جمهوری اسلامی ایران

وزارت آموزش و پرورش

تعلیم و تعلم عبادت است

درس فنی

...وهش و برنامه ریزی ...

۵۰۶

سال دوم هنرستان

آموزش فنی

اتومکانیک

سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی
کتابخانه
نمایشگاه دائمی کتابهای درسی
وزارت آموزش و پرورش
۹۳۷۲

بسم الله الرحمن الرحیم

۲۴

درس فنّی

سال دوم هنرستان

آموزش فنی

اتومکانیک

سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی
کتابخانه
نمایشگاه دائمی کتابهای درسی
تاریخ رسید
شماره دفتر

۱۳۶۳

سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی
کتابخانه
نمایشگاه دایمی کتابهای درسی
وزارت آموزش و پرورش

۱۳۶۴
۶۰۲
۱۰۷ف۲/

۲۶۵۷

پدیدآورندگان :

مؤلفان : سید محمد صفائی　　مرتضی کلوشانی　　عزیز خوشبینی

صفحه پرداز : فاطمه سقانژاد تهرانی

چاپ از :

حقوق مادی این اثر متعلق به وزارت
آموزش و پرورش است .

فهرست

تاریخچه اتومبیل ۱

موتور چهارزمانه بنزینی (موتور اتو) ۹

انواع موتورهای چهارزمانه ۱۸

موتورهای دوزمانه اتو ۲۳

موتورهای دوار ۲۹

قطعات ساختمانی موتورهای احتراقی (قطعات ثابت و متحرک) قطعات ثابت موتور ۴۵

قطعات متحرک موتور ۵۸

جنس فلز یا تاقان ۶۹

فرمان موتورهای چهارزمانه (دستگاههای ورود و خروج گاز و دود) ۷۷

تجهیزات کمکی موتور (خنک کاری موتور ــ روغن کاری موتور) ۸۸

تاریخچه اتومبیل

با وجوداینکه مدت خیلی زیادی از اختراع اولین اتومبیل دنیا نمیگذرد اتومبیل امروزه در زندگی اقتصادی بشر نقش مهمی را ایفا مینماید. پیش از اختراع موتور بخار توسط جیمزوات (۱۷۶۸ میلادی) وسائط نقلیه آنزمان بکمک نیروی عضلانی بحرکت درمیآمدند و اولین بار ماشین بخار این امکان را برای بشر بوجود آورد که وسیله نقلیه‌ایکه با نیروی خود حرکت میکند بسازد. اولین بار یکنفر انگلیسی بنام استفنسن Stephenson ماشین بخار را در وسیله نقلیه بکار برد و در سال ۱۸۲۵ اولین قطار را در انگلستان بکار انداخت و بدین ترتیب تحولی در امر عبور و مرور بوجود آورد. سپس در سال ۱۸۳۵ در آلمان نیز قطار مجهز بموتور بخار بکار افتاد.

موتور بخار گرچه برای تحرک قطار ظاهراً مناسب بنظر میرسید، برای وسائط نقلیه خیابانی اضافه برسنگینی آن چندان مناسب نبوده، برای گرم شدن آن زمان زیادی لازم بود. بهمین علت در آنزمان فقط تعداد کمی وسائط نقلیه خیابانی مجهز بموتور بخار ساخته شد.

در سال ۱۸۶۰ یکنفر فرانسوی موسوم به لنیور Lenoir اولین موتور احتراقی قابل استفاده را که با گاز روشنائی کار میکرد ساخت. این موتور کاملا غیر اقتصادی کار میکرد و فقط برای موتورهای ثابت که وصل بشبکه گاز رسانی بود مورد استفاده قرار می‌گرفت. لنیور بدینوسیله بنیان موتورهای احتراقی امروزی را بنا نهاد.

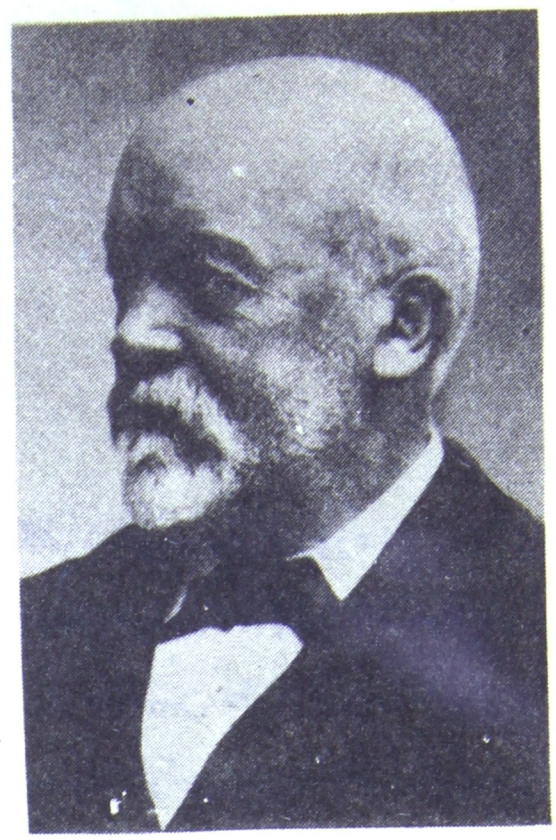
برای بررسی دقیقتر تاریخچه موتور و صنعت اتومبیل بسیر تکاملی آن در کشورهای مختلف که در این صنعت پیشقدم بوده‌اند میپردازیم:

الف - سیر تکاملی اتومبیل در آلمان

- در سال ۱۸۷۶ نیکلاس آگوست اتو (Nikolaas August Otto) اولین موتور چهار زمانه را عرضه نمود که از لحاظ وزن کاملا مناسب بوده دارای دور وقدرت نسبتاً زیادی بود در سال ۱۸۸۳ گتلیب دایملر Gottlieb Daimler و ویلهلم مایباخ Wilhelm Maybach که تا آنزمان در کارخانه موتورگازی دویتس با اتو همکاری میکردند در نزدیکی شهر اشتوتگارت شروع بساخت موتورهای کوچک بنزینی نمودند.

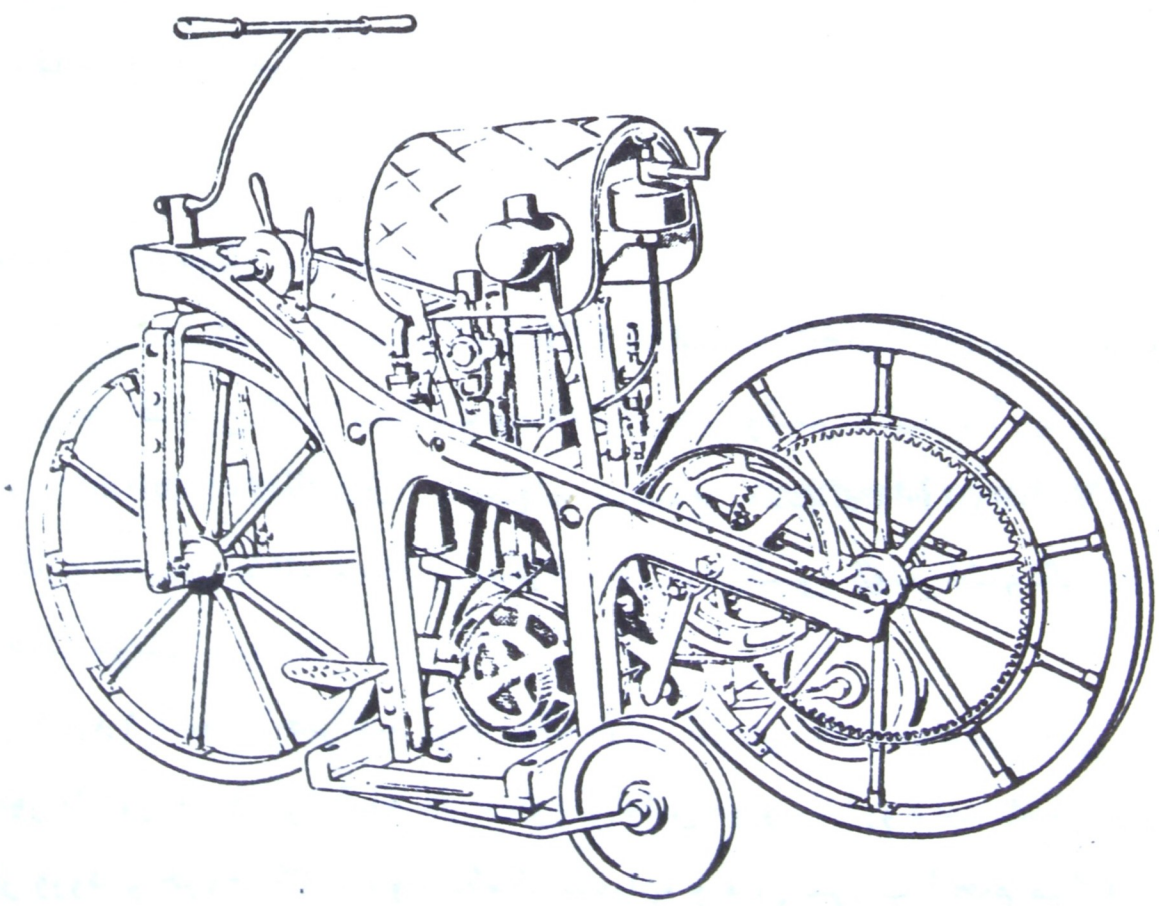
- درسال ۱۸۸۳ دایملر اختراع مربوط بیک موتور بنزینی یک سیلندر افقی را بنام خود ثبت نمود. این موتور با دور ۹۰۰ در دقیقه کار میکرد و اولین موتور تندرو دنیا بشمار میرفت. دراین موتور برای اولین بار ورود و خروج گاز و دود بکمک سوپاپ و میل سوپاپ انجام میگرفت.

- در سال ۱۸۸۵ کارل بنز Karl Benz درمانهیم اولین اتومبیل دنیا را ساخت. موتور



این اتومبیل مجهز به سیستم جرقه الکتریکی و قدرت آن ۲/۲ اسب بود این اتومبیل بصورت سه چرخه ساخته شد.

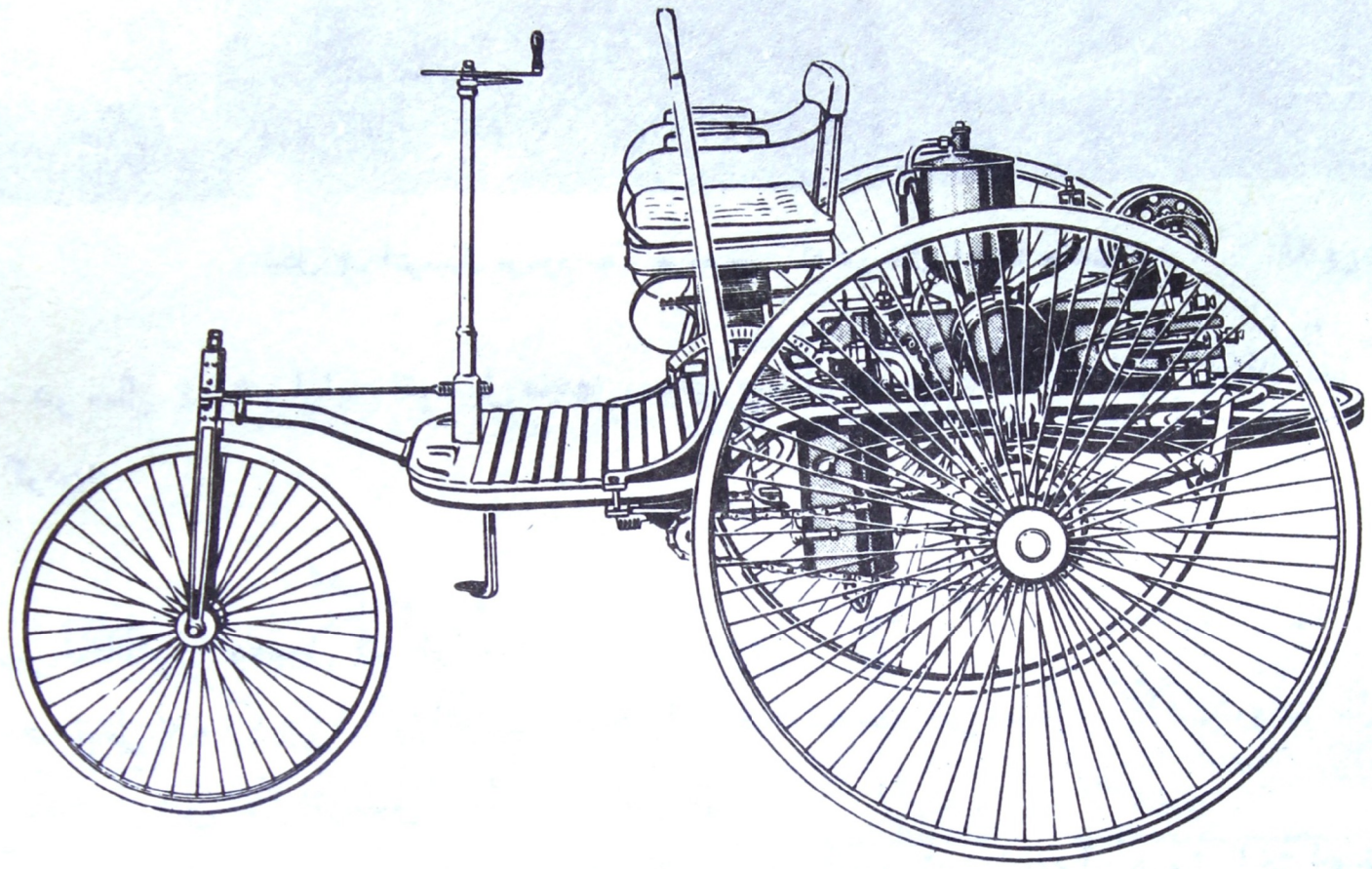
- در سال ۱۸۸۵ دایملر اولین موتور سیکلت دنیا را ساخت.
- در سال ۱۸۸٦ دایملر ساخت اولین اتومبیل چهار چرخه دنیا را باتمام رساند او موتور بخار را روی یک درشکه معمولی اسبی نصب نموده و بکار برد.
- در سال ۱۸۹۳ رودلف دیزلRudolf Diesel اختراع موتور جدیدی را بنام خود ثبت کرد. (موتور دیزل)



شکل ۱ ـ اولین موتور سیکلت دایملر

- درسال ۱۸۹۷ دیزل بعداز سالها آزمایش موتور خود را بکار انداخت.
- درسال ۱۸۹۸ پسران آدام اوپل Adam Opel شروع بساخت اتومبیل نمودند.

- درسال ۱۹۰۰ اتومبیل بصورت اتومبیلهای امروزی ساخته شد. دراین اتومبیل موتور در قسمت جلوی اتومبیل واقع گردیده و دارای رادیاتور بوده این موتور ٤ سیلندر بوده و برای اولین بار در سیستم انتقال قدرت آن از گیربکس دنده‌ای (٤ دنده جلو و یک دنده عقب) استفاده میشد. دراین موتور اولین کاربوراتور بصورت امروزی بکار رفت.



شکل ۲ـ اولین اتومبیل قابل استفاده دنیا (اتومبیل بنز ۱۸۸۵)

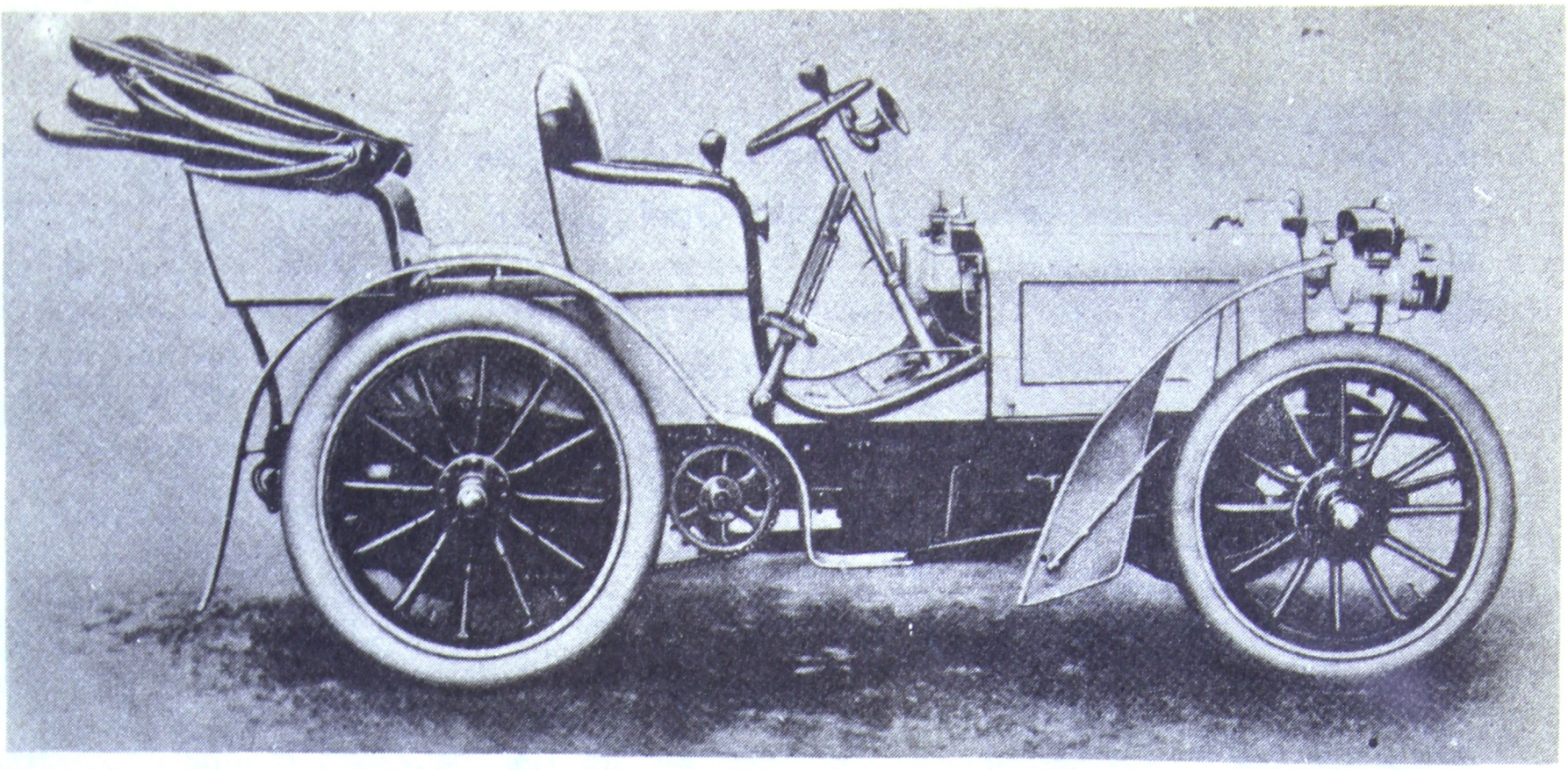
ـدرسال ۱۹۰۱ اولین اتومبیل مرسدس شکل ۳ به‌سفارش‌بازرگان معروف اطریشی‌موسوم به Jellinek توسط شرکت دایملر و باریاست مایباخ ساخته شد که بنام مرسدس دختر بازرگان نامبرده نامگذاری گردید. این اتومبیل که ۳۵ اسب قدرت داشت موفقیت بزرگی در صنعت اتومبیل بشمار میرفت. دایملر نام مرسدس را برای تمام سیستمهای اتومبیل کارخانه خود حفظ کرد.

- درسال ۱۹۲٤ موتور دیزل برای اولین بار بطور سری سازی در کامیونها مورد استفاده قرار گرفت.

- درسال ۱۹۳٤ دکتر فردیناندپورشه Dr. Ferdinand Porsche طرح اتومبیلی موسوم به فولکس واگن Folks Wagen را شروع‌کرد. در پائیز ۱۹۳٦ سه دستگاه اتومبیل آزمایشی از این نوع باتمام رسید و تولید آن در سال ۱۹۳۸ درشهر ولفس بورگ آلمان شروع گردید. بعداز جنگ جهانی دوم اتومبیل فولکس واگن طرفداران زیادی پیدا کرد.

ـدر سال ۱۹۳٦ دایملر بنز موتور دیزل را در اتومبیلهای سواری مورد استفاده قرار داد.

- در سال ۱۹۵٤ فلیکس وانکل Felix Wankel اولین موتور باپیستون دودر را طرح نمود.
- درسال ۱۹۵۸ اولین موتور وانکل در کارخانه NSU آلمان روی دستگاه آزمایش قرار گرفت.



شکل ۳- اتومبیل موسوم به " مرسدس " که در سال ۱۹۰۱ ساخته شد

- در سال ۱۹٦٤ اولین اتومبیل مجهز بموتور وانکل موسوم به NSU Spimder بطور سری‌سازی تولید گردید.

ب- سیر تکاملی اتومبیل در فرانسه

- در سال ۱۸۸۷ بنز اولین اتومبیل خود را در فرانسه بمعرض نمایش گذاشت و در سالهای بعد تعداد زیادی از این نوع اتومبیل بفرانسه صادر کرد.

- درسال ۱۸۸۹ دایملر در فرانسه نمایشگاهی دایر نمود که نتیجه آن فروش اختراع خود به پانار Panhardولواسور Levassor بود. در حقیقت این امر باعث شروع صنعت اتومبیل سازی در فرانسه و جهش آن در مدتی کوتاه گردید بطوریکه پاریس برای مدت زیادی بازار اتومبیل دنیا را بخود اختصاص داد و از همان زمان بیشتر لغات مصطلح دراین صنعت که امروز هم بکار میروند از قبیل شوفر - شاسی - لیموزین و غیره متداول گردید.

ج- سیر تکاملی اتومبیل درامریکا

- درسال ۱۸۹۲ هنری فورد Henry Ford اولین اتومبیل را در ایالات متحده امریکا ساخت.
- درسال ۱۹۰۳ فورد اولین کارخانه اتومبیل سازی فورد را در شهر دیترویت امریکا بنا نهاد.

فورد اولین کسی بود که از روش سری‌سازی بمنظور تولید زیاد و ارزان استفاده نمود و موفقیت زیادی نیز کسب کرد. مدل معروف T که از سال ۱۹۰۷ تا ۱۹۲٦ ساخته شد در سال ۱۹۲۵ رقم تولیدی برابر با ۹۰۰۰ دستگاه در روز را بخود اختصاص داد. ضمناً از این مدل اتومبیل ۱۵ میلیون دستگاه ساخته شد. بهای این اتومبیل در سال ۱۹۲٦ برابر با ۲٦۰ دلار بود.

د- سیر تکاملی اتومبیل در سایر کشورها

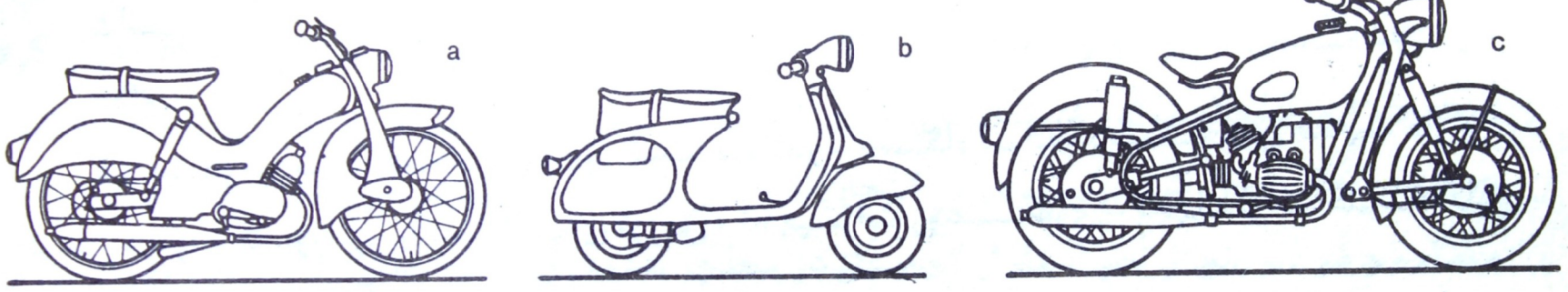
در کشورهای دیگر نیز صنعت اتومبیل بتدریج روبرونق نهاد و بعضی از این کشورها حتی در اواخر قرن نوزدهم صنایع اتومبیل خود را بنیان نهادند ولی بطور کلی این کشورها در تکمیل و توسعه اتومبیل نقش چندان مهمی را ایفاء ننموده‌اند. ازجمله مهمترین این کشورها میتوان انگلستان- ایتالیا و ژاپن را نام برد.

انواع خودروها و ساختمان آنها

الف- انواع خودروها

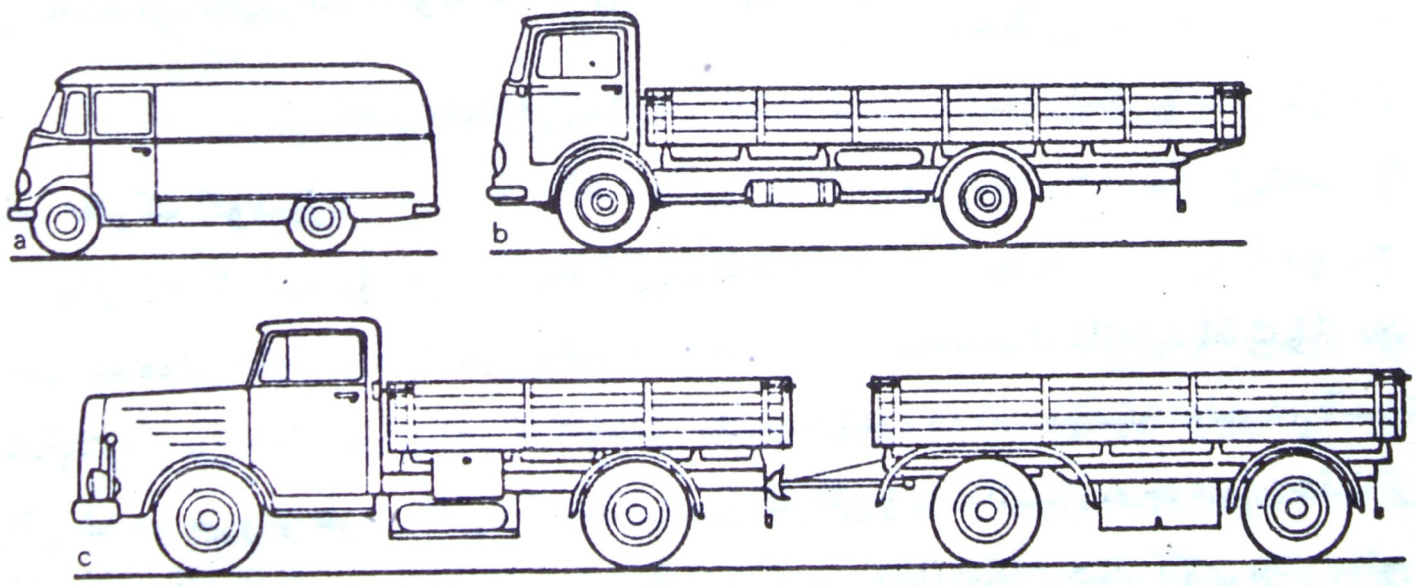
خودروها در انواع مختلف بشرح زیر وجود دارند:

- موتورسیکلت‌ها شامل موتوردوچرخه، موتور گازی، موتور رولر، موتورسیکلت



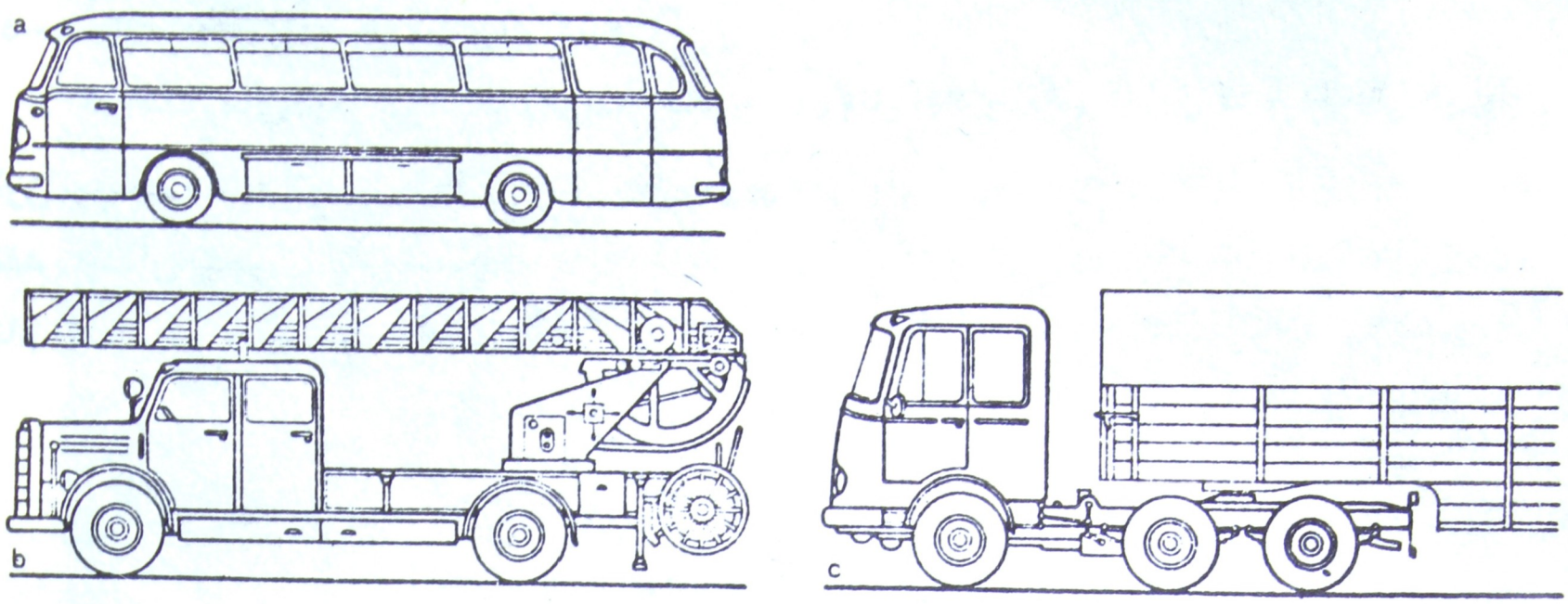
شکل ۴- موتورسیکلت‌ها

- اتومبیل شامل اتومبیلهای سواری- اتوبوسها- اتوبوسهای ترکیبی- کامیونها و وسائط نقلیه مخصوص



شکل ۵- اتومبیل‌ها

- یدک‌کشها شامل تراکتور، یدک‌کشهای حیابانی و یدک‌کشهای تکیه‌گاهی
- وسائط نقلیه کار (مثلاً ماشین جارو- ماشین سم‌پاش- ماشین آتش‌نشانی- ماشین حمل سیمان و غیره)



شکل ۶ – اتومبیلهای کار

ب- قسمتهای اصلی اتومبیل

هر اتومبیل از قسمتهای اصلی زیر تشکیل میشود:

موتور

قسمتهای انتقال قدرت

شاسی

اطاق

قسمت موتور شامل قطعات مهم زیر است: سیلندر- دستگاه لنگ- دستگاههای هدایت گاز و دود (فرمان موتور) کاربوراتور یا دستگاههای تزریق- تجهیزات روغنکاری- تجهیزات خنک‌کاری- دستگاههای جرقه و راه‌انداز موتور.

قسمت انتقال قدرت شامل قطعات مهم زیر است: شاسی- اکسل فنربندی- چرخها- ترمزها و سیستم فرمان اتومبیل.

اطاق قسمتهائی از اتومبیل است که برای حفاظت شخصی و یا بار از آن استفاده میشود تجهیزات الکتریکی باستثنای تجهیزات مربوط به موتور نیز جزو اطاق بشمار میآیند.

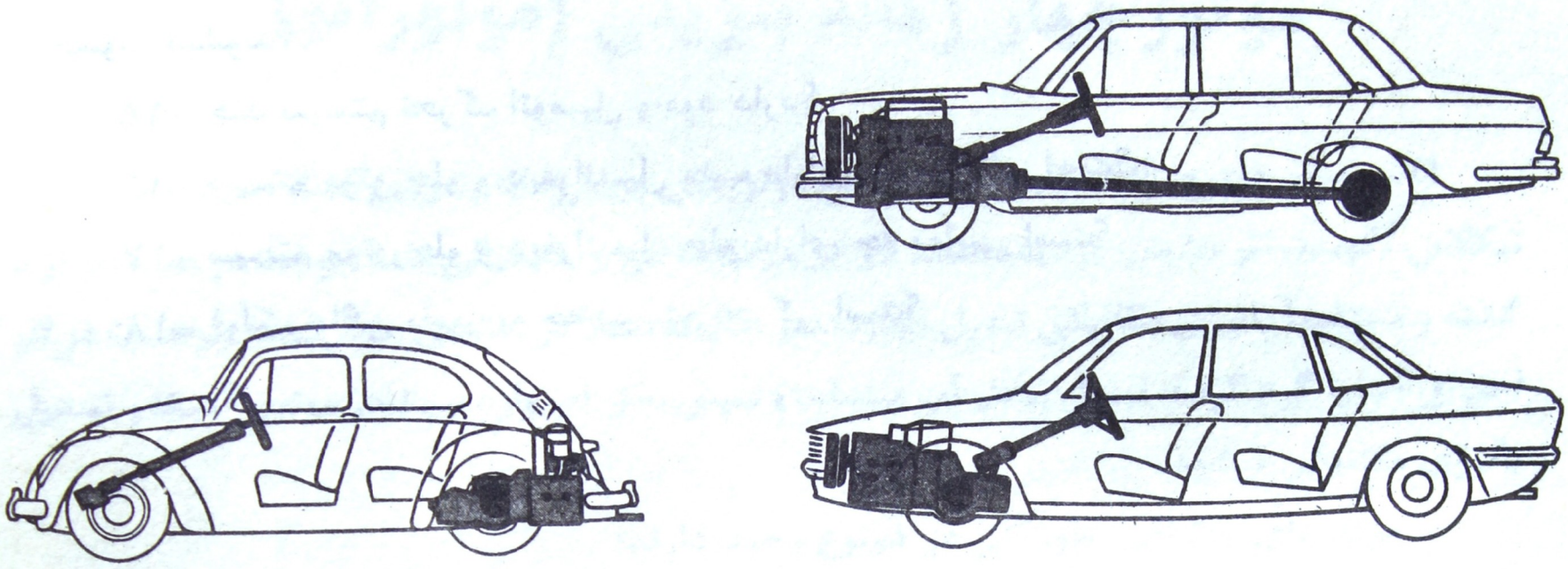
سیستمهای تحرک اتومبیل:

سیستمهای تحرک اتومبیل در سه نوع کلی وجود دارند:

۱- سیستم موتورجلو و دیفرانسیل عقب: که معروف بسیستم استاندارد است و از بدو اختراع اتومبیل متداولترین نوع سیستمهای تحرک اتومبیل بشمار میرود. در این سیستم موتور در قسمت جلوی اتومبیل واقع شده و نیرو از طریق کلاچ، گیربکس، میل‌گاردان و دیفرانسیل به چرخهای عقب آن منتقل میگردد. از مزایای این سیستم میتوان تقسیم متعادل نیرو بچرخها، امکان خنک‌کاری بهتر موتور، محل بار مناسب و کافی در صندوق عقب و اطمینان بیشتر در مواقع بروز تصادفات شدید (بعلت وجود موتور در جلو) را نام برد.

۲- سیستم موتور عقب: در این روش چرخهای عقب بکمک موتوری که در قسمت عقب اتومبیل نصب شده است به گردش درمیآیند. در این سیستم میل گاردان و کانال گردش آن که برای سیستم قبل

موردنیاز است و اغلب در ساختمان اطاق ایجاد مزاحمت مینماید وجود ندارد. بعلت اینکه در این روش بار کمتری بچرخهای جلوی اتومبیل اثر مینماید حساسیت اتومبیلهای مجهز به این سیستم تحرک، در مقابل وزش باد جانبی زیاد است. بعلاوه عدم‌صرفه‌جوئی درجا و دست‌یابی مشکل بموتور و بار زیاد چرخهای عقب نیز از معایب این روش بشمار میرود.



شکل ۷- انواع سیستمهای تحرک اتومبیل

۳- سیستم موتورجلو و دیفرانسیل جلو: در سالهای اخیر این روش بیشتر مورد استفاده قرار گرفته است. در این سیستم موتور در قسمت جلوی اتومبیل و در جهت طولی یا عرضی آن واقع شده و چرخهای جلو را بحرکت درمیآورد. در اینحال اتومبیل بکمک چرخهای جلو کشیده شده و در جاده مستقیم و در سر پیچ از نظر استقرار اتومبیل در سطح جاده فوق‌العاده مطلوب است. در این روش نیز میل‌گاردان وجود ندارد. در این سیستم بعلت وجود موتور در قسمت جلو، در شیب زیاد و در موقع شروع حرکت، چرخها حرکت آزاد نمینمایند.(بکسباد نمیکند)در این روش صرفه‌جوئی درجا نیز موردتوجه است. عدم تقسیم متعادل بار بر چهارچرخ را میتوان از معایب این روش دانست.

پیشرفت خود را آزمایش کنید:

۱- اولین موتور قابل استفاده دنیا توسط چه کسی اختراع شد؟

۲- مخترع موتورهای چهار زمانه احتراقی کیست؟

۳- چه کسی اولین موتور تند دور احتراقی را ساخت؟

٤- اولین اتومبیل دنیا توسط چه کسی ساخته شد؟

۵- در چه زمانی اتومبیل بصورت امروزی ساخته شد؟

٦- علائم مشخصه اتومبیلهای استاندارد امروزی چیست؟

۷- در چه سالی موتور دیزل برای بحرکت درآوردن وسائط نقلیه سنگین مخصوصاً کامیون بکار گرفته شد؟

۸- چرا در صنعت اتومبیل اصطلاحات و لغات فرانسه بیشتر بکار میرود؟

۹- اتومبیلی که قبل از جنگ جهانی دوم و بعد از آن بیشتر ساخته میشد چه نام داشت؟

۱۰- مدل اتومبیل معروف آمریکائی چه نام داشت؟

۱۱- قسمتهای اصلی یک اتومبیل را نام ببرید؟

۱۲- قسمت موتور شامل کدام قطعات مهم است؟

۱۳- قسمت انتقال قدرت از چه قسمتهائی تشکیل شده است؟

۱٤- تجهیزات الکتریکی اتومبیل ازقبیل برف‌پاک‌کن- چراغها و غیره جزو چه قسمتی از اتومبیل محسوب میشوند؟

۱۵- چند سیستم تحرک اتومبیل وجود دارد؟

۱٦- سیستم موتورجلو و دیفرانسیل عقب دارای چه مزایائی است؟

۱۷- سیستم موتورجلو و دیفرانسیل جلو دارای چه معایبی است؟

۱۸- فولکس‌واگن مجهز به چه سیستم تحرکی است؟

موتورچهار زمانه بنزینی (موتوراتو)

اغلب موتورهای وسائط نقلیه سبک از نوع موتورهای چهارزمانه بنزینی است که بنام مخترع آن نیکلاس آگوست اتو مشهور گردیده است. در این موتورها انرژی شیمیائی مادهٔ سوخت در سیلندر آزاد گشته و مستقیماً بانرژی مکانیکی تبدیل میگردد در حالیکه مثلاً در ماشین بخار ابتدا سوخت در اثر احتراق آب را گرم کرده، تبدیل ببخار آب مینماید و سپس بخار آب وارد سیلندر موتور گشته و تبدیل بانرژی مکانیکی میشود.

- موتورهای احتراقی بطورکلی در دونوع وجود دارند:
- موتورهای اتو با احتراق خارجی (شمع)
- موتورهای دیزل با احتراق خودبخود و داخلی

بعلاوه موتورهای احتراقی را برحسب چگونگی کار نیز میتوان در دو گروه تقسیم‌بندی نمود:

- موتورهای چهارزمانه که برای تولید کار و انجام یک سیکل کامل موتور (چهارزمان) میل لنگ باید دو دورگردش نماید بعبارت دیگر در ۷۲۰ درجه گردش میل لنگ چهار عمل مختلف در سیلندر انجام میشود که شرح آن بعداً خواهد گذشت.
- موتورهای دوزمانه که برای تولید کار در آن یکدور کامل میل‌لنگ لازم است.

اکثر موتورهای بنزینی و دیزل براساس چهارزمان موتورهای اتو کار میکنند لیکن فقط موتورهای بنزینی (دوزمانه و چهار زمانه) معروف بموتورهای اتو هستند.

ساختمان و طرز کار موتورهای چهارزمانه

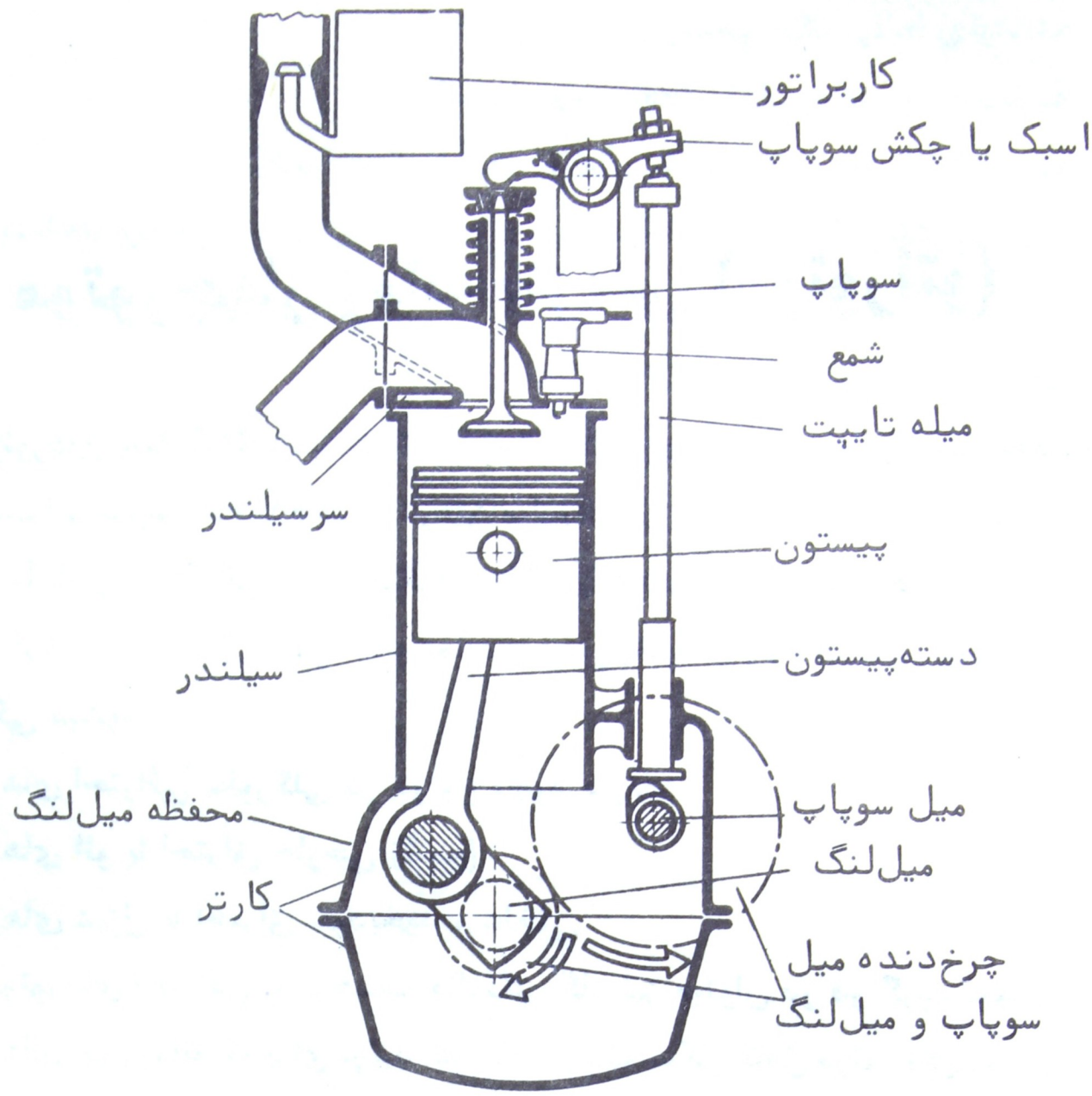
الف : ساختمان موتور

در یک محفظه استوانه‌ای شکل موسوم بسیلندر که از یک طرف بوسیله دوبوشل (سرسیلندر) مسدود شده است گاز قابل احتراق سوخته شده و بافشار جسم استوانه‌ای شکل دیگری را موسوم به پیستون بعقب میراند.

حرکت مستقیم‌الخط پیستون از طریق میله پیستون (گژنپین) و دسته پیستون (شاتون) بمیل لنگ منتقل و بحرکت دورانی تبدیل میشود.

پیستون، شاتون و میل‌لنگ را جمعاً دستگاه لنگ‌موتور میگویند.

نقطه توقف پیستون (کف پیستون) در بالاترین مسیر خود را نقطه مرگ بالا و در پائین‌ترین آنرا نقطه مرگ پائین مینامند. پیستون در نقطه مرگ بالا بپائین و از پائین ببالا حرکت میکند. طول مسیر



شکل ۱ - ساختمان موتورچهارزمانه اتو

حرکت پیستون را کورس پیستون مینامند حجمی که پیستون در طی یک کورس جابجا میکند حجم کورس نامیده میشود و حجمی که بعد از قرار گرفتن پیستون در نقطهٔ مرگ بالا در سیلندر باقی میماند حجم محوطه احتراق یا حجم تراکم نامیده میشود.

بوسیله یک دریچه قابل کنترل (سوپاپ) مخلوط سوخت و هوای قابل احتراق (گاز) بداخل سیلندر هدایت و بکمک سوپاپ دیگری دود که باقیمانده و حاصل احتراق است در زمان معینی از سیلندر خارج میشود. سوپاپها معمولاً از طریق اسبک، میل تایپت، تایپت و میل سوپاپ از میل لنگ نیرو میگیرند و بکار میافتند (شکل ۱)

در کاربراتور سوخت به نسبت معینی با هوا مخلوط شده و بسیلندر هدایت میشود شمع در لحظه معین مخلوط سوخت و هوا را در سیلندر آتش میزند و انرژی سوخت در اثر احتراق آزاد گشته تبدیل بهانرژی مکانیکی میگردد.

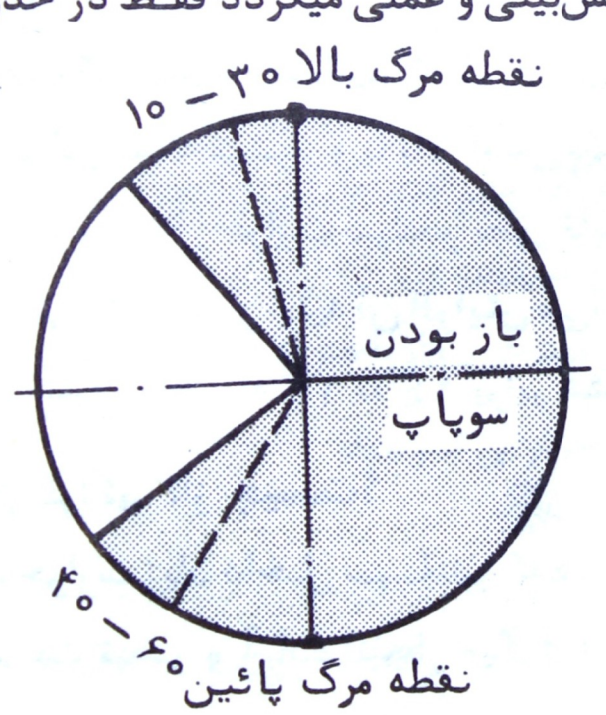
ب : طرزکار و بررسی چهار زمان موتور

بطوریکه گفته شد در موتورهای چهارزمانه در هر دو دور گردش میل لنگ که معادل یک سیکل کامل موتور است یکبار کار در سیلندر تولید میگردد. هر سیکل کامل موتور از چهار عمل مختلف تشکیل میشود که چون در چهار زمان غیرمساوی انجام میشود موتور را چهار زمانه میگویند، بنابراین با

وجود اینکه در یک سیکل کامل موتور پیستون چهار کورس مساوی را طی میکند چهار عمل مختلف که زمان انجام آنها غیر مساوی است در سیلندر بوقوع می‌پیوندد. چهارزمان مختلف موتور بشرح زیر است:

۱ ــ زمان مکش یا تنفس ــ در این زمان پیستون از نقطه مرگ بالا بسمت پائین حرکت میکند. سوپاپ گاز باز میشود و سوپاپ دود بسته است. با حرکت سریع پیستون بسمت پائین در حجم بالای پیستون یک خلاء نسبی بین ۰/۸ تا ۰/۹ آتمسفر بوجود میآید. این خلاء در حقیقت اختلاف فشاری بین ۰/۱ تا ۰/۲ آتمسفر با فشار جو ایجاد می‌کند که باعث جریان یافتن مخلوط سوخت و هوا با سرعتی تا بیش از ۱۰۰ متر بر ثانیه (۳۶۰ کیلومتر بر ساعت) از طریق لوله عبور هوا بسیلندر میشود.

در زمان مکش سوپاپ گاز در حدود ۱۰ تا ۳۰ درجه قبل از اینکه پیستون به نقطه مرگ بالا برسد باز میشود و در حدود ۴۰ تا ۶۰ درجه نیز بعد از اینکه پیستون از نقطه مرگ پائین گذشت باز میماند زیرا بعلت سرعت هوای ورودی بسیلندر با وجود اینکه پیستون از نقطه مرگ پائین بطرف بالا حرکت میکند سیلندر میتواند از گاز تازه پر شود. بنابراین سوپاپ گاز در حدود ۲۳۰ تا ۲۶۰ درجه گردش میل لنگ باز است. بطوریکه ملاحظه میشود زمان مکش بمراتب بیش از زمانی است که پیستون یک کورس را طی میکند. باوجود این زمان لازم برای پرشدن سیلندر فوق‌العاده کم و در موتوری با دور ۴۵۰۰ در دقیقه در حدود ۱/۱۰۰ ثانیه است. در این زمان کوتاه پرشدن سیلندر امکان پذیر نیست و با وجود همه تدابیری که باین منظور در طرح موتور پیش‌بینی و عملی میگردد فقط در حدود ۷۵٪ حجم سیلندر از گاز پر میشود.



شکل ۲

نمودار باز بودن سوپاپ گاز

عواملی که در پر شدن بهتر سیلندر مؤثرند:

۱- راههای عبور گاز- بعلت سرعت زیاد عبور مخلوط سوخت و هوا لوله‌های عبور گاز بسیلندر باید حتی‌الامکان مقاومت کمی از خود نشان دهند بنابراین باید حتی‌الامکان کوتاه، وسیع، مستقیم و کاملاً صیقلی باشند.

۲- مجاری عبور گاز و دود- سوپاپها باید حتی‌الامکان بزرگ، در تعداد بیشتر و با زمان باز بودن بیشتری بکار روند.

۳- وضعیت کاربوراتور- برای رساندن سوخت کافی بموتور باید کاربراتور کاملاً مجهز و به تعداد کافی وجود داشته باشد بهمین علت در موتورهائیکه دارای قدرتهای زیاد هستند از دو یا چند کاربراتور استفاده میشود.

٤- فشار هوا- با اضافه شدن ارتفاع (مثلاً رانندگی در کوهستان) سیلندرها کمتر پر میشوند زیرا بعلت رقیق شدن هوا مقدار کمتری اکسیژن بسیلندر راه مییابد.

٥- حرارت هوا- هوای گرم دارای فشردگی کمتری است و سیلندر را کمتر پر میکند.

٦- فرم مناسب محوطه احتراق- یک محوطه احتراق نیمکره‌ای باعث پر شدن بهتر سیلندر میشود.

٧- آب‌بندی عوامل مکش- برای اینکه سیلندر بخوبی پر شود باید قطعات موتور از قبیل سیلندر و سرسیلندر، سوپاپها، پیستون، محل بستن شمعها و لوله‌های عبور هوا کاملاً آب‌بندی باشند.

- **سوپر شارژ:** بطوریکه ملاحظه شد در شرایط معمولی بخصوص در دورهای زیاد موتور بهیچوجه نمیتوان سیلندر را بطور کامل پر کرده، از حداکثر قدرت موتور استفاده نمود. برای رفع این اشکال میتوان از یک پمپ اضافی هوا استفاده نموده و سیلندر را با فشار از هوا و سوخت پر کرد. این پمپها را سوپر شارژ مینامند. سوپر شارژهای مکانیکی قسمتی از قدرت موتور را مصرف میکنند. این نوع سوپر- شارژها فقط در فاصله بین دو جنگ بین‌المللی در موتورهای مسابقه‌ای بکار میرفتند. ولی امروزه سوپرشارژهائی که با استفاده از انرژی دود موتور بکار میافتد مورد استفاده قرار میگیرند و بدین‌ترتیب انرژی دود که در شرایط معمولی بهدر میرود مورد بهره‌برداری قرار میگیرد.

۲ــ زمان تراکم: در زمان تراکم مخلوط سوخت و هوای موجوددر سیلندر در محوطه کوچکی تحت فشار قرار میگیرد (متراکم میشود) میدانیم که در انتهای کورس مکش پیستون در نقطه مرگ پائین قرار میگیرد. سوپاپ گاز بسته میشود و با بالا آمدن پیستون،سوخت و هوای موجود در سیلندر متراکم میشود. هرگاه دراین حال حرارت سیلندر بطور ثابت باقی می‌ماند در تغییر حجمی به نسبت ۱/۸ فشار سیلندر بمقدار ۸ برابر مقدار اولیه آن افزایش می‌یافت ولی در عمل بعلت ازدیاد حرارت فشار داخل سیلندر از این نسبت حجم به ۱۲ تا ۱٤ برابر فشار اولیه آن میرسد.

هدف از تراکم گاز چیست؟

- بعلت حرارت زیاد داخل سیلندر که در اثر تراکم بوجود میآید ذرات سوخت پودر شده در کاربراتور بسرعت تبخیر و آماده انفجار میگردند.

- بعلت تلاطم موجود در گاز داخل سیلندر هنگام تراکم،سوخت و هوابخوبی باهم مخلوط میشوند.

- با متراکم کردن گاز ذرات سوخت و هوا بیکدیگر نزدیک شده و احتراق سریعتری را امکان پذیر میسازند.

- با ازدیاد فشار تراکم قدرت موتور نیز افزایش مییابد.

نسبت تراکم:نسبت تراکم یک موتور نشان‌دهندهٔ این کمیت است که چه مقدار حجم بالای پیستون قبل از تراکم بزرگتر از آن حجم، بعدازتراکم است یعنی:

$$\text{نسبت تراکم} = \frac{\text{حجم سیلندر پیش ازتراکم}}{\text{حجم سیلندر بعدازتراکم}} = \frac{\text{حجم کورس + حجم محوطهٔ احتراق}}{\text{حجم محوطهٔ احتراق}}$$

موتورهای امروزی دارای نسبت تراکمی بیش از ۸:۱ هستند. اولین موتور دایملر دارای نسبت

تراکم ۲/۵:۱ و موتور بنز ۳/۵:۱ بود. در انتهای زمان تراکم حرارت داخل سیلندر نیز افزایش یافته و به ۴۰۰ تا ۵۰۰ درجه سانتیگراد میرسد در اینحال فشار سیلندر به ۱۲ تا ۱۴ آتمسفر میرسد با ازدیاد نسبت تراکم فشار احتراق نیز افزایش یافته و قدرت موتور زیاد میشود ولی بدلایل خاصی از جمله عدم مقاومت سوخت در مقابل فشار زیاد و احتمالاً خودسوزی آن نسبت تراکم را نمیتوان در هر موتور از حد معینی بیشتر افزایش داد.

۳ـ زمان کار: درانتهای زمان تراکم هردو سوپاپ بسته است و پیستون بنقطهٔ مرگ بالا نزدیک می‌شود در اینحال در بالای پیستون مخلوط سوخت و هوا فشرده شده و آماده احتراق میگردد. کمی قبل از نقطهٔ مرگ بالا در موتورهای اتوشمع جرقه میزند و مخلوط سوخت را محترق میسازد. کانون شعله از الکترودهای شمع شروع شده و بطور یکنواخت و بطور موجی بتمام جهات سیلندر گسترش مییابد.

سرعت پخش شعله در بار کامل موتور به حدود ۲۰ تا ۲۵ متر بر ثانیه میرسد و در حالت نیمه بار در حدود ۱۰ متر بر ثانیه است. این سرعت بمقدار زیاد بستگی بچگونگی اختلاط سوخت و هوا دارد.

حرارت تولید شده در زمان احتراق در شمع به بیش از ۲۰۰۰ درجه سانتیگراد میرسد. با وجود افزایش حرارت، گاز سوخته شده در سیلندر بعلت مسدود بودن محوطهٔ احتراق نمیتواند منبسط شود و بدین جهت فشار انتهائی تراکم که بین ۱۲ تا ۱۴ آتمسفر است در انتهای تراکم و پس از احتراق به ۳۵ تا ۴۵ آتمسفر میرسد. این فشار در سطح پیستونی مثلاً بقطر ۳۰ میلیمتر نیروئی برابر با ۱۷۵۰ تا ۲۲۵۰ کیلوگرم را اعمال میکند و پیستون را با فشار بسمت پائین میراند و بدین ترتیب یک حرکت مستقیم‌الخط تولید شده و توسط شاتون و میل لنگ بحرکت دورانی تبدیل میشود. با پائین رفتن پیستون فشار و درجه حرارت سیلندر نیز تقلیل مییابد.

بنابراین انرژی حرارتی موجود در مادهٔ سوخت در زمان احتراق آزاد شده و در مراحل زیر تبدیل به انرژی مکانیکی میشود:

انرژی حرارتی سوخت
↓
احتراق
↓
تولید حرارت
↓
انبساط حرارتی
↓
ازدیادفشار
↓
نیروی پیستون
↓
حرکت رفت و برگشتی پیستون
↓
حرکت دورانی میل لنگ
↓
انرژی حرکتی (قدرت)

پیش جرقه و پس جرقه (آوانس وریتارد)-جبهه شعله هنگامی باید به پیستون برسد که پیستون کاملاً در نقطه مرگ بالا واقع شده باشد. از لحظه جرقه‌زدن شمع تا رسیدن جبهه شعله بکف پیستون زمان کوتاهی میگذرد که در حقیقت همان زمان پخش شعله است. در این مدت پیستون مسافتی را در سیلندر میپیماید و از نقطه مرگ بالا عبور میکند. اگر شمع درست در نقطه مرگ بالا جرقه بزند تولید حداکثر فشار در اثر عبور پیستون از نقطه مرگ بالا دچار اختلال شده، از قدرت موتوری کاسته میشود. برای حل این مشکل سیستم جرقه را طوری باید طراحی و تنظیم نمود که کمی قبل از اینکه پیستون به نقطه مرگ بالا برسد شمع جرقه بزند و مخلوط سوخت را محترق نماید تا در لحظه صحیح فشار لازم روی پیستون اعمال گردد. مقدار زودتر جرقه زدن شمع که آنرا پیش جرقه یا آوانس مینامیم بستگی کامل بدور موتور و بار آن دارد. در مثال زیر این مطلب بیشتر توضیح داده میشود:

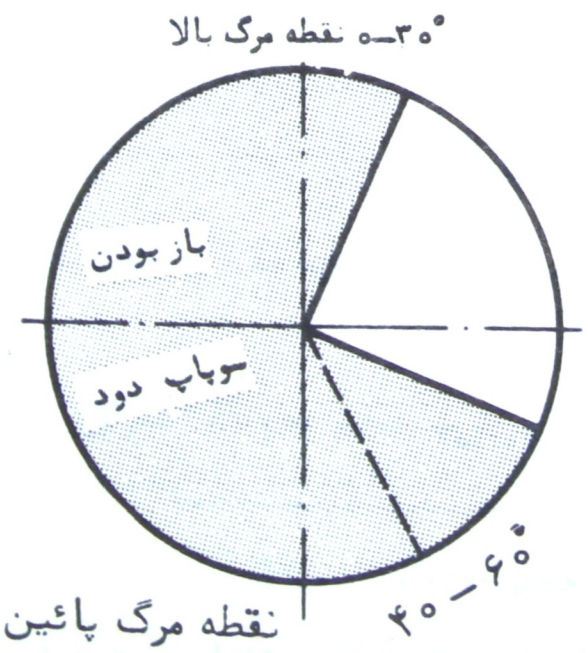
مثال ۱-فرض کنیم موتوری با دور ۱۲۰۰ در دقیقه کار کند. بطوریکه گفته شد سرعت پخش شعله در بار متوسط در حدود ۱۰ متر بر ثانیه است. اگر راه عبور شعله (فاصله بین شمع و کف پیستون در نقطه مرگ بالا) در حدود ۲ سانتیمتر باشد زمان لازم برای پخش شعله در حرکت مستقیم‌الخط خواهد بود:

$$\text{زمان} = \frac{\text{مسافت}}{\text{سرعت}} = \text{سانتیمتر}^{2} / \text{سانتیمتر}^{1000} = \text{ثانیه}^{1/500}$$

حال چون موتور ۱۲۰۰ دور در دقیقه میزند میل لنگ در یک ثانیه ۲۰= ۱۲۰۰/۶۰ دور میچرخد و چون هر دور میل لنگ معادل ۳۶۰ درجه میباشد پس میل لنگ دریک ثانیه ۷۲۰۰=۳۶۰×۲۰ درجه دوران میکند. با یک تناسب ساده و مستقیم میتوان میزان گردش میل لنگ را در ۱/۵۰۰ ثانیه (زمان پخش شعله) حساب کرد. باین ترتیب ملاحظه میشود که در مدت مذکور میل لنگ ۱۴/۴ درجه از وضعیت نقطه مرگ پیستون عبور میکند. بنابراین باید در این دور همین مقدار شمع زودتر جرقه بزند تا در نقطه مرگ فشار لازم روی پیستون ایجاد گردد.

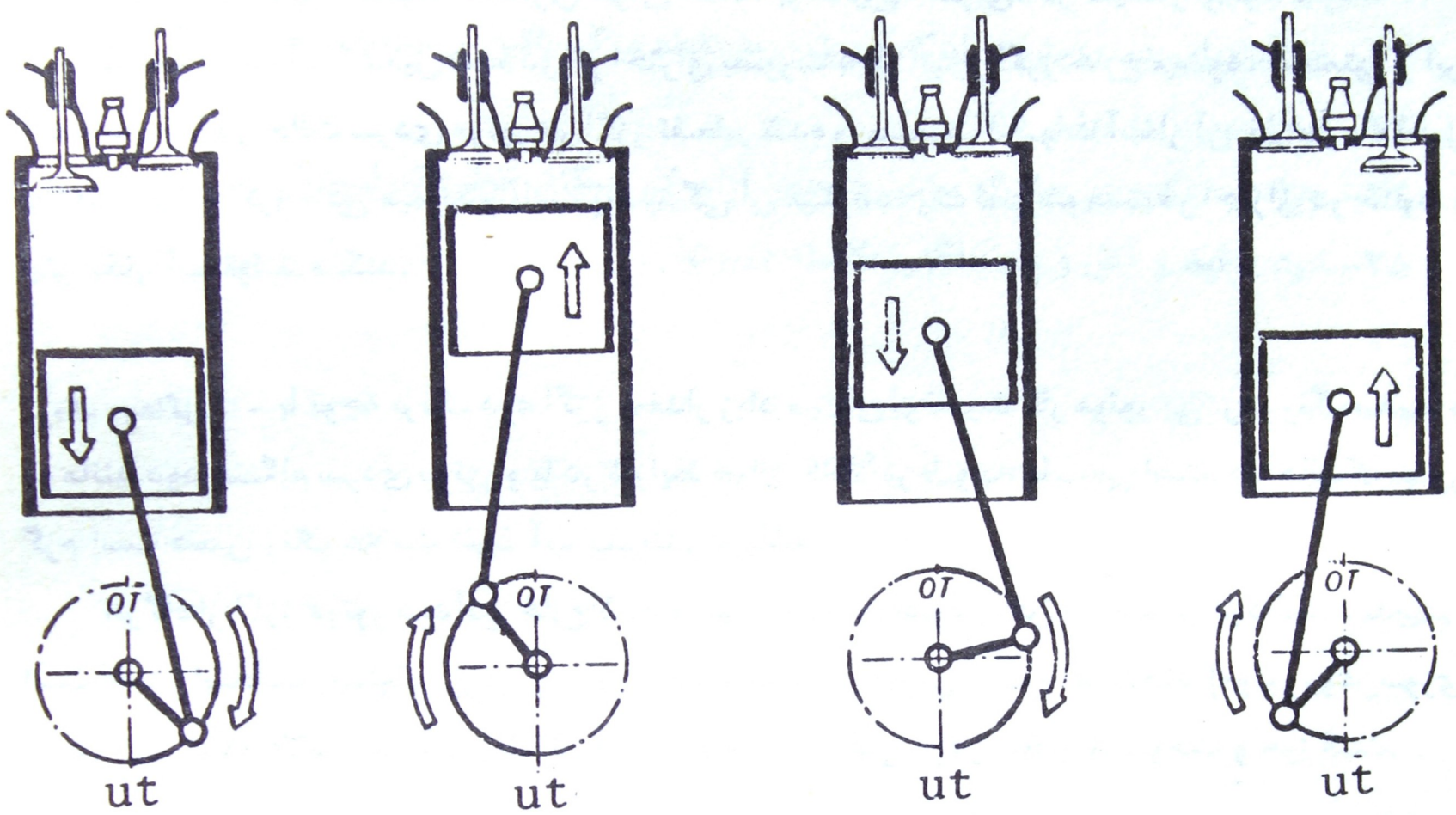
مثال ۲-حال اگر موتور در ۴۸۰۰ دور کار کند میتوان میزان آوانس را با استدلالی کاملاً شبیه مثال یک بدست آورد. منتهی در این دور سرعت پخش شعله ۲۰ متر بر ثانیه بحساب میآید. ملاحظه خواهیم کرد که میزان آوانس در این دور ۸/۸ درجه گردش میل لنگ است بنابراین با ازدیاد دور موتور میزان آوانس جرقه نیز باید افزایش یابد (موتور باید آوانس شود) و با کم شدن آن جرقه باید بتأخیر بیافتد (ریتاردشود) بطور کلی لحظه جرقه موتورها بین ۵ تا ۴۰ درجه قبل از نقطه مرگ تغییر مینماید. لحظه جرقه زدن بطور خودکار بوسیله دستگاه آوانس وزنه‌ای و خلائی در هر لحظه از دور موتور تنظیم میشود.

۴ــ زمان تخلیه: در زمان تخلیه گازهای سوخته شده از سیلندر تخلیه میشونددر اینحال سوپاپ دود پیش از اینکه پیستون در انتهای زمان کار به نقطه مرگ پائین برسد (۴۰ تا ۶۰ قبل از آن) باز میشود. در اینحال فشار داخل سیلندر در حدود چند آتمسفر است و بهمین علت بعدازبازشدن سوپاپ تخلیه، دود با سرعتی بیش از سرعت صوت از سیلندر خارج میشود. در نتیجه



شکل ۳ ــ نمودار بازبودن سوپاپ دود

موج فشاری را ایجاد مینماید و در صورتیکه بوسیله یک صدا خفه کن مستهلک نشده و تقلیل نیابد بصورت انفجاری بگوش خواهد رسید. هنگام بالاآمدن پیستون در سیلندر فشاری برابر با ۰/۵ تا ۱/۵ آتمسفر بوجود میآید. سوپاپ دود در حدود ۵ تا ۳۰ درجه پس از اینکه پیستون از نقطه مرگ بالا گذشت بسته میشود بنابراین در یک زمان معین هر دو سوپاپ توأماً باز هستند. شکل ۳ نمودار باز بودن سوپاپ دود این زمان را اصطلاحاً زمان «قیچی سوپاپها» میگویند. در این زمان گاز تازه بسوپاپ دود نمیرسد ولی قسمتی از دود را بسمت سوپاپ خروجی میراند.



ot=top dead centre نقطه مرگ بالا

ut=lower dead centre نقطه مرگ پائین

شکل ۴- چهار زمان یک موتور چهار زمانه

دود-قسمت عمده دود ازت است زیرا بطوریکه میدانیم ۷۸٪ حجم هوا را ازت تشکیل میدهد که در احتراق نقشی ندارد و بهمان صورت از موتور خارج میشود. جدول زیر درصد گازهای موجود در دود اگززموتورهای اتو ودیزل را در حالت دور آرام، نیمه بار و تمام بارنشان میدهد.

نوع گاز	دورآرام		حالت نیمه‌بار		حالت تمام‌بار	
	اتو	دیزل	اتو	دیزل	اتو	دیزل
CO2	۸-۶/۵	۱۳/۵	۱۱-۷	۵/۵	۱۳-۱۲	۷
H2O	۱۰-۷	۳/۵	۹-۱۱	۵	۱۱-۱۰	۵
O2	۱/۵-۱	۱۶	۲-۰/۵	۱۲	۰/۴-۰/۱	۱۰
CO	تا ۴/۵	تا۰/۲	۴-۱	۰/۱	۳-۱	تا۰/۳
H2	۰/۵-۴	—	۰/۲-۱	۰/۱	۰/۱-۰/۲	—
N2	۷۱	۷۷	۷۴	۷۷	۷۶	۷۷

علاوه بر گازهای ذکر شده درجدول، دود اگزز مقداری نیز حاوی گاز NO,NO2 است که برای سلامتی انسان مضر است.

با توجه بمقادیر جدول ملاحظه میشود که در حالت دور آرام و حالت نیمه بار در موتورهای اتو مقدار زیادی گاز CO تولید میشود زیرا موتورهای اتو در دور آرام با مخلوط غنی‌تر کار میکنند در حالیکه در موتور دیزل همیشه مقداری هوای اضافه براحتیاج احتراق، در سیلندر وجود دارد.

قسمت عمده آب تشکیل شده در اثر احتراق بصورت بخار آب از اگزز خارج میشود. قسمتی از این آب مخصوصاً در حالت سردی موتور در اگزز تقطیر شده و بصورت قطرات آب از آن خارج و یا داخل لوله‌ها و انباره اگزز باقی میماند و باعث پوسیدگی آن میگردد. یک لیتر سوخت در احتراق در حدود ۱ لیتر بخار آب تولید میکند.

رنگ دوداگزز - با توجه برنگ دود اگزز بمقدار زیاد میتوان بوضعیت کار موتور پی برد. رنگ سفید و مه مانند دود هنگام سردی موتور و یا در شرایط هوای کاملاً مرطوب، طبیعی است. در حالیکه موتور گرم است همین رنگ علامت نفوذ آب بسیلندر میباشد.

هرگاه از اگزز موتور دودآبی خارج شود معمولاً علامت وجود روغن سوخته در دود است. بدیهی است که در اینحالت رینگهای روغن پیستون وظیفه خود را بخوبی انجام نمیدهند (موتور روغن‌سوزی دارد) دود سیاه علامت سوخت زیاد از حد لازم موتور و غنی بودن مخلوط سوخت و هوا است.

پیشرفت خود را آزمایش کنید:

۱- تفاوت موتورهای احتراقی با موتور بخار از لحاظ طرز کار در چیست؟

۲- کورس پیستون چیست و حجم کورس یعنی چه؟

۳- حجم بالای پیستون در حالیکه پیستون در نقطه مرگ بالا واقع شده باشد چه نام دارد؟

٤- هدف ازمکش چیست؟

۵- زمانیکه در اختیار کورس مکش قراردارد در چه حدودی است؟

٦- سوپاپها در زمان مکش چه وضعی دارند؟

۷- پرشدن کامل سیلندر به چه عواملی بستگی دارد؟

۸- چرا سوپاپ دود بعد از عبور پیستون از نقطه مرگ پائین بسته میشود؟

۹- هدف از تراکم چیست؟

۱۰- نسبت تراکم یعنی چه؟

۱۱- به چه علت فشار داخل سیلندر و زمان تراکم بیش از نسبت فشردگی گاز افزایش مییابد؟

۱۲- فشار تراکم و درجه حرارت تراکم گاز در چه حدودی است؟

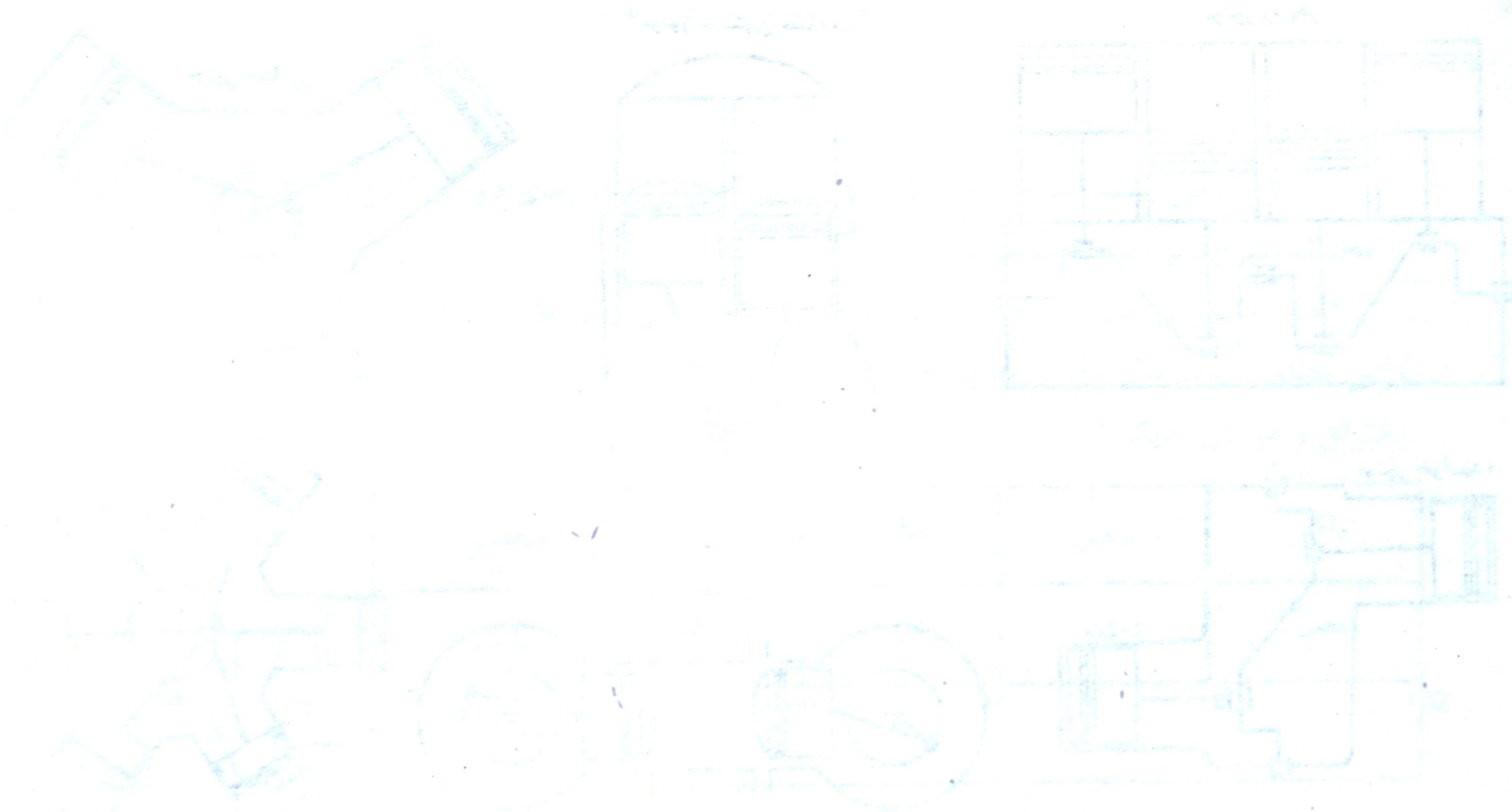
۱۳- بچه علت آوانس جرقه در موتور ضروری است؟

۱٤- خودسوزی موتور به چه علت بوجود میآید؟

۱۵- چه حرارتی در زمان احتراق در شمع بوجود میآید؟

۱٦- چه مقدار نیرو بر پیستونیکه قطر آن ۸۰ میلیمتر است در زمان احتراق اثر مینماید؟

۱۷- مراحل تبدیل انرژی شیمیائی به انرژی حرکتی در زمان احتراق چیست؟
۱۸- به چه علت لحظه جرقه زدن شمع بتناسب دور موتور باید تغییر کند؟
۱۹- چرا در موتور دوده ایجاد میشود؟
۲۰- نسبت اختلاط صحیح سوخت و هوا در شرایط مختلف رانندگی چیست؟
۲۱- در زمان تخلیه چه عملی انجام میشود؟
۲۲- چرا سوپاپ دود پیش از اینکه پیستون به نقطه مرگ پائین برسد باید باز شود؟
۲۳- قیچی سوپاپها یعنی چه؟
۲٤- چرا دود اگزز در حالیکه موتور در دور آرام کار میکند خطرناک است؟
۲۵- دود سفید و آبی و سیاه اگزز علامت چیست؟

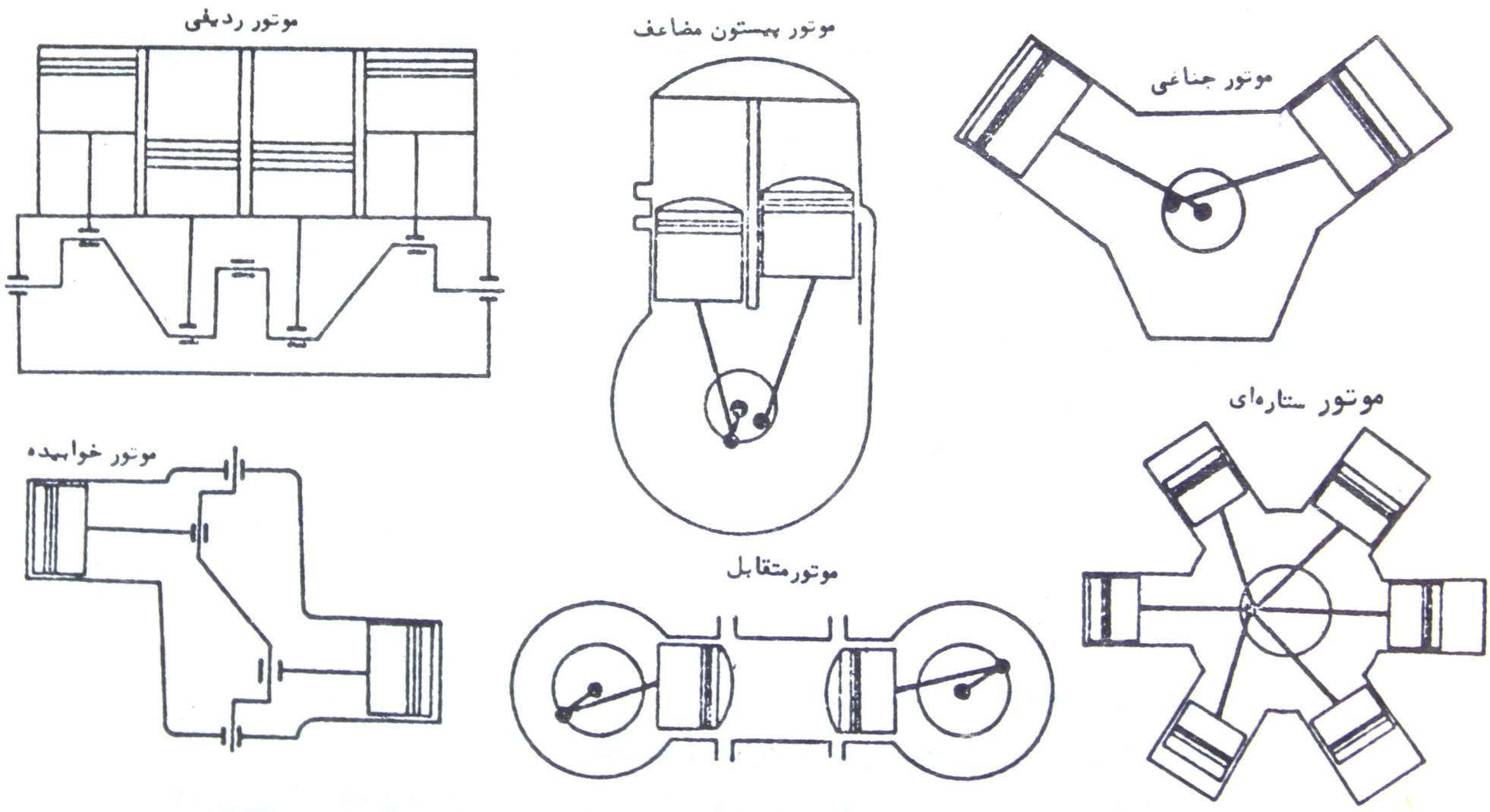


انواع موتورهای چهار زمانه

برای تولید قدرت در وسائط نقلیه سبک مثلاً موتورسیکلت‌ها معمولاً یک سیلندر کافی است. این موتورها معمولاً بروش موتورهای دو زمانه کار میکنند. امروزه موتورهای چهار زمانه تکسیلندر در بعضی موتورسیکلت‌ها وبعضی ماشینهای کشاورزی نیز بکار میروند. برای بدست آوردن قدرتهای بیشتر موتورهای چند سیلندر ساخته شده‌اند بدین ترتیب وزنه‌های متعادل کننده در میل‌لنگ آنها کمتر شده، سیلندر بهتر پر میشود و احتراق سریعتر صورت میگیرد و بالاخره امکان خنک کردن موتور بیشتر است.

موتورها از نظر ترتیب قرار گرفتن سیلندر در انواع زیر وجود دارند:

- موتورهای ردیفی که در آنها همه سیلندرها در یک ردیف قرار داده شده‌اند.
- موتورهای خوابیده (موتورهای بوکسر Boxer - Motor) که در آنها سیلندرها دو بدو روبروی هم قرار گرفته‌اند.
- موتورهای جناغی V - Motor که در آن سیلندرها با زاویه معینی نسبت بیکدیگر قرار گرفته‌اند (۶۰ یا ۹۰ درجه)
- موتورهای ستاره‌ای که در آنها سیلندرها در محیط دایره‌ای قرار گرفته‌اند.
- موتورهای متقابل که دو پیستون داخل یک سیلندر کارکرده و محوطه احتراق مشترکی را تشکیل میدهند.
- موتورهای باپیستون مضاعف- که در آنها دو پیستون همزمان با یکدیگر داخل دو سیلندر که در مجاورت یکدیگر قرار گرفته‌اند کار میکنند. شکل ۱

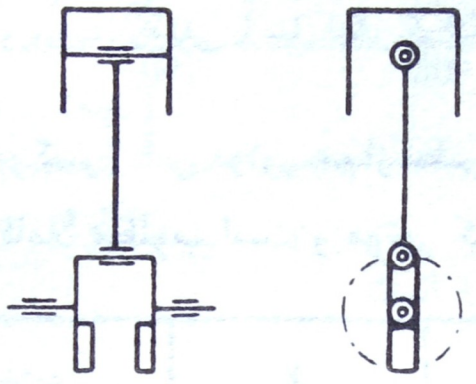


شکل ۱

از نظر تعداد سیلندر و فاصله احتراق موتورها درانواع زیر تقسیم بندی میشوند:

۱- موتورهای تک سیلندر

موتورهای تک سیلندر معمولاً دارای ساختمانی ساده بوده ارزان قیمت میباشند. قدرت اینگونه موتورها محدود است. در این موتورها چون فاصله احتراق در سیلندر زیاد نبوده و معادل ۷۲۰ درجه گردش میل‌لنگ است (بعلت اینکه در هر دو دور گردش میل‌لنگ یک احتراق صورت میگیرد.) موتور نرم کار نمیکند (لنگ میزند). در موتورهای تک‌سیلندر بمنظور جبران لنگی میل‌لنگ و تعادل دوران آن وزنه‌های متعادل کننده زیادی در میل لنگ ضروری است.



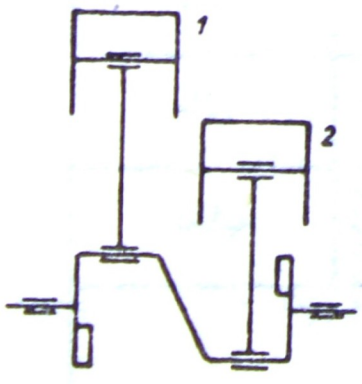
سیلندر	زمان موتور			
سیلندر ۱	کار	تخلیه	تنفس	تراکم
زاویه گردش میل لنگ	0	180°	360	540 720°

شکل ۲- جدول چهار عمل موتور چهارزمانه تکسیلندر

۲- موتورهای دو سیلندر

بمنظور نرمی بیشتر موتور و جلوگیری از لنگ زدن آن موتورهای دو سیلندر ببالا در طرحهای مختلف بشرح زیر ساخته میشوند:

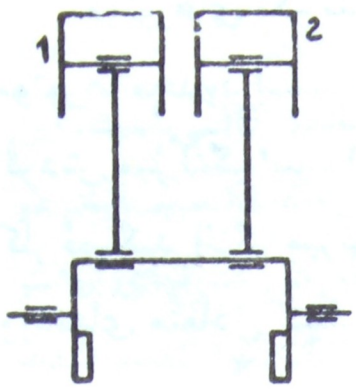
الف- موتور دو سیلندر ردیفی با میل‌لنگ دولنگه متقابل- این طرح در عین اینکه دارای تعادل وزنی مطلوب است بطوریکه از جدول چهار زمان موتور مشاهده میشود بعلت اینکه یکدور میل‌لنگ دو احتراق و در دور دیگر احتراقی وجودندارد کاملاً مناسب نیست.



سیلندر ۱	کار	تخلیه	تنفس	تراکم
سیلندر ۲	تراکم	کار	تخلیه	تنفس
زاویه گردش میل لنگ	0	180	360	540 720

شکل ۳- جدول چهار عمل موتور دوسیلندر

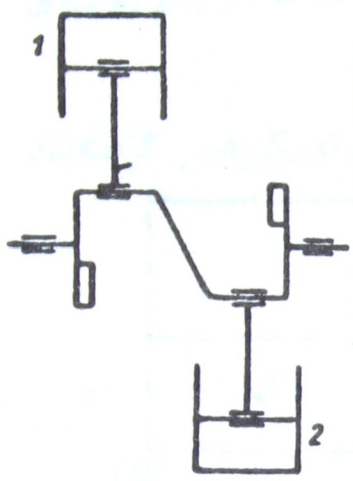
ب- موتور دو سیلندر ردیفی با میل‌لنگ یک‌لنگه مجاور-در این طرح تعادل وزنی موتور بعلت وجود میل‌لنگ یک لنگه مجاور مناسب نیست و برای جبران این نقص باید در آن وزنه متعادل کننده زیادی بکار رود ولی از نظر تقسیم نیرو و فاصله احتراق طبق جدول، موتوری کاملاً مطلوب است.



سیلندر ۱	کار	تخلیه	تنفس	تراکم
سیلندر ۲	تنفس	تراکم	کار	تخلیه
زاویه‌گردش میل‌لنگ	0°	180°	360°	540° 720°

شکل ٤ – جدول چهار عمل موتور دو سیلندر ردیفی با میل لنگ یک لنگه

ج- موتور دو سیلندر خوابیده (بوکسر). این موتور هم از نظر تعادل وزنی و هم از نظر تعادل فشاری بر میل‌لنگ و فاصله احتراق کاملاً مطلوب است و موتور کاملاً نرم کار میکند.



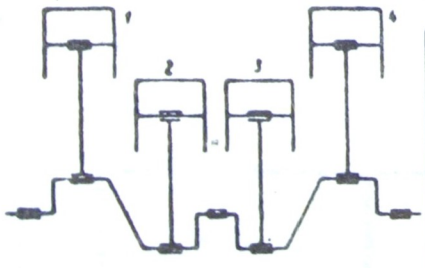
سیلندر ۱	کار	تخلیه	مکش	تراکم
سیلندر ۲	مکش	تراکم	کار	تخلیه
زاویه گردش میل‌لنگ	0°	180°	360°	540° 720°

شکل ۵- جدول چهارعمل موتور دوسیلندر خوابیده

۳ـ موتورهای چهارسیلندر

الف- موتور چهار سیلندر ردیفی- باتوجه بجدول چهار زمان ملاحظه میشود که فاصله هر احتراق از این نوع موتور ۱۸۰ درجه گردش میل‌لنگ است بنابراین موتور کاملاً نرم کار میکند و تعادل وزنی موتور نیز کاملاً مطلوب است بهمین دلیل امروزه بیشتر این موتورها مورد استفاده قرار میگیرد.

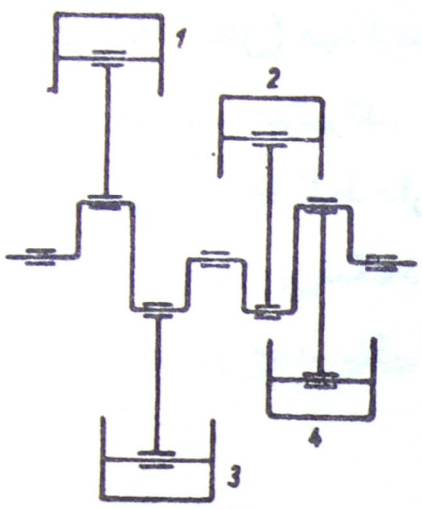
ترتیب احتراق این موتور نسبت بچگونگی لنگی میل‌لنگ آن در دو نوع مختلف ۲-٤-۳-۱ و ۳-٤-۲-۱ وجود دارد.



سیلندر ۱	کار	تخلیه	مکش	تراکم
سیلندر ۲	تخلیه	مکش	تراکم	کار
سیلندر ۳	تراکم	کار	تخلیه	مکش
سیلندر ۴	مکش	تراکم	کار	تخلیه
زاویه گردش میل لنگ	0°	180°	360°	540° 720°

شکل ٦- جدول چهارعمل موتور چهار سیلندر ردیفی

ب- موتور چهار سیلندر خوابیده- در این موتور نیز حاصله هر احتراق ۱۸۰ درجه گردش میل‌لنگ است، تعادل وزنی در آن نیز کاملاً مطلوب است و بعلت طرح مخصوص آن دارای طول کمتری میباشد. این طرح بخصوص برای موتورهای هوا خنک کاملاً مطلوب است.



سیلندر ۱	کار	تخلیه	مکش	تراکم
سیلندر ۲	تخلیه	مکش	تراکم	کار
سیلندر ۳	مکش	تراکم	کار	تخلیه
سیلندر ۴	تراکم	کار	تخلیه	مکش
زاویه گردش میل لنگ	0°	180°	360°	540° 7

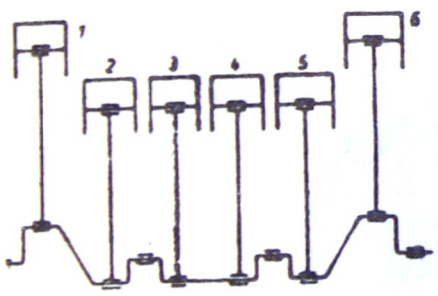
شکل ۷ - جدول چهارعمل موتور چهار سیلندر خوابیده

ترتیب احتراق این موتورها ۲-۳-٤-۱ است.

۴- موتورهای شش سیلندر

موتورهای ٦ سیلندر معمولاً برای حجم‌هائی بیش از ۲ لیتر ساخته میشوند. این موتورها معمولاً بصورت ردیفی ساخته شده و اختلاف زاویه لنگ‌میل‌لنگ در آنها ۱۲۰ درجه و در نتیجه فاصله احتراق نیز در سیلندرها ۱۲۰ درجه گردش میل‌لنگ است.

ترتیب احتراق معمولی در این موتورها ٤-۲-٦-۳-۵-۱ است. این موتورها کاملاً نرم کار میکنند ولی معمولاً دارای طول زیادی میباشند.



سیلندر ۱	کار	تخلیه	مکش	تراکم	
سیلندر ۲	لیه	مکش	تراکم	کار	تخ
سیلندر ۳	ش	تراکم	کار	تخلیه	مک
سیلندر ۴	ر	تخلیه	مکش	تراکم	ک
سیلندر ۵	اکم	کار	تخلیه	مکش	تر
سیلندر ۶	مکش	تراکم	کار	تخلیه	
زاویه گردش میل لنگ	0° 60°	120° 180°	240° 300°	360° 420°	480° 540° 600° 660° 720°

شکل ۸ - جدول چهارعمل موتور شش سیلندر ردیفی

۵-موتورهای هشت سیلندر

در مواردیکه احتیاج بقدرتهای خیلی زیاد باشد از موتورهای هشت سیلندر استفاده میکنند. موتورهای ۸ سیلندر ردیفی دارای طول زیادی هستند و بهمین علت آنها را بیشتر بشکل موتورهای جناغی (V شکل) میسازند. در اینحال هر ردیف سیلندر (٤ سیلندر) با ردیف دیگر تحت زاویه ٦٠ یا ۹۰ درجه قرار میگیرند.

این موتورها فقط دارای یک میل‌لنگ هستند و هردو شاتون روی یک لنگ‌میل لنگ کار میکنند. اختلاف لنگهای میل‌لنگ در موتورهای هشت سیلندر جناغی نیز ۱۸۰ میباشد. موتورهای چهار و شش سیلندر نیز در چند سال اخیر بصورت موتورهای جناغی ساخته شده‌اند.

موتورهای دوزمانه اتو

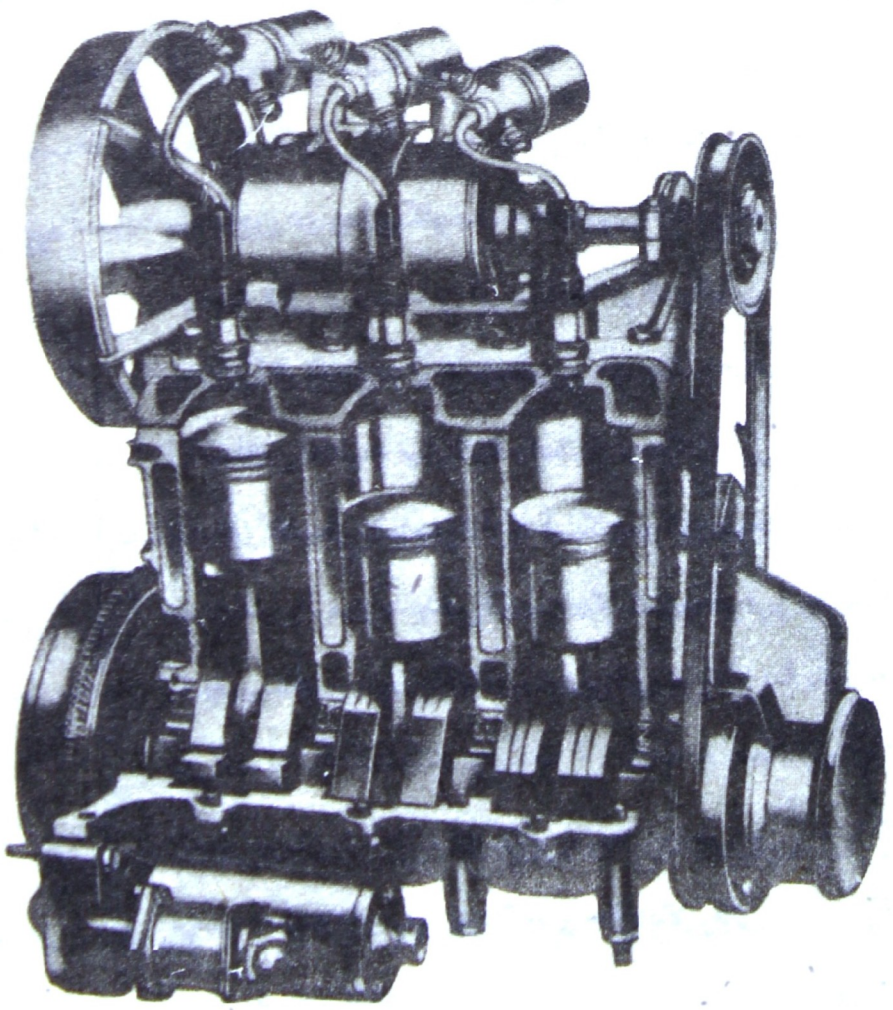
موتورهای دوزمانه امروزه از اتومبیلهای سواری بندرت بکار میروند و بیشتر مورداستعمال آنها بعلت ساختمان ساده‌ای که دارند در موتورسیکلت‌های سبک است.

طرزکار موتور دوزمانه

در موتور دوزمانه یک سیکل کامل موتور فقط در یک دور گردش میل‌لنگ آن انجام میشود، درحالیکه در موتورهای چهارزمانه برای انجام همین امر دو دور گردش میل‌لنگ ضروری است بنابراین موتور دوزمانه نیز دارای همان چهارعمل موتور چهارزمانه است منتها فقط در یک دور گردش میل‌لنگ چهارزمان مذکور عملی میگردد. بنابراین اصطلاح، در موتور دوزمانه اصطلاح کاملا صحیحی نیست.

ادغام کردن چهارزمان موتور در یکدور گردش میل‌لنگ بدین ترتیب عملی میشود که سیلندر در فاصله زمانی خیلی کوتاه (تا ۱/۲۰۰ ثانیه) همزمان با تخلیه گاز سوخته از گاز تازه نیز پر میشود. برای این منظور باید گاز تازه با فشار وارد سیلندر شود. از محوطه لنگ موتور که در اثر پائین آمدن پیستون تغییرحجم مییابد برای فشردن گاز تازه استفاده میشود.

بدین جهت باید محوطه لنگ در موتورهای دوزمانه کاملاً آب‌بندی بوده و بهوای آزاد راه نداشته باشد. ارتباط بین محوطه احتراق و محوطه لنگ توسط کانال تغذیه برقرار میگردد.



شکل ۱

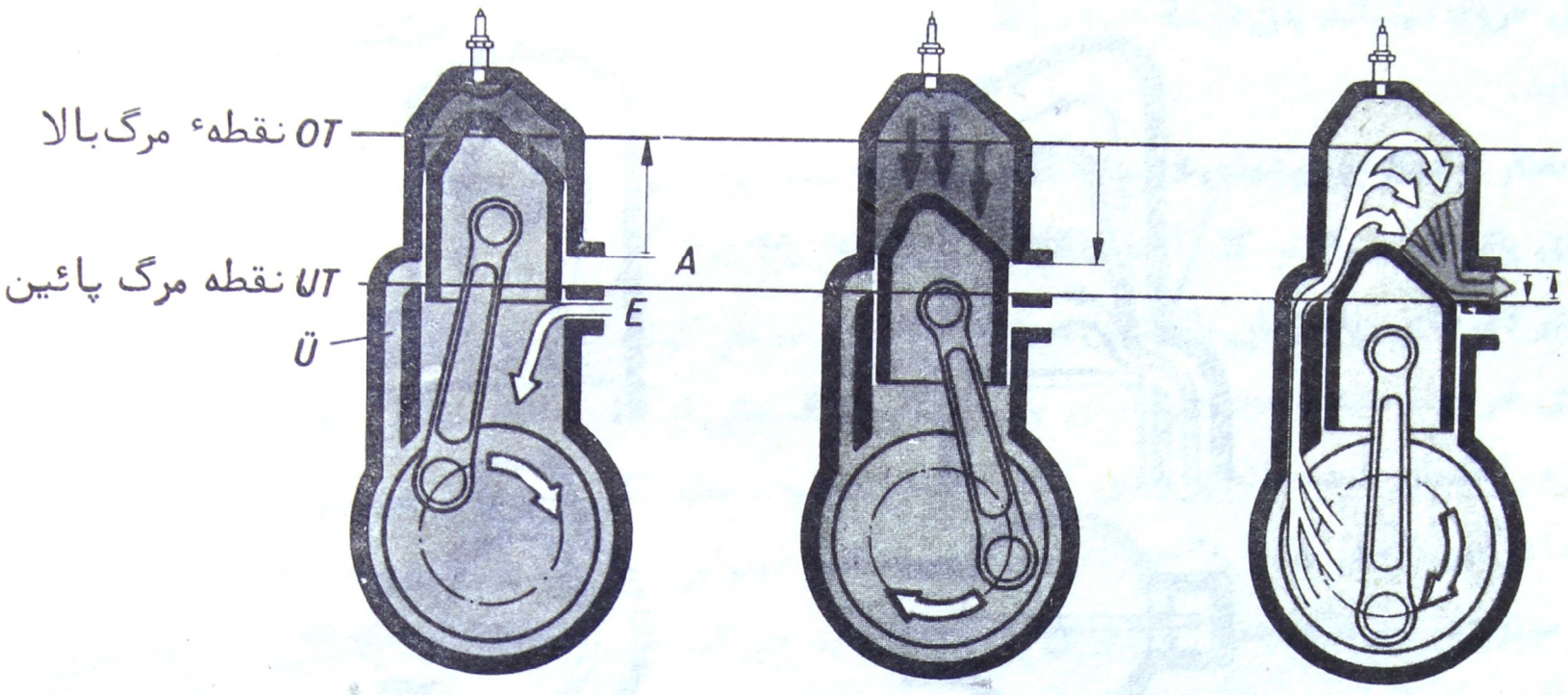
مقطع یک موتور دوزمانه سه سیلندر

در موتورهای دوزمانه گاز بوسیله پیستون و بکمک مجاری موجود در جداره سیلندر کنترل میشود. گاز تازه از کانال ورودی و از راه مجرای ورود بقسمت زیر پیستون و محوطه لنگ هدایت میشود و از آنجا از طریق کانال تغذیه تحت فشار بمحوطه سیلندر (بالای پیستون) راه میابد و بعد از احتراق، دود از طریق مجرای خروجی به اگزز هدایت میشود. این نوع موتور را موتورهای سه کانالی میگویند. مجاری ورود و خروج وظیفه دستگاههای فرمان موتورهای چهارزمانه را انجام میدهد و در عین حال دارای ساختمانی کاملاً ساده هستند.

طرز عمل در یک سیکل کامل موتور:

در یک سیکل کامل موتور اعمالی در قسمت بالا و پائین پیستون انجام میشود که برای تفهیم بهتر مطلب آنرا در دو مرحله توضیح میدهیم:

حرکت پیستون	دربالای پیستون	در زیر پیستون
از نقطه مرگ پائین به نقطه مرگ بالا	بعد از بسته شدن کانال تغذیه گاز تازه فشرده میشود. شمع جرقه میزند و پیش از اینکه پیستون بنقطه مرگ بالا برسد فشار لازم تولید میشود.	بعد از بسته شدن کانال تغذیه بعلت ازدیاد حجم خلأ تولید میشود. اینعمل را پیش مکش میگویند قبل از اینکه پیستون بنقطه مرگ بالا برسد بدنه پیستون شیار ورودی را آزاد میکند. مخلوط سوخت و هوا به محوطه لنگ مکیده میشود.
از نقطه مرگ بالا به نقطه مرگ پائین	پیستون در زمان کار بسمت پائین فشرده میشود قبل از رسیدن آن بنقطه مرگ پائین مجرای خروج دود آزاد میشود. دود بسرعت از سیلندر تخلیه میشود کمی بعد از آن پیستون شیار تغذیه را آزاد میکند و گاز تازه بسیلندر راه مییابد و در قسمت بالا مسیر خود را تغییر داده، دود را به سمت مجرای خروجی میراند. کمی پیش از آنکه گاز تازه بمجرای خروج برسد، مجدداً پیستون که در حال بالا رفتن است آنرا می‌بندد.	گاز تازه تا زمانی بسیلندر جریان میابد که پیستون مجرای ورود را مسدود نماید (در اثر اینرسی گاز). در اینحال گاز تازه متراکم میشود. این حالت را پیش تراکم میگویند. بعد از باز شدن مجرای تغذیه، گاز تازه در اثر پیش تراکم سریعاً بسیلندر جریان مییابد.



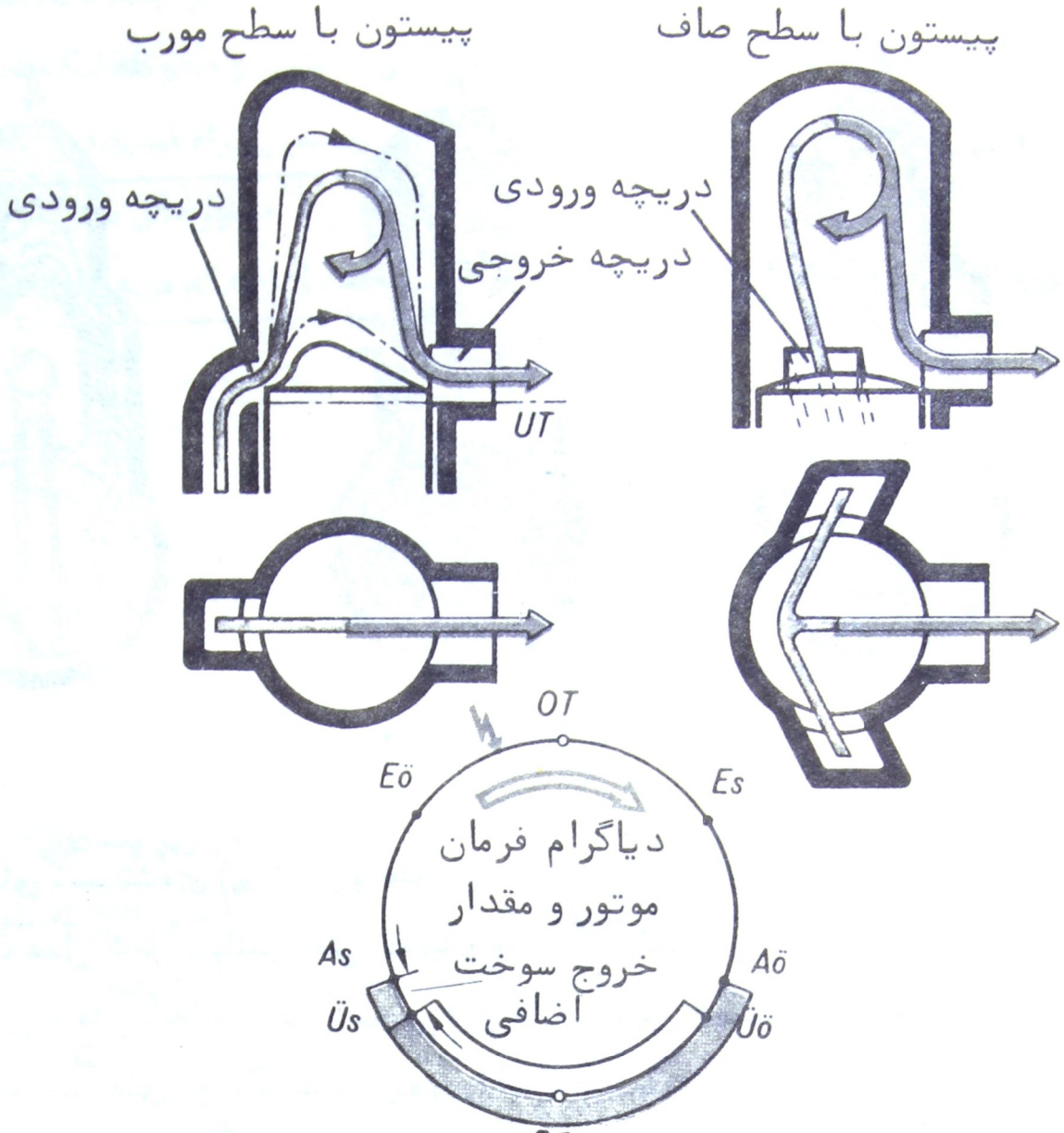
شکل ۲ - طرز کار یک موتور دوزمانه

- روشهای شستشوی (پر شدن و تخلیه) سیلندر در موتورهای دوزمانه- در موتورهای دوزمانه برای انجام یک عمل کامل سیلندر یعنی تخلیه و مجدداً پر شدن آن فقط زمان خیلی کوتاهی (کمتر از نصف زمان موتور چهارزمانه) در اختیار موتور قرار دارد. بدین جهت روش شستشوی سیلندر در تولید قدرت و مصرف موتورهای دوزمانه نقش مهمی را ایفاء مینماید. بمرور زمان روشهای مختلفی بدین منظور طراحی و تکمیل شده است که امروزه روش برگشتی که شرح آن خواهد گذشت هنوز متداولترین نوع موتور دوزمانه است.

- روش شستشوی عرضی- در این روش که قدیمیترین روش پر شدن و تخلیه سیلندر است کف پیستون دارای برآمدگی مخصوص موسوم بدماغه است. مجرای تغذیه و خروج در سیلندر روبروی هم قرار گرفتهاند. با باز شدن مجرای تغذیه گاز تازه بسیلندر هجوم میآورد و پس از برخورد بکف پیستون، دماغه پیستون آنرا بسمت بالایسیلندرهدایت میکند. درآنجا گاز مسیر خود را تغییر داده پس از بیرون راندن دود سیلندر را پر میکند. با حرکت پیستون بسمت پائین راه عبور گاز کوتاهتر شده و تغییر جهت آن کمتر میشود. امروزه موتورهای دوزمانه با روش عرضی ساخته نمیشوند زیرا طرحهای کاملتر و بهتری جانشین آن شده است.

- روش شستشوی برگشتی- این روش توسط دکتر شنورله Dr.Schnürle آلمانی طرح و ابداع گردید و مدت زیادی نیز موتورهای DKW با این طرح ساخته میشدند. بعد از جنگ جهانی دوم این طرح عمومیت بیشتری یافت و کمپانیهای زیادی در سراسر دنیا از این روش استفاده کردند زیرا درآن با استفاده از پیستون سطح سیلندر بطور کاملتری پرمیشود دراین روش دو مجرای تغذیه گاز را بسیلندر هدایت میکنند. گاز بطور مورب از پائین بطرف بالا جریان مییابد و از دو مسیر در وسط سیلندر بیکدیگر برخورد کرده مسیر خود را تغییر میدهد و دود را بخارج میفشارد.

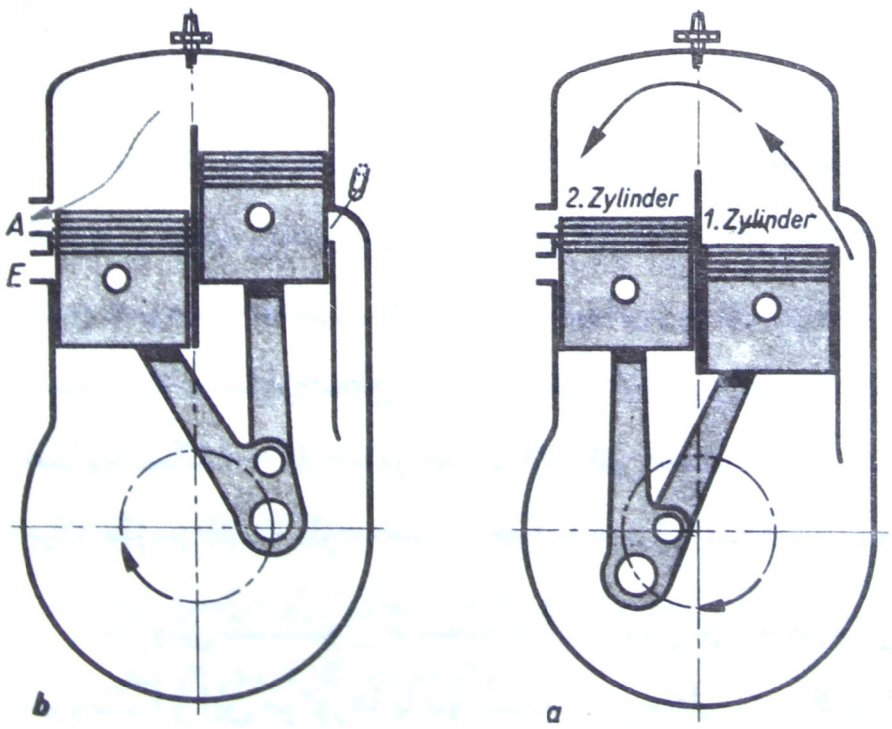
-روش شستشوی مستقیم- این روش در موتورهائی که مجهز به پیستون مضاعف هستند بکار میروند، در این موتورها یا دو سیلندر در مجاورت یکدیگر قرار گرفته (شکل ٤) و یا در ردیف هم قرار دارند (شکل ۵) محوطه تراکم و محوطه لنگ هر دو سیلندر مشترک است.



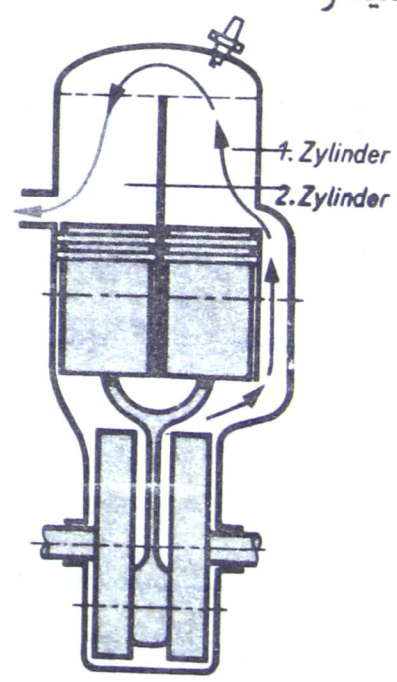
OT

شکل ۳ - روش شستشوی برگشتی و مستقیم

گاز تازه از راه کانال تغذیه ابتدا بسیلندر اول جریان مییابد و از آنجا از طریق محوطه تراکم بطرف مجرای خروجی سیلندر دوم رانده میشود. بدین ترتیب سیلندر بهتر و کاملتر از گاز پر میشود. این روش مورد استفاده چندانی ندارد زیرا موتورهای با پیستون مضاعف از لحاظ ساخت نسبتاً گران تمام میشوند.



شکل ۵ - روش مستقیم با سیلندر ردیفی



شکل ٤ - روش مستقیم با سیلندر مجاور

در موتورهای دوزمانه در تمام روشها فقط در یک دور معین گاز تازه درست در لحظه بسته شدن مجرای خروج میتواند بآن برسد زیرا سرعت جریان گاز بداخل سیلندر با تغییر دور موتور تغییر نمینماید.

بعبارت دیگر موتورهای دوزمانه فقط در یک دور معین بطور ایده‌آل و اقتصادی کار میکنند و در دورهای پائین‌تر و بالاتر کار آنها کاملاً رضایت‌بخش نیست.

در دورهای زیاد زمان باز بودن مجاری سیلندر بسیار کوتاه است بدین معنی که هنوز گاز تازه بمجرای خروج نرسیده، مجرای مذکور بسته میشود و قسمتی از دود داخل سیلندر باقی میماند و جای گاز تازه را اشغال کرده مانع پر شدن کامل سیلندر میشود. بطورکلی کیفیت پر شدن و تخلیه سیلندر در موتورهای دوزمانه در ۲/۳ تا ۳/٤ حداکثر دور آن بحدقابل قبولی میرسد. بنابراین حتی‌الامکان از کار کردن موتور در دورهای خیلی بالا برای مدت زیاد باید جلوگیری نمود زیرا در اینحال مصرف موتور فوق‌العاده زیاد خواهد بود.

باتوجه باینکه تعداد احتراق در موتورهای دوزمانه در یک دور معین درست دوبرابر تعداد احتراق در موتور چهارزمانه و در همان دور میباشد قاعدتاً باید موتور دوزمانه دارای قدرتی دوبرابر قدرت موتور چهارزمانه هم‌حجم خود باشد ولی عملاً قدرت موتورهای دوزمانه به دلائل مختلف که مهمترین آنها کم پرشدن سیلندر است فقط بین ۳۰ تا ٤۰٪ قدرت اضافی تولید مینماید.

روغنکاری موتورهای دوزمانه

محوطه لنگ موتورهای دوزمانه برای هدایت گاز مورداستفاده قرار میگیرد و بدین علت نمیتواند بعنوان مخزن روغن (کارتر) بکار رود. بعلت اینکه در موتورهای دوزمانه تمام قطعات متحرک در محوطه لنگ قرار گرفته‌اند از روش روغنکاری اختلاطی میتوان در حد قابل قبولی آنها را روغنکاری کرد ولی بالاجبار باید در این موتورها از یاتاقانهای ساچمه‌ای استفاده شود، زیرا هدایت حرارت در یاتاقانهای اصطکاکی بعلت نبودن روغن در موتورهای دوزمانه عملی نیست.

در روش اختلاطی مخلوط سوخت و روغن وارد موتور میشود. سوخت در موتور تبخیر شده و روغن آن باقی میماند و قطعات متحرک را روغنکاری میکند. چون موتور سرد احتیاج بسوخت زیادتری دارد، روغن زیادتری نیز در حالت سردی وارد موتور شده میسوزد و در کف پیستون، مجاری خروج دود و لوله اگزز تولید دوده زیاد مینماید و قدرت موتور را تقلیل میدهد. این اشکال را میتوان با تمیز کردن بموقع دوده‌ها برطرف نمود.

مختصات ساختمانی موتورهای دوزمانه

۱- **فرمان موتور**- در موتورهای دوزمانه بعلت وجود مجاری ورود و خروج گاز سوپاپ‌ها، دستگاههای فرمان و متعلقات دیگر فرمان موتور که در موتورهای دوزمانه وجود دارد ضرورتی ندارد.

۲- **محوطه لنگ**- در محوطه لنگ موتورهای دوزمانه‌برای پر شدن بهتر سیلندر خلائی (پیش‌مکش) در حدود ۰/۵ آتمسفر و پیش‌تراکمی در حدود ۰/۳ آتمسفر لازم است بنابراین محوطه لنگ باید کاملاً آب‌بندی بوده، بهوای آزاد راه نداشته باشد. بعلاوه محوطه کارتر باید حتی‌الامکان کوچک ساخته شود میل‌لنگ موتور دوزمانه بکمک کاسه نمدهای مخصوصی نسبت بخارج کاملاً بطور آب‌بندی کار می‌کند.

۳- **سیلندر**- سیلندر موتورهای دوزمانه دارای مجاری مخصوص جهت ورود گاز و خروج دود بمقدار لازم میباشد. در روش شستشوی برگشتی که امروزه نیز بکار میرود دو مجرای تغذیه و یک مجرای تخلیه و یک مجرای ورود در سیلندر تعبیه شده است.

٤- **پیستون**- پیستون موتورهای دوزمانه یا دماغه‌ای و یا سوراخ‌دار است. رینگ پیستون در این موتورها باید دارای خارهای مخصوصی باشد تا از دوران و برخورد شیار آنها به مجاری سیلندر جلوگیری بعمل آید. میله پیستون این موتورها نباید دارای سوراخهای سرتاسری بوده و یک قسمت سیلندر را بطرف دیگر راه دهد. معمولاً گژنپین موتورهای دوزمانه در یک طرف مسدود است.

۵- **میل‌لنگ**- میل‌لنگ موتورهای دوزمانه از نوع میل‌لنگهای چند تکه با یاتاقانهای ساچمه‌ای است.

٦- در روغنکاری موتورهای دوزمانه بوجود پمپ روغن- فیلتر و مجاری روغن و کارتر احتیاجی نیست زیرا در موتورهای دوزمانه از روش روغنکاری اختلاطی استفاده میشود.

مزایا و معایب موتورهای دوزمانه:

در مقایسه با موتورهای چهارزمانه موتورهای دوزمانه دارای مزایا و معایب زیر است:

الف- مزایا:

سادگی ساختمان و درنتیجه ارزانی آن- وزن کم- وجود قطعات متحرک کمتر- کمتربودن مخارج تعمیر- قدرت بیشتر در حجم مساوی و بالاخره امکان شتاب گرفتن بهتر از موتورهای چهارزمانه از مزایای موتورهای دوزمانه بشمار میآیند.

ب- معایب:

مصرف بیشتر بنزین مخصوصاً در دورهای کم و دورهای زیاد- مصرف زیاد روغن- تولید صدای ناهنجار- کمبود خاصیت ترمز موتوری در طی سراشیبی- گرم‌کردن زیاده از حد موتور تولید گازهای مضر برای سلامتی انسان در دود اگزز و غیره را میتوان از جمله معایب موتورهای دوزمانه دانست.

پیشرفت خود را آزمایش کنید:

۱- طرز کار موتورهای دوزمانه را توضیح دهید؟
۲- روشهای شستشوی سیلندر را نام ببرید؟
۳- چرا موتورهای دوزمانه در دور زیاد و دور کم خوب کار نمیکنند؟
٤- چرا روش روغنکاری موتورهای دوزمانه اختلاطی است؟
۵- مزایا و معایب موتورهای دوزمانه را نام ببرید؟
٦- مختصات ساختمانی موتورهای دوزمانه را بشمارید؟

موتورهای دوار

میدانید که در موتور های پیستونی معمولی از حرکت رفت وبرگشتی پیستون برای تبدیل انرژی شیمیائی سوخت به انرژی مکانیکی استفاده میشود بدین‌ترتیب‌که‌جسم‌استوانه ای شکل‌موسوم به سیلندر از یکطرف بوسیله درپوش ثابتی بنام سرسیلندر و از طرف دیگربوسیله جسم استوانه‌ای دیگر ولی متحرکی که آنرا پیستون مینامند محدود میشود و محوطه‌مسدودی‌را بوجود می آورد .

حال اگر مخلوطی از گاز بنزین وهوا را به‌نسبت معین در این محیط مسدود متراکم‌کنیم‌و آنرا بوسیله‌ای آتش بزنیم‌انرژی شیمیائی ماده سوخت از طریق انرژی حرارتی انبساط ــ فشار و نیروی پیستون تبدیل بانرژی حرکتی پیستون‌میگردد که ماآنرا بوسیله دستکی بنام شاتون بمحور خارج از مرکزی که آنرا میل لنگ مینامیم متصل‌میکنیم‌وبدین‌ترتیب‌حرکت رفت‌وبرگشتی پیستون راتبدیل بحرکت دورانی‌مینمائیم .

حرکت دورانی میل لنگ از طریق کلاچ ،،جعبه دنده‌ودیفرانسیل‌بچرخهای عقب وسیله نقلیه منتقل میشود وموجب حرکت آن میگردد .

ازمدتها‌قبل‌این‌فکروجود‌داشت‌که چگونه میتوان جسم دواری‌را‌بجای‌پیستون‌که‌دارای حرکت رفت و برگشتی است یعنی باید مرتباً بحرکت در آید از حرکت باز ایستد و مجدداً در جهت مخالف بآن شتابی داده شود مورد استفاده قرار داد و بدین‌ترتیب بمقدار قابل ملاحظه‌ای‌در قدرت استهلاکی موتور و همچنین در اینرسی ووزن موتورصرفه جوئی کرد .

درسال۱۹۵۴فلیکس‌وانکل Flix Wankel پس از سالهاتحقیق و آزمایش ازمحوطه‌ای‌بشکل ∞ استفاده نمود که از نظر ریاضی آنرا منحنی‌اپی تروکوئیدمینامند . در این محوطه جسم مثلثی شکلی که ما آنرا صفحه دوار مینامیم و در حقیقت عمل‌پیستون موتورهای‌عادی‌راانجام میدهد طوری میتواند دوران نمایدکه دائما" سه محفظه مجزا ازیکدیگر که دارای تغییرات حجمی زیاد باشدتشکیل‌میگردد . درسال۱۹۵۷ اولین موتور طرح وانکل باهمکاری کارخانجات NSU روی دستگاه آزمایش قرارگرفت دراین موتور هم صفحه دواروهم‌محفظه اپی تروکوئید میتوانستند حول‌محوری‌بادورهای‌نامتساوی‌دوران‌نمایند. دراکتبرسال۱۹۵۸شرکت‌هواپیماسازی ــ Curtiss Wright امریکا بااجازه و امتیاز کارخانجات NSU موتوری از نوع موتور ذکر شده را طراحی و تولید نمودکه‌بعنوان‌کمپرسوریا ماشینهای فشار هوا مورداستفاده‌واقع‌گردیدوباردیگرعملی بودن طرح وانکل را باثبات رساند و بالاخره در سال۱۹۵۸نوعی از موتور وانکل ساخته شد که درآن

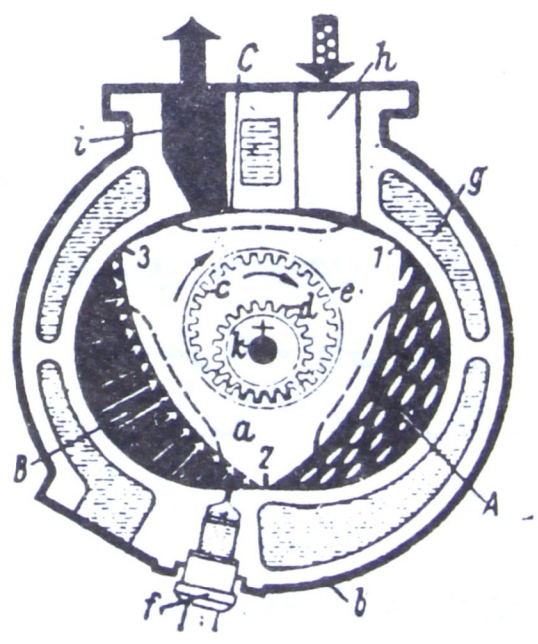
محفظه‌ثابت است و صفحه دوار میتواند نوعی حرک ستاره‌ای بنماید .

این نوع موتور راموتور پیستونی دوار نامیدند و ماسعی میکنیم بطوراختصار وحتی‌الامکان بزبان‌ساده طرز کار آنراتشریح نمائیم .

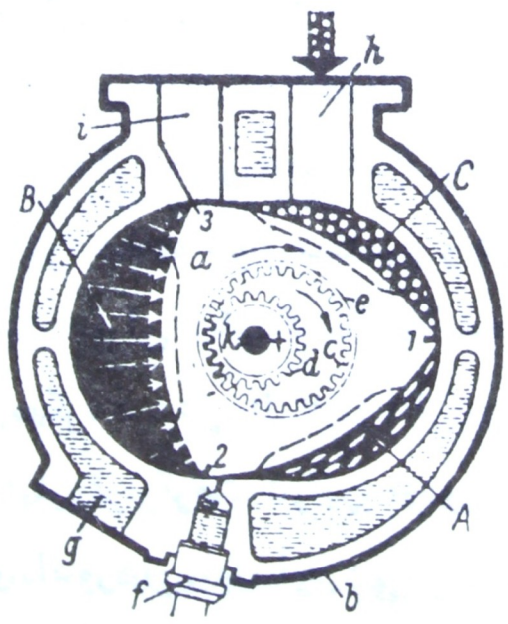
الف ــ طرز کار موتور وانکل

ساختمان وطرز کار موتور وانکل بسیار ساده‌است . محفظه موتور که درحقیقت حکم سیلندر موتورهای پیستونی رادارد دارای فرم ∞ بوده‌وبروی‌آن‌کانالهای‌ورودوخروج‌گازودودتعبیه‌شده است. در وسط این محفظه چرخ دنده‌ای (مطابق شکل) بمحفظه مذکور محکم‌گردیده است . داخل این چرخ دنده خالی و صفحه دایره شکلی که وصل بمحورلنگ (جای میل لنگ) میباشد میتواندحول نقطه K که باعلامت ● مشخص شده است درقسمت‌داخلی‌چرخ دنده مذکور دوران نماید. این صفحه درنقطه (+) بصفحه دوار مثلثی شکل a متصل‌شده‌است . هنگامیکه‌محورلنگ K بحرکت درآید صفحه دایره شکل وصل بآن میگرددودرنتیجه صفحه دوار a بحرکت درمیآیدو دندانه های d میتوانند داخل‌دندانه های c کارکنند . چون تعداد دندانه های خارجی یک سوم دندانه های داخلی‌است اگرمحور لنگ سه دور بگردد صفحه دوار که با چرخ دنده e یکپارچه ساخته شده است فقط یکدور میگردد . بعبارت دیگر اگر صفحهٔ دوار یکدور کامل داخل محفظه اپی تروکوئید بگردد محور لنگ موتور سه دور خواهدگشت . باگردش‌صفحه دوار متناوباً سه محفظه C,B,A تغییرحجم‌میدهند و اعمال چهارگانه موتور های چهار زمانه‌درهر یک از آنهاانجام میگردد .

برای روشن شدن مطلب با استفاده از شکلهای‌زیر به‌تشریح مفصل طرزکار موتور وانکل‌می‌پردازیم حال بشکل ۱ توجه بفرمائید . محفظه C محصور بین رئوس ۱و۳ صفحه مثلثی دوار را در نظر میگیریم . پیستون دوار در بالاترین مسیر حرکت خود قرار دارد و محفظه c درحالتی



شکل ۱ ــ محفظه C در شروع مکش

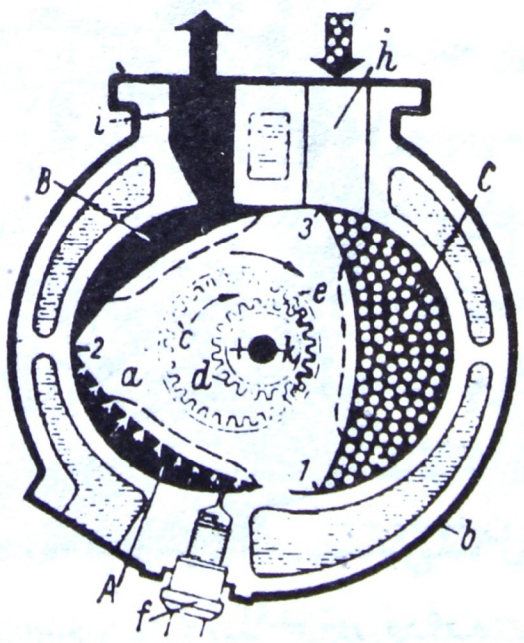


شکل ۲ــ محفظه C در حالت قیچی

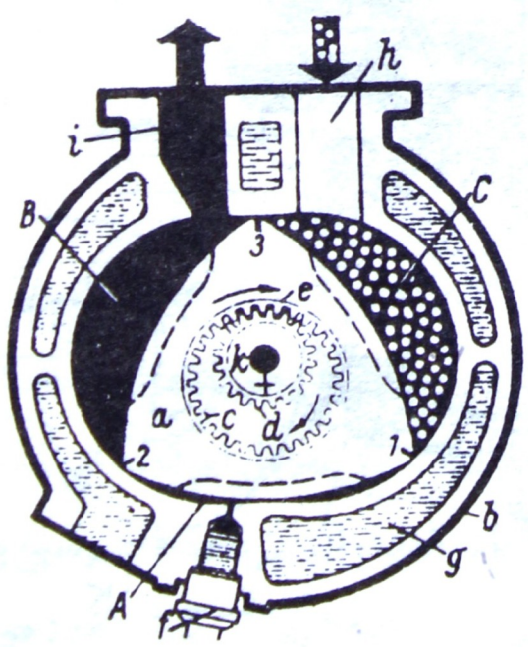
است که از یک طرف دودهای قبلی را تخلیه میکند و از طرف دیگر شروع بمکش مینماید (اصطلاحا " این حالت‌راحالت‌قیچی‌مینامند) . باگردش مختصرصفحه دوار درجهت‌عقربه‌ـ های ساعت محفظه C شروع به‌بزرگ‌شدن میکند وچون کانال ورودگاز وهوا h آزاداست‌باایجاد خلاء مطابق شکل ۲ مخلوط سوخت و هوا میتواندوارد محفظه بشود . درشکلهای ۳و۴حالت‌کامل مکش محفظه C مشخص شده است حال اگرصفحه دواربگردش خود ادامه دهدمحفظه C شروع بکوچک شدن میکند وگاز متراکم میشود وهنگامیکه بجلوی شمع F رسید مخلوط‌آتش زده‌میشود وانرژی و کار ایجاد میشود وپیستون میتواند در فاصله اهرمی بین • و + گشتاوری بمحور لنگ منتقل نماید . اگر بازهم صفحه دوار در جهت اول خود بگردش‌ادامه‌دهدمجدداً‌حجم محفظه مذکور شروع بکوچک شدن میکندودرنتیجه‌دودهای‌حاصل‌ازبقایای‌احتراق‌راازکانال i بخارج میفرستد . این اعمال درعین حال درمحفظه های A و B نیز رخ میدهد یعنی محفظه محصور بین رئوس ۱و۲ که قبلا " از مخلوط سوخت وهوا پرشده بود باکم‌شدن حجم متراکم میشود و با رسیدن آن بحداقل خودشمع جرقه میزندوکار انجام‌میگیرد . درهمان‌زمان نیز محفظه B شروع بتخلیه مینماید و هر یک از اعمال مکش ـ تراکم ـ احتراق‌وتخلیه‌متناوباً‌در هرکدام ازمحفظه‌ـ های مذکور تکرارمیگردد وبدین ترتیب بعلت نسبت تبدیل ذکر شده بین دندانه های وصل بصفحه‌دوار و چرخ دندانه ثابت شده روی محفظه ، محور محرک موتور در هر یکدور گردش صفحه دوار سه‌مرتبه دوران‌میکند یعنی در هر یکدور گردش محور لنگ یک‌کار انجام‌میگیرد .

اختلاف فشار بین محفظه ها میتواند از طریق پیستون دوار ومحور خارج از مرکز گشتاوری‌رادر محور لنگ ایجادنماید .

درمیان موتورهای پیستونی دواریکه درتمام دنیا طرح و بعضی از آنها نیز ساخته‌شده‌اند موتور دوار طرح وانکل توانست جای خود رادرصنعت اتومبیل باز کند . این موتور در سالهای اخیرتوسط چندکمپانی‌دارنده‌امتیازساخت‌موتوروانکل‌ازجمله NSU آلمان‌وToyoKogyo ژاپن و Fichtel Sachs بطور سری و بمقدار قابل ملاحظه ای‌ساخته‌میشودوبطورکلی پیشرفت‌قابل



شکل ۳ ـ محفظه C در حالت انتهای مکش



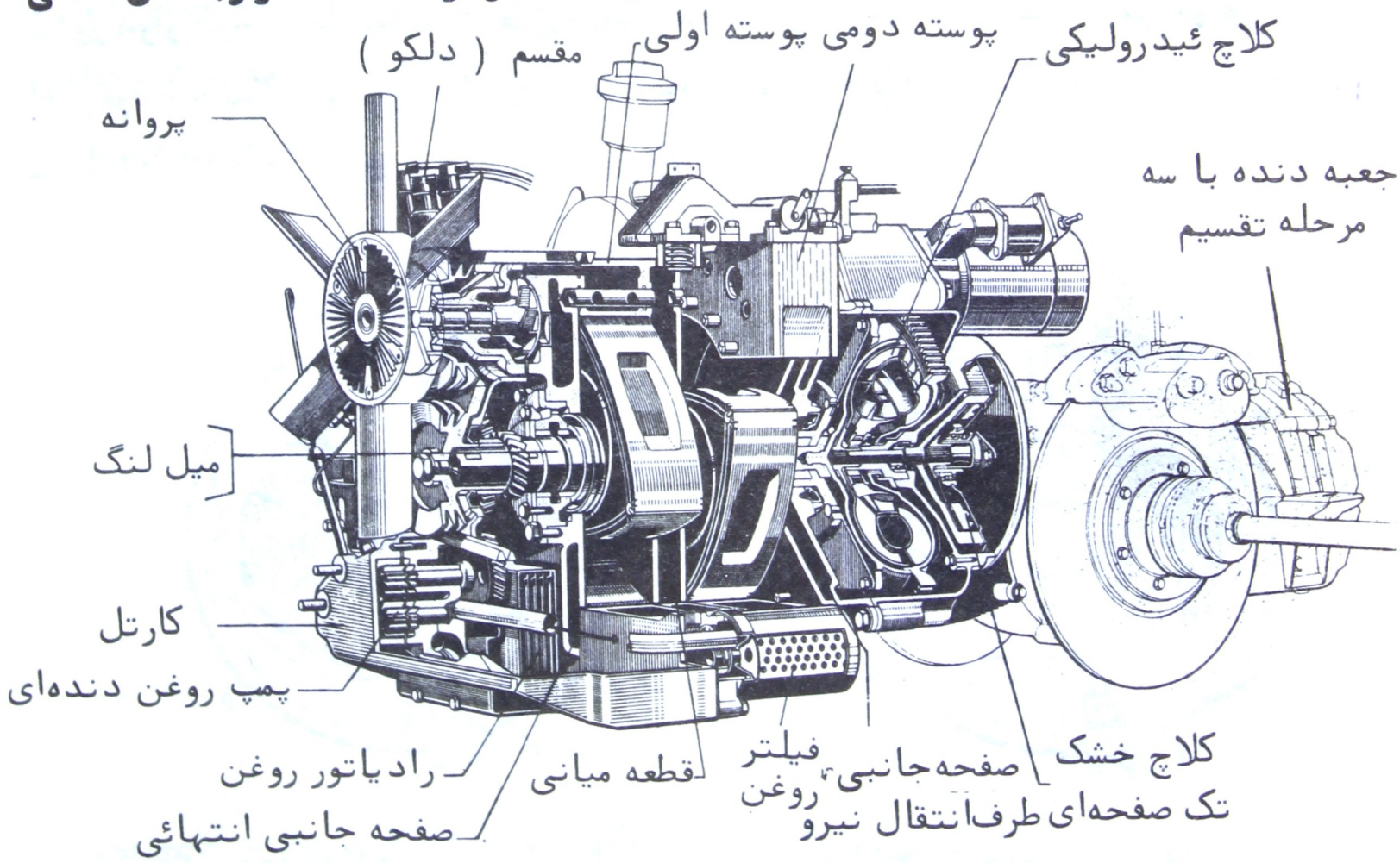
شکل ۴ ـ محفظه C در حالت

ملاحظه‌ای نموده است .

باوجود اینکه موتور وانکل هنوز بمراحل انتهائی تکامل خود نرسیده است رقیب سرسختی برای موتورهای پیستونی معمولی بشمار میآید . اینک موتورهای پیستونی دوار را موردبررسی قرارمیدهیم و آنها را باموتور های معمولی مقایسه کرده محاسن مخصوص واشکالات موجودرا از نظرمیگذرانیم .

ب ــ چراموتور های دوار جانشین موتورهای معمولی میشوند ؟

همانطوریکه ذکر گردید موتور های پیستونی معمولی که آنها راموتور های پیستونی کورسی نیز میگویند (طول حرکت پیستون را در سیلندر کورس پیستون مینامند) دارای ساختمانی هستند که در آنها پیستون دارای حرکت رفت و برگشتی است بدین معنی که پیوسته باید به پیستون شتاب داده شده ، ترمز شود واز حرکت باز ایستد ومجدداً در جهت مخالف بآن شتاب داده شود . چون این امکان فقط بوسیله شاتون که دارای طول معینی است فراهم میگردد اینرسی و شرایط خاصی ایجاد میگرددکه بسختی میتوان آنهارادرکنترل گرفت وبالاخره برای ازبین بردن این شرایط نامساعد مجبور به ساختن موتور های چندسیلندر میگردند . درموتور پیستونی دوار این اینرسی یااصولاً مشاهده نمیشود و یا اگر هم موجودباشد مقدار آن قابل محاسبه وپیش‌بینی است وبا وزنه های متقابل میتوان آنها را تعدیل نمود . یعنی موتور های پیستونی دوار اینرسی مزاحمی که اثر آن محسوس باشد ندارند . این مزیت برای موتورهای پر دوربخصوص موتور های وسائط نقلیه بسیار مهم ومورد توجه است . در بسیاری از موتور های پیستونی دوار ازجمله موتور وانکل دو یا سه واحدی (هر واحد تشکیل‌شده است از یک مسیرحرکت صفحه‌دواربا همان منحنی



شکل ۵ ــ موتور دو واحدی وانکل ساخت NSU آلمان

ایپی تروکوئید و یک صفحه مثلثی شکل دوارکه درحقیقت‌حکم‌مجموعه سیلندر وپیستون‌موتور ـ های‌معمولی رادارد)که یک موتور چهار زمانه است هدایت گازودود بداخل و خارج‌سیلندر بطور خودکار و بکمک خود پیستون انجام میگیرد واحتیاج بقطعات کمکی دیگر مانند سوپاپها ـ فنر سوپاپ ـ اهرمهای سوپاپ ـ بادامک وغیره که وجودآن درموتورهای‌معمولی ضروری‌است‌نمیباشد بهمین علت بسیاری‌از قطعات ساختمانی موتورکه ازیکطرف بکار بستن آنها مستلزم صرف هزینه فراوان‌است واز طرف دیگر جای زیادی رااشغال میکندحذف میگردد . بعلاوه در موتور های دوار بعلت بکاررفتن قطعات کمترمیتوان مقدار زیادی‌ازقدرت استهلاکی موتور راصرفه‌جوئی‌نمود یعنی راندمان موتور های دوار بهمین‌علت بمقدار قابل ملاحظه‌ای بیشتر از موتورهای معمولی است برای‌مثال میتوان قدرت یک موتور وانکل یک صفحه‌ای (یک واحدی) را که فقط دارای یک محفظه دوران پیستون دوار ، یک صفحه مثلثی دوار (پیستون دوار) ویک محور خارج ازمرکز میباشد با یک‌موتوردوسیلندرمعمولی‌که‌از:دوسیلندر ـ دوسرسیلندر ـ دوپیستون ـ دوشاتون ـ یک میل‌لنگ دولنگه‌تشکیل‌شده‌است‌مقایسه‌نمود درحالیکه موتوروانکل‌دارای‌حجمی برابریکی‌از سیلندر ـ های موتور معمولی است . در این دو موتور تعداد جرقه و مقدار هوای لازم ازنظر تئوری‌درهر دور گردش میل لنگ یامحور لنگ برابر است یعنی هر دو موتور دارای قدرت تولیدی مساوی میباشند ولی بعلت اینکه در موتور وانکل قطعات کمتری‌بکاررفته‌است این‌موتوردارای راندمان بیشتربوده و بعلاوه بسیار سبک تر است‌و احتیاج بمکان‌کمتری‌نیزدارد .این‌مزیت برای وسائط نقلیه کاملا " مورد توجه و حیاتی است .

ج ـ مزایای مخصوص موتور وانکل

مهمترین مزیتی که برای موتورهای وانکل میتوان ذکر کرد امکان‌استفاده‌چندجانبه‌آنست بدین معنی که درموتور های معمولی اگر بخواهند یک سیلندر بموتور اضافه کنند باید بیشتر قطعات‌ساختمانی‌موتورازقبیل‌سرسیلندر ـ محفظه‌کارتر ـ میل لنگ کارتر ـ لوله‌های مانیفولد میل بادامک وغیره مجددا " طرح و ساخته شود واین خودمستلزم‌صرف‌هزینه های‌زیادودر حقیقت طرح موتور جدیدی میباشد .

ولی‌درموتور وانکل‌براحتی‌میتوان‌بدون تغییرکلی یک‌موتوریک‌واحدی‌راتبدیل‌به‌موتوردو، سه وحتی چهار واحدی نمود .

دراین موتور ها غیراز محور لنگ ـ دنده محرک و احتمالا " لوله های مانیفولد تغییر دیگری لازم نیست . میتوان حتی از چهار واحد ببالا نیز براحتی دریک‌مجموعه‌بکاربرد فقط دراین مورد باید از یک واحد تعدیل کننده دیگر استفاده نمودکه دارای‌قطعاتی‌غیر از قطعات موتورهای قبلی است . این‌امکان بخصوص برای شرکتهائیکه‌دارای برنامه‌های‌وسیع‌وپیش بینی شده هستندبسیارمهم‌است و این شرکتها میتوانند بموازات پیشرفت کار خودموتور خودرا بدلخواه قویتر ساخته ونظر مشتریان‌خودرابهتر وبیشتر تأمین نمایند . اهمیت اقتصادی این

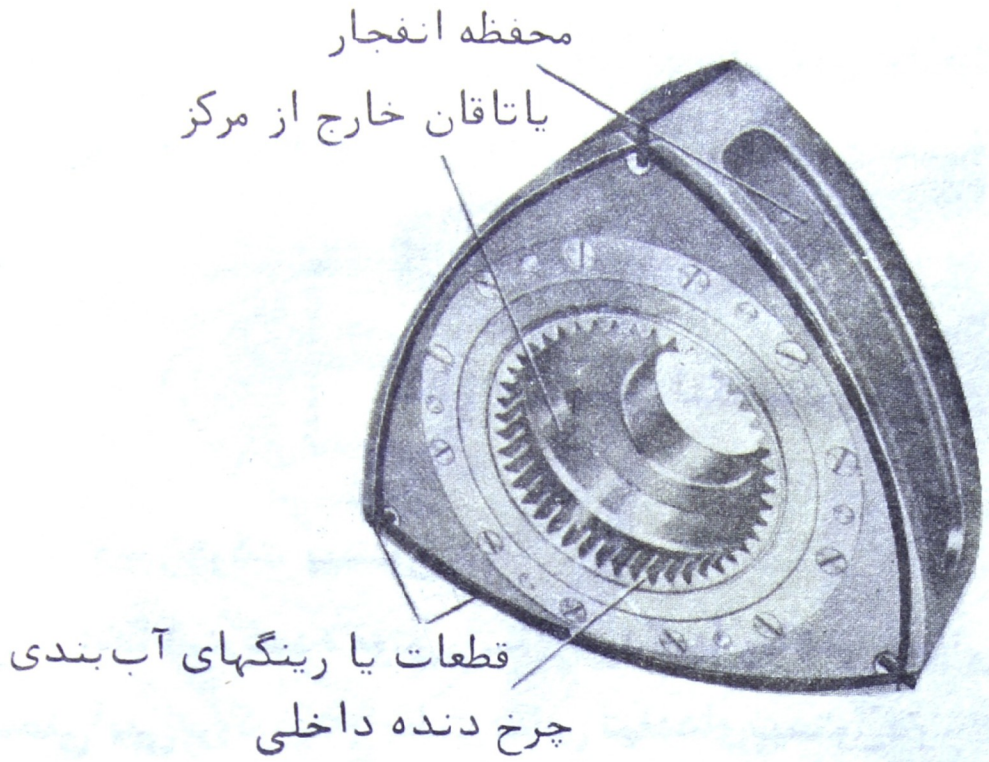
مسئله رانباید از نظر دور داشت زیرا قطعات مختلف موتور وانکل رابعلت اینکه درتمام واحدها یکسان هستند میتوان بتعداد زیاد و بطور زیاد تولید نموده از مزایای اتوماسیون برای پائین آوردن قیمت تمام شده موتوراستفاده نمودوکلا "موتور راباقیمت بسیارارزانتر ازموتور های معمولی ببازار عرضه کرد . ولی درموتور های معمولی بعلت اینکه قطعات متشکله هرموتورفقط برای همان موتور قابل استفاده است تعدادساخت آنها محدوداست و درنتیجه هزینه تمام شده آنها بطور قابل ملاحظه‌ای بالا میرود . بعبارت دیگر در موتور و انکل فقط یکبار طراحی موتور ــ یک سرمایه‌گذاری یک کادراداری و یکبار مخارج نگهداری و انبار وجود دارد .

مزیت دیگر موتور وانکل هزینه نگهداری وتعمیرات نسبی کم آن میباشد و در موتور وانکل دیگر سنگ زدن یاتنظیم سوپاپ وجودندارد وعملا " غیرازتعویض شمع واحیانا "تنظیم پلاتین ودلکوتا استهلاک کامل منحنی ایپی تروکوئید و تیغه‌های آب بندی تعمیر دیگری لازم نیست . حتی در موتور اتومبیل NSU مدل Ro 80 که‌دارای موتور وانکل دو واحدی است بعلت تدابیر مخصوصی که اتخاذ گردیده است تعویض روغن نیز لزومی ندارد .

د ــ مسائل ، مشکلات وراههای برطرف‌کردن آنها درساختمان وطرح وتولید موتوروانکل

۱ــ آب بندی گاز

علت اینکه موتورهای پیستونی معمولی باوجود مزایای ذکرشده برای موتوروانکل وبا وجود اکتشافات متعدد دیگر تا بامروز ارزش خودرا حفظ نموده‌اندآب بندی ساده گاز محوطه‌احتراق آنها میباشد دراین موتور ها سوپاپها درزمان تراکم بسته اند وبعلت وجود فشارتراکم ، بمحل نشیمن خود فشرده میشوند وبدین ترتیب عمل آب بندی راتسهیل مینمایند . عمل آب بندی پیستون نیز بااختراع اتفاقی رینگهای ساده پیستون که چگونگی کار واهمیت آنهابعد ازمدتها معلوم گردید براحتی میسر گردید . ولی در موتوروانکل شرایط دیگری حکمفرماست . در موتور وانکل عمل آب بندی گاز محوطهٔ احتراق راتیغه هائی که شبیه برینگ پیستونهای معمولی می‌باشندانجام میدهند این تیغه ها حتی دراثناء عمل احتراق درحال حرکت هستندو بایددائما وظیفه خودرا بنحوکامل انجام دهنددرغیراینصورت بانفوذجزئی گاز از لابلای آنها بعلت اینکه گاز مشتعل شده دارای سرعت زیادی است گرم شده ومیسوزند . درنتیجه زحمات پی‌گیرو آزمایشات متعددی که فلیکس وانکل انجام داد موفق گردید سیستمی راطرح نموده بمرحله اجرا درآورد که امروزه براحتی و با اصطکاک کم میتواندا ین اشکال موتورهای دوار راحل نماید . موتوروانکل از نظر آب بندی دارای برتری وحسن مشخص است سرعت گازدرنزدیک نقطه اشتعال (دراینجا نیز آنرا نقطه مرگ اشتعال مینامند) بطور ناگهانی افزایش مییابدزیراگازی که تا کنون بالای محور کوچک منحنی ایپی تروکوئید بوده (منحنی ایپی تروکوئیدنیز مانند بیضی دارای دومحورکوچک وبزرگ است) بطور ناگهانی بقسمت پائین منتقل شده ، ناگهان سرعت میگیرد . این سرعت چندبرابر سرعت معمولی پخش شعله است بدین معنی که پخش شعله فقط از قسمت پائین شروع



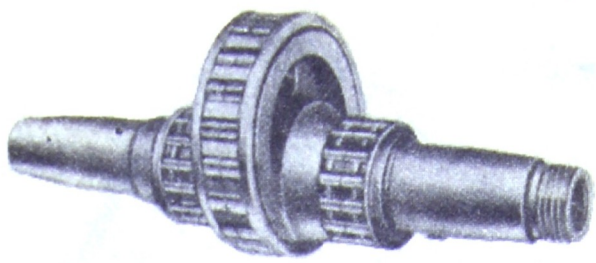
شکل ۶ــ پیستون دور موتور و انکل و تیغه های آن

شده و جبهه شعله در قسمت بالا بحالت سکون باقی میماند و در نتیجه فقط گاز موجود در قسمت بالابسرعت شروع بسوختن میکندو تا جبهه شعله بسرتیغه‌ها برسد تیغه‌ها مقدارزیادی‌از کانون شعله فاصله میگیرند ، وخنک میشوندوباین ترتیب باازدیاد حجم‌احتراق‌وانتشارحرارت تیغه ها خیلی کمتر تحت تأثیر حرارت واقع میشوند . قبل از شمع نیز دیواره محوطه احتراق سرد است واگرهم از لابلای تیغه ها کمی فشار کمپرس نفوذ کند موجب صدمه آنها نمیشود و فقط ممکن است‌موجب افت قدرت موتور گردد زیرا همانطور که گفته شد تازمانیکه جبهه شعله‌به تیغه‌آب بندی‌برسدفشارودرجه‌حرارت بمقدار زیادی کاهش‌مییابد . همین وضعیت‌برای‌تیغه‌ای که قبلا "درمحل احتراق قرارداشته واکنون گذشته است صادق است وفقط ممکن‌است‌دامنه‌وامتداد شعله بآن برسد . در موتوروانکل درصورتیکه تیغه های‌آب بندی‌هم بخوبی وظیفه خود راانجام ندهند مثلا " وقتیکه‌تیغه ها درمحل‌بازی خود چسبیده باشند و بعلت کار زیاد در محل خود خلاصی بیش‌ازحدداشته باشندمیتوان باوجودکمبود قدرت موتور بدون‌اینکه آسیبی‌بآن برسد مدتها ازموتور استفاده نمود . فقط ممکن است هنگام روشن کردن موتوردرحالت سردی بعلت کمبود فشار تراکم اشکالاتی بوجودآید . همانطور که‌گفته شد بعلت اینکه‌تیغه‌های‌آب بندی زیاد تحت تأثیر حرارت واقع نمیشوندلزومی‌نداردکه حتما " آنها راازمواد ساختمانی‌عالی‌ومقاوم در مقابل حرارت ساخت ومواد مانندزغال‌ــآلمینیوم‌وغیره نیزمیتوانند دراین‌مورد بکاررروند .

بطور کلی میتوان‌گفت که یک موتورمعیوب وانکل بطور ناگهانی از کار نمی‌افتد و مرگ آن تدریجی وبکندی صورت میگیرد . این موضوع‌مخصوصا "برای‌موتورهای‌هواپیما بسیارمهم‌وحیاتی است واز محاسن مخصوص وممتازموتوروانکل بشمار میآید زیرا فقط یک سوپاپ غیرآب‌بندی در موتور های‌پیستونی معمولی درمدت کمی موجب از کار افتادن موتوروسقوط هواپیما میگردد .

آب‌بندی گاز موتوروانکل‌که‌یکی‌از شرایط اساسی و مهم کارموتورهای پیستونی دوار است ، باهتمام‌وانکل‌از ابتدا رضایتبخش و کافی بوده است .

سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی
کتابخانه
تحقیقات و انتشارات



شکل ۷ ــ محور لنگ موتور و انکل

۲ــ خوردگی مسیرحرکت پیستون دوار

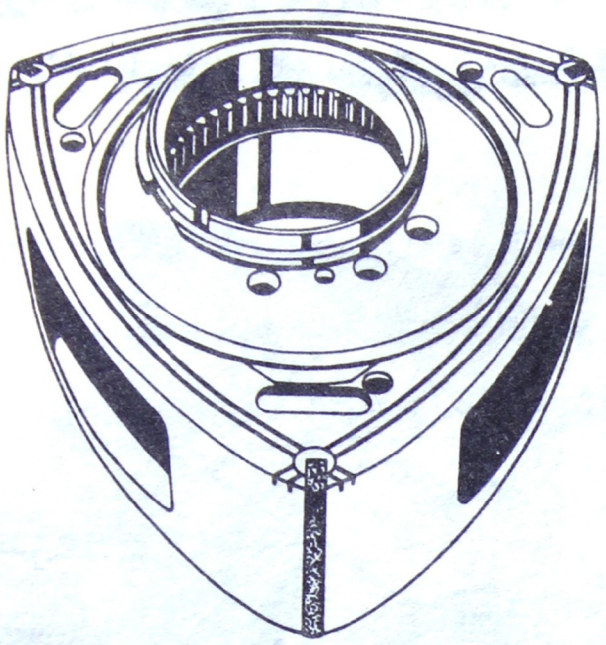
یکی از اشکالات عمده موتوروانکل‌خوردگیها وناهمواریهائی‌است که‌در مسیر حرکت صفحه دوار (منحنی‌اپی‌تروکوئید) بعلت تماس تیغه‌های‌پیستون‌دوار باآن بوجود میآید . میتوان علت بوجود آمدن این خوردگیها راچنین ذکر کرد که تیغه‌های آب‌بندی ضمن‌حرکت‌در مسیر خود روغن ودوده آغشته باماده‌سوخت و بقایای‌احتراق رابجلو میرانند و زمانیکه مقدار آنها زیادشود مقاومتی‌در سر راه حرکت تیغه ها بوجود میآورد که نتیجتا" منجر بکنده‌شدن‌ذراتی ازاین‌مسیر وایجادناهمواری وخوردگی در آن میگردد .

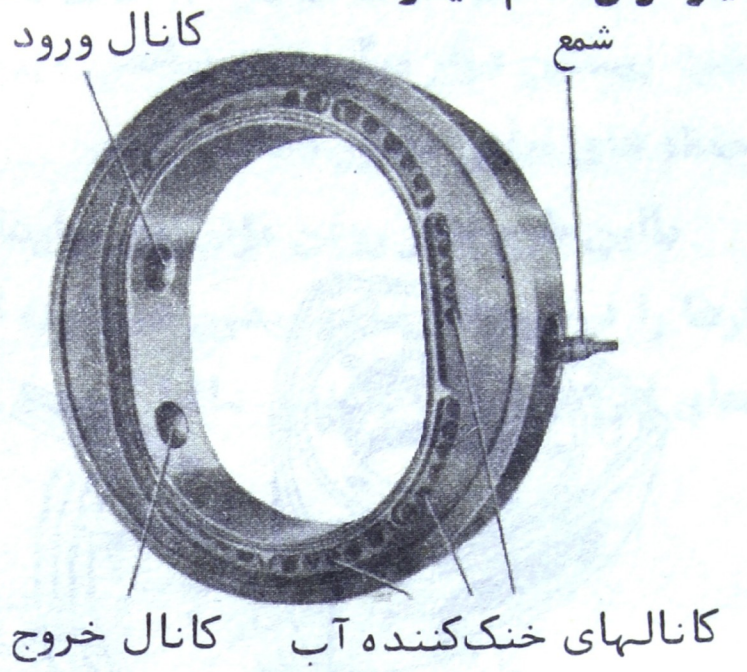
این اشکال درابتدای طرح موتوروانکل‌مانع‌مهمی‌در راه پیشرفت طرح و تکمیل این موتور بشمارمیرفت بطوریکه در موتورهای ساخته‌شده پس از پنج ساعت کار این اشکال ظهور میگردد که بالاخره نیز بشکستن وصدمه دیدن‌شدیدمسیرحرکت صفحه‌دوار منتهی‌میگردید ولی امروزه باتدابیری‌که‌اتخاذمیشود تقریبا "تمام اشکالات‌موجودازاین‌جهت‌مرتفع شده‌است . اولین‌فکری که برای‌جلوگیری از خوردگی مسیر حرکت‌پیستون‌دواربوجودآمدسخت‌کردن مسیر حرکت پیستون بود که بعلت ازبین رفتن ویاحداقل‌کم شدن‌قابلیت‌لغزشی‌تیغه‌ها‌روی‌مسیر خودراه‌حل مناسبی نیست . پس از آزمایشات و تحقیقات زیادی که بعمل‌آمد معلوم شدکه هر گاه روی قشرگالوانیزه شده‌ای از نیکل یک ورقه بسیارنازک کربورسیلیسیم داده شود از نظر قابلیت لغزشی واصطکاک کم بهترین ومناسبترین سطح لغزش تیغه ها را میتوان بوجودآورد . این روش‌اولین‌باراز طرف کمپانی Mahle سازنده وتولیدکننده انواع پیستونهای آلمانی وباهمکاری کاخارنجات دایملر بنز آلمان تکمیل و بوسیله کارخانجات Nsu مورداستفاده واقع گردیدو امروزه تقریبا" از طرف تمام دارندگان امتیاز ساخت موتوروانکل بکار برده میشود .

درابتدا ، بوجود آوردن چنین قشری که بسیار سخت ومحکم است کمی‌دشوار مینمود و برای هر مسیرایپی تروکوئید حدود ۱۰ ساعت وقت‌صرف میشدولی‌امروزه‌این‌عمل‌درمدتی کمتر از ۱۰ دقیقه انجام میشود که میتوان آنرا بمقدار زیادی مدیون پیشرفت‌علم‌تکنولوژی‌دانست .

کارخانجات NSU درابتدای‌طرح موتوروانکل‌ازمسیر منحنی موتور پوشیده شده ازیک قشر نازک‌کرم وهمچنین از تیغه‌های زغالی‌استفاده مینمودکمپانی‌ژاپونی Toyo Kogyo درموتور‌های خود مدتها از این‌روش استفاده مینمود ولی اخیرا" باتوجه بامتیازات روش‌جدید (روش Mahle) از آن استفاده مینماید .

کارخانجات Curtiss Wright با پوشش قشرنازکی ازکربورولفرام روی مسیرحرکت پیستون دوار این منظوررا تأمین نمودکه این روش البته برای سری سازی غیر قابل استفاده است زیرا این عمل بسیار گران تمام میشود .





شکل ۸ ــ مسیر حرکت پیستون دوار

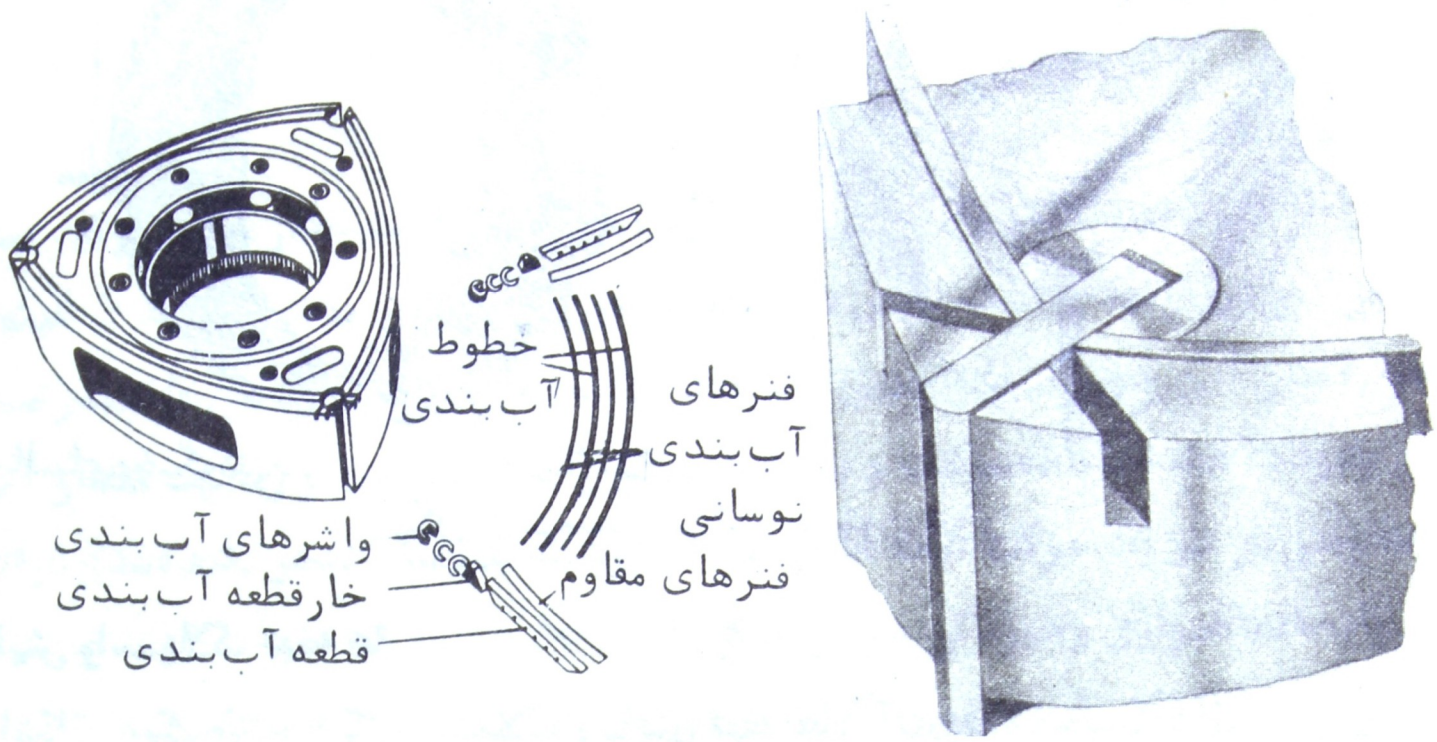
۳ــ سایش واستهلاک تیغه ها

اشکال دیگر موتوروانکل استهلاک وسایش تیغه های آب بندی است که دائما "در یک سطح سخت درحرکت است وعمل رینگ پیستون در موتورهای معمولی راانجام میدهد . درموتور وانکل مقدار این سایش حتی میتواندتاحدود ۲/۵ میلیمتر نیز برسد بدون اینکه در عمل آب بندی اختلالی بوجود آید زیرا هر قدر ازسطح تماس تیغه سائیده شود تیغه میتواند بهمان مقدار از شکاف خود خارج شده و عمل آب بندی رابخوبی انجام دهد . دررینگ پیستونهای معمولی این عمل توأم بااشکال است زیرا باسائیده شدن رینگ مقدارشکاف موجود بین آن نیز زیاد میشود (درحقیقت مقدار سایش درضریب پی نیز ضرب میگردد) .تیغه هائی ازجنس رینگهای معمولی دارای سایشی برابر با ۲ مومتر (هرمو برابر با ۱۰۰۰ : ۱ میلیمتر است) برای هر ساعت یا طی صد کیلومتر مسافت میباشد با این شرط که سوخت بصورت مایع بسطح دوران و لغزش تیغه‌ها نفوذ نکرده و قشر روغن آنرا نشوید که البته این عمل خوددرطی مسیرهای کوتاه اجتناب ناپذیر است . در این صورت مقدار سایش تیغه‌ها ناچیز خواهد بود . امروزه تحقیقات زیادی برای تهیه جنس بهتری برای تیغه های موتور وانکل در جریان است و بدون شک نیز بزودی بشر موفق خواهد شد با استفاده از ماده جدیدی که در مقابل سایش مقاومت کافی داشته باشد یکی دیگر از اشکالات موتوروانکل را ازپیش پای خود بردارد و حتی در شرایط نامساعد برای این موتورها دوام زیادی را تأمین نماید .

سایر قطعات مربوط بسیستم آب بندی موتوروانکل (مانند تکیه‌گاه‌ها ونوارآب بندی) ایجاد اشکال زیادی نمینمایند زیرا این قطعات ازنظر روغنکاری وخنک کاری در شرایط نسبی بهتری کارمیکنند . درموتور اتومبیل آزمایشی بنز مجهز بموتوروانکل موسوم C111 تیغه های آب بندی دارای ضخامت ۵ میلیمترو ارتفاع ۷/۵ میلیمتر میباشند . قطر تکیه‌گاه تیغه ۱۰ میلیمتر و طول

آنها ۶ میلیمتر میباشد وازنوار های آب بندی‌به پهنای۱/۵ وعمق۲/۵ میلیمتر استفاده شده است .

موتورهای کمپانی ژاپنی Toyo Kogyo (موتورمزدا) دارای تیغه‌های مضاعف هستند تاحتی الامکان ازنفوذ گاز جلوگیری بعمل آید .



شکل ۹ ــ تیغه های آب بندی موتور و انکل

۴ــ آب بندی روغن

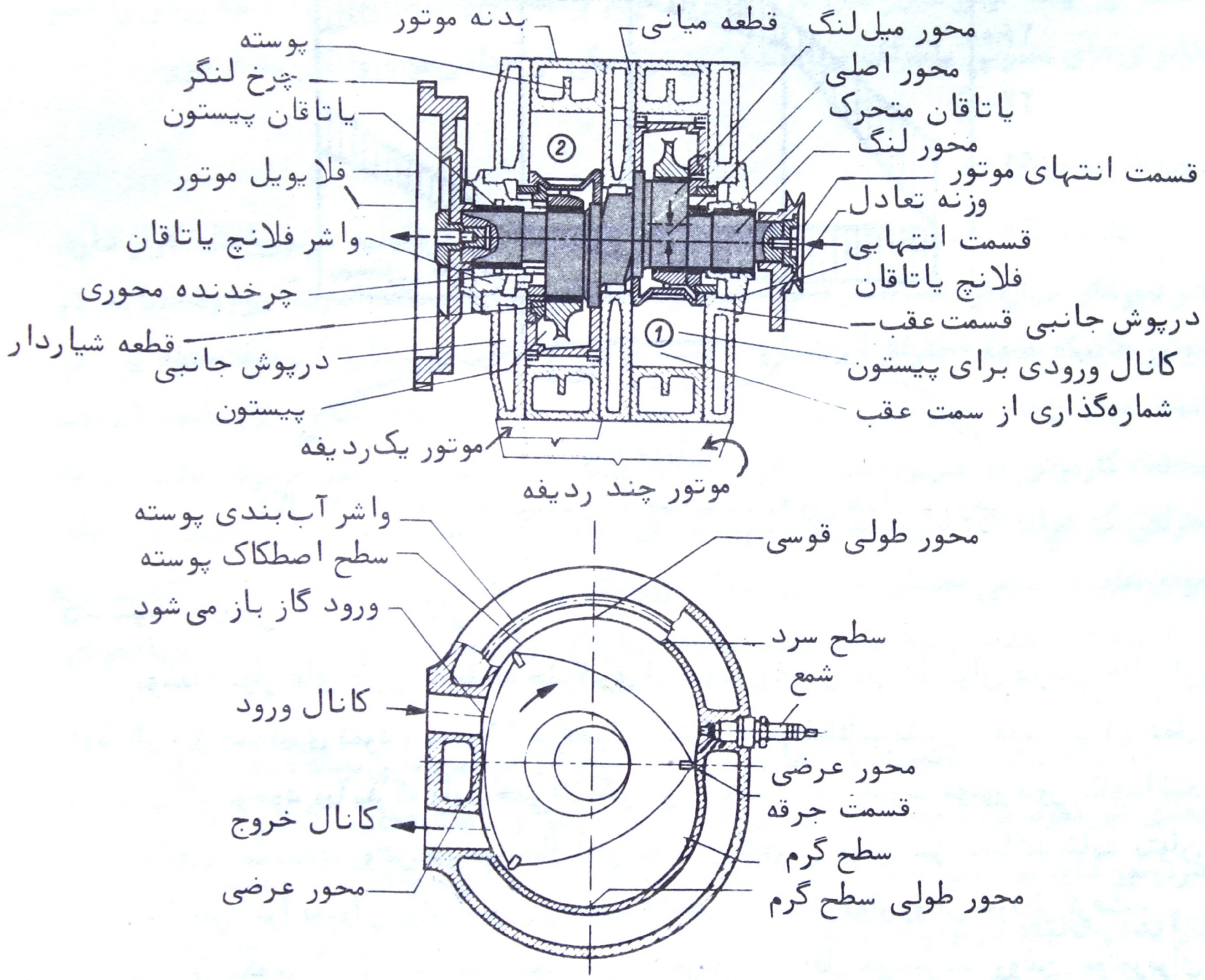
اشکال عمده دیگرموتوروانکل که‌ازمدتهاقبل سازندگان و طراحان موتوروانکل‌رابخودمشغول ساخت است نفوذ پذیری محفظه ایجاد قدرت موتور درمقابل‌روغن یاباصطلاح عدم آب بندی روغن میباشد . بطوریکه قبلا " گفته شد عمل‌آب بندی روغن‌رادرموتورهای‌وانکل‌نوارهای فلزی مخصوصی‌انجام میدهندکه دربدنه‌های جانبی‌صفحه‌دوارسوارشده‌اند ، ودرحقیقت‌نقش رینگ‌روغن درموتورهای‌معمولی راایفاء مینمایند .روغنی که ازیاتاقانها میرسددرمقابل این نوارهای فلزی جمع میشودو چون راهی برای ریزش مجددبداخل موتورندارد در اثر نیروی گریزازمرکزی‌که از دوران محور خارج از مرکز در ذرات آن‌ایجاد میشود تحت فشار شدیدقرارمیگیرد که بالاخره منتهی بنفوذ روغن بمحوطه احتراق موتور میگردد . تنهاراهی‌که‌برای‌حل‌این‌مشکل‌کشف گردید ساختن پیستون دوار بامحفظه های مخصوص‌است (پیستونهای مجوف)

بعلت اینکه‌پیستون دوار نسبت بمحورلنگ‌دارای‌دورکمتری است محور مذکورمانندپمپی‌اثر میکند و روغنهائی را که از یاتاقان میرسدبمحفظه های مجوف پیستون‌هدایت‌مینماید حال اگر دریک‌طرف پیستون دوارشیار عبور روغن‌را بمحفظه کوتاه‌تر ازطرف‌مقابل آن‌بسازندضمن اینکه روغن میتواند از دو طرف وارد محفظه پیستون شودفقط میتواندازیک‌طرف یعنی‌طرف مقابل‌آن که‌دارای شیار بزرگتری‌است پس از روغنکاری محور مجددا " بداخل کارتر بریزد . درصورتیکه بخواهند روغن ضمن روغنکاری و گردش روی‌محورلنگ مجددا " بداخل محفظه های مجوف

پیستون پاشیده شود باید از بیلچه های هادی مخصوص برای این منظور استفاده‌گردد .

این بیل‌چه‌ها میتوانند بخوبی روغن را بمحفظه جانبی کوچکی که مرتبط بمحفظه اصلی است هدایت نمایند . قابل توجه است که چون این بیلچه ها روی محور دوار سوارشده اند سریعتر از خود پیستون دوار میگردند و براحتی میتوانند روغنهای موجود روی محور راجمع نموده و بمحفظه های میانی مذکور هدایت کنند.

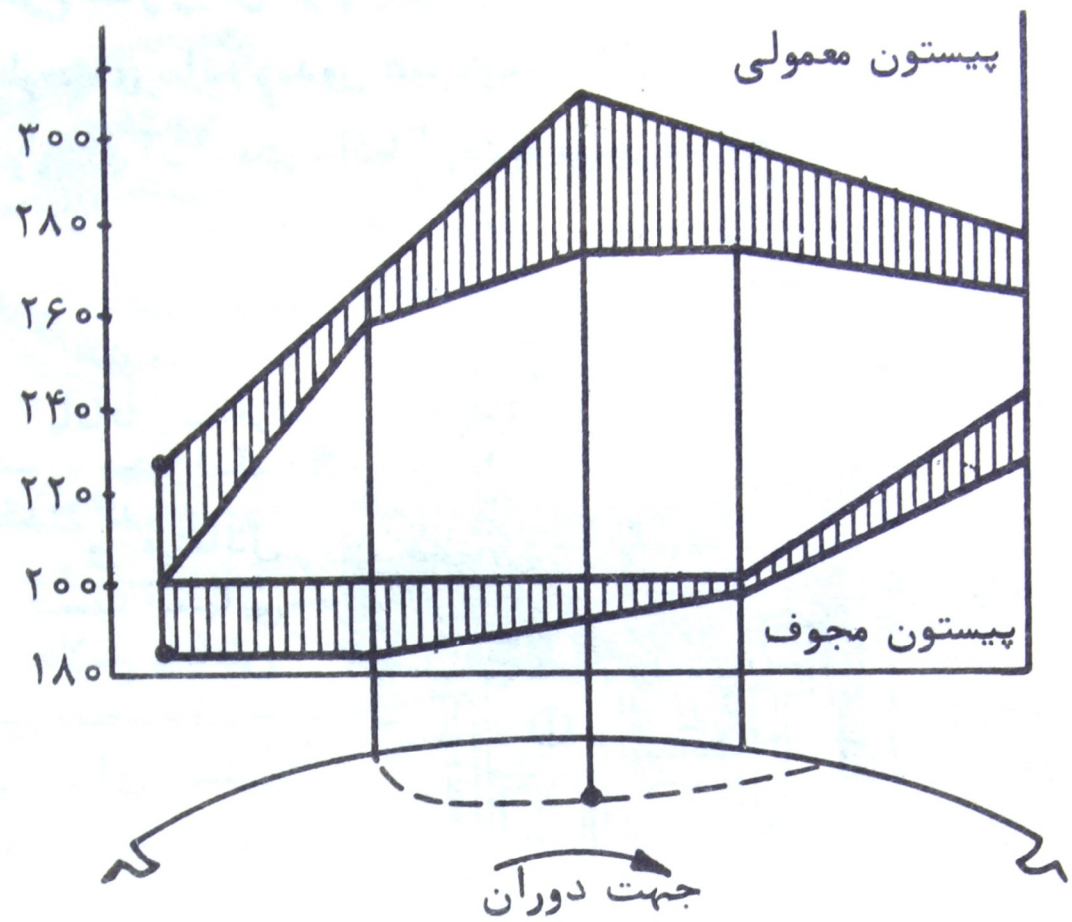
بااین طرح فشار روغن مؤثر روی نوارهای آب بندی روغن ازبین میرود و میتوان این نوارها را درطرحهای ساده وبدون هیچگونه اشکالی بمرحله عمل در آورد . بوسیله دو فنر تیغه‌ای این نوارهای آب‌بندی دائما" ببدنه موتور فشرده میشوند و عمل آب‌بندی را بنحو



شکل ۱۰ ــ مقطع موتور دو واحدی و قطعه میانی آن

احسن انجام میدهند . قشرنازک روغنی که دائما" در دیواره‌های جانبی پیستون‌دوار وجود دارد دارای وظیفه مهم دیگری میباشد بدین‌معنی‌که این‌قشربمقداربسیارمؤثروقابل ملاحظه‌ای موجب خنک شدن پیستون‌دوار وانتقال حرارت آن میگردد .نمودارشکل درنموداری از نقاط مختلف پیستونهای دوار معمولی (بدون محفظه مجوف) وپیستونهای دوار جدیدمحفظه‌دار را نشان میدهد .

شرحی که در فوق برای هدایت روغن گذشت فقط در موتوروانکل ساخت کمپانی مرسدس بنز مورد استفاده واقع میشود وکارخانجات NSU روشهای دیگری رابرای جلوگیری ازنفوذروغن بکار میبرد مثلا" بابکاربستن نوارهای فلزی که درجهت شعاعی صفحه دوار قرارمیگیرند این عمل انجام میشود کهالبته این راه حل فقط برای موتورهای دوواحدی وانکل بادویاتاقان می‌تواندمورد استفاده قرارگیرددرحالیکه طرح مرسدس‌بنز برای تمام موتورهاحتی ازدوواحدی‌به بالانیز قابل اجراست .



شکل ۱۱ – حرارت پیستون با هدایت و بدون هدایت روغن

۵– نفوذ تدریجی (نشتی) گاز

بوسیله نوار های فلزی کهوظیفه جلوگیری از نفوذ روغن رادارندمیتوان درعین‌حال از نفوذ گاز نیز جلوگیری نمود . معمولا" درفصول مشترک دومحفظهآب بندی ،اختلالاتی در عمل آب بندی گاز بوجود میآید که باید حتی‌الامکان از محوطه ایجاد قدرت موتور دور نگهداشته شود . نوارهای‌آب بندی روغن درعین‌حال‌نوارآب بندی کمپرس موتور نیز میباشد شاید بتوان قسمت خارجی آنرا بعنوان نوار کمپرس وقسمت داخلی رابعنوان‌نوار روغن درنظر گرفت .

در صورتیکه نشتی گاز بقسمت انتقال نیروی موتور بحداقل خودبرسد روغن موتوربرای مدت بیشتری دوام و خواص خود راحفظ خواهدنمود . بطوریکه قبلا" اشاره شد کارخانجات NSU باآب بندی کامل‌گاز در موتور های خود از تعویض روغن‌صرفنظرنموده‌وفقط گاه‌گاه کنترل و یا احیانا" اضافه کردن روغن رابموتور توصیه مینماید .

۶– روغنکاری تیغه های آب بندی

تیغه های آب بندی واقع در رئوس صفحه دوار که قبلا" شرح‌آنهاگذشت ودائما" روی سطح

تروکوئیدی موتوروانکل در حرکت هستند باید بوسیله‌ای روغنکاری شوند . برای‌این منظور از روغن‌موتور که بوسیله پمپ مخصوصی‌و بصورت‌قطره‌ای‌به‌تیغه‌هامیرسداستفاده میکنند . دایملر بنز این روغن رااز شکاف باریکی که در قسمت بالای مجرای ورود گازموتور واقع شده‌است به تیغه ها میرساند بدین معنی که تیغه ها ضمن‌عبوراز مقابل این شیارها همراه خودنیز مقداری روغن گرفته‌وسطوح لغزشی لازم راروغنکاری میکنند کمپانیهای NSU Toyo Kogyo روغن‌را باسوخت مخلوط میکنند که‌در این صورت نیز هنگامیکه سوخت تبخیر شود روغن موجود درآن جدا شده و وظیفه خودراانجام میدهد .

قاعدتا " باید مصرف روغن موتور های وانکل کمتراز موتورهای پیستونی معمولی باشد و علت آن اینکه موتورهای‌وانکل در دورهای سریع و همچنین درحرکتهای آهسته روغن را کمتر ازموتورهای معمولی باطراف میپاشندکه‌این‌خود یکی از محاسن‌موتوروانکل بشمارمیرود .

۷ــ قدرت موتور

تازمانیکه محل ورودگاز در محیط خارجی منحنی ایپی تروکوئید موتوروانکل قرار دارد در دورهای بیش از ۲۰۰۰ در دقیقه هیچگونه اشکالی برای ایجاد قدرت بوجودنمیآید در موتور هائیکه حجم احتراق آنها بدون کمک خارجی (مثلا " سوپرشارژ) وخود بخود پر می شوند میتوان ضریب پر شدن سیلندر را به بیش از۱۰۰% وحتی‌تا ۱۱۰تا۱۱۵% رساندزمانیکه محفظه کارموتور بزرگترین انبساط خود رادارد ومجددا " حجمش کوچکتر میشود بعلت انرژی حرکتی که ذرات گاز دارندبحرکت خودبداخل سیلندرادامه میدهندو بهمین جهت در تمام موتورهای پیستونی معمولی مقداری سوپاپ ورودگاز را بعد از نقطه مرگ پائین‌باز نگهمیدارند که البته این مقدار مربوط باین‌است‌که تاچه اندازه‌ای برای قدرت موتور در دورهای‌زیادموتور اهمیت قائل باشند .

بعلت اینکه درموتوروانکل مجاری ورود و خروج گاز درهیچ‌زمانی بسته نیست‌گازدر محفظه بعدی نیز نفوذ میکندومقداری گاز تازه وارد دود میشودو باعث تخلیه کاملتر موتور می شود درموتور های پیستونی معمولی باید گاز در مقابل سوپاپ آن متوقف شده و مجددا " بحرکت درآیددرحالیکه درموتوروانکل‌گازدائما "درحرکت است و بمحوطه کارموتور که بتدریج کوچکتر میشود جریان دائم پیدامیکند . میتوان بوسیله دستگاه‌اندیکاتور ازدیاد فشار رادراین حالت اثبات نمود . لازم بتذکراست که درموتوروانکل گازی که وارد موتور میشود بدون اینکه مانند موتورهای پیستونی معمولی بسوپاپ گرم دود برخورد نماید وارد سیلندر میشود و در نتیجه مانعی در پرشدن کامل سیلندر وجودندارد .

باموتورهائیکه مجاری ورود گاز آنها در محیط خارجی مسیر حرکت پیستون دوار واقع شده اند امروزه فشار مؤثر متوسطی برابربا $11\ Kp/Cm^2$ وحتی بیشتراز آن نیز بدست میآیددرحالیکه‌در موتور هائیکه مجرای ورودگاز آنها درسطح جانبی محفظه حرکت

پیستون دوار واقع شده است (مانندموتور مزدا) این فشاربزحمت به بیش از $8.5\ Kp/Cm^2$ میرسد یعنی در حقیقت حالت سوپرشارژی قبلی در این‌موتور ها از بین میرود .

در دورهای کمتراز ۲۰۰۰ در دقیقه موتور وانکل ازحیث خود رابرموتور های پیستونی معمولی از دست میدهد . علت آن ممکن است درزیادشدن اختلالات آب‌بندی یا احتراق نامطلوب دراثر عدم‌وجود جریان کافی گردبادی گاز باشد . دراین مورد هنوز تحقیقات کافی صورت نگرفته است‌وانتظار میرود درآینده‌درحل این‌اشکال‌نیز پیشرفتهائی حاصل گردد . در صورتیکه قطر مجاری ورودگاز کافی باشد قدرت موتوروانکل روبتزاید مینهد و حد آن در اثر پرشدن غیرکافی سیلندر محدود نمیگردد بلکه دلیل محدود بودن قدرت موتوروانکل بیشتر نارسائی جرقه و تحت تاءثیر قرارگرفتن موتور از نظر مکانیکی و حرارتی‌میباشد .

لازم بیادآوری است که قدرت استهلاکی موتوروانکل‌باازدیاد دور موتور خیلی آهسته‌تر از موتور های معمولی اضافه میشود زیرا موتوروانکل دارای تعداد یاتاقان کمتری‌است و بعلاوه فاقد سیستم هدایت و فرمان سوپاپهااست‌که خود عامل بوجودآورنده اصطکاک بشمارمیروند .

۸ــ احتراق و مصرف موتوروانکل

درموتوروانکل بطورکلی احتراق آهسته‌ترازموتور های معمولی صورت میگیردکه‌البته این عمل‌ازنظر راندمان حرارتی موتور مناسب نیست ولی از طرف دیگر موتور باصطلاح خیلی نرم کار میکند . بطوریکه قبلا" بدان‌اشاره شد درموتور وانکل مخلوط موجود درقسمت‌بالای محوطه احتراق‌بداخل جبهه شعله کشانده میشود وبعلاوه شعله‌ای که‌درجلومشغول‌پیشروی‌است احتیاج بزمان معینی دارد تاخود رابمخلوط موجود در قسمت انتهائی محوطه‌احتراق برساند بهمین علت راه شعله در موتورهای‌وانکل طولانی‌تر از موتورهای پیستونی معمولی‌است . بابکار بردن دو شمع برای کوتاهتر کردن راه جبهه شعله‌نیز امتیازات زیادی نمیتوان بدست آورد فقط می‌توان ازدیاد فشار را سریعتر نمود که البته این امر اشکالات دیگری نیز بوجود میآورد .

کارخانجات دایملر نیز مانند NSU که هنوز هم از یک شمع استفاده‌میکنددرموتورخود فقط یک شمع رابکار بسته است .

موتوروانکل در تراکم مساوی نسبت بموتور پیستونی معمولی فشاریکسانی‌راایجاد نمینماید زیرا در موتور وانکل مقدار زیادی حرارت بسطح بالائی محوطه احتراق منتقل میشود . هرقدر دور موتور بیشتر شود این عیب کمتر مؤثر میباشد . بطور کلی یک مقایسه کلی بین محوطه احتراق موتوروانکل وموتورهای معمولی فقط تحت شرایط خاصی میسراست زیرا درموتور های معمولی نقطه‌ای بنام نقطه‌مرگ بالا وجوددارد درصورتیکه در موتوروانکل دائما" شکل و فرم محوطه احتراق تغییر مینماید وبهمین علت جریان احتراق دائما" تحت‌شرایط متفاوتی‌صورت میگیرد .

بدلائلی که ذکر گردید مقدار مصرف سوخت موتوروانکل مخصوصا "دردورهای‌کم‌ونیم بار

در مقایسه باموتورهای معمولی زیادمناسب ومطلوب نیست . بخصوص‌دراثرتقطیر مجدد سوخت درموتورهائیکه ازکاربراتوراستفاده میکنند این اشکال بیشتر بچشم میخورد . در موتورهای پیستونی‌معمولی تقطیر مجددسوخت دراثربرخوردآن‌بسوپاپ‌دودکه‌کاملا "گرم‌است و همچنین بعلت تغییراتی که در سرعت عبور گاز رخ میدهد مجددا" تعدیل میشود ولی در موتوروانکل همه چیز سرد بوده ، بعلت وجود مقاطع بزرگ عبور گاز ، سرعت گاز نیز بسیار کم‌است و این خودکمک مؤثری به تقطیر مجدد سوخت ودر حقیقت ازدیاد سوخت موتور مینماید . با سیستم تغذیه جانبی سعی میشود که حداقل یک جریان گردبادی بوجود آید ولی نتیجه آن چندان رضایتبخش نیست ولی با انتخاب یک کاربراتور مخصوص برای هر واحد موتوروانکل میتوان‌تا اندازه‌ای برفع اشکال کمک نمود . درموتور بنز ، کمپانی سازنده براین عقیده است که‌درموتور وانکل‌مخصوصا" سیستم تزریق بنزین بسیار مقرون بصرفه است‌زیرامیتوان بااستفاده از این سیستم درحالت نیمه‌بار که برای اتومبیلهای سواری بسیار مهمتراز تمام بار است‌درمقابل‌شمع سوخت مناسب و پیش یا بعدازآن بتناسب مقدار باز موتور سوخت ضعیف یا قوی و یا اصولا" هوای خالص قرارداد . هرگاه این طرح بطور کامل اجرا گردد . (که البته فاصله زیادی‌با آن موجودنیست) میتوان درحالت‌نیمه بار شرایطی رابوجودآوردکه موتوروانکل سوخت کمتر و قدرت بیشتری داشته باشد . سیستم تزریق بنزین‌دارای این حسن‌است‌که‌دیگر سطح مقطعهای بزرگ عبور گاز مزاحمتی ایجاد نمیکنندودرنتیجه تقطیر مجدد سوخت بحداقل ممکن میرسد .

۹ــ تأخیراحتراق

چون درموتور وانکل مجاری ورود وخروج گاز هرگز بسته‌نمیشوند ــ هنگامیکه دریچه گاز کاربراتور بسته است مقداری دود بمحوطه احتراق موتور مکیده میشود که نتیجه‌اش‌این‌است‌که تازمانیکه محوطه احتراق ازگاز تازه پرنشده است تأخیری در احتراق رخ میدهد که شرایط مزاحمی راایجادمینماید . در سیستم تزریق بنزین این اشکال بوسیله قطع تزریق سوخت برطرف میگردد ولی هنگام گاز دادن مجدد باید سیستمی پیش بینی و تعبیه گردد که تزریق آرام سوخت رابداخل سیلندر میسر گرداند که البته این خود خالی از اشکال نیست .

۱۰ــ دور آرام

شبیه اشکالی که ذکر گردید در دور آرام موتوروانکل بار دیگربوجودمیآید که‌البته‌میتوان آنرا تاحدمعینی‌کنترل کرد.موتورهای وانکل‌ژاپونی‌دردورآرام بسیارخوب‌وقابل‌توجه‌کار میکنند بحدی‌که‌حتی‌کارآنهارادر این دور میتوان باموتور های بزرگ ۸ سیلندر امریکائی مقایسه کرد .

۱۱ــ دود موتور

بزرگترین اشکال‌موتوروانکل که‌مدتها متخصصین وطراحان موتوروانکل‌رابخودمشغول‌داشته

است بی‌خطر کردن دوداین موتوراست زیراازطرفی محوطه احتراق موتورهای‌وانکل دارای فرم غیرایده‌آل ونامتناسب‌میباشد وازطرف‌دیگر بطوریکه قبلا " ذکرگردید دردورهای‌کم‌مخصوصا " درحالت نیمه‌بار احتراق آن خیلی بکندی صورت میگیرد . کارخانجات: Toyo Kogyo , NSU, Curtiss Wight راه‌حل‌این‌اشکال‌رادراین‌یافتندکه بادمیدن‌مقداری هوا بوسیله پمپ مخصوص دردستگاهی موسوم بدستگاه پس سوز که‌بلا فاصله بعدازمجرای‌خروج دود نصب شده است گازهای موجود در دودموتور را مجددا " بسوزانند . امادرموتوروانکل در حالت نیمه بار درجه حرارت دود بمراتب بیش از حرارت دود موتورهای معمولی است زیرا اولا " در هریکدور چرخش محورلنگ شمع یکبار جرقه میزند وزمانی برای خنک کردن سیلندر وجودنداردوثانیا " عمل احتراق خیلی کندتر انجام‌میگیرد . دود موتوروانکل‌دردستگاه‌پس‌ـ سوز حتی در دورآرام میسوزددرحالیکه درموتور های معمولی بزحمت میتوان‌بازیادکردن۲۵% سوخت بآن دود موتور رامجددا " سوزاند با دقتی که در مورد دود موتورها بعمل میآیدوسال بسال‌نیز مقررات مربوطه شدیدتر میشود دیری نخواهد پائید که کارخانجات سازنده اتومبیل مجبور بنصب دستگاه پس سوزدرموتور های معمولی نیز میشوند که در اینصورت باید دستگاه آنهاگرانتر و بزرگتر ازدستگاه پس سوز موتوروانکل باشد دراینصورت است که بار دیگرامتیازی بجمع امتیازات موتوروانکل اضافه خواهدشد ولی درحال حاضر میتوان ازدستگاه پس سوز در موتورهای معمولی چشم پوشید در حالیکه وجود آن در موتوروانکل الزامی‌است .

بابکاربستن دستگاه پس‌سوزدرموتورهای‌معمولی‌مصرف‌سوخت‌آنها‌بمقدار قابل ملاحظه‌ای زیادخواهدشددرصورتیکه‌درموتوروانکل این ازدیادسوخت چندان‌محسوس نیست .

پیشرفت خود راآزمایش کنید

۱ـ موتورهای دوارچه مزیتی برموتورهای پیستونی دارند ؟

۲ـ موتوروانکل را چه‌کسی اختراع کرد ؟

۳ـ اصول کار موتوروانکل را تعریف کنید ؟

۴ـ در هر دورگردش محور لنگ و همچنین درهردور گردش پیستون دوار چند مرتبه کار تولید میشود ؟

۵ـ چراموتورهای‌دوار میتوانند جانشین موتورهای معمولی شوند ؟

۶ـ مزایای مخصوص موتوروانکل چیست ؟

۷ـ چه‌مشکلاتی در طرح وتولید موتوروانکل وجوددارد ؟

۸ـ آب‌بندی گاز و روغن درموتوروانکل بچه وسیله‌ای میسرمیشود ؟

۹ـ برای رفع اشکال خوردگی مسیرحرکت پیستون‌دواردرموتوروانکل‌چه‌تدابیری‌اتخاذمیشود ؟

۱۰ـ قدرت و مصرف سوخت موتوروانکل درمقایسه باموتورهای معمولی چه صورتی‌دارد ؟

قطعات ساختمانی موتورهای احتراقی (قطعات ثابت و متحرك)

قطعات ثابت موتور

قطعات و قسمتهای اصلی غیرمتحرک موتورهای احتراقی عبارتنداز: سیلندر- سرسیلندر- لوله‌های ورود و خروج گاز و دود (مانیفولدها)- محفظه لنگ و کارتر.
عمل آب‌بندی و جلوگیری از نفوذ آب یا گاز را نیز واشرها انجام میدهند.

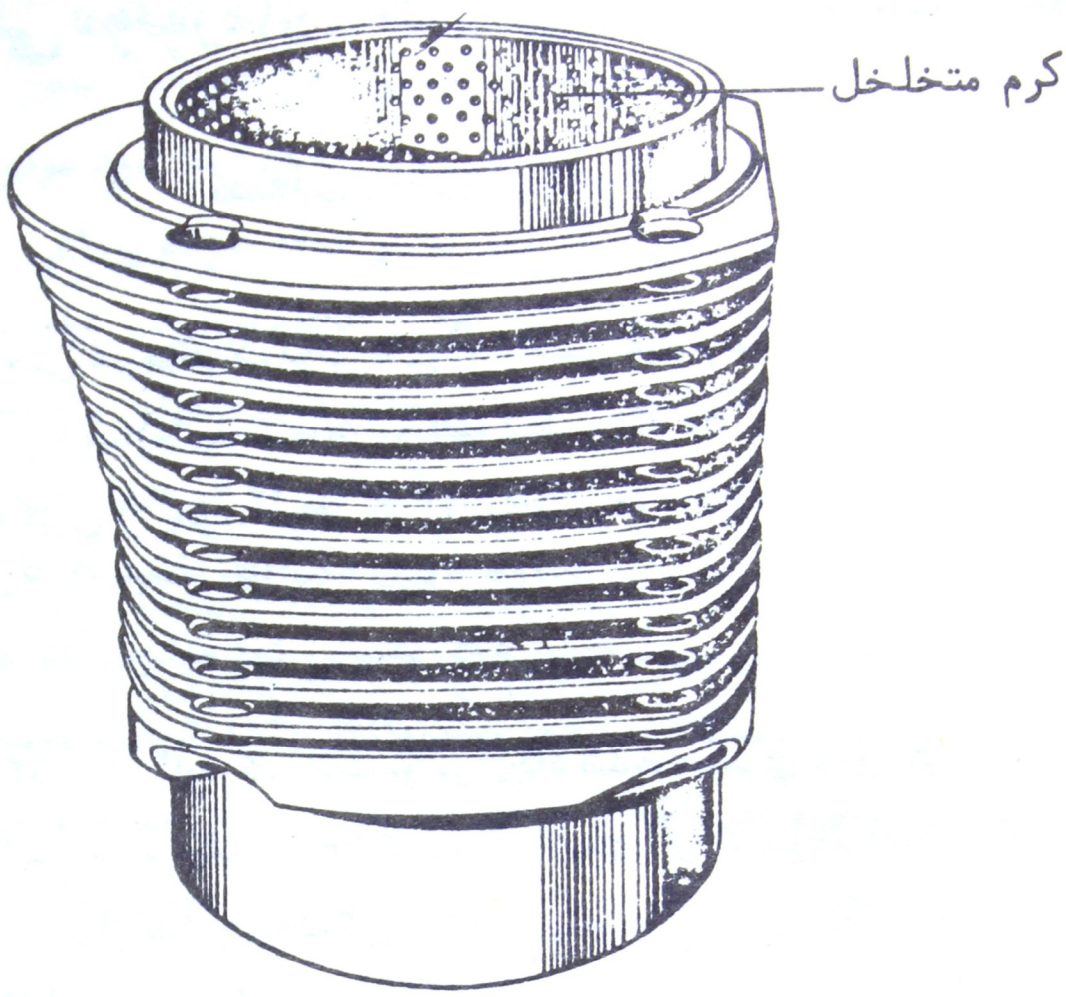
الف- سیلندر موتور

سیلندر محلی است که در آن باید کار مفید موتور ایجاد شده، معبری برای حرکت سریع پیستون بوجود آورد. سیلندر باید بتواند تمام فشار احتراق و واکنشهای آنرا که در اثر حرارت ایجاد میشود تحمل نماید. معمولاً سیلندرها از طریق ریخته‌گری ساخته میشوند و جنس آنها اغلب از چدن مخصوص میباشد زیرا باید سیلندر دارای خاصیت لغزشی مناسب برای حرکت پیستون باشد. از وظایف دیگر سیلندر تشکیل محوطه احتراق، پذیرش فشار، انتقال حرارت و هدایت پیستون را میتوان نام برد.
سیلندر موتورها را میتوان در انواع زیر گروه‌بندی کرد:

۱- سیلندرهای تکی (جدا)- این نوع سیلندر در موتورهائیکه با هوا خنک میشوند مورد استعمال دارد و دارای پره‌هائی برای ازدیاد سطوح خنک شونده بوسیله هوا میباشد. سیلندرهای تکی دارای این حسن هستند که در هنگام خراب‌شدن و یا استهلاک میتوان براحتی آنها را تعویض نمود. در موتورهای آب خنک ساختمان سیلندر کمی پیچیده‌تر خواهد بود زیرا در اینجا هر کدام از سیلندرها مجرائی برای ورود و خروج آب و محفظه‌ای برای گردش آب خنک‌کننده لازم دارند.

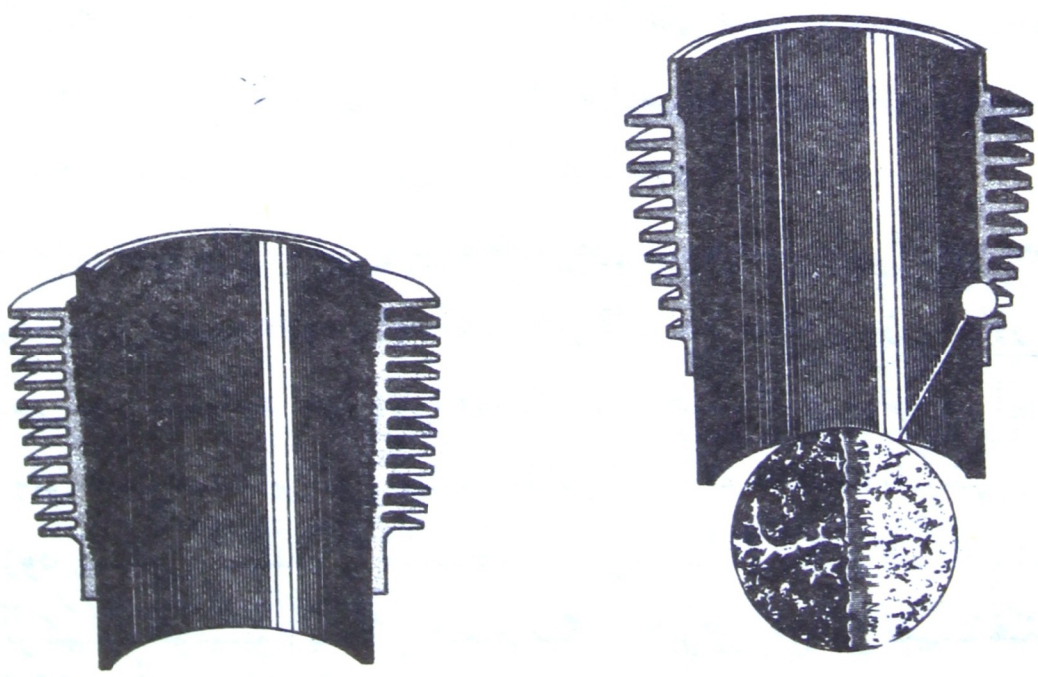
سابقاً سیلندرهای تکی را از نوعی چدن مخصوص میساختند ولی امروزه معمولاً آنها از فلزات سبک ریخته میشوند بدین‌ترتیب علاوه براینکه مقدار قابل ملاحظه از وزن موتور کاسته میشود، چون ترکیبات آلومینیومی بهتر میتوانند حرارت را هدایت کنند خنک‌کاری موتور در این نوع سیلندر راحتتر میسر خواهد بود ولی عیب عمده این نوع سیلندرها این است که خاصیت لغزشی پیستون در روی آن‌ها کم است و خیلی زود پیستون، سیلندر را سائیده و از بین میبرد و بطور کلی میتوان گفت که حرکت پیستون در روی ترکیبات آلومینیوم بسختی انجام میگیرد. برای رفع این نقیصه قبلاً بعد از ساختن بدنه سیلندر از فلزات سبک بوشی نیز از چدن که بوسیله سیستم گریز از مرکز تهیه شده بود در داخل آن جا میگذاشتند ولی امروزه روش دیگری متداول است بدین‌ترتیب که پس از ساختن سیلندر از آلومینیوم یا

ترکیبات آن سطوح لغزشی را آب گرم میدهند (مثلاً سیلندرهای اتومبیل پرشه). کروم فلزی است بسیار محکم و مقاوم در مقابل سایش و دارای خاصیت لغزشی مناسب و مداوم برای پیستون. قشر نازک تشکیل شده از کروم متخلخل بوده و دارای خلل و فرج میباشد بدین‌ترتیب سطوح سیلندر روغن را بخود بهتر گرفته و سطوح لغزشی بآسانی روغنکاری و آب‌بندی میشوند. شکل ۱



شکل ۱ - سیلندر تکی بااستفاده از قشر کرم متخلخل

حسن سیلندرهای جدا در این است که در مواقع بروز عیب میتوان آنها را بآسانی تعویض نمود. در موتورهای هوا خنک اغلب از سیلندرهای جدا استفاده میشود.



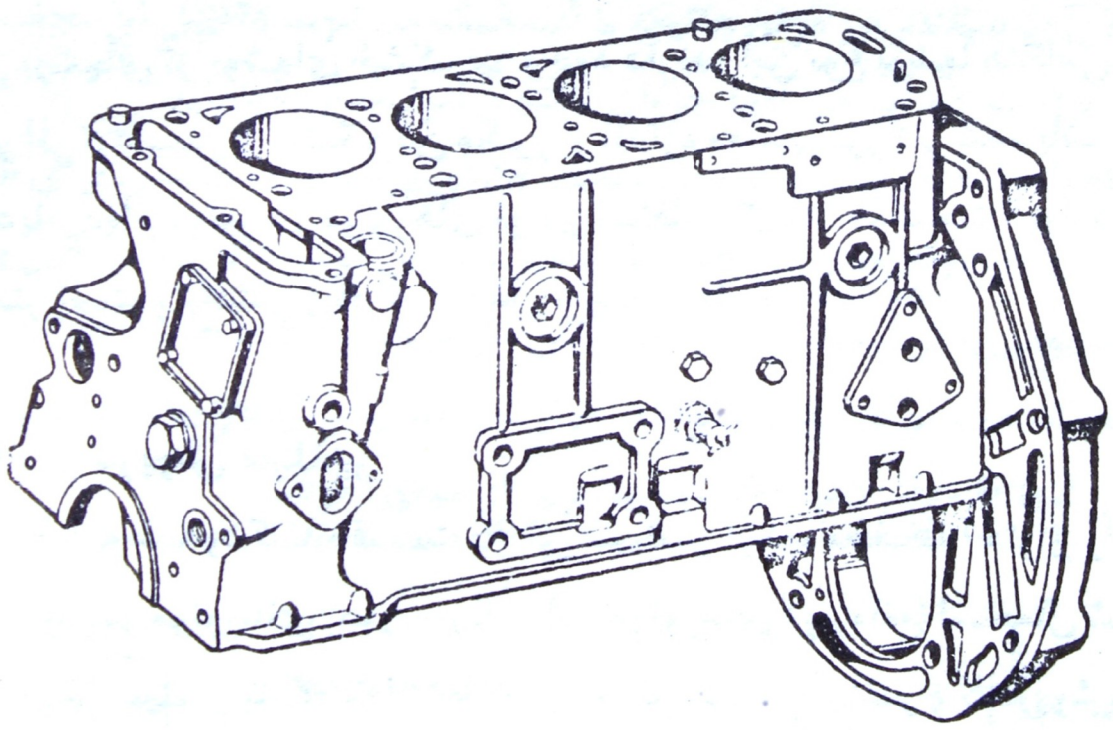
شکل ۲ - سیلندر تکی چدنی و دوجنسی

۲- سیلندرهای یکپارچه (بلوکه)- امروزه تقریباً در تمام موتورهای چند سیلندر از سیلندرهای یکپارچه استفاده میشود. در این نوع سیلندر تمام سیلندرهای موتور یک پارچه و در یک بلوک ریخته شده و در نتیجه اندازه طولی موتور کمتر شده، بعلاوه از نظر ساختمانی نیز ارزانتر تمام میشود زیرا تعداد نقاط محل اتصال مجاری ورود و خروج گاز و دود و آب در آنها کمتر خواهد بود.

سابقاً بلوک سیلندر را بوسیله پیچ باقسمت فوقانی محفظه کارتر (محفظه لنگ) متصل میکردند. این نوع ساختمان دارای این حسن است که میتوان بلوک سیلندر را بآسانی باز و بسته نموده و در مواقع لزوم آنرا با مخارج کمتری تعویض نمود ولی از نظر اقتصادی ساختمان آن زیاد مقرون بصرفه نیست. امروزه معمولاً بلوک سیلندر را با قسمت بالائی محفظه کارتر یکپارچه میریزند. بنابراین بلوک سیلندر بصورت قطعه یکپارچه‌ای درمیآید که سایر قطعات مربوط بموتور روی آن پیچ میشود.

قطر سوراخ تمامی سیلندرهای موجود در یک بلوک باید مساوی بوده، سیلندرها نسبت بیکدیگر کاملاً گونیا باشند. بعبارت دیگر یکایک سیلندرها باید نسبت به میل‌لنگ بحالت عمود قرار گرفته با یکدیگر نیز موازی باشند.

هریک از سیلندرها نیز باید کاملاً گرد بوده و در تمام طول سیلندر استوانه کامل باشد. سطوح لغزشی نباید کوچکترین ناهمواری و یا خراشی داشته باشد این خواص را میتوان بوسیله ماشینهای تراش مخصوص در سیلندر ایجاد نمود. این ماشینها باید دارای دقتی تا حدود ۰/۰۰۵ میلیمتر باشند. معمولاً بعد از تراشیدن سیلندر آنها را سنگزده و سپس پرداخت مینمایند تا بدینوسیله سطوح لغزشی کاملاً براق و صیقلی‌شده و خطوطی که در اثر سنگ‌زدن در آن بوجود میآید از بین رفته، در نتیجه اصطکاک لغزشی پیستون در سرعتهای زیاد کم شده، عمر و دوام موتور افزایش یابد.

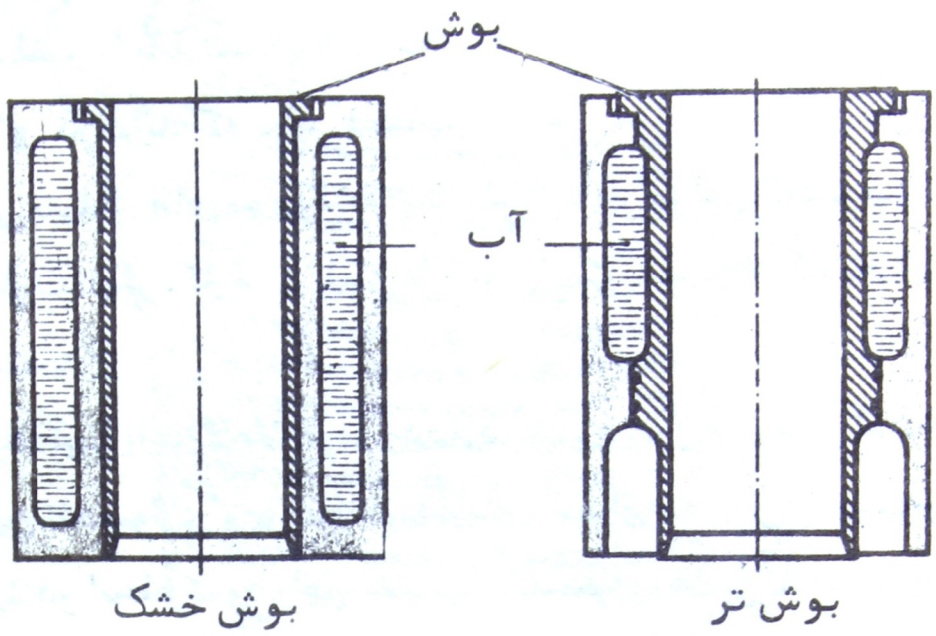


شکل ۳- سیلندر یکپارچه (بلوکه)

۳- سیلندرهای بابوش قابل تعویض- در ۳۰ سال اخیر استعمال بوشهای قابل تعویض در موتورها بطور محسوسی روبافزایش نهاده است موتورهای بزرگ مثل موتورهای کامیون بدون استثنا مجهز باین نوع سیلندرها میباشند ولی در اکثر اتومبیلهای سواری نیز استعمال این سیلندرها بچشم میخورد.

این نوع بوشها از یک نوع چدن مخصوص که بطریقه گریز از مرکز تهیه شده است ساخته و بوسیله

پرس در داخل محفظه موتور جا زده میشود. این بوشها را که بافشار کمی جا گذاشته میشود میتوان پس از استهلاک، براحتی درآورده و تعویض نمود. نظر باینکه این نوع بوشها مستقیماً با آب خنک‌کننده در تماس هستند بآنها بوشهای «تر» میگویند در این نوع سیلندر، خنک‌کردن موتور براحتی امکان‌پذیر خواهد بود. آب‌بندی سیلندر با محیط خارج که در آن آب خنک‌کننده جریان دارد، بوسیله واشرهای لاستیکی مخصوص انجام میشود. با استعمال بوشهای تر میتوان محفظه سیلندر را نیز از جنس فلزات سبک ساخته و به مقدار قابل ملاحظه‌ای در وزن موتور صرفه‌جوئی کرد.



شکل ٤ – انواع بوشهای قابل تعویض سیلندر

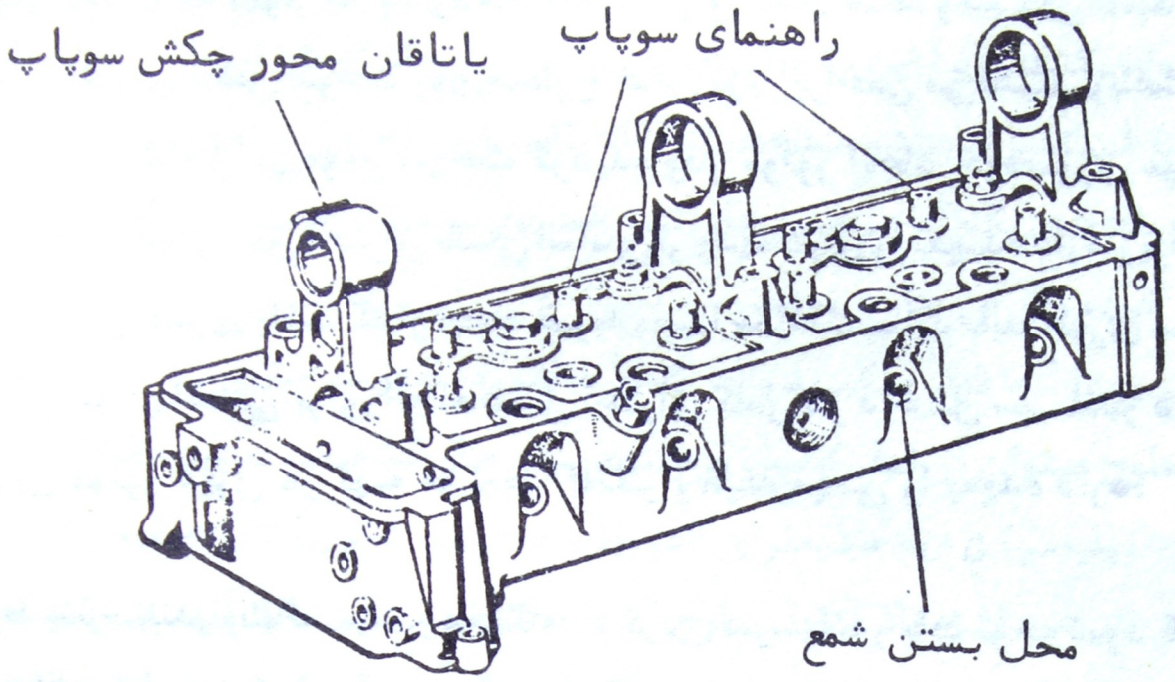
در مقابل بوشهای تر بوشهای خشک نیز وجود دارند. این نوع بوشها هنگامی استعمال میشود که قطر سیلندر در اثر تراشیدن یا سنگ‌زدن مکرر از اندازه معینی بزرگتر شده باشد. ممکن است از این بوشها برای ازدیاد دوام موتور در موتورهای نو نیز استفاده گردد. ضخامت دیواره بوشهای خشک در حدود ۲ میلیمتر استَ و بافشار زیاد در داخل سیلندر جا زده میشود.

ب- سرسیلندر و درپوش سیلندر

سرسیلندر قطعه مسدودکننده قسمت بالائی سیلندر بوده، محفظه احتراق را تشکیل میدهد در صورتیکه سرسیلندر در موتورهای بدون سوپاپ (در موتورهای دو زمانه) استعمال شود مطابق استاندارد آلمان آنها را درپوش سیلندر یا Zyliaderdeckel میگویند. سرسیلندر و یا درپوش سیلندر بوسیله پیچ به بلوک سیلندر متصل شده و میتوان در مواقع لزوم آنرا باز نمود.

میدانیم که شکل محوطه احتراق بطور محسوسی در نسبت تراکم و بالنتیجه قدرت موتور مؤثر است محوطه احتراق ایده‌آل محفظه‌ای است بشکل کره که وسیله جرقه الکتریکی در وسط آن قرار گرفته باشد بدین‌ترتیب اشتعال سوخت با نسبت معینی و بطور یکنواخت باطراف گسترش یافته و فشار متعادل به پیستون وارد میسازد. بعلاوه کره نسبت بسایر احجام هندسی دارای محیط جانبی کمتری نسبت بحجم خود است و بنابراین سطحی که باید خنک شود کمتر شده و از انرژی حرارتی موتور استفاده بیشتری میتوان نمود ولی عملاً ساختن چنین محوطه احتراقی از نظر امکانات ساختمانی موتور

غیرممکن است نزدیکترین شکل محـوطه احتراق بشـکل ایده‌آل فرم یک نیم‌کره است که معمـولاً در موتورهای دو زمانه متداول است.

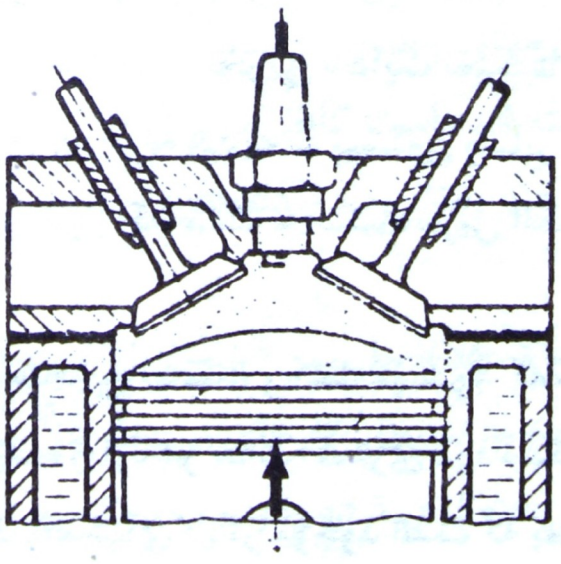


شکل ۵ - سرسیلندر یک موتور چهارسیلندر

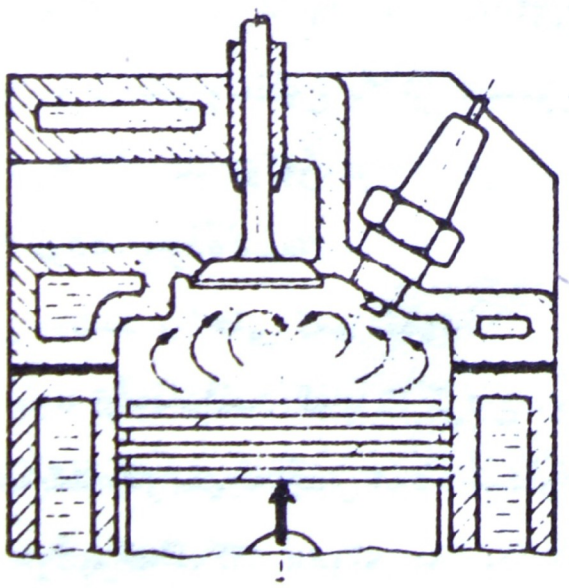
معمولاً سرسیلندرها را از چدن میسازند ولی ممـکن است در بعضـی موتورها از مواد دیگـری نیـز استفاده گردد.

برای خنک شدن سرسیلندر در موتورهائیکه با آب خنک میـشوند داخـل آن محفـظه‌های توخـالی مخصوصی تعبیه شده است که آب در آنها جریان یافته و آنرا خنک مینماید.

در موتورهائیکه باهوا خنک میـشوند سرسیـلندر دارای پره‌ها ی مخصـوص برای خنـک‌کردن آن میباشد. امروزه بیشتر برای موتورهای هوا خنـک و همـچنین موتورهای سنـگین و پرقـدرت از سرسیلندرهای آلومینیومی یا ترکیبات آن و یا بطور کلی سرسیـلندرهای باجنـس فلزات سبـک استفـاده میشود زیرا فلزات سبک سریعتر از چدن میتوانند حرارت را هدایت کرده و بدین‌ترتیـب میـتوان نسـبت تراکم را براحتی در آنها افزایش داده، قدرت بیشتری از موتور گرفت.



شکل ٦ - محوطه احتراق موتورهای مسابقه‌ای

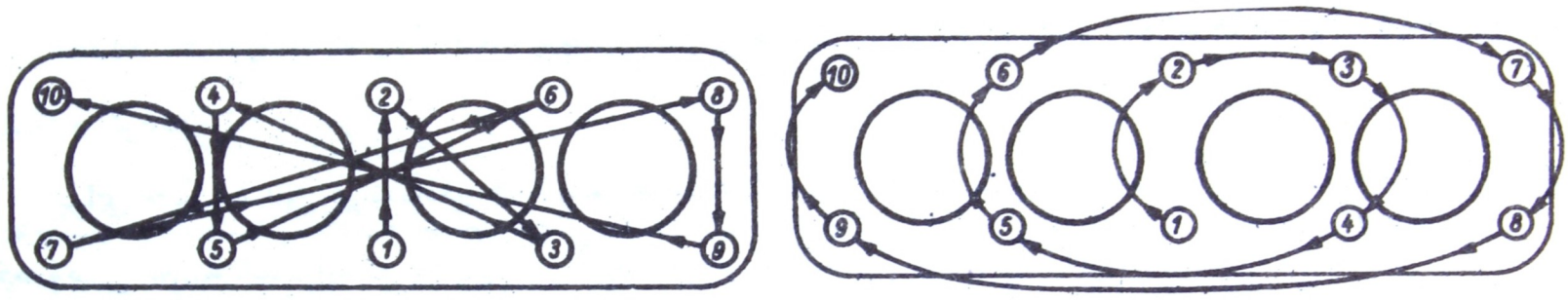


شکل ۷- محوطه احتراق موتورهای پرقدرت

در ساختن محفظه احتراق رعایت نکات فنی و کاربست اصول صحیح ساختمانی بسیار ضروری است. بزرگی و کوچکی محوطه احتراق تابع مقدار قدرت موتور یا بعبارت دیگر تابع نسبت تراکم موتور است. قبل از هر چیز باید توجه نمود که جداره محوطه احتراق کاملاً صاف وصیقلی باشد زیرا دوده حاصله از احتراق روغن واحتراق ناقص سوخت روی سطوح خشن وزبر براحتی می‌نشیند وباعث سرخ شدن محوطه احتراق ودر نتیجه اشتعال بی‌موقع سوخت گردیده ودر موتور ایجاد خودسوزی مینماید.

در موتورهای دیزل اتاق احتراق نقش اساسی‌تر ومهمتری را بعهده دارد زیرا علاوه براینکه باید طرح ساختمانی آن طوری باشد که از ایجاد ضربه وصدا ممانعت نماید باید طوری ساخته شود که موتور احتیاج بحداقل هوای اضافی برای انجام عمل احتراق کامل در داخل سیلندر داشته باشد. بعلاوه محوطه احتراق موتور دیزل در تهیه مخلوط کاملتر وظیفه مهمی را بعهده دارد.

کارهای مربوط بسرسیلندر وبلوک سیلندر- هنگام بازکردن سرسیلندر باید توجه نمود که حتماً موتور کاملاً سرد باشد. بعلاوه برای بازکردن آن ترتیب صحیحی مطابق شکل ۸ کاملاً ضروری است. درغیر اینصورت سرسیلندر تاب برداشته وکمپرس موتور را از سیلندر خارج میسازد. محکم کردن پیچهای سرسیلندر باید بوسیله آچار درجه‌دار (ترک متر) وبا توجه بدستور کارخانه سازنده موتور با ترتیب ذکر شده انجام گیرد.



شکل ۸ - دو روش در چگونگی بازکردن و بستن پیچهای سرسیلندر

بدو طریق ضربدری وحلزونی میتوان پیچهای سرسیلندر را باز وبسته کرد.

محفظه انفجار باید بموقع از دوده پاک شده و تمیز گردد. دوده از بقایای روغن سوخته شده ویا همانطور که قبلاً نیز اشاره شد از بقایای ماده سوخت وهمچنین از گرد وغبار تشکیل میشود که اغلب بجدار سرسیلندر وسطوح بالائی پیستون می‌نشیند. چون دوده حرارت را بخوبی هدایت نمیکند ممکن است درهنگام کار موتور سرخ شده، باعث خودسوزی موتور وایجاد جرقه شدید به پیستون وسایر قطعات موتور گردد. دوده سرسیلندر را میتوان بوسیله برسهای سیمی دوار که بیک دستگاه دریل الکتریکی متصل میشود براحتی تمیز نمود.

باید توجه داشت که پاک کردن دوده بوسیله شابر یا قلم صحیح نیست وباعث میشود که سطوح ناصاف شده در نتیجه چون دوده بسطوح خشن بیشتر میچسبد دوباره در مدت کمتری دوده بگیرد.

درآب خنک‌کننده موتور مقداری مواد محلول مانند آهک ونمکهای دیگر موجود است که بمرور در کانالها ومجاری عبور آب ته‌نشین شده ورسوب مینمایند. این مواد از دو جهت ممکن است برای موتور

ایجاد مزاحمت نماید یکی آنکه لوله‌های جریان آبرا گرفته ونمیگذارد آب بخوبی جریان پیدا کند ودیگر اینکه مانع هدایت حرارت موتور بآب میشود. با توجه باینکه رسوبات آب در محلول ۵٪ سود حل میشود، برای پاک کردن موتور از رسوبات آب وسائل خنک کاری را از محلول مذکور پر کرده وچند روزی از موتور استفاده میکنند (زیرا این محلول فقط درآب گرم مؤثر است) سپس آنرا خالی کرده و وسائل خنک کاری را با آب تمیز شستشو میدهند زیرا که باقیمانده محلول برای خود فلز سیلندر نیز مضر میباشد. امروزه مواد ضدزنگ که درعین حال نیز ضد یخ میباشد میتواند زنگ زدگی ورسوبات موتور را در خود حل کرده واز آن خارج نماید.

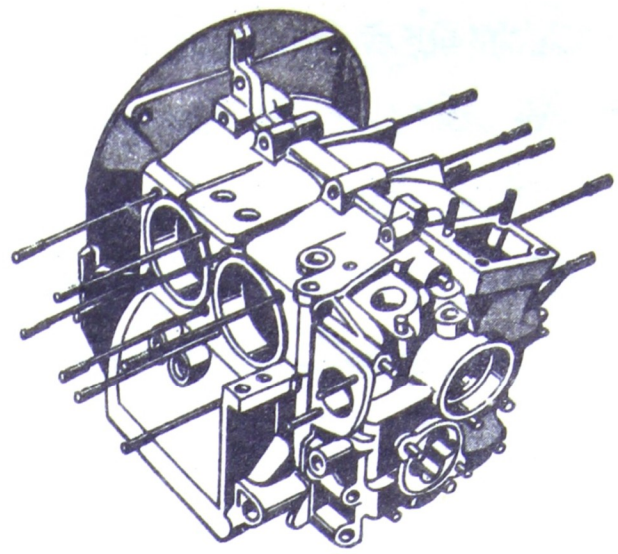
سطوحی که واشر روی آنها قرار میگیرند باید کاملاً صاف ودرصورت امکان پرداخت شده باشند. برای امتحان صافی سطوح میتوان از خط کشهای مخصوص ویا فیلر استفاده نمود اختلاف مجاز برای واشر نازک (تقریباً ۰/۶ میلیمتر) ۰/۰۵ میلیمتر وبرای واشر ضخیمتر (تقریباً ۱/۲ میلیمتر) ۰/۱ میلیمتر میباشد. اگر سرسیلندر تاب برداشته باشد ویا سطوح آن ناصاف شده باشد باید آنها را تراشیده مسطح نمود. بهترین راه برای صاف کردن سطوح استفاده از ماشین سنگ‌زنی (سنگ سنباده) است بدین طریق که بلوک سیلندر ویا سرسیلندر را در روی میز مخصوصی محکم نموده وکاملاً دقیق میزان میکنند وبوسیله ماشین سنگ سنباده که اغلب بشکل حلقه ویا یک تاج دایره است ومی‌تواند در جهت عرضی وعمودی حرکت کند جسم موردنظر را سنگ میزنند. هنگامیکه سرسیلندر ویا بلوک سیلندر سنگزده شد حجم محوطه احتراق کوچکتر شده و نتیجتاً فشار کمپرس موتور تغییر میکند. وقتی که سطح ناصاف بیش از اندازه مقرر سنگ زده شود (تراشیده شود) باید مقدار اضافی را بوسیله ضخیم کردن واشر سرسیلندر جبران نمود.

ج- محفظه لنگ

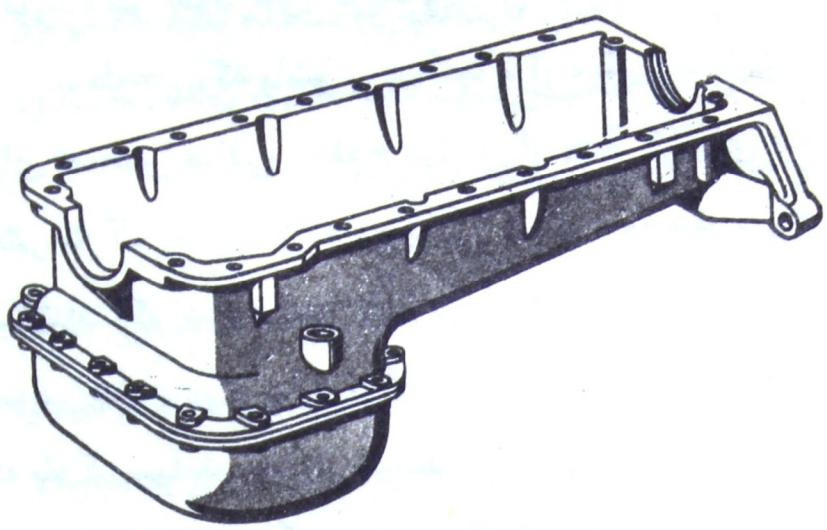
محفظه لنگ در حقیقت پایه وفوندامنت موتور را تشکیل میدهد. میل لنگ گاهی نیز میل بادامک در داخل محفظه لنگ یاتاقان میشوند. بعلاوه محفظه لنگ بعنوان تکیه‌گاهی برای اتکاء موتور بشاسی مورد استفاده قرار میگیرد.

محفظه لنگ از دو قسمت فوقانی وتحتانی تشکیل شده است. قسمت بالائی محفظه لنگ امروزه بیشتر با بلوک سیلندر یکپارچه ریخته شده است درآن میل لنگ ومعمولاً نیز میل بادامک یاتاقان شده است. در قسمت پائینی محفظه لنگ کارتر یا مخزن روغن وجود دارد که مقدار روغن لازم برای روغنکاری موتور وهمچنین پمپ روغن در آن قرار داده شده است کارتر معمولاً از صفحات آهنی پرس شده ساخته شده است گاهی نیز آنرا از ترکیبات آلومینیوم ساخته وبرای خنک شدن روغن در مدار خارجی آن پرههائی در جهت طولی اتومبیل تعبیه مینمایند (کارتر اتومبیلهای بنز اکثراً از این نوع است).

معمولاً حدفاصل بین قسمت بالائی وپائینی محفظه لنگ خط وسط یاتاقانهای میل لنگ است که این امر موجب تسهیل کارهای مربوط بآن میگردد. نیمه‌ای از تکیه‌گاه یاتاقان‌های ثابت با محفظه لنگ یکپارچه ریخته‌گری شده ودر نیمه دیگر بوسیله کپه‌های یاتاقان میل لنگ را در جای خود محکم نگهمیدارد و روی بستر یاتاقان بآن اجازه دوران میدهد بعضی اوقات پیچهای محکم کننده کپه یاتاقان تا



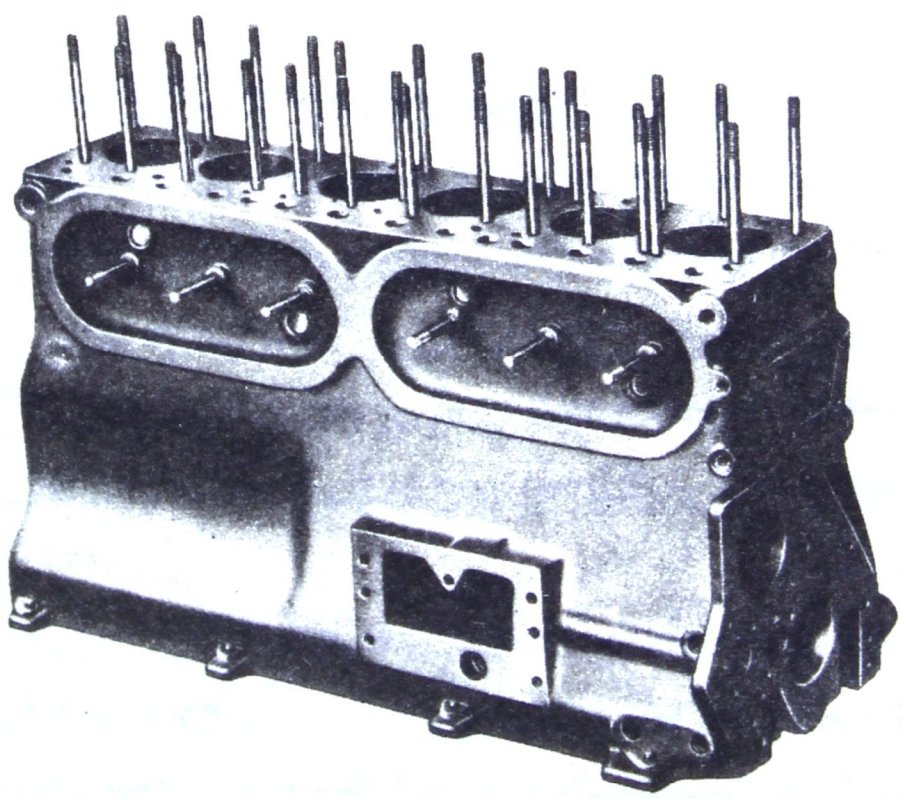
شکل ۹ - محفظه لنگ یک موتور هواخنک



شکل ۱۰- کارتر موتور

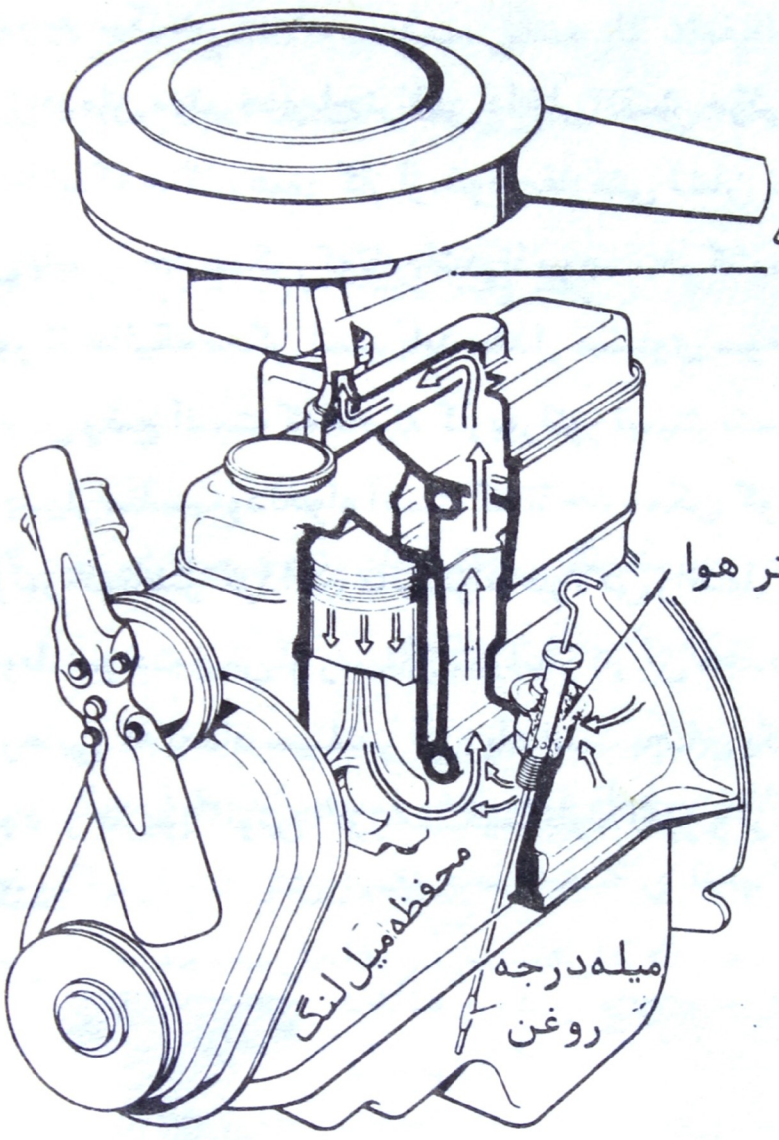
سرسیلندر امتداد پیدا میکند. در اینصورت فشار احتراق را باید این پیچها تحمل نمایند.

در موتورهائیکه میل لنگ آن بوسیله دو اتکاء یکپارچه یاتاقان میشود ویا در موتورهائیکه یاتاقانهای آن بلبرینگی است از محفظه‌ای بنام کانال میل لنگ استفاده میشود. در این موارد میل لنگ را میتوان ازقسمت جلو ویا عقب محفظه لنگ درجای خود سوار نمود. در اینحال یک اتصال یاتاقانی قسمت انتهائی محفظه لنگ را مسدود مینماید.



شکل ۱۱- سیلندر و محفظه لنگ

محفظه کارتر موتورهای چهارزمانه باید کاملاً تهویه شوند بدین معنی که باید امکان خارج شدن هوا وبخارات موجود در داخل کارتر میسر باشد تا هیچگونه فشاری درآن ایجاد نگردد. ودر سر راه بازگشت پیستون مقاومتی بوجود نیاید. بعلاوه تهویه کارتر از جهت کمک بخنک‌کاری داخلی موتور نیز حائز اهمیت است در اکثر موارد مجرای تهویه کارتر همان محل ریختن روغن بداخل موتور است. البته معلوم است، در موتورهای دوزمانه که کارتر نقش محفظه پمپی را ایفا میکند باید محفظه کارتر در مقابل نفوذ گاز بنزین کاملاً آب‌بندی باشد.



شکل ۱۲- تهویه کارتر

د- مانیفولدهایا (مجاری ورود گاز وخروج دود در موتور)

میدانیم که مخلوط سوخت وهوا که در کاربوراتور تهیه شده است از راه مانیفولد گاز بمجرای سوپاپ سیلندر موتور یا سرسیلندر واز آنجا نیز بداخل سیلندر راه میابد وگازهای سوخته شده نیز توسط مجاری سوپاپ دود، مانیفولد دود- گلوئی اگزز خفه‌کن ولوله انتهائی اگزز از اتاق احتراق موتور بداخل هوای آزاد رانده میشود. بعضی ازموتورها یک سوپاپ کنترل حرارت نیز دارند که در داخل مجموعه مانیفولد گاز ودود نصب میشود وبرای کمک کردن بگرم شدن مقدماتی مخلوط سوختی که از مانیفولد گاز عبور میکند بکار میرود.

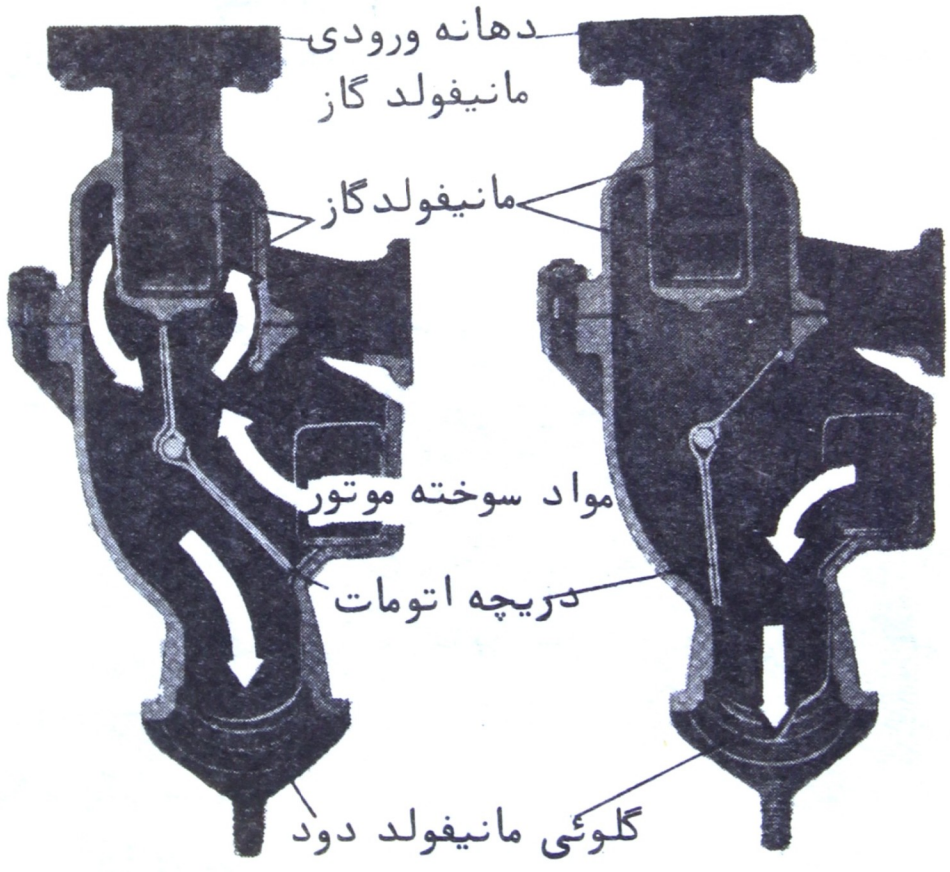
۱- مانیفولدها- تعداد وترتیب سیلندرهای موتور وترتیب احتراق در طرح وساختمان مانیفولد تأثیر مستقیم دارد. در بیشتر موتورهای چهار وشش وهشت سیلندر یک ردیفه هر دو مانیفولد گاز ودود بهم متصل ویکپارچه ریخته شده‌اند. این طریقه باعث میشود که گازهای سوخته ضمن عبور از مانیفولد دود

بگرم شدن مانیفولد گازوتبخیر مخلوط سوخت پیش از ورود بسیلندر کمک نماید.

در بیشتر موتورهای هشت سیلندرVشکل مجموعه مانیفولد گاز بین دو ردیف سیلندر بترتیب سیلندرها سوار شده است. مانیفولدهای دود با پیچ به بدنه خارجی سیلندر یا سر سیلندر بسته شده‌اند. غالباً قسمتی از گازهای اگزز بوسیله یک مجرای جداگانه بطرف مانیفولد گاز رانده میشود تا بگرم کردن وتبخیر مخلوط سوخت پیش از ورود بسیلندرها کمک نماید. در اغلب موتورهایVشکل، یک کاربوراتور دودهانه‌ای بکار میرود. کاربوراتور بمانیفولد گاز متصل میشود. غالباً هریک از شاخه‌ها یا کانالهای عبور گاز دو سیلندر مجاور را تغذیه میکنند.

طرح مانیفولد گاز در راندمان موتورهای احتراقی داخلی نقش مؤثر ومهمی دارد. مانیفولد گاز باید بحد کافی گشاد باشد تا اینکه هنگام عبور گاز از خود مقاومتی نشان نداده مقدار کافی مخلوط را از خود عبور دهد وهمچنین باید تا حد ممکن کوتاه باشد تا موجب حرکت سریع مخلوط سوخت گردد.

تمام سیلندرهای موتور تا جائیکه ممکن است باید مقدار مساوی سوخت با حالت تبخیر یکسان دریافت دارد بعلاوه مطلوبترین وضع آنست که فاصله کاربوراتور نسبت بتمام سیلندرها تقریباً بیک اندازه باشد. یک مانیفولد بسیار مناسب ودلخواه آنست که تا حد ممکن کوتاه باشد تا راه حرکت مخلوط سوخت را بسیلندرهای موتور کوتاهتر گرداند. مانیفولد طولانی راندمان موتور را تقلیل میدهد زیرا ممکن است قسمتی از مخلوط سوخت پیش از رسیدن بسیلندر در آن مجدداً تقطیر شده مخلوط ضعیف گردد بهمین علت در موتورهایی که تعداد سیلندر آن زیاد است بجای یک کاربوراتور از دو کاربوراتور استفاده میشود مانیفولد دود از طریق گلوئی اگزز مستقیماً بلوله اگزز و از آنجا بانباره اگزز وصل شده ودود را بخارج هدایت میکند.



شکل ۱۳ - سوپاپ کنترل حرارت مانیفولد دود

۲- سوپاپ کنترل حرارت- در بعضی از موتورها برای اینکه دود اگزز را به منظور گرم کردن مانیفولد گاز باطراف آن هدایت کنند از یک سوپاپ کنترل حرارت که مانند ترموستات عمل میکند استفاده میکنند

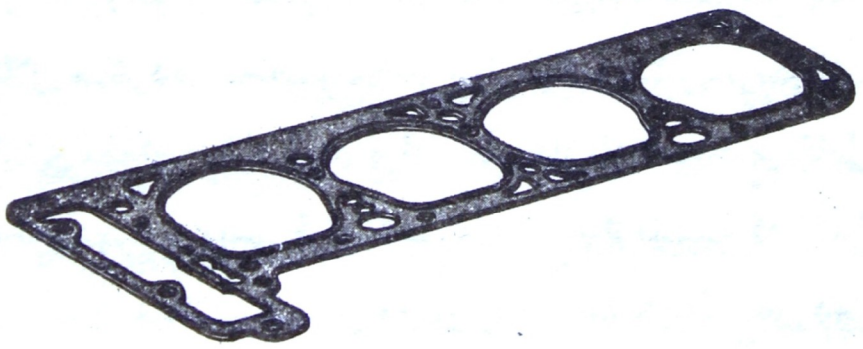
وضعیت این سوپاپ بطور خودکار بوسیله ترموستات کنترل میشود. این ترموستات از یک فنر بشکل فنر ساعت تشکیل واز دو نوع فلز پرچ شده بیکدیگر ساخته شده است. فلزاتیکه برای فنرهای ترموستات انتخاب میشوند دارای ضریب انبساط متفاوت هستند هنگامیکه درجه حرارت اطراف فنر ترموستات افزایش یابد فنر بسته وجمع میشود ووقتی درجه حرارت تقلیل پیدا کند فنر باز میشود. فنر ترموستات بیک سوپاپ کنترل حرارت (مطابق شکل ۱۳) متصل شده است. موقعیکه موتور سرد باشد سوپاپ در وضعیتی است که در شکل نشان داده شده است وگازهای اگزز از داخل محفظه مخصوص عبور میکند وقسمتی از حرارت خود را بمانیفولد گاز منتقل میکند. هنگامی که درجه حرارت موتور بالا رود فنر ترموستات جمع میشود ووضعیت دریچه آنطوری تغییر میکند که گازهای اگزز نتوانند بمحفظه حرارتی راه یابند.

سوپاپهای کنترل حرارت باید هر چند وقت یکبار مورد کنترل قرار گیرند.

هـ – واشرها

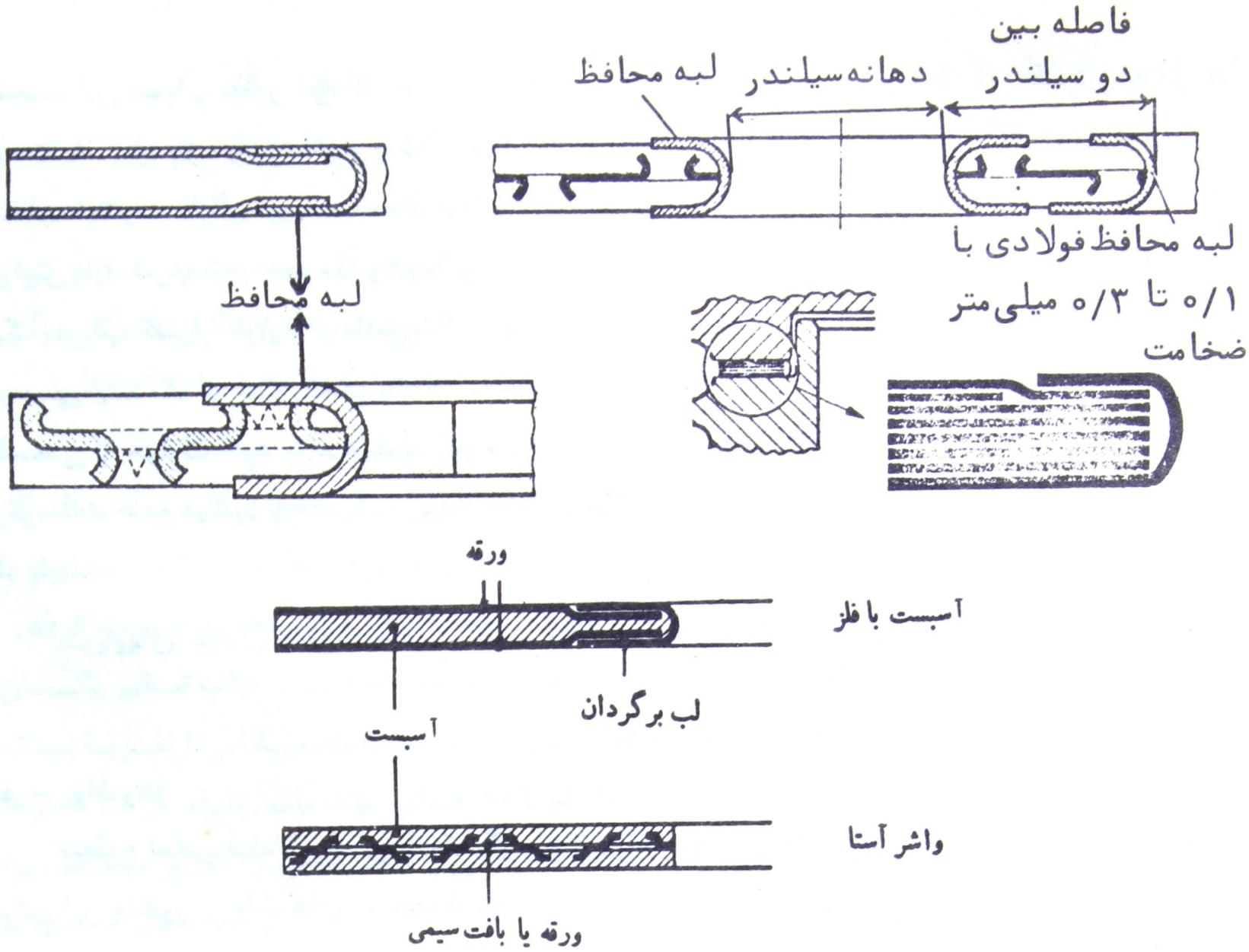
سطوح تماس قطعاتی که روی یکدیگر پیچ شده‌اند باید در مقابل نفوذ گاز یا مایع آب بندی شوند. برای این منظور از واشرهای مختلف استفاده میشود.

۱– واشر سرسیلندر– این واشر بین بلوک سیلندر وسرسیلندر قرار میگیرد. از یکطرف باید این واشر محفظه احتراق را بطور کامل آب‌بندی کند تا مانع بهدر رفتن فشار تراکم نیروی کار موتور گردد واز طرف دیگر باید از نفوذ آب در محوطه اطراف سیلندر بداخل محوطه احتراق جلوگیری نماید. قبل از هر چیز باید برای یک آب‌بندی صحیح سطوح تماس سرسیلندر وبلوک سیلندر کاملاً هموار وصیقلی باشند. قبلاً نیز یادآور شدیم که برای ایجاد سطوح کاملاً صیقلی آنها را در ماشینهای مخصوص سنگ میزنند.



شکل ۱٤ – واشر سرسیلندر یک موتور چهار سیلندر آب خنک

معمولاً واشرهای سرسیلندر از دو ماده فلز وآسبست ساخته میشوندواین واشرها تشکیل شده است از دو ورقه نازک مسی یا فلز نرم دیگر که بین آن آسبستکه نوعی پنبه نسوزاست قرار دارد. چون در محل سوراخ سیلندرها و یا سوراخ مجاری عبور آب در سر سیلندر واشر بریده شده و قسمت آسبستی‌آن بیرون میماند وممکن است در نتیجه احتراق موتور سوخته ویا در اثر نفوذ آب دوامش کم شود، با قرار دادن لبه نازک دیگری در محلهای نامبرده از بروز این اشکال جلوگیری میشود.



شکل ۱۵ - واشر سرسیلندر در انواع مختلف با لبه‌های محافظ

واشرهای فلز- آسبست بعلت اینکه در سطوح تماس، دو فلز در مجاورت هم قرار میگیرند بهترین نوع واشر نیستند واشرهای دیگر واشرهائی هستند که از یک ورقه فلز بافته شده تشکیل شده و روی آن نیز باماده مخصوصی‌از مخلوط آسبست و گرافیت پوشانده شده است. این واشرها خاصیت ارتجاعی مطلوبی دارند و سطوح تماس را بخوبی دربرمیگیرند و عمل آب‌بندی را بنحو کامل انجام میدهند. در مواقعی که عمل آب‌بندی بین سیلندر و سرسیلندر دچار اختلال گردد فشار کمپرس و قدرت موتور کم میشود بعلاوه ممکن است موتور از خارج هوای اضافی بمکد که در نتیجه نسبت اختلاط سوخت و هوا تغییر یافته کار موتور دچار اختلال میگردد. مخصوصاً در مواردیکه واشر سرسیلندر آبرا از خود عبور دهد ممکن است خسارات سنگینی بموتور وارد آید. برای اطمینان از آب‌بندی کامل سرسیلندر کافی است که آب رادیاتور و روغن موتور مورد بررسی قرار گیرد. بدین ترتیب که ابتدا موتور را خاموش کرده و رادیاتور را تا گلوئی آن از آب پر میکنند سپس موتور را در جهت عکس دوران معمولی آن با دست میگردانند اگر حبابهای هوا در رادیاتور مشاهده نشود میتوان نسبت بآب‌بندی قطعات موتور اطمینان حاصل نمود.

هرگاه واشر سرسیلندر بخوبی آب‌بندی نکند ممکن است آب بمجرای عبور روغن راه یافته و با روغن مخلوط شود یک بررسی ساده و بازدید روغن موتور میتواند این مورد را کاملاً روشن نماید. بطورکلی هرگاه آب رادیاتور مرتباً تقلیل یابد (موتور آب کم کند) و یا بدون دلیل روغن موتور اضافه شده و یا کف کند و یا در محل ریختن روغن بموتور، قطرات بخار آب مشاهده شود باید نسبت بآب‌بندی کامل بین سیلندر و سرسیلندر و یا نقاط دیگر موتور تردید و نسبت برفع عیب اقدام نمود. هنگام تعویض واشر سرسیلندر باید به نکات زیر توجه نمود:

الف- سطوحی که واشر روی آنها قرار میگیرد یعنی بلوک سیلندر و سرسیلندر باید کاملاً صاف و هموار و تمیز باشد.

ب- واشر سرسیلندر باید با سطوح تماس خود کاملاً تطبیق کند بدین معنی که مثلاً سوراخها باید کاملاً باز بوده و واشر نباید در سیلندر جلو آمده، پیچها به واشر فشار آورند.

ج- واشر باید ضخامت تعیین شده مطابق دستور کارخانه سازنده را داشته باشد زیرا با کم و یا زیاد شدن آن فشار کمپرس موتور نیز تغییر خواهد کرد.

۲- واشر کارتر و سایر قطعات- محفظه کارتر باید در مقابل نفوذ روغن آب‌بندی شود. در اینجا از واشرهائی از جنس لاستیک فشرده یا موادنسوز در بعضی مواقع نیز از واشرهای چوب پنبه‌ای استفاده میشود. در مواقعیکه واشر ضمن آب‌بندی وظیفه و نقش عایق حرارت را نیز عهده‌دار است (مثل واشر زیر پمپ‌بنزین یا کاربوراتور) از قطعات آسبستی‌سنگی‌که خاصیت عایق‌کنندگی از حرارت دارند استفاده میشود. این نوع واشرها میتوانند تا ٤٠٠ درجه سانتیگراد حرارت را تحمل کرده و بعلاوه مانع خوبی در مقابل هدایت حرارت نیز باشند.

پیشرفت خود را آزمایش کنید:

۱-چرا موتورهای چند سیلندر در وسائط نقلیه بکار میروند؟

۲- چرا موتورهای دو سیلندر با میل لنگ دولنگه مورد استعمال زیادی ندارند؟

۳- فاصله احتراق در موتورهای یک- دو- چهار و ٦ سیلندر چند درجه است؟

٤- عیب اصلی موتورهای دو سیلندر ردیفی چیست؟

۵- چرا موتورهای هشت سیلندر را اغلب بصورت موتور جناغی میسازند؟

٦- وظیفه سرسیلندر چیست؟

۷- چند نوع سیلندر از جهت قرار گرفتن سیلندرها وجود دارد؟

۸- سیلندر تحت تأثیر چه نیروهائی واقع میشود؟

۹- یک سیلندر مطلوب دارای چه مشخصاتی باید باشد؟

۱۰- سیلندر را از چه ماده‌ای باید بسازند که بتواند انتظارات ما را برآورد؟

۱۱- چرا سایش سیلندر در قسمت بالائی آن بیشتر از قسمت پائینی است؟

۱۲- تفاوت بین بوش تروبوش خشک سیلندر چیست؟

۱۳- سیلندرهای بلوکه چه مزایائی دارند؟

۱٤- چرا سطوح تماس سیلندرهای کرمی متخلخل ساخته میشود؟

۱۵- وظایف سرسیلندر چیست؟

۱٦-هنگام بازکردن و بستن سرسیلندر به‌چه نکاتی باید توجه کرد؟

۱۷- بچند طریق میتوان پیچهای سرسیلندر را محکم کرد؟

۱۸- وسیله مخصوص برای بستن پیچهای سرسیلندر (ترک متر) به‌چه علت ضروری است؟

۱۹- دوده‌های تشکیل شده در سرسیلندر را چگونه باید تمیز نمود؟

۲۰- انواع واشرهای سرسیلندر را نام ببرید.

قطعات متحرک موتور

الف: پیستون

۱- مشخصات کلی پیستون: وظایف اصلی پیستون مسدود نمودن و تشکیل محوطه احتراق بطور متحرک، انتقال نیرو از طریق شاتون بمیل لنگ، انتقال حرارت حاصله از احتراق به بدنه سیلندر و آب خنک‌کننده و بالاخره وظیفه هدایت گاز و دود در موتورهای دو زمانه است.

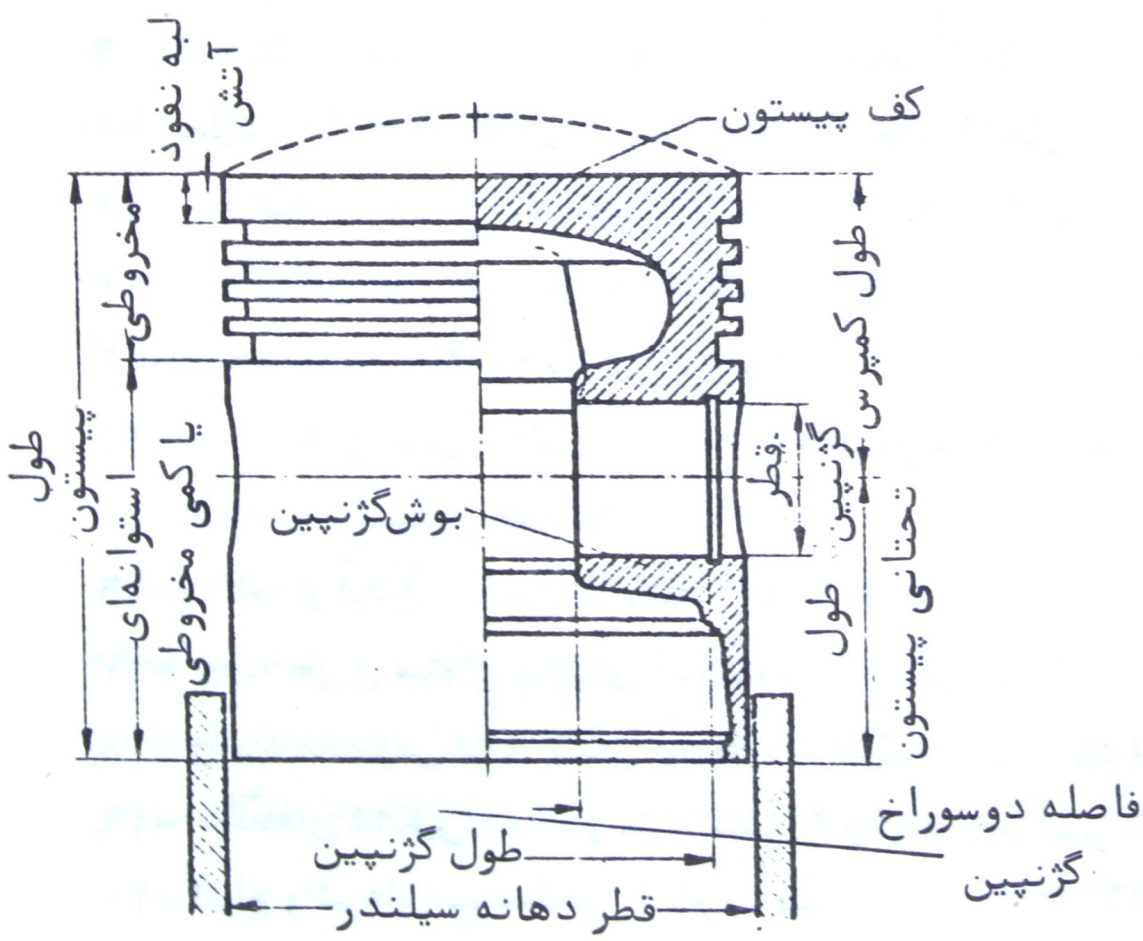
سطح فوقانی پیستون باید طوری باشد که ضمن تحمل فشار احتراق بتواند گرمائی را که در آن در اثر کار موتور ایجاد میگردد بخوبی تحمل و آنرا هدایت نماید.

برای ازدیاد مقاومت پیستون در مقابل فشار قسمت داخلی آنرا بصورت لبه‌های مقاوم مطابق شکل ۱۶ میسازند. از سطح فوقانی پیستون تا گژنپین (میله پیستون) را منطقه رینگ‌ها گویند. در این منطقه بنابر چگونگی ساختمان پیستون رینگهائی برای آب‌بندی تعبیه شده است (در موتورهای بنزینی تعداد رینگها معمولاً از ۲ تا ۵ عدد و در موتورهای دیزل از ٤ تا ٦ عدد است).

عمل اصلی بدنه پیستون هدایت مطمئن پیستون در داخل سیلندر بوده بعلاوه مقداری از فشار احتراق بصورت فشار جانبی توسط لبه مقاوم پیستون به بدنه سیلندر منتقل میشود.

پیستونهائیکه طول بدنه آنها کم باشد زودتر بنوسان درمیآیند.

سوراخ پیستون تکیه‌گاه گژنپین روی پیستون است فاصله بین تکیه‌گاه گژنپین در دو طرف پیستون نباید از حد معینی تجاوز نماید زیرا در اینحال نیروی خمشی زیادی بمیله پیستون اثر مینماید بعلاوه این فاصله باید طوری محاسبه شود که سرشاتون بتواند در جهت محور گژنپین مقدار معینی بازی و حرکت نماید.



شکل ۱٦ - اندازه های اصلی پیستون

طول پیستون از دو قسمت بالائی موسوم بطول کمپرس و قسمت انتهائی تشکیل شده است. طول کمپرس عبارت از فاصله کف پیستون تا محور گژنپین است. این فاصله که در ایجاد کمپرس موتور اثر مستقیم دارد باید کاملاً دقیق باشد. قسمت انتهائی پیستون اندازه وسط سوراخ گژنپین تا لبه انتهائی پیستون است. قسمت انتهائی پیستون در موتورهای چهار زمانه نقش هدایت پیستون را در داخل سیلندر بعهده داشته ولی در موتورهای دو زمانه این قسمت وظیفه هدایت گاز را بداخل سیلندر عهده‌دار است.

هنگام طرح و ساختن یک پیستون پنج اندازه زیر ضروری است و از آنها میتوان بعنوان اندازه‌های اصلی پیستون نام برد:

- قطر پیستون در قسمت انتهائی آن- اندازه قطر پیستون معمولاً در کف هر پیستون حک شده است.
- ارتفاع کمپرسیون
- طول کلی پیستون
- فاصله بین دو سوراخ گژنپین
- قطر گژنپین

کارخانجات سازنده معمولاً برای هر پیستون یک نام تلگرافی دارند که بدینوسیله هنگام سفارش پیستون میتوان آنرا براحتی تشخیص داد.

اورسیز: پس از مدتی کارکردن موتور در اثر تماس دائم بین سیلندر و پیستون، سیلندر از حالت اسنوانه‌ای کامل خارج گشته و مقطع آن بیضی میشود. در اینحال عمل آب‌بندی بخوبی انجام نشده کمپرس بهدر میرود و قدرت موتور بشدت کاسته میشود. در تعمیرات موتور بخصوص در سیلندرهائیکه مجهز به بوش خشک هستند سیلندر را برقو زده و سپس سنگ میزنند و پرداخت میکنند در اینحال باید پیستون بزرگتری درآن بکار برد که این پیستون را پیستون اورسیز (اندازه بزرگتر) مینامند.

کارخانجات سازنده موتور برای هر بار تعمیر موتور پیستونهای یدکی ساخته و آماده مینمایند.

پیستونهای یدکی موجود برای موتورهای سیستم میلیمتر در هر تعمیر ۰/۵ میلیمتر و برای موتورهای سیستم اینچ ۰/۰۰۰۱ اینچ از پیستون استاندارد آن بزرگتر است این پیستونها را پیستونهای اورسیز مینامند و معمولاً برای هر موتور حداکثر تا ٤ پیستون یدکی با قطر بیشتر وجود دارد. در موتورهای دو زمانه اختلاف هر بار تعمیر در قطر پیستون ۰/۲۵ میلیمتر است.

۲- جنس پیستون: بعلت اینکه چدن دارای خاصیت لغزشی مناسبی است سابقاً پیستونها را از چدن میساختند ولی امروزه تقریباً همه‌جا از پیستونهائی که از آلیاژهای فلزات سبک ساخته شده‌اند و معروف به پیستونهای آلومینیومی هستند، استفاده میشود. در دورهای زیاد وزن پیستون تاثیر مهمی در چگونگی دوران و قدرت موتور دارد بدین معنی که هرقدر پیستون سبک‌تر باشد بهمان اندازه موتور روانتر گشته و بهمان اندازه هم قدرت موتور بیشتر میشود زیرا بحرکت درآوردن و مجدداً متوقف کردن یک جرم سنگین (پیستون) در هر کورس پیستون مستلزم صرف قدرتی است که این قدرت در حقیقت از قدرت خروجی موتور گرفته میشود بعلاوه پیستونهای آلومینیومی حرارت را بهتر و سریعتر هدایت کرده و مانع گرم شدن سطح فوقانی پیستون میشوند بهمین علت امکان تراکم بیشتر را برای موتور فراهم میسازند.

پیستونهای سبک معمولاً ترکیبات آلومینیوم هستند و سبکترین آنها پیستونهای معروف به الکترون هستند که از آلیاژی از آلومینیوم و منیزیم ساخته شده است ولی این نوع پیستونها بعلت دوام کم فقط در اتومبیلهای مسابقه مورد استفاده قرار میگیرند زیرا در این اتومبیل‌ها حتی‌الامکان سعی براینست که از وزن اتومبیل کاسته شود.

عیب اصلی پیستونهای سبک اینست که دارای انبساط حرارتی زیاد هستند ولی امروزه این عیب با تشکیل آلیاژ آلومینیوم سیلسیم بمقدار زیادی برطرف شده است.

مقاوم‌ترین پیستون در مقابل حرارت پیستونهای ترکیب آلومینیوم- نیکل و مس هستند که بیشتر در موتورهای دیزل مورد استعمال دارند.

امروزه از پیستونهای چدنی بعلت وزن زیادی که دارند فقط در موتورهای کم دوراستفاده میکنند

جدول زیر انواع پیستون از نظر جنس و خواص مشخصه آنها را نشان میدهد.

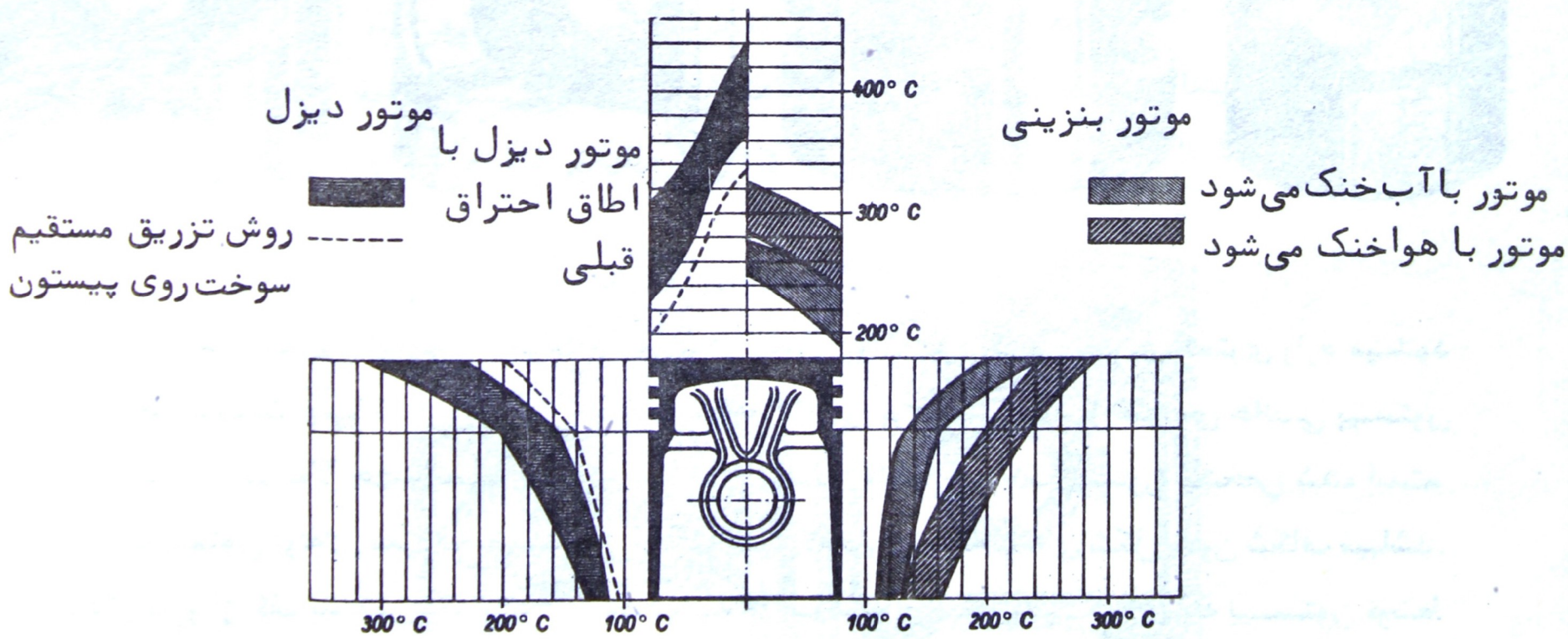
جنس پیستون	وزن مخصوص	خواص	کاربرد
آلیاژآلومینیوم سیلیسیم با۱۲٪	۲/۷	انبساط کم‌استحکام مکانیکی و سایشی زیاد خاصیت‌لغزشی متوسط‌خاصیت‌هدایت‌حرارت‌خوب	آلیاژ معمولی برای هر نوع پیستون
آلومینیوم سیلیسیم با۱۸تا۲۵٪ سیلیسیم	۲/۹۸	کمترین‌انبساط‌حرارتی‌در ترکیبات آلومینیوم- خاصیت‌لغزشی‌مناسب مقاومت حداکثر درمقابل حرارت وقابلیت‌هدایت حرارت بسیار مطلوب	آلیاژمخصوص برای پیستون موتورهای دو زمانه وهوا خنک موتورهای سنگین و موتورهای دیزل.
آلیاژآلومینیوم- مس- نیکل ٤٪مس- ۲٪نیکل بقیه آلومینیوم	۲/۸	سادگی ساختمان مقاومت‌خوب حرارت‌زیاد. انبساط‌حرارتی زیاد	پیستونهای‌تیغه‌دار برای موتورهای سبک
آلیاژ آلومینیوم مس (۱۰٪ مس)	۲/۹	حداقل وزن- قابلیت هدایت حرارت خوب کمی دوام.	موتورهای ورزشی ومسابقه‌ای
آلیاژآلومینیوم منیزیم (الکترون)	۱/۹	انبساط حرارتی‌کم- دوام‌زیاد- هدایت- حرارت‌کم و وزن زیاد.	برای موتورهای کم‌دور (مثلاًموتورهای‌تراکتور)
چدن ن(۳٪ کربن)	۷/۳		

۳- انواع پیستون: میدانیم که پیستون ضمن کار موتور کاملاً گرم میشود و چون مانند سیلندر با آب خشک‌کننده تماسی ندارد بیشتر از آن منبسط میگردد بنابراین باید این انبساط در طرح و ساخت آن مورد توجه قرار گیرد و بهمان مقدار در سیلندر خلاص «بازی» برای پیستون منظور شود. این بازی باید باندازه‌ای باشد که پس از گرم‌شدن موتور باز هم قشر نازکی از روغن بتواند سطوح لغزشی پیستون و سیلندر را بپوشاند. هنگامیکه بازی پیستون کم باشد پیستون در سیلندر گیر کرده و در صورتیکه مقدار بازی آن زیاد باشد اضافه بر تولید صدای زیاد مقدار تراکم و کار مفید موتور کم شده و مصرف روغن نیز افزایش مییابد، مقدار بازی لازم برای پیستون ارتباط مستقیم بمقدار گرم‌شدن پیستون در نقاط مختلف آن و همچنین سیستم کار موتور (موتورهای دوزمانه و دیزل از موتورهای چهارزمانه بیشتر گرم میشوند) و جنس و نوع ساختمان پیستون دارد. پیستونهای سبک تقریباً ۱/۵ تا ۲ برابر انبساط حرارتی پیستونهای چدنی را دارند بنابراین باید معمولاً مقدار بازی آنها نیز در سیلندر خیلی بیش از پیستونهای چدنی باشد ولی این اشکال را بوسیله تکمیل کردن ترکیبات و آلیاژهای فلزات سبک و همچنین دادن فرم مطلوب به پیستون و اتخاذ تدابیر دیگری میتوان برطرف نمود. نمودار زیر تأثیر حرارت در نقاط مختلف پیستون در موتورهای اتو و دیزل را نشان میدهد.

نمودار سمت چپ چگونگی تاءثیر حرارت بر روی پیستون موتور بنزینی که با آب یا هوا خنک می‌شوند را از قسمت پائین پیستون تا لبه بالائی آن نشان میدهد .

نمودار سمت چپ تاءثیر حرارت بر روی بدنه پیستون موتورهای دیزل که تزریق سوخت به‌روش‌اطاق احتراق قبلی یا روش مستقیم تزریق می‌شوند را نشان میدهد .

نمودارقسمت‌بالا از دوقسمت‌چپ و راست تشکیل گردیده که سمت راست تاءثیر حرارت از مرکزپیستون تا لبه‌آن را در موتورهای بنزینی که با آب و یا هوا خنک می‌شوند و سمت چپ مواردفوق را برای موتورهای دیزل که‌به‌روش اطاق احتراق قبلی یاروش تزریق مستقیم می‌باشد نشان میدهد.شکل ۱۷

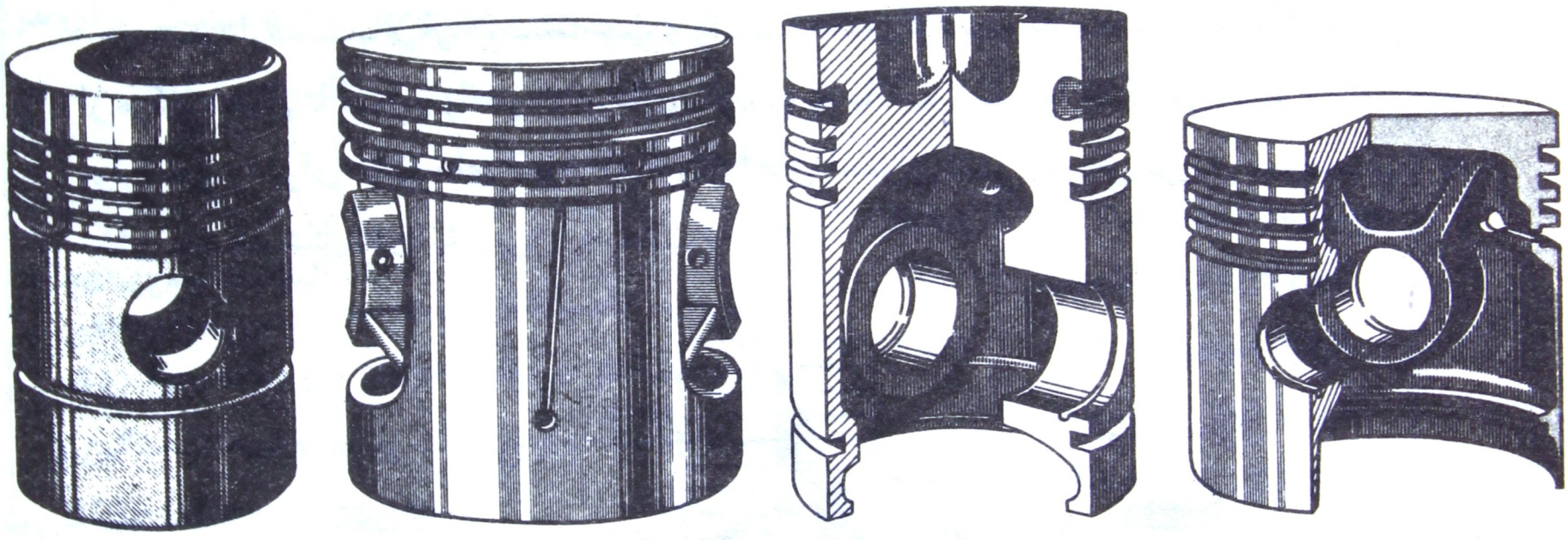


شکل ۱۷- تأثیر حرارت در نقاط مختلف پیستون

بمرور زمان بمنظور بهتر نمودن طرز کار و بوجودآوردن خاصیت لغزشی مناسب برای پیستونها انواع و اقسام مختلف پیستون طرح و ساخته شده است که ما ذیلاً بشرح چند طرح آن میپردازیم:

- ساده‌ترین پیستون، پیستونهای یکپارچه یا استوانه‌ای است ک معمولاً از جنس چدن ساخته میشود. با توجه باینکه نقاط مختلف پیستون مطابق نمودار بالا بطور نامساوی گرم میشود باید بدنه این نوع پیستون طوری ساخته شود که پس از اینکه پیستون کاملاً گرم شد بصورت استوانه‌ای درآمده و قطر آن در تمام طول یکسان شود. چون قسمت کف پیستون بیشتر از سایر نقاط آن گرم میشود در نتیجه این قسمت دارای انبساط بیشتری خواهد بود بهمین علت منطقه رینگها را مخروطی شکل میسازند. باید توجه کرد که مقدار انبساط تابع جرم جسم است بنابراین پیستون در جهت سوراخ گژنپین بیشتر منبسط میشود بهمین علت در قسمت سوراخ گژنپین، پیستون آزاد ساخته شده و با بدنه سیلندر تماس ندارد. با دادن این شکل به پیستونهای یکپارچه موقعی که موتور گرم میشود و پیستون حرارت می‌بیند میتوان پیستون کاملاً استوانه‌ای و یکنواختی را با حداقل بازی در اختیار داشت. پیستونهای یکپارچه را هم میتوان از طریق ریخته‌گری و هم با استفاده از پرس ساخت. این نوع پیستونها بیشتر در موتورهای ورزشی و کورسی بکار میرود.

- در پیستونهای شکافدار بدنه پیستون دارای شیار T شکل یا شیار عمودی است، که بآن خاصیت فنریت کمی میدهد. بعلاوه در این نوع پیستون قسمتی از بدنه پیستون بوسیله شکاف عرضی از منطقه رینگها جدا شده است و بدینوسیله هدایت حرارت از قسمت گرم کف پیستون به بدنه آن کمتر میسر خواهد بود. چون سمت شکافدار این نوع پیستون در مقابل فشار مقاومت کافی ندارد.



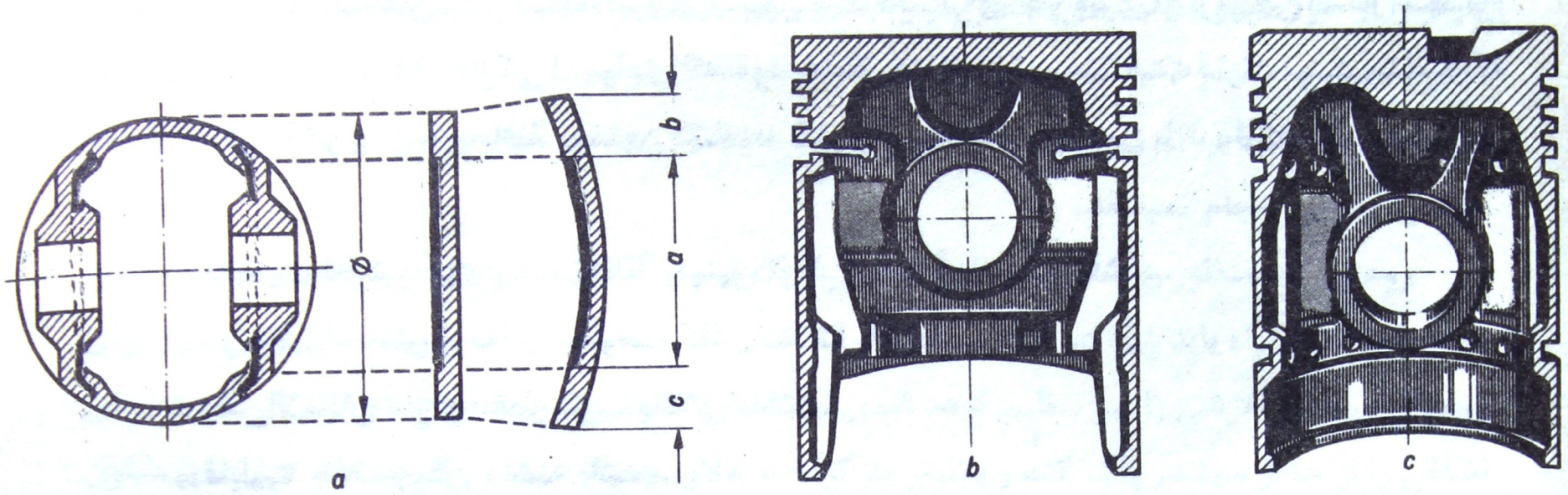
شکل ۱۸– انواع مختلف پیستون

هنگام نصب آن باید توجه نمود که شکاف در سمتی قرار گیرد که بآن نیروی کمتری وارد میشود و این طرف سمت چپ در جهت دوران موتور است زیرا که در این سمت حداقل نیروی جانبی پیستون وارد میشود. معمولاً جهت نصب پیستون شکافدار بوسیله فلشی در کف پیستون مشخص شده است.

- پیستون لوله‌ای معروف به پیستون MEC است که دارای بدنه لوله‌ای شکل بدون شکاف میباشد. انتقال نیرو از کف پیستون بگژنپین توسط دولبه ضخیم لوله‌ای صورت میگیرد بدنه پیستون توسط شکافی از قسمت رینگها جدا شده و بدینوسیله انتقال حرارت به بدنه پیستون فقط بمقدار کمی صورت میگیرد. این نوع پیستون از آلیاژ آلومینیوم سیلیسیم که دارای انبساط کمی است ساخته میشود.

- پیستونهای اتوترمیک که در آنها با استفاده از خاصیت انبساطی دو فلز غیرهمجنس از انبساط زیاد پیستون جلوگیری میشود.

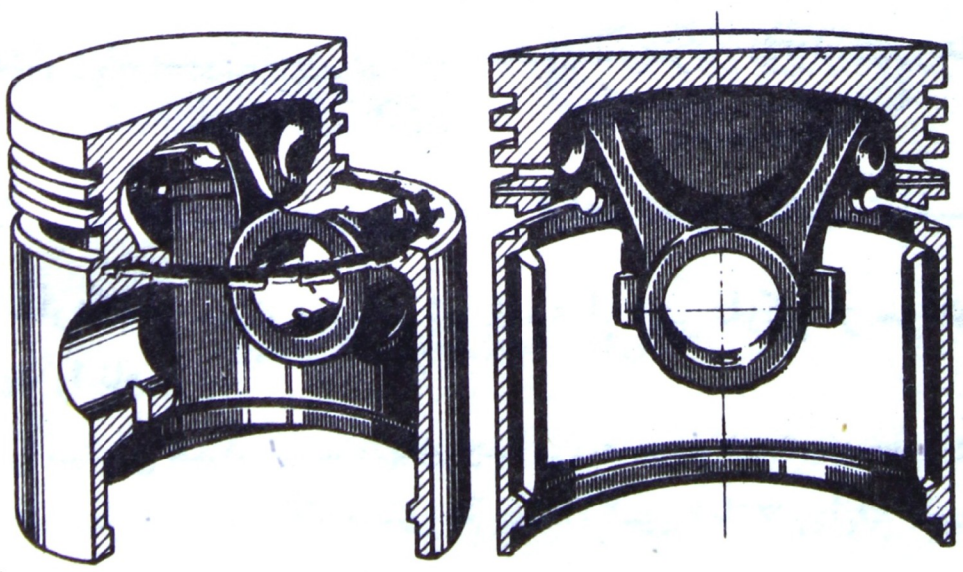
هنگامیکه دو فلز غیرهمجنس را (که در اینجا فولاد و فلز مشبک است) بیکدیگر متصل کرده، حرارت دهیم، چون هریک از فلزات مذکور بمقدار معینی انبساط مییابند و این مقدار در یکی بیشتر از



شکل ۱۹ - پیستونهای تیغه‌ای

دیگری است تیغه کج میشود. در اینجا تیغه فولادی در امتداد سوراخ گژنپین قرار داده شده است هنگامیکه بآن حرارت برسد طول a تمایل بانحراف دارد (شکل ۱۹) همین تمایل از انبساط پیستون خواهد کاست و فقط انبساط آن منحصر بطول c و b خواهد شد. این پیستون‌ها معروف به پیستونهای تیغه‌ای هستند. حسن اصلی این نوع پیستونها اینست که در آنها احتیاج بمصرف زیاد تیغ فولادی نیست. معمولاً پیستونهای یکپارچه جدیداز نوع اتوترمیک بوده و ظاهراً پیستون از یک بدنه کامل و یکپارچه تشکیل شده و در داخل آن تیغه‌های مذکور بکار رفته‌اند.

- پیستونهای حلقه فولادی. در این نوع پیستونها از یک حلقه فولاد مخصوص برای جلوگیری از انبساط زیاد پیستون استفاده میشود، بطوریکه شکل ۲۰ نشان میدهد این حلقه‌ها را داخل پیستون و هنگام ریختن آن قرار داده شده‌اند. بنابراین احتیاجی بمخروطی بودن یا دو پهن بودن پیستون نیست زیرا این حلقه مانع انبساط پیستون و تغییر فرم آن خواهند بود، این نوع پیستون کاملاً استوانه‌ای است و میتواند در سمت بالا یا پائین مقدار بازی معادل با ۰/۰۱۵ میلیمتر داشته باشد.



شکل ۲۰ - پیستون حلقه‌فولادی

٤- قشرهای محافظ پیستون- (عملیات مخصوص در سطوح لغزشی پیستون.)

میدانیم که بمنظور جلوگیری از تماس مستقیم بین پیستون و سیلندر بین آنها قشر نازکی از روغن وجود دارد ولی با وجود این گاهی ممکن است بعلل مختلف از جمله ناهمواریهای سطوح تماس و از بین رفتن قشر روغن است این دو جسم مستقیماً با یکدیگر تماسی حاصل نمایند. در اینحال اصطکاک موجود موجب گرم شدن و در نتیجه گیرپیاژپیستون میگردد. برای جلوگیری از بروز این اشکال سطوح خارجی پیستون را با قشر نازکی از موادی که خود خاصیت لغزشی مناسب دارند میپوشانند که اصطلاحاً این قشر را قشر محافظ پیستون مینامند. قشرهای محافظ پیستون باید دارای مشخصات زیر باشند:

- خاصیت لغزشی بهتری نسبت بآلومینیوم و ترکیبات آن داشته باشند.
- در مقابل سایش و تماس مقاومت کافی داشته باشند.
- حتی‌الامکان دارای نقطه ذوب بالائی باشند.
- قابلیت جذب روغن داشته باشند.
- خاصیت روغنکاری خودبخود داشته باشند. قشرهای محافظ کلاً در دو نوع فلزی و غیرفلزی وجود دارند. ضخامت قشر محافظ در صورتیکه از نوع فلزی باشد بین ۱ تا ۲ مو (مو= یک میکرن= ۱/۱۰۰۰ میلیمتر) و در نوع غیرفلزی بین ۲۰ تا ٤۰ مو است.

انواع قشرهای محافظ- روشهای مختلفی بمنظور ایجاد قشر محافظ پیستون وجود دارد که ما ذیلاً بعضی از آنها را ذکر میکنیم.

الف- روش سرب اندود کردن (نقطه ذوب سرب ۳۲۷ درجه سانتیگراد است). این روش را میتوان در موتورهائیکه تحت تأثیر حرارتهای زیاد نیز واقع نمیشوند بکار برد.

ب- روش قلع‌اندود کردن (نقطه ذوب قلع ۲۳۲ درجه سانتیگراد است) این روش فقط برای موتورهای کم قدرت که تحت تأثیر حرارتهای زیاد واقع نمیشوند مورد استفاده قرار میگیرد.

ج- روش گرافیت‌اندود کردن- برای این منظور ابتدا سطوح تماس پیستون را خشن میکنند تا قشر محافظ گرافیتی را بهتر بخود بگیرد. ضخامت این قشر بین ۲۰تا ٤۰ مو است و فقط برای پیستونهای موتورهای سنگین و بزرگ مورد استفاده واقع میشود.

د- روش الکسال- بکمک اکسیداسیون الکتریکی آلومینیوم سطوح تماس پیستون را با مخلوطی از سرب و گرافیت و با فشار زیاد میپوشانند. این قشر محافظ بهترین نوع از قشرهای محافظ محسوب میشود.

هـ- روشهای دیگر- امکانات دیگری نیز بمنظور فراهم نمودن قابلیت لغزشی بهتر در سطوح تماس پیستون وجود داردکه ازجمله میتوان استفاده از قشر نازکی از سولفور مولیبدن ویا ترکیبات‌مصنوعی جدید را نام برد.

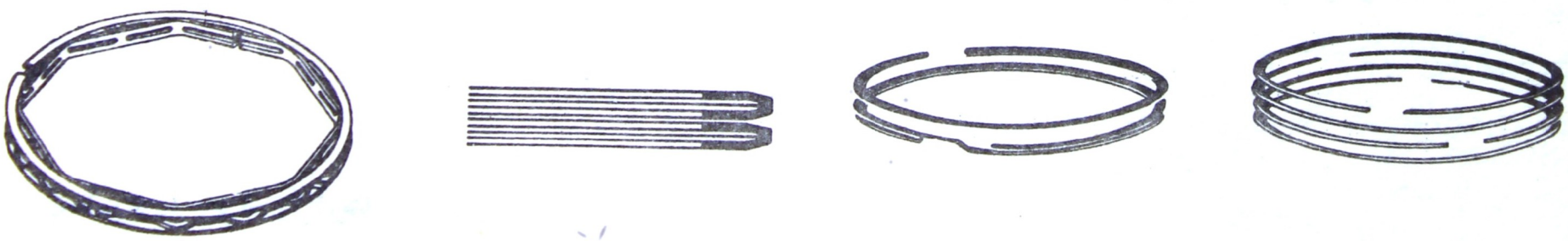
روشهای مذکور را میتوان هم در پیستونهای چدنی و مسی و هم در پیستونهای آلومینیومی بکار گرفت.

۵- رینگ پیستون: چون پیستون با مقدار باز معینی داخل سیلندر کار میکند. برای آب‌بندی محوطه احتراق با کارتر از رینگ استفاده میشود. رینگها بعلت خاصیت کششی و فنری خود روی سطوح لغزشی سیلندر تکیه کرده و آنها را آب‌بندی میکنند. بطوریکه گذشت برای حرکت دادن پیستون در داخل سیلندر باید بین این دو قطعه فاصله معینی (بازی) وجود داشته باشد از طرفی نباید گاز سیلندر و روغن کارتر را از خود عبور دهد. بدین منظور از رینگ پیستون استفاده میکنند که با خاصیت فنری خود روی سطوح لغزشی سیلندر تکیه کرده و مانع نفوذ گاز بمحوطه کارتر و روغن بمحوطه احتراق میگردند. در غیراینصورت علاوه بر کم شدن فشار تراکم موتور، با نفوذ گاز بداخل کارتر روغن نیز رقیق شده و وظیفه خود را بخوبی انجام نمیدهد.

روغنی که بمنظور روغنکاری سطوح تماسی از کارتر و یاتاقانها بجدار سیلندر پاشیده میشود، نباید بمحوطه احتراق راه یابد زیرا در آنجا میسوزد و ایجاد دوده مینماید. رینگ باید مقدار روغن لازم برای روغنکاری جدار لغزشی را نیز تنظیم کرده ضمن اینکه مانع نفوذ روغن بمحوطه احتراق میگردد روغن اضافی را از جدار سیلندر پاک کند و بکارتر بازگرداند بعلاوه وظیفه دیگر رینگ هدایت حرارت پیستون بجدار سیلندر و از آنجا بآب خنک‌کننده موتور است.

رینگها را معمولاً از چدن ساخته و با اعمال حرارتی‌مخصوص بآن خاصیت فنری میدهند. فنریت رینگ در مرحله اول بچسبیدن آن بتمام محیط جانبی سیلندر و ایجاد آب‌بندی مطلوب کمک میکند. هرقدر فشار رینگ بر جداره سیلندر بیشتر باشد عمل آب‌بندی بهتر و کاملتر انجام میشود بعبارت دیگر هرقدر عرض رینگ نازکتر باشد بهتر میتواند وظیفه خود را انجام دهد و از طرفی رینگهای پهن‌تر بهتر میتوانند حرارت را از خود هدایت کرده و بجدار سیلندر برسانند.

برای رینگهای کمپرس معمولاً از رینگهای استوانه‌ای با شکاف مستقیم یا مورب استفاده میکنند. برای اینکه این رینگها بخوبی در داخل سیلندر آب‌بندی شوند مدتی وقت لازم است. رینگهای معروف برینگ TOPیا رینگهای مخروطی این مدت را کوتاه میکنند زیرا جدار خارجی این رینگها با شیبی برابر ۱۵ تا ۲۵ درجه ساخته شده‌اند. بدین‌ترتیب در مرحله اول قسمت پائینی مخروط با جدار سیلندر تماس پیدا کرده و بسرعت سائیده شده و با سیلندر آب‌بندی میشوند و ایجاد سطح مناسبی برای رینگ مینماید که بمرور زمان این سطح بیشتر میشود. هنگام سوار کردن رینگ باید توجه داشت که لبه باریک که با حرف TOPیا Obenمشخص شده بطرف بالا قرار گیرد.



شکل ۲۱ - انواع مختلف رینگ پیستون

هرپیستون معمولاً دارای ۳ تا ٤ رینگ است که رینگ بالائی آن بیش از سایر رینگها تحت تأثیر نیرو واقع شده و صدمه میبیند زیرا این رینگ علاوه براینکه تمام فشار احتراق را تحمل مینماید بطور

کامل نیز روغنکاری نمیشود. بهمین علت رینگ بالائی بیشتر سائیده شده و سیلندر را نیز بیشتر میساید. در سالهای اخیر از رینگهای کرمی بخصوص بعنوان رینگ فوقانی پیستون استفاده میکنند. این نوع رینگها دارای قشر نازکی از کرم هستند که ضمن مقاومت مناسب در مقابل گریپاژ کردن دارای استحکام لازم در مقابل سایش بوده، بعلاوه این رینگها میتوانند روغن را نیز بهتر بخود جذب کنند و در خود نگاهدارند.

رینگهای روغنی برای جلوگیری از نفوذ روغن بمحوطه احتراق بکار میروند. رینگهای مزبور باید روغن اضافی را از بدنه سیلندر پاک کرده و بوسیله سوراخهای کوچکی که در بدنه پیستون تعبیه شده است بکارتر برگردانند.

در موتورهای دوزمانه کوچک که قطر سیلندر آن حدود ۶۰ میلیمتر باشد و روغنکاری موتور از روش اختلاطی تأمین شود احتیاجی بوجود رینگ روغنی نیست. ساده‌ترین رینگ روغنی رینگهای شبیه رینگ کمپرس است که دارای سطح مخروطی برای آب‌بندی است امروزه بیشتر از رینگهای روغنی شکافدار (جدول زیر) استفاده میشود. این رینگها روغن روی جدار سیلندر را بوسیله دو سطح باریک خود جمع کرده و از شکافهائی که برای همین منظور در نظر گرفته شده‌است بداخل پیستون و از آنجا بکارتر هدایت میکنند بالاخره نوعی دیگر رینگ روغنی وجود دارد که در آن بوسیله فنری دو صفحه نازک از یکدیگر جدا شده و عمل آب‌بندی انجام میشود. مقدار فشار رینگ بجداره سیلندر نباید از ۵/۵ کیلوگرم بر سانتیمترمربع بیشتر باشد زیرا در غیراینصورت ایجاد سایش زیاد در سیلندر نموده و عمر ودوام موتور را کم میکند.

قطر خارجی رینگ باید با قطر داخلی سیلندر تطبیق نماید و در حالت نصب شده بین دو لبه آن در حدود ۰/۲ تا ۰/۵ میلیمتر فاصله وجود داشته باشد این فاصله را در حالتی که رینگ در سیلندر مربوط یا دستگاهی که با سیلندر اصلی تطبیق میکند قرار گرفته‌است اندازه‌گیری میکنند اگر فاصله دوسررینگ بیش از حد لازم باشد از تمامی قدرت و فشار کمپرس نمیتوان استفاده کرد و اگر مقدار بازی کم باشد خاصیت فنریت آن از بین رفته، در نتیجه بسیلندر میچسبد و بدنه سیلندر را میساید وممکن است پیستون گریپاژ نماید.

برای جلوگیری از نفوذ کمپرس موتور و یا روغن شکافهای رینگ یک پیستون نباید روبروی یکدیگر قرار بگیرند معمولاً شکاف رینگها را با فاصله ۱۸۰درجه نسبت بیکدیگر قرار داده و آنها را نصب مینمایند.

پیشرفت خود را آزمایش کنید:

۱- وظیفه پیستون چیست؟

۲- معمولاً پیستون را از چه موادی میسازند؟

۳- در پیستونهای آلیاژ فلزات سبک با اتخاذ چه روشهائی از انبساط زیاد آنها جلوگیری میکنند؟

٤- انواع مختلف پیستون را از لحاظ طرح ساختمانی نام ببرید.

۵- به‌چه طرقی میتوان خواص مناسب در جدار خارجی پیستون برای لغزش بهتر ایجاد نمود؟

۶- مقدار ضخامت قشرهای محافظ پیستون چقدر است؟

۷- بهترین نوع قشر محافظ پیستون را نام ببرید.

۸- پیستونهای اتوترمیک چه نوع پیستونهائی هستند؟

۹- وظایف رینگهای پیستون چیست؟

۱۰- انواع مختلف رینگ پیستون را نام ببرید.

۱۱- چرا در موتورهای دوزمانه باید بوسیله‌ای از گردش رینگها در جای خود جلوگیری کرد؟

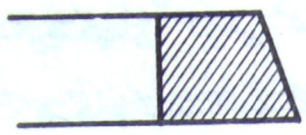
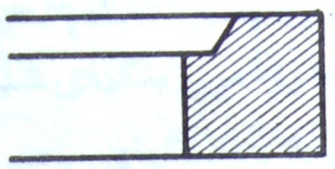
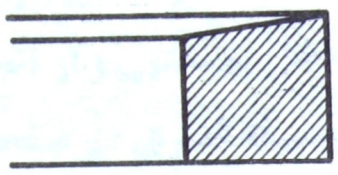
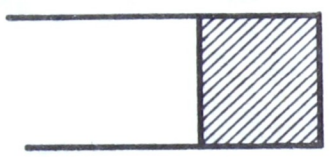
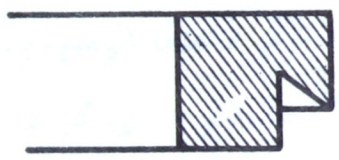
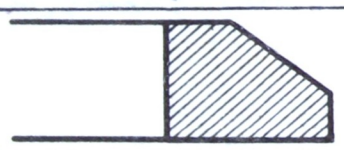
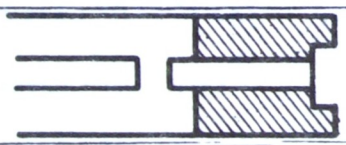
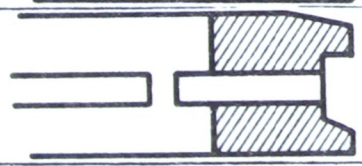
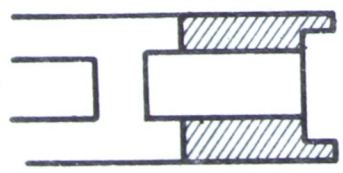
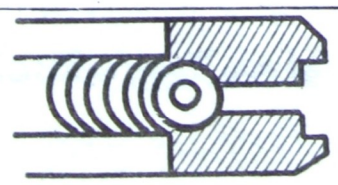
۱۲- رینگهای کرمی دارای چه مزایائی هستند و بعنوان کدام رینگ پیستون بکار میروند؟

۱۳- هنگام نصب پیستون به‌چه نکاتی باید توجه کرد؟

۱۴- در نصب رینگها شیارهای آنها را با چه زاویه‌ای نسبت بیکدیگر قرار میدهند؟

۱۵- وظیفه رینگهای روغن و انواع آنها را نام ببرید.

نام: محمدتقی کریمی	انواع رینگ پیستون	تهیه وترجمه از: مهندس سیدمحمد صفائی
کلاس 13/2		
تاریخ 49/12/1		

هدف ازاستعمال	دستورنصب		نوع رینگ	
	چگونه؟	کجا؟	نام	سطح مقطع
برای‌تسریع‌زمان آب‌بندی رینگ سیلندروتأثیربهتر	کلمه TOP یا Oben درسمت کف‌پیستون	شکاف‌رینگ بالا	رینگ مخروطی	
ممانعت ازمحکم شدن رینگ‌در داخل شکاف‌آن	قسمت زاویه‌داردر سمت کف‌پیستون	شکاف رینگ‌بالا	رینگ معمولی زاویه‌دار	
,, ,,	قسمت مخروط بسمت بالا	اولین یادومین و سومین‌رینگ از کف پیستون	رینگ ذوزنقه‌ای	
فرم معمولی رینگ مطابق دین	نصب‌این‌نوع رینگ درهردوجهت میسر است وتفاوتی ندارد.	اولین یادومین و سومین شکاف رینگ ازسمت بالا	رینگ کمپرس معمولی	
خاصیت دفع روغن اضافی ازسیلندر	قسمت زاویه‌دار درسمت شاتون نصب میشود.	دومین وسومین و.....شکاف رینگ	رینگ زبانه دار	
خاصیت دفع روغن اضافی جدارسیلندر	پخ رینگ درقسمت سمت کف پیستون	دومین وسومین و.....شکاف رینگ	رینگ پخ‌دار	
فرم معمولی	نصب درهردوجهت میسراست.	آخرین شکاف رینگ پیستون	رینگ روغن شکاف‌دار	
اثرپاک کردن‌روغن ازجدارسیلندربهتر	پخ درسمت کف پیستون	پایین‌ترین شکاف رینگ.	رینگ روغن پخ‌دار	
خاصیت هدایت خوب روغن بداخل پیستون	نصب در هردوجهت میسراست.	پایین‌ترین شکاف رینگ	رینگ روغن شکاف‌دارپهن	
خاصیت‌فنریت‌رینگ بخصوص‌درموتورهای کهنه‌رابهتر میکند	درهردوجهت میتوان‌نصب کرد	پائین‌ترین شکاف رینگ	رینگ روغن‌شکاف دارباافنرمارپیچی	

جنس فلز یاتاقان

یاتاقانهای شاتون باید دارای خاصیت لغزشی مناسب، مقاومت زیاد در مقابل فشار، مقاومت سایش مناسب و بالاخره قابلیت هدایت حرارت مطلوب باشند بطور کلی یاتاقانها در انواع زیر تقسیم‌بندی میشوند:

الف-بابیت- این فلز که آلیاژی از قلع و مس است امروزه بندرت در اتومبیلها بکار میرود ولی در موتورهای قدیمی روی پوسته یاتاقان را از طریق ریخته‌گری با قشر ضخیمی از این فلز میپوشاندند و سپس آنرا روی لنگ میل‌لنگ آب‌بندی مینمودند.

امروزه یاتاقانهای بابیتی که دارای ۸۰٪ قلع و بقیه مس هستند بندرت و فقط در موتورهای پردور استفاده میشوند (اصولاً آلیاژهای پرقلع را بابیت میگویند).

ب-یاتاقانهای سربی- که بآنها بابیت کم‌قلع نیز میگویند برای موتورهای چهارزمانه بنزینی بکار میرود. برای مثال آلیاژی را میتوان نام برد که در آن ۱۰٪ قلع و بقیه سرب بکار رفته‌است.

ج-یاتاقانهای برنز سرب- این یاتاقانها برای موتورهای دیزل و موتورهای سنگین بکار میروند. برای مثال یاتاقانی را میتوان نام برد که از ۲۵٪ برنز و بقیه سرب تشکیل شده‌است.

د-یاتاقانهای چندجنسی- استفاده از این یاتاقانها امروزه در اکثر موتورهای اتومبیل متداول است در این نوع یاتاقان روی یک نوار فولادی بضخامت ۱ تا ۱/۵ میلیمتر یک قشر نازک برنز یا برنز سرب بضخامت ۰/۵ میلیمتر ریخته‌گری شده و روی آنرا نیز قشر نازکی از بابیت (۲٪ میلیمتر) پوشانده است. این یاتاقانها در تعمیرگاههای اتومبیل معروف به یاتاقانهای گردی هستند. (زیرا قشر بابیت بصورت گردی روی یاتاقان را پوشانده است).

یاتاقانهای چندجنسی را قبلاً ساخته و آماده نموده‌اند و میتوان بعد از سنگ زدن و پرداخت کردن میل‌لنگ با توجه باندازه کوچکتر یاتاقان (اندرسایز) بدون هیچکار اضافی آنرا نصب نمود اضافه برآن یاتاقانهای چند جنسی دارای مقاومت زیاد در مقابل فشار، خاصیت ضربه‌گیری (بعلت وجود برنز یا برنز سرب) و بالاخره وزن نسبی کم هستند.

اضافه بر یاتاقانهای ذکر شده یاتاقانهای آلومینیومی که از آلیاژهای آلومینیوم تشکیل شده‌اند نیز وجود دارند که دارای خاصیت هدایت حرارت خوب و خاصیت لغزشی مناسبی هستند ولی فقط میتوان آنها را در موتورهای کم‌قدرت بکار برد.

بازی یاتاقان: اختلاف اندازه بین قطر لنگ و شعاع داخلی یاتاقان (بازی یاتاقان) بستگی کامل بقطر یاتاقان و جنس آن و میزان حرارت موتور دارد. این مقدار بازی برای تشکیل قشر روغن و اطمینان از

صحت عمل یاتاقان کاملاً ضروری است. برای بدست آوردن آن در یاتاقانهای بابیتی و معمولی قطر یاتاقان را در عدد ۰۰۱۰/۰ و در یاتاقانهای برنز سربی در عدد ۰۰۱۵/۰ ضرب میکنیم یعنی:

میلیمتر ۰۰۱۰/۰ـقطر یاتاقان = بازی یاتاقانهای بابیتی

۰۰۱۵/۰ـقطر یاتاقان = بازی یاتاقانهای برنز سربی

کارهای مربوط بشاتون:

هرگاه بوش سرشاتون پس از مدتی دوپهن شده و یا صدمه ببیند، آنرا بکمک پرس خارج نموده و بوش جدیدی را بجای آن پرس میکنند. هنگام نصب بوش باید بمجرای عبور روغن بداخل بوش کاملاً توجه نمود.

شاتونها را قبل از نصب از جهت تاب برداشتگی و یا پیچیدگی با کمک دستگاه ساده‌ای مورد بررسی قرار میدهند. یک شاتون کج شده یا پیچیده موجب کج حرکت کردن پیستون داخل سیلندر و بالنتیجه سایش نامتعادل و غیرمعمولی سیلندر میشود. برای راست کردن شاتون وسیله مخصوصی بکار میرود که میتوان بدان وسیله شاتون را درحالت سردی بحالت اولیه و صحیح خود باز گرداند به هیچوجه نباید برای راست کردن شاتون آن را گرم نمود.

هنگامی که یاتاقان‌های شاتون سایش بیش از حد مجاز داشته باشند باید آنها را تعویض نمود معمولاً یاتاقانها بطور آماده نصب، در اندازه‌های لازم وجود دارند.

پیچهای شاتون فقط برای یکبار قابل استفاده هستند و در هر تعمیر باید آنها را تعویض نمود.

شاتونهای یک موتور باید همگی دارای یک وزن باشند در موتورهای سواری اختلاف بین وزن شاتونها نباید بیش از پنج گرم و در موتورهای سنگین بیش از ۱۰ گرم باشد. در مواقع ضروری میتوان به مقدار کم از پای شاتون تراشیده و وزن شاتونها را یکسان نمود.

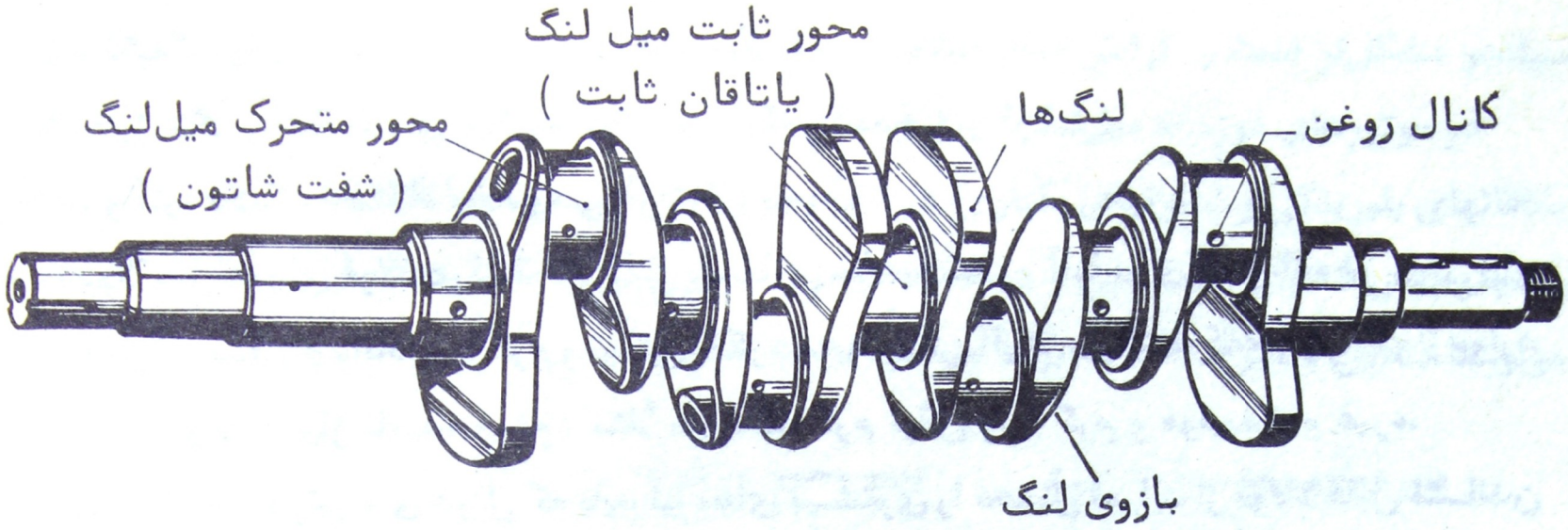
میل‌لنگ

میل‌لنگ که قسمت اصلی موتور را تشکیل میدهد میله‌ای است که به تناسب تعداد سیلندر چند بار در آن لنگی ایجاد شده و دارای وظایف زیر است:

- ایجاد حرکت دورانی
- تولید گشتاور و انتقال آن بکلاچ
- دریافت نیروی پیستون و انتقال آن به یاتاقانها
- در برگرفتن چرخ لنگر (فلایویل) که همزمان بعنوان قسمتی در دستگاه کلاچ مورد استفاده قرار میگیرد.
- بحرکت درآوردن چرخ دنده‌های لازم، پمپ آب، دینام، پروانه و احیاناً پمپ انژکتور

میل‌لنگ تحت تأثیر نیروهای زیر واقع میشود:

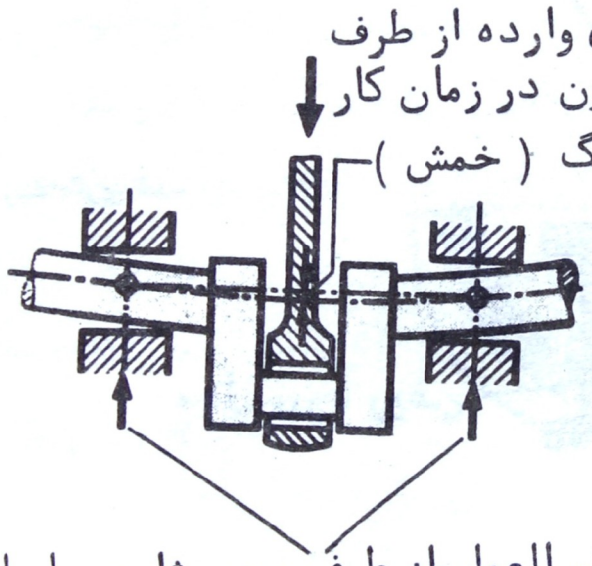
- خمش، نیروی خمشی مؤثر بر میل‌لنگ بستگی بقطر آن و فاصله یاتاقانهای آن دارد.
- پیچش، زاویه پیچشی تابع طول و قطر میل‌لنگ است.



شکل ۲۲- میل‌لنگ یک موتور چهارسیلندر با پنج تکیه‌گاه ثابت

- ارتعاشات دورانی - این ارتعاشات تابع جنس، قطر و طول میل‌لنگ است.
- تماس، در محل یاتاقانها

بنابراین باید میل‌لنگ دارای مقاومت خمشی، پیچشی، اصطکاکی مناسب بوده و در عین‌حال خاصیت لغزشی مناسب در لنگها نیز داشته باشد.



شکل ۲۳- نیروی خمشی مؤثر بر میل‌لنگ و گشتاور تولیدی

جنس میل‌لنگ: میل‌لنگ معمولاً از جنس فولاد، و یا چدن مخصوصی ساخته میشود و برای ایجاد استحکام مناسب در آن آنرا با فلزات مختلف آلیاژ میکنند. در بعضی از موتورها بخصوص در موتورهای دیزل سطوح خارجی میل‌لنگ و سطوح تماس آنرا سخت مینمایند.

طرز ساخت میل‌لنگ: میل‌لنگهای فولادی را از طریق آهنگری پرسی در مراحل زیر میسازند:

۱- با استفاده از پرسهای مخصوصی فولاد را در حالت گداخته بداخل قالبهای مخصوص پرس میکنند.

۲- تکیه‌گاههای ثابت و متحرک آنرا میتراشند.

۳- سوراخهای مخصوص عبور روغن را در آن ایجاد مینمایند.

٤- تکیه‌گاهها را سخت کرده و یا آنرا بهسازی مینمایند.

۵- تکیه‌گاهها را سنگ میزنند و پرداخت میکنند.

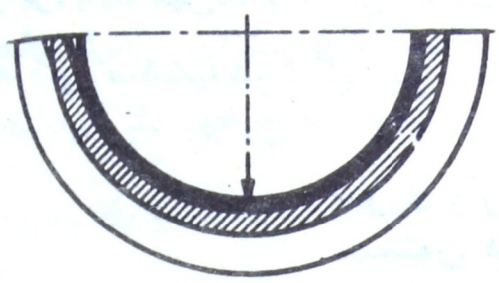
٦- میل‌لنگ را لنگ‌گیری میکنند (بالانس میکنند).

۷- و آنرا بکمک دستگاه مخصوصی آزمایش مینمایند.

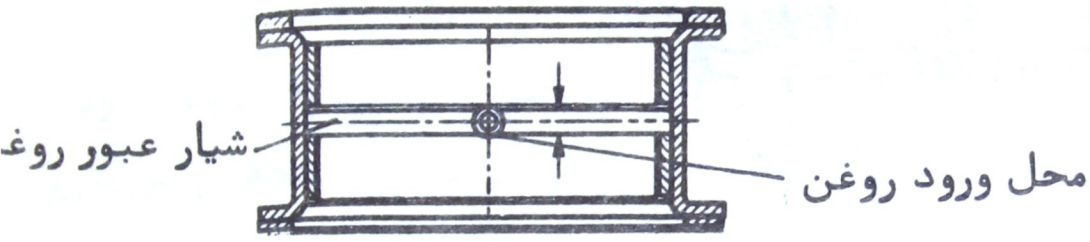
معمولاً میل‌لنگهای فولادی از فولاد قابل بهسازی ساخته شده و آنرا برای استفاده در موتورهای بنزینی با فلزات منگنز و وانادیم یا کرم و نیکل یا کرم و مولیبدن آلیاژ میکنند که در هر یک از موارد فوق میل‌لنگ بهمان آلیاژ نامیده میشود مثلاً میل‌لنگ کرم نیکل و یا کرم و مولیبدن و غیره.

برای میل‌لنگ موتورهای دیزل که باید نیروهای بیشتری را تحمل نماید از فولاد قابل نشاندن (نشاندن روشی است برای سخت کردن سطوح خارجی فولاد) آلیاژ شده با فلزات کرم و مولیبدن استفاده میکنند.

در مواردی که تکیه‌گاههای میل‌لنگ را با استفاده از روش شعله سخت میکنند از فولاد مخصوص نیتره کردن که دارای ۰/۵ کربن است استفاده میشود.



شکل ۲٤- میل‌لنگ ریخته‌گری شده



میل‌لنگهای ریختگی را معمولاً از جنس چدن مخصوصی معروف بچدن اسفری (چدنی است که ذرات کربن درآن بصورت کروی وجود دارد) میریزند.

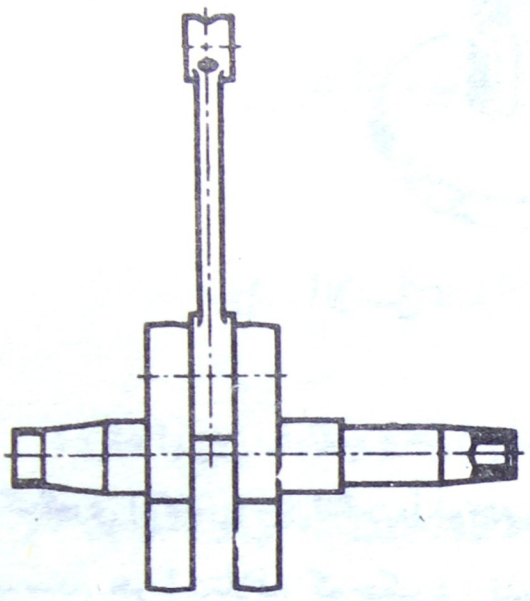
میل‌لنگهای ریختگی دارای مزایای زیر هستند:

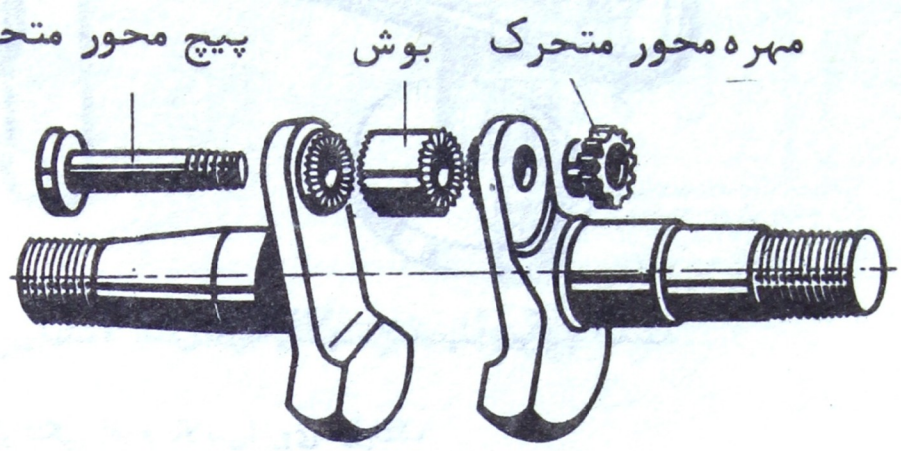
- ارزانتر تمام میشوند.
- سبکتر از میل‌لنگهای پرسی هستند زیرا میتوان آنها را توخالی ساخت.
- بعلت خاصیت نوسان‌گیری چدن ارتعاش‌پذیرتر هستند.

شکل ساختمانی میل‌لنگ: شکل میل‌لنگ بستگی بتعداد سیلندر، ترتیب سیلندرها، تعداد تکیه‌گاههای میل‌لنگ و بالاخره ترتیب احتراق موتور دارد. طول میل‌لنگ نیز بستگی بتعداد سیلندر و چگونگی قرار گرفتن آنها دارد. موتورهای بوکسر و موتورهای جناغی دارای میل‌لنگ کوتاه‌تر و سبکتری نسبت بموتورهای ردیفی هستند. در موتورهای چهارسیلندر لنگهای میل‌لنگ در یک سطح قرار گرفته‌اند و دوبدو با یکدیگر زاویه ۱۸۰ درجه را تشکیل میدهند در حالیکه در یک موتور دوسیلندر لنگها در یک سطح نیستند و دوبدو با هم زاویه ۱۲۰ درجه را تشکیل میدهند بدین جهت ساخت میل‌لنگهای شش

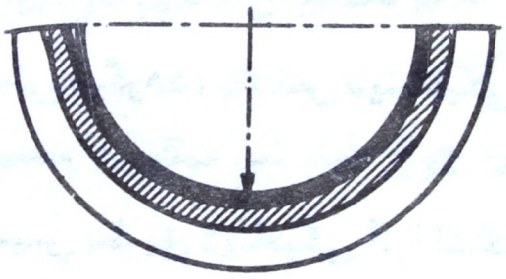
سیلندر مشکل‌تر است و گرانتر تمام میشود.

در موتورهای دوزمانه میل‌لنگها چند قسمتی ساخته میشوند و بدین ترتیب امکان استفاده از یاتاقانهای بلبرینگی و شاتونهای یکپارچه در آنها وجود دارد. در این میل‌لنگها قطعات میل‌لنگ بداخل یکدیگر پرس شده، یا بکمک پیچ و مهره مخصوصی مطابق شکل بیکدیگر متصل میگردند. در این نوع موتورها شاتون و میل‌لنگ باید تواماً مونتاژ گردند. شکل ۲۵

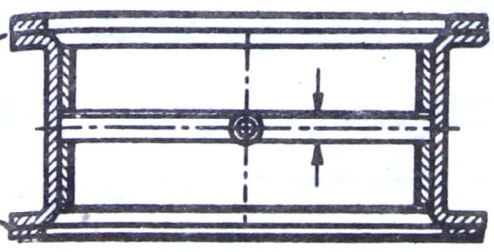




شکل ۲۵- میل‌لنگ چند قسمتی مربوط بیک موتور تک سیلندر دو زمانه

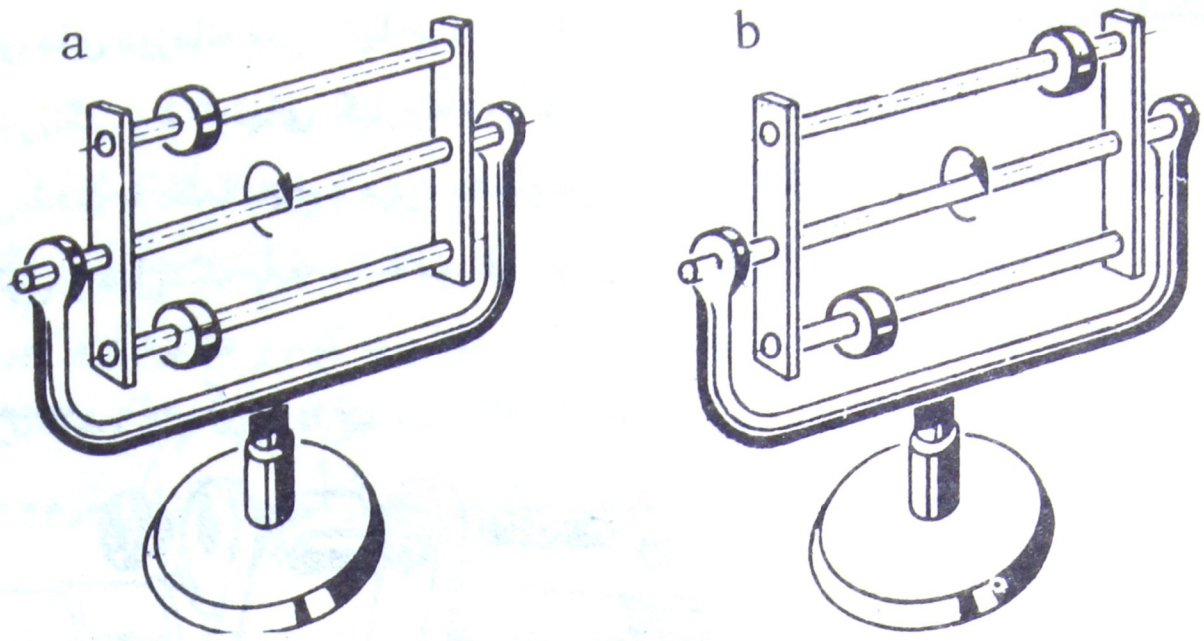


شکل ۲۶- یاتاقان لبه دار وارد (هادی) میل‌لنگ



یاتاقان‌بندی میل‌لنگ: بمنظور روغنکاری یاتاقانها در میل‌لنگ سوراخهای مخصوص عبور روغن تعبیه شده است بطوریکه روغن میتواند از پمپ روغن به یکایک یاتاقانها فشرده شود و آنها را روغنکاری نماید. یاتاقانهای ثابت میل‌لنگ باید بتوانند مجموعه نیروهای طولی را که مخصوصاً از طرف کلاچ بمیل‌لنگ اعمال میشود تحمل نمایند. معمولاً در هر میل‌لنگ یک یاتاقان ثابت که یا در قسمت انتهائی میل‌لنگ و یا در قسمت وسط آن نصب میشود این وظیفه را بعهده دارد این یاتاقان را یاتاقان لبه‌دار یا یاتاقان هادی میگویند بقیه یاتاقانها دارای بازی جانبی هستند تا بتوانند تغییر طولی میل‌لنگ را که در اثر گرم شدن آن بوجود میآید متعادل نمایند.

یاتاقانهای ثابت میل‌لنگ از بقیه جهات کاملاً شبیه یاتاقانهای شاتون (یاتاقانهای متحرک) میباشند.



شکل ۲۷ - اثر لنگی (عدم بالانس) روی میل‌لنگ

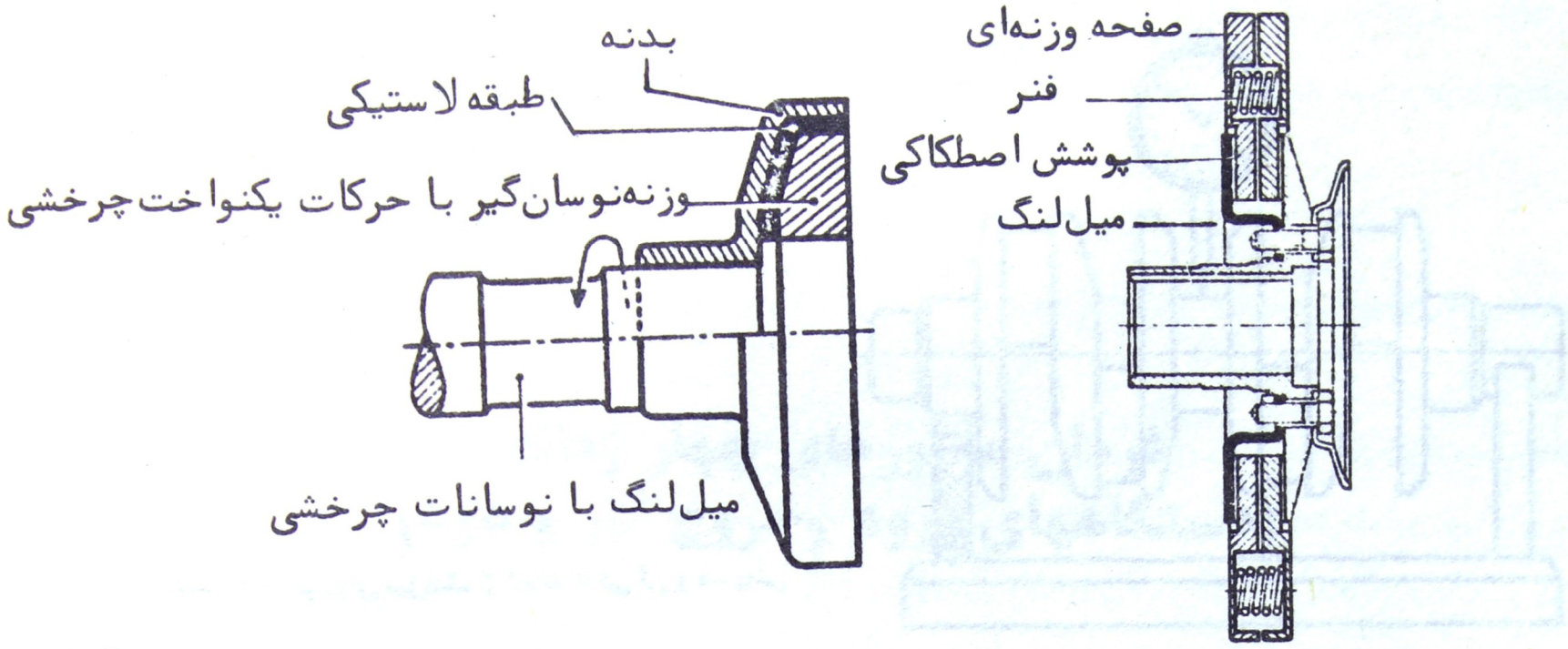
لنگ‌گیری (بالانس) میل‌لنگ: با توجه باینکه در موتورهای معمولی دور میل‌لنگ بحدود ۱۰۰ دور در ثانیه میرسد، هر اختلاف کوچک در تقسیم وزن (لنگی) میل‌لنگ موجب بروز حرکات و نوسانات شدید در آن میگردد. برای جلوگیری از این لرزش، قبل از نصب میل‌لنگ، آنرا دقیقاً لنگ‌گیری (بالانس) نموده، تقسیم وزن را در تمام نقاط آن متعادل مینمایند.

برای لنگ‌گیری کامل میل‌لنگ دونوع بالانس عملی میگردد: بالانس دینامیکی (در حال حرکت) و بالانس استاتیکی (در حال سکون).

میل‌لنگ را ابتدا بطور استاتیکی بالانس کرده، سپس بطریق دینامیکی آنرا لنگ‌گیری مینمایند بطوریکه آزمایش شکل ۲۷ نشان میدهد بصرف اینکه هردو طرف میل‌لنگ دارای وزن یکسان باشد میل‌لنگ بالانس نیست بلکه باید وزنها نیز کاملاً روبروی یکدیگر قرار گیرند دستگاههای بالانس میل‌لنگ محل و مقدار وزن نامتعادل را مشخص میکنند و با سوراخ کردن میل‌لنگ در گونه‌های آن (وزنه‌های متعادل‌کننده) میتوان میل‌لنگ را دقیقاً بالانس نمود.

نوسان گیر میل‌لنگ: ضربات منظم و پی‌درپی پیستون که از طریق شاتون بمیل‌لنگ منتقل میشود درآن ایجاد گشتاوری مینماید که این گشتاور موجب پیچش میل‌لنگ میگردد. با پایان یافتن اثر این گشتاور، میل‌لنگ بحالت اولیه خود بازمیگردد و مجدداً این عمل تکرار میشود بدین ترتیب در میل‌لنگ نوسانات پیچشی بوجود میآید.

هرگاه در یکدور معین ضربات احتراق در واحد زمان با نوسانات میل‌لنگ تطبیق نماید در این حال در اثر تشدید (رزنانس) نوسانات میل‌لنگ بحدی تقویت میشود که میتواند آنرا بشکند. این دور را دور بحرانی مینامند. برای جلوگیری از ایجاد این خطر در میل‌لنگ اغلب در قسمت جلوی میل‌لنگ دستگاه کوچکی مطابق شکل ۲۸ نصب گردیده است که میتواند نوسانات منظم میل‌لنگ را مستهلک نموده، مانع بروز تشدید در آن گردد.



شکل ۲۸- دستگاه نوسان‌گیر میل‌لنگ لاستیکی (چپ) و اصطکاکی (راست)

چرخ لنگر (فلایویل) - چرخ‌لنگر چرخ نسبتاً سنگینی است که بمیل‌لنگ متصل شده و وظایف زیر را دارد:

- ذخیره انرژی در فاصله یکزمان کار تا زمان دیگر- بدین ترتیب موتور بدون لنگی و بنرمی کار میکند. اثر چرخ‌لنگر از این نظر در موتورهای تکسیلندر کاملاً محسوس است.

- دربر گرفتن دنده فلایویل بمنظور درگیری دنده استارتر در آن و گرداندن موتور.

- در برداشتن علائم مخصوص تنظیم سوپاپها و تنظیم زمان جرقه موتور.

- دربر گرفتن کلاچ

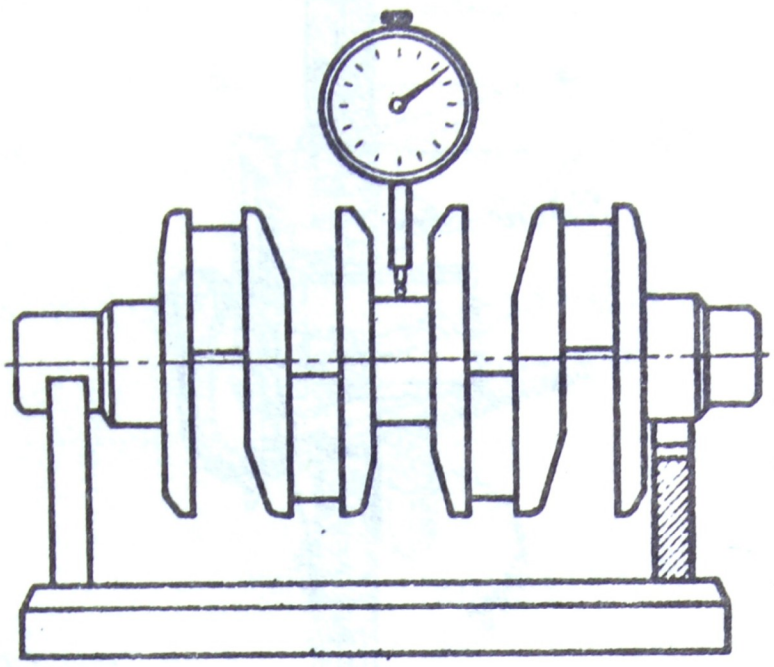
چرخ‌لنگر که آنرا چرخ طیار نیز میگویند معمولاً از فولاد و یا چدن مخصوصی ساخته میشود.

کارهای مربوط بمیل‌لنگ: میل‌لنگ را پس از باز کردن از موتور بوسیله دستگاه مخصوصی از لحاظ پیچیدگی و تاب‌برداشتگی مورد بررسی قرار میدهند. در مواردی که میزان پیچیدگی آن زیاد نباشد آنرا بکمک پرس در حالت سردی راست میکنند. بهیچوجه نباید بهرعنوانی میل‌لنگ را گرم نمود زیرا در اینصورت قشر سخت میل‌لنگ صدمه میبیند. تکیه‌گاههای میل‌لنگ از نظر خراش و دوپهنی بکمک ساعت اندازه‌گیر مورد بررسی قرار میگیرند. در صورت وجود اشکالی از این جهات، بایستی لنگها بکمک دستگاه میل‌لنگ تراش سنگ‌زده و پرداخت گردند.

دراینحال یاتاقانها نیز اندازه کوچکتری خواهند داشت که معمولاً این یاتاقانها بنام یاتاقانهای اندرسایز قبلاً ساخته شده و آماده هستند و بتناسب اینکه چندمین تعمیر موتور باشد در اندازه‌های پیش‌بینی شده برای هرموتور قابل تهیه میباشند.

کانالهای عبور روغن را در هر تعمیر باید بکمک فشار هوا و نفت تمیز نمود. در صورتیکه این مجاری مسدود باشند یاتاقانها گریپاژ نموده و میسوزند.

قبل از باز کردن چرخ لنگر باید محل اتصال آنرا با میل‌لنگ علامت‌گذاری نمود. در صورتیکه دنده‌های فلایویل پلیسه داشته باشند باید آنها را بکمک سوهان از بین برد و در مواردیکه دنده خراب باشد باید نسبت بتعویض آن اقدام نمود. هرگاه در محل اتکاء صفحه‌کلاچ خراش و یا ناهمواری مشاهده شود باید آنرا تراشید.



شکل ۲۹- آزمایش میل‌لنگ از لحاظ لنگی آن و دو پهنی

پیشرفت خود را آزمایش کنید

۱- وظیفه پیستون چیست؟

۲- از چه موادی پیستون ساخته میشود؟

۳- در پیستونهائیکه با آلیاژهای آلومینیوم ساخته میشوند چه تدابیری را برای جلوگیری از انبساط شدید آنها پیش‌بینی میکنند؟

٤- انواع مختلف پیستون را نام ببرید.

۵- به‌چه وسائل و طرقی میتوان قابلیت لغزشی سطوح خارجی پیستون را بهبود بخشید؟

٦- پیستونهای اتوترمیک چه نوع پیستونهائی هستند؟

۷- وظیفه رینگ‌های پیستون چیست؟

۸- چند نوع رینگ پیستون وجود دارد؟

۹- چرا در موتورهای دو زمانه رینگها را باید در مقابل گردش در محل خود مطمئن کرد؟

۱۰- چگونه باید شیارهای رینگ پیستون را هنگام نصب قرارداد؟

۱۱- وظایف شاتون را بشمارید.

۱۲-شاتون تحت‌تأثیر چه نیروهائی قرار میگیرد؟

۱۳- در موتورهای اتو و موتورهای دیزل برای شاتون چه نوع یاتاقانی بکار میبرند؟

۱٤- هنگام نصب یاتاقانهای نو به‌چه نکاتی باید توجه نمود؟

۱۵- وظایف میل‌لنگ را بشمارید.

۱٦- نیروهای موثر بر میل‌لنگ کدامند؟

۱۷- میل‌لنگ را از چه ماده‌ای میسازند؟

۱۸- بالانس استاتیکی میل‌لنگ یعنی چه؟

۱۹- مفهوم بالانس دینامیکی میل‌لنگ چیست؟

۲۰- یاتاقان لبه‌دار یا یاتاقان هادی در میل‌لنگ چه وظیفه‌ای دارد؟

۲۱- وظیفه نوسان‌گیر میل‌لنگ چیست؟

۲۲- چرخ لنگر در موتور چه وظیفه‌ای دارد؟

۲۳- معمولاً میل‌لنگهای معیوب را چگونه تعمیر کرده و مجدداً آماده کار مینمایند؟

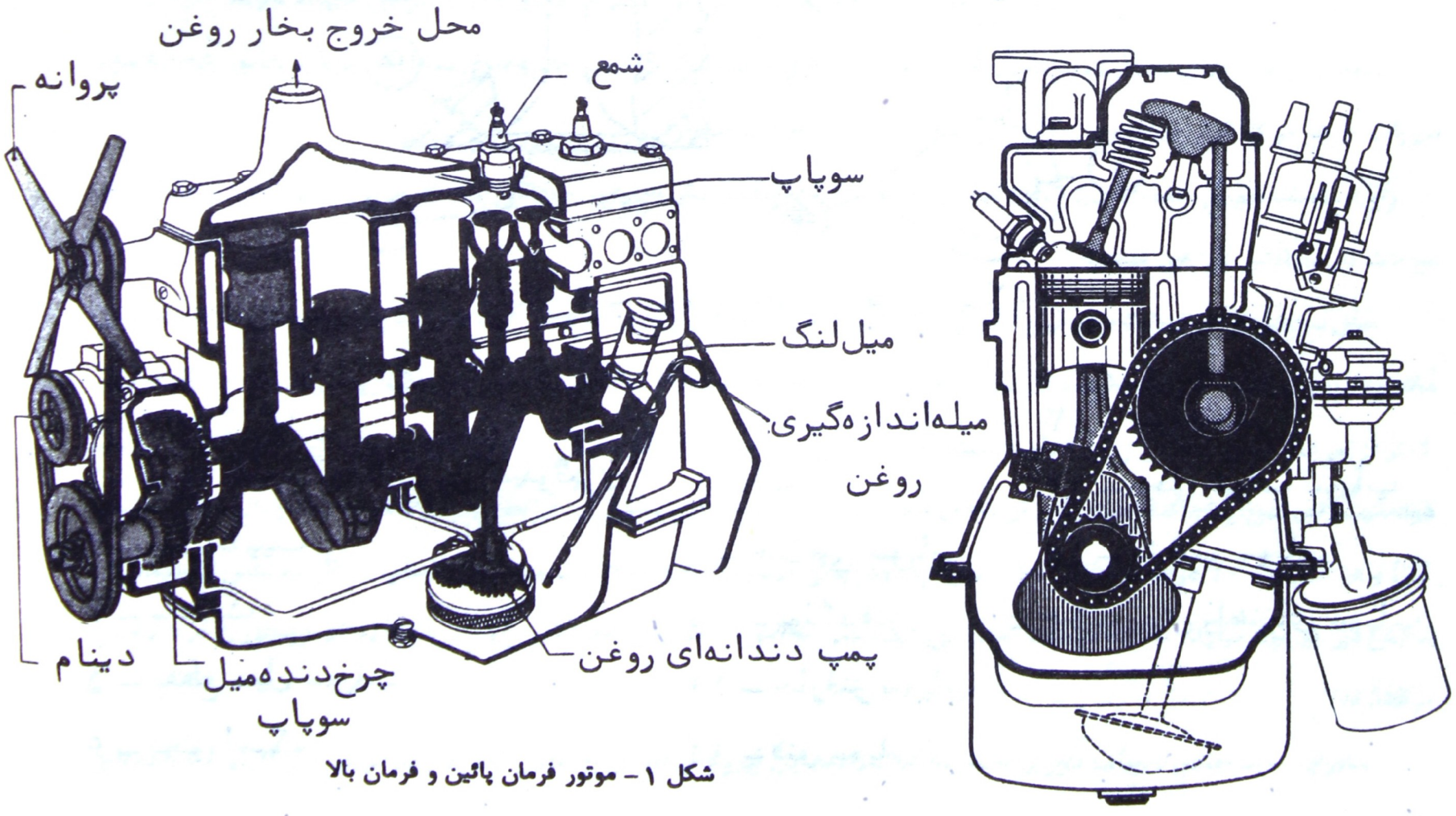
فرمان موتورهای چهار زمانه
(دستگاههای ورود وخروج گاز و دود)

منظور از فرمان موتور دستگاهها و وسائلی است که ورود گاز بسیلندر و خروج دود از آنرا امکان‌پذیر نموده و در موقع لازم نسبت بانجام عمل مکش و تخلیه فرمان میدهد بعبارت دیگر فرمان موتور وظیفه دارد گاز (مخلوط سوخت و هوا) را در لحظه معین بسیلندر هدایت و گاز سوخته‌شده (دود) را از آن خارج نماید. در موتورهای دو زمانه معمولاً این عمل بکمک خود پیستون و شیارهای موجود در جداره سیلندر انجام میشود و پیستون میتواند در این موتورها در لحظه معین شیار مربوط به گاز یا دود را باز و بسته نماید. این عمل در موتورهای چهارزمانه بکمک سوپاپ انجام میگیرد.

سوپاپ حرکت خود را از طریق انگشتی(اسبک)- میل‌تایپت و تایپت از میل سوپاپ (میل بادامک) دریافت میکند.

الف- تعلیق سوپاپ

چگونگی قرارگرفتن سوپاپ و انتقال حرکت میل سوپاپ بآنرا تعلیق سوپاپ مینامند که در دو نوع کلی میتوان آنها را تقسیم‌بندی کرد:



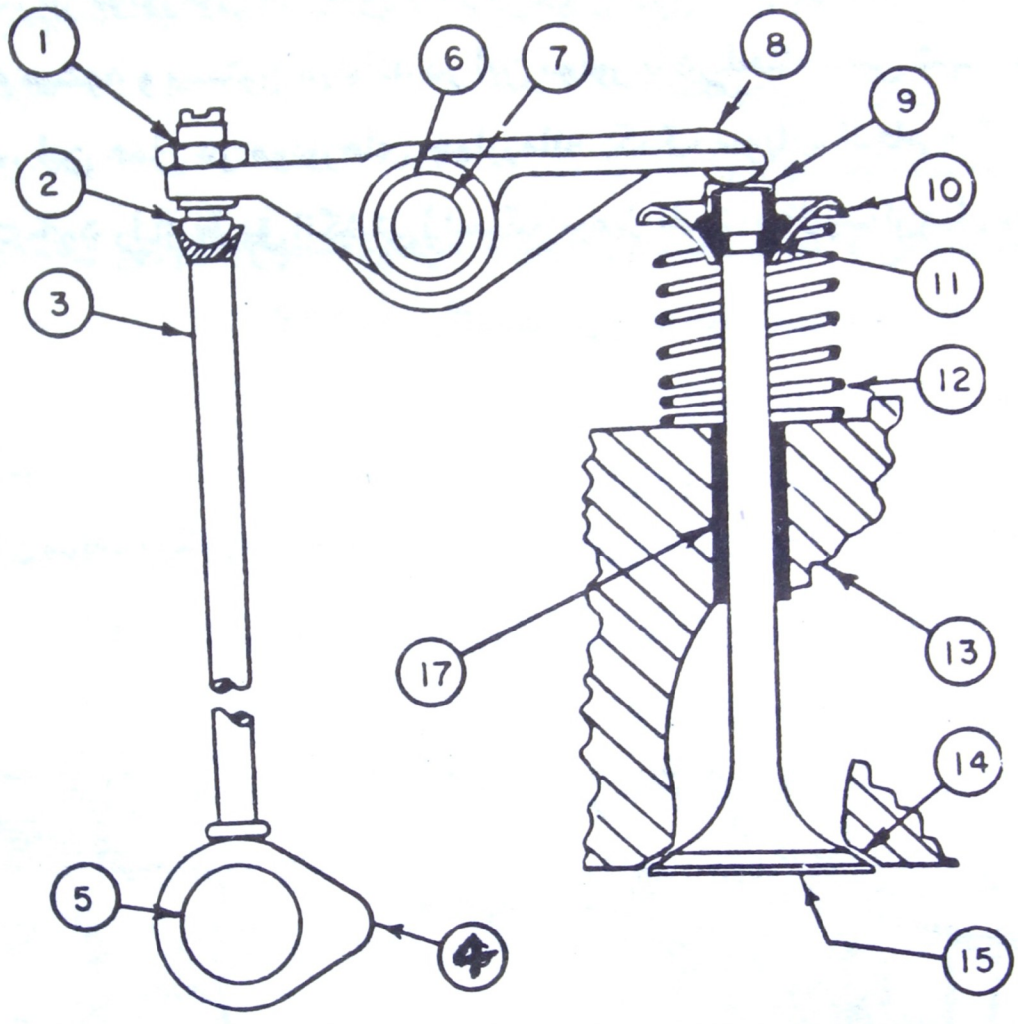
شکل ۱ - موتور فرمان پائین و فرمان بالا

۱ - سوپاپ ایستاده- در اینحال موتور را فرمان پائین نیز میگویند زیرا در این نوع موتور، سوپاپها بطور ایستاده قرار گرفته‌اند و از پائین بآنها حرکت و فرمان داده میشود. در این نوع محوطه احتراق بشکل ایده‌آل و مطلوب نیست و بهمین‌دلیل در موتورهای جدید این طرح بکار نمیرود.

۲- سوپاپ معلق- در اینحال موتور را فرمان بالا نیز میگویند زیرا در این طرح سوپاپها بطور معلق در سر سیلندر واقع شده و از بالا حرکت و فرمان میگیرند.

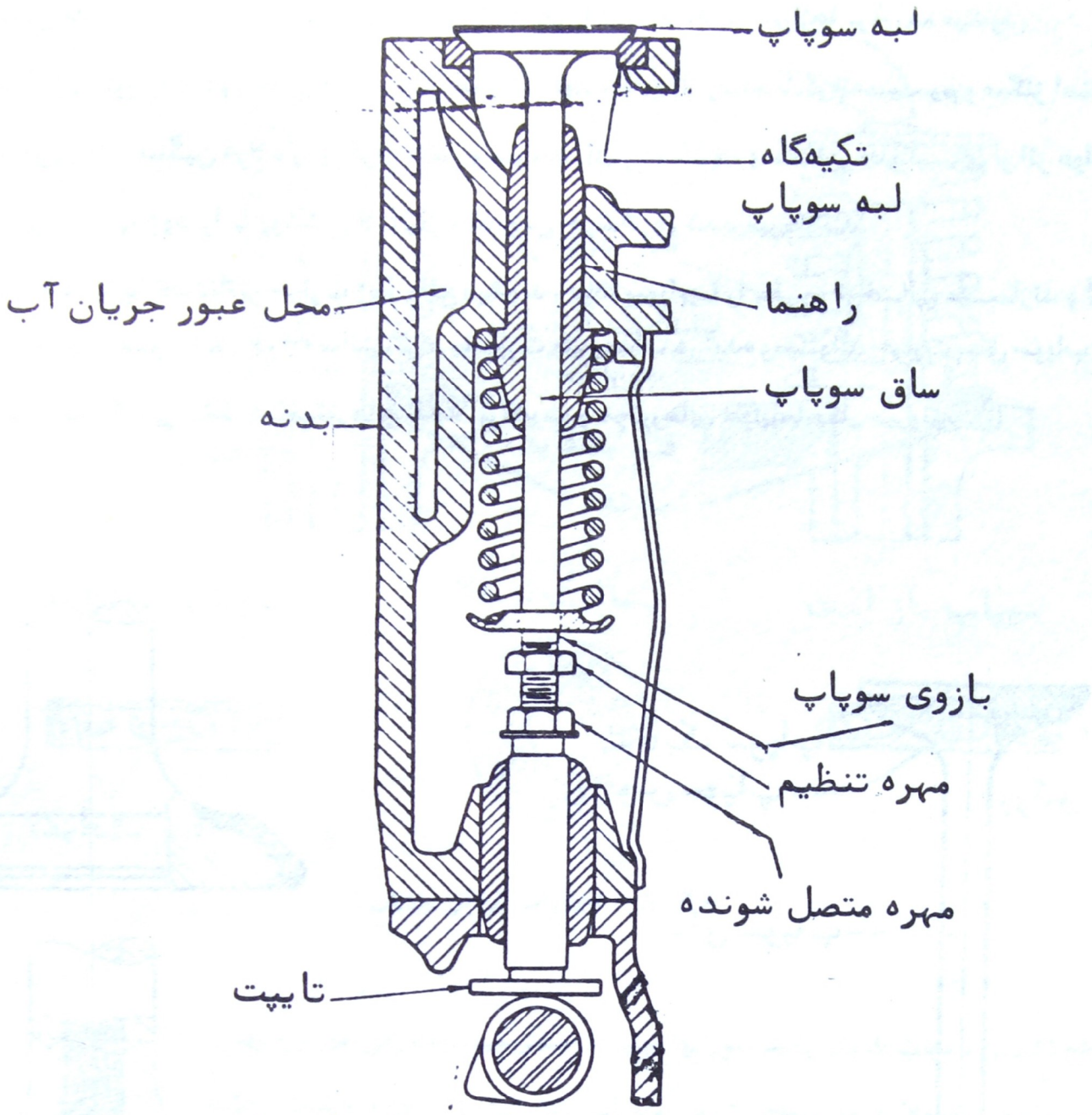
این روش در موتورهای جدید متداول است. در این طرح میل سوپاپ میتواند بالای سر سیلندر یا پائین در قسمت محفظه کارتر واقع شود. درحالیکه میل سوپاپ در قسمت پائین و منطقه لنگ قرار گرفته باشد سوپاپها از طریق تایپت، میل‌تایپت و اسبک بحرکت درمیآیند. میل سوپاپهائیکه در سر سیلندر واقع شده‌اند مستقیماً سوپاپها را از طریق اسبک یا اهرم رابط بحرکت در میآورند.

ممکن است در بعضی از موتورها ترکیبی از هر دو طرح ذکر شده بکار رود بدین معنی که یک سوپاپ سیلندر ایستاده و سوپاپ دیگر آن معلق باشد.



شکل ۲ ــ سوپاپ معلق (فرمان بالا)

۱ــ مهره ضامن
۲ــ پیچ‌تنظیم‌وتکیه‌گاه‌کروی(فیلرگیری)
۳ ــ میل تایپت
۴ ــ بادامک
۵ ــ مقطع میل سوپاپ
۶ ــ بوش اسبک
۷ ــ شفت اسبکها
۸ ــ اسبک
۹ ــ خلاصی سوپاپ
۱۰ ــ پولک فنر
۱۱ ــ خارفنر سوپاپ
۱۲ ــ فنر سوپاپ
۱۳ ــ سرسیلندر
۱۴ ــ محل خواب سوپاپ
۱۵ ــ بشقاب سوپاپ
۱۶ ــ بوش راهنمای سوپاپ



شکل ۳ ـ سوپاپ ایستاده (فرمان پایین)

ب ـ قسمتهای مختلف فرمان موتور

سوپاپهاـ در موتورهای چهار زمانه هر سیلندر موتور دارای حداقل دو سوپاپ، یک سوپاپ گازو یک سوپاپ دود میباشد. سوپاپ گاز وظیفه هدایت مخلوط سوخت و هوا را بسیلندر و سوپاپ دود وظیفه خروج دود را از آن بعهده دارد.

سوپاپ از قسمتهای بشقابک سوپاپ و ساق سوپاپ تشکیل شده است. قسمت مخروطی بشقابک سوپاپ بطور خودبخود سوپاپ را در مرکز قرار میدهد و امکان آب‌بندی صحیح را فراهم میسازد.

زاویه نشست سوپاپ معمولاً ٤٥ درجه است. انحناء بین بشقابک و ساق سوپاپ بمنظور ایجاد مسیر مناسب برای گردش سوخت در سیلندر طراحی میشود.

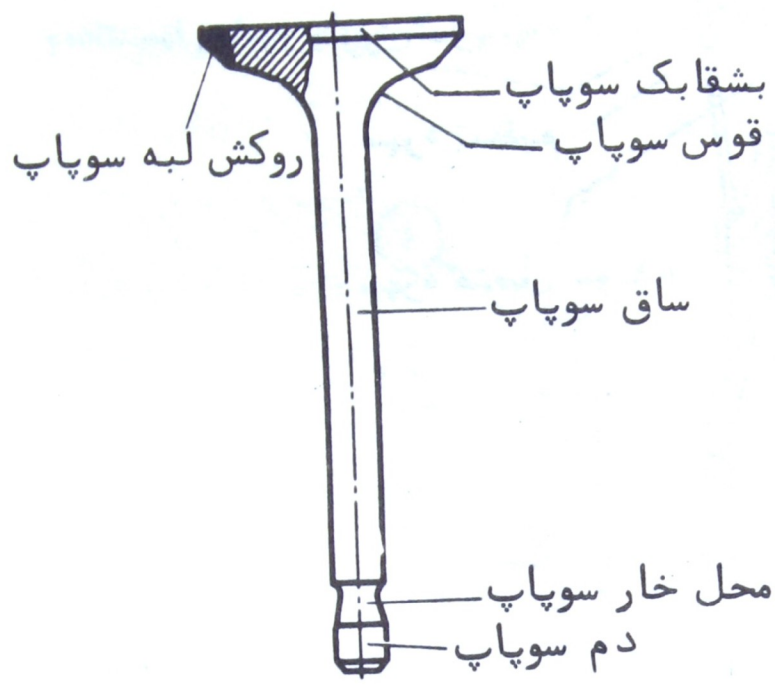
ساق سوپاپ برای هدایت سوپاپ و انتقال حرارت آن بمعبر سوپاپ (گاید) درنظر گرفته میشود. روی ساق سوپاپ محل مخصوصی برای اتکاء خار نگهدارنده فنر سوپاپ پیش‌بینی شده است معمولاً بعلت اینکه در زمان مکش، سرعت عبور گاز خیلی کمتر از سرعت عبور دود در زمان تخلیه است، بمنظور پرشدن بهتر و کاملتر سیلندر از گاز تازه سوپاپ گاز را بزرگتر از سوپاپ دود میسازند. سوپاپها دائماً تحت تأثیر نیروهای فشاری، کششی و خمشی و حرارتی در حدود ۳۵۰ درجه سانتیگراد (در سوپاپ گاز) و در حدود ۷۰۰ درجه سانتیگراد (در سوپاپ دود) واقع میشوند. بعلاوه در قسمت ساق سوپاپ در اثر تماس با معبر آن سایش نیز بوجود میآید. ناگفته نماند که عوامل شیمیائی حاصل از احتراق بخصوص روی سوپاپ دود اثر زیادی از خود باقی میگذارند.

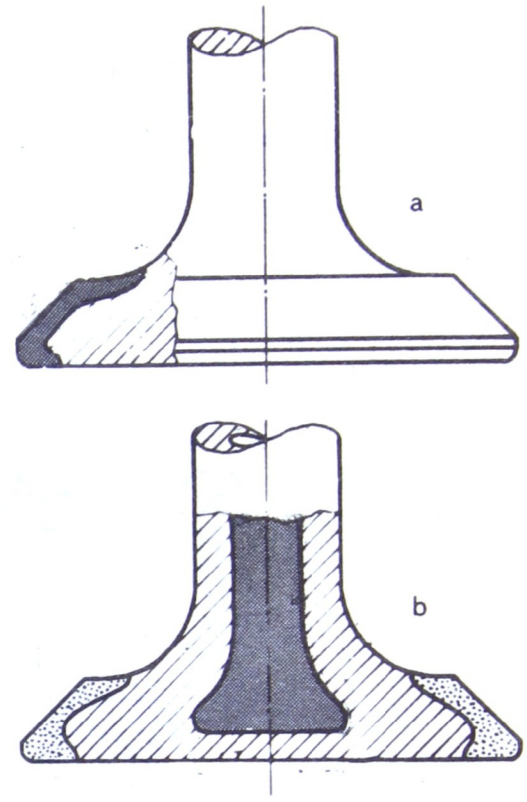
بنابراین باید جنس سوپاپ طوری باشد که بتواند همه این نیروها و عوامل را تحمل نماید و درعین حال قابلیت لغزشی

مناسب نیز در تماس با سطح داخلی معبر سوپاپ داشته باشد این انتظار فقط در آلیاژها برآورده میشود.

برای سوپاپ گاز و سوپاپهای دود موتورهای سبک معمولاً از فولادهای آلیاژشده با کرم- سیلسیم و منگنز استفاده میشود. برای سوپاپ دود موتورهای سنگین فولاد را با کرم، نیکل و سیلسیم آلیاژ میکنند. بمنظور جلوگیری از اثر عوامل شیمیائی احتراق محل نشیمن سوپاپ دود را با پوششی از آلیاژ مخصوص جوشکاری شده میپوشانند.

در موتورهائیکه سوپاپها تحت‌تأثیر حرارت زیاد واقع میشوند، ساقه سوپاپها را بطور توخالی میسازند و آنرا با سدیم پر میکنند. سدیم در حرارت حدود ۱۸۰ درجه سانتیگراد بصورت مایع مذاب درآمده ومیتواند حرارت ساق سوپاپ را بهتر هدایت نماید. این سوپاپها بعلت گرانی فقط در موتورهای کاملاً پرقدرت و موتورهای هواپیما بکار میروند.





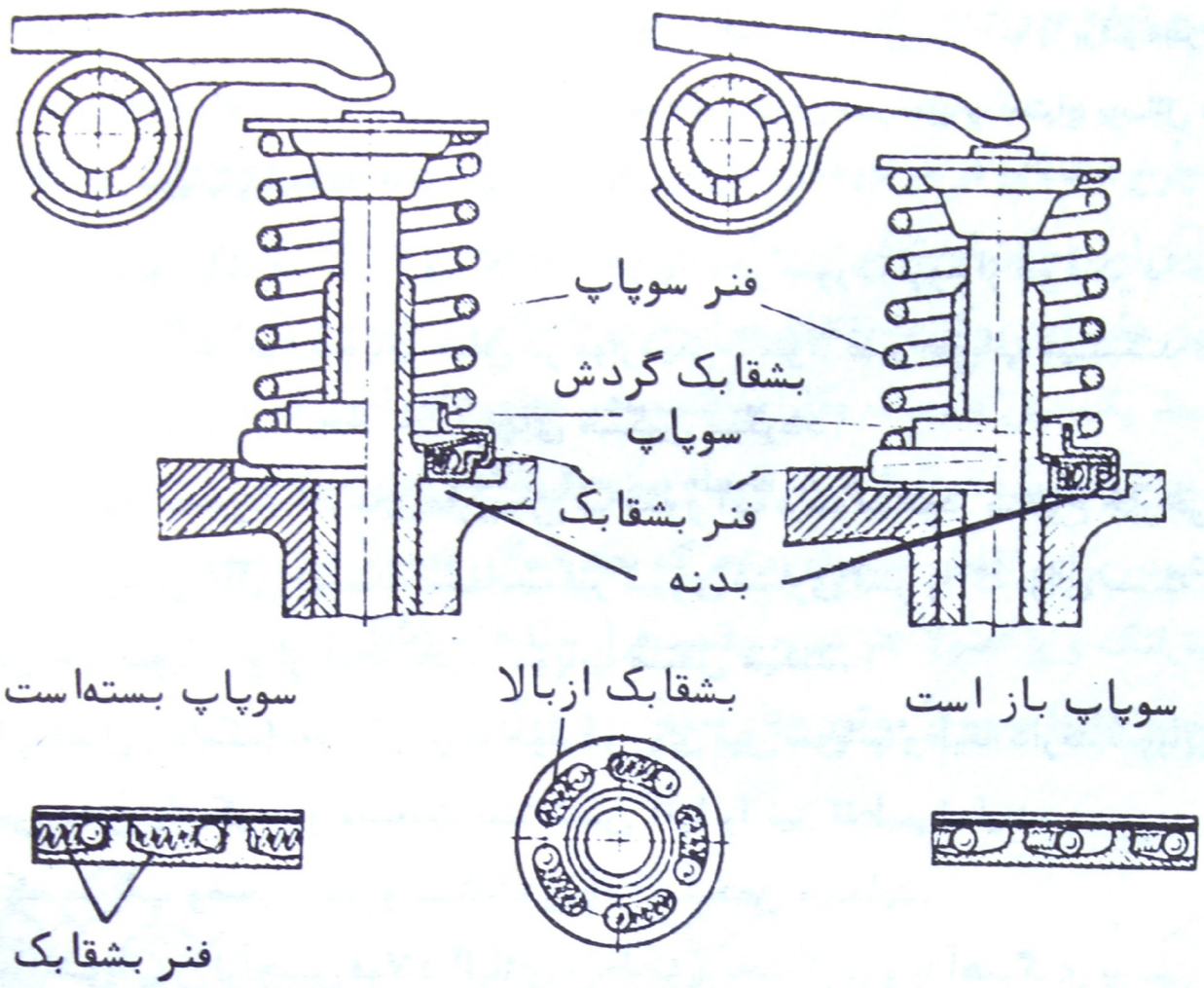
سوپاپ توخالی

شکل ٤ - قسمتهای مختلف سوپاپ

تجهیزات گردش سوپاپ- اثر حرارت غیر یکنواخت به بشقابک سوپاپ، تشکیل دوده در ساق سوپاپ و اختلال در آب‌بندی بعلت قرارگرفتن ذرات دوده در سطح نشیمن ممکن است دوام و عمر سوپاپها را کم کند. بهمین‌دلیل با فراهم نمودن حرکت گردشی ضمن بازشدن و بسته‌شدن سوپاپ بوسائل مختلف این مشکل مرتفع میگردد.

شکل ۵ نوعی از این تجهیزات را نشان میدهد در این طرح به کمک فنر ساچمه‌های مخصوصی که در زیر سوپاپی تعبیه شده‌اند دائماً سوپاپرا حول محور خودبه‌گردش درمیآورند.

نشیمن سوپاپ- سوپاپ در هر ثانیه ۳۰ تا ۵۰ بار بمحل نشست خود ضربه زده، در حدود ٦۰ کیلوگرم نیرو بآن وارد میسازد. برای ازدیاد دوام سطح نشیمن سوپاپ باید در آنها موادی را بکار برد که بتواند این مقدار بار و ضربه را تحمل نماید. در سرسیلندر چدنی حلقه مخصوصی از جنس برنز مخصوص یا چدن مخصوص آلیاژ شده با فلزات کرم و مولیبدن نشیمن سوپاپ را تشکیل میدهد. در موتورهای کاملاً پر قدرت محل نشیمن سوپاپ را با قشری از فلز مخصوص میپوشانند. حلقه نشیمن سوپاپ معمولاً در سر سیلندر یا پرس میشود و یا بوسیله خنک‌کردن زیاد در جای خود قرار میگیرد.

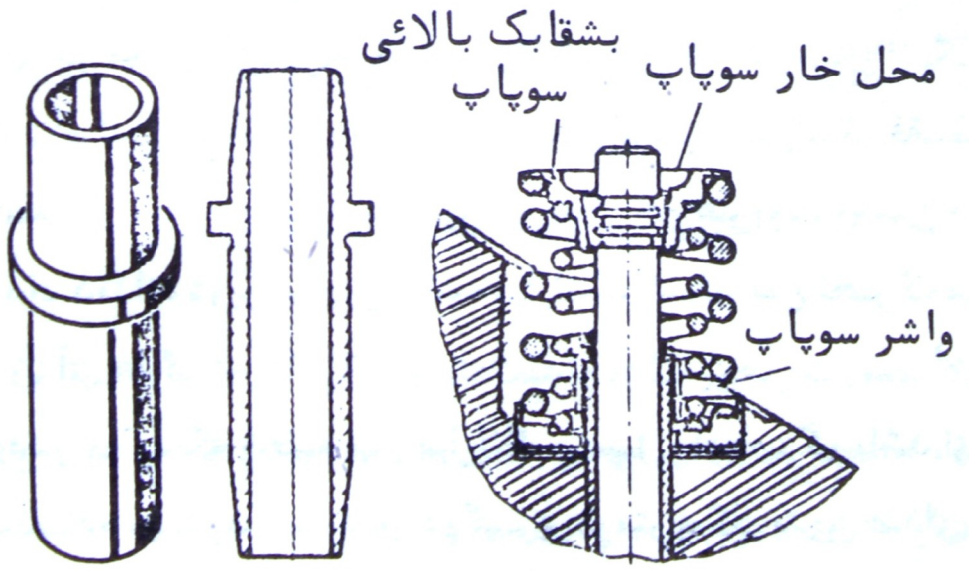


شکل ۵ - تجهیزات گردش سوپاپ

اگر سطح نشیمن سوپاپ باریک باشد سوپاپها بهتر آب‌بندی میشوند ولی سطوح پهن‌تر نشیمن، حرارت سوپاپ را بهتر از خود منتقل مینمایند. معمولاً عرض سطح نشیمن سوپاپ باید بین ۱ تا ۲/۵ میلیمتر باشد.

معبر سوپاپ (گایدسوپاپ)-معبر سوپاپ وظیفه هدایت سوپاپ و انتقال حرارت از آن به سر سیلندر را بعهده دارد. در سر سیلندرهای چدنی معمولاً خود سر سیلندر معبر سوپاپ را تشکیل میدهد و در بعضی موارد نیز معبرهائی ازجنس چدن مخصوص یا برنز مخصوص در آن پرس میگردد.

بین معبر و ساق سوپاپ باید بازی معینی وجود داشته باشد. هرگاه این بازی از حد معینی بیشتر باشد سوپاپ روغن را ازخود عبور داده و مصرف روغن موتور افزایش مییابد، بکمک لاستیکهای مخصوص معروف بکاسه نمد گایدسوپاپ میتوان از نفوذ روغن بمحوطه احتراق جلوگیری نمود. در بعضی موتورها این لاستیکها از طرف کارخانه سازنده بطور سری ساخته و نصب میشود و در بعضی موتورهای دیگر که سایش معبر سوپاپ و مصرف روغن آن افزایش یافته است میتوان بدلخواه این حلقه‌ها را بکار برد.



شکل ٦- معبر سوپاپ و کاسه نمد آن

در مواردیکه سایش معبر سوپاپ از حد معین بیشتر شود، درصورت وجود سوپاپ اورسیز، آنها را برقو میزنند و سوپاپها را تعویض میکنند و در غیر اینصورت اصولاً معبر سوپاپها را تعویض مینمایند. تعویض معبر سوپاپ احتیاج بوسائل مخصوص دارد.

فنر سوپاپ- فنرهای سوپاپ وظیفه دارند سوپاپها را سریعاً ببندند.

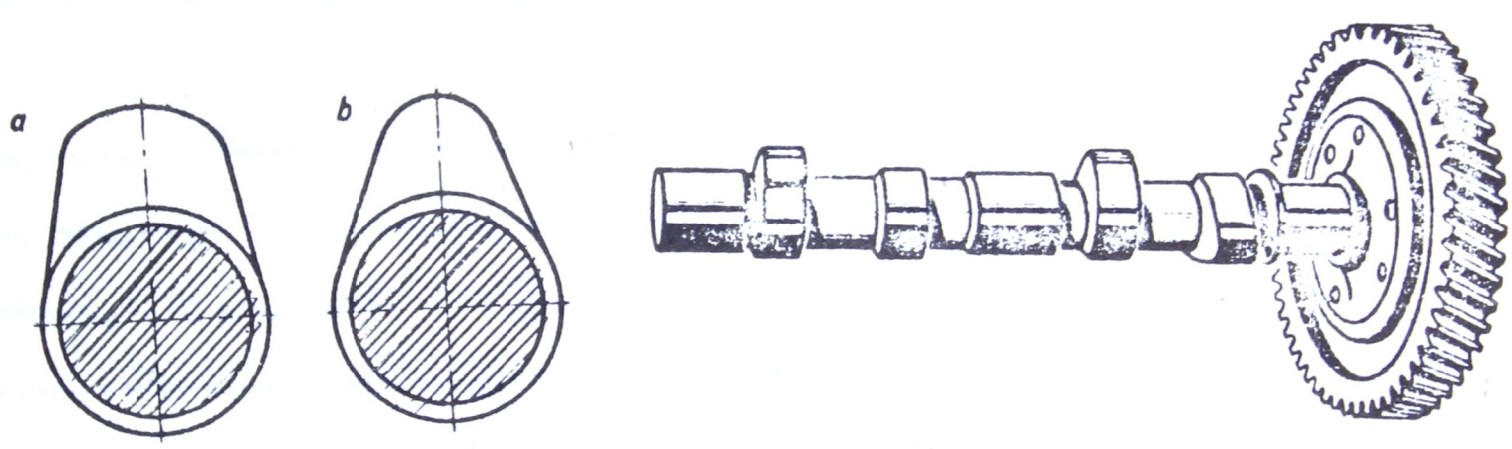
بعلت دور زیاد موتور باید فنر سوپاپها کاملاً قوی بوده در صورت لزوم از دو فنر داخل یکدیگر تشکیل میشوند. مخصوصاً در نوع سوپاپ معلق در مواردیکه اصولاً فنر سوپاپ میشکند فنر دوم مانع سقوط سوپاپ بداخل سیلندر و ایجاد خسارتهای سنگین میگردد.

فنر سوپاپ معمولاً بصورت فنرهای مارپیچی ساخته و آب داده میشود. سطوح خارجی فنرها باید کاملاً بدون خراش و زدگی باقی بمانند. بشقابک فنر نیروی فشاری فنر را که برای بسته شدن سوپاپ لازم است بمحل خار سوپاپ و از آنجا بخود سوپاپ منتقل میکند.

میل سوپاپ (میل بادامک)-بادامکهای موجود در روی میل سوپاپ وظیفه دارند سوپاپها را در زمان معین و با کورس معین باز کرده و وضعیت بستهشدن آنها را نیز تنظیم نمایند.

فرم بادامک سوپاپ وضعیت باز و بستهشدن آنرا مشخص مینماید.

معمولاً میل سوپاپ را از جنس فولاد آلیاژی و بطریق ریختهگری و یا آهنگری پرسی میسازند در مواردیکه میل سوپاپ از طریق ریختهگری ساخته شود آنرا از جنس چدن و یا فولاد ریخته و یا چدن گرافیتی و چدن سخت و اخیراً نیز از چدن قیچی میریزند. سطوح خارجی تکیهگاهها و بادامکهای میل سوپاپ را آب داده و سپس سنگ میزنند.



شکل ۷ - میل بادامک و فرم بادامک سوپاپ

روشهای تحرک میل سوپاپ: در موتورهای چهارزمانه در هر دو دور گردش میل لنگ، سوپاپها باید فقط یکبار باز یا بسته شوند بنابراین میل سوپاپ باید در هر دور گردش میللنگ فقط یکدور بچرخد و یا بعبارت دیگر در هر لحظه دور میل سوپاپ نصف دور میللنگ خواهد بود. بهمین دلیل چرخ دنده میل سوپاپ دارای قطر و تعداد دندانه دوبرابر چرخ دنده میللنگ است. نوع تحرک میل سوپاپ بستگی کامل بمحل قرار گرفتن آن دارد.

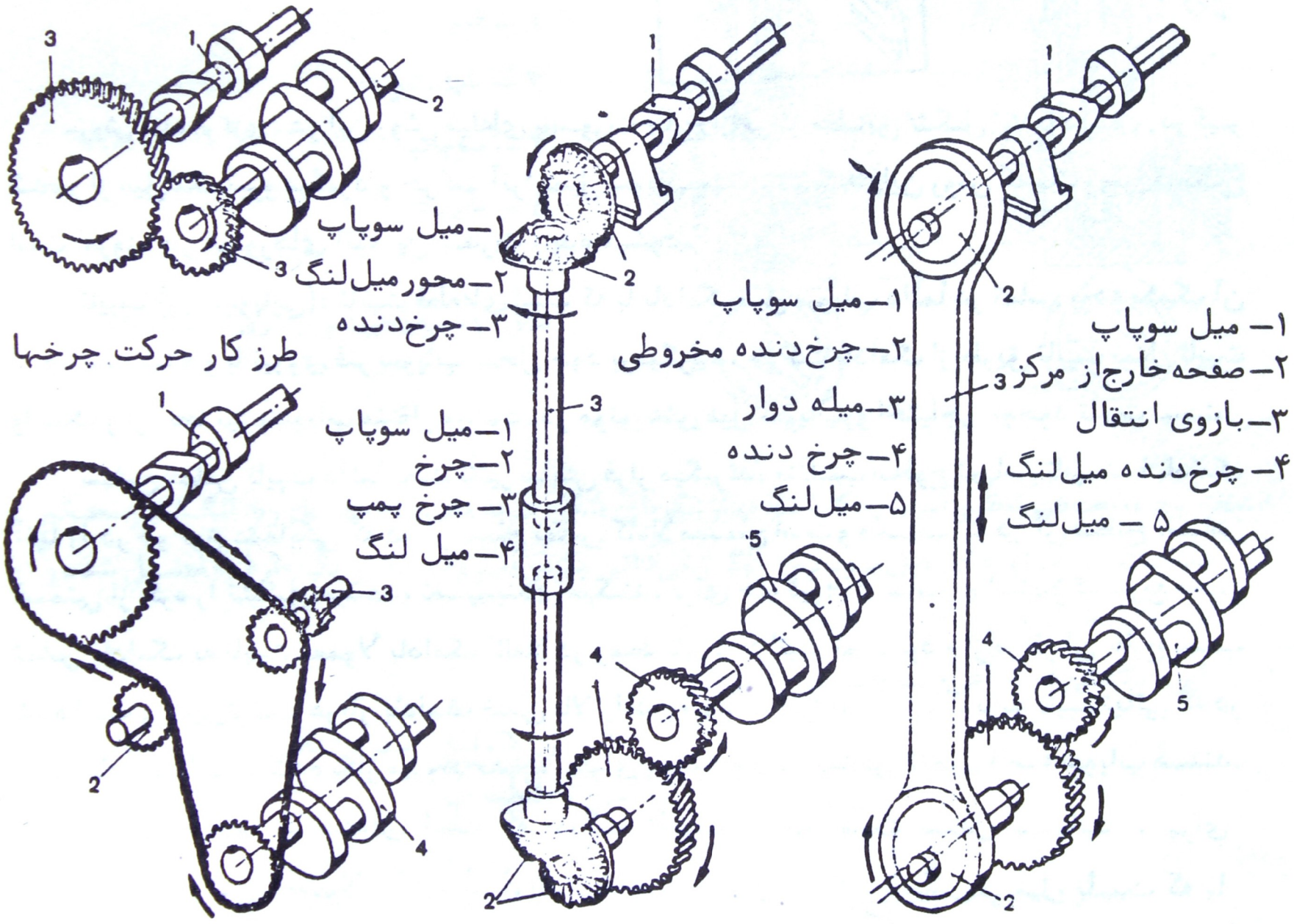
- **روش چرخ دندهای:** در مواردیکه فاصله بین میللنگ و میل سوپاپ کم باشد از روش انتقال حرکت چرخ دندهای در آن استفاده میشود. بمنظور درگیری نرمتر و کار بدون صدای آن از چرخ دندههای مورب برای این منظور استفاده میشود. اغلب به منظور نرمش بیشتر چرخ دنده میل سوپاپ را از قیر

مخصوص پرس‌شده میسازند. علامت نصب روی چرخ دنده میل سوپاپ امکان نصب سریعتر آنها را فراهم میسازد.

روش چرخ دنده‌ای در موتورهای سوپاپ معلق احتیاج بمیل‌تایپت بلند و در نتیجه جرمهای متحرک زیاد دارد. این امر ممکن است در دورهای خیلی زیاد موجب اختلال در باز و بسته‌شدن بموقع سوپاپها گردد. بهمین علت این روش باستثنای موتورهای جناغی و بوکسر که در آنها سوپاپهای هر دو ردیف سیلندر توسط یک میل بادامک بکار میافتند، در موتورهای امروزی بکار نمیروند.

- **روش چرخ زنجیری:** در مواردیکه فاصله بین میل‌لنگ و میل سوپاپ زیاد باشد از روش چرخ زنجیری استفاده میشود. برای تقلیل جرمهای متحرک بحد ممکن معمولاً میل سوپاپ را تا آنجا که ممکن است بالاتر از میل‌لنگ و یا اصولاً در سر سیلندر قرار میدهند (شکل زیر)

این موتورها را معمولاً موتور میل سوپاپ‌رو میگویند.

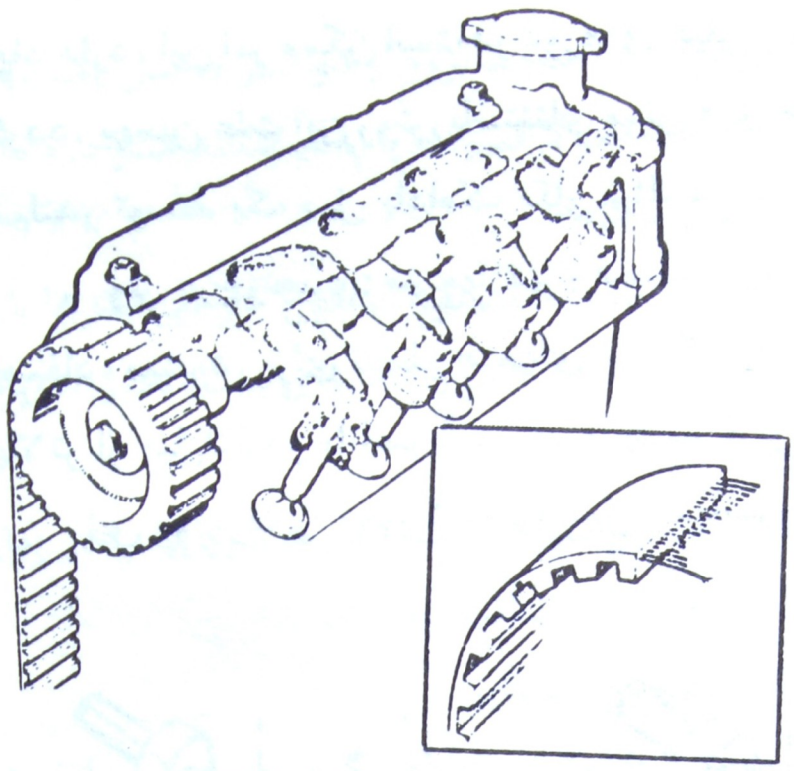


شکل ۸- روشهای مختلف تحرک میل سوپاپ

زنجیرها معمولاً بصورت زنجیر ساده یا مضاعف غلطکی که دائماً تحت تأثیر کشش معینی قرار میگیرند بکار میروند. معمولاً وسیله‌ای موسوم بزنجیر سفت‌کن که در دو نوع فنری و یا هیدرولیکی وجود دارد دائماً فشار لازم را بزنجیر وارد میسازد.

روش چرخ زنجیر با سیستم میل سوپاپ‌رو در موتورهای امروزی مورد استعمال فراوانی یافته‌اند.

-**روش چرخ تسمه‌ای**- این روش فقط در سیستم میل سوپاپ‌رو بکار میرود. تاکنون فقط چند کارخانه سازنده موتور (مثلاً فیات) از این روش در موتورهای خود استفاده نموده‌اند.



شکل ۹ - روش تحرک میل سوپاپ با استفاده از چرخ تسمه

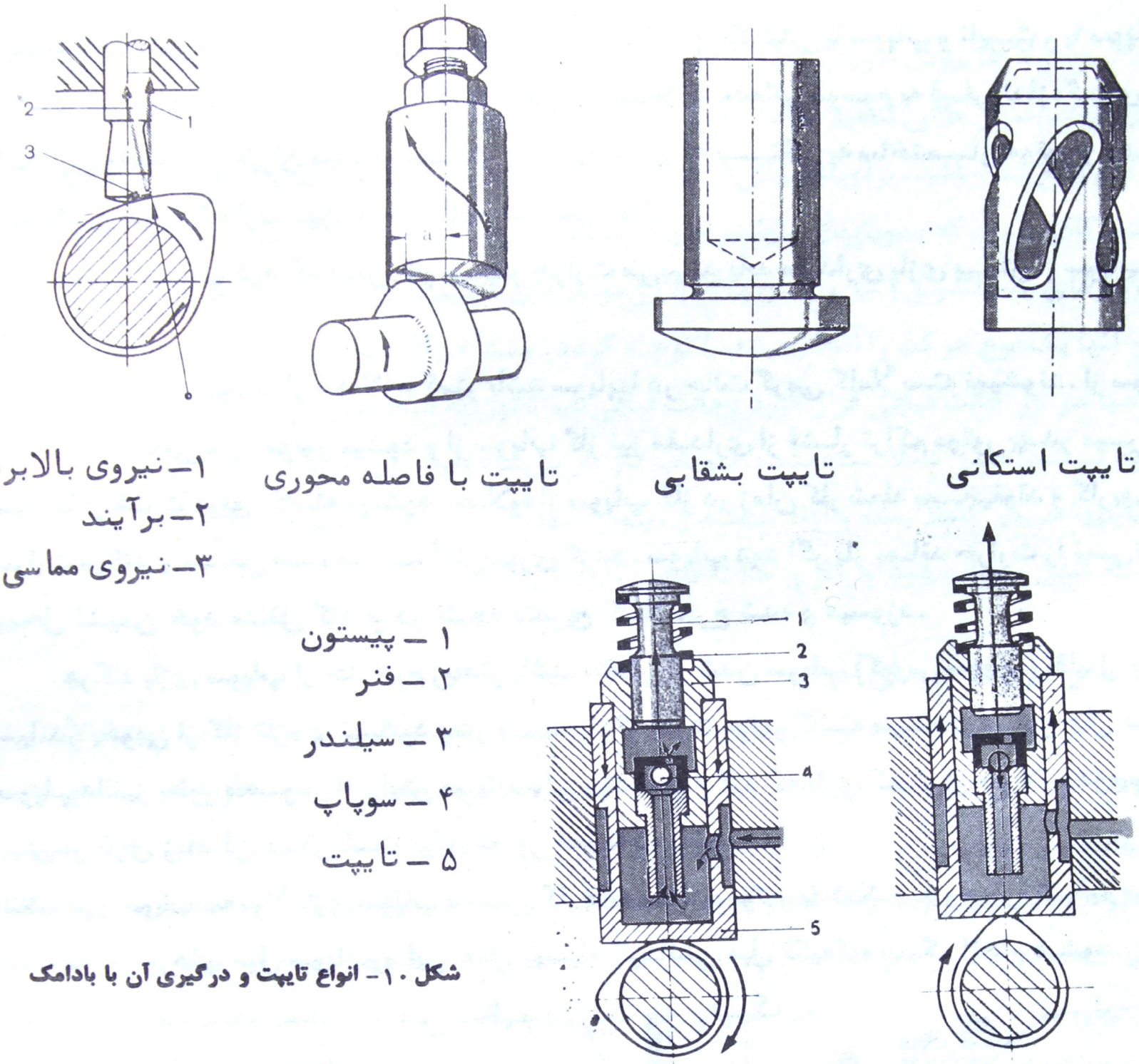
-**روش میله مرکزی**- در این روش میله‌ای بصورت خارج از مرکز مطابق شکل ۸ با دنده‌ای درگیر شده و از میل‌لنگ نیرو میگیرد و حرکت آنرا بمیل سوپاپ منتقل میکند. این روش که یک روش قدیمی است امروزه در موتورهای اتومبیل بندرت دیده میشود.

تایپت (زیر سوپاپی): تایپت قطعه‌ای است که با بادامک میل سوپاپ دائماً در تماس بوده بکمک آن از جا بلند شده و با نیروی فنر سوپاپ بمحل خود برمیگردد. حرکت بادامک از طریق تایپت بمیل تایپت واسبک و از آنجا نیز بسوپاپ منتقل میشود. در موتورهای میل سوپاپ‌رو احتیاجی بوجود تایپت نیست.

سطوح تماس تایپت دائماً تحت تأثیر سایش قرار میگیرند. بتناسب سطوح تماس تایپت با بادامک آنها را در دو نوع بشقابکی که در آن سطح تماس کاملاً مسطح است و محدب که در آن سطح تماس قسمتی از کره را تشکیل میدهد، تقسیم‌بندی میکنند. برای جلوگیری از سایش و استهلاک سریع محل تماس بادامک به تایپت معمولاً بادامک کاملاً در وسط تایپت درگیر نمیشود و از مرکز آن خارج نصب شده است و بدین‌ترتیب هربار بادامک ضمن بالا راندن تایپت، آنرا نیز میگرداند تایپتهائی که در موتورهای سوپاپ ایستاده بکار میروند معمولاً دارای پیچ و دو مهره بمنظور تنظیم فاصله سوپاپ هستند.

میل تایپت ـ میله‌ای است که حرکت تایپت را به اسبک منتقل مینماید . برای صرفه‌جوئی در وزن معمولا" آنرا از لوله توخالی فولادی میسازند یک سر میل تایپت که با تایپت در تماس است به صورت کروی و سر دیگرآن که به اسبک وصل میشود به صورت مقعر ساخته شده و در محل مخصوص خود قرار میگیرد . سطوح خارجی کره و سطح داخلی قسمت مقعر میل تایپت سخت شده است .

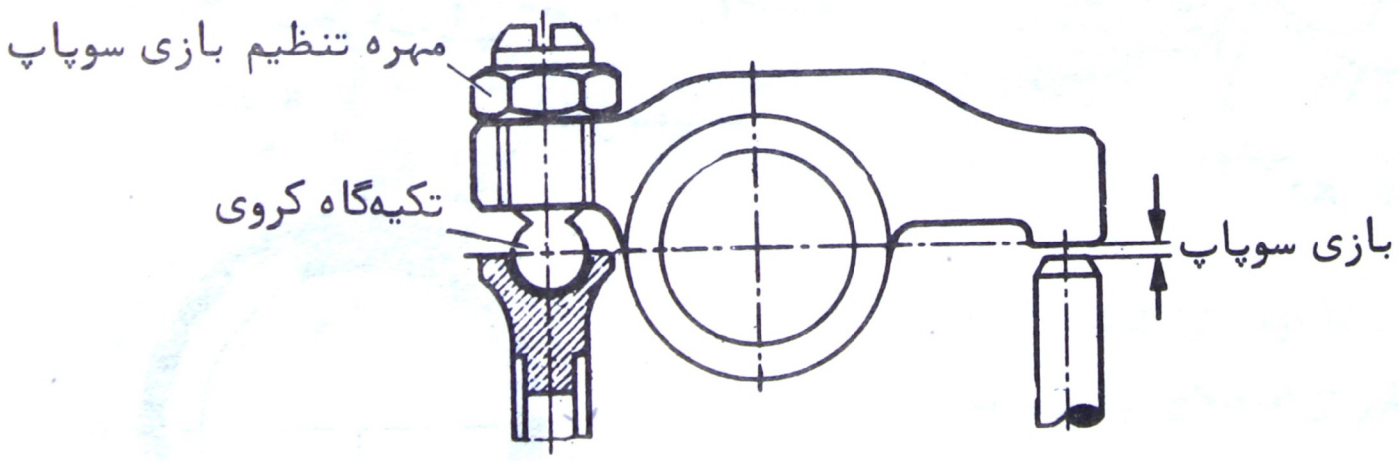
انگشتی سوپاپ (اسبک): انگشتی وظیفه دارد حرکت میل تایپت یا میل بادامک را به سوپاپ منتقل نماید. جنس انگشتی فولاد است که از طریق آهنگری پرسی ساخته شده و یا از ورق فولادی به شکل مطلوب درآمده است سطوح تماس انگشتی با ساقه سوپاپ بطور قشری سخت گردیده و در قسمت انتهائی



شکل ۱۰- انواع تایپت و درگیری آن با بادامک

اسبک پیچ مخصوص تنظیم سوپاپ که انتهای آن کره‌ای شکل است به‌وسیله مهره‌ای به انگشتی محکم گردیده است. در موتورهای میل سوپاپ‌رو انگشتی‌هائی بکار میروند که در یک طرف مفصل شده و بادامک به وسط آنها نیز وارد میسازد.

این انگشتی‌ها را اهرم سوپاپ نیز میگویند.



شکل ۱۱ - انگشتی سوپاپ (اسبک)

خلاصی (بازی) سوپاپ: سوپاپها در اثر گرم شدن هنگام کار منبسط میگردند و بطول آنها افزوده میگردد. بنابراین حتی برای سوپاپهایی که در حالت گرمی موتور بخوبی بسته میشود مقداری جای بازی جهت

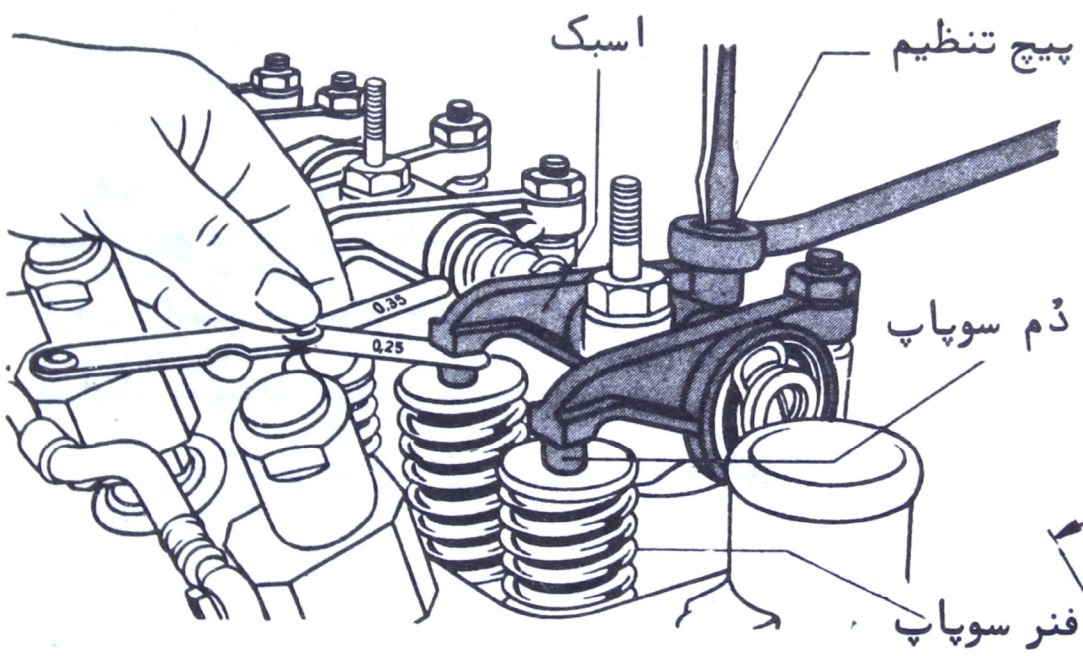
انبساط احتمالی ضروری است این بازی فاصله بین سوپاپ و انگشتی یا سوپاپ و تایپت و یا سوپاپ و بادامک (در موتورهای میل سوپاپ‌رو) است که دقیقاً توسط تیغه‌هائی موسوم به فیلر اندازه‌گیری و به کمک پیچ مخصوصی میزان میشود. مقدار بازی سوپاپ که بستگی به ساختمان موتور و نحوه خنک‌شدن سوپاپها دارد، بین ۰/۱ تا ۰/٤ میلیمتر است.

معمولاً سوپاپ دود که ضمن کار بیشتر حرارت می‌بیند باید مقداری بازی بیش از سوپاپ گاز باشد.

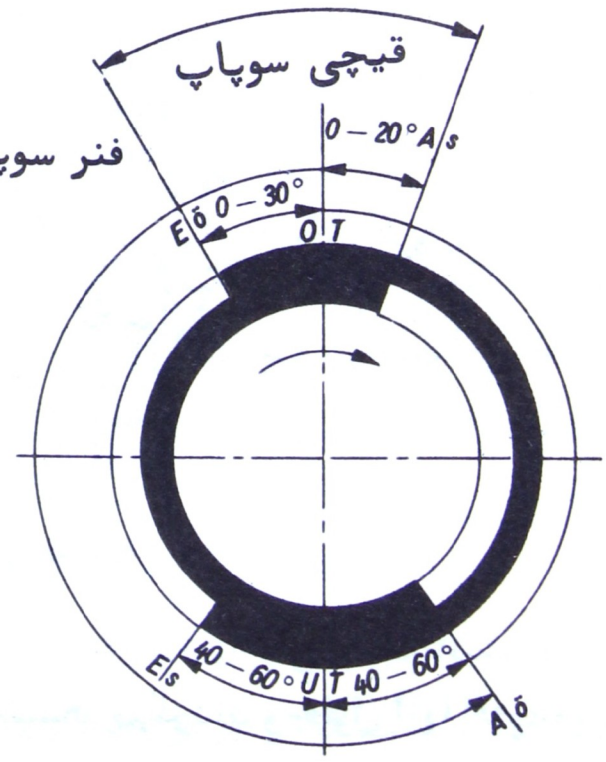
هرگاه بازی سوپاپ از حد لازم کمتر باشد سوپاپها در حالت گرمی کاملاً بسته نمیشوند. از سوپاپ دود هوای اضافی وارد موتور میشود و از سوپاپ گاز نیز مقداری از فشار تراکم موتور بهدر میرود و نتیجتاً از قدرت موتور کاسته میشود. بعلاوه از سوپاپ گاز در زمان کار شعله بمانیفولد و کاربوراتور سرایت میکند و ممکن است موجب آتش‌سوزی گردد. سوپاپ دود اگر باز بماند حرارت را نمی‌تواند بمحل نشیمن خود منتقل کند و در نتیجه بتدریج کاملاً سرخ شده و میسوزد.

هرگاه بازی سوپاپ از حد لازم زیادتر باشد، مقدار باز شدن سوپاپ (کورس سوپاپ) تقلیل یافته، سیلندر بخوبی از گاز تازه پر نمیشود و در نتیجه باز از قدرت موتور کاسته میشود. در این حال صدای سوپاپها نیز بطور محسوس افزایش میابد ولی باید توجه کرد که بازی کمتر از حد لازم در سوپاپ بیش از بازی زیاد آن ممکن است برای موتور خطرناک باشد.

تنظیم بازی سوپاپ: معمولاً بازی سوپاپ بدستور کارخانه سازنده موتور با کمک پیچ و مهره تنظیم میسر است در موتورهای میل سوپاپ‌رو این عمل بوسیله گرداندن میل تکیه‌گاه اسبک انجام میشود.



شکل ۱۲ - تنظیم سوپاپ



شکل ۱۳ - نمودار باز و بسته‌شدن و قیچی سوپاپ

معمولاً در روش سوپاپ معلق سوپاپها را در حالتیکه موتور سرد و خاموش است تنظیم میکنند. سوپاپها باید در حالی تنظیم شوند که پیستون مربوط بآنها کاملاً در نقطه مرگ بالا و در حالت انتهائی تراکم واقع شده باشد. برای اطمینان از اینکه پیستون در انتهای زمان تراکم و در نقطه مرگ بالا واقع شده کافی است که بسوپاپهای سیلندر قرینه سیلندر موردنظر (معمولاً سیلندرهای ۱-٤ و ۲-۳ در موتورهای ٤سیلندر و ۱-٦ و ۲-۵ و ۳-٤ در موتورهای ٦سیلندر دوبدو با یکدیگر قرینه‌اند و پیستون در آنها یک نوع حرکت را انجام میدهد) توجه گردد. مثلاً هرگاه سوپاپهای سیلندر ٤ در یک موتور ٤سیلندر در حالت قیچی قرار گیرد (حالت قیچی همانطور که قبلاً نیز ذکر شد حالتی است که سوپاپ دود سیلندر هنوز کاملاً بسته نشده، سوپاپ گاز باز می‌شود) پیستون سیلندر ۱ در انتهای تراکم است و سوپاپها هر دو کاملاً بسته و آزاد هستند و میتوان آنها را تنظیم نمود. نمودار شکل ۱۳ وضعیت باز و بسته شدن سوپاپ دود و گاز و حالت قیچی را نشان میدهد.

کارهای مربوط بفرمان موتور

هرگاه دستگاه کمپرس‌سنج در حالت تراکم در سیلندر فشار کمی را نشان دهد احتمالاً سوپاپها کاملاً آب‌بندی نیستند دراینصورت سوپاپها را باید پیاده کرده ضمن بازدید و آزمایش سطوح نشیمن آنها، معبر سوپاپ را نیز از جهت میزان بازی بین آن و ساق سوپاپ مورد بررسی قرار داد درصورتیکه معبر سوپاپ سایش زیادی داشته و ه‌وپهن شده باشد، بوسیله دستگاه مخصوص آنها را از سرسیلندر یا بلوک سیلندر خارج نموده و پس از جا زدن معبر نو، بکمک برقوهای مخصوص باندازه دلخواه درمیآورند. در موتورهائیکه معبر سوپاپ جداگانه‌ای ندارند و خود سرسیلندر معبر سوپاپها را تشکیل میدهد از سوپاپهای اورسایز استفاده میکنند. پس ازاینکه معبر سوپاپ باندازه موردنظر برقو زده و آماده شد میتوان سطح نشیمن را مورد آب‌بندی قرار داد. در مواردیکه سطوح نشیمن سوپاپ زیاد معیوب نباشند کافی است که سوپاپها را سنگ‌زده و آنرا در محل خود آب‌بندی نمایند ولی در مواردی که سطوح بیش از حد مجاز خوردگی داشته باشند باید سطوح نشیمن را بکمک ماشینهای مخصوصی تراشید و یا با سنگهای مخصوصی آنها را سنگ زد، سپس سوپاپ را روی آنها آب‌بندی نمود. هنگام آب‌بندی سوپاپ با استفاده از روغن سنباده و گرداندن دائمی سوپاپ در دو جهت مخالف بکمک دریل‌های مخصوص و یا وسایل دستی (لاستیک آب‌بندی) سطوح‌نشیمن سوپاپ در تمام جهات بطور یکنواخت آب‌بندی میشود. بدیهی است که سوپاپهای سوخته را باید تعویض نمود.

پیشرفت خود را آزمایش کنید

۱- منظور از اصطلاح فرمان موتور چیست؟
۲- موتورهای فرمان بالا و فرمان پائین یعنی چه؟
۳- فرمان موتور از چه قسمتهائی تشکیل شده است؟
٤- سوپاپها دارای چه زوایائی هستند؟
۵- روشهای تحرک میل سوپاپ را نام ببرید.
٦- اگر بازی سوپاپ از حد لازم کمتر باشد چه عواقبی خواهد داشت؟

تجهیزات کمکی موتور

خنک کاری موتور- روغن کاری موتور

۱- خنک کاری موتور:

در موتورهای احتراقی فقط ۱/۲ انرژی حرارتی سوخت تبدیل بانرژی حرکتی میشود و تقریباً ۱/۲ آن از طریق دود اگزز بخارج هدایت شده و ۱/۲ بقیه نیز توسط سیلندر، سرسیلندر، پیستون و سوپاپها جذب میشود. انرژی حرارتی که دریک موتور متوسط بقطعات مختلف آن منتقل میشود کافی برای گرم کردن یک خانواده بزرگ در سردترین روزهای زمستان خواهد بود.

برای جلوگیری از زیاده از حد گرم شدن قطعات و همچنین جلوگیری از ایجاد خودسوزی در موتور و سوختن روغن باید موتور را خشک نمود. مخلوط هوا و سوخت تازه جریان یافته بداخل سیلندر در خنک کاری موتور تأثیر ناچیزی دارد. سیستم خنک کاری موتور باید دارای مشخصات زیر باشد:

- موتور را سریعاً بدرجه حرارت مطلوب برای کارکردن آن برساند.
- در تمام شرایط کار موتور حرارت آنرا در حد معینی نگهدارد.
- انرژی مصرفی دستگاههای آن ناچیز باشد.
- احتیاج بمراقبت و نگهداری زیادی نداشته باشد.

روشهای خنک کاری موتور:

در وسائط نقلیه گرمای اضافی حاصل از احتراق ممکن است از طرق زیر بهوای اطراف موتور منتقل شود:

- مستقیماً بوسیله هوا- در اینحال هوا مستقیماً بجداره خارجی موتور برخورد نموده، حرارت آنرا بخود جذب میکند. این روش را روش هوا خنک میگویند.
- غیر مستقیم بوسیله آب- در اینحال انرژی حرارتی سیلندر ابتدا بآب خنک کننده اطراف سیلندر منتقل شده و سپس آب حرارت خود را در دستگاه مبدل حرارت (رادیاتور) بهوا منتقل میکند. این روش را روش آب خنک میگویند.

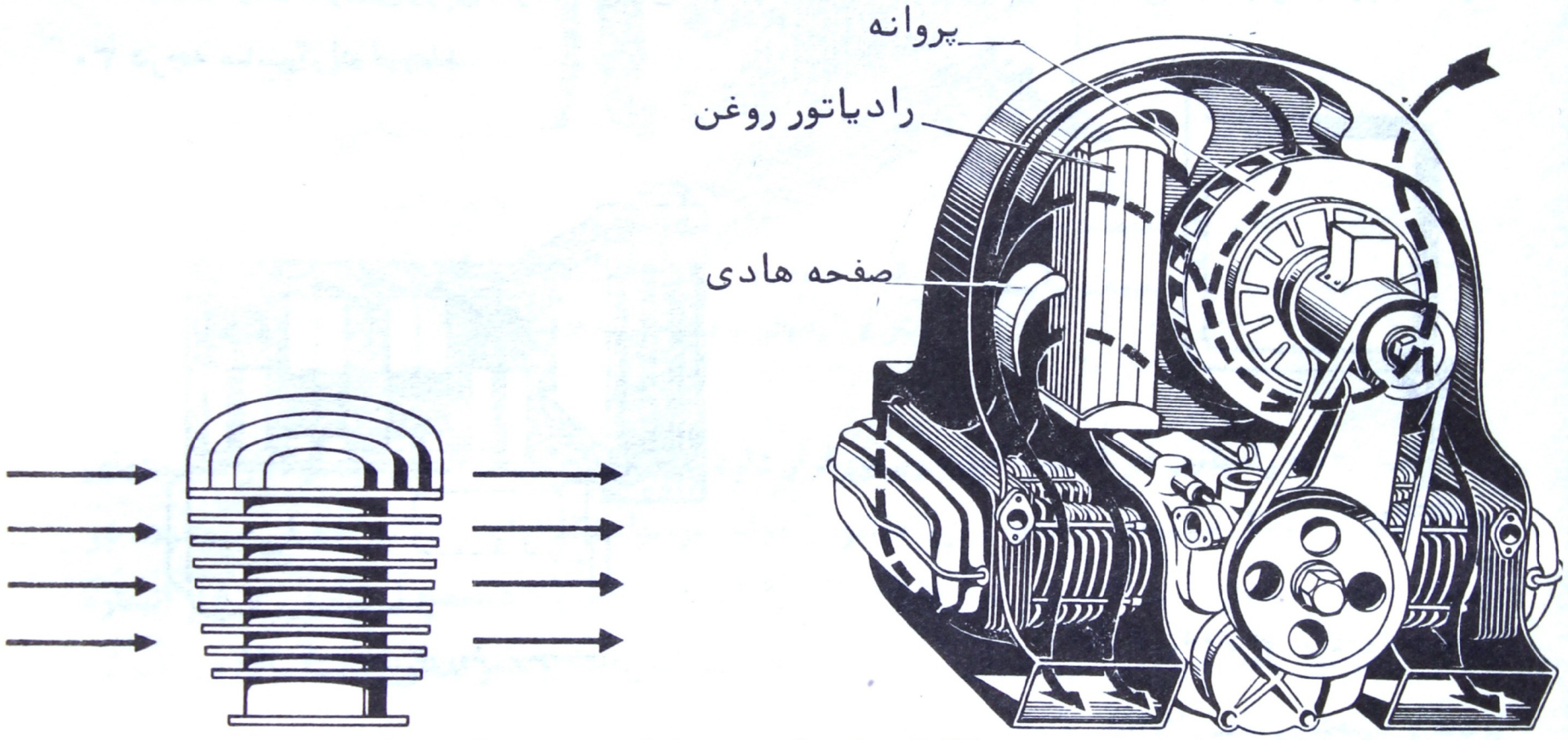
اثر خنک کاری موتور بعوامل زیر بستگی دارد:

- ماده خنک کاری (آب در واحد زمان خیلی بیش از هوا گرما بخود میگیرد).
- سطح خارجی قسمتهای خنک کننده (سطوح خارجی بیشتر در واحد زمان گرمای بیشتری را بخود میگیرند و پس میدهند).

- اختلاف درجه حرارت بین قطعات خنک شونده و ماده خنک کاری (در درجه حرارتهای پائین هوا اثر خنک کاری موتور خیلی بیشتر است).
- سرعت جریان ماده خنک کاری (با ازدیاد سرعت ماده خنک کاری حرارت زودتر منتقل میشود)
- جنس قطعات خنک شونده (موادی که قابلیت هدایت حرارت در آنها بیشتر است حرارت را بسرعت از خود منتقل مینمایند).

۱- روش هوا خنک

الف- روش هوا خنک با استفاده از باد حرکت- در این روش ساده هنگام حرکت وسیله نقلیه، هوا از لابلای قطعات خنک شونده عبور کرده و آنها را خنک میکند. بعلت اینکه قابلیت انتقال حرارت از فلز بهوا کم است باید سطوح خارجی سیلندر و سرسیلندر را بوسیله پرههای مخصوص خنک کاری افزایش داد. معمولاً در این روش سیلندر و سرسیلندر را از جنس فلزات سبک و ترکیبات آلمینیوم میسازند زیرا قابلیت انتقال حرارت این آلیاژها بیشتر است.



شکل۱- سیلندر یک موتور هواخنک و سیستم خنک کاری آن

هرگاه این پرهها کثیف و مسدود شوند اثر خنک کنندگی موتور تقلیل میابد. در موتورهای پرقدرت و وسائط نقلیهای که سرعت آنها کم است این روش برای خنک کاری موتور مناسب نیست. این روش بیشتر در موتورسیکلتها مورد استعمال دارد.

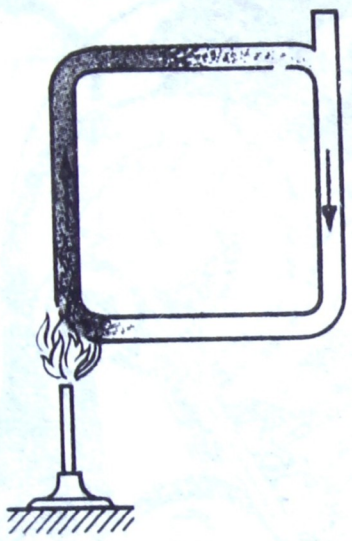
ب- روش هوا خنک با استفاده از پروانه- برای اینکه در شرایط مختلف کار موتور بتوان موتور را بحد کافی خنک کرد، هوا بکمک پروانهای بقسمتهای مختلف موتور تقسیم میشود. پروانه مستقیماً بکمک تسمهای از میللنگ نیرو میگیرد و بدوران درمیآید. یک دریچه کنترل حرارت تا زمانیکه حرارت موتور بحد مطلوب نرسیده است مسیر عبور هوا را مسدود مینماید در این روش در مواقعیکه تسمه پروانه پاره میشود باید فوراً نسبت بتعویض آن اقدام نمود زیرا در غیراین صورت موتور بشدت گرم میکند و احتمال بروز خطراتی برای آن وجود دارد.

۲- روش آب خنک

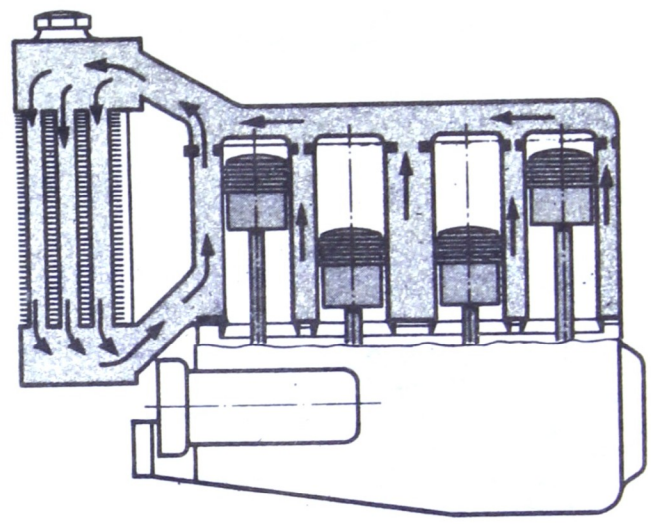
در این روش قطعات خنک شونده بوسیله آب احاطه شده و خنک میشوند آب حرارت را بخود جذب نموده و برادیاتور و از آنجا به هوای آزاد منتقل میکند آب خنک شده در رادیاتور مجدداً بجداره سیلندرها باز میگردد و بدین ترتیب یک مدار مسدود گردش آب بوجود میآید. در این حال نیز یک پروانه بعمل خنک کاری کمک میکند بخصوص این عمل برای مواقعیکه وسیله نقلیه آهسته حرکت میکند و یا اصولاً از حرکت باز میایستد کاملاً مؤثر است.

الف- روش آب خنک با استفاده از جریان آب- این روش معروف بروش ترموسیفون است. اصول کار این روش با آزمایش شکل ۳ روشن میشود . هرگاه لوله‌ای مطابق شکل را با آب پر کنند- و آنرا از گوشه‌ای حرارت دهند، آب گرم بعلت اینکه دارای وزن مخصوص کمتری است بسمت بالا حرکت کرده و آب سرد جای آنرا میگیرد و بدین ترتیب یک جریان آب در مدار مسدودی بوجود میآید. بااضافه کردن مقداری پرمنگنات پتاسیم میتوان در این آزمایش چگونگی حرکت آب را بوضوح مشاهده کرد. میزان عبور آب در این روش بستگی بمیزان حرارت آب و سطح مقطع عبور آن دارد.

بعلت اینکه در این روش سرعت جریان آب زیاد نیست میزان خنک شدن آب در رادیاتور بحدود ۳۰ درجه سانتیگراد میرسد.

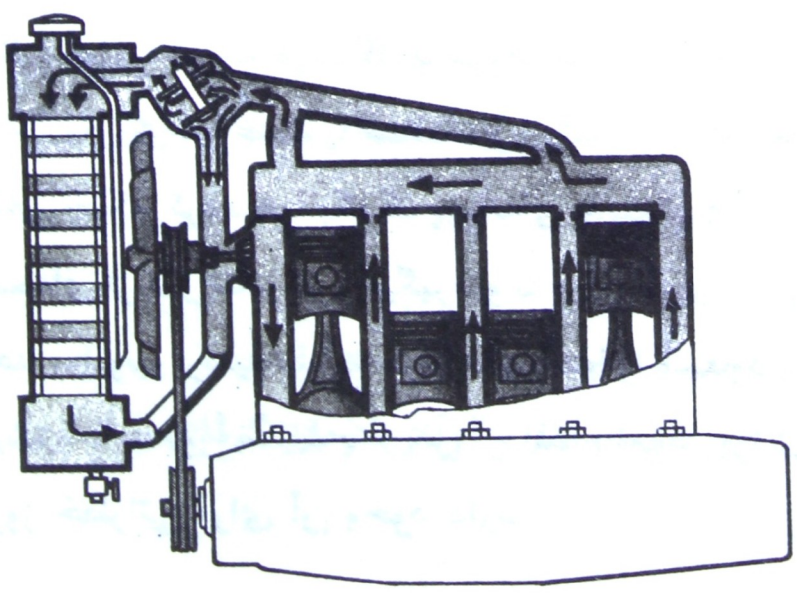


شکل ۳- گردش آب در روش ترموسیفون



شکل ۲- اصول کار روش ترموسیفون

ب- روش آب خنک با استفاده از پمپ (روش فشاری)- در این روش سرعت جریان آب خنک کننده با کمک پمپ آب (واترپمپ) افزایش مییابد و بدین ترتیب میزان خنک شدن آب در رادیاتور فقط بحدود ۵ تا ۷ درجه سانتیگراد میرسد ولی چون میزان عبور آب در واحد زمان از رادیاتور بیشتر است اثر خنک کاری آن زیاد میباشد.

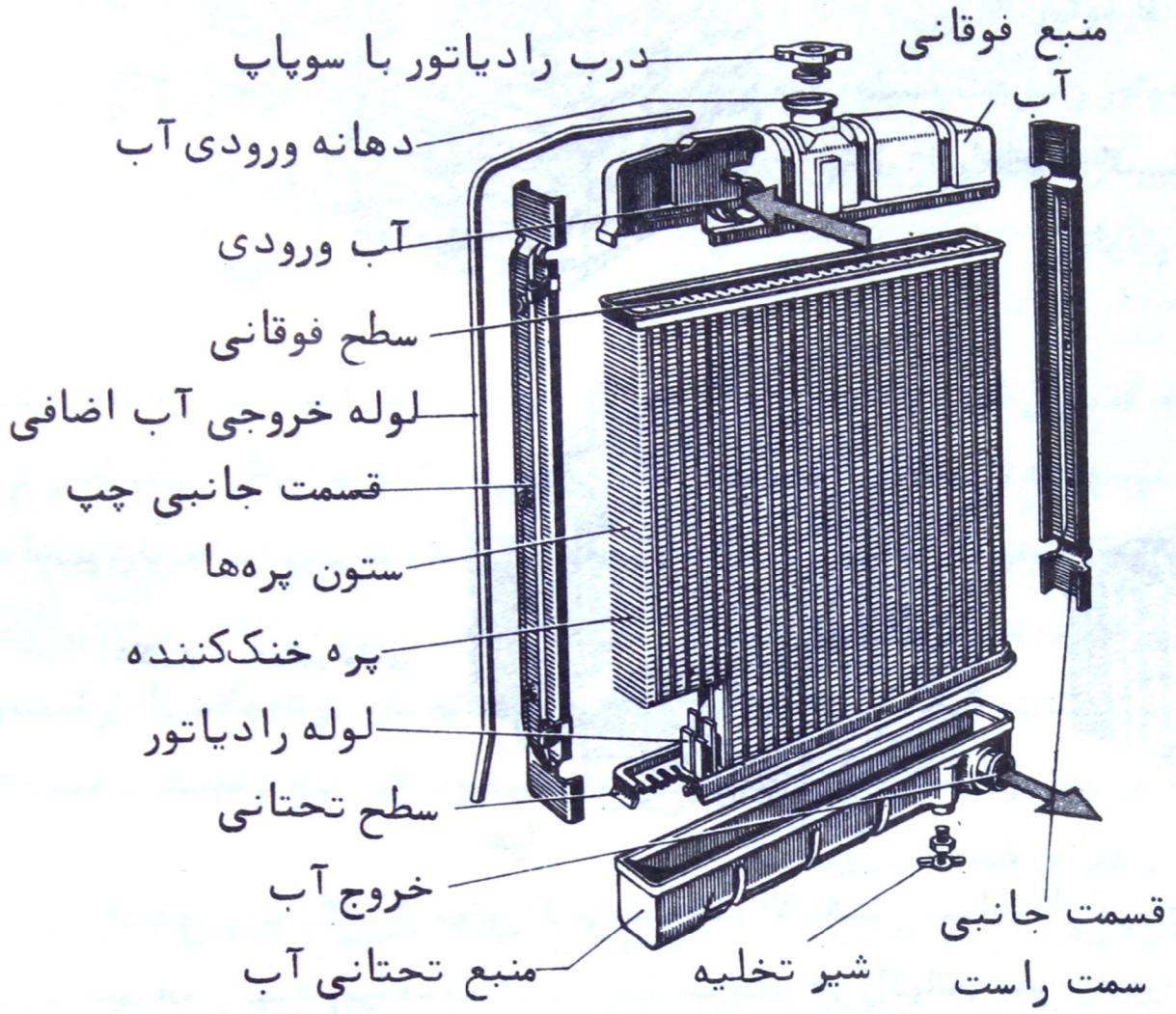


شکل ٤- روش آب خنک با استفاده از پمپ

رادیاتور

رادیاتور وظیفه دارد حرارت آب خنک کننده را بهوا منتقل کند. رادیاتور از قسمتهای بدنه (پره‌ها و لوله‌ها)- انباره (بالائی و پائینی)- لوله سرریز و قسمتهای جانبی تشکیل شده است (شکل ۵)

انباره بالائی رادیاتور اضافه برداشتن لوله اتصال شلنگ خروجی آب لوله پر کردن آب و در رادیاتور را نیز در برمیگیرد.

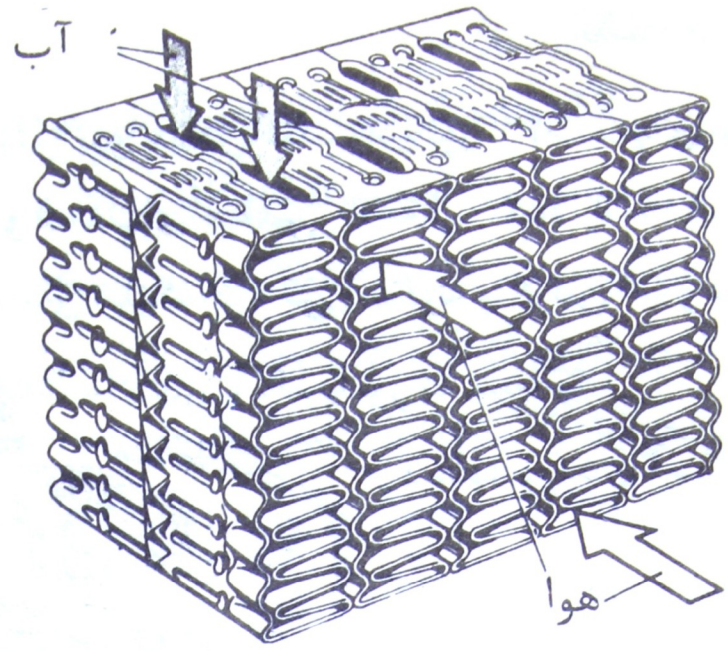


شکل ۵ - رادیاتور و قسمتهای مختلف آن

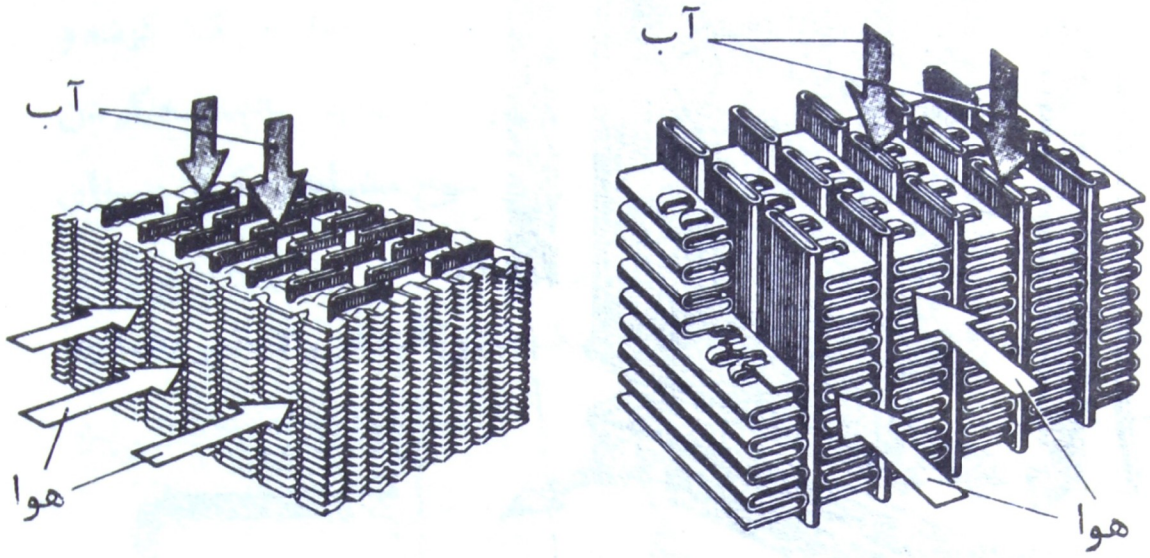
شیر تخلیه رادیاتور در قسمت انباره زیرین قرار دارد. رادیاتورهای اتومبیل معمولاً از قسمتهای جانبی باطاق متصل میشوند. ارتباط بین رادیاتور و موتور بوسیله شلنگهای رادیاتور عملی میشود. در رادیاتورهای معمولی آب لابلای شیارها (شکل ٦) و یا لوله‌های مسطح (شکل ۷) از انباره بالائی رادیاتور بانباره پائینی آن جریان پیدا میکند. در رادیاتورهای پرمدار سطوح خنک کاری بکمک پره‌ها و میله‌های افقی افزایش مییابد.

رادیاتورهای تیغه‌ای از ورقه‌های فوق‌العاده نازک بهم لحیم شده که امکان عبور آب و هوا در لابلای آنها فراهم است تشکیل میشوند در این رادیاتورها امکان مسدود شدن مجاری آب زیاد است و بعلاوه این نوع رادیاتور تحمل فشارهای زیاد را ندارند. بهمین علت امروزه بندرت از این رادیاتورها استفاده میشود.

در رادیاتورهای افقی لوله‌های خنک کننده بطور افقی وانباره‌های رادیاتور در طرفین آن واقع شده‌اند. بدین ترتیب ارتفاع کلی رادیاتور کمتر از رادیاتورهای عمودی است. برای اینکه در وزن و اندازه رادیاتور صرفه‌جوئی شود، بوسیله تولید فشار در رادیاتور نقطه تبخیر آب و در نتیجه اختلاف درجه حزارت بین آب خنک کننده و هوا و در نتیجه اثر خنک کاری موتور را افزایش میدهند. در رادیاتور دارای یک سوپاپ فشار و یک سوپاپ خلاء است. سوپاپ خلاء مانع فشرده شدن وله شدن رادیاتور پس از سرد شدن آن میشود.



شکل ٦ - رادیاتور تیغه‌ای



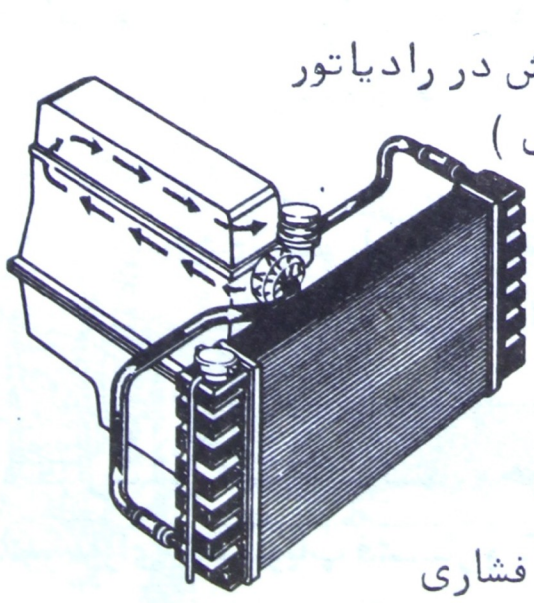
شکل ۷ - رادیاتور لوله‌ای

در رادیاتور را هنگامیکه موتور گرم است حتی‌الامکان نباید باز کرد و در مواقع لزوم کاملاً با احتیاط باید عمل نمود زیرا ممکن است آب تحت فشار در رادیاتور بسر و صورت پاشیده شده و خطراتی بوجود آورد.

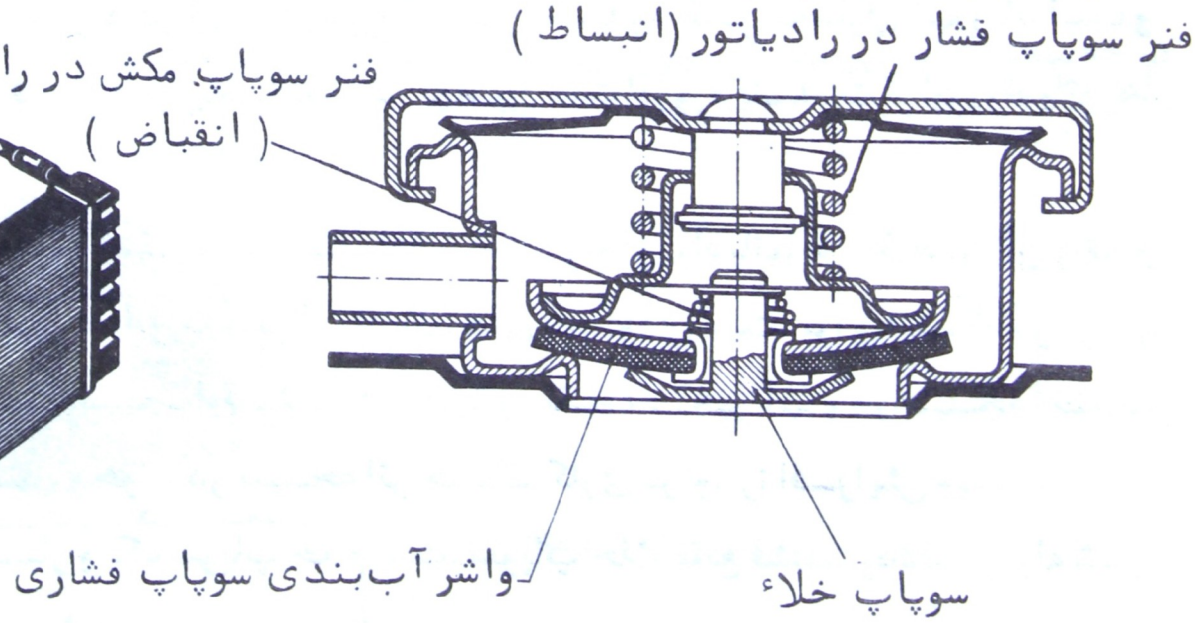
پمپ آب (واتر پمپ)

پمپ آب معمولاً بوسیله تسمه بحرکت درآمده اغلب با پروانه بگردش درمیآید. یک پمپ دوار آب خنک‌کننده را از انباره زیرین رادیاتور مکیده و بقسمتهای مختلف موتور فشار میدهد. محور پمپ نسبت بمحفظه داخلی آن بوسیله فیبر و فنر مخصوص کاملاً آب‌بندی است.

برای اینکه پمپ آب بخوبی عمل نماید باید فشار کشش تسمه پروانه در حد معینی باشد فشار زیاد باعث خراب‌شدن بلبرینگ پمپ آب گشته و فشار کم نیز نمیتواند براحتی پمپ را بگردش درآورد.



شکل ۹ ــ رادیاتور افقی



شکل ۸ ــ در رادیاتور وسوپاپهای آن

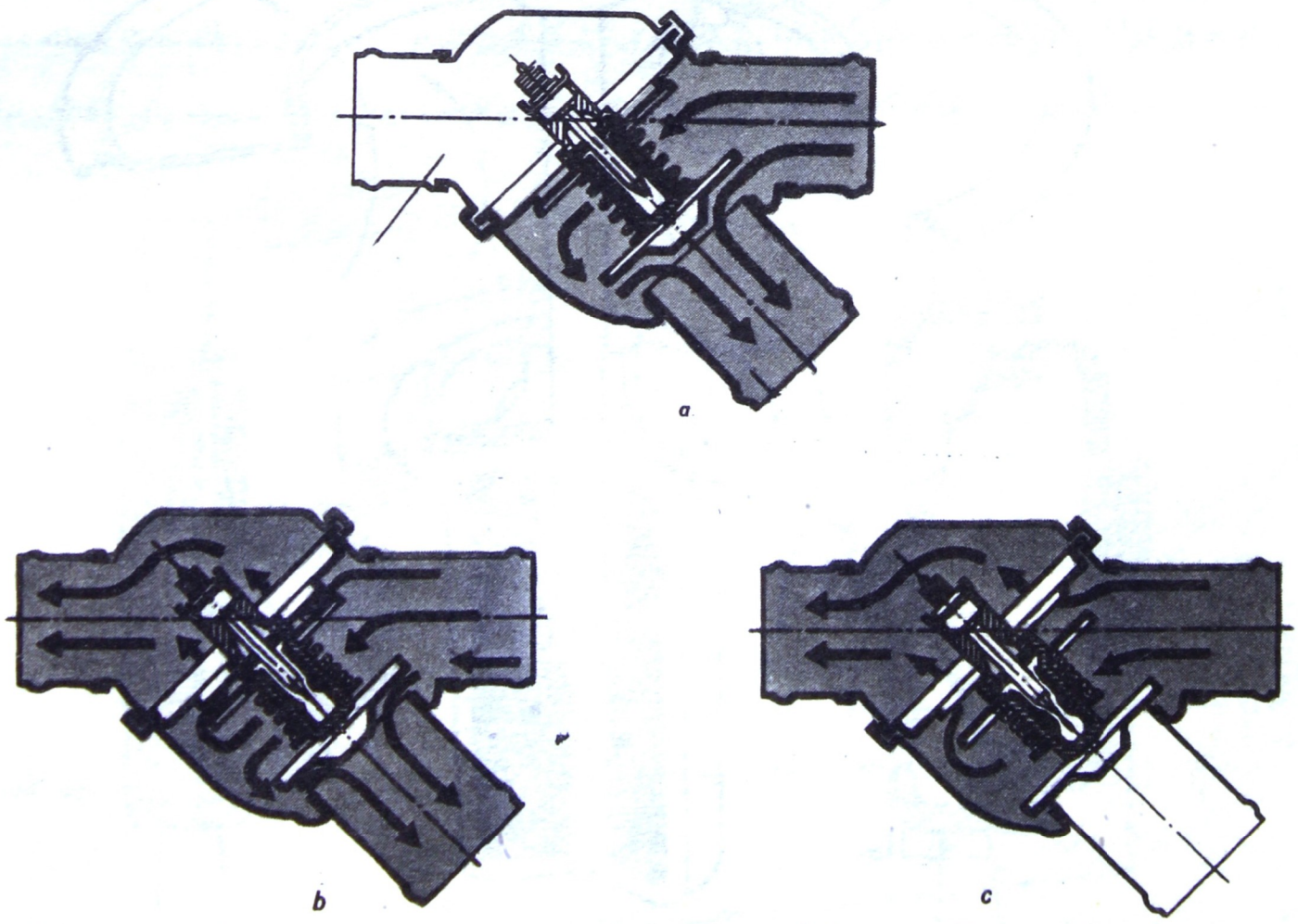
تنظیم حرارت آب

در موتور سرد فقط قسمتی از سوخت موتور در سیلندر بگاز تبدیل شده و قسمت اصلی آن پس از برخورد بجداره سیلندر تقطیر گشته، قشر روغن جداره سیلندر را میشوید. در این حال موتور دارای سایش و مصرف زیادی خواهد بود. بنابراین باید موتور بعد از روشن‌شدن حتی‌الامکان سریع بدرجه حرارت مناسب برای کارموتور که بین ۷۰ تا ۹۰ درجه سانتیگراد است برسد این حرارت بدون بستگی بحرارت محیط، بار موتور و سرعت وسیله نقلیه باید پیوسته در حد خود ثابت بماند. از دو طریق میتوان حرارت موتور را تنظیم کرد: تنظیم از طریق کنترل مقدار آب خنک‌کننده و تنظیم از طریق کنترل مقدار هوای عبورکننده از رادیاتور.

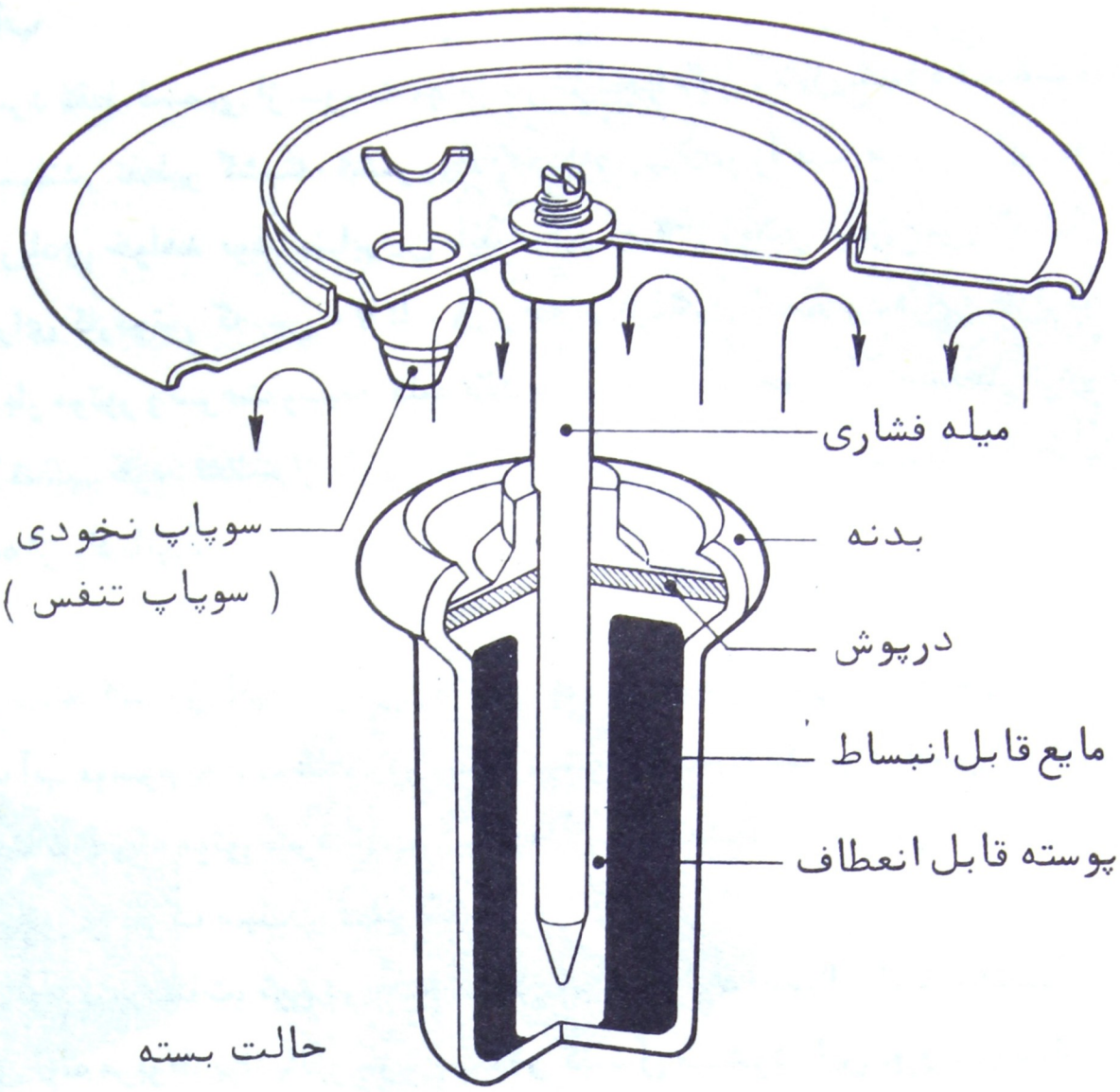
الف- تنظیم بوسیله کنترل آب- در این روش در مسیر جریان عبور آب موتور برادیاتور یک سوپاپ کنترل اتوماتیک آب موسوم به ترموستات قرارداده میشود. بوسیله یک لوله اتصال کوتاه که از ترموستات منشعب میشود، تا موقعیکه موتور سرد است، آب فقط از بلوک سیلندر به پمپ آب جریان پیدا میکند و ارتباط بین رادیاتور و بلوک سیلندر قطع میشود.

ساده‌ترین نوع ترموستات، نوع دریچه‌است.در این نوع لوله اتصال کوتاه دائماً باز است و فقط بوسیله دریچه‌ای لوله مربوط برادیاتور باز و بسته و کنترل میشود. این نوع ترموستات معمولاً در سر سیلندر قرار میگیرد و دارای قطر کمتری است.

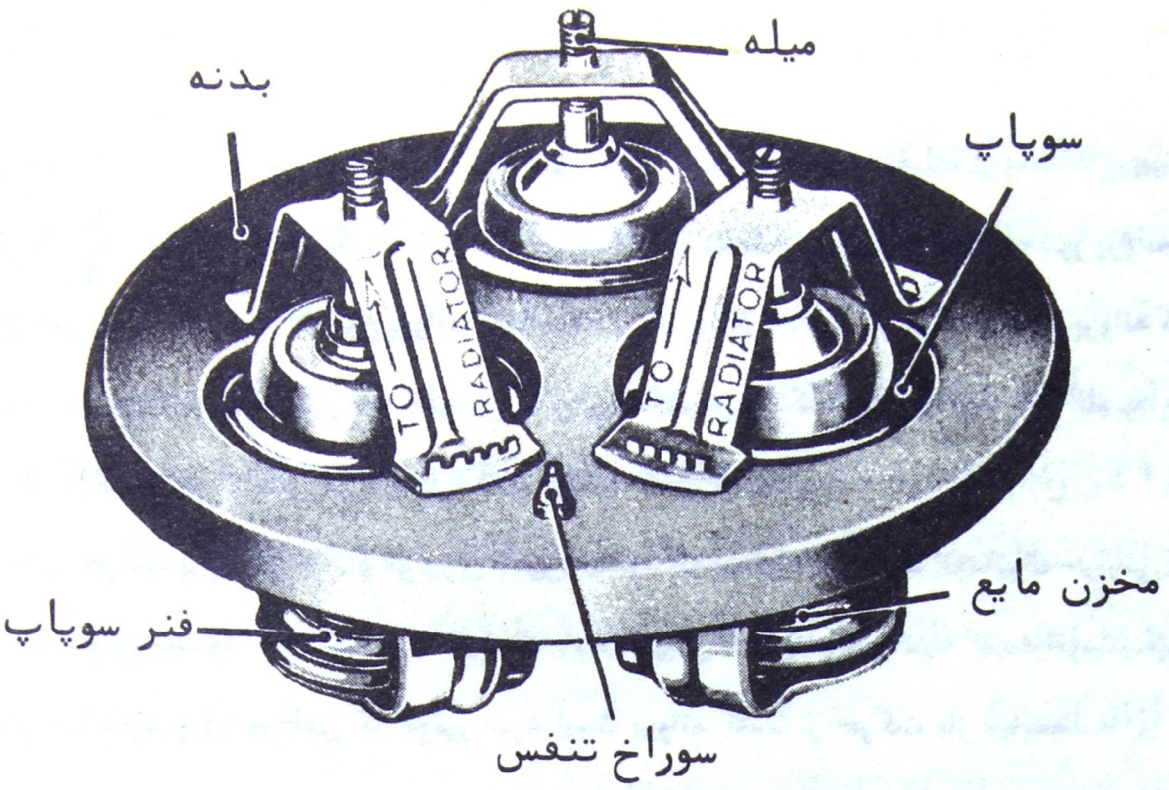
نوع دیگر ترموستات اتصال کوتاه است که در آن بهمان مقدار که مسیر بازگشت آب برادیاتور باز میشود همان مقدار نیز لوله اتصال کوتاه بسته میگردد ودر زمانیکه ترموستات‌کاملاً باز است و آب میتواند بطور کامل برادیاتور منتقل شود لوله اتصال کوتاه کاملاً بسته است.



شکل ۱۰- ـ ترموستات‌نوع اتصال‌کوتاه



شکل ۱۱ــ ترموستات در حالت باز وبسته

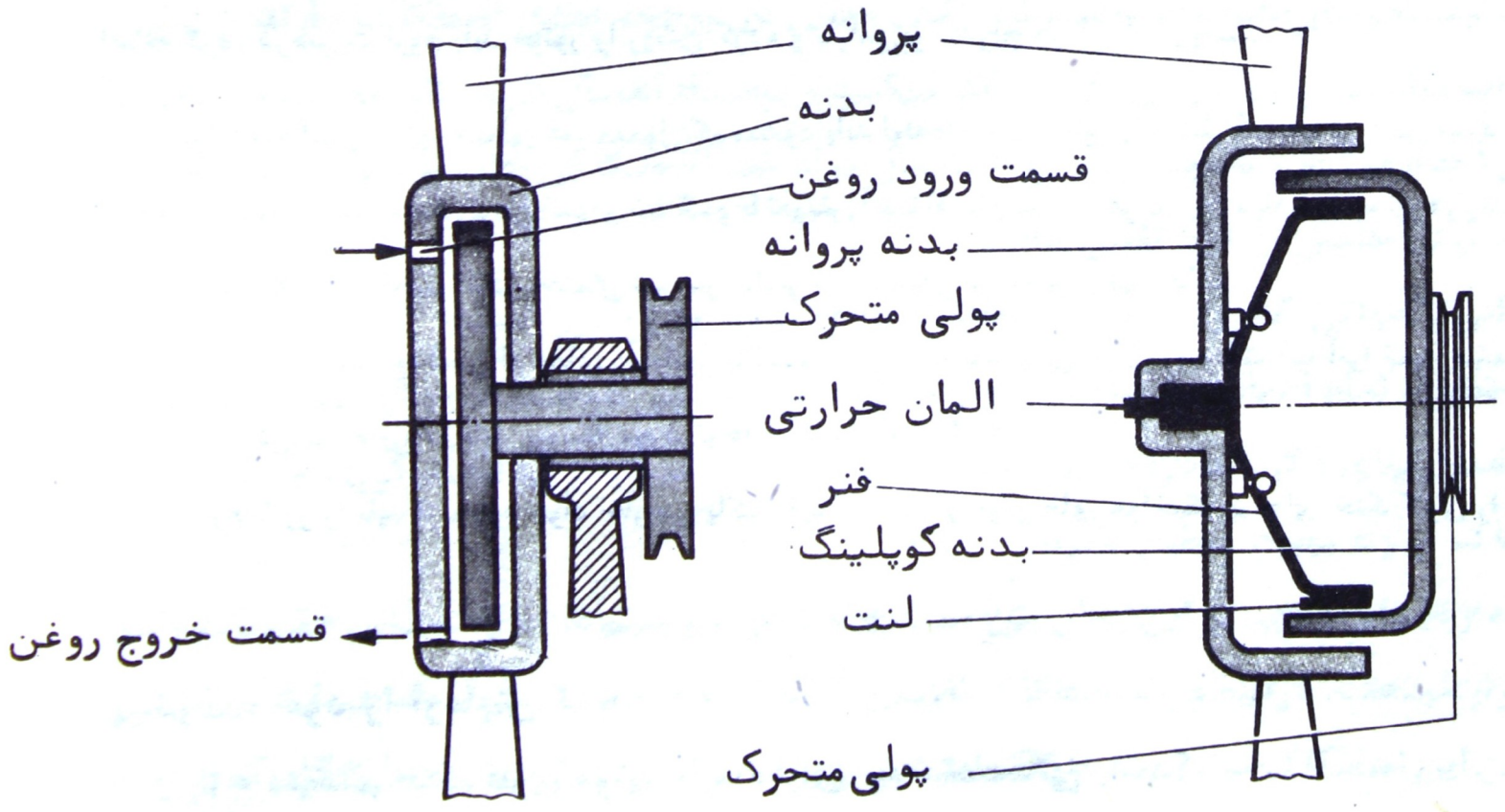


شکل ۱۲ ــ ترموستات مرکب (دارای‌سه‌مجرا)

معمولاً سوپاپ کنترل حرارت(ترموستات) با استفاده از یک ماده حساس در مقابل حرارت که داخل سیلندر کوچکی قرارگرفته کار میکند با ازدیاد حرارت آب ماده حساس منبسط‌شده داخل سیلندر کوچک فشار تولید میکند و باعث عقب‌راندن پیستون و نتیجتاً بازشدن دریچه ترموستات میگردد.

تنظیم بوسیله کنترل عبور هواـ ساده‌ترین نوع در این روش استفاده کرکره و دریچه‌های مخصوص جلوی رادیاتور است که میتوان با بستن آنها بوسیله دست و یا بوسیله یک ترموستات جلوی عبور هوا را از رادیاتور مسدود کرده و در نتیجه بسرعت موتور رابدرجه حرارت مطلوب رساند و در مواقع ضروری با کنترل آن حرارت موتور را در حد معینی نگهداشت.

اخیراً کنترل هوای رادیاتور بوسیله پروانه‌های اتوماتیک متداول شده است و بدینوسیله ضمن امکان ازدیاد قدرت موتور کار آن نیز بی‌صدا تر و نرمتر خواهد بود. میدانیم که پروانه موتور خود مقداری از قدرت را مصرف میکند در هوای سرد و متوسط و سرعتهای زیاد عبور هوا از رادیاتور حتی بدون پروانه نیز تکافوی خنک‌کاری موتور را مینماید و فقط از پروانه در ۹۵٪ موارد بعنوان وسیله‌ای از جهت اطمینان در خنک‌کاری موتور استفاده میشود. برای قطع و وصل پروانه سیستمهای مختلفی بکار میرود.



شکل ۱۳ ــ انواع مختلف پروانهٔ خودکار

نوعی از پروانه‌های خودکار معروف به پروانه‌های ویسکو وجود دارد که در آنها با استفاده از یک کلاچ هیدرولیکی پروانه کاملاً آزاد نشده، حداقل با $\frac{1}{4}$ دور موتور میگردد با ازدیاد درجه حرارت موتور، بتدریج اختلاف دور پروانه و موتور کمتر میشود و حداکثر به ۹۵٪ دور موتور میرسد. در نوع پروانه اتوماتیک با کلاچ مکانیکی، در مواقع لازم پروانه کاملاً آزاد شده و مجدداً میتواند متصل شود. در پروانه‌های الکترو مغناطیسی کلاچ پروانه بوسیله یک آهن ربا که از یک کلید حرارتی خودکار فرمان میگیرد جذب و آزاد میگردد در اینحال نیز اتصال کلاچ پروانه کامل است.

در پروانه‌های الکتریکی حرکت پروانه از الکترو موتوری تأمین میشود که بوسیله یک کلید اتوماتیک حرارتی کنترل میشود. در اینحال هرگاه حرارت آب موتور بحدود ۱۰۰ درجه سانتیگراد برسد جریان الکتریسیته بوسیله کلید اتوماتیک بالکترو موتور پروانه راه یافته و آنرا بکار میاندازد و در مواقعی که موتور سرد است پروانه کاملاً از حرکت باز میایستد.

آب خنک‌کننده:

آب خنک‌کننده موتور باید حتی‌الامکان خالص بوده فاقد مواد آهکی باشد، زیرا آبهای سنگین در حرارتهای زیاد موجب رسوب مواد آهکی در جداره خارجی مسیرهای عبور خود و تولید قشر عایق گشته و ممکن است لوله‌های باریک را نیز مسدود نماید. بنابراین توصیه میشود در مواردیکه احیاناً باید آب آهکی مصرف شود آنرا بجوشانند.

در فصول سرد سال برای جلوگیری از یخ‌زدن موتور ماده ضد یخ بآب خنک‌کننده اضافه میکنند معمولاً این ماده به نسبت ۱ : ۲ مورد استفاده قرار میگیرد‌بدین‌معنی که به هر دو لیتر آب رادیاتور یک لیتر ماده ضدیخ افزوده میشود و بدین‌ترتیب آب رادیاتور تا برودت ۲۰- درجه سانتیگراد مقاومت نموده و یخ نمیزند. نسبت اختلاط دقیق بصورت جدولی از طرف کارخانه سازنده ضد یخ روی قوطیهای حاوی ضد یخ درج گردیده است.

کارهای مربوط به سیستم خنک‌کاری:

- سطح آب رادیاتور باید دائماً کنترل شود. رادیاتور را نباید کاملاً پر کرد. هرگز نباید بموتور خاموش و گرم آب سرد اضافه کرد. درصورت لزوم باید موتور را روشن کرده و بآرامی و بتدریج در آن آب ریخت.
- در مواردیکه آب رادیاتور بطور غیر معمول کم میشود باید لوله‌ها و یا رادیاتور را از نظر آب‌بندی کامل مورد توجه قرارداد و درصورت لزوم نسبت بمحکم‌کردن انتهای شلنگ و یا تعویض آنها اقدام نمود. هرگاه با ازدیاد دور موتور در رادیاتور حباب هوا تولید شود (رادیاتور کف کند) احتمال سوختن واشر سر سیلندر در موتور وجود دارد.
- در موارد مسدودشدن لوله‌های رادیاتور با استفاده از مواد شیمیائی حلال رسوبات آب آنرا تمیز مینمایند.
- کشش تسمه پروانه باید پیوسته مورد توجه و کنترل قرار گیرد.
- رادیاتور را باید از وجود مواد خارجی پاک نگهداشت و در موتورهای هواخنک پره‌های خنک‌کاری را تمیز نمود.

پیشرفت خود را آزمایش کنید:

۱- سیستم خنک‌کاری موتور باید دارای چه مشخصاتی باشد؟

۲- اثر خنک‌کاری موتور تابع چه عواملی است؟

۳- روش خنک‌کاری ترموسیفون چگونه کار میکند؟

٤- آب خنک‌کننده موتور در روش ترموسیفون و سیستم فشاری چند درجه سانتیگراد در رادیاتور خنک میشود؟

۵- انواع مختلف رادیاتور را نام ببرید.

٦- چرا در رادیاتور باید دارای یک سوپاپ خلاء و یک سوپاپ فشار باشد؟

۷- چرا در مدار جریان آب وجود یک ترموستات ضروری است؟

۸- چرا در اغلب وسائط نقلیه فقط در مواردیکه موتور گرم میشود پروانه آن متصل میگردد و در سایر موارد آزاد است؟

۹- چند نوع پروانه اتوماتیک وجود دارد؟

۱۰- چه کارهائی برای تعمیرات و نگهداری سیستم خنک‌کاری موتور باید انجام شود؟

۲- روغنکاری موتور

هر گاه بیک قطعه آهن پرداخت شده نگاه کنیم تصور میکنیم که سطوح آن کاملاً همواره صیقلی و فاقد هر گونه پستی و بلندی است در صورتیکه اگر همین سطح را با چشم مسلح و زیر میکروسکوپ نگاه کنیم زبری و ناهمواری آن برما روشن میشود. اگر این سطوح را بدون استفاده از وسیله برطرف کننده و یا لااقل کم کننده اصطکاک روی یکدیگر قرار دهیم، این ناهمواری و پستی و بلندیها داخل یکدیگر قلاب شده، با سائیدن یکدیگر (بخصوص در فشار زیاد) چنان گرم میشوند که ممکن است ذوب گردند و بیکدیگر جوش بخورند. دراینصورت میگویند دوجسم باعث «خوردگی» یکدیگر شده‌اند. در اصطلاح عامیانه میگویند دوجسم گریپاژ کرده‌اند. اصطکاکی که باعث گریپاژ دوجسم میشود معمولاً اصطکاک خشک و یا اصطکاک تماسی نامیده میشود .

مقدار این اصطکاک و همچنین مقدار سایش ایجاد شده بعلت این اصطکاک، هنگامیکه سرعت حرکت و نیروی موثر بر واحد سطح جسم ثابت باشد تابع چگونگی سطوح لغزش است. در اینجا زبری- سختی- الاستیسیته وسایرمشخصات جسم نیز نقش مهمی در بوجود آمدن اصطکاک دارند.

با انتخاب مناسب موادیکه روی یکدیگر کار میکنند و بوسیله اعمال شیمیائی مخصوص که روی سطوح تماس انجام میشود و همچنین بوسیله استعمال مواد ضد اصطکاکی جامد و مایع میتوان میزان اصطکاک و سایش حاصل از آنرا تقلیل داد.

بطور کلی راههائی که برای تقلیل اصطکاک وجود دارد بشرح زیر است:

- **بهبود سطوح**- تمام اعمالی را که باعث بهتر شدن سطوح لغزشی دوجسم درحال تماس میشود و قسمتی از ناهمواریهای ذکر شده را از بین میبرد (اعم از اعمال شیمیائی یا مکانیکی)- میتوان روش تقلیل اصطکاک از راه بهبود سطوح نامید.

- **استفاده از اجسام غلتکی**- دراین روش بین سطوح لغزشی دوجسم در حال تماس قطعات غلتان مخصوصی قرار میدهند. دراینصورت اصطکاک لغزشی (تماسی) دوجسم تبدیل باصطکاک غلتشی میشود. میزان این اصطکاک نسبت باصطکاک لغزشی بطور محسوسی کمتر است مثلاً هنگامیکه از میله یا لوله‌ای برای بجلو راندن جسم استفاده میکنیم اصطکاک لغزشی آنرا تبدیل باصطکاک غلتشی

کرده‌ایم.

— روش استفاده از نیروی سیال- دراین روش گاز یا مایع (روغن) و یا بطور کلی سیالی را با چنان فشاری بین سطوح تماس قرار میدهند که بتواند نیروی موجود در واحد سطح تماس را خنثی کرده و برآن نیز فائق آید در اینحال سطوح تحت تأثیر این نیرو از یکدیگر جدامیشوند و یکی از آنها چون قایق شناوری درآب، روی قشری از سیال شناور خواهد شد. دراینصورت بعلت نبودن اصطکاک اولاً سایش بین دوجسم بوجود نخواهد آمد و ثانیاً حرکت دوجسم روی یکدیگر با اعمال نیروی ناچیز میسر خواهد بود. دراین روش اصطکاک لغزشی بین دوجسم از بین میرود و بجای آن اصطکاک داخلی قشر سیال که بمقیاس وسیعی کمتر از اصطکاک لغزشی است بوجود خواهد آمد.

با در نظر گرفتن مفهومی که برای روغنکاری قائل شدیم میتوان هریک از روشهای سه‌گانه فوق را نوعی روغنکاری نامید ولی در اینجا منظور از کلمه روغنکاری فقط استفاده از روش سوم یعنی روش نیروی سیال است. در موتور اتومبیل سیال روغنی است که درآن برای چرب‌کاری موتور استفاده میشود.

در روش روغنکاری با استفاده از نیروی سیال چنانچه فشار لازم برای ایجاد فاصله بین دوسطح در حال تماس درمحلی غیر از فاصله بین دوجسم ایجاد شود آنرا روغنکاری هیدرواستاتیکی و در صورتیکه این فشار در فاصله بین دوجسم و توسط خود آنها ایجاد شود آنرا روغنکاری هیدرودینامیکی میگویند مثلاً روغنکاری یاتاقانهای موتور اتومبیل از نوع روغنکاری هیدرودینامیکی است.

مواد روغنکاری:

برای روغنکاری موتور از روغنهای معدنی که از نفت تهیه میشوند استفاده میشود. برای بهبود بخشیدن کیفیت روغنهای معدنی آنها را با مواد مخصوصی مخلوط میکنند. روغنهای گیاهی و حیوانی برای منظور روغنکاری موتورها مناسب نیستند.

مواد روغنکاری دارای وظایف زیر هستند:

-تقلیل اصطکاک موجود بین سطوح تماس

- خنک کردن یاتاقانها و سایر سطوح تماس

- تمیز کردن یاتاقانها از مواد خارجی و براده

- آب بندی بین قطعات مخصوصاً بین رینگ پیستون و سطوح تماس سیلندر

- محافظت قطعات در مقابل تأثیر عوامل شیمیائی و زنگ زدگی

بنابراین روغن موتور باید در مقابل فشار و حرارت زیاد کاملاً مقاومت نموده بعلاوه در سرمای زیاد بعلت تغییر غلظت مانع روشن شدن موتور نشود و خاصیت روغنکاری خود را برای مدت نسبتاً زیادی حفظ نماید بعلاوه:

- روغن باید کاملاً تمیز و عاری از اسیدها، صمغها و مواد قیری و گرد و غبار باشد.

- روغن باید دارای درجه سیلان کاملاً پائین باشد. درجه سیلان درجه حرارتی است که درآن روغن تحت‌تأثیر نیروی وزن خود نتواند به سیلان درآید.

- روغن باید دارای دوام زیاد باشد. حرارت موجود در موتور موجب اکسیده شدن روغن و از میان

رفتن خواص مطلوب آن میگردد. این پدیده را کهنه شدن روغن مینامند. درمواردیکه روغنهای کاملاً مقاوم از این نظر بکار بروند میتوان فواصل تعویض روغن را افزایش داد.

- روغن باید در حرارتهای مختلف موتور غلظت کافی (ویسکوزیته) داشته باشد. ویسکوزیته‌روغن برای تولید قشر روغن روی قطعات اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد. ویسکوزیته روغن با ازدیاد حرارت آن کمتر شده و با سرد شدن آن افزایش میابد. یک روغن مطلوب روغنی است که با تغییر حرارت ویسکوزیته‌آن تغییر زیادی نکند.

تقسیم‌بندی روغن موتور برحسب ویسکوزیته آن

طبقه‌بندی SAE از طرف انجمن مهندسین اتومبیل آمریکا

(Society of Automotive Engineers)

روغنهای موتور و گیربکس از لحاظ ویسکوزیته بدرجات مختلف و گروههای گوناگون تقسیم شده است مثلاً روغن زمستان و روغن روانکاری SAE10W

روغن زمستان و تابستان SAE20

روغن تابستان SAE30

روغنهائی که با علامت W مشخص شده‌اند مثلاً SAE10W فقط روغنهای مخصوص زمستان هستند و شرایط لازم برای کار موتور را در هوای سرد دارا میباشند ولی روغنهائی که با علامت مثلاً SAE20W/ مشخص شده‌اند هم میتوانند در زمستان و هم در تابستان مورد استفاده قرار گیرند.

روغنهائی را که در حرارتهای کم شرایط روغنهای زمستانی و در حرارتهای زیاد شرایط روغنهای تابستانی را تواماً دارند روغنهای چندمصرفی و یا روغنهای اتوماتیک مینامند برای مثال روغنهای SAE10W/30 و SAE20W/40 و SAE20W/50 را میتوان‌نام برد.

روغنهای گیربکس، باوجود اینکه دارای ویسکوزیته زیادی نیستند با اعداد SAE بیشتری مشخص میشوند. مثلاً روغن گیربکس SAE80تقریباً دارای ویسکوزیته‌ای برابر روغن موتور SAE30است.

انتخاب عدد ویسکوزیته بالا بمنظور جلوگیری از بروز اشتباه در مصرف این روغنها برای موتور است زیرا روغنهای گیربکس اصولاً دارای ترکیبات دیگری هستند.

طبقه‌بندی APIبرای روغن موتور

طبقه‌بندی SAE فقط چگونگی ویسکوزیته روغن را مشخص میکند. انستیتو نفت آمریکا (American Petroleun Institut) روغنها را بتناسب امکانات مصرف و کاربرد آنها طبقه‌بندی نموده است که مهمترین آنها در جدول زیر خلاصه شده است:

علامت		نوع موتور	شرایط کار
موتور متوسط	MM	اتو	متوسط- برای موتورهای غیرسنگین
موتورسنگین	MS	اتو	سنگین- برای موتورهای سنگین
دیزل عموماً	DG	دیزل	معمولی- برای موتورهای دیزل معمولی تا سنگین
دیزل متوسط	DM	دیزل	متوسط- برای شرایط سنگین کارموتور- دیزل

برای موتورهای اتوطبقه‌بندی MSمناسب‌ترین طبقه‌ای است که در ۹۰٪موارد با شرایط کار تمام اتومبیلهای سواری تطبیق مینماید.

مضافات روغن: برای اینکه بتوان روغن را با شرایط سنگین کارموتور تطبیق داد بآنها موادی اضافه میشود که آنها را مضافات روغن یا Additive مینامند. این روغنها معروف به روغنهای مخلوط شده هستند و بعلت اینکه برای شرایط کار سنگین در نظر گرفته شده‌اند بعنوان روغنهای HD شناخته میشوند (HD مخفف دو کلمه havy duty یعنی برای شرایط کار سنگین میباشد). امروزه برای موتورهای دیزل و اتو از روغنهای HDاستفاده میکنند

مضافات روغن دارای وظایف زیر هستند:

- جلوگیری از کهنه شدن روغن و بدین ترتیب ازدیاد دوام روغن
- پائین آوردن نقطه سیلان روغن.
- جلوگیری از تغییرات ویسکوزیته روغن در اثر حرارت.
- محافظت روغن در مقابل عوامل شیمیائی.
- بهبود استحکام قشر روغن و بدین‌ترتیب بهبود خاصیت روغنکاری آن.
- حتی‌الامکان جلوگیری از کف کردن روغن.
- جلوگیری از تولید رسوبات و تولید دوده در قطعات موتور-مضافات روغن ذرات دوده را بصورت ذرات کاملاً ریز در خود حل میکنند و در مواقع تعویض روغن از موتور خارج میکنند. بنابراین بر عکس تصور رانندگان روغنی که در اثر مصرف تغییر رنگ دهد (سیاه شود) الزاماً نباید روغن نامرغوبی باشد با مصرف روغن HDدوام و عمر موتور و همچنین فاصله تعویض روغن آن افزایش مییابد.

مصرف روغن

هنگام جریان یافتن و گردش روغن، مقداری از آن بمحوطه احتراق نفوذ کرده و میسوزد، بعلاوه در زمان کار قشر روغن موجود در قسمت بالائی سیلندر نیز میسوزد. معبر سوپاپ و مقدار نفوذ روغن از آن در مصرف روغن موتور نقش اساسی دارد زیرا هنگامیکه سوپاپ باز است (در زمان مکش) ممکن است مقداری روغن از معبر سوپاپ بسیلندر مکیده شده و بسوزد. بخار روغن که از تهویه منطقه کارتر بوجود میآید در مصرف روغن موتور نقش چندان مهمی ندارد.

بعلل ذکر شده مصرف روغن در هر موتور تا حد معینی که از طرف کارخانه سازنده موتور تعیین میشود کاملاً طبیعی است. برای مثال موتور ب ام و را میتوان نام برد که مصرف روغن آن در هر ۱۰۰۰ کیلومتر طی مسافت بین ۵/۰ تا ۱ لیتر از طرف کارخانه سازنده پیش‌بینی و طبیعی ذکر شده است. هرگاه موتور بیش از مقدار پیش‌بینی شده روغن کم کند، درصورتیکه در اطراف آن هیچگونه روغن ریزی مشاهده نشود ممکن است اشکال از سایش سیلندر، معایب مربوط برینگ و بالاخره بازی بیش از حد در معبر سوپاپ باشد.

هرگاه موتور اصلاً روغن کم نکند، نشانه تقطیر سوخت در سیلندر و مخلوط‌شدن آن با روغن در حالت سردی موتور است. در اینحال باید هرچه زودتر نسبت برفع اشکال پرداخت زیرا رقیق شدن روغن خاصیت روغنکاری آنرا تقلیل میدهد و ممکن است خطراتی برای موتور ایجاد نماید.

تعویض روغن:

با وجود مضافات روغن، در اثر کار و بمرور زمان روغن موتور اکسیده شده و خواص مطلوب خود را از دست میدهد. بعلاوه گرد و غبار و دوده و مواد زائد و براده‌های معلق در موتور تعویض روغن موتور را در فاصله معینی الزامی مینماید.

کارخانجات سازنده موتور معمولاً برای تعویض روغن آن فاصله‌ای بین ۳۰۰۰ تا ۶۰۰۰ کیلومتر طی مسافت در نظر میگیرند. در زمستان و در ترافیک شهری باید در فاصله کمتری روغن را تعویض نمود.

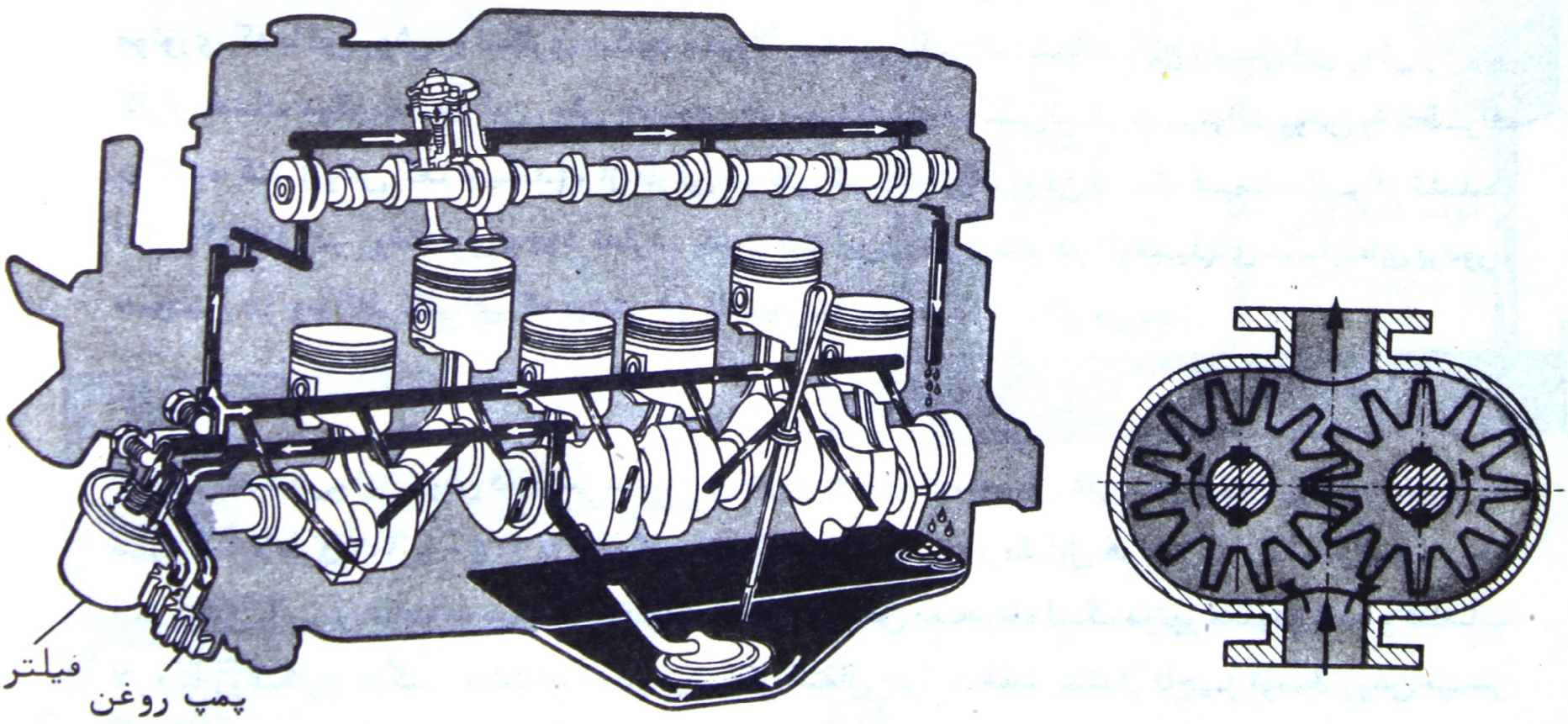
هنگام تعویض روغن باید بویسکوزیته آن بتناسب فصل سال توجه نمود.

برای تعویض روغن لازم است موتور گرم باشد زیرا دراینصورت روغن رقیق تر شده و بهتر جریان مییابد و ناخالصی‌های داخل موتور را بطور کاملتری تخلیه میکند.

روشهای روغنکاری

روغن باید ضمن کار موتور بتمام نقاط لازم برای روغنکاری برسد و تمام قطعات اصطکاکی موتور را روغنکاری نماید. برای این منظور روشهای مختلفی ابداع گردیده و بمرحله عمل درآمده است.

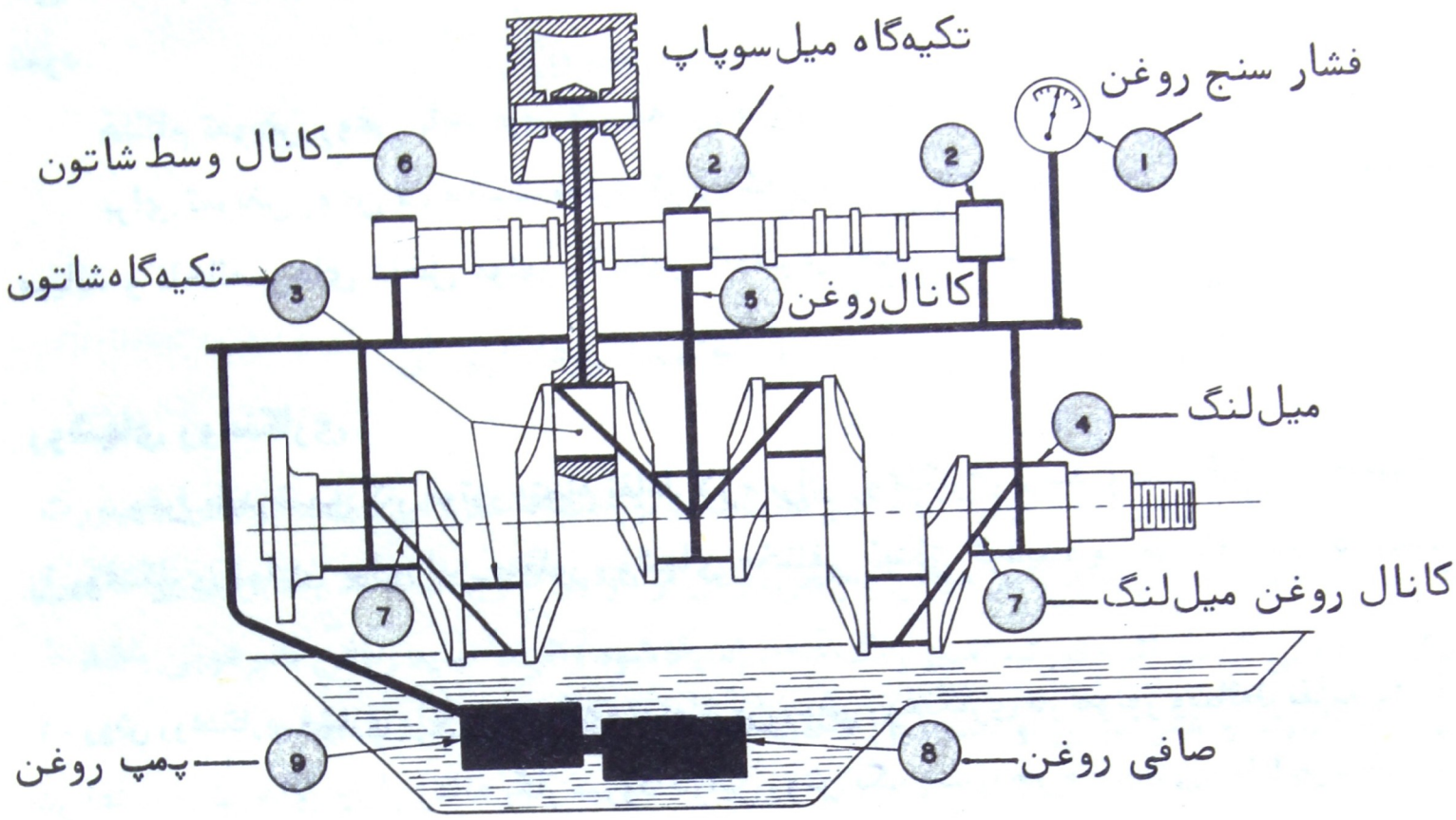
۱- **روش روغنکاری فشاری**- این روش که متداولترین روش روغنکاری در موتور وسائط نقلیه بشمار میرود، در اغلب موتورهای چهار زمانه بکار میرود دراین روش یک پمپ چرخ دنده‌ای مطابق شکل روغن را از کارتر مکیده و با فشار بتمام نقاط روغنکاری میرساند و بار دیگر روغن پس از روغنکاری بکارتر باز گردانده میشود. بدین‌ترتیب تمام یاتاقانها و معابر سوپاپ روغنکاری میشوند. سطوح تماس سیلندر بطریق پاششی و از طریق روغنی که از یاتاقان شاتون و یا سوراخ موجود در پای شاتون بآن میرسد و در اثر دوران میل‌لنگ تحت‌تأثیر نیروی گریز از مرکز واقع میشود روغنکاری میگردد.



شکل ۱۴ - روش روغن‌کاری فشاری و پمپ آن

معمولاً از روغنی که در قسمت زیر پیستون توسط رینگ روغن بکارتر بازگردانده میشود برای روغنکاری میله پیستون (گژنپین) استفاده میشود. در بعضی از موتورها مجرای مخصوصی از یاتاقان شاتون روغن را بمیله پیستون منتقل مینماید.

در سیستم روغنکاری فشاری معمولاً به یاتاقانها بیش از مقداری که لازم است روغن رسانده میشود، بقیه روغن که بکارتر بازگردانده میشود وظیفه خنک‌کاری موتور را بعهده دارد.



شکل ۱۵ – روش روغنکاری فشاری

۲- **روش کارتر خشک**- این روش در حقیقت طرح دیگری از روش روغنکاری فشاری است بدین معنی که در این روش یک پمپ، روغنی را که از محلهای روغنکاری بکارتر میریزد مکیده و بداخل مخزنی هدایت میکند پمپ دیگر روغن را از مخزن با فشار بمحلهای روغنکاری ارسال میدارد. بنابراین در کارتر موتوری که با این روش روغنکاری میشود معمولاً روغنی باقی نمیماند باین دلیل این روش را روش کارتر خشک میگویند. در این روش بخصوص در دورهای زیاد، میل‌لنگ نمیتواند روغن را باطراف پراکنده کند (روغن کف نمیکند) و از طرفی در طی شیبهای زیاد روغن در یک قسمت متمرکز نشده و امکان اختلال در روغنکاری وجود ندارد. بدین علت این روش بیشتر در اتومبیلهای مسابقه‌ای پردور و همچنین در وسائط نقلیه‌ای که بیشتر در ناهمواریها کار میکنند بکار میرود.

۳- **روش اختلاطی**- این روش فقط در موتورهای دوزمانه مورد استعمال دارد. در اینجا روغن و بنزین با نسبت اختلاط ۱:۲۵ یا ۱:۴۰ با یکدیگر مخلوط میشود یعنی در مقابل هر ۲۵ یا ۴۰ لیتر بنزین یک لیتر روغن با بنزین مخلوط میشود. مخلوط سوخت و روغن بمحوطه لنگ موتور مکیده شده و قطعات لازم را روغنکاری میکند. بعلت اینکه در این روش انتقال حرارت فقط بمقدار ناچیز توسط روغن میسر است در موتوز از یاتاقانهای بلبرینگی استفاده میشود زیرا این یاتاقانها بعلت اصطکاک کمتر حرارت

ناچیزی تولید مینمایند. در این روش روغن همراه بنزین میسوزد بنابراین مصرف روغن موتور نسبت بروشهای دیگر افزایش مییابد.

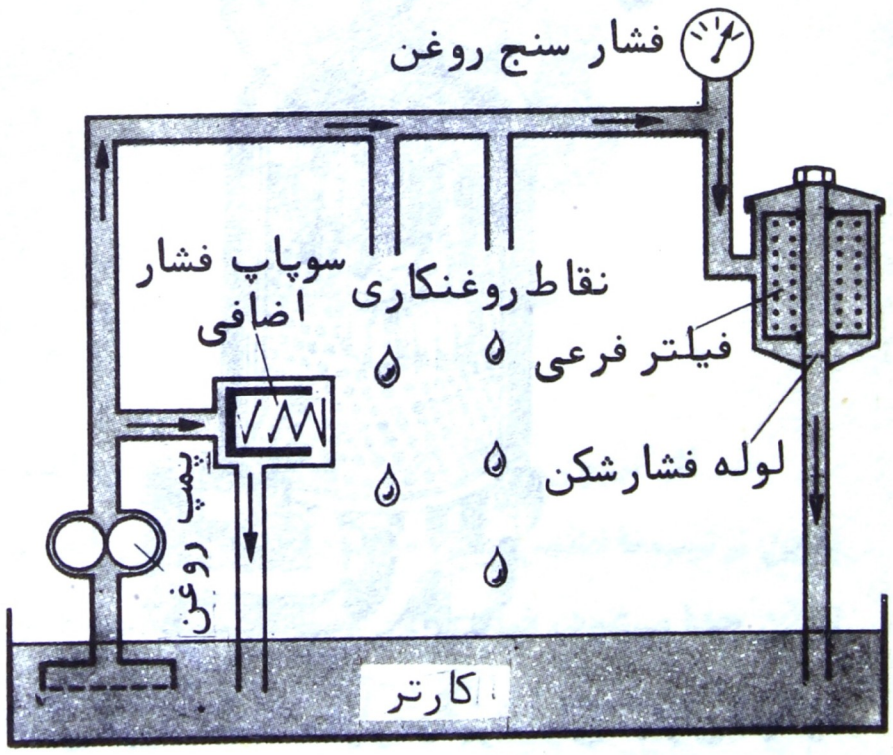
تصفیه روغن

علاوه براینکه روغن ضمن کار در اثر اکسیداسیون خواص مطلوب خود را از دست میدهد در اثر مخلوط شدن با مواد خارجی از قبیل گردوغبار، ذرات براده فلزی و دوده و بقایای احتراق ممکن است موجب فرسودگی و سایش شدید قطعات متحرک موتور و در بعضی موارد مسدود شدن کانالهای روغن و صدمات شدید بموتور گردد.

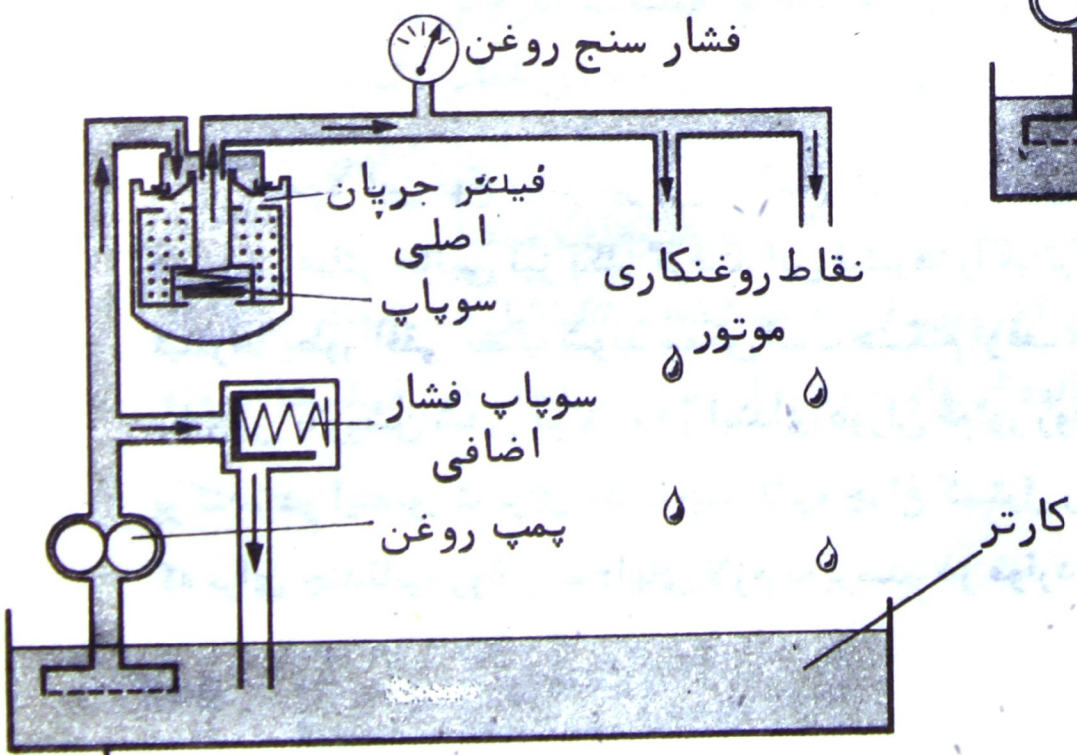
برای حصول اطمینان از کار و ازدیاد دوام و عمر موتور در اغلب موتورهای احتراقی در مدار فشار روغن از یک صافی (فیلتر) استفاده میکنند که ممکن است بصورتهای زیر بکار رود:

- صافی در مسیر مدار اصلی روغن قرار گیرد.
- صافی در مدار فرعی (جانبی) قرار گیرد.
- بصورت مدار اصلی و مدار فرعی مشترکاً مورد استفاده واقع شود.

در اغلب موتورهای اتومبیلهای سواری صافی روغن در مسیر مدار اصلی قرار گرفته است. در این طرح ابتدا تمامی روغن پس از عبور از فیلتر به یاتاقانها میرسد. یک سوپاپ مخصوص که معمولاً داخل فیلتر نصب میشود در مواقع لزوم ارتباط بین پمپ و محلهای روغنکاری را بطور مستقیم برقرار میسازد و بدین ترتیب در مواردیکه فیلتر مسدود شود روغن مستقیماً بدون اینکه تصفیه گردد بمحلهای لازم میرسد. یک سوپاپ کنترل فشار در مسیر اصلی روغن مانع ازدیاد غیرمجاز فشار روغن شده و در مواقع لازم روغن را مجدداً بکارتر بازمیگرداند.



شکل ۱۶ - روش صافی در مدار اصلی

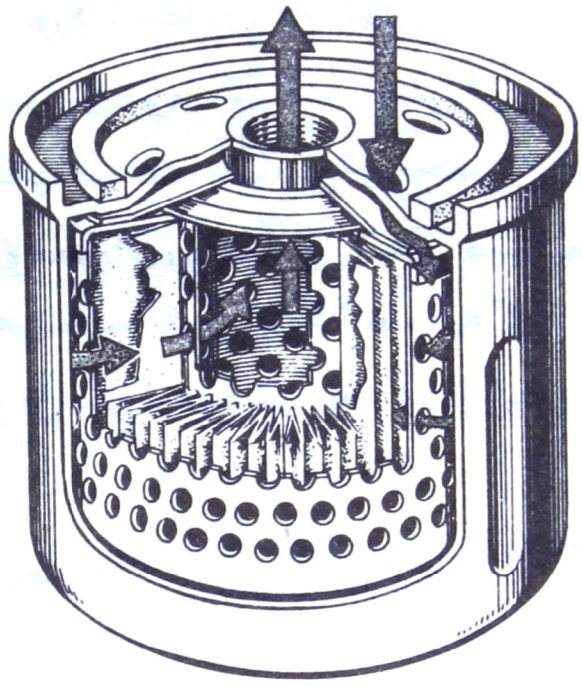


شکل ۱۷- روش صافی در مدار فرعی

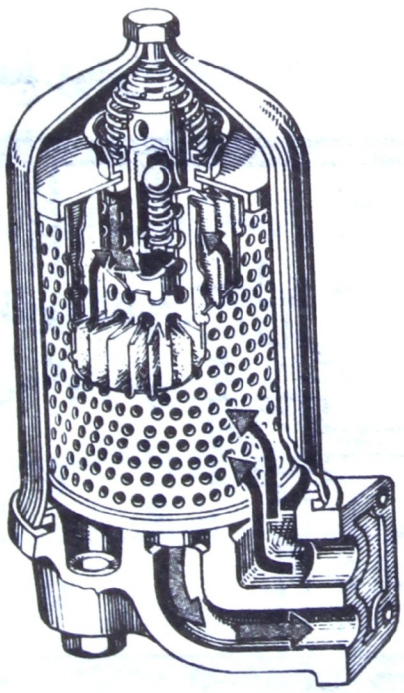
در طرحی که صافی آن در مدار فرعی قرار گرفته است قسمت عمده روغن مستقیماً توسط پمپ و پیش از تصفیه بمحلهای روغنکاری جریان میابد و فقط حدود ۱۰٪ روغن در گردش پس از عبور از فیلتر جانبی مجدداً بکارتر بازگردانده میشود، بدین ترتیب روغن کارتر در یکساعت فقط چند مرتبه از صافی عبور میکند و بطور کامل نمیتواند تصفیه شود و با کثیف شدن فیلتر مقدار روغن عبوری از آن نیز تقلیل مییابد. در این طرح نیز یک سوپاپ کنترل فشار مانع ازدیاد فشار بیش از حد لازم میگردد.

برای تصفیه روغن معمولاً از فیلترهای کاغذی استفاده میشود. اگر فیلتر در مدار اصلی واقع شده باشد باید از فیلترهائی استفاده شود که دارای مجاری نفوذ درشتتری است و اجازه عبور روغن بیشتری را از خود میدهد.

در نوعی فیلتر قسمت داخلی آن (پاترون) بتنهائی میتواند از پوسته جدا شده و تعویض گردد. و در نوع دیگر پاترون و پوسته فیلتر از یکدیگر قابل جداکردن نیستند و تمامی آنرا یکجا باید تعویض نمود. این نوع فیلتر امروزه در اتومبیلهای سواری و حتی اتوبوسها و کامیونها و تراکتورها مورد استعمال زیاد پیدا کردهاند.



شکل ۱۸- فیلتر پاترونی



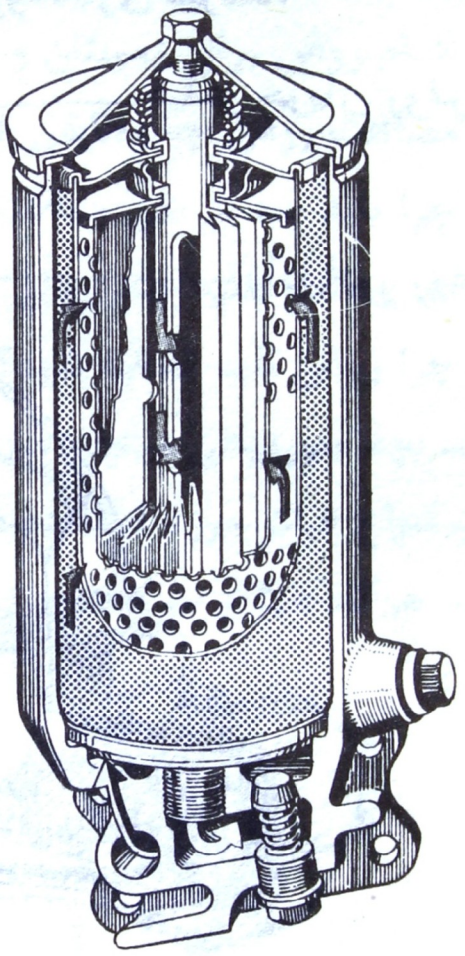
شکل ۱۹- فیلتر تعویضی

معمولاً این نوع فیلتر نیز بروش فیلتر در مدار اصلی مورد استفاده قرار میگیرند ولی میتوان آنها را در روش فیلتر جانبی نیز بکار گرفت. این فیلترها را فیلترهای تعویضی نیز میگویند. در حالیکه این فیلترها بطور افقی نصب شوند ممکن است هنگام توقف موتور روغن آن تخلیه شده و بکارتر بازگردد. بنابراین با روشن شدن موتور و در ابتدای دوران موتور روغن باید پیش از آنکه بنقاط لازم برسد فیلتر را پر کند. در اینصورت برای مدت چند ثانیه چراغ کنترل روغن روشن خواهد بود و این بدان معنی است که برای چندثانیه روغن بمحلهای لازم نمیرسد. در مواردیکه فیلتر بصورت آویخته مورد استفاده قرار

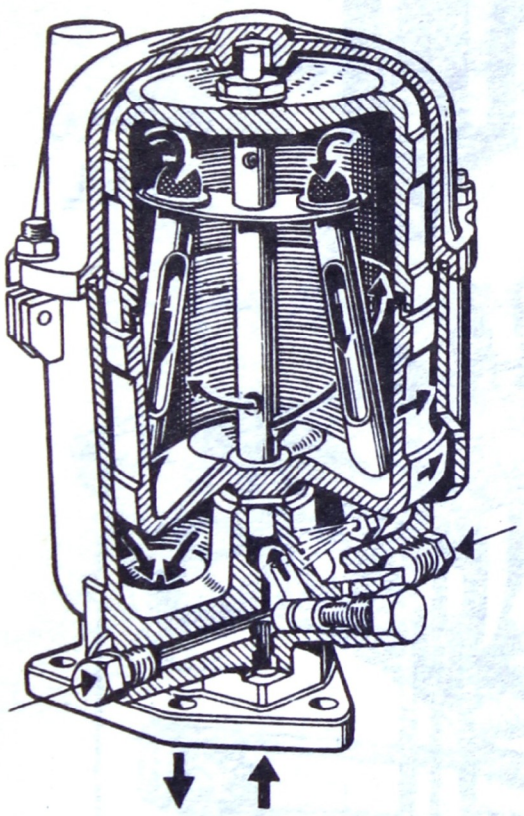
گیرد بازگشت روغن از آن امکان‌پذیر نبوده و این مشکل وجود نخواهد داشت.

نوعی دیگر فیلتر معروف بفیلترهای پرقدرت وجود دارد که در آنها ابتدا بکمک یک پیش‌صافی توری و سپس بکمک یک فیلتر داخلی (پاترون) کاغذی روغن بطور کامل تصفیه میشود. این فیلترها دارای دوام بیشتری است. صافی توری ذرات درشت‌دانه روغن و صافی دیگر ذرات ریزدانه آنرا در خود نگهمیدارد. این نوع فیلتر بیشتر در کامیونها بکار میروند.

فیلترهای گریز از مرکز (سانتری‌فوژ) بیشتر در موتورهای احتراقی متوسط و بزرگ مثلاً در کامیونها و موتورهای لکوموتیو بکار رفته‌اند. این فیلترها را هم بصورت مدار اصلی و پیچی بصورت مدار فرعی میتوان بکار برد از این فیلترها روغن از لوله میانی بقسمت روترو از لوله‌های دیگر بژیگلورهای مخصوص منتقل میشود.



شکل ۲۰ - فیلتر پرقدرت



شکل ۲۱ - فیلتر گریز از مرکز

در اثر نیروی عکس‌العمل ژیگلورها، روتر با سرعت زیادی که بستگی بفشار روغن دارد میگردد و بدین ترتیب ناخالصی‌های موجود در روغن در اثر نیروی گریزازمرکز بقسمت خارجی روتر رانده شده، از آن جدا میشود، فیلترهای گریزازمرکز قطعه قابل تعویض ندارند و برادههای خطرناک موجود در روغن را درحدود ۱۰۰٪ از آن جدا میکنند و فقط باید در فاصله زمانی معین آنها را تمیز کرد.

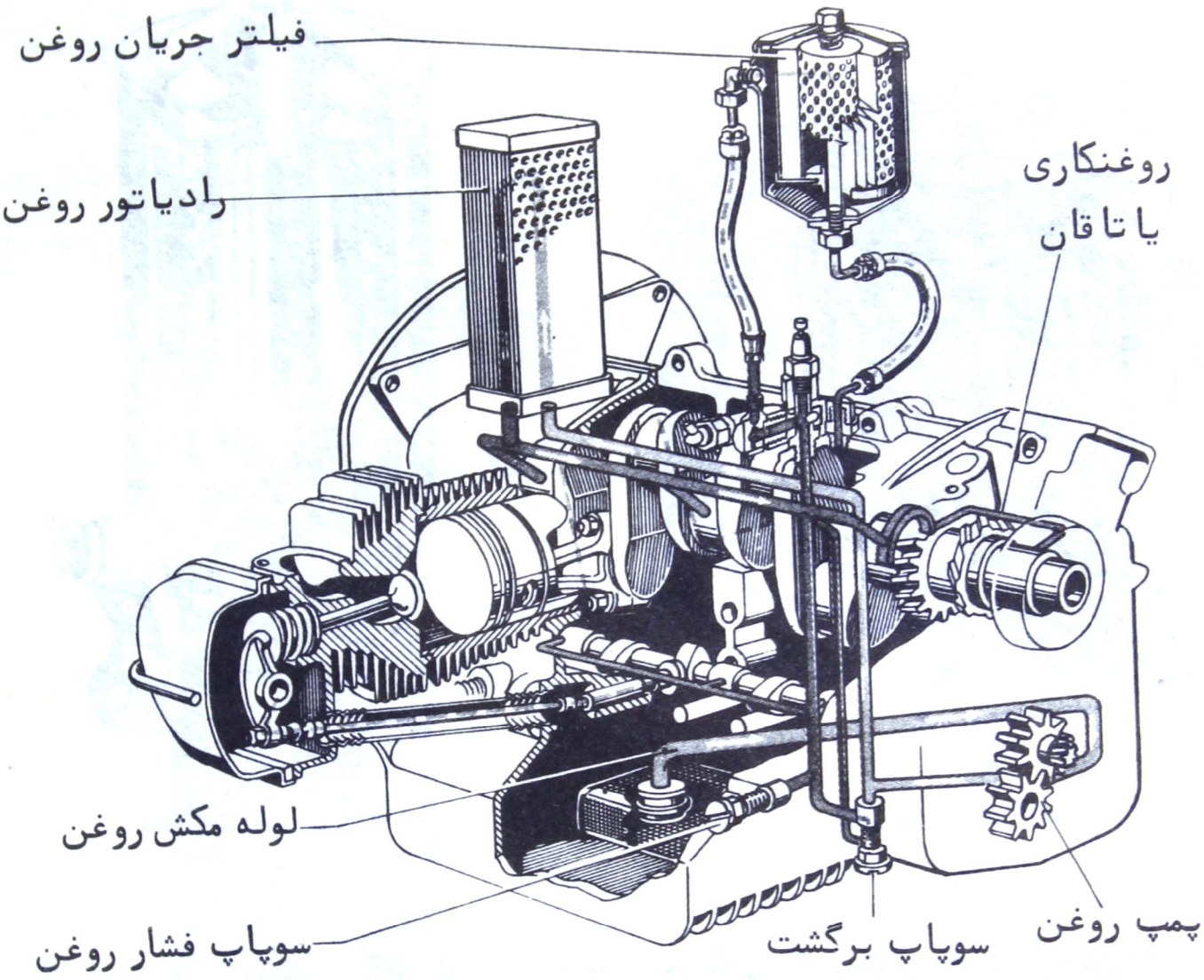
فیلترهای مغناطیسی نیز ذرات و برادههای آهن و فولاد را بخود جذب میکنند.

فیلترهای تیغه‌ای از صفحات نازک فلزی که رویهم قرار داده شده‌اند تشکیل میشوند. روغن از لابلای این صفحات عبور کرده و ناخالصیها و آلودگیهای خود را از دست میدهد. این فیلترها امروزه کمتر مورد استفاده قرار میگیرند.

خنک‌کن روغن

گرمای تولیدشده در سطوح تماس توسط روغن جذب و در کارتر بهوا منتقل میشود. هرگاه روغن در کارتر موتور بحد کافی خنک نشود (مثلاً در موتورهای دوزمانه) برای جبران کمبود عمل خنک‌کاری از رادیاتور مخصوص خنک‌کن روغن استفاده میکنند.

رادیاتور روغن در موتورهای هوا خنک با جریان هوا و در موتورهای آب خنک با آب خنک میشوند. در موتورهای هوا خنک رادیاتور روغن طوری نصب میشود که ابتدا روغن خنک بدون اینکه از رادیاتور عبور کند بتواند بمحلهای لازم برای روغنکاری برسد. در این روش روغن توسط پمپ از کارتر مکیده شده و از طریق یک سوپاپ تنظیم بلوله فشار منتقل میشود. تا زمانیکه روغن سرد است سوپاپ تنظیم راه عبور روغن را برادیاتور روغن مسدود میکند و روغن مستقیماً از پمپ بمحلهای لازم میرسد. بعد از گرم شدن موتور سوپاپ تنظیم، مجرای عبور مستقیم روغن را بسته و مجرای عبور آن برادیاتور را باز میکند. بدین ترتیب روغن ابتدا برادیاتور و از آنجا بمحلهای روغنکاری میرسد.



شکل ۲۲ - مدار جریان روغن با خنک‌کن آن

رادیاتورهای روغن در موتورهای آب‌خنک نقش مبدل حرارت را ایفا مینمایند.

ابتدا چون آب سریع‌تر از روغن گرم میشود، حرارت خود را بروغن منتقل میکند و پس از گرم شدن موتور با توجه باینکه روغن دارای حرارت بیشتری است میتواند حرارت خود را به آب منتقل کند.

فشارسنج روغن

فشارسنج روغن بمنظور کنترل فشار مدار روغنکاری موتور بصورت چراغ فشار روغن یا درجه فشار

روغن بکار میرود. چراغ فشار روغن در مواردیکه فشار روغن از حد معینی کمتر میشود روشن میشود. هرگاه چراغ فشار روغن هنگام حرکت روشن شود نشانه‌ای از کمبود روغن، معیوب بودن پمپ روغن و یا وجود اشکال فنی دیگر در مدار روغنکاری میباشد.

فشارسنج روغن دائماً فشار مدار روغن را نشان میدهد.

پیشرفت خود را آزمایش کنید:

۱- چند نوع اصطکاک وجود دارد؟

۲- مفهوم روغنکاری چیست؟

۳- وظیفه روغن چیست؟

٤- روغن باید دارای چه مشخصات و خواصی باشد؟

۵- کدام روغن برای زمستان و کدامیک برای تابستان مناسب است؟

٦- مضافات روغن چه وظایفی دارند؟

۷- چرا باید بعد از طی مسافت معینی روغن موتور را تعویض نمود؟

۸- در وسائط نقلیه چند روش روغنکاری وجود دارد؟

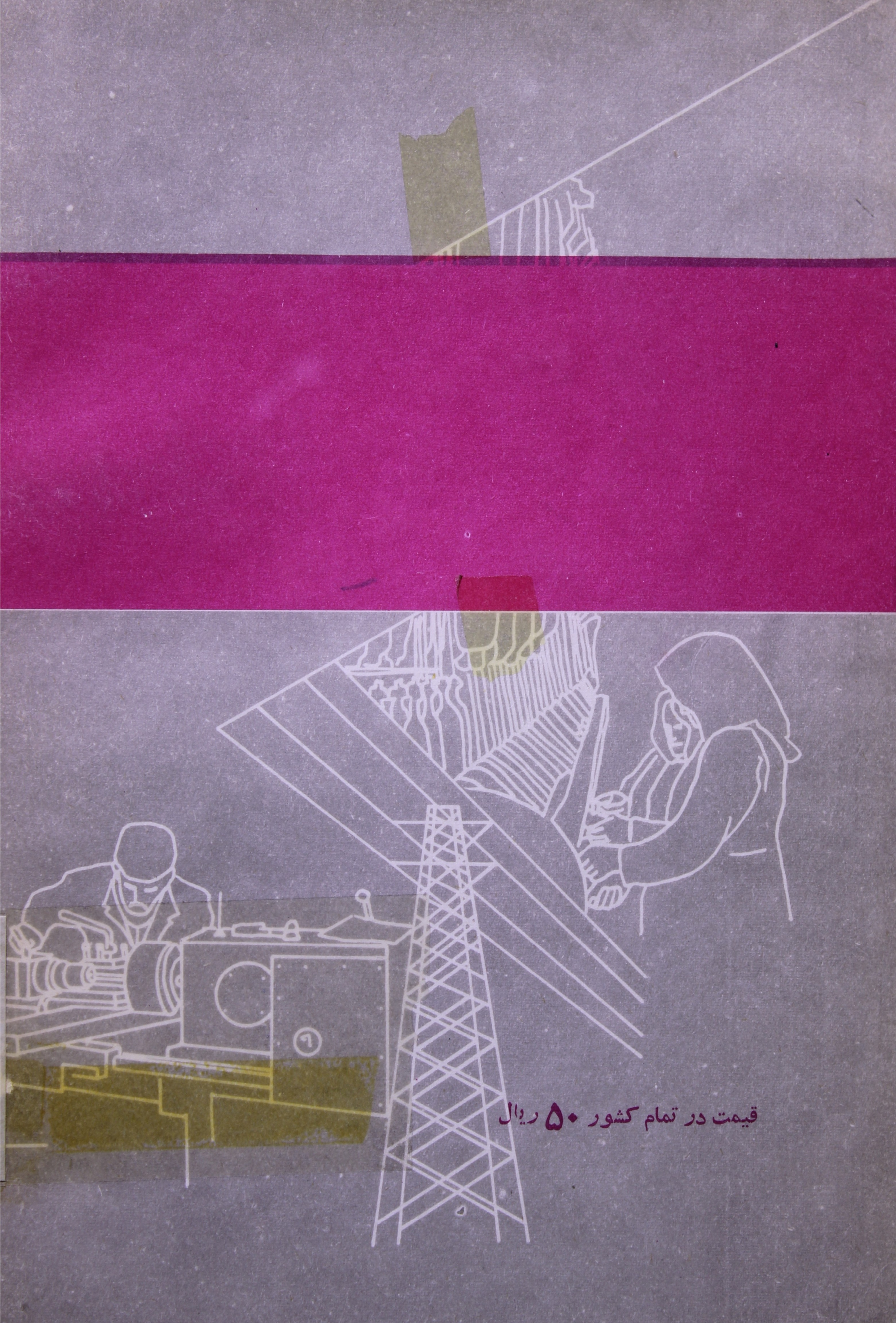
۹- چرا روغن باید تصفیه شود؟

۱۰- بچه صورتهائی میتوان فیلتر روغن را در مدار فشار روغن قرار داد؟

۱۱ـ انواع فیلتر مورد استفاده در وسائط نقلیه را نام ببرید.

۱۲- هرگاه هنگام حرکت چراغ فشار روغن روشن شود نشانه چه اشکالی است؟

سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی
کتابخانه
نمایشگاه دایمی کتابهای درسی
وزارت آموزش و پرورش



قیمت در تمام کشور ۵۰ ریال