

**PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ HÌNH DÁNG THÂN TÀU BẰNG
GIẢI PHÁP TÍCH HỢP CÁC HÀM GIẢI TÍCH TOÁN HỌC**
HULLFORM DESIGN BY A SOLUTION COMBINING ANALYTICAL
FUNCTIONS

TS. ĐỖ QUANG KHÀI

Khoa Đóng tàu, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Bài báo này giới thiệu giải pháp tích hợp các hàm giải tích để thiết kế hình dáng thân tàu. Phương pháp này làm cho các hàm giải tích linh hoạt hơn, hiệu quả hơn trong thiết kế, mô phỏng và phù hợp với chương trình hóa bằng máy tính điện tử. Giải pháp này đã được tác giả nghiên cứu phát triển trong chương trình “SCD-Ship Concept Design” cho thiết kế tàu.

Abstract

This article introduces a solution combining analytic functions applied for designing hullform. This method makes the analytic functions be more flexible, more efficient in designing and simulation and suitable for developing softwares used for designing ships. The author has applied the method in developing software “SCD-Ship Concept Design”.

1. Mở đầu

Thiết kế hình dáng thân tàu là việc rất khó khăn vì tuyến hình có độ cong phức tạp và liên quan mật thiết đến các tính năng và hiệu quả khai thác của tàu. Từ xa xưa các nhà nghiên cứu, thiết kế tàu luôn mong muốn xây dựng được một hàm giải tích toán học cho thiết kế. Tuy nhiên, vẫn chưa có một hàm giải tích khả thi nào cho việc này. Hiện nay các chương trình thiết kế mô phỏng tàu thủy đều sử dụng các hàm tham số. Các hàm tham số có tính linh hoạt cao trong thiết kế, nhưng kết quả thiết kế đều dưới dạng số, nên so với kết quả dưới dạng hàm giải tích thì hàm giải tích sẽ hiệu quả hơn trong quá trình tính toán, khảo sát, phân tích, tìm lời giải tối ưu. Do vậy giải pháp “cộng hàm” và “tích hàm” sẽ đáp ứng được điều này. Trong bài báo này tác giả sẽ trình bày giải pháp kết hợp các hàm giải tích để đạt được giải pháp thiết kế mong muốn.

2. Lý thuyết

Tuyến hình tàu có độ cong phức tạp. Đoạn giữa tàu có thể là thân ống, các đường nước có là một hàm tuyến tính còn ở phía mũi, phía đuôi có độ cong phức tạp. Bậc hàm số thay đổi rất nhiều nên rất khó biểu diễn. Và lâu nay các nghiên cứu, thiết kế tàu thủy luôn mong muốn tìm ra một dạng hàm giải tích phù hợp cho thiết kế tàu. Đã có nhiều công trình nghiên cứu công bố các dạng hàm biểu diễn tuyến hình tàu, tiêu biểu là các hàm giải tích của F.G. Trapman, D.Taylor và L.M. Nogid [1].

Nhà đóng tàu nổi tiếng người Thụy Điển F.G. Trapman đã đề nghị xây dựng các đường nước bằng biểu thức giải tích [1]:

$$y = y_{\max} \left[1 - \left(\frac{x}{L_{m(d)}} \right)^{1-C_{WP}} \right] \quad (1)$$

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;
 C_{WP} - hệ số béo của đường nước khảo sát.

D.Taylor đưa ra hàm giải tích biểu diễn tuyến hình của tàu như sau [1]:

$$y = y_{\max} \left[1 - a \left(\frac{x}{L_{m(d)}} \right)^m + (a - 1) \left(\frac{x}{L_{m(d)}} \right)^n \right] \quad (2)$$

Đại lượng a , 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:

$$S_{m(d)} = C_{WP} L_{m(d)} y_{\max} = \int_0^{L_{m(d)}} y dx \quad (3)$$

$$\text{tg}\psi_{m(d)} = \left. \frac{dy}{dx} \right|_{x=L_{m(d)}} \quad (4)$$

$$\left. \frac{d^2y}{dx^2} \right|_{x=x_{du}} = 0 \quad (5)$$

D. Taylor và L.M. Nogid đưa ra đa thức có bậc n sau [1]:

$$y = y_{max} \left[a_n \left(\frac{x}{L_m} \right)^n + a_{n-1} \left(\frac{x}{L_m} \right)^{n-1} + \dots + a_2 \left(\frac{x}{L_m} \right)^2 + a_1 \left(\frac{x}{L_m} \right) + a_0 \right] \quad (6)$$

Từ việc xem xét tính thuận lợi của biểu thức này đối với việc xây dựng đường nước hoặc đường cong diện tích đường sườn chúng ta rút ra $a_0 = 1$ và $a_1 = 0$. Như vậy chúng ta nhận được đa thức có dạng:

$$y = y_{max} \left[a_n \left(\frac{x}{L_m} \right)^n + a_{n-1} \left(\frac{x}{L_m} \right)^{n-1} + \dots + a_2 \left(\frac{x}{L_m} \right)^2 + 1 \right] \quad (7)$$

D. Taylor đề nghị sử dụng đa thức được biểu diễn ở trên với $n = 5$:

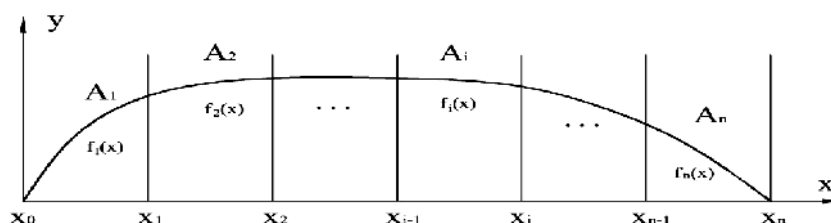
$$y = y_{max} \left[a_5 \left(\frac{x}{L_m} \right)^5 + \dots + a_2 \left(\frac{x}{L_m} \right)^2 + 1 \right] \quad (8)$$

L.M. Nogid đề nghị sử dụng đa thức trên với $n = 4$:

$$y = y_{max} \left[a_4 \left(\frac{x}{L_m} \right)^4 + a_3 \left(\frac{x}{L_m} \right)^3 + a_2 \left(\frac{x}{L_m} \right)^2 + 1 \right] \quad (9)$$

Tuy nhiên các hàm giải tích trên vẫn khó có thể biểu diễn được đường hình dáng hoàn chỉnh vì có những đoạn đường hình dáng có độ cong phức tạp như phía mũi và phía đuôi của tàu. Để khắc phục điều này, sau thời gian nghiên cứu và phát triển tác giả giới thiệu giải pháp thiết kế tuyến hình bằng cách tích hợp các hàm giải tích như sau:

Ta có thể chia đường cong hình dáng thân tàu thành các phân đoạn $f_i(x)$, $i=1..n$. Số phân đoạn tùy thuộc vào độ phức tạp của tuyến hình. Các phân đoạn $f_i(x)$ thuộc trong miền liên tục A_i . Như hình vẽ sau:



Hình 1. Các phân đoạn $f_i(x)$

Trong miền A_1 : Đường cong tuyến hình được biểu diễn hàm $f_1(x)$ với $x \in [x_0, x_1]$

A_2 : Đường cong tuyến hình được biểu diễn hàm $f_2(x)$ với $x \in [x_1, x_2]$

...

A_i : Đường cong tuyến hình được biểu diễn hàm $f_i(x)$ với $x \in [x_{i-1}, x_i]$

...

A_n : Đường cong tuyến hình được biểu diễn hàm $f_n(x)$ với $x \in [x_{n-1}, x_n]$

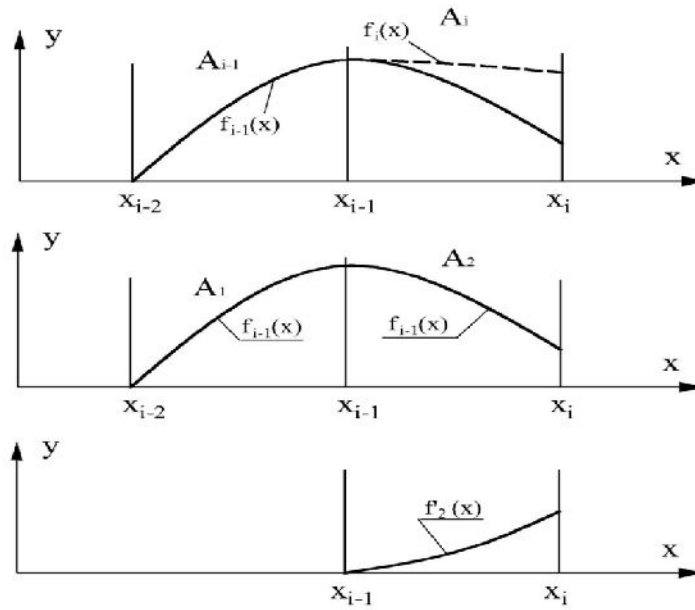
Trong đó hàm $f_2(x) = f_1(x) + f'_2(x)$

...

$f_i(x) = f_{i-1}(x) + f'_i(x)$

...

$f_n(x) = f_{n-1}(x) + f'_n(x)$



Hình 2. Hàm $f_{i-1}(x)$, hàm $f_i(x)$ và hàm $f'_i(x)$

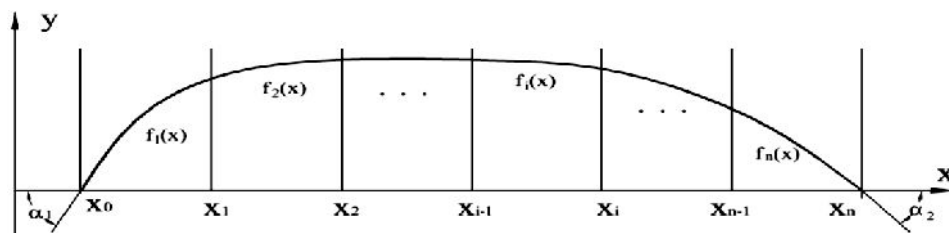
Các hàm này phải thỏa mãn tính liên tục như sau:

$$\begin{aligned} f_0(x) &= y_0 && \text{tại } x = x_0 \\ f_1(x) &= f_2(x) && \text{tại } x = x_1 \\ &\dots && \\ f_{i-1}(x) &= f_i(x) && \text{tại } x = x_i \\ &\dots && \\ f_{n-1}(x) &= f_n(x) && \text{tại } x = x_{n-1} \\ f_n(x) &= y_n && \text{tại } x = x_n \end{aligned}$$

Và điều kiện tiếp tuyến tại các điểm biên phân đoạn và điểm nút phải thỏa mãn:

$$\begin{aligned} f'_1(x) &= \text{tg}\alpha_1 \\ f'_1(x) &= f'_2(x) && \text{tại } x = x_1 \\ &\dots && \\ f'_{i-1}(x) &= f'_i(x) && \text{tại } x = x_{i-1} \\ &\dots && \\ f'_{n-1}(x) &= f'_n(x) && \text{tại } x = x_{n-1} \\ f'_n(x) &= \text{tg}\alpha_2 \end{aligned}$$

ở đây α_1, α_2 là góc vào tiếp tuyến tại điểm đầu và điểm cuối.



Hình 3. Góc tiếp tuyến tại điểm phân đoạn

Ngoài ra phải thỏa mãn các điều kiện của đường cong như sau:

Với đường cong diện tích sườn nước thì:

Ở đây V là thể tích của tàu

Nếu đường cong thiết kế là các đường nước thì

Ở đây S là diện tích đường nước

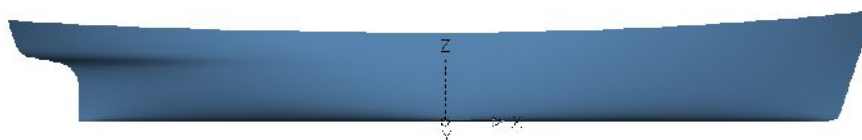
Ngoài ra có thể dùng giải pháp “tích hàm” cho các hàm $f_i(x)$ theo biểu thức sau:

$$f_i = f_{i-1} \cdot f_i(x)$$

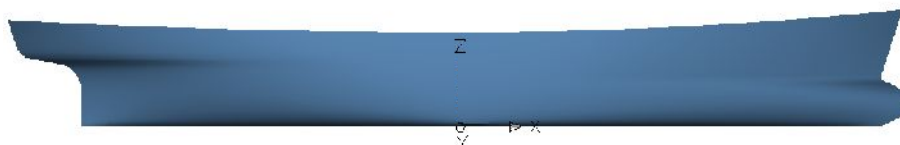
Giải pháp này cũng mang lại hiệu quả tương tự.

3. Ứng dụng

Với phương pháp này tác giả xây dựng thuật toán và phát triển mô đun thiết kế tuyến hình tàu bằng hàm giải tích toán học. Mô đun này là một trong 3 mô đun được tích hợp trong chương trình “Ship concept dedign” đã được phát triển. Dưới đây là một số kết quả ứng dụng mô đun này cho thiết kế tàu [2]:



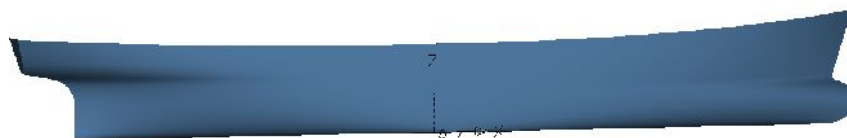
Hình 4. Tuyến hình tàu hàng 5000 DWT với đuôi tuần dương mũi chéo



Hình 5. Tuyến hình tàu hàng 5000 DWT với đuôi tuần dương mũi quả lê.



Hình 6. Tuyến hình tàu hàng 5000 DWT với transom mũi chéo



Hình 7. Tuyến hình tàu hàng 5000 DWT với đuôi transom, mũi quả lê

4. Kết luận

Phương pháp này đã giải quyết được tồn tại khi biểu diễn hình dáng thân tàu bằng một hàm giải tích. Đây là giải pháp hiệu quả cho việc ứng dụng các hàm giải tích trong mô phỏng thiết kế tàu thủy. Ứng dụng phương pháp này ta có thể quản lý dữ liệu thiết kế dưới dạng hàm nên rất thuận lợi cho các tính toán kỹ thuật tiếp theo trong quá trình thiết kế, mô phỏng. Đặc biệt cho tính toán phân tích, tìm lời giải tối ưu cho thiết kế. Sự đúng đắn đã được khẳng định bằng việc phát triển mô đun thiết kế tuyến hình bằng hàm giải tích toán học trong chương trình “SCD-Ship Concept Design” mà kết quả thiết kế đã thể hiện trong phần ứng dụng ở trên.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] PGS.TS Phạm Tiến Tình, PGS.TS. Lê Hồng Bang, KS. Hoàng Văn Oanh, “Lý thuyết thiết kế tàu thủy”, Nhà xuất bản Giao thông Vận tải, 2010.
- [2] Do Quang Khai, “New software developments for ship design”, PhD thesis, Université de Liège, 2008.
- [3] ThS.Đỗ Quang Khải, “Thiết kế tuyến hình theo hàm giải tích”, Tạp chí Giao thông Vận tải, số 5/2010.

Người phản biện: PGS.TS. Lê Hồng Bang; TS. Trần Ngọc Tú

ĐẶC ĐIỂM XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ CHỦ YẾU CỦA TÀU HÀNG RỜI TRONG GIAI ĐOẠN THIẾT KẾ BAN ĐẦU

FEATURES OF DETERMINING THE MAIN CHARACTERISTICS OF THE BULK CARRIERS IN THE INITIAL DESIGN STAGE

TS. TRẦN NGỌC TÚ; KS. VŨ TUẤN ANH

Khoa Đóng tàu, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Bài báo trình bày các luận cứ chứng minh bộ công thức xác định các thông số chủ yếu của tàu hàng rời trong giai đoạn thiết kế ban đầu do các tác giả khác nhau đề xuất hiện đã không còn phù hợp với các tàu hàng rời hiện đại ngày nay. Trên cơ sở đó, tác giả đã tiến hành xây dựng bộ công thức mới có độ tin cậy cao hơn các công thức cũ.

Abstract

This paper presents the basis which proves that the formulas determining the main characteristics of bulk carriers in the initial design stage proposed by various authors are no longer appropriate to modern bulk carriers. Based on this, the author has established a new set of formulas being more reliable than the old ones.

1. Giới thiệu chung

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.

Ở giai đoạn thiết kế ban đầu, các thông số chủ yếu của tàu thường được xác định qua các công thức thống kê. Do vậy, độ tin cậy của công thức phụ thuộc rất nhiều vào số liệu thống kê đầu vào. Đã có nhiều các tác giả khác nhau sử dụng phương pháp thống kê trong việc xây dựng các công thức thực nghiệm. Tuy nhiên, theo thời gian các công thức này dần trở nên không còn phù hợp với các tàu hiện đại nói chung và tàu hàng rời hiện đại nói riêng bởi sự thay đổi trong xu hướng thiết kế, điều kiện khai thác... của loại tàu này.

Từ các vấn đề nêu trên, đòi hỏi phải có sự làm mới các số liệu thống kê và phân tích một cách có hệ thống để đưa ra được các công thức thực nghiệm có độ chính xác cao hơn trong giai đoạn thiết kế ban đầu phù hợp với các tàu hiện đại.

Trên cơ sở phân tích và xử lý số liệu thống kê hơn 80 tàu hàng rời trong tạp chí Significant Ships [5] được đóng trong giai đoạn từ 1995-2013. Tác giả đã đưa ra được mối quan hệ giữa các thông số chủ yếu của tàu với trọng tải và vận tốc của chúng – đây là hai thông số đầu vào quan trọng nằm trong nhiệm vụ thiết kế các tàu vận tải nói chung và tàu chở hàng rời nói riêng. Kết quả nghiên cứu được trình bày dưới đây.

2. Đặc điểm xác định các thông số chủ yếu của tàu hàng rời trong giai đoạn thiết kế ban đầu

Trong thiết kế tàu, các thông số chủ yếu của tàu cần được xác định trong giai đoạn thiết kế ban đầu bao gồm: Lượng chiếm nước của tàu (được xác định thông qua hệ số lợi dụng lượng chiếm nước), chiều dài, chiều rộng, chiều cao mạn, chiều chìm và hệ số béo thể tích của tàu.

2.1. Hệ số lợi dụng lượng chiếm nước theo trọng tải

Hệ số lợi dụng lượng chiếm nước theo trọng tải η_{DW} được dùng để đánh giá mức độ sử dụng lượng chiếm nước của tàu. Theo [1], hệ số lợi dụng lượng chiếm nước của tàu hàng rời