

GÓC PHUN SỚM NHIÊN LIỆU CỦA ĐỘNG CƠ DIESEL

TS. NGUYỄN HỒNG PHÚC*

Bài báo giới thiệu phương pháp và kết quả nghiên cứu thực nghiệm kết hợp lý thuyết để xác định góc phun sớm, góc cháy trì hoãn của nhiên liệu. Trên cơ sở kết quả nghiên cứu thu được là cơ sở để hoàn thiện hệ thống nhiên liệu động cơ diesel, nâng cao tính kinh tế, hoạt động an toàn và tin cậy cho động cơ.

The paper presented the methods and results of experimental and theoretical study in order to define the time at which fuel oil is injected into cylinder, the lag ignition time of fuel oil. From this study, the improvement of the fuel oil system to increase the fuel economy of diesel engine, safety and confidence in operation of diesel engine.

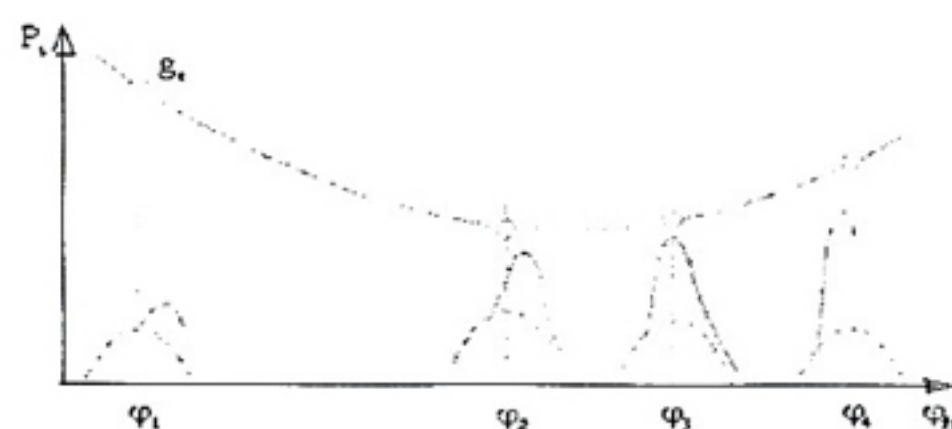
1. Đặt vấn đề

Khi thiết kế và chế tạo động cơ diesel, mỗi loại động cơ đã có một góc phun sớm ứng với vòng quay và phụ tải định mức hay một bảng góc phun sớm theo phụ tải của động cơ được ghi trong tài liệu hướng dẫn sử dụng động cơ. Nhưng trong quá trình khai thác động cơ do tình trạng kỹ thuật động cơ, điều kiện khai thác động cơ... nên góc phun sớm đã cho ban đầu không còn thích hợp nữa. Vậy phải kiểm tra, xác định và đặt lại góc phun sớm nhiên liệu nếu thấy cần thiết cho động cơ ở tình trạng khai thác hiện tại. Vấn đề xác định góc phun sớm và ảnh hưởng của góc phun sớm nhiên liệu đến các thông số công tác của động cơ đã được nhiều tài liệu nghiên cứu. Khi tăng góc phun sớm, sự cháy bắt đầu và kết thúc sớm (lượng nhiên liệu cung cấp cho chu trình không đổi), vì thế nhiệt độ khí xả giảm xuống, đồng thời áp suất cháy cực đại cũng tăng lên, tăng tốc độ tăng áp suất, công nén tăng lên còn công giãn nở giảm xuống một ít, làm tăng nhiệt độ các chi tiết nhóm piston-xilanh, tăng tổn thất nhiệt truyền cho nước mát. Nếu giảm góc phun sớm φ_{ts} muộn hơn điểm chết trên, mặc dù thời gian cháy trì hoãn τ_i tăng lên nhưng áp suất cháy cực đại P_z vẫn giảm do giai đoạn bắt đầu cháy diễn ra khi thể tích làm việc của xilanh đã tăng lên, sự thay đổi áp suất theo góc quay trục khuỷu $\Delta P/\Delta \varphi$ giảm, suất tiêu hao nhiên liệu chỉ thị g_i tăng, nhiệt độ khí xả T_{kx} tăng, ứng suất nhiệt σ_t tăng.

Theo đặc tính suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ với góc phun sớm (hình 1) ở điều kiện không đổi tốc độ động cơ và lượng nhiên liệu cấp cho chu trình, góc phun sớm tốt nhất được xác định tại vị trí có suất tiêu

hao nhiên liệu cực tiểu. Góc phun sớm được lựa chọn sao cho đảm bảo hiệu suất chỉ thị cao nhưng áp suất cháy cực đại nằm trong khoảng cho phép và động cơ làm việc không cứng.

Để cung cấp và bổ sung thêm cho kho tàng số liệu thực nghiệm chúng tôi đã tiến hành thực nghiệm trên động cơ 3AL25/30 với đầy đủ các thiết bị đo và tiến hành thực nghiệm trong một số điều kiện khác nhau như vòng quay động cơ, phụ tải, điều kiện môi trường xung quanh, điều kiện bẩn sạch của máy nén gió tăng áp, phản áp trên đường xả... Từ số liệu này, hàm quan hệ giữa góc cháy trì hoãn của động cơ với nhiệt độ và áp suất môi chất công tác trong xilanh động cơ tại thời điểm phun nhiên liệu vào xilanh động cơ được xác lập.



Hình 1. Đặc tính suất tiêu hao nhiên liệu.

P_s - áp suất không khí sau sinh hàn gió tăng áp, [kPa]; g_e - suất tiêu hao nhiên liệu có ích, [kg/kW]; $\varphi_1 \div \varphi_4$, φ_{ts} - góc phun sớm, [°gqtk].

2. Các yếu tố ảnh hưởng đến góc bắt đầu phun nhiên liệu

Góc bắt đầu cấp nhiên liệu (BĐC, hình 2) sớm hơn góc bắt đầu phun (BĐF) một khoảng thời gian để nén nhiên liệu, giãn nở đường ống cao áp, nâng van một chiều, kim phun. Thời gian này phụ thuộc loại nhiên liệu sử dụng, chiều dài đường ống cao áp, vòng quay động cơ, kết cấu các thiết bị trong hệ thống nhiên liệu, sự rò rỉ nhiên liệu trong bơm và vòi phun.

3. Các yếu tố ảnh hưởng đến thời kỳ cháy trì hoãn

Thời kỳ cháy trì hoãn được tính từ lúc bắt đầu phun nhiên liệu vào xilanh động cơ tới khi phát hỏa bốc cháy (điểm tách khỏi đường nén trên đồ thị $P-\varphi$, hình 3). Thời kỳ cháy trì hoãn phụ thuộc nhiều yếu tố, có thể phân thành ba nhóm:

- **Hóa học:** thành phần hóa học và khả năng bốc cháy của nhiên liệu, nồng độ oxy và khí sót trong buồng cháy.

- **Lý học:** chất lượng phun nhiên liệu, hoà trộn hỗn hợp, áp suất và nhiệt độ khí nạp cuối quá trình nén.

*Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

GÓC PHUN SƠ NHIÊN LIỆU...

(Tiếp theo trang 61)

tải và vòng quay động cơ nhưng khác nhau về sức cản trên ống phun tuabin tăng áp ghi trong bảng 3.

Bảng 1. Giá trị đo các thông số khi phụ tải động cơ thay đổi.

Ký hiệu	Số đo	
P_i [kPa]	1263,3	1506,6
n [v/ph]	763	775
P_s [kPa]	151,85	207,44
T_s [K]	308	319
φ_{bdc} [°gqtk]	-17	-17
φ_{bdf} [°gqtk]	-10	-10
φ_{ch} [gqtk]	-4,5	-7
φ_{ti} [°gqtk]	5,5	3
P_z [kPa]	9340	11980
φ_{Pz} [°gqtk]	10	8

Bảng 2. Giá trị đo các thông số khi vòng quay động cơ thay đổi.

Ký hiệu	Số đo	
n [v/ph]	763	645
P_i [kPa]	1263,3	1423,3
P_k [kPa]	152,11	152,35
T_k [K]	356	357
P_s [kPa]	151,85	152,11
T_s [K]	308	308
φ_{bdc} [°gqtk]	-17	-18
φ_{bdf} [°gqtk]	-10	-12
φ_{ch} [gqtk]	-4,5	-7
φ_{ti} [°gqtk]	5,5	5
P_z [kPa]	9340	10170
φ_{Pz} [°gqtk]	10	7

Ghi chú trong các bảng 1, 2 và 3:

n - vòng quay động cơ diesel, [v/ph];

p_i - áp suất chỉ thị, [kPa];

p_k, T_k - áp suất, nhiệt độ không khí sau máy nén gió tăng áp, [kPa], [K];

p_s, T_s - áp suất, nhiệt độ không khí sau sinh hàn gió tăng áp, [kPa], [K];

φ_{bdc} - góc bắt đầu cấp nhiên liệu, [°gqtk];

φ_{bdf} - góc bắt đầu phun nhiên liệu, [°gqtk];

φ_{ch} - góc ứng với thời điểm bắt đầu cháy nhiên liệu, [°gqtk];

φ_{ti} - góc ứng với thời gian cháy trì hoãn, [°gqtk];

P_z - áp suất cháy cực đại, [kPa];

φ_{Pz} - góc ứng với áp suất cháy cực đại, [°gqtk];

P_{kx}, T_{kx} - áp suất và nhiệt độ khí xả trước tuabin tăng áp, [kPa], [K].

Bảng 3. Giá trị đo các thông số khi sức cản trên ống phun tuabin tăng áp thay đổi.

Ký hiệu	Số đo	
P_i [kPa]	1263,3	1220
n [v/ph]	763	764
P_s [kPa]	151,85	153,85
T_s [K]	308	307

P_{kx} [kPa]	145,71	153,58
T_{kx} [K]	733	730
φ_{bdc} [°gqtk]	-17	-17
φ_{bdf} [°gqtk]	-10	-10
φ_{ch} [gqtk]	-4,5	-4
φ_{ti} [°gqtk]	5,5	6,0
P_z [kPa]	9340	9440
φ_{Pz} [°gqtk]	10	9

Dựa vào số liệu thực nghiệm ta xác định được góc cháy trì hoãn như sau:

$$\varphi_{ti} = 6.n.0,003266 \cdot \left(\frac{T_{kr}}{P_{kr}} \right)^{1,7676} \cdot \exp \left(\frac{1709,2144}{T_{kr}} \right)$$

6.3. Nhận xét

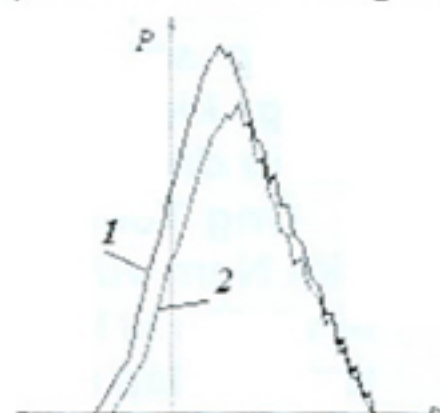
- Góc bắt đầu cấp nhiên liệu chậm sau góc phun hình học khoảng 1 [°gqtk];

- Góc bắt đầu phun nhiên liệu chậm sau góc bắt đầu cấp khoảng 7 [°gqtk];

- Góc cháy trì hoãn phụ thuộc vào áp suất và nhiệt độ môi chất trong xilanh động cơ;

- Động cơ với vòng quay khác nhau nhưng tốc độ tuabin tăng áp bằng nhau (bảng 2), do hiệu suất của máy nén gió tăng áp trong trường hợp động cơ quay ở 645 v/ph lớn hơn khi quay ở 763 v/ph nên áp suất và nhiệt độ không khí tăng áp cao hơn, tuy góc φ_{ti} là 5 [°gqtk] nhỏ hơn 5,5 [°gqtk], nhưng thời gian τ_i của nó là 0,001291 [giây], còn ở 763 v/ph là 0,001201 [giây]. Như vậy, vòng quay động cơ tăng thì thời gian τ_i giảm. Hình 5 là đồ thị so sánh sự thay đổi áp suất môi chất trong xilanh động cơ khi vòng quay động cơ thay đổi.

- Động cơ làm việc với sức cản trên ống phun tuabin tăng áp tăng thì áp suất trên đường khí xả sau tuabin tăng áp tăng, lượng khí sót trong hỗn hợp cháy trong xilanh động cơ nhiều, nên nhiệt độ và áp suất cuối quá trình nén cao hơn trường hợp sức cản bình thường, nhưng trong hỗn hợp cháy có nhiều khí sót do đó sự cháy diễn ra chậm hơn. Trong bảng 3 góc cháy trì hoãn khi sức cản bình thường là $\varphi_{ti} = 5,5$ [°gqtk], khi đó với sức cản tăng thì góc cháy trì hoãn là 6 [°gqtk]. Hình 6 là đồ thị so sánh thay đổi áp suất môi chất trong xilanh động cơ khi sức cản trên ống phun tuabin tăng áp thay đổi.



Hình 5. Đồ thị so sánh sự thay đổi áp suất môi chất trong xilanh động cơ khi vòng quay thay đổi.

1- động cơ làm việc ở vòng quay $n = 645$ [v/ph]; 2- $n = 763$ [v/ph].



Hình 6. Đồ thị so sánh thay đổi áp suất môi chất trong xilanh động cơ khi sức cản trên ống phun thay đổi. 1- sức cản tăng; 2- sức cản bình thường.

7. Sử dụng kết quả nghiên cứu

- Động cơ làm việc với số giờ hoạt động lớn, chế độ khai thác động cơ với vòng quay trục khuỷu giảm so với định mức (động cơ lai chân vịt) thì cần phải xem xét và chỉnh định lại góc phun sớm cho thích hợp với các phương tiện đo hiện đại, thường tốc độ động cơ khai thác hiện tại giảm so với tốc độ định mức thì nên giảm góc phun sớm so với giá trị đã đặt trước.

- Đối với động cơ lai chân vịt khi chạy trong luồng hẹp do tính an toàn phải sử dụng nhiên liệu nhẹ (DO), trong khi đó động cơ được chỉnh theo phụ tải và vòng quay định mức, sử dụng nhiên liệu dầu (FO). Bởi vậy, khi động cơ sử dụng nhiên liệu DO nếu giữ nguyên vị trí tay điều khiển động cơ thì áp suất nén cực đại ở bơm cao áp giảm đi 5÷6%, chất lượng phun giảm, thời gian cháy trì hoãn giảm, áp suất cháy cực đại tăng 2÷5%, tốc độ tăng áp suất tăng 15÷20%. Nếu động cơ có hệ thống điều chỉnh góc phun sớm bằng tay thì nên giảm góc phun sớm khi tàu chạy trong luồng hẹp và đặt lại góc phun sớm như giá trị ban đầu khi tàu hành trình trên biển.

Kết luận

1. Nếu áp suất và nhiệt độ môi chất vào xilanh động cơ tăng thì làm tăng áp suất và nhiệt độ môi chất cuối thời kỳ nén và như vậy làm giảm thời gian cháy trì hoãn.

2. Vòng quay động cơ tăng thì thời gian cháy trì hoãn τ_i giảm.

3. Khi áp suất trên đường xả tăng sẽ làm tăng số lượng khí sót của môi chất công tác, vì vậy làm giảm hệ số nạp. Nếu giữ nguyên công suất động cơ phát ra thì lượng oxy bị thiếu làm kéo dài thời gian của quá trình cháy, góc cháy trì hoãn sẽ tăng lên.

4. Cần có các biện pháp như sửa chữa đúng kỳ, vệ sinh,... để động cơ có thể làm việc gần với tốc độ và phụ tải đã chỉnh góc phun sớm.

Tài liệu tham khảo

[1]. **GS. lu. la Phô Min, GS. TS. Trần Hữu Nghị** (1990), "*Nhiên liệu, dầu nhớt, nước dùng cho tàu thủy*", NXB GTVT, Hà Nội.

[2]. **Lê Viết Lượng** (2000), "*Lý thuyết động cơ diesel*", NXB Giáo dục, Hà Nội.

[3]. **Nguyễn Tất Tiến** (2000), "*Nguyên lý động cơ đốt trong*", NXB Giáo dục, Hà Nội.

[4]. Tài liệu, "*Engine data IEM84TF*", IEM Co., Ltd.

[5]. **Denis Griffiths** (1999), "*MEP series, Volume 1, part 3, Marine Medium Speed Diesel Engines*", London.

[6]. **Instrukcja do ćwiczenia, Temat ćwiczenia** (1998), "*Charakterystyka mocy częściowej dla stałej nastawy listwy paliwowej. Charakterystyka obciążeniowa*", Wyższa Szkoła Morska w Gdyni, Gdynia.

[7]. **Włodarski J. K** (2001), "*Stany eksploatacyjne okrętowych silników spalinowych*", Gdynia.