

**ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA CƠ KHÍ GIAO THÔNG**

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP
NGÀNH: KỸ THUẬT CƠ KHÍ
CHUYÊN NGÀNH: CƠ KHÍ ĐỘNG LỰC

ĐỀ TÀI:

**KHẢO SÁT VÀ TÍNH TOÁN KIỂM NGHIỆM HỆ
THỐNG NHIÊN LIỆU ĐỘNG CƠ 8AR-FTS**

Giảng viên hướng dẫn : **TS. NGUYỄN QUANG TRUNG**
Giảng viên phản biện : **PGS.TS. DƯƠNG VIỆT DŨNG**
Sinh viên thực hiện : **NGUYỄN MINH HOÀN**
Số thẻ sinh viên : **103200190**
Lớp : **20C4CLC4**

Đà Nẵng, 05/2025

TÓM TẮT

Tên đề tài: Khảo sát và tính toán kiểm nghiệm hệ thống nhiên liệu động cơ 8AR-FTS

Sinh viên thực hiện: Nguyễn Minh Hoàn

Số thẻ SV: 103200190 Lớp: 20C4CLC4

Đồ án tập trung nghiên cứu hệ thống nhiên liệu của động cơ Toyota 8AR-FTS, một động cơ tăng áp phun nhiên liệu trực tiếp (GDI) Nội dung chính của đồ án bao gồm:

- Khảo sát tổng thể hệ thống nhiên liệu trên động cơ 8AR-FTS.
- Phân tích nguyên lý hoạt động, đặc điểm cấu tạo và vai trò của các chi tiết chính.
- Tính toán, kiểm nghiệm áp suất, lưu lượng và công suất của bơm cao áp, lượng phun, thời gian phun.
- So sánh lý thuyết và dữ liệu thực tế, từ đó đưa ra nhận xét về hiệu quả hệ thống.

LỜI NÓI ĐẦU

Ngày nay, ngành công nghiệp ô tô đang phát triển nhanh chóng cả về quy mô sản xuất lẫn trình độ công nghệ. Trong đó, việc nghiên cứu và tối ưu hóa các hệ thống động lực, đặc biệt là hệ thống nhiên liệu, đóng vai trò then chốt trong việc nâng cao hiệu suất, tiết kiệm nhiên liệu và giảm thiểu phát thải độc hại ra môi trường.

Động cơ Toyota 8AR-FTS là một ví dụ tiêu biểu, được trang bị công nghệ phun xăng trực tiếp (GDI) kết hợp tăng áp và hệ thống điều khiển điện tử thông minh. Đây là loại động cơ xăng 4 xi lanh, tăng áp, có khả năng đạt hiệu suất cao trong khi vẫn đáp ứng các tiêu chuẩn khí thải nghiêm ngặt như Euro 5 và Euro 6.

Với mục đích hiểu biết và mở rộng kiến thức chuyên môn, góp phần nâng cao hiệu quả hệ thống nhiên liệu em đã thực hiện đồ án: Khảo sát và tính toán kiểm nghiệm hệ thống nhiên liệu động cơ 8AR-FTS

Do kiến thức còn nhiều hạn chế, kinh nghiệm chưa nhiều, tài liệu tham khảo còn ít nên đồ án tốt nghiệp của em không tránh khỏi những thiếu sót, kính mong các thầy cô chỉ bảo để đồ án của em được hoàn thiện hơn.

Cuối cùng em xin gửi lời cảm ơn đến thầy giáo hướng dẫn TS. Nguyễn Quang Trung đã hướng dẫn giúp em hoàn thành đồ án này.

Đà Nẵng ngày 24 tháng 05 năm 2025

Sinh viên thực hiện.

Nguyễn Minh Hoàn

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU.....	1
CHƯƠNG I: TỔNG QUAN HỆ THỐNG CUNG CẤP NHIÊN LIỆU ĐỘNG CƠ XĂNG	2
1. Đặc điểm cung cấp nhiên liệu ở động cơ xăng	2
1.1. Mục đích.	2
1.2. Các yêu cầu hỗn hợp cháy của động cơ xăng.....	2
1.3. Phân loại hệ thống nhiên liệu.....	2
1.3.1. Phân loại theo hệ thống dùng bộ chế hòa khí.....	2
1.3.2. Phân loại theo hệ thống phun xăng.	3
1.3. Nguyên lý hoạt động của hệ thống nhiên liệu trong động cơ xăng.	8
1.3.1. Nguyên lý hoạt động của hệ thống nhiên liệu dùng bộ chế hòa khí.	8
1.3.2. Nguyên lý hoạt động của hệ thống nhiên liệu phun xăng.	13
CHƯƠNG 2. GIỚI THIỆU VỀ ĐỘNG CƠ 8AR-FTS.....	14
2.1. Giới thiệu chung.....	14
2.2. Đặt điểm tổng quát động cơ.....	15
2.2.1. Tổng quan thiết kế	15
2.2.2. Đặc điểm công nghệ nổi bật	15
2.2.3. Phân tích thông số kỹ thuật chính	18
CHƯƠNG 3: KHẢO SÁT VÀ TÍNH TOÁN HỆ THỐNG NHIÊN LIỆU ĐỘNG CƠ 8AR-FTS.....	19
3.1. Nguyên lý hoạt động.....	19
3.2. Sơ đồ hệ thống.....	19
3.3. Cấu tạo các bộ phận trong hệ thống phun xăng 8AR-FTS	21
3.3.1. Bơm xăng điện.....	21
3.3.2. Lọc nhiên liệu	22
3.3.3. Van điều chỉnh áp suất.....	24
3.2.4. Bơm cao áp	25
3.3.5. Kim phun xăng.....	28
3.2.6. Ống phân phối nhiên liệu.....	30

3.2.7. ECU điều khiển.....	31
3.4. Một số cảm biến trong hệ thống phun xăng trực tiếp.....	34
3.4.1. Cảm biến lưu lượng khí nạp MAF	34
3.4.2. Cảm biến áp suất khí nạp	35
3.4.3. Cảm biến vị trí bướm ga	38
3.4.4. Cảm biến vị trí bàn đạp ga.....	40
3.4.5. Cảm biến ôxy	40
3.4.6. Cảm biến vị trí trục cam	43
3.4.7. Cảm biến vị trí trục khuỷu	45
3.4.8. Cảm biến kích nổ	46
3.4.9. Cảm biến áp suất nhiên liệu.....	47
3.5. Tính toán vòi phun, bơm, lọc nhiên liệu	48
3.5.1. Tính toán vòi phun.....	48
3.5.2. Tính toán bơm cao áp	50
3.5.3. Lọc xăng	51
CHƯƠNG 4. CHẨN ĐOÁN HỆ THỐNG PHUN XĂNG TRÊN ĐỘNG CƠ	52
4.1. Chuẩn đoán hư hỏng của hệ thống phun xăng điện tử	52
4.1.1 Lọc nhiên liệu	52
4.1.2. Sửa chữa thùng chứa nhiên liệu.	52
4.1.3. Kiểm tra sửa chữa các ống dẫn nhiên liệu.....	52
4.2. Kiểm tra và sửa chữa hệ thống	53
4.3. Kiểm tra kim phun.....	57
4.4. Quy trình kiểm tra chẩn đoán hệ thống phun xăng	61
DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO	64

DANH SÁCH CÁC BẢNG, HÌNH VẼ

BẢNG 2.1. Bảng thông số động cơ 8AR-FTS	18
HÌNH 1.1 Sơ đồ bố trí vòi phun nhiều điểm	3
HÌNH 1.2 Đường ống bố trí vòi phun một điểm	4
HÌNH 1.3 Sơ đồ hệ thống phun xăng điều khiển bằng cơ khí.....	5
HÌNH 1.4 Sơ đồ hệ thống phun xăng điều khiển bằng điện tử	6
HÌNH 1.5: Sơ đồ bộ chế hoà khí bốc hơi.	9
Hình 1.6 Sơ đồ bộ chế hoà khí phun.	10
HÌNH 1.7 Sơ đồ bộ chế hoà khí hút.	11
HÌNH 1.8 Sơ đồ bộ chế hoà khí K129.....	12
HÌNH 2.1 Hình ảnh động cơ 8AR-FTS.....	15
HÌNH 3.1 Sơ đồ hệ thống Nhiên liệu GDI	20
HÌNH 3.2 Bơm chuyển nhiên liệu.....	21
HÌNH 3.3 Cấu tạo bơm nhiên liệu	22
HÌNH 3.4 Lọc nhiên liệu	23
HÌNH 3.5 Lọc xăng	23
HÌNH 3.6 Van điều chỉnh áp suất.....	24
HÌNH 3.7 Cấu tạo của van ổn định áp suất	25
HÌNH 3.8. Bơm xăng cao áp	26
HÌNH 3.9 Cấu tạo của bơm cao áp	26
HÌNH 3.10 Sơ đồ nguyên lý điều khiển bơm cao áp trong GDI	27
HÌNH 3.11 Kim phun xăng trực tiếp.....	28
HÌNH 3.12 Cấu tạo kim phun.....	29
HÌNH 3.13 Ống phân phối nhiên liệu.....	30
HÌNH 3.14 Cấu tạo của ECU điều khiển.....	31
HÌNH 3.16 Vị trí Cảm biến lưu lượng khí nạp (loại dây nhiệt)	34

HÌNH 3.17 Nguyên lí hoạt động của cảm biến lưu lượng khí nạp	35
HÌNH 3.18. Cảm biến áp suất tuyệt đối đường ống nạp.....	36
HÌNH 3.19 Cấu tạo và mạch điện cảm biến áp suất khí nạp	37
HÌNH 3.20 Cảm biến vị trí bướm ga	38
HÌNH 3.21 Cấu tạo cảm biến vị trí bướm ga	38
HÌNH 3.22 Mạch điện cảm biến vị trí bướm ga.....	39
HÌNH 3.23 Cấu tạo và mạch điện cảm biến vị trí bàn đạp ga	40
HÌNH 3.24 Cảm biến ôxy.....	41
HÌNH 3.25 Cấu tạo cảm biến ôxy	42
HÌNH 3.26 Mạch điện cảm biến ôxy.....	43
HÌNH 3.27 Cảm biến vị trí trục cam	43
HÌNH 3.28 Cấu tạo Cảm biến vị trí trục cam	44
HÌNH 3.29 Cảm biến vị trí trục khuỷu	45
HÌNH 3.30 Cấu tạo cảm biến vị trí trục khuỷu.....	45
HÌNH 3.31 Cấu tạo cảm biến kích nổ	46
HÌNH 3.32 Cấu tạo cảm biến áp suất nhiên liệu	47
HÌNH 4.1 Sơ đồ mạch điện bơm xăng	53
HÌNH 4.2 Kiểm tra điện trở của rơ le bơm	54
HÌNH 4.3 Kiểm tra hoạt động của rơ le bơm	55
HÌNH 4.4 Tháo ống nhiên liệu.	55
HÌNH 4.5 Kết nối đồng hồ đo áp suất với ống nhiên liệu	56
HÌNH 4.6 Kết nối bơm xăng với nguồn Accu.....	56
HÌNH 4.7 Kiểm tra áp suất nhiên liệu.	56
HÌNH 4.8 Áp suất nhiên liệu ở tốc độ không tải.	57
HÌNH 4.9 Áp suất nhiên liệu sau khi tắt máy.....	57
HÌNH 4.10: Nối lại đường ống nhiên liệu.....	57
HÌNH 4.11 Hình dáng và vị trí kim phun trên động cơ.....	58

HÌNH 4.12 Kiểm tra âm thanh phát ra từ kim phun bằng ống nghe.	58
HÌNH 4.13 Kiểm tra âm thanh phát ra từ kim phun bằng tay.	58
HÌNH 4.14 Lắp kim phun vào dụng cụ chuyên dùng để kiểm tra lượng phun	59
HÌNH 4.15 Dùng ắc quy điều khiển kim phun.....	59
HÌNH 4.16 Kiểm tra chùm tia phun của kim phun	60
HÌNH 4.17 Sự rò rỉ nhiên liệu ở đầu kim phun	60
HÌNH 4.18 Sơ đồ quy trình kiểm tra hệ thống phun xăng	61

DANH SÁCH CÁC KÝ HIỆU, CHỮ VIẾT TẮT

Ký hiệu	Diễn giải	Đơn vị
Q_x	Lưu lượng thể tích không khí nạp vào xi lanh	m ³ /chu trình
D	Đường kính xy lanh	m
ρ_k	Khối lượng riêng của không khí nạp	kg/m ³
Q_{inj}	Lưu lượng vòi phun	cm ³ /s
T_x	Nhiệt độ không khí nạp	K
η_v	Hệ số nạp	K
m_f	Lượng nhiên liệu cần cung cấp cho 1 xi lanh/chu trình	kg
L_o	khối lượng không khí cần thiết để đốt cháy hoàn toàn 1 kg nhiên liệu (xăng)	kg/kgnl
G_{nl}	Lượng nhiên liệu toàn bộ cung cấp cho động cơ	kg/phút
t_{inj}	Thời gian phun cơ bản	ms
ρ_f	Khối lượng riêng của nhiên liệu	kg/lít
ω	Vận tốc tia phun	m/s
p_p	Áp suất phun	Pa (hoặc bar)
p_{kt}	Áp suất không khí	Pa (hoặc bar)
b	Bán kính tia phun tại đầu kim	cm
α	Góc mở tia phun	độ
F_p	Tiết diện lỗ phun	cm ²
d_r	Đường kính phần dẫn hướng	cm
d_o	Đường kính phần lỗ khoan kim	cm
A	Diện tích tiết diện piston bơm cao áp	m ²
S	Hành trình piston bơm cao áp	m
N	Số vòng quay trục cam	vòng/phút
Q_b	Lưu lượng bơm nhiên liệu cao áp	m ³ /s

MỞ ĐẦU

Trong bối cảnh ngành công nghiệp ô tô đang phát triển mạnh mẽ với yêu cầu ngày càng cao về hiệu suất, tiết kiệm nhiên liệu và bảo vệ môi trường, các hệ thống động cơ ngày nay không chỉ đơn thuần cung cấp công suất mà còn phải đảm bảo tiêu chuẩn khí thải nghiêm ngặt. Một trong những hệ thống có vai trò then chốt quyết định hiệu quả làm việc và mức phát thải của động cơ chính là hệ thống nhiên liệu.

Động cơ 8AR-FTS – thuộc dòng động cơ tăng áp phun xăng trực tiếp của Toyota – là một trong những điển hình cho xu hướng công nghệ hiện đại. Với thiết kế phun xăng trực tiếp (GDI) kết hợp turbo tăng áp cuộn đôi, hệ thống điều phối van biến thiên VVT-iW, cùng với điều khiển điện tử tiên tiến, động cơ này thể hiện sự tối ưu về công suất, mô-men xoắn, và tiết kiệm nhiên liệu, đồng thời vẫn đáp ứng tiêu chuẩn khí thải quốc tế.

Việc khảo sát và tính toán kiểm nghiệm hệ thống nhiên liệu của động cơ 8AR-FTS không chỉ giúp người học hiểu sâu về nguyên lý hoạt động, cấu trúc và đặc điểm công nghệ hiện đại của hệ thống nhiên liệu, mà còn tạo nền tảng ứng dụng trong phân tích kỹ thuật, chẩn đoán và thiết kế các hệ thống tương tự trong thực tiễn ngành công nghiệp ô tô.

Đồ án này được thực hiện với mục tiêu:

- Khảo sát tổng thể hệ thống nhiên liệu trên động cơ 8AR-FTS.
- Phân tích nguyên lý hoạt động, đặc điểm cấu tạo và vai trò của các chi tiết chính.
- Tính toán, kiểm nghiệm áp suất, lưu lượng và công suất của bơm cao áp – bộ phận trung tâm của hệ thống nhiên liệu GDI.
- So sánh lý thuyết và dữ liệu thực tế, từ đó đưa ra nhận xét về hiệu quả hệ thống.

CHƯƠNG I: TỔNG QUAN HỆ THỐNG CUNG CẤP NHIÊN LIỆU ĐỘNG CƠ XĂNG

1. Đặc điểm cung cấp nhiên liệu ở động cơ xăng.

1.1. Mục đích.

Chuẩn bị và cung cấp hỗn hợp hơi xăng và không khí cho động cơ, đảm bảo số lượng và thành phần của hỗn hợp không khí và nhiên liệu luôn phù hợp với chế độ làm việc của động cơ.

Hệ thống nhiên liệu của động cơ xăng bao gồm các thiết bị: thùng xăng, bơm xăng, lọc xăng... Đối với hệ thống phun nhiên liệu điện tử còn có ống phân phối, vòi phun chính, vòi phun khởi động lạnh, bộ điều áp, bộ giảm chấn áp suất nhiên liệu, hệ thống điều khiển kim phun, ECU.

1.2. Các yêu cầu hỗn hợp cháy của động cơ xăng.

1.2.1. Yêu cầu nhiên liệu.

- + Có tính bay hơi tốt.
- + Hạt phải nhỏ và phân lớn ở dạng hơi.
- + Tính lưu động ở nhiệt độ thấp tốt.
- + Tính chống cháy kích nổ cao.

1.2.2. Tỷ lệ hỗn hợp.

- + Có thành phần hỗn hợp thích ứng với từng chế độ làm việc của động cơ.
- + Hỗn hợp phải đồng nhất trong xy lanh và như nhau với mỗi xy lanh.
- + Đáp ứng từng chế độ làm việc của động cơ, thời gian hình thành hỗn hợp phải đảm bảo tốc độ (không dài quá không ngắn quá).
- + Hỗn hợp cung cấp phải đáp ứng với ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường và nhiệt độ động cơ.
- + Thành phần nhiên liệu phải đảm bảo giúp cho sự hình thành hỗn hợp tốt.

1.3. Phân loại hệ thống nhiên liệu.

1.3.1. Phân loại theo hệ thống dùng bộ chế hòa khí.

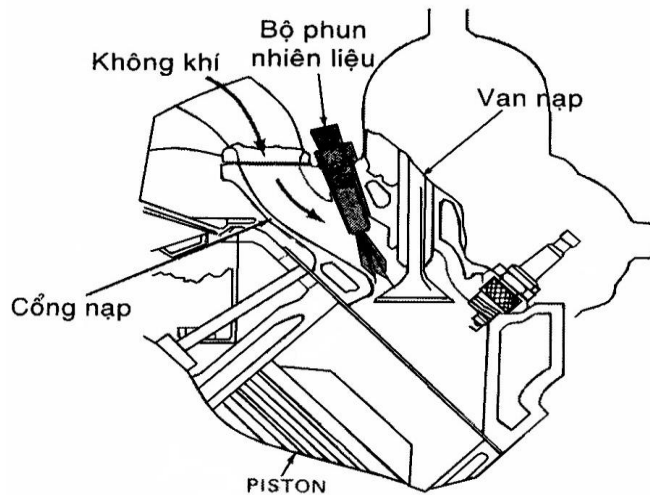
- + Hệ thống điều chỉnh độ chân không ở họng.
- + Hệ thống có ziclor bổ sung.
- + Hệ thống điều chỉnh độ chân không ở ziclor chính.

1.3.2. Phân loại theo hệ thống phun xăng.

1.3.2.1. Phân loại theo số vòi phun sử dụng.

a) Hệ thống phun xăng nhiều điểm.

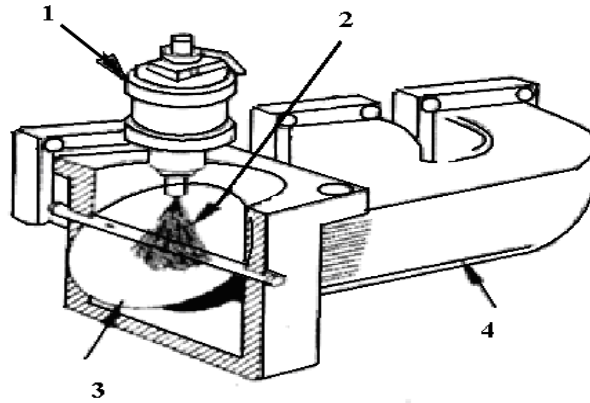
Mỗi xy lanh động cơ được cung cấp nhiên liệu bởi một vòi phun riêng biệt. Xăng được phun vào đường ống nạp ở gần sát xupap nạp. Phun xăng nhiều điểm có thể là kiểu phun liên tục hay phun theo chu kỳ thời gian. Hệ thống phun xăng nhiều điểm thường dùng cho xe du lịch cao cấp có dung tích xy lanh lớn (trên 1600cm^3). Hệ thống phun xăng nhiều điểm cung cấp tỷ lệ xăng không khí tốt hơn so với kiểu phun xăng một điểm do tỷ lệ khí hỗn hợp cung cấp cho các xy lanh hoàn toàn đồng nhất. Ưu điểm này giúp tiết kiệm nhiên liệu, tăng hiệu suất cho động cơ và giảm hơi độc trong khí thải.



HÌNH 1.1 Sơ đồ bố trí vòi phun nhiều điểm

b) Hệ thống phun xăng một điểm.

Việc chuẩn bị hỗn hợp nhiên liệu khí được tiến hành ở một vị trí tương tự như trường hợp bộ chế hoà khí, sử dụng một vòi phun duy nhất. Xăng được phun vào đường nạp, bên trên bướm ga. Hỗn hợp được tạo thành trên đường nạp. Hệ thống này được sử dụng khá phổ biến trên động cơ các loại xe công suất nhỏ do cấu tạo tương đối đơn giản và giá thành không quá cao. Đo độ chân không trong đường ống nạp và cảm nhận lượng khí nạp bằng mật độ của nó. Hệ thống phun xăng này có thể phun kiểu liên tục hay phun theo chu kỳ thời gian.



HÌNH 1.2 Đường ống bố trí vòi phun một điểm

1: Vòi phun

2: Hỗn hợp không khí nhiên liệu

3: Bướm ga

4: Ống phân phối

c) Hệ thống phun xăng hai điểm.

Thực chất đây là một biến thể của hệ thống phun xăng một điểm trong đó sử dụng thêm một vòi phun thứ hai đặt bên dưới bướm ga nhằm cải thiện chất lượng quá trình tạo hỗn hợp.

1.3.2.2. Phân loại theo biện pháp điều khiển phun xăng.

a) Hệ thống phun xăng cơ khí.

** Nguyên lý làm việc*

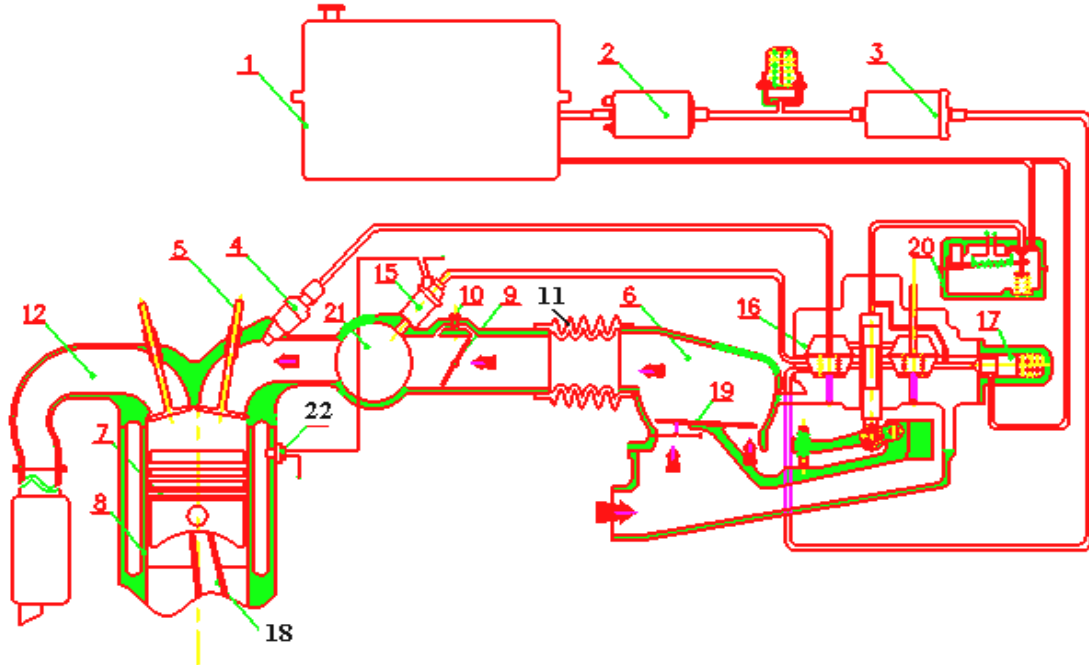
Dùng trên động cơ xăng: Sự phân phối nhiên liệu được dẫn động bằng cơ khí. Bơm nhiên liệu được dẫn động bằng điện. Kiểu điều khiển này được người Đức gọi là K-Jectronic (đây là hệ thống phun nhiên liệu liên tục được dẫn động bằng cơ khí). K-Jectronic gồm có cảm biến lưu lượng không khí, hệ thống cung cấp nhiên liệu, cảm biến và bộ phận phân nhiên liệu.

Cảm biến lưu lượng không khí (air – flow sensor) được dùng để đo lượng không khí và động cơ hút vào ở bất kỳ chế độ tải nào.

Hệ thống cung cấp nhiên liệu dùng để hút nhiên liệu từ thùng nhiên liệu đi qua bộ tích năng, qua lọc nhiên liệu đến bộ định phân nhiên liệu

Ngoài ra hệ thống cung cấp nhiên liệu còn có nhiệm vụ làm cho nhiên liệu có một áp suất lớn, đủ khả năng hoà trộn với không khí, tạo ra một hỗn hợp có thành phần thích hợp nhất.

** Sơ đồ hệ thống phun xăng điều khiển bằng cơ khí*



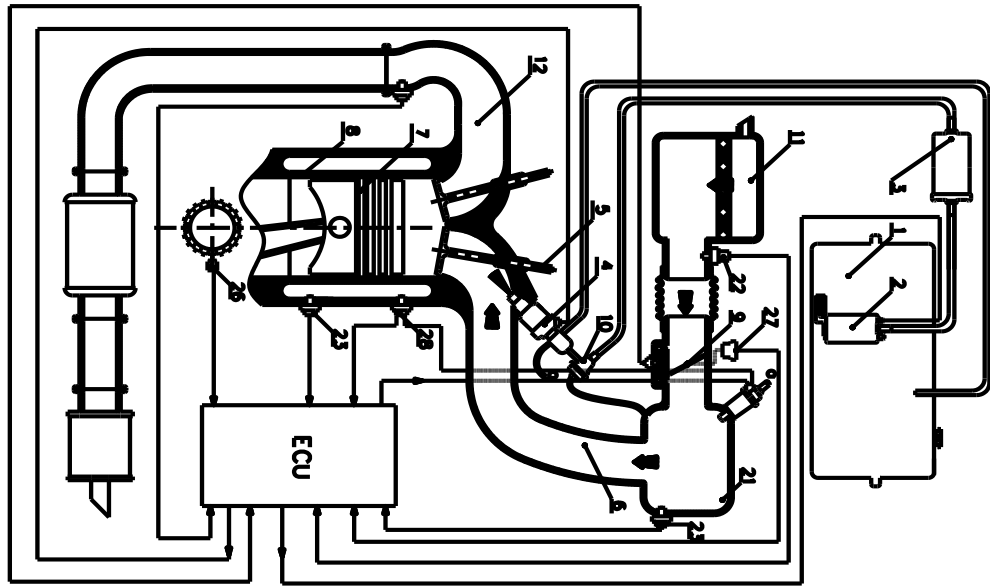
HÌNH 1.3 Sơ đồ hệ thống phun xăng điều khiển bằng cơ khí

1: Bình xăng; 2: Bơm xăng điện; 3: Lọc xăng; 4: Vòi phun; 5: Xupap 6: Đường ống nạp ; 7: Pittông ; 8: Xylanh; 9: Bướm ga ; 10: Đường không tải; 11: Lọc không khí ; 12: Đường ống thải ; 13: Bộ ổn định áp suất ; 14: Bộ tích tụ xăng ; 15: Vòi phun khởi động lạnh ; 16: Bộ phân phối định lượng xăng ; 17: Van điều chỉnh áp suất ; 18: Trục khuỷu ; 19: Lưu lượng kế không khí ; 20: Bộ tiết chế sưởi nóng động cơ ; 21: Ống góp nạp ; 22: Cảm biến nhiệt độ nước làm mát

Bộ định phân nhiên liệu có nhiệm vụ định ra một lượng thích hợp với điều kiện hoạt động của xe. Ngoài ra nó có nhiệm vụ phân phối nhiên liệu cho các kim phun của từng xylanh. Chính vì vậy khi Việt hoá danh từ này chúng ta kết hợp theo hai chức năng này để gọi tên “Bộ định phân nhiên liệu”. Lượng không khí nhận biết bằng cảm biến đo lưu lượng (thông qua vị trí tám cảm biến lưu lượng gió) được hút vào động cơ chính là tiêu chuẩn để định lượng nhiên liệu đến các xylanh. Có thể hiểu rằng lượng không khí hút vào động cơ quay lại điều khiển sự định lượng nhiên liệu đơn thuần chỉ bằng cơ khí.

b) Hệ thống phun xăng điều khiển bằng điện tử.

Ở các loại hệ thống phun xăng này, một loạt các cảm biến sẽ cung cấp thông tin dưới dạng các tín hiệu điện liên quan đến các thông số làm việc của động cơ cho một thiết bị tính toán thường được gọi là bộ vi xử lý và điều khiển trung tâm. Sau khi xử lý các thông tin này, bộ điều khiển trung tâm sẽ xác định lượng xăng cần cung cấp cho động cơ theo một chương trình tính toán đã được lập trình sẵn và chỉ huy sự hoạt động của các vòi phun xăng (thời điểm phun và thời gian phun).



HÌNH 1.4 Sơ đồ hệ thống phun xăng điều khiển bằng điện tử

Nhiên liệu xăng được cung cấp bằng một bơm tiếp vận dẫn động bằng điện để tăng tới áp lực phun. Nhiên liệu được phun nhờ sự mở van của các kim phun, bên trong kim phun có các van được điều khiển đóng mở nhờ một cuộn dây tạo ra một nam châm điện (solenoid).

ECM điều khiển kim phun, cấp cho các kim phun một xung điện vuông, có chiều dài xung thay đổi. Dựa vào chiều dài của xung này, kim phun sẽ mở lâu hay ngắn, lượng nhiên liệu sẽ được phun nhiều hay ít.

ECM dùng các cảm biến để nhận biết tình trạng hoạt động của động cơ, điều kiện môi trường, từ đó điều khiển thời gian phun nhiên liệu (thông tin quan trọng nhất đó là lưu lượng không khí được hút vào động cơ)

1.2.2.3. Phân loại theo cách xác định lượng khí nạp.

a) Hệ thống phun xăng dùng lưu lượng kế: loại L

+ Hệ thống phun xăng loại này được trang bị thiết bị đo lưu lượng cho phép đo trực tiếp thể tích hay khối lượng không khí lưu thông trong đường nạp. Thông tin

về lưu lượng khí được cung cấp cho bộ điều khiển trung tâm dưới dạng tín hiệu điện để làm cơ sở tính toán thời gian phun.

+ Lưu lượng thể tích: thiết bị này làm việc theo nguyên tắc đo lực của dòng khí tác động lên một cửa đo quay quanh một trục lắp trên đường nạp. Góc quay của cửa phụ thuộc lưu lượng khí nạp và được xác định bởi một điện thế kế. Như vậy, thiết bị sẽ cung cấp một tín hiệu điện tỷ lệ với lưu lượng khí cho bộ điều khiển trung tâm. Để tăng độ chính xác phép đo, người ta thường dùng thêm một nhiệt kế để đo nhiệt độ không khí trong quá trình nạp.

+ Lưu lượng kế khối lượng kiểu dây đốt nóng: một sợi dây kim loại rất mảnh được căng ở một vị trí đo trong đường nạp. Khi lưu lượng khí thay đổi thì nhiệt độ và điện trở của dây cũng thay đổi theo. Một mạch điện tử cho phép điều chỉnh tự động dòng điện đốt nóng dây. Dòng điện này sẽ tỷ lệ với lưu lượng khí. Theo nguyên tắc này, việc đo nhiệt độ dòng khí sẽ không cần thiết nữa vì lưu lượng khối lượng được đo trực tiếp nên độ chính xác phép đo không bị ảnh hưởng bởi những dao động của nhiệt độ khí như phương pháp trên.

+ Lưu lượng kế khối lượng kiểu tấm đốt nóng: hệ thống này hoạt động theo nguyên lý tương tự như hệ thống trên. Việc thay thế dây kim loại bằng hai tấm kim loại mỏng cho phép tăng độ bền vững của thiết bị đo và hạn chế ảnh hưởng do bụi bám hoặc rung động. Hai tấm kim loại này có điện trở phụ thuộc nhiệt độ được mắc thành cầu điện trở, một để đo lưu lượng, một để đo nhiệt độ khí.

+ Hệ thống phun xăng với thiết bị đo lưu lượng kiểu siêu âm sử dụng hiệu ứng Karman - Vortex.

Một cơ cấu đặt biệt được lắp trên đường nạp nhằm tạo ra các chuyển động xoáy lốc của dòng không khí ở một vị trí xác định. Số lượng xoáy lốc sẽ tỷ lệ với lưu lượng thể tích. Một nguồn sóng siêu âm đặt trên đường ống nạp, phát sóng có tần số xác định theo hướng vuông góc với dòng chảy không khí. Tốc độ lan truyền của sóng siêu âm xuyên qua dòng khí phụ thuộc vào lượng khí chuyển động xoáy. Một thiết bị nhận sóng siêu âm sẽ đo tốc độ này và gửi tín hiệu điện đến bộ điều khiển trung tâm.

b) Hệ thống phun xăng có thiết bị đo lưu lượng kiểu áp suất: loại D

Ở hệ thống phun xăng loại này, lượng khí nạp được xác định thông qua áp suất tuyệt đối trong ống nạp và chế độ tốc độ của động cơ, dựa vào các tham số hay đặc tính chuẩn đã được xác định từ trước, có tính đến biến thiên áp suất trong quá trình

nạp. Các đầu đo được sử dụng thường là cảm biến áp suất kiểu áp điện - điện trở kết hợp với nhiệt kế để đo nhiệt độ chuyển động. Trong thực tế, khi khởi động động cơ, do nhiệt độ thấp nên mật độ không khí tăng, ở cùng một áp suất thì lưu lượng khí nạp thực tế sẽ lớn hơn lưu lượng tính toán, dẫn đến hỗn hợp nhát có thể gây chết máy. Dựa trên thông tin về nhiệt độ không khí do cảm biến cung cấp, bộ điều khiển trung tâm sẽ tăng lượng xăng phun ra khi nhiệt độ khí nạp thấp. Phép đo lưu lượng kiểu này thường áp dụng cho các hệ thống phun xăng một điểm

+ Ưu điểm:

- Kết cấu bảo dưỡng đơn giản, dễ lắp đặt điều chỉnh, giá thành hạ.
- Ít gây sức cản khí động phụ trên đường nạp.

+ Nhược:

- Không đo trực tiếp lưu lượng không khí.
- Nhạy cảm với dao động áp suất và nhiệt độ trên đường nạp.

1.3. Nguyên lý hoạt động của hệ thống nhiên liệu trong động cơ xăng.

1.3.1. Nguyên lý hoạt động của hệ thống nhiên liệu dùng bộ chế hoà khí.

Trên các động cơ xăng cổ điển việc tạo hỗn hợp nhiên liệu không khí đều ở bên ngoài động cơ một cách thích hợp trong một thiết bị riêng trước khi đưa vào buồng cháy động cơ gọi là bộ chế hoà khí. Các bộ chế hoà khí hiện nay được chia ra làm ba loại sau.

+ Loại bốc hơi.

+ Loại phun.

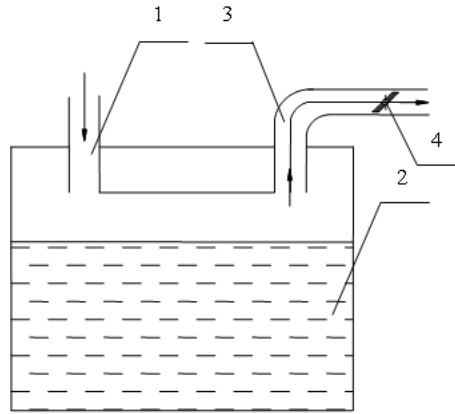
+ Loại hút:

- Loại hút đơn giản.
- Loại hút hiện đại.

1.3.1.1. Chế hoà khí bốc hơi.

Chế hoà khí bốc hơi chỉ dùng cho loại xăng dễ bốc hơi. Nguyên lý hoạt động của nó như sau:

Sơ đồ nguyên lý:



HÌNH 1.5: Sơ đồ bộ chế hoà khí bốc hơi.

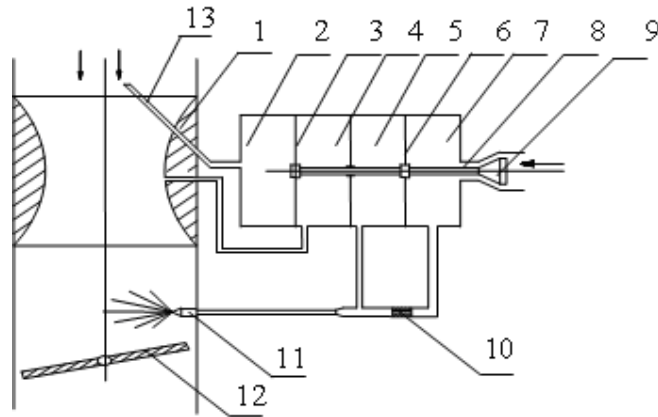
1: Họng; 2: Bầu xăng; 3: Ống nạp; 4: Bướm ga.

Xăng được đưa từ thùng chứa đến bầu xăng (2) của bộ chế hoà khí. Trong hành trình hút của động cơ không khí theo đường ống (1) lướt qua mặt xăng của bầu xăng (2), ở đây không khí hòa trộn với hơi xăng tạo thành hỗn hợp giữa hơi xăng và không khí. Sau đó hỗn hợp đi qua đường ống nạp (3), bướm ga (4) và được hút vào động cơ. Bướm ga (4) có nhiệm vụ dùng để điều chỉnh lượng hòa khí nạp vào động cơ. Muốn điều chỉnh nồng độ của khí hỗn hợp tức là điều chỉnh thành phần hơi nhiên liệu chứa trong hỗn hợp phải thay đổi thể tích phần không gian bên trên giữa mặt xăng và thành của bầu xăng (2).

Ưu điểm chính của loại chế hoà khí bốc hơi là hơi xăng và hỗn hợp không khí hỗn hợp với nhau rất đều. Nhưng loại này lại có rất nhiều khuyết điểm, rất cồng kềnh, dễ sinh hỏa hoạn, rất nhạy cảm với mọi thay đổi của điều kiện khí trời, lúc động cơ chạy phải luôn điều chỉnh vì vậy hiện nay không dùng nữa.

1.3.1.2. Chế hoà khí phun.

Sơ đồ nguyên lý : (hình 1.2)



Hình 1.6 Sơ đồ bộ chế hoà khí phun.

1: Họng; 2: Buồng chứa không khí áp suất cao; 3: Màn hình; 4: Buồng chứa không khí áp suất thấp; 5: Buồng chứa nhiên liệu áp suất thấp; 6: Màn hình; 7: Buồng chứa nhiên liệu áp suất cao; 8: Cán van; 9: Van nhiên liệu; 10: Ziclor; 11: Vòi phun; 12: Bướm ga; 13: Đường ống.

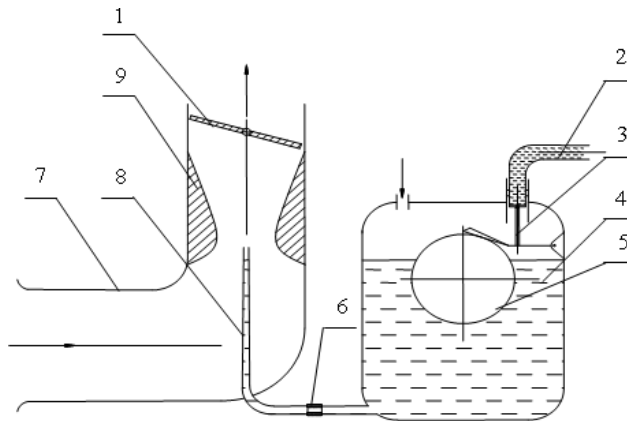
Nguyên lý làm việc của chế hoà khí phun là dùng áp lực để phun nhiên liệu vào không gian hỗn hợp.

Buồng không khí (2) ăn thông với đường ống nạp động cơ nhờ đường ống (13). Miệng của đường ống (13) đặt đối diện với chiều lưu động của dòng khí vì vậy áp suất trong buồng (2) bằng tổng áp suất động và áp suất tĩnh của dòng khí. Buồng không khí (4) nối liền với họng (1) nên trong buồng (4) có độ chân không. Lực tác động ở buồng (2) lên màng mỏng (3) làm cho màng (3) uốn cong về phía buồng (4). Kết quả làm cho cán van (8) và van (9) chuyển dịch sang bên phải làm cho cửa van (9) được mở rộng. Với một áp suất nhất định nhiên liệu được bơm qua van vào buồng (7). Từ buồng (7) đi qua ziclor (10) và vòi phun (11), nhiên liệu được phun thành những hạt nhỏ và hỗn hợp đều với không khí. Nhờ một đường ống nối liền với nhiên liệu ở sau ziclor (10) nên buồng (5) cũng chứa đầy nhiên liệu nhưng áp suất trong buồng (5) thấp hơn áp suất trong buồng (7) vì vậy màng mỏng 6 cũng bị uốn cong với khuynh hướng đóng nhỏ van (9). Khi các lực tác dụng lên màng mỏng ở vị trí cân bằng thì van nhiên liệu (9) nằm ở một vị trí nhất định tương ứng với một chế độ làm việc của động cơ.

Các bộ chế hoà khí phun làm việc chính xác, ổn định dù động cơ đặt ở bất kỳ vị trí nào nhưng việc bảo dưỡng, điều chỉnh phức tạp.

1.3.1.3. Bộ chế hoà khí hút đơn giản.

Sơ đồ nguyên lý: (hình 1.3)



HÌNH 1.7 Sơ đồ bộ chế hoà khí hút.

1: Bướm ga; 2: Đường ống nhiên liệu; 3: Van kim; 4: Buồng phao;

5: Phao; 6: Ziclor; 7: Đường ống nạp; 8: Vòi phun; 9: Họng.

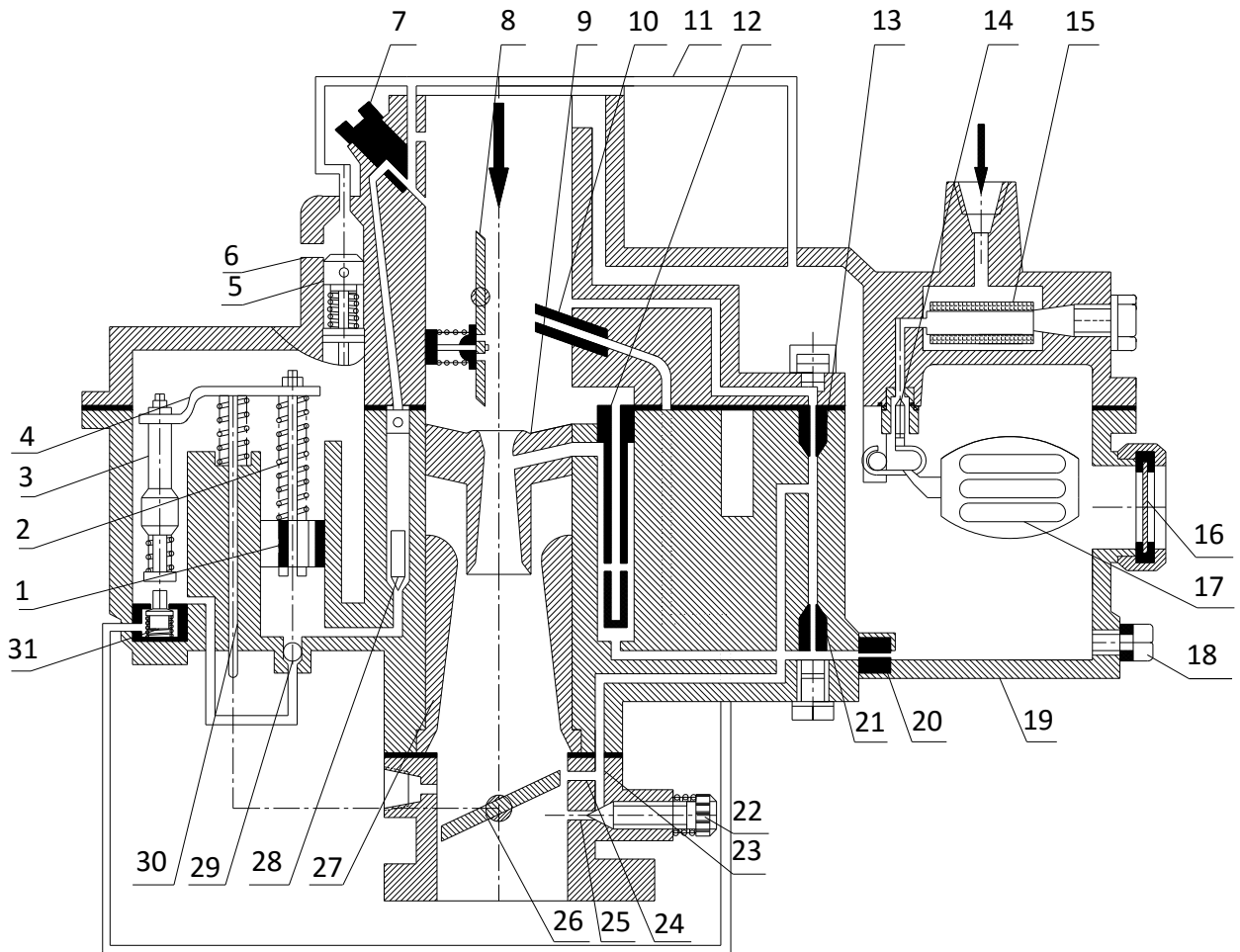
Không khí từ khí trời được hút qua bầu lọc vào đường ống nạp (7) qua họng (9) của bộ chế hoà khí họng (9) làm cho đường ống bị thắt lại vì vậy tạo nên độ chân không khi không khí đi qua họng. Chỗ tiết diện lưu thông nhỏ nhất của họng là nơi có độ chân không nhỏ nhất. Vòi phun (8) được đặt tại tiết diện lưu thông nhỏ nhất của họng. Nhiên liệu từ buồng phao (4) qua ziclor (6) được dẫn động tới vòi phun. Nhờ có độ chân không ở họng nhiên liệu được hút khỏi vòi phun và được xé thành những hạt sương mù nhỏ hỗn hợp với dòng không khí đi qua họng vào động cơ. Để bộ chế hoà khí làm việc chính xác thì nhiên liệu trong buồng phao luôn luôn ở mức cố định vì vậy trong buồng phao có đặt phao (5). Nếu mức nhiên liệu trong buồng phao hạ xuống thì phao (5) cũng hạ theo, van kim (3) rời khỏi để van làm cho nhiên liệu từ đường ống (2) đi vào buồng phao. Phía sau họng còn có bướm ga (1) dùng để điều chỉnh số lượng hỗn hợp đưa vào động cơ.

1.3.1.4. Bộ chế hoà khí hút hiện đại.

Bộ chế hoà khí hút đơn giản, khi đáp ứng được yêu cầu làm việc của động cơ ở chế độ không tải và tải nhỏ thì khi động cơ làm việc ở chế độ tải ổn định và toàn tải thì hỗn hợp lại quá loãng, động cơ không thể làm việc được. Ngược lại, khi động cơ làm việc tốt ở chế độ tải lớn thì khi ở tải nhỏ và không tải thì hỗn hợp lại quá giàu. Vì vậy ở những bộ chế hoà khí hiện đại thì chúng được trang bị thêm những hệ thống hỗ trợ như: hệ thống không tải, hệ thống làm đậm, bơm tăng tốc.v.v.

Sau đây em chỉ giới thiệu bộ chế hoà khí điển hình là K129.

Sơ đồ cấu tạo:



HÌNH 1.8 Sơ đồ bộ chế hoà khí K129.

1:Piston bơm tăng tốc; 2:cần đẩy bơm tăng tốc; 3:pisto làm đậm; 4:đòn dẫn động; 5:van piston; 6:lỗ thông với khí trời; 7:vòi phun tăng tốc; 8:bướm gió; 9:họng nhỏ; 10:vòi phun làm đậm; 11:đường thông bầu phao với khí trời; 12:ziclor không khí; 13:ziclor không khí không tải; 14:van kim; 15:lọc nhiên liệu; 16:kính quan sát; 17:phao xăng; 18:nút xả; 19:thân bộ chế hòa khí; 20:ziclor chính; 21:ziclor không tải; 22:vít điều chỉnh không tải; 23:mạch nhiên liệu không tải; 24:lỗ trên; 25:lỗ dưới; 26:bướm ga; 27:họng lớn; 28:van kim; 29:van bi; 30:đòn dẫn động; 31:van làm đậm.

Nguyên lý làm việc của bộ chế hoà khí K129 sẽ làm việc như bộ chế hoà khí hút đơn giản nhưng nó được sự hỗ trợ của các hệ thống phụ như: hệ thống làm đậm, hệ thống không tải, bơm tăng tốc.v.v. Nên bộ chế hoà khí này đáp ứng được tất cả các yêu cầu làm việc của động cơ từ chế độ khởi động cho đến khi cần phát huy hết công suất.

1.3.2. Nguyên lý hoạt động của hệ thống nhiên liệu phun xăng.

1.3.2.1. Hệ thống phun xăng cơ khí.

Có thể chia các cơ cấu của hệ thống này thành 3 bộ phận:

- + Bộ phận cung cấp nhiên liệu gồm: bình chứa, bơm xăng điện, bộ tích tụ xăng, bộ lọc xăng.
- + Bộ phận cung cấp không khí bao gồm: đường ống nạp và bộ phận lọc khí.
- + Bộ phận điều khiển tạo hỗn hợp bao gồm: thiết bị đo lưu lượng khí và thiết bị định lượng nhiên liệu.

Lưu lượng không khí nạp vào xy lanh được xác định bởi lưu lượng kế. Căn cứ vào lượng khí nạp thực tế lưu lượng kế sẽ chỉ huy việc định lượng nhiên liệu cung cấp cho động cơ. Nhiên liệu được phun vào qua các vòi phun vào đường ống nạp ở ngay trên xupáp nạp. Lượng hỗn hợp nạp vào xy lanh được điều khiển bởi bướm ga.

Bộ tích tụ xăng có hai chức năng: duy trì áp suất trong mạch nhiên liệu sau khi động cơ đã ngừng hoạt động để tạo điều kiện khởi động dễ dàng và làm giảm bớt dao động áp suất nhiên liệu trong hệ thống do việc sử dụng bơm xăng kiểu phớt gạt.

1.3.2.2. Hệ thống phun xăng điện tử.

Hệ thống phun xăng điện tử thực chất là một hệ thống điều khiển tích hợp cả hai quá trình phun xăng và đánh lửa của động cơ. Hệ thống bao gồm ba khối thiết bị sau:

- + Các cảm biến có nhiệm vụ ghi nhận các thông số hoạt động của động cơ (lưu lượng khí nạp, tốc độ động cơ, nhiệt độ, tải trọng, nồng độ ôxi trong khí thải...)

- + Bộ xử lý và điều khiển trung tâm: tiếp nhận và xử lý các thông tin do các cảm biến cung cấp. Tín hiệu điện đưa đến từ các cảm biến sẽ được chuyển đổi thành tín hiệu số rồi được xử lý theo một chương trình đã vạch sẵn. Những số liệu cần thiết khác cho việc tính toán đã được ghi nhớ sẵn trong bộ nhớ của máy tính dưới dạng các thông số vận hành hay đặc tính chuẩn.

- + Các tín hiệu ra của bộ điều khiển trung tâm được khuếch đại và đưa vào khối thứ ba là bộ phận chấp hành. Bộ phận này có nhiệm vụ phát các xung điện chỉ huy việc phun xăng và đánh lửa cũng như chỉ huy một số cơ cấu thiết bị khác (hồi lưu khí thải, điều khiển mạch nhiên liệu, mạch khí...) đảm bảo sự làm việc tối ưu của động cơ.

CHƯƠNG 2. GIỚI THIỆU VỀ ĐỘNG CƠ 8AR-FTS

2.1. Giới thiệu chung

Trong xu hướng phát triển ngành công nghiệp ô tô hiện đại, các hãng xe lớn không ngừng đổi mới công nghệ động cơ nhằm đáp ứng các tiêu chí ngày càng khắt khe về hiệu suất, mức tiêu hao nhiên liệu và tiêu chuẩn khí thải. Một trong những sản phẩm tiêu biểu của Toyota trong quá trình chuyển đổi này chính là động cơ 8AR-FTS – một động cơ tăng áp 2.0L thế hệ mới, được ứng dụng rộng rãi trên các dòng xe Toyota và Lexus cao cấp.

Động cơ 8AR-FTS thuộc dòng động cơ AR, có cấu hình 4 xi-lanh thẳng hàng, dung tích 1.998 cc, sử dụng hệ thống tăng áp Turbo kết hợp với Intercooler làm mát khí nạp. Đặc biệt, động cơ này được trang bị công nghệ phun nhiên liệu D-4ST, là sự kết hợp giữa phun xăng trực tiếp vào buồng đốt và phun xăng gián tiếp vào cổ hút. Việc phối hợp linh hoạt giữa hai chế độ phun giúp cải thiện hiệu quả đốt cháy, giảm hiện tượng kích nổ, đồng thời tối ưu khả năng tiết kiệm nhiên liệu và kiểm soát khí thải.

Một điểm nổi bật khác của động cơ 8AR-FTS là hệ thống van biến thiên thông minh Dual VVT-iW. Hệ thống này cho phép điều chỉnh thời điểm đóng mở van nạp và van xả một cách chính xác, giúp động cơ hoạt động hiệu quả ở nhiều dải tốc độ khác nhau. Đặc biệt, nhờ khả năng mở rộng dải điều khiển cam trục nạp, động cơ có thể chuyển đổi linh hoạt giữa chu trình Otto và Atkinson tùy thuộc vào điều kiện vận hành, từ đó cân bằng giữa hiệu suất và tiết kiệm nhiên liệu.

Với công suất cực đại lên tới 235 mã lực tại 5.200–5.600 vòng/phút và mô-men xoắn cực đại 350 Nm tại 1.650–4.400 vòng/phút, động cơ 8AR-FTS mang lại khả năng vận hành mạnh mẽ, đặc biệt là trong các tình huống tăng tốc hoặc tải nặng. Tuy nhiên, nhờ vào các công nghệ điều khiển hiện đại, động cơ vẫn duy trì độ êm ái, phản hồi tốt và mức tiêu hao nhiên liệu hợp lý. Đây là yếu tố then chốt giúp động cơ này được ưa chuộng trong các mẫu xe như Lexus NX200t/NX300, IS200t/IS300, RX200t/RX300 và một số phiên bản của Toyota Crown hoặc Harrier.

Bên cạnh hiệu suất, 8AR-FTS còn được đánh giá cao về khả năng thân thiện với

môi trường khi đáp ứng các tiêu chuẩn khí thải Euro 5 trở lên. Điều này phù hợp với xu hướng toàn cầu trong việc phát triển các dòng động cơ "xanh", góp phần giảm thiểu tác động đến môi trường.

Tóm lại, 8AR-FTS là một ví dụ điển hình cho hướng phát triển động cơ hiện đại của Toyota, nơi hiệu suất, độ bền, tiết kiệm và môi trường được kết hợp một cách hài hòa. Đây là nền tảng kỹ thuật quan trọng góp phần vào thành công của các mẫu xe cao cấp trong nhiều thị trường trên thế giới.



HÌNH 2.1 Hình ảnh động cơ 8AR-FTS

2.2. Đặt điểm tổng quát động cơ

2.2.1. Tổng quan thiết kế

Động cơ 8AR-FTS là loại động cơ xăng 4 xi-lanh thẳng hàng, dung tích 2.0 lít, được Toyota phát triển nhằm thay thế các động cơ hút khí tự nhiên dung tích lớn bằng giải pháp tăng áp hiện đại. Động cơ này sử dụng kết hợp nhiều công nghệ tiên tiến như tăng áp turbo, phun nhiên liệu kép và điều khiển van biến thiên, nhằm đạt được mục tiêu tối ưu hiệu suất – giảm tiêu hao – kiểm soát khí thải.

2.2.2. Đặc điểm công nghệ nổi bật

2.2.2.1. Hệ thống tăng áp Turbo

Động cơ 8AR-FTS sử dụng bộ tăng áp loại đơn được gắn liền với cổ xả. Bộ tăng áp được điều khiển bởi van wastegate điều khiển điện tử, giúp kiểm soát chính xác áp suất khí nạp vào buồng đốt. Ngoài ra, khí nạp sau khi được nén còn được làm mát thông qua intercooler làm mát bằng nước, giúp tăng mật độ không khí nạp. không khí nạp, tăng mật độ không khí và cải thiện hiệu suất đốt cháy.

2.2.2.2. Công nghệ phun nhiên liệu trực tiếp GDI

Hệ thống phun nhiên liệu trực tiếp GDI là công nghệ phun xăng trực tiếp vào buồng đốt của động cơ thay vì thông qua cửa nạp như các hệ thống truyền thống. Nhờ áp suất cao, nhiên liệu được phun thẳng vào buồng đốt, giúp tăng hiệu suất động cơ mà vẫn đảm bảo tiết kiệm nhiên liệu.

Hệ thống GDI phun nhiên liệu trực tiếp vào buồng đốt với áp suất cao giúp:

- Tối ưu hóa hiệu suất cháy
- Tăng công suất mô men xoắn
- Cải thiện khả năng khởi động lạnh.
- Giảm tiêu hao nhiên liệu
- Giảm hiện tượng kích nổ ở tải cao.

2.2.2.3. Hệ thống điều khiển van biến thiên Dual VVT-iW

Dual VVT-iW là hệ thống điều khiển thời điểm đóng mở van biến thiên liên tục, áp dụng cho cả trục cam nạp và trục cam xả. Trong đó, trục cam nạp được điều khiển với biên độ điều chỉnh rộng (Wide), cho phép động cơ chuyển đổi linh hoạt giữa chu trình Otto và Atkinson.

Hệ thống VVT-iW ở trục cam nạp kết hợp với hệ thống VVT-i ở trục cam xả đem lại những lợi ích sau:

- Khi động cơ khởi động: Lúc này xupap nạp mở đúng thời điểm, xupap xả mở sớm. Điều này giúp đảm bảo độ tin cậy của việc khởi động. Có hai chốt khóa độc lập được sử dụng để giữ cho rotor ở vị trí xác định ban đầu của nó.
- Ở các chế độ tải nhỏ: Lúc này xupap nạp mở muộn, xupap xả mở muộn. Điều này giúp động cơ hoạt động theo chu trình Miller / Atkinson, giúp giảm tổn thất bơm và cải thiện hiệu suất nhiên liệu.

- Ở các chế độ tải trung bình đến cao: Lúc này xupap nạp mở sớm, xupap xả mở muộn. Điều này giúp cung cấp cái gọi là tuần hoàn khí thải bên trong và cải thiện chất lượng khí thải của động cơ.

2.2.2.1. Hệ thống kiểm soát khí xả của động cơ 8AR-FTS

Quá trình cháy lý tưởng của hỗn hợp nhiên liệu hydrocarbon và không khí sẽ chỉ tạo ra CO_2 , H_2O và N_2 . Tuy nhiên, trong thực tế, do hỗn hợp không đồng nhất hoàn toàn và các hiện tượng lý – hóa phức tạp xảy ra trong quá trình cháy, khí xả từ động cơ luôn chứa một lượng đáng kể các chất độc hại như:

Oxide nitơ (NO , NO_2 , N_2O – gọi chung là NO_x)

Monoxide carbon (CO)

Hydrocarbon chưa cháy hết (HC)

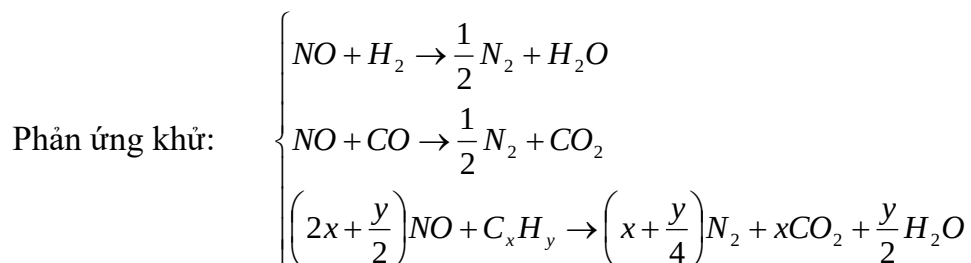
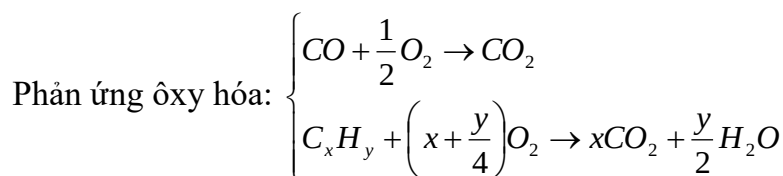
Các hạt rắn như bồ hóng (PM) (chủ yếu trên động cơ diesel, nhưng tăng khi động cơ xăng hoạt động ở chế độ lạnh hoặc tăng tốc đột ngột)

Hệ thống kiểm soát khí xả của động cơ 8AR-FTS có nhiệm vụ hạn chế phát thải khí độc hại, đảm bảo tuân thủ tiêu chuẩn khí thải Euro 5–6 và giảm tác hại đến môi trường

Cơ chế hoạt động của bộ trung hòa khí xả:

Khí xả có hại qua bộ xúc tác sẽ phản ứng tạo thành các chất nito (N_2), nước (H_2O) và dioxyt carbon (CO_2).

Các phản ứng diễn ra trong bộ xúc tác:



2.2.3. Phân tích thông số kỹ thuật chính

BẢNG 2.1. Bảng thông số động cơ 8AR-FTS

Động cơ	4 xi-lanh thẳng hàng, DOHC, tăng áp
Số xi-lanh	4
Thứ tự làm việc	1-3-4-2
Dung tích xy lanh (cc)	1.998 cc (2.0L)
Đường kính xy lanh (mm)	86
Hành trình của piston (mm)	86
Đường kính piston	86
Tỷ số nén	10.0:1
Tiêu chuẩn khí xả	Euro 6
Công suất lớn nhất (HP/Vph)	235 HP / 5.800 vòng/phút
Mômen xoắn lớn nhất (Kgm/vph)	35.7 kgm / 1.650.
Hệ thống nhiên liệu	Phun xăng trực tiếp

CHƯƠNG 3: KHẢO SÁT VÀ TÍNH TOÁN HỆ THỐNG NHIÊN LIỆU ĐỘNG CƠ 8AR-FTS

3.1. Nguyên lý hoạt động

Hệ thống nhiên liệu 8AR –FTS sử dụng hệ thống phun xăng trực tiếp GDI. Kim phun đặt ngay trong buồng đốt. Nhiên liệu được phun dưới áp suất cao vào xy lanh trong giai đoạn nén. Được điều khiển bởi ECU theo thời điểm, tải và điều kiện vận hành của động cơ.

Tùy vào chế độ tải và điều kiện vận hành, ECU sẽ quyết định chế độ phun như sau:

- + Khi khởi động lạnh: Phun nhiên liệu sớm để tăng khả năng bốc cháy và làm ấm động cơ nhanh.
- + Ở tải thấp: Sử dụng hỗn hợp nghèo, tiết kiệm nhiên liệu.
- + Ở tải cao: Phun nhiều lần để tối đa hoá công suất và giảm kích nổ.

Khi ở tải cao kim phun sẽ phun nhiều giai đoạn thay vì chỉ phun nhiên liệu một lần trong mỗi chu trình, nhiên liệu sẽ được chia nhỏ và phun thành nhiều lần với mục tiêu tối ưu hóa sự phân tán nhiên liệu, kiểm soát nhiệt độ cháy và giảm phát thải.

Các giai đoạn phun thường bao gồm:

Phun sơ bộ: Phun một lượng nhỏ nhiên liệu 5-10% ở kỳ nạp, đầu kỳ nén tối ưu hóa sự hình thành hỗn hợp, làm mát cục bộ buồng cháy trước khi diễn ra phun chính giúp giảm hiện tượng kích nổ

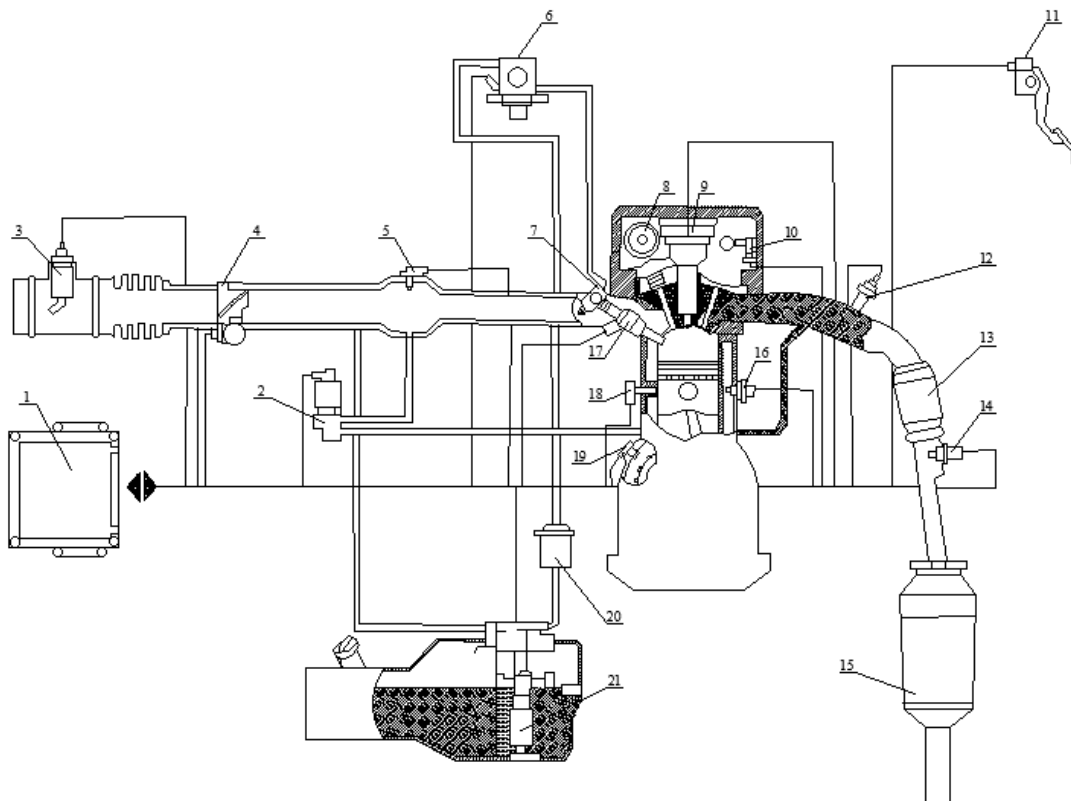
Phun chính: Phun 80-90% gần thời điểm đánh lửa

Phun sau: khi vận hành ở tải phun 5-10% phun nhiên liệu bổ sung sau phun chính, thường diễn ra cuối kỳ nén hoặc trong lúc cháy giãn nở giúp tăng hiệu suất, làm giảm lượng khí thải

3.2. Sơ đồ hệ thống

Khi bật khóa điện, role đóng mạch khi đó sẽ có điện đến ECU động cơ, ECU động cơ được đặt vào chế độ làm việc, khi khởi động động cơ tín hiệu từ máy khởi động kết hợp với tín hiệu của cảm biến lưu lượng khí nạp hoặc tín hiệu Ne của cảm biến trục cơ làm bơm xăng hoạt động, xăng được bơm từ thùng qua bơm, qua lọc xăng theo đường ống đẩy lên bơm cao áp nhiên liệu áp suất cao, khi động cơ quay cơ cấu dẫn động làm

bơm cao áp nhiên liệu hoạt động (bơm cao áp thường nhận truyền động từ trục cam) nhiên liệu có áp suất cao được cung cấp đến giàn phân phối nhiên liệu ở áp cao, tại đây ECU động cơ sẽ căn cứ vào các tín hiệu từ các cảm biến như cảm biến lượng khí nạp để đo lượng không khí xilanh hút vào, cảm biến ôxy đo lượng ôxy trong khí thải nhằm xác định nhiên liệu hòa trộn thừa hay thiếu xăng để ECU hiệu chỉnh cần thiết, cảm biến vị trí bàn đạp ga giúp ECU điều chỉnh lượng xăng phun vào khi đạp ga, cảm biến nhiệt độ nước làm mát gửi thông tin về ECU nhằm tăng thời gian phun để hâm nóng, cảm biến hiệu điện thế để ECU bù ga khi mở các thiết bị điện trong xe và cảm biến tốc độ động cơ để quyết định thời gian phun nhiên liệu. Tất cả các tín hiệu gửi về từ các cảm biến được bộ điều khiển trung tâm xử lý để đưa ra tín hiệu điều khiển vòi phun làm cho vòi phun hoạt động để phun nhiên liệu vào buồng đốt của động cơ đúng thời điểm và trật tự làm việc của động cơ.



HÌNH 3.1 Sơ đồ hệ thống Nhiên liệu GDI

1.ECU động cơ; 2. Hoàn lưu khí xả; 3.Cảm biến lượng khí nạp; 4.Bướm ga ; 5.Cảm biến áp suất khí nạp; 6.Bơm cao áp; 7.Dàn phân phối nhiên liệu cao áp; 8.Trục cam; 9.Cuộn đánh lửa và bugi; 10.Cảm biến vị trí trục cam; 11.Cảm biến vị trí bàn

đạp ga; 12. Cảm biến ôxy; 13. Bộ xử lý khí thải; 14. Bộ tiêu âm; 15. Cảm biến nhiệt độ động cơ; 16. Cảm biến nhiệt độ động cơ; 17. Vòi phun cao áp; 18. Cảm biến kích nổ động cơ; 19. Cảm biến tốc độ động cơ; 20. Lọc xăng; 21. Bơm chuyển tiếp nhiên liệu

Áp suất nhiên liệu được xác định bằng cảm biến áp suất cao và được điều áp bằng van điều khiển áp suất (hoặc van điều khiển cung cấp nhiên liệu). Áp suất phun ban đầu có thể điều chỉnh trong phạm vi giới hạn cho từng kim. Việc điều khiển kim phun và đánh lửa được thực hiện riêng lẻ. Tùy thuộc vào chế độ tải của xe mà có 2 chế độ nạp chính:

3.3. Cấu tạo các bộ phận trong hệ thống phun xăng 8AR-FTS

3.3.1. Bơm xăng điện

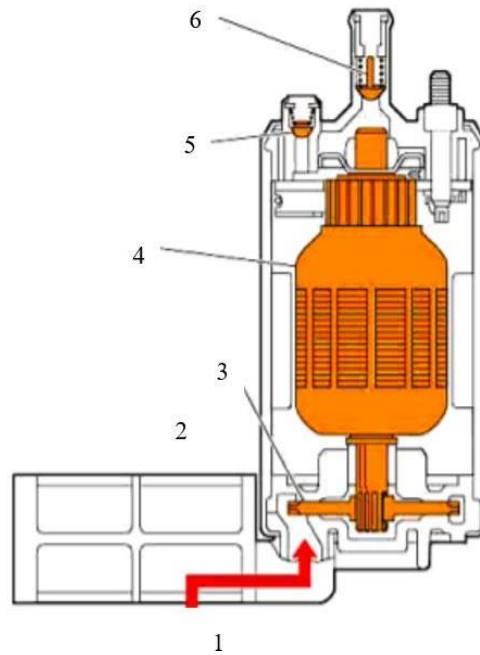
Bơm xăng là một chi tiết rất quan trọng trong hệ thống phun xăng trực tiếp, thay vì được điều khiển bằng cơ khí như một số hệ thống nhiên liệu dùng chế hòa khí. Với hệ thống phun xăng trực tiếp bơm xăng được điều khiển hoàn toàn bằng điện.



HÌNH 3.2 Bơm chuyển nhiên liệu

Cấu tạo [2]:

Bơm nhiên liệu là bơm điện thuộc loại bơm dùng cánh gạt. Bơm và động cơ điện với nam châm vĩnh cửu tạo thành một khối. Dòng chảy xăng qua bơm có tác dụng làm mát động cơ điện. Trên bơm có lắp các van an toàn, van một chiều tránh cho xăng chảy ngược về bình chứa. Cánh bơm có các lưỡi gạt để chứa xăng.



HÌNH 3.3 Cấu tạo bơm nhiên liệu

1.Nhiên liệu vào; 2.Lưới lọc của bơm nhiên liệu; 3.Cánh bơm; 4.Mô tơ; 5.Van an toàn; 6.Van một chiều

Nguyên lý làm việc:

Khi cấp điện cho bơm xăng mô tơ quay kéo cánh gạt quay xăng được hút từ thùng qua lưới lọc của bơm đi vào giữa các lưỡi gạt và thân bơm khi đó xăng được vận chuyển từ cửa vào sang cửa ra, sau đó đi qua mô tơ bơm đến van một chiều và đi lên bơm cao áp. Van một chiều đóng lại khi bơm dừng hoạt động để duy trì áp suất trong đường ống nhiên liệu và làm cho việc khởi động động cơ dễ dàng hơn.

Nếu không có áp suất dư, dễ xảy ra hiện tượng hóa hơi trong đường ống nhiên liệu ở nhiệt độ cao làm cho việc khởi động lại khó khăn hơn.

Van an toàn mở khi áp suất phía cửa ra trở nên quá cao, để ngăn chặn áp suất nhiên liệu tăng lên quá cao.

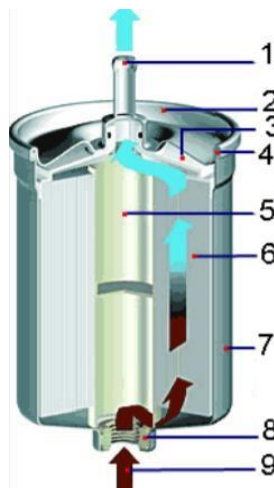
3.3.2. Lọc nhiên liệu

Lọc nhiên liệu được bố trí trên đường ống của hệ thống nhiên liệu hoặc tích hợp cùng với bơm nhiên liệu. Nó giúp loại bỏ tạp chất ra khỏi nhiên liệu để ngăn không cho chúng đến các vòi phun, một giấy lọc được dùng để loại bỏ tạp chất.



HÌNH 3.4 Lọc nhiên liệu

Cấu tạo [2]:



HÌNH 3.5 Lọc xăng

*1.Đường xăng ra; 2.Nắp lọc xăng; 3.Đĩa đỡ; 4.Nếp gấp của hai thành lọc; 5.Ống dẫn;
6.Phần tử lọc; 7.Thân bầu lọc; 8.Đai ốc bắt; 9.Đường sau vào*

Cấu trúc của lọc nhiên liệu gồm một lõi lọc bằng giấy xếp chồng lên nhau làm cho nhiên liệu chỉ đi qua khe hở này và một đĩa tròn để giữ lọc. Bên trong lọc có thể là giấy đã được xử lý, một hỗn hợp của xenlulo, sợi tổng hợp, sợi thủy tinh và đồng được kết lại. Thậm chí là lưới nylon loại tốt.

Nguyên lý làm việc

Khi bơm xăng làm việc xăng được hút từ thùng qua lưới lọc sơ trên đường hút của bơm đi vào lọc nhiên liệu, sau khi nhiên liệu đi qua lọc các cặn bẩn có trong nhiên liệu được giữ lại và nhiên liệu sạch được đưa lên bơm cao áp sau đó chuyển đến giàn phân phối nhờ đường ống dẫn xăng của hệ thống.

Sau thời gian làm việc, cặn bám làm tắc lọc. Khi đó cần phải thay thế lọc nhiên liệu mới nếu không sẽ làm cho nhiên liệu không được cấp đầy đủ. Đó là lý do phát sinh một số vấn đề liên quan đến khởi động, động cơ thiếu công suất hoặc chết máy ở tốc độ cao.

3.3.3. Van điều chỉnh áp suất

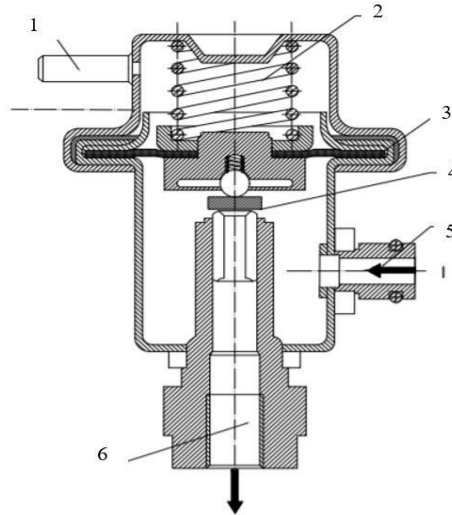
Van điều chỉnh áp suất duy trì ổn định áp suất nhiên liệu trong hệ thống phun xăng trực tiếp tùy vào từng hệ thống nhiên liệu cụ thể của từng xe mà áp suất này là khác nhau. Nhờ vậy lượng xăng cung cấp bởi vòi phun điện tử chỉ phụ thuộc vào thời gian mở của kim phun. Ngoài ra bộ điều áp suất dư trong đường ống nhiên liệu giống như van một chiều lắp trên ống phân phối nhiên liệu.



HÌNH 3.6 Van điều chỉnh áp suất

Cấu tạo [2]:

Thân bộ điều áp được dập bằng thép mỏng không thể tháo ra được. Bên trong có chứa van bi, lò xo điều chỉnh áp suất, đường nhiên liệu vào và đường nhiên liệu hồi về thùng có loại được chế tạo ren để bắt với ống nhiên liệu, có loại được chế tạo rãnh để lắp gioăng cao su làm kín.



HÌNH 3.7 Cấu tạo của van ổn định áp suất

1. Thông với đường ống nạp; 2. Lò xo; 3. Van; 4. Màng; 5. Đường nhiên liệu vào;
6. Đường nhiên liệu ra

Nguyên lý làm việc

Nhiên liệu có áp suất từ dàn ống phân phối sẽ ấn màng 4 làm mở van 3. Lượng nhiên liệu trở về phụ thuộc vào độ căng của lò xo màng, áp suất nhiên liệu thay đổi tùy theo lượng nhiên liệu hồi. Độ chân không của đường ống nạp được dẫn vào buồng phía chứa lò xo làm giảm sức căng lò xo và tăng lượng nhiên liệu hồi, do đó làm giảm áp suất nhiên liệu. Nói tóm lại, khi độ chân không của đường ống nạp tăng lên (giảm áp), thì áp suất nhiên liệu chỉ giảm tương ứng với sự giảm áp suất đó. Vì vậy áp suất của nhiên liệu A và độ chân không đường nạp B được duy trì không đổi. Khi bơm nhiên liệu ngừng hoạt động, lò xo 2 ấn van 3 đóng lại. Kết quả là van một chiều bên trong nhiên liệu và van bên trong bộ điều áp duy trì áp suất dư trong đường ống nhiên liệu.

3.2.4. Bơm cao áp

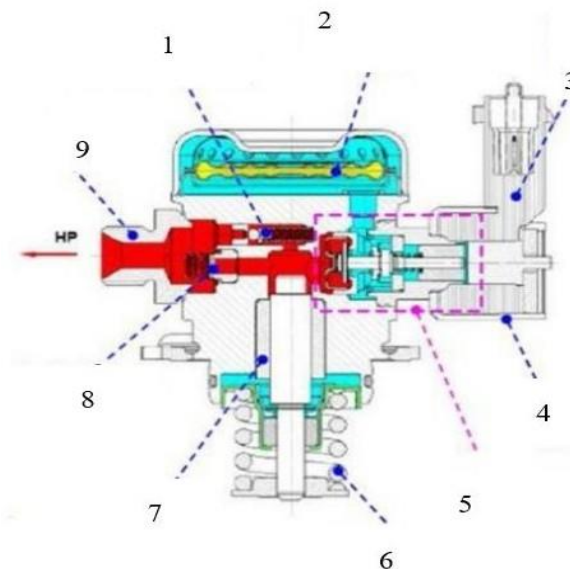
Thường dùng là một bơm thể tích, dẫn động bằng cơ khí, bơm cao áp thường nhận truyền động từ một vấu cam trên trục cam, kết nối với hai mạch điện điều khiển chính của hệ thống. Nó được dùng để tăng áp suất của xăng từ khoảng 2 bar đến khoảng 50 - 100 bar phụ thuộc vào tải trọng và tốc độ của động cơ.



HÌNH 3.8. Bơm xăng cao áp

Cấu tạo

Trong bơm cao áp có cả van an toàn để đưa nhiên liệu về trường hợp áp suất cao bất thường. Bơm cao áp được dẫn động bởi trục cam, do đó bơm được đặt trên nắp giàn cò và tiếp xúc với vấu cam trục cam. Thường thì bơm này được dẫn động bởi 2, 3 hoặc 4 vấu cam. Một số động cơ dạng chữ V có thể có tới 2 bơm cao áp (mỗi dãy 1 bơm).



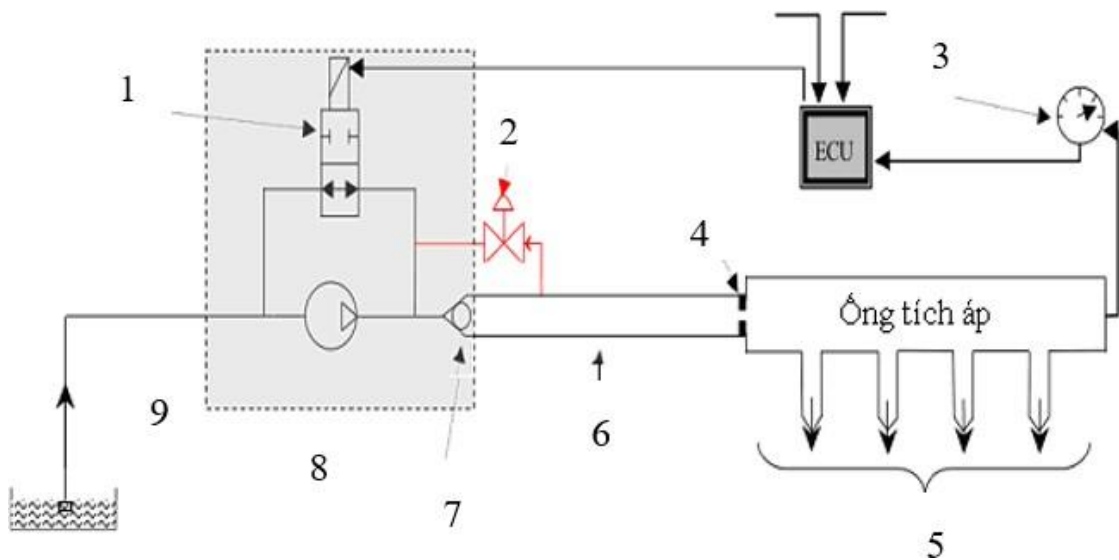
HÌNH 3.9 Cấu tạo của bơm cao áp

1. Van an toàn; 2. Bộ giảm âm; 3. Cuộn dây điều khiển; 4. Vỏ; 5. Van thủy lực;
6. Lò xo; 7. Xylanh; 8. Van cửa ra; 9. Đầu nối cửa ra

Nguyên lý làm việc

Piston của bơm kết nối cơ khí vào trục cam của động cơ, piston vận hành bằng một cam lắp chung trên trục cam tác động lên đòn bẩy. Ở một số kiểu GDI, hệ thống điều khiển áp suất và van điều khiển được chế tạo chung với bơm. Các thành phần của bơm gồm: piston, van điều khiển áp suất và van một chiều.

Khi van điều khiển mở, xăng từ phía đầu ra của bơm (áp cao) hồi về phía áp thấp. Van có hai trạng thái mở hoặc đóng, được điều khiển từ ECU. Van một chiều ngăn không cho xăng đi ngược về phía áp thấp.



HÌNH 3.10 Sơ đồ nguyên lý điều khiển bơm cao áp trong GDI

1. Van điều khiển; 2. Van an toàn; 3. Cảm biến áp suất; 4. Màn tiết lưu; 5. Vòi phun;
6. Ống góp nhiên liệu; 7. Van một chiều; 8. Bơm cao áp; 9. Bơm thấp áp

Chu trình hoạt động của bơm gồm hai hành trình của piston:

Trong hành trình hút: piston dịch chuyển xuống trong khi van điều khiển mở, xăng từ phía áp thấp nạp vào trong không gian bơm cho đến khi piston dịch chuyển hết xuống dưới.

Trong hành trình nén: ban đầu van điều khiển mở, cho xăng chảy về phía áp thấp. Trong suốt thời gian thực hiện hành trình này, ECU sẽ điều khiển đóng van bất cứ lúc nào. Khi van đóng, xăng có áp suất cao sẽ làm mở van một chiều để đi vào ống góp (manifold). Chú ý rằng khi có tín hiệu điện từ ECU, van sẽ đóng/mở hoàn toàn và tức

thời. ECU sẽ điều khiển van đóng hay mở dưới tín hiệu từ của cảm biến áp suất (lắp trên ống phân phối) sau khi so sánh với giá trị tham chiếu mà ECU lưu trữ.

3.3.5. Kim phun xăng

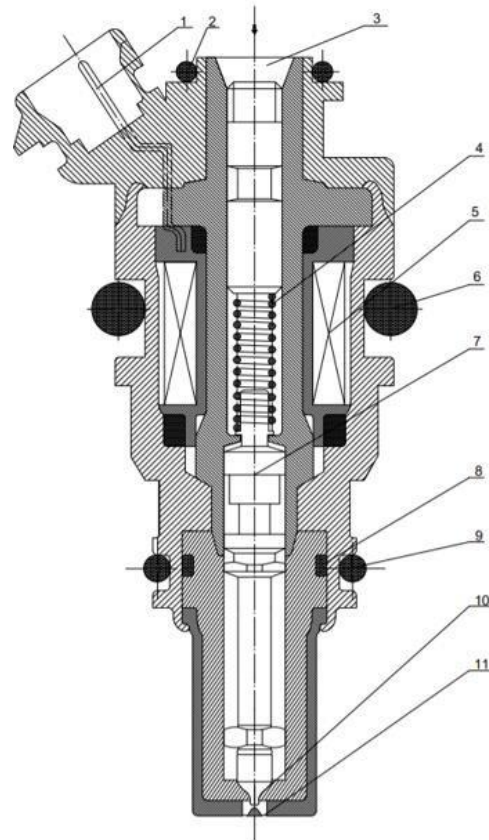
Vòi phun hoạt động bằng điện từ, lượng phun và thời điểm phun nhiên liệu phụ thuộc vào tín hiệu từ ECU. Vòi phun được lắp vào nắp quy lát và thông với buồng đốt của từng xilanh qua một tấm đệm cách nhiệt và được bắt chặt vào ống phân phối xăng.



HÌNH 3.11 Kim phun xăng trực tiếp

Cấu tạo

Vòi phun xăng có cấu tạo hai đầu để làm kín với giàn phân phối và cách nhiệt với đường nạp của động cơ trên vòi phun có lắp hai gioăng cao su. Bên trong vòi phun có các bộ phận như: Lọc nhiên liệu có nhiệm vụ loại bỏ cặn bẩn có trong nhiên liệu, cuộn dây điện để tạo ra từ tính giúp kim phun mở ra khi có dòng điện điều khiển từ ECU gửi đến, lò xo van luôn đẩy cho kim phun đóng kín, chốt đáy. Bên ngoài có giắc nối dây điện để nhận tín hiệu điều khiển từ ECU động cơ gửi đến.



HÌNH 3.12 Cấu tạo kim phun

1. Đầu giắc cắm solenoid; 2. Vòng đệm cách điện; 3. Đường xả từ ống rain vào;
 4. Lò xo; 5. Cuộn nam châm điện; 6. Vòng đệm làm kín; 7. Kim phun;
 8. Vòng đệm làm kín; 9. Vòng đệm làm kín; 10. Đầu kim phun; 11. Lỗ phun

Nguyên lý làm việc

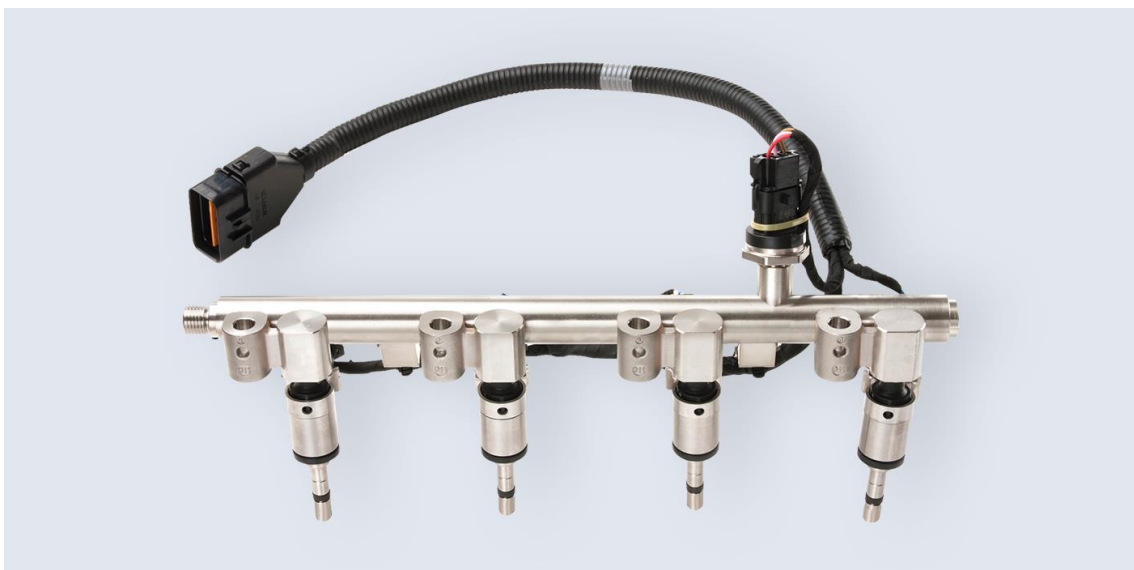
Khi chưa có dòng điện chạy qua cuộn dây của nam châm điện 5, lò xo ép kim phun 7 xuống. Lúc này vòi phun sẽ đóng kín. Khi có dòng điện kích thích nam châm điện sẽ hút lõi từ và kim phun được nâng lên khoảng 0.1 mm. Nhiên liệu sẽ được phun qua một tiết diện hình vành khuyên có kích thước hoàn toàn xác định. Quán tính của vòi phun vào khoảng 1 - 1.5 m/s. Tùy theo thiết bị, vòi có thể được mắc nối tiếp với một điện trở phụ. Để giảm quán tính đóng mở, xung điện có thể kích thích vòi phun có thể cường độ ban đầu khá lớn. Khi kim phun được nâng lên dòng điện được giảm xuống đáng kể. Như vậy việc đóng mở kim phun ở vòi phun xăng kiểu điện từ không phải đo áp suất như trong trường hợp vòi diesel, mà qua điều khiển từ bên ngoài nhờ tín hiệu điện. Nếu độ chênh áp trước và sau lỗ phun không đổi thì lượng cung cấp chỉ

phụ thuộc vào thời gian mở của kim phun, nói cách khác chỉ phụ thuộc vào chiều dài của tín hiệu điều khiển vòi phun, được tính toán bởi ECU tùy theo chế độ làm việc của động cơ.

Mỗi vòi phun chỉ phun một lần sau mỗi chu trình. Thời điểm phun được xác định theo pha làm việc của các xilanh tương ứng. Trong trường hợp này, hệ thống phun xăng phải được trang bị thêm một cảm biến để xác định pha làm việc của các xilanh, thường có liên quan đến cảm biến trục cam. Việc xử lý thông tin và xác định thời điểm phun sẽ phức tạp hơn. Bù lại, quá trình phun xăng sẽ hoàn thiện hơn, có thể cho phép hiệu chỉnh lượng xăng phun với từng xilanh riêng biệt. Vòi phun được lắp với các gioăng cao su đặc biệt có tác dụng bao kín, hấp thụ rung động cơ học và cách nhiệt để tránh hiện tượng tạo hơi xăng trong vòi phun. Hiện tượng này có thể gây ra trở ngại cho việc khởi động khi động cơ còn nóng, do khi đó vòi phun không được làm mát bởi dòng chảy của xăng.

3.2.6. Ống phân phối nhiên liệu

Là phần cốt lõi của hệ thống, được nối với ống góp thông qua màng tiết lưu. Tất cả các kim phun áp cao đều được nối từ ống này. Theo yêu cầu của việc phun nhiên liệu, áp suất trong ống phải được điều tiết chính xác theo giá trị tham chiếu lưu trữ trong ECU, hạn chế tối đa dao động áp suất



HÌNH 3.13 Ống phân phối nhiên liệu

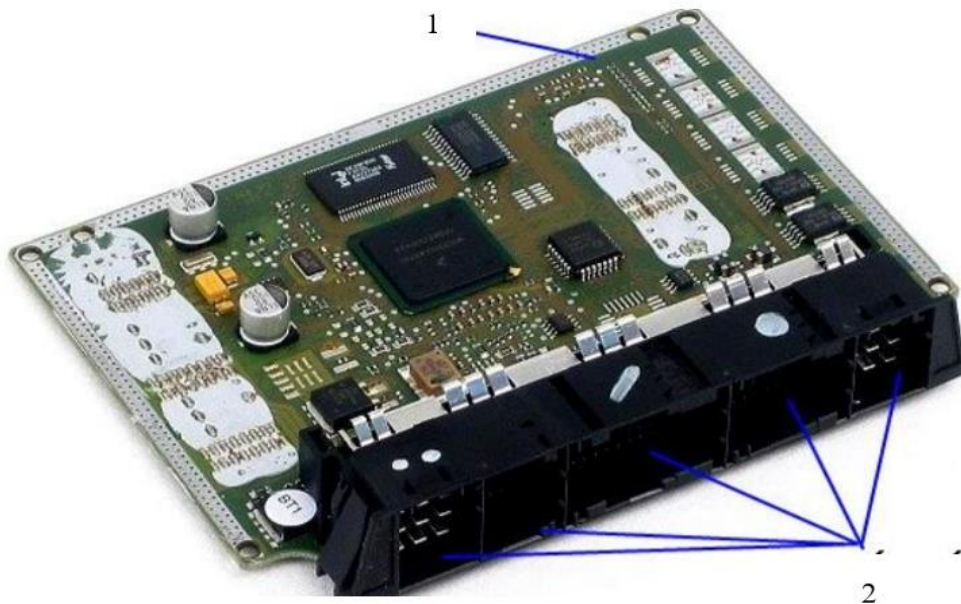
3.2.7. ECU điều khiển

ECU (Electronic Control Unit) có nhiệm vụ tính toán và cung cấp lượng nhiên liệu cần thiết để đáp ứng được yêu cầu làm việc của động cơ ở mọi chế độ hoạt động. Xác định được góc đánh lửa sớm và điều khiển hệ thống đánh lửa hoạt động ở thời điểm thích hợp, chức năng điều khiển động cơ chạy không tải, chức năng chuẩn đoán, chức năng an toàn và dự phòng khi gặp sự cố. Các chức năng này được thực hiện bằng việc xử lý thông tin được gửi về từ các cảm biến có trong hệ thống.

Cấu tạo

Hình dạng bên ngoài của bộ điều khiển trung tâm, là một hộp kim loại có khả năng tản nhiệt tốt, vật liệu thường dùng là hợp kim nhôm. Tùy từng loại xe mà ECU được đặt ở các vị trí khác nhau. Các linh kiện điện tử của ECU được bố trí trên một mạch in. Nhờ ứng dụng công nghệ cao nên kích thước của ECU được thu hồi tối đa.

Bên ngoài của ECU có chế tạo các chân giắc cho phép ECU liên hệ với các thiết bị của hệ thống, các giắc này không thể cắm lẫn vào nhau được. Ngoài ra bên ngoài còn có thể biết ECU này được sử dụng cho động cơ nào.



HÌNH 3.14 Cấu tạo của ECU điều khiển

1. Bảng mạch; 2. Cụm giắc nối

Các chế độ làm việc của ECU

a. Làm đậm trong và sau khi khởi động

Quá trình làm đậm này sẽ tăng lượng phun phụ thuộc vào nhiệt độ nước làm mát (lượng phun sẽ lớn hơn khi nhiệt độ nước làm mát thấp). Để nâng cao khả năng khởi động và cải thiện tính ổn định hoạt động trong một khoảng thời gian nhất định sau khi động cơ đã hoạt động. Lượng phun sẽ giảm dần đến lượng phun cơ bản.

b. Chạy ấm máy

Trong suốt quá trình làm ấm, động cơ nhận thêm nhiều xăng hơn, quá trình làm ấm sẽ tiếp theo sau quá trình khởi động lạnh. Trong quá trình này động cơ cần một hỗn hợp tương đối giàu xăng, vì khi đó vách thành xilanh còn lạnh và xăng còn ngưng tụ chưa bay hơi hết. Quá trình cấp xăng làm ấm máy được chia thành hai thời kì:

Thời kì đầu: việc làm giàu xăng khi chạy ấm máy sẽ phụ thuộc vào thời gian gọi là làm giàu xăng khi khởi động. Thời lượng này sẽ kéo dài 30s tùy thuộc vào loại động cơ mà cung cấp thêm 30 đến 60% xăng.

Thời kì sau: động cơ cần hỗn hợp loãng hơn, phần này được điều khiển theo nhiệt độ động cơ.

c. Thích ứng theo điều kiện tải

Chế độ không tải: hỗn hợp xăng và không khí quá loãng có thể dẫn đến không tải không ổn định hoặc thậm chí động cơ không nổ. Vì vậy cần phải có hỗn hợp giàu xăng cho chế độ này.

Một phần tải: Một phần thời gian của động cơ sẽ hoạt động ở chế độ một phần tải. ECU sẽ lập trình đường xăng cần thiết và quyết định lượng xăng cung cấp. Đường xăng được thiết lập sao cho ở chế độ một phần tải sẽ lợi xăng nhất.

Toàn tải: Động cơ phát ra công suất cực đại, tín hiệu toàn tải được cảm biến vị trí bướm ga gửi đến ECU. Mức độ giàu xăng đã được ECU tính toán sẵn.

Tăng tốc: Khi ECU nhận thấy xe đang tăng tốc từ tín hiệu của các cảm biến, nó tăng lượng phun để nâng cao tính tăng tốc. Giá trị hiệu chỉnh ban đầu được xác định bằng nhiệt độ nước làm mát và mức độ tăng tốc. Lượng phun tăng dần tính từ thời

điểm này.

d. Thích ứng theo nhiệt độ khí nạp

Lượng khí nạp cần thiết cho quá trình cháy sẽ phụ thuộc vào nhiệt độ khí nạp hút vào. Không khí lạnh sẽ đặc hơn, điều này có nghĩa là cùng với một vị trí bướm ga thì hệ số dung tích khí nạp trong xilanh sẽ giảm, khi nhiệt độ tăng thông tin ghi nhận nhờ cảm biến nhiệt độ không khí nạp tại cảm biến lưu lượng gửi về ECU. ECU xem nhiệt độ 20°C là mức chuẩn.

Nếu nhiệt độ < 20°C lượng xăng phun tăng. Nếu nhiệt độ > 20°C lượng xăng phun giảm.

e. Giới hạn tốc độ động cơ

Thực hiện nhờ một mạch giới hạn trong ECU. Tín hiệu động cơ được so sánh với một giới hạn cố định. Nếu vượt quá ECU sẽ điều khiển hạn chế phun hoặc ngưng phun. Việc này đảm bảo an toàn cho động cơ.

f. Giảm tốc

Khi ECU động cơ nhận thấy động cơ đang giảm tốc, nó điều khiển giảm lượng phun tránh hỗn hợp quá đậm khi giảm tốc.

Các tín hiệu điều khiển: lượng khí nạp, tốc độ động cơ, cảm biến vị trí bướm ga, nhiệt độ nước làm mát.

g. Điều khiển tốc độ không tải

Khi động cơ chạy ở tốc độ không tải ECU nhận các tín hiệu từ các cảm biến. Khi đó ECU tự động điều khiển bướm ga đến vị trí tối ưu nhất. Tại vị trí này động cơ nổ với tốc độ thấp nhất và lượng nhiên liệu phun vào tối ưu nhất.

3.4. Một số cảm biến trong hệ thống phun xăng trực tiếp

3.4.1. Cảm biến lưu lượng khí nạp MAF



HÌNH 3.16 Vị trí Cảm biến lưu lượng khí nạp (loại dây nhiệt)

Vị trí: Cảm biến đo gió thuộc hệ thống nhiên liệu trên xe Mercedes, nó được gắn ngay sau hộp lọc gió động cơ và đặt trước đường ống khí nạp của động cơ.

Nhiệm vụ: đo khối lượng (lưu lượng) dòng khí nạp rồi gửi tín hiệu về ECU động cơ. ECU sẽ tính toán lượng khí nạp đi vào và gửi tín hiệu điều khiển để cân bằng tỷ lệ hoà khí cho động cơ.

Cấu tạo:

Phần ống gió, lưới bảo vệ và phần cảm biến nằm bên trong ống gió phía sau lưới bảo vệ.

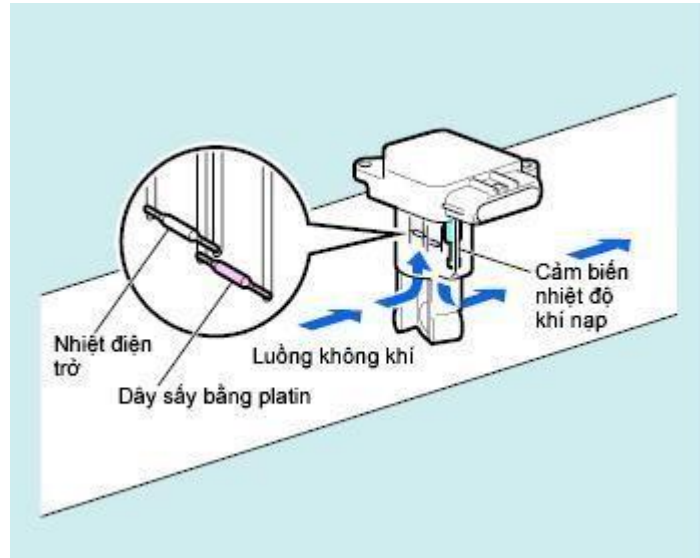
Cảm biến lưu lượng khí nạp loại dây nhiệt được đặt trên đường ống hút khí ngay sau bộ lọc gió. Trong cảm biến có chứa một dây nhiệt bằng Platinum và một nhiệt điện trở.

Nhiệt điện trở : Có nhiệm vụ kiểm tra nhiệt độ của không khí vào bộ đo

Dây nhiệt Platinum (thực chất là một điện trở có trị số nhiệt điện trở âm):

Có nhiệm vụ làm nóng không khí xung quanh, được điều chỉnh ở mức nhiệt độ không đổi.

+ Cảm biến lưu lượng khí nạp loại dây nhiệt có tích hợp một cảm biến nhiệt độ không khí.



HÌNH 3.17 Nguyên lí hoạt động của cảm biến lưu lượng khí nạp

Nguyên lí hoạt động:

Dòng điện chạy vào dây sấy (bộ sấy) làm cho nó nóng lên. Khi không khí chạy quanh dây này, dây sấy được làm nguội tương ứng với khối không khí nạp. Bằng cách điều chỉnh dòng điện chạy vào dây sấy này để giữ cho nhiệt độ của dây sấy không đổi, dòng điện đó sẽ tỷ lệ thuận với khối không khí nạp. Sau đó có thể đo khối lượng không khí nạp bằng cách phát hiện dòng điện đó. Trong trường hợp của cảm biến lưu lượng khí nạp kiểu dây sấy, dòng điện này được biến đổi thành một điện áp, sau đó được truyền đến ECU động cơ từ cực VG.

3.4.2. Cảm biến áp suất khí nạp

MAP (Manifold Absolute Pressure Sensor)



HÌNH 3.18. Cảm biến áp suất tuyệt đối đường ống nạp

Vị trí:

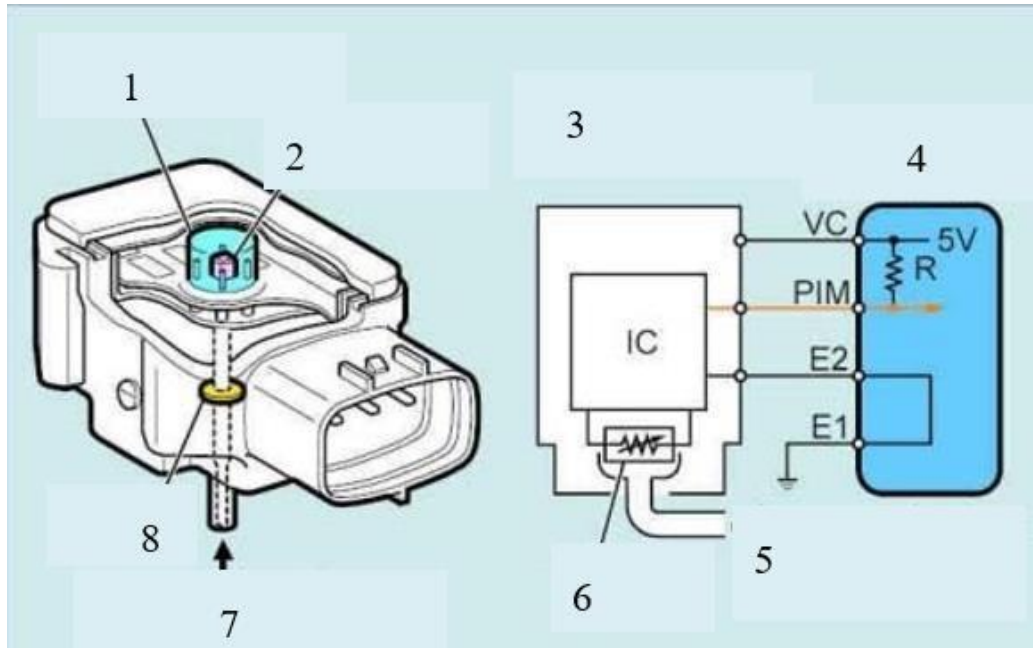
Cảm biến MAP nằm trên đường ống nạp và sau bướm ga, chúng ta cứ nhìn trên đường ống nạp, cảm biến nào nằm sau bướm ga gần động cơ nhất chính là nó.

Nhiệm vụ:

Đối với hệ thống nhiên liệu GDI có cả 2 cảm biến MAF và MAP thì lúc này cảm biến MAF hoạt động là chủ yếu, cảm biến MAP bây giờ đóng vai trò tối ưu quá trình tăng tốc.

Cấu tạo:

Cấu tạo từ một buồng chân không ngăn cách bởi tấm màng mỏng được duy trì độ chân không chuẩn, trong buồng chân không có gắn một con chip silicon, một phía của chip tiếp xúc với độ chân không trong buồng chân không, một phía tiếp xúc với áp suất đường ống nạp, lưới lọc và đường ống dẫn.



HÌNH 3.19 Cấu tạo và mạch điện cảm biến áp suất khí nạp

1. Buồng chân không; 2. Chíp Silic; 3. Cảm biến áp suất đường ống nạp ; 4. ECU động cơ ; 5. Đèn đường ống nạp; 6. Chíp Silic; 7. Áp suất đường ống nạp; 8. Lưới lọc

Nguyên lý hoạt động:

Cảm biến luôn được cấp nguồn không đổi 5V đến IC của cảm biến áp suất đường ống nạp thay đổi làm hình dạng của chíp silicon thay đổi dẫn tới giá trị điện trở của nó cũng thay đổi theo mức độ biến dạng. Sự dao động của giá trị điện trở này được chuyển hóa thành một tín hiệu điện áp nhờ IC lắp bên trong cảm biến và sau đó được gửi đến ECU động cơ ở cực PIM dùng làm tín hiệu áp suất đường ống nạp.

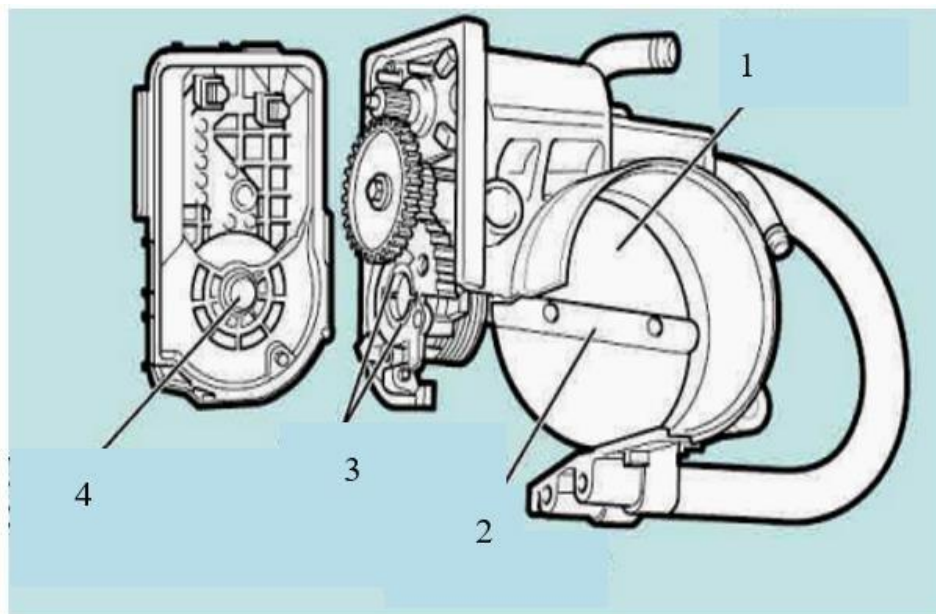
3.4.3. Cảm biến vị trí bướm ga



HÌNH 3.20 Cảm biến vị trí bướm ga

Vị trí: nằm trong cụm bướm ga điều khiển điện tử.

Nhiệm vụ: điều khiển lượng khí nạp vào xilanh động cơ bằng cách mở rộng hoặc làm giảm đường kính ống nạp.

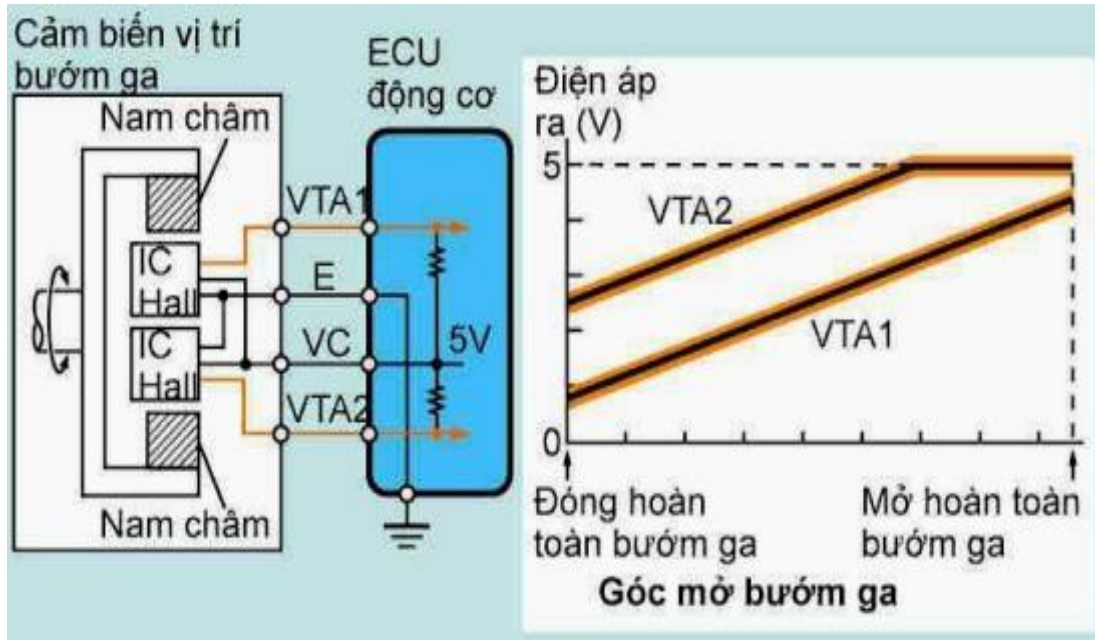


HÌNH 3.21 Cấu tạo cảm biến vị trí bướm ga

1. Bướm ga; 2. Trục bướm ga; 3. Các nam châm; 4. IC Hall

Cấu tạo:

Cảm biến vị trí bướm ga loại phân tử Hall gồm có các mạch IC Hall làm bằng các phân tử Hall và các nam châm quay quanh chúng. Các nam châm được lắp ở trên trục bướm ga và quay cùng với bướm ga.

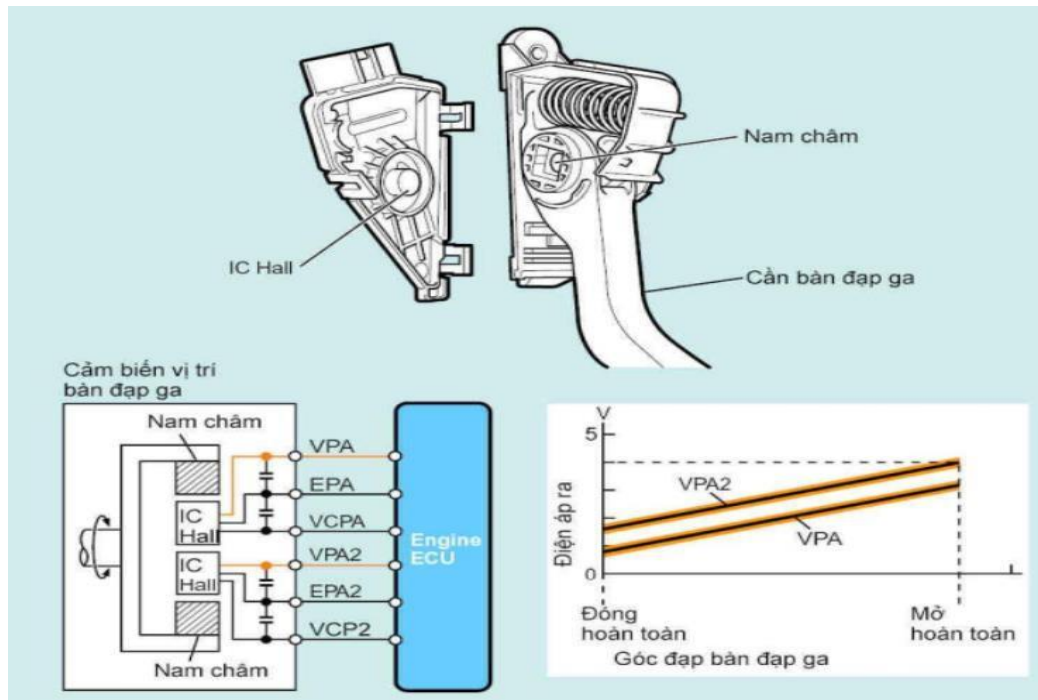


HÌNH 3.22 Mạch điện cảm biến vị trí bướm ga

Nguyên lí hoạt động:

Khi bướm ga mở, các nam châm quay cùng một lúc và các nam châm này thay đổi vị trí của chúng. Vào lúc đó, IC Hall phát hiện sự thay đổi từ thông gây ra bởi sự thay đổi của vị trí nam châm và tạo điện áp ra của hiệu ứng Hall từ các cực VTA1 và VTA2 theo mức thay đổi này. Tín hiệu này được truyền đến ECU động cơ như tín hiệu mở bướm ga, cảm biến này không chỉ phát hiện chính xác độ mở của bướm ga, mà còn sử dụng phương pháp không tiếp điểm và có cấu tạo đơn giản, vì thế nó không dễ bị hỏng. Ngoài ra, để duy trì độ tin cậy của cảm biến này, nó phát ra các tín hiệu từ hai hệ thống có các tính chất khác nhau.

3.4.4. Cảm biến vị trí bàn đạp ga



HÌNH 3.23 Cấu tạo và mạch điện cảm biến vị trí bàn đạp ga

Vị trí: nằm ở bàn

Cảm biến bàn đạp chân ga được sử dụng để đo độ mở của bàn đạp chân ga khi người lái xe nhấn vào bàn đạp. Lúc này, tín hiệu từ cảm biến bàn đạp ga sẽ được gửi về ECU và ECU sẽ sử dụng các dữ liệu này để điều khiển mô tơ bướm ga mở bướm ga cho động cơ tăng tốc theo độ mở của bàn đạp chân ga và theo chế độ lái hiện thời hợp lý nhất.

Cấu tạo: Giống với cảm biến vị trí bướm ga.

Nguyên lý hoạt động:

Loại Hall (đời mới): cảm biến bàn đạp ga cũng được cấp nguồn VC (5V), và Mass, có 2 dây tín hiệu, điện áp của 2 chân tín hiệu (Signal) cảm biến cũng thay đổi theo độ mở của bướm ga nhưng dựa trên nguyên lý hiệu ứng Hall (có 2 loại):

Loại thuận: 2 tín hiệu cùng tăng cùng giảm.

Loại nghịch: 1 tín hiệu tăng 1 tín hiệu giảm.

3.4.5. Cảm biến ôxy

Cảm biến Ôxy (oxygen sensor) là các bộ cảm biến được lắp đặt ở nhiều vị trí khác nhau trong hệ thống động cơ của xe hơi. Khi bộ phận nào gặp trục trặc, đèn báo

"Kiểm tra động cơ" sẽ bật sáng, có thể kiểm tra cụ thể phần bị hỏng mà không tốn nhiều thời gian tháo lắp toàn bộ hệ thống.

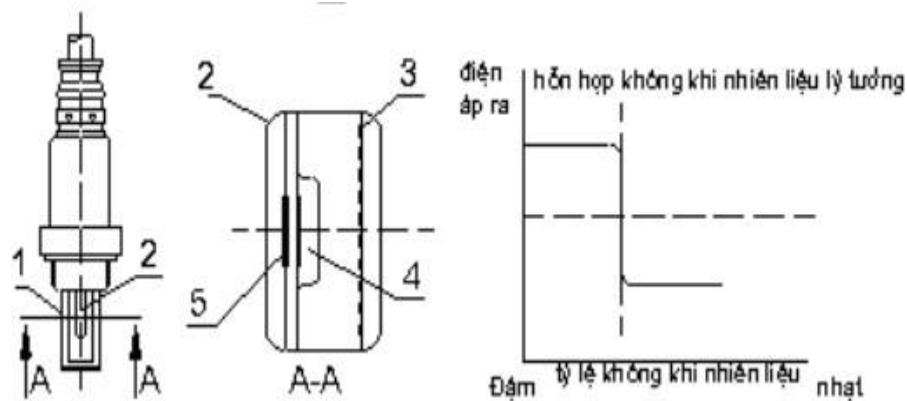


HÌNH 3.24 Cảm biến oxy

Vị trí: Trên các động cơ 4 xilanh, chỉ có một nhánh xilanh. Vì vậy, tất cả các cảm biến oxy sẽ thuộc nhánh 1. Các cảm biến oxy hoặc cảm biến A/F gần nhất với động cơ và nằm trên cổ góp xả sẽ luôn là cảm biến số 1. Các cảm biến nằm sau bộ xúc tác khí thải sẽ là cảm biến số 2.

Nhiệm vụ: Cảm biến oxy có chức năng đo lượng oxy dư trong khí thải động cơ và truyền tín hiệu về ECU, bộ điều khiển trung tâm sẽ dựa vào tín hiệu cảm biến oxy gửi về và hiểu được tình trạng nhiên liệu đang đậm hay đang nhạt, nhằm điều chỉnh tỉ lệ nhiên liệu và không khí cho phù hợp để phun vào buồng đốt động cơ với mục đích tránh tiêu hao nhiên liệu vô ích và ô nhiễm môi trường khi nhiên liệu cháy không hoàn toàn phát thải các khí thải độc hại ra ngoài môi trường

Cấu tạo:



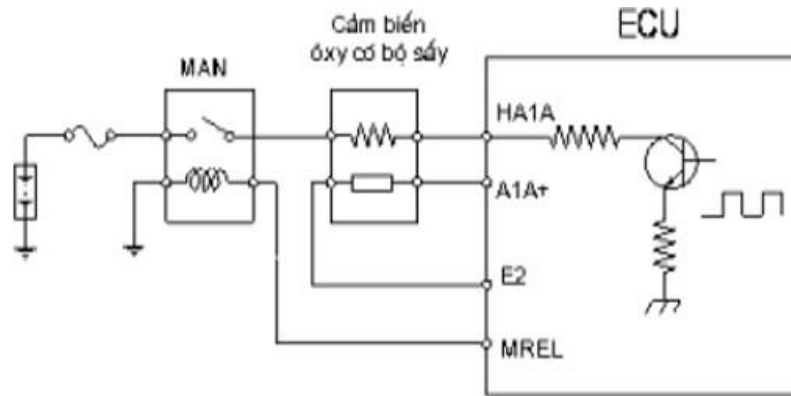
HÌNH 3.25 Cấu tạo cảm biến oxy

1.Nắp; 2.Phần tử Zirconia; 3.Bộ sấy; 4.Không khí; 5.Phần tử Platin

Cấu tạo của cảm biến oxy có bộ sấy bao gồm bộ sấy (3) và một phần tử chế tạo bằng ZrO_2 (đi oxit Zirconium) gọi là Zirconia (2). Cả mặt trong và mặt ngoài của phần tử này được phủ một lớp mỏng platin. Không khí bên ngoài được dẫn vào bên trong của cảm biến, còn bên ngoài phải tiếp xúc với khí xả. Tại nhiệt độ cao ($4000^{\circ}C$). Nếu oxy giữa mặt ngoài và mặt trong của phần tử ZrO_2 có sự chênh lệch về nồng độ thì phần tử ZrO_2 sẽ sinh ra một điện áp giá trị từ 0-1 (V) và truyền về ECU. Cụ thể là khi hỗn hợp không khí nhiên liệu nhạt thì sẽ có rất nhiều oxy trong khí xả, sự chênh lệch về nồng độ oxy giữa bên trong và bên ngoài cảm biến là nhỏ nên điện áp do ZrO_2 tạo ra là thấp (gần bằng 0V). Ngược lại nếu hỗn hợp không khí nhiên liệu đậm thì oxy trong khí xả gần như không còn, điều đó tạo ra sự chênh lệch lớn về nồng độ oxy giữa bên trong và bên ngoài cảm biến nên điện áp do phần tử ZrO_2 là lớn (xấp xỉ 1V). Lớp Platin (phủ lên phần tử gốm) có tác dụng như một chất xúc tác và làm cho oxy trong khí xả phản ứng tạo thành CO. Điều đó làm giảm lượng oxy

và tăng độ nhạy của cảm biến. ECU sử dụng tín hiệu này của cảm biến oxy để tăng hay giảm lượng phun nhằm giữ cho tỷ lệ xăng và không khí luôn đạt gần lý tưởng ở mọi chế độ làm việc của động cơ.

Mạch điện cảm biến ôxy:



HÌNH 3.26 Mạch điện cảm biến ôxy

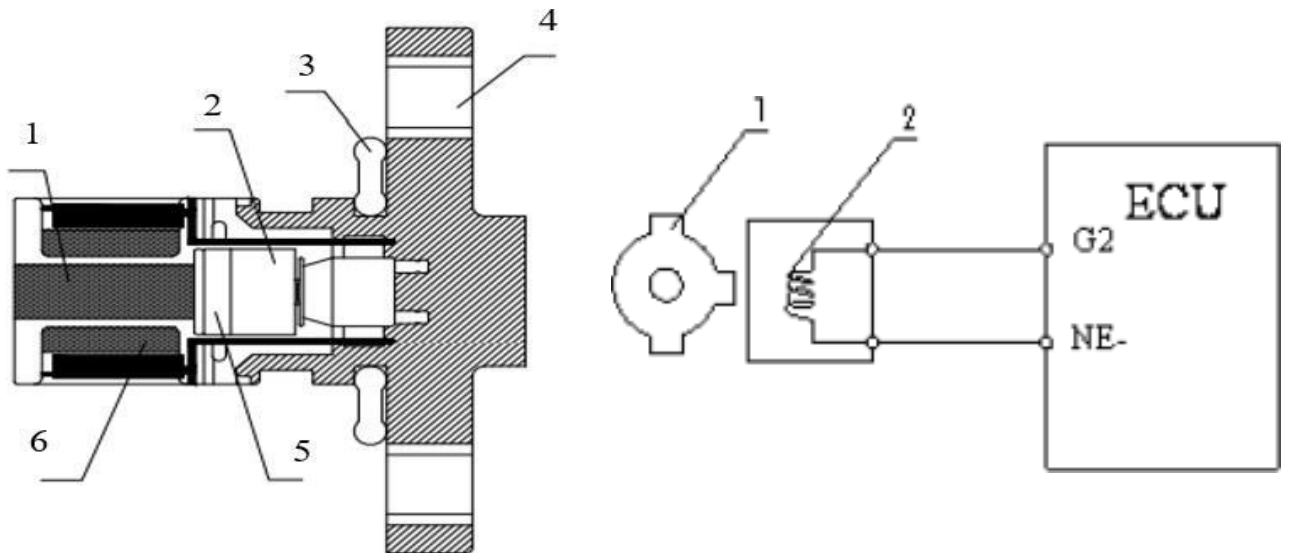
3.4.6. Cảm biến vị trí trục cam



HÌNH 3.27 Cảm biến vị trí trục cam

Vị trí: Trên nắp dàn cò hoặc ngang bên cạnh nắp dàn cò.

Nhiệm vụ: xác định vị trí của trục cam và cung cấp thông tin cho bộ xử lý trung tâm để tính toán thời điểm phun nhiên liệu hợp lý nhất. Nếu thiếu đi cảm biến này thì sẽ khó khởi động xe, động cơ chết đột ngột, động cơ bỏ máy hoặc không đáp ứng tăng tốc, sáng đèn CHECK ENGINE.



HÌNH 3.28 Cấu tạo Cảm biến vị trí trục cam

1.Lõi sắt; 2.Phần nhiễm từ; 3.Vành chắn dầu; 4.Lỗ bắt bulong; 5.Phần nam châm;
6.Cuộn dây

Nguyên lý làm việc: trên trục cam đối diện với cảm biến vị trí trục cam là đĩa tín hiệu G có 3 răng. Khi trục cam quay, khe hở không khí giữa các vấu nhô ra trên trục cam và cảm biến này sẽ thay đổi. Sự thay đổi khe hở tạo ra một điện áp trong cuộn nhận tín hiệu được gắn vào cảm biến này, sinh ra tín hiệu

G. Tín hiệu G này được truyền đi như một thông tin về góc chuẩn của trục cam đến ECU động cơ, kết hợp nó với tín hiệu NE từ trục khuỷu để xác định điểm chết trên kì nén của mỗi xilanh để đánh lửa và phát hiện góc quay trục khuỷu. ECU động cơ dùng thông tin này để xác định thời gian phun và thời điểm đánh lửa [6].

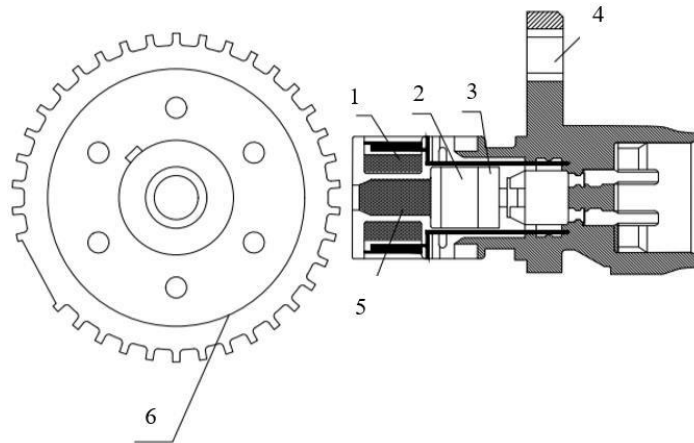
3.4.7. Cảm biến vị trí trục khuỷu



HÌNH 3.29 Cảm biến vị trí trục khuỷu

Vị trí: Cảm biến nằm ở đầu máy, đuôi bánh đà hoặc giữa lốc máy.

Nhiệm vụ: đo tín hiệu tốc độ của trục khuỷu, vị trí trục khuỷu gửi về cho ECU và ECU sử dụng tín hiệu đó để tính toán góc đánh lửa sớm cơ bản, thời gian phun nhiên liệu cơ bản cho động cơ.



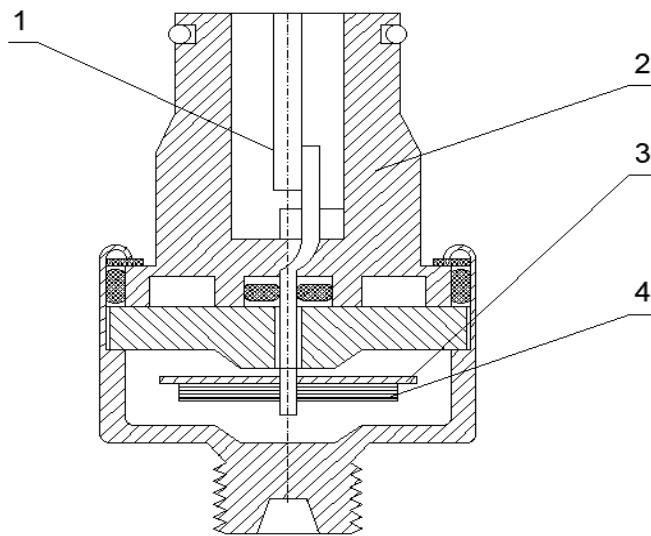
HÌNH 3.30 Cấu tạo cảm biến vị trí trục khuỷu

1. Cuộn dây; 2. Phần nhiễm từ 3. Nam châm 4. Lò bắt bu lông; 5. Lõi sắt; 6. Bánh đà

Nguyên lý hoạt động: Đầu tạo tín hiệu NE được làm liền với puly trục khuỷu và có 36 răng, thiếu 2 răng (thiếu 2 răng vì ứng với từng tín hiệu được tạo ra do sự chuyển động quay của một răng ta sẽ xác định được 10° của góc quay trục khuỷu

và xác định được góc đánh lửa sớm của động cơ). Chuyển động quay của đĩa tạo tín hiệu sẽ làm làm thay đổi khe hở không khí giữa các răng của đĩa và cuộn nhận tín hiệu NE, điều đó tạo ra tín hiệu NE. ECU sẽ xác định khoảng thời gian phun cơ bản và góc đánh lửa sớm cơ bản dựa vào tín hiệu này. Khi răng càng ra xa cực nam châm thì khe hở không khí càng lớn, nên từ trở cao, do đó từ trường yếu đi. Tại vị trí đối diện, khe hở nhỏ, nên từ trường mạnh, tức là có nhiều đường sức từ cắt, trong cuộn dây sẽ xuất hiện một dòng điện xoay chiều, đường sức qua nó càng nhiều, thì dòng điện phát sinh càng lớn. Tín hiệu sinh ra thay đổi theo vị trí của răng và nó được ECU đọc xung điện thế sinh ra, nhờ đó mà ECU nhận biết vị trí trục khuỷu và tốc độ động cơ. Loại tín hiệu NE này có thể nhận biết được cả tốc độ động cơ và góc quay trục khuỷu tại vị trí răng thiếu của đĩa tạo tín hiệu, nhưng không xác định được điểm chết trên.

3.4.8. Cảm biến kích nổ



HÌNH 3.31 Cấu tạo cảm biến kích nổ

1: Giắc cắm; 2: Thân cảm biến; 3: Màn chắn; 4: Phần tử điện.

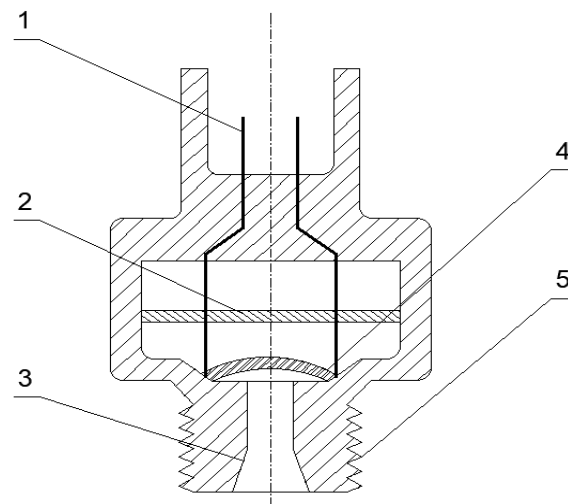
Vị trí: Cảm biến kích nổ thường được gắn trực tiếp vào thân động cơ, gần các xi lanh..

Nhiệm vụ: Cảm biến kích nổ có nhiệm vụ phát hiện hiện tượng kích nổ trong buồng đốt. Tức là khi quá trình cháy diễn ra không bình thường do hỗn hợp không khí nhiên liệu tự cháy sớm trước khi bugi đánh lửa. Việc phát hiện sớm hiện tượng này giúp bộ điều khiển động cơ ECM kịp thời điều chỉnh góc đánh lửa lùi lại (trễ hơn), từ

đó bảo vệ động cơ khỏi hư hại do áp suất đốt cao bất thường.

Nguyên lí hoạt động: Cảm biến hoạt động dựa trên nguyên lý áp điện. Bên trong cảm biến có một phần tử gốm piezo. Khi động cơ xảy ra kích nổ, các sóng rung động truyền qua thân máy sẽ tác động lên phần tử piezo này, sinh ra một điện áp tương ứng. Tín hiệu điện áp này được gửi về ECM. Nếu tần số và cường độ rung động nằm trong vùng xác định là kích nổ, ECM sẽ điều chỉnh góc đánh lửa hoặc lượng phun nhiên liệu để giảm kích nổ.

3.4.9. Cảm biến áp suất nhiên liệu



HÌNH 3.32 Cấu tạo cảm biến áp suất nhiên liệu

1: Tiếp điểm; 2: Màng so; 3: Ống dẫn áp suất; 4: Màng của phần tử cảm biến; 5: ren lắp gép.

Vị trí: Cảm biến áp suất nhiên liệu trên động cơ 8AR-FTS được lắp trên đường ống phân phối nhiên liệu áp suất cao. Vị trí này giúp cảm biến có thể đo chính xác áp suất thực tế của nhiên liệu trước khi được phun vào buồng cháy bởi vòi phun.

Nhiệm vụ: Cảm biến áp suất nhiên liệu có nhiệm vụ đo áp suất hiện tại của nhiên liệu trong rail và gửi tín hiệu về ECM (Engine Control Module). Dựa trên tín hiệu này, ECM sẽ điều khiển hoạt động của bơm cao áp, van điều áp, và chiến lược phun nhiên liệu nhằm đảm bảo áp suất luôn nằm trong dải tối ưu cho từng chế độ hoạt động của động cơ.

Nguyên lí hoạt động: Cảm biến hoạt động dựa trên nguyên lý biến đổi áp suất thành tín hiệu điện áp. Bên trong cảm biến có một phần tử biến dạng (thường là màng áp suất). Khi nhiên liệu áp suất cao tác động lên màng này, nó sẽ biến dạng → phần tử

điện trở biến đổi → sinh ra tín hiệu điện áp tuyến tính (0–5 V hoặc tương đương) gửi về ECM.

3.5. Tính toán vòi phun, bơm, lọc nhiên liệu

3.5.1. Tính toán vòi phun

Những thông số cơ bản của vòi phun phải đảm bảo tốc độ cấp nhiên liệu thích hợp và áp suất cần thiết.

3.5.1.1. Lượng không khí nạp vào một xilanh trong một chu trình

$$m_k = Q_k \times \rho_k \times \eta_v \quad [kg / ct] \quad (0.1)$$

- Trong đó:

+ Q_k là lưu lượng thể tích không khí nạp vào 1 xilanh trong 1 chu trình:

$$Q_k = \frac{\pi D^2}{4} S \quad [m^3 / ct] \quad (0.2)$$

$$\Rightarrow Q_k = \frac{\pi 0.086^2}{4} 0.086 = 0.0005 \quad [m^3 / ct]$$

+ ρ_k là khối lượng riêng của không khí trước xupap nạp:

$$\rho_k = \frac{P_k \times 10^6}{\frac{8314}{29} \times T_k} \quad [kg / m^3] \quad (3.3)$$

$$\Rightarrow \rho_k = \frac{1.4 \times 10^6}{\frac{8314}{29} \times 300} = 1.62 \quad [kg / m^3]$$

Đối với động cơ tăng áp tuabin khí: $p_k = 0.14 - 0.2$ Mpa chọn $p_k = 1.4$ Mpa

- η_v là hệ số nạp: $\eta_v = 0.85 - 0.9$ hoặc tính toán nhiệt để xác định

Vậy $m_k = 0,0005 \times 1,86 \times 0,85 = 0.0007 \quad [kg / ct]$

3.5.1.2. Lượng nhiên liệu cần cung cấp cho 1 xilanh trong 1 chu trình.

$$m_f = \frac{m_k}{\alpha \times L_0} \quad [kg / ct] \quad (3.4)$$

Trong đó : Đối với GDI chọn $\alpha = 1,2$.

Đối với xăng: $L_0 = 14,7$ kg/kgnl

$$\Rightarrow m_f = \frac{0,0007}{1,2 \times 14,7} = 3,91.10^{-5} \text{ kg}$$

Lượng nhiên liệu cần thiết cho động cơ

Tốc độ động cơ 5800 v/p => mỗi xi lanh thực hiện 2900 chu kì nổ mỗi phút

$$\Rightarrow G_{nl} = 3,91 \times 10^{-5} \times 4 \times 2900 = 0,45 [kg / p] = 0,0075 [kg / s]$$

3.5.1.3. Lưu lượng vòi phun:

$$Q_{inj} = 360 \text{ cm}^3/\text{phút} = 6 \text{ cm}^3/\text{s}$$

3.5.1.4. Thời gian phun cơ bản

$$t_{inj} = \frac{m_f \times 10^6}{Q_{inj} \times \rho_f} [s] \quad (3.5)$$

Khối lượng riêng nhiên liệu: $\rho_f = 0.75 \text{ kg/lít}$

$$\Rightarrow t_{inj} = \frac{3,91 \times 10^{-5} \times 10^3}{6 \times 0,75} = 0.0087 [s]$$

3.5.1.5. Kích thước vòi phun

Vận tốc phun:

$$\omega = \zeta \sqrt{\frac{2 \times (p_p - p_{kt})}{\delta_{nl}}} \quad (3.6)$$

$$\Rightarrow \omega = 0,5 \sqrt{\frac{2 \times (20 \times 10^6 - 2,16 \times 10^6)}{750}} = 109,05 [m / s]$$

Áp suất phun: $p_p = 200 \text{ bar}$

Áp suất không khí: $p_{kt} = 2,16 \text{ bar}$

chọn $\alpha = 60^\circ$, độ nâng kim phun $h = 0,7 \text{ mm}$

$$b = h \times \sin \frac{\alpha}{2} \quad (3.7)$$

$$\Rightarrow b = 0,7 \times \sin \frac{60}{2}$$

Tiết diện phun

$$F_p = \frac{Q_{inj} \times 10^6}{v_{inj}} \quad (3.8)$$

$$\Rightarrow F_p = \frac{6}{218,1} = 0,0275 [cm^3]$$

Dường kính phân dẫn hướng d_k

$$F_x = \pi \times (2r_k - b \times \cos \frac{\alpha}{2}) \times b \quad (3.9)$$

$$\Rightarrow d_k = \frac{F_x}{\pi \cdot b} + b \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$\Rightarrow d_k = \frac{0,0275}{\pi \cdot 0,35} + 0,35 \times \cos \frac{60}{2} = 0,328[cm] = 3,28[mm]$$

Đường kính phần bao kính d_o

$$d_o = \sqrt{3} \times d_k \quad (3.10)$$

$$\Rightarrow d_o = \sqrt{3} \times 3,28 = 5,68[mm]$$

3.5.2. Tính toán bơm cao áp

Lưu lượng nhiên liệu bơm cao áp cần cung cấp cho động cơ

$$Q_b = \frac{m_{ft} \times 2,5}{\rho_f} [m^3 / s] \quad (3.11)$$

$$Q_b = \frac{0,0075 \times 2,5}{750} = 2,5 \times 10^{-5} [m^3 / s]$$

$$Q_b = A \times S \times \frac{N \times n}{30} [m^3 / s] \quad (3.12)$$

Trong đó:

- Q_b : lưu lượng bơm (m^3/s)
- $A = \pi d^2/4$: tiết diện piston
- S : hành trình piston (m)
- N : tốc độ trục cam (rpm)
- n : số lần bơm mỗi vòng (số vấu cam)

$$\Rightarrow A = \frac{D \times 60}{S \times N \times n} = \frac{2,5 \times 10^{-5} \times 60}{0,005 \times 2 \times 2900} = 5,17 \times 10^{-5} [m^2]$$

Đường kính pictong bơm cao áp

$$d = \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 5,17 \times 10^{-5}}{\pi}} = 0,0081[m] = 8,1[mm]$$

Công suất bơm cao áp

$$P_b = \frac{\rho \times Q_b}{\eta} [w] \quad (3.13)$$

Trong đó:

ρ : Áp suất nhiên liệu cao áp.

η : Hiệu suất bơm

$$\Rightarrow P_b = \frac{20 \times 10^6 \times 2,5 \times 10^{-5}}{0.85} = 588,2[w]$$

3.5.3. Lọc xăng

Lưu lượng xăng qua lọc

$$V_l = Q_b \times 1,5 = 1,5 \times 1,5 = 2,25 [l / p]$$

$$V_l = C \times F \frac{\Delta_p}{\eta}$$

Trong đó:

C: Hệ số lưu thông. Lỗi lọc bằng giấy thấm C=0.015

F: Diện tích thông qua lý thuyết [m²]

Δ_p : Độ chênh lệch áp suất $\Delta_p=1.5$

η : độ nhớt của xăng $\eta=0,006$ [p]

$$\Rightarrow F = \frac{V_l \times \eta}{C \times \Delta_p}$$

$$\Rightarrow F = \frac{2,25 \times 0,006}{0,015 \times 1.5} = 0,6 [m^2]$$

Số lượng tấm lọc với mỗi tấm có chiều cao là h=10cm, chiều rộng d=5cm

$$\Rightarrow t = \frac{F}{h \times d} = \frac{0,6}{0,1 \times 0,05} = 120$$

CHƯƠNG 4. CHẨN ĐOÁN HỆ THỐNG PHUN XĂNG TRÊN ĐỘNG CƠ

4.1. Chuẩn đoán hư hỏng của hệ thống phun xăng điện tử

4.1.1 Loại nhiên liệu

+ *Hư hỏng thường gặp.*

- Vỏ bầu lọc bị rạn nứt thì có thể kiểm tra bằng cách quan sát trực tiếp bằng mắt.

Nếu cần thiết thì phải dùng kính phóng đại ($5 \div 10$) lần để quan sát.

- Bầu lọc tinh bị tắc bần thì dùng thiết bị chuyên dùng để kiểm tra.

- Bầu lọc thô bị tắc bần thì tháo đai của bầu lọc ra, mở khoá thùng nhiên liệu, quan sát dòng nhiên liệu chảy ra, nếu nhiên liệu chảy ra ổn định thì bầu lọc còn bình thường, nếu nhiên liệu chảy ra ít và không đều thì có nghĩa là bầu lọc bị cặn bần.

- Các lõi lọc bị rách nát thì tiến hành tháo rời bầu lọc ra, quan sát bằng mắt để phát hiện mức độ hư hỏng.

+ *Phương pháp sửa chữa.*

- Nếu mức độ rạn nứt của bầu lọc lớn thì cần phải thay mới, nếu rạn nứt nhỏ thì dùng phương pháp hàn để phục hồi (sau khi hàn ta phải tiến hành gia công lại bề mặt).

- Lõi lọc bị rách nứt thì cần phải thay mới.

- Bầu lọc bị tắc bần thì tiến hành xúc rửa lại:

+ Tháo bầu lọc ra khỏi thân động cơ.

+ Tháo rời bầu lọc ra.

+ Ngâm lõi lọc vào trong dầu hỏa hoặc dầu Diesel một thời gian.

+ Dùng bàn chải mềm rửa sạch lõi lọc.

+ Dùng không khí nén để thổi sạch các lõi lọc.

4.1.2. Sửa chữa thùng chứa nhiên liệu.

+ *Hư hỏng thường gặp.*

- Thùng chứa nhiên liệu bị móp méo do va chạm ...

- Thùng chứa nhiên liệu bị rạn nứt hoặc bị vỡ .

- Phía trong của thùng chứa bị rỉ sét .

+ *Phương pháp sửa chữa.*

- Nếu thùng chứa bị móp méo thì ta tiến hành nắn lại cho nó phù hợp với hình dáng ban đầu.

- Thùng chứa nhiên liệu bị rạn nứt hoặc bị vỡ. Nếu bị rạn nứt nặng hoặc bị vỡ thì ta thay thùng mới. Nếu bị rạn nứt nhỏ thì ta tiến hành hàn lại chỗ bị rạn nứt đó sau khi hàn thì ta phải gia công lại.

- Thùng nhiên liệu bị rỉ gỉ thì ta phải tẩy sạch các bụi bặm gỉ đó chỗ kỹ.

4.1.3. Kiểm tra sửa chữa các ống dẫn nhiên liệu.

+ *Yêu cầu kỹ thuật đối với ống dẫn nhiên liệu.*

- Ống dẫn nhiên liệu phải an toàn không nứt nẻ gây rò rỉ không được gấp khúc, làm nghẽn đường lưu thông nhiên liệu.

- Các điểm bắt rắc co phải có van đóng nếu thân bơm làm bằng gang nhằm đảm bảo độ kín khít cao. Nếu trong thời gian sử dụng bụi bám nhiều và tập trung nhiều tại các điểm bắt rắc co, chứng tỏ độ kín khít không đảm bảo, có hiện tượng rò rỉ.

- Tránh va đập các vật nặng vào đường ống dẫn nhiên liệu vì sẽ gây hiện tượng gãy hoặc nứt ống dẫn.

+ *Kiểm tra sửa chữa ống dẫn nhiên liệu.*

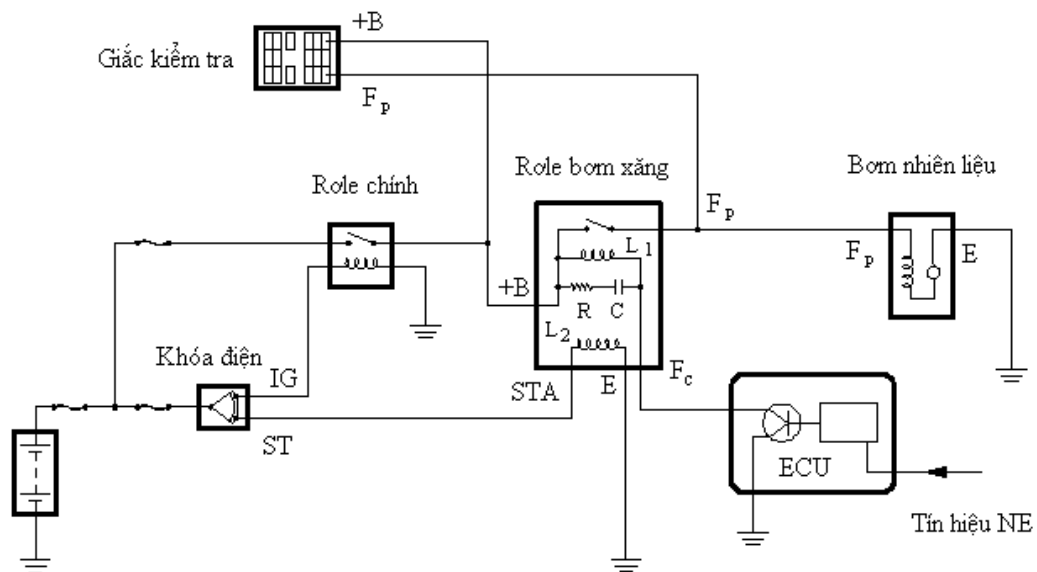
Thường xuyên kiểm tra đường ống dẫn trong bảo dưỡng ngày, nhằm kịp thời phát hiện trục trặc có thể xảy ra.

- Khi xảy ra nứt ống nhẹ thì sửa chữa lại bằng cách: Xả hết dầu trong đường ống dẫn nhiên liệu, hàn đắp lại chỗ nứt. Còn nếu nặng quá hoặc gãy ống thì phải thay mới.

- Khi thay mới cho ống dẫn nhiên liệu cần lưu ý về kích cỡ, độ dài của đường ống, nhất là các ống dầu cao áp thì phải đồng đều chiều dài cho các ống.

4.2. Kiểm tra và sửa chữa hệ thống

➤ *Kiểm tra hoạt động của bơm nhiên liệu*



HÌNH 4.1 Sơ đồ mạch điện bơm xăng

Bước 1: Bật khóa điện đến vị trí ON

Bước 2: Dùng dây dẫn nối cực +B và FP của giắc kiểm tra (Diagnosis)

Bước 3: Xem hiển thị trên đồng hồ đo áp suất nhiên liệu.

Bước 4: Tháo dây chẩn đoán

Bước 5: Tắt khóa điện

- Nếu không có áp suất nhiên liệu, kiểm tra xem nguồn ắc quy có cấp đến giắc bơm nhiên liệu không.
- Nếu có điện áp ắc quy cấp đến giắc bơm nhiên liệu: kiểm tra bơm nhiên liệu và mạch nối đất. Điện trở giữa dây âm và dây dương của bơm nhiên liệu phải là $0,5 - 3\Omega$.
- Nếu không có điện áp ắc quy cấp đến giắc bơm nhiên liệu: kiểm tra rơle mở mạch và mạch điện điều khiển bơm xăng.

➤ *Kiểm tra role bơm*

• *Kiểm tra điện trở*

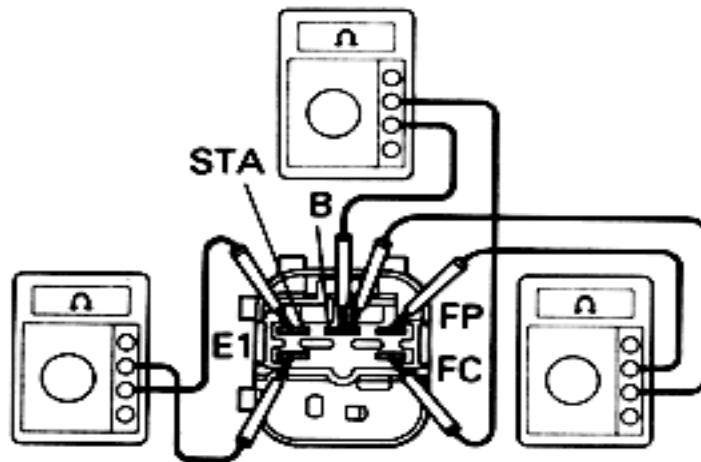
- Ta dùng đồng hồ Ohm để đo kiểm tra điện trở giữa cực STA và cực E₁:

Điện trở tiêu chuẩn: $20 - 30 \Omega$.

- Đo điện trở giữa hai cực +B và cực F_C:

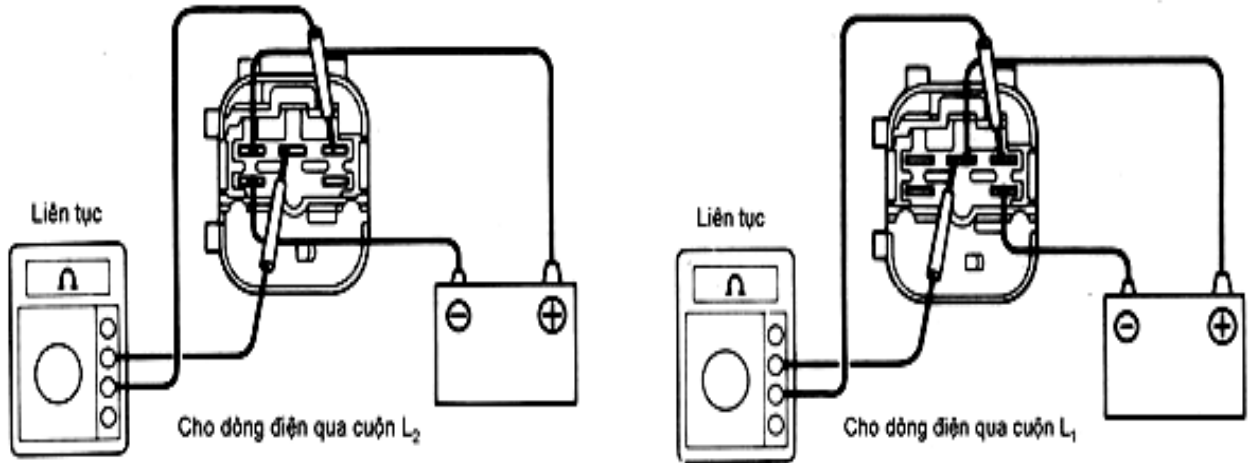
Điện trở tiêu chuẩn: $120 - 150 \Omega$.

- Kiểm tra hai cực F_C và cực F_P không thông mạch là role bơm còn tốt.



HÌNH 4.2 Kiểm tra điện trở của rơ le bơm

- *Kiểm tra hoạt động của role bơm*



HÌNH 4.3 Kiểm tra hoạt động của rơ le bơm

Dùng ắc quy cấp nguồn cho các cực của rơ le và kiểm tra sự thông mạch của rơ le bơm xăng.

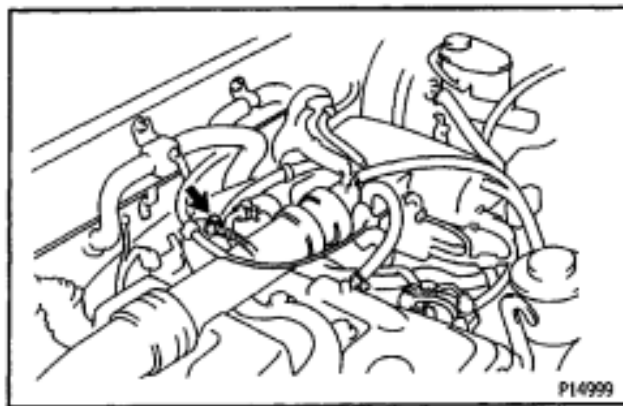
Cực cấp nguồn	Cực đo	Điện áp (V)
STA – E1	B – FP	0
B – FC	B – FP	0

- *Kiểm tra áp suất nhiên liệu*

Bước 1: Kiểm tra điện áp Accu là trên 12V.

Bước 2: Tháo cáp nối với cực âm (-) Accu.

Bước 3: Tháo ống nhiên liệu ra.

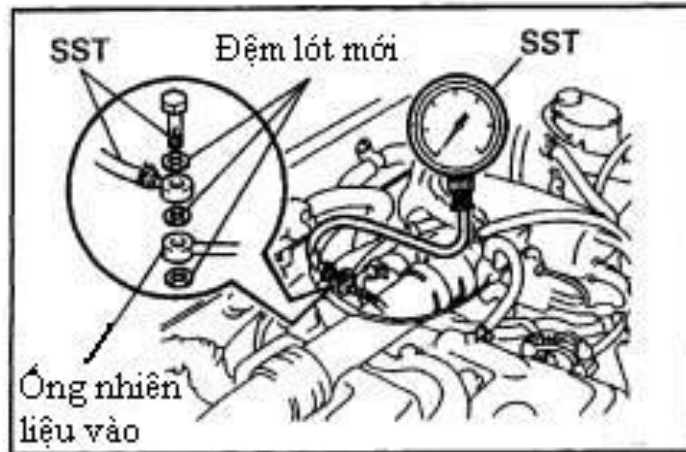


HÌNH 4.4 Tháo ống nhiên liệu.

Bước 4: Kết nối đồng hồ đo áp suất với ống nhiên liệu bằng đầu cắt nối chuyên dùng SST.

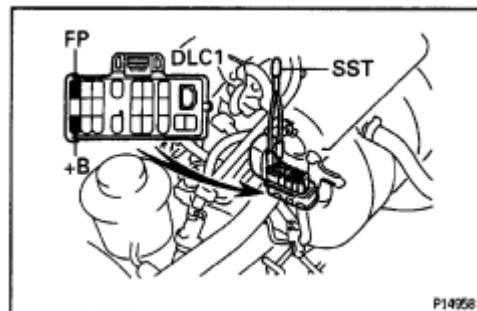
Bước 5: Lau chùi sạch những vết xăng bắn ra ngoài.

Bước 6: Nối lại cáp nối với cực âm (-) Accu.



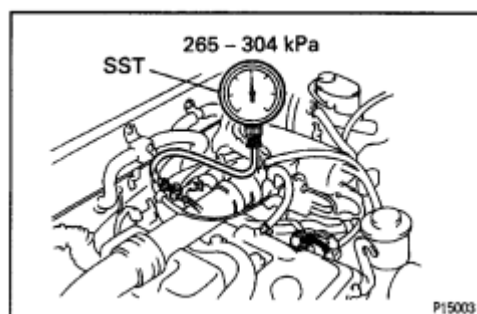
HÌNH 4.5 Kết nối đồng hồ đo áp suất với ống nhiên liệu

Bước 7: Kết nối chân âm và dương của bơm nhiên liệu tương ứng với cực âm và dương của Accu.



HÌNH 4.6 Kết nối bơm xăng với nguồn Accu.

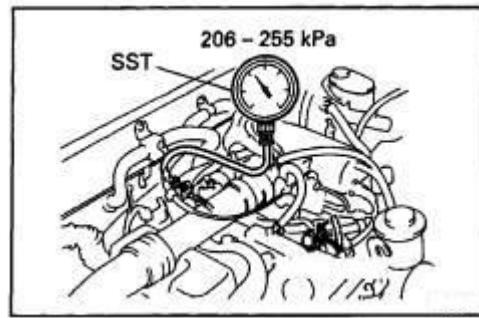
Bước 8: Đo áp suất nhiên liệu: áp suất: $2.7 - 3.1 \text{ kgf/cm}^2$



HÌNH 4.7 Kiểm tra áp suất nhiên liệu.

Bước 9: Khởi động động cơ.

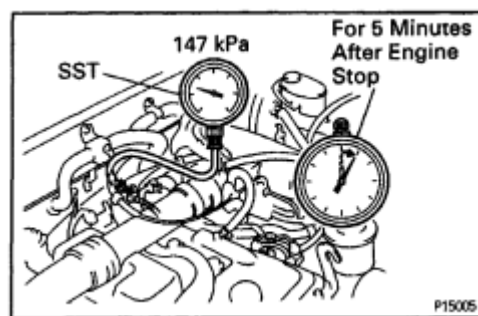
Bước 10: Đo áp suất nhiên liệu ở tốc độ không tải: áp suất: $2.3 - 2.6 \text{ kgf/cm}^2$



HÌNH 4.8 Áp suất nhiên liệu ở tốc độ không tải.

Bước 11: Tắt khóa điện, ngừng động cơ.

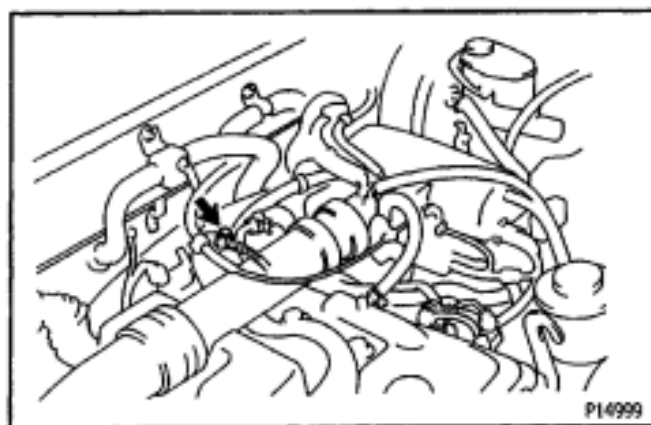
Bước 12: Kiểm tra áp suất nhiên liệu vẫn còn ở mức trên 1.5 kgf/cm^2 trong 5 phút sau khi tắt máy.



HÌNH 4.9 Áp suất nhiên liệu sau khi tắt máy.

Bước 13: Sau khi kiểm tra áp suất nhiên liệu, tháo cáp nối với cọc âm Accu và cẩn thận tháo SST để tránh nhiên liệu phun ra.

Bước 14: Nối lại đường ống nhiên liệu.



HÌNH 4.10: Nối lại đường ống nhiên liệu.

Bước 15: Nối lại cáp nối với cọc âm Accu.

Bước 16: Kiểm tra sự rò rỉ nhiên liệu trong hệ thống.

4.3. Kiểm tra kim phun

➤ *Vị trí trên động cơ*

Kim phun gắn với ống phân phối được bố trí nằm bên phía đường ống nạp

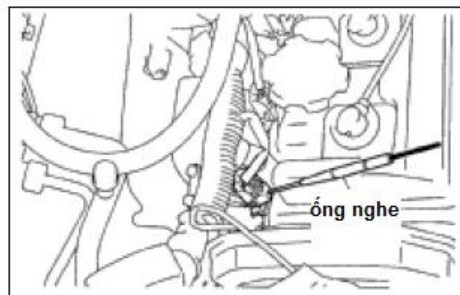


HÌNH 4.11 Hình dáng và vị trí kim phun trên động cơ.

➤ *Kiểm tra*

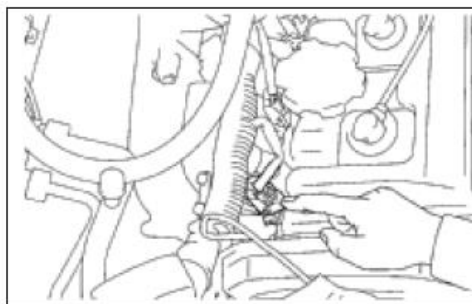
• *Kiểm tra hoạt động của kim phun*

Bước 1: Cho động cơ chạy khởi động, dùng ống nghe để kiểm tra xem tiếng động bình thường tỷ lệ với tốc độ động cơ.



HÌNH 4.12 Kiểm tra âm thanh phát ra từ kim phun bằng ống nghe.

Bước 2: Có thể kiểm tra hoạt động của kim phun bằng tay.



HÌNH 4.13 Kiểm tra âm thanh phát ra từ kim phun bằng tay.

Nếu không nghe thấy tiếng nhấc của kim phun, kiểm tra giắc nối dây, kim phun hay tín hiệu phun từ ECU.

• *Kiểm tra điện trở kim phun*

Bước 1: Tháo các giắc nối đến kim phun.

Bước 2: Dùng đồng hồ đo VOM đo điện trở giữa các chân của kim phun.

Bước 3: So sánh giá trị đo được với giá trị tiêu chuẩn. Nếu không đạt yêu cầu thì thay kim phun.

Điện trở xấp xỉ 14Ω

- *Kiểm tra lưu lượng phun*

Bước 1: Tháo cực âm ắc qui.

Bước 2: Tháo các kim phun ra khỏi ống phân phối.

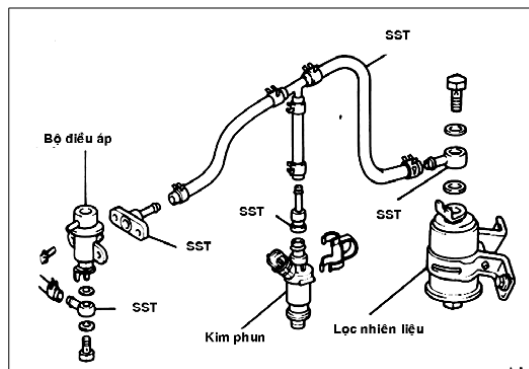
Bước 3: Dùng các dụng cụ chuyên dùng gá kim phun theo hướng dẫn.

Bước 4: Cho kim phun vào trong 1 ống nghiệm.

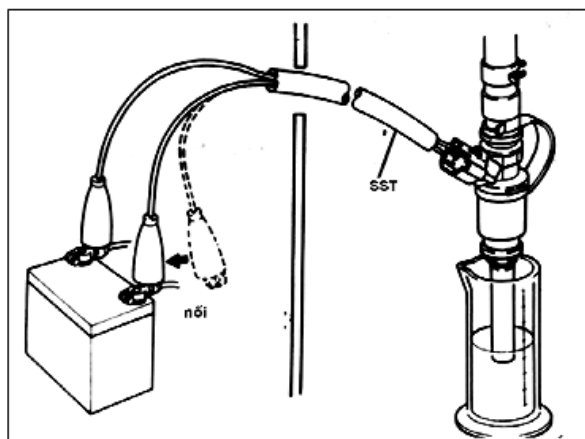
Bước 5: Cho bơm xăng hoạt động nhưng không được khởi động động cơ.

Bước 6: Kiểm tra lưu lượng nhiên liệu trong khoảng 15 giây.

Bước 7: Bật công tắc máy về vị trí “OFF”.



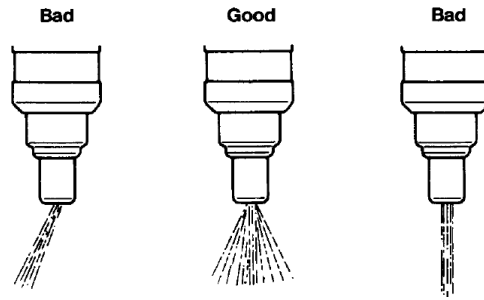
HÌNH 4.14 Lắp kim phun vào dụng cụ chuyên dùng để kiểm tra lượng phun



HÌNH 4.15 Dùng ắc quy điều khiển kim phun

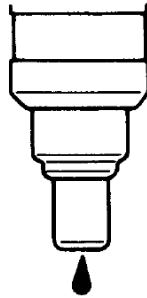
Lượng phun của mỗi kim phun là khoảng 39-49cc trong 15s. Sự chênh lệch lượng phun giữa các kim phun phải ít hơn 5cc.

- Kiểm tra chùm tia phun và sự rò rỉ của kim phun



HÌNH 4.16 Kiểm tra chùm tia phun của kim phun

- Nếu chùm tia phun bị lệch, phun không sương, góc độ phun không đúng thì thay mới kim phun.
- Khi kim phun bị rò rỉ, áp suất dư trong hệ thống nhiên liệu thấp làm động cơ khó khởi động trở lại và có nhiều khói đen khi hoạt động.



HÌNH 4.17 Sự rò rỉ nhiên liệu ở đầu kim phun

- Kiểm tra sự rò rỉ nhiên liệu ở đầu kim phun, một phút không quá một giọt.

- Kiểm tra mạch điện kim phun

Cách kiểm tra như sau:

Bước 1: Tháo giắc điện ra khỏi các kim phun. Bật công tắc máy về vị trí “ON”.

Bước 2: Kiểm tra điện áp cung cấp đến mỗi cực của kim phun, điện áp ắc quy.

Nếu không có điện áp kiểm tra cầu chì, đường dây, rơ le, công tắc .

Bước 3: Bật công tắc máy về vị trí “OFF”.

Bước 4: Nối giắc điện đến các kim phun.

Bước 5: Bật công tắc máy về vị trí “ON”. Kiểm tra điện áp tại các cực #10, #20 của ECU, điện áp ắc quy. Nếu không có kiểm tra đường dây từ kim phun nối về ECU.

Bước 6: Dùng dây điện nối cực #10, #20 tại ECU và kích ra mát. Kiểm tra sự hoạt động của từng kim phun bằng cách dùng thính giác hoặc bằng cảm giác. Nếu kim phun không nhấc, kiểm tra cuộn dây điện trở của từng kim phun, sự tiếp xúc không tốt của giắc điện hoặc kim phun bị kẹt.

Khởi động động cơ và kiểm tra tín hiệu phun của kim phun bằng cách:

- Dùng cảm giác kiểm tra sự rung động của các kim phun.
- Dùng Led kiểm tra. Nếu có dòng điện qua kim phun thì Led sẽ nháy.

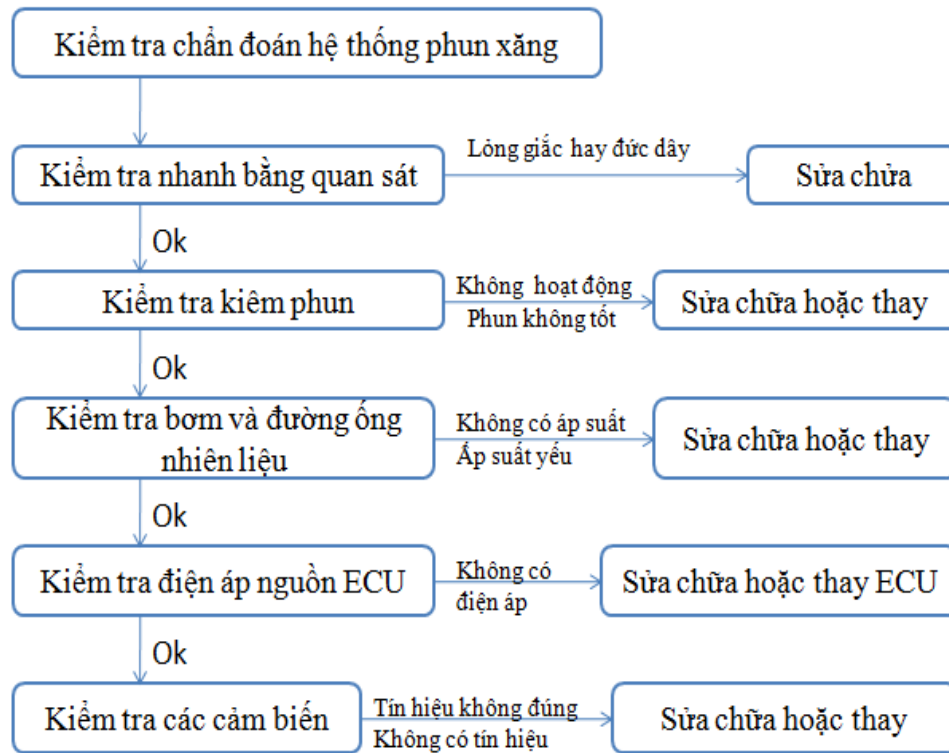
Nếu kim phun không hoạt động. Kiểm tra mạch tạo tín hiệu IGF.

Bật công tắc máy về vị trí “ON”, kiểm tra tín hiệu điện áp IGF tại Igniter khoảng 1V.

Nếu hệ thống đánh lửa hoạt động mà không có tín hiệu IGF. Thay mới Igniter.

4.4. Quy trình kiểm tra chẩn đoán hệ thống phun xăng

Để quá trình kiểm tra chẩn đoán được nhanh và chuẩn xác, ta nên thực hiện việc kiểm tra chẩn đoán theo quy trình, có thể tham khảo quy trình bên dưới.tra chẩn đoán theo quy trình, có thể tham khảo quy trình bên dưới.



HÌNH 4.18 Sơ đồ quy trình kiểm tra hệ thống phun xăng

* Những lưu ý khi sửa chữa hỏng hóc trên hệ thống phun xăng điện tử:

1. Thông thường động cơ bị hỏng hóc không phải do hệ thống phun xăng điện tử. Khi tiến hành tìm kiếm và xử lý hỏng hóc, trước nhất phải kiểm tra tình trạng ổn định của các hệ thống khác. Cụ thể như:

* Nguồn điện chính: bình ắc quy, cầu nối an toàn, cầu chì.

* Hệ thống cung cấp xăng: Đường ống bị xì hở, lọc xăng, bơm xăng, bộ ổn định áp suất.

- * Hệ thống đánh lửa: Bugi, dây điện cao thế bugi, bộ phận đánh lửa.
- * Hệ thống nạp khí: Xì hở ống dẫn khí, lọc không khí quá bẩn.
- * Hệ thống kiểm soát khí thải: Hệ thống hồi lưu khí thải EGR.
- * Các cơ cấu khác: Điểm đánh lửa, khe hở nhiệt, vận tốc ralăngti...

2. Đối với hệ thống phun xăng điện tử:

Nguyên do hỏng hóc thông thường nhất là các ỏ giắc (đầu nối dây), các ỏ nối cắm điện bị lỏng (không tiếp điện).

KẾT LUẬN

Đề tài “*Khảo sát và tính toán kiểm nghiệm hệ thống nhiên liệu động cơ 8AR-FTS*” đã thực hiện phân tích chi tiết nguyên lý hoạt động, cấu tạo và đặc điểm kỹ thuật của hệ thống nhiên liệu trên động cơ hiện đại của Toyota.

Bằng các phương pháp tính toán kiểm nghiệm cơ bản xác định được:

- Lượng nhiên liệu cần cung cấp cho 1 xilanh trong 1 chu trình

$$m_f = 3,91 \cdot 10^{-5} [kg / ct]$$

- Thời gian phun cơ bản

$$t_{inj} = 0.0087 [s]$$

- Lưu lượng nhiên liệu bơm cao áp cần cung cấp cho động cơ

$$Q_b = 2,5 \times 10^{-5} [m^3 / s]$$

- Đường kính pít tông bơm cao áp

$$d = 8,1 [mm]$$

- Công suất bơm cao áp

$$P_b = 588,2 [w]$$

Kết quả tính toán phù hợp với số liệu thực tế hệ thống nhiên liệu trên động cơ 8AR-FTS đáp ứng tốt yêu cầu về công suất, lưu lượng thời gian phun.

Kết quả đạt được góp phần khẳng định hiệu quả kỹ thuật của động cơ 8AR-FTS nói chung và hệ thống nhiên liệu phun xăng trực tiếp GDI, đồng thời cung cấp cơ sở khoa học cho các nghiên cứu tiếp theo về cải tiến, sửa chữa, chuẩn đoán và tối ưu hóa hệ thống nhiên liệu trên động cơ xăng tăng áp hiện đại.

DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. TS. Trần Thanh Hải Tùng. “*Bài giảng kết cấu và tính toán động cơ đốt trong*”. Đại Học Bách Khoa Đà Nẵng, 2008.
- [2]. Nguyễn Đức Phú, Hồ Tấn Chuẩn, Trần Văn Tế, Nguyễn Tất Tiến, Phạm Văn Thê. “*Kết cấu và tính toán động cơ đốt trong tập 1, 2*”. Nhà xuất bản giáo dục, 1996.
- [3]. GS. TS. Nguyễn Tất Tiến. “*Nguyên lý động cơ đốt trong*”. Nhà xuất bản giáo dục, 2003.
- [4]. PGS.TS Dương Việt Dũng. “*Giáo trình môn học kết cấu động cơ đốt trong*”. Đà Nẵng, 2007
- [5] Cẩm nan sửa chữa Toyota– Toyota Việt Nam