49. Hatch board
50. Vertical ladder
51. Mooring pipe
52. Wire reel
53. Freeing port
54. Aft peak bulkhead
55. Refrigerating chamber
56. Steering engine room
57. Skylight
58. Ventilator
59. Fair leader
60. Bollard

61. Crew's mess room
62. Galley
63. Officer's bath
64. Officer's W.C
65. Crew's bath
66. Saloon
67. Boatswain's store
68. Forecastle deck
69. Upper deck
70. Bridge deck
71. Poopdeck
72. Forestay
73. Antenna
74. Signal stay
75. Windsail stay
76. Windsail lift
77. After stay
78. Flag line
79. Insulator
80. Mast truck

81. Forepeak (water) tank
82. Afterpeak (water) tank
83. Ballast tank
84. Cargo hold
85. Cargo space
86. Shaft tunnel
87. Boiler room
88. Engine room
89. Funnel
90. King post
91. Derrick boom
92. Winch
93. Winch platform
94. Hatch
95. Foremast
96. Mainmast
97. Lifeboat
98. Boat davit
99. Temma
100. Flag staff

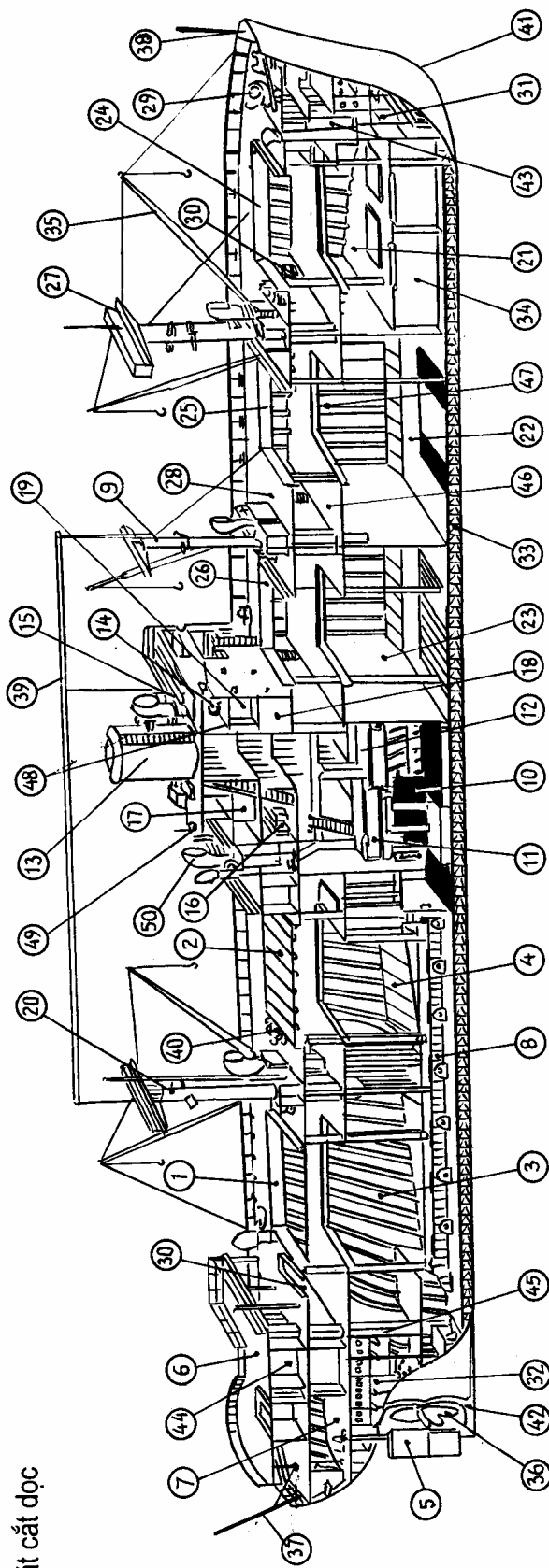
101. Forepeak (water) tank
102. Afterpeak (water) tank
103. Ballast tank
104. Cargo hold
105. Cargo space
106. Shaft tunnel
107. Boiler room
108. Engine room
109. Funnel
110. King post
111. Derrick boom
112. Winch
113. Winch platform
114. Hatch
115. Foremast
116. Mainmast
117. Lifeboat
118. Boat davit
119. Temma
120. Flag staff

121. Forepeak (water) tank
122. Afterpeak (water) tank
123. Ballast tank
124. Cargo hold
125. Cargo space
126. Shaft tunnel
127. Boiler room
128. Engine room
129. Funnel
130. King post
131. Derrick boom
132. Winch
133. Winch platform
134. Hatch
135. Foremast
136. Mainmast
137. Lifeboat
138. Boat davit
139. Temma
140. Flag staff

141. Forepeak (water) tank
142. Afterpeak (water) tank
143. Ballast tank
144. Cargo hold
145. Cargo space
146. Shaft tunnel
147. Boiler room
148. Engine room
149. Funnel
150. King post
151. Derrick boom
152. Winch
153. Winch platform
154. Hatch
155. Foremast
156. Mainmast
157. Lifeboat
158. Boat davit
159. Temma
160. Flag staff

Large shelter decker cargo vessel : Tàu hàng có boong che rộng

A Mặt cắt dọc



1. No.5 Cargo hatch

2. No.4 Cargo hatch

3. No.5 Hold

4. No.4 Hold

5. Rudder

6. Docking bridge

7. Steering engine room

8. Shaft tunnel

9. Mainmast

10. Engine room

11. Main engine

12. Boiler

13. Funnel

14. Steering room

15. Upper steering position

16. Galley

17. Officer Engineer's cabin

Miếng hầm hàng số 5

Miếng hầm hàng số 4

Hầm hàng số 5

Hầm hàng số 4

Bánh lái

Thượng tầng đuôi

Buồng máy lái

Hầm trục

Cột chính

Buồng máy

Máy chính

Nồi hơi

Ống khói

Buồng lái

Vị trí lái trên

Buồng bếp

Buồng sĩ quan máy

18. Crew's room

19. Dining saloon

20. Mizzen mast

21. No.1 Hold

22. No.2 Hold

23. No.3 Hold

24. No.1 Cargo hatch

25. No.2 Cargo hatch

26. No.3 Cargo hatch

27. Foremast

28. Shelter deck

29. Windlass

30. Tonnage opening

31. Forepeak tank

32. Afterpeak tank

33. Double bottom

34. Deep tank

Buồng thuyền viên

Phòng ăn

Cột đuôi

Hầm hàng số 1

Hầm hàng số 2

Hầm hàng số 3

Miếng hầm hàng số 1

Miếng hầm hàng số 2

Miếng hầm hàng số 3

Cột trước

Boong che

Tời neo

Lỗ đo dung tích

Két mũi

Két đuôi

Đáy đôi

Két sâu

35. Derrick boom

36. Propeller

37. Ensign staff

38. Jack staff

39. Wireless antenna

40. Winch

41. Stem

42. Stern frame

43. Chain locker

44. Provision store

45. Escape trunk

46. Upper deck

47. Upper deck cargo hatch

48. Chart room

49. Lifeboat

50. Ventilator

Cần của cầu dây giăng

Chân vịt

Cột cờ đuôi

Cột cờ mũi

Anten vô tuyến

Tời (đứng)

Sống mũi

Sống đuôi

Hầm lín neo, hầm xích neo

Kho thực phẩm

Giếng thoát

Boong trên

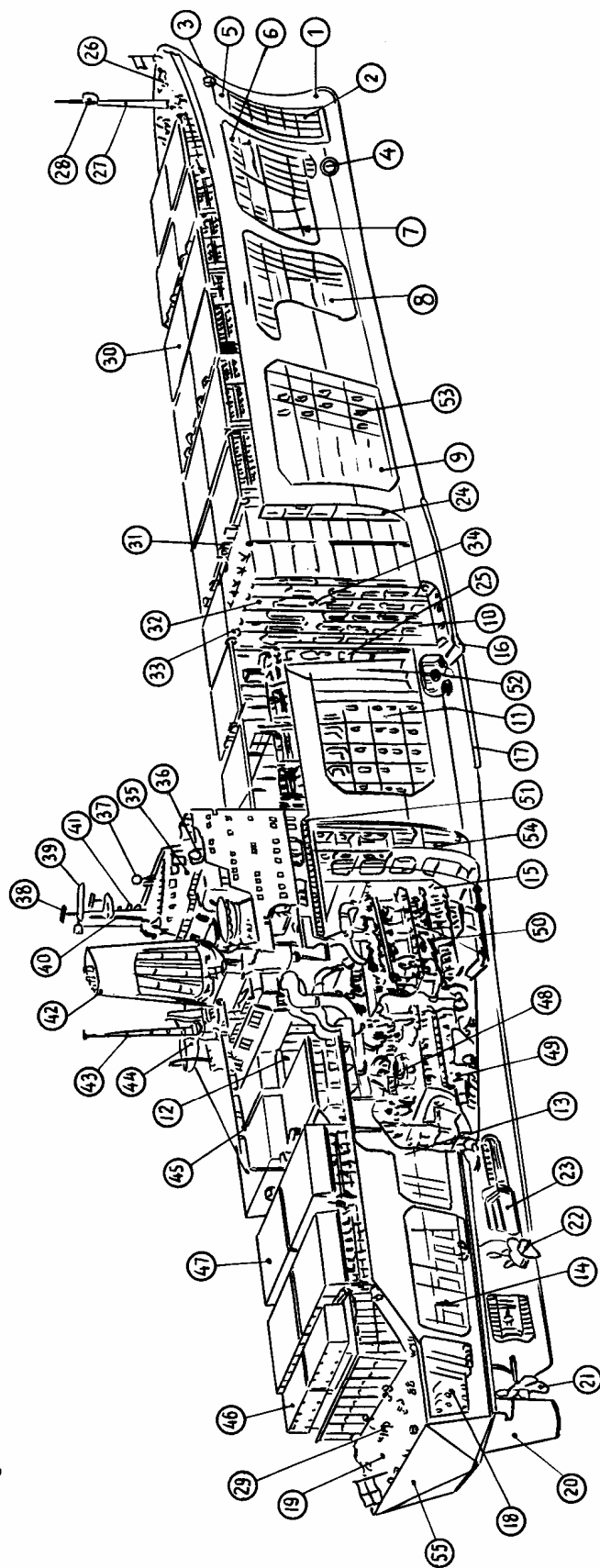
Miếng hầm hàng tại boong trên

Buồng hải đồ

Xuồng cứu sinh

Ống thông gió

Container ship
Tàu Công ten nơ



1. Bulbous bow	Mũi quả lê	11. No5 Container hold	Hầm công ten nơ số 5	21. Center propeller	Chân vịt giữa
2. Fore peak tank	Két mũi	12. No6 Container hold	Hầm công ten nơ số 6	22. Side propeller	Chân vịt cạnh
3. Bow anchor	Neo mũi	13. No7 Container hold	Hầm công ten nơ số 7	23. Bossing	Bầu trục chân vịt
4. Bow thruster	Chân vịt mũi	14. No8 Container hold	Hầm công ten nơ số 8	24. Side ballast tank	Két dẫn mạn
5. Bow store	Kho thủy thủ trường	15. Engine room	Buồng máy	25. Deep ballast tank	Két sâu chứa nước dẫn
6. Under deck passage	Hành lang phía dưới	16. Fin stabilizer	Cánh giảm lắc	26. Windlass	Tời neo
7. No1 Container hold	Hầm công ten nơ số 1	17. Bilge keel	Vây giảm lắc	27. Foremast	Cột trước
8. No2 Container hold	Hầm công ten nơ số 2	18. Steering gear room	Buồng máy lái	28. Crow's nest	Chòi canh, đài quan sát
9. No3 Container hold	Hầm công ten nơ số 3	19. Sunken deck	Boong bậc	29. Mooring winch	Tời buộc dây
10. No4 Container hold	Hầm công ten nơ số 4	20. Rudder	Bánh lái	30. Hatch cover	Nắp miệng khoang

31. Vent for hold	Thông gió hầm hàng
32. Cell guide	Ray dẫn hướng
33. Flip-flop	Cơ cấu dẫn hướng
34. Container support	Bệ đỡ cổng ten nơ
35. Wheel house	Cabin lái
36. Liferaft	Bè cứu sinh
37. Direction finder antenna	Anten radar tầm phương
38. Radar scanner	Anten radar
39. Signal yard	Thanh ngang tín hiệu
40. Radar mast	Cột radar
41. Suez signal light	Đèn tín hiệu qua kênh Suez
42. Funnel	Ống khói
43. Antenna pole	Cột anten
44. Lifeboat	Xưởng cứu sinh
45. Crane	Cần cẩu
46. 20' container	Cổng ten nơ 20 feet
47. 40' container	Cổng ten nơ 40 feet
48. Diesel generator	Tổ máy phát điện
49. Center main diesel engine	Máy chính giữa
50. Side main diesel engine	Máy chính cạnh
51. Accommo. ladder	Cầu thang mạn
52. Trans. BHD	Vách ngang
53. Long. BHD	Vách dọc
54. Fore BHD in Eng. room	Vách trước buồng máy
55. Transom stern	Đuôi vát

