

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI VIỆT NAM  
KHOA ĐÓNG TÀU**



**THUYẾT MINH  
ĐỀ TÀI NCKH CẤP TRƯỜNG**

**ĐỀ TÀI  
NGHIÊN CỨU HỆ THỐNG HÓA CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH  
KHỐI LƯỢNG VÀ TỌA ĐỘ TRỌNG TÂM THÂN TÀU TRONG  
GIAI ĐOẠN THIẾT KẾ BAN ĐẦU**

**Chủ nhiệm đề tài: TS. TRẦN NGỌC TÚ  
Thành viên tham gia: Ths. NGUYỄN VĂN VÕ**

**Hải Phòng, tháng 05 /2016**

<b>MỤC LỤC</b> .....	<b>i</b>
<b>DANH MỤC CÁC BẢNG</b> .....	<b>ii</b>
<b>DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ</b> .....	<b>iii</b>
<b>MỞ ĐẦU</b> .....	<b>1</b>
<b>CHƯƠNG 1. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH THÀNH PHẦN KHỐI LƯỢNG THÂN TÀU TRONG GIAI ĐOẠN THIẾT KẾ BAN ĐẦU</b> .....	<b>3</b>
1.1. Phân loại các phương pháp xác định thành phần khối lượng thân tàu trong giai đoạn thiết kế ban đầu.....	3
1.2. Phương pháp xác định khối lượng thân tàu dựa trên các thông số hình học.....	4
1.3. Phương pháp xác định khối lượng phần thân tàu dựa trên các nghiên cứu thống kê.....	9
1.4. Phương pháp xác định khối lượng phần thân tàu dựa trên yêu cầu về độ bền chung thân tàu.....	18
1.5. Phương pháp xác định khối lượng phần thân tàu dựa trên yêu cầu của các tổ chức Đăng kiểm.....	19
1.6. Phương pháp xác định khối lượng phần thân tàu dựa trên việc phân chia các phân nhóm khối lượng.....	23
1.7. Hướng dẫn lựa chọn công thức tính toán thành phần khối lượng thân tàu.....	27
<b>CHƯƠNG 2. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH TỌA ĐỘ TRỌNG TÂM CỦA HỆ “THÂN TÀU-THƯỢNG TẦNG”</b> .....	<b>30</b>
2.1. Xác định hoành độ trọng tâm của thành phần khối lượng “thân tàu-thượng tầng”.....	30
2.2. Xác định cao độ trọng tâm của thành phần khối lượng thân tàu...	27
<b>KẾT LUẬN</b> .....	<b>39</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b> .....	<b>40</b>

## DANH MỤC CÁC BẢNG

STT	Hình vẽ	Trang
<i>Bảng 1.1.</i>	<i>Giá trị của các khối lượng đơn vị trong các công thức xác định khối lượng phần thân tàu</i>	5
<i>Bảng 1.2.</i>	<i>Quan hệ giữa hệ số khối lượng thể tích của lều <math>C_l</math> [<math>\text{kg}/\text{m}^3</math>] với vị trí và tỷ số giữa <math>A_0/A_U</math> theo Müller–Köster</i>	8
<i>Bảng 1.3.</i>	<i>Hệ số hiệu chỉnh trong trường hợp bố trí cầu derrick trên buồng lái</i>	9
<i>Bảng 1.4.</i>	<i>Các thành phần của kết cấu tiết diện mặt phẳng sườn giữa</i>	18
<i>Bảng 1.5.</i>	<i>Hệ số phức tạp của kết cấu K</i>	20
<i>Bảng 1.6.</i>	<i>Bảng phân chia và tính toán các phân nhóm khối lượng của thành phần khối lượng “thân tàu và thượng tầng”</i>	24
<i>Bảng 1.7.</i>	<i>Các công thức dùng để tính chuyển thành phần khối lượng “vỏ thép”</i>	25
<i>Bảng 2.1.</i>	<i>hoành độ trọng tâm tương đối của các phân nhóm khối lượng nằm trong thành phần khối lượng “thân tàu – thượng tầng”</i>	31
<i>Bảng 2.2.</i>	<i>Hoành độ trọng tâm của các phân nhóm khối lượng nằm trong thành phần khối lượng thân tàu theo</i>	32
<i>Bảng 2.3.</i>	<i>Cao độ trọng tâm tương đối của các phân nhóm khối lượng trong thành phần khối lượng “thân tàu”</i>	35
<i>Bảng 2.4.</i>	<i>Cao độ trọng tâm của các phân nhóm khối lượng nằm trong thành phần khối lượng thân tàu</i>	36

## DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

<b>STT</b>	<b>Hình vẽ</b>	<b>Trang</b>
<b>Hình 1.1.</b>	<i>Phân loại các phương pháp tính toán khối lượng thân tàu</i>	<b>3</b>
<b>Hình 1.2.</b>	<i>Định nghĩa từng tầng trong việc xác định khối lượng lâu theo Müller–Köster</i>	<b>8</b>
<b>Hình 1.3.</b>	<i>Mô hình sơ đồ kết cấu sườn giữa được dùng trong việc xây dựng công thức tính khối lượng các liên kết dọc</i>	<b>18</b>
<b>Hình 1.4.</b>	<i>Phân chia các thành phần kết cấu thân tàu</i>	<b>21</b>
<b>Hình 1.5.</b>	<i>mô hình rút gọn bề mặt vỏ bao thân tàu được sử dụng để xác định các thông số hình học kết cấu thân tàu</i>	<b>22</b>
<b>Hình 1.6.</b>	<i>Quan hệ giữa độ chính xác trong tính toán với độ phức tạp của công thức tính</i>	<b>28</b>
<b>Hình 2.1.</b>	<i>Xây dựng đường cong khối lượng cho tàu có đoạn thân ống</i>	<b>31</b>

# MỞ ĐẦU

## 1. Lý do lựa chọn đề tài

Trong thiết kế tàu, việc xác định các thông số chủ yếu của tàu trong giai đoạn thiết kế ban đầu có ý nghĩa hết sức quan trọng, bởi tất cả các công việc thiết kế tiếp theo bao gồm việc chi tiết hóa và hiện thực hóa từng công việc đều phải sử dụng các kết quả thu ở bước thiết kế này. Chính vì vậy, các kết quả thu được ở giai đoạn thiết kế ban đầu càng chính xác bao nhiêu thì càng rút ngắn được thời gian thiết kế bấy nhiêu.

Lượng chiếm nước của tàu nói chung và lượng chiếm nước tàu không nói riêng là đặc trưng kích thước quan trọng nhất trong số các đại lượng thiết kế và có quan hệ mật thiết với các thành phần khối lượng của tàu. Các thành phần khối lượng này có ảnh hưởng rất lớn đến các đặc trưng khác của tàu (tính nổi, tính ổn định, giá thành đóng tàu...). Do vậy, vấn đề nâng cao độ chính xác trong tính toán các thành phần khối lượng của tàu ngay trong giai đoạn thiết kế ban đầu luôn được các nhà thiết kế quan tâm đặt lên hàng đầu bởi nó sẽ hạn chế được các sai sót trong tính toán các tính năng của tàu cũng như hiệu quả kinh tế mà tàu mang lại trong các bước tính toán tiếp theo.

Trong số các thành phần khối lượng tạo nên lượng chiếm nước tàu không thì thành phần khối lượng “thân tàu” luôn chiếm tỷ trọng lớn nhất trong số các thành phần khối lượng tạo nên lượng chiếm nước tàu không của tàu (nó chiếm từ 40 đến 60% khối lượng tàu không tùy thuộc vào loại tàu). Do vậy việc tính toán một cách chính xác thành phần khối lượng này có ý nghĩa hết sức quan trọng.

Để xác định khối lượng phần “thân tàu” người ta sử dụng các phương pháp khác nhau. Trong đó phương pháp xác định chính xác nhất khối lượng của nó là dựa vào các bản vẽ thi công, tuy nhiên phương pháp này chỉ có thể áp dụng được ở giai đoạn thiết kế cuối cùng khi tất cả các công việc thiết kế đã hoàn thành.

Từ những lý do trên mà việc nghiên cứu về các phương pháp xác định khối lượng và tọa độ trọng tâm thành phần khối lượng thân tàu trong giai đoạn thiết kế ban đầu nhằm nâng cao độ chính xác trong tính toán chúng có ý nghĩa khoa học và thực tiễn hết sức quan trọng.

## **2. Mục đích nghiên cứu của đề tài**

Phân tích và tổng hợp một cách có hệ thống các phương pháp xác định khối lượng và tọa độ trọng tâm thành phần khối lượng thân tàu trong giai đoạn thiết kế ban đầu.

## **3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu**

Đối tượng nghiên cứu là các tàu vận tải biển.

## **4. Phương pháp nghiên cứu**

Đề tài sẽ sử dụng phương pháp thống kê, phân tích một cách có hệ thống và các phương pháp luận trong lý thuyết thiết kế tàu.

## **5. Ý nghĩa của đề tài**

Đề tài sẽ là một tài liệu tham khảo thiết thực phục vụ cho sinh viên ngành Thiết kế thân tàu thủy, cũng như các giảng viên trong khoa Đóng tàu khi tìm hiểu về đặc điểm xác định các thành phần khối lượng của tàu.

# **CHƯƠNG 1. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH THÀNH PHẦN KHỐI LƯỢNG THÂN TÀU TRONG GIAI ĐOẠN THIẾT KẾ BAN ĐẦU**

## **1.1. Phân loại các phương pháp xác định thành phần khối lượng thân tàu trong giai đoạn thiết kế ban đầu**

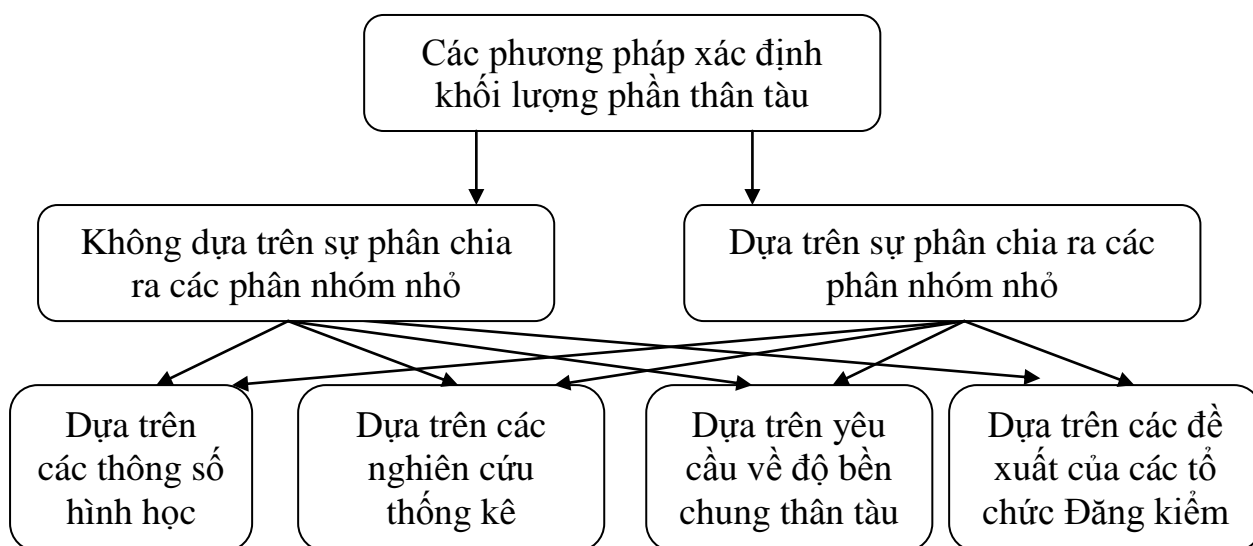
Trong giai đoạn thiết kế ban đầu thành phần khối lượng thân tàu được xác định theo công thức với cấu trúc chuẩn sau:

$$m_v = m'_v M(\Delta_m, L, B, T, C_B, \dots) \quad (1.1)$$

trong đó:  $m'_v$  – là khối lượng đơn vị của thành phần khối lượng thân tàu;

$M(\Delta_m, L, B, T, C_B, \dots)$  – là mô đun của thành phần khối lượng đang xét, nó là một hàm số phụ thuộc vào các thông số hình học của thân tàu.

Dựa trên phương pháp thu được các mô đun trong công thức (1.1), hay dựa trên tập hợp các công thức tương đồng với nhau, người ta phân chia ra các phương pháp tính toán thành phần khối lượng thân tàu trong giai đoạn thiết kế ban đầu như trên *hình 1.1*.



**Hình 1.1.** Phân loại các phương pháp tính toán khối lượng thân tàu [1]

Khối lượng đơn vị trong các công thức loại (1.1) được xác định hoặc bằng cách tính chuyển từ tàu mẫu, hoặc bằng phương pháp bình phương tối thiểu nếu sử dụng tập hợp các thiết kế tương tự.

Khi tính chuyển từ tàu mẫu cụ thể, người ta giả thiết rằng, các hàm của mô đun thành phần khối lượng thân tàu hay các khối lượng thành phần của chúng ở tàu thiết kế và tàu mẫu là như nhau. Khi đó khối lượng đơn vị đối với tàu thiết kế sẽ được xác định dựa trên công thức sau:

$$m'_v = m'_{v0} = m_{v0} / M(\Delta_{m0}, L_0, B_0, T_0, C_{B_0}, \dots) \quad (1.2)$$

Ở đây: chỉ số “0” là chỉ số tương ứng với tàu mẫu.

Để sử dụng được đúng công thức (1.2) thì đòi hỏi tàu thiết kế cần phải thỏa mãn các điều kiện cơ bản sau so với tàu mẫu:

- Có kiểu kiến trúc và bố trí chung tương tự tàu mẫu;
- Loại vật liệu chính dùng để đóng tàu là giống tàu mẫu;
- Sử dụng hệ thống kết cấu tàu như tàu mẫu;
- Có sự tương đồng hoặc trùng nhau về kết cấu gia cường đi bằng như tàu mẫu.

Trong trường hợp xác định khối lượng đơn vị bằng cách thống kê, khi đó sẽ lựa chọn các tàu tương tự nhau thỏa mãn các điều kiện như đã nêu ở trên.

## **1.2. Phương pháp xác định khối lượng thân tàu dựa trên các thông số hình học**

Phương pháp xác định khối lượng thân tàu dựa trên các thông số hình học là phương pháp đơn giản nhất, nó được thiết lập dựa trên mối quan hệ tỷ lệ thuận giữa khối lượng thân tàu với các thông số kích thước của tàu. Trong tài liệu [2] đã đưa ra hàng loạt các công thức dựa trên mối quan hệ này.

Công thức phần trăm:

$$m_v = m'_{v1} \cdot \Delta, \quad (1.3)$$



Trong đó:  $\Delta$  – lượng chiếm nước toàn tải của tàu, tấn;  $m'_{v1}$  - khối lượng đơn vị.

Công thức mô đun khối:

$$m_v = m''_{v2} \cdot (LBD), \quad (1.4)$$

trong đó:  $L, B, D$  – tương ứng là chiều dài, chiều rộng và chiều cao mạn của tàu.

Công thức thể tích thân tàu:

$$m_v = m''_{v3} W_v = m''_{v3} \cdot (LBD_{qd} C_{BD}), \quad (1.5)$$

trong đó:

$D_{qd}$  – chiều cao mạn quy đổi của tàu, được xác định như chiều cao trung bình có tính đến độ cong dọc boong đối với tàu có boong phẳng hoặc được xác định như tổng chiều cao mạn đo tại mặt phẳng sườn giữa và chiều cao trung bình của thượng tầng mũi đối với các tàu có thượng tầng mũi;

$C_{BD}$  - là hệ số béo thể tích tính đến boong trên cùng không kể đến thượng tầng và lầu. Hệ số này có thể được xác định qua quan hệ sau:

$$C_{BD} = \frac{T}{D_{qd}} \left[ C_B + 0,5C_{wp} \left( \frac{T}{D_{qd}} - 1 \right) (1 + a_s) \right], \quad (1.6)$$

trong đó:

$T$  – chiều chìm thiết kế;

$C_B$  – Hệ số béo thể tích;

$C_{wp}$  – hệ số béo đường nước;

$a_s$  – tỷ số giữa diện tích đường nước tại boong chính với diện tích đường nước nước thiết kế ( $a_s = 1,02 \div 1,10$ ).

Tác giả Nogid [3] đề xuất công thức tính  $H_{qd}$  trong công thức (1.5) có tính đến thượng tầng như sau:

$$D_{qd} = D + h_{tt} l_{tt} / L, \quad (1.7)$$

trong đó:  $h_{tt}, l_{tt}$  – tương ứng là tổng chiều cao và chiều dài của thượng tầng.

Công thức A.E. Tsukshverdt:

$$m_v = m''_{v4} \cdot \Delta_m L / D, \quad (1.8)$$

B.A. Tsarev đề xuất công thức xác định khối lượng thân tàu qua tập hợp khối lượng của các kết cấu phẳng, kết cấu mặt và kết cấu khối. Cấu trúc của công thức này có dạng như sau:

$$m_v = m'_v \Delta + m''_v \Delta^{2/3} + m'''_v \Delta^{1/3} \quad (1.9)$$

hay

$$m_v = m'_v (LBD) + m''_v (LBD)^{2/3} + m'''_v (LBD)^{1/3} \quad (1.10)$$

Các khối lượng đơn vị trong các công thức (1.9) và (1.10) chỉ có thể được xác định theo phương pháp phân tích hồi quy.

Trên cơ sở thống kê các tàu vận tải được đóng trong những năm gần đây, tác giả Gaikovich [1]. đã thu được các giá trị khối lượng đơn vị như trong *bảng 1.1*.

**Bảng 1.1.** Giá trị của các khối lượng đơn vị trong các công thức xác định khối lượng phần thân tàu

Công thức	(1.3)	(1.4)	(1.8)	(1.9)			(1.10)		
	$m'_{v1}$	$m''_{v2}$	$m'''_{v4}$	$m'_v$	$m''_v$	$m'''_v$	$m'_v$	$m''_v$	$m'''_v$
Giá trị khối lượng đơn vị	0,144	0,0837	0,0125	0,184	-5,164	146,0	0,0795	-1,026	66,845
SBTB	0,005	0,0026	0,0004	0,004	3,280	54,7	0,0169	1,549	31,843
Hệ số tương quan	0,968	0,978	0,970	0,984			0,994		
<i>Ghi chú:</i> SBTB – Là sai số bình phương trung bình									

Khối lượng phần thượng tầng và lầu theo đề xuất của [3] được xác định theo công thức sau:

$$m_{tt} = g_{tt} W_{tt}, \quad (1.11)$$

trong đó:  $W_{tt}$  – thể tích của thượng tầng hoặc lầu.

hệ số  $g_{tt}$  là hệ số khối lượng thể tích,  $g_{tt} = (0,075 \div 0,100)$  t/m<sup>3</sup> khi tổng chiều dài của thượng tầng  $l_{tt} = 0,1 \div 0,9$ .

Theo Papanikolaou, Apostolos [10] khối lượng thượng tầng mũi có thể xác định theo công thức sau:

$$m_{tm} = g_{tm} W_{tm}, \quad (1.12)$$

trong đó:

$W_{tm}$  – thể tích của thượng tầng mũi;

hệ số  $g_{tm}$  đối với tàu có chiều dài  $L \geq 140$  m,  $g_{tm} = 100 \text{ kg/m}^3$ . Đối với tàu có chiều dài  $L \approx 120$  m,  $g_{tm} = 130 \text{ kg/m}^3$  (hệ số này phù hợp với các tàu có chiều cao thượng tầng mũi từ 2,5 đến 3,25 m và chiều dài thượng tầng mũi nhỏ hơn  $0,2L$ . Đối với các tàu có kích thước thượng tầng mũi khác với các giá trị nêu trên thì cần hiệu chỉnh hệ số  $g_{tm}$  như sau: nếu  $h_{tm} > 3,25$  thì  $\delta g_{tm}[\%]$  giảm xuống từ -5% đến -10%; nếu  $l_{tm} \approx 0,33L$  thì  $\delta g_{tm}[\%]$  giảm xuống -10%.

Khối lượng thượng tầng đuôi được xác định theo công thức:

$$m_{td} = g_{td} \cdot W_{td}, \quad (1.13)$$

trong đó:

$W_{td}$  – thể tích của thượng tầng đuôi;

hệ số  $g_{td} = 75 \text{ kg/m}^3$

Khối lượng lầu có thể được xác định theo công thức sau:

$$m_l = C_l \cdot A_m \cdot h \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3, \quad (1.14)$$

trong đó:

$C_l (\text{kg/m}^3)$  – là hệ số khối lượng thể tích được xác định theo bảng 2.15; nội suy theo các giá trị trung gian của tỷ số  $A_0/A_U$ ;

$A_m$  – giá trị trung bình  $A_m = 0,5(A_0 + A_U)$ ;

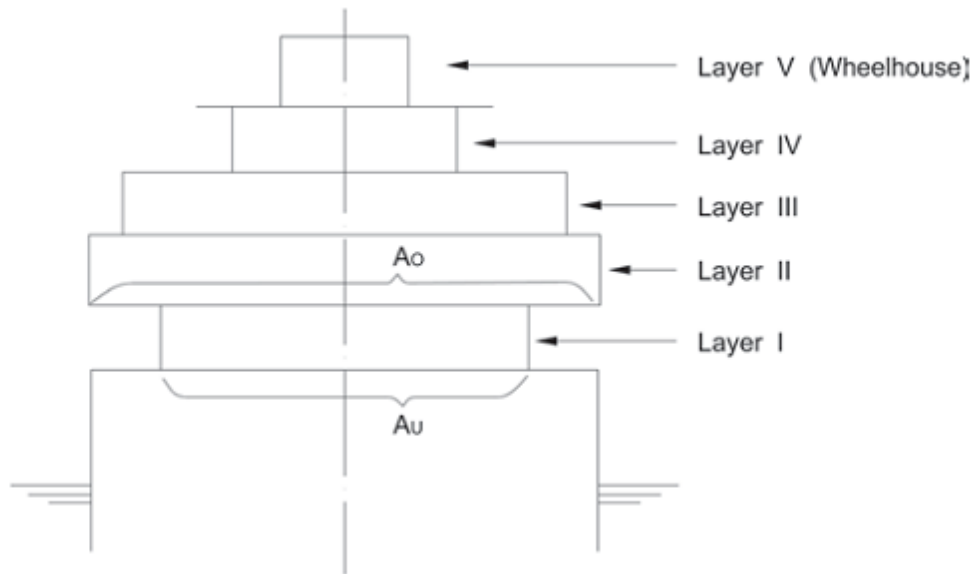
$h$  – chiều cao của lầu;

$k_1, k_2, k_3$  – các hệ số hiệu chỉnh;

$k_1$  – là hệ số hiệu chỉnh khi chiều cao thượng tầng khác giá trị 2,6 m khi đó  $k_1 = 1 + 0,02(h - 2,6\text{m})$ ;

$k_2$  – hệ số hiệu chỉnh khi chiều dài của các vách bên trong lầu khác giá trị tiêu chuẩn (4,5 lần chiều dài của lầu)  $k_2 = 1 + 0,05(4,5 - l_{in}/l_l)$ , trong đó –  $l_{in}$  – là tổng chiều dài của các vách bên trong lầu,  $l_l$  – là tổng chiều dài của lầu;

$k_3$  – là hệ số hiệu chỉnh khi chiều dài tàu khác  $L_{pp} = 150$  m,  $k_3 = 0,95$  nếu  $L_{pp} = 100$  m,  $k_3 = 1,1$  nếu  $L_{pp} = 230$  m. Giá trị  $k_3$  ở các giá trị chiều dài khác sẽ được xác định trên cơ sở nội suy.



**Hình 1.2.** Định nghĩa từng tầng trong việc xác định khối lượng lều theo Müller–Köster

**Bảng 1.2.** Quan hệ giữa hệ số khối lượng thể tích của lều  $C_l$  [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ] với vị trí và tỷ số giữa  $A_0/A_U$  theo Müller–Köster [10]

Tầng	I	II	III	IV	Lều lái
1,00	57	55	52	53	40
1,25	64	63	59	60	45
1,50	71	70	65	66	50
1,75	78	77	72	73	55
2,00	86	84	78	80	60
2,25	93	91	85	86	65
2,5	100	98	91	93	70

Khối lượng lều lái được xác định theo công thức sau:

$$m_{ll} = C_{ll} \cdot \nabla_{ll} \cdot k_1, \quad (1.15)$$

trong đó:

$$\nabla_{ll} \text{ m}^3 = A_U h_{ll} (\text{max} : 150 \text{ m}^3);$$

$C_{II}$  (kg/m<sup>3</sup>) – là hệ số khối lượng thể tích lều lái, được xác định theo công thức sau:

$$m_{II} = 48 + \frac{4A_0}{A_U} \left( \frac{A_0}{A_U} + 8 \right) + 18 \frac{(150 - \nabla_{II})}{\nabla_{II}}; \quad (1.16)$$

$k_I$  – hệ số hiệu chỉnh khi trên nó bố trí cầu derrick có sức nâng trên 10t, hệ số này được xác định theo *bảng 1.3*. Trong trường hợp bố trí cầu derrick có sức nâng lớn, khi đó yêu cầu cần phải có bộ gia cường đặc biệt trên lều lái. Trong trường hợp này khối lượng của lều lái có thể tăng đến 70%  $m_{II}$ .

**Bảng 1.3.** Hệ số hiệu chỉnh trong trường hợp bố trí cầu derrick trên buồng lái

Sức nâng của cầu derrick, t	10	20	80	100	130	150
$k_I$	1,0	1,02	1,10	1,15	1,30	1,50

Công thức tính khối lượng lều lái ở trên áp dụng đối với tàu có các giá trị sau:  $A_0 / A_U = 1,0 \div 3,0$ ;  $h_{II} = 2,6 \div 3,2$ m;  $\nabla_{II} = 50 \div 150$ m<sup>3</sup>

### 1.3. Phương pháp xác định khối lượng phần thân tàu dựa trên các nghiên cứu thống kê

Các mô đun trong công thức tính toán thành phần khối lượng thân tàu có thể thu được bằng hai cách.

**Cách 1:** Sử dụng phương pháp phân tích hồi quy đa biến. Phương pháp này được Nogid [4] sử dụng để xác định khối lượng phần thân tàu. Công thức này có dạng như sau:

$$m_v = g_v C_B^{0,334} L^{1,25} B^{0,75} D^{0,50}, \quad (1.17)$$

Trên cơ sở xử lý số liệu thống kê 26 tàu vận tải được đóng trong những năm gần đây bằng phương pháp tương tự tác giả Gaikovich [1] thu được công thức sau:

$$m_v = (0,133 \pm 0,162) C_B^{-0,740 \pm 0,500} L^{1,287 \pm 0,313} B^{0,371 \pm 0,234} D^{1,04 \pm 0,29}, \quad (1.18)$$

**Cách 2.** Để thu được các mô đun của công thức tính khối lượng phần thân tàu người ta tiến hành xử lý các số liệu thống kê các tàu trên cơ sở thay đổi một cách có hệ thống các thông số kích thước tàu. Bằng cách này trong công trình

[55] đã đưa ra bộ công thức xác định khối nhóm lượng phần vỏ thép và các chi tiết gia cường và bộ máy như sau:

$$m_{vt} = g_{vt} A_1 A_2 A_3 C_B^{1/3} (L / D)^{1/2} L B D_{qd} \quad (1.19)$$

Trong đó:

Hệ số  $A_1$  trong công thức (1.19), phụ thuộc vào vào kiểu kiến trúc của tàu ( $A_1=1,0$  – đối với các tàu có chiều cao mạn khô tối thiểu;  $A_1=0,96$  – đối với tàu có boong nhẹ);

Hệ số  $A_2$  có tính đến số lượng boong ( $A_2=1,00$  – đối với các tàu có một boong;  $A_2=1,06$  – đối với tàu có hai boong;  $A_2=1,12$  – đối với tàu có ba boong);

Hệ số  $A_3$  phụ thuộc vào chiều dài tàu (đối với tàu có chiều dài  $L=70\div 150$  m  $A_3=1,0$ ; đối với tàu có chiều dài nhỏ hơn 70 m  $A_3=2,9/(L)^{0,25}$ ).

Hệ số khối lượng đơn vị  $g_{vt}$  được xác định dựa trên tàu mẫu.

Trong tài liệu [5] trình bày kết quả xác định khối lượng phần thân tàu dầu và tàu hàng khô, được đóng theo tiêu chuẩn đăng kiểm Liên Bang Xô Viết 1970 với sự thay đổi một cách có hệ thống các kích thước chủ yếu của tàu.

Khi đóng serries thân tàu dầu, người ta thay đổi các kích thước chủ yếu của tàu như sau:

- Chiều dài hai đường vuông góc:  $L = \{100; 140; 180; 220; 250\}$  m;
- Tỷ số giữa chiều dài và chiều rộng:  $L/B = \{5,8; 6,5; 7,5\}$ ;
- Ba giá trị hệ số béo thể tích;
- Giới hạn chảy của vật liệu  $\sigma_T = \{240; 300; 400\}$  MPa.

Đối với tất cả các phương án kích thước kể trên đều áp dụng một kiểu kiến trúc và bố trí chung đó là: buồng máy được bố trí ở phía đuôi tàu; tàu có hai vách dọc trong vùng khoang hàng; khoang cách ly nằm giữa khoang hàng và khoang mũi; buồng bơm được bố trí nằm giữa khoang hàng và buồng máy; tàu không có đáy đôi và mạn kép.

Kích thước các khoang hàng, khoảng cách giữa các vách dọc và các thông số chính khác được lựa chọn trên cơ sở có tính đến các yêu cầu của Quy phạm.

Khi đóng series các tàu hàng khô tổng hợp, người ta thay đổi các kích thước chủ yếu của tàu như sau:

- Chiều dài hai đường vuông góc:  $L = \{80; 100; 120; 140; 160\}$  m;
- Tỷ số giữa chiều dài và chiều cao mạn:  $L/D = \{10,5; 12,5; 14,0\}$ ;
- Ba giá trị tỷ số giữa chiều dài tàu và chiều rộng  $L/B$ ;
- Ba giá trị hệ số béo thể tích;
- Tỷ số giữa chiều cao mạn và chiều chìm:  $D/T = \{1,18; 1,33; 1,54\}$ ;
- Độ mở miệng khoang hàng  $b_{kh}/B = \{0,6; 0,7; 0,8\}$ ;
- Chiều cao đáy đôi  $h_{dd} = \{h_{dd0}; 1,2h_{dd0}; 1,4h_{dd0}\}$ , trong đó  $h_{dd0}$  – chiều cao đáy đôi tối thiểu theo yêu cầu của Quy phạm.
- Mô men cản của boong  $W = \{W_0; 1,2W_0; 1,4W_0\}$ , trong đó  $W_0$  mô men cản của boong, được xác định theo yêu cầu của Quy phạm với giá trị cho phép nhỏ nhất;
- Giới hạn chảy của vật liệu  $\sigma_T = \{240; 300\}$  MPa.

Kiểu kiến trúc và bố trí chung được áp dụng trên tàu chở hàng khô tổng hợp có các đặc điểm sau: buồng máy được bố trí tại đuôi tàu và tại vị trí trung gian; tàu có hai boong trong vùng khoang hàng, hệ kết cấu sử dụng trên tàu là hệ kết cấu hỗn hợp.

Công thức để tính khối lượng phần vỏ thép thân tàu dầu không kể đến thượng tầng và lầu có dạng sau:

$$m_{vt} = c \cdot m_{vt0} (1 + K_{C_B} + K_{L/B} + K_{L/D} + K_{\sigma}), \quad (1.20)$$

trong đó:

$$c = 1 + \frac{1,35}{\sqrt{L}} - \text{là hệ số có tính đến khối lượng của phần vỏ thép, kích thước}$$

của nó không được quy định bởi Quy phạm;

$m_{vt0}$  – khối lượng của vỏ thép với giá trị trung bình của các thông số thay đổi, được xác định theo công thức:

- Đối với tàu có chiều dài từ 100 đến 180 m sử dụng hệ kết cấu hỗn hợp:

$$m_{vt0} = (3,68x^2 - 5,14x + 2,35).10^3 \quad (1.21)$$

- Đối với tàu có chiều dài từ 180 đến 250 m sử dụng hệ thống kết cấu dọc:

$$m_{vt0} = (8,56x^2 - 23,67x + 19,8).10^3 \quad (1.22)$$

trong công thức (1.21) và (1.22)  $x = 0,01L$ .

$K_{C_B}, K_{L/B}, K_{L/D}, K_{\sigma}$  – là các hệ số có kể đến độ sai lệch về khối lượng của tàu thiết kế do sự khác nhau về hệ số béo thể tích, tỷ số kích thước và giới hạn chảy của vật liệu chế tạo thân tàu so với các thông số trong công thức xác định khối lượng  $m_{vt0}$  trung bình;

Giá trị hệ số  $K_{C_B}$  được xác định theo công thức sau:

$$K_{C_B} = 3 \left( \frac{C_B}{0,0006L + 0,67} \right)^2 - 5,15 \left( \frac{C_B}{0,0006L + 0,67} \right) + 2,15 \quad (1.23)$$

Giá trị hệ số  $K_{L/B}$  được xác định theo công thức:

$$K_{L/B} = 0,667x^2 - 2,187x + 1,52; \quad x = (L/B) / 6,5 \quad (1.24)$$

Giá trị hệ số  $K_{L/D}$  được xác định theo công thức:

$$K_{L/D} = 2,333x^2 - 5,508x + 3,175; \quad x = (L/D) / 12,5 \quad (1.25)$$

Giá trị hệ số  $K_{\sigma}$  được xác định theo công thức:

$$K_{\sigma} = 0,00059L - 0,033; \quad \text{đối với} \quad \sigma_T = 240 \text{MPa} \quad (1.26)$$

$$K_{\sigma} = -(0,00018L - 0,02); \quad \text{đối với} \quad \sigma_T = 400 \text{MPa} \quad (1.27)$$

$$K_{\sigma} = 0; \quad \text{đối với} \quad \sigma_T = 320 \text{MPa} \quad (1.28)$$

Công thức để tính toán khối lượng vỏ thép của thân tàu hàng khô tổng hợp không tính đến khối lượng thượng tầng và lầu có dạng sau:

$$m_{vt} = c.m_{vt0}(1 + K_{C_B} + K_{L/B} + K_{L/D} + K_W + K_B + K_h + K_{\sigma}), \quad (1.29)$$

trong đó:

$$c = 1 + \frac{1,6}{\sqrt{L}};$$

- Đối với tàu có chiều dài từ 80 đến 120 m sử dụng hệ thống kết cấu ngang:



$$m_{vt0} = (3,0x^2 - 3,5x + 1,38).10^3 \quad (1.30)$$

- Đối với tàu có chiều dài từ 120 đến 160 m sử dụng hệ thống kết cấu hỗn hợp:

$$m_{vt0} = (2,0x^2 - 1,5x + 0,24).10^3 \quad (1.31)$$

Trong công thức (1.30) và (1.31)  $x = 0,01L$ .

Các hệ số  $K_{C_B}, K_{L/B}, K_{L/D}, K_{\sigma}$  tương tự như các hệ số trong công thức tính toán khối lượng tàu dầu ở trên.

Giá trị hệ số  $K_W$  tính đến độ sai lệch giá trị mô men cản tối thiểu của tàu thiết kế tính theo Quy phạm (phụ thuộc vào mô men uốn trên nước tĩnh) so với giá trị cho phép nhỏ nhất theo quy phạm.

Hệ số  $K_B$  là hệ số tính đến ảnh hưởng của sự sai lệch độ mở miệng khoang hàng tương đối so với giá trị được lựa chọn là 0,6.

Hệ số  $K_h$  là hệ số kể đến độ vênh giữa chiều đáy đôi thực tế của tàu thiết kế so với chiều cao đáy đôi tối thiểu theo yêu cầu của Quy phạm.

$$K_{C_B} = 2,25 \left( \frac{C_B}{-0,00062L + 0,754} \right)^2 - 3,07 \left( \frac{C_B}{-0,00062L + 0,754} \right) + 0,82 \quad (1.32)$$

Phương trình xác định  $K_{L/B}$ :

$$K_{L/B} = x^2 - 2,8x + 1,8; \quad x = (L/B) / (L/B)_0 \quad (1.33)$$

$$(L/B)_0 = -0,292y^2 + 1,275y + 5,717; \quad y = 0,01L \quad (1.34)$$

Giá trị  $K_{L/D}$ :

$$K_{L/D} = 1,75x^2 - 3,93x + 2,18; \quad x = (L/D) / 12,5 \quad (1.35)$$

Giá trị  $K_W$ :

$$K_W = 0,145x - 0,145; \quad x = W / W_0 = (K + 0,036C_B) / (0,0182 + 0,036C_B) \quad (1.36)$$

$$K = M.(L/B) / L^{2,3}, \text{ khi } (L/B) / L^{2,3} < 0,0182$$

$$K = 0,0164 - M.(L/B) / (10.L^{2,3}), \text{ khi } (L/B) / L^{2,3} > 0,0182$$

trong đó:  $M$  – là mô men uốn của tàu trên nước tĩnh (t.m).

Giá trị  $K_B$ :

$$K_B = 0,067x - 0,067; x = (B_{kh} / B) / 0,6 \quad (1.37)$$

Giá trị  $K_h$ :

$$K_B = 0,078x - 0,078; x = h_{dd} / h_{dd0} \quad (1.38)$$

$$h_{dd0} = (L - 40) / 0,57 + 40L(L / B) + 3500 / (L / D) / (D / T)$$

Giá trị  $K_\sigma$  được xác định theo công thức:

- Đối với các tàu có chiều dài từ 120 đến 160 m và  $\sigma_T = 320$  MPa:

$$K_\sigma = -0,125x^2 + 0,25x - 0,19; x = 0,01L \quad (1.39)$$

- Đối với các tàu có chiều dài từ 80 đến 160 m và  $\sigma_T = 260$  Mpa;

$$K_\sigma = 0; \quad (1.40)$$

Kiểm tra độ tin cậy của các công thức (1.20)÷(1.40) chỉ ra rằng, kết quả thu được khi áp dụng các công thức này trong tính toán khối lượng vỏ thép của thân tàu cho sai số khoảng 1% đối với tàu dầu và khoảng 2% đối với tàu hàng khô tổng hợp [1].

Công thức tính toán khối lượng vỏ thép thân tàu dầu có trọng tải từ 30.000÷200.000 DWT thu được bởi nhà đóng tàu Na-uy I. Johnsen và B. Ovrebo trong tài liệu [6], khi thay đổi một cách có hệ thống các kích thước  $L$ ,  $B$ ,  $D$  trong việc xây dựng công thức xác định khối lượng thân tàu theo quy chuẩn thiết kế của DNV, hai tác giả trên đã thu được công thức tính có dạng như sau:

$$m_{vt} = 4,04 \cdot \left(1 + \frac{0,73}{\sqrt{L}}\right) \cdot W^{0,65} \cdot L \cdot \left(1,104 - 0,016 \frac{L}{B}\right) \cdot \frac{22,8}{35,8 - L/D} \cdot \frac{35,9}{14 + L/D} \cdot \left(1,12 - 0,0163 \frac{L}{D}\right), t \quad (1.41)$$

trong đó:

$W$  – là mô men cản của thanh tương đương,  $m^3$ . Trong thời gian viết công trình này, mô men cản tối thiểu đối với tàu được đóng theo đăng kiểm DNV, có thể được xác định theo công thức:

$$W_{\min} = 2,173L^{2,3}B(C_B + 0,7) \quad (1.42)$$

Nếu sử dụng thép có độ bền cao, khi đó khối lượng thu được từ công thức (1.42) ở trên cần nhân thêm với hệ số:

$$k_{\sigma} = 1 - \frac{L_{\sigma}}{L} \cdot \frac{1 - R}{1,12 - 0,0163(L/D)}, \quad (1.43)$$

trong đó:

$L_{\sigma}$  – chiều dài vùng khoang hàng có sử dụng thép độ bền cao;  $R = 33,2/(\sigma_T + 9,2)$  – hệ số giảm. Nếu thép độ bền cao chỉ được sử dụng trên boong và đáy tàu dầu thì khi đó  $R = 40,4/(\sigma_T + 25,5)$ . Giới hạn chảy  $\sigma_T \leq \sigma'_T$ . Giá trị giới hạn

$$\sigma'_T = 345,6 \cdot \left(\frac{D}{L}\right) / \left(1 - 1,6 \cdot \left(\frac{D}{L}\right)\right) \text{ khi } \sigma'_T \leq 35 \text{ kg/mm}^2$$

hoặc

$$\sigma'_T = 160,0 \cdot \left(\frac{D}{L}\right) / \left(1 - 6,88 \cdot \left(\frac{D}{L}\right)\right) \text{ khi } \sigma'_T > 35 \text{ kg/mm}^2. \text{ Nếu } \sigma_T > \sigma'_T \text{ thì có thể}$$

cho rằng  $\sigma_T = \sigma'_T$ .

Khối lượng thượng tầng trong lần gần đúng đầu tiên có thể được xác định dựa trên các công thức thống kê nêu ở mục 1.2 ở trên hoặc có thể dựa xác định dựa trên mối quan hệ của chúng với khối lượng vỏ thép của thân tàu  $m_v/m_{vt}$  và khối lượng các thiết bị được bố trí trong thượng tầng quan hệ với khối lượng thiết bị tàu và trọng tải [12]:

$$m_{tt} / m_{vt} = 11,5 - 1,1(DW / 1000)^{1/2}, \quad \text{khi } 3 \leq DW / 1000 \leq 70 \quad (1.44)$$

$$m_{tbt} / DW = 15,5 / (DW / 1000)^{1/3}, \quad \text{khi } 3 \leq DW / 1000 \leq 35 \quad (1.45)$$

$$m_{tbt} / m_{tbt} = 19 - 1,8 / (DW / 1000)^{1/2}, \quad \text{khi } 3 \leq DW / 1000 \leq 70 \quad (1.46)$$

trong đó:

$DW$  – là trọng tải tàu;

$m_{tbt}$  – khối lượng các thiết bị trong thượng tầng;

$m_{tbt}$  – khối lượng thiết bị tàu.

Để hiệu chỉnh khối lượng thân tàu sau khi tính toán, người ta sử dụng hệ số hiệu chỉnh  $\eta_{hc}$ :

$$m_{vt} = m_{vt(tt)} / \eta_{hc} \quad (1.47)$$

Hệ số hiệu chỉnh  $\eta_{hc}$  được xác định dựa trên tàu mẫu cụ thể hoặc dựa trên thống kê một số tàu.

#### 1.4. Phương pháp xác định khối lượng phần thân tàu dựa trên yêu cầu về độ bền chung thân tàu

Phương pháp này được xây dựng trên cơ sở mối quan hệ giữa khối lượng kết cấu thân tàu với ứng suất uốn chung cho phép áp dụng trên các tàu sử dụng hệ kết cấu dọc và kết cấu hỗn hợp (khối lượng của các liên kết dọc chiếm phần lớn khối lượng thân tàu).

Để xác định mô men cản của dầm tương đương tác giả Asik [7] đề xuất công thức tính như sau:

$$W = \frac{\eta}{2} D \Omega, \quad (1.48)$$

trong đó:

$\eta = 0,05L^{1/2}$  – là hệ số tận dụng profile đối với các tàu có chiều cao mạn khô tối thiểu (khoảng thay đổi  $\eta = 0,45 \div 0,06$ );

$D$  – chiều cao của dầm tương đương, nhận giá trị bằng chiều cao mạn;

$\Omega$  – diện tích tiết diện ngang của dầm tương đương.

Mô men uốn khi tàu hoạt động trên sóng có thể được xác định theo công thức (1.49).

Khối lượng của các liên kết dọc bằng:

$$m_{ld} = \gamma_m c(C_B) \Omega L, \quad (1.49)$$

trong đó:

$\gamma_m$  - khối lượng riêng của vật liệu;

$c(C_B)$  – hệ số có tính đến độ giảm diện tích tiết diện của thanh tương đương theo chiều dài tàu ( $c(C_B)$  phụ thuộc vào hình dáng vỏ bao thân tàu), ở đây có thể lấy  $c(C_B) = C_B^{1/3}$ .

Ứng suất tại các liên kết biên (ứng suất lớn nhất) của thanh tương đương không được lớn hơn ứng suất cho phép sau:

$$\sigma = [\sigma] = \frac{M}{W} = \frac{\Delta_m L}{K \frac{\eta}{2} D \Omega} \quad (1.50)$$

Từ công thức (1.50) ta có:

$$\Omega = \frac{2\Delta_m L}{\eta[\sigma]KD} \quad (1.51)$$

Khi đó khối lượng của các liên kết dọc có tính đến công thức đối với  $\eta$  và  $c(C_B)$  được xác định theo phương trình sau:

$$m_{ld} = \frac{2\gamma_m c(C_B) \Delta_m L^2}{\eta[\sigma]KD} = \frac{2\gamma_m C_B^{1/3} \gamma_B C_B L^3 BT}{k_\eta L^{1/2} [\sigma]KD} = \frac{2\gamma_m \gamma_B C_B^{4/3} L^{2.5} BT}{k_\eta [\sigma]KD} \quad (1.52)$$

Cuối cùng ta có:

$$m_{ld} = g_{ld} (\gamma_m / [\sigma]) (C_B^{4/3} L^{2.5} BT / D) \quad (1.53)$$

Diện tích tiết diện ngang của thanh tương đương có thể được xác định trên cơ sở có tính đến việc lựa chọn sơ bộ kết cấu mặt cắt ngang sườn giữa. Ví dụ đối với kết cấu phác thảo mặt phẳng sườn giữa như trên *hình 1.2*, diện tích tiết diện ngang được xác định bởi các thành phần như trên *bảng 1.4*.

Các giá trị chiều dày được lấy trong *bảng 1.4* theo Quy phạm phân cấp đóng tàu của LB Nga [8].

Trên cơ sở các thông số trong *bảng 1.4* ta sẽ thu được diện tích tiết diện của dầm tương đương đối với tàu có kết cấu sườn giữa như trên *hình 1.12*:

$$\Omega \rightarrow (6,3B + 1,8D + 2,4T / L)t_0 \quad (1.54)$$



**Hình 1.3.** Mô hình sơ đồ kết cấu sườn giữa được dùng trong việc xây dựng công thức tính khối lượng các liên kết dọc

**Bảng 1.4.** Các thành phần của kết cấu tiết diện mặt phẳng sườn giữa

STT	Tên các thành phần	Độ dày quy đổi	Chiều rộng
1	Boong	$1,4t_0$	$B - 2B_{tmb}$
2	Mạn	$0,9t_0$	$D - D_{tmm}$
3	Đáy	$t_0$	$B - B_{kd}$
4	Đáy đôi	$0,9t_0$	$B$
5	Sống chính	$0,9t_0$	$(L-40)/570+0,04B+0,6 T/L^2$
6	Sống phụ đáy	$0,7t_0$	$(L-40)/570+0,04B+0,6 T/L^2$
7	Dải tôn mép mạn	$1,3t_0$	$H_{tmm} = 0,8 + 0,005L^{**}$
8	Dải tôn mép boong	$2,0t_0$	$B_{xdb} = 0,8 + 0,005L^{***}$
9	Ky đáy	$1,4t_0$	$B_{kd} = 0,8 + 0,005L^{**}$
10	Tôn hông	$0,7t_0$	$(L-40)/570+0,04B+0,6 T/L^2$

**Ghi chú**

\*) – không nhỏ hơn 0,65 m; \*\*) – không lớn hơn 2,0 m; \*\*\*) – không lớn hơn 1,8 m;  $t_0$  – độ dày quy đổi của tôn đáy, mm;  $B_{tmb}$  – chiều rộng của dải tôn mép boong, m;  $H_{tmm}$  – chiều cao của dải tôn mép mạn;  $B_{kd}$  – chiều rộng của ky đáy, m;  $L, B, T$  – lần lượt là chiều dài, chiều rộng và chiều chìm của tàu.

Nếu không tính đến sự khác nhau về độ dày của các liên kết trong cùng một dàn, khi đó bằng việc sử dụng các công thức thực nghiệm trong việc xác định

chiều cao đáy đôi và thiết lập số lượng các sóng phụ đáy theo Quy phạm [8], ta sẽ thu được quan hệ tỷ lệ sau:

$$\Omega \rightarrow (3B + 2D + 0,16T \cdot E(B/5))t_0 \quad (1.55)$$

trong đó  $E(B/5)$  – là hàm số “phần nguyên của số”.

Khi đó khối lượng của các liên kết dọc, có tính đến việc hiệu chỉnh theo tàu mẫu sẽ bằng:

$$G_{ld} = g_{ld}(\gamma_m t_0) \cdot C_B^{1/3} (6,3B + 1,8D + 2,4T / L) \cdot L \quad (1.56)$$

hay

$$G_{ld} = g_{ld}(\gamma_m t_0) \cdot C_B^{1/3} (3B + 2D + 0,16T \cdot E(B/5)) \cdot L \quad (1.57)$$

Nếu cho rằng khối lượng của các liên đảm bảo được độ bền chung thân tàu chiếm phần lớn khối lượng thân tàu thì các công thức được liệt kê ở trên có thể được sử dụng để xác định khối lượng phần thân tàu nói chung.

### 1.5. Phương pháp xác định khối lượng phần thân tàu dựa trên yêu cầu của các tổ chức Đăng kiểm.

Các công thức tính toán khối lượng thân tàu theo phương pháp này được xây dựng trên cơ sở tính đến các yêu cầu của các tổ chức Đăng kiểm.

Trong công trình [9] trình bày công thức tính khối lượng vỏ thép kết cấu thân tàu thông qua việc sử dụng “số thiết bị” của đăng kiểm Lloyd Anh như sau:

$$E = L(B + T) + 0,8L(D - T) + 0,85 \sum l_1 h_1 + 0,75 \sum l_2 h_2 \quad (1.58)$$

trong đó:

$l_1, h_1$  – lần lượt là chiều dài và chiều cao của thượng tầng;

$l_2, h_2$  – lần lượt là chiều dài và chiều cao của lầu.

Khối lượng nhóm vỏ thép của thân tàu được xác định theo công thức:

$$m_{vt} = [1 + 0,5 \cdot (C_{B(0,8D)} - 0,7)] \cdot K \cdot E^{1,36}, \quad (1.59)$$

trong đó:

$C_{B(0,8D)}$  – là hệ số béo thể tích tại đường nước 0,8D, được xác định theo công thức:

$$C_{B(0,8D)} = C_B + (1 - C_B) \frac{(0,8D - T)}{3T} \quad (1.60)$$

Trong công thức (1.59) hệ số  $K$  là hệ số có tính đến đặc điểm kết cấu thân tàu và có thể được xác định theo *bảng 1.5*.

**Bảng 1.5. Hệ số phức tạp của kết cấu  $K$**

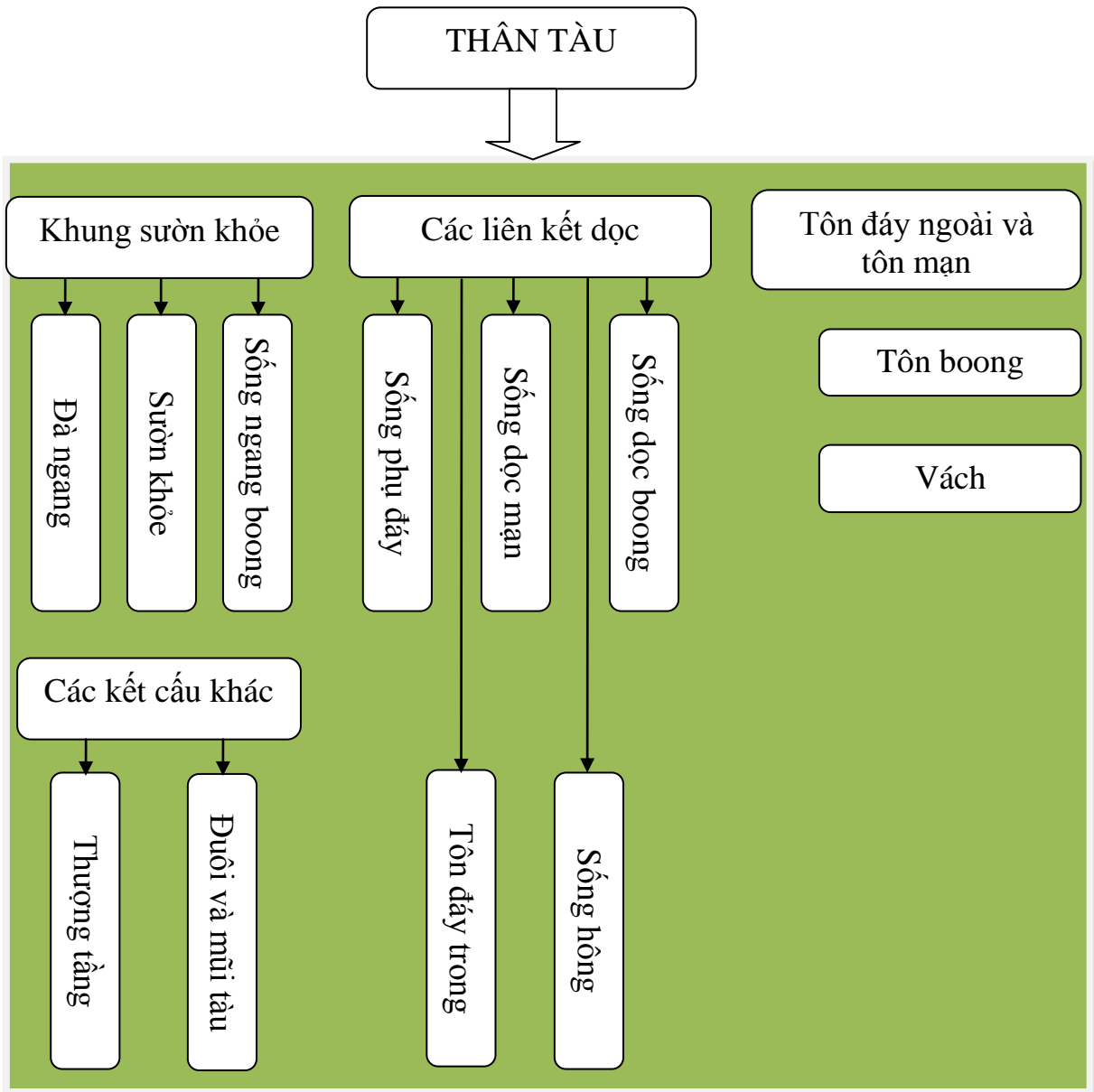
Loại tàu	K	E
Tàu dầu	0,029 ÷ 0,035	1500 < E < 40000
Tàu chở hóa chất	0,036 ÷ 0,037	1900 < E < 2500
Tàu chở hàng rời	0,029 ÷ 0,032	3000 < E < 15000
Tàu container	0,033 ÷ 0,04	6000 < E < 13000
Tàu chở hàng khô tổng hợp	0,029 ÷ 0,037	2000 < E < 7000
Tàu chở hàng đông lạnh	0,032 ÷ 0,035	E - 5000
Tàu dịch vụ	0,041 ÷ 0,051	800 < E < 1300
Tàu kéo	0,044	1350 < E < 450
Tàu cá	0,041 ÷ 0,042	250 < E < 1300
Tàu nghiên cứu khoa học	0,045 ÷ 0,046	1350 < E < 1500
Phà	0,024 ÷ 0,037	2000 < E < 5000
Tàu chở khách	0,037 ÷ 0,038	5000 < E < 15000

Trong công trình [8] đề xuất sử dụng Quy phạm RS (Đăng kiểm LB Nga) trong việc tính toán khối lượng vỏ thép trong thành phần kết cấu thân tàu khi không có tàu mẫu tin cậy.

Thành phần khối lượng thân tàu được xác định bằng cách tính toán khối lượng từng bộ phận kết cấu được xác định theo RS [8]. Theo đó kết cấu thân tàu được phân chia ra thành các bộ phận kết cấu như trên *hình 1.3*.

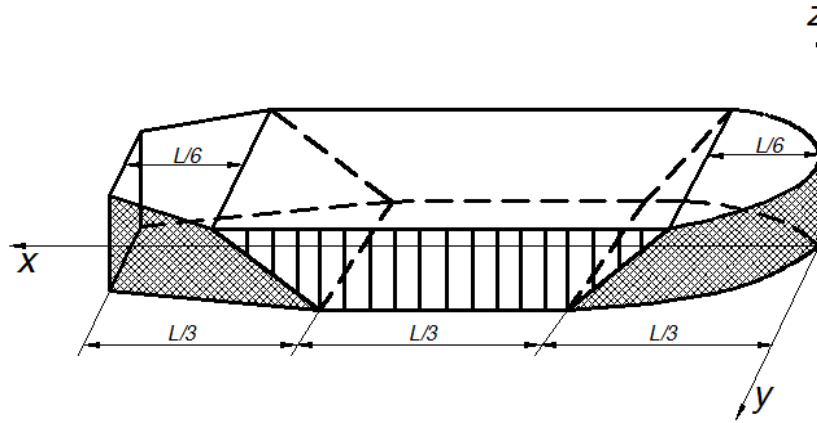


Để xác định thông số hình học của các thành phần kết cấu thân tàu, người ta sử dụng mô hình rút gọn bề mặt vỏ bao thân tàu như trên *hình 1.4*.



**Hình 1.4.** Phân chia các thành phần kết cấu thân tàu

Để đơn giản hóa tính toán ta giả thiết rằng, đường cong của vỏ bao thân tàu chỉ tồn tại ở phần mũi tàu. Phương trình độ thon đường nước phần mũi tàu tại mặt phẳng cơ bản có dạng đường parabol bậc hai có đỉnh tương ứng với góc độ thon mũi. Các đoạn liên kết được đưa ra phù hợp với các đặc trưng của tàu và mô hình bề mặt vỏ bao thân tàu. Tất cả các kết cấu được giả thiết rằng làm bằng thép.



**Hình 1.5.** mô hình rút gọn bề mặt vỏ bao thân tàu được sử dụng để xác định các thông số hình học kết cấu thân tàu

Ví dụ, công thức để tính toán khối lượng khung sườn khô có dạng:

$$\begin{aligned}
 m_{sk} = & 7,8\{0,002y_0 \cdot (0,0078L + 0,13) \cdot (0,00078L + 3,513) + \\
 & + (D - 0,0078L - 0,13) \cdot (0,0012D - 9,3 \cdot 10^{-6}L + 3,5) \cdot \\
 & \cdot [0,00012(D - 0,0078L - 0,13) + 0,00024y_b]\}, t
 \end{aligned} \quad (1.61)$$

Khối lượng của tất cả khung các sườn khô được xác định theo công thức:

$$m_{skL} = (L / a_0)m_{sk} \quad (1.62)$$

Trong các công thức (1.61) và (1.62)  $a_0$  – là khoảng sườn thực;  $y_0$  – là tung độ của đường nước số 0, tương ứng với hoành độ của sườn khô và thu được từ mô hình rút gọn bề mặt vỏ bao thân tàu;  $y_b$  – là tung độ của đường nước đo tại mép boong chính.

Cấu trúc của các công thức áp dụng đối với các bộ phận khác của thân tàu hoàn toàn tương tự như công thức (1.61).

Như vậy, khối lượng phần thân tàu thu được nhờ vào mô hình rút gọn bề mặt vỏ bao thân tàu và một số khuyến nghị đưa ra, sẽ bằng:

$$m_v = m_{skL} + m_{lkd} + m_{boong} + m_{vach} + m_{tt} \quad (1.63)$$

trong đó:  $m_{lkd}, m_{boong}, m_{vach}, m_{tt}$  – lần lượt là khối lượng các liên kết dọc, khối lượng boong, khối lượng các vách và khối lượng thượng tầng.

Để nâng cao độ chính xác của các công thức đối với tàu có kiểu kiến trúc và bố trí chung xác định, ta có thể đưa vào hệ số hiệu chỉnh, hệ số này được xác

định theo tàu mẫu. Nhược điểm của phương pháp này là mất rất nhiều thời gian mới có thể thu được các mô đun công thức tính khối lượng và sự công kênh của các công thức. Bên cạnh đó nhóm công thức này cũng có ưu điểm đó là có thể thu được các mô đun kể đến các yêu cầu khác nhau của các tổ chức Đăng kiểm.

### **1.6. Phương pháp xác định khối lượng phần thân tàu dựa trên việc phân chia các phân nhóm khối lượng**

Đây là nhóm phương pháp tính toán khối lượng thân tàu dựa trên việc phân chia thân tàu ra thành các phân nhóm nhỏ. Khối lượng của từng phân nhóm sẽ được tính toán theo các công thức riêng biệt. Trong trường hợp này phương pháp xây dựng các mô đun công thức xác định thành phần khối lượng thân tàu theo Quy phạm của các tổ chức Đăng kiểm ở trên có thể đưa vào được trong nhóm phương pháp này.

Phương pháp tính chuyên dựa trên tàu mẫu do Bubnov đề xuất vào năm 1916. Phương pháp này có những ưu điểm sau:

- Phân chia khối lượng thân tàu ra thành các phân nhóm có cùng tính chất từ đó cho phép lựa chọn được các hàm quan hệ phù hợp nhất cho việc xác định khối lượng của chúng;

- Khi tính chuyên khối lượng sẽ dễ dàng tính đến được ảnh hưởng của đặc điểm kết cấu thân tàu và đặc điểm hình dáng của chúng;

- Việc phân chia khối lượng thân tàu ra thành các phân nhóm nhỏ có cùng tính chất sẽ cho phép xác định được chính xác hơn cao độ trọng tâm của thân tàu;

- Nếu các công thức tính toán khối lượng của các phân nhóm nằm trong thành phần khối lượng thân tàu có độ chính xác như nhau so với công thức tổng quát xác định khối lượng thân tàu, thì khi đó sai số tính toán khối lượng thân tàu theo các công thức tính chuyên sẽ nhỏ hơn so với công thức tổng quát.

Dựa trên sự phân chia các thành phần khối lượng thân tàu theo đề xuất của [1]. Trong đó ngoài nhóm khối lượng “vỏ thép” còn có các nhóm khối lượng

“kết cấu gia cường và bộ máy”, “các chi tiết riêng”, “phần phi kim loại trên tàu”, “sơn, thiết bị bảo vệ, “cách điện, cách nhiệt và lớp lót trong”, “không khí trong thân tàu”, “thiết bị buồng phòng và thiết bị buồng lái”.

Ở đây ta sẽ xét sơ đồ tính chuyển khối lượng phần “thân tàu” áp dụng đối với tàu hàng khô. Các thành phần khối lượng hợp nên khối lượng phần thân tàu được tính chuyển dựa trên các công thức như trong *bảng 1.5*.

Phương án các công thức dùng để tính chuyển nhóm khối lượng vỏ thép được đề xuất bởi [11] áp dụng đối với các tàu vận tải có chiều dài nhỏ hơn 160 m, với phần kết cấu thân tàu được tính toán theo Quy phạm Nga, được thể hiện trong *bảng 1.6*. Độ chính xác của công thức này được biểu diễn qua đồ thị trong công trình [1].

**Bảng 1.5.** Bảng phân chia và tính toán các phân nhóm khối lượng của thành phần khối lượng “thân tàu và thượng tầng”

STT	Tên các phân nhóm khối lượng	Công thức tính khối lượng
1	Khối lượng vỏ thép tham gia vào thanh tương đương	$m_{v1} = (1,04 \pm 0,01^{**}) \cdot 10^3 \left( \frac{C_B^{4/3} L^{5/2} BT}{D} \right)^*$
2	Các vách ngang chính	$m_{v2} = (4,61 \pm 0,63) \cdot 10^{-2} (n_{vn} C_B B D^{3/2})$
3	Thượng tầng và ống khói	$m_{v3} = (0,12L - 7,6)n_{tv}$
4	Phần mũi và đuôi tàu	$m_{v4} = (4,89 \pm 0,99) \cdot 10^{-3} (LBD)$
5	Boong nâng mũi và lái	Nếu tổng chiều dài > 0,3L: $m_{v5} = (4,28 \pm 0,66) \cdot 10^{-2} \cdot (LB)$ Nếu tổng chiều dài < 0,3L: $m_{v5} = (1,24 \pm 0,48) \cdot 10^{-2} \cdot (LB)$
6	Kết cấu cục bộ	$m_{v6} = (1,28 \pm 0,26) \cdot 10^{-2} \cdot (LBD)$
7	Các tấm gia cường và bộ máy	$m_{v7} = (4,89 \pm 0,99) \cdot 10^{-3} \cdot (LBD)$
8	Các chi tiết riêng	$m_{v8} = (3,38 \pm 0,1) \cdot 10^{-1} \cdot (LBD)^{2/3}$

9	Phần phi kim loại	$m_{v9} = (2,00 \pm 1,20) \cdot 10^{-2} \cdot (LBD)^{2/3}$
10	Sơn, thiết bị bảo vệ	$m_{v10} = (4,25 \pm 0,99) \cdot 10^{-2} \cdot (LBD)^{2/3}$
11	Các nhiệt và lớp lót trong	$m_{v11} = (1,36 \pm 0,35) \cdot 10^{-1} \cdot (LBD)^{2/3}$
12	Trám xi măng	$m_{v12} = (2,00 \pm 1,2) \cdot 10^{-2} \cdot (LBD)^{2/3}$
13	Không khí trong thân tàu	$m_{v13} = 1,1 \cdot 10^{-5} \cdot (C_B LBT)$
14	Thiết bị buồng phòng	$m_{v14} = (3,92 \pm 0,55) \cdot n_{tv}$
15	Trang thiết bị khoang chứa container	$m_{v15} = 0,713 n_{con}^{0,92}$
<p>Ghi chú:</p> <p>*) giả thiết rằng loại thép chính được sử dụng để đóng phần vỏ tàu là thép có độ bền chảy giới hạn 294 Mpa;</p> <p>**) sau dấu “±” hệ số sai số bình phương trung bình; <math>n_{vn}</math> – số lượng các vách ngang chính; <math>n_{tv}</math> – số lượng thuyền viên; <math>n_{con}</math> – số lượng container.</p>		

**Bảng 1.6.** Các công thức dùng để tính chuyển thành phần khối lượng “vỏ thép”

STT	Tên các thành phần khối lượng	Công thức tính
1	Boong chính	<p>Với <math>L = 60 \div 90</math> m; <math>m_{bc} = 8.10^{-2} k_{mq} LB</math></p> <p>Với <math>L = 90 \div 160</math> m; <math>m_{bc} = 46.10^{-5} k_{mq} L^2 B^{1,25}</math></p> <p>nếu <math>L = 60 \div 110</math> m</p> <p><math>k_{mq} = 1 + (l_{mq} - 0,4) \cdot 1,56 - 0,016</math>;</p> <p><math>k_{mq} = 1,02 - 0,5l_{mq}</math>; nếu <math>L = 110 \div 116</math> m</p> <p><math>l_{mq} = \sum L_{mq} / L</math>; <math>\sum L_{mq}</math> - tổng chiều dài miệng quây</p>
2	Boong trung gian thứ nhất	$m_{btg1} = 8.10^{-2} C_B^{1/2} L^{1,25} B^{1,25}$
3	Boong trung gian	$m_{btg2} = 0,265.10^{-2} C_B^{1/2} L^{1,75} B$

	thứ hai	
4	Tôn bao ngoài	$m_{tbn} = 1,80 \cdot 10^{-2} (1,23 - 0,11n_b) \Omega T^{1/3} D^{1/2}$ trong đó: $n_b$ – số lượng boong $\Omega = L(1,7D + C_B B)$ - diện tích tôn bao ngoài
5	Đáy đôi	$m_{dd} = 3,27 \cdot 10^{-2} C_B L^{4/3} B^{1/3} (T / D)^{8/9} (h / h_{norm})$ $h_{norm} = 0,15 (B^2 T)^{1/4}$ - chiều cao đáy đôi xác định theo Quy phạm DNV
6	Vách ngang	Đối với tàu có một boong $m_{vn} = 3,6 \cdot 10^{-2} C_B \cdot n_{vn} B D^{3/2}$ khi $D = (5 \div 7)$ m $m_{vn} = 0,69 \cdot 10^{-2} C_B \cdot n_{vn} B D^{7/3}$ khi $D = (7 \div 11)$ m Đối với tàu có hai boong $m_{vn} = 3,1 \cdot 10^{-2} C_B \cdot n_{vn} B D^{3/2}$ khi $D = (5 \div 9,5)$ m $m_{vn} = 0,47 \cdot 10^{-2} C_B \cdot n_{vn} B D^{7/3}$ khi $D = (9,5 \div 17)$ m Đối với tàu có ba boong $m_{vn} = 0,78 \cdot 10^{-2} C_B \cdot n_{vn} B D^2$ khi $D = (11 \div 19)$ m
7	Vách dọc	Đối với tàu có một boong $m_{vd} = 0,62 \cdot 10^{-2} l_s L^2$ khi $L = (60 \div 90)$ m Đối với tàu có hai boong $m_{vd} = 0,54 \cdot 10^{-2} l_s L^{2,5}$ khi $L = (90 \div 110)$ m $m_{vd} = 0,41 \cdot 10^{-2} l_s L^{3,5}$ khi $L = (110 \div 160)$ m Đối với tàu có ba boong $m_{vd} = 0,37 \cdot 10^{-2} l_s L^{3,5}$ khi $L = (110 \div 160)$ m Trong đó: $l_{vd} = \sum L_{vd} / L$ ; $\sum L_{mq}$ – tổng chiều dài các vách dọc
8	Kết cấu gia cường	- đối với gia cường đi bằng thông thường

	đi băng	$m_{gcdb} = 0,2 \cdot 10^{-5} L^3$ - đối với gia cường đi băng tăng cường $m_{gcdb} = 0,8 \cdot 10^{-5} L^3$
9	Các kết cấu cục bộ (mạn giả, các kết, hầm đường trục chong chóng, bộ máy)	- Đối với tàu có buồng máy nằm ở vị trí giữa tàu $m_{kccb} = 0,267 \cdot 10^{-2} L^{7/3}$ khi $L = (60 \div 90)$ m $m_{kccb} = 0,250 \cdot 10^{-2} L^{7/3}$ khi $L = (90 \div 160)$ m - Đối với tàu có buồng máy nằm ở vị trí đuôi tàu $m_{kccb} = 0,230 \cdot 10^{-2} L^{7/3}$ khi $L = (60 \div 90)$ m $m_{kccb} = 0,217 \cdot 10^{-2} L^{7/3}$ khi $L = (90 \div 160)$ m
10	Thượng tầng	$m_{tt} = 20,4 \cdot 10^{-2} l_{tt} L B^{3/4} f_1(h_{tt})$ khi $L = (60 \div 90)$ m $m_{tt} = 17,0 \cdot 10^{-2} l_{tt} L B f_2(h_{tt})$ khi $L = (90 \div 160)$ m trong đó: $l_{tt}$ – là tỷ số giữa tổng chiều dài của thượng tầng và chiều dài tàu; $h_{tt}$ – chiều cao tượng tầng; $f_1(h_{tt}) = 0,24h_{tt} + 0,44$ ; $f_2(h_{tt}) = 0,19h_{tt} + 0,55$ .
11	Lầu	$m_l = 23,9 \cdot 10^{-2} l_l L B^{3/4} f_1(h_l) f_2(b_l)$ khi $L = (60 \div 90)$ m $m_l = 12,3 \cdot 10^{-2} l_l L B^{3/4} f_3(h_l) f_4(b_l)$ khi $L = (90 \div 160)$ m trong đó: $l_l$ – là tỷ số giữa tổng chiều dài của lầu và chiều dài tàu; $h_l$ – chiều cao của lầu; $b_l$ – chiều rộng trung bình của lầu $f_1(h_l) = 0,235h_l + 0,45$ ; $f_2(b_l) = 0,73b_l / B + 0,45$ . $f_3(h_l) = 0,192h_l + 0,55$ ; $f_4(b_l) = 1,13b_l / B + 0,15$ .

## 1.7. Hướng dẫn lựa chọn công thức tính toán thành phần khối lượng thân tàu

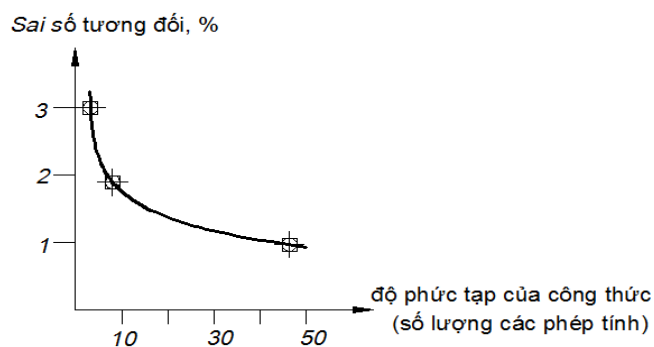
Sai số trung bình trong việc xác định lượng chiếm nước tàu không trong giai đoạn thiết kế ban đầu (gồm cả thiết kế khởi thảo) theo đề xuất của tác giả trong công trình [13] cần phải nhỏ hơn 5%. Thành phần khối lượng thân tàu chiếm tỷ trọng từ 40 đến 60% lượng chiếm nước tàu không. Từ đó, sai số cho phép trong tính toán khối lượng thân tàu là không được vượt quá từ 8 đến 12%.

Độ chính xác trong việc tính toán khối lượng phần thân tàu dựa vào các công thức nêu trên được xác định bởi hai yếu tố:

*Yếu tố thứ nhất:* Sự gần nhau về kiểu kiến trúc và bố trí chung cũng như các kích thước chủ yếu (để đảm bảo cho độ ổn định của các giá trị khối lượng đơn vị trong các công thức);

*Yếu tố thứ hai:* cấu trúc của các công thức tính toán khối lượng thân tàu.

Về nguyên tắc thì công thức nào càng phức tạp (kể đến nhiều sự ảnh hưởng của các thông số đến khối lượng thân tàu) thì sẽ càng cho phép nâng cao được độ chính xác trong tính toán. Điều này được thể hiện trên *hình 1.5*, trên đó chỉ ra mối quan hệ giữa sai số tương đối trong tính toán lượng chiếm nước tàu không loại “Sestroretsk” [1] với mức độ phức tạp của các công thức tính chúng (số lượng các phép tính). Từ *hình 1.5* ta thấy rằng, để giảm sai số xuống 2 lần thì yêu cầu độ phức tạp của mô hình tính phải tăng lên 16 lần.



*Hình 1.6. Quan hệ giữa độ chính xác trong tính toán với độ phức tạp của công thức tính*



Bên cạnh các vấn đề liên quan đến độ chính xác trong tính toán, thì khi lựa chọn sơ đồ tính này hay sơ đồ tính khác nói chung và thuật toán tính toán khối lượng thân tàu nói riêng cần phải tính đến độ nhạy của các cấu tử trong mô hình toán học tối ưu hóa thiết kế tàu khi thay đổi các thông số chính của tàu.

## CHƯƠNG 2. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH TỌA ĐỘ TRỌNG TÂM CỦA HỆ “THÂN TÀU-THƯỢNG TẦNG”

Đối với các tàu có lượng chiếm nước thì thành phần khối lượng của hệ “thân tàu-thượng tầng” chiếm tỷ trọng lớn nhất trong tổng khối lượng tàu không. Do vậy, chúng ảnh hưởng rất lớn đến cân bằng dọc và ổn định của tàu. Ngoài ra, để tiến hành tính toán và kiểm tra các điều kiện biên trong bài toán tối ưu hóa thiết kế tàu thì cần phải biết tọa độ trọng tâm của hệ này ngay trong giai đoạn thiết kế ban đầu.

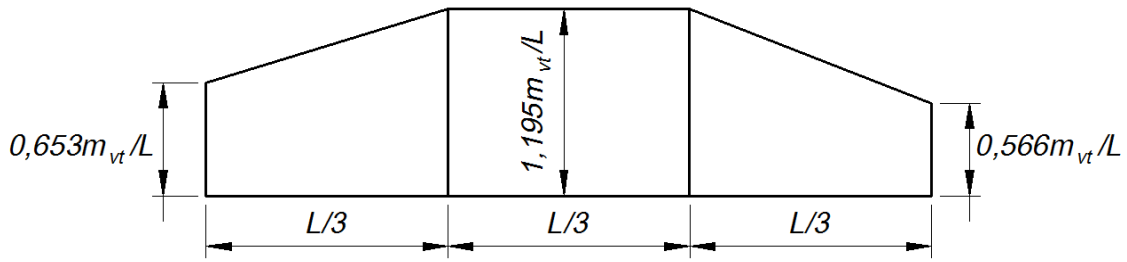
### 2.1. Xác định hoành độ trọng tâm của thành phần khối lượng “thân tàu-thượng tầng”

Để xác định hoành độ trọng tâm của nhóm khối lượng thân tàu ( $x_{gv}$ ) có thể sử dụng một số phương pháp sau:

**Phương pháp thứ nhất.** Để xác định hoành độ trọng tâm nhóm khối lượng thân tàu ta có thể dựa vào đường cong phân bố khối lượng thân tàu theo chiều dài tàu.

Đối với các tàu có đoạn thân ống, biểu đồ phân bố khối lượng theo chiều dài tàu được biểu diễn dưới dạng hai hình thang ở hai đầu và hình tứ giác ở giữa (hình 2.1). Khi đó từ hệ số tung độ trọng tâm ở giữa và hai đầu của diện tích hình thu được, ta thu được hoành độ trọng tâm thành phần khối lượng “thân tàu” nằm cách mặt phẳng sườn giữa một đoạn  $x_{gv} = 0,0056L$  về phía đuôi tàu.

Đối với các tàu không có đoạn thân ống, sự phân bố khối lượng theo chiều dài tàu là đối xứng với nhau qua mặt phẳng sườn giữa và trong trường hợp này hoành độ trọng tâm của thành phần khối lượng thân tàu  $x_{gv}$  sẽ nằm tại sườn giữa.



**Hình 2.1.** Xây dựng đường cong khối lượng cho tàu có đoạn thân ống

**Phương pháp thứ hai.** Phương pháp này dựa trên việc tính chuyển từ tàu mẫu

$$x_{g_v} = x_{g_{v0}} L / L_0 \quad (2.1)$$

Phương pháp này chỉ có thể áp dụng được trong trường hợp tàu thiết kế và tàu mẫu có sự giống nhau về sơ đồ kết cấu theo phương dọc tàu.

**Phương pháp thứ ba.** Hoàn độ trọng tâm của thành phần khối lượng thân tàu có thể được xác định bằng phương pháp thống kê, giống như việc xác định khối lượng thân tàu nói chung và các phân nhóm khối lượng của nó nói riêng. Trên cơ sở thống kê 26 tàu vận tải (tàu container, tàu chở hàng khô tổng hợp, tàu chở hàng đông lạnh và tàu dầu) có buồng máy nằm ở phía đuôi tàu tác giả Gaicovich [1] thu được công thức xác định hoàn độ trọng tâm của thành phần khối lượng thân tàu như sau:

$$x_{g_v} / L = (-0,048 \pm 0,047) \quad (2.2)$$

Bằng phương pháp thống kê có thể thu được hoàn độ trọng tâm của các phân nhóm khối lượng nằm trong nhóm khối lượng thân tàu. Các công thức xác định chúng được trình bày trong *bảng 2.1* tương ứng với bảng phân chia các khối lượng thành phần như trong *bảng 1.5*.

Trên *bảng 2.2* biểu diễn công thức tính hoàn độ trọng tâm của các phân nhóm khối lượng nằm trong nhóm khối lượng thân tàu tương ứng với cách phân chia như trong *bảng 1.6*.

Để xác định hoàn độ trọng tâm của buồng máy, trong công trình [12] đề xuất công thức tính hoàn độ trọng tâm của buồng máy nằm ở phía đuôi tàu là  $(0,36 \div 0,39)L$  tính từ mặt phẳng sườn giữa về phía đuôi tàu.

**Bảng 2.1.** hoành độ trọng tâm tương đối của các phân nhóm khối lượng nằm trong thành phần khối lượng “thân tàu – thượng tầng”

STT	Tên các phân nhóm khối lượng	Công thức tính <sup>*)</sup>
1	Khối lượng vỏ thép tham gia vào thanh tương đương	$x_{g_{v1}} / L = (0,498 \pm 0,013^{**})$
2	Các vách ngang chính	$x_{g_{v2}} / L = (0,498 \pm 0,030)$
3	Thượng tầng và ống khói	- Buồng máy được bố trí ở phía đuôi tàu: $x_{g_{v3}} = x_{ER}^m + (0,091 \pm 0,330)L_{ER}$ - Buồng máy được bố trí ở vị trí trung gian: $x_{g_{v3}} = x_{ER}^m + (-0,075 \pm 0,370)L_{ER}$
4	Phần mũi và đuôi tàu	$x_{g_{v4}} / L = (0,551 \pm 0,119)$
5	Boong nâng mũi và lái	Nếu chiều dài lớn hơn 0,3 L: $x_{g_{v5}} / L = (0,261 \pm 0,031)$ Nếu chiều dài nhỏ hơn 0,3 L: $x_{g_{v5}} / L = (0,445 \pm 0,028)$
6	Kết cấu cục bộ	$x_{g_{v6}} / L = (0,556 \pm 0,056)$
7	Các tấm gia cường và bệ máy	$x_{g_{v7}} / L = (0,63 \pm 0,058)$
8	Các chi tiết riêng	$x_{g_{v8}} / L = (0,530 \pm 0,082)$
9	Phần phi kim loại	$x_{g_{v9}} / L = (0,543 \pm 0,052)$
10	Son, thiết bị bảo vệ	$x_{g_{v10}} / L = (0,543 \pm 0,052)$
11	Các nhiệt và lớp lót trong	$x_{g_{v11}} / L = (0,781 \pm 0,062)$
12	Trám ximăng	$x_{g_{v12}} / L = (0,747 \pm 0,057)$
13	Không khí trong thân tàu	$x_{g_{v13}} / L = 0,5$

14	Thiết bị buồng phòng	$x_{g_{vt14}} / L = (0,69 \pm 0,099)$
15	Trang thiết bị khoang chứa container	$x_{g_{vt15}} = (\sum L_{kh_i} x_{kh_i}) / (\sum L_{kh_i})$
<p>Ghi chú</p> <p>*) – gốc tọa độ được đặt tại đường vuông góc mũi, chiều dương hướng về đuôi</p> <p>**) – là sai số bình phương trung bình;</p> <p><math>x_{ER}^m</math> - hoành độ vách mũi của buồng máy; <math>L_{ER}</math> - chiều dài buồng máy; <math>L_{kh_i}</math> - chiều dài khoang hàng thứ <math>i</math>; <math>x_{kh_i}</math> - hoành độ tâm thể tích của khoang hàng thứ <math>i</math>;</p>		

Như vậy, hoành độ trọng tâm của thành phần khối lượng thân tàu được xác định như sau:

$$x_{g_{vt}} = (\sum m_i x_{g_i}) / m_i, \quad (2.3)$$

trong đó:  $m_i$ ,  $x_{g_i}$  – lần lượt là khối lượng và hoành độ trọng tâm của các phân nhóm khối lượng nằm trong thành phần khối lượng “thân tàu”.

**Bảng 2.2.** Hoành độ trọng tâm của các phân nhóm khối lượng nằm trong thành phần khối lượng thân tàu theo

STT	Tên các phân nhóm khối lượng	Công thức tính
1	Boong chính	$x_{g_{bc}} = 0,48L$
2	Bong trung gian thứ nhất	$x_{g_{btg1}} = 0,48L$
3	Bong trung gian thứ hai	$x_{g_{btg2}} = 0,48L$
4	Tôn bao ngoài	$x_{g_{tbn}} = 0,488L$
5	Đáy đôi	$x_{g_{dd}} = 0,5L$
6	Vách ngăn ngang	Xác định theo sơ đồ bố trí chung
7	Vách ngăn dọc	$x_{g_{vd}} = (0,53 \div 0,56)L$
8	Kết cấu gia cường đi băng	- đối với gia cường đi băng thông thường $x_{g_{gc}} = 0,88L$

		- đối với gia cường đi bằng tăng cường $x_{g_{gc}} = (0,75 \div 0,77)L$
9	Các kết cấu cục bộ (mạn giả, các kết, hầm đường trục chong chóng, bộ máy)	- Đối với tàu có buồng máy nằm ở vị trí giữa tàu $x_{g_{cb}} = 0,5L$ - Đối với tàu có buồng máy nằm ở vị trí đuôi tàu $x_{g_{cb}} = 0,36L$ tính từ đường vuông góc đuôi
10	Thượng tầng	$x_{g_{tt}} = 0,5l_{tt}$ - đối với thượng tầng mũi, đo từ vách sau của thượng tầng mũi; $x_{g_{tt}} = 0,55l_{tt}$ - đối với thượng tầng đuôi, đo từ vách trước của thượng tầng đuôi;
11	Lâu	$x_{g_l} = 0,5l_l$

## 2.2. Xác định cao độ trọng tâm của thành phần khối lượng thân tàu

Để xác định cao độ trọng tâm phần thân tàu người ta cũng sử dụng các phương pháp tương tự như đối với việc xác định hoành độ trọng tâm.

Phương pháp thông dụng nhất trong việc xác định cao độ trọng tâm phần thân tàu là sử dụng phương pháp tính chuyển:

$$z_{g_{vt}} = a_z D, \quad (2.4)$$

trong đó:

$a_z$  – hệ số tỷ lệ, được xác định dựa vào tàu mẫu ( $a_z = z_{g_{vt0}} / D_0$ );

D – chiều cao mạn.

Điều kiện áp dụng công thức tính chuyển trên là tàu thiết kế và tàu mẫu có kiểu bố trí kết cấu theo chiều cao như nhau.

Để xác định cao độ trọng tâm của phần thân tàu khi không có tàu mẫu, ta cũng có thể sử dụng phương pháp thống kê. Trên cơ sở thống kê 26 tàu vận tải (tàu container, tàu chở hàng khô tổng hợp, tàu chở hàng đông lạnh, tàu chở dầu) tác giả gaicovich [1] thu được công thức xác định cao độ trọng tâm của phần thân tàu như sau:

$$z_{g_v} / D = (0,770 \pm 0,104) \quad (2.5)$$

Trong công trình [13] đề xuất các công thức xác định cao độ trọng tâm phần vỏ thép của tàu như sau:

đối với tàu có chiều dài  $L > 120$  m:

$$z_{g_{vt}} = 0,01D[46,6 + 0,135(0,81 - C_B)(L/D)^2] + 0,008D(L/B - 6,5) \quad (2.6)$$

đối với tàu có chiều dài  $L < 120$  m:

$$z_{g_{vth}} = 2,192 + 0,001D[1,0 - (L - 60)/60] \quad (2.7)$$

Tác giả Schneekluth [10] đề xuất công thức xác định cao độ trọng tâm phần thân tàu (không bao gồm thượng tầng và lầu) như sau:

$$z_{g_{vt}} (\% D) = \left[ 44 + 0,155(0,85 - C_{BD}) \left( \frac{L}{D} \right) \right] \frac{D_s}{D} \quad (2.7)$$

Trong đó:  $(D_s / D) = 1 + \frac{C_{BD}^{2/3} (S_F + S_A)}{6D}$ ;

$C_{BD}$  – hệ số béo thể tích của tàu tại chiều cao mạn D;

$S_F$  – độ cong dọc boong đo tại đường vuông góc mũi;

$S_A$  – độ cong dọc boong đo tại đường vuông góc đuôi;

Để thu được kết quả chính xác hơn khi áp dụng công thức (2.7) cần lưu ý một số vấn đề sau:

- Đối với tàu sử dụng hệ thống kết cấu dọc thì cần giảm cao độ trọng tâm xuống:  $-1\%D$ ;
- Đối với tàu có mũi quả lê:  $-0,4\%D$ ;
- Đối với tàu có  $L/B \neq 6,5$ :  $\pm 0,85D/\delta(L/B) = \pm 1,0$ ;

- Đối với tàu có  $L \neq 120\text{m}$ :  $+1\%D$  đối với tàu có  $L = 60\text{ m}$  và  $-1\%D$  đối với tàu có  $L=180\text{ m}$ .

Cao độ trọng tâm của thượng tầng và lầu theo [ship design methodology] được xác định qua giá trị phần trăm của chiều cao thượng tầng và lầu như sau:

đối với thượng tầng và lầu có các tường ngăn bên trong

$$z_{gt} = (0,76 \div 0,82)h \quad (2.8)$$

đối với thượng tầng và lầu không có tường ngăn bên trong

$$z_{gt} = 0,7h \quad (2.9)$$

Dựa trên phương pháp thống kê cũng có thể thu được công thức tính cao độ trọng tâm tương đối của các bộ phận tạo nên phần thân tàu. Các công thức tính được thể hiện trong *bảng 2.3* tương ứng với sự phân chia các thành phần khối lượng theo *bảng 2.1*.

**Bảng 2.3.** Cao độ trọng tâm tương đối của các phân nhóm khối lượng trong thành phần khối lượng “thân tàu”

STT	Tên các phân nhóm	Công thức tính
1	Khối lượng vỏ thép tham gia vào thanh tương đương	$z_{g_{vr1}} / D = (0,539 \pm 0,027^*)$
2	Các vách ngang chính	$z_{g_{vr2}} / D = (0,574 \pm 0,039)$
3	Thượng tầng và ống khói	$z_{g_{vr3}} / D = (1,590 \pm 0,200)$
4	Phần mũi và đuôi tàu	$z_{g_{vr4}} / D = (0,633 \pm 0,053)$
5	Boong nâng mũi và lái	$z_{g_{vr5}} / D = (1,350 \pm 0,100)$
6	Kết cấu cục bộ	$z_{g_{vr6}} / D = (0,695 \pm 0,140)$
7	Các tấm gia cường và bộ máy	$z_{g_{vr7}} / D = (0,780 \pm 0,118)$
8	Các chi tiết riêng	$z_{g_{vr8}} / D = (1,160 \pm 0,200)$
9	Phần phi kim loại	$z_{g_{vr9}} / D = (0,745 \pm 0,136)$



10	Son, thiết bị bảo vệ	$z_{g_{vr10}} / D = (0,810 \pm 0,125)$
11	Cách nhiệt và lớp lót trong	$z_{g_{vr11}} / D = (1,380 \pm 0,150)$
12	Trám ximăng	$z_{g_{vr12}} / D = (1,065 \pm 0,133)$
13	Không khí trong thân tàu	$z_{g_{vr13}} = z_B$
14	Thiết bị buồng phòng	$z_{g_{vr14}} / D = (1,180 \pm 0,170)$
15	Trang thiết bị khoang chứa container	$z_{g_{vr15}} / D = (D + h_{dd}) / 2$
<p><i>Ghi chú:</i></p> <p>*) – là sai số bình phương trung bình;</p> <p><math>z_B</math> – cao độ tâm nổi;</p> <p><math>h_{dd}</math> – chiều cao đáy đôi.</p>		

Đối với việc phân chia các thành phần khối lượng thân tàu như trong bảng 2.2 thì cao độ trọng tâm của chúng được xác định như trong bảng 2.4.

**Bảng 2.4.** Cao độ trọng tâm của các phân nhóm khối lượng nằm trong thành phần khối lượng thân tàu

STT	Tên các phân nhóm khối lượng	Công thức tính
1	Boong chính (có độ cong dọc boong bình thường)	$z_{g_{bc}} = 1,06D$
2	Bong trung gian thứ nhất (không có độ cong dọc boong)	$z_{g_{btg1}} = 0,98D_{1b}$
3	Bong trung gian thứ hai (không có độ cong dọc boong)	$z_{g_{btg2}} = 0,98D_{2b}$
4	Tôn bao ngoài $9 < (L/D) < 14$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Đối với tàu có một boong: <math>z_{g_{tbn}} / D = 0,512 + 0,007(L / D)</math></li> <li>- Đối với tàu có hai boong: <math>z_{g_{tbn}} / D = 0,454 + 0,007(L / D)</math></li> </ul>

		- Đối với tàu có ba boong: $z_{g_{ibn}} / D = 0,431 + 0,014(L / D)$
5	Đáy đôi	$x_{g_{dd}} = 0,47h_{dd}$
6	Vách ngăn ngang	- Đối với tàu có một boong: $z_{g_{vn}} / D = 0,50 \div 0,60$ - Đối với tàu có hai boong: $z_{g_{vn}} / D = 0,45 \div 0,55$ - Đối với tàu có ba boong: $z_{g_{vn}} / D = 0,40 \div 0,50$
7	Vách ngăn dọc	$z_{g_{vd}} / D = 0,49 \div 0,56$
8	Kết cấu gia cường đi băng	- đối với gia cường đi băng thông thường $z_{g_{gc}} = 0,48D$ - đối với gia cường đi băng tăng cường $z_{g_{gc}} = (0,47 \div 0,48)D$
9	Các kết cấu cục bộ (mạn giả, các kết, hầm đường trục chong chóng, bộ máy)	- Đối với tàu có buồng máy nằm ở vị trí giữa tàu $z_{g_{cb}} / D = 0,55 \div 0,57$ - Đối với tàu có buồng máy nằm ở vị trí đuôi tàu $z_{g_{cb}} / D = 0,60 \div 0,68$
10	Thượng tầng và lầu	$z_{g_{tt}} / h_{tt} = 0,618 + 0,012L$
Ghi chú: $h_{dd}$ – chiều cao đáy đôi; $h_{tt}$ – chiều cao thượng tầng		

## KẾT LUẬN

### 1. Kết luận

Trên cơ sở tổng hợp và phân tích một cách có hệ thống các phương pháp xác định khối lượng và trọng tâm thành phần khối lượng thân tàu, đề tài thu được những kết quả sau:

- ✓ Đã phân loại được các phương pháp tính toán khối lượng và trọng tâm thành phần khối lượng thân tàu trong giai đoạn thiết kế ban đầu;
- ✓ Đã tổng hợp được các công thức tính toán khối lượng và trọng tâm thành phần khối lượng thân tàu trong giai đoạn thiết kế ban đầu;
- ✓ Đưa ra được chỉ dẫn trong việc áp dụng công thức tính khối lượng thân tàu nhằm thu được kết quả có độ chính xác cao trong giai đoạn thiết kế ban đầu.

### 2. Hướng phát triển của đề tài

Hướng phát triển tiếp theo của đề tài sẽ là nghiên cứu tổng hợp các phương pháp xác định các thành phần khối lượng khác nằm trong lượng chiếm nước tàu không của tàu.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Гайкович А.И. Теория проектирования водоизмещающих кораблей и судов, том 1, СПб, Изд. НИЦ МОРИНТЕХ, 2014. 819 с.
- [2]. Гордон Л. А. Расчет водоизмещения и основных размеров корабля. – Л.: Судостроение, 1970. 28
- [3]. Ногид Л.М. Проектирования морских судов. Ч.1. Методика определения элементов проектируемого судна. – Л.: Судостроение, 1964.
- [4]. Ногид Л.М. Теория проектирования судов. – Л.: Судпромгиз, 1955.
- [5]. Степанов В.В. Способ определения веса металлического корпуса танкеров и сухогрузных судов, набранных по Правилам Регистра СССР//Общие вопросы проектирования судов: сборник//НТО судостроительной промышленности материал по обмену опытом. Вып. 199 – Л.: Судостроение, 1973.
- [6]. Логачев С.И. Морские танкеры. –Л. Судостроение, 1970.
- [7]. Ашик В.В. Проектирование судов. –Л. Судостроение, 1975.
- [8]. Правила классификации и постройки морских судов. Ч. II. Корпус. СПб., Российский морской регистр судоходства. – 2003.
- [9]. Watson D.G. M. Gilfilan A.W. Some ship design methods. – TRINA, 1977.
- [10]. “Papanikolaou, Apostolos. Ship Design Methodologies of Preliminary Design, 2014.
- [11]. Ашик В.В. Лавкин Н.П. Расчет массы корпуса сухогрузных судов//Судостроение. – 1970. - №6.
- [12]. Оберемок Е.Г. Постатейный расчет весовой нагрузки судна порожнем//Научно – технические проблемы судостроения и судоремонта. Труды Одесского института инженеров морского флота 1989.
- [13]. Kupras L. K. Optimazation Method and Parametric Study in Precontracted Ship Design. – “International Shipbuilding Progress”. Vol. 23. 1971.