



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt nam (VN)**
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11) 
2-0001822

(51)⁷ **G01M 15/00, F01M 11/12**

(13) **Y**

(21) 2-2016-00088

(22) 18.03.2016

(45) 25.09.2018 366

(43) 25.07.2016 340

(73) **HỌC VIỆN KỸ THUẬT QUÂN SỰ (VN)**

236 Hoàng Quốc Việt, quận Bắc Từ Liêm, thành phố Hà Nội.

(72) Nguyễn Hoàng Vũ (VN), Nguyễn Hà Hiệp (VN), Phạm Trung Kiên (VN), Vũ Đức Mạnh (VN), Phùng Văn Đước (VN)

(54) **PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH SUẤT TIÊU THỤ DẦU BÔI TRƠN CỦA ĐỘNG CƠ ĐỐT TRONG DÙNG HỆ THỐNG BÔI TRƠN KIỂU CÁC-TE KHÔ (DRY CRANKCASE)**

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến phương pháp xác định suất tiêu thụ dầu bôi trơn g_{DBT} của động cơ đốt trong dùng hệ thống bôi trơn kiểu các-te khô (dry crankcase) trong quá trình vận hành trên bộ thử. Phương pháp đo này sử dụng cảm biến mức để giám sát mức dầu bôi trơn (DBT) trong thùng lắng, các cảm biến nhiệt độ được lắp tại các thùng (thùng phân phối, thùng lắng, thùng đo), mỗi bơm dầu được dẫn động bởi một động cơ điện riêng biệt; vị trí đầu gom DBT được giữ cố định, mức dầu bôi trơn được điều chỉnh theo tỉ lệ lưu lượng của 2 bơm hoạt động độc lập, sử dụng bộ điều khiển trung tâm (ECU) để điều khiển quá trình đo.

Thiết bị đo được sử dụng trong phương pháp nêu trên là một cụm độc lập, có thể sử dụng để đo suất tiêu thụ dầu bôi trơn g_{DBT} của động cơ đốt trong mà không gây ảnh hưởng đến quá trình làm việc của hệ thống bôi trơn sẵn có trong phòng thử.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích đề cập đến phương pháp xác định suất tiêu thụ dầu bôi trơn của động cơ đốt trong dùng hệ thống bôi trơn kiểu các-te khô trong quá trình vận hành trên bộ thử. Giải pháp hữu ích cũng mô tả quy trình vận hành hệ thống thiết bị để đo.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Đối với động cơ mới, cũng như động cơ sau sửa chữa lớn, hai trong các chỉ tiêu quan trọng để đánh giá chất lượng kỹ thuật của động cơ là suất tiêu thụ nhiên liệu, ký hiệu là g_e (g/kW.giờ) và suất tiêu thụ dầu bôi trơn (DBT) ký hiệu là g_{DBT} (g/kW.giờ). Suất tiêu thụ dầu bôi trơn g_{DBT} được xác định theo công thức sau:

$$g_{DBT} = \frac{3600 \cdot \Delta m}{\Delta t} \frac{1}{N_e}, [\text{g/kW.giờ}] \quad (1)$$

trong đó: Δm - lượng tiêu thụ dầu bôi trơn [g]; Δt - thời gian đo lượng tiêu thụ dầu bôi trơn [giờ]; N_e - công suất có ích của động cơ [kW].

Để xác định g_{DBT} ở chế độ làm việc ổn định bất kỳ, khi động cơ vận hành trên bộ thử, cần tiến hành đo các thông số sau: lượng tiêu thụ dầu bôi trơn trong một đơn vị thời gian - Δm [g/giây] hoặc [kg/giờ]; công suất có ích của động cơ - N_e [kW]. Trong đó, N_e được xác định thông qua mô men xoắn có ích - M_e [kG.m] và tốc độ trục khuỷu động cơ - n [vòng/phút] theo công thức sau:

$$N_e = \frac{1}{9,81} \frac{M_e \cdot n}{9550}, [\text{kW}] \quad (2)$$

Với bốn thông số đo là M_e , n , Δm và Δt sẽ xác định được g_{DBT} của động cơ [g/kW.giờ]. Ngoài ra, quá trình đo g_{DBT} cũng cần đo một số thông số khác để giám sát quá trình vận hành của động cơ và kiểm soát phép đo.

Việc đo g_{DBT} đã được các nhà sản xuất, các cơ sở sửa chữa động cơ quan tâm, thực hiện từ lâu và tất cả đều công nhận rằng việc đo g_{DBT} là khó khăn vì nó có giá trị nhỏ (khoảng từ $3 \div 10$ [g/kW.giờ]; ở một số loại động cơ có thể lên đến ngưỡng $15 \div 16$ [g/kW.giờ]). Ngoài ra, việc xác định chính xác lượng dầu bôi trơn (DBT) tức thời tuần hoàn trong hệ thống bôi trơn là rất khó khăn, nhất là khi có thêm tác động của sự thay đổi nhiệt độ của DBT theo chế độ vận hành (tải và tốc độ) của động cơ. Để tăng độ chính xác của phép đo, cần phải tiến hành thử nghiệm trong thời gian dài (có thể đến hàng chục giờ máy nổ).

Phép đo suất tiêu thụ dầu bôi trơn thông thường được tiến hành như sau: Động cơ được khởi động và chạy sấy nóng đến nhiệt độ ổn định (dựa theo nhiệt độ nước làm mát và DBT), sau đó DBT được xả từ các-te động cơ ra. Tiếp theo, rót vào hệ thống bôi trơn của động cơ một lượng DBT (đã được cân chính xác từ trước) đến mức cần thiết. Trong quá trình thử nghiệm, lượng DBT được rót bổ sung cũng được cân chính xác. Kết thúc quá trình thử nghiệm, DBT trong các-te được xả hết khỏi động cơ và được cân trong cùng điều kiện giống như khi rót vào động cơ trước quá trình thử nghiệm. Lượng tiêu thụ dầu bôi trơn sẽ được xác định thông qua lượng DBT rót vào động cơ ban đầu, lượng DBT rót bổ sung và lượng DBT còn lại xả ra khỏi động cơ. Khi đo g_{DBT} bằng phương pháp này quy trình đo khá phức tạp: việc xả DBT, rót bổ sung DBT thường xuyên không những tăng thời gian, nhân công mà còn gây ảnh hưởng đến độ chính xác của phép đo; không xác định được g_{DBT} khi động cơ đang vận hành. Ngoài ra, theo quy trình này khi chưa có các cảm biến để đo các thông số như nhiệt độ DBT, mô men xoắn có ích và tốc độ trục khuỷu động cơ v.v. nên sẽ khó khăn cho việc đảm bảo độ chính xác của phép đo; đảm bảo mức độ đồng bộ và khả năng lưu trữ đồng thời các dữ liệu cần đo.

Phương pháp đo suất tiêu thụ dầu bôi trơn trong patent Mỹ số 4,321,056 “Measurement of engine oil consumption”, cấp ngày 23 tháng 3 năm 1982, sử dụng hợp chất dialkyldithiophosphat kẽm làm phụ gia pha trong DBT. Lượng tiêu thụ dầu bôi trơn của động cơ được xác định thông qua việc phân tích, xác định lượng kẽm (trong hỗn hợp sulphat kẽm) trong khí thải động cơ. Khí thải được sục qua nước để hòa tan lượng sulphat kẽm. Từ kết quả phân tích, xác định lượng kẽm trong nước sẽ

tính toán được lượng tiêu thụ dầu bôi trơn của động cơ. Phép đo được thực hiện trong thời gian khoảng 10 phút. Phương pháp được trình bày trong tài liệu này có ưu điểm là có thể xác định được lượng tiêu thụ dầu bôi trơn trên động cơ sử dụng nhiên liệu xăng và nhiên liệu diesel; động cơ có hệ thống bôi trơn kiểu các-te khô và các-te ướt. Độ chính xác của phép đo có thể đạt rất cao ($\pm 0,00005$ Pound/ml.giờ). Tuy nhiên, phương pháp đo đòi hỏi phải sử dụng phụ gia pha thêm vào DBT và đòi hỏi quy trình đo, phương tiện hiện đại, có độ chính xác cao để xác định hàm lượng kẽm trong khí thải của động cơ.

Patent Mỹ số 5,263,445 “Apparatus and method for changing oil in an internal combustion engine and simultaneously determining engine oil consumption and wear”, cấp ngày 23 tháng 11 năm 1993, mô tả phương pháp thay thế, bổ sung DBT trên các động cơ có sử dụng hệ thống chứa và phân phối DBT. Lượng tiêu thụ dầu bôi trơn được xác định theo thể tích hoặc khối lượng DBT trong thùng chứa. Phương pháp xác định lượng tiêu thụ dầu bôi trơn được trình bày trong tài liệu này chỉ cho phép xác định được lượng tiêu thụ dầu bôi trơn của động cơ trong một khoảng thời gian nhất định thông qua lượng DBT cần bổ sung. Phương pháp này cho độ chính xác không cao và không xác định được suất tiêu thụ dầu bôi trơn của động cơ tại một chế độ làm việc xác định.

Patent Mỹ số 5,273,134 “Oil consumption measurement system for internal combustion engine”, cấp ngày 28 tháng 12 năm 1993, mô tả phương pháp xác định suất tiêu thụ dầu bôi trơn trong động cơ sử dụng hệ thống bôi trơn các-te ướt. Mức dầu bôi trơn trong các-te động cơ được xác định qua ống thông với thùng chứa bên ngoài. Phao trong thùng chứa có nhiệm vụ xác định và giữ cố định mặt thoáng của DBT trong thùng này. Lượng DBT tiêu thụ trong quá trình động cơ làm việc được xác định thông qua lượng DBT được bổ sung từ thùng phân phối. Phương pháp này có thể xác định suất tiêu thụ dầu bôi trơn của động cơ tại một chế độ vận hành xác định. Tuy nhiên phương pháp chỉ áp dụng với động cơ sử dụng hệ thống bôi trơn kiểu các-te ướt; độ chính xác của phép đo phụ thuộc vào kết cấu của phao và độ trễ của bơm dầu điện điều khiển lượng DBT bổ sung vào các-te động cơ.

Patent Mỹ số 5,445,964 “Dynamic engine oil and fuel consumption measurements using tunable diode laser spectroscopy”, cấp ngày 29 tháng 8 năm 1995, bộc lộ phương pháp xác định đồng thời suất tiêu thụ dầu bôi trơn và suất tiêu thụ nhiên liệu của động cơ trong quá trình vận hành bằng cách bổ sung hợp chất không phải chất phóng xạ Organo-Brom hoặc hợp chất clo vào DBT hoặc vào nhiên liệu với tỷ lệ nhỏ. Quang phổ kế với cảm biến laze được dùng để xác định lượng HBr hoặc HCl trong khí thải động cơ. Ưu điểm của phương pháp này là có thể xác định theo thời gian thực đồng thời suất tiêu thụ dầu bôi trơn và suất tiêu thụ nhiên liệu của động cơ; quá trình đo không sử dụng các hóa chất gây ảnh hưởng đến sức khỏe con người. Tuy nhiên, phương pháp này yêu cầu sử dụng thiết bị hiện đại, độ chính xác cao để xác định hàm lượng HBr và HCl trong khí thải động cơ. Độ chính xác của phép đo phụ thuộc nhiều vào quá trình lấy mẫu, tạo dòng cho dòng khí thải qua thiết bị phân tích.

Một số công ty (Volvo, ЯМЗ, AVL) đã chế tạo và thương mại hóa các thiết bị đo lượng tiêu thụ dầu bôi trơn (Oil Consumption Meter). Các thiết bị này chưa xác định được trực tiếp g_{DBT} , có giá thành cao, tổng dung tích thiết kế của thiết bị nhỏ, được thiết kế để dùng cho các động cơ đốt trong dùng hệ thống bôi trơn các-te ướt. Các thiết bị dạng này khó áp dụng để thử nghiệm động cơ diesel cỡ lớn, ví dụ động cơ diesel B2/B6, dùng hệ thống bôi trơn kiểu các-te khô.

Đối với động cơ dùng hệ thống bôi trơn kiểu các-te khô, trong hệ thống bôi trơn của nó phải có thùng phân phối để tiếp nhận DBT từ các-te bơm về và DBT từ thùng phân phối được bơm dầu cung cấp vào đường dầu chính. Với động cơ loại này, việc đo g_{DBT} thường được thực hiện thông qua một thùng đo bổ sung được nối song song với thùng phân phối (Hình 1). Thông qua việc xác định sự thay đổi lượng DBT trong thùng đo (theo khối lượng hoặc thể tích) theo thời gian sẽ tính được g_{DBT} . Nhờ việc sử dụng van ba nhánh có thể dễ dàng thử hoạt động với hệ thống bôi trơn của phòng thử hoặc có sử dụng mạch đo g_{DBT} . Theo sơ đồ trên Hình 1, liên hệ giữa thùng phân phối và thùng đo theo nguyên lý bình thông nhau nên không khắc phục được ảnh hưởng của sự giãn nở thể tích của DBT khi thay đổi nhiệt độ, khả năng dập bọt kém do không có thùng lắng v.v.. Cũng theo sơ đồ này, không có bơm luân chuyển tức thời

DBT giữa thùng phân phối và thùng đo nên lượng DBT đo được trong thùng đo không phản ánh đầy đủ lượng tiêu thụ dầu bôi trơn trong động cơ. Ngoài những nhược điểm trên, giải pháp nêu trong sơ đồ đo này cũng có nhược điểm giống phép đo g_{DBT} của động cơ dùng hệ thống bôi trơn các-te ướt đó là khó khăn cho việc đảm bảo độ chính xác của phép đo, đảm bảo mức độ đồng bộ và khả năng lưu trữ đồng thời các dữ liệu cần đo.

Tiêu chuẩn còn hiệu lực của Liên bang Nga CT CЭB 4598-84 đề cập đến phương pháp xác định g_{DBT} của động cơ dùng hệ thống bôi trơn kiểu các-te ướt. Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế số SU 1615597: "Thiết bị đo tiêu hao dầu nhờn trong các-te động cơ đốt trong", năm 1990" cũng được xây dựng dựa theo phương pháp đã trình bày trong tiêu chuẩn Liên Bang Nga CT CЭB 4598-84 nêu trên. Giải pháp nêu trong tài liệu SU 1615597 này sử dụng đầu gom dầu và cơ cấu nâng được điều khiển bằng role điện khi dùng cảm biến kiểu nhiệt điện trở, hai bơm luân chuyển DBT được dẫn động chung bởi một motor điện. Ở đây, tỉ lệ lưu lượng giữa 2 bơm là cố định, vị trí đầu gom dầu thay đổi khi thay đổi vị trí cơ cấu nâng được dẫn động điện (Hình 2).

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Mục đích của giải pháp hữu ích này là đề xuất phương pháp xác định suất tiêu thụ dầu bôi trơn g_{DBT} của động cơ diesel B2/B6 dùng hệ thống bôi trơn kiểu các-te khô trong quá trình vận hành trên bộ thử. Thiết bị dùng để đo trong phương pháp này là một cụm độc lập, có thể sử dụng để đo g_{DBT} của động cơ mà không gây ảnh hưởng đến quá trình làm việc của hệ thống bôi trơn sẵn có trong phòng thử.

Phương pháp xác định g_{DBT} của giải pháp hữu ích này có một số cải tiến với tài liệu "Thiết bị đo tiêu hao dầu nhờn trong các-te động cơ đốt trong nêu trong SU 1615597", cụ thể là: sử dụng cảm biến mức để giám sát mức dầu bôi trơn trong thùng lắng, các cảm biến nhiệt độ được lắp tại các thùng phân phối, thùng lắng, thùng đo, mỗi bơm dầu được dẫn động bởi một motor điện riêng biệt; vị trí đầu gom dầu DBT được giữ cố định, mức dầu bôi trơn được điều chỉnh theo tỉ lệ lưu lượng của 2 bơm hoạt động độc lập, sử dụng bộ điều khiển trung tâm ECU để điều khiển quá trình đo.

Những cải tiến này làm cho kết cấu thiết bị đo đơn giản hơn, quá trình vận hành thiết bị dễ dàng hơn, cho phép đo được tức thời g_{DBT} khi động cơ đang vận hành ở chế độ ổn định bất kỳ, các thông số đo được lưu trữ liên tục ở dạng file.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1: là sơ đồ bố trí thùng đo với động cơ dùng hệ thống bôi trơn kiểu các-te khô.

Hình 2: là sơ đồ nguyên lý hệ thống đo g_{DBT} với cơ cấu xác định mức dầu (Patent SU 1615597. USSR 1990). Trong đó: 1- thùng lắng; 2, 3- bơm DBT; 4- động cơ điện; 5- thùng đo; 6- thiết bị đo (cân); 7- thiết bị ghi giá trị đo (cảm biến); 8- nguồn nuôi; 9, 10- ống hút; 11, 12- ống đẩy; 13- cơ cấu nâng dẫn động điện; 14- ống lồng; 15- Êcu điều chỉnh; 16- Role cơ khí kiểu kín; 17- thiết bị ngắt của role có lỗ trung tâm; 18- thanh kéo; 19- phao; 20- cữ chặn; 21- lò xo hồi vị.

Hình 3: là sơ đồ nguyên lý hệ thống đo g_{DBT} của động cơ đốt trong dùng hệ thống bôi trơn kiểu các-te khô khi đang vận hành trên bộ thử. Trong đó: 1- bơm dầu khởi động (bơm điện); 2- bơm dầu chính của động cơ thử; 3- bầu lọc DBT; 4- cảm biến áp suất DBT trong mạch dầu chính; 5- động cơ thử; 6- cảm biến lực phanh của phanh thử; 7- cảm biến tốc độ trục phanh (trục khuỷu động cơ); 8- máy tính điều khiển và phần mềm; 9- kết làm mát DBT của phòng thử; 10- van an toàn; 11- màn hình hiển thị của hệ thống đo g_{DBT} ; 12- động cơ điện (ĐC_1) dẫn động bơm dầu 13; 13- bơm dầu của thùng lắng; 14- động cơ điện (ĐC_2) dẫn động bơm dầu 15; 15- bơm dầu của thùng đo; 16- bộ phận giảm dao động của DBT trong thùng lắng; 17- bộ gom DBT trong thùng lắng; 18- cảm biến mức dầu bôi trơn trong thùng lắng; 19- cảm biến nhiệt độ DBT trong thùng đo (T_1); 20- cảm biến nhiệt độ DBT trong thùng lắng (T_2); 21- cảm biến nhiệt độ DBT trong thùng phân phối (T_3); 22- van khóa.

Hình 4: là hình vẽ thể hiện quy trình đo g_{DBT} của động cơ đốt trong dùng hệ thống bôi trơn kiểu các-te khô khi đang vận hành trên bộ thử.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Trên Hình 3 là ví dụ về động cơ B2/B6 dùng hệ thống bôi trơn kiểu các-te khô. Bơm DBT khởi động (1) (dẫn động bằng động cơ điện) có nhiệm vụ cung cấp DBT

có áp suất qua bầu lọc (3) đến các ổ trục chính của trục khuỷu trong quá trình khởi động động cơ. Bơm DBT (2) là bơm kiểu bánh răng với 2 khoang hút và 1 khoang đẩy; 1 khoang hút sẽ chuyển DBT từ thùng phân phối qua khoang đẩy và cấp DBT đến đường dầu chính; 1 khoang hút sẽ chuyển DBT từ các-te qua kết làm mát DBT (9) và các bầu lọc rồi về thùng phân phối. Cảm biến áp suất (4) được dùng để đo áp suất DBT trong mạch dầu chính, cảm biến lực phanh (6) được dùng để xác định giá trị lực phanh của phanh thử, cảm biến tốc độ (7) được dùng để xác định tốc độ quay của trục phanh (tốc độ quay trục khuỷu động cơ), máy tính (8) với phần mềm kèm theo được dùng để thu thập dữ liệu thử và kiểm soát quá trình vận hành của động cơ trong khi thử.

Hình 3 trình bày nguyên lý của phương pháp xác định g_{DBT} trong giải pháp hữu ích này, trong thùng lắng, vị trí của bộ gom dầu (17) của bơm (13) sẽ được thiết kế để có thể thay đổi khi đã chọn trước mức DBT trong thùng đo. Khi đó, ta sẽ chọn mức dầu bôi trơn ban đầu của thùng đo, sau đó điều chỉnh đầu bộ gom dầu (17) trong thùng lắng và cố định nó. Khi hệ thống đo hoạt động, bơm (15) sẽ cung cấp DBT cho động cơ. Nếu lượng DBT cung cấp của bơm (15) lớn hơn lượng DBT tiêu hao trong động cơ thì mức dầu bôi trơn (trong thùng lắng) sẽ cao hơn vị trí (cố định) của ống gom dầu (17) trong thùng lắng và bơm (13) sẽ chuyển lượng DBT này về thùng đo. Chọn bơm (15) có lưu lượng khoảng từ $20 \div 50$ lần g_{DBT} cực đại của động cơ. Khi đó, mức dầu bôi trơn trong thùng lắng luôn tăng, do đó bơm (13) luôn hoạt động. Khi động cơ làm việc ở chế độ vận hành ổn định (tải và tốc độ), khối lượng DBT trong thùng đo sẽ giảm dần và dữ liệu này sẽ được ECU ghi nhận để tính toán g_{DBT} . Khi xét trong một đơn vị thời gian, nếu gọi lượng DBT do bơm (2) cấp vào động cơ là Q_1 , lượng DBT mà bơm (2) trả về thùng phân phối là Q_2 thì lượng DBT tiêu hao của động cơ tại chế độ vận hành hiện tại sẽ là $Q_3 = Q_1 - Q_2$. Gọi lượng DBT do bơm (15) cấp vào thùng phân phối là Q_4 (chính là lượng DBT giảm đi trong thùng đo do bơm (15) chuyển đi), suy ra lượng DBT tăng lên trong thùng lắng $Q_5 = Q_4 - Q_3$. Do vậy, lượng DBT do bơm (13) chuyển về thùng đo sẽ là Q_5 . Lượng DBT giảm đi trong thùng đo sẽ là $Q_6 = Q_4 - Q_5 = Q_4 - (Q_4 - Q_3) = Q_3$ đây chính là lượng tiêu thụ dầu bôi trơn cần xác định. Hệ thống này làm việc một cách tuần hoàn kín và ở đây động cơ

thử nghiệm (5) chính là “hệ tiêu thụ dầu bôi trơn”. Khi động cơ làm việc ở chế độ vận hành ổn định, khối lượng DBT trong thùng đo sẽ giảm và dữ liệu này sẽ được ghi nhận sau mỗi khoảng thời gian nhất định. Thời gian cho 1 chu trình đo g_{DBT} của động cơ B2(B6) là khoảng 10-15 phút.

Quy trình xác định g_{DBT} được thể hiện trên Hình 4 với các bước chính như sau:

- Bước 1: Chọn mức dầu bôi trơn trong thùng lắng và vị trí của đầu gom dầu (17):

+ Mở van thông giữa thùng phân phối và thùng lắng. Kiểm tra xem mức dầu bôi trơn trong thùng lắng h có nằm trong giới hạn cho phép không (bổ sung DBT vào thùng phân phối nếu không đủ hoặc xả bớt DBT nếu thừa):

$$[h_{\min}] \leq h \leq [h_{\max}] \quad (3)$$

trong đó: h - chiều cao mức dầu bôi trơn trong thùng lắng, (m); $[h_{\min}]$ - giới hạn thấp nhất của chiều cao mức dầu bôi trơn trong thùng lắng, (m); $[h_{\max}]$ - giới hạn lớn nhất của chiều cao mức dầu bôi trơn trong thùng lắng, (m).

+ Đặt vị trí đầu gom DBT trong thùng lắng ở vị trí thích hợp đảm bảo lượng dầu hút sang thùng đo lớn hơn lượng tiêu thụ dầu bôi trơn dự kiến trong suốt quá trình đo.

- Bước 2: Vận hành động cơ và bật các bơm dầu để sấy nóng động cơ và DBT trong các thùng phân phối, thùng lắng, thùng đo;

+ Khởi động hệ thống đo g_{DBT} ; các bơm DBT được bật; DBT được luân chuyển giữa các thùng nhằm duy trì sự ổn định và đảm bảo độ chênh lệch nhiệt độ của DBT tại 3 vị trí đo nằm trong giới hạn cho phép:

$$\begin{cases} |T_1 - T_2| \leq [\Delta T_1] \\ |T_2 - T_3| \leq [\Delta T_2] \\ |T_1 - T_3| \leq [\Delta T_3] \end{cases} \quad (4)$$

trong đó: T_1 - nhiệt độ DBT trong thùng phân phối, ($^{\circ}\text{C}$); T_2 - nhiệt độ DBT trong thùng lắng, ($^{\circ}\text{C}$); T_3 - nhiệt độ DBT trong thùng đo, ($^{\circ}\text{C}$); $[\Delta T_1]$, $[\Delta T_2]$, $[\Delta T_3]$ - giới hạn độ lệch nhiệt độ DBT chứa trong các thùng tương ứng, ($^{\circ}\text{C}$),

+ Trong quá trình vận hành, bộ điều khiển trung tâm (ECU) liên tục giám sát các điều kiện để đảm bảo đủ lượng DBT trong quá trình đo và DBT trong các thùng lắng, thùng đo không bị tràn:

$$\begin{cases} h \geq [h_{\max}] \\ m \geq [m_{\max}] \\ m \leq [m_{\min}] \end{cases} \quad (5)$$

trong đó: m - khối lượng DBT chứa trong thùng đo, (g); $[m_{\min}]$ - giới hạn nhỏ nhất của khối lượng DBT chứa trong thùng đo, (g); $[m_{\max}]$ - giới hạn lớn nhất của khối lượng DBT chứa trong thùng đo, (g).

Nếu một trong các giá trị của điều kiện (5) không thỏa mãn thì sẽ tắt các bơm dầu và dừng quá trình đo;

+ Quá trình quá trình sấy nóng kết thúc khi thỏa mãn các điều kiện (4), (5).

- Bước 3: Vận hành động cơ đốt trong đến chế độ cần đo theo quy trình có sẵn của nhà máy tùy theo từng loại động cơ

+ Quan sát trực tiếp trên thiết bị thu thập dữ liệu của bộ thử để điều khiển động cơ vận hành ổn định (tải và tốc độ) tại chế độ cần xác định g_{DBT} ;

+ Kiểm tra sự ổn định của chế độ vận hành:

$$\begin{cases} \Delta n \leq [\Delta n] \\ \Delta M_e \leq [\Delta M_e] \end{cases} \quad (6)$$

trong đó: Δn - sự biến động của tốc độ quay trục khuỷu động cơ trên băng thử, (vòng/phút); ΔM_e - sự biến động của mô men xoắn có ích động cơ trên băng thử (kG.m); $[\Delta n]$ - giới hạn cho phép của sự biến động tốc độ quay trục khuỷu động cơ trên băng thử, (vòng/phút); $[\Delta M_e]$ - giới hạn cho phép của sự biến động mô men xoắn có ích động cơ trên băng thử, (kG.m).

+ Khi thỏa mãn các điều kiện (5), (6), chuyển sang chế độ đo.

- Bước 4: Xác định lượng tiêu thụ dầu bôi trơn, tốc độ động cơ, mô men xoắn trong khoảng thời gian đo (t_1 , t_2)

+ ECU kiểm tra điều kiện (6) và sự duy trì điều kiện này trong một khoảng thời gian nhất định;

+ Khi các điều kiện kiểm tra (5), (6) thỏa mãn ECU sẽ tự động xác định các thông số cần đo tại thời điểm t_1 .

+ Xác định các giá trị mô men xoắn có ích M_e^i và tốc độ động cơ n^i theo thời gian đo với bước xác định;

+ Trong quá trình đo, nếu điều kiện (6) không thỏa mãn sẽ tiến hành chạy lại Bước 4, xác định lại thời điểm ban đầu đo t_1 và khối lượng dầu trong thùng đo m_1 ;

+ Xác định thời điểm kết thúc đo t_2 và khối lượng thùng đo m_2 tại thời điểm t_2 ;

+ Lưu trữ kết quả đo;

+ Tắt các bơm DBT.

- Bước 5: Xác định suất tiêu thụ dầu bôi trơn g_{DBT}

+ g_{DBT} của động cơ sẽ được xác định theo các công thức sau:

$$\overline{M_e} = \frac{\sum_{i=1}^{30} M_e^i}{30}, [\text{kG.m}] \quad (7)$$

$$\overline{n} = \frac{\sum_{i=1}^{30} n^i}{30}, [\text{vòng/phút}] \quad (8)$$

$$\overline{N_e} = \frac{1}{9,81 \cdot 9550} \overline{M_e} \cdot \overline{n}, [\text{kW}] \quad (9)$$

$$g_{DBT} = \frac{3600(m_2 - m_1)}{t_2 - t_1} \frac{1}{\overline{N_e}}, [\text{g/kW.giờ}] \quad (10)$$

$$g_{DBT} = \frac{2685,6(m_2 - m_1)}{t_2 - t_1} \frac{1}{\overline{N_e}}, [\text{g/ml.giờ}] \quad (11)$$

trong đó: M_e^i - giá trị mô men xoắn có ích của động cơ trên băng thử tại các thời điểm được xác định theo các bước thời gian, (kG.m); $\overline{M_e}$ - giá trị mô men xoắn có ích trung bình của động cơ trên băng thử, (kG.m); n^i - giá trị tốc độ quay của trục khuỷu động cơ trên băng thử tại các thời điểm được xác định theo các bước thời gian,

(vòng/phút); $\bar{n}$ - giá trị tốc độ quay trung bình của trục khuỷu động cơ trên băng thử (vòng/phút); $\bar{N}_e$ - giá trị công suất có ích trung bình của động cơ trên băng thử, (kW); m_1 - khối lượng DBT chứa trong thùng đo tại thời điểm bắt đầu đo t_1 , (g); m_2 - khối lượng DBT chứa trong thùng đo tại thời điểm kết thúc đo t_2 , (g).

Các dữ liệu đo được lưu trữ liên tục trong máy tính, phục vụ công tác kiểm tra, khắc phục, đánh giá phép đo.

Lợi ích của giải pháp hữu ích

- Xác định được g_{DBT} khi động cơ đang vận hành ở chế độ ổn định bất kỳ, đảm bảo độ chính xác theo các tài liệu tiêu chuẩn, còn hiệu lực;
- Với phương pháp này, việc sử dụng thiết bị đơn giản, thuận tiện hơn; tự động hóa quá trình đo g_{DBT} ;
- Nâng cao mức độ an toàn cho động cơ thử và hệ thống thiết bị đo trong quá trình vận hành thông qua việc giám sát mức dầu và nhiệt độ trong các thùng phân phối, thùng lắng và thùng đo;
- Bán tự động việc luân chuyển DBT giữa các thùng, phục vụ việc kiểm tra, bảo dưỡng và sửa chữa hệ thống đo;
- Các thông số đo được lưu trữ đồng bộ phục vụ cho việc đánh giá kết quả đo; phân tích, đánh giá sự làm việc của hệ thống đo g_{DBT} .

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp đo suất tiêu thụ dầu bôi trơn g_{DBT} của động cơ đốt trong dùng hệ thống bôi trơn kiểu các-te khô (dry crankcase), bao gồm:

bước 1: Chọn mức dầu bôi trơn (DBT) trong thùng lắng và vị trí của đầu gom dầu (17)

- Mở van nối thông thùng phân phối và thùng lắng,
- Chọn mức dầu bôi trơn ban đầu của thùng lắng, sau đó điều chỉnh đầu bộ gom dầu (17) trong thùng lắng (sao cho lượng dầu hút sang thùng đo lớn hơn lượng tiêu thụ dầu bôi trơn dự kiến trong suốt quá trình đo) và cố định nó, từ đó xác định được vị trí của đầu gom dầu (17),

bước 2: Vận hành động cơ để sấy nóng động cơ và DBT trong các thùng phân phối, thùng lắng, thùng đo và bật các bơm dầu,

- Bơm (15) sẽ cấp DBT từ thùng đo vào thùng phân phối, bơm (13) sẽ hút DBT từ thùng lắng (từ vị trí của đầu gom dầu 17) về thùng đo,

- Chuyển sang bước 3 khi độ chênh nhiệt độ giữa thùng phân phối, thùng lắng, thùng đo đã nằm trong giới hạn chọn trước ΔT nhờ 03 cảm biến nhiệt độ tương ứng được bố trí tại thùng phân phối, thùng lắng và thùng đo,

bước 3: Vận hành động cơ đốt trong đến chế độ cần đo theo quy trình có sẵn của nhà máy tùy theo từng loại động cơ,

bước 4: Xác định lượng tiêu thụ dầu bôi trơn, tốc độ động cơ, mô men xoắn trong khoảng thời gian đo (t_1, t_2):

- Xác định lượng tiêu thụ dầu bôi trơn Δm bằng cách đo khối lượng của thùng đo chứa DBT bằng cảm biến lực (loadcell) dưới sự giám sát liên tục của bộ điều khiển trung tâm (ECU),

- Xác định giá trị tốc độ động cơ n (vòng/phút) bằng cảm biến của bộ thử dưới sự giám sát liên tục của ECU,

- Xác định mô men xoắn M_e của động cơ (kG.m) bằng cảm biến của bộ thử dưới sự giám sát liên tục của ECU,

- Xác định khoảng thời gian đo $\Delta t = t_2 - t_1$,

Bước 5: Xác định suất tiêu thụ dầu bôi trơn g_{DBT}

- Xác định công suất có ích trung bình của động cơ $\overline{N_e}$ theo công thức:

$$\overline{N_e} = \frac{1}{9,81 \cdot 9550} \overline{M_e \cdot n}, [\text{kW}]$$

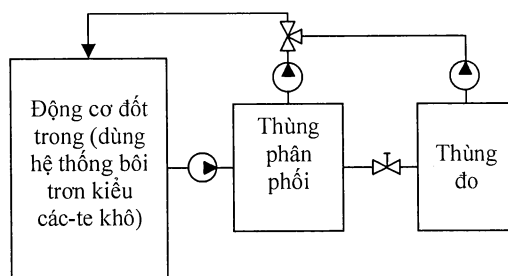
- Tính g_{DBT} theo công thức:

$$g_{DBT} = \frac{3600(m_2 - m_1)}{t_2 - t_1} \frac{1}{\overline{N_e}}, [\text{g/kW.giờ}]$$

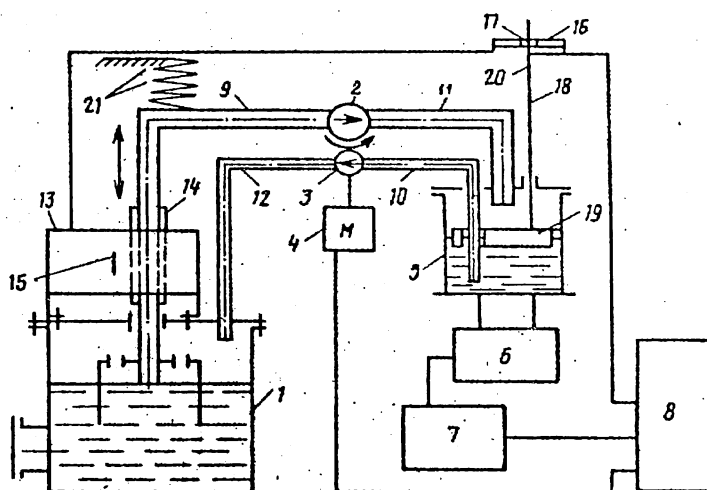
$$g_{DBT} = \frac{2685,6(m_2 - m_1)}{t_2 - t_1} \frac{1}{\overline{N_e}}, [\text{g/ml.giờ}]$$

trong đó: $\overline{M_e}$ - giá trị mô men xoắn có ích trung bình của động cơ, (kG.m); $\overline{n}$ - giá trị tốc độ quay trung bình của trục khuỷu động cơ, (vòng/phút); $\overline{N_e}$ - giá trị công suất có ích trung bình của động cơ, (kW); m_1 - khối lượng DBT chứa trong thùng đo tại thời điểm bắt đầu đo t_1 , (g); m_2 - khối lượng DBT chứa trong thùng đo tại thời điểm kết thúc đo t_2 , (g),

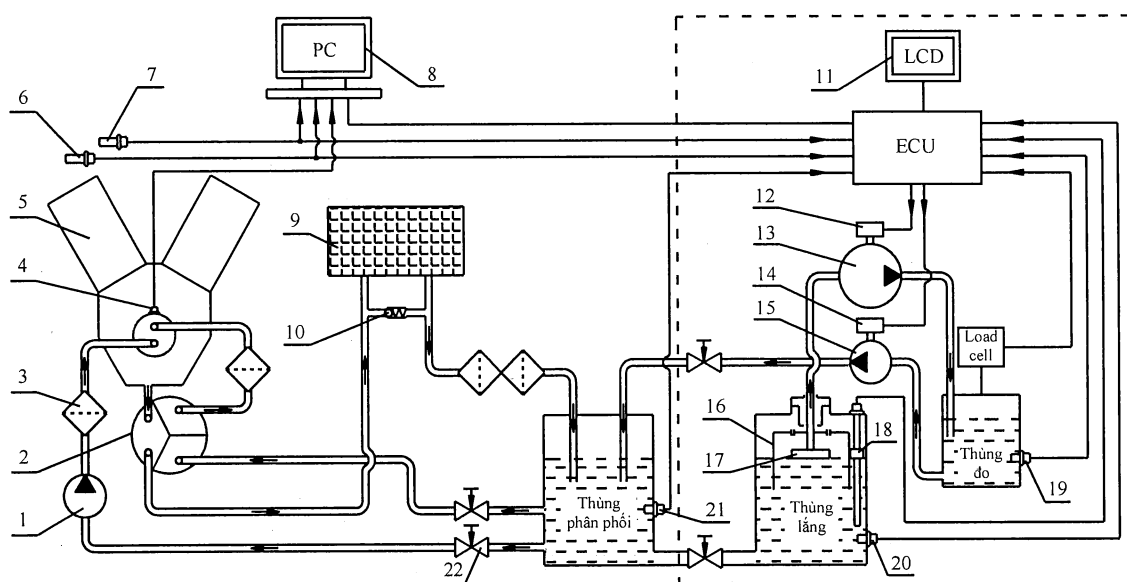
- Xuất kết quả tính g_{DBT} , lưu trữ các thông số đo.



Hình 1. Sơ đồ bố trí thùng đo với động cơ dùng hệ thống bôi trơn kiểu các-te khô



Hình 2. Sơ đồ nguyên lý hệ thống đo g_{DBT} với cơ cấu xác định mức
(Patent SU 1615597. USSR 1990)



Hình 3. Sơ đồ nguyên lý hệ thống đo g_{DBT} của động cơ đốt trong
khi đang vận hành trên bệ thử

