

TÀI LIỆU HỌC TẬP DÀNH CHO SINH VIÊN
KHOA ĐÓNG TÀU VÀ CÔNG TRÌNH NỔI



Copyright: www.ship-photos.de

THIẾT KẾ TÀU VẬN TẢI ĐI BIỂN



Những người biên soạn:

**TÀI LIỆU HỌC TẬP DÀNH CHO SINH VIÊN
KHOA ĐÓNG TÀU VÀ CÔNG TRÌNH NỔI**

THIẾT KẾ TÀU VẬN TẢI ĐI BIỂN

Những người biên soạn:

THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH – 2005

MỤC LỤC

Lời nói đầu	5
<i>Chương 1. TÀU VẬN TẢI</i>	7
1.1 Tàu chở hàng đi biển	7
1.2 Thiết kế tàu chở hàng	17
1.3 Thiết kế tàu vận tải	33
1.4 Máy chính và trang thiết bị tàu	37
1.5 Những tàu đã được chế tạo	45
 <i>Chương 2. TÀU DẦU</i>	 68
2.1 Lượng chiếm nước và trọng tải tàu. Trọng lượng tàu	73
2.2 Kích thước chính, các hệ số đầy. Đường hình tàu	81
2.3 Chiều dài khoang, dung tích các khoang	97
2.4 Kết cấu tàu dầu	111
2.5 Hệ thống đặc biệt tàu dầu	122
2.6 Những mẫu tàu đã chế tạo	138
 <i>Chương 3. TÀU CHỞ HÀNG THÙNG TIÊU CHUẨN</i>	 1700
3.1 Thùng tiêu chuẩn	170
3.2 Tàu chở hàng thùng (<i>container ship</i>)	171
3.3 Những tàu đã chế tạo	193
 Tài liệu tham khảo	 202

Lời nói đầu

Môn học THIẾT KẾ TÀU gồm các phần:

- 1- Lý thuyết thiết kế tàu;*
- 2- Ngoại hình tàu và bố trí nội thất trong thiết kế tàu;*
- 3- Thiết kế tàu chuyên dùng.*

Nội dung phần 1 và 2 đã được trình bày trong cuốn “Thiết kế tàu thủy” NXB ĐHQG TPHCM, in năm 2003, tái bản năm 2006.

Phần thứ ba gồm những chuyên đề liên quan đến các kiểu tàu thông dụng được thể hiện trong cuốn HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ TÀU VẬN TẢI ĐI BIỂN với nội dung chủ yếu được đề cập:

- Tàu chở hàng khô;*
- Tàu dầu;*
- Tàu container*

Các nội dung này sẽ cung cấp cho bạn đọc những thông tin, hướng dẫn cần thiết cho việc thiết kế tàu chuyên dùng.

Những tư liệu được sử dụng cho việc biên soạn cuốn sách này chúng tôi tham khảo các nguồn như: từ các viện thiết kế, ngày nay gọi là các cơ quan tư vấn – thiết kế, từ Đăng kiểm Việt Nam, từ các nhà máy đóng tàu trong nước. Người viết xin chân thành cảm ơn sự đóng góp hữu hiệu trên.

Lần này cuốn sách HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ TÀU VẬN TẢI ĐI BIỂN ra mắt bạn đọc sau khi bổ sung chắc vẫn còn nhiều thiếu sót cả về nội dung và hình thức. Chúng tôi rất mong nhận được từ các bạn đồng nghiệp, quý độc giả nhiều ý kiến xây dựng, hoặc bổ sung tài liệu để giúp chúng tôi hoàn thiện tài liệu chuyên ngành cần thiết này trong lần tái bản tới. Rất cảm ơn.

Những người viết

Chương 1

TÀU VẬN TẢI

1.1 TÀU CHỞ HÀNG ĐI BIỂN

Đội tàu đi biển (*sea-going ships*) làm nhiệm vụ vận chuyển hàng hóa gồm hai nhóm:

- Tàu hàng khô (*dry cargo ships*);
- Tàu chở hàng lỏng (*liquid cargo ships*).

Chương đầu của tài liệu này đề cập các tàu trong **nhóm tàu chở hàng khô**.

1.1.1 Nhóm tàu chở hàng khô

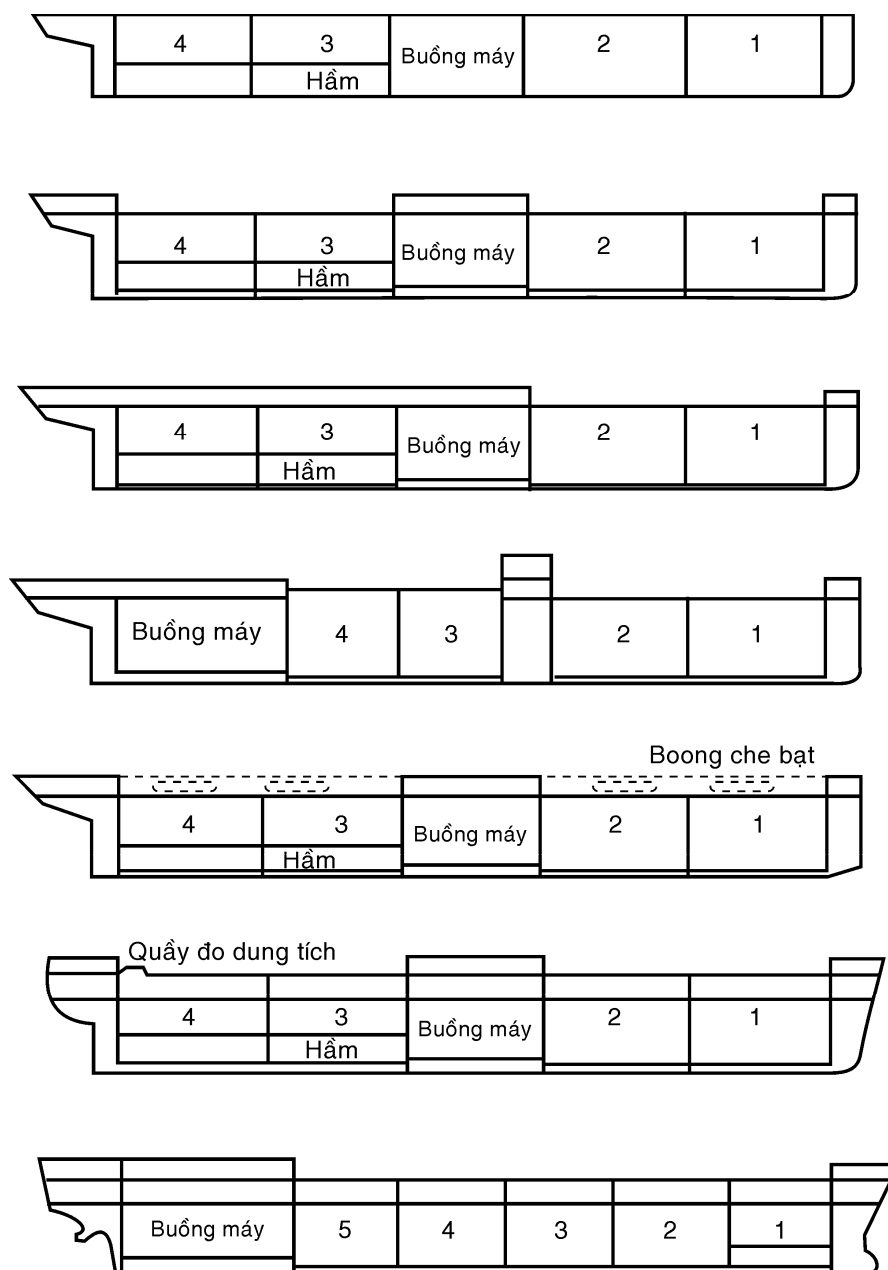
Tàu chở hàng khô có máy được phát triển ngay từ những ngày đầu ra đời máy hơi nước. Có thể phác họa sự thay đổi về mặt kiến trúc tàu hàng như sau:

Giai đoạn đầu, người ta chế tạo tàu hàng dạng boong phẳng, người Anh gọi là *flush deck*. Buồng máy nằm giữa tàu.

Giai đoạn tiếp theo, người ta cất cao khu vực buồng máy giữa tàu (*bridge*) và boong khu vực lái tàu (*poop*), boong khu vực trước tàu (*forecastle*) để tạo thành tàu hàng cấu trúc ba đảo (*three island type*). Theo thời gian, thượng tầng đuôi được kéo dài đến tận “cầu” (*bridge*) trên buồng máy hoặc thượng tầng mũi kéo lùi ra sau đến tận *bridge* buồng máy. Tàu hàng dạng này có tên gọi *tàu kiến trúc tổng hợp* hay còn gọi là *tàu “giếng đơn”* (*single well*).

Giai đoạn cuối là tàu với boong nâng, với chiều cao thêm không nhiều so với mức ban đầu. Thông thường, tàu với boong nâng có buồng máy đặt phía sau tàu. Sau thời kỳ tàu ba đảo, con người còn nghĩ ra sáng kiến nối liền các đảo bằng những kết cấu gọn, nhẹ, còn trong *khu vực mới “lấn chiếm”* này người ta chở hàng hoặc súc vật. Tàu hàng kiểu này có tên gọi *tàu boong che bạt* (*awning deck*). Từ boong che bạt, boong phụ (*spar deck*) người ta tiến đến đóng tàu với kết cấu kiên cố hơn, tất cả boong tạm bợ được thay bằng cấu trúc bền. Mạn tàu được kéo đến tận boong trên, các vách được kéo lên tận boong trên song kết cấu vách phải thuộc dạng không bền vững, theo nghĩa vách phải được làm yếu, cửa mở trên vách đảm bảo các khoang thông với nhau. Điều đặt ra đầu tiên cho kết cấu vách dạng này, khi nước tràn vào bất cứ khoang nào nước đó có thể chảy đến khoang lân cận một cách thoải mái. Những lỗ khoét lạ này mang tên gọi thật sự chính qui: *lỗ kiểm tra dung*

tích đăng ký (tonnage openings). Các miệng hầm vào các khoang này cũng thuộc dạng kết cấu trên, mang tên gọi *tonnage hatch*. Tàu với những qui định kỳ lạ đó mang tên gọi *tàu có boong che chắn (shelter deck)*. Tàu dạng này mang hai đầu đường nước chở hàng. Và nó được phổ biến trong thời gian không lâu. Sau thời gian thử nghiệm, khi những cải biến cho công ước quốc tế về đo dung tích ra đời (1969) người ta không quan tâm đến dạng tàu này nữa. Ngày nay, tàu vận tải được thiết kế và chế tạo theo dạng gần như đang chuẩn hóa, tàu cuối trên hình 1.1. Tàu này được thiết kế vào những năm 1960.



Hình 1.1 Tàu chở hàng khô chạy biển qua các thời kỳ phát triển

Từ những năm 70, tàu chở hàng thùng tiêu chuẩn hoặc không tiêu chuẩn phát triển với tốc độ chóng mặt. Trong họ hàng tàu chở hàng thùng tiêu chuẩn hóa chúng ta gặp **tàu container** chở thùng (*container*), tiêu chuẩn hóa theo ISO, tàu chuyển hàng theo phương thức vận chuyển ngang, ghi theo tiếng Anh *Roll-on, Roll-off*, viết tắt **Ro-Ro**. Có thể nêu thêm, trong cùng kỳ này tàu chở hàng khô song bốc dỡ hàng theo phương thức cầu lên đặt xuống, tiếng Anh viết là *Lift-on, Lift-off (Li-Li)* cũng ra đời và có mặt trên các đại dương. Theo thời gian tàu Li-Li không mang lại hiệu quả kinh tế như mong muốn của các chủ tàu nên nó tự đào thải.

Tàu chở sà lan (*barge-carrying vessels, barge carriers*) ra đời trong thời kỳ cách mạng hóa công việc vận chuyển hàng hóa. Trong đội tàu chở hàng khô chúng ta còn gặp tàu chuyên dùng trong việc chở *hàng lạnh* như rau quả, thực phẩm tươi sống, thịt, cá v.v... (*refrigerated cargo ships*).

Tàu chở gỗ (*timber carriers*) phát triển một thời phục vụ chở gỗ tròn chưa chế biến và các bán thành phẩm từ gỗ. Ngày nay, người ta không thiết kế tàu chỉ làm một việc chở gỗ, song các tàu làm công tác tổng hợp có chức năng chở gỗ trên boong hoặc trong hầm hàng khi có yêu cầu. Số phận tàu *chở súc vật sống* (*livestock carriers*) không khác số phận tàu chở gỗ, có nghĩa sau thời kỳ phát triển đầu thế kỷ XX, từ những năm năm mươi kiểu tàu này ít xuất hiện.

Tàu chở hàng rời (*bulk carriers*) chiếm lượng đáng kể trong đội tàu chở hàng khô. Từ những năm đầu thế kỷ XX, người ta đã đóng những tàu chở quặng đầu tiên. Từ sau chiến tranh thế giới lần thứ hai nhu cầu về nguyên liệu của các nước tăng đáng kể, *tàu chở quặng* (*ore carriers*) và *tàu chở hàng rời tổng hợp* (*general bulk carriers*) phát triển đáng kể. Tàu chở hàng rời được thiết kế để chuyên chở một mặt hàng cụ thể hoặc chở kết hợp nhiều mặt hàng. Các tàu *chở quặng/dầu* (*ore/oil*), *quặng/hàng rời/dầu* (*ore/bulk/oil*) đã lần lượt xuất hiện làm phong phú các kiểu tàu hàng rời. Các tàu nhóm này bạn đọc làm quen trong chương “Tàu chở hàng rời”.

1.1.2 Nhóm tàu chở hàng lỏng

Tàu chở hàng lỏng (*liquid cargo ships*) chiếm phần lớn dung tích đăng ký đội tàu trên thế giới. Từ năm 1880 *tàu chở dầu* (*tanker*) chiều dài toàn bộ đến 77,6m trọng tải (*deadweight*) 1680 *dwt* đã ra đời làm việc vận chuyển dầu trên sông. Tàu chở dầu phát triển với tốc độ lớn. Kích thước chính của tàu chở dầu hiện vẫn đứng đầu bảng trong bảng xếp hạng các cỡ tàu. Trọng tải thiết kế của tàu tăng chậm từ 1880 đến chiến tranh thế giới lần thứ hai, từ 1500 *dwt* đến 12.000 *dwt*. Sau chiến tranh thế giới lần thứ hai, tốc độ lớn lên của sức chở những tàu dầu đạt những kỷ lục khó tìm thấy trong tương lai. Nếu năm 1953 tải trọng trung bình của tàu chỉ vào khoảng 20.000 *dwt*, đến 1959 tàu dầu với tải trọng 30.000 *dwt* được coi là bước tiến về kích cỡ. Chỉ vài năm sau mốc này, tải trọng tàu cỡ 100.000 *dwt* không còn lạ. Hơn chục năm sau mốc trên, người ta đua nhau đóng tàu dầu khổng lồ gọi là những *voi ma-mut* của thời đại với trọng tải *nửa triệu tấn/ chiếc* (500.000 *dwt*). Các tàu dầu hiện đại không chỉ chở dầu mà còn chở dầu thô, dầu đã qua chế biến v.v...

Trong nhóm tàu chở hàng lỏng chúng ta còn quan tâm đến **tàu chở khí hóa lỏng** (*liquefied gas carriers*) và **tàu chở hóa chất** (*chemical carriers*)

Nhóm tàu đông nhất trong đội tàu biển chở hàng khô thuộc **tàu chở hàng tổng hợp**, từ chuyên môn bằng tiếng Anh viết là *general cargo ship*. Tàu nhóm này có thể chở hàng đóng kiện, hàng lạnh, hàng đặc biệt và thậm chí hàng lỏng trong các thùng. Tài liệu *Lý thuyết thiết kế tàu* bàn chủ yếu về tàu nhóm này. Những đặc tính chính của tàu chở hàng tổng hợp có thể qui về sau đây:

- *Deadweight của tàu* thay đổi trong phạm vi rất rộng, từ 2.000 *dwt* đến khoảng 15.000 *dwt*. Tàu với *deadweight* nằm ở giới hạn dưới chủ yếu dùng vận tải ven bờ, tàu lớn dùng cho tuyến biển đường dài.

- *Vận tốc tàu* phụ thuộc hoàn toàn vào kích thước và chức năng tàu. Tàu chạy tuyến cố định, *deadweight* từ 5.000 *dwt* trở lên thường khai thác ở vận tốc 13÷15 *HL/h*, tàu cỡ nhỏ chỉ chạy với vận tốc 11÷12 *HL/h*. Ngày nay tàu chạy đường dài thường được trang bị máy đủ mạnh, chạy với vận tốc 17÷18 *HL/h*. Từ những năm 1960 người ta thiết kế tàu chở hàng chạy nhanh, gọi là tàu cargo liner với *deadweight* đến 10÷14 nghìn tấn, chạy với vận tốc 20÷21 *HL/h*.

- *Dung tích riêng tàu* chở hàng tùy thuộc vào chức năng. Tàu chạy tuyến đường quốc tế, tàu tramp tỷ lệ dung tích chở hàng chỉ vào khoảng 1,45÷1,65 m^3/t , còn tàu liner mang giá trị tương ứng 1,85÷2,25 m^3/t .

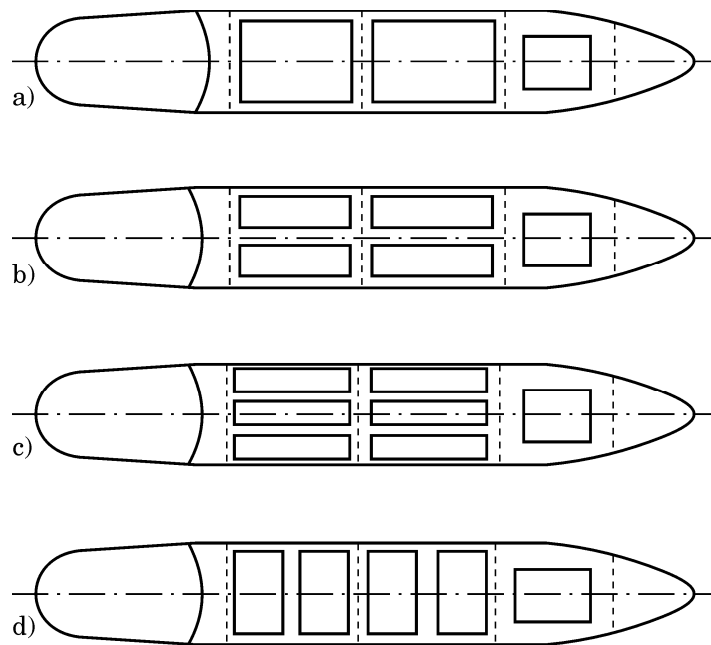
Tàu nhóm này được thiết kế trong các dạng khác nhau. Tàu mang dáng dấp tàu chở hàng truyền thống được xếp vào nhóm tàu tiêu chuẩn. Trên cơ sở “tiêu chuẩn hóa” người ta đã thiết kế hàng chục mẫu tàu mang tính “vận năng”, phục vụ cho thiết kế, chế tạo tàu chở hàng. Những mẫu tàu được coi là đạt yêu cầu dùng cho tàu với *deadweight* khoảng 14÷15 nghìn tấn, vận tốc 14÷15 *HL/h*. Tàu tiêu chuẩn này có thể dùng trong việc chở hàng tổng hợp, chở gỗ, chở hàng đóng gói và cả hàng rời. Mẫu tàu “*Freedom*” nổi tiếng một thời, *deadweight* 14.000 *dwt* có kích thước chính:

$$L \times B \times H \times T = 134,1 \times 19,80 \times 12,40 \times 8,64 \text{ (m)}$$

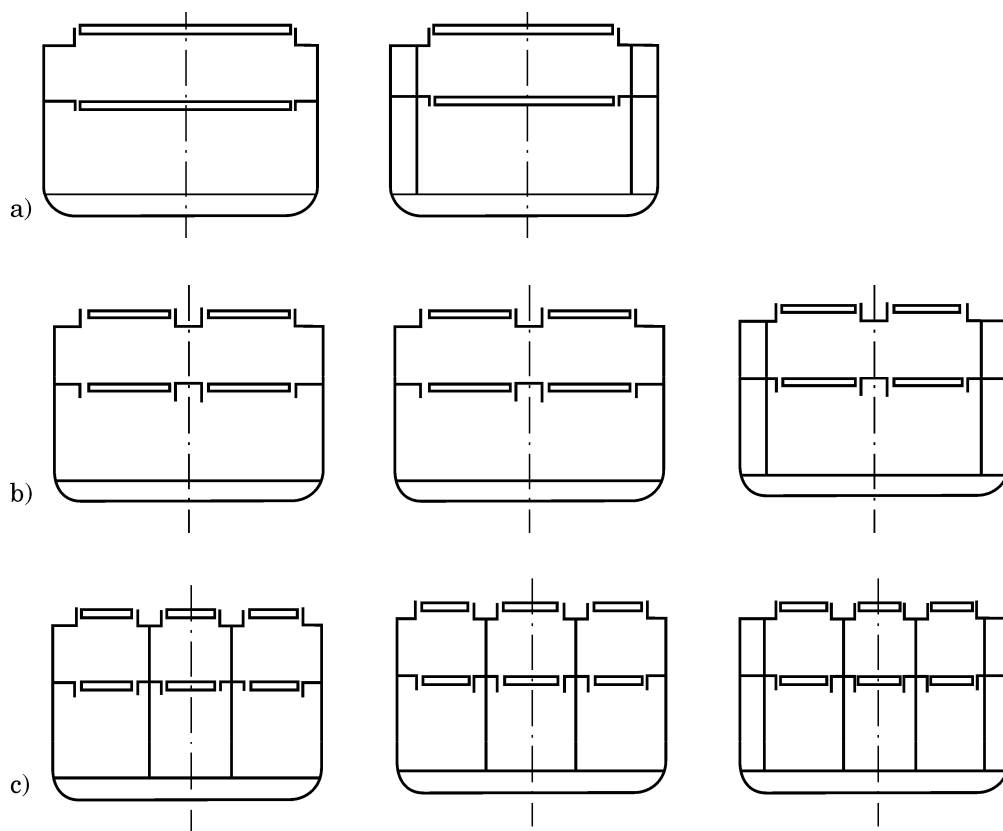
lắp máy chỉ có công suất 5300 *PS* song chạy đến vận tốc 14 *HL/h*.

Nhằm đáp ứng yêu cầu chở hàng kích thước công kênh hoặc đẩy nhanh tốc độ chất hàng, bốc dỡ hàng người ta phải mở rộng miệng hầm hàng theo chiều ngang và kéo dài theo chiều dọc. Thực tế này đã cho ra đời loạt tàu chở hàng miệng hầm rộng. Nếu chúng ta nhớ rằng, với hầm hàng hẹp trước đây, thời gian chất hàng, bốc xếp hàng chiếm đến 50% thời gian thao tác tại cảng, giá thành bốc xếp hàng chiếm tỷ trọng lớn trong giá khai thác, tàu miệng hầm hàng rộng đã tiết kiệm rất nhiều cho chi phí khai thác nhờ giảm thời gian thao tác cho các việc trên.

Một số phương án bố trí miệng hầm hàng được giới thiệu tại hình 1.2.

**Hình 1.2**

Mặt cắt ngang qua khu vực có miệng hầm hàng tàu nhóm này có dạng như tại hình 1.3.

**Hình 1.3** Mặt cắt ngang tiêu biểu tàu hàng đi biển

Điều phải quan tâm khi thiết kế nắp đáy cho tàu nhóm này là chọn nắp đáy đảm bảo bền, chống thấm. Những tài liệu tham khảo về trọng lượng nắp đáy tàu cho trong bảng 1.1.

Bảng 1.1 Trọng lượng tính cho 1m dài nắp đáy, (t)

Chiều cao, mm	Chiều rộng, m									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
400	0,28	0,39	0,53	0,70	0,90	1,22	2,08	3,41	5,48	8,23
300	0,30	0,42	0,54	0,70	0,86	1,07	1,30	1,75	2,64	3,97
400	0,34	0,45	0,56	0,70	0,87	1,08	1,30	1,64	1,99	2,45

Chúng ta thử áp dụng các dữ liệu thống kê trên tính trọng lượng nắp đáy hầm hàng tàu cỡ trung bình gặp trong thực tế. Tàu với *deadweight* khoảng 5000dwt có chiều dài hầm hàng khoảng 50m. Tùy thuộc chiều rộng nắp hầm, trọng lượng tính toán sẽ như sau.

Bảng 1.2 Trọng lượng nắp đáy, t

Chiều cao miệng, mm	Chiều rộng (đơn vị)			
	7	9	11	12
400	45	105	275	410
300	43	65	130	130
200	43	54	100	125

Những kết cấu mới đòi hỏi người thiết kế phải bố trí tàu thích hợp. Tàu hiện đại không chỉ có vách ngang mà nhiều tàu còn có vách dọc hoặc những vách dọc. Ngoài đáy đôi bắt buộc, nhiều tàu với miệng hầm hai dãy, ba dãy còn yêu cầu làm thêm mạn đôi. Trong khu vực giữa mạn trong và mạn ngoài người ta bố trí các kết, các khoang chứa.

Kết cấu mới kéo theo thay đổi không chỉ bố trí tàu mà cả đường hình tàu. Phân khoang tàu hàng kiểu mới cũng bị đổi thay. Bố trí trong các khoang hàng cũng được cải tiến so với trước. Khoang hàng tàu chở hàng khô tổng hợp không chỉ có một khoang (*cargo hold*) như trước đây mà luôn có boong giữa (*tweendeck*) và trong nhiều trường hợp còn có kết, thường là kết sâu (*deeptank*). Khoang hàng và tweendeck dùng chứa hàng khô, deeptank có thể dùng cho hai việc khác nhau: chở hàng lỏng, ví dụ dầu ăn, bia, sản phẩm từ dầu v.v..., hoặc sử dụng vào việc chứa hàng lỏng, hàng khô khi cần. Trường hợp tàu chạy ở chế độ ballast, các kết sâu làm nhiệm vụ kết chứa nước dẫn tàu.

Vấn đề không dễ giải quyết khi bố trí khoang hàng cho tàu nhóm này là phân khoang hợp lý và đúng qui định về đảm bảo chống chìm. Trong rất nhiều trường hợp tàu cần khoang hàng đủ dài để chứa các hàng công kênh, kích thước lớn. Mặt khác khoang dài sẽ khó đảm bảo yêu cầu về chống chìm tàu. Phân tích các tàu hiện đại do nhiều nước đóng có thể rút ra những kết luận khá thú vị. Nhiều chủ tàu yêu cầu

khoang hàng trên tàu hoạt động tuyến cố định (*tramp*) phải đạt giới hạn cho phép, nghĩa là dài hết khả năng. Điều này có lợi cho chủ phương tiện vì giá thành đóng tàu không cao, các mặt hàng sẽ chở trên tàu khá phong phú mà không bị hạn chế về kích thước kiện hàng, khả năng kiếm lời lớn v.v... Ngược lại, có nhiều quốc gia yêu cầu phương tiện dạng này phải được thiết kế đúng luật, độ an toàn của tàu phải ở mức cao nhất.

Trong giai đoạn đầu của quá trình thiết kế nên chọn *số vách kín nước n* cho tàu hàng theo gợi ý sau:

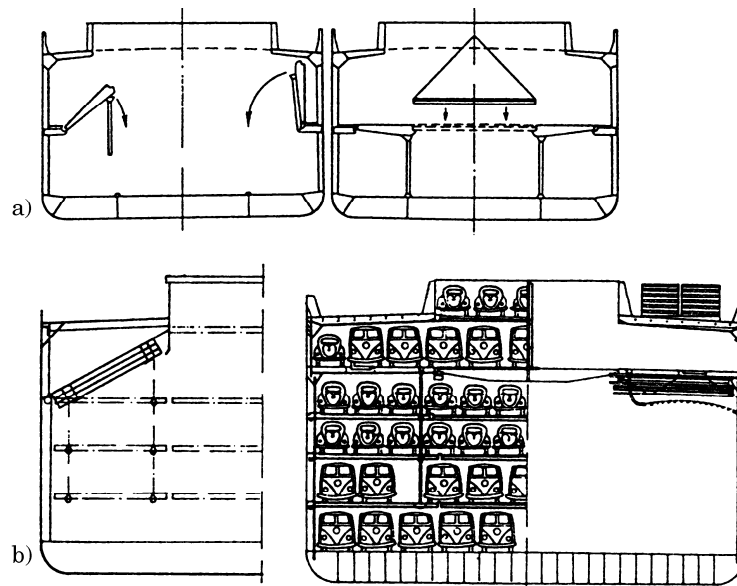
$$\text{Với tàu tramp}^1: \quad n = 0,5 + \frac{L}{20} \quad \text{dành cho tàu có buồng máy đặt giữa tàu}$$

$$n = \frac{L}{20} \quad \text{dành cho tàu có buồng máy đặt phía lái}$$

$$\text{Với tàu liner}^2: \quad n = 1 + \frac{L}{20} \quad \text{dành cho tàu có buồng máy đặt giữa tàu}$$

$$n = 0,5 + \frac{L}{20} \quad \text{dành cho tàu có buồng máy đặt phía lái}$$

Theo chiều cao tàu chở hàng hiện đại được chia thành nhiều tầng. Tàu tramp thông thường có một khoang hàng nằm dưới và trên đó là tweendeck. Tàu liner thông thường có hai tweendeck. Ngoài tweendeck người ta còn làm thêm các sàn bổ sung. Sàn bổ sung³ đang đề cập có thể dưới dạng sàn liên tục song cũng có thể làm ở dạng sàn xếp. Ví dụ nêu tại hình 1.4a trình bày mẫu sàn phụ, gấp được do hãng Mc Gregor sản xuất. Sàn phụ cũng có thể xếp chồng lên nhau như nhà nhiều tầng, hình 1.4b.



Hình 1.4

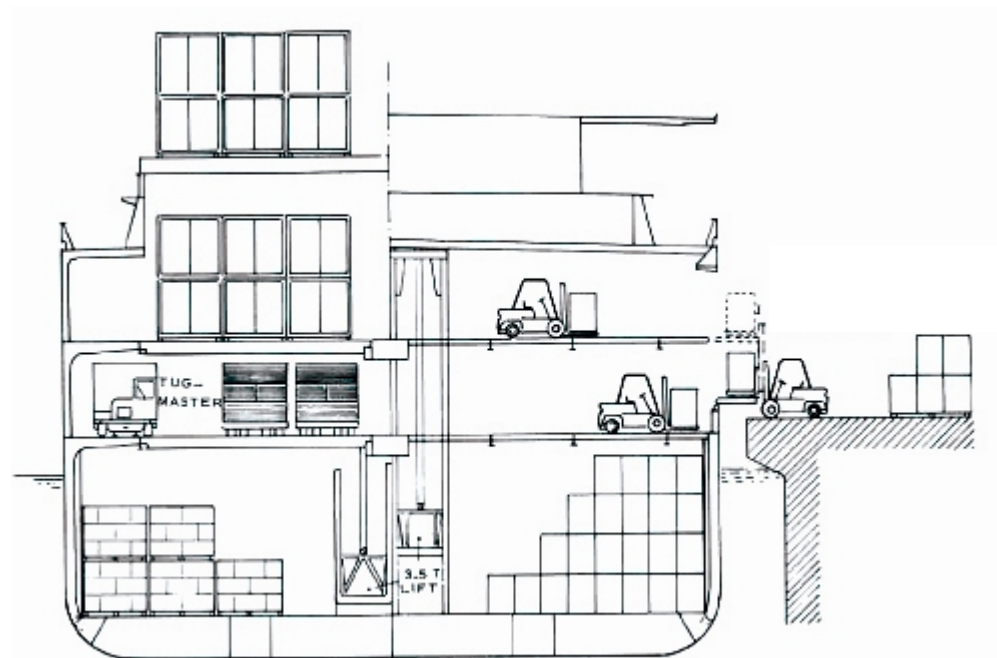
¹ Tramp: cargo vessel operating a word-wide service

² cargo liner – service by calling on a fixed schedule, at specified ports.

³ Tiếng Anh: extra deck

Ví dụ về bố trí khoang hàng tàu hiện đại, bạn đọc xem tại phần giới thiệu các mẫu tàu tiếp theo.

Hệ thống cửa mạn trên tàu hàng giúp đẩy nhanh tiến độ bốc dỡ hàng.

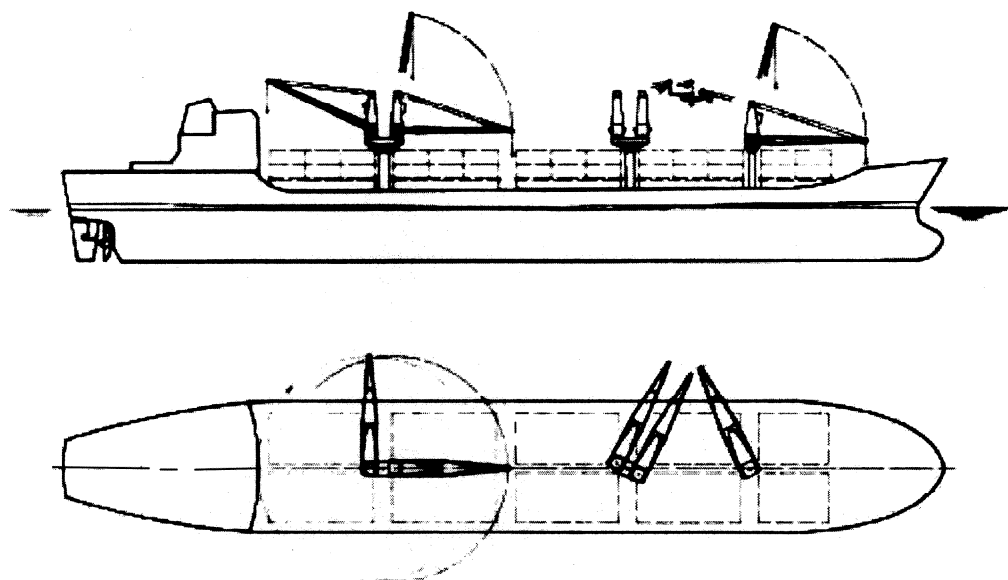


Hình 1.5 Hệ thống cửa mạn

Sử dụng cần cẩu hợp lý, cần derrick hoặc cần quay là một trong những biện pháp đẩy nhanh tốc độ bốc dỡ hàng trên các tàu hàng khô.

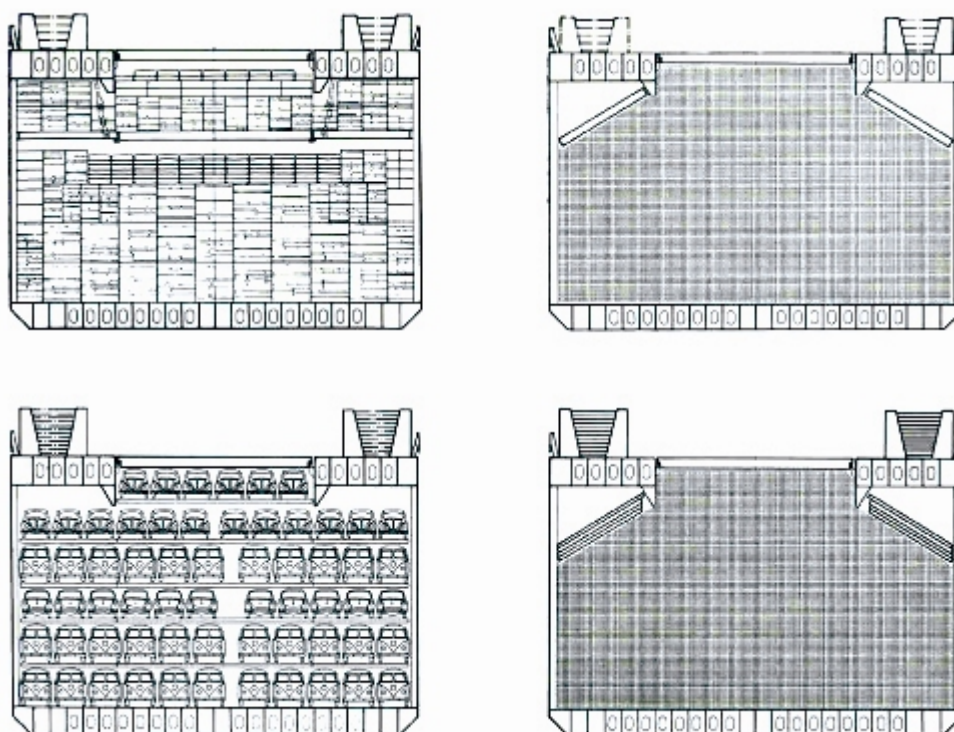


Hình 1.6 Bố trí cần cẩu derrick và cần nặng trên tàu vận tải



Hình 1.7 Cần cẩu quay trên tàu vận tải

Các phương án xếp hàng trên tàu vận tải hàng khô kể cả *tàu bulkcarrier* giới thiệu tiếp tại hình 1.8.

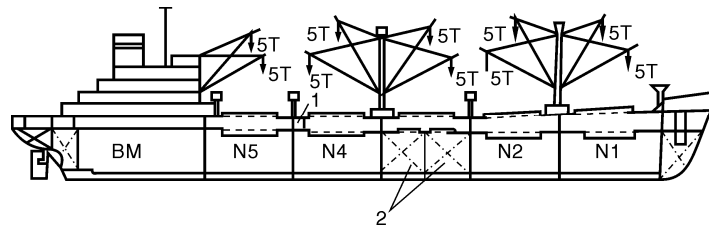


Hình 1.8 Xếp hàng trong khoang hàng tàu vận tải

Két sâu (deeptank) tàu làm nhiệm vụ chứa hàng lỏng phải có nắp hầm hàng và các thiết bị cần thiết nạp và bốc dỡ hàng. Cơ cấu vận hành của các deeptank nhóm này không khác cơ cấu vận hành hàng tàu chở hàng lỏng. Thông lệ bơm hàng được bố trí trong buồng máy. Những trường hợp đặc biệt bơm có động cơ lai riêng, bố trí tại những vùng thích hợp cho công việc bốc xếp hàng kết sâu.

Két sâu dùng chở hàng lỏng hoặc hàng khô, tùy thời vụ được thiết kế khác kiểu vừa đề cập. Nắp kết thường bằng kim loại, liên kết bằng chốt xoay với kết. Kích thước nắp kết này tùy thuộc yêu cầu chở hàng. Trên các tàu đang hoạt động kích thước nắp kết nằm trong phạm vi: *rộng 2÷3m; dài 2÷5m*.

Dung tích các kết sâu trên các tàu khác nhau thay đổi trong giới hạn rộng. Giá trị tham khảo có thể nêu là 4÷6% dung tích các khung hàng toàn tàu, nếu buồng máy nằm tại khu vực giữa tàu, hoặc 7÷9% cho tàu với buồng máy nằm về sau. Hình 1.9 giới thiệu tàu vận tải cỡ trung bình có các kết sâu kiểm kết nước dẫn tàu ký hiệu 2 tại hình 1.9



Hình 1.9

Các khoang hàng lạnh được bố trí trên rất nhiều tàu vận tải đi biển nhằm chuyên chở lượng nhất định các hàng tươi sống. Các khoang này được bố trí ở những khu vực riêng, được trang bị các thiết bị làm lạnh như người ta vẫn dùng trên tàu chuyên chở hàng lạnh. Bình quân dung tích các hầm lạnh đang có mặt trên tàu chở hàng tổng hợp khoảng 2÷5% dung tích toàn tàu. Nhiệt độ các buồng lạnh trên tàu hàng vào khoảng 15÷18°C, độ ẩm. Trong những trường hợp có yêu cầu riêng nhiệt độ làm lạnh có thể 20÷25°C độ ẩm.

Các phòng chứa hàng đặc biệt có mặt trên các tàu liner. Trong số hàng đặc biệt có thể thấy kim loại quý hiếm, hàng điện tử cao cấp, hàng bưu điện v.v... Tên gọi bằng tiếng Anh dùng chỉ các khoang hàng đặc biệt đang được sử dụng trên các tàu gồm:

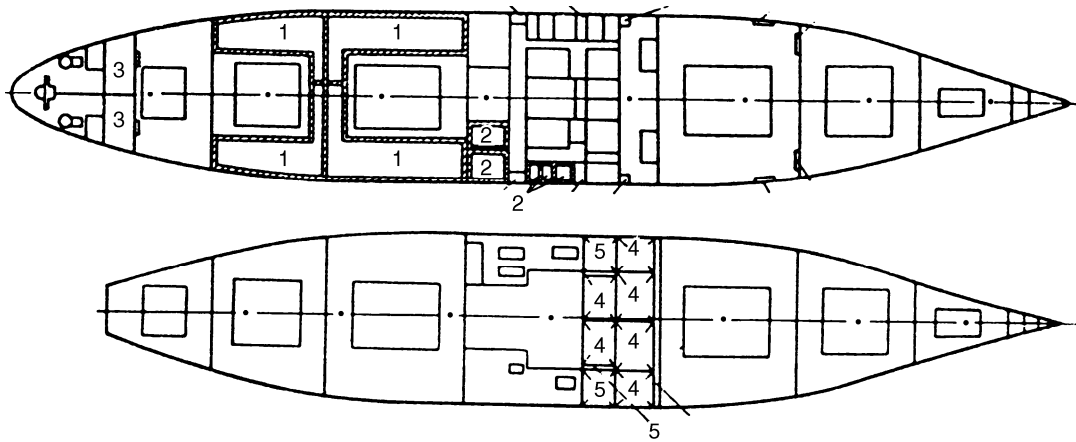
strong rooms – phòng chứa vàng, bạc và đá quý,

powder room – phòng chứa vật liệu dễ gây nổ,

special cargo compartments – phòng chứa hàng cần được bảo quản cẩn thận, ví dụ kính,

parcel rooms – các buồng giành cho bưu điện.

Bạn đọc có thể tham khảo các giá trị về dung tích hầm hàng sau đây khi xây dựng phương án bố trí hầm hàng.



Hình 1.10 Tàu liner “Export Ambassador”

Kích thước chính của tàu hàng liner *Export Ambassador*

$$L \times B \times H = 143,31 \times 22,25 \times 12,85 \text{ (m)}$$

Deadweight của tàu 10.720 dwt. Vận tốc khai thác 18,5 HL/h.

Tàu gồm ba boong. Số vách ngang: 9.

Số lượng hầm hàng và tweendeck: 19, tổng dung tích các hầm hàng 16.090 m³.

Số lượng deeptank: 6, dung tích 1.540 m³.

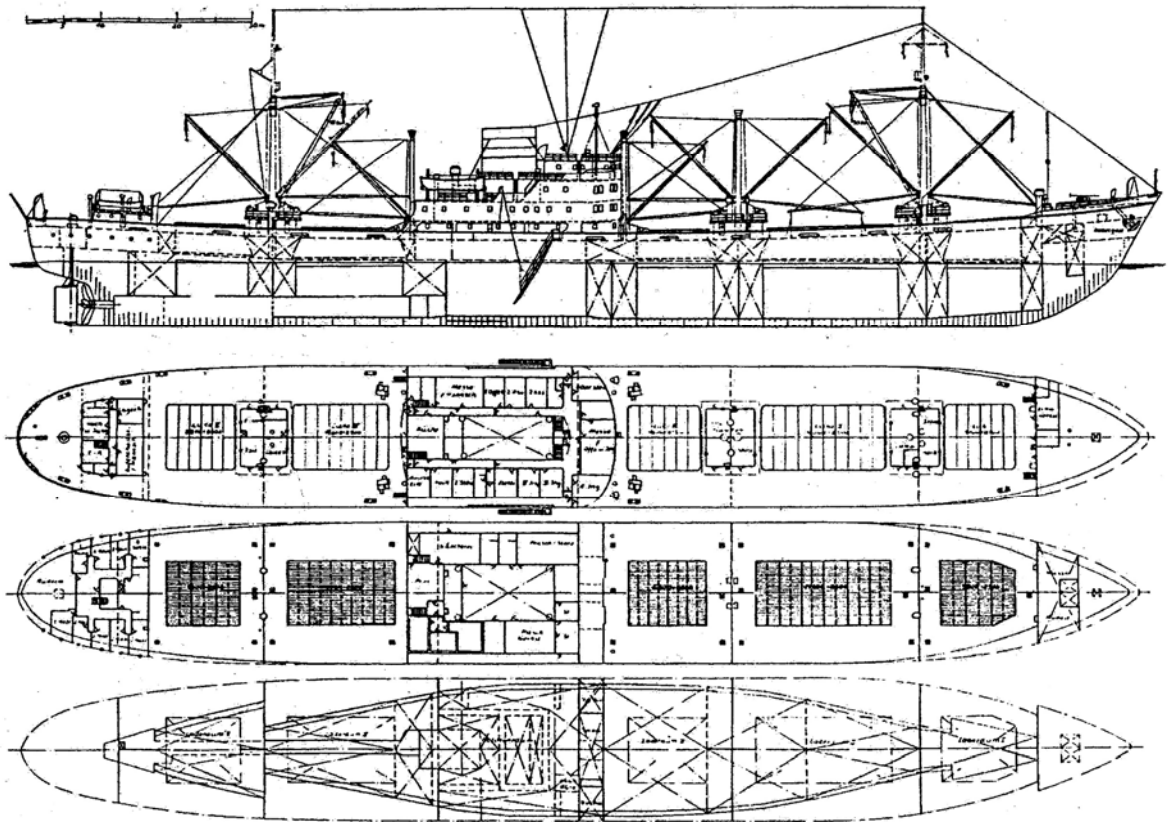
Khoang hàng lạnh: 4, dung tích 690 m³.

Số lượng khoang hàng đặc biệt: 6, dung tích 354 m³.

Ghi chú: Tại hình mang ý nghĩa cụ thể: 1- khoang hàng lạnh; 2- kho thực phẩm (hầm lạnh); 3- khoang hàng đặc biệt; 4- deeptank; 5- deeptank chứa dầu.

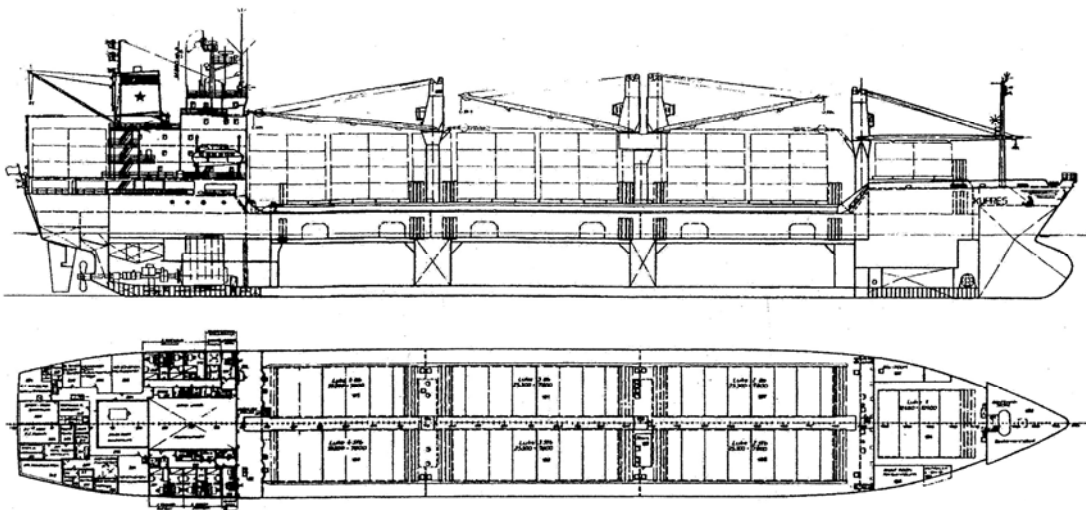
1.2 THIẾT KẾ TÀU CHỞ HÀNG

Tàu chở hàng khô (*general cargo ships*), trọng tải 4.000 DWT, vận tốc 11 HL/h, đóng vào những năm năm mươi tại châu Âu có dạng như giới thiệu tại hình 6.116. Tàu của những năm sáu mươi, bảy mươi trình bày tại hình 1.11.



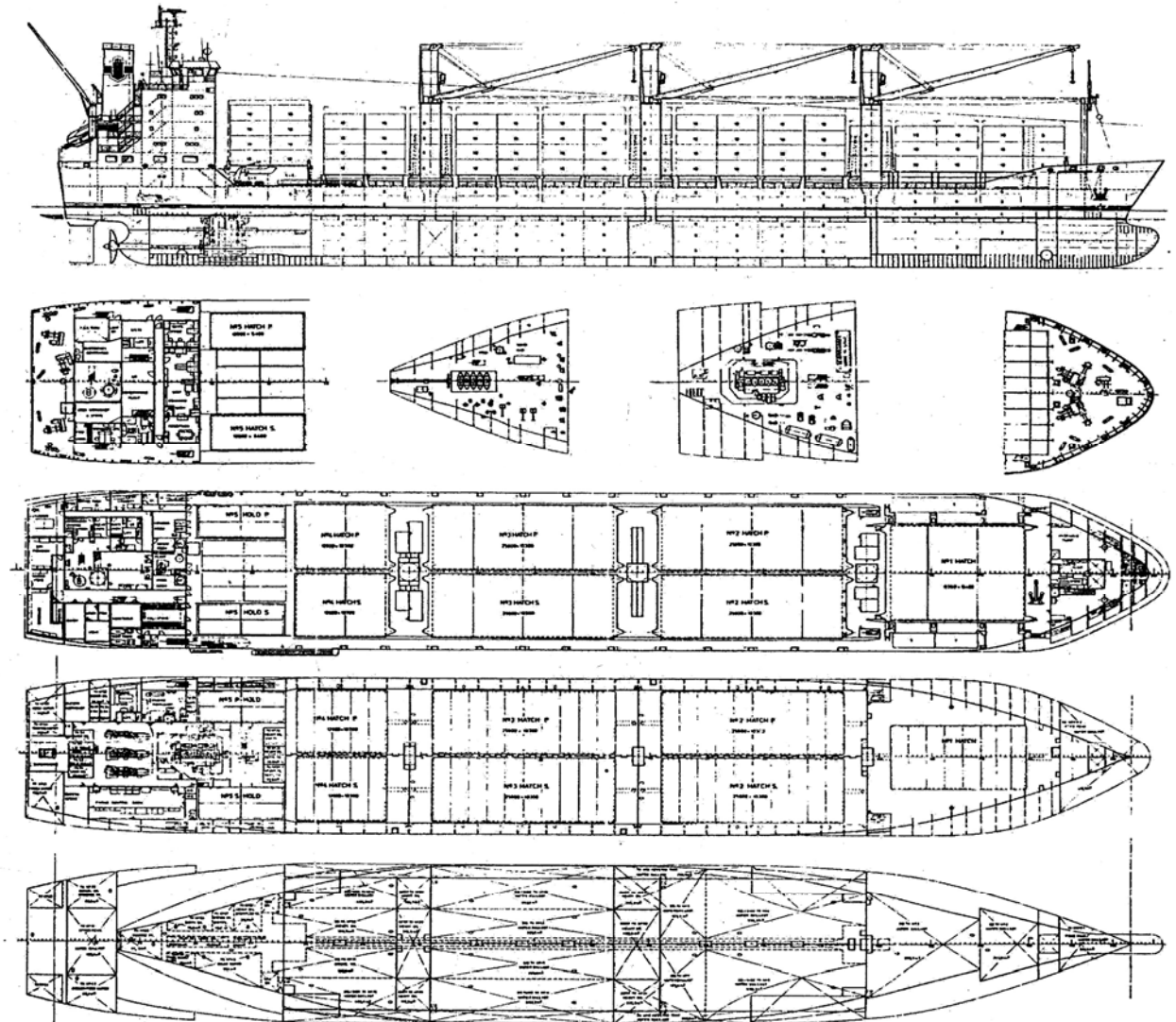
Hình 1.11 Tàu vận tải sức chở 4000 dwt, vận tốc 11 H/h

Những năm tám mươi nhiều tàu đa dụng mang dáng dấp của tàu chở container. Tàu có khả năng chứa hàng tổng hợp trong khoang, container có thể chứa trong hầm hàng hoặc trên boong. Đại diện tàu *liner* theo nghĩa hiện đại trình bày tại hình 1.12. Tàu có sức chở 16.000 dwt, vận tốc khai thác 16 H/h. Dung tích chở hàng 25.000 m^3 , khả năng chứa container 900 TEU. Cấu bố trí trên tàu đủ khả năng thao tác với container nặng 25 T.



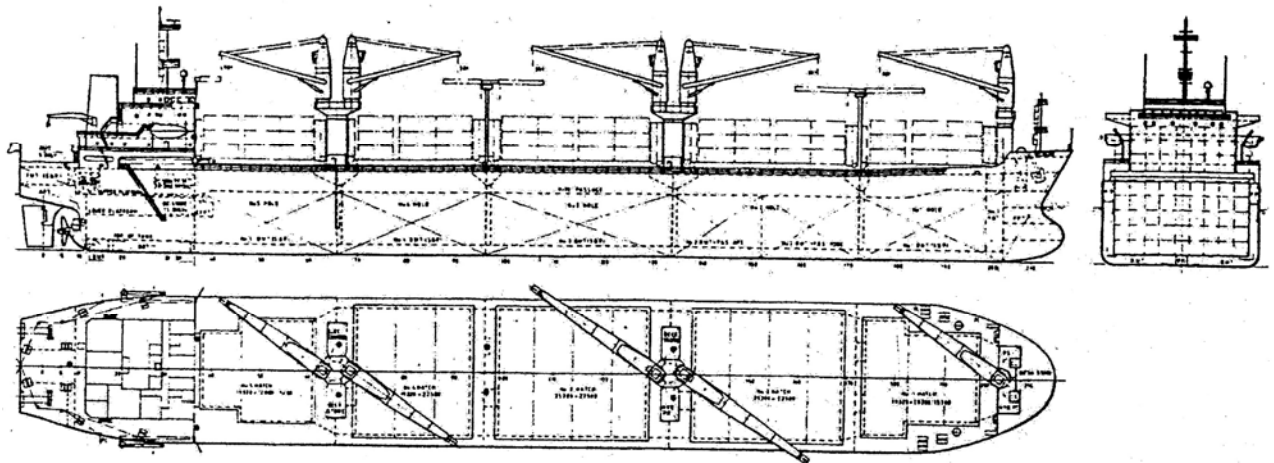
Hình 1.12 Liner của những năm tám mươi, sức chở 16000 dwt

Tàu liner của những năm chín mươi sức chở tăng khá rõ, vận tốc vẫn ở mức của thập niên trước đó. Tàu đóng vào những năm chín mươi trình bày tại hình 1.13



Hình 1.13 Tàu liner những năm chín mươi

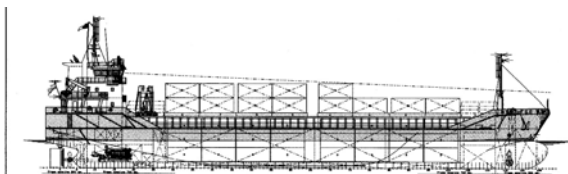
Đột biến về sức chở tàu nhóm này là các tàu trọng tải 42.000 dwt, vận tốc 16,5 H/h, dung tích chở hàng 57.000 m³, sức chứa container 1.700 TEU. Sức nâng của cầu 36 T.



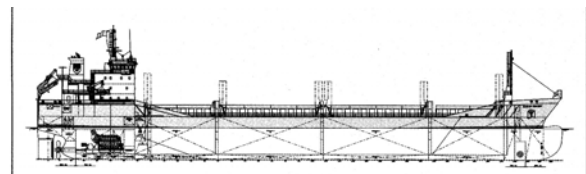
Hình 1.15 Tàu đa dụng đóng năm 1998 tại Trung quốc, sức chở 30000 dwt, vận tốc 14 Hl/h

Tàu đa dụng đời mới đóng tại Poland năm 2000 có dạng như tại hình 6.122. Đây là thiết kế chuẩn của Germany và Netherlands, sức chở của tàu 18.000 dwt, vận tốc 19 Hl/h.

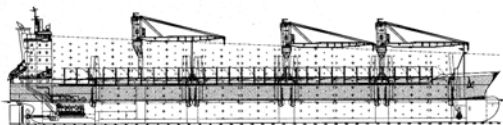
Những năm đầu thế kỷ XXI các nhà máy đóng tàu châu Âu tiếp tục đưa ra thị trường những tàu chuẩn thuộc dòng tàu đa dụng. Theo thiết kế của Netherlands, sức chở của tàu nhóm này từ 2.000 dwt đến 25.000 dwt, vận tốc chỉ khoảng 12,5 – 14 Hl/h. Tàu hoạt động vùng biển gần là chính. Những tàu tiêu biểu giới thiệu tại hình 6.121.



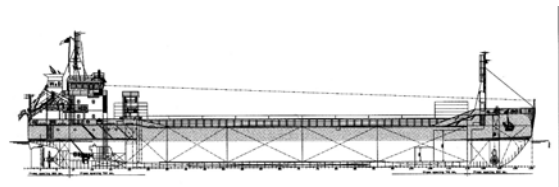
Hình 1.17a Tàu hàng khô sức chở 4000 dwt



Hnh1.17b Tàu vận tải sức chở 14450 dwt

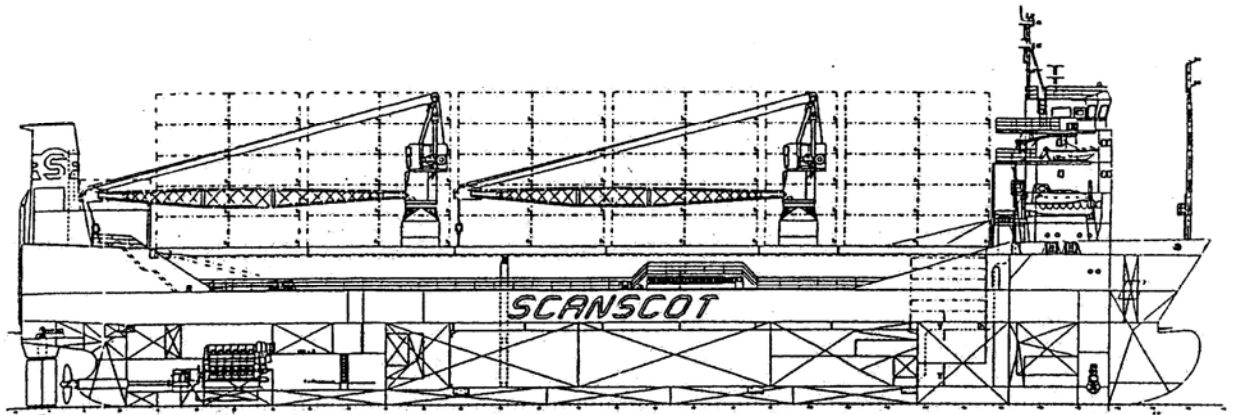


Hình 1.17c Tàu có sức chở 25000 dwt



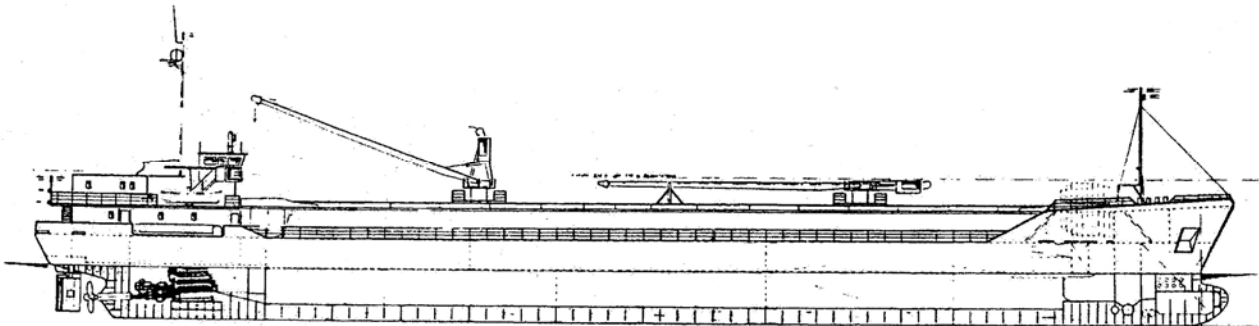
Hình 1.17d Tàu đa dụng sức chở 3000 dwt

Tàu đa dụng dạng tàu RO-RO có khả năng chở hàng tổng hợp, chở container đang được phát triển. Một trong tàu kiểu này trình bày tại hình 1.18



Hình 1.18 Tàu nửa RO-RO, đóng năm 1985, sức chở 7000 dwt, vận tốc 14,5 H/h

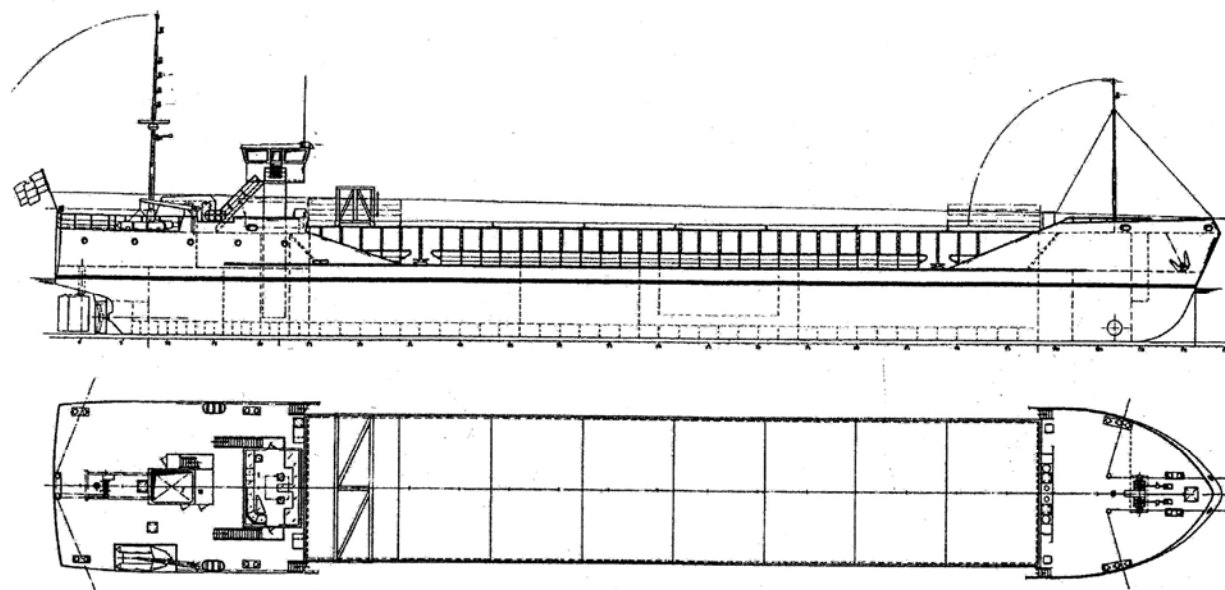
Tàu ven biển, tàu sông chuyên chở hàng khô mang cấu hình thay đổi kể từ những năm bảy mươi. Đây là nhóm có các kiểu tàu đa dạng về hình dáng, và trang thiết bị.



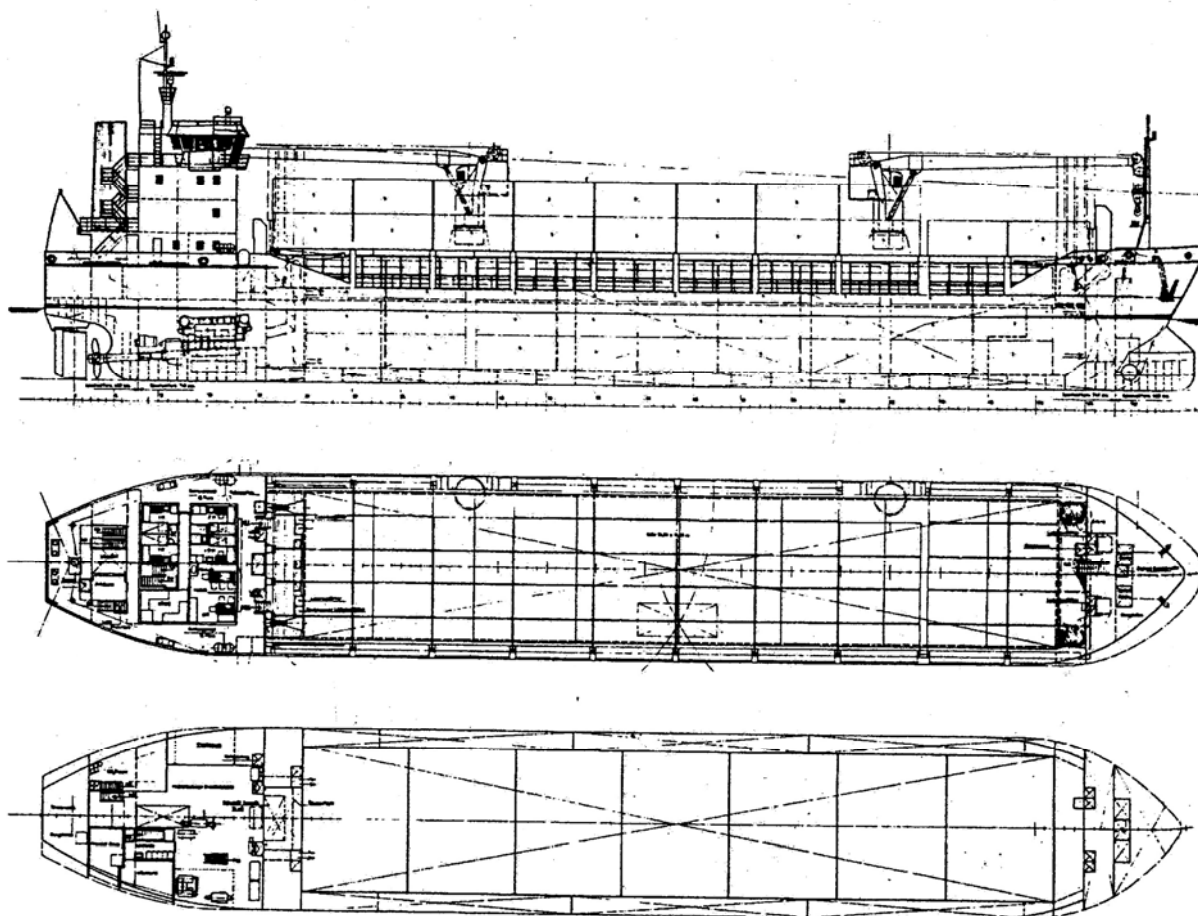
Hình 1.19 Tàu ven biển – coaster, sức chở 3300 dwt

Tàu vận tải không trang bị hệ thống bốc dỡ hàng, sức chở khoảng 15.000 dwt có dạng như sau.

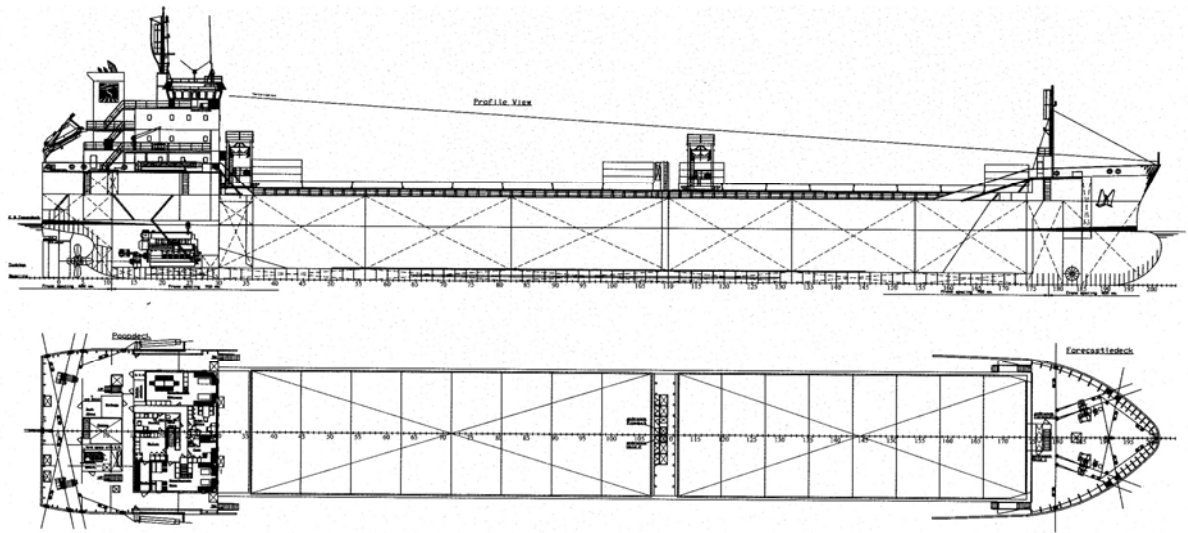
Mô hình tàu tương đương dùng trong vận tải sông, ven biển, cabin có thể hạ xuống thấp khi qua cầu giới thiệu tại hình 1.19, 1.20.



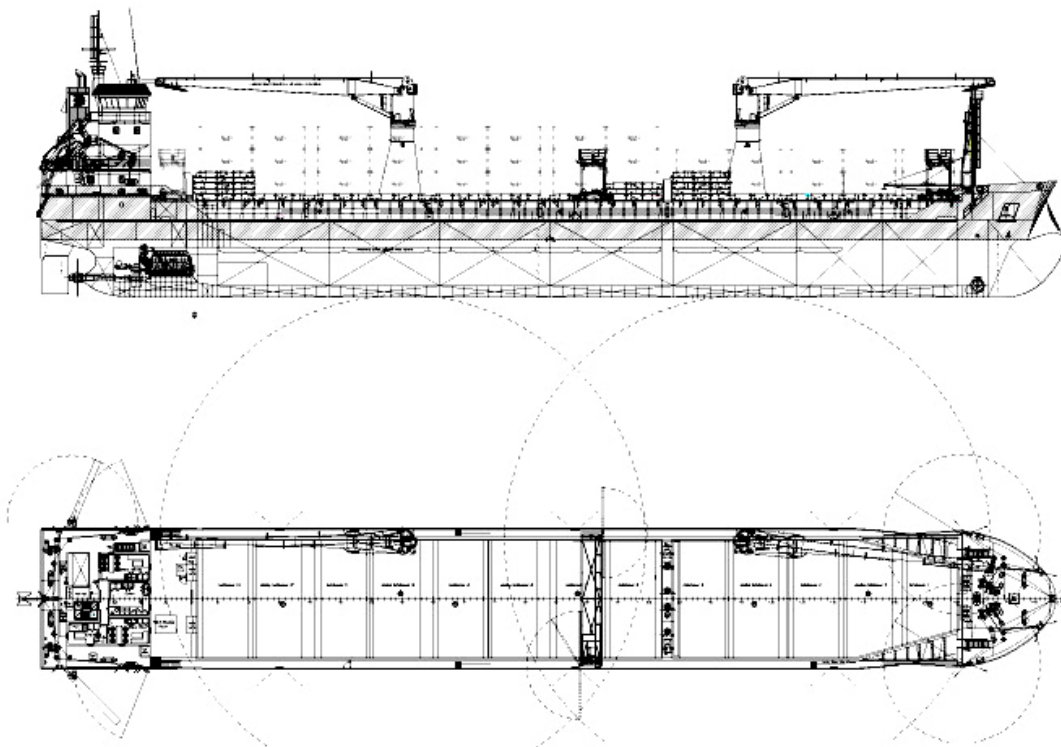
Hình 1.20 Tàu vận tải chạy sông/ven biển, trọng tải 4000 dwt, vận tốc 12 HI/h



Hình 1.21 Tàu ven biển, sức chở 4300 dwt, vận tốc 13,5 HI/h



Hình 1.22 Tàu vận tải hoạt động vùng không hạn chế, một boong, trọng tải 14650 dwt



Hình 1.23 Tàu vận tải hoạt động vùng không hạn chế, một boong

Dữ liệu thống kê liên quan các nhóm trọng lượng và trọng tâm tàu vận tải hàng khô trình bày tại bảng 1.3.

Bảng 1.3

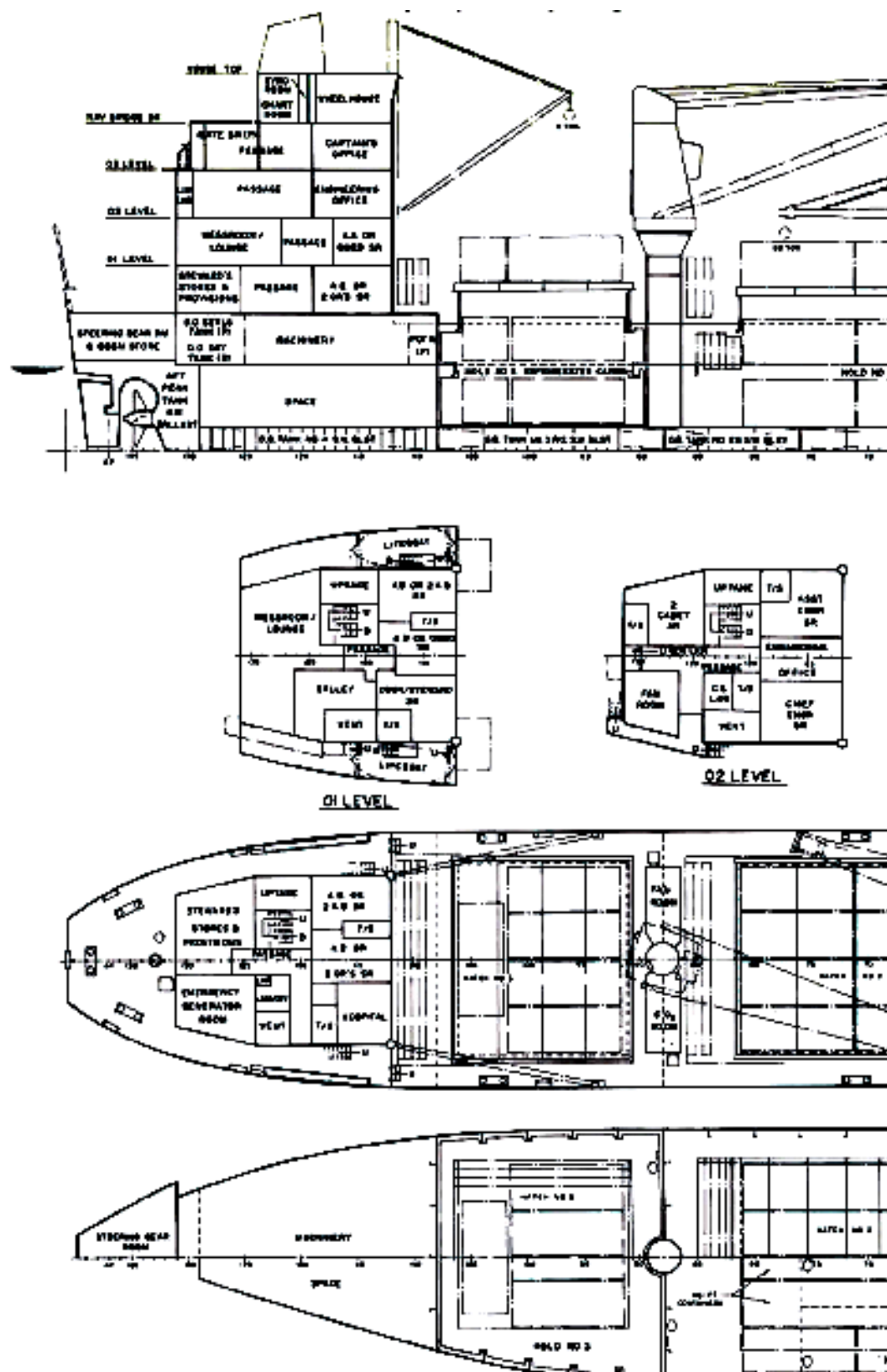
Tên gọi	Tàu vận tải đi biển, chở hàng khô				
Chiều dài L, m	78,0	106,0	112	143,0	150,0
Chiều rộng B, m	14,2	16,8	17,0	21,0	22,92
Chiều cao H, m	7,0	9,1	9,9	13,35	13,3
Lượng chiếm nước D, t	2800	9300	9210	22594	19295
Sức chở DW, t	1520	6700	5993	16625	12000
LBH, m ³	7809	16205	18850	39640	45725
LBH ₁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

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

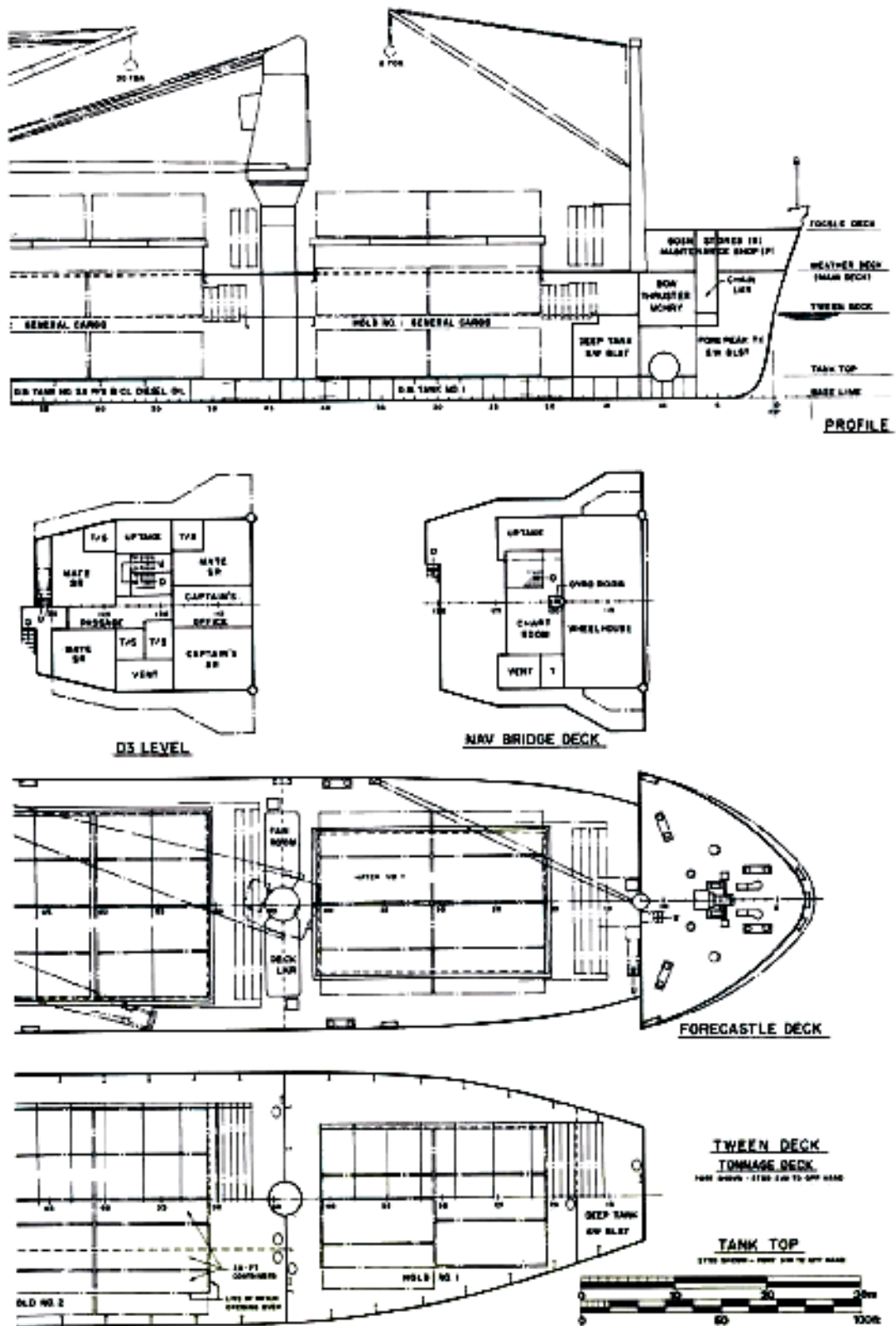
Bảng 1.4 Tàu chở hàng tổng hợp

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

Bố trí chung tàu vận tải hàng khô tiêu biểu trình bày tại hình 1.24.



Hình 1.24a *Bố trí chung tàu vận tải hàng khô tổng hợp, phần lái*



Hình 1.24b Bố trí chung tàu vận tải hàng khô tổng hợp, phần mũi

Kích thước chính và các hệ số tàu hàng đi biển tính theo các công thức và hướng dẫn trình bày trong “*Lý thuyết thiết kế tàu*”. Chiều dài tàu được xác định theo một trong các công thức sau, tùy hoàn cảnh cụ thể:

$$L = AB - C \quad (1.1)$$

Trong đó theo Saunders: $A = 9,3$; $C = 41,7 \pm 5,0$.

Trong (1.1) và các công thức tiếp theo B là chiều rộng tàu.

Theo ý kiến Benford trong “*General Cargo Ship Economics and Design*”, 1968, các giá trị này sẽ là: $A = 9,0$; $C = 35,7 \pm 16,0$.

Chiều rộng tàu hàng được tính trong quan hệ với chiều dài tàu. Nếu ký hiệu $l_B = \frac{L}{B}$ công thức xác định chiều dài tương đối này sẽ mang dạng:

$$\text{- Tàu vận tải truyền thống} \quad l_B = 2,06L^{1/4} \quad (1.2)$$

$$\text{- Tàu vận tải đóng tại USA:} \quad l_B = 1,90L^{1/4} \quad (1.3)$$

Một số dữ liệu do các tác giả có tên tuổi trong ngành tàu tổng kết như sau:

Bảng 1.5

Chiều dài tàu L, (m) Công thức tính	80	120	160	200
Benfort	6,22	6,94	7,34	7,63
Saunders	6,10	6,90	7,37	7,67
$l_B = 2,06L^{1/4}$	6,17	6,80	7,33	7,75

Theo vận tốc, chiều dài tương đối của tàu vận tải tính theo cách sau:

$$l_B = k.v^{1/4} \quad \text{với } k = 2,78 \quad (1.4)$$

Công thức Posdiunine được van Lammeren cải biên áp dụng cho tàu vận tải có các dạng:

$$l = C \left(\frac{v}{v+1,9} \right)^2 \quad (1.5)$$

Hệ số C trong công thức cuối này được tính bằng 7,0 khi áp dụng cho tàu chở hàng và tàu hàng – khách, khai thác với vận tốc khoảng 11 - 18,5 HL/h.

$$L_1 = K \left(\frac{v}{v+2} \right)^2 D^{1/3} \quad (1.6)$$

Bạn đọc lưu ý đến dạng sau của công thức Posdiunine, $L_1 = 1,01L$ trong đó: L - chiều dài thiết kế tàu.

Hệ số K mang giá trị: $K = 23,5$ cho tàu một chân vịt, $v = 10 \div 16,5$ HL/h;

$K = 24$ với $v = 15,5 \div 18,5$ HL/h; $K = 26$ cho trường hợp $v \geq 20$ HL/h.

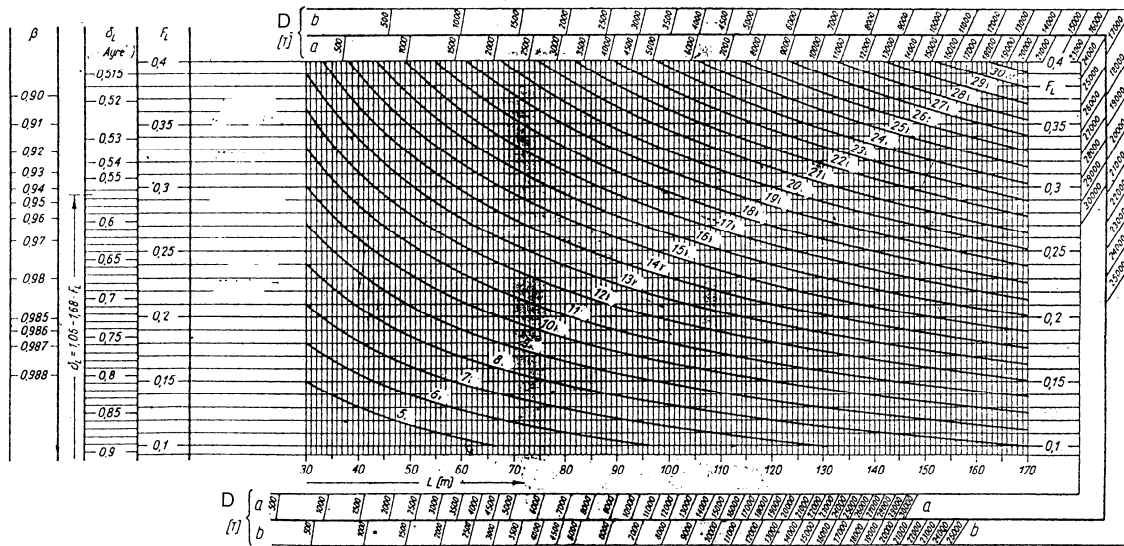
Công thức Ayre:
$$\frac{L}{\sqrt[3]{D}} = 3,33 + 1,67 \frac{v}{\sqrt{L}} \quad (1.7)$$

trong đó: L - chiều dài giữa hai trụ, m ; v - vận tốc tàu, tính bằng HL/h
 D - lượng chiếm nước tính bằng MT .

Công thức của các tác giả hiện đại được thống nhất hóa:

$$L = 4,47 + 0,0635 \pm 0,3 \quad (1.8)$$

Chiều dài tàu chở hàng có thể xác định trên cơ sở đồ thị trình bày tại hình 1.25.



Hình 1.25

Chiều rộng tàu xác định trên cơ sở tài liệu thống kê từ hơn 400 tàu chở hàng kiểu cũ:

$$B = \frac{L}{L/57 + 5} \quad (1.9)$$

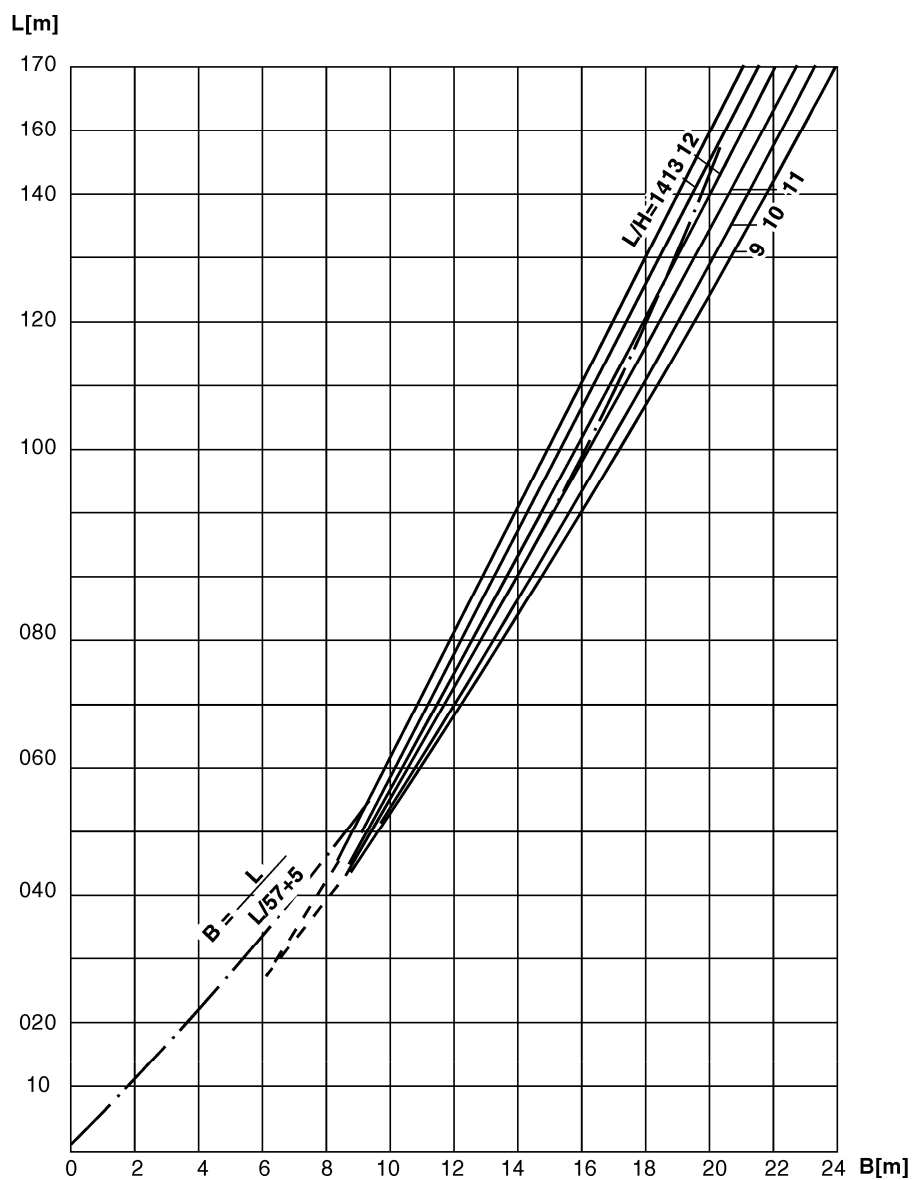
Công thức này còn được hiểu theo cách khác:

$$\frac{L}{B} = \frac{L}{57} + 5 \quad (1.10)$$

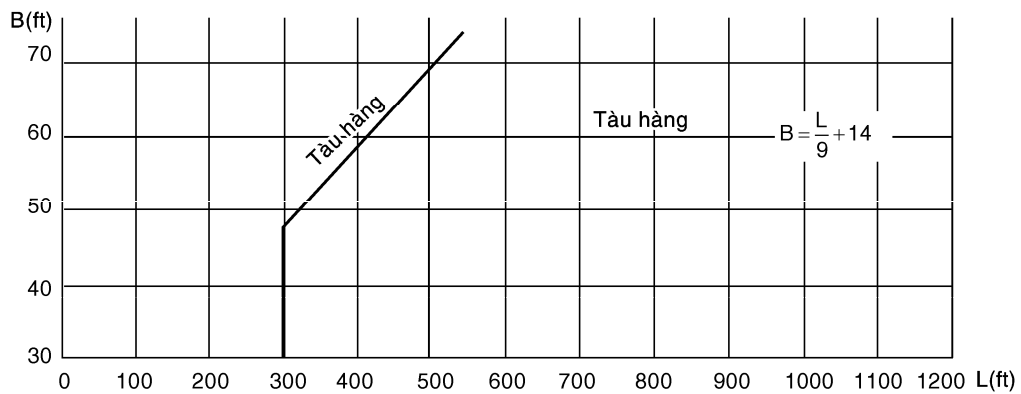
Quan hệ trên đây được trình bày tại hình 1.16.

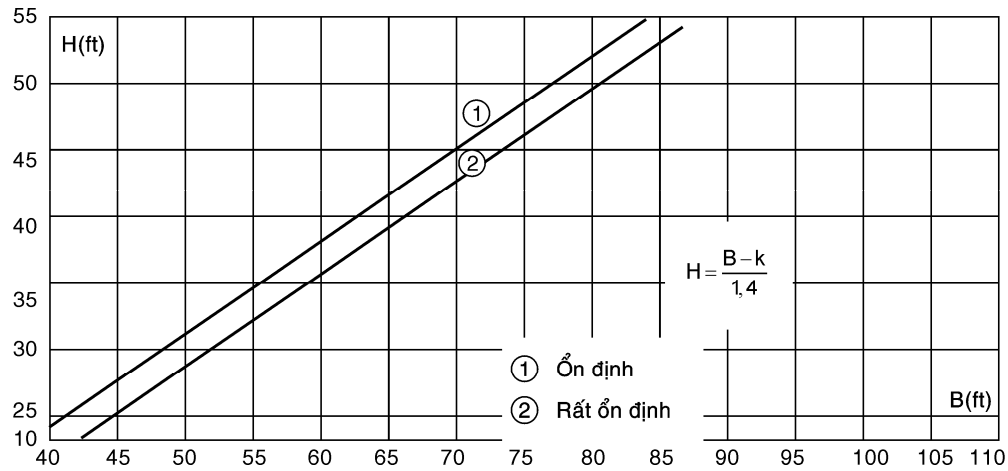
Sau đây bạn đọc tham khảo các đồ thị giúp xác định kích thước chính tàu vận tải hàng khô (*cargo ship*) theo đề nghị của Watson¹. Cần lưu ý là kích thước tàu trên đồ thị Watson đều ghi trong hệ thống đo hoàng gia, chiều dài, chiều rộng, chiều cao tính bằng feet.

¹ D.G.M. Watson "Estimating Preliminary Dimensions in Ship Design", TIESS, 1962/62.

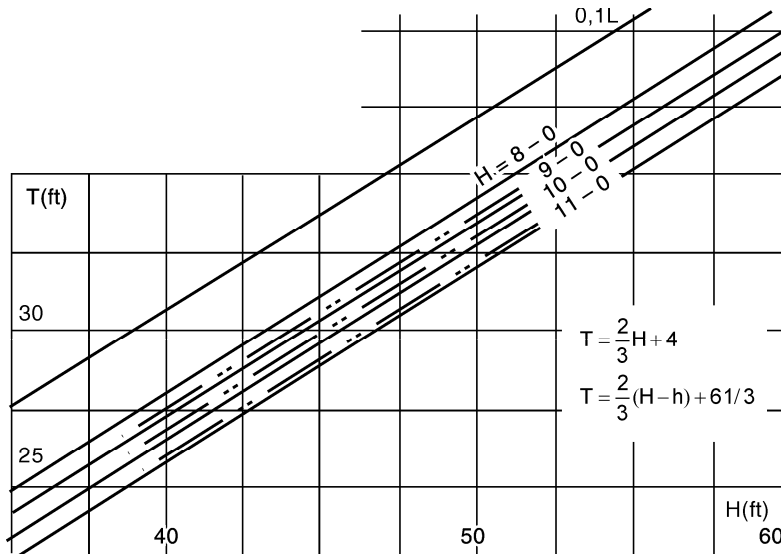


Hình 1.26

Hình 1.27 Đồ thị $B = f(L)$



Hình 1.28 Đồ thị $H = f(B)$



Hình 1.29

Các hệ số đầy thân tàu tính theo công thức kinh nghiệm sau:

$$C_B = 1,05 \div 1,68Fn, \text{ với } Fn \leq 0,28 \quad (1.10)$$

$$C_B = 1,05 \div 1,68Fn, \text{ với } Fn = 0,20 \div 0,28 \quad (1.11)$$

Công thức sau có thể được dùng khi tính hệ số đầy thể tích cho tàu một chân vịt, $Fn = 0,25 \div 0,29$; $C_B = 1,05 \div 1,68Fn$. (1.12)

Công thức Ayre: $C_B = 1,06 \div 1,68 \frac{v}{\sqrt{g \cdot L}}$ (1.13)

Hệ số C_M $C_M = \frac{0,86}{(Fn)^{1/2}}$ (1.14)

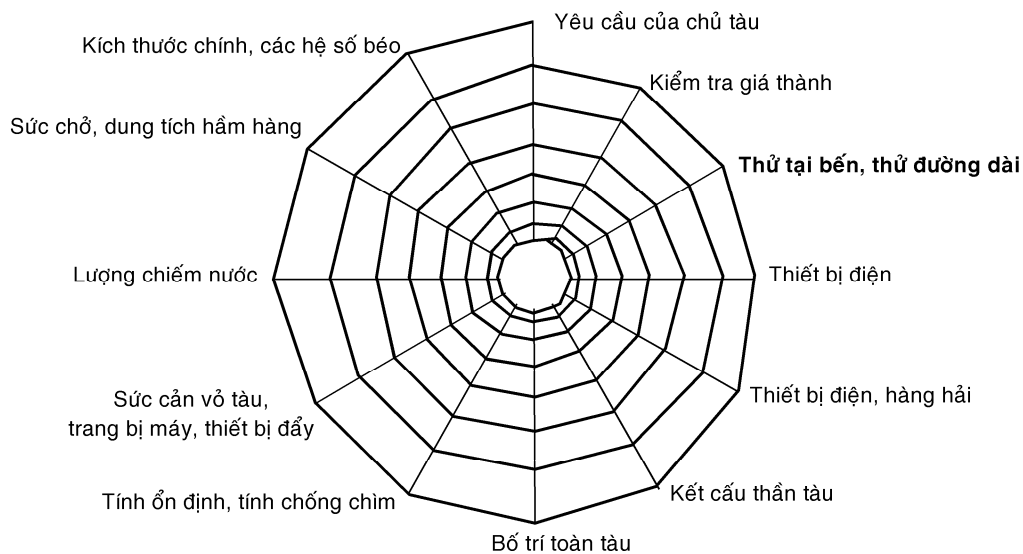
$$\text{hoặc} \quad C_M = 0,928 + 0,0806 C_B \quad (1.15)$$

$$\text{Hệ số } C_P \quad C_P = 1,214 \div 2,32 F_n + 0,133(10 F_n - 2,3)^3 \quad (1.16)$$

$$\text{hoặc} \quad C_P = 1,155 \div 2,07 F_n \quad (1.17)$$

1.3 THIẾT KẾ TÀU VẬN TẢI

Thiết kế là sự hoàn thiện dần các phép tính nhằm thỏa mãn yêu cầu đề ra, quá trình này có thể minh họa dưới dạng sự tiến hóa theo đường xoắn ốc. Mọi phép tính, phép thử được tiến hành riêng nhau, theo những qui luật vật lý nhất định. Kết quả của phép tính này làm tiền đề cho phép tính tiếp theo, sau đó kết quả của phép tính tiếp theo này làm tiền đề cho phép tính sau nó. Sau mỗi vòng tiến hóa, kết quả của cùng một phép tính sẽ đổi thay so với giá trị ban đầu, và kết quả lần thứ hai (sau đó là thứ ba, thứ tư...) lại làm chức năng dữ liệu đầu vào cho phép tính kế tiếp. Chu trình trên lặp lại nhiều lần, theo đường xoắn ốc, cho đến khi kết quả cuối cùng thỏa mãn các điều kiện đặt ra, với sai sót trong phạm vi cho phép.



Hình 1.30 Thiết kế tàu thủy

Phần tiếp trình bày các phương pháp thiết kế đang dùng.

Sơ đồ thiết kế thứ nhất

Bước 1. Xác định lượng chiếm nước theo một trong các cách thông dụng.

Xác định các kích thước chính của tàu và các hệ số đầy.

Bước 2. Xác định sức cản vỏ tàu, xác định công suất máy chính, thiết kế máy đẩy tàu, xác định vận tốc tàu,

Xác định khối lượng thân tàu,

Điều chỉnh lượng chiếm nước của tàu.

Bước 3. Xác định chính xác lượng chiếm nước, công suất máy chính, chọn các máy phụ, thiết bị tàu.

Bước 4. Kiểm tra tính ổn định, chiều cao mạn khô, dung tích hầm hàng, kiểm tra tính chống chìm, khả năng đi biển và nếu có đòi hỏi, kiểm tra độ bền chung toàn tàu.

Bước 5. Hiệu chỉnh toàn bộ thông số đã tính, xác định thông số ở dạng cuối cùng.

Sơ đồ thiết kế thứ hai

Bước 1. Xác định lượng chiếm nước.

Bước 2. Xác định sức cản vỏ tàu, xác định công suất máy chính, thiết kế máy đẩy tàu, xác định vận tốc tàu,
Xác định khối lượng thân tàu,
Điều chỉnh lượng chiếm nước của tàu.
Tính chiều dài L , hệ số đầy thể tích.

Bước 3. Tính H/T

Bước 4. Tính B/T theo tiêu chuẩn ổn định

Bước 5. Tính các đại lượng khác trên cơ sở $D, L, C_B, H/T, B/T...$

Sơ đồ thiết kế thứ ba

1. Xác định sức chở của tàu: $P = D - W_s$

2. Xác định lượng chiếm nước: $D = C_B \times L \times B \times T$

trong đó: C_B xác định từ các phương pháp thông dụng được trình bày trên.

$C_B = f(L, v)$, v - vận tốc tàu.

4. $B = f(L)$

5. $H = f(L)$

6. $T = f(L)$

Các kích thước chính từ 4. đến 6. phụ thuộc vào các hạn chế sau:

4a. L/B , phụ thuộc vào công suất máy,

5a. L/H , đảm bảo độ bền tàu,

6a. L/T

7. B/H hoặc là $H = f(B)$, đảm bảo ổn định tàu,

8. T/B hoặc là $T = f(B)$, ảnh hưởng đến chọn công suất máy tàu,

9. T/H , hoặc là $T = f(H)$, đảm bảo chiều cao mạn khô.

Ví dụ: Cần thiết kế tàu vận tải hàng khô, sức chở 13.000 dwt, khai thác với vận tốc 18 HL/h. Tàu dùng máy diesel làm máy chính.

Sơ bộ xác định lượng chiếm nước.

Từ lý thuyết thiết kế tàu, cách xác định D nhanh nhất là sử dụng hệ số hiệu năng sức chở, tính bằng tỷ lệ giữa sức chở và lượng chiếm nước η_{DW} .

$$D = \frac{DW}{\eta_{DW}}$$

Dữ liệu cho η chọn từ kết quả thống kê. Với tàu vận tải thường gặp hệ số này khoảng 0,7.

$$D = \frac{13000}{0,7} = 18600t$$

Chiều dài thiết kế của tàu vận tải tùy thuộc vào lượng chiếm nước và vận tốc khai thác. Một trong những công thức có độ tin cậy cao là công thức của Posidunine, dùng cho tàu vận tải thế hệ những năm sáu mươi, bảy mươi:

$$L = c \left(\frac{V_s}{2 + V_s} \right)^2 \sqrt[3]{D}, [m]$$

Hệ số c trong trường hợp cụ thể bằng 7,16. Chiều dài thiết kế tính từ công thức sẽ là $L = 153,5m$ (504').

Vận tốc tương đối¹ theo cách dùng tại UK và USA: $\frac{V_s}{\sqrt{L}} = \frac{18}{\sqrt{504}} \approx 0,8$.

$$\text{Hệ số đầy thân tàu } C_B = 1,06 - \frac{1}{2} \frac{V_s}{\sqrt{L}} = 0,66.$$

$$\text{Tỷ lệ } L/B = 2.L^{1/4} = 7.$$

Tỷ lệ B/T chọn nhằm đảm bảo các yêu cầu về ổn định tàu, $B/T = 2,3$.

Tỷ lệ H/T nhằm đảm bảo đòi hỏi về chiều cao mạn khô tàu: $H/T = 1,42$.

Trên cơ sở các kích thước chính tiến hành xác định trọng lượng và trọng tâm tàu theo các công thức kinh nghiệm.

Trọng lượng tàu:

$$D = W_{HF} + W_M + W_{DW} + W_R$$

với: W_{HF} - trọng lượng thân tàu và trang thiết bị tàu; W_M - trọng lượng buồng máy
 W_{DW} - sức chở (hàng hóa); W_R - trọng lượng dự trữ.

$$\gamma.L.B.T.C_B = W_{HF} + W_M + W_{DW} + W_R$$

Tiếp tục thay thế các biểu thức tính trọng lượng về phải bằng các công thức kinh nghiệm có thể viết:

$$\gamma.L.B.T.C_B = L.B.H.p_{HF} + BHP.p_M + (W_{DW} + W_R)$$

Từ đó:

$$\gamma.C_B.(L/B).B.B.(T/B).B = (L/B).B.B.(T/B).(H/T).B.p_{HF} + BHP.p_M + (W_{DW} + W_R)$$

Thay thế ký hiệu $L/B = l$; $B/T = b$; $H/T = h$ vào phương trình trên đây, có thể viết: $\gamma.C_B.l.(l/B).B^3 = l.(l/B).h.B^3.p_{HF} + BHP.p_M + (W_{DW} + W_R)$.

¹ Corresponding speed, theo cách dùng từ tại UK và USA

Công suất máy chính trong giai đoạn thiết kế sơ bộ có thể thay bằng công thức liên quan đến D và V_s : $\gamma.C_B.l.(l/b).B^3 = l.(l/b).h.B^3.p_{HF} + \frac{D^{2/3}V_s^3}{c}.p_M + (W_{DW} + W_R)$

Thay biểu thức của D bằng biểu thức từ vế phải, sẽ nhận được:

$$(\gamma.C_B.(l/b) - (l/b).h.p_{HF}).B^3 - \frac{(\gamma.C_B.(1/b))^{2/3} V_s^3}{c}.p_M.B^2 - (W_{DW} + W_R) = 0$$

Từ phương trình cuối sẽ tìm được nghiệm B .

Kích thước chính còn lại xác định theo công thức:

$$L = (L/B).B, \quad T = (T/B).B, \quad H = (H/T).T$$

Khi đã có L, B, T, C_B , vv... tiến hành tính lại D của tàu.

Sử dụng công thức:

$$(\gamma.C_B.(l/b) - (l/b).h.p_{HF}).B^3 - \frac{(\gamma.C_B.(1/b))^{2/3} V_s^3}{c}.p_M.B^2 - (W_{DW} + W_R) = 0$$

trong đó W_R chiếm khoảng 2% sức chở, tính bằng 260t, tiếp tục tính phương trình trọng lượng. Từ thống kê có thể nhận được các giá trị:

$$c = 400; \quad p_{HF} = 0,1295 \text{ t/m}^3; \quad p_M = 0,077 \text{ t/hP}.$$

Sau rút gọn phương trình có dạng:

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

Nghiệm $B = 21,1 \text{ m}.$

Từ đó: $L = 147,7 \text{ m}; \quad T = 9,2 \text{ m}; \quad H = 13,05 \text{ m}$

$$L.B.H = 147,7 \times 21,1 \times 13,05 = 40600 \text{ m}^3$$

$$D = 19400 \text{ t}$$

$$W_{HF} = L.B.H.p_{HF} = 40600 \times 0,1295 = 5260 \text{ t}$$

Sức cản tàu.

Sức cản tàu tính cho trường hợp cụ thể: $L/\nabla^{1/3} = 147,7/19000^{1/3} = 5,5$;

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gL}} = \frac{9,25}{\sqrt{9,81 \times 147,7}} = 0,243; \quad C_B = 0,66; \quad C_M = 0,981; \quad C_P = 0,673$$

$$\text{Mặt ướt vỏ tàu } WS = 2,73 \cdot \sqrt{D.L} = 4600 \text{ m}^2.$$

Từ đồ thị sức cản tàu vận tải, theo phương pháp Harwald – Guldhammer có thể đọc được hệ số sức cản dư $C_R = 1,234 \times 10^{-3}$. Sau hiệu chỉnh theo B/T thực tế hệ số lực cản mang giá trị $C_R = 1,21 \times 10^{-3}$.

Sức cản ma sát: $C_F = 1,49 \times 10^{-3}$. Hiệu chỉnh cho các phần lồi $C_F = 1,54 \times 10^{-3}$.

$$\text{Hệ số sức cản } C_T = (1,21 + 1,54) \times 10^{-3} = 2,75 \times 10^{-3}.$$

$$\text{Sức cản vỏ tàu: } R_T = 1/2 \rho v^2.WS = 57000 \text{ kG}.$$

Công suất kéo cần tính theo công thức:

$$EPS = \frac{R_T \times V}{75} = \frac{5700 \times 9,25}{75} = 7030 [HP]$$

Công suất cần thiết để đẩy tàu: $BHP = EPS \times \frac{1}{\eta_H} \times \frac{1}{\eta_R} \times \frac{1}{\eta_S} \times \frac{1}{\eta_G}$

trong đó: $\eta_H = \frac{1-t}{1-w}$ - hiệu suất thân tàu

η_R - hiệu suất dòng xoáy tương đối, $\eta_R = 0,98 \div 1,02$

η_S - hiệu suất đường trục

η_H - hiệu suất hộp số, nếu có.

Kết quả tính theo công thức $BHP = EPS/\eta_p \approx 10000 PS$.

Với dự trữ công suất chừng 25%, cần thiết chọn máy 12500 PS.

Trọng lượng buồng máy tính theo công thức:

$$W_M = BHP.p_M = 12500 \times 0,077 = 962 t.$$

Theo cách tính này, trọng lượng tàu sẽ là:

$$D = 5260 + 962 + 13260 = 19482 t.$$

So với lượng chiếm nước tính toán, trọng lượng dự trữ bị giảm 82 t, điều đó có thể chấp nhận được khi thiết kế.

1.4 MÁY CHÍNH VÀ TRANG THIẾT BỊ TÀU

Các kiểu, loại máy chính trên tàu trải qua nhiều biến hóa theo thời gian. Trước những năm 1930 trên tàu vận tải người ta sử dụng máy hơi nước là chính. Đội tàu chiếm chừng 70% đăng ký đã trang bị máy hơi nước trong thời kỳ này. Từ những năm 1960 máy hơi nước ít xuất hiện trên tàu. Đội tàu trang bị tuabin khí từ thành phần khiêm tốn chừng vài phần trăm trước đó đã chiếm khoảng 27÷28% trong những năm 60. Máy tàu diesel ngày nay chiếm số đông trong trang bị các tàu. Từ những năm 70 chúng ta có thể thấy 97% số tàu trên thế giới trang bị máy chính bằng động cơ diesel.

Động cơ diesel công suất lớn, dùng cho tàu vận tải cỡ lớn có thể qui ước chia thành các nhóm tùy thuộc vòng quay trục cơ:

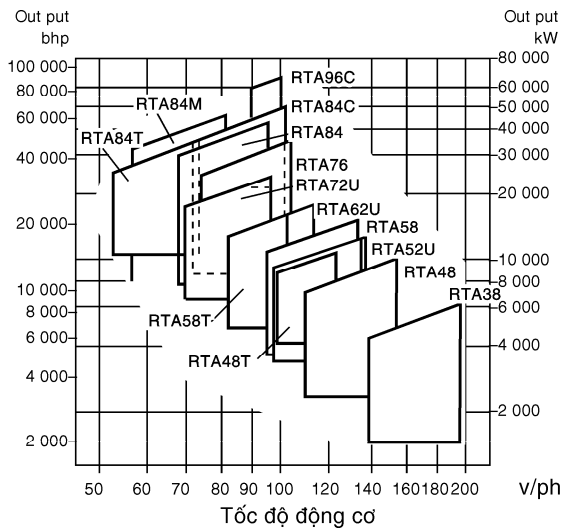
Máy quay chậm, thông thường còn được gọi *máy thấp tốc (low speed)* gồm những máy có vòng quay trục cơ không quá 200 v/ph (tiếng Anh: rpm). Máy nhóm này không trang bị hộp số mà trực tiếp quay trục chân vịt. Tàu vận tải cỡ lớn thường trang bị máy nhóm này.

Máy nhóm trung tốc (medium speed) gồm những máy có vòng quay trục cơ không quá 500 v/ph. Những máy diesel được chế tạo sau này có thể thuộc *nhóm máy cao tốc (high speed)*, vòng quay trục cơ trên 500 v/ph. Những máy thuộc hai nhóm

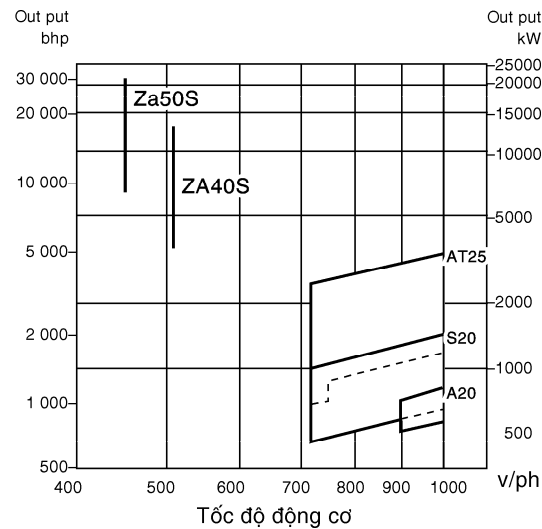
sau khi trang bị xuống tàu thường kèm theo hộp số nhằm giảm vận tốc quay trục chân vịt. Tuy phải trang bị thêm hộp số song trọng lượng và kích thước của các máy trung tốc, cao tốc được giảm khá nhiều nếu so với máy thể hệ trước đó. Nhờ tính gọn, nhẹ hiếm có của nhóm máy này, động cơ diesel cả ba nhóm đã và đang chiếm ưu thế trên tất cả các loại tàu.

Trang bị máy trung tốc và cao tốc kéo theo những đòi hỏi khắt khe hơn về kỹ thuật: dầu diesel phải có chất lượng cao hơn, được bảo quản tốt hơn, suất tiêu hao nhiên liệu cao hơn. Hạn chế là, tuổi thọ máy cao tốc ngắn hơn máy thấp tốc. Theo thống kê, máy thấp tốc có thời hạn làm việc khoảng 60÷100 *ngàn giờ*, trong khi đó máy cao tốc chỉ còn 35÷50 *ngàn giờ*. Điều khó bỏ qua, máy cao tốc có tiếng ồn cao hơn máy thấp tốc.

Những máy diesel đang được dùng trên tàu vận tải cỡ lớn và cho các tàu dầu khổng lồ được sản xuất trong các dây công suất thông dụng. Hình 1.22 giới thiệu dây công suất và vòng quay máy hai thì do hãng Sulzer sản xuất, dùng cho tàu vận tải biển. Trên các tàu người ta đã sử dụng máy với công suất đến gần 90.000HP, vòng quay máy 90÷100 *v/ph*. Hình 1.33 giới thiệu các máy trung tốc và cao tốc dùng cho tàu vận tải. Đây là những động cơ bốn thì, quay trung bình, công suất máy dưới 30.000HP.



Hình 1.31



Hình 1.33

Kích thước phủ bì và trọng lượng nhóm máy của hãng Sulzer vừa nêu được trình bày tại hình 1.34.

RTA72U/RTA72

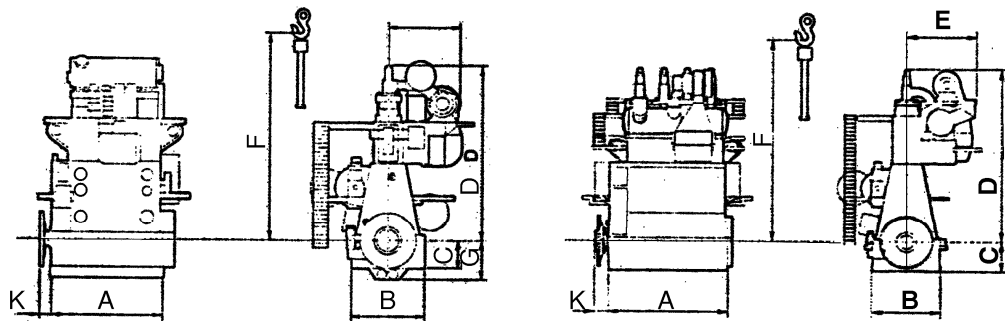
Cylinders	A	B	C	D	E	F	G	K	Mass in t
4	6485	4090	1570	10105	3916	11875	2155	630	430
5	7775	4090	1570	10105	4356	11875	2155	630	500
6	9065	4090	1570	10105	4356	11875	2155	630	580
7	10355	4090	1570	10105	3916	11875	2155	630	655
8	11645	4090	1570	10105	3916	11875	2155	630	730

RTA62U/RTA62

Cylinders	A	B	C	D	E	F	G	K	Mass in t
4	5544	3560	1350	6570	3591	10300	1880	570	285
5	6644	3560	1350	6570	3591	10300	1880	570	330
6	7744	3560	1350	6570	3591	10300	1880	570	380
7	8844	3560	1350	6570	3591	10300	1880	570	430
8	9944	3560	1350	6570	3591	10300	1880	570	480

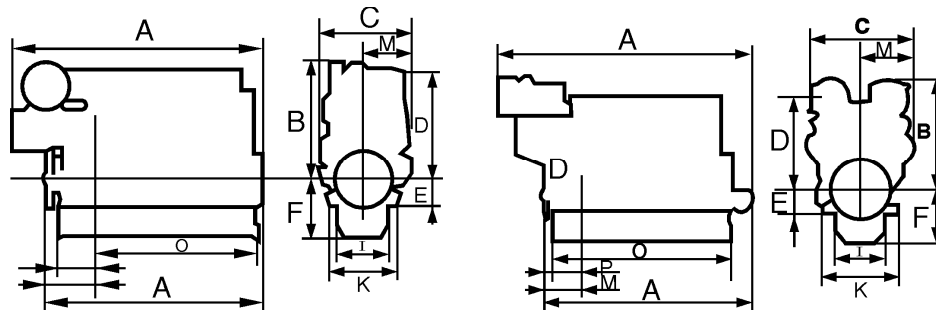
RTA52U/RTA52

Cylinders	A	B	C	D	E	F	G	K	Mass in t
4	4685	3030	1150	7480	3281	8745	1595	480	180
5	5605	3030	1150	7480	3540	8745	1595	480	210
6	6525	3030	1150	7480	3540	8745	1595	480	240
7	7445	3030	1150	7480	3540	8745	1595	480	270
8	8365	3030	1150	7480	3281	8745	1595	480	300



Hình 1.34 Kích thước chính và trọng lượng máy

Bảng tiếp theo giới thiệu máy trung tốc do hãng Wartsila sản xuất. Công suất máy tính bằng kW , vòng quay máy 600 v/ph. Kích thước chính của máy được giới thiệu tại hình 1.35.

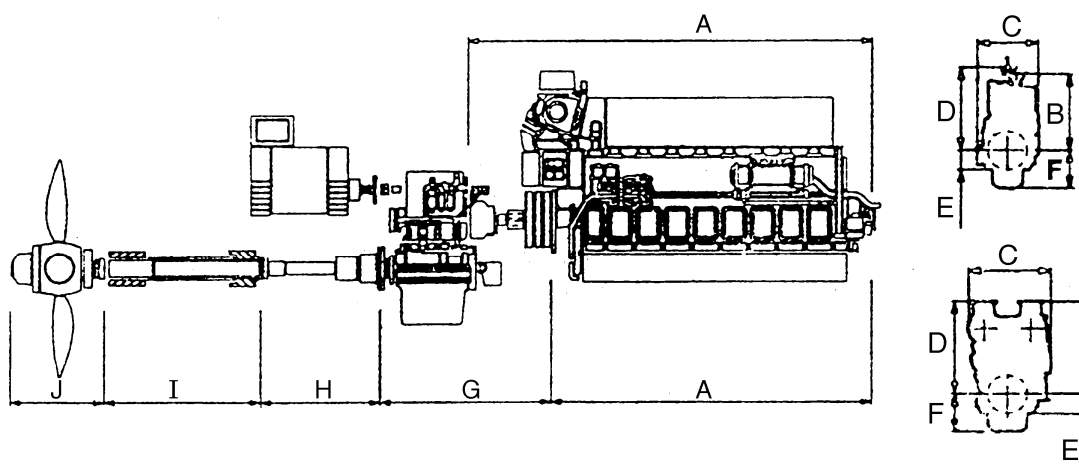


Hình 1.35

Rated power		
Engine type	Output in <i>kW</i> and <i>BHP</i> at 600 <i>rpm</i>	
	<i>kW</i>	<i>BHP</i>
6 L 38	3960	5385
8 L 38	5280	7180
9 L 38	5940	8080
12 V 38	7920	10770
16 V 38	10560	14360
18 V 38	11880	16155

Kích thước chính (mm)/trọng lượng (tons)										
Kiểu máy	A	B	C	E	F	K	M	N	S	Trọng lượng
6 L 38	5805	4178	2073	560	1296	240	1122	1500	4643	50,0
8 L 38	7135	4501	2073	560	1296	240	1122	1500	5843	66,0
9 L 38	7705	4501	2073	560	1296	240	1122	1500	6443	80,0
12 V 38	7735	4750	3158	720	1540	240	1382	2150	5400	82,0
16 V 38	9105	4750	3158	720	1540	240	1382	2150	6800	107,0
18 V 38	9805	4750	3158	720	1540	240	1382	2150	7500	120,0

Trang bị động lực dùng trên tàu vận tải trong trường hợp sử dụng máy trung tốc và cao tốc có thể tham khảo theo tài liệu dưới đây (H.1.36).



Hình 1.36

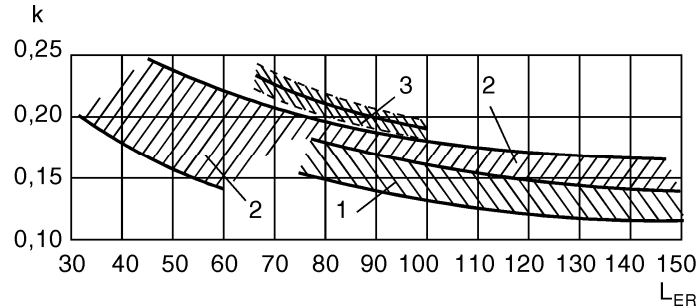
Công suất (kW)	Chân vịt				Hộp số		Máy diesel				Kích thước (mm)									
	Kiểu	Đường kính cũ	Đường kính C.V.	Vòng quay	Kiểu	Tỷ số truyền	Kiểu	kW	BHP	rpm	A	B	C	D	E	F	G	H	E	J
900	PL 56/4I	560	2200	280	400	3.21	6R20	930	1265	900	3032	1612	1360	1800	625	625	1100	1350 min	1600	980
1300	PL 65/4I	650	2500	240	SCV500 SCV500	3.753.7 5	9R20 6R25	1395 1380	1900 1880	900 900	4035 4000	1720 1950	1360 1350	1800 –	625 900	625 900	1360 1360		1800 1800	1111
1600	PL 74/4I	740	3100	180	SCV560	4.58	8V25	1690	2300	825	3400	2130	1855	–	810	810	1520		2000	1205
1900	PR74/4I	740	3400	170	SCV620	5.88	12V22	1950	2650	1000	4360	1730	2084	1600	805/905	805/905	1620		2000	1276
2400	PR 82/4I	820	3800	170	SCV680 SCV680	4.41 4.85	6R32E 12V25	2460 2530	3342 3440	750 825	4955 4440	2345 2120	1960 1960	2500 –	1135 720	1135 720	2270 2270		2000	1414
3200	PR 90/4I/H	900	4300	155	SCV750 SCV750	5.84 5.32	8R32E 16V25	3280 3380	4456 4600	750 825	5985 5300	2713 2120	1945 2070	2550 –	1135 720	1135 720	1960 1960		2140	1595
3600	PR 90/4I/H	900	4500	150	SCV750 SCV750 SCV750	5.00 6.00 5.00	9R32E 16V25 6SW38	3690 3680 3960	5013 5000 5385	750 900 600	6485 5300 4695	2649 2120 2680	2115 2070 2080	2500 – –	1135 720 1300	1135 720 1300	1960 1960 1960		2200	1595
4900	PR 100/4I/H	1000	4800	145	SCV850	5.17	12V32E	4920	6684	750	5686	2503	2590	2330	1150	1150	2200		2370	1726
4900	PR 108/4H	1080	5200	120	SCV850	6.25	12V32E	4920	6684	750	5686	2503	2590	2330	1150	1150	2200		2370	1886
5200	PR 108/4HH	1080	6000	140	SCV850	4.29 3.57	8SW38 6R46	5280 5430	7180 7380	600 500	5895 7900	3030 4120	2400 3070	– 3890	1300 1460	1300 1460	2200 2200		2400	1886
5900	PR 115/4H	1150	5300	125	SCV850	4.80	9SW38	5940	8080	600	6495	3030	2400	–	1300	1300	2440		2553	1988
6500	PR 115/4H	1150	5400	120	SCV1050	6.25	16V32E	6560	8920	750	6880	2765	2410	2330	1150	1150	2680		2630	1988
7200	PR 130/4H	1450	6500	110	SCV950	4.17	8R46	7240	9840	500	13100	4300	3550	3890	1460	1460	2440		2750	2228
8100	PR 145/4H	1450	6700	110	SCV1050	4.55	9R46	8145	11070	500	10900	4300	4635 3740	3890	1460	1460	2680		2900	2439
10500	PR 105/4H	1600	7000	110	SCV1150 SCV1150	5.45 4.55	16SW38 12V46	10560 10860	14360 14760	600 500	7040 10210	2030 4350	3740	– 3350	1420 1520	1420 1520	3520 3520		3500	2439
14000	PR 160/4H			100	1400	5.00	16V46	14480	19680	500	12370	4350		3350	1502	1502	4280		4200	2691

Bảng 1.26a

Chiều dài buồng máy tàu vận tải tính theo công thức kinh nghiệm:

$$l_{ER} = k.L \quad (1.18)$$

trong đó l_{ER} đọc từ đồ thị tại hình 1.37.



Hình 1.37

Tại đồ thị vùng đánh dấu (1) dành cho động cơ diesel đặt tại khu vực giữa tàu, vùng (2) dành cho buồng máy đặt tại khu vực lái tàu và (3) dành cho buồng máy gồm hai máy chính cùng hộp số, đặt sau lái.

Đường 1 và 2 áp dụng cho máy quay trực tiếp hoặc qua hộp số.

Cách xác định chiều dài buồng máy dựa vào chiều dài bản thân máy chính có thể như sau:

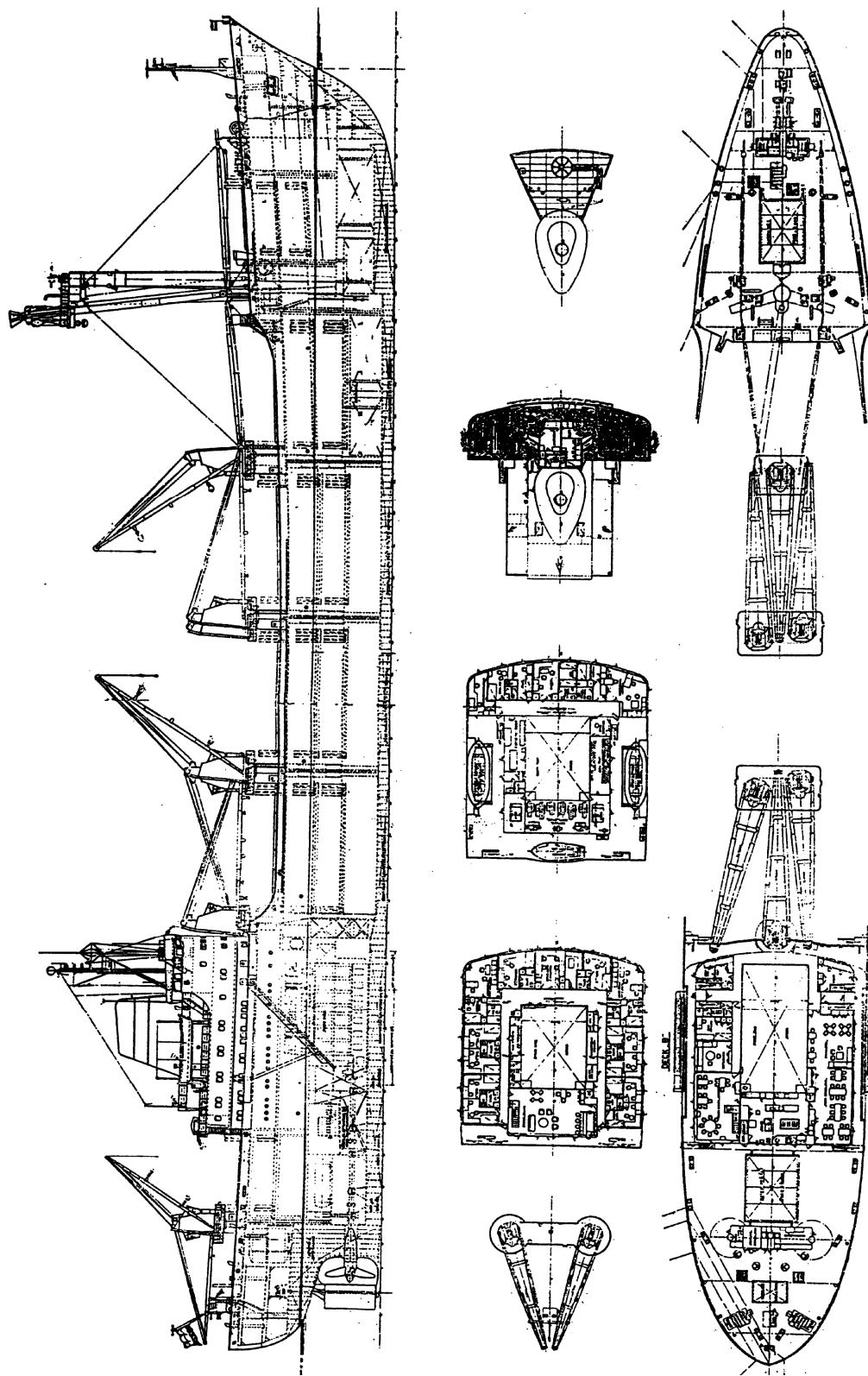
$$l_{ER} = a.L_{ME} \quad (1.19)$$

Chiều dài máy chính phải phù hợp với dữ liệu do các hãng chế tạo cung cấp. Những ví dụ nêu trên sẽ giúp bạn đọc như tài liệu tham khảo.

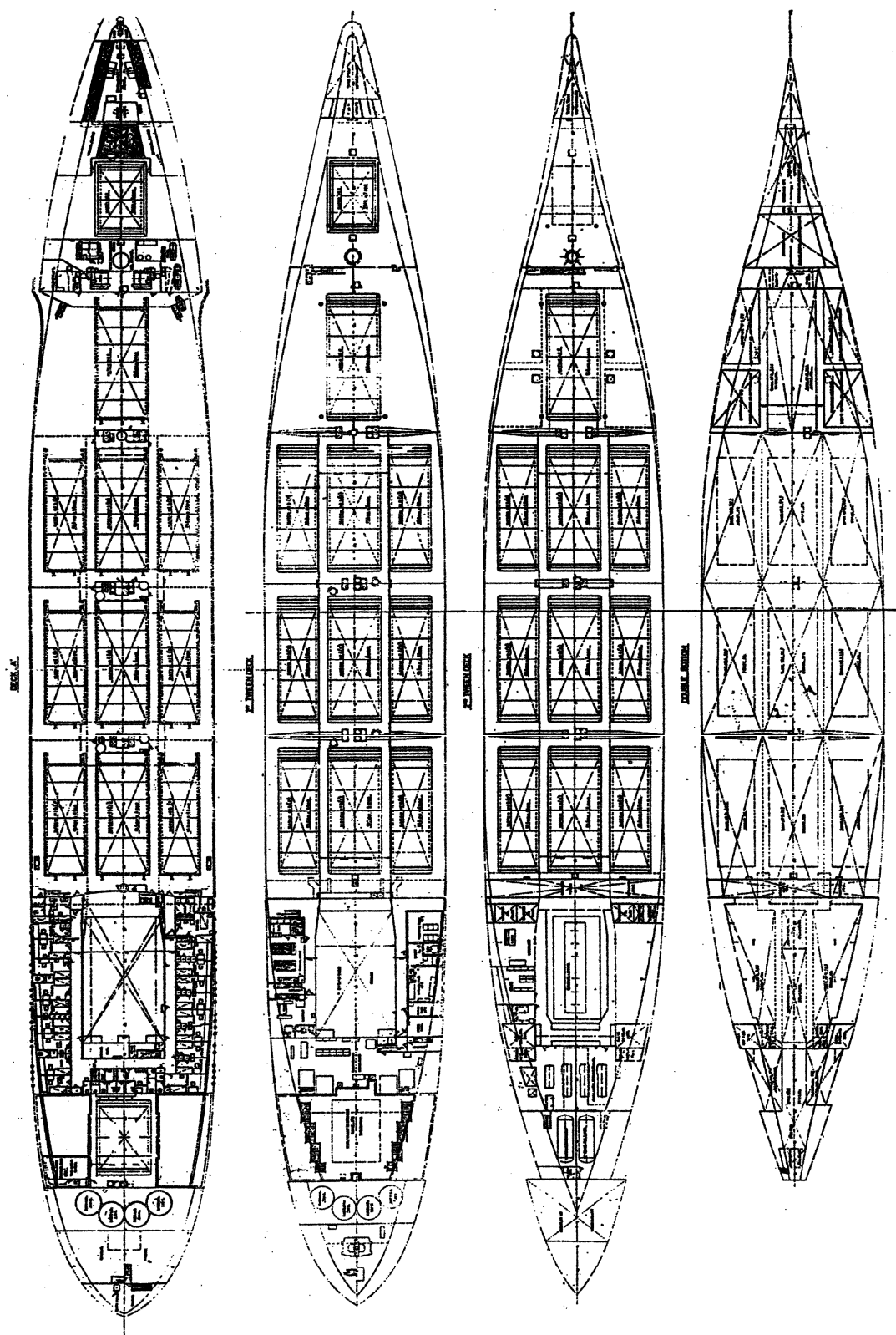
Hệ số a phụ thuộc vào vị trí đặt buồng máy và kiểu máy chính, bạn đọc tham khảo từ bảng 1.6.

Bảng 1.6

Kiểu máy chính	Số lượng	Hệ số a của buồng máy	
		Giữa tàu	Phía lái
Động cơ diesel	1	1,25 – 1,45	1,95 – 2,05
Động cơ diesel cùng hộp số	1	1,75 – 2,05	2,65 – 3,15
	2	1,85 – 2,1	
	4	2,90 – 3,1	
Diesel - điện	1 – 5	3,1 – 3,6	3,5 – 3,9
Tuabin khí	1	2,6 – 2,8	3,2 – 3,7



Hình 1.38

*Hình 1.39*

1.5 NHỮNG TÀU ĐÃ ĐƯỢC CHẾ TẠO

Trong phần này bạn đọc tham khảo cách trình bày các tàu vận tải hàng khô cỡ trên dưới 10.000 *dwt* đã một thời có tiếng trên biển cả tính từ hình 1.39a,b.

Kích thước chính:

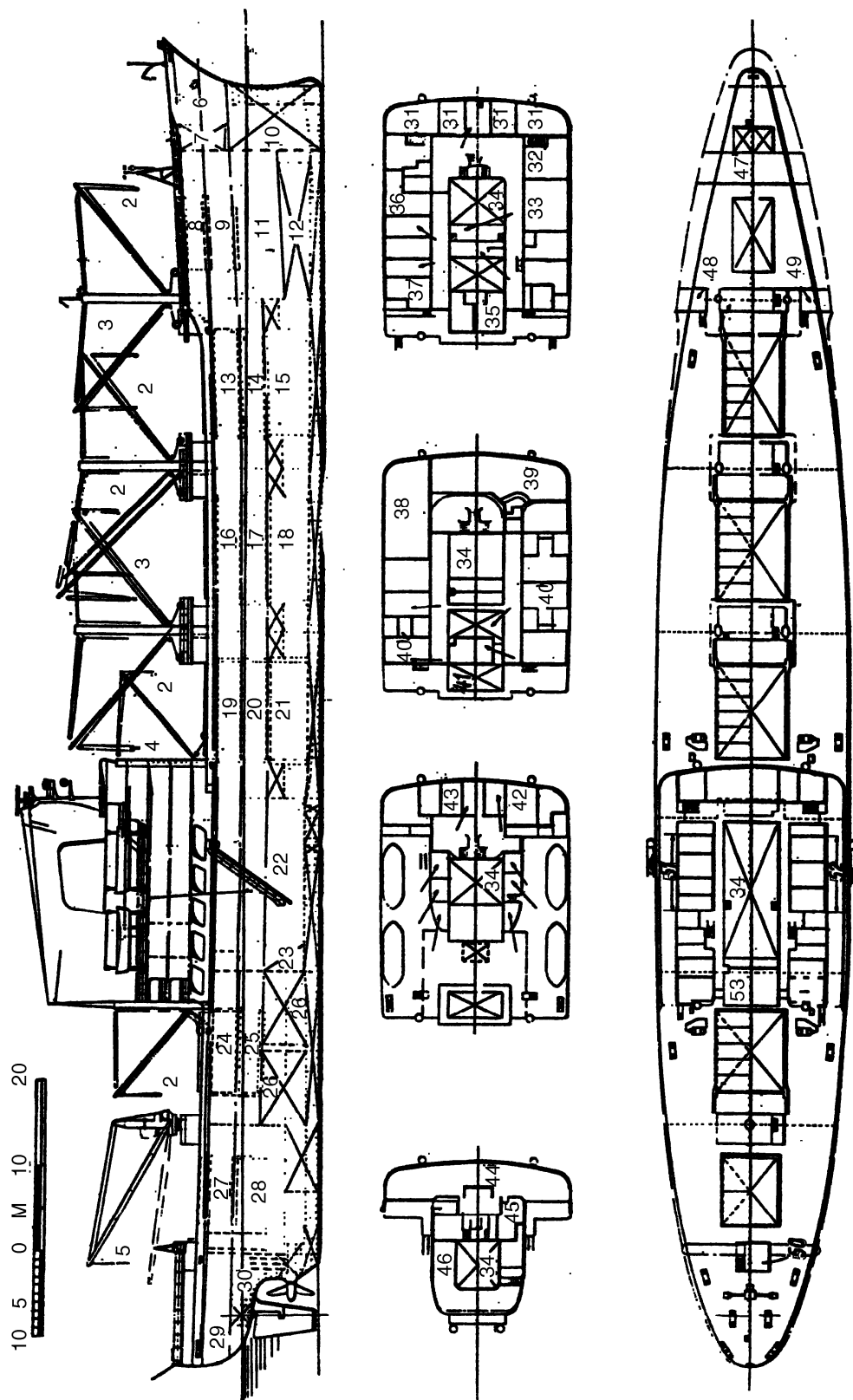
Chiều dài toàn bộ L_{oa}	158,5m
Chiều dài giữa hai trụ L_{pp}	150,5m
Chiều rộng B	21,51m
Chiều cao D	12,40m
Mớn nước max d	8,86m
Trọng lượng tàu không W_{ligh}	5.500t
Lượng chiếm nước D	20.880t
Deadweight	15,350t

Tàu Oriental Queen chúng tôi đã có dịp giới thiệu trong “*Lý thuyết thiết kế tàu*” tại hình 1.40, có các chú dẫn bằng số mang ý nghĩa sau:

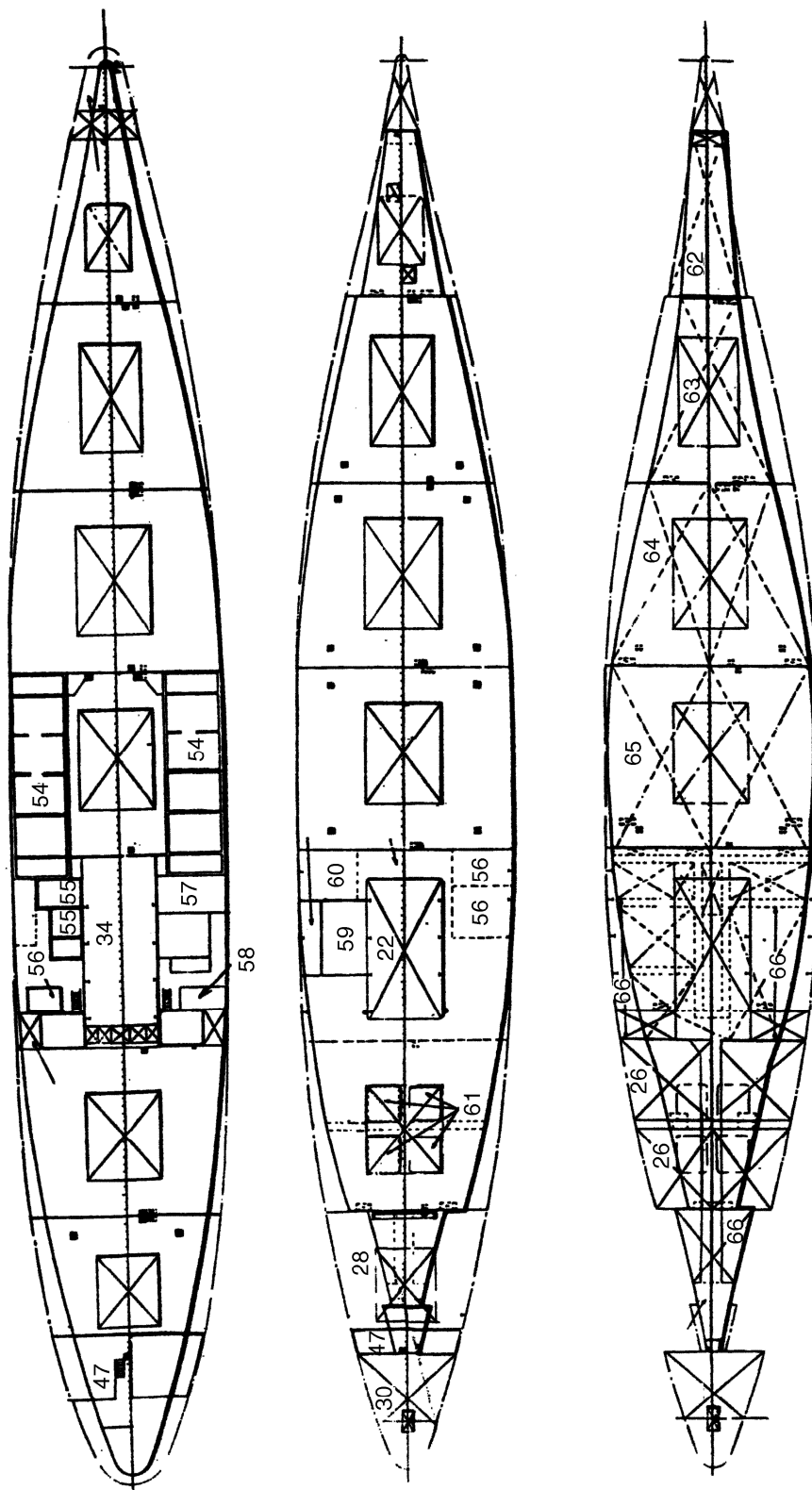
1- cần derrick sức nâng 30t;	14- tweendeck dưới số 2;	27- tweendeck trên số 6;	40- khoang hành khách;
2- cần cầu sức nâng 5 t;	15- khoang hàng 2;	28- khoang hàng số 6;	41- bể tắm;
3- cần cầu sức nâng 10t;	16- tweendeck trên 3;	29- khoang máy lái;	42- buồng thuyền trưởng;
4- cần cầu sức nâng 15t;	17- tweendeck dưới số 3;	30- khoang lái (<i>afterpeak</i>);	43- pilot;
5- cầu quay sức nâng 5 tấn.	18- khoang hàng số 3;	31- buồng dành cho thực tập sinh;	44- buồng lái;
6- kho tập vật;	19- tweendeck số 4;	32- mess dành cho thực tập sinh;	45- buồng radio;
7- thùng xích;	20- tweendeck dưới số 4;	33- phòng sinh hoạt;	46- phòng ngấm cảnh;
8- khoang hàng mũi;	21- khoang số 4;	34- cửa buồng máy;	47- phòng VIP;
9- tweendeck trên;	22- buồng máy;	35- buồng y tế;	48- kho sơn;
10- Khoang mũi (<i>forepeak</i>);	23- nhiên liệu;	36- văn phòng	49- phòng đèn
11- khoang 1;	24- tween deck trên số 5;	37- thợ điện, thợ máy;	
12- deeptank 1;	25- tweendeck dưới số 5;	38- dinning room;	
13- tweendeck trên số 2;	26- deeptank;	39- phòng hòa nhạc, thư viện và bar;	

Bố trí chỗ sinh hoạt thợ máy, bố trí trong buồng máy và các trang thiết bị trên tàu được chỉ dẫn như sau:

50- buồng bơm;	55- kho lạnh;	59- buồng điều khiển;	63- khoang số 2 – nhiên liệu;
51- buồng sinh hoạt của thợ máy;	56- kho;	60- thiết bị lạnh;	64- khoang số 3 – nhiên liệu;
52- buồng sinh hoạt của thủy thủ boong;	57- các bình CO ₂ ;	61- nắp các deeptank;	65- khoang số 4 – nhiên liệu;
53- nhà bếp;	58- phòng giặt;	62- khoang số 1: ballast;	66- nhiên liệu.
54- hầm hàng lạnh;			



Hình 1.40a "Oriental Queen"



Hình 1.40b

Tàu hàng President van Buren

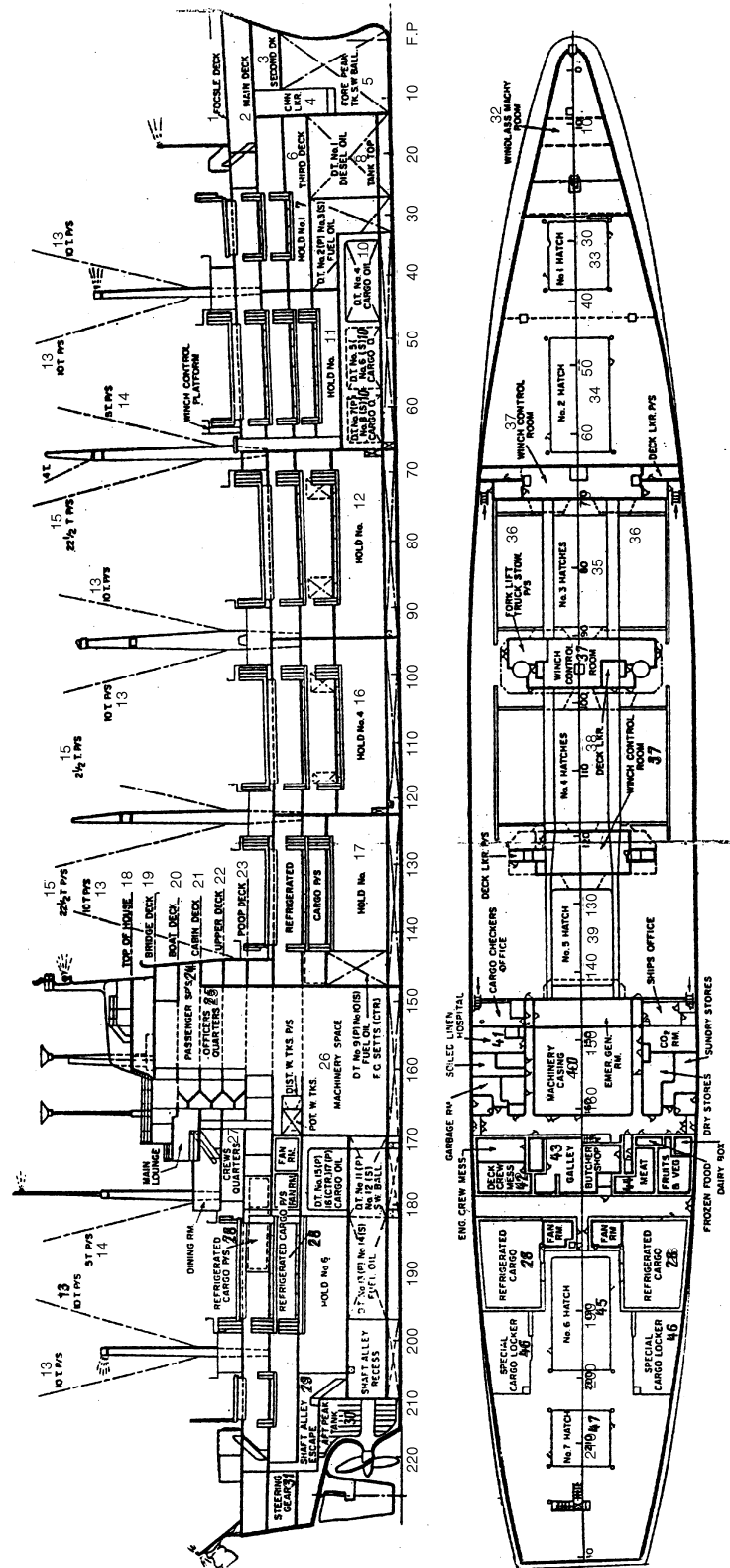
Kích thước chính:

Chiều dài toàn bộ L_{oa}	174,93m
Chiều dài giữa hai trụ L_{pp}	165,96m
Chiều rộng B	24,99m
Chiều cao D	13,87m
Mớn nước max d	9,32m
Vận tốc v	23HL/h
Công suất máy chính	24.000HP
Dung tích hầm hàng (bale) V	22.538m ³
Dung tích hầm lạnh	1.390m ³
Trọng lượng tàu không W_{ligh}	8.237t
Lượng chiếm nước D	21.230t
Deadweight	12.993t

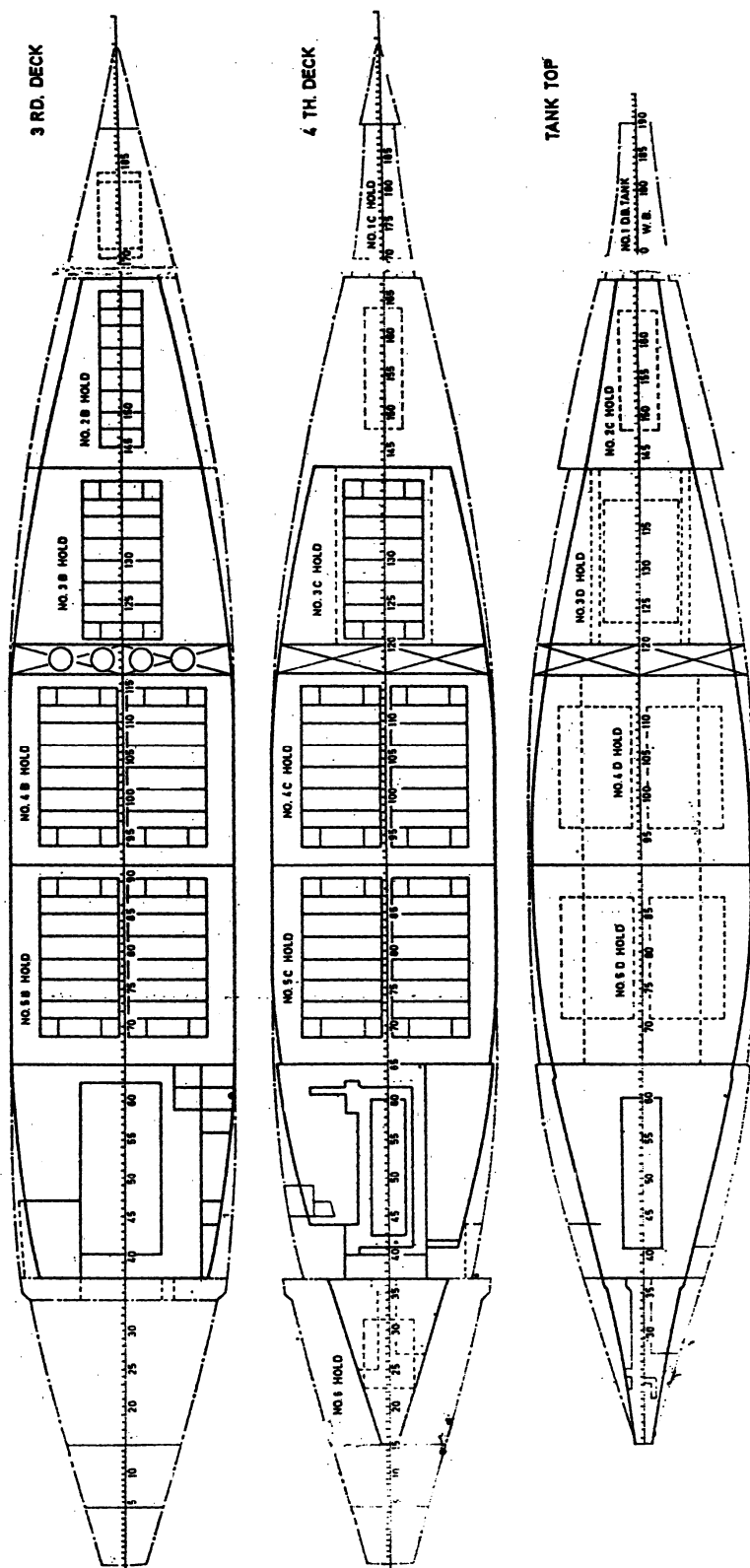
Tàu President van Buren (H.1.41) được trình bày tại đây nhằm giới thiệu với bạn đọc cách bố trí của tàu chở hàng khô của những năm nửa sau thế kỷ XX. Tàu được thiết kế chở hàng khô tổng hợp, trong đó có cả hàng lạnh. Bố trí hầm hàng và miệng hầm hàng theo cách có lợi nhất cho việc bốc dỡ và lên hàng. Các miệng hầm hàng cho hàng lạnh được bảo quản tránh mất nhiệt, nắp hầm hàng các khoang hàng khô được bố trí tại những vị trí thuận lợi nhất. Chiều rộng miệng hầm hàng tại khu vực giữa tàu phá thông lệ cũ để nở rộng ra phía mạn. Tại vị trí 35, 36, 37, 38 bạn đọc có dịp quan sát nắp hầm hàng rộng tối đa như đã đề cập trong phần thiết kế tàu.

Trong minh họa hình 1.41 chúng tôi giữ nguyên những chú thích bằng tiếng Anh để tiện cho bạn đọc theo dõi. Những ghi chú bằng số tại hình mang ý nghĩa sau:

1- boong mũi; 2- boong chính; 3- boong giữa như chức năng tweendeck; 4- thùng xích; 5- forepeak; 6- boong thứ ba; 7- khoang hàng số 1; 8- deeptank dùng chứa dầu; 9- deeptank; 10- deeptank (dùng chứa hàng); 11- khoang hàng số 2; 12- khoang hàng số 3; 13- cần cẩu 10t; 14- cần cẩu 15t; 15- cần cẩu 22,5t; 16- khoang hàng số 4; 17- khoang hàng số 5; 18- boong trên thượng tầng; 19- boong lái (trong tiếng Anh chỉ có sàn này mới được gọi là “cầu” – bridge, ứng với nghĩa đen của pont của người Pháp – boong trong tiếng Việt); 20- boong thuyền; 21- boong hành khách; 22- boong trên; 23- boong lầu sau; 24- phòng hành khách; 25- phòng sĩ quan; 26- buồng máy; 27- phòng thuyền viên; 28- buồng hầm lạnh; 29- lối thoát hiểm từ đường hầm trục chân vịt; 30- afterpeak; 31- buồng máy lái; 32- buồng máy kéo neo; 33- miệng hầm hàng 1; 34- miệng hầm hàng 2; 35- miệng hầm hàng 3; 36- garage xe nâng; 37- phòng thiết bị điều khiển tời hàng; 38- miệng hầm hàng 4; 39- miệng hầm hàng 5; 40- miệng khoang máy; 41- phòng y tế; 42- phòng ăn cho thuyền viên; 43- galley (bếp); 44- kho thực phẩm; 45- miệng hầm hàng 6; 46- phòng VIP; 47- miệng hầm hàng 7.



Hình 1.41 "President van Buren"



Hình 1.42b

Tàu chở hàng khô sức chở 4.000dwt đóng tại TP Hồ Chí Minh

Đặc tính chung

Chiều dài thiết kế 89,56m

Chiều rộng 14,04m

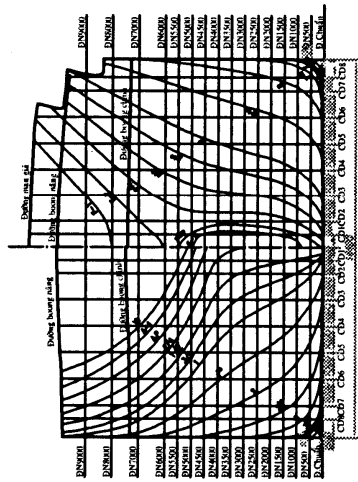
Chiều cao 7,3m

Mớn nước 6,0m

Tàu lắp máy công suất 2.300PS

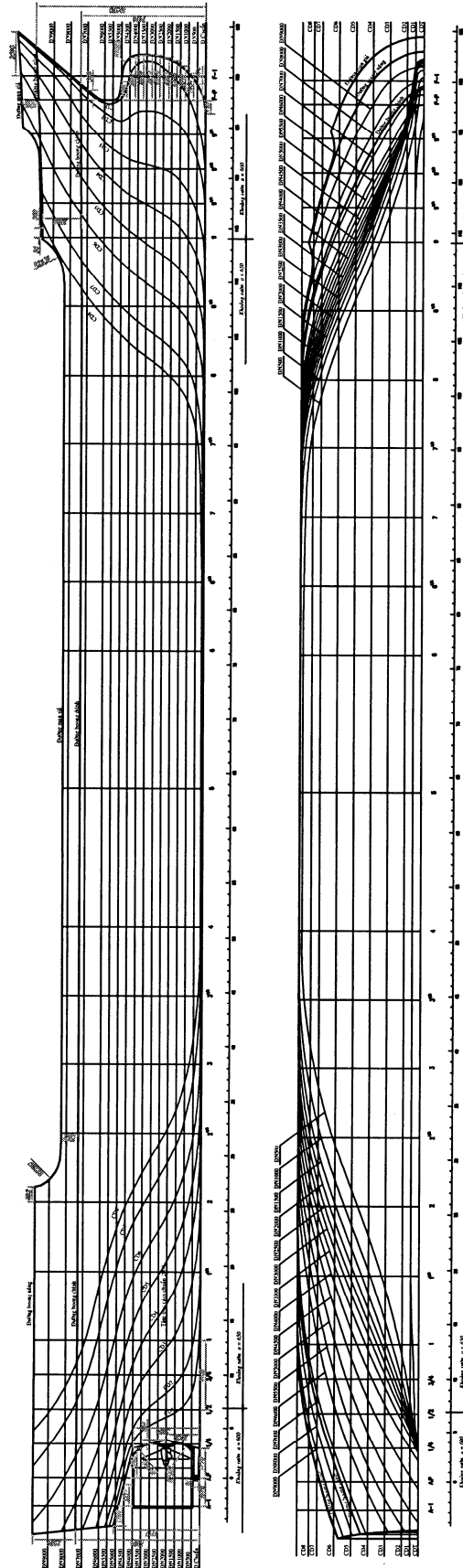
Đường hình tàu giới thiệu tại hình 1.43

Bố trí chung tàu trình bày tại hình 1.44a,b.

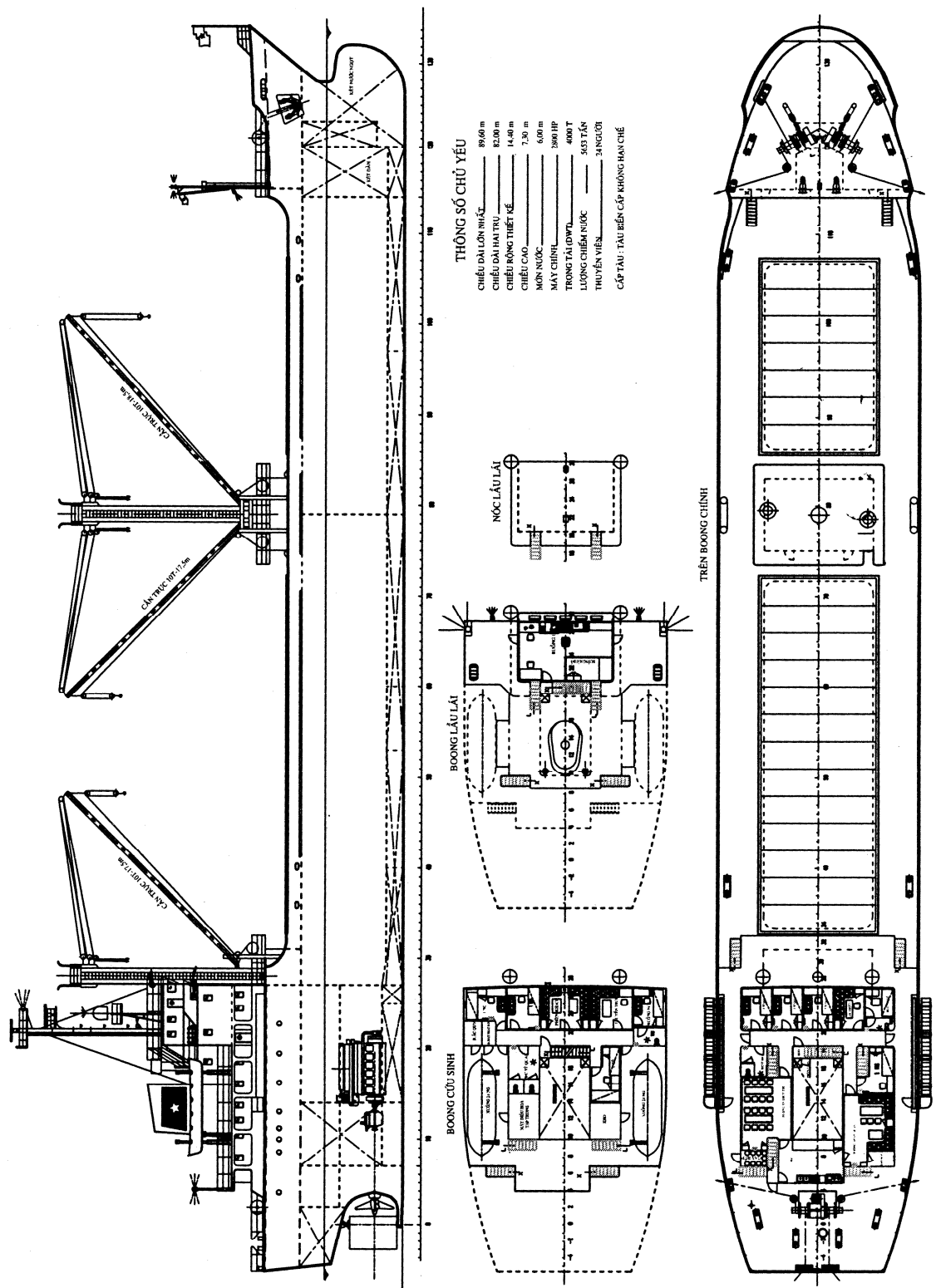


THÔNG SỐ CHỦ YẾU

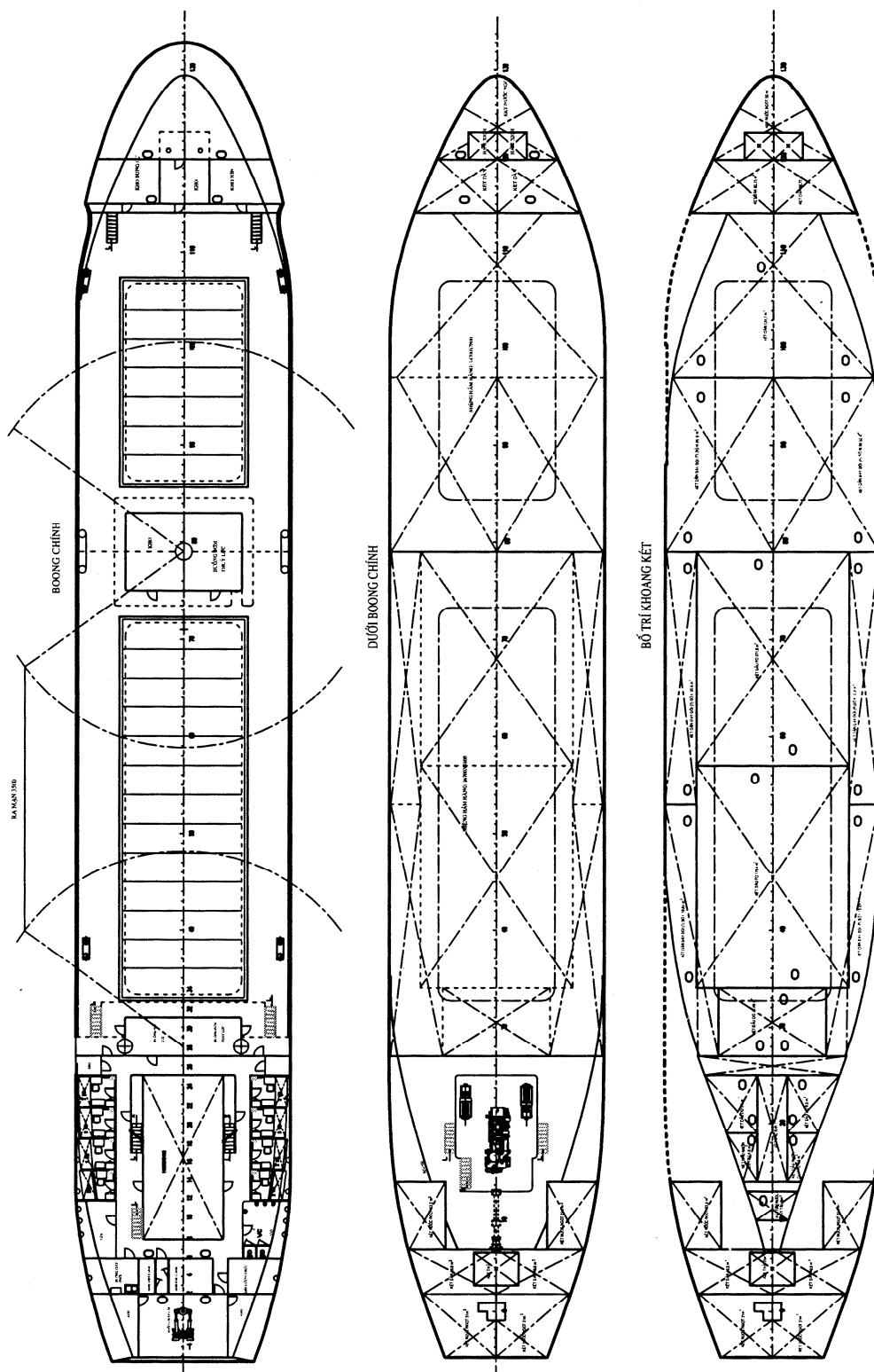
CHIỀU DÀI LỚN NHẤT	89,60 m
CHIỀU DÀI THIẾT KẾ	82,00 m
CHIỀU RỘNG THIẾT KẾ	14,40 m
CHIỀU CAO	7,30 m
MỎN NƯỚC	6,00 m
MÁY CHÍNH	2800 HP
TẢI TRỌNG (m.t)	4000T
TRUYỀN VIÊN	24 NGƯỜI
CẤP TÀU: TÀU BIỂN CẤP KHUANG HẠN CHẾ	



Hình 1.43 Tàu vận tải sức chở 4000 DWT



Hình 1.44a



Hình 1.44b

Tàu vận tải hàng khô sức chở 8.700dwt

Kiểu tàu Cargo ship. Tàu một boong chính cùng boong lầu mũi và lầu lái, thượng tầng, buồng máy nằm sau. Tàu một chân vịt, máy diesel làm máy chính.

Vùng hoạt động Tàu đi biển

Hàng dự trữ chở Hàng đóng kiện, thép, hàng rời vv...

Kích thước chính

Chiều dài toàn bộ 111,89m

Chiều dài giữa hai trụ 103,13m

Chiều rộng 18,6m

Chiều cao 9,5m

Mớn nước 7,515m

Sức chở DWT 8.700MT

GT 5670

Dung tích hầm hàng

Dung tích các hầm hàng (grain) 10.818m³

F.O tanks 574m³

D.O. tanks 138m³

Nước ngọt 258m³

Ballast nước 1.905m³

Máy chính và vận tốc tàu

Máy chính diesel 1

Công suất max 3.089kW (4.200PS) × 210 v/ph

Công suất liên tục 2.780kW (3.780PS) × 203 v/ph

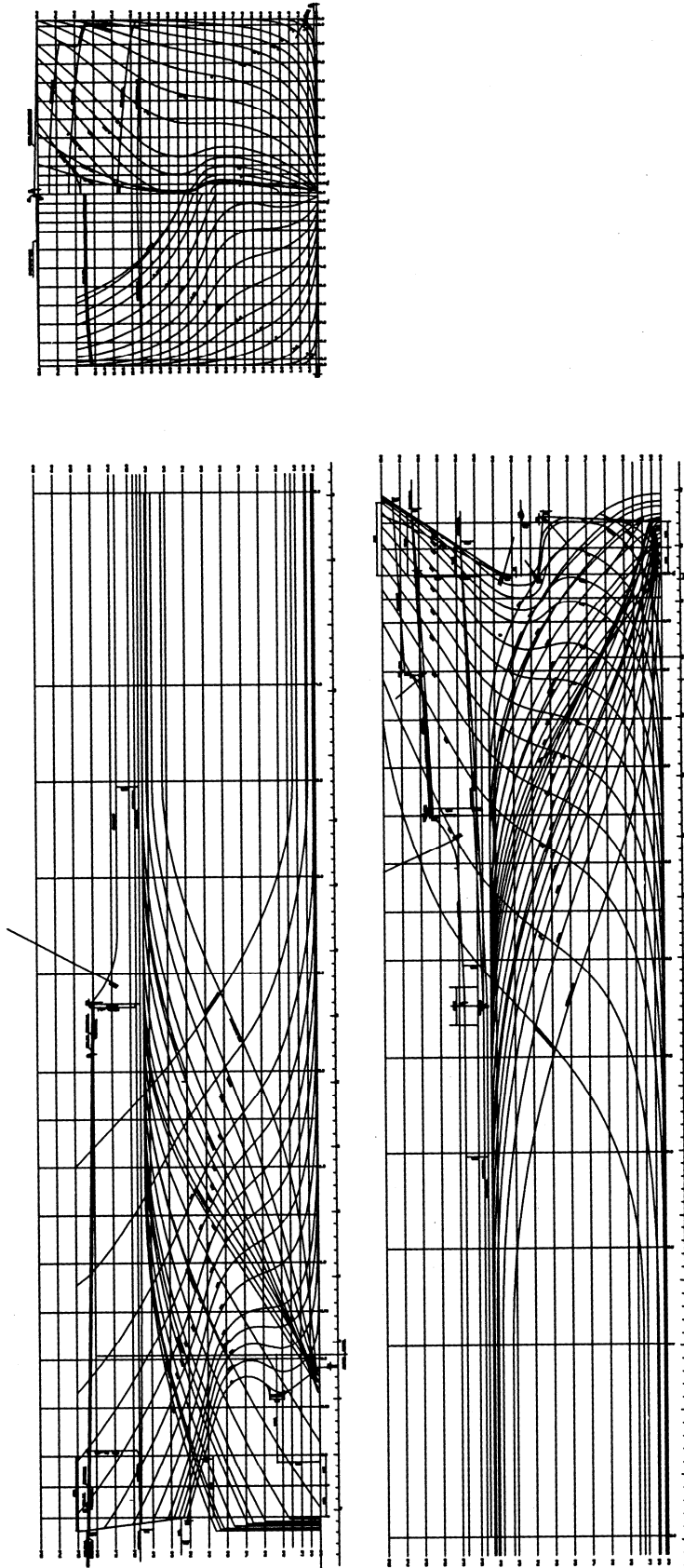
Vận tốc tàu 12,5HL/h

Đoàn thủy thủ

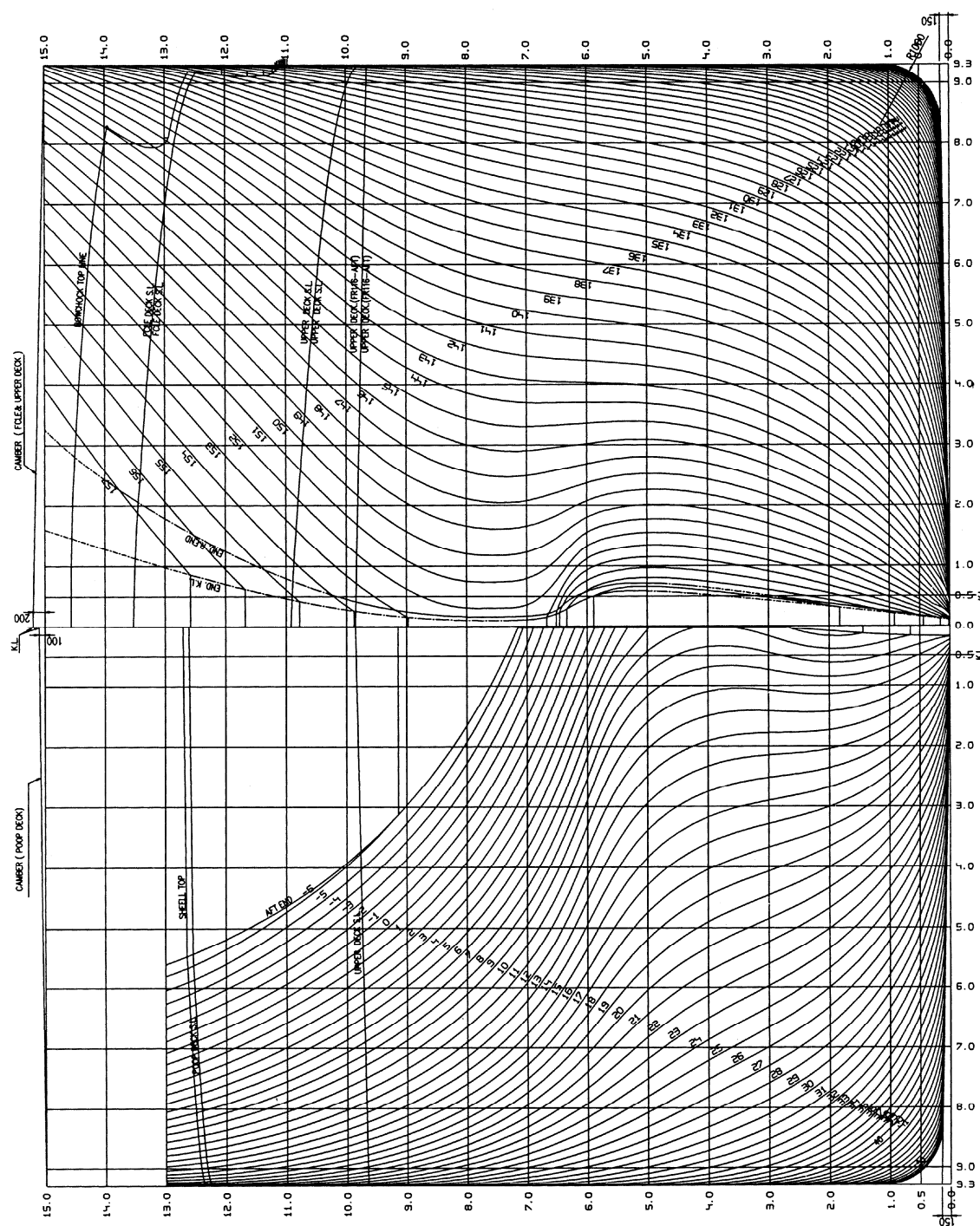
Sĩ quan 7

Thủy thủ 10

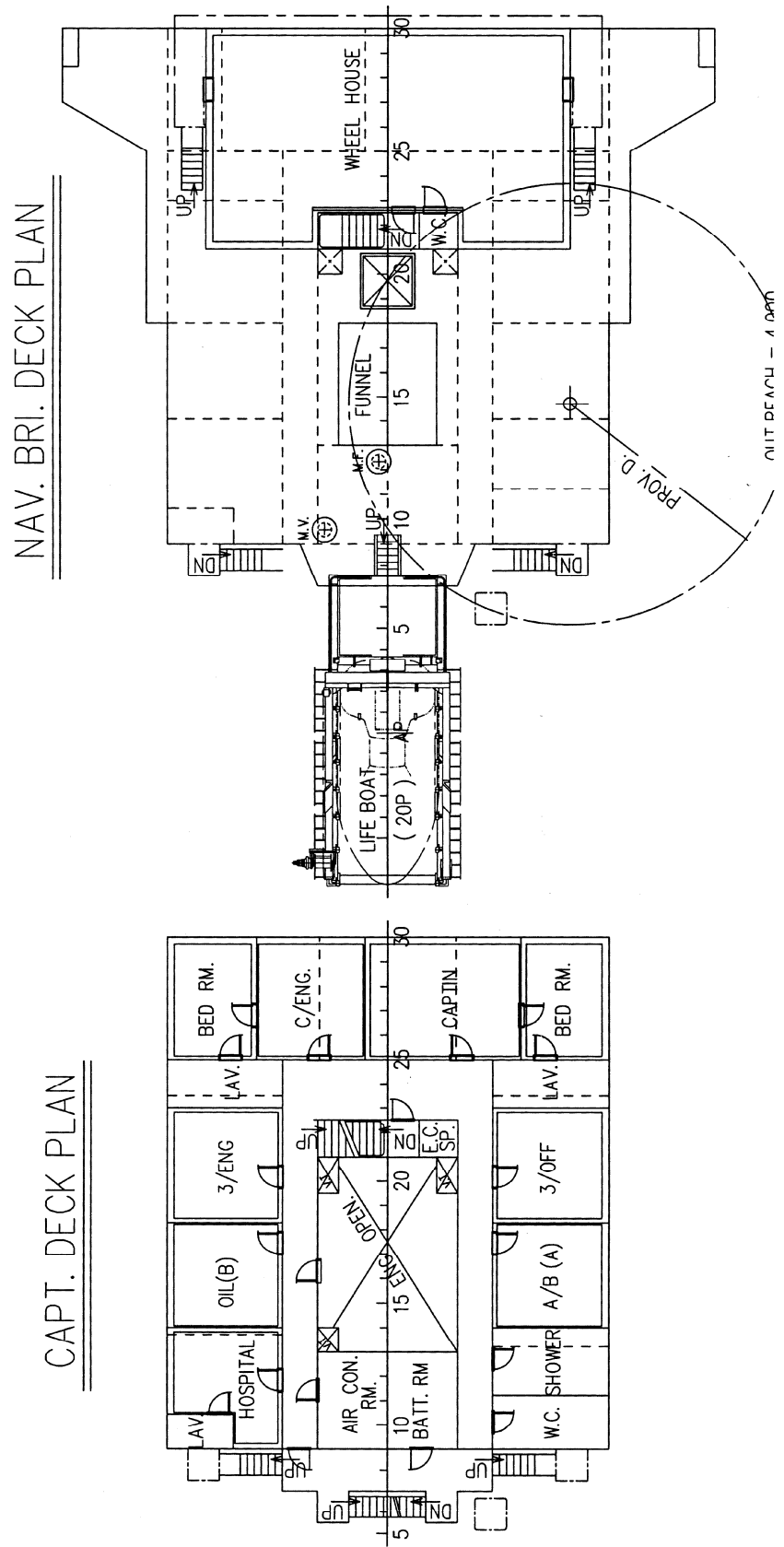
Những chức danh khác 3



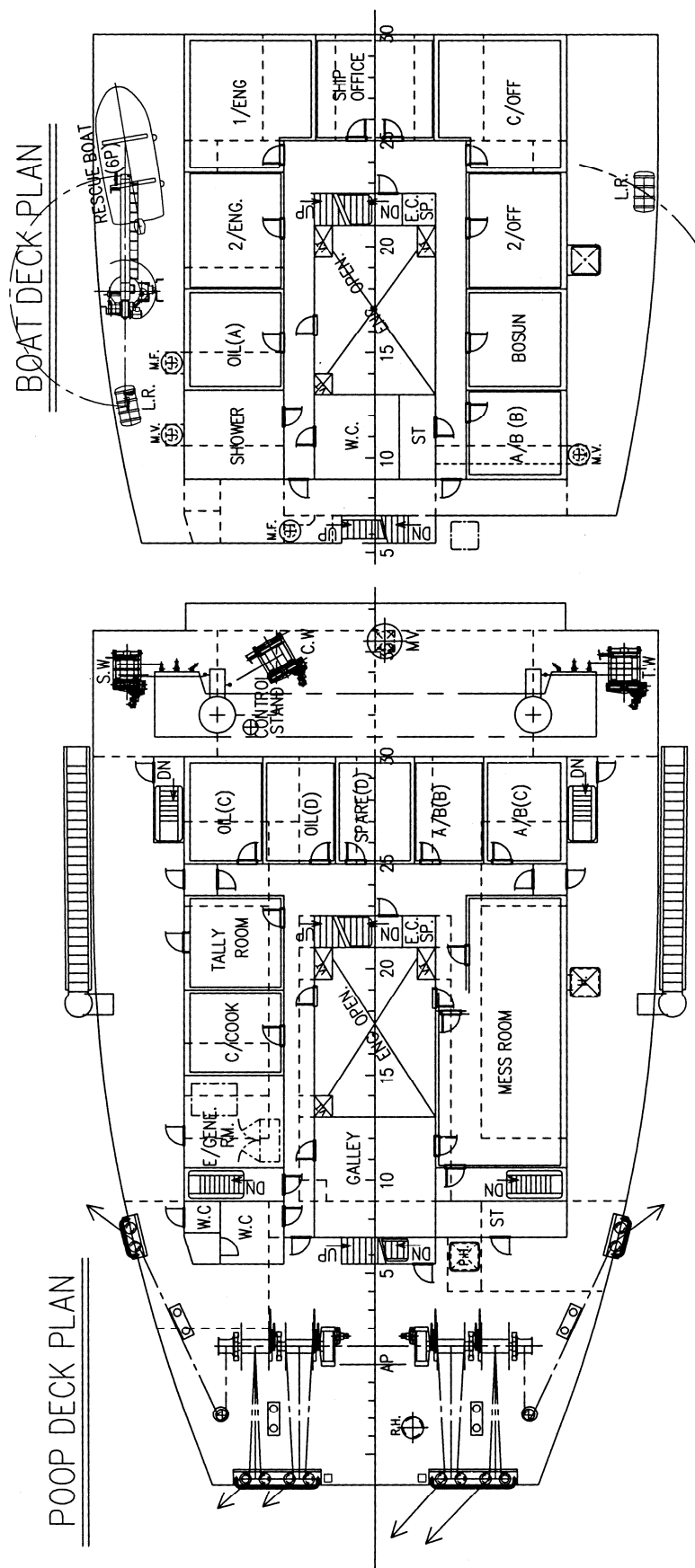
Hình 1.46 Đường hình tàu 8.700DWT



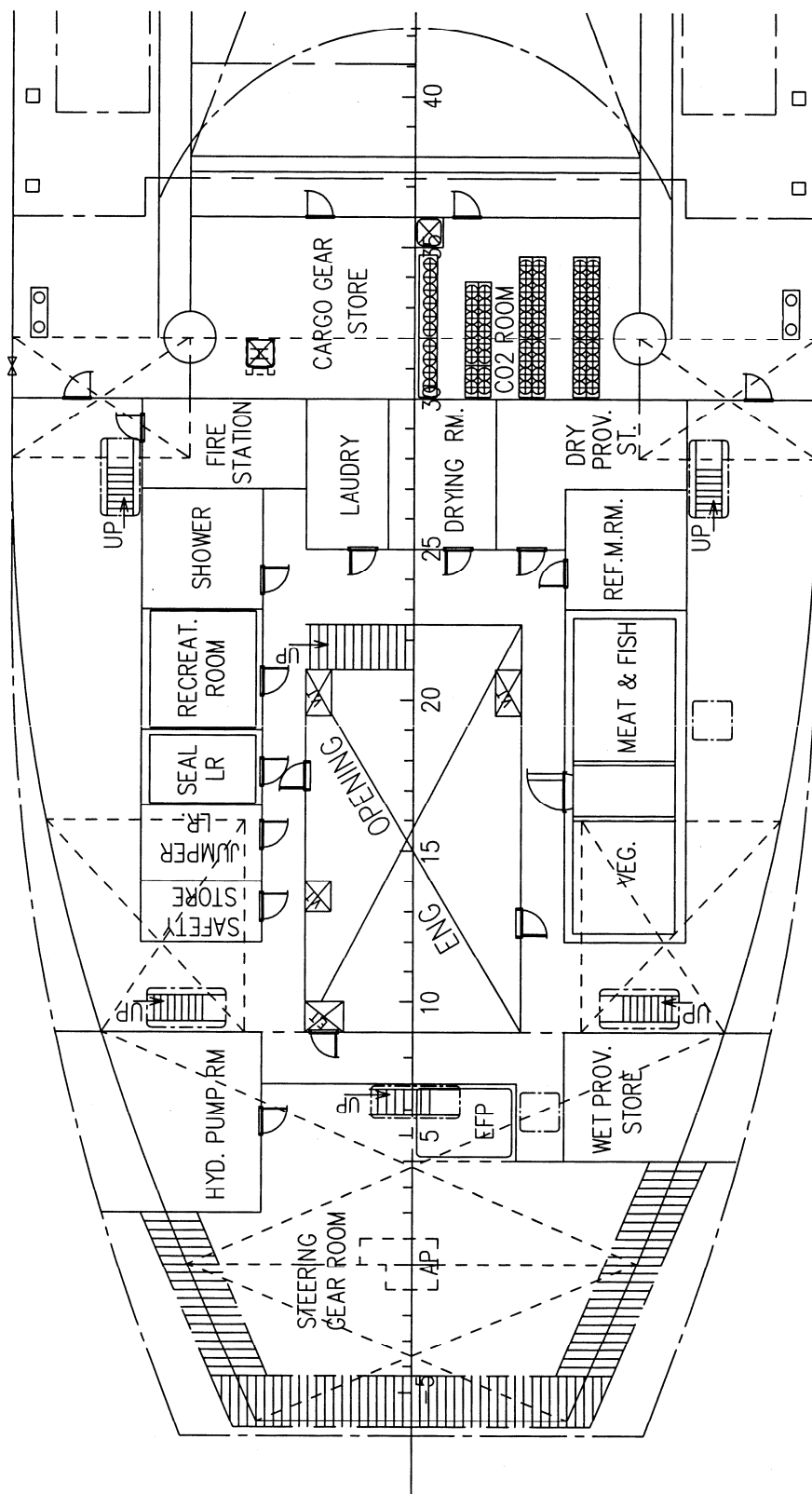
Hình 1.47 *Sườn thực*



Hình 1.48 Tàu 8.700DWT



Hình 1.49 Các buồng tàu 8.700DWT



Hình 1.50 Tàu 8.700DWT

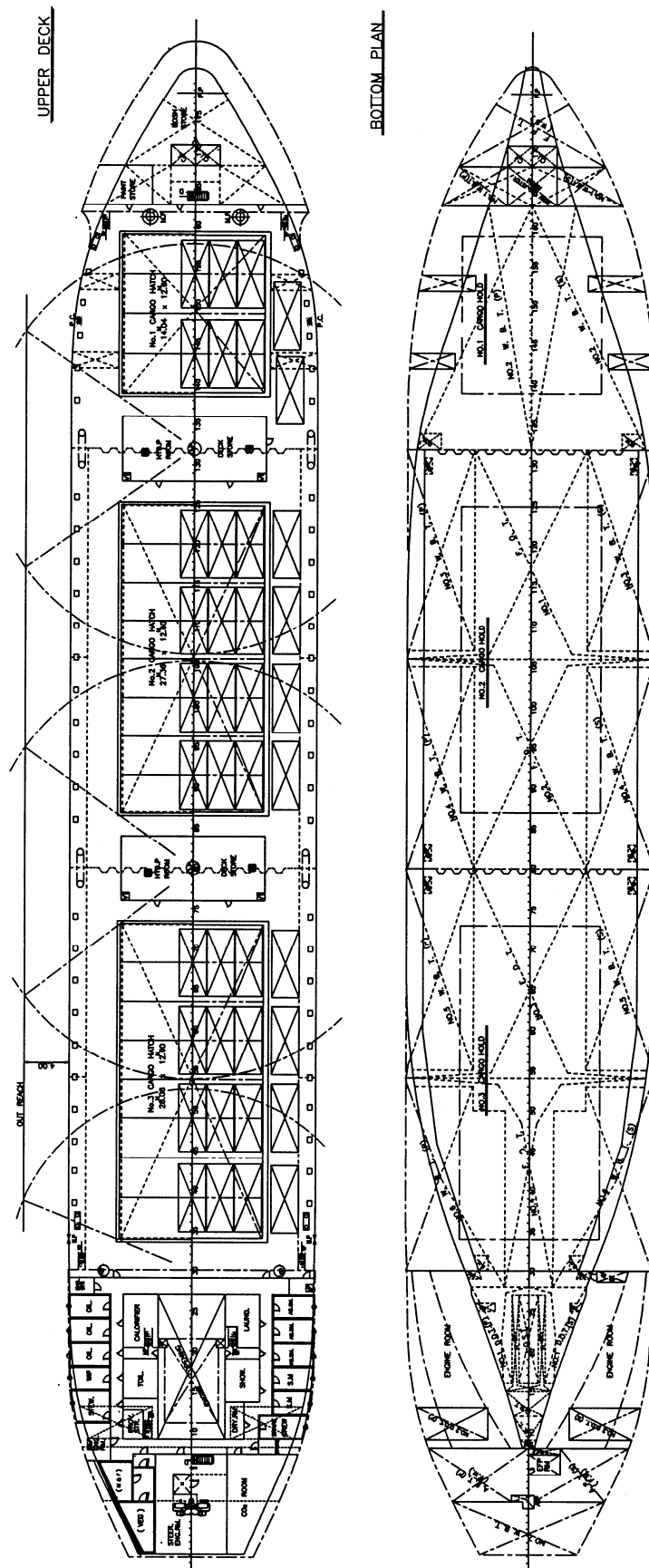
Tàu vận tải hàng khô sức chở 12.500DWT

Kiểu tàu: Tàu vận tải hàng khô tổng hợp, một boong chính cùng boong lầu mũi và lầu lái, thượng tầng, buồng máy nằm sau.

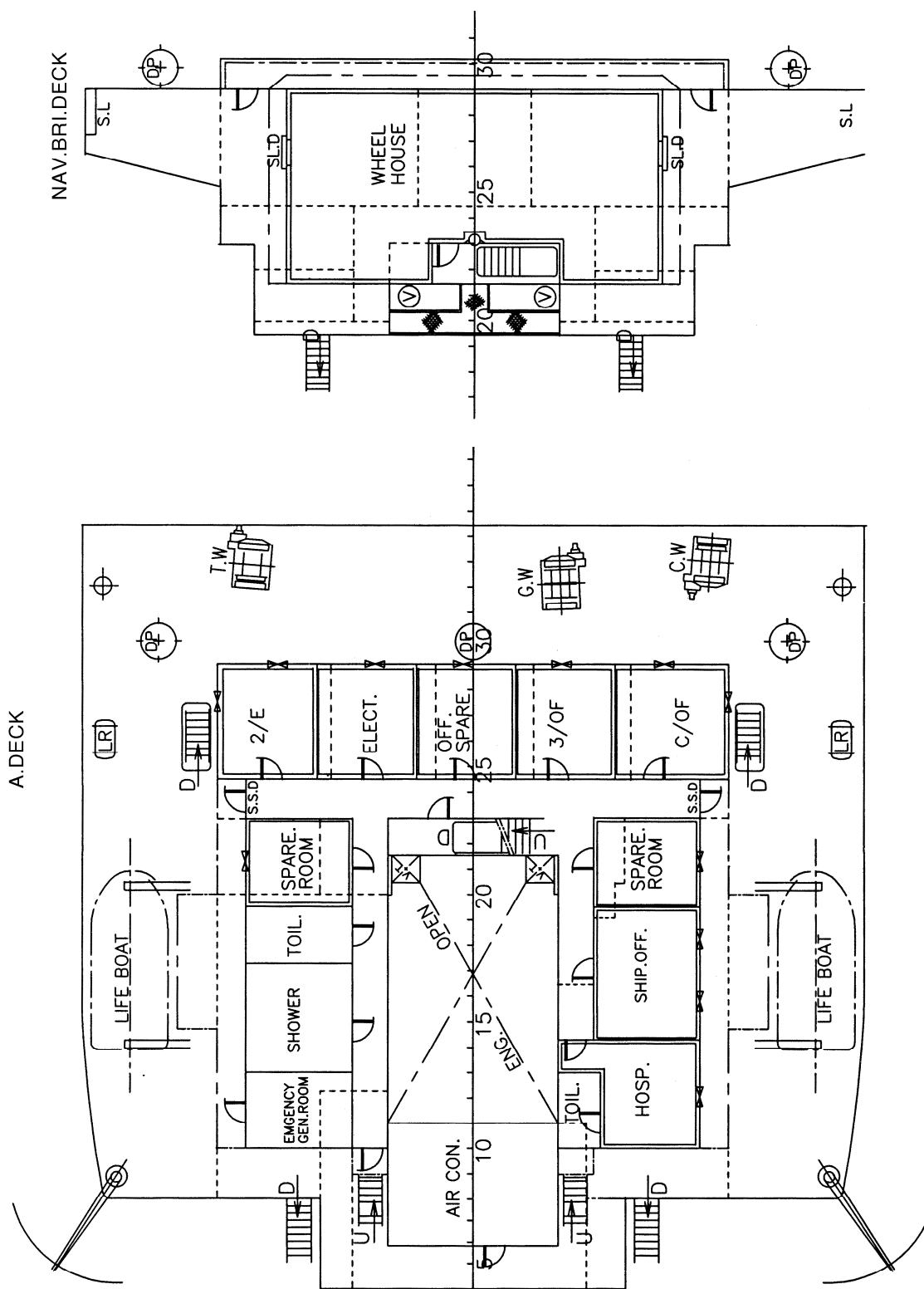
Tàu đóng tại nhà máy đóng tàu Bạch Đằng, Hải Phòng.

Kích thước chính

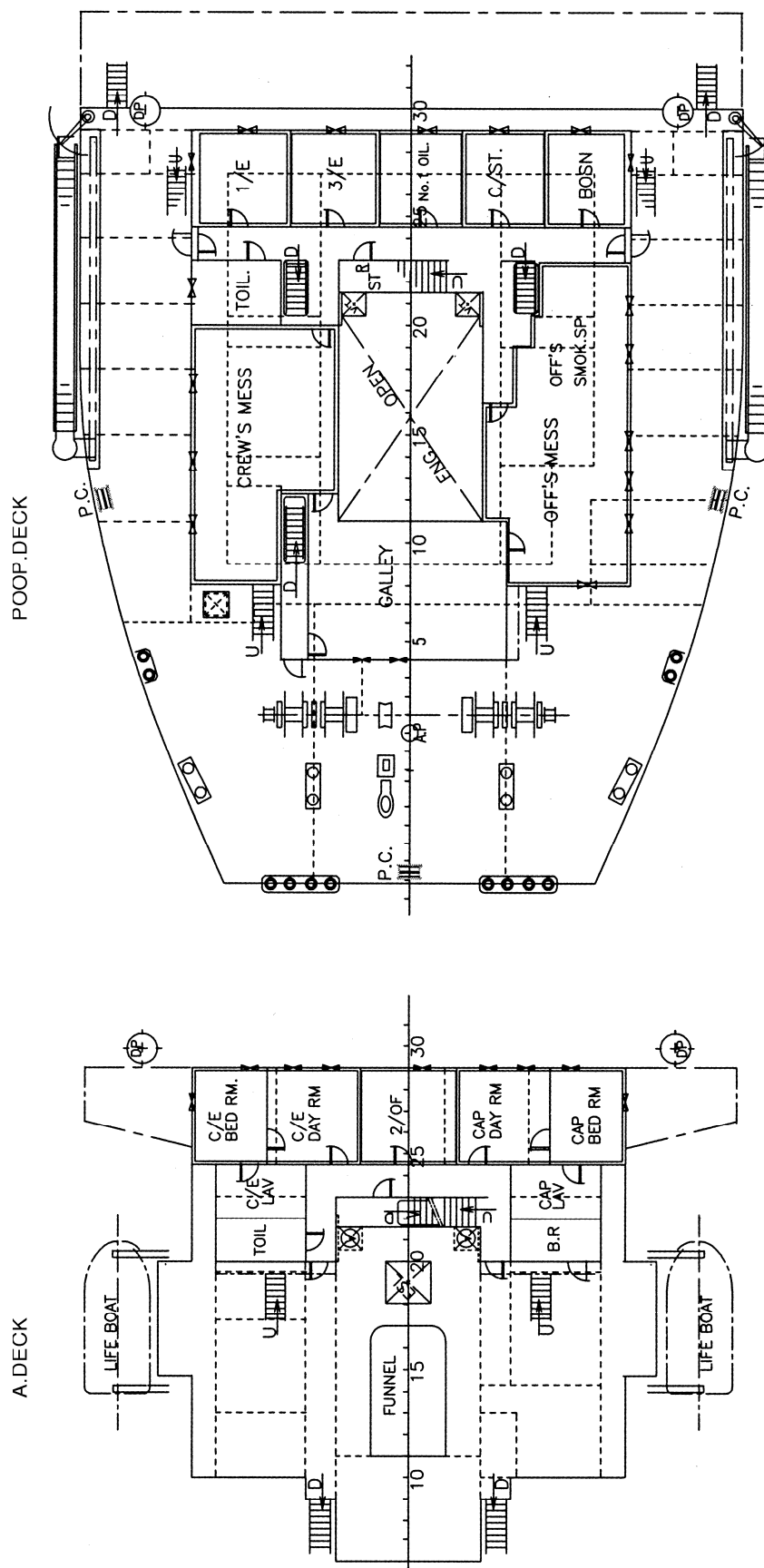
Chiều dài toàn bộ	136,4m
Chiều dài giữa hai trụ	126,0m
Chiều rộng	22,0m
Chiều cao	10,5m
Mớn nước	7,6m
Sức chở <i>DWT</i>	12.500MT



Hình 1.51b



Hình 1.52a Bố trí các buồng tàu 12.500DWT



Hình 1.52b

TÀU DẦU

Tàu dầu (*tankers*) vận chuyển dầu thô, sản phẩm từ dầu phân thành hai nhóm chính: tàu chở sản phẩm hóa dầu (*products carrier*) và tàu chở dầu thô (*crude carrier*). Dung tích đăng ký (*registered tonnage*) tàu dầu luôn chiếm đầu bảng trong các bảng thống kê. Từ đầu những năm bảy mươi tỷ lệ tham gia dung tích đăng ký tàu dầu trong đội tàu biển đã gần 40%.

Kích thước tàu lớn nhất từ trước tới nay vẫn thuộc về tàu chở dầu. Phần mở đầu giới thiệu tàu vận tải chúng ta đã làm quen, *deadweight* của tàu dầu trước chiến tranh thế giới chỉ quanh con số 10.000t, sau chiến tranh con số này đã lớn gần gấp đôi. Vài tàu cỡ 30.000dwt của thời bấy giờ đã được coi là tàu chở dầu siêu lớn (*supertankers*). Kích cỡ tàu tăng trưởng nhanh đến mức các chủ tàu không kịp dùng từ mới để chỉ độ lớn của tàu. Sau *super* người ta mượn *monster* để chỉ độ lớn tàu dầu nhưng chưa kịp dùng đã phải đổi sang *mammoth* và tiếp đó *behemoth*. Kích cỡ tàu dầu bùng nổ trong những năm sáu mươi, bảy mươi. Năm 1959 tàu trọng tải 100.000dwt ra đời, năm 1966 tàu 200.000dwt xuất hiện, tàu trên 330.000dwt kích thước $L \times B \times H = 330 \times 53,3 \times 32m$ ra đời năm 1968. Tàu dầu cỡ xấp xỉ 400.000dwt ra đời từ năm đầu của thập kỷ 70. Loạt tàu dầu sức chở nửa triệu tấn ra đời trong những năm đang đề cập, đánh dấu sự phát triển đỉnh cao của kích cỡ tàu. Một trong những tàu lớn đóng tại France năm 1976 mang tên *Batillius* dài 414m, trọng tải 554.000dwt. Tàu lớn nhất đã đưa vào khai thác năm 1978 có tên gọi *Seawise Giant* sức chở 564.765dwt. Cùng thời kỳ này, thiết kế tàu chở dầu sức chở 1.000.000dwt đã được xem xét.

Ngày nay, tàu chở dầu cỡ lớn mang những tên gọi rất thông dụng, mà người đóng tàu phải làm quen: VLCC – *Very Large Crude Carrier*, tàu ULCC – *Ultra Large Crude Carrier*.

Vận tốc tàu chở dầu hiện đại thay đổi trong phạm vi rất hẹp giữa các kiểu tàu. Tàu cỡ nhỏ, dưới 20.000dwt thường khai thác tại vận tốc 14÷15 *HL/h*. Tàu chạy nhanh nhất trong nhóm có trọng tải cỡ 50.000dwt đến 100÷130 nghìn dwt, vận tốc thực tế khoảng 16÷18 *HL/h*. Tàu khổng lồ không mấy khi vượt quá vận tốc 15÷16 *HL/h*.



Hình 2.1 Tàu dầu

Tàu dầu cỡ nhỏ dùng chuyên chở sản phẩm dầu, hoạt động ven biển sức chở 2800dwt có kích thước như sau:

Chiều dài giữa hai trụ	84,0m
Chiều rộng	12,8m
Chiều cao	5,85m
Mớn nước	4,9m
Máy chính:	
Công suất/vòng quay	2250kW/225v/ph
Vận tốc	13,5HL/h
Đoàn thủy thủ	15 người

Tàu có vách dọc giữa tàu. Tàu phân thành 5 khoang chứa dầu.

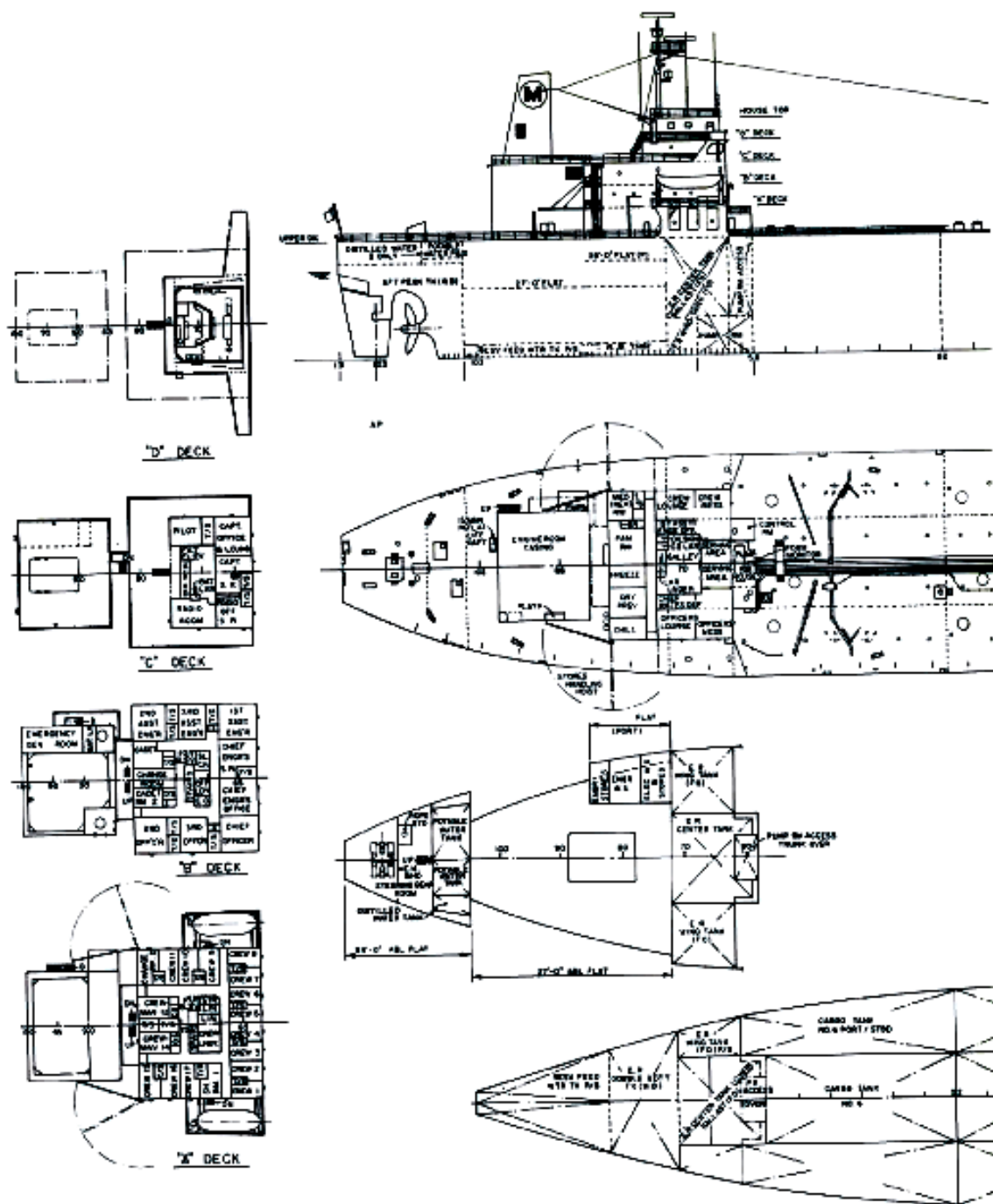
Bơm dầu với năng suất 300t/h đảm bảo đưa hàng ra khỏi tàu trong vòng một ngày.

Đoàn thủy thủ bố trí trong các buồng đơn.

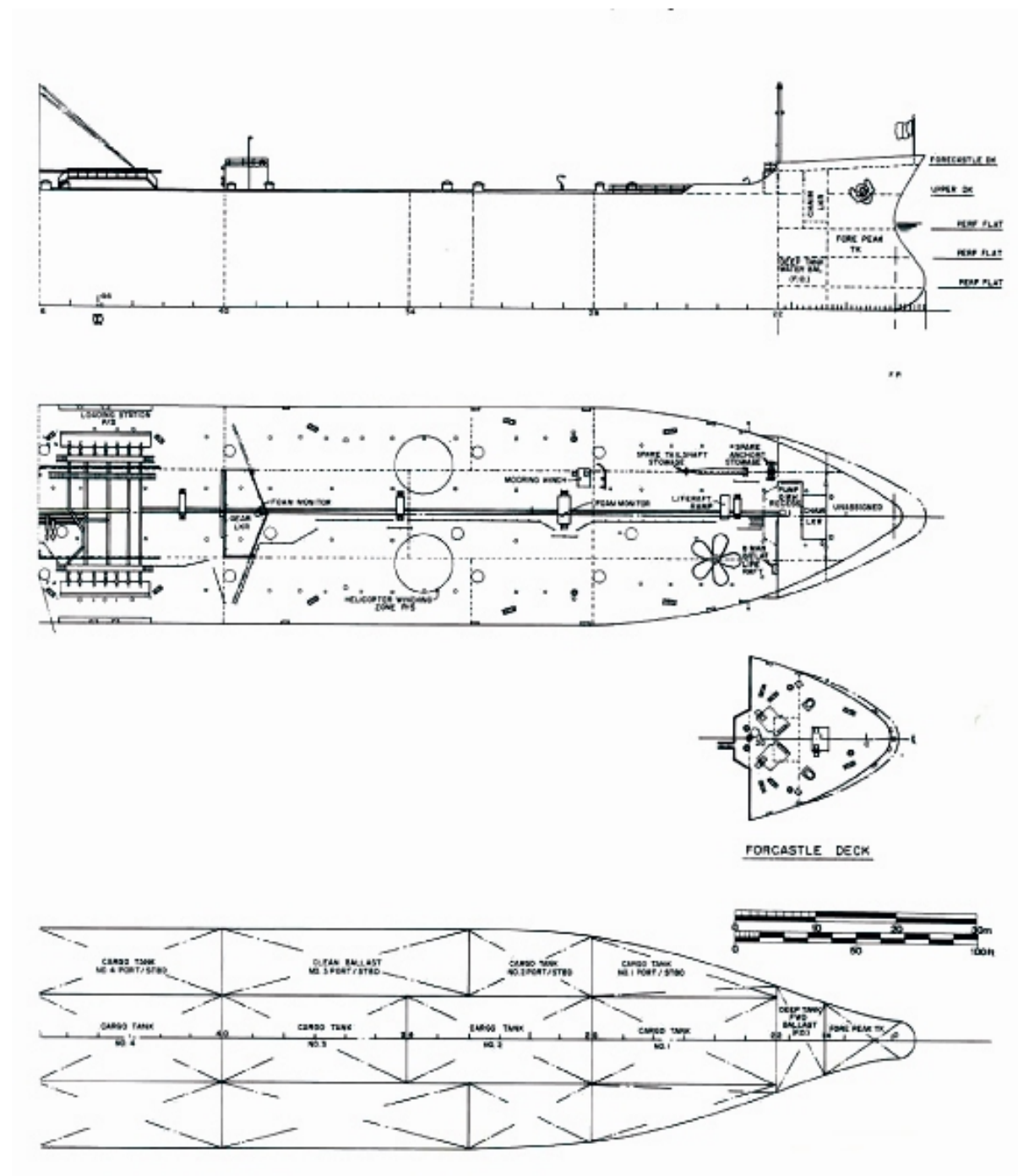
Tàu dầu cỡ lớn tiêu biểu của những năm tám mươi giới thiệu tại bảng 2.1.

Bảng 2.1 Tàu chở dầu

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



Hình 2.2a Tàu chở sản phẩm dầu



Hình 2.2b Tàu chở sản phẩm dầu

2.1 LƯỢNG CHIẾM NƯỚC VÀ TRỌNG TẢI TÀU. TRỌNG LƯỢNG TÀU

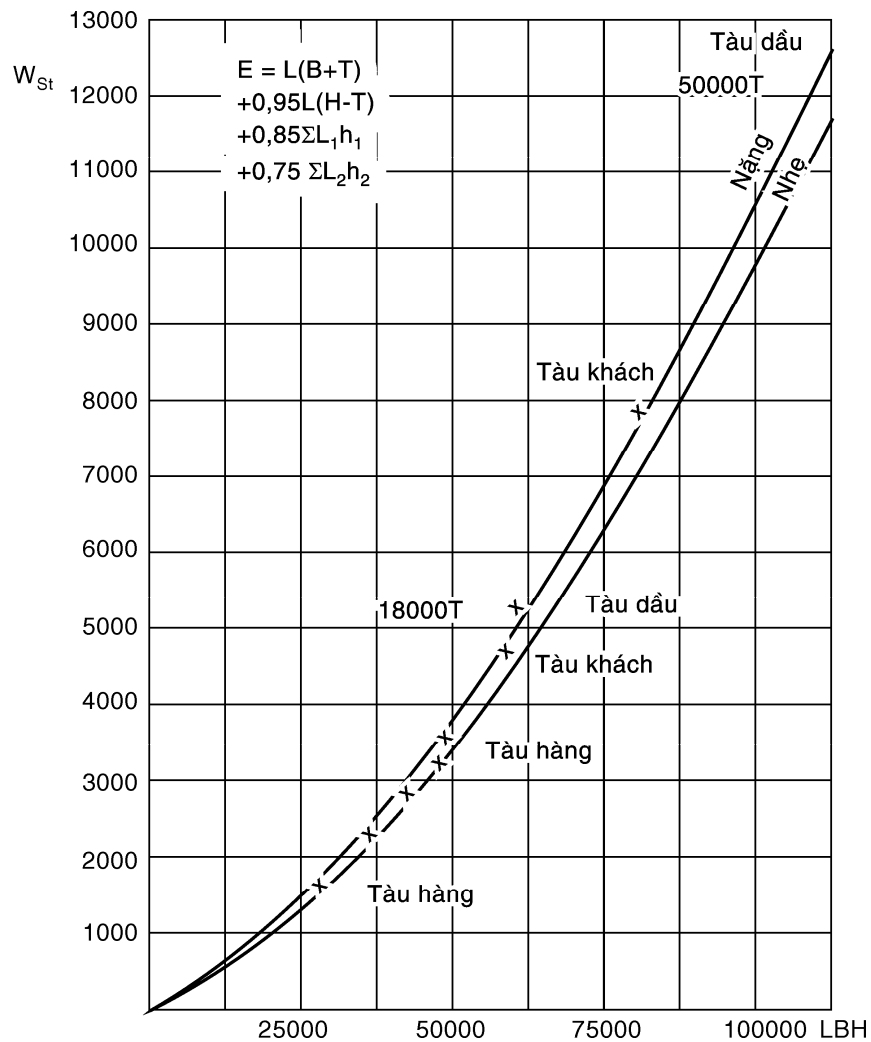
Lượng chiếm nước tàu tính bằng công thức:

$$D = D_o + DW \quad (2.1)$$

trong đó: D_o - trọng lượng tàu không, tính bằng tấn hệ mét

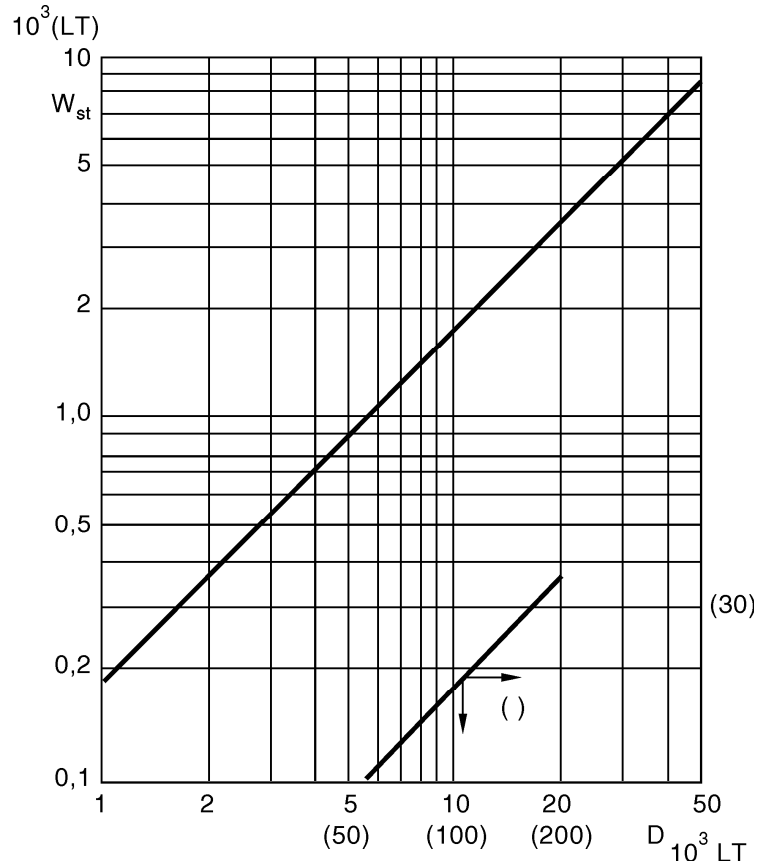
DW - deadweight của tàu, tính bằng tấn hệ mét.

Trọng lượng tàu không bao gồm trọng lượng vỏ thép, máy chính, thiết bị buồng máy, thiết bị trên boong và các thành phần khác tham gia vào tàu. Trọng lượng các nhóm được tính riêng lẻ trong quá trình thiết kế. Những đồ thị sau giúp bạn đọc xác định sơ bộ vỏ thép của tàu và trọng lượng buồng máy.



Hình 2.3 Trọng lượng vỏ thép tàu vận tải

Đồ thị giúp xác định trọng lượng vỏ thép tàu dầu do Johnson và Ramble lập được trình bày lại tại hình 2.4.

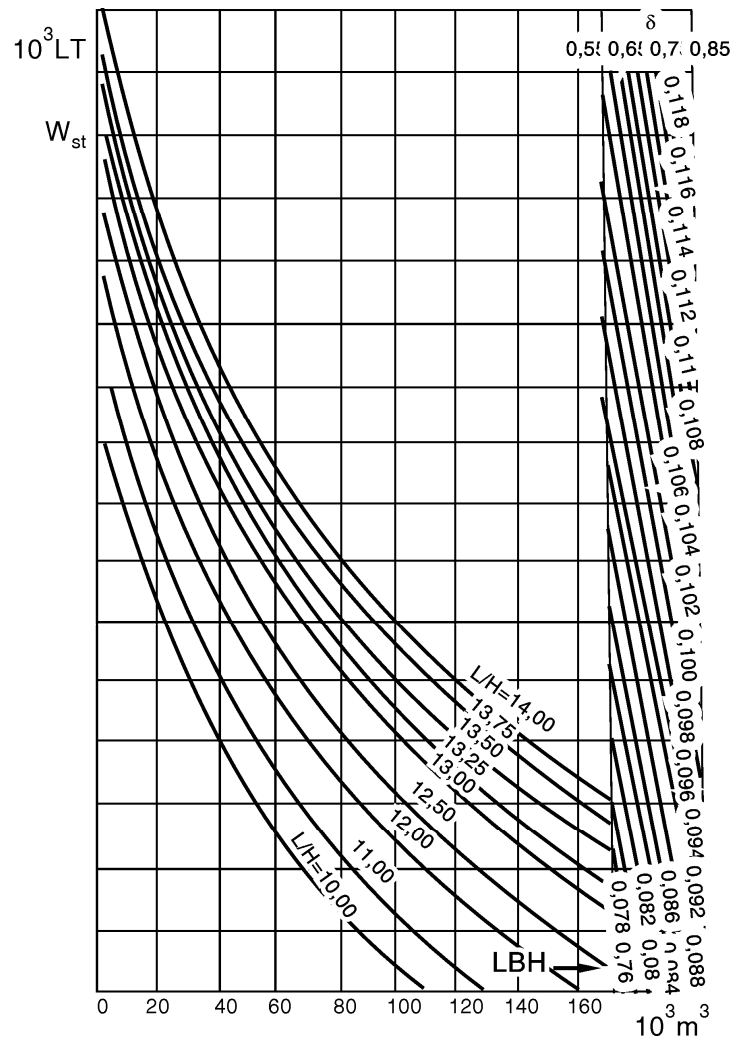


Hình 2.4 Trọng lượng vỏ thép tàu dầu

Theo tổng kết của Benford, trọng lượng vỏ thép tàu dầu có thể xác định dưới dạng quen thuộc:

$$W_{st} = g \cdot \left(\frac{LBH}{100} \right) \quad (2.2)$$

Hệ số g tính theo mô đun LBH được giới thiệu tại hình 2.5.



Hình 2.5 Trọng lượng vỏ thép tính cho đơn vị LBH

Công thức kinh nghiệm tính trọng lượng vỏ thép được tổng kết từ các tàu đang sử dụng:

$$W_{st} = (400e + 55e^2) [1 + 0,5(C_B + 0,70)] \quad (2.3)$$

Đại lượng e trong công thức được hiểu như sau:

$$e = \frac{L(B + T) + 0,85L(H - T) + 0,85 \sum l_1 \cdot h_1 + 0,75 \sum l_2 \cdot h_2}{1000} \quad (2.4)$$

Trong công thức: l_1 và h_1 biểu thị chiều dài, chiều cao thượng tầng

m , l , h_2 - chiều dài, chiều cao lầu, m .

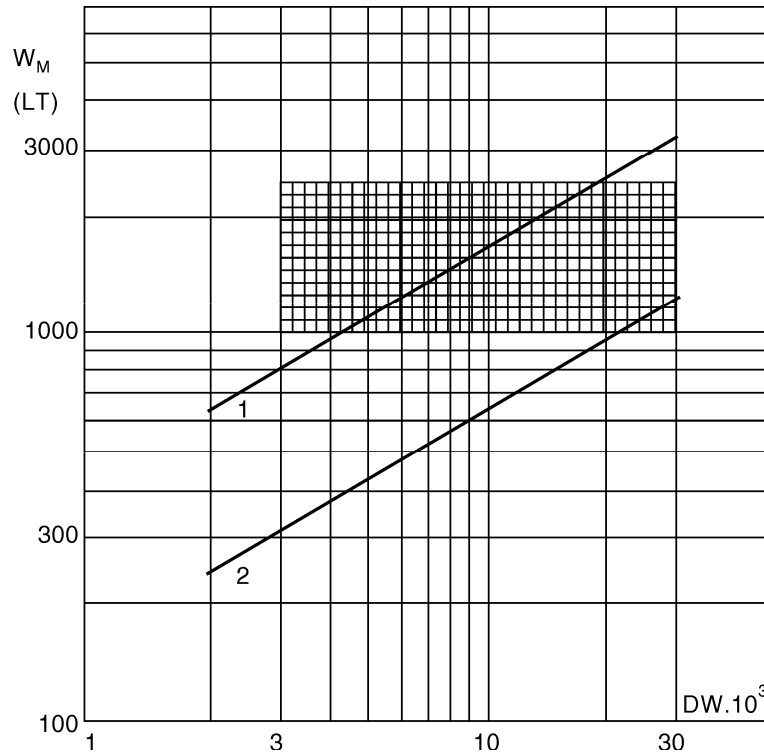
Trọng lượng buồng máy với máy diesel tính theo công thức:

$$W_M = 560 \left(\frac{P_E}{10000} \right) + 470, \text{ tấn} \quad (2.5)$$

Buồng máy trang bị máy chính kiểu tua bin hơi có thể sử dụng công thức sau để tính trọng lượng:

$$W_M = 400 \left(\frac{P_E}{10000} \right) + 450, \text{ tấn} \quad (2.6)$$

Đồ thị Johnson và Ramble giúp xác định trọng lượng buồng máy tàu dầu được giới thiệu tiếp tại hình 2.6.

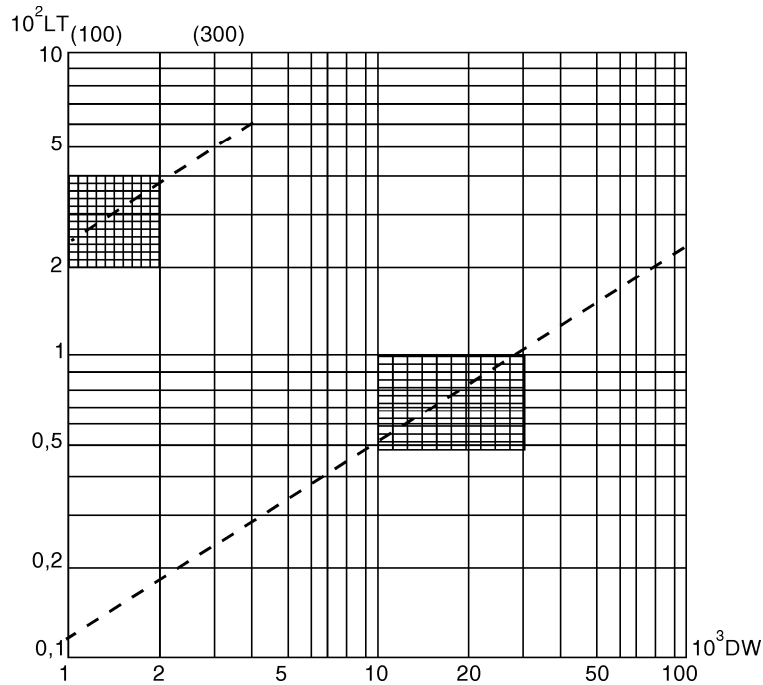


Hình 2.6 Đồ thị xác định trọng lượng buồng máy

Trọng lượng trang thiết bị tính theo mô đun $L \times B$ của tàu. Tàu vận tải biển nếu không có đòi hỏi đặc biệt có thể sử dụng hệ số 0,033 làm hệ số tính trọng lượng trang thiết bị. Công thức tính trọng lượng trang thiết bị dựa vào tàu mẫu với mô đun từ tàu mẫu $L'B'H'$ có dạng:

$$W_{eq} = \left(\frac{2}{3} + \frac{1}{3} \frac{LB}{L'B'} \right) W \quad (2.7)$$

Đồ thị giúp xác định nhanh trọng lượng trang thiết bị tàu dầu được giới thiệu tại hình 2.7.



Hình 2.7 Trọng lượng trang thiết bị tàu dầu

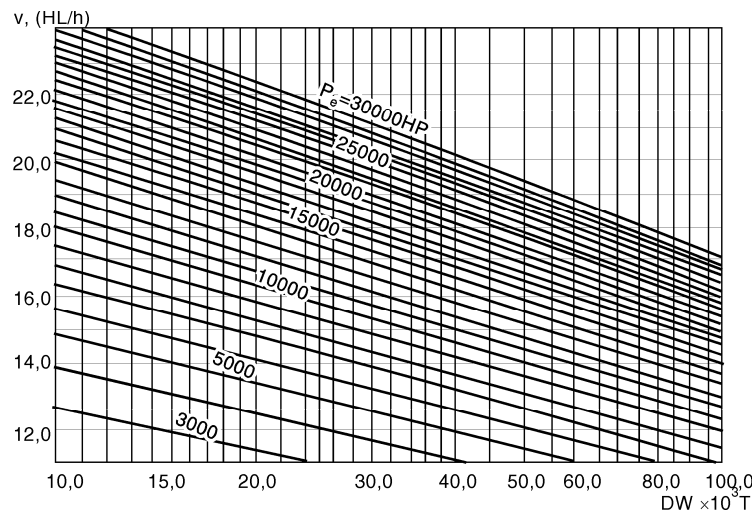
Deadweight như chúng ta đã biết, suy ra từ công thức (1.1):

$$DW = D - D_o \quad (2.8)$$

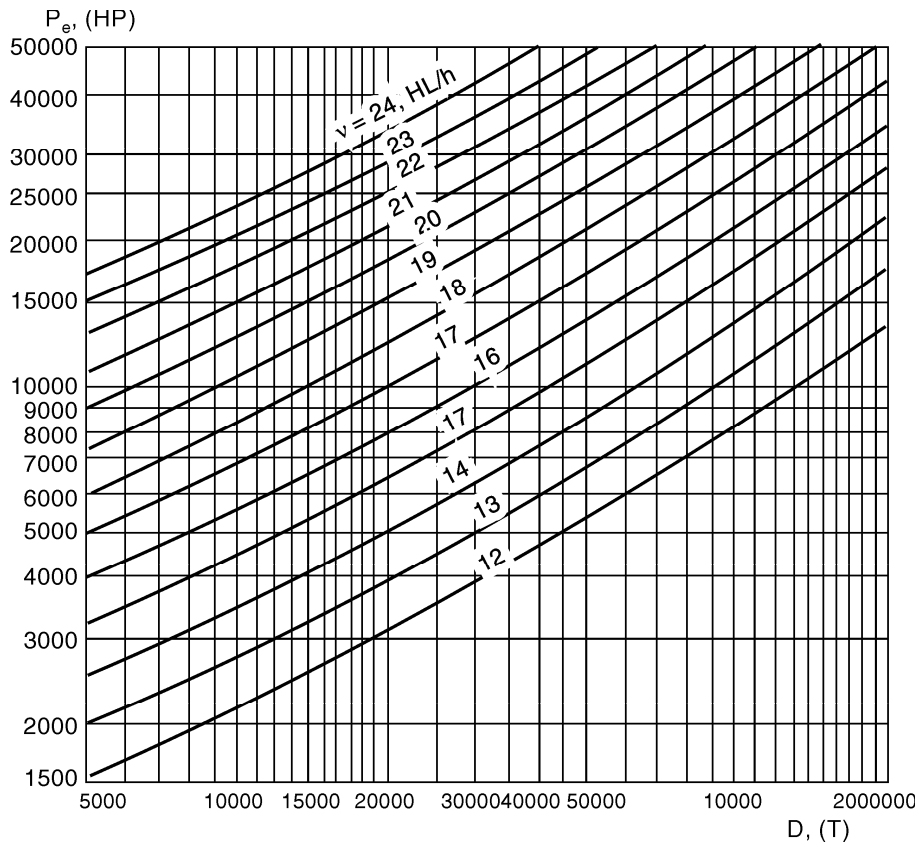
Có thể viết deadweight bằng tổng các thành phần tải trọng sau:

$$DW = W_{cargo} + W_{FO} + \sum w \quad (2.9)$$

trong đó: W_{cargo} - tải trọng hàng hóa, W_{FO} - trọng lượng nhiên liệu, tổng các thành phần w ghi trong biểu thức cuối thuộc về phải công thức có thể là nhớt, nước dùng cho máy, nước ngọt, trọng lượng đoàn thủy thủ, lương thực, thực phẩm và các vật cần thiết khác.



Hình 2.8 Quan hệ giữa DW , Pe và v



Hình 2.9 Quan hệ giữa Pe , D , v

Theo cách trình bày này W_{FO} phụ thuộc vào công suất buồng máy, quãng đường tàu phải chạy, vận tốc tàu và dự phòng cho các chuyến đi. Trên cơ sở có W_{FO} , W_{cargo} và tổng các nhóm trọng lượng trong deadweight có thể xác định DW . Quan hệ giữa DW với công suất máy chính Pe và vận tốc tàu v được trình bày tại hình 2.8.

Có thể thấy rằng giữa lượng chiếm nước D , công suất máy Pe và vận tốc tàu v có mối quan hệ gắn bó. Đồ thị dưới đây giúp bạn đọc tìm hiểu về quan hệ đó. Từ quan hệ hữu cơ có thể tìm cách xác định trọng lượng nhiên liệu, phục vụ cho xác định DW .

Thành phần thứ ba vế phải như đã đề cập gồm nhiều nhóm trọng lượng. Giá trị tổng này khoảng 0,7÷2,0% DW tính cho tàu dầu cỡ lớn và 2÷4% cho tàu cỡ trung bình. Với các tàu cỡ $DW = 10.000 ÷ 100.000t$ có thể tính tổng trên theo công thức:

$$\sum w = 400 + \frac{DW}{200} \quad (2.10)$$

Các thành phần trọng lượng tham gia vào deadweight của các tàu đóng tại Nga những năm 1960 được tổng kết cho loạt tàu DW xấp xỉ 5.000t, 10.000t, 20.000t, 30.000t và 50.000t dưới đây.

Bảng 2.1b

Nhóm trọng lượng, t	A	B	C	D	E
Nhiên liệu	497	926	1475	3035	4170
Nhớt	9	55	35	35	36
Nước ngọt cho máy	60	142	65	100	80
FW	100	70	11	10	13
Lương thực, thực phẩm	3	10	11	10	13
Đoàn thủy thủ	6	7	8	8	10
Vật tư khác	10	23	38	6	13
Ballast	-	-	-	245	-
Hàng	4820	10.167	18.720	27.121	44.780
Deadweight	5505	11.400	20.420	30.657	49.370

Hệ số sử dụng deadweight xác định bằng quan hệ $\eta_D = DW/D$ được tính bằng công thức kinh nghiệm:

$$\eta_D = m - n \frac{V_{econo}}{\sqrt{L}} \quad (2.11)$$

với: $m \approx 0,955$ và $n \approx 0,15$; L - chiều dài tàu tính bằng m

V_{econo} - vận tốc kinh tế tính bằng HL/h . Giá trị của hệ số này vào khoảng $0,78 \div 0,80$ nếu áp dụng cho tàu với $DW = 50.000 - 70.000 t$.

Những tàu đã được đóng vào những năm 1960 như Esso Spain với $DW = 88.000t$, tàu Esso Deutschland với $DW = 91.630t$ có hệ số sử dụng trong phạm vi vừa đề cập. Tàu Nissho Maru với $DW = 132.330t$ có hệ số $\eta_D = 0,798$.

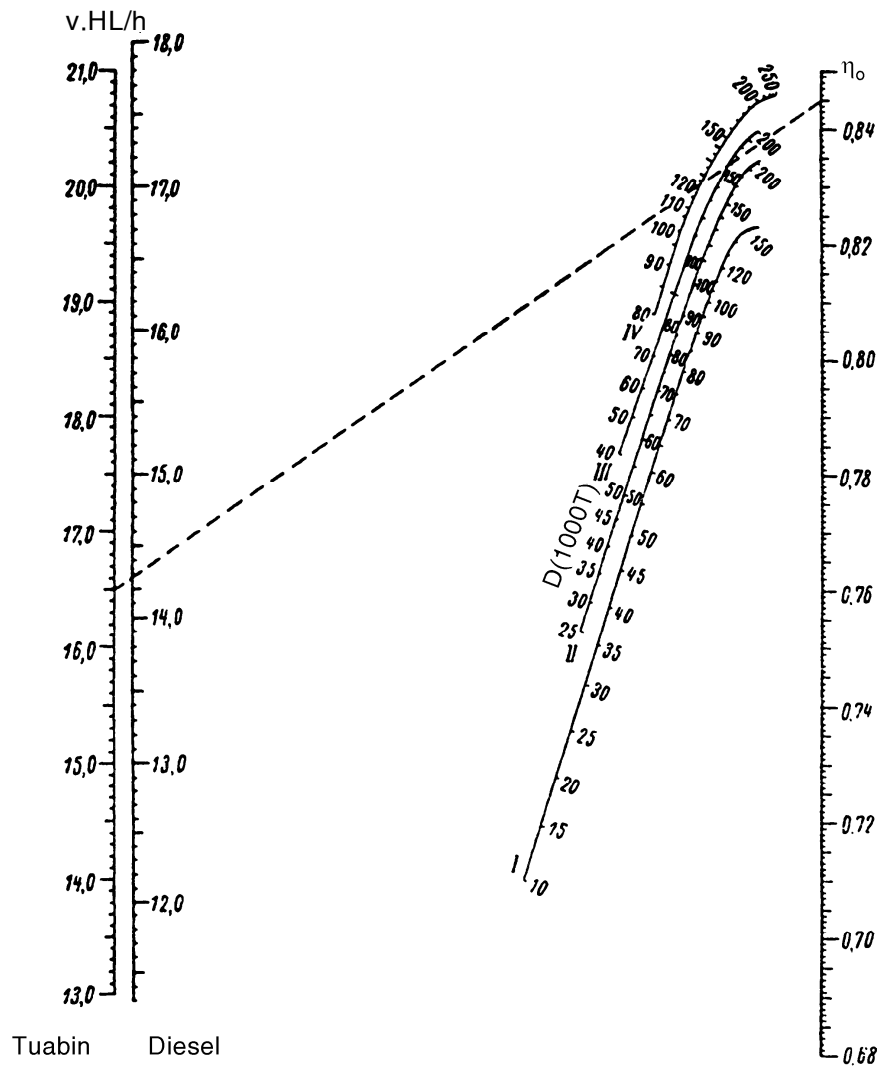
Với những tàu vô cùng lớn mới được đóng vào ba thập niên cuối thế kỷ 20 hệ số sử dụng deadweight nằm trong giới hạn $0,83 - 0,87$.

Có thể khái quát hóa hệ số này bằng công thức kinh nghiệm sau đây, dành cho tàu lớn, deadweight đến $200.000t$.

$$\eta_D = 0,795 + 0,517DW \cdot 10^{-6} - 0,828DW \cdot 10^{-6} \pm 0,013 \quad (a)$$

Với các tàu lớn hơn, deadweight từ $200.000t$ đến $300.000t$ công thức vừa nêu được thay đổi theo cách sau:

$$\eta_D = 0,54 + 2,64DW \cdot 10^{-6} - 5,15DW \cdot 10^{-6} \pm 0,06 \quad (b)$$



Hình 2.10

Đồ thị trình bày tại hình 2.10 tổng kết các giá trị của hệ số sử dụng tải trọng tàu của các tàu đã đóng đến những năm 1960.

Bảng 2.2 tổng kết tỷ trọng các thành phần trọng lượng vỏ tàu, buồng máy, trang thiết bị tàu dầu cỡ nhỏ và trung bình.

Bảng 2.2 Tỷ trọng tính bằng % các thành phần trọng lượng

Nhóm deadweight, 10^3 t.	Thép vỏ tàu	Trang thiết bị	Máy chính	Hệ số η_D
5 – 15	16,0 – 23,0	4,0 – 8,0	2,0 – 4,0	65 – 78
15 – 25	15,0 – 19,0	3,0 – 5,0	2,0 – 4,0	72 – 80
25 – 55	14,0 – 18,0	2,5 – 4,0	1,5 – 3,0	74 – 82
55 – 85	13,0 – 17,0	2,0 – 3,0	1,0 – 2,0	78 – 84
85 trở lên	11,0 – 15,0	1,5 – 2,0	0,5 – 1,0	82 – 86

Hệ số Normand áp dụng trong trường hợp này được hiểu theo dạng sau.

$$\eta_N = \frac{1}{1 - \frac{W_{SHELL}}{D} - \frac{2}{3} \left(\frac{W_M}{D} - \frac{W_{FO}}{D} \right)} \quad (2.12)$$

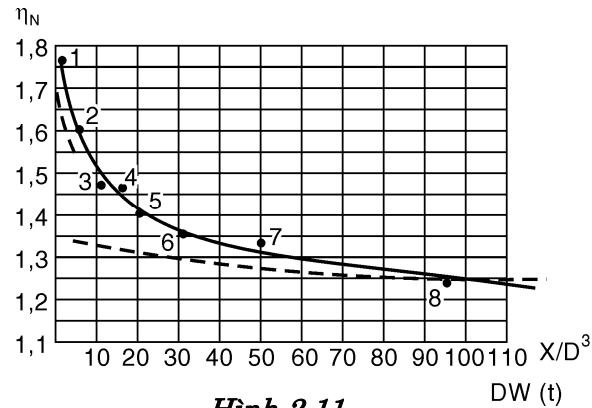
trong đó: W_{SHELL} - trọng lượng vỏ tàu

W_M - trọng lượng máy chính
và thiết bị

W_{FO} - trọng lượng nhiên liệu.

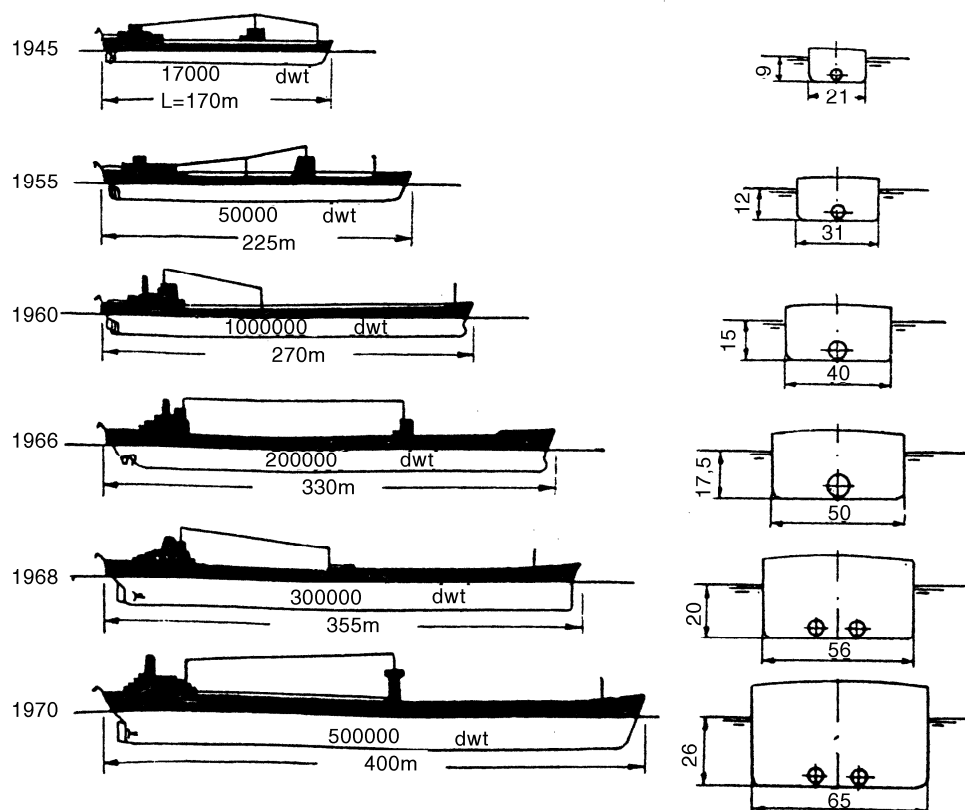
Đồ thị trình bày quan hệ của hệ số Normand với deadweight được vẽ lại ở hình 2.11.

Trên đồ thị, đường rời biểu thị cho tàu đi biển, đường chấm gạch dùng cho tàu ven biển theo thống kê của Harvald. Các số từ 1 đến 8 đánh dấu các tàu đã được chế tạo tại Nga trước những năm bảy mươi.



Hình 2.11

2.2 KÍCH THƯỚC CHÍNH, CÁC HỆ SỐ ĐẦY. ĐƯỜNG HÌNH TÀU



Hình 2.12 Tăng trưởng deadweight và kích thước tàu dầu

Kích thước cùng trọng tải tàu dầu tăng rất nhanh kể từ sau chiến tranh thế giới lần thứ hai. Kích thước tàu dầu lớn nhất đóng vào những năm 1970 ít ra tăng vài lần so với tàu sau chiến tranh thế giới thứ hai. Nếu chiều dài tàu lớn có hạng sau chiến tranh là 170m, chiều dài tàu trong những năm 1970 đã trên 410m. Hình 2.12 tiếp theo minh họa sự đổi thay về deadweight và chiều dài tàu tiêu biểu kể từ sau năm 1945 ngay sau chiến tranh.

Chiều dài giữa hai trụ

Chiều dài thiết kế tàu có thể chọn ngay chiều dài giữa hai trụ. Phụ thuộc tải trọng tàu, biểu thức xác định chiều dài giữa hai trụ được viết dưới dạng chung:

$$L_{pp} = k.P^{1/3} \quad (2.13)$$

với: P - tải trọng tàu, tính bằng t . Hệ số k phụ thuộc vào kích thước tàu và tải trọng.

$$k = \left(a^2 \frac{b}{1,025} \cdot C_B \cdot \eta_p \right)^{1/3} \quad (2.14)$$

với $a = \frac{L}{B}; \quad b = \frac{L}{T}; \quad \eta_p = \frac{P}{D}$

Giá trị k thay đổi trong phạm vi sau:

$$k = 6,05 - 6,15 \text{ với } P \leq 20.000 \text{ t}$$

$$k = 5,95 - 6,05 \text{ với } P \leq 35.000 \text{ t}$$

$$k = 5,90 - 6,05 \text{ với } P > 35.000 \text{ t}$$

Tỷ lệ chiều dài tàu $l = \frac{L}{D^{1/3}}$ được tổng kết từ các tàu đóng đến những năm 1960 như sau:

$$l \approx 11,1 \left(\frac{v}{v+2,85} \right)^2 \times D^{-0,038} \quad (2.15)$$

Chiều rộng thiết kế

$$B = k.P^{1/3} \quad (2.16)$$

trong đó: $k = \left(\frac{b}{1,025} \times \eta_p \cdot C_B \cdot a \right)^{1/3} \quad (2.17)$

Giá trị k thay đổi trong phạm vi sau:

$$k = 0,79 + 10^{-6}P \text{ với } 10.000 \text{ t} < P < 70.000 \text{ t}$$

$$k = 0,86 \text{ với } P > 70.000 \text{ t}$$

Công thức tính tỷ lệ $b = B/D^{1/3}$ có dạng:

$$b = 0,5D^{-0,042} \quad (2.18)$$

Chiều chìm thiết kế

$$T = k.P^{1/3} \quad (2.19)$$

trong đó: $k = \left(1,025 \times \eta_p \cdot C_B \cdot a \cdot b^2\right)^{-1/2} \quad (2.20)$

Giá trị k thay đổi trong phạm vi sau:

$$k = 0,36 - 10^{-6}P \text{ với } P \leq 40.000 \text{ t}$$

$$k = 0,32 \text{ với } P > 40.000 \text{ t}$$

Tỷ lệ $t = T/D^{1/3}$ mang dạng:

$$t = 0,5D^{-0,023} \quad (2.21)$$

Chiều cao mạn

$$H = k.P^{1/3} \quad (2.22)$$

trong đó: $k = \left(1,025 \times \eta_p \cdot C_B \cdot a \cdot \frac{L}{H} \times \frac{B}{H} \times \frac{T}{H}\right)^{-1/3} \quad (2.23)$

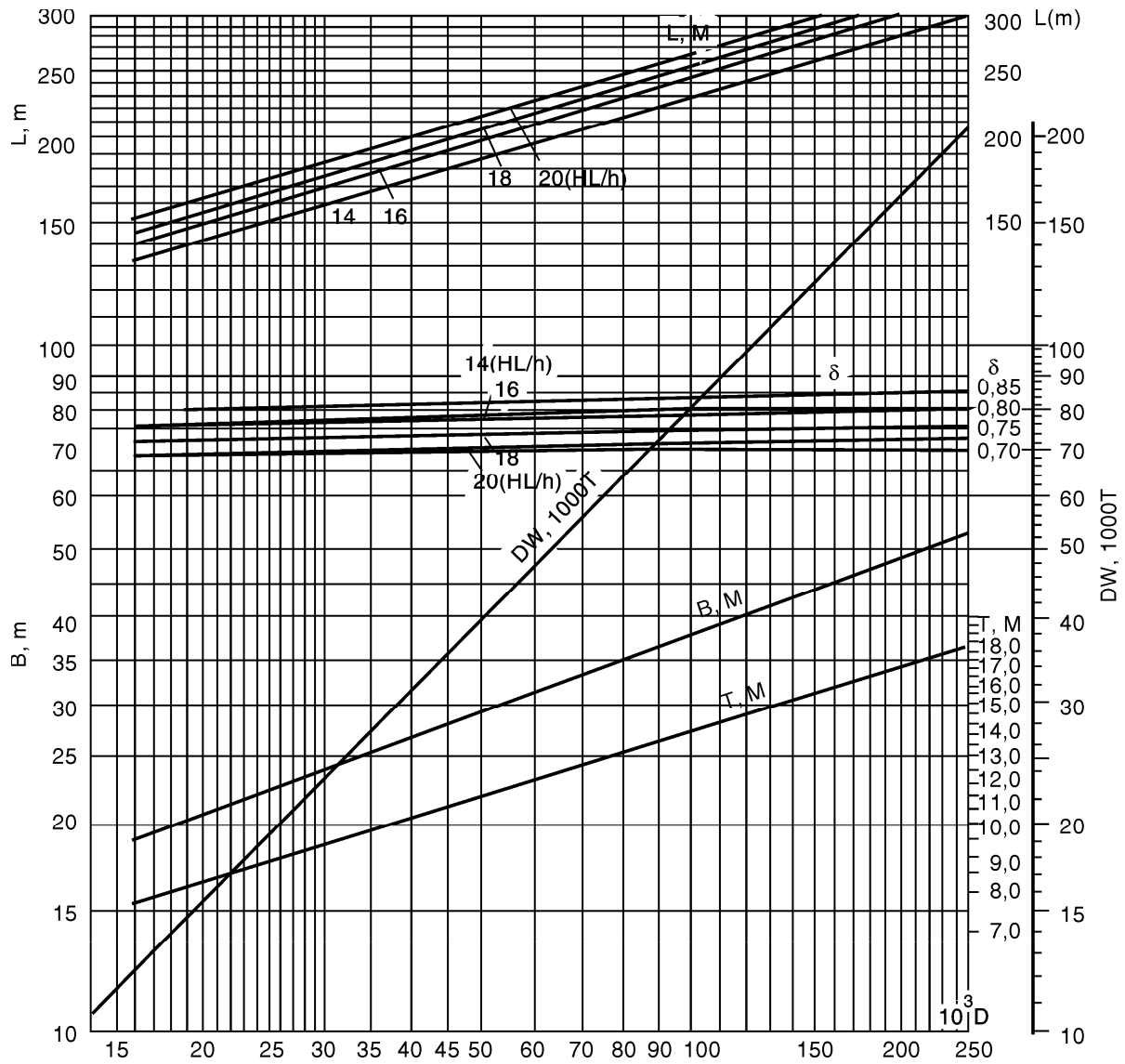
Giá trị k thay đổi trong phạm vi sau:

$$k = 0,47 - 10^{-6}P \text{ với } P \leq 40.000 \text{ t}$$

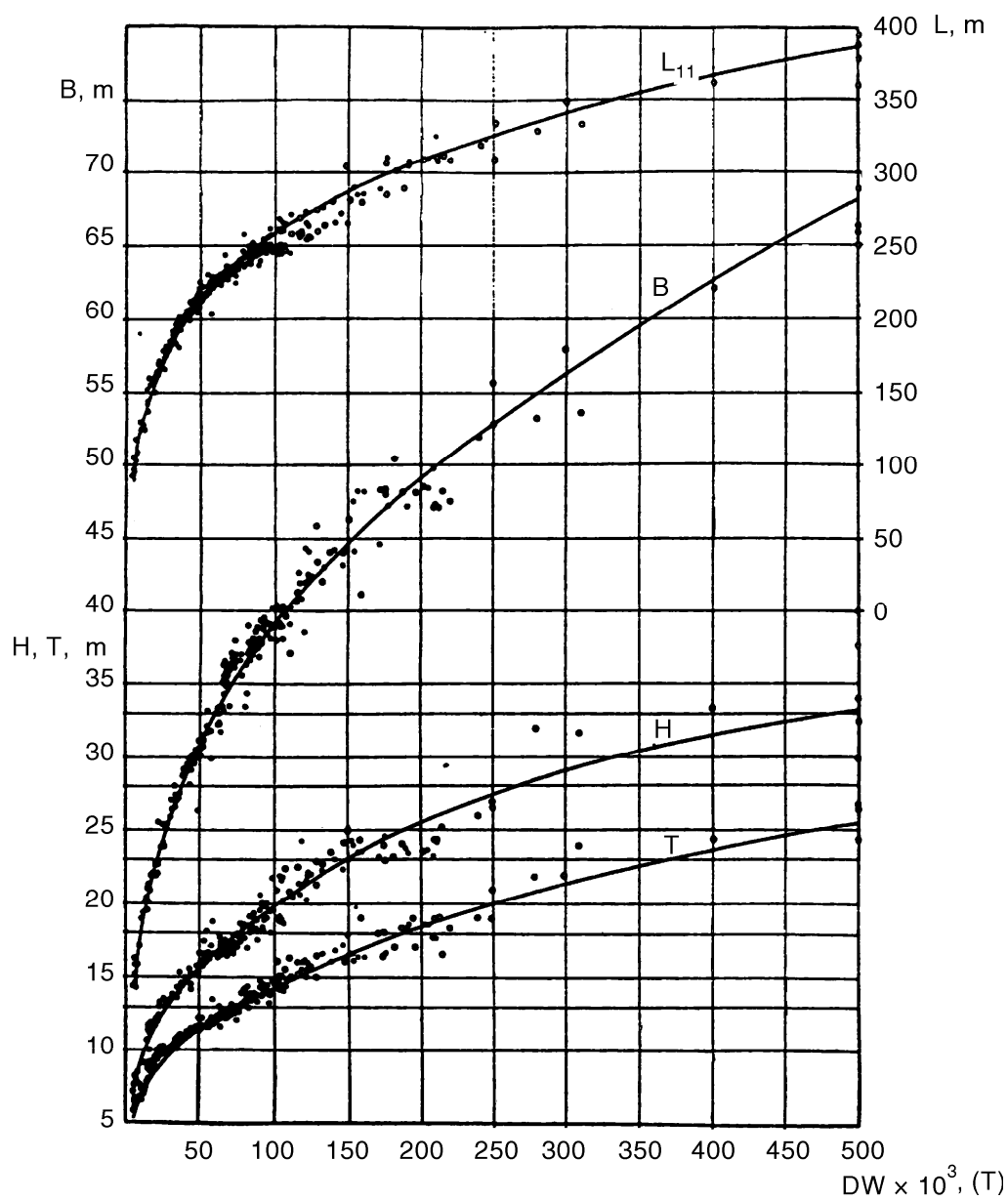
$$k = 0,43 \text{ với } P > 40.000 \text{ t}$$

Kết quả xử lý dữ liệu thu nhận từ các tàu đã đóng có thể tổng kết dưới dạng đồ thị trình bày tại hình 2.13.

Kết quả thống kê các tàu đã đóng mấy chục năm qua cho phép biểu đồ miêu tả quan hệ giữa kích thước chính với deadweight của tàu. Kết quả thống kê được trình bày lại dưới dạng đồ thị tại hình 2.14.



Hình 2.13



Hình 2.14

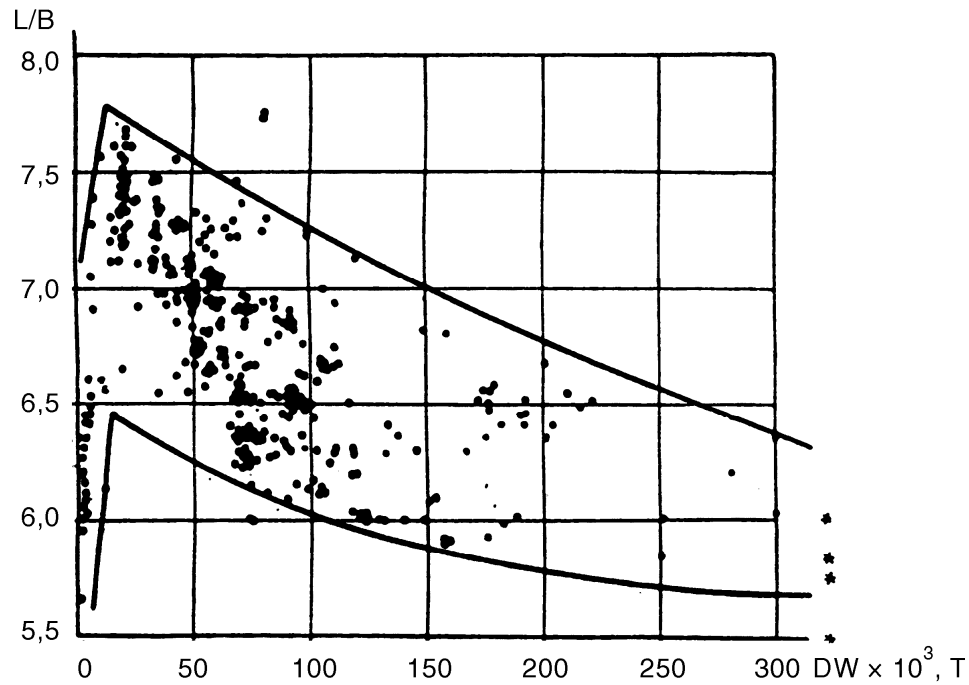
Tỷ lệ L/B ; L/H ; B/H

Các tỷ lệ kích thước xác định trong giai đoạn thiết kế sơ bộ.

$$\frac{L}{B} = \frac{6}{0,79 + 10^{-6} P} \quad \text{với } P < 70.000 t \quad (2.24)$$

$$\frac{L}{B} = 7 \quad \text{với } P \geq 70.000 t \quad (2.25)$$

Kết quả thống kê tàu đã xuất xưởng thành lập cho tỷ lệ kích thước L/B trong quan hệ với deadweight được trình bày tại hình 2.15.



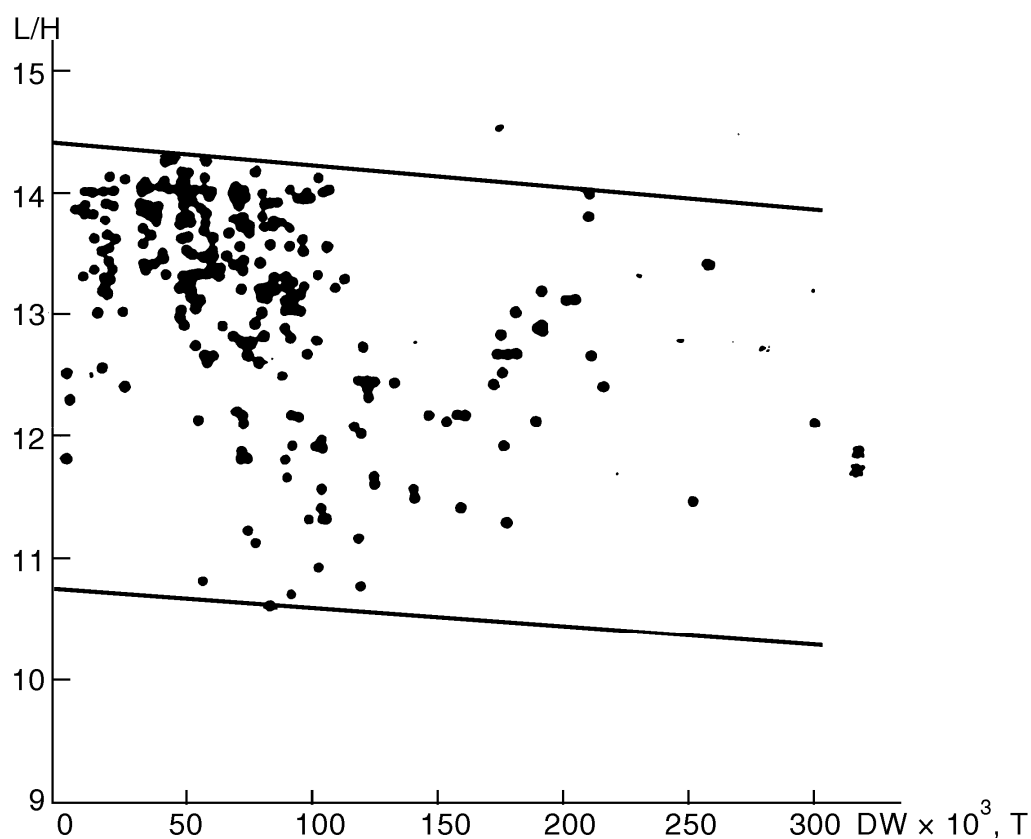
Hình 2.15

Tỷ lệ L/H

$$\frac{L}{H} = \frac{6}{0,47 - 10^{-6} P} \quad \text{với } P < 40.000 t \quad (2.26)$$

$$\frac{L}{H} = 7 \quad \text{với } P \geq 40.000 t \quad (2.27)$$

Tỷ lệ này trong quan hệ với deadweight được trình bày tại hình 2.16.



Hình 2.16

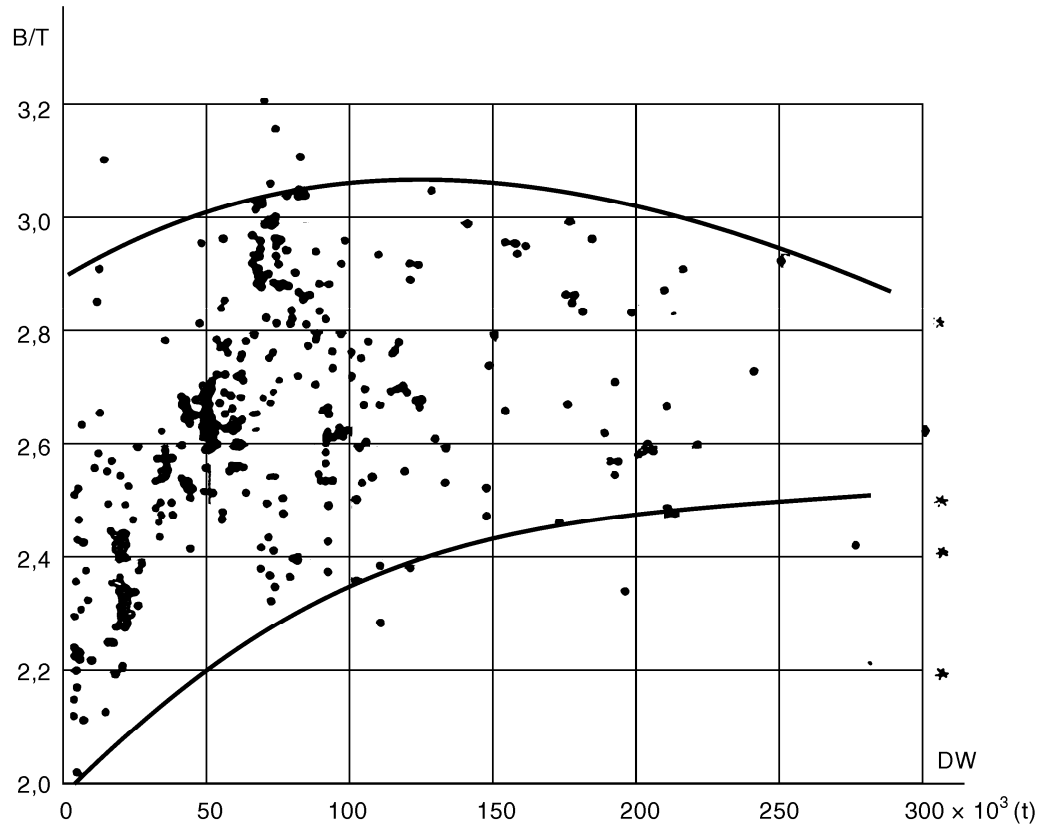
Tỷ lệ L/T

$$\frac{L}{T} = \frac{0,79 + 10^{-6} P}{0,36 - 10^{-6} P} \quad \text{với } P < 40.000 t \quad (2.28)$$

$$\frac{L}{T} = \frac{0,79 + 10^{-6} P}{0,32} \quad \text{với } 40.000 t < P < 70.000 t \quad (2.29)$$

Tỷ lệ B/T

Tỷ lệ trung bình của B/T vào khoảng $2,2 \div 2,5$. Từ tài liệu thống kê có thể thấy tỷ lệ này thay đổi trong giới hạn rộng, bạn đọc có thể xem kết quả thống kê tại hình 2.17 để hình dung sự phức tạp khi phải chọn tỷ lệ B/T .



Hình 2.17 Tỷ lệ B/T của tàu dầu.

Hệ số xác định mô đun LBH:

$$\frac{L \times B \times H}{P} = 2 + \frac{5000}{P} \quad (2.30)$$

Bảng 2.3 giới thiệu một số kết quả tính theo các công thức đang đề cập.

Bảng 2.3

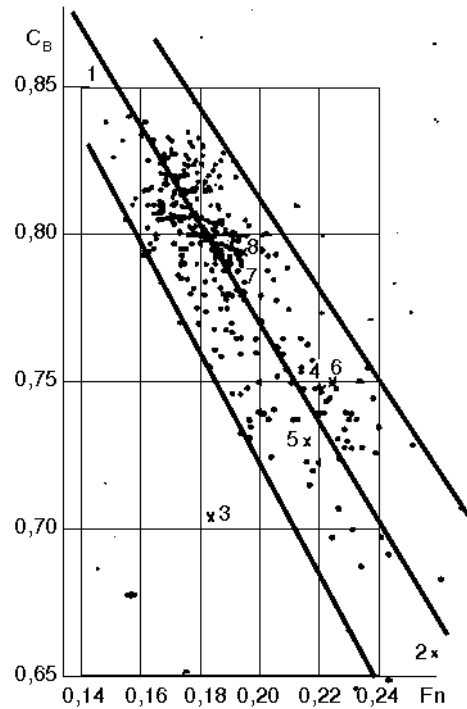
P, (t)	L_{pp} , (m)	B, (m)	L/B	L/H	B/T	LBH/P
20	162,86	21,98	7,4	13,33	2,38	2,25
30	186,43	25,48	7,31	13,64	2,48	
40	205,20	28,38	7,23	13,95	2,59	2,12
50	221,04	30,34	7,14	14,0	2,62	
60	234,89	33,27	7,05	14	2,7	2,08
100	278,49	39,91	7	14	2,7	2,05
120	295,94	42,42	7	14		
130	303,94	43,56	7	14	2,75	2,04

Hệ số đầy thể tích:

$$C_B = 0,505 + 1,2 \left[\frac{v}{\sqrt{L}} - \left(\frac{v}{\sqrt{L}} \right)^2 \right] \quad (2.31)$$

trong công thức tính C_B dạng này, v đo bằng HL/h ; L tính bằng feet.

Tài liệu thống kê nêu quan hệ giữa hệ số C_B và số Froude tàu dầu được giới thiệu tại hình 2.18.



Hình 2.18

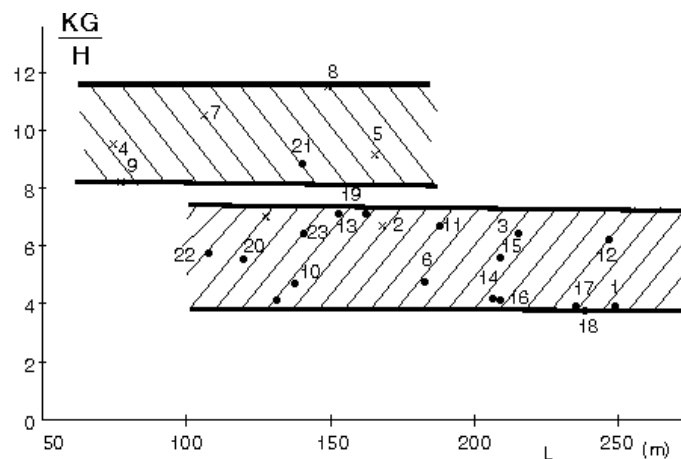
Một số dữ liệu thu nhận từ tàu thật được ghi lại tại bảng 2.4 trình bày giá trị L/B , B/T , C_B và các hệ số khác trên tàu dầu cỡ nhỏ và trung bình.

Tài liệu thống kê sau đây giúp bạn đọc nắm bắt trọng tâm tàu tính theo chiều cao KG và chiều dọc tàu LCG. Đồ thị tại hình 2.19 trình bày giá trị của tỷ lệ chiều cao trọng tâm tàu và chiều cao mép mạn KG/H của các tàu đã hoạt động.

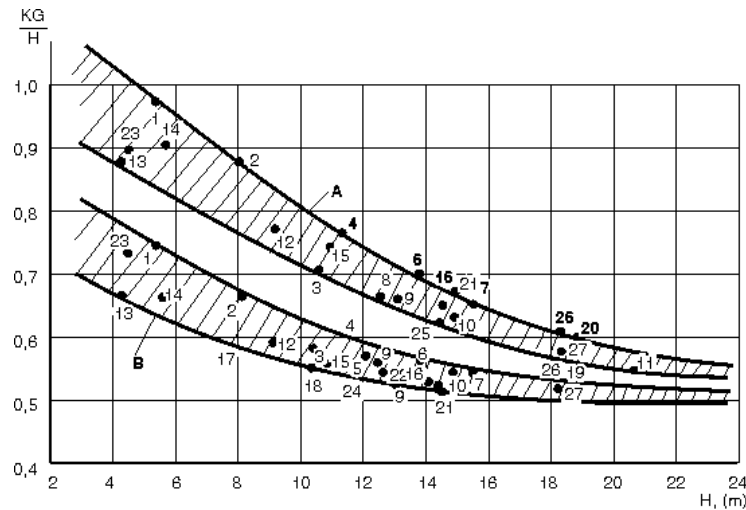
Trên đồ thị H 2.20 các ký hiệu bằng ký tự mang ý nghĩa: A- tàu không, B- tàu ở trạng thái đầy hàng. Những tàu được ghi vào đây có thể kể 1-6 tàu dầu đóng tại Nga, 7, 8, 9, 10- theo công bố của Ariott, 11- tàu Golar Nor, 12, 13- thiết kế tàu dầu, 14- Oleg Koshevoy, 16- Talaver, 17, 18- theo công bố của Ruppert, 20- thiết kế tàu dầu cỡ lớn, 22- tàu dầu cỡ nhỏ 550dwt, 24- tàu dầu trọng tải 18.700dwt, theo Munro Smith, 25- Linanos, 26- Sansinena, 27- National Defender.

Bảng 2.4

Tên tàu	DW (T)	Tỷ lệ		Hệ số kéo				Số Fn
		L/B	B/T	τ	β	α	φ	
9B $\pi\rho\lambda\omega \bar{\iota}$	1660	6,43	2,64	0,658	0,978	0,807	0,673	0,258
Dự án A	5500	6,64	2,46	0,713	0,985	0,810	0,724	0,222
9 $\gamma\alpha\epsilon\iota$	11800	7,19	2,25	0,704	0,981	0,785	0,717	0,182
Χερουυυ μικ~αο{	16300	7,01	2,40	0,747	0,985	0,779	0,759	0,220
Θνδυκ	20740	7,42	2,54	0,736	0,981	0,810	0,744	0,215
P. C. Spencer	25800	7,37	2,33	0,758	0,993	0,844	0,763	0,222
Esso Huntington	29820	7,32	2,55	0,772	0,993	0,852	0,777	0,209
Οειυλ	30900	7,30	2,48	0,750	0,987	0,792	0,760	0,224
Cities Services Baltimore	33680	7,00	2,64	0,772	0,986	0,854	0,784	0,209
Ουπυω $\bar{\lambda}\pi\iota$	35640	7,23	2,54	0,794	0,992	0,867	0,800	0,194
Mount Vernon Victory	46000	6,91	2,70	0,756	0,994	0,833	0,760	0,192
Θμσυ~	49370	6,90	2,74	0,796	0,997	0,845	0,798	0,190
Laconic	58230	7,15	2,72	0,835	0,992	0,889	0,842	0,175
National Defender	68530	8,00	2,38	0,799	0,995	0,872	0,803	0,179
Princess Sophie	72450	7,22	2,61	0,757	0,994	0,835	0,762	0,182
Dự án B	73600	7,00	2,65	0,801	0,998	0,848	0,802	0,180
Symara	101950	6,44	2,55	0,884	0,995	–	788	0,166
Golar Nor	103570	6,12	2,66	0,810	0,993	0,883	0,816	0,170
Manhattan	106570	7,01	2,69	0,794	0,996	0,867	0,797	0,183
Oriental Dragon	120830	7,13	2,39	0,828	0,994	0,891	0,833	0,169

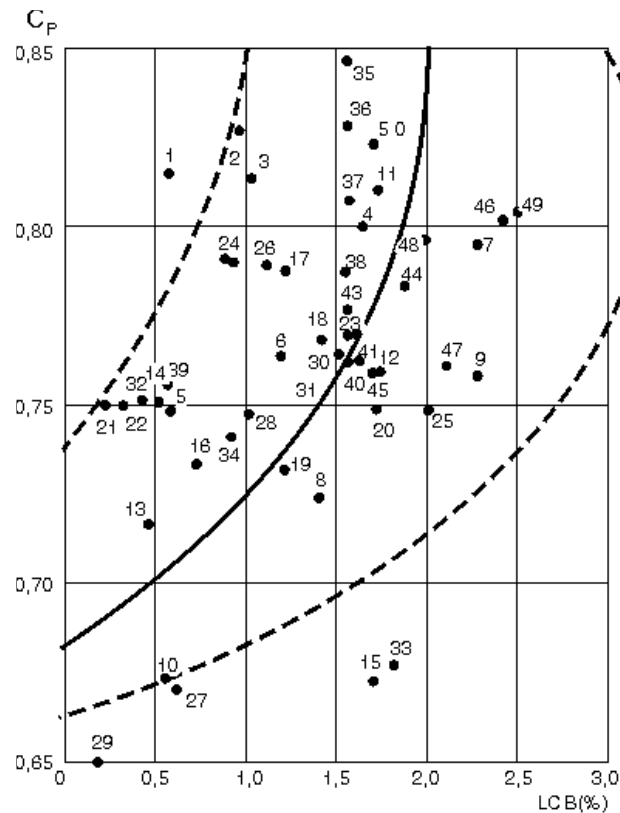
**Hình 2.19 Tỷ lệ KG/H các tàu dầu**

Đồ thị miêu tả quan hệ giữa LCG và L của tàu trình bày tại hình 2.20. Giá trị ghi tại trục đứng đồ thị trên hình 2.20 tính bằng $\%L$, lùi về sau mặt giữa tàu. Chiều dài tàu tính bằng m . Những dữ liệu đánh dấu trên hình dưới dạng chữ x *chỉ các tàu không có lầu giữa*, • *chỉ tàu có lầu giữa*. Các chữ số được hiểu cho những trường hợp cụ thể sau: 1- tàu Sivella, 2- thiết kế tàu 20.000dwt, 3- tàu Sophia, 4- tàu dầu 1500dwt, 5- tàu dầu 20.000dwt, 6- tàu dầu 25.760dwt, 7- tàu dầu 5.500dwt, v.v...



Hình 2.20

Hình 2.21 trình bày vị trí tối ưu của tâm nổi tàu dầu trong quan hệ với hệ số đầy lặn trụ.



Hình 2.21

Trong phần tiếp theo của mục nhỏ này chúng ta cùng tìm hiểu những đặc tính chính của tàu lớn quá cỡ, deadweight từ 150.000t trở lên, theo tài liệu thu nhận từ tàu thật. Kích thước chính tàu supertanker được tổng kết trong bảng 2.5.

Bảng 2.5

Tên tàu	DW 1000T	L, m	B, m	H, m	T, m	C _B	L/B	B/T	H/T	L/H	v, HL/h
Robert Maersk	289	331	51,8	28,4	22,15	0,842	6,4	2,34	1,28	11,6	15,2
Esso Kawasaki	307	325	56	28,8	22,43	0,84	5,8	2,50	1,29	11,2	15,4
Lanister	312	330	56	28,65	22,36	0,835	5,9	2,5	1,28	11,5	14,9
Brazilia Marina	313	336	55,4	28,55	22,38	-	6	2,48	1,28	11,7	15,5
Leitina	317	336	55,4	28,75	22,35	-	6,1	2,48	1,28	11,7	15,25
Artega	327	330	53,3	32	24,83	-	6,5	2,15	1,269	10,4	15,0
Kristine Maersk	334	353,3	56,4	28,4	22,46	-	6,28	2,51	1,26	12,4	15,2
Tina	357	350	60	28,3	22,3	-	5,8	2,72	1,27	12,4	15,5
Santa Maria	363	245	53,3	33,5	26,1	0,865	6,47	2,04	1,28	10,3	14,3
Malmos Mariner	372	348	63,4	28,7	22,65	0,829	5,49	2,8	1,27	12,1	15,9
Nisseki Maru	377	330	54,5	35,0	27,04	0,852	6,06	2	1,29	9,45	15,0
Titus	390	355	64	29	22,93	0,833	5,54	2,79	1,27	12,24	15,1
Aiko Maru	413	350	70	29	22,9	-	5	3,06	1,27	12,07	15,0
Andros Petros	457	360	68	31,6	25	-	5,29	2,72	1,26	11,4	15,3
Globtic Tokyo	483	360	62	36	28,2	0,852	5,82	2,21	1,28	10,0	15,0
Esso Atlantic	500	390	71	31,2	25	-	5,56	2,84	1,25	12,5	15,3
Dự án	1000	460	87	44	33	-	5,3	2,64	1,33	10,5	15

Có thể tổng kết về các tàu siêu cỡ như sau:

Chiều dài thiết kế $L_{pp} = l.D^{1/3}$, trong đó l tính theo biểu thức mô phỏng:

$$l = 1,1.(DW.10^{-6})^{-0,73}.v^{1/2 \pm 0,2}.$$

Hệ số đầy các tàu này nằm trong phạm vi $1,08 \div 1,68Fn$.

Đường hình tàu

Đặc trưng chính của đường hình tàu dầu là “béo”. Hệ số béo (hệ số đầy) của tàu dầu thuộc nhóm lớn nhất, nếu không kể nhóm sà lan. Ngày nay, chúng ta sử dụng các đường hình đã qua thử nghiệm để làm đường hình chính thức. Chỉ trong những trường hợp rất đặc biệt người ta mới tiến hành làm mô hình mới.

Cần nói rõ hơn, hệ số đầy thể tích C_B (ký hiệu trước nay vẫn quen với chúng ta còn là δ) của tàu dầu lớn hơn khá rõ nét nếu so với tàu hàng khô đi biển. Bình quân hệ số đầy tàu dầu là tàu chạy chậm theo nghĩa F_n nhỏ, tính bằng biểu thức:

$$C_B = 1,105 - 1,68F_n$$

Với hệ số đầy dạng này người thiết kế cố gắng chọn các thông số liên quan hợp lý nhằm giảm sức cản vỏ tàu khi hoạt động và tăng tính hàng hải cho tàu khi tàu đi trên sóng. Những vấn đề này đã được đề cập trong tài liệu “Lý thuyết thiết kế”.

Từ tài liệu đã nêu, với tàu “béo” cần thiết chuyển vị trí tâm nổi về trước mặt cắt giữa tàu.

Từ kết quả thống kê và theo lý thuyết thiết kế, tâm nổi tàu dầu không mấy khi nằm sau khoảng cách $LCB = 2,5 - 3\%$. Chiều dài đoạn ống trụ tàu dầu rất lớn nếu so với các tàu vận tải khác.

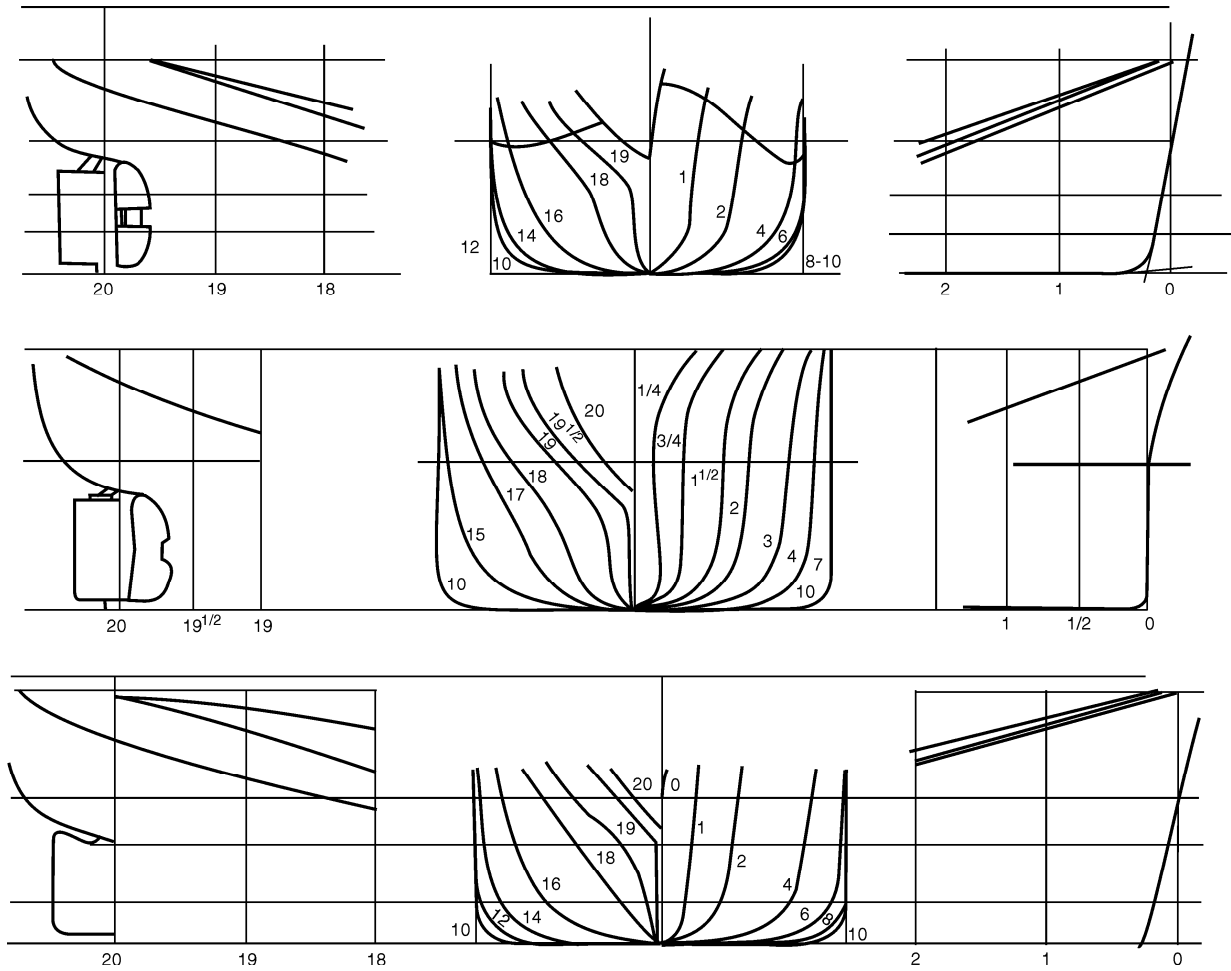
Đường hình tàu dầu tuy là tàu chạy chậm song được các nhà nghiên cứu trên khắp thế giới chú ý nghiên cứu. Những kết luận ban đầu có thể rút ra từ kết quả nghiên cứu trong những năm 1960 - 1970 như sau:

Đường hình các sườn phía mũi tàu nên xây dựng dạng chữ U hoặc gần dạng U. Ưu điểm dạng sườn này là đảm bảo tàu “béo” chịu sức cản nhỏ nhờ dịch chuyển tâm nổi về trước như đã nêu.

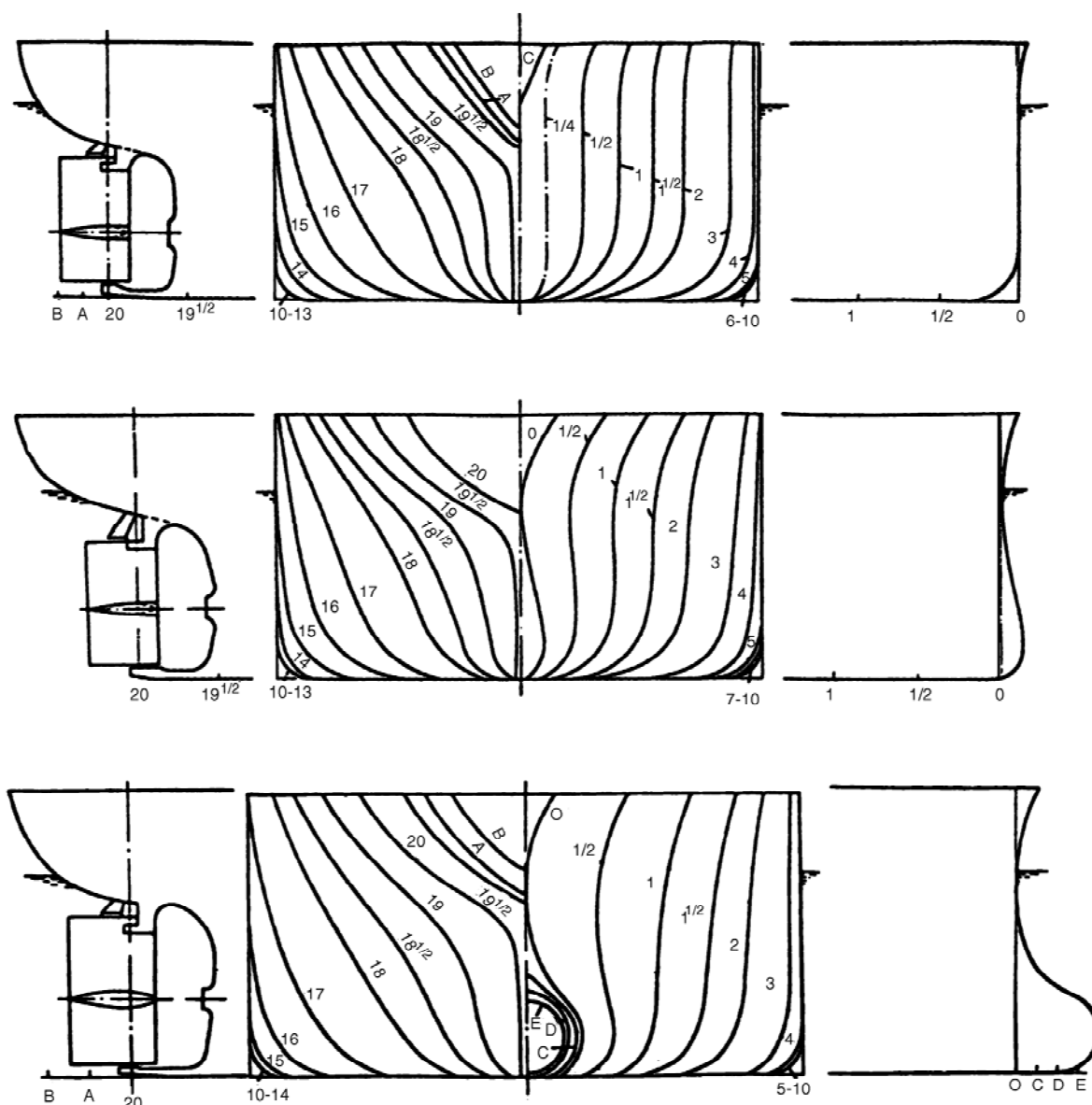
Theo gót dạng sườn mũi chữ U người ta đưa mũi “quả lê” hay “bóng đèn tròn” vào mũi tàu. Bạn đọc hẳn còn nhớ, theo lý thuyết, mũi quả lê chỉ thích hợp cho tàu chạy nhanh, cụ thể hơn cho các tàu với $F_n > 0,32 - 0,35$, trong khi số Froude của tàu dầu chỉ xấp xỉ 0,2. Tuy nhiên thực tế chứng minh rằng mũi quả lê cho tàu dầu mang lại lợi cụ thể, sức cản vỏ tàu giảm đáng mừng.

Kết quả thí nghiệm trên tàu dầu 63.000 *dwt* cho thấy rằng, với đường hình tàu trang bị thêm mũi quả lê, công suất máy tàu giảm hơn nếu so với đường hình tàu không mũi quả lê chừng 15% khi chạy ballast, khoảng 7% khi chở đầy hàng. Vận tốc tuyệt đối của tàu này khi có “quả lê” nằm trước mũi cao hơn 0,25 *HL/h* khi chở hàng, còn khi chạy ballast độ chênh lệch vận tốc lên đến 0,5 - 0,6 *HL/h*.

Dưới đây bạn đọc tham khảo một loạt các mô hình đã thử nghiệm tại USA dùng cho tàu dầu.



Hình 2.22 Mô hình tàu dầu thử tại USA



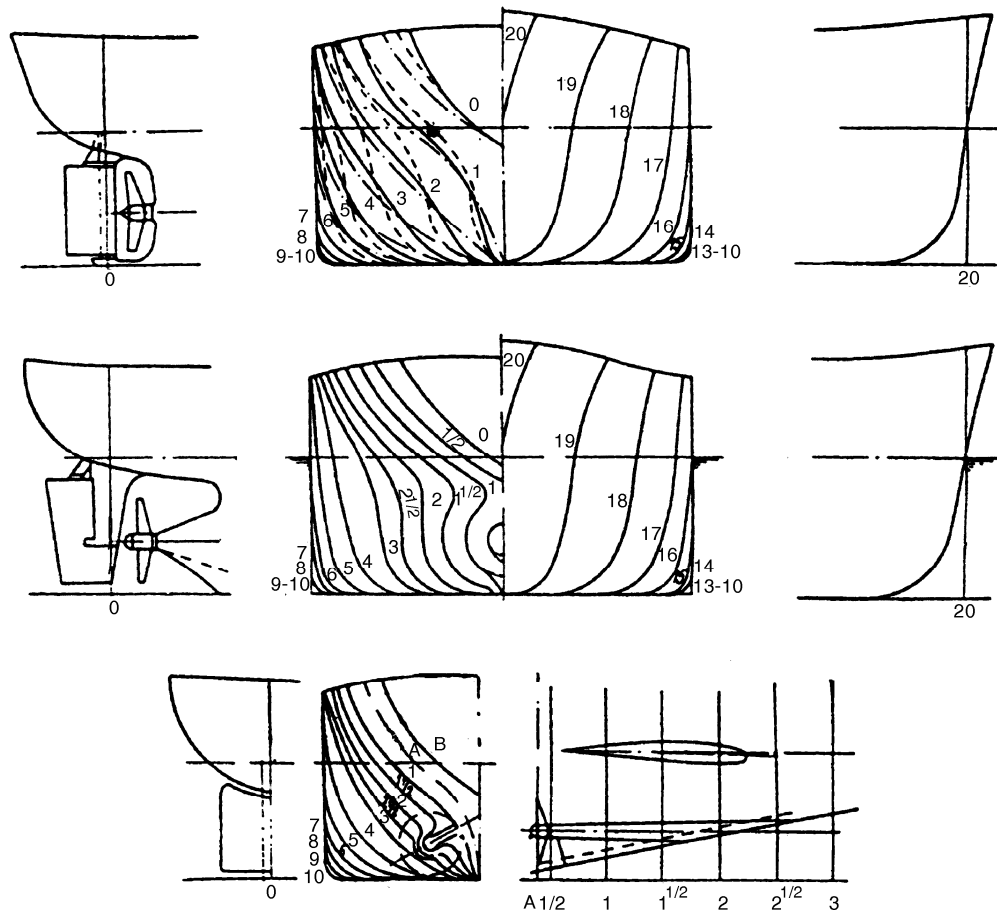
Hình 2.23 Mô hình thử tại Nhật Bản

Đường sườn phía lái của tàu “béo” có vai trò hết sức lớn trong nghiên cứu sức cản và tính năng chân vịt tàu. Đường hình vùng này ảnh hưởng trực tiếp đến dòng chảy bao tàu, và theo đó ảnh hưởng trực tiếp hệ số dòng theo, hệ số lực hút. Chấn động thân tàu bị tăng hay giảm cũng phụ thuộc vào cơ cấu hình dáng phần đuôi tàu.

Điều có thể rút ra từ thí nghiệm là đường sườn chữ V tại vùng đuôi có thể tạo sức cản không lớn song không có lợi cho các đặc tính động lực. Trong khi đó sườn chữ U tại đây mang tiếng xấu với sức cản song làm cho đặc tính làm việc chân vịt tốt hơn.

Thay đổi tính năng của chân vịt trong hoàn cảnh thế này thực ra không thể giải quyết chỉ bằng đường lý thuyết. Người ta cố gắng tạo ra những mô hình thích hợp

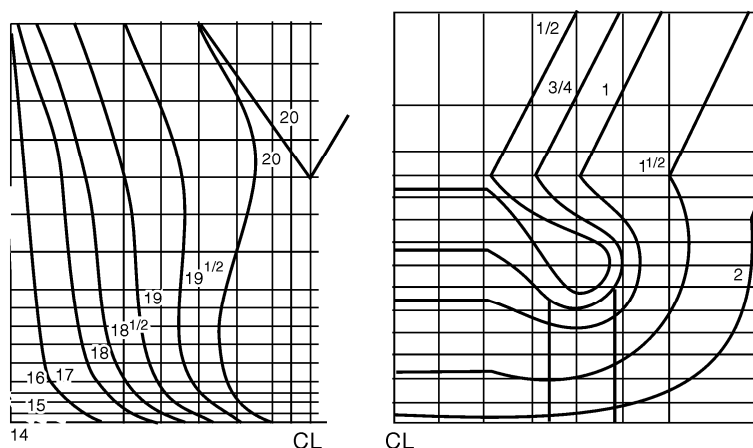
cho đường sườn khu vực này. Hướng chung để giải quyết những vấn đề này là thay thế sườn chữ V “cứng” bằng chữ V “trung gian”, nghĩa là không hoàn toàn V song chưa phải U. Thử nghiệm sườn chữ U trên một số tàu đã mang lại những kết quả khả quan. Hướng phát triển khá hay là làm thêm “quả lê” cho khu vực lái tàu. Biến tướng quả lê có thể là “xì gà” là “bóng đèn Hogner”, sườn đuôi dạng “bóng đèn Vezer” v.v... Một trong những cách thực hiện nữa là sử dụng đường hình không đối xứng.



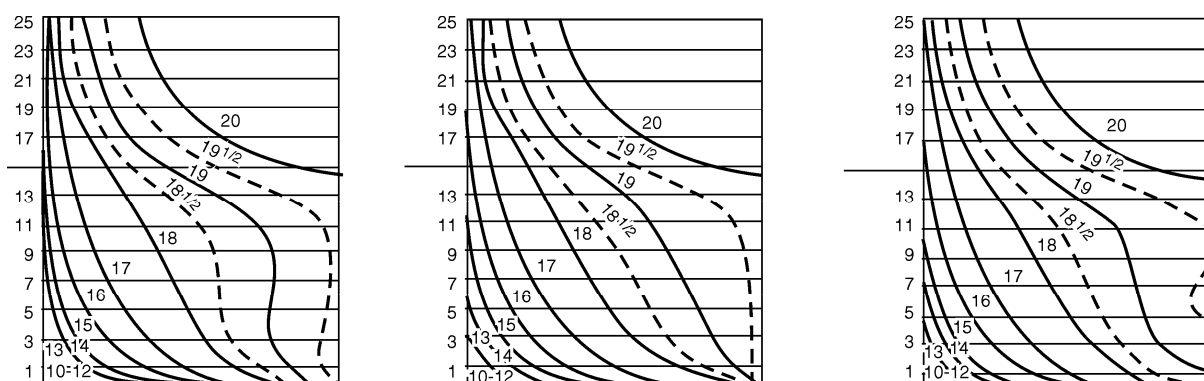
Hình 2.24 Mô hình tàu dầu sức chở 39.000dwt

Về thiết kế “bóng đèn tròn” hay “quả lê mũi tàu” bạn đọc xem tài liệu “*Lý thuyết thiết kế tàu*” và “*Sức cản vỏ tàu*”.

Chúng ta làm quen thêm đường hình tàu dầu khổng lồ. Các tàu dầu cỡ lớn thường có hệ số $C_B \geq 0,83$, hoạt động trong phạm vi số Froude không lớn do vậy mang những đặc thù riêng. Đường hình được ưa dùng có lẽ là đường hình trụ hoặc ống côn cùng “bóng đèn tròn”. Hai dạng hình đặc trưng được chụp lại từ tài liệu chuyên ngành của nước ngoài.

**Hình 2.25**

Để tạo sự hài hòa giữa phần mũi và phần lái của các đường hình tàu, đường hình phía lái đã được cải biên khá nhiều. Một số dạng kỳ lạ của phần lái được trình bày tại hình 2.26.

**Hình 2.26** Đường hình phía lái tàu dầu hiện đại.

a) Đường hình U, b) Đường hình V và c) Đường hình dạng điệu xì gà

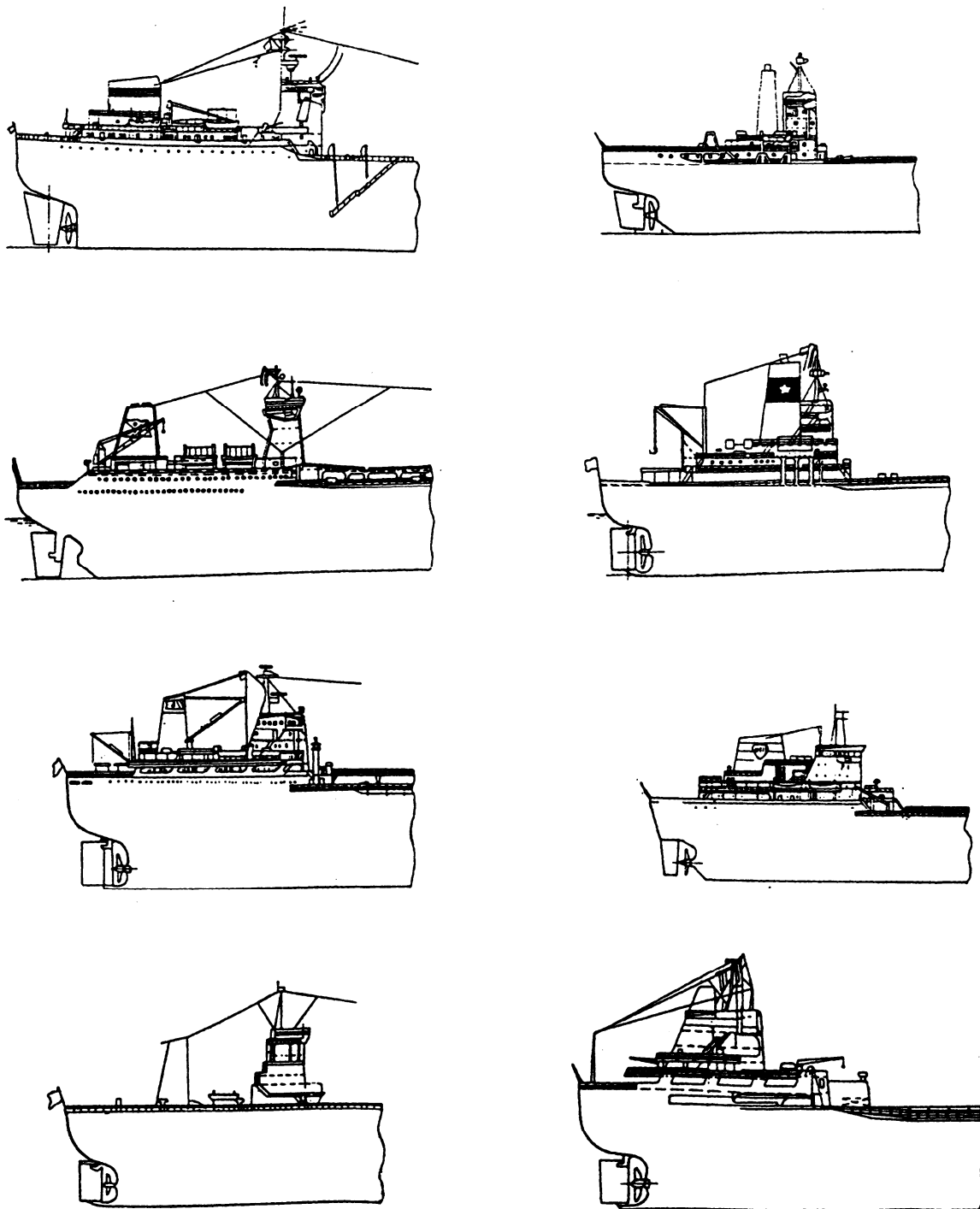
2.3 CHIỀU DÀI KHOANG, DUNG TÍCH CÁC KHOANG

Thiết kế tàu dầu cũng như tàu hàng đi biển được đề cập đầy đủ trong tài liệu “*Lý thuyết thiết kế tàu*”. Tuy nhiên, tàu dầu có những đặc thù riêng, yêu cầu cụ thể khác những tàu hàng khô. Các đặc tính này tập trung ở chỗ bố trí tàu theo chiều dọc, chiều ngang và những vấn đề liên quan đến bố trí đó.

Tạo hình bên ngoài tàu

Nhìn chung tàu dầu không khác các tàu đi biển khác, kiến trúc dạng “ba đảo” rất được ưa chuộng. Cho đến những năm 1960 trên tàu dầu có thượng tầng phía lái khá dài, cao, lầu giữa khá uy nghi. Phía mũi tàu boong nâng cao tạo thành đảo thứ ba.

Cầu dẫn cao khoảng 2,5 – 3m trên boong nối liền thượng tầng lái với lầu giữa tạo thuận lợi và an toàn cho sử dụng và bố trí trang thiết bị, ống.



Hình 2.27

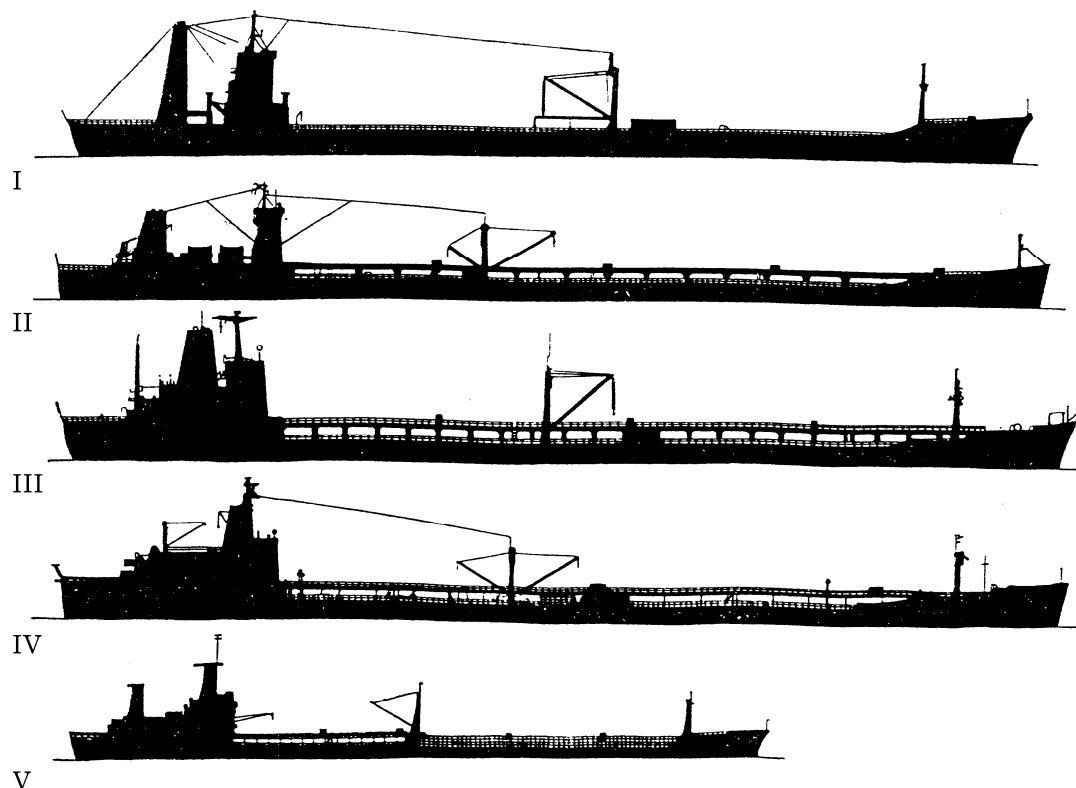
Từ khi những tàu cỡ lớn ra đời, những đổi thay thích hợp cho các công trình khổng lồ này làm cho dáng bên ngoài tàu dầu có khác đi so với trước. Tàu dầu lớn không mấy khi xây dựng lầu giữa, trong khi đó thượng tầng lái được nâng cao, kéo dài. Thượng tầng dạng này được người Mỹ gọi theo cách hiện đại “cầu tháp” (*tower bridge*). Thượng tầng tàu hiện đại được minh họa bằng những hình ảnh (H.2.27).

Trở lại vấn đề bố trí lầu giữa chúng ta còn phải nhìn một thực tế trong đội tàu dầu. Khi tàu quá dài, mặc dầu trên tàu có trang bị hệ thống đo từ xa, các camera bố trí khắp vùng, người ta vẫn chưa yên tâm lắm trong việc phát hiện và xử lý các hiện tượng đột biến trên tàu, nằm xa trạm điều khiển. Lầu giữa tàu xuất hiện trở lại trên các tàu lớn. Bạn đọc có dịp tìm hiểu thêm hình 2.27 trình bày hình chiếu cạnh các tàu dầu hiện đại.

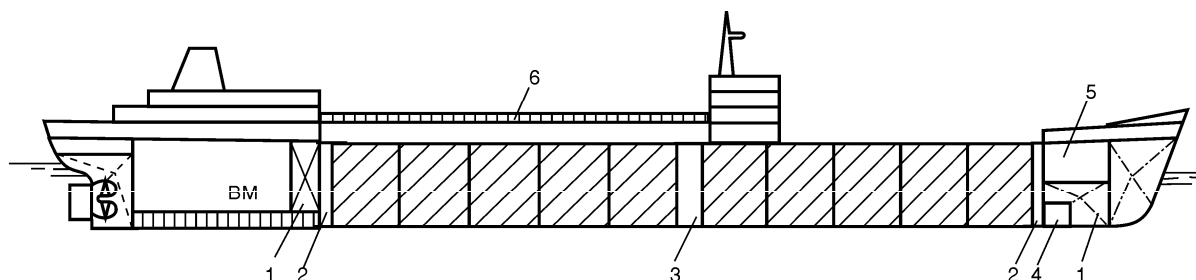
Thiết kế dáng bên ngoài cho tàu, như chúng tôi đã bàn trong tài liệu “*Mỹ thuật thiết kế tàu*”, khi gặp phải tàu dầu sẽ là điều không dễ. Tạo hình cho những kiến trúc quá dài như thế này đòi hỏi có sự tìm tòi và sáng tạo. Chúng ta thử đưa những lời bình các cách tạo hình đang đề cập (H.2.28). Hình đầu tiên (I) trình bày phương án nặng về mỹ thuật. Theo phương án này tàu được thiết kế với mạn khô lớn, khối hình trông chừng có vẻ cân đối. Tại đây chúng ta không nhìn thấy cầu dẫn, không thấy các khối đường ống nghênh ngang. Trong khi đó tại hình II, chiều cao mạn khô được trở về vị trí của nó, nếu xét về mặt kỹ thuật, chiều cao nhân tạo được xây dựng nhờ cầu dẫn và hệ thống ống. Cách bố trí như nêu tại hình này làm cho hình chiếu ngang thanh thoát hơn và không mất hẳn tính cân đối. Tuy nhiên xem xét kỹ, hệ thống ống trên cầu dẫn làm cho bức tranh nặng nề quá. Phương án III tập trung xây dựng thượng tầng thành khối gắn bó, trong khi đó làm đẹp hơn hệ thống dẫn ống, cố gắng để tàu trở nên thanh thoát. Thực tế cho thấy phương án III có vẻ nặng nề hơn hai cách trước. Theo ý kiến nhiều chuyên gia, phương án IV, trong đó người ta xây dựng thượng tầng lầu dạng liên tục, cầu dẫn “nhẹ” hơn, phần mũi cũng đầy đặn hơn làm cho dáng bên ngoài của tàu mang tính động đậm nét hơn.

Chúng tôi không kết luận về tính ưu việt hoặc nhược điểm của bốn phương án. Điều cần nói, cả bốn phương án đều đảm bảo cho dáng bên ngoài của tàu gần với đòi hỏi “cân đối” song phải đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật đề ra. Thiết kế tàu không chỉ thỏa mãn yêu cầu mỹ thuật mà còn phải theo đúng yêu cầu kỹ thuật. Tiếp theo phần khảo sát trên tại hình 2.28V bạn đọc có dịp đối chiếu với một mô hình được mọi người thích trong thực tế.

Quay trở lại thực tế, bạn đọc hãy cùng chúng tôi tìm hiểu cách bố trí tàu dầu. Nguyên tắc chung cho bố trí tàu nhóm này là đảm bảo tàu cân bằng trong quá trình sử dụng, đồng thời đảm bảo tàu không bị uốn và bị cắt bằng mômen uốn và lực cắt quá lớn. Nói dễ hiểu hơn, bố trí tàu để tàu không bị nghiêng, bị chúi quá mức, không bị hư hại do tác động của biển cả.

**Hình 2.28**

Sơ đồ nguyên lý bố trí tàu dầu được trình bày tại hình 2.29. Dọc chiều dài tàu, thân tàu được chia làm nhiều phần, mỗi phần làm chức năng riêng. Phía mũi tàu nhất thiết phải bố trí khoang mũi (*forepeak*) sẵn sàng chịu đựng được những va đập bất ngờ mà không truyền nguy hiểm đó, nếu có, cho phần còn lại. Trong vùng này, thông lệ bố trí kết nhiên liệu 1, deep tank, khoang hàng khô 5, nếu cần, buồng bơm của tàu 4. Ngăn cách giữa khu vực này với khu vực hầm hàng là khoang đệm (*conferdam*) 2. Buồng bơm hàng 3 thông lệ được bố trí giữa khu vực hầm hàng. Tuy nhiên cần nói rõ thêm, khoang số 3 này nhiều khi được chuyển về trước. Buồng máy tàu dầu thường đặt phía lái. Trên tàu không lâu giữa đóng trước những năm 1960 cầu dẫn trên tàu kéo dài từ thượng tầng đến mũi. Tàu có lầu giữa người ta cho cầu dẫn dừng lại ngay lầu này, số 6 trên hình 2.29.

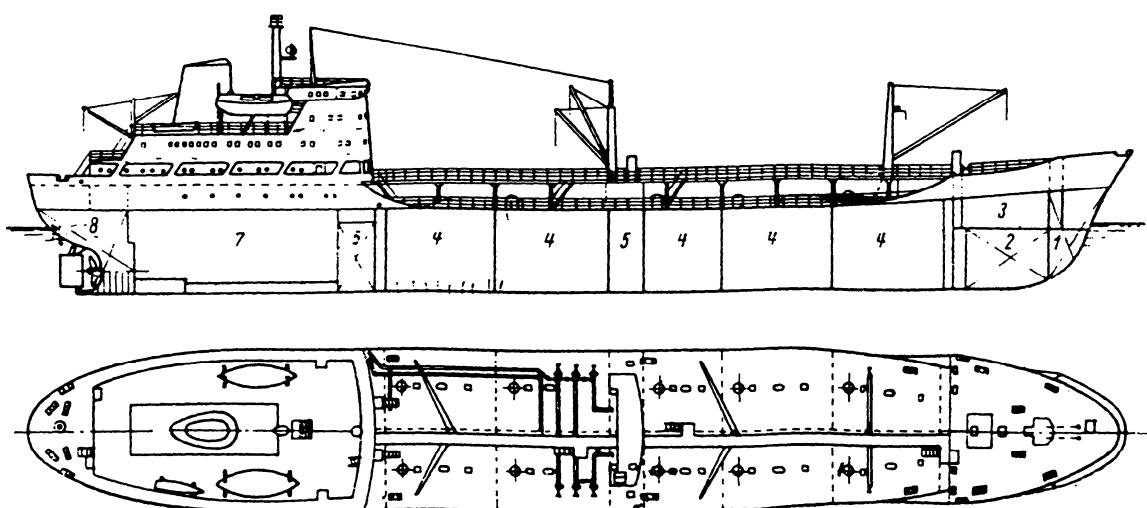
**Hình 2.29** Nguyên lý bố trí tàu dầu

Theo nguyên lý trên tàu dầu cỡ nhỏ, 4.760 dwt, đóng năm 1967 tại Nga, được bố trí như thể hiện tại hình 2.30.

Khoang mũi (*forepeak*) 1 bố trí tại vị trí đầu cùng của tàu, két sâu (*deeptank*) 2 sử dụng vào mục đích chứa nước dằn, 3- khoang hàng khô. Số 4 trên tàu gồm 10 khoang chỉ các khoang hàng. Khoang bố trí bơm hàng 5 nằm tại khu vực giữa tàu. Nhìn vào vị trí đặt khoang bơm hàng có thể phỏng đoán, tàu có thể chở ít nhất hai loại hàng. Trong khoang bơm này sẽ bố trí các bơm phục vụ riêng cho mỗi loại hàng. Vấn đề này chúng ta tiếp tục tìm hiểu trong các phần tiếp theo. Két nhiên liệu 6 được bố trí trước buồng máy. Buồng máy tàu 7 bố trí tại vị trí chuẩn thường áp dụng cho tàu dầu. Khoang số 8 mang tên gọi khoang lái (*afterpeak*), có tác dụng tương tự như forepeak song làm nhiệm vụ cảnh giới phía sau.

Khu sinh hoạt đoàn thủy thủ, các buồng công cộng đặt trong khu vực thượng tầng. Trang thiết bị điều khiển tàu đặt ở vị trí cao, tiện lợi cho việc điều khiển tàu.

Phần lớn tàu dầu đi biển có thượng tầng khá cao. Người ta đã tổng kết đây là những khối nhà năm tầng hoặc cao hơn để có thể chứa các phòng cần thiết, đã nêu.



Hình 2.30 Bố trí tàu dầu cỡ nhỏ

Trên tàu cỡ nhỏ có thể không thiết kế khoang hàng khô và deeptank. Trên tàu lớn phần mũi của tàu gồm có khoang hàng khô, deeptank v.v... chiếm 16 - 18% chiều dài tàu.

Khu vực dành cho khoang hàng khô, két nhiên liệu mũi trong nhiều trường hợp được sử dụng làm két dằn khi tàu chạy ở chế độ ballast.

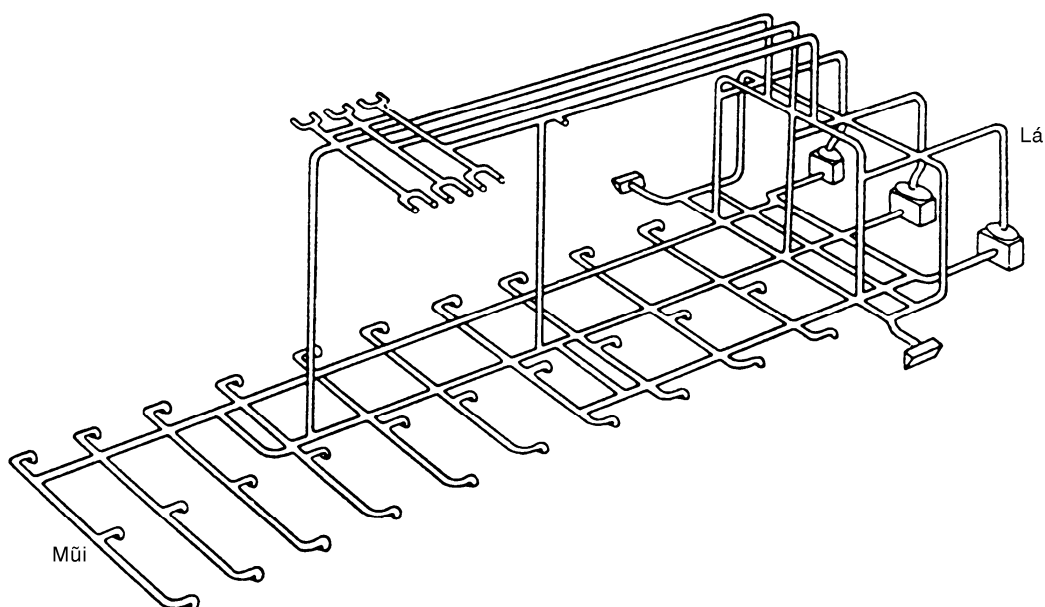
Két sâu (*deeptank*) mũi, trong nhiều trường hợp, sử dụng như két nhiên liệu hoặc két ballast.

Vị trí đặt buồng bơm hàng dọc tàu là việc cần suy tính vì cách bố trí này liên quan đến công và giá thành đóng tàu, ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình sử dụng. Buồng bơm hàng đặt giữa tàu chia các khoang hàng làm hai khu vực, trước và sau buồng bơm. Theo cách này người ta có thể chứa các loại hàng khác nhau trong các vùng khác nhau, buồng bơm nằm giữa nên trở thành người hàng xóm cho cả các vùng. Mọi thao tác với mọi loại hàng đều diễn ra thuận lợi. Trên một số tàu cần chở nhiều loại hàng người ta bố trí hai buồng bơm hàng. Điều có thể nói thêm, buồng bơm đặt giữa tàu sẽ làm cho mômen uốn tàu không quá lớn khi tàu nằm trên sóng.

Bố trí buồng máy giữa tàu phải để ý đến điều này, cần tính toán chi tiết nhằm đảm bảo điều kiện làm việc bình thường cho bơm khi tàu bị nghiêng về lái trong giai đoạn gần cạn hàng.

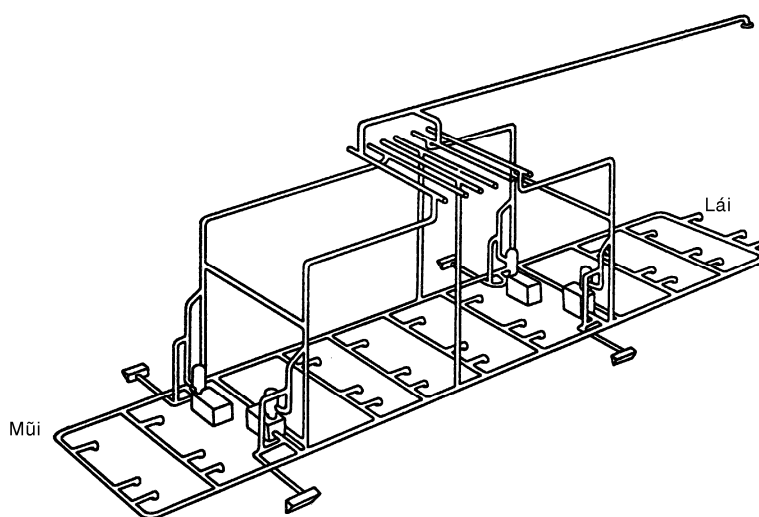
Tàu nhỏ, chở một loại hàng có buồng bơm hàng đặt sát buồng máy, nằm phía lái tàu. Tàu hiện đại có buồng bơm hàng nằm phía lái.

Hệ thống đường ống phục vụ cho việc tiếp nhận hàng hoặc chuyển hàng ra khỏi tàu tổ chức theo cách bố trí buồng bơm. Trên tàu dầu người ta sử dụng hai hệ thống đường ống khác nhau về tổ chức khi làm công việc này. Hệ thống ống phục vụ chuyển dầu cho tàu có buồng bơm đặt sau được gọi hệ tuyến tính (H.2.31).



Hình 2.31 Hệ thống tuyến tính làm hàng

Hệ thống ống phục vụ bốc dỡ hàng cho tàu dầu với hai buồng bơm hàng có tên gọi hệ thống vòng. Hệ thống này có thể làm việc để chuyển đồng thời hai loại hàng khác nhau cùng trên một tàu (H.2.32).



Hình 2.32 Hệ thống vòng

Lưu lượng bơm cần tính đủ để thời gian bơm hàng vào tàu hoặc ra khỏi tàu không quá 8 ÷ 12 giờ.

Động lực cho các bơm hàng

Thông thường người ta sử dụng các máy động lực thuộc kiểu như máy chính của tàu. Công suất các động cơ kéo bơm chiếm khoảng 40% động lực của tàu. Trong thực tế, các tàu lớn với máy chính thuộc họ diesel song động lực lai bơm vẫn là các tua bin khí. Trên tàu dầu nổi hơi chưa mất chỗ đứng có lẽ vì lý do này. Bạn đọc tìm hiểu thêm vấn đề này qua các ví dụ thực tế, trình bày tại cuối chương.

Dung tích hầm hàng

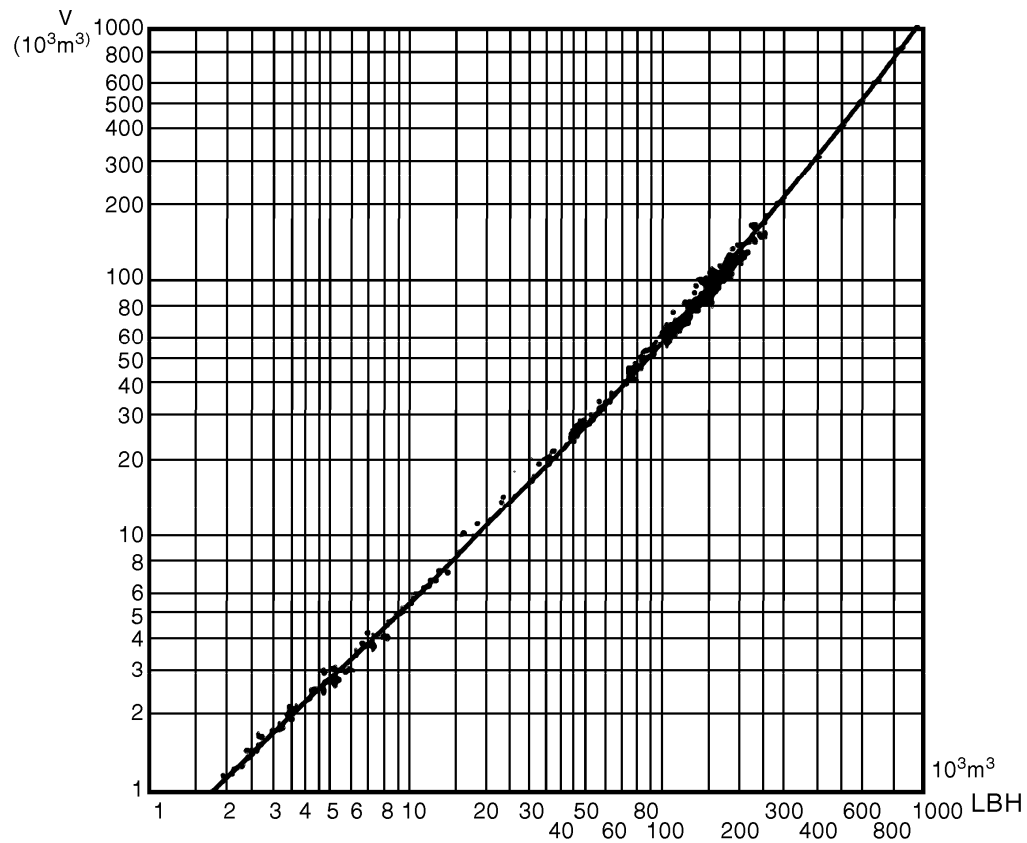
Dung tích các khoang hàng trên tàu dầu phải được tính đủ để tàu có khả năng chở được các loại hàng từ dầu. Hàng nhẹ từ sản phẩm dầu như xăng có tỷ trọng khá nhỏ, $\gamma = 0,70 - 0,74 \text{ T/m}^3$. Hàng nặng hơn tỷ trọng cũng không quá $0,8 \text{ T/m}^3$. Dung tích chứa hàng của tàu dầu tính cho các mặt hàng này không bé hơn giá trị tính từ biểu thức sau:

$$V = 1,27 \cdot DW \text{ (m}^3\text{)} \quad (2.32)$$

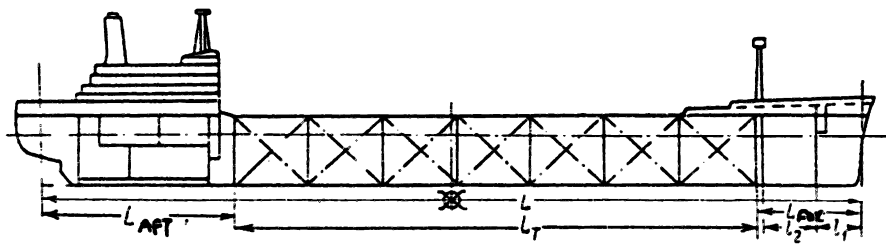
Từ kết quả thống kê có thể thấy, trên các tàu đã đóng, dung tích chở hàng tàu dầu có thể tổng kết dưới dạng biểu thức gần đúng:

$$V = 0,5 (LBH)^{1,06} \cdot 10^3, \text{ (m}^3\text{)}$$

Trong đó LBH tính theo đơn vị 10^3 m^3 . Hình 2.33 minh họa cách tính này.



Hình 2.33



Hình 2.34 Sơ đồ phân chiều dài tàu dầu

Trên các tàu đã đóng có thể ghi nhận dung tích các khoang hàng dạng sau đây, tùy thuộc chiều dài các khoang hàng trên tàu thật l_T .

$$V = k \cdot l_T \cdot (BH), (m^3)$$

Trong đó l_T tính bằng m , $k = 0,99 \div 1,0$.

Chiều dài l_T tính theo công thức:

$$l_T = L - (l_{for} + l_{aft})$$

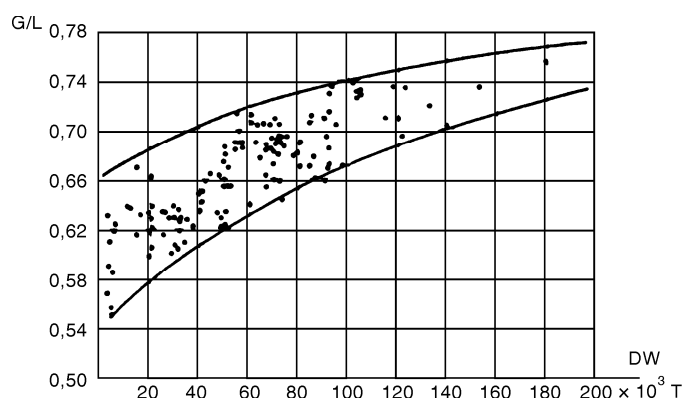
trong đó chiều dài đoạn mũi l_{for} và đoạn lái l_{aft} xác định theo yêu cầu thực tế của tàu.

Tàu lắp máy chính diesel có $I_{aft} = (1,8 \div 1,95)L_{for}$

Tàu trang bị tua bi khí sẽ nhận $I_{aft} = (1,5 \div 1,65)L_{for}$.

Trong các thành phần của I_{aft} có thể ghi nhận những dữ liệu thống kê như sau: chiều dài khoang afterpeak khoảng $3,8 - 4,8\%L$, chiều dài khoang máy bơm hàng hóa khoảng $(2,0 \div 2,7\%L)$.

Tỷ lệ I_T/L có vai trò lớn trong việc xác định dung tích khoang hàng. Có thể đặt tên cho đại lượng này, chiều dài tương đối các khoang hàng. Giá trị đại lượng này thay đổi trong phạm vi khá rộng. Với các tàu cỡ nhỏ tỷ lệ này chưa đạt 0,5, tàu cỡ lớn trị giá của nó xấp xỉ 0,8. Có thể tham khảo trị giá tỷ lệ đang đề cập của các tàu đã đóng từ đồ thị hình 2.35.

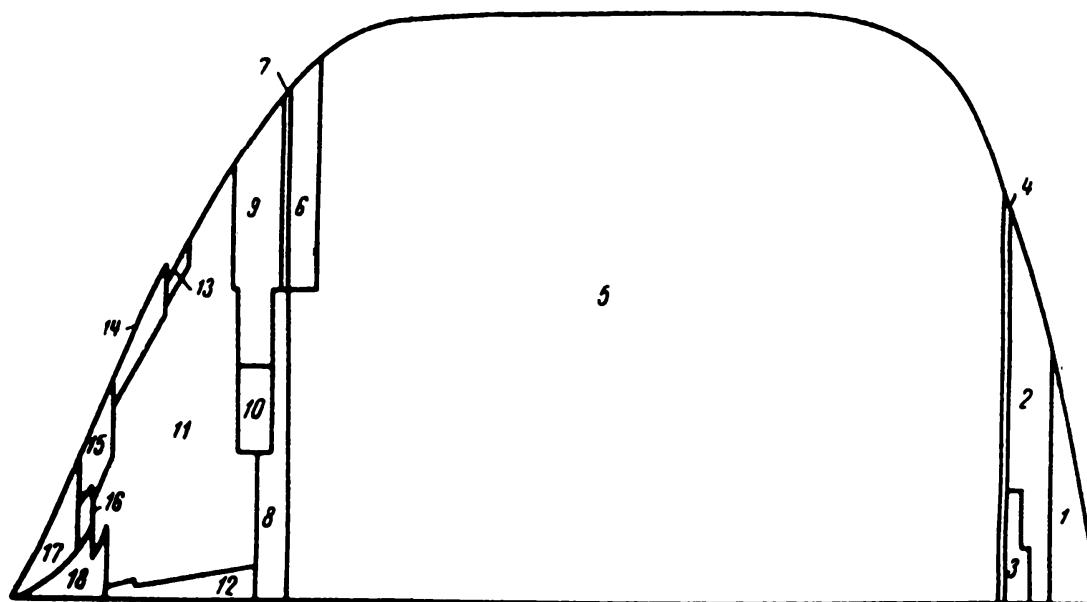


Hình 2.35

Biểu đồ dung tích tàu dầu có dạng thường gặp như trình bày tại hình 2.36 và hình 2.37. Hình 2.36 giới thiệu biểu đồ dung tích tàu dầu 30.500dwt. Hình 2.37 trình bày biểu đồ tàu dầu Sophia trọng tải cỡ 50.000dwt.



Hình 2.36 Biểu đồ dung tích tàu 30.500dwt



- 1- forepeak 1100m³; 2- deeptank 2055m³, khoang bơm cùng conferdam 359m³
 4- conferdam phía mũi 300m³; 5- khoang hàng 68.985m³; 6- 1130 m³;
 7- conferdam lái 204 m³; 8- buồng bơm hàng 1063 m³; 9- bunker nhiên liệu 1873 m³;
 10- két nhiên liệu 542 m³; 11- buồng nổi hơi 7052 m³; 12- két đáy đôi 593 m³;
 13- két nhớt 90 m³; 14- FW 320 m³; 15- nước sinh hoạt 358 m³; 16- kho 120 m³;
 17- khoang máy lái 505 m³; 19- afterpeak 407 m³

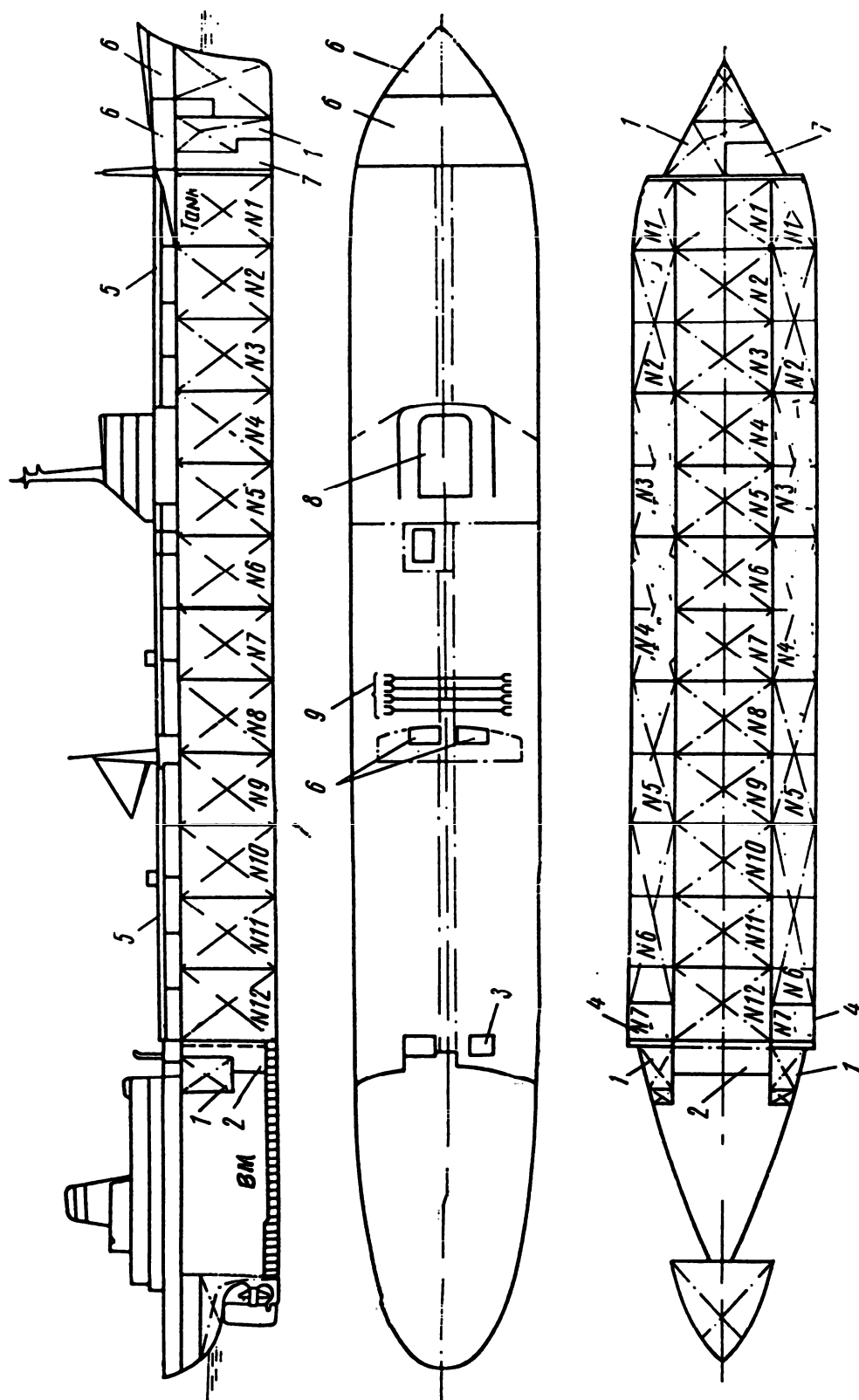
Hình 2.37 Biểu đồ dung tích tàu 50.000dwt

Bố trí các khoang trên tàu Sophia được trình bày tại hình 2.38.

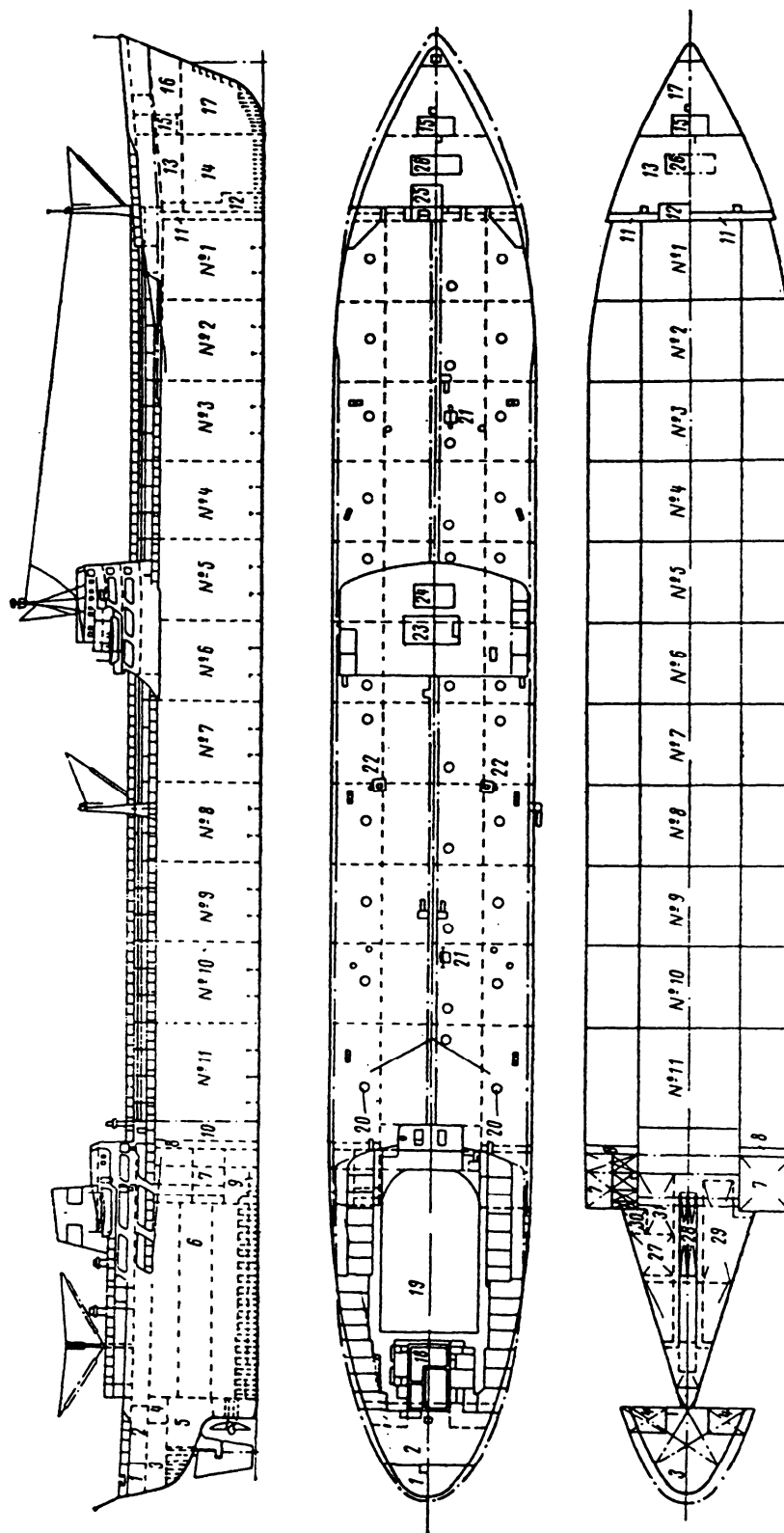
Cần nhắc lại kích thước chính của tàu “Sophia” được xác định từ thiết kế:

$$L \times B \times H \times T = 214,0 \times 31 \times 15,4 \times 11,5 \text{ (m)}$$

Tàu trang bị máy chính 19.000HP, khai thác với vận tốc $v = 17 \text{ HL/h}$. Buồng bơm tàu đặt sau, được trang bị bốn bơm li tâm bơm hàng, năng suất 750m³/h mỗi bơm. Tại hình 2.38 buồng bơm hàng đánh dấu số 2. Bơm tàu đặt tại khoang đánh dấu bằng số 7.

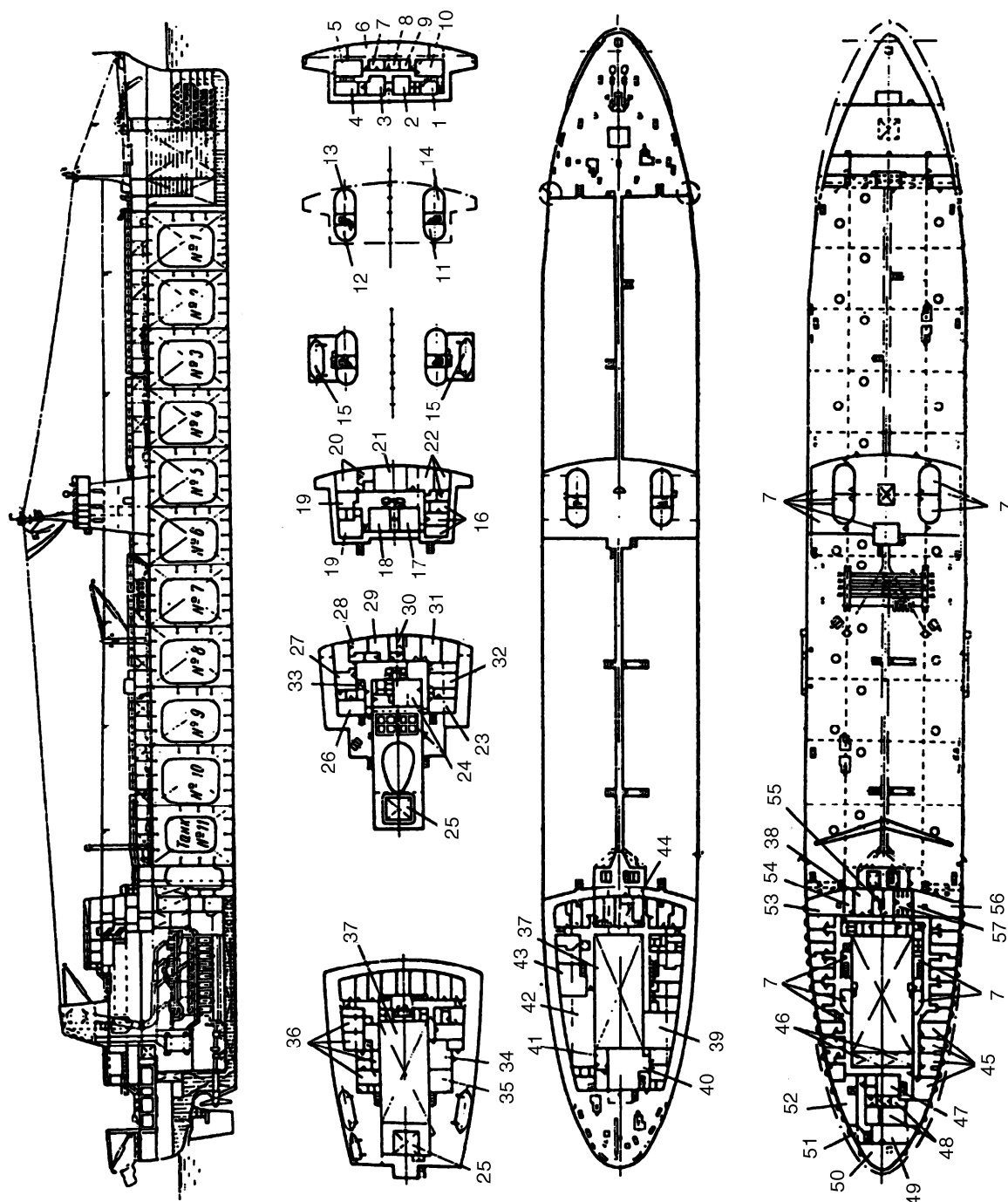


Hình 2.38

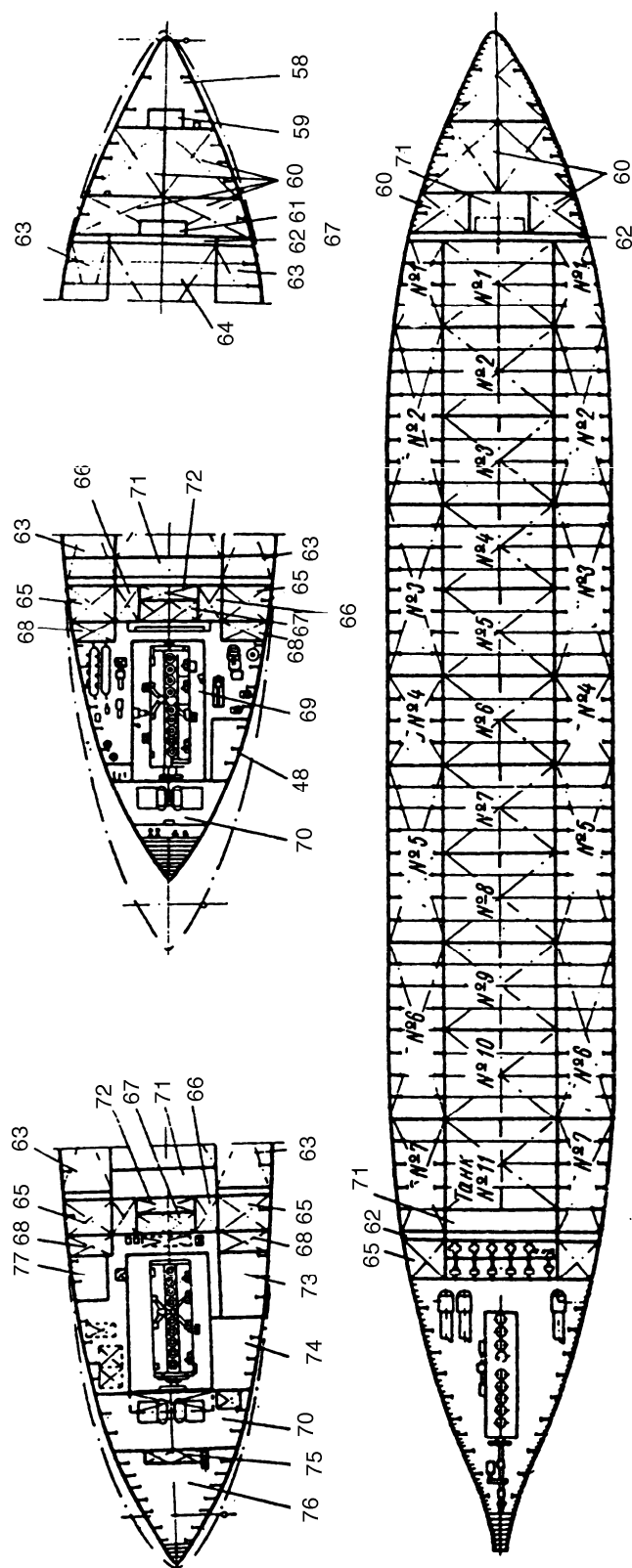


Hình 2.39

Trong hình 2.40a,b tiếp theo bạn đọc có dịp tham khảo bố trí đầy đủ của tàu cỡ 50.000 *dwt* mang tên Léonard de Vinci.

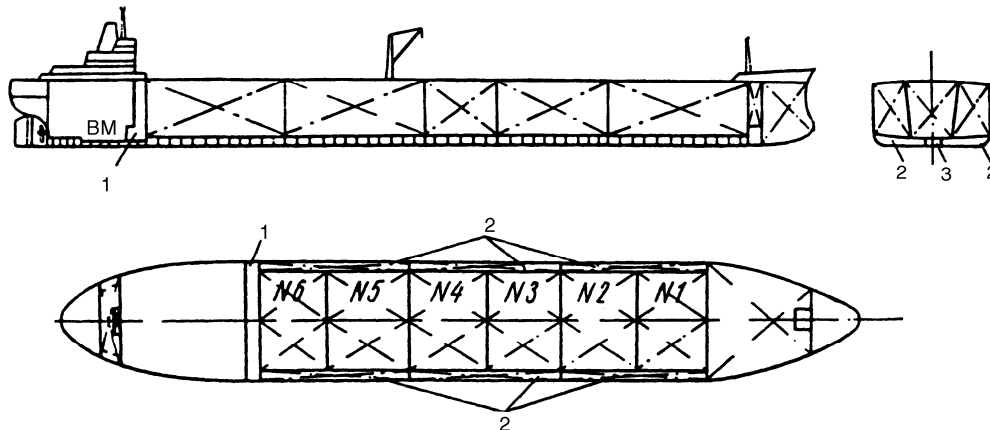


Hình 2.40a



Hình 2.40b

Bạn đọc cần để ý đến điều này, thời huy hoàng của tàu đáy đôi song mạn đơn đã phải chấm dứt. Nhằm tăng khả năng tránh ô nhiễm dầu, đồng thời tăng độ bền chung tàu dầu hiện nay, tàu dầu cỡ trung trở lên bị bắt buộc làm cả đáy đôi và mạn đôi. Bố trí tàu đáy đôi, mạn đôi tuy không khác nhiều so với tàu mạn đơn song người thiết kế cần cân nhắc về khả năng cân bằng ngang, cân bằng dọc của tàu khi có mặt rất nhiều các kết mạn và các kết đáy. Bố trí tàu dầu 212.000dwt chỉ có đáy đôi như thiết kế trước đây và tàu tuy chỉ với 3.700dwt song đóng gần đây với hai mạn đôi giúp chúng ta hình dung sự khác nhau tiềm ẩn của hai hệ thống.



Hình 2.41 Bố trí tàu đáy đôi (trên) và tàu mạn đôi (dưới)

2.4 KẾT CẤU TÀU DẦU

Thép đóng tàu

Bảng 2.5

Thành phần (%)	A	B	D	E
Cacbon	0,23 max	0,21 max	0,21 max	0,18 max
Mangan	2,5xcacbon	0,6 min	0,6 min	-
Photpho	0,04 max	0,04 max	0,04 max	0,04 max
Lưu huỳnh	0,04 max	0,04 max	0,04 max	0,04 max
Silic	-	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 (2400 kG/cm^2)				
Thép grade A, dày trên 25 mm : 220 N/mm^2 (2250 kG/cm^2)				

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 photpho trong thép đóng tàu phải ở mức thấp nhất, dưới 0,05%. Từ năm 1959 các hãng 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 tấm có chiều dày lớn. Hãng kiểm ABS ghi rõ rằng thép *grade B* vào danh mục thép dùng làm thân tàu. Những yêu cầu đối với thép đóng tàu, độ bền bình thường, các cấp A, B, C, D, E.

Các ký hiệu vừa nêu trong phần vật liệu này được dùng tại hầu hết các nước. Trong tài liệu chính thức do Hãng kiểm Việt Nam lưu hành, các cấp thép được mang ký hiệu mượn của một nước châu Á có nền công nghiệp đóng tàu rất phát triển. Các cấp đó là KA, KB, KD, KE, thay vào chỗ các cấp A, C, D, E. Yêu cầu chung cho tất cả 4 cấp, theo TCVN 6259-7:1977 là:

Bảng 2.6

Thử kéo Cấp thép	Giới hạn chảy (N/mm^2)	Giới hạn bền (N/mm^2)	Độ giãn dài
KA, KB, KD, KE	≥ 235	400 – 520	≥ 22

Nguồn 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 hãng 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 v.v... thường được phân loại trong hệ thống này. Thép độ bền cao ghi trong hệ thống này gồm A242, A440, A441, và A588, v.v...

Trong các sách kỹ thuật dùng tại nước ta, cho đến những năm 90 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 này, 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_T.3C, C_T.4C 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 2.7

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/m^2 ; 380 ÷ 470 MN/m^2

C_T.4C : không nhỏ hơn 240 MN/m^2 ; 420 ÷ 520 MN/m^2

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 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 (theo cách làm của một nước châu Á vừa kể) KA 32, KD32, KE 32, KA 36, KD36, KE 36, KA 40, KD 40, KE 40, KF32, KF36, KF40.

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/mm^2 (4800 ÷ 6000 kG/cm^2)
H36 490 – 620 N/mm^2 (5000 ÷ 6300 kG/cm^2)
H40 510 – 650 N/mm^2 (5200 ÷ 6600 kG/cm^2)

Giới hạn chảy: H32 315 N/mm^2 (3200 kG/cm^2)
H36 355 N/mm^2 (3600 kG/cm^2)
H40 390 N/mm^2 (4000 kG/cm^2)

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 2.8

Thử kéo Cấp thép	Giới hạn chảy (N/mm^2)	Giới hạn bền (N/mm^2)	Độ giãn dài, % $a = 5,65\sqrt{A}$
KA 32, KD32, KE 32, KF32	≥ 315	440 – 590	≥ 22
KA 36, KD36, KE 36, KF36	≥ 355	490 – 620	≥ 21
KA 40, KD40, KE 40, KF40	≥ 390	510 – 650	≥ 20

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

Bảng 2.9

Mác thép (Nga)	Giới hạn chảy (MN/m^2)	Giới hạn bền (MN/m^2)	Độ giãn dài δ_{10} (%)
CXΛ-1	350	≥ 520	18
CXΛ-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
CXΛ-45	450	560-680	16
KC	450	560-680	15

Thép dùng đóng tàu dầu không đòi hỏi những đặc thù riêng biệt. Các mã thép nêu trên được Đăng kiểm chấp nhận, đều được dùng để đóng tàu dầu. Tổng kết sơ bộ về mã thép dùng trên các tàu lớn đã đóng có thể thấy hiện tượng, yêu cầu về độ bền thép tăng theo chiều dài tàu.

Bảng 2.10

Chiều dài tàu dầu (m)	<120	120-160	160-200	200 trở lên
Giới hạn chảy của thép (MPa)	240	300	350	400

Thép thường được dùng cho tàu cỡ trung trở lại. Thép cacbon thấp được dùng cho các tàu cỡ lớn hơn, giúp cho việc tiết kiệm vật liệu làm vỏ. Người ta tổng kết rằng tàu cỡ 50.000dwt nếu dùng thép cacbon thấp có thể giảm trọng lượng vỏ khoảng 14% so với vật liệu thông thường.

Tàu cỡ lớn gần như không có cách nào hơn là phải dùng thép độ bền cao. Những tàu đã đóng tại các nước Bắc Âu và Mỹ như Sovereign Clipper 74.700dwt, Afrodite 96.900dwt, Drupa 68.000 dwt đều sử dụng thép độ bền cao. Tại Nhật Bản

người Nhật còn dùng thép với ứng suất chảy 500 MPa đóng tàu Showa Maru 105.500 dwt (1965), tàu Idemitsu Maru 209.300 dwt (1966). Tàu thứ hai vừa nêu giúp tiết kiệm 1500 tấn thép đóng tàu.

Ứng dụng nhiều cấp thép vào tàu làm cho kết cấu tàu dầu đa dạng hơn nếu so với tàu khác kiểu. Mặt khác chúng ta còn nhận thấy điều này qua các phần đã trình bày, tàu dầu dù cỡ nhỏ hay cỡ khổng lồ đều là tàu một boong. Boong tàu dầu khác boong tàu khác kiểu ở đặc điểm phẳng, thậm chí không có dốc yên ngựa. Đặc điểm này dẫn đến tình hình phổ biến, kết cấu tàu dầu hầu như thuộc kết cấu dọc. Những tàu cỡ nhỏ có thể làm theo kết cấu hỗn hợp, trong đó giàn đáy và boong theo hệ thống dọc, giàn mạn theo kết cấu ngang.

Kết cấu khỏe trong tàu dầu thường rất cứng vững. Khoảng sườn kết cấu tàu dầu đạt những giá trị khá lớn. Tàu dầu cỡ 50.000 dwt có khoảng sườn $3,1\text{ m}$ trong khi đó tại tàu Tokyo Maru khoảng cách này là $4,5\text{ m}$. Tàu cỡ 200.000 dwt có khoảng sườn $5,35\text{ m}$.

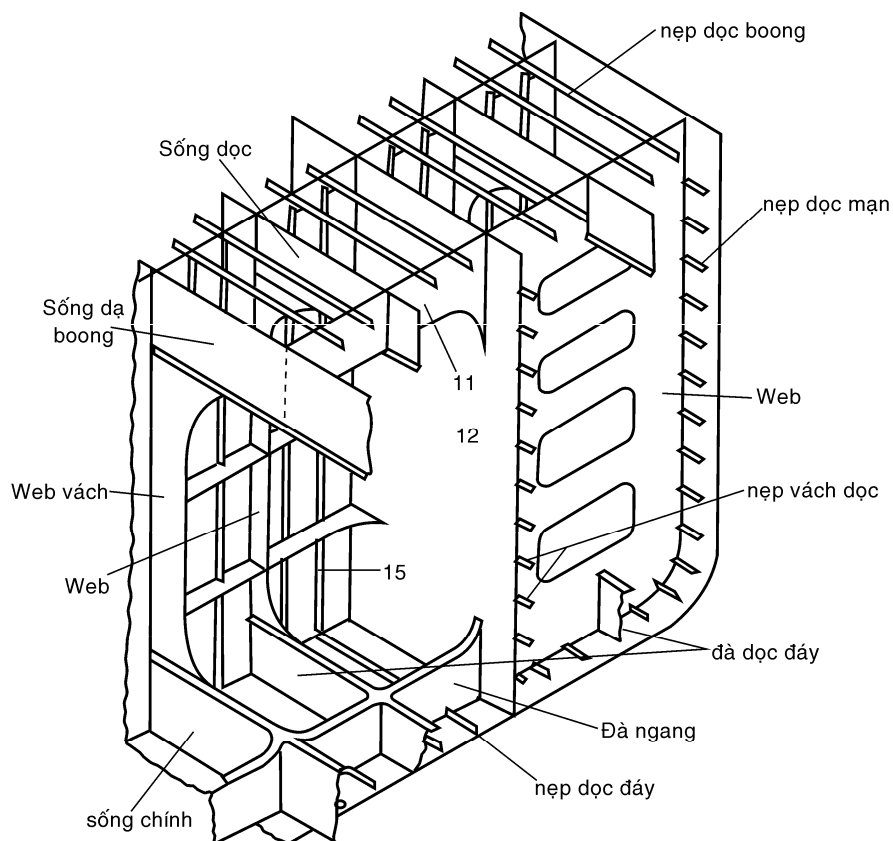
Kết cấu khỏe của tàu lớn trông khá hùng vĩ. Chiều cao đà ngang trên Tokyo Maru đạt $3,6\text{ m}$, mã liên kết $780 \times 520 \times 38\text{ (mm)}$.

Tàu dầu với hai vách dọc được bố trí theo lệ thường sau đây. Khoảng cách giữa vách dọc và mạn không quá $20 \div 30\%B$. Tàu có ba vách dọc khoảng cách này rút xuống $15 \div 20\%$.

Khoảng cách giữa hai vách dọc không quá $50\%B$.

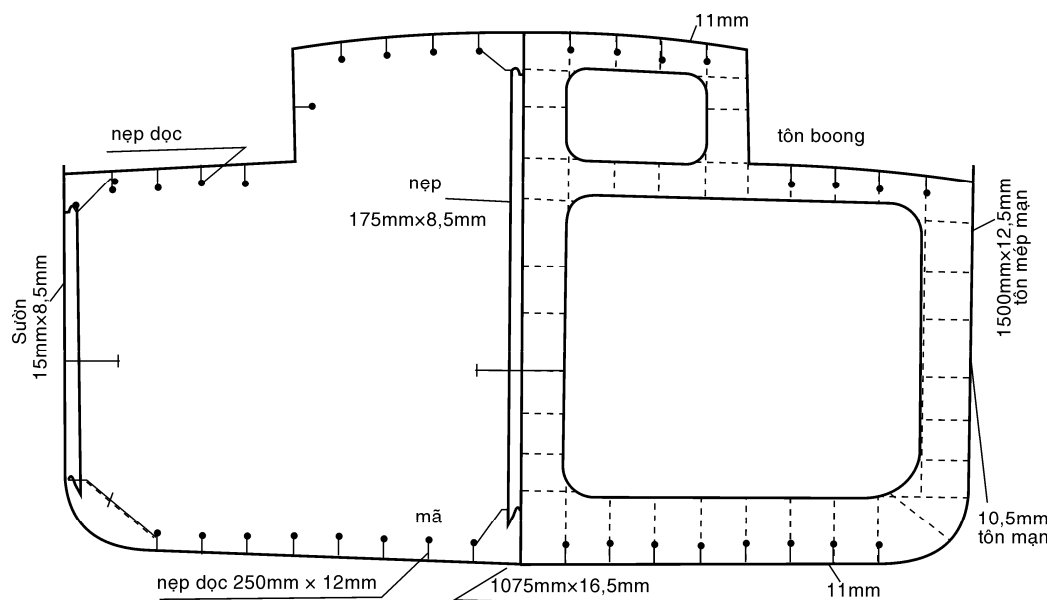
Vách ngang trong tàu phải được gia cứng bằng nẹp đứng và hệ thống nẹp ngang.

Sơ đồ bố trí các kết cấu tàu dầu được trình bày tại hình 2.42.



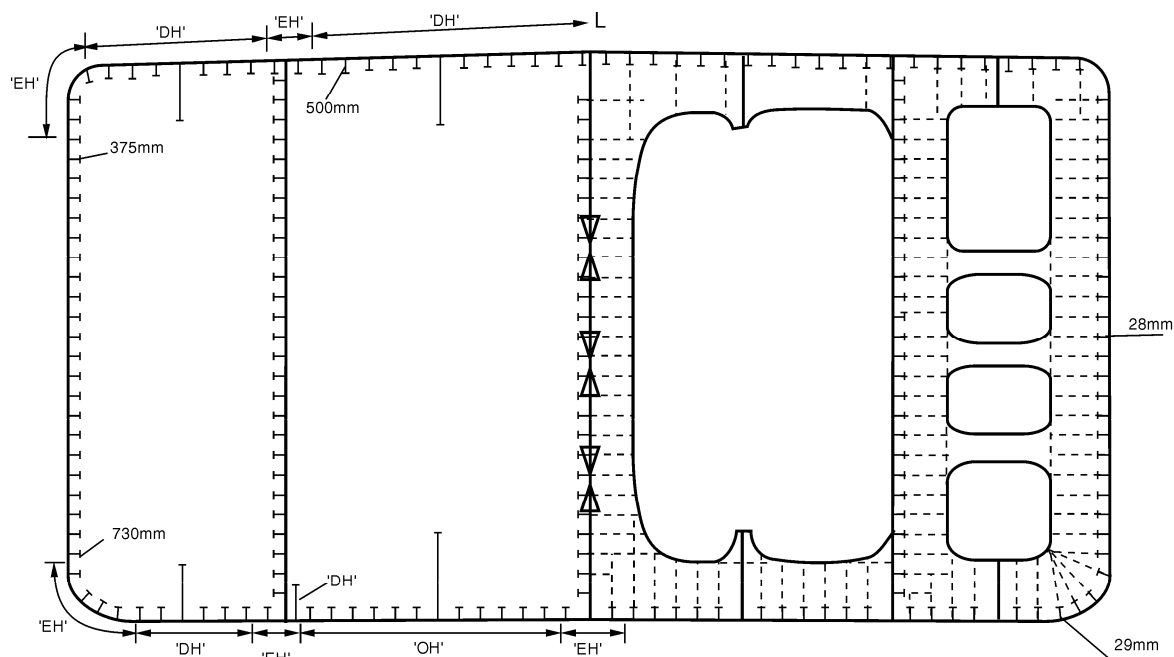
Hình 2.42 Kết cấu tàu dầu

Mặt cắt ngang tàu dầu cỡ nhỏ, tàu ven biển với kết thượng được giới thiệu tại hình 2.43.

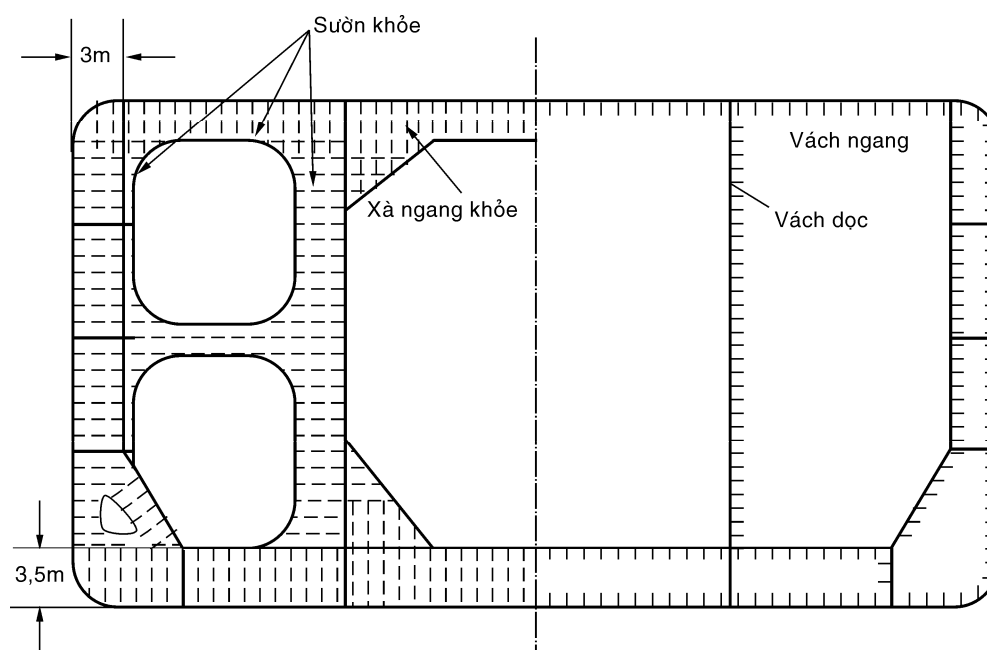


Hình 2.43

Kết cấu tàu đáy đơn, mạn đơn tàu cỡ trung được trình bày tại hình 2.44. Ngày nay kết cấu dạng này phải rút lui, thay vào đó sẽ là kết cấu tàu với đáy đôi, mạn đôi. Hình 2.45 giới thiệu kết cấu tàu có vỏ đôi (double hull), theo đó đáy phải là đáy đôi, và mạn cũng phải mạn đôi.



Hình 2.44 Mặt cắt ngang tàu dầu



Hình 2.45 Vỏ đôi tàu dầu

Ngày nay, tàu dầu phải được thiết kế và đóng theo những yêu cầu khắt 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 1980. 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.

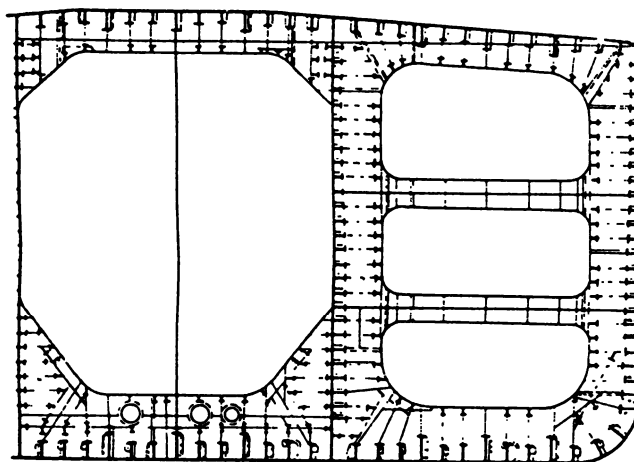
Kết cấu “*thân kép*” (*double hull*) tàu dầu có tính bắt buộc với tàu sức chở lớn hơn giới hạn xác định bằng luật đóng tàu. Mạn kép của tàu dầu có thể không cần bố trí trên tàu sức chở dưới 5000 *dwt* và mỗi dung tích khoang hàng không quá 700 m^3 . Đáy đôi không bắt buộc với tàu dầu sức chở 5000 *dwt* 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 *dwt* được phép không sử dụng đáy đôi, mạn đôi.

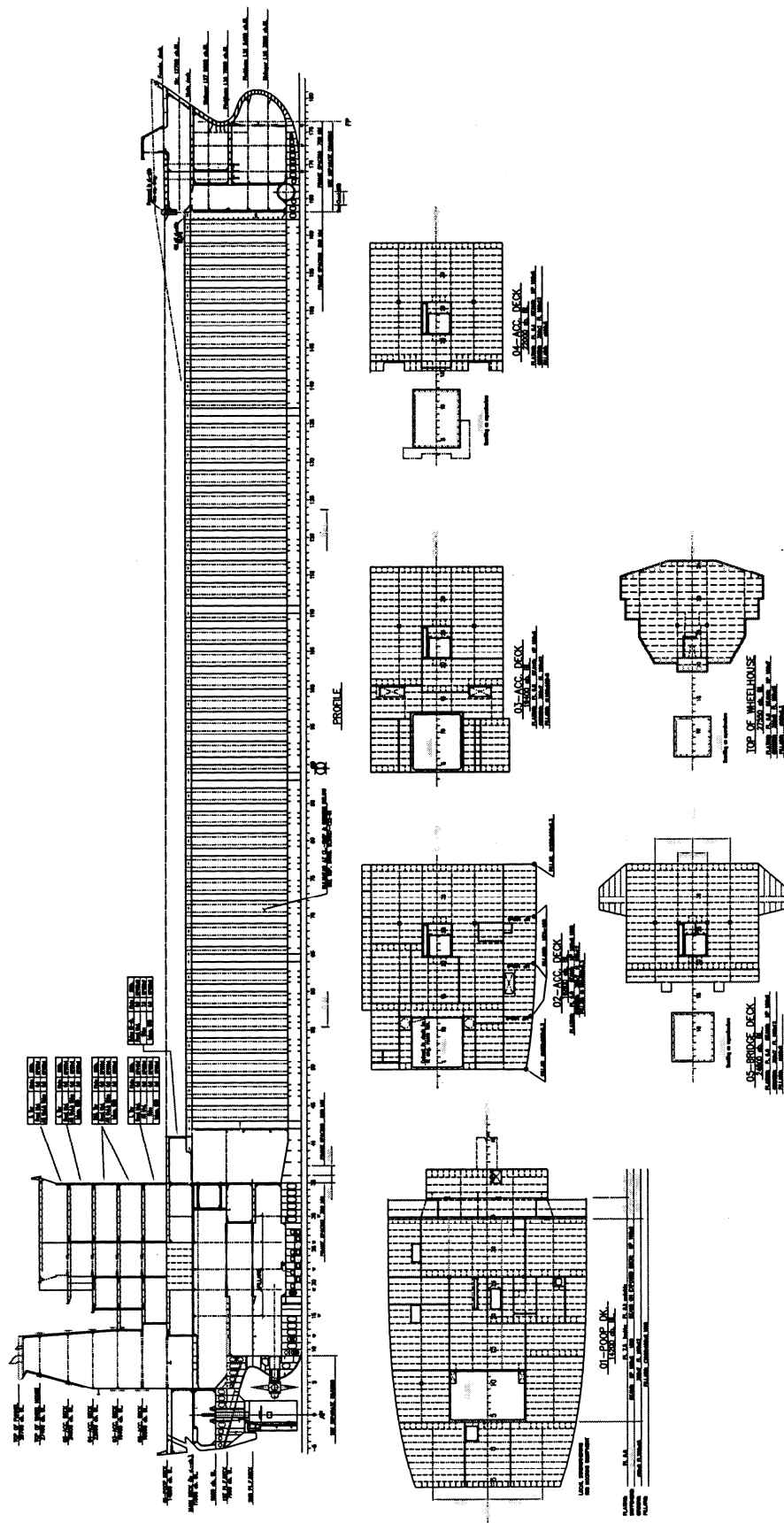
Đáy đôi tàu phải đảm bảo dung tích cần thiết do vậy chiều cao đáy đôi không được phép dưới mức qui định. Chiều cao đáy đôi tính bằng $B/15$ (m) hoặc 2,0m, chọn giá trị bé hơn, song trong mọi trường hợp không được phép nhỏ hơn 1,0m, với tàu có sức chở hơn 5000 *dwt*. Chiều cao thấp nhất áp dụng cho tàu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

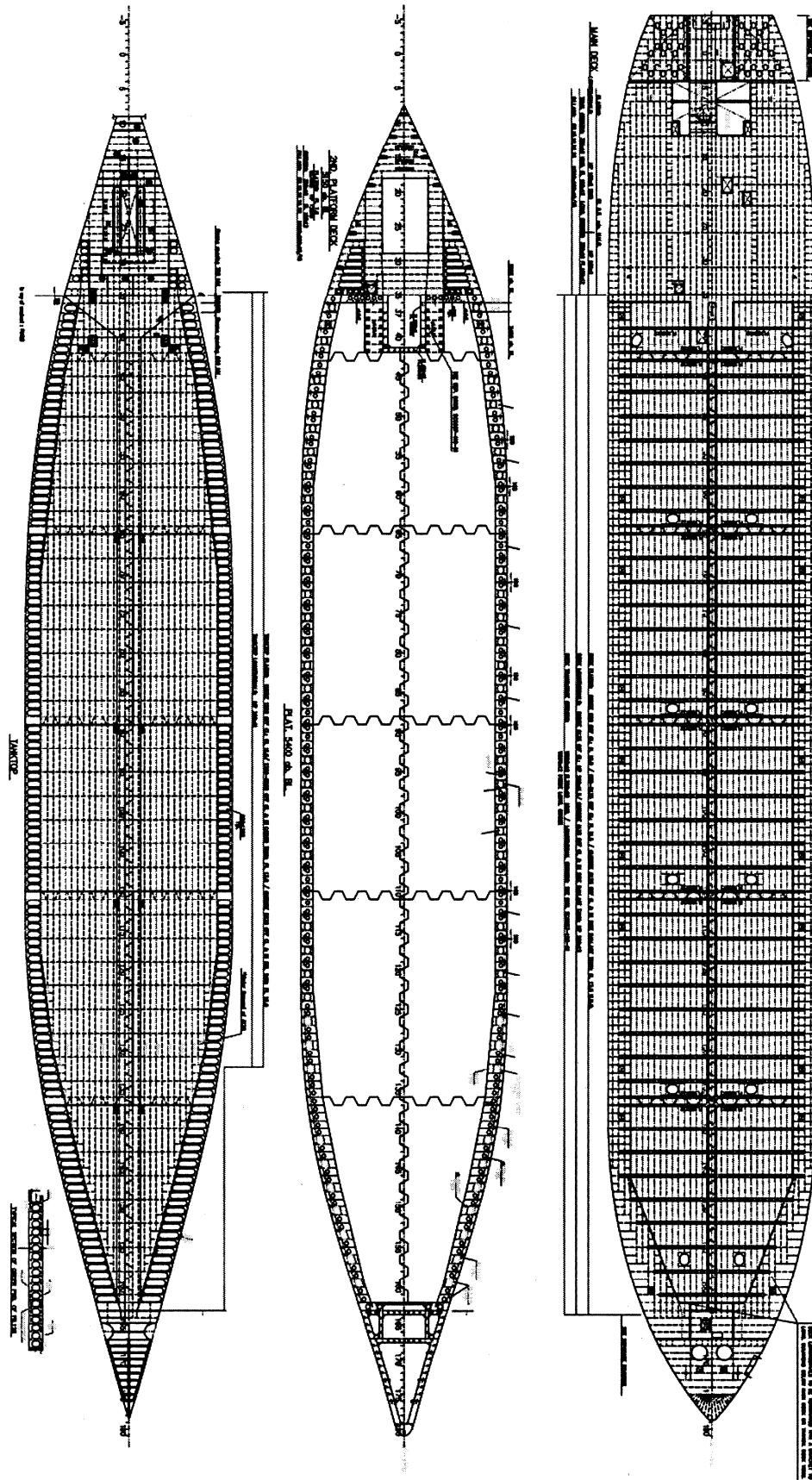
Hai hình tiếp theo giới thiệu mặt cắt ngang giữa tàu và kết cấu vách không kín nước tàu 209.300 *dwt* đã giới thiệu trên.



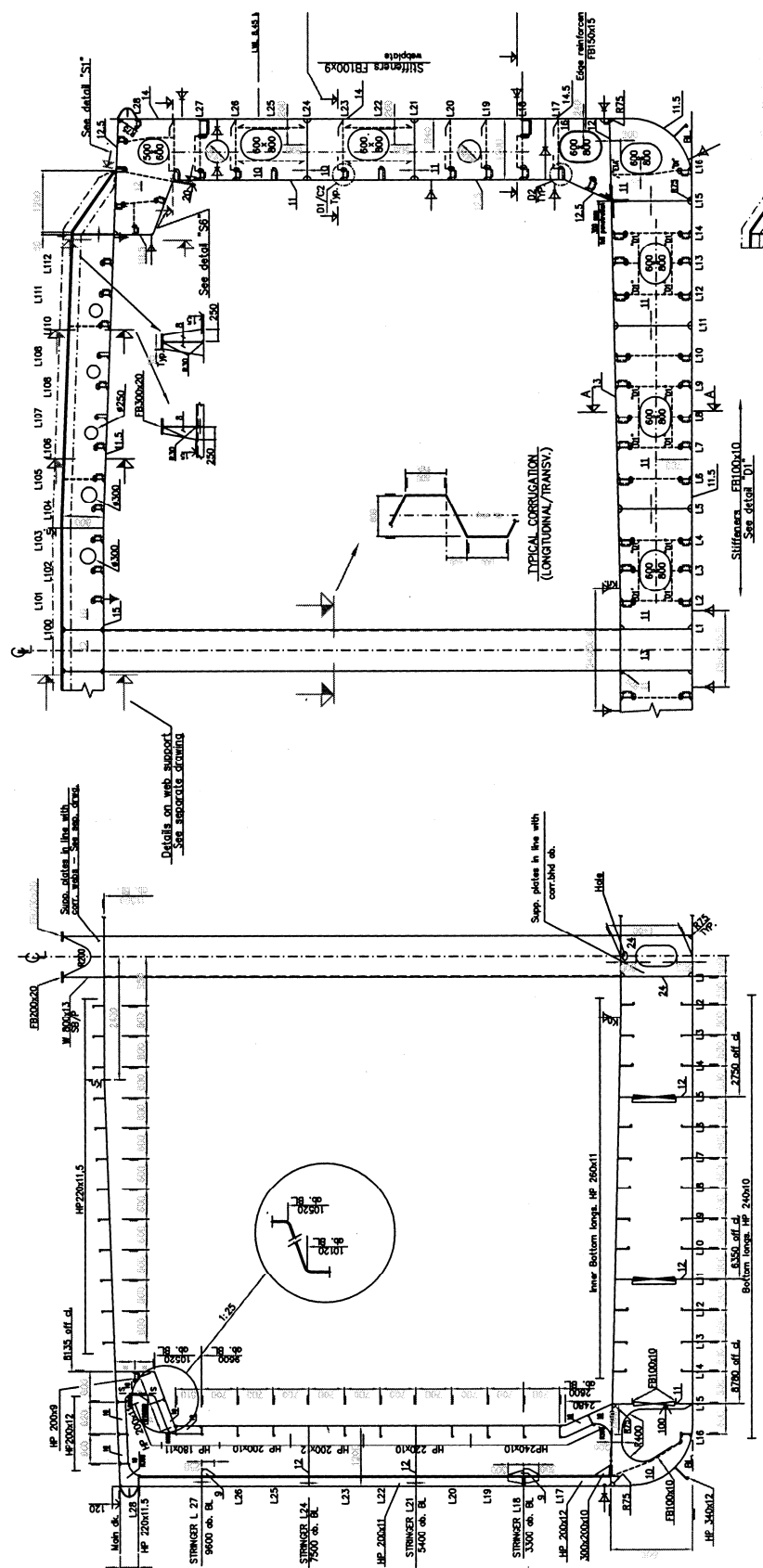
Hình 2.46



Hình 2.47a Kết cấu tàu dầu sức chở 13.500DWT



Hình 2.47b



Hình 2.48 Kết cấu thân kép tàu dầu sức chở 13.500DWT

2.5 HỆ THỐNG ĐẶC BIỆT TÀU DẦU

2.5.1 Yêu cầu kỹ thuật hệ thống tàu dầu

Phần lớn sản phẩm dầu, từ dầu thô đến sản phẩm sau chế biến chuyên chở bằng tàu chở dầu. Để tàu dầu làm việc an toàn, hiệu quả và điều vô cùng quan trọng cần quan tâm. Đó là không gây thất thoát, tràn dầu, gây ô nhiễm môi trường. Cần có những hệ thống tàu đặc biệt, dành riêng cho tàu nhóm này là *hệ thống bơm hàng, hệ thống vét dầu khoang hàng, hệ thống dẫn hơi, hệ thống vệ sinh hầm hàng, hệ thống loại bỏ khí dầu hầm hàng, hệ thống hâm ấm dầu độ nhớt cao*. Tất cả các hệ thống này cùng chung mục đích đảm bảo nhận hàng, xuất hàng an toàn và nhanh chóng, đảm bảo số lượng và chất lượng hàng vận chuyển trong tàu, phòng và tránh cháy ở mức tốt nhất.

Các tàu dầu thường nhận hàng nhờ hệ thống bơm từ bờ, còn hệ thống ống trên tàu đảm bảo việc phân bố hàng đến các khoang hợp lý, đảm bảo kỹ thuật và an toàn. Khi cấp hàng từ tàu đến người dùng, hệ thống bơm hàng của tàu phải đảm trách công việc bơm và chuyển hàng đến đúng đích. Thực tế, trên các tàu dầu hệ thống bơm hàng không thể bơm hết số hàng chứa trong các khoang, số dư lưu tại đáy khoang thông lệ chiếm 1,5 – 2% lượng hàng tàu chở. Hệ thống vét dầu làm chức năng hút số hàng còn lại đó và đưa vào hệ thống chuyên chở hàng. Hệ thống kể đầu được trang bị những bơm lưu lượng rất lớn, đường ống của hệ thống thường cỡ lớn, hệ thống thứ hai vừa nêu, làm nhiệm vụ bơm vét có bơm năng suất thấp hơn.

Hệ thống dẫn hơi đưa khí ra hoặc dẫn khí vào khi túi khí trên các khoang hàng bị nổ hoặc bị xẹp theo nhịp độ thay đổi nhiệt độ môi trường.

Hệ thống vệ sinh hầm hàng làm sạch hầm hàng, tẩy rửa các vết dầu bám vào thành ống, vách, đặc biệt trên sàn khoang.

Hệ thống loại bỏ khí dầu, tiếng nước ngoài gọi là quá trình degaze, làm chức năng đưa khí dầu độc hại cho sức khỏe người, khí dễ gây cháy nổ, ra khỏi các hầm chứa hàng.

Dầu thô, dầu nặng độ nhớt cao khó lòng bơm được khi chúng ở trạng thái tự nhiên tại nhiệt độ thấp hoặc nhiệt độ bình thường. Để có thể bơm các sản phẩm này cần thiết sưởi ấm hàng bằng các thiết bị đặc biệt.

Hệ thống dẫn tàu đã đề cập chương đầu đảm bảo chiều chìm tàu, đủ cho chân vịt làm việc và mũi tàu không bị sóng va đập đến mức nguy hiểm, trong các trạng thái tàu chạy không hàng.

2.5.2 Hệ thống bơm chuyển hàng và bơm vét khoang hàng

Hệ thống bơm hàng đảm bảo nhận hàng và xuất hàng an toàn và trong hạn định. Thời gian bơm hàng trên tàu dầu khoảng $10 \div 14$ giờ theo thông lệ. Do vậy sản lượng tổng cộng bơm hàng, tính bằng đơn vị T/h có thể tính ngay bằng $0,08 \div 0,12$ trọng tải dwt của tàu. Bơm lên bờ, đến địa điểm tập kết không gần tàu đòi hỏi bơm có cột áp rất lớn, từ $80 \div 140m\ cn$. Công suất máy dùng cho các bơm đó chiếm không dưới $20 \div 25\%$ công suất máy chính. Trên tàu dầu sử dụng phổ biến bơm li tâm sản

lượng khoảng $2 \div 3,5\%$ *dwt* tàu. Thông lệ trong hệ thống bơm hàng có ba hoặc bốn bơm sản lượng đang nêu, dùng cho các loại sản phẩm dầu khác nhau. Hệ thống bơm hàng dùng bơm hàng sản lượng lớn, từ $2500 \div 5000 T/h$. Đường kính ống dẫn hệ thống chuyển hàng tàu dầu đến $200 \div 400 mm$, trên tàu cỡ lớn đến $800 mm$. Vận tốc dòng chảy sản phẩm dầu trong ống không được phép lớn hơn $12 m/s$. Nhiều hãng vận tải dầu hạn chế vận tốc này còn lại $7 \div 8 m/s$. Thực tế bơm hàng tại nhiều cảng trên thế giới cho biết vận tốc sử dụng chỉ vào khoảng $3 \div 6 m/s$.

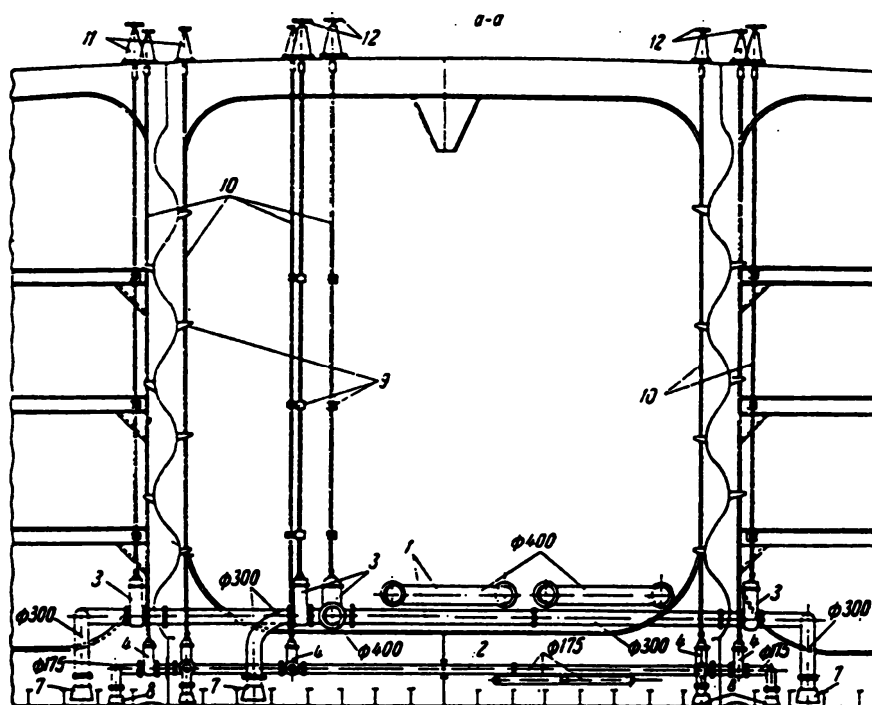
Các ống trong hệ thống đảm bảo nối đến tất cả khoang hàng theo chiều ngang và liên kết boong, sàn khoang bằng hệ thống ống đặt đứng. Hệ thống ống được bố trí thích hợp cho phép chuyển hàng trong tàu từ khoang này đến khoang kia, khi cần.

Hệ thống ống tổ chức phục vụ cho việc nhận hàng và cấp hàng, phù hợp với sức chở của tàu, số lượng mặt hàng chở cùng lúc trên tàu. Trên các tàu ống bố trí theo ba dạng khác nhau: (1) bố trí thẳng (tuyến tính), (2) hệ thống vòng, và hệ thống sử dụng van nôm, điều khiển từ xa, đặt sát vách.

Hệ thống bơm vét với đường kính ống nhỏ hơn, chỉ từ $80 \div 120 mm$. Bơm pitton năng suất nhỏ phục vụ hệ thống thứ hai này. Hai hệ thống quan trọng hàng đầu tàu dầu bố trí bên nhau.

Ống hệ thống bơm dầu hàng nối với đầu hút bố trí trong mỗi khoang hàng. Lỗ hút của đầu hút cách tấm đáy khoảng cách $40 \div 50 mm$. Khe hở vừa nêu rất cần cho việc chừa khoảng trống giữa miệng hút và lớp dầu gần đáy. Mức dầu trong khoang khi hút dầu phải giữ cao hơn mức miệng hút nhằm tránh hiện tượng bơm hút không khí khi miệng hút bị lòi hoặc sắp bị lòi ra khỏi nước. Chiều cao mức dầu cần giữ tại chân ống hút có khi đến nửa mét. Số dầu mà hệ thống bơm hàng không được quyền khai thác giao lại cho hệ thống vét với các ống hút đường kính $100 \div 200 mm$, miệng hút kê gần sát đáy, chỉ cách khoảng $15 \div 25 mm$.

Trong thực tế, các van nôm vừa nhắc đều được điều khiển từ xa, chủ yếu từ boong. Các tàu hiện đại người ta sử dụng hệ thống thủy lực điều khiển van nôm này. Bố trí ống hút hệ thống bơm hàng, ống và miệng hút hệ thống vét hàng, cần van nôm và tay điều khiển van nôm của tàu dầu cỡ trung bình, đang sử dụng có hiệu quả, trình bày tại mặt cắt ngang qua khu vực hầm hàng tàu dầu, giới thiệu tại hình 2.49. Mô hình này được áp dụng cho các ví dụ tiếp theo trong giáo trình này.



Hình 2.49

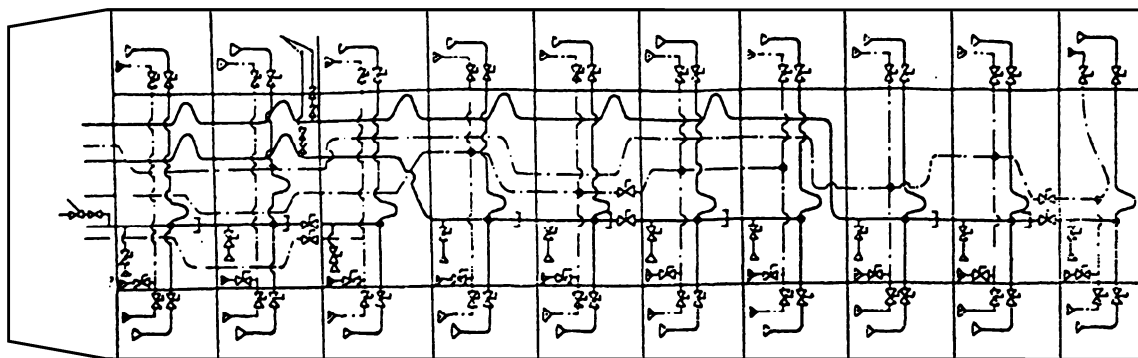
Bố trí ống theo hệ thống tuyến tính mang những đặc điểm tốt:

- Kết cấu và thiết bị đơn giản, độ tin cậy cao;
- Giá thành thấp;
- Dễ sử dụng.

Nhược điểm hệ thống: tuổi thọ khó cao vì hệ thống làm việc nhiều hơn cách tổ chức khác. Tính năng động không cao. Hệ thống dùng chuyển nhiều loại dầu khác nhau do vậy người sử dụng phải tinh thông nghiệp vụ, tránh xảy ra tình trạng lẫn lộn các loại sản phẩm khi bơm.

Sơ đồ nguyên lý hệ thống tuyến tính dùng trên tàu dầu cỡ trung bình, sức chở gần 50.000dwt có dạng như tại hình 2.50. Hệ đường ống gồm ba đường chính, mỗi đường chỉ phụ trách một số khoang hàng. Từ đường ống chính các nhánh tỏa ra, đi vào các khoang chỉ định. Trên tàu đang nêu này, đường kính ống chính d350, đường ống nhánh d250. Hệ thống bơm vét trình bày trên hình 1 bằng đường nét chấm gạch. Có thể phát biểu không sai, về nguyên tắc hai hệ thống này luôn bên cạnh nhau, đủ chi tiết như nhau song kích cỡ khác nhau.

Hệ thống đang nêu trên tàu dầu cùng cỡ phục vụ bơm sáu mặt hàng khác nhau.



Hình 2.50 Hệ thống tuyến tính

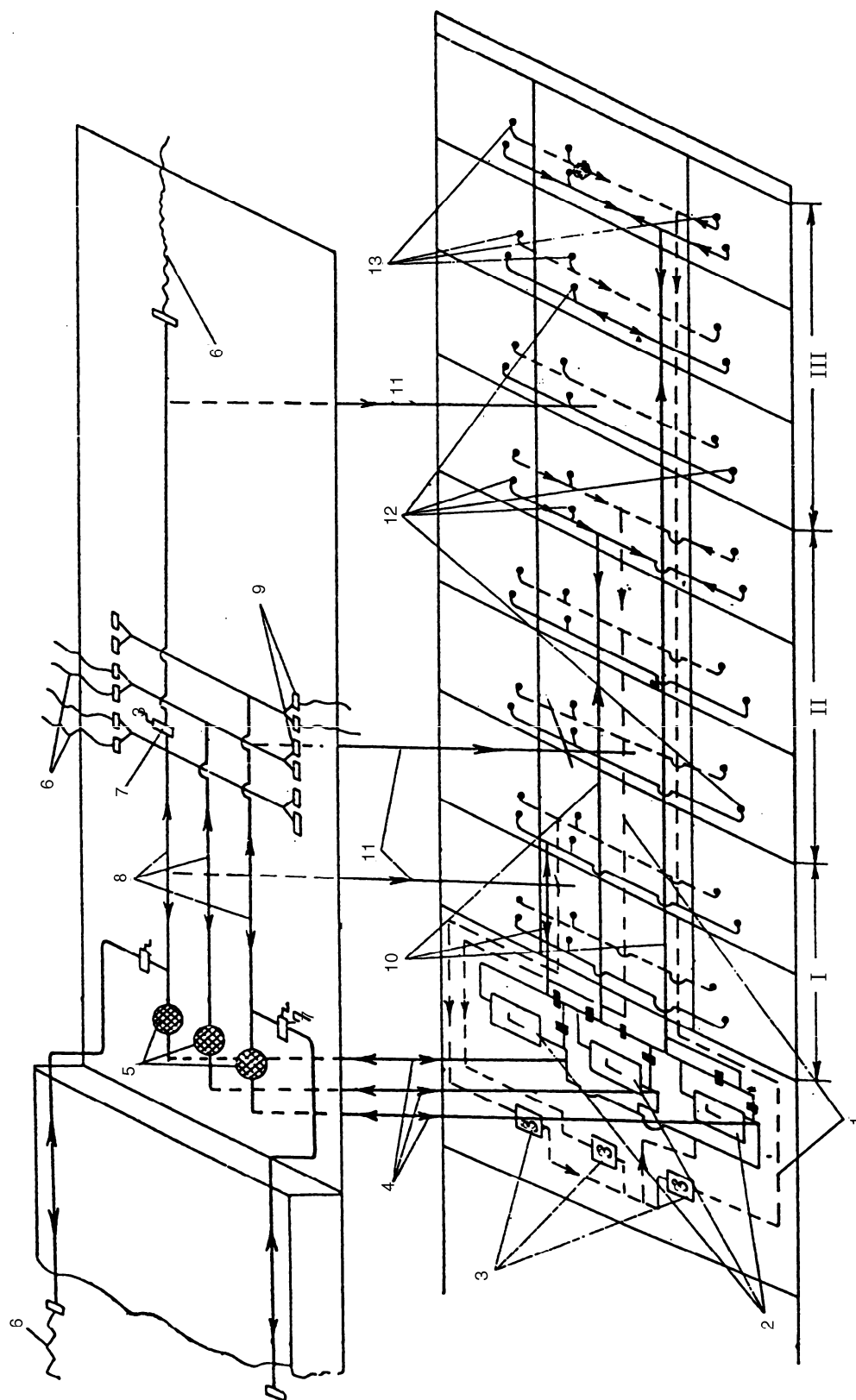
Sơ đồ nêu tại hình 2.51, giới thiệu bố trí hệ thống bơm hàng tổ chức trong mạch tuyến tính, các ống riêng lẻ phục vụ cho các nhóm khoang hàng, chuyển một loại hàng. Số ghi chú mang ý nghĩa: 1- ống hệ thống vét dầu, 2- bơm hàng, 3- bơm vét, 4- ống đứng nối bơm với hệ đường ống trên boong, 5- bầu lọc, 6- ống mềm nối với hệ thống ống bờ, 7- van nôm, 8- hệ thống ống trên boong, dùng cho các loại hàng, 9- đầu ống mềm ống nối nhanh với ống bờ, 10- hệ thống bơm hàng, 11- ống tháo, 12- đầu hút trong các khoang, nối với van nôm điều khiển từ xa, 13- ống hút của hệ thống bơm vét, nối với van nôm điều khiển từ xa.

Hệ thống ống tuyến tính dùng cho tàu chở nhiều loại hàng được trình bày tại hình 2.52. Theo cách tổ chức đang nêu tại đây, các đường ống hệ thống bơm hàng, ghi bằng ký hiệu D, và hệ thống ống bơm vét C đi song song để cùng đến các nhóm khoang hàng khác nhau, mỗi nhóm chở một loại hàng xác định. Các ống này được chỉ định đến bơm giành riêng cho nó để bơm loại hàng nhất định. Tại hình 2.52 các chữ số chỉ đường kính ống.

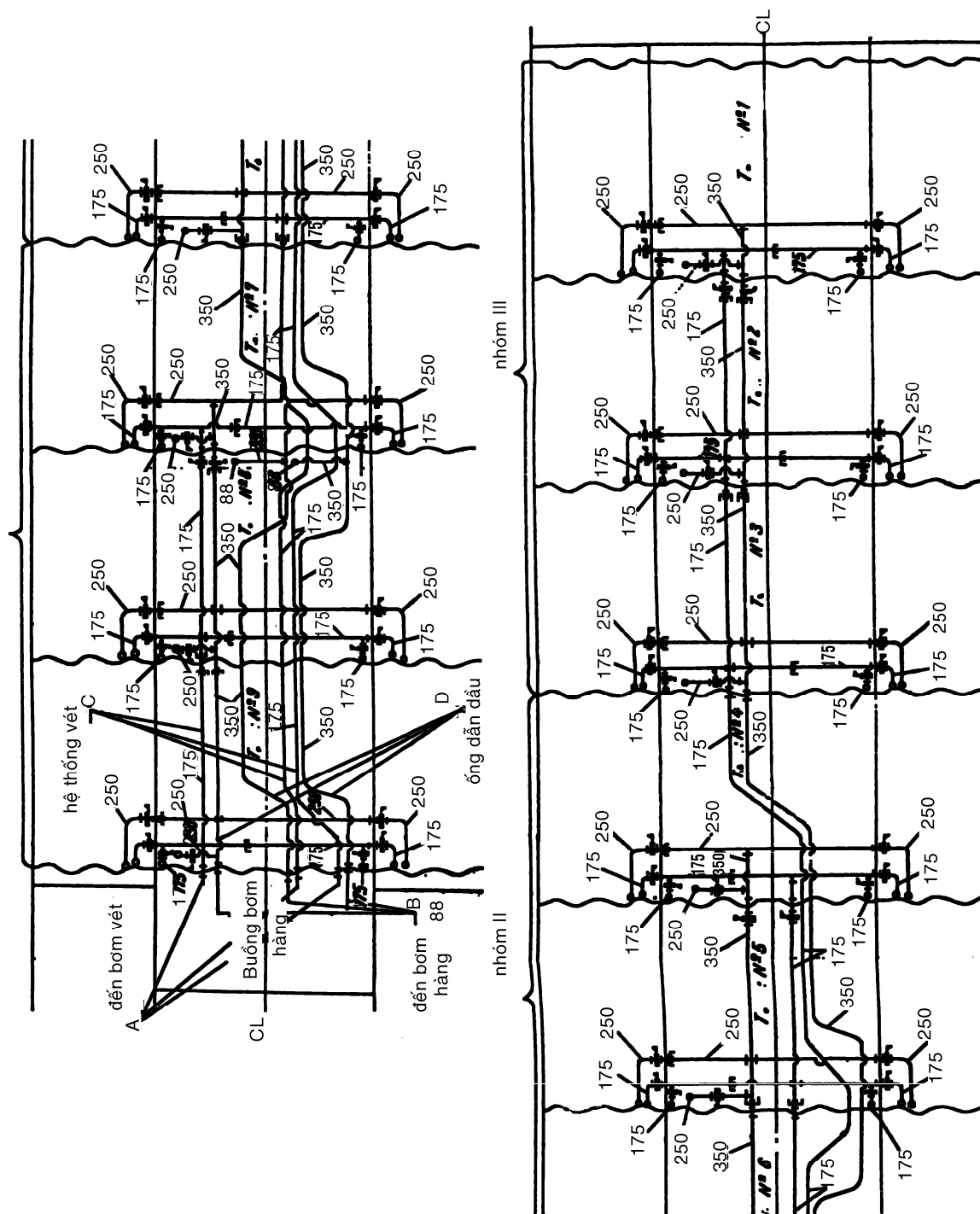
Hình ảnh trình bày tại hình 2.32 giới thiệu hệ thống tuyến tính trong không gian 3D của tàu dầu.

Ví dụ nêu tại hình 2.53 giới thiệu thêm cách giải quyết của những nhà đóng tàu châu Âu vào những năm 1970 về bố trí hệ thống bơm dầu và hệ thống vét dầu. Tàu được xem xét chở hai loại hàng. Hệ thống ống chính trên boong đánh dấu bằng 51, 52, các bơm hàng 5 và 9, hai hệ thống ống dẫn hàng từ các khoang 36 và 25. Bên cạnh đó còn hệ thống dẫn 34 cùng ống hút, xả 6.

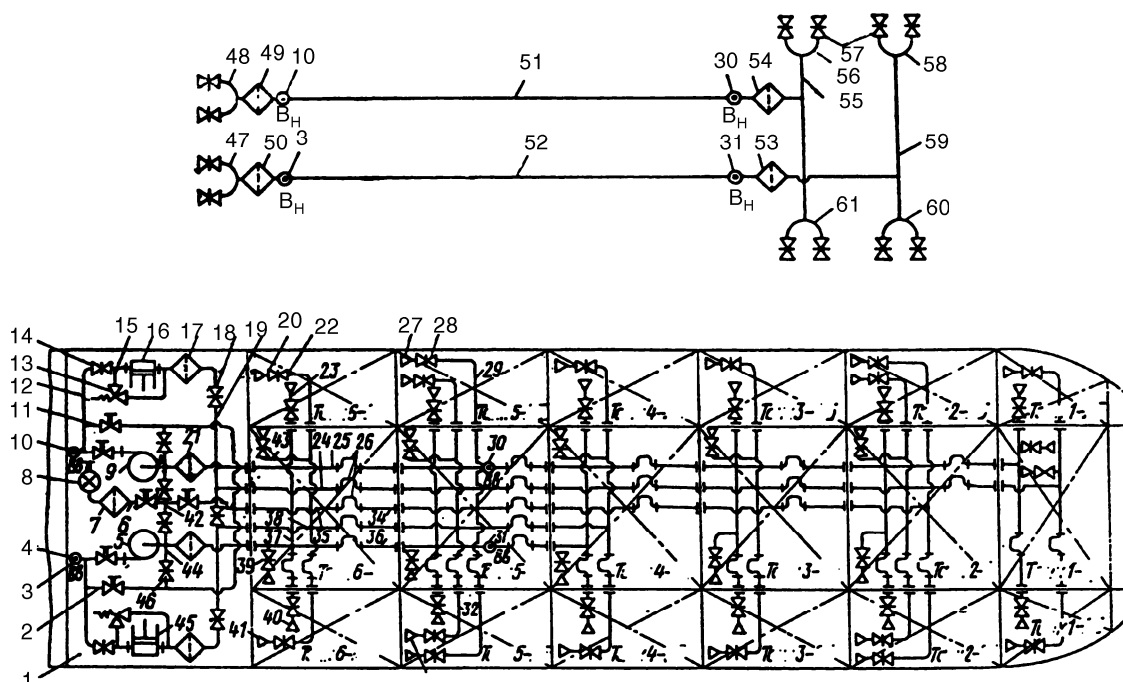
Hệ thống bơm vét 6 trong hình trình bày rõ hai bơm pit ton 16 và 45 cùng đường ống riêng 24 và 35 đảm trách vét dầu từ các khoang. Các khoang hàng được chia ra nhóm khoang hàng mũi và nhóm lái. Mỗi nhóm khoang hàng chỉ chứa một loại hàng cụ thể và vì vậy phải có bơm hàng, bơm vét riêng cho loại hàng ấy.



Hình 2.51



Hình 2.52



Hình 2.53

Hệ thống vòng dùng trên tàu dầu từ khi đội tàu này hình thành. Ngày nay, hệ thống này vẫn còn chỗ đứng vững cả trên tàu cỡ lớn và tàu dầu nhỏ. Ưu điểm đáng kể là tính linh hoạt trong làm việc, khả năng thay thế cho bộ phận riêng lẻ bị hỏng là rất cao. Tuổi thọ hệ thống cao. Điểm đáng phiền là giá thành cao hơn nếu so với hệ thống tuyến tính.

Hệ thống vòng áp dụng cho tàu nhiều buồng bơm. Hình ảnh minh họa của hệ thống nêu tại hình 2.53. Trên hình có thể thấy rõ, hai buồng bơm đặt xa nhau, ngăn chiều dài tàu hành ba khu vực hầm hàng khác nhau. Có thể sử dụng các khoang hàng trong một khu vực chở một loại hàng. Rót hàng xuống các hầm theo hệ thống ống trên boong. Đưa hàng lên bờ tiến hành theo cách ngược lại, dầu theo đường ống đứng từ các khoang lên ống chính trên boong để được điều chỉnh về các kho chỉ định. Hệ thống ống đứng đặt sát mạn cho phép nhận nhiều loại hàng mà khoang được chỉ định chở. Mỗi loại hàng từ tàu ra do một bơm đảm trách.

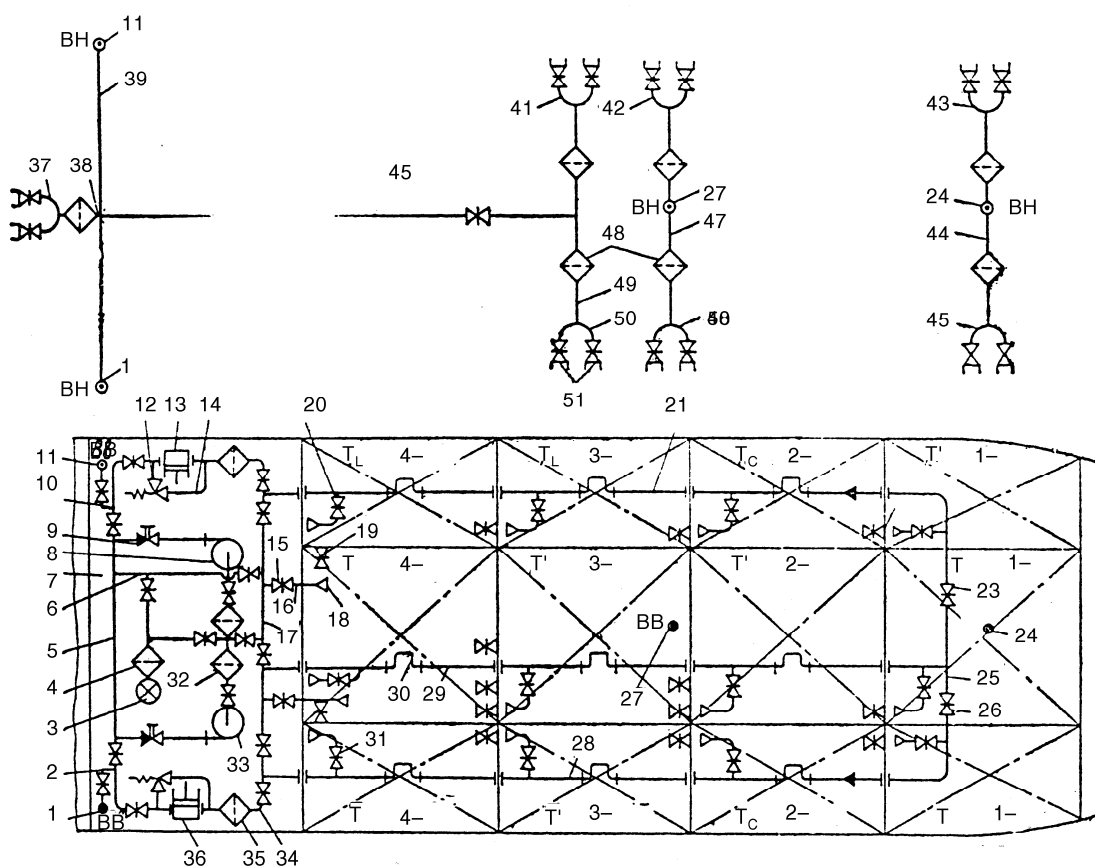
Hình ảnh thường gặp hệ thống vòng này như sau. Buồng bơm bố trí tại khu vực giữa tàu, bằng cách đó chia chiều dài tàu cùng các khoang hàng thành hai khu vực riêng biệt. Mỗi vùng bố trí khoang hàng chở một loại hàng. Hệ thống ống bơm hàng dạng vòng kép kín chạy qua nhóm hầm hàng sau buồng bơm còn hệ thống thứ hai tương tự vậy chạy qua nhóm hầm hàng trước buồng bơm. Hệ thống các bơm nôm quây thành hai cung nửa vòng tròn, cung phải và cung trái, liên hệ với nhau bằng các mối kiên kết đặt trong mỗi khoang. Từ mỗi khoang hàng, dầu từ ống hút của ống hệ thống bơm hàng và hệ thống vét qua van nôm để lên ống chính.

Hệ thống thứ ba ra đời chưa lâu, làm việc trên nguyên tắc đơn giản, chuyển hàng không theo ống trong khoang hàng mà thông qua các lỗ kích thước đủ rộng khoét tại các vách tàu dầu. Miệng hút được bố trí tại một số khoang xác định, dầu từ

các khoang khác chảy về đó qua các lỗ khoét tại các vách như đang nêu và được hút ra bằng bơm. Tại các lỗ bố trí bơm nôm, điều khiển từ xa, đảm bảo đóng hoặc mở để dầu có thể qua lại tự do hoặc bị cấm hẳn. Hai sơ đồ nêu sau đây giải thích cách làm này. Hình 2.54 trình bày hệ thống bơm hàng với các van nôm qua vách, hệ thống vét dầu tổ chức vòng kín. Hệ thống này gồm hệ thống ống chính trên boong 40 cùng các ống mạn 41 và 50, đuôi 37, hai ống hút boong 44 và 47, với các nhánh 42, 43, 45, 46, hai bơm hàng 8, 33, hệ ống vòng khoang hàng 16, ống hệ ballast 3. Tại khoang giữa 1 và 3, bố trí ống đứng lên boong 24 và 27. Nhờ nối mạng với các ống 44, 47 và 43, 45, 42, 46 có thể nhận hàng từ cả hai mạn.

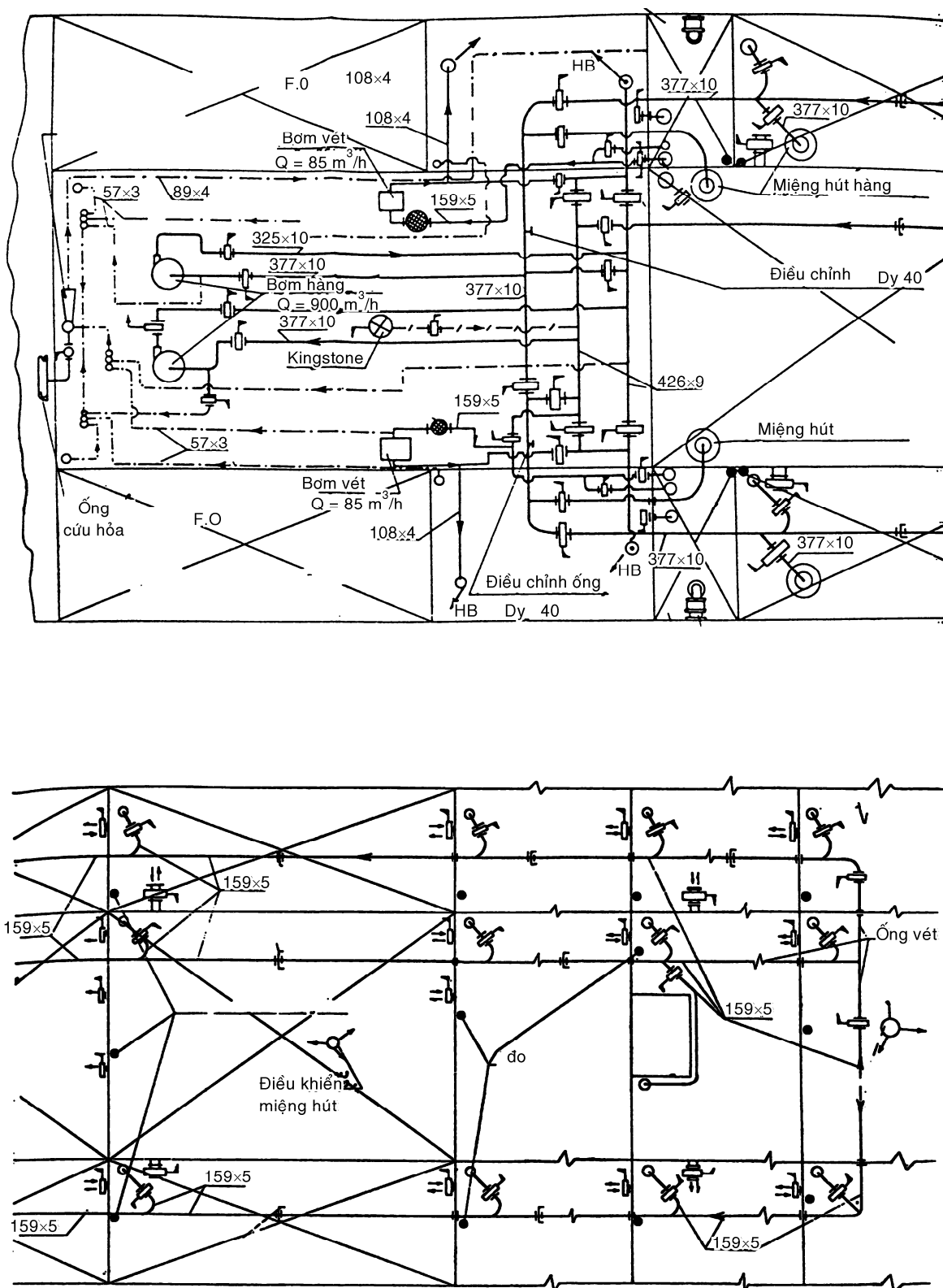
Bơm hàng có nhánh nối với bơm ballast. Qua hệ thống các van kingstone 3 tiến hành hút nước ngoài mạn cho mục đích dẫn tàu, khi cần.

Hệ thống vét dầu gồm ba đường ống chính 21, 28 và 29, cùng các nhánh 20. Hai bơm vét 13 và 36 đảm trách hút dầu lớp sát đáy.



Hình 2.54

Hình 2.55 giới thiệu phương án sử dụng các van nôm điều khiển từ xa đóng mở lỗ thông vách cho dầu chảy từ khoang này sang khoang khác. Theo cách làm này quá trình chuyển hàng trong các khoang không cần hoạt động của bơm. Nhờ giảm bớt sự có mặt của bơm trong một công đoạn chuyển hàng có thể loại bỏ lo lắng về không khí lọt vào bơm, rác quần dầu hút của bơm v.v... Nhìn chung thời gian chuyển dầu theo cách không qua bơm này ngắn hơn so với hệ thống dùng trước đó.



Hình 2.55

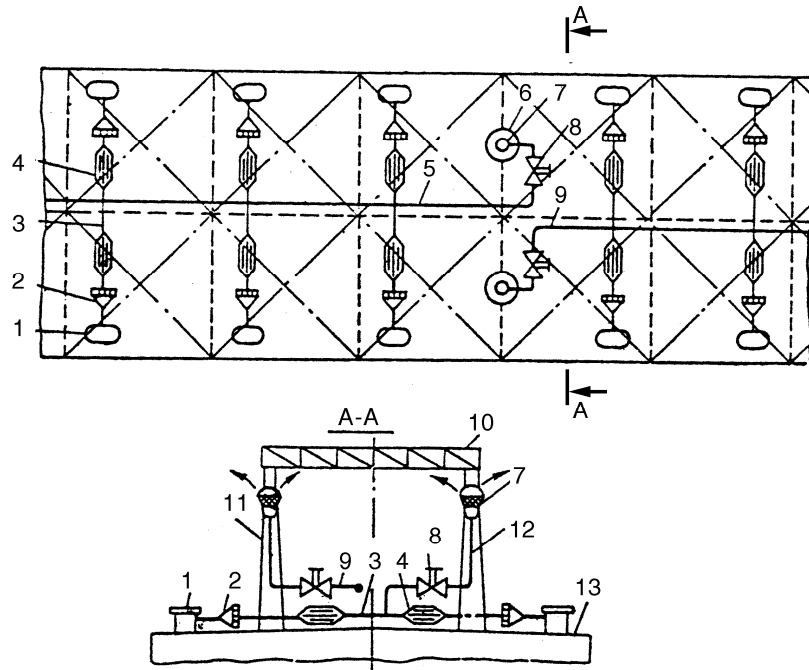
2.5.3 Hệ thống thoát khí hầm hàng

Để đưa khí tích tụ trên mặt chất lỏng (sản phẩm dầu) chứa trong khoang hàng ra khỏi khoang trong điều kiện nhiệt độ môi trường thay đổi, lượng khí này thay đổi và áp lực cũng đổi thay, chúng ta cần đến hệ thống thoát khí tàu dầu. Hệ thống thoát khí làm việc theo nhóm hoặc làm việc độc lập. Tàu dầu ngày nay sử dụng thiết bị thoát khí độc lập, nạp nhanh hoặc xả khí nhanh. Vận tốc xả khí trên 30 *m/s* hạn chế hiểm họa cháy tại boong trên. Khí xả với vận tốc nhanh sẽ phân tỏa nhanh ra chung quanh tàu với khoảng cách khá xa, an toàn cho tàu hơn vì chúng không kịp hội tụ thành hơi dễ cháy ngay tại boong. Khoảng cách này đến 8m.

Hệ thống xả khí gồm đường ống chính dẫn khí trên boong cùng các đường dẫn nhánh đến các khoang hàng để nhận khí từ đó hoặc nạp khí vào đó. Tại mỗi khoang hàng tàu dầu có nắp dẫy có thành đứng, và ống dẫn khí chạy qua nắp này. Thông thường người ta bố trí nắp dẫy này gần các cột đứng trên tàu để tiện cho ống dẫn khí "leo" theo cột lên cao. Ống đứng dẫn khí đang đề cập, có khi "leo" rất cao, từ 2m đến 10m hoặc cao hơn trên tàu dầu, tùy thuộc loại dầu đang chở. Chiều cao đặt miệng ống xả khí xác định theo mức độ bắt lửa các khí thoát từ khoang hàng tàu, tùy thuộc mặt hàng chở trong khoang. Dầu có nhiệt độ chớp cháy (flash point - FP) thấp, ống dẫn phải lên cao, ngược lại nhiệt độ FP của hàng chở trong tàu cao, chiều cao ống dẫn khí sẽ giảm. Tàu chở dầu có nhiệt độ FP dưới 28°C chiều cao ống xả khí của tàu phải trên 10m, với sản phẩm có nhiệt độ chớp cháy FP trên 65°C ống chỉ cao 915mm trên boong, hoặc không nhỏ hơn 460m trên boong lầu. Trường hợp sau, miệng ống phải xa, cách vách thượng tầng 1m.

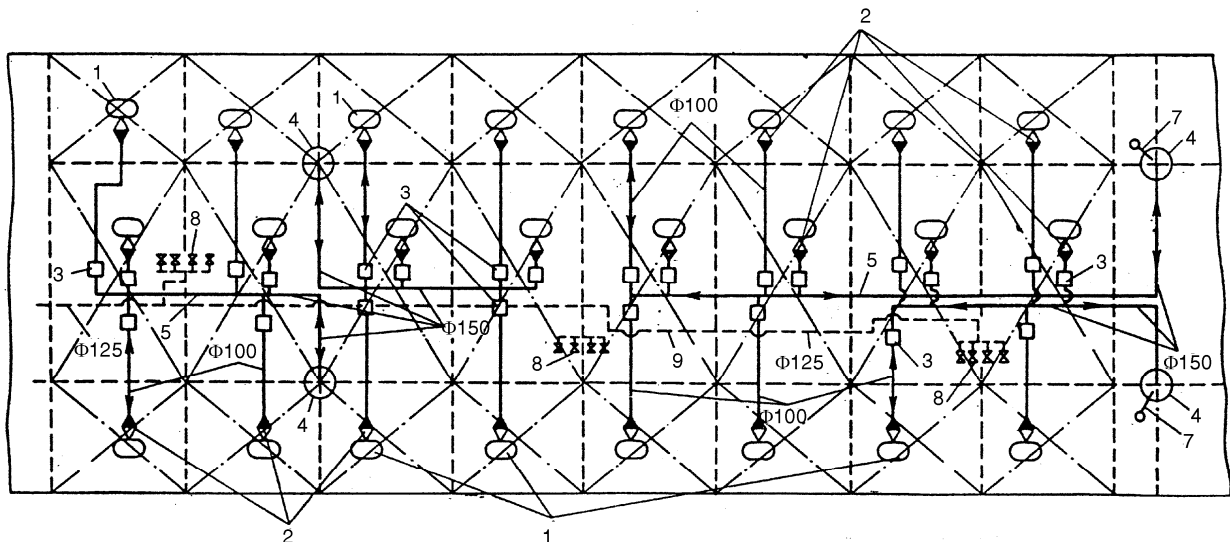
Hệ thống ống làm hai việc trông chừng ngược nhau, đưa khí từ khí quyển vào tàu khi áp lực túi khí trong khoang giảm và đẩy khí trong khoang ra khi chênh lệch áp lực nhờ van đặc biệt gọi là "van thở". Ống dẫn khí dẫn lên boong cao, hoặc theo các cột buồm để vươn lên. Đầu ống dẫn khí phải trang bị lưới chống lửa.

Sơ đồ bố trí hệ thống thoát khí miêu tả tại hình 2.56 gồm những thiết bị chính sau: 1 – nắp dẫy, 2 – "van thở" sẽ xem xét tiếp theo, 3 – ống dẫn khí từ túi khí trong khoang hàng, 4 – màng chặn lửa đường ống, 5 – ống chính, 6, 11 – cột, 7 – chắn lửa đầu ống, 8 – van phân phối, 9 – ống chính khu vực trước, 10 – dầm ngang, 12 – ống dẫn đứng, 13 – boong tàu.



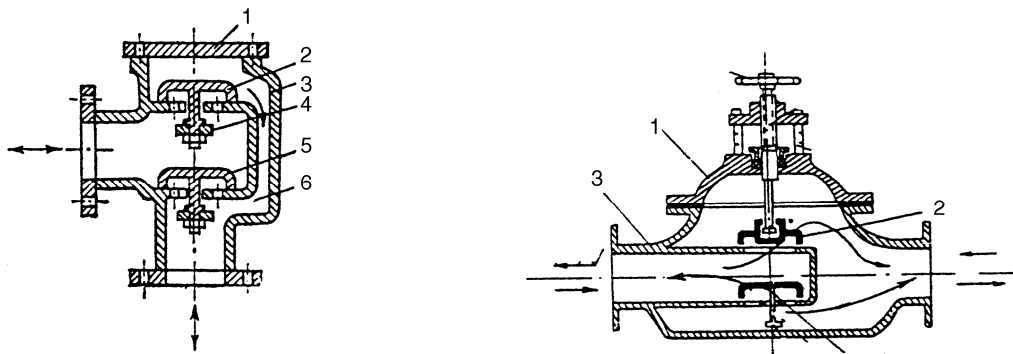
Hình 2.56

Hình 2.57 trình bày lại bản vẽ bố trí hệ thống dẫn khí trích từ thiết kế tàu dầu đi biển. Kích thước đường ống dẫn khí 5 và ống dẫn nước ấm làm vệ sinh tàu 9 đánh dấu số 9, ghi rõ tại hình. Tại hình cuối này, chặn lửa đường ống ghi số 3, cột ghi số 4, số 7 trình bày vị trí ống đứng của hệ thống.



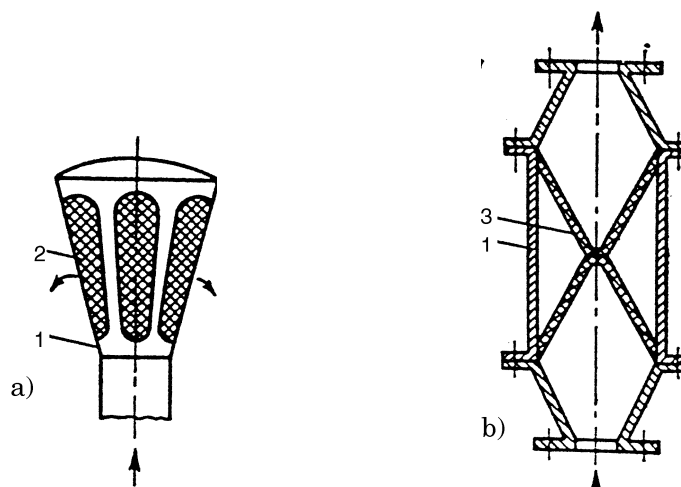
Hình 2.57

Để tự động xả khí ra khí quyển và tự động nạp khí vào các khoang hàng ta sử dụng *van thở*. Van cơ khí có dạng nêu tại hình 2.58. Kết cấu van hết sức giản đơn, vỏ 3 có nắp đậy 1 làm kín. Trong lòng van có hai “lưỡi gà” dạng đĩa có thể đóng và mở cửa van. Khi áp suất khí trong khoang hàng cao do các nguyên nhân khác nhau gây ra, ví dụ đang bơm hàng vào, nhiệt độ môi trường lên cao v.v..., đĩa 5 bị đẩy lên (mở) khí tuần ra ngoài qua cửa mở đó. Khi áp lực trong khoang giảm, thấp hơn so với áp lực khí quyển, áp lực khí quyển ép đĩa 5 xuống (đóng cửa này) song nhấc đĩa 2 lên (mở cửa số 2), khí tuần vào khoang.



Hình 2.58 “Van thở”

Kết cấu lưới chặn lửa trình bày tại hình 2.59. Hình 2.59a trình bày lưới chặn tại miệng thoát khí, ghi số 7 tại hình 2.57, trong khi đó hình 2.59b giới thiệu chặn lửa đường ống, ghi số 4 hình 2.57. Lưới 2 và 3 trong kết cấu này, hình 2.59, ngăn ngọn lửa cùng khí, nếu có, và làm cho lửa tắt.



Hình 2.59 Lưới chặn lửa

Hệ thống tự động xả hoặc nạp khí từ khoang hàng giới thiệu tại hình 2.60. Hệ thống này gồm cơ cấu chặn lửa 6, thiết bị đóng xả nhanh 4, van thở 3 và áp lực kế 7 cùng bố trí trong ống đứng 9, đặt trên bộ 11. Cụm trên đây đặt trên boong 10. Cụm này nối với nắp đáy hầm hàng 13 qua ống nối 12. Thiết bị 4 làm việc theo chu kỳ, trong thời gian nhận hàng, áp lực túi khí tăng. Trường hợp thể tích khí co giãn theo thời tiết, nhiệt độ, van thở làm việc như chúng ta đã tìm hiểu.

Kết cấu thiết bị đóng xả nhanh đang sử dụng trên tàu đa dạng. Hình 2.61 trình bày thiết bị đang có mặt trên FSO “Chí Linh” hoạt động tại vùng Bạch Hổ nước ta. Kết cấu thiết bị này gồm hai phần, phần chính kể từ vỏ kết cấu 16, xi lanh 14, nắp van 13 hình côn, cơ cấu chuyển động hình côn 11 chặn lỗ thoát trên chi tiết 13. Trường hợp áp lực trong khoang hàng lớn, lúc nạp hàng, chi tiết 13 cùng 11 bị dồn lên mở van. Khi luồng khí ra và ra với vận tốc nhanh, áp lực trong khoang bị hạ, cụm chi tiết 13 và 11 do tự trọng sẽ rơi xuống, cửa van bị đóng lại. Chờ cho đến khi áp lực lên cao trong khoang van lại mở.

2.5.4 Hệ thống sưởi hàng

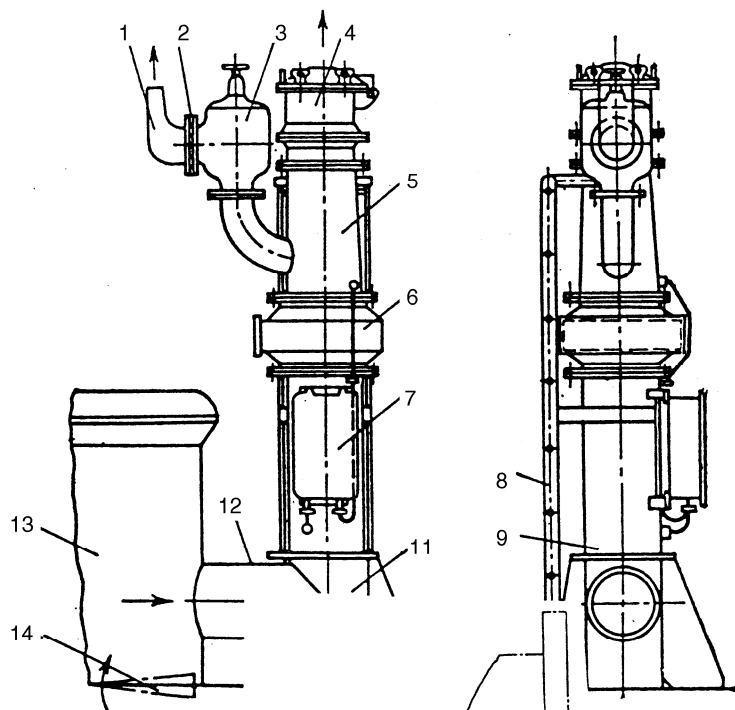
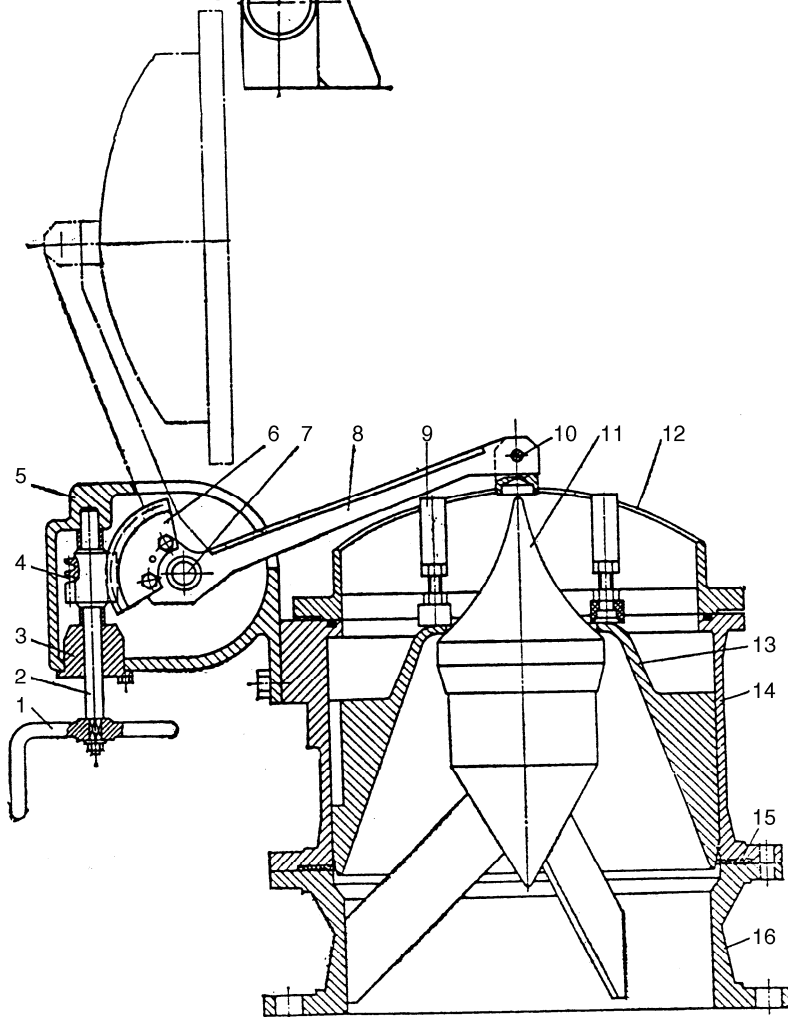
Hệ thống sưởi (hâm nóng) hàng giúp làm giảm độ nhớt hàng để có thể bơm chuyển thuận lợi hơn. Hệ thống này hâm nóng dầu độ nhớt cao đến nhiệt độ $60 \div 70^{\circ}\text{C}$. *Yêu cầu chung cho hệ thống là:*

- Thời gian hâm nóng hàng khoảng 12 giờ.
- Tiến hành hâm nóng tất cả các khoang có chứa dầu cùng tính chất và cùng đòi hỏi về giảm độ nhớt.
- Kết cấu hệ thống ống phải đảm bảo cho khí hoặc hơi nước chạy qua đều.
- Hệ thống hâm nóng có độ tin cậy cao và bố trí tại những vị trí có thể kiểm tra thường xuyên.

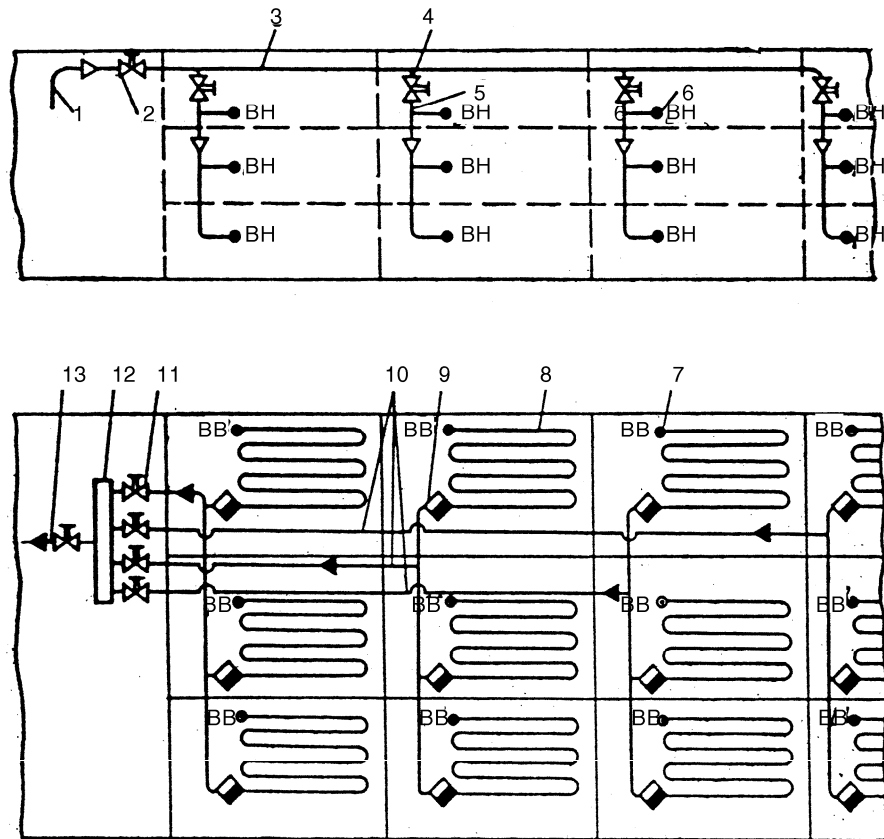
Thiết bị đáng nói của hệ thống là “ruột gà” bằng ống thép dẫn hơi nóng đặt trong các khoang chứa sản phẩm dầu độ nhớt cao.

Ruột gà đặt cách sàn $100 \div 200\text{mm}$.

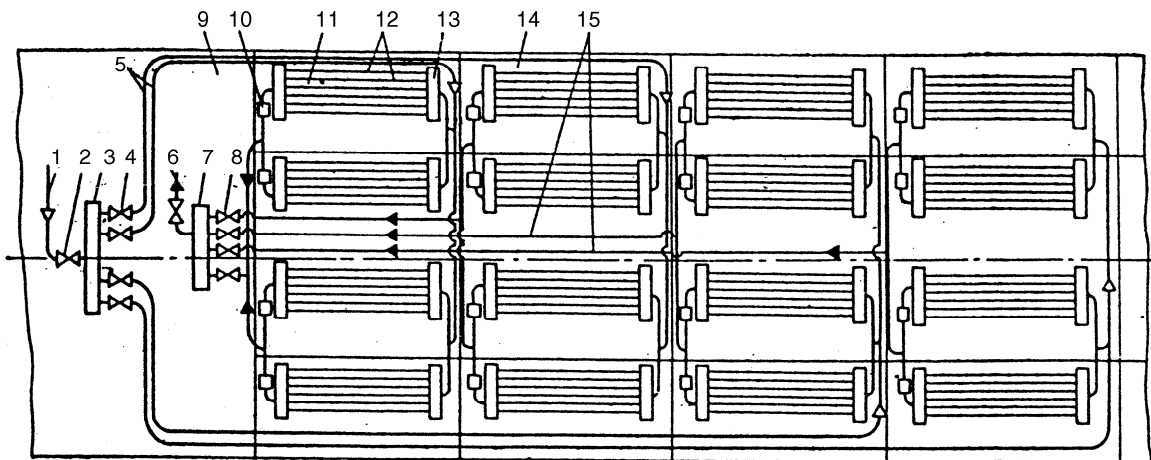
Áp suất hơi trong ruột gà không dưới $0,3 \div 0,5\text{ MPa}$.

*Hình 2.60**Hình 2.61*

Ruột gà có thể được bố trí nằm ngang song cũng có thể dọc. Hai phương án bố trí ruột gà theo hệ thống dọc trình bày tại các hình 2.62 và 2.63 tiếp theo.



Hình 2.62



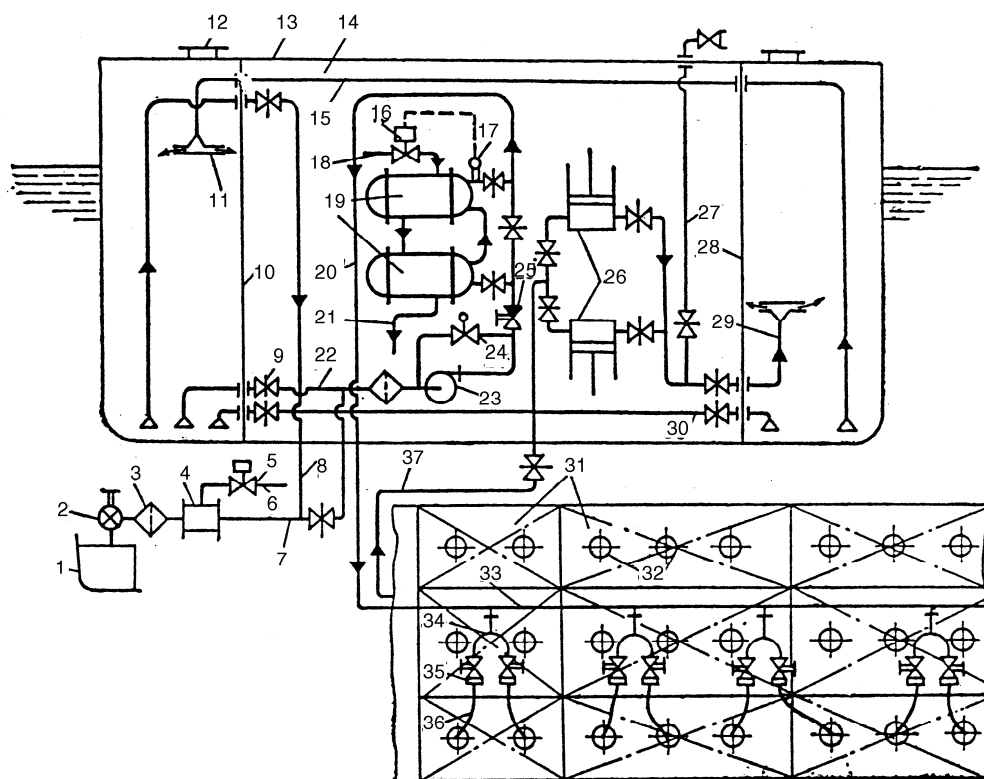
Hình 2.63

2.5.5 Hệ thống làm vệ sinh hầm hàng

Trong quá trình khai thác, định kỳ phải tiến hành làm vệ sinh các khoang hàng, hệ đường ống dẫn hàng bằng nước ngoài mạn hoặc trong một số trường hợp phải dùng nước ấm chừng $55 \div 60^\circ\text{C}$. Làm vệ sinh các khoang hàng là công việc nặng nhọc và gây khá nhiều phiền toái, song phải tiến hành trong những trường hợp cần thiết.

- Khi khảo sát và sửa chữa các nút kết cấu đường ống, theo qui định cứ một lần ba tháng.
- Kiểm tra vệ sinh và thu gom rác, dầu cặn đọng lại thành lớp tại đáy tàu, hay còn gọi là vệ sinh phòng ngừa cứ sáu tháng một lần.
- Sửa chữa định kỳ tàu dầu:

Trong hệ thống này có thể sử dụng bơm vét cùng hệ thống ống vét làm vệ sinh khoang hàng. Ngoài thiết bị cố định, trên tàu còn có thể trang bị hệ thống di động làm vệ sinh khoang hàng. Một trong các phương án sử dụng thiết bị di động làm vệ sinh khoang hàng trình bày tại hình 2.64.



- 1, 2- khoang van và van thông biển; 3- bầu lọc; 4- thiết bị kiểm định lượng dầu; 5- van điện;
 7- đường ống dẫn nước mạn; 9- van nệm; 14- khoang bơm; 19- thiết bị làm nóng nước; 20- đường ống ước
 ẩm; 23- bơm nước rửa khoang tàu; 24; 25; 35- van; 26- bơm pitton của hệ thống vét dầu; 27- ống dẫn dầu
 cặn; 29- ống dẫn nước sau rửa; 31- két hàng; 32 - nắp vào khoang hàng; 33- ống dẫn nước rửa chạy trên
 boong; 34- ống nhánh; 36- máy làm vệ sinh; 37- ống dẫn nước sau khi làm vệ sinh từ khoang hàng

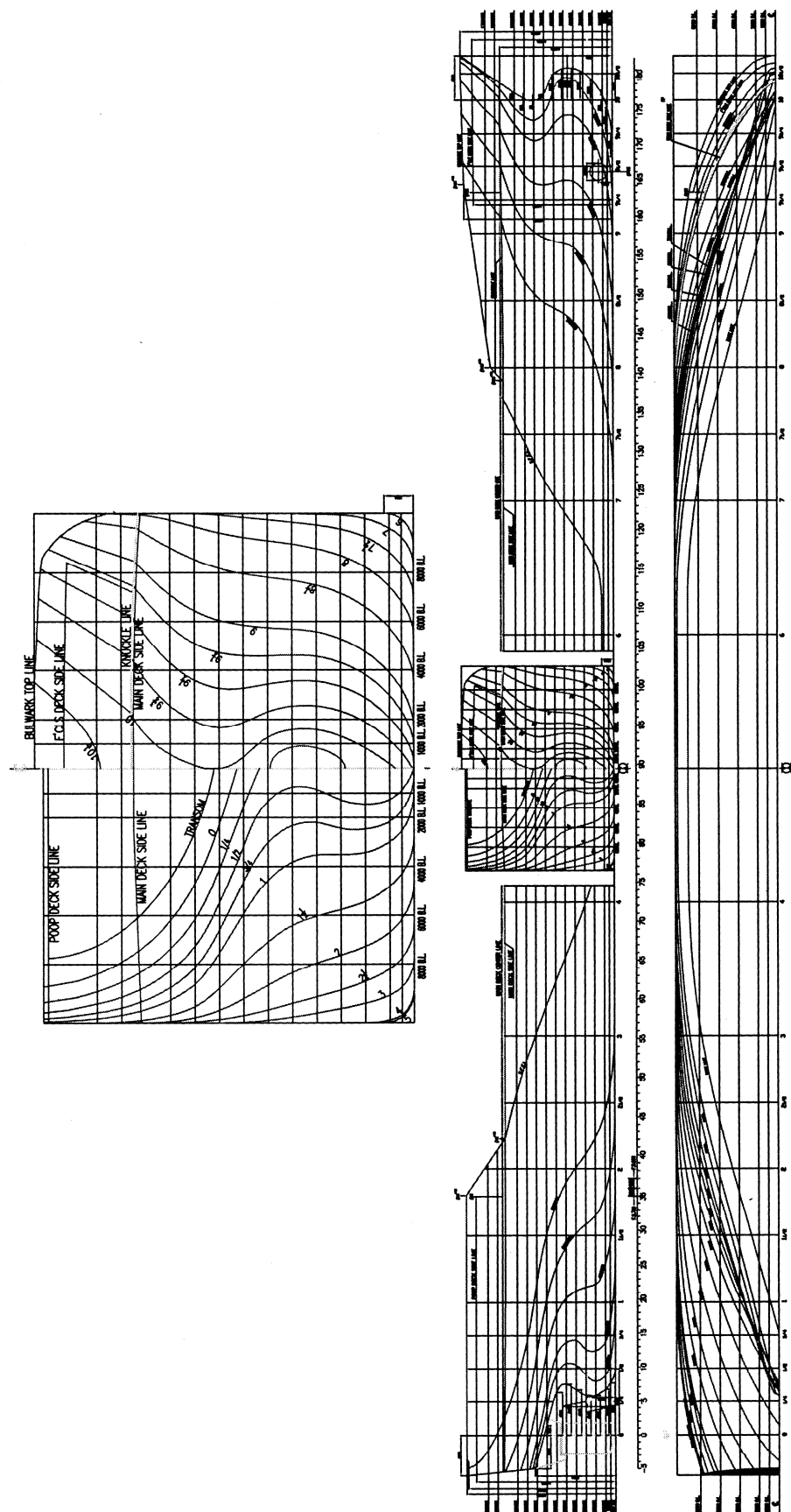
Hình 2.64

2.6 NHỮNG MẪU TÀU ĐÃ CHẾ TẠO

A. Tàu chở sản phẩm dầu, sức chở 13.500 *dwt*

Chiều dài toàn bộ	145,3 <i>m</i>
Chiều dài giữa hai trụ	136,6 <i>m</i>
Chiều rộng	20,8 <i>m</i>
Chiều cao mạn	11,2 <i>m</i>
Mớn nước	8,45 <i>m</i>
Sức chở	13.500 <i>dwt</i>
Vận tốc	13,5 <i>HL/h</i>

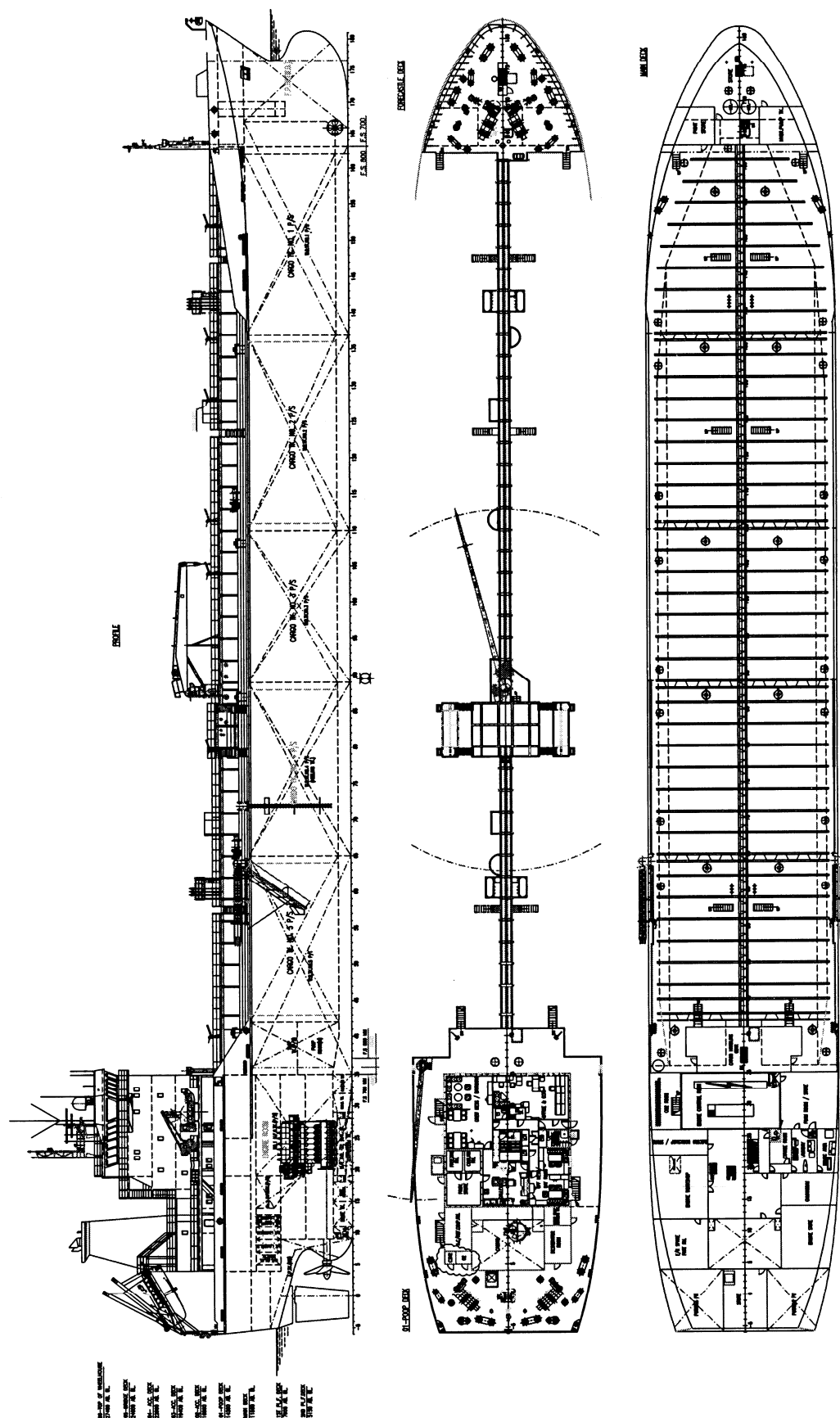
Tàu đóng tại nhà máy đóng tàu Bạch Đằng.



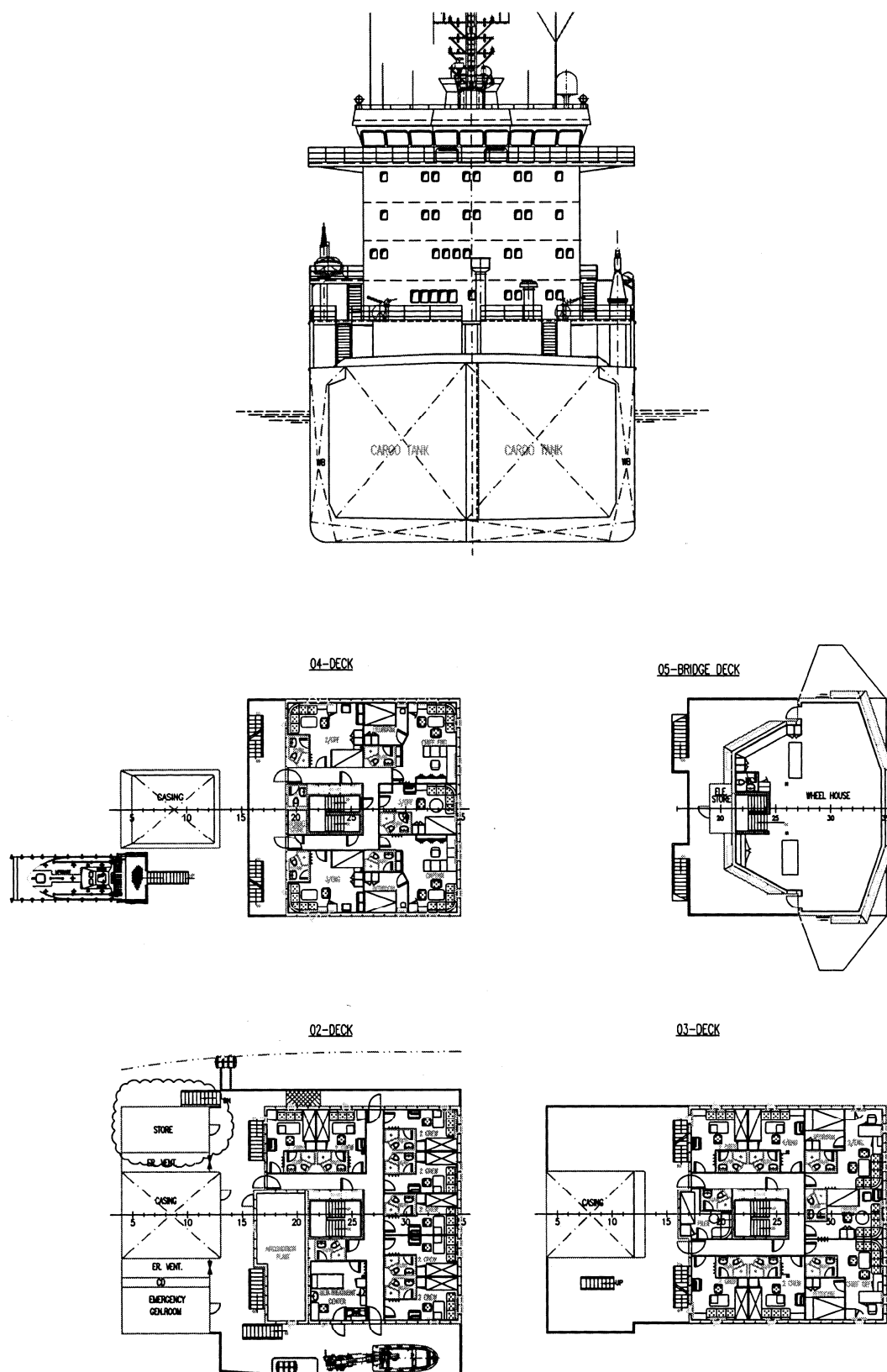
Hình 2.65 Đường hình tàu chở dầu sức chở 13.500dw

STATION NO.	HALF BREADTH															HEIGHT ABOVE BASE LINE					STATION NO.
	BASE LINE	500WL	1000WL	2000WL	3000WL	4000WL	5000WL	6000WL	7000WL	8000WL	9000WL	10000WL	12000WL	13000WL	14000WL	1500WL	1600WL	1700WL	1800WL	1900WL	
TRANSOM	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	TRANSOM
0	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0
1/4	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	1/4
1/2	0	883	1269	1451	1281	855	764	1334	3177	5490	7269	8263	9362	9930	9166	8496	7601	6238	7443	8438	1/2
3/4	0	1705	2164	2479	2449	2207	2340	3038	4624	6609	8139	8962	9803	9996	9857	9577	9105	8438	8763	9704	3/4
1	838	2547	2989	3442	3516	3543	3839	4573	5837	7556	8815	9478	10095	10234	9991	9681	9319	8876	7894	8665	1
1 1/2	2763	4299	4819	5440	5765	6034	6417	7089	8000	8989	9745	10103	10369	10399	10333	10232	10105	9876	9682	9485	1 1/2
2	4673	6157	6696	7279	7641	7974	8369	8873	9420	9893	10193	10345	10399	10400	10392	10362	10319	10200	10081	9876	2
2 1/2	6394	7754	8208	8715	9065	9355	9620	9879	10105	10266	10360	10393	10400	10400	10400	10392	10362	10319	10200	9876	2 1/2
3	7761	8953	9291	9620	9835	10019	10176	10301	10374	10399	10400	10400	10400	10400	10400	10392	10362	10319	10200	9876	3
4	9018	10079	10297	10596	10800	10940	11040	11140	11240	11340	11440	11540	11640	11740	11840	11940	12040	12140	12240	12340	4
5	9100	10169	10383	10682	10940	11140	11340	11540	11740	11940	12140	12340	12540	12740	12940	13140	13340	13540	13740	13940	5
6	9100	10169	10383	10682	10940	11140	11340	11540	11740	11940	12140	12340	12540	12740	12940	13140	13340	13540	13740	13940	6
7	8290	9438	9795	10191	10331	10364	10388	10400	10400	10400	10400	10400	10400	10400	10400	10400	10400	10400	10400	10400	7
7 1/2	7030	8310	8830	9452	9761	9924	10038	10141	10241	10332	10387	10400	10400	10400	10400	10400	10400	10400	10400	10400	7 1/2
8	5365	6807	7439	8231	8694	8966	9160	9293	9425	9519	9665	9852	10052	10252	10452	10652	10852	11052	11252	11452	8
8 1/2	3461	5061	5733	6595	7149	7484	7680	7812	7953	8185	8543	9012	9685	10052	10400	10748	11096	11444	11792	12140	8 1/2
9	1626	3221	3894	4757	5279	5575	5680	5743	5848	6046	6436	7094	8657	8991	8370	7891	7412	6933	6454	5975	9
9 1/4	837	2320	2956	3616	4304	4560	4617	4587	4596	4723	5101	5813	7673	8107	7331	6605	5880	5154	4429	3704	9 1/4
9 1/2	175	1449	2038	2665	3320	3539	3550	3420	3259	3251	3583	4298	6392	6930	6005	4830	3655	2480	1305	1305	9 1/2
9 3/4	628	1147	1877	2321	2533	2527	2292	1867	1266	464	0	92	548	2575	3359	2066	4384	5277	6160	7043	9 3/4
10	----	----	181	831	1307	1572	1570	1266	464	0	92	548	2575	3359	2066	4384	5277	6160	7043	7926	10
10 1/5	----	----	----	----	367	835	866	----	----	----	----	----	----	662	----	2385	3505	4625	5745	6865	10 1/5

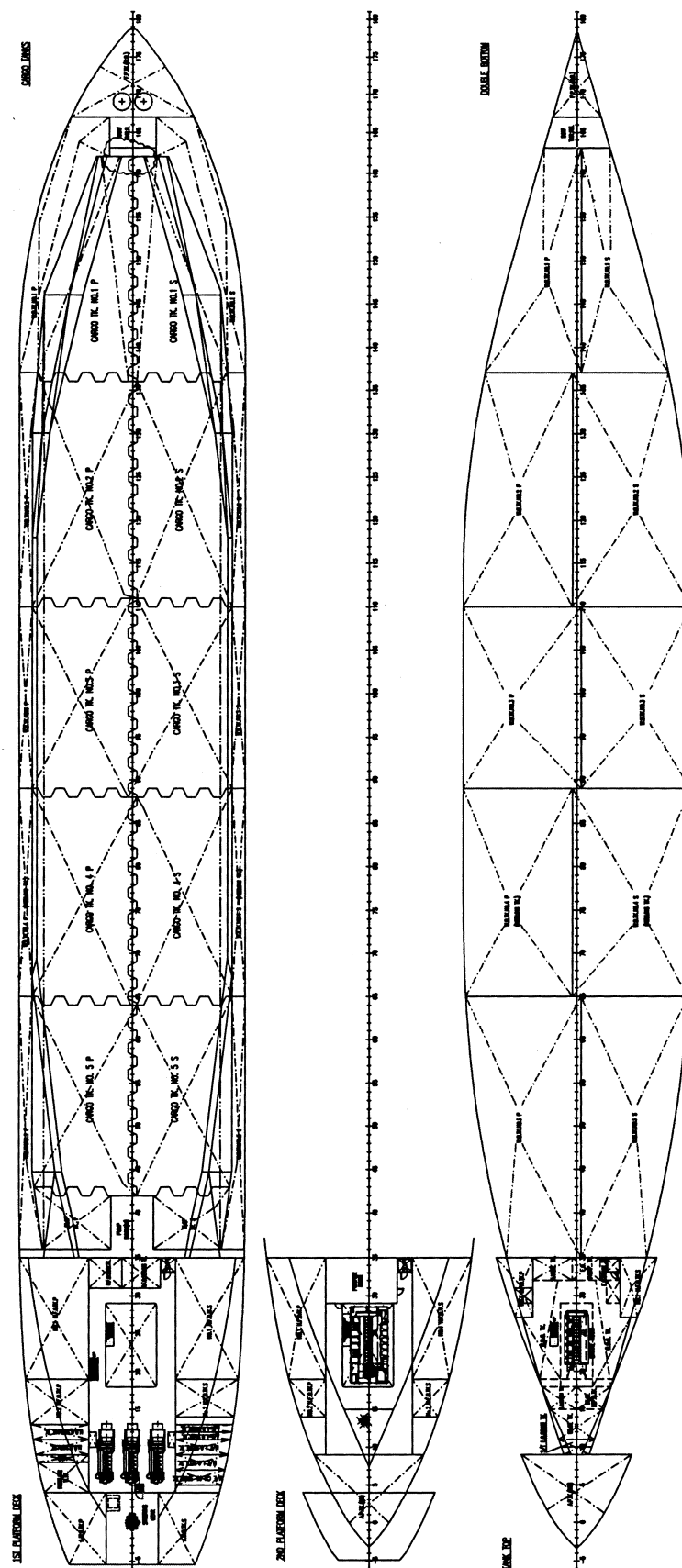
Hình 2.66 Bảng offset đường hình tàu 13.500dwt



Hình 2.67a Bố trí chung tàu dầu 13.500dwt

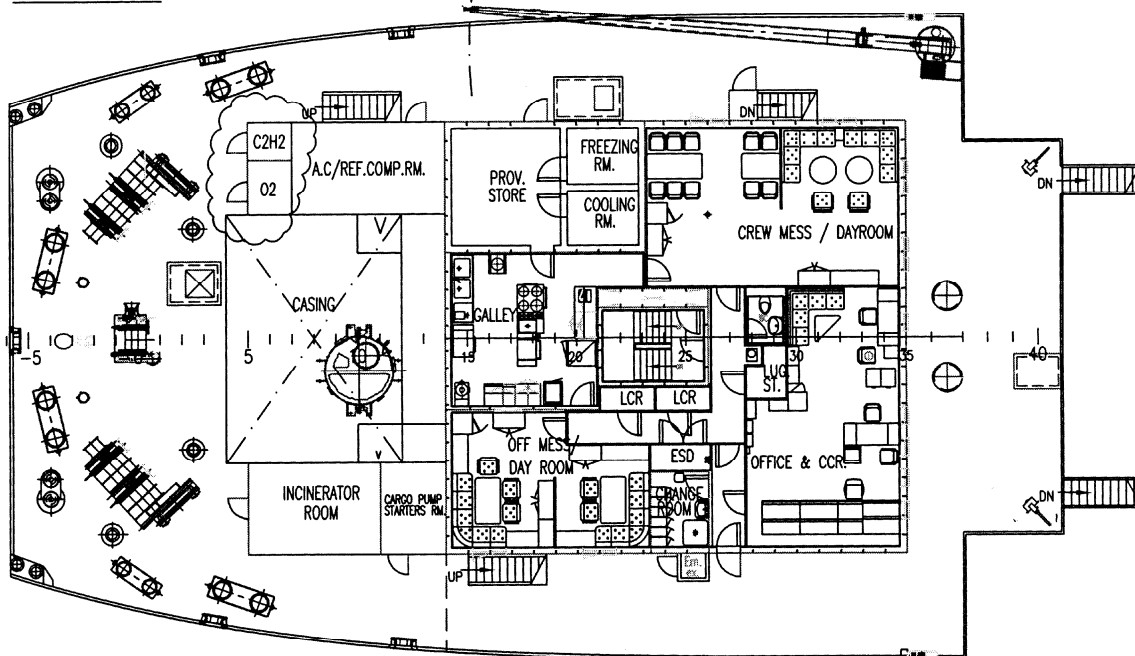


Hình 2.67b Bố trí chung tàu dầu 13.500dwt

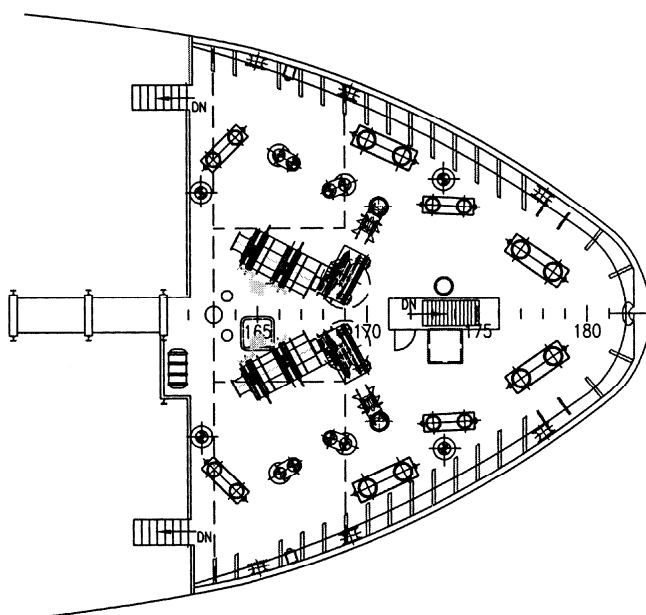


Hình 2.67c Bố trí chung tàu dầu 13.500dwt

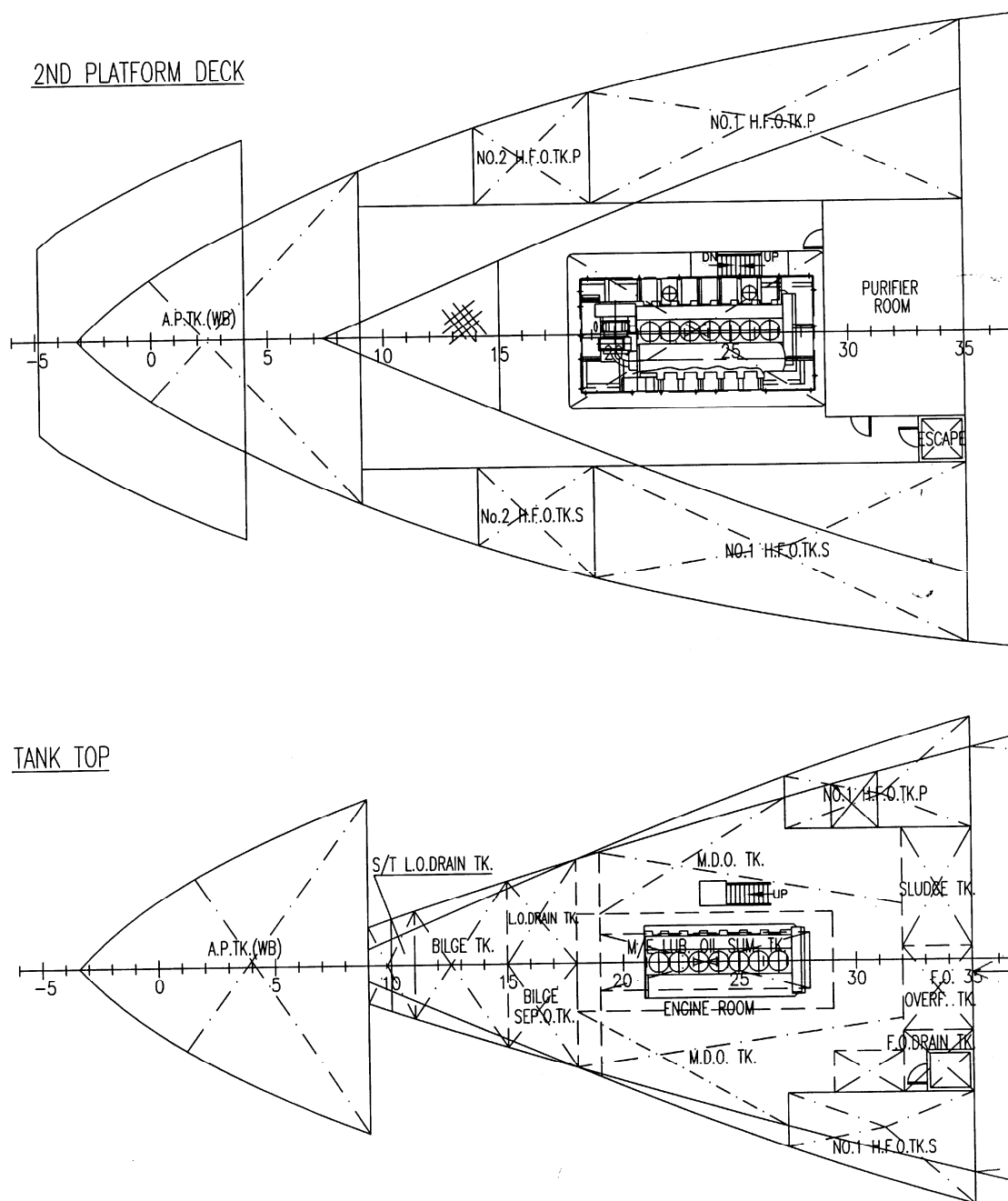
01-POOP DECK



FORECASTLE DECK



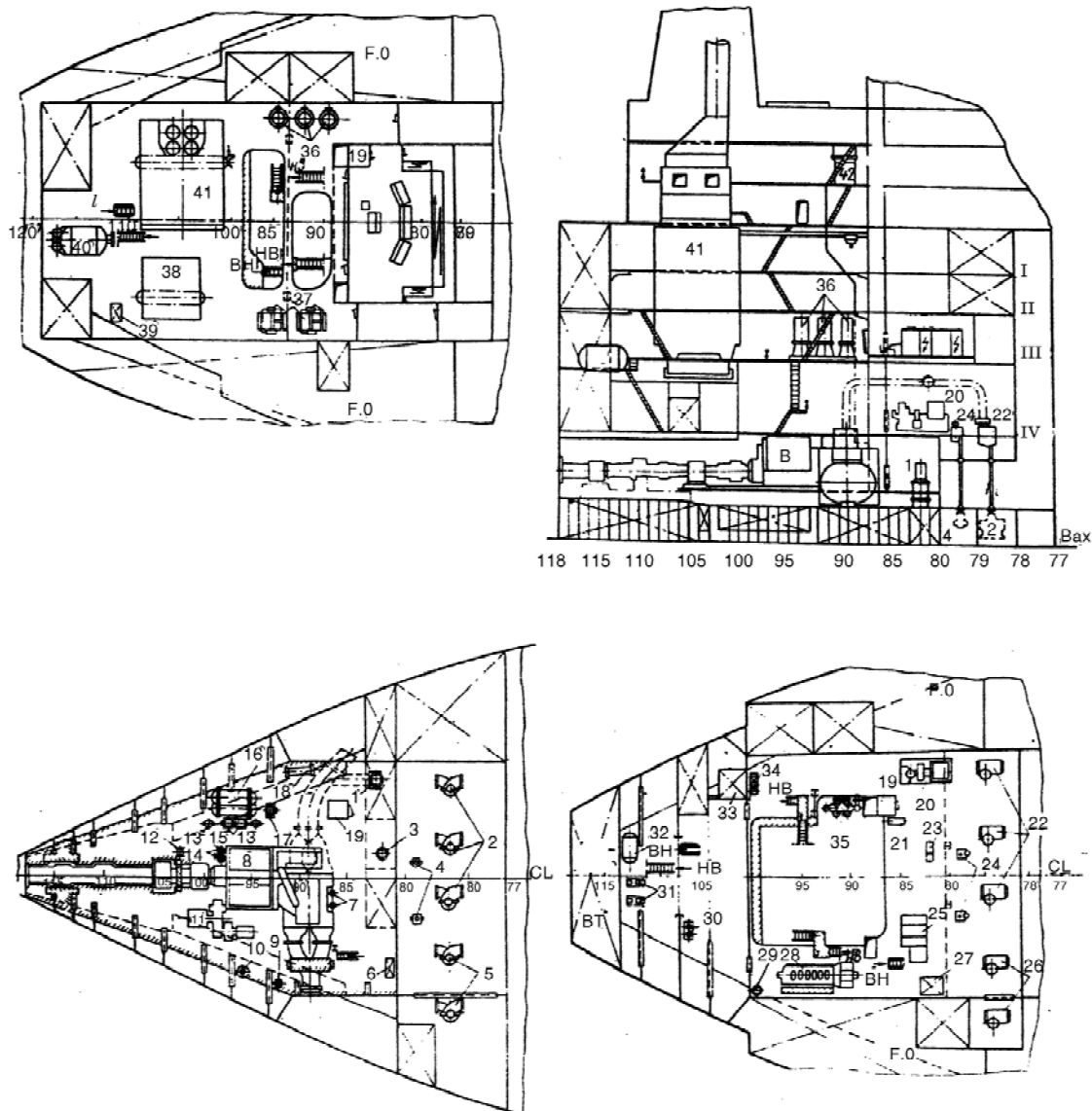
Hình 2.68 Hệ thống chằng buộc tại boong lầu lái, lầu mũi



Hình 2.69 Bố trí các kết khu vực buồng máy

B. Tàu *Atalante* deadweight 42.000dwt

Tàu *Atalante* là chiếc thứ tám của seri tàu dầu deadweight 42.000dwt sản xuất tại Thụy Điển, theo đơn hàng của Na Uy. Tàu mang cấp do đăng kiểm UK Lloyds cấp. Tàu trang bị máy diesel công suất lớn, khác với những tàu cùng nhóm chỉ trang bị bằng tua bin khí.



Hình 2.70

Chiều dài toàn bộ	213,2m
Chiều dài giữa hai trụ	202,7m
Chiều rộng tại giữa tàu	29,6m
Chiều cao mạn	15,01m

Chiều chìm mùa hè	11,20m
GT	25.586
NT	15.520
Dung tích các khoang hàng	57.957 m ³
Lượng chiếm nước	53.510t
Công suất máy chính	16.200 HP
Vòng quay trục chân vịt	115 v/ph
Vận tốc	17,38 HL/h

Hệ thống vách gồm hai vách dọc, 12 vách ngang chia khu vực chở hàng thành 33 khoang riêng lẻ.

Bố trí chung tàu Atalante giới thiệu tại hình 2.70 và hình 2.72.

Hệ thống chuyển hàng gồm bốn bơm hàng, năng suất 1250t/h và hệ thống đường ống đi liền.

Bơm ballast đặt tại khoang bơm phía mũi tàu. Năng suất bơm ballast 50t/h.

Máy chính kiểu Kokkum MAN K-12Z-78/155, là máy hai kỳ, mười hai xi lanh, có tăng áp. Công suất định mức máy 16.200HP.

C. Tàu *Azay le Rideau* 51.930dwt

Tàu dầu cỡ 50.000dwt này đóng tại France, một trong những cường quốc trong lĩnh vực này vào năm 1964. Tàu mang cấp của BV, France.

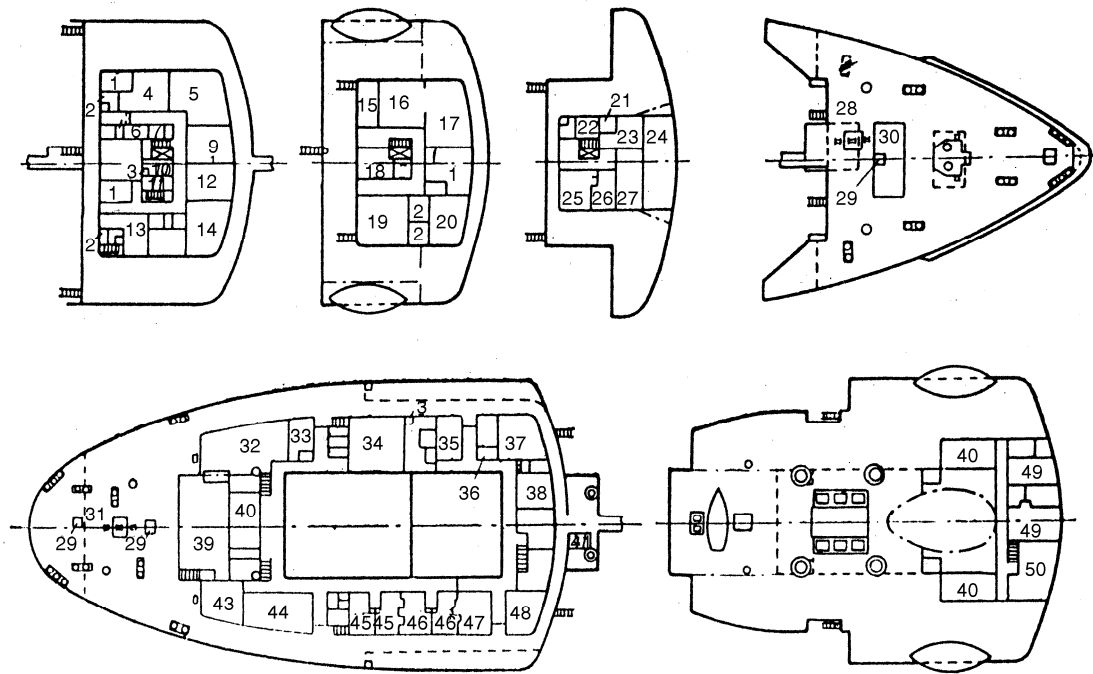
Kích thước chính và các đặc trưng tàu:

Chiều dài toàn bộ	227,5m
Chiều dài giữa hai trụ	214,0m
Chiều rộng tại giữa tàu	30,5m
Chiều cao mạn	16,05m
Chiều chìm mùa hè	12,085m
Lượng chiếm nước	64.630t
Công suất máy chính	18.000 HP
Vận tốc	16,5 HL/h

Hệ thống vách gồm hai vách dọc ngăn các khoang hàng thành ba khoang nhỏ, 11 vách ngang chia khu vực chở hàng thành 10 khoang hàng.

Bố trí chung tàu Azay le Rideau giới thiệu tại hình 2.71.

Đây là tàu “ba đảo” bạn đọc đã làm quen trong chương đầu. Lầu giữa có bốn tầng, bố trí trước mặt giữa tàu. Tại lầu giữa bố trí tất cả phương tiện điều hành tàu và các phòng sinh hoạt cho thuyền trưởng, chủ tàu, các trợ lý, pilot v.v... Trạm xá, thư viện và một số phòng sinh hoạt công cộng đặt tại đây.



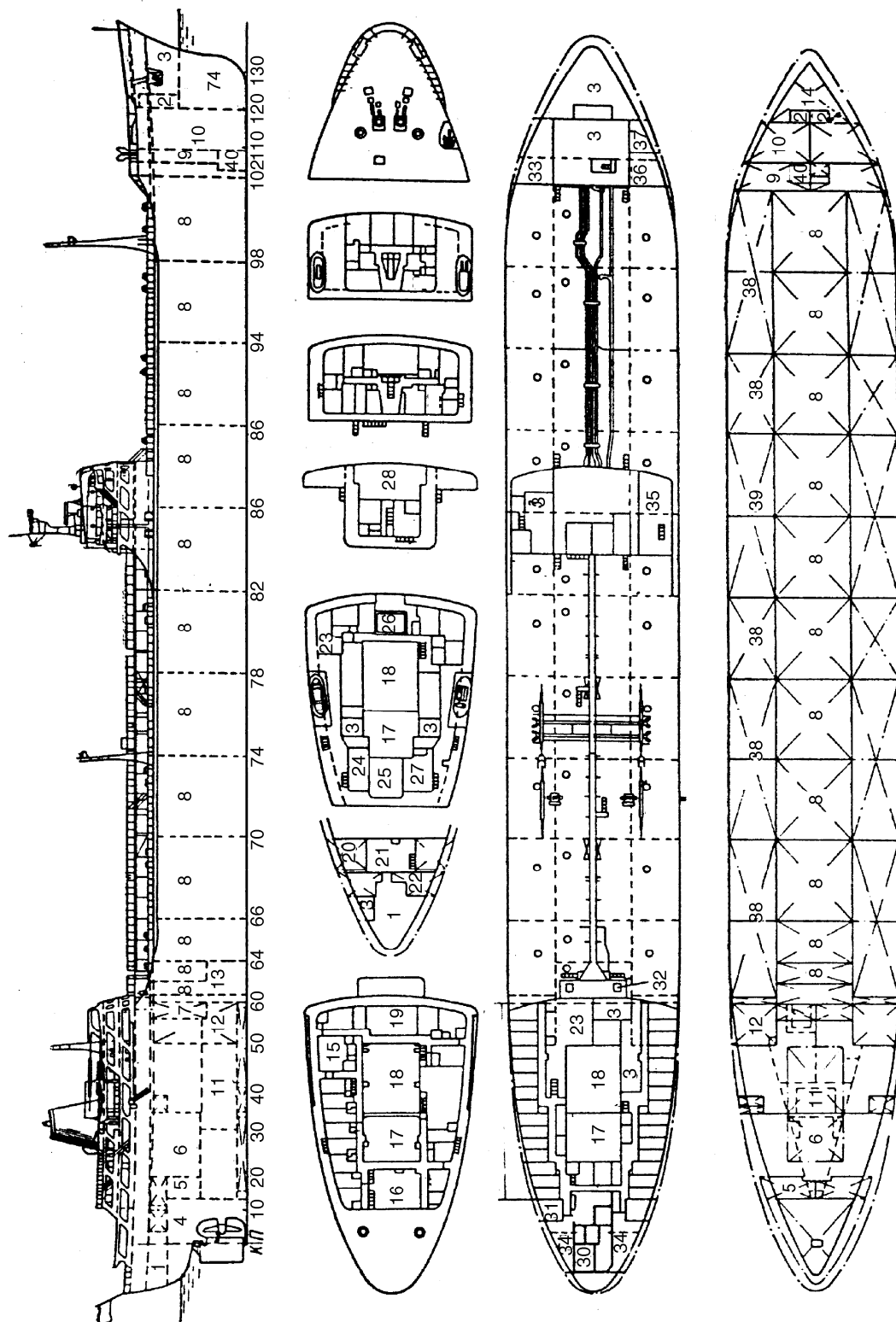
Hình 2.71

Đặc điểm bố trí vách dọc trên tàu có thể thấy rõ từ hình vẽ bố trí chung. Khoảng cách giữa hai vách dọc chiếm chừng 45% chiều rộng tàu. Chiều dài đoạn khoang hàng chiếm 65% chiều dài tàu. Chiều dài kết hông, có thể thấy từ hình vẽ, kéo dài hai khoang nếu so với khoang giữa, dài gần 28m. Theo cách chia này trên tàu chỉ có 10 khoang trung tâm, mỗi mạn sáu khoang, tổng cộng có 12 khoang mạn. Trong số các khoang mạn, khoang số 3 cả bên trái và phải đều dùng cho nước dẫn tàu.

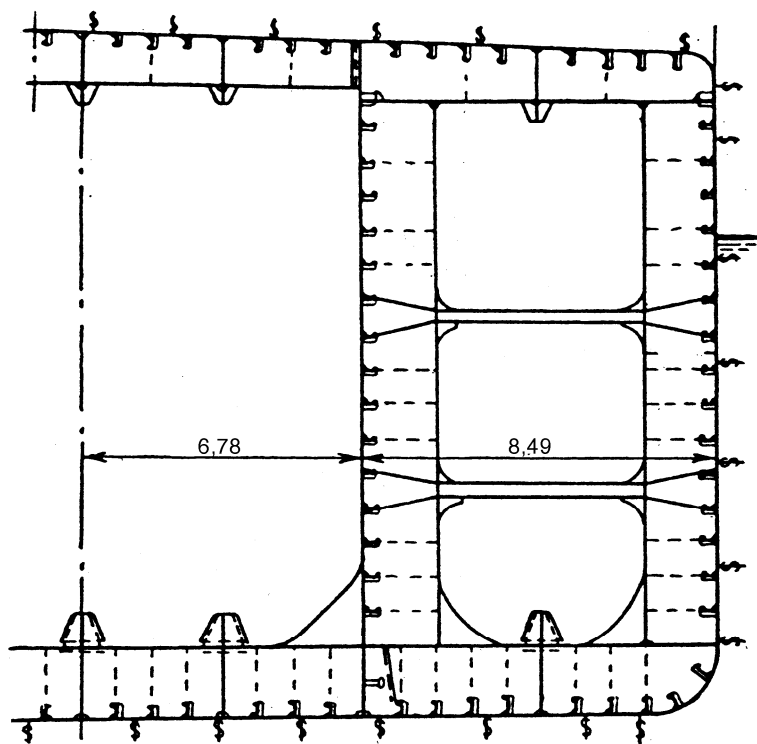
Mặt cắt ngang tàu được trình bày tại hình 2.73.

Thiết bị kéo neo gồm hai tời neo sức kéo mỗi tời 16,7T, dây xích đường kính 80mm. Hai tời quấn dây chằng buộc sức kéo 16T mỗi tời giúp cho việc thao tác neo, buộc tàu thuận lợi.

Máy chính của tàu thuộc tua bin hơi. Công suất máy 18.000 HP đảm bảo cho tàu khai thác ở vận tốc xấp xỉ 17 *HL/h*.



Hình 2.72



Hình 2.73 Mặt cắt ngang tàu Azay le Rideau

D. Tàu *Borgsten* 86.000dwt

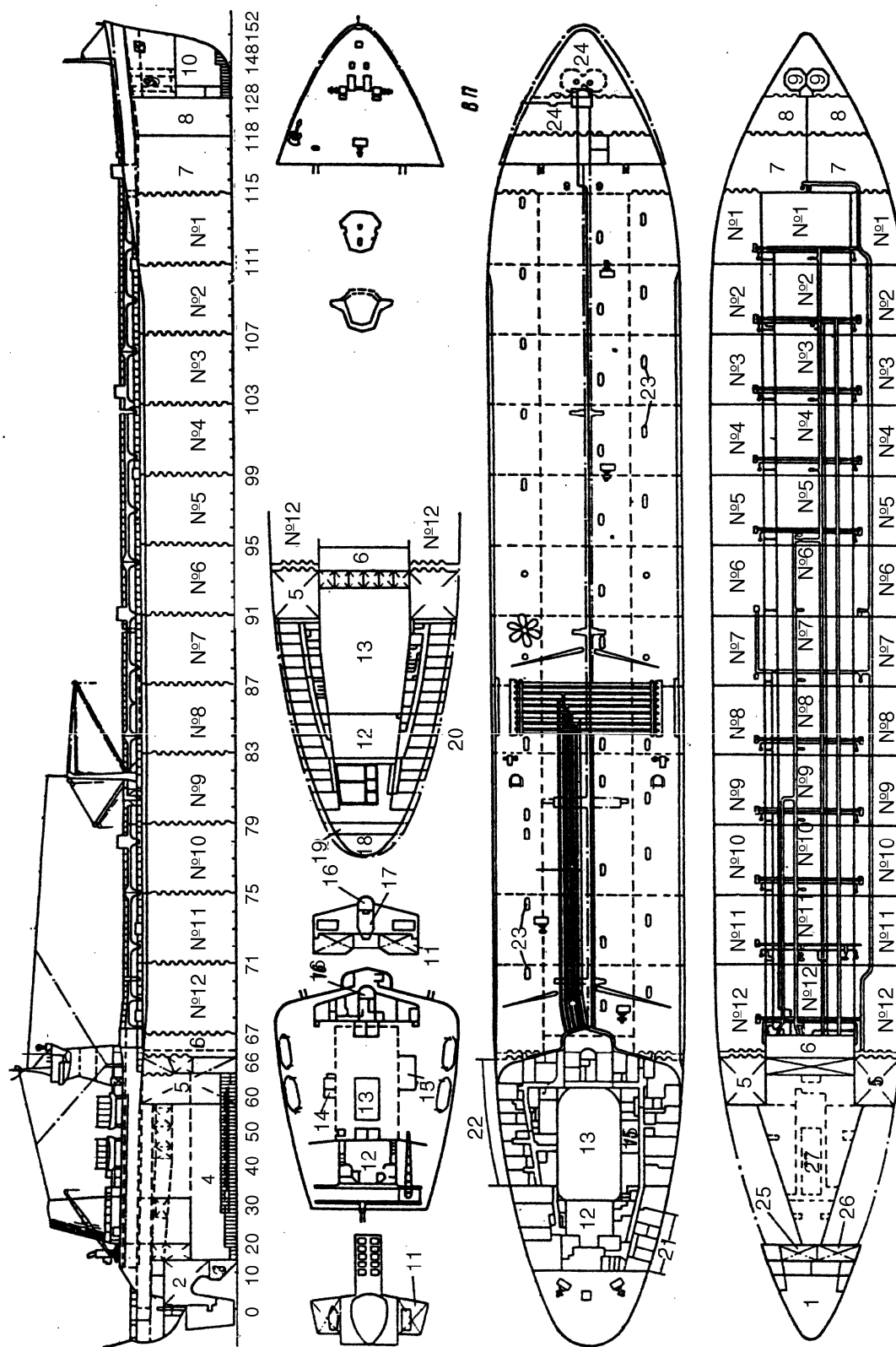
Đại diện của nền công nghiệp đóng tàu UK trong tài liệu này là tàu dầu mang tên *Borgsten*, xuất xưởng năm 1963.

Kích thước chính và các đặc trưng tàu:

Chiều dài toàn bộ	265,0m	Chiều dài giữa hai trụ	256,0m
Chiều rộng tại giữa tàu	37,18m	Chiều cao mạn	18,44m
Chiều chìm mùa hè	13,87m	Dung tích các hầm hàng	105.490m ³
Công suất máy chính	21.000 HP	Vòng quay máy chính	110 v/ph
Vận tốc	16,9 HL/h		

Tàu không có lầu giữa mà chỉ có lầu lái. Tất cả bố trí sinh hoạt và các phòng công cộng đều đặt tại thượng tầng đồ sộ này.

Khu vực các hầm hàng của tàu được chia làm 36 khoang hàng, trong đó khoang 6 và 7, xem hình trang sau, là khoang chứa nước dần. Hai két sâu số 2 tại mũi cũng làm cùng nhiệm vụ. Khoang 1 mũi chứa dầu.



Hình 2.74

Hệ thống chuyển dầu thuộc hệ tuyến tính, các van được vận bằng phương pháp thủ công kinh điển tức bằng tay. Bốn đường ống dẫn chính, đường kính ống 457mm chạy dọc tàu, ống phân nhánh đường kính 406mm dẫn đến các khoang. Các khoang mạn dùng đường ống đường kính 254mm, ngoại trừ các khoang số 1, 2, 3, tại đây sử dụng ống Ø356.

Buồng bơm của tàu nằm vùng giữa các khoang hàng và buồng máy. Tại đây bố trí bốn bơm li tâm năng suất 2000m³/t tính cho mỗi bơm. Cột áp các bơm 105 m cn.

Bố trí buồng ở cho đoàn thủy thủ khá sang trọng. Phần lớn thuyền viên được ở buồng riêng. Hệ thống điều hòa trung tâm đảm bảo nhiệt độ luôn mát trong tất cả các phòng. Hệ thống thông khí được thiết kế cẩn thận nhằm đảm bảo thông gió toàn bộ khu sinh hoạt và làm việc trên tàu.

Máy chính của tàu thuộc kiểu máy hai kỳ, có tăng áp của hãng Holand-Burmeister og Wein. Máy gồm 10 xi lanh đường kính 840mm, bước 1800mm, cho phép tạo công suất 21.000HP tại vòng quay máy 110v/ph.

Chân vịt tàu thuộc nhóm 6 cánh. Lý do tăng số cánh như được giải thích, nhằm giảm chấn động thân tàu. Đường kính chân vịt sáu cánh 7m, khối lượng vật liệu làm chân vịt 26,75 tấn. Trên tàu trang bị thêm chân vịt dự phòng, đường kính xấp xỉ song bước thấp hơn.

Tàu được trang bị ba tổ máy phát điện dòng AC, do máy diesel Burmeister og Wein lai. Công suất máy lai 1115HP cho mỗi chiếc, vòng quay 600v/ph.

Dữ liệu được công bố công khai sau hạ thủy nêu rằng, trọng lượng tàu không khi đã lắp máy chính, máy phụ và trang thiết bị xấp xỉ 22.000T. Theo dữ liệu này có thể phỏng đoán rằng lượng chiếm nước của tàu chừng 107.400T.

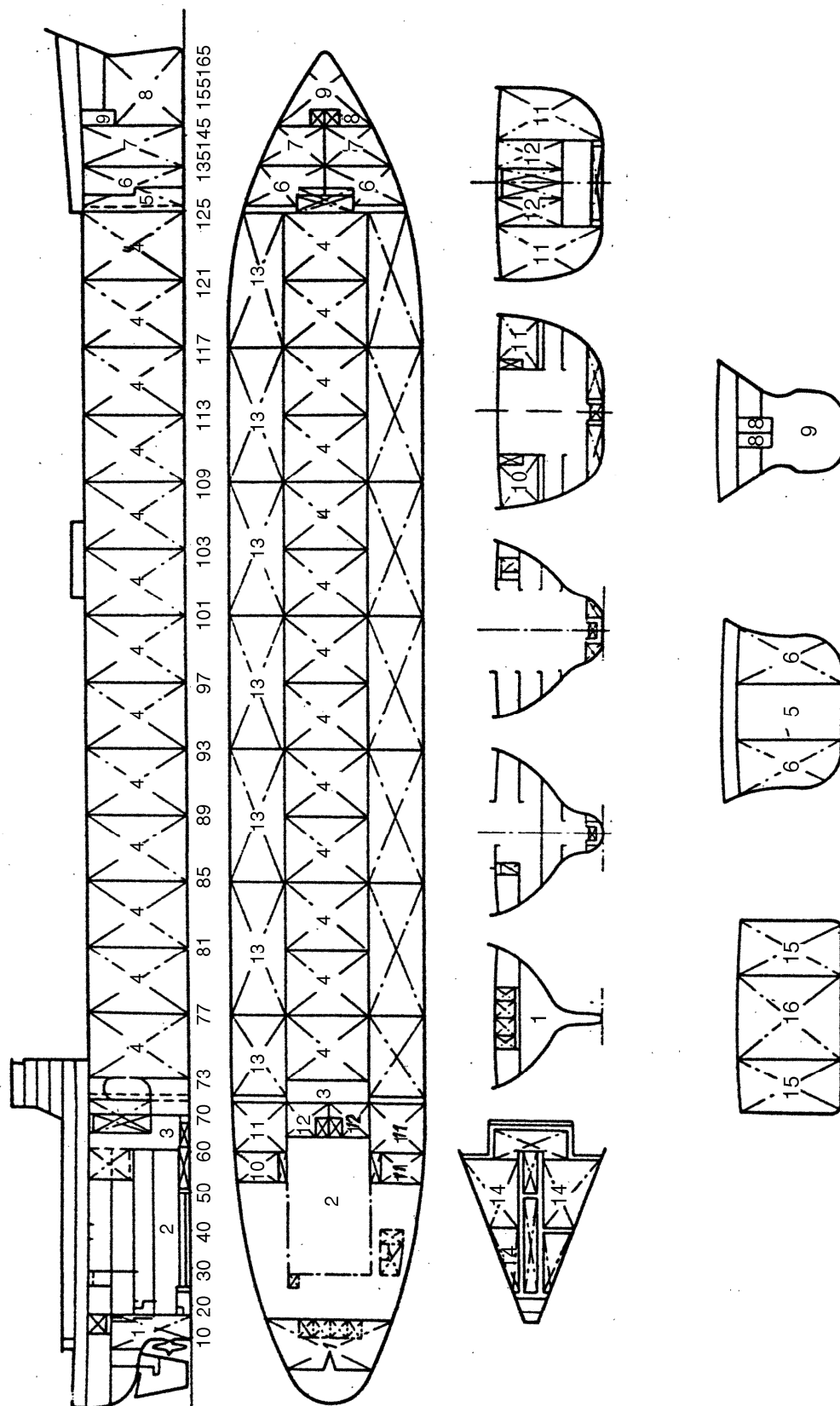
Bố trí chung tàu Borgsten được trình bày tại hình 2.74.

E. Tàu *Carlo Cameli* 91.600dwt

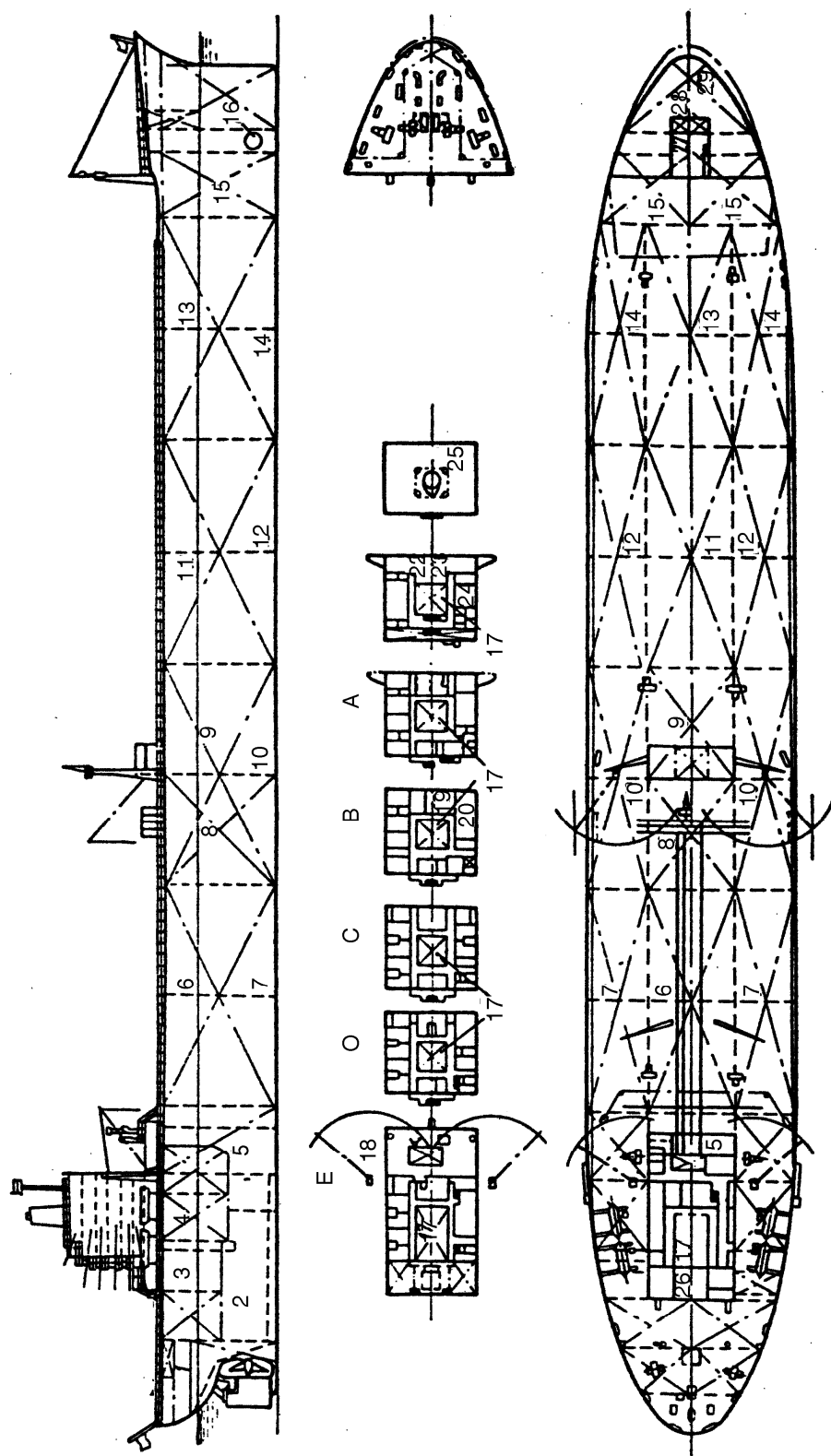
Tàu Carlo Cameli xuất xưởng tại Italy giữa năm 1964. Niềm tự hào lớn của Cameli là đứng đầu bảng về sức chở, công suất máy trên tàu và vẻ đẹp khó sánh trong đội tàu dầu thế giới thời bấy giờ. Tài liệu về tàu Cameli được công bố công khai trong “Shipping World” 1964, 11/VI, N° 3696.

Kích thước chính và các đặc trưng tàu:

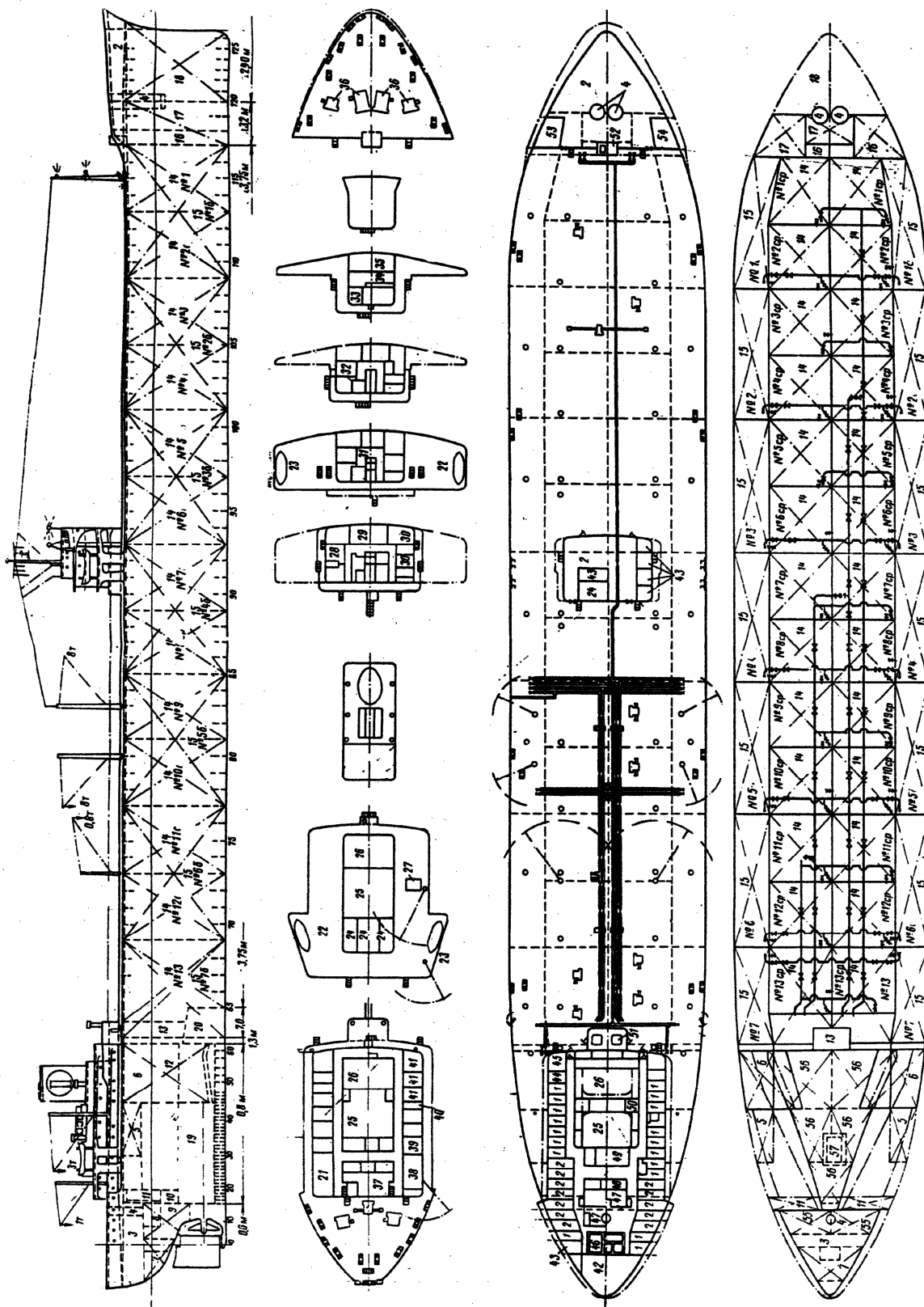
Chiều dài toàn bộ	264,6m	Chiều dài giữa hai trụ	253,0m
Chiều rộng tại giữa tàu	37,17m	Chiều cao mạn	19,15m
Chiều chìm mùa hè	14,51m	Lượng chiếm nước	113.200T
Dung tích các khoang hàng	114.000m ³	Công suất máy chính	32.000 HP
Công suất sử dụng	25.000HP/122 v/ph	Vận tốc	16,9 HL/h



Hình 2.75

F. Tàu *Universe Apollo* 116.200 dwt

Hình 2.77



Hình 2.78

H. Tàu *Crym* 150.500dwt, ngày nay làm trạm dầu không bến mang tên “*Chí Linh*” tại vùng biển Việt Nam

Tàu được đóng tại nhà máy đóng tàu “Vịnh” thuộc Nga. “*Crym*” là chiếc đầu của seri nhiều chiếc.

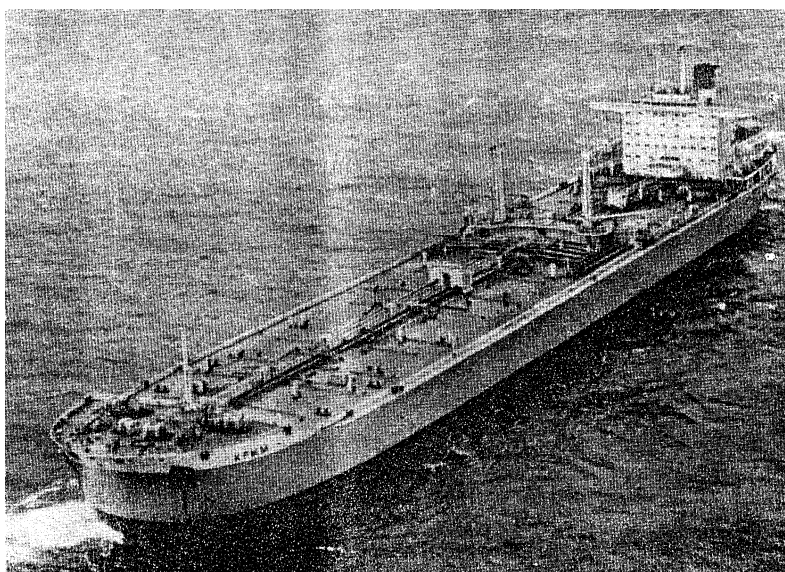
Kích thước chính của tàu như sau:

Chiều dài toàn bộ	295,2m	Vòng quay máy	85 v/ph
Chiều dài giữa hai trụ	277,1m	Vận tốc	16,0 HL/h
Chiều rộng tại giữa tàu	45,0m	GT	88.692
Chiều cao mạn	25,4m	Dung tích các khoang hàng	183.715 m ³
Chiều chìm mùa hè	17,0m	NT	67.543
Công suất máy chính	22.000kW	Lượng chiếm nước	182.000t

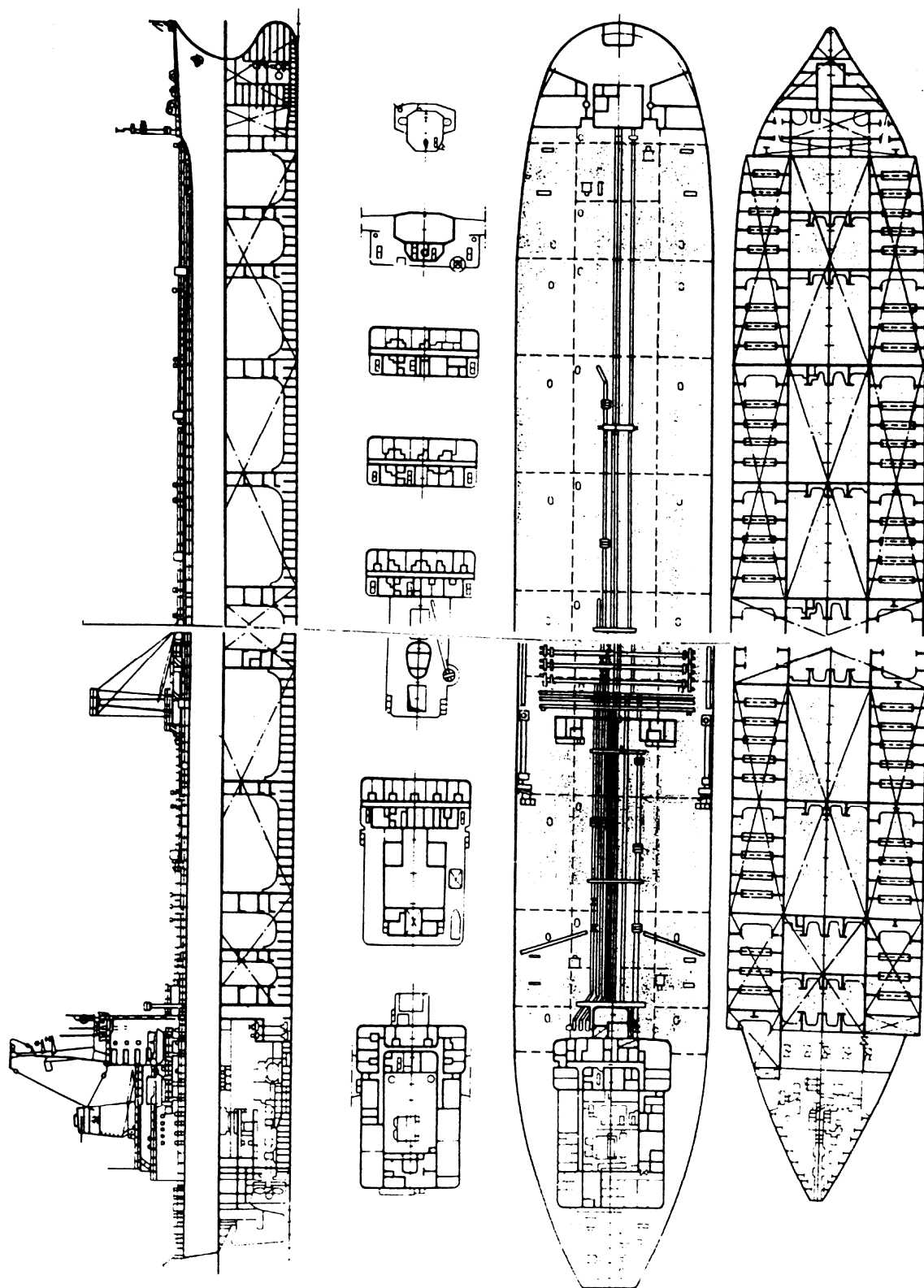
Tàu boong phẳng, không có lầu giữa tàu, không lầu mũi.

Các khoang hàng đều được phân nhỏ theo chiều ngang nhờ hai vách dọc. Tổng cộng bốn khoang chính, mỗi khoang gồm ba khoang nhỏ. Trong khu vực này còn bố trí ba kết dẫn riêng lẻ.

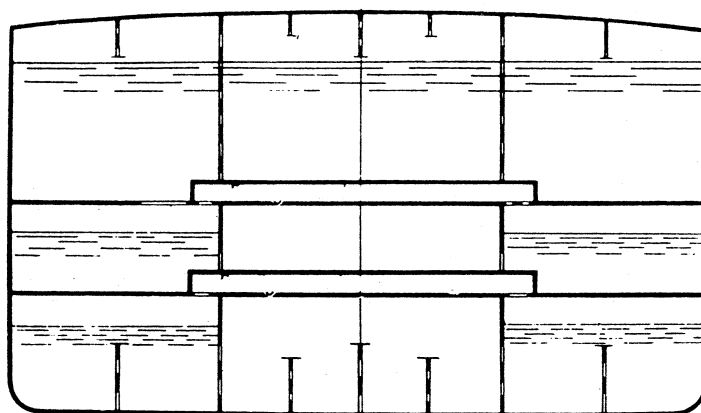
Đáy đôi tàu được dùng vào việc chứa ballast. Đường hầm dọc tại vùng giữa tàu dùng làm nơi cho đường ống đi dọc tàu. Bố trí chung tàu dầu 150.000dwt này được trình bày tại hình 2.80.



Hình 2.79

*Hình 2.80*

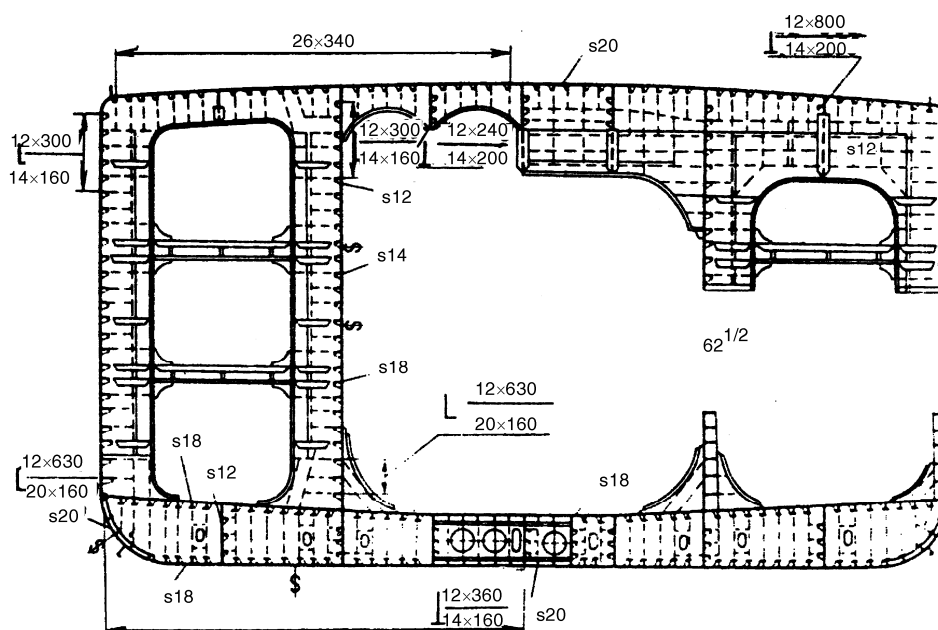
Điều cần quan tâm, tàu được trang bị hệ thống giảm lắc thụ động. Đây là hệ thống thùng thông nhau nhiều tầng, bố trí tại vùng khoang hàng số 3.



Hình 2.81 Hệ thống thùng giảm lắc thụ động

Kết quả sử dụng thùng giảm lắc mang lại hiệu quả mong đợi: tăng chu kỳ lắc đến 16 giây, trong khi thiết kế chỉ mong đợi $T = 11$ giây, biên độ lắc tàu giảm 1,8 ÷ 2,0 lần trong điều kiện biển đang có gió cấp 8 ÷ 9°B.

Thép dùng làm vỏ tàu gồm các cấp: thép cường độ cao, giới hạn chảy từ 400MPa dùng cho vỏ tàu vùng các khoang hàng, thép cường độ cao với giới hạn chảy 300MPa dùng cho vỏ tàu vùng buồng máy.



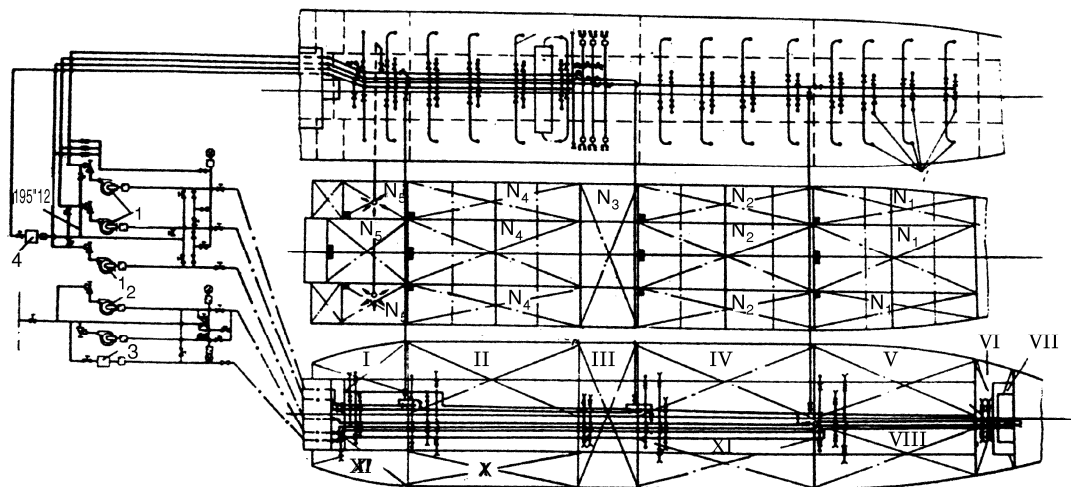
Hình 2.82 Mặt cắt ngang tàu Crym

Kết cấu tàu theo hệ thống dọc.

Chiều dày tôn vỏ, kết cấu đáy, mạn tàu Crym được vẽ lại tại hình 2.82.

Bánh lái tàu có diện tích $85m^2$, máy lái với mômen quay 3924 kNm.

Hệ thống chuyển hàng sắp xếp theo sơ đồ tuyến tính, trong đó hệ thống ống độ lập giành riêng cho ba nhóm khoang, cho phép đồng thời vận chuyển ba loại hàng.



Hình 2.83 Hệ thống vận chuyển hàng

Phục vụ cho hệ thống chuyển hàng trên là ba bơm đứng năng suất $4000\text{m}^3/\text{h}$ mỗi bơm, cột áp 1130 kPa .

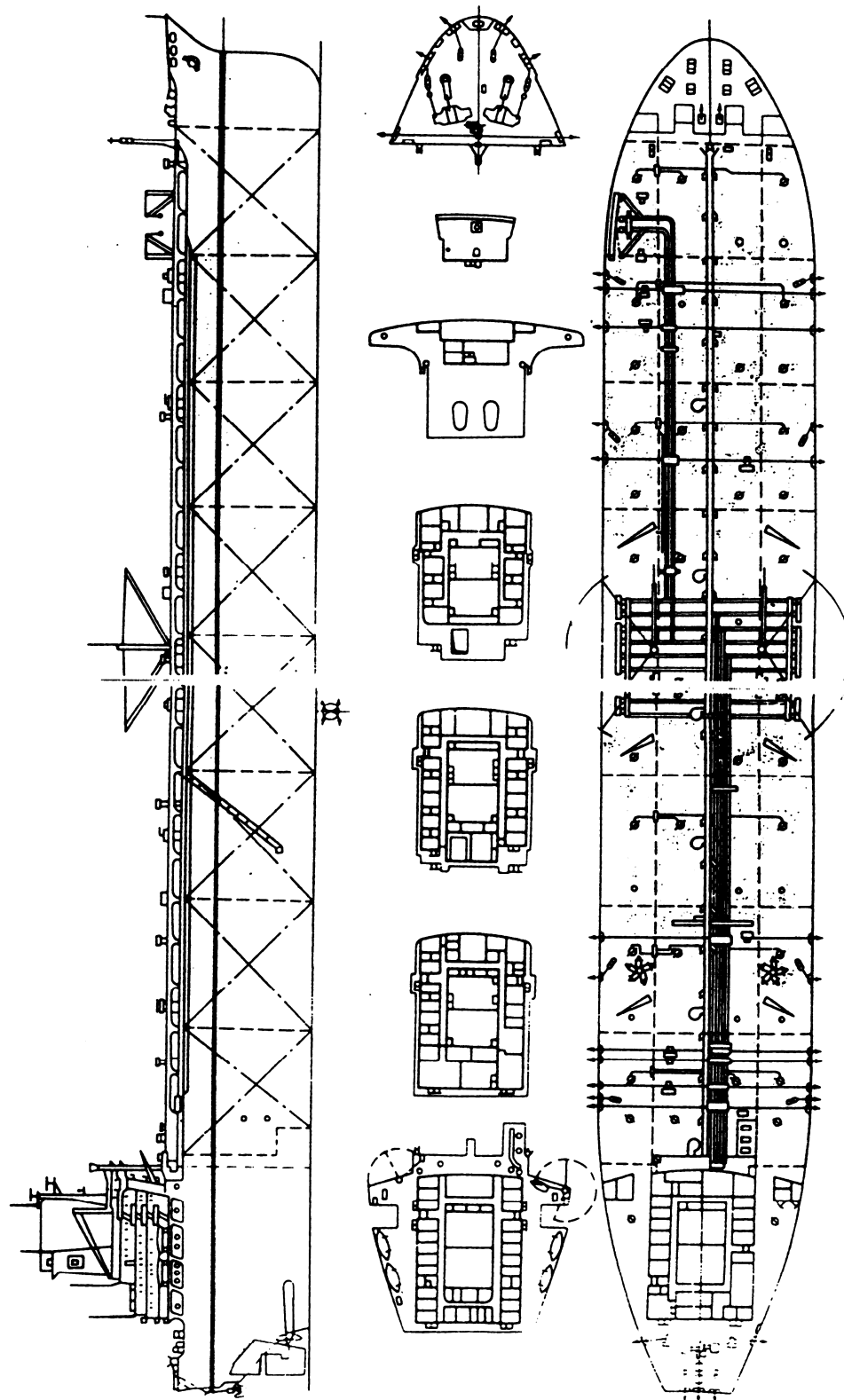
Máy chính tàu thuộc nhóm tua bin khí, công suất định mức 22.000kW tại vòng quay 85 v/ph .

H. Tàu *Artega* 326.585dwt

Tàu mang tên Argeta được đóng tại nhà máy đóng tàu tại thành phố Astano thuộc Tây ban nha theo đặt hàng hãng Petronor. Argeta là chiếc đầu của seri nhiều chiếc, đóng trên triền nghiêng tại một nước có kinh nghiệm đóng tàu.

Kích thước chính của tàu như sau:

Chiều dài toàn bộ	347,2m	Vòng quay máy	90 v/ph
Chiều dài giữa hai trụ	330,0m	Vận tốc	15,0 HL/h
Chiều rộng tại giữa tàu	53,0m	GT	163.794
Chiều cao mạn	32,0m	NT	126.989
Chiều chìm mùa hè	24,0m	Dung tích các khoang hàng	400.510 m ³
Công suất máy chính	2 × 13.750kW	Lượng chiếm nước	381.120t
Tàu boong phẳng, không có lầu giữa tàu, không lầu mũi.			



Hình 2.84

Các khoang hàng đều được phân nhỏ theo chiều ngang nhờ hai vách dọc. Tổng cộng tám khoang chính, mỗi khoang gồm ba khoang nhỏ.

Khu vực khoang hàng kết cấu tàu theo hệ thống dọc, khoang máy theo hệ thống hỗn hợp, vùng mũi và lái theo hệ thống ngang.

Cần giới thiệu thêm về hệ thống neo buộc tàu cỡ lớn này. Tàu trang bị ba máy kéo neo, hai tại khu vực mũi, một tại vùng đuôi. Trọng lượng (hoặc theo cách dùng hiện đại: khối lượng) mỗi neo 20,3 tấn, đường kính xích 113mm. Sáu tời buộc giây chằng tàu, sức kéo trên tang mỗi tời 216kN.

Hệ thống lái: hai bánh lái nửa cân bằng, hai máy lái điện – thủy lực với mômen quay 6670kNm. Bố trí chung tàu dầu Argeta được giới thiệu tại hình hh1.

Hệ thống vận chuyển hàng gồm bốn bơm năng suất mỗi bơm 3500m³/h cột áp 1180 kPa.

Bơm ballast năng suất 3500m³/h, cột áp 340kPa.

Máy chính thuộc nhóm tua bin khí, công suất 2×13.750kW, vòng quay 93 v/ph. Hai chân vịt tàu bằng hợp kim đồng, đường kính chân vịt 7 m, khối lượng mỗi chân vịt 30 tấn.

I. Tàu *Globtic Tokyo* 483.600dwt

Tàu được thiết kế tại Nhật, giành cho hãng Globtic Tankers của UK. Seri tàu này gồm ba chiếc, Globtic Tokyo là chiếc đầu.

Kích thước chính của tàu như sau:

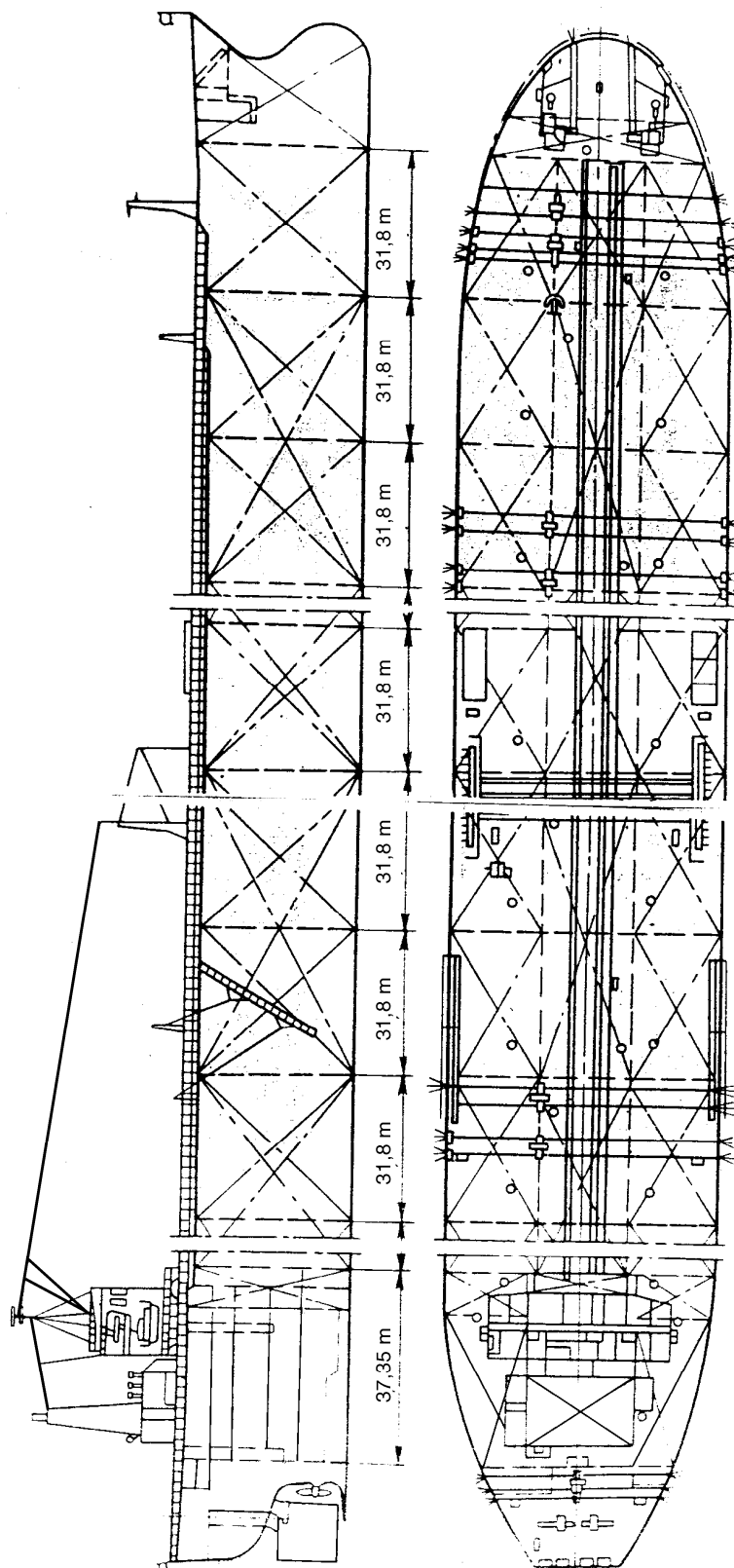
Chiều dài toàn bộ	378,8m	Vòng quay máy	90 v/ph
Chiều dài giữa hai trụ	360,0m	Vận tốc	15,6 HL/h
Chiều rộng tại giữa tàu	62,0m	GT	238.231
Chiều cao mạn	36,4m	Dung tích các khoang hàng	585.000 m ³
Chiều chìm mùa hè	28,20m	Lượng chiếm nước	550.000t
Công suất máy chính	33.100kW		

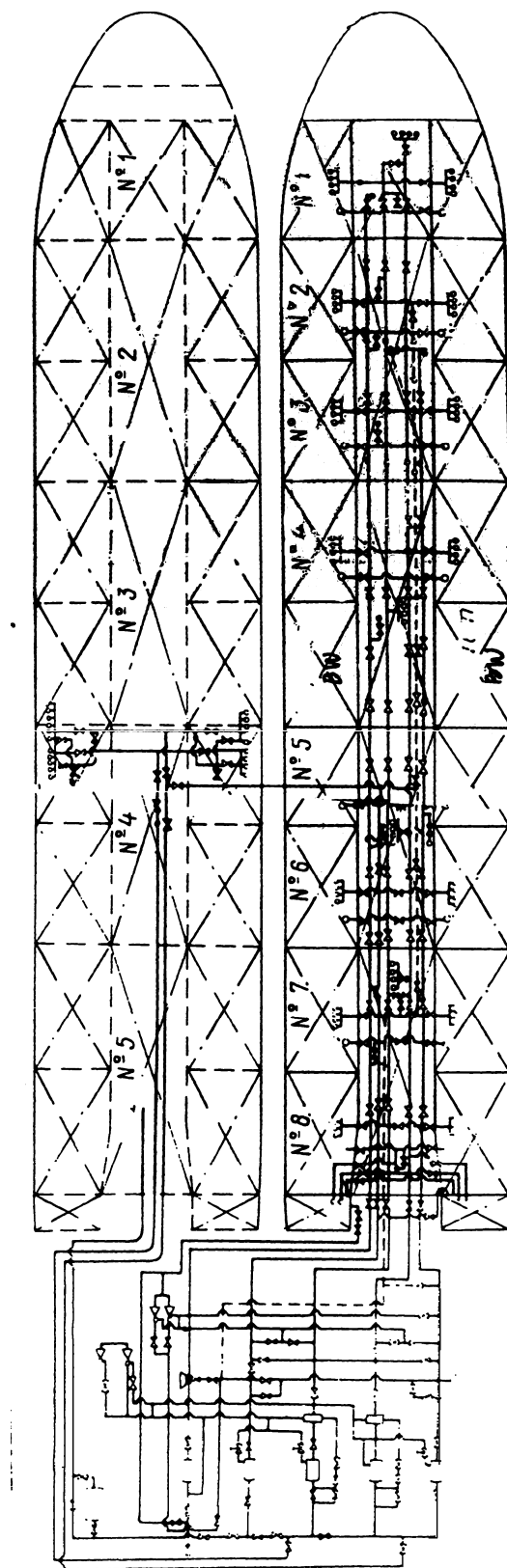
Tàu boong phẳng, không có lầu giữa tàu, không lầu mũi.

Khu vực hầm hàng tàu gồm 5 khoang chính, gọi là khoang trung tâm, 14 khoang cạnh và hai khoang dẫn mạn.

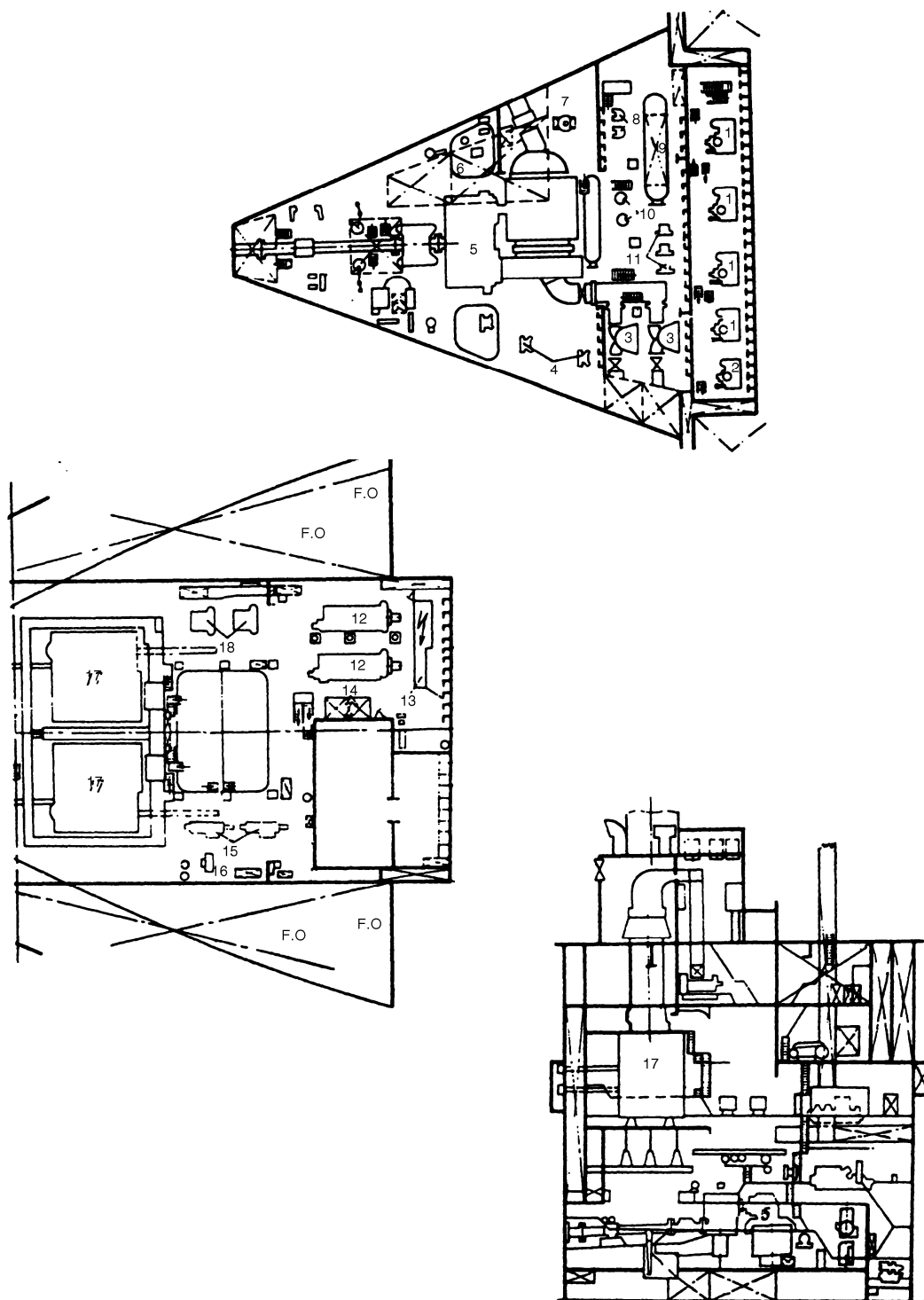
Điều khác lạ của tàu là tỷ lệ kích thước chính L/H của tàu rất thấp, chỉ bằng 10, yêu cầu về bền không đặt ra quá căng thẳng do vậy người ta đã sử dụng thép cacbon thấp, hay còn hiểu theo nghĩa thép độ bền thông dụng làm vỏ tàu.

Kết cấu tàu tại khu vực hầm hàng theo hệ thống dọc, phần mũi, lái, đáy đôi trong khu vực buồng máy theo hệ thống ngang. Khoảng sườn trong khu vực hầm hàng 5.300mm.

*Hình 2.85*



Hình 2.87c



Hình 2.88 Bố trí buồng máy tàu Globtic Tokyo

J. Tàu *Batillius* 554.00dwt

Tàu được đóng tại France năm 1976 theo đơn đặt hàng của chi nhánh Shell tại France. Batillius là chiếc đầu của seri gồm ba chiếc.

Kích thước chính của tàu như sau:

Chiều dài toàn bộ	414,20m
Chiều dài giữa hai trụ	401,1m
Chiều rộng tại giữa tàu	63,0m
Chiều cao mạn	35,9m
Chiều chìm mùa hè	28,6m
Công suất máy chính	$2 \times 23.830 kW$
Vòng quay máy	86v/ph
Vận tốc	16,7HL/h
GT	274.000

Dung tích các khoang hàng 667.300m³

Đường hình được sử dụng trong thiết kế thuộc kiểu ống trụ, không có quả lê phía mũi, xem hình 2.25 trang 186.

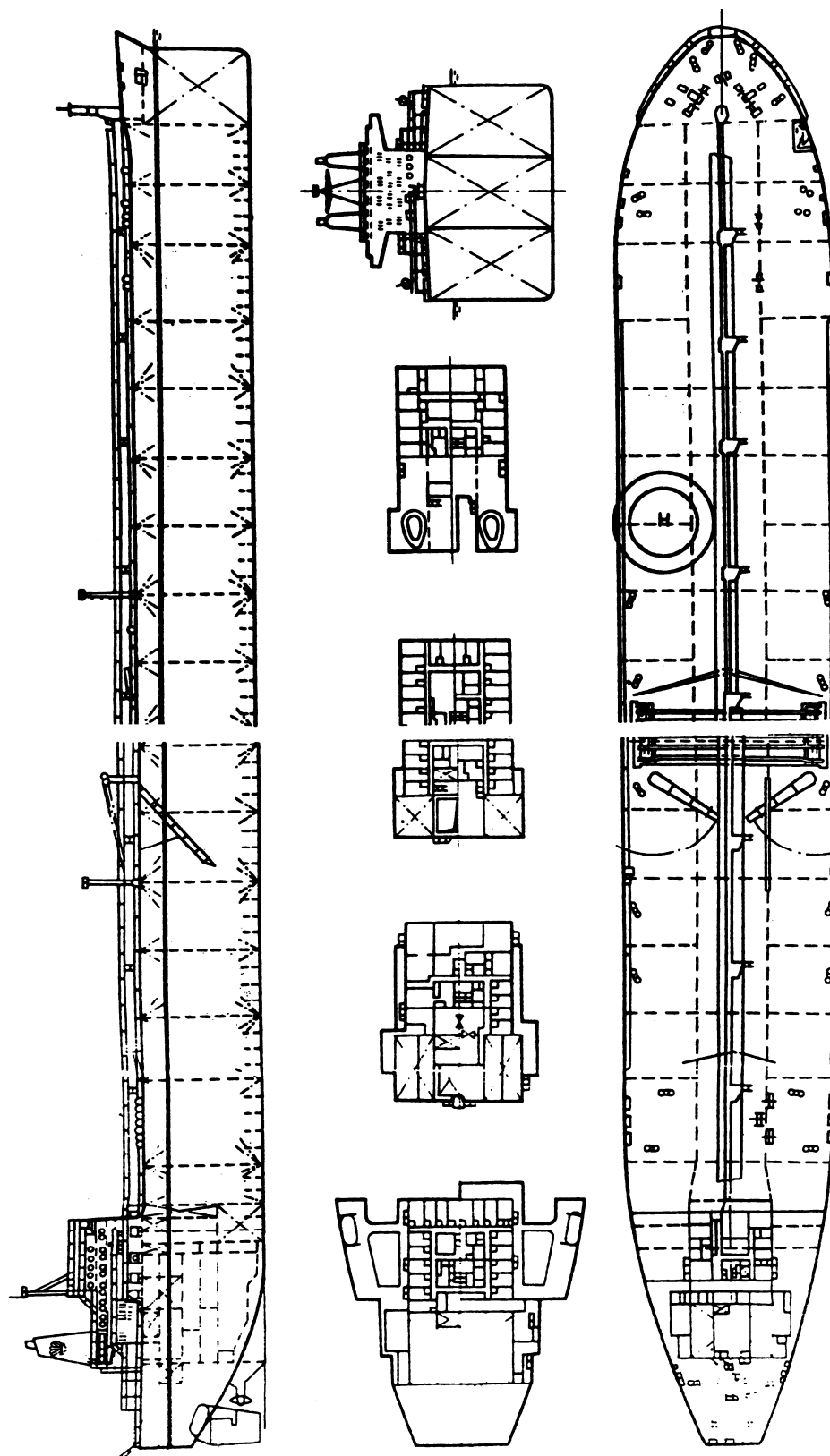
Tàu có hai vách dọc, 8 vách ngang chính và 15 vách ngang nằm trong khu vực giữa mạn và vách dọc. Các khoang hành của tàu bao gồm: 9 khoang giữa, 28 khoang hai bên và 2 khoang mạn.

Vật liệu làm thân tàu: toàn bộ đáy tàu, boong, mép mạn, kết cấu dọc của đáy và boong được làm từ thép độ bền cao. Tôn mạn làm bằng thép cacbon thấp dùng trong đóng tàu.

Tàu được gắn hai bánh lái, mỗi bánh lái với diện tích 125m².

Hệ thống neo – buộc tàu gồm neo khối lượng 24 tấn, đường xích có đường kính $d = 147mm$. Máy kéo neo bố trí tại vùng mũi tàu. Ba tời buộc giây chằng, sức kéo trên tang 295t được bố trí tại cùng vùng mũi.

Hai cầu sức nâng 16t bố trí tại vùng giữa tàu.

*Hình 2.89*

Hệ thống bơm hàng gồm bốn bơm ngang, năng suất mỗi bơm $6.000m^3/h$, cột áp $1,62MPa$.

Trong buồng máy tàu trang bị hai cụm tuabin khí công suất mỗi máy $23.830kW$, vòng quay máy chính $86v/ph$.

Sau thử nghiệm các chân vịt 4, 5 và 6 cánh người ta đi đến kết luận, chân vịt 5 cánh đạt các yêu cầu đề ra nên được đưa vào sử dụng. Đường kính chân vịt $8,5m$, khối lượng $52 tấn$.

Nguồn điện chính do hai tổ máy phát công suất mỗi tổ $1.700kW$ cấp. Tổ máy phát phụ công suất $1450kW$, tổ máy dự phòng $1350kW$.

Bố trí chung tàu lớn nhất thế giới được giới thiệu tại hình 2.89.

Chương 3

TÀU CHỖ HÀNG THÙNG TIÊU CHUẨN

Trong phần này được đề cập và giải quyết những vấn đề liên quan thiết kế tàu chở hàng thùng, tàu chở sà lan. Hàng kiện tiêu chuẩn nêu tại đây mang ý nghĩa cụ thể, hàng trong các thùng tiêu chuẩn gọi thông dụng là container và các sà lan không tự hành, tiếng Anh viết là *lichter*.

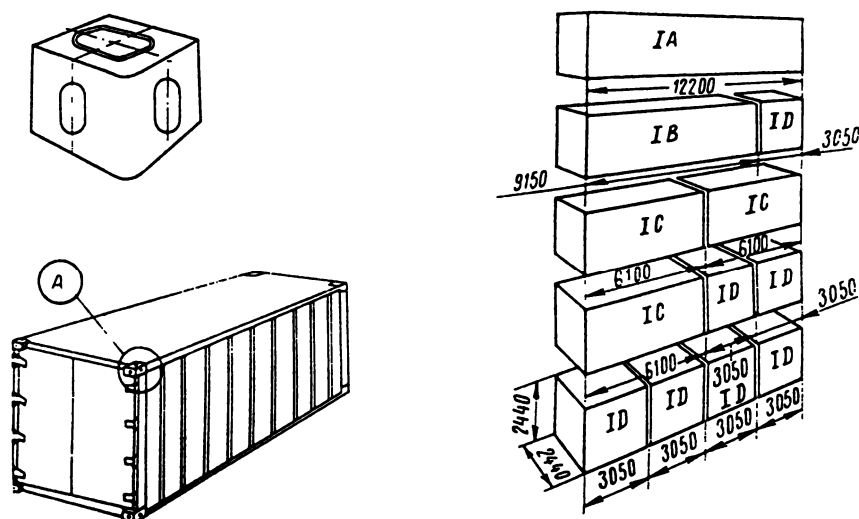
3.1 THÙNG TIÊU CHUẨN

Thùng tiêu chuẩn được đề xuất từ rất sớm, trước những năm 1950. Đến những năm sáu mươi thùng tiêu chuẩn được thống nhất hóa và được dùng trên khắp thế giới. Thùng (*container*) kích thước $L \times B \times H$ tính bằng đơn vị feet $20 \times 8 \times 8$ được thống nhất là đơn vị chuẩn dùng cho tàu container. Một đơn vị thùng dài 20' đặt trên tàu gọi là TEU.

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:

Bảng 31

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



Hình 31 Thùng tiêu chuẩn ISO

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.

3.2 TÀU CHỞ HÀNG THÙNG (CONTAINER SHIP)

Theo đúng nghĩa tàu container có các khoang hàng hình khối, đủ chứa nhiều dãy và nhiều chồng thùng tiêu chuẩn. Tàu dạng đang nêu có thể gọi là tàu (chỉ) chở container, tương đương cách gọi của người Anh “*Full Container Ship*” hoặc cách gọi của người Đức “*Vollkontainerschiff*”.

Hình ảnh các container đang khai thác trình bày tại các hình sau.



Hình 3.2a Tàu container cỡ nhỏ

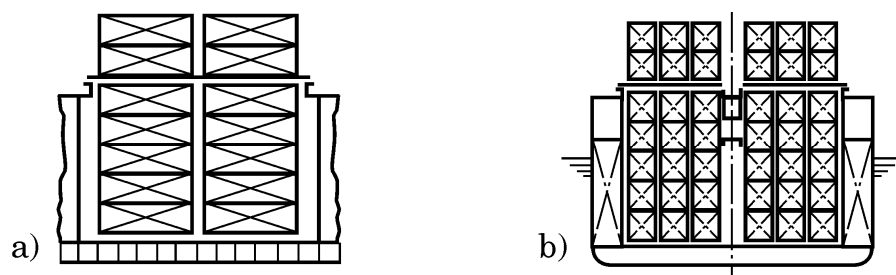


Hình 3.2b Tàu chở container



Hình 3.3 Mô hình tàu chở container cuối những năm chín mươi

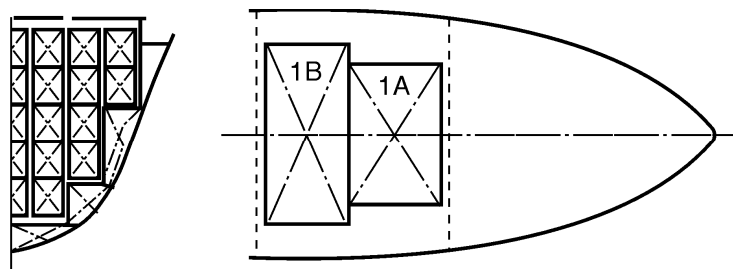
Mặt cắt ngang qua tàu dưới đây nêu rõ cách sắp xếp thùng trong tàu “đầy container”.



Hình 3.4 Mặt cắt ngang giữa tàu chở hàng thùng

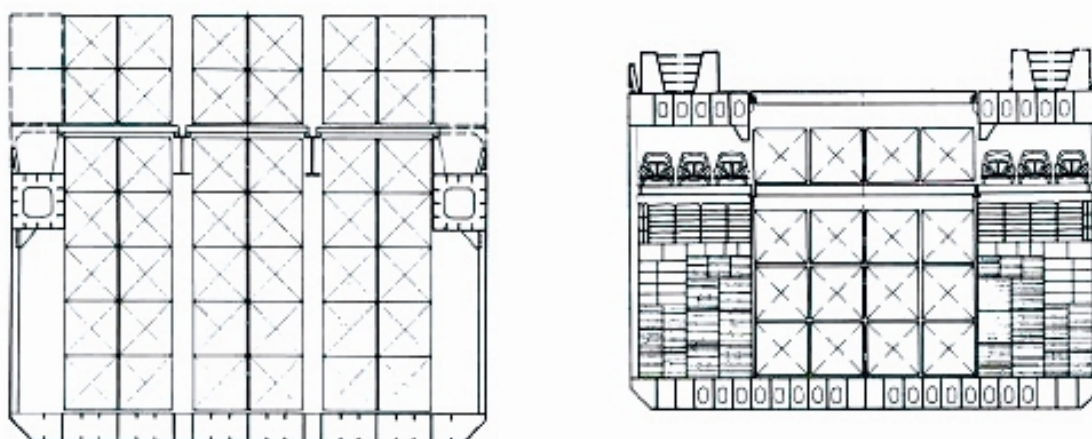
Thông lệ, buồng máy tàu container đặt phía sau. Thượng tầng tàu bố trí ngay trên buồng máy. Điều khác thường của tàu hàng thùng cũng thể hiện tại khu vực này. Trên thượng tầng người ta còn làm sàn đủ cứng vững để chất thùng cao lên.

Cách sắp xếp thùng tại khu vực gần mũi và lái tàu được minh họa tại hình 3.5.

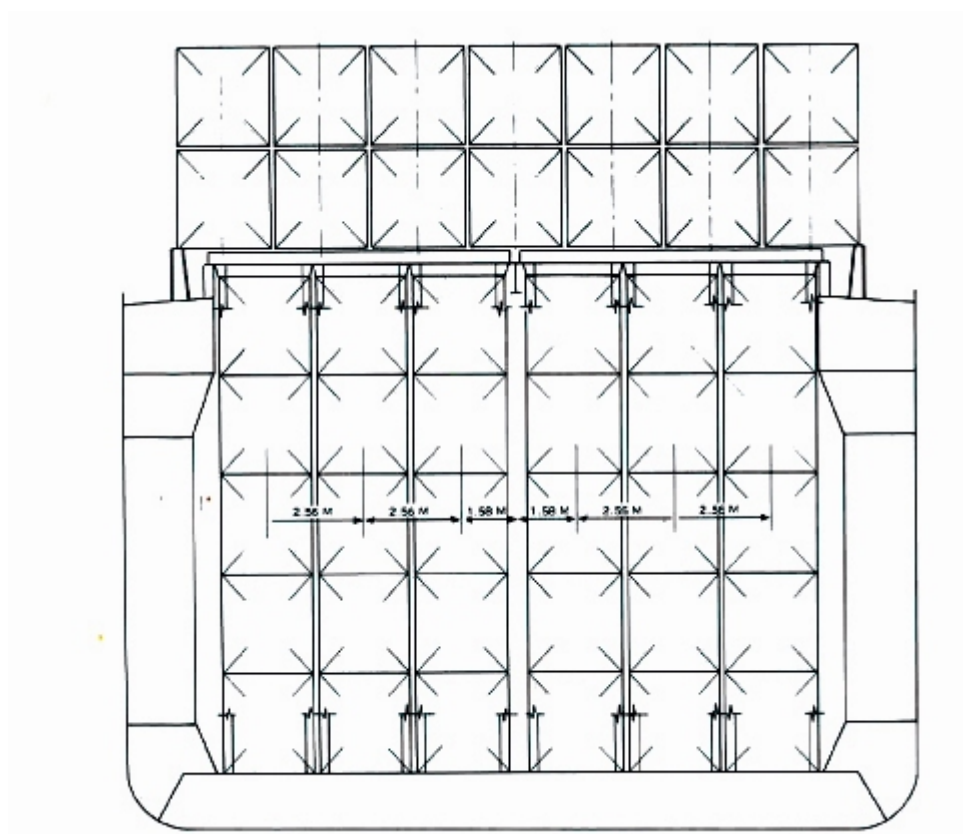


Hình 3.5 Mặt cắt ngang tàu container tại khu vực mũi tàu

Bố trí container khu vực giữa tàu được vẽ lại trên các hình 3.6 và 3.7

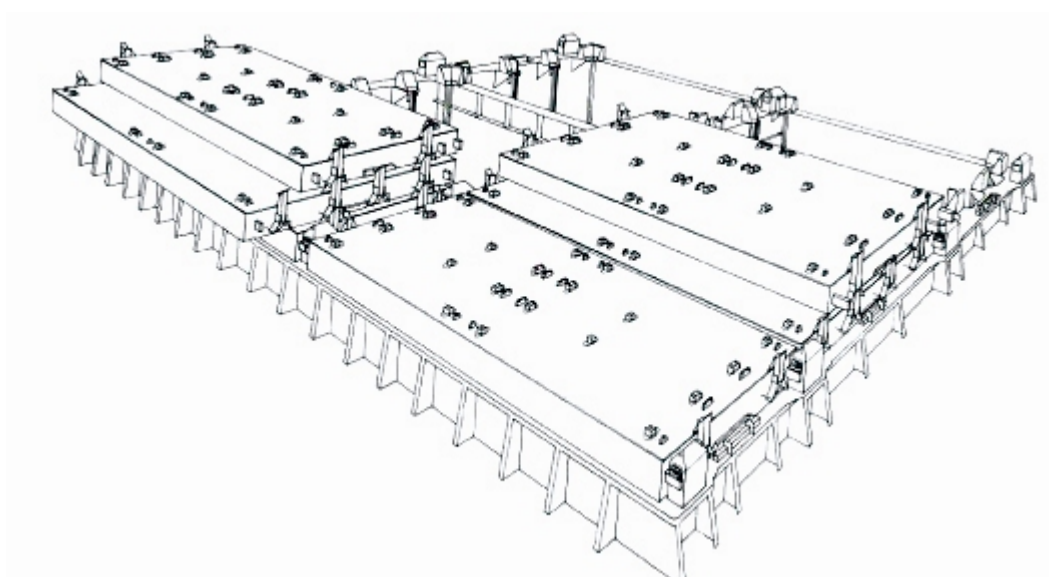


Hình 3.6 Bố trí container trên tàu fullcontainer (trái), tàu semicontainer (phải)



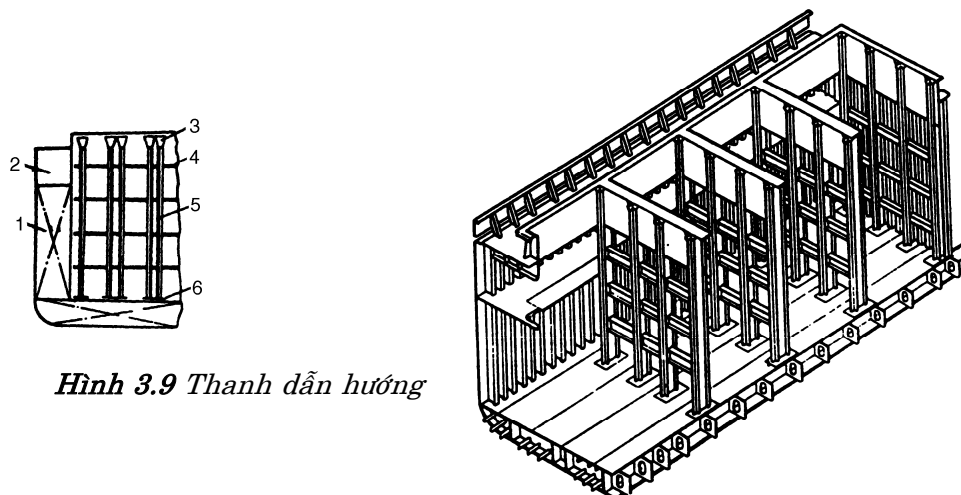
Hình 3.7 Xếp container trong khoang hàng và trên boong

Nắp hầm hàng trong những trường hợp này có dạng trình bày tại hình 3.8.



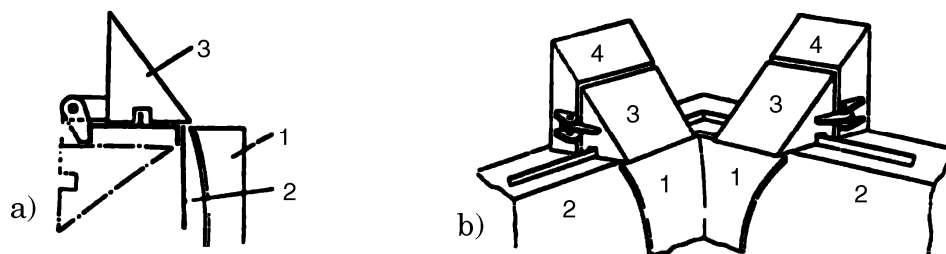
Hình 3.8 Nắp hầm hàng trên tàu chở container

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. Thanh dẫn hướng bắt đầu từ cụm thiết bị dẫn hướng đặt trên cùng tại mép miệng hầm hàng, số 3 trên hình 3.9, 5- nẹp cứng, 6- chân đế.



Hình 3.9 Thanh dẫn hướng

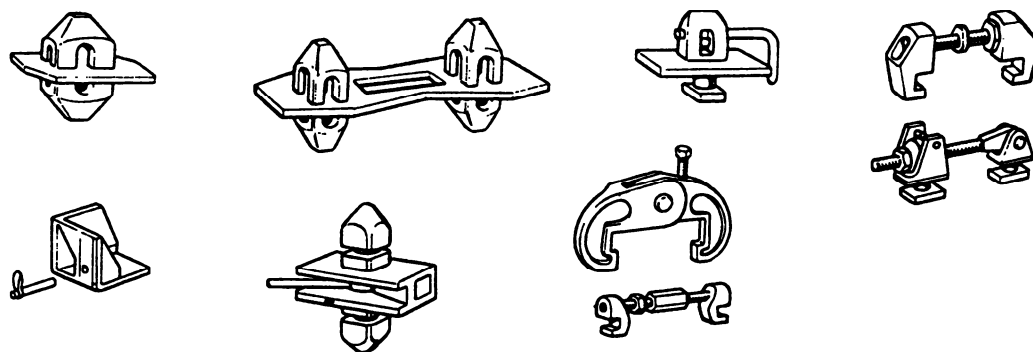
Kết cấu thanh dẫn hướng khá đa dạng. Thường gặp trong các tàu đang vận hành thanh dẫn hướng làm từ thép hình cỡ 100×100 hoặc 150×150 (mm). Cụm thiết bị dẫn hướng vừa kể có thể có cấu hình như trình bày tại hình 3.10.



Hình 3.10

Một trong những quan tâm của người thiết kế là khoảng cách giữa các thành khoang hàng chứa thùng, tính từ mép ngoài của thanh dẫn hướng cần phải có kích thước phù hợp, không lớn quá để thùng dễ bị xô khi đã vào tàu, khi tàu lắc, song không chặt quá dễ gây khó khăn trong việc đưa thùng vào, ra. Khe hở giữa các thanh dẫn và thùng được đưa vào không quá $40 \div 60$ mm theo chiều dài thùng và $25 \div 30$ mm theo chiều ngang.

Phía dưới các thùng người ta bố trí sẵn các khóa chân nhằm giữ thùng cố định vị trí trên tàu (H.3.11).



Hình 3.11 Thiết bị định vị, giữ chân thùng

Các dụng cụ hỗ trợ định vị, giữ chân thùng được tiêu chuẩn hóa và trang bị trên tàu. Hình 3.11 giới thiệu các vật dụng thiết yếu này đang có mặt trên hầu hết tàu cùng nhóm.

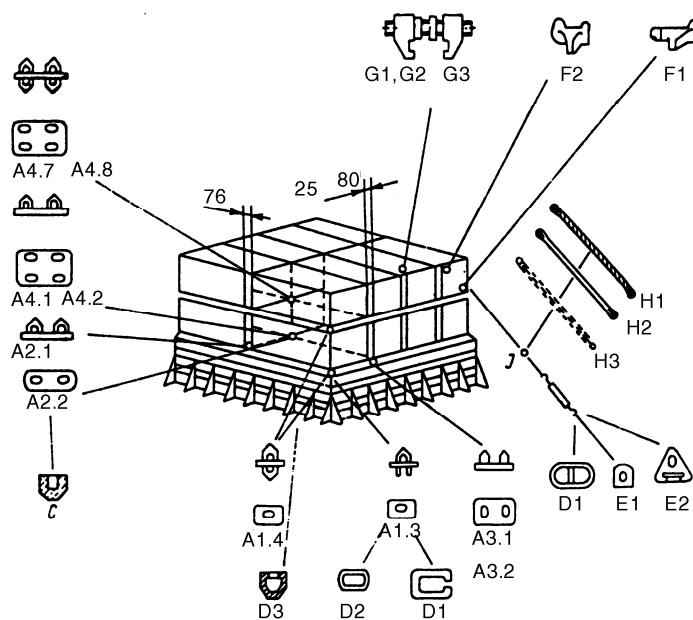
Hình 3.13 giới thiệu với bạn đọc cách giữ chân thùng trên boong bằng các thiết bị chuyên dùng được sản xuất tại nước ngoài.

Sơ đồ cố định thùng trên boong nhờ thiết bị chuyên dùng nêu trên cùng cấp được trình bày tại hình 3.16.

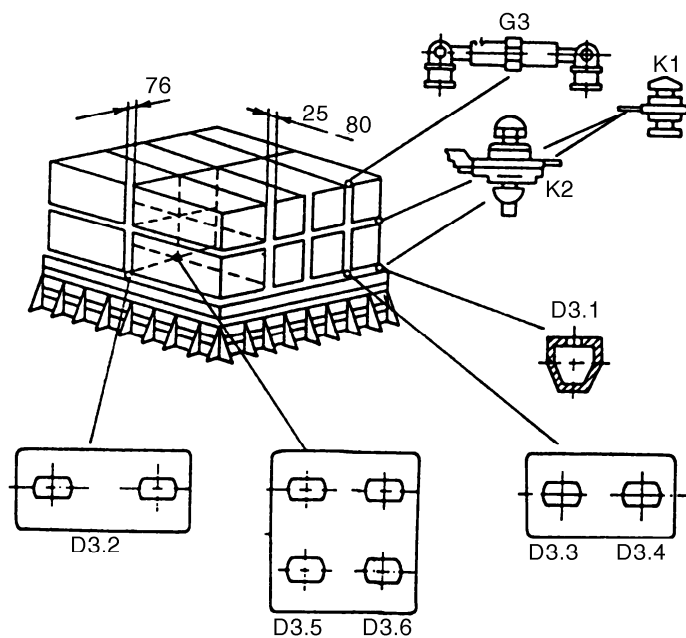
Một vấn đề cần được quan tâm khi thiết kế là các kết cấu phân khoang hàng thành từng ô nhỏ, gọi là các cell của khoang. Một trong các giải pháp đã được sử dụng được trình bày tại hình 3.17.

Tại hình 3.17 kết cấu đánh dấu bằng số 1 là các dầm ngang và dọc phân ô khoang hàng. Số 2 tại hình chỉ kết mạn.

Hệ thống khung ngăn khoang chứa thùng được chế tạo dạng khung cố định trên boong hoặc khung không cố định. Khung cố định được trình bày tại hình 3.18, ngược lại tại hình 3.19 khung lắp ghép cũng làm cùng chức năng được trình bày để đối chiếu.

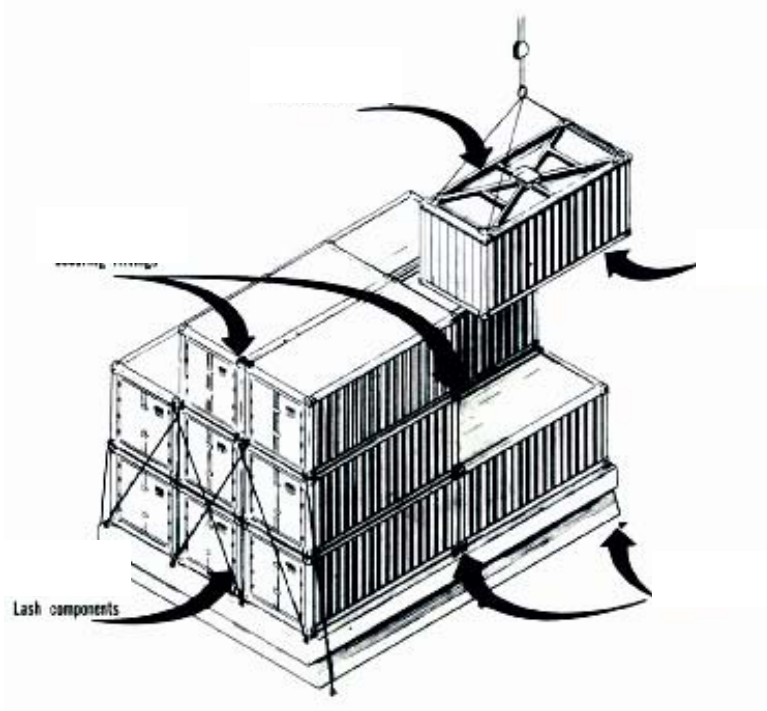


Hình 3.12

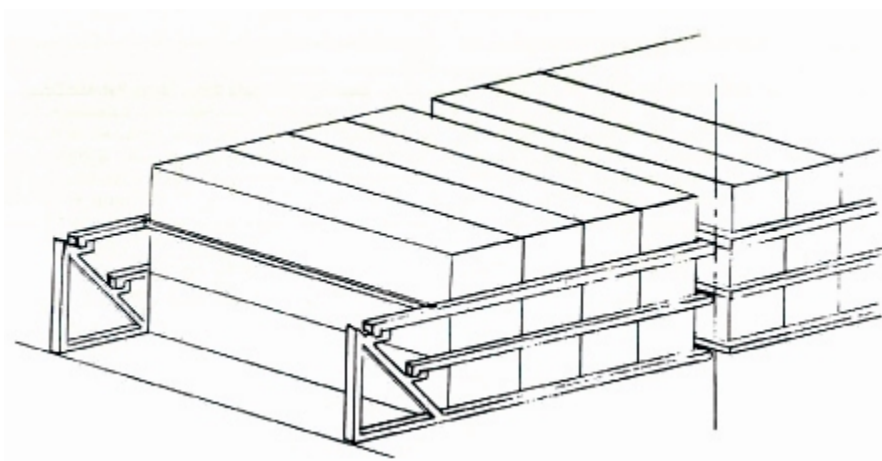


Hình 3.13 Giữ thùng trên boong

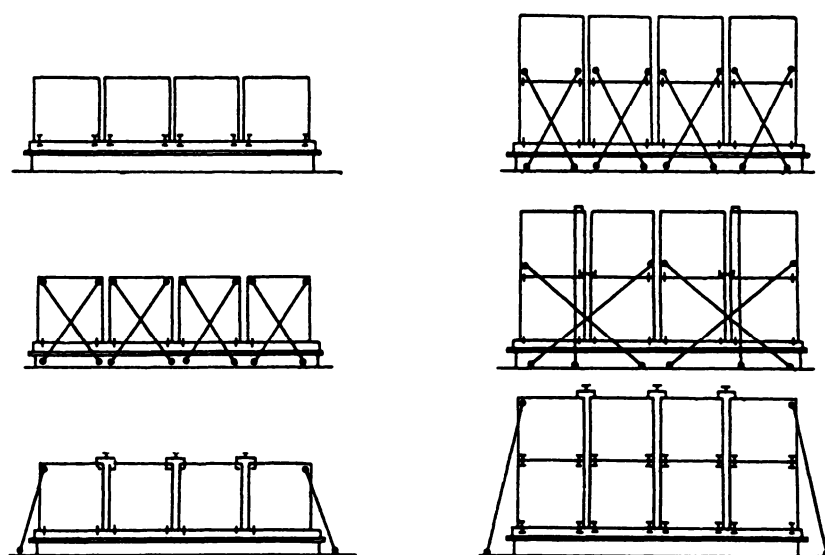
Container phải được xếp chồng, tư thế thẳng đứng. Trong mọi trường hợp chằng buộc container nhằm tránh di dịch trong khai thác luôn là điều bắt buộc. Xếp chồng và xếp theo hàng ngang container và cố định container nêu tại hình 3.13.



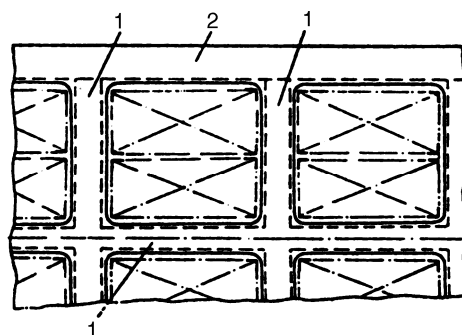
Hình 3.14 Cố định container



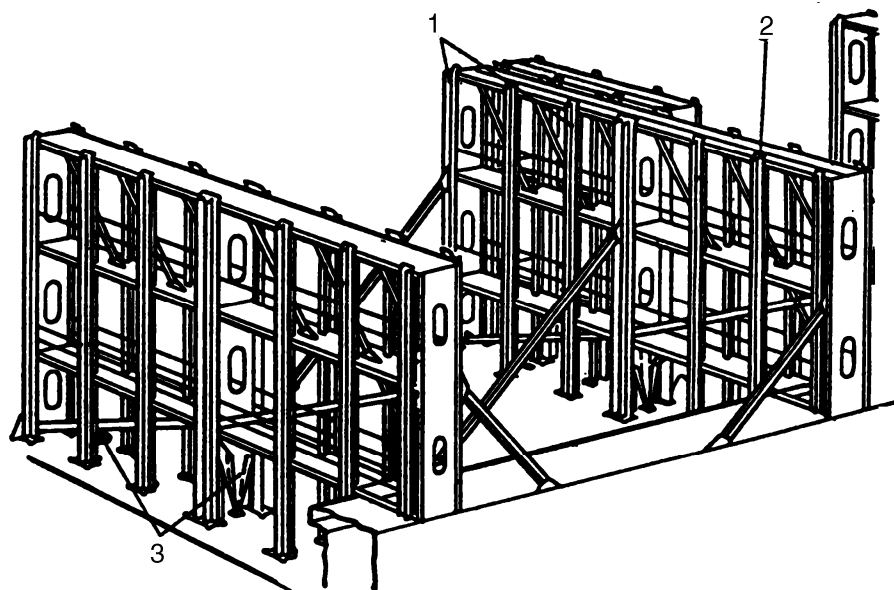
Hình 3.15 Cơ cấu bảo vệ các thùng trên boong



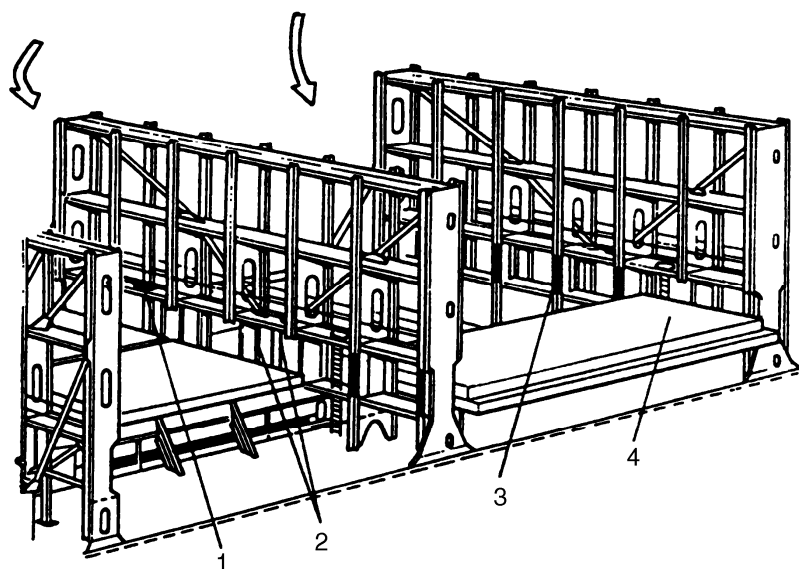
Hình 3.16 Cố định thùng trên boong



Hình 3.17 Phân ô cho khoang hàng tàu chở thùng

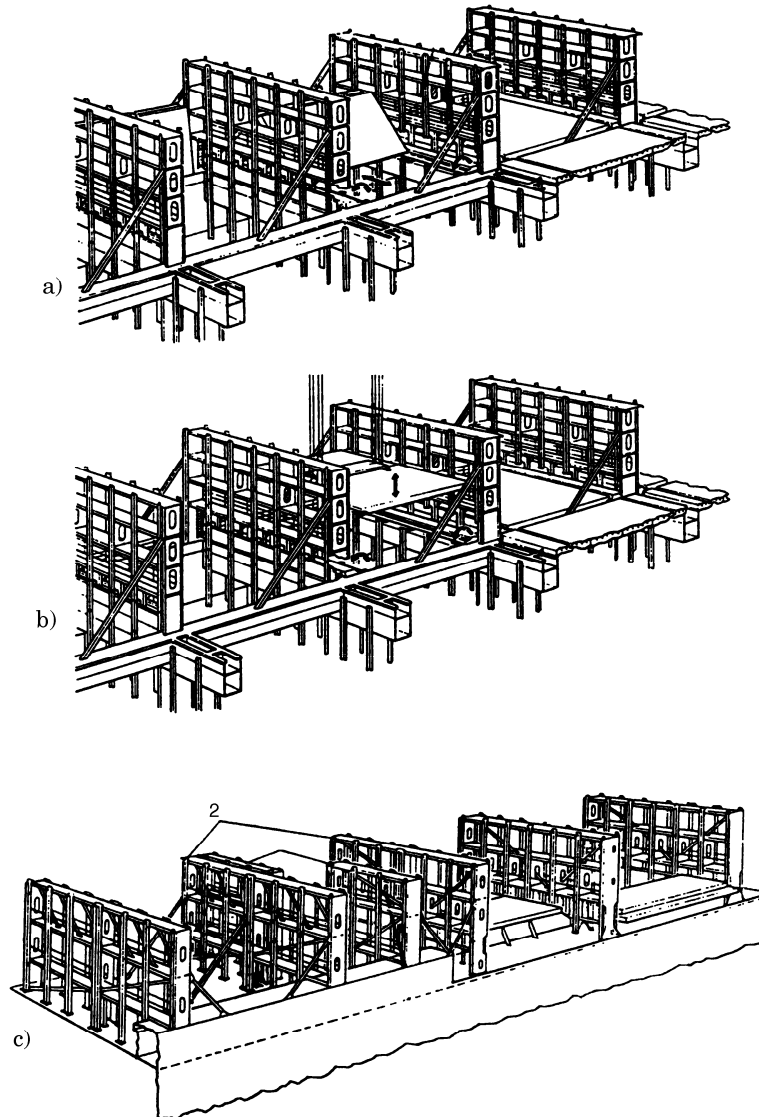


Hình 3.18 Khung cố định



Hình 3.19 Khung lắp ghép

Hình 3.20 trình bày hệ thống khung trên tàu chở hàng thùng đang hoạt động. Sơ đồ a giới thiệu hệ thống khung cùng nắp hầm hàng co gập được. Hình b cũng hệ thống khung trên song nắp hầm có thể nhấc lên, tháo ra. Hệ thống c trình bày thêm kết cấu độc đáo, mang số 2, vách ngăn (thực ra là khung) di động.



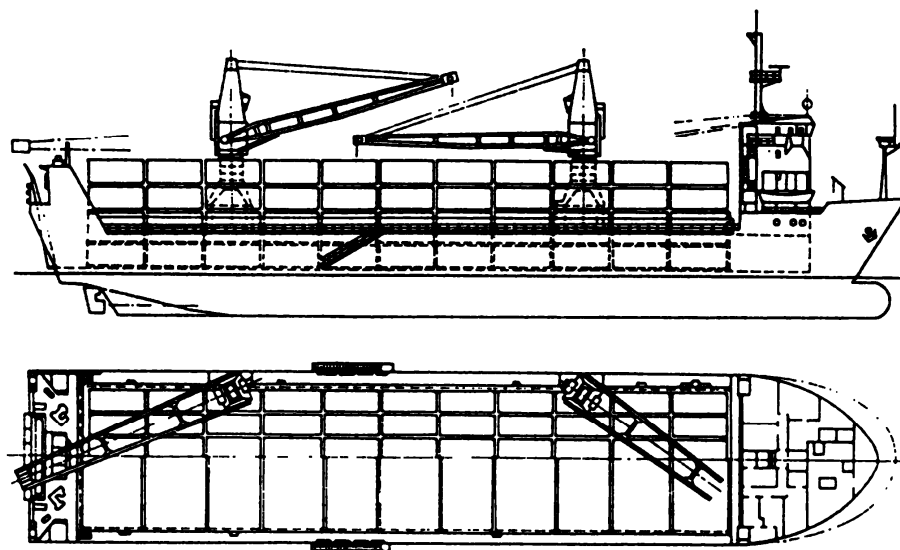
Hình 3.20

Bốc dỡ thùng vào/ra tàu

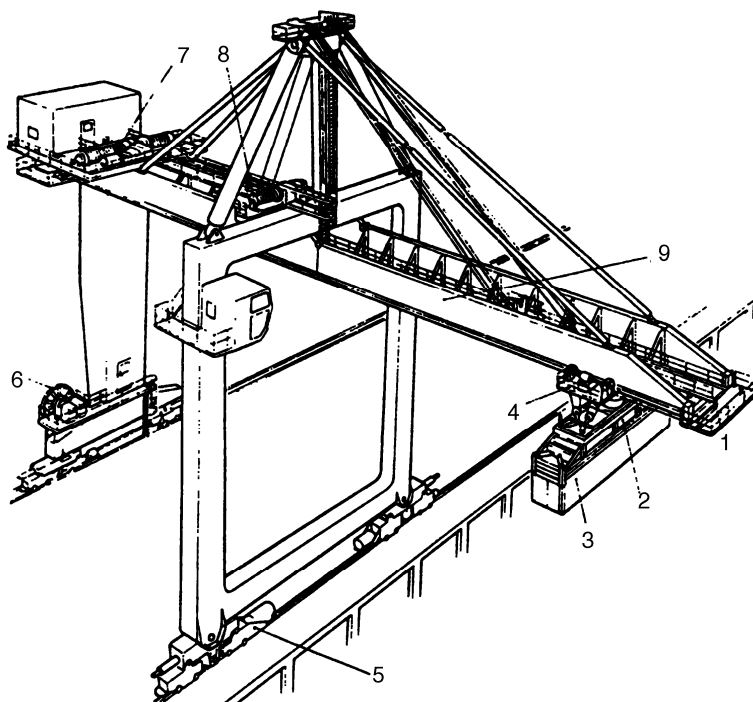
Tàu container tự bốc dỡ hàng được trang bị cầu di động, di chuyển dọc tàu. Thông lệ đây là cầu thuộc họ cầu “con dê”, theo cách gọi trù mền của những nhà thiết kế cầu. Con dê này có khả năng nhấc container từ tàu lên cao khỏi mặt boong, di chuyển đến vị trí xác định thả thùng xuống xe hàng chờ sẵn tại bến. Xe đón thùng phải nằm đúng dưới con son cầu tàu. Bốc thùng từ bờ lên tàu thực hiện theo qui trình ngược lại.

Thông lệ người ta bố trí hai cầu trên mỗi tàu, trong đó một cầu làm việc, cầu thứ hai làm lực lượng dự phòng.

Cần nói thêm, trên một số tàu thay vì cầu con dê chúng ta thấy các cầu quay thông dụng. Hình 3.21 giới thiệu tàu cùng hai cầu quay sức nâng mỗi cầu 25t đã được đưa vào sử dụng từ những năm 1970.

*Hình 3.21*

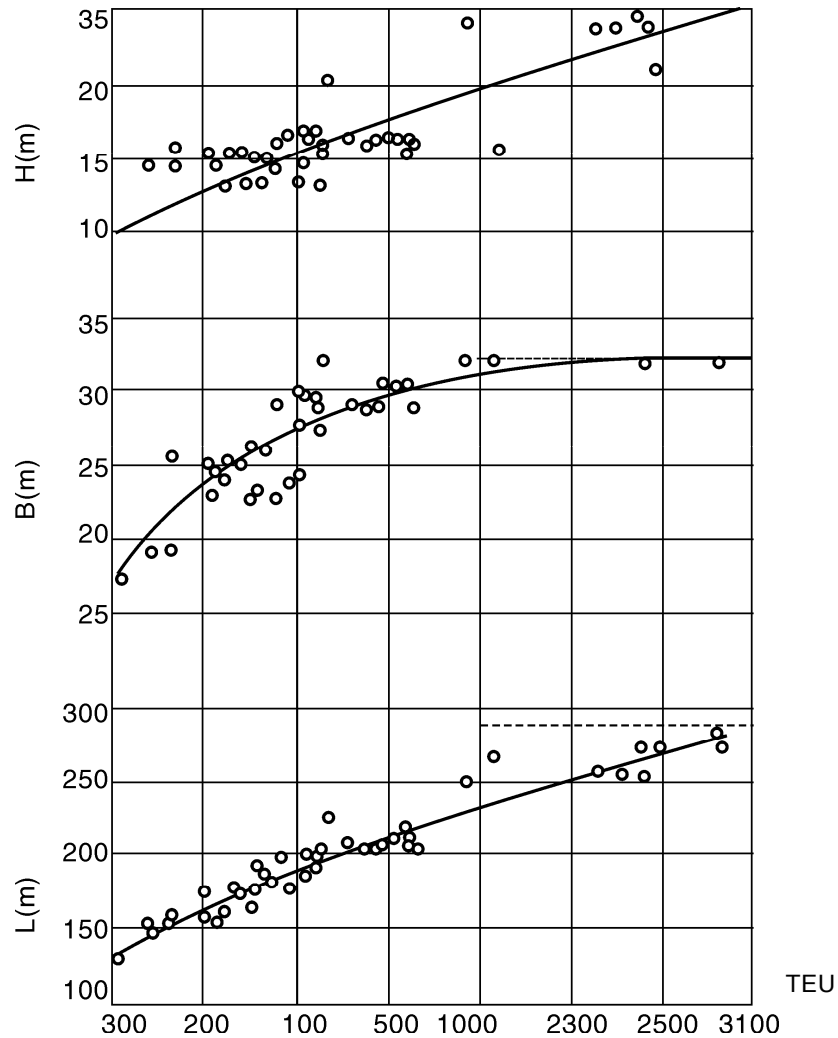
Phần lớn tàu container không trang bị cầu riêng. Trong những trường hợp ấy tàu phải sử dụng hệ thống cầu bờ. Một trong những cầu bờ, họ “con dê”, hình dáng và cấu tạo không khác nhiều nếu so với cầu tàu được giới thiệu tại hình 3.22. Những cầu này có sức nâng trong vòng $30 \div 35t$. Tầm vươn hay chiều dài đoạn conson đến $40m$.

*Hình 3.22 Cầu bờ chuyên bốc dỡ container*

Thiết kế tàu chở hàng thùng

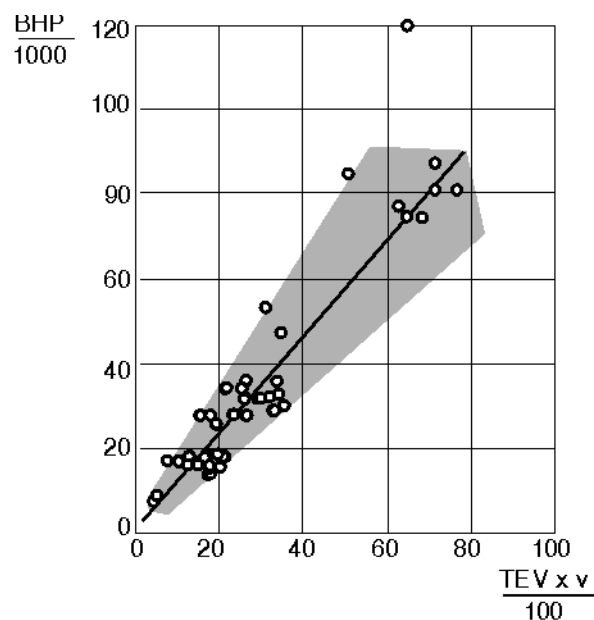
Thiết kế tàu chở container theo thứ tự sau:

1. Tính chọn kích thước sơ bộ có tính đến hạn chế kích thước do tuyến đường khai thác.



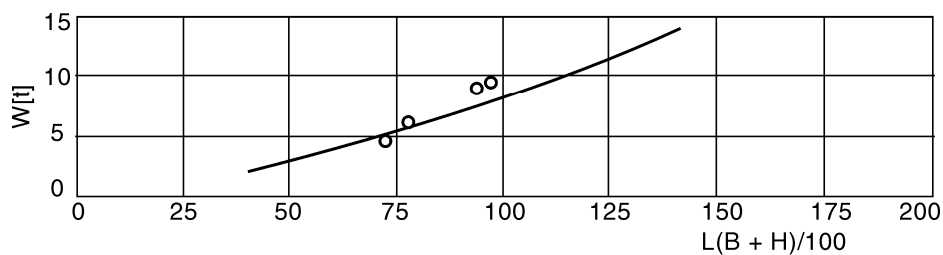
Hình 3.22 Chọn kích thước chính

2. Xác định hệ số C_B trong quan hệ với số Froude $v/\sqrt{gL}$
3. Xác định sơ bộ công suất máy chính dựa vào đồ thị tại hình 3.23

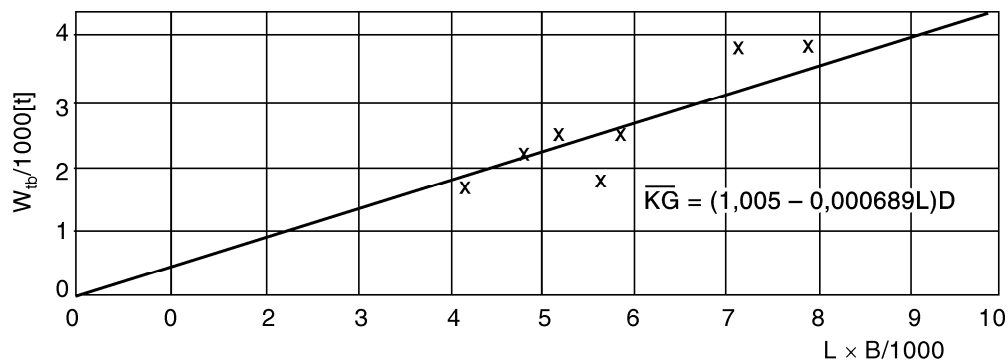


Hình 3.23 Công suất máy tàu container trong tính sơ bộ

3. Tính trọng lượng vỏ thép, trang thiết bị, buồng máy dựa vào các đồ thị 3.24, 3.25 dưới đây.



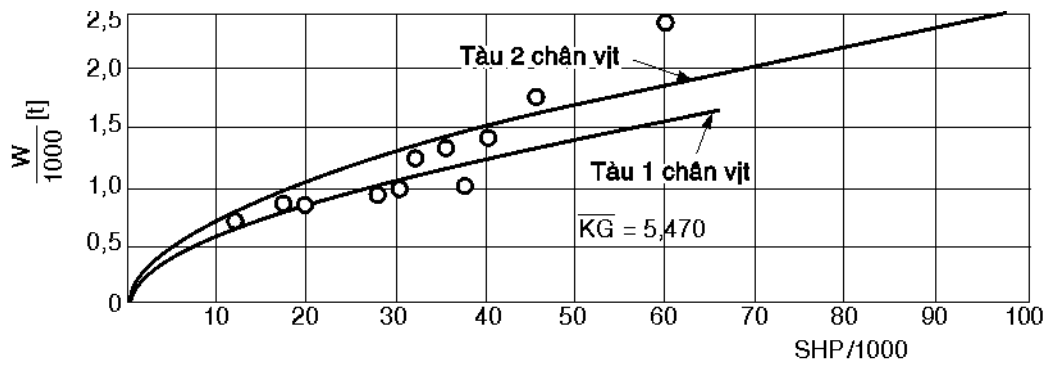
Hình 3.24 Trọng lượng vỏ thép tàu container



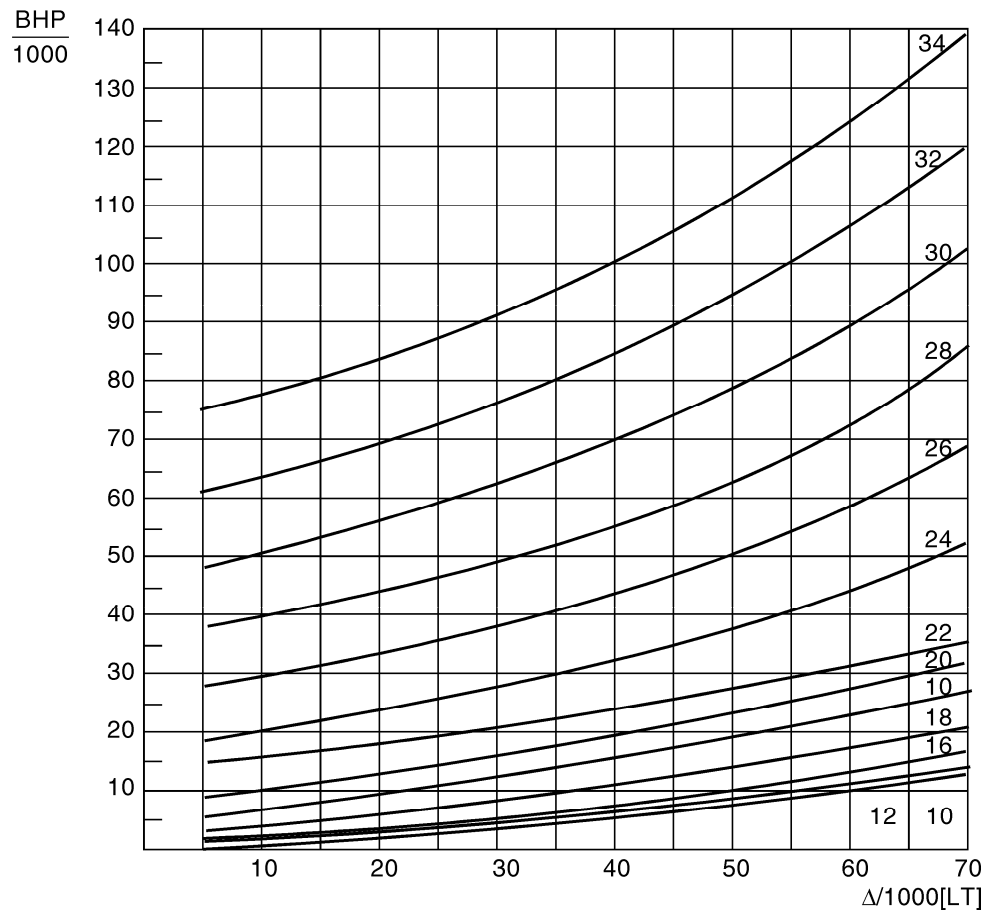
Hình 3.25 Trọng lượng trang thiết bị tàu container

5. Xác định lượng chiếm nước

6. Kiểm tra công suất máy chính nhằm đảm bảo vận tốc khai thác dựa vào các công thức kinh nghiệm



Hình 3.26 Sơ bộ xác định công suất máy chính



Hình 3.27 Công suất máy chính tàu container tùy thuộc vào lượng chiếm nước và tốc độ thử tàu

7. Tính chiều chìm tàu:
$$d = \frac{D}{L \times B \times C_B}$$

8. Kiểm tra chiều cao mạn khô Fb

9. Tính trọng lượng tàu và trọng tâm tàu cho các trường hợp: tàu không, tàu đầy tải, tàu chạy ballast.

10. Tính kiểm tra chiều cao tâm nghiêng ban đầu $\overline{GM}_0$

Từ sơ đồ nêu trên đây có thể xây dựng các thủ tục thiết kế khác nhau. Một trong những ví dụ sử dụng cách làm đang đề cập bạn đọc có thể tham khảo thiết kế nêu sau. Xác định kích thước chính tàu chở container sức chở 500 thùng 40ft, viết là 500FEU, và 500TEU, khai thác ở vận tốc $v = 23HL/h$. Trọng lượng trung bình container 40ft 20 tấn, loại 20ft 12 tấn. Dự kiến bố trí ba chồng container chiều cao 8ft hoặc 8,5ft trên boong chính. Tầm hoạt động 10.000 hải lý. Chủ tàu yêu cầu sử dụng tuabin hơi làm động cơ chính.

Số TEU tương đương: $500 \times 2 + 500 = 1.500TEU$

Từ đồ thị 3.22 xác định sơ bộ: $L_{pp} = 215m$; $B = 30,5m$; $D = 16,5m$.

Vận tốc tàu $v = 23HL/h$, đổi thành $23 \times 0,5144 = 11,8m/s$

Số Froude $Fr = v/\sqrt{gL} = 11,8/\sqrt{9,81 \times 215} = 0,258$

Từ đồ thị xác định $C_B = f(Fr) = 0,59$

Công suất xác định sơ bộ: $BHP = 40.000HP$

Xác định trọng lượng tàu không W_{ligh} theo các đồ thị nêu trên:

	Trọng lượng	$\overline{KG}$
Thép	9.300t	9,4m
Trang thiết bị	2.800t	14,1m
Buồng máy	1,283t	7,8m
Cộng	13,380t	
Dự trữ	400t	
Tàu không	13.780t	
Xác định lượng chiếm nước:		
Tàu không	13.780t	
Container 20ft	6.000t	
Container 40ft	10.000t	
Nhiên liệu	4.300t	
Thủy thủ đoàn, dự trữ	400t	
Lượng chiếm nước	34.480t	

Kiểm tra lại công suất máy chính theo lượng chiếm nước 34.480t và vận tốc tàu 23HL/h, hình 3.27 : $BHP = 27.000HP$.

Nhận dự trữ công suất 25%, công suất máy chính cần thiết phải là:

$$1,25 \times 27.000HP = 33.750HP$$

Tính lại trọng lượng buồng máy, trọng lượng tàu không:

Trọng lượng buồng máy 1.180t

Nhiên liệu 3.515t

Trọng lượng toàn bộ 33.595t

Kiểm tra lại công suất máy chính theo lượng chiếm nước 33.595t và vận tốc tàu 23HL/h, hình 3.27, sau khi nhân với 1,25 sẽ nhận được: $BHP = 32.500HP$.

Nhiên liệu giảm theo tỉ lệ giảm công suất máy chính, chỉ còn lại 3.385t.

Lượng chiếm nước tàu: $\Delta = 30.080 + 3.385 = 33.465t$.

Chiều chìm tàu: $d = \frac{33465}{1,025 \times 215 \times 30,5 \times 0,59} = 8,4 m$

Kiểm tra chiều cao tâm nghiêng ngang GM của tàu:

$$\overline{GM} = \overline{KM} - \overline{KG}$$

Chiều cao trọng tâm tàu tính theo bảng sau:

Bảng 3.2 Tính trọng lượng, trọng tâm tàu

	Trọng lượng (t)	Trọng tâm (m)	momen (t-m)
Tàu không	13.680	10,2	139.540
Hàng	16.000	14,2	227.200
Nhiên liệu	3.358	6,1	20.650
Các phần khác	400	8,3	3.320
Tổng cộng	33.465	11,7	390.710

$$\overline{BM} = \frac{I_T}{\nabla} = \frac{C_{IT} \times L_{WL} \times B^3}{\Delta / 1,025} = 268.100 m^4$$

Hệ số C_{IT} tính theo công thức gần đúng $0,937C_P - 0,0122$.

$$\overline{KB} = 0,54 d = 4,5 m$$

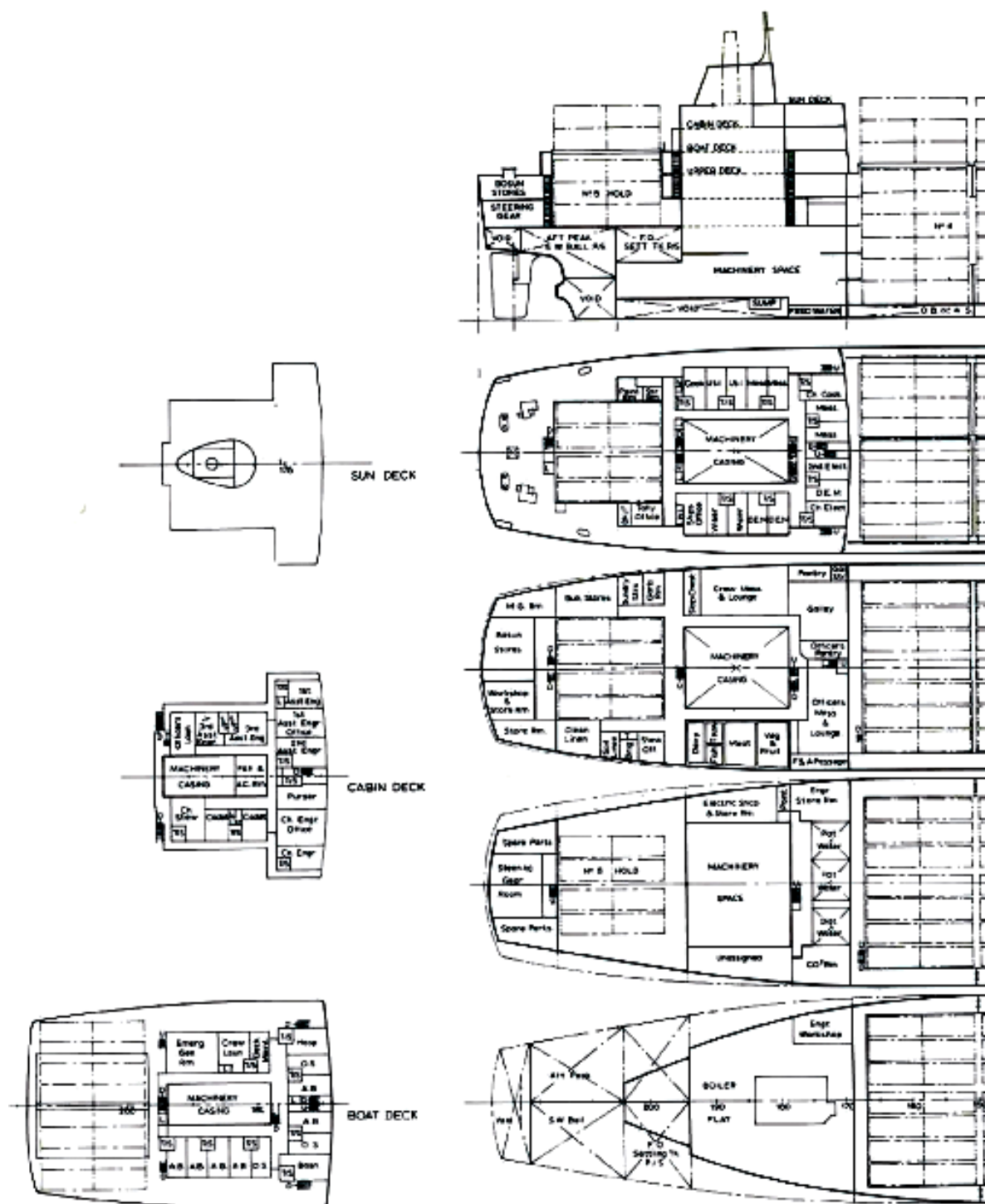
$$\overline{GM} = \overline{KM} - \overline{KG} = (\overline{KB} + \overline{BM}) - \overline{KG} = 1,0 m$$

Thiết kế dựa vào tàu mẫu

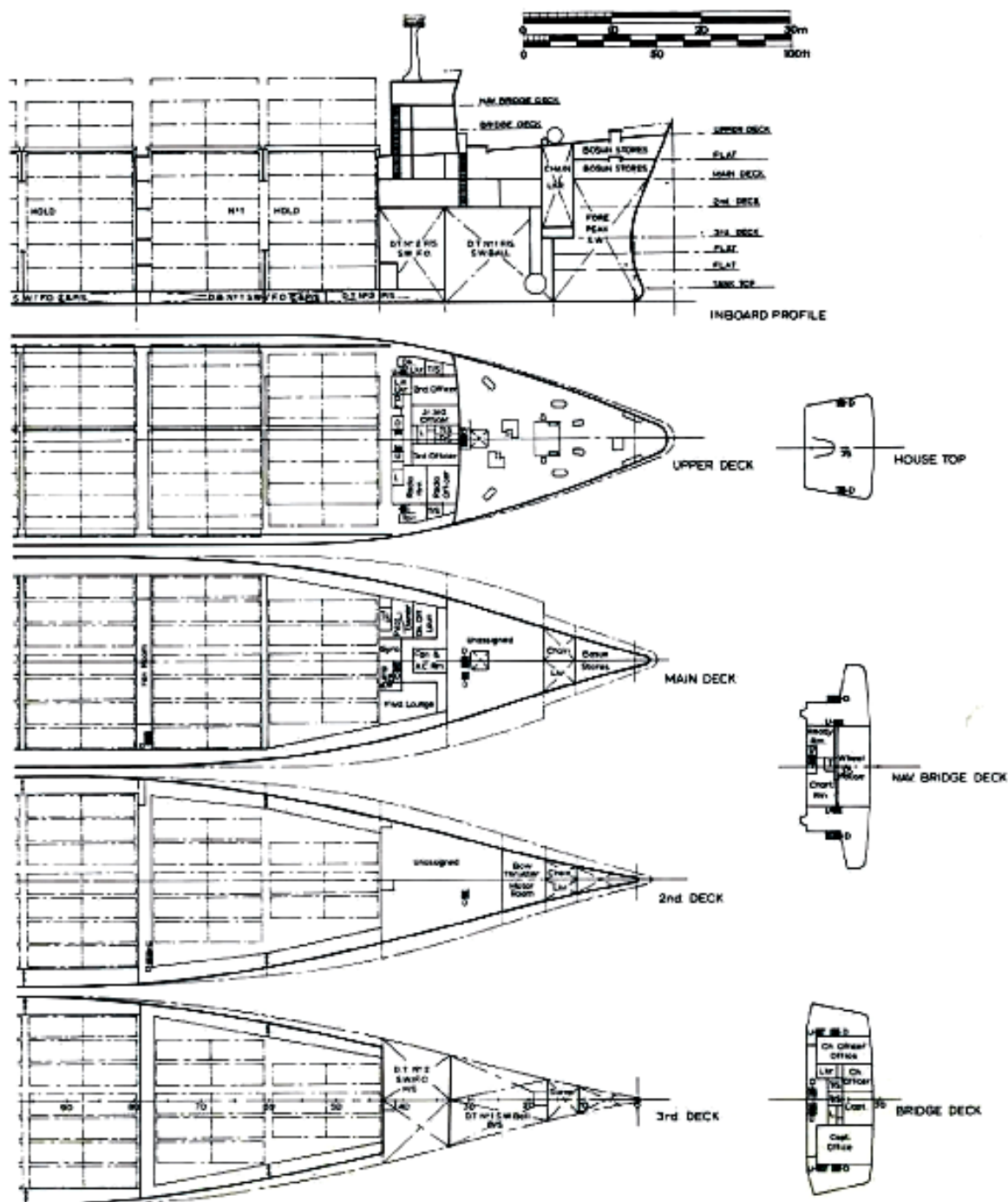
Thông số các tàu nêu sau có thể dùng làm tài liệu tham khảo khi thiết kế.

Bảng 3.3 Tàu container

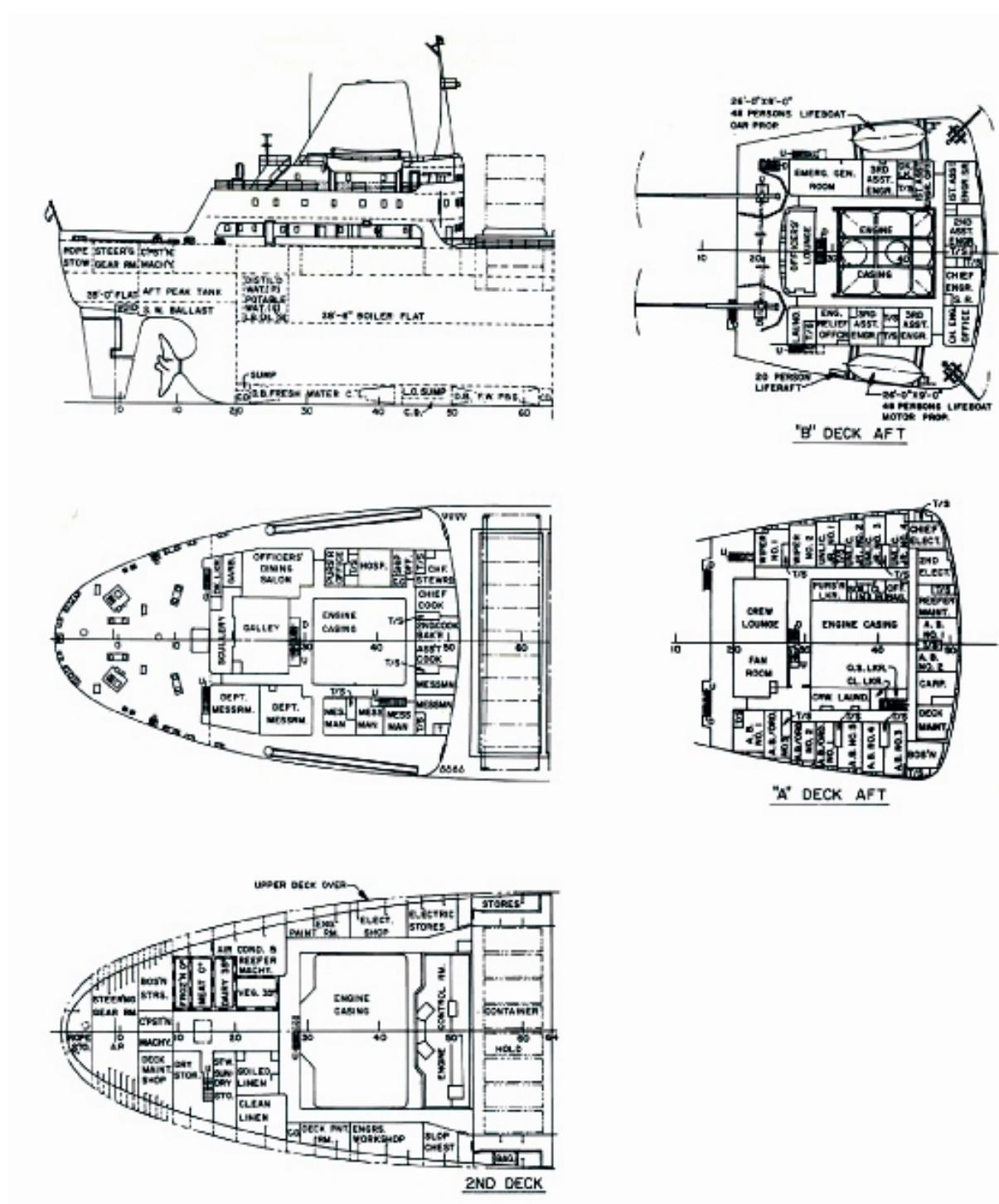
Tên gọi	Tàu cỡ nhỏ	Tàu cỡ lớn
Chiều dài toàn bộ, m	186	220
Chiều dài giữa hai trụ, m	177	206
Chiều rộng, m	23,8	29
Chiều cao, m	16,6	16,5
Chiều chìm trung bình, m	9,64	10,4
Sức chở, DWT	14.600	24.124
Lượng chiếm nước, T	22.080	33.700
Dung tích hầm hàng, m^3	27.800	37.100
Dung tích khoang hàng lạnh, m^3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



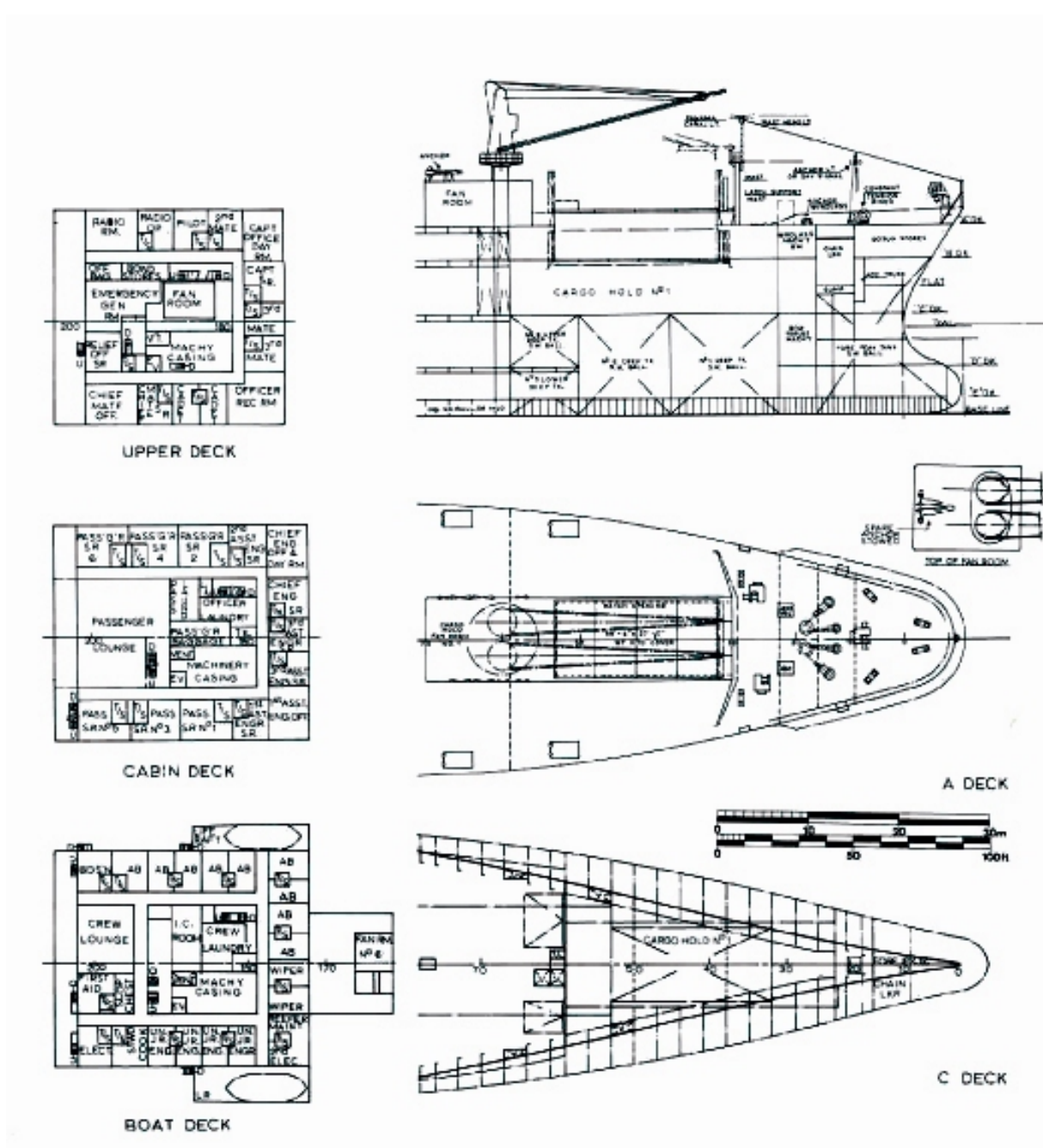
Hình 3.28a Tàu container



Hình 3.28b Tàu container nhỏ



Hình 3.29a Tàu container theo thiết kế USA



Hình 3.29b Tàu container theo thiết kế USA, phần mũi



Hình 3.30 Bố trí container trên tàu chở hàng thùng thiết kế châu Âu

Khác với cách tính chọn kích thước tàu chở hàng tổng hợp, tàu chở thùng cần được thiết kế để chở đủ lượng thùng, tính bằng TEU, như yêu cầu song kích thước không được quá lớn. Trước khi tính chọn các thông số chính nhất thiết phải xác định bằng đồ họa hoặc các cách tương thích chiều rộng, chiều dài hầm hàng nhằm bố trí được một hoặc nhiều dãy ngang, một hoặc nhiều dãy dọc các thùng. Chiều cao tàu cũng được tính toán sơ bộ nhằm đảm bảo chất được một hoặc nhiều chồng container trên tàu. Nói cách khác, chiều dài và chiều rộng hầm hàng là bội số của chiều dài và chiều rộng thùng tiêu chuẩn (20' và 8').

Thông số còn lại liên quan đến sức chở của tàu có thể tính theo cách sau.

$$DW = 20n$$

trong đó n - số thùng tiêu chuẩn theo ISO, hoặc hiểu theo cách khác là số *TEU*.

Hệ số sử dụng deadweight tính theo công thức:

$$\eta_{DW} = 0,54 + 0,006DW$$

Công thức trên phù hợp cho tàu cỡ $DW = 5 \div 25 \times 10^3 \text{ dwt}$.

Dung tích khoang hàng được tính trên cơ sở hệ số dung tích $\mu = 2,2 \div 2,4 \text{ m}^3/t$.

Kết quả thống kê các tàu đang sử dụng có thể đưa ra như sau:

$$\text{Tỷ lệ: } \frac{H}{T} = 1,60 \div 1,85; \quad \frac{B}{T} = 2,5 \div 3,0$$

3.3 NHỮNG TÀU CHỖ HÀNG THÙNG ĐÃ ĐƯỢC CHẾ TẠO

1. Tàu container *Hakone Maru* do Nhật Bản đóng

Chiều dài	175,0m	Chiều rộng	26,0m
Chiều cao mạn	15,5m	Chiều chìm	9,5m
Công suất máy chính	27.800 HP	Vận tốc khai thác	22,6 HL/h
Deadweight	15.000 t		

Tàu một boong, sáu 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 752 TEU. Trong số thùng này 486 TEU bố trí trong các khoang, 266 TEU (chiếm 35%) bố trí trên boong. Phần giữa tàu người ta sắp container thành 7 hàng ngang. Trên miệng hầm hàng bố trí chín hàng container. Theo chiều dọc và chiều cao tiến hành bố trí các hàng và chồng theo sơ đồ sau.

Bảng 3.4

Khoang hàng	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6
Hàng	1	2	3	4	4	3
Chồng	4	5	6	6	6	3 /4

Số chồng trên nắp hầm hàng : 2.

Tàu có 17 miệng hầm hàng.

Bố trí dọc của tàu được trình bày tại hình 3.33.

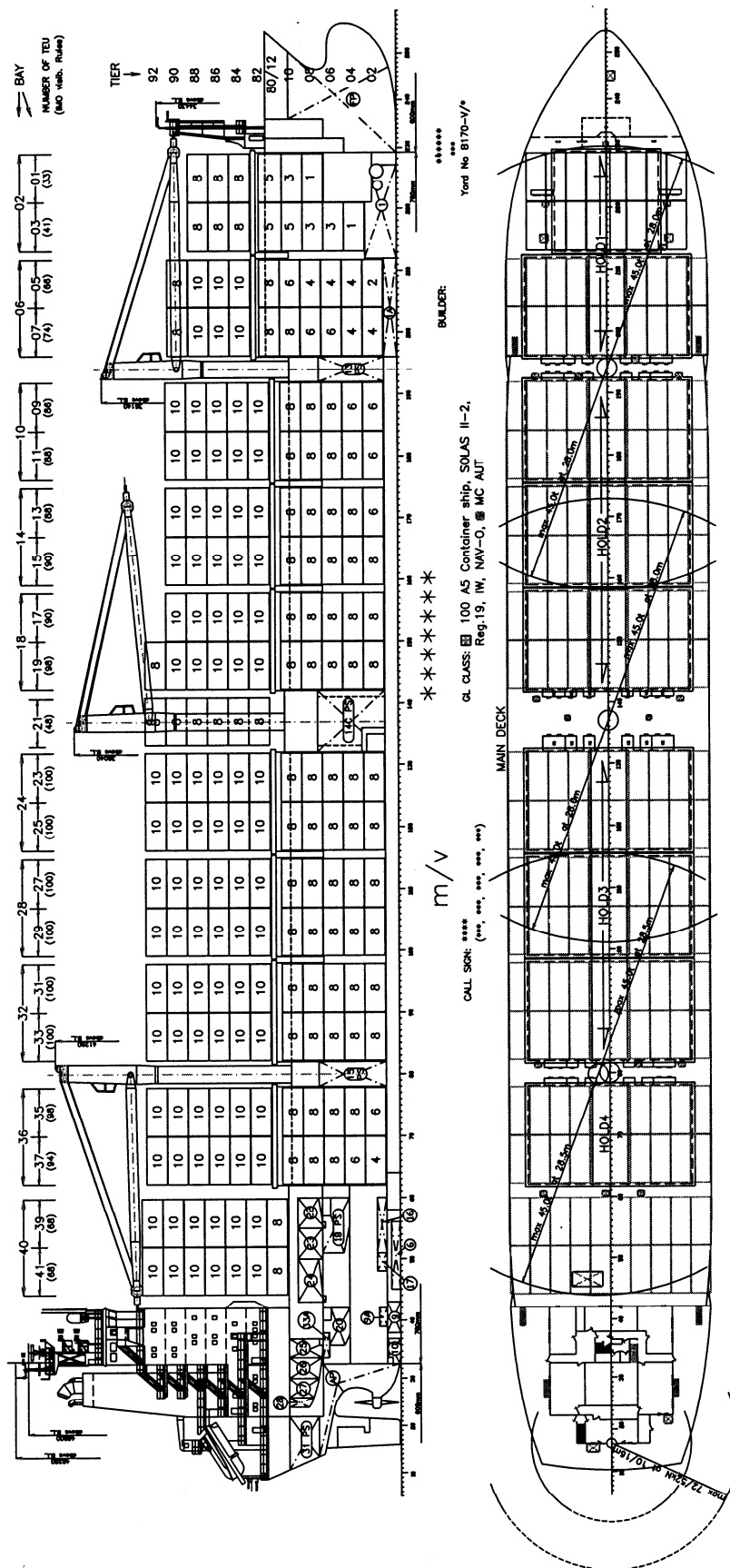


Hình 3.35 Tàu container hiện đại

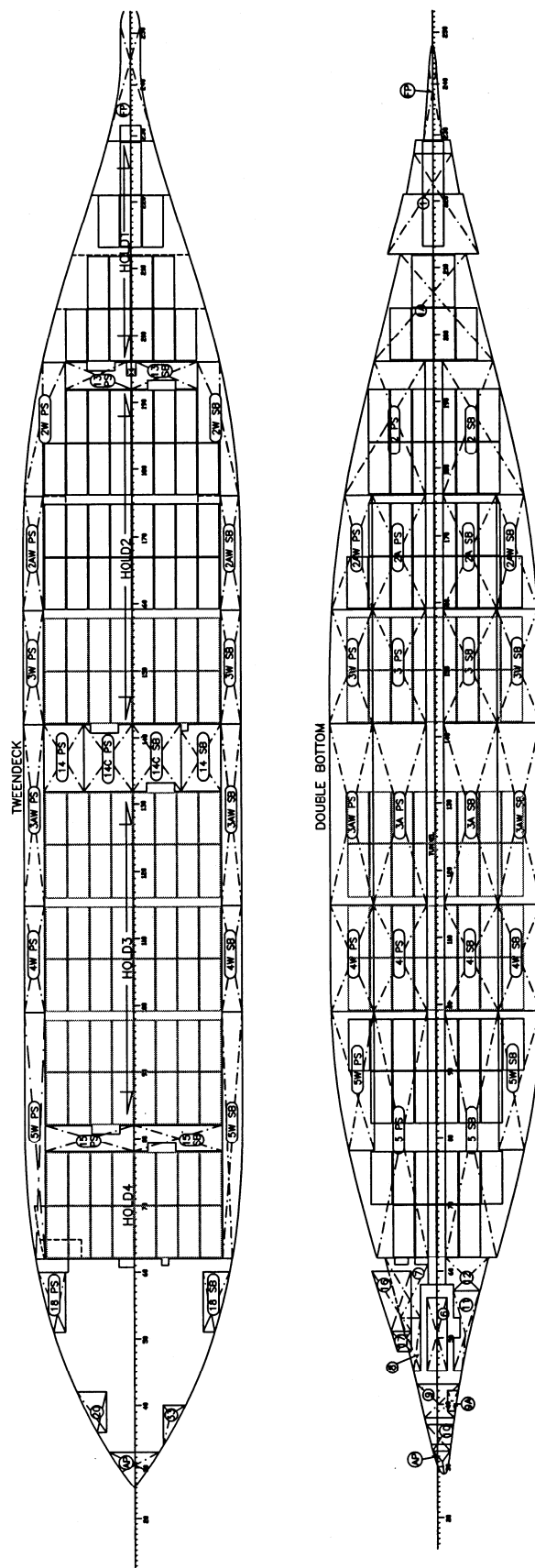
Mặt cắt ngang tàu được giới thiệu tại hình 3.35 tiếp theo. Đáy đôi tàu cao 1690mm . Mạn đôi của tàu có chiều rộng mỗi mạn 3540mm . Các kết trong đáy đôi, mạn đôi, deeptank dưới khoang N°1, forepeak và afterpeak dùng chứa dự trữ của tàu và nước dằn. Tổng dung tích các kết chứa dự trữ 3.370m^3 , chứa ballast 6.770m^3 .

Tàu container đóng tại Việt Nam năm 2005-2006 có kích thước như sau:

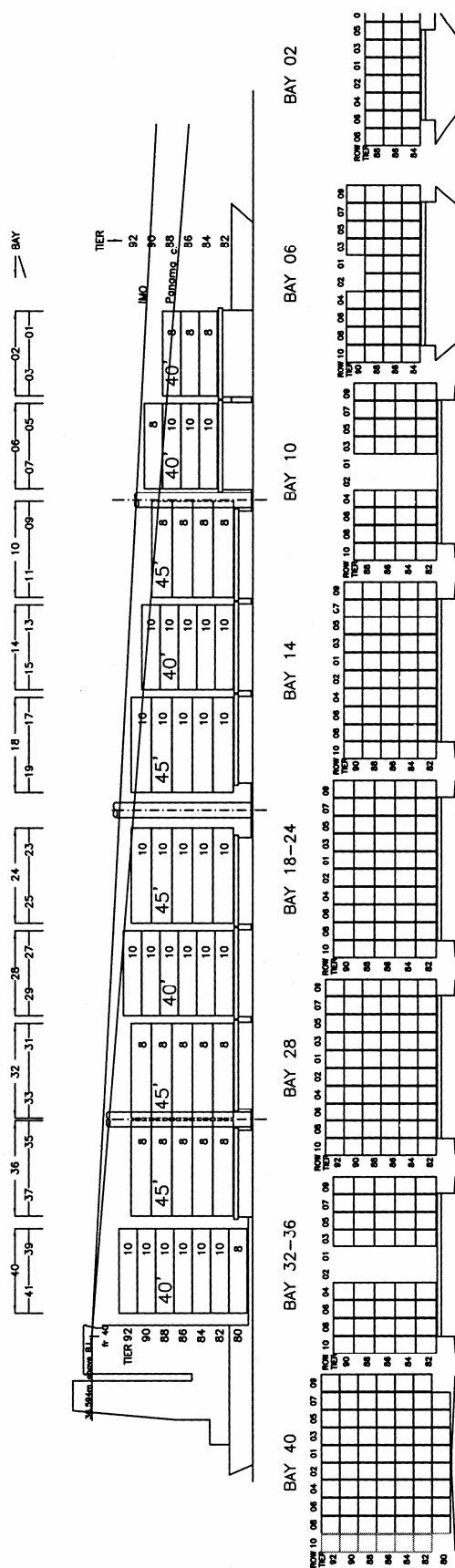
Chiều dài toàn bộ	$184,1\text{m}$
Chiều dài giữa hai trụ	$171,94\text{m}$
Chiều rộng	$25,3\text{m}$
Chiều cao đến tweendeck	$9,5\text{m}$
Chiều cao tính đến boong chính	$13,5\text{m}$
Lượng chiếm nước	30.830t
Chiều chìm	$9,9\text{m}$
Công suất máy chính	$13.320\text{kW}/113\text{rpm}$
Vận tốc trạng thái chở đầy tải	$19,8\text{HL}/\text{h}$
Vận tốc tàu chạy dưới ballast	$20,2\text{HL}/\text{h}$
Tầm hoạt động	15.000 NM



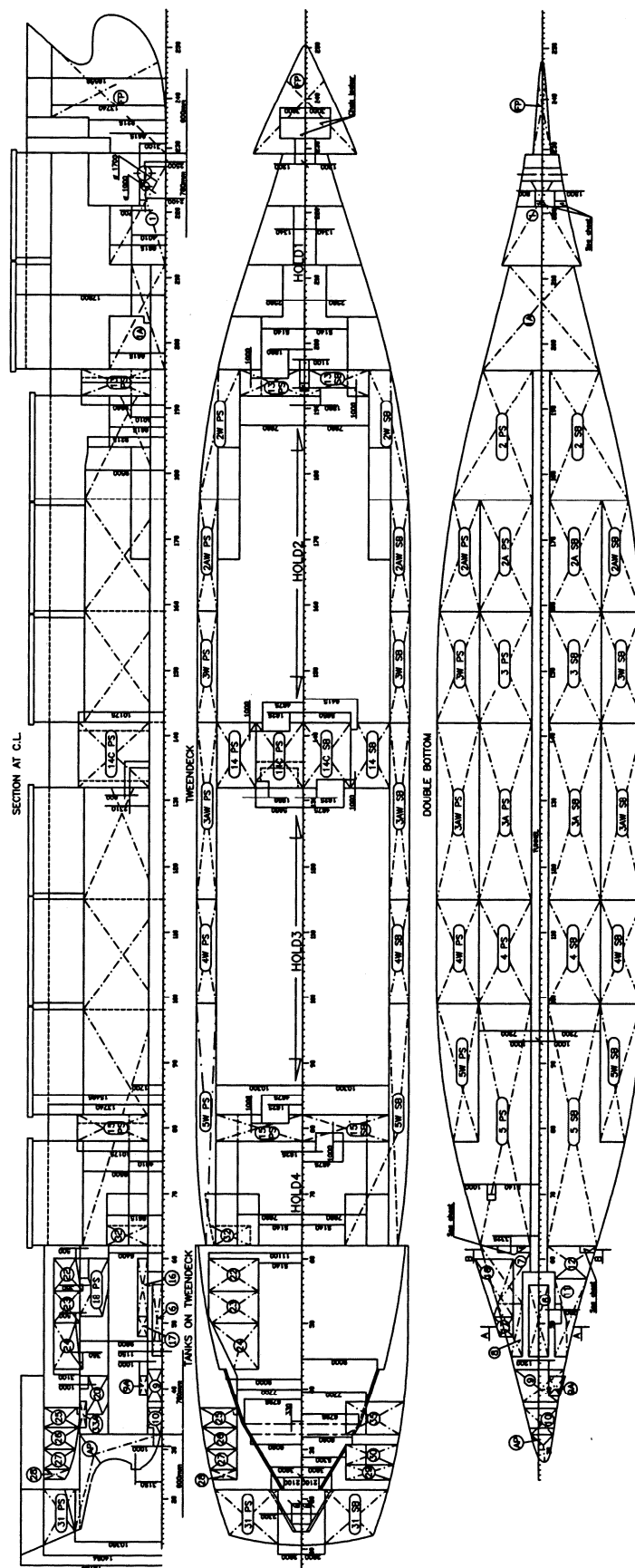
Hình 4.36a Bố trí chung tàu container 1700TEU



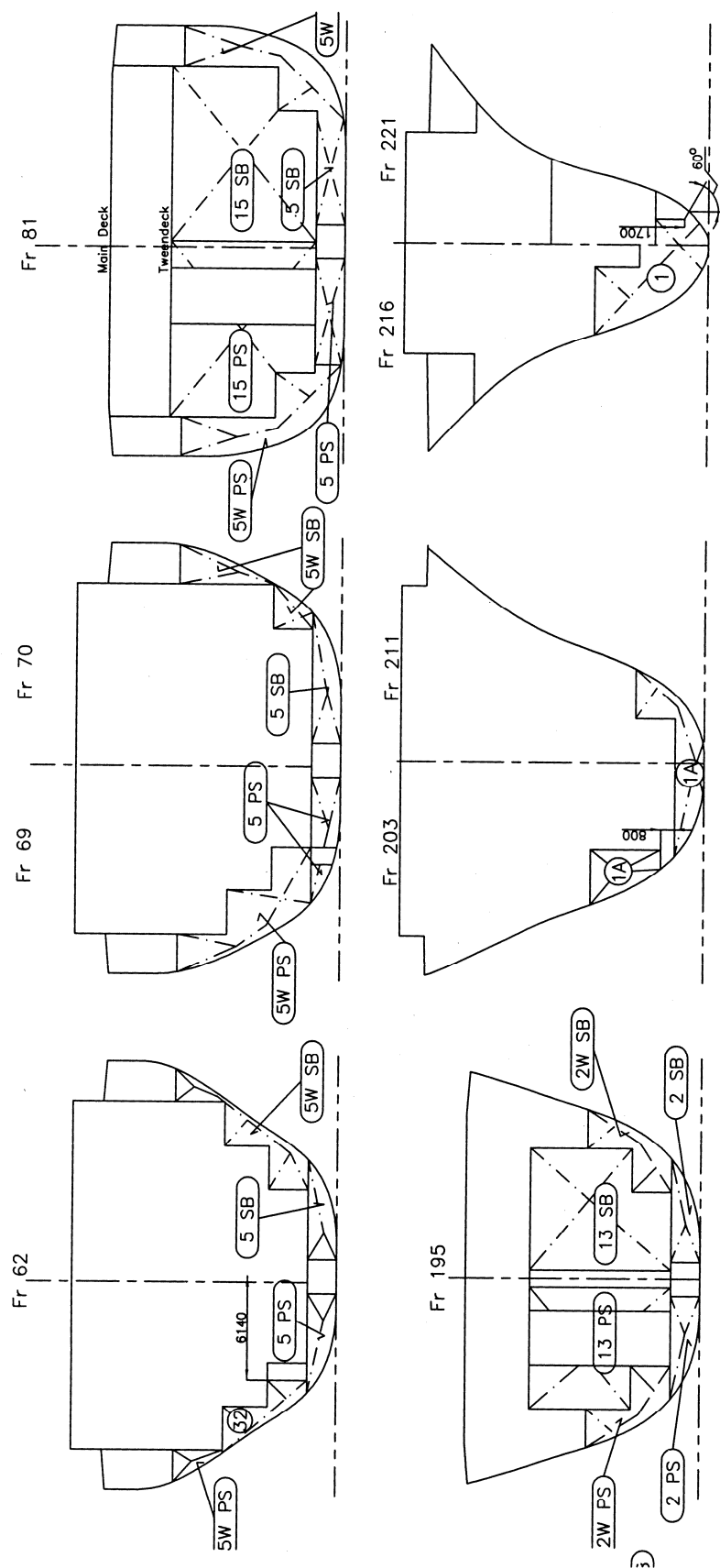
Hình 4.36b



Hình 4.37b Xếp container trên boong



Hình 4.38a Bố trí các tanks tàu container



Hình 4.38b Bố trí các tanks tàu container

Tài liệu tham khảo

1. Ashyk V.V., 1975, 1985, “*Проектирование судов*”, *Thiết kế tàu*, tiếng Nga, NXB “Đóng tàu”, Leningrad.
2. Logatchev S. I., 1970, “*Морские танкеры*”, *Tàu dầu đi biển*, tiếng Nga, NXB “Đóng tàu”, Leningrad.
3. Manning G. C., 1956, “*The Theory and Technique of Ship Design*”, New York.
4. Melio M. D’Arcangelo (chủ biên) cùng nhóm tác giả, 1969, “*Ship Design and Construction*”, SNAME, N.Y.
5. Munro-Smith R., 1964, “*Merchant Ship Design*”, Hutchinson, London.
6. Munro-Smith R., 1967, “*Applied Naval Architecture*”, Longman, London.
7. Munro-Smith R., 1975, “*Merchant Ship Types*”, The Institute of Marine Engineers, London.
8. Nogid L. M., 1976, “*Проектирование морских судов*”, *Thiết kế tàu biển*, tiếng Nga, NXB “Đóng tàu”, Leningrad.
9. Taggart R., (chủ biên) cùng nhóm tác giả, 1980, “*Ship Design and Construction*”, SNAME, N.Y.
10. Nhóm tác giả: Nguyễn Đức Ân, Nguyễn Bân, Hồ Văn Bính, Hồ Quang Long, Trần Hùng Nam, Trần Công Nghị, Dương Đình Nguyên, “*Sổ tay kỹ thuật đóng tàu thủy, Tập I*”, 1978, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
11. Trần Công Nghị “*Thiết kế tàu thủy*”, 2006, tái bản lần thứ nhất, NXB ĐHQG TP Hồ Chí Minh.