TẠP CHÍ ISSN: 1859-316X
KHOA HỌC CÔNG NGHỆ HÀNG HẢI
JOURNAL OF MARINE SCIENCE AND TECHNOLOGY

XÁC ĐỊNH CÔNG THỨC HỒI QUY CHO CÁC THÔNG SỐ KỸ THUẬT CHÍNH CỦA TÀU CUNG ỨNG DỊCH VỤ GIÀN KHOAN DỰA TRÊN DỮ LIỆU ĐĂNG KÝ TÀU

DETERMINATION OF REGRESSION FORMULAS FOR MAIN SPECIFICATIONS OF PLATFORM SUPPLY VESSELS BASED ON VESSEL REGISTRATION DATA

NGUYỄN ANH VIỆT*, BÙI THỊ HẰNG

Khoa Máy tàu biển, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

**Email liên hệ: vietna.mtb@vimaru.edu.vn*

Tóm tắt

PSV (Platform Supply Vessel) - tàu cung ứng dịch vụ giàn khoan, là loại tàu thuộc nhóm các tàu phục vụ /hỗ trợ công trình ngoài khơi OSVs (Offshore Service Vessels/ Offshore Support Vessels). PSV là tàu được thiết kế đặc biệt để phục vụ hậu cần cho các giàn khoan ngoài khơi và các công trình lắp đặt dưới biển, từ việc xây dựng, lắp đặt cho đến hết thời gian hoạt động của các công trình xa bờ này. Việc thiết kế PSV, bởi vậy, cũng đòi hỏi phải có nguồn dữ liệu tham khảo chuyên biệt.

Trong bài báo, nhóm tác giả công bố kết quả phân tích dữ liệu biểu thị mối quan hệ giữa các thông số chính của tàu PSV bằng phương pháp hồi quy, như: Trọng tải, các kích thước và công suất động cơ chính. Các hàm hồi quy thu được, có thể dùng để tham chiếu cho thiết kế hoặc so sánh, đánh giá các tàu PSV.

Từ khóa: *Tàu cung ứng dịch vụ giàn khoan, trọng tải, kích thước, công suất động cơ chính.*

Abstract

PSV - Platform Supply Vessel, is a ship belonging to the group of OSVs (Offshore Service Vessels/ Offshore Support Vessels). A platform supply vessel is a ship specially designed to supply offshore oil and gas platforms. The primary function for most of these vessels is logistic support and transportation of goods, tools, equipment and personnel to and from offshore oil platforms and other offshore structures. Therefore, the design of PSV requires a specialized reference data source.

In the article, the authors publish the results of data analysis showing the relationship between the main parameters of PSV ships by regression method, such as: Tonnage, dimensions and main engine power. Regression functions obtained can be used as a reference for the design or comparison and evaluation of PSV ships.

Keywords: *Platform Supply Vessel, tonnage, dimensions, main engine power.*

1. Đặt vấn đề

1.1.Đặc điểm thiết kế PSV

PSV (Platform Supply Vessel) là tàu được thiết kế đặc biệt để phục vụ hậu cần cho các giàn khoan ngoài khơi và các công trình lắp đặt dưới biển, từ lúc bắt đầu việc xây dựng, lắp đặt cho đến hết thời gian hoạt động của các công trình xa bờ này.

Chức năng chính của hầu hết các PSV là hỗ trợ hậu cần và vận chuyển hàng hóa, công cụ, thiết bị, nhân sự đến và đi từ các giàn khoan dầu, các công trình ngoài khơi khác. Các PSV lớn hơn, hoạt động tại các vùng nước sâu, xa bờ, có thể được trang bị nhiều thiết bị tinh vi bao gồm các phương tiện vận hành dưới nước điều khiển từ xa (ROV - Remotely Operated Vehicle/ Remotely Operated underwater Vehicle) và có xu hướng chứa một số lượng người lớn hơn (có thể đến 100 người).

Hầu hết các thiết kế PSV tiên tiến, đặc biệt là cho vùng nước sâu và xa bờ, thường được trang bị hệ thống định vị động (Dynamic Positioning system) DP1, DP2 hoặc DP3. Hệ thống này có thể phân tích được sóng, dòng chảy và gió với sự hỗ trợ của các hệ thống tham chiếu khác nhau (như Laser Canon, DGPS, RADius, Tautwire hoặc Hydro Acoustic), điều khiển động cơ và lực đẩy tàu, để duy trì vị trí mong muốn.

Hệ thống đẩy chính của PSV chủ yếu sử dụng hình thức hai chong chóng (đối xứng hai bên mạn và độc lập). Nó có thể là các loại sau: Hệ thống đẩy cơ khí, hệ thống đẩy diesel - điện và hệ thống đẩy hybrid. Với hệ thống đẩy cơ khí: Động cơ chính thông qua hộp số (để chuyển đổi mô-men) dẫn động các trục trung gian, trục chong chóng. Hộp số có thể

được trang bị thêm bộ trích công suất (PTO), với máy phát đồng trục, để cung cấp năng lượng điện cho tàu. Với hệ thống đẩy diesel - điện: Động cơ diesel lai máy phát điện, tạo ra năng lượng điện, cung cấp cho các chong chóng (dẫn động bằng điện và có thể quay 360º). Hệ thống tự động hóa có thể điều khiển sự cân bằng năng lượng điện của tàu, đồng thời khởi động và dừng các tổ máy phát điện theo nhu cầu. Với hệ thống đẩy hybrid: Đó là sự kết hợp giữa hệ thống đẩy cơ khí và hệ thống đẩy diesel - điện. Trong hệ thống này, các tổ máy phát điện được dẫn động bởi động cơ chính sẽ đóng vai trò là các máy điện, chúng vừa là máy phát và cũng là động cơ điện, tương ứng với các trạng thái xuất/ nhập công suất (PTO /PTI).

Tất cả các thiết kế mới, hiện đại đều đưa vào thiết bị đẩy mạn, nhằm cải thiện khả năng cơ động của tàu. Các thiết bị đẩy mạn bao gồm vị trí đẩy phía mũi tàu và đuôi tàu. Nhiều thiết kế có sử dụng bộ đẩy xoay, nó có thể thu vào trong phần thân tàu phía mũi. Tất cả thiết lập cho thiết bị đẩy này, phụ thuộc vào trạng thái hoạt động mà tàu được thiết kế và mức cung cấp chức năng DP cần thiết cho trạng thái đó.

Nhiều nhà thiết kế đã nghiên cứu và đưa ra những thiết kế thủy động lực học tốt hơn cho phần mũi tàu, nhằm làm cho PSV hoạt động hiệu quả hơn trong các sóng có chiều cao lên đến 5m. Ví dụ như VARD hoặc ULSTEIN đã thiết kế các PSV của mình với khả năng xuyên sóng (lưu ý rằng sóng có chiều cao 5m chỉ xảy ra khoảng 5% thời gian hoạt động).

1.2. Mục tiêu của nghiên cứu

Có thể thấy, mỗi phân khúc PSV được chuyên biệt cho nhiệm vụ cụ thể của riêng nó, bởi vậy thiết kế PSV phải đáp ứng một số tiêu chuẩn và quy tắc riêng biệt. Những thách thức đặc biệt phải đối mặt trong quá trình thiết kế, đóng mới tàu PSV đòi hỏi phải có nguồn dữ liệu tham chiếu, sự phản hồi và hỗ trợ nhanh chóng từ các đối tác có năng lực.

Trước đây, công việc thiết kế tàu mang tính kinh nghiệm nhiều hơn là khoa học. Công việc này phụ thuộc nhiều vào người thiết kế giàu kinh nghiệm, có kiến thức nền tốt trong nhiều lĩnh vực khoa học, kỹ thuật cơ bản và có tính chuyên nghiệp cao, bên cạnh đó là kinh nghiệm thực tế. Trường thiết kế (hay còn gọi là không gian thiết kế, mà ở đó có rất nhiều giải pháp cho các vấn đề thiết kế) thực tế đã được nghiên cứu bằng cách sử dụng các phương pháp hướng dẫn tìm kiếm (*heuristic*). Đó là phương pháp mang tính kinh nghiệm, bắt nguồn từ quá trình "thử và sai". Sau này, phương pháp "thử và sai" đã được thay thế bằng phương pháp bán kinh nghiệm (*semiempirical*), cùng với nguồn dữ liệu thống kê về các tàu hiện có và các sản phẩm thiết kế có chất lượng cao [1]. Thiết kế tàu PSV, cũng không phải là trường hợp ngoại lệ.

Trên cơ sở dữ liệu thống kê từ các cơ quan (tổ chức) phân cấp và đăng ký tàu có uy tín, trong bài báo này, nhóm tác giả công bố kết quả phân tích dữ liệu biểu thị mối quan hệ giữa các thông số chính của tàu PSV bằng phương pháp hồi quy, như: Trọng tải, các kích thước và công suất động cơ chính. Các công thức hồi quy thu được, có thể xem như một công cụ hỗ trợ, dùng để tham chiếu cho thiết kế hoặc so sánh, đánh giá các tàu PSV.

2. Dữ liệu

2.1. Nguồn tham chiếu

Để đảm bảo tính xác thực của dữ liệu, nghiên cứu này chỉ tập trung vào các đối tượng PSV được đăng ký chính thức với các cơ quan phân cấp và đăng ký tàu có uy tín trên thế giới, đó là: ABS (American Bureau of Shipping), BV (Bureau Veritas), DNV (Det Norske Veritas), CCS (China Classification Society), LRS (Lloyd's Register of Shipping) và RINA (Registro Italiano Navale) [3].

Trong 891 PSV được chọn tham chiếu, số lượng và tỷ lệ tàu được phân cấp bởi các tổ chức lần lượt là: ABS với 489 tàu (chiếm 54,88%), BV với 33 tàu (chiếm 3,70%), CCS với 21 tàu (chiếm 2,36%), DNV với 279 tàu (chiếm 31,31%), LRS với 54 tàu (chiếm 6,06%) và RINA với 15 tàu (chiếm 1,68%).

2.2. Giới hạn dữ liệu tham chiếu

Các PSV được chọn tham chiếu có năm đăng ký từ 1998 đến 2019, trong đó 62 tàu đóng trong giai đoạn 1998-2000 (chiếm 6,96%), 354 tàu đóng trong giai đoạn 2000-2009 (chiếm 39,73%), 475 tàu đóng trong giai đoạn 2010-2019 (chiếm 53,31%).

Các giới hạn lớn nhất và nhỏ nhất của các tham số chính, bao gồm: Trọng tải tàu *DWT*, chiều dài toàn bộ L_{OA}, chiều dài giữa hai đường vuông góc L_{PP}, chiều rộng tàu *B*, chiều cao mạn tàu *D*, chiều chìm thiết kế *d*, dung tích toàn bộ *GT*, dung tích tính *NT*, tốc độ thiết kế *v* và tổng công suất động cơ chính *P*, được cho trong Bảng 1.

2.3. Phương pháp phân tích dữ liệu

Dữ liệu của 891 PSV được xử lý theo phương pháp quy hoạch thực nghiệm. Công thức biểu thị mối quan hệ giữa các thông số chính của các PSV thu được bằng phân tích hồi quy tuyến tính.

TẠP CHÍ ISSN: 1859-316X
KHOA HỌC CÔNG NGHỆ HÀNG HẢI
JOURNAL OF MARINE SCIENCE AND TECHNOLOGY

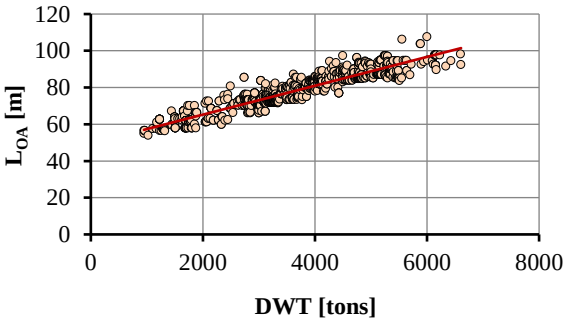
Bảng 1. Các giới hạn dữ liệu tham chiếu của tàu PSV

Giới hạn	DWT [*tons*]	L_{OA} [*m*]	L_{PP} [*m*]	B [*m*]	D [*m*]	d [*m*]	GT	NT	v [*knots*]	P [*kW*]
min	949	53,8	48,6	12,0	4,3	3,4	484	258	10	1470
max	6608	107,6	100,5	22,3	10,0	8,2	8417	2600	18,5	16000

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Quan hệ chiều dài tàu với trọng tải tàu

Dữ liệu thống kê chiều dài toàn bộ của tàu L_{OA}, trong quan hệ với trọng tải tàu *DWT*, được mô tả trong Hình 1.



Hình 1. Quan hệ L_{OA} - DWT

Kết quả phân tích hồi quy tuyến tính, thu được công thức sau:

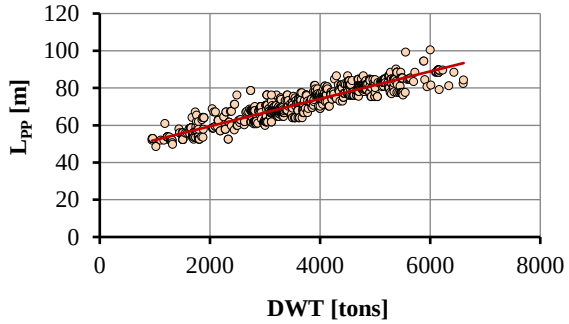
$$L_{OA} = 0,007 \times DWT + 49,5 \quad (1)$$

Trong đó:

L_{OA}: Chiều dài toàn bộ của tàu, (m);

DWT: Trọng tải của tàu, (tons).

Công thức (1) thu được với hệ số xác định hồi quy $R^2 = 0,872$, đạt mức độ tin cậy tốt.



Hình 2. Quan hệ L_{PP} - DWT

Dữ liệu thống kê chiều dài giữa hai đường vuông góc của tàu L_{PP}, trong quan hệ với trọng tải tàu *DWT*, được mô tả trong Hình 2.

Kết quả phân tích hồi quy tuyến tính, thu được công thức sau:

$$L_{PP} = 0,007 \times DWT + 44,7 \quad (2)$$

Trong đó:

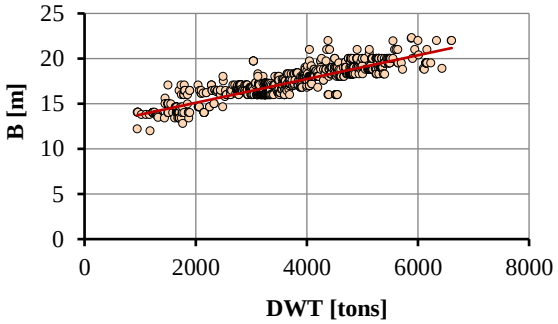
L_{PP}: Chiều dài giữa hai đường vuông góc của tàu, (m);

DWT: Trọng tải của tàu, (tons).

Công thức (2) thu được với hệ số xác định hồi quy $R^2 = 0,872$, đạt mức độ tin cậy tốt.

3.2. Quan hệ chiều rộng tàu với trọng tải tàu

Dữ liệu thống kê chiều rộng của tàu *B*, trong quan hệ với trọng tải tàu *DWT*, được mô tả trong Hình 3.



Hình 3. Quan hệ B - DWT

Kết quả phân tích hồi quy tuyến tính, thu được công thức sau:

$$B = 0,001 \times DWT + 12,5 \quad (3)$$

Trong đó:

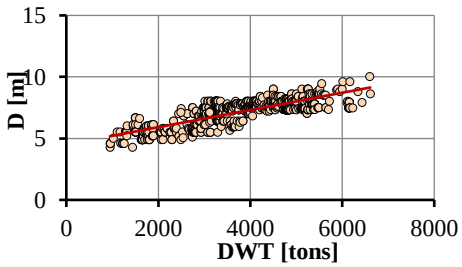
B: Chiều rộng của tàu, (m);

DWT: Trọng tải của tàu, (tons).

Công thức (3) thu được với hệ số xác định hồi quy $R^2 = 0,796$, đạt mức độ tin cậy khá tốt.

3.3. Quan hệ chiều cao mạn tàu với trọng tải tàu

Dữ liệu thống kê chiều cao mạn của tàu *D*, trong quan hệ với trọng tải tàu *DWT*, được mô tả trong Hình 4.



Hình 4. Quan hệ D - DWT

Kết quả phân tích hồi quy tuyến tính, thu được công thức sau:

$$D = 0,7 \times DWT.10^{-3} + 4,5 \quad (4)$$

Trong đó:

D: Chiều cao mạn của tàu, (m);

DWT: Trọng tải của tàu, (tons).

Công thức (4) thu được với hệ số xác định hồi quy R^2 = 0,668, đạt yêu cầu để tham chiếu.

3.4. Quan hệ chiều chìm tàu với trọng tải tàu và mô-đun khối

Dữ liệu thống kê chiều chìm của tàu *d*, trong quan hệ với trọng tải tàu *DWT*, được mô tả trong Hình 5.

Kết quả phân tích hồi quy tuyến tính, thu được công thức sau:

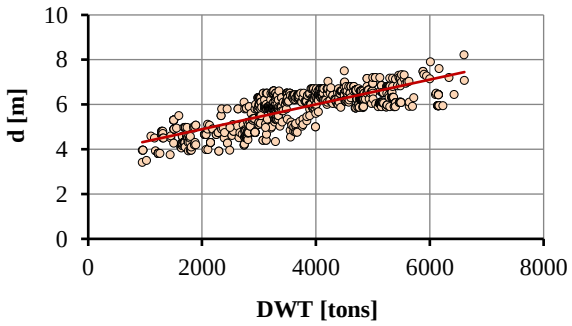
$$d = 0,55 \times DWT.10^{-3} + 3,8 \quad (5)$$

Trong đó:

d: Chiều chìm của tàu, (m);

DWT: Trọng tải của tàu, (tons).

Công thức (5) thu được với hệ số xác định hồi quy R^2 = 0,637, đạt yêu cầu để tham chiếu.



Hình 5. Quan hệ d - DWT

Mặc dù PSV có chức năng chuyên chở, tuy nhiên như đã biết, nó được thiết kế đặc biệt để phục vụ hậu cần cho các giàn khoan ngoài khơi và các công trình lắp đặt dưới biển. Bởi vậy chiều chìm của tàu, ngoài mối liên quan đến trọng tải tàu, còn có quan hệ với các yếu tố kích thước tàu, đó chính là mô-đun khối *LBD* [1]. Mô-đun khối *LBD* (m^3), đó là tích số của các kích thước, bao gồm: chiều dài tàu *L* (m), chiều rộng tàu *B* [m] và chiều cao mạn tàu *D* (m).

Dữ liệu thống kê chiều chìm của tàu *d*, trong quan hệ với mô-đun khối *LBD*, được mô tả trong Hình 6.

Kết quả phân tích hồi quy tuyến tính, thu được công thức sau:

$$d = 0,24 \times LBD \times 10^{-3} + 3,7 \quad (6)$$

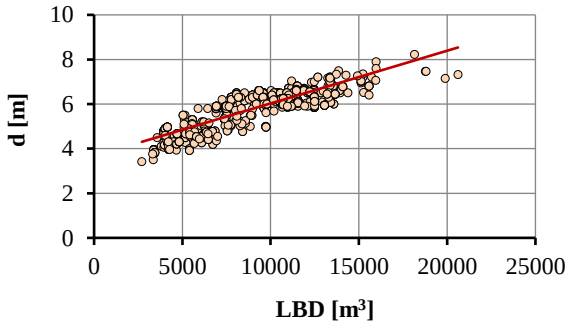
Trong đó:

d: Chiều chìm của tàu, (m);

LBD: Mô-đun khối, (m^3).

Trong phân tích, chiều dài tàu *L* trong mô-đun khối được lấy theo giá trị của chiều dài giữa hai đường vuông góc L_{PP}.

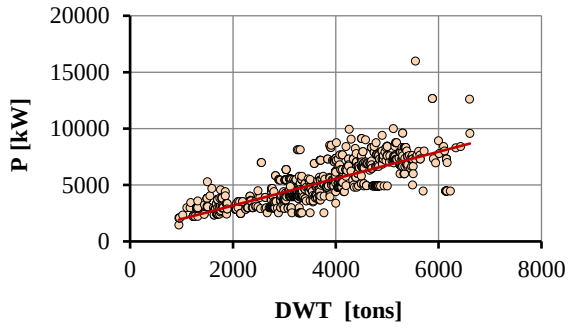
Công thức (6) thu được với hệ số xác định hồi quy R^2 = 0,728, đạt yêu cầu để tham chiếu.



Hình 6. Quan hệ d - LBD

3.5. Quan hệ tổng công suất động cơ chính với trọng tải tàu và mô-đun khối

Dữ liệu thống kê tổng công suất động cơ chính *P*, trong quan hệ với trọng tải tàu *DWT*, được mô tả trong Hình 7.



Hình 7. Quan hệ P - DWT

Kết quả phân tích hồi quy tuyến tính, thu được công thức sau:

$$P = 1,19 \times DWT + 794,9 \quad (7)$$

Trong đó:

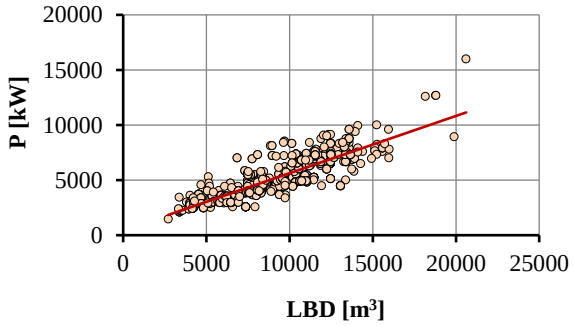
P: Tổng công suất động cơ chính, (kW);

DWT: Trọng tải của tàu, (tons).

Công thức (7) thu được với hệ số xác định hồi quy R^2 = 0,617, đạt yêu cầu để tham chiếu.

Dữ liệu thống kê tổng công suất động cơ chính *P*, trong quan hệ với mô-đun khối *LBD*, được mô tả trong Hình 8.

TẠP CHÍ ISSN: 1859-316X
KHOA HỌC CÔNG NGHỆ HÀNG HẢI
JOURNAL OF MARINE SCIENCE AND TECHNOLOGY



Hình 8. Quan hệ P - LBD

Kết quả phân tích hồi quy tuyến tính, thu được công thức sau:

$$P = 0,52 \times LBD + 432,1 \quad (8)$$

Trong đó:

P: Tổng công suất động cơ chính, (kW);

LBD: Mô-đun khối, (m^3).

Công thức (8) thu được với hệ số xác định hồi quy R^2 = 0,733, đạt yêu cầu để tham chiếu.

3.6. Các hệ số tham khảo

+ Hệ số thiết kế thân tàu trung bình [2]

Hệ số thiết kế thân tàu trung bình có mối quan hệ với các yếu tố kích thước của tàu theo công thức sau:

$$F_{des} = \frac{L_{PP} \times B \times d}{DWT} \quad (9)$$

Trong đó:

F_{des}: Hệ số thiết kế thân tàu trung bình, (m^3/ton);

L_{PP}: Chiều dài giữa hai đường vuông góc của tàu, (m);

B: Chiều rộng của tàu, (m);

d: Chiều chìm của tàu, (m);

DWT: Trọng tải của tàu, (tons).

Hình 9 là dữ liệu biểu thị mối quan hệ và xu hướng của hệ số thiết kế thân tàu trung bình F_{des} với trọng tải tàu DWT.

Dữ liệu thống kê của 891 PSV, cho kết quả hệ số thiết kế thân tàu trung bình F_{des} với các giá trị: nhỏ nhất (min) đạt 1,40; lớn nhất (max) đạt 3,09 và trung bình đạt 2,07.

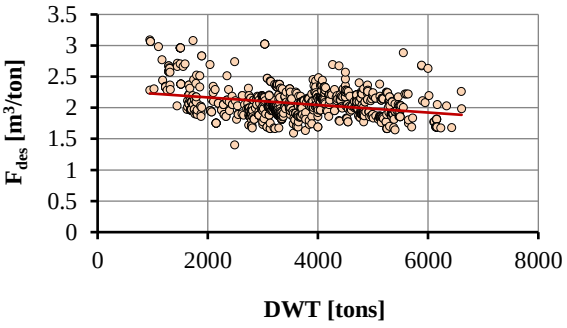
Hệ số thiết kế thân tàu trung bình có thể được tham chiếu khi xác định các kích thước tàu (tham khảo) trong mối quan hệ gián tiếp theo các công thức sau:

$$L_{PP} = \frac{F_{des} \times DWT}{B \times d} \quad (10)$$

$$B = \frac{F_{des} \times DWT}{L_{PP} \times d} \quad (11)$$

$$d = \frac{F_{des} \times DWT}{L_{PP} \times B} \quad (12)$$

$$DWT = \frac{L_{PP} \times B \times d}{F_{des}} \quad (13)$$



Hình 9. Quan hệ F_{des} - DWT

+ Hệ số bão hòa năng lượng

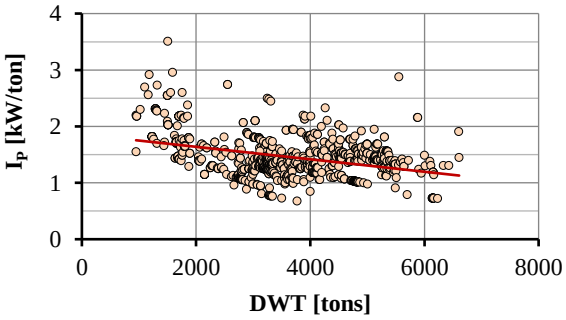
Hệ số bão hòa năng lượng tính theo trọng tải của tàu được xác định bằng công thức sau:

$$I_P = \frac{P}{DWT} \quad (14)$$

Trong đó:

I_P: Hệ số bão hòa năng lượng, [kW/ton];

DWT: trọng tải của tàu, [tons];



Hình 10. Quan hệ I_P - DWT

Hình 10 là dữ liệu biểu thị mối quan hệ và xu hướng của hệ số bão hòa năng lượng I_P với trọng tải tàu DWT.

Dữ liệu thống kê của 891 PSV, cho kết quả hệ số bão hòa năng lượng I_P với các giá trị: Nhỏ nhất (min) đạt 0,68; lớn nhất (max) đạt 3,51 và trung bình đạt 1,46.

+ Hệ số năng lượng hiệu quả

Hệ số năng lượng hiệu quả tính theo trọng tải của

tàu được xác định bằng công thức sau:

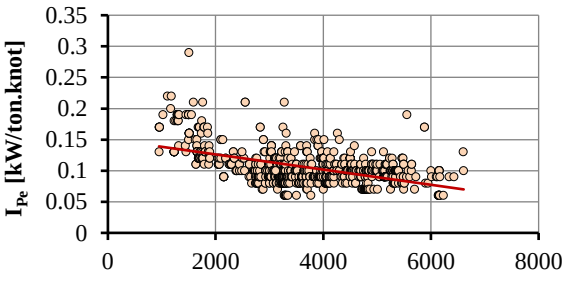
$$I_{Pe} = \frac{P}{DWT \times v} \quad (15)$$

Trong đó:

I_{Pe}: Hệ số năng lượng hiệu quả, (kW/ton.knot);

DWT: trọng tải của tàu, (tons);

v: vận tốc tàu, (knots).



Hình 11. Quan hệ I_{Pe} - DWT

Hình 11 là dữ liệu biểu thị mối quan hệ và xu hướng của hệ số năng lượng hiệu quả I_{Pe} với trọng tải tàu *DWT*.

Dữ liệu thống kê của 891 PSV, cho kết quả hệ số bão hòa năng lượng I_{Pe} với các giá trị: Nhỏ nhất (min) đạt 0,06; lớn nhất (max) đạt 0,29 và trung bình đạt 0,11.

4. Kết luận

Do PSV là tàu được thiết kế đặc biệt để phục vụ hậu cần cho các giàn khoan ngoài khơi, nên không thể áp dụng một số quy luật và quy tắc cho tàu thông dụng. Đó là lý do giải thích tại sao phải xây dựng các quy luật riêng cho PSV.

Ý nghĩa của nghiên cứu được đưa ra trong bài báo ở chỗ, đã đưa ra được kết quả về mối quan hệ giữa các thông số kỹ thuật chính của tàu PSV, dựa trên dữ liệu đăng ký tàu. Đó có thể được xem như một bộ công cụ riêng để tham chiếu khi thiết kế sơ bộ hoặc đánh giá các PSV.

Hệ số xác định hồi quy sẽ có giá trị lớn hơn, nếu sử dụng các phân tích hồi quy cấp số nhân, hồi quy hàm mũ hoặc hồi quy đa thức. Tuy nhiên trong nghiên cứu này, nhóm tác giả chỉ đưa ra kết quả phân tích hồi quy tuyến tính, bởi nó đã đáp ứng được mức độ tham chiếu cần thiết tương ứng với ngưỡng ước tính cho các bài toán thiết kế.

Để tiếp cận với mức độ chính xác cao hơn khi thiết kế ở các vòng lặp sau thiết kế sơ bộ, cần phải có những phân tích riêng, trên cơ sở phân loại các PSV và chia nhỏ vùng dữ liệu.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong đề tài mã số: **DT20-21.13**.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Apostolos Papanikolaou, *Ship Design (Methodologies of Preliminary Design)*, Springer Science+Business Media. Dordrecht, 2014.

[2] MAN Diesel & Turbo, *Propulsion Trends in Bulk Carriers*, 5510-0007-04ppr, Printed in Denmark, Mar 2014.

[3] Websites:

ww2.eagle.org/en.html

www.bureauveritas.com/

www.dnvgl.com/

www.ccs.org.cn/ccswzen/

https://www.lr.org/en/lrofships/.

Ngày nhận bài:	18/6/2021
Ngày nhận bản sửa:	24/6/2021
Ngày duyệt đăng:	27/6/2021