

PHÁT TRIỂN CHƯƠNG TRÌNH TÍNH ỔN ĐỊNH TÀU THUY

New Software Development for ship stability calculation

TS.ĐỖ QUANG KHẢI
Khoa Đóng tàu, Trường ĐHHH

Tóm tắt

Bài báo này trình bày thuật toán và chương trình tính thủy lực và ổn định của tàu thủy. Chương trình này được phát triển trong nội dung đề tài NCKH cấp trường 2009. Kết quả sẽ được ứng dụng trong thực tế thiết kế và đào tạo môn học tự động hoá thiết kế tàu thủy.

Abstract

This paper presents algorithm and program for computing the hydrostatics and the stability of a ship. The algorithm and the program are parts of the author's science research at Vietnam Maritime University 2009. Results of the research will be used for ship designing and training in ship design and ship building field.

1. Giới thiệu chung

Thủy lực và ổn định là một phần rất cơ bản trong lý thuyết tàu. Nó rất quan trọng trong quá trình thiết kế và khai thác của tàu. Trong quá trình thiết kế, có tuyến hình và phương án kết cấu thì cần thiết phải tính toán được các đặc tính thủy lực và ổn định của tàu. kết quả tính toán này là cơ sở để tính toán các phần tiếp theo cũng như là một trong các cơ sở đánh giá sự hợp lý của kết quả thiết kế.

Hiện nay trên thị trường đóng tàu cũng đã có nhiều phần mềm tính toán ổn định cho tàu thủy dưới dạng một chương trình độc lập như phần mềm ARGOS của Đăng kiểm Pháp (Bureau Veritas) hoặc module tích hợp trong các phần mềm thiết kế tàu.

Ở Việt nam ta cũng đã có những module được phát triển để tính toán tính nổi và ổn định trên bảng tính Excel hoặc được biên dịch bằng ngôn ngữ Turbo Pascal hay Visual basic. Tuy nhiên mức độ còn rất hạn chế như:

- Cơ sở dữ liệu, nhập liệu cho chương trình còn thô sơ, thủ công nên có nhiều hạn chế về thời gian cũng như dễ mắc phải lỗi do người sử dụng khi nhập liệu.

- Vì chưa được tự động hoàn toàn trong việc xác định hình dáng thân tàu. Nên những bước tính toán vẫn lớn (thường lấy ở các tung độ sườn của ở các đường nước của tuyến hình) nên độ chính xác tính toán cần phải được đánh giá. Nếu tăng bước tính thì việc xác định dữ liệu cũng như quá trình thực hiện tính toán đòi hỏi quá nhiều thời gian và công sức.

Trước đây vì giới hạn của công cụ tính toán, quá trình tính thường làm thủ công bằng tay, nên sử dụng phương pháp Trebusep là phù hợp, vì giảm thiểu được khối lượng tính toán và kết quả là chấp nhận được trong điều kiện đó. Đến nay với sự phát triển mạnh mẽ của phương pháp tính và máy tính điện tử nên độ chính xác và thời gian tính toán luôn được đặt lên hàng đầu trong quá trình thiết kế.

Hiện nay tính toán thủy lực và ổn định trong các chương trình thiết kế được thương mại hoá trên thị trường không tính theo các sườn Trebusep. Mà bề mặt vỏ tàu thường được mô hình hoá bằng các đường cong hoặc mặt cong, ví dụ đường cong hoặc mặt cong B-Spline như chương trình MAXSURF. Nên có thể gia tăng bước tính để đạt được kết quả chính xác cao.

Hơn thế nữa nếu mua được các chương trình để thiết kế và đào tạo thì việc tiếp cận phương pháp và thuật toán của chương trình vẫn là vấn đề. Mà nếu coi chương trình là một hộp đen khai thác chỉ biết đầu vào và đầu ra thì ý nghĩa trong đào tạo là rất hạn chế.

Vì vậy tác giả phát triển chương trình này để phục vụ cho thực tế thiết kế và đào tạo môn học tự động hoá thiết kế tàu. Chương trình rất có ý nghĩa cho cơ sở nghiên cứu và đào tạo ngành đóng tàu. Vì chương trình tự phát triển nên hoàn toàn có thể chủ động cập nhật nâng cấp phát triển tiếp.

2. Nội dung chương trình

a) Đặc tính thủy lực

Đặc tính thủy lực của tàu bao gồm:

- Diện tích mặt đường nước - $S(z)$:

$$S_{(z)} = 2 \cdot \int_{X_A}^{X_F} y \cdot dx \quad (1)$$

- Mô men tĩnh diện tích mặt đường nước - $M_y(z)$:

$$M_{y(z)} = 2 \cdot \int_{X_A}^{X_F} x \cdot y \cdot dx \quad (2)$$

- Tọa độ tâm mặt đường nước theo hướng dọc của tàu - $X_f(z)$:

$$X_{f(z)} = \frac{M_{y(z)}}{S_{(z)}} \quad (3)$$

- Mô men quán tính diện tích mặt đường nước theo trục OX - $I_x(z)$:

$$I_{x(z)} = \frac{2}{3} \cdot \int_{X_A}^{X_F} y^3 \cdot dx \quad (4)$$

- Mô men quán tính diện tích mặt đường nước theo trục OY - $I_y(z)$:

$$I_{y(z)} = 2 \cdot \int_{X_A}^{X_F} x^2 \cdot y \cdot dx \quad (5)$$

- Mô men quán tính diện tích mặt đường nước theo trục ngang qua tâm mặt đường nước - $I_{yf}(z)$:

$$I_{yf(z)} = I_y - S \cdot X_f^2 \quad (6)$$

- Thể tích chiếm nước của tàu $V(z)$:

$$V_{(z)} = \int_0^z S_{(z)} \cdot dz \quad (7)$$

- Lượng chiếm nước của tàu ($\Delta(z)$):

$$\Delta_{(z)} = \gamma \cdot V_{(z)} = \gamma \cdot \int_0^z S_{(z)} \cdot dz \quad (8)$$

- Tọa độ tâm nổi theo hướng dọc của tàu - $X_C(z)$:

$$X_{C(z)} = \frac{M_{yz}}{V_{(z)}} = \frac{\int_0^z S_{(z)} \cdot X_{f(z)} \cdot dz}{\int_0^z S_{(z)} \cdot dz} \quad (9)$$

- Chiều cao tâm nổi của tàu - $Z_C(z)$:

$$Z_{C(z)} = \frac{M_{xy}}{V_{(z)}} = \frac{\int_0^z S_{(z)} \cdot z \cdot dz}{\int_0^z S_{(z)} \cdot dz} \quad (10)$$

- Diện tích sườn giữa của tàu - $A_M(z)$:

$$A_{M(z)} = \int_0^z y_{mi} \cdot dz \quad (11)$$

- Hệ số béo thể tích của tàu - $C_B(z)$:

$$C_{B(z)} = \frac{V_{(z)}}{L_{(z)} \cdot B_{(z)} \cdot z} \quad (12)$$

- Hệ số béo đường nước - $C_{WP}(z)$:

$$C_{WP(z)} = \frac{S_{(z)}}{L_{(z)} \cdot B_{(z)}} \quad (13)$$

- Hệ số béo sườn giữa - $C_M(z)$:

$$C_{M(z)} = \frac{A_{M(z)}}{B_{(z)} \cdot z} \quad (14)$$

- Bán kính tâm nghiêng ngang của tàu - $r_o(z)$:

$$r_{o(z)} = \frac{I_{x(z)}}{V_{(z)}} \quad (15)$$

- Bán kính tâm chúi - $R_o(z)$:

$$R_{o(z)} = \frac{I_{yf(z)}}{V_{(z)}} \quad (16)$$

- Chiều cao tâm nghiêng ngang - $Z_{TM}(z)$:

$$Z_{TM(z)} = Z_{C(z)} + r_{o(z)} \quad (17)$$

- Chiều cao tâm chúi - $Z_{LM}(z)$:

$$Z_{LM(z)} = Z_{C(z)} + R_{o(z)} \quad (18)$$

Từ công biểu thức xác định các đặc tính thủy lực của tàu. Ta có thể thấy rằng để xác định các đặc tính thủy lực ta cần tính các biểu thức tích phân theo tuyến hình tàu.

b) Tính toán ổn định

Ổn định của tàu được tính theo các trạng thái tính toán theo yêu cầu của từng loại tàu. Để đánh giá được ổn định của tàu ta cần phải xác định được công hồi phục và mô men hồi phục. Do vậy ta cần phải xác định được cánh tay đòn ổn định tĩnh động của tàu ở các trạng thái tính toán.

Mô men hồi phục M_0 và công hồi phục W_0 được xác định từ các biểu thức qua cánh tay đòn ổn định tĩnh và động :

$$M_{\theta} = \Delta \cdot I_{\theta} \quad (19)$$

$$W_{\theta} = \int_0^{\theta} M_{\theta} d\theta \quad (20)$$

$$W_{\theta} = \Delta \cdot d_{\theta} \quad (21)$$

Từ đây ta thấy rằng vấn đề là cần thiết xác định được cánh tay đòn ổn định tĩnh của tàu ở các trạng thái tính toán.

Cánh tay đòn ổn định tĩnh của tàu có thể xác định được dựa vào cánh tay đòn KN ở các trạng thái tính toán qua biểu thức sau:

$$l_{\theta} = KN - KI \quad (22)$$

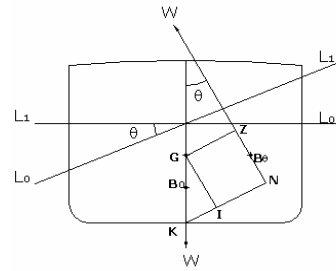
$$l_{\theta} = KN - Z_G \sin \theta \quad (23)$$

Vấn đề ở đây là đi xác định cánh tay đòn KN. Ở các trạng thái. Cánh tay đòn KN được xác định qua tâm nổi của tàu theo biểu thức sau:

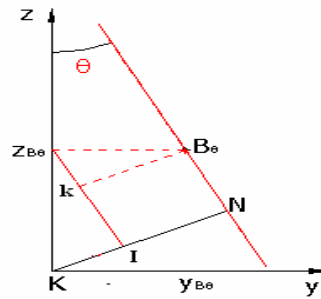
$$KN_{\theta V} = y_{B_{\theta V}} \cdot \cos \theta + z_{B_{\theta V}} \cdot \sin \theta \quad (24)$$

c) Thuật toán

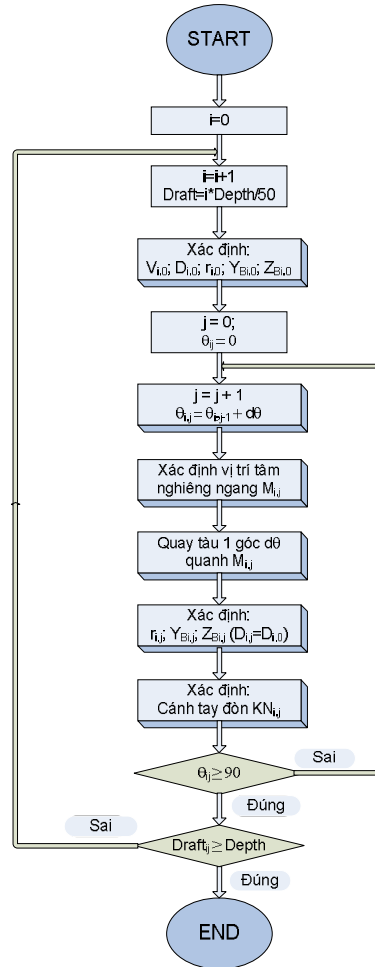
Thuật toán xác định cánh tay đòn KN được thể hiện qua lưu đồ, hình 3 sau đây:



Hình 1: Cánh tay đòn KN và cánh tay đòn ổn định tĩnh.



Hình 2. Tính cánh tay đòn KN qua tâm nổi.



Hình 3. Lưu đồ thuật toán xác định cánh tay đòn KN.

- $d\theta$: Bước tính toán của góc nghiêng ngang của tàu.
- θ_{ij} : Góc nghiêng ngang của tàu ở mớn nước $Draft_i$
- $dDraft$: Bước tính toán của chiều chìm.
- $Draft$: Mớn nước tính toán của tàu ở tư thế thẳng.
- $Depth$: Chiều cao của tàu.
- $V_{i,0}$: Thể tích chiếm nước của tàu ở mớn nước $Draft_i$, tư thế thẳng.
- $D_{i,0}$: Lượng chiếm nước của tàu ở mớn nước $Draft_i$, tư thế thẳng.
- $D_{i,0}$: Lượng chiếm nước của tàu ở mớn nước $Draft_i$, góc nghiêng ngang θ_{ij} .
- $r_{i,0}$: Bán kính tâm nghiêng ngang khi tàu ở $Draft_i$, tư thế thẳng.
- $r_{i,j}$: Bán kính tâm nghiêng ngang khi tàu ở $Draft_i$, góc nghiêng ngang θ_{ij} .
- $Y_{Bi,0}$: Hoành độ tâm nổi khi tàu ở $Draft_i$, tư thế thẳng.
- $Y_{Bi,j}$: Hoành độ tâm nổi khi tàu ở $Draft_i$, góc nghiêng ngang θ_{ij} .
- $Z_{Bi,0}$: Cao độ tâm nổi khi tàu ở $Draft_i$, tư thế thẳng.
- $Z_{Bi,j}$: Cao độ tâm nổi khi tàu ở $Draft_i$, góc nghiêng ngang θ_{ij} .

d) Chương trình

Trên cơ sở lý thuyết và thuật toán trình bày, tác giả phát triển chương trình tính toán thủy lực và ổn định của tàu, được đặt tên **SSC - Ship Stability Calculation**.

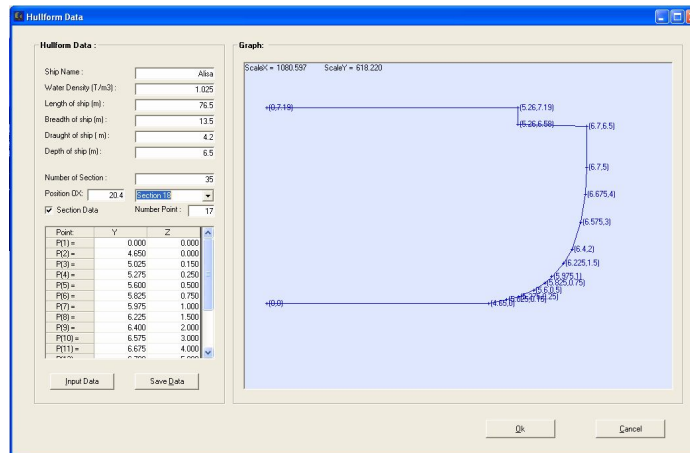
Vì hạn chế của một bài báo nên tác giả không thể giới thiệu chi tiết về chương trình. Ở đây tác giả chỉ giới thiệu các đặc điểm chính của chương trình. Chi tiết có thể tham khảo theo tài liệu tham khảo của bài báo này.



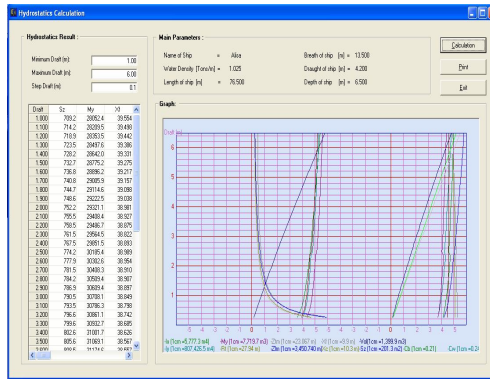
Hình 4. Giao diện chính của chương trình.

Các yêu cầu của quy phạm đã được cập nhật vào trong chương trình. Vì vậy khi người sử dụng xác định kiểu tàu và vùng hoạt động thì chương trình sẽ tự xác định trạng thái tính toán. Ngoài ra nếu người sử dụng cũng có thể dễ dàng thêm hoặc bớt các trạng thái tính toán.

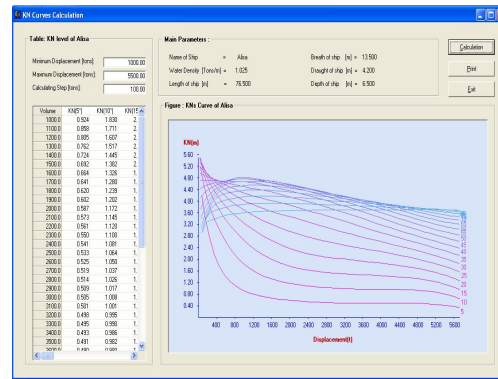
Dữ liệu có thể được đưa vào từ file hoặc trực tiếp. Các đường cong vỏ tàu sẽ được tự động được xác định và được thể hiện ngay bằng hình học (hình 5), do vậy tránh được lỗi nhập liệu.



Hình 5. Cửa sổ nhập dữ liệu cho chương trình.



Hình 6. Tính đặc tính thủy lực của tàu.



Hình 7. Tính cánh tay đòn KN của tàu.

Quá trình tính toán là hoàn toàn tự động và các bước tính toán là rất nhỏ, theo yêu cầu của người sử dụng, nên đảm bảo độ chính xác tính toán.

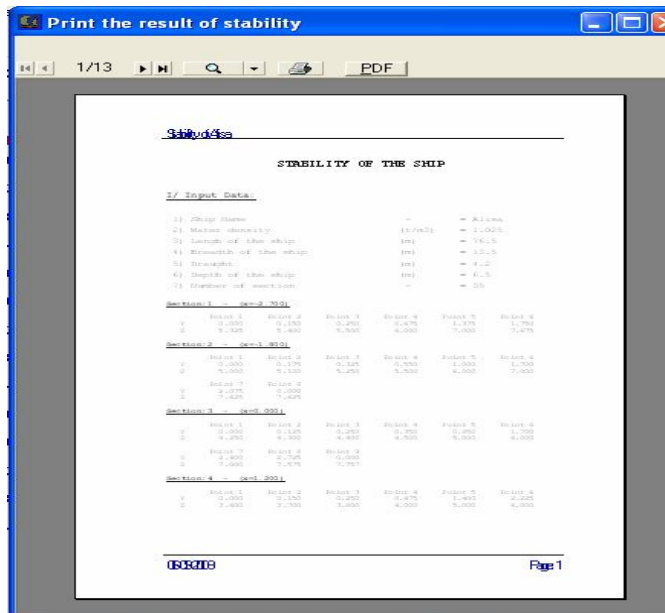
Trong chương trình các dữ liệu, bảng biểu, đồ thị kết quả được tự động tính toán hoàn toàn kể cả thuyết minh tính toán. Do vậy thời gian tính toán vô cùng nhanh chóng và tránh được lỗi do người sử dụng.

Kết quả chương trình có thể được lưu ra file PDF, Doc hoặc xuất trực tiếp ra máy in (hình 8)

3. Kết luận

Thuật toán và chương trình này là phần kết quả của đề tài NCKH cấp Trường 2009, đã được đánh giá nghiệm thu vào tháng 6/2009. Được hội đồng đánh giá xuất sắc. Đề tài đáp ứng được yêu cầu tin học hoá trong quá trình thiết kế, đóng tàu. Và rất có ý nghĩa cho một cơ sở đào tạo đóng tàu khi tự xây dựng chương trình cho công tác đào tạo và thiết kế thực tế.

Mong muốn của tác giả là chương trình sẽ ngày càng hoàn thiện nên rất mong các ý kiến xây dựng, cộng tác của các đồng nghiệp và các bạn quan tâm.



Hình 8. In kết quả tính toán.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đỗ Quang Khải, "Phát triển chương trình tính toán tính năng tàu thủy và vật thể nổi" Đề tài NCKH cấp trường, trường Đại học Hàng hải, 2009.

Phản biện: PGS.TS. Lê Hồng Bang