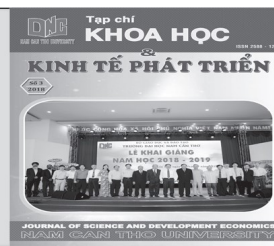




Tạp chí Khoa học và Kinh tế Phát triển
Trường Đại học Nam Cần Thơ

Website: jsde.nctu.edu.vn



Một số công nghệ mới và sự thay đổi đặc tính, thông số kỹ thuật của động cơ ô tô

Hồ Xuân Năng^{1*}, Đinh Ngọc Ân²

¹Trường Đại học Phenikaa

*Người chịu trách nhiệm bài viết: Hồ Xuân Năng (email: nang.hoxuan@phenikaa-uni.edu.vn)

Ngày nhận bài: 20/10/2023

Ngày phân biện: 10/11/2023

Ngày duyệt đăng: 30/11/2023

Title: *New technology and change of characteristics, specifications of automotive engine*

Keywords: *characterizations, optimal control solutions, performances*

Từ khóa: *đặc tính, giải pháp điều khiển tối ưu, tính năng động cơ*

ABSTRACT

The paper briefly presents optimal control solutions applied in internal combustion engines. It then analyzes practical solutions applied to modern automotive engines in order to improve engine performance, technical specifications, economy, efficiency, pollutant emissions, and some other features.

TÓM TẮT

Bài báo tóm tắt về lý thuyết các giải pháp điều khiển tối ưu động cơ đốt trong, từ đó phân tích các giải pháp kỹ thuật tiên tiến đã được ứng dụng nhằm cải thiện và thay đổi đặc tính, thông số kỹ thuật của động cơ, cải thiện tính kinh tế nhiên liệu, hiệu suất, mức phát thải và một số tính năng khác của động cơ.

1. GIỚI THIỆU

Trong khoảng hơn hai chục năm trở lại đây các hãng sản xuất ô tô thế giới đặc biệt quan tâm và ứng dụng các nghiên cứu về kết cấu và điều khiển một số cơ cấu và hệ thống trên động cơ theo hướng cải thiện và thay đổi đặc tính, thông số kỹ thuật của động cơ ô tô nhằm tăng tốc độ và khả năng kéo tải của ô tô mà không thay đổi các kích thước cơ bản của động cơ, cải thiện tính kinh tế nhiên liệu và hiệu suất, mức phát thải và một số tính năng khác của động cơ. Tuy nhiên, các nghiên cứu và các tài liệu chuyên ngành về lĩnh vực này ở Việt Nam khá ít và chưa được phân tích một cách đầy đủ. Nhằm giới thiệu

với bạn đọc quan tâm vấn đề trên, trong bài báo này chúng tôi xin giới thiệu một số giải pháp công nghệ mới được đề cập trong thời gian gần đây [1]. Trong thực tế sử dụng và đào tạo về công nghệ ô tô có nhiều câu hỏi và vướng mắc nảy sinh khi các công nghệ mới áp dụng trên ô tô tạo ra những thay đổi. Chúng tôi hy vọng nội dung của bài báo sẽ trả lời và lý giải những vướng mắc này của bạn đọc và những người quan tâm đến lĩnh vực kỹ thuật công nghệ ô tô.

2. PHƯƠNG TIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP

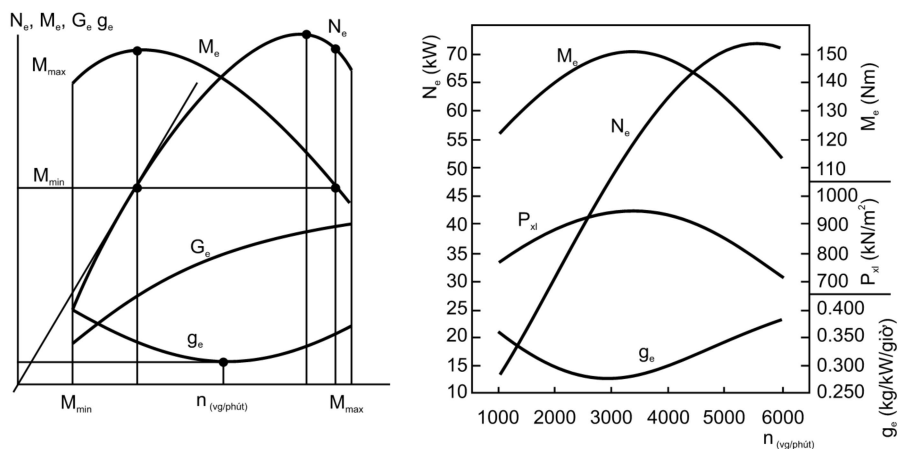
Nghiên cứu thực hiện theo phương pháp định tính qua việc tổng hợp tài liệu có liên quan.

2.1 Một số khái niệm cơ bản

2.1.1 Đặc tính của động cơ

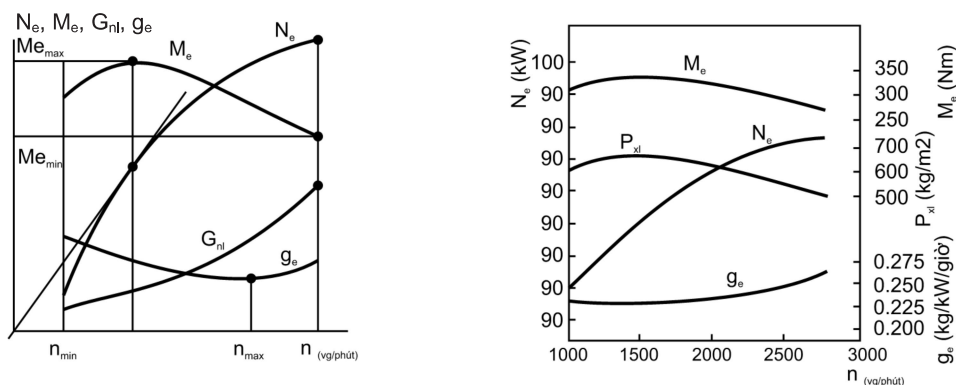
Lý thuyết nền tảng về động cơ đốt trong [1],[2],... đề cập đến nhiều vấn đề, trong nội dung bài báo này chúng tôi chỉ muốn trích dẫn một số vấn đề liên quan đến nội dung nghiên cứu, trong số đó là đặc tính của động cơ và các thông số ảnh hưởng đến đặc tính và thông số kỹ

thuật của động cơ. Đối với phương tiện giao thông, vận tải đường bộ như ô tô thì đặc tính ngoài của động cơ đốt trong sử dụng trên ô tô (sau này sẽ gọi là động cơ ô tô) được dùng để tính toán thiết kế hệ thống truyền động và đánh giá tính năng động lực học của ô tô, tính kinh tế nhiên liệu và các so sánh khác,...



Hình 1. Đặc tính ngoài cơ bản của động cơ xăng [2],[1]

Ne: công suất của động cơ (tính bằng kW hoặc ml – mã lực); Me: mô men động cơ (Nm); Ge hoặc Gnl: lượng nhiên liệu tiêu thụ trong một giờ (g); ge: suất tiêu hao nhiên liệu riêng; pxi: áp suất trong xy lạnh.



Hình 2. Đặc tính ngoài cơ bản của động cơ diesel [1],[2]

Trên các Hình 1, 2 là đặc tính ngoài tiêu biểu của hai loại động cơ ô tô truyền thống. Trong đó mối quan hệ của công suất (Ne) và mô men (Me) của động cơ phụ thuộc vào tốc độ (ne) của động cơ được sử dụng để so sánh, đánh giá các giải pháp kỹ thuật tác động đến sự thay đổi đặc tính và các thông số kỹ thuật của động cơ, sẽ được đề cập cụ thể hơn ở các phần sau.

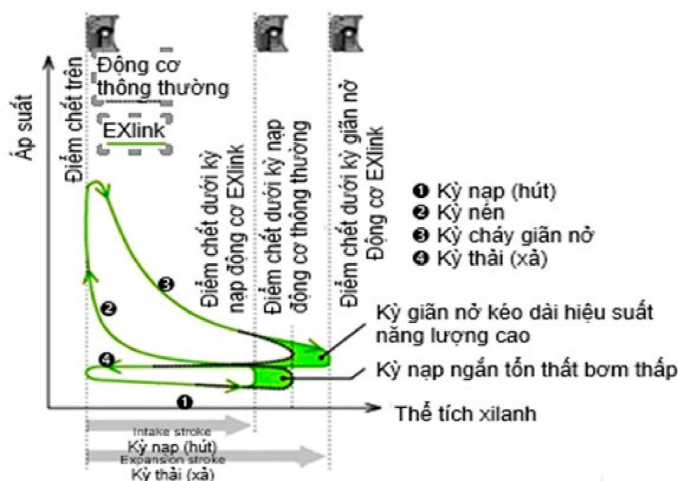
2.1.2 Tỷ số nén

Tỷ số nén ϵ là tỷ số giữa thể tích lớn nhất (thể tích toàn phần V_a) và thể tích nhỏ nhất (thể tích buồng cháy V_c):

$$\epsilon = \frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{V_h + V_c}{V_c} = 1 + \frac{V_h}{V_c} \quad (1)$$

Lý thuyết động cơ đốt trong cũng đã chỉ ra rằng: tỷ số nén của động cơ và áp suất trung bình pt của chu trình công tác ảnh hưởng rất lớn đến hiệu quả của của chu trình công tác. Tuy nhiên, trong lý thuyết nền tảng, tỷ số nén được coi là cố định đối với mỗi loại động cơ. Song, các nghiên cứu cũng chỉ ra rằng: nếu thay đổi được tỷ số nén (điều khiển được tỷ số nén) trong chu trình công tác của động cơ sẽ tăng được hiệu

suất năng lượng của động cơ (Hình 3). Ví dụ động cơ EXlink, mẫu động cơ nhỏ đầu tiên của Honda nhờ có thiết kế đặc biệt nên đốt cháy ít nhiên liệu nhưng sinh công lớn hơn. Hành trình dịch chuyển của piston trong kỳ cháy giãn nở dài hơn, tăng kỳ Thái nên tăng được công hữu ích của động so với động cơ truyền thống; còn hành trình nạp rút ngắn hơn nên giảm được tổn thất công vô ích (công bơm).



Hình 3. Đồ thị P-V của động cơ EXlink (thay đổi tỷ số nén) [1],[8]

Hiệu quả của chu trình công tác được thể hiện qua áp suất trung bình pt, mà thực chất là tỷ số giữa công của chu trình và thể tích công

$$p_{tb} = \frac{Lđ}{V_h} \quad (2)$$

Trong đó: Lđ- Công có ích của chu trình, chính là diện tích của công dương trừ công âm; Vh- Thể tích công tác của chu trình

Nếu tính toán một cách cụ thể theo cả hai công thức (1) và (2), động cơ Exlink sẽ cho kết quả cao hơn, tức là chu trình công tác có hiệu quả cao hơn động cơ thông thường.

2.1.3 Hệ số nạp

Hệ số nạp được tính bằng:

$$\eta_v = \frac{G_1}{G_h} = \frac{M_1}{M_h} = \frac{V_1}{V_h} \quad (3)$$

Trong đó:

G_1 (kg/kgnl) và M_1 (kmol/kgnl) là lượng khí nạp mới thực tế trong xy lanh khi kết thúc quá trình nạp.

V_1 là thể tích của lượng khí nạp mới sau một số chu trình công tác (m^3)

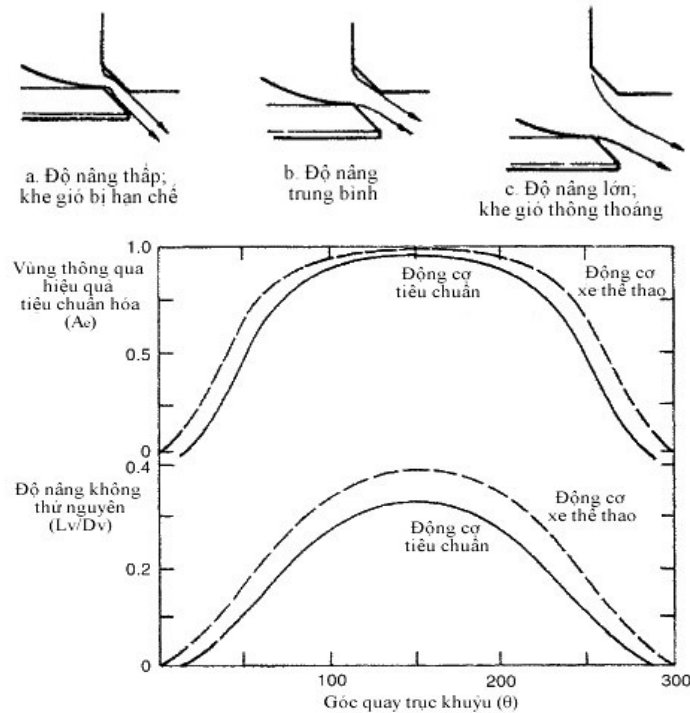
V_h là thể tích công tác của động cơ (m^3)

Tuy nhiên, trong thực tế hệ số nạp được tính là [1]:

$$\eta_v = \frac{\dot{V}_a}{V_s.n} \quad (4)$$

\dot{V}_a là thể tích của lượng khí nạp mới tức thời (m^3)

V_s chính là \dot{V}_a - thể tích công tác của động cơ (m^3); n là số chu trình trong một giây, tính cho động cơ 4 kỳ sẽ là n (vòng/phút)/120.



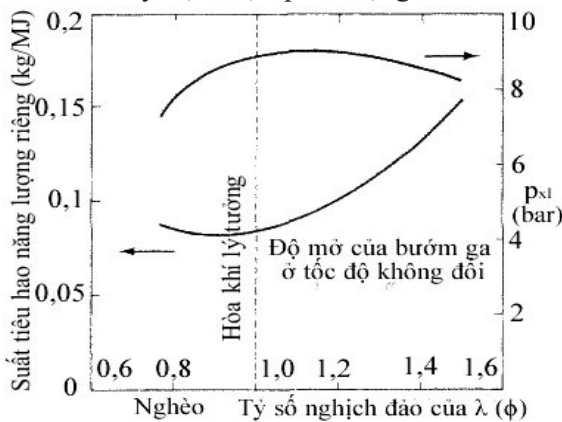
Hình 4. Mức độ mở của xu páp nạp (a) và ảnh hưởng của biên dạng cam (b) [1]

Như vậy, theo một cách tương đối thì hệ số nạp phụ thuộc chủ yếu vào thể tích lượng khí nạp mới V_a . Trong khi đó V_a lại phụ thuộc rất nhiều vào thời điểm đóng mở mở xu páp nạp, mức độ mở xu páp nạp theo biên dạng cam (Hình 4): Đối với động cơ xăng, công suất và tốc độ động cơ chủ yếu phụ thuộc vào lượng khí nạp thực tế V_a và được đo bằng cảm biến khí nạp thì điều này đặc biệt quan trọng. Trên các

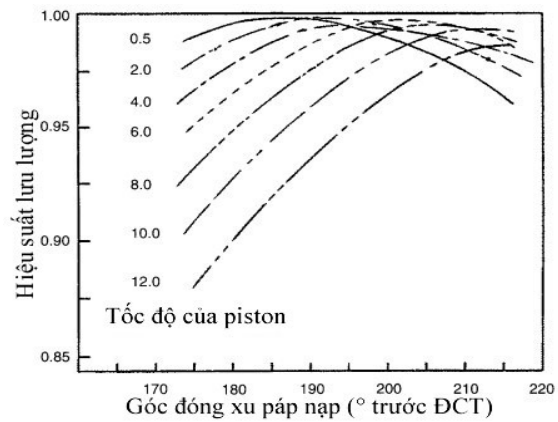
động cơ xăng hiện đại đã có nhiều giải pháp nhằm tăng V_a như điều khiển pha phối khí biến thiên, điều khiển hành trình xu páp biến thiên, điều khiển nạp quán tính, tăng áp v.v

2.1.4 Thành phần hòa khí

Hiệu quả của thành phần hòa khí đến công suất và hiệu suất làm việc của động cơ đã được đề cập trong các lý thuyết nền tảng của động cơ (Hình 5).



Hình 5. Ảnh hưởng của thành phần hòa khí và hiệu suất của động cơ [13]



Hình 6. Hệ số nạp phụ thuộc thời điểm đến công đóng xu páp nạp và tốc độ của piston [13]

Đối với động cơ xăng hiện đại thành phần hòa khí được điều khiển tối ưu cho các chế độ làm việc của động cơ thông qua ECU nhằm đáp ứng các phụ tải ở các chế độ làm việc khác nhau. Tăng chỉ số thành phần hòa khí tương đương ở một chế độ tốc độ và độ mở bướm ga sẽ làm tăng công suất của động cơ, tuy nhiên lại ảnh hưởng đến chỉ số phát thải. Đối với động cơ diesel, thành phần hòa khí quyết định công suất và thông số kỹ thuật của động cơ.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

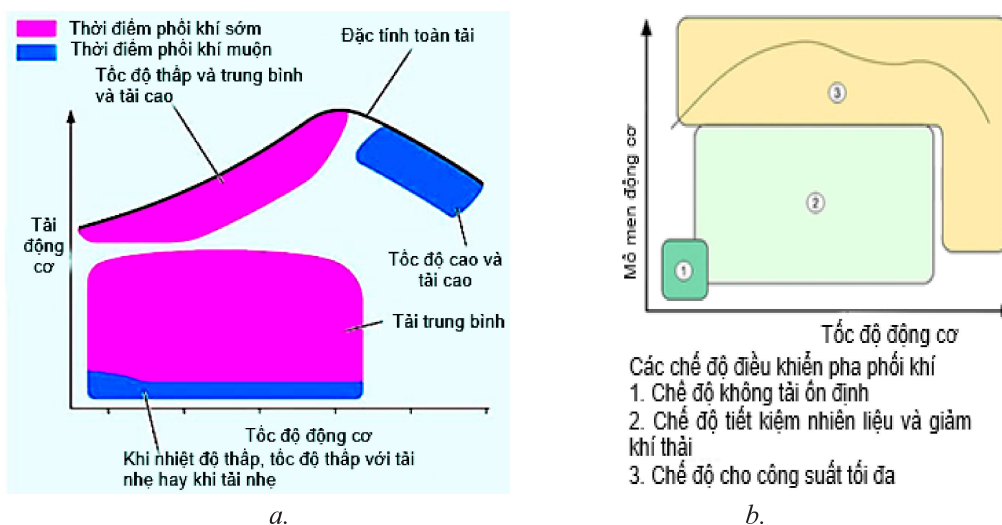
3.1 Một số phương pháp điều khiển tối ưu động cơ đốt trong

Trong các phương pháp điều khiển động cơ thì phương thức điều khiển chủ yếu trong điều khiển động cơ là điều khiển tự tìm kiếm, điều khiển mờ, điều khiển tự thích nghi, điều khiển dự báo, điều khiển học tập,...

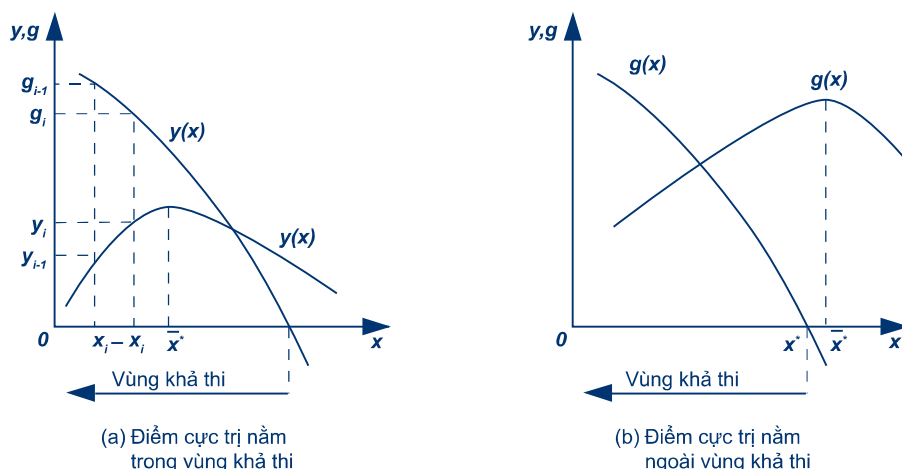
3.1.1 Điều khiển tối ưu tự tìm kiếm

Để lựa chọn được vùng đặc tính mong muốn như trên hình 7, trong lập trình điều

khiển người ta áp dụng điều khiển tối ưu tự tìm kiếm, đó là phương pháp tối ưu hóa theo thời gian thực, có thể tự động tìm giá trị cực tiểu hoặc cực đại của một chỉ số tính năng của đối tượng điều khiển trong quá trình điều khiển, để các tham số điều khiển luôn ở trạng thái cực trị, vì vậy, nó còn được gọi là điều khiển cực trị hoặc theo dõi cực trị. Với sự trợ giúp của chu kỳ phản hồi của đầu ra động cơ, điều khiển tối ưu tự tìm kiếm có thể tự động bù sự dịch chuyển của các tham số điều khiển để chúng luôn được duy trì ở mức cực trị. Ví dụ về điều khiển tối ưu tự tìm kiếm với một số điều kiện ràng buộc nào đó được trình bày trên hình 7. Trong đó hình (a) chỉ ra rằng điểm cực trị \bar{x}^* nằm trong vùng giới hạn và hình (b) chỉ ra rằng điểm cực trị \bar{x}^* của hàm số $y = f(x)$ nằm ngoài vùng giới hạn. Trong trường hợp (b), kết quả tìm kiếm tối ưu x không thể đạt đến \bar{x}^* , mà nằm trên ranh giới của vùng khả thi.



Hình 7. Vùng điều khiển tối ưu của hãng Toyota (a) và hãng Honda (b)



Hình 8. Cực trị có ràng buộc

Nguyên lý cơ bản của điều khiển tối ưu tự tìm kiếm là dựa theo đặc trưng cực trị của tham số điều khiển x và hàm điều khiển $y = f(x)$ để điều chỉnh tham số điều khiển nhằm thăm dò ảnh hưởng của nó đối với hàm điều khiển y và phản hồi xu hướng thay đổi của chỉ số điều khiển, để xác định hướng điều chỉnh tiếp theo của biến điều khiển, sao cho tham số điều khiển có thể đạt hoặc gần với điểm tối ưu, khi có điều kiện ràng buộc $g(x)$, thì tham số điều khiển cuối cùng có thể sẽ nằm trên ranh giới của vùng giới hạn, như trong Hình 8. Để vừa có thể tăng tốc độ tìm kiếm và độ chính xác trong điều khiển, vừa có thể nâng cao tốc độ thích ứng của hệ thống điều khiển khi điều kiện vận hành động cơ thay đổi, thường kết hợp điều khiển tối ưu tự tìm kiếm và điều khiển vòng hở trong điều kiện có ràng buộc hoặc điều khiển tìm kiếm 2 chiều.

3.1.2 Điều khiển mờ

Đối với một số hệ thống có độ phức tạp cao và sự ràng buộc đa chiều của các thành tố hệ thống mà không thể đo lường chính xác, người ta có thể áp dụng phương pháp mờ hóa trong điều khiển.

3.1.3 Điều khiển tự thích nghi

Điều khiển tự thích nghi là một giải pháp được áp dụng cho các chương trình điều khiển động cơ ô tô trong thời gian gần đây. Đối tượng

nghiên cứu của điều khiển tự thích nghi là hệ thống không chắc chắn. Mối quan hệ giữa mục tiêu điều khiển với các đối tượng bị điều khiển và môi trường bên ngoài, không thể hoàn toàn mô tả bằng mô hình toán học chính xác, trong đó bao gồm một số yếu tố chưa biết và một số yếu tố ngẫu nhiên. Đối mặt với tồn tại khách quan này là hệ thống đa dạng với các yếu tố không chắc chắn. Việc tổng hợp các chức năng điều khiển phù hợp làm cho một số tính năng nhất định của đối tượng bị điều khiển đạt và duy trì tối ưu hoặc gần tối ưu, là nhiệm vụ mà điều khiển tự thích nghi cần giải quyết. Ý tưởng cốt lõi của điều khiển tự thích nghi là: dựa theo điều kiện vận hành thực tế của đối tượng, tự động điều chỉnh luật điều khiển để đạt được hiệu quả điều khiển mong muốn.

3.1.4 Điều khiển dự báo

Điều khiển dự báo dựa trên mô hình (*MPC – Model Predictive Control*) là sự kết hợp của một số lĩnh vực đó được phát triển trong lý thuyết điều khiển hiện đại, điển hình đó là hai lĩnh vực điều khiển tối ưu và nhận dạng hệ thống. Điều khiển dự báo dựa trên mô hình có thể kết hợp chặt chẽ hay đưa được các điều kiện ràng buộc về mặt vật lý của quá trình (như độ mờ van, các hạn chế của cơ cấu chấp hành, các giới hạn của tín hiệu điều khiển v.v) vào quá trình thiết kế bộ

điều khiển và chuyển hóa bài toán thiết kế bộ điều khiển thành một bài toán tối ưu. Hiện nay MPC đó trở thành một sách lược điều khiển cao cấp được chấp nhận khá rộng rãi trong một số lĩnh vực công nghiệp.

3.1.5 Điều khiển học tập

Điều khiển học tập là một trong những lĩnh vực hoạt động mạnh nhất của nghiên cứu ứng dụng trí tuệ nhân tạo. Hệ thống điều khiển học tập là một hệ thống điều khiển tự động có thể dần dần có được thông tin không thể đoán trước về quá trình và môi trường được điều khiển trong quá trình vận hành, tích lũy kinh nghiệm và thực hiện đánh giá, phân loại, ra quyết định và cải thiện liên tục chất lượng hệ thống theo các tiêu chí đánh giá nhất định. Hệ thống điều khiển học tập được chia thành hệ thống điều khiển học tập trực tuyến (còn được gọi là hệ thống tự học) và hệ thống điều khiển học tập ngoại tuyến. Điều khiển học tập ngoại tuyến trực tiếp phản hồi “thưởng” và “phạt” từ thế giới bên ngoài tạo ra để cải thiện thuật toán và cải thiện chất lượng hệ thống. Điều khiển học tập trực tuyến có khả năng thử nghiệm, tìm kiếm, đánh giá chất lượng, ra quyết định và tự sửa đổi kiến thức trước đó, đòi hỏi một máy tính tốc độ cao, dung lượng lớn. Hệ thống điều khiển học tập không dựa vào việc sử dụng dữ liệu thử nghiệm trước đó như hệ thống điều khiển tự thích nghi, nó bổ sung một khâu tích lũy bộ nhớ, tương tự như chức năng học tập và điều khiển tương tự con người. Tập đoàn Denso Nhật Bản

đã áp dụng điều khiển học tập trong điều khiển hệ thống đốt nhiên liệu để loại bỏ độ sai lệch của khối lượng phun nhiên liệu do độ chính xác khi gia công và hao mòn tạo thành, để động cơ diesel có thể hoạt động ổn định trong một thời gian dài. Nguyên tắc cơ bản là tăng hoặc giảm mức cung cấp nhiên liệu của từng xi lanh để giảm thiểu dao động tốc độ và trong quá trình đó dần dần “học được” lượng cung cấp nhiên liệu của từng xi lanh.

3.1.6 Điều khiển thông minh

Điều khiển thông minh có các đặc điểm của cấu tạo liên ngành (nhiều thực thể) rõ ràng. Cho đến nay, đã đưa ra 3 loại cấu trúc: cấu trúc nhị phân, cấu trúc bậc 3 và cấu trúc bậc 4 của điều khiển thông minh. Chúng được phân biệt bằng các tập giao sau:

$$IC = AI \cap AC \quad (5)$$

$$IC = AI \cap CT \cap OR \quad (6)$$

$$IC = AI \cap CT \cap ST \cap OR \quad (7)$$

Trong đó: ý nghĩa của các tập con như sau:

IC – Điều khiển chức năng;

AC: Điều khiển tự động;

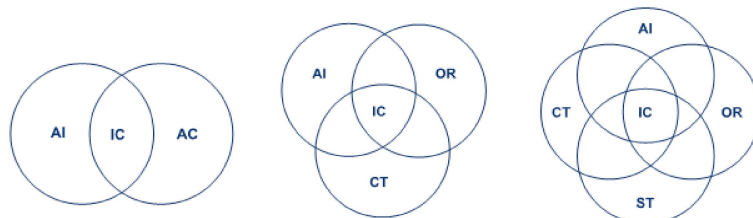
OR: Lập kế hoạch học;

AI: Trí tuệ nhân tạo;

CT: Lý luận điều khiển;

ST: Lý luận hệ thống;

Kết cấu tập giao nhị nguyên, bậc 3, bậc 4 của điều khiển thông minh lần lượt do Chuan Jingsun, GNSaridis và Cai Zi Xing đưa ra vào các năm 1971, 1977 và 1986. Chúng cũng có thể được phân biệt theo Hình 9.



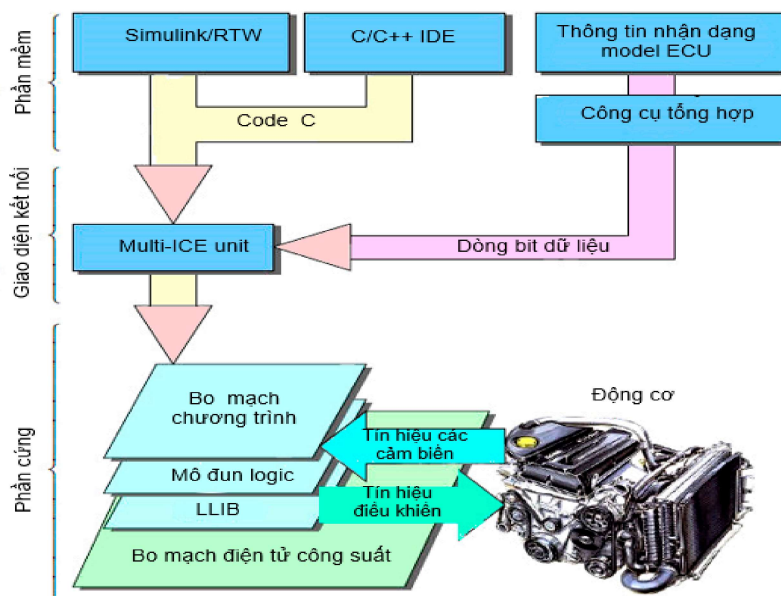
a. Kết cấu nhị phân

b. Kết cấu bậc 3

c. Kết cấu bậc 4

Hình 9. Kết cấu tập giao nhị nguyên, bậc 3, bậc 4

3.1.7 Cơ bản về lập trình điều khiển động cơ



Hình 10. Ví dụ về cấu trúc hệ lập trình điều khiển động cơ ô tô [1]

Cấu trúc hệ lập trình và điều khiển động cơ thể hiện trên hình 10, gồm: phần mềm do người lập trình thực hiện, cùng với các thông tin khác về kiểu/loại động cơ sẽ thông qua giao diện kết nối (mạch nạp Multi-ICE unit) để cài đặt vào bo mạch chương trình của ECU động cơ. Trong cấu trúc ECU động cơ (được gọi là phần cứng) thể hiện một số phần tử như: bo mạch chương trình, mô đun logic, LLIB, bo mạch điện tử công suất. Từ đây, sau khi chương trình điều khiển đã được thiết lập, ECU động cơ sẽ gửi các thông tin vận hành thông qua các cảm biến về ECU; ECU sẽ căn cứ vào dữ liệu đã cài đặt và được lập trình thực hiện tính toán, lựa chọn và xuất tín hiệu điều khiển cơ cấp chấp hành đã được mặc định trong chương trình.

3.2 Phân tích một số giải pháp thực tế trong điều khiển tối ưu động cơ ô tô hiện đại

Giải pháp công nghệ mới trên các động cơ ô tô hiện đại theo xu hướng thay đổi đặc tính, thông số kỹ thuật của động cơ ô tô mà không thay đổi các thông số kích thước cơ bản của động cơ (đường kính xi lanh- pít tông, hành trình cơ sở của pít tông,...) gồm: điều khiển pha

phối khí, hành trình xu páp thông minh; điều khiển nạp gió thông minh; điều khiển tỷ số nén,... Đây là một mảng lớn, liên quan đến lý thuyết điều khiển, công nghệ và kết cấu cụ thể mà không thể tóm gọn trong nội dung một bài báo. Các tác giả bài báo chỉ muốn thông tin đến bạn đọc một số giải pháp cụ thể đã được áp dụng cho các động cơ tiên tiến của một số hãng ô tô và một số nghiên cứu tiêu biểu.

3.2.1 Điều khiển pha phối khí

Điều khiển pha phối khí nhằm một số mục đích:

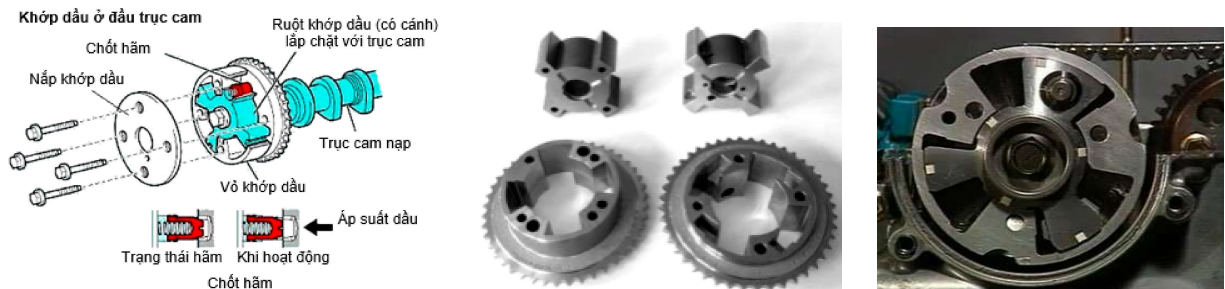
- Tăng hiệu quả và tối ưu hóa quá trình nạp, thải, từ đó cải thiện các thông số kỹ thuật của động cơ;
- Cải thiện chất lượng của quá trình cháy và giảm phát thải của động cơ;

Về mặt lý thuyết, hệ số nạp [13] phụ thuộc vào thời điểm đóng mở xu páp nạp và tốc độ của pít tông (m/giây) như trên hình 6. Như vậy, nếu thời điểm này biến thiên thì cũng tạo ra sự thay đổi hệ số nạp và làm thay đổi thông số kỹ thuật của động cơ.

Dẫn động cam biến thiên:

Kiểu dẫn động cam biến thiên còn được gọi là điều khiển pha phối khí thông minh VVTi hoặc Vanos có đặc điểm chung là: bánh xích hoặc bánh đai cam không được bắt cố định với trục cam, mà được kết nối thông qua một cơ cấu xoay cam kiểu “khớp dầu” hoặc “khớp điện” (Hình 7, 8, 9, 10, 11).

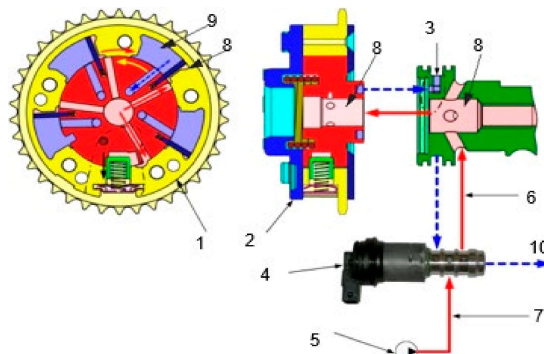
Với kiểu kết cấu khớp xoay cam kiểu dầu [12] của dòng xe Toyota (Hình 7), ruột khớp dầu có thể có 3 hoặc 4 cánh và được lắp chặt với trục cam. Riêng vỏ khớp dầu: nếu dẫn động cam bằng bánh đai răng thì vỏ khớp dầu được chế tạo rời và lắp với bánh đai cam, nếu cam dẫn động xích thì vỏ khớp dầu chế tạo liền với bánh xích...



Hình 11. Giải pháp của hãng Toyota

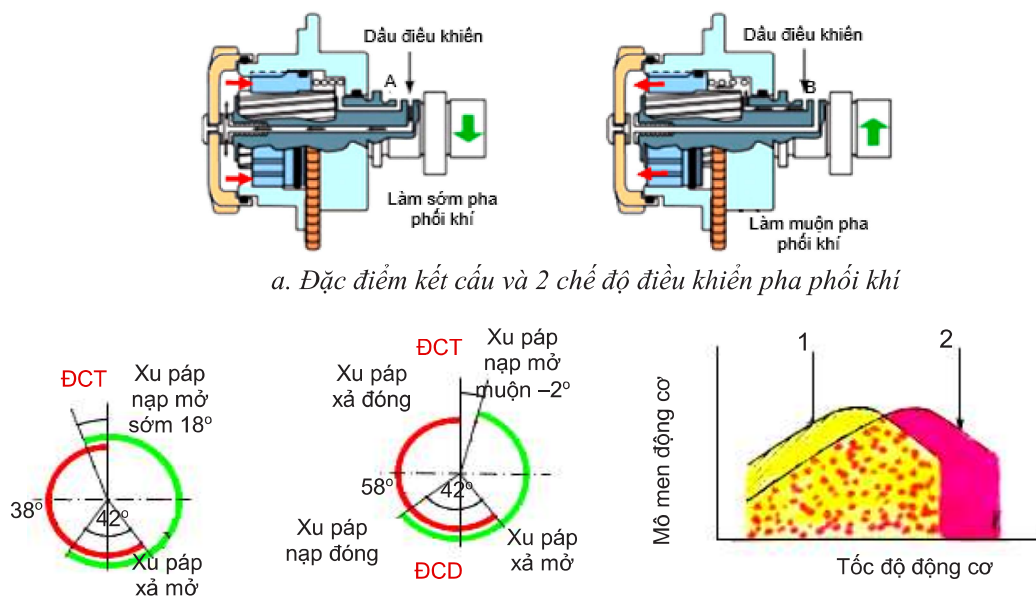
Khớp xoay cam kiểu dầu trên động cơ N42 của hãng BMW [5] lại có một rô to tròn được ép chặt vào trục cam, trên rô to xẻ rãnh để lắp các cánh. Rô to và cánh tạo thành ruột khớp dầu và có thể xoay một góc trong khoang rộng của vỏ khớp dầu. Chốt hãm được lắp trên vỏ khớp dầu và định vị vào vị trí khoét trên rô to (Hình 12). Một kiểu khớp xoay cam khác được áp dụng trên dòng xe Nissan là kiểu trục then xoắn – đai

ốc, lắp ở trục cam nạp. Đặc điểm của kiểu khớp này là không có cánh ở ruột khớp dầu, mà thay vào đó là một cặp truyền then xoắn bước lớn. Ở đầu trục cam có 2 then: một then được lắp với bánh xích cam, đồng thời là vỏ khớp dầu; một then xoắn bước lớn để lắp với then xoắn ở piston (ruột khớp dầu). Một lò xo khá cứng (hình 9a) được lắp chống tỳ vào vỏ khớp dầu và piston để đẩy piston về phía trái (theo vị trí trên hình vẽ).



Hình 12. Khớp xoay cam kiểu dầu của dòng xe BMW [5]

1. Vỏ khớp dầu liền với bánh xích cam; 2. Nắp khớp dầu; 3. Lỗ xả dầu trên trục cam; 4. Van điện từ điều khiển dầu; 5. Bơm dầu; 6. Dầu bôi trơn có áp suất; 7. Dầu bôi trơn từ bơm dầu; 8. Buồng dầu có áp suất; 9. Khoang rộng của vỏ khớp dầu; 10. Đường dầu hồi về các te.



a. Đặc điểm kết cấu và 2 chế độ điều khiển pha phối khí

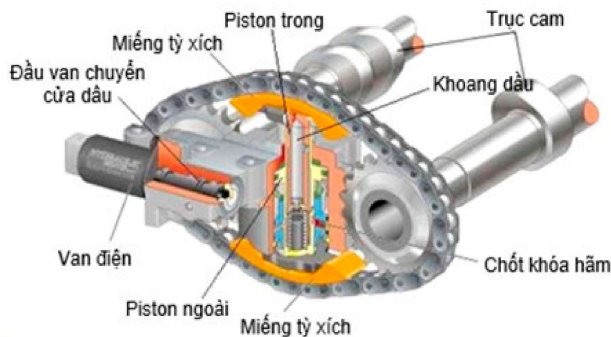
b. Pha phối khí và đặc tính mô men

Hình 13. Khớp xoay cam kiểu dầu của dòng xe Nissan [1]

Gần giống như cụm khớp truyền động (măng đích) ở máy đề. Tức là khi không có dầu bôi trơn (chế độ động cơ không hoạt động) hoặc hoạt động ở vùng tốc độ cao có dầu qua van điện điều khiển cấp vào đầu piston (từ trái sang phải) thì lò xo hồi vị đẩy piston về cuối đầu trục (từ phải sang trái) và để có thể di chuyển được, nó (piston) phải vừa trượt vừa xoay một góc 20 độ ngược chiều quay của bánh xích, làm xoay trục cam – tạo ra pha phối khí muộn (xu páp nạp mở muộn sau điểm chết trên 2° góc quay trục khuỷu

và đóng muộn sau điểm chết dưới 58° góc quay trục khuỷu), ứng với đồ thị mô men 2 Hình 13b.

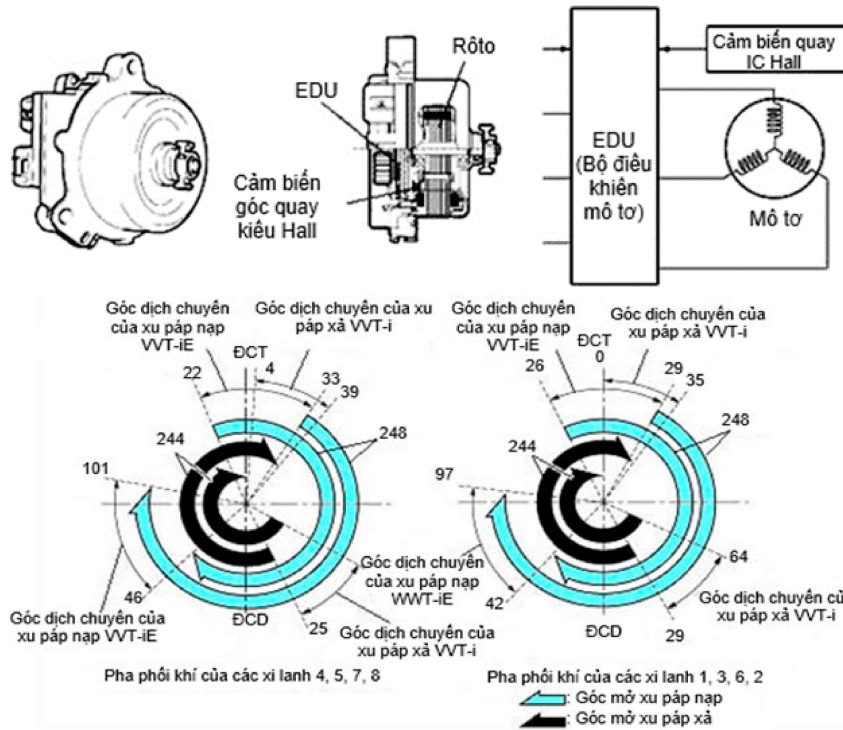
Một kết cấu khác trong dẫn động cam có điều khiển là kiểu thay đổi sừn căng xích trên động cơ V8 – 5V của hãng Audi (Hình 14). Ở phương án này có một xích liên kết giữa 2 trục cam và xích được căng bởi một cơ cấu piston thủy lực kép (piston trong và piston ngoài). Một van điện được điều khiển bởi ECU động cơ sẽ cấp/xả dầu cho cơ cấu căng xích thủy lực để tạo ra sự thay đổi thời điểm phối khí.



Hình 14. Bộ điều khiển thời điểm phối khí của động cơ V8– 5V [1]

Kiểu dẫn động cam biến thiên dùng “khớp điện” được sử dụng trên động cơ 2UR–FSE của hãng Toyota được đặt tên là hệ thống VVT–iE.

Kiểu này sử dụng một mô tơ điện 1 chiều không chổi than thông qua một bộ giảm tốc cycloit lắp với một cơ cấu trung gian để xoay trục cam.



Hình 15. Bộ giảm tốc cycloit, mô tơ điện và pha phối khí của động cơ 2UR-FSE [1]

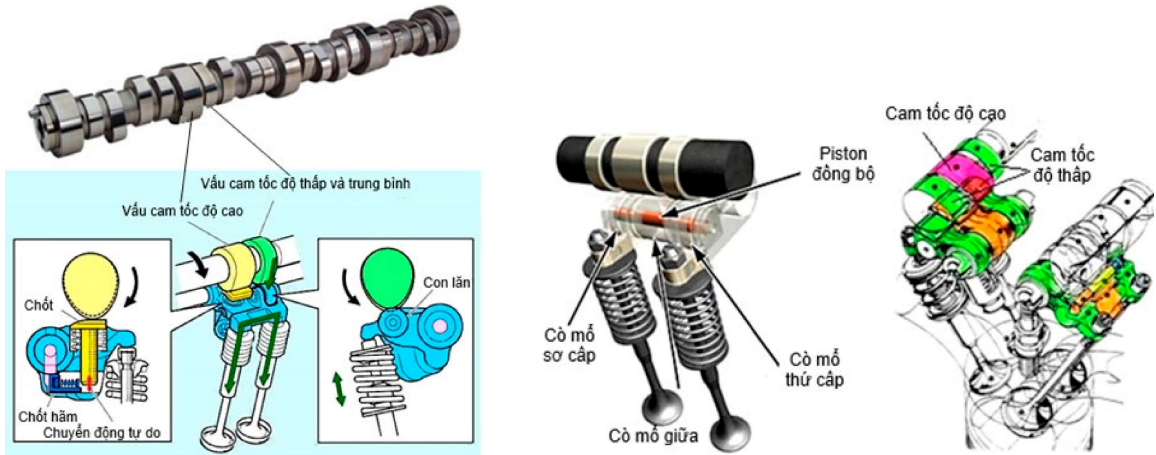
Hiệu quả của cơ cấu điều khiển pha phối khí biến thiên trên động cơ của Rover (Whiteley 1995, Parker 2000) với góc điều khiển biến thiên từ 220° đến 295° và góc trùng điệp từ 21°

đến 58° góc trục khuỷu đối với động cơ 1,8 thể hiện ở Bảng 1 cho thấy tất cả các chỉ số so sánh đều tăng.

Bảng 1. So sánh các chỉ số của động cơ tiêu chuẩn và động cơ có pha phối khí biến thiên [13]

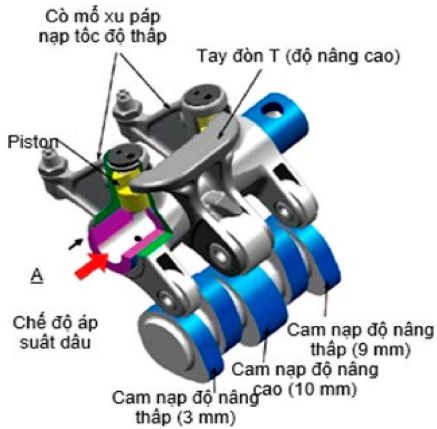
Động cơ	bmp Max (bar)	Tốc độ (vg/ph) ở bmp Max	Công suất max (kW)	Tốc độ (vg/ph) ở bmp Max
Tiêu chuẩn	11,6	3.000	90	5.500
VVC	12,2	4.500	108	7.000

3.2.2 Điều khiển hành trình xu páp thông minh

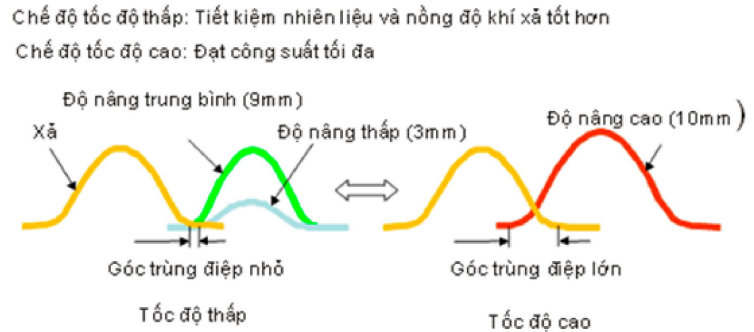


a. Cấu trúc của hãng Toyota

b. Cấu trúc cam 3 vấu, 2 chế độ của hãng Honda



c. Cấu trúc cam 3 vấu của hãng Mitsubishi

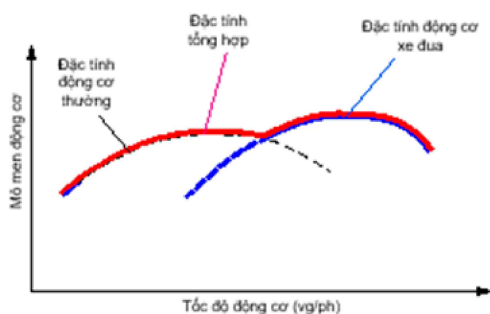


d. Đặc tính nâng xu páp của cấu trúc cam 3 vấu Mitsubishi

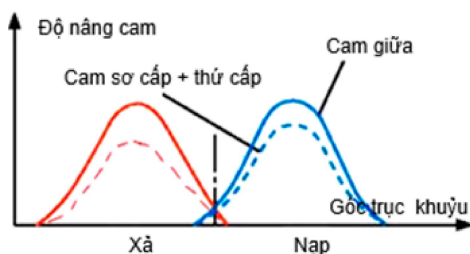
Hình 16. Một số cấu trúc cam đa vấu

Hệ thống VVTL-i (Variable Valve Timing and Lift intelligent system) là một hệ thống có khả năng thay đổi độ nâng xu páp (và thời gian nâng) được Toyota [12] sử dụng lần đầu tiên cho xe Toyota Celica SS-II vào năm 1999 với động cơ 2ZZ-GE 16 xu páp DOHC. Trên trục cam nạp, ở mỗi điểm cam đều có 2 vấu cam: Vấu cam tốc độ thấp và trung bình, vấu cam tốc độ cao (Hình 16a). Cả 2 vấu cam cùng tác động lên một cò mổ được điều khiển bởi ECU động

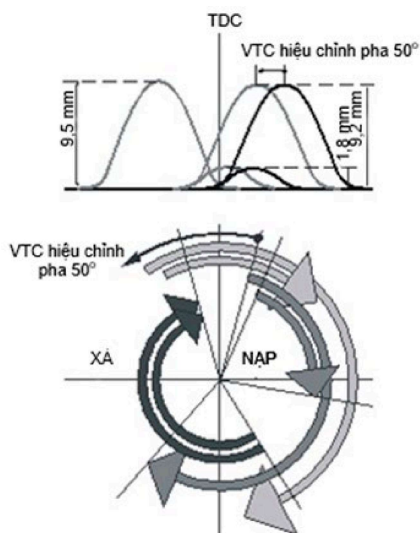
cơ. Bằng cách điều khiển thông qua một van dầu tạo ra khả năng: chỉ vấu cam tốc độ thấp và trung bình tác động vào cò mổ để đóng mở xu páp nạp, hoặc chỉ vấu cam tốc độ cao tác động vào cò mổ để đóng mở xu páp nạp. Công nghệ VTEC (Valve Timing Electronic Control) kiểu cam 3 vấu (1 vấu cam tốc độ cao và 2 vấu cam tốc độ thấp) hoặc 3 vấu cam có độ nâng khác nhau của hãng Honda (Hình 16b) nhằm thay đổi hành trình xu páp ở một số chế độ làm việc [2].



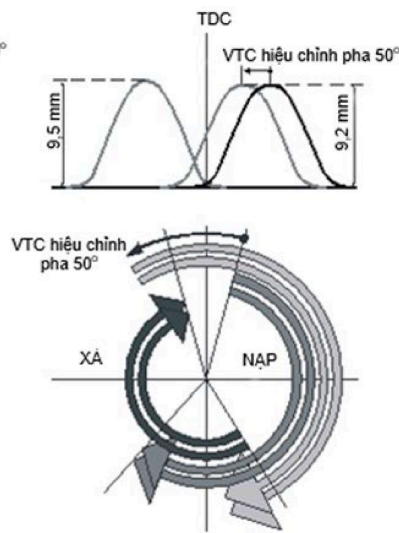
a. Đặc tính hai trong một của động cơ đa cam



b. Độ nâng xu páp với cam 3 vấu hai chế độ



c. Pha phối khí của động cơ đa cam và điều khiển góc phối khí biến thiên



d. Pha phối khí của động cơ chỉ điều khiển góc phối khí biến thiên

Hình 17. Đặc tính động cơ và độ nâng xu páp của kiểu cam 3 vấu 2 chế độ (Honda)

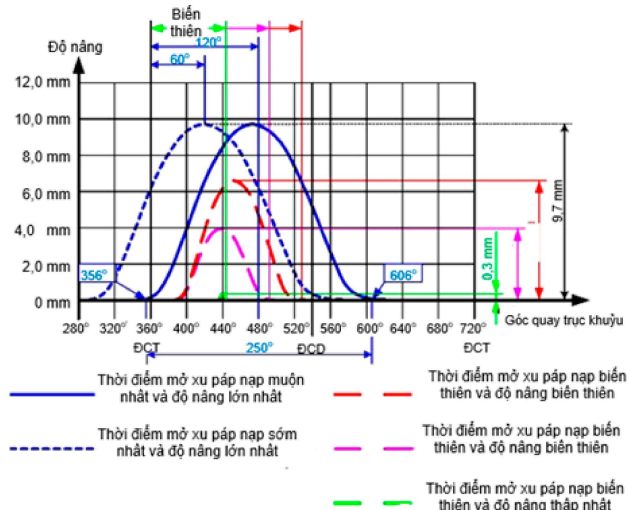
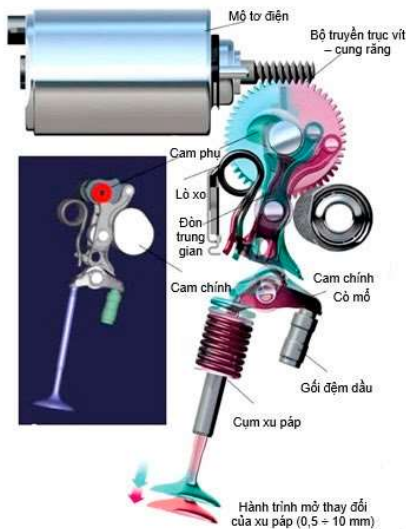
Công nghệ này tạo ra cho động cơ khả năng kết hợp tốt nhất chế độ nạp và thải ở phạm vi tốc độ thực tế, tiết kiệm nhiên liệu và công suất lớn ở tốc độ cao, biến một động cơ thông thường thành 2 động cơ tích hợp: động cơ thông thường, có tốc độ không tải (ralăng ty) ổn định và mô men ở tốc độ thấp để khởi hành xe; động cơ xe đua, có tốc độ cao và mô men lớn ở vùng tốc độ cao nhưng không có chế độ không tải và không có mô men ở tốc độ thấp để khởi hành xe (Hình 17).

Công nghệ VTEC với 3 chế độ nâng cam nạp khác nhau tương ứng với các tốc độ thấp, tốc độ trung bình và tốc độ cao cho phép động cơ có thể chạy tiết kiệm nhiên liệu ở phạm vi tốc độ thấp, có đầu ra mô men lí tưởng ở phạm vi tốc độ trung bình, và công suất sinh ra lớn trong phạm vi tốc độ cao.

Công nghệ MIVEC (Mitsubishi innovative Valve timing Electronic Control System) của hãng Mitsubishi bắt đầu đưa vào sản xuất năm 1993 loại động cơ này. Vào thời điểm đó, MIVEC đứng đầu trong hàng ngũ những công nghệ giúp tiết kiệm nhiên liệu với mức tiêu thụ nhiên liệu vào khoảng 16 km cho 1 lít xăng khi đi trong thành phố. Đây là một trong những công nghệ đầu tiên trong các giải pháp nhằm nâng cao công suất động cơ, giảm nồng độ khí thải bằng cách tác động vào hệ thống nạp hòa khí, và công nghệ này hiện nay vẫn được ứng dụng. Trên thị trường ô tô Việt Nam, hãng Mitsubishi ứng dụng công nghệ MIVEC trên xe GRANDIS. Điểm đặc biệt của công nghệ MIVEC là việc bố trí trên trục cam với 3 biên

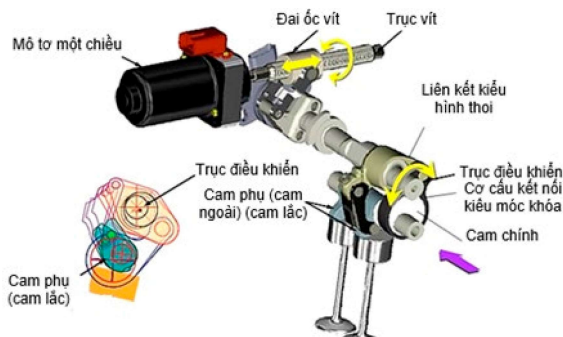
dạng cam có kích thước khác nhau. Biên dạng cam lớn nhất đặt ở giữa và hai biên dạng cam nhỏ và trung bình đặt ở hai bên. Mặc dù có 3 biên dạng cam như vậy nhưng chỉ tạo ra 2 chế độ động cơ: Chế độ tốc độ thấp, sử dụng biên dạng cam nhỏ, trung bình và chế độ tốc độ cao sử dụng biên dạng cam lớn. Khi động cơ làm việc ở số vòng quay thấp, MIVEC sẽ chọn biên dạng cam nhỏ và trung bình, cung cấp hòa khí cháy ổn định, ít phát thải độc hại. Khi bướm ga mở lớn hơn, tốc độ động cơ tăng lên, MIVEC sẽ cho phép tăng thời gian và hành trình mở của xu páp nạp, vì vậy động cơ sẽ cho công suất và mô men lớn hơn hẳn so với các động cơ không sử dụng công nghệ này.

Công nghệ ValveTronic của hãng BMW (Hình 18a,b) lại là một kiểu khác, có 2 trục cam: trục cam phụ và trục cam chính (còn gọi là cam tác động ngang). Trục cam phụ được dẫn động bởi một mô tơ điện thông qua bộ truyền trục vít – cung răng và chỉ quay một góc giới hạn. Trục cam chính được dẫn động xích từ trục khuỷu động cơ và không tác động trực tiếp vào cò mổ hoặc xu páp, mà tác động ngang vào đòn trung gian và đòn trung gian sẽ gạt đẩy con lăn trên cò mổ để mở xu páp. Khi cam phụ được điều khiển và quay một góc, nó sẽ đẩy đòn trung gian xuống. Với cấu trúc này, xu páp luôn thay đổi độ mở theo chế độ làm việc của động cơ để thay đổi lượng hòa khí nạp vào động cơ nên không cần bướm ga.

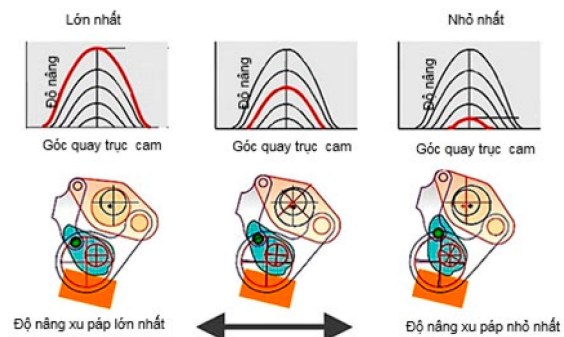


a. Cấu trúc đa cam của hãng BMW

b. Đặc tính nâng xu páp và dịch chuyển pha phối khí của BMW



c. Cấu trúc đa cam của hãng Nissan



d. Đặc tính nâng xu páp của Nissan (Hình c)

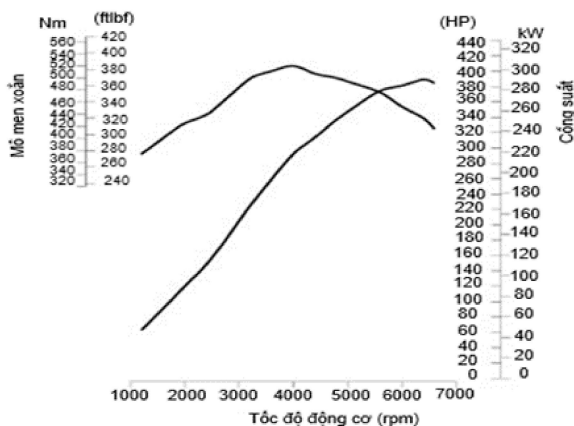
Hình 18. Một số cấu trúc đa cam

Công nghệ ValveTronic kết hợp với Vanos tạo ra sự thay đổi thời điểm đóng mở và độ nâng xu páp nạp đáng kinh ngạc: thời điểm mở sớm, đóng muộn xu páp nạp có thể tới 60° góc quay trục khuỷu so với điểm chết trên và điểm chết dưới, còn độ mở của xu páp thay đổi từ 0,3 mm đến 9,7 mm (Hình 18b).

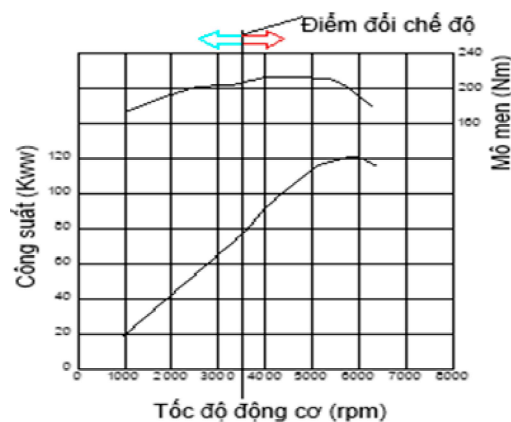
Công nghệ VVEL (Variable valve event and lift): Nhờ kết cấu và điều khiển đặc biệt, công nghệ VVEL có thể tạo ra độ mở biến thiên của các xu páp nạp như trên Hình 18d. Công nghệ VVEL của hãng Nissan cũng có kiểu 2 trục cam: chính và phụ, hay còn gọi là cam trong và cam ngoài (hình 18c) được trang bị trên loại động cơ mới của hãng Nissan đã góp phần giảm 10%

lượng nhiên liệu tiêu thụ và 10 % lượng khí thải cacbondioxyt gây ô nhiễm môi trường. Công nghệ này có cấu trúc và hoạt động khá phức tạp. Trục cam chính được dẫn động xích từ động cơ nhưng lại có liên kết với trục điều khiển, còn trục điều khiển lại có đai ốc vít ăn khớp với trục vít của một mô tơ điện một chiều. Trục điều khiển thông qua một kết nối dạng hình thoi và một cơ cấu kiểu móc khóa để xoay góc trục cam chính. Góc xoay của trục cam chính sẽ làm thay đổi vị trí của trục cam phụ (cam ngoài).

Một số hình ảnh về sự thay đổi đặc tính của động cơ do tác động của các công nghệ điều khiển pha phối khí và hành trình xu páp được trình bày trên Hình 19.



a. Đường đặc tính ngoài của động cơ 2UR-FSE [6]



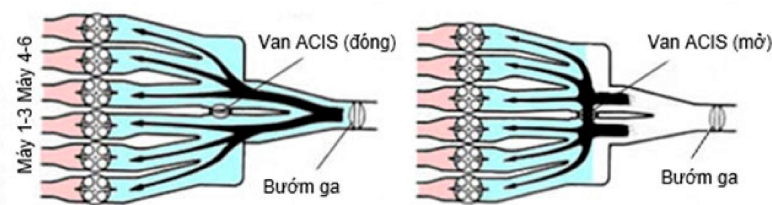
b. Đường đặc tính ngoài của động cơ 4G69- công nghệ MIVEC

Hình 19. Một số đặc tính của động cơ công nghệ đa cam

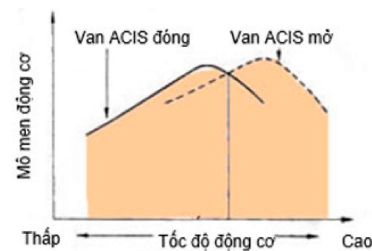
3.2.3 Điều khiển nạp (gió) thông minh

Để tăng hiệu quả của quá trình nạp, một số loại động cơ áp dụng điều khiển dòng khí nạp biến thiên (VIS - Variable Induction System),

điều khiển nạp hiệu ứng âm thanh (ACIS - Acoustic Controlled Induction System). Một trong những giải pháp được áp dụng phổ biến là ACIS.



a. Van ACIS đóng: đường nạp dài b. Van ACIS mở: đường nạp ngắn



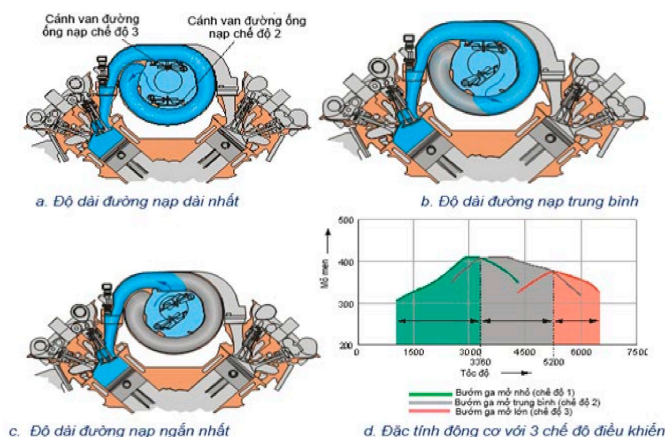
c. Đặc tính động cơ ở 2 chế độ điều khiển

Hình 20. Chiều dài đường nạp và đặc tính động cơ [12]

Dòng chảy trong hệ thống nạp thải đều là các dòng mạch động nên có sự dao động và lan truyền sóng áp suất trong hệ thống. Tại một tốc độ cụ thể, người ta lựa chọn chiều dài đường nạp sao cho sóng phản hồi xuất phát từ miệng đường nạp đến cửa xu páp đang mở tỷ lệ với bước sóng âm thanh do quá trình nạp tạo ra thì sẽ nạp được nhiều khí nạp mới hơn và tăng công suất động cơ. Một số động cơ ô tô hiện đại lợi dụng hiện tượng khí động này để cải thiện đặc tính. Trên thực tế, không thể có kết cấu cơ khí nào có thể thay đổi chiều dài đường nạp của động cơ liên tục và nhanh tức thời theo mức chân ga của lái xe. Vì vậy, người ta đã nghiên cứu tạo hiệu hay đổi chiều dài đường nạp bằng cách bố trí một “bướm ga phụ” – van

ACIS trên đường khí nạp, và bằng cách điều khiển van ACIS này đóng và mở sẽ đạt được hiệu ứng thay đổi chiều dài đường nạp như trên Hình 20.

Ở động cơ dãy 6 xi lanh (Hình 20), một van ACIS được bố trí ở khoang chia khí và được điều khiển đóng/ mở nhờ một hộp màng chân không (HMCK). HMCK trong hệ thống ACIS được cấp hoặc xả chân không (áp thấp) thông qua một van điện VSV được lập trình điều khiển bởi ECU theo chế độ làm việc của động cơ. Bằng cách điều khiển dòng khí nạp biến thiên ACIS cũng có thể tạo ra 2 đặc tính của động cơ (dịch chuyển đặc tính) như trên hình 20c, cho phép tăng tốc độ động cơ và khả năng kéo tải ở tốc độ cao.



Hình 21. Chiều dài đường nạp và đặc tính động cơ chữ V của hãng Audi

Ở động cơ chữ V của hãng Audi áp dụng hệ thống ACIS 3 chế độ. Công nghệ này sử dụng 2 van ACIS để điều khiển trên đường ống nạp, tạo ra 3 đường khí nạp có độ dài khác nhau (độ dài thay đổi tạo khả năng cộng hưởng khí nạp) (Hình 21a,b,c). Để sử dụng hiệu ứng dao động tối ưu các van ACIS sẽ đóng hoặc mở các đường ống cộng hưởng tùy vào chế độ động cơ. Hiệu quả của việc thay đổi chiều dài đường ống nạp đối với mô men xoắn của động cơ được thể hiện trên Hình 21d. Ngoài phương pháp điều khiển van ACIS bằng hộp màng chân không (dù), một số động cơ ô tô, nhất là các ô tô sản xuất gần đây, lại điều khiển van ACIS bằng mô tơ điện

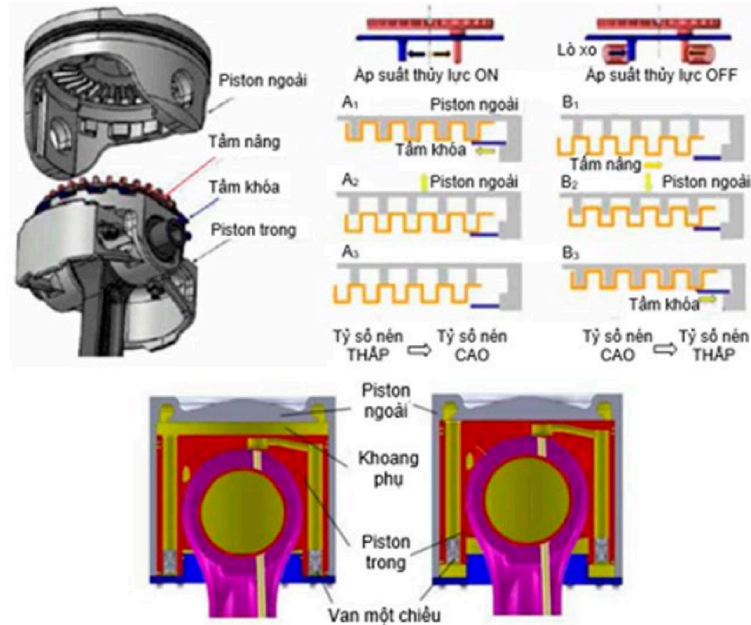
một chiều như trên hình. Để ECU xác định góc mở của van ACIS, trên trục điều khiển van ACIS có bố trí một cảm biến vị trí góc xoay kiểu cảm biến Hall.

Các đặc tính trên các Hình 9b, 17a, 19, 20c, 21d cho thấy: bằng các giải pháp thay đổi kết cấu và điều khiển ở hệ thống phối khí và đường ống nạp, có thể tạo ra sự thay đổi đặc tính của động cơ, có thể tạo ra hai hoặc 3 đặc tính trên một động cơ. Đặc biệt, trên hình 21, với 3 chế độ điều khiển trên đường ống nạp đã tạo ra 3 đặc tính của động cơ, kéo dài vùng tốc độ và khả năng tải của động cơ.

3.2.4 Điều khiển tỷ số nén biến thiên

Các nghiên cứu về tỷ số nén biến thiên của động cơ bắt đầu từ năm 1981. Hiện đã có nhiều nghiên cứu và bằng phát minh sáng chế về lĩnh vực này. Tuy vậy chỉ có một số nghiên cứu được đưa vào áp dụng thực tế. Mục đích của

việc thay đổi tỷ số nén trong chu trình công tác của động cơ là nhằm tăng hiệu suất nhiệt của quá trình, tăng khả năng chịu tải cao, giảm tiêu hao nhiên liệu và mức phát thải khí độc hại của động cơ.

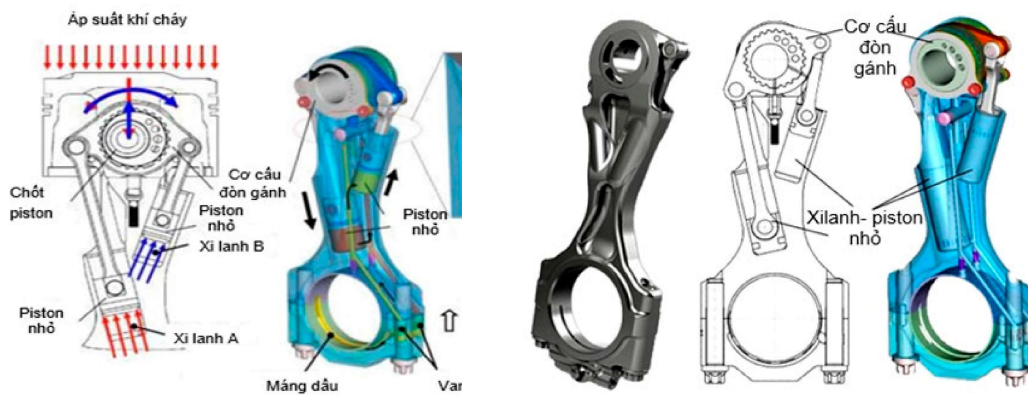


Hình 22. Kiểu hai pít tông lồng nhau

(1) Sử dụng cấu trúc hai piston lồng vào nhau và điều khiển khoảng không gian phía trên piston trong và phía dưới piston ngoài. Có hai kiểu: kiểu không gian giữa 2 piston dạng cài răng lược và kiểu không gian phụ chứa dầu (Hình 22).

(2) Thay đổi kết cấu của thanh truyền ở đầu nhỏ và thay đổi hành trình của piston bằng cách thay đổi vị trí của chốt piston (Hình 23).

(3) Thay đổi kết nối trực tiếp của đầu to thanh truyền bằng kiểu kết nối thông qua các cơ cấu trung gian có điều khiển. Giải pháp này có nhiều phương án như ví dụ trên Hình 24.

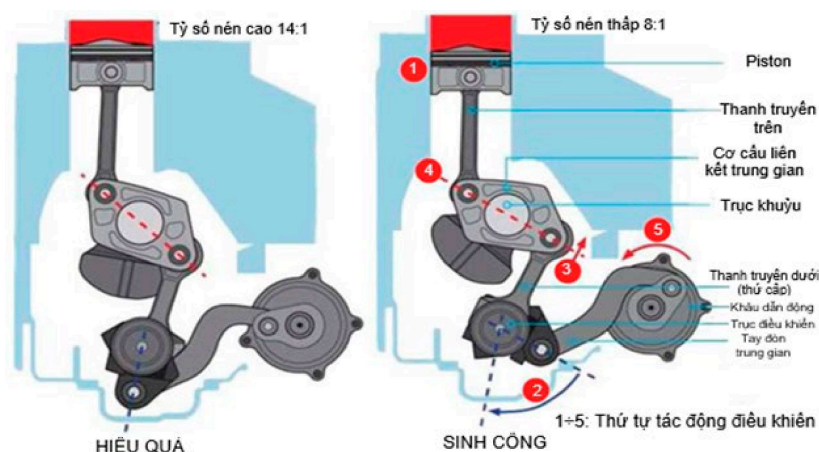


Hình 23. Kiểu thanh truyền đặc biệt

Kết cấu đặc thù của thanh truyền áp dụng trên động cơ của hãng Porscher mô tả trên hình 23 cho thấy: thân thanh truyền có 2 cơ cấu xy lanh – piston nhỏ, hai piston nhỏ được nối với hai thanh liên kết (có thể tạm gọi là thanh truyền nhỏ) và hai thanh này lại được kết nối với một cơ cấu kiểu đòn gánh; cơ cấu đòn gánh thông qua một trục xoay lệch tâm để kết nối với chốt piston. Trong chu trình công tác của động cơ, dầu bôi trơn sẽ được điều khiển cấp vào các xy lanh– piston nhỏ trên thanh truyền để xoay cơ cấu đòn gánh một góc và thông qua trục lệch

tâm làm thay đổi hành trình của piston, tức là thay đổi tỷ số nén của động cơ.

Như ở phần trên đã đề cập, thanh truyền của động cơ Exlink [2] không được kết nối trực tiếp với trục khuỷu mà thông qua một cụm chi tiết trung gian (Hình 24). Chi tiết trung gian lại được kết nối với một kết cấu dạng cam hoặc khuỷu khác thông qua một thanh truyền thứ cấp. Kết cấu này cho phép thay đổi hành trình của piston ở kỳ nạp và kỳ xả và cho phép động cơ làm việc hiệu quả hơn, có thể đạt tỷ số nén cao ở kỳ nén (14:1) và tỷ số nén thấp ở kỳ sinh công (8:1).

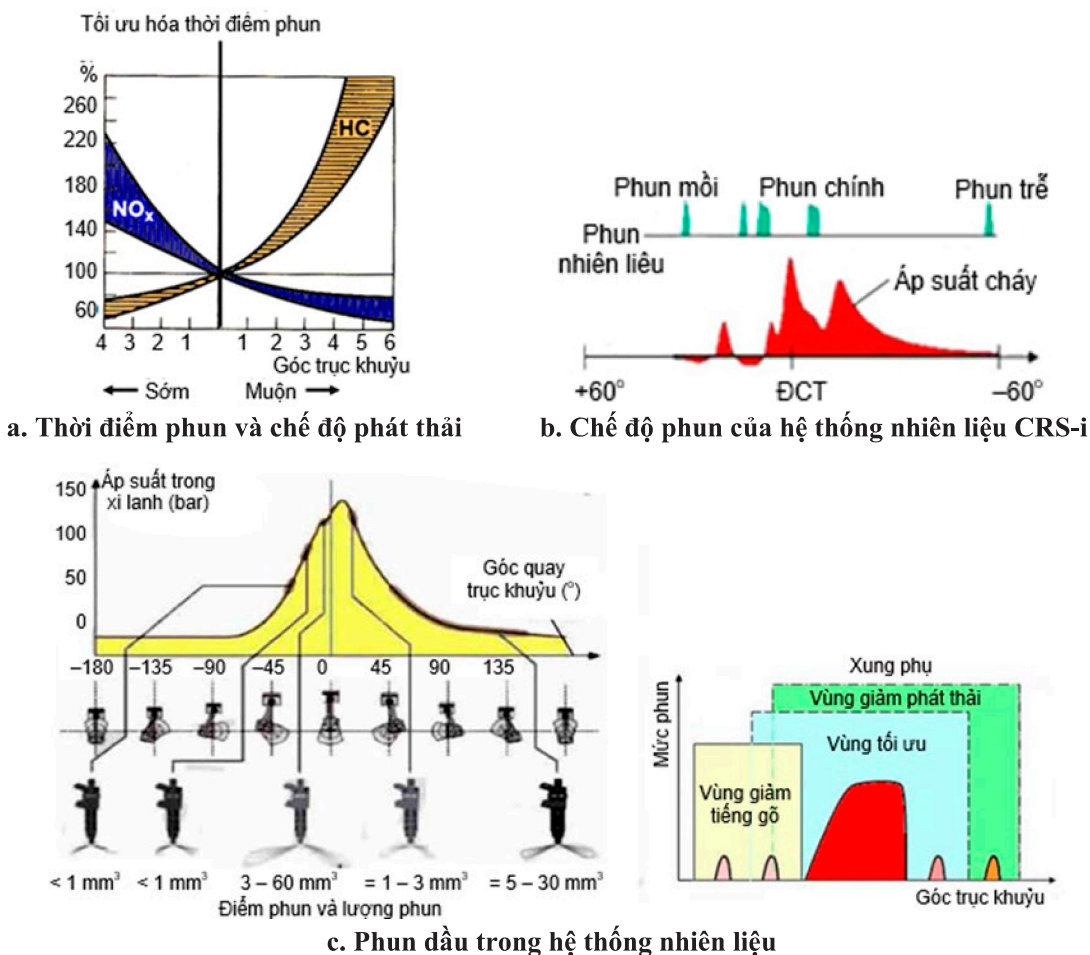


Hình 24. Kiểu cơ cấu trung gian giữa trục khuỷu và thanh truyền [1],[8]

3.2.5 Điều khiển hệ thống nhiên liệu và thành phần hòa khí

Thành phần hòa khí có ảnh hưởng rất lớn đến công suất của động cơ và đặc biệt là chế độ phát thải của động cơ. Tuy nhiên, động cơ xăng với nguyên tắc: công suất và tốc độ của động cơ phụ thuộc chủ yếu vào lượng hòa khí cấp vào xi lanh động cơ trong kỳ nạp nên tác động của thành phần hòa khí đến đặc tính của động cơ không lớn, nhưng tác động đến phát thải lại lớn. Đối với động cơ diesel thì công suất và tốc độ động cơ lại được quyết định bởi thành phần hòa khí, tức lượng dầu phun. Do đó thành phần hòa khí

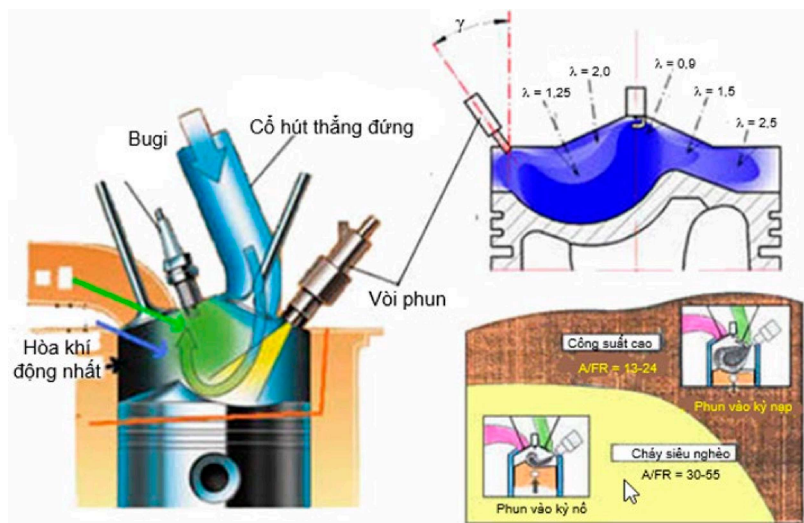
đối với động cơ diesel vừa tác động đến đặc tính của động cơ, vừa tác động đến phát thải. Đặc biệt, thời điểm phun (hình 25a) và chế độ phun ở động cơ diesel tác động rất lớn đến phát thải. Chế độ phun ở các động cơ diesel điện tử ngày nay được lập trình điều khiển theo mục tiêu của hãng. Chế độ phun mỗi có thể thực hiện phun mỗi một lần, hai lần hoặc vài lần với nhiều mục đích như: tăng áp suất nén ở kỳ nổ (phun chính) nên quá trình cháy sẽ không tạo áp suất dao động, làm cho động cơ hoạt động êm dịu hơn; ở chế độ khởi động, hâm nóng máy,...



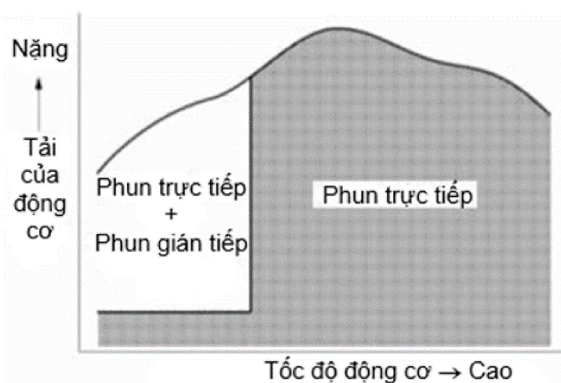
Hình 25. Thời điểm phun dầu và chế độ phun trong hệ thống CRS-i

Với mục đích giảm phát thải khí độc hại, hệ thống CRS-i thực hiện phun trễ (hình 25b, c) sau phun chính nhằm đốt muội có trong bộ lọc khí thải. Khi đốt muội, yêu cầu nhiệt độ khí thải phải lên đến 550°C. Khoảng 160°sau điểm chết trên hệ thống sẽ thực hiện phun một lượng nhỏ nhiên liệu vào trong xi lanh (Hình 25c). Do phun rất muộn và xu páp thải đã mở, lượng nhiên liệu này không sinh công mà nó chỉ tăng nhiệt độ của khí thải. Khi khí thải đi đến bộ trung hòa khí xả, nó sẽ tăng nhiệt độ lên rất cao và đốt cháy hoàn toàn muội. Động cơ xăng hiện đại ngày nay đã tích hợp 2 kiểu phun xăng gián

tiếp MPI và phun xăng trực tiếp GDI để tạo ra các vùng công suất phù hợp, đồng thời cải thiện thông số kỹ thuật và mức phát thải. Vào mùa Thu năm 1985, khi hãng Mitsubishi sản xuất chiếc ô tô với động cơ phun xăng trực tiếp, bản thương mại và bán sang châu Âu năm 1987, người ta đã coi là giấc mơ hàng trăm năm của các kỹ sư ô tô đã được thực hiện. Tuy nhiên động cơ phun xăng trực tiếp cũng bộc lộ một số nhược điểm, buộc các nhà chế tạo ô tô tiếp tục cải tiến và hoàn thiện. Đó là sự kết hợp cả hai phương pháp phun.



a. Một số đặc điểm của phun xăng trực tiếp và chế độ điều khiển phun



b. Chế độ điều khiển phun tích hợp

Hình 26. Đặc điểm phun xăng trực tiếp và chế độ phun xăng tích hợp

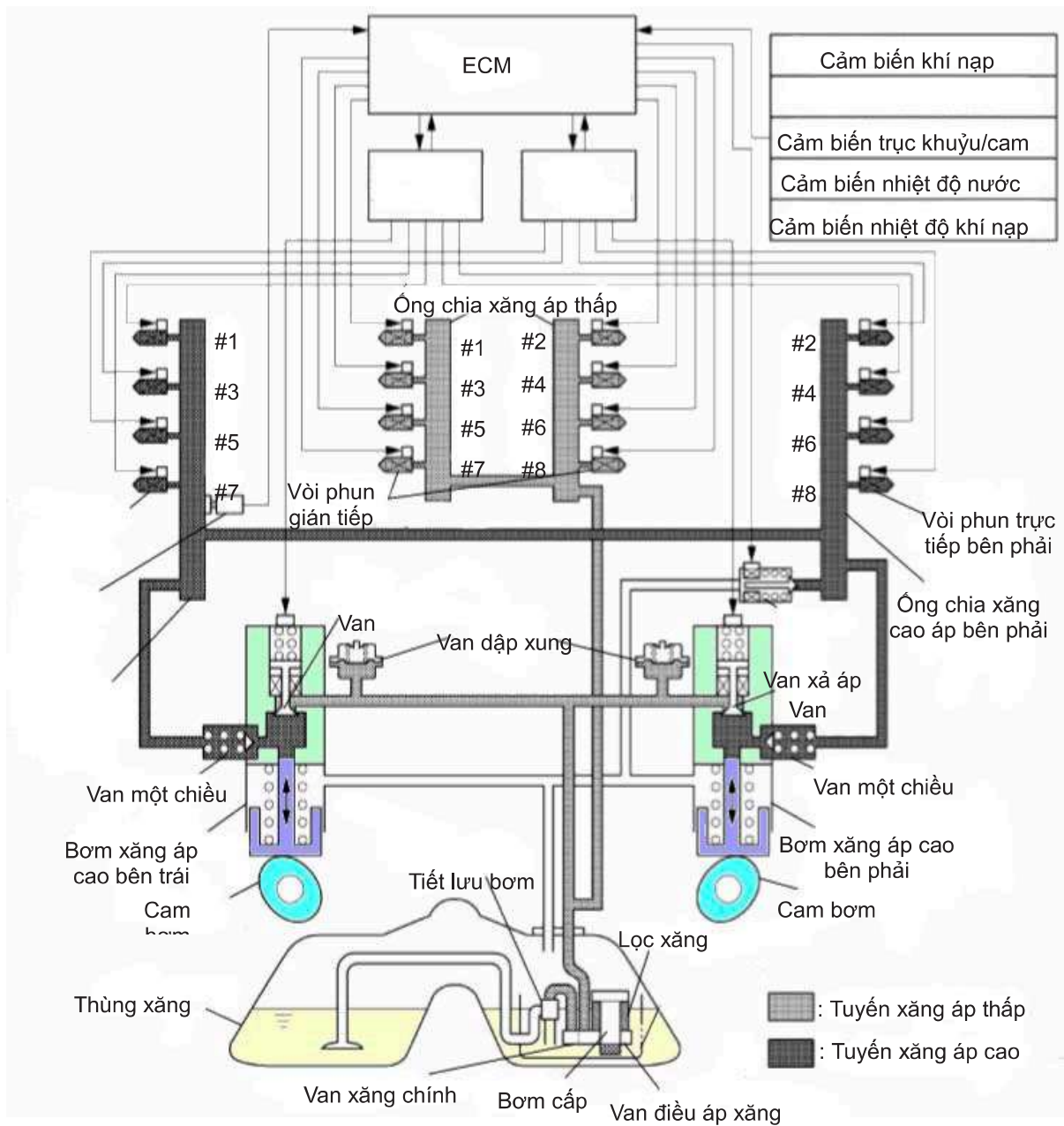
Sơ đồ hệ thống phun xăng tích hợp được trình bày trên hình 27 và chế độ điều khiển phun được trình bày trên Hình 26b. Ở vùng tốc độ thấp và tải nhẹ, tải trung bình, nhằm đạt hiệu quả tiết kiệm nhiên liệu và kiểm soát phát thải, động cơ thực hiện phun kết hợp. Ở vùng tốc độ thấp và chế độ tải nhỏ, động cơ được điều khiển phun trực tiếp với thành phần hòa khí siêu nghèo ($AFR = 30 \div 55$) nhằm tiết kiệm nhiên liệu. Và ở cùng tốc độ cao, tải lớn, động cơ được

điều khiển phun xăng trực tiếp để phát huy công suất của động cơ.

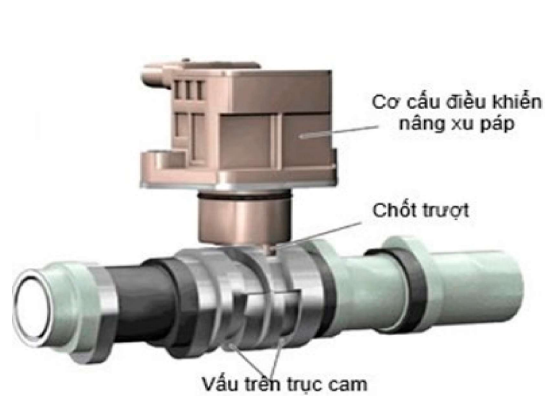
3.2.6 Một số công nghệ đặc biệt

Công nghệ cam điện tử và động cơ không trục cam:

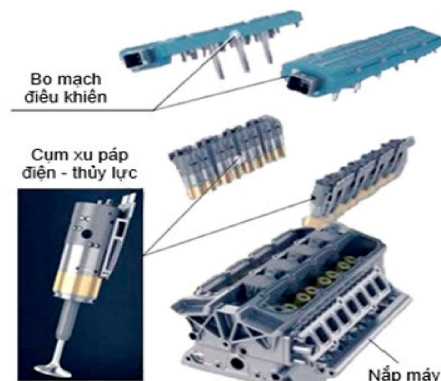
Trên động cơ mới của hãng Mercedes-Benz trang bị kiểu cam điện tử (Camtronic). Trong đó các cảm biến Hall sẽ xác định vị trí trục cam và thông qua ECU sẽ điều khiển các cơ cấu chấp hành điện tử trên đầu các xu páp để đóng mở xu páp (Hình 26a).



Hình 27. Hệ thống phun xăng tích hợp của xe Lexus 460



a. Cam điện tử trên động cơ Mercedes- Benz của động cơ không trục cam



b. Mắp máy và cụm xu páp điện thủy lực

Hình 28. Công nghệ cam điện tử và động cơ không trục cam [1]

Hãng siêu xe Koenigsegg của Thụy Điển và gần đây là hãng BYD của Trung Quốc đã cho ra mắt một công nghệ động cơ hoàn toàn mới khi loại bỏ hoàn toàn trục cam: camless engine (động cơ không có trục cam). Koenigseggs đặt tên công nghệ này là FreeValve còn BYD là QamFree.

Thay thế cho trục cam - cò mổ là một hệ thống các cụm xu páp điện thủy lực (hình 28b) được điều khiển bằng ECU lắp trên mỗi nắp xi lanh của các máy. Việc loại bỏ các chi tiết cơ khí và thay bằng các hệ thống điều khiển thủy lực-điện tử chính xác, sẽ giúp tăng đáng kể hiệu suất của động cơ, qua đó tiết kiệm nhiên liệu hơn và ít ô nhiễm hơn. Ước tính có thể giảm độ tiêu thụ nhiên liệu từ 12 ÷ 17%. Đây là một con số tương đối lớn nếu so với các phương pháp cải thiện hiệu năng động cơ đã được áp dụng ngày nay. Để có kết cấu nhỏ gọn và tác động nhanh, cụm xu páp điện- thủy lực hoạt động theo *nguyên lý đồng dị áp suất*. Các xu páp có thể được điều khiển mở với hành trình (độ sâu) 8mm và đạt độ sâu max 14mm trong vòng 5 mili giây. Do sử dụng các cấu trúc thủy lực chính xác và dầu có độ nhớt thấp, hệ thống có thể vận hành ở vận tốc quay 8000 vòng/phút và về mặt không gian, hệ thống chiếm một thể tích chỉ bằng một nửa so với hệ thống trục cam DOHC 4 xu páp truyền thống, và giảm 30% về khối lượng.

Đây có thể là một hướng đi tiềm năng mới cho việc giảm kích thước (downsizing) động cơ. Các động cơ sử dụng công nghệ “camless” trở nên hiệu quả hơn và vì hiệu quả hơn nên động cơ có dung tích nhỏ hơn có khả năng đạt hiệu suất tương đương với các động cơ có dung tích lớn hơn. Nếu kết hợp cùng các công nghệ khác như nạp tăng áp, các động cơ từ 1.5 lít hoặc nhỏ hơn sẽ trở nên mạnh mẽ không kém gì những động cơ 3.0÷ 4.0 lít. Giảm dung tích động cơ cũng giúp các hãng xe giảm lượng khí thải và tiêu thụ nhiên liệu, qua đó đáp ứng được yêu cầu ngày càng khắt khe của các tiêu chuẩn an toàn mới.

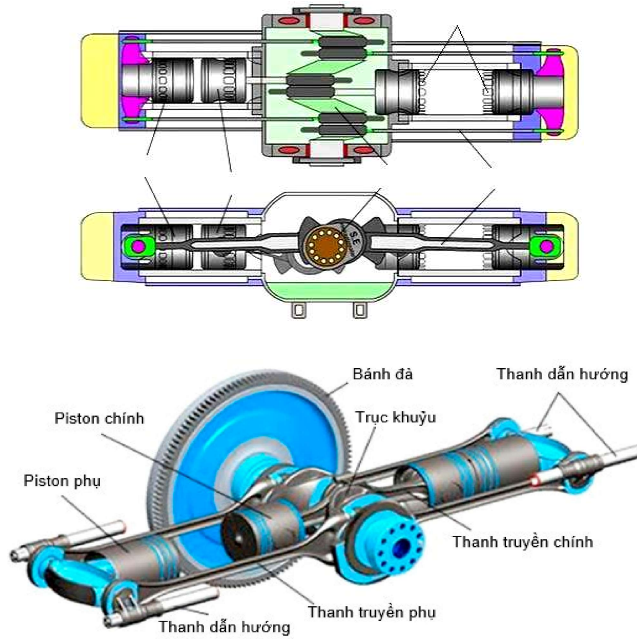
Động cơ OPOC:

Động cơ OPOC (opposed- piston opposed-cylinder) là loại động cơ có 2 piston làm việc trong một xi lanh và thường có các xi lanh bố trí đối xứng nhau. Điều thú vị là loại động cơ này không có nắp xi lanh (nắp quy lát) mà có thêm một piston di chuyển ngược chiều với piston còn lại để tạo nên buồng nén (hình 29). Động cơ này được Bill Gates đầu tư.

Về cơ bản, thiết kế của động cơ OPOC do EcoMotors có nguyên lý làm việc không khác so với dòng động cơ OPOC truyền thống (được phát triển sau thành công về nguyên lý chu trình Atkinson của James Atkinson năm 1882). Tuy

nhiên, động cơ OPOC của EcoMotors có trọng lượng nhẹ hơn, kích thước nhỏ hơn, hiệu suất sử

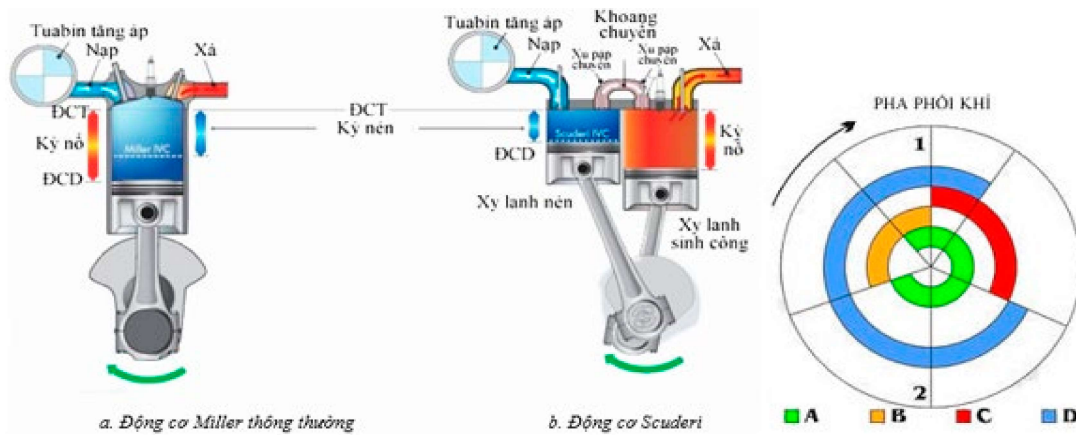
dụng nhiên liệu tốt hơn và thiết kế tối giản hơn so với động cơ 4 kì phổ biến có cùng công suất.



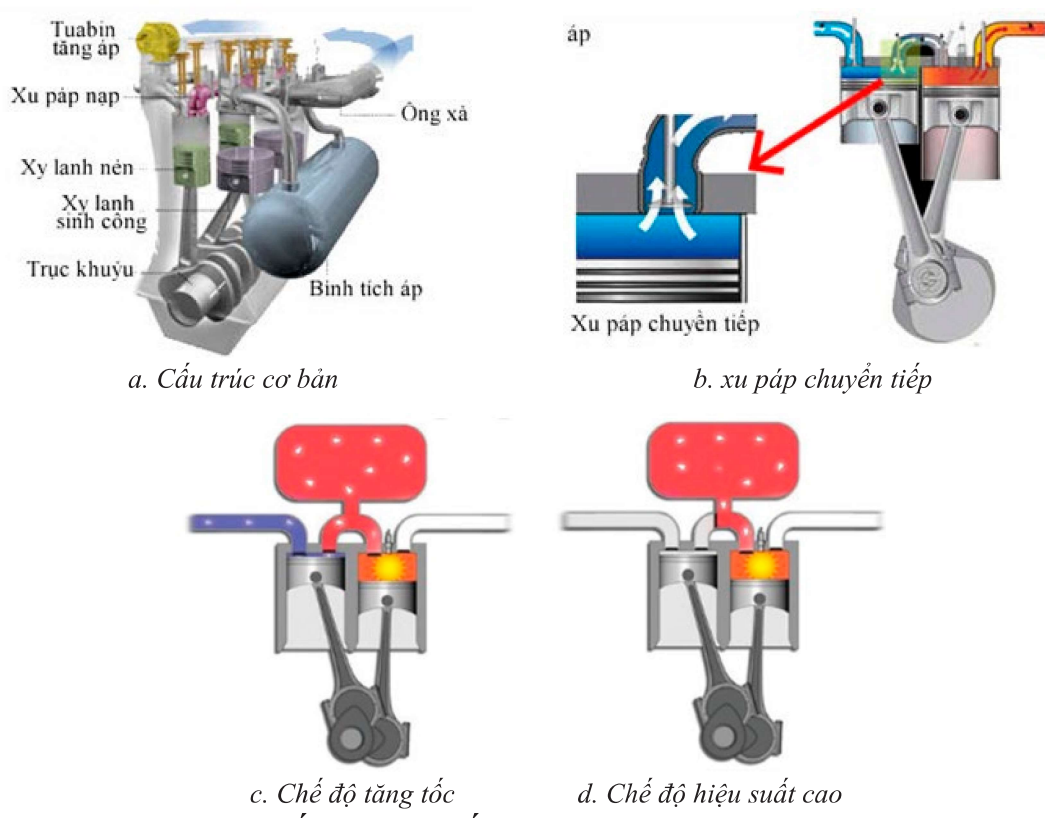
Hình 29. Cấu trúc của động cơ OPOC do EcoMotors phát triển [1]

Theo so sánh của EcoMotors, động cơ OPOC có công suất tối đa 240 mã lực của hãng chiếm thể tích 0,48m³, trong khi động cơ từ một nhà sản xuất phương Tây nổi bật chiếm 0,64m³

(lớn hơn 33%), và động cơ từ một nhà sản xuất phương Đông chiếm 0,7 m³ (lớn hơn 45%). Công nghệ động cơ chu trình phân tách:



Hình 30. Công nghệ động cơ chu trình phân tách (Scuderi Split Cycle Engine)



Hình 31. Cấu trúc và chế độ làm việc của động cơ Scuderi

Động cơ Scuderi được phát minh và cải tiến bởi Carmelo J. Scuderi vào khoảng thời gian năm 1925 đến năm 2002 [3]. Đặc điểm chính của kiểu động cơ này là: thay vì sử dụng một piston và cơ cấu phối khí để thực hiện 4 kỳ làm việc của động cơ thì ở đây lại dùng 2 piston, trong đó một piston chỉ thực hiện kỳ Nạp và Nén, piston thứ hai thực hiện 2 kỳ còn lại là Nổ (cháy- giãn nở sinh công) và Xả.

Chế độ làm việc của động cơ này cũng có điểm khác biệt, thực hiện 2 chế độ làm việc qua trọng: chế độ tăng tốc và chế độ hiệu suất cao (Hình 31c,d). Ở chế độ tăng tốc (Cruising) chỉ một phần lượng nạp của xy lanh nén được chuyển sang xy lanh sinh công (xy lanh chính). Nghĩa là, phần còn lại của lượng nạp được cấp vào bình tích áp để sử dụng sau đó. Khi bình tích áp đã đầy, xy lanh nén sẽ ngắt và ô tô vận hành ở chế độ hiệu suất cao. Ở chế độ hiệu suất cao: bằng việc ngắt xy lanh nén và lợi dụng áp

suất cao từ bình tích áp để nạp cho xy lanh sinh công, tổn thất cho quá trình nén giảm gần như bằng không.

4. KẾT LUẬN

Từ các nội dung đã đề cập ở trên có thể nhận thấy: (1) Sự phát triển của công nghệ ở tất cả các lĩnh vực và sự phối hợp liên ngành cho phép kết hợp mô phỏng và thiết kế tối ưu để tạo ra những kết cấu đặc biệt có thể đáp ứng yêu cầu điều khiển tối ưu nhằm đạt được các thông số tốt nhất của động cơ trong vận hành. Việc điều khiển tối ưu động cơ ô tô ngày nay đã đạt đến trình độ chưa từng có, trong đó có sử dụng cả trí tuệ nhân tạo và công nghệ thông minh để điều khiển, do đó nó có các tính năng đặc biệt đáp ứng các yêu cầu cao về tốc độ, tính kinh tế, mức độ ô nhiễm và độ êm dịu, làm cho việc sử dụng ô tô trở nên tiện nghi hơn rất nhiều; (2) Công nghệ mới trên các động cơ ô tô hiện đại đã và đang theo xu hướng thay đổi một số cấu trúc của

hệ thống phối khí và hệ thống nạp khí của các động cơ truyền thống kết hợp với lập trình điều khiển thông minh nhằm cải thiện khả năng nạp khí vào động cơ, tối ưu hoá hệ thống phun nhiên liệu, thay đổi tỉ số nén... để cháy kiệt nhất, ô

nhiệm khí xả là thấp nhất, tuổi thọ động cơ cao nhất,... từ đó làm thay đổi đặc tính và thông số kỹ thuật của động cơ, mà không thay đổi các kích thước cơ bản của động cơ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Hồ Xuân Năng và Đinh Ngọc Ân (2020). *Kỹ thuật động cơ ô tô*. NXB Bách khoa, số 3658- 2020/CXPIPH/3- 68/BKHN; ISBN: 978- 604- 9982- 90- 3.
- [2] Nguyễn Tất Tiến (2000). *Nguyên lý động cơ đốt trong*. NXB Giáo dục, Công ty in Công đoàn Việt Nam – 169 sơn Tây Đống Đa Hà Nội.
- [3] Mitchell, A.M. (2017). An Analysis of Variable Compression Ratio Engine. Master of Science in Engineering in the University of Michigan- Dearborn/2017.
- [4] Ingram, A. (2012). *Scuderi Files Patent for “Split- Cycle” Engine - Scuderi Groupe/2012*.
- [5] BMW AG (2000). Service Training. N42 Engine- München, Germany/2000.
- [6] Crolla, D.A. (2009). *Automotive Engineering- Elsevier/2009*.
- [7] Khan, I.R., Takalkar, M.K. (2017). Study of Variable Compression Ratio Engine (VCR) and Different Innovations to Achieve VCR- *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET) Volume 5/ 2017*.
- [8] Zhao, J. (2017). Research and application of over-expansion cycle (Atkinson and Miller) engines – A review. *Journal Applied Energy - Elsevier Ltd. /2017*.
- [9] Martins, J., Krisztina Dunarea de Jos Galati (2004). Thermodynamic Analysis of an Over - Expanded Engine- *SAE Papers/2004*.
- [10] Hanlon, M. (2007). Nissan Introduces New Engine Valve Control Technology- Variable Valve Event & Lift (VVEL)- 2007.
- [11] Crowe, P. (2011). *Honda EXlink Extended Expansion Linkage Engine - The Kneeslider/2011*.
- [12] Toyota Motor Corporation. Technical Education for Automotive Master /2003
- [13] Richard Stone and Jeffrey K. Ball . *Automotive Engineering Fundamentals- SAE Permissions Warrendale, PA 15096- 0001 USA 2004*.
- [14] Yang, S. & Lin, J. (2017). A theoretical study of the mechanism with variable compression ratio and expansion ratio. *Mechanics Based Design of Structures and Machines*. ISSN: 1539-7734/ 2017.
- [15] Al Mudraa, S.M. (2018). Design of a Hydraulic Variable Compression Ratio Piston for a Heavy Duty Internal Combustion Engine. *King Abdullah University of Science and Technology Thuwal- Kingdom of Saudi Arabia/2018*.