

PGS, TS. PHẠM TIẾN TÍNH (Chủ biên)
TS. LÊ HỒNG BANG - KS. HOÀNG VĂN OANH

Lý thuyết THIẾT KẾ TÀU THỦY?



NHÀ XUẤT BẢN
GIAO THÔNG VẬN TẢI

PGS. TS. PHẠM TIẾN TỈNH (*Chủ biên*)
TS. LÊ HỒNG BANG, KS. HOÀNG VĂN OANH

LÝ THUYẾT THIẾT KẾ TÀU THỦY

NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI
HÀ NỘI - 2006

LỜI MỞ ĐẦU

Giáo trình "LÝ THUYẾT THIẾT KẾ TÀU THUY" được nhóm các tác giả thuộc Bộ môn Lý thuyết thiết kế tàu khoa Đóng tàu trường Đại học Hàng hải Việt Nam biên soạn trên cơ sở tham khảo các giáo trình giảng dạy thuộc chuyên ngành "Thiết kế tàu thủy" hiện đang được sử dụng tại trường Đại học Đóng tàu Le-nin-grad (CHLB Nga), trường Đại học Giao thông Đường thủy Odessa (CH Ucraina), Viện tàu thủy thuộc trường Đại học Bách khoa Gdansk (CH Ba Lan) và một số trường Đại học và Cao đẳng đóng tàu khác trên thế giới. Trong giáo trình này sẽ nghiên cứu các vấn đề về lý thuyết thiết kế tàu một thân có lượng chiếm nước. Các tàu nhiều thân và những tàu hoạt động theo nguyên lý động lực học mới sẽ không được nghiên cứu ở đây song lý thuyết chung của nó cũng cho cơ sở để thiết kế cả những tàu như vậy.

Có thể nói rằng, trong những năm gần đây lĩnh vực áp dụng lý thuyết thiết kế tàu đang ngày càng được mở rộng. Nó không chỉ được sử dụng để biện luận chọn các đặc trưng khai thác tối ưu của tàu mà còn được áp dụng để giải quyết các vấn đề về tối ưu hoá đội tàu. Đồng thời trong giáo trình còn đề cập đến việc áp dụng lý thuyết xác suất-thống kê và các phương pháp giải tích để giải quyết các bài toán cơ bản của thiết kế tàu.

Các chương Mở đầu, 1, 2, 3, 4, 5, 6 và 7 do TS. Lê Hồng Bang biên soạn; các chương 8 và 9 do KS. Hoàng Văn Oanh biên soạn. Các chương 10 và 11 do PGS. TS. Phạm Tiến Tĩnh biên soạn.

Nội dung của tất cả các chương, mục đã được nhóm các tác giả biên soạn phù hợp với chương trình đào tạo kỹ sư chuyên ngành Thiết kế tàu thủy. Đóng mới và sửa chữa tàu thủy của trường Đại học Hàng hải Việt Nam đã được Bộ Giáo dục và Đào tạo phê duyệt năm 2005. Ngoài ra nó còn có thể được dùng làm tài liệu tham khảo cho các kỹ sư thiết kế tàu thủy và công trình nổi.

Nhóm tác giả xin bày tỏ lòng cảm ơn sâu sắc tới tập thể các thầy, cô giáo và các đồng nghiệp khác thuộc khoa Đóng tàu: PGS. TS. Trương Sĩ Cáp, PGS. TS. Nguyễn Vĩnh Phát, KS. Nguyễn Thị Hiệp Đoàn, KS. Nguyễn Tiến Lai, Ths. Đinh

Khắc Minh, KS. Bùi Huy Thìn, KS. Phan Sơn Hải, Ths. Đỗ Thị Hải Lâm, Ths. Võ Thị Tuyết Phương, Ths. Nguyễn Văn Võ vì những đóng góp tích cực trong lần xuất bản giáo trình này.

Giáo trình được xuất bản chính thức lần đầu tại Nhà xuất bản Giao thông Vận tải. Mặc dầu nhóm tác giả đã có nhiều cố gắng trong quá trình biên soạn song cũng không thể tránh khỏi một số tồn tại. Chúng tôi rất mong nhận được sự quan tâm, góp ý của các độc giả. Mọi ý kiến góp ý xin gửi về địa chỉ lehbang@hn.vnn.vn.

NHÓM TÁC GIẢ

Chương Mở đầu

ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU VÀ LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN CỦA MÔN HỌC

1. Đối tượng nghiên cứu của môn học

Để tạo nên một con tàu là một quá trình vô cùng phức tạp mà việc thiết kế và đóng mới nó là hai giai đoạn chủ yếu nhất. Công dụng của tàu được xác định bởi mục đích khai thác và cần thoả mãn công dụng của nó.

Nhà nghiên cứu, thiết kế tàu nổi tiếng người Nga I. G. Bud-nov đã từng khẳng định rằng: Nhiệm vụ thiết kế tàu là xây dựng các bản vẽ như thế nào đó nhằm thoả mãn tất cả các nhiệm vụ đã được nêu lên trong nhiệm vụ thiết kế. Đối với tàu buôn - sức chở hàng, loại hàng được chuyên chở, dung tích các buồng chứa khách, tốc độ của tàu, vùng bơi lội, hệ thống động lực, loại nhiên liệu, độ bền cần thiết của tất cả các bộ phận thân tàu, ổn định và chất lượng hành hải cũng như các yêu cầu bắt buộc khác.

Nhờ có các bản vẽ và kết quả tính toán trọng lượng tàu, chúng ta hoàn toàn có khả năng khẳng định con tàu được đóng sẽ đáp ứng những nhiệm vụ nào; kết quả tính toán bằng số cần được tiến hành trên cơ sở sử dụng các môn khoa học thuộc chuyên ngành đóng tàu, trong số đó có lý thuyết tàu, cơ kết cấu tàu thủy, máy và điện tàu thủy cũng như các bộ phận khác nhau của ngành khoa học đóng tàu. Trong quá trình thiết kế thường phải thực hiện bài toán ngược - xây dựng các bản vẽ đáp ứng các nhiệm vụ đã được định trước; rõ ràng rằng, bài toán này rất khó khăn và đầy tính phức tạp so với bài toán thuận" [1]. Việc nghiên cứu các phương pháp thiết kế tàu đã được rất nhiều nhà khoa học lỗi lạc trong ngành nghiên cứu và thiết kế tàu quan tâm, trong số đó có V. L. Po-zu-nin (1883-1948), L. M. No-gid. Như vậy đối tượng của môn học lý thuyết thiết kế tàu trước hết là tiến hành nghiên cứu các mối quan hệ giữa các đặc trưng của tàu mà chúng được xác định một mặt bởi nhiệm vụ cũng như các tiêu chuẩn và định mức hiện hành, mặt khác bởi các đặc trưng về kích thước và hình dáng tàu.

Các đặc trưng về nhiệm vụ và định mức bao gồm:

- Đối với sức chở hàng - giá trị tuyệt đối của sức chở hàng (P_h), hệ số lợi dụng lượng chiếm nước theo trọng lượng hàng hoá (η_h);
- Đối với dung tích chở hàng - giá trị tuyệt đối và dung tích chở hàng riêng (W_h , μ_h);
- Đối với tốc độ - tốc độ trong các điều kiện khác nhau (ở chế độ thử, chế độ khai thác v.v.);

- Đối với ổn định - chiều cao tâm nghiêng tuyệt đối và tương đối (h_0 và $\overline{h_0}$), các tiêu chuẩn của đường cong ổn định tĩnh.v.v.;
- Đối với chòng chành - chu kỳ dao động riêng và biên độ của nó.

Các đặc trưng về kích thước chủ yếu và hình dáng được gọi là các yếu tố chính của tàu. Ví dụ, thuộc đặc trưng về kích thước gồm có: lượng chiếm nước (D), kích thước chủ yếu (L - chiều dài, B - chiều rộng, T - chiều chìm, H - chiều cao mạn), còn thuộc về đặc trưng hình dáng bao gồm hệ số béo chung δ , hệ số béo dọc φ , hệ số béo sườn giữa β , hệ số béo đường nước thiết kế α ...

Các đặc trưng về kích thước và hình dáng của tàu còn có hàng loạt các đại lượng khác thường không được gọi là các yếu tố chính của tàu. Đó là chiều dài tương đối l, tỷ số các kích thước chính, độ thon của đường nước chở hàng và nhiều yếu tố khác.

Do các đặc trưng riêng về kích thước và hình dáng của tàu có quan hệ mật thiết với nhau nên môn học lý thuyết thiết kế tàu thủy còn có nhiệm vụ nghiên cứu thiết lập các mối quan hệ giữa chúng, ví dụ, giữa hệ số β với δ .

2. Lịch sử phát triển của môn học

Sự hình thành và phát triển của môn học lý thuyết thiết kế tàu thủy hiện vẫn chưa được nghiên cứu một cách đầy đủ, song cũng có thể tin rằng cơ sở của nó đã được hình thành vào giữa thế kỷ XVIII. Vào lúc ấy ngành đóng tàu chạy buồm đã đạt đến mức hoàn thiện và phát triển ở mức độ cao, các thành tựu lớn của cuộc cách mạng kỹ thuật mà trong đó năng lượng gió đã được thay thế bằng cơ năng do máy móc sinh ra, vật liệu đóng tàu truyền thống bằng gỗ được thay thế bằng kim loại đã có ảnh hưởng đáng kể đến tốc độ phát triển của ngành đóng tàu thủy thế giới. Sự xuất hiện lý thuyết về toán vi phân và tích phân đã cho phép các nhà nghiên cứu, thiết kế tàu áp dụng có hiệu quả phương pháp toán giải tích vào các giai đoạn thiết kế.

Thực ra vào năm 1681 các nhà đóng tàu người Pháp đã từng quan tâm đến việc áp dụng các phương pháp toán học vào việc thiết kế tàu thủy.

Vào năm 1752 nhà đóng tàu nổi tiếng người Pháp Đuya-mel-điu - Mon-xo đã giới thiệu trong cuốn sách *"Khởi đầu về kiến trúc tàu thủy"* về mục đích và ý nghĩa của tàu mẫu và các phương pháp toán học trong thiết kế tàu. Ông đề nghị nên xác định chiều dài tàu chiến xuất phát từ các điều kiện bố trí hệ thống đại bác phía mạn tàu, còn chiều rộng và chiều cao mạn - từ các tỷ số L/B và H/B. Từ đó cần nhận thấy rằng, các kích thước của tàu được xác định từ các điều kiện đảm bảo dung tích. Lượng chiếm nước và chiều chìm tương ứng với nó được xác định sau khi hoàn thành các bản vẽ về đường hình dáng lý thuyết và kết cấu cơ bản. Lần đầu tiên vào những năm (1638 - 1721) nhà đóng tàu người Anh A. Đin đã thực hiện phương pháp này và được tác giả hoàn thiện hơn so với phương pháp đã được thừa nhận trước đó để xác định chiều chìm sau khi tàu được hạ thủy.

Tuy nhiên tình trạng đó đã không đáp ứng được yêu cầu ngày càng cao của các nhà nghiên cứu thiết kế tàu, trong số đó cần đặc biệt chú ý đến Ph. G. Trap-man (1721 - 1808). Ngoài các hoạt động thực tế tại nhà máy đóng tàu ở Thụy Điển ông còn tham gia nghiên cứu khoa học và trong quá trình đó ông đã xây dựng nên vấn đề cơ bản của lý thuyết thiết kế tàu - về mối quan hệ của lượng chiếm nước và các yếu tố kích thước chủ yếu của tàu với nhiệm vụ thiết kế. Trong công trình của mình 1775 và 1806 Ph. G. Trap-man đã giải quyết vấn đề này bằng cách lập và giải phương trình trọng lượng được biểu diễn dưới dạng hàm số của lượng chiếm nước. Mối quan hệ giữa các trọng lượng với lượng chiếm nước được lập nên bằng phương pháp phân tích và xử lý các số liệu thống kê từ tàu mẫu. Ph. G. Trap-man cũng đã cố gắng thiết lập mối quan hệ giữa trọng lượng hàng có ích với lượng chiếm nước và các kích thước chủ yếu của tàu.

Các công trình nghiên cứu có giá trị của Ph. G. Trap-man có liên quan đến cơ sở xây dựng hình dáng tàu. Trên cơ sở thử mô hình ở bể thử để xác định vị trí sườn lớn nhất và vị trí tâm nổi đối với chiều dài tàu, ông đã đưa ra những lời khuyên có giá trị lớn đối với lĩnh vực thiết kế tàu thủy thời đó. Ông đề nghị biểu diễn bề mặt vỏ bao thân tàu bằng phương pháp giải tích (phương pháp pa-ra-bol) và đã xây dựng thành công các bảng chỉ dẫn đối với các tàu đã được thiết kế theo phương pháp của ông khi có sự thay đổi mang tính quy luật của tải trọng có ích và các đặc trưng thiết kế chung khác. Các bảng đó cho đến ngày nay vẫn đang được áp dụng.

Ph.G. Tráp-man đã có ảnh hưởng lớn đến các hoạt động thực tế của ngành đóng tàu. Các công trình của ông đã được dịch ra nhiều thứ tiếng trên thế giới, đặc biệt ra tiếng Nga và tiếng Pháp.

Mối quan hệ giữa các kích thước chủ yếu và hệ số béo với ổn định đã được nhà toán học nổi tiếng người Nga - Viện sĩ Viện Hàn lâm khoa học Xanh-Pe-tec-bua L. P. O-ler (1707 - 1783) nghiên cứu thành công. Ông đã thiết lập phương trình ổn định nhằm thể hiện mối quan hệ giữa chiều rộng, chiều chìm và hệ số béo với ổn định ban đầu của tàu. Nguyên tắc lập phương trình ổn định của ông vẫn còn nguyên giá trị khoa học cho đến bây giờ. Giải quyết bài toán nêu trên, tác giả đã nhận được các công thức gần đúng để tính bán kính tâm nghiêng và chiều cao tâm nghiêng của tàu. Tác giả không liên hệ các công thức như vậy với bất cứ loại hình dáng vỏ bao nào, vì vậy nó mang tính tổng quát rất cao. Các nghiên cứu của L. P. O-ler đã được đăng tải trên các tạp chí bằng tiếng Nga, Ý, Pháp và Anh.

Vào thế kỷ XIX cuộc cách mạng kỹ thuật đã đạt đến mức rất cao và chính nó đã mang lại cho ngành đóng tàu những thành tựu mới. Vào thời kỳ này không thể không kể đến công lao đóng góp của các nhà khoa học đương thời trong lĩnh vực thiết kế tàu như M. M. O-ky-nhev, R. O. Nor-mand.

Kỹ sư đóng tàu người Nga M. M. O-ky-nhev (1810 - 1873) đã nghiên cứu cách lập phương trình trọng lượng và đề nghị các công thức gần đúng để xác định ổn định theo các kích thước chủ yếu và hệ số béo. Kết quả này của ông đã được đăng tải vào những năm 1836 và

1865. Phương trình trọng lượng do M. M. O-ky-nhev đưa ra mang tính tổng quát hơn và gần hơn đối với các tàu hiện đại so với phương trình do Ph. G. Trap-man đề nghị.

Kỹ sư người Pháp R. O. Nor-mand (1839 - 1906), đại diện của dòng họ Nor-mand xứ Gav-ra, những người đã tiến hành công việc nghiên cứu lý thuyết thiết kế tàu của mình trong suốt gần hai thế kỷ, đã tiến hành nghiên cứu rất nhiều vấn đề về đóng tàu và chế tạo máy tàu thủy, song để lại dấu ấn sâu sắc hơn cả vẫn là những công trình thuộc về lĩnh vực thiết kế tàu. Ông đã tập trung toàn bộ sự chú ý của mình vào việc xây dựng các công thức gần đúng cho phép biến những vấn đề đôi khi rất phức tạp thành một hoặc hai công thức mà ở đó có thể dễ dàng nhận thấy ảnh hưởng của mỗi yếu tố, ví dụ, trọng lượng của tàu hoặc máy, chi phí nhiên liệu hoặc tầm xa bơi lội... Vào năm 1864 lần đầu tiên Nor-mand đã cho công bố các kết quả nghiên cứu nổi tiếng thế giới của mình về phương pháp gần đúng để xác định các yếu tố của tuyến hình lý thuyết. Ông cũng là một trong những người đầu tiên có ý tưởng áp dụng phương pháp vi phân để xác định lượng chiếm nước của tàu thiết kế.

Áp dụng phương pháp giải tích để biểu diễn bề mặt vỏ bao thân tàu là một trong những khuynh hướng tiến bộ đã được nhiều nhà nghiên cứu thiết kế tàu thuộc nhiều thế hệ quan tâm, song sớm hơn cả vẫn là công trình của kỹ sư đóng tàu người Nga A. A. Po-pov (1786 - 1859). Ý tưởng của ông sau này đã được nhiều đồng nghiệp phát triển và không ngừng hoàn thiện.

Mặc dầu đã có nhiều công trình như vậy trong lĩnh vực này nhưng cho đến những năm đầu của thế kỷ XX, trong kho tàng kiến thức thuộc về lĩnh vực thiết kế tàu những vấn đề quan trọng như xác định lượng chiếm nước và các kích thước chủ yếu của tàu vẫn chưa được quan tâm một cách đúng mức. Vấn đề này đã được R. O. Nor-mand khuyến cáo vào năm 1901.

Sự ra đời của Phân viện đóng tàu thủy thuộc trường đại học Bách khoa Xanh-Pe-tec-bua (1902) dưới sự lãnh đạo của chủ nhiệm khoa Đóng tàu K. P. Bok-lev-xki (1862 - 1928) đã tạo nên bước nhảy cho sự phát triển của môn khoa học thiết kế tàu thủy.

Cống hiến lớn vào sự phát triển của môn khoa học này có thể kể đến công trình của I. G. Bud-nov (1916).

Không thể không chú ý đến những quan điểm khác thuộc các nước tư bản, đặc biệt ở Anh. Trong cuốn sách nổi tiếng mang tên “Thiết kế và đóng tàu” của Giáo sư người Anh Ba-il-xa, tác giả đã cho rằng, không nên giúp sinh viên trở thành người thiết kế có kinh nghiệm, phương pháp duy nhất giúp họ đạt tới điều đó là làm thiết kế. Quan điểm này của tác giả rất phù hợp với mong muốn của các hãng tư bản trong việc giữ bí mật về các phương pháp thiết kế tàu. Tuy nhiên sự phát triển của ngành đóng tàu đã thúc đẩy sự hoàn thiện cơ sở khoa học của nó. Vào năm 1920 tại Viện công nghệ Mỹ đã xuất hiện công trình nghiên cứu của Giáo sư Ma-xa-tru-xet-xki và Y. Khov-gar-da “Thiết kế tàu chiến”. Trong công trình này các tác giả đã trình bày phương pháp xác định các yếu tố kích thước chính và hệ số béo đặc trưng cho hình dáng thân tàu. Các nguyên tắc chung đã được trình bày trong công trình nghiên cứu của Y. Khov-gar-da cũng có thể được sử dụng để thiết kế tàu dân dụng.

Bước nhảy vọt trong sự phát triển lý thuyết thiết kế tàu thủy đã được người học trò xuất sắc của K. P. Bok-lev-xki - Viện sĩ V. L. Po-zu-nin thực hiện. Công trình của V. L. Po-zu-nin "Cơ sở thiết kế tàu buôn chạy biển" đã được công bố và đăng tải vào năm 1926 - 1927 [15]. Công trình này đã trở thành nguồn tư liệu khoa học có giá trị lớn trong việc xây dựng phần I của giáo trình "Lý thuyết thiết kế tàu" [16] (xuất bản năm 1935); hai phần tiếp theo của giáo trình này đã được xuất bản vào những năm 1938 - 1939 [16]. Trong công trình của mình tác giả đã cố gắng chính xác hoá giới hạn của môn khoa học lý thuyết thiết kế tàu, phân loại các đối tượng nghiên cứu của nó cũng như các phương pháp thiết kế tàu. Trong đó tác giả trình bày các phương pháp tính toán các yếu tố kinh tế.

Các công thức thống kê của V. L. Po-zu-nin cho phép nhận được các giá trị trung bình của các đại lượng cần tìm. Tuy nhiên các công thức như vậy đã bị L. M. No-gid phê phán, ông đã chỉ ra rằng, không nên định hướng tới việc xác định các đại lượng trung bình mà nên xây dựng hàng loạt các phương án thiết kế tàu theo nhiệm vụ đã được đặt ra từ đầu, sau này chúng được gọi là phương pháp biến phân hoặc còn gọi là phương pháp so sánh phương án.

Phương pháp này đã được V. L. Po-zu-nin khởi xướng và sau đó được L. M. No-gid phát triển (1892 - 1972), nó đã đặt nền móng cho cơ sở thiết kế và tối ưu hoá thiết kế nhờ tạo ra khả năng phân tích và lựa chọn phương án tối ưu.

Vào những năm 1932, 1940 và 1954 ở Liên Xô (cũ) đã xuất hiện thêm nhiều công trình nghiên cứu có giá trị về lĩnh vực thiết kế tàu, trong số đó phải kể đến "Cơ sở thiết kế tàu buôn chạy biển" của Giáo sư V. A. Lav-chev (1932); của Giáo sư A. I. Ban-ca-sin "Thiết kế tàu" (1940, 1954) [8]. Các công trình như vậy đều chứa đựng các cơ sở của môn khoa học thiết kế tàu và đã chỉ ra cách áp dụng chúng.

Sau này vào năm 1955, giáo trình "Lý thuyết thiết kế tàu" của Giáo sư L. M. No-gid đã được hoàn thiện hơn bằng cách khái quát những thành tựu nghiên cứu trước đó và kể từ đó giáo trình này đã được tái bản nhiều lần trên phạm vi toàn thế giới.

Cần nhận thấy rằng, trong những năm gần đây môn khoa học thiết kế tàu đã nhận được sự chú ý của nhiều nhà khoa học lớn ở trên thế giới trong đó có các nhà khoa học Mỹ với công trình nghiên cứu của D. TR. Man-nhing "Lý thuyết và kỹ thuật thiết kế tàu" [10]. Trong công trình này tác giả đã trình bày một cách khái quát về thiết kế tàu chiến cũng như tàu hàng.

Hiện nay môn khoa học thiết kế tàu đang được phát triển và ngày càng được mở rộng một cách đáng kể. Nội dung nhiệm vụ thiết kế mà I. G. Bud-nov đã từng đề cập đến như sức chở hàng, dung tích, tốc độ và các đặc trưng quan trọng khác của tàu không được tồn tại các mâu thuẫn bên trong. Nội dung đó cần được xây dựng một cách đúng đắn nhờ các phương pháp của môn khoa học thiết kế tàu.

Đặc trưng chung của quá trình nghiên cứu trong khuôn khổ của môn học lý thuyết thiết kế tàu và phương pháp luận của nó có thể được xác định bằng phương pháp giải tích, đặc biệt

trong việc xây dựng đường hình dáng lý thuyết của tàu (các công trình nghiên cứu của I. A. Iacov-lev, Viện sĩ G. E. Pav-len-co và một số các tác giả khác).

3. Phương pháp thiết kế tàu. Mối liên hệ của nó với các môn khoa học khác

Để giải quyết các nhiệm vụ được đặt ra đối với môn khoa học lý thuyết thiết kế tàu cần xây dựng hàng loạt các phương trình quan trọng. Phần nhiều trong số đó bao gồm: phương trình trọng lượng; phương trình dung tích; phương trình ổn định; phương trình năng lượng...

I. G. Bud-nov đã từng nói rằng, thiết kế tàu là bài toán ngược so với các bài toán của các môn khoa học khác thuộc lĩnh vực đóng tàu. Có thể nói các môn khoa học khác của ngành đóng tàu luôn có ý nghĩa to lớn và đóng vai trò đặc biệt quan trọng trong việc nghiên cứu xây dựng các mối quan hệ giữa một vài đặc trưng thiết kế, ví dụ, giữa độ bền với trọng lượng thân tàu, cũng như tiến hành kiểm tra tính đúng đắn của các đặc trưng nhận được từ các phương trình lý thuyết thiết kế tàu và giữa các phương pháp khác của nó.

Lý thuyết thiết kế tàu luôn sử dụng rộng rãi các số liệu và kết quả nghiên cứu của môn lý thuyết tàu như các vấn đề về tính nổi, ổn định, chống chìm, chòng chành và tính ăn lái, tính di động. Các kết quả nghiên cứu về môn học cơ kết cấu tàu thủy và kết cấu thân tàu đã được sử dụng rộng rãi khi xây dựng các phương pháp xác định trọng lượng tàu.

Sự phát triển của ngành khoa học về chế tạo máy, kỹ thuật điện, tự động hoá... đang tỏ ra có ảnh hưởng lớn đến trọng lượng và kích thước các loại khoang buồng trên tàu mà chúng đều được tính toán trên cơ sở kết quả nghiên cứu của lý thuyết thiết kế tàu: phương trình trọng lượng và phương trình dung tích.

Trong giai đoạn đầu của quá trình thiết kế tàu cần phải tính đến các đặc điểm và khả năng về đóng mối, có nghĩa là con tàu được thiết kế phải phù hợp với yêu cầu và điều kiện công nghệ của nhà máy (trang thiết bị công nghệ, trình độ tay nghề của lực lượng công nhân, cán bộ kỹ thuật và quản lý sản xuất).

Lý thuyết thiết kế có quan hệ rất chặt chẽ với môn kinh tế đóng tàu, môn khoa học cho phép đánh giá hiệu quả của các giải pháp kỹ thuật đã được thực hiện trong quá trình thiết kế một con tàu cụ thể, đồng thời nó cũng cho phép xác định được hiệu quả kinh tế trong tương lai của quá trình khai thác chính con tàu ấy.

Việc giải quyết thành công nhiệm vụ thiết kế chủ yếu - xác định kích thước và hình dáng tàu có quan hệ mật thiết với việc để ý đến những kinh nghiệm đã được tích lũy từ những sản phẩm đã được thực hiện thành công trước đó, ví dụ, việc sử dụng các số liệu thống kê từ các tàu mẫu đã được đóng và khai thác... Cần hết sức thận trọng trong việc sử dụng các số liệu như vậy. Tính ưu việt của vấn đề này đối với quá trình nghiên cứu thiết kế tàu mới là ở chỗ cho phép đánh giá và áp dụng vào quá trình đóng mối những thành tựu tiên tiến về mặt thực tế của ngành đóng tàu, ngành chế tạo máy... trên thế giới. Các số liệu thu thập được từ các tàu mẫu

gắn với tàu thiết kế luôn là chỗ dựa đáng tin cậy cho người thiết kế, song không phải tất cả đều tốt và đều có thể sử dụng được khi thiết kế tàu mới. Nếu tàu mới có cùng công dụng giống với tàu mẫu nhưng lại khác nhau về phương án trang thiết bị động lực thì hàng loạt các đặc trưng của tàu mẫu về phần này sẽ không được sử dụng (chi phí nhiên liệu, loại nhiên liệu và dầu mỡ bôi trơn, trọng lượng đơn vị của máy, thể tích riêng của buồng máy...). Bởi vậy, trong một vài trường hợp buộc người thiết kế phải sử dụng không chỉ một tàu mẫu gắn với tàu thiết kế mà có thể nhiều tàu mẫu khác.

Để thực hiện thành công việc thiết kế một con tàu nhằm thoả mãn tốt nhất tất cả các nhiệm vụ và mục đích đã được đặt ra từ đầu, người thiết kế không chỉ chú ý đến việc sử dụng các số liệu thống kê có tính chất trung bình mà còn phải chú ý đến độ lệch của các đại lượng [2, 3]. Các số liệu thống kê được xử lý một cách đúng đắn sẽ có giá trị rất lớn đối với việc thiết kế tàu mới, thứ nhất - tạo ra khả năng xem xét khuynh hướng thay đổi các đặc trưng, thứ hai - cho phép khảo sát các giới hạn mà trong đó các đại lượng được sử dụng trong thiết kế có khả năng dao động và tiến hành so sánh chúng với các số liệu thường gặp trong thực tế của ngành đóng tàu trên thế giới.

Căn cứ vào các số liệu thống kê đã được thu thập và xử lý mà từ đó hàng loạt các mối quan hệ sẽ được áp dụng trong thiết kế tàu. Ví dụ, V. L. Po-zu-nin đã đề nghị áp dụng mối quan hệ giữa chiều dài của tàu với tốc độ vận hành của nó trên cơ sở các số liệu thống kê [4]. Mối quan hệ đã được xác lập giữa các đặc trưng của tàu, việc thống kê sẽ cho phép nghiên cứu và xem xét về sự thay đổi một vài đặc trưng của tàu mẫu khi chuyển tới tàu thiết kế. Những khó khăn và tính phức tạp của việc tính đến tất cả các yêu cầu đối với con tàu mà chúng có ảnh hưởng đến các kích thước chủ yếu, các hệ số béo đặc trưng cho hình dáng và hàng loạt các đặc trưng phụ khác buộc người thiết kế phải áp dụng phương pháp gần đúng liên tục. Theo phương pháp này, một đại lượng thiết kế sẽ nhận được hàng loạt các giá trị mà trong đó người thiết kế chỉ dừng lại ở bước tính cuối cùng khi nhận thấy rằng giá trị cuối cùng ấy có thể chấp nhận được. Phương pháp này cần được áp dụng một cách hợp lý sao cho có thể giảm được số lần tính gần đúng và cho kết quả cuối cùng đủ độ tin cậy.

Từ những thông tin và số liệu tích lũy được và việc xử lý chúng để sử dụng trong thiết kế sẽ cho phép giảm số lần gần đúng, thậm chí có thể không cần thiết. Như vậy, vùng (phạm vi) các số liệu càng được nghiên cứu và áp dụng nhiều thì số lần gần đúng trong tính toán càng ít.

4. Các giai đoạn thiết kế

Các giai đoạn nghiên cứu thiết kế tàu có thể được chia như sau:

- Xây dựng nhiệm vụ thu thiết kế (nhiệm vụ kỹ thuật);
- Thiết kế tiền khởi thảo (thiết kế sơ bộ);
- Thiết kế khởi thảo (thiết kế cơ bản - Basic Design);
- Thiết kế kỹ thuật.

Nhiệm vụ thư thiết kế được người đặt hàng (Bộ hàng hải hoặc Công ty vận tải thủy, Bộ hoặc Công ty khai thác hải sản, hoặc một số các tổ chức kinh tế có thẩm quyền khác) xây dựng và phê duyệt. Chúng cần chứa các nội dung sau đây:

- Công dụng và loại tàu;
- Cấp tàu (phân cấp theo Quy phạm hiện hành);
- Vùng và tầm xa bơi lội, thời gian tính toán các yếu tố dự trữ;
- Tốc độ tàu hoặc công suất động cơ chính;
- Loại và kiểu thiết bị năng lượng;
- Các hạn chế kích thước chủ yếu của tàu do điều kiện khai thác;
- Đặc trưng hàng hoá và yêu cầu đối với sức chở hàng, dung tích chở hàng và hành khách;
- Các yêu cầu về tiện nghi;
- Các yêu cầu đặc biệt đối với các tính chất khác của tàu, thiết bị, máy móc, hệ thống...;
- Các yêu cầu đối với mức độ tự động điều khiển tổ hợp thiết bị năng lượng và tàu nói chung, đối với trang thiết bị thông tin liên lạc và nghỉ khí hàng hải;
- Biên chế thuyền viên.

Tham gia vào nhiệm vụ thư thiết kế gồm có các yêu cầu có liên quan đến các chỉ tiêu kinh tế về đóng mới và khai thác tàu.

Nhiệm vụ thư thiết kế được phê duyệt sẽ được chuyển cho cơ quan hoặc tổ chức thiết kế để tiến hành giai đoạn thiết kế tiền khởi thảo. Cơ sở của việc nghiên cứu thiết kế này là kiểm tra tính khả thi và sự phù hợp của các yêu cầu do nhiệm vụ thư đặt ra, khả năng trang bị đồng bộ cho tàu bởi các trang thiết bị chủ yếu, giải trình tính cần thiết của việc nghiên cứu và tìm tòi áp dụng các kiểu thiết bị mới trong ngành đóng tàu. Trong trường hợp cần thiết cần tiến hành nghiên cứu bổ sung các phương án giải quyết có thể. Ở giai đoạn này (còn gọi là giai đoạn thiết kế ban đầu) các phương pháp giải tích để xác định lượng chiếm nước, kích thước chủ yếu và hệ số béo đặc trưng cho hình dáng tàu đóng vai trò đặc biệt quan trọng.

Ở giai đoạn thiết kế tiền khởi thảo cần xây dựng phương án xuất phát nhằm thoả mãn các yêu cầu của nhiệm vụ thiết kế và tiếp theo sau đó là hàng loạt các phương án về kích thước và hệ số béo. Phương án về kích thước và hình dáng cần được biện luận lựa chọn một cách hợp lý trên cơ sở các tiêu chuẩn và trong trường hợp này phương án xuất phát được coi là tàu mẫu gắn với tàu thiết kế.

Kết quả của giai đoạn này sẽ được dùng làm cơ sở xây dựng tuyến hình lý thuyết và bản vẽ bố trí chung cho tàu. Các bản vẽ này sẽ đảm bảo khả năng kiểm tra tính đúng đắn của các đặc trưng đã được đưa vào thiết kế.

Thiết kế tiền khởi thảo sau khi đã được phía đặt hàng thẩm định và đồng ý sẽ là cơ sở cho các giai đoạn thiết kế tiếp theo.

Giai đoạn thiết kế khởi thảo (thiết kế cơ bản). Giai đoạn này sẽ tiến hành chính xác hoá các đặc trưng của tàu, các trang thiết bị, các nghiên cứu chi tiết hơn về các bản vẽ và tính toán.

Sau khi kết quả của giai đoạn thiết kế khởi thảo được hai bên chấp nhận, giai đoạn thiết kế kỹ thuật sẽ được thực hiện. Mục đích của giai đoạn này là hoàn chỉnh lần cuối cùng các giải pháp kết cấu và công nghệ thuộc phần thân tàu, trang thiết bị động lực, trang thiết bị buồng trên tàu, tính đồng bộ của tổ hợp thiết bị năng lượng, thiết bị và hệ thống tàu.v.v. Xây dựng quy trình công nghệ đóng mới cho tàu thiết kế tại một nhà máy cụ thể và lập ra bảng danh mục đơn đặt hàng về trang thiết bị và vật liệu.

Ở giai đoạn thứ ba - khi nghiên cứu thiết kế kỹ thuật, theo nguyên tắc không cần xem xét các đặc trưng kỹ thuật của tàu đã được thừa nhận trong giai đoạn thiết kế khởi thảo. Trong giai đoạn này không cần thay đổi kích thước chủ yếu, hình dáng, kiểu kiến trúc của tàu.

Cần nhận rõ rằng, thiết kế các tàu dân dụng phải tuân thủ chặt chẽ các yêu cầu đã được nêu trong các Quy phạm đóng tàu hiện hành.

Sau khi thiết kế kỹ thuật đã được phê duyệt cần tiến hành xây dựng các bản vẽ thi công có nghĩa là tập hợp các bản vẽ cho phép tổ chức quá trình công nghệ thi công, lắp ráp các bộ phận kết cấu thân tàu, lắp đặt các trang thiết bị, hệ thống...Việc đóng một con tàu sẽ được hoàn thiện bằng việc thử và bàn giao nó cho phía đặt hàng. Giai đoạn này mặc dầu không thuộc về bất cứ giai đoạn thiết kế nào nhưng sự khái quát các kết quả của chúng sẽ là những tài liệu vô cùng quý giá để thiết kế tốt những con tàu tiếp theo. Ví dụ như khi thử và bàn giao tàu có thể xuất hiện một vài yếu tố không mong muốn (thiếu ổn định, tàu bị rung và bị ồn quá mức cho phép...) mà chúng đã không được giải quyết trong thiết kế kỹ thuật hoặc trong giai đoạn thiết kế thi công.

Nhiều nhược điểm của tàu bị gây nên do việc lập nhiệm vụ thư thiết kế hoặc việc lựa chọn các yếu tố chủ yếu không hợp lý sẽ nảy sinh trong quá trình khai thác. Từ đó cần thấy rõ tính chất quan trọng của những giải pháp hợp lý cho việc lập nhiệm vụ thiết kế và lựa chọn các yếu tố chủ yếu của tàu.

Chương 1

TRỌNG LƯỢNG TÀU

1.1. KHÁI NIỆM CHUNG

Lượng chiếm nước của tàu là đặc trưng kích thước quan trọng nhất trong số các đại lượng thiết kế và có quan hệ mật thiết với các trọng lượng thành phần (TLTP). Các thành phần trọng lượng này có ảnh hưởng rất lớn đến các đặc trưng khác của tàu. Tập hợp tất cả các trọng lượng này sẽ hợp thành lượng chiếm nước trọng lượng của tàu thiết kế và sẽ được viết dưới dạng:

$$D \approx \sum_{i=1}^n P_i \quad (1.1)$$

trong đó:

D - lượng chiếm nước trọng lượng;

T; P_i - trọng lượng thành phần thứ i , T.

Nói cách khác lượng chiếm nước D được hợp thành bởi hai nhóm trọng lượng: Nhóm thứ nhất bao gồm các trọng lượng không thay đổi trong quá trình khai thác và được coi là trọng lượng tàu không hay còn gọi là lượng chiếm nước tàu không (ký hiệu: D_{ik}). Nhóm này có ảnh hưởng đáng kể đến giá thành đóng mới và các chi phí khai thác sau này của tàu thiết kế. Nhóm thứ hai bao gồm các trọng lượng thay đổi và chúng sẽ hợp thành trọng tải của tàu (ký hiệu: P_n).

Các trọng lượng thành phần P_i đều có tọa độ trọng tâm và mô men tĩnh tương ứng đối với hệ tọa độ đã được chọn. Trong bảng liệt kê các trọng lượng thành phần ứng với một trạng thái tải trọng xác định cần thể hiện đầy đủ các yếu tố nêu trên (xem bảng 1.1).

Bảng 1.1

Mã số các TLTP	Tên gọi các TLTP	TLTP thứ i P_i , T	Cánh tay đòn, m			Mô men tĩnh, T.m			Ghi chú
			X_i	Y_i	Z_i	M_{ix}	M_{iy}	M_{iz}	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)

1.2. NGUYÊN TẮC PHÂN CHIA CÁC TRỌNG LƯỢNG THÀNH PHẦN

Các trọng lượng thành phần hợp thành lượng chiếm nước trọng lượng của tàu ứng với một trạng thái tải trọng xác định sẽ được phân chia theo nguyên tắc phân nhóm có cùng tính chất (xét một cách tương đối). Để đơn giản hoá quá trình tính toán và thống kê các trọng lượng nêu trên trong giáo trình này sẽ giới thiệu nguyên tắc mã hoá các trọng lượng thành phần theo phương pháp do các nhà thiết kế tàu thuộc Liên Xô (cũ) đề xướng.

Mỗi trọng lượng thành phần P_i sẽ được thể hiện bằng chữ P với chỉ số là một dãy 5 cặp số trong dãy số tự nhiên. Tuỳ theo mức độ phân nhóm mà mỗi thành phần trọng lượng sẽ được viết cụ thể với các chỉ số là một hoặc nhiều cặp số nhưng không quá 5. Ví dụ nếu ta viết P_{010101} thì đây chính là phân nhóm trọng lượng vỏ bao ngoài, tôn lát đáy đôi thuộc nhóm trọng lượng vỏ thép trong thành phần trọng lượng vỏ bao nói chung. Tương tự P_{010102} - trọng lượng tôn boong, tôn lát sàn; P_{010103} - trọng lượng tôn vách; P_{010104} - trọng lượng thượng tầng, lầu, cột; P_{010105} - trọng lượng các cơ cấu đặc biệt.v.v.

Khi sử dụng các số liệu thống kê từ tàu mẫu với cách phân chia trọng lượng thành phần theo nguyên tắc cũ cần chú ý đến nguyên tắc vừa nêu nhằm tránh nhầm lẫn. Trong bảng 1.2 sẽ giới thiệu cách phân chia các trọng lượng thành phần đối với các tàu vận tải dân dụng theo nguyên tắc vừa nêu ở trên.

Nguyên tắc phân chia các trọng lượng thành phần

Bảng 1.2

Các đặc trưng	Tên gọi các TLTP	Mã hoá theo tiêu chuẩn	Kí hiệu	
			Theo mã số	Theo công dụng
Lượng chiếm nước (LCN) tàu không: D_k	Thân tàu	01	P_{01}	P_v
	Thiết bị	02	P_{02}	P_{tb}
	Hệ thống	03	P_{03}	P_{ht}
	Thiết bị năng lượng	04	P_{04}	P_m
	Hệ thống điện và điều khiển	05	P_{05}	$P_{hđ}$
	Trang thiết bị vũ khí	07	P_{07}	P_{vkh}
	Dự trữ phụ tùng, vật tư	09	P_{09}	P_{pt}
	Dẫn tàu (dẫn cố định)	10	P_{10}	$P_{đđ}$
	Dự trữ LCN	11	P_{11}	$P_{ΔD}$
	Hàng lỏng cố định	12	P_{12}	P_{hlcd}
	Trang thiết bị thuyền viên	13	P_{13}	P_{tblv}
Trọng tải: P_n	Thuyền viên, lương thực, thực phẩm, nước uống	14	P_{14}	P_z
	Hàng hoá	15	P_{15}	P_h
	Dự trữ nhiên liệu, dầu mỡ, nước cấp	16	P_{16}	P_{nl}
	Hàng lỏng thay đổi	17	P_{17}	P_{hl}
	Nước dẫn	18	P_{18}	P_d

1.3. LƯỢNG CHIẾM NƯỚC TÀU KHÔNG, DỰ TRỮ LƯỢNG CHIẾM NƯỚC

Các thành phần trọng lượng cố định sẽ hợp thành lượng chiếm nước tàu không. Tham gia vào LCN tàu không còn có cả dự trữ lượng chiếm nước. Nó chỉ được tính đến trong giai đoạn thiết kế và đóng mới nhằm bù đắp sự vượt quá trọng lượng do việc sử dụng các số liệu thống kê không đủ độ tin cậy, do không tính đến một vài thành phần trọng lượng chiếm tỷ lệ nhỏ so với các thành phần trọng lượng khác trong giai đoạn thiết kế ban đầu và do một vài lý do không quan trọng khác.v.v. Điều này chứng tỏ rằng càng tích lũy được nhiều kinh nghiệm trong tổ chức thiết kế, càng giám sát chặt chẽ mức chi phí nguyên vật liệu cho quá trình gia công chi tiết bao nhiêu càng giảm được dự trữ LCN bấy nhiêu.

Đối với những tàu đã được đóng và đưa vào khai thác thành phần dự trữ LCN sẽ được loại ra khỏi bảng 1.2. Như vậy nếu dự trữ LCN không được sử dụng hoàn toàn thì có thể cho phép giảm chiều chìm hoặc tăng trọng lượng hàng hoá. Trong một vài trường hợp theo yêu cầu của người đặt hàng, dự trữ LCN sẽ được dành cho việc trang bị lại hoặc hiện đại hoá tàu sau một thời gian khai thác.

Dự trữ LCN có thể được xác định bằng tổng của độ sai lệch dương ngẫu nhiên của các khoản mục trọng lượng. Tuy nhiên nó cũng có thể được xác định bằng cách sử dụng các số liệu thống kê từ các tàu mẫu đã được đóng và khai thác.

1.4. TRỌNG TẢI

Đối với các tàu dân dụng, trọng tải của tàu sẽ được xác định bởi hiệu số giữa lượng chiếm nước toàn tải và lượng chiếm nước tàu không và sẽ được xác định bằng biểu thức sau:

$$P_n = D - D_{tk} \quad (1.2)$$

Theo bảng 1.2, trọng tải bao gồm trọng lượng hàng có ích và các thành phần trọng lượng thay đổi khác. Trọng lượng hành khách cùng với hành lý và những đồ dùng thiết yếu, dự trữ nước ngọt, lương thực, thực phẩm cho khách cũng được coi là hàng có ích.

Tham gia vào các thành phần trọng lượng thay đổi gồm có dự trữ nhiên liệu, nước cấp cho nồi hơi, dầu mỡ bôi trơn, thuyền viên kể cả hành lý, dự trữ lương thực, thực phẩm, nước ngọt. Trọng tải của tàu dân dụng có thể được viết dưới dạng

$$P_n = P_z + P_h + P_{nl} + P_{hl} + P_d = \sum_{i=14}^{i=18} P_i \quad (1.3)$$

Tuỳ theo mức độ chi phí nhiên liệu hoặc mức giảm trọng lượng hàng có ích mà tàu có thể được tiếp nhận thêm một lượng nước dằn thích hợp. Trong một số trường hợp lượng nước dằn có thể được lấy nhiều hơn cả trọng lượng hàng có ích, trọng lượng nhiên liệu dự trữ nhằm đảm bảo chất lượng hành hải và các yêu cầu an toàn khác, ví dụ các tàu chở gỗ, tàu nghiên cứu khoa học và tàu công nghiệp hải sản.

Trọng tải cũng có thể được coi là đặc trưng khá quan trọng của trọng lượng tàu cũng giống như lượng chiếm nước và trọng lượng hàng có ích. Rõ ràng khi rút ngắn tuyến hành trình so với tính toán ban đầu, sức chở hàng sẽ được tăng lên nhờ giảm mức chi phí nhiên liệu (tất nhiên chỉ khi dung tích khoang hàng đủ đảm bảo).

Cần phải thừa nhận ý nghĩa của quan điểm và khái niệm về trọng tải khi xem xét các đặc tính kỹ thuật-khai thác của tàu. Tuy nhiên không nên quên rằng mối quan hệ vật lý của các đặc trưng thiết kế (như kích thước, tốc độ) với trọng tải sẽ không được chặt chẽ như mối quan hệ với lượng chiếm nước.

1.5. CÁC DẠNG LƯỢNG CHIẾM NƯỚC

Trong thời gian hành trình lượng chiếm nước của tàu sẽ bị giảm chủ yếu do mức tiêu hao nhiên liệu của tổ hợp thiết bị năng lượng. Đối với các tàu dân dụng, đặc biệt là các tàu vận tải mức độ thay đổi lượng chiếm nước được coi như không đáng kể vì dự trữ nhiên liệu đối với những tàu này là không lớn do tốc độ thấp.

Hiện nay cùng với sự tăng tốc độ và sự xuất hiện các tàu cao tốc (như tàu cánh ngầm, tàu lướt, tàu chạy trên đệm khí) sự thay đổi lượng chiếm nước trên tuyến hành trình trở nên rất lớn có thể làm ảnh hưởng đến chất lượng hành hải của tàu vì vậy cần phải tính đến chúng trong các giai đoạn tính toán và thiết kế. Như vậy, đối với tàu cao tốc cần lấy lượng chiếm nước ứng với tốc độ trung bình để tính toán. Đối với các tàu dân dụng cần quan tâm đến lượng chiếm nước tàu không, lượng chiếm nước toàn tải.

Ngoài ra trong thực tế tính toán đối với các tàu dân dụng còn phải để ý đến một số dạng lượng chiếm nước trung gian khác mà tại đó tính ổn định và chống chìm có khả năng xấu đi (bảng 1.3).

Đối với các loại tàu chiến cần khảo sát một vài trạng thái lượng chiếm nước sau:

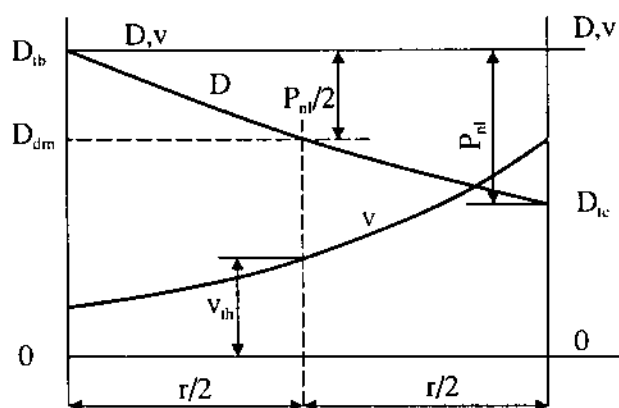
- + Lượng chiếm nước tàu không (D_k);
- + Lượng chiếm nước tiêu chuẩn (D_c) - khác với LCN tàu không ở chỗ có thêm trọng lượng dự trữ cho chiến đấu và trọng lượng trang thiết bị khí tài quân sự;
- + Lượng chiếm nước toàn tải (D) - được tính giống như tàu dân dụng;
- + Lượng chiếm nước định mức (D_{dm}) - LCN khi thử tàu chính thức. Nó khác với LCN tiêu chuẩn ở chỗ chỉ có 50% dự trữ nhiên liệu, nước cấp, dầu mỡ bôi trơn tương ứng với tầm xa bơi lội định trước;
- + Lượng chiếm nước cực đại D_{max} .

Các dạng lượng chiếm nước tính toán của tàu dân dụng (%)

Bảng 1.3

Loại lượng chiếm nước	Mã số và tên gọi các trọng lượng thành phần				
	14. "Thuyền viên, lương thực, v.v."	15. "Hàng chuyên chở"	16. "Nhiên liệu, dầu mỡ, nước cấp"	17. "Hàng lỏng thay đổi"	18. "Đàn lỏng"
Với 100% hàng và dự trữ	100	100	100		
Với 100% hàng và 10% dự trữ	*	100	10	} Tuỳ theo nhu cầu	
Không hàng với 100% dự trữ	100	0	100		
Không hàng với 10% dự trữ	**	0	10		

* Phân nhóm trọng lượng "Thuyền viên kể cả hành lý" $P_{140101} - 100\%$.
 ** Phân nhóm "Lương thực" P_{140202} và "Nước ngọt" $P_{140203} - 10\%$.



Hình 1.1. Thay đổi lượng chiếm nước và tốc độ của tàu khi có tiêu hao nhiên liệu.

v_{th} - tốc độ của tàu khi thử.

1.6. HỆ SỐ LỢI DỤNG LƯỢNG CHIẾM NƯỚC

Hệ số lợi dụng lượng chiếm nước theo trọng tải:

$$\eta_D = \frac{P_n}{D} \quad (1.4)$$

Hệ số lợi dụng lượng chiếm nước theo trọng lượng hàng tinh:

$$\eta_h = \frac{P_h}{D} \quad (1.5)$$

Cả hai hệ số này đều được dùng để đánh giá mức độ sử dụng lượng chiếm nước của tàu vận tải theo công dụng trực tiếp của chúng.

Đối với tàu vận tải hàng hoá các hệ số nêu trên đạt được giá trị cao nhất. Công dụng chủ yếu của chúng là cho phép xác định sơ bộ lượng chiếm nước toàn tải của tàu. Từ các công thức (1.4) và (1.5) có thể rút ra hai công thức tương ứng sau:

$$D = \frac{P_n}{\eta_D} \quad (1.6)$$

$$D = \frac{P_h}{\eta_h} \quad (1.7)$$

Các hệ số này đều được xác định theo số liệu thống kê từ tàu mẫu. Tuy nhiên kết quả xác định lượng chiếm nước theo các công thức (1.6) và (1.7) chỉ có tính chất định hướng (gần đúng) bởi vì có thể có một vài sự thay đổi cần thiết đối với tàu thiết kế, ví dụ sự thay đổi của một trong các trọng lượng tương đối cũng có thể làm ảnh hưởng đến các hệ số lợi dụng lượng chiếm nước.

Thực tế từ (1.3) và (1.4) có thể viết lại biểu thức xác định hệ số lợi dụng lượng chiếm nước theo trọng tải dưới dạng sau:

$$\eta_D = \frac{P_n}{D} = \frac{D - \sum_{i=01}^{i=03} P_i - \sum_{i=05}^{i=13} P_i}{D} - \frac{P_{04}}{D} \quad (1.8)$$

Trong công thức (1.8) cần tính đến sự thay đổi trọng lượng trang thiết bị năng lượng P_n (P_{04}) vì thành phần trọng lượng này luôn có quan hệ chặt chẽ với tốc độ thiết kế và kiểu thiết bị năng lượng.

Nhìn chung tốc độ của tàu cũng có ảnh hưởng cả đến hệ số lợi dụng lượng chiếm nước theo trọng lượng hàng hoá mà độ lớn của nó cũng có thể được xác định theo công thức sau:

$$\eta_h = \frac{P_h}{D} = \frac{D - \sum_{i=01}^{i=03} P_i - \sum_{i=05}^{i=14} P_i - \sum_{i=17}^{i=18} P_i}{D} - \frac{P_{04} + P_{16}}{D} \quad (1.9)$$

Như vậy trong trường hợp này tốc độ và kiểu thiết bị năng lượng ảnh hưởng không chỉ đến trọng lượng máy mà cả đến trọng lượng nhiên liệu dự trữ.

Cần thận trọng khi sử dụng công thức (1.6) và (1.7) để xác định sơ bộ lượng chiếm nước đặc biệt đối với những tàu có hệ số lợi dụng lượng chiếm nước thấp như tàu chở khách và những tàu có sức chở không lớn.

Các thành phần trọng lượng đối với những tàu có công dụng khác nhau được giới thiệu trong bảng 1.4.

Các thành phần trọng lượng đặc trưng đối với một số tàu biển

Bảng 1.4

Công dụng của tàu	Mã số và tên gọi các trọng lượng thành phần (TLTP), %D						
	01. "Thân tàu"	02. "Thiết bị tàu"	03. "Hệ thống tàu"	04. "Thiết bị năng lượng"	05. "Hệ thống điện"	10. "Dàn cố định"	11. "Dự trữ LCN"
Chở khách viễn dương	42,50	3,14	2,50	8,62	2,30	2,31	2,00
Chở hàng bách hoá	20,3-22,1	2,2-2,4	0,7 - 1,7	3,0-7,0	0,6-3,0	-	0,3-1,8
Chở gỗ	23,8-25,2	2,7-2,8	0,8-0,9	2,9-3,8	1,3-1,5	-**	0,9-1,4
Chở container	27,10	3,00	1,10	4,30	1,20	-**	0,50
Chở hàng bao kiện	17,10-25,60	0,70-1,10	0,50-0,70	1,90-1,40	0,30	-**	0,40-1,20
Chở dầu	12,90-23,80	0,70-1,20	0,70-2,0	0,90-4,0	0,10-0,60	-	0,30-1,00
Công nghiệp hải sản	34,80-46,60	3,40-12,40	0,80-2,50	4,70-11,10	1,20-2,10	-	1,70-2,90
Kéo, lai dắt	39,60-54,20	6,40-8,80	1,60-3,80	10,90-24,70	1,10-5,30	-	1,60-4,0
*Số liệu thống kê cho một tàu.							
** Số liệu thống kê cho một vài tàu có thể đạt được từ 10 + 15 % D.							

Công dụng của tàu	Mã số và tên gọi các trọng lượng thành phần (TLTP), %D					
	12. "Hàng lỏng cố định"	14. "Thuyền viên, lương thực..."	16. "Nhiên liệu dự trữ..."	Các TPTL khác	Hệ số lợi dụng LCN theo sức chở η_h	Hệ số lợi dụng LCN theo trọng tải η_o
Chở khách viễn dương	2,58	0,42	10,00	0,63	23,00	33,00
Chở hàng bách hoá	0,2-1,0	0,09-2,82	2,60-13,0	0,02-0,30	45,0-61,0	50,0-73,0
Chở gỗ	0,7-0,9	0,16-0,76	6,00-8,00	0,05-0,15	57,0-60,0	65,0-68,0
Chở container	0,89	0,21	6,50	0,20	55,00	62,00
Chở hàng bao kiện	0,2-0,3	0,09-0,80	7,0-10,0	0,024-0,114	60,0-69,0	67,0-79,0
Chở dầu	0,40-0,70	0,09-0,81	4,0-9,0	0,02-0,10	56,0-80,0	60,0-84,0
Công nghiệp hải sản	0,60-1,30	2,90-5,80	6,0-16,30	0,21-4,21	1,0-29,0	20,0-47,0
Kéo, lai dắt	0,9-2,2	1,3-4,0	9,0-26,5	0,81-2,71	0,00	11,0-30,0
Ghi chú:						
D - Lượng chiếm nước trọng lượng.						
* Số liệu thống kê cho một tàu.						
** Số liệu thống kê cho một vài tàu có thể đạt được từ 10 + 15 % D.						

Vi phân biểu thức (1.6) hoặc (1.7) khi P_h và P_n là hằng số ta sẽ nhận được kết quả sau:

$$dD = -\frac{P_h}{\eta_h^2} d\eta_h = -\frac{D}{\eta_h} d\eta_h; \quad \frac{dD}{D} = -\frac{d\eta_h}{\eta_h}$$

Nếu coi giá trị của hệ số lợi dụng lượng chiếm nước bằng 0,01 thì đối với những tàu có trọng lượng hàng hoá chiếm ưu thế lượng chiếm nước sẽ được xác định đủ chính xác. Còn đối

với những tàu có hệ số lợi dụng lượng chiếm nước thấp độ chính xác của việc xác định lượng chiếm nước sẽ bị giảm.

Trọng lượng hàng hoá có ích và hệ số lợi dụng lượng chiếm nước đặc biệt lớn đối với các tàu chở dầu, bởi vì kết cấu của chúng khá đơn giản, tốc độ không quá lớn và phần chủ yếu của lượng chiếm nước được sử dụng để chở hàng. Hệ số lợi dụng lượng chiếm nước đối với các tàu chở hàng khô thấp hơn chút ít so với tàu chở dầu vì cần trang bị hệ thống bốc dỡ hàng hoá và trong một số trường hợp do tăng tốc độ của những tàu kiểu này (tàu chở hàng chuyên tuyến). Các tàu chở hàng đông lạnh có hệ số lợi dụng lượng chiếm nước đặc biệt thấp do đặc điểm về kiến trúc và kết cấu của chúng, do sự có mặt của hệ thống bảo quản hàng đông lạnh.

Đối với các loại tàu kéo, tàu lai dắt khái niệm về hệ số lợi dụng lượng chiếm nước hầu như không có ý nghĩa do công dụng của chúng (trọng lượng hàng bằng 0).

Chương 2

MỐI QUAN HỆ GIỮA CÁC TRỌNG LƯỢNG THÀNH PHẦN VỚI CÁC ĐẶC TRƯNG CHỦ YẾU CỦA TÀU

2.1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Phương trình trọng lượng cho phép xác định lượng chiếm nước của tàu chỉ có thể giải được trong trường hợp khi đã thiết lập được mối quan hệ toán học giữa các thành phần trọng lượng tham gia vào trọng lượng chung của tàu, các kích thước chủ yếu, hình dáng vỏ bao, các yêu cầu đặt ra đối với tốc độ, tầm xa bơi lội, số lượng hành khách v.v. cũng như các tiêu chuẩn và định mức đã được thừa nhận trong ngành đóng và khai thác tàu.

I. G. Bud-nov một nhà nghiên cứu thiết kế tàu nổi tiếng người Nga đã khẳng định rằng “Việc áp dụng thành công phương pháp đã được xây dựng để xác định các yếu tố kích thước chính của tàu phụ thuộc rất nhiều vào mức độ phong phú, độ tin cậy và sự nghiên cứu một cách nghiêm túc các số liệu thống kê từ tàu mẫu đã được đóng và khai thác. Đáng tiếc là sự tích lũy và nghiên cứu các số liệu này chỉ mới bắt đầu, vì vậy chúng chưa thể đáp ứng kịp thời các đòi hỏi thực tế của công tác thiết kế và đóng mới tàu thuyền. Rõ ràng không nên “bịa” ra một phương pháp mà nó lại cho khả năng nhận được các kết quả tin cậy khi dựa trên các số liệu không đủ độ tin cậy” [1].

Đặc trưng hình học chung nhất của tàu là lượng chiếm nước thể tích:

$$V = k\delta LBT \quad (2.1)$$

trong đó: k - hệ số để ý đến phần nhô thuộc bề mặt ngâm nước của thân tàu ($k < 1,01$ và sẽ được giảm đồng thời với mức độ tăng của các kích thước tàu);

δ - hệ số béo chung (hay còn gọi là hệ số béo thể tích);

L, B, T - chiều dài, chiều rộng, chiều chìm tính toán của tàu thiết kế.

Trọng lượng của tàu và lượng chiếm nước của nó có quan hệ với nhau thông qua định luật Ac-si-met:

$$D = \gamma V = k\gamma\delta LBT \quad (2.2)$$

trong đó:

γ - trọng lượng riêng của nước, T/m^3 ;

V - thể tích lượng chiếm nước, m^3 ;

Biểu thức (2.2) được gọi là phương trình lực nổi.

2.2. TRỌNG LƯỢNG THÂN TÀU

Trọng lượng thân tàu mang mã số “01” và được ký hiệu là P_{01} (hoặc P_v). Chúng bao gồm:

0101 - nhóm trọng lượng vỏ thép;

010101- phân nhóm trọng lượng vỏ bao ngoài, kết cấu mạn;

010102- phân nhóm trọng lượng các tầng boong, tầng sàn;

010103- phân nhóm trọng lượng các vách ngăn;

010104- phân nhóm trọng lượng thượng tầng, lầu và các cột;

010105- phân nhóm trọng lượng các kết cấu đặc biệt;

010106- phân nhóm trọng lượng các kết cấu phần nhỏ;

0102- nhóm các trọng lượng kết cấu gia cường và bộ máy;

0103- nhóm các trọng lượng thuộc các chi tiết riêng;

0104- nhóm các trọng lượng thuộc phần kết cấu phi kim loại;

0105- nhóm các trọng lượng sơn, bọc lót;

0106- nhóm các trọng lượng cách nhiệt và bảo vệ;

0107- nhóm trọng lượng không khí đọng lại trong thân tàu thấp hơn đường nước tính toán mà áp lực của chúng không cân bằng được với áp lực khí quyển;

0108- nhóm các trọng lượng trang thiết bị phòng ở.

Sự phân bố trọng lượng trong thành phần trọng lượng thân tàu được thể hiện gần đúng trong bảng 2.1.

**Các nhóm trọng lượng hợp thành trọng lượng thân tàu
đối với một số tàu vận tải (Theo % P_v)**

Bảng 2.1

Loại tàu	Thân tàu trần (chưa có trang bị buồng ở)	Thân tàu vỏ thép	Trang thiết bị buồng ở
	Nhóm các trọng lượng thành phần		
	0101 - 0107	0101	0108
Tàu khách viễn dương	97	67	3
Tàu hàng khô tổng hợp	95 + 98	77 + 90	2 + 5
Tàu chở dầu	98 + 99	97 + 98	1 + 2

Để xác định trọng lượng thân tàu đối với tàu thiết kế ta có thể sử dụng hàng loạt các công thức được biểu diễn dưới dạng hàm số của lượng chiếm nước, các thông số kích thước chính, hệ số béo chung.

Nhóm công thức đơn giản nhất được viết dưới dạng sau:

$$P_v = P_{01} = p_v D = p_{01} D \quad (2.3)$$

$$P_{vir} = p_{vir} D \quad (2.4)$$

$$P_{vbo} = p_{vbo}D \quad (2.5)$$

trong đó:

$p_{01} = p_v, p_{vir}, p_{vbo}$ - được gọi là các trọng lượng đơn vị và thường dao động trong phạm vi khá rộng.

Phân nhóm trọng lượng trang thiết bị buồng ở (0108) có thể được xác định đủ chính xác khi sử dụng mối quan hệ sau:

$$P_{vbo} = P_{0108} = p_{0108}D^{2/3} \quad (2.6)$$

Vật liệu đóng tàu có ảnh hưởng rất lớn đến thành phần trọng lượng thân tàu. Điều này được minh hoạ bởi ví dụ sau: Hãy so sánh hai tàu chở dầu có cùng kích thước cơ bản, cùng kiểu kiến trúc nhưng lại khác nhau về vật liệu chế tạo thân tàu (xem bảng 2.2).

**Đặc trưng trọng lượng thân tàu dầu được chế tạo
từ thép và từ hợp kim nhẹ**

Bảng 2.2

Đặc trưng của tàu	Loại vật liệu chính chế tạo thân tàu	
	Thép	Hợp kim nhẹ
Lượng chiếm nước tàu không D_w/D	25,2	15,4
Hệ số lợi dụng lượng chiếm nước:		
- theo trọng lượng hàng hoá	66,0	75,8
- theo trọng tải	74,8	84,6

Đối với các tàu hàng khô $p_{0108} = 0,06 \div 0,02$;

Đối với tàu chở dầu $p_{0108} = 0,05 \div 0,02$.

Trọng lượng thân tàu còn có thể được xác định bằng nhóm công thức khác:

$$P_{01} = P_v = q_{01}LBH; \quad (2.7)$$

$$P_{vir} = q_{vir}LBH; \quad (2.8)$$

$$P_{vbo} = q_{vbo}LBH; \quad (2.9)$$

$$P_{vbo} = P_{0108} = q_{0108}(LBH)^{2/3}. \quad (2.10)$$

So sánh các công thức này với các công thức (2.3) - (2.6), ta sẽ nhận được nhóm các công thức sau:

$$\left. \begin{aligned} p_v D &= q_v LBH; \\ p_v k \gamma \delta LBT &= q_v LBH \end{aligned} \right\} \quad (2.11)$$

và
$$p_v = \frac{q_v}{\gamma k \delta} \frac{H}{T} \quad (2.12)$$

Công thức (2.12) được dùng để xác định mối quan hệ giữa trọng lượng đơn vị tính theo lượng chiếm nước và theo tích số LBH.

Để chính xác hoá việc tính toán trọng lượng thân tàu ta cần bổ sung vào công thức (2.9)

các đại lượng kể đến ảnh hưởng của hệ số béo chung và tỷ số H/T. Theo Arnott công thức (2.9) sẽ được viết lại dưới dạng [17]

$$P_{vbo} = q'_{vbo} LBH(\delta + a)(L/H)^{1/2}, \text{ khi } a = 2 \quad (2.13)$$

Theo V. M. Vekc-ler [6] $a = 0,8 \div 1,3$ đối với tàu chở dầu. Trung bình có thể lấy $a = 1,05$. Khi hệ số béo chung $\delta = 0,5 \div 0,85$ đại lượng $(\delta + 1,05)$ có thể được thay thế bởi biểu thức $1,98\delta^{1/3}$ với sai số tương đối $< 1,5\%$.

Như vậy biểu thức (2.13) sẽ được viết lại dưới dạng sau:

$$P_{vbo} = 1,98\delta^{1/3} q'_{vbo} LBH(L/H)^{1/2} \quad (2.14)$$

hoặc cũng có thể viết

$$P_{vbo} = \delta^{1/3} q''_{vbo} L^{3/2} BH^{1/2} \quad (2.15)$$

Kết quả nghiên cứu của L. M. No-gid dựa trên cơ sở số liệu thống kê hàng loạt các tàu vận tải [13] đã cho phép ông thiết lập được công thức gần với công thức (2.15) chỉ có khác số mũ của các đại lượng L và B:

$$P_{vbo} = \delta^{1/3} q'''_{vbo} L^{5/4} B^{3/4} H^{1/2} \quad (2.16)$$

Các công thức (2.14), (2.15) và (2.16) cho kết quả tốt hơn các công thức (2.5), (2.9) và (2.10) nhưng khi có sự sai khác không lớn giữa tàu mẫu và tàu thiết kế có thể sử dụng các công thức đơn giản nêu trên.

2.3. TRỌNG LƯỢNG THIẾT BỊ VÀ HỆ THỐNG TÀU

Các thành phần trọng lượng thiết bị mang mã số "02" và hệ thống tàu "03" thực chất đã được tách ra từ trọng lượng thân tàu "01". Khi có các số liệu thống kê từ tàu mẫu phù hợp với tàu thiết kế ta có thể sử dụng các công thức sau đây để xác định các thành phần trọng lượng nêu trên:

$$P_{th} = P_{02} = p_{02} D \quad (2.17)$$

$$P_{th} = P_{02} = q_{02} LBH \quad (2.18)$$

$$P_{ht} = P_{03} = p_{03} D \quad (2.19)$$

$$P_{ht} = P_{03} = q_{03} LBH \quad (2.20)$$

Nếu trong nhiệm vụ thư thiết kế đòi hỏi phải trang bị các hệ thống và thiết bị mới, hiện đại hơn thì cần phải tiến hành điều chỉnh hai thành phần trọng lượng nêu trên của tàu mẫu trước lúc có ý định sử dụng chúng để tính toán cho tàu thiết kế. Nếu tàu thiết kế lớn hơn tàu mẫu một cách đáng kể thì cần lấy trọng lượng đơn vị mà ở đó trọng lượng thành phần tăng chậm hơn lượng chiếm nước. Trong trường hợp này các công thức tính toán trọng lượng thiết bị tàu và trọng lượng hệ thống sẽ có dạng:

$$P_{th} = P_{02} = p'_{02} D^{2/3} \quad (2.21)$$

$$P_{1b} = P_{02} = q_{02} (LBH)^{2/3} \quad (2.22)$$

$$P_{1t} = P_{03} = p_{03} D^{2/3} \quad (2.23)$$

$$P_{1t} = P_{03} = q_{03} (LBH)^{2/3} \quad (2.24)$$

Giá trị của các trọng lượng đơn vị trong các công thức (2.21) và (2.23) có thể được lựa chọn theo bảng 2.3.

Bảng 2.3

Loại tàu	Trọng lượng đơn vị	
	P_{02}	P_{03}
Tàu chở hàng khô	$0,49 \pm 0,06$	$0,21 \pm 0,04$
Tàu chở dầu	$0,30 \pm 0,03$	$0,35 \pm 0,05$

02 - Trọng lượng thiết bị tàu; 03 - Trọng lượng hệ thống tàu.

2.4. TRỌNG LƯỢNG THIẾT BỊ NĂNG LƯỢNG

Trọng lượng thiết bị năng lượng (TBNL) mang mã số "04" và được ký hiệu là P_{04} (hoặc P_m). Thành phần trọng lượng này có quan hệ mật thiết với công suất của TBNL và được xác định bởi công thức sau:

$$P_{04} = P_m = p_m N = p_{04} N, \quad (2.25)$$

trong đó:

p_m hoặc p_{04} - trọng lượng đơn vị của thiết bị năng lượng;

N - công suất của thiết bị năng lượng, kW.

Các đại lượng p_m hoặc p_{04} và N đặc trưng cho trọng lượng toàn bộ của thiết bị năng lượng bao gồm trong đó có động cơ chính (động cơ đốt trong hoặc tuốc-bin.v.v.) bộ truyền động (hộp số.v.v.), nồi hơi chính, các máy phụ của buồng máy và nồi hơi, các loại kết cấu nhiên liệu và dầu mỡ trực nhật, tôn lát sàn và cầu thang buồng máy, thiết bị thông hơi, thông gió buồng máy, hệ thống đường ống có liên quan đến hoạt động của thiết bị năng lượng, trục dẫn động và thiết bị đẩy (chong chóng, chân vịt.v.v.), hệ thống điều khiển thiết bị năng lượng (bảng 2.4).

**Phân bố trọng lượng của thiết bị năng lượng đối với các tàu vận tải
hiện đại (theo % P_m)**

Bảng 2.4

Tên gọi các khoản mục trọng lượng	Tàu lắp động cơ đốt trong	Tàu lắp tuốc-bin
Động cơ chính kể cả trang thiết bị buồng máy	$57,0 \pm 0,6$	$38,5 \pm 1,0$
Tuốc-bin hơi kể cả trang thiết bị buồng nồi hơi	-	$25,5 \pm 1,0$
Hệ thống ống dẫn hơi	-	$3,5 \pm 0,5$
Hệ thống ống dẫn	$17,5 \pm 2,5$	$11,5 \pm 0,5$
Hệ thống máy phụ độc lập	$18,5 \pm 2,0$	$4,0 \pm 0,5$
Thiết bị đẩy và trục dẫn	$7,0 \pm 1,0$	$17,0 \pm 1,0$

Trọng lượng đơn vị p_m hoặc p_{04} phụ thuộc vào kiểu và công suất của động cơ, loại tàu, số lượng trục dẫn của thiết bị đẩy và mức độ hiện đại hoá của hệ thống thiết bị năng lượng. Công suất của thiết bị năng lượng tăng thì trọng lượng đơn vị sẽ giảm.

Đối với các thiết bị năng lượng hiện đại trang bị cho các tàu vận tải trọng lượng đơn vị của chúng có thể được xác định sơ bộ trong lần gần đúng đầu tiên theo các công thức sau:

- Đối với tuốc-bin hơi

$$p_m = \frac{1200 \pm 150}{N^{1/3}} \quad (2.26)$$

- Đối với tuốc-bin khí

$$p_m = \frac{700 \pm 40}{N^{1/3}} \quad (2.27)$$

- Đối với động cơ chính là loại diesel vòng quay thấp tăng áp, truyền động trực tiếp và có kết cấu hàn

$$p_m = \frac{800 \pm 40}{N^{1/4}} \quad (2.28)$$

trong trường hợp diesel có kết cấu đúc không tăng áp thì p_m sẽ được lấy tăng gấp 1,5 lần;

- Đối với diesel cao tốc kết cấu hàn và có hộp số

$$p_m = \frac{600 \pm 60}{N^{1/4}} \quad (2.29)$$

Việc xác định công suất yêu cầu của thiết bị năng lượng trong giai đoạn thiết kế sơ bộ gặp rất nhiều khó khăn. Nhờ việc áp dụng các số liệu thống kê tàu mẫu công suất của thiết bị năng lượng có thể được xác định bằng công thức sau:

$$N = \frac{D^m v^n}{C} \quad (2.30)$$

trong đó: D - lượng chiếm nước trọng lượng của tàu;

v - tốc độ tính toán hải lý hoặc m/s;

C - hệ số được xác định từ tàu mẫu.

Trong giai đoạn thiết kế sơ bộ công thức hệ số Hải quân được sử dụng phổ biến nhất và có dạng sau:

$$N = \frac{D^{2/3} v^3}{C} \quad (2.31)$$

trong đó: C - hệ số Hải quân.

Giới hạn thay đổi của hệ số này khá rộng. Ngoài công thức hệ số Hải quân còn có thể sử dụng các công thức khác có dạng tương tự, ví dụ công thức

$$N = \frac{D^{0.5} v^{2.5}}{C_1} \quad (2.32)$$

Công thức này cho phép áp dụng cho cả những tàu dân dụng có tốc độ gần 30 hải.

Khi nghiên cứu các kết quả thử hàng loạt tàu vận tải v Đa-vư-đơv đã đưa ra công thức sau:

$$N = \frac{D^{0.5} v^{3.25}}{C_2} \quad (2.33)$$

Các hệ số C_1 và C_2 trong hai công thức này đều được lấy từ tàu mẫu phù hợp với tàu thiết kế.

Sau khi xác định được lượng chiếm nước, các kích thước chính và hệ số béo đặc trưng cho hình dáng tàu thiết kế cần tiến hành kiểm tra công suất yêu cầu của thiết bị năng lượng đã được xác định trước đó bằng phương pháp chính xác hơn.

2.5. TRỌNG LƯỢNG HỆ THỐNG NĂNG LƯỢNG ĐIỆN, LIÊN LẠC NỘI BỘ VÀ ĐIỀU KHIỂN TÀU

Thành phần trọng lượng này mang mã số "05" và được ký hiệu P_{05} (hoặc P_{hd}). Nó được hợp thành từ các nhóm và phân nhóm trọng lượng sau: nguồn cung cấp năng lượng - tổ hợp diesel-máy phát, bộ biến dòng, biến thế điện, ắc-quy, thiết bị bảo vệ hệ thống điện và các thiết bị phân tải khác, hệ thống cáp điện, hệ thống sưởi ấm bằng năng lượng điện, hệ thống điều khiển tự động điện tổ hợp thiết bị năng lượng.v.v., thiết bị liên lạc nội bộ và điều khiển tàu.

Khi có yêu cầu như nhau đối với việc sử dụng năng lượng điện giữa tàu mẫu và tàu thiết kế thành phần trọng lượng P_{05} sẽ được xác định như sau:

$$P_{05} = P_{hd} = p_{hd} D = p_{05} D \quad (2.34)$$

$$P_{05} = P_{hd} = q_{hd} LBH = q_{05} LBH \quad (2.35)$$

hoặc theo nhóm các công thức khác

$$P_{05} = P_{hd} = p'_{05} D^{2/3} \quad (2.36)$$

$$P_{05} = P_{hd} = q'_{05} (LBH)^{2/3} \quad (2.37)$$

Các trọng lượng đơn vị p'_{05} và q'_{05} thường tỏ ra ổn định hơn so với p_{05} và q_{05} mà chúng có khuynh hướng giảm khi lượng chiếm nước tăng.

Đối với các tàu hàng khô $p'_{05} = 0,23 \pm 0,05$; đối với tàu chở dầu $p'_{05} = 0,07 \pm 0,01$.

Hiện nay trên một số các tàu vận tải dân dụng và các tàu có công dụng đặc biệt cũng được trang bị một số lượng tối thiểu các phương tiện (kể cả vũ khí) nhằm phục vụ cho công tác thăm dò, khảo sát (như máy bay lên thẳng) và bảo vệ sinh mệnh cho thủy thủ đoàn khi bị các tổ chức khủng bố trên biển tấn công. Vì vậy trong tính toán trọng lượng tàu người thiết kế cần căn cứ vào nhiệm vụ thu thiết kế và các yêu cầu riêng của phía người đặt hàng để quyết định phương án bổ sung thành phần trọng lượng này. Thành phần trọng lượng này mang mã số "07" và được ký hiệu P_{07} (hoặc P_{vkh}), chúng được xác định giống như tàu chiến, tức theo các hạng mục, số lượng của các đối tượng vũ khí cần trang bị. Đối với các tàu dân dụng không có nhu cầu trang bị các

phương tiện hàng không (máy bay lên thẳng) thành phần trọng lượng P_{07} chiếm tỷ trọng rất bé so với trọng lượng tàu. Vì vậy trong giai đoạn thiết kế sơ bộ chúng có thể được lấy theo tàu mẫu hoặc với độ lớn tuyệt đối hoặc theo % D. Ngoài ra trên các tàu nghiên cứu khoa học tổ hợp các dụng cụ, thiết bị đo lường cũng cần được tính gộp vào thành phần trọng lượng này.

2.6. TRỌNG LƯỢNG PHỤ TÙNG DỰ TRỮ. TRANG BỊ THUYỀN VIÊN

Trọng lượng phụ tùng dự trữ mang mã số “09” và được ký hiệu là P_{09} (hoặc P_{pt}). Từ năm 1976 trọng lượng phụ tùng dự trữ P_{09} đã được tách riêng thành khoản mục trọng lượng độc lập. Thực tế các trang thiết bị máy móc trên tàu luôn đòi hỏi một lượng dự trữ tối thiểu các vật tư phụ tùng thay thế hoặc sửa chữa đột xuất, vì lý do trên thành phần trọng lượng này cũng cần được tính đến.

Trọng lượng phụ tùng dự trữ chiếm tỷ lệ không lớn so với trọng lượng chung của con tàu song lại có ảnh hưởng rất lớn đến giá thành xuất xưởng vì vậy nó đã trở thành nguyên nhân tranh cãi giữa khách hàng với nhà máy chế tạo.

Trọng lượng trang bị thuyền viên mang mã số “13” và được ký hiệu là P_{13} (P_{thv}). Cũng giống như trọng lượng P_{09} thành phần trọng lượng này rất đa dạng về chủng loại và thường được xác định theo yêu cầu của bên đặt hàng.

Cả hai thành phần trọng lượng nêu trên đều có ảnh hưởng không đáng kể đến lượng chiếm nước của tàu.

2.7. TRỌNG LƯỢNG DẪN VÀ HÀNG LÔNG CỐ ĐỊNH

Trọng lượng dẫn cố định mang mã số “10” và được ký hiệu là P_{10} (hoặc $P_{dcđ}$) được coi là một trong những thành phần hợp thành lượng chiếm nước tàu không. Nó bao gồm hai nhóm: dẫn rắn (1001) và dẫn lỏng (1002). Cả hai nhóm đều được dùng để cải thiện tính ổn định cân thiết hoặc chiều chìm cho tàu ở trạng thái khai thác khi không cần bổ sung các phương tiện khác. Thường thì tính ổn định và chiều chìm của tàu được đảm bảo bởi việc lựa chọn hợp lý các yếu tố kích thước chính, hệ số béo đặc trưng cho hình dáng, cũng như bởi việc phân bố hợp lý tải trọng trên tàu theo chiều dài và chiều cao tàu. Tuy nhiên trong nhiều trường hợp đặc biệt đối với một số tàu container, tàu chở khách, tàu nghiên cứu khoa học, tàu công nghiệp hải sản, tàu thể thao chạy buồm cần bố trí cho tàu lượng dẫn nhất định [23].

Khi trang bị lại cho tàu hoặc thay đổi công dụng của tàu so với thiết kế ban đầu phân bố trọng lượng sẽ bị thay đổi và trọng tâm của tàu cũng bị dịch chuyển. Trong trường hợp này phương án sử dụng dẫn cố định tỏ ra có hiệu quả kinh tế. Đôi khi dẫn cố định còn được sử dụng để điều chỉnh một số sai sót của các quá trình thiết kế. Như vậy thành phần trọng lượng này có thể được coi là một bộ phận của trọng lượng không đổi.

Trên thực tế thường xảy ra trường hợp đối với một con tàu cần được khai thác với hai

chiều chìm khác nhau (phân bố tải trọng cũng sẽ khác), ví dụ đối với các tàu chở gỗ trên boong hở khi chạy ngược lại thường chở hàng bách hoá. Trong trường hợp thứ nhất tàu sẽ khai thác theo dấu hiệu chở gỗ, còn trong trường hợp thứ hai - theo dấu hiệu chở hàng của tàu chở hàng nói chung. Như vậy cao độ trọng tâm trong cả hai trường hợp sẽ khác nhau. Nếu muốn tạo cho tàu đủ ổn định ứng với phương án chở hàng bách hoá thì khi tàu chở gỗ ổn định có thể không đảm bảo. Bởi vậy giải pháp hợp lý hơn cả là đưa vào lượng chiếm nước toàn tải của tàu một lượng dãn lỏng cố định phù hợp với dấu hiệu của tàu chở gỗ.

2.8. DỰ TRỮ LƯỢNG CHIẾM NƯỚC VÀ ỔN ĐỊNH

Các thành phần trọng lượng được nêu ở trên sẽ hợp thành lượng chiếm nước tàu không D_{ik} . Độ chính xác của đại lượng này phụ thuộc vào độ tin cậy của việc xác định các trọng lượng thành phần.

Xác định đúng đắn lượng chiếm nước của tàu sẽ có ý nghĩa rất lớn đối với việc tính toán tiếp theo. Nếu do việc tính toán thiếu chính xác, lượng chiếm nước của tàu có khả năng bị giảm thì trong quá trình xây dựng các bản vẽ thi công và đóng mới lượng chiếm nước của tàu có thể tăng so với tính toán ban đầu và sẽ gây nên hiện tượng “dư” trọng lượng, do vậy sẽ làm tăng chiều chìm, giảm chiều cao mạn khô gây ảnh hưởng xấu đến chất lượng hành hải của tàu.

Kinh nghiệm cho thấy các trang thiết bị điện, thông tin liên lạc mà hầu hết chúng được bố trí tương đối cao thường gây nên hiện tượng “dư” trọng lượng. Ngoài ra, các buồng ở, sinh hoạt cho thuyền viên, buồng đặt trang thiết bị nghỉ ngơi hành hải cũng được bố trí trong khu vực kiến trúc thượng tầng hoặc lầu lái mà các yêu cầu của chúng có thể dẫn tới tăng trọng lượng tàu. Do trọng tâm của tàu bị nâng cao nên ổn định sẽ xấu đi. Điều này có thể dẫn tới sự cần thiết phải bố trí dãn rắn, có nghĩa là dẫn tới sự tổn thất chút ít sức chở hàng hay nói cách khác dẫn tới giảm hệ số lợi dụng lượng chiếm nước.

Để khắc phục hậu quả nêu trên cần đưa thêm vào bảng trọng lượng tàu “dự trữ lượng chiếm nước”. Thành phần trọng lượng này mang mã số “11” và được ký hiệu là P_{11} (hoặc $P_{\Delta v}$). Song dự trữ lượng chiếm nước được sử dụng trong thiết kế sẽ dẫn tới làm tăng kích thước chủ yếu của tàu.

Dự trữ lượng chiếm nước thường được xác định theo % lượng chiếm nước tàu không. Trong trường hợp không có tàu mẫu phù hợp với tàu thiết kế ở giai đoạn thiết kế sơ bộ cho phép lấy dự trữ lượng chiếm nước bằng $(44,5)\%D_{ik}$. Giới hạn trên dành cho các tàu cỡ nhỏ có $D_{ik} < 1000$ T, còn giới hạn dưới dành cho các tàu cỡ lớn có $D_{ik} > 1000$ T. Khi có tàu mẫu gần với tàu thiết kế cho phép lấy dự trữ lượng chiếm nước từ $(14,2)\%$. Khi chuyển từ giai đoạn thiết kế sơ bộ sang giai đoạn thiết kế kỹ thuật dự trữ này có thể lấy xấp xỉ $1\% D_{ik}$. Đại lượng này cần được duy trì cả trong giai đoạn thiết kế thi công.

Vì ở giai đoạn thiết kế ban đầu cần xác định lượng chiếm nước toàn tải nên dự trữ lượng chiếm nước sẽ được xác định theo công thức sau

$$P_{11} = P_{\Delta d} = p_{11} D = p'_{11} D_{ik}, \quad (2.38)$$

suy ra

$$p_{11} = p'_{11} (D_{ik} / D) = (1 - \eta_D) p'_{11} \quad (2.39)$$

Đối với các tàu khách, tàu chở hàng đông lạnh.v.v. có thể lấy $P_{11} = (1 \div 1,5)\% D$ hoặc $P_{11} = (2 \div 2,5)\% D$ tương ứng khi có và không có tàu mẫu phù hợp với tàu thiết kế. Đối với tàu chở dầu $P_{11} = (1 \div 1,5)\% D$ khi không có tàu mẫu phù hợp và $P_{11} = (0,5 \div 1,0)\% D$ khi có tàu mẫu phù hợp.

Giá trị p_{11} giảm khi tăng hệ số lợi dụng lượng chiếm nước. Đồng thời với việc xác định dự trữ lượng chiếm nước là vấn đề về dự trữ ổn định (đặc biệt là ổn định ban đầu). Dự trữ ổn định sẽ được đảm bảo bởi việc nâng cao trọng tâm hoặc giảm chiều cao tâm nghiêng ban đầu.

Trong trường hợp không có tàu mẫu gần với tàu thiết kế khi xác định các kích thước chính của tàu ở giai đoạn thiết kế ban đầu dự trữ ổn định có thể được lấy từ 15 - 20 cm (20 cm đối với tàu có $D_{ik} < 1000$ T, 15 cm đối với tàu có $D_{ik} > 1000$ T). Khi có tàu mẫu phù hợp dự trữ ổn định sẽ được giảm tương ứng 5 cm. Khi chuyển từ giai đoạn thiết kế sơ bộ sang giai đoạn thiết kế kỹ thuật dự trữ ổn định sẽ được giảm tương ứng 2 cm. Dự trữ ổn định trong giai đoạn thiết kế kỹ thuật sẽ được duy trì cả trong giai đoạn thiết kế thi công và đóng mới.

Dự trữ ổn định tỏ ra rất cần thiết cả khi không có hiện tượng “đư” trọng lượng vì sự giảm ổn định đôi khi cũng bị gây nên bởi sự phân bố lại trọng lượng theo chiều cao tàu.

Nguyên nhân của sự giảm ổn định là các trọng lượng “đư” thường nằm ở khu vực tương đối cao của kiến trúc tàu. Bởi vậy trọng tâm của dự trữ lượng chiếm nước cần được bố trí đủ cao, ví dụ có thể ở boong trên hoặc cao hơn một chút.

Để thiết lập được mối quan hệ giữa dự trữ ổn định với dự trữ lượng chiếm nước ta cần thiết lập phương trình mô men của lượng chiếm nước và dự trữ lượng chiếm nước đối với đường cơ bản (hình 2.2):

$$DZ_g = (D - P_{\Delta d})(Z_g - \Delta Z) + P_{\Delta d} Z_{\Delta d} \quad (2.40)$$

trong đó: D - lượng chiếm nước tính toán;

$P_{\Delta d}$ - dự trữ lượng chiếm nước tính toán;

Z_g - cao độ trọng tâm của tàu so với đường cơ bản ứng với trạng thái lượng chiếm nước tính toán;

ΔZ - lượng dự trữ ổn định;

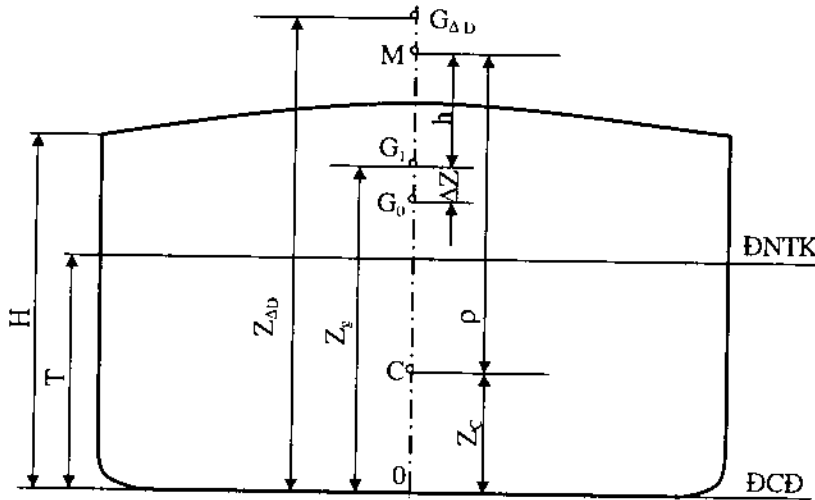
$Z_{\Delta d}$ - cao độ trọng tâm của dự trữ lượng chiếm nước so với đường cơ bản.

Biến đổi công thức (2.40) ta nhận được biểu thức

$$\Delta Z = \frac{p_{\Delta D}}{D - p_{\Delta D}} (Z_{\Delta D} - Z_g) \quad (2.41)$$

Nếu lấy $Z_g = k_g H$; $Z_{\Delta D} = k_{\Delta D} H$; $p_{\Delta D}/D$ - qua $p_{\Delta D}$ ta sẽ tìm được

$$\Delta Z = \frac{p_{\Delta D}}{1 - p_{\Delta D}} (k_{\Delta D} - k_g) H \approx p_{\Delta D} (k_{\Delta D} - k_g) H \quad (2.42)$$



Hình 2.2. Sơ đồ xác định vị trí trọng tâm của dự trữ lượng chiếm nước theo chiều cao của tàu

Biểu thức (2.42) cho phép xác định độ dự trữ ổn định tương ứng với dự trữ lượng chiếm nước và cao độ trọng tâm của chúng.

Nếu lấy giá trị của hệ số k_g trong khoảng $0,6 \div 0,8$, còn trọng tâm của dự trữ lượng chiếm nước nằm tại boong trên thì khi thay đổi $p_{\Delta D}$ từ $0,01 \div 0,05$ dự trữ ổn định sẽ dao động từ $0,002H$ đến $0,02H$, có nghĩa là khi $H = 5m$ thì $\Delta Z = 1 \div 10$ cm, còn khi $H = 10$ m thì $\Delta Z = 2 \div 20$ cm.

Như vậy, khi dự trữ lượng chiếm nước không lớn tương ứng với trọng tâm nằm ở boong trên, dự trữ ổn định sẽ rất nhỏ. Trong trường hợp này buộc phải thêm dự trữ ổn định và cần xác định hệ số

$$k_{\Delta D} = k_g \frac{\Delta Z}{p_{\Delta D} H} \quad (2.43)$$

2.9. TRỌNG LƯỢNG, "THUYỀN VIÊN, DỰ TRỮ LƯƠNG THỰC, THỰC PHẨM, NƯỚC NGỌT"

Thành phần trọng lượng thuyền viên, dự trữ lương thực, thực phẩm, nước ngọt mang mã số "14" và được ký hiệu là P_{14} (hoặc P_v). Chúng được hợp nên bởi trọng lượng thuyền viên kể cả hành lý, dự trữ lương thực, thực phẩm, nước ngọt (bao gồm nước phục vụ cho ăn uống, tắm rửa, giặt) cũng như một số các vật liệu hao phí khác cần thiết cho tàu trong quá trình khai thác. Riêng đối với tàu công nghiệp hải sản thành phần trọng lượng P_{14} còn bao gồm cả trọng lượng của cán bộ, công nhân chuyên nghiệp phục vụ cho quá trình gia công chế biến hải sản.

Đối với các tàu hàng hiện đại P_{14} có thể được xác định bằng công thức sau

$$P_z = P_{14} = p_{14}D \quad (2.44)$$

hoặc

$$P_z = P_{14} = p'_{14}D^{2/3} \quad (2.45)$$

Ngoài ra trong giai đoạn thiết kế ban đầu thành phần trọng lượng nêu trên cũng có thể được xác định căn cứ vào định mức tiêu hao lương thực, thực phẩm, nước ngọt cho mỗi cấp thuyền viên trung bình cho mỗi người trong một ngày đêm (24 giờ). Định mức này sẽ không giống nhau đối với quy định của mỗi nước. Các tàu hàng hiện đại chạy tuyến dài ngày và ít có điều kiện cập cảng trung gian trọng lượng dự trữ nước ngọt chỉ được lấy tối thiểu. Để đáp ứng đủ nhu cầu nước ngọt cho thủy thủ đoàn tàu cần được trang bị thêm thiết bị lọc nước từ nước biển. Ví dụ đối với tàu chở dầu thiết bị lọc nước có khả năng cung cấp 1/3 lượng nước cần thiết cho thủy thủ đoàn.

2.10. TRỌNG LƯỢNG HÀNG CHUYÊN CHỞ

Trọng lượng hàng hoá mang mã số "15" và được ký hiệu P_{15} (hoặc P_h). Nó là thành phần trọng lượng chủ yếu của tàu vận tải hàng hoá. Độ lớn của thành phần trọng lượng này được gọi là sức chở hàng và đôi khi cũng được gọi là trọng lượng hàng tinh. Nó được coi là đặc trưng quan trọng của tàu vận tải, đặc biệt đối với tàu chở hàng.

Hệ số lợi dụng lượng chiếm nước theo trọng lượng hàng hoá (1.5) chính là giá trị tương đối của sức chở hàng và thường được lựa chọn ngay trong giai đoạn đầu của quá trình thiết kế và được coi là đặc trưng cơ bản của tàu vận tải nói chung và tàu chở hàng nói riêng.

Cần nhận thấy rằng, tham gia vào thành phần trọng lượng hàng còn có cả trọng lượng hành khách kể cả hành lý, lương thực, thực phẩm, nước ngọt... cho hành khách.

Khi khai thác thường nảy sinh trường hợp tàu không đủ trọng tải chủ yếu do thiếu hàng, để duy trì được chất lượng hành hải buộc phải đưa vào lượng dằn lóng P_{14} .

Khi lượng chiếm nước toàn tải và trọng tải tàu không thay đổi phụ thuộc vào tầm xa bơi lội mà sức chở hàng có thể dao động gần với trọng tải nếu giảm tầm xa bơi lội.

2.11. TRỌNG LƯỢNG "HÀNG LÔNG THAY ĐỔI", "DẦN LÔNG"

Trọng lượng hàng lông thay đổi mang mã số "17" và được ký hiệu P_{17} (hoặc P_m). Hàng mục trọng lượng tham gia vào thành phần trọng lượng P_{17} thường bị giới hạn. Đó chính là nước trong các kết giảm lặc, kết chứa nước thải và bể bơi.

Dần lông được bố trí trên tàu nhằm mục đích cải thiện tính ổn định cho tàu trong khai thác, đảm bảo chiều chìm tối thiểu, khắc phục hiện tượng chúi khi tàu bị sự cố.

Dần lông được bố trí trong các kết chứa nhiên liệu dự trữ nằm giữa hai mạn, giữa các vách dọc sau khi nhiên liệu cũ đã hết. Điều này sẽ ngăn ngừa độ chúi lớn khi tàu ngập khoang mạn do bị tai nạn.

Trên hàng loạt các tàu hàng thường chiều ngược lại hầu như không hàng vì vậy buộc phải tiếp nhận lượng dần đáng kể để đảm bảo chiều chìm mũi chống lại hiện tượng "sleming", đảm bảo độ ngập sâu cho chong chóng.

Trọng lượng P_{19} "Hàng, trang thiết bị, dự trữ bổ sung" chỉ có ý nghĩa đối với những tàu mà chúng không tuân thủ dấu hiệu đường nước chở hàng, có nghĩa là đối với những tàu mà chiều chìm và mạn khô không được tiêu chuẩn hoá.

2.12. TRỌNG LƯỢNG "DỰ TRỮ NHIÊN LIỆU, DẦU MỠ BÔI TRƠN, NƯỚC CẤP CHO NỔI HƠI"

Thành phần trọng lượng này mang mã số "16" và được ký hiệu là P_{16} (hoặc P_n) và thường được gọi là trọng lượng dự trữ nhiên liệu, vì chúng chiếm tỷ lệ chủ yếu trong thành phần nêu trên.

$$P_n = P_{cd} + P_{dm} + P_{nc} \text{ hoặc } P_{16} = P_{1601} + P_{1602} + P_{1603} \quad (2.46)$$

trong đó: $P_{cd} = P_{1601}$ - trọng lượng dự trữ chất đốt cho động cơ và cho các nhu cầu khác của tàu;

$P_{dm} = P_{1602}$ - trọng lượng dự trữ dầu mỡ bôi trơn;

$P_{nc} = P_{1603}$ - trọng lượng nước cấp cho nổi hơi.

Trong trường hợp đặc biệt có thể phải tính cả lượng dự trữ chi phí cho việc sưởi nóng hàng hoá chuyên chở, (ví dụ, dầu thô, các loại hàng lông khác).

Khi chuyển từ giai đoạn thiết kế trước đó tới giai đoạn thiết kế tiếp theo việc tính toán thành phần trọng lượng P_{16} cần được tiến hành một cách thận trọng và chi tiết hơn. Nếu ở giai đoạn thiết kế ban đầu việc tính toán tất cả các thành phần trọng lượng trong số đó có trọng lượng dự trữ nhiên liệu chủ yếu chỉ do các chuyên gia thiết kế tàu thực hiện, thì trong giai đoạn thiết kế tiếp theo cần có sự tham gia của các chuyên gia về thiết bị năng lượng và hệ thống tàu (sưởi ấm, cách nhiệt...). Cần chú ý rằng, ngay cả trong giai đoạn thiết kế ban đầu các đại lượng được thừa nhận khi xác định các trọng lượng thành phần cũng cần có sự thống nhất

với các chuyên gia nêu trên. Các thành phần trong công thức (2.46) được đặc trưng bởi mối quan hệ sau:

Kiểu động cơ chính của TBNL	P_{dm}/P_{cd}	P_{nc}/P_{cd}
Tuốc - bin hơi	0,005 ÷ 0,010	0,050 ÷ 0,20
Tuốc- bin khí	0,005 ÷ 0,010	-
Diesel	0,015 ÷ 0,060	-

Năng suất của thiết bị hoá hơi có ảnh hưởng một cách đáng kể đến tỷ số P_{nc}/P_{cd} .

Đối với các loại tàu chạy bằng tuốc - bin cỡ lớn và hiện đại giá trị P_{nc}/P_{cd} gần với giới hạn dưới.

Như vậy ta có thể xác định trọng lượng nhiên liệu theo công thức sau

$$P_{nl} = P_{t6} = k_{nl} P_{cd} \quad (2.47)$$

trong đó hệ số

$$k_{nl} = \frac{P_{cd} + P_{dm} + P_{nc}}{P_{cd}} = 1,09 \pm 0,03$$

Hệ số này có thể được xác định chính xác khi có tàu mẫu phù hợp và đặc biệt khi tổ hợp thiết bị năng lượng đã được lựa chọn.

Trọng lượng dự trữ chất đốt cũng có thể tính theo công thức sau

$$P_{cd} = k_m t p_{nl} N \quad (2.48)$$

trong đó: k_m - hệ số dự trữ đi biển có tính đến mức độ tăng chi phí nhiên liệu chủ yếu do tăng thời gian hành trình vì tàu gặp bão, ngược dòng chảy và một phần do trong thời gian tàu đỗ bến có một số máy móc thiết bị vẫn hoạt động ;

t - thời gian hành trình, h;

p_{nl} - suất tiêu hao nhiên liệu, T/kW.h;

N - tổng công suất của tổ hợp năng lượng, kW.

Từ các biểu thức (2.46) và (2.47) ta nhận được

$$P_{t6} = P_{nl} = k_m k_{nl} p_{nl} t N \quad (2.49)$$

Nếu ta coi rằng, thời gian hành trình $t = r/v$, trong đó: r - tầm xa bơi lội; v - tốc độ khai thác của tàu và $N = (D^m v^n)/C$, chúng ta sẽ nhận được công thức sau

$$P_{t6} = P_{nl} = k_{nl} k_m p_{nl} r \frac{D^m v^{n-1}}{C} \quad (2.50)$$

Từ công thức (2.50) ta cần nhận thấy rằng dự trữ nhiên liệu cần thiết tăng tỷ lệ thuận với tầm xa bơi lội r và suất tiêu hao nhiên liệu p_{nl} ; tỷ lệ bậc m (với $m < 1$) của LCN và tăng cùng với sự tăng công suất của TBNL. Như vậy cần tìm biện pháp giảm suất tiêu hao nhiên liệu để tăng sức chở hàng cho tàu.

Hiện nay đối với các tàu vận tải giới hạn dưới của suất tiêu hao nhiên liệu p_{nl} có thể lấy theo bảng sau:

Kiểu TBNL	p_{nl} , kg/kW.h
Tuốc- bin hơi	0,13 ÷ 0,17
Diesel	0,11 ÷ 0,14
Tuốc-bin khí	0,12 ÷ 0,17

Công thức (2.49) cho phép xem xét vấn đề về sự thay đổi tầm xa bơi lội khi tốc độ tàu khác nhau với dự trữ nhiên liệu và lượng chiếm nước không đổi.

Ta ký hiệu đại lượng mang chỉ số "1" ứng với tốc độ toàn tải, có nghĩa là

$$P_{nl} = P_{nl1}; k_n = k_{n1}; k_m = k_{m1}; r \frac{D^n v^{n-1}}{C} = k_{n1} k_{m1} P_{nl1} r_1 \frac{D_1^n v_1^{n-1}}{C_1}$$

Khi lấy $k_n = k_{n1}$; $k_m = k_{m1}$; $D = D_1$ biểu thức trên sẽ được viết lại dưới dạng sau

$$P_{nl} r \frac{v^{n-1}}{C} = P_{nl1} r_1 \frac{v_1^{n-1}}{C_1} \rightarrow \frac{r_1}{r} = \frac{P_{nl}}{P_{nl1}} \left(\frac{v}{v_1} \right)^{n-1} \frac{C_1}{C}$$

Vì $(n - 1) > 1$ cho nên việc giảm tốc độ sẽ làm tăng một cách đáng kể tầm xa bơi lội khi p_{nl} và C không thay đổi.

Nếu áp dụng công thức hệ số Hải quân để xác định công suất máy thì:

$$\frac{r_1}{r} = \frac{P_{nl}}{P_{n/1}} \left(\frac{v}{v_1} \right)^2 \frac{C_1}{C}$$

Giả thiết rằng, nếu p_n/p_{nl} gần xấp xỉ bằng 1 thì khi tốc độ giảm một nửa tầm xa bơi lội sẽ tăng gấp 4 lần.

Chương 3

PHƯƠNG TRÌNH TRỌNG LƯỢNG ĐƯỢC BIỂU DIỄN DƯỚI DẠNG HÀM SỐ CỦA LƯỢNG CHIẾM NƯỚC

3.1. ĐẶT BÀI TOÁN

Như đã chỉ ra ở chương 2, lượng chiếm nước trọng lượng của tàu được biểu diễn bởi phương trình

$$D = \sum_{i=01}^{i=19} P_i \quad (3.1)$$

Đối với tàu hàng dân dụng lượng chiếm nước toàn tải sẽ được viết lại

$$D = \sum_{i=01}^{i=18} P_i \quad (3.2)$$

Biểu thức (3.1) và (3.2) được gọi là phương trình trọng lượng.

Phần lớn các trọng lượng tham gia vào công thức (3.1) và (3.2) có thể được biểu diễn dưới dạng hàm số của lượng chiếm nước $P(D)$, phần còn lại P được cho trước hoặc được biểu diễn độc lập với lượng chiếm nước D . Bởi vậy có thể viết

$$D = P(D) + P \quad (3.3)$$

Trong trường hợp tổng quát có thể coi tất cả các trọng lượng tham gia vào phương trình (3.3) đều được biểu diễn dưới dạng hàm số của lượng chiếm nước với các bậc khác nhau trong số đó có cả bậc không.

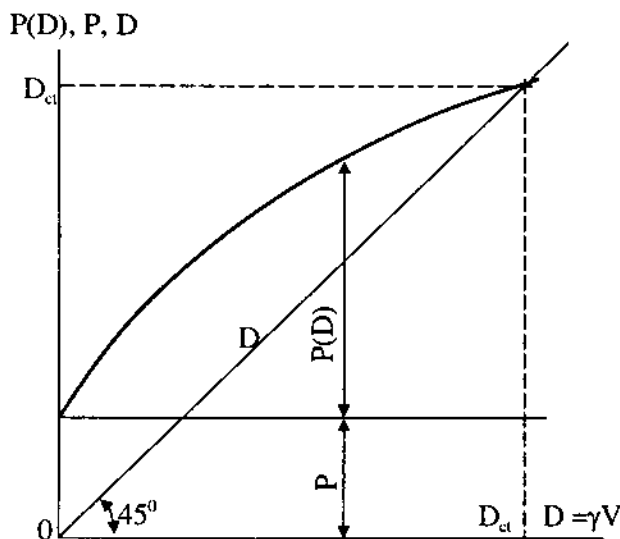
Giải phương trình (3.3) sẽ cho lượng chiếm nước cần tìm tương ứng với các trọng lượng độc lập đã cho cũng như các tham số tham gia vào hàm số $P(D)$ bao gồm tốc độ, tầm xa bơi lội, các trọng lượng đơn vị....

Phương trình (3.3) có thể được giải bằng phương pháp đồ thị như đã chỉ ra trên hình 3.1. Tại giao điểm của đường cong $P(D) + P$ với đường thẳng biểu diễn lực nổi $D = D$ ta sẽ tìm được nghiệm của phương trình (3.3). Tại điểm này sẽ thoả mãn định luật Ac-si-met vì lượng chiếm nước thể tích V được xác định bởi các kích thước và hệ số béo chung sẽ tương ứng với trọng lượng tàu D . Từ hình 3.1 chúng ta nhận thấy rằng phương trình (3.3) có một nghiệm. Nếu như hàm $P(D)$ tiếp tục tăng để có đạo hàm $P'(D) > 1$ thì phương trình (3.3) có thể có nghiệm thứ hai. Song trong thực tế chỉ cần tìm được nghiệm thứ nhất là đủ vì nghiệm này hoàn toàn ứng với lượng chiếm nước tối thiểu.

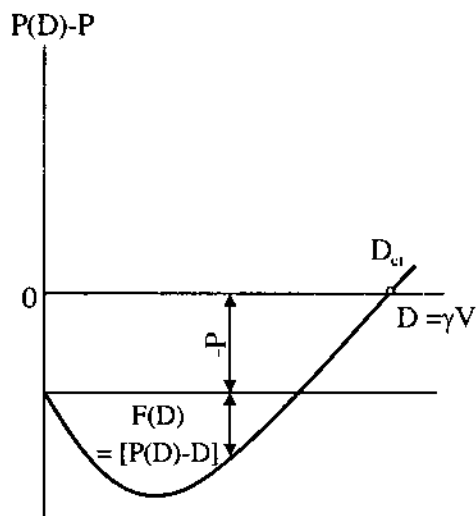
Phương trình (3.3) có thể chuyển thành dạng

$$D - P(D) - P = 0 \quad (3.4)$$

Trong trường hợp này nghiệm của phương trình sẽ là giao điểm của $D - P(D) - P$ với trục hoành $D = \gamma V$ (hình 3.2).



Hình 3.1. Giải phương trình (3.3)
bằng đồ thị



Hình 3.2. Giải phương trình (3.4)
bằng đồ thị

3.2. LẬP VÀ GIẢI PHƯƠNG TRÌNH TRỌNG LƯỢNG

Phương trình (3.3) được biểu diễn dưới dạng

$$\left. \begin{aligned} D &= P(D) + P = p_{01}D + p_{02}D + \dots + p_{04}(D^m v^n)/C + \dots + p_{11}D + \\ &\quad p_{n1}k_n k_m r (D^m v^{n-1})/C + P_{15} + \dots \\ \text{hoặc } D &= P(D) + P = p_{01}D + q_{02}D^{2/3} + \dots + p_{04}(D^m v^n)/C + \dots + \\ &\quad p_{11}D + p_{n1}k_n k_m r (D^m v^{n-1})/C + P_{15} + \dots \end{aligned} \right\} \quad (3.5)$$

Dạng phổ biến nhất của hàm số $P(D)$

$$\begin{aligned} P(D) &= (p_{01} + p_{02} + p_{03} + \dots + p_{11} + \dots)D + \\ &\quad + (p_{04}v^3 + p_{16}k_n k_m v^2 r)D^{2/3}/C, \end{aligned} \quad (3.6)$$

hay

$$\begin{aligned} P(D) &= (p_{01} + p_{11})D + (p_{02} + p_{03} + \dots)D^{2/3} + \\ &\quad + (p_{04}v^{2.5} + p_{16}k_n k_m v^{1.5} r)D^{1/2}/C. \end{aligned} \quad (3.7)$$

Các biểu thức (3.6) và (3.7) có thể được viết dưới dạng tổng quát hơn

$$P(D) = AD + ED^{2/3} \quad (3.8)$$

$$P(D) = AD + ED^{2/3} + KD^{1/2} \quad (3.9)$$

Như vậy phương trình trọng lượng tương ứng với biểu thức (3.8) và (3.9) có dạng

$$D = AD + ED^{2/3} + P \quad (3.10)$$

$$D = AD + ED^{2/3} + KD^{1/2} + P \quad (3.11)$$

Đặt $X = D^{1/3}$ phương trình (3.10) sẽ được chuyển về dạng phương trình đại số bậc ba và sẽ được giải bằng một trong những phương pháp đã biết.

Trong nhiều trường hợp khi đưa vào công thức (3.5) các mối quan hệ biểu diễn chính xác hơn sự thay đổi của trọng lượng theo lượng chiếm nước phương trình trọng lượng sẽ không thể giải được một cách chính xác bằng phương pháp giải tích đã biết, ví dụ, phương trình (3.11). Trong trường hợp này phương trình sẽ được giải bằng phương pháp đồ thị (hình 3.1 và 3.2) và đôi khi cũng bằng phương pháp gần đúng liên tục.

Đối với các tàu vận tải và các tàu dân dụng khác cần xác định lượng chiếm nước toàn tải D tương ứng với chiều chìm theo dấu hiệu chở hàng. Còn đối với một số tàu có công dụng tổng hợp, ví dụ, tàu chở gỗ cũng có thể chở hàng bách hoá sẽ có hai dấu hiệu chở hàng tương ứng với hai chiều chìm, buộc phải giải phương trình trọng lượng và xác định lượng chiếm nước, các kích thước và hệ số béo đặc trưng cho hình dáng thân tàu đối với một phương án có để ý đến phương án khác.

Đối với tàu chiến tốc độ thử cân phù hợp với lượng chiếm nước định mức. Đối với những tàu như vậy phương trình trọng lượng sẽ có dạng sau:

$$D_{dm} = p_v D_{dm} + p_{\Delta D} D_{dm} + \dots + P_m + P_n/2 + P_{vkh} + \dots \quad (3.12)$$

trong đó

$$P_m = p_m N = p_m \frac{D_{dm}^m v^n}{C}; \quad P_n = p_n k_n k_m \frac{D_{dm}^m v_{kth}^{n-1}}{C} r$$

Các số mũ m và n được lựa chọn từ các số liệu thống kê tàu mẫu có tốc độ gần với tàu thiết kế. Khi không có số liệu tàu mẫu như vậy thì việc xác định hệ số C và lựa chọn giá trị của số mũ m , n sẽ bị hạn chế. Trong trường hợp này cần xác định m , n theo công thức hệ số Hải quân và theo công thức V. V. Đa-vư-đơv.

Trong phương trình vừa được nêu ra để xác định được P_n nên sử dụng tốc độ kinh tế v_{kt} , còn P_m sẽ được xác định theo tốc độ thử v_n . Như vậy phương trình sẽ có dạng sau:

$$D_{dm} = (p_v + p_{\Delta D}) D_{dm} + (p_{tb} + p_{lt} + \dots) D_{dm}^{2/3} + P_{vkh} + P_{dm} + \\ + p_m \frac{D_{dm}^{1/2} v_{th}^{3,25}}{C_{th}} + p_n k_n k_m \frac{D_{dm}^{1/2} v_{kth}^{2,25}}{C_{kth}} r. \quad (3.13)$$

Như vậy sau khi xác định được lượng chiếm nước định mức D_{dm} ta có thể xác định lượng chiếm nước toàn tải D và lượng chiếm nước tiêu chuẩn D_{tc} theo công thức

$$D = D_{dm} + P_n/2; \quad D_{tc} = D_{dm} - P_n/2$$

3.3. MỘT SỐ DẠNG PHƯƠNG TRÌNH TRỌNG LƯỢNG. PHƯƠNG TRÌNH HỆ SỐ LỢI DỤNG LƯỢNG CHIẾM NƯỚC. LẬP BẢNG TRỌNG LƯỢNG SƠ BỘ CHO TÀU THIẾT KẾ

Khi thiết kế tàu kéo, tàu đẩy thường cho biết trước công suất máy chính. Như vậy trọng lượng máy hoàn toàn được xác định và được coi là trọng lượng độc lập với sự thay đổi của lượng chiếm nước. Thay cho tốc độ, thời gian vận hành của thiết bị năng lượng trong một chu kỳ công tác của tàu cũng được cho trước. Vì vậy phương trình trọng lượng trong trường hợp này được viết lại dưới dạng phương trình bậc nhất

$$D = (p_{01} + p_{02} + \dots + p_{11} + \dots) D + (p_m + p_n k_n k_m t) N$$

Từ đó

$$D = \frac{p_m + p_n k_n k_m t}{1 - p_{01} - p_{02} - p_{03} - \dots} N \quad (3.14)$$

Như vậy đối với tàu kéo lượng chiếm nước tỷ lệ với công suất của thiết bị năng lượng.

Vì tàu kéo có vùng hoạt động rất đa dạng - biển, vịnh, sông, hồ nên các trọng lượng đơn vị và thời gian hành trình của tàu rất khác nhau. Như vậy hệ số tỷ lệ trong phương trình (3.14) giữa lượng chiếm nước và công suất của thiết bị năng lượng (TBNL) sẽ thay đổi trong phạm vi khá rộng: gần đúng từ 0,12 đối với tàu kéo cảng đến 0,48 đối với tàu kéo chạy biển.

Đặc trưng của nhiệm vụ thư thiết kế tàu hàng cho phép lập phương trình trọng lượng dưới dạng đặc biệt. Thường trong một số nhiệm vụ thư thiết kế không cho biết trước sức chở hàng mà là trọng tải. Trong trường hợp này phương trình sẽ có dạng sau:

$$D = (p_{01} + p_{02} + p_{03} + p_{05} + p_{07} + p_{09} + p_{10} + p_{11} + p_{12} + p_{13}) D + P_{04} + P_n \quad (3.15)$$

Nếu chia tất cả hai vế phương trình (3.15) cho D ta sẽ nhận được

$$1 = p_{01} + p_{02} + p_{03} + p_{05} + p_{07} + p_{09} + p_{10} + p_{11} + p_{12} + p_{13} + P_{04}/D + \eta_D$$

và từ đó rút ra

$$\eta_D = p_{01} - p_{02} - p_{03} - p_{05} - p_{07} - p_{09} - p_{10} - p_{11} - p_{12} - p_{13} - P_{04}/D \quad (3.16)$$

Biểu thức (3.16) được gọi là phương trình hệ số lợi dụng lượng chiếm nước theo trọng tải. Nó cho phép đánh giá ảnh hưởng của tất cả các trọng lượng đơn vị đến hệ số lợi dụng lượng chiếm nước η_D . Nếu áp dụng hệ số lợi dụng lượng chiếm nước thiếu cân nhắc sẽ dẫn tới sai số khi xác định lượng chiếm nước.

Như vậy, việc biểu diễn các trọng lượng thành phần dưới dạng hàm số bậc nhất của D sẽ làm giảm độ chính xác của phương trình (3.15) và (3.16).

Trong trường hợp bài toán cho biết trước tốc độ chứ không phải công suất máy thì lượng chiếm nước cũng có thể được xác định bằng cách sau:

Giải phương trình (3.10) và (3.11) bằng phương pháp bất kỳ. Theo kết quả đã nhận được

của lượng chiếm nước D tiến hành xác định công suất của TBNL. Sau đó cần chọn động cơ có công suất gần với công suất vừa được tính toán. Khi biết được công suất và mức động cơ, theo số liệu của người đặt hàng ta có thể xác định được trọng lượng máy, dự trữ nhiên liệu và điều đó sẽ cho phép tách hai thành phần trọng lượng vừa nêu (P_m, P_n) trong $P(D)$ thành hai thành phần trọng lượng độc lập. Sau đó phương trình trọng lượng sẽ được giải lần gần đúng thứ hai. Ví dụ có thể thừa nhận

$$\begin{aligned} P(D) &= (p_{01} + p_{11})D + (p'_{02} + p'_{03} + \dots)D^{2/3}; \\ P &= P_{15} + P_{04} + P_{16}. \end{aligned} \quad (3.17)$$

Nhờ nhận được giá trị của lượng chiếm nước từ việc giải phương trình trong lần gần đúng thứ hai ta có thể lập được bảng trọng lượng thành phần cho tàu thiết kế. Trong bảng này cần chứa các trọng lượng đơn vị (hay còn gọi là trọng lượng tương đối) ứng với các thành phần trọng lượng.

Bảng này sẽ cho khả năng:

- Kiểm tra sự đúng đắn của quá trình lập và giải phương trình trọng lượng;
- So sánh trọng lượng của tàu thiết kế với trọng lượng của các tàu khác có cùng công dụng;
- Nhận được các số liệu ban đầu để tiến hành xác định vốn đầu tư cho việc đóng mới và tiến hành hàng loạt các tính toán kinh tế khác.

3.4. ẢNH HƯỞNG CỦA SỰ THAY ĐỔI CÁC THAM SỐ VÀ TRỌNG LƯỢNG ĐỘC LẬP ĐẾN TRỌNG LƯỢNG TÀU. DẠNG VI PHÂN CỦA PHƯƠNG TRÌNH TRỌNG LƯỢNG BIỂU DIỄN DƯỚI DẠNG HÀM SỐ CỦA LƯỢNG CHIẾM NƯỚC. HỆ SỐ NOR-MAND

Nếu làm xuất hiện gia số của hàm $P(D)$ và của thành phần trọng lượng độc lập P tham gia vào phương trình trọng lượng thì dạng các đường cong biểu diễn tương ứng của chúng cũng thay đổi theo (hình 3.3). Điểm giao nhau của đường cong $\Sigma P_1 = P_1(D) + P_1$ với đường thẳng $D = D$ sẽ xác định vị trí của điểm A_1 , còn điểm giao nhau của đường cong $\Sigma P_0 = P_0(D) + P_0$ (chỉ số "0" tương ứng với giá trị ban đầu) với đường thẳng $D = D$ sẽ xác định vị trí của điểm A_0 .

Gia số của lượng chiếm nước sẽ là

$$\Delta D = \overline{A_0 E} = \overline{A_1 E},$$

trong đó

$$\overline{A_1 E} = \overline{EG} + \overline{A_1 G}$$

Gia số tổng các trọng lượng tại điểm A_0

$$\overline{A_0 F} = P_1(D_0) - P_0(D_0) + P_1 - P_0 = \Delta P(D_0) + \Delta P.$$

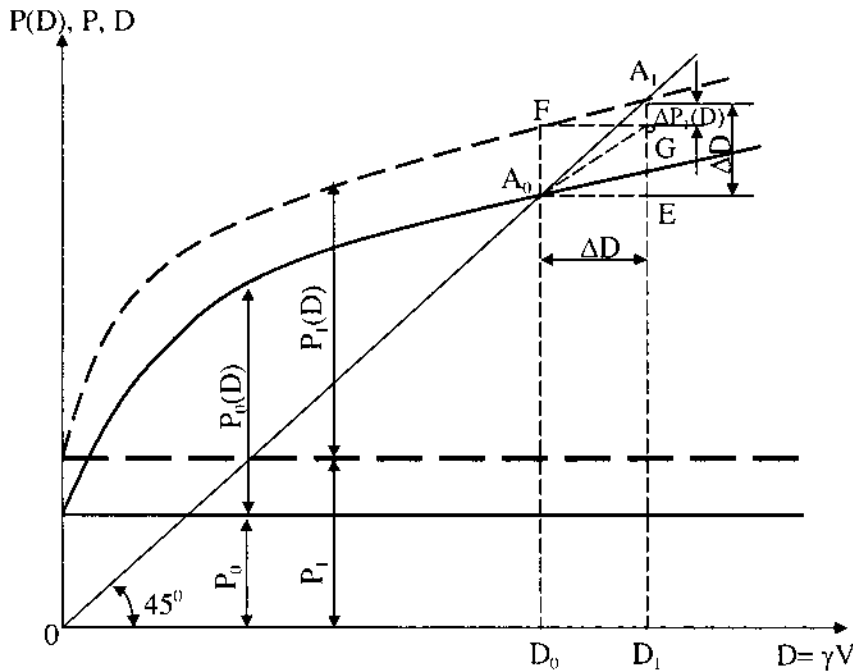
Khi thay thế đường cong $\Sigma P_1 = P_1(D) + P_1$ bằng tiếp tuyến với nó tại điểm F và coi gần đúng rằng điểm A_1 nhận được nhờ cắt tiếp tuyến này với đường thẳng $D = D_1$, chúng ta sẽ viết được

$$\frac{\overline{A_1G}}{\overline{FG}} = \frac{\Delta P_1(D)}{dD} \approx \frac{dP_1(D)}{dD}$$

từ đó

$$\overline{A_1G} = \frac{dP_1(D)}{dD} \cdot \overline{FG} = \frac{dP_1(D)}{dD} \Delta D.$$

và $\overline{A_1E} = \overline{A_0E} = \Delta D = \overline{A_0F} + \overline{A_1G} = \Delta P(D_0) + \Delta P + \Delta D \cdot dP_1(D)/dD. \quad (3.18)$



Hình 3.3. Sự thay đổi lượng chiếm nước của tàu thiết kế khi thay đổi các tham số và trọng lượng độc lập

Như vậy, sự xuất hiện của số hạng thứ ba (cuối cùng) trong công thức (3.18) là do sự tăng của hàm mới $P_1(D)$ khi chuyển từ điểm F tới điểm A_1 và do đó làm tăng lượng chiếm nước của tàu để đạt được sự cân bằng giữa trọng lượng tàu và lực nâng $D = \gamma V$.

Từ biểu thức (3.18) ta có thể nhận được

$$\Delta D - \frac{dP_1(D)}{dD} \Delta D = \Delta P(D_0) + \Delta P$$

và

$$\Delta D = \frac{\Delta P(D_0) + \Delta P}{1 - \frac{dP_1(D)}{dD}} \quad (3.19)$$

Ký hiệu

$$\eta_N = \frac{1}{1 - \frac{dP_1(D)}{dD}} \quad (3.20)$$

ta có thể viết

$$\Delta D = \eta_N [\Delta P(D_0) + \Delta P] \quad (3.21)$$

Công thức (3.21) được gọi là dạng vi phân của phương trình trọng lượng. Nó sẽ xác định quy luật tăng lượng chiếm nước khi có các gia số bé của các tham số (các trọng lượng đơn vị và các yếu tố kinh tế-kỹ thuật). Nor-mand là người đầu tiên đã chỉ ra sự tồn tại của quy luật này và sau này V. C. Do-rin và I. V. Vin-no-grad đã chính xác hoá thêm.

Hệ số η_N được gọi là hệ số thay đổi lượng chiếm nước hoặc còn gọi là hệ số Nor-mand.

Công thức (3.21) chỉ đủ chính xác khi sự thay đổi trọng lượng được hạn chế, bởi vì đoạn cuối của đường cong $P_1(D)$ đã được thay thế gần đúng bằng tiếp tuyến với nó tại điểm F (hình 3.3).

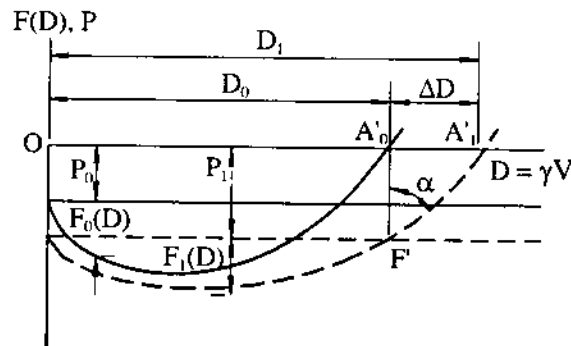
Từ công thức (3.21) có thể rút ra

$$\eta_N = \frac{\Delta D}{\Delta P(D_0) + \Delta P} \quad (3.22)$$

có nghĩa là hệ số Nor-mand là tỷ số giữa gia số lượng chiếm nước với gia số trọng lượng nhờ thay đổi các tham số và trọng lượng độc lập.

Hệ số này được biểu diễn bằng hình học bởi tang của góc $\angle FA_0G$. Từ hình 3.3 ta thấy rằng, $\angle FA_0G > 45^\circ$, còn $\text{tg} \angle FA_0G > 1$. Điều đó chứng tỏ rằng, đường cong $P_1(D) + P$ được nâng lên càng cong thì $\text{tg} \angle FA_0G$ càng lớn.

Quay trở lại phương trình dưới dạng (3.4) (xem hình 3.4) chúng ta cũng nhận được kết quả như vậy.



Hình 3.4. Thay đổi LCN của tàu thiết kế khi thay đổi các tham số và trọng lượng độc lập

Phạm vi áp dụng của công thức (3.21) hiện chưa được nghiên cứu đầy đủ. Thực tế trong trường hợp gia số các thành phần trọng lượng đạt đến 20% D_0 công thức (3.21) vẫn cho kết quả chính xác.

3.5. XÁC ĐỊNH GIA SỐ CỦA CÁC TRỌNG LƯỢNG KHI THAY ĐỔI CÁC THAM SỐ

Để có thể tính được gia số của lượng chiếm nước ΔD theo công thức (3.21) cần phải tìm ra hệ số η_N cũng như gia số $\Delta P(D_0)$ của các trọng lượng do thay đổi các tham số với giả thiết không thay đổi lượng chiếm nước.

Gia số của các trọng lượng độc lập được tính khá đơn giản: $\Delta P = P_1 - P_0$. Gia số các trọng lượng phụ thuộc vào D và hàng loạt các tham số sẽ được tìm ra bằng hai phương pháp.

Phương pháp thứ nhất:

Tính hiệu số cuối cùng của các trọng lượng phụ thuộc D khi thay đổi các tham số. Ví dụ:

- Trọng lượng thân tàu khi thay đổi $p_v = p_{v1}$:

$$\Delta P_{01} = \Delta P_v = P_{v1} - P_{v0} = (p_{v1} - p_{v0})D_0;$$

- Trọng lượng thiết bị tàu và hệ thống:

$$\Delta P_{02} = \Delta P_{tb} = P_{tb1} - P_{tb0} = (p_{tb1} - p_{tb0})D_0;$$

$$\Delta P_{03} = \Delta P_{ht} = P_{ht1} - P_{ht0} = (p_{ht1} - p_{ht0})D_0;$$

hoặc

$$\Delta P_{02} = \Delta P_{tb} = (p'_{tb1} - p'_{tb0})D_0^{2/3};$$

$$\Delta P_{03} = \Delta P_{ht} = (p'_{ht1} - p'_{ht0})D_0^{2/3};$$

- Trọng lượng thiết bị năng lượng:

$$\Delta P_{04} = \Delta P_m = p_{m1} \frac{D_1^m v_1^n}{C_1} - p_{m0} \frac{D_0^m v_0^n}{C_0} = \left(p_{m1} \frac{v_1^n}{C_1} - p_{m0} \frac{v_0^n}{C_0} \right) D_0^m$$

- Trọng lượng nhiên liệu dự trữ:

$$\Delta P_{16} = \Delta P_{n1} = \left(p_{n11} k_{n11} k_{m1} \frac{v_1^{n-1}}{C_1} - p_{n10} k_{n10} k_{m0} \frac{v_0^{n-1}}{C_0} \right) D_0^m$$

Tính các gia số còn lại bằng cách tương tự.

Như vậy

$$\Delta P(D_0) = \Delta P_{01} + \Delta P_{02} + \dots + \Delta P_{16} + \dots \quad (3.23)$$

Gia số của dự trữ lượng chiếm nước cũng có thể được xác định theo công thức

$$\Delta P_{11} = \Delta P_{\Delta D} = (p_{\Delta D1} - p_{\Delta D0}) D_0.$$

Phương pháp vừa nêu tạo ra khả năng lớn để tính gia số trọng lượng thân tàu do thay đổi kết cấu và vật liệu chế tạo.

Ví dụ, nếu cần thay đổi vật liệu thì theo các kích thước và đặc trưng đã biết của tàu mẫu

cần tiến hành chọn vật liệu mới cho tàu thiết kế với giả thiết rằng lượng chiếm nước không thay đổi. Trong trường hợp này gia số trọng lượng thân tàu do thay đổi vật liệu sẽ được tính như sau: $\Delta P_{01} = \Delta P_v = P_{v1} - P_{v0}$, trong đó P_{v1} và P_{v0} - tương ứng là trọng lượng thân tàu được chế tạo từ vật liệu mới và vật liệu cũ.

Phương pháp thứ hai:

Xác định gia số của trọng lượng khi thay đổi các tham số bằng cách tính gần đúng theo công thức vi phân.

Đối với trọng lượng thân tàu

$$\Delta P_{01} = \Delta P_v \approx \frac{\partial P_v}{\partial p_v} dp_v = D_0 dp_v.$$

Một cách tương tự ta có thể xác định các gia số còn lại, ví dụ:

$$\Delta P_{02} = \Delta P_{tb} \approx D_0 dp_{tb}$$

hoặc

$$\Delta P_{02} = \Delta P_{tb} \approx \frac{\partial P_{tb}}{\partial p_{tb}} dp_{tb} = D_0^{2/3} dp_{tb}.$$

và các gia số khác, đặc biệt $\Delta P_{11} = \Delta P_{\Delta D} \approx D_0 dp_{\Delta D}$.

Công thức để tính gia số trọng lượng máy tương ứng với công thức (3.23) có dạng

$$\begin{aligned} \Delta P_{04} = \Delta P_m &\approx \frac{\partial P_m}{\partial p_m} dp_m + \frac{\partial P_m}{\partial v} dv + \frac{\partial P_m}{\partial C} dC = \\ &= \frac{D_0^m v_0^n}{C_0} dp_m + n p_{m0} \frac{D_0^m v_0^{n-1}}{C_0} dv - p_{m0} \frac{D_0^m v_0^n}{C_0^2} dC \end{aligned}$$

hoặc

$$\begin{aligned} \Delta P_{04} = \Delta P_m &\approx p_{m0} \frac{D_0^m v_0^n}{C_0} \left(\frac{dp_m}{p_{m0}} + n \frac{dv}{v_0} - \frac{dC}{C_0} \right) = \\ &= P_{m0} \left(\frac{dp_m}{p_{m0}} + n \frac{dv}{v_0} - \frac{dC}{C_0} \right). \end{aligned} \quad (3.24)$$

Công thức để xác định gia số trọng lượng nhiên liệu có dạng

$$\Delta P_{16} = \Delta P_{nl} \approx P_{nl0} \left[\frac{dp_{nl}}{p_{nl0}} + \frac{dk_m}{k_{m0}} + \frac{dk_{nl}}{k_{nl0}} + (n-1) \frac{dv}{v_0} + \frac{dr}{r_0} - \frac{dC}{C_0} \right]. \quad (3.25)$$

Tất cả các công thức nêu trên cho ta khả năng phân tích ảnh hưởng của các tham số đến sự tăng của các trọng lượng thành phần.

Nếu cần sử dụng công thức hệ số Hải quân thì các đại lượng n trong các biểu thức (3.24) và (3.25) sẽ lấy bằng 3, theo V. V. Đa-vư-đơv - 3,25, còn theo công thức (2.37) - 2,5.

3.6. XÁC ĐỊNH HỆ SỐ NOR-MAND

Để xác định được hệ số Nor-mand ta cần tìm được đạo hàm của hàm $P_1(D)$ theo lượng chiếm nước. Giá trị của đạo hàm này sẽ được tính ứng với $D = D_0$.

Hàm số $P_1(D)$ có để ý đến sự thay đổi các tham số được biểu diễn như sau:

$$P_1(D) = P_{v1} + P_{tb1} + P_{ht1} + P_{m1} + \dots + P_{\Delta D} + \dots + P_{n1} + \dots \quad (3.26)$$

Đạo hàm của hàm số này theo D có dạng

$$\frac{dP_1(D)}{dD} = \frac{dP_{v1}}{dD} + \frac{dP_{tb1}}{dD} + \frac{dP_{ht1}}{dD} + \dots \quad (3.27)$$

Biểu diễn các trọng lượng tham gia vào công thức (3.26) dưới dạng hàm của D và các tham số thay đổi ta sẽ có

$$\begin{aligned} \frac{dP_1(D)}{dD} = & p_{v1} + p_{ht1} + p_{tb1} + \dots + p_{\Delta D1} + mp_{m1} \frac{D^{m-1} v_1^n}{C_1} + \\ & + mp_{n1} k_{n1} k_{m1} \frac{D^{m-1} v_1^{n-1}}{C_1} r \end{aligned} \quad (3.28)$$

hoặc ví dụ:

$$\frac{dP_1(D)}{dD} = \frac{P_{v1}}{D} + \frac{2}{3} \frac{P_{tb1}}{D} + \frac{2}{3} \frac{P_{ht1}}{D} + \dots + \frac{P_{\Delta D}}{D} + m \left(\frac{P_{m1}}{D} + \frac{P_{n1}}{D} \right)$$

Khi $D = D_0$

$$\frac{dP_1(D_0)}{dD} = \frac{P_{v1}}{D_0} + \frac{2}{3} \frac{P_{tb1}}{D_0} + \frac{2}{3} \frac{P_{ht1}}{D_0} + \dots + \frac{P_{\Delta D}}{D_0} + m \left(\frac{P_{m1}}{D_0} + \frac{P_{n1}}{D_0} \right). \quad (3.29)$$

Cần chú ý rằng, tất cả các trọng lượng phụ thuộc vào D cũng đều là hàm của các tham số thay đổi, bởi vậy tỷ số của chúng với D_0 trong trường hợp tổng quát sẽ không bằng tỷ số tương tự đối với tàu mẫu. Tỷ số P_{v1}/D_0 và các tỷ số khác đặc trưng cho trọng lượng của tàu mẫu “thay đổi” có lực nổi không bằng trọng lượng của nó.

Để sử dụng các số liệu về trọng lượng của tàu mẫu, cần tính $P_{v0} = p_{v0}D$; $P_{v1} = p_{v1}D$, do đó khi thay đổi lượng chiếm nước $P_{v1} = (p_{v1}/p_{v0})P_{v0}$.

Như vậy

$$\begin{aligned} P_{m1} &= \frac{p_{m1} v_1^n C_0}{p_{m0} v_0^n C_1} P_{m0}; \\ P_{n1} &= \frac{p_{n1} k_{n1} k_{m1} v_1^{n-1} r C_0}{p_{n0} k_{n0} k_{m0} v_0^{n-1} r C_1} P_{n0} \end{aligned}$$

Thay các biểu thức trên vào (3.29) và sau đó tiếp tục thay vào (3.20) ta sẽ nhận được công thức sau để xác định hệ số Nor-mand η_N :

$$\eta_N = \frac{1}{1 - \frac{dP_1(D_0)}{dD}} = \frac{1}{1 - \left[\frac{p_{v1}}{p_{v0}} \frac{P_{v0}}{D_0} + \frac{2}{3} \frac{p_{tb1}}{p_{tb0}} \frac{P_{tb0}}{D_0} + \dots + \frac{p_{\Delta D1}}{p_{\Delta D0}} \frac{P_{\Delta D0}}{D_0} + m \frac{p_{m1} v_1^n C_0}{p_{m0} v_0^n C_1} \frac{P_{m0}}{D_0} + m \frac{p_{n1} k_{n1} k_{m1} v_1^{n-1} r_1 C_{01}}{p_{n0} k_{n0} k_{m0} v_0^{n-1} r_0 C_1} \frac{P_{n10}}{D_0} \right]} \quad (3.30)$$

Khi sự thay đổi của $P(D) + P$ chỉ diễn ra nhờ thay đổi P , có nghĩa là $\Delta P \neq 0$, công thức (3.30) sẽ được viết lại một cách đơn giản hơn:

$$\eta_N = \frac{1}{1 - \frac{dP_0(D_0)}{dD}} \quad (3.31)$$

trong đó

$$\frac{dP_0(D_0)}{dD} = \frac{P_{v0}}{D_0} + \frac{2}{3} \left(\frac{P_{tb0}}{D_0} + \frac{P_{ht0}}{D_0} \right) + \dots + \frac{P_{\Delta D}}{D_0} + m \left(\frac{P_{m0}}{D_0} + \frac{P_{n10}}{D_0} \right) \quad (3.32)$$

Theo các công thức này η_N có thể được xác định cả khi thay đổi sức chở hàng P_h đối với các tàu dân dụng hoặc vũ khí và dự trữ chiến đấu đối với tàu chiến. Hệ số η_N đặc biệt lớn đối với những tàu có trọng lượng độc lập bé.

Từ (3.30) cần phải nhận thấy rằng giảm trọng lượng tương đối (trọng lượng đơn vị) là bài toán quan trọng của ngành đóng tàu: trọng lượng càng thấp thì càng dễ tăng sức chở hàng đối với tàu hàng và vũ khí đối với tàu chiến.

Công thức (3.30) có độ chính xác cao hơn (3.31) bởi vậy nó cho phép đánh giá một cách cụ thể ảnh hưởng của gia số các trọng lượng đơn vị đến gia số lượng chiếm nước ΔD .

3.7. QUAN HỆ GIỮA HỆ SỐ η_N VÀ η_h

Các hệ số η_N và η_h là đặc trưng quan trọng của trọng lượng tàu. Theo (3.3) đối với tàu mẫu $D_0 = P(D_0) + P_0$.

Đối với các tàu chở hàng thành phần trọng lượng độc lập được cấu thành chỉ bởi trọng lượng hàng hoá, có nghĩa là $P_h = P = \eta_h D_0$ và $D_0 = P_0(D_0) + \eta_h D_0$.

Suy ra

$$\eta_h = 1 - \frac{P_0(D_0)}{D_0} \quad (3.33)$$

Biến đổi biểu thức (3.32) chúng ta sẽ nhận được

$$\begin{aligned} \frac{dP_0(D_0)}{dD_0} &= \frac{P_{v0}}{D_0} + \frac{P_{\Delta D0}}{D_0} + \frac{P_{tb0}}{D_0} + \frac{P_{ht0}}{D_0} + \dots + \frac{P_{m0}}{D_0} + \frac{P_{n10}}{D_0} - \\ &\quad \frac{1}{3} \frac{P_{tb0}}{D_0} + \frac{P_{ht0}}{D_0} + \dots - (1-m) \frac{P_{m0}}{D_0} + \frac{P_{n10}}{D_0} \end{aligned} \quad (3.34)$$

hoặc

$$\frac{dP_0(D_0)}{dD_0} = \frac{D_0 - P_h}{D_0} - \frac{1}{3} \frac{P_{tb0} + P_{m0} + \dots}{D_0} - (1-m) \frac{P_{m0} + P_{nl0}}{D_0} \quad (3.35)$$

Theo công thức hệ số Hải quân lấy $m = 2/3$ biểu thức (3.35) sẽ được viết lại

$$\begin{aligned} \frac{dP_0(D_0)}{dD_0} &= 1 - \eta_h - \frac{1}{3} \left(\frac{D_0 - P_{v0} - P_{\Delta D0} - P_h}{D_0} \right) = \\ &= \frac{2}{3} - \frac{2}{3} \eta_h + \frac{1}{3} \frac{P_{v0} + P_{\Delta D0}}{D_0} \end{aligned}$$

và theo (3.31)

$$\eta_N = \frac{1}{1 - \frac{2}{3} + \frac{2}{3} \eta_h - \frac{1}{3} \frac{P_{v0} + P_{\Delta D0}}{D_0}}$$

và cuối cùng

$$\eta_N = \frac{3}{2\eta_h + 1 - \frac{P_{v0} + P_{\Delta D0}}{D_0}} \quad (3.36)$$

Theo công thức (3.36) hệ số η_h đóng vai trò quan trọng khi xác định hệ số η_N . Độ chính xác tính theo công thức này hoàn toàn giống với độ chính xác khi tính theo các công thức (3.31) và (3.32).

Nếu giả thiết rằng tất cả các trọng lượng thành phần đều tỷ lệ thuận với D_0 , thì từ (3.33) và (3.34) có thể rút ra

$$\eta_N = 1/\eta_h \quad (3.37)$$

Đối với những tàu có hệ số η_h lớn độ chính xác của công thức cuối cùng hầu như giống với độ chính xác của các công thức (3.31) và (3.32).

Chương 4

PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH CÁC KÍCH THƯỚC CHỦ YẾU CỦA TÀU. PHƯƠNG TRÌNH TRỌNG LƯỢNG BIỂU DIỄN DƯỚI DẠNG HÀM SỐ CỦA CÁC KÍCH THƯỚC CHỦ YẾU VÀ HỆ SỐ BÉO CHUNG

4.1. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH CÁC KÍCH THƯỚC CHỦ YẾU VÀ HỆ SỐ BÉO CHUNG CỦA TÀU KHI BIẾT TRƯỚC LƯỢNG CHIẾM NƯỚC

Trong chương 3 đã chỉ ra các phương pháp xác định lượng chiếm nước của tàu nhờ việc lập và giải phương trình trọng lượng dưới dạng đại số hoặc bằng phương pháp vi phân dựa trên cơ sở áp dụng hệ số Nor-mand. Khi các mối quan hệ giữa trọng lượng thành phần với lượng chiếm nước được lựa chọn hợp lý, các tham số đặc trưng (bao gồm: các trọng lượng đơn vị, tầm xa bơi lội, tốc độ vận hành và một số tham số khác) đảm bảo độ tin cậy cần thiết thì các yêu cầu kinh tế kỹ thuật và các trọng lượng độc lập đã cho trước sẽ được đảm bảo. Lượng chiếm nước có được nhờ việc giải phương trình nêu trên sẽ được dùng làm cơ sở cho hàng loạt các tính toán tiếp theo nhằm xác định các đặc trưng kinh tế có liên quan đến việc lập kế hoạch và tổ chức đóng mới tàu thiết kế.

Bước tiếp theo sau khi xác định lượng chiếm nước là lựa chọn các đặc trưng kích thước chủ yếu (L , B , T , H) và hệ số béo δ . Các đại lượng này thường được gọi là các yếu tố chính của tàu.

Phương trình lực nổi (2.2) là cơ sở chủ yếu cho phép xác định các kích thước chủ yếu của tàu. Nếu ta coi D , k , γ đã biết trước thì phương trình (2.2) sẽ chứa 4 ẩn số: δ , L , B , T .

Chiều dài tính toán L có thể được biểu diễn dưới dạng hàm số của tốc độ và lượng chiếm nước $L = f(v, V)$.

Mối quan hệ này cũng có thể được viết lại dưới dạng sau:

$$l = \frac{L}{\sqrt[3]{V}} = f(v) \quad (4.1)$$

trong đó: l - chiều dài tương đối của tàu.

Hệ số béo δ thường được biểu diễn dưới dạng hàm của tốc độ tương đối F_r , có nghĩa là

$$\delta = f(F_r) = f\left(\frac{v}{\sqrt{gL}}\right)$$

Chiều rộng và chiều chìm của tàu có quan hệ với ổn định ban đầu: Tỷ số $B/T = b_T$ là hàm số của chiều cao tâm nghiêng ngang ban đầu và một vài đặc trưng khác của tàu.

Lập và giải phương trình ổn định là phương pháp chính xác nhất để xác định b_T .

Trong một vài trường hợp có thể sử dụng đại lượng $l_B = L/B$ thông qua l và b_T thay cho $l = L/\sqrt[3]{V}$.

$$\begin{aligned} l &= \frac{L}{\sqrt[3]{V}} = \frac{L}{\sqrt[3]{k\delta LBT}} = \frac{1}{\sqrt[3]{k\delta}} \sqrt{\frac{L^3}{LBT}} = \\ &= \frac{(L/B)^{2/3} (B/T)^{1/3}}{\sqrt[3]{k\delta}} = l_B^{2/3} b_T^{1/3} k^{-1/3} \delta^{-1/3} \end{aligned} \quad (4.2)$$

Như vậy

$$l_B = k^{1/2} \delta^{1/2} l^{3/2} b_T^{-1/2} \quad (4.3)$$

Các mối quan hệ nêu trên cho phép lập được hệ phương trình để xác định δ , L , B , T . Hệ phương trình này có dạng sau:

$$D = k\gamma\delta LBT; l = \frac{L}{\sqrt[3]{V}} = f(v); \delta = f\left(\frac{v}{\sqrt{gL}}\right)$$

Có thể giải hệ phương trình này theo trình tự sau:

- 1) Xác định $l = f(v)$ theo tốc độ đã cho trước v và sau đó là $L = l \sqrt[3]{D/\gamma}$;
- 2) Tính số $F_r = v/\sqrt{gL}$ và δ theo tốc độ v và chiều dài L ;
- 3) Nhận giá trị $b_T = B/T$ từ phương trình ổn định theo chiều cao tâm nghiêng ngang tương đối $\bar{h} = h/B$.

Như vậy có thể nhận được hai phương trình sau:

$$BT = D/k\gamma\delta L \text{ và } B/T = b_T.$$

Kết hợp hai phương trình này ta sẽ nhận được

$$B = \sqrt{\frac{Db_T}{k\gamma\delta L}}; \quad T = \frac{B}{b_T}$$

Cũng có thể giải hệ phương trình khác mà trong đó thay cho l ta có thể sử dụng $l_B = L/B$. Từ đó

$$D = k\gamma\delta \frac{L^3}{l_B^2 b_T}; \quad L = \sqrt[3]{\frac{D l_B^2 b_T}{k\gamma\delta}}; \quad B = \frac{L}{l_B}; \quad T = \frac{B}{b_T}$$

Tương tự với công thức $l = L/\sqrt[3]{V}$ ta cũng có thể nhận được các công thức đối với chiều rộng tương đối

$$b = \frac{B}{\sqrt[3]{V}} = \sqrt[3]{\frac{b_T}{k\delta l_B}} \quad (4.4)$$

và đối với chiều chìm tương đối

$$t = \frac{T}{\sqrt[3]{V}} = \frac{1}{\sqrt[3]{18l_B b_T^2}} \quad (4.5)$$

Hai công thức vừa nêu đôi khi cũng được sử dụng để xác định B và T bởi vì đối với những tàu có công dụng đã được xác định thì b và t thường dao động trong phạm vi khá hẹp.

4.2. LẬP VÀ GIẢI PHƯƠNG TRÌNH TRỌNG LƯỢNG ĐƯỢC BIỂU DIỄN DƯỚI DẠNG HÀM SỐ CỦA CÁC KÍCH THƯỚC CHỦ YẾU VÀ HỆ SỐ BÉO δ

Trong chương 3 đã tiến hành khảo sát phương pháp giải phương trình trọng lượng với một ẩn số duy nhất là lượng chiếm nước. Khi phương trình trọng lượng được biểu diễn dưới dạng hàm số của các kích thước chủ yếu và hệ số béo δ thì phương trình sẽ chứa một vài ẩn số.

Trong trường hợp tổng quát phương trình trọng lượng được biểu diễn dưới dạng hàm số của các kích thước chủ yếu và hệ số béo δ sẽ được viết như sau:

$$k\gamma\delta LBT - P(\delta, L, B, T, v, r, C, \dots) - P = 0, \quad (4.6)$$

trong đó: $k\gamma\delta LBT = D$;

$P(\delta, L, B, T, v, r, C, \dots)$ - tổng các trọng lượng được biểu diễn dưới dạng hàm số của các kích thước chủ yếu và hệ số béo δ và trong số đó còn có cả các tham số;

P - tổng các trọng lượng độc lập đã cho trước.

Có thể xác định sơ bộ công suất động cơ chính bằng hàng loạt các đồ thị và bảng biểu diễn mối quan hệ giữa công suất máy chính với các yếu tố kích thước chủ yếu và hệ số béo δ của tàu thiết kế. Thực tế, ta có thể chia $P(\delta, L, B, T, v, r, C, \dots)$ ra hai nhóm: $F(\delta, L, B, T, \dots)$ - được hợp nên bởi các trọng lượng không phụ thuộc vào công suất máy và nhóm thứ hai sẽ phụ thuộc vào công suất bao gồm: trọng lượng máy và trọng lượng dự trữ nhiên liệu. Như vậy có thể viết

$$P(N) = P_m + P_{nl} = p_m N + k_{nl} k_m p_{nl} N r/v = (p_m + k_{nl} k_m p_{nl} r/v) N \quad (4.7)$$

Khi tàu chuyển động với tốc độ kinh tế nhằm tăng tầm xa bơi lợi biểu thức (4.7) sẽ được viết lại

$$P(N) = (p_m + k_{nl} k_m p_{nl} r_{kt}/v_{kt}) N_{kt}$$

Đại lượng $F(\delta, L, B, T, \dots)$ có thể được viết lại dưới dạng khác nhờ các mối quan hệ đã được đưa ra trong chương 2. Ví dụ ta có thể lập và giải phương trình trọng lượng đối với các tàu dân dụng khi trọng lượng thân tàu và hàng loạt các thành phần trọng lượng khác được biểu diễn dưới dạng hàm số của LBH:

$$P(\delta, L, B, T, \dots) = P_{01} + P_{02} + \dots + P_{11} + \dots = q_{01} LBH + (q'_{02} + q'_{03} + \dots) (LBH)^{2/3} + p_{11} k\gamma\delta LBT + \dots$$

Như vậy, phương trình (4.6) trong trường hợp này sẽ được viết lại dưới dạng

$$k\gamma\delta LBT - q_{01}LBH - (q'_{02} + q'_{03} + \dots)(LBH)^{2/3} - p_{11}k\gamma\delta LBT - (p_m + k_m k_m p_{nl} r/v)N - P = 0 \quad (4.8)$$

Lượng chiếm nước cũng có thể được biểu diễn qua chiều dài tương đối l và chiều dài tàu L :

$$D = k\gamma\delta LBT = k\gamma(L/l)^3 \quad (4.9)$$

Tích số LBH cũng có thể được viết lại dưới dạng

$$LBH = \frac{k\gamma\delta LBT}{k\gamma\delta} \frac{H}{T} = \frac{1}{k\delta} \left(\frac{L}{l}\right)^3 h_T \quad (4.10)$$

Cần chú ý rằng $h_T = H/T$ là đặc trưng dung tích của tàu (xem chương 5).

Biến đổi phương trình (4.8) có để ý đến (4.9) và (4.10) ta nhận được

$$\left[\gamma(1 - p_{11}) - q_{01} \frac{h_T}{k\delta} \right] \left(\frac{L}{l}\right)^3 - \left[(q'_{02} + q'_{03} + \dots) \left(\frac{h_T}{k\delta}\right)^{2/3} \right] \left(\frac{L}{l}\right)^2 - \left(p_m + k_m k_m p_{nl} \frac{r}{v} \right) N - P = 0. \quad (4.11)$$

Phương trình này có thể giải được bằng phương pháp đồ thị hoặc bằng phương pháp thế. Muốn vậy, cần phải tính hàng loạt các giá trị của vế trái phương trình ứng với các giá trị được thay đổi của đại lượng L . Trình tự tính toán như sau:

- Theo nhiệm vụ thư thiết kế cần chọn P, v, r ;
- Theo tàu mẫu (trong trường hợp cần có sự điều chỉnh) cần chọn các đại lượng $b_T = B/T$ và $h_T = H/T$ đặc trưng cho ổn định ban đầu và dung tích;
- Theo tàu mẫu (hoặc theo các số liệu thống kê) cũng như theo các đặc trưng của thiết bị năng lượng cần xác định các tham số khác tham gia vào phương trình (4.11);
- Theo tốc độ đã cho trước cần chọn l và trên cơ sở đó sẽ xác định số $F_r = v/\sqrt{gL}$ đồng thời từ đó xác định hệ số δ ;
- Theo các đồ thị của Tay-lor (hoặc đồ thị O-ler...) cần xác định công suất thiết bị năng lượng N . Giá trị của đại lượng L biến vế trái của phương trình (4.11) thành không tương ứng sẽ là nghiệm của phương trình.

Nếu biểu diễn trọng lượng của tàu thông qua các mối quan hệ đã được giới thiệu ở chương 2 ta có thể nhận được phương trình (4.6) mà việc giải nó sẽ cho phép xem xét cụ thể ảnh hưởng của các yếu tố kích thước chủ yếu và hệ số béo δ đến lượng chiếm nước của tàu thiết kế. Khi thừa nhận các đại lượng $l = f(v)$, b_T , $\delta = f(v, L)$, h_T ta có thể nhận được B và T dưới dạng hàm số của L .

Từ (4.3) có thể viết được biểu thức sau

$$B = \frac{L}{l^{3.2}} \left(\frac{b_T}{k\delta}\right)^{1/2}; T = \frac{B}{b_T} = \frac{L}{l^{3/2}} \frac{1}{(k\delta b_T)^{1/2}}$$

Các phương trình vừa được nêu ở trên có thể giải được một cách dễ dàng nhờ máy tính điện tử.

4.3. DẠNG VI PHÂN CỦA PHƯƠNG TRÌNH TRỌNG LƯỢNG ĐƯỢC BIỂU DIỄN DƯỚI DẠNG HÀM SỐ CỦA CÁC KÍCH THƯỚC CHỦ YẾU VÀ HỆ SỐ BÉO δ

Dạng vi phân của phương trình trọng lượng được biểu diễn dưới dạng hàm số của các kích thước chủ yếu và hệ số béo δ sẽ cho phép phân tích ảnh hưởng của sự thay đổi các đại lượng này đến lượng chiếm nước và trọng lượng tàu cũng như ảnh hưởng qua lại của các tham số và các trọng lượng độc lập. Phương trình dưới dạng này được áp dụng phổ biến hơn so với phương trình dưới dạng đại số. Sự thay đổi của lượng chiếm nước và do đó làm thay đổi V có thể diễn ra nhờ thay đổi các trọng lượng đơn vị, các yếu tố kinh tế-kỹ thuật (v, r) cũng như các đại lượng δ, L, B, T .

Như vậy

$$\Delta D = \Delta P(D_0) + \Delta P + \Delta P_1(D_0), \quad (4.12)$$

trong đó: $\Delta P(D_0) = P(\delta_0, L_0, B_0, T_0, H_1, v_1, r_1, p_1, \dots) - P(\delta_0, L_0, B_0, T_0, H_0, v_0, r_0, p_0, \dots)$ - gia số của trọng lượng tàu mẫu nhờ thay đổi các tham số và H đạt đến giá trị của các đại lượng đã được thừa nhận trong thiết kế ứng với $\delta, L, B, T = \text{const}$ (chỉ số "0" thuộc về tàu mẫu, còn chỉ số "1" thuộc về tàu thiết kế);

$\Delta P = P_1 - P_0$ - gia số của các trọng lượng độc lập của tàu mẫu đạt đến trọng lượng tương ứng với tàu thiết kế;

$\Delta P_1(D_0) = P(\delta_1, L_1, B_1, T_1, H_1, v_1, r_1, p_1, \dots) - P(\delta_0, L_0, B_0, T_0, H_1, v_1, r_1, p_1, \dots)$ - gia số trọng lượng của tàu thiết kế do có sự thay đổi của δ, L, B, T khi chuyển từ điểm A_0 đến A_1 .

Như đã chỉ ra trên hình 3.3

$$\Delta P(D_0) + \Delta P = \overline{A_0 F}$$

Các đại lượng $\Delta D, \Delta P(D_0), \Delta P_1(D_0)$ có quan hệ với gia số của các kích thước chủ yếu và các tham số, ví dụ, ΔD với $\Delta \delta, \Delta L, \Delta B, \Delta T$. Gần đúng có thể coi gia số $\Delta D = \Delta(k\gamma\delta LBT)$ là vi phân toàn phần:

$$\begin{aligned} \Delta D \approx dD &= \frac{\partial D_0}{\partial \delta} d\delta + \frac{\partial D_0}{\partial L} dL + \frac{\partial D_0}{\partial B} dB + \frac{\partial D_0}{\partial T} dT = \\ &= \frac{D_0}{\delta} d\delta + \frac{D_0}{L} dL + \frac{D_0}{B} dB + \frac{D_0}{T} dT \approx \\ &= \frac{D_0}{\delta} \Delta \delta + \frac{D_0}{L} \Delta L + \frac{D_0}{B} \Delta B + \frac{D_0}{T} \Delta T \end{aligned} \quad (4.13)$$

Tương tự

$$\Delta P(D_0) \approx dP(D_0) = \frac{\partial P(D_0)}{\partial v} dv + \frac{\partial P(D_0)}{\partial r} dr + \\ + \frac{\partial P(D_0)}{\partial p_i} dp_i + \dots \approx \frac{\partial P(D_0)}{\partial v} \Delta v + \dots$$

và

$$\Delta P_1(D_0) \approx dP_1(D_0) = \frac{\partial P_1(D_0)}{\partial \delta} d\delta + \frac{\partial P_1(D_0)}{\partial L} dL + \\ + \frac{\partial P_1(D_0)}{\partial B} dB + \frac{\partial P_1(D_0)}{\partial T} dT \approx \frac{\partial P_1(D_0)}{\partial \delta} \Delta \delta + \frac{\partial P_1(D_0)}{\partial L} \Delta L + \\ + \frac{\partial P_1(D_0)}{\partial B} \Delta B + \frac{\partial P_1(D_0)}{\partial T} \Delta T.$$

Như vậy phương trình (4.12) sẽ được viết lại dưới dạng

$$\left[\frac{D_0}{\delta} - \frac{\partial P_1(D_0)}{\partial \delta} \right] \Delta \delta + \left[\frac{D_0}{L} - \frac{\partial P_1(D_0)}{\partial L} \right] \Delta L + \left[\frac{D_0}{B} - \frac{\partial P_1(D_0)}{\partial B} \right] \Delta B + \\ + \left[\frac{D_0}{T} - \frac{\partial P_1(D_0)}{\partial T} \right] \Delta T = \frac{\partial P(D_0)}{\partial v} \Delta v + \frac{\partial P(D_0)}{\partial r} \Delta r + \frac{\partial P(D_0)}{\partial p_i} \Delta p_i + \dots + \Delta P \quad (4.14)$$

Khi xem xét phương trình (4.14) cần chú ý đến một số đặc điểm sau: Vế trái của phương trình chỉ ra sự tăng lực nổi do tăng kích thước và hệ số béo δ ; Vế phải chỉ ra gia số trọng lượng tàu khi tăng các trọng lượng phụ thuộc vào các tham số và trọng lượng độc lập tương ứng với L , B , T và $\delta = \text{const}$.

4.4. TÍNH ĐẠO HÀM RIÊNG TRỌNG LƯỢNG MÁY VÀ DỰ TRỮ NHIÊN LIỆU THEO HỆ SỐ BÉO δ VÀ CÁC KÍCH THƯỚC CHỦ YẾU

Thực tế đã chỉ ra rằng, khi xác định công suất thiết bị năng lượng bằng một trong số các công thức gần đúng thường gặp sai số đáng kể. Theo I. G. Bud-nov nên sử dụng đồ thị hoặc bảng đã được xây dựng khi thử hàng loạt mô hình để xác định mức độ thay đổi công suất của thiết bị năng lượng. Theo ý kiến này, có thể tiến hành quá trình tính toán các đại lượng yêu cầu theo trình tự sau:

1. Chọn đồ thị hoặc bảng tính sức cản cho tàu có hình dáng vỏ bao gần giống hình dáng tàu thiết kế (đồ thị Tay-lor, đồ thị Se-ri 60 v.v.).

2. Khi biết được công suất máy của tàu mẫu $N_0(v_0)$ tương ứng với tốc độ tính toán của tàu mẫu, theo các đồ thị cần xác định sức cản và công suất kéo của tàu với các yếu tố của tàu mẫu $N_0(v_0)$. Như vậy có thể xác định được hệ số tương tác giả định của tàu mẫu $\eta_p = \frac{N_e(v_0)}{N_0(v_0)}$.

3. Ứng với "tàu mẫu đã được điều chỉnh" cần tìm công suất kéo phù hợp với tốc độ tính toán mới có sử dụng chính các đồ thị $N_e(v_i)$.

4. Bằng phương pháp ấy, cần xác định công suất N_e đối với tàu có chiều dài L đã được tăng lên 1 m: $N_e(v_1, L + 1)$ và giảm đi 1m: $N_e(v_1, L - 1)$.

5. Lấy đạo hàm riêng của công suất theo chiều dài tàu:

$$\frac{\partial N_e(v_1)}{\partial L} \approx \frac{\Delta N_e(v_1)}{\Delta' L} = \frac{N_e(v_1, L + 1) - N_e(v_1, L - 1)}{2}.$$

6. Tương tự ta có thể tính đạo hàm công suất thiết bị năng lượng theo δ , B , T

$$\frac{\partial N_e(v_1)}{\partial \delta} \approx \frac{\Delta N_e(v_1)}{\Delta' \delta} = \frac{N_e(v_1, \delta + 0,01) - N_e(v_1, \delta - 0,01)}{2};$$

$$\frac{\partial N_e(v_1)}{\partial B} \approx \frac{\Delta N_e(v_1)}{\Delta' B} = \frac{N_e(v_1, B + 1) - N_e(v_1, B - 1)}{2};$$

$$\frac{\partial N_e(v_1)}{\partial T} \approx \frac{\Delta N_e(v_1)}{\Delta' T} = \frac{N_e(v_1, T + 1) - N_e(v_1, T - 1)}{2}.$$

Cần chú ý rằng, biến lượng $\Delta' L$, $\Delta' \delta$, $\Delta' B$, $\Delta' T$ trong các công thức vừa nêu trên có thể thay đổi phù hợp với các điều kiện của bài toán. Đối với các tàu cỡ nhỏ $\Delta' B$, $\Delta' T$ có thể được lấy giảm đi so với các tàu cỡ lớn, ví dụ, $\Delta' B = \Delta' T = 0,2$ m.

7. Lấy hệ số tương tác bằng η_p , ta sẽ xác định được công suất thiết bị năng lượng của "tàu mẫu thay đổi": $N_0(v_1) = \frac{N_e(v_1)}{\eta_p}$.

8. Xác định trọng lượng thiết bị năng lượng và đạo hàm riêng của nó theo δ , L , B , T :

$$P_{ml}(D_0) = p_{ml} N_0(v_1) = p_{ml} \frac{N_e(v_1)}{\eta_p};$$

$$\frac{\partial P_{ml}(D_0)}{\partial \delta} = \frac{p_{ml}}{\eta_p} \cdot \frac{\partial N_e(v_1)}{\partial \delta};$$

$$\frac{\partial P_{ml}(D_0)}{\partial L} = \frac{p_{ml}}{\eta_p} \cdot \frac{\partial N_e(v_1)}{\partial L};$$

$$\frac{\partial P_{ml}(D_0)}{\partial B} = \frac{p_{ml}}{\eta_p} \cdot \frac{\partial N_e(v_1)}{\partial B};$$

$$\frac{\partial P_{ml}(D_0)}{\partial T} = \frac{p_{ml}}{\eta_p} \cdot \frac{\partial N_e(v_1)}{\partial T}.$$

9. Tương tự ta có thể nhận được các đạo hàm riêng của trọng lượng nhiên liệu:

$$\frac{\partial P_{nl}(D_0)}{\partial \delta} = k_{Ml} k_{nl} p_{nl} \frac{r_l}{v_l} \cdot \frac{1}{\eta_p} \cdot \frac{\partial N_e(v_1)}{\partial \delta} \approx$$

$$k_{Ml} k_{nl} p_{nl} \frac{r_l}{v_l} \cdot \frac{1}{\eta_p} \cdot \frac{N_e(v_1, \delta + \Delta' \delta) - N_e(v_1, \delta - \Delta' \delta)}{2 \Delta' \delta};$$

$$\begin{aligned}\frac{\partial P_{nl}(D_0)}{\partial L} &= k_{ml} k_{nl} P_{nl} \frac{r_l}{v_l} \cdot \frac{1}{\eta_p} \cdot \frac{\partial N_e(v_l)}{\partial L} \approx \\ &k_{ml} k_{nl} P_{nl} \frac{r_l}{v_l} \cdot \frac{1}{\eta_p} \cdot \frac{N_e(v_l, L + \Delta' L) - N_e(v_l, L - \Delta' L)}{2\Delta' L}; \\ \frac{\partial P_{nl}(D_0)}{\partial B} &= k_{ml} k_{nl} P_{nl} \frac{r_l}{v_l} \cdot \frac{1}{\eta_p} \cdot \frac{\partial N_e(v_l)}{\partial B} \approx \\ &k_{ml} k_{nl} P_{nl} \frac{r_l}{v_l} \cdot \frac{1}{\eta_p} \cdot \frac{N_e(v_l, B + \Delta' B) - N_e(v_l, B - \Delta' B)}{2\Delta' B}; \\ \frac{\partial P_{nl}(D_0)}{\partial T} &= k_{ml} k_{nl} P_{nl} \frac{r_l}{v_l} \cdot \frac{1}{\eta_p} \cdot \frac{\partial N_e(v_l)}{\partial T} \approx \\ &k_{ml} k_{nl} P_{nl} \frac{r_l}{v_l} \cdot \frac{1}{\eta_p} \cdot \frac{N_e(v_l, T + \Delta' T) - N_e(v_l, T - \Delta' T)}{2\Delta' T}\end{aligned}$$

Cần chú ý rằng, trong trường hợp cần thiết cũng có thể xác định đạo hàm riêng của các thành phần trọng lượng khác mà chúng được cho dưới dạng bảng hoặc đồ thị. Đầu tiên cần xác định gia số của trọng lượng tương ứng khi thay đổi δ , L , B , T đi một lượng nhỏ, sau đó sẽ tìm đạo hàm riêng của nó, ví dụ

$$\frac{\partial P_i}{\partial \delta} \approx \frac{P_i(\delta + \Delta' \delta) - P_i(\delta - \Delta' \delta)}{2\Delta' \delta}.$$

4.5. GIẢI PHƯƠNG TRÌNH TRỌNG LƯỢNG DẠNG VI PHÂN

Để lập phương trình (4.14) đòi hỏi phải có các số liệu về các kích thước chủ yếu (L , B , T , H) và hệ số béo δ của tàu mẫu.

Phương trình (4.14) chứa 4 ẩn số bao gồm: δ , L , B , T . Muốn giải phương trình này, về mặt nguyên tắc, cần bổ sung thêm 3 phương trình phụ được lập nên theo các giả thiết khác nhau:

1. Có thể nhận $l_B = L/B$; $b_T = B/T$ là những đại lượng hằng số. Đây là giả thiết đơn giản nhất cho phép xác định các đại lượng sau: $B = L/l_B$; $T = B/b_T$; $\Delta B = \Delta L/l_B$; $\Delta T = \Delta L/(l_B b_T)$.

2. I. G. Bud-nov cho rằng có thể nhận $\delta = \text{const}$ ($\Delta \delta = 0$). Thay các đại lượng đã chọn ở trên vào phương trình (4.14) ta sẽ nhận được phương trình chỉ chứa một ẩn số L . Phương trình này sẽ được giải bằng một trong những phương pháp đã biết.

3. Kết quả nghiên cứu về tính vận hành và tính ổn định cho phép thiết lập các mối quan hệ giữa chúng với các yếu tố kích thước chủ yếu và hình dáng tàu. Chính các mối quan hệ này sẽ được bổ sung vào phương trình (4.14) và cuối cùng ta sẽ nhận được phương trình chỉ chứa một ẩn số tùy chọn.

Nhờ sử dụng công thức (7.33) ta có thể nhận được biểu thức sau:

$$\begin{aligned}\Delta b_T &= \frac{B + \Delta B}{T + \Delta T} - \frac{B}{T} \approx b_T \left(\frac{\Delta B}{B} - \frac{\Delta T}{T} \right) = \\ &= 6\Delta \bar{h} + \frac{1,74}{\sqrt{k_g h_T - k_c [\alpha / (\alpha + \delta)]}} \Delta \left(k_g h_T - k_c \frac{\alpha}{\alpha + \delta} \right)\end{aligned}\quad (4.15)$$

trong đó: $\Delta \bar{h}$ - sự thay đổi của bán kính tâm nghiêng ngang tương đối.

Độ lớn của thành phần thứ hai trong công thức (4.15) chỉ có ý nghĩa khi có sự thay đổi đáng kể giá trị $h_T = H/T$, có nghĩa là trong trường hợp cần tăng dung tích cho tàu thiết kế. Như vậy, trong trường hợp ngược lại về phải của phương trình (4.15) chỉ còn tồn tại thành phần $6\Delta \bar{h}$.

Khi tính đến các yêu cầu vận hành buộc chúng ta phải khảo sát gia số đối với hệ số béo δ .

Gia số này có thể được biểu diễn dưới dạng hàm số của Δv và ΔL . Ví dụ, đối với tàu hàng khô có $F_r \leq 0,26$, giá trị trung bình của hệ số δ sẽ được xác định theo công thức sau:

$$\delta = 1,09 - a.F_r = 1,09 - 1,68 \frac{v}{\sqrt{gL}},$$

trong đó: khi v tính bằng hl - $a = 0,87$; khi v tính bằng m/s - $a = 1,68$.

Như vậy gia số $\Delta \delta$ sẽ được tính như sau:

$$\begin{aligned}\Delta \delta \approx d\delta &= \frac{\partial \delta}{\partial v} dv + \frac{\partial \delta}{\partial L} dL = -aF_r \left(\frac{dv}{v} - \frac{1}{2} \frac{dL}{L} \right) \approx \\ &\approx -1,68F_r \left(\frac{\Delta v}{v} - \frac{1}{2} \frac{\Delta L}{L} \right)\end{aligned}\quad (4.16)$$

trong đó: v - tốc độ tàu tính bằng m/s .

Gia số của chiều dài tương đối $l = \frac{L}{\sqrt[3]{V}}$ sẽ được xác định như sau:

$$\begin{aligned}\Delta l \approx dl &= l \left[\frac{dL}{L} - \frac{1}{3} \left(\frac{dL}{L} + \frac{dB}{B} + \frac{dT}{T} + \frac{d\delta}{\delta} \right) \right] = \\ &= l \left[\frac{2}{3} \frac{\Delta L}{L} - \frac{1}{3} \left(\frac{dB}{B} + \frac{dT}{T} + \frac{d\delta}{\delta} \right) \right] \approx l \left[\frac{2}{3} \frac{\Delta L}{L} - \frac{1}{3} \left(\frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta T}{T} + \frac{\Delta \delta}{\delta} \right) \right]\end{aligned}$$

Theo công thức (9.44) chiều dài tương đối cũng có thể biểu diễn dưới dạng hàm của tốc độ tàu: $l = c_n v^n$. Từ đó ta có thể xác định được gia số của chiều dài tương đối theo biểu thức sau:

$$\Delta l \approx c_n n v^{n-1} \Delta v = n l \frac{\Delta v}{v}$$

Như vậy

$$\left[\frac{2}{3} \frac{\Delta L}{L} - \frac{1}{3} \left(\frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta T}{T} + \frac{\Delta \delta}{\delta} \right) \right] = n \frac{\Delta v}{v} \quad (4.17)$$

Giải hệ các phương trình (4.14), (4.15), (4.16), (4.17) ta sẽ tìm được các gia số ΔL , ΔB , ΔT và δ .

Như vậy các yếu tố chính của tàu thiết kế sẽ là

$$L_1 = L + \Delta L; B_1 = B + \Delta B; T_1 = T + \Delta T; \delta_1 = \delta + \Delta\delta.$$

Giá trị mới của lượng chiếm nước sẽ là $D_1 = \gamma k \delta_1 L_1 B_1 T_1$.

Giá trị lượng chiếm nước xác định theo cách vừa nêu sẽ kém chính xác chút ít so với giá trị tính theo công thức

$$D_1 = D_0 + \Delta D = D_0 \left(\frac{\Delta\delta}{\delta} + \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta T}{T} \right)$$

4.6. CHÍNH XÁC HOÁ CÁC KÍCH THƯỚC, HỆ SỐ BÉO δ VÀ LƯỢNG CHIẾM NƯỚC

Như đã chỉ ra ở trên, sau khi xác định được lượng chiếm nước cần phải tính lại các trọng lượng thành phần một cách chi tiết hơn, đặc biệt nếu trọng lượng thân tàu được xác định bằng các công thức có chứa các trọng lượng đơn vị và các mô-đun (xem bảng 2.3 và 2.4).

Sau bước tính ấy do sai số có liên quan với chính bản chất của phương pháp tính (thay thế các vi phân dL , dB , dT , $d\delta$ bằng các gia số hữu hạn ΔL , ΔB , ΔT , $\Delta\delta$) sẽ làm nảy sinh sự không khớp giữa lượng chiếm nước D_1 và tổng các trọng lượng $P_1(D_1) + P_1$. Điều này sẽ được khắc phục nhờ việc tính lặp lại theo công thức (4.14) có đưa vào phương trình này các gia số mới ΔL_1 , ΔB_1 , ΔT_1 và $\Delta\delta_1$:

$$\begin{aligned} & \left[\frac{D_1}{\delta_1} - \frac{\partial P_1(D_1)}{\partial \delta_1} \right] \Delta\delta_1 + \left[\frac{D_1}{L_1} - \frac{\partial P_1(D_1)}{\partial L_1} \right] \Delta L_1 + \left[\frac{D_1}{B_1} - \frac{\partial P_1(D_1)}{\partial B_1} \right] \Delta B_1 + \\ & + \left[\frac{D_1}{T_1} - \frac{\partial P_1(D_1)}{\partial T_1} \right] \Delta T_1 = P_1(D_1) + P_1 - D_1 \end{aligned}$$

Do sự điều chỉnh đối với các kích thước chính rất nhỏ, có thể được hạn chế bởi các giả thiết đơn giản nhất, ví dụ, có thể giải bài toán chỉ nhờ thay đổi một trong số các đại lượng L , B , T , δ . Cụ thể: δ hoặc T . Trong trường hợp thứ nhất

$$\Delta\delta = \frac{P_1(D_1) + P_1 - D_1}{\frac{D_1}{\delta_1} - \frac{\partial P_1(D_1)}{\partial \delta_1}}$$

Bằng cách lập bảng trọng lượng thành phần chi tiết ta có thể khẳng định có nên tiếp tục chính xác hoá thêm hay không. Trong trường hợp này chỉ cần so sánh sự chênh lệch trên với dự trữ lượng chiếm nước. Nếu sự chênh lệch sinh ra không đáng kể thì chỉ cần thay đổi dự trữ lượng chiếm nước một lượng bằng độ chênh đã được xác định.

Trong công trình nghiên cứu của mình [5] I. G. Bud-nov đã chỉ ra khả năng khắc phục sự chênh lệch khá lớn về lượng chiếm nước. Điều này có thể giải quyết được bằng cách so sánh

nó với các tàu khác phù hợp về các yêu cầu đã được đặt ra đối với chúng hoặc xuất phát từ các đại lượng η_h , δ , L , B , T .

4.7. XÁC ĐỊNH GIA SỐ TRỌNG LƯỢNG DO THAY ĐỔI KÍCH THƯỚC VÀ HÌNH DÁNG TÀU. HỆ SỐ NOR-MAND

Phương trình (4.14) có chứa các số hạng

$$\frac{\partial P_1(D_0)}{\partial \delta} \Delta \delta, \frac{\partial P_1(D_0)}{\partial L} \Delta L, \frac{\partial P_1(D_0)}{\partial B} \Delta B, \frac{\partial P_1(D_0)}{\partial T} \Delta T.$$

Các số hạng này có được là do thay đổi các thông số δ , L , B , T . Các đạo hàm riêng của trọng lượng $P_1(D_0)$ theo các biến δ , L , B , T sẽ hoàn toàn được xác định khi biết hàm biểu diễn các trọng lượng thành phần theo các biến nêu trên. Bằng cách như vậy, gia số của trọng lượng khi có sự thay đổi của các kích thước chủ yếu và hệ số béo δ sẽ được viết như sau:

$$\begin{aligned} \Delta P_1(D_0) &= \frac{\partial P_1(D_0)}{\partial \delta} \Delta \delta, \Delta P_1(D_0) = \frac{\partial P_1(D_0)}{\partial L} \Delta L, \\ \Delta P_1(D_0) &= \frac{\partial P_1(D_0)}{\partial B} \Delta B, \Delta P_1(D_0) = \frac{\partial P_1(D_0)}{\partial T} \Delta T \end{aligned}$$

Bằng cách tương tự ta cũng có thể viết biểu thức tính gia số trọng lượng của tàu mẫu khi có sự thay đổi của các yếu tố δ , L , B , T . Các biểu thức có dạng sau:

$$\begin{aligned} \Delta P_0(D_0) &= \frac{\partial P_0(D_0)}{\partial \delta} \Delta \delta, \Delta P_0(D_0) = \frac{\partial P_0(D_0)}{\partial L} \Delta L, \\ \Delta P_0(D_0) &= \frac{\partial P_0(D_0)}{\partial B} \Delta B, \Delta P_0(D_0) = \frac{\partial P_0(D_0)}{\partial T} \Delta T \end{aligned}$$

Gia số của lượng chiếm nước có thể nhận được theo công thức có dạng tương tự (3.21) trong đó gia số của lượng chiếm nước ΔD sẽ được xác định thông qua các gia số ΔL , ΔB , ΔT và $\Delta \delta$. Như vậy, ta có thể viết lại biểu thức tính hệ số Nor-mand như sau:

$$\eta_N = \frac{\Delta D}{\Delta P(D_0) + \Delta P}$$

Thay thế tử số và mẫu số trong công thức trên bằng các mối quan hệ (4.13), (4.14) và tiếp tục biến đổi ta sẽ nhận được biểu thức sau:

$$\eta_N = \frac{\Delta D}{\Delta P(D_0) + \Delta P} = \frac{(D_0/\delta)\Delta\delta + (D_0/L)\Delta L + (D_0/B)\Delta B + (D_0/T)\Delta T}{\left[\frac{D_0}{\delta} - \frac{\partial P_1(D_0)}{\partial \delta}\right]\Delta\delta + \left[\frac{D_0}{L} - \frac{\partial P_1(D_0)}{\partial L}\right]\Delta L + \left[\frac{D_0}{B} - \frac{\partial P_1(D_0)}{\partial B}\right]\Delta B + \left[\frac{D_0}{T} - \frac{\partial P_1(D_0)}{\partial T}\right]\Delta T} \quad (4.18)$$

Vấn đề được đặt ra là hệ số Nor-mand sẽ thay đổi như thế nào nếu sự thay đổi của lượng chiếm nước chỉ bị gây nên bởi gia số của một trong 4 đại lượng δ , L , B , T .

Ví dụ, hãy cho hệ số béo δ thay đổi còn $L, B, T = \text{const}$, lúc đó biểu thức (4.18) sẽ được viết lại dưới dạng

$$\eta_{\delta} = \frac{D_0 / \delta}{\frac{D_0}{\delta} - \frac{\partial P_1(D_0)}{\partial \delta}} = \frac{1}{1 - \frac{\partial P_1(D_0)}{\partial \delta} \frac{\delta}{D_0}}. \quad (4.19)$$

Tương tự với công thức (4.19), khi có sự thay đổi của L, B , và T chúng ta sẽ nhận được các biểu thức để tính các hệ số Nor-mand tương ứng, bao gồm:

$$\eta_L = \frac{1}{1 - \frac{\partial P_1(D_0)}{\partial L} \frac{L}{D_0}}; \quad (4.20)$$

$$\eta_B = \frac{1}{1 - \frac{\partial P_1(D_0)}{\partial B} \frac{B}{D_0}}; \quad (4.21)$$

$$\eta_T = \frac{1}{1 - \frac{\partial P_1(D_0)}{\partial T} \frac{T}{D_0}}; \quad (4.22)$$

Từ biểu thức (4.19) có thể rút ra

$$\frac{1}{\eta_{\delta}} = 1 - \frac{\partial P_1(D_0)}{\partial \delta} \frac{\delta}{D_0}$$

hoặc

$$\frac{\partial P_1(D_0)}{\partial \delta} = \frac{D_0}{\delta} \left(1 - \frac{1}{\eta_{\delta}} \right) \quad (4.23)$$

Tương tự (4.23), có thể nhận được các biểu thức sau

$$\frac{\partial P_1(D_0)}{\partial L} = \frac{D_0}{L} \left(1 - \frac{1}{\eta_L} \right); \quad (4.24)$$

$$\frac{\partial P_1(D_0)}{\partial B} = \frac{D_0}{B} \left(1 - \frac{1}{\eta_B} \right); \quad (4.25)$$

$$\frac{\partial P_1(D_0)}{\partial T} = \frac{D_0}{T} \left(1 - \frac{1}{\eta_T} \right) \quad (4.26)$$

Đặt các biểu thức (4.23), (4.24), (4.25) và (4.26) và công thức (4.18) ta nhận được mối quan hệ giữa hệ số Nor-mand tổng quát với các hệ số Nor-mand trong trường hợp riêng:

$$\eta_N = \frac{\Delta \delta / \delta + \Delta L / L + \Delta B / B + \Delta T / T}{\frac{1}{\eta_{\delta}} \frac{\Delta \delta}{\delta} + \frac{1}{\eta_L} \frac{\Delta L}{L} + \frac{1}{\eta_B} \frac{\Delta B}{B} + \frac{1}{\eta_T} \frac{\Delta T}{T}}. \quad (4.27)$$

Như vậy, hệ số η_N phụ thuộc vào các hệ số các hệ số riêng η_L, η_B, η_T và các gia số tương

đối $\Delta\delta/\delta$, $\Delta L/L$, $\Delta B/B$, $\Delta T/T$. Khi thay đổi các gia số tương đối mà tổng của chúng chính là gia số tương đối của lượng chiếm nước $\Delta D/D$ ta sẽ xác định được giá trị của hệ số η_N .

Thực tế η_T có giá trị thấp nhất. Đối với tàu chạy tốc độ chậm giá trị của hệ số η_δ khá thấp, còn η_L - cực đại; đối với tàu chạy nhanh - ngược lại.

Nếu lấy $\Delta\delta/\delta = \Delta L/L = \Delta B/B = \Delta T/T$ thì

$$\eta_N = \frac{4}{\frac{1}{\eta_\delta} + \frac{1}{\eta_L} + \frac{1}{\eta_B} + \frac{1}{\eta_T}}$$

hoặc

$$\frac{1}{\eta_N} = \frac{1}{4} \left(\frac{1}{\eta_\delta} + \frac{1}{\eta_L} + \frac{1}{\eta_B} + \frac{1}{\eta_T} \right),$$

có nghĩa là hệ số Nor-mand tổng quát là hệ số điều hoà trung bình của 4 hệ số riêng.

Nếu khi xác định lượng chiếm nước ta coi

$$l_B = \frac{L}{B} = \frac{L + \Delta L}{B + \Delta B}; \quad b_T = \frac{B}{T} = \frac{B + \Delta B}{T + \Delta T}; \quad \delta_1 = \delta_0$$

thì

$$\eta_N = \frac{3}{\frac{1}{\eta_L} + \frac{1}{\eta_B} + \frac{1}{\eta_T}} \quad (4.28)$$

Thực tế tính toán đã chỉ ra rằng hệ số η_N tính theo các công thức (4.28) và (3.20) khá gần nhau.

4.8. ĐỘ CHÍNH XÁC CỦA CÁC CÔNG THỨC CÓ CHỨA CÁC CÁC ĐẠI LƯỢNG VỚI GIA SỐ BÉ

Độ chính xác của các công thức kiểu (4.13) chưa được nghiên cứu một cách chi tiết. Có ý kiến cho rằng, công thức (4.14) cho kết quả chính xác chỉ khi hàm số của các trọng lượng thành phần là kết quả của tổng hàng loạt các số hạng mà sai số của chúng sẽ bị triệt tiêu lẫn nhau. Đồng thời cũng có ý kiến cho rằng nên hạn chế gia số của các tham số, đặc biệt là tốc độ chuyển động của tàu khi chuyển từ tàu mẫu đến tàu thiết kế. Khi sử dụng các công thức nêu trên ta nên chọn

$$\frac{\Delta L}{L} = \frac{\Delta B}{B} = \frac{\Delta T}{T} \leq 0,1; \quad \frac{\Delta D}{D} \leq 0,20$$

Nguyên nhân làm giảm độ chính xác khi thay thế các vi phân bằng các gia số hữu hạn có thể được giải thích nhờ việc phân tích mối quan hệ giữa các gia số của các kích thước chủ yếu và hệ số béo δ .

Coi $D_0 = \gamma k \delta L B T$; $D_1 = \gamma k \delta_1 L_1 B_1 T_1 = \gamma k (\delta + \Delta \delta) \cdot (L + \Delta L) \cdot (B + \Delta B) \cdot (T + \Delta T)$.

Giá trị chính xác của gia số lượng chiếm nước khi có các gia số $\Delta \delta$, ΔL , ΔB , ΔT :

$$\Delta D = D_1 - D_0 = \gamma k (\delta + \Delta \delta) \cdot (L + \Delta L) \cdot (B + \Delta B) \cdot (T + \Delta T) - \gamma k \delta L B T \quad (4.29)$$

Sai số tương đối sẽ là

$$\Delta = \frac{\Delta D}{D} = \frac{\gamma k (\delta + \Delta \delta) (L + \Delta L) (B + \Delta B) (T + \Delta T) - \gamma k \delta L B T}{\gamma k \delta L B T} = \left(1 + \frac{\Delta \delta}{\delta}\right) \left(1 + \frac{\Delta L}{L}\right) \left(1 + \frac{\Delta B}{B}\right) \left(1 + \frac{\Delta T}{T}\right) - 1. \quad (4.30)$$

Gia số tính gần đúng theo công thức (4.13)

$$\Delta_n = \frac{\Delta \delta}{\delta} + \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta T}{T}.$$

Như vậy, độ sai lệch giữa hai công thức tính gia số nêu trên sẽ là

$$\bar{d} = \Delta - \Delta_n = \left(1 + \frac{\Delta \delta}{\delta}\right) \left(1 + \frac{\Delta L}{L}\right) \left(1 + \frac{\Delta B}{B}\right) \left(1 + \frac{\Delta T}{T}\right) - \left(1 + \frac{\Delta \delta}{\delta} + \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta T}{T}\right). \quad (4.31)$$

Theo công thức (4.31) ta có thể tính được $\bar{d}$ ứng với các giá trị khác nhau của $\Delta \delta / \delta$, $\Delta L / L$, $\Delta B / B$, $\Delta T / T$.

Biểu thức (4.31) cũng có thể biến đổi thành dạng sau:

$$\begin{aligned} \bar{d} = & 1 + \frac{\Delta \delta}{\delta} + \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta T}{T} + \frac{\Delta \delta}{\delta} \left(\frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta T}{T} \right) + \frac{\Delta L}{L} \left(\frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta T}{T} \right) + \\ & + \frac{\Delta B}{B} \frac{\Delta T}{T} + \frac{\Delta \delta}{\delta} \frac{\Delta L}{L} \left(\frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta T}{T} \right) + \frac{\Delta B}{B} \frac{\Delta T}{T} \left(\frac{\Delta \delta}{\delta} + \frac{\Delta L}{L} \right) + \frac{\Delta \delta}{\delta} \frac{\Delta L}{L} \frac{\Delta B}{B} \frac{\Delta T}{T} - \\ & - \left(1 + \frac{\Delta \delta}{\delta} + \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta T}{T} \right). \end{aligned}$$

Như vậy

$$\begin{aligned} \bar{d} = & \frac{\Delta \delta}{\delta} \left(\frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta T}{T} \right) + \frac{\Delta L}{L} \left(\frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta T}{T} \right) + \\ & + \frac{\Delta B}{B} \frac{\Delta T}{T} + \frac{\Delta \delta}{\delta} \frac{\Delta L}{L} \left(\frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta T}{T} \right) + \frac{\Delta B}{B} \frac{\Delta T}{T} \left(\frac{\Delta \delta}{\delta} + \frac{\Delta L}{L} \right) + \frac{\Delta \delta}{\delta} \frac{\Delta L}{L} \frac{\Delta B}{B} \frac{\Delta T}{T}. \end{aligned}$$

Giả thiết rằng:

$$1. \frac{\Delta \delta}{\delta} = \frac{\Delta L}{L} = \frac{\Delta B}{B} = \frac{\Delta T}{T} = m$$

ta có $\bar{d} = m^4 + 4m^3 + 6m^2$;

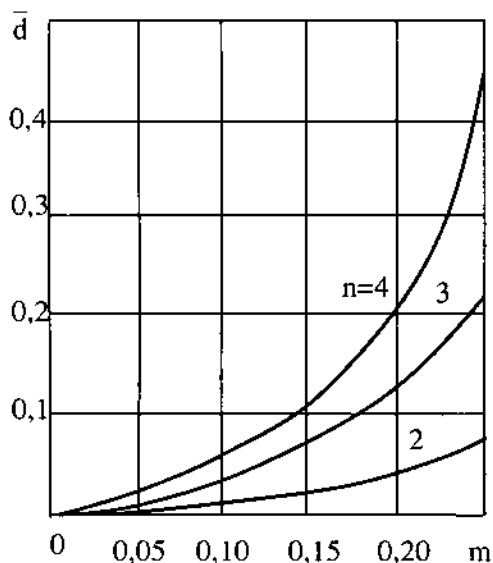
$$2. \Delta \delta / \delta = 0; \Delta L / L = \Delta B / B = \Delta T / T = m;$$

ta có $\bar{d} = m^3 + 3m^2$;

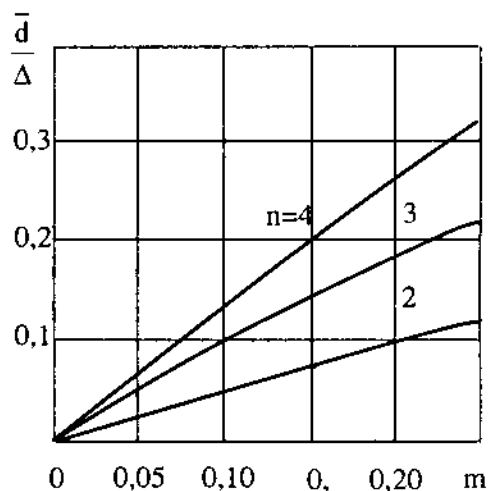
3. Hai gia số bằng không, gia số còn lại bằng m , ta có $\bar{d} = m^2$;

4. Ba gia số bằng không, gia số còn lại bằng m , ta có $\bar{d} = 0$.

a)



b)



Hình 4.1. Sai số tương đối khi xác định sự thay đổi của lượng chiếm nước:

a - theo công thức (4.31); b - sai số tương đối giữa hai công thức (4.31) và (4.30)

Hai đồ thị này được xây dựng trên cơ sở bảng 4.1, chúng chỉ ra sự giảm nhanh độ chính xác của việc tính toán theo công thức gần đúng so với công thức chính xác (4.30).

Sai số tương đối $\bar{d}$ và $\bar{d}/\Delta$ tính theo công thức (4.13)

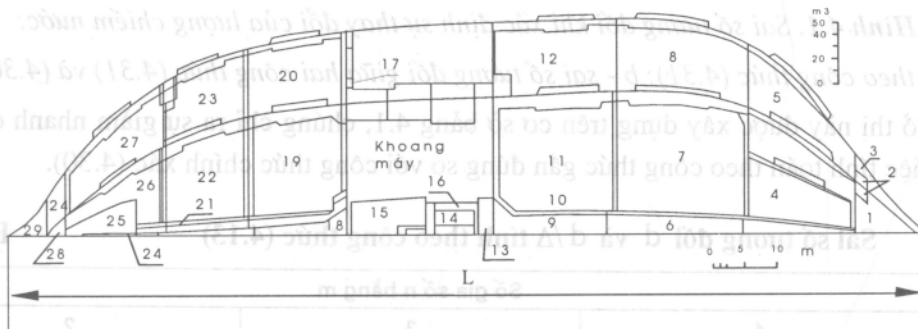
Bảng 4.1

m	Số gia số n bằng m								
	4			3			2		
	$\bar{d}$	Δ	$\frac{\bar{d}}{\Delta}$	$\bar{d}$	Δ	$\frac{\bar{d}}{\Delta}$	$\bar{d}$	Δ	$\frac{\bar{d}}{\Delta}$
0,05	0,0155	0,22	0,070	0,0076	0,16	0,047	0,0025	0,105	0,024
0,10	0,0641	0,46	0,139	0,0310	0,33	0,094	0,0100	0,210	0,408
0,15	0,1490	0,75	0,199	0,0709	0,52	0,136	0,0225	0,320	0,070
0,20	0,2736	1,07	0,255	0,1280	0,73	0,176	0,0400	0,444	0,090
0,25	0,4414	1,43	0,308	0,2031	0,95	0,214	0,0625	0,560	0,112

Chương 5 DUNG TÍCH

5.1. DUNG TÍCH LÝ THUYẾT TOÀN BỘ CỦA TÀU

Một trong những bài toán quan trọng đối với nhà thiết kế tàu là tính toán dung tích nhằm đảm bảo không gian cần thiết cho việc bố trí hàng hoá, trang thiết bị máy móc, các phòng ở và sinh hoạt, buồng bố trí các loại trang thiết bị điều khiển tàu, các két chứa nhiên liệu dự trữ, két và khoang chứa nước dần..., còn trên các tàu công nghiệp hải sản - các buồng dùng để bố trí các loại trang thiết bị công nghệ chế biến và bảo quản sản phẩm biển. Trên các tàu chiến, ngoài các loại buồng, phòng được thống kê ở trên cần tính đến các loại buồng và kho chứa vũ khí, thiết bị khí tài và dự trữ phục vụ cho chiến đấu.v.v.



Hình 5.1. Biểu đồ dung tích của tàu hàng khô:

- 1- Nhiên liệu cung cấp cho nồi hơi; 2 - Hầm chứa xích neo; 3 - Kho chứa các thành phần dự trữ; 4, 7, 11, 19, 22, 26 - Hệ thống khoang hàng; 5, 8, 12, 20, 23, 27 - Khoang hàng (các khoang nằm giữa hai boong); 6, 9, 15, 18 - Két chứa nhiên liệu dự trữ; 10, 13, 21 - Két chứa nước thải; 14 - Nước cấp cho nồi hơi; 16, 17 - Khoang cách ly; 24 - Két chứa nước ngọt; 25 - Két chứa dầu bẩn; 28 - Khoang chứa nước dần; 29 - Hầm chứa dây buộc.

Biểu đồ dung tích có hình dáng gần giống đường cong diện tích đường sườn trên đó chỉ ra diện tích mặt cắt ngang của sườn. Phân tích biểu đồ sẽ cho phép chúng ta thu được các số liệu cần thiết về dung tích các loại khoang và két chứa được bố trí trên từng con tàu cụ thể. Hay nói một cách khác, biểu đồ dung tích sẽ cho chúng ta biết sự phân bố dung tích theo chiều dài tàu. Sự phân bố dung tích theo chiều cao sẽ được đặc trưng bởi đường cong diện tích đường nước

tính đến mép trên quây miệng khoang hàng. Biểu đồ dung tích đóng vai trò rất quan trọng trong việc khảo sát dung tích lý thuyết của tàu.

Dung tích lý thuyết toàn bộ của các loại buồng và khoang trên tàu sẽ được giới hạn bởi các đường lý thuyết của thân vỏ, thượng tầng và kiến trúc lầu:

$$W = V + W_B + W_p, \quad (5.1)$$

trong đó: V - lượng chiếm nước thể tích của tàu theo đường nước tính toán, m^3 ;

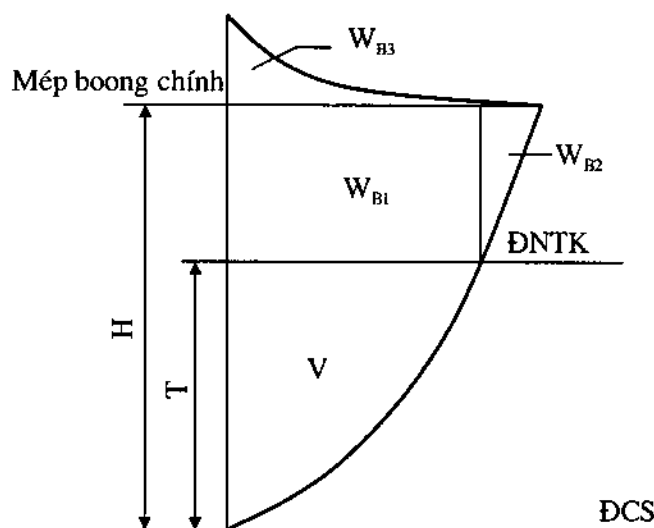
W_B - dung tích lý thuyết của phần thân chính nằm trên đường nước tính toán, m^3 ;

W_p - dung tích lý thuyết của phần kiến trúc thượng tầng và lầu, m^3 .

Đặt

$$W_K = V + W_B \quad (5.2)$$

gọi là dung tích lý thuyết thuộc phần thân chính (không kể dung tích kiến trúc thượng tầng và lầu).



Hình 5.2. Đường cong diện tích đường nước

Thành phần dung tích W_B được cấu thành từ 3 thành phần dung tích sau:

$$W_B = W_{B1} + W_{B2} + W_{B3}, \quad (5.3)$$

trong đó: W_{B1} - phần thể tích được chắn bởi mặt phẳng đường nước song song với đường nước tính toán và đi qua điểm thấp nhất của đường boong tính toán không kể đến độ ngả của mạn;

W_{B2} - phần thể tích được tạo nên bởi độ ngả của mạn tính từ trên đường nước tính toán;

W_{B3} - phần thể tích được tạo nên bởi độ cong dọc và cong ngang boong.

Ta có

$$W_{BI} = S(H - T); \quad (5.4)$$

$$W_{B2} = k_{B2} (H - T) (S_p - S) = k_{B2} S (H - T) (S_p/S - 1); \quad (5.5)$$

$$W_{B3} = k_{B3} H_C S_p, \quad (5.6)$$

trong đó: k_{B2} và k_{B3} - hệ số béo thể tích W_{B2} và W_{B3} ;

S - diện tích đường nước thiết kế;

S_p - diện tích của đường nước nằm ở độ cao mép boong tại giữa chiều dài tàu;

H_c - tung độ độ cong dọc cực đại.

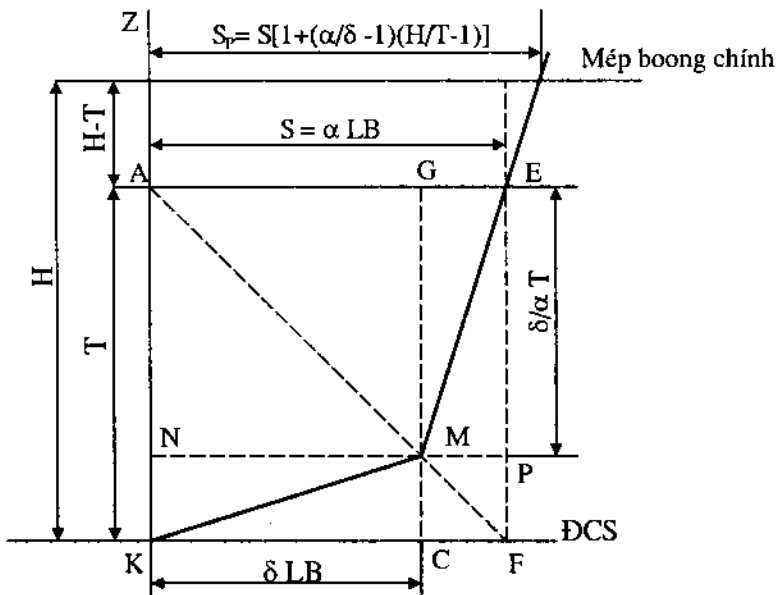
Dung tích của phần không gian mạn khô không kể đến độ cong dọc và cong ngang boong cũng như kiến trúc thượng tầng sẽ được viết lại và biến đổi như sau

$$W_{B12} = W_{B1} + W_{B2} = S(H - T)[1 + k_{B2}(S_p/S - 1)] = k_{B12}S(H - T) \quad (5.7)$$

Trong công thức (5.7) k_{B12} - hệ số tính đến ảnh hưởng của độ ngả mạn và được xác định theo công thức

$$k_{B12} = 1 + k_{B2} \left(\frac{S_p}{S} - 1 \right) \quad (5.8)$$

Hệ số này có thể tìm được từ việc thống kê và phân tích các số liệu tàu mẩu (các đường cong diện tích đường nước).



Hình 5.3. Đường cong diện tích đường nước dưới dạng tứ giác Mo-riss

Có một số tác giả cho rằng đường cong diện tích đường nước phân mạn khô được biểu

diễn bởi quy luật giải tích như nhau. Nếu lấy tứ giác Mo-riss làm thí dụ ta có thể nhận được mối quan hệ sau (hình 5.3)

$$\frac{S_p - S}{H - T} = \frac{\alpha - \delta}{\delta / \alpha} \frac{LB}{T} = \left(\frac{\alpha}{\delta} - 1 \right) \frac{S}{T} \quad (5.9)$$

hoặc

$$\frac{S_p - S}{S} = \left(\frac{\alpha}{\delta} - 1 \right) \left(\frac{H}{T} - 1 \right) \quad (5.10)$$

Cuối cùng ta có

$$W_{B2} = \frac{1}{2} (S_p - S)(H - T) = \frac{S}{2} (H - T) \left(\frac{\alpha}{\delta} - 1 \right) \left(\frac{H}{T} - 1 \right) \quad (5.11)$$

So sánh (5.11) và (5.5) ta nhận được $k_{B2} = 1/2$

Như vậy, W_{B2} được xác định bởi các đại lượng S , H , T và các hệ số béo δ và α . Theo kết quả nghiên cứu của V. L. Po-zu-nin đường cong diện tích đường nước phần mạn khô được biểu diễn dưới dạng đường cong pa-ra-bol:

$$S_Z = \frac{S}{T^{(\alpha/\delta)-1}} Z^{(\alpha/\delta)-1} \quad (5.12)$$

khai triển S_Z thành chuỗi Mac-lo-ranh, giữ lại hai số hạng thì chúng ta sẽ nhận được các công thức đã có trước đây [(5.9), (5.10), (5.11)].

Nếu W_{B2} được tính theo biểu thức (5.11) thì (5.7) sẽ được viết lại như sau:

$$W_{B2} = S(H - T) \left[1 + \frac{1}{2} \left(\frac{\alpha}{\delta} - 1 \right) \left(\frac{H}{T} - 1 \right) \right]$$

Trong thực tế, hình dáng đường cong diện tích đường nước phần mạn khô khác nhau khá xa nên tốt hơn hết ta nên tính toán trực tiếp bằng các công thức (5.4) và (5.7).

Từ (5.2), (5.6) và (5.7) ta có thể rút ra biểu thức sau:

$$\begin{aligned} W_B &= S(H - T) \left[k_{B12} + k_{B3} \frac{H_C}{H - T} \frac{S_p}{S} \right] = \\ &= S(H - T) \left[1 + k_{B2} \left(\frac{S_p}{S} - 1 \right) + k_{B3} \frac{H_C}{H - T} \frac{S_p}{S} \right] = S(H - T)(1 + k_B). \end{aligned} \quad (5.13)$$

Trong đó

$$k_B = k_{B2} \left(\frac{S_p}{S} - 1 \right) + k_{B3} \frac{H_C}{H - T} \frac{S_p}{S}$$

có thể được xác định cho tàu cụ thể, trong số đó có cả tàu mẫu.

Theo số liệu thống kê của Z. A-rem-ta đối với tàu khách có độ cong dọc và cong ngang

boong $k_B = 0,28 \div 0,07$; Nếu tàu không có độ cong dọc và cong ngang thì $k_B = 0,22$. Đối với những tàu có công dụng khác nhau, hệ số k_B sẽ không vượt quá giá trị nêu trên.

Đặt vào biểu thức (5.2) W_B theo công thức (5.13) ta sẽ nhận được công thức sau:

$$\begin{aligned} W_K &= V + S(H - T)(1 + k_B) = V \left[1 + \frac{S}{V}(H - T)(1 + k_B) \right] = \\ &= V \left[1 + \frac{\alpha}{\delta} \left(\frac{H}{T} - 1 \right) (1 + k_B) \right]. \end{aligned} \quad (5.14)$$

Công thức (5.14) chỉ ra rằng, dung tích lý thuyết của thân chính tỷ lệ thuận với lượng chiếm nước: nó sẽ tăng khi tăng tỷ số H/T và hệ số k_B ; và sẽ giảm khi tăng hệ số béo thẳng đứng $\chi = \delta/\alpha$.

Cần chú ý rằng, khi lượng chiếm nước đã cho trước, việc tăng chiều cao mạn là phương pháp hiệu quả nhất để tăng dung tích toàn bộ cho tàu.

Đối với những tàu đòi hỏi có dung tích tương đối lớn (W_K/V) ta cần chọn tỷ số H/T lớn đồng thời phần mạn khô cũng nên có độ ngả thoả đáng ra phía ngoài.

Dung tích toàn bộ của tàu cũng có thể tăng nhờ kiến trúc thượng tầng và lầu.

Như vậy dung tích lý thuyết toàn bộ của tàu có tính đến công thức (5.1):

$$W = V \left[1 + \frac{\alpha}{\delta} \left(\frac{H}{T} - 1 \right) (1 + k_B) \right] + W_P$$

hoặc

$$W = V \left[1 + \frac{\alpha}{\delta} \left(\frac{H}{T} - 1 \right) (1 + k_B) + \frac{W_P}{V} \right] \quad (5.15)$$

Đặt

$$w_P = \frac{W_P}{W_K} = \frac{W_P}{V \left[1 + \frac{\alpha}{\delta} \left(\frac{H}{T} - 1 \right) (1 + k_B) \right]}$$

suy ra

$$W = (1 + w_P) V \left[1 + \frac{\alpha}{\delta} \left(\frac{H}{T} - 1 \right) (1 + k_B) \right] \quad (5.16)$$

Theo số liệu thống kê của Z. A-rend-ta, đối với tàu chở khách w_P dao động từ 0,35 (đối với phà chở khách đường dài) đến 1 (đối với tàu chở khách chuyên tuyến và chở khách du lịch). Rõ ràng kiến trúc thượng tầng và lầu đóng vai trò đáng kể đối với dung tích toàn tàu.

A. V. Đa-nhin-co đã tiến hành nghiên cứu dung tích thượng tầng của các tàu hàng khô hiện đại và đã cho cơ sở để xác định dung tích của kiến trúc thượng tầng phụ thuộc vào số lượng thuyền viên. Kết quả nghiên cứu đã cho phép coi rằng, thể tích thượng tầng, lầu dùng để bố trí các phòng ở cho thuyền viên thủy thủ, buồng vệ sinh và buồng sinh hoạt công cộng ở

những tàu có số lượng thuyền viên lớn $n > LB/75$ thì $w_p = (1 \pm 0,02).0,45 LB$, còn khi $n < LB/75$ thì $w_p = (1 \pm 0,02).45.n$. Các buồng trên tàu chiếm cỡ 0,33 dung tích toàn bộ kiến trúc thượng tầng và lầu w_p .

Cần chú ý rằng, khi tăng tỷ số H/T và W_p/V sẽ dẫn tới sự tăng cao độ trọng tâm làm xấu đi tính ổn định, do vậy có khi đòi hỏi phải tăng chiều rộng tàu.

5.2. PHƯƠNG TRÌNH DUNG TÍCH. XÁC ĐỊNH TỶ SỐ H/T

Theo V. L. Po-zu-nin phương trình dung tích sẽ được viết dưới dạng sau:

$$W = \Sigma W_i, \quad (5.17)$$

trong đó: W - dung tích lý thuyết của thân tàu, kiến trúc thượng tầng và lầu;

ΣW_i - tổng dung tích lý thuyết cần thiết của tất cả các buồng và phòng trên tàu, trong đó bao gồm: dung tích các khoang hàng W_h ; dung tích các buồng chứa khách W_{kh} ; dung tích buồng ở cho thuyền viên W_{iv} ; dung tích các két chứa nhiên liệu W_m ; dung tích buồng bố trí trạm điện W_d ; dung tích buồng bố trí thiết bị năng lượng W_{bm} ; dung tích xưởng cơ điện W_{cd} ; dung tích các kho chứa trang thiết bị phụ tùng W_{kbc} ; dung tích buồng điều khiển tàu W_{dk} ; dung tích các két chứa nước dằn W_d ; dung tích dự trữ W_{dt} , v.v.

Việc thống kê các loại buồng, phòng như trên chỉ là một ví dụ điển hình đối với tàu vận tải nói chung và tàu chở hàng nói riêng. Trong thực tế, tùy thuộc chức năng, công dụng của từng loại tàu mà việc phân loại các buồng, phòng trên tàu sẽ khác đi đôi chút.

Như vậy phương trình dung tích có thể được viết lại cụ thể hơn như sau:

$$W = \Sigma W_i = W_h + W_{kh} + W_{iv} + W_{bm} + W_{cd} + W_{nl} + W_d + W_{dk} + W_{dt}, \quad (5.18)$$

trong đó: $W_h = \mu_h P_h = \mu_h \gamma \eta_h V$;

μ_h - dung tích chở hàng riêng;

P_h - sức chở hàng tính toán của tàu; $W_{iv} = \mu_{iv} n$; μ_{iv} - dung tích riêng của buồng ở thuyền viên; n - số lượng thuyền viên; $W_{bm} = \mu_{bm} N$; μ_{bm} - dung tích riêng để bố trí buồng máy. Nếu xác định gần đúng công suất của thiết bị năng lượng bằng công thức $N = V^m v^n / C$ ta có thể nhận được công thức sau đây để tính dung tích buồng máy

$$W_{bm} = \mu_{bm} \frac{V^m v^n}{C}$$

Dung tích két chứa nhiên liệu dự trữ

$$W_{nl} = \frac{k_m k_{nl} P_{nl}}{\gamma_{nl} k_{ng}} N \frac{r}{v} = \frac{k_M k_{nl} P_{nl}}{\gamma_{nl} k_{ng}} \frac{V^m v^{n-1}}{C} r$$

trong đó: γ_{nl} - trọng lượng riêng của nhiên liệu;

k_{ng} - hệ số diện đầy két chứa nhiên liệu;

Dung tích $W_{cd}, W_d, W_{dt}, W_{khc}, W_{dk}...$ có thể tỷ lệ với thể tích lý thuyết V và thường được biểu diễn dưới dạng sau:

$$W_{cd} = a_{cd}V; W_{khc} = a_{khc}V; W_{dt} = a_{dt}V; W_{dk} = a_{dk}V...$$

Dung tích các kết chứa nước dằn tàu $W_d = (\eta_d/k_d)V$, trong đó $\eta_d = V_d/V$ - hệ số nước dằn; k_d - hệ số điền đầy khoang dằn.

Như vậy phương trình (5.18) sẽ được viết lại dưới dạng

$$W = (\mu_h \gamma \eta_h + a_{cd} + a_{khc} + a_{dt} + \dots \frac{\eta_d}{k_d})V + \left(\frac{\mu_{bm} V^n}{C} + \frac{k_m k_{nl} P_{nl} V^{n-1} r}{\gamma_{nl} k_{ng} C} \right) V^m + W_{tv} + \dots \quad (5.19)$$

hoặc

$$W = W(V) + W_{dt},$$

trong đó: $W(V)$ - dung tích phụ thuộc vào V ;

W_{dt} - dung tích độc lập.

Độ lớn của dung tích độc lập được xác định trước lúc giải phương trình dung tích. Tham gia vào thành phần này có thể có cả dung tích cần thiết dùng để bố trí các loại buồng thuyền viên, buồng để bố trí trang thiết bị kỹ thuật-sản xuất... Ngoài ra, phụ thuộc vào công dụng của tàu thiết kế mà thành phần này còn bao gồm các thành phần dung tích khác.

Như vậy phương trình dung tích dạng tổng quát được biểu diễn như sau:

$$V \left[1 + \frac{\alpha}{\delta} (1 + k_B) \left(\frac{H}{T} - 1 \right) + \frac{W_p}{V} \right] = W(V) + W_{dt} \quad (5.20)$$

Phương trình này có thể giải bằng phương pháp đồ thị như đã chỉ ra trên hình 5.4.

Trong trường hợp bố trí buồng điều khiển thuộc khu vực kiến trúc thượng tầng hoặc lầu, dung tích của buồng này sẽ được tách ra khỏi $W(V)$ và phương trình (5.20) sẽ được viết lại

$$V \left[1 + \frac{\alpha}{\delta} (1 + k_B) \left(\frac{H}{T} - 1 \right) \right] = (\mu_h \gamma \eta_h + a_{cd} + a_{khc} + a_{dt} + a_{dk} + \dots \frac{\eta_d}{k_d})V + \left(\frac{\mu_{bm} V^n}{C} + \frac{k_m k_{nl} P_{nl} V^{n-1} r}{\gamma_{nl} k_{ng} C} \right) V^m + W_{tv} + \dots \quad (5.21)$$

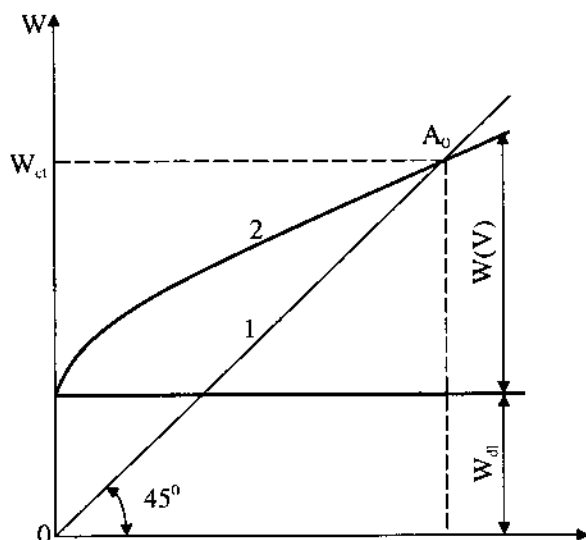
Chọn $H/T = h_T$; k_B ; α/δ và thay vào phương trình trên ta sẽ tìm được nghiệm của phương trình dung tích.

Khi thay $m = 1/2$ vào phương trình 5.21 ta sẽ nhận được phương trình đại số bậc hai, giải nó, chúng ta sẽ tìm được lượng chiếm nước thể tích thoả mãn dung tích chung của tàu thiết kế.

Dạng phương trình dung tích được xác định bởi công dụng của tàu.

Khi thay đổi mối quan hệ giữa công suất máy với lượng chiếm nước chúng ta có thể nhận

được phương trình bậc ba hoặc bậc nào đó mà thực tế trong trường hợp như vậy phương trình chỉ có thể được giải một cách nhanh chóng bằng phương pháp đồ thị hoặc phương pháp gần đúng.



Hình 5.4. Giải phương trình dung tích bằng phương pháp đồ thị

1- đường thẳng ứng với vế trái của phương trình (5.20);

2- đường cong ứng với vế phải của phương trình (5.21).

Sau khi tìm được nghiệm phương trình (V), và so sánh giá trị của V với giá trị của lượng chiếm nước thể tích mà nó được xác định từ phương trình trọng lượng. Có thể xảy ra 3 trường hợp sau:

- 1) $V = D/\gamma$; $(D/\gamma) - V = 0$;
- 2) $V < D/\gamma$; $(D/\gamma) - V > 0$;
- 3) $V > D/\gamma$; $(D/\gamma) - V < 0$.

Trong trường hợp thứ nhất, kết quả giải phương trình dung tích và phương trình trọng lượng trùng nhau; trong trường hợp thứ hai - xuất hiện một phần thể tích thừa bởi vậy cần kiểm tra khả năng sử dụng hợp lý nó; trường hợp thứ ba - cần thiết phải tiến hành điều chỉnh sự phù hợp giữa lượng chiếm nước và dung tích. Để đạt được mục đích này cần xem xét vấn đề sử dụng dung tích thượng tầng và khả năng tăng tỷ số H/T , α/δ .

Đại lượng H/T đặc biệt có ý nghĩa quan trọng trong việc đảm bảo dung tích, bởi vậy cần xem xét nó một cách kỹ lưỡng bằng cách giải đồng thời phương trình dung tích và phương trình trọng lượng.

Rõ ràng rằng, bằng cách giải phương trình trọng lượng sẽ cho phép tìm được lượng chiếm nước. Tương ứng với nó, độ lớn của $V = D/\gamma$ sẽ được đặt vào phương trình (5.20). Nhờ vậy, ta có

$$\frac{\alpha}{\delta} \left(\frac{H}{T} - 1 \right) (1 + k_B) = \frac{W(V)}{V} + \frac{W_{dl}}{V} - \frac{W_P}{V} - 1$$

từ đó tỷ số H/T sẽ được xác định như sau:

$$h_T = \frac{H}{T} = 1 + \frac{\alpha/\delta}{1 + k_B} \left[\frac{W(V)}{V} + \frac{W_{dl}}{V} - \frac{W_P}{V} - 1 \right] \quad (5.22)$$

Nếu như đã biết V và dạng hàm số biểu diễn các thành phần dung tích theo V ta dễ dàng xác định được giá trị trong ngoặc của biểu thức (5.22).

Sau khi xác định được tỷ số H/T theo yêu cầu dung tích ta cần tiến hành so sánh chiều cao mạn khô thực tế này với chiều cao mạn khô tối thiểu theo yêu cầu của Quy phạm.

Phụ thuộc vào độ lớn của số hạng thứ hai thuộc về phải của phương trình (5.22) mà giá trị của tỷ số H/T có thể lớn hơn yêu cầu của Quy phạm, có nghĩa là

$$h_T = \frac{H}{T} > \frac{T+F}{T} = 1 + \frac{F}{T}$$

Các tàu có mạn khô thực tế lớn hơn mạn khô tính theo yêu cầu của Quy phạm được gọi là tàu có mạn khô dư.

5.3. HỆ SỐ GIA SỐ LƯỢNG CHIẾM NƯỚC THỂ TÍCH KHI THAY ĐỔI DUNG TÍCH

Trên hình 5.5 đã thể hiện các đường cong dung tích yêu cầu được biểu diễn dưới dạng hàm số của lượng chiếm nước thể tích đối với tàu mẫu $[W_0(V), W_{dl0}]$ và tàu thiết kế $[W_1(V), W_{dl1}]$.

Điểm A_0 trên hình 5.5 chính là giao điểm của đường thẳng

$$V \left[1 + \frac{\alpha}{\delta} (1 + k_B) \left(\frac{H}{T} - 1 \right) + \frac{W_P}{V} \right]$$

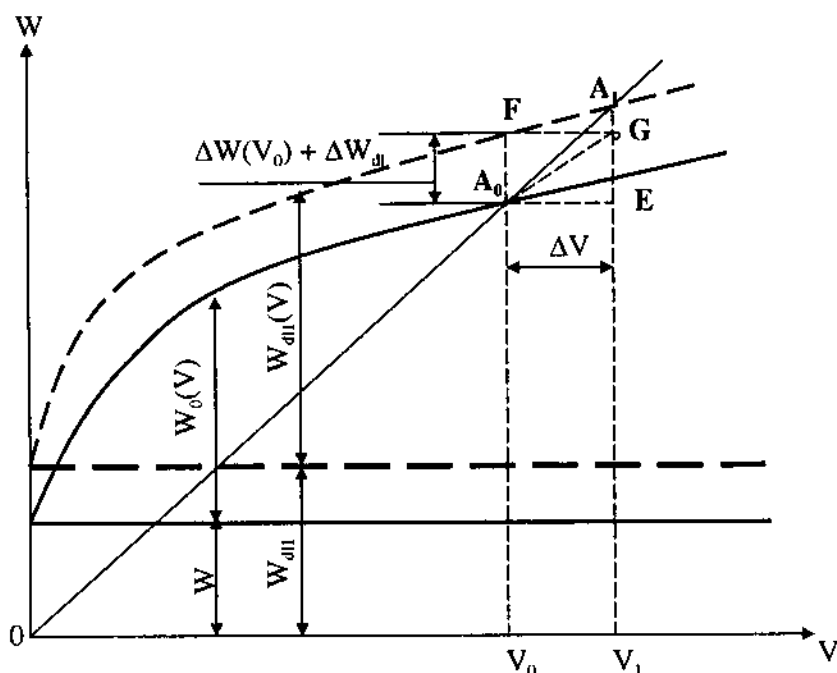
với đường cong $W_0(V) + W_{dl0}$.

- Tại $W_1(V_0)$ và W_{dl1}

$$\Delta W(V_0) + \Delta W_{dl} = W_1(V_0) - W_0(V_0) + W_{dl1} - W_{dl0}$$

- Tại điểm A_1 có thể viết

$$\Delta W(V_0) + \Delta W_{dl} + \Delta V \frac{dW_1(V)}{dV} = \Delta V \left[1 + \frac{\alpha}{\delta} (1 + k_B) \left(\frac{H}{T} - 1 \right) + \frac{W_P}{V} \right]. \quad (5.23)$$



Hình 5.5. Sự thay đổi LCN thể tích khi thay đổi dung tích

Từ biểu thức (5.23) có thể tìm được hệ số thay đổi thay đổi lượng chiếm nước thể tích khi thay đổi dung tích yêu cầu:

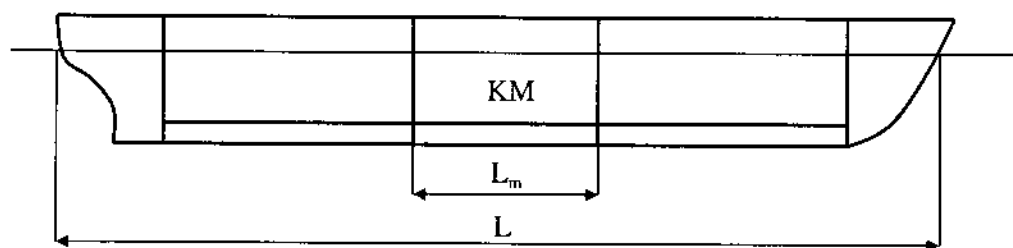
$$\eta_c = \frac{\Delta V}{\Delta W(V_0) + \Delta W_{dil}} = \frac{1}{1 + \frac{\alpha}{\delta} (1 + k_B) \left(\frac{H}{T} - 1 \right) + \frac{W_p}{V} - \frac{dW_1(V)}{dV}} \quad (5.24)$$

Trong công trình nghiên cứu của mình L. G. Xô-cô-lốp đã chỉ ra rằng, số hạng thứ tư ở mẫu số thuộc về phải biểu thức (5.24) thường nhỏ hơn tổng của hai số hạng thứ hai và thứ ba, vì vậy $\eta_c < 1$, khác với hệ số Nor-mand lại luôn luôn lớn hơn 1.

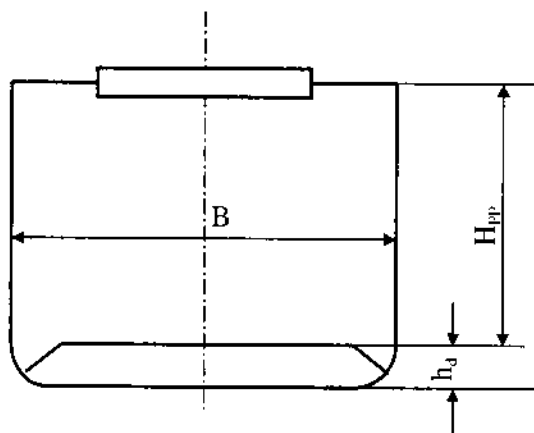
Khi các thành phần dung tích tăng tỷ lệ với các trọng lượng tương ứng, ví dụ, dung tích chứa hàng tỷ lệ với sức chở hàng, dung tích sẽ hoàn toàn được đảm bảo nhờ tăng đồng thời lượng chiếm nước tương ứng với hệ số Nor-mand η_N . Khi chuyển từ tàu mẫu tới tàu thiết kế cần chú ý tính đến sự thay đổi bị gây nên bởi sự có mặt cả hai hệ số η_N và η_c , cũng như các đặc trưng và yêu cầu có liên quan đến trọng lượng và dung tích yêu cầu. Việc tính toán như vậy là hoàn toàn cần thiết, vì các yêu cầu đặc biệt về đặc trưng dung tích (ví dụ, dung tích chở hàng riêng hoặc thể tích các buồng ở cho một hành khách) có thể thay đổi khá lớn. Trong trường hợp này ΔV tăng nhanh nhờ sự thay đổi của $W_1(V_0) + W_{dil}$, trong khi đó gia số trọng lượng lại tỏ ra không lớn. Song hợp lý hơn cả là nên thay đổi giá trị của tỷ số H/T mà trong khi xác định hệ số η_c nó được coi là hằng số. Thay đổi tỷ số H/T cũng có thể ảnh hưởng đến tỷ số tỷ số B/T .

5.4. PHƯƠNG TRÌNH DUNG TÍCH CỦA TÀU HÀNG KHÔ CÓ KHOANG MÁY BỐ TRÍ GIỮA TÀU

Các kết quả nghiên cứu được giới thiệu ở trên đều mang đặc trưng chung vì vậy chúng có thể được áp dụng để xác định dung tích của tàu hàng khô với các kiểu kiến trúc và kết cấu khác nhau. Đồng thời đối với các tàu có kiểu kiến trúc - kết cấu đặc biệt có thể cho các cách giải cụ thể hơn. Trong công trình nghiên cứu của mình, L. M. No-gid đã giới thiệu phương trình dung tích áp dụng cho tàu hàng khô. Khi khoang máy được bố trí ở giữa chiều dài tàu phương trình dung tích sẽ được lập một cách khá đơn giản.



Hình 5.6. Sơ đồ tàu hàng khô có khoang máy đặt ở giữa chiều dài



Hình 5.7 Mặt cắt ngang của tàu hàng khô một boong

Ký hiệu chiều dài khoang máy L_m .

Thể tích được giới hạn bởi boong hờ và tôn đáy đôi sẽ được xác định theo công thức $W_{pp} = \delta_{pp}LBH_{pp}$, trong đó δ_{pp} - hệ số béo thể tích lý thuyết W_{pp} ; H_{pp} - chiều sâu hầm hàng tính từ mép boong hờ đến đáy đôi. Tham gia vào thành phần dung tích W_{pp} có thể có cả dung tích các quây miệng hầm hàng.

Dung tích lý thuyết của các khoang hàng và buồng máy (kể cả các kết chứa trong buồng máy) được xác định theo công thức sau:

$$W_T = k_{qm}\delta_{pp}LBH_{pp}. \quad (5.25)$$

trong đó: k_{qm} - tỷ số giữa dung tích hầm hàng và khoang máy với thể tích toàn bộ dưới boong của tàu. Hệ số này sẽ tăng nhờ tính đến dung tích các quây miệng hầm, độ cong dọc và cong ngang boong.

Dung tích buồng máy được xác định theo công thức

$$W_{bm} = \delta_{bm} L_m B H_{pp}, \quad (5.26)$$

trong đó: δ_{bm} - hệ số béo của buồng máy.

Dung tích của các hầm hàng đối với tàu có khoang máy đặt ở giữa chiều dài

$$W_h = W_T - W_{bm} = \left(\delta_{pp} k_{qm} - \delta_{bm} \frac{L_m}{L} \right) L B H_{pp}$$

hoặc

$$W_h = W_T - W_{bm} = \left(\delta_{pp} k_{qm} - \delta_{bm} \frac{L_m}{L} \right) L B (H - h_d), \quad (5.27)$$

trong đó: h_d - chiều cao đáy đôi.

Theo phương trình (5.27) ta có thể tìm được dung tích chở hàng riêng của tàu $\mu_h = W_h / P_h$.

Vì $P_h = \eta_h D$; $\mu_h = W_h / (\eta_h D)$. Như vậy

$$\mu_h = \frac{W_h}{\eta_h k \gamma \delta L B T} \quad (5.28)$$

Từ biểu thức (5.27) và (5.28) ta có

$$\mu_h = \frac{1}{\eta_h k \gamma} \frac{\delta_{pp} k_{qm} - \delta_{bm} (L_m / L)}{\delta} \left(\frac{H}{T} - \frac{h_d}{T} \right) \quad (5.29)$$

Từ phương trình (5.27) và (5.29) có thể rút ra một số kết luận sau:

1. Dung tích chở hàng tăng tỷ lệ với chiều rộng, nhưng chiều rộng tàu ít ảnh hưởng đến dung tích chở hàng riêng.
2. Chiều dài của tàu có ảnh hưởng không lớn tới dung tích chở hàng riêng.
3. Tăng hệ số béo δ sẽ làm giảm dung tích chở hàng riêng.

Biến đổi thừa số thứ hai của biểu thức (5.29) xuất phát từ giả thiết $\delta_{pp} \approx \delta + 0,1$, còn $\delta_{bm} \approx 1$, ta nhận được

$$\frac{\delta_{pp} k_{qm} - \delta_{bm} (L_m / L)}{\delta} \approx \frac{(\delta + 0,1) k_{qm} - (L_m / L)}{\delta} = k_{qm} - \frac{(L_m / L) - 0,1 k_{qm}}{\delta} \quad (5.30)$$

Số hạng thứ hai của (5.30) có chứa δ nhỏ so với hệ số k_{qm} , ảnh hưởng của hệ số béo δ đến dung tích chở hàng riêng là khá nhỏ. Theo số liệu A. B. Brôn-nhi-cốp, đối với các tàu hàng khô $L_m / L \leq 0,12$, còn $k_{qm} < 1$. Như vậy, tất cả biểu thức (5.30) sẽ tăng khi tăng hệ số δ , dẫn tới làm tăng dung tích chở hàng riêng của tàu mặc dầu không lớn.

4. Tăng chiều cao mạn và tỷ số H/T trong các công thức (5.27) và (5.29) sẽ gây nên sự tăng tỷ lệ thuận dung tích chở hàng riêng.

5. Dung tích chở hàng riêng sẽ giảm khi tăng hệ số lợi dụng lượng chiếm nước theo trọng lượng hàng hoá, bởi vì η_h càng lớn thì lượng chiếm nước D càng nhỏ khi sức chở hàng đã cho và như vậy dung tích chứa hàng bên trong của tàu sẽ thấp.

Cần chú ý rằng, trong trường hợp sử dụng tàu để khai thác trên tuyến ngắn, có nghĩa là với lượng dự trữ rất ít để duy trì dung tích chở hàng riêng như đã chỉ ra trong nhiệm vụ thư thiết kế có thể làm nảy sinh sự cần thiết phải lấy sức chở hàng giới hạn thay cho trọng tải tàu. Trong trường hợp này phương trình (5.29) sẽ có dạng

$$\mu_h = \frac{1}{\eta_D k \gamma} \frac{\delta_{pp} k_{qm} - \delta_{bm} (L_m / L)}{\delta} \left(\frac{H}{T} - \frac{h_d}{T} \right) \quad (5.31)$$

5.5. DUNG TÍCH CHỞ HÀNG RIÊNG, THỂ TÍCH RIÊNG CỦA HÀNG HOÁ. MỐI QUAN HỆ GIỮA DUNG TÍCH CHỞ HÀNG RIÊNG VỚI TỶ SỐ H/T

Thể tích riêng của hàng hoá (μ_p) là tỷ số giữa thể tích do hàng chiếm chỗ với trọng lượng hàng; độ lớn của μ_p (m^3/T) phụ thuộc vào bản chất vật lý của vật liệu tạo nên hàng hoá, phương pháp đóng gói và đặc điểm bố trí hàng trong khoang hàng (xem bảng 5.1).

Tất nhiên dung tích chở hàng riêng μ_h có thể sẽ không trùng với μ_p . Hãy khảo sát một số trường hợp sau đây có thể xảy ra:

1) $\mu_p = \mu_h$ - tàu được chất đầy tải theo chiều chìm đã cho trước, dung tích chở hàng được tận dụng triệt để;

2) $\mu_p < \mu_h$ - tàu đạt chiều chìm tính toán song dung tích chở hàng không được tận dụng hết (thừa dung tích);

3) $\mu_p > \mu_h$ và hàng không được phép bố trí trên boong; sức chở hàng của tàu và chiều chìm tính toán không được sử dụng hết (thiếu dung tích chở hàng).

Như vậy, trường hợp thứ nhất và thứ hai sẽ có lợi hơn trường hợp thứ ba.

Tuy nhiên việc sử dụng không triệt để dung tích ứng với trường hợp thứ hai không nên coi là điều mong muốn, vì nó làm tăng kích thước của tàu, đặc biệt chiều cao mạn.

Trong mọi trường hợp cần cố gắng tính toán sao cho thể tích chất tải hàng riêng trung bình μ_{ph} gần với dung tích chở hàng riêng.

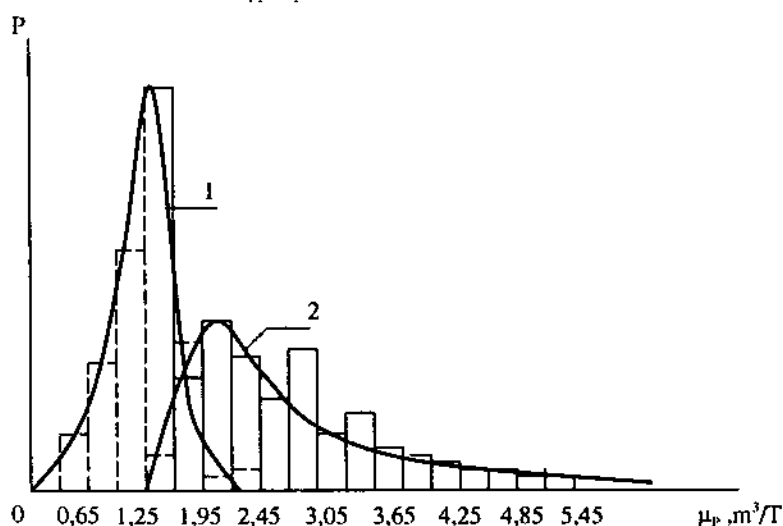
Khi thiết kế tàu chở hàng, người thiết kế cần nghiên cứu kỹ lưỡng hàng trên tuyến khai thác xuất phát từ quan điểm cho phép thừa nhận độ dao động của μ_p . Độ dao động này có thể được cố định dưới dạng biểu đồ hoặc đường cong xác suất tương ứng (xem hình 5.8). Nếu thừa nhận giá trị trung bình của μ_p thì trong đại đa số các trường hợp tàu buộc phải khai thác ở trạng thái không đủ tải.

Như vậy, cần thiết phải giải quyết vấn đề giá trị nào của μ_p sẽ được đưa vào để tính toán thiết kế. Khi lấy $\mu_h = \mu_{ph} + \Delta\mu_p$ và khi tăng $\Delta\mu_p$ chúng ta sẽ nâng cao được xác suất chất tải toàn bộ cho tàu. Tuy vậy, do cố gắng đảm bảo khả năng chất tải toàn bộ mà có thể dẫn tới làm tăng đáng kể dung tích chở hàng riêng và do vậy sẽ làm tăng kích thước của tàu thiết kế. Đây

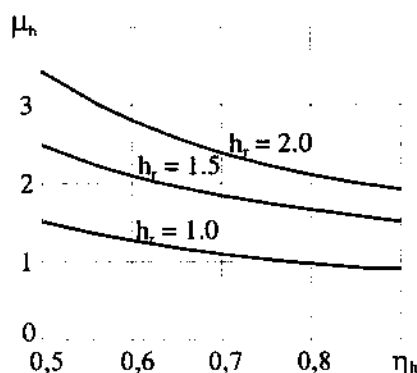
là điều không phải bao giờ cũng có lợi. Trong mọi trường hợp khuynh hướng tăng μ_h được phản ánh rõ nét trong kiểu kết cấu-kiến trúc tàu; nhằm mục đích tăng dung tích chở hàng riêng người ta đã thiết kế và đóng mới các tàu hàng với kiểu kiến trúc boong nhẹ kiểu nửa kín nửa hở (boong nằm trên boong trên). Các tàu có kiểu kiến trúc như vậy thường được khai thác ở hai chiều chìm và hai giá trị của μ_h . Chiều chìm lớn được dùng để chở hàng, còn chiều chìm nhỏ ứng với phương án chở hàng nặng.

Để giải quyết được vấn đề này, tỷ số H/T cần phù hợp với dung tích chở hàng riêng đã cho trước và cần phải chú ý tới phương trình (5.29). Biến đổi phương trình (5.29) ta sẽ nhận được

$$h_T = \frac{H}{T} = \mu_h \eta_h k \gamma \frac{\delta}{\delta_{pp} k_{qm} - \delta_{bm} (L_m / L)} + \frac{h_d}{T}. \quad (5.32)$$



Hình 5.8. Phân bố thể tích chở hàng riêng theo số liệu của V. F. Mê-y-lu-nas
1- Hàng rời (960 chuyến); 2- Hàng bách hoá (348 chuyến)



Hình 5.9. Đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa μ_h , η_h và h_T theo (5.33)

Thể tích chở hàng riêng của hàng khô

Bảng 5.1

Tên gọi loại hàng	Phương thức đóng gói	$\mu_{pp}, m^3/T$
Nhung	Bao, gói hoặc bó	11,20
Ô tô du lịch	Thùng kiểu khối hộp chữ nhật	5,20-10,30
Giày các loại	Bao hoặc gói	5,70 - 6,20
Nút ép	Kiện hoặc bao	5,58
Sợi đã được nén	Kiện, bao, gói hoặc bó	3,34 - 5,58
Thuốc sợi	Bao	4,20 - 5,00
Len không nén	Kiện	4,20
Diêm	Hộp, thùng	4,20
Lông, da	Bao hoặc gói	2,52 - 4,20
Thảm	Kiện	3,40 - 3,60
Dây gai	Cuộn (ru-lô)	3,63
Thịt xông khói	-	2,43 - 3,63
Nho	Thùng, hộp	3,40 - 3,60
Cỏ đã được nén	Kiện	3,60
Nhựa gai	Kiện	3,40
Tơ lụa	Kiện	3,06 - 3,34
Chuối	Lồng	2,94 - 3,34
Chè	Thùng	2,52 - 3,06
Đay đã được nén chặt	Kiện	3,00
Sản phẩm dệt	Kiện	2,25 - 3,83
Sản phẩm thủy tinh	Thùng	2,24 - 2,77
Táo, chanh, cam	Thùng	2,35 - 2,63
Thịt bò	Thùng	2,29 - 2,53
Giấy	Cuộn (ru-lô)	2,40
Mì sợi	Thùng	2,38
Hương liệu	Thùng	2,10 - 2,38
Ka cao	Bao	2,24
Khoai tây	Bao	1,95 - 2,01
Gỗ bạch dương loại xẻ thành tấm	Kẹp	1,69 - 1,89
Axit bo-ric, sun -fua- ric	Thùng	1,84
Hàng bánh kẹo	Hộp	1,84
Dầu thực vật	Thùng	1,78- 1,84
Đỗ	Bao	1,33 - 1,81
Bột	Bao	1,28 - 1,71
Đường	Thùng, bao	1,11 - 1,76
Cà phê	Bao	1,67 - 1,73

Tên gọi loại hàng	Phương thức đóng gói	$\mu_p, m^3/T$
Hộp giấy	Kẹp	1,70
Kính	Kiện	1,42 - 1,67
Ống thép	-	1,39 - 1,67
Kiểu mạch	Bao	1,39 - 1,61
Hoa quả và thực phẩm đông lạnh	Thùng	1,25 - 1,53
Xi măng	Đổ đóng	1,25 - 1,75
Muối	Bao	1,02 - 1,11
Tấm lợp bằng tôn	Buộc	0,99
Dây điện	Cuộn bằng ru-lô	0,85
Đinh	Thùng	0,71 - 0,85
Ray thép	-	0,28 - 0,34

Đặt vào biểu thức (5.32) các kết quả nhận được nhờ việc giải phương trình trọng lượng và chọn giá trị của các đại lượng δ , L_m/L , δ_{pp} , k_{qm} , H/T theo tàu mẫu hoặc theo các công thức thống kê ta sẽ tìm được giá trị cần thiết của tỷ số H/T .

Giả thiết rằng $k_y \approx 1,03$; $\delta/[\delta_{pp}k_{qm} - \delta_{bm}(L_m/L)] \approx 1,04$; [theo (5.30)]; $h_d/T \approx 0,16$ (theo L. M. No-gid và N. E. Putov) biểu thức (5.32) được viết lại như sau:

$$h_T = 1,07 \mu_h \eta_h + 0,16. \quad (5.33)$$

Biểu thức này sẽ cho phép đánh giá gần đúng giá trị của tỷ số H/T thông qua dung tích chở hàng riêng. Giá trị của tỷ số H/T được tính theo công thức nêu trên sẽ đảm bảo dung tích chở hàng đã cho của tàu thiết kế.

Từ các đường cong trên hình 5.9 ta thấy rõ ràng, khi $\mu_h < 1$ (hàng nặng) dung tích của tàu với chiều cao mạn khô tối thiểu ứng với lượng chiếm nước đã được xác định từ phương trình trọng lượng sẽ luôn đảm bảo. Trong trường hợp này việc lập và giải phương trình dung tích (5.29) hoặc (5.31) là không cần thiết.

Các biểu thức (5.27) và (5.29) ở trên được viết cho tàu chở hàng đổ đóng, còn đối với tàu chở hàng đóng gói các phương trình trên sẽ được viết lại như sau:

$$W_{hdg} = k_{dg} [\delta_{pp}k_{qm} - \delta_{bm}(L_m/L)] LB(H - h_d); \quad (5.34)$$

$$\mu_{hdg} = \frac{k_{dg}}{\eta_h k_y} \frac{\delta_{pp}k_{qm} - \delta_{bm}(L_m/L)}{\delta} \left(\frac{H}{T} - \frac{h_d}{T} \right), \quad (5.35)$$

trong đó: $k_{dg} = W_{hdg}/W_h = \mu_{hdg}/\mu_h = 0,90 \pm 0,02$.

5.6. PHƯƠNG TRÌNH DUNG TÍCH CÓ KẾT CẤU MẠN KÉP. TÀU CHỞ GỖ TRÊN BOONG

Khác với phương trình (5.16), phương trình (5.27) có mối quan hệ đặc biệt chặt chẽ với kiểu kiến trúc - kết cấu của tàu.

Đối với các tàu có kết cấu mạn kép, trong công thức (5.27) ta cần thay B bằng $(B - 2B_{mk})$, trong đó: B_{mk} - chiều rộng trung bình của khoang có kết cấu mạn kép (hình 5.10):

$$W_{hmk} = [\delta_{pp}k_{qm} - \delta_{bm}(L_m/L)]L(B - 2B_{mk})(H - h_d); \quad (5.36)$$

và

$$\mu_{hmk} = \frac{1}{\eta_h k \gamma} \frac{\delta_{pp}k_{qm} - \delta_{bm}(L_m/L)}{\delta} \left(1 - 2 \frac{B_{mk}}{B}\right) \left(\frac{H}{T} - \frac{h_d}{T}\right) \quad (5.37)$$

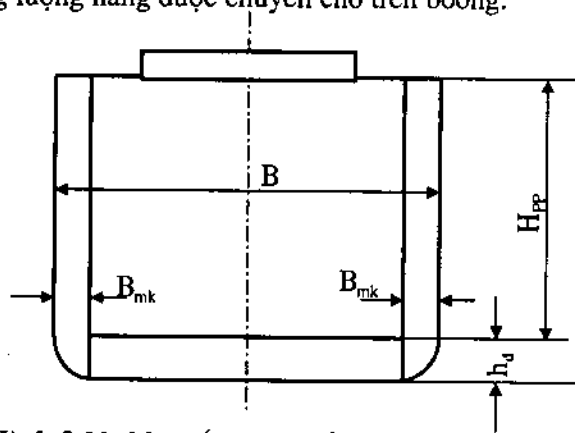
Phương trình (5.27) và (5.36) được lập nên với giả thiết rằng, tất cả hàng hoá đều được bố trí trong khoang hàng.

Đối với tàu chở gỗ, có chứa một phần hàng gỗ trên boong phương trình (5.29) được biến đổi lại với chú ý rằng, bộ phận hàng hoá được chở trên boong cần được khảo sát riêng. Trong trường hợp này dung tích chở hàng riêng sẽ được xác định như sau:

$$\mu_h = W_{hh} / (P_h - P_{hnb})$$

trong đó: W_{hh} - dung tích chở hàng bằng các hầm hàng ;

P_{hnb} - trọng lượng hàng được chuyên chở trên boong.



Hình 5.10. Mặt cắt ngang của tàu có kết cấu mạn kép

Độ lớn của P_{hnb} thường được lấy theo phần trăm của P_h . Ngoài ra đại lượng này cũng có thể được tính chính xác hơn bằng cách tính thông qua thể tích khối lượng hàng được chở trên boong $nLBH_p$ và thể tích riêng của hàng μ_{phb} :

$$P_{hnb} = (nLBH_p) / \mu_{phb}$$

trong đó: n - hệ số tính đến phân tích số giữa chiều dài và chiều rộng được dùng để chở gỗ trên boong;

H_p - chiều cao lớp gỗ được chở trên boong.

Như vậy,

$$\mu_{hnb} = \frac{W_{hh}}{P_h - \frac{n}{\mu_{hnb}} LBH_p} = \frac{\delta_{pp}k_{qm} - \delta_{bm}(L_m/L)}{\eta_h \gamma k \delta - \frac{n}{\mu_{hnb}} \frac{H_p}{T}} \left(\frac{H}{T} - \frac{h_d}{T}\right) \quad (5.38)$$

5.7. DUNG TÍCH CỦA TÀU HÀNG KHÔ CÓ KHOANG MÁY ĐƯỢC ĐẶT Ở VÙNG ĐUÔI VÀ VÙNG TRUNG GIAN. ĐIỀU CHỈNH CÂN BẰNG. SỰ THAY ĐỔI DUNG TÍCH KHI CÓ CÁC GIA SỐ BÉ CỦA CÁC KÍCH THƯỚC CHỦ YẾU

Các phương trình (5.29), (5.35) và (5.37) sẽ cho phép đảm bảo dung tích cho tàu chở hàng khô và khi khoang máy được bố trí ở vùng giữa tàu thì việc điều chỉnh cân bằng dọc cho tàu ở trạng thái toàn tải sẽ được tiến hành một cách khá đơn giản. Còn nếu khoang máy được bố trí ở vùng đuôi hoặc vùng trung gian thì cần tính đến khả năng cân bằng dọc cho tàu ở trạng thái toàn tải. Trong trường hợp này việc xác định chiều dài và hệ số béo khoang máy sẽ khá phức tạp.

Với giả thiết, dung tích riêng của buồng máy $\mu_{bm} = W_{bm}/N$ không phụ thuộc vào phương án bố trí buồng máy theo chiều dài tàu. Như vậy biểu thức (5.26) có thể được sử dụng cho các phương án bố trí buồng máy:

$$W_{bm} = \delta_{bm} L_m B H_{pp} \approx \delta_{bmig} L_{mig} B H_{pp} \approx \delta_{bmd} L_{md} B H_{pp} \quad (5.39)$$

rút ra

$$\delta_{bm} L_m \approx \delta_{bmig} L_{mig} \approx \delta_{bmd} L_{md} \quad (5.40)$$

Dung tích có ích của tàu hàng khô có khoang máy được đặt ở vùng đuôi tàu trong trường hợp chở hàng rời được xác định theo công thức sau:

$$W_h = k_{ng} \delta_{pp} L_n B (H - h_d) \quad (5.41)$$

trong đó: k_{ng} - hệ số diễn đây khoang hàng;

δ_{pp} - hệ số béo thể tích lý thuyết của khoang hàng;

L_n - chiều dài các khoang hàng.

Khi coi

$$\mu_h = \frac{W_h}{P_h} = \frac{W_h}{\eta_h D} = \frac{W_h}{\eta_h k \gamma \delta L B T}$$

suy ra

$$\mu_h = \frac{k_{ng}}{k \gamma} \frac{\delta_{pp}}{\delta} \frac{\eta_l}{\eta_h} \frac{H - h_d}{T} \quad (5.42)$$

trong đó: $\eta_l = L_n/L$ - hệ số sử dụng chiều dài tàu.

Tại trạng thái toàn tải phương trình cân bằng được viết như sau:

$$DX_C = D_{hn} X_{hn} + P_h X_h + P_{nl} X_{nl} \quad (5.43)$$

trong đó: D_{hn} - tổng tất cả các thành phần trọng lượng trừ trọng lượng hàng hoá chuyên chở và trọng lượng dự trữ nhiên liệu;

X_C - hoành độ tâm nổi;

X_{hn} - hoành độ trọng tâm của D_{hn} ;

X_h và X_{nl} - hoành độ trọng tâm của hàng và nhiên liệu.

Chia cả hai vế của phương trình (5.43) cho DL:

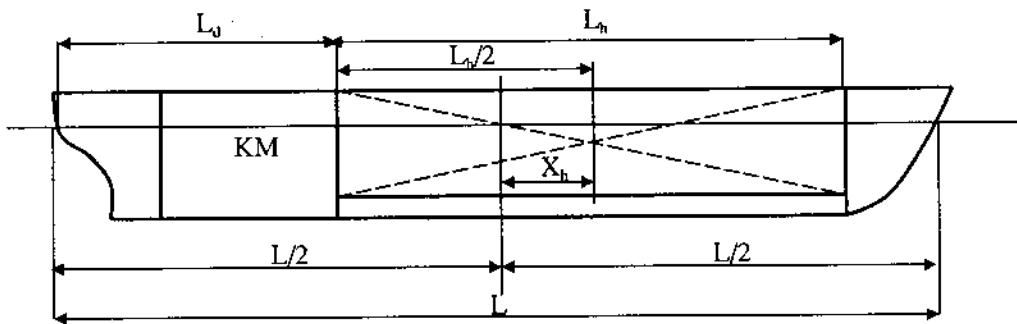
$$\frac{X_c}{L} = \left(1 - \eta_h - \frac{P_{nl}}{D}\right) \frac{X_{hn}}{L} + \eta_h \frac{X_h}{L} + \frac{P_{nl}}{D} \frac{X_{nl}}{L}$$

Giả thiết rằng, $X_h = L_d + L_h/2 - L/2$ ta sẽ viết được

$$\frac{X_c}{L} = (1 - \eta_h) \frac{X_{hn}}{L} + \eta_h \left(\frac{L_d}{L} - \frac{1 - \eta_l}{2} \right) + \frac{P_{nl}}{D} \frac{X_{nl} - X_{hn}}{L} \quad (5.44)$$

Từ công thức (5.44) rút ra

$$\eta_l = 1 - 2 \frac{L_d}{L} \frac{2}{\eta_h} \left[\frac{X_c}{L} - (1 - \eta_h) \frac{X_{hn}}{L} - \frac{P_{nl}}{D} \frac{X_{nl} - X_{hn}}{L} \right] \quad (5.45)$$



Hình 5.11. Phân khoang tàu hàng khô có khoang máy đặt ở vùng đuôi tàu

Từ phương trình (5.42) ta sẽ tìm được tỷ số H/T thỏa mãn dung tích chở hàng riêng đã cho trước và chiều chìm của tàu ở trạng thái toàn tải:

$$h_T = \frac{H}{T} = \mu_h \frac{k\gamma}{k_{ng}} \frac{\delta}{\delta_{pp}} \frac{\eta_h}{\eta_l} + \frac{h_d}{T} \quad (5.46)$$

Đặt vào phương trình này các giá trị của các đại lượng sau: $k_{ng} = 0,96$; $\delta_{pp} = 1,158$ chúng ta sẽ nhận được biểu thức sau đây để xác định tỷ số H/T:

$$h_T = 0,93 \mu_h (\eta_h/\eta_l) + 0,16$$

Đối với hàng bao kiện

$$h_T = 1,03 \mu_h (\eta_h/\eta_l) + 0,16$$

Khi khảo sát dung tích tàu chở hàng khô với khoang máy đặt vùng đuôi tàu ta đã chấp nhận giả thiết tất cả hàng đều được phân bố đều trong khoang hàng.

Đối với tàu có khoang máy được bố trí ở vùng trung gian (vùng giữa đuôi và giữa chiều dài tàu) phương trình mô men đối với sườn giữa được viết như sau (xem hình 5.12):

$$D X_c = (D_{TK} - P_m) X_K + P_m X_m + P_{nl} X_{nl} + n P_h X_{hm} + (1 - n) P_h X_{hd} \quad (5.47)$$

trong đó: X_K - hoành độ trọng tâm tàu không đã được điều chỉnh (trong đó không tính đến trọng lượng TBNL P_m);

$X_m, X_{nl}, X_{hm}, X_{hd}$ - tương ứng là hoành độ trọng tâm buồng máy, nhiên liệu, hàng phía mũi và phía đuôi;

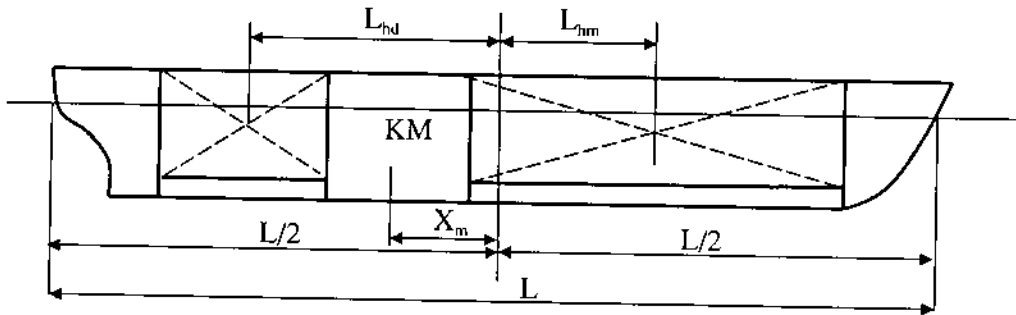
nP_h - Lượng hàng được bố trí ở phía mũi tính từ buồng máy.

Coi chiều dài các khoang hàng mũi và đuôi tỷ lệ với lượng hàng hoá chứa trong đó ta có thể viết $L_{hm} \approx nL_h$; $L_{hd} \approx (n-1)L_h$.

Giả thiết rằng, trọng tâm hàng nằm giữa chiều dài khoang tương ứng, nên

$$X_{hm} = X_m + \frac{L_m}{2} + \frac{nL_h}{2}$$

$$X_{hd} = X_m - \frac{L_m}{2} - \frac{(1-n)L_h}{2}$$



Hình 5.12. Sơ đồ phân khoang tàu hàng khô có khoang máy đặt ở vùng trung gian
Như vậy,

$$nP_h X_{hm} = P_h n \left(-X_m + \frac{L_m}{2} + \frac{nL_h}{2} \right)$$

và

$$(1-n)P_h X_{hd} = P_h (1-n) \left[X_m - \frac{L_m}{2} - \frac{(1-n)L_h}{2} \right]$$

Chú ý đến phương trình (5.47) sau khi biến đổi ta có

$$\frac{X_C}{L} = (1-\eta_h) \frac{X_K}{L} + \frac{P_m}{D} \frac{X_m - X_K}{L} + \frac{P_{nl}}{D} \frac{X_{nl} - X_K}{L} +$$

$$+ \eta_h \left(\frac{X_m}{L} + \frac{2n-1}{2} \frac{L_h + L_m}{L} \right)$$

Đặt $\eta_l = L_h/L$, ta sẽ tìm được

$$\eta_l = \frac{1}{\eta_h} \frac{1}{n-0,5} \left[\frac{X_c}{L} - (1-\eta_h) \frac{X_k}{L} - \frac{P_m}{D} \frac{X_m - X_k}{L} - \left[-\frac{P_{ml}}{D} \frac{X_r - X_k}{L} - \eta_h \frac{X_m}{L} \right] - \frac{L_m}{L} \right] \quad (5.48)$$

Để thấy rõ ảnh hưởng của sự thay đổi hệ số lợi dụng chiều dài η_l , chiều sâu hầm hàng H_{pp} , chiều dài tàu L đến dung tích hầm hàng ta hãy thử viết (5.41) dưới dạng

$$W_h = k_{ng} \delta_{pp} \eta_l L B (H - h_d)$$

coi k_{ng} , $\delta_{pp} = \text{const}$ và tiến hành lấy vi phân toàn phần biểu thức trên ta sẽ có

$$\Delta W_h \approx dW_h = \frac{\partial W_h}{\partial \eta_l} d\eta_l + \frac{\partial W_h}{\partial L} dL + \frac{\partial W_h}{\partial B} dB + \frac{\partial W_h}{\partial (H - H_{dd})} d(H - h_d) \approx \quad (5.49)$$

$$W_h \left[\frac{\Delta \eta_l}{\eta_l} + \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta (h - h_d)}{H - h_d} \right]$$

Từ (5.49) ta thấy rõ ảnh hưởng của η_l , L , $(H - h_d)$ đến dung tích hầm hàng W_h : giảm hệ số η_l (ví dụ do điều kiện cân bằng) có thể được bù đắp bởi việc tăng L , B hoặc $(H - h_d)$.

5.8. DUNG TÍCH TÀU CHỖ HÀNG LỎNG

Vấn đề dung tích của tàu hàng lỏng có tính đến việc điều chỉnh cân bằng đã được E. C. To-lo-xki nghiên cứu và được ông giới thiệu vào những năm 1927 - 1930. Sau đó L. M. Nogid đã nghiên cứu bổ sung và đưa thêm một số thay đổi nhằm hoàn thiện phương pháp tính dung tích tàu hàng lỏng.

Việc lập và giải phương trình dung tích tàu hàng lỏng đã được tiến hành có tính đến một số thay đổi của các tàu chở dầu được đóng trong những năm gần đây.

Các tàu chở dầu hiện đại dù lớn hoặc bé đều chứa trong nó không chỉ hàng hoá mà còn có các hệ thống kết chứa nước dằn, nước thải... Hiện nay do yêu cầu của Công ước Quốc tế MARPOL73/78 [28] các tàu chở dầu bắt buộc phải được thiết kế đáy đôi.

Dung tích các khoang hàng được xác định theo công thức sau:

$$W_T = W_h + W_d + W_o \quad (5.50)$$

trong đó:

$W_h = P_h / \gamma_h = (\eta_h / \gamma_h) D$; $W_d = (\eta_d / \gamma_d) D$; $W_o = c W_h = (c \eta_h / \gamma_h) D$, với γ_h - tỷ trọng riêng của hàng lỏng;

γ_d - tỷ trọng riêng của nước dằn;

η_d - hệ số dằn;

c - phần trăm dung tích của các kết lửng (kết chứa nước thải) so với các kết chứa hàng lỏng.

Như vậy

$$W_T = \left[\frac{\eta_h}{\gamma_h} (1 + c) + \frac{\eta_d}{\gamma_d} \right] k \gamma \delta L B T \quad (5.51)$$

Dung tích lý thuyết của các khoang chứa hàng lỏng cũng có thể được xác định theo các đặc trưng hình học của khoang hàng

$$W_T = \delta_{pp} (1 - v) L_T B H \quad (5.52)$$

trong đó: δ_{pp} - hệ số béo thể tích của các khoang chứa hàng;

v - độ giảm tương đối dung tích do cơ cấu chiếm chỗ (1 ÷ 2) % và mức không thể điền đầy hàng lỏng (3 ÷ 4) % - tổng cộng khoảng 5%;

L_T - tổng chiều dài các khoang hàng lỏng.

Từ (5.52) và (5.51) sẽ nhận được

$$h_T = \frac{H}{T} = \frac{k}{1 - v} \frac{\gamma}{\eta_l} \left[\frac{\eta_h}{\gamma_h} (1 + c) + \frac{\eta_d}{\gamma_d} \right] \frac{\delta}{\delta_{pp}} \quad (5.53)$$

trong đó: $\eta_l = L_T / L$

Đối với các tàu dầu cỡ nhỏ mà ở đó không bố trí các kết dãn và kết ổn định ($c = 0$; $\eta_d = 0$),

$$h_T = \frac{H}{T} = \frac{k}{1 - v} \frac{\gamma}{\gamma_h} \frac{\delta}{\delta_{pp}} \frac{\eta_h}{\eta_l} \quad (5.54)$$

Từ (5.53) và (5.54) có thể khẳng định rằng, tăng η_l và γ_h sẽ tạo điều kiện giảm tỷ số H/T và ngược lại, điều đó cần được tính đến khi giải quyết bài toán cân bằng dọc cho tàu ở trạng thái toàn tải.

Điều chỉnh cân bằng của tàu chở hàng lỏng có các kết được bố trí trong không gian hầm hàng phụ thuộc vào vị trí các kết chứa. Sự phân bố hợp lý các kết dãn có thể không chỉ tận dụng các kết trống ở vùng mũi mà còn giảm đi một cách đáng kể mô men uốn.

Khi tính toán dung tích cho các tàu chở dầu hiện đại, ngoài yêu cầu đảm bảo dung tích chở hàng và điều kiện cân bằng dọc tàu, người thiết kế cần tính đến một số vấn đề sau:

- Khả năng vận chuyển đồng thời các loại hàng có tỷ trọng khác nhau;

- Tính hợp lý của việc phân chia các khoang thành hệ thống các khoang chứa hàng lỏng và các kết chứa nước dãn tàu.

Tính chất đa dạng của hàng hoá có thể được tính đến khi xác định dung tích cần thiết của các khoang chứa hàng lỏng bằng cách tính giá trị trung bình của tỷ trọng các loại hàng có thể được chuyên chở:

$$\gamma_{htb} = \frac{P_h}{\sum_{i=1}^{i=n} \frac{P_i}{\gamma_i}} = \frac{1}{\frac{1}{\gamma_i} \frac{P_i}{P_h}} \quad (5.55)$$

trong đó: $P_i = P_1, P_2, \dots$ - trọng lượng các loại hàng lỏng tương ứng với tỷ trọng γ_i ;

P_i/P_h - phân trọng lượng của mỗi loại hàng trong tổng trọng lượng hàng tàu được phép chuyên chở;

$$\sum_{i=1}^{i=n} \frac{P_i}{P_h} = 1$$

Giá trị cần thiết của tỷ số X_h/L có thể được xác định bằng cách biến đổi công thức (5.43):

$$\frac{X_h}{L} = \frac{DX_C}{P_h L} - \frac{D_{TK} X_{TK}}{P_h L} - \frac{P_{nl} X_{nl}}{P_h L} = \frac{1}{\eta_h} \frac{X_C}{L} - \frac{1 - \eta_h}{\eta_h} \frac{X_{TK}}{L} - \frac{1}{\eta_h} \frac{P_{nl}}{D} \frac{X_{nl}}{L} \quad (5.56)$$

5.9. XÁC ĐỊNH DUNG TÍCH VÀ VỊ TRÍ CỦA CÁC KẾT CHỨA NƯỚC DẦN. ĐIỀU CHỈNH CÂN BẰNG CỦA CÁC TÀU HÀNG KHI TÀU CHẠY CÓ DẦN

Sự khác nhau đặc trưng của các tàu hàng, đặc biệt các tàu chở hàng lỏng so với các tàu có công dụng khác là ở chỗ trong quá trình khai thác lượng chiếm nước của chúng thay đổi rất mạnh (50 ÷ 80)%D.

Điều kiện hành hải của tàu trong hành trình có dần, đặc biệt khi gặp sóng phụ thuộc vào chiều chìm mũi T_m và chiều chìm đuôi T_d , có nghĩa là phụ thuộc vào chiều chìm tàu. Vấn đề sẽ được đặt ra là cần lấy dung tích và vị trí các kết chứa nước dần như thế nào để đảm bảo giá trị cần thiết của chiều chìm mũi và đuôi tàu khi tàu chạy có dần.

Chiều chìm mũi, đuôi và chiều chìm trung bình khi tàu chạy có dần sẽ được biểu diễn dưới dạng hàm số của chiều chìm trung bình tương ứng với trạng thái toàn tải T , tức là:

$$T_m = t_m T \text{ và } T_d = t_d T.$$

Các hệ số tỷ lệ t_m và t_d sẽ được lựa chọn như thế nào đó để tàu có thể ngăn ngừa được hiện tượng sleming. Có thể coi rằng

$$t_m \geq a \frac{L}{T} = a \frac{L}{B} \frac{B}{T} = a_L b_T$$

trong đó: $a = 0,028 \pm 0,003$.

Chiều chìm đuôi $T_d = t_d T$ được xác định bởi độ ngập sâu của chong chóng. Có thể lấy $t_d \approx 0,70$. Còn nếu lấy $t_d = 1$ thì dung tích các kết chứa nước dần đòi hỏi phải khá lớn.

Do tốc độ tăng kích thước của tàu hàng, đặc biệt tàu chở dầu nên chiều chìm cực đại cũng tăng theo và điều đó đã dẫn tới làm tăng đường kính chong chóng vì vậy cho phép lấy $t_d < 1$ ngay cả khi chong chóng ngập hoàn toàn trong nước.

Chiều chìm trung bình của tàu sau khi dỡ tải và chạy có dần được xác định như sau:

$$T_{dan} = \frac{T_m + T_d}{2} = \frac{t_m + t_d}{2} T \quad (5.57)$$

còn sự thay đổi chiều chìm trung bình so với chiều chìm tàu ứng với trạng thái toàn tải

$$\Delta T = T_{dan} - T = \left(\frac{t_m + t_d}{2} - 1 \right) T = - \left(1 - \frac{t_m + t_d}{2} \right) T \quad (5.58)$$

Đồng thời sự thay đổi chiều chìm trung bình ΔT của tàu nhờ thay thế cục bộ trọng lượng hàng hoá P_h bằng nước dằn P_d có thể được tính theo công thức sau:

$$\Delta T = \frac{P_d - P_h}{k\gamma S} = \frac{(\eta_d - \eta_h)D}{\gamma k \alpha LB} = \frac{(\eta_d - \eta_h)\delta}{\alpha} \frac{\gamma k LB}{\gamma k LB} T = -(\eta_h - \eta_d) \frac{\delta}{\alpha} T \quad (5.59)$$

trong đó: k - hệ số làm tăng lượng chiếm nước do phần nhô nằm dưới đường nước tính toán;
 S - diện tích đường nước thiết kế.

So sánh vế phải của phương trình (5.58) và (5.59) sẽ nhận được

$$1 - \frac{t_m + t_d}{2} = (\eta_h - \eta_d) \frac{\delta}{\alpha} \quad (5.59)$$

suy ra

$$\eta_d = \eta_h - \frac{\delta}{\alpha} \left(1 - \frac{t_m + t_d}{2} \right) \quad (5.60)$$

Như vậy, lượng dằn mà nó được đặc trưng bởi hệ số η_d sẽ tăng cùng với sự tăng của hệ số η_h , của các hệ số t_m , t_d và sẽ giảm cùng với sự tăng của hệ số béo thẳng đứng $\chi = \delta/\alpha$.

Có thể minh hoạ bằng ví dụ sau đối với tàu chở dầu có $\eta_h = 0,80$; $\alpha = 0,88$; $\delta = 0,78$; $l_B = 6,60$; $b_T = 2,60$; khi $t_m = 0,03$; $l_B \cdot b_T = 0,52$ và $t_d = 1$, theo công thức (5.60) $\eta_d = 0,53$, còn khi $t_m = 0,52$; $t_d = 0,70$, $\eta_d = 0,36$.

Nếu cho rằng, ngoài lượng hàng khi tàu chạy có dằn có thể còn tồn tại cả các thành phần khác của trọng tải P_n thì công thức (5.60) có thể được viết lại

$$\eta_d = \eta_D - \frac{\delta}{\alpha} \left(1 - \frac{t_m + t_d}{2} \right) \quad (5.61)$$

V. Buk-sev cho rằng không phải tất cả các thành phần trọng tải đều được đưa vào tính toán dằn mà thực tế chỉ một phần của nó và ông đã đề nghị tính hệ số dằn theo công thức sau đây:

$$\eta_d = a\eta_D + (1-a)\eta_h - \frac{\delta}{\alpha} \left(1 - \frac{t_m + t_d}{2} \right) \quad (5.62)$$

trong đó: $a = 0,9$.

Khi bố trí các kết chứa nước dằn cần tính đến vị trí trọng tâm của chúng theo chiều dài tàu X_d nhằm thoả mãn chiều chìm cần thiết khi tàu chạy có dằn.

Vị trí trọng tâm khối nước dằn được tính toán xuất phát từ việc khảo sát hệ số t_m và t_d và mô men chủi nảy sinh khi thay thế một bộ phận hàng hoá bằng nước dằn.

Góc chúi sẽ được xác định theo công thức

$$\psi = \frac{T_m - T_d}{L} = (t_m - t_d) \frac{T}{L} \quad (5.63)$$

hoặc
$$\psi = \frac{-M_h + M_d}{DH_M} \quad (5.64)$$

trong đó: H_M - chiều cao tâm nghiêng dọc.

So sánh vế phải của các phương trình (5.63) và (5.64) sẽ nhận được

$$(t_m - t_d) \frac{T}{L} = \frac{-M_h + M_d}{DH_M} \quad (5.65)$$

trong đó

$$M_h = \eta_h D(X_h - X_\alpha); \quad (5.66)$$

$$M_d = \eta_d (X_d - X_\alpha); \quad (5.67)$$

với X_α - hoành độ trọng tâm đường nước hiện thời so với sườn giữa.

Có thể xác định được gần đúng khi thay thế chiều cao tâm nghiêng dọc bằng bán kính tâm nghiêng dọc

$$H_M \approx R \approx k_R \frac{\alpha^2}{\delta} \frac{L^2}{12T} \quad (5.68)$$

Từ các công thức (5.65), (5.66), (5.67), (5.68) ta nhận được

$$(t_m - t_d) \frac{T}{L} = \frac{-\eta_h D(X_h - X_\alpha) + \eta_d D(X_d - X_\alpha)}{Dk_R \frac{\alpha^2}{\delta} \frac{L^2}{12T}}$$

suy ra

$$\frac{X_d - X_\alpha}{L} = \frac{(t_m - t_d) \frac{k_R}{12} \frac{\alpha^2}{\delta} + \eta_h \frac{X_h - X_\alpha}{L}}{\eta_d} \quad (5.69)$$

hoặc chú ý đến công thức (5.60) ta có

$$\frac{X_d - X_\alpha}{L} = \frac{(t_m - t_d) \frac{k_R}{12} \frac{\alpha^2}{\delta} + \eta_h \frac{X_h - X_\alpha}{L}}{\eta_d - \frac{\alpha}{\delta} \left(1 - \frac{t_m + t_d}{2}\right)} \quad (5.70)$$

Ngoài ra, mẫu số của công thức (5.69) cũng có thể lấy theo các công thức (5.61).

Chương 6

MỐI QUAN HỆ CỦA CÁC ĐẶC TRƯNG CHỦ YẾU VỀ HÌNH DÁNG TÀU TÍNH TOÁN ĐỘ DAO ĐỘNG CỦA CÁC ĐẠI LƯỢNG

6.1. CƠ SỞ PHƯƠNG PHÁP LUẬN ĐỂ XÂY DỰNG CÁC CÔNG THỨC THỐNG KÊ

Khi khảo sát các vấn đề về xác định lượng chiếm nước và dung tích của tàu ta thường sử dụng các số liệu thống kê và trong nhiều trường hợp cần phải tính toán chúng. Bài toán thiết kế tàu đòi hỏi phải biết không chỉ giá trị trung bình của các đại lượng cần tìm mà còn cần phải biết được các giới hạn thay đổi của chính các đại lượng ấy.

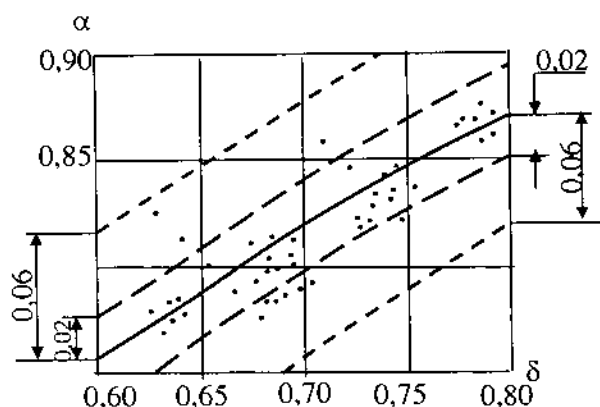
Các đại lượng giới hạn (trọng lượng đơn vị, dung tích riêng, hệ số béo đặc trưng cho hình dáng thân tàu.v.v.) có ảnh hưởng đến kết quả tính toán cuối cùng. Trong một số trường hợp cần thiết phải khảo sát tổng của các đại lượng dao động mặc dầu dao động của chúng tỏ ra thấp hơn mức độ dao động của mỗi số hạng. Để không gây ảnh hưởng xấu đến đại lượng được xác định ta nên đưa vào tổng ấy số hạng bổ sung nhằm đảm bảo nhận được kết quả cuối cùng mà nó sẽ không bị lệch so với đại lượng cần tìm về hướng bất lợi. Ví dụ, trong phương trình trọng lượng, số hạng bổ sung ấy chính là dự trữ lượng chiếm nước. Thực tế, cũng có thể buộc phải tính toán cả độ dao động của các đại lượng mà chúng thường nhận được theo các công thức với số ít các số hạng hoặc chỉ một mà thôi.

Từ các công thức gần đúng phần lớn được xây dựng trên cơ sở các số liệu thống kê ta đặc biệt chú ý đến các biểu thức biểu diễn mối quan hệ giữa các hệ số béo đặc trưng cho hình dáng thân tàu với nhau; một vài yếu tố của bản vẽ lý thuyết với các hệ số béo và các kích thước chủ yếu của tàu; chiều dài tương đối và hệ số béo chung với tốc độ chuyển động của tàu và số Frud. Dưới đây sẽ trình bày các phương pháp xây dựng các công thức như vậy.

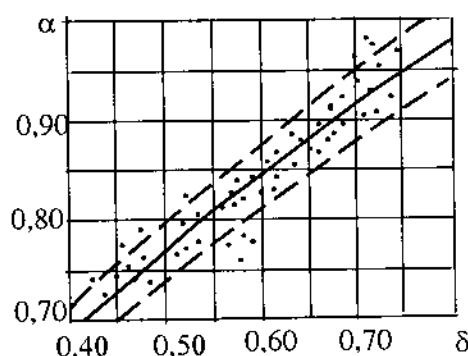
Việc nghiên cứu một khối lượng lớn các hồ sơ, tài liệu chứa các kết quả nghiên cứu thống kê hàng loạt các tàu hiện đại đã được đóng và khai thác đã chỉ ra rằng, các mối quan hệ giữa các đặc trưng của chúng được mô tả bằng trường các điểm với mức độ phân tán rất mạnh [9, 14]. Sử dụng các mối quan hệ có tính chất như vậy trong quá trình thiết kế tàu là rất phức tạp. Trên hình 6.1 chỉ ra mối quan hệ có tính chất thống kê giữa hệ số béo δ và α (theo số liệu thống kê của A.Lind-blad) [9] đối với các tàu vận tải. Trên hình 6.2 chỉ ra mối quan hệ của chính các đại lượng ấy đối với các tàu công nghiệp hải sản theo công trình nghiên cứu của tác giả Nguyễn Quang Vĩnh [12].

Khi xem xét hình 6.1 có thể dễ dàng thấy rằng, đối với hai tàu khác nhau có cùng hệ số

béo chung δ , hệ số béo đường nước thiết kế α có thể dao động trong khoảng từ 0,76 đến 0,83, có nghĩa là $> 10\%$ giá trị trung bình. Phần lớn độ lệch của hệ số béo chung δ thường nhỏ hơn so với hệ số béo α . Xem xét hình 6.2 ta cũng có các kết luận tương tự như vậy. Tuy nhiên các kết quả nghiên cứu thống kê như đã được mô tả trên các hình 6.1 và 6.2 chỉ ra rằng, các giá trị được thừa nhận của hệ số béo α đối với hàng loạt các tàu thiết kế không những không trùng với giá trị trung bình mà còn có độ lệch khá lớn so với nó. Như vậy, để lựa chọn hợp lý độ lớn của hệ số béo α ứng với hệ số béo δ đã cho trước, người thiết kế cần chú ý đến không chỉ độ lớn trung bình của α mà còn cả độ lệch của nó.



Hình 6.1. Quan hệ giữa δ và α theo Lind-blad và (6.28)



Hình 6.2. Quan hệ giữa δ và α đối với tàu công nghiệp hải sản

Trong trường hợp tổng quát mối quan hệ giữa δ và α có thể được coi như trường hợp riêng của hàm số $y = f(x)$. Để xây dựng được mối quan hệ thống kê cần xác định: đại lượng trung bình y_{tb} ứng với giá trị đã cho của x ; do độ dao động của đại lượng y ứng với giá trị của x .

Rất nhiều nhà nghiên cứu và thiết kế tàu thủy đã quan tâm đến việc xác định đại lượng trung bình theo các số liệu thống kê. Họ đã xây dựng hàng loạt các công thức gần đúng biểu diễn mối quan hệ giữa các đặc trưng thiết kế với nhau. Các mối quan hệ như vậy thường có dạng đường thẳng, đường cong hy-pec-bol, pa-ra-bol.v.v. và chúng được xác định theo 2 cách: 1) đánh dấu bằng mắt; 2) thiết lập mối quan hệ giải tích giữa các đại lượng được khảo sát.

Trong trường hợp thứ nhất trường điểm được xem xét và tiến hành vẽ đường cong biểu diễn mối quan hệ gần đúng $y_{tb} = f(x)$ có tính đến đặc trưng phân bố các điểm thuộc trường. Ví dụ, khi tăng x thì y tăng đột ngột, trong trường hợp này dạng đường cong pa-ra-bol với bậc > 1 sẽ tỏ ra hợp lý hơn cả; khi y tăng với tốc độ vừa phải - pa-ra-bol có bậc < 1 . Nếu giá trị trung bình y_{tb} bị giảm khi x tăng ta có thể sử dụng mối quan hệ dạng hàm hy-pec-bol $y = a/x^n$. Đối với các hàm tăng và hàm giảm có thể sử dụng các đường thẳng với các biểu thức giải tích dạng: $y = ax$, $y = a + bx$, $y = a - bx$ và các dạng khác.

Có thể xây dựng đường cong giá trị trung bình bằng cách vẽ hoặc nhờ xác định vị trí của đường cong thông qua việc tính toán các hệ số và xác định bậc của nó theo phương pháp bình phương nhỏ nhất.

Trong trường hợp thứ nhất cần xây dựng mối quan hệ giải tích gần đúng giữa các đại lượng khảo sát. Tham gia vào mối quan hệ này có các hệ số (theo số liệu thống kê) để nhận được các đại lượng trung bình và cần xác định giới hạn thay đổi của chính các hệ số ấy. Bằng cách như vậy các nhà thiết kế tàu như O-ler, Po-zu-nin, Mo-riss đã tìm ra được giá trị trung bình của các đại lượng như cao độ tâm nổi dưới dạng hàm số của α , δ , B, T và bán kính tâm nghiêng ngang trung bình.

Trong công trình nghiên cứu của mình [24] V. Smid đã giới thiệu công thức tổng quát để xây dựng các mối quan hệ giải tích gần đúng giữa các đại lượng khảo sát:

$$\text{Đại lượng} = (\text{Hệ số}) \times (\text{Đại lượng gần đúng}) \quad (6.1)$$

6.2. PHƯƠNG PHÁP BÌNH PHƯƠNG NHỎ NHẤT ĐỂ XÂY DỰNG CÁC ĐƯỜNG CONG ĐẠI LƯỢNG TRUNG BÌNH

Phương pháp bình phương nhỏ nhất sẽ cho phép tìm được đại lượng trung bình $y_{tb} = f(x)$ nếu hàm số biểu diễn đã được xây dựng một cách hợp lý. Có thể thấy rằng, tổng bình phương của các hiệu số giữa các giá trị lấy theo thực tế và các giá trị nhận được theo các công thức gần đúng cần đạt cực tiểu.

Hãy cho hàm $f(x)$ có n hệ số dạng hằng $(a_1, a_2, a_3, \dots, a_n)$. Để tìm được các hệ số này từ các điều kiện cực tiểu của tổng bình phương các hiệu số của m độ lệch $f(x_i)$ so với m giá trị thực tế cần sao cho đạo hàm của tổng bình phương các độ lệch theo các hệ số tương ứng bằng 0. Cụ thể là:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d \sum_{i=1}^{i=m} [f(x_i) - y_i]^2}{da_1} &= 0 \\ \dots\dots\dots \\ \frac{d \sum_{i=1}^{i=m} [f(x_i) - y_i]^2}{da_n} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (6.2)$$

Ví dụ, để xác định giá trị trung bình $y_{tb} = f(x)$ theo 5 điểm ta có thể lấy phương trình đường thẳng $y = f(x) = a + bx$ và để tìm được hai hệ số a và b cần thực hiện

$$\frac{d \sum_{i=1}^{i=5} [(a + bx) - y_i]^2}{da} = 0$$

$$\frac{d \sum_{i=1}^{i=5} [(a + bx) - y_i]^2}{db} = 0$$

Từ đó

$$\sum_{i=1}^{i=5} (a + bx_i - y_i) = 0$$

$$\sum_{i=1}^{i=5} (ax_i + bx_i^2 - x_i y_i) = 0$$

trong đó

$$5a + b(x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5) - (y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5) = 0$$

$$a(x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5) + b(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 + x_5^2) - (x_1 y_1 + x_2 y_2 + x_3 y_3 + x_4 y_4 + x_5 y_5) = 0.$$

Giải hệ phương trình này sẽ cho phép tìm được các hệ số a và b.

Việc đưa các hàm có số hệ số lớn hơn 2 sẽ làm cho bài toán trở nên phức tạp và đối với bài toán lý thuyết thiết kế tàu trường hợp này sẽ được loại bỏ.

Với tư cách là ví dụ xử lý các số liệu bằng phương pháp bình phương nhỏ nhất ở đây ta sử dụng hàm tuyến tính, nhưng cũng có thể sử dụng cả các hàm khác.

Khi giải các phương trình ta có thể nhận được các hiệu số bé của các đại lượng lớn, ví dụ, khi xây dựng các mối quan hệ giữa các hệ số bản vẽ lý thuyết. Trong trường hợp này cần đưa góc tọa độ vào điểm gần với các giá trị bé nhất của các hệ số được khảo sát.

Như vậy, khi nghiên cứu mối quan hệ giữa các hệ số α và δ ta cần xác lập mối quan hệ giữa $\delta' = \delta - 0,5$ và $\alpha' = \alpha - 0,6$, sau đó trong công thức nhận được $\alpha' = f(\delta')$ cần thay α' và δ' bằng α và δ .

Khi tính toán trên máy tính phương pháp bình phương nhỏ nhất sẽ được thay thế bằng phương pháp mô đun nhỏ nhất [11].

6.3. XÁC ĐỊNH ĐỘ LỆCH CỦA CÁC ĐẠI LƯỢNG SO VỚI CÁC GIÁ TRỊ TRUNG BÌNH

Công thức đơn giản nhất để tính độ dao động của đại lượng y có dạng

$$y = y_m \pm \Delta y \quad (6.3)$$

Biểu thức (6.3) có thể được viết lại như sau:

$$y = k_{tb} f_1(x) \pm \Delta_{kfl}(x)$$

hoặc

$$y = (k_{th} \pm \Delta k) f_1(x) \quad (6.4)$$

Trong trường hợp cuối cùng có thể khảo sát độ lệch của hệ số so với giá trị trung bình của k_{th} , còn $f_1(x)$ sẽ được xác định bằng mối quan hệ lý thuyết đơn giản nhất.

Hãy xác định Δy trong công thức (6.3). Bằng phương pháp đơn giản nhất ta sẽ nhận được

$$\sum_{i=1}^{i=m} [f(x_i) - y_i]^2 = \sum_{i=1}^{i=m} \varepsilon_i^2$$

Ở đây cần xác định độ lệch ε của mỗi điểm nguồn so với điểm tương ứng với hoành độ và nằm trên đường cong đại lượng trung bình $f(x_i)$. Sau đó sẽ xác định phương sai mà nhờ nó các đặc trưng chung của độ lệch (độ lệch trung bình, độ lệch bình phương, độ lệch lớn nhất); sẽ được coi là Δy . Tuy nhiên, cũng còn tồn tại một số phương pháp khác được áp dụng để xác định Δy .

Hãy xác định độ lệch lớn nhất ε_{max} theo đồ thị $y = f(x)$. Liên kết các điểm nguồn nằm cao hơn đường cong giá trị trung bình $f(x)$ (tương ứng với độ lệch dương) vào n nhóm, còn các điểm nằm thấp hơn đường cong giá trị trung bình (độ lệch âm) cũng vào n nhóm. Một trong các nhóm đó sẽ được coi là nhóm 0 và nằm ngay trên đường cong trị trung bình và các đường cong giới hạn trên và giới hạn dưới của nó sẽ nằm cách đường cong trị trung bình một khoảng $\varepsilon_{max}/2n$.

Như vậy, trong các nhóm +1 và -1 sẽ tồn tại độ lệch từ $|\varepsilon_{max}/2n|$ đến $|3\varepsilon_{max}/2n|$; trong các nhóm +2 và -2 - từ $|3\varepsilon_{max}/2n|$ đến $|5\varepsilon_{max}/2n|$; trong các nhóm +j và -j - $|(2j-1)\varepsilon_{max}/2n|$ đến $|(2j+1)\varepsilon_{max}/2n|$. Cuối cùng, trong các nhóm +n và -n sẽ có độ lệch từ $|(2n-1)\varepsilon_{max}/2n|$ đến $|(2n+1)\varepsilon_{max}/2n|$.

Điểm tương ứng với ε_{max} sẽ nằm giữa khoảng trung gian thứ n cuối cùng.

Sự phân chia như đã chỉ ra sẽ cho phép xây dựng biểu đồ xác suất (hình 6.3), có nghĩa là đồ thị được tạo nên từ hàng loạt các cột hình chữ nhật có đáy ε_{max}/n và chiều cao (mật độ phân bố):

$$f_i = \frac{\frac{m_j}{\varepsilon_{max}}}{n} \quad (6.5)$$

Khoảng cách từ mỗi cột hình chữ nhật (đường trung bình của hình chữ nhật theo chiều thẳng đứng) đến trục giữa [giá trị trung bình $y_{th} = f(x)$] sẽ bằng $j(\varepsilon_{max}/n)$.

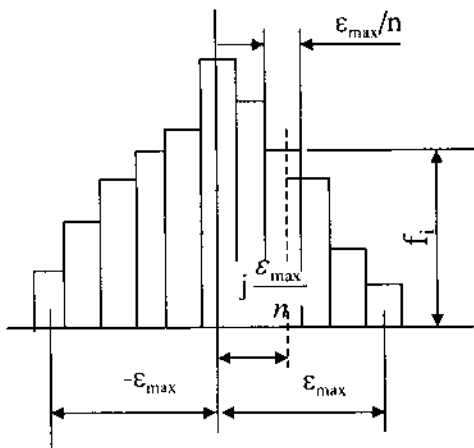
Trong biểu thức (6.5) m_j - số điểm của nhóm j ;

$$m = \sum_{j=-n}^{j=+n} m_j$$

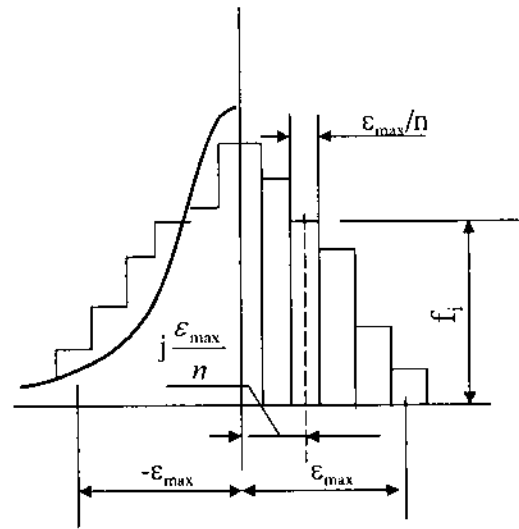
có nghĩa là số điểm thuộc trường đang khảo sát.

Như vậy, diện tích của mỗi cột sẽ bằng m/m , còn diện tích chung của biểu đồ xác suất

$$\sum_{j=-n}^{j=+n} \left(\frac{m_j}{m} \right) = 1.$$



Hình 6.3. Biểu đồ xác suất độ lệch so với
trị trung bình



Hình 6.4. Đường cong Gauxx tương ứng với
biểu đồ hình 6.3

Biểu đồ xác suất sẽ cho ta hình dung được sự phân bố độ lệch so với đại lượng trung bình. Phân bố độ lệch càng gần với đường cong phân bố tiêu chuẩn (gần với đường cong Gauxx) thì cơ sở để thay thế biểu đồ xác suất của đường cong Gauxx (hình 6.4) càng lớn. Quy luật phân bố tiêu chuẩn đặc trưng cho phân bố các đại lượng mà hàng loạt các yếu tố độc lập lẫn nhau đồng thời ảnh hưởng đến chúng.

Đường cong Gauxx có thể được biểu diễn bằng phương pháp giải tích như sau:

$$f(\varepsilon) = \frac{1}{\sqrt{2\pi D_x}} \exp\left(-\frac{\varepsilon^2}{2D_x}\right) \quad (6.6)$$

ở đây $f(\varepsilon)$ - mật độ phân bố ; D_x - phương sai và được xác định theo công thức

$$D_x = \int_{\varepsilon=-\infty}^{\varepsilon=+\infty} \varepsilon^2 f(\varepsilon) d\varepsilon$$

Khác với biểu đồ xác suất, đường cong Gauxx chỉ ra sự phân bố các đại lượng liên tục. Nó gần tiệm cận với trục hoành (giá trị các trục tung sẽ = 0 khi $\varepsilon = +\infty$ và $\varepsilon = -\infty$).

Thực tế, có thể thay thế biểu đồ xác suất bằng đường cong Gauxx khi số điểm m trong trường khảo sát đủ lớn.

Tung độ đường cong phân bố khi số điểm trong trường khảo sát là hữu hạn sẽ được xác định theo công thức:

$$f(\varepsilon) = \frac{\frac{m_j}{\varepsilon_{\max}}}{n}$$

có nghĩa là bằng các tung độ (chiều cao cột) của biểu đồ xác suất. Khi đó phương sai sẽ là

$$D_x = \sum_{j=-n}^{+n} f(\varepsilon_j) \varepsilon_j^2 \frac{\varepsilon_{\max}}{n} = \sum_{j=-n}^{j=+n} \frac{m_j}{n} \varepsilon_j^2 \quad (6.7)$$

trong đó

$$\begin{aligned} j &= 0; \varepsilon_0 = 0; \\ j &= 1; \varepsilon_1 = \varepsilon_{\max}/n; \\ j &= -1; \varepsilon_{-1} = -(\varepsilon_{\max}/n); \\ j &= 2; \varepsilon_2 = 2(\varepsilon_{\max}/n); \\ j &= j; \varepsilon_j = j(\varepsilon_{\max}/n); \\ j &= n; \varepsilon_n = n(\varepsilon_{\max}/n) = \varepsilon_{\max}; \\ j &= -n; \varepsilon_{-n} = -\varepsilon_{\max}. \end{aligned}$$

Khi tính phương sai theo công thức (6.7) đối với biểu đồ xác suất ta có thể xây dựng được đường cong Gauss với chính phương sai ấy theo công thức (6.6) bằng cách đưa nó đến giá trị $|\varepsilon_{\max}|$. Đường cong này sẽ biểu diễn gần đúng sự phân bố độ lệch của các điểm riêng lẻ đối với đường cong trị trung bình trong trường điểm đã cho. Ta có thể coi phương sai là đặc trưng phân tán của các điểm thuộc trường khảo sát.

Đặc trưng khác của sự phân tán các điểm được gọi là tiêu chuẩn hoặc còn gọi là độ lệch trung bình: $\sigma = \sqrt{D_x}$ có kích thước ε .

Có thể coi giới hạn của sự phân tán là độ lệch giới hạn và bằng 3 lần tiêu chuẩn:

$$\sigma_{gh} = 3\sigma = 3\sqrt{D_x}$$

6.4. QUAN HỆ GIỮA CÁC HỆ SỐ BÉO THEO NOR-MAND. ĐƯỜNG CONG TUNG ĐỘ TRUNG BÌNH

Nor-mand cho rằng, đối với các tàu hàng giá trị trung bình của tỷ số

$$\left(\frac{\alpha\beta}{\delta} \right)_{tb} \approx 1,15$$

còn đối với các tàu cao tốc

$$\left(\frac{\alpha\beta}{\delta}\right)_{\text{th}} \approx 1,16 \quad (6.8)$$

Từ (6.8) ta nhận được biểu thức để xác định giá trị trung bình của hệ số béo đường nước thiết kế

$$\alpha \approx 1,16(\delta/\beta) = 1,16\varphi \quad (6.9)$$

và hệ số béo sườn giữa

$$\beta \approx 1,16(\delta/\alpha) = 1,16\chi \quad (6.10)$$

Nếu cần tính đến độ dao động của đại lượng (6.8) thì chúng ta sẽ nhận được

$$(\alpha\beta)/\delta = 1,16 \pm \sigma_{\text{gh}} \quad (6.11)$$

trong đó $\sigma_{\text{gh}} = 0,16$

• Các công thức (6.9) và (6.10) còn có thể được viết lại dưới dạng

$$\alpha = (1,16 \pm 0,16)\varphi \quad (6.12)$$

và

$$\beta = (1,16 \pm 0,16)\chi \quad (6.13)$$

Hệ số α càng lớn so với φ thì độ ngả mạn trung bình của tàu càng lớn. Như vậy, công thức (6.12) sẽ cho ta hình dung được đặc trưng của hình dáng sườn.

Như đã biết, φ là hệ số béo dọc hoặc hệ số béo đường cong diện tích đường sườn $\omega(x)$, còn χ - hệ số béo thẳng đứng hoặc hệ số béo diện tích đường nước $S(z)$.

Hình dáng đường cong diện tích đường sườn $\omega(x)$ của một tàu bất kỳ sẽ giống với hình dáng đường nước của chính tàu ấy và đường như là trung bình hoá chúng. Mối quan hệ này cũng được áp dụng cho cả đường cong diện tích đường nước $S(z)$ với đường sườn.

Đường cong diện tích đường sườn cần được xây dựng sao cho các tung độ của nó sẽ là tung độ trung bình của các sườn tương ứng.

Thực tế, các tung độ của đường cong diện tích đường sườn sẽ bằng diện tích các sườn tương ứng. Có nghĩa là

$$\omega_i = 2 \int_{z=0}^{z=T} y_{ij} dz \approx 2 \sum_{j=0}^{j=n} y_{ij} \Delta T \quad (6.14)$$

trong đó: y_{ij} - tung độ của đường nước thứ j thuộc sườn thứ i ;

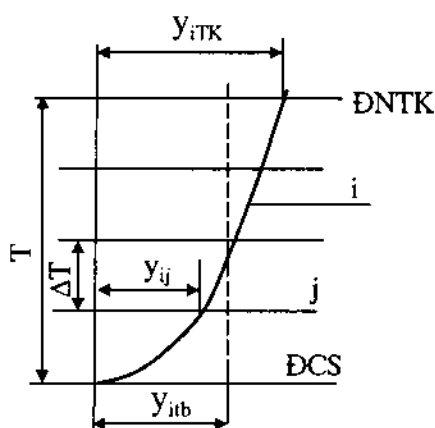
n - số khoảng cách đường nước phần ngập nước của tàu;

ΔT - khoảng cách đều nhau giữa các đường nước.

Khi chia S_i cho $2T$ chúng ta sẽ nhận được tung độ trung bình của sườn thứ i . Giá trị tung độ này sẽ là tung độ trung bình của tất cả các tung độ của các đường nước thuộc mặt phẳng sườn thứ i (hình 6.5):

$$(y_i)_{tb} = \frac{S_i}{2T} = \frac{\int_{z=0}^{z=T} y_{ij} dz}{T} \approx \sum_{j=0}^n y_{ij} \frac{\Delta T}{T} = \frac{\sum_{j=0}^n y_{ij}}{n} \quad (6.15)$$

Từ (6.15) có thể nhận thấy rằng, đường cong tung độ trung bình của sườn là đường cong diện tích đường sườn mà tỷ lệ theo chiều thẳng đứng được giảm đi $2T$ lần. Các tung độ của đường cong là những đại lượng tuyến tính. Thực tế đó là đường cong không phẳng song để đơn giản trong tính toán chúng ta coi nó là đường cong phẳng. Đối với vỏ bao có hình dáng bình thường diện tích được giới hạn bởi đường cong tung độ trung bình sẽ nhỏ hơn diện tích đường nước; nó sẽ là diện tích trung bình của diện tích các đường nước thuộc phần ngâm nước và bởi vậy, có thể gọi nó là đường nước trung bình. Hệ số béo của đường cong tung độ trung bình sẽ bằng φ , còn hoành độ trọng tâm của nó chính là hoành độ tâm nổi X_C .



Hình 6.5. Tung độ trung bình của sườn thứ i

Tương tự có thể khảo sát đường cong diện tích đường nước:

$$S_j = 2 \int_{x=0}^{x=L} y_{ij} dx \approx 2 \sum_{i=0}^m y_{ij} \Delta L \quad (6.16)$$

trong đó: m - số khoảng sườn.

Tung độ trung bình của đường cong diện tích đường nước

$$(y_j)_{tb} = \frac{S_j}{2L} = \frac{\int_{x=0}^{x=L} y_{ij} dx}{L} \approx \frac{\sum_{i=0}^m y_{ij}}{m} \quad (6.17)$$

Đường cong tung độ trung bình y_{jtb} có các giá trị tung độ tuyến tính. Các tung độ này sẽ nhỏ hơn tung độ của sườn lớn nhất (hệ số béo β). Dạng đường cong tung độ trung bình sẽ giống với đường viền của sườn. Có thể gọi đường cong tung độ trung bình là sườn có diện tích

trung bình với hệ số béo χ , cao độ trọng tâm của đường cong chính là cao độ tâm nổi Z_C . Đường viền của đường cong này sẽ được sử dụng để xác định diện tích bề mặt ngâm nước.

6.5. XÁC ĐỊNH HỆ SỐ BÉO SƯỜN GIỮA

Hệ số béo của sườn có mặt cắt ngang lớn nhất β thường gọi là hệ số béo sườn giữa. Đại đa số các tàu có tốc độ tương đối $F_r \leq 0,28$, sườn có mặt cắt ngang lớn nhất sẽ trùng với sườn giữa và nằm giữa chiều dài tàu; đối với những tàu có tốc độ lớn hơn chúng sẽ không trùng nhau. Đối với chúng hệ số béo β sẽ được xác định theo diện tích của sườn lớn nhất.

Kết quả nghiên cứu thống kê của một số lượng lớn các tàu đã cho phép khẳng định tính chính xác của công thức (6.13).

N. Va-sed-tren-co đề nghị tính gần đúng hệ số béo β theo công thức khác

$$\beta = 1 - 3,5(1 - \chi)^{2/5} \pm 0,004$$

Theo ông công thức này sẽ cho kết quả tốt đối với đại đa số các tàu, tuy nhiên nó lại không phù hợp với những tàu có dạng sườn hình quả lê.

Cần đặc biệt chú ý đến hệ số béo δ vì nó cùng với ba kích thước chính L , B , T tham gia vào biểu thức xác định lượng chiếm nước. Như vậy, hệ số béo δ chủ yếu được dùng để tính các hệ số khác, còn chính nó sẽ được xác định bởi mối quan hệ với tốc độ tương đối F_r của tàu. Chúng ta đặc biệt quan tâm đến mối quan hệ giữa δ và β . Tốc độ của tàu có ảnh hưởng đáng kể đến đặc điểm của nó.

Đối với các tàu chạy nhanh ($F_r > 0,28$)

$$\beta = 1,62\delta + \Delta\beta \quad (6.18)$$

trong đó: $\Delta\beta = \pm 0,15$ - độ lệch lớn nhất về giá trị tuyệt đối. Khi $\delta > 0,53$, thì $\beta > 1$ (có thể xuất hiện dạng hình bao sườn kiểu quả lê ở tàu cao tốc).

Đối với những tàu chạy tốc độ chậm ($F_r < 0,28$) mà hầu hết tàu chở hàng đều thuộc về trong số đó có đặc điểm kết cấu: đáy phẳng, mạn thẳng; $\beta < 1$. Đối với những tàu như vậy khi $\delta \leq 0,80$ thì:

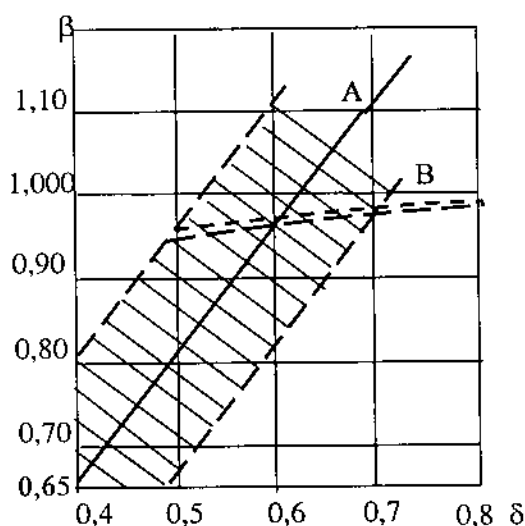
$$\beta = 1,014 \delta^{1/2} \pm 0,004 \quad (6.19)$$

Công thức này khác nhiều so với công thức (6.18).

Khi $\delta = 0,80$ thì $\beta = 0,995 \pm 0,004 = 0,991 \div 0,999$, có nghĩa là giá trị cực đại của β hầu như không khác nhiều so với 1. Khi $\delta \geq 0,80$ đặc trưng đối với các tàu chở dầu cỡ lớn giá trị của β cũng được lấy gần như khi $\delta = 0,80$.

Mối quan hệ (6.19) có thể được tuyến tính hoá bằng cách biến đổi như sau:

$$\begin{aligned} \beta &= 1,014 \sqrt{1 - (1 - \delta)} \pm 0,004 \approx 1,014 \left[1 - \frac{1}{12}(1 - \delta) \right] \pm 0,004 \\ &= 0,926 + 0,085\delta \pm 0,004 \end{aligned} \quad (6.20)$$



Hình 6.6. Quan hệ giữa δ và β : A - Theo (6.18); B - Theo (6.19)

Công thức (6.20) rất gần với các công thức do L. M. No-giđ xây dựng đối với đại lượng trung bình của hệ số béo β [63].

Trên hình 6.6 đã chỉ ra các đường cong được xây dựng theo công thức (6.18) và (6.19).

6.6. XÁC ĐỊNH HỆ SỐ BÉO DỌC

Hệ số béo dọc φ được xác định bởi tỷ số giữa δ và β , đồng thời nó cũng là hệ số béo của đường cong diện tích sườn và đường cong tung độ trung bình của sườn.

Đối với các tàu có tốc độ thấp hệ số này có thể được xác định bởi công thức

$$\varphi_{tb} \approx \frac{\delta}{1,014\delta^{1/12}} = 0,985\delta^{11/12} \quad (6.21)$$

hoặc

$$\varphi_{tb} = 0,985[1 - (1 - \delta)]^{11/12} \approx 0,985 \left[1 - \frac{11}{12}(1 - \delta) \right] = 0,903\delta + 0,082 \quad (6.22)$$

Công thức (6.22) cho thấy, đối với các tàu chạy chậm: $\varphi_{tb} - \delta_{tb} = 0,082 - 0,097\delta$. Bởi vậy khi cần đánh giá sơ bộ các đại lượng phụ thuộc vào φ hoặc δ ta có thể coi $\varphi_{tb} \approx \delta_{tb}$.

Đối với những tàu chạy nhanh, như đã chỉ ra trong công thức (6.18)

$$\varphi_{tb} = 1/1,62 = 0,62 = \text{const}$$

Kết quả phân tích các số liệu thống kê đối với hàng loạt các tàu chạy nhanh cho phép chúng ta thừa nhận công thức sau:

$$\varphi = \varphi_{tb} + \Delta\varphi = 0,62 \pm 0,07 \quad (6.23)$$

6.7. XÁC ĐỊNH HỆ SỐ BÉO ĐƯỜNG NƯỚC THIẾT KẾ

Công thức (6.9) chỉ ra mối quan hệ giữa hệ số béo α và φ .

Giá trị trung bình của hệ số này có thể được xác định theo công thức

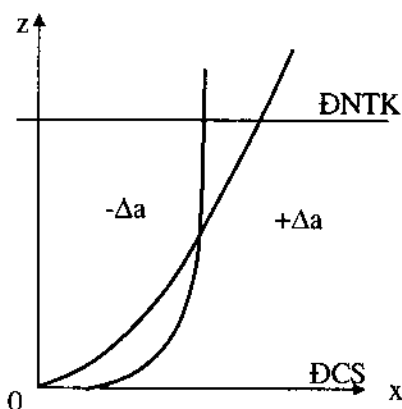
$$\alpha_{tb} = a \varphi^{2/3} \quad (6.24)$$

trong đó: a - hệ số điều chỉnh. Công thức này có độ chính xác cao hơn công thức (6.8), đặc biệt đối với những tàu có hình dáng vỏ bao béo vì trong (6.24) α tăng chậm hơn so với công thức (6.8) khi đồng thời tăng φ .

Công thức (6.24) cũng có thể được viết lại dưới dạng

$$\alpha = (a + \Delta a) \varphi^{2/3} \quad (6.25)$$

trong đó đối với các tàu hiện đại $a = 0,985$; $\Delta a = \pm 0,075$ - độ lệch lớn nhất.



Hình 6.7. Tương quan hình dáng sườn mũi với độ lệch theo (6.25)

Cần chú ý rằng, hình dáng của sườn phụ thuộc vào hệ số $(a + \Delta a)$ bởi vì khi cùng giá trị φ thì Δa càng lớn sườn càng có hình dáng gần với dạng chữ V. Ví dụ, khi $a - |\Delta a| = 0,985 - 0,075 = 0,91$ vỏ bao có dạng sườn chữ U, còn khi $a + |\Delta a| = 0,985 + 0,075 = 1,06$ - dạng sườn chữ V (hình 6.7).

Biến đổi công thức (6.25) ta nhận được

$$\begin{aligned} \alpha_{tb} &= a[1 - (1 - \varphi)]^{2/3} = 0,985 \left[1 - \frac{2}{3}(1 - \varphi) \right] = \\ &= 0,664\varphi + 0,33 \approx \frac{2}{3}\varphi + \frac{1}{3} \end{aligned} \quad (6.26)$$

Ngoài ra còn tồn tại một số công thức có dạng như (6.26), ví dụ, công thức của Bau-e-ra và Kar:

$$\alpha = 0,67 \varphi + 0,3 \pm 0,07$$

Công thức này được hai tác giả xây dựng bằng phương pháp phân tích và xử lý các số liệu thống kê từ một số tương đối lớn các tàu chạy nhanh và nó cho kết quả trùng với (6.26).

L. M. No-gid đề nghị xác định α_{th} theo công thức

$$\alpha_{th} = 0,86 \varphi + 0,18$$

Công thức này có thể được sử dụng cho những tàu có hệ số béo dọc φ thay đổi trong phạm vi khá rộng: từ 0,55 ÷ 0,8.

Từ công thức (6.21) và (6.24) đối với những tàu có $F_r < 0,28$ ta nhận được

$$\begin{aligned} \alpha_{th} &= 0,985 \varphi^{2/3} = 0,985 (0,985 \delta^{11/12})^{2/3} = \\ &= 0,975 \delta^{11/18} = 0,975 \delta^{1/2} \delta^{1/9} \end{aligned} \quad (6.27)$$

Đặt $a_c = 0,975 \delta^{1/9}$ và thay vào (6.27) ta nhận được công thức $\alpha_{th} \approx a_c \delta^{1/2}$. Nếu thừa nhận giá trị trung bình của $a_c = 0,97$ ta sẽ có $\alpha_{th} = 0,97 \delta^{1/2}$.

Theo Lind-blad đối với các tàu vận tải có thể xác định α theo công thức [54]

$$\alpha = 0,98 \delta^{1/2} \pm 0,06 \quad (6.28)$$

Theo tác giả Nguyễn Quang Vĩnh đối với những tàu công nghiệp hải sản nên xác định hệ số trên theo công thức [61]:

$$\alpha = (1,085 \pm 0,042) \delta^{1/2} \quad (6.29)$$

6.8. XÁC ĐỊNH CAO ĐỘ TÂM NỔI THEO CÁC CÔNG THỨC CỦA Ơ-LER, O-KY-NHEV VÀ NOR-MAND

Đường cong diện tích đường nước có thể được biểu diễn dưới dạng pa-ra-bol:

$$S_z = k_s \cdot z^n \quad (6.30)$$

Đường cong này sẽ nhận đường cơ bản làm tiếp tuyến khi $z = 0$ (hình 6.8)

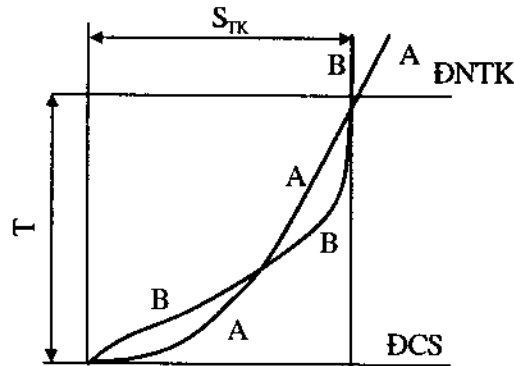
Từ hình (6.8) ta có thể viết:

$$V = \int_{z=0}^{z=T} S_z dz = k_s \int_{z=0}^{z=T} z^n dz = k_s \frac{T^{n+1}}{n+1}$$

Mặt khác với thừa nhận $V = \delta \text{ LBT}$, $k_s = S_{TK} / T^n$ suy ra $\delta \text{ LBT} = \alpha \text{ LBT} / (n+1)$.

Như vậy, bậc của đường cong pa-ra-bol sẽ là $n = (\alpha/\delta) - 1$, có nghĩa là:

$$S_z = k_s \cdot z^{(\alpha/\delta)-1}$$



Hình 6.8. Đường cong diện tích đường nước dạng pa-ra-bol:

A - Theo Ô-ler (6.30); B - Theo O-ky-nhev (6.34)

Mô men tĩnh của diện tích đường cong diện tích đường nước so với mặt phẳng cơ bản Oxy:

$$M_T = V \cdot Z_C = k_s \int_{z=0}^{z=T} z^n z dz = k_s \int_{z=0}^{z=T} z^{n+1} dz = k_s \frac{T^{n+2}}{n+2} = \frac{\alpha L B T^2}{(\alpha/\delta) + 1} = \frac{\alpha \delta L B T T}{\alpha + \delta} = \frac{\alpha}{\alpha + \delta} V T$$

suy ra:

$$Z_C = \frac{M_T}{V} = \frac{\alpha}{\alpha + \delta} T = \frac{\alpha/\delta}{(\alpha/\delta) + 1} T = \frac{1}{1 + (\delta/\alpha)} T. \quad (6.31)$$

Công thức này đã được L. P. Ô-ler tìm ra bằng phương pháp khác (Bảng 6.1)

Như vậy, đối với 3 hình dáng sườn phần ngầm nước như đã chỉ ra trong bảng 6.1 cao độ tâm nổi đều được xác định theo công thức:

$$Z_C = \frac{\alpha/\delta}{(\alpha/\delta) + 1} T = \frac{\alpha}{\alpha + \delta} T = \frac{1}{1 + (\delta/\alpha)} T.$$

Công thức (6.31) theo sơ đồ Ô-ler

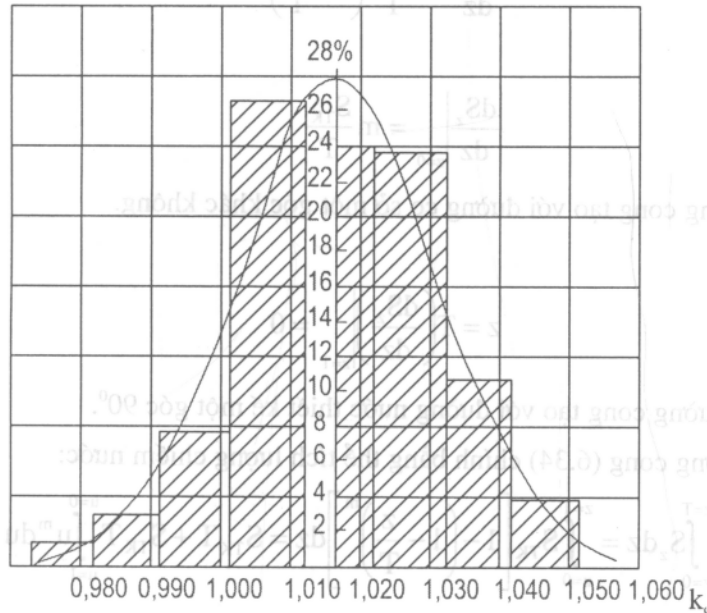
Bảng 6.1

Hình dáng phần ngầm nước của thân tàu	Hệ số béo thẳng đứng δ/α	Cao độ tâm nổi tương đối Z_C / T	Cao độ tâm nổi tương đối theo tỷ số δ/α
Mạn thẳng đứng, đáy phẳng (sườn hình chữ nhật)	1	1/2	$Z_C / T = 1 / (1+1) = 1 / (1+\delta/\alpha)$
Sườn có dạng hình tam giác với đỉnh nằm trên đường cơ sở	1/2	2/3	$Z_C / T = 1 / (1+1/2) = 1 / (1+\delta/\alpha)$
Hình thang có đỉnh nằm trên đường cơ sở (Đỉnh hướng xuống phía dưới)	1/3	3/4	$Z_C / T = 1 / (1+1/3) = 1 / (1+\delta/\alpha)$

Trên cơ sở các số liệu thống kê, công thức (6.31) sẽ cho phép tìm được hệ số điều chỉnh:

$$Z_c = k_c \frac{\alpha}{\alpha + \delta} T \quad (6.32)$$

trong đó $k_c > 1$. Đối với các tàu chạy nhanh ($F_r > 0,28$) ta có thể lấy $k_c = 1,017 \pm 0,023$.



Hình 6.9. Phân bố độ lệch k_c so với giá trị trung bình trong (6.32) đối với tàu chạy nhanh

Phân bố độ lệch k_c được thể hiện trên hình 6.9. Trên cơ sở công thức (6.31) ta có thể nhận được hàng loạt các công thức bằng phương pháp xử lý các số liệu thống kê từ các tàu đã và đang khai thác. Một trong những công thức như vậy là các công thức của L. M. No-gid:

$$Z_{ctb} = \frac{1}{2} \left(\frac{\alpha}{\delta} \right)^{1/2} T \quad (6.33)$$

Như vậy, công thức (6.33) có thể dẫn tới công thức (6.31), song công thức (6.33) chỉ cho kết quả thoả đáng khi $\delta/\alpha = 0,6 - 0,9$.

Ngoài ra, O-ler, No-gid, Za-rev đề nghị tính cao độ tâm nổi Z_c theo các công thức sau [93]:

$$\left(\frac{Z_c}{T} \right)_{tb} = 0,53 \sqrt{\frac{\alpha}{\delta}}; \quad \left(\frac{Z_c}{T} \right)_{tb} = \sqrt{\frac{\alpha\beta}{\delta}}$$

Khi coi đường cong diện tích đường nước được biểu diễn dưới dạng pa-ra-bol (hình 6.8) và nhận tiếp tuyến thẳng đứng tại đường nước thiết kế:

$$S_z = S_{TK} - k_s (T - z)^m$$

trong đó: S_{TK} - diện tích đường nước thiết kế; k_s - hệ số tỷ lệ.

Tại đường cơ bản $z = 0$; $S_z = 0$, suy ra:

$$k_s = S_{TK} / T^m \text{ và } S_z = S_{TK} [1 - (1 - z/T)^m]. \quad (6.34)$$

Đạo hàm S_z theo chiều chìm tàu:

$$\frac{dS_z}{dz} = m \frac{S_{TK}}{T} \left(1 - \frac{z}{T}\right)^{m-1}$$

1. Khi $z = 0$

$$\left. \frac{dS_z}{dz} \right|_{z=0} = m \frac{S_{TK}}{T}$$

có nghĩa đường cong tạo với đường cơ sở một góc khác không.

2. Khi $z = T$

$$z = T \left(\frac{dS_z}{dz} \right) \Big|_{z=T} = 0$$

có nghĩa là đường cong tạo với đường nước thiết kế một góc 90° .

Diện tích đường cong (6.34) chính bằng thể tích lượng chiếm nước:

$$V = \int_{z=0}^{z=T} S_z dz = \int_{z=0}^{z=T} S_{TK} \left[1 - \left(1 - \frac{z}{T}\right)^m \right] dz = S_{TK} T + S_{TK} T \int_{u=1}^{u=0} u^m du$$

trong đó: $u = 1 - (z/T)$; $du = - dz/T$.

Suy ra:

$$V = S_{TK} T \left(1 + \left. \frac{u^{m+1}}{m+1} \right|_{u=1}^{u=0} \right) = S_{TK} T \left(1 - \frac{1}{m+1} \right)$$

$$= S_{TK} T \frac{m}{m+1} = \alpha LBT \frac{m}{m+1} = \delta LBT$$

$$\rightarrow \alpha \cdot m / (m+1) = \delta ; \delta / \alpha = m / (m+1) \rightarrow m = (\delta / \alpha) [1 - (\delta / \alpha)] = \delta / (\alpha - \delta)$$

Mô men tĩnh diện tích đường nước đối với mặt phẳng Oxy:

$$M_T = VZ_C = \int_{z=0}^{z=T} S_z z dz = S_{TK} \int_{z=0}^{z=T} \left[1 - \left(1 - \frac{z}{T}\right)^m \right] z dz = VT \frac{1,5 - \frac{\delta}{\alpha}}{2 - \frac{\delta}{\alpha}}$$

suy ra:

$$Z_C = \frac{M_T}{V} = \frac{1,5 - (\delta / \alpha)}{2 - (\delta / \alpha)} T \quad (6.35)$$

Công thức (6.35) sẽ cho giá trị của Z_C lớn hơn công thức (6.31) khi cùng δ/α và T (hình 6.10).

Khảo sát tứ giác Mo-riss (hình 5.3) ta sẽ nhận được công thức để xác định cao độ tâm nổi:

$$Z_c = \frac{M_T}{V} = \frac{2,5 - (\delta/\alpha)}{3} T = \left(0,833 - 0,333 \frac{\delta}{\alpha} \right) T \quad (6.36)$$

Công thức (6.36) cũng có thể được viết lại dưới dạng:

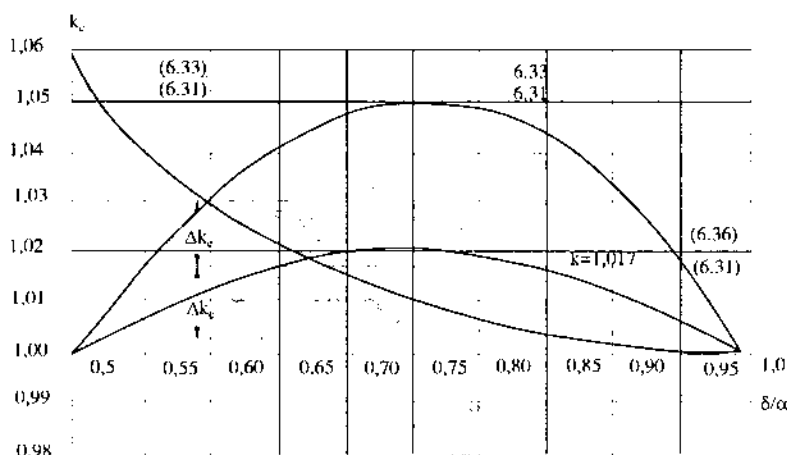
$$Z_c = \left(a - b \frac{\delta}{\alpha} \right) T$$

trong đó a và b có thể được xác định bằng phương pháp thống kê. Bằng cách như vậy ta có thể nhận được công thức trong đó có để ý đến độ lệch cực đại:

$$Z_c = \left(0,858 - 0,370 \frac{\delta}{\alpha} \pm 0,025 \right) T$$

Hai số hạng đầu của công thức cho kết quả gần với (6.36).

Trên hình (6.10) biểu diễn mối quan hệ của Z_c tìm được theo công thức (6.33), (6.35) và (6.36) với đại lượng Z_c tính theo công thức của Ö-ler (6.31) cũng như quan hệ của Z_c đối với hàng loạt các tàu với đại lượng tính theo công thức (6.31).

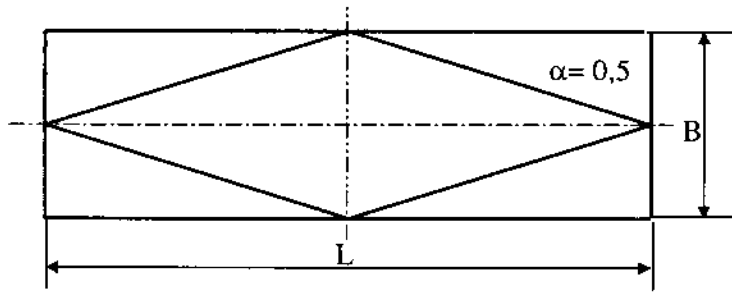


Hình 6.10. Quan hệ giữa tỷ số Z_c/T được xác định theo các công thức khác nhau so với công thức Ö-ler (6.31)

6.9. QUAN HỆ GIỮA BÁN KÍNH TÂM NGHIÊNG NGANG VỚI CÁC KÍCH THƯỚC CHỦ YẾU VÀ HỆ SỐ BÉO ĐẶC TRƯNG CHO HÌNH DÁNG THÂN TÀU

Bán kính tâm nghiêng ngang được xác định bằng công thức $\rho = I_x/V$, trong đó I_x - mô men quán tính diện tích đường nước đối với trục quán tính chính trung tâm theo phương dọc tàu.

Ö-ler cho rằng, tất cả các đường nước đều được nằm trong giới hạn hình thoi ($\alpha = 0,5$) và hình chữ nhật ($\alpha = 1$) (H. 6.11) và tương ứng có mô men quán tính $I_x = LB^3/48$ và $I_x = LB^3/12$.



Hình 6.11. Hình dáng giới hạn của đường nước theo O-ler

Có thể cho rằng, đối với tất cả các đường nước nằm giữa hình thoi và hình chữ nhật đều có $I_x = \alpha^n (LB^3/12)$. Để thỏa mãn các giá trị biên của hệ số α^n ta cần lấy $n=2$. Suy ra

$$\rho = \frac{I_x}{V} = \frac{\alpha^2 LB^3}{12\delta LBT} = \frac{\alpha^2}{\delta} \frac{B^2}{12T}$$

Để ý đến hình dáng thực của đường nước cần đưa vào công thức (6.38) hệ số điều chỉnh k_p và (6.38) sẽ được viết lại

$$\rho = k_p \frac{\alpha^2}{\delta} \frac{B^2}{12T} \quad (6.39)$$

trong đó: $k_p = k_{p_{th}} \pm 0,05$.

Độ lớn của hệ số k_p phụ thuộc vào hình dáng đường nước.

Đối với đường nước có dạng hình chữ S $k_p = 1,06 \pm 0,05$; đối với đường nước có dạng lồi (không có điểm uốn) $k_p = 1,03 \pm 0,05$.

Khi đường nước nhánh mũi và đuôi đều đối xứng qua trục yy (H.6.12) Trap-man biểu diễn chúng bằng biểu thức sau:

$$y = \frac{B}{2} \left[1 - \left(2 \frac{x}{L} \right)^n \right]$$

trong đó $n = \alpha/(1 - \alpha)$.

Đối với các đường nước kiểu như vậy

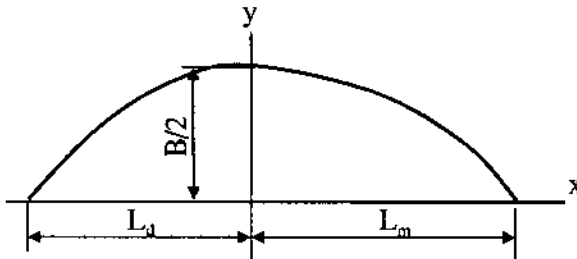
$$I_x = 2 \frac{2}{3} \int_{x=0}^{x=L/2} y^3 dx = \frac{LB^3}{12} \left(1 - \frac{3}{n+1} + \frac{3}{2n+1} - \frac{1}{3n+1} \right)$$

Sau khi đặt $n = \alpha/(1-\alpha)$ vào biểu thức trên và tiến hành biến đổi ta có $k_p = 6/(3 + 2\alpha + 1/\alpha)$ - hệ số này đạt được giá trị lớn nhất khi $\alpha = 0,707$ (H.6.13).

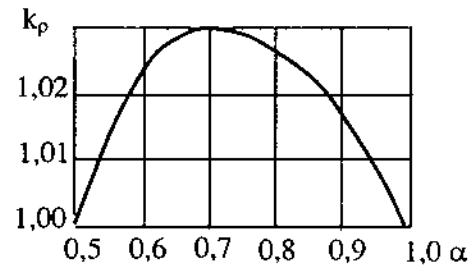
A.P. Phan-der-phlit đề nghị viết lại công thức (6.40) dưới dạng

$$I_x = \frac{6\alpha^2}{3 + 2\alpha + 1/\alpha} \frac{LB^3}{12}; \quad \rho = \frac{I_x}{V} = k_p \frac{\alpha^2}{\delta} \frac{B^2}{12T} \quad (6.40)$$

$$\rho = \frac{1}{12/k_p} \frac{\alpha^2}{\delta} \frac{B^2}{12T}$$



Hình 6.12. Đường nước dạng Pa-ra-bol



Hình 6.13. Giá trị của hệ số k_p trong công thức (6.40)

Có thể nhận thấy rằng, giá trị bán kính tâm nghiêng dọc R cũng có thể nhận được theo chính sơ đồ trên. Có nghĩa là

$$R = k_R \frac{\alpha^2}{\delta} \frac{B^2}{T} \quad (6.41)$$

Độ lớn của của hệ số k_R thấp hơn nhiều so với hệ số k_p . Điều này được giải thích bởi sự phân bố diện tích đường nước được tập trung giữa chiều dài tàu. Đối với các tàu có dạng đường nước lồi $k_R = 0,90 \pm 0,03$, trong đó 0,03 - độ lệch lớn nhất.

Theo hình 6.14 hệ số k_R sẽ thay đổi phụ thuộc vào hình dáng đường nước vùng mũi và đuôi tàu.

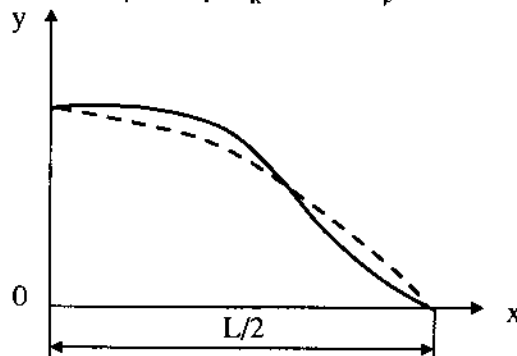
Tổng của các hệ số k_p và k_R đối với đường nước có hệ số béo xác định thay đổi không đáng kể:

$$k_p + k_R = A + \Delta A$$

Theo số liệu thống kê $A = 1,93$ với độ lệch lớn nhất $\Delta A = 0,03$. Suy ra

$$k_R = 1,93 - k_p \pm 0,03 \quad (6.42)$$

Theo (6.42) ta có thể xác định được k_R khi biết k_p .



Hình 6.14. Dạng đường nước lồi và hình chữ S

Chương 7

ĐẢM BẢO TÍNH ỔN ĐỊNH VÀ TÍNH LẮC CHO TÀU TRONG THIẾT KẾ

7.1. ĐẶC TRƯNG ỔN ĐỊNH. CHIỀU CAO TÂM NGHIÊNG NGANG TƯƠNG ĐỐI

Trong lý thuyết về ổn định tàu khi nghiêng góc nhỏ chiều cao tâm nghiêng ngang được coi như là đặc trưng ổn định của tàu.

Công thức chiều cao tâm nghiêng biểu diễn sự cân bằng giữa mô men nghiêng và mô men hồi phục sẽ cho phép xác định góc nghiêng cân bằng trên nước tĩnh. Trong trường hợp khi tàu nghiêng góc nhỏ ta có thể viết

$$M = D.h.\sin \theta \quad (7.1)$$

Vì khi nghiêng góc nhỏ có thể coi $\sin \theta \approx \theta$ (với θ tính bằng rad.) nên công thức (7.1) sẽ được viết lại dưới dạng

$$M \approx D.h.\theta \quad (7.2)$$

Khi tàu nghiêng góc lớn các công thức trên sẽ cho kết quả không hợp lý.

Việc đánh giá ổn định cho tàu khi nghiêng góc lớn cần được tiến hành sau khi đã xác định được các kích thước chủ yếu; hệ số béo đặc trưng cho hình dáng thân tàu; bản vẽ tuyến hình lý thuyết và bảng phân bố tải trọng cho tàu.

Chiều cao tâm nghiêng có quan hệ với chiều rộng tàu thông qua khái niệm chiều cao tâm nghiêng tương đối $\bar{h} = h/B$. Đại lượng này có thể được xác định khi khảo sát bài toán nghiêng tàu do dịch chuyển hàng hoá. Giả thiết rằng, lượng hàng được dịch chuyển có trọng lượng P và cánh tay đòn dịch chuyển hàng l_{dch} , cả hai đại lượng này đều tỷ lệ tương ứng với lượng chiếm nước $P = k_1 D$ và $l_{dch} = k_2 B$. Trên cơ sở biểu thức (7.2) có thể viết:

$$\theta = M/(D.h) = P.l_{dch}/(D.h) = k_1 D. k_2 B/(D.h) = k_1.k_2.B/h = k_1.k_2/\bar{h} \quad (7.3)$$

Như vậy, góc nghiêng θ tỷ lệ nghịch với chiều cao tâm nghiêng ngang tương đối $\bar{h}$. Đối với các tàu có kích thước khác nhau nhưng có cùng $\bar{h}$ thì góc nghiêng θ cũng không thay đổi (tất nhiên các hệ số tỷ lệ không thay đổi).

Cũng có thể nhận được các kết quả tương tự khi khảo sát bài toán ngập khoang mạn mà thể tích của chúng được coi là tỷ lệ với lượng chiếm nước.

Khi khảo sát bài toán nghiêng do tác dụng của sóng, gió ta có thể nhận được kết quả của mô men nghiêng do tác dụng của gió:

$$M = p_v \cdot z_v \cdot A_v \quad (7.4)$$

trong đó: p_v - áp lực riêng của gió tác dụng lên mặt hứng gió phía mạn tàu;

z_v - cánh tay đòn mô men nghiêng do gió tác dụng;

A_v - diện tích mặt hứng gió phía mạn.

Khi lấy $z_v = k_v H = k_H V^{1/3}$; $A_v = k_A V^{2/3}$,

ta có $M = p_v k_H k_A V$, suy ra

$$\theta = M/(D \cdot h) = (p_v k_H k_A / h) \cdot V/D = (p_v k_H k_A) / \gamma \cdot 1/h \quad (7.5)$$

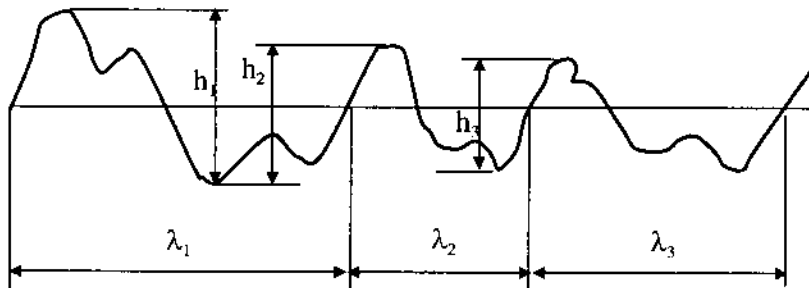
Như vậy, góc nghiêng của tàu dưới tác dụng của gió sẽ tỷ lệ nghịch với giá trị tuyệt đối của chiều cao tâm nghiêng.

Cần chú ý rằng, cùng với sự thay đổi của các kích thước tàu và các yêu cầu đối với nó, chiều cao tâm nghiêng ngang tương đối sẽ thay đổi chậm hơn so với h .

Sự hạn chế góc nghiêng ngang đòi hỏi phải nâng cao $\bar{h}$ cũng như h . Nếu trong quá trình thiết kế tàu có bố trí các khoang mạn đòi hỏi phải giảm góc nghiêng khi tàu ngập khoang mạn (có nghĩa tăng tính chống chìm), thì khi chiều dài và chiều rộng khoang đã được cố định cần tăng chiều cao tâm nghiêng ngang tương đối. Điều này dẫn tới tăng chiều rộng và tỷ số B/T , làm xấu đi tính di động và tính lắc ngang cho tàu trong khai thác.

7.2. ẢNH HƯỞNG CỦA SÓNG ĐẾN CHÒNG CHÀNH MẠN

Khi vận hành trên sóng tàu sẽ chịu chòng chành mạn và chòng chành sóng chính, cũng như sẽ thực hiện chuyển vị theo phương thẳng đứng. Khi xác định các kích thước chủ yếu và các hệ số béo của tàu cần chú ý thích đáng đến ảnh hưởng của chòng chành mạn, vì chòng chành quá mức cho phép sẽ gây nên sự bất lợi cho tàu khi vận hành trên sóng.



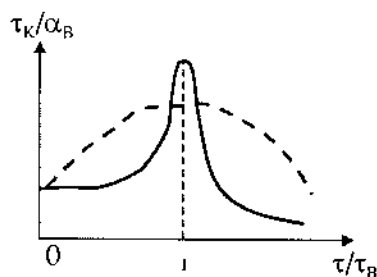
Hình 7.1. *Prophin sóng không điều hoà hai chiều*

Mặt sóng biển trong trường hợp tổng quát là hình không gian 3 chiều mang các đặc trưng có tính chất giả định như chiều cao và chiều dài sóng. Trong lĩnh vực thiết kế tàu ta thường khảo sát bài toán về sóng không điều hoà hai chiều (chiều dài $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3 \dots$ và chiều cao sóng $h_1, h_2, h_3 \dots$ thay đổi theo thời gian). Trong trường hợp này có thể coi sóng chuyển động theo

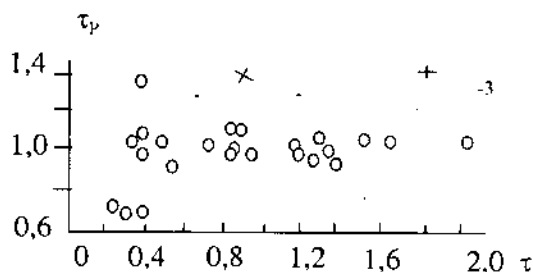
hướng đã cho (đường thẳng) (hình 7.1). Mặc dù mang tính giả định song sơ đồ sóng như vậy cũng cho phép nhận được các kết quả thực tế có thể chấp nhận được [19].

Sóng sẽ gây nên dao động tự do và dao động cưỡng bức cho tàu. Nếu sóng mang đặc trưng điều hòa và chu kỳ sóng khác xa chu kỳ dao động riêng của tàu mà nó được đặt chéo góc so với phương truyền sóng thì tàu sẽ dao động với chu kỳ của sóng. Khi có sự trùng hợp giữa chu kỳ sóng điều hoà với chu kỳ dao động riêng của tàu thì hiện tượng cộng hưởng sẽ nảy sinh và chòng chành sẽ trở nên đặc biệt mạnh. Trong trường hợp sóng không điều hoà, khi chu kỳ sóng thay đổi trong giới hạn đã biết dao động riêng của tàu bị gây nên bởi sóng riêng sẽ không bị dập tắt. Khi tàu chịu tác dụng của sóng không điều hoà với chu kỳ gần với chu kỳ dao động riêng của tàu thì hiện tượng cộng hưởng cũng phát sinh. Tuy nhiên, tính thay đổi chu kỳ sóng sẽ làm yếu đi một ít tác dụng của nó so với tác dụng của hiện tượng cộng hưởng trên sóng điều hoà.

Trên hình 7.8 đã chỉ ra các hệ số động, có nghĩa là tỷ số giữa góc nghiêng cực đại của tàu θ_K trên sóng với góc nghiêng có ích của sóng α_B dưới dạng hàm của tỷ số giữa chu kỳ dao động riêng của tàu τ mà nó được đặt chéo góc so với phương truyền sóng với chu kỳ sóng τ_B . Đường nét đứt trên hình vẽ sẽ tương ứng với sóng không điều hoà.



Hình 7.2. Tỷ số góc nghiêng cực đại khi tàu chòng chành với góc nghiêng có ích của sóng



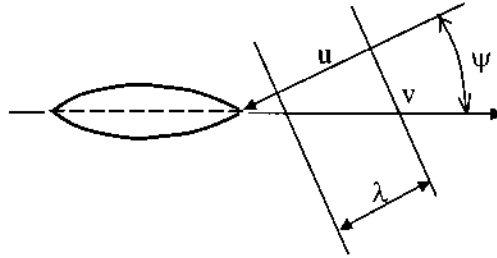
Hình 7.3. Chu kỳ tương đối của chòng chành mạn đối với các loại tàu khác nhau:
1- tàu dầu; 2 - tàu đánh bắt cá; 3- theo mô hình toán AK-2

Khảo sát hình 7.3 có thể nhận thấy, chu kỳ chòng chành mạn của tàu được đặt chéo góc với phương truyền sóng khác rất ít so với chu kỳ dao động riêng của nó thậm chí cả khi có sự thay đổi đáng kể chu kỳ trung bình của sóng.

Cần chú ý rằng, tần số gặp sóng của tàu khi tàu chuyển động dưới một góc so với phương truyền sóng sẽ phụ thuộc vào góc ấy và tốc độ tàu. Tần số tàu gặp sóng trong chuyển động này (hình 7.4) được gọi là chu kỳ biểu kiến và sẽ được xác định theo công thức

$$\tau_k = \frac{\tau_u}{1 + (v/u) \cos \psi} \quad (7.6)$$

trong đó: τ_u - chu kỳ sóng; v - tốc độ tàu, m/s; u - tốc độ sóng, m/s.



Hình 7.4. Sơ đồ chuyển động của tàu dưới góc ψ

Đối với sóng Tro-kho-id thường lấy $u = 1,25 \sqrt{\lambda} = 1,56 \tau_u$.

Các véc-tơ tốc độ v và u được xác định theo nguyên tắc: "tàu đi ra khỏi la bàn, còn sóng - vào la bàn".

Khi tàu chuyển động chéo với phương truyền sóng điều kiện nảy sinh cộng hưởng sẽ là

$$\tau_k = \tau \quad (7.7)$$

Từ (7.6) và (7.7) có thể nhận được

$$\frac{\tau_u}{\tau} = 1 + \frac{v}{u} \cos \psi$$

Suy ra

$$\cos \psi = \frac{u}{v} \left(\frac{\tau_u}{\tau} - 1 \right) \quad (7.8)$$

Từ công thức (7.8) ta cần rút ra một số nhận xét sau:

- Khi $\tau > \tau_u$ hiện tượng cộng hưởng có thể chỉ nảy sinh trong điều kiện sóng theo ($90^\circ < \Psi < 180^\circ$) và chu kỳ dao động riêng của tàu càng lớn hướng truyền sóng càng gần với mặt phẳng đối xứng dọc của tàu;
- Khi $\tau < \tau_u$ hiện tượng cộng hưởng chỉ nảy sinh khi tàu gặp sóng ngược ($0^\circ < \Psi < 90^\circ$).

7.3. QUAN HỆ GIỮA CHU KỲ DAO ĐỘNG RIÊNG THEO PHƯƠNG NGANG CỦA TÀU VỚI CÁC KÍCH THƯỚC CHỦ YẾU CỦA NÓ VÀ CHIỀU CAO TÂM NGHIÊNG

Khi xem xét ảnh hưởng của chu kỳ dao động riêng theo phương ngang của tàu τ đến tính êm đối với chòng chành mạn ta cần thiết lập mối quan hệ giữa chu kỳ này với các kích thước chủ yếu của tàu cũng như cần liên hệ τ với h và $\bar{h}$. Cơ sở để giải quyết vấn đề này là việc áp dụng công thức đã biết để xác định chu kỳ dao động riêng theo phương ngang của tàu [81]:

$$\tau = 2\pi \sqrt{\frac{I + \Delta I}{Dh}} \quad (7.9)$$

trong đó: I - mô men quán tính khối lượng của tàu đối với trục dọc trung tâm;

ΔI - mô men quán tính khối lượng nước kèm;

h - chiều cao tâm nghiêng ngang ban đầu;

D - lượng chiếm nước trọng lượng, MN.

Trong công thức (7.9) giá trị của I phụ thuộc vào các kích thước chủ yếu của tàu và có thể được xác định theo công thức

$$I = \frac{D B^2 + H^2}{g \cdot 12} \quad (7.10)$$

Ngoài ra có thể xác định I theo nhóm các công thức sau

$$I = \frac{D a B^2 + b H^2}{g \cdot 12}$$

Theo IU. A. Si-man-xki $a = 1,05 (\alpha^2/\delta)$; $b = 1$. Theo Du-e-ra $a = 1$; $b = (2k_g)^2$, trong đó $k_g = z_g H$.

Theo số liệu thống kê các tàu vận tải hiện đại có công dụng khác nhau $b_H = 1,89 \pm 0,25$. Đặt vào (7.10) giá trị trung bình của $b_H = 1,89$ ta nhận được

$$I = \frac{D B^2}{g \cdot 12} \left(1 + \frac{1}{b_H^2} \right) = \frac{D B^2}{g \cdot 12} 1,28$$

Theo [17] $\Delta I = 0,25 I$.

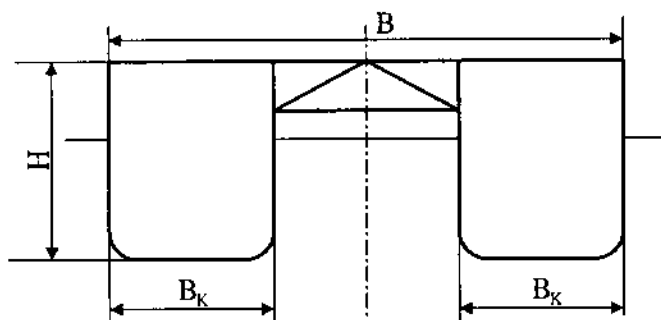
Như vậy,

$$\tau_{th} = 2\pi \frac{B}{\sqrt{h}} \sqrt{\frac{1,28 \cdot 1,25}{12 \cdot 9,81}} = 0,73 \frac{B}{\sqrt{h}} \quad (7.11)$$

Công thức (7.11) cho phép xác định chu kỳ dao động riêng theo phương ngang của tàu phụ thuộc vào chiều rộng và chiều cao tâm nghiêng ban đầu. Tuy nhiên hệ số 0,73 trong công thức này được chọn trên cơ sở hàng loạt giả thiết, vì vậy có thể nhận hệ số trong công thức (7.11) với các giá trị khác. Như vậy (7.11) sẽ được viết lại dạng khác

$$\tau = c (B/\sqrt{h}) \quad (7.12)$$

Theo U. Khov-gard có thể chọn $c = 0,72 - 0,80$.



Hình 7.5. Sơ đồ tính mô men quán tính tàu hai thân

Đối với tàu chở dầu hiện đại, theo số liệu của R. Re-liaz-kov $c = 0,74 \pm 0,02$ (khi chở dầu); $c = 0,52 \pm 0,02$ (khi tàu chở nặng dầu); $c = 0,77 \pm 0,03$ (khi tàu chạy có dầu).

Công thức gần đúng để xác định mô men quán tính khối lượng tàu hai thân đối với trục dọc trung tâm được viết như sau (hình 7.5):

$$I = \frac{D}{g} \frac{B^2}{12} \left\{ 3 + \frac{B_k}{B} \left[\frac{B_k}{B} \left(2 + \frac{H^2}{B_k^2} \right) - 6 \right] \right\}$$

trong đó: B - chiều rộng toàn bộ của tàu; B_k - chiều rộng mỗi thân. Từ công thức (7.10) và (7.12) ta có

$$\tau = \pi \sqrt{\frac{1,25 \left[3 + \left(\frac{B_k}{B} \right)^2 \left(2 + \frac{H^2}{B_k^2} \right) - 6 \frac{B_k}{B} \right]}{3,9,81}} \times \frac{B}{\sqrt{h}}$$

Như vậy,

$$\begin{aligned} c &= \pi \sqrt{\frac{1,25 \left[3 + \left(\frac{B_k}{B} \right)^2 \left(2 + \frac{H^2}{B_k^2} \right) - 6 \frac{B_k}{B} \right]}{3,9,81}} = \\ &= 0,65 \sqrt{3 + \left(\frac{B_k}{B} \right)^2 \left(2 + \frac{H^2}{B_k^2} \right) - 6 \frac{B_k}{B}} \end{aligned}$$

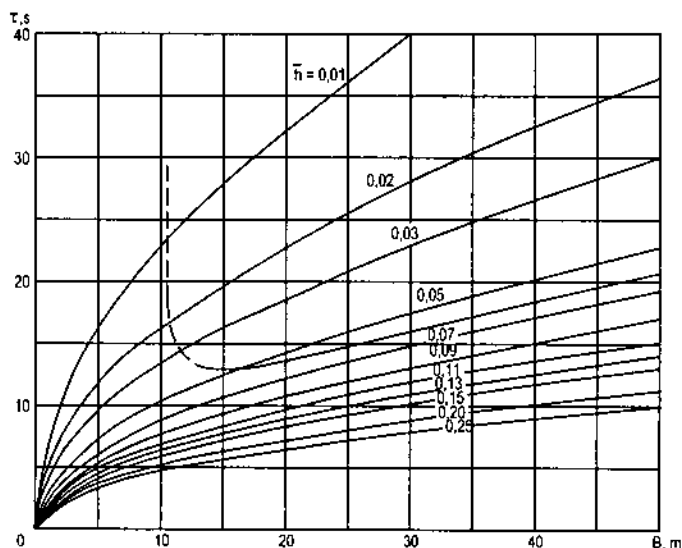
Hệ số c có thể được chọn theo bảng dưới đây phụ thuộc vào tỷ số B_k/B

B_k/B	1/3	1/4	1/5
c	0,83	0,88	0,92

Công thức (7.12) có thể được viết lại dưới dạng

$$\tau = c \sqrt{\frac{B}{h}} \quad (7.13)$$

Từ đồ thị trên hình 7.6 mà nó được xây dựng khi $c = 0,73$ ta nhận thấy rằng việc tăng chiều rộng tàu sẽ cho phép tăng ổn định.



Hình 7.6. Quan hệ của chu kỳ dao động riêng của tàu với chiều rộng và chiều cao tâm nghiêng

Trên hình 7.6 đã đưa ra kết quả xác định h theo công thức của Hi-der-ma-er đối với các tàu có $B \geq 15$ m:

$$h = 0,06 - 9220/B^5 \quad (7.14)$$

Thành phần thứ hai trong vế phải của công thức này sẽ giảm rất nhanh và khi $B = 20$ m có thể lấy $h = 0,06$.

Khi $B = 15$ m - $\bar{h} = 0,048$, khi $B = 17,5$ m - $\bar{h} = 0,056$. Tương ứng với các giá trị nêu trên của h khi $c = 0,73$ theo công thức (7.13) $\tau = 13,1 \pm 0,2$ s.

Như vậy đối với những tàu có chiều rộng $B = 15 \div 20$ m có thể lấy $\tau = 13$ s mà không cần tính toán.

Trong rất nhiều trường hợp do hạn chế chiều sâu luồng lạch, buộc người thiết kế phải chấp nhận phương án kích thước bất lợi cho tính lác của tàu. Trong trường hợp như vậy giá trị của $\bar{h}$ sẽ tương đối lớn, ví dụ, đối với các tàu chở dầu chạy biển - $\bar{h} = 0,17$ và đặc biệt đối với những tàu có vùng bơi lội hỗn hợp - $\bar{h} = 0,24$. Vì vậy chu kỳ dao động riêng đối với các tàu vừa nêu sẽ bị giảm và có thể đạt đến 5s.

Như vậy, để đảm bảo ổn định cho các tàu cỡ nhỏ có $B \leq 10$ m trong tính toán cần sử dụng chiều cao tâm nghiêng tuyệt đối.

Nhiều tác giả đề nghị nên coi chiều cao tâm nghiêng tuyệt đối như là đặc trưng cơ bản của ổn định ban đầu, thậm chí cho cả những tàu có chiều rộng $10 < B < 15$ m.

Thiết bị giảm lắc sẽ làm giảm đi một cách đáng kể biên độ dao động của tàu, đặc biệt trong vùng giá trị của τ gần với vùng cộng hưởng. Tuy vậy, thiết bị giảm lắc cũng có những nhược điểm riêng của mình, ví dụ, sẽ làm giảm một phần dung tích và sức chở hàng của tàu khi kích thước và hình dáng tàu đã được cố định; làm phức tạp thêm hệ thống điều khiển chung cho tàu. Ngoài ra thiết bị giảm lắc có giá thành tương đối cao.

7.4. ĐÁNH GIÁ TÍNH ÊM CỦA CHÒNG CHÀNH MẠN THEO GIA TỐC CỰC ĐẠI

Tính êm của chòng chành mạn cũng có thể được đánh giá theo độ lớn của gia tốc lắc cực đại ở vùng mạn tàu.

Khi có cộng hưởng, tàu sẽ thực hiện dao động cực đại về biên độ với chu kỳ gần với chu kỳ dao động riêng. Ứng với chu kỳ dao động này sẽ có:

- Góc nghiêng

$$\theta = \theta_{\max} \sin \frac{2\pi}{\tau} t$$

- Tốc độ góc

$$\dot{\theta} = \theta_{\max} \frac{2\pi}{\tau} \cos \frac{2\pi}{\tau} t$$

- Gia tốc góc

$$\ddot{\theta} = -\theta_{\max} \frac{4\pi^2}{\tau^2} \sin \frac{2\pi}{\tau} t$$

- Độ lớn cực đại của gia tốc góc

$$|\ddot{\theta}|_{\max} = \theta_{\max} \frac{4\pi^2}{\tau^2} \quad (7.15)$$

Như vậy đại lượng này tỷ lệ nghịch với τ^2 . Chú ý đến công thức (7.13) ta nhận được

$$|\ddot{\theta}|_{\max} = \theta_{\max} \frac{4\pi^2}{\tau^2} \frac{\bar{h}}{B} \quad (7.16)$$

Giả thiết rằng, gia tốc chỉ có quan hệ với chòng chành mạn và khoảng cách của điểm mà tại đó có gia tốc thẳng cực đại bằng $B/2$, thì khi $c = 0,73$ ta sẽ có

$$\ddot{z} = \ddot{\theta} \frac{B}{2} = \theta_{\max} \frac{2\pi^2}{c^2} \bar{h} = 37\theta_{\max} \bar{h} \quad (7.17)$$

Khi $\theta_{\max} = \text{const}$ nếu tăng $\bar{h}$ sẽ dẫn tới tăng gia tốc thẳng đứng, gây nên hiện tượng quá tải cho một số thiết bị, sự khó chịu cho thủy thủ đoàn và hành khách nằm ở vùng mạn tàu.

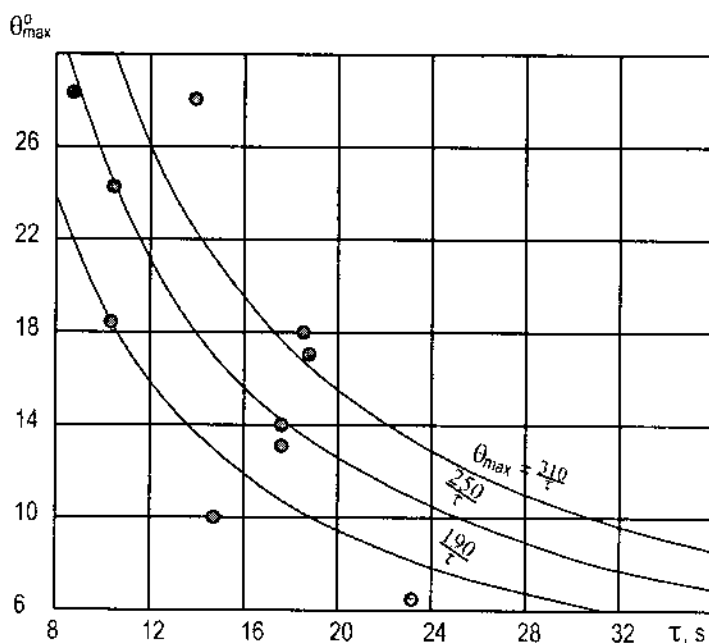
Cần chú ý rằng, ảnh hưởng của chiều cao tâm nghiêng ngang tương đối đến gia tốc thẳng

đúng sẽ khá mạnh, vì h tăng sẽ dẫn tới làm tăng biên độ lắc ngang cực đại $\theta_{\max}$. Trên hình 7.7 thể hiện các đường cong biểu diễn mối quan hệ giữa $\theta_{\max}$ với τ của một số tàu [18].

Khi coi gia tốc thẳng đứng cực đại ở mạn tàu (thường coi $\ddot{z} = 0,1 g$) như là tiêu chuẩn của tính êm trong chòng chánh mạn ta cần lưu ý:

- Đối với các tàu cỡ lớn khi các điều kiện khác như nhau $\theta_{\max}$ sẽ có giá trị thấp hơn đối với tàu cỡ nhỏ, do vậy I cũng thấp hơn;

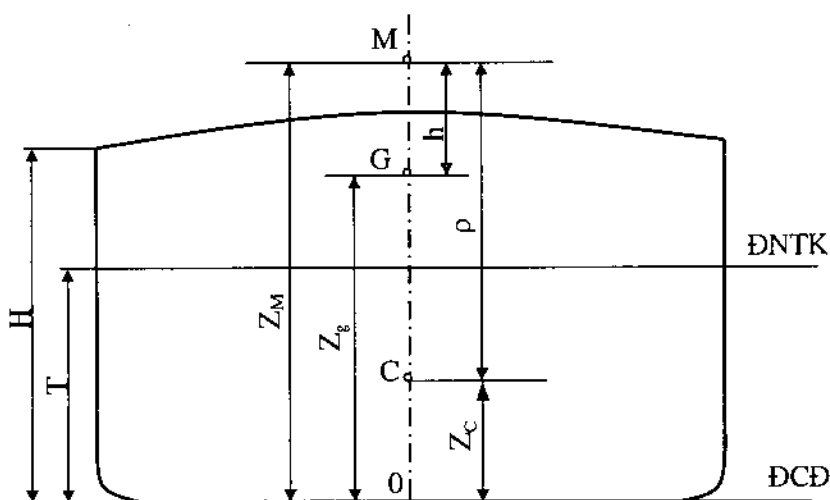
- Đối với các tàu hàng cỡ lớn, các tàu dầu trọng tải lớn, các tàu chở hàng khối, gia tốc thẳng đứng tại vùng mạn tàu không có ý nghĩa lớn vì tại vùng này gần như ít bố trí các trang thiết bị và buồng ở.



Hình 7.7. Quan hệ giữa biên độ lắc mạn cực đại và chu kỳ dao động riêng của tàu

7.5. NGUYÊN TẮC LẬP PHƯƠNG TRÌNH ỔN ĐỊNH. PHƯƠNG TRÌNH ỔN ĐỊNH THEO H. XÁC ĐỊNH b_T VÀ MỐI QUAN HỆ CỦA NÓ VỚI CÁC ĐẠI LƯỢNG KHÁC

Để xác định được chiều cao tâm nghiêng yêu cầu khi thiết kế cần thiết lập được mối quan hệ giữa chiều cao tâm nghiêng tuyệt đối hoặc tương đối với các kích thước chủ yếu và hệ số béo của tàu. Phương trình này có thể được lập nên dưới hai dạng phụ thuộc vào đại lượng nào sẽ được thừa nhận làm cơ sở: chiều cao tâm nghiêng tuyệt đối và chiều cao tâm nghiêng tương đối.



Hình 7.8. Sơ đồ xác định ổn định ban đầu

Từ hình 7.8 có thể viết được biểu thức xác định chiều cao tâm nghiêng tuyệt đối như sau:

$$h = \overline{M.g} = \overline{MC} + \overline{OC} - \overline{OG} = \rho + Z_c - Z_g \quad (7.18)$$

Các đại lượng Z_c và ρ trong (7.18) có thể được biểu diễn theo (6.30) và (6.37)

$$Z_c = f_c(\alpha, \delta)T = k_c \frac{\alpha}{\alpha + \delta} T \quad (7.19)$$

$$\rho = f_p(\alpha, \delta) \frac{B^2}{12T} = k_p \frac{\alpha^2}{\delta} \frac{B^2}{12T} \quad (7.20)$$

Cao độ trọng tâm của tàu so với mặt phẳng cơ bản có thể được biểu diễn dưới dạng hàm của H , tức là

$$Z_g = k_g H \quad (7.21)$$

Đặt (7.19), (7.20) và (7.21) vào (7.18) ta có

$$h = f_p(\alpha, \delta) \frac{B^2}{12T} + f_c(\alpha, \delta)T - k_g H \quad (7.22)$$

Biểu thức (7.22) được coi là phương trình ổn định được biểu diễn dưới dạng chiều cao tâm nghiêng tuyệt đối. Phương trình này cho phép xác định được độ lớn của tỷ số $B/T = b_T$ cần thiết để đảm bảo ổn định cho tàu.

Chia hai vế của phương trình (7.22) cho B ta sẽ nhận được phương trình ổn định được biểu diễn dưới dạng chiều cao tâm nghiêng ngang tương đối:

$$\bar{h} = \frac{h}{B} = f_p(\alpha, \delta) \frac{B}{12T} + f_c(\alpha, \delta) \frac{T}{B} - k_g \frac{H}{B} \quad (7.23)$$

Phương trình (7.23) cho phép xác định độ lớn cần thiết của tỷ số B/T khi đã cho trước chiều cao tâm nghiêng ngang tương đối.

Từ phương trình (7.23) có thể viết

$$\bar{h} = \frac{h}{B} = \frac{f_p(\alpha, \delta)}{12} \frac{B}{T} + f_c(\alpha, \delta) \frac{T}{B} - k_g \frac{H}{T} \frac{T}{B}$$

hoặc

$$\bar{h} = \frac{h}{B} = \frac{f_p(\alpha, \delta)}{12} b_T + f_c(\alpha, \delta) \frac{1}{b_T} - k_g h_T \frac{1}{b_T} \quad (7.24)$$

Nhân hai vế của phương trình (7.24) cho b_T và tiếp tục biến đổi ta sẽ nhận được

$$b_T^2 - \frac{12\bar{h}}{f_p(\alpha, \delta)} b_T - \frac{12[k_g h_T - f_c(\alpha, \delta)]}{f_p(\alpha, \delta)} = 0 \quad (7.25)$$

Giải phương trình này ta sẽ tìm được tỷ số B/T = b_T :

$$b_T = \frac{B}{T} = \frac{6\bar{h}}{f_p(\alpha, \delta)} \pm \sqrt{\frac{36\bar{h}^2}{f_p^2(\alpha, \delta)} + \frac{12[k_g h_T - f_c(\alpha, \delta)]}{f_p(\alpha, \delta)}}$$

hoặc

$$b_T = \frac{6}{f_p(\alpha, \delta)} \left[\bar{h} \pm \sqrt{\bar{h}^2 + \frac{f_p(\alpha, \delta)}{3} [k_g h_T - f_c(\alpha, \delta)]} \right] \quad (7.26)$$

Đặt vào (7.26) các đại lượng $f_p(\alpha, \delta)$ và $f_c(\alpha, \delta)$ trên cơ sở (7.19) và (7.20) ta sẽ có

$$b_T = \frac{6\delta}{k_p \alpha^2} \left[\bar{h} \pm \sqrt{\bar{h}^2 + \frac{k_p}{3} \frac{\alpha^2}{\delta} \left(k_g h_T - k_c \frac{\alpha}{\alpha + \delta} \right)} \right] \quad (7.27)$$

Khi $\bar{h} = 0$ biểu thức (7.27) sẽ có dạng

$$b_T = \pm \frac{6\delta}{k_p \alpha^2} \sqrt{\frac{k_p}{3} \frac{\alpha^2}{\delta} \left(k_g h_T - k_c \frac{\alpha}{\alpha + \delta} \right)} \quad (7.28)$$

Trong (7.28) dấu trừ sẽ không có ý nghĩa và kể cả trong (7.27).

Như vậy, (7.27) sẽ được viết lại

$$b_T = \frac{6\delta}{k_p \alpha^2} \left[\bar{h} + \sqrt{\bar{h}^2 + \frac{k_p}{3} \frac{\alpha^2}{\delta} \left(k_g h_T - k_c \frac{\alpha}{\alpha + \delta} \right)} \right] \quad (7.29)$$

Công thức này cho phép xác định được tỷ số B/T cần thiết để đảm bảo ổn định ban đầu.

Trong rất nhiều trường hợp có thể sử dụng hợp lý công thức (7.29) dưới dạng:

$$b_T = \frac{6\delta}{k_p \alpha^2} \bar{h} + \frac{6\delta}{k_p \alpha^2} \sqrt{\bar{h}^2 + \frac{k_p}{3} \frac{\alpha^2}{\delta} \left(k_g h_T - k_c \frac{\alpha}{\alpha + \delta} \right)} \quad (7.30)$$

Để đánh giá sơ bộ mối quan hệ giữa b_T và h ta có thể chọn $k_p = 1$; $k_c = 1$; $\alpha^2 = \delta$ và thay vào (7.30):

$$b_T = 6\bar{h} + 6\sqrt{\bar{h}^2 + \frac{1}{3} \left(k_g h_T - \frac{\alpha}{\alpha + \delta} \right)} \quad (7.31)$$

Có thể nhận thấy rằng

$$k_g h_T - k_c \frac{\alpha}{\alpha + \delta} = \frac{Z_g - Z_c}{T}$$

Đối với tuyệt đại đa số các tàu biển và các tàu có vùng bơi hỗn hợp $2 < b_T < 4$; $0,03 < h < 0,24$.

Do đại lượng h^2 là khá nhỏ cho nên có thể bỏ qua và trong trường hợp này (7.31) sẽ được viết như sau:

$$b_T = 6\bar{h} + 3,47\sqrt{k_g h_T - \frac{\alpha}{\alpha + \delta}} \quad (7.32)$$

Công thức (7.32) cho phép đánh giá được sự thay đổi của tỷ số B/T do thay đổi chiều cao tâm nghiêng tương đối h và

$$\begin{aligned} k_g h_T - k_c \frac{\alpha}{\alpha + \delta} &= \frac{Z_g - Z_c}{T} \\ db_T &= \frac{\partial b_T}{\partial \bar{h}} d\bar{h} + \frac{\partial b_T}{\partial \left(k_g h_T - k_c \frac{\alpha}{\alpha + \delta} \right)} d \left(k_g h_T - k_c \frac{\alpha}{\alpha + \delta} \right) = \\ &= 6d\bar{h} + \frac{1,74}{\sqrt{k_g h_T - k_c \frac{\alpha}{\alpha + \delta}}} d \left(k_g h_T - k_c \frac{\alpha}{\alpha + \delta} \right) \end{aligned}$$

Đối với gia số bé hữu hạn

$$\Delta b_T \approx 6\Delta\bar{h} + \frac{1,74}{\sqrt{k_g h_T - k_c \frac{\alpha}{\alpha + \delta}}} \Delta \left(k_g h_T - k_c \frac{\alpha}{\alpha + \delta} \right) \quad (7.33)$$

Trong trường hợp khi $k_g h_T - k_c \frac{\alpha}{\alpha + \delta}$ không đổi

$$\Delta b_T \approx 6\Delta h \quad (7.34)$$

Từ (7.33) có thể nhận được công thức tổng quát hơn

$$\Delta \bar{h} \approx 0,167 \Delta b_T - 0,289 \frac{\Delta \left(k_g h_T - k_c \frac{\alpha}{\alpha + \delta} \right)}{\sqrt{k_g h_T - k_c \frac{\alpha}{\alpha + \delta}}} \quad (7.35)$$

Công thức (7.35) cũng cho phép đánh giá hàng loạt các vấn đề có liên quan đến việc đảm bảo tính ổn định cho tàu thiết kế.

7.6. PHƯƠNG TRÌNH ỔN ĐỊNH DẠNG VI PHÂN. THAY ĐỔI CAO ĐỘ TÂM NGHIÊNG DO THAY ĐỔI KÍCH THƯỚC VÀ CÁC HỆ SỐ BÉO

Các công thức (7.18) và (7.22) cho phép xem xét mối quan hệ giữa cao độ tâm nghiêng và các đại lượng B, T, α và δ .

Từ hình 7.8 và công thức (7.18) ta có

$$Z_m = \overline{OM} = \rho + Z_c = f_p(\alpha, \delta) \frac{B^2}{12T} + f_c(\alpha, \delta) T \quad (7.36)$$

Lấy vi phân (7.36) và sau đó thay thế bằng giá số hữu hạn ta sẽ có

$$\begin{aligned} \Delta Z_m = \Delta(h + Z_g) = \Delta(\rho + Z_c) &= \frac{\partial \rho}{\partial B} \Delta B + \frac{\partial \rho}{\partial T} \Delta T + \\ &+ \frac{\partial Z_c}{\partial T} \Delta T + \frac{\partial \rho}{\partial \alpha} \Delta \alpha + \frac{\partial \rho}{\partial \delta} \Delta \delta + \frac{\partial Z_c}{\partial \alpha} \Delta \alpha + \frac{\partial Z_c}{\partial \delta} \Delta \delta \end{aligned}$$

Thay vào (7.36) f_p và f_c theo các công thức (7.19) và (7.20):

$$f_p(\alpha, \delta) = k_p \frac{\alpha^2}{\delta}; \quad f_c(\alpha, \delta) = k_c \frac{\alpha}{\alpha + \delta} \quad (7.37)$$

Như vậy 7 số hạng của vế phải phương trình (7.36) có thể hoàn toàn được xác định:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \rho}{\partial B} \Delta B &= \frac{k_p}{6} \frac{\alpha^2}{\delta} \frac{B}{T} \Delta B; \\ \frac{\partial \rho}{\partial T} \Delta T &= -\frac{k_p}{12} \frac{\alpha^2}{\delta} \left(\frac{B}{T} \right)^2 \Delta T; \\ \frac{\partial Z_c}{\partial T} \Delta T &= k_c \frac{\alpha}{\alpha + \delta} \Delta T; \\ \frac{\partial \rho}{\partial \alpha} \Delta \alpha &= \frac{k_p}{6} \frac{\alpha}{\delta} \frac{B^2}{T} \Delta \alpha; \\ \frac{\partial \rho}{\partial \delta} \Delta \delta &= -\frac{k_p}{12} \frac{\alpha^2}{\delta^2} \frac{B^2}{T} \Delta \delta; \end{aligned}$$

$$\frac{\partial Z_c}{\partial \delta} \Delta \delta = -k_c \frac{\alpha}{(\alpha + \delta)^2} T \Delta \delta = -k_c \frac{T}{4} \frac{\Delta \delta}{\delta}$$

$$\frac{\partial Z_c}{\partial \alpha} \Delta \alpha = k_c \frac{\alpha \delta}{(\alpha + \delta)^2} T \Delta \alpha = k_c \frac{T}{4} \frac{\Delta \alpha}{\alpha}$$

Hai công thức cuối cùng có được là nhờ thừa nhận mối quan hệ thống kê:

$$\alpha/\delta + \delta/\alpha \approx 2$$

7 biểu thức vừa được nêu ra cùng (7.37) sẽ cho phép xác định ảnh hưởng của sự thay đổi chiều rộng, chiều chìm và hai hệ số béo đến cao độ tâm nghiêng Z_M .

Có thể thấy rằng, những thay đổi như vậy là hoàn toàn cần thiết trong hàng loạt bài toán thiết kế khi bắt buộc phải thay đổi ổn định. Ví dụ như khi lập bảng tải trọng chi tiết ta nhận thấy cao độ tâm nghiêng nhỏ hơn giá trị tính toán ban đầu và buộc phải tiến hành điều chỉnh.

Để giải quyết vấn đề này ta cần giải đồng thời phương trình (7.37) và phương trình sau đây được rút ra từ phương trình (4.14) khi không có sự thay đổi của các tham số và trọng lượng độc lập:

$$\left[\frac{D}{\delta} - \frac{\partial P_1(D)}{\partial \delta} \right] \Delta \delta + \left[\frac{D}{L} - \frac{\partial P_1(D)}{\partial L} \right] \Delta L + \left[\frac{D}{B} - \frac{\partial P_1(D)}{\partial B} \right] \Delta B + \left[\frac{D}{T} - \frac{\partial P_1(D)}{\partial T} \right] \Delta T = 0$$

Thường 4 số hạng tính đến tải trọng $P_1(D)$ có thể được phép bỏ qua vì chúng có ảnh hưởng không đáng kể đến độ chính xác và với điều kiện không thay đổi tính nổi. Trong trường hợp này phương trình vừa được lập nên sẽ có dạng sau:

$$\frac{D}{\delta} \Delta \delta + \frac{D}{L} \Delta L + \frac{D}{B} \Delta B + \frac{D}{T} \Delta T = 0$$

suy ra

$$\frac{\Delta \delta}{\delta} + \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta T}{T} = 0 \quad (7.38)$$

Biểu thức cuối cùng sẽ cho phép thay đổi ổn định bằng cách thay đổi tổ hợp các kích thước và hệ số béo δ mà chúng vẫn đảm bảo tính nổi.

Dưới đây ta sẽ tiến hành khảo sát các trường hợp riêng.

1. Thay đổi đồng thời B và T. Trong trường hợp này tăng B có thể dẫn tới giảm T. Từ (7.38) khi $\Delta L = 0$ và $\Delta \delta = 0$

$$\Delta T = -\Delta B(T/B)$$

Trong (7.37) lấy $\Delta \alpha = 0$ và $\Delta \delta = 0$. Coi $k_p \approx 1$, $\alpha^2/\delta \approx 1$, $k_c \approx 1$, ta có

$$\Delta B = \frac{\Delta Z_m}{\frac{b_r}{4} - \frac{\alpha}{(\alpha + \delta)b_r}}$$

Nếu $\alpha/(\alpha+\delta) = 0,55$ thì để thay đổi Z_m đi 1 cm cần thay đổi B ($b_T=2$) đi 4 cm, song đối với những tàu có chiều rộng lớn ($b_T=4$) - 1,2 cm.

2. Thay đổi hệ số béo α . Trong (7.37) $\Delta B = 0$; $\Delta \delta = 0$; $\Delta T = 0$. Ta có

$$\Delta Z_m = \left[\frac{k_p}{6} \frac{\alpha}{\delta} \frac{B^2}{T} + \frac{k_c}{4\alpha} T \right] \Delta \alpha = \left[\frac{k_p}{6} \frac{\alpha^2}{\delta} b_T + \frac{k_c}{4b_T} \right] \frac{\Delta \alpha}{\alpha}$$

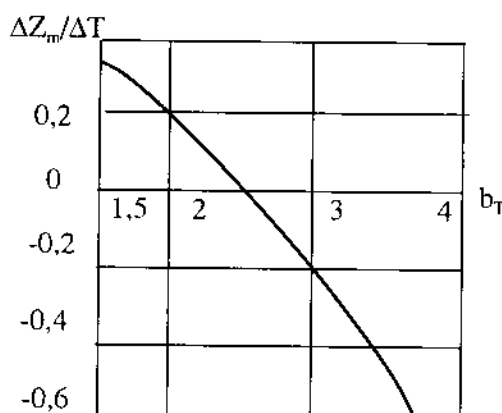
Bằng cách tương tự

$$\Delta Z_m = \left(\frac{b_T}{6} + \frac{1}{4b_T} \right) \frac{\Delta \alpha}{\alpha} B$$

Khi thay đổi Z_m với $Z_g = \text{const}$ ta sẽ có

$$\frac{\Delta h}{B} = \Delta \bar{h} = \left(\frac{b_T}{6} + \frac{1}{4b_T} \right) \frac{\Delta \alpha}{\alpha}$$

Các giá trị biên của $b_T/6 + 1/(4b_T)$ khi $b_T = 2$ sẽ là 0,46; khi $b_T = 4$ sẽ là 0,73.



Hình 7.9. Quan hệ giữa chiều cao tâm nghiêng tương đối với tỷ số B/T

$$\text{Suy ra } \frac{\Delta \alpha}{\alpha} = \frac{\Delta \bar{h}}{\frac{b_T}{6} + \frac{1}{4b_T}} = \frac{\Delta \bar{h}}{0,46 \div 0,73} = (2,17 \div 1,37) \Delta \bar{h}$$

Như vậy để thay đổi h đi 0,01 cần thay đổi $\Delta \alpha/\alpha$ từ $0,014 \div 0,022$.

3. Thay đổi B nhờ L . Từ (7.38) $\Delta L = -\Delta B(L/B)$. Đối với trường hợp này khi $\Delta T = 0$; $\Delta \alpha = 0$ và $\Delta \delta = 0$ (7.37) sẽ được viết lại

$$\Delta Z_m = \Delta(h + Z_g) = \frac{\partial \rho}{\partial B} \Delta B = \frac{k_p}{6} \frac{\alpha^2}{\delta} \frac{B}{T} \Delta B$$

Coi $k_p = 1$; $\alpha^2/\delta = 1$, ta có

$$\Delta(h + Z_g) = \frac{B}{T} \frac{\Delta B}{6}$$

hoặc $\Delta B = (6/b_T)\Delta(h + Z_g)$.

4. Thay đổi T nhờ L. Thay đổi T sẽ được thực hiện bằng cách thay đổi L. Từ phương trình (7.38) $\Delta L = -\Delta T(T/L)$.

Do $\Delta B = 0$; $\Delta \alpha = 0$; $\Delta \delta = 0$ nên (7.37) được viết lại

$$\Delta Z_m = \left(\frac{\partial \rho}{\partial T} + \frac{\partial Z_c}{\partial T} \right) \Delta T = \left[-\frac{k_p}{12} \frac{\alpha^2}{\delta} \left(\frac{B}{T} \right)^2 + k_c \frac{\alpha}{\alpha + \delta} \right] \Delta T$$

khi thay $\alpha/(\alpha + \delta) = 0,55$

$$\frac{\Delta Z_m}{\Delta T} \left(0,55 - \frac{b_T^2}{12} \right)$$

Khi $b_T = 2 + 4$ thì vế phải của biểu thức trên sẽ thay đổi từ - 0,22 đến - 0,78.

5. Thay đổi δ nhờ L. Từ (7.38) $\Delta L = -\Delta \delta(L/\delta)$.

Trong trường hợp này cao độ tâm nghiêng sẽ được xác định như sau:

$$\begin{aligned} \Delta Z_m &= \left(\frac{\partial \rho}{\partial \delta} + \frac{\partial Z_c}{\partial \delta} \right) \Delta \delta = - \left[\frac{k_p}{12} \frac{\alpha^2}{\delta} \frac{B^2}{T} + \frac{k_c}{4} \frac{T}{\delta} \right] \Delta \delta = \\ &= - \left[\frac{k_p}{12} \frac{\alpha^2}{\delta} b_T + \frac{k_c}{4b_T} \right] \frac{\Delta \delta}{\delta} B \end{aligned}$$

Làm đơn giản hoá phương trình bằng cách tương tự như trước ta nhận được

$$\Delta Z_m \approx - \left(\frac{b_T}{12} + \frac{1}{4b_T} \right) \frac{\Delta \delta}{\delta} B$$

Khi $b_T = 2$

$$\left(\frac{b_T}{12} + \frac{1}{4b_T} \right) = 0,29$$

Khi $b_T = 4$

$$\left(\frac{b_T}{12} + \frac{1}{4b_T} \right) = 0,40$$

Nếu sự thay đổi Z_m diễn ra chỉ nhờ thay đổi chiều cao tâm nghiêng tuyệt đối h, thì để tăng h lên một lượng 0,01 ($\Delta h = 0,01$) đòi hỏi phải giảm $\Delta \delta/\delta$ đi một lượng 0,025 ÷ 0,035, có nghĩa tăng δ sẽ có ảnh hưởng xấu đến ổn định của tàu.

7.7. ĐẢM BẢO ỔN ĐỊNH KHI NGHIÊNG GÓC LỚN

Đối với những tàu có chiều dài < 80 m với chiều rộng $B = (10 \div 12)$ m có khả năng gặp phải nguy hiểm khi chịu tác dụng của gió từ phía mạn và chúng có thể bị lật (mất ổn định) dưới tác dụng của sóng và gió.

Ở những tàu với chiều cao mạn khô không được lựa chọn theo Quy phạm hoặc theo Công ước Quốc tế thường có độ dự trữ lực nổi khá lớn (tàu chiến và một số tàu có công dụng khác). Vì vậy các tàu này có khả năng bơi lội trong mọi tình trạng thời tiết.

Như vậy đối với những tàu có kích thước nhỏ buộc phải tính toán kiểm tra ổn định góc lớn sau khi xác định các kích thước chủ yếu.

Tiêu chuẩn đánh giá ổn định khi nghiêng góc lớn cho các tàu cỡ nhỏ đã được nêu cụ thể trong các Quy phạm phân cấp và đóng tàu biển của các tổ chức Đăng kiểm thế giới.

Đối với các tàu vận tải dân dụng cần tiến hành kiểm tra ổn định góc lớn ứng với các trạng thái tải trọng sau đây: tàu đầy hàng với 100% dự trữ; tàu đầy hàng với 10% dự trữ; tàu không hàng với 100% dự trữ; tàu không hàng với 10% dự trữ.

Đối với các tàu chở khách, chở gỗ, tàu công nghiệp hải sản số các trạng thái tải trọng tính toán kiểm tra ổn định cần được tăng cho phù hợp với đặc tính khai thác của chúng.

Khi tính toán kiểm tra ổn định nghiêng góc lớn cho một tàu bất kỳ tùy theo điều kiện bố trí hệ thống các kết và khoang chứa hàng lỏng dưới các dạng khác nhau Đăng kiểm sẽ yêu cầu người thiết kế tiến hành tính toán ảnh hưởng của mặt thoáng hàng lỏng và hàng rời đến ổn định.

Đối với tàu kéo cần tính toán bổ sung ổn định cho trường hợp "giật" của cáp kéo tàu.

Việc tính toán kiểm tra ổn định khi nghiêng góc lớn sẽ được tiến hành dưới dạng đồ thị. Phương pháp này đã được các thế hệ của những nhà nghiên cứu thiết kế tàu không ngừng hoàn thiện. Có thể kể ra ở đây tên tuổi của một số các tác giả đã có nhiều cống hiến cho vấn đề quan trọng này, đó là V. L. Po-zu-nin, G. E. Pav-len-co, V. G. Vla-xov, A. B. Zna-men-xki, N. A. Za-bót-kin, X. N. Bla-gô-ve-sen-xki, V. V. Xe-me-nov - Chian- san-xki, A. B. Xa-makh-va-lov, IU. N. Xe-me-nov.

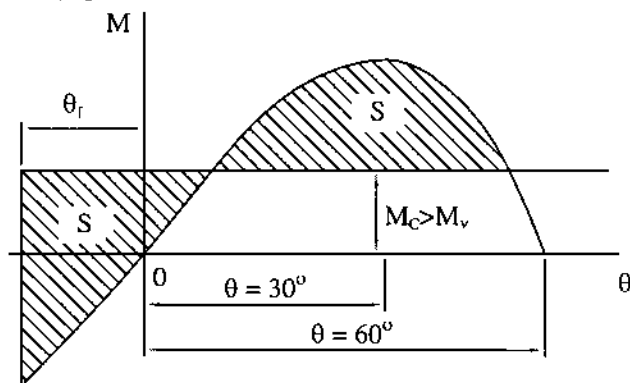
Đồ thị ổn định (Đồ thị Rid) được xây dựng có tính đến ảnh hưởng của chòng chành (hình 7.10)

Để xây dựng đồ thị ổn định tính giá trị cánh tay đòn ổn định cực đại $l_{\max}$ cần lớn hơn giá trị chỉ ra dưới đây:

$l_{\max}$, m	0,25	$(41 - 0,2L)/100$	0,20
L, m	80	$80 \div 105$	105

Cánh tay đòn cực đại cần đạt được ứng với góc nghiêng lớn hơn hoặc bằng 30° . Góc kết thúc cần lớn hơn 60° . Khi đó tiêu chuẩn ổn định thời tiết sẽ là $K = (M_c/M_v) \geq 1$. Trong đó M_c -

mô men cực đại khi nghiêng động có tính đến chòng chành mạn (Mô men hồi phục); M_v - mô men nghiêng do gió tác dụng.



Hình 7.10. Đồ thị tính toán kiểm tra ổn định góc lớn theo yêu cầu của Đăng kiểm Việt Nam

Chòng chành sẽ làm tăng nguy hiểm cho tàu về phương diện ổn định.

Mô men nghiêng do gió tác dụng được xác định theo công thức

$$M_v = p_v \cdot A_v \cdot Z_v$$

Đối với các tàu có vùng bơi lội không hạn chế có thể lấy áp lực gió tính toán theo công thức sau:

$$p_v = 0,77 Z_v^{1/4}, \text{ T/m}^2$$

hoặc

$$p_v = 7,56 Z_v^{1/4}, \text{ kN/m}^2$$

Đối với các tàu có vùng bơi lội hạn chế Đăng kiểm có thể cho phép giảm cường độ của áp lực gió tính toán.

Biên độ chòng chành mạn của các tàu có dạng hông lượn tròn không có vây giảm lắc hoặc không có ki dạng hộp được xác định theo công thức: $\theta = X_1 X_2 Y$, trong đó: X_1 - được xác định phụ thuộc vào độ lớn của tỷ số B/T ; X_2 - được xác định phụ thuộc vào hệ số béo δ ; Y - được xác định theo $\sqrt{h/B}$.

Đối với các tàu có chiều rộng > 12 m với chiều cao mạn khô thỏa mãn yêu cầu của Quy phạm có độ dự trữ lực nổi lớn thì việc tính toán ổn định khi nghiêng góc lớn sẽ khẳng định các kích thước đã được lựa chọn trên cơ sở chiều cao tâm nghiêng ban đầu có phù hợp hay không.

Mặc dầu vậy thực tế đối với tất cả các tàu dân dụng đều bắt buộc phải tính toán kiểm tra ổn định nghiêng góc lớn theo yêu cầu của Quy phạm nhưng đại đa số các trường hợp đều mang tính hình thức, bởi vì đối với chúng tiêu chuẩn thời tiết lớn hơn 1 khá nhiều. Điều này được khẳng định bởi các số liệu thống kê của IMO. Có thể nhận thấy rằng số trường hợp bị mất ổn định được giảm đi một cách đáng kể khi tăng các kích thước chủ yếu của tàu.

Chỉ đối với các tàu cỡ nhỏ mà trong số đó chủ yếu là các tàu đánh bắt hải sản việc tính toán có thể cho kết quả không khẳng định được sự phù hợp của các kích thước đã được thừa nhận ban đầu trong trường hợp nếu không tính đến các số liệu về chiều cao mạn khô, chiều cao kiến trúc thượng tầng và lầu, chiều cao tâm nghiêng của các tàu mẫu gần giống với tàu thiết kế.

Trong các trường hợp này khi cần xây dựng đồ thị ổn định Rid trước khi xây dựng bản vẽ đường hình dáng lý thuyết ta nên sử dụng công thức của IU. N. Xe-me-nov để tính toán gần đúng giá trị cánh tay đòn ổn định:

$$l = y_{\theta} \cos \theta - a_1 y_{90} (\ln \cos \theta) \sin \theta + k_1 c y_{90} a_2 \sin \theta - (Z_g - Z_c) \sin \theta$$

trong đó: y_{θ} – tung độ tâm nổi;

y_{90} – tung độ tâm nổi ứng với góc nghiêng 90^0 ;

k_1 – hệ số phụ thuộc vào tỷ số $b_H = B/H$;

$a_1 = 1,25$;

c- hệ số phụ thuộc vào θ ; $a_2 = 0,465$.

Hệ số $k_1 = (160,08)b_H^{1/2}$.

Khi $20^0 \leq \theta \leq 60^0$ hệ số $c = 0,333 + 2,17 \theta (\theta - 0,75)$;

Khi $60^0 \leq \theta < 90^0$ hệ số $c = 14,08 - 13,36 \theta (2 - \theta)$.

Chương 8

DỰ TRỮ LỰC NỔI VÀ CHIỀU CAO MẠN KHÔ ĐẢM BẢO TÍNH CHỐNG CHÌM

8.1. ĐẶT BÀI TOÁN

Trong quá trình thiết kế tàu cần xác định các kích thước chủ yếu và hệ số béo đặc trưng cho hình dáng của tàu sao cho đảm bảo được sức chở hàng cần thiết (dung tích chở hàng), tốc độ, tính ổn định cũng như độ dự trữ lực nổi và mức độ chống chìm cần thiết. Chiều cao mạn khô đóng vai trò đặc biệt quan trọng trong việc đảm bảo các yêu cầu nêu trên cho tàu. Nó không chỉ đảm bảo dự trữ lực nổi và chống chìm mà còn là yếu tố đảm bảo cho nước không tràn lên boong, hắt lên boong hở, lầu lái và đảm bảo an toàn cho thủy thủ đoàn.

Tính chống chìm của tàu ứng với chiều cao mạn khô tối thiểu đã cho phụ thuộc vào việc bố trí các vách ngăn kín nước trong thân tàu.

8.2. DỰ TRỮ LỰC NỔI

Dự trữ lực nổi được đảm bảo bởi phần không gian kín nước của thân chính kể từ đường nước thiết kế lên đến mép boong kín nước ứng với trạng thái tải trọng đã cho trước.

Như vậy theo (5.13)

$$W_{B12} = S (H - T) (1 + k_B)$$

trong đó: k_B - hệ số để ý đến độ ngả mạn, độ cong dọc và cong ngang boong.

Chiều cao mạn khô tối thiểu $F_{min} = H - T$, còn diện tích đường nước thiết kế $S = \alpha LB$, do vậy:

$$W_{B12} = \alpha LB F_{min} (1 + k_B)$$

dự trữ lực nổi tương ứng

$$\frac{W_{B12}}{V} = \frac{\alpha LB F_{min} (1 + k_B)}{\delta LBT} = \frac{\alpha}{\delta} (1 + k_B) \frac{F_{min}}{T} \quad (8.1)$$

Nếu thừa nhận $\alpha \approx \delta^{1/2}$ ta có

$$\frac{W_{B12}}{V} = \frac{(1 + k_B) F_{min}}{\delta^{1/2} T} \quad (8.2)$$

Theo công thức này giá trị W_{B12}/V sẽ đạt giá trị lớn nhất khi có hệ số k_B lớn nhất và hệ số béo δ tối thiểu. Điều này phù hợp với các tàu chạy nhanh có mạn ngả nhiều ra phía ngoài và

có kiến trúc thượng tầng kéo dài, ví dụ như tàu chở khách chuyên tuyến. Trong trường hợp này $W_{B12}/V = 1,90 F_{min}/T$ (khi $\delta = 0,45$; $k_B = 0,28$).

Giá trị W_{B12}/V sẽ đạt tối thiểu trong trường hợp ngược lại, tức là tương ứng với các tàu chạy chậm có độ ngả mạn ít, thượng tầng hạn chế, không có độ cong dọc boong. Khi lấy $\delta = 0,85$; $k_B = 0$ thì $W_{B12}/V = 1,09 F_{min}/T$. Như vậy có thể cho rằng $W_{B12}/V = (1 \div 2) F_{min}/T$.

Ta có thể thiết lập được mối quan hệ giữa chiều cao mạn khô tương đối với lực nổi tương đối:

$$\frac{F_{min}}{T} = \frac{\delta}{\alpha} \frac{1}{1+k_B} \frac{W_{B12}}{V} = \frac{\delta^{1/2}}{1+k_B} \frac{W_{B12}}{V}$$

8.3. ẢNH HƯỞNG CỦA CHIỀU CAO MẠN KHÔ ĐẾN TÍNH HÀNH HẢI CỦA TÀU

Cùng với chiều cao tâm nghiêng ban đầu, chiều cao mạn khô cũng tham gia tích cực vào việc đảm bảo ổn định cho tàu khi nghiêng góc lớn. Sự tăng dần chiều cao mạn khô từ giữa về hai phía mũi và đuôi tàu sẽ có ảnh hưởng tốt đến tính chống chìm, giảm hiện tượng tràn nước và hắt nước lên boong khi tàu vận hành trong điều kiện có sóng. Khả năng chống tràn và hắt nước của tàu phụ thuộc nhiều vào chiều cao mạn khô tại sống mũi và tại vùng 1/4 chiều dài tàu kể từ đường vuông góc mũi. Bởi vậy khi thiết kế cần đặc biệt chú ý đến các đại lượng sau:

- Chiều cao mạn khô tối thiểu F_{min} ;
- Chiều cao mạn khô phía mũi tàu F_m .

Chiều cao mạn khô cần đủ để đảm bảo hàng loạt các yêu cầu về chất lượng hành hải, đảm bảo an toàn cho người làm việc trên boong hở hoặc đi lại trên khu vực ấy.

Chiều cao mạn khô tối thiểu cần được lựa chọn phụ thuộc vào vùng bơi lội của tàu vì xác suất tác dụng của gió và sóng tại các vùng bơi lội khác nhau là không như nhau.

Khi xác định chiều cao mạn khô cho tàu thiết kế ngoài việc để ý đến các yêu cầu nêu trên cần tuân thủ các yêu cầu cụ thể của Quy phạm mạn khô và các quy định của Công ước Quốc tế về dấu hiệu đường nước chở hàng (LOAD LINE 66) [29].

8.4. CHIỀU CAO MẠN KHÔ CƠ SỞ. ĐỘ CONG DỌC BOONG TIÊU CHUẨN. DỰ TRỮ LỰC NỔI TƯƠNG ỨNG

Mạn khô cơ sở của tàu là chiều cao mạn khô tối thiểu được đo tại giữa chiều dài tính toán của tàu L . Chiều dài tính toán L được đo tại mức đường nước bằng 85% chiều cao mạn ($T = 0,85 H$); hoặc bằng 96% chiều dài được đo theo đường nước ấy, hoặc bằng chiều dài giữa hai đường vuông góc (tính từ mép trước của sống mũi đến tâm trục lái).

Theo Quy phạm mạn khô và theo Công ước quốc tế LOAD LINE 66 chiều cao mạn khô cơ sở được xây dựng cho các tàu có hệ số béo $\delta = 0,68$; $L/H = 15$.

Theo Quy phạm mạn khô, tàu biển được chia làm hai loại: A - các tàu chở hàng lỏng có lỗ khoét không lớn ở trên boong; B - tất cả các tàu còn lại, có nghĩa là những tàu có lỗ khoét lớn ở trên boong.

Xác suất ngập các khoang, buồng bên trong tàu và do đó làm tổn thất dự trữ lực nổi đối với các tàu thuộc nhóm B lớn hơn các tàu thuộc nhóm A. Có thể cho rằng, mức độ tin cậy của việc đảm bảo dự trữ lực nổi phụ thuộc vào kiểu lỗ khoét và phương pháp đóng kín chúng.

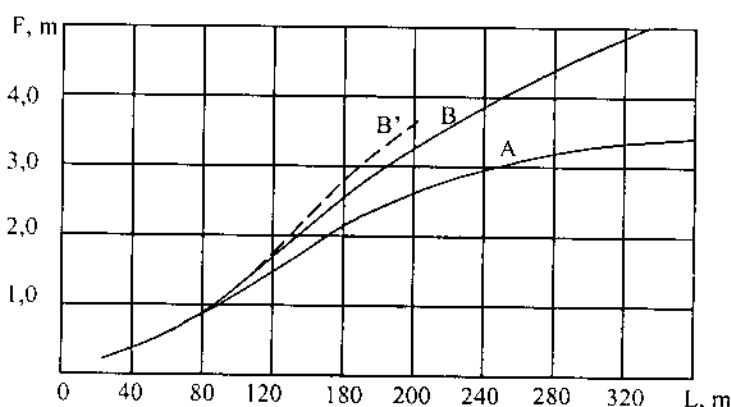
Vào thời kỳ sau chiến tranh ngành đóng tàu thế giới đã chú tâm nghiên cứu nhằm hoàn thiện phương pháp đóng kín các loại lỗ khoét cho các tàu thuộc nhóm B và coi đó như là một trong những phương pháp nâng cao độ tin cậy đã được nêu ở trên.

Độ lớn của mạn khô cơ sở tối thiểu được chỉ ra trong các bảng của Quy phạm mạn khô cho tàu đi biển được áp dụng cho các tàu nhóm B có “các lỗ khoét được đóng kín nhờ các loại nắp bằng thép hoặc bằng các vật liệu khác tương đương có kết cấu kín nước bằng gioăng và thiết bị để cố định chúng”.

Đối với các tàu thuộc nhóm B có các “lỗ khoét được đóng bởi nắp tháo được mà việc đảm bảo tính chống thấm nước dưới tác dụng của môi trường biển sẽ được đảm bảo bởi các tấm chống thấm (vải bạt chống thấm nước) và các thiết bị để cố định chúng”, có nghĩa là đối với những tàu có kiểu đóng kín lỗ khoét theo phương pháp cũ, thì giá trị mạn khô cơ sở sẽ được tăng lên trong giới hạn từ 50 đến 358 mm.

Như vậy, việc làm yếu đi khả năng chống thấm nước cho các boong hở và làm giảm đi độ tin cậy về việc đảm bảo dự trữ lực nổi sẽ được bù đắp bởi việc tăng chiều cao mạn khô.

Giá trị mạn khô tối thiểu được cho trong bảng tương ứng với điều kiện bơi lội mùa hè và là hàm của chiều dài tàu L . Các đường cong mạn khô cơ sở tối thiểu được thể hiện trên hình 8.1.



Hình 8.1. Đường cong mạn khô cơ sở

A, B - các kiểu tàu; B' - tàu thuộc nhóm B

A.V. Xa-mokh-van đã xây dựng thành công các biểu thức giải tích gần đúng để xác định chiều cao mạn khô tối thiểu cho tàu thuộc nhóm B như sau:

- Cho tất cả phạm vi thay đổi của chiều dài tàu L:

$$F_{\min} = 0,107.10^{-8} L^4 - 0,924.10^{-6} L^3 + 2,46.10^{-4} L^2 - 0,52.10^{-2} L + 0,16;$$

- Cho $60 \text{ m} < L < 230 \text{ m}$

$$F_{\min} = 1,97.10^{-2} L - 0,69$$

- Cho $230 \text{ m} < L < 365 \text{ m}$

$$F_{\min} = 1,20.10^{-2} L + 1,00$$

Đối với các bảng đã chỉ ra

$$\frac{L}{H} = \frac{L}{F_{\min} + T} = 15$$

suy ra

$$T = (L/15) - F_{\min} \quad (8.3)$$

Như vậy, các bảng chiều cao mạn khô sẽ được xây dựng như thế nào đó để chiều cao mạn khô sẽ là hàm của chiều chìm T và nhờ đó nó sẽ cho phép xác định được giá trị dự trữ lực nổi (chưa tính đến độ cong dọc, cong ngang boong và độ ngả mạn), có nghĩa là khi $k_B = 0$ theo công thức (8.2) và khi T tính theo công thức (8.3):

$$\frac{W_{B12}}{V} = \frac{\alpha F_{\min}}{\delta T} \approx \frac{1}{\delta^{1/2}} \frac{F_{\min}}{T} = \frac{1}{0,68^{1/2}} \frac{1}{(L/15F_{\min}) - 1} = \frac{1,21}{(L/15F_{\min}) - 1} \quad (8.4)$$

Trong Quy phạm này đã đặt ra các yêu cầu để xây dựng đường cong dọc boong. Việc thiếu độ cong dọc sẽ được bù đắp bởi việc nâng cao chiều cao mạn khô tối thiểu. Theo Quy phạm, hệ số k_B trong công thức (8.2) sẽ tính đến thể tích được tạo nên bởi độ cong dọc boong. Hình dáng của hình chiếu mép mạn lên mặt phẳng đối xứng sẽ cho ta đường cong pa-ra-bol bậc hai với tung độ bằng 0 tại giữa chiều dài tàu (hình 8.2).

Tung độ của pa-ra-bol (m):

$$Z_m = 0,2 \left(\frac{x}{L} \right)^2 \left(\frac{L}{3} + 10 \right) \quad (8.5)$$

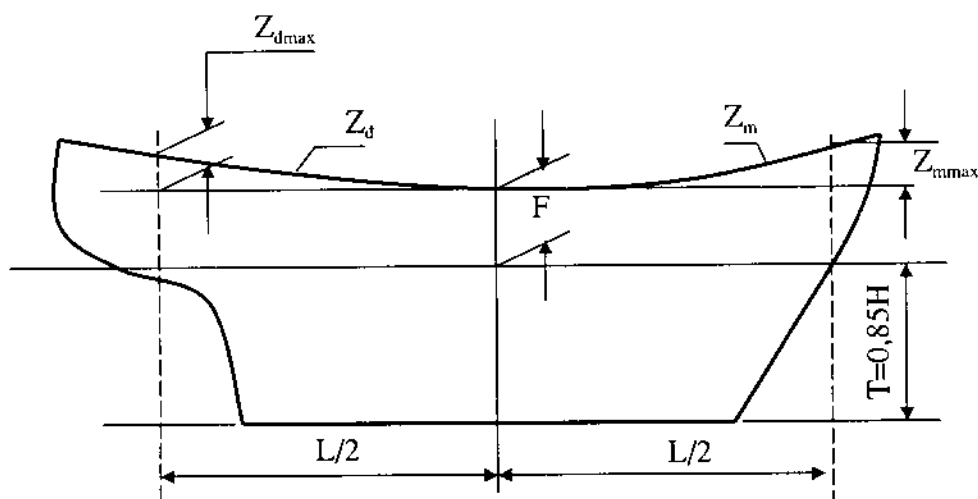
$$Z_d = 0,1 \left(\frac{x}{L} \right)^2 \left(\frac{L}{3} + 10 \right) \quad (8.6)$$

Như vậy, tung độ biên cực đại tại mũi sẽ là

$$|Z_m|_{\max} = 0,05 \left(\frac{L}{3} + 10 \right)$$

tại mũi đuôi

$$|Z_d|_{\max} = 0,025 \left(\frac{L}{3} + 10 \right)$$



Hình 8.2. Độ cong dọc boong tiêu chuẩn theo Quy phạm

Thể tích được tạo nên bởi độ cong dọc boong tính cho nửa trước sẽ là

$$V_{dbm} = \int_{x=0}^{x=L/2} Z_m 2y dx$$

trong đó: y – tung độ đường nước ứng với cao độ $(T + F_{min})$.

Coi đường cong dọc có dạng pa-ra-bôl, mạn thẳng

$$y = \frac{B}{2} \left[1 - \left(2 \frac{x}{L} \right)^n \right] = \frac{B}{2} \left[1 - \left(2 \frac{x}{L} \right)^{\alpha/(1-\alpha)} \right]$$

$$V_{dbm} = \int 0,2B \left(\frac{L}{3} + 10 \right) \left(\frac{x}{L} \right)^2 \left[1 - \left(2 \frac{x}{L} \right)^n \right] dx = \frac{0,2}{24} LB \left(\frac{L}{3} + 10 \right) \frac{\alpha}{3 - 2\alpha}$$

Khi lấy $\alpha \approx \delta^{1/2}$ với $\delta = 0,68$ ta có

$$V_{dbm} = 0,00508 LB [(L/3) + 10]$$

Thể tích được tạo nên bởi độ cong dọc boong tính cho nửa sau được coi bằng $0,5 V_{dbm}$. Vì vậy độ dự trữ lực nổi do độ cong dọc boong tạo nên sẽ là

$$V_{db} = 1,5 V_{dbm} = 0,0076 LB [(L/3) + 10]$$

và dự trữ tương đối về lực nổi do độ cong dọc boong tạo nên khi $\delta = 0,68$ sẽ là

$$\frac{V_{db}}{V} = 0,0076 \frac{LB \left(\frac{L}{3} + 10 \right)}{\delta L B T} = 0,0112 \frac{1/3 + 10/L}{1/15 - F_{min}/L} \quad (8.7)$$

Trong trường hợp độ cong dọc không được thiết kế theo Quy phạm cần phải tăng chiều

cao mạn khô lên một lượng $\Delta F_{db} = 0,75 Z_{tb}$, trong đó Z_{tb} - giá trị trung bình của độ cong dọc và được xác định theo biểu thức:

$$Z_{tb} = \frac{\int_{x=0}^{x=L/2} Z_m dx + \int_{x=0}^{x=L/2} Z_t dx}{L} = 1,5 \frac{\int_{x=0}^{x=L/2} Z_m dx}{L}$$

Chú ý đến (8.5) và (8.6)

$$Z_{tb} = 1,5 \frac{0,2 \left(\frac{L}{3} + 10 \right) \int_{x=0}^{x=L/2} (x/L)^2 dx}{L} = \frac{0,3}{3,8} \left(\frac{L}{3} + 10 \right) =$$

$$0,0125 \left(\frac{L}{3} + 10 \right)$$

$$\Delta F_{db} = 0,75 Z_{tb} = 0,00937 [(L/3) + 10].$$

Lực nổi tương đối của phần thể tích được bổ sung bởi ΔF_{db} khi $\delta = 0,68$ và $\alpha \approx \delta^{1/2}$ có tính đến (8.3)

$$\frac{\Delta W}{V} = \frac{\alpha L B \Delta F_{db}}{\delta L B T} = 0,0114 \frac{1/3 + 10/L}{1/15 - (F_{min}/L)} \quad (8.8)$$

Từ công thức (8.7) và (8.8) ta nhận thấy rằng, tàu có độ cong dọc tiêu chuẩn và không có độ cong dọc tiêu chuẩn thực chất có độ dự trữ lực nổi gần như nhau nếu cuối cùng chiều cao mạn khô đều thoả mãn yêu cầu của Quy phạm mạn khô. Điều nhận xét này có ý nghĩa thực tế đặc biệt quan trọng bởi vì trong những năm gần đây nhiều tàu có kích thước đặc biệt lớn đều không có độ cong dọc boong.

Cần nhận thấy rằng, đối với các tàu có kích thước bé ($L < 100$ m) không nên chọn chiều cao mạn khô theo Quy phạm mạn khô và cũng không nên thiết kế độ cong dọc boong tiêu chuẩn. Để có được giá trị chiều cao mạn khô hợp lý mà chúng được chọn theo bảng trong Quy phạm mạn khô cho những tàu như vậy thì tàu cần có thượng tầng với chiều dài $l_u \geq 0,35 L$. Khi không có thượng tầng thoả mãn yêu cầu trên thì chiều cao mạn khô được chọn theo bảng cần được bổ sung thêm một lượng

$$\Delta F_L = 2,625 \cdot 10^{-3} (100 - L)$$

Đối với các tàu có kết cấu boong phẳng khi $L = 24$ m thì $\Delta F_L = 0,2$.

Từ những điều đã được nêu trên đây ta nhận thấy rằng, đối với các tàu có chiều dài $L = (100 \div 365)$ m dự trữ tương đối về lực nổi sẽ là (có để ý đến các công thức (8.4), (8.7) và (8.8) với hệ số được lấy theo giá trị trung bình)

$$\frac{W_B}{V} = \frac{W_{B12}}{V} + \frac{\Delta W}{V} = \frac{1,21}{(L/15 F_{min}) - 1} + 0,0113 \frac{1/3 + 10/L}{1/15 - (F_{min}/L)} \quad (8.9)$$

Số hạng thứ nhất trong công thức (8.9) cho phép xác định giá trị dự trữ lực nổi tương đối cho các tàu nhóm A và B.

Dự trữ chung về lực nổi tương đối đối với các tàu nhóm A nằm trong khoảng từ $(27 \div 38)\%$, còn đối với các tàu nhóm B - $(35 \div 48)\%$.

8.5. ĐIỀU CHỈNH CHIỀU CAO MẠN KHÔ. DUY TRÌ ĐỘ DỰ TRỮ LỰC NỔI. CHIỀU CAO MẠN KHÔ BỊ GIẢM VÀ CHIỀU CAO MẠN KHÔ DƯ

Như đã chỉ ra ở trên, các bảng chiều cao mạn khô cơ sở được lập nên cho tàu có hệ số béo chung $\delta = 0,68$ và $L/H = 15$. Trong thực tế tàu được thiết kế sẽ ít khi có sự trùng hợp về hệ số δ và L/H với trường hợp nêu trên. Vì vậy, để đảm bảo độ dự trữ lực nổi cần thiết cho tàu thiết kế ta cần tiến hành điều chỉnh chiều cao mạn khô tối thiểu được cho trong bảng. Các bước điều chỉnh được tiến hành như sau:

1. Khi $\delta > 0,68$ thì chiều cao mạn khô trong bảng sẽ được bổ sung thêm một lượng

$$\Delta F_{\delta} = \frac{\delta_1 - 0,68}{1,36} F_{\min} = \frac{1}{2} \frac{\Delta \delta}{\delta} F_{\min} \quad (8.10)$$

Chúng ta hãy khảo sát sự thay đổi độ dự trữ lực nổi tương đối do thay đổi δ và L/H nhờ sử dụng công thức (8.2) ứng với $k_B = 0$.

2. Nếu $(L/H) < 15$ thì chiều cao mạn khô ở bảng được tăng thêm một lượng

$$\Delta F_{L/H} = k_H [H - (L/15)] \quad (8.11)$$

$$\begin{aligned} \Delta \left(\frac{W_{B12}}{V} \right) &= \frac{\partial (W_{B12} / V)}{\partial \delta} \Delta \delta + \frac{\partial (W_{B12} / V)}{\partial F_{\min}} \Delta F_{\min} = \\ &= - \frac{\Delta \delta}{2\delta^{3/2}} \frac{F_{\min}}{T} + \frac{1}{\delta^{1/2}} \frac{\Delta F_{\min}}{T} \end{aligned} \quad (8.12)$$

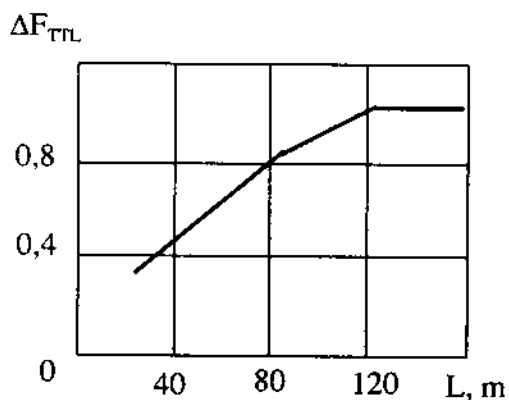
trong đó: $k_H = (L/48) \cdot 10^{-3}$ khi $24 < L < 120$ m ; $k_H = 0,25$ khi $L / 120$ m.

3. Khi có kiến trúc thượng tầng cần giảm chiều cao mạn khô tối thiểu trong bảng vì chính kiến trúc này sẽ làm tăng dự trữ lực nổi cho tàu.

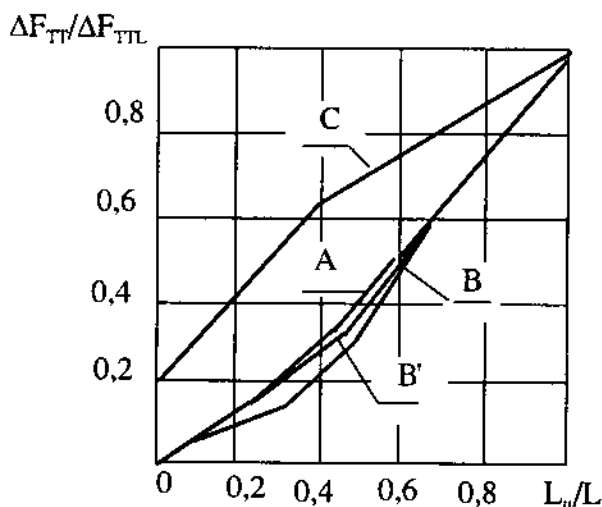
Nếu chiều dài thượng tầng $l_u = L$ thì giá trị mạn khô ở bảng cần giảm đi một lượng tương ứng với giá trị nhận được theo đồ thị hình 8.3.

Nếu $L_u < L$ thì giảm đi một lượng tương ứng được xác định theo đồ thị hình 8.4.

Nếu trên boong tàu có bố trí hàng gỗ được liên kết chặt mà chiều cao của nó bằng chiều cao thượng tầng và hàng này chiếm toàn bộ không gian giữa chúng thì dự trữ lực nổi sẽ tăng. Trong trường hợp này chiều cao mạn khô trong bảng cần giảm một lượng thoả đáng tùy theo từng trường hợp cụ thể. Tàu được dùng để chở gỗ trên boong sẽ có dấu hiệu chở hàng bổ sung.



Hình 8.3. Hiệu chỉnh chiều cao mạn khô cơ sở khi chiều dài tổng cộng của thượng tầng bằng chiều dài tàu



Hình 8.4. Xác định lượng hiệu chỉnh chiều cao mạn khô khi chiều dài thượng tầng nhỏ hơn chiều dài tàu: A - Tàu dầu; B - Tàu hàng khô có thượng tầng mũi và không có thượng tầng giữa riêng biệt; B' - Có thượng tầng giữa riêng biệt; C - Tàu chở gỗ.

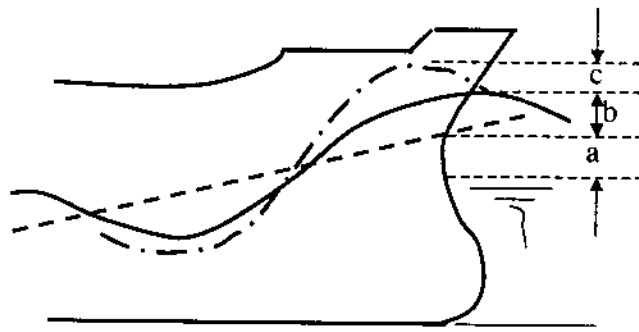
8.6. MẠN KHÔ VÙNG MÚT MŨI TÀU

Các nhà thiết kế tàu thủy luôn luôn quan tâm đến việc xác định chiều cao mạn khô vùng mũi tàu. Khả năng chống tràn và hắt nước lên boong khi tàu vận hành trên sóng là yếu tố quan trọng được dùng để xác định chiều cao mạn khô vùng mũi tàu.

Mức độ tràn và ngập nước lên boong phần mũi tàu trong điều kiện tàu gặp bão phụ thuộc rất nhiều vào hình dáng và kích thước vùng mũi tàu. Hiệu quả lớn nhất về chống tràn và hắt nước lên boong khi tàu bị chúi mũi trong thời gian chòng chành sóng chính, khi gặp sóng biển và sóng tàu với chiều cao sóng cực đại (hình 8.5) là chiều cao mạn khô đủ lớn vùng mút mũi (đo tại đường vuông góc sóng). Với sự tăng của tốc độ tàu đỉnh sóng tàu sẽ dịch chuyển theo hướng giữa chiều dài tàu. Bởi vậy sự tràn và hắt nước lên boong tàu không chỉ xảy ra ở vùng mút mũi mà ngay cả vùng đuôi. Hướng hành trình của tàu đối với phương truyền sóng và tác dụng của gió ảnh hưởng đến mức độ tràn và hắt nước.

Để hạn chế khả năng hắt nước lên kiến trúc vùng mũi đường nước vùng này cần thiết kể dạng “sắc nhọn”.

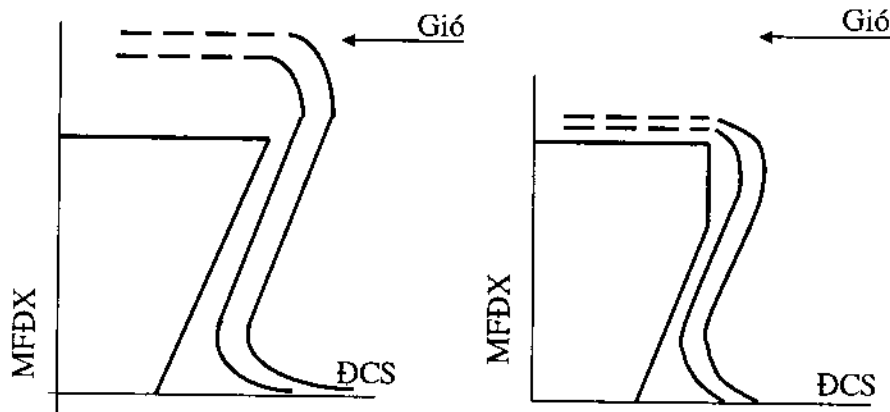
Nhằm mục đích giảm hắt nước lên boong kỹ sư đóng tàu N. X. A-ban-kin đề nghị thiết kế đường nước phía mũi nằm trên đường nước chở hàng với góc vào nước không đổi. Nếu duy trì độ ngả mạn không đổi thì sóng mũi sẽ có dạng mũi thuyền buồm.



Hình 8.5. Trạng thái vùng mũi khi tàu vận hành trên sóng.

a - do chúi; b - do sóng biển; c - do sóng tàu.

Dạng sườn gãy góc tại boong trên là đặc điểm hình dáng phần mạn khô vùng mũi của tàu chạy nhanh (hình 8.6).



Hình 8.6. Hình dáng sườn vùng mũi phần mạn khô.

a- sườn không gãy góc; b- sườn gãy góc.

Tàu chạy càng nhanh việc lựa chọn hợp lý hình dáng và chiều cao mạn khô vùng mũi càng có ý nghĩa đặc biệt quan trọng.

Công ước Quốc tế LOAD LINE 66 và Quy phạm mạn khô tàu biển không bắt buộc tính toán chiều cao mạn khô theo tốc độ nhưng lại chỉ ra rằng, chiều cao tối thiểu của mạn khô đo tại sóng mũi đối với các tàu có chiều dài $L < 250$ m

$$F_{\text{mũi}} = 0,056L \left(1 - \frac{L}{500} \right) \frac{1,36}{\delta + 0,68}$$

khi $L > 250$ m

$$F_{\text{mũi}} = 7 \frac{1,36}{\delta + 0,68}$$

Chương 9

ĐẢM BẢO TÍNH DI ĐỘNG TRONG THIẾT KẾ

9.1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Để đảm bảo tốc độ đã cho trong nhiệm vụ thư thiết kế cần thiết phải tính sức cản của tàu, hoạt động của thiết bị đẩy tàu và cuối cùng là tương tác của hệ thống "thân tàu - động cơ - thiết bị đẩy".

Sức cản của tàu phụ thuộc vào kích thước, hệ số béo và một số đặc trưng hình dáng khác của nó. Sức cản cùng với các đặc trưng của thiết bị đẩy và tốc độ vận hành sẽ cho phép xác định công suất của thiết bị năng lượng. Không biết được công suất của thiết bị năng lượng sẽ không thể xác định được ngay chính kích thước của tàu mặc dù ngay ở giai đoạn thiết kế ban đầu. Để lựa chọn hợp lý tổ hợp thiết bị năng lượng trên tàu buộc các nhà nghiên cứu thiết kế tàu phải quan tâm sâu sắc đến việc xây dựng các mối quan hệ giữa công suất của thiết bị năng lượng với tốc độ tàu và lượng chiếm nước của nó. Rõ ràng rằng, việc tính toán chính xác công suất của thiết bị năng lượng chỉ được thực hiện sau khi đã tìm ra lượng chiếm nước và hàng loạt các đặc trưng khác của tàu. Công suất và tốc độ tàu thiết kế sẽ được xác định chính xác lần cuối cùng khi đã tiến hành thử đường dài hoặc thử mô hình trong bể thử.

9.2. CƠ SỞ TÍNH TOÁN CÔNG SUẤT YÊU CẦU CỦA THIẾT BỊ NĂNG LƯỢNG

Sức cản của nước và không khí đối với chuyển động của tàu sẽ được khắc phục nhờ công của thiết bị năng lượng mà mức độ sử dụng công suất của nó sẽ phụ thuộc vào hàng loạt các yếu tố.

Độ lớn của công suất động cơ cần thiết để duy trì tốc độ đã cho khi thử hoặc khi khai thác sẽ được xác định bởi sức cản. Sức cản phụ thuộc vào các đặc trưng hình học của tàu, vào trạng thái bề mặt ngâm nước của thân tàu, vào nhiệt độ và độ mặn của nước, vào độ sâu của luồng, vào kiểu và đặc trưng của thiết bị đẩy và cuối cùng vào đặc trưng truyền công suất từ động cơ chính đến thiết bị đẩy.

Sức cản chuyển động của tàu "trần" trên nước tĩnh được coi là cơ sở để tính toán sức cản tàu. Sức cản tàu "trần" được tính theo công thức sau:

$$R_{tr} = R_{ms} + R_{hd} + R_s, \quad (9.1)$$

trong đó: R_{ms} , R_{hd} , R_s - tương ứng là sức cản ma sát, sức cản hình dáng và sức cản sóng.

Các thành phần sức cản ma sát và sức cản hình dáng được xác định bởi độ nhớt của nước và chúng thường được gộp lại thành sức cản nhớt

$$R_{nh} = R_{ms} + R_{hd}$$

Căn cứ vào các kết quả thử mô hình trong bể thử và các số liệu tích lũy được từ việc thử tàu thật đã cho phép chúng ta xác định được sức cản dư

$$R_d = R_s + R_{hd}$$

Khi xây dựng tuyến hình tàu buộc người thiết kế phải đặc biệt chú ý đến tất cả các thành phần sức cản đã được nêu trên (9.1).

Sức cản tàu "trần" R_{tr} được biểu diễn dưới dạng hàm của tốc độ, kích thước tàu, các đặc trưng vật lý của nước:

$$\begin{aligned} R_{tr} &= \xi_{ms} \frac{\rho v^2}{2} \Omega + \xi_{hd} \frac{\rho v^2}{2} \Omega + \xi_s \frac{\rho v^2}{2} \Omega = \\ &= (\xi_{ms} + \xi_{hd} + \xi_s) \frac{\rho v^2}{2} \Omega = \xi \frac{\rho v^2}{2} \Omega \end{aligned} \quad (9.2)$$

trong đó: ξ_{ms} - hệ số sức cản ma sát của tàu trần;
 ξ_{hd} - hệ số sức cản hình dáng;
 ξ_s - hệ số sức cản sóng; ρ - mật độ nước;
 v - tốc độ tính toán của tàu;
 Ω - diện tích mặt ướt;
 ξ - hệ số sức cản toàn phần của tàu trần.

Cần chú ý rằng, chỉ có thành phần sức cản ma sát mới có quan hệ vật lý với độ lớn của diện tích mặt ướt thân tàu.

Như đã biết, độ lớn thành phần sức cản nhớt phụ thuộc vào số $R_e = vL/\nu$, trong đó: v - tốc độ; ν - hệ số nhớt động học.

Độ lớn sức cản sóng phụ thuộc vào số $F_r = v/\sqrt{gL}$, trong đó L - chiều dài đường nước tính toán hoặc chiều dài giữa hai đường vuông góc.

Sức cản ma sát tàu trần sẽ được xác định từ sức cản ma sát của bản phẳng tương đương và sức cản do độ nhám của bề mặt ngâm nước tạo nên, có nghĩa là $\xi_{ms} = \xi_{mstd} + \xi_{nham}$, trong đó ξ_{mstd} - hệ số ma sát của bản phẳng tương đương; ξ_{nham} - hệ số tăng sức cản do độ nhám bề mặt ngâm nước của thân tàu.

Bổ sung vào sức cản được tính ở trên còn có sức cản không khí và sức cản phần nhô. Tất cả các nguồn gốc làm thay đổi sức cản đều có thể được đề cập đến bằng cách đưa vào công thức tính sức cản toàn phần hệ số $(1+c)$. Như vậy,

$$R = (1+c)R_{tr} \quad (9.3)$$

Công suất được sử dụng trực tiếp cho chuyển động của tàu được gọi là công suất kéo N_0 và được viết dưới dạng $N_0 = R.v$, trong đó N_0 - tính bằng kW; R - kN; v - m/s.

Công suất do động cơ sinh ra để tàu đạt được tốc độ v sẽ là

$$N = \frac{Rv}{\eta_u \eta_{hs}} \quad (9.4)$$

hoặc $N = (Rv)/\eta_B$.

trong đó: η_u - hiệu suất có ích của thiết bị đẩy và có để ý đến tương tác của nó với thân tàu;

η_{hs} - hiệu suất có ích của hệ truyền động gián tiếp (qua hộp số);

$\eta_B = \eta_u \eta_{hs}$ - hiệu suất chung có ích của tổ hợp "động cơ - thiết bị đẩy - thân tàu".

Hiệu suất

$$\eta_u = \eta_p \eta_k i \quad (9.5)$$

trong đó: η_p - hiệu suất có ích của thiết bị đẩy làm việc trong dòng chảy đều tự do;

i - hệ số để ý đến sự không đồng đều của dòng chảy;

η_k - hệ số kể đến ảnh hưởng của thân tàu và được xác định bằng công thức sau

$$\eta_k = \frac{1-t}{1-\omega} \quad (9.6)$$

trong đó: t - hệ số hút, tức là hệ số để ý đến sự tăng sức cản của tàu do giảm áp suất bởi hoạt động của thiết bị đẩy;

ω - hệ số dòng theo, tức là tỷ số giữa tốc độ dòng theo trung bình của nước với tốc độ tàu.

Mức độ không đồng đều của dòng chảy tới thiết bị đẩy trong một vài trường hợp có ảnh hưởng đáng kể đến hoạt động của chong chóng. Xâm thực giá đỡ trục chong chóng cũng có thể làm giảm hiệu suất có ích của chong chóng.

Hiệu suất có ích của hệ truyền động gián tiếp được xác định phụ thuộc vào vị trí đặt đồng hồ đo công suất động cơ. Đối với động cơ đốt trong công suất được đo trực tiếp sau động cơ và lúc đó hiệu suất truyền động gián tiếp có ích sẽ được xác định theo công thức $\eta_{hs} = \eta_u \eta_{hs}$, trong đó η_{hs} - hiệu suất có ích của bộ truyền động (hộp số - cơ, thuỷ lực, điện).

Đối với động cơ diesel có thể lấy $\eta_{hs} = 0,97$ - cho truyền động trực tiếp; $\eta_{hs} = 0,94$ - cho truyền động gián tiếp qua hộp số kiểu cơ khí; $\eta_{hs} = 0,88$ - cho truyền động điện.

Hiệu suất có ích của thiết bị đẩy có để ý đến tương tác của nó với thân tàu η_u dao động trong phạm vi khá rộng và phụ thuộc rất nhiều vào tần số quay của động cơ chính.

Để xác định chính xác công suất yêu cầu của thiết bị năng lượng ta cần phải biết chính xác sức cản tàu "trần", hiệu suất tương tác của hệ η_k , hiệu suất có ích của thiết bị đẩy η_p . Tất cả các đại lượng này chỉ có thể xác định được chính xác sau khi đã chọn được các kích thước và hệ số béo đặc trưng cho hình dáng tàu thiết kế. Khi xác định lượng chiếm nước, các kích thước và các hệ số béo trong giai đoạn thiết kế ban đầu buộc phải tìm được các mối quan hệ giữa công suất với một số lượng hạn chế các đại lượng mà trước hết là với lượng chiếm nước và tốc độ tàu.

9.3. XÁC ĐỊNH CÔNG SUẤT THEO CÔNG THỨC HỆ SỐ HẢI QUÂN

Biểu diễn công suất qua các đặc trưng chung của tàu như lượng chiếm nước và tốc độ là nhiệm vụ rất quan trọng và cũng rất phức tạp. Chú ý tới công thức ((9.2) - (9.4) ta có thể viết

$$N = \frac{R.v}{\eta_B} = \frac{1+c}{\eta_B} R_{tr} v = \frac{1+c}{\eta_B} \xi \frac{\rho v^2}{2} \Omega.v \quad (9.7)$$

Từ công thức Taylor $\varsigma = k_T \sqrt{VL}$ ta nhận được

$$\Omega = k_T V^{2/3} \left(\frac{L}{V^{1/3}} \right)^{1/2} = k_T V^{2/3} l^{1/2} \quad (9.8)$$

trong đó: k_T - hệ số tỷ lệ.

Thay (9.8) vào (9.7) ta có

$$N = \frac{1+c}{2\eta_B} k_T \rho V^{2/3} l^{1/2} \xi.v^3 \quad (9.9)$$

Công thức (9.9) được viết lại dưới dạng

$$N = \frac{V^{2/3} v^3}{C_a} \quad (9.10)$$

trong đó: C_a - hệ số Hải quân và được biểu diễn bởi công thức

$$C_a = \frac{2\eta_B}{(1+c)k_T \rho \xi l^{1/2}} \quad (9.11)$$

Công thức (9.10) được gọi là công thức hệ số Hải quân. Thay D cho V trong công thức (9.10) ta có

$$N = \frac{D^{2/3} v^3}{C_a}$$

Cần chú ý: nếu D đo bằng tấn Anh; v đo bằng hl/giờ thì công suất sẽ được đo bằng mã lực, 1 tấn Anh = 1016 kG; 1 cv = 72,6 kG.m. Nếu sử dụng hệ đo lường Quốc tế thì 1 T = 1000 kG; 1 cv = 75 kG.m.

Để tính toán theo công thức (9.10) nên áp dụng hệ đo lường Quốc tế CI và cần sử dụng các đơn vị đo sau đây: N - kW; V - m³; v - m/s.

Ảnh hưởng của các đại lượng tham gia vào công thức (9.11) rất đa dạng. Mật độ nước dao động rất ít. Hệ số k_T cũng dao động không lớn. Hệ số c cũng gần như không thay đổi. Khi nghiên cứu kỹ lưỡng các đặc trưng của thiết bị đẩy và hình dáng vỏ bao của tàu trong phạm vi một nhóm tốc độ thì hiệu suất chung có ích η_B cũng có thể được coi như đại lượng không đổi.

Như vậy, nguyên nhân chủ yếu làm thay đổi hệ số C_a chính là sự thay đổi hệ số ma sát ξ và đại lượng l.

Khảo sát hàng loạt các tàu thấp tốc và cao tốc ($F_r = 0,10 \div 0,60$) người ta nhận thấy C_a thay đổi từ 100 đến 23.

So sánh hệ số Hải quân của tàu mẫu và tàu thiết kế theo công thức (9.11) ta nhận được

$$\frac{C_{a1}}{C_{a0}} = \frac{\eta_{B1}}{\eta_{B0}} \frac{k_{T1}}{k_{T0}} \frac{1+c_0}{1+c_1} \frac{\rho_0}{\rho_1} \left(\frac{l_0}{l_1} \right)^{1/2} \frac{\xi_0}{\xi_1} \quad (9.12)$$

Coi $k_T, c, \rho = \text{const}$ ta nhận được

$$\frac{C_{a1}}{C_{a0}} = \frac{\eta_{B1}}{\eta_{B0}} \left(\frac{l_0}{l_1} \right)^{1/2} \frac{\xi_0}{\xi_1}$$

$$\frac{\eta_{B1}}{\eta_{B0}} = \frac{\eta_{tt1}}{\eta_{tt0}} \cdot \frac{\eta_{trgt1}}{\eta_{trgt0}}$$

và theo V. A. Le-xiu-cov

$$\frac{\eta_{tt1}}{\eta_{tt0}} = 1 - k_\lambda \left(\frac{n_1}{n_0} - 1 \right)$$

trong đó: $k_\lambda = 0,16$ - đối với các tàu chạy biển (chong chóng không đặt trong đạo lưu), còn n_1 và n_0 - tương ứng là tần số quay của động cơ chính tàu thiết kế và tàu mẫu, cho nên

$$\frac{C_{a1}}{C_{a0}} = \frac{\eta_{trgt1}}{\eta_{trgt0}} \left[1 - k_\lambda \left(\frac{n_1}{n_0} - 1 \right) \right] \left(\frac{l_0}{l_1} \right)^{1/2} \frac{\xi_0}{\xi_1} \quad (9.13)$$

Bằng cách như vậy ta có khả năng nhận được hệ số Hải quân cho tàu thiết kế phù hợp hơn so với hệ số này của tàu mẫu.

9.4. XÁC ĐỊNH CÔNG SUẤT CỦA THIẾT BỊ NĂNG LƯỢNG THEO NHÓM CÔNG THỨC ĐƯỢC BIỂU DIỄN DƯỚI DẠNG HÀM CỦA D VÀ v

Khi không thay đổi kích thước và hình dáng tàu việc tăng tốc độ tàu sẽ trở nên rất phức tạp do sự xuất hiện tốc độ tới hạn. Để nâng cao tốc độ buộc phải thay đổi hình dáng và kích thước tàu ngay cả khi lượng chiếm nước không thay đổi, có nghĩa là làm ảnh hưởng đến các đặc trưng như chiều dài tương đối l , hệ số béo δ và ảnh hưởng gián tiếp đến hệ số sức cản ξ .

Để đánh giá được sự thay đổi công suất khi thay đổi tốc độ tàu (kích thước và hình dáng không thay đổi) thì công thức hệ số Hải quân với hệ số $C_a = \text{const}$ sẽ không cho phép nhận được kết quả thoả đáng. Điều này buộc các nhà nghiên cứu thiết kế tàu phải tìm ra các công thức khác với các hệ số ổn định hơn và ít phụ thuộc vào lượng chiếm nước và tốc độ tàu.

Công thức tổng quát hơn để xác định công suất của thiết bị năng lượng qua D và v có dạng:

$$N = \frac{V^m v^n}{C_{mn}} \quad (9.14)$$

hoặc

$$N = \frac{D^m v^n}{C_{mn}} \quad (9.15)$$

Sử dụng các số liệu thống kê từ 20 tàu có thể tích lượng chiếm nước từ 2100 m³ đến 5800 m³; tốc độ từ 9,8 đến 23,5 hl/giờ, V. V. Đa-vư-dov đã nhận được công thức sau đây để xác định công suất của thiết bị năng lượng (theo phương pháp bình phương nhỏ nhất)

$$N = \frac{D^{0,468} v^{3,40}}{C_{mn}}$$

Để thuận tiện cho việc tính toán theo công thức trên tác giả đề nghị chuyển nó tới dạng

$$N = \frac{V^{0,5} v^{3,25}}{C_{mn}} \quad (9.16)$$

trong đó: N- kW; V - m³; v- hl; C_{mn} = 150 ± 10.

Ngoài các công thức nêu trên ta còn có thể sử dụng các công thức sau đây của một số tác giả như:

- Theo Enxli:
$$N = \frac{V^{0,5} v^3}{C_{mn}}$$

- Theo V.I. Aphanaxev
$$N = 1000 \left(\frac{BV^2}{L^2} \right)^{1/3} \left(\frac{v}{A} \right)^{10/3} \quad (9.17)$$

hoặc cũng có thể chuyển tới công thức (9.14):

$$N = \frac{V^{5/9} v^{10/3}}{C_{mn}} \quad (9.18)$$

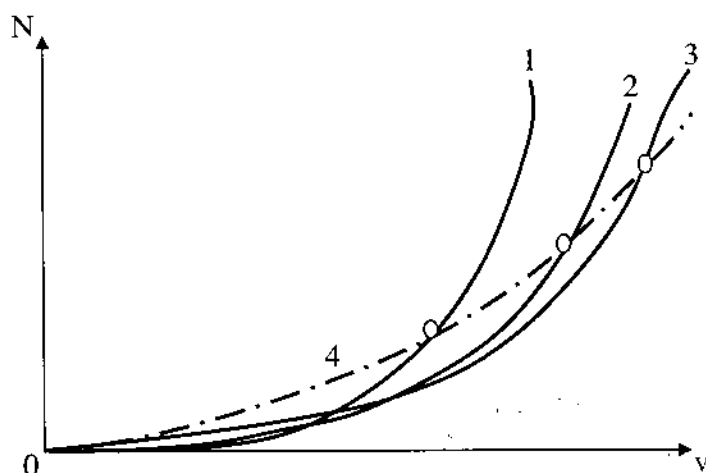
trong công thức trên A = 29,5; C_{mn} = 110(δ^{1/6}l^{5/6}/b_T^{1/6}); v - hl; N - kW.

Khi sử dụng công thức kiểu (9.14) ta cần nêu rõ mục đích sử dụng chúng. Có hai trường hợp đặc trưng sau đây có thể xảy ra:

1. Tăng tốc độ nhưng không thay đổi kích thước, hệ số béo của tàu; không trang bị lại thiết bị đẩy

Phương án này có thể xảy ra khi công suất của thiết bị năng lượng của tàu liên tục tăng. Đường cong N(v) đối với tàu như vậy sẽ có hệ số góc dN/dv khá lớn. Tốc độ tăng như vậy sẽ bị hạn chế bởi tốc độ tối hạn. Nếu áp dụng công thức Hải quân trong trường hợp này thì hệ số

C_a trong công thức cần được giảm đi khi tăng tốc độ. Các ví dụ như vậy được thể hiện trên hình 9.1.



Hình 9.1. Quan hệ giữa công suất và tốc độ khi thay đổi hình dáng và các tỷ số kích thước chủ yếu.

1,2,3 - 3 tàu có hình dáng không thay đổi với hệ số béo δ liên tục giảm và chiều dài tương đối liên tục tăng; 4 - đối với tàu thiết kế có hình dáng thay đổi

2. Khảo sát $N(v)$ đối với trường hợp thay đổi kích thước và hình dáng tàu

Phụ thuộc vào tốc độ tính toán đã được xác định cần tiến hành thay đổi các kích thước chủ yếu và hình dáng tàu nhằm mục đích hạn chế sự tăng công suất khi tăng tốc độ. Sự tăng công suất cùng với tốc độ sẽ được điều chỉnh chủ yếu bằng phương pháp xác định chiều dài tương đối $l = f(v)$ và hệ số béo $\delta = f(F_r)$.

Đường cong 4 trên hình 9.1 tương ứng với trường hợp đang được khảo sát và thoải hơn các đường cong 1; 2 và 3 có nghĩa là bậc của đường cong khi v đã được xác định sẽ thấp hơn so với trường hợp thứ nhất.

Các công thức tương ứng với đường cong 4 rất thuận lợi để nghiên cứu thống kê các tàu có các đại lượng l và δ đã được lựa chọn phù hợp với tốc độ của chúng.

Kết quả nghiên cứu hơn 1000 tàu vận tải được đóng từ sau chiến tranh thế giới lần thứ II cho phép đưa ra công thức sau:

$$N = \frac{V^{0,5} v^{2,5}}{C_{mn}} \quad (9.19)$$

trong đó: $V - m^3$; $N - kW$; $C_{mn} = 27,2 \pm 2,7$ khi $v - hl$;

$$C_{mn} = 5,17 \pm 0,54 \text{ khi } v - m/s.$$

Đối với các tàu đánh cá, theo tác giả Nguyễn Quang Vĩnh $C_{mn} = 25,3 \pm 2,9$ khi $v - hl$;

$$C_{mn} = 4,79 \pm 0,55 \text{ khi } v - m/s.$$

Đối với các tàu có vùng bơi lội hỗn hợp tác giả Đặng Hữu Phú đề nghị lấy

$$C_{mn} = 22,0 \pm 1,8 \text{ khi } v - hl; C_{mn} = 4,18 \pm 0,35 \text{ khi } v - m/s.$$

Đối với các tàu có $F_r \geq 0,30$ cần áp dụng công thức Enxtili (9.17) với

$$C_{mn} = 58,2 \pm 13,4 \text{ khi } v - hl; C_{mn} = 7,8 \pm 1,8 \text{ khi } v - m/s.$$

9.5. PHÂN TÍCH CÁC ĐƯỜNG CONG CÔNG SUẤT VÀ SỨC CẢN. TỐC ĐỘ TỐI HẠN

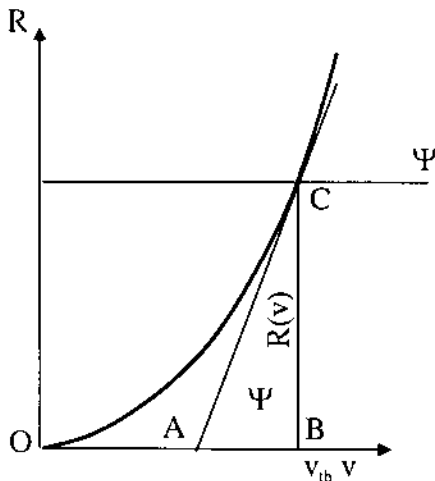
Khảo sát đường cong $N(v)$ cũng như các đường cong sức cản $R(v)$ trên hình 9.2 và hình 9.3 sẽ tạo cơ sở để xác định tốc độ tối hạn đối với tàu đã cho. Việc xây dựng các đường cong như đã chỉ ra ở trên chỉ có thể thực hiện đối với tàu đã có bản vẽ tuyến hình với các đặc trưng tương tác của hệ “động cơ-thiết bị đẩy - thân tàu” đã cho trước. Các đường cong này là kết quả thử mô hình: hoặc thử mô hình được chế tạo theo bản vẽ tuyến hình đã có; hoặc thử se-ri mô hình trong đó có thể tìm được mô hình với các đặc trưng phù hợp với các đặc trưng của tàu thiết kế.

Thử và tính toán thiết bị đẩy, xem xét tương tác giữa thiết bị đẩy với thân tàu cùng với các số liệu về thiết bị năng lượng sẽ cho phép xây dựng các đường cong công suất $N(v)$. Các đường cong $N(v)$ có thể được xây dựng theo các kết quả thử mô hình tàu thật- tàu mẫu. Trong trường hợp cuối cùng tốc độ sẽ được xác định rất chính xác, còn công suất sẽ kém chính xác hơn chút ít.

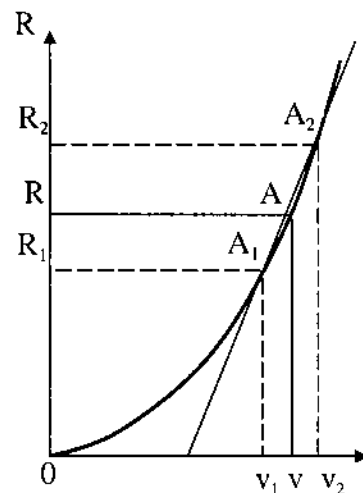
Khi biết được mối quan hệ $\xi(v)$ với tốc độ tương đối F_r hoặc với tốc độ v ta có thể viết

$$\xi(v) = k_1 v^x. \quad (9.20)$$

Theo công thức (9.2) ta có thể nhận được:



Hình 9.2. Sơ đồ xác định tốc độ tối hạn theo G.E. Pav-len-co



Hình 9.3. Xác định tốc độ tối hạn bằng phương pháp đường cát tuyến

a. Sức cản tàu trần:

$$R_{tr} = k_1 \frac{\rho v^{2+x}}{2} \Omega = k_2 v^{2+x} \quad (9.21)$$

b. Sức cản của tàu có để ý đến phần nhô:

$$R = k_2 (1 + c) v^{2+x} = k_3 v^{2+x} \quad (9.22)$$

c. Công suất kéo:

$$N_k = R \cdot v = k_3 v^{3+x} \quad (9.23)$$

d. Công suất yêu cầu của thiết bị năng lượng:

$$N = N_k / \eta_B = k_4 v^{3+x} \quad (9.24)$$

Trong tất cả các công thức nêu trên k_1, k_2, k_3 - các hệ số tỷ lệ.

Luỹ thừa của v đối với các đường cong được xây dựng theo các công thức (9.21) - (9.24) thực tế sẽ tăng cùng với sự tăng của tốc độ tàu. Luỹ thừa này có thể dùng làm tiêu chuẩn áp dụng bản vẽ tuyến hình đã cho và các đặc trưng của nó trong thiết kế. Nếu xây dựng các đường cong theo các công thức (9.21) - (9.24) thì trên đó có thể chỉ ra các điểm tương ứng với tốc độ thử và tốc độ tối hạn. Tốc độ tối hạn v_{th} là tốc độ mà sau khi đạt được nó sức cản sẽ bắt đầu tăng lên rất nhanh. Bởi vậy, luỹ thừa của v và do đó cả số hạng x của nó trên đoạn đã cho của đường cong sẽ đạt được giá trị tối hạn.

Một số tác giả cho rằng, sức cản ứng với điểm tối hạn sẽ tỷ lệ bậc ba với tốc độ tàu v . Như vậy, trong trường hợp này $n = 2 + x = 3$, suy ra $x = 1$.

Tốc độ thử sẽ được chọn thấp hơn một chút so với tốc độ tối hạn, hoặc theo L. M. No-gid hiệu số giữa tốc độ tối hạn và tốc độ v sẽ được lấy bằng 0,5 hải lý đối với tàu đặc biệt nhanh.

Hiện đang tồn tại hàng loạt các phương pháp xác định tốc độ tối hạn và bậc của v theo các đường cong $N(v)$ và $R(v)$.

G. E. Pav-len-co đề nghị phương pháp xác định bậc của v là $(2 + x) = n$.

Về tiếp tuyến với đường cong $R(v)$ (xem hình 9.2) tại điểm khảo sát (ví dụ tại điểm tối hạn) chúng ta sẽ nhận được

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{dR(v)}{dv} = \frac{d(k_3 v^n)}{dv} = n \frac{R(v)}{v}$$

Đoạn AB có thể được xác định từ ΔABC :

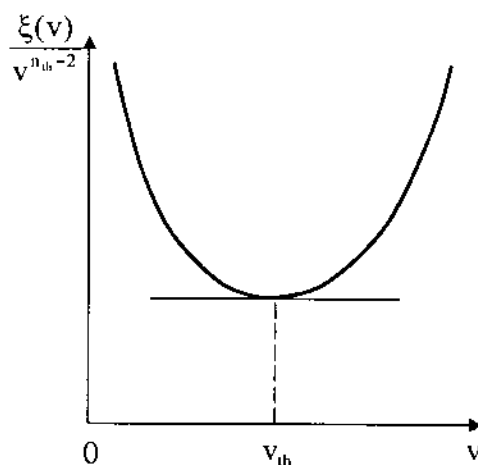
$$\overline{AB} = \frac{R(v)}{\operatorname{tg} \psi} = \frac{v}{n}$$

Suy ra

$$n = v / \overline{AB}; \quad x = (v / \overline{AB}) - 2.$$

Đại lượng n tương ứng với v_{th} được ký hiệu là n_{th} .

Có thể xác định n bằng phương pháp khác bằng cách vẽ cát tuyến đi qua điểm A_1 và A_2 (hình 9.3).



Hình 9.4. Xác định tốc độ tối hạn theo, phương pháp L. M. No-gid

Điểm A_1 sẽ tương ứng với tốc độ $v_1 = v - \Delta v$;

Điểm A_2 - tốc độ $v_2 = v + \Delta v$. Từ đó

$$n = \frac{\lg R_2 - \lg R_1}{\lg v_2 - \lg v_1}$$

L. M. No-gid đề nghị xác định điểm tối hạn bằng cách nghiên cứu đường cong $\frac{\xi(v)}{v^{n_{th}-2}} \Rightarrow \text{MIN}$ (hình 9.4).

9.6. TỐC ĐỘ KHAI THÁC. DỰ TRỮ CÔNG SUẤT. HỆ SỐ SỬ DỤNG TỐC ĐỘ

Đối với các tàu vận tải có thể coi tốc độ khai thác như là tốc độ trung bình trong năm. Đối với những tàu chỉ hoạt động trên một tuyến nhất định cần đưa thêm khái niệm "tốc độ dịch vụ".

Tốc độ dịch vụ là tốc độ mà tàu cần duy trì nó trên một tuyến nhất định, còn tốc độ khai thác là tốc độ mà tàu có thể có phụ thuộc vào trạng thái thân tàu, thiết bị năng lượng và điều kiện khí hậu thủy văn trên tuyến khai thác đã cho trước. Điểm tương ứng với công suất ở tốc độ khai thác không thể tìm ra được trên các đường cong được xây dựng theo các công thức (9.22) và (9.23) vì một trong những nguyên nhân làm giảm tốc độ khi khai thác là sự tăng sức cản do hà bám thân tàu vùng ngập nước, do tác động xấu của điều kiện sóng và gió và tất cả những điều đó đã làm thay đổi các mối quan hệ $N(v)$, $R(v)$ và $\xi(v)$.

Sự khác nhau giữa tốc độ thử khi động cơ phát huy hết công suất định mức và tốc độ khai thác được giải thích không chỉ bằng sự thay đổi của sức cản mà còn bằng sự khác nhau về trình độ tay nghề của các sĩ quan và thợ máy khai thác tổ hợp thiết bị năng lượng. Tất cả những điều đó đều có ảnh hưởng đến công suất do động cơ phát huy và do đó sẽ ảnh hưởng đến tốc độ khai thác của tàu.

Ở Mỹ và một số nước khác người ta xác định tốc độ khai thác của tàu theo kết quả thử tàu đường dài ứng với trường hợp công suất được giảm đi một lượng $\Delta N = (0,2 \div 0,35)N$. Giá trị cực đại của ΔN đặc trưng cho các tàu hàng chuyên tuyến chạy nhanh do Nhật Bản chế tạo. Do điểm tương ứng với tốc độ khai thác khi công suất bị giảm có thể được tìm ra trên đường cong $N(v)$ nên có thể liên hệ tốc độ thử ứng với công suất toàn bộ với tốc độ ấy.

Tỷ số giữa tốc độ khai thác v_{kht} với tốc độ thử được gọi là hệ số lợi dụng tốc độ $\eta_v = v_{kht}/v$.

Giả thiết rằng công suất tỷ lệ bậc $3 + x = n + 1$ chúng ta sẽ nhận được

$$\frac{N_{kht}}{N} = \frac{N - \Delta N}{N} = \left(\frac{v_{kht}}{v} \right)^{n+1}$$

suy ra

$$\eta_v = \frac{v_{kht}}{v} = \left(\frac{N - \Delta N}{N} \right)^{\frac{1}{n+1}} \quad (9.25)$$

hoặc

$$\eta_v = 1 - \frac{1}{n+1} \frac{\Delta N}{N} \quad (9.26)$$

Tỷ số $\Delta N/N$ được gọi là dự trữ công suất.

Kết quả tính toán $\eta_v = f(n, \Delta N/N)$ theo công thức chính xác hơn (9.25) được cho trong bảng 9.1.

Từ bảng 9.1 ta nhận thấy rằng, dự trữ công suất lớn nhất tương ứng với hệ số lợi dụng tốc độ $\eta_v = 0,95 \div 0,97$. Nếu lấy $x = 1$, còn $n + 1 = 3 + x = 4$ thì độ dao động của $\eta_v = 0,9 \div 0,96$.

Kết quả tính η_v theo công thức (9.25)

Bảng 9.1

n+1	Giá trị η_v khi $\Delta N/N$				
	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
5	0,918	0,932	0,944	0,958	0,968
4	0,897	0,913	0,930	0,945	0,960
3	0,865	0,892	0,907	0,928	0,946

9.7. ĐẶC TRƯNG ĐỒ THỊ CỦA HÌNH DÁNG TÀU. TUYẾN HÌNH LÝ THUYẾT. ĐƯỜNG CONG DIỆN TÍCH ĐƯỜNG SƯỜN

Ảnh hưởng của các kích thước tàu đến tốc độ vận hành được đặc trưng bởi lượng chiếm nước và diện tích bề mặt ngâm nước. Các đặc trưng thủy động của tàu - số Frud (Fr), Rây-nol (Re) như đã được nêu ở trên cũng có quan hệ với các kích thước của tàu (thông qua chiều dài). Tuy nhiên mối quan hệ của tính vận hành với các kích thước và hình dáng tàu rất phức tạp.

Ảnh hưởng đến hệ số ξ tham gia vào công thức tính sức cản và công suất máy ngoài tốc độ còn có các tỷ số kích thước chủ yếu, hệ số béo đặc trưng cho hình dáng và các đặc trưng khác của thân tàu.

Tuyến hình lý thuyết của tàu là đặc trưng đồ thị tổng quát nhất của hình dáng tàu. Nhờ có tuyến hình ta có thể chế tạo được mô hình để thử nó trong bể thử nhằm xác định sức cản của mô hình và sau đó bằng phương pháp tính chuyển ta có thể xác định được sức cản cho tàu thật.

Thử mô hình tự hành hoặc sử dụng các kết quả thí nghiệm chong chóng và tương tác của nó với thân tàu đã được hệ thống hoá sẽ cho phép xác định sức cản toàn bộ của tàu có để ý đến phần nhô và công suất cần thiết của thiết bị năng lượng.

Các đặc trưng đồ thị khác của hình dáng tàu bao gồm: đường cong diện tích đường sườn và đường nước. Hai đường cong này là cơ sở để xây dựng tuyến hình lý thuyết. Đường cong diện tích đường nước đặc trưng cho sự phân bố thể tích lượng chiếm nước theo chiều chìm tàu, còn đường cong diện tích đường sườn - theo chiều dài tàu. Ngoài ra, các đường cong nêu trên còn phản ánh hàng loạt các đặc điểm của tuyến hình lý thuyết có liên quan đến tính vận hành của tàu.

Diện tích được chắn bởi trục hoành và đường viền của đường cong diện tích đường sườn sẽ cho thể tích lượng chiếm nước V , tung độ của đường cong - diện tích sườn S_i , tung độ cực đại sẽ ứng với diện tích sườn lớn nhất $S_{\max}$. Vị trí trọng tâm của diện tích này theo chiều dài chính là hoành độ tâm nổi X_C . Hệ số béo của đường cong này là hệ số béo dọc của tàu φ . Đường cong diện tích đường sườn chứa những đại lượng quan trọng đối với các đặc trưng vận hành và có ý nghĩa rất lớn khi đánh giá nó.

Thường thay thế đường cong diện tích đường sườn bằng đường cong tung độ trung bình của sườn và nó được gọi là đường cong đường nước trung bình. Tính chất quan trọng của nó là ở chỗ các tung độ của nó là những đại lượng tuyến tính. Tung độ của đường cong này là kết quả của việc chia tung độ đường cong diện tích đường sườn cho $2T$:

$$y_{\text{th}} = S_i / 2T. \quad (9.27)$$

$$\text{Do} \quad S_i = \int_{j=0}^{j=n} y_{ij} dz \quad (9.28)$$

nên các tung độ của đường nước trung bình y_{th} là các tung độ trung bình của tất cả các đường nước tại sườn đã cho. Đường nước trung bình cũng như đường cong diện tích đường sườn có sự trùng hợp các đường nước của tàu đã cho. Chiều dài đường nước trung bình sẽ trùng với chiều dài tàu (chiều dài tính toán). Hoành độ trọng tâm của đường nước trung bình cũng giống như đường cong diện tích đường sườn. Tung độ lớn nhất của đường cong $y_{\text{thmax}} = S_{\text{imax}} / 2T = \beta B / 2$, hệ số béo - φ .

Việc thay đổi hình dáng đường cong diện tích đường sườn và đường nước chở hàng có thể ảnh hưởng đến sức cản chuyển động của tàu và do đó cũng ảnh hưởng đến công suất yêu cầu của thiết bị năng lượng để tàu đạt được tốc độ cần thiết.

9.8. DIỆN TÍCH MẶT ƯỚT. ĐƯỜNG CONG DIỆN TÍCH ĐƯỜNG NƯỚC

Diện tích mặt ướ Ω có ý nghĩa rất lớn đối với tính vận hành của tàu và nó được sử dụng khi tính toán công suất yêu cầu của thiết bị năng lượng.

Do độ cong đường nước của các tàu mà chúng được đặc trưng bởi $l = \frac{L}{\sqrt[3]{V}} > 4,5$ hoặc $l_B = L/B > 5,5$ không lớn cho nên diện tích mặt ướ có thể được xác định bởi

$$\Omega = 2 \int_{x=0}^{x=L} g_i dx \quad (9.29)$$

trong đó: g_i - nửa chu vi của sườn ngâm nước. Công thức (9.29) có thể được viết lại

$$\Omega = 2Lg_{tb} \quad (9.30)$$

trong đó: g_{tb} - nửa chu vi trung bình của sườn ngập nước:

$$g_{tb} = \int_{x=0}^{x=L} g_i dx / L$$

Nửa chu vi trung bình có thể được xác định một cách gần đúng như là nửa chu vi của sườn có diện tích trung bình mà nó có được từ đường cong diện tích đường nước bằng cách chia tung độ của nó cho $2L$.

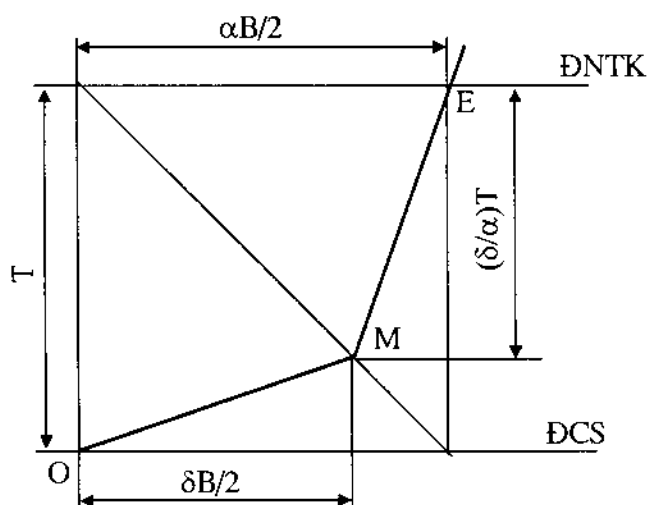
Theo hình (9.5) ta có thể viết

$$g_{tb} = OM + ME = \frac{1}{2} \delta B A_B + \frac{\delta}{\alpha} T A_T \quad (9.31)$$

trong đó:

$$A_B = \sqrt{1 + 4 \left(\frac{T}{B} \right)^2 \left(\frac{\alpha - \delta}{\alpha \delta} \right)^2}$$

$$A_T = \sqrt{1 + \frac{1}{4} \left(\frac{B}{T} \right)^2 \left(\frac{\alpha}{\delta} \right)^2 (\alpha - \delta)^2}$$



Hình 9.5. Phương pháp xây dựng gần đúng sườn có diện tích trung bình theo Mo-riss

Tính toán g_{th} theo công thức (9.31) sẽ cho kết quả khá chính xác. Nhằm đơn giản hơn cho việc tính toán các đại lượng A_B và A_T ta có thể sử dụng các công thức gần đúng sau:

$$A_B \approx 1 + \frac{2}{b_T^2} \left(\frac{1}{\delta} - \frac{1}{\alpha} \right)^2 \approx 1 + \frac{2}{b_T^2} \left(\frac{1}{\delta} - \frac{1}{\delta^{1/2}} \right)^2$$

$$A_T \approx 1 + \frac{b_T^2}{8} (1 - \delta^{1/2})^2$$

Như vậy trên cơ sở các công thức (9.30) và (9.31) có thể nhận được công thức để xác định diện tích mặt ướt của tàu như sau:

Khi $b_T = 2 \div 3$, có nghĩa là đối với đại đa số các tàu vận tải và khi hệ số δ tương đối lớn số hạng thứ hai trong công thức tính A_B sẽ tương đối nhỏ so với 1. Khi cũng trong điều kiện như vậy tích số $2A_T(\delta/\alpha) \approx 2A_T\delta^{1/2}$ gần bằng giá trị trung bình 1,7. Trong trường hợp này công thức (9.32) có thể được thay thế bằng công thức Muphord

$$\Omega = \left(A_B \delta B + 2A_T \frac{\delta}{\alpha} T \right) L \quad (9.32)$$

$$\Omega = L(\delta B + 1,7T) \quad (9.33)$$

Khi $\delta = (0,45 \div 0,50)$ và $b_T = 2,5 \div 3,5$ các số hạng thứ hai trong các công thức xác định A_B và A_T bắt đầu tăng; đồng thời đại lượng $\delta/\alpha \approx \delta^{1/2}$ tương đối nhỏ. Trong trường hợp này công thức (9.32) sẽ gần với công thức C. P. Mu-ra-gin

$$\Omega = L(1,13\delta B + 1,36T) \quad (9.34)$$

Các công thức (9.33) và (9.34) rất phù hợp với phạm vi thay đổi của giá trị δ và b_T .

Có thể sử dụng công thức của Taylor để xác định diện tích mặt ướt của tàu

$$\Omega = 2g_{th}L = \sqrt{2\pi}\sqrt{L\delta LB T} = k_T \sqrt{VL} \quad (9.35)$$

trong đó: $k_T = \sqrt{2\pi} = 2,52$ (đối với tàu có hình dáng vỏ đũa).

Vì hình dáng vỏ đũa có diện tích mặt ướt tối thiểu cho nên $k_T > 2,52$. Tay-lor coi k_T như là hàm của β và b_T cho nên theo các số liệu thống kê

$$k_T = 2,66 \pm 0,11 \quad (9.36)$$

Theo Tay-lor

$$\Omega/LT = k_T \sqrt{\delta b_T}$$

Theo Mum-phord

$$\Omega/LT = \delta b_T + 1,7$$

Theo Mu-ra-gin

$$\Omega/LT = 1,13\delta b_T + 1,36$$

Các công thức tính diện tích mặt ướt kiểu L ($mL + nT$) thường cho kết quả chính xác hơn công thức của Tay-lor $\Omega = k_T \sqrt{LV}$. Để chính xác hoá công thức Taylor ta cần thay đổi hệ số k_T phụ thuộc vào b_T và các hệ số bé. Trong một số trường hợp công thức Tay-lor cho phép thực hiện biến đổi một cách chi tiết, ví dụ tính ảnh hưởng của chiều dài tương đối đến diện tích mặt ướt, bởi vậy

$$\Omega = k_T \sqrt{VL} = k_T V^{2/3} \left(\frac{L}{\sqrt[3]{V}} \right)^{1/2} = k_T V^{2/3} l^{1/2} \quad (9.37)$$

Gia số diện tích mặt ướt khi có sự thay đổi bé của các đại lượng δ , L , B , T có thể xác định như sau:

$$\Delta\Omega \approx \frac{\partial\Omega}{\partial\delta} \Delta\delta + \frac{\partial\Omega}{\partial L} \Delta L + \frac{\partial\Omega}{\partial B} \Delta B + \frac{\partial\Omega}{\partial T} \Delta T \quad (9.38)$$

Ví dụ lấy công thức Mum-phord làm cơ sở tính, ta có thể nhận được biểu thức

$$\Omega = LB\Delta\delta + (\delta B + 1,7 T) \Delta L + L\delta\Delta B + 1,7L\Delta T. \quad (9.39)$$

$$\text{Suy ra } \Delta\Omega = \frac{\Omega}{1 + (1,7/\delta b_T)} \frac{\Delta\delta}{\delta} + \Omega \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Omega}{1 + (1,7/\delta b_T)} \frac{\Delta B}{B} + \frac{\Omega}{1 + (1,7/\delta b_T)} \frac{\Delta T}{T}$$

hoặc

$$\frac{\Delta\Omega}{\Omega} = \frac{\Delta\delta/\delta}{1 + (1,7/\delta b_T)} + \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta B/B}{1 + (1,7/\delta b_T)} + \frac{\Delta T/T}{1 + (1,7/\delta b_T)}$$

Do vậy, khi thay đổi $\Delta L/L$ việc tăng diện tích mặt ướt lớn hơn $[1 + (1,7/\delta b_T)]$ lần khi thay đổi $\Delta\delta/\delta$ hoặc $\Delta B/B$ và $[1 + (1,7/\delta b_T)]$ lần khi thay đổi $\Delta T/T$.

Như vậy, đối với các tàu chạy chậm mà ở đó phần chủ yếu của sức cản là sức cản ma sát thì trong trường hợp buộc phải tăng lượng chiếm nước hạn chế sự tăng tỷ số $\Delta L/L$ bằng cách tăng $\Delta\delta/\delta$ hoặc $\Delta B/B$. Khi $b_T = 1,7/\delta$ và cố định giá trị L diện tích mặt ướt trở nên tối thiểu.

9.9. QUAN HỆ GIỮA CHIỀU DÀI TÀU VỚI TÍNH DI ĐỘNG. CHIỀU DÀI TƯƠNG ĐỐI

Như đã biết, diện tích mặt ướt tăng tỷ lệ thuận với chiều dài tàu. Chiều rộng, chiều chìm, hệ số béo chung đều có ảnh hưởng đến diện tích mặt ướt nhưng không lớn. Bởi vậy, các tàu chạy chậm mà có thành phần sức cản ma sát chiếm tỷ lệ chủ yếu và tỷ lệ với diện tích mặt ướt cần được thiết kế có tính đến biện pháp hạn chế chiều dài của tàu. Chiều dài các tàu chạy chậm có thể được giảm bằng cách tăng hệ số béo δ và φ . Tuy nhiên việc giảm chiều dài tàu nhằm mục đích giảm khối lượng vật liệu chế tạo chúng cần có sự cân nhắc thỏa đáng vì điều này ở chừng mức nhất định lại có ảnh hưởng xấu đến thành phần sức cản hình dáng (sức cản xoáy). Khi giảm chiều dài tàu L đường cong diện tích đường sườn thuộc phần mũi và mót lái sẽ có dạng tù, đặc biệt ở phần đuôi. Hình dáng như vậy hoàn toàn không có lợi về mặt sức cản hình dáng vì chúng sẽ gây nên sự tách lớp biên và tạo nên sức cản xoáy ở phần đuôi dẫn tới làm tăng sức cản hình dáng. Cùng với sự tăng tốc độ và do đó tăng số F_r , sức cản sóng sẽ tăng rất nhanh. Vì số F_r tỷ lệ nghịch với $L^{1/2}$ cho nên để giảm sức cản sóng cần tăng chiều dài một cách hợp lý. Để duy trì số $F_r = \text{const}$ khi có sự tăng tốc độ cần phải tăng chiều dài tàu

$$F_r = \frac{v_1}{\sqrt{gL_1}} = \frac{v_2}{\sqrt{gL_2}}$$

có nghĩa là $L_2/L_1 = (v_2/v_1)^2$.

Từ đó ta nhận thấy rằng, tăng tốc độ lên 40% đòi hỏi phải tăng chiều dài lên gần 2 lần.

Có thể chỉ ra tính không thực tế của việc giải bài toán này khi lấy tàu có lượng chiếm nước không đổi làm ví dụ, đặc biệt nếu xem xét ảnh hưởng của chiều dài đến thành phần trọng lượng thân tàu và các thành phần trọng lượng khác [22].

Nếu chú ý tới đường cong diện tích đường sườn ta có thể thấy rằng, với sự tăng của chiều dài khi hạn chế V đường cong sẽ có dạng thon. Thường sự thay đổi chiều dài tàu sẽ trùng với sự thay đổi lượng chiếm nước của nó. Bởi vậy chiều dài tương đối $l = L/\sqrt[3]{V}$ sẽ cho thấy rõ đặc trưng của độ thon đường nước của tàu.

Trong thực tế ở Anh và Mỹ người ta sử dụng đại lượng ngược với chiều dài tương đối: lượng chiếm nước tương đối.

Theo công thức (4.2) chiều dài tương đối được viết

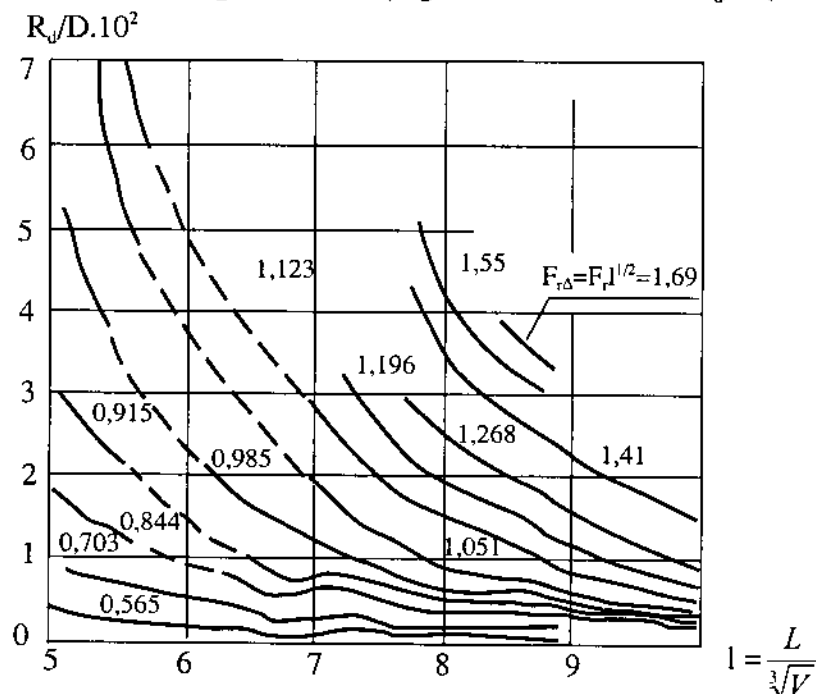
$$l = l_B^{2/3} (b_T / k\delta)^{1/3}$$

Như vậy, ảnh hưởng đến độ lớn l gồm có các đặc trưng về hình dáng như độ béo, độ thon của tàu, l_B , b_T và cuối cùng là hệ số béo chung δ .

V. L. Po-zu-nin đã khẳng định rằng, chiều dài tương đối l là đại lượng đặc trưng tổng quát nhất cho ta hình dung được một cách đầy đủ về độ thon của tàu và bởi vậy cần phải sử dụng nó khi nghiên cứu tính di động của tàu.

Vào đầu thế kỷ XX người ta đã tiến hành hàng loạt các thí nghiệm nhằm thiết lập mối

quan hệ giữa chiều dài tương đối l với chất lượng vận hành của tàu. S. Du-e-ra đã chỉ ra ảnh hưởng của sự tăng chiều dài tương đối l đến việc giảm suất sức cản dư R_d/D (hình 9.6).



Hình 9.6. Ảnh hưởng của chiều dài tương đối đến suất sức cản dư.

Ay-re đề nghị sử dụng mối quan hệ giữa chiều dài trung bình tương đối l với tốc độ tương đối khi thay đổi nó trong giới hạn $0,12 \div 0,30$:

$$l = 3,34 + 10,25(v / \sqrt{gL})$$

Từ đó V. L. Po-zu-nin thiết lập được phương trình:

$$L^{2/3} + 3,34 V^{1/3} L^{1/2} - 3,27 v V^{1/3} = 0. \quad (9.40)$$

Từ công thức (9.40) khi cho biết V và tốc độ v ta có thể nhận được chiều dài L và do đó sẽ biết được l .

Nghiên cứu trên 300 tàu dân dụng có kiểu kiến trúc đa dạng nhất với lượng chiếm nước từ 1600 m^3 đến 42000 m^3 và tốc độ từ 8 đến 20 hải lý. V. L. Po-zu-nin đã thu được công thức đặc trưng cho mối quan hệ của chiều dài thống kê trung bình L với tốc độ và lượng chiếm nước:

$$L = c \left(\frac{v}{v + 2} \right)^2 V^{1/3} \quad (9.41)$$

trong đó $c = 7,2$.

Từ (9.41) chúng ta sẽ nhận được

$$l = \frac{L}{V^{1/3}} = 7,2 \left(\frac{v}{v + 2} \right)^2 \quad (9.42)$$

có nghĩa là mối quan hệ giữa chiều dài tương đối với tốc độ tàu v , hl. Kết quả này đã được đăng tải trên tạp chí của Anh và đã được áp dụng rất rộng rãi ở nhiều nước có ngành công nghiệp đóng tàu phát triển trên thế giới. Kết quả này cũng đã được các đồng nghiệp của ông tại bể thử tàu Va-ge-nin-gen (Hà Lan) kiểm chứng và đề nghị nên chọn hệ số c trong công thức trên (9.41) tăng lên cùng với sự tăng của tốc độ, cụ thể:

- 7,17 đối với tàu vận tải một chong chóng có $v = 11 \div 16,5$ hl;
- 7,32 đối với tàu vận tải hai chong chóng có $v = 15,5 \div 18,5$ hl;
- 9,30 đối với tàu chở khách chuyên tuyến có $v > 20$ hl.

Khi có cùng tốc độ thì chiều dài tàu dao động trong khoảng xấp xỉ 5%.

Công thức (9.42) cũng có thể được viết lại đơn giản hơn:

$$l = 7,2 \frac{v^2}{v^2 + 4v + 4} = 7,2 \left(\frac{v}{v + 4 + (4/v)} \right)$$

Đối với giới hạn dưới của tốc độ ($v = 8$ hl) số hạng cuối cùng của mẫu số đạt khoảng 4% so với giá trị của nó, còn đối với giới hạn trên của tốc độ ($v = 20$ hl) là $< 1\%$. Bởi vậy số hạng này có thể được bỏ qua. Như vậy,

$$l = 7,2 [v/(v+4)]$$

Nếu kết quả tính toán theo công thức cuối cùng và công thức (9.42) không phù hợp nhau thì cần tăng số hạng cuối cùng của mẫu số trong công thức ấy lên 0,3, có nghĩa là

$$l = 7,2 \frac{v}{v + 4,3} \quad (9.43)$$

Phân tích các công thức (9.42) và (9.43) có thể rút ra

$$l = c_n v^n \quad (9.44)$$

Có thể lựa chọn giá trị của c_n và n như thế nào đó để các kết quả tính theo 3 công thức nêu trên thực tế sẽ như nhau khi giá trị của tốc độ $v = (8 \div 20)$ hl.

Cuối cùng trong trường hợp này công thức (9.44) sẽ được viết lại

$$l = 2,8 v^{1/4} \quad (9.45)$$

Các kết quả tính toán theo các công thức này được cho trong bảng 9.2.

Bảng 9.2

$v, \text{hl/h}$	Giá trị của l		
	Theo (9.42)	Theo (9.43)	Theo (9.44)
8	4,60	4,67	4,70
14	5,50	5,50	5,40
20	5,95	5,92	5,92

Độ dao động của các giá trị tính được theo các công thức nêu trong bảng trên thực tế là khá nhỏ vì vậy các công thức nêu trên cho kết quả gần nhau.

Ngoài ra theo L. M. No-gid chiều dài tương đối l cũng có thể được xác định theo công thức

$$l = c_n v^{1/3} \quad (9.46)$$

trong đó $c_n = 2,16$ đối với tốc độ $v < 16$ hl.

Sau này trong công thức (9.46) có thể chọn $c_n = 2,33$ đối với những tàu có tốc độ đạt đến 24 hl.

Tất cả các công thức đã được khảo sát ở trên đều cho giá trị trung bình (hình 9.7). Khi xây dựng các đường cong giá trị trung bình 1, 2 và 3 ta thừa nhận tốc độ để đưa vào tính toán là tốc độ thử. Trên hình vẽ đã chỉ ra sự phân tán rất mạnh của các điểm đối với các đường cong giá trị trung bình 1 [4].

Trong phạm vi thay đổi rất rộng của tốc độ ta có thể xác định chiều dài tương đối l theo công thức sau:

$$l = 1,36 v^{1/2} \pm \varepsilon \text{ hoặc } l = 1,36 v^{1/2} \pm \varepsilon_{\max} \quad (9.47)$$

trong đó $\varepsilon = 0,45$ - độ lệch bình phương trung bình, còn $\varepsilon_{\max} = 1,4$ - độ lệch cực đại.

Trên thực tế đối với các tàu hàng khô

$$l = 4,47 + 0,06 v \pm 0,3 \quad (9.48)$$

Đối với tàu khách

$$l = 4,62 + 0,075 v \pm 0,5 \quad (9.49)$$

Đối với tàu chở dầu có lượng chiếm nước ≈ 100000 T

$$l = 5,35 \pm 0,4 \quad (9.50)$$

Đối với tàu chở dầu có lượng chiếm nước lớn với $V = 100000 \div 450000 \text{ m}^3$

$$l = 5,60 - 2,55V \cdot 10^{-6} \pm (0,5 - 1,06V \cdot 10^{-6}) \quad (9.51)$$

Khi xác định chiều dài của tàu ngoài tốc độ và lượng chiếm nước cần tính đến cả các đặc trưng khác của tàu mà chúng đều có ảnh hưởng đến sự phân tán của các giá trị l .

Trên các tàu chở khách có bố trí giường nằm có mức độ tiện nghi cao cần thiết phải đưa vào tỷ số thể hiện mức độ tiện nghi cho tàu $k_L = n_{kh} / L$. Bởi vậy khi lựa chọn chiều dài tương đối cho tàu cần tính đến chỉ tiêu mức độ tiện nghi. Từ đó ta nhận thấy rằng, tốc độ, số hành khách, lượng chiếm nước và chỉ tiêu mức độ tiện nghi cần có mối quan hệ với nhau.

Nếu ký hiệu Δl là đại lượng thể hiện độ dao động của l thì công thức (9.49) sẽ được viết lại như sau

$$l = L / \sqrt[3]{V} = 4,62 + 0,075 v + \Delta l, \quad (9.52)$$

và từ đó ta có thể nhận được mối quan hệ giữa các yêu cầu về mức độ tiện nghi với tốc độ

$$L = n_{kh} / k_L = (4,62 + 0,075 v + \Delta l) V^{1/3}$$

hoặc
$$k_L = \frac{1}{4,62 + 0,075 v + \Delta l} \frac{n_{kh}}{V^{1/3}}$$

Có thể xác định được Δl tương ứng với k_L , n_{kh} , v và V :

$$\Delta l \approx \frac{n_{kh}}{k_L V^{1/3}} - 4,62 - 0,075v \quad (9.53)$$

9.10. ĐỘ THON CỦA ĐƯỜNG NƯỚC TRUNG BÌNH. HỆ SỐ BÉO φ VÀ δ

Chiều dài của tàu và hệ số béo dọc φ sẽ xác định độ thon trung bình của đường cong diện tích đường sườn ở phần đuôi và phần mũi.

Khi thay thế đường nước trung bình bằng hình thang (hình 9.8), độ thon của chúng, ví dụ, phần mũi sẽ được xác định theo công thức

$$\operatorname{tg} \psi_m = \frac{B}{4L_m} \frac{\beta}{1 - \varphi_m} \quad (9.54)$$

trong đó: φ_m - hệ số thon dọc phần nhánh mũi của đường nước trung bình;

L_m - chiều dài phần nhánh mũi của tàu.

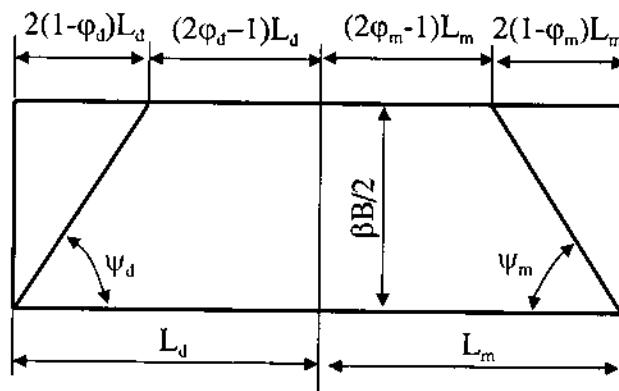
Nếu coi đường nước trung bình đối xứng qua nửa chiều dài tàu thì

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{B}{2L} \frac{\beta}{1 - \varphi} = \frac{\beta}{2l_B(1 - \varphi)} \quad (9.55)$$

Có thể coi đại lượng này như là độ thon trung bình của các phần mũi và đuôi tàu.

Từ (9.55) có thể nhận thấy rằng:

- Khi tăng hệ số béo β thì góc ψ cũng tăng, có nghĩa là giảm độ thon dọc chung của phần mũi và đuôi tàu;
- Hệ số béo dọc φ cũng có tác dụng giống như vậy;
- Tăng tỷ số L/B sẽ làm giảm ψ và do đó sẽ làm tăng độ thon phần mũi và đuôi tàu.



Hình 9.8. Sơ đồ biểu diễn đường nước trung bình dưới dạng hình thang

Độ thon chung của tàu sẽ tăng lên cùng với sự tăng tốc độ v và số F_r . Theo kết quả nghiên cứu khi thử các Se-ri mô hình của Tay-lor cho thấy rằng, giới hạn dưới của hệ số φ (đối với các tàu chạy nhanh) có thể lấy xấp xỉ $0,62 \pm 0,007$.

Trên hình 9.9 chỉ ra đặc trưng thay đổi hệ số béo dọc φ đối với các tàu có lượng chiếm nước dưới dạng hàm của F_r . Với sự tăng của F_r từ $0,12 \div 0,30$ sẽ làm giảm dần hệ số φ . Trong phạm vi thay đổi của số F_r như vậy ta có thể lấy

$$\varphi = 1,05 - 1,5 F_r \pm 0,02. \quad (9.56)$$

Theo L.M. No-gid khi $F_r = 0,17 \div 0,32$

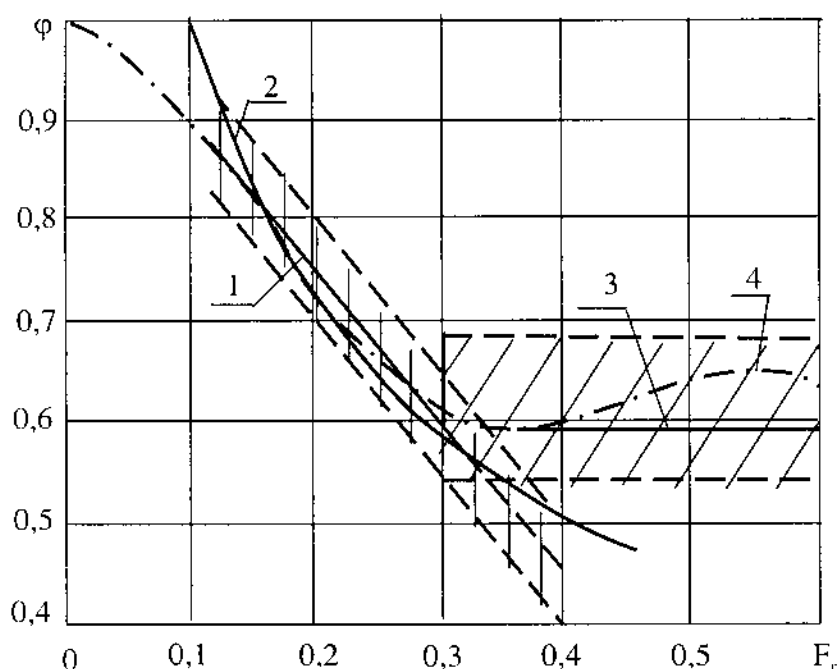
$$\varphi_{lb} = 0,32/F_r^{1/2}. \quad (9.57)$$

Khi $F_r = 0,29 \div 0,60$ có thể xác định φ theo công thức

$$\varphi = 0,62 \pm 0,07. \quad (9.58)$$

Khi $F_r = 0,12 \div 0,60$

$$\varphi = 0,9 - 0,6 F_r + 0,1 \cos\left(\frac{\pi}{2} \frac{F_r}{0,15}\right) \pm 0,02 \quad (9.59)$$



Hình 9.9. Quan hệ của φ với F_r

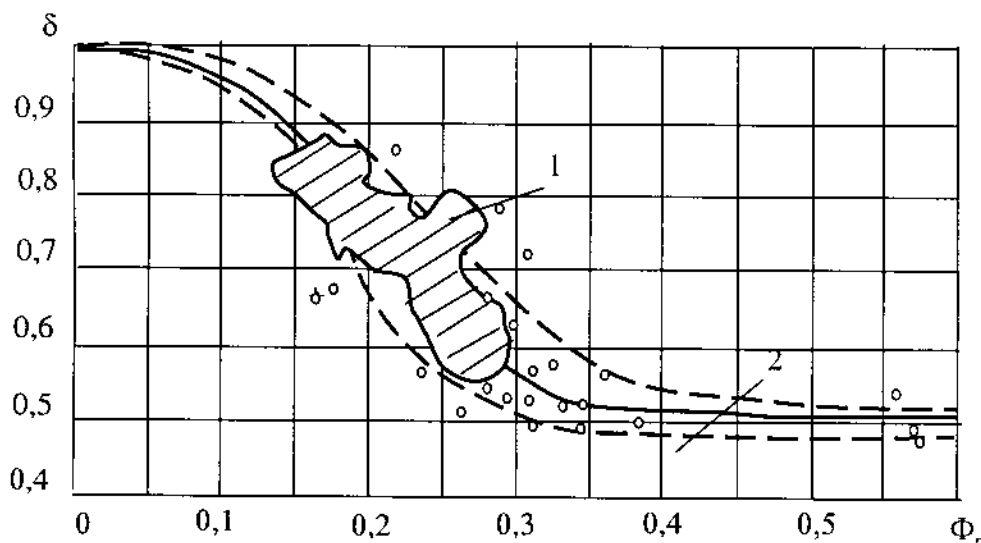
1 - Theo (9.56) ; 2 - Theo (9.57); 3 - Theo (9.58); 4 - Theo (9.59).

Trên hình (9.10) giới thiệu mối quan hệ $\delta(F_r)$ được xây dựng theo số liệu thống kê. Phân tích mối quan hệ này đối với hàng loạt các tàu có lượng chiếm nước đã chỉ ra rằng, $\delta(F_r)_{lb}$ được đặc trưng bởi hàm giảm có trục tiệm cận là đường nằm ngang khi $\delta = 1$ và $\delta = 0,5$. Tại giữa vùng thay đổi của số F_r đường cong $\delta(F_r)_{lb}$ có điểm uốn.

Trường điểm nhận được theo các số liệu thống kê và theo cơ sở để xây dựng đường cong trên được mở rộng trong vùng điểm uốn ($F_r \approx 0,25$). Tất cả trường điểm (có tính đến sự phân tán của chúng) có thể được biểu diễn bằng biểu thức

$$\left. \begin{aligned} \delta &= 0,5[1 + \exp - (80 \pm 35)F_r^3] \pm 0,04F_r \\ \text{hoặc} \\ \delta &= 0,5 \left[1 + 2 \cdot 10^{-(35 \pm 15)F_r^3} \right] \pm 0,04F_r \end{aligned} \right\} \quad (9.60)$$

Đối với các đoạn riêng biệt của trường điểm trên hình 9.10 ta có thể đưa ra một số mối quan hệ trong phạm vi thay đổi của số F_r :



Hình 9.10. Quan hệ của hệ số béo δ với tốc độ tương đối F_r .

1- Vùng giá trị δ thường gặp;

2- Giá trị trung bình được xác định theo công thức (9.60)

Khi $F_r = 0,30 \div 0,60$

$$\delta = \frac{0,425 \pm 0,025}{F_r^{1/4}} \quad (9.61)$$

Khi $F_r = 0,25 \div 0,30$

$$\delta = \frac{0,160 \pm 0,010}{F_r} \quad (9.62)$$

Khi $F_r = 0,14 \div 0,26$

$$\delta = 0,48 + (0,28 - F_r)^{0,5} \pm 0,11 \quad (9.63)$$

hoặc

$$\delta = 1,09 - 1,68 F_r \pm 0,12 \quad (9.64)$$

(dạng công thức của A-lech-xandr)

Đối với các tàu chở dầu và các tàu dùng để chở hàng khối

$$\delta = 1,05 - 1,4 F_r \pm 0,06 \quad (9.65)$$

và

$$\delta = \frac{0,445 \pm 0,010}{F_r^{1/3}} \quad (9.66)$$

Đối với các tàu chở hàng khô (trong số đó có tàu chở gỗ)

$$\delta = 0,99 - 1,2 F_r \pm 0,35(F_r - 0,1) \quad (9.67)$$

và

$$\delta = \frac{0,43 \pm 0,010}{F_r^{1/3}} \quad (9.68)$$

Đối với tàu chở hàng chuyên tuyến, tàu container và tàu chở hàng đông lạnh

$$\delta = 0,91 - 1,1 F_r \pm 0,06 \quad (9.69)$$

và

$$\delta = \frac{0,395 \pm 0,12}{F_r^{1/3}} \quad (9.70)$$

9.11. VỊ TRÍ TÂM NỔI THEO CHIỀU DÀI TÀU. VỊ TRÍ SƯỜN LỚN NHẤT. HỆ SỐ BÉO PHẦN MŨI VÀ ĐUÔI

Thay đổi vị trí trọng tâm theo chiều dài tàu sẽ làm thay đổi hình dáng đường cong diện tích đường sườn. Ví dụ, dịch chuyển trọng tâm về phía mũi sẽ làm tăng độ thon đuôi nhưng lại làm giảm độ thon mũi và ngược lại.

Những tàu có tốc độ rất thấp mà ở đó sức cản nhớt đóng vai trò chủ yếu phần mũi sẽ có hình dáng rất béo. Sự tăng một cách đáng kể hệ số béo phần đuôi đối với những tàu như vậy có thể dẫn tới làm tăng sức cản hình dáng. Bởi vậy đường nước trung bình của chúng sẽ được thiết kế khá béo phần mũi so với phần đuôi và tương ứng tâm nổi sẽ nằm về phía mũi so với mặt phẳng sườn giữa.

Cùng với sự tăng tốc độ cần tăng chiều dài tàu và chiều dài tương đối của nó đồng thời giảm hệ số béo δ và β . Tất cả những điều đó sẽ dẫn tới làm tăng độ thon chung của đường cong diện tích đường sườn và sẽ làm giảm đi khả năng phát sinh sức cản hình dáng ở vùng đuôi tàu. Ngoài ra, tăng độ thon chung của phần mũi sẽ tạo khả năng giảm sức cản sóng. Do vậy, đối với những tàu chạy nhanh (có F_r lớn) tâm nổi sẽ dịch chuyển về phía đuôi so với giữa chiều dài tàu. Đôi khi sườn có diện tích lớn nhất cũng có xu hướng dịch chuyển về phía đuôi chút ít tính từ giữa chiều dài tàu và sẽ làm tăng độ thon mũi.

Đối với những tàu có tốc độ tương đối chậm ($F_r \leq 0,25$) nên thiết kế đoạn thân ống. Như vậy trong trường hợp này sườn có diện tích lớn nhất sẽ chiếm toàn bộ chiều dài đoạn thân ống. Đối với những tàu như vậy vị trí sườn lớn nhất sẽ không có ý nghĩa. Vấn đề được đặt ra ở đây là việc lựa chọn hợp lý vị trí và chiều dài đoạn thân ống. Vị trí tâm nổi theo chiều dài được tính từ giữa chiều dài tàu theo đường nước chở hàng. Nó được biểu diễn dưới dạng hàm số của

số F_r hoặc φ hoặc δ mà trước hết chúng phụ thuộc vào F_r . Vì hệ số béo chung δ đóng vai trò đặc biệt quan trọng trong quá trình thiết kế tàu nên khuynh hướng biểu diễn $X_C/L = f(\delta)$ được sử dụng khá rộng rãi trong thiết kế hình dáng tàu.

Theo kết quả thử mô hình tại bể thử Vageningen người ta đã xây dựng đồ thị biểu diễn mối quan hệ $X_C/L = f(\delta)$ (hình 9.11). Đường cong 2 được coi là tối ưu còn các đường cong 1 và 3 chỉ ra các giới hạn thay đổi của X_C/L mà không làm ảnh hưởng đáng kể sức cản của tàu. Khi $\delta > 0,65$ giá trị X_C/L tương ứng với các đường cong 1, 2 và 3 có thể được xác định theo công thức.

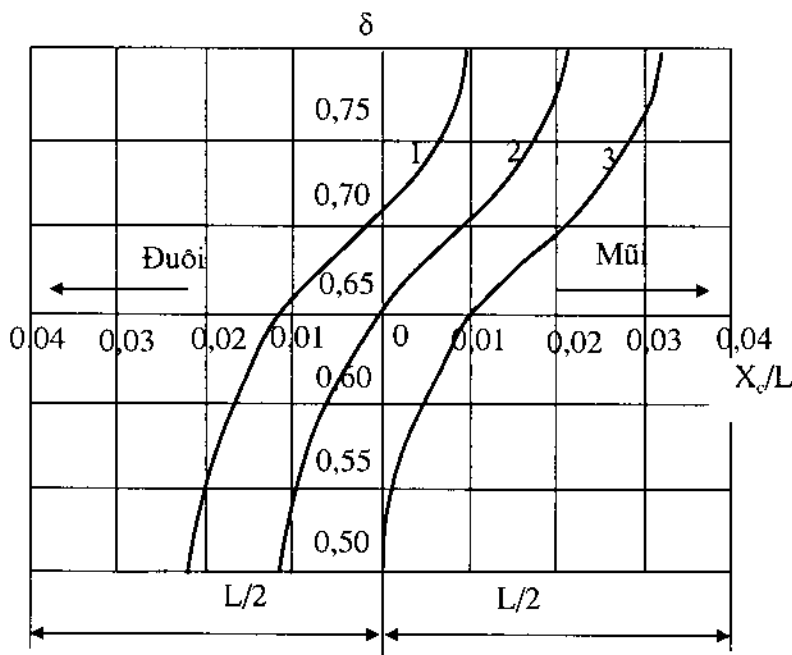
$$\frac{X_C}{L} = 0,022 \left[\sin \left(\frac{\pi}{2} \frac{\delta - 0,65}{0,15} \right) \pm 0,5 \right] \quad (9.71)$$

Khi $\delta < 0,65$ ta có thể sử dụng công thức

$$\frac{X_C}{L} = -0,011 \left[\sin \left(\frac{\pi}{2} \frac{0,65 - \delta}{0,15} \right) \pm 1,0 \right] \quad (9.72)$$

Thay thế đường cong 2 bằng đường thẳng nhận được theo công thức

$$X_C/L = 0,12(\delta - 0,63) \pm 0,01 \quad (9.73)$$



Hình 9.11. Vị trí tâm nổi theo chiều dài tàu

Đường thẳng nhận được theo công thức (9.73) sẽ cho giá trị X_C/L khác chút ít so với các giá trị được xác định theo các công thức (9.71) và (9.72). Tuy nhiên độ sai khác này không có ý nghĩa lớn bởi vì sức cản của tàu gần với giá trị tối ưu của X_C/L thay đổi không đáng kể.

Ngoài các công thức được nêu ở trên còn tồn tại một số các công thức khác biểu diễn mối quan hệ $X_C/L = f(\delta)$. Hàng loạt các thử nghiệm mô hình đã chỉ ra ảnh hưởng của vị trí sườn lớn nhất đến sức cản [9, 14].

Thường khi $F_r = 0,26 \div 0,27$ sườn lớn nhất sẽ nằm giữa tàu; đối với $F_r = 0,26 \div 0,30$ sườn lớn nhất sẽ nằm ở 2,5% L tính từ giữa tàu về phía đuôi; khi $F_r > 0,30 - 5\% L$ về phía đuôi. Trong trường hợp khi sườn lớn nhất lệch so với giữa tàu hệ số béo phần mũi và đuôi tàu cần được tính toán có để ý đến sự khác nhau về chiều dài (hình 9.12). Từ đó

$$\delta_m = V_m / \beta T L_m \quad (9.74)$$

$$\delta_d = V_d / \beta T L_d \quad (9.75)$$

$$\varphi_m = V_m / \beta B T L_m \quad (9.76)$$

$$\varphi_d = V_d / \beta B T L_d \quad (9.77)$$

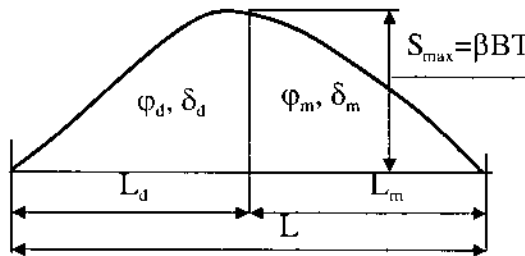
Ta có $V = V_m + V_d$; $L = L_m + L_d$. Từ các công thức (9.74) - (9.77) và kết hợp với các mối quan hệ vừa nêu trên ta có

$$\delta = (\delta_m L_m + \delta_d L_d) / L \quad (9.78)$$

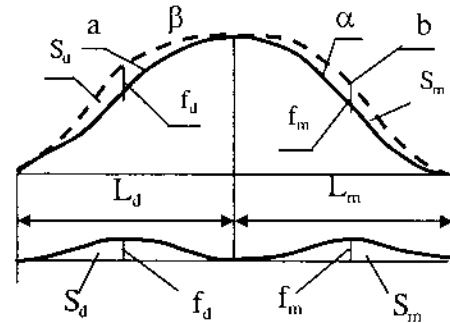
$$\varphi = (\varphi_m L_m + \varphi_d L_d) / L \quad (9.79)$$

Vị trí tâm nổi theo chiều dài tàu có quan hệ với các đại lượng φ_m , φ_d , (hoặc δ_m , δ_d), L_m , L_d .

Để xây dựng được mối quan hệ này chúng ta hãy khảo sát đường cong diện tích đường sườn (hình 9.13) có hệ số béo dọc φ .



Hình 9.12. Đường cong diện tích sườn không đối xứng



Hình 9.13. Biến cải đường cong bằng cách thêm một phần diện tích

Phần diện tích được thêm vào vùng mũi và đuôi tương ứng sẽ là S_m và S_d và chúng được giới hạn bởi các đường cong tròn đều.

Ta có $S_m = \Delta \varphi_m \beta B T L_m$ và $S_d = \Delta \varphi_d \beta B T L_d$.

Ta tiến hành khảo sát trường hợp dịch chuyển tâm nổi về phía mũi ΔX_{CM} (hình 9.14). Trong trường hợp này S_m - có giá trị dương, còn S_d có giá trị âm. Nếu diện tích của đường cong không thay đổi thì $S_d = -S_m$, hoặc

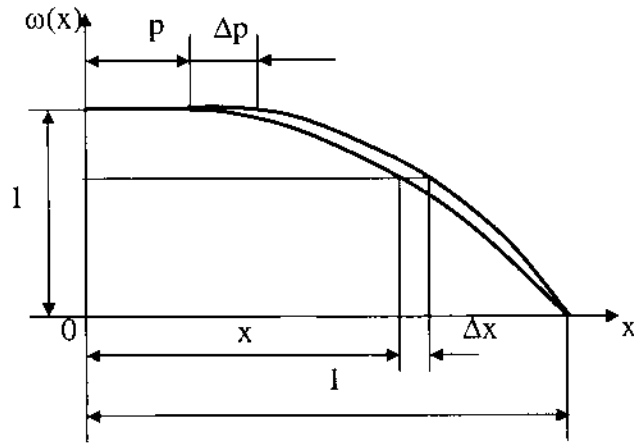
$$\Delta \varphi_d L_d = -\Delta \varphi_m L_m \text{ hoặc } |\Delta \varphi_m L_m| = |\Delta \varphi_d L_d| \quad (9.80)$$

Độ dịch chuyển ΔX_{CM} sau khi thêm diện tích sẽ được tìm ra từ biểu thức

$$\varphi \beta L B T \Delta X_{CM} = \Delta \varphi_m \beta B T L_m x_m + \Delta \varphi_d \beta B T L_d x_d \quad (9.81)$$

trong đó: $x_m = p_m L_m$ - khoảng cách của trọng tâm phân diện tích được thêm phía mũi đối với mặt phẳng sườn giữa tàu;

$x_d = p_d L_d$ - cho diện tích thêm phần đuôi.



Hình 9.14. Dịch chuyển sườn lý thuyết của tàu mẫu theo chiều dài

Biến đổi (9.81) ta nhận được

$$\frac{\Delta X_{CM}}{L} = \frac{\Delta \phi_m L_m^2 p_m + \Delta \phi_d L_d^2 p_d}{\phi L^2}$$

Tính đến (9.80) và thay $p_m = p_d$ ta có

$$\frac{\Delta X_{CM}}{L} = -\frac{\Delta\phi_m L_m}{\phi} p_m \frac{L_m + L_d}{L^2} = \frac{\Delta\phi_m}{\phi} \frac{L_m}{L} p_m \quad (9.82)$$

Các đường cong đối với nhánh mũi (hình 9.15) được mô tả bởi các biểu thức:

+ Nhánh trái (gần giữa tàu)

$$f = f_m \cos^4 \left(\frac{\pi}{2} \frac{x'}{0,7L_m} \right)$$

+ Nhánh phải (gần với sống mũi)

$$f = f_m \cos^2 \left(\frac{\pi}{2} \frac{x'}{0,3L_m} \right)$$

Nhánh đuôi được xây dựng đối xứng với nhánh mũi.

Khoảng cách trọng tâm của các diện tích thêm S_m và S_d đối với vị trí sườn lớn nhất: $|p_m L_m|$ và $|p_d L_d|$, trong đó $p_m = p_d = 0,653$.

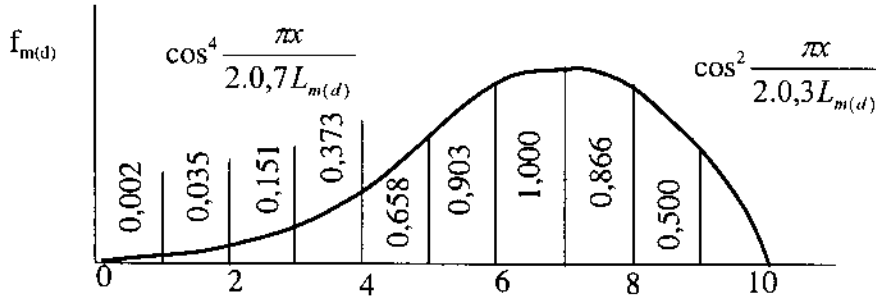
Như vậy từ (9.82) ta nhận được

$$\frac{\Delta X_{CM}}{L} = \frac{\Delta \varphi_m}{\varphi} \frac{L_m}{L} 0,653$$

hoặc

$$\frac{\Delta\varphi_m}{\varphi} = \frac{\Delta X_{CM}}{L} \frac{1}{0,653(L_m/L)} \quad (9.83)$$

$$\frac{\Delta\varphi_d}{\varphi} = \frac{\Delta X_{CM}}{L} \frac{1}{0,653(L_d/L)} \quad (9.84)$$



Hình 9.15. Tung độ đường cong bù khi $\varphi_{m(d)} = 0,454$; $p_{m(d)} = 0,653$.

Như vậy khi biết được giá trị ΔX_{CM} ta có thể nhận được $\Delta\varphi_m/\varphi$ hoặc $\Delta\varphi_d/\varphi$. Trong trường hợp biến đổi đường cong khi $L_m = L_d = 0,5 L$ thì $\Delta\varphi_m = -\Delta\varphi_d = |\Delta\varphi|$.

Trong trường hợp này sườn lớn nhất sẽ là sườn thứ 10

$$|\Delta\varphi| = 3,05 \frac{\Delta X_{CM}}{L} \varphi$$

Theo Nor-mand khi $|\Delta\varphi| = 2,25 (\Delta X_{CM}/L)$ tương ứng $\varphi = 0,74$.

Khi $L_m = L_d$ ta có

$$\varphi_m = \varphi + 3,05 \frac{\Delta X_{CM}}{L} \varphi = \left(1 + 3,05 \frac{\Delta X_{CM}}{L}\right) \varphi \quad (9.85)$$

$$\varphi_d = \varphi - 3,05 \frac{\Delta X_{CM}}{L} \varphi = \left(1 - 3,05 \frac{\Delta X_{CM}}{L}\right) \varphi \quad (9.86)$$

Ta có thể thấy rõ ràng, phương pháp nêu trên có thể áp dụng cho trường hợp tàu có đoạn thân ống. Trong trường hợp này hoành độ được tính từ giữa tàu và (9.81) sẽ trở nên có tác dụng (hình 9.16), nhưng $x_m = m_m + 0,653e$; $x_d = -(m_d + 0,653 r)$.

A.A. Bog-da-nov đề nghị xác định hệ số béo đường nước phản thon mũi theo công thức

$$\alpha_m = 0,75\varphi_m + 0,23 \pm 0,03 \quad (9.87)$$

hoặc

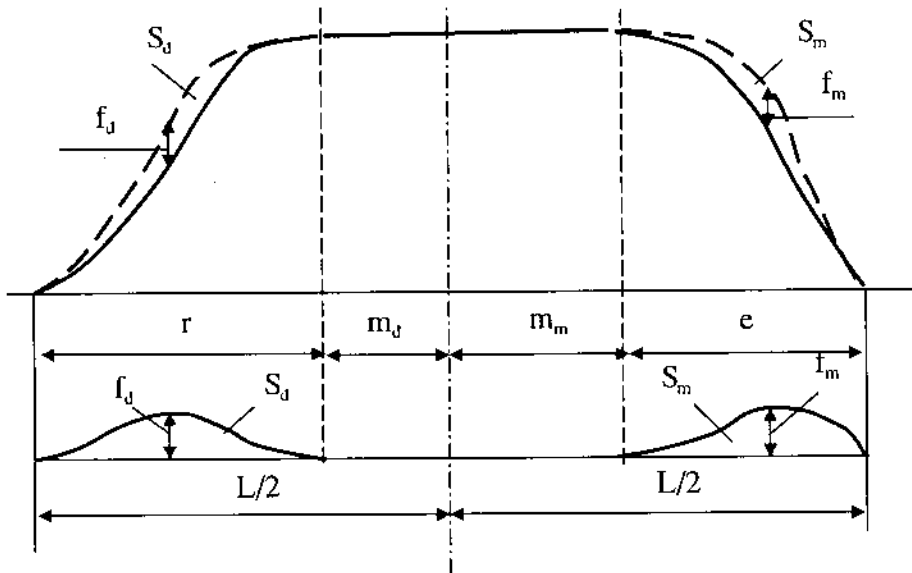
$$\alpha_m = 1,7\alpha - 0,6 \pm 0,03 \quad (9.88)$$

Công thức cuối cùng sẽ có giá trị thức tế khi $\alpha = 0,70 \div 0,87$.

Hệ số béo đường nước phần thon đuôi

$$\alpha_d = \frac{\alpha L - \alpha_m L_m}{L_d} \quad (9.89)$$

Khi $L_m = L_d$ (9.89) sẽ biến thành $\alpha_d = 2\alpha - \alpha_m$.



Hình 9.16. Biến cải đường cong diện tích đường sườn có đoạn thân ống

9.12. ĐỘ THON ĐUÔI

Độ thon trung bình phần đuôi của đường nước trung bình được tìm ra theo công thức (9.54):

$$\text{tg} \psi_d = \frac{B}{4L_d} \frac{\beta}{1 - \varphi_d}$$

Giá trị của độ thon này đối với những tàu không có đoạn thân ống (loại trừ một số tàu công nghiệp hải sản) thường không gây nên sự tăng đáng kể sức cản hình dáng. Khi thiết kế tàu có đoạn thân ống (cho những tàu có $F_r < 0,25$) sẽ làm xuất hiện khả năng nâng cao sức cản hình dáng do không đảm bảo đủ độ thon vùng đuôi.

Beker đã đưa ra tiêu chuẩn xác định các điều kiện phát sinh sức cản hình dáng có để ý không chỉ của B mà cả T.

Nếu thay thế sườn cuối cùng của đoạn thân ống ở phía đuôi bằng hình vuông tương đương thì cạnh của hình vuông này sẽ bằng $\sqrt{\beta B T}$. Nếu kéo đường thẳng nối giữa cạnh dưới của hình vuông với điểm cuối cùng của đường nước thiết kế thì tg của góc giữa vết của mặt phẳng đối xứng trên đường nước với đường đã chỉ ra sẽ là (hình 9.17):

$$\operatorname{tg} \psi_B = \frac{\sqrt{\beta B T}}{r} = \frac{\sqrt{\beta}}{l_r} \frac{\sqrt{B T}}{L} = \frac{\beta^{1/2}}{l_r} \frac{1}{l_B b_T^{1/2}} \quad (9.90)$$

trong đó: r - chiều dài đoạn thon đuôi;

l_r - chiều dài tương đối của đoạn thon đuôi. Chiều dài đường chéo $\overline{AG}$ gần bằng $\sqrt{\beta B T}$ và bởi vậy có thể coi góc giữa AB và GB gần bằng ψ_B .

Từ (9.90) và (4.3) ta nhận được

$$\operatorname{tg} \psi_B = \frac{1}{l_r l^{3/2} \varphi^{1/2}} \quad (9.91)$$

Be-ker đề nghị lấy đại lượng tỷ lệ nghịch với $\operatorname{tg} \psi_B$ làm tiêu chuẩn giới hạn cho phép của độ thon đuôi

$$k_B = 1/\operatorname{tg} \psi_B = \operatorname{ctg} \psi_B \geq 4,1$$

Tuy nhiên đối với một số tàu đánh bắt hải sản hệ số k_B có thể giảm đến 3,3. Đối với đại đa số các tàu

$$\operatorname{tg} \psi_B = \frac{1}{l_r l^{3/2} \varphi^{1/2}} \leq \frac{1}{4,1}$$

và

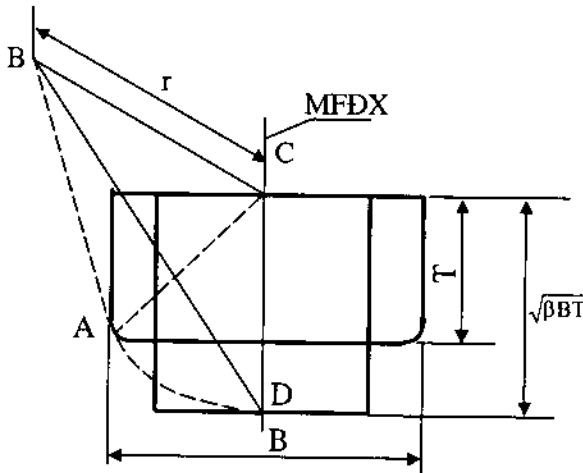
$$\operatorname{tg} \psi_B = \frac{\beta^{1/2}}{l_r l_B b_T^{1/2}} \leq \frac{1}{4,1}$$

Từ đó

$$k_B = l_r \varphi^{1/2} l^{3/2} \geq 4,1 \quad (9.92)$$

và

$$k_B = \frac{l_r l_B b_T^{1/2}}{\beta^{1/2}} \geq 4,1 \quad (9.93)$$



Hình 9.17. Xác định độ thon phần đuôi

Đối với các tàu chạy nhanh giá trị $k_B = l_r \varphi^{1/2} l^{3/2}$ có thể được lấy lớn hơn 4,1.

Từ công thức (9.92) và (9.93) ta có thể tìm ra chiều dài tương đối tối thiểu thon đuôi:

$$l_r = k_B / \varphi^{1/2} l^{3/2} \quad (9.94)$$

và

$$l_r = k_B \beta^{1/2} / l_B b_T^{1/2} \quad (9.95)$$

Đối với các tàu chở dầu chiều dài tương đối cực đại theo (9.50) $l = 5,75$ khi $\varphi = 0,85$ và $k_B = 4,1$. Đối với các tàu dầu có chiều dài lớn $l_r = 0,32$ và như vậy chiều dài tương đối phần đuôi của đoạn thân ống sẽ là $l_r = r/L = 0,5 - 0,32 = 0,18$.

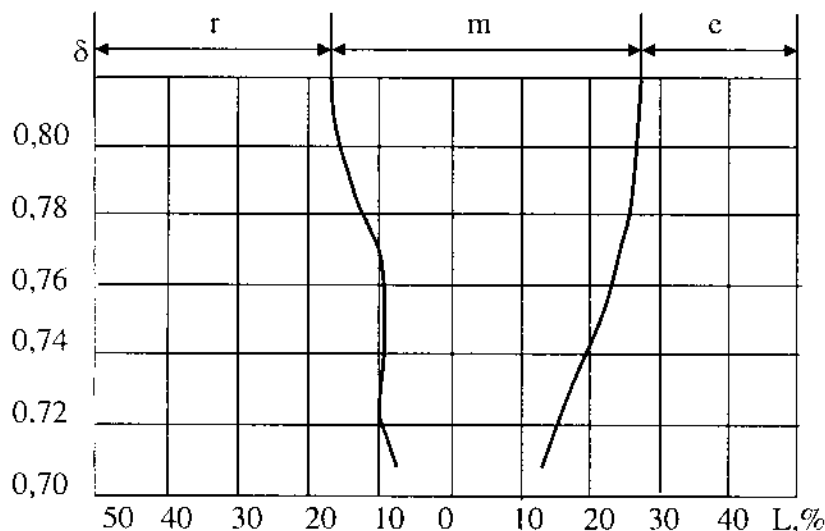
Đối với các tàu dầu có chiều dài không lớn chiều dài tương đối theo (9.50) $l = 4,95$ gần với giới hạn dưới, còn giá trị tối thiểu $\varphi = 0,70$, suy ra $l_r = 0,45$ và chiều dài tương đối phần thân ống vùng đuôi $L_{md} = 0,05$.

Tiêu chuẩn của Be-ker nhìn chung chưa cho một sự đảm bảo chắc chắn về việc triệt tiêu sự tạo xoáy mạnh ở vùng đuôi. Để đạt được điều này ta cần chú ý đến đặc trưng bề mặt của phần thon đuôi. Cần thực hiện sao cho không ở đâu trong vùng thon đuôi của các đường nước có góc tiếp tuyến với chúng so với mặt phẳng đối xứng lớn hơn 30° .

Trong công trình nghiên cứu của mình [9] A. Lind-blad đã giới thiệu biểu đồ cho phép xác định chiều dài và vị trí đoạn thân ống, thon mũi, thon đuôi (hình 9.18).

Hiện nay trên đại đa số các tàu có tốc độ $F_r < 0,40$ nên thiết kế dạng đuôi tuân dương hạm. Trong trường hợp này cần lấy nửa góc vào nước của đường nước tại vùng đặt chong chóng (tàu một chong chóng) không vượt quá 20° .

Khi tàu có tốc độ $F_r = 0,50 \div 0,60$ cần thiết kế đường cắt dọc có dạng thoải. Phương án này sẽ cho phép mở rộng các đường nước phía trên; đuôi sẽ chuyển thành dạng vát và sườn có dạng chữ U. Đối với những tàu có tốc độ chậm hơn sườn đuôi sẽ có dạng gần với dạng chữ V.



Hình 9.18. Vị trí và độ dài thân ống, thon mũi, thon đuôi

9.13. HÌNH DÁNG MŨI TÀU

Như đã chỉ ra ở trên, giá trị của α_m và φ_m rất gần nhau và gần hơn so với α_d và φ_d . Bởi vậy đường cong diện tích đường sườn và hình dáng đường nước ở vùng mũi giống nhau nhiều hơn ở vùng đuôi. Đồng thời độ thon của đường nước trung bình nhỏ hơn so với đường nước thiết kế. Trong những trường hợp như vậy, khi đường nước có dạng lồi hoặc thẳng tại sống mũi thì đường cong diện tích đường sườn thường có dạng chữ S. Điều này cũng có liên quan tới hình dáng các đường nước phía dưới và chúng cũng có hình dạng chữ S. Hình dáng đường nước gần đường nước thiết kế đóng vai trò rất quan trọng trong thành phần sức cản sóng. Vì vậy, người thiết kế hình dáng tàu bao giờ cũng mong muốn giảm được sức cản sóng đến mức tối đa.

Trong công trình nghiên cứu của mình V. I. Iur-ke-vich đã chỉ ra rằng, vùng áp suất cực đại của sóng cần nằm phía trước điểm uốn của đường nước thiết kế. Công thức sau đây sẽ cho phép xác định vị trí của điểm ấy tính từ đường vuông góc mũi

$$x/L = 1,525 F_r - 0,25 \quad (9.96)$$

Nếu theo công thức này thì khi $F_r < 0,16$ nhánh mũi của đường nước thiết kế không cần có điểm uốn, có nghĩa là cần phải lồi hoặc thẳng. Điều này được giải thích bởi giá trị bé của thành phần sức cản sóng ứng với tốc độ nêu trên và bởi mong muốn có được hệ số béo chung δ lớn.

Khi $F_r = 0,33(x/L) = 0,25$, có nghĩa là điểm uốn được dịch chuyển về phía giữa chiều dài phần mũi sẽ gây nên nhiều khó khăn và bất lợi về mặt kết cấu vùng mũi tàu. Bởi vậy thực tế ở đoạn này đường nước thiết kế sẽ có dạng thẳng. Mối quan hệ của độ thon mũi thuộc đường nước thiết kế $\psi_m/2$ với tốc độ tương đối F_r được cho trên hình 9.19. Biểu thức gần đúng để xác định góc này đã được các tác giả B. A. Xe-me-nov - Chian - San-xki [83, 84] giới thiệu như sau:

$$\psi_m/2 = 52 - 139 F_r \quad (9.97)$$

Góc vào nước vùng mũi của đường nước trung bình:

$$\psi_{m,ub}/2 = 47 - 134 F_r \quad (9.98)$$

Tỷ số giữa hai góc nêu trên khá ổn định và nằm trong khoảng $\psi_m/\psi_{m,ub} = 1,13 \pm 0,06$.

Cần phải chú ý rằng, giá trị tối thiểu của $\psi_m/2$ không được thấp hơn 8° . Giá trị này được xác định bởi điều kiện công nghệ và các yêu cầu về độ bền.

Đối với các tàu có $F_r < 0,25$ nên sử dụng tuyến hình lý thuyết có đoạn thân ống. Song khi áp dụng điều này cần tính đến khả năng xuất hiện ở ngay đầu đoạn thân ống hệ sóng bổ sung làm tăng sức cản cho tàu.

Trên hình 9.20 đã chỉ ra các mối quan hệ giữa chiều dài tương đối phần thon mũi và thân ống thuộc vùng mũi được xây dựng theo các số liệu của bể thử Va-ge-nin-gen (đường cong 1) và của bể thử Tay-lor (Mỹ) (đường cong 2). Theo số liệu thử se-ri mô hình 60 của Tay-lor chiều dài tương đối phần thon mũi có thể được xác định theo công thức

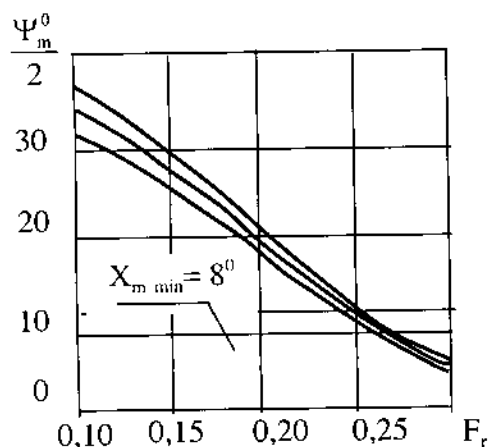
$$l_e = e/L = 2,1 F_r - 0,025 \quad (9.99)$$

Bể thử Va-ge-nin-gen để nghị chọn thân ống có độ lớn cực đại và thon mũi có độ lớn cực tiểu khi $F_r = 0,15 \div 0,22$:

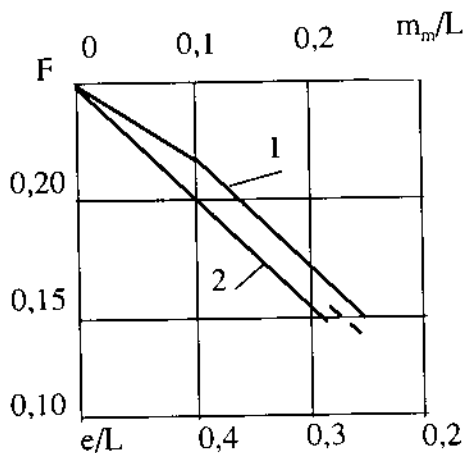
$$l_c = 2,1 F_r - 0,062 \quad (9.100)$$

còn khi $F_r = 0,22 \div 0,25$:

$$l_c = 4,2 F_r - 0,525 \quad (9.101)$$



Hình 9.19. Độ thon đường nước phía mũi



Hình 9.20. Chiều dài tương đối của thon mũi và thân ống

Khi chú ý đến sự giao thoa của hệ sóng mũi L. M. No-gid cho rằng, với $F_r < 0,195$ cần chú ý đến các giá trị nhận được theo (9.99), còn khi $F_r > 0,195$ - theo (9.100) và (9.101).

Các tàu dầu hiện đại cỡ rất lớn có $F_r = 0,12$ cần xác định chiều dài tương đối của đoạn thon mũi theo (9.99).

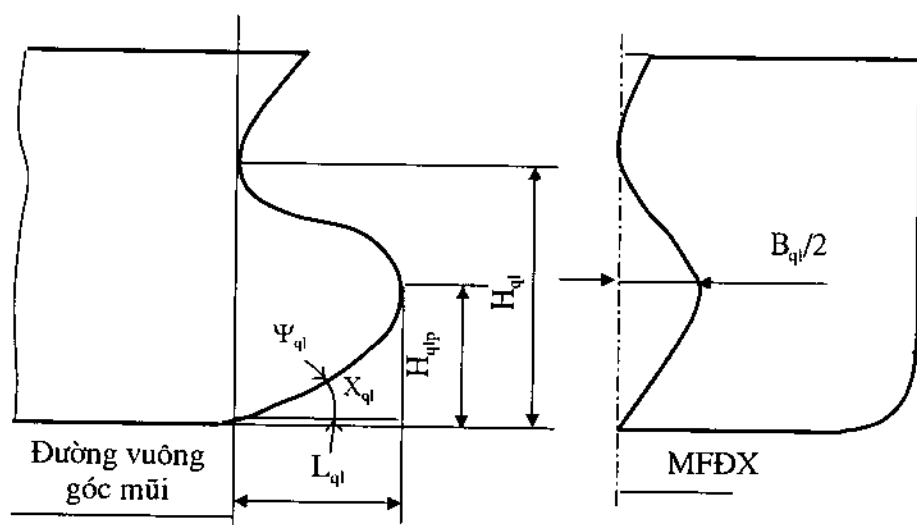
Vào nửa cuối của thế kỷ XIX trên các tàu chiến cỡ lớn đã bắt đầu áp dụng kiểu sườn mũi có dạng hình búa. Do ảnh hưởng tốt của nó đến tốc độ nên người ta bắt đầu làm béo thêm hình bao của tàu tại vùng đường vuông góc mũi, có nghĩa là tàu có hình dáng mũi quả lê. Nhà đóng tàu người Mỹ nổi tiếng Đ. Tay-lor đã mô tả ảnh hưởng tốt của hình dáng mũi quả lê đến đến tốc độ tàu.

Có thể cho rằng, mũi quả lê có hiệu quả tốt khi $F_r = 0,25 \div 0,35$. L. M. No-gid đã tiến hành khảo sát bài toán về việc xác định tỷ số có lợi nhất $f_{opt} = S_{maxql}/S_{max}$, trong đó S_{maxql} - mặt cắt có diện tích lớn nhất của mũi quả lê; S_{max} - sườn có diện tích lớn nhất của tàu. Tỷ số nêu trên có thể được xác định theo công thức

$$f_{mql} = S_{maxql}/S_{max} = 0,40 (F_r - 0,1) \quad (9.102)$$

Hiện nay người ta đã khẳng định rằng, hiệu quả áp dụng mũi quả lê tốt nhất khi tàu có tốc độ F_r tương đối thấp đặc biệt đối với những tàu có hệ số béo chung lớn và tỷ số L/B nhỏ.

B. A. Xe-me-nov - Chian - San-xki đã nghiên cứu vấn đề về tính hợp lý của việc áp dụng mũi quả lê khi $F_r = 0,17 \div 0,32$ và đã cho hàng loạt lời khuyên có giá trị dành cho những nhà nghiên cứu và thiết kế tàu.



Hình 9.21. Các đặc trưng cơ bản của mũi quả lê

Thể tích tính từ đường vuông góc mũi đến mút của nó được coi là thể tích mũi quả lê. Các đặc trưng của mũi quả lê bao gồm (hình 9.21): L_{ql} - khoảng cách từ đường vuông góc mũi đến điểm mút phía trước đo theo phương nằm ngang; tương ứng với đại lượng này là chiều dài tương đối của mũi quả lê $l_{ql} = L_{ql}/L$; B_{ql} - chiều rộng của mũi quả lê; tương ứng - $b_{ql} = B_{ql}/B$; H_{ql} - chiều cao lớn nhất của sườn có diện tích lớn nhất của mũi quả lê; tương ứng - $h_{ql} = H_{ql}/T$; ψ_{ql} - góc nâng mép dưới của mũi quả lê so với đường cơ bản và được đo tại đường vuông góc mũi.

Phân tích các số liệu thực nghiệm về việc áp dụng mũi quả lê đã chỉ ra rằng, các đặc trưng không thứ nguyên của mũi quả lê khi $F_r = 0,17 \div 0,32$ có các giá trị sau đây:

$$0,17 < F_r < 0,21 \longrightarrow l_{ql} = 0,051 - 0,115F_r \pm 0,006;$$

$$0,24 < F_r < 0,265 \longrightarrow l_{ql} = 0,102 - 0,3F_r \pm 0,006;$$

$$0,275 < F_r < 0,32 \longrightarrow l_{ql} = 0,051 - 0,116F_r \pm 0,006;$$

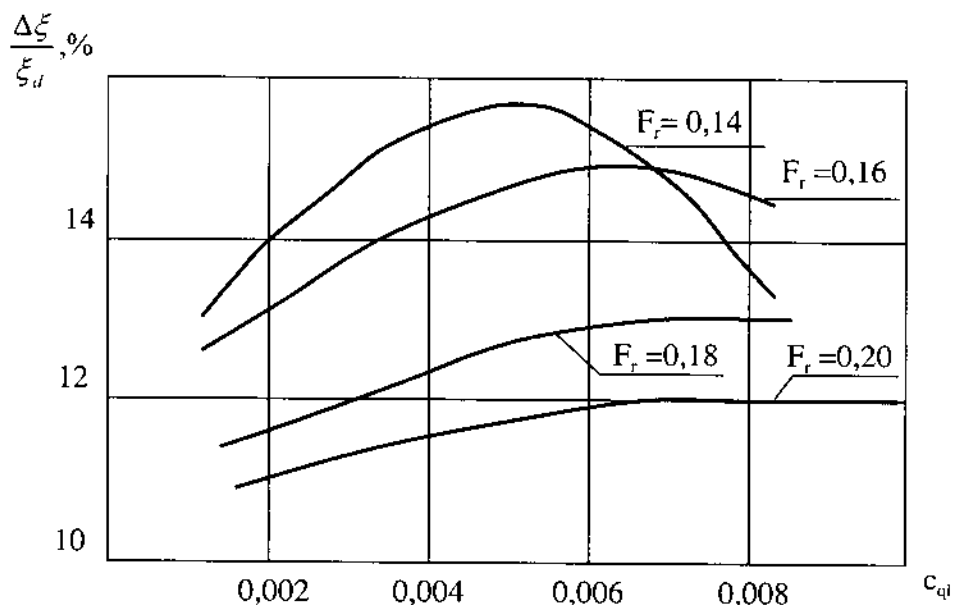
$$b_{ql} = 0,145 \pm 0,025; \psi_{ql} = 34 - 105F_r \text{ (Độ)};$$

$$\text{Khi } F_r < 0,20 \longrightarrow f_{opt} = 0,01 + 0,25\sqrt{1,68F_r - 0,097};$$

$$\text{Khi } F_r > 0,24 \longrightarrow f_{opt} = 0,017 + 0,25(1,89F_r - 0,311)^2.$$

Các hệ số béo của mũi quả lê có thể được chọn như sau:

$$\beta_{ql} = 0,65 \pm 0,04; \varphi_{ql} = 0,76 \pm 0,04; \delta_{ql} = \varphi_{ql}\beta_{ql} = 0,49 \pm 0,05.$$



Hình 9.22. Thay đổi của hệ số sức cản dư

Tỷ số giữa thể tích lượng chiếm nước của mũi quả lê với thể tích lượng chiếm nước của tàu được xác định như sau:

$$\frac{V_{ql}}{V} = \frac{\beta_{ql}}{\beta} \frac{\varphi_{ql}}{\varphi} \frac{H_{ql}}{T} \frac{B_{ql}}{B} \frac{L_{ql}}{L} \approx 0,02$$

Thực tế φ_{ql} và φ rất gần nhau nên để nghiên cứu ảnh hưởng của mũi quả lê đến tốc độ ta có thể sử dụng mối quan hệ sau:

$$c_{qi} = \frac{S_{ql}}{\beta B T} \frac{L_{ql}}{L}$$

Sự thay đổi hệ số sức cản dư $\Delta \xi = f(c_{qi})$ được chỉ ra trên hình 9.22. Trên hình vẽ đã cho ta thấy vùng mà ở đó mũi quả lê sẽ phát huy được tác dụng tốt của mình đến tính di động.

Chương 10

XÂY DỰNG TUYẾN HÌNH LÝ THUYẾT

10.1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ở trên đã chỉ ra phương pháp xác định các đặc trưng chủ yếu về kích thước và hình dáng tàu.

Tuyến hình lý thuyết biểu diễn bề mặt của thân tàu và cho đặc trưng chung nhất hình dáng của nó được xây dựng trên cơ sở các kích thước chính đã được xác định trong thiết kế và hàng loạt các đặc trưng khác về hình dáng tàu. Các hệ số béo mà trước hết hệ số béo chung δ , hệ số béo đường nước thiết kế α , hệ số béo sườn giữa β có ý nghĩa đặc biệt quan trọng.

Trong nhiều thế kỷ qua, các nhà nghiên cứu thiết kế tàu thủy đã đặc biệt chú ý đến việc xây dựng tuyến hình lý thuyết. Lịch sử ra đời và phát triển của vấn đề này rất rộng. Dưới đây sẽ giới thiệu một cách vắn tắt một số phương pháp xây dựng đường hình dáng lý thuyết đã được áp dụng hoặc được giới thiệu vào nửa đầu của thế kỷ thứ XVIII. Một số ít trong đó đã không còn có ý nghĩa thực tế.

10.2. LỊCH SỬ RA ĐỜI VÀ PHÁT TRIỂN

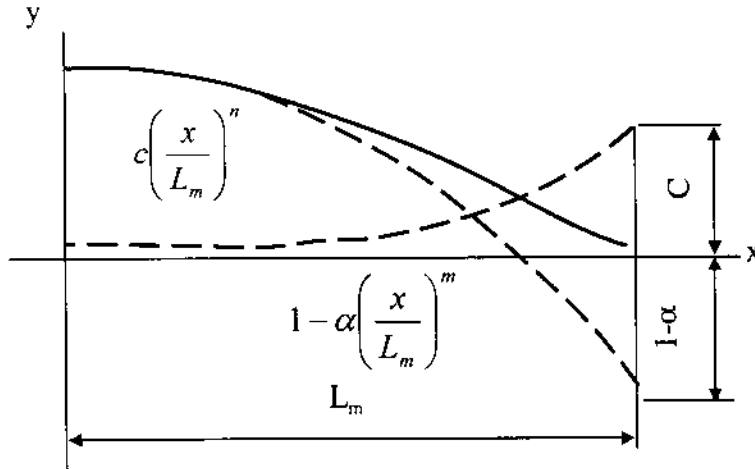
Trong suốt nhiều năm tuyến hình lý thuyết chỉ được vẽ bằng tay cốt sao cho đảm bảo được các kích thước cần thiết đã được lựa chọn trong giai đoạn thiết kế các đặc trưng chủ yếu của tàu. Các hệ số béo trong trường hợp này hầu như chỉ được xác định theo độ trơn đều và đẹp của đường hình dáng lý thuyết. Phương pháp xây dựng tuyến hình như trên đang được tồn tại và được áp dụng cho đến gần đây đối với đội tàu buôn bằng gỗ.

Vào giữa thế kỷ XVIII người ta đã bắt đầu áp dụng các phương pháp hình học để xây dựng đường hình dáng lý thuyết. Điuamel diu Monxo đề nghị áp dụng phép lũy tiến để xây dựng hình dáng tàu. Đề nghị của ông đã được nhà đóng tàu người Anh Manro ủng hộ và được áp dụng trong việc xây dựng đội tàu nước Anh.

Vào thế kỷ XVIII người ta đã cố gắng biểu diễn hình dáng tàu bằng phương pháp giải tích. Vào năm 1769 nhà đóng tàu nổi tiếng người Thụy Điển F. G. Trap-man đã đề nghị xây dựng các đường nước bằng biểu thức giải tích dạng đường cong parabol:

$$y = y_{\max} \left[1 - \left(\frac{x}{L_{m(d)}} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \right] \quad (10.1)$$

trong đó: $y_{\max}$ - giá trị tung độ lớn nhất của đường nước;
 x - hoành độ của sườn được đo từ sườn lớn nhất;
 $L_{m(d)}$ - chiều dài nhánh mũi hoặc đuôi;
 α - hệ số béo của đường nước khảo sát.



Hình 10.1. Đường cong pa-ra-bol hỗn hợp của Tay-lor

Ưu điểm chính của (10.1) là tính đơn giản của mối quan hệ giữa tung độ đường nước với hoành độ và hệ số béo của nó. Tuy nhiên hạn chế lớn của biểu thức (10.1) là đường cong không có điểm uốn, vì vậy nó bị hạn chế phạm vi sử dụng. Cần phải nhận thấy rằng, khi coi hệ số béo đường nước α như là hệ số của đường cong nói chung ta có thể nhận được các đường cong khác theo các công thức tương tự như (10.1).

Mặc dầu còn có những hạn chế như vậy nhưng F. G. Trap-man vẫn áp dụng nó để xây dựng các đường nước cho các tàu buồm chạy với tốc độ rất thấp của Thuy Điển vào cuối thế kỷ XVIII và đầu thế kỷ XX.

Ở Nga theo sáng kiến của người lãnh đạo Hạm đội Biển đen là Thủy sư đô đốc A. G. Greig người ta đã áp dụng công thức (10.1) để xây dựng đường nước cho các tàu thuộc Hạm đội Biển đen.

Hiện nay có thể áp dụng nó để xây dựng các đường nước phía trên của những tàu rất béo cũng như các đường nước của các tàu phá băng. F.G. Trap-man tỏ ra có lý khi nghiên cứu các đặc trưng hình dáng của tàu và cũng có thể dùng làm cơ sở để xây dựng các biểu thức giải tích biểu diễn toàn bộ bề mặt thân tàu.

Sau này người ta đã cố gắng nghiên cứu và hoàn thiện biểu thức (10.1) bằng cách làm cho nó

mang tính khái quát hơn. Vào năm 1903 Đ. Tay-lor đã bổ sung vào công thức (10.1) thêm một pa-ra-bol nhằm cho ta khả năng nhận được các đường nước có chứa điểm uốn x_{du} (hình 10.1):

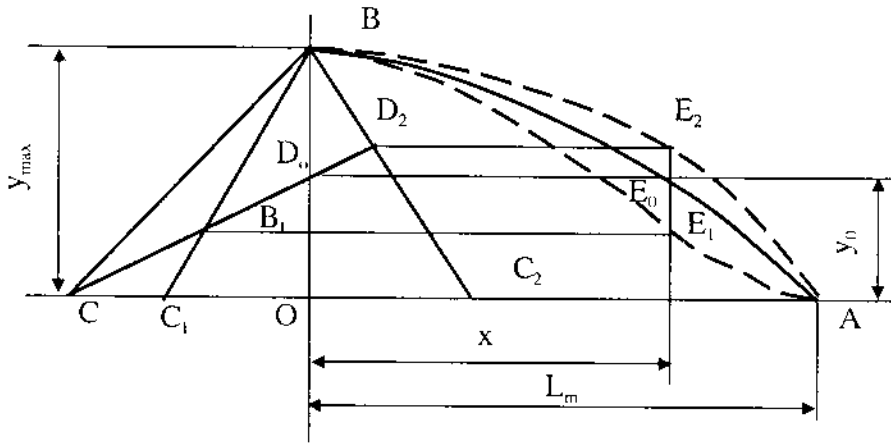
$$y = y_{\max} \left[1 - \alpha \left(\frac{x}{L_{m(d)}} \right)^m + (\alpha - 1) \left(\frac{x}{L_{m(d)}} \right)^n \right] \quad (10.2)$$

Đại lượng α , m và n trong công thức này cũng có thể nhận được từ 3 điều kiện bổ sung: diện tích, độ thon phần mũi hoặc thon đuôi và vị trí điểm uốn đã cho:

$$S_{m(d)} = \alpha L_{m(d)} y_{\max} = \int_0^{L_{m(d)}} y dx$$

$$\operatorname{tg} \psi_{m(d)} = \left. \frac{dy}{dx} \right|_{x=L_{m(d)}}$$

$$\left. \frac{d^2 y}{dx^2} \right|_{x=x_{du}} = 0$$



Hình 10.2. Xây dựng hình dáng đường nước có điểm uốn

Vào cuối thế kỷ XX G. P. Ba-in-bli-um giới thiệu thêm phương pháp xây dựng đường nước bằng hai pa-ra-bol với giả thiết rằng hình dáng tàu được tạo nên bởi tích hai pa-ra-bol.

Thay cho pa-ra-bol F. G. Trap-man sau này người ta bắt đầu áp dụng phép lũy tiến nhận được nhờ tam giác lũy tiến.

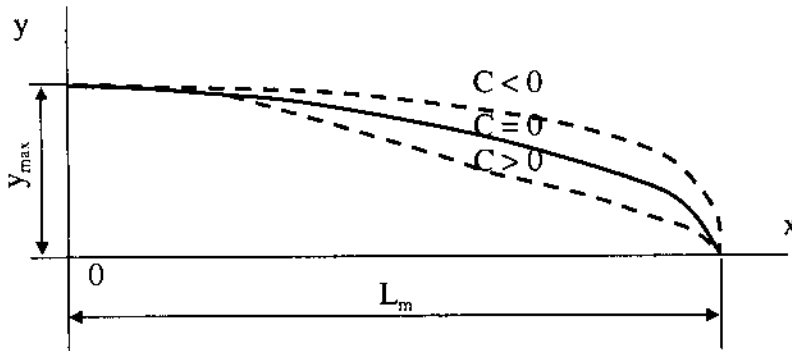
Trên hình 10.2 đường cong ban đầu là đường cong AE_0B và được mô tả bởi biểu thức $y_0 = f_0(x)$. Bằng cách xây dựng như đã chỉ ra trên hình 10.2 ta có thể nhận được các đường cong béo hơn AE_2B và gầy hơn AE_1B so với AE_0B . Việc xây dựng các đường cong có độ béo thấp hơn so với đường cong ban đầu AE_0B nhờ tia BC_1 rất có ý nghĩa thực tế. Độ lớn OC_1 (cũng như OC) được coi là dương; độ lớn OC_2 - được coi là âm. Việc xây dựng đường cong AE_1B như đã chỉ ra trên hình 10.2 sẽ dẫn tới biểu thức

$$y = y_{\max} \frac{f_0(x)(1-c)}{y_{\max} - cf_0(x)} \quad (10.3)$$

Kỹ sư đóng tàu người Nga A. A. Po-pov lấy biểu thức (10.1) làm cơ sở và tiến hành biến đổi nó, cuối cùng đã nhận được phương trình lũy thừa

$$y = y_{\max} \frac{1 - (x/L_{m(d)})^n}{1 + \frac{1}{1-c} \left(\frac{x}{L_{m(d)}} \right)^n} \quad (10.4)$$

Chính A. A. Po-pov đã tiến hành phân tích chi tiết đường cong này ứng với $n = 2$, C. P. Điu-sen - $n = 3$, còn I. G. Bud-nov - $n = 1,5 \div 5$ với bước $\Delta n = 0,5$. Tất cả các tác giả đều lập nên các bảng chi tiết cho phép xây dựng đường hình dáng lý thuyết theo các công thức đã được xem xét ở trên.



Hình 10.3. Đường cong Ar-xei-lov.

Cần chú ý rằng, việc biến đổi đường cong pa-ra-bol sẽ cho phép ta nhận các đường nước có điểm uốn hoặc không có điểm uốn.

Tam giác lũy tiến đã được kỹ sư đóng tàu người Nga K. N. Ar-xei-lov áp dụng để xây dựng những tàu chiến đầu tiên của Hạm đội Biển đen vào thời kỳ 25 năm cuối của thế kỷ thứ XIX. Ông lấy đường cong ban đầu $y_0 = f_0(x)$ là 1/4 elip:

$$y_0 = y_{\max} \sqrt{1 - (x/L_{m(d)})^2}$$

và đã nhận được

$$y = y_{\max} \frac{(1-c)\sqrt{1 - (x/L_{m(d)})^2}}{1 - c\sqrt{1 - (x/L_{m(d)})^2}} \quad (10.5)$$

Khi $c > 0$ theo (10.5) hình dáng phần mũi sẽ biến thành mũi quả lê (hình 10.3).

Hiện nay tồn tại hai nhóm phương pháp xây dựng đường hình dáng lý thuyết có ý nghĩa thực tế nhất. Một số phương pháp trong hai nhóm đó được dùng làm cơ sở cho sự kết hợp giữa

phương pháp xây dựng tuyến hình bằng phương pháp hình học gần đúng và phương pháp vẽ bằng tay. Các phương pháp còn lại được sử dụng trên cơ sở của một hay hai tàu mẫu, ví dụ, biến cải tàu mẫu bằng phương pháp biến đổi á phin, biến cải đường cong diện tích đường sườn, thêm diện tích.

Phương pháp sử dụng hai tàu mẫu đã được kỹ sư đóng tàu P.A. Mat-rox thực hiện lần đầu tiên mà theo quan điểm của ông K.V. Kuz-min đã xây dựng thành công đường hình dáng lý thuyết trong đó các tung độ của tuyến hình được lập nên từ tung độ của một bản vẽ và $(1-1/n)$ tung độ khác. Bằng cách như vậy có thể xây dựng được các bản vẽ tuyến hình lý thuyết với các tung độ.

$$y = \frac{1}{n} y_1 + \left(1 - \frac{1}{n}\right) y_2$$

Sau này phương pháp này được phát triển thành phương pháp nội suy.

Các phương pháp vừa được giới thiệu ở trên về mặt bản chất là những phương pháp xây dựng một tổ hợp các hình dáng thân tàu đã được các tác giả như I. G Bud-nov, B. A. Troi-xki, A.B. Kar-pov và các tác giả khác giới thiệu trong đó có phương pháp tia của G. E. Pav-len-co.

Đ.Tay-lor còn giới thiệu phương pháp mới để xây dựng tuyến hình lý thuyết cho tàu có hệ số béo cần thiết và có các kích thước phù hợp bằng cách lựa chọn nó trong các Se-ri bản vẽ đã có sẵn. Sau này nhờ thử mô hình ở bể thử ta có thể nhận được các số liệu cho phép xác định công suất của thiết bị năng lượng ứng với tốc độ đã cho trước. Bể thử Tay-lor đã cho ra mắt Se-ri các bản vẽ tuyến hình lý thuyết hiện chúng đã và đang được sử dụng khá rộng rãi khi thiết kế những tàu tương đối béo.

Hiện nay người ta đang tiến hành nghiên cứu các phương pháp xây dựng tuyến hình bằng máy tính điện tử mà phương pháp nội suy là cơ sở quan trọng của vấn đề nêu trên.

10.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP GẦN ĐÚNG ĐỂ XÂY DỰNG ĐƯỜNG CONG DIỆN TÍCH ĐƯỜNG SƯỜN VÀ ĐƯỜNG NƯỚC THIẾT KẾ

Đường cong diện tích đường sườn và đường nước thiết kế có thể được xây dựng bằng phương pháp gần đúng do I. A. Ia-cov-lev giới thiệu. Chúng thực chất là một bộ phận của phương pháp xây dựng tuyến hình lý thuyết. Ở đây các đường cong sẽ được xây dựng riêng cho phần mũi và đuôi.

Đường cong diện tích đường sườn (hay còn gọi là đường nước trung bình) có thể được xây dựng bằng hai phương pháp.

Phương pháp thứ nhất được tạo nên bởi việc thay thế đường nước trung bình nhánh mũi bằng hình thang AC_1FO (hình 10.4), trong đó AO - diện tích sườn lớn nhất βBT .

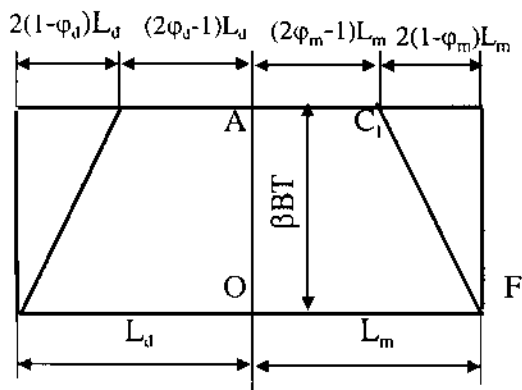
Vì

$$V_m = \delta_m BTL_m = \beta BTL_m - \beta BT(L_m - x)/2, \text{ cho nên } x = (2\varphi_m - 1)L_m$$

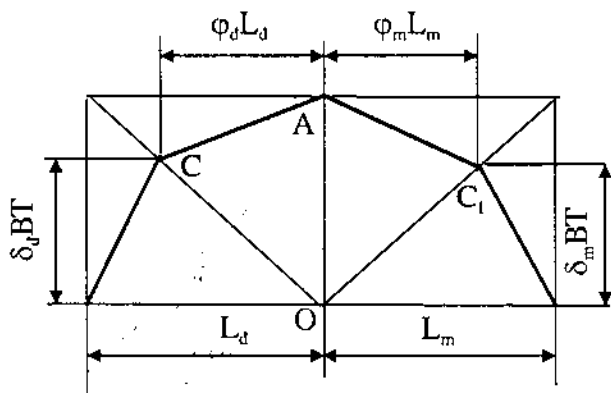
Chú ý đến (6.15) chúng ta cũng nhận được hình dáng như vậy mà trong đó $AO = (\beta/2)B$.

Trong phương pháp thứ hai đường nước trung bình được thay bởi tứ giác Mo-riss (hình 10.5). Khi đó $x_1 = \varphi_m L_m$ và khoảng cách từ C_1 đến OF sẽ bằng $\delta_m BT$.

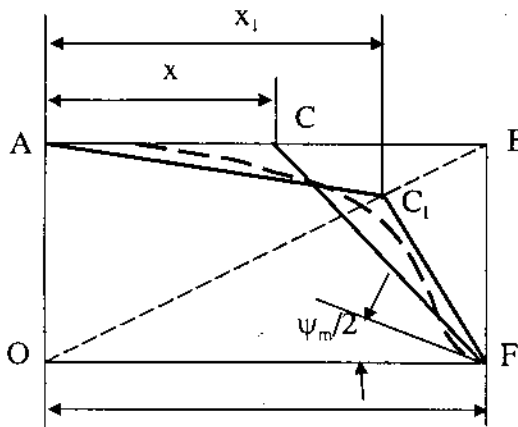
Cũng có thể áp dụng hỗn hợp hai phương pháp nêu trên (hình 10.6). Tại điểm F đường cong cân có tiếp tuyến với OF dưới một góc $\psi_m/2$. Cũng thực hiện như vậy cho trường hợp tàu có đoạn thân ống. Trong trường hợp này cần đặt lên đoạn AE các đoạn thẳng tương ứng với chiều dài đoạn thân ống phần mũi và phần đuôi (hình 10.7).



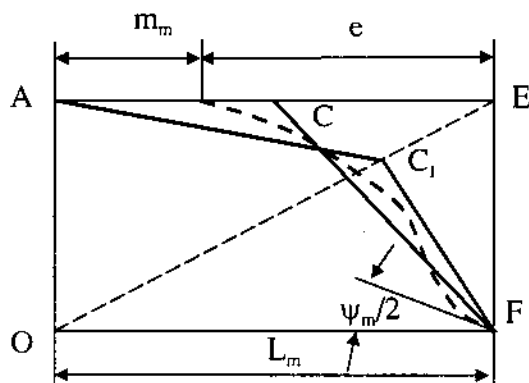
Hình 10.4. Đường nước trung bình dưới dạng hình thang



Hình 10.5. Đường nước trung bình dưới dạng Mo-riss



Hình 10.6. Xây dựng đường cong đường nước trung bình nhánh mũi



Hình 10.7. Xây dựng đường nước trung bình khi tàu có đoạn thân ống

Các đường cong phần đuôi cũng được xây dựng hoàn toàn tương tự như vậy khi chúng ta chú ý thay ký hiệu m (mũi) bằng d (đuôi).

Tất cả các đại lượng cần thiết $L_{m(d)}$, $\varphi_{m(d)}$, m , $m_{m(d)}$ đều được chọn từ chương IX. Bảng

phương pháp tương tự ta có thể xây dựng được đường nước thiết kế khi thay $AO = B/2$ (hình 10.4 - 10.7). Các đại lượng cần thiết cũng được chọn từ chương 9.

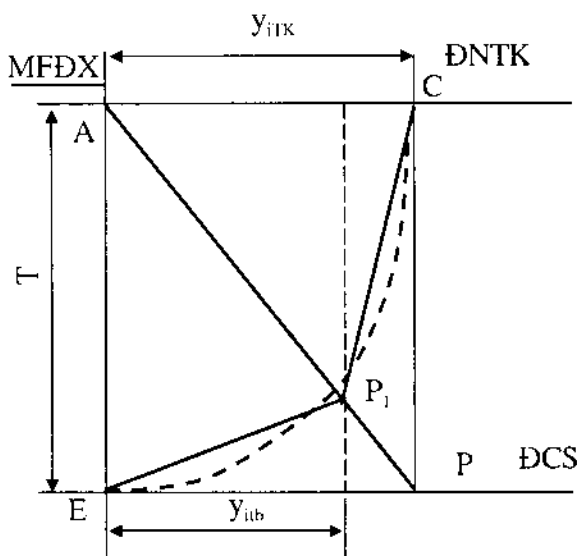
$$x = (2\alpha_m - 1) L_m; x_l = \alpha_m L_m$$

10.4. XÂY DỰNG TUYẾN HÌNH LÝ THUYẾT THEO PHƯƠNG PHÁP I. A. IA-COV-LEV

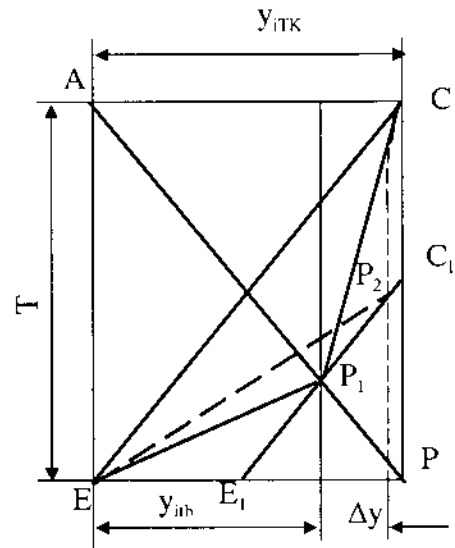
Từ đường cong diện tích đường sườn và đường nước thiết kế đã được xây dựng ta có thể xác định được hình dáng gần đúng của tất cả các sườn.

Để đạt được mục đích này, trên mỗi mặt cắt sườn ta cần thể hiện: 1) chiều chìm T ; 2) tung độ đường nước chở hàng y_{TK} ; 3) tung độ đường nước trung bình y_{TB} .

Nhờ vậy sẽ nhận được tứ giác ACP_1E (hình 10.8) với diện tích đã cho trước và có chiều rộng bằng chiều rộng đường nước. Vẽ đường cong EC sao cho diện tích được giới hạn bởi nó, vết mặt phẳng đối xứng và đường nước thiết kế sẽ bằng diện tích S_1 ta sẽ nhận được hình dáng sườn cần thiết. Đường cong EC cần gần với đường gấp khúc và trùng với nó ở hai điểm biên. Việc xây dựng các sườn trên đường nước thiết kế và lựa chọn hình dáng của đường nước vùng mút mũi và đuôi sẽ được thực hiện theo các yêu cầu cụ thể đối với tàu thiết kế.



Hình 10.8. Xây dựng sườn theo I.A. Ia-kov-lev



Hình 10.9. Các phương án mặt cắt sườn

Phương pháp vừa nêu trên có thể được thay đổi chút ít nếu cần phải có hình dáng đặc biệt cho tàu thiết kế, ví dụ, đối với các tàu có đáy nhọn hoặc ngược lại phần lớn có kết cấu đáy phẳng. Đối với trường hợp như vậy tứ giác ACP_1E có thể được xây dựng bằng cách sau (hình 10.9): Kẻ đường E_1C_1 song song với EC và dựng tam giác bất kỳ có đáy là EC và đỉnh là P_2 nằm trên đường C_1E_1 , chúng ta sẽ nhận được hàng loạt các tứ giác kiểu ACP_2E mà diện tích

của chúng sẽ bằng diện tích của tứ giác ACP_1E và do vậy bằng S_1 . Biểu diễn chuyển vị theo phương ngang của điểm P_2 qua $\Delta y = k_H(y_{TK} - y_{th})$ và lấy hệ số k_H theo sườn đã được cân bằng ta có thể xây dựng được tất cả các sườn lấy tứ giác ACP_1E làm cơ sở. Các sườn cân bằng là những sườn thứ 3 và thứ 17 đối với bản vẽ có 20 sườn lý thuyết. Trên các mặt cắt theo các sườn này ta cần lựa chọn vị trí cần thiết của điểm P_i . Tại tất cả các mặt cắt còn lại hệ số k_H sẽ được lấy theo các sườn cân bằng. Hệ số $k_H = 0 \div \approx 1$. Trong trường hợp cuối cùng các đường nước gần với đường nước chở hàng sẽ có tung độ lớn hơn tung độ của đường nước chở hàng.

10.5. SƯỜN CÂN BẰNG. SƯỜN CÓ DIỆN TÍCH MẶT CẮT NGANG LỚN NHẤT

Sườn cân bằng cũng như sườn có diện tích lớn nhất sẽ đặc trưng khá đầy đủ hình dáng thân tàu về mặt lý thuyết và cho phép xây dựng nó không chỉ bằng phương pháp nêu trên theo nhiều mặt cắt mà chỉ theo 3 mặt cắt sườn. Trường hợp sau có thể nhận được khá nhanh tuyến hình lý thuyết.

Ý nghĩa của sườn cân bằng được thấy rõ nét trong công thức hình vuông đơn giản do P. L. Tre-bur-sev giới thiệu và đã được A.N. Kru-lov áp dụng trong tính toán thiết kế tuyến hình tàu.

Sơ đồ đơn giản nhất của việc bố trí các mặt cắt Tre-bur-sev đặc trưng như sau:

$x_{th} = 0,5 L$ - mặt cắt tại giữa chiều dài tàu;

$x_m = 0,297 (L/2)$ - mặt cắt sườn ở vùng mũi (x_m được tính từ đường vuông góc mũi);

$x_d = 0,297 (L/2)$ - mặt cắt sườn ở vùng đuôi (được đo từ đường vuông góc đuôi).

Diện tích được giới hạn bởi đường cong và trục x theo Tre-bur-sev – Kru-lov:

$$S = (y_m + y_{th} + y_d) L / 3.$$

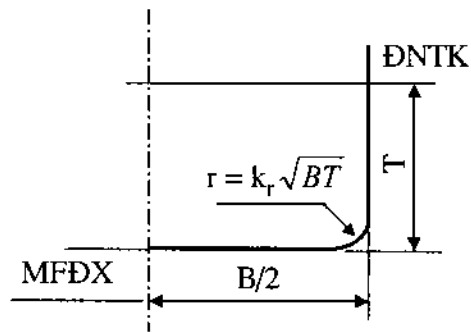
Trong công thức này y_m , y_{th} và y_d khi xây dựng đường nước là những tung độ tương ứng với các hoành độ x_m , x_{th} và x_d ; khi sử dụng đường cong diện tích đường sườn là diện tích của các sườn tương ứng với chính các hoành độ ấy. Trong trường hợp sau diện tích của mặt phẳng được chắn bởi đường cong và trục tọa độ S sẽ tương ứng với thể tích LCN tương ứng với đường nước thiết kế V . Tính theo công thức trên sẽ có sai số khoảng 5%.

Khi làm tròn hệ số hoành độ ta có thể lấy mặt cắt sườn Tre-bur-sev phía mũi được bố trí ở sườn thứ 3 và phía đuôi - sườn thứ 17 (khi bản vẽ tuyến hình được chia 20 sườn lý thuyết). Diện tích sườn giữa và sườn lớn nhất rất gần nhau, bởi vậy sử dụng các mặt cắt này sẽ cho ta nhận được tuyến hình lý thuyết có lượng chiếm nước cần thiết.

Sườn lớn nhất có thể được xây dựng theo phương pháp của I.A. Ia-cov-lev.

Đối với những tàu béo có kết cấu đáy phẳng mạn thẳng, hông lượn tròn bán kính lượn hông r (hình 10.10) của sườn lớn nhất sẽ liên hệ với hệ số béo β qua công thức

$$r = 1,525 \sqrt{(1 - \beta) BT} \quad (10.6)$$



Hình 10.10. Xây dựng sườn giữa

10.6. BIẾN CẢI ĐƯỜNG HÌNH DÁNG TÀU MẪU BẰNG PHÉP Á PHIN

Trong thực tế thiết kế người ta áp dụng khá rộng rãi phương pháp biến cải đường hình dáng tàu mẫu cho tàu thiết kế. Phương pháp biến cải đơn giản nhất là áp dụng phép á phin. Phương pháp này chỉ được áp dụng trong trường hợp khi có sự thay đổi các kích thước chủ yếu L , B và T còn hệ số béo δ và các hệ số béo khác không thay đổi. Khi đó lượng chiếm nước, vị trí tâm nổi, bán kính tâm nghiêng và các yếu tố khác của tuyến hình lý thuyết sẽ được xác định một cách đơn giản theo các công thức được xây dựng trên cơ sở đồng dạng cục bộ về hình dáng tàu mẫu với tàu thiết kế.

Hãy khảo sát trường hợp riêng của phép á phin khi chỉ thay đổi chiều rộng tàu B . Trong trường hợp như vậy chúng ta sẽ nhận được tung độ của tuyến hình mới bằng cách nhân tung độ gốc (tung độ của tuyến hình tàu mẫu) với hệ số $b_a = B_1/B_0$, trong đó chỉ số “0” thuộc về tuyến hình mẫu, còn chỉ số “1” - tuyến hình mới. Như vậy, nửa chiều rộng của đường nước thứ j thuộc sườn thứ i sẽ được biểu diễn bởi công thức tổng quát sau

$$y_{ji} = b_a y_{ij0} \quad (10.7)$$

Xây dựng tuyến hình bằng cách như vậy sẽ rất đơn giản. Các đường cong trơn đều của tuyến hình mẫu sẽ trơn đều đối với tuyến hình của tàu thiết kế.

Tương tự như vậy, khi chỉ thay đổi chiều chìm việc xây dựng đường hình dáng sẽ được bắt đầu từ việc xác định khoảng cách giữa các đường nước ΔT mà từ đó sẽ tính được hệ số

$$t_a = T_1/T_0 = \Delta T_1/\Delta T_0 \quad (10.8)$$

Cũng bằng cách tương tự ta nhận được hệ số khi chỉ thay đổi chiều dài tàu

$$l_a = L_1/L_0 = \Delta L_1/\Delta L_0 \quad (10.9)$$

Trong trường hợp tổng quát có sự thay đổi của tất cả các kích thước chủ yếu L , B và T , trong tuyến hình thiết kế tung độ sẽ thay đổi tỷ lệ với B_1/B_0 , khoảng cách giữa các đường nước - tỷ lệ với T_1/T_0 và khoảng cách giữa các sườn lý thuyết - tỷ lệ với L_1/L_0 . Đối với trường hợp tổng quát như vậy chúng ta sẽ có:

- Các hệ số béo α , δ , β , φ , χ sẽ không thay đổi;

- Lượng chiếm nước thể tích:

$$V_1 = \frac{L_1 B_1 T_1}{L_0 B_0 T_0} V_0$$

- Diện tích đường nước (hoành độ đường cong diện tích đường nước):

$$S_{j1} = \frac{L_1 B_1}{L_0 B_0} S_{j0}$$

- Diện tích sườn (tung độ đường cong diện tích đường sườn):

$$\omega_{11} = \frac{T_1 B_1}{T_0 B_0} \omega_{10}$$

- Cao độ tâm nổi:

$$Z_{C1} = \frac{T_1}{T_0} Z_{C0}$$

- Hoành độ tâm nổi (tính từ sườn giữa):

$$X_{C1} = \frac{L_1}{L_0} X_{C0}$$

- Mô men quán tính diện tích đường nước thiết kế đối với trục dọc:

$$I_{x1} = \frac{L_1 B_1^3}{L_0 B_0^3} I_{x0}$$

- Mô men quán tính diện tích đường nước thiết kế đối với trục ngang:

$$I_{y1} = \frac{B_1 L_1^3}{B_0 L_0^3} I_{y0}$$

- Bán kính tâm nghiêng ngang:

$$\rho_1 = \frac{B_1^2 T_0}{B_0^2 T_1} \rho_0$$

- Bán kính tâm nghiêng dọc:

$$R_1 = \frac{L_1^2 T_0}{L_0^2 T_1} R_0$$

và một số đại lượng không quan trọng khác.

Nhược điểm của phép biến đổi á phin là tính bất biến bắt buộc của tất cả các hệ số béo đặc trưng cho hình dáng tàu, vì vậy nó chỉ cho phép sử dụng trong trường hợp tốc độ tuyệt đối và tương đối giữa tàu mẫu và tàu thiết kế khác nhau không đáng kể.

Khi có sự thay đổi tốc độ v và F_r mà giá trị của hệ số béo δ của tàu thiết kế không khác nhiều so với tàu mẫu thì có thể cho phép lấy $\delta_1 = \delta_0$. Trong trường hợp này có thể buộc tất cả các hệ số béo còn lại không thay đổi và tuyến hình tàu thiết kế sẽ được xây dựng bằng phép biến đổi á phin như đã được trình bày ở trên. Do có sự thay đổi các tỷ số B/T và H/T của tàu mẫu cho phù hợp với tàu thiết kế nên cần tiến hành tính toán lại ổn định và dung tích cho tàu cũng như các đại lượng liên quan khác.

10.7. XÂY DỰNG TUYẾN HÌNH LÝ THUYẾT BẰNG PHƯƠNG PHÁP NỘI SUY

Phương pháp nội suy chỉ có thể được áp dụng khi và chỉ khi có hai tuyến hình mẫu: một có hệ số béo δ_2 lớn hơn δ của tàu thiết kế; tuyến hình thứ hai có hệ số béo $\delta_1 < \delta$. Sau khi chuyển kích thước của hai tàu mẫu về kích thước của tàu thiết kế bằng phép á phin (xem 10.6) ta có thể nhận được hai tuyến hình lý thuyết có kích thước như nhau nhưng khác nhau hệ số béo δ . Trên hình 10.11 đã chỉ ra một trong các mặt cắt sườn của các tuyến hình ấy.

Thể tích được giới hạn bởi bề mặt của tàu có hệ số béo δ_2 và tàu có hệ số béo δ_1 ,

$$\begin{aligned} V_2 - V_1 &= (\delta_2 - \delta_1) LBT = \int_{x=0}^{x=L} \int_{z=0}^{z=T} y_2 dx dz - \int_{x=0}^{x=L} \int_{z=0}^{z=T} y_1 dx dz = \\ &= \int_{x=0}^{x=L} \int_{z=0}^{z=T} (y_2 - y_1) dx dz \approx \sum_{x=0}^{x=L} \sum_{z=0}^{z=T} (y_2 - y_1) \Delta L \Delta T \end{aligned} \quad (10.10)$$

Suy ra

$$(\delta_2 - \delta_1) \approx \frac{\sum \sum (y_2 - y_1)}{B} \frac{\Delta L}{L} \frac{\Delta T}{T} \quad (10.11)$$

Như vậy tổng của hiệu tất cả các tung độ của hai tuyến hình với các kích thước đã được cố định và có khoảng cách giữa các đường nước ΔT cũng như đường sườn ΔL như nhau sẽ tỷ lệ với hiệu số $(\delta_2 - \delta_1)$. Cũng tương tự như vậy ta có

$$(\delta_2 - \delta) \approx \frac{\sum \sum (y_2 - y)}{B} \frac{\Delta L}{L} \frac{\Delta T}{T} \quad (10.12)$$

Từ (10.11 và (10.12) ta có

$$\frac{\delta_2 - \delta}{\delta_2 - \delta_1} \approx \frac{\sum \sum (y_2 - y)}{\sum \sum (y_2 - y_1)} \quad (10.13)$$

Biểu thức (10.13) có thể được sử dụng để xây dựng tuyến hình lý thuyết với hệ số béo δ khi có các tuyến hình mẫu với hệ số béo δ_2 và δ_1 .

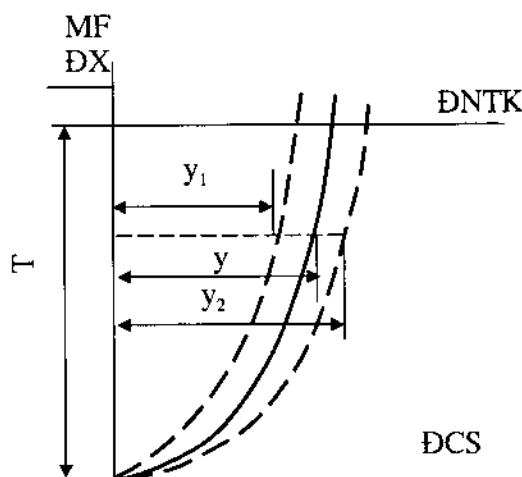
Để thu được các kết quả có giá trị sử dụng trong thực tế thiết kế tuyến hình ta cần xác định quy luật thay đổi của các hiệu số $(y_2 - y)$ và $(y_2 - y_1)$ phụ thuộc vào vị trí của tung độ. Quy

luật đơn giản nhất trong trường hợp này là tỷ lệ giữa hiệu số $(y_2 - y)$ với hiệu số $(y_2 - y_1)$ đối với các tung độ nằm trên các sườn và các đường nước cùng tên, có nghĩa là

$$\frac{y_2 - y}{y_2 - y_1} = k_y \quad (10.14)$$

Đặt (10.14) vào (10.13) ta có

$$\frac{\delta_2 - \delta}{\delta_2 - \delta_1} = \frac{\sum \sum (y_2 - y)}{\sum \sum (y_2 - y_1)} = k_y \quad (10.15)$$



Hình 10.11. Xây dựng sườn bằng phương pháp nội suy

Có thể nhận thấy rằng, (10.14) là một trong những kết quả của (10.13) và (10.15) có thể được sử dụng khi tính toán các tung độ của tàu thiết kế.

Từ (10.14) và (10.15) ta có

$$y_2 - y = \frac{\delta_2 - \delta}{\delta_2 - \delta_1} (y_2 - y_1)$$

và

$$y = y_2 - \frac{\delta_2 - \delta}{\delta_2 - \delta_1} (y_2 - y_1)$$

hoặc

$$y = y_2 - k_y (y_2 - y_1) = k_y y_1 + (1 - k_y) y_2 \quad (10.16)$$

Dưới dạng tổng quát có thể viết

$$y_{ij} = y_{ij2} - k_y (y_{ij2} - y_{ij1}) = k_y y_{ij1} + (1 - k_y) y_{ij2} \quad (10.17)$$

trong đó: i - chỉ thứ tự sườn; j - chỉ thứ tự đường nước;

chỉ số '1' - tương ứng với tàu mẫu có hệ số béo δ_1 ; chỉ số '2' - tương ứng với tàu mẫu có hệ số béo δ_2 ; đại lượng không mang chỉ số sẽ tương ứng với tàu thiết kế.

Như vậy, tung độ bất kỳ y_{ij} của tuyến hình mới với hệ số béo δ có thể nhận được khi có hai tuyến hình mẫu với hệ số béo δ_2 và δ_1 . Việc tính chuyển tung độ y_{ij} sẽ được thực hiện rất thuận lợi dưới dạng bảng khi sử dụng công thức (10.17) làm cơ sở.

Tuyến hình nhận được bằng phương pháp trên sẽ có các yếu tố sau đây:

- Lượng chiếm nước $V = \delta LBT$;

- Diện tích đường nước (hoàn độ đường cong diện tích đường nước):

$$S_j = k_y S_{j1} + (1 - k_y) S_{j2};$$

- Diện tích sườn (tung độ đường cong diện tích đường sườn):

$$\omega_i = k_i \omega_{i1} + (1 - k_y) \omega_{i2};$$

- Hệ số béo đường nước thiết kế:

$$\alpha = k_y \alpha_1 + (1 - k_y) \alpha_2;$$

- Hệ số béo sườn giữa $\beta = k_y \beta_1 + (1 - k_y) \beta_2$.

Sử dụng (10.17) ta có thể nhận được các công thức tính mô men quán tính của diện tích, mô men tĩnh của diện tích và thể tích, bán kính tâm nghiêng, hoàn độ và cao độ trọng tâm của diện tích và thể tích của tàu thiết kế. Các công thức này có cấu trúc tương đối phức tạp, bởi vậy trong đại đa số các trường hợp cần thay thế chúng hoặc bằng cách tiến hành tính theo các tung độ mới nhờ phương pháp gần đúng thông thường hoặc áp dụng các công thức gần đúng mà các hệ số trong đó sẽ được xác định theo phương pháp nội suy.

Ví dụ, có thể sử dụng các công thức gần đúng sau đây để tính các đại lượng

$$\rho = k_p \frac{\alpha^2}{\delta} \frac{B^2}{12T}$$

trong đó: $k_p = k_y k_{p1} + (1 - k_y) k_{p2}$;

$$R = k_R \frac{\alpha^2}{\delta} \frac{L^2}{12T}$$

trong đó: $k_R = k_y k_{R1} + (1 - k_y) k_{R2}$;

$$Z_C = k_C [\alpha / (\alpha - \delta)]$$

trong đó: $k_C = k_y k_{C1} + (1 - k_y) k_{C2}$.

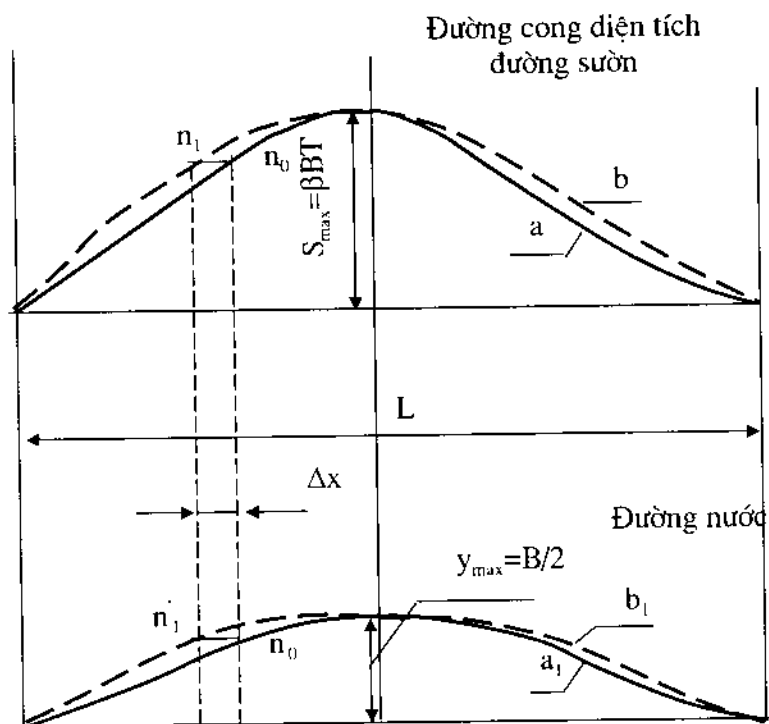
Phương pháp nội suy được sử dụng để tạo nên các Se-ri tuyến hình lý thuyết và rất thuận lợi khi tính toán trên máy tính điện tử.

10.8. BIẾN CẢI TUYẾN HÌNH TÀU MẪU TRÊN CƠ SỞ ĐƯỜNG CONG DIỆN TÍCH ĐƯỜNG SƯỜN CỦA TÀU THIẾT KẾ

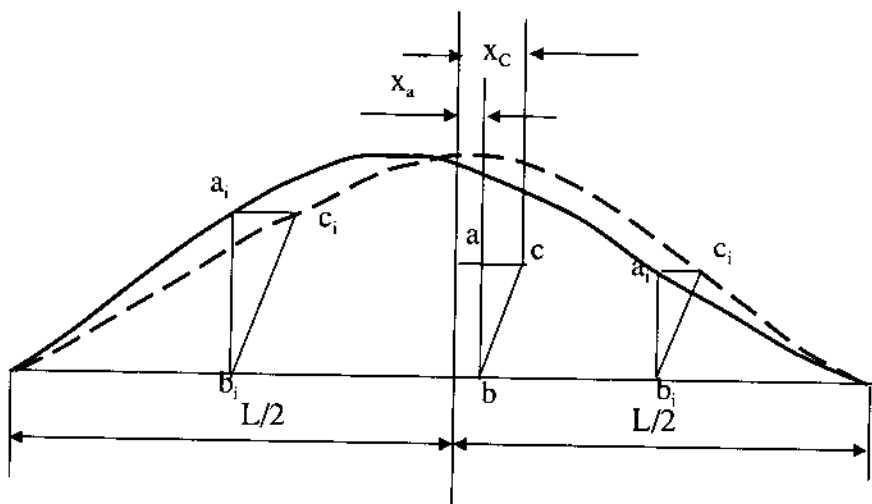
Có thể xây dựng được tuyến hình lý thuyết cho tàu thiết kế khi có tuyến hình tàu mẫu mà các kích thước của nó đã được biến đổi á phin phù hợp với tàu thiết kế, có đường cong diện tích đường sườn của tàu mẫu cũng như tàu thiết kế. Khi đó hình dáng sườn lớn nhất sẽ không thay đổi. Đường cong diện tích đường sườn của tàu thiết kế sẽ được xây dựng bằng phương pháp được mô tả ở 10.3.

Vẽ hai đường cong trên một trang giấy ta có thể xác định được cần dịch chuyển sườn tàu mẫu đi bao nhiêu để chúng có thể tạo nên được tuyến hình lý thuyết cho tàu thiết kế. Ví dụ, diện tích của sườn thứ n_0 của tàu mẫu trên hình 10.12 sẽ bằng diện tích sườn thứ n_1 của tàu thiết kế, có nghĩa là độ lớn của nó và do đó, tung độ đường nước cần được dịch chuyển đi một lượng Δx . Nhờ cách dịch chuyển như vậy ta sẽ nhận được đường cong thiết kế.

Nhờ cách như vậy ta có thể thay đổi được đường nước bất kỳ. Tung độ của đường nước nằm trong mặt phẳng sườn đã được thay đổi sẽ dịch chuyển dọc theo trục x một đoạn.



Hình 10.12. Xây dựng đường cong diện tích đường sườn của tàu thiết kế (b, b_1) từ tàu mẫu (a, a_1).



Hình 10.13. Xây dựng đường cong diện tích đường sườn khi có sự thay đổi của vị trí tâm nổi

Như vậy chúng ta sẽ nhận được nửa chiều rộng của tuyến hình lý thuyết (hình 10.10). Căn cứ vào mạng lưới đã được xây dựng và các tung độ được lấy ra từ nửa chiều rộng đường nước ta sẽ xây dựng được trọn vẹn đường hình dáng lý thuyết cho tàu thiết kế.

Trong một số trường hợp chỉ cần thay đổi hoành độ tâm nổi của tàu mẫu cho phù hợp với hoành độ tâm nổi của tàu thiết kế. Vấn đề này có thể giải quyết một cách đơn giản nhất như đã chỉ ra trên hình 10.13 bằng cách thay đổi đường cong diện tích đường sườn của tàu mẫu như thế nào đó để diện tích của nó không thay đổi. Theo phương nằm ngang ta cần đặt một đoạn ($X_c - X_a$) tính từ trọng tâm diện tích đường cong sườn của tàu mẫu, còn điểm a được nối với điểm b trên trục x. Một điểm bất kỳ của đường cong diện tích đường sườn tàu thiết kế sẽ nhận được bằng cách dịch chuyển điểm a_i tới điểm c_i (hình 10.13) với $c_i b_i$ song song với cb . Cao độ trọng tâm của đường cong diện tích đường sườn tàu mẫu đối với trục x có thể được tính theo các tung độ của đường cong S_i hoặc theo công thức gần đúng. Trong trường hợp này công thức sẽ có dạng:

$$S_C = S_{i \max} \frac{\varphi}{1 + \varphi}$$

Có thể chứng minh được tính đúng đắn của phương pháp biến cải đường cong diện tích đường sườn khi dịch chuyển tâm nổi nếu chúng ta coi diện tích của đường cong ngày không thay đổi còn trọng tâm của đường cong sẽ thay đổi do sự thay đổi hình dáng của đường cong như đã trình bày ở trên.

10.9. XÂY DỰNG ĐƯỜNG HÌNH DÁNG LÝ THUYẾT THEO MỘT BIỂU THỨC GIẢI TÍCH. PHƯƠNG PHÁP PA-RA-BOL

Xây dựng đường hình dáng lý thuyết của tàu theo một biểu thức giải tích, theo hai biểu

thức (riêng cho phần mũi và phần đuôi) hoặc ba biểu thức giải tích (bổ sung thêm đoạn thân ống) là một bài toán rất phức tạp. Thực hiện bài toán này rất khó bởi vì tham gia vào các biểu thức giải tích là những đặc trưng thiết kế nhận được nhờ việc xác định các kích thước chủ yếu, các hệ số béo đặc trưng cho hình dáng tàu v.v. Có thể tính toán được các kích thước chủ yếu trong biểu thức giải tích về tuyến hình lý thuyết nhưng tính các hệ số béo cũng như chiều dài tàu được đo theo chiều cao là khá phức tạp.

Trong trường hợp đơn giản nhất có thể mô tả bằng giải tích bề mặt vỏ bao thân tàu bởi hai biểu thức giải tích viết riêng cho mũi và đuôi.

Cùng với các số liệu về đường cong diện tích đường nước dạng pa-ra-bol đã được giới thiệu ở 6.8 chúng ta có:

$$S_{zm} = k_s z^n = S_T (z/T)^{(\alpha_m/\delta_m)-1}$$

trong đó: S_{zm} – diện tích đường nước thuộc nhánh mũi tại khoảng cách z so với mặt phẳng cơ bản.

Các tung độ của đường nước tại mặt phẳng sườn lớn nhất: $y_{zmax} = c_z z^m$ ứng với $z = T$; khi $y_{zmax} = B/2 = c_z T^m$; $c_z = B/2T^m$; $B = 2c_z T^m$.

Diện tích sườn lớn nhất:

$$\omega_{max} = \beta BT = 2 \int_{z=0}^{z=T} y_{zmax} dz = 2c_z \int_{z=0}^{z=T} z^m dz = 2c_z \frac{T^{m+1}}{m+1} = \frac{BT}{m+1}$$

Từ đó $\beta = 1/(m+1)$; $m = (1/\beta) - 1$ và $y_{zmax} = (B/2)(z/T)^{(1/\beta)-1}$.

Hệ số béo của một đường nước bất kỳ ở phần mũi

$$\alpha_{zm} = \frac{S_{zm}}{2L_m y_{zmax}} = \frac{2\alpha_m L_m B (z/T)^{(\alpha_m/\delta_m)-1}}{2L_m B (z/T)^{(1/\beta)-1}} = \alpha_m (z/T)^{(\alpha_m/\delta_m)-(1/\beta)} \quad (10.18)$$

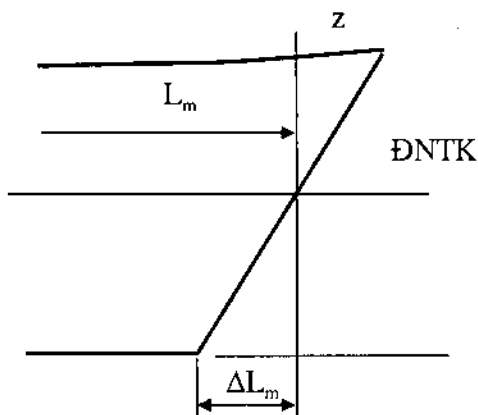
Đối với các đường nước dạng pa-ra-bol tung độ bất kỳ y tại hoành độ bất kỳ x sẽ có dạng sau:

$$y = y_{zmax} \left[1 - \left(\frac{x}{L_m} \right)^{\alpha_{zm}/(1-\alpha_{zm})} \right]$$

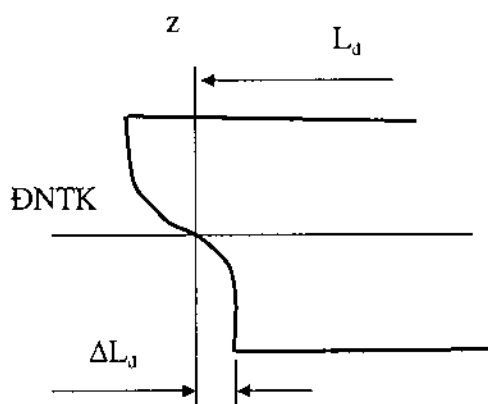
hoặc

$$y = \frac{B}{2} \left(\frac{z}{T} \right)^{(1/\beta)-1} \left[1 - \left(\frac{x}{L_m} \right)^{\alpha_{zm}/(1-\alpha_{zm})} \right] \quad (10.19)$$

trong đó: α_{zm} được lấy từ (10.17).



Hình 10.14. Sóng mũi nghiêng



Hình 10.15. Sóng đuôi

Biểu thức giải tích tổng quát (10.17) cho phép xây dựng tuyến hình lý thuyết phần mũi tàu ứng với các kích thước và hệ số béo α_m , δ_m và β đã xác định trước.

Giá trị L_m sẽ không thay đổi chỉ trong trường hợp nếu sóng mũi có dạng thẳng đứng. Khi sóng mũi không có dạng như vậy thì trong công thức (10.19) cần biểu diễn L_m theo T . Ví dụ, khi sóng mũi nghiêng (hình 10.14)

$$L_{mz} = L_{mKWL} - \left(1 - \frac{z}{T}\right) \Delta L_{m,\phi} \quad (10.20)$$

Bằng cách như vậy ta cũng có thể xây dựng được bề mặt hình bao phần đuôi. Trên hình vẽ chỉ cần thay đổi hướng trục ngược lại.

Sự thay đổi L_d được tính một cách tương tự như sự thay đổi ở vùng mũi L_m . Ví dụ khi sóng đuôi có hình dáng giống như đã chỉ ra trên hình 10.15,

$$L_{dz} = L_{dKWL} - \Delta L_d \cos \frac{\pi}{2} \frac{z}{T} \quad (10.21)$$

Các công thức được giới thiệu ở trên sẽ cho phép xây dựng toàn bộ bề mặt vỏ bao thân tàu dựa trên cơ sở các đường nước dạng pa-ra-bol và đường cong diện tích đường nước kiểu pa-ra-bol, có nghĩa là có tính đến các hệ số béo đặc trưng cho hình dáng tàu.

Nhược điểm của hình dáng vỏ bao được xây dựng theo phương pháp nêu trên là sự thiếu các điểm uốn thuộc các đường nước. Ngoài ra, hình dáng sườn lớn nhất sẽ khác so với chính hình dáng của chúng trong thực tế.

Trên đây chúng ta đã khảo sát các tàu không có đoạn thân ống. Phân tích các tàu có đoạn thân ống ta cần bổ sung vào các biểu thức viết cho phần mũi và đuôi biểu thức tương ứng với nó.

10.10. PHƯƠNG PHÁP TIA CỦA G. E. PAV-LEN-CO

Phương trình tổng quát biểu diễn bề mặt vỏ bao tàu thủy bằng phương pháp tia do G. E. Pav-len-co đề xướng được coi là một trong những phương pháp đặc sắc nhất để thiết kế hình dáng tàu bằng phương pháp giải tích. Cơ sở của phương pháp này là mô tả các đường nước, đường sườn và đường cắt dọc dưới dạng các đường thẳng trên cùng một mặt phẳng.

Để làm sáng tỏ nguyên tắc xây dựng tuyến hình lý thuyết bằng phương pháp tia G. E. Pav-len-co ta hãy khảo sát hình 10.16. Phía trên đường thẳng $O'A$ sẽ biểu diễn tuyến hình dưới dạng các tia, phía dưới - biểu diễn các đường sườn lý thuyết (các mặt cắt ngang). Các sườn được biểu diễn dưới dạng tia là các đường thẳng xuất phát từ điểm O' . Các đường nước của nó - các đường thẳng xuất phát từ các điểm A, P.v.v. được xác định từ đường bao sườn lớn nhất trên $O'A$. Đường này tương ứng với sườn có mặt cắt ngang lớn nhất trên hình vẽ biểu diễn các mặt cắt ngang của tàu. Vị trí các điểm giao của đường nước với nó có thể được tìm ra bằng phương pháp giải tích theo biểu thức viết cho sườn có diện tích lớn nhất $y_{zmax} = f_0(z)$.

Khoảng cách giữa các đường thẳng song song $O'K'$ và AE sẽ bằng nửa chiều rộng của tàu đo tại đường nước thiết kế.

Khoảng cách $O'F$ được coi là hàm $S_0(z)$, trong đó điểm F là giao điểm của tia đường nước với trục OK' . Đoạn Ag được tạo nên bởi giao điểm của sườn dưới dạng tia với AE phụ thuộc vào vị trí của sườn theo chiều dài tàu và được biểu diễn bởi hàm $r(x)$ mà Pav-len-co gọi nó là hàm radiant. Khảo sát cặp tam giác đồng dạng $\Delta O'PF$ và ΔHPD ; $\Delta gO'A$ và $\Delta DO'H$ chúng ta sẽ nhận được biểu thức để biểu diễn bề mặt vỏ bao tàu

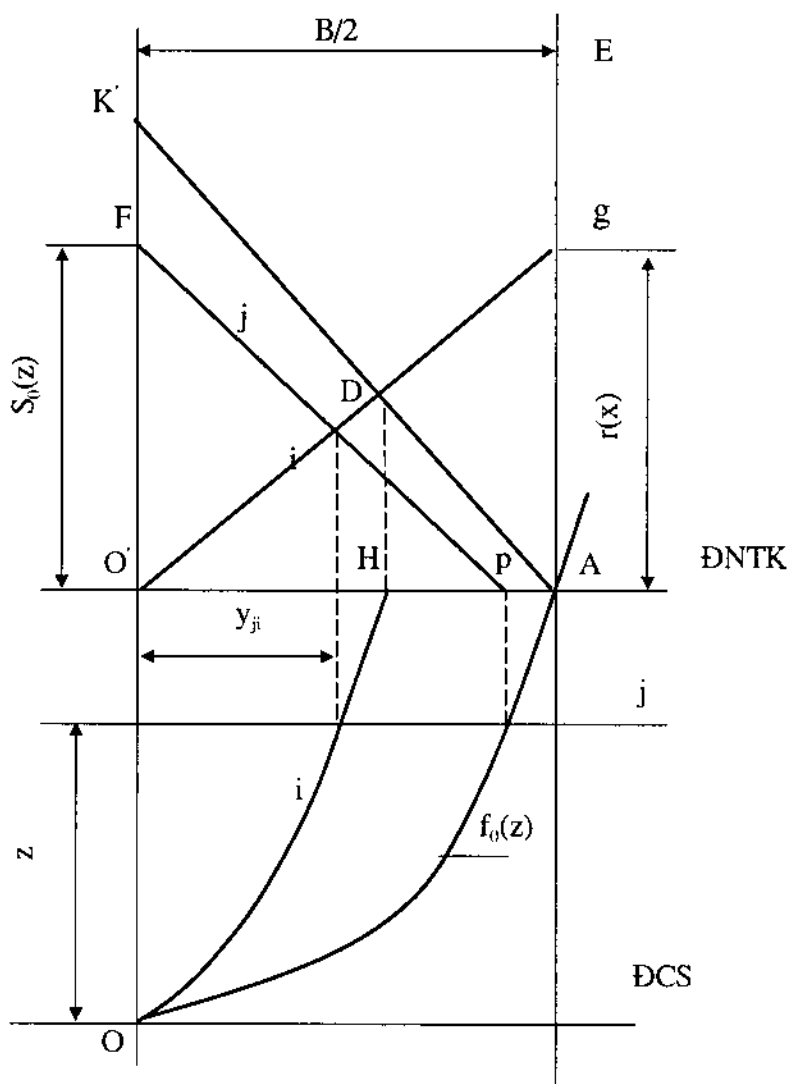
$$y = \frac{f_0(z)}{1 + \frac{r(x)}{(B/2)k(z)}} \quad (10.22)$$

trong đó $k(z)$ - tg của góc nghiêng của các đường nước dưới dạng tia với $O'A$ mà G. E. Pav-len-co gọi là đường chuẩn.

Cho chiều rộng của tàu, đường bao của sườn lớn nhất, radiant (điểm chuẩn) và đường chuẩn ta có thể nhận được biểu thức tổng quát để biểu diễn bề mặt vỏ bao tàu.

Để nhận được tuyến hình với các đặc trưng đã cho nhờ áp dụng phương pháp trên ta cần nghiên cứu sơ bộ mối quan hệ giữa các điểm chuẩn, các đường chuẩn và các hệ số béo mà người thiết kế quan tâm. Công việc nghiên cứu như vậy đã được khá nhiều tác giả tiến hành song cho đến bây giờ vẫn còn có khá nhiều điều chưa được giải quyết triệt để. Rõ ràng rằng, các đường chuẩn có thể được cho dưới dạng các đường thẳng, pa-ra-bol, hy-pec-bol, còn các điểm chuẩn có thể là các hàm lượng giác. Tuy nhiên cũng có thể sử dụng tuyến hình biểu diễn dưới dạng tia vì nó cho phép tính đến độ trơn đều của bề mặt vỏ bao thân tàu và sự phù hợp của tuyến hình lý thuyết khi thay thế các đường chuẩn và điểm chuẩn bằng các hàm khác (đô thị hoặc hàm giải tích) có mối liên hệ giữa chúng với bề mặt vỏ bao thân tàu đơn giản hơn.

Thực tế, để thay cho việc đặt $k(z)$ và $r(x)$, đối với mỗi phần mút tàu ta có thể chọn sườn cân bằng (xem 10.5) và biểu diễn nó dưới dạng tia (hình 10.16).



Hình 10.16. Xây dựng tuyến hình lý thuyết bằng phương pháp tia G. E. Pav-len-co

Trong trường hợp này trình tự thực hiện sẽ như sau:

1. Chọn đường cong diện tích đường sườn thoả mãn các giá trị đã cho (φ , X_C , ψ và trong một số trường hợp còn có cả điểm uốn). Đường cong như vậy có thể nhận được bằng cách biến cải đường cong diện tích đường sườn của tàu mẫu.
2. Xây dựng đường nước thiết kế thoả mãn các giá trị đã cho của hệ số béo đường nước (α , α_m , α_d) bằng một trong các phương pháp đã biết ở trên.
3. Xây dựng sườn cân bằng phần mũi và phần đuôi (sườn thứ 3 và thứ 17); xác định diện tích của chúng theo đường cong diện tích đường sườn, lấy tung độ đường nước thiết kế theo hình bao của đường cong.

4. Đưa tung độ sườn cân bằng và tung độ đường nước thiết kế vào bản vẽ mặt cắt ngang thân tàu (tương tự hình 10.16 nhưng biểu diễn cả phần thon mũi và phần thon đuôi).

5. Vẽ đường nước thiết kế dưới dạng tia trên đó có đánh dấu các điểm cắt của nó với các sườn được biểu diễn dưới dạng tia (các điểm cắt có tung độ y_{m1} , y_{m2} , v. v.). Từ điểm O' vẽ các tia biểu diễn sườn. Trên sườn cân bằng được biểu diễn dưới dạng tia có đánh dấu các điểm cắt của nó với các đường nước khác. Qua các điểm tương ứng với nửa chiều rộng của sườn tại mặt cắt có diện tích lớn nhất và qua các điểm cắt của các đường nước được biểu diễn dưới dạng tia với các sườn cân bằng dưới dạng tia vẽ tất cả các đường nước dưới dạng tia. Thao tác này sẽ được tiến hành riêng cho từng phần đuôi và phần mũi.

Cần nhận thấy rằng, các tung độ của giao điểm các đường nước và đường sườn y_{ij} giống nhau trên bản vẽ mặt cắt ngang sườn và trên bản vẽ biểu diễn dưới dạng tia.

6. Đặt các tung độ của các điểm cắt từ bản vẽ biểu diễn dưới dạng tia vào bản vẽ mặt cắt ngang của sườn sẽ cho phép chúng ta nhận được tuyến hình lý thuyết phù hợp. Cần kiểm tra các đặc trưng của nó bằng các tính toán thông thường, vẽ nốt các phần mũi và đuôi.

Từ các ví dụ được nêu ở trên ta thấy rằng, xây dựng các biểu thức giải tích để biểu diễn bề mặt vỏ bao tàu riêng cho từng vùng mũi và đuôi thoả mãn các yêu cầu đã được đặt ra cho hình dáng thân tàu phần ngập nước là rất khó khăn.

Phương pháp tia Pav-len-co được coi như là một phương pháp tổng hợp để biểu diễn bề mặt vỏ tàu bằng 3 phương trình đã nhận được sự áp dụng rất rộng rãi trong thực tế để xây dựng tuyến hình lý thuyết hợp lý theo 4 mặt cắt (sườn có diện tích lớn nhất, đường nước thiết kế, sườn cân bằng vùng mũi và vùng đuôi).

Chương 11

PHƯƠNG PHÁP LUẬN TRONG THIẾT KẾ TÀU THUY

11.1. Ý NGHĨA VÀ LĨNH VỰC ÁP DỤNG CỦA LÝ THUYẾT THIẾT KẾ

Trong các chương trước chúng ta đã khảo sát các mối quan hệ giữa các đặc trưng thiết kế của tàu cần cho việc giải quyết các vấn đề cơ bản của quá trình thiết kế nó. Trước hết đó là các vấn đề thuộc về trọng lượng tàu (chương 1, 2), xác định lượng chiếm nước và các kích thước chủ yếu (chương 3 và 4), dung tích (chương 5), hình dáng tàu (chương 6 và 10), đảm bảo các đặc trưng cần thiết về tính ổn định và tính chòng chành (chương 7), dự trữ lực nổi và chiều cao mạn khô (chương 8), tính di động (chương 9).

Giải quyết tổ hợp các vấn đề này có tính đến các ảnh hưởng qua lại giữa chúng, có nghĩa là nhờ phương pháp hệ thống hoá sẽ tạo nên khả năng để thiết kế hoàn chỉnh một con tàu. Các đặc trưng thiết kế được chia thành hai nhóm.

Thuộc về nhóm thứ nhất bao gồm các đặc trưng của tàu đã được cho trong nhiệm vụ thư thiết kế hoặc trong các tiêu chuẩn và định mức.

Thuộc về nhóm thứ hai là những đặc trưng được xác định bởi các tính toán thiết kế nhằm thoả mãn các yêu cầu của nhiệm vụ thư và các tiêu chuẩn, định mức, bao gồm: các đặc trưng về kích thước và hình dáng tàu (lượng chiếm nước, các kích thước chủ yếu, hệ số béo chung và các hệ số béo khác...), công suất thiết bị năng lượng.

Cần lưu ý rằng, không có thể đưa ra được giới hạn rõ ràng giữa hai nhóm đặc trưng nêu trên. Ví dụ, đôi khi theo điều kiện tàu qua cửa âu, cửa ụ mà người đặt hàng có thể phải đưa ra trước các giới hạn về một số kích thước nào đó, hay như có thể thay thế tốc độ bằng việc đưa ra một số yêu cầu về thiết bị năng lượng cụ thể, có nghĩa là cho trước công suất của thiết bị năng lượng. Khi đó các kích thước chủ yếu và công suất của thiết bị năng lượng sẽ trở thành các đặc trưng của nhóm thứ nhất, còn tốc độ - thuộc nhóm thứ hai.

Các công thức biểu diễn mối quan hệ của các đặc trưng thuộc nhóm thứ hai với nhóm thứ nhất hoặc với các mối quan hệ khác của nhóm thứ hai không cần thiết phải thực hiện bằng cách giải quyết như nhau. Các công thức này cho phép xác định một số giá trị trung bình và mức độ dao động của chúng (độ lệch bình phương trung bình lớn nhất so với giá trị trung bình).

Đặc trưng có tính xác suất như vậy của các công thức lý thuyết thiết kế tàu sẽ tạo ra khả

năng giải quyết rất đa dạng các đặc trưng của tàu thậm chí ngay cả khi có các yêu cầu và nhiệm vụ tuyệt đối giống nhau đối với tàu thiết kế. Đồng thời cũng cần đặc biệt chú ý đến các số liệu thống kê có thể được sử dụng khi xây dựng các đặc trưng của tàu thiết kế.

Tính đa dạng của bài toán thiết kế tàu còn thể hiện khá rõ nét trong bài toán tối ưu hoá thiết kế.

Khi xây dựng các công thức lý thuyết thiết kế tàu ta có thể chọn mối quan hệ vật lý nào đó của chúng (nói riêng là hình học) làm cơ sở và bằng cách làm thích ứng chúng với việc giải quyết các vấn đề đã được đặt ra sẽ cho ta công thức gần đúng để tính toán các đặc trưng cần tìm. Trong một số trường hợp việc xử lý trực tiếp các số liệu thống kê có thể được thực hiện dưới dạng các biểu thức giải tích.

Trong quá trình thiết kế ngoài việc tìm ra các đặc trưng thiết kế thuộc nhóm thứ hai việc xác định kiểu kiến trúc kết cấu tàu cũng đóng vai trò khá quan trọng. Vấn đề này thường được giải quyết một cách rất đa dạng. Ví dụ, có thể thừa nhận phương án bố trí buồng máy ở phía đuôi, ở giữa hoặc vùng trung gian; tàu có thể được lắp đặt một hoặc nhiều hệ trục chong chóng; có đáy đôi hoặc không có đáy đôi; có một, hai hay nhiều boong; có kiến trúc boong nhẹ hoặc thượng tầng mũi, lái.

Khi thiết kế tàu ta cần chú ý rằng, trong trường hợp chung các yêu cầu đối với tàu thường có các đặc trưng có tính mâu thuẫn và bắt buộc người thiết kế phải tìm cách dung hoà chúng. Ví dụ, do nâng cao tính ổn định sẽ gây ra chòng chành quá mức cho phép. Tăng chiều dài của tàu cao tốc sẽ làm giảm công suất thiết bị năng lượng nhưng đồng thời lại làm tăng trọng lượng thân tàu, làm xấu đi tính quay trở và hạn chế khả năng di động của tàu khi qua kênh đào.v.v. Chính do những điều này nên các công thức lý thuyết thiết kế tàu luôn mang tính xác suất. Đồng thời các công thức cũng chỉ ra các giới hạn dung hoà cho phép khi giải quyết các vấn đề riêng.

Như vậy các công thức lý thuyết thiết kế mang tính xác suất dựa trên các số liệu thống kê và sự đơn giản hoá các mối quan hệ vật lý là những công thức gần đúng.

Mô hình toán học nhận được trên cơ sở ấy nhìn chung thiếu chính xác. Tuy nhiên các công thức này sẽ cho phép đi từ các yêu cầu đối với tàu đến các kích thước và hệ số béo, cho phép lập ra mô hình toán học lô gích của nó.

Ngoài hàng loạt các giá trị số học cụ thể của chính các yếu tố thiết kế, việc thực hiện mô hình toán học-lô gích sẽ chứa hàng loạt các số liệu mang đặc trưng đồ thị như: bản vẽ bố trí chung, tuyến hình lý thuyết.v.v. Tuy nhiên mô hình toán học - lô gích mà cơ sở của nó là các công thức gần đúng của thiết kế tàu có thể không hoàn toàn chính xác, bởi vậy cần kiểm tra nó bằng các công thức chính xác thuộc các môn học liên quan. Các công thức này là phương tiện để làm sáng tỏ các tính chất của mô hình đã được xây dựng. Khi đó phương pháp hợp lý nhất để điều chỉnh là việc tính toán lượng hiệu chỉnh theo các công thức vi phân của lý thuyết thiết

kế tàu. Cùng với các tính toán này cần kiểm tra lần thứ hai về tính hợp lý của mô hình toán- lô gích bằng các công thức khác của khoa học đóng tàu.

Phương pháp tương tự trong tính toán thiết kế được thừa nhận là phương pháp gần đúng liên tục, bởi kết quả nhận được trong lần gần đúng đầu tiên có thể tỏ ra thiếu chính xác và cần phải tiến hành hiệu chỉnh trong lần gần đúng thứ hai và cũng có thể cả lần gần đúng tiếp theo.

Trong một số công trình nghiên cứu đã chỉ ra khả năng mở rộng rất lớn nhờ tăng số lần gần đúng. Tuy nhiên khi có các số liệu nguồn tin cậy và các tàu mẫu phù hợp với tàu thiết kế v.v. quá trình này sẽ được thực hiện rất nhanh.

Sau khi nhận được một phương án thiết kế (gọi là phương án cơ sở) ta có thể xây dựng cả các phương án khác theo các yếu tố chính và kiểu kiến trúc-kết cấu tàu. Đánh giá bằng phương pháp so sánh các ưu nhược điểm của chúng có thể được dùng làm cơ sở để lựa chọn phương án cuối cùng bằng cách lập các phương án biến phân.

Từ những điều đã được nêu ra ở trên ta có thể rút ra kết luận sau: các công thức của lý thuyết thiết kế tàu khi thiết kế tàu có chức năng và công dụng đặc biệt (hoặc se-ri tàu một kiểu) chỉ được sử dụng trước khi xây dựng thiết kế khởi thảo. Tuy nhiên thường trong thực tế khi thẩm định thiết kế khởi thảo có thể cần tiến hành một số thay đổi. Từ đó buộc phải thay đổi cả các đặc trưng của nhóm thứ hai.

Các đặc trưng của thiết kế kỹ thuật không cần thay đổi bởi vì những sự thay đổi như vậy ở mức độ nào đó sẽ có ảnh hưởng không tốt cho kế hoạch chuẩn bị đóng mới. Tuy nhiên nếu buộc phải thay đổi các đặc trưng của tàu trong giai đoạn thiết kế kỹ thuật ta cần tính toán chúng theo các công thức mang đặc trưng vi phân của lý thuyết thiết kế tàu. Tính đúng đắn của quá trình xác định các yếu tố kích thước chủ yếu và hình dáng tàu trong các giai đoạn thiết kế ban đầu sẽ cho phép thiết kế thành công con tàu phù hợp với các yêu cầu và các tiêu chuẩn hiện hành. Tất cả điều này sẽ được chứng minh khi tiến hành thử đường dài.

Tuy nhiên kết quả thử đường dài không phải luôn luôn đủ để đánh giá chính xác các tính chất của con tàu được thiết kế. Tốt hơn hết chúng phải được đánh giá theo kết quả khai thác. Cuối cùng, có một số tính chất của tàu, ví dụ, tính chống chìm có thể chỉ được kiểm tra trong trường hợp đặc biệt.

Khi lập nhiệm vụ thư thiết kế ta cần kiểm tra tính tương thích của các yêu cầu riêng, có nghĩa là không xuất hiện các mâu thuẫn giữa chúng. Ngoài ra, thậm chí cả khi không có mâu thuẫn cũng cần làm sáng tỏ vấn đề tập hợp các yêu cầu đã được đưa ra (nhiệm vụ chung) có lợi nhất hay không, tức là có phải tối ưu hay không.

Để xác định tính tương thích và tối ưu hoá các yêu cầu được đặt ra cho tàu thiết kế người ta áp dụng phương pháp biện luận khi xác định các kích thước và hình dáng tàu. Sự khác nhau là ở chỗ các biến chính ở đây không phải là các kích thước hoặc hệ số béo mà đó là các yêu cầu được đặt ra trong nhiệm vụ thư thiết kế: tốc độ, sức chớ hàng v.v.

Khi nghiên cứu nhiệm vụ thiết kế vấn đề chủ yếu cần giải quyết là xây dựng thành công mô hình toán-lô gích chứ không phải là xây dựng tập hợp các hồ sơ, tài liệu để chuẩn bị đóng mới chúng. Bởi vậy trong trường hợp này ta nên áp dụng phương pháp biện luận của lý thuyết thiết kế tàu cho phép xác định được lượng chiếm nước, công suất máy, lập bảng trọng lượng thành phần, khối lượng công việc, giá thành đóng mới, kích thước triển đà, vốn đầu tư, giá thành khai thác tàu cũng như các đặc trưng tương tự cần để giải quyết các vấn đề kinh tế chủ yếu của việc đóng nó.

Phương pháp tương tự mà trong đó các đặc trưng thiết kế chung nhất chỉ được định hình cho phép lập ra và giải quyết các nhiệm vụ tối ưu thành phần của đội tàu nói chung và đội tàu vận tải, tàu công nghiệp hải sản v.v. nói riêng.

Giải quyết các vấn đề nêu trên sẽ tạo ra khả năng để xây dựng các nhiệm vụ chủ yếu cho việc thiết kế se-ri các tàu tham gia vào cấu trúc chung của đội tàu.

11.2. XÁC ĐỊNH CÁC ĐẶC TRƯNG THIẾT KẾ CỦA TÀU

Phương pháp luận khoa học của lý thuyết thiết kế tàu rất đa dạng. Việc lựa chọn các biện pháp giải quyết tốt nhất đối với mỗi trường hợp riêng đồng thời vừa đơn giản, vừa phức tạp.

Các trường hợp riêng thường gặp khi thiết kế tàu có thể đưa bài toán đến sơ đồ mang tính giả định phụ thuộc vào sự có mặt và đặc trưng của các thông tin nguồn (số liệu ban đầu):

1. Có các số liệu thống kê chủ yếu về tàu mẫu đã được khai thác hoặc thiết kế xong mà công dụng cơ bản của nó gắn với yêu cầu theo nhiệm vụ thiết kế. Không có các số liệu về trọng lượng thành phần và tuyến hình lý thuyết của tàu mẫu.
2. Có thiết kế tương tự của tàu được đóng và các số liệu tổng kết về thử và khai thác nó. Công dụng cơ bản và các đặc trưng chủ yếu của nó gắn với yêu cầu theo nhiệm vụ thử thiết kế.
3. Có nhiệm vụ đóng con tàu mà theo công dụng của mình hoặc theo các tính chất kỹ thuật-khai thác hoặc kỹ thuật - thống kê nào đó khác xa so với tất cả các tàu hiện có cho đến thời điểm ấy.

Trong hai trường hợp đầu tiên có thể nói về sự có mặt của tàu mẫu. Trong trường hợp thứ ba cần nói về tàu thiết kế. Ở đây tàu mẫu chỉ được sử dụng từng bộ phận.

“Thực tế không một ai có thể thiết kế được một con tàu hoàn thiện ngay từ đầu; trong đại đa số các trường hợp mọi thiết kế tốt chỉ là sự phát triển, sự thay đổi hoặc hoàn thiện ngay kiểu tàu hiện có; tất nhiên đôi khi tình huống bắt buộc làm bước nhảy lớn, nhưng việc thu được các kết quả tốt trong trường hợp này chỉ là trường hợp ngoại lệ”, - I. G. Bud-nov đã nói như vậy.

Nhiều trường hợp khi thiết kế người ta dùng ngay "tàu trần" đã được đóng và đôi khi cả thiết bị năng lượng của con tàu hiện có với công dụng hoàn toàn khác, có nghĩa là sử dụng các kích thước chủ yếu (trừ chiều chìm) và hình dáng, sau đó tiến hành hoán cải chút ít cho phù hợp với công dụng mới của tàu thiết kế.

Trong trường hợp thứ ba - khi đóng các tàu kiểu mới hoàn toàn thì sơ đồ thiết kế do I. G. Bud-nov đề xướng không phù hợp về lượng chiếm nước sẽ tỏ ra rất có hiệu quả. Sau này sơ đồ thiết kế như vậy sẽ trở thành tàu mẫu trung gian sau khi xử lý nó bằng phương pháp toán học.

Phương pháp luận của lý thuyết thiết kế tàu nhìn chung được áp dụng trong đại đa số các trường hợp, khi đó thiết kế có chất lượng tốt thực chất chỉ là sự phát triển, thay đổi hoặc hoàn thiện ngay con tàu hiện có.

Hai trường hợp đầu tiên về xây dựng nhiệm vụ thiết kế thường được áp dụng khá rộng rãi trong thực tế. Quá trình giải quyết bài toán trong trường hợp này sẽ được trình bày dưới đây. Giả thiết rằng, tàu được thiết kế cần giống chút ít với tàu mẫu loại trừ công dụng của nó. Nếu công dụng bị thay đổi thì cần khảo sát lại ảnh hưởng của sự thay đổi ấy đến các đặc trưng của tàu.

Như vậy công việc đầu tiên cần thực hiện là phải hình dung rõ nét kiểu kiến trúc - kết cấu của tàu thiết kế. Khi cần phải xem xét một vài phương án thuộc kiểu kiến trúc - kết cấu tàu ta cần lập lại tất cả các thao tác tương ứng với số lượng các phương án.

Chúng ta hãy khảo sát trường hợp thứ nhất.

Thao tác thứ nhất. Xác định lượng chiếm nước D và công suất của thiết bị năng lượng N , cũng như các trọng lượng thành phần trong lần gần đúng đầu tiên.

Theo phương trình trọng lượng được biểu diễn dưới dạng đại số ta cần xác định lượng chiếm nước. Khi giải quyết bài toán này cần tính toán những thay đổi cần thiết của các tham số tham gia vào phương trình trọng lượng.

Các tham số của phương trình trọng lượng, có nghĩa là các đặc trưng kỹ thuật -thống kê (kỹ thuật-khai thác) của tàu (tốc độ, tầm xa bơi lội, sức chở hàng hoặc trọng tải), các trọng lượng đơn vị của thân tàu, máy móc thiết bị cũng như các đặc trưng kỹ thuật khác (hệ số C trong công thức tính N), có thể được thừa nhận phù hợp với công dụng của tàu, theo tàu mẫu hoặc theo các số liệu thống kê có liên quan đến các tàu tương tự.

Cần phải nhớ rằng, sự thay đổi quá lớn các đặc trưng này so với bình thường có thể dẫn tới kết quả không thoả đáng.

Đồng thời với việc xác định lượng chiếm nước theo phương trình trọng lượng ta cần tìm ra giá trị gần đúng của công suất thiết bị năng lượng N . Các đại lượng cần thiết để xác định công suất sẽ được dùng để giải phương trình trọng lượng. Sau đó cần lập bảng trọng lượng thành phần nhờ đó có thể tính toán sơ bộ giá thành đóng mới.

Khi thừa nhận các đặc trưng được đặt ra bởi nhiệm vụ thư cần hiểu bản chất của mỗi đặc trưng. Ví dụ, nếu cho tốc độ khai thác thì phải giải quyết vấn đề cần đưa tốc độ thử nào vào tính toán và sau đó vào hồ sơ thiết kế.

Thao tác thứ hai. Xác định các yếu tố chính - các kích thước và hệ số béo đặc trưng cho hình dáng tàu.

Xác định chiều dài tương đối của tàu theo tốc độ đã cho. Theo chiều dài tương đối và lượng chiếm nước cần xác định chiều dài tàu L . Kiểm tra sự phù hợp các điều kiện hành hải của chiều dài vừa được xác định (triển đà, đường triển, vị trí neo đậu, chiều dài âu ụ v.v.) cũng như các yêu cầu về lắp đặt.

Xác định số $F_r = v/\sqrt{gL}$ và căn cứ vào đó để xác định hệ số béo δ , sau đó là các hệ số béo β và φ . Phụ thuộc vào φ cần xác định hệ số béo đường nước thiết kế α , còn phụ thuộc vào yêu cầu về dung tích cần xác định tỷ số $h_T = H/T$. Trong một vài trường hợp cần hiệu chỉnh đại lượng này để đảm bảo độ dự trữ lực nổi cần thiết. Lựa chọn giá trị H theo các điều kiện bố trí chung, ví dụ, phụ thuộc vào chiều cao yêu cầu của buồng máy.

Nhờ chọn được giá trị $h_T = H/T$ ta có thể xác định được tỷ số $b_T = B/T$. Nếu không có sự hạn chế đối với B và T về điều kiện bố trí hoặc hành hải thì cần lấy b_T theo tàu mẫu hoặc theo nhóm tàu mẫu (nếu cần giữ nguyên h_T và ổn định như cũ) hoặc cần thay đổi có tính đến sự thay đổi chiều cao tâm nghiêng ngang h và h_T .

Khi biết được L , δ , b_T ta có thể xác định được B và T . Sau đó sẽ xác định chiều cao mạn khô và kiểm tra sự phù hợp giữa nó với tỷ số H/T . Đối với các tàu buồm phải tuân thủ quy phạm về đường nước chở hàng thì độ lớn chiều cao mạn khô không được nhỏ hơn giá trị đã cho trong quy phạm. Đôi khi để thoả mãn yêu cầu về dung tích chở hàng ta cần thiết kế tàu có mạn khô dư. Sau đó cần xác định các đặc trưng của bản vẽ tuyến hình lý thuyết: hoành độ tâm nổi, các hệ số béo chung, hệ số béo phần mũi và đuôi, của đường cong diện tích đường sườn và đường nước thiết kế, độ thon mũi và đuôi, vị trí sườn lớn nhất (đối với tàu chạy nhanh), chiều dài và vị trí đoạn thân ống đối với tàu chạy chậm.

Thao tác thứ ba. Kiểm tra sự phù hợp của các kích thước đã được xác định và hệ số béo của tàu đối với các yêu cầu và tiêu chuẩn hiện hành. Hiệu chỉnh các kích thước và hệ số béo cho tàu thiết kế.

Theo các số liệu đã nhận được ở trên cần tiến hành xây dựng tuyến hình lý thuyết khởi thảo. Theo tuyến hình đã được xây dựng xong cần xác định và xây dựng đồ thị các yếu tố tính nổi - thủy lực cũng như đường cong ổn định hình dáng theo các phương pháp đã được giới thiệu ở phần lý thuyết tàu.

Khi thực hiện xong thao tác thứ hai cần bắt đầu xây dựng bản vẽ bố trí chung mà nhờ đó có thể cho phép kiểm tra tính hợp lý của các kích thước chính, có nghĩa là cho phép thừa nhận hay không chiều dài tàu L để bố trí trang thiết bị và buồng ở. Trên các tàu phục vụ công tác nghiên cứu khoa học cần bố trí các tổ hợp trang thiết bị và phương tiện nghiên cứu theo chiều dài tàu, còn trên các tàu chở khách - cần xác định mức độ tiện nghi cho hành khách; cho phép lấy hay không chiều rộng tàu B để bố trí trang thiết bị và hàng hoá (ví dụ, trên các tàu chở hàng thùng cần xác định số dãy thùng) cũng như cần xác định chiều cao mạn nhằm đảm bảo điều kiện bố trí. Điều quan trọng là liệu có đủ hay không diện tích của các mặt cắt sườn ở vùng mút mũi và lái để bố trí hàng hoá và trang thiết bị.

Cuối thao tác thứ ba người thiết kế cần xác định bố cục chung sơ bộ cho tàu, có nghĩa là xây dựng đồng bộ bản vẽ bố trí chung.

Tiếp theo, nhờ sử dụng tuyến hình lý thuyết cùng với các tham số cần thiết ta có thể xác định được công suất của thiết bị năng lượng dưới dạng bảng hoặc đồ thị được xây dựng theo các kết quả thử se-ri mô hình tại bể thử tàu.

Các tính toán đã được thực hiện và cùng với bản vẽ tuyến hình, bố trí chung sẽ cho phép lập nên bảng trọng lượng thành phần trong đó có chỉ rõ các tọa độ trọng tâm tương ứng. Sau đó cần tiến hành cân bằng tàu và tìm ra sự không khớp giữa lượng chiếm nước theo bản vẽ tuyến hình lý thuyết và theo trọng lượng thành phần cũng như cần làm chính xác giá trị chiều cao tâm nghiêng ngang ban đầu.

Có thể triết tiêu được sự không phù hợp (nếu có) về lượng chiếm nước và ổn định nhờ áp dụng phương pháp vi phân.

Nếu sự chênh lệch ấy không lớn ta có thể tiến hành hiệu chỉnh dự trữ lượng chiếm nước và dự trữ ổn định và coi các kích thước và hình dáng tàu là hợp lý để tiến hành các bước thiết kế tiếp theo. Nếu sự sai khác giữa lượng chiếm nước và ổn định tỏ ra quá lớn thì cần hiệu chỉnh các kích thước và hình dáng của tàu thiết kế, cố gắng triết tiêu sự sai khác như vậy nhờ một số tối thiểu các đặc trưng tính toán.

Sau đó, trong trường hợp cần thiết ta có thể tiến hành hiệu chỉnh bảng trọng lượng thành phần, tuyến hình lý thuyết, sơ đồ bố trí chung.

Các kết quả nhận được cùng với các đặc trưng chung của tàu đã được xác định trong quá trình thực hiện 3 thao tác trên sẽ được dùng làm cơ sở cho các giai đoạn thiết kế tiếp theo trong đó có thiết kế thi công. Ở tất cả các giai đoạn tiếp theo việc tính toán thiết kế sẽ được tiến hành theo các phương pháp đã được nghiên cứu trong các môn khoa học khác của ngành thiết kế tàu trừ môn lý thuyết thiết kế.

Thao tác thứ ba có thể được thực hiện với khối lượng nhiều hoặc ít.

Sau khi xây dựng tuyến hình lý thuyết và tính toán tải trọng trong quá trình thực hiện thao tác thứ ba có thể tiến hành kiểm tra ổn định khi tàu nghiêng góc lớn.

Trong trường hợp thứ hai quá trình xác định các kích thước và hệ số béo sẽ được đơn giản hoá. Bằng phương pháp vi phân có thể xác định ngay lập tức sự thay đổi các kích thước và hệ số béo chung δ . Để đạt được điều đó ta cần sử dụng phương trình vi phân của I. G. Bud-nov. Khi có số liệu nguồn đủ độ tin cậy sự sai khác giữa lượng chiếm nước và lực nổi sẽ không đáng kể và có thể khắc phục nó bằng cách thay đổi dự trữ lượng chiếm nước.

Từ những điều được nêu ở trên ta thấy rằng, số lần gần đúng phụ thuộc vào mức độ đầy đủ và độ tin cậy của các số liệu thống kê từ tàu mẫu và vào sự gần nhau giữa các yếu tố tàu thiết kế với các yếu tố tàu mẫu, cũng như vào sự phù hợp về công dụng của tàu thiết kế và tàu mẫu.

11.3. TỐI ƯU HOÁ THIẾT KẾ. PHƯƠNG PHÁP SO SÁNH PHƯƠNG ÁN

Phương pháp so sánh phương án mở ra con đường để tối ưu hoá thiết kế theo một số tiêu chuẩn nào đó.

Ví dụ, có thể lập phương án tối ưu bằng cách sau:

Thao tác thứ nhất. Bằng các phương pháp đã được mô tả ở 11.2 ta tìm ra được phương án cơ sở, giá trị trung bình của chiều dài tương đối l và hệ số béo δ . Lượng chiếm nước thể tích của phương án này là V .

Thao tác thứ hai. Đối với con tàu đã được chỉ ra ta cần xác định các giá trị biên có thể của đại lượng l và δ theo các công thức trong các giới hạn $+\Delta l$ và $+\Delta \delta$ ứng với tốc độ đã cho và số F_r . Theo độ lệch lớn nhất cần tìm giá trị gần đúng $\Delta L = \Delta l V_0^{1/3}$.

Như vậy, có thể tính được các giá trị biên $L = L_0 + \Delta L$ và $L = L_0 - \Delta L$ và một số lượng bất kỳ các giá trị trung gian của L .

Ứng với mỗi giá trị của chiều dài tàu ta sẽ xác định được các giá trị tương ứng của số F_r và hệ số béo δ .

Khi coi các đại lượng đã cho là hằng số, ví dụ, v và P_h , đối với tàu vận tải ta cần tiến hành các tính toán cần thiết đối với mỗi phương án.

Trong mỗi phương án cần xác định các yếu tố kích thước chủ yếu, lượng chiếm nước, trọng tải, công suất cũng như giá trị cực trị đối với tiêu chuẩn đánh giá phương án.

Trong thực tế có thể gặp trường hợp khác, ví dụ, các đại lượng hằng số không phải là b_T và h_T mà là B , T và H .

Như đã biết ở trên, số lượng các phương án mà chúng cần được phân tích để lựa chọn phương án tối ưu là rất lớn. Như vậy, để chọn được phương án tối ưu ta có thể phải thực hiện phép biến phân về tốc độ, sức chở hàng, tầm xa bơi lội v.v. Việc khảo sát các phương án về kiểu kiến trúc-kết cấu sẽ dẫn tới làm tăng thêm số lượng các phương án. Trong trường hợp như vậy cần áp dụng các phương pháp tính toán hiện đại cùng với việc áp dụng các công cụ tính đặc biệt, trong số đó có máy tính điện tử.

11.4. TIÊU CHUẨN ĐÁNH GIÁ THIẾT KẾ

Tiêu chuẩn để đánh giá phương án thiết kế có thể được đặt ra không giống nhau. Ví dụ, lượng chiếm nước và kích thước có thể được coi là các tiêu chuẩn cơ bản để đánh giá thiết kế. Khi đưa vào các giới hạn về kích thước ta có thể không xem xét các phương án mà kích thước của chúng đã vượt ra ngoài giới hạn.

Đối với các tàu nghiên cứu khoa học, tàu chiến lượng chiếm nước được coi là tiêu chuẩn chủ yếu được dùng để đánh giá thiết kế, vì đối với chúng sức chở hàng không có ý nghĩa quan trọng.

G. Bud-nov đề nghị lấy lượng chiếm nước cho phép tối thiểu làm một trong những tiêu chuẩn kỹ thuật-khai thác.

Ngoài ra, có thể áp dụng tiêu chuẩn đã được K.C. M. Đe-vid-xon đưa ra: mô men vận tải D_v , trong đó D - lượng chiếm nước toàn bộ của phương tiện vận tải, v - tốc độ tính toán của tàu.

Trong bảng 11.1 chỉ ra sự thay đổi mô men vận tải D_v của tàu trong quá trình phát triển gần 2000 năm.

Mong muốn đạt được mô men vận tải cực đại D_v lại trở nên mâu thuẫn với yêu cầu về lượng chiếm nước cực tiểu. Tăng lượng chiếm nước sẽ có ảnh hưởng tốt đến năng lực chở hàng của tàu, có nghĩa là tăng năng lực vận chuyển hàng hoá của tàu trong một đơn vị thời gian.

Rõ ràng rằng, khi sức chở hàng (tải trọng có ích) và các yêu cầu khác đối với tàu đã được cho trước (tốc độ, tầm xa bơi lội) lượng chiếm nước cần đạt giá trị tối thiểu.

Năng lực chở hàng của tàu có thể được coi như là tiêu chuẩn kỹ thuật-khai thác để đánh giá phương án thiết kế và khai thác tàu, mặc dù giá trị của tiêu chuẩn này không chỉ phụ thuộc vào các đặc trưng của tàu.

Mô men vận tải

Bảng 11.1

Loại tàu	Năm	LCN, T	Tốc độ, h/h	Mô men vận tải, T.h
Tàu thuộc thời cổ Hy Lạp ^a	1000 năm	40	2,0	80
Tàu Vikingov ^a	1000 năm sau CN	60	3,0	180
Thuyền buồm "Xanta Maria" ^a	1492	80	3,5	280
Tàu " Cô-lum-bia"	1850	3000	6,5	19500
Tàu kiểu tramvai ^a	1900	8000	8,0	64000
Tàu kiểu "Vich-to-ria" ^a	1945	16000	16,0	256000
Tàu kiểu "Marinher" ^a	1955	20000	20,0	400000
Tàu hàng chuyên tuyến ^{ab}	1966	21090	20,4	430236
Tàu chở hàng thùng ^{ab}	1972	43000	33,0	1419000
Tàu chở dầu ^{ab}	1973	560000	15,0	8400000
*Các số liệu do Đe-vid-xon đưa ra.				
** Số liệu mới				

Năng lực chở hàng trong năm của tàu (T.h)

$$Q = P.t.v_{kh},$$

trong đó: P - lượng hàng hoá trung bình được chuyên chở trong một khoảng thời gian,

T ; t - thời gian hành trình trong năm, giờ;

v_{kh} - tốc độ khai thác, h.

Cho rằng, $P = \eta_p P_h = \eta_p \eta_h D$, $t = 8760 \eta_t$, trong đó η_t - hệ số sử dụng thời gian trong năm;

8760 - số giờ trong một năm; η_p - hệ số lợi dụng sức chở hàng tính; $v_{kht} = \eta_v \cdot v$, trong đó v - tốc độ tính toán (tốc độ thử), hl ; η_v - hệ số lợi dụng tốc độ, chúng ta sẽ có

$$Q = 8760 \eta_{Dv} D \cdot v \quad (11.1)$$

trong đó: η_{Dv} - hệ số lợi dụng mô men vận tải.

Hệ số này được xác định như sau:

$$\eta_{Dv} = \eta_p \cdot \eta_h \cdot \eta_v \cdot \eta_t \quad (11.2)$$

trong đó: hệ số lợi dụng thời gian η_t sẽ phụ thuộc vào thời gian đỗ bến η_{db} và thời gian tàu buộc phải vào sửa chữa η_{sc} :

$$\eta_t = \frac{8760 - t_{db} - t_{sc}}{8760} = 1 - \frac{t_{db} + t_{sc}}{8760} \quad (11.3)$$

Giá trị t_{db} trước hết phụ thuộc vào định mức xếp dỡ hàng hoá tại bến cảng, còn t_{sc} - phụ thuộc vào độ tin cậy của thân tàu và máy móc trang thiết bị trên tàu, vào điều kiện thực hiện các công việc sửa chữa.

Hệ số lợi dụng sức chở hàng tính η_p phụ thuộc vào mức độ chất tải hàng mà trước hết là thể tích chở hàng riêng. Khi thể tích chở hàng riêng lớn thì hệ số η_p sẽ bị giảm và điều đó sẽ dẫn tới khả năng tàu không chở hết hàng. Ngoài ra, giá trị của hệ số này còn phụ thuộc vào khả năng cung ứng hàng hoá trên tuyến và ở chừng mực nhất định còn phụ thuộc vào khả năng cạnh tranh của tàu.

Các thừa số trong các công thức (11.1) và (11.2) không có tính độc lập lẫn nhau. Ví dụ hệ số η_h có thể bị giảm khi tăng v . Đồng thời khi tăng v có thể nâng cao η_p vì tàu chạy nhanh bao giờ cũng có khả năng cạnh tranh lớn hơn tàu chạy chậm.

Tiêu chuẩn kỹ thuật-khai thác được dùng rất thuận lợi khi đánh giá các tàu chở hàng. Đối với các tàu có công dụng khác ta có thể dùng các tiêu chuẩn khác. Ví dụ đối với các tàu công nghiệp hải sản có thể lấy sản lượng đánh bắt hàng năm làm tiêu chuẩn đánh giá.

Tất cả các tiêu chuẩn vừa nêu ở trên được dùng để đánh giá tính tối ưu của tàu đều không tính một cách thuần tuý về chỉ tiêu kinh tế. Tuy nhiên các tiêu chuẩn cơ bản mà nhờ đó ta có thể lựa chọn được phương án tối ưu là những tiêu chuẩn có liên quan đến các đặc trưng giá thành đóng mới và khai thác tàu.

Khi thiết kế tàu ta cần đánh giá hiệu quả kinh tế chung tương đối và tuyệt đối..

Tiêu chuẩn hiệu quả kinh tế chung là tỷ số giữa lợi nhuận hàng năm với vốn đầu tư hoặc thời hạn hoàn vốn đầu tư.

$$S = \frac{P_{kht} - S}{k}$$

hoặc thời hạn hoàn vốn đầu tư

$$t = \frac{k}{P_{kht} - S}$$

Tàu được coi là tốt nhất trong số các tàu được đưa ra so sánh là con tàu được đặc trưng bởi $s_{\max}$ và $t_{\min}$. Tiêu chuẩn về hiệu quả kinh tế là đại lượng tuyệt đối của chi phí quy đổi S_{qd} mà trước hết là tổng của tất cả các chi phí thường xuyên và phần trăm E_{dm} vốn đầu tư: $S_{qd} = S + E_{dm} \cdot K$, trong đó $E_{dm} = 0,12$ - hệ số định mức của hiệu quả vốn đầu tư.

So sánh hai tàu có các đặc trưng kỹ thuật-khai thác khác nhau theo chi phí quy đổi có thể không đảm bảo độ tin cậy. Bởi vậy, cần phân tích các chi phí quy đổi đối với một đơn vị độ lớn của đặc trưng khai thác.

Đối với các tàu chở hàng ta có thể lấy chi phí quy đổi tương đối

$$S' = (S/Q) + E_{dm}(K/Q)$$

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Ашик В. В.** Применение метода наименьших квадратов при опытном определении начальной остойчивости. – Судостроение, 1963.
2. **Ашик В. В., Богданов А. А., Мараева И. Б., Шебалов А. Н.** Методы построения и согласования судовой поверхности с помощью ЭВМ. Л., Судостроение, 1978.
3. **Ашик В. В., Гайкович А. В., Захаров А. С., Семенов Ю. Н.** Определение положения центра тяжести сухогрузных судов в задачах оптимизации элементов. - Судостроение, 1977.
4. **Ашик В. В., Царев Б.А., Челпанов И. В.**
Зависимость длины современных судов от их скорости. – Судостроение, 1971.
5. **Бубнов И. Г.** Об одном методе определения главных размеров проектируемого судна. Пг., Ежегодник Союза морских инженеров, 1916.
6. **Векслер В. М.** Некоторые вопросы проектирования танкеров. Л., Судостроение, 1967.
7. **Краев В. И., Ступин О. К., Лимонов Э. Л.** Экономические обоснования при проектировании морских грузовых судов. Л., Судостроение, 1973.
8. **Лаптев В. А.** Основы проектирования морских коммерческих судов.- Л., Гострансиздат, 1932.
9. **Линдبلاد А.** Проектирование обводов транспортных судов. Пер. С англ. Л., Судостроение, 1965.
10. **Манинг Д. Ч.** Теория и техника проектирования кораблей. Пер. С англ. М., Воениздат, 1960.
11. **Мудров В. И., Кушко В. Л., Михайлов В. И., Осовицкий Е. М.** Некоторые эксперименты по исследованию метода наименьших модулей в задачах обработки орбитальной информации. – Космические исследования, 1968.
12. **Нгуен Куанг Винь.** О выборе главных размерений и формы обводов промысловых судов. – Труды ЛКИ. Проектирования судов. Л., 1979.
13. **Ногид Л. М.** Теория проектирования судов. Л., Судпрогиз, 1955.
14. **Ногид Л. М.** Проектирование формы судна и построение теоретического чертежа. Л., Судпромгиз, 1962.
15. **Поздунин В. Л.** Основы проектирования морских коммерческих судов. ЦБМС, 1926, ч. I; 1927, ч. II.

16. Поздьюнин В. Л. Теория проектирования судов, ч. 1. Общие вопросы проектирования. Л. – М., О Н Т И, 1935.
17. Проектирование и постройка стальных торговых судов/ Пер. С англ. Под ред. Д. Арнота. Л., Супромгиз, 1959.
18. Семенов-Тян-шанский В. В. Статика и динамика корабля. Л., Супромгиз, 1960.
19. Семенов-Тян-Шанский В. В., Благовешенский С. Н., Холодилин А. Н. Качка корабля. Л., Судостроение, 1969.
20. Семенова-Тян-Шанская В. А. Характеристика носового заострения судна. - Судостроение, 1982.
21. Семенова-Тян-Шанская В. А. Анализ геометрических характеристик носовых бульбов для транспортных судов.- Современные проблемы проектирования судов. Сб. Науч. Трудов. Л., Изд. ЛКИ, 1982.
22. Токарев Б. Л. Формулы для определения длины судов. Л., Судостроение, 1976.
23. Царев Б. А. Один из основоположников теории проектирования судов. – Судостроение, 1972.
24. Schmidt W. Das Berichtigungsverfahren als Hilfsmittel fur den Entwurf der Schiffe.- Jahrbuch des Schiffbautechnische Gesellschaft, 1924.
25. Quy phạm phân cấp và đóng tàu biển vỏ thép. Đăng kiểm Việt Nam. Hà Nội - 2003.
26. **Edwrd V. Levis, Editor.** Principles of Naval Architecture Second Revision. Vol. I, Vol. II. Jersey City 11/19998.
27. **SOLAS 74.** Ấn phẩm hợp nhất, 2002. NXB Giao thông Vận tải
28. **MARPOL 73/78.** Ấn phẩm hợp nhất, 2002. NXB Giao thông Vận tải
29. **LOAD LINE 66.** Ấn phẩm hợp nhất, 2002. NXB Giao thông Vận tải
30. **K. J. Rawson and E. C. Tupper.** Basic Ship Theory. Fifth Edition, 2005.
31. **Lamb.** Ship Design Construction. The Cosciety of Naval Architecis and Marine Engineer.
32. **D. G. M. Watson.** Practical Ship Design.
33. **John P. Breslin.** Hydrodynamics of Ship propellers. Cambridge University Press, 1996.

BẢNG KÝ HIỆU THƯỜNG DÙNG

Ký hiệu	Tên gọi	Ký hiệu	Tên gọi
A_v	Diện tích hứng gió	W_d	Dung tích khoang dần
B	Chiều rộng tính toán	X_G	Hoành độ trọng tâm
B_{max}	Chiều rộng toàn bộ	X_C	Hoành độ tâm nổi
B_k	Chiều rộng một thân, chiều rộng mạn kép	X_h	Hoành độ trọng tâm khoang hàng
B_{ql}	Chiều rộng mũi quả lê	X_d	Hoành độ trọng tâm khoang dần
C	Hệ số hải quân	X_r	Hoành độ trọng tâm đường nước
c	Hệ số chu kỳ chòng chành ngang, hệ số chiều dài tương đối	Y_G	Tung độ trọng tâm
D, Δ	Lượng chiếm nước trọng lượng	Y_C	Tung độ tâm nổi
d, T	Chiều chìm	y_i	Nửa tung độ đường nước của sườn thứ i
e	Chiều dài đoạn thon mũi	z	Biên độ chòng chành thẳng đứng, tầm xa bơi lội
E_{dm}	Hệ số hiệu quả vốn đầu tư định mức	Z_M	Cao độ tâm chúi
F	Chiều cao mạn khô	Z_m	Cao độ tâm nghiêng
F_r	Số Frud	Z_C	Cao độ tâm nổi
F_{rA}	Số Frud theo lượng chiếm nước	Z_G	Cao độ trọng tâm
GT	Tổng dung tích đăng ký	Z_v	Cao độ trọng tâm hứng gió
g	Gia tốc vật rơi tự do	Z_m	Tung độ độ cong dọc mũi
H, D	Chiều cao mạn, đường kính chong chóng, chiều cao tâm chúi	Z_d	Tung độ độ cong dọc đuôi
H_{pp}	Chiều sâu hầm hàng	φ_d	Hệ số béo dọc phần đuôi
H_{dd}	Chiều cao đáy đôi	φ_m	Hệ số béo dọc phần mũi
H_{ql}	Chiều cao mũi quả lê	φ_r	Hệ số béo dọc phần thon đuôi
h	Chiều cao tâm nghiêng ngang	φ_m	Hệ số béo dọc phần thân ống
h_0	Chiều cao tâm nghiêng ban đầu	φ_{ql}	Hệ số béo dọc phần mũi quả lê
$\bar{h}$	Chiều cao tâm nghiêng tương đối	φ_e	Hệ số béo dọc phần thon mũi
I	Mô men quán tính khối lượng tàu	ψ_d	Góc vào nước của đường nước vùng đuôi
i	Hệ số không đồng đều của dòng chất lỏng chảy đến chong chóng	ψ_m	Góc vào nước của đường nước vùng mũi
I_x	Mô men quán tính diện tích đường nước đối với trục dọc	ξ_{ms}	Hệ số sức cản ma sát
I_y	Mô men quán tính diện tích đường nước đối với trục ngang	ξ_{nha}	Hệ số sức cản nhám
k	Hệ số tăng LCN do phần nhô	ξ_{bptd}	Hệ số sức cản bản phẳng tương đương
k_g	Hệ số cao độ trọng tâm	ξ_{nho}	Hệ số sức cản phần nhô

k_{qm}	Hệ số chở hàng của quầy miệng	ξ_{hd}	Hệ số sức cản hình dáng
K	Hệ số chi phí quy đổi	ξ_{nh}	Hệ số sức cản nhớt
K_M	Hệ số dự trữ đi biển	ξ_{tp}	Hệ số sức cản toàn phần
K_{nl}	Hệ số dự trữ nhiên liệu	ξ_d	Hệ số sức cản dư
L	Chiều dài tính toán	ξ_s	Hệ số sức cản sóng
l	Chiều dài tương đối, cánh tay đòn ổn định tĩnh	δ_d	Hệ số béo chung phần đuôi
L_{max}	Chiều dài toàn bộ	δ_m	Hệ số béo chung phần mũi
L_{kwl}	Chiều dài đường nước thiết kế	δ_r	Hệ số béo chung phần thon đuôi
L_{pp}	Chiều dài giữa hai đường vuông góc	δ_e	Hệ số béo chung phần thon mũi
L_m	Chiều dài buồng máy	α_d	Hệ số béo đường nước phần đuôi
L_h	Chiều dài khoang hàng	α_m	Hệ số béo đường nước phần mũi
l_ϕ	Cánh tay đòn ổn định hình dáng	α_r	Hệ số béo đường nước phần thon đuôi
M	Mô men vận tải	α_e	Hệ số béo đường nước phần thon mũi
m	Chiều dài đoạn thân ống, tâm nghiêng	η_D	Hệ số lợi dụng lượng chiếm nước theo trọng tải
M_{hp}	Mô men hồi phục	η_h	Hệ số lợi dụng lượng chiếm nước theo sức chở hàng
M_v	Mô men nghiêng do gió tác dụng	η_t	Hệ số lợi dụng thời gian
N, N_e	Công suất máy	η_v	Hệ số lợi dụng tốc độ
N_0	Công suất kéo	η_d	Hệ số nước dẫn
NT	Dung tích tinh	η_F	Hiệu suất thiết bị đẩy
P	Trọng lượng độc lập	η_{dt}	Hiệu suất đường trục
P_v	Áp suất riêng của gió; Trọng lượng đơn vị của thân tàu	η_{trd}	Hiệu suất hệ truyền động
P_{nl}	Suất tiêu hao nhiên liệu	η_K	Hiệu suất tương tác giữa thiết bị đẩy và thân tàu
P_m	Trọng lượng riêng buồng máy	η_N	Hệ số Normand
P_{phl}	Trọng lượng đơn vị của phụ tùng dự trữ	μ_F	Hệ số chất tải của khoang hàng
P_{tb}	Trọng lượng đơn vị của thiết bị tàu	μ_m	Dung tích riêng của buồng máy
P_{ht}	Trọng lượng đơn vị của hệ thống tàu	μ_h	Hệ số chất riêng của hàng hoá
P_{htd}	Trọng lượng đơn vị của hệ thống điện, điều khiển, thông tin liên lạc	γ_h	Trọng lượng riêng của hàng hoá
P_z	Trọng lượng đơn vị của dự trữ thuyền viên	γ	Trọng lượng riêng của nước
$P_{\Delta D}$	Trọng lượng đơn vị	ΔD	Gia số lượng chiếm nước trọng lượng
Q	Năng lực vận chuyển	ΔV	Gia số lượng chiếm nước thể tích
R	Sức cản, bán kính tâm chúi	Δh	Tổn thất ổn định do ảnh hưởng của mặt thoáng hàng lỏng
r	Chiều dài đoạn thon đuôi	ΔN	Dự trữ công suất
R_e	Số Ray-nol	ΔI	Mô men quán tính khối lượng nước kèm
R_{tr}	Sức cản tàu trần	ΔF	Lượng hiệu chỉnh chiều cao mạn khô

R_{ms}	Sức cản ma sát	Ω	Diện tích ngâm nước
R_{nh}	Sức cản nhớt	ω	Diện tích sườn, hệ số dòng theo
R_{nham}	Sức cản nhám	θ	Biên độ lắc ngang, góc nghiêng ngang
$R_{nhô}$	Sức cản phần nhô	θ_r	Góc chòng chành mạn
R_{hd}	Sức cản hình dáng	Ψ	Góc chúi
R_{cp}	Sức cản toàn phần	Ψ_{ql}	Góc nâng mũi quả lê
R_{ms}	Sức cản dư	ρ	Bán kính tâm nghiêng
R_s	Sức cản sóng	ϵ	Độ lệch
t	Thời gian tính toán dự trữ, hệ số hút, thời hạn hoàn vốn đầu tư	ν	Hệ số nhớt động học
W	Dung tích lý thuyết toàn bộ	τ	Chu kỳ dao động riêng của tàu
W_B	Dung tích lý thuyết phần thân chính	τ_u	Chu kỳ của sóng
W_P	Dung tích lý thuyết của kiến trúc thượng tầng và lầu	u	Tốc độ sóng
W_h	Dung tích khoang hàng	λ	Bước sóng

**INTERNATIONAL SYSTEM OF UNITS (SYSTÈME INTERNATIONAL D'UNITES, OR SI)
USEFUL QUANTITIES FOR NAVAL ARCHITECTURE**

Quantity	SI Unit	Definition	English to SI	SI to English
Base Units				
Length	meter, m		1 ft = 0.305 m	1 m = 3.28 ft
Mass	kilogram, kg		1 lb = 0.454 kg	1 kg = 2.20 lb
Time	second			
Supplementary Units				
Angle, plane	radian, rad	1 rad = 180°/π		
Density of solids of liquids		kg / cm ³ or t / m ³ kg / L		
Distance	nautical mile, knot	1.852 km		1 knot = 6080 ft
Force	newton, N kilonewton, kN	1 kg-m/s ² 103 kg-m/s ²	1 lb (force) = 4.45 N	1 N = 0.225 lb
Frequency	hertz, Hz	cycle/sec, cps		
Mass	metric ton, t	10 ³ kg	1 long ton (weight) = 1.016 t	1 t = 0.98 long tons
Power	watt, W kilowatt, kW	1 N-m / s 1 kN-m / s	1 hp = 0.746 kW	1 kW = 1.34 hp
Pressure	kilopascal, kPa	10 ³ N/m ²	1 lb/in ² = 6895 kPa	1 kPa = 0.15 lb/in ²
Specific vol.	1/ density	m ³ /t		
Stress	megapascal, MPa	MN/m ² = N/ mm ²	long ton /in ² = 15.44 MPa	1 MPa = 0.065 long tons/ in ²
Volume of solids of liquids	m ³ liter, L	10 ⁻³ m ³ = d ³		
Velocity	meters/sec knot	m/s 1 nm/hr = 1.852 km/hr	1 ft /sec = 0.305 m/s	1 m/s = 3.28 ft/sec

MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
Lời mở đầu	3
Chương Mở đầu	5

Chương 1

TRỌNG LƯỢNG TÀU

1.1.	Khái niệm chung	14
1.2.	Nguyên tắc phân chia các trọng lượng thành phần	15
1.3.	Lượng chiếm nước tàu không, dự trữ lượng chiếm nước	16
1.4.	Trọng tải	16
1.5.	Các dạng lượng chiếm nước	17
1.6.	Hệ số lợi dụng lượng chiếm nước	18

Chương 2

MỐI QUAN HỆ GIỮA CÁC TRỌNG LƯỢNG THÀNH PHẦN VỚI CÁC ĐẶC TRƯNG CHỦ YẾU CỦA TÀU

2.1.	Đặt vấn đề	22
2.2.	Trọng lượng thân tàu	23
2.3.	Trọng lượng thiết bị và hệ thống tàu	25
2.4.	Trọng lượng thiết bị năng lượng	26
2.5.	Trọng lượng hệ thống năng lượng điện, liên lạc nội bộ và điều khiển tàu	28
2.6.	Trọng lượng phụ tùng dự trữ. Trang bị thuyền viên	29
2.7.	Trọng lượng dầm và hàng lỏng cố định	29
2.8.	Dự trữ lượng chiếm nước và ổn định	30
2.9.	Trọng lượng, "Thuyền viên, dự trữ lương thực, thực phẩm, nước ngọt"	33
2.10.	Trọng lượng hàng chuyên chở	33
2.11.	Trọng lượng "Hàng lỏng thay đổi", "Dầm lỏng"	34
2.12.	Trọng lượng "Dự trữ nhiên liệu, dầu mỡ bôi trơn, nước cấp cho nồi hơi"	34

Chương 3

PHƯƠNG TRÌNH TRỌNG LƯỢNG ĐƯỢC BIỂU DIỄN DƯỚI DẠNG HÀM SỐ CỦA LƯỢNG CHIẾM NƯỚC

3.1.	Đặt bài toán	37
------	--------------	----

3.2.	Lập và giải phương trình trọng lượng	38
3.3.	Một số dạng phương trình trọng lượng Phương trình hệ số lợi dụng lượng chiếm nước Lập bảng trọng lượng sơ bộ cho tàu thiết kế	40
3.4.	Ảnh hưởng của sự thay đổi các tham số và trọng lượng độc lập đến trọng lượng tàu. Dạng vi phân của phương trình trọng lượng biểu diễn dưới dạng hàm số của lượng chiếm nước. Hệ số Nor-mand	41
3.5.	Xác định gia số của các trọng lượng khi thay đổi các tham số	44
3.6.	Xác định hệ số Nor-mand	46
3.7.	Quan hệ giữa hệ số η_N và η_h	47

Chương 4

PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH CÁC KÍCH THƯỚC CHỦ YẾU CỦA TÀU. PHƯƠNG TRÌNH TRỌNG LƯỢNG BIỂU DIỄN DƯỚI DẠNG HÀM SỐ CỦA CÁC KÍCH THƯỚC CHỦ YẾU VÀ HỆ SỐ BÉO CHUNG

4.1.	Phương pháp xác định các kích thước chủ yếu và hệ số béo chung của tàu khi biết trước lượng chiếm nước	49
4.2.	Lập và giải phương trình trọng lượng được biểu diễn dưới dạng hàm số của các kích thước chủ yếu và hệ số béo δ	51
4.3.	Dạng vi phân của phương trình trọng lượng được biểu diễn dưới dạng hàm số của các kích thước chủ yếu và hệ số béo δ	53
4.4.	Tính đạo hàm riêng trọng lượng máy và dự trữ nhiên liệu theo hệ số béo δ và các kích thước chủ yếu	54
4.5.	Giải phương trình trọng lượng dạng vi phân	56
4.6.	Chính xác hoá các kích thước, hệ số béo δ và lượng chiếm nước	58
4.7.	Xác định gia số trọng lượng do thay đổi kích thước và hình dáng tàu. Hệ số Nor-mand	59
4.8.	Độ chính xác của các công thức có chứa các đại lượng với gia số bé	61

Chương 5

DUNG TÍCH

5.1.	Dung tích lý thuyết toàn bộ của tàu	64
5.2.	Phương trình dung tích. Xác định tỷ số H/T	69
5.3.	Hệ số gia số lượng chiếm nước thể tích khi thay đổi dung tích	72
5.4.	Phương trình dung tích của tàu hàng khô	74
5.5.	Dung tích chở hàng riêng, thể tích riêng của hàng hoá Mối quan hệ giữa dung tích chở hàng riêng với tỷ số H/T	76

5.6.	Phương trình dung tích tàu có kết cấu mạn kép, chở gỗ trên boong	79
5.7.	Dung tích của tàu hàng khô có khoang máy được đặt ở vùng đuôi và vùng trung gian. Điều chỉnh cân bằng. Sự thay đổi dung tích khi có các gia số bé của các kích thước chủ yếu	81
5.8.	Dung tích tàu chở hàng lỏng	84
5.9.	Xác định dung tích và vị trí của các kết chứa nước dằn Điều chỉnh cân bằng của các tàu hàng khi tàu chạy có dằn	86

Chương 6

MỐI QUAN HỆ CỦA CÁC ĐẶC TRƯNG CHỦ YẾU VỀ HÌNH DÁNG TÀU. TÍNH TOÁN ĐỘ DAO ĐỘNG CỦA CÁC ĐẠI LƯỢNG

6.1.	Cơ sở phương pháp luận để xây dựng các công thức thống kê	89
6.2.	Phương pháp bình phương nhỏ nhất để xây dựng các đường cong đại lượng trung bình	91
6.3.	Xác định độ lệch của các đại lượng so với các giá trị trung bình	92
6.4.	Quan hệ giữa các hệ số béo theo Nor-mand Đường cong tung độ trung bình	95
6.5.	Xác định hệ số béo sườn giữa	98
6.6.	Xác định hệ số béo dọc	99
6.7.	Xác định hệ số béo đường nước thiết kế	100
6.8.	Xác định cao độ tâm nổi theo các công thức của O-ler, O-ky-nhev và Nor-mand	101
6.9.	Quan hệ giữa bán kính tâm nghiêng ngang với các kích thước chủ yếu và hệ số béo đặc trưng cho hình dáng thân tàu	105

Chương 7

ĐẢM BẢO TÍNH ỔN ĐỊNH VÀ TÍNH LẮC CHO TÀU TRONG THIẾT KẾ

7.1.	Đặc trưng ổn định. Chiều cao tâm nghiêng ngang tương đối	108
7.2.	Ảnh hưởng của sóng đến chòng chành mạn	109
7.3.	Quan hệ giữa chu kỳ dao động riêng theo phương ngang của tàu với các kích thước chủ yếu của nó và chiều cao tâm nghiêng	111
7.4.	Đánh giá tính êm của chòng chành mạn theo gia tốc cực đại	115
7.5.	Nguyên tắc lập phương trình ổn định. Phương trình ổn định theo $\bar{h}$ Xác định b_T và mối quan hệ của nó với các đại lượng khác	116
7.6.	Phương trình ổn định dạng vi phân. Thay đổi cao độ tâm nghiêng do thay đổi kích thước và các hệ số béo	120
7.7.	Đảm bảo ổn định khi nghiêng góc lớn	124

Chương 8
DỰ TRỮ LỰC NỔI VÀ CHIỀU CAO MẠN KHÔ.
ĐẢM BẢO TÍNH CHỐNG CHÌM

8.1.	Đặt bài toán	127
8.2.	Dự trữ lực nổi	127
8.3.	Ảnh hưởng của chiều cao mạn khô đến tính hành hải của tàu	128
8.4.	Chiều cao mạn khô cơ sở. Độ cong dọc boong tiêu chuẩn Dự trữ lực nổi tương ứng	128
8.5.	Điều chỉnh chiều cao mạn khô. Duy trì độ dự trữ lực nổi Chiều cao mạn khô thiếu và chiều cao mạn khô dư	133
8.6.	Mạn khô vùng mút mũi tàu	134

Chương 9
ĐẢM BẢO TÍNH DI ĐỘNG TRONG THIẾT KẾ

9.1.	Đặt vấn đề	136
9.2.	Cơ sở tính toán công suất yêu cầu của thiết bị năng lượng	136
9.3.	Xác định công suất theo công thức hệ số Hải quân	139
9.4.	Xác định công suất của thiết bị năng lượng theo nhóm công thức được biểu diễn dưới dạng hàm của D và v	140
9.5.	Phân tích các đường cong công suất và sức cản. Tốc độ tối hạn	143
9.6.	Tốc độ khai thác. Dự trữ công suất. Hệ số sử dụng tốc độ	145
9.7.	Đặc trưng đồ thị của hình dáng tàu. Tuyến hình lý thuyết. Đường cong diện tích đường sườn	146
9.8.	Diện tích mặt ướt. Đường cong diện tích đường nước	148
9.9.	Quan hệ giữa chiều dài tàu với tính di động. Chiều dài tương đối	151
9.10.	Độ thon của đường nước trung bình. Hệ số béo φ và δ	155
9.11.	Vị trí tâm nổi theo chiều dài tàu. Vị trí sườn lớn nhất. Hệ số béo phần mũi và đuôi	158
9.12.	Độ thon đuôi	163
9.13.	Hình dáng mũi tàu	166

Chương 10
XÂY DỰNG TUYẾN HÌNH LÝ THUYẾT

10.1.	Đặt bài toán	170
-------	--------------	-----

10.2. Lịch sử ra đời và phát triển	170
10.3. Các phương pháp gần đúng để xây dựng đường cong diện tích đường sườn và đường nước thiết kế	174
10.4. Xây dựng tuyến hình lý thuyết theo phương pháp I.A.Ia-kov-lev	176
10.5. Sườn cân bằng. Sườn có diện tích mặt cắt ngang lớn nhất	177
10.6. Biến cải đường hình dáng tàu mẫu bằng phép á phin	178
10.7. Xây dựng tuyến hình lý thuyết bằng phương pháp nội suy	182
10.8. Biến cải tuyến hình tàu mẫu trên cơ sở đường cong diện tích đường sườn của tàu thiết kế	183
10.9. Xây dựng đường hình dáng lý thuyết theo một biểu thức giải tích. Phương pháp pa-ra-bol	184
10.10. Phương pháp tia của G. E. Pav-len-co	187

Chương 11

PHƯƠNG PHÁP LUẬN TRONG THIẾT KẾ TÀU THUY

11.1. Ý nghĩa và lĩnh vực áp dụng của lý thuyết thiết kế	190
11.2. Xác định các đặc trưng thiết kế của tàu	193
11.3. Tối ưu hoá thiết kế. Phương pháp so sánh phương án	197
11.4. Tiêu chuẩn đánh giá thiết kế	197
Tài liệu tham khảo	201
Bảng ký hiệu thường dùng	203
Bảng đơn vị đo lường	206

PGS. TS. PHẠM TIẾN TỈNH (*Chủ biên*)
TS. LÊ HỒNG BANG, KS. HOÀNG VĂN OANH

LÝ THUYẾT THIẾT KẾ TÀU THUY

Chịu trách nhiệm xuất bản

LÊ TỬ GIANG

Biên tập và sửa bài

VŨ VĂN BÁI

Vẽ bìa

VƯƠNG THẾ HÙNG

Trình bày

NGUYỄN HỒNG ANH

NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

80B – Trần Hưng Đạo – Hà Nội

ĐT: 04.9423346 – 9423345 * Fax: 04.8224784

MS $\frac{075(6V)}{GTVT - 06}$ 51/11 – 06

In 1020 cuốn khổ 19 x 27 cm tại Công ty In Giao thông - Nhà xuất bản Giao thông vận tải.
Quyết định xuất bản số: 151-2006/CXB/51-313-05/GTVT cấp ngày 28 tháng 2 năm 2006.
In xong và nộp lưu chiểu tháng 12 năm 2006.

Lý thuyết THIẾT KẾ TÀU THỦY

NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI
80B Trần Hưng Đạo - Hà Nội
ĐT: 04 9428746 * Fax: 04 8224784
E-mail: nxbgvtv@fpt.vn

ĐÓN ĐỌC :

- ĐẶC ĐIỂM THIẾT KẾ TÀU LƯỚT
- BỐ TRÍ CHUNG VÀ KIẾN TRÚC TÀU THỦY
(Tái bản - bổ sung và sửa chữa)
- THIẾT BỊ ĐẨY TÀU THỦY
- THIẾT BỊ ĐO VÀ THỬ TÀU

¥1520612



Giá : 38.000 đ