

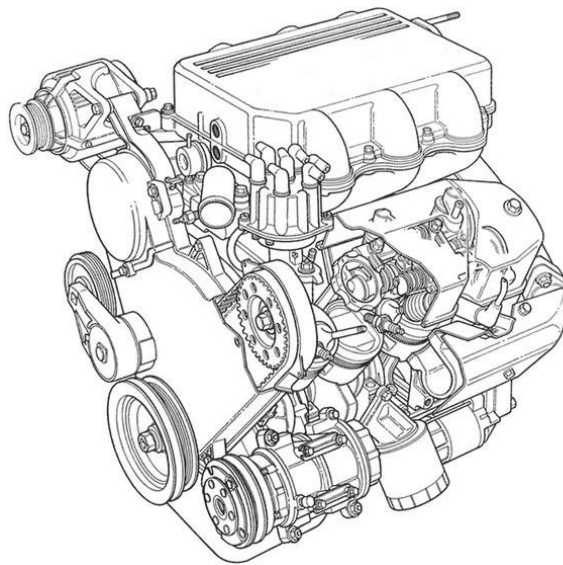
TRƯỜNG CAO ĐẲNG CÔNG NGHỆ TP. HỒ CHÍ MINH

KHOA CƠ ĐIỆN-Ô TÔ



TÀI LIỆU GIẢNG DẠY

ĐỘNG CƠ ĐỐT TRONG



TP. HỒ CHÍ MINH, NĂM 2023

MỤC LỤC

LỜI MỞ ĐẦU.....	5
BÀI 01: ĐẠI CƯƠNG VỀ ĐỘNG CƠ ĐỐT TRONG	1
1. Khái niệm.....	1
1.1. Vai trò của Động cơ đốt trong.....	1
1.2. Lịch sử phát triển của Động cơ đốt trong.....	1
2. Phân loại động cơ.....	2
2.1. Định nghĩa.....	2
2.2. Phân loại động cơ đốt trong.....	3
3. Sơ đồ cấu tạo chung của động cơ đốt trong.....	4
4. Một số thuật ngữ và định nghĩa cơ bản	5
4.1. Điểm chết trên và điểm chết dưới.....	5
4.2. Hành trình của piston (S):	5
4.3. Thể tích làm việc của xy lanh (Vh):	5
4.4. Thể tích buồng đốt (Vc):	5
4.5. Thể tích toàn phần (Va):	5
4.6. Tỷ số nén (ϵ):	6
4.7. Kỳ (thì):.....	6
5. Chu trình làm việc của động cơ xăng 1 xy lanh bốn kỳ.....	6
5.1. Nguyên lý làm việc theo chu trình lý thuyết của động cơ xăng 1 xy lanh 4 kỳ	6
5.2. Nguyên lý làm việc theo chu trình lý thực tế của động cơ xăng 1 xy lanh 4 kỳ	7
6. Nguyên lý làm việc của động cơ xăng 1 xy lanh hai kỳ.	9
6.1. Hành trình thứ nhất	9
6.2. Hành trình thứ hai	9
7. Chu trình làm việc của động cơ diesel 1 xy lanh 4 kỳ.....	10
7.1. Nguyên lý làm việc theo chu trình lý thuyết của động cơ diesel 1 xy lanh 4 kỳ.....	11
7.2. Nguyên lý làm việc theo chu trình lý thực tế của động cơ 1 xy lanh 4 kỳ.....	12
8. Chu trình làm việc của động cơ diesel 1 xy lanh 2 kỳ.....	13
9. Động cơ nhiều xy lanh	14
9.1. Động cơ nhiều xy lanh	14
9.2. Lập bảng thứ tự sinh công của động cơ 4 kỳ.....	15
BÀI 02: CÁC BỘ PHẬN CHÍNH CỦA ĐỘNG CƠ ĐỐT TRONG	19
1. Nhóm chi tiết cố định trên động cơ đốt trong.....	19
1.1. Thân máy.....	19
1.2. Xy lanh.....	21
1.3. Nắp máy	22

1.4. Joint nắp máy, Cacte	25
2. Nhóm chi tiết di động trên động cơ đốt trong.....	26
2.1. Nhóm piston.....	26
2.2. Nhóm thanh truyền.....	37
2.3. Trục khuỷu.....	41
2.4. Bánh đà.....	44
3. Quy trình sửa chữa cụm piston, thanh truyền, trục khuỷu.....	46
BÀI 03: CƠ CẤU PHÂN PHỐI KHÍ.....	48
1. Nhiệm vụ và phân loại và yêu cầu	48
1.1. Nhiệm vụ	48
1.2. Phân loại	48
1.3. Yêu cầu.....	48
2. Các phương án bố trí supap và dẫn động cơ cấu phân phối khí.....	48
2.1 Phương án bố trí supap và dẫn động supap.....	48
2.2. Phương án dẫn động trục cam	51
3. Kết cấu chi tiết chính trong cơ cấu phân phối khí.....	53
3.1. Supap.....	53
3.2. Đế supap, lò xo supap và ống dẫn hướng supap.....	56
3.3. Trục cam, con đội, đĩa đẩy.....	58
4. Quy trình bảo dưỡng và sửa chữa cơ cấu phân phối khí.....	62
BÀI 04: HỆ THỐNG BÔI TRƠN.....	64
1. Nhiệm vụ của hệ thống bôi trơn	64
2. Các loại hệ thống bôi trơn	65
2.1. Bôi trơn bằng vung tóa.....	65
2.2. Bôi trơn bằng pha dầu trong nhiên liệu.....	65
2.3. Bôi trơn cưỡng bức	66
3. Kết cấu một số bộ phận chủ yếu của hệ thống bôi trơn.....	68
3.1. Bơm dầu	68
3.2. Lọc dầu	68
3.3. Thông gió hộp trục khuỷu	72
4. Quy trình bảo dưỡng và sửa chữa hệ thống bôi trơn	76
BÀI 05: HỆ THỐNG LÀM MÁT	78
1. Công dụng của hệ thống làm mát.....	78
2. Các loại hệ thống làm mát	79
2.1. Hệ thống làm mát bằng chất lỏng	79
2.2. Hệ thống làm mát bằng không khí (bằng gió)	81

2.3. So sánh hệ thống làm mát bằng không khí và hệ thống làm mát bằng nước	82
3. Cấu tạo và nguyên lý của hệ thống làm mát.....	82
3.1. Kết nước	82
3.2. Nắp kết nước	83
3.3. Van hằng nhiệt và phương pháp bố trí.....	84
3.4. Bơm nước	87
4. Quy trình bảo dưỡng và sửa chữa hệ thống làm mát.....	88
4.1. Bảo dưỡng hệ thống làm mát:	88
4.2. Sửa chữa hệ thống làm mát:	88
BÀI 06: HỆ THỐNG NHIÊN LIỆU ĐỘNG CƠ XĂNG.....	90
1. Yêu cầu, phân loại hệ thống nhiên liệu xăng sử dụng trên động cơ đốt trong	90
1.1. Định nghĩa.....	90
1.2. Đặc điểm của động cơ xăng	90
1.3. Phân loại xăng.	90
1.4. Các yêu cầu đối với xăng	91
2. Các phương pháp hình thành hỗn hợp trong động cơ xăng	91
2.1. Phương pháp sử dụng bộ chế hòa khí	91
2.2. Phương pháp phun xăng trên đường ống nạp.....	92
2.3. Phương pháp phun xăng trực tiếp vào buồng cháy (GDI)	93
3. Hệ thống nhiên liệu sử dụng bộ chế hòa khí.....	93
3.1. Sơ đồ và nguyên lý làm việc	93
3.2. Đặc tính lý tưởng của bộ chế hòa khí	98
3.3. Các hệ thống của bộ chế hòa khí.	100
4. Quy trình bảo dưỡng và sửa chữa hệ thống nhiên liệu dùng chế hòa khí.	106
BÀI 07: HỆ THỐNG NHIÊN LIỆU ĐỘNG CƠ DIESEL.....	108
1. Nhiệm vụ, yêu cầu hệ thống nhiên liệu động cơ Diesel.....	108
1.1. Nhiệm vụ.....	108
1.2. Yêu cầu.....	108
1.3. Dầu Diesel	108
2. Sơ đồ cấu tạo và nguyên lý làm việc của hệ thống nhiên liệu động cơ Diesel	109
2.1. Hệ thống nhiên liệu bơm cá nhân PF.....	111
2.2. Hệ thống nhiên liệu thẳng hàng PE	112
2.3. Hệ thống nhiên liệu bơm cao áp VE.....	113
3. Nguyên lý làm việc và kết cấu của bơm cao áp.....	114
3.1. Bơm cao áp PF.....	114
3.2. Bơm cao áp PE	115

3.3. Bơm cao áp VE.....	120
4. Bộ điều tốc.....	124
4.1. Công dụng và phân loại bộ điều tốc.....	124
4.2. Nguyên lý làm việc của của bộ điều tốc cơ khí.....	125
5. Kim phun	130
5.1. Nhiệm vụ, phân loại, yêu cầu của kim phun	130
5.2. Cấu tạo và nguyên lý làm việc của kim phun.....	130
6. Quy trình bảo dưỡng và sửa chữa hệ thống nhiên liệu Diesel điều khiển cơ khí ...	133
BÀI 08: HỆ THỐNG ĐÁNH LỬA TRÊN ĐỘNG CƠ XĂNG	135
1. Nhiệm vụ, yêu cầu và phân loại hệ thống đánh lửa.	135
1.1. Nhiệm vụ	135
1.2. Yêu cầu.....	135
1.3. Phân loại	135
2. Sơ đồ cấu tạo và nguyên lý làm việc của hệ thống đánh lửa.	136
2.1. Hệ thống đánh lửa thường (đánh lửa bằng vít lửa).....	136
2.2. Hệ thống đánh lửa bán dẫn.	138
3. Quy trình bảo dưỡng và sửa chữa hệ thống đánh lửa bằng vít lửa, hệ thống đánh lửa bán dẫn	140

LỜI MỞ ĐẦU

Nền công nghiệp hiện đại ngày nay với đầy thách thức và cơ hội, công nghệ động cơ đốt trong đã và đang đóng một vai trò quan trọng và không thể thiếu trong cuộc sống hàng ngày cũng như trong ngành công nghiệp nói chung. Đây là một lĩnh vực có ảnh hưởng sâu sắc đến sự phát triển và tiến bộ của nền kinh tế cũng như môi trường xung quanh chúng ta.

Môn học Động cơ đốt trong không chỉ đánh dấu sự bắt đầu của hành trình học tập và nghiên cứu của bạn trong lĩnh vực động cơ, mà còn mang đến kiến thức và kỹ năng để người học tham gia vào ngành công nghiệp ô tô của Việt Nam một cách tốt hơn.

Trong tài liệu giảng dạy này, chúng tôi đã tổng hợp những kiến thức cốt lõi và công nghệ liên quan đến động cơ đốt trong, được chia thành 08 bài học:

Bài 1: Đại cương về động cơ đốt trong

Bài 2: Các bộ phận chính của động cơ đốt trong

Bài 3: Cơ cấu phân phối khí.

Bài 4: Hệ thống bôi trơn

Bài 5: Hệ thống làm mát

Bài 6: Hệ thống nhiên liệu động cơ xăng

Bài 7: Hệ thống nhiên liệu động cơ Diesel

Bài 8: Hệ thống đánh lửa trên động cơ xăng

Với hy vọng rằng những kiến thức và thông tin trong tài liệu học tập này sẽ giúp bạn hiểu rõ hơn về hoạt động và kết cấu của động cơ đốt trong, cũng như cách sử dụng, bảo trì và sửa chữa động cơ đốt trong.

BÀI 01

ĐẠI CƯƠNG VỀ ĐỘNG CƠ ĐỐT TRONG

1. Khái quát về động cơ đốt trong

1.1. Vai trò của Động cơ đốt trong

Động cơ đốt trong là nguồn động lực chính dẫn động các phương tiện giao thông vận tải như: Ô tô, xe máy, tàu thủy, máy bay....

Động cơ đốt trong chiếm vị trí quan trọng trong quá trình cơ giới hóa sản xuất trong mọi lĩnh vực giao thông vận tải (đường bộ, đường sắt, đường thủy, đường hàng không), Nông nghiệp (máy nông nghiệp, máy tuốt lúa...) Lâm nghiệp, xây dựng...

Ngoài ra động cơ đốt trong có tác động tương hỗ với nhiều lĩnh vực khác: cơ khí, điện, điện tử, điều khiển tự động, vật liệu kim loại và phi kim loại...

Hiện nay có nhiều loại động cơ đã được nghiên cứu chế tạo thay thế ĐCĐT như động cơ điện, động cơ lai (xăng – điện hay Diesel – điện), động cơ sử dụng năng lượng mặt trời... nhưng vẫn chưa sản xuất và thay thế hàng loạt vì chúng có giá thành cao, kích thước lớn. Vì vậy động cơ đốt trong dùng nhiên liệu lỏng (xăng, diesel) vẫn chiếm vai trò quan trọng và hiện nay vẫn đang dùng phổ biến.

1.2. Lịch sử phát triển của Động cơ đốt trong

Tóm tắt về lịch sử động cơ đốt trong bao gồm những sự kiện đáng chú ý như sau:

- 1680: Nhà vật lý học người Đức Christian Huygens thiết kế loại động cơ chạy bằng thuốc súng (loại động cơ này không được đưa vào sản xuất)

- 1807: Francois Isaac De Rivaz người Thụy Điển phát minh loại động cơ đốt trong dùng hỗn hợp khí Hydro và Oxy làm nhiên liệu. Rivaz thiết kế riêng một chiếc xe sử dụng động cơ này (chiếc xe đầu tiên gắn động cơ đốt trong), tuy nhiên thiết kế của ông đã thành công như mong đợi.

- 1824: Kỹ sư người Anh, Samuel Brown cải tiến một động cơ hơi nước cũ Newcomen thành động cơ chạy gas và thử nghiệm trên một chiếc xe trên khu đồi Shooter ở Anh.

- 1858: Jean Joseph, một Kỹ Sư người Bỉ xin cấp bằng sáng chế chiếc xe động cơ đốt trong tác động kép, đánh lửa điện sử dụng nhiên liệu khí than (1860).

Vào năm 1863, Lenoir gắn động cơ này (đã được cải tiến, sử dụng nhiên liệu xăng và bộ chế hòa khí đơn giản) vào một chiếc xe có ba bánh và thực hiện thành công chuyến đi mang tính lịch sử với quãng đường 50 dặm.

- 1862: Kỹ Sư người Pháp ông Alphonse Beau De Rochas đệ đơn cấp bằng sáng chế động cơ bốn kỳ số 52593 ngày 16 tháng 01 năm 1862 (nhưng đã không sản xuất).

- 1864: Siegfried Marcus, Kỹ Sư người Áo đã chế tạo một loại động cơ xi – lanh với bộ chế hòa khí rất thô sơ và sau đó gắn lên một chiếc xe ngựa và đã vận hành thành công trên quãng đường dài 500 foot! (152,4m). Vài năm sau đó, Marcus thiết kế một chiếc xe có thể vận hành với tốc độ 10 dặm/giờ và một số sử gia cho rằng đây mới chính là chiếc xe sử dụng động cơ xăng đầu tiên trên thế giới.

- 1873: Kỹ Sư người Mỹ, George Brayton phát triển (nhưng không thành công) loại động cơ 2 kỳ chạy dầu hỏa (loại động cơ này dùng hai xi- lanh bơm ngoài). Tuy vậy, loại động cơ này được coi như là động cơ dầu an toàn có giá trị ứng dụng đầu tiên.

- 1866: Hai Kỹ Sư người Đức, Eugen Langen và Nikolas August Otto cải tiến các thiết kế của Lenoir và De Rochas và đã tạo ra được động cơ chạy gas có hiệu suất lớn hơn.
- 1876: Nikolas August Otto phát minh thành công và được cấp bằng sáng chế động cơ bốn kỳ thì hai loại động cơ này thường được gọi là “Chu kỳ Otto”
- 1876: Dougald Clerk chế tạo thành công động cơ hai kỳ đầu tiên
- 1883: Kỹ Sư người Pháp, ông Edouard Delamare – Deboutevile chế tạo động cơ 4 xi – lanh chạy bằng gas đốt lò. Không thể chắc chắn rằng những gì ông làm có phải là việc chế tạo ô tô hay không. Tuy nhiên, thiết kế của ông khá tiến bộ vào thời điểm đó, về một phương diện nào đó còn tiên tiến hơn cả thiết kế của Daimler và Benz, ít nhất là về lý thuyết.
- 1885: Gottlieb Daimler phát minh loại động cơ có thể được coi như là nguyên mẫu của động cơ xăng hiện với xi- lanh thẳng đứng và sử dụng bộ chế hòa khí (cấp bằng năm 1889). Daimler lần đầu tiên chế tạo xe hai bánh gắn động cơ có tên “Reitwagen”, một năm sau đó loại động cơ này ông chế tạo chiếc ô tô 4 bánh đầu tiên trên thế giới.
- 1886: Vào ngày 29 tháng 01, Karl Benz nhận bằng sáng chế đầu tiên cho xe ô tô với động cơ xăng.
- 1889: Daimler chế tạo động cơ 4 kỳ cải tiến có supap hình nấm và 2 xi- lanh nghiêng kiểu chữ V
- 1890: Wilhelm Maybach chế tạo động cơ 4 kỳ, 4 xi- lanh đầu tiên.

Thiết kế động cơ và thiết kế ô tô là việc làm không thể tách rời, hầu hết các nhà thiết kế động cơ được nhắc đến ở trên luôn luôn việc thiết kế xe ô tô và một số đã trở thành nhà sản xuất ô tô lớn trên thế giới. Tất cả các nhà sáng chế và những phát minh của họ đều có đóng góp quan trọng cho sự phát triển ngành công nghiệp ô tô và công nghệ chế tạo động cơ đốt trong.

2. Phân loại động cơ

2.1. Định nghĩa

Động cơ: Là một loại thiết bị thực hiện việc chuyển đổi năng lượng ở bất kỳ một dạng nào đó sang cơ năng để dẫn động máy công tác.

Các dạng năng lượng	→	Các dạng động cơ
• Sức gió	→	Động cơ gió.
• Sức nước	→	Tuabin nước.
• Điện năng	→	Động cơ điện.
• Hoá năng	→	Động cơ nhiệt.
• Năng lượng nguyên tử	→	Động cơ nhiệt.
• Năng lượng mặt trời	→	Động cơ điện.

Trong quá trình chuyển đổi năng lượng nói trên thì hiệu suất chuyển đổi (hiệu suất sử dụng nhiên liệu còn gọi là hiệu suất nhiệt) đóng vai trò quan trọng. Phổ biến nhất hiện nay là động cơ nhiệt.

Động cơ nhiệt: Là loại thiết bị thực hiện việc chuyển hoá năng lượng ở dạng nhiệt năng (do quá trình đốt cháy năng lượng ở dạng hoá năng) sang cơ năng để dẫn động máy công tác.

Sơ đồ nguyên lý động cơ nhiệt: Hoá năng → Nhiệt năng → Cơ năng

Dựa vào đặc điểm biến đổi năng lượng từ dạng hóa năng sang nhiệt năng mà chúng ta có động cơ đốt ngoài hay động cơ đốt trong.

Động cơ đốt ngoài: Động cơ này nhiên liệu được đốt cháy bên ngoài động cơ. Dùng hơi nước làm môi chất công tác, nhiên liệu được đốt để làm nóng nước → bốc hơi → làm chuyển động các tua bin hay đẩy piston. Động cơ đốt ngoài gồm có: Máy hơi nước, tuabin hơi nước.v.v.v...

Động cơ đốt trong: Loại động cơ này nhiên liệu được đốt cháy trong buồng đốt của động cơ tức là hoá năng chuyển thành nhiệt năng ngay trong buồng đốt. Môi chất là gồm khí đã cháy có nhiệt độ và áp suất cao, có khả năng giãn nở và sinh công.

2.2. Phân loại động cơ đốt trong

❖ Theo nhiên liệu sử dụng

- Động cơ chạy bằng nhiên liệu lỏng loại nhẹ như (xăng, benzon, dầu hỏa, cồn...)
- Động cơ chạy bằng nhiên liệu lỏng loại nặng (dầu mazut, nhiên liệu diezen...).
- Động cơ chạy bằng nhiên liệu khí (khí thiên nhiên, Khí gas, Khí Biogas).

❖ Theo phương pháp thực hiện chu trình công tác

- Động cơ 4 kỳ là loại động cơ để hoàn thành một chu trình công tác thì piston thực hiện 4 hành trình hoặc trục khuỷu phải quay 2 vòng.
- Động cơ 2 kỳ là loại động cơ để hoàn thành một chu trình công tác thì piston thực hiện 2 hành trình hoặc trục khuỷu phải quay 1 vòng.

❖ Theo phương pháp nạp của chu trình công tác

- Động cơ không tăng áp: Là loại động cơ dựa vào sự chênh lệch áp suất bên ngoài và trong xy lanh để nạp không khí hoặc hoà khí vào trong xy lanh.
- Động cơ tăng áp: Là loại động cơ có dùng máy nén để nạp không khí hoặc hoà khí vào xy lanh. Mục đích tăng công suất động cơ.

❖ Theo tốc độ động cơ

- Động cơ có tốc độ thấp (động cơ thấp tốc), $V_{tb} < 6,5$ m/s.
- Động cơ có tốc độ trung bình (động cơ trung bình tốc), $V_{tb} = 6,5 \div 9$ m/s.
- Động cơ cao tốc (động cơ cao tốc), $V_{tb} > 9$ m/s.

Với V_{tb} - Tốc độ trung bình của piston.

$$V_{tb} = \frac{S.n}{30}$$

Trong đó: S - Hành trình của piston (m)

n - Tốc độ của động cơ

❖ Theo đặc điểm cấu tạo động cơ

a. Theo số xy lanh

- Động cơ một xy lanh.
- Động cơ nhiều xy lanh.

b. Theo cách phân bố xy lanh

- Động cơ có xy lanh thẳng đứng.
- Động cơ có xy lanh nằm ngang.
- Động cơ có xy lanh thẳng hàng hay chữ V.
- Động cơ có xy lanh bố trí hình sao

- Động cơ có piston đối đỉnh.

3. Sơ đồ cấu tạo chung của động cơ đốt trong

Sơ đồ cấu tạo chung của động cơ đốt trong (động cơ đốt trong xăng hoặc dầu diesel) bao gồm các thành phần chính sau:

- Thân máy (Engine Block): Thân máy là khung chính của động cơ và chứa các bộ phận chính như piston, xy lanh, vòng bi, và các kênh dẫn dầu và nước làm mát.
- Xy lanh (Cylinder): Xy lanh là một ống trụ được cố định chặt vào thân máy và nơi diễn ra quá trình đốt nhiên liệu.
- Piston: Piston là một chiếc trụ bằng kim loại được đặt trong xy lanh và có thể di chuyển lên xuống trong xy lanh.
- Trục khuỷu (Connecting Rod): Trục khuỷu là bộ phận nối giữa piston và trục cam, giúp chuyển động tuyến tính của piston thành chuyển động quay của trục cam.
- Trục cam (Camshaft): Trục cam là trục xoay có các răng cưa hay đồng hồ điều khiển van nạp nhiên liệu và xả, quyết định mô-men lực và nhịp làm việc của động cơ.
- Van nạp nhiên liệu (Intake Valve): Van nạp nhiên liệu mở để cho phép hỗn hợp nhiên liệu và không khí vào xy lanh trong quá trình hút.
- Van xả (Exhaust Valve): Van xả mở để cho phép khí thải ra ngoài khi đốt cháy hoàn tất.
- Hệ thống phun nhiên liệu (Fuel Injection System): Hệ thống này có nhiệm vụ cung cấp nhiên liệu (xăng hoặc dầu diesel) vào xy lanh theo đúng tỉ lệ và thời điểm phù hợp.
- Hệ thống khởi động (Starting System): Hệ thống khởi động sử dụng bình ắc quy và động cơ để khởi động động cơ.
- Hệ thống làm mát (Cooling System): Hệ thống làm mát bao gồm bơm nước và bình chứa nước để làm mát các bộ phận nóng trong động cơ.
- Hệ thống đánh lửa (Ignition System): Hệ thống đánh lửa giúp tạo lửa để đốt cháy hỗn hợp nhiên liệu và không khí trong xy lanh.
- Hệ thống bôi trơn (Lubrication System): Hệ thống bôi trơn cung cấp dầu nhờn đến các bộ phận chuyển động để giảm ma sát và bảo vệ chúng khỏi hỏng hóc.

-. Hệ thống khí thải (Exhaust System): Hệ thống thoát khí giúp đẩy khí thải ra ngoài môi trường sau khi đốt cháy.

Sơ đồ cấu tạo này có thể có một số biến thể tùy thuộc vào loại động cơ và công nghệ sản xuất, nhưng các thành phần cơ bản được giữ nguyên.

4. Một số thuật ngữ và định nghĩa cơ bản

4.1. Điểm chết trên và điểm chết dưới:

Là vị trí cuối cùng của piston trong xy lanh, tại vị trí này piston không thể tiếp tục chuyển động (vận tốc = 0) và piston bắt đầu đổi chiều chuyển động. Do có hai vị trí giới hạn của piston trong xy lanh mà nó có hai điểm chết là điểm chết trên và điểm chết dưới.

Điểm chết trên là vị trí đỉnh piston cách xa đường tâm trục khuỷu nhất. Điểm chết dưới là vị trí đỉnh piston gần đường tâm trục khuỷu nhất.

4.2. Hành trình của piston (S):

là khoảng cách dịch chuyển của piston giữa hai điểm chết.

$$S = 2R.$$

S: hành trình của piston.

R: bán kính quay của trục khuỷu.

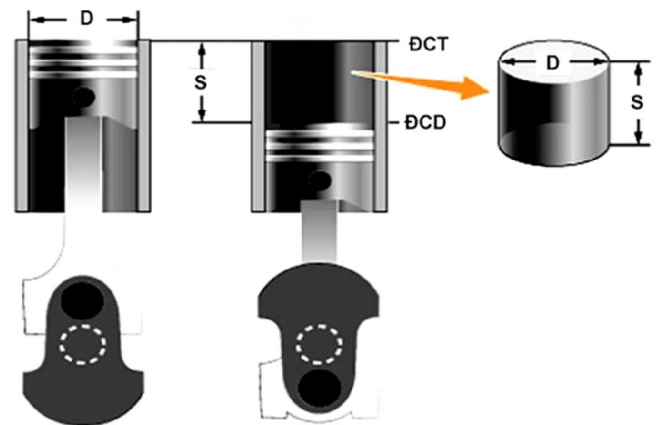
4.3. Thể tích làm việc của xy lanh (công tác) (V_h):

Là không gian được giới hạn bởi hai mặt phẳng cắt thẳng góc với đường tâm xy lanh qua hai điểm chết.

$$V_h = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot S$$

D : đường kính xy lanh.

Đối với động cơ có i xy lanh thì thể tích công tác của động cơ là $V = i \cdot V_h$



Hình 1.1: Kết cấu thể tích công tác

4.4. Thể tích buồng đốt (V_c):

Là khoảng không gian được giới hạn bởi đỉnh piston, xy lanh và nắp xy lanh khi piston ở ĐCT.

4.5. Thể tích toàn phần (V_a):

Là khoảng không gian được giới hạn bởi đỉnh piston, xy lanh và nắp xy lanh khi piston ở ĐCD (tổng thể tích công tác của xy lanh và thể tích buồng cháy).

$$V_a = V_h + V_c$$

4.6. Tỷ số nén (ϵ):

Là tỷ số dung tích toàn bộ xy lanh chia cho dung tích buồng cháy.

$$\epsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_h + V_c}{V_c} = 1 + \frac{V_h}{V_c}$$

4.7. Kỳ (Thì) :

Là số hành trình của piston để hoàn thành một chu trình công tác.

*** Chu trình công tác:**

Là tổng cộng các quá trình xảy ra trong một xy lanh của động cơ để biến đổi môi chất và thực hiện một lần sinh công.

Một chu trình nhiệt động của động cơ đốt trong có bốn quá trình là: Quá trình hút, quá trình nén, quá trình cháy-cấp nhiệt – giãn nở sinh công và quá trình thải nhiệt cho môi trường.

Chu trình lý thuyết là chu trình công tác mà khởi sự và kết thúc các quá trình nhiệt động tại các điểm chết. Còn chu trình thực tế thì khởi sự và kết thúc các quá trình trước hoặc sau các điểm chết.

*** Hòa khí:** Là hỗn hợp giữa hơi xăng và không khí trộn thật đều và đúng tỉ lệ. Đối với động cơ xăng thể hệ cũ, hòa khí được tạo thành từ bên ngoài xy lanh động cơ tại bộ chế hòa khí. Vì vậy khí nạp vào xy lanh động cơ xăng chính là hòa khí trong khi động cơ diesel khí nạp mới chỉ là không khí (thanh khí).

5. Chu trình làm việc của động cơ xăng 1 xy lanh 4 kỳ

5.1. Nguyên lý làm việc theo chu trình lý thuyết của động cơ 1 xy lanh 4 kỳ

a. Quá trình nạp :

Khi piston từ ĐCT xuống ĐCD supap nạp mở, supap thải đóng, do chênh lệch áp suất không khí qua ống nạp khí vào xi lanh. Piston tới ĐCD hai supap đóng, kết thúc kỳ hút.

b. Quá trình nén :

Giống như động cơ diesel, nhưng động cơ xăng có tỷ số nén thấp thường $\Sigma = 4,5 \div 12$ và áp suất cuối quá trình nén thấp $P_c = 5 \div 15$ at. Nhiệt Độ $T_c = 600 \div 700$ K.

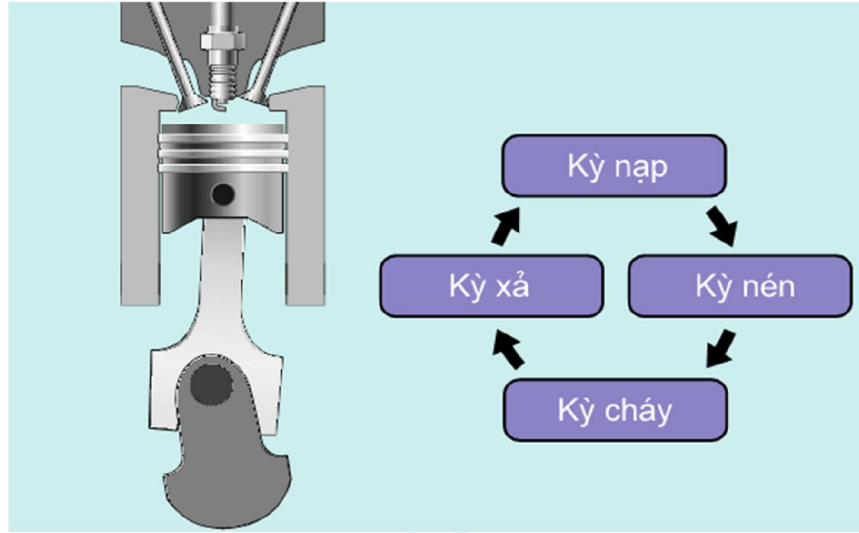
Giá trị áp suất cuối quá trình nén phụ thuộc vào : tỉ số nén, độ kín khít của không gian chứa hòa khí và nhiệt độ ban đầu của quá trình nén.

c. Quá trình cháy :

Cuối quá trình nén , bugi bật tia lửa điện đốt cháy hòa khí. Tốc độ cháy động cơ xăng tăng nhanh, nhiệt độ cháy $T_z = 2000 \div 2700$ K .Tuy nhiên tỷ số nén thấp nên áp suất thấp $P_z = 25 \div 50$ at. Quá trình cháy này gọi là quá trình cháy cưỡng bức. Nhiên liệu cháy nhanh nên là quá trình cháy đẳng tích.

d. Quá trình thải khí :

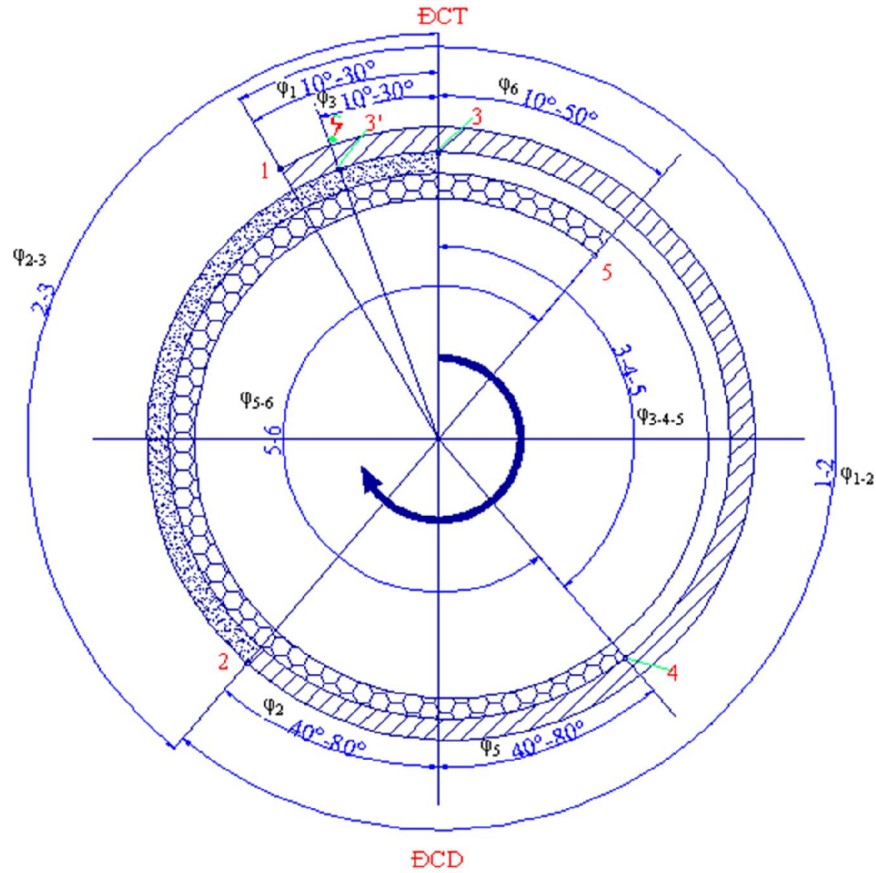
Tương tự động cơ diezen. Cuối quá trình thải áp suất trong xy lanh vào khoảng $P_r = 1,1 \div 1,2$ at và nhiệt độ $T_r = 900 \div 1200$ K.



Hình 1.2: Mô phỏng nguyên lý làm việc của động cơ xăng

5.2. Nguyên lý làm việc theo chu trình lý thuyết thực tế của động cơ xăng 1 xy lanh 4 kỳ

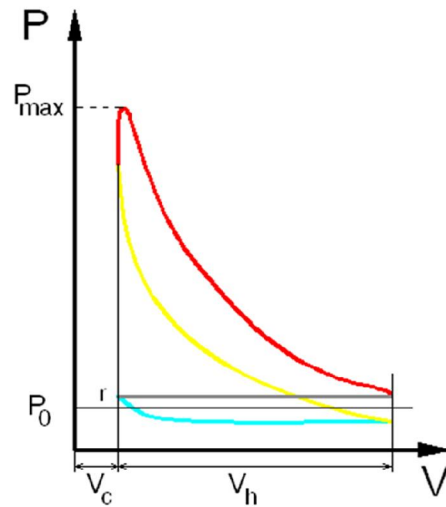
Tương tự như động cơ diesel, động cơ xăng cũng cần nâng cao hiệu suất nhiệt và công suất. Do vậy cần điều chỉnh sự đóng mở supap hút, supap thải linh hoạt sao cho hút thật nhiều hòa khí và thải sạch khí cháy. Chu trình thực tế của động cơ xăng được mô tả theo giản đồ phân phối khí sau.



Hình 1.3: Giản đồ phân phối khí động cơ xăng

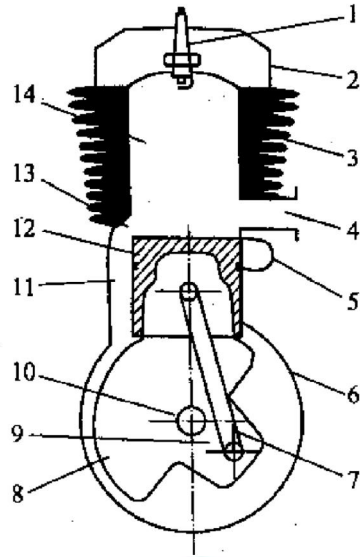
Chú thích hình 2.4

- φ_1 – góc mở sớm supap nạp
- φ_2 – góc đóng muộn supap nạp
- φ_3 – góc đánh lửa sớm
- φ_5 – góc mở supap xả
- φ_6 – góc đóng muộn supap xả
- φ_{1-2} – thời gian mở supap nạp
- φ_{2-3} – thời gian quá trình nén
- φ_{3-4-5} – thời gian quá trình cháy giãn nở
- φ_{5-6} – thời gian quá trình thải



Hình 1.4: Đồ thị công Opv của động cơ xăng

6. Nguyên lý làm việc của động cơ xăng 1 xy lanh hai kỳ.



Chú thích

1. Bugi
2. Nắp qui lát
3. Cánh tỏa nhiệt
4. Cửa thải
5. Cửa nạp (thông với bộ chế hòa khí)
6. Cacte
7. Thanh truyền
8. Má khuỷu (bánh đà)
9. Cổ khuỷu
10. Trục khuỷu
11. Đường hông
12. Piston và xéc măng
13. Cửa quét
14. Xy lanh

Hình 1.5: Cấu tạo động cơ xăng hai kỳ

6.1 Hành trình thứ nhất

Piston đi từ phía ĐCT về phía ĐCD, do môi chất bị đốt cháy giãn nở sinh công. Khi piston ở hành trình đi lên cửa quét được đóng trước, tiếp theo cửa thải được đóng (giai đoạn từ khi đóng cửa quét đến khi đóng cửa thải gọi là quá trình quét khí) môi chất bị ép có áp suất và nhiệt độ cao. Khi piston gần đến ĐCT bugi bật tia lửa điện đốt cháy hỗn hợp. Hỗn hợp cháy, giãn nở sinh công đẩy piston từ ĐCT xuống ĐCD. Hành trình này diễn ra các quá trình sau:

- + Cháy giãn nở (sinh công): áp suất lên tới $P_z = 80 \text{at}$. Nhiệt độ $T_z = 1700 \div 2200 \text{K}$.
- + Khi piston xuống gần mở cửa nạp thì đồng thời supap thải cũng mở ra, khí cháy có áp suất cao hơn khí trời nên thoát ra ngoài thực hiện quá trình thải khí.
- + Bơm máy nén khí đẩy không khí sạch nạp vào xy lanh. Cuối hành trình này áp suất $P_b = 3 \div 8 \text{at}$ và nhiệt độ $T_b = 1000 \div 1200 \text{K}$. Trục khuỷu quay 360° .

Sau khi piston đến ĐCD lại tiếp tục đi lên và thực hiện chu trình làm việc tiếp theo. Chu trình công tác của động cơ hai kỳ cũng được biểu diễn trên đồ thị P-V. Đối với động cơ xăng hai kỳ, các quá trình nạp, nén, nổ, thải thực hiện giống như động cơ Diesel hai kỳ. Nhưng ở kỳ nạp động cơ xăng nạp hỗn hợp hoà khí và ở đầu kỳ nổ tia lửa phát ra từ bugie đốt cháy hỗn hợp nhiên liệu.

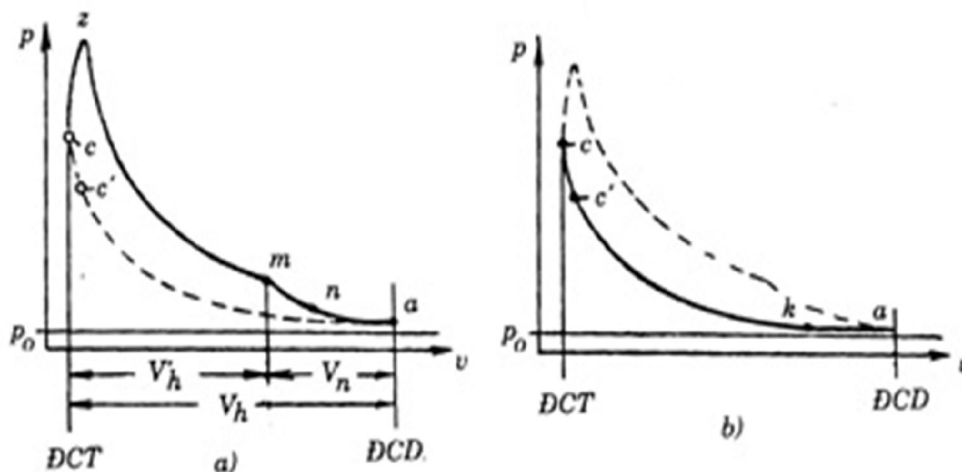
6.2. Hành trình thứ hai

Piston từ ĐCD lên ĐCT. Khi piston còn ở ĐCD, supap thải còn mở do đó khí thải thoát ra ngoài. Piston chưa đóng cửa quét (lỗ nạp) nên không khí được máy nén bơm vào xy lanh với áp suất vào khoảng $1,2 \div 1,5 \text{at}$. Không khí sạch vào đẩy khí cháy ra khỏi xy lanh và một phần không khí cũng thoát ra ngoài (gọi là phần khí nạp tổn thất).

Khi piston đi lên đóng cửa quét và supap thải đóng lại bắt đầu thời kỳ nén. Kết thúc quá trình nén là lúc piston đến ĐCT. Áp suất cuối quá trình nén lên đến $P_c = 35 \div 50 \text{at}$ và nhiệt độ $T_c = 900 \div 1100 \text{K}$. Trục khuỷu quay 180° . Một phần nhiên liệu được phun vào máy và cháy.

Hành trình này diễn ra các quá trình sau:

- + Nạp môi chất mới vào không gian bên dưới cacte động cơ.
- + Thực hiện quá trình quét môi chất (từ khi đóng cửa quét đến khi đóng cửa thải).
- + Nén môi chất trong xy lanh (từ khi piston đóng cửa thải).



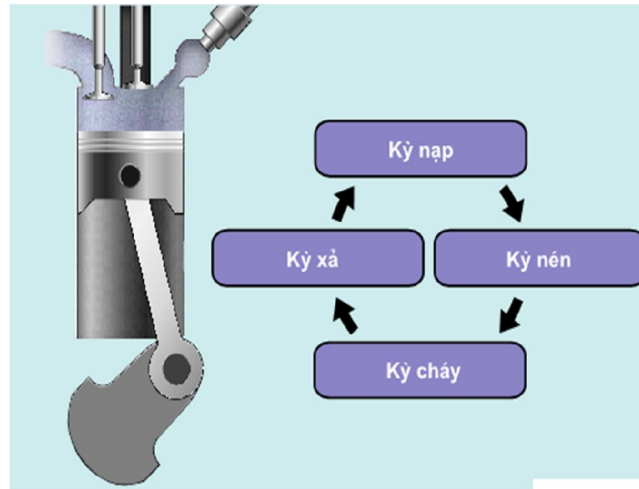
Hình 1.6: Đồ thị công động cơ xăng hai kỳ

7. Chu trình làm việc của động cơ diesel 1 xy lanh 4 kỳ

Đối với động cơ 4 kỳ, để hoàn thành một chu trình công tác piston động cơ phải thực hiện 4 hành trình tương ứng với các quá trình diễn ra trong xy lanh gồm: Quá trình nạp, quá trình nén, quá trình cháy, giãn nở và quá trình thải. Do các quá trình diễn ra lặp đi lặp lại có tính chu kỳ nên khi khảo sát nguyên lý làm việc ta chỉ cần khảo sát một chu trình công tác của động cơ.

Động cơ đốt trong không tăng áp là loại động cơ dựa vào sự chênh lệch áp suất ngoài và trong xy lanh để nạp hòa khí hay thanh khí vào xy lanh.

7.1. Nguyên lý làm việc theo chu trình lý thuyết của động cơ diesel 1 xy lanh 4 kỳ



Hình 1.7: Mô phỏng nguyên lý làm việc động cơ diesel 4 kỳ

a. Hành trình thứ nhất: nạp khí

Piston từ điểm chết trên xuống điểm chết dưới supap nạp mở, do chênh lệch áp suất, không khí bên ngoài tràn vào xy lanh. Khi piston đến điểm chết dưới supap nạp đóng lại. Trục khuỷu quay được 180° .

b. Hành trình thứ hai: nén khí

Piston từ điểm chết dưới lên điểm chết trên: Vì hai supap đóng kín nên không khí bị nén lại. thể tích chỉ bằng $1/16 \div 1/22$ thể tích ban đầu, tức là tỷ số nén $\Sigma = 16 \div 22$. Áp suất trong xy lanh $P_c = 28 \div 40 \text{ kg/cm}^2$. Nhiệt độ trong xy lanh $T_c = 800 \div 1000\text{K}$, trục khuỷu đã quay được 360° .

c. Hành trình thứ ba: cháy - giãn nở, sinh công

Cuối quá trình nén, nhiên liệu (dầu Diesel) được phun vào buồng cháy dưới dạng hạt nhỏ li ti dạng sương nhờ có bơm cao áp và vòi phun. Thông thường dầu không phải phun hết trong một lúc mà phun kéo dài tương ứng với góc quay của trục khuỷu từ $15 \div 30^\circ$. Những hạt dầu nhỏ tiếp xúc với không khí nén có nhiệt độ cao và tự bốc cháy sinh ra áp lực lớn ($P = 30 \div 120 \text{ kg/cm}^2$), ($T = 1600 \div 2200\text{K}$) đẩy piston đi từ điểm chết trên đến điểm chết dưới làm trục khuỷu quay và sinh công.

Đây là hành trình duy nhất sinh công làm động cơ làm việc liên tục. Cuối quá trình cháy áp suất trong xi lanh giảm chỉ còn $P_b = 2,5 \div 5 \text{ kg/cm}^2$ và nhiệt độ $T_b = 900 \div 1200 \text{ K}$, trục khuỷu quay 540° .

d. Hành trình thứ tư: Thải sản vật cháy

Sự đốt cháy hỗn hợp ở quá trình trên để lại trong xy lanh nhiều sản vật cháy, cần phải thải ra ngoài. Piston từ điểm chết dưới lên điểm chết trên, supap thải mở dần, khí thải bị đẩy ra ngoài nhờ áp suất khí cháy và sức đẩy cường bức của piston. Áp suất $P_r = 1,03 \div 1,1 \text{ at}$ và $T_r = 600 \div 800\text{K}$. Khi piston đến điểm chết trên là kết thúc quá trình thải và hoàn thành một chu trình công tác của động cơ diezen 4 kỳ, supap thải đóng lại. Trục khuỷu quay được góc 720° tương ứng trục cam quay được một vòng.

Sau khi hoàn thành một chu trình công tác, nhờ quán tính quay của bánh đà. Trục khuỷu của động cơ tiếp tục quay để thực hiện chu trình làm việc tiếp theo. Các chu trình khác xảy ra nối tiếp.

7.2. Nguyên lý làm việc theo chu trình thực tế của động cơ 1 xy lanh 4 kỳ

Thực tế cần phải nâng cao công suất và hiệu suất nhiệt của động cơ, cần thiết phải hút thật nhiều thanh khí, thải sạch khí cháy và tận dụng tối đa lực khí thể tác dụng lên đỉnh piston. Do đó phải điều chỉnh sự mở sớm và đóng trễ supap hút và supap thải, phun dầu sớm. Nguyên lý làm việc theo chu trình lý thực tế của động cơ diesel 4 kỳ được thể hiện theo giản đồ phối khí sau.

Chú thích hình 1.8

φ_1 - góc mở sớm supap nạp

φ_2 - góc đóng muộn supap nạp

φ_{1-2} - thời gian mở supap nạp

φ_3 - góc phun nhiên liệu sớm

φ_{2-3} - thời gian quá trình nén

φ_4 - vị trí cuối quá trình nén.

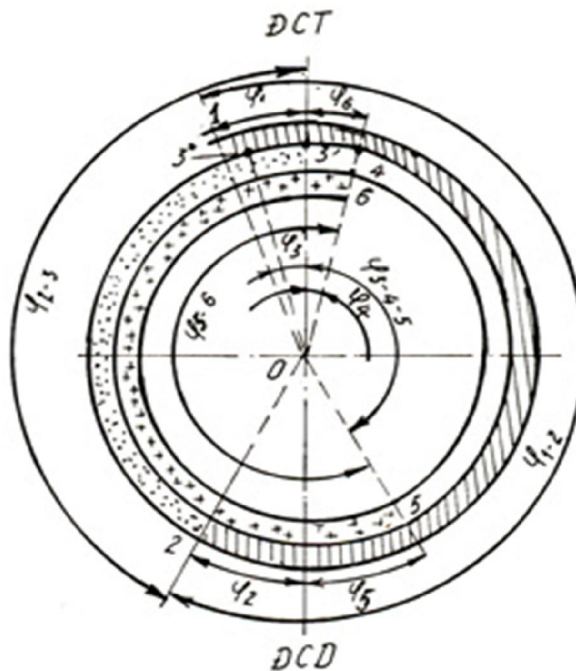
φ_5 - góc mở supap xả

φ_{3-4-5} - thời gian quá trình cháy giãn nở

φ_6 - góc đóng muộn supap xả

φ_{5-6} - thời gian quá trình thải

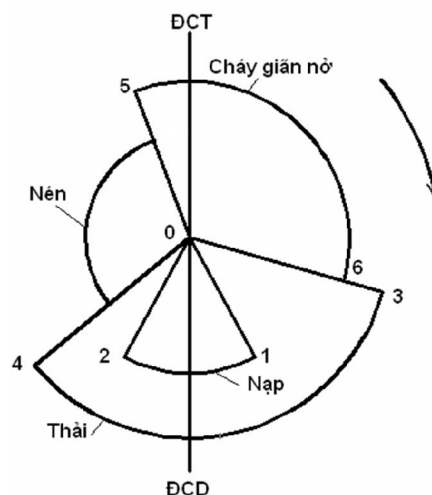
ĐCT: Điểm chết trên
ĐCD: Điểm chết dưới



Hình 1.8: Giản đồ phân phối khí của động cơ diesel

Chú thích hình 1.9:

- 1: Vị trí mở cửa quét.
- 2: Vị trí đóng cửa quét
- 3: Vị trí mở cửa thải (supap thải)
- 4: Vị trí đóng cửa thải
- 5: Vị trí bậc tia lửa điện
- 1→2: Thời gian mở của quét.
- 3→4: Thời gian mở của thải



Hình 1.9 Biểu đồ phân phối khí động cơ xăng hai kỳ

8. Chu trình làm việc của động cơ diesel 1 xy lanh 2 kỳ

Tương tự như chu trình của động cơ xăng

Một số nhận xét về động cơ hai kỳ

Chu trình động cơ hai thì được thực hiện với một vòng quay của trục khuỷu và 2 hành trình piston. Trong hai hành trình chỉ có một hành trình sinh công còn hành trình kia tổn công nạp và nén khí. Khi quét có một phần khí nạp theo sản phẩm cháy ra ngoài xy lanh (đối với động cơ Diesel là không khí, động cơ xăng là hoà khí). Đây là tổn thất dẫn đến hiệu suất động cơ hai kỳ thấp hơn động cơ 4 kỳ. Động cơ xăng hoà khí được nạp vào trong cacte do đó cacte phải thật kín máy mới hoạt động được

SO SÁNH SỰ KHÁC NHAU CỦA ĐỘNG CƠ 2 KỲ VÀ ĐỘNG CƠ 4 KỲ

- Nếu so sánh hai động cơ có cùng D, S, n thì về mặt lý thuyết công suất động cơ hai kỳ gấp đôi công suất động cơ bốn kỳ. Nhưng do có tổn thất dẫn động bơm quét nên thực tế chỉ lớn hơn 1,6 ÷ 1,8 lần.
- Quá trình thải và nạp của động cơ bốn kỳ hoàn hảo hơn động cơ hai kỳ vì nó được tiến hành bởi bốn hành trình của piston.
- Về cấu tạo động cơ xăng hai kỳ đơn giản, ít chi tiết hơn so với động cơ bốn kỳ.
- Momen xoắn của động cơ hai kỳ đều đặn hơn so với động cơ bốn kỳ vì toàn bộ chu trình nó chỉ diễn ra với một vòng quay của trục khuỷu.
- Góc quay ứng với quá trình cháy và giãn nở của động cơ bốn kỳ lớn hơn động cơ hai kỳ (khoảng 140°, còn động cơ hai kỳ khoảng 100 ÷ 120°).
- Hiệu suất động cơ bốn kỳ lớn hơn động cơ hai kỳ vì động cơ hai kỳ có tổn thất môi chất trong quá trình quét khí.