

PHÂN TÍCH THỐNG KÊ VÀ XÁC ĐỊNH SƠ BỘ CÔNG SUẤT CÁC ĐỘNG CƠ CỦA TÀU AHTS DỰA TRÊN DỮ LIỆU ĐĂNG KÝ TÀU

STATISTICAL ANALYSIS AND PRELIMINARY DETERMINATION OF ENGINE POWER FOR AHTS VESSELS BASED ON VESSEL REGISTRATION DATA

NGUYỄN ANH VIỆT

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

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

Tóm tắt

Bài báo trình bày phương pháp phân tích thống kê và xác định sơ bộ công suất của động cơ chính, công suất của các động cơ lai máy phát điện trên tàu AHTS (Anchor Handling Tug Supply). Trước tiên, trong phần đặt vấn đề, tác giả giới thiệu tổng quan về tàu AHTS và mục tiêu nghiên cứu. Tiếp theo, để phục vụ cho việc phân tích, tác giả đưa ra nguồn tham chiếu và thống kê dữ liệu. Trên cơ sở phân tích các dữ liệu thống kê, tác giả đưa ra các công thức hồi quy tuyến tính mô tả mối quan hệ giữa công suất của động cơ chính và các động cơ lai máy phát điện với tham số mô-đun kích thước và lực kéo của tàu AHTS. Các công thức với độ tin cậy tương đối tốt, có thể tham khảo để xác định sơ bộ công suất của động cơ chính và công suất của các động cơ lai máy phát điện khi thiết kế sơ bộ tàu AHTS.

Từ khóa: Tàu AHTS, động cơ chính, động cơ lai máy phát điện.

Abstract

The paper illustrates the statistical analysis and primary determination method for the output power of main and generator engines on the Anchor Handling Tug Supply vessel (AHTS). Firstly, the overview of AHTS, research methodology, statistical data sources including output power and specification parameters of AHTS are presented. Secondly, based on the result of statistical data analysed, a consistent and the reliable linear regression model are established, which show a good correlation between the output power of engines and the dimensional module parameters along with the bollard pull. In a result, the linear regression model can be referred to preliminarily determine the output power of main and generator engines during the design process.

Keywords: AHTS vessels, main engine, generator engine.

1. Đặt vấn đề

Tàu AHTS (Anchor Handling Tug Supply Vessel), sau đây được gọi tắt là AHTS, là loại tàu công trình đặc biệt, được phát triển thiết kế từ nhóm tàu kéo kết hợp với nhóm tàu phục vụ công trình ngoài khơi OSVs (Offshore Support Vessels). AHTS được thiết kế và chế tạo với các chức năng rất chuyên dụng, hoạt động ngoài khơi, chủ yếu cung cấp các dịch vụ chung cho các giàn khoan dầu. Tuy nhiên, với tính năng linh hoạt, AHTS còn có thể cung cấp các dịch vụ hỗ trợ cho các phương tiện hoặc các công trình khác trên biển.

Nhiệm vụ chính của AHTS là kéo giàn khoan và định vị chân đế, xử lý neo và dây neo giàn khoan với độ chính xác cao. Phần lớn AHTS được trang bị hệ thống định vị động DP (Dynamic Positioning) giúp tiếp cận chính xác các đối tượng và duy trì trạng thái lâu dài ở một vị trí. AHTS có một hệ thống thiết bị nâng hạ và tời kéo nhằm đưa các khối neo xuống đáy biển giữ cho các giàn khoan ổn định. AHTS còn được sử dụng như là một công cụ hiệu quả để ngăn ngừa các giàn khoan dầu bị lật, các loại rủi ro xảy ra ngoài khơi và cứu hộ, cứu nạn cho các phương tiện, công trình khác trên biển. AHTS hỗ trợ xử lý ngay lập tức khả năng neo, kéo hoặc tác động xung lực kéo cho các tàu gặp nạn hoặc bị mắc kẹt.

Ngoài nhiệm vụ chính, nhiều AHTS còn được trang bị thêm các sà đặc biệt, các cần cẩu hạng nặng để xử lý các công trình có khối lượng lớn, các sà chở hàng phẳng, sân đáp trực thăng, các tổ bơm chữa cháy với sản lượng lớn, các rô-bốt lặn, các khoang và thùng chở hàng,... để làm các nhiệm vụ bổ sung khác. Các nhiệm vụ đó có thể là: vận chuyển cấu kiện hoặc hàng nặng; vận chuyển thiết bị chuyên dụng cho giàn khoan; vận chuyển và cung cấp vật liệu rắn (xi-măng, bùn đặc biệt,...), chất lỏng, chất khí, hóa chất (nhiên liệu, nước ngọt, bùn lỏng, dầu gốc, nước muối cô đặc, dung dịch khoan gốc dầu, cặn công nghiệp,...); thu

hồi nước thải, dầu thải, dầu tràn cho giàn khoan; chữa cháy,...

Có thể nói rằng, AHTS là sự kết hợp của rất nhiều chức năng trong một thân tàu. AHTS là một trong những sáng tạo của thế giới về công nghệ biển, không chỉ giúp phát triển công nghệ khai thác biển mà còn giúp ngăn ngừa các rủi ro lớn trên biển. AHTS là tàu đa tiện ích, phạm vi sử dụng vì thế rất rộng. Cùng với đó, hoạt động khai thác dầu khí, tài nguyên và năng lượng trên các đại dương không ngừng gia tăng, bởi vậy nhu cầu tiếp cận với AHTS là rất lớn.

Thông thường, AHTS được trang bị các động cơ chính có công suất lớn, điều đó cho phép nó tạo ra được lực kéo rất cao (có thể đến hàng trăm tấn lực kéo). Việc xử lý neo và tạo ra lực kéo neo cần thiết của AHTS, đòi hỏi nhu cầu nguồn năng lượng rất lớn. Có thể nói, việc ước tính nhu cầu năng lượng là một bước rất quan trọng và cần thiết trong thiết kế sơ bộ AHTS. Tuy nhiên đối với AHTS, việc ước tính nhu cầu năng lượng không thể áp dụng các công thức dùng cho tàu chở hàng thông thường, mà phải có các công thức riêng.

Mục tiêu của nghiên cứu này là phân tích thống kê công suất của động cơ chính và công suất các động cơ lai máy phát điện được lắp đặt trên AHTS. Từ đó, xây dựng các công thức mô tả quan hệ giữa công suất của động cơ chính và động cơ lai máy phát điện với mô-đun khối (L_{Bd}) và lực kéo BP của tàu. Đây được xem như một bộ công thức riêng cho AHTS, dùng để tham khảo khi lựa chọn sơ bộ công suất của động cơ chính, công suất của động cơ lai máy phát điện.

2. Nguồn tham chiếu và dữ liệu

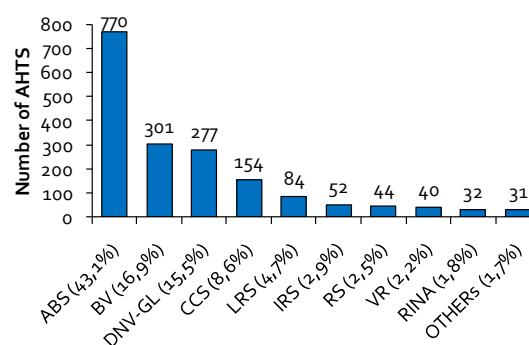
2.1. Nguồn tham chiếu

Để đảm bảo tính xác thực của dữ liệu, nghiên cứu này chỉ tập trung vào các đối tượng AHTS được

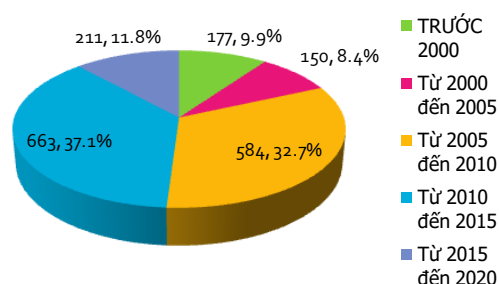
đăng ký chính thức với các cơ quan đăng kiểm có uy tín trên thế giới, đó là: ABS (American Bureau of Shipping), BV (Bureau Veritas), DNV-GL (Det Norske Veritas), CCS (China Classification Society), LRS (Lloyd's Register of Shipping), IRS (Indian Register of Shipping), RS (Russian Maritime Register of Shipping), VR (Vietnam Register), RINA (Registro Italiano Navale) và các cơ quan đăng kiểm khác.

Với 1785 AHTS được chọn tham chiếu, số lượng và tỷ lệ tàu tham chiếu có nguồn gốc quản lý từ các cơ quan đăng kiểm được biểu thị trong Hình 1[6].

Thời gian đóng mới của 1785 AHTS được chọn tham chiếu (phân theo các giai đoạn) được biểu thị bằng số lượng và tỷ lệ như trong Hình 2. Với số



Hình 1. Số lượng và tỷ lệ tàu tham chiếu từ các cơ quan đăng kiểm



Hình 2. Phân bố tàu theo thời gian đóng mới

Bảng 1. Giới hạn các thông số của 1785 AHTS được chọn tham chiếu

Giới hạn	Chiều dài tàu lớn nhất L_{OA} (m)	Chiều dài tàu L (m)	Chiều rộng tàu B (m)	Chiều chìm tàu d (m)	Trọng tải tàu DWT (tons)	Lực kéo lớn nhất BP (tons)	Tốc độ tàu lớn nhất V_{max} (kn)	Tổng công suất động cơ chính P_m (kW)	Tổng công suất hệ thống năng lượng P (kW)
Min	34,00	30,00	10,60	3,15	325	38	12	1470	1820
Max	110,00	96,30	27,00	9,30	6300	403	20	28302	43940

lượng tàu được phân bố như vậy, đảm bảo được tính tin cậy trong phân tích số liệu và thể hiện được xu hướng phù hợp của các mối quan hệ [6].

2.2. Dữ liệu

Các thông số chính của 1785 AHTS được chọn tham chiếu có giới hạn nhỏ nhất và lớn nhất được liệt kê trong Bảng 1 (số liệu được lấy từ nguồn tham khảo [6]).

3. Công suất của động cơ chính và hệ thống năng lượng

Lực kéo BP (Bollard Pull) và sức chở hàng DWT là những thông số đặc trưng chính cho AHTS. Tuy nhiên, AHTS không phải được thiết kế để chuyên chở hàng hóa thương mại, nên sức chở DWT thường không tương ứng với các kích thước của tàu. Bởi vậy, thay vì tham chiếu theo DWT, việc tham chiếu theo mô-đun khối (LBd) (mô-đun kích thước tàu) sẽ phù hợp hơn; đó chính là tích số của chiều dài tàu, chiều rộng tàu và chiều chìm tàu [1].

Trong thiết kế tàu, người ta đã chỉ ra rằng công suất của hệ thống năng lượng hoặc hệ thống đẩy chính sẽ quyết định đến khả năng kéo và độ lớn của thân tàu [1]. Phân tích các số liệu của các AHTS được thực hiện theo mô hình hồi quy tuyến tính, bằng phương pháp bình phương tối thiểu. Kết quả của phân tích, mối quan hệ giữa tổng công suất của động cơ chính P_m , tổng công suất của hệ thống năng lượng P với mô-đun khối (LBd), lực kéo BP được thể hiện trong các Hình 3 và Hình 4.

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

$$P_m = 1,267 \times (L \times B \times d) - 491,9 \text{ [kW]}, (R^2 = 0,828) \quad (1)$$

$$P = 1,976 \times (L \times B \times d) - 1245,7 \text{ [kW]}, (R^2 = 0,812) \quad (2)$$

$$P_m = 62,936 \times BP - 315,0 \text{ [kW]}, (R^2 = 0,944) \quad (3)$$

$$P = 97,218 \times BP - 866,9 \text{ [kW]}, (R^2 = 0,909) \quad (4)$$

Các đại lượng trong công thức từ (1) đến (4), được hiểu như sau:

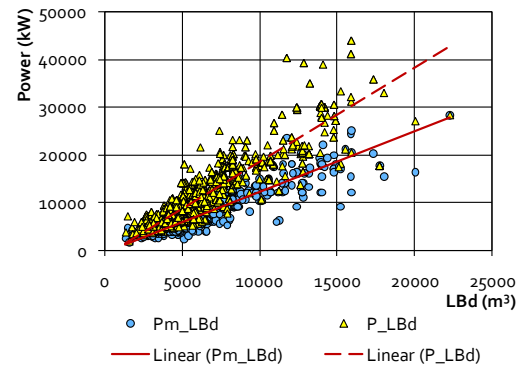
P [kW] - tổng công suất hệ thống năng lượng (không bao gồm máy phát sự cố);

P_m [kW] - tổng công suất của động cơ chính;

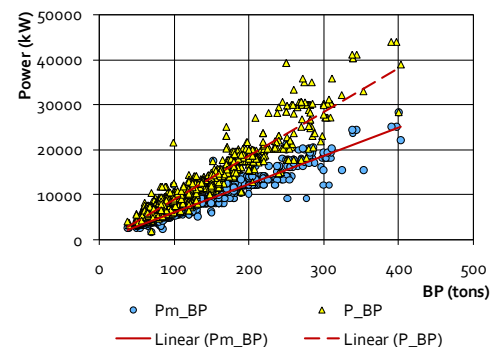
L [m], B [m], d [m] - chiều dài, chiều rộng, chiều chìm của AHTS;

BP [tons] - lực kéo của AHTS.

Trong các công thức từ (1) đến (4), hệ số xác định hồi quy R^2 đạt các giá trị rất tốt, điều đó cho thấy mô hình và kết quả thu được thể hiện rõ xu hướng, đáng tin cậy, đạt độ chính xác cần thiết khi tham chiếu cho thiết kế sơ bộ, đặc biệt là các quan hệ $P_m = f(BP)$, $P = f(BP)$.



Hình 3. Hồi quy tuyến tính $P_m = f(LBd)$ và $P = f(LBd)$



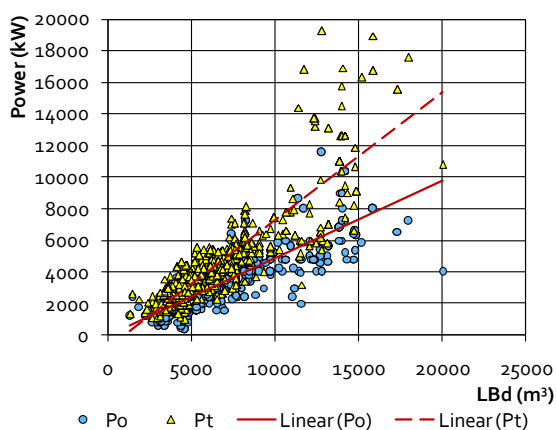
Hình 4 Hồi quy tuyến tính $P_m = f(BP)$ và $P = f(BP)$

4. Công suất động cơ lai máy phát điện

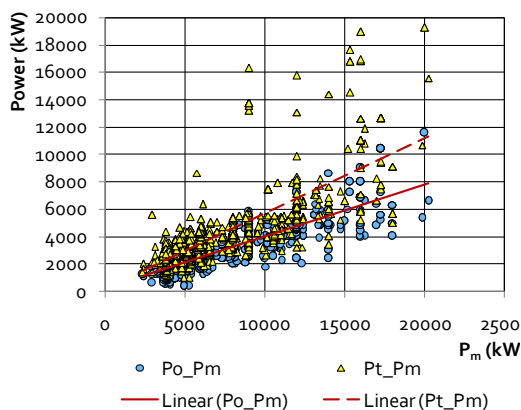
Do AHTS phải trang bị các tời xử lý neo có công suất rất lớn, nên nhu cầu về công suất điện cho tàu là rất cao. Theo thống kê, các AHTS thường được lắp đặt từ 2 đến 4 tổ máy phát điện độc lập, trong đó phổ biến nhất là 2 tổ (chiếm 79,7%). Cùng với đó, việc sử dụng hệ thống định vị động DP cho phép các động cơ chính dẫn động cơ cấu PTO (Power Take Off - trích công suất), để lại máy phát điện đồng trục. Trong số 1785 AHTS tham chiếu, có 1286 tàu (chiếm 72%) lắp đặt các tổ máy phát điện đồng trục; số lượng tổ máy phát điện đồng trục được lắp đặt phổ biến nhất là 2 tổ (chiếm 97,8%). Trong nghiên cứu này, tác giả chỉ đưa ra kết quả của hệ thống cung cấp năng lượng điện có cơ cấu PTO.

Số liệu công suất động cơ lai máy phát điện cũng được phân tích theo mô hình hồi quy tuyến tính,

bằng phương pháp bình phương tối thiểu. Như đã trình bày, do công suất điện được cung cấp từ nhiều nguồn động cơ lai khác nhau, hơn nữa công suất các máy phát điện độc lập P_a thường nhỏ hơn rất nhiều so với công suất máy phát điện đồng trục P_o , nên trong phân tích này chỉ xem xét các yếu tố: tổng công suất của các máy phát điện đồng trục P_o và tổng công suất của tất cả các máy phát điện P_t (trong đó $P_t = P_a + P_o$). Các công suất kể trên không bao gồm công suất của tổ máy phát điện sự cố. Kết quả phân tích được thể hiện trong Hình 5, Hình 6 và Hình 7 với các biến số ($L.B.d$), tổng công suất của động cơ chính P_m và tổng công suất của hệ thống năng lượng P .



Hình 5. Hồi quy tuyến tính $P_o = f(LBd)$, $P_t = f(LBd)$

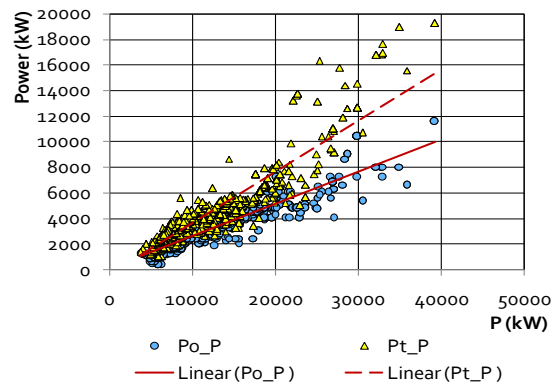


Hình 6. Hồi quy tuyến tính $P_o = f(P_m)$ và $P_t = f(P_m)$

Các công thức thu được từ kết quả phân tích:

$$P_o = 0,490 \times (L \times B \times d) - 44,0 \text{ (kW)}, (R^2 = 0,731) \quad (5)$$

$$P_t = 0,807 \times (L \times B \times d) - 803,0 \text{ (kW)}, (R^2 = 0,763) \quad (6)$$



Hình 7. Hồi quy tuyến tính $P_o = f(P)$ và $P_t = f(P)$

$$P_o = 0,375 \times P_m + 258,4 \text{ (kW)}, (R^2 = 0,757) \quad (7)$$

$$P_t = 0,546 \times P_m + 215,4 \text{ (kW)}, (R^2 = 0,615) \quad (8)$$

$$P_o = 0,251 \times P + 113,7 \text{ (kW)}, (R^2 = 0,872) \quad (9)$$

$$P_t = 0,400 \times P + 389,4 \text{ (kW)}, (R^2 = 0,850) \quad (10)$$

Trong đó, các đại lượng:

P_o [kW] - tổng công suất của các máy phát điện đồng trục;

P_t [kW] - tổng công suất của tất cả các máy phát điện (không bao gồm máy phát sự cố);

P_m [kW] - tổng công suất của động cơ chính;

P [kW] - tổng công suất hệ thống năng lượng (không bao gồm máy phát sự cố).

Trong các công thức từ (5) đến (10), hệ số xác định hồi quy R^2 đạt các giá trị khá tốt, điều đó cho thấy mô hình và kết quả thu được thể hiện rõ xu hướng, đáng tin cậy, đạt độ chính xác cần thiết khi tham chiếu cho thiết kế sơ bộ. Điều này hoàn toàn phù hợp với việc lựa chọn công suất động cơ điện lắp đặt cho tàu trong thực tế, bởi nguồn cung cấp điện chính cho AHTS chủ yếu do các máy phát điện đồng trục thực hiện [2], [3], [4], [5].

5. Kết luận

Do là loại tàu đa nhiệm, đa tính năng, nên hệ thống năng lượng trên các AHTS rất phức tạp. Từ mô hình hệ thống năng lượng đơn giản DM (Diesel Mechanical) như các tàu thương mại thông dụng, đến nay hệ thống năng lượng của các AHTS đã phát triển theo các mô hình như HP (Hybrid Propulsion) hoặc DE (Diesel Electrical). Cùng với đó, để đáp ứng các nhiệm vụ, hệ thống đẩy và hệ thống cung cấp điện năng của AHTS phải có công suất rất lớn, không tương ứng với các quy luật như đối với các tàu chở hàng thông thường. Đó là lý do giải thích tại

sao phải có các quy luật riêng cho AHTS. Ý nghĩa của bài báo ở chỗ, đã đưa ra được các hàm hồi quy về mối quan hệ giữa công suất của động cơ chính và động cơ lai máy phát điện với mô-đun khối và lực kéo của tàu, đó có thể được xem như một bộ công cụ riêng để tham khảo khi thiết kế sơ bộ AHTS.

Mức độ chính xác của các mối quan hệ sẽ tăng lên, nếu thu hẹp vùng dữ liệu tham chiếu cho phù hợp với từng đối tượng AHTS cụ thể, khi thiết kế sơ bộ. Vấn đề này cần phải có những phân tích riêng, trên cơ sở phân loại các AHTS.

Trong bài báo không đề cập đến yếu tố vận tốc tàu, một trong những yếu tố có ý nghĩa quyết định tới công suất của động cơ chính, đó là do chế độ công tác của AHTS rất phức tạp. Vấn đề này cần phải có những phân tích riêng, trên cơ sở dữ liệu của các nhà khai thác AHTS.

Bài báo này là sản phẩm của đề tài nghiên cứu khoa học cấp Trường năm học 2019-2020: “Xây dựng cơ sở dữ liệu dùng để tham chiếu cho thiết kế tàu kéo, xử lý neo và cung ứng dịch vụ - AHTS”, được hỗ trợ kinh phí bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Apostolos Papanikolaou. *Ship Design (Methodologies of Preliminary Design)*. Springer Science+Business Media. Dordrecht, 2014.
- [2] MAN Diesel & Turbo. *AHTS Propulsion Plants*. MAN Diesel & Turbo, 1510-0043-03ppr. Printed in Denmark, Dec 2010.
- [3] Rolls-Royce. *Marine Products and Systems*. Rolls-Royce plc. MPS 10/05/17, 2017.
- [4] Damen Shipyards Group. *Portfolio*. DAMEN, DAM505. The Netherlands, 11-2014.
- [5] Siemens Group. *Reference List Offshore Vessels (Low Voltage Propulsion)*. Siemens Group - Sector Industry Marine and Shipbuilding. Norway, 2013.
- [6] 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: 22/2/2020

Ngày nhận bản sửa: 18/3/2020

Ngày duyệt đăng: 31/3/2020