

THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH QUY LUẬT BIẾN THIÊN CÁC THÔNG SỐ CỦA CHU TRÌNH LÀM VIỆC ĐỘNG CƠ DIESEL

EXPERIMENTAL INVESTIGATION PARAMETERS VARIATION OF THE WORKING CYCLE IN A DIESEL ENGINE

TS. Ngô Văn Thanh, TS. Nguyễn Hùng Mạnh
Khoa Cơ khí và Động lực, Trường Đại học Điện lực

TÓM TẮT

Hiệu quả của chu trình làm việc của động cơ đốt trong được đánh giá thông qua các chỉ tiêu như hiệu suất, áp suất trung bình,... Để xác định các thông số đó có thể dựa vào đồ thị công của chu trình tính toán. Tuy nhiên, giá trị tính được từ đồ thị công thường có độ chính xác chưa cao. Bài báo này tiến hành thí nghiệm trên bộ thử động cơ, đo giá trị biến thiên áp suất trong xy lanh để xác định được các thông số có ích, các thông số chỉ thị và các thông số tổn thất cơ giới của chu trình làm việc.

Từ khóa: Chu trình làm việc; Hiệu suất; Áp suất; Thông số chỉ thị; Thông số có ích; Tổn thất cơ giới.

ABSTRACT

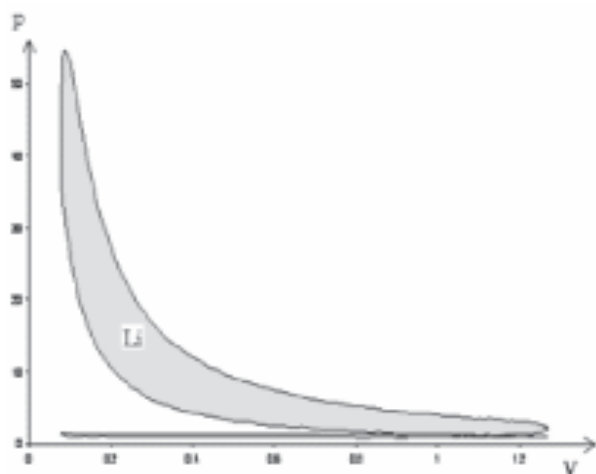
The efficiency of the working cycle of an internal combustion engine is evaluated through criteria such as efficiency, and average pressure. To determine those parameters, it is possible to rely on the work diagram of the calculation cycle. However, the value calculated from the work graph is often inaccurate. This article conducts an experiment on the D243 diesel engine, measuring the pressure variation value in the cylinder to determine the effective, indicator, and the mechanical parameters of the working cycle.

Keywords: Working cycle; Efficiency; Pressure; Indicator; Effective; Mechanical parameters.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tính hiệu quả của quá trình biến đổi nhiệt thành công trong chu trình làm việc của động cơ đốt trong được thể hiện qua các thông số chỉ thị bao gồm: áp suất chỉ thị trung bình p_i , công suất chỉ thị N_i , hiệu suất chỉ thị η_i [1]. Các thông số này đặc trưng cho mức độ hoàn thiện của chu trình làm việc thực tế [2]. Trong

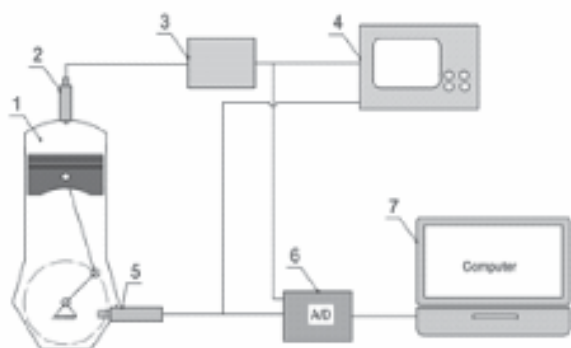
khi đó, các thông số có ích bao gồm: áp suất có ích trung bình p_e , công suất có ích N_e , hiệu suất có ích η_e đặc trưng cho mức độ tối ưu của động cơ về tổ chức chu trình làm việc và mức độ tổn hao cơ giới trong nội bộ động cơ [3]. Việc nghiên cứu các thông số chỉ thị và có ích của động cơ có nhiều ưu điểm: hoàn thiện chu trình làm việc thực tế và hoàn thiện về mặt cơ học của động cơ [4].



Hình 1. Đồ thị công $p - V$

Đối với các thông số chỉ thị được tính toán dựa trên các thông số của đồ thị công $p - V$ (Hình 1). Tuy nhiên, các đường cong của đồ thị công được hiệu chỉnh dựa theo kinh nghiệm trong khi sự biến thiên của các đường cong này phụ thuộc vào nhiều yếu tố và không thể tính toán chính xác được [5]. Vì vậy, việc tính toán các thông số của chu trình làm việc thông qua thí nghiệm động cơ trên băng thử thông qua phân tích quy luật thay đổi áp suất trong xylanh có độ tin cậy và độ chính xác cao.

2. SƠ ĐỒ MÔ HÌNH THÍ NGHIỆM



Hình 2. Sơ đồ khối thiết bị đo áp suất trong xylanh.

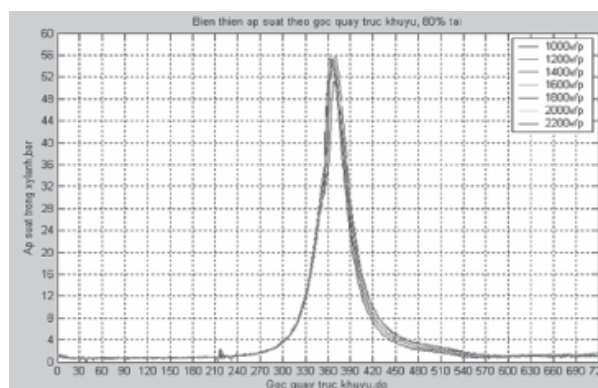
Mô hình thí nghiệm đo áp suất khí thể trong xylanh được thể hiện như Hình 2. Cảm

biến áp suất 2 được đặt trong buồng cháy 1 là loại cảm biến kiểu sinh điện. Tín hiệu đo áp suất trong xylanh được chuyển thành tín hiệu điện, thông qua bộ xử lý và khuếch đại 3 đưa đến thiết bị hiển thị 4 để quan sát hoặc chuyển qua bộ chuyển đổi tín hiệu 6 đến máy tính 7 để ghi dữ liệu. Tín hiệu thời gian được xác định dựa trên cảm biến vị trí góc quay trục khuỷu 5. Mỗi một chế độ tải tiến hành đo ở 7 chế độ tốc độ. Với mỗi một chế độ tốc độ đo được giá trị biến thiên áp suất trong xylanh theo góc quay trục khuỷu. Ứng với $0,5^\circ$, độ quay trục khuỷu ghi lại một giá trị áp suất (Hình 3).

Động cơ thí nghiệm là động cơ diesel D243, một số thông số cơ bản của động cơ được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Một số thông số cơ bản của động cơ D243

Thông số động cơ	Giá trị
Tên động cơ	D243
Số xylanh	4
Đường kính xylanh D (mm)	110
Tỷ số nén ϵ	16
Công suất động cơ N_e (HP)	80HP/2200 vòng/phút

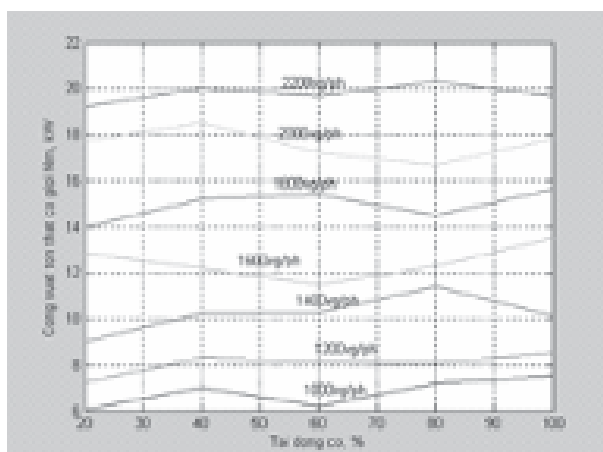


Hình 3. Biến thiên áp suất trong xylanh

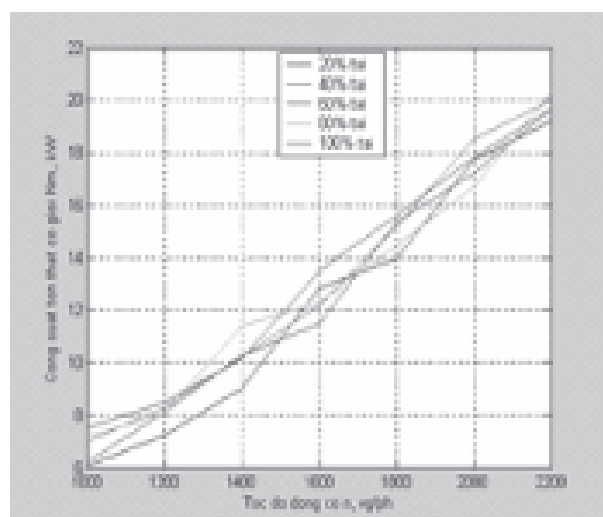
3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Các thông số tổn thất cơ giới

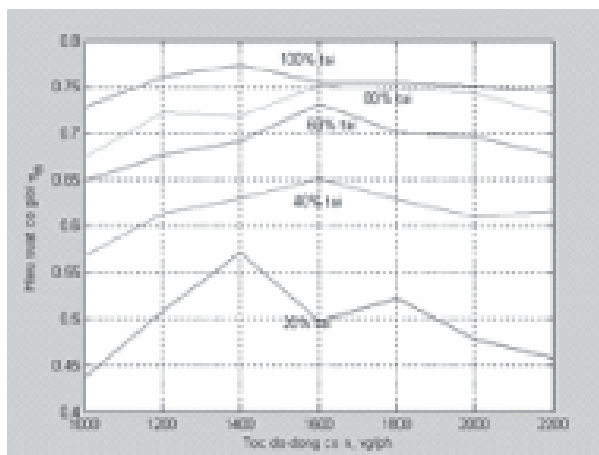
Từ đồ thị công suất tổn thất cơ giới N_m (Hình 4a,b), ta thấy khi tốc độ tăng thì công suất tổn thất cơ giới N_m tăng lên. Điều này phù hợp vì khi tốc độ động cơ tăng lên thì công ma sát tăng lên. Trong khi đó, khi giữ tốc độ không đổi, tăng chế độ tải của động cơ, các đường công suất tổn thất cơ giới N_m ít thay đổi. Qua đó thấy rằng, N_m ảnh hưởng vào tốc độ động cơ nhiều hơn là ảnh hưởng vào chế độ tải.



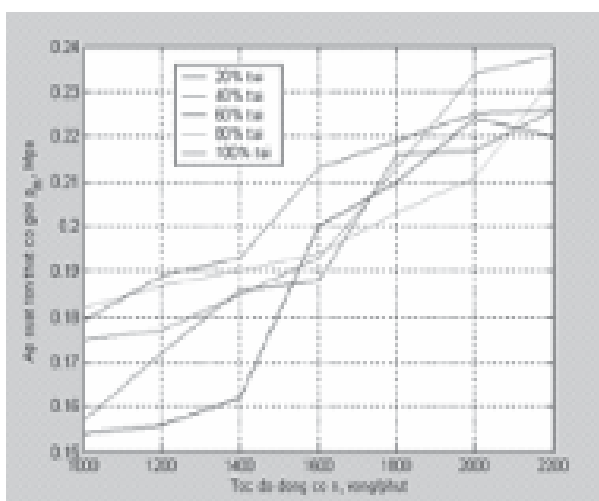
a) Công suất tổn thất cơ giới theo tải



b) Công suất tổn thất cơ giới theo tốc độ



c) Hiệu suất cơ giới η_m theo tốc độ



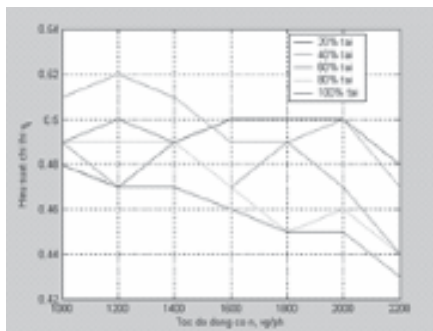
d) Áp suất tổn thất cơ giới p_m theo tốc độ

Hình 4. Các thông số tổn thất cơ giới

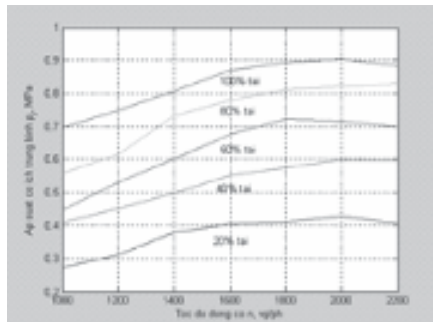
Hệ thống nhiên liệu động cơ diesel hiện đại giữ không thay đổi quy luật cấp nhiên liệu trong một phạm vi tốc độ rộng khi giữ không đổi cơ cấu điều khiển bơm cao áp. Do đó, áp suất chi thị trung bình khi chạy ở đặc tính bộ phận tăng lên đều khi tăng tốc độ. Từ đó, ta có thể thấy $\eta_m = f(n)$ là đường cong hơi lồi (Hình 4c). Càng giảm khối lượng nhiên liệu chu trình g_{ct} thì giá trị của η_m càng giảm và η_m giảm nhiều ở khu vực tốc độ nhỏ. Đối với áp suất tổn thất cơ giới trung bình, thực tế đã chứng minh p_m tăng tuyến tính với tốc độ động cơ (Hình 4d).

3.2. Các thông số chỉ thị

Hình 5a là đồ thị quan hệ giữa hiệu suất chỉ thị η_i theo tốc độ động cơ. Ban đầu, tốc độ động cơ tăng làm cho chuyển động rối của dòng khí trong xy lanh và áp suất phun nhiên liệu tăng, cải thiện chất lượng hòa trộn giữa nhiên liệu và không khí. Điều này làm hiệu suất chỉ thị tăng lên. Nhưng khi tốc độ động cơ tăng cao thì cháy rút tăng, tổn thất nhiệt của quá trình cháy tăng và làm hiệu suất η_i giảm. Đối với động cơ diesel, ảnh hưởng của tốc độ tới η_i là không nhiều.



a) Hiệu suất chỉ thị η_i theo tốc độ



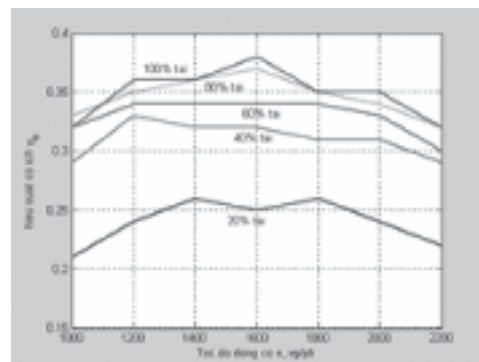
b) Áp suất chỉ thị p_i theo tốc độ
Hình 5. Các thông số chỉ thị

Hình 5b là đồ thị mối quan hệ của áp suất chỉ thị trung bình p_i và tốc độ động cơ. Tốc độ động cơ tăng thì lượng nhiên liệu cấp vào xy lanh g_{ct} tăng làm cho công chỉ thị L_i tăng. Kết quả là áp suất chỉ thị trung bình p_i tăng. Tuy nhiên, tốc độ động cơ tăng ảnh hưởng đến chất

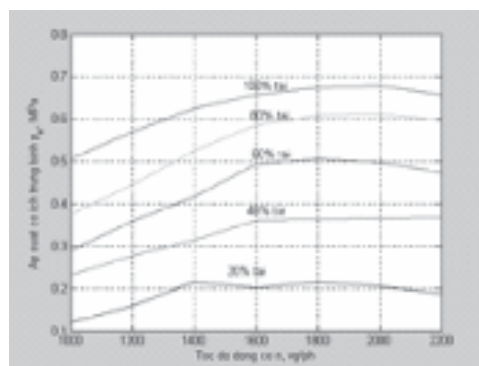
lượng quá trình nạp, chất lượng quá trình cháy và lượng nhiệt tổn thất trong quá trình cháy – giãn nở. Khi tăng tốc độ động cơ, hệ số nạp η_v giảm, chất lượng cháy kém, tăng lượng cháy rút. Điều này làm cho áp suất chỉ thị trung bình p_i giảm.

3.3. Các thông số có ích

Sự thay đổi của hiệu suất có ích theo tốc độ $\eta_c = f(n)$ phụ thuộc vào sự biến thiên của hiệu suất cơ giới η_m và hiệu suất chỉ thị η_i (Hình 6a). Khi càng tăng tốc độ động cơ thì hiệu suất η_m giảm, còn η_i ban đầu tăng lên do cải thiện được chất lượng hoà trộn, sau đó giảm xuống. Vì vậy, đặc tính tốc độ của η_c là đường cong lồi, giá trị hiệu suất có ích η_{cmax} đạt được trong khu vực từ tốc độ tương ứng với mômen cực đại tới tốc độ tương ứng với công suất cực đại.



a) Hiệu suất có ích η_c theo tốc độ



b) Áp suất có ích p_e theo tốc độ
Hình 6. Các thông số có ích



Đường cong $p_e = f(n)$ được thể hiện trên Hình 6b. Khi tốc độ tăng, lượng nhiên liệu cấp cho chu trình g_{ct} tăng lên (theo đặc tính bơm cao áp kiểu Bosh) p_e tăng lên. Tuy nhiên, do p_e còn phụ thuộc vào η_m và η_i , ở tốc độ cao, cả η_m và η_i đều giảm, vì vậy sau khi đạt $p_{e_{max}}$ thì đường cong p_e giảm dần khi động cơ dần đến tốc độ định mức.

4. KẾT LUẬN

Đo áp suất khí thể trong xy lanh động cơ là công việc đơn giản nhưng rất hiệu quả trong thí nghiệm nghiên cứu động cơ đốt trong. Đồ thị áp suất khí thể theo góc quay trục khuỷu hay thể tích xy lanh (đồ thị công) không những phục vụ tính toán các thông số của quá trình cũng như các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật, mà nó còn phục vụ phân tích nghiên cứu hoàn thiện quá trình cháy của động cơ. ♦

Ngày nhận bài: **03/3/2023**

Ngày phản biện: **30/3/2023**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Nguyễn Tất Tiến; *Nguyên lý động cơ đốt trong*; NXB. Giáo dục, 2008.
- [2]. Phạm Minh Tuấn; *Lý thuyết động cơ đốt trong*; NXB. Khoa học Kỹ thuật, 2006.
- [3]. Kazimierz Lejda and Paweł Woś; *Internal Combustion Engine*. Published by InTech, 2012.
- [4]. PULKRABEK, Willard W.; *Engineering fundamentals of the internal combustion engine*. Second Edition, Pearson Prentice Hall, USA, 2004.
- [5]. HEYWOOD, John B.; *Internal combustion engine fundamentals*. McGraw-Hill Education, 2018.