

به نام خدا

موتورهای درون سوز

- **موتور (Engine):** هر وسیله ای که قدرت یا توان (power) تولید کند موتور نامیده می شود. یا به عبارت دیگر هر وسیله ای که حرارت یا سایر اشکال انرژی را به انرژی مکانیکی تبدیل کند موتور نامیده می شود.

- **قدرت (Power):** سرعت انجام کار را قدرت گویند. (کار انجام شده در واحد زمان را قدرت یا توان گویند).

- **کار (Work):** حاصل ضرب نیرو در جابجایی است. $W=f.d$

- **ماشین (Machine):** هر وسیله ای که با دریافت توان بتواند کار انجام دهد ماشین نامیده می شود..

- **ماشین خود گردان (self propelled machine):** اگر در وسیله ای موتور و ماشین با هم بودند به آن ماشین خود گردان می گویند. مثلا تراکتور یا انسان یک ماشین خود گردان است. در صنعت به ماشین های خود گردان خودرو می گویند.

هیچ موتوری به تنهایی قادر به انجام کار نمیباشد مگر در صورت تحویل توان به ماشین.

• **انواع موتور ها:** بر اساس اینکه کدام شکل از انرژی به انرژی مکانیکی تبدیل می شود انواع مختلف موتور ها وجود دارد. مانند:

1-موتور های الکتریکی: (Electrical motors)

انرژی الکتریکی را به انرژی مکانیکی تبدیل میکنند.

2-موتور های هیدرولیکی: (Hydraulics motors)

انرژی پتانسیل یا جنبشی که در مایع هیدرولیک وجود دارد باعث حرکت موتور و تولید انرژی مکانیکی می شود.

3-موتور های حرارتی: (Heat engines)

موتور هایی هستند که انرژی ناشی از سوختن مواد مختلف را به انرژی مکانیکی تبدیل میکنند. انواع سوختن ها که در این موتور ها استفاده میشوند عبارتند از :
چوب ، زغال سنگ ، نفت ، انواع گاز ها ، روغنهای سنگین ، گازوییل Gasoil ، بنزین Gasoline

4- موتورهای آبی، موتورهای بادی و ...

طبقه بندی موتور های احتراقی (H.E):

1-موتور های احتراق خارجی (بیرونسوز) External Combustion Engine

2-موتور های احتراق داخلی (درونسوز) Internal Combustion Engine

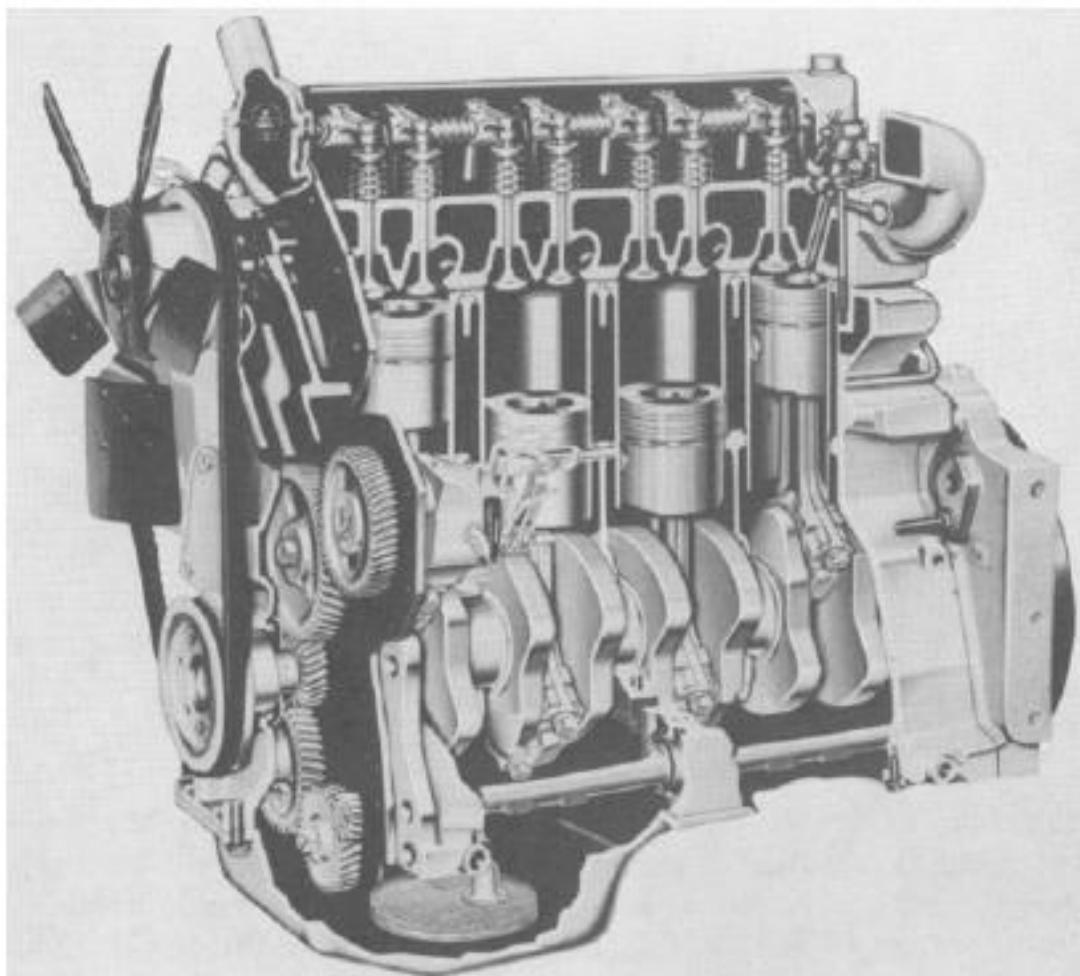


Figure 3.1. A cutaway view of an internal combustion engine. (Courtesy of Deere & Company.)

تاریخچه

- ایده ساخت موتور به زمانهای دور باز می‌گردد، چنانکه قبل از سالهای 1700 میلادی تلاشهایی جهت مسافت موتورها به شکل امروزی انجام پذیرفته بود (هر چند که موتورهای ساده آبی که انرژی جنبشی آب را به حرکت چرخشی تبدیل می‌کردند از زمانهای بسیار دورتر ساخته شده و مورد استفاده قرار می‌گرفتند). لیکن اولین تجربه موفقیت آمیز در این زمینه ، در سال 1769 اتفاق افتاد. در این سال جیمز وات توانست یک موتور بخار اختراع کند که قابلیت استفاده از انرژی محبوس در سوخته‌های مختلف نظیر چوب و ذغال سنگ را داشت.

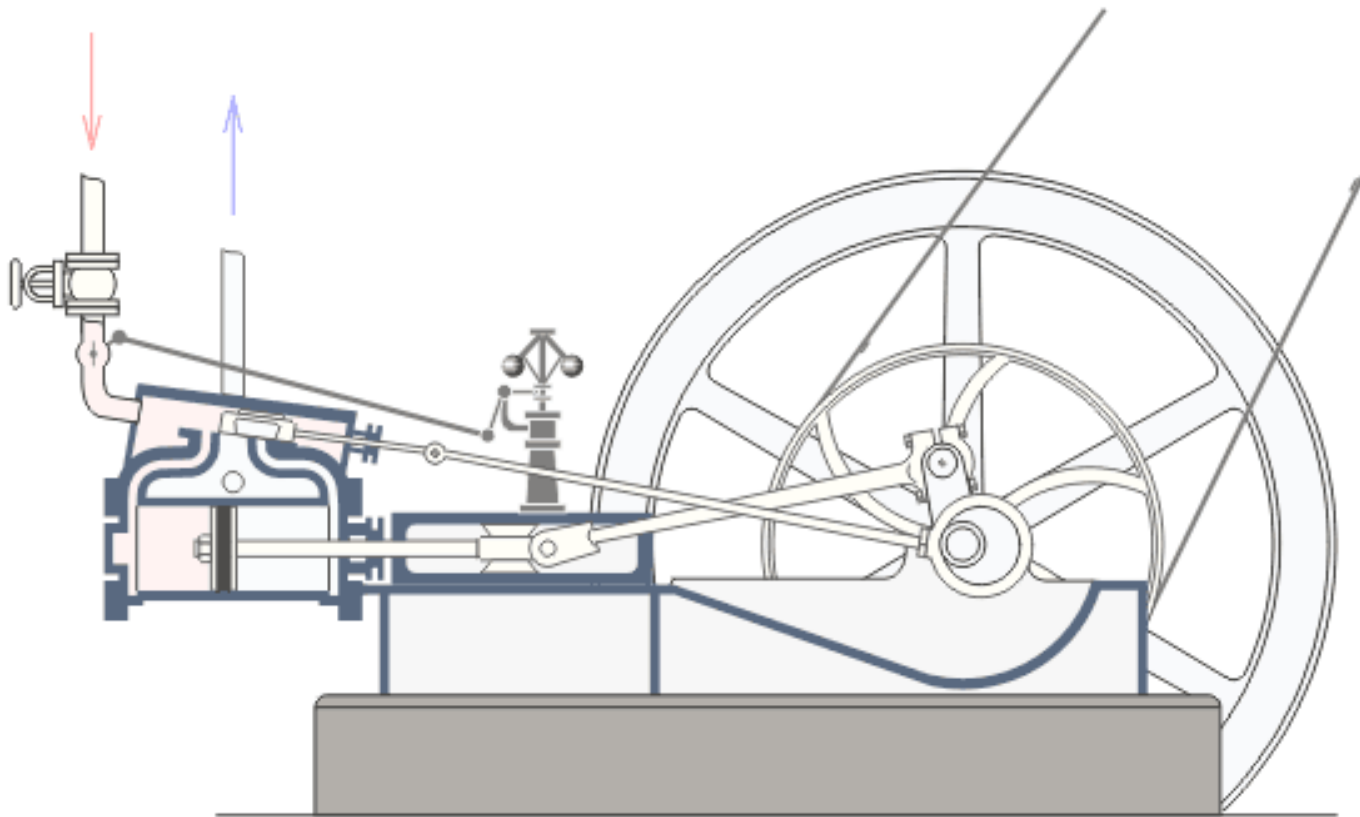
- جیمز وات مخترع اسکاتلندی که اغلب از او به عنوان مخترع ماشین بخار یاد می‌شود چهره اصلی انقلاب صنعتی است.

- وات در واقع اولین سازنده ماشین بخاری نیست. «هرو او آلکساندریا» در قرن اول میلادی ابزارهای مشابهی را توصیف کرده بود. در سال 1698 «توماس ساوری» ماشین مشابهی را به ثبت رساند که برای تلمبه کردن آب از آن استفاده می‌شد و در 1712 «توماس نیوکومن» نوع پیشرفته‌تری از آن را به ثبت رساند. با وجود این ماشین ساخته شده توسط نیوکومن کارایی بسیار کمی داشت و آن را فقط برای خارج کردن آب از معادن زغال سنگ به کار می‌گرفتند.

- وات در سال 1764 هنگامی که مشغول تعمیر یک مدل از ماشین‌های نیوکومن بود به ماشین بخار علاقمند شد. وات اصلاحاتی آنچنان مهم و ارزنده در ماشین اختراعی نیوکومن به عمل آورد که می‌توان او را مخترع اولین ماشین بخار دانست.

طرز کار موتور بخار

موتور بخار به عنوان موتور اصلی پمپ‌ها و لکوموتیو‌ها، کشتی‌های بخار و تراکتور استفاده می‌شد و دلیل اصلی انقلاب صنعتی بود. توربین‌های بخار گونه‌ای از همان موتور بخار، همچنان به صورت گسترده به عنوان ژنراتور الکتریسیته مورد استفاده دارند اما نمونه‌های قدیمی تر تقریباً به طور کامل با موتورهای درون سوز و موتورهای الکتریکی جایگزین شده‌اند.





- مخترعین زیادی سعی کردند که اصول فوق را در موتورهای تحقیق بخشند. ولی «ان.ای.اتو» مخترع آلمانی اولین کسی بود که موفق گردید. او در سال 1876 موتور خود را به ثبت رساند و دو سال بعد نمونه‌ای را که کار می‌کرد به معرض نمایش گذاشت. موتور مزبور همان چرخ چهارزمانه یعنی ، تنفس ، تراکم ، توان و تخلیه را به کار می‌بست. دانشمندان هم عصر اتو عقیده داشتند که وجود تنها یک مرحله توان در دو دور چرخش زمان بزرگی است (یک موتور چهارزمانه در هر دو دور چرخش تنها یک بار سوخت را می‌سوزاند به اصطلاح دارای یکبار انفجار یا توان است بنابراین نظر خود را به موتور دو زمانه (که در هر دو چرخش یک انفجار دارد) معطوف کردند. این تلاشها تا آنجا ادامه یافت که در سال 1891 «جوزف دی» با کمک گرفتن از محفظه میل لنگ به عنوان یک سیلندر پمپ کننده هوا توانست ساخت موتورهای روزانه را ساده کند. در موتور دی ، مجاری ورودی هوا و خروجی دود در بدنه سیلندر قرار داشت (همان سیستم موتورهای دو زمانه امروزی).

- اولین تجربه کارآ و قابل ذکر در زمینه ساخت موتورهای احتراق داخلی در سال 1876 میلادی اتفاق افتاد. در این سال یک مخترع آلمانی به نام «ان.ای.اتو» موفق شد که یک موتور احتراق داخلی، چهارزمانه را به ثبت برساند که اصول کار موتور در حال حاضر اصول کار موتورهای رایج است.

- در سال 1892 دکتر «رادولف دیزل» یک مهندس آلمانی، موتوری را به ثبت رساند که در آن سوخت در نتیجه گرمای تولید شده در اثر فشار زیاد، مشتعل می شد. دیزل در اصل موتور خود را برای کار کردن با پودر ذغال سنگ طراحی کرده بود. اما به سرعت به سوخت‌های مایع روی آورد.

- **فعالیت‌های انجام شده توسط دانشمندان در طراحی و ساخت موتور و پیشرفت‌های حاصله را می‌توان مختصراً این‌گونه بیان کرد .**

- ساخت موتورهای بنزینی – انژکتوری در سال 1936

- ساخت موتورهای توربینی اتومبیل در سال 1950

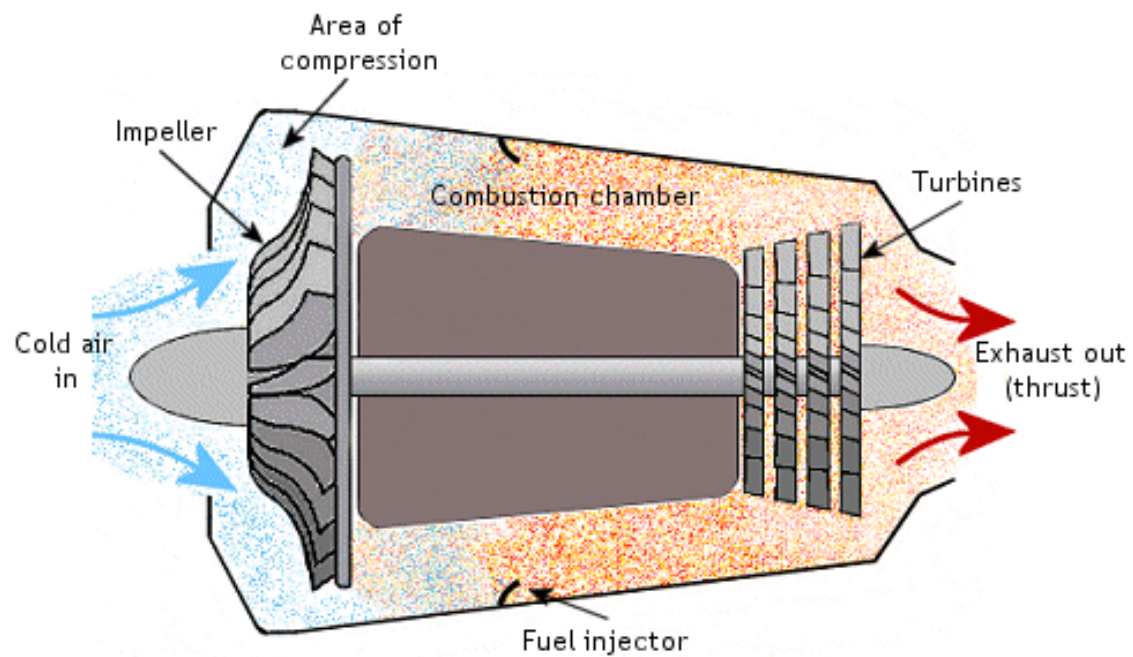
- ساخت موتور پیستون گردان وانکل در سال 1957

انواع موتورهای احتراق داخلی از نظر ساختمان عبارتند از:

- موتورهای جت Jet engine
- موتورهای توربینی Gas turbine ENGINE
- موتورهای دوار Rotary engine
- موتورهای رفت و برگشتی یا پیستونی Reciprocating or piston type engine

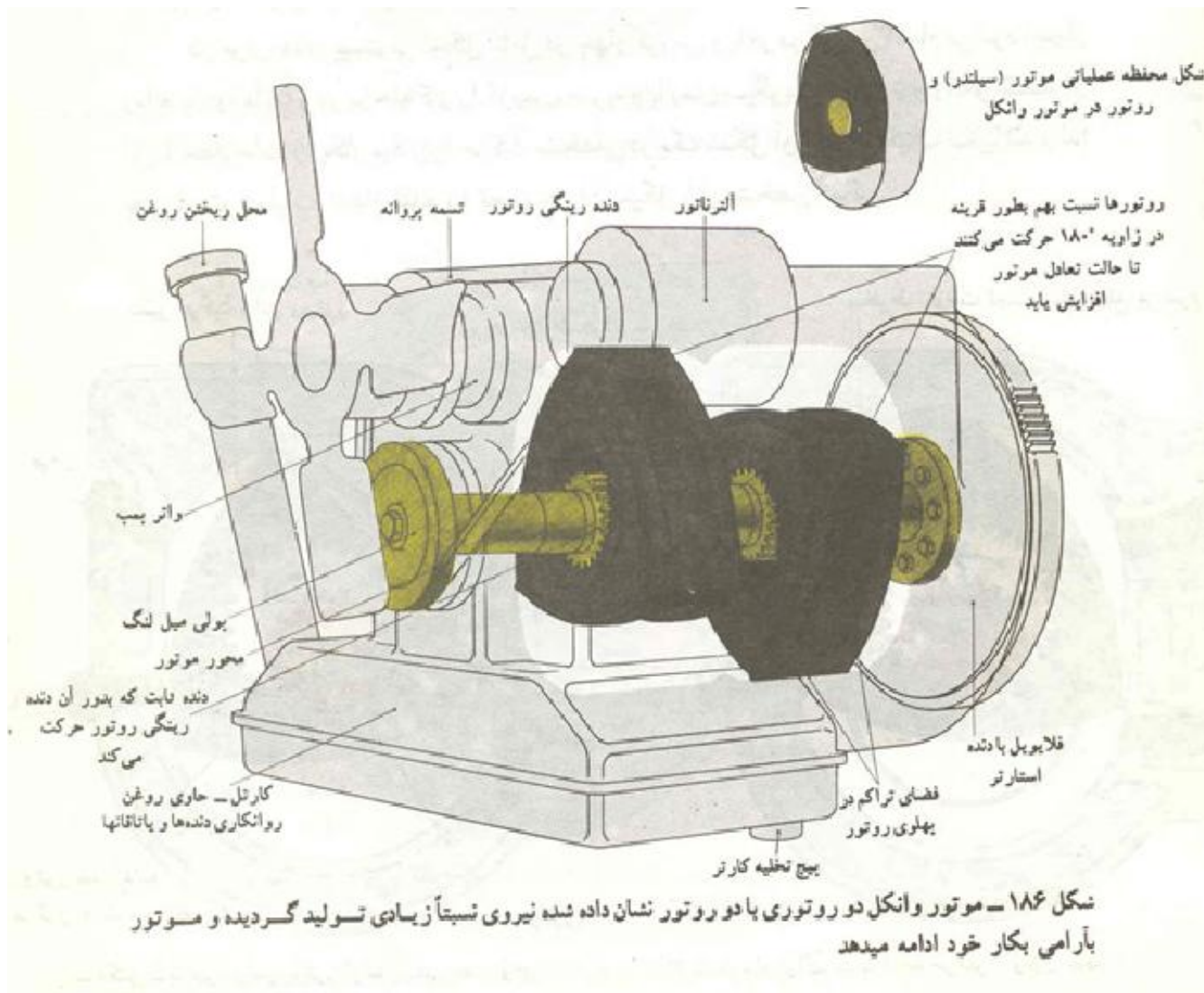


موتورهای جت Jet engine

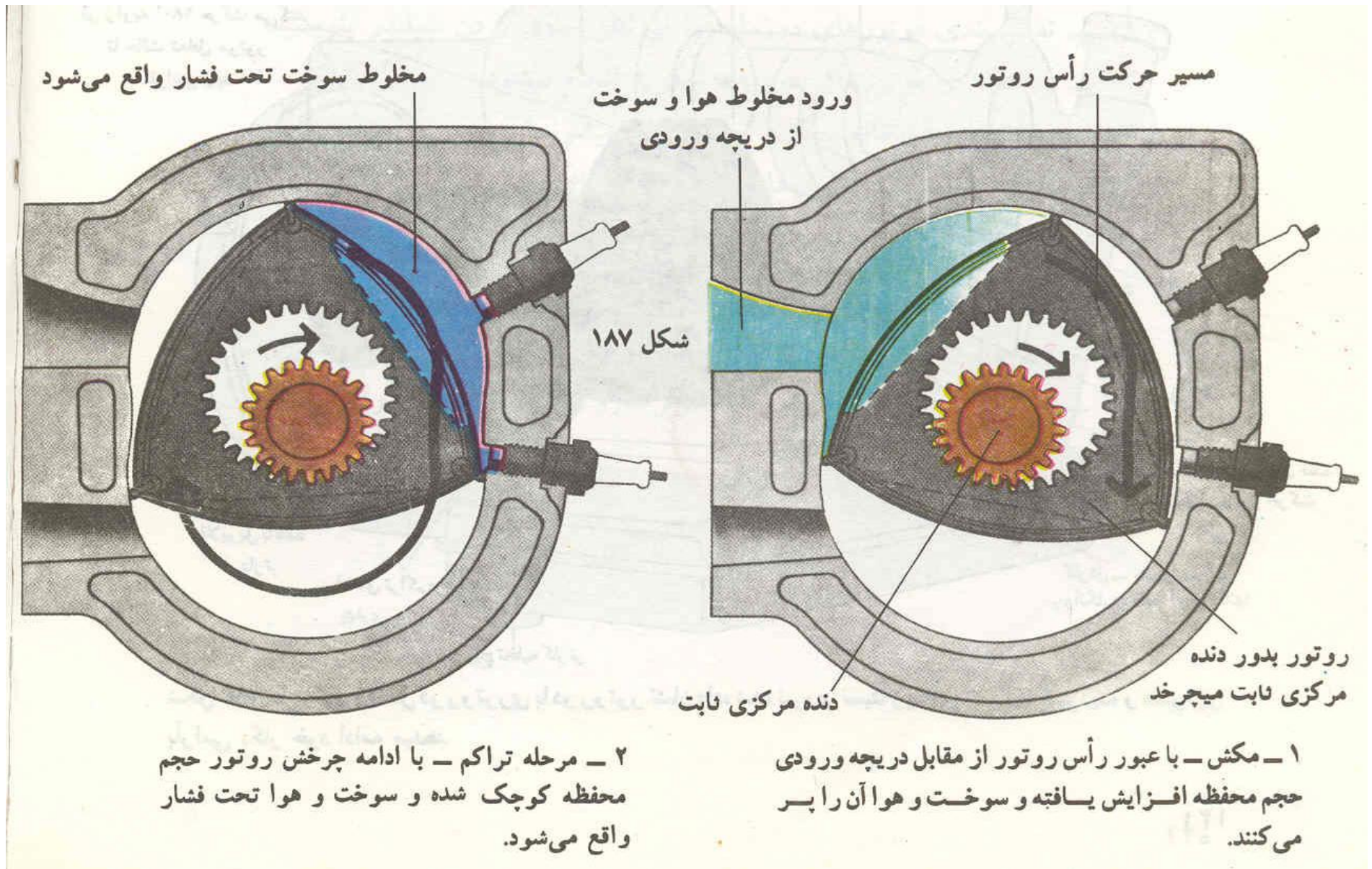


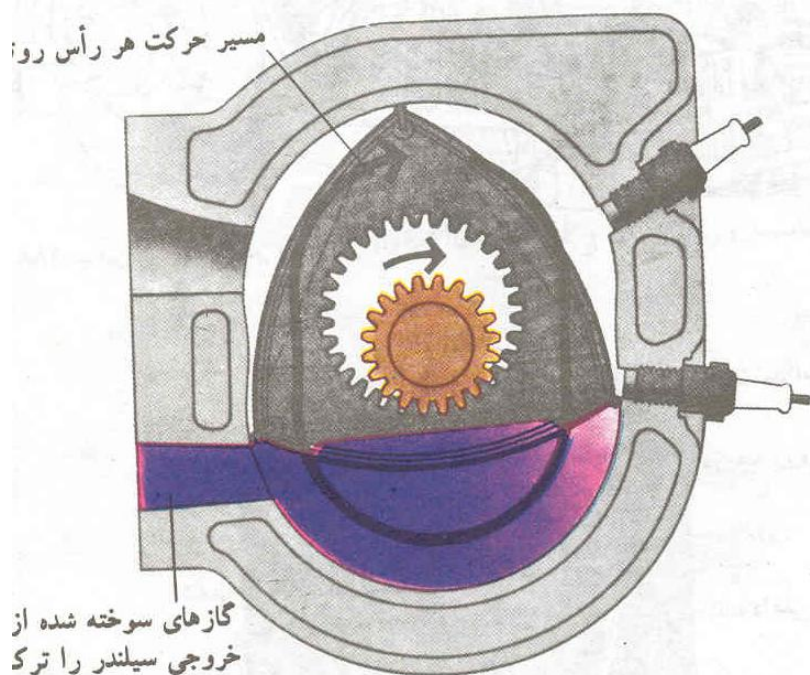
موتورهای وانکل

- موتورهای دورانی که به موتورهای وانکل نیز معروف می باشند برای اولین بار به اندیشه مبتکرانه دکتر فلیکس وانکل (Felix Wankel) آلمانی در سال 1933 خطور یافت. این موتورها در سال 1964 اختراع گردید و از آن موقع تا کنون همواره تحت پژوهش و تکامل قرار گرفت.

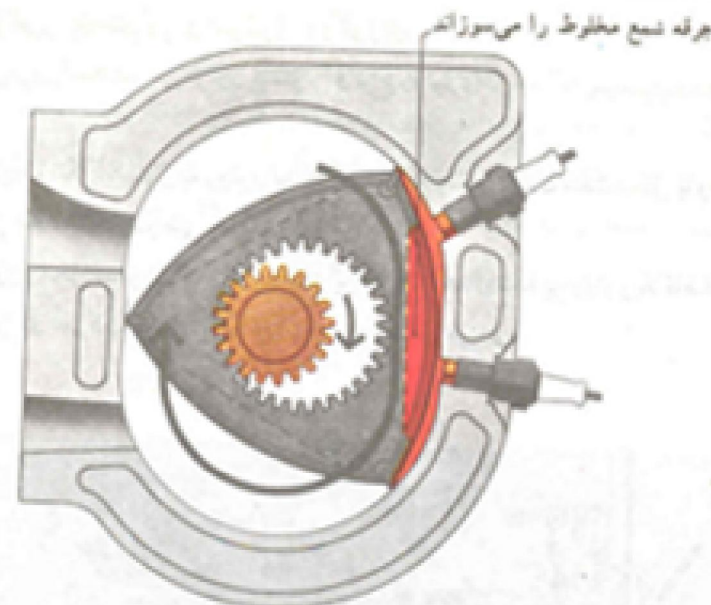


موتورهای وانکل

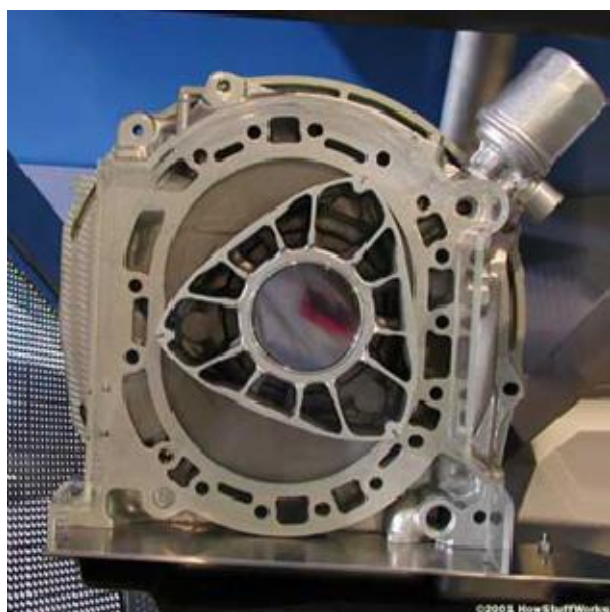




۴ - تخلیه - با عبور رأس روتور از مقابل دریچه تخلیه دودها سیلندر را ترک می کنند.

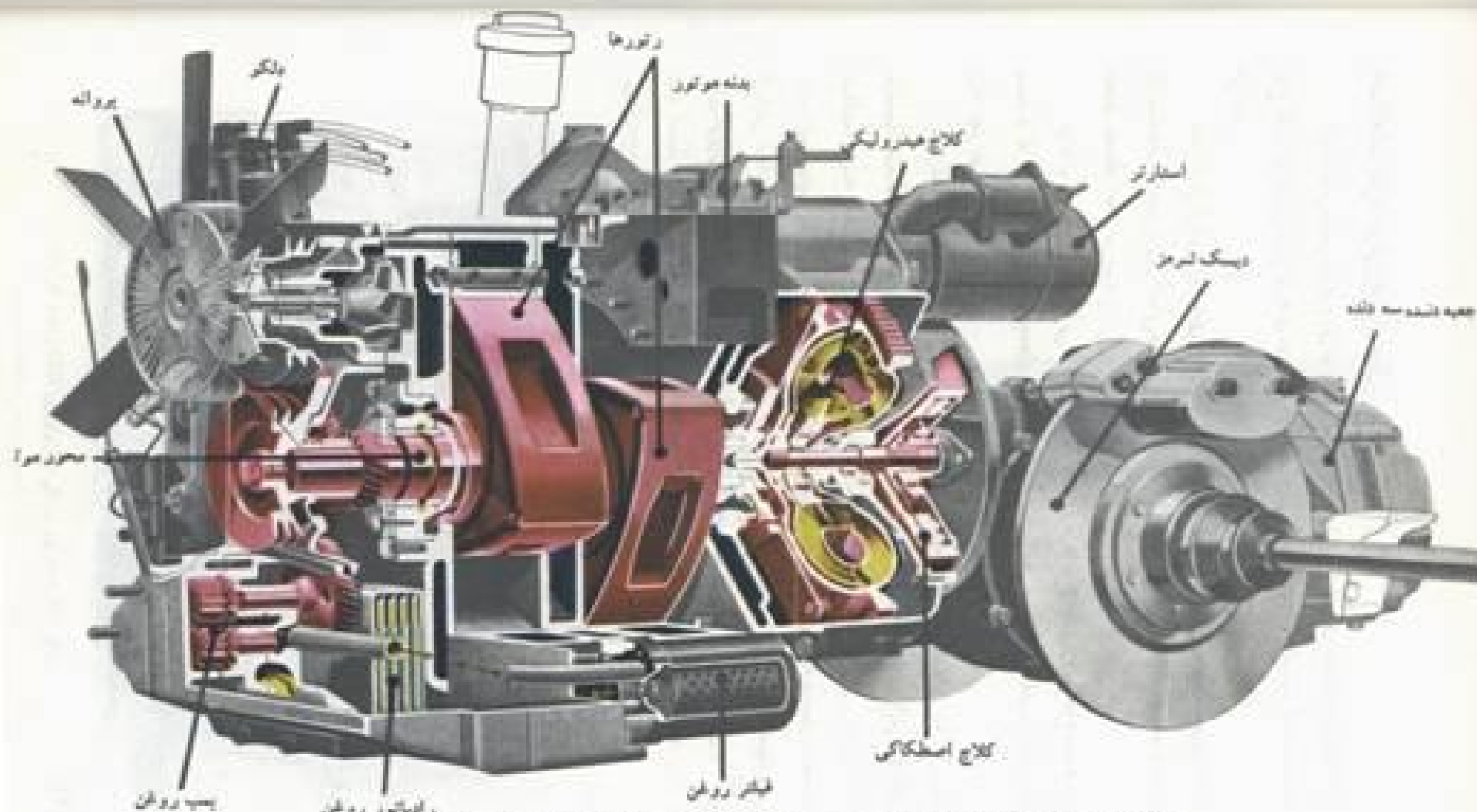


۳ - تولید قدرت - در مواقعی که حجم به حداقل برسد شمع جرقه شمع می زند و گاز را می سوزاند و لذا سلنگوها می گردند و فشار افزایش می یابد. روتور با نیروی فشار گاز به سرعت بدور دنده دایره می چرخد.



- اولین موتور وانکل بوسیله کارخانه NSU آلمان با حجم جابجائی 3 CM125 و قدرت 29 اسب بخار با دور 17000 RPM ساخته شد و بمدت 100 ساعت تحت آزمایش قرار گرفت .

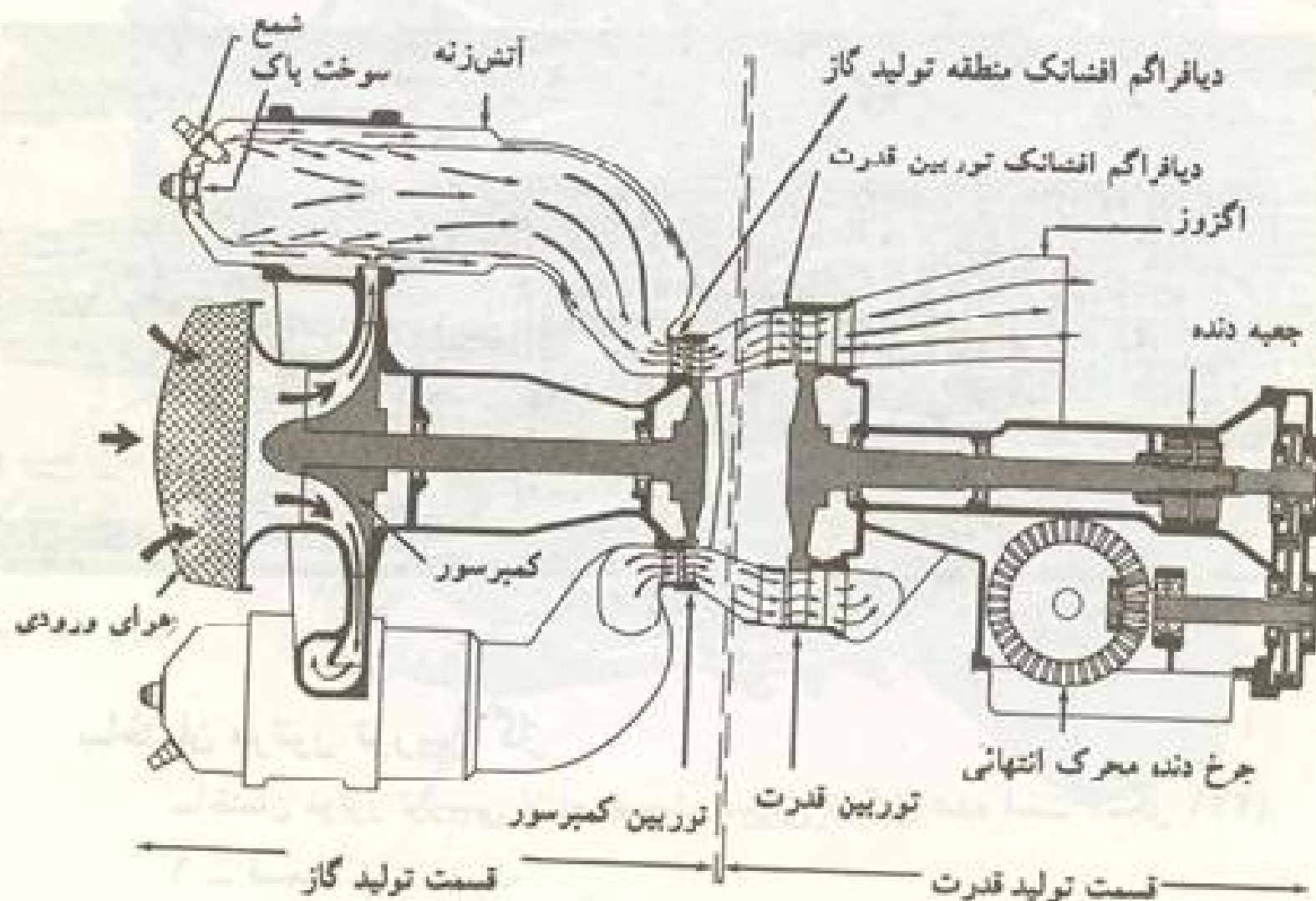
- امروزه کارخانه های NSU آلمان ، Toyo Kogyo ژاپن و کرتیس رایت آمریکا از موتور وانکل در انواع خودروها ، کامیون ها ، ایرکرافت ، و سایر موتورهای صنعتی و مسابقه ای استفاده می کنند.



شکل ۲۱۲ - موتور و بالک توربوتوری نیروی اتموسفری که به یک موتور نصب گردیده و دارای نسبت تراکم ۸.۹ می باشد. گازهای توربوتور و دو دستگاه جرقه‌زنی و دو شمع میبایست کلاچ موتور بصورت دایره‌ای باشد. هیدرولیکی و اصطکاکی.

موتور توربین (گازی)

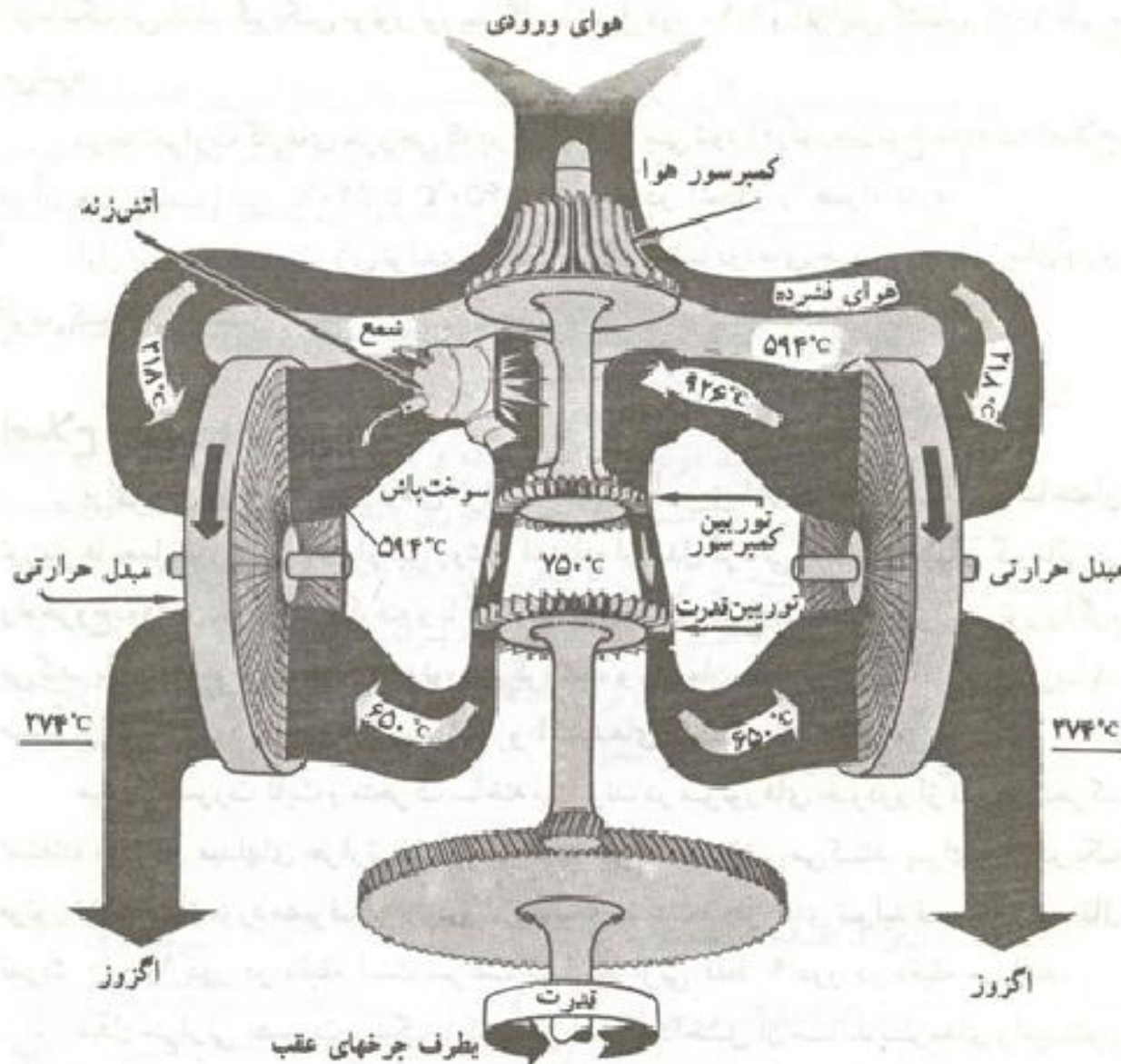
- اساس کار موتور توربین گاز از همه موتورهای ساده تر است. در موتور توربین گاز قطعات رفت و برگشتی حذف گردیده است. احتراق در توربین گاز دائمی بوده و نیاز به تایمینگ جرقه در سیکل احتراق نمیباشد.
- از مزایای دیگر توربین گاز ، سبکی و کوچکی ساختمان موتور ، نرم کار کردن موتور به علت حذف قطعات رفت و برگشتی ، استفاده از سوخت های مختلف در موتور و به علت وجود تورک کنورتور احتیاج به کلاچ نمی باشد.



شکل ۳۳۱ - موتور توربینی جنرال موتور مورد مصرف در خودروها

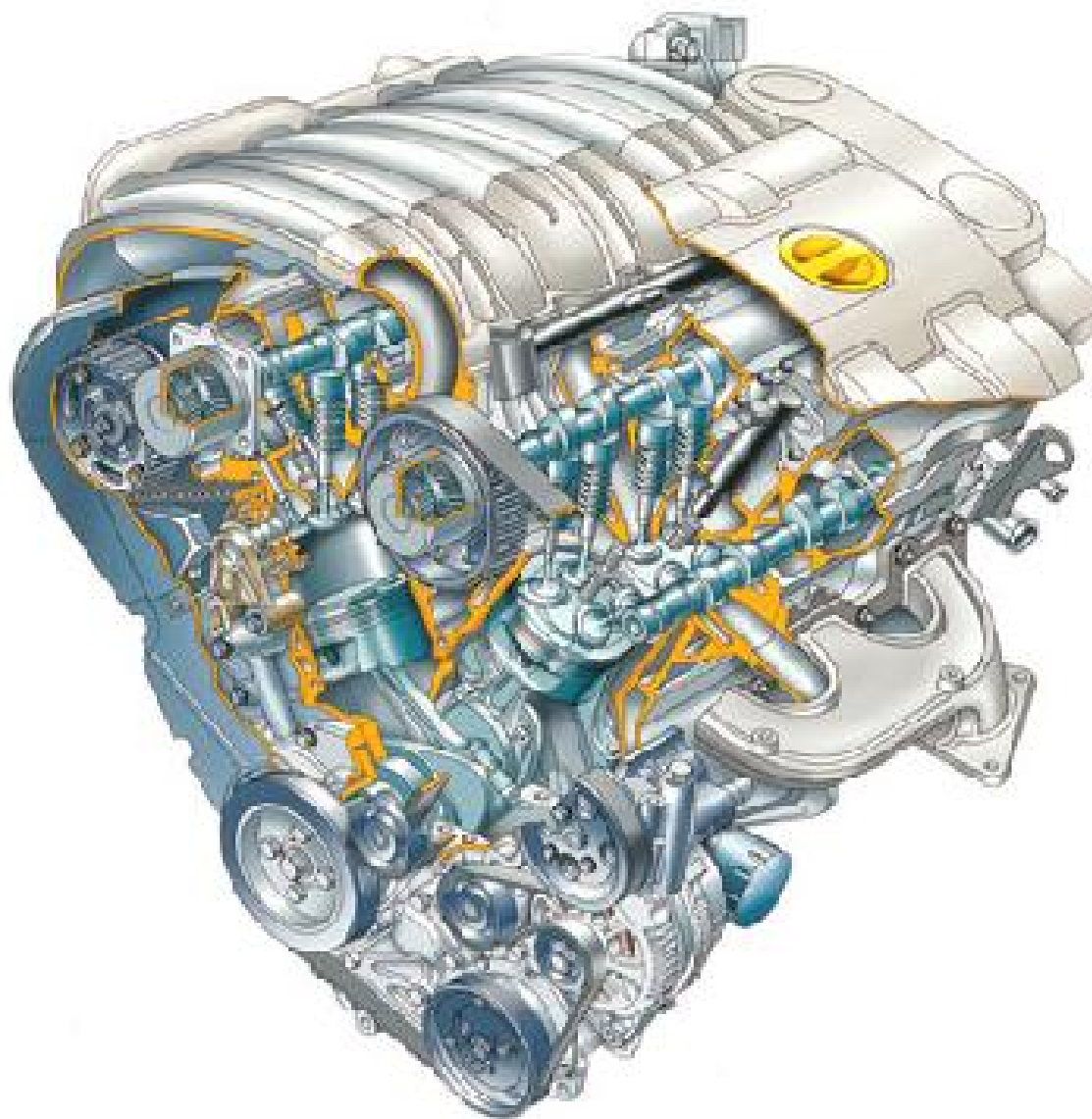
تا کنون از آن بعنوان یک موتور اقتصادی در خودروها استفاده نکرده اند . فقط در موتورهای آزمایشی کاربرد پیدا نموده است که عبارتند از :

کامیونهای سنگین میادین نفتی ، ماشین های جنگل دار، و سایر ماشینهای صنعتی که در آنها قدرت وزنی موتور (قدرت/وزن موتور) مهمتر از گرانی قیمت خودرو و مصرف سوخت می باشد. مهمترین عیب موتورهای توربینی گرانی قیمت آن است . زیرا در ساختن پره های توربین ، کمپرسور و یاتاقان ها از آلیاژهای عالی استفاده می شود.



شکل ۲۲۲ - نمای ساده ای از توربین گاز گرایسلر

موتورهای رفت و برگشتی (پیستونی):



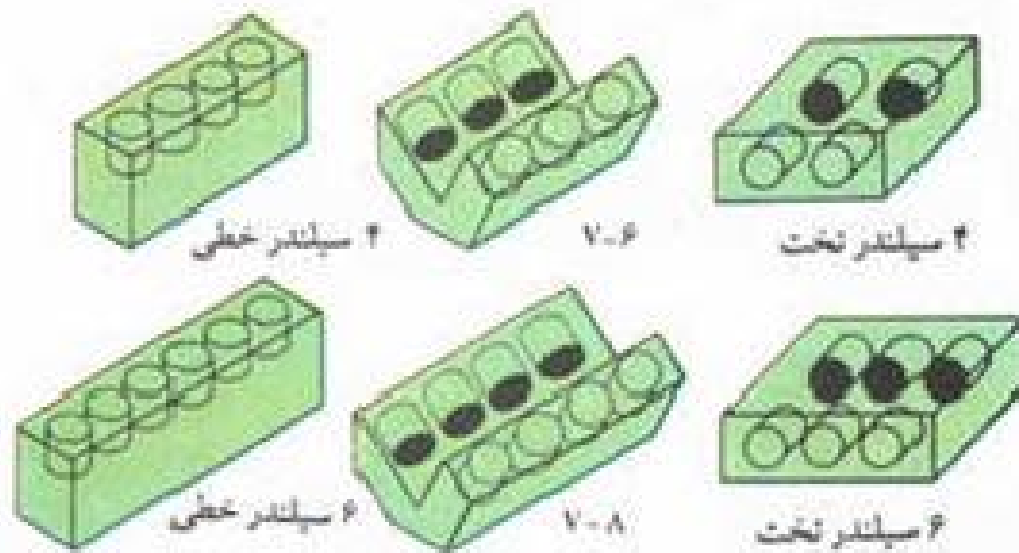
• تقسیم بندی موتور ها از نظر نحوه استقرار سیلندرها در بدنه موتور:

الف- موتور های خطی engines Inline

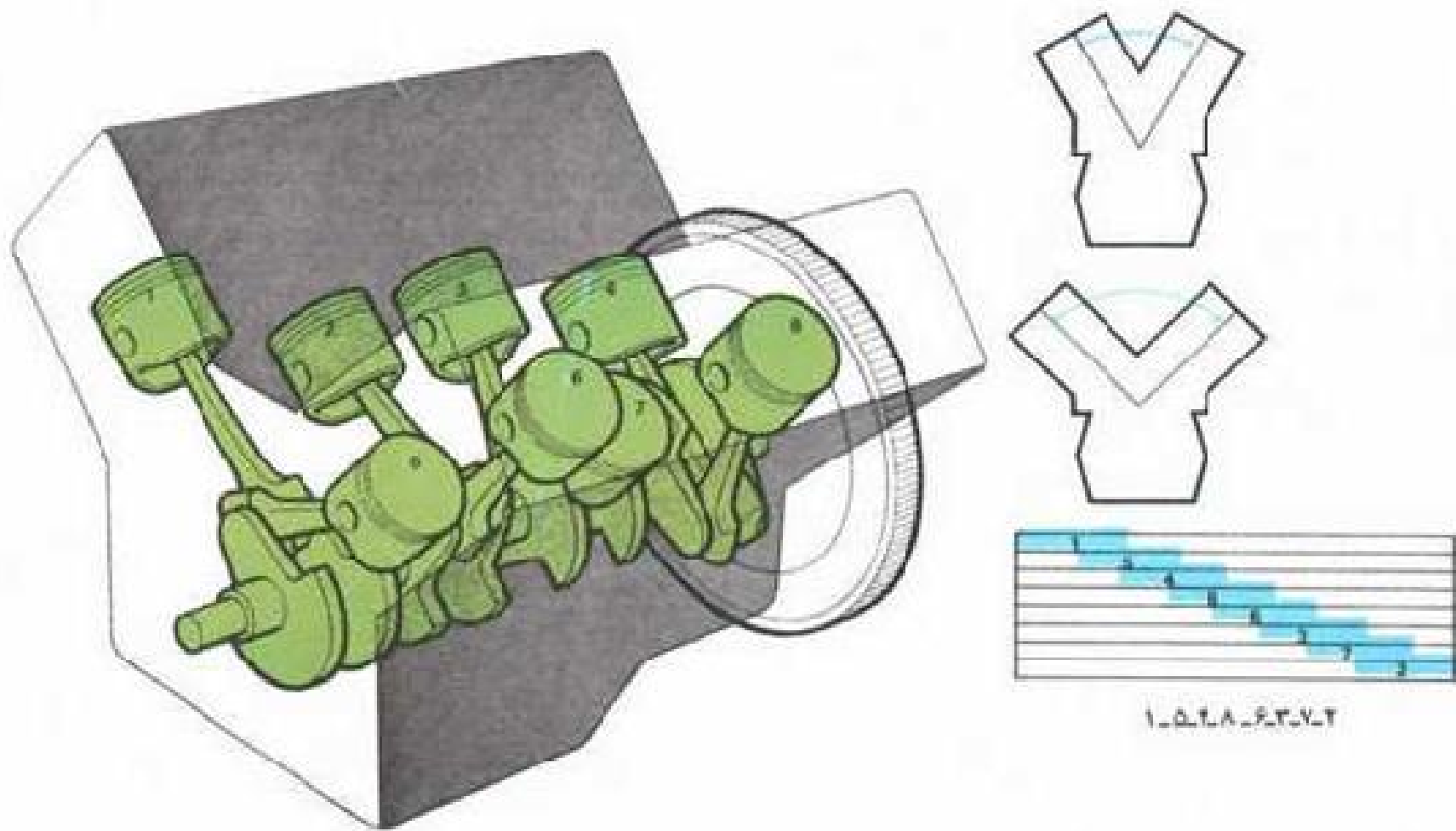
ب- موتور های خورجینی (v شکل) v type engine

ج- موتور های متقابل (Opposied Engines)

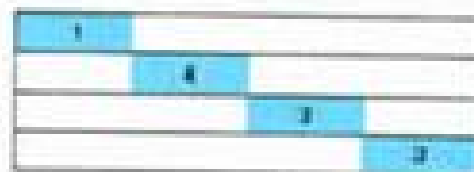
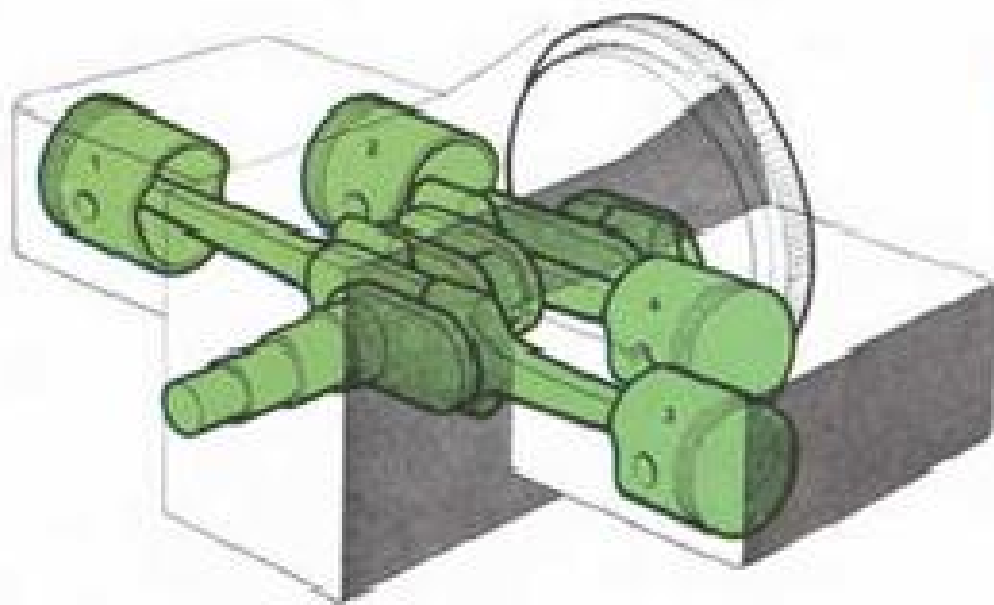
د- موتور های شعاعی (Radial Engines)



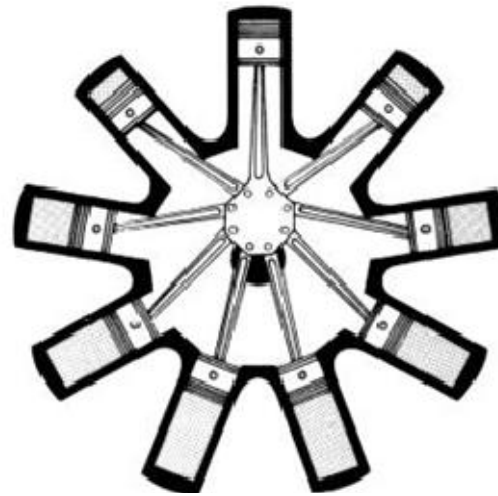
شکل ۲-۲۹-۲-۱ آرایش سیلندرها



شکل ۳۱- ترتیب اختراق در موتور ۷ شکل ۸ میلندر

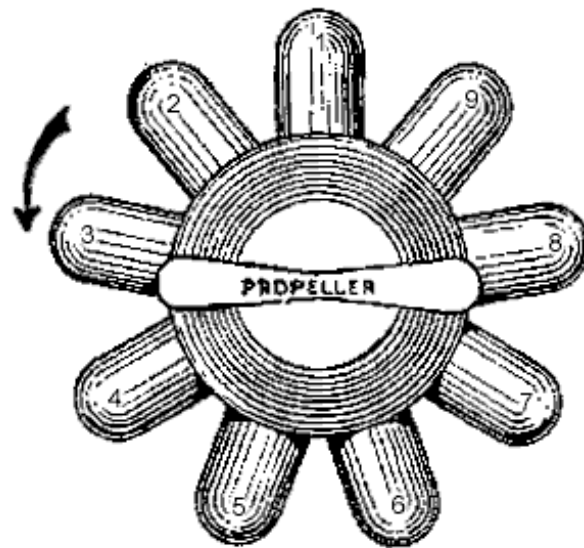


شکل ۲-۲۶- ترتیب احتراق در موتور ۴-سویه



360° CRANKSHAFT TURNING ANTI-CLOCKWISE FROM THE PROPELLER END

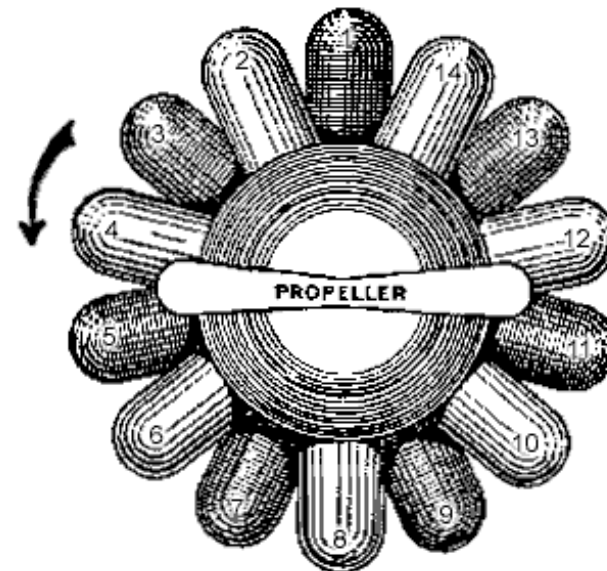
180° CRANKSHAFT TURNING ANTI-CLOCKWISE FROM THE PROPELLER END



FIRING ORDER

1 3 5 7 9 2 4 6 8

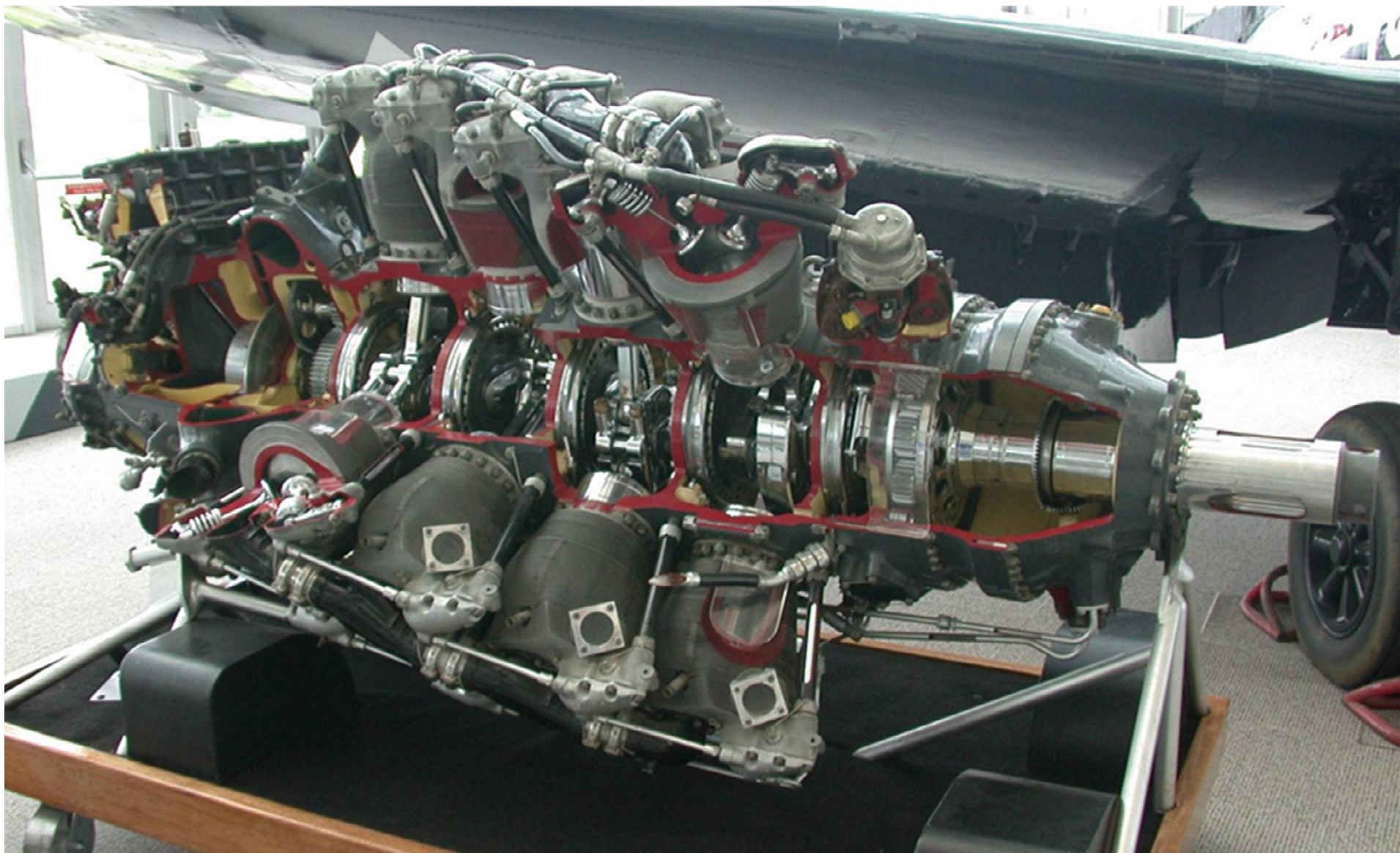
CYLINDER NUMBERING AND FIRING ORDER OF 9 - CYLINDER SINGLE-ROW RADIAL ENGINE



FIRING ORDER

1 10 5 14 9 4 13 8 3 12 7 2 11 6

CYLINDER NUMBERING AND FIRING ORDER OF 14 - CYLINDER DOUBLE - ROW RADIAL ENGINE



- تقسیم بندی موتورها از نظر استقرار سوپاپ های آنها:

الف- سوپاپ رو: سوپاپ ها در سر سیلندر موتور قرار گرفته اند.

ب- سوپاپ زیر: سوپاپ ها در بدنه سیلندر قرار گرفته اند.

ج- سوپاپ جانبی: معمولاً سوپاپ های هوا در سر سیلندر و سوپاپ های دود در بدنه سیلندر قرار گرفته اند.

- تقسیم بندی موتورها از نظر نوع سوخت مصرفی:

- موتورهای بنزینی Gasoline engine

- موتورهای گازسوز L-P Gas engine

- موتورهای گازویلی یا دیزلی Diesel engine

- موتورهای نفت سوز Kerosene engine

تقسیم بندی موتورها از نظر تراکم:

- الف - موتورهای با تراکم زیاد : مانند موتورهای دیزلی
- ب - موتورهای با تراکم کم: مانند موتورهای بنزینی

تقسیم بندی موتورها از نظر سیکل یا زمان یا هنگامه:

- الف - موتورهای 4 زمانه (Four stroke cycle Engine)
- ب - موتورهای 2 زمانه (Two stroke cycle Engine)

تقسیم بندی موتورها از نظر سیستم سرد کننده موتور:

- الف - هوا خنک مثل اکثر موتور سیکلت ها و فولکس Air Cooling System
- ب - آب خنک مانند موتورهای ثابت Liquid Cooling System
- ج - ترکیبی از آب و هوا خنک مانند اتومبیل ها، کامیون ها Air and Liquid cooling Sestem

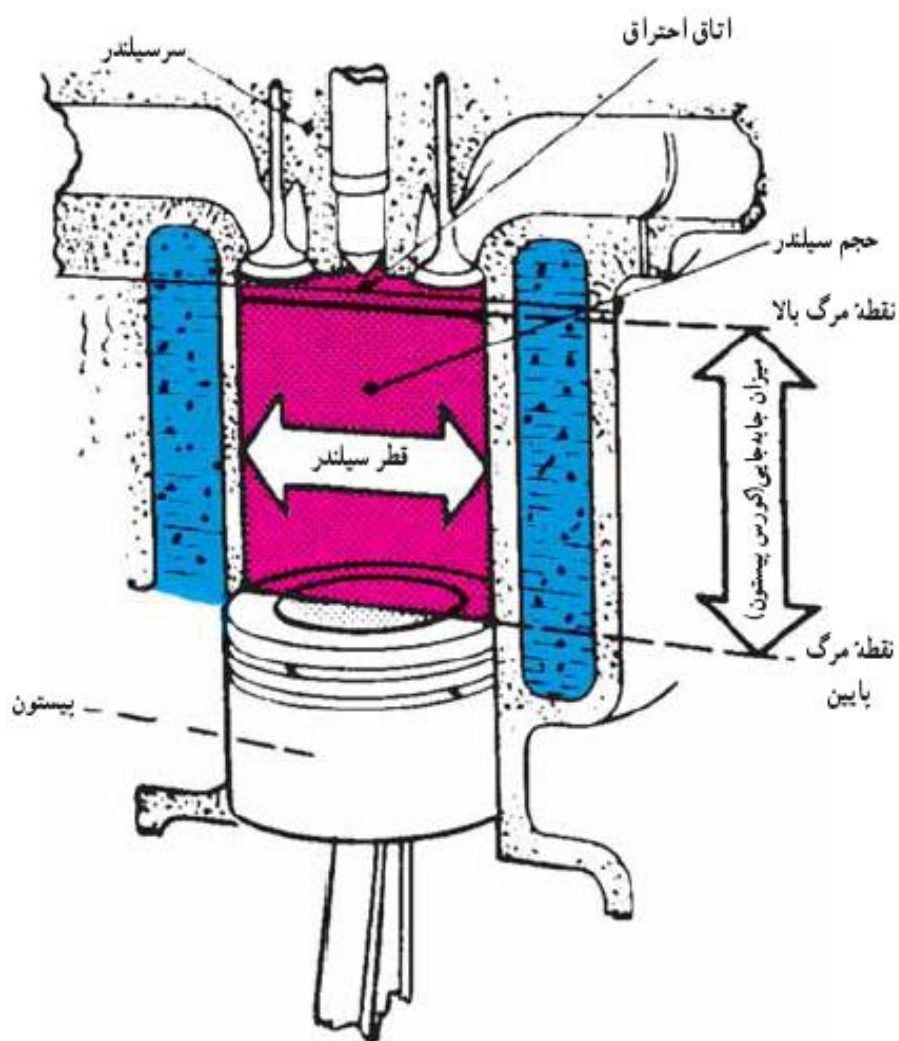
اصطلاحات و مشخصات فنی موتور

1- نقطه مرگ بالا : TDC

2- نقطه مرگ پایین : BDC.

3- قطر سیلندر

4- کورس پیستون :



شکل ۱۴-۲

5- حجم جابجایی : حجم ناشی از جابجا شدن پیستون میان نقطه مرگ بالا و نقطه مرگ پایین و یا حجم ایجاد شده در طول کورس پیستون است. حجم جابجایی از روی قطر سیلندر و طول کورس پیستون قابل محاسبه است:

$$V_{DC} = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times l = \text{حجم جابجایی سیلندر}$$

L : طول کورس پیستون

d : قطر پیستون

برای یک موتور چند سیلندر حجم جابجایی کل موتور (VD) عبارتست از:

$$V_D = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot l \cdot N$$

N: تعداد سیلندرها

6- حجم محفظه احتراق : **Combustion chamber volume** : $CR = r = \frac{V_{total}}{V_{cl}}$ = نسبت تراکم

حجم آزاد بالای پیستون در سیلندر ، زمانی که پیستون در نقطه مرگ بالا قرار دارد. به این حجم، حجم فاصله آزاد یا حجم فضای مرده **Clearance Volume** هم گفته میشود.

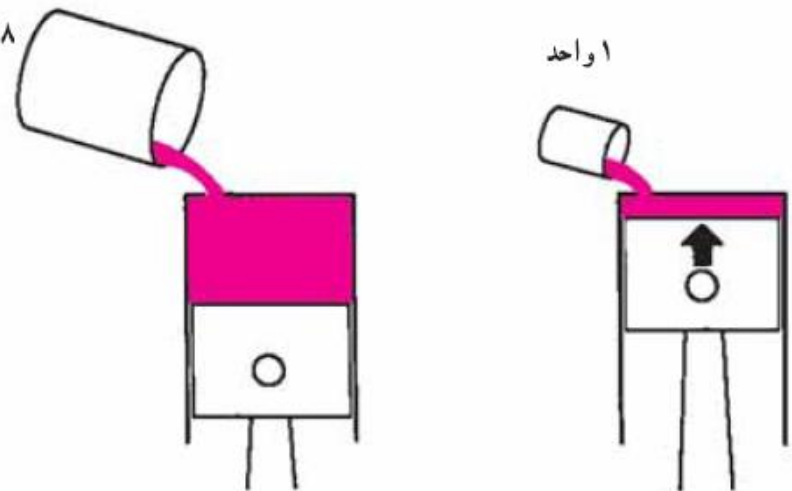
7- حجم کل سیلندر:

برابر است با حجم جابجایی پیستون + حجم محفظه احتراق $V_{tc} = V_{DC} + V_{cl}$
 که در این رابطه: V_{tc} حجم کل سیلندر و V_{cl} حجم محفظه احتراق می باشد.

8- نسبت تراکم : **Compression ratio**

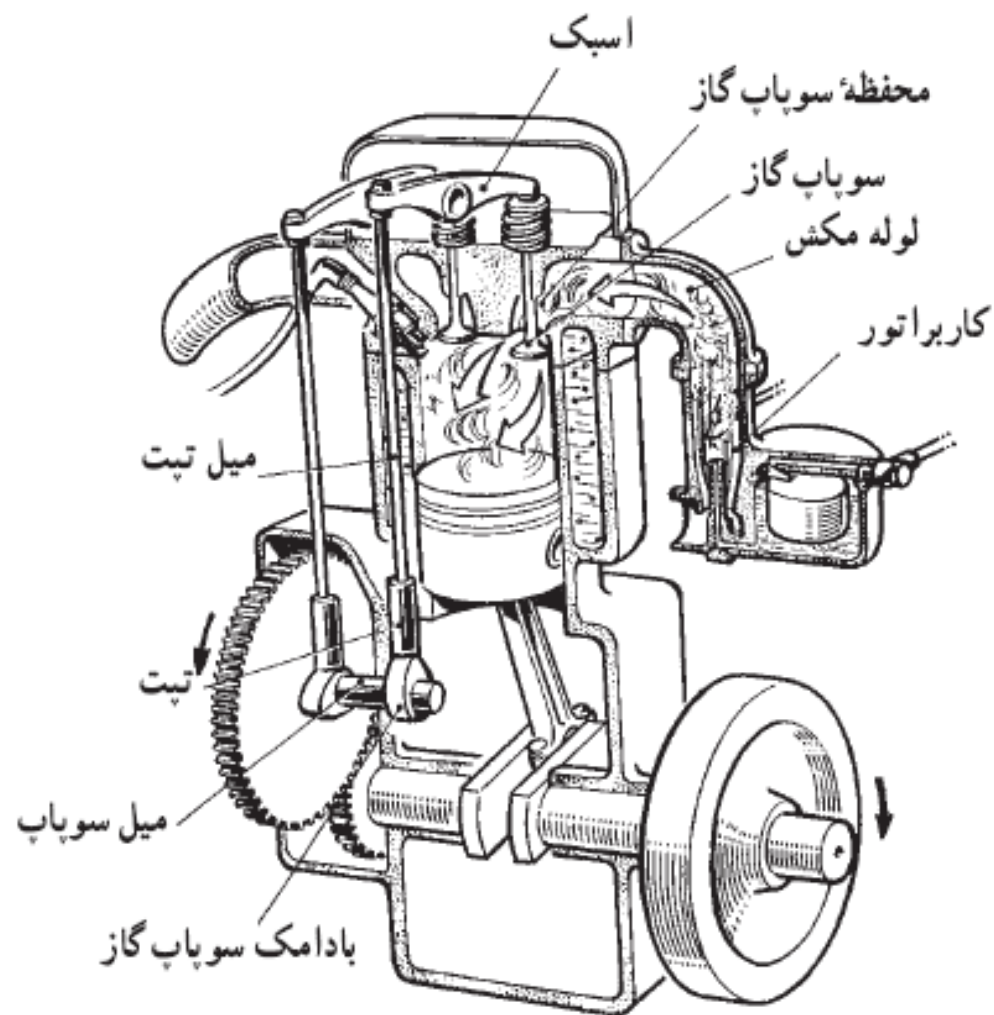
نسبت تراکم بیان می کند که حجم مخلوط هوا و سوخت (در موتورهای بنزینی) و یا هوا (در موتورهای دیزلی) به چه میزان تغییر کرده است.

$$نسبت\ تراکم = CR = r = \frac{V_{total}}{V_{cl}} = \frac{V(atBDC)}{V(atTDC)}$$

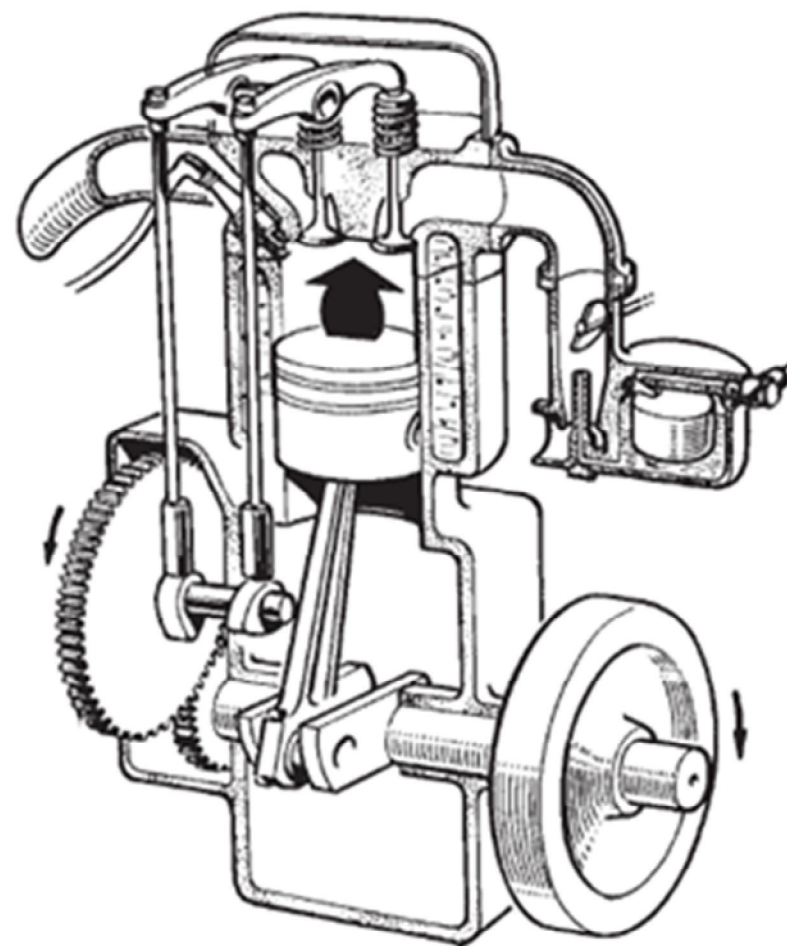


- مساله 1: برای یک موتور 4 سیلندر که قطر سیلندر آن 10 cm و کورس پیستون 8 cm باشد. حجم جابجایی کل موتور، حجم جابجایی پیستون چقدر است؟
- مساله 2: اگر حجم احتراق موتور 52.56 برای کورس پیستون 9 cm و قطر سیلندر 8 cm باشد، نسبت تراکم چقدر است؟
- مساله 3: یک موتور 4 سیلندر با قطر داخلی سیلندر برابر 90 mm، کورس 100 mm و حجم آزاد بالای سیلندر 0.106 liter است. حجم جابجایی کل موتور و نسبت تراکم را حساب کنید؟

مراحل کاری موتور های چهار زمانه بنزینی (اشتعال جرقه ای) Spark Ignition:

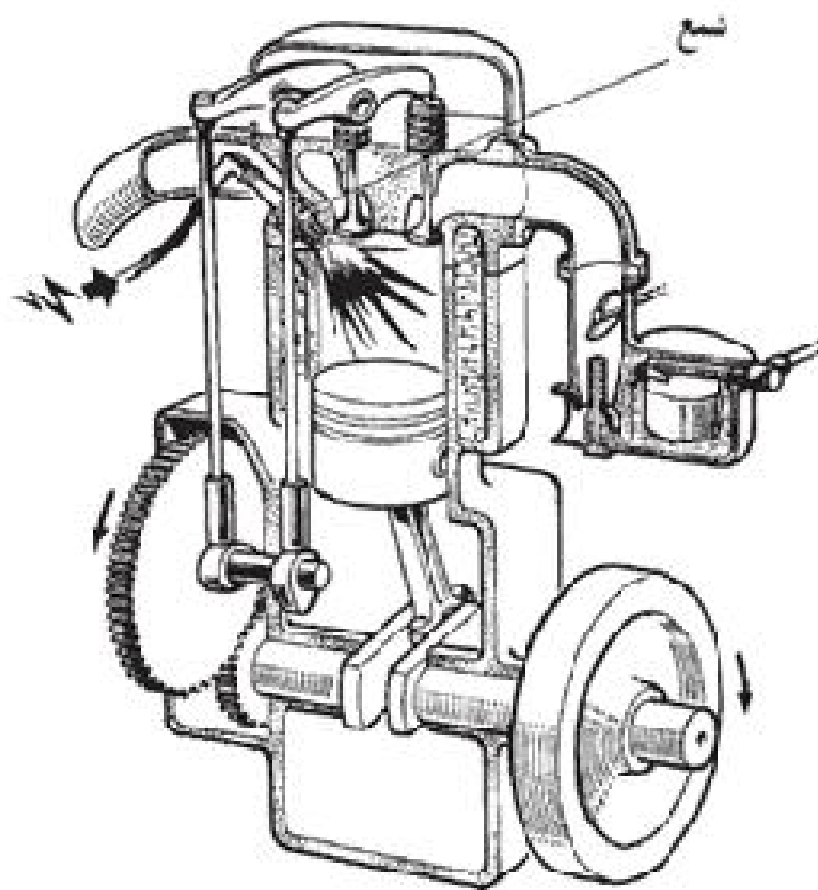


تنفس Intake

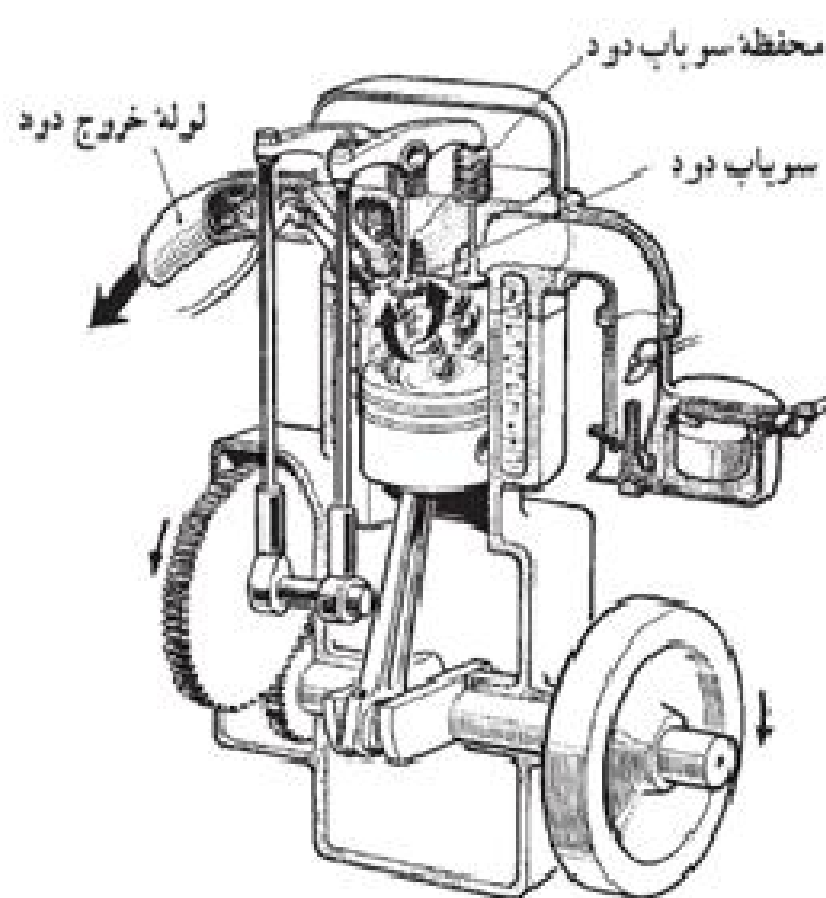


شکل ۲۰-۲- تراکم

تراکم Compression



شکل ۲۱-۲ - احتراق و انبساط



شکل ۲۲-۲ - تخلیه دود

تخلیه Exhaust

توان Power

تعریف سیکل: مجموعه مراحل است که به صورت سری و پشت سر هم برای تولید توان در یک موتور انجام میگیرد. Cycle -

مزایای موتورهای دیزل:

1. بازده بالای موتور دیزل.
2. استحکام و عمر بیشتر موتور.
3. پایین بودن مصرف مخصوص سوخت Specific fuel Consumption
4. رطوبت هوا بر روی موتورهای دیزل تاثیر نداشته، در صورتی که در دستگاه جرقه زنی موتورهای بنزینی اختلال به وجود می آورد.
5. نداشتن دستگاه جرقه زنی احتمال آتش سوزی را در این موتورها کاهش میدهد.
6. توزیع یکنواخت سوخت به سیلندرها.
7. آلودگی کمتر

معایب:

- (1) نسبت وزن به توان تولیدی بیشتر است.
- (2) دیر روشن شدن موتورهای دیزل در هوای سرد.
- (3) بهای گران خرید اولیه.
- (4) امکانات نسبتاً کمتر تعمیر و تهیه لوازم یدکی.
- (5) تولید صدا در موتورهای دیزل بیشتر از موتورهای بنزینی است.

۲-۸ مقایسه بین موتورهای دیزل و بنزینی

مزایای موتورهای دیزل عبارتند از:

(۱) صرفه جوئی در مصرف سوخت تا ۷۵٪ (وزنی) به ازای هر اسب بخار نسبت به موتورهای بنزینی.

(۲) کاهش خطر آتش سوزی بدلیل مصرف سوخت سنگین تر نسبت به موتورهای بنزینی.

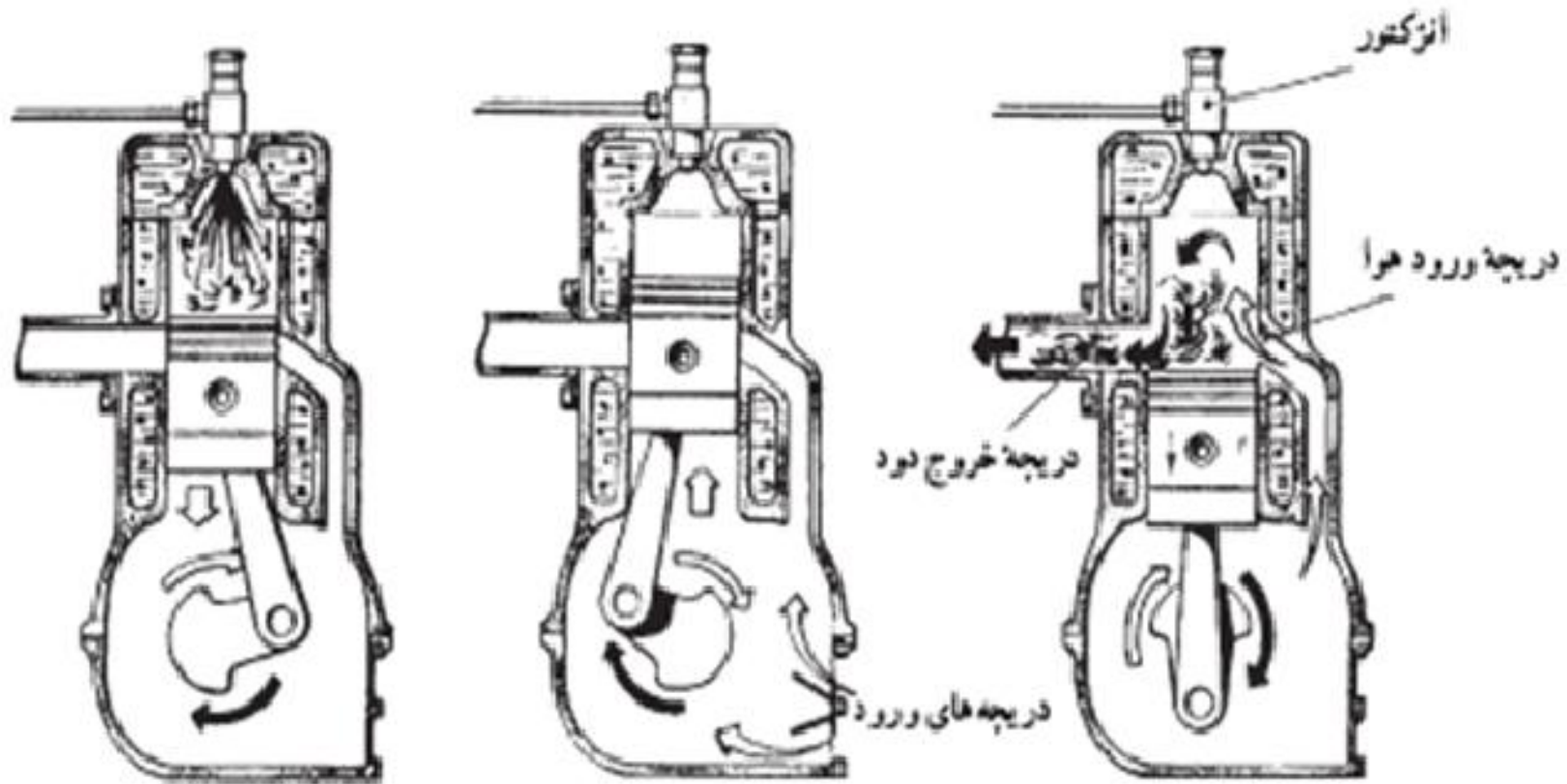
از طرف دیگر، موتورهای دیزل دارای معایب زیرند:

(۱) وزن سنگین تر و اندازه بزرگتر نسبت به موتورهای بنزینی. این بدلیل آن است که فشار داخل سیلندر موتورهای دیزل بیشتر است و در نتیجه برای مقابله با نیروها قطعات آن باید استحکام زیادتری داشته باشد.

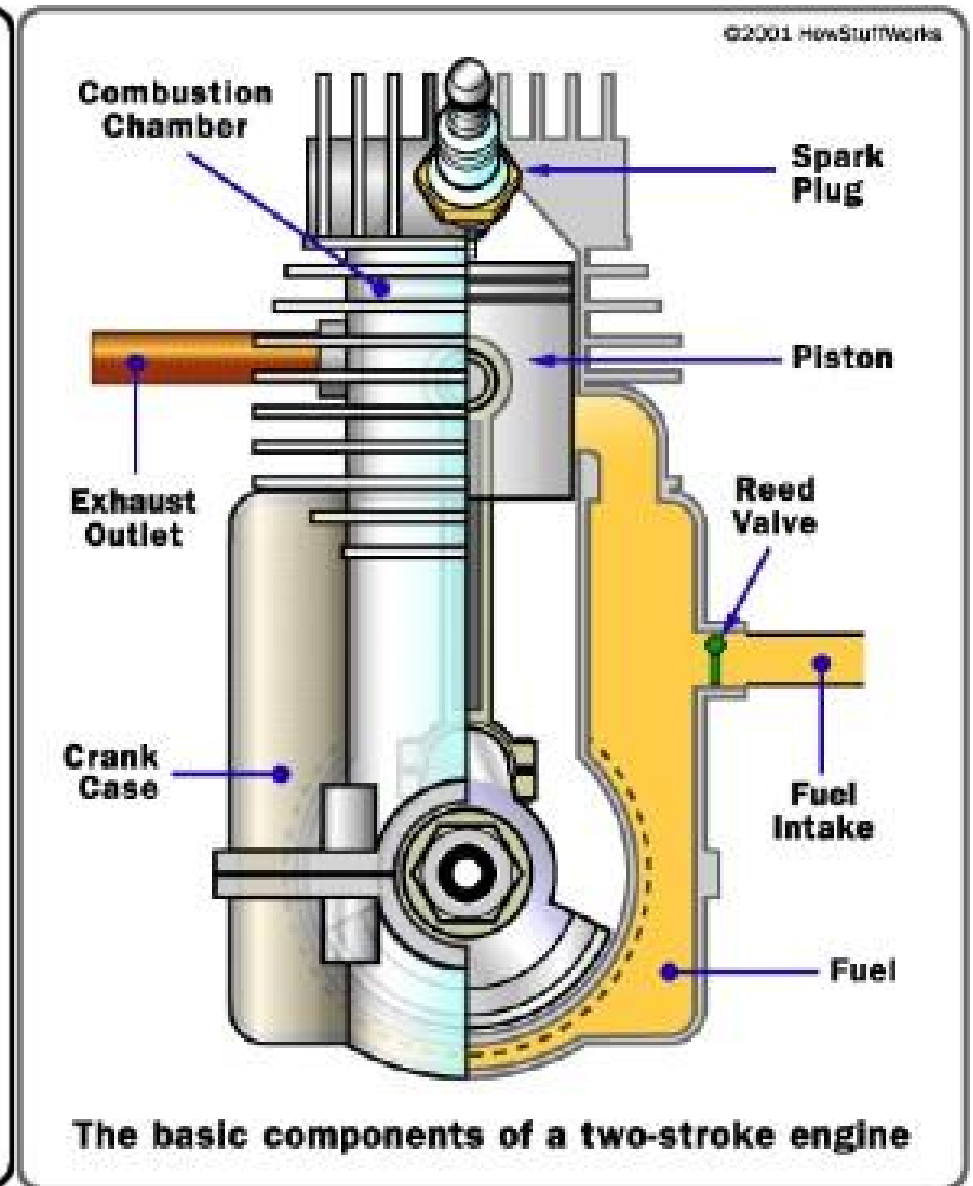
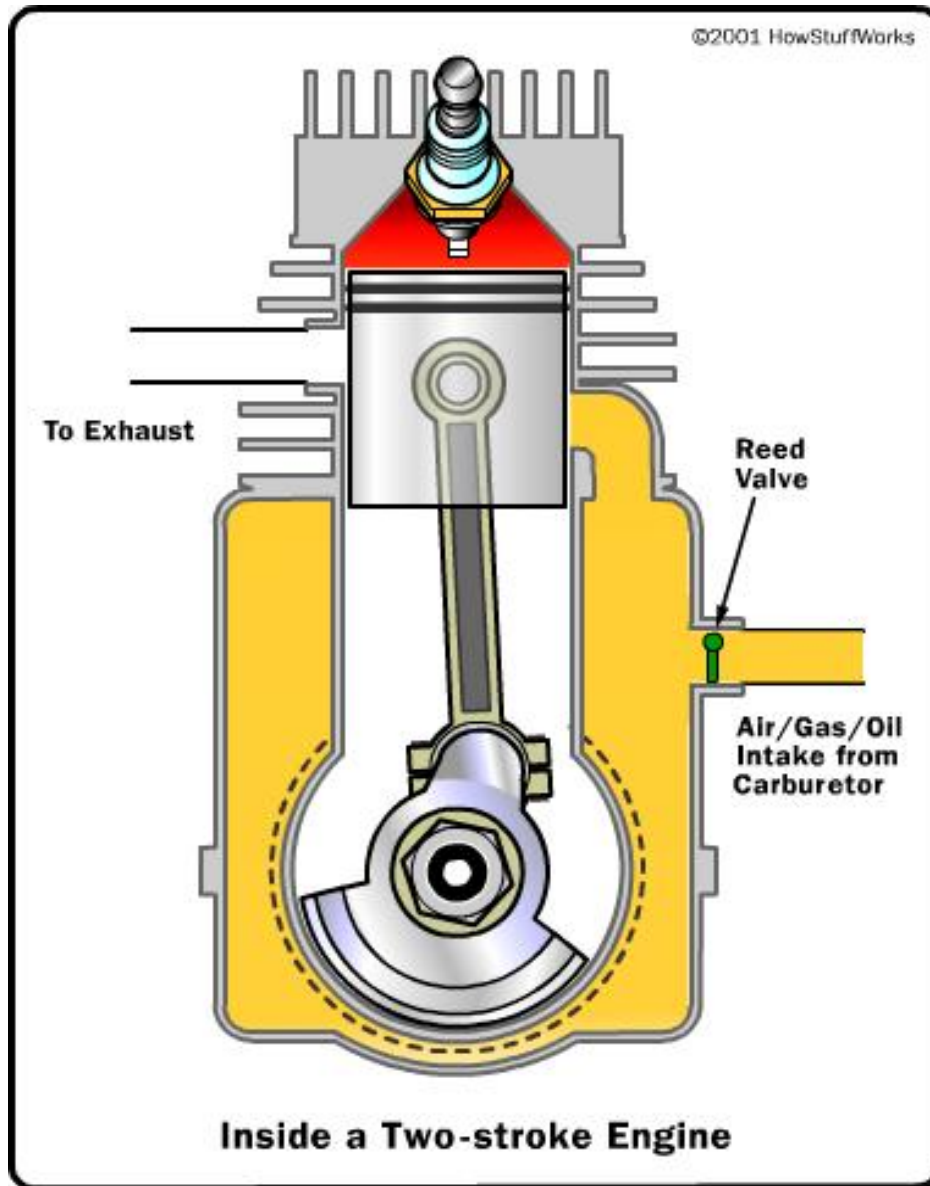
(۲) مشکل تر از موتورهای بنزینی روشن می شوند، مخصوصاً در هوای سردتر.

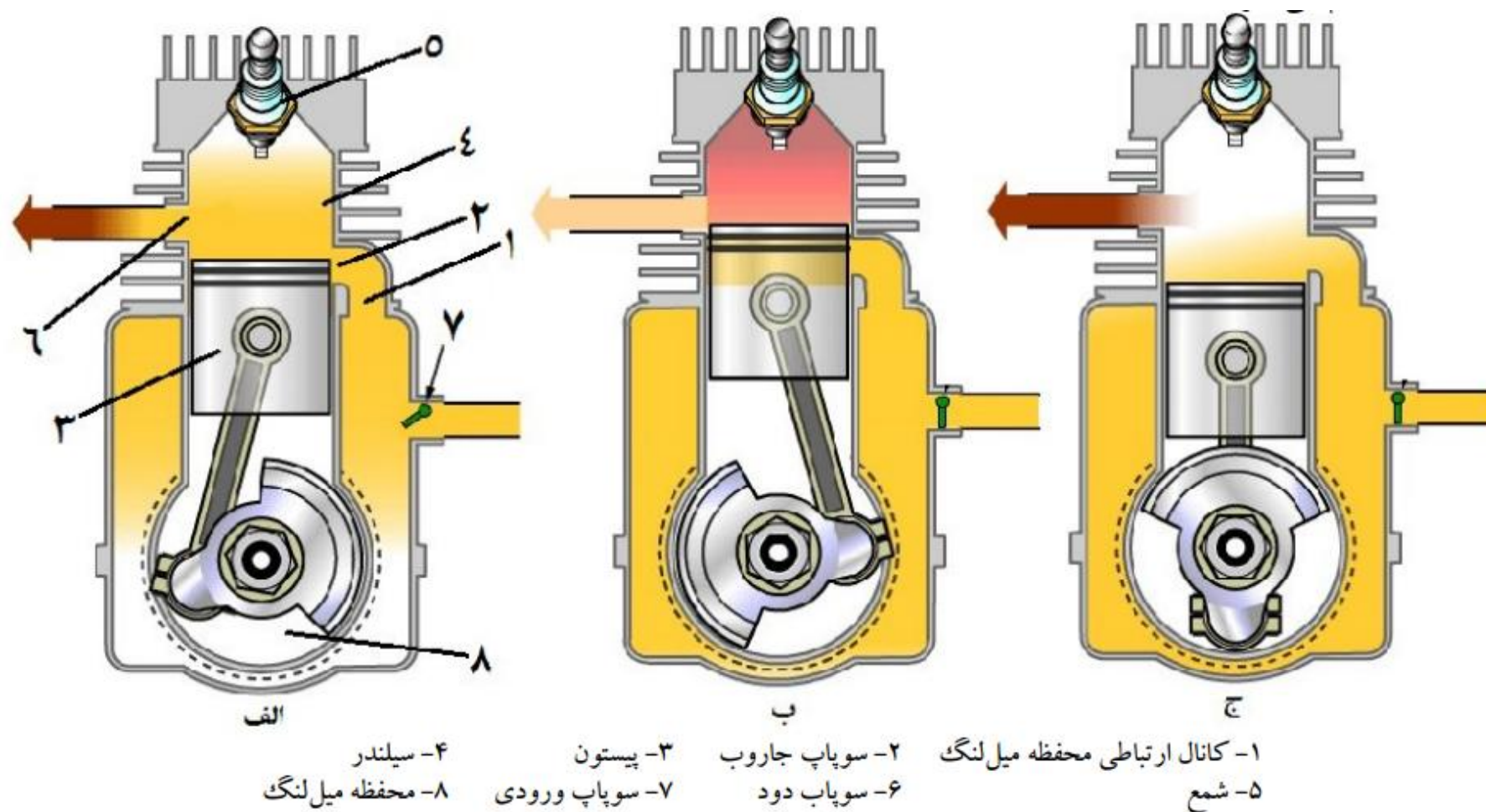
بازده بالای موتورهای دیزل باعث مقبولیت بیشتر آنها در اتومبیل ها و محرک های ثابت گردیده است. در اکثر ماشین آلات سنگین از موتورهای دیزل استفاده می شود.

Two Stroke cycle Engine موتور های دو زمانه



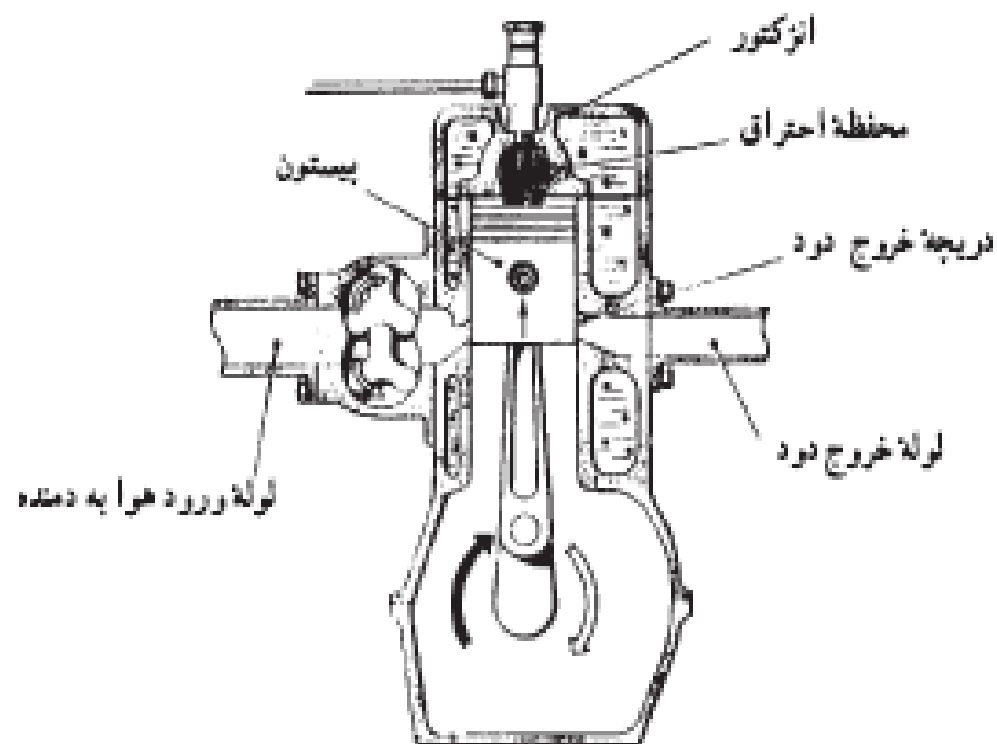
2-stroke premixed-charge engine



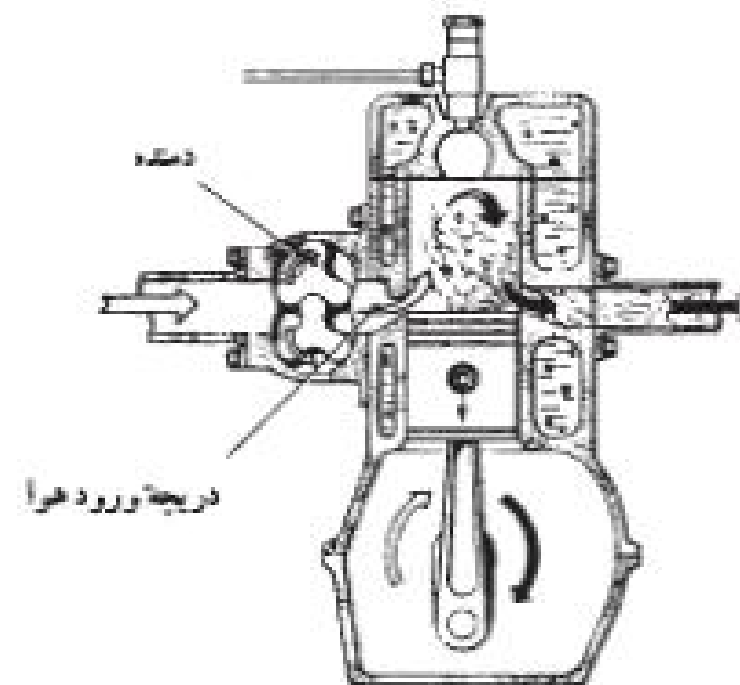


شکل ۲-۵ ساختمان و طرز کار یک موتور دو زمانه بنزینی

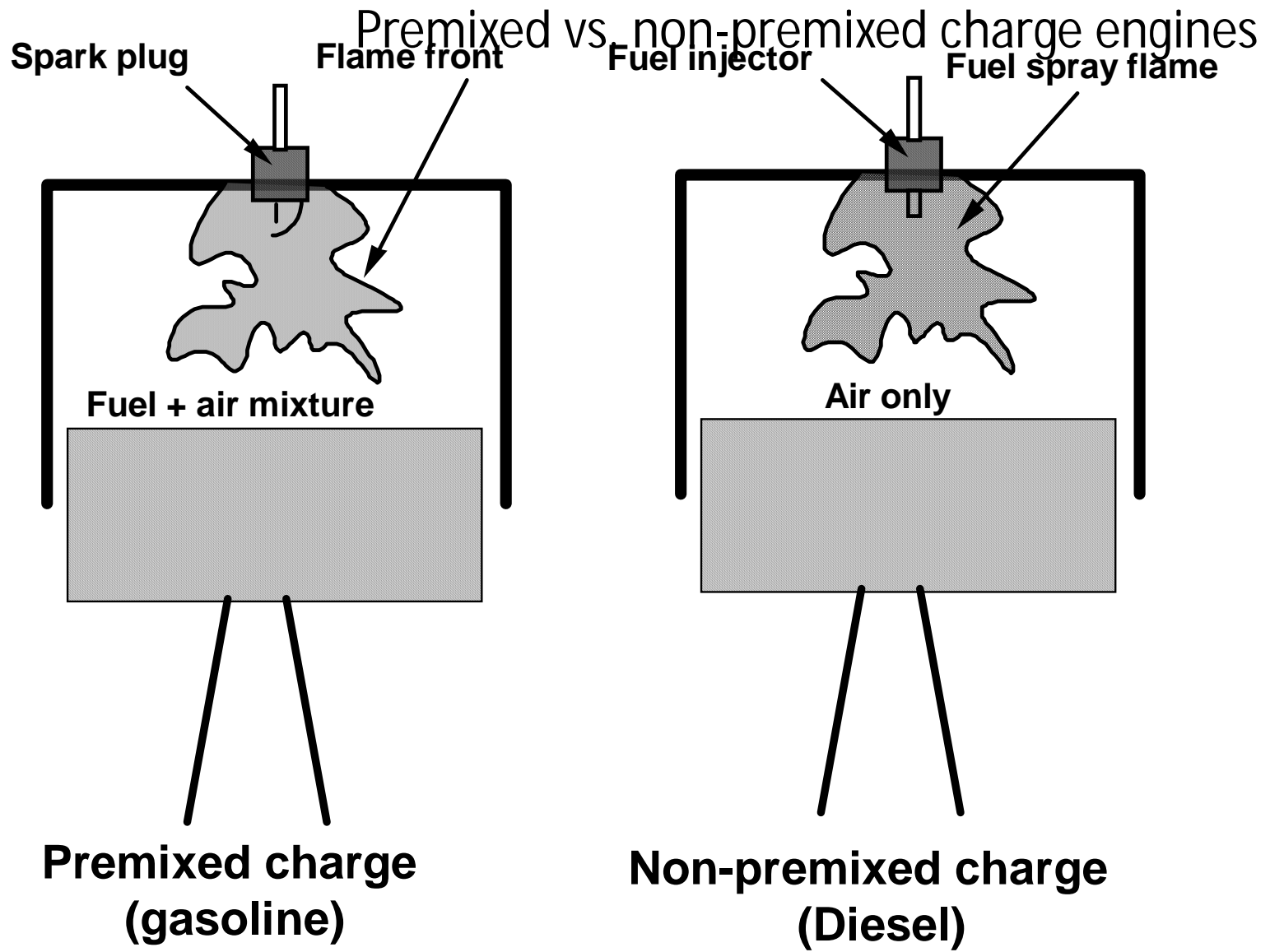
موتور دوزمانه دیزل



ب- تراکم - احتراق و انبساط
تزریق سوخت در نقطه مرگ بالا



الف - مکش - تخلیه
خروج گاز سوخته شده به وسیله ورود هوای تازه که توسط تلمبه هوا دمیده شده است.



۲-۷ مقایسه موتورهای دو زمانه و چهار زمانه

از مطالعه مزایا و معایب موتورهای دو زمانه و چهار زمانه نتیجه می شود که:

- (۱) قدرت خروجی از موتورهای دو زمانه نسبت به موتورهای چهار زمانه، با مساوی بودن دیگر عوامل، حدود ۶۰ تا ۷۰٪ بیشتر است. دلیل آن بخاطر ورود سوخت و تبدیل انرژی آن در هر دور میل لنگ موتورهای دو زمانه است.
- (۲) موتورهای دو زمانه نرمتر از موتورهای چهار زمانه کار می کنند. زیرا در موتورهای دو زمانه به ازای هر یک دور میل لنگ یک کورس انبساط بوقوع می پیوندد. در نتیجه، در این موتورها چرخ لنگهای کوچکتری می توان نصب کرد.
- (۳) موتورهای دو زمانه طرح و طرز کار ساده تری نسبت به موتورهای چهارزمانه دارند. مخصوصاً اگر از نوع دارای محفظه میل-لنگ باشند نیاز به مکانیزم سوپاپ مخصوص نخواهند داشت.
- (۴) بازده موتورهای دو زمانه کمتر از موتورهای چهارزمانه است. این بدان دلیل است که سیلندر کاملاً از دود تخلیه نمی شود و مقداری انرژی در پمپ جاروب مصرف می گردد. موتورهای دو زمانه بنزینی که بوسیله مخلوط سوخت جاروب می شوند، دارای بازده کمتری می باشند. مقدار سوخت هدر رفته به ۳۰٪ ممکن است برسد. بدین دلیل، موتورهای پرسرعت بنزینی را اکثراً چهارزمانه می سازند.

طرز کار موتورهای چند سیلندر

در موتور دو سیلندر 4 زمانه میل لنگ میتواند دو حالت داشته باشد:

- لنگهای مخالف هم: در این نوع میل لنگ پیستون ها در تمام اوقات مخالف جهت یکدیگر حرکت خواهند کرد. طبق جدول ترتیب احتراق در 360 درجه اول میل لنگ دارای دو قدرت و در 360 درجه دوم هیچ قدرتی ندارد. هنگام کار موتور دارای لرزش است. بنابراین برای دورهای بالای 500 rpm ساخته میشوند.
- لنگهای موافق هم: در هر دور میل لنگ یک ضربه قدرت وجود دارد و برای دورهای کم مورد استفاده قرار میگیرد.

فاصله احتراق Firing interval :

فاصله احتراق مقدار زاویه ای است که میل لنگ بین دو کورس توان متوالی می چرخد. (قوس گردش میل لنگ بر حسب درجه بین دو زمان قدرت پی در پی در یک موتور فاصله احتراق شناخته شده است.)

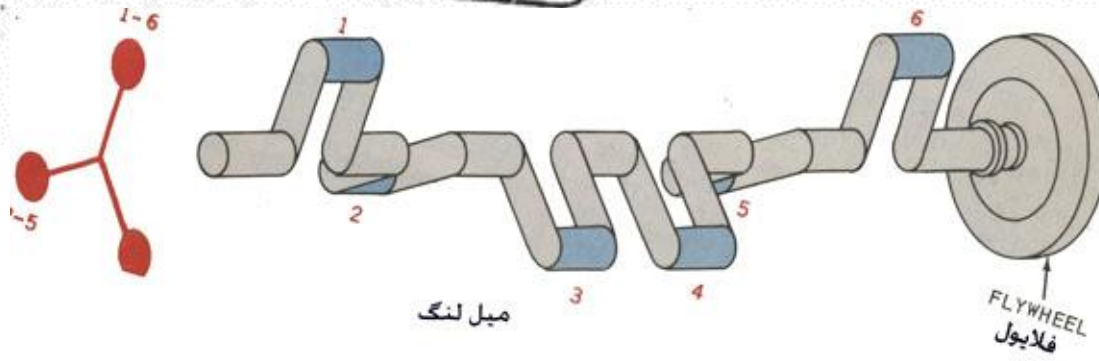
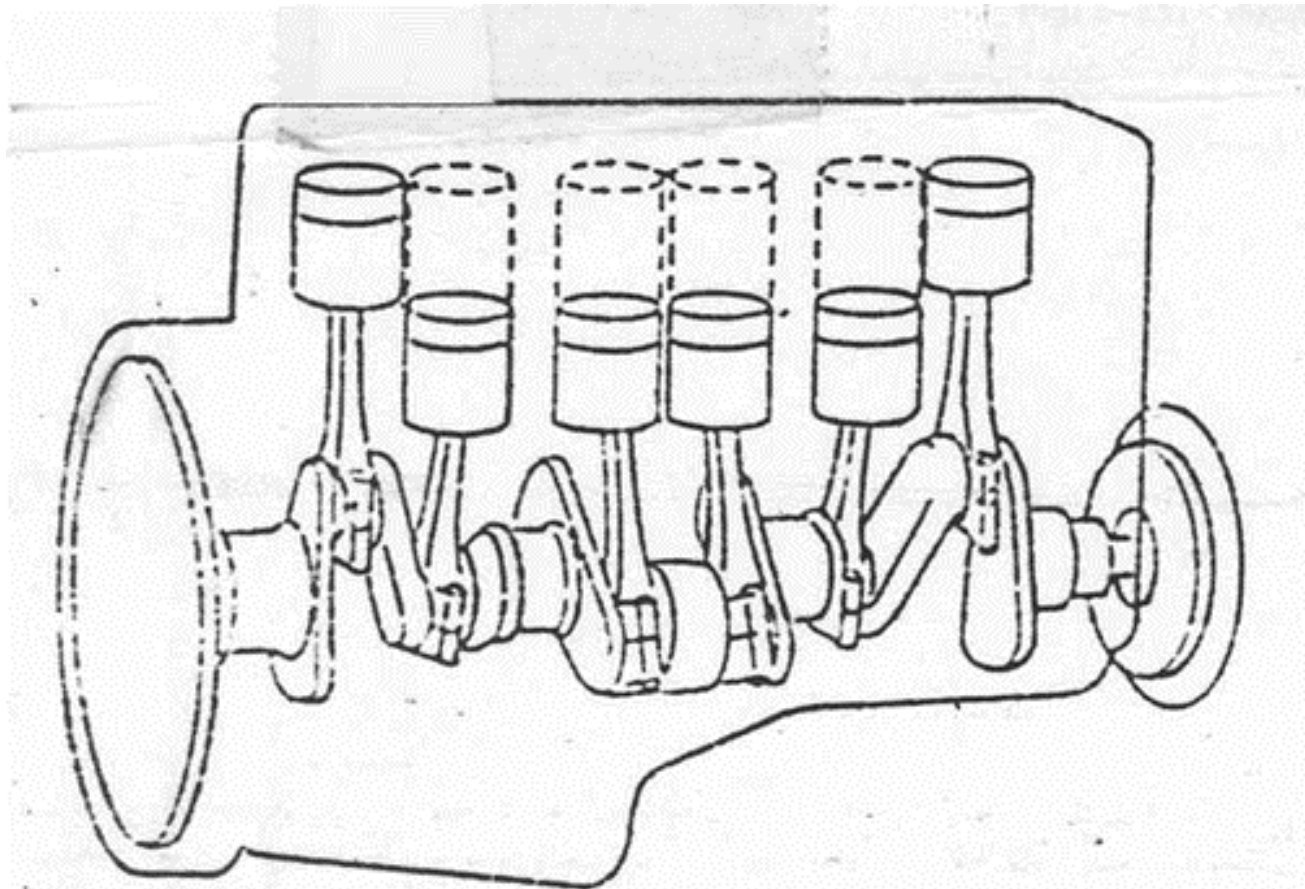
$$\text{فاصله احتراق} = \frac{360}{n} \text{ برای موتورهای دوزمانه}$$

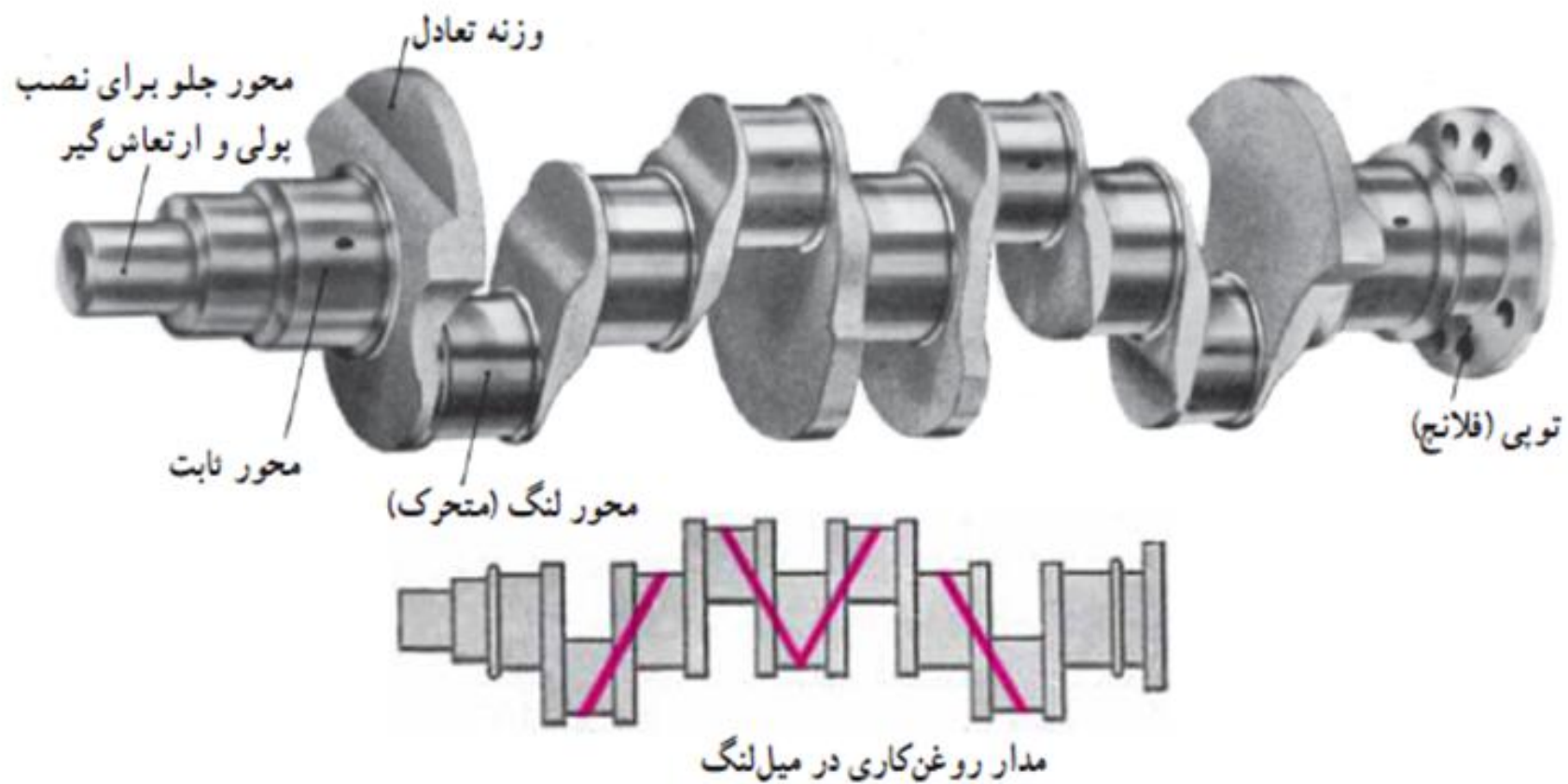
$$\text{Firing interval} = \frac{720}{n} \text{ for چهارزمانه}$$

ترتیب احتراق در موتور 4 سیلندر 4 زمانه

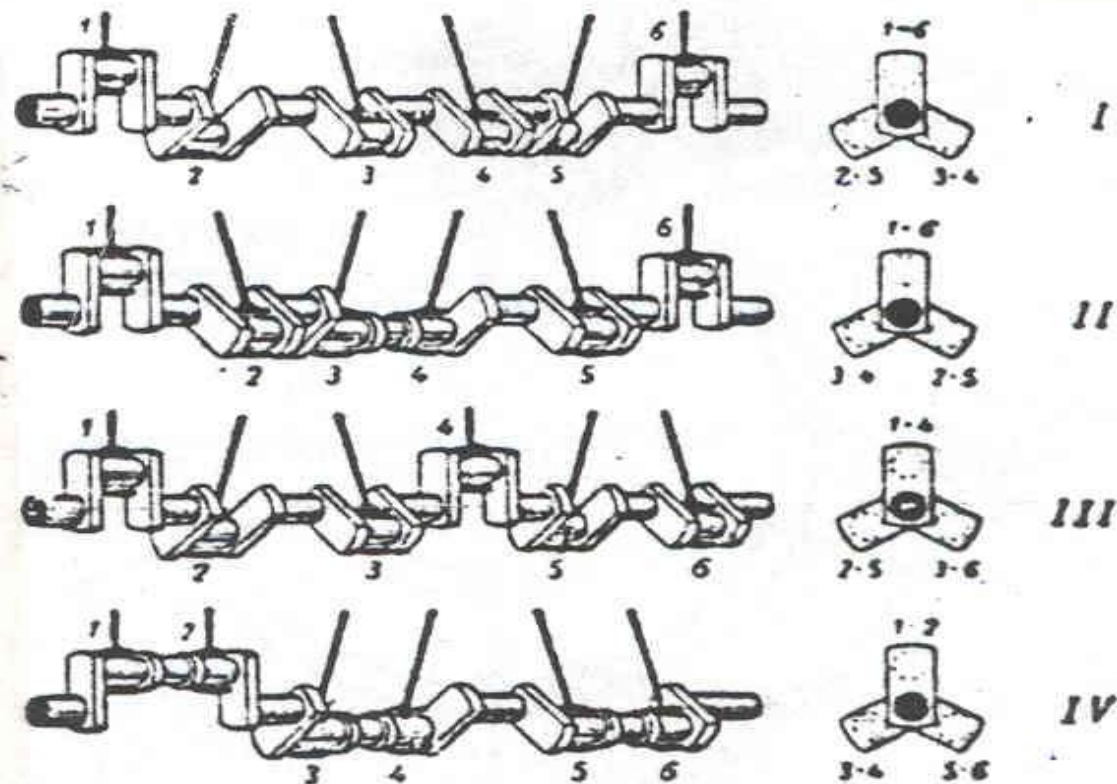
	1	2	3	4
180	P	E	C	I
360	E	I	P	C
540	I	C	E	P
720	C	P	I	E

معمولا یک موتور سه سیلندر دارای ترتیب احتراق 1-2-3 و در یک موتور 5 سیلندر بصورت 1-2-4-5-3 و در موتور 6 سیلندر معمولا 1-5-3-6-2-4 می باشد.

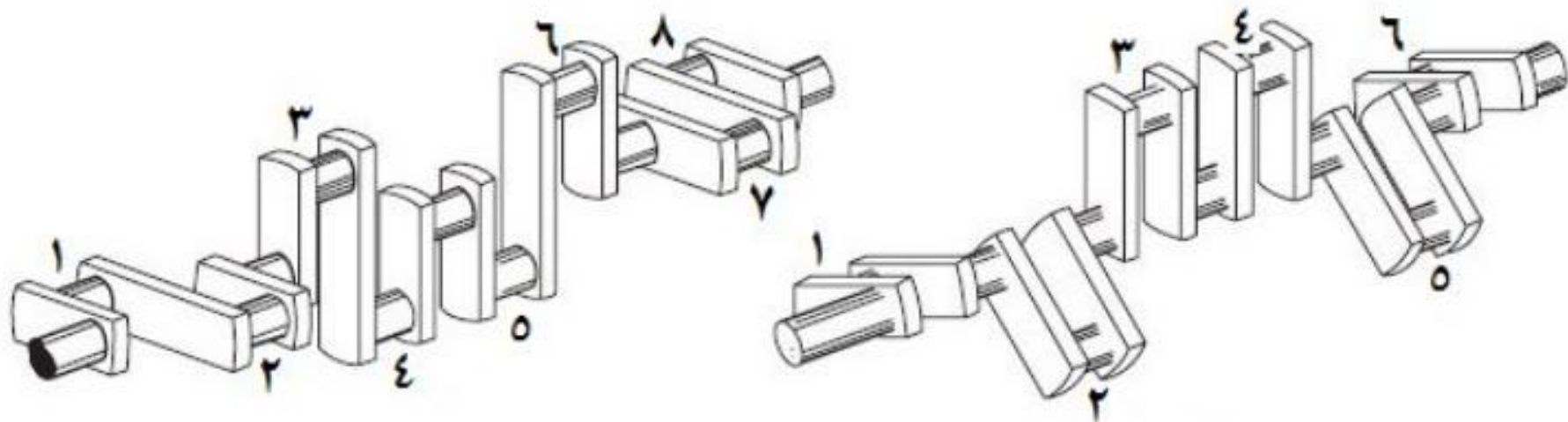




شکل ۱۳-۳ میل لنگ و اجزای آن



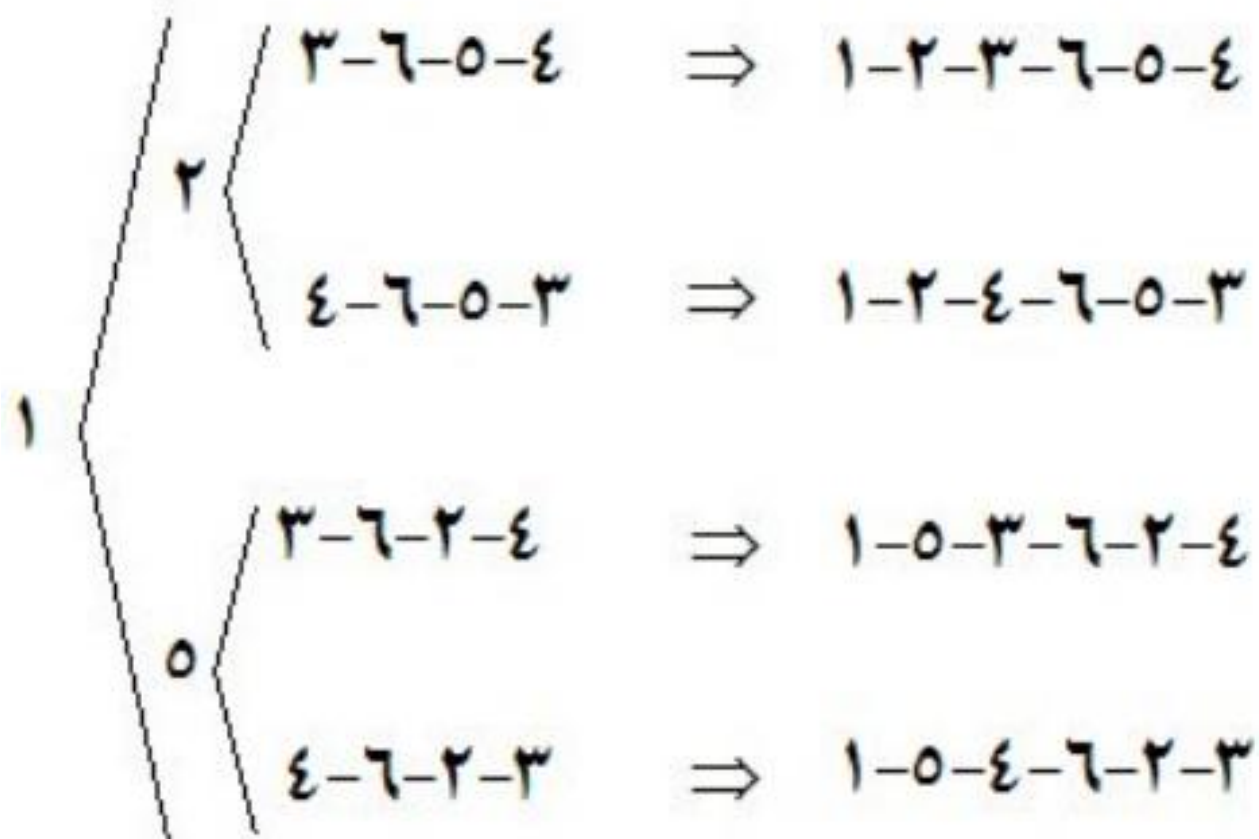
وضعیت میل لنگ در موتور ۶ سیلندر



الف: ۶ سیلندر

ب: ۸ سیلندر

شکل ۲۲-۷ نحوه آرایش لنگ‌های میل لنگ در موتور ۶ سیلندر و ۸ سیلندر



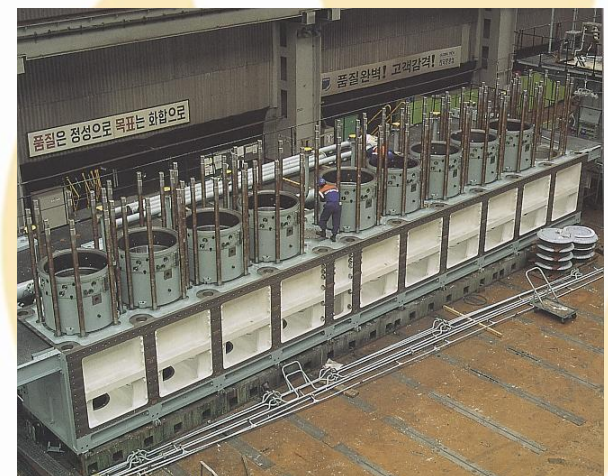
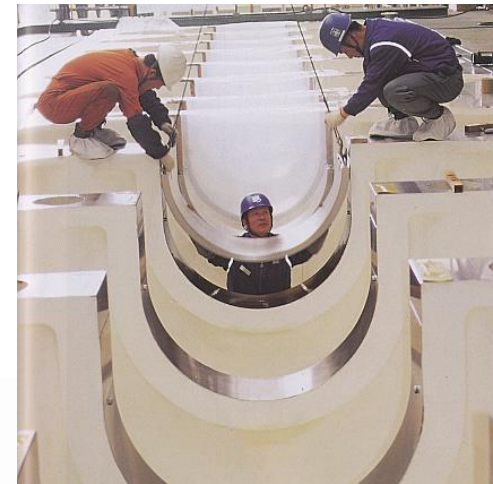
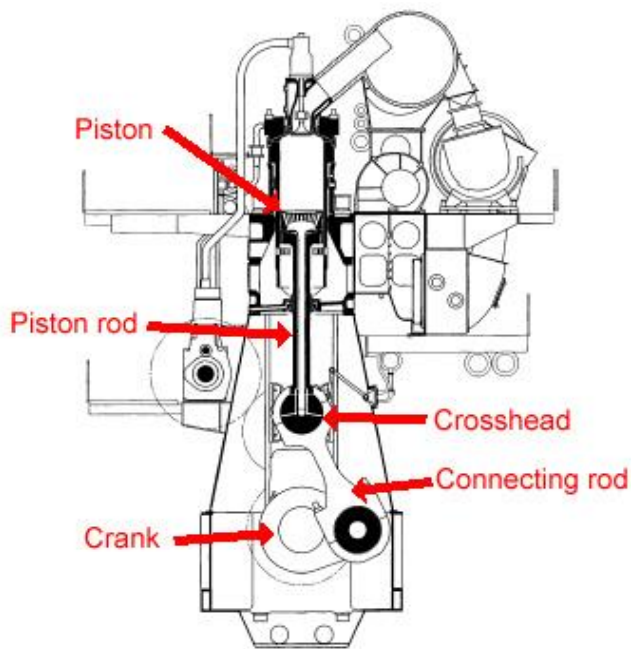
شکل ۲۳-۷ ترتیب احتراق‌های ممکن در موتورهای ۶ سیلندر

زاویه گردش میل لنگ	شماره میلندر					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
۶۰	ایسقاط	تراکم	مکش	ایسقاط	تخلیه	مکش
۱۲۰		تراکم	تراکم	تخلیه	مکش	
۱۸۰						
۲۴۰	تخلیه	ایسقاط	تراکم	مکش	مکش	تراکم
۳۰۰		تراکم				
۳۶۰						
۴۲۰	مکش	تخلیه	تخلیه	تراکم	تراکم	ایسقاط
۴۸۰		تراکم				
۵۴۰						
۶۰۰	تراکم	مکش	تخلیه	ایسقاط	ایسقاط	تخلیه
۶۶۰		تراکم				
۷۲۰						

شکل ۲۴-۷ مراحل کار یک موتور ۶ سیلندر بر اساس ترتیب احتراق ۱-۲-۳-۶-۵-۴

Largest internal combustion engine

- Wartsila-Sulzer RTA96-C turbocharged two-stroke diesel, built in Finland, used in container ships
- 14 cylinder version: weight 2300 tons; length 89 feet; height 44 feet; max. power 108,920 hp @ 102 rpm; max. torque 5,608,312 ft lb @ 102 RPM
- Power/weight = **0.024 hp/lb**
- Also one of the most efficient IC engines: 51%





ارتفاع ۱۳.۵ متر و طول ۲۷.۵ متر

برای هر دور، ۱۸۴ گرم گازوئیل را در هر پیستون تزریق می کند

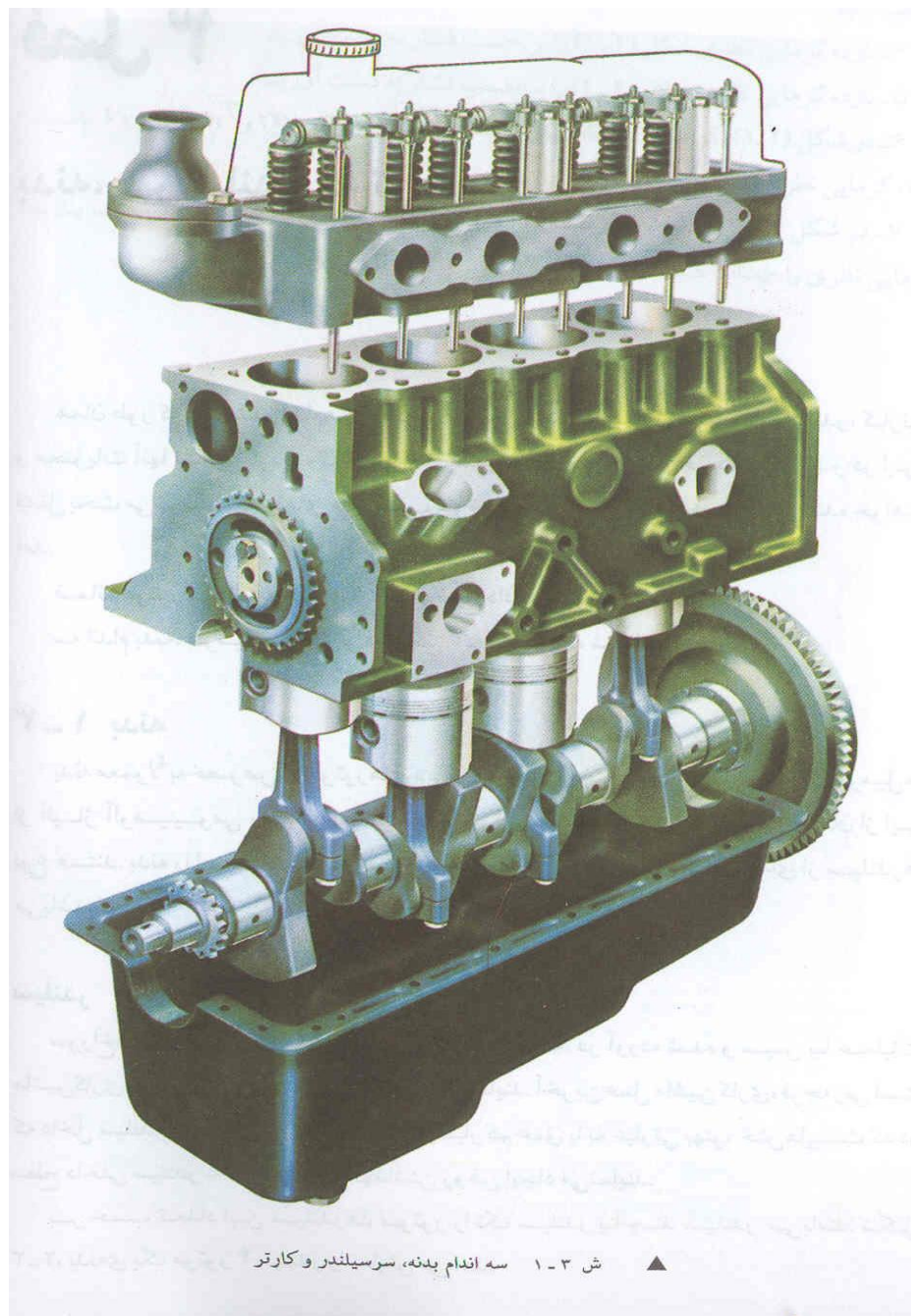
Most powerful internal combustion engine

- Wartsila-Sulzer RTA96-C is the largest IC engine, but the Space Shuttle Solid Rocket Boosters are the most powerful (≈ 42 million horsepower (**32 hp/lb**); not shaft power but kinetic energy of exhaust stream)
- Most powerful shaft-power engine: Siemens SGT5-8000H stationary gas turbine (340 MW = 456,000 HP) (**0.52 hp/lb**) used for electrical power generation



ساختمان موتور

- موتورهای احتراق داخلی برای درست کار کردن به سیستم های مختلفی نیازمندند که همگی می بایست به دقت و نحو مطلوب وظیفه خود را انجام دهند. اجزا و سیستم های تشکیل دهنده یک موتور احتراق داخلی را می توان به شرح زیر برشمرد.
- سیلندر :
قسمت اصلی موتور است که محل بالا و پایین رفتن پیستون می باشد.
- سرسیلندر :
بر روی سیلندر قرار می گیرد و محل قرار گیری سوپاپ ها ، شمع ها و ... می باشد.
- پیستون :
قطعه متحرکی است که در داخل سیلندر بالا و پایین می رود و به میل لنگ متصل است.



▲ ش ۱-۳ سه اندام بدنه، سرسیلندر و کارتر

۲-۷ سیلندر و پوسته موتور

سیلندر، پیستون و سرسیلندر فضای بسته‌ای را تشکیل می‌دهند که سیکل کار موتور در آن بوقوع می‌پیوندد. دیواره داخلی سیلندر بعنوان راهنمایی برای حرکت رفت و برگشتی پیستون به شمار می‌رود. سیلندرها ممکن است بصورت جداگانه ساخته شوند و یا بصورت یک تکه با پوسته موتور ریخته‌گری گردند. سیلندرها هر طرحی که داشته باشند، در روی پوسته موتور محکم جا زده می‌شوند. پوسته موتور یک قطعه فلزی محکمی است که قطعات اصلی موتور را در خود جای می‌دهد. در روی پوسته یا تاقان‌های میل-نگ و میل بادامک، محور چرخنده‌های محرک مکانیزم و تعداد دیگری از قطعات سوار می‌شوند. در انتهای پائینی پوسته مخزنی، بنام کارتر، برای روغن روانکاری در نظر گرفته می‌شود.

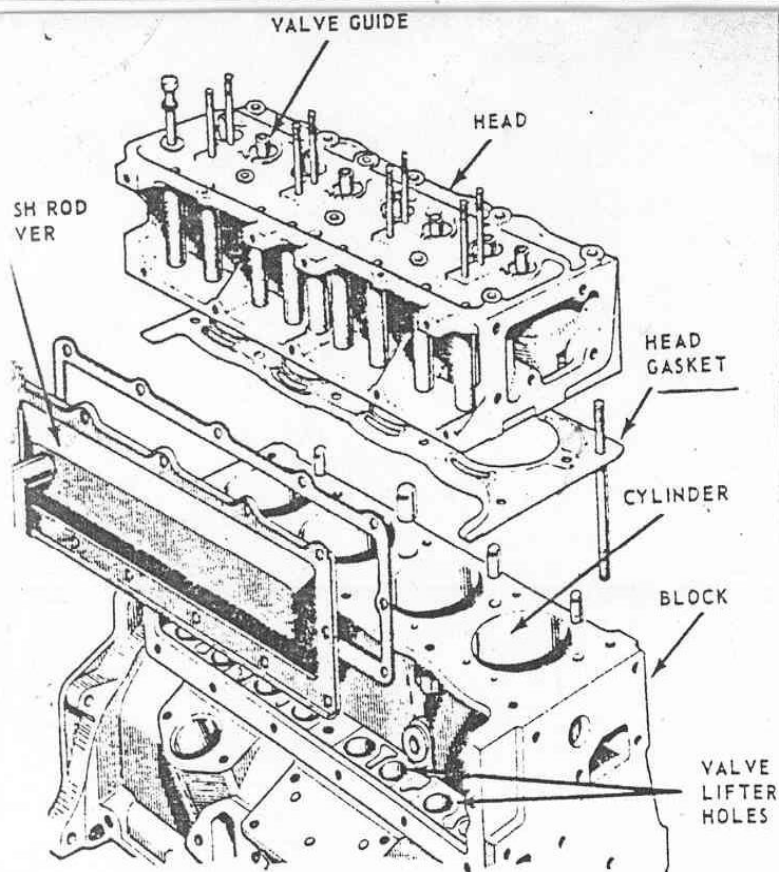


Fig. 2-80. Typical head for valve-in-head engine. Head and block surfaces must be smooth and true. (Hillman)

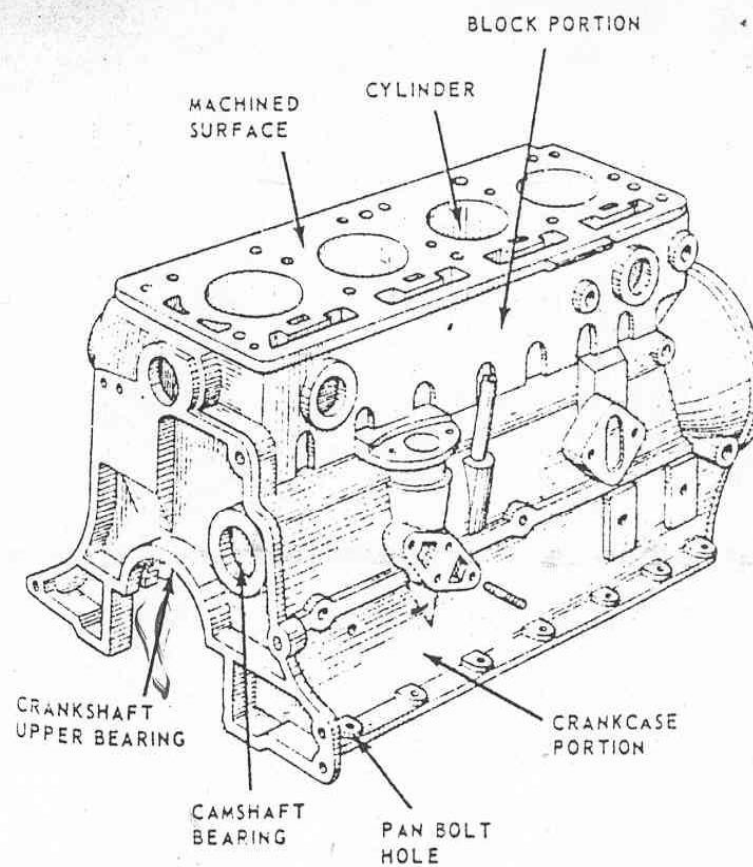
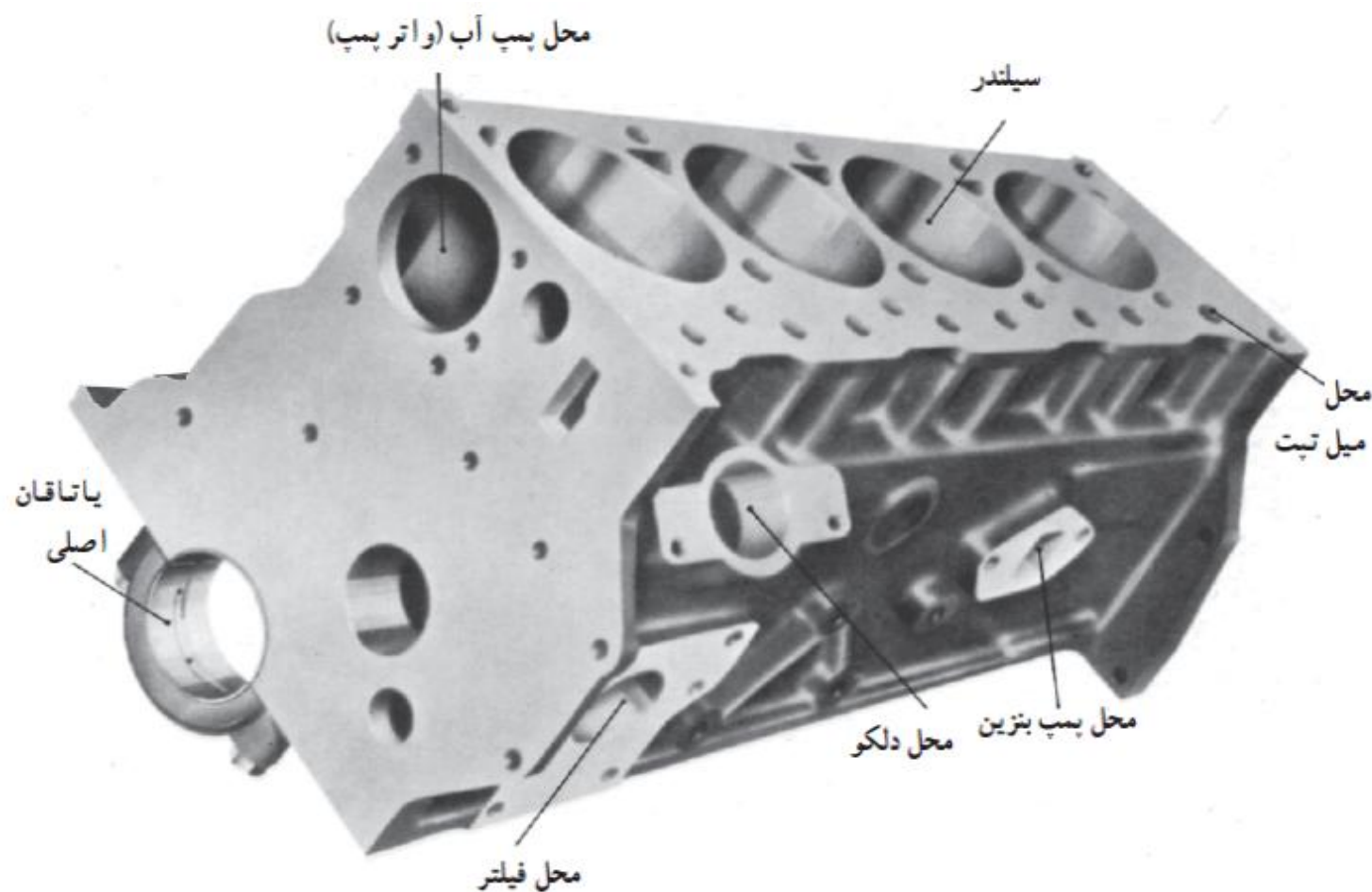


Fig. 2-1. Typical block construction for a four cylinder valve-in-head engine. (Datsun)



شکل ۳-۶- بدنه موتور چهار سیلندر

در تمام موتورهای با پوسته آلومینیومی و اکثر موتورهای چدنی، سیلندرها مجهز به بوش یا آستری سیلندر، مطابق شکل ۳-۷، از جنس چدن آلیاژی با خاصیت ضد سایشی و مشخصات مکانیکی خوب می‌باشند. قابل تعویض بودن بوش‌ها در صورت خراب شدن، امکان استفاده طولانی‌تر از پوسته موتور را فراهم می‌آورد.

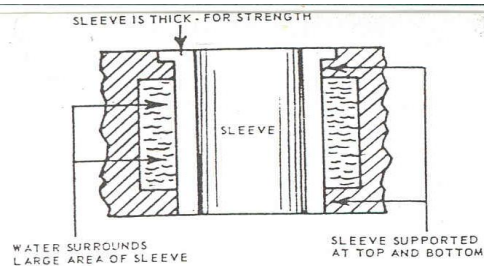


Fig. 2-6. "Wet" sleeve in place.

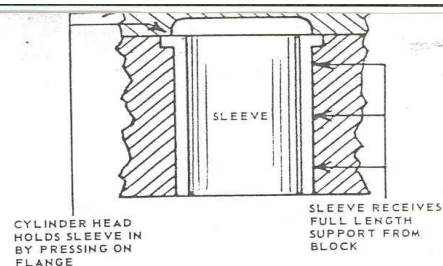


Fig. 2-5. "Dry" sleeve in place.

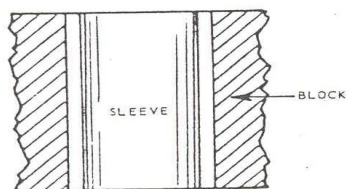


Fig. 2-8. Sleeve held in place by friction between sleeve and block.

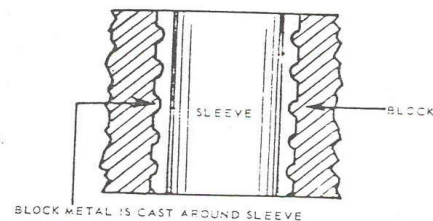


Fig. 2-7. Sleeve held by casting in block. Grooved sleeves prevent movement.

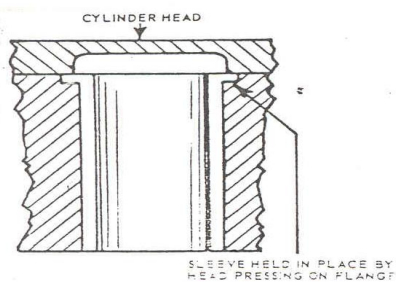
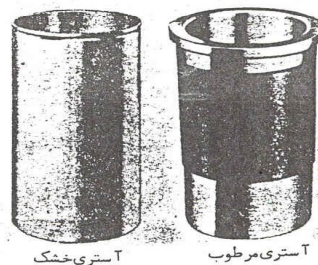
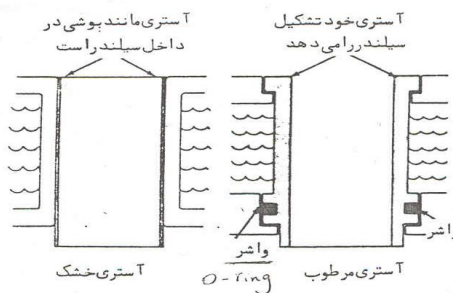
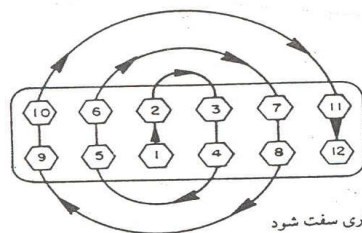


Fig. 2-9. Flange on sleeve.



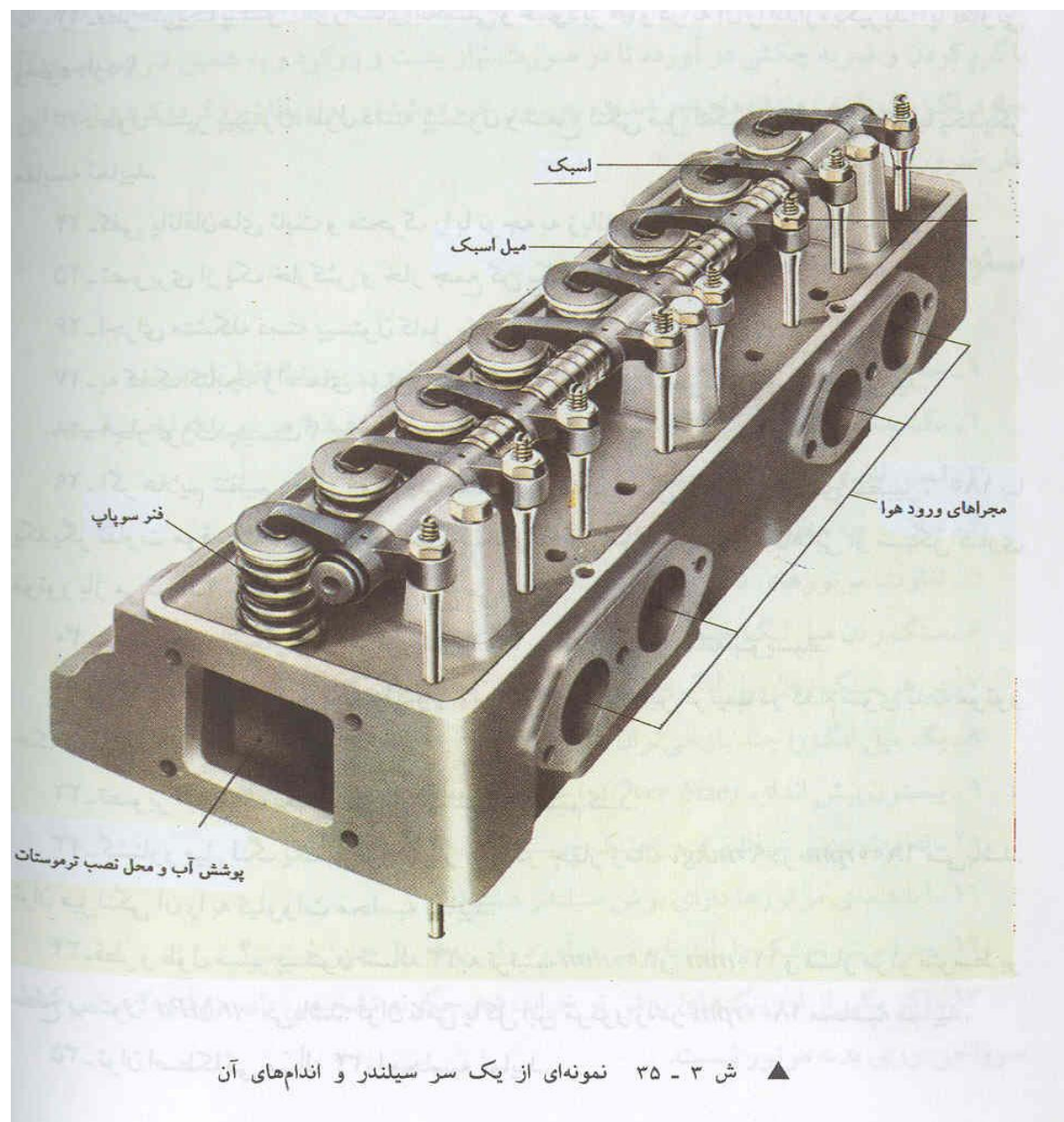
شکل ۴-۷: انواع آستریهای سیلندر



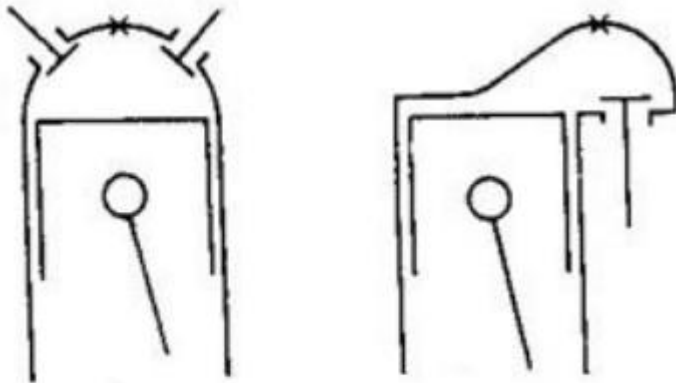
به ترتیب شماره گذاری سفت شود

(۲)

شکل ۸-۵: الگوی حلزونی برای سفت کردن بولت های سرسیلندر



انواع محفظه های احتراق

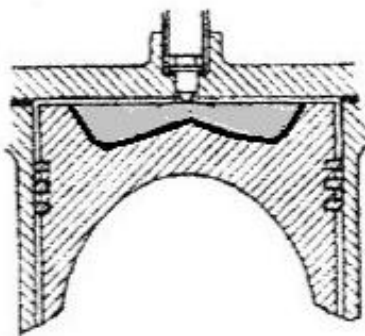


ب

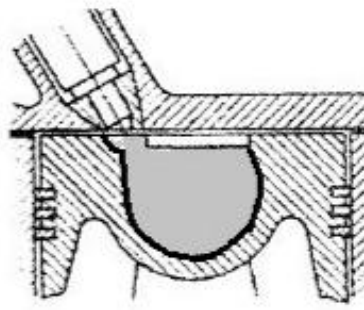
الف

شکل ۶-۷ طرح های محفظه احتراق در موتورهای بنزینی

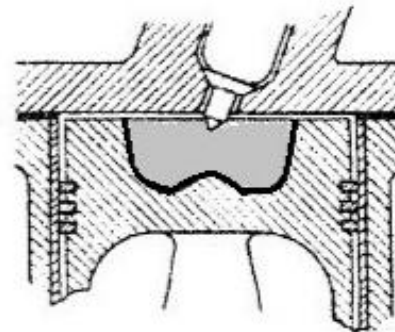
شکل محفظه احتراق اثر تعیین کننده ای در سیکل کار موتور عموماً و در احتراق سوخت خصوصاً دارد. در مورد موتورهای بنزینی، شکل محفظه احتراق و محل قرار گرفتن شمع ها در ضریب تراکم بالاتر و بدون کوبش اثر قطعی دارد. هرچه محفظه احتراق جمع و جورتر باشد، تمایل سوخت برای کوبش کمتر و موتور اقتصادی تر است.



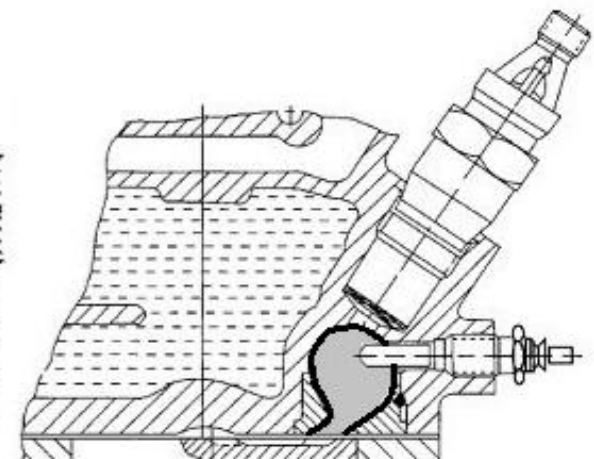
د



ج



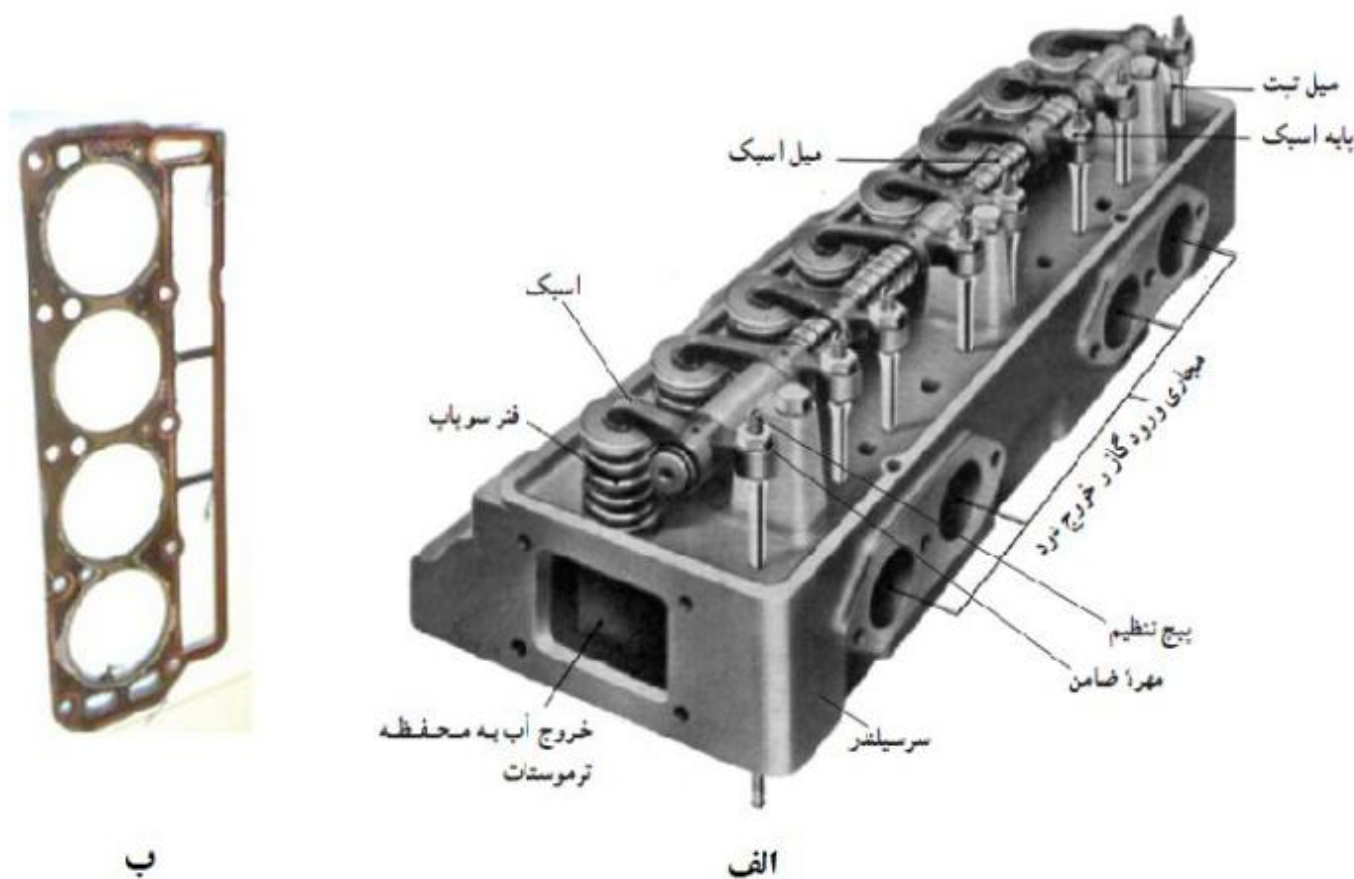
ب



الف

۷-۳ سرسیلندر

سرسیلندر یک قطعه پیچیده ای است، از چدن یا آلایژ آلومینیم، که بالای پوسته موتور بسته می شود. سرسیلندر آلومینیمی سبک تر از چدن بوده و برتر از آن، شدت انتقال حرارت بیشتری دارد. بدین دلیل در موتورهای بنزینی، ضریب تراکم بیشتری می توان بکار برد، که در نتیجه آن موتور قدرت بیشتر و راندمان بالاتری خواهد داشت.



شکل ۷-۵ سرسیلندر

۱-۲-۲- واکثر سرسیلندر : اگرچه سطوح اتصال بین بدنه (بلوک) سیلندر و سرسیلندر تراشکاری شده، تراز و صاف می‌باشد، باز هم قدرت آب‌بندی محفظه احتراق را نسبت به محیط خارج و مجاری آب و روغن ندارد. بنابراین واکثری در بین سطوح تماس آن‌ها قرار می‌دهند. واکثر سرسیلندر باید دارای خواص زیر باشد :

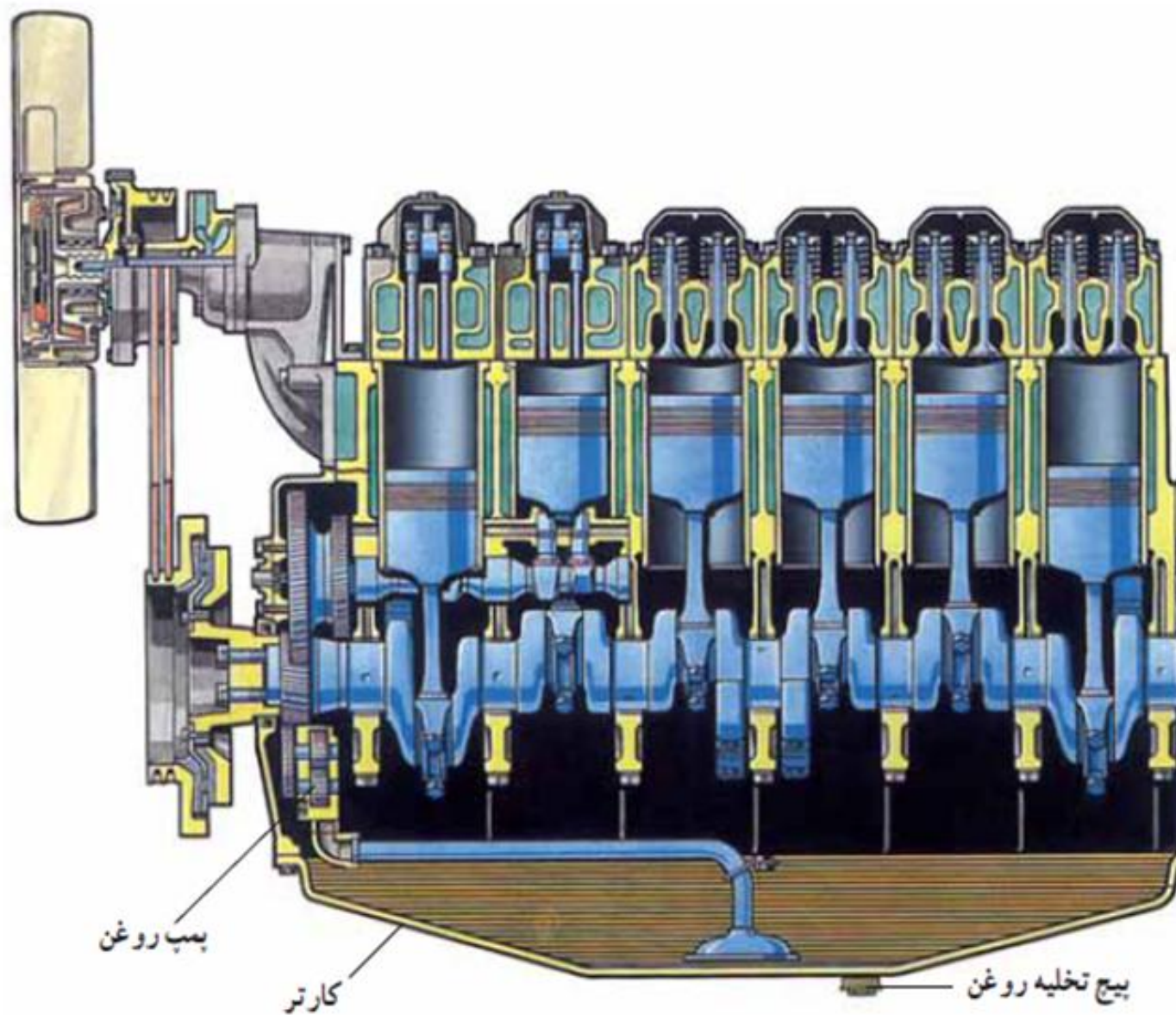
۱- شکل پندیری: بتواند در پستی و بلندی سطوح بلوک و سرسیلندر نفوذ نموده، عمل آب‌بندی را به‌خوبی انجام دهد.

۲- ضریب حرارتی بالا: در اثر افزایش درجه حرارت، گرما را به‌خوبی انتقال داده، نسوزد.

۳- ارزان بودن: در تعمیر موتور، هر وقت که سرسیلندر باز شود باید واکثر سرسیلندر نیز تعویض گردد. پس لازم است که این واکثر ارزان باشد تا هزینه تعمیر موتور بالا نرود.



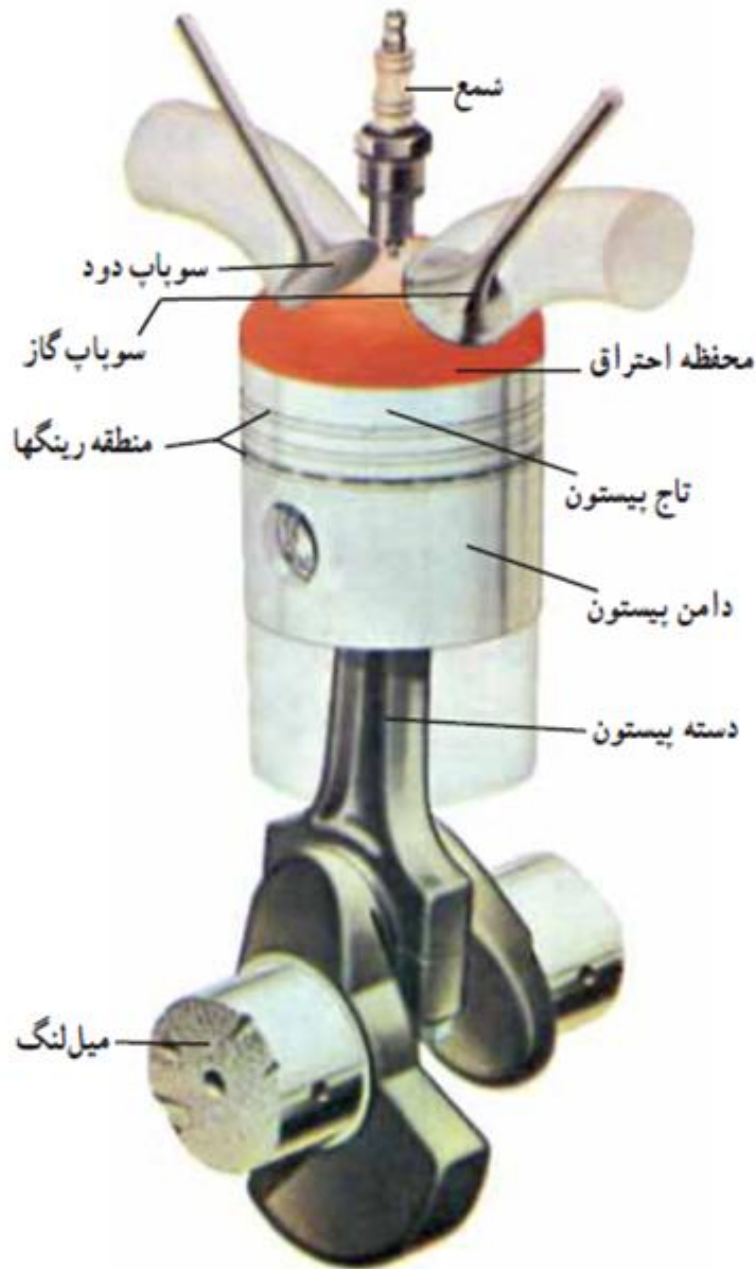
شکل ۳-۲- بدنه اصلی سرسیلندر یک موتور ۱۶ سوپاپ



شکل ۷-۳ - کارتیر

قطعات متحرک موتور:

این قطعات شامل پیستون،
رینگهای پیستون، انگشتی پیستون،
شاتون (دسته پیستون)، میل لنگ،
یاتاقانهای متحرک، چرخ لنگر،
میل بادامک، سوپاپها، فنر سوپاپها،
تپت، میل تپت، اسبکی ها،
میله های فشار دهنده می باشد.



شکل ۸-۳ وضعیت پیستون در موتور

ساختمان پیستون

- پیستونها به شکل یک استوانه توخالی هستند که یک سر آنها بسته و سر دیگرشان باز است که از طریق این سر و بوسیله شاتون به میل لنگ متصل می شود البته معمولا قطر پیستون در سر باز آن بیشتر است. طول پیستونها معمولا کمی بیشتر از قطرشان است و تا حد امکان سبک ساخته می شوند.
- پیستونها می بایست دارای استحکام لازم بوده و کیفیت بالایی داشته باشند در ضمن می بایست بتوانند به خوبی حرارت را هدایت کنند. هدایت حرارت در پیستون بسیار حیاتی است زیرا در غیر اینصورت پیستون بسیار داغ شده و خطر چسبیدن آن بر اثر انبساط به جداره سیلندر پیش می آید .

- پیستونها باید دارای ویژگی های زیر باشد:

1. باید به اندازه کافی مقاوم باشد تا در مقابل نیروهای ناشی از احتراق دوام بیاورد.
2. باید به اندازه کافی سبک باشد تا نیروهای اینرسی ناشی از تغییر جهت حرکت پیستون حداقل باشد.
3. باید درجه حرارت های بالا را تحمل کند و دارای نرخ حرارتی بالا باشد. (حرارت را سریعتر منتقل کند)
4. باید دارای سطح کاملاً صاف و صیقلی باشد و بتواند داخل سیلندر براحتی و بدون ساییدگی و اصطکاک حرکت کند.

- موادی که برای ساختن پیستونها بکار می روند عبارتند از چدن خاکستری ، فولاد ریخته گری ، و آلیاژ آلومینیوم . از چدن یا فولاد معمولاً در ساختار پیستونهای موتورهای سنگین که به سرعت زیاد و شتاب آنی نیاز ندارند استفاده می شود.

عیب پیستونهای آلومینیومی

- عیب مهم پیستونهای آلیاژ آلومینیومی اینست که دارای ضریب انبساط بالایی می باشند. این بدان معناست که لقی در این پیستون می بایست اندکی بیشتر از لقی در پیستونهای چدنی باشد، معمولا برای جلوگیری از انبساط پیستونها از روشهای مخصوصی استفاده می شود که در ذیل چهار روش رایج آنها را به اختصار می کنیم .

• روش اول

- در این روش مقطع بدنه پیستون را به جای آنکه به شکل دایره بسازند . به شکل بیضی عمود بر محور انگشتی پیستون و قطر کوچک آن در جهت انگشتی پیستون باشد .

برای جلوگیری از چسبیدن پیستون در حالت گرم موتور، زمانیکه انبساط حرارتی در آن بوجود می آید، پائین تنه پیستون اندکی مخروطی و بیضوی ساخته می شود. قطر بزرگ بیضی در این صورت باید عمود بر گزن پین ساخته شود. اختلاف قطر بزرگ و کوچک بیضی از $0.3 - 0.14$ mm تجاوز نمی کند.

• روش دوم

- در این روش برای کنترل کردن انبساط پیستون بر اثر حرارت یک سری شکافهای عمودی و افقی و یا فرو رفتگیهایی در بدنه پیستون ایجاد می گردد .

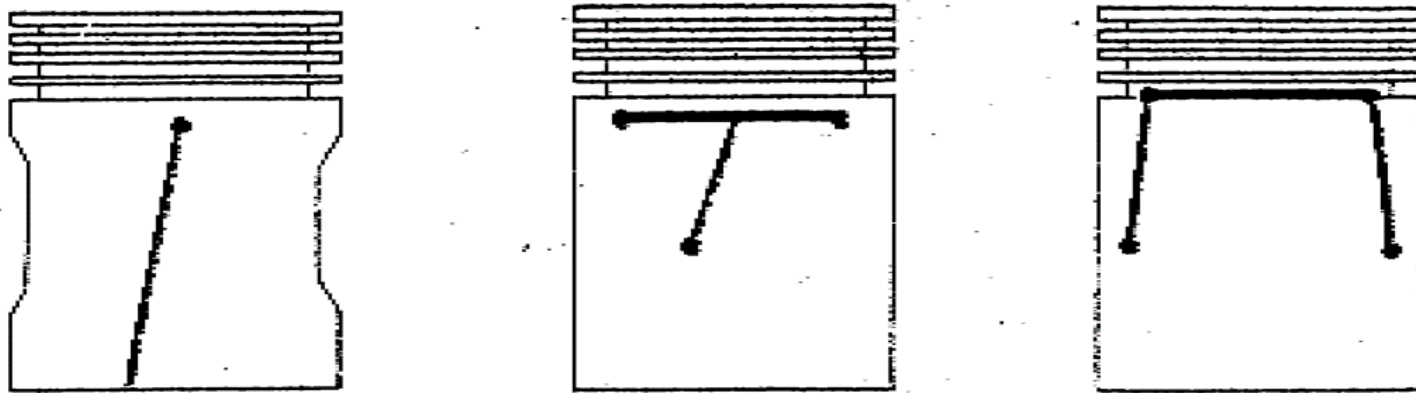


Fig. 5-14. Left. Aluminum pistons may have a diagonal slot cut through the skirt on the minor thrust side. Center. In some cases, a slot shaped something like a T is cut in the piston skirt. Right. Two slots may be connected by a third slot to form a U-shaped slot design.

• روش سوم

• در این روش برای کنترل انبساط حرارتی پیستون از روش تقویت کردن یا دو فلزی نمودن قسمتی از پیستون که در معرض حرارت بیشتری قرار دارد، استفاده می‌گردد. بدین ترتیب که در داخل پیستون نواری از فولاد یا یک فلز مخصوص (که فلز غیر قابل تغییر نامیده می‌شود) قرار می‌دهند (key stone) و روی آنها را با ماده اصلی یا آلیاژهای آلومینیوم پوشش می‌دهند. در بعضی از پیستونها مواد فولادی بصورت حلقه‌ای در موقع ریخته گری داخل پیستون قرار می‌گیرند.

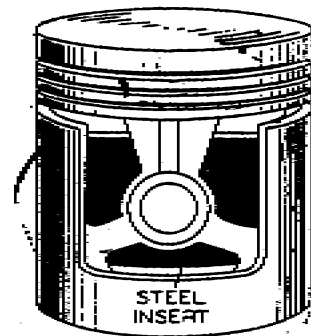


Fig. 5-15. A steel insert may be cast into an aluminum piston to help control the expansion rate.

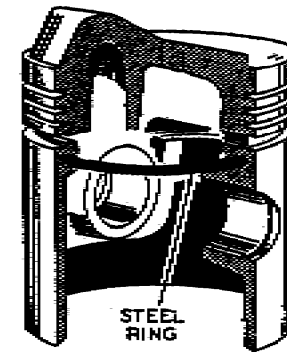


Fig. 5-16. Instead of a vertical insert, a steel ring may be cast into the piston to help control the expansion.

• روش چهارم

• در این روش برای جلوگیری از انتقال حرارت سر پیستون (که در مجاورت احتراق سوخت است) به بدنه پیستون، یک سر حرارتی شامل شیاری است که در نزدیکی سر پیستون و به موازات شیارهای رینگ ایجاد می‌شود با این عمل تا اندازه‌ای راهی که حرارت را از سر پیستون به بدنه آن منتقل می‌سازد کمتر می‌کنند. بنابراین بدنه زیاد گرم نمی‌شود و انبساط زیادی پیدا نمی‌کند.

• لقی پیستون: Piston clearance:

به فاصله بین پیستون و جدار

سیلندر گفته میشود که در

دامنه 0/05-0/25mm و

در سر پیستون

0/75mm-1 است.

قسمتهای اصلی پیستون عبارتند از

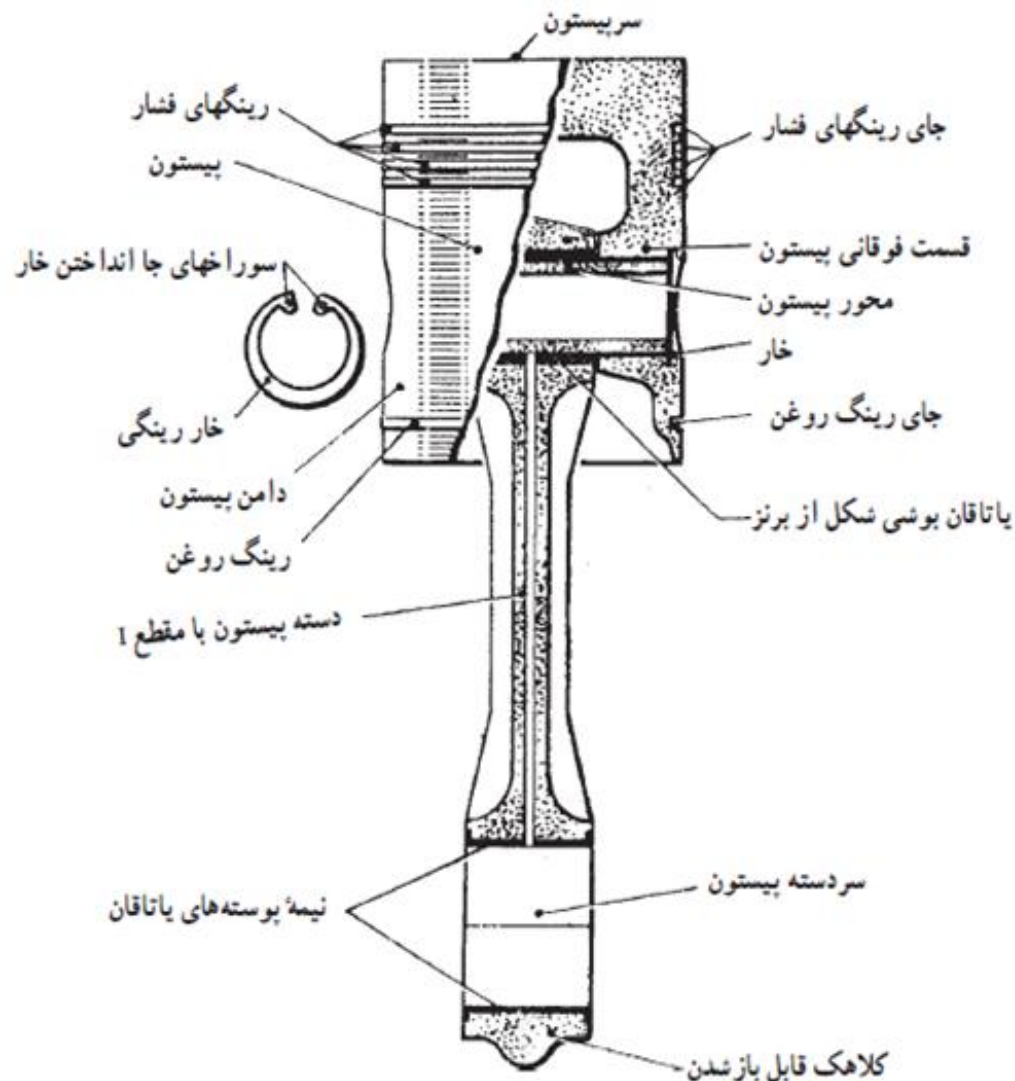
• سریا تاج، شیارهای رینگ،

تکیه گاه ها یا سطوح ،

بدنه یا دامن،

سوراخ انگشتی،

گوسه های پیستون



شکل ۹-۳- دسته پیستون، پیستون و رینگها

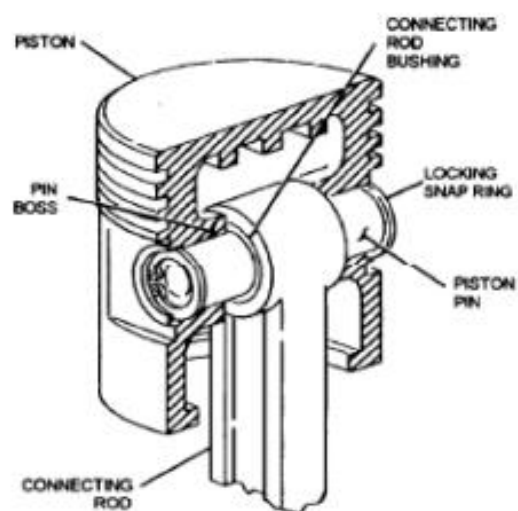
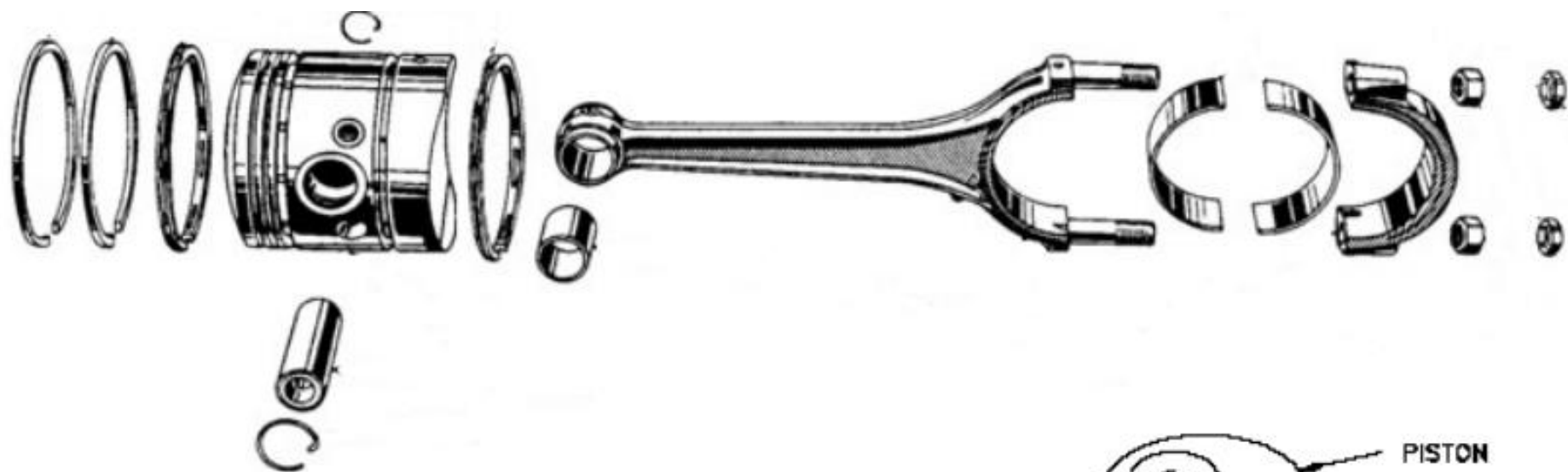
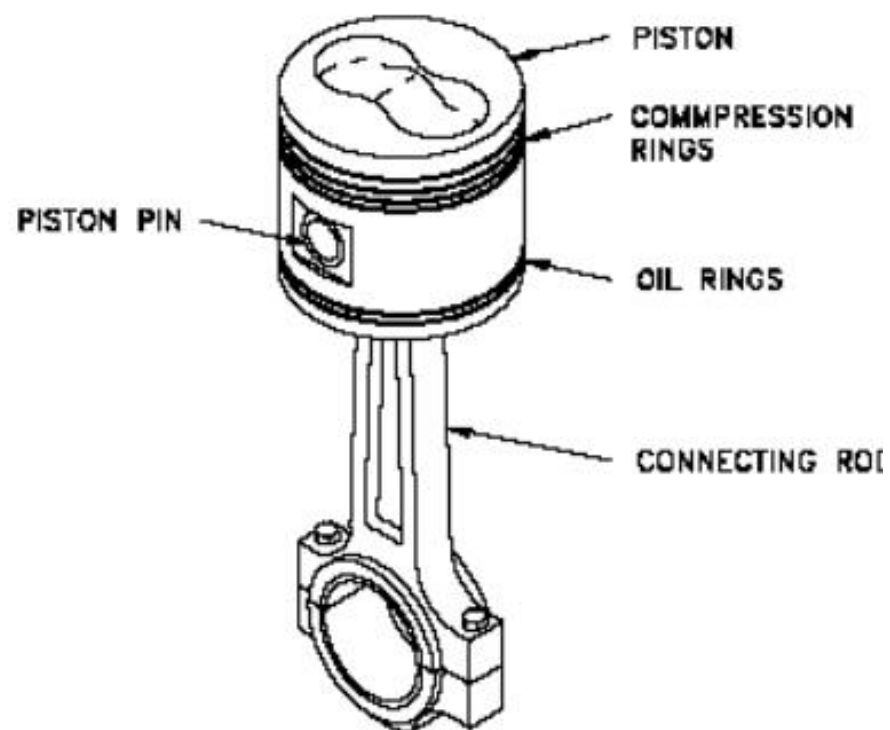


Figure 3-29.—Piston pin.



شکل ۴- مجموعه پیستون، شاتون و قطعات متصل به آن

وظیفه رینگ‌های پیستون

- در استفاده از رینگ‌ها در ساختمان پیستونها یک سری اهداف دنبال می‌شود که اهم آنها عبارتند از:
- کاهش سطح تماس میان پیستون و جداره سیلندر تا حداقل ممکن
- نگهداری و حفظ تراکم در قسمت فوقانی پیستون
- جلوگیری از اصطکاک و ممانعت از فرسودگی بیش از حد
- کنترل روغن و روغنکاری در فاصله بین دیواره سیلندر و پیستون
- انتقال حرارت از پیستون به دیواره سیلندر

ساختار رینگ‌های پیستون

- رینگ‌های پیستون از جنس چدن خاکستری ساخته می‌شوند، زیرا فلزی است مقاوم که در برابر گرما حساسیت کمی از خود نشان می‌دهد و در ضمن دارای قابلیت ارتجاعی خوبی می‌باشد. تعداد رینگ‌ها در هر پیستون بسته به نوع موتور و تراکم مورد نظر از سه تا پنج و گاهی تا هفت رینگ متغیر می‌باشد. موتورهای بنزینی معمولی بندرت دارای بیش از سه تا چهار رینگ هستند اما موتورهای دیزلی معمولاً دارای 5 تا 7 رینگ در هر پیستون می‌باشند

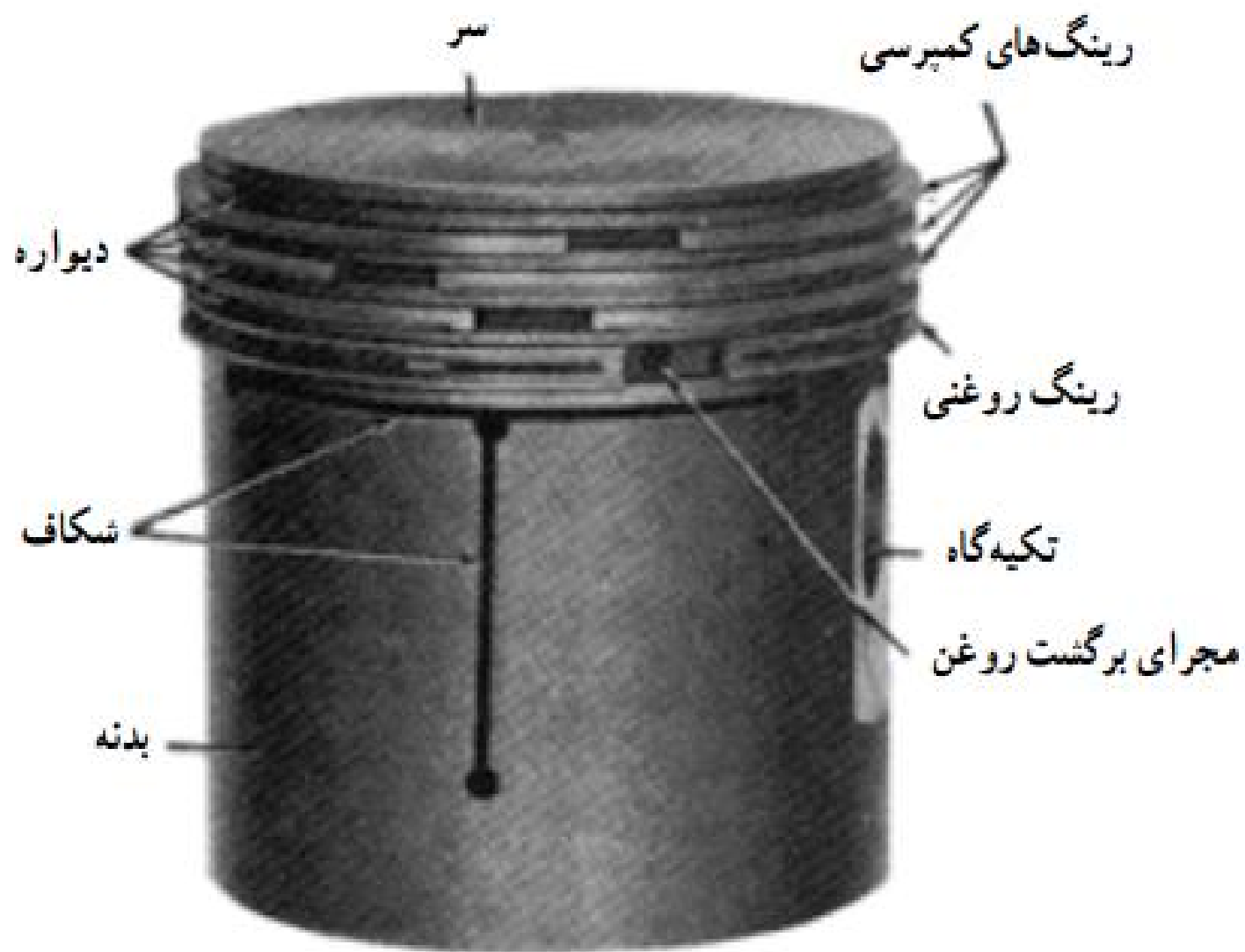
• انواع رینگ‌ها

- رینگ‌ها بر حسب کار مخصوصی که انجام می‌دهند و نیز بر حسب محل قرارگیری شان بر روی پیستون طبقه‌بندی می‌گردند

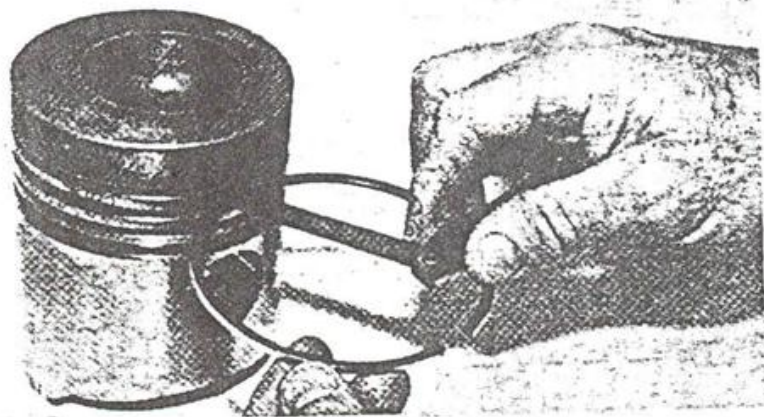
بر این اساس رینگ‌ها به دو گروه

- **رینگ‌های تراکم یا کمپرسی** و
- **رینگ‌های روغن** تقسیم می‌شوند .

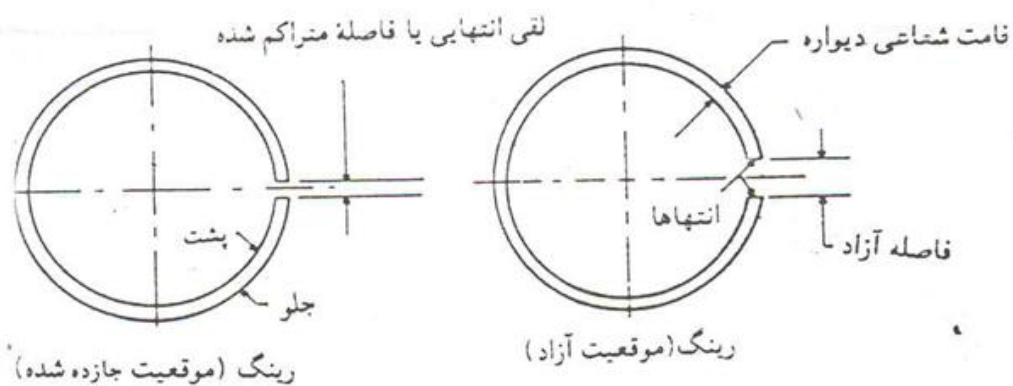




شکل ۴۱-۲- پیستون با چهار رینگ



شکل ۲۲-۵ اندازه گیری لقی جانبی رینگ



شکل ۲۳-۵ لقی انتهایی رینگ

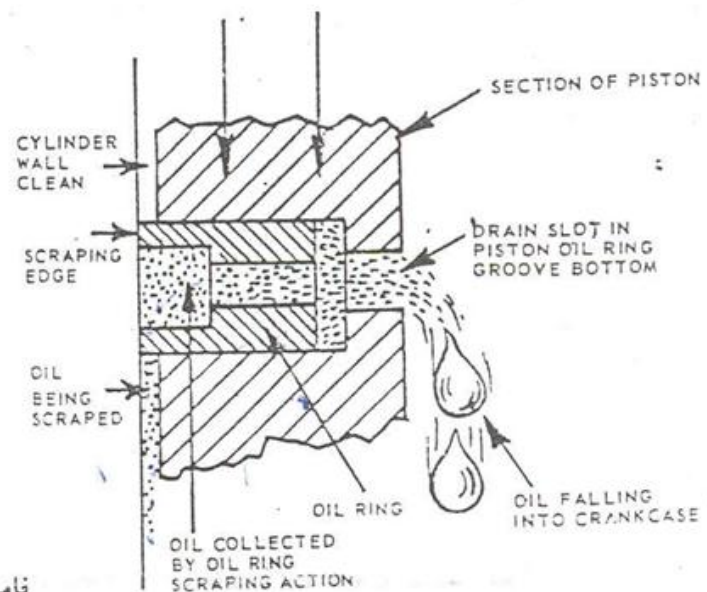
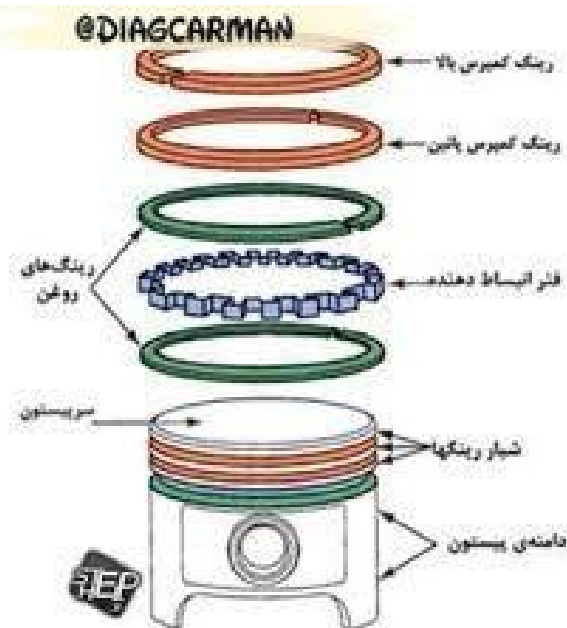
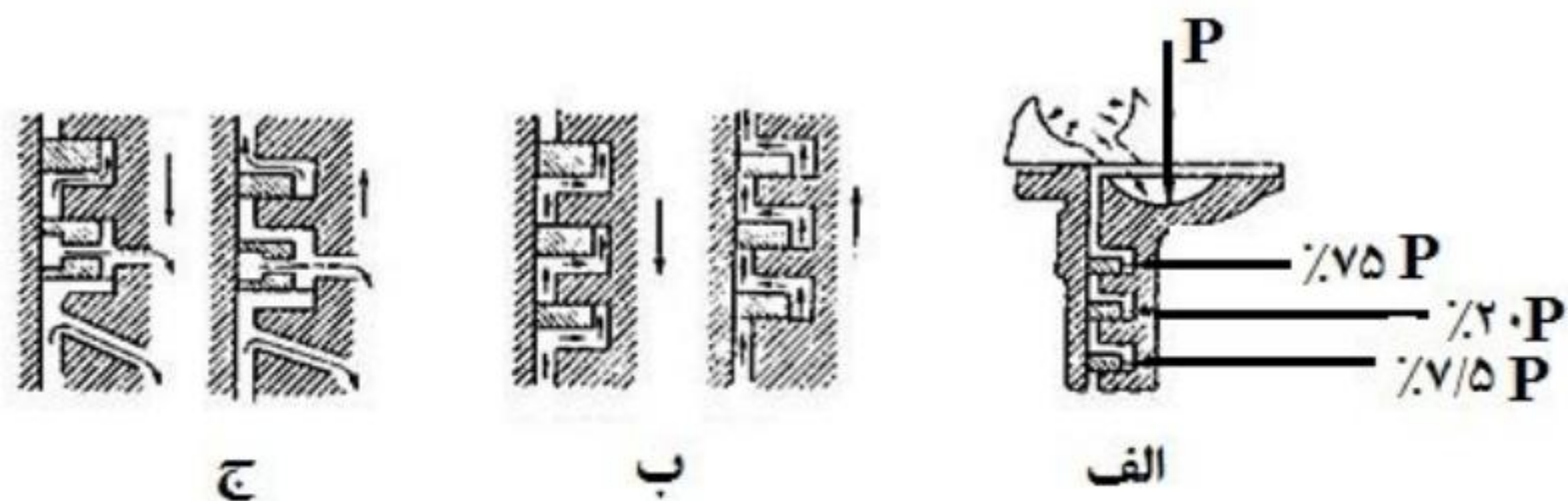


Fig. 2-38. Action of oil ring as it travels down cylinder wall.

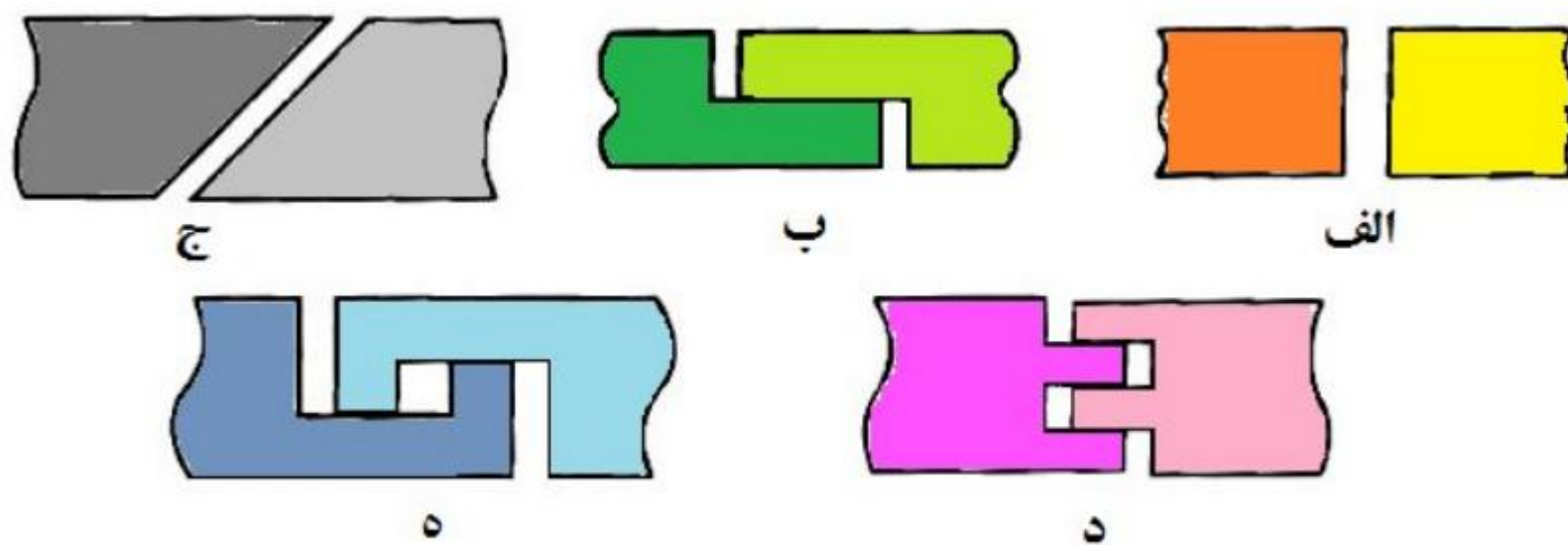




شکل ۴۲-۲- انواع رینگ های روغنی

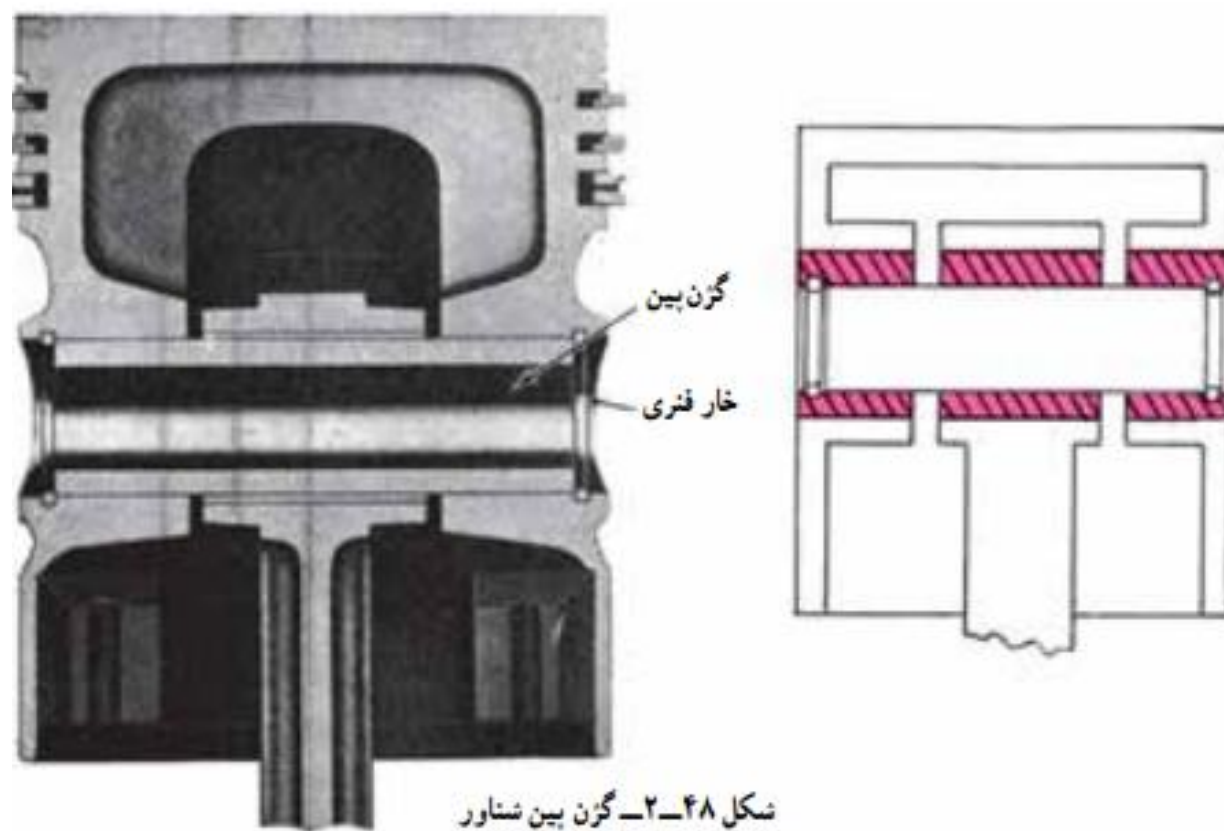


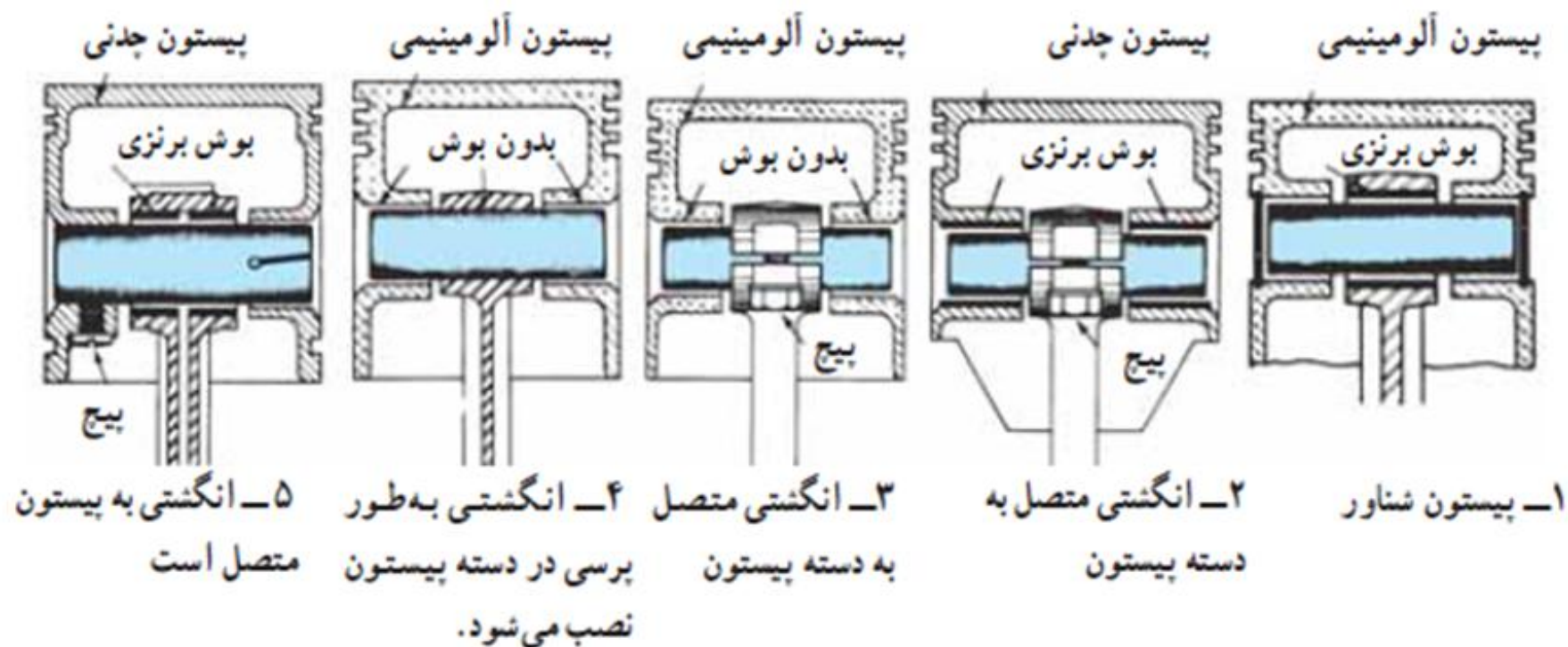
شکل ۷-۱۰ مکانیزم کار رینگ هوا و رینگ روغن



شکل ۷-۱۱ انواع دهانه رینگ ها

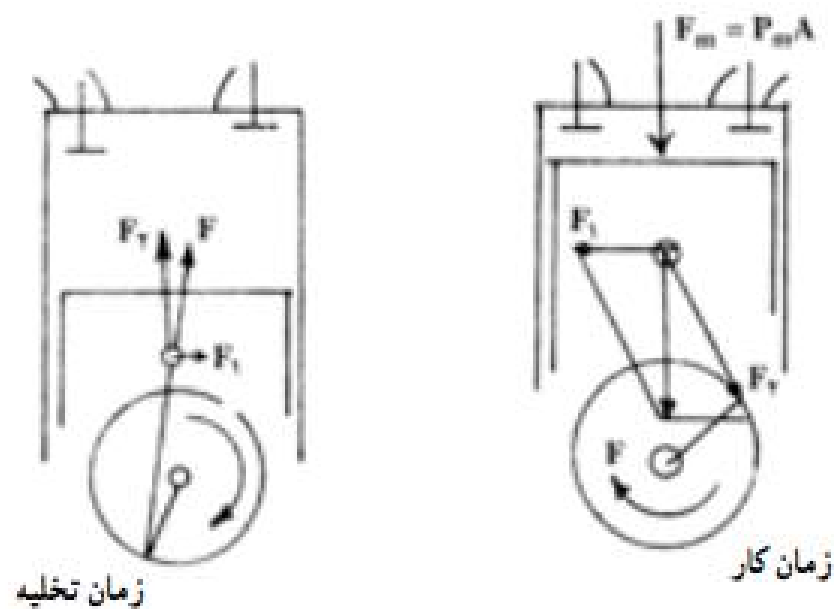
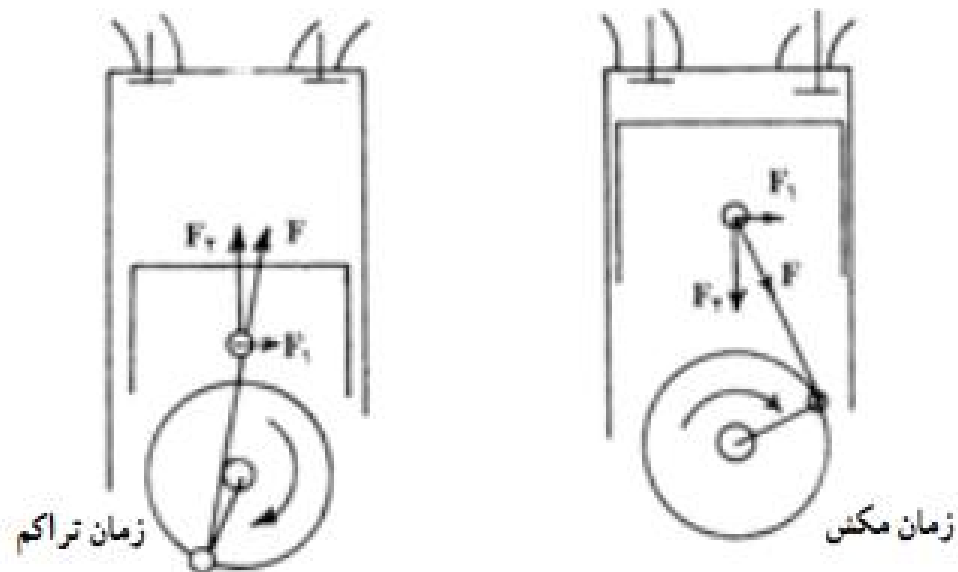
گزن پین. گزن پین یک قطعه استوانه‌ای است که حالت لولائی اتصال بین پیستون و شاتون را فراهم می‌کند. این قطعه تحت اثر نیروهائی قرار می‌گیرد که هم مقدار و هم جهت آنها تغییر می‌یابد، و باید سفتی و استحکام کافی داشته باشد. سبکی وزن و مقاومت در مقابل سایش از ویژگی‌های مطلوب آن می‌باشند. بنابراین، گزن پین‌های سنگین را توخالی می‌سازند.



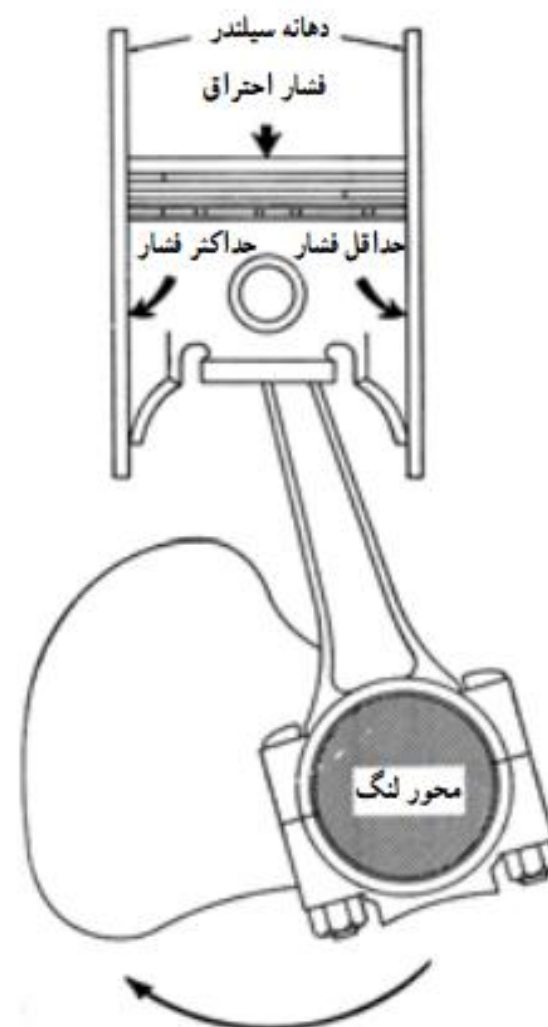


شکل ۱۱-۳ پنج نوع اتصال در سیستم پیستون

طرف فشاری پیستون



شکل ۳۸-۲ تجزیه نیروی وارد بر پیستون و سیلندر



شکل ۳۹-۲ طرف فشاری سیلندر

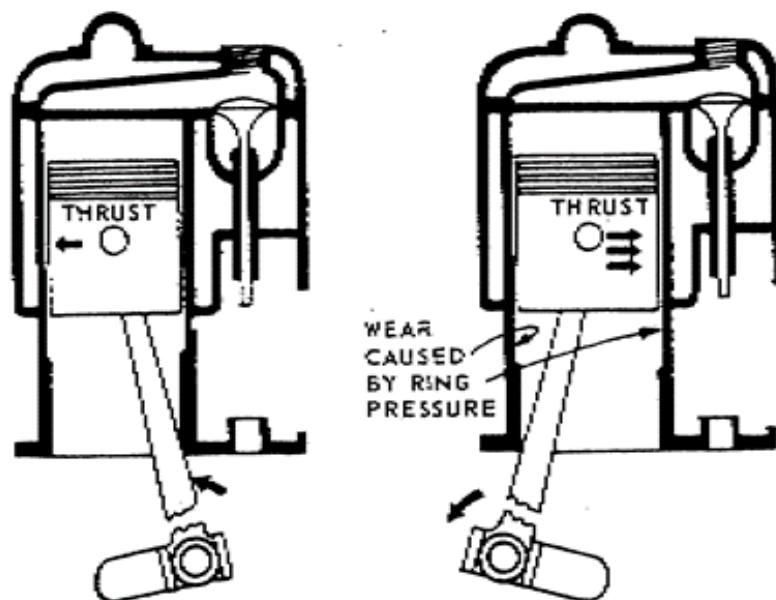


Fig. 5-3. The side thrust on the piston is greater on the explosion stroke than on the compression stroke due to the greater pressures on the piston head.

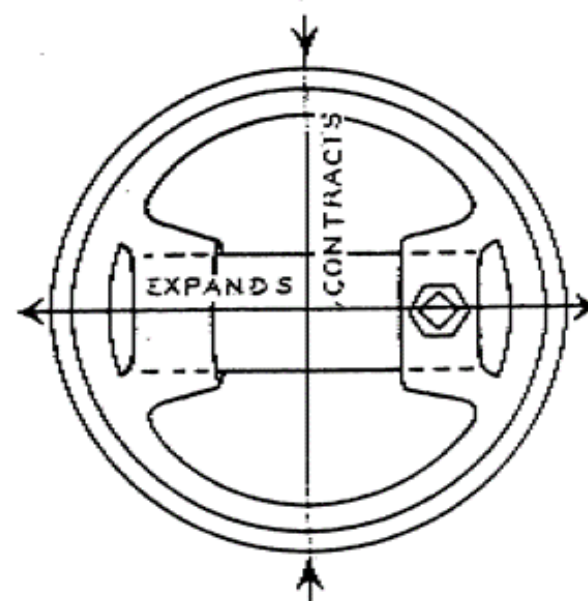


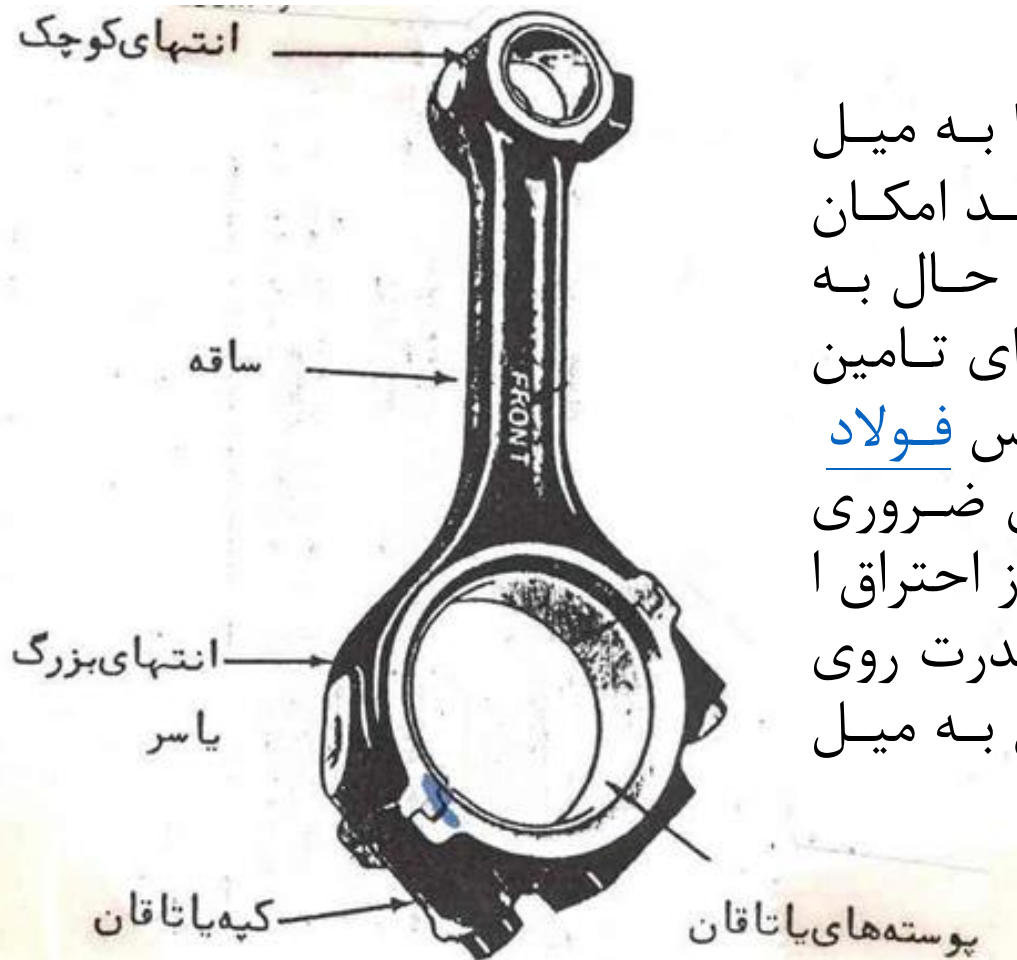
Fig. 5-18. Expansion of the piston occurs parallel with the piston pin.

شاتون Connecting rod

- ساختمان شاتون

- شاتون قطعه‌ای است که پیستون را به میل لنگ متصل می‌کند. این قطعه تا حد امکان سبک ساخته می‌شود. ولی در عین حال به اندازه لازم سخت و محکم می‌باشد. برای تامین شرایط فوق معمولاً شاتون را از جنس فولاد می‌سازند این استحکام برای شاتون ضروری است چرا که می‌بایست ضربات ناشی از احتراق را تحمل کند (نیروی که در زمان قدرت روی پیستون وارد می‌شود،) بوسیله شاتون به میل لنگ منتقل می‌گردد .

- اجزای شاتون



شکل ۱۸ - ۷: شاتون یا دسته پیستون.

- شاتون دارای دو سر و یک ساقه می‌باشد. چنانچه مقطع عرضی ساقه شاتون را در نظر بگیریم به شکل حرف (I) در زبان انگلیسی می‌باشد. یعنی در میان فرو رفته و در کناره‌ها برجسته می‌باشد (اگر از روبرو به یک تیر آهن که به حالت افقی قرار گرفته است نگاه کنید، می‌توانید بصورت تقریبی سطح مقطع ساقه شاتون را ببینید.).
- سرهای شاتون با یکدیگر اختلاف اندازه دارند، بدین شکل که شاتون دارای یک سر کوچک در بالا (جایی که به پیستون متصل می‌شود) و یک سر بزرگ در پایین (محل اتصال شاتون به میل سنگ) می‌باشد. سر کوچک شاتون به صورت یکپارچه است. لیکن سر بزرگ آن بصورت دو تکه ساخته می‌شود که با کمک پیچ و مهره به هم متصل می‌شوند.

- سر کوچک شاتون تشکیل یک یاتاقان را می‌دهد که انگشتی پیستون از داخل آن می‌گذرد در داخل این یاتاقان معمولاً یک (بوش به استریهای قابل تعویض گفته می‌شود که در سطوح داخلی در معرض سایش نصب می‌شوند) از جنس مس یا برنج قرار می‌دهند که در تماس با پین پیستون می‌باشد.

- سر بزرگ شاتون به شکل یک یاتاقان دو تکه است که متحرک نیز می‌باشد (یعنی لنگ میل لنگ در داخل این یاتاقان دارای چرخش می‌باشد) و لنگ میل لنگ را در بر می‌گیرد. نیمه بالایی این یاتاقان با ساقه شاتون به شکل یکپارچه ریخته گری می‌شود. و نیمه پایینی آن که کپه یاتاقان خوانده می‌شود بوسیله دو عدد پیچ و مهره به نیمه بالایی متصل می‌گردد.

- در داخل سر بزرگ شاتون نیز می‌بایست بوش قرار داده می‌شود لیکن چون خود یاتاقان شاتون دو تکه است این بوش نیز به صورت دو عدد نیم بوش در داخل نیمه بالایی و نیمه پایینی سر بزرگ شاتون جاگذاری می‌شوند. این بوش بین لنگ میل لنگ و انتهای بزرگ شاتون قرار می‌گیرد (یاتاقان متحرک). و هدف از استفاده از آن کاهش سایش و فرسودگی بر اثر اصطکاک است.

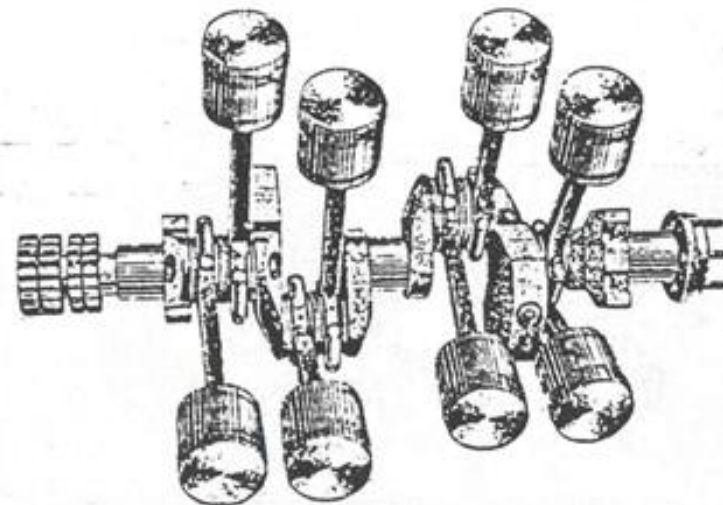
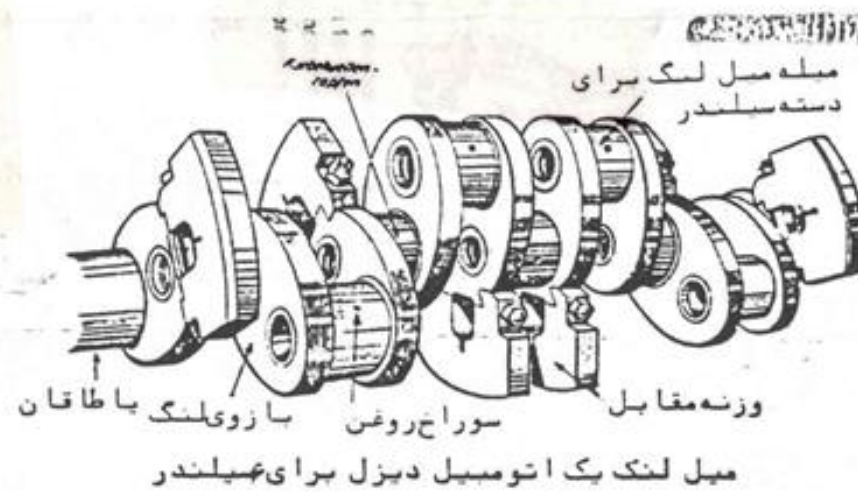
• طرز کار شاتون

- همانگونه که می‌دانید در موتورهای پیستونی حرکت ایجاد شده در اثر سوختن ماده سوختنی به شکل بالا و پایین رفتن پیستون می‌باشد. لیکن ما در استفاده از قدرت موتورها به توان چرخشی نیاز داریم. جهت تبدیل حرکت رفت و برگشتی پیستون به حرکت چرخشی در موتور از شاتون و پس از آن از میل لنگ استفاده می‌شود.

-

میل لنگ

- ریشه لغوی
- میل لنگ یک کلمه فارسی است و بیانگر میله‌ای است که از حالت ضخیم خارج شده است. معنای کاربردی میل لنگ عبارتست از یکی از قطعات موتور که باعث می شود قدرت چرخشی تولید شود .
- مقدمه
- برای آنکه تصویری از شکل فضایی میل لنگ داشته باشید. یک فیلتر دستی را تصور کنید. که قسمت دستگیره آن همان لنگ و طرفین آن (که در یک راستا قرار داند) (تکیه گاههای میل لنگ می‌باشند. تعداد لنگ‌های میل لنگ متناسب با تعداد سیلندره‌ای یک موتور است. بدین شکل که پیستون قرار گرفته در داخل هر سیلندر به یکی از لنگ‌های میل لنگ متصل می‌گردد. البته این حالت در موتورهای پیستونی که سیلندره‌ای آنها به شکل ردیفی قرار گرفته‌اند صادق است. (در موتورهای پیستونی V شکل (موتورهای خورجینی (تعداد لنگ‌های میل لنگ معمولاً 2/1 تعداد سیلندره‌ای موتور است. و به هر لنگ دو پیستون متصل می‌گردد. هدف از استفاده از میل لنگ در موتور اینست که حرکت دورانی تولید گردد. هر چند که حرکت پیستون به شکل رفت و برگشتی است، لیکن به علت چرخش قسمت لنگ در میان سر بزرگ شاتون این حرکت به شکل چرخشی در می‌آید و در نهایت ما چرخش مطلوب خوبی را از سر میل لنگ می‌گیریم .



میل لنگ سیلندر V با سه یا طاقان با وزنه های متعادل دهنده پیچ شده چهار متعادل نمودن دور میل لنگ



ساختمان میل لنگ

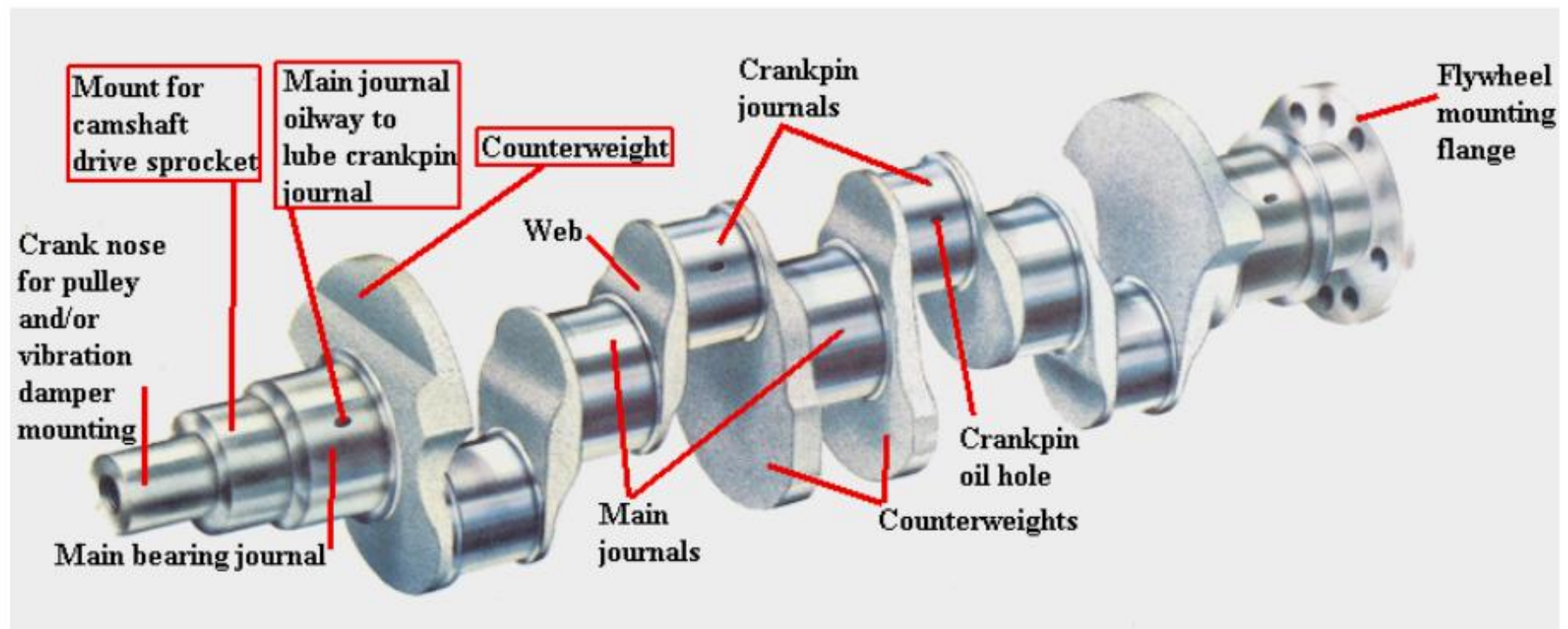
- اغلب میل لنگ‌ها از جنس فولاد با کربن متوسط یا آلیاژ فولاد در ترکیب با فلزات کروم و نیکل و به رویش آهنگری ساخته می‌شود. البته در تعداد معدودی از موتورهای چند سیلندره که با دوره‌های بالا کار می‌کند میل لنگ را با استفاده از روش ریخته‌گری می‌سازند که در مواد آن نسبتاً مقادیر زیادی از کربن و مس را بکار می‌برند. اجزای میل لنگ از محورهای اصلی، لنگ‌ها یا محورهای اصلی لنگ، بازوهای لنگ، و وزنه‌های تعادل تشکیل شده است.

• لنگ‌ها

- لنگ‌ها قسمت‌هایی از میل لنگ می‌باشند که بر روی خط محور اصلی میل لنگ قرار نگرفته‌اند (مثل دستگیره چتر) و انتهای بزرگ شاتون به آنها متصل می‌گردد. تعداد لنگ‌ها در موتورهای ردیفی برابر با تعداد سیلندرها و در موتورهای V شکل نصف تعداد سیلندرها است.

• محورهای اصلی

- محورهایی از میل لنگ می‌باشد که با خط محوری اصلی میل لنگ هم مرکز می‌باشند این محورها در محفظه میل لنگ درون یا تاقان‌های ثابت قرار گرفته و با اتکا به آنها می‌چرخند هر یاتاقان ثابت از دو نیمه یا تاقان تشکیل شده است. که نیمه بالایی آن که نیمه ثابت نامیده می‌شود. با بدنه موتور و در محفظه میل لنگ بصورت یکپارچه ریخته‌گری شده است و نیمه پایینی بوسیله دو عدد پیچ و مهره در نیمه بالایی متصل می‌گردد. غالباً تعداد محورهای اصلی میل لنگ در موتورهای مختلف (حتی با تعداد سیلندرها برابر) فرق می‌کند.



شکل-۶- میل لنگ یک موتور ۴ سیلندر خطی

• بازوهای لنگ

- قسمت‌هایی از میل لنگ می‌باشند که محورهای اصلی میل لنگ را به لنگ‌ها وصل می‌کنند البته بازوهای لنگ با وزنه‌های تعادل (که در پی خواهد آمد) بصورت یکپارچه هستند.

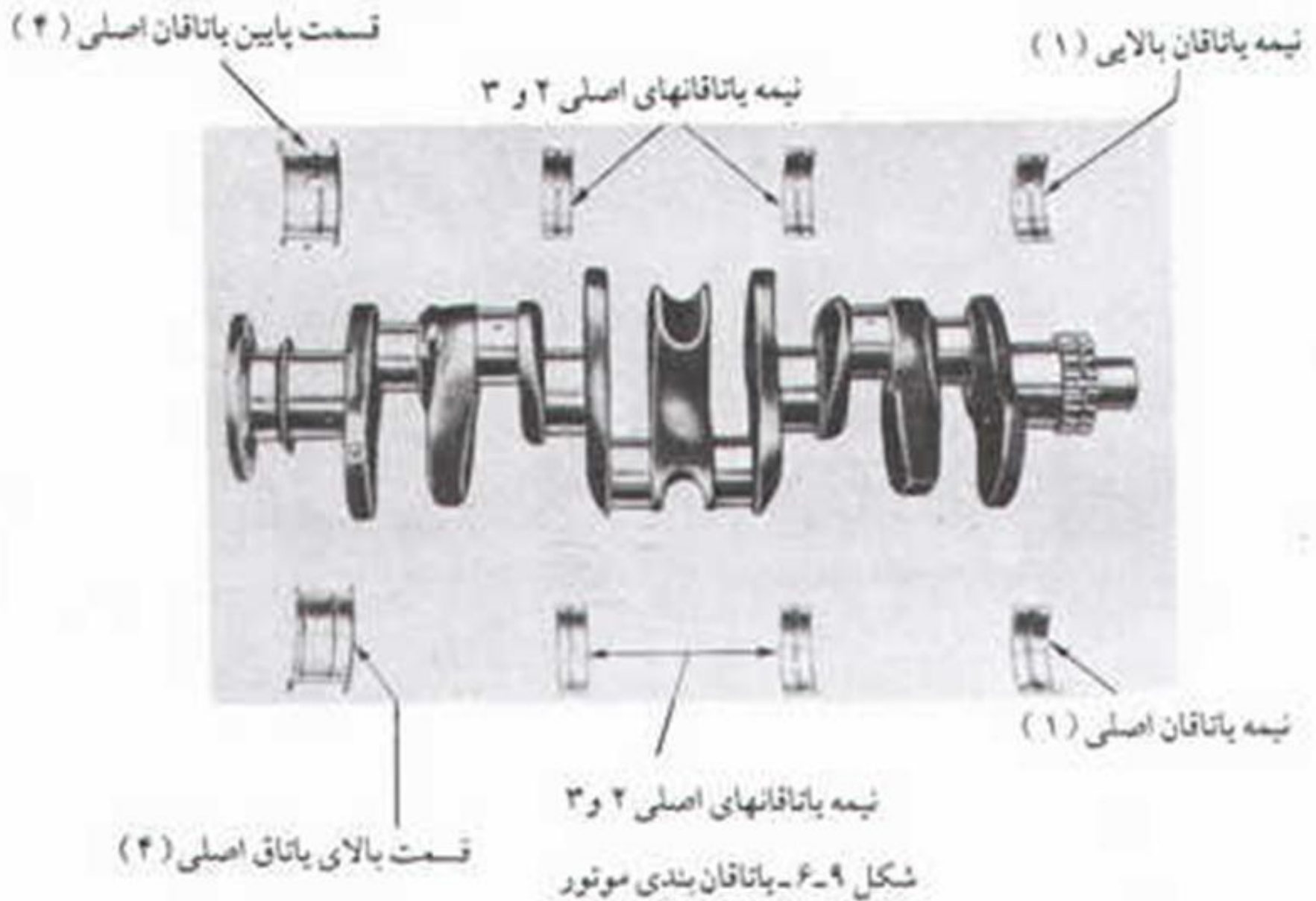
• وزنه‌های تعادل

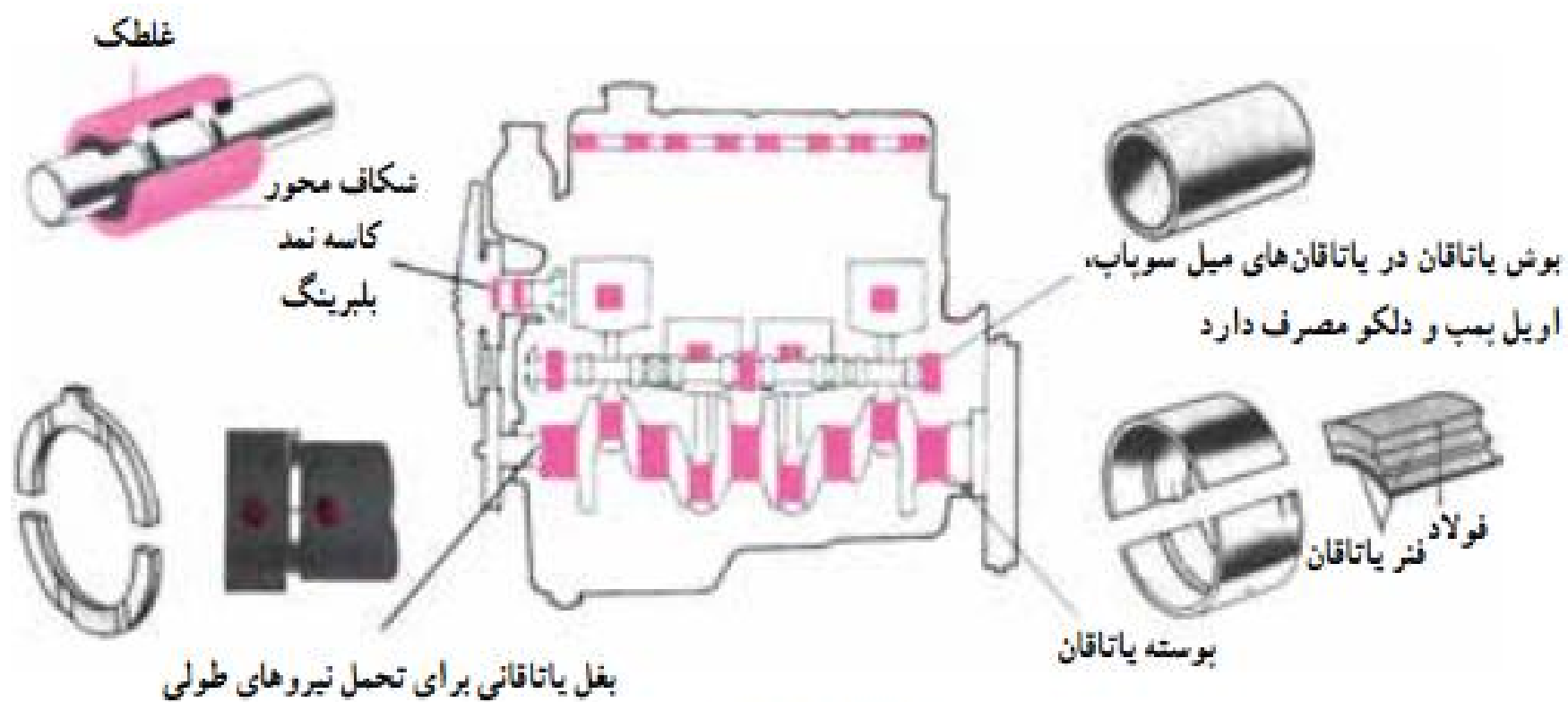
- در وزنه‌های تعادل به منظور ایجاد تعادل در برابر نیروهای پیستون و شاتون استفاده می‌شود وزنه‌های تعادل در مقابل لنگ‌ها قرار می‌گیرند.

• سایر متعلقات میل لنگ

به قسمت جلو میل لنگ چرخ دنده‌ای متصل است که معمولاً چرخ دنده، میل بادامک و یا سایر چرخ دنده‌های مورد لزوم را به حرکت در می‌آورد. در جلو این چرخ دنده یک پولی قرار می‌گیرد که برای به حرکت در آوردن ژنراتور (یا آلترناتور) (و پمپ آب مورد استفاده قرار می‌گیرد. و در انتهای پشتی میل لنگ صفحه‌ای وجود دارد که فلایویل را بوسیله پیچ بر روی آن نصب می‌کنند.

یاتاقان ها (پوسته یاتاقان، کفی یاتاقان) Bearing

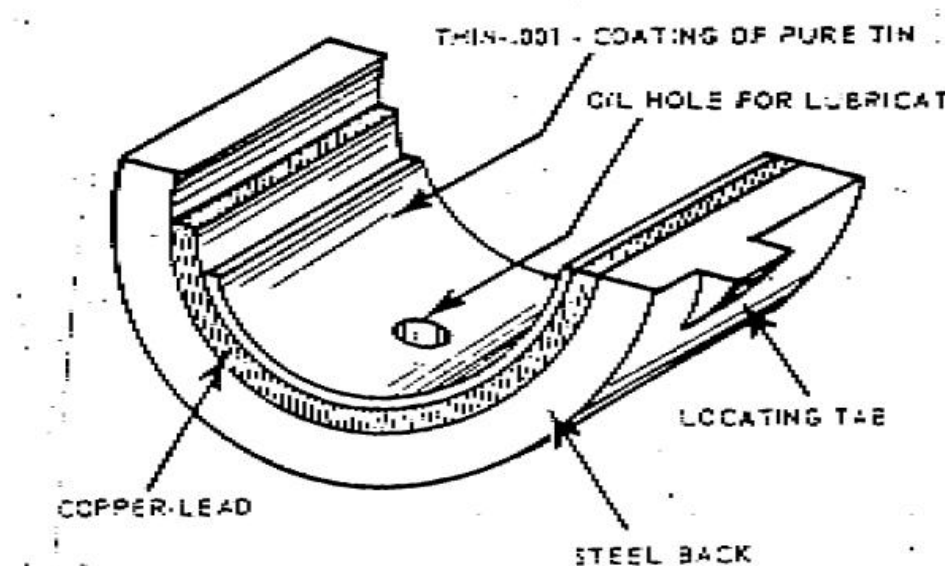




شکل ۵۹-۲ انواع یاتاقان در موتور

ویژگیهای یاتاقانها:

- در مقابل ضربات ناشی از احتراق مقاوم باشند و دچار شکستگی نشوند.
- با اسیدها و بخار موجود در محفظه میل لنگ واکنش نشان ندهند.
- خاصیت جذب مواد اضافی (براده های فلزی) را داشته باشد.
- در مقابل حرارت کار موتور خاصیت خود را از دست ندهد.
- دارای تبادلی حرارتی بالا باشد، یعنی حرارت را به شاتون ها منتقل کند.



جنس ياتاقان ھا

آلبازهای مورد استفاده در یاتاقان‌های موتور، عبارتند از :

۱- یاتاقان بابیت: ۹۰٪ قلع، ۵٪ مس، ۱/۵٪ تا ۶٪ آنتیموان و ۷ تا ۱۰٪ سرب.

۲- یاتاقان آلیاز مس و سرب: ۶۰٪ مس، ۲۵٪ سرب و ۱۵٪ فلزات دیگر.

۳- یاتاقان آلیاز کادمیوم: ۹۸٪ کادمیوم و ۲٪ فلزات دیگر.

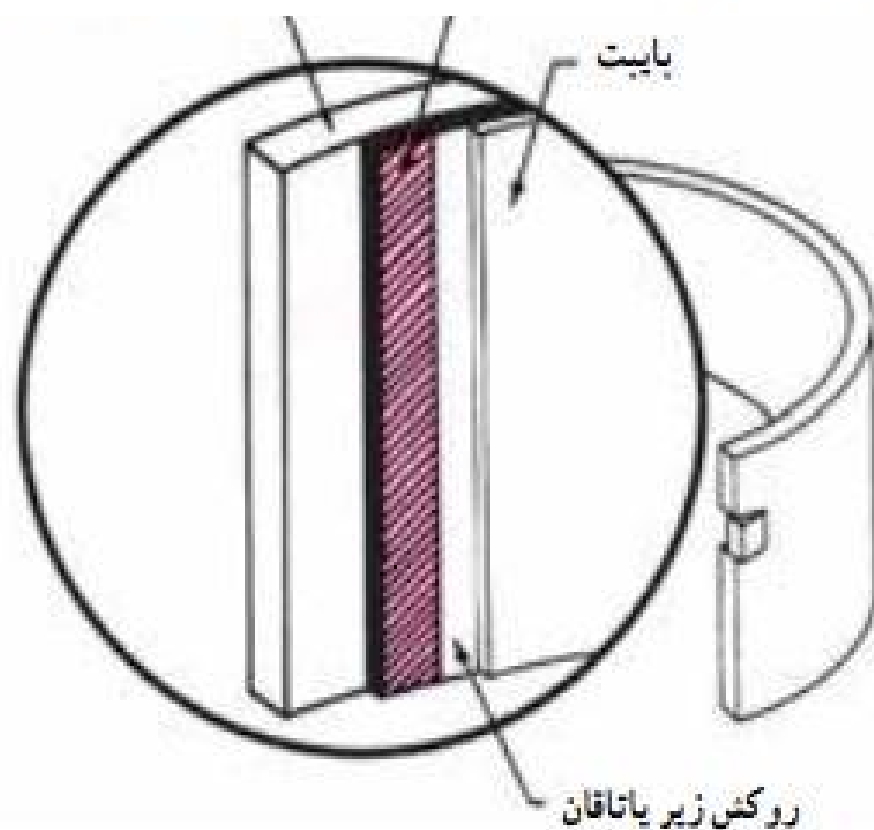
۴- *یاتاقان آلیاژ برنز*: برنز آلیاژ دیگری است که با مس و قلع آلیاژ می‌شود و از آن در

پوش‌های شاتون و غیره استفاده می‌کنند.



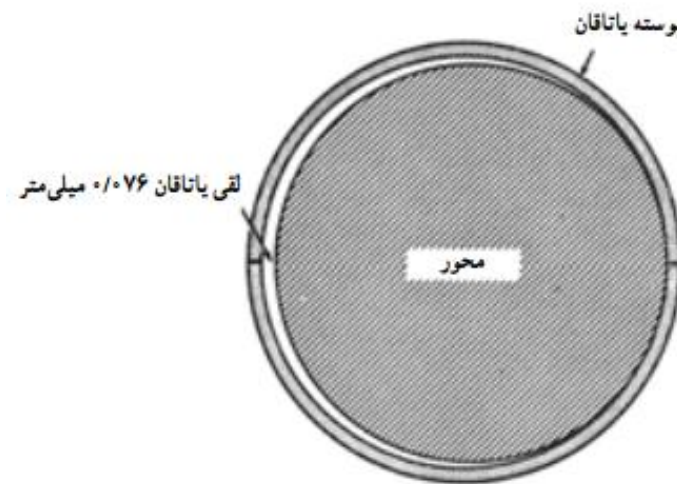
شکل-۷- یاتاقان های دو کپه ای ویژه لنگ های ثابت و متحرک میل لنگ

مانند باییت، آلیاژ مس و روی، یا آلیاژ آلومینیم (آنتیموان-منگنز) به ضخامت $0.25 - 0.7$ mm که بر روی تیغه فولادی به ضخامت $1 - 3$ mm روکش می‌شوند. در بعضی از موتورها از لنت سه لایه ای استفاده می‌شود. لایه سوم یک لایه بسیار نازک (به ضخامت $0.002 - 0.003$ mm) از قلع می‌باشد، که جهت آبنندی موتور بکار می‌رود. این لایه در دوره آبنندی موتور با تغییر شکل خود بین یاتاقان و میل لنگ تطابق انجام داده و باعث می‌شود توزیع حرارت یکنواخت صورت گیرد. یک فاصله لقی بین میل لنگ و لنت یاتاقان برای لایه روغن باید باقی بماند.

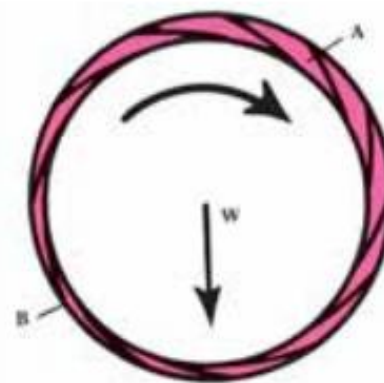


شکل ۵۵-۲- ساختمان یاتاقان

لقی یاتاقان : یک یاتاقان بندی ایده آل آن است که محور هرگز با یاتاقان تماس نگیرد و بار اصلی روی قشر روغنی باشد که بین محور و یاتاقان قرار دارد ولی در عمل محور با یاتاقان تماس می گیرد که هر چه این تماس بیشتر باشد خرابی یاتاقان هم زیادتر است.



شکل ۲-۶۰- نمایش و مفهوم لقی یاتاقان



شکل ۲-۶۱- با چرخش محور، لایه ای از روغن در بین آن و یاتاقان قرار می گیرد.

چرخ لنگر Flywheel

وظایف اصلی یک چرخ لنگر عبارتند از:

(۱) خارج کردن مکانیزم میل لنگ و پیستون از نقاط مرگ.

(۲) تأمین حرکت مداوم برای میل لنگ بوسیله ذخیره سازی انرژی در دوره کورس انبساط و صرف آن در سه کورس دیگر.

(۳) تأمین سرعت یکنواخت برای میل لنگ.

(۴) کمک به موتور برای غلبه بر اضافه بارهای آنی و موقتی.

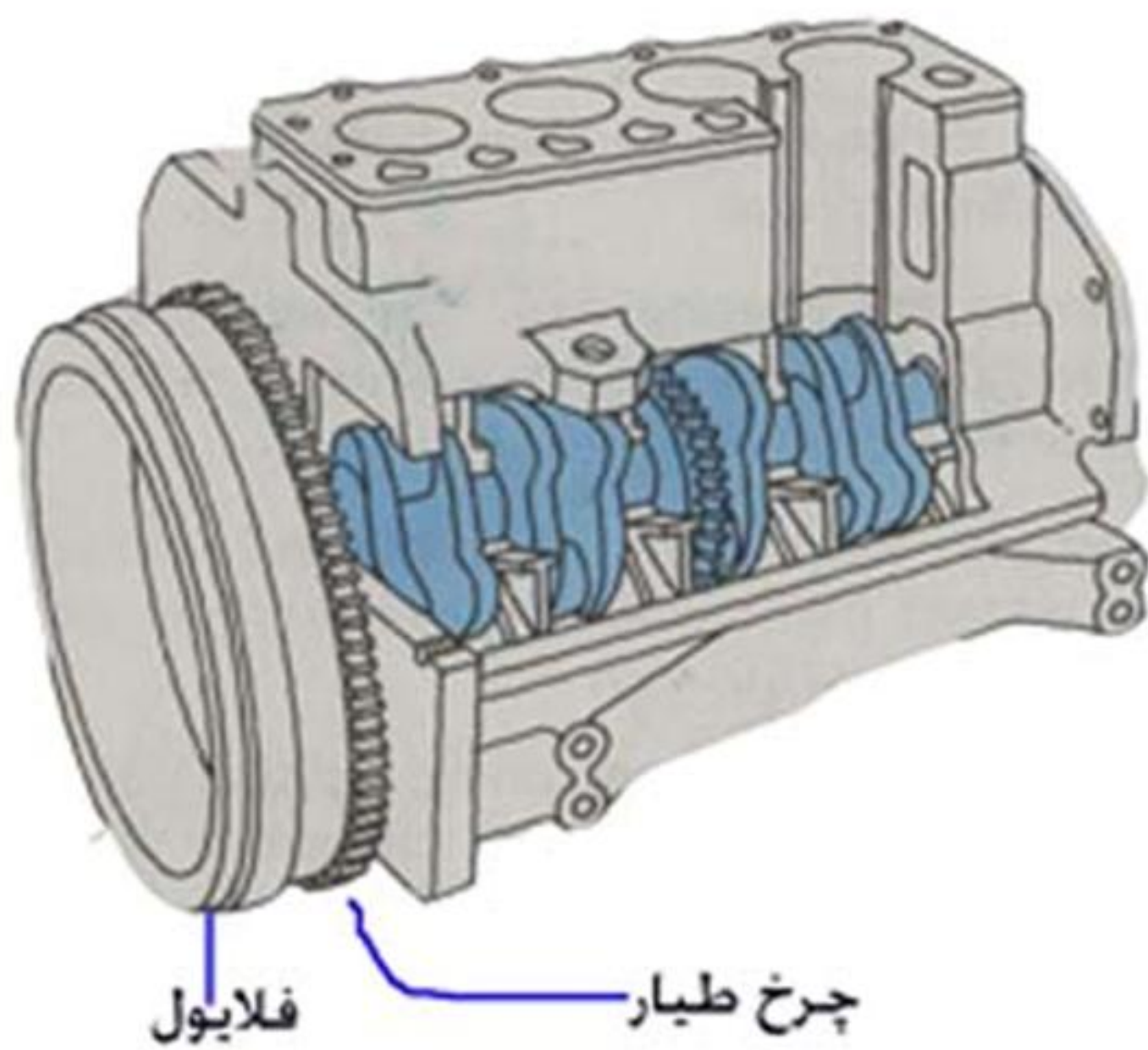
هر چه تعداد سیلندره‌ای موتور بیشتر باشد، نایکنواختی سرعت کمتر شده و چرخ لنگر کوچکتری مورد نیاز خواهد بود. همچنین، در موتورهای پر سرعت چرخ لنگرهای کوچکتری بکار می رود، زیرا مقدار انرژی ذخیره شده در آن با افزایش سرعت افزایش می یابد. در یک موتور دوزمانه نیز چرخ لنگر کوچکتری مورد نیاز است، چون در این موتورها در هر دور میل لنگ یک انبساط صورت می گیرد و نایکنواختی سرعت کمتر از موتورهاى چهارزمانه است.

یک چرخ لنگر تشکیل شده است از یک دیسک سنگین چدنی، که به انتهای عقبی میل لنگ بوسیله پیچ یا مهره بسته می شود. یک حلقه چرخنده‌ای به دور دیسک چرخ لنگر بصورت پرسی سوار می کنند که برای راه اندازی موتور با پینیون استارتر درگیر می شود. چرخ لنگر در همه موتورها به کلاچ وصل می شود.

معمولاً علامت‌های تایمینگ مربوط به نقاط مرگ یک پیستون، جهت سهولت تنظیم آوانس تزریق سوخت یا آغاز اشتعال، را روی چرخ لنگر حک می کنند.



شکل ۸- تصویر فلاپیول موتور تک سیلندر (سمت راست) و یک فلاپیول موتور ۴ سیلندر (سمت چپ)



سیستم سوپاپ

- ریشه لغوی

- سوپاپ یک کلمه فرانسوی (Soupape) است که در زبان ما به همان شکل اصلی استعمال می‌گردد. معنی دقیق آن دریچه است. لیکن معنی رایج آن عبارت است از یکی از قطعات موتور که روی سیلندر موتور قرار می‌گیرد و ورود هوا و خروج دود را کنترل می‌کند. البته در مواردی به دریچه‌های موجود در تلمبه‌های آب نیز اطلاق می‌گردد.



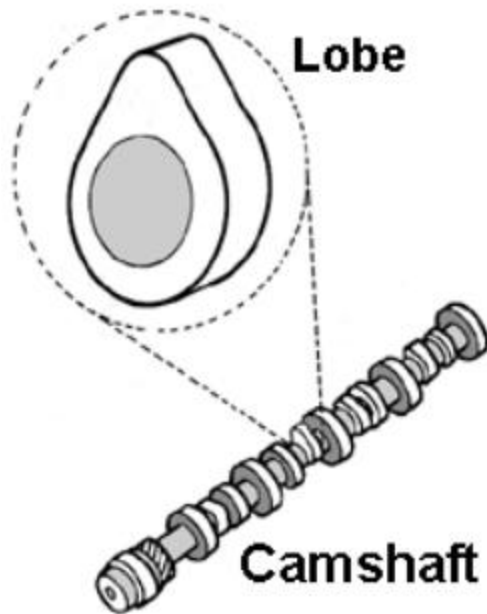
طرز کار سوپاپ

- همانگونه که ذکر شد سوپاپ‌ها وظیفه دارند تا در زمانهای مناسب ابتدا هوا را وارد سیلندر سازند. پس از آن در مراحل تراکم و قدرت (احتراق سوخت) بسته بمانند و سپس در مرحله تخلیه گازهای ناشی از احتراق را از سیلندر خارج کند. اما مکانیسم عمل سوپاپ چگونه است و این تنظیم زمانی و نیز نیروی محرکه سوپاپ‌ها از کجا می‌آید؟

• زمانبندی کار سوپاپ‌ها

- محل زمانبندی و تنظیم زمانهای باز شدن یا بسته ماندن سوپاپ‌ها را قطعه‌ای به نام میل بادامک انجام می‌دهد. این میل به توجه به ساختار و شکل برجستگیهای روی آن (بادامک‌ها) تعیین می‌کند که سوپاپ‌ها می‌بایست در چه زمانی باز شده و پس از آن بسته شوند. همچنین تعیین می‌کند که بسته ماندن سوپاپ‌ها می‌بایست تاکی ادامه پیدا کند. همانگونه که ذکر شد حرکات و باز و بسته شدن سوپاپ‌ها می‌بایست کاملاً هماهنگ باشد با حرکات بالا و پایین رفتن پیستون در سیلندر. برای تامین کردن این هماهنگی در ساختمان موتورهای میل بادامک‌ها را در ارتباط ثابت و همیشگی با میل لنگ نگه می‌دارند.

طرز کار سوپاپ



شکل-۱۱- میل بادامک و بادامک

- از آنجا که میل لنگ تحت تاثیر حرکات بالا و پایین پیستون می چرخد از اینرو حرکت میل بادامک به خودی خود با حرکت پیستون هماهنگ می شود. این هماهنگی باعث می شود تا در لحظه پایین آمدن در ابتدای کورس خود ، به منظور مکش هوا به داخل سیلندر میل بادامک سوپاپ هوا را باز کند. اینکار تا زمانی ادامه می یابد که پیستون شروع به متراکم ساختن هوای ورودی سازد در این زمان سوپاپ هوا و سوپاپ دود هر دو بسته شده اند. بسته بودن سوپاپ تا پایان مرحله قدرت ادامه پیدا می کند در این لحظه با شروع پیستون به حرکت رو به بالای خود سوپاپ دود هم باز شده و تا رسیدن پیستون به نقطه مرگ بالا باز می ماند. پس از آن سیکل جدیدی آغاز می شود .

مواد ساختمانی و ترکیبات سوپاپ

- از آنجایی که سوپاپ‌ها در مقابل حرارات زیادی قرار گرفته و با سرعت زیادی کار می‌کنند در معرض فشار و فرسودگی قابل ملاحظه‌ای قرار دارند، بدیهی است که سوپاپ تخلیه گازهای ناشی از احتراق ، داغتر از سوپاپ تنفس می‌شود، زیرا تقریباً در معرض یک شعله مداوم قرار دارد. در حقیقت در شرایطی که موتور زیر بار قرار می‌گیرد، حرارت آن ممکن است آنقدر بالا رود که سوپاپ به رنگ قرمز کدر درآید.

به منظور ایجاد مقاومت در مقابل شکستگی ، زنگ زدگی ، تاب برداشتن و فرسودگی سریع ، سوپاپ‌های تخلیه از آلیاژ فولاد مخصوصی ساخته می‌شوند که دارای مقادیر نسبتاً زیادی از کروم ، نیکل ، سیلیس و مقدار کمتری از سایر فلزات می‌باشد. سوپاپ‌های تنفس بسیار خنک‌تر از سوپاپ‌های دود ، کار می‌کند. بنابراین کمتر در معرض سوختن ، زنگ زدن و فرسودگی قرار دارند .

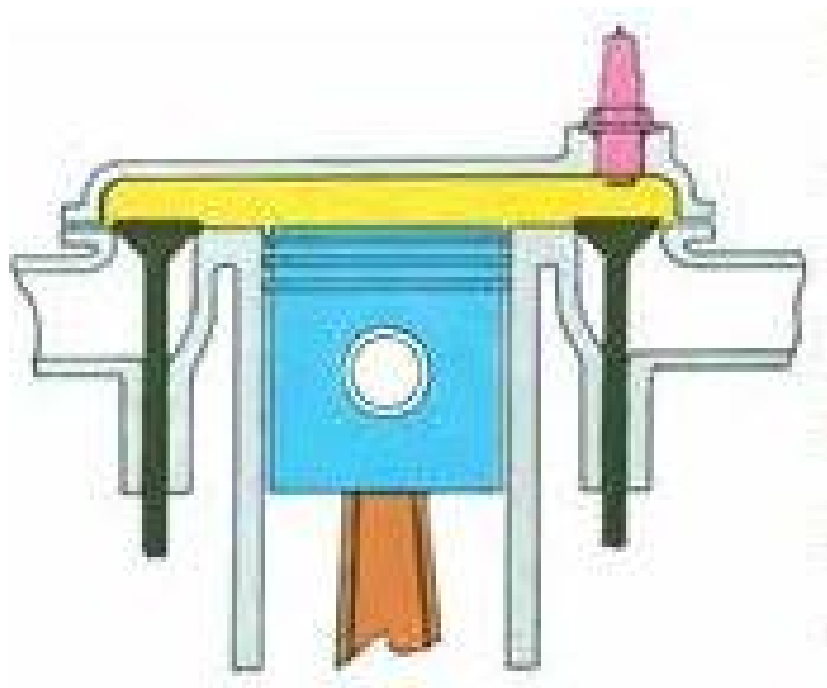
• سیستم راه انداز سوپاپ

- برای راه اندازی و باز بسته کردن سوپاپ‌ها در موتورهای مختلف و وابسته به نوع و ساختار آن موتورها قطعات متفاوتی وجود دارد اما بطور کلی قطعات مورد نیاز برای باز و بسته شدن صحیح سوپاپ‌ها عبارتند از میل بادامک ، بالابر ، میله فشارنده ، اسبک سوپاپ ، انگشتی سوپاپ و فنرهای سوپاپ البته محل و ترتیب سوپاپ‌ها در وجود یا عدم وجود این قطعات موثر است.



شکل -۱۰- سوپاپ موتور های احتراق داخلی

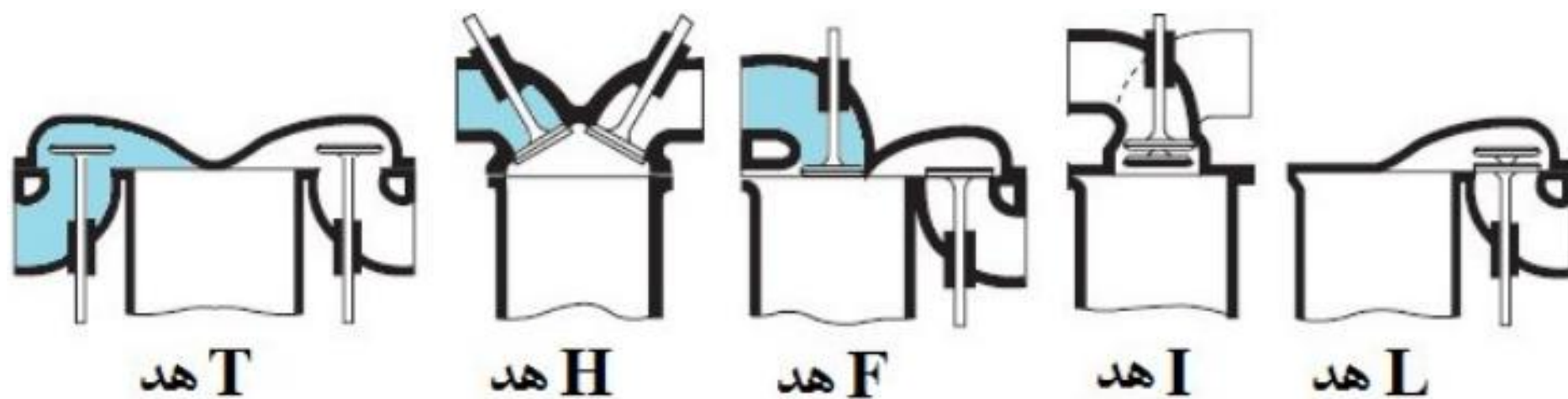
سیستم های مختلف قرارگیری سوپاپ ها



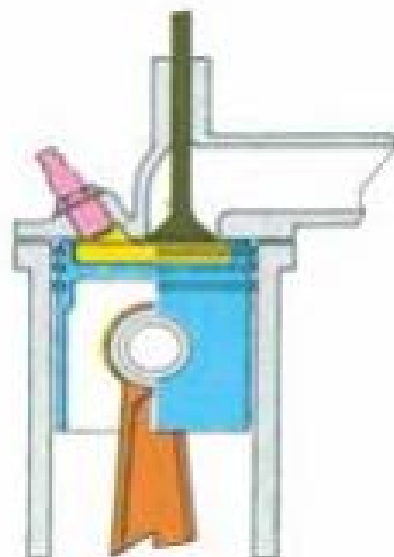
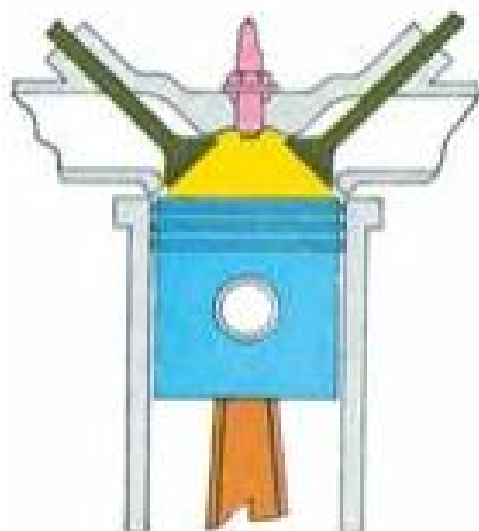
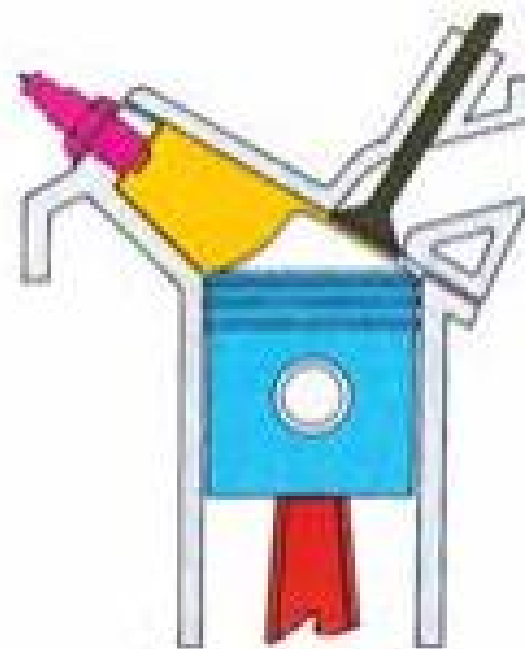
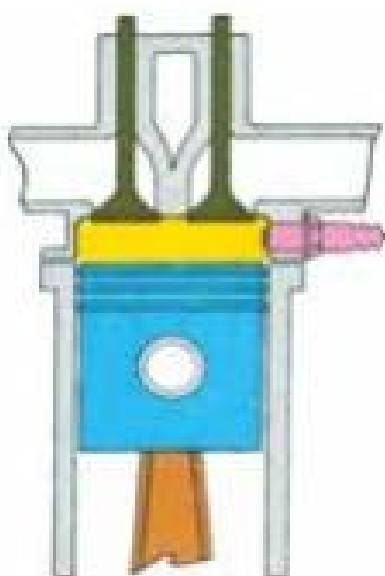
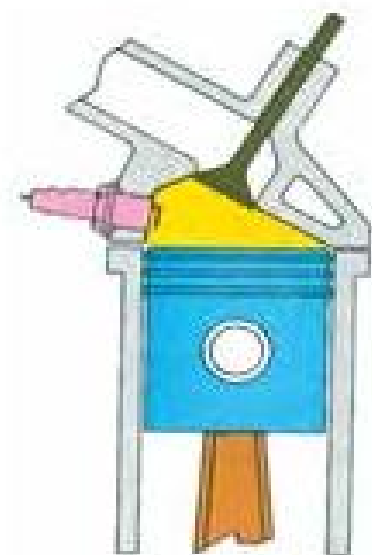
شکل ۸-۲ موتور با سوپاپ T شکل



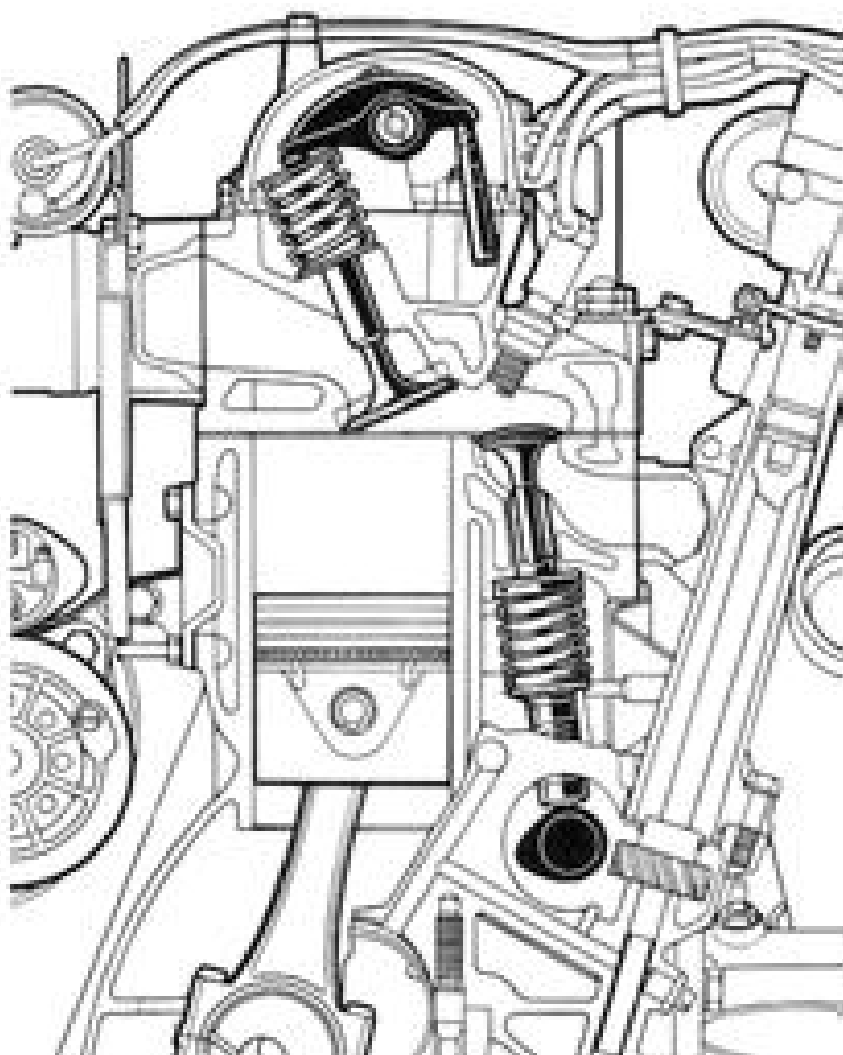
شکل ۹-۲ موتور I شکل



شکل ۸-۲ ترتیب قرار گرفتن سوپاپ ها نسبت به سیلندر



شکل ۱۱-۲- انواع اتاق احتراق در سیستم ۱ شکل



شکل ۱۰-۲- ساختمان سرباپ های ترکیبی یا F شکل

• ساختمان سوپاپ

• سوپاپ‌های متداول امروزی معمولاً از نوع سوپاپ قارچی شکل یا پایه‌دار می‌باشند. این سوپاپ‌ها شامل یک ساقه (که به مشابه ساقه قارچ است) و یک سه تخت و پهن (که مشابه کلاهک قارچ) می‌باشند. همچنین سه سوپاپ دارای یک لبه مورب است که وجه نامیده می‌شود. همچنین محل قرارگیری سوپاپ که در سرسیلندر و یا خود سیلندر قرار دارد نیز دارای یک لبه به نام نشیمنگاه است.

• در انتهای دیگر سوپاپ یعنی بر روی ساقه آن یک یا گاهی دو فنر قوی قرار دارد که بوسیله یک نگهدارنده و دو عدد خار به انتهای سوپاپ محکم شده‌اند. فنر سوپاپ موجب می‌گردد تا وجه سوپاپ بر روی نشیمنگاه سوپاپ محکم نگهداشته شده و بدین ترتیب از هر گونه نشتی در زمانهای تراکم و قدرت جلوگیری شود. زاویه رایج برای وجه و نشیمنگاه سوپاپ 45 درجه است. اما برای سوپاپ‌های هوا گاهی از زاویه 30 درجه نیز استفاده می‌شود.

- در انتهای دیگر سوپاپ یعنی بر روی ساقه آن یک یا گاهاً دو فنر قوی قرار دارد که بوسیله یک نگهدارنده و دو عدد خار به انتهای سوپاپ محکم شده‌اند. فنر سوپاپ موجب می‌گردد تا وجه سوپاپ بر روی نشیمنگاه سوپاپ محکم نگهداشته شده و بدین ترتیب از هر گونه نشتی در زمانهای تراکم و قدرت جلوگیری شود. زاویه رایج برای وجه و نشیمنگاه سوپاپ 45 درجه است. اما برای سوپاپ‌های هوا گاهی از زاویه 30 درجه نیز استفاده می‌شود .

• گاید یا راهنمای سوپاپ

- ساقه سوپاپ در داخل یک بوش (آستری قابل تعویض) که به آن گاید یا راهنمای سوپاپ گفته می‌شود حرکت می‌کند در تعداد معدودی از موتورهای گاید ، سوپاپ وجود ندارد جز یک سوراخ که در بدنه سیلندر یا سرسیلندر تعبیه شده است. اما در اکثر موتور خودروهای گاید قابل تعویض می‌باشد .

ساقه سوپاپ می‌بایستی در داخل راهنمای خود (گاید) به راحتی حرکت کند. اما تماس و جفت شدن آن دقیق آن با دیواره‌های گاید برای کنترل روغنکاری و جلوگیری از به هدر رفتن روغن و نیز به هدر رفتن گازها در مرحله متراکم ، بسیار مهم می‌باشد. بعضی از موتورها به درزگیرهای راهنمای سوپاپ مجهز می‌شوند تا اینکه به کنترل این موارد کمک نمایند .

• لقی ساق سوپاپ

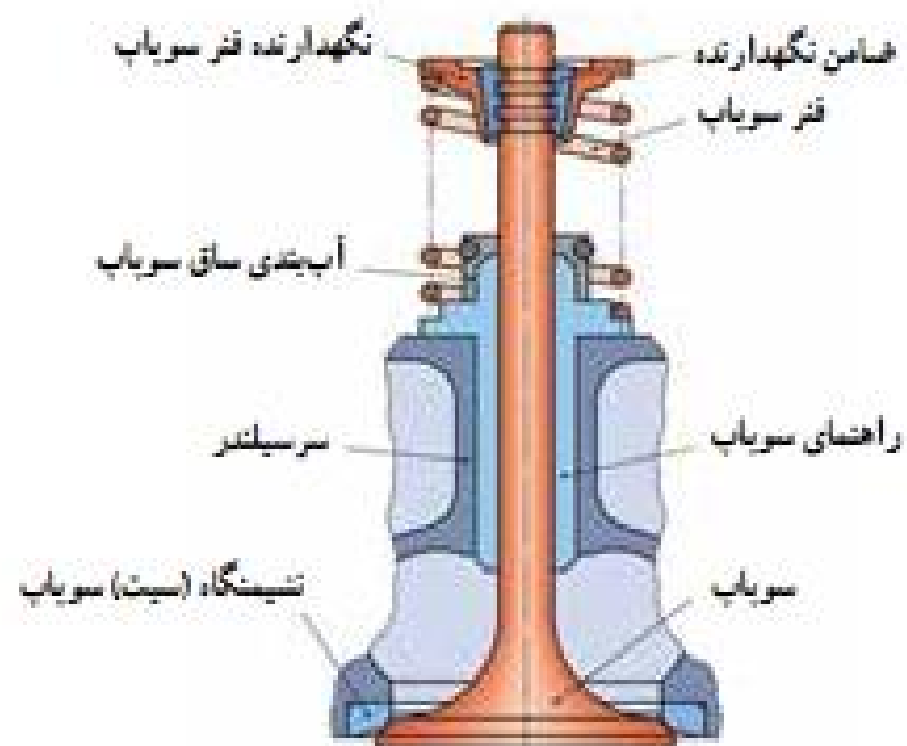
- در فاصله میان ساقه سوپاپ‌ها و گایدهای آنها می‌بایست یک لقی مناسب وجود داشته باشد همانگونه که ذکر شد لقی بیش از اندازه به روغن اجازه می‌دهد که به طرف پایین ساق سوپاپ ، و به درون مجاری ورودی هوا و خروجی دود جریان یابد و سبب افزایش مصرف روغن گردد.

هرچند که این لقی می‌بایست به اندازه‌ای باشد که اجازه ورود مقداری روغن را جهت روانسازی به هادی سوپاپ بدهد، لقی مذکور به علت اختلاف اندازه میان قطر ساق سوپاپ و قطر داخلی هادی سوپاپ‌ها بوجود می‌آید. قطر این قطعات و در نتیجه میزان لقی قابل قبول ساقه سوپاپ‌ها در دفترچه راهنمای سازنده مشخص شده است .

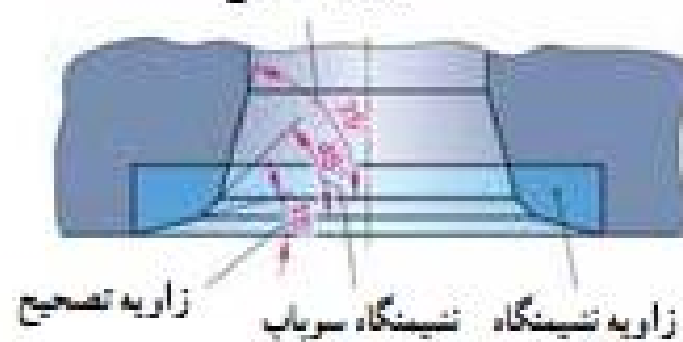
نشیمنگاه سوپاپ

- وقتی که فنر سوپاپ ، لبه سوپاپ را در مقابل نشیمنگاه سوپاپ بطور محکم فشار دهد، آب بندی صورت می گیرد. ماشین کاری نشیمنگاه ممکن است. مستقیماً روی سه سیاندر و یا روی حلقه نشیمنگاهی مقاومی که در درون سه سیلندر قرار می گیرد و از جنس فولاد مقاوم ساخته می شود انجام پذیرد. گاهی برای کاهش فرسودگی در نشیمنگاهها از بوش ها استفاده می کنند .

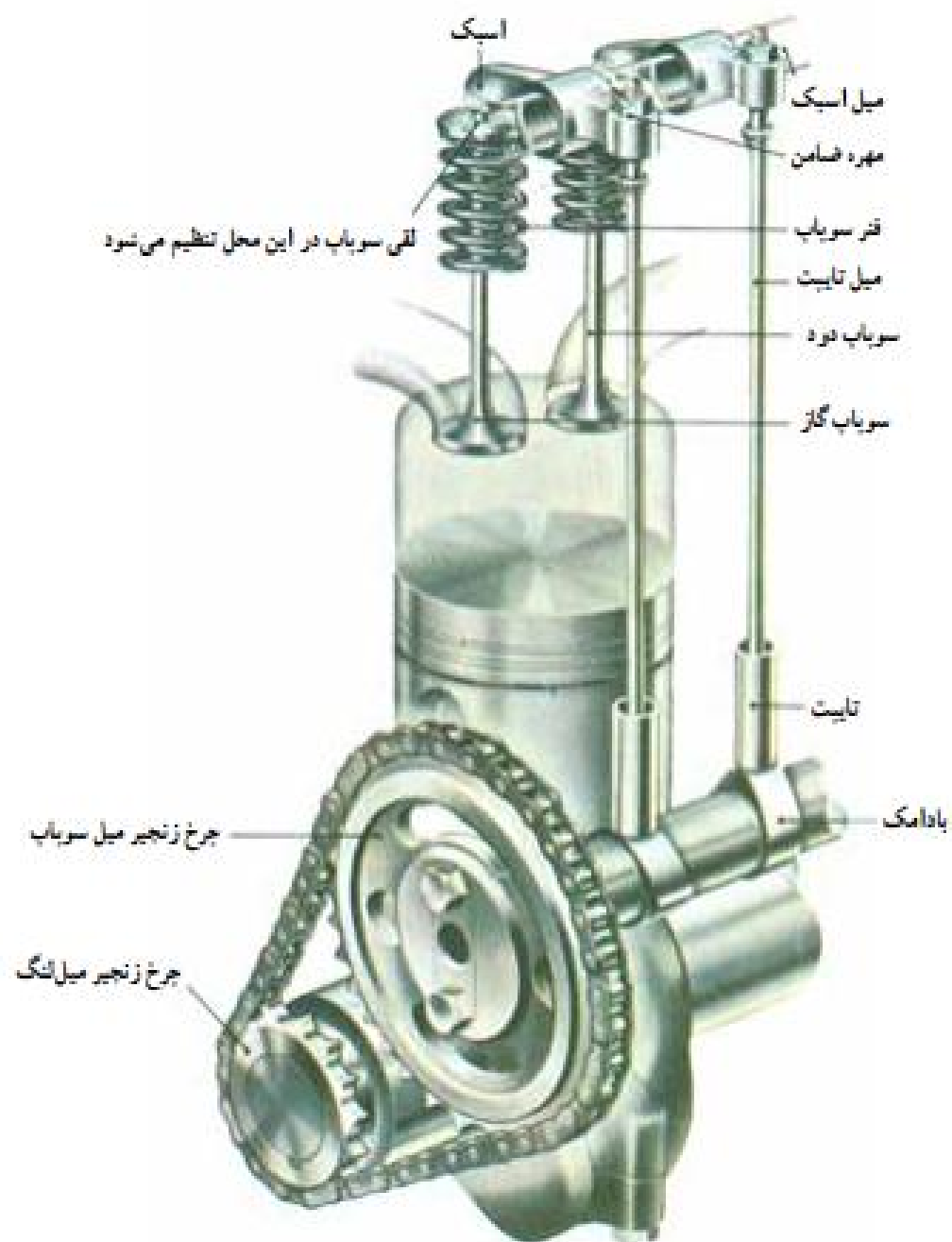
مزیت دیگر بوش های نشیمنگاه (علاوه بر کاهش فرسودگی) اینست که به آسانی قابل تعویض بوده و نیاز به ماشین کار را از بین می برند لازم به ذکر است که در صورت پدیدار شدن فرسودگی در لبه سوپاپ ها و یا در نشیمنگاه ، هر دوی آنها را می توان با عملیات سنگ زنی تغییر کرد، سطح تماس بین لبه سوپاپ و نشیمنگاه آن باید آنقدر پهن باشد تا اجازه انتقال گره را بدهد و آنقدر باریک باشد تا به از بین بردن رسوبات کمک کند. لازم به ذکر است که شکل هندسی صحیح لبه های سوپاپ ها و نشیمنگاهها توسط سازنده ذکر است



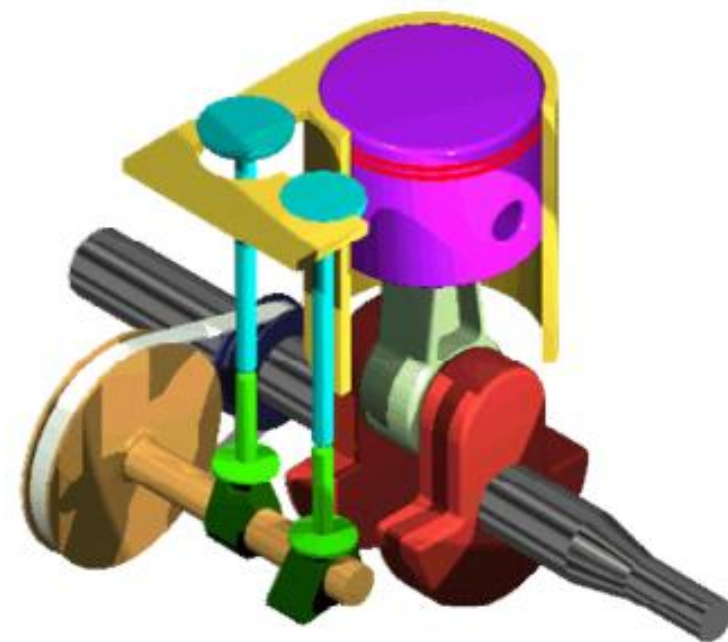
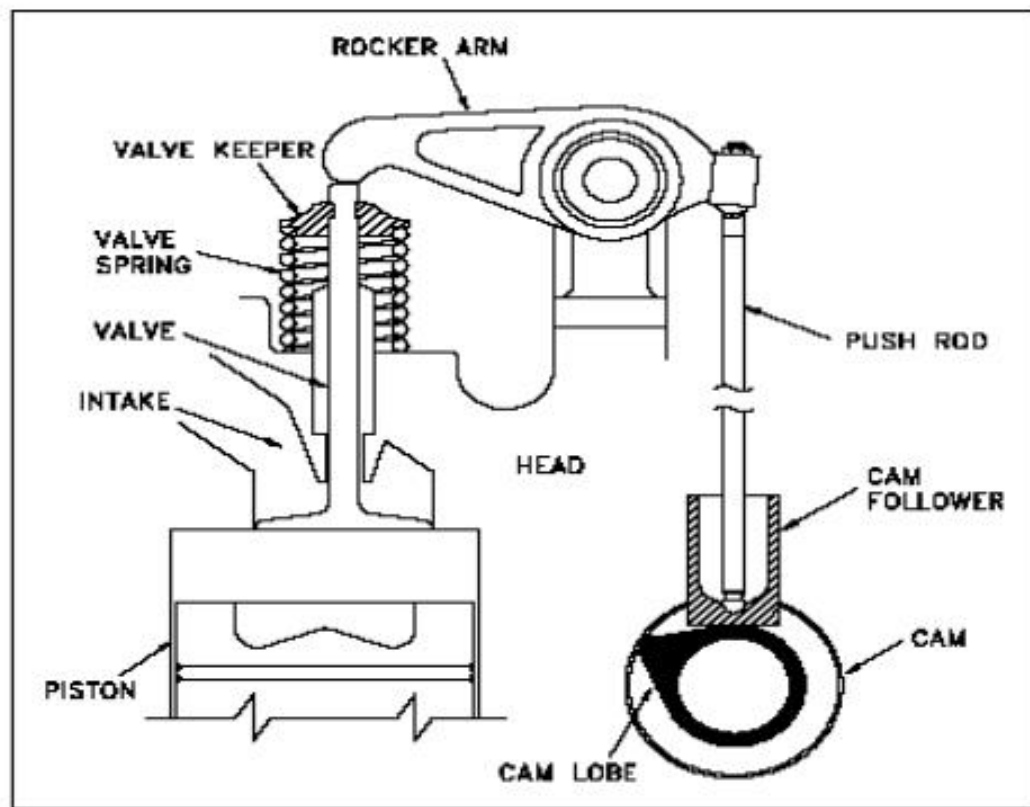
زاویه تصحیح



شکل ۷-۲- زوایای شیب تشیمنگاه سر سوباپ

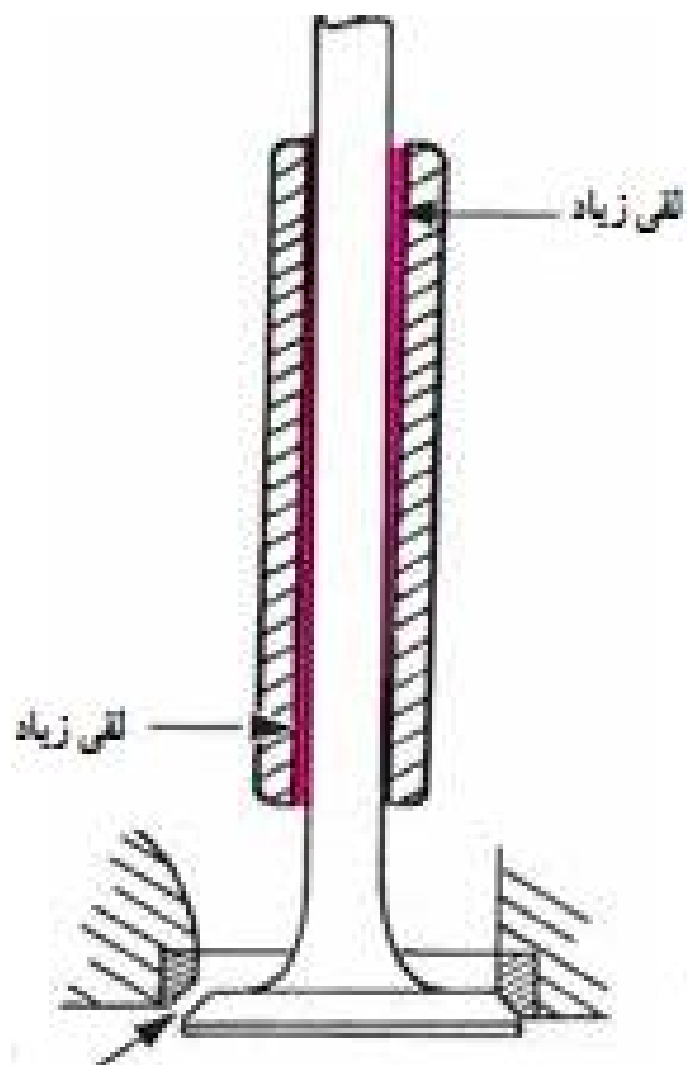


شکل ۶-۲- مکانیزم حرکت سوپاپ ۱ شکل با میل سوپاپ بایی

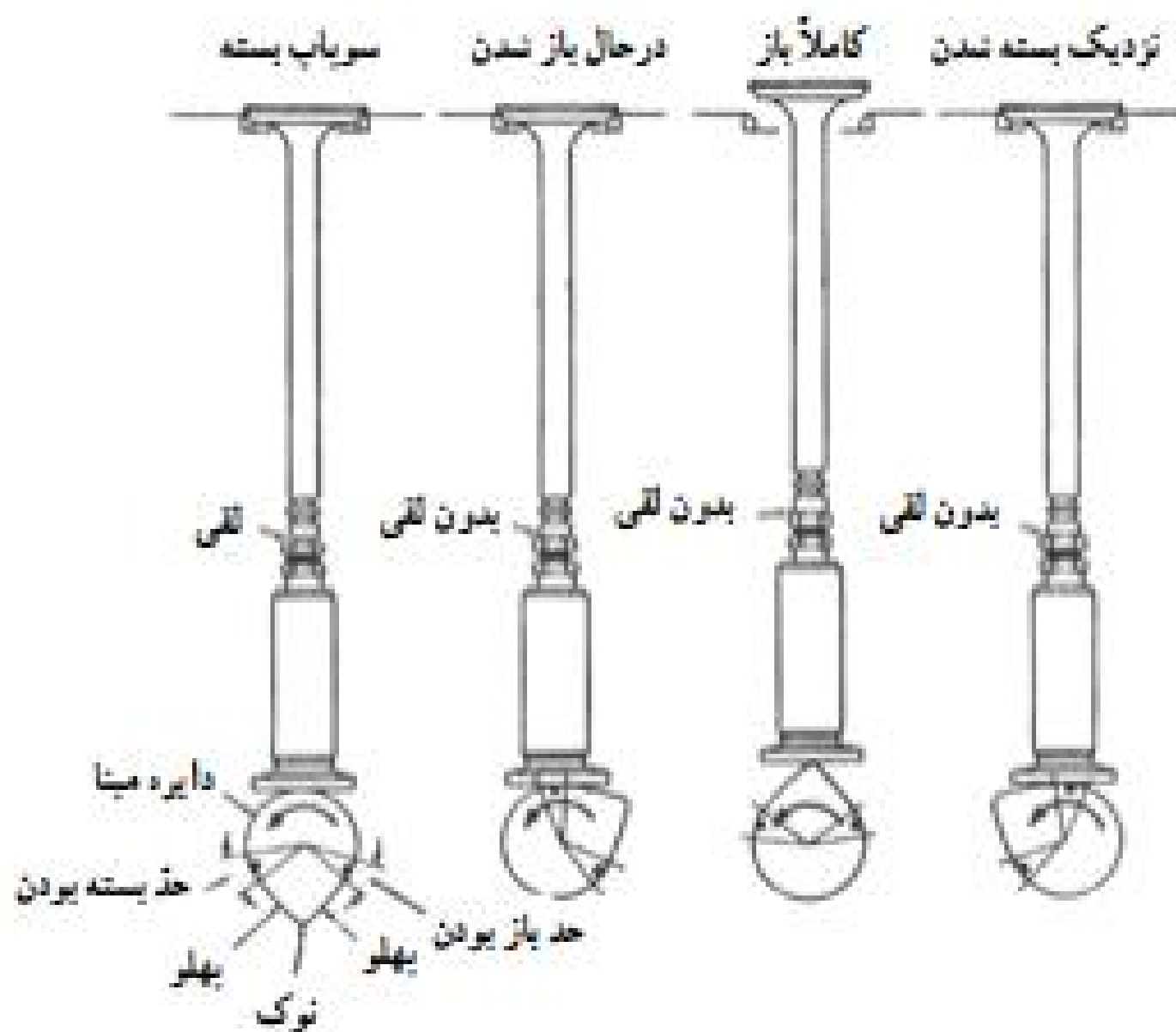


شکل-۹- آرایش سوپاپ زیر (راست) و سوپاپ رو (چپ)

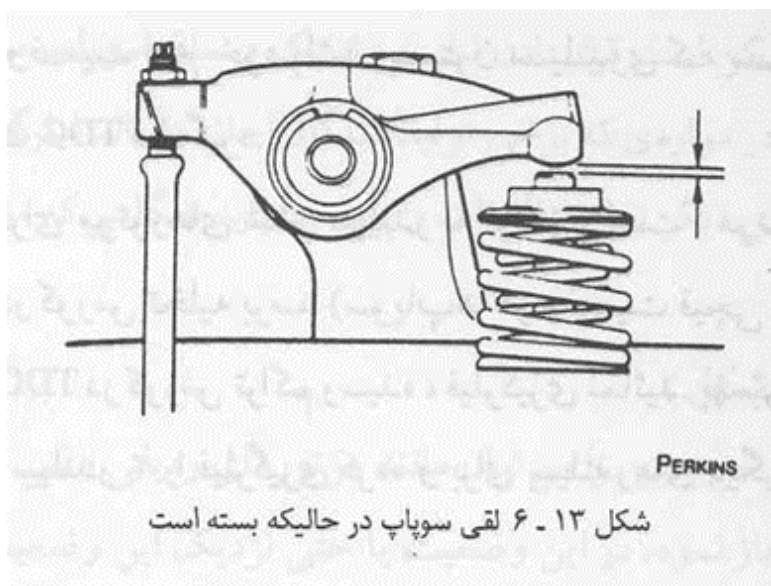
لقی بین ساقی سوپاپ و راهنمایش باید در حد
مجاز باشد: اگر لقی خیلی کم باشد، سرعت بسته شدن
سوپاپ کند می گردد. به علاوه روغن نمی تواند در گیت
نفوذ کند و عمل روغن کاری به خوبی انجام نمی شود.
اگر لقی، خیلی زیاد باشد سوپاپ به خوبی هدایت نشده،
در سیت خود کج حرکت می کند.



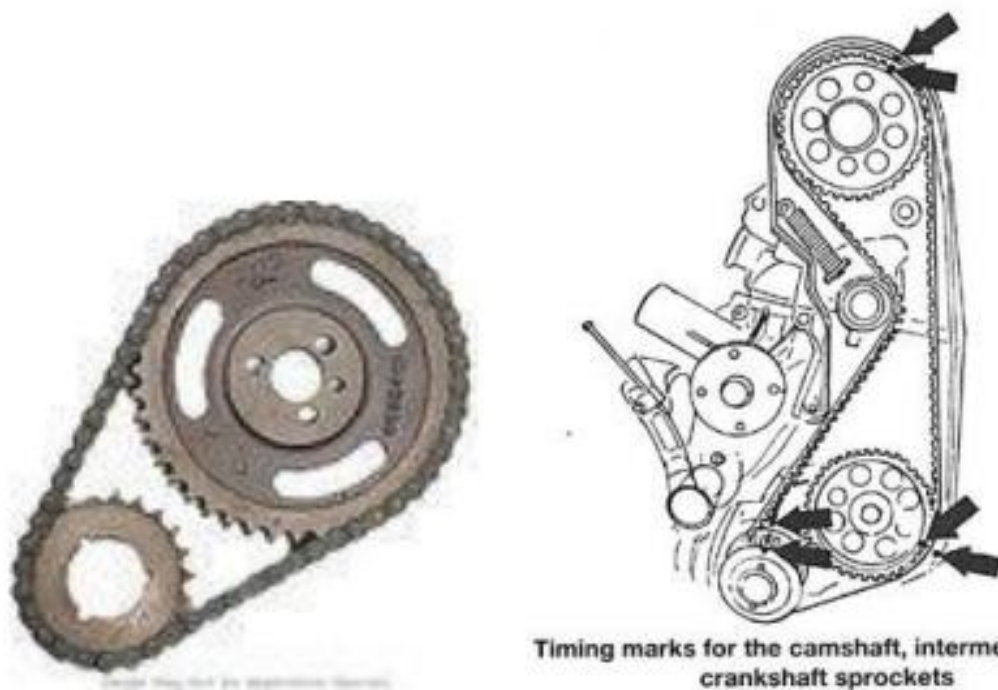
شکل ۱۶-۲



شکل ۱۲-۲- حالت های مختلف بادامک

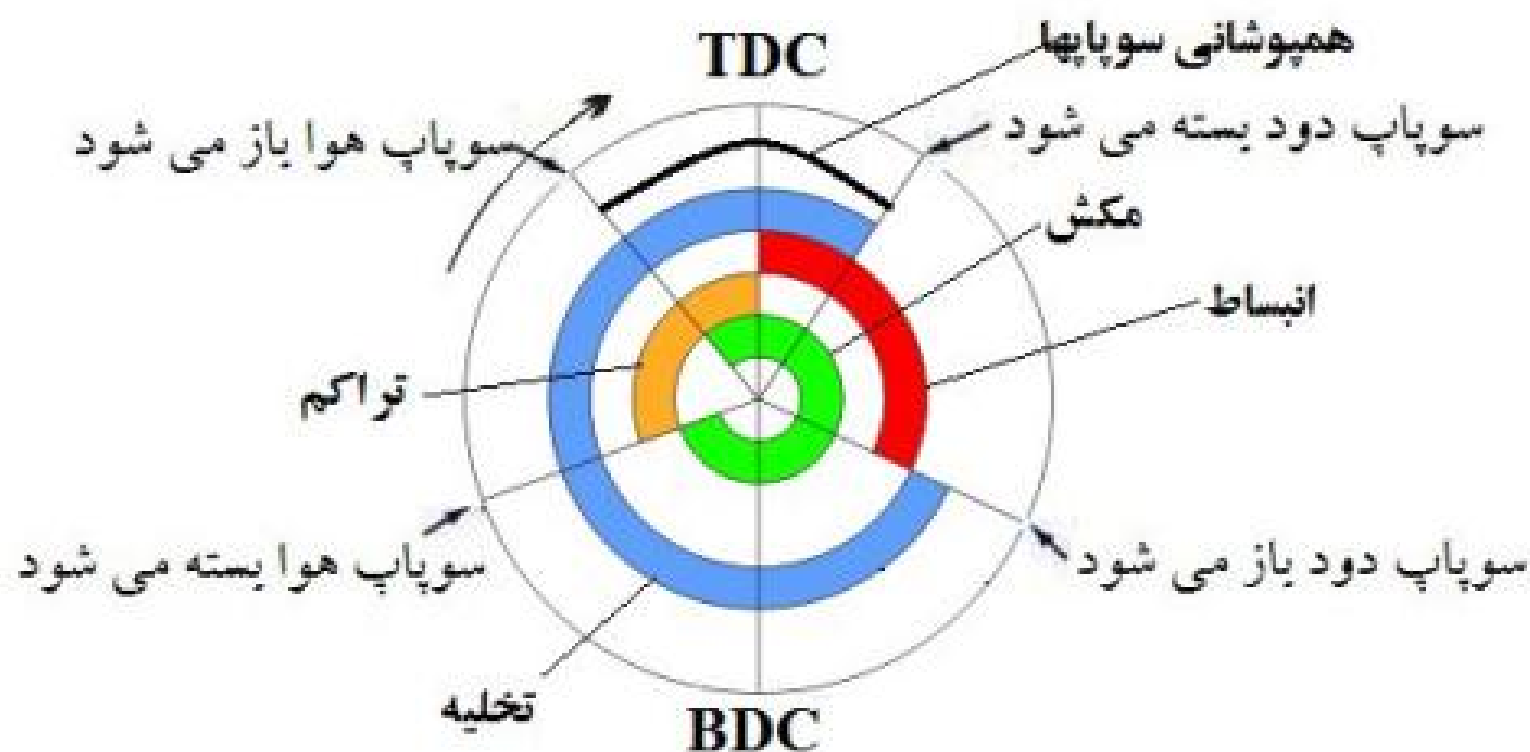


شکل ۱۳-۶ لقی سوپاپ در حالیکه بسته است

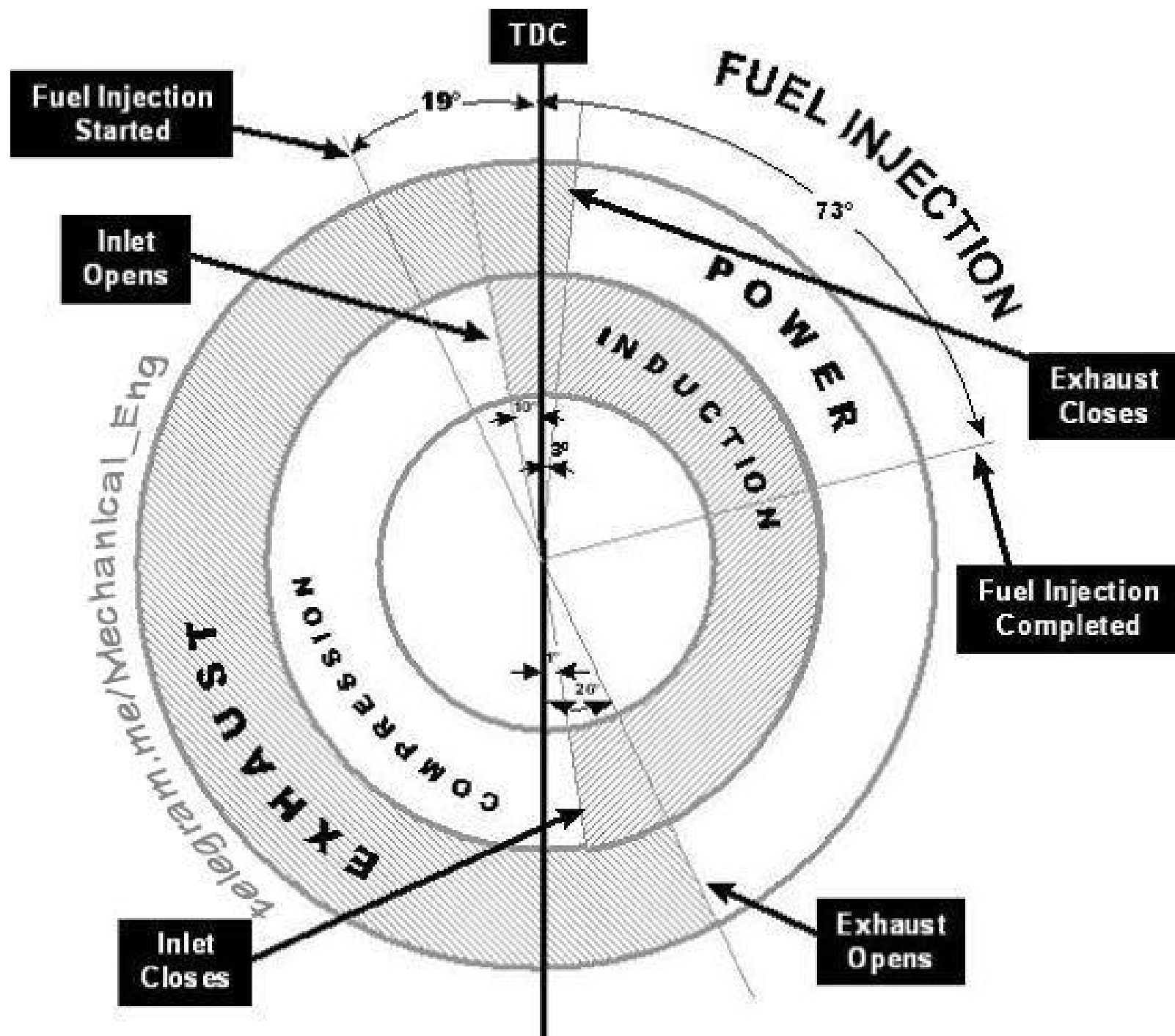


شکل-۱۲- انواع روش های برقراری تایمینگ (همزمانی بین میل لنگ و میل بادامک

در تمام موتورها، زمان کوتاهی سوپاپ هوا و دود هر دو باهم باز هستند. این دوره زمان را هم پوشانی (Overlapping) سوپاپ ها گویند. دوره هم پوشانی از ۱۶ تا ۴۶° متفاوت است. چون طول این دوره کوتاه و سطح جریان گاز نیز اندک است، اتلاف مخلوط قابل احتراق قابل اغماض می باشد

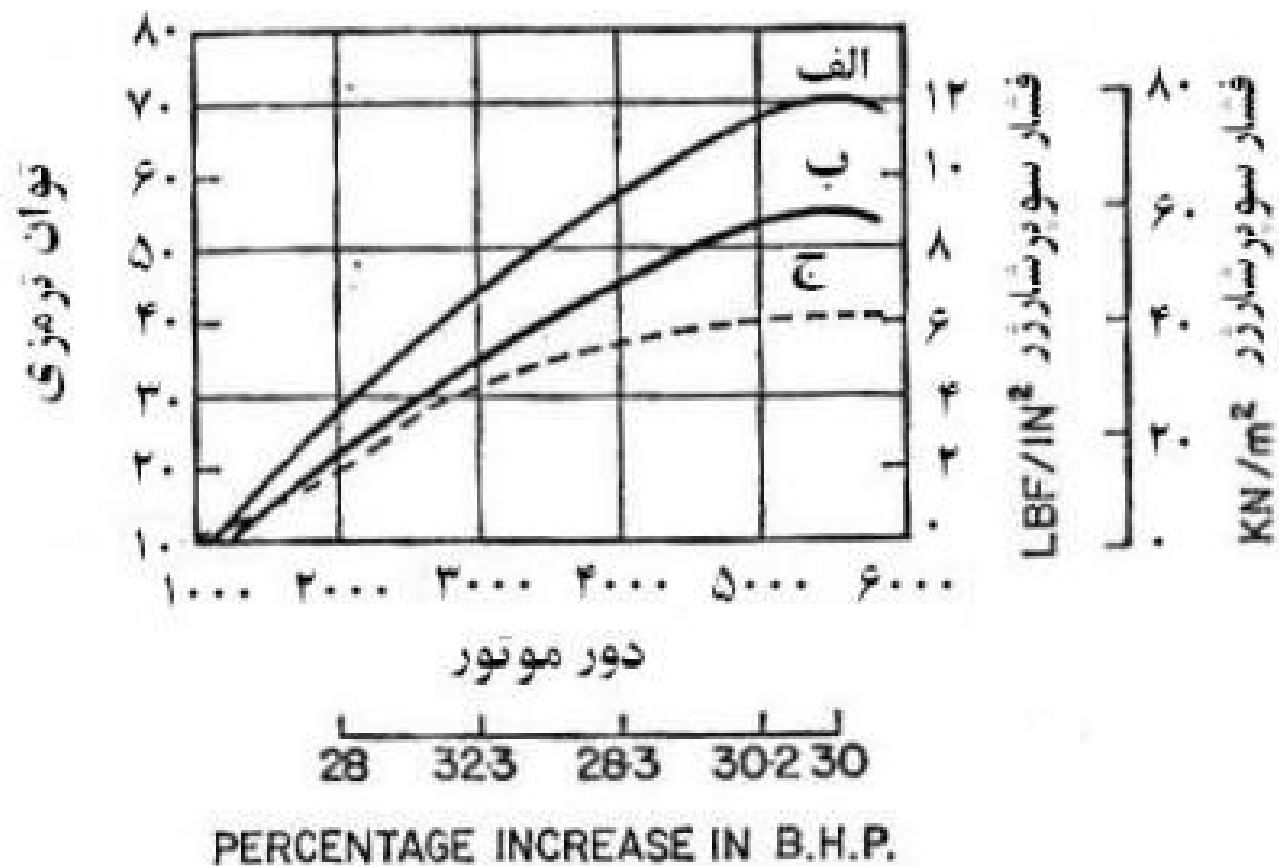


شکل ۸-۴ دیاگرام تایمینگ سوپاپ



۱۰-۲ سوپر شارژ کردن و سوپر شارژرها

وظیفه سوپر شارژر، که در حقیقت یک کمپرسور هوای کوچک است، وارد کردن مقدار زیادتری هوا یا مخلوط هوا و سوخت به داخل سیلندر است که در حالت عادی ممکن نیست. توان تولید شده در یک موتور احتراق داخلی متناسب با وزن سوخت مصرف شده در مدت معین است، که برای احتراق کامل سوخت باید هوای کافی نیز موجود باشد. در شرایط عادی کار موتور فقط مدت کوتاهی فرصت برای مخلوط کردن سوخت و هوا و ورود آن به داخل سیلندر وجود دارد و حتی در فشار جو هم امکان پر شدن سیلندرها نیست. با نصب سوپر شارژر موتور هوای ورودی را با فشاری بالاتر از فشار جو دریافت می کند، که در حقیقت معادل با افزایش حجم جاروب شده سیلندر است. بعنوان مثال، اگر ظرفیت سیلندرهایی یک موتور ۱۵۰۰ CC باشد و با فشاری برابر $34/5 \text{ KN/m}^2$ (۵ psi) بالاتر از فشار جو سوپر شارژ شده باشد، معادل موتوری با ظرفیت ۲۰۰۰ CC در شرایط عادی خواهد بود. منحنی های مشخصه یک موتور با سوپر شارژ و بدون آن در شکل ۱۰-۵ نشان داده شده است. بطوریکه ملاحظه می شود، استفاده از سوپر شارژ توان آن را ممکن است تا ۴۰٪ افزایش داده و در ازای فقط اندکی افزایش مصرف سوخت باعث بهبود قابلیت انعطاف و شتاب موتور گردد. با سوپر شارژ بازده حرارتی افزایش می یابد. بعلاوه توزیع مساوی بین سیلندرها، عمر سوپاپ های دود افزایش و فرسایش دیواره جدار سیلندرها کاهش پیدا می کنند.



الف (توان گرمزی با سوپر شارژر)

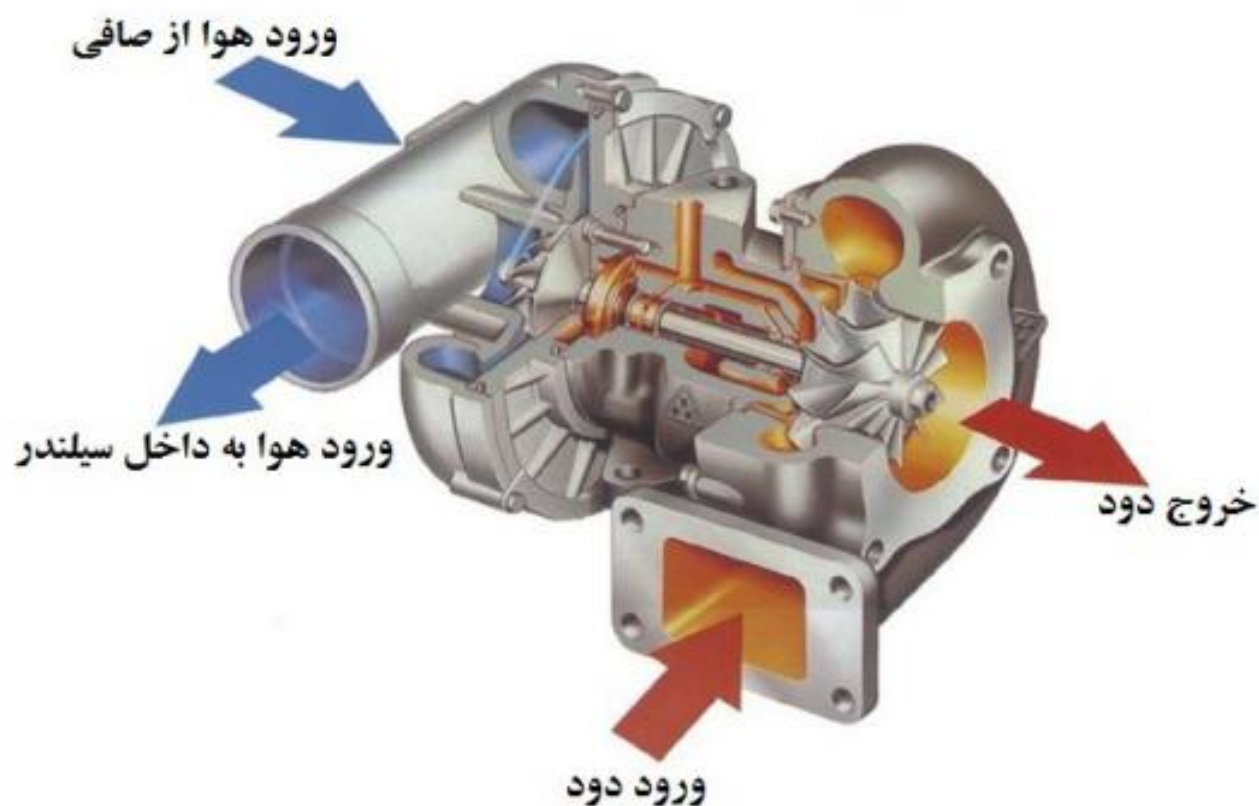
ب (توان گرمزی بدون سوپر شارژر)

ج (فشار سوپرشارژر)

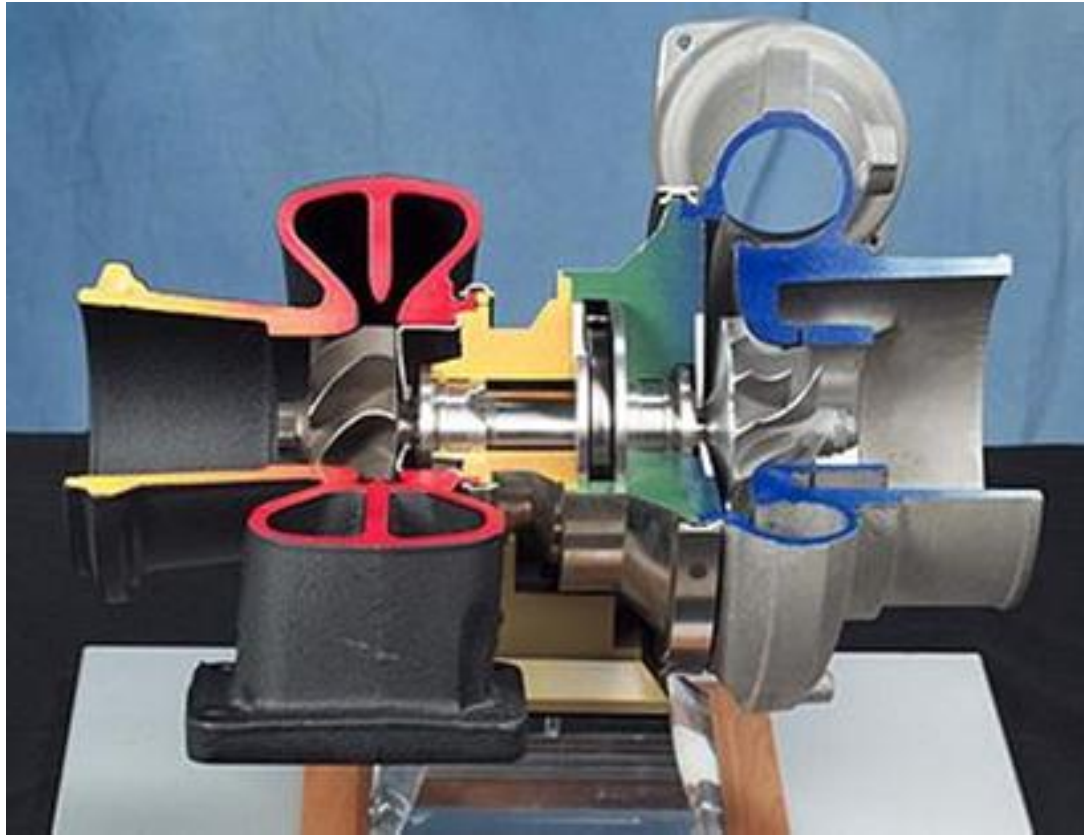
شکل ۱۰-۵ منحنی مشخصه یک موتور با سوپرشارژر و بدون آن

۱۰- ۴ توربوشارژر

توربوشارژر، مطابق شکل ۹-۱۰، از دو روتور متصل بهم تشکیل یافته است، یکی توربین که توسط انرژی دود اگزوز بحرکت در می آید و دیگری پمپ سانتریفوژ که هوا را با فشار به داخل سیلندرها می فرستد. موتورهای دارای توربوشارژر راندمان حرارتی بالاتری نسبت به موتورهایی که به روشهای دیگر سوپرشارژ می شوند دارند، زیرا از موتور انرژی جذب نمی کنند بلکه فقط از انرژی دود که باید هدر می رفت استفاده می کنند. توربوشارژرها دارای نسبت فشار بالائی هستند و برای موتورهای بزرگ دیزل مناسب می باشند. هنگام سرعت گیری موتور تحویل هوای فشار بالا نسبت به افزایش سوخت بیشتر اندکی تأخیر خواهد داشت.

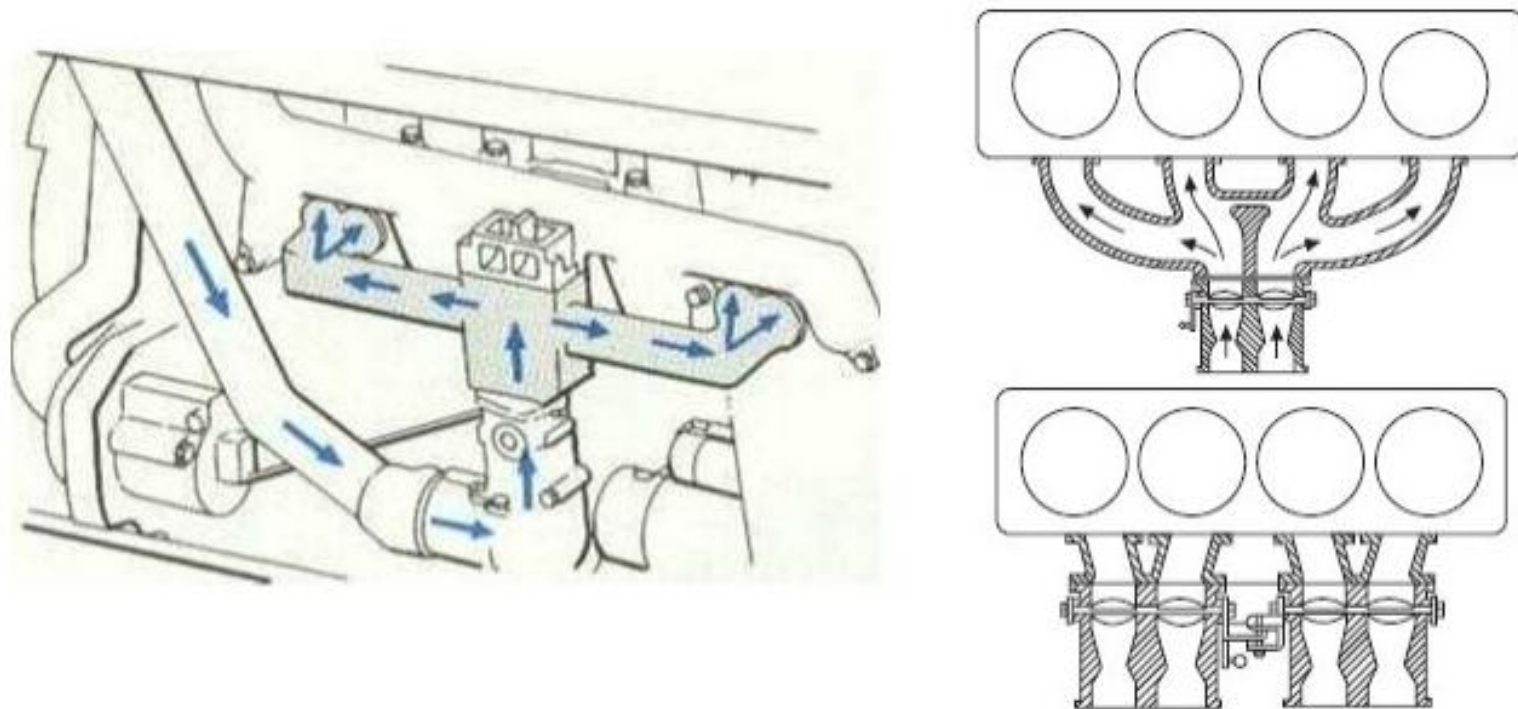


شکل ۹-۱۰ توربوشارژر



۱۰-۵ منیفولد هوا و منیفولد دود

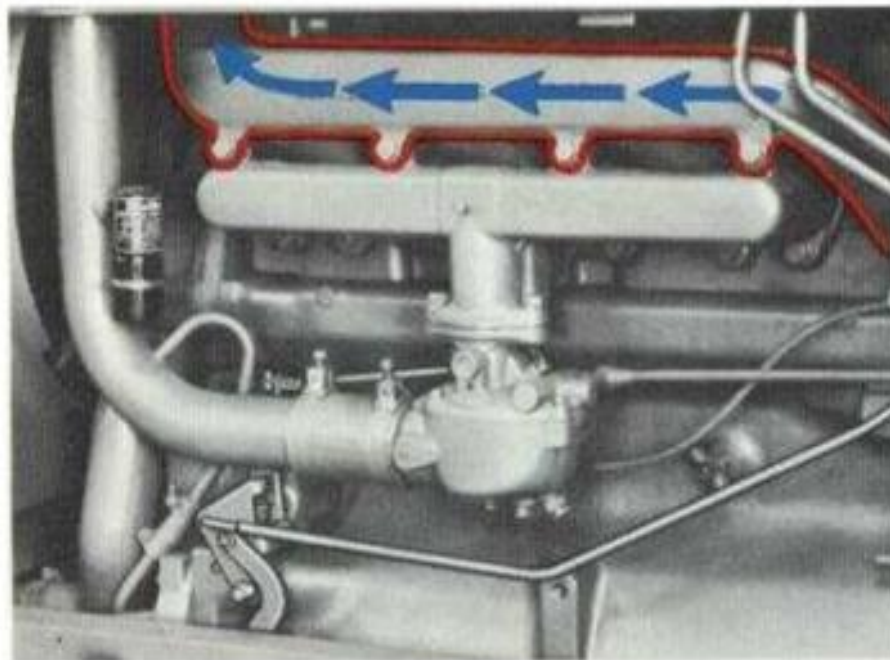
وظیفه منیفولد هوا انتقال مخلوط قابل احتراق از کاربوراتور در موتور بنزینی و هوای خالص در موتورهای دیزل به داخل سیلندر می باشد. منیفولد دود گازهای سوخته را از داخل سیلندر به خارج هدایت می کند. منیفولد هوا و منیفولد دود در یک تکه یا دو تکه، مشابه شکل ۱۰-۱۰، از چدن یا آلومینیم ساخته می شوند. همچنین منیفولدهایی وجود دارند که از قطعه های کوچک تر ساخته شده و با پیچ بهم بسته می شوند. بال های منیفولدها با واشرهای نسوز بوسیله پیچ به محفظه میل لنگ یا به سرسیلندر اتصال می یابند.



شکل ۱۰-۱۰ منیفولد هوا



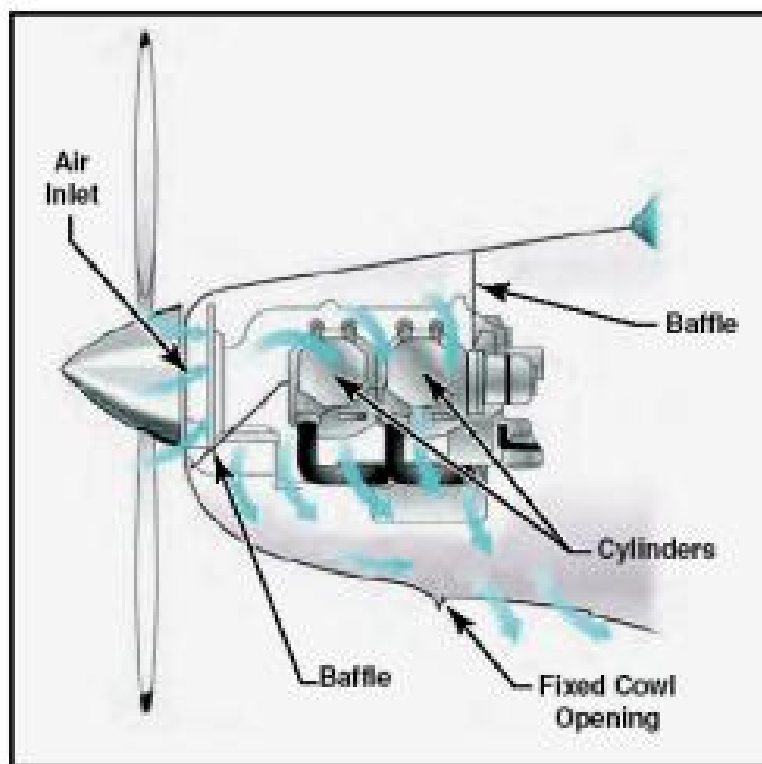
ب) منیفولد دود در خودروهای سواری



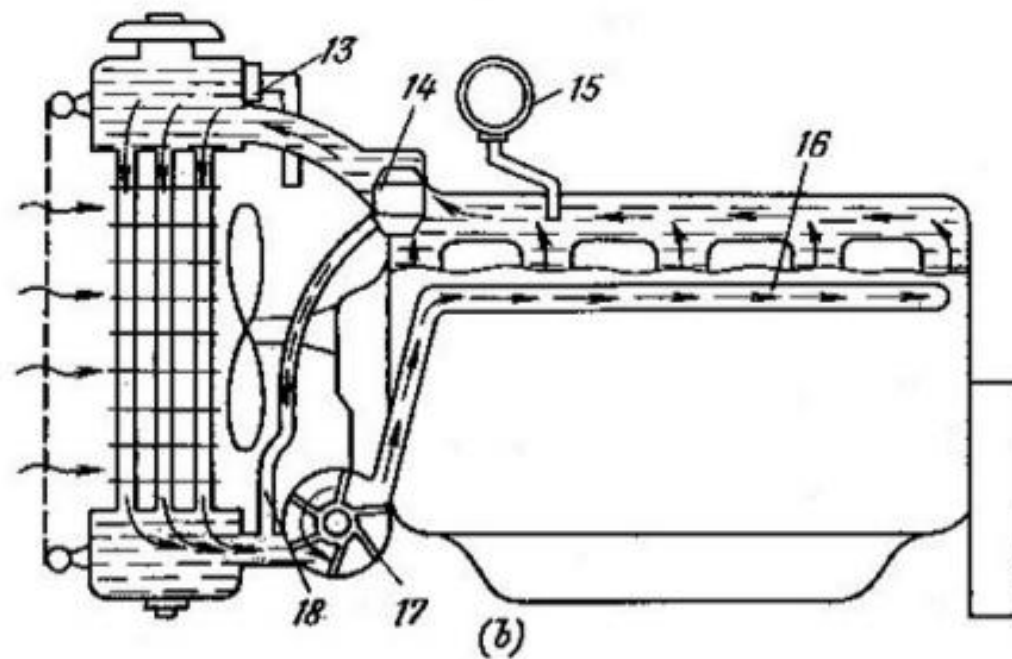
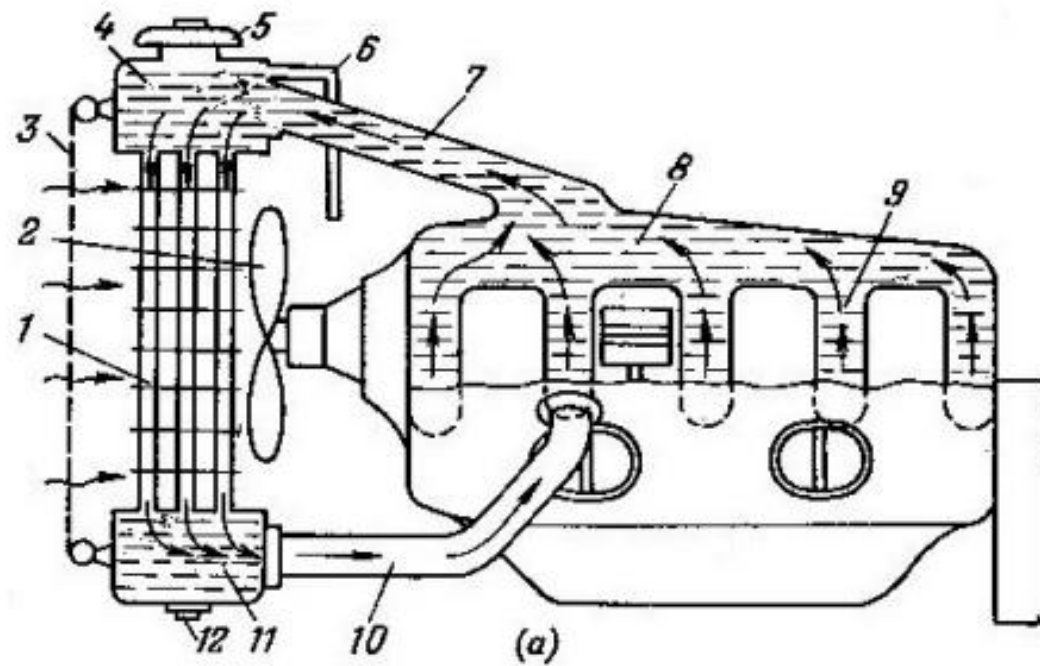
الف) منیفولد دود ماشینهای کشاورزی

شکل ۱۰-۱۱ منیفولد دود

Cooling system

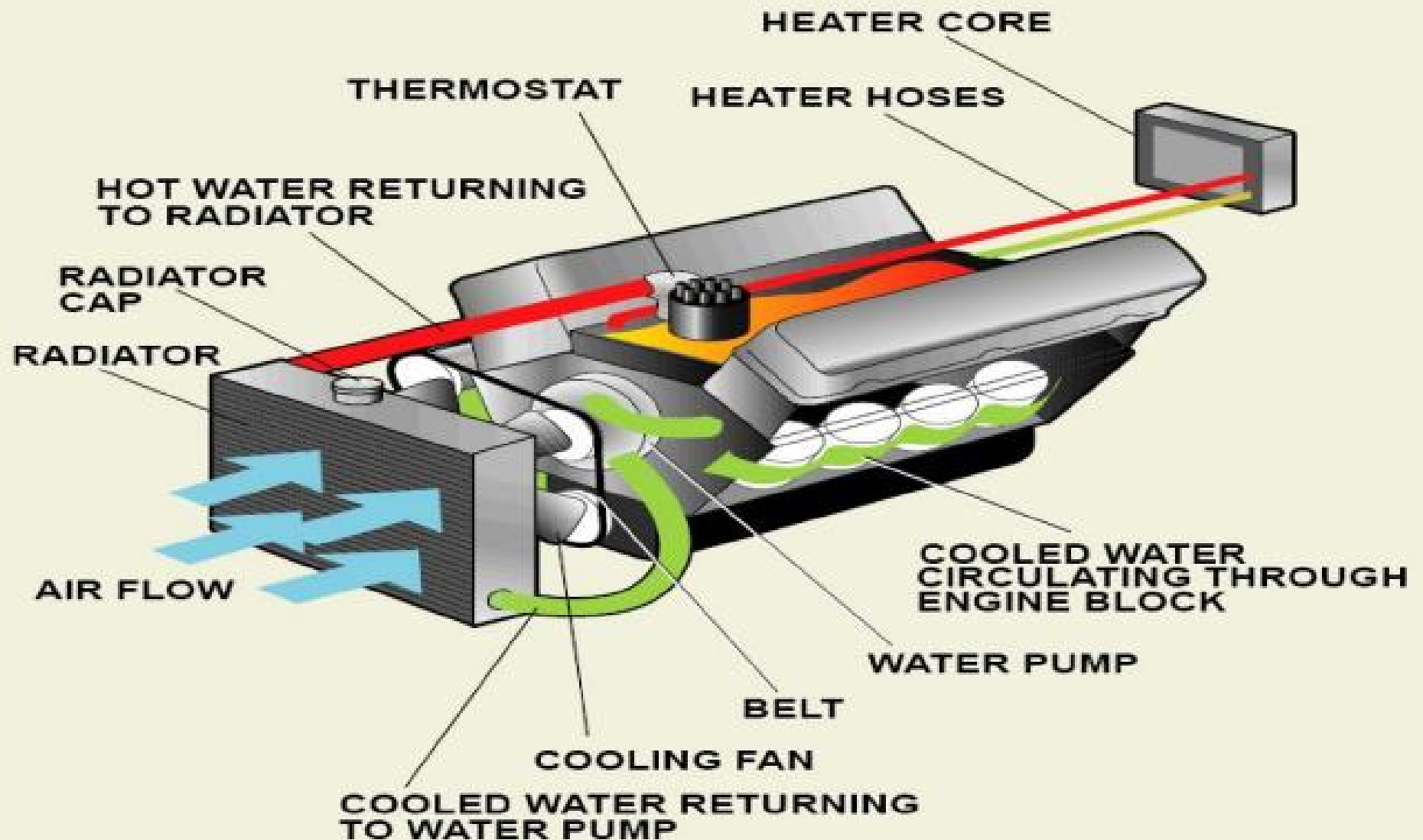


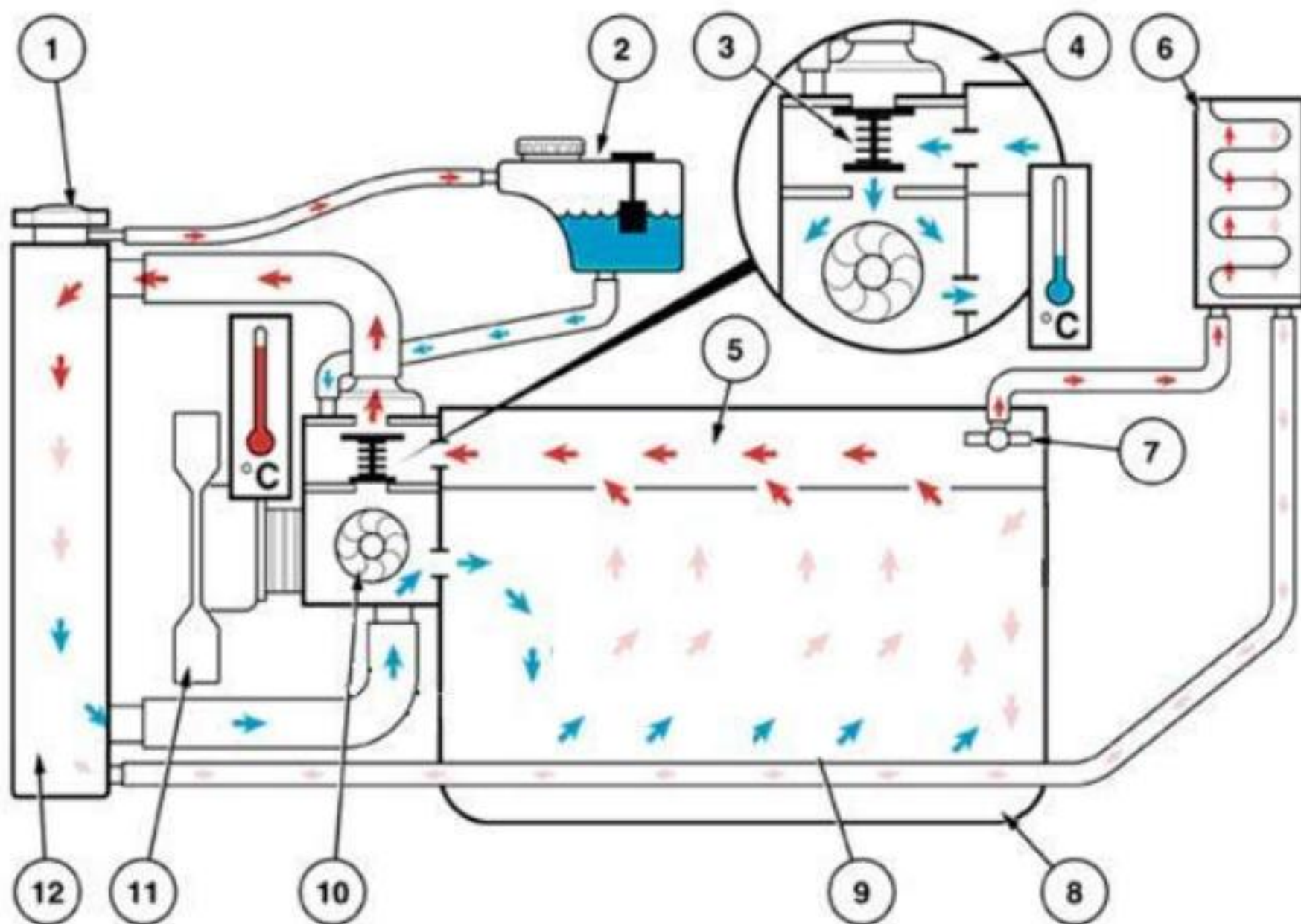
شکل-۴۱- موتور های هوا خنک



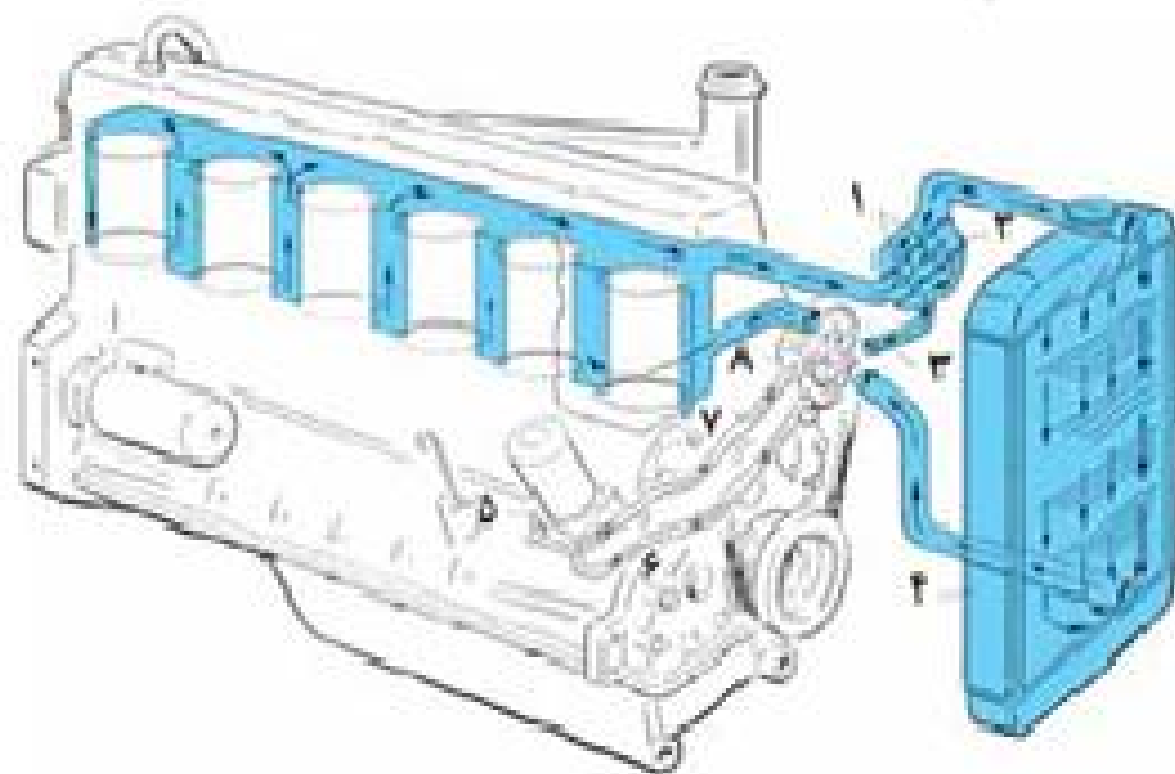
شکل ۱-۱۷ روش های خنک کار موتور با آب -a- ترموسیفون -b- دوران اجباری

AUTOMOTIVE COOLING SYSTEM



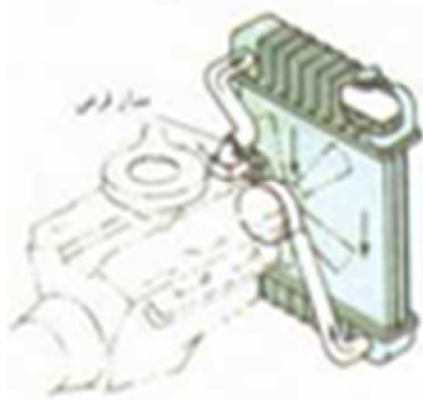


شکل-۳۶- اجزاء تشکیل دهنده و مسیر جریان مایع خنک کننده موتور

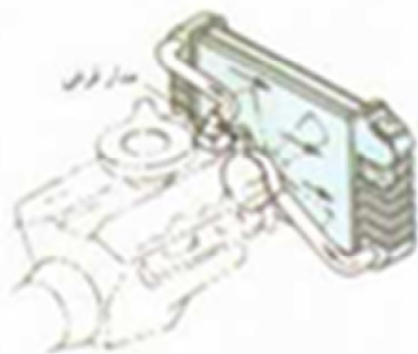


- ۱- ترموستات
- ۲- محفظه ترموستات
- ۳- مسیر مایع خنک کننده پس از
- پست شدن ترموستات
- ۴- رادیاتور
- ۵- خنک کننده روغن
- ۶- لوله های رادیاتور روغن
- ۸- پمپ آب

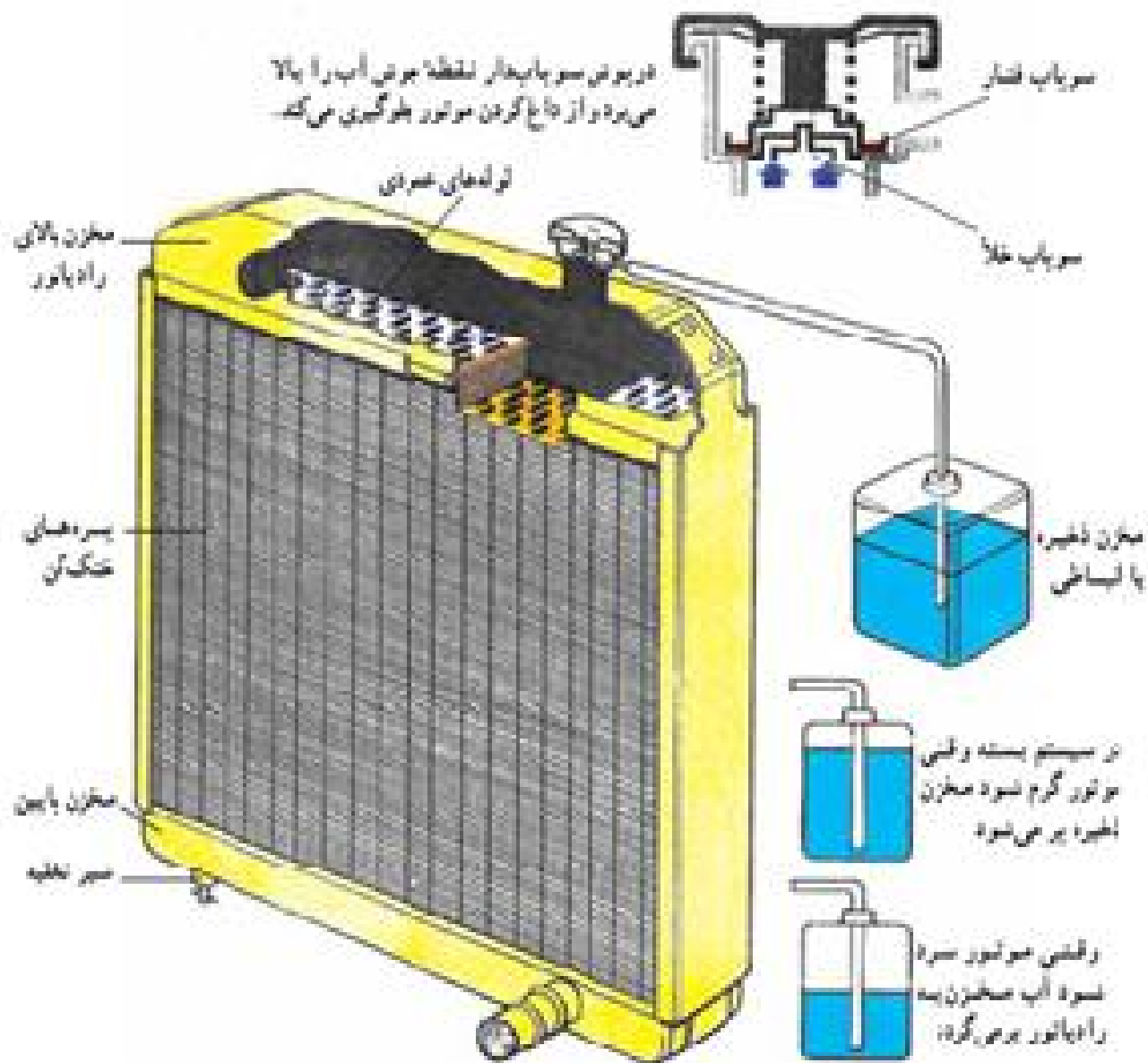
شکل ۳-۷- مسیر عبور مایع خنک کننده و اجزای سیستم خنک کننده



شکل ۱-۹: رادیاتور با جریان آب صعودی



شکل ۲-۹: رادیاتور با جریان افقی

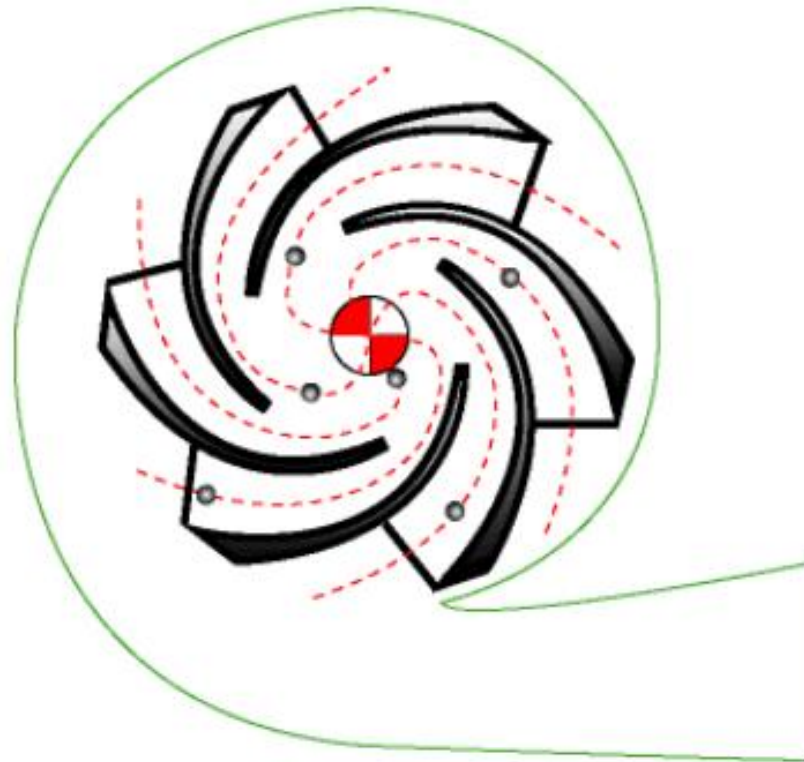


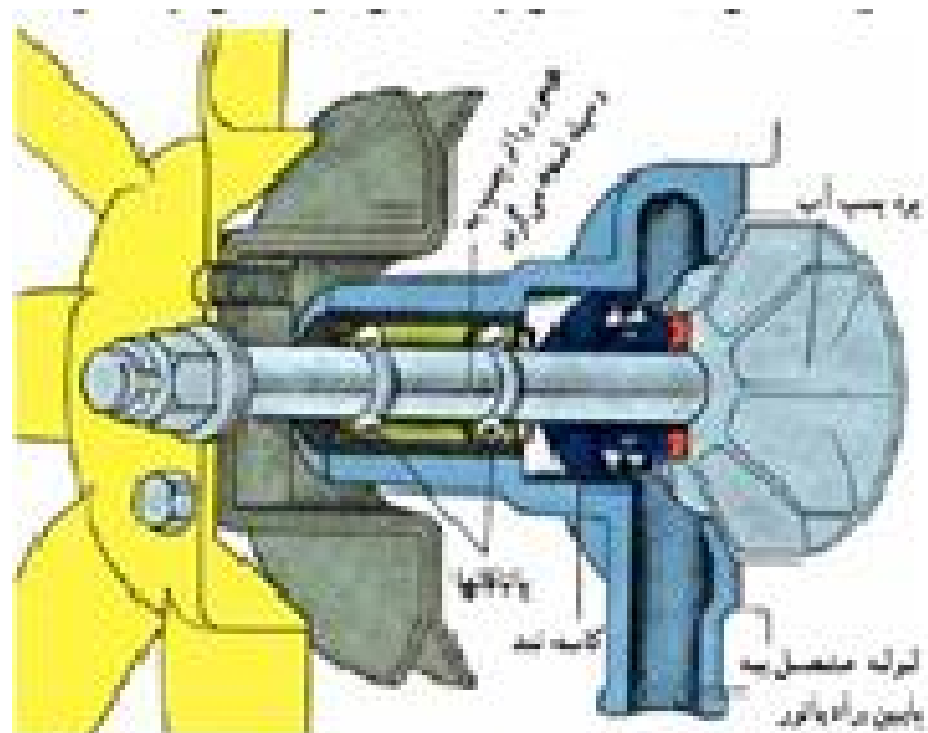
شکل ۳-۹: رادیاتور (ساخته شده از لوله های مسی) - مخزن اضافی - درپوش

۱۷-۴ ساختمان واتر پمپ ها

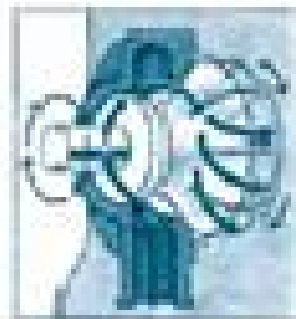
در موتورهای احتراق داخلی که بوسیله دوران اجباری آب خنک کاری می شوند، یک پمپ سانتریفوژ نصب می گردد که باید ضمن جاگیری کم دارای ظرفیت آبدهی زیاد باشد. پمپ سانتریفوژ، مطابق شکل ۱۷-۷، از پوسته حلزونی، پروانه پره دار، شافت پروانه، دهانه ورودی و دهانه خروجی تشکیل یافته است. آب ورودی از طریق دهانه ورودی به مرکز پروانه هدایت شده و وارد پمپ می گردد. در آنجا، در اثر حرکت چرخشی پروانه نیروی گریز از مرکز پیدا کرده و بطرف بیرون مرکز چرخش پرتاب می شود و از دهانه خروجی پمپ خارج می گردد.

شافت پروانه حرکت خود را از میل لنگ بوسیله تسمه پروانه یا چرخدنده دریافت می کند. ظرفیت پمپ در موتورهای متفاوت فرق می کند و در حدود ۱۲۸۰۰ lit/hr می باشد. سرعت پروانه در حدود ۱۰۵۰ rpm است.





و وقتی تور مو مستقیم بسته باشد پمپ آب
مو تور و در آن با تور مو چرخد.



و وقتی تور مو مستقیم بسته باشد پمپ آب
در آن چرخد و پمپ آب مو تور مو چرخد.

تکامل است. به مجموعه در آن پمپ و تور است.



شکل-۳۷- تصویر برش خورده پمپ آب (واتر پمپ) یک موتور آب خنک

۱۷-۲ ساختمان رادیاتور

رادیاتور یک مبدل حرارتی آب به هوا است که، آب داغ موتور در داخل لوله های پره دار و هوای سرد آتمسفر از لابلای پره

ها جریان می یابد. آب داغ در لوله های پره دار و هوای سرد آتمسفر از لابلای پره ها جریان می یابد. آب داغ در لوله های پره دار و هوای سرد آتمسفر از لابلای پره

ها جریان می

یابد. آب داغ در لوله های پره دار و هوای سرد آتمسفر از لابلای پره

یابد. آب داغ در لوله های پره دار و هوای سرد آتمسفر از لابلای پره

یابد. آب داغ در لوله های پره دار و هوای سرد آتمسفر از لابلای پره

یابد. آب داغ در لوله های پره دار و هوای سرد آتمسفر از لابلای پره

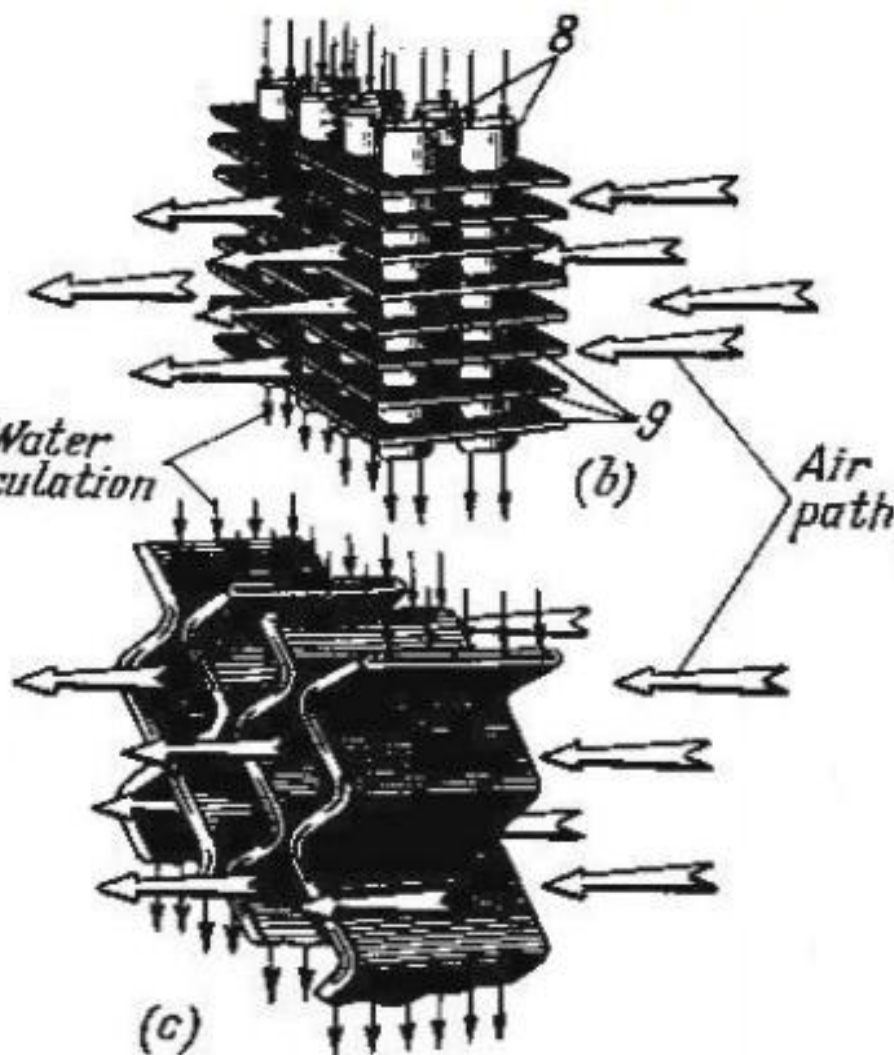
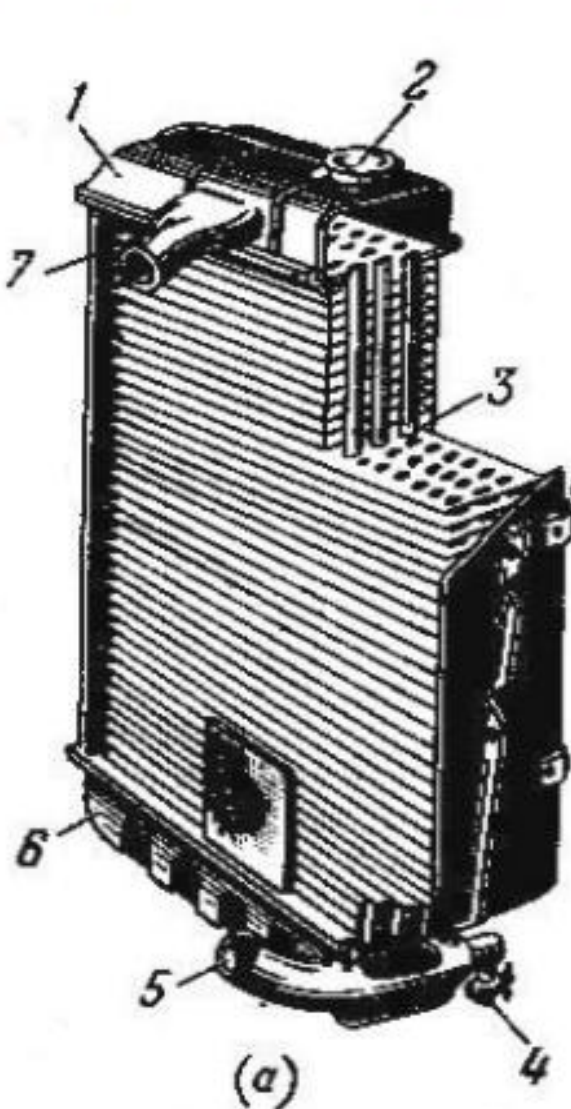
یابد. آب داغ در لوله های پره دار و هوای سرد آتمسفر از لابلای پره

یابد. آب داغ در لوله های پره دار و هوای سرد آتمسفر از لابلای پره

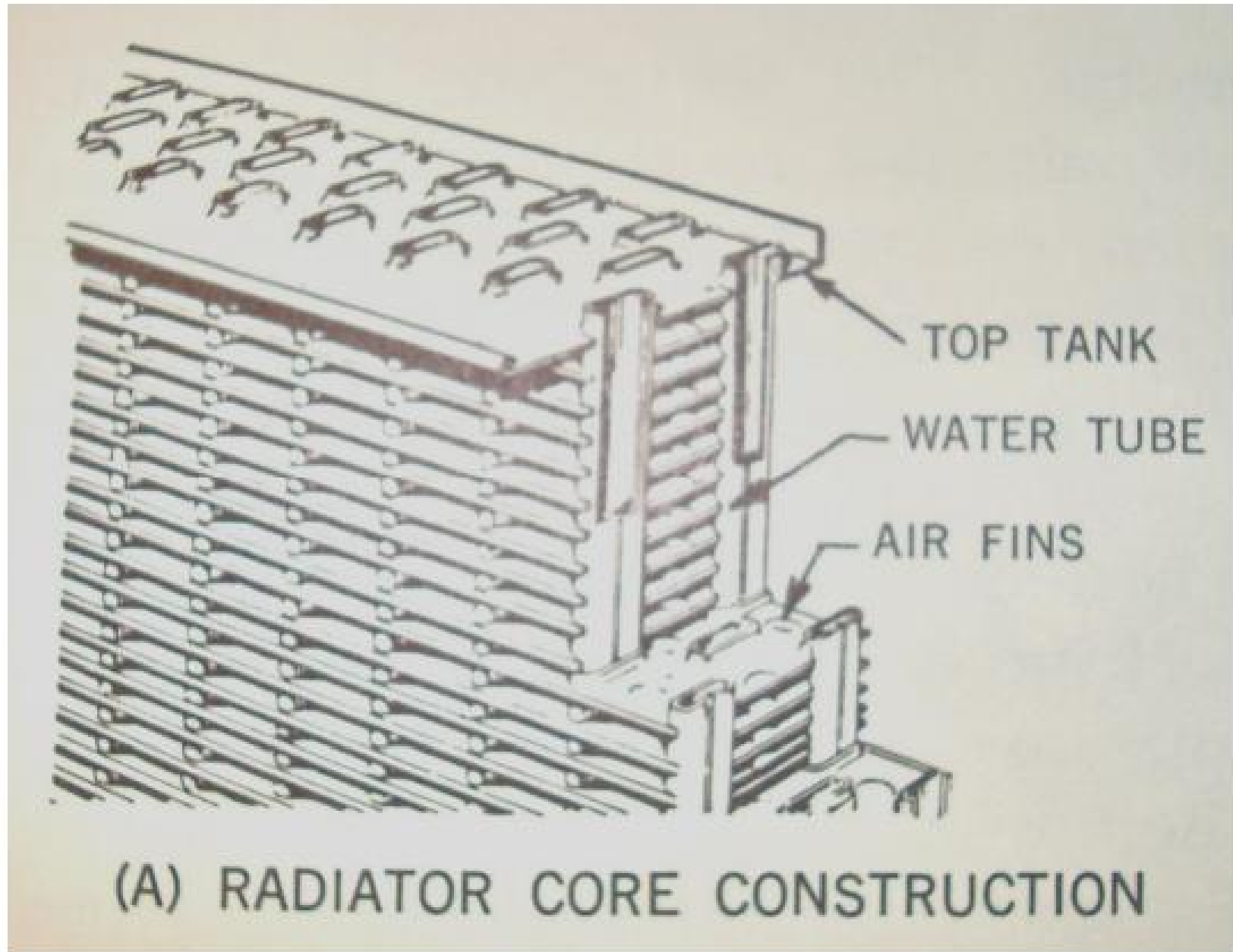
یابد. آب داغ در لوله های پره دار و هوای سرد آتمسفر از لابلای پره

یابد. آب داغ در لوله های پره دار و هوای سرد آتمسفر از لابلای پره

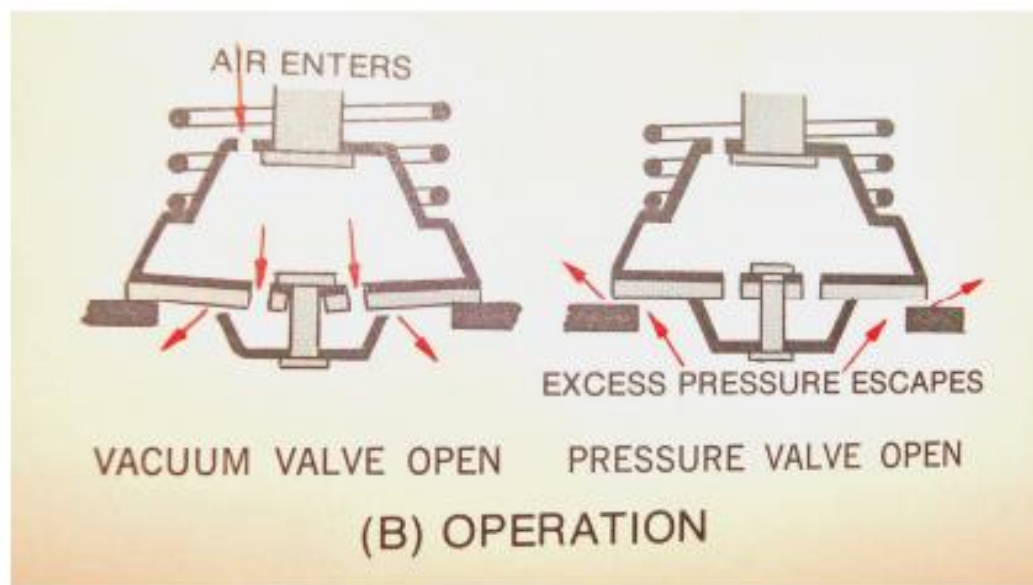
یابد. آب داغ در لوله های پره دار و هوای سرد آتمسفر از لابلای پره



شکل ۱۷-۳ ساختمان رادیاتور



شکل-۳۸- تصویر برش خورده یک رادیاتور



Aタイプ



Bタイプ

شکل-۳۹- درب رادیاتور(راست) نحوه کار سوپاپ های داخل درب رادیاتور(چپ)

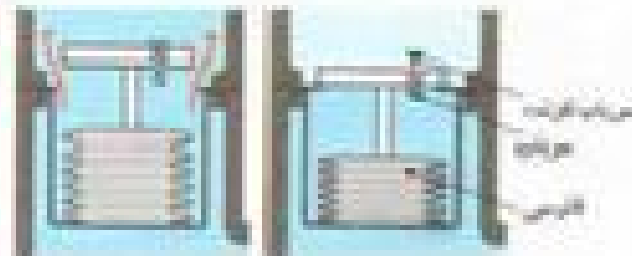
درجه حرارت حساسی است که آن را از محل قرار می‌گیرد
در یک سوراخ در دیوار می‌گذرانند. شکل ۳-۱۰-۱
در سوراخ‌های آب می‌خورند به سوراخ ۱۰ این سوراخ‌ها در سوراخ
آب می‌خورند و آب را از سوراخ ۱۰ به داخل سوراخ‌ها می‌خورند
آب و سوراخ‌ها در سوراخ ۱۰ درجه حرارت آب به سوراخ ۱۰
در سوراخ‌ها در سوراخ ۱۰ درجه حرارت آب به سوراخ ۱۰



شکل ۳-۱۰-۱ سوراخ‌های آب می‌خورند

۳-۱۰-۲ انواع ترمو سنسورها

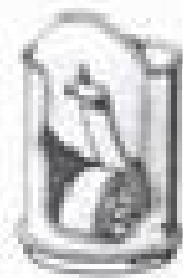
۳-۱۰-۲-۱ ترمو سنسورهای سوراخ‌دار
این ترمو سنسورها در سوراخ‌های دیوار قرار می‌گیرند و آب را از سوراخ‌ها می‌خورند. شکل ۳-۱۰-۲-۱
در سوراخ‌های آب می‌خورند و آب را از سوراخ‌ها می‌خورند. شکل ۳-۱۰-۲-۱
در سوراخ‌های آب می‌خورند و آب را از سوراخ‌ها می‌خورند. شکل ۳-۱۰-۲-۱
در سوراخ‌های آب می‌خورند و آب را از سوراخ‌ها می‌خورند. شکل ۳-۱۰-۲-۱



شکل ۳-۱۰-۲-۱ ترمو سنسورهای سوراخ‌دار

شکل ۳-۱۰-۲-۱ ترمو سنسورهای سوراخ‌دار

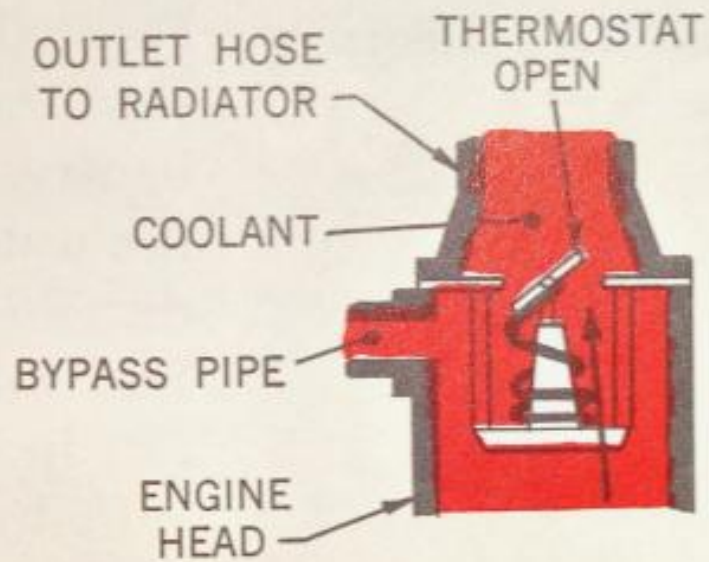
۳-۱۰-۲-۲ ترمو سنسورهای سوراخ‌دار
این ترمو سنسورها در سوراخ‌های دیوار قرار می‌گیرند و آب را از سوراخ‌ها می‌خورند. شکل ۳-۱۰-۲-۲
در سوراخ‌های آب می‌خورند و آب را از سوراخ‌ها می‌خورند. شکل ۳-۱۰-۲-۲
در سوراخ‌های آب می‌خورند و آب را از سوراخ‌ها می‌خورند. شکل ۳-۱۰-۲-۲
در سوراخ‌های آب می‌خورند و آب را از سوراخ‌ها می‌خورند. شکل ۳-۱۰-۲-۲



شکل ۳-۱۰-۲-۲ ترمو سنسورهای سوراخ‌دار



Chrysler Canada Ltd.



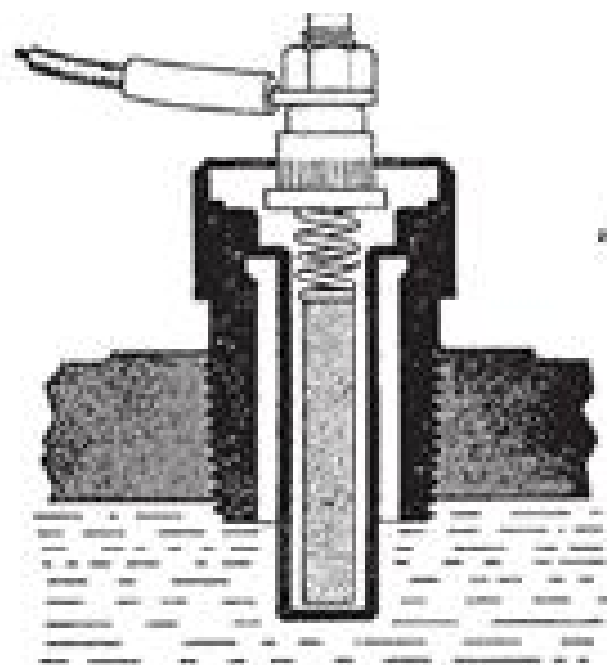
HOT COOLANT



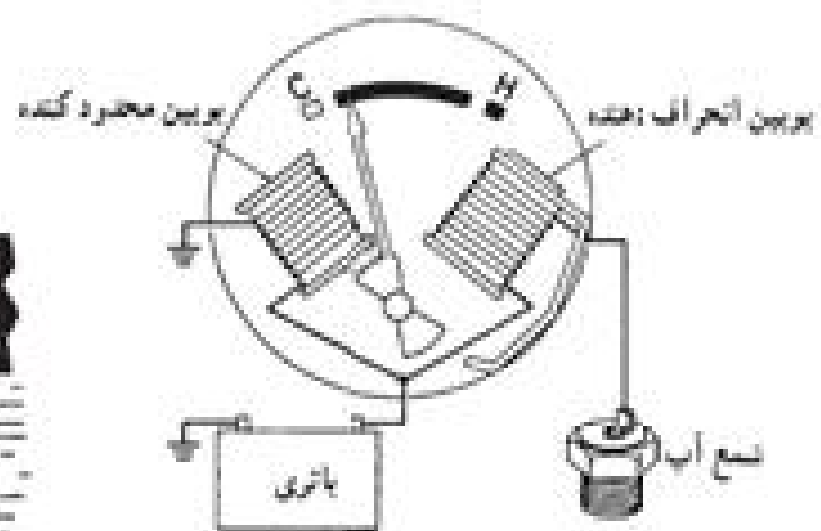
COLD COOLANT

OPERATION

(A) BIMETAL SPRING TYPE



شکل ۱۱-۷ واحد روی موتور (نوع آب)



شکل ۱۰-۷ واحد نشان دهنده (درجه)

سیستم روغنکاری موتور: Engine lubricating system

- 1- روغنکاری قطعات متحرک برای حداقل کردن سایش:
- 2- روغنکاری قطعات متحرک برای حداقل کردن اصطکاک و کم کردن
- 3- سیستم روغنکاری وظیفه جذب گرمای تولید شده در قطعاتی مثل پیستون و ... دفع آن را بر عهده دارد.
- 4- لایه نازک روغن بین قطعات متحرک باعث جذب ضربات ناشی از احتراق بین یاتاقانهای میل لنگ می شود و باعث می شود موتور نرمتر و با صدای کمتری کار کند و عمر موتور افزایش یابد.
- 5- وجود یک لایه نازک روغن بین پیستون و رینگهای تراکم باعث یک ورزبندی بین آنها می شود و از فرار گازهای احتراق جلوگیری می کند.
- 6- روغن سیستم روانکاری به عنوان یک ماده تمیز کننده عمل می کند.

SC	طبق نظریه سازندگان خودرو برای استفاده در موتورهای بنزینی سال های «۱۹۶۷-۱۹۶۴» مناسب است و در حال حاضر «منسوخ شده است»	حاوی مواد افزودنی ضد خوردگی و ضد ساییدگی و همین طور کمی ماده افزودنی پاک کننده جهت کنترل رسوبات حاصل از کار موتور در درجه حرارت های بالا و پایین هستند.
SD	طبق نظر سازندگان خودرو برای استفاده در موتورهای بنزینی سال های «۱۹۶۸-۱۹۷۱» مناسب است و در حال حاضر «منسوخ شده است»	شبهه به روغن SC است. مواد افزودنی آن کمی بیشتر و حاوی مقادیر کمی ماده افزودنی ضدزنگ است.
SE	طبق نظر سازندگان خودرو براس استفاده در موتورهای بنزینی سال های «۱۹۷۲-۱۹۷۹» مناسب است و در حال حاضر «منسوخ شده است»	مانند SC و SD است ولی خواص پاک کنندگی، پایداری در برابر اکسید شدن، خوردگی و زنگ زدگی بیشتری نسبت به آن ها دارد و می توان از آن به جای روغن های SC و SD استفاده کرد.
SF	طبق نظر سازندگان خودرو برای استفاده در موتورهای بنزینی سال های «۱۹۸۰-۱۹۸۸» مناسب است و در حال حاضر «منسوخ شده است»	مانند روغن SE است ولی خاصیت پایداری در برابر اکسید شدن و خواص ضد سایش بهتری نسبت به SE دارد.
SG	طبق نظر سازندگان خودرو برای استفاده در موتورهای بنزینی سال های «۱۹۹۳-۱۹۸۹» مناسب است و در حال حاضر «منسوخ شده است»	نسبت به روغن های سطوح قبلی از تشکیل رسوب بهتر جلوگیری می کند و خواص ضد سایش و ضد اکسیداسیون بهتری دارد و چون حاوی مواد افزودنی روغن SF است می توان به جای روغن SF نیز از آن استفاده کرد.
SH	طبق نظر سازندگان خودرو برای استفاده در موتورهای بنزینی سال های «۱۹۹۶-۱۹۹۴» مناسب است و در حال حاضر «منسوخ شده است»	حاوی مواد افزودنی روغن SG است. خواص ضد اکسایش، ضدخوردگی و ضد زنگ دارد. این روغن توسط انجمن تولید کنندگان مواد شیمیایی (CMA) (Chemical Manufacturers Association) جهت رعایت مسائل زیست محیطی آزمایش شده است.
SJ	طبق نظریه سازندگان خودرو برای استفاده در موتورهای بنزینی سال های «۲۰۰۱-۱۹۹۷» مناسب است و در حال حاضر به میزان کمتری توصیه میشود.	حاوی کلیه مواد افزودنی مناسب برای یک روغن موتور است، این روغن توسط انجمن شیمی (ACC) (American Chemistry Council) آزمایش شده است و از سطح کیفی بالایی برخوردار است.
SL	طبق نظریه سازندگان خودرو برای استفاده در موتورهای بنزینی سال های «۲۰۰۵-۲۰۰۲» مناسب است و در حال حاضر «مورد استفاده قرار می گیرد»	مانند SJ حاوی کلیه مواد افزودنی مناسب برای روغن موتور است. سطح کیفی بالاتری از SJ دارد و می توان جاهایی که استفاده از SJ و سطوح پایین تر توصیه شده از آن استفاده کرد. این روغن از نظر مسائل زیست محیطی در وضعیت مطلوبی قرار دارد.
SM	برای استفاده در جدیدترین موتورهای بنزینی سال ۲۰۰۵ و ماقبل آن توصیه شده است. در حال حاضر «مورد استفاده قرار می گیرد»	مانند روغن SL حاوی کاملترین بسته مواد افزودنی است. جدیدترین سطح کیفی اعلام شده توسط API است که در حال حاضر در بسیاری از کشورها کاربرد عمومی پیدا نکرده است. چون حاوی کلیه مواد افزودنی سطوح SL و SJ است می توان جاهایی که استفاده از SL و SJ توصیه شده از آن استفاده کرد.
SN	در اکتبر سال 2010 و برای مصرف در خودروهای تولیدی سال ۲۰۱۱ و قبل از آن ابداع شده است.	جدیدترین سطح کیفی روغن موتور هاست که بایستی مشخصه GF-5 را داشته باشد.

میزان کارکرد نوع و کیفیت روغن موتور از روی علائم درج شده بر روی آن،

3000 کیلومتر CC/SC

4000 کیلومتر CC/SD

5000 کیلومتر SE/CC

بیش از 10000 کیلومتر SG



- از لحاظ گرانروی، روغن ها به دو بخش تقسیم می شوند، تک درجه ای (Monograde) و چند درجه ای یا چهار فصل (Multi grade). روغن های تک درجه ای مانند 20، 30 یا 40 در موتورهای جدید منسوخ شده است و روغن های مالتی گرید، امروزه کاربردی غالب دارند . روغن های چند درجه ای که با حرف W (نشانه زمستان) و دو عدد واقع در چپ و راست مشخص می شوند، مانند 15W40، 20W50 از لحاظ کاری مناسب تمام فصول هستند. عدد سمت چپ W، معیاری از ویسکوزیته روغن در دمای پایین و عدد سمت راست، گرانروی در درجه حرارت بالا را نشان می دهند .

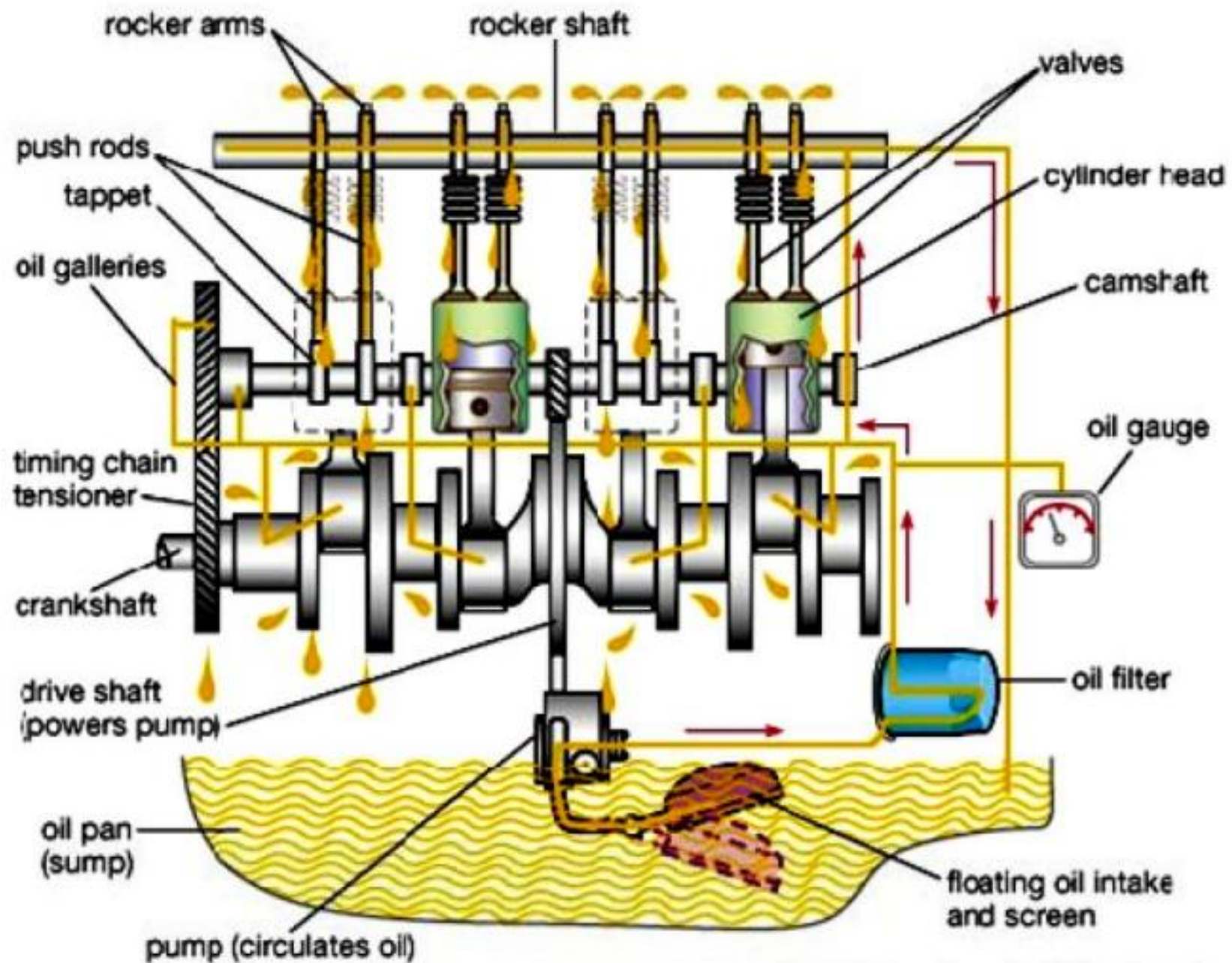
Rating of Lubricating Oil

❖ Lubricating oil is generally rated using a viscosity scale established by the SAE. Commonly used viscosity grades are:

SAE 5
SAE 10
SAE 20
SAE 30
SAE 40
SAE 45
SAE 50

❖ As for example, SAE 10W-30 means that the oil has a grade 10 when it is cold (W stands for winter) and 30 when it is hot. Commonly used oils in this category are:

SAE 5W-20	SAE 10W-40
SAE 5W-30	SAE 10W-50
SAE 5W-40	SAE 15W-40
SAE 5W-50	SAE 15W-50
SAE 10W-30	SAE 20W-50



© 2007 Encyclopædia Britannica, Inc.

شکل-۴۲- شمای کامل یک سیستم روغن کاری موتور

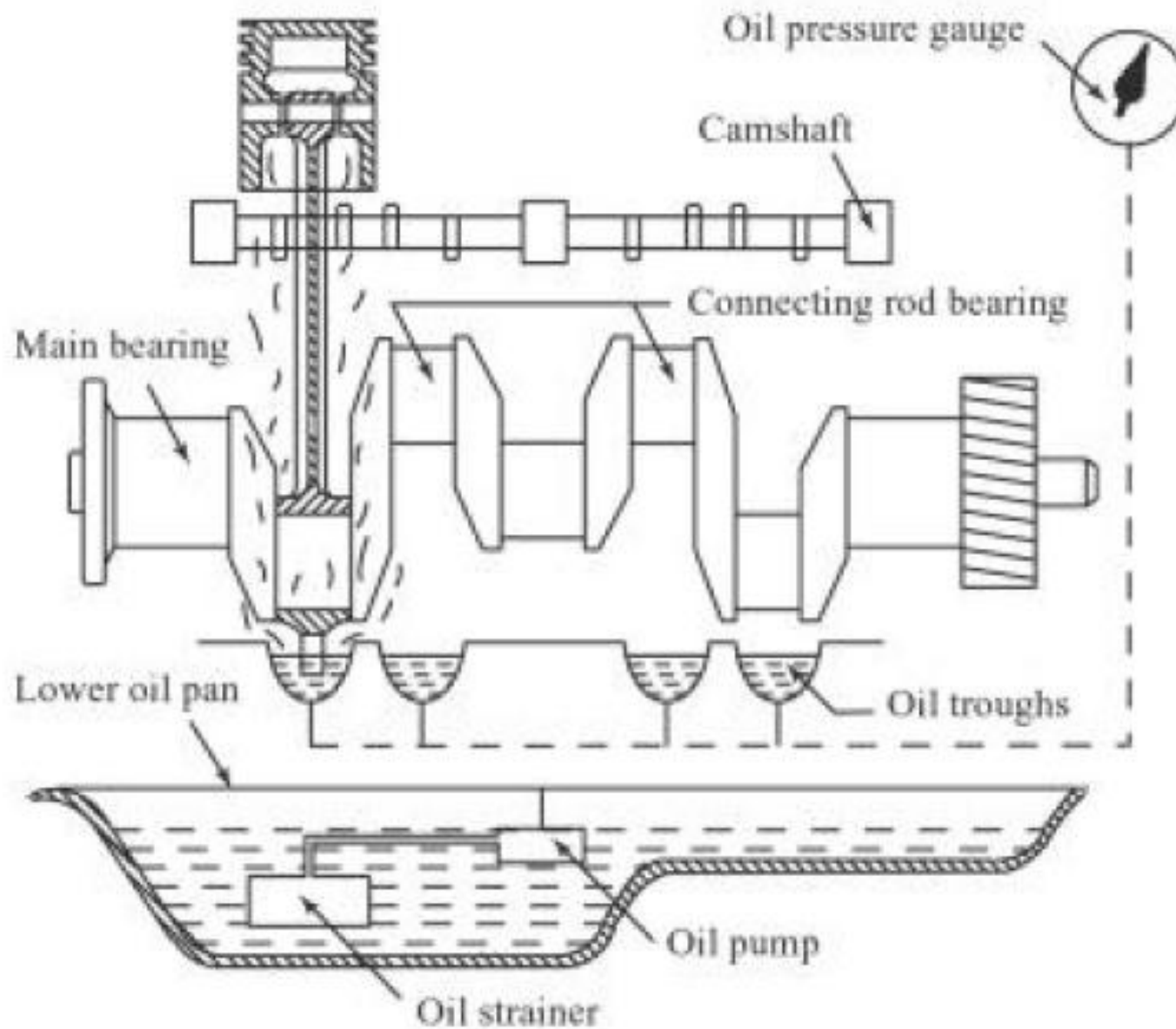
انواع سیستم روغنکاری:

1-سیستم پرتابی (splash)

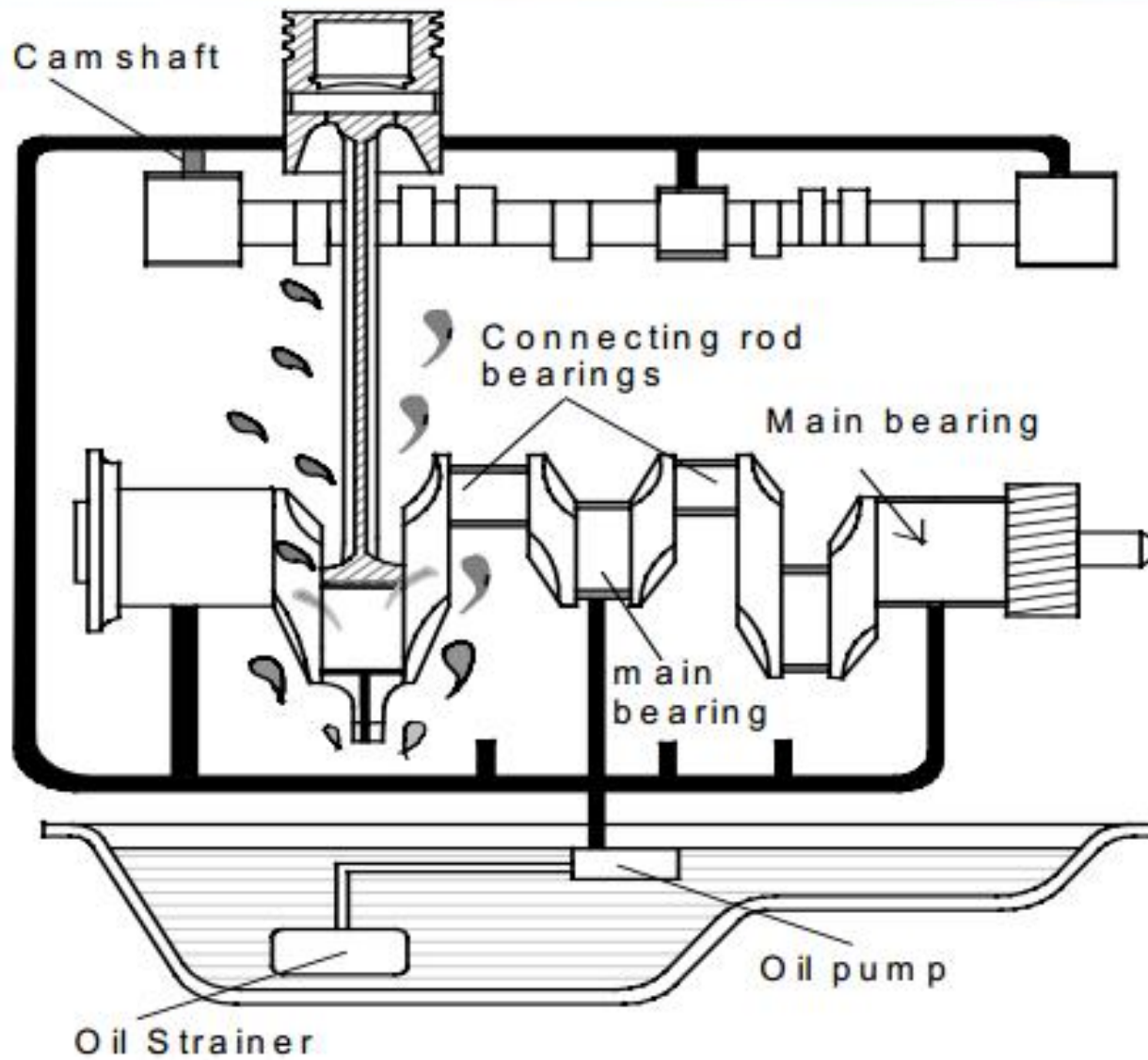
2-سیستم ترکیب تحت فشار و پرتابی: (combination splash
(and pressure feed

3-سیستم تغذیه تحت فشار کامل: (full-pressure feed)

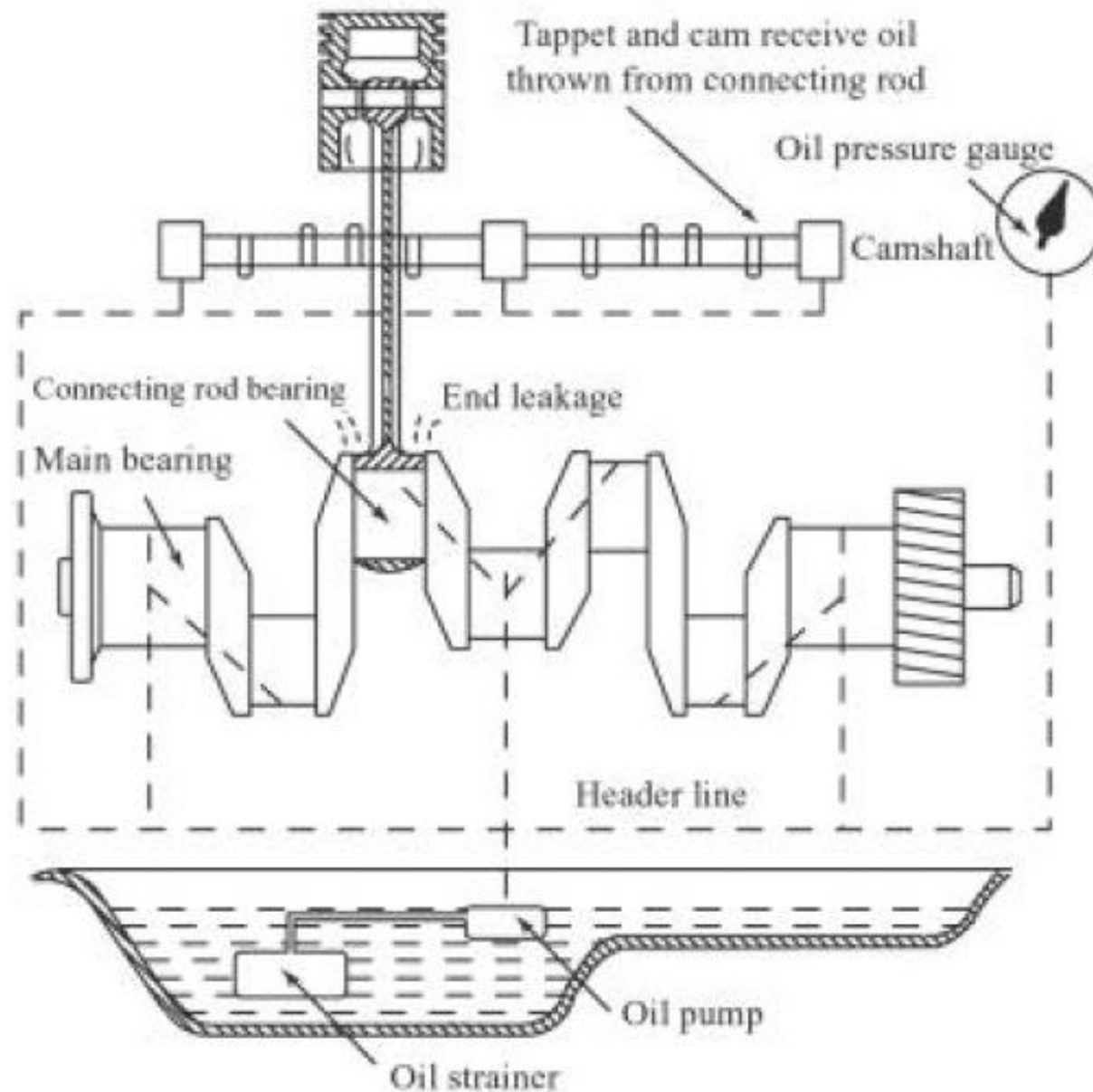
Splash lubrication System:



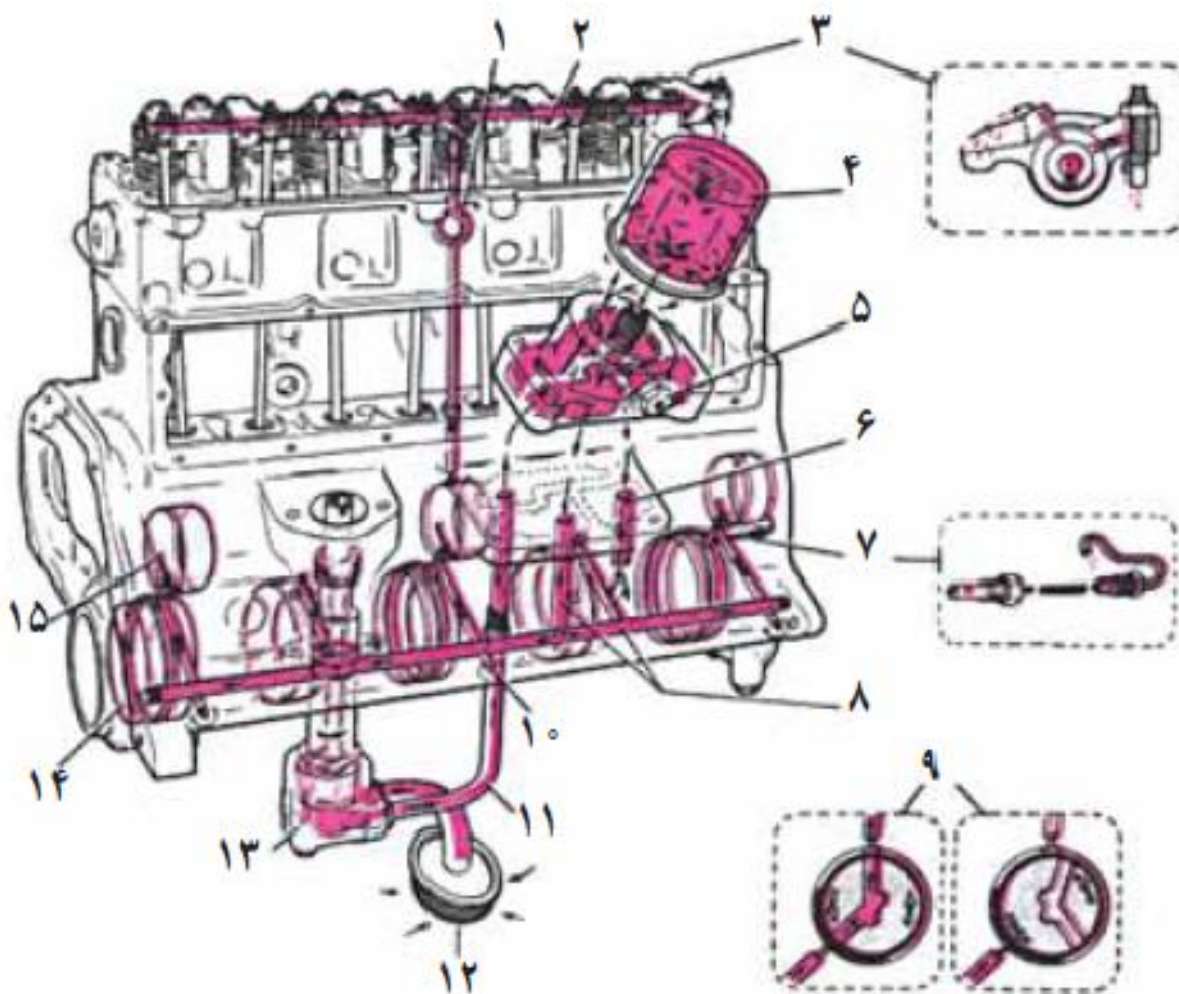
Splash and Pressure System



Pressurized lubrication system:



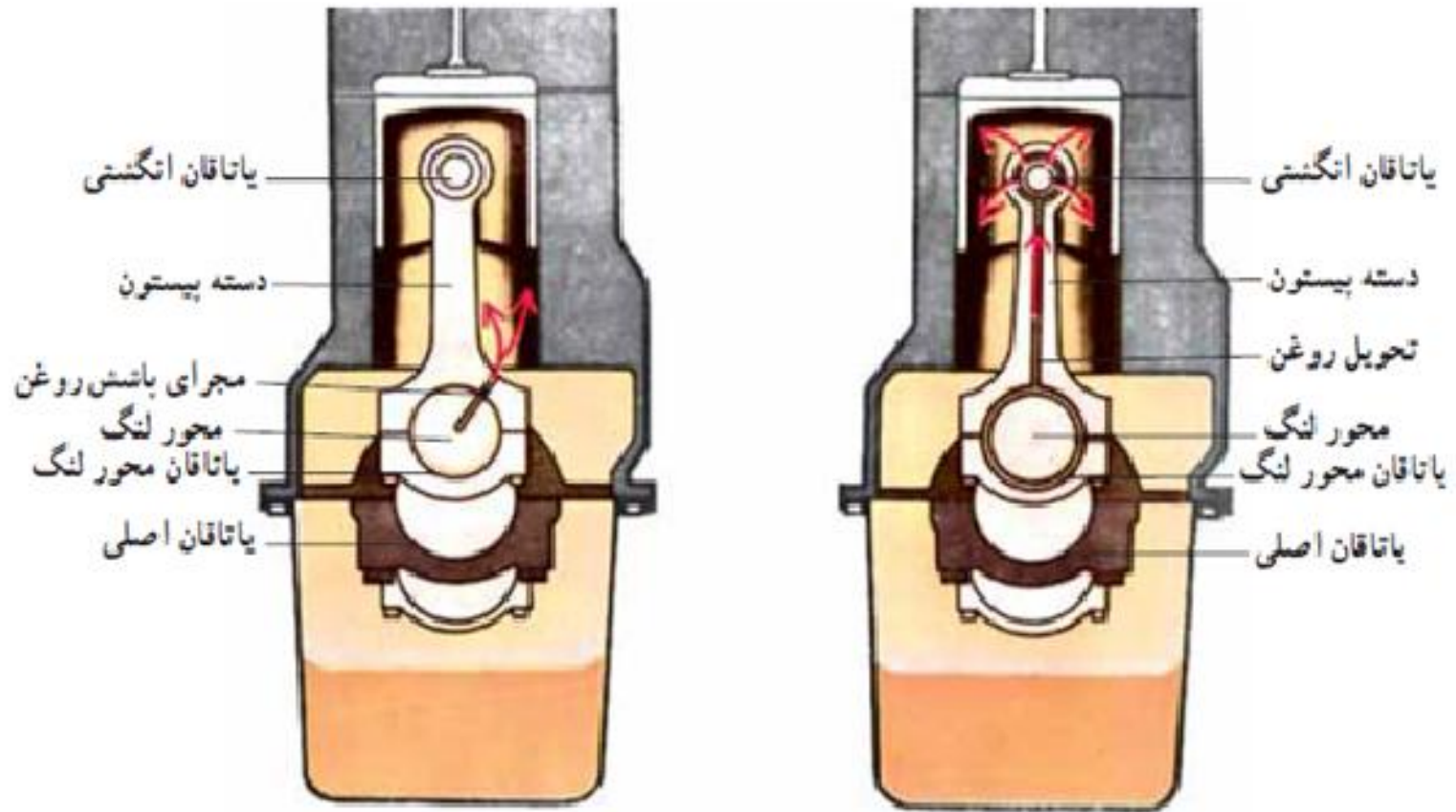
اجزاء سیستم روغنکاری: 1- کارتر روغن oil pan 2- فیلتر روغن 3- پمپ
روغن 4- مجاری روغن



full-pressure feed

شکل ۳-۶ — مدار روغنکاری موتور

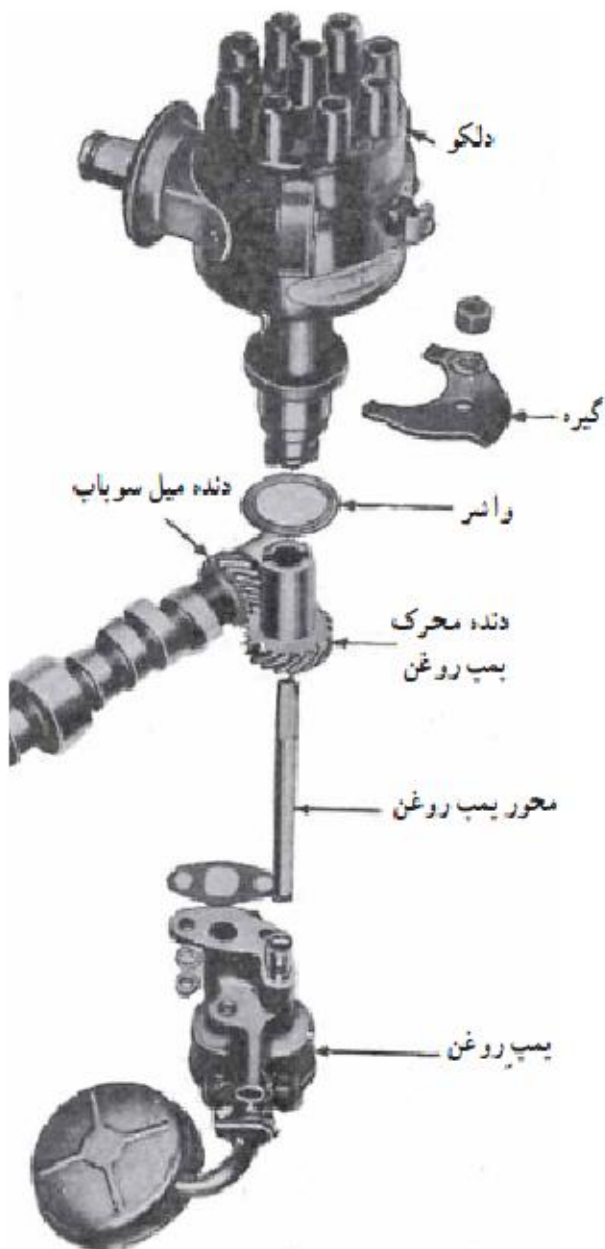
full-pressure feed



شکل ۲-۶ - روغن کاری دیواره سیلندر

پمپ روغن oil pump

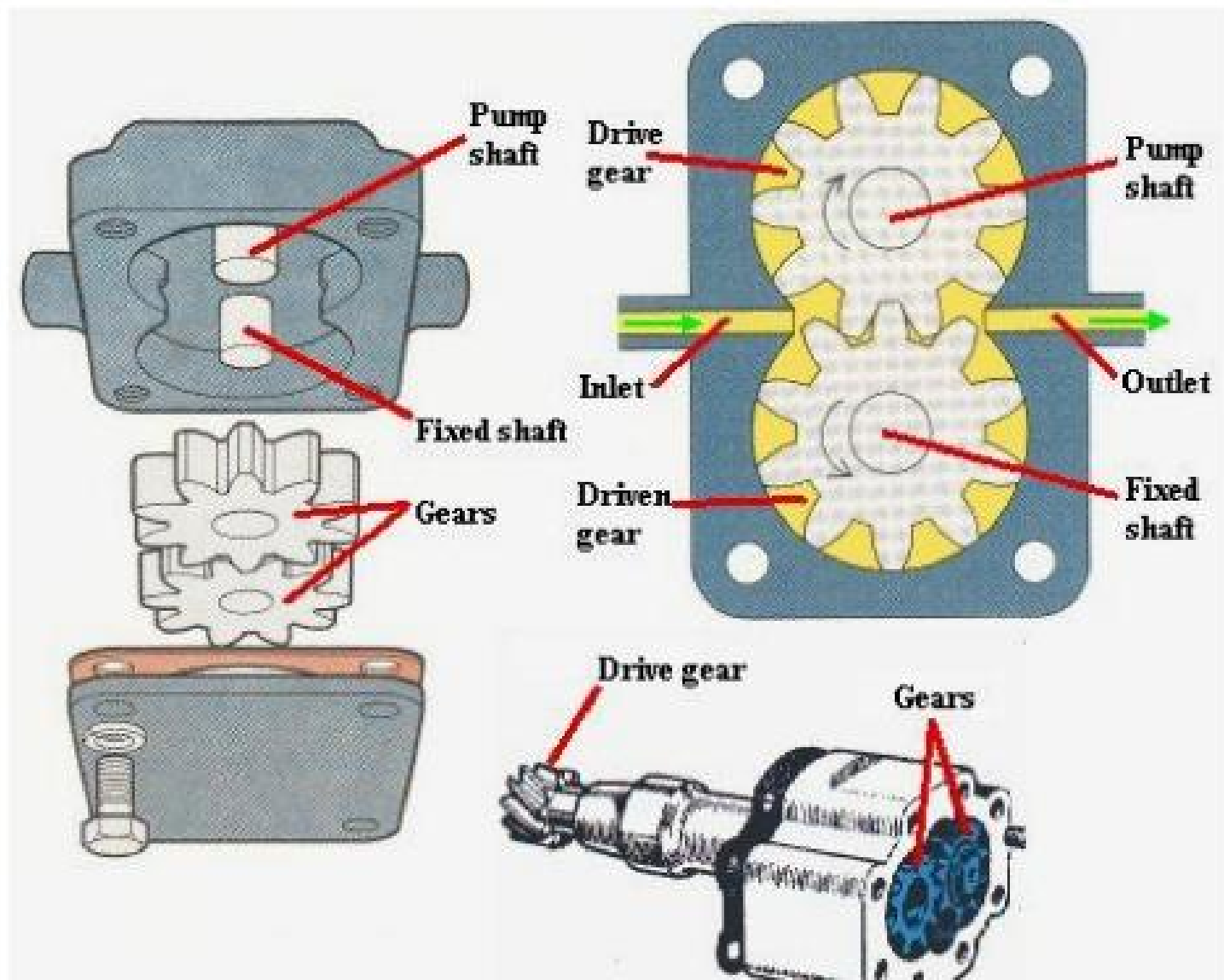
برای به حرکت درآوردن روغن و ایجاد فشار در سیستمهای روغنکاری تحت فشار از پمپهای روغن استفاده می شود. دو نوع رایج از این پمپها عبارتند از پمپ دنده ای (gear pump) و دیگری پمپ روتوری (Rotary pump) می باشند.



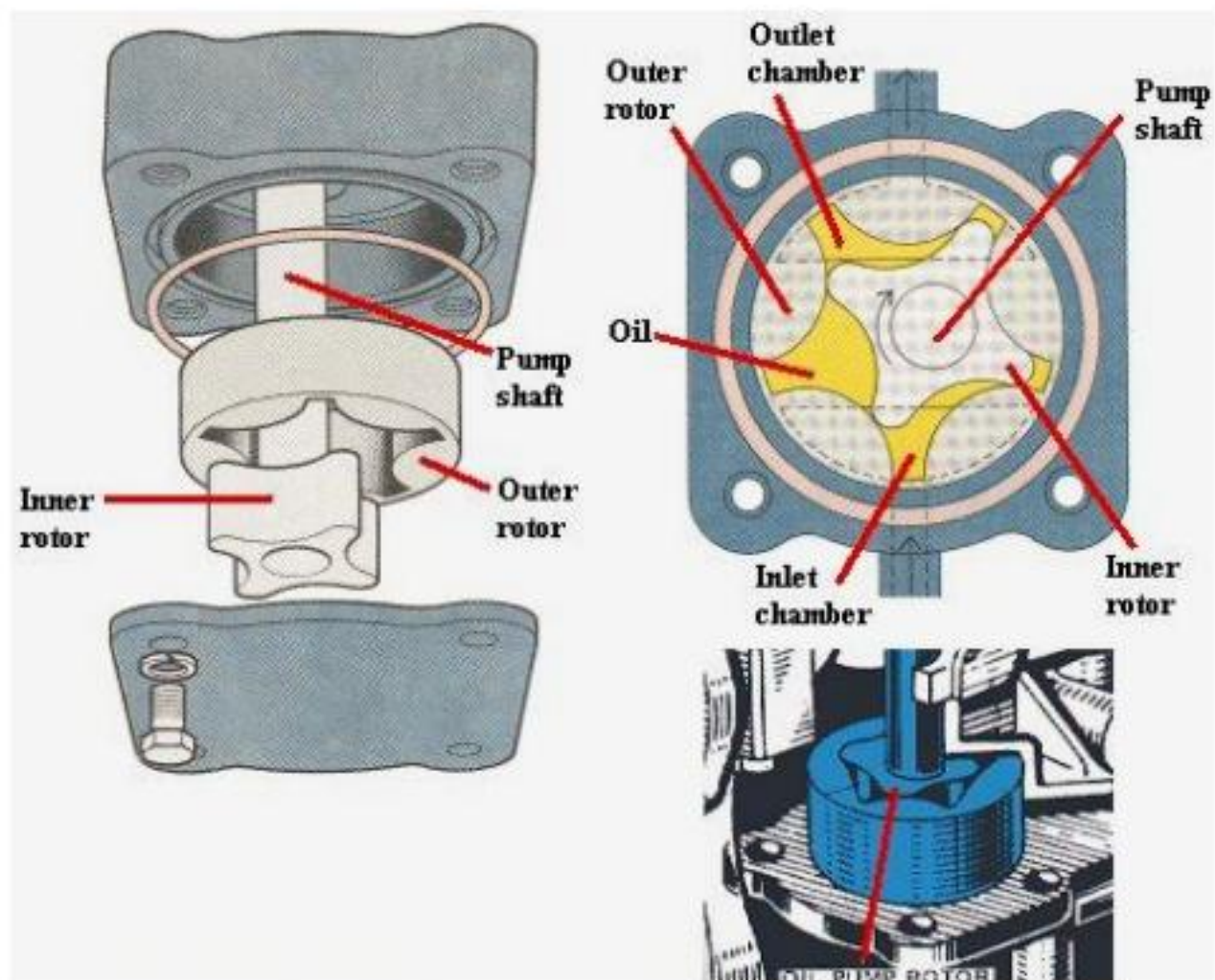
شکل ۶-۷



شکل ۴۶- پمپ تیغه ای



شکل-۴۴- پمپ دنده خارجی



شکل-۴۵- پمپ دنده داخلی

فیلترهای روغن و سیستمهای تصفیه:

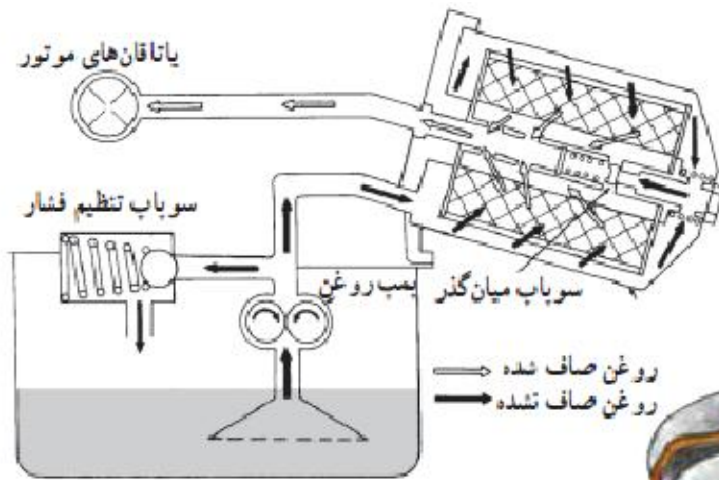
سیستم تصفیه انشعابی

سیستم تصفیه جریان کامل.

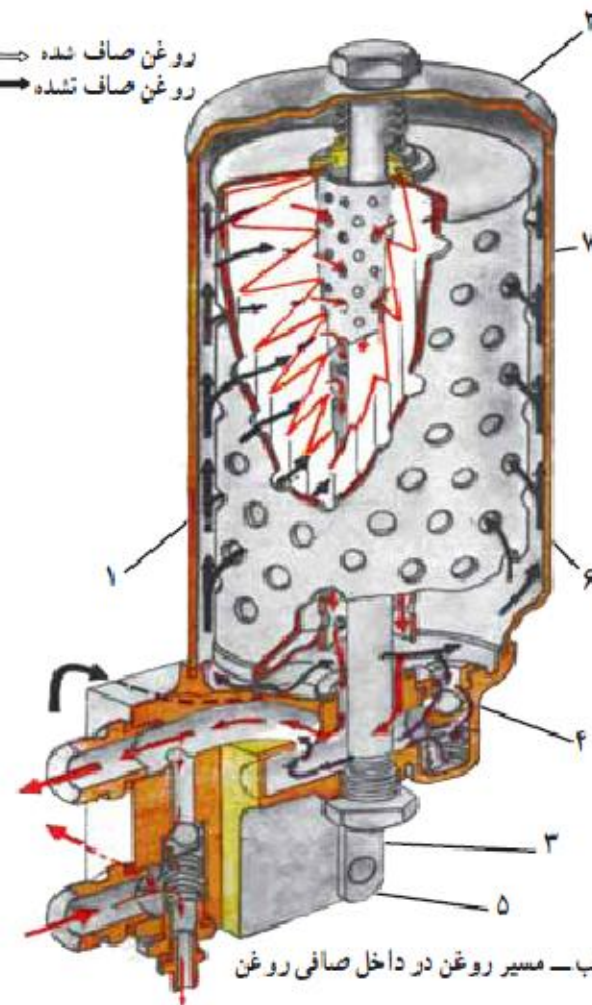


شکل-۴۷- فیلتر روغن موتور

سیستم تصفیه جریان کامل



الف



شکل ۲-۱-۶- مسیر روغن

تهویه کارتر

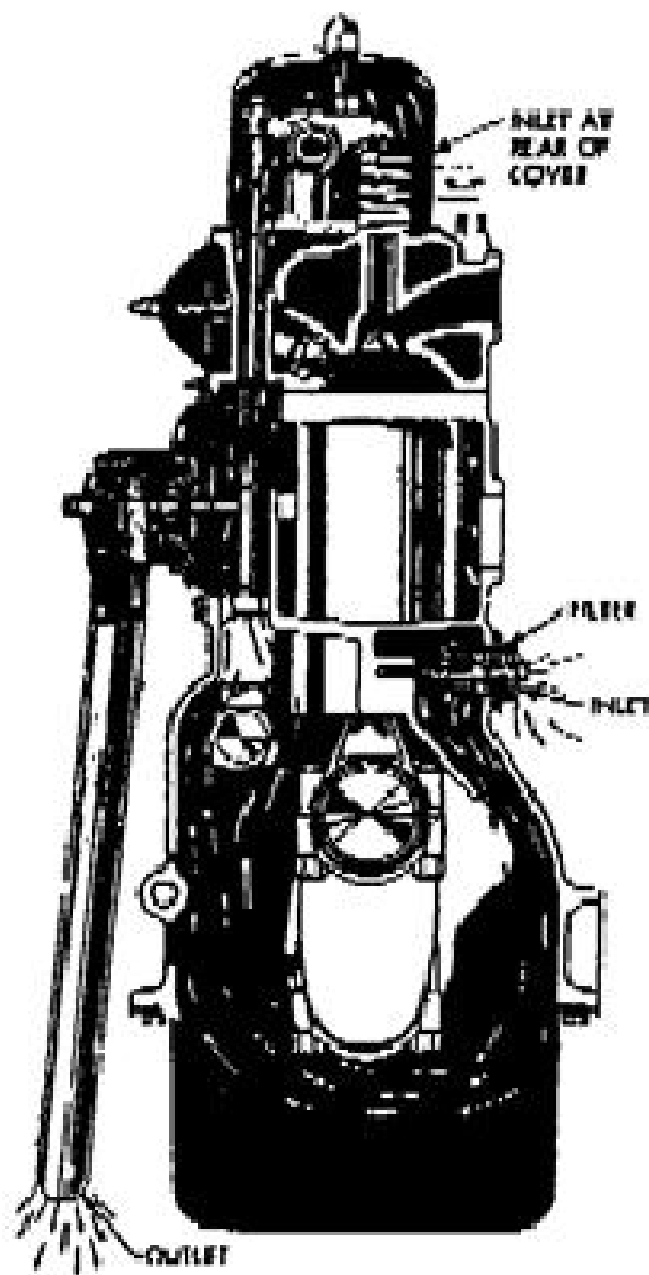


Figure 16-7 Tractor engine with crankcase ventilating system.