PHÂN TÍCH ẢNH HƯỞNG CỦA ĐIỀU KIỆN MÔI TRƯỜNG TỚI QUÁ TRÌNH CÔNG TÁC CỦA ĐỘNG CƠ DIESEL

ANALYSIS ON EFFECT OF AMBIENT CONDITIONS TO DIESEL ENGINE PERFORMANCE

TS. PHẠM HỮU TÂN, KS. TRẦN ĐÌNH TÂN

Khoa Máy tàu biển – Trường ĐHHH

Tóm tắt

Qua bài báo các tác giả muốn trình bày tóm lược những kết quả đã đạt được trong việc nghiên cứu, xác định hiệu suất của tổ hợp tuabin khí lai máy nén và động cơ diesel. Từ đó nghiên cứu, phân tích những yếu tố môi trường bên ngoài có ảnh hưởng tới tổ hợp tuabin khí lai máy nén và động cơ diesel. Kết quả nghiên cứu cho phép đưa ra chế độ khai thác hợp lý cho động cơ.

Abstract

In this article, authors would like to present in brief the research results achieved in determining performance efficient for turbochargers used in diesel engines. This helps research and analysis on influence of external environmental factors to the turbochargers and the diesel engines. Results of the study can be used to choose suitable operating mode for Diesel engines.

1. Đặt vấn đề

Như chúng ta đã biết trạng thái kỹ thuật của tổ hợp tuabin tăng áp có ảnh hưởng rất lớn đến quá trình công tác của động cơ diesel. Việc tính toán, xác định các yếu tố ảnh hưởng của yếu tố bên ngoài đến quá trình làm việc của tổ hợp tuabin tăng áp và quá trình công tác của động cơ diesel là rất quan trọng. Do điều kiện khai thác của tàu ở các vùng khí hậu khác nhau nên các thông số nhiệt độ, áp suất, độ ẩm môi trường cũng khác nhau. Vì vậy nó sẽ ảnh hưởng trực tiếp tới các thông số công tác của động cơ diesel tàu thủy. Từ đó nó cũng ảnh hưởng trực tiếp tới quá trình làm việc của tổ hợp tuabin tăng áp. Để xét ảnh hưởng của các yếu tố môi trường khác nhau đến quá trình công tác của động cơ ta đi tính toán hiệu suất của tổ hợp tuabin tăng áp và hiệu suất nhiệt của động cơ.

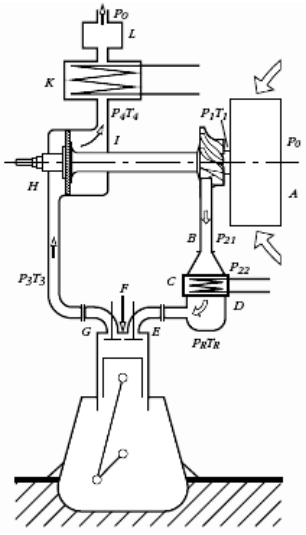
2. Tính toán hiệu suất tuabin khí máy nén

Công thức tính hiệu suất tuabin tăng áp:

$$\eta_{TC} = \frac{T_1 . R . \frac{K_A}{K_A - 1} \cdot \left(\pi_C \cdot \frac{K_A - 1}{K_A} - 1 \right) \cdot m_C}{T_3 . R . \frac{K_A}{K_A - 1} \left(1 - \frac{1}{\pi_T \cdot \frac{K_g - 1}{K_g}} \right) \cdot m_T}$$

Công thức tính hiệu suất của toàn bộ hệ thống tăng áp:

$$\eta_{ht} = \frac{T_1 . R . \frac{K_A}{K_A - 1} \cdot \left(\left(\frac{P_r}{P_0} \right) \cdot \frac{K_A - 1}{K_A} - 1 \right) \cdot m_C}{T_3 . R . \frac{K_A}{K_A - 1} \left(1 - \frac{1}{\left(\frac{P_3}{P_0} \right) \cdot \frac{K_g - 1}{K_g}} \right) \cdot m_T}$$



Hình 1. Sơ đồ hệ thống tăng áp.

Trong đó:

T_1: Nhiệt độ không khí nạp (^{0}C)

T_3: Nhiệt độ khí xả ra khỏi tuabin (^{0}C)

R: Hằng số chất khí (kJ/kg.K)

K_g: Chỉ số giãn nở đoạn nhiệt khí xả

K_A: Chỉ số đoạn nhiệt không khí

P_0: Áp suất khí quyển (bar)

m_c : Lưu lượng không khí qua Máy nén(kg/s)

P_3: Áp suất khí xả sau tuabin (bar)

m_t : Lưu lượng khí xả qua tuabin(kg/s)

P_r: Áp suất khí nạp vào động cơ (bar)

Để ngăn ngừa khí xả rò lọt vào ổ đỡ vòng bi, khoang chứa dầu bôi trơn các vòng bi tuabin, trong tua bin tăng áp có bố trí đường khí bao lấy từ khí tăng áp, nên sẽ có một lượng khí tăng áp bị tổn thất. Đặc trưng cho tổn thất khí bao là η_{vol}.

Hiệu suất của toàn bộ tổ hợp tua bin tăng áp là:

$$\eta_{TC} = \eta_C \cdot \eta_T \cdot \eta_{mec} \cdot \eta_{vol}$$

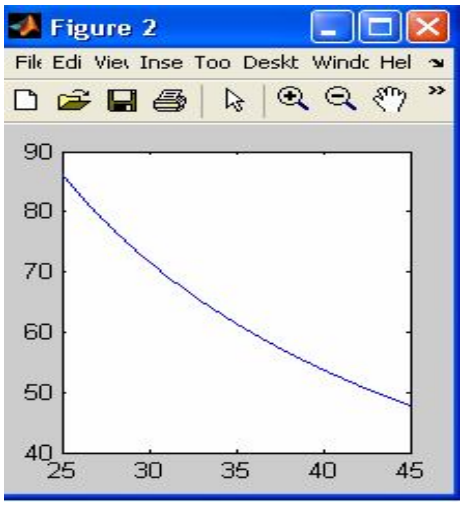
Trong đó $\eta_c, \eta_T, \eta_{mec}$ Lần lượt là hiệu suất máy nén khí, hiệu suất tuabin, hiệu suất cơ giới.

Từ công thức tính hiệu suất của tổ hợp tua bin tăng áp ta thấy rằng tỷ số giãn nở khí xả trong tua bin π_T thấp (tức là khí xả giãn nở trong tua bin tốt) và tỷ số tăng áp π_c cao thì hiệu suất của tổ hợp tua bin tăng áp sẽ cao. Nếu tỷ số $\frac{p_r}{p_3}$ tăng (áp suất khí nạp vào động cơ cao hơn áp suất khí xả ra khỏi động cơ) sẽ cho phép tuabin làm việc rộng hơn, tránh hiện tượng khí xả của động cơ sẽ rò lọt trở lại qua cửa nạp.

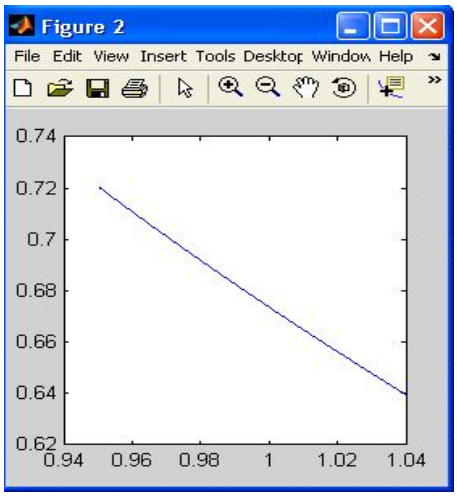
Từ công thức tính hiệu suất của tổ hợp tua bin tăng áp, hiệu suất của toàn bộ hệ thống, sử dụng phần mềm Matlap, với các thông số đầu vào là các thông số môi trường thay đổi và tính toán cụ thể cho loại động cơ trang bị tua bin tăng áp VTR 321, ta sẽ được các đồ thị biểu thị mối quan hệ giữa nhiệt độ môi trường và hiệu suất của hệ thống (hình 2), đồ thị biểu thị mối quan hệ giữa áp suất môi trường với hiệu suất của hệ thống (hình 3).

Từ đồ thị (hình 2) ta thấy rằng nhiệt độ môi trường tăng làm hiệu suất của hệ thống giảm, còn từ (hình 3) ta thấy rằng khi áp suất khí quyển tăng thì hiệu suất của hệ thống giảm. Khi hiệu suất của hệ thống giảm sẽ ảnh hưởng trực tiếp tới hiệu suất của động cơ.

Để phân tích ảnh hưởng của hiệu suất động cơ ta đi phân tích các thông số môi trường có liên quan đến hiệu suất của động cơ diesel.



Hình 2. Mối quan hệ nhiệt độ môi trường và hiệu suất của hệ thống.

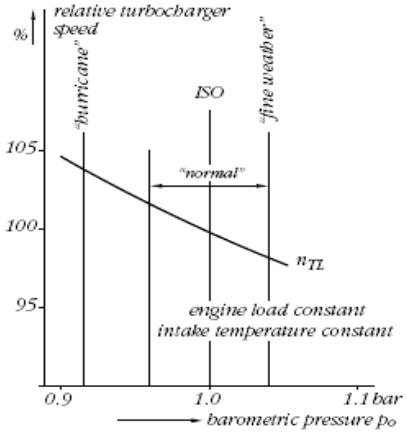


Hình 3. Mối quan hệ áp suất khí quyển và hiệu suất của hệ thống.

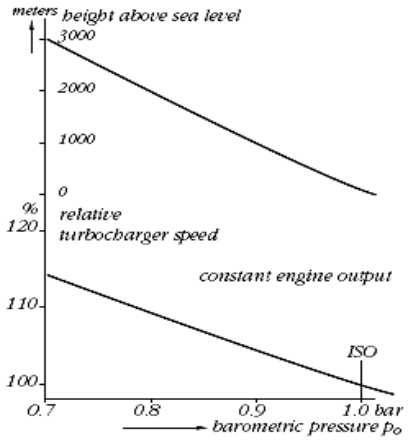
3. Phân tích các thông số liên quan đến hiệu suất của động cơ

Có nhiều yếu tố ảnh hưởng tới tổ hợp tuabin khí máy nén, đến quá trình công tác của động cơ như ảnh hưởng của tuyến nạp-xả, ảnh hưởng của các thông số môi trường như: áp suất, nhiệt độ và độ ẩm môi trường đến quá trình công tác của động cơ diesel. Tuy nhiên trong phần này chỉ đi nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố môi trường đến quá trình công tác của động cơ diesel tàu thủy.

3.1. Ảnh hưởng của áp suất khí quyển đến quá trình công tác của động cơ



Hình 4. Mối quan hệ giữa áp suất khí quyển và vòng quay tuabin.



Hình 5. Mối quan hệ giữa áp suất khí quyển với vòng quay tuabin và mực nước biển.

Áp suất khí quyển phụ thuộc vào chiều cao mực nước biển, áp suất khí quyển tăng khi mực nước biển tăng, thậm chí khi mực nước biển tăng đáng kể (áp suất thấp nhất là 0,95bar được đo năm 1993 ở Biển bắc, giá trị cao nhất vào khoảng 1,04 bar), nếu ở cùng chế độ công tác của động cơ diesel mà áp suất khí quyển giảm, kết quả là vòng quay tuabin tăng (hình 4). Mực nước biển càng lớn thì áp suất khí quyển càng thấp, nếu tải không đổi, Công suất động cơ diesel không đổi thì tốc độ tuabin tăng và lưu lượng không khí nạp sẽ tăng theo (hình 5). Kết quả là hiệu suất của động cơ tăng.

Hình 6 chỉ ra rằng hiệu suất tuabin và hiệu suất hệ thống tăng áp khác nhau khi có sự giảm áp suất khí quyển (Sự giảm áp suất khí quyển không ảnh hưởng nhiều đến hiệu suất tuabin nhưng lại ảnh hưởng lớn đến hiệu suất hệ thống)

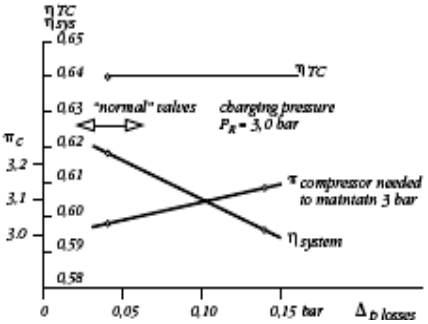
3.2. Ảnh hưởng của độ ẩm tới hiệu suất của động cơ

Tuabin không bị ảnh hưởng bởi độ ẩm, nhưng độ ẩm lại ảnh hưởng đến máy nén khí. Nếu độ ẩm lớn rất dễ bị ngưng tụ hơi nước, sau đó qua sinh hàn gió tăng áp rồi đi vào động cơ. Để khắc phục điều này phải xả nước liên tục, ngược lại khi xả nước có thể làm giảm lượng không khí nạp, làm hiệu suất của động cơ giảm.

3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ không khí nạp tới hiệu suất của động cơ

Cùng vòng quay tuabin, tỷ số tăng áp giảm khi nhiệt độ không khí nạp tăng và ngược lại. Từ (hình 7) chỉ ra rằng khi tàu chuyển vùng hoạt động từ vùng có nhiệt độ không khí nạp từ 25^0C đến 45^0C thì áp suất khí nạp sẽ giảm 6% (từ 1,0 tới 0,94). Như vậy nhiệt độ không khí nạp có ảnh hưởng lớn đến tỷ số tăng áp, từ đó cũng ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình công tác của động cơ.

Nếu tàu hoạt động trong vùng biển Bắc cực, nhiệt độ có thể xuống tới - 10^0C, khi đó áp suất khí nạp có thể tăng tơi 10%, làm tăng vọt áp suất

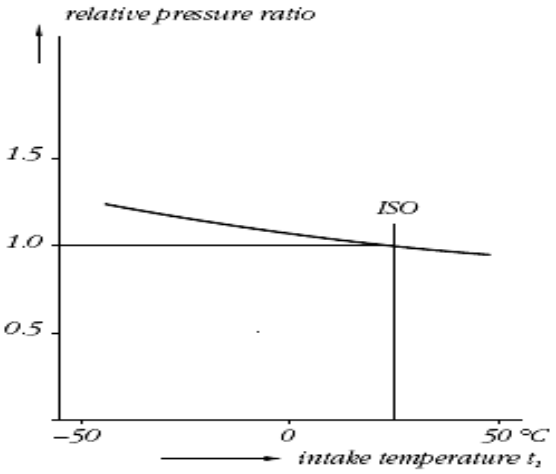


Hình 6. Mối quan hệ giữa sự giảm áp suất khí quyển và hiệu suất tuabin, hiệu suất hệ thống.

khí cháy dẫn đến quá tải cơ cho động cơ diesel. Do vậy các loại tàu hoạt động ở vùng Bắc cực thường xuyên phải đối mặt với vấn đề này. Một biện pháp khắc phục tốt nhất là ngăn chặn không khí từ bên ngoài vào buồng máy.

Ngoài ra còn một số ảnh hưởng của các điều kiện khác tới hiệu suất của động cơ như nhiệt độ khí nạp vào động cơ. Nhiệt độ khí nạp vào động cơ có liên quan đến chế độ làm mát của bầu sinh hàn gió tăng áp.

Ví dụ nếu nhiệt độ không khí nạp là 50^0C, nhưng do nhiệt độ nước làm mát cao, do vậy nhiệt độ gió tăng áp tăng trước khi vào động cơ tăng lên từ 10^0C đến 60^0C, sản lượng khí nạp sẽ giảm 3% . Khi đó điểm làm việc của tua bin sẽ di chuyển thẳng lên và tiến tới vùng mất ổn định.



Hình 7. Mối quan hệ giữa nhiệt độ khí quyển và tỉ số tăng áp.

4. Kết luận

Trên cơ sở phân tích ảnh hưởng của hiệu suất tua bin, hiệu suất của hệ thống tăng áp đến hiệu suất của động cơ, bài báo đã phân tích được ảnh hưởng của các yếu tố môi trường tới quá trình công tác của động cơ. Khi điều kiện môi trường (nhiệt độ, độ ẩm và áp suất môi trường) thay đổi có ảnh hưởng rất lớn đến quá trình công tác của động cơ diesel tàu thủy.

Trên cơ sở phân tích trên, bài báo có thể giúp cho người khai thác có cách điều chỉnh chế độ công tác của động cơ cho phù hợp khi tàu hoạt động ở các vùng có khí hậu thay đổi, để khai thác động cơ diesel tàu thủy với hiệu suất cao nhất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Heywood JB. Internal combustion engine fundamentals. New York: McGraw-Hill; 1988.

[2] Horlock JH, Winterbone DE. The thermodynamics and gas dynamics of internal combustion engines vol. II. Oxford: Clarendon Press; 1986.

[3] Watson N, Marzouk M. A non-linear digital simulation of turbocharged diesel engines under transient conditions. SAE paper no. 770123. Warrendale (PA): Society of Automotive Engineers Inc; 1977.

[4] Winterbone DE, Benson RS, Mortimer AG, Kenyon P, Stotter A. Transient response of turbocharged diesel engines. SAE paper no. 770122. Warrendale (PA): Society of Automotive Engineers Inc; 1977.

Người phản biện: PGS. TS. Nguyễn Đại An; TS. Lê Văn Điểm

BÀI TOÁN TỐI ƯU TÍNH KẾT CẤU THEO PHƯƠNG PHÁP LỰC

SOLVING STRUCTURAL OPTIMIZATION BY USING FORCE METHOD

TS. PHẠM VĂN TRUNG
Khoa Công trình thuỷ – Trường ĐHHH

Tóm tắt

Việc giải bài toán tối ưu tính kết cấu là rất quan trọng, bởi qua đó chúng ta xác định được giá trị tối ưu của các đại lượng cực tiểu hoá như trọng lượng, thể tích kết cấu, giá cả vật liệu... Với các giá trị cực tiểu của kết cấu ta có thể đưa ra các giải pháp kết cấu tối ưu, nhằm giải quyết những đòi hỏi cao về kinh tế để thực hiện các chỉ tiêu tối ưu. Trong bài báo đã đưa ra cách giải bài toán tối ưu tính kết cấu theo phương pháp lực.