به نام خدا

جزوه درس تکنولوژی مولد قدرت

مقطع کاردانی
رشته مکانیک خودرو

مدرس: مهدی فخارزاده نایینی

فصل اول

موتورهای احتراق داخلی اولین بار در قرن هفدهم اختراع شد.بیشترین کاربرد موتورهای احتراق داخلی،در وسایل حمل ونقل زمینی(خودرو های سواری و باری)،ماشینهای ریلی،زیر دریایی ها و هواپیماها میباشد.از اوایل قرن بیستم موتور های بخار برای به حرکت در آوردن کشتی ها و لوکوموتیو ها استفاده میشد.ولی امروزه از موتورهای دو و چهارزمانه دیزلی به این منظور استفاده میشود.همچنین تا پیش از ۱۹۵۰ وسایل نقلیه هوایی از موتورهای پیستونی برای سود میجستند،این در حالی است که امروزه از توربین های کازی برای رانش هواپیماهای جت استفاده میشود.

نکته: استفاده پیوسته از موتورهای احتراق داخلی در زمینه های مختلف،عمدتا ناشی از هزینه پایین،بازده بالا و مشخصه های عملکردی ساده و مقاوم آنها میباشد.

نکته۲: با توجه به افزایش تقاضای جهانی انرژی و به تبع آن بالا رفتن هزینه های سوخت،تغییرات اساسی در عملکرد موتور به منظور کاهش مصرف سوخت آن صورت گرفته است.تعریف پروژه یورو موتور،صورت مشترک توسط برخی از کشور های اروپایی به منظور ایجاد تغییرات جدی در نحوه کارکرد موتور،به طور مثال تبدیل حرکت دورانی میل لنگ به حرکت خطی نمونه ای از تحولات در این بخش میباشد.توسعه موتورهای دیزل به ویژه در بخش خودرو های سواری و موارد بسیار زیادی که شتاب بیش از پیش تغییرات این صنعت را نشان میدهد.

موتور های احتراق داخل:

در موتورهای احتراق داخلی،محفظه احتراق به صورت یک محفظه کاملا بسته و محدود میباشد که سوخت درون آن میسوزد ودر این حالت سیال عامل(مثلا مخلوط سوخت و هوا)طی فرایند احتراق سوخته و به کجهولات احتراق تبدیل میشود به طوریکه انبساط همین سیال عامل،باعث تولید قدرت میگردد. به همین دلیل به این مدل موتور درون سوز نیز گفته میشود.

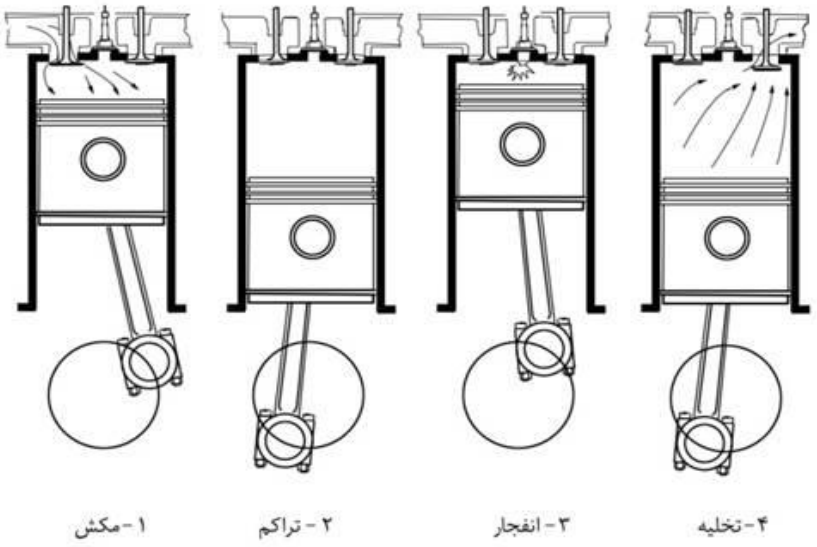
مراحل عملکرد یک موتور احتراق داخل Internal combustion engine cycle :

۱-مکش(تنفس)Intake, suction : سوپاپ هوا باز میشود و مخلوط هوا و سوخت وارد سیلندر میشود.

۲-تراکم(کمپرس)compression: هر دو سوپاپ هوا و دود بسته میشوند،مخلوط هوا و سوخت متراکم میگردد و عمل تراکم باعث افزایش فشار و دمای گازهای درون سیلندر شده و شرایط مناسبی را برای ایجاد احتراق فراهم مینماید.

۳-احتراق(انبساط)combustion: شمع جرقه میزند، گاز هایی که محصول احتراق هستند تولید گردیده و این گازها تمایل شدیدی به انبساط و افزایش حجم دارند،همین افزایش حجم گاز ها باعث رانده شدن پیستون و تولید قدرت میشود.حرکت پیستون به سمت پایین از طریق دسته پیستون(شاتون) به میل لنگ منتق گردیده و باعث به گردش درآمدن میللنگ میشود و بدین ترتیب قدرت مکانیکی تولید میگردد

۴-تخلیه Exhaust : سوپاپ دود باز شده و تخلیه دود ازداخل سیلندرانجام میشود.



بخش دوم

قطعات موتور:

مجموعه موتور از قطعات زیادی تشکیل گردیده است که هر یک از آنها وظیفه خاصی را برعهده دارند.

۱-بدنه سیلندر(بلوک سیلندر)cylinder block:

بدنه اصلی موتور یک قطعه چدنی و یا آلومینیومی میباشد که فضای مورد نیاز سیلندرها درون آن تعبیه گردیده است.کلیه مجراهای عبور آب برای خنک کاری و راهگاه های عبور روغننیز درون بلوک سیلندر در نظر گرفته شده است.

روش تولید: این قطعه معمولا به روش ریخته گری تولید شده و پس از طی مراحل مختلف ماشینکاری تکمیل میگردد.مزیت استفاده از چدن خاکستری به عنوان جنس سیلندر،قابلیت جذب

انرژی بالای آن میباشد،به طوریکه میتواند ارتعاشات و صدای حاصل از موتور را به خوبی جذب نماید.

مجراهای عبور آب به گونه ای داخل بلوک سیلندر تعبیه شده است که تمامی نقاط آن به خوبی خنک کاری گردد.گاهی اوقات این مجراها، آب را تا پشت بوش های سیلندر میرساند و میتواند بوش ها را خنک کاری نماید که به آن بوش تر میگویند و گاهی دیگر مجراهای آ صرفا تا نزدیکی بوش سیلندر می آیند که به آن بوش خشک میگویند.

۲-سرسیلندرcylinder head:

به عنوان در پوشی که بر روی بلوک سیلندر قرارگرفته و از جنس چدن و یا آلومینیوم میباشد.

روش تولید: به روش ریخته گری تولید شده و پس از آن توسط عملیات ماشینکاری تکمیل میگردد.

یکی از نکات حائز اهمیت در طراحی سرسیلندر،شکل محفظه احتراق میباشد زیرا چگونگی شکل محفظه احتراق تاثیر بسیار زیادی در نحوه احتراق و عملکرد یک موتور احتراق داخلی دارد.وجود نقاط گوشه و نوک تیز از توزیع یکنواخت سوخت در هوا جلوگیری نموده و باعث میشود که همواره مقداری از سوخت ،به صورت نسوخته باقی مانده و این موضوع هم باعث کاهش راندمان موتور میشود وهم میزان آلایندگی گاز های خروجی را افزایش میدهد.اما در حالتی که فضای بالای محفظه احتراق به صورت نیمکره ای میباشد، شاهد احتراقی آرام و مناسب میباشیم و در این حالت هم اختلاط سوخت و هوا به خوبی انجام میشود.

۳-واشر سرسیلندرGasket :

در هنگام قرار گیری سرسیلندر برروی بلوکه سیلندر،ارتباط بین محفظه احتراق با فضای سیلندر برقرار میشود.به منظور آببندی این فضا ها ضرورت دارد که از یک واشر تخت صفحه ای به نام واشر سر سیلندر استفاده شود، زیرا هر چقدر که سطح بلوک سیلندر و سر سیلندر مسطح باشد،باز هم هنگام قرارگیری برروی هم تمامی منافذ بین آنها آببندی نمیشود.واشر سرسیلندر علاوه بر قابلیت آببندی بالا،باید قابلیت شکل پذیری خوب نیز داشته باشد و خصوصیت حرارتی آن نیز مناسب باشد. جنس آن از مواد نسوز با درجه بالا، مواد گرافیتی و یا از پنبه نسوز به علاوه فولاد و مس میباشد.

۴-پیستونpiston: قطعه ای استوانه ای شکل که میتواند در داخل سیلندر حرکت رفت و برگشتی داشته باشد.

انرژی حاصل از انبساط گاز های ناشی از احتراق،باعث پایین رانده شدن پیستون میشود و با به حرکت درآمدن پیستون قدرت تولید میشود.از آنجایی که پیستون در شرایط کاری دشوار کار میکند،ضرورت دارد که از استحکام بالایی برخوردار باشد.در هر انفجاری که درون سیلندر رخ

میدهد،تقریبادر حدود KN۱۸ به پیستون نیرو وارد میشود.دما در برخی از قسمتهای کف پیستون تا حدود ۲۲۰۰ درجه سانتیگراد میرسد.

جنس پیستون: آلیاژ های آلومینیوم تقویت شده که با روش مدرج ریخته گری تولید میشود.

به منظور افزایش استحکام بیشتر آن،سطح پیستون با عناصر آلیاژی نظیر قلع و یا کادمیوم پوشش داده میشود.گاهی نیز در پیستون از آلیاژ فولاد نیکل دار استفاده میشود.

نکته:اگر نیاز باشد که حجم موتور افزایش چشمگیری داشته باشد،بیشتر از افزایش تعداد سیلندر ها استفاده میشود زیرا هر چقدر پیستون بزرگتر باشد،به آن گشتاور های بزرگتری وارد شده و در اثر تغییر شکلهای ناشی از آن،عمر پیستون کم میشود.

نکته۲: معمولا قطر پیستون را بین ۷۲ تا ۱۲۲ میلیمتر و وزن آنرا در حدود ۴۵۰ گرم در نظر میگیرند.

نکته۳:به منظور حرکت آسان پیستون در داخل سیلندر،لازم است یک تلرانس لقی ۰,۰۲۵ میلیمتروجود داشته باشد که این فاصله لقی توسط لای ای از روغن پر میشود.

نکته۴:کف پیستون میتواند دارای اشکال متفاوتی باشد. تخت، فرورفته یا گنبدی شکل.البته شکل کف پیستون باید متناسب با شکل قسمت فوقانی محفظه احتراق باشد تا بتواند تلاطم و شرایط مناسب برای احتراق را فراهم نماید.

نکته۵: به منظور نکوبیدن پیستون به دیواره سیلندر،تکیه گاه گژن پین کمی از راستای مرکزی پیستون انحراف دارد به طوریکه وقتی از سمت جلو به موتور نگاه میکنیم، به سمت چپ سیلندر و پیستون،نیروی بیشتری وارد میشود.

علت:تغییر دائمی زاویه دسته پیستون(شاتون) و پیستون.

۵-رینگ پیستون:

به منظور آببندی لقی بین پیستون و جداره سیلندر،از چند مورد رینگ استفاده میشود تا بتواند فضای بالای پیستون را نسبت به فضای زیرین آن آببندی نماید.

۵-۱: رینگ های تراکم(فشاری): این رینگ ها مانع عبور هوای متراکم به فضای زیر پیستون میشوند و باید بتواند فشاری در حدود ۲۵۰ تا ۴۰۰ KPN را تحمل نماید.با توجه به اینکه این رینگ ها دائما در معرض سایش هستند ضرورت دارد که جنس آنها سخت و ضد سایش باشد و معمولا جنس آنها چدن با پوشش کروم است.با توجه به زیاد بودن فشار تراکم و وجود بریدگی بر روی رینگ ها، جهت آببندی معمولا از چند رینگ (حداقل۳تا) استفاده میشود.

۵-۲: رینگ روغن: رینگ روغن دارای حلقه های زنجیره شکل است که میتواند در هنگام بالا رفتن پیستون،روغن پاشیده شده از طریق سیستم روغن کاری را با خود حمل نموده و سطح داخلی جدار سیلندر را روغنکاری نماید و در هنگام پایین آمدن روغن موجود برروی سطح جداره سیلندر را جمع آوری نموده و دوباره به کارتل بازگرداند.برای این منظور یک عدد رینگ روغنی برروی پیستون و بیشتر از رینگ های تراکم نصب میگردد.جنس این رینگ روغنی معمولا فولادی بوده و دارای پوشش کروم میباشد.

۶-شاتونconnecting rod :

به عنوان اهرم رابطی بوده که نیروی حاصل از احتراق وارد بر پیستون را به میل لنگ منتقل مینماید و باعث به گردش درآمدن میل لنگ میگردد.دو طرف شاتون اتصالات حلقوی شکلی وجود دارد که به آنها چشم شاتون گفته میشود.چشم بزرگتر شاتون توسط یاتاقان به میل لنگ متصل میگردد و چشم کوکتر آن به وسیله گژن پین به پیستون متصل میگردد.معمولا شاتون به روش فورج (اهنگری داغ) تولید میگردد.

۷-گژن پین piston pin:

پین فولادی است که برای اتصال پیستون و شاتون استفاده میشود.محور گژن پین دقیقا باید عمود بر راستای شاتون باشد.اگر کوچکترین انحرافی در این موضوع وجود داشته باشد،سبب از بین رفتن آببندی پیستون با جدار سیلندر و آسیب دیدن جداره سیلندر میگردد.

۸-میل لنگ crank shaft :

شفت اصلی موتور که قدرت تولید شده در سیلندرها از طریق پیستون و شاتون باعث به گردش درآمدن آن میشود.برای تعادل میل لنگ و بالانس کردن آن، در مقابل هر لنگ یک وزنه تعادلی وجود دارد تا توزیع جرم میل لنگ را حفظ نموده و مانع خیز برداشتن میل لنگ شود.

میل لنگ معمولا از جنس فولاد های آلیاژی بوده که برای تولید آن معمولا از روش فورج یا ریخته گری استفاده میشود.

۹-یاتاقان های ثابت و متحرک fixed and variable bearings :

یک یاتاقان باید دارای قابلیت انتقال حرارت مناسب و مقاوم در برابر سایش و خوردگی بوده و در مجاورت روغن از سازگاری خوبی برخوردار باشد.به منظور کاهش اصطکاک میل لنگ با تکیه گاه هایش از یاتاقانهای ثابت لغزشی استفاده میشود وبه یاتاقانهایی که برروی لنگ های میل لنگ نصب میشود یاتاقان متحرک میگویند.ضخامت آنها حدود۱,۲ mm است و از جنس ورق های فولادی هستند که روی آنها آلیاژ بابیت به ضخامت mm۰,۱ پوشش داده شده است.آلیاژ های بابیت شامل ۹۰% قلع ،

۵% مس، ۵ تا ۶% آنتیموآن و ۷ تا ۱۰% سرب هستن که باعث کاهش اصطکاک شده و سطحی لغزنده را فراهم میکند. البته گاهی در آلیاژهای مس، سرب نیز استفاده میکنند.لقی یاتاقانهای میل لنگ در حدود۰,۰۱۲ الی ۰,۰۷۱ میلیمتر میباشد.

۱۰-سوپاپ ها valves:

هر سیلندر حداقل دارای دو سوپاپ میباشد.یکی از آنها سوپاپ هوا intake valve است که در مرحله مکش بازشده و برای ورود مخلوط سوخت و هوا به داخل محفظه سیلندر میباشد و دیگری سوپاپ دود exhaust valve که در مرحله تخلیه باز شده و به منظور خروج دود از محفظه سیلندر استفاده میگردد.معمولا سوپاپ هوا بزرگتر از سوپاپ دود است زیرا گاز هایی که میخواهند از محفظه احتراق خارج شوند پر فشار هستند.

۱۱-نشیمنگاه سوپاپ (سیت سوپاپ) valve seat:

سطحی که محل نشستن پیشانی سوپاپ است،سیت سوپاپ میگویند.معمولا بین سطح پیشانی سوپاپ و سیت سوپاپ یک زاویه یک درجه در نظر میگیرند تا در هنگام نشستن سوپاپ بر روی سیت به آن بچسبد.بع این زاویه زاویه تداخل گفته میشود.در همه سرسیلندر های آلومینیومی و بعضی از سر سیلندرهای چدنی،سیت سوپاپ حلقه ای از جنس فولاد مقاوم در برابر حرارت میباشد که در سرسیلندر،یه صورت پرسی جا زده میشود ولی در اکثر سر سیلندرهای چدنی،نشیمنگاه سوپاپ به عنوان قسمتی از خود سرسیلندر میباشد.

۱۲-راهنمای سوپاپ(گیت سوپاپ) valve guide:

گیت سوپاپ به عنوان تکیه گاه و راهنمای ساق سوپاپ محسوب میگردد یه طوریکه سوپاپ میتواند درون آن رفت و برگشت نماید.گاهی اوقات این تکیه گاه به صورت بوشی میباشد که درون سرسیلندر با پرس جازده شده وگاهی به صورت یکپارچه به عنوان قسمتی از سرسیلندر است.مقدار لقی سوپاپ و گیت بین۰,۰۵ تا ۰,۰۱۵ میلیمتر است.به منظور جلوگیری از نفوذ روغن به داخل محفظه احتراق ضرورت دارد که بروی ساق سوپاپ و یا در داخل گیت سوپاپ از کاسه نمد استفاده شود.

۱۳-انگشتی سوپاپ(اسبک) rocker arm:

اسبک اهرمی است که برروی سوپاپ قرار گرفته و وظیفه انتقال حرکت تایپیت به سوپاپ را برعهده دارد و به روش فورج و یا ریخته گری تولید میشود.

بین اسبک و سوپاپ یک لقی وجود دارد که به آن فیلر گفته میشود.میزان این لقی توسط پیچ تنظیمی که برروی اسبک وجود دارد،قابل تنظیم است.به تنظیم مقدار این لقی،فیلرگیری نیز گفته میشود.هرچقدر میزان این لقی بیشتر باشد،اسبک دیر تر به سوپاپ رسیده و آنرا به حرکت در می آورد.بنابراین زمان بازبودن سوپاپ کاهش میابد.برعکس با کاهش مقدار لقی فیلر،زمان باز بودن سوپاپ افزایش میابد.

۱۴-فنرسوپاپ valve spring:

بازشدن سوپاپ ها با فشرده شدن اسبک برروی ساق سوپاپ انجام میپذیرد ولی در هنگام برگشت سوپاپ و اسبک،نیازمند یک نیروی برگشت دهنده پرنیرو میباشد.یک طرف فنر سوپاپ برروی

سرسیلندر نشسته و طرف دیگر آن توسط یک پولک وخار نگهدارنده آن برروی ساق سوپاپ مهار میشود.

۱۵-سوپاپ چرخان valve rotator:

باتوجه به اینکه دمای نقاط مختلف ننشیمنگاه سوپاپ با هم متفاوت است،جهت جلوگیری از ذوب موضعی و افزایش عمر سوپاپ،بهتر است در هر مرحله که سوپاپ باز میشود،اندکی در محل خود گردش نماید تا توضیع حرارت به صورت یکنواخت انجام پذیرد.

۱۶-تایپت tappet:

رابط بین میل بادامک و اسبک است.در اثر گردش میل بادامک،تایپت ها برروی بادامک ها بالا و پایین رفته و باعث به حرکت درآمدن اسبک ها میشود.

۱۷-میل بادامک(میل سوپاپ) cam shaft:

محوری است که برروی آن به ازاء هر شوپاپ یک بادامک وجود دارد.با گردش میل بادامک،بادامک ها نیز همراه آن به گردش درآمده و باعث به حرکت درآمدن تایپت ها،اسبک ها و سوپاپ ها میگردند و با این عمل باز و بسته شدن سوپاپ ها صورت میپذیرد.میل بادامک حرکت خود را توسط تسمه تایمینگ،چرخدنده تایمینگ و یا زنجیر تایمینگ،از سر آزاد میللنگ میگیرد.در هر سیکل کاری موتور چهارزمانه،میل لنگ دوبار و میل بادامک یک مرتبه گردش مینماید.

۱۸-کارتل crank case:

برای محفوظ کردن زیر بلوک سیلندر و نگهداری روغن در زیر موتور از پوست ای کاسه ای شکل به نام کارتل استفاده میشود.

۱۹-مانیفولد manifold:

مجرای ورود هوا و خروج دود است.مانیفولد هوا قطعه ای است که ارتباط سیستم سوخت رسانی و مسیر ورود هوا را با محفظه سیلندر ها برقرار مینماید.در این قطعه هر یک از خروجی ها به سوپاپ هوای یکی از سیلندر ها متصل میگردد.

مانیفولد دود: گاز های حاصل از احتراق از طریق آن از محفظه سیلندر ها خارج میشود،به طوریکه این قطعه، رابط بین خروجی سوپاپ های تخلیه دود و گلویی اگزوز میباشد.

۲۰-دسته موتور ها engine mount:

برای نصب موتور بر روی شاسی از قطعاتی به نام دسته موتور استفاده میشود و دسته موتورها دارای دو قسمت فلزی میباشد که یکی از آنها به موتور و دیگری به شاسی متصل میگردد.در بین این دو قسمت فلزی از لاستیک فشرده به منظور جلوگیری از انتقال ارتعاشات و لرزش موتور به شاسی و بدنه استفاده شده است.

سیستم خنک کاری موتور

در موتورهای احتراق داخلی،فقط در حدود۲۵% انرژی حاصل از احتراق به کار تبدیل میشود و صرف حرکت در آوردن پیستون ها ومیل لنگ میشود.۵% الی ۱۰% این انرژی صرف غلبه بر اصطکاک قطعات داخل موتور شده و تقریبا۲۵% الی ۴۰% آن نیز از طریق اگزوز دفع میشود.تقریبا چیزی در حدود۳۰% از این انرژی نیز باعث گرم شدن قطعات میگردد.دمای گاز های حاصل از احتراق ممکن است به بیش از ۴۰۰ درجه سانتیگراد برسد در صورتیکه دمای جداره سیلندر نباید بیش از۷۲ درجه سانتیگراد شود زیرا در غیر اینصورت هم احتمال آسیب دیدگی قطعات و ذوب شدن موضعی آنها افزایش میابد و هم احتمال تجزیه شدن روغن موتور وجود دارد.

وظایف سیستم خنک کاری:

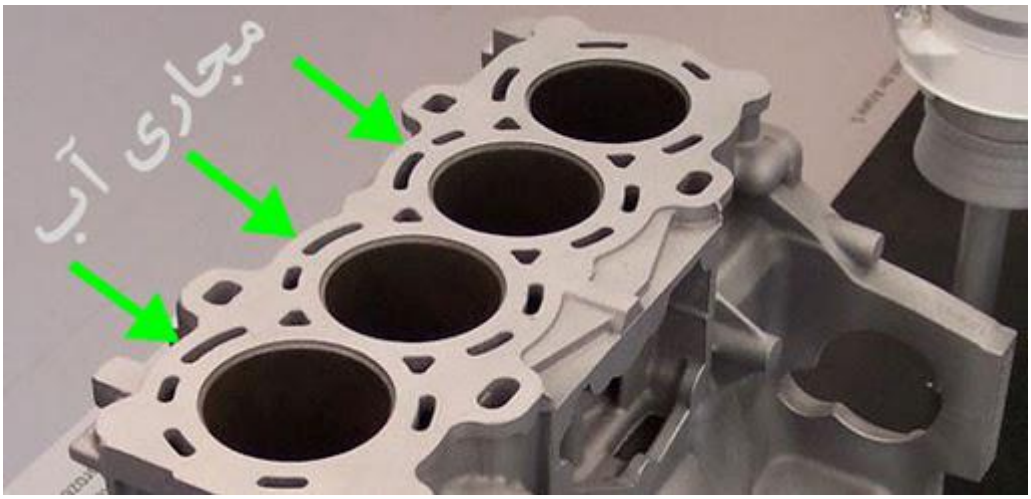
۱-موتور را خنک نگه داشته و اجازه بدهد که حرارت آن از حد مشخصی بالاتر برود.

۲-در شروع کار موتور،دمای موتور را به سرعت به دمای کاری مناسب برساند.

۳-از آن به عنوان منبع گرمای بخاری نیز استفاده میشود.

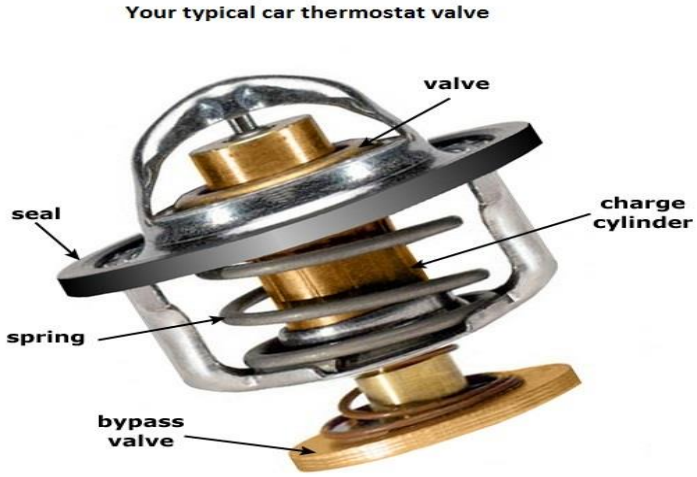
اجزاء سیستم خنک کاری:

۱-مجراهای آب: کجراهای داخل بلوکه موتور و سرسیلندر در هنگام ریخته گری و به وسیله ماهیچه گذاری ایجاد میشوند.



۲-پمپ آب (واتر پمپ): یک پمپ گریز از مرکز است که وظیفه به گردش درآوردن آب درون سیستمخنک کاری را بر عهده دارد.واتر پمپ نیروی محرکه خود را توسط تسمه ای از سرمیللنگ میگیرد.واتر پمپ آب را از خروجی رادیاتور گرفته و به دورن موتور میفرستد.

۳-ترموستات thermostat: به عنوان یک شیر یک طرفه در مسیر خروجی جریان آب موتور قرار گرفته است و تا هنگامی که دمای موتور کمتر از حد مشخصی(۷۵ تا۹۰ درجه)باشد بسته باقی میماند و اجازه خروج آب از درون موتور را نمیدهد اما با گرم شدن موتور و رسیدن به دمای کاری، ترموستات باز شده و آب جریان پیدا مینماید تا عمل خنک کاری انجام گردد.در خودرو های امروزی نیز گاهی اوقات از ترموستات الکتریکی استفاده میشود.هرگاه دما از یک حد مشخصی بالاتر رود،سیگنالی را به سوی واحد کنترل الکترونیکی ecu ارسال مینماید تا با فرمانی که ایسیو صادر مینماید،یک شیربرقی باز شده و امکان گردش آب در سیستم خنک کاری فراهم شود.



۴-رادیاتور: آب خارج شده از موتور،پس از عبور از ترموستات،به سمت رادیاتور میرود تا خنک شود.

۵-درب رادیاتور: هم مجرای ورود آب است و هم به عنوان شیرفشارشکن عمل میکند.وجود این شیرفشارشکن باعث میشود که در هنگام زیاد بودن فشار، با تخلیه مقداری از هوا و آب داخل رادیاتور،فشار کاهش یابد زیرا فشار بیش از حد میتواند باعث آسیب دیدگی لوله ها و مجرا های داخل رادیاتور گردد.از سوی دیگر درب رایاتور،به عنوان یک شیر خلاء شکن نیز محسوب میگردد.این شیر خلاء شکن که سوپاپ خلاء نیز نامیده میشود در هنگام سرد بودن موتور که فشار دخال رادیاتور کاهش یافته است، باز شده و با هدایتمقداری هوا به داخل رادیاتور، باعث تنظیم فشار گردد.

۶-منبع انبساط expansion tank:

همانطور که میدانیم آب در فشار اتمسفر در ۱۰۰ درجه سانتیگراد به جوش میاید و با افزایش فشار درجه جوش هم زیاد میشود.تقریبا به ازاء هر ۷kpa افزایش فشار،دمای جوش ۷ درجه سانتیگراد بالاتر میرود.معمولا به دلیل کنترل افزایش بیش از حد فشار، از یک شیرفشار شکن (یا همان درب رادیاتور)استفاده میکنند تا در هنگام بالارفتن بیش از حد فشار، باز شده و آب اضافی رادیاتور وارد منبع انبساط شود.منبع انبساط یک ظرف پلاستیکی است که در هنگام افزایش فشار،آب اضافی وارد آن میگردد و در مواقع دیگری که دچار کاهش فشار میشویم،میتواند آب مورد نیاز را تامین کند.در حقیقت منبع انبساط،به عنوان مخزن ذخیره سازی آب اضافی میباشد.

۷-شیلنگ های لاستیکی:

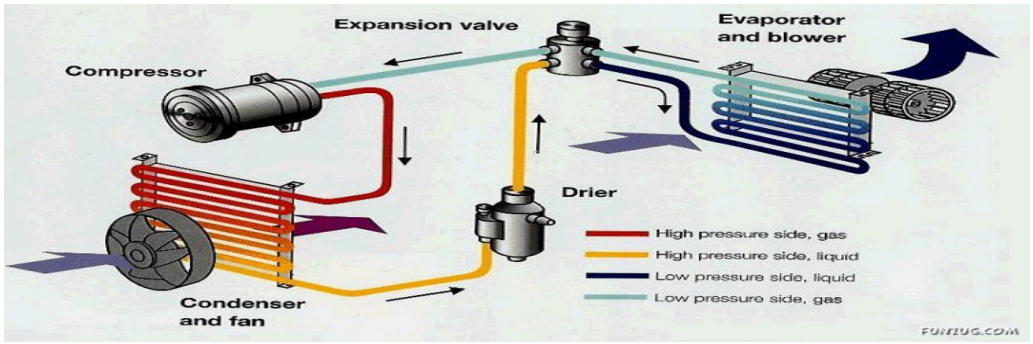
علت استفاده از جنس لاستیکی،جلوگیری از انتقال لرزش موتور به رایاتور است.

۸-پروانه فن:

درگذشته نیروی محرک موردنیاز جهت به گردش در آوردن فن از سر خروجی میللنگ گرفته میشد اما امروزه پروانه دارای یک الکتروموتور است که با گرفتن برق از باطری،باعث به گردش درآمدن پروانه میشود.در مدل دیگری از پروانه، که به آن پروانه دور متغیر گفته میشود،امکان تغییر دور متناسب با دمای آب وجود دارد.در این حالت هرچقدر دمای آب بالاتر باشد،پروانه با سرعت بالاتری گردش میابد.

۹-کولر:

سیستم کولر به منظور ایجاد شرایط مطلوب تر برای سرنشینان طراحی گردیده است.



اجزای سیستم کولر:

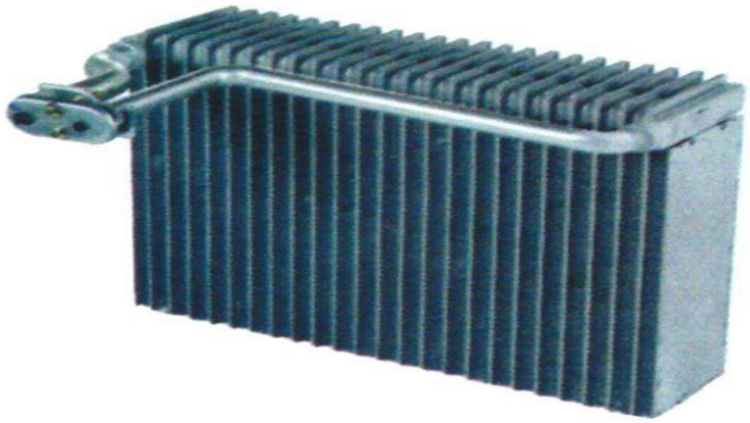
۹-۱ کمپرسور: سبب پمپاژ گاز خنک کننده شده وآنرا به گردش در می آورد. بالارفتن فشار گاز،سبب افزایش دمای آن میگردد.منظور از اندازه و حجم کمپرسور،تناسب آن با قدرت موتور میباشد.

۹-۲ کندانسور: شبیه رادیاتور است.باعبور گاز از درون آن حرارت به پره ها و سپس به محیط منتقل میشود.در اثر این عمل گاز چگالیده شده و به مایع تبدیل میشود.

۹-۳کپسول خشک کننده درایر یا رسیور:به عنوان منبع ذخیره گاز و جاذب رطوبت است.این کپسول دارای یک سوییچ ایمنی است که در مواقع افزایش بیش از حدفشار،به طور خودکار عمل نموده و جریان برق کمپرسور را به منظور خاموش شدن آن قطع میکند.به منظور بازدید وکنترل حجم گاز،قسمتی از این کپسول شیشه ای است.

۹-۴شیرانبساط: فشار مایع را گرفته و با خروج تدریجی،آنرا به گاز تبدیل میکند.به منظور جلوگیری از یخ زدگی گاز،شیرانبساط دارای یک ترموستات میباشد که دمای گاز را کنترل نموده و اجازه نمیدهد که فشار و دما از حد مشخصی کمتر شود.

۹-۵اواپراتور: گاز کم فشار و سرد به اواپراتور میرسد که در پشت آن یک فن قراردارد.جریان هوای خروجی تولید شده توسط فن از کنار اواپراتور عبور کرده و حرارت خود را به گاز سرد و کم فشار منتقل مینماید و بدین طریق جریان هوا خنک میشود.این جریان هوای خنک از طریق کانالهایی به درون اتاق خودرو هدایت میشود.



سیستم روانکاری موتور Lubricating System

مزایای روغنکاری:

۱-کاهش اصطکاک ۲-خنک کاری قطعات ۳-آب بندی ۴-ضد زنگ ۵-ضد خوردگی

خواص روغن های مورد استفاده در خودرو:

۱-ویسکوزیته(لزجت): مقاومت مولکول های سیال در برابر جاری شدن

۲-مقاومت در برابر فشار(pressure resistance): به عنوان مثال روغن مورد استفاده در یاتاقان باید بتواند با ایجاد لایه محکمی از روغن،نیروهای وارده را جذب نماید

۳-مقاومت در برابر کف کردن(foam resistance):با استفاده از نصب موجگیر در داخل کارتل

۴- مقاومت در برابر اکسایش(oxidation resistance): با مواد افزودنی

۵-مقاومت در برابر خوردگی(corrosion resistance)

۶-قدرت پاک کنندگی(detergent power)

انواع روغن های مصرفی خودرو:

۱-روغن موتور engine oil

۲-روغن گیرکس و دیفرانسیل transmission oil (واسکازین ویسکوزیته بالایی دارد تا در سرعت های کم و کشش زیاد چسبندگی خود را از دست ندهد.

۳-روغن ترمز brake oil : باید تحت فشار بالا و دمای بالا خواص خود را از دست ندهد.

۴-روغن جعبه فرمان هیدرولیکی: این روغن نیز باید تحمل فشارهای بالا را داشته و ا زنوع روغن های قابل تراکم باشد.

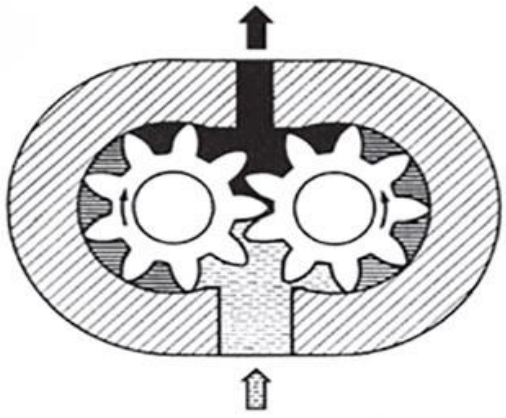
۵-گیریس grease: ویسکوزیته گریس خیلی بیشتراز روغن است اما جزء خانواده روغن است.بلبرینگ،توپی چرخ،جعبه فرمان،قطعات گاردان از جمله اجزایی هستند که روانکاری آنها با گریس انجام میشود.

اجزای سیستم روغنکاری:

۱-پمپ روغن oil pump: وظیفه به گردش درآوردن روغن در سیستم روغنکاری موتور را برعهده دارد.در کنار پمپ روغن یک شیر فشار شکن وجود دارد که وظیفه کنترل فشار روغن را بر عهده دارد.در مواقعی که فشار روغن خیلی زیاد است، باز شده و روغن اضافی را به کارتل تخلیه میکند.

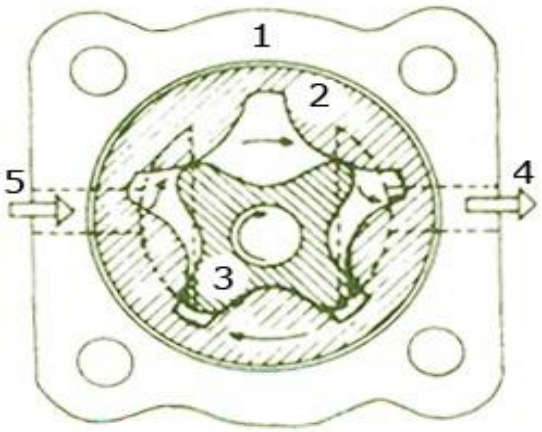
انواع پمپ روغن:

پمپ روغن دنده ای gear oil pump : در این مدل پمپ، دو چرخدنده درگیر باهم وجود دارد ک هتوسط میل بادامک به گردش در می آید.هنگام گردش چرخدنده ها، در بین دنده ها خلائی به وجود می آید که باعث مکش روغن میشود.روغن مکش یافته با فشاری مناسب از طریق مجراهای خروجی به سمت رقطعات متحرک موتور هدایت میگردد.



پمپ روغن دوار rotor oil pump: پمپ های دوار درای یک روتور(گردنده) داخلی و یک روتور خارجی میباشد.با شروع گردش، در فضای بین دنده های دو روتور،خلائی به وجود می آید.که باعث

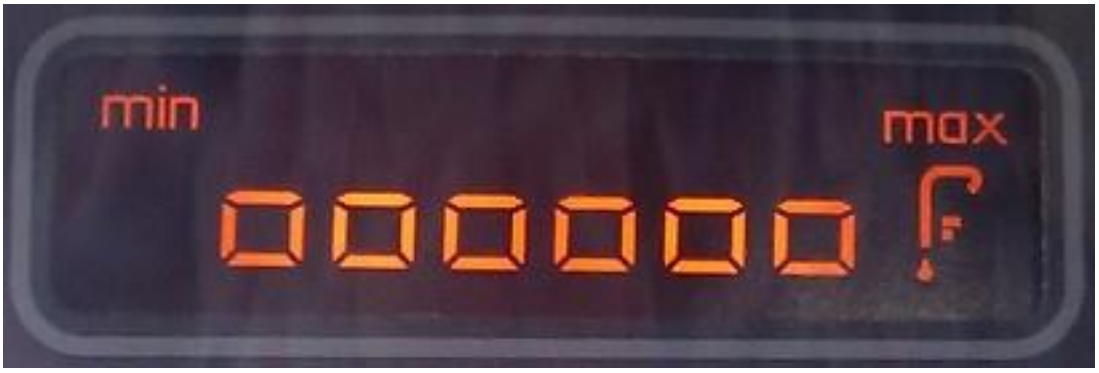
مکش روغن گردیده و در ادامه گردش،آن را پمپاژ مینماید.فشای بین دنده های رروتور داخلی و خارجی به نحوی است که ابتدا روغن بین دنده ها محبوس گردیده و سپس با کاهش تدریجی فضای بین دنده ها،فشار روغن افزایش میابد.

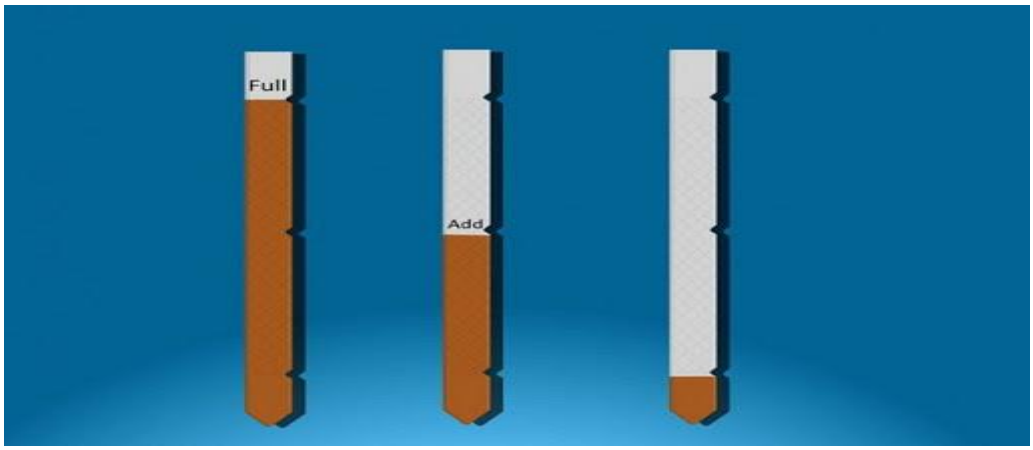


۲-فیلتر روغن:برای جداکردن ذرات فلزی شناور،گرد و غبار ،دوده و سایر ناخالصیهایی که وارد روغن شده اند،بعد از پمپاژ روغن و قبل از رسیدن روغن به یاتاقانها و اجزاء متحرک یک فیلتر قرارداده میشود.

۳-کارتل oil pan: محل ذخیره روغن سیستم است و در کف بلوکه موتور بسته میشود.

۴-نشان دهنده های روغن oil indicators: سطح روغن و یا حتی فشار روغن را نشان میدهد.

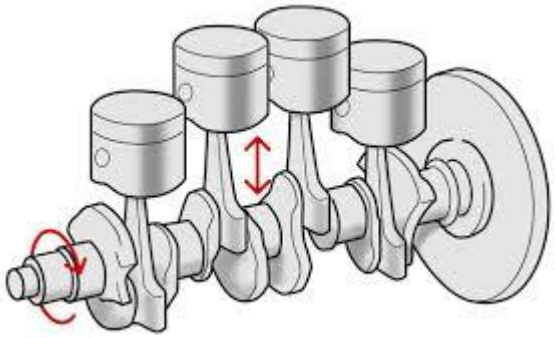




اصول طراحی و عملکرد خودرو

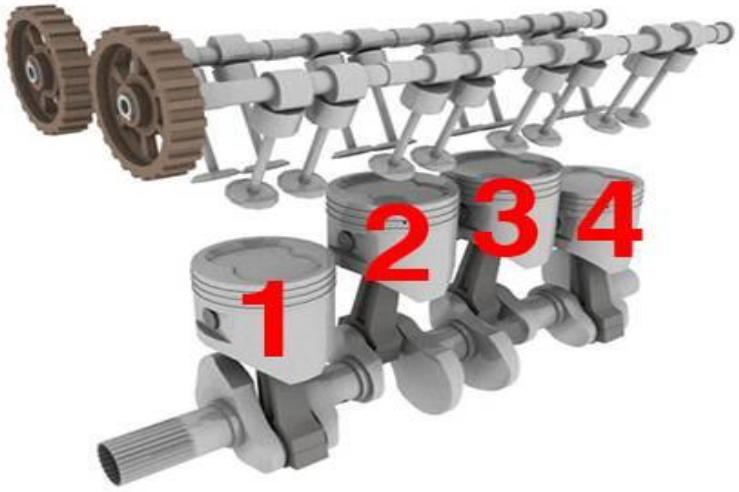
۱-جهت چرخش موتور engine revolution direction :

اگر از انتهای خروجی میل لنگ به موتور نگاه کنیم (counter clockwise) و اگر از جلو به موتور نگاه کنیم،جهت گردش میل لنگ ساعت گرد میباشد.

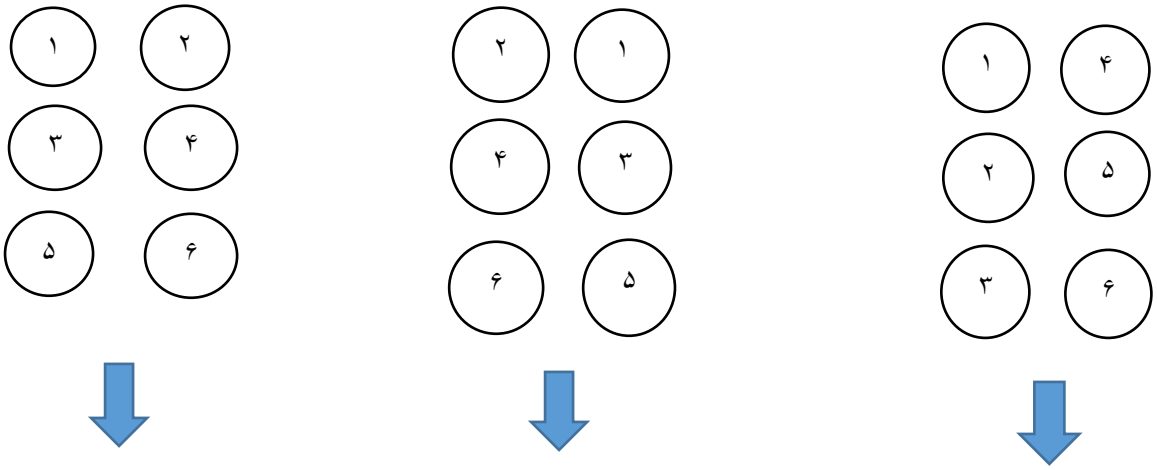


۲-روش شماره گذاری سیلندرها cylinder arrange:

دورترین سیلندر به انتهای خروجی میل لنگ را سیلندر شماره یک نامگذاری کرده و به سیلندر های بعدی به سمت خروجی میللنگ به ترتیب شماره های ۲،۳و... اختصاص داده میشود.



در موتور های خورجینی برای نام گذاری سیلندر ها چند روش مختلف وجود دارد.



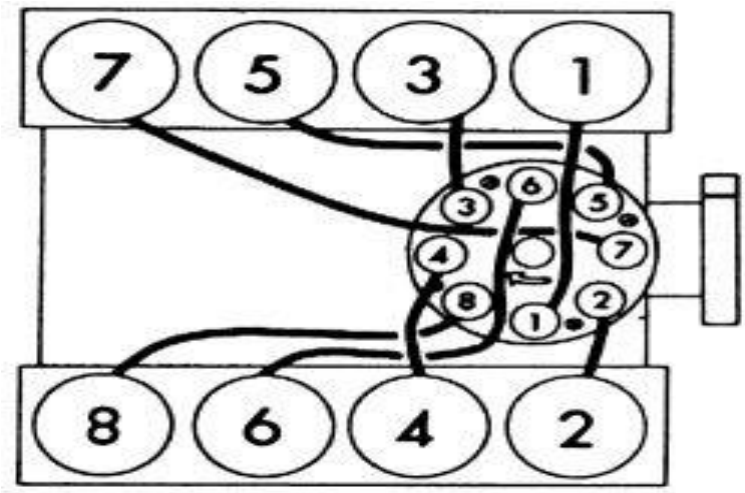
۳-ترتیب احتراق(وایر چینی) wiring (combustion arrangement):

در هنگام طراحی میل لنگ،ترتیب احتراق به گونه ای در نظر گرفته میشود که بعد از احتراق هر سیلندر،در صورت امکان دورترین سیلندر نسبت به سیلندر قبلی محترق گردد.ترتیب وایر چینی سیلندر ها،هم بزرگی بازدهی و عملکرد موتور و هم بر طول عمر میللنگ تاثیر بسازیی دارد.

برای موتور ۴ سیلندر: ۱ ۳ ۴ ۲

برای موتورهای ۶ سیلندر: ۱ ۵ ۳ ۶ ۲ ۴

برای موتورهای خورجینی معمولا: ۱ ۴ ۲ ۵ ۳ ۶ و ۱ ۴ ۲ ۳ ۵ ۶

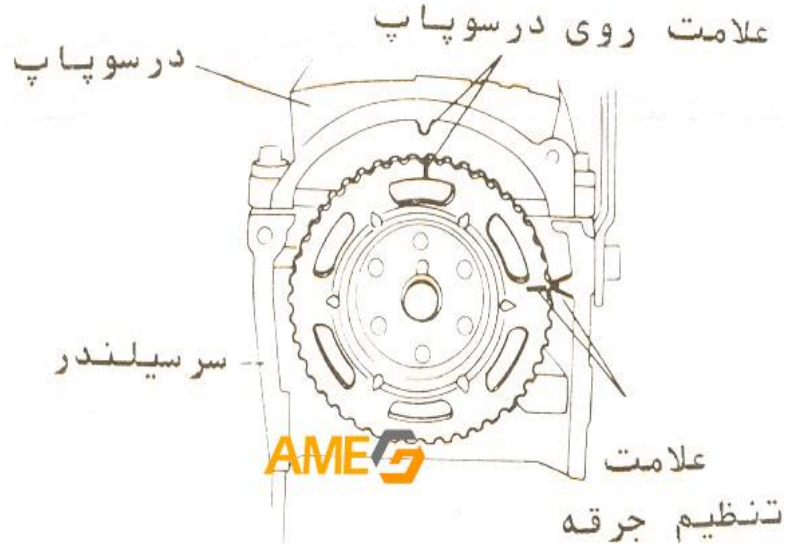


۴-تایمینگ سوپاپ ها (زمانبندی سوپاپ ها) timing :

زمان باز و بسته شدن سوپاپ ها بایستی متناسب با موقعیت پیستون باشد.از لحاظ تئوری سوپاپ هوا فقط در کورس مکش (۱۸۰ درجه گردش میللنگ) و سوپا دود فقط در کورس تخلیه(۱۸۰ درجه گردش میللنگ) بایستی باز باشد ولی از آنجایی که ورود مخلوط هوا-سوخت و یا خروج دود به دلیل داشتن اینرسی با کمی تاخیر وارد سیلندر میگردد، لازم است که برای جبران این مطلب،سوپاپ ها کمی زودتر باز شوند که به آن آوانس (advance) گفته میشود.همچنین به منظور تخلیه کامل دود و با پرشدن سیلندر از سوخت ضروری است که سوپاپ ها کمی دیرتر بسته شوند که به آن(retard) گفته میشود.در اکثر اوقات مدت زمان باز بودن سوپاپ های دود،بیشتر از بازبودن سوپاپ های هوا میباشد.با در نظرگرفتن زمان آوانس و ریتارد برای سوپاپ ها، زمانی به وجود می آید که هر دو سوپاپ هوا و دود،به صورت همزمان باز باشند.به این زمان، زمان قیچی کردن سوپاپ گفته میشود.

-برای محاسبه زمان قیچی کردن: آوانس سوپاپ هوا را با ریتارد سوپاپ دود جمع میکنیم.

مثال: اگر دور موتور ۳۰۰۰rpm باشد،با تبدیل واحد دور موتور ۵۰rps میشود، یعنی در هر ثانیه،میللنگ ۵۰ دورمیزند که در این مدت فقط نصف این مقدار یعنی ۲۵ مرتبه، سیکل کاری موتور تکمیل میشود.در این مدت هریک از سوپاپ ها نیز فقط ۲۵ مرتبه باز و بسته میشود.



۵-فیلر گیری valve clearance gauge:

تنظیم میزان لقی بین سوپاپ و اسبک است.مقدار این لقی(فیلر)به شد بروی عملکرد موتور در زمان باز بودن سوپاپ ها اثر میگذارد.معمولا در فصل تابستان،لقی فیلرگیری بیشتر در نظر گرفته میشود تا مدت زمان بازبودن سوپاپ ها کاهش یابد ولی در فصل زمستان که هوا سرد است و به سختی به جریان در می اید،لقی فیلر کمتر در نظر گرفته میشود تا مدت زمان بازبودن سوپاپ ها افزایش یابد.

جهت انجام فیلرگیری باید موتور را در جهت استاندارد بگردانیم و میزان فیلر مربوط به هر سیلندر را در ابتدای حالت قیچی سیلندر مزدوج مربوطه تنظیم مینماییم.

نکته: هر دوسوپاپ گاز و دود در حالت قیچی باز هستند.

۶-محاسبه زمان باز بودن سوپاپ ها timing calculation:

اگر میل لنگ در هر دقیقه (۶۰ثانیه)، n دور گردش نماید (هر دور ۳۶۰ درجه میباشد)،میخواهیم مدت زمان معادل α درجه گردش میل لنگ را محاسبه نماییم.

زمان (ثانیه) / گردش میللنگ بر حسب درجه

۶۰ / n×360

t / α

$T=\frac{\alpha}{6n}$

زاویه گردش میللنگ بر حسب درجه

سرعت گردش میللنگ بر حسب دور بر دقیقه

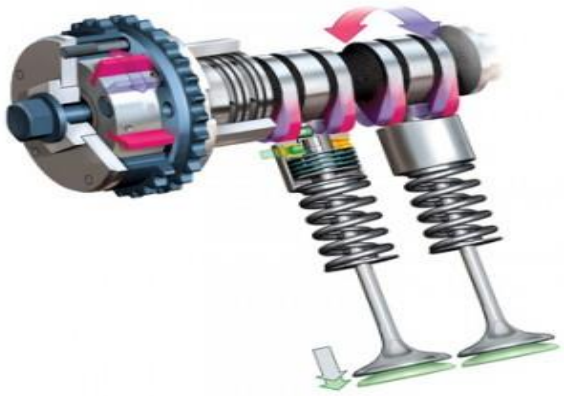
به این ترتیب زمان بازبودن سوپاپ هوا معادل α درجه گردش میللنگ و زمان بازبودن سوپاپ دود معادل α درجه گردش مبللنگ به دست می آید.

۷-زمانبندی سوپاپ متغییر variable valve timing (VVT) :

در این سیتم امکان تغییر مدت زمان باز بودن سوپاپ ها متناسب با دور موتور و شرایط عملکردی آن وجود دارد بطوریکه هرچقدر دور موتور افزایش یابد به همان نسبت مدت زمان بازبودن سوپاپ ها نیز افزایش میابد.در محصولاتی همچون تویوتا،هوندا،نیسان از این سیستم استفاده شده است.

حرکت بادامک در این سیستم توسط یک عملگر هیدرولیکی کنترل میشود.این عملگر با فشار چرخش میل بادامک شده و از طریق واحد کنترل الکترونیکی ECU کنترل میشود.

گردش بادامک باعث تغییر وضعیت اسبک ها شده و عملا فاصله لقی سوپاپ با اسبک،کمتر و یا بیشتر میشود.در دور های بالاتر،فاصله لقی سوپاپ ها کمتر شده و در نتیجه مدت زمان بازبودن سوپاپ افزایش میابد.



فیلرگیری سوپاپ ها:

تنظیم میزان لقی در مکانیزم سوپاپ را فیلر گیری میگویند.انجام فیلر گیری عمدتا به دو دلیل زیر میباشد:

۱-کنترل میزان انبساط و انقباض حرارتی قطعات مکانیزم سوپاپ برای عملکرد مطلوب تر

۲-بهینه نمودن تایمینگ سوپاپ ها به وسیله ایجاد لقی مناسب بین قطعات مکانیزم سوپاپ

برای تنظیم لقی یا فیلرگیری هرکدام از سوپاپ ها باید مطمئن شد که آن سوپاپ به صورت کامل بسته بوده تا بتوان حداکثر لقی را اندازه گیری نمود.از اینرو انتهای تراکم و ابتدای احتراق زمان مناسبی است که به طور دقیق در صورت صحیح بودن تایمینگ سوپاپ ها ،هر دو سوپاپ سیلندر مورد نظر بسته باشند.

برای مشخص کردن انتهای تراکم وابتدای احتراق هر سیلندر با مراجعه به جدول ،ملاحظه میگردد که به طور مثال هنگامی که سیلندر۳،در وضعیت انتهای تراکم و ابتدای قدرت قرار دارد،سیلندر مقابل آن یعنی سیلندر ۲،در انتهای تخلیه یا مکش قرار گرفته است.اینلحظه در واقع وضعیت قیچی سوپاپ های سیلندر ۲ را نمایش میدهد.بنابراین میتوان برای فیلرگیری هر سیلندر ،هم فاز آنرا در وضعیت قیچی قرارداد تا سیلندر مورد نظر در انتهای تراکم وابتدای احتراق قرارگرفته و عمل تنظیم لقی یا فیلرگیری را انجام داد.از اینرو با قیچی سیلندر ۱، سیلندر ۴ را فیلرگیری کرده و با قیچی سیلندر۲،سیلندر ۳ را فیلرگیری میکنیم و سپس جای سیلندر ها را برعکس کرده، به نحوی که با قیچی سیلندر۴، سیلندر یک را فیلر گرفته و با قیچی سیلندر۳،سیلندر۲ فیلرگیری میشود.

-مقدار فیلر سوپاپ های دود و هوای موتور خودرو پراید۰,۳ میلیمتر و در موتورخودرو های سمند،۴۰۵،پارس ، میزان فیلر سوپاپ هوا۰,۲ و دود۰,۴ است.

-عوامل مؤثر بر عملکرد موتور (effective parameters in the engine performance):

نحوه کارکرد موتور،میزان مصرف سوخت،مقدار قدرت تولید شده و راندمان موتور بستگی به عوامل متعددی دارد:

۱-درصد اختلاط سوخت و هوا

۲-نسبت تراکم

۳-نوع و کیفیت سوخت

۴-شکل محفظه احتراق

۵-زاویه قرارگیری سوپاپ ها و جهت پاشش سوخت

۶-راندمان عملکردی موتور

۷-زمان جرقه زنی و یا لحظه پاشش سوخت

۸-مدت زمان باز بودن سوپاپ ها

۹-سیستم خنک کاری و نحوه خنک نمودن سیلندر ها

۱۰-سیستم روغنکاری موتور

۱۱-گرفتگی مجراهای ورودی سوخت

۱۲-میزان آببندی سوپاپ ها و رینگ پیستون

۱۴-شکل کف پیستون

۱۵-سالم بودن شمع و یا سیستم جرقه زنی

۱۶-تعویض به موقع فیلتر هوا و فیلتر سوخت

-روشهای تقویت موتور(engine reinforcement methods):

منظور از تقویت موتور،افزایش راندمان موتور و بهبود عملکرد آن میباشد بطوریکه به ازاء مقدار مشخصی سوخت،قدرت و گشتاور بیشتری تولید گردد.برای انجام این کار،روشهای مختلفی وجود دارد:

۱-افزایش راندمان حجمی: اگر بتوانیم حجم هوای بیشتری را در هر سیکل وارد سیلندرها نماییم،به علت وجود اکسیژن بیشتر،احتراق قوی تر خواهیم داشت و قدرت بیشتری در موتور تولید میشود.برای این منظور میتوان از سیستم سوپر شارژ و یا توربوشارژ استفاده نمود.ضمنا کاهش دمای هوای ورودی موتور از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

۲-افزایش نسبت تراکم

۳-تعویض به موقع فیلتر هوا و سوخت

۴-سالم بودن شمع ها و وایر ها

۵-آببندی موتور

۶-بهبود شکل محفظه احتراق

۷-افزایش کورس پیستون

۸-کنترل زمان احتراق (در سیستم های الکترونیکی هوشمند،زمان جرقه زنی توسط ایسیو کنترل میشود)

۹-کاهش اصطکاک قطعات داخلی موتور

۱۰-کاهش وزن پیستون ها،شاتون ها و میللنگ

۱۱-استفاده از سیستم روغنکاری مناسب

۱۲-استفاده از سیستم جرقه زنی و پاشش سوخت الکترونیکی

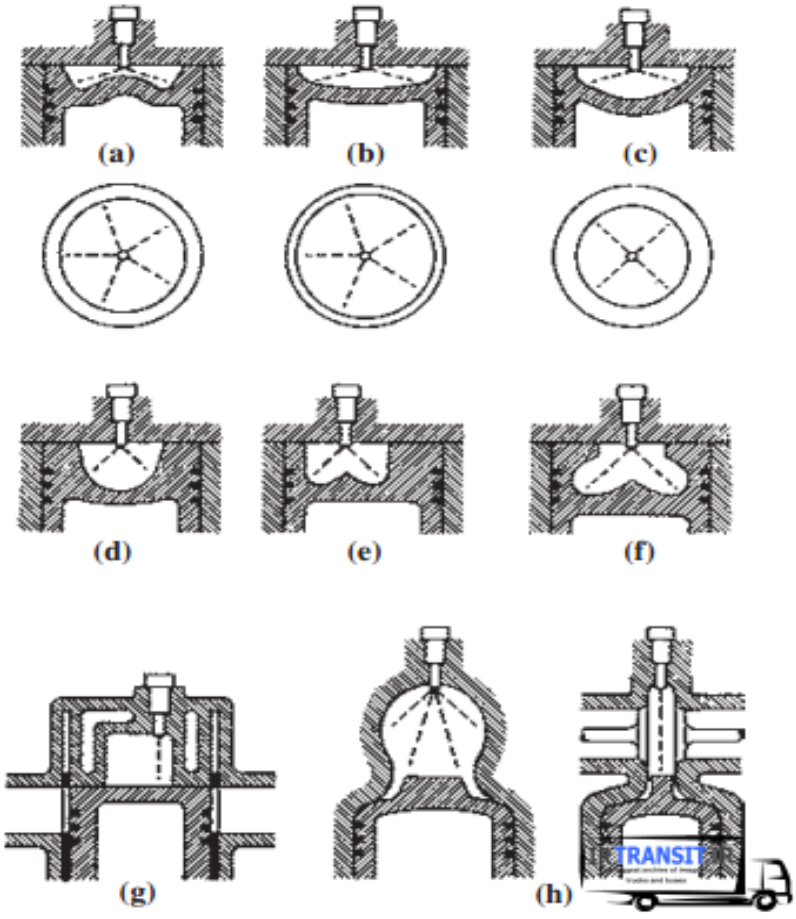
-طراحی محفظه احتراق combustion chamber design:

منظور از محفظه احتراق فضایی است که احتراق درون آن انجام میشود.این فضا از بالا توسط سرسیلندر و از پایین توسط پیستونمحدود میگردد.دیواره های محفظه احتراق نیز همان جداره سیلندر است که به صورت استوانه ای میباشد.

۱-اگر بالای محفظه احتراق به صورت تخت باشد،هوا نمیتواند تلاطم خوبی داشته باشد و احتراق مطلوبی نداریم.

۲-اگر به صورت شیبدار باشد،میزان تلاطم هوا افزایش پیدا میکند ولی به علت وجود نقاط گوشه،هوا و سوخت در کناره های محفظه احتراق محبوس شده و به طور کامل نمیسوزد.این موضوع باعث ایجاد احتراق های ناقص و دود کردن موتور میشود بطوریکه هم راندمان موتور کاهش میابد و هم میزان آلایندگی گاز های خروجی افزایش پیدا میکند.

۳-به منظور حذف نقاط گوشه،قسمت بالای محفظه احتراق را به صورت هلالی در نظر میگیرند.در این حالت تلاطم و اختلاط سوخت بهتر انجام شده و قدرت تولید شده در موتور نیز از راندمان خوبی برخوردار است.در این وضعیت معمولا کف پیستون را نیز به صورت مقعر در نظر میگیرند.



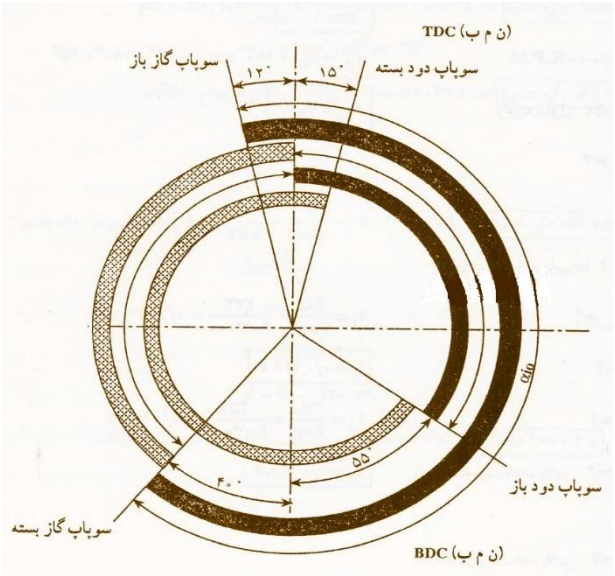
خلاصه عملکرد موتور چهار زمانه

زمان یا فرایند	جهت حرکت پیستون	وضعیت سوپاپ هوا	وضعیت سوپاپ دود	میزان گردش میللنگ(تئوری)	میزان گردش میللنگ(تجربی،درجه)
مکش	از بالا به پایین	باز	بسته	۱۸۰°	۲۳۲°
تراکم	از پایین به بالا	بسته	بسته	۱۸۰°	۱۱۰°
قدرت	از بالا به پایین	بسته	بسته	۱۸۰°	۱۳۵°
تخلیه	از پایین به بالا	بسته	باز	۱۸۰°	۲۳۵°

عملکرد سیلندرهای مختلف موتور ۴ زمانه ۴ سیلندر به ترتیب احتراق

زاویه / سیلندر	۱۸۰°	۳۶۰°	۵۴۰°	۷۲۰°
۱	انفجار(قدرت)	تخلیه	مکش	تراکم
۲	تراکم	انفجار	تخلیه	مکش
۳	مکش	تراکم	انفجار	تخلیه
۴	تخلیه	مکش	تراکم	انفجار

از نقطه نظر تئوری هرکدام از مراحل عملکردی موتور ۴ زمانه به میزان ۱۸۰° از گردش میللنگ میباشد ولی به منظور افزایش راندمان حجمی،بهتر است که مدت زمان فرآیند های مکش و تخلیه افزایش یابد.در این صورت بهتر تخلیه شده و عمل مکش سیلندربهترانجام میشود.



-سوپاپ هوا ۱۲° قبل از TDC باز شده (آوانس سوپاپ هوا) و مکش تا ۴۰° بعد از BDC (ریتارد سوپاپ هوا) همچنان باز میباشد.

-آوانس و ریتارد سوپاپ به دلایل زیر است:

۱- میزان حرکت تدریجی در باز و بسته شدن سوپاپ ها تا رسیدن به باز و بسته شدن نهایی.

۲- هنگام بازشدن سوپاپ هوا،سوخت و هوای درون مانیفولد تقریبا ساکن بوده،بنابراین با آوانس سوپاپ هوا زمان لازم برای جبران اینرسی ناشی از سکون تقریبی مخلوط سوخت و هوای درون مانیفولد نیز در نظر گرفته میشود.

۳- بعد ازبازشدن سوپاپ هوا،سوخت وهوا دارای انرژی جنبشی بوده،بنابراین درهنگام بسته شدن سوپاپ هواحتی بعد از BDC که پیستون به سمت بالا حرکت میکند،به دلیل انرژی جنبشی سیال وحضور مقداری سوخت وهوا،تمایل به ورود به سیلندرداشته و با ورود به سیلندر راندمان حجمی موتورافزایش میابد.