

اجزاء و ساختمان موتورهای احتراق داخلی

هدف‌های رفتاری : پس از آموزش این فصل از هنرجو انتظار می‌رود :

- ۱- ساختمان موتور را توضیح دهد.
- ۲- اجزای ساختمان موتور را نام ببرد.
- ۳- سرسیلندر را توضیح دهد.
- ۴- اجزای سرسیلندر را نام ببرد.
- ۵- بدنه سیلندر را توضیح دهد.
- ۶- اجزای بدنه سیلندر را نام ببرد.
- ۷- سوپاپ‌ها را توضیح دهد.
- ۸- سیستم‌های مختلف فرمان سوپاپ را توضیح دهد.
- ۹- مکانیزم حرکت سوپاپ‌ها را توضیح دهد.
- ۱۰- سیلندر موتور را توضیح دهد.
- ۱۱- انواع سیلندرها را نام ببرد.
- ۱۲- ساختمان پیستون را توضیح دهد.
- ۱۳- عملکرد پیستون‌ها را توضیح دهد.
- ۱۴- اجزای پیستون را توضیح دهد.
- ۱۵- میل‌لنگ و یاتاقان‌های آن را توضیح دهد.

۱-۲- ساختمان موتور

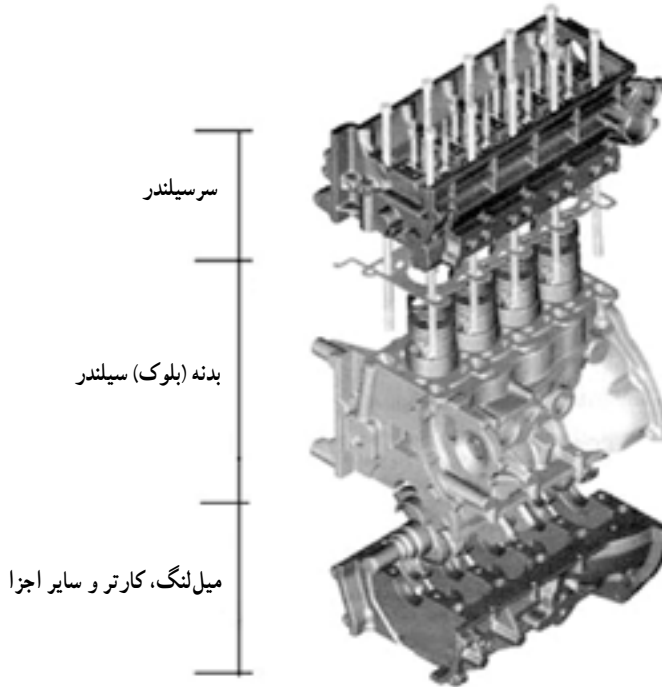
به منظور تشریح بخش‌های مختلف موتور، تقسیم‌بندی ساختمان موتور در اینجا به صورت طبقاتی از بالا به پایین صورت گرفته است. در قسمت بالای موتور مجموعه سر سیلندر و در قسمت میانی بدنه سیلندر و اجزای داخلی آن و پایین‌ترین قسمت موتور شامل میل‌لنگ، کارتر روغن و سایر

اجزای داخلی آن می باشد.

۱-۱-۲- سرسیلندر : شامل مجموعه سوپاپ ها و فرمان سوپاپ ها، مجاری دود و گاز، مایع خنک کاری، محفظه احتراق، شمع و انژکتور می باشد. معمولاً جنس سرسیلندر از چدن و یا آلایژ آلومینیم می باشد.

۲-۱-۲- بدنه (بلوک) سیلندر : شاید بتوان آن را بخش اصلی موتور نامید. این بخش شامل محفظه سیلندر، مجاری و راهگاه های مایع خنک کاری (آب)، مجاری روغن کاری، محل یاقان های ثابت میل لنگ و میل سوپاپ می باشد.

۳-۱-۲- میل لنگ و محفظه آن : در پایین ترین بخش موتور مجموعه هایی شامل میل لنگ، شاتون، بیستون، فلاپویل و مخزن روغن (کارتز) می باشد.

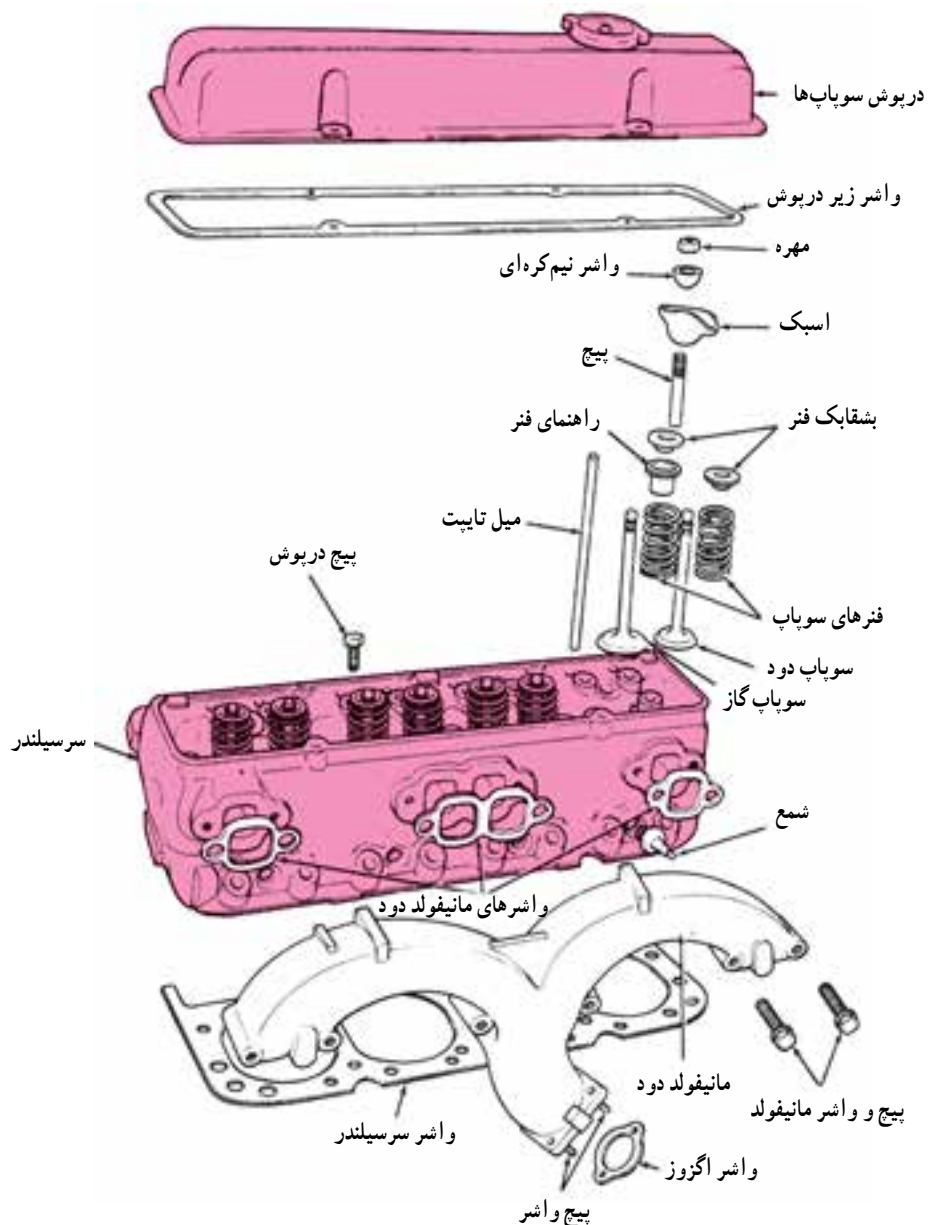


شکل ۱-۲- تقسیم بندی موتور به سه بخش سرسیلندر، بدنه (بلوک) سیلندر و محفظه میل لنگ

۲-۲- سرسیلندر و اجزای آن

سرسیلندر از یک بدنه اصلی و تعدادی قطعات که روی آن سوار شده اند تشکیل شده است.

بدنه اصلی سر سیلندر به وسیله تعدادی پیچ به بدنه (بلوک) سیلندر بسته می شود. جهت آب بندی اتصال بین سر سیلندر و سیلندر از قطعه ای به نام واشر سر سیلندر استفاده می شود. در زیر به تشریح اجزای مختلف سر سیلندر و عملکرد آن ها اشاره می شود.



شکل ۲-۲- سر سیلندر و اجزای آن



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

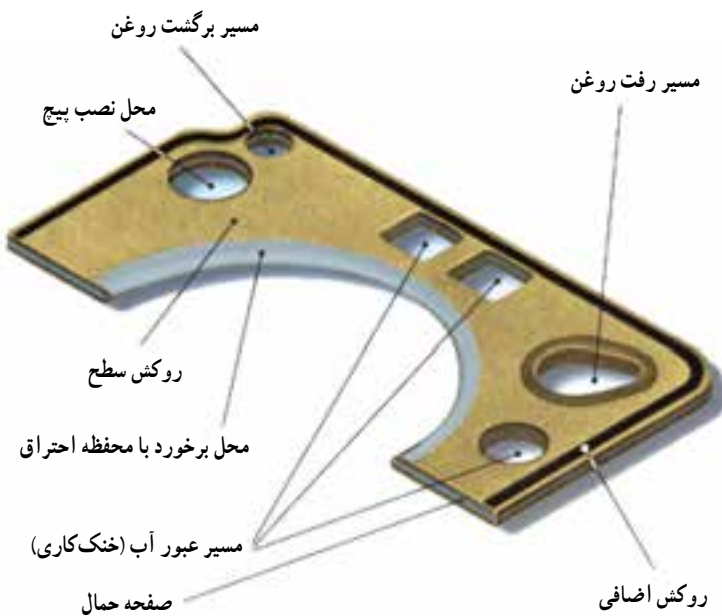
۱-۲-۲- واشر سرسیلندر : اگرچه سطوح اتصال بین بدنه (بلوک) سیلندر و سرسیلندر تراشکاری شده، تراز و صاف می‌باشد، باز هم قدرت آب‌بندی محفظه احتراق را نسبت به محیط خارج و مجاری آب و روغن ندارد. بنابراین واشری در بین سطوح تماس آن‌ها قرار می‌دهند. واشر سرسیلندر باید دارای خواص زیر باشد :

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

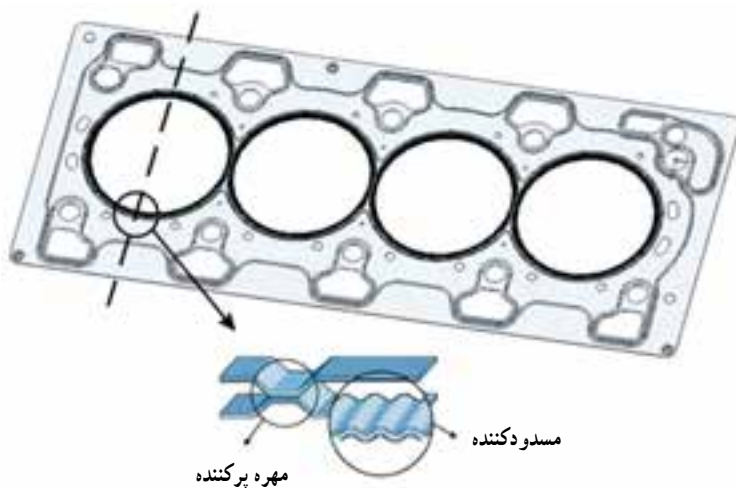
۲- ضریب حرارتی بالا : در اثر افزایش درجه حرارت، گرما را به‌خوبی انتقال داده، نسوزد.

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

۱-۲-۲- دستگاه فرمان سوپاپ : سوپاپ با فرمان گرفتن از میل سوپاپ در زمان معین باز می‌شود و به‌وسیله فنر سوپاپ دوباره بسته می‌شود. سوپاپ‌های مورد مصرف در موتورهای امروزی، اغلب قارچی شکل هستند و با زاویه ۴۵ درجه یا ۳۰ درجه در نشیمنگاه خود (سیت) قرار گرفته، محفظه احتراق را نسبت به محیط خارج آب‌بندی می‌کنند. وقتی سوپاپ گاز باز می‌شود ارتباط بین سیلندر و مجرای سوخت - هوا برقرار می‌گردد و سیلندر از مخلوط ماده سوختنی و هوا پر می‌شود. در

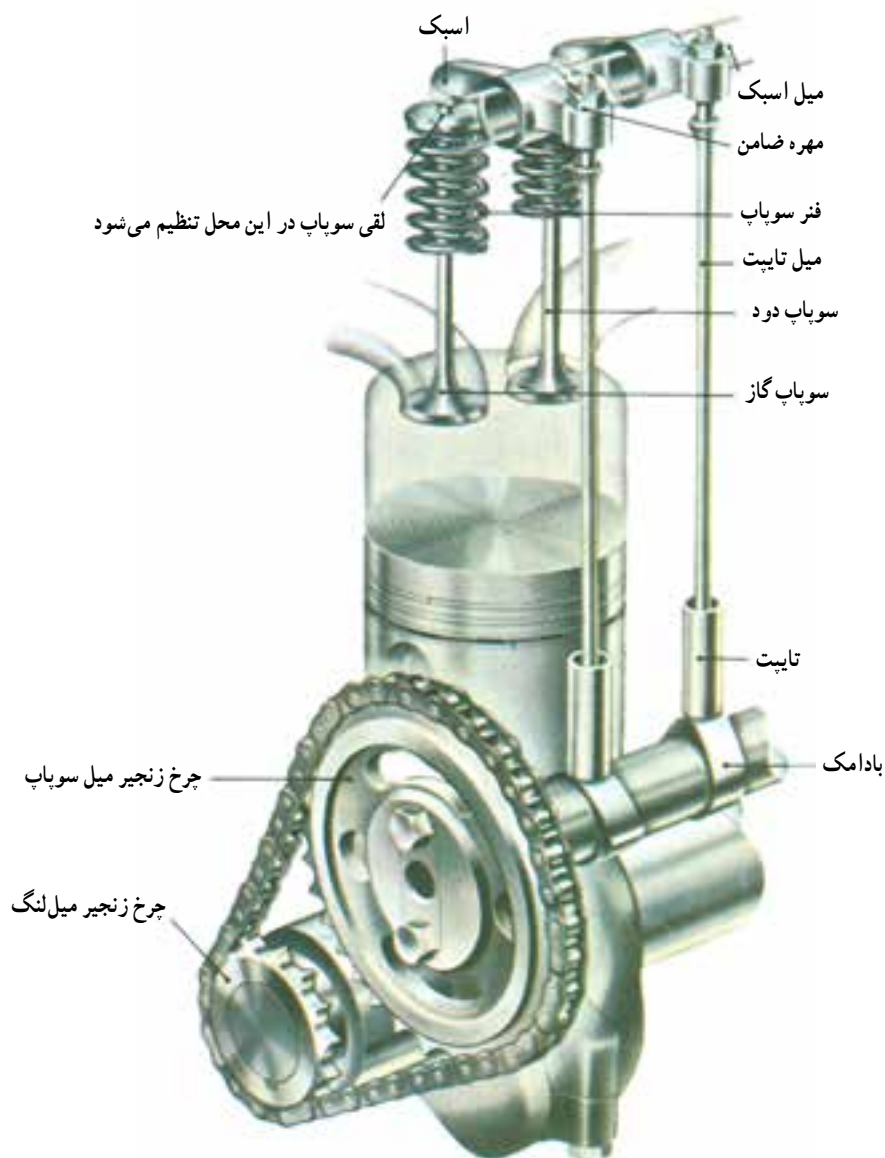


شکل ۲-۴- اجزای واشر سرسیلندر

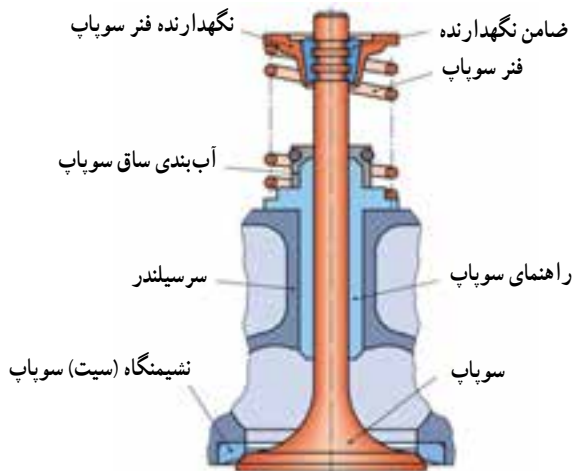


شکل ۲-۵- واشر سرسیلندر چند لایه فولادی

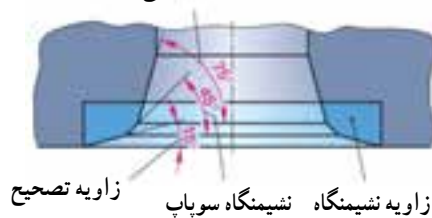
حالی که با باز شدن سوپاپ دود، ارتباط بین سیلندر و هوای محیط برقرار می‌گردد و دودهای حاصل از احتراق، سیلندر را ترک می‌کنند. بنابراین در هر سیلندر حداقل یک سوپاپ گاز (ورودی) و یک سوپاپ دود (خروجی) وجود دارد.



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



زاویه تصحیح

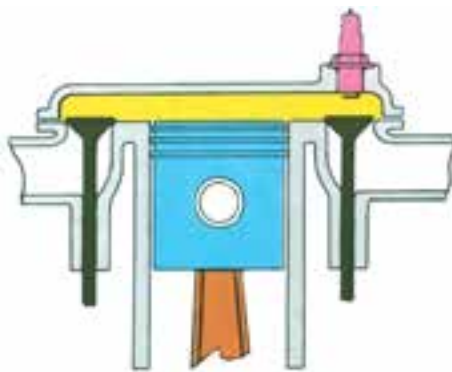


شکل ۲-۷- زاوایای شیب نشیمگاه سر سوپاپ

۲-۲-۳- سیستم های مختلف فرمان سوپاپ

سیستم سوپاپ ایستاده دو ردیفه یا T

شکل: این روش که در موتورهای قدیمی به کار می رفته شامل دو میل بادامک است که با یکی سوپاپ های دود و با دیگری سوپاپ های گاز فرمان می گیرند. در این سیستم راندمان حجمی موتور به علت بد پر شدن سیلندر ۷۵٪ است. خروجی دود و ورودی سوخت به شکل T می باشد (شکل ۲-۸).

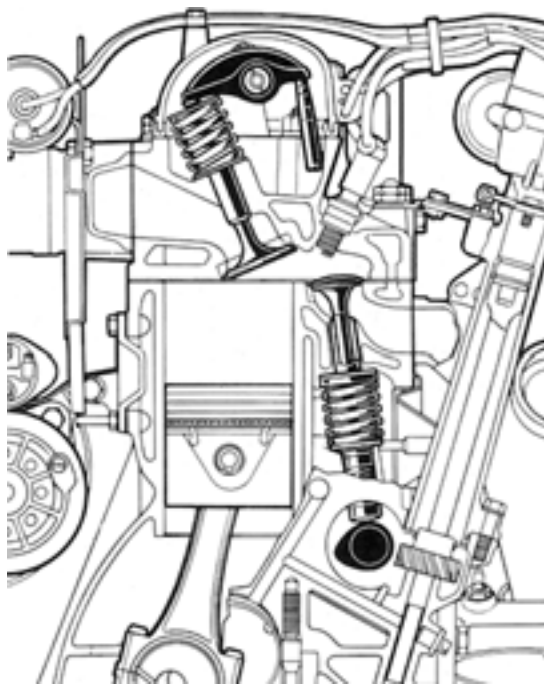


شکل ۲-۸- موتور با سوپاپ T شکل



شکل ۹-۲- موتور L شکل

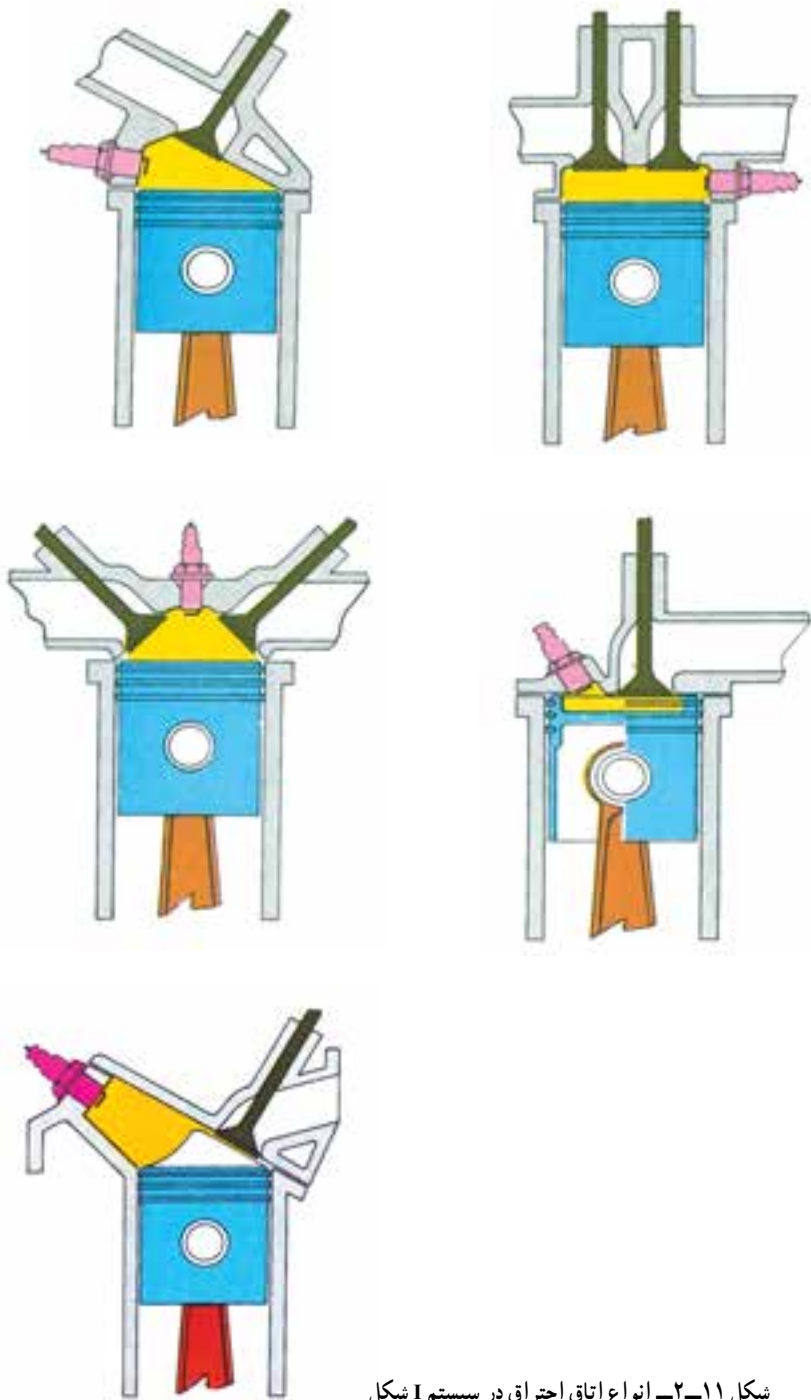
سیستم سوپاپ ایستاده L شکل: این روش جدید تراز نوع T شکل است و تمام سوپاپ‌های گاز و دود به طرف بلوک قرار دارند و به وسیله یک میل سوپاپ فرمان می‌گیرند. در این روش به علت کوچک شدن محفظه احتراق و فرم خاص آن، پرشدن سیلندر بهتر انجام می‌گیرد و راندمان حجمی موتور به ۸۸٪ می‌رسد. در این روش ورود گاز و خروج دود به شکل L می‌باشد.



شکل ۱۰-۲- ساختمان سوپاپ‌های ترکیبی F شکل

سیستم سوپاپ‌های ترکیبی یا F شکل: در این روش سوپاپ گاز به حالت معلق و سوپاپ دود به حالت ایستاده قرار می‌گیرد تا عمل پر شدن سیلندر به علت نزولی بودن جریان سوخت، کامل‌تر شود. در این روش خروج دود و ورود گاز به شکل F می‌باشد.

سیستم سوپاپ معلق یا I شکل: در این روش هر دو سوپاپ گاز و دود در سر سیلندر قرار دارد و جهت خروج گاز و دود در یک خط مستقیم به شکل I انجام می‌شود. راندمان حجمی موتور در سیستم I شکل، به فرم اتاق احتراق بستگی دارد که در اشکال ۱۱-۲ نشان داده شده است.



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

۴-۲-۲- مکانیزم حرکت سوپاپ‌ها: در سیستم L شکل - در نوع L شکل، سوپاپ به وسیله تاییت حرکت می‌کند و نیروی خود را به‌طور مستقیم از میل سوپاپ می‌گیرد. میل سوپاپ نیروی حرکتی را به وسیله چرخ دنده از میل‌لنگ می‌گیرد.

در سیستم سوپاپ معلق - در روش سوپاپ معلق و ترکیبی، فرمان سوپاپ‌های معلق به روش‌های گوناگون انجام می‌شود.

نسبت حرکت میل سوپاپ در موتور چهار زمانه: با هر روشی که میل سوپاپ را به حرکت درآورند (دنده‌ای، زنجیری، تسمه‌ای) باید سرعت آن $\frac{1}{4}$ سرعت میل‌لنگ باشد زیرا در هر دو دور میل‌لنگ توسط هر سیلندر یک کار انجام می‌شود و در هر دور گردش میل سوپاپ، یک بار سوپاپ گاز و دود تمام سیلندرها باز و بسته می‌شود. بنابراین، در سیکل کامل موتور که میل‌لنگ دو دور می‌چرخد میل سوپاپ فقط یک بار گردش می‌کند.

میل سوپاپ علاوه بر فرمان دادن به سوپاپ‌ها، پمپ روغن، دلكو و پمپ بنزین را نیز به کار می‌اندازد.

۵-۲-۲- تایمینگ سوپاپ‌ها: قدرت بازده موتور، بستگی کامل به مقدار سوختی دارد که در هنگام مکش سیلندر را پر می‌کند. مقدار سوخت وارد شده به سیلندر، به اندازه قطر دریچه گاز، مکش سیلندر، مقدار باز بودن سوپاپ گاز و سرعت موتور بستگی دارد.

قطر سوپاپ‌ها اندازه معین و محدودی دارد و نمی‌توان آن را به‌طور دلخواه افزایش داد. مقدار برخاستن سوپاپ‌ها حدود ۹ میلی‌متر است و قطر سوپاپ‌های گاز را حتی‌المقدور بزرگ‌تر می‌سازند. مثلاً هر گاه قطر سوپاپ دود ۳۸ میلی‌متر باشد، قطر سوپاپ گاز ۴۲ میلی‌متر ساخته می‌شود.

زاویه نشست اغلب سوپاپ‌ها ۴۵ درجه می‌باشد. گاهی هم سوپاپ‌های ۳۰ درجه، ساخته می‌شود. سوپاپ ۳۰ درجه مقدار باز بودن دهانه آزاد سوپاپ را افزایش داده، سیلندر بهتر پر می‌شود. ولی سوپاپ ۴۵ درجه حالت گوه‌ای بهتری دارد و به‌خوبی در سیت خود نشست، عمل آب‌بندی را بهتر انجام می‌دهد. در روی چرخ دنده‌ها و چرخ زنجیرها علایم تایمینگ برای نصب نمودن آن‌ها حک می‌شود.

۶-۲-۲- تاییت: بین بادامک میل سوپاپ و انتهای ساق سوپاپ، تاییت قرار می‌گیرد. بدنه کوچک سوپاپ نمی‌تواند ضربات سخت و پی در پی را - که همراه نیروی مالشی بادامک است - تحمل کند. به علاوه باید وسیله‌ای وجود داشته باشد تا بتوان لقی کمی بین سوپاپ و بادامک ایجاد کرد تا در موقع انبساط سوپاپ از بازماندن سوپاپ و سوختن آن جلوگیری شود. عمل تنظیم بین تاییت و

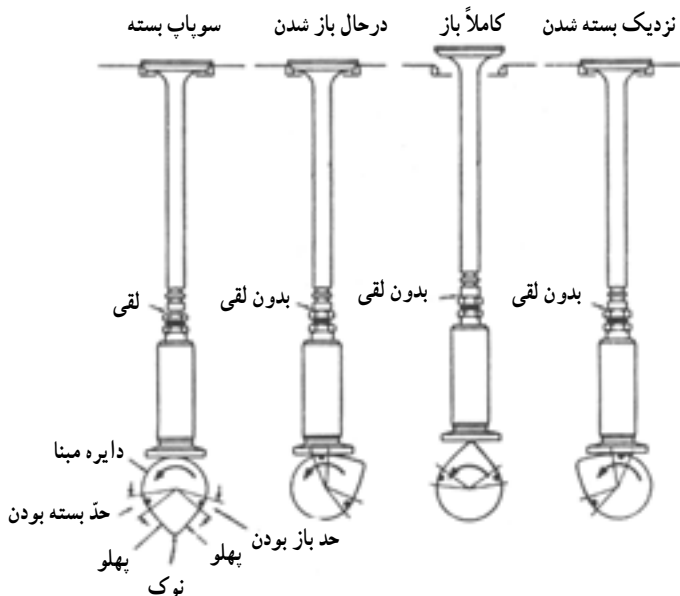
سوپاپ را پیچ تایپت میسازد. لقی لازم بین تایپت و سوپاپ بین ۰/۱۵ تا ۰/۵۶ میلی متر است و به طراحی و قدرت موتور بستگی دارد.

۲-۲-۷- بادامک‌های میل سوپاپ: بادامک‌ها که وظیفه باز کردن سوپاپ‌ها را عهده‌دار هستند، طرح بسیار دقیقی دارند. قسمتی از آن به شکل دایره کامل است که به آن مینا می‌گویند و قسمتی دیگر که به وسیله آن سوپاپ را باز می‌کند به شکل‌های مخصوصی طراحی می‌گردد که آن را بادامک می‌نامند.

وقتی سوپاپ کاملاً باز است که نوک بادامک زیر تایپت باشد. بادامک در موتورهای جدید از پنج قسمت تشکیل می‌شود شکل ۱۲-۲ که عبارتند از:

۱- دایره مینا. ۲- حدّ باز شدن (شیب ملایم باز شدن). ۳- پهلوی باز کردن سوپاپ. ۴- پهلوی بسته شدن سوپاپ. ۵- حدّ بسته شدن (شیب ملایم بسته شدن).

بادامک با سرعت زیاد سوپاپ را باز می‌کند. برای باز و بسته شدن ملایم سوپاپ‌ها، سطح نشست آن‌ها را در روی سیت سوپاپ طوری طراحی می‌کنند که محدوده کوچکی در روی بادامک دارای شیب ملایمی باشد که به آن حدّ باز و بسته شدن می‌گویند. موتوری که با دور ۴۰۰۰ RPM کار می‌کند این حدّ تقریباً در زمان $\frac{1}{4}$ ثانیه طی شده، سپس سوپاپ باز یا بسته می‌شود.



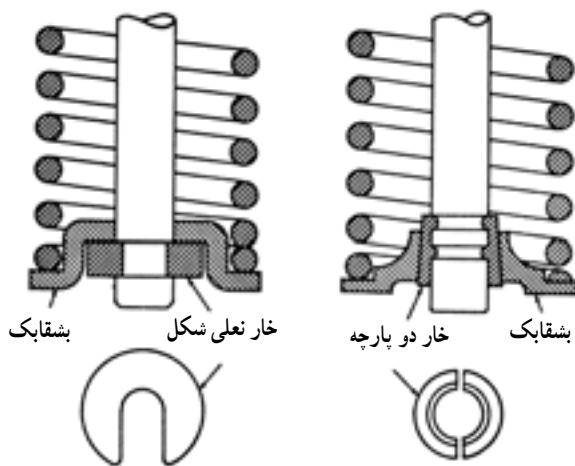
شکل ۱۲-۲- حالت‌های مختلف بادامک

۸-۲-۲- فتر سوپاپ : فتر سوپاپ‌ها از مفتول گرد فولادی با قطر تقریبی ۳/۵ میلی‌متر ساخته می‌شود. دو انتهای فتر را به صورت تخت می‌سازند تا موقع تکیه کردن در محل خود به طور کاملاً عمود قرار گیرد (شکل ۱۳-۲). در یک موتور با سوپاپ ایستاده یا L شکل، طول آزاد فتر حدود ۵۲ میلی‌متر است و وقتی که آن را در روی سوپاپ تحت فشار نصب می‌کنند، طول آن به ۴۴/۵ میلی‌متر می‌رسد. در این حال، فشار فتر حدود ۲ kg می‌باشد. وقتی سوپاپ باز می‌شود طول آن کوتاه‌تر شده، به ۳۶/۵ میلی‌متر می‌رسد که در این حالت فشار فتر ۴۲ kg افزایش می‌یابد. بنابراین مقدار برخاستن سوپاپ (میلی‌متر ۸ ۳۶/۵ ۴۴/۵) خواهد بود.



شکل ۱۳-۲- فتر سوپاپ‌ها

۹-۲-۲- خار نگهدارنده بشقابک سوپاپ : در اغلب موتورها برای نگهداشتن فتر و بشقابک آن در روی ساق سوپاپ از خارهای نعلی شکل یا خار دو پارچه استفاده می‌شود. این خارها پس از جمع کردن فتر سوپاپ در شیار انتهایی ساق سوپاپ قرار گرفته، بشقابک را نگه می‌دارد.



شکل ۱۴-۲- خارهای نعلی شکل و دو پارچه

۱۰-۲-۲- شرایط کار سوپاپ‌ها: برای درک حساسیت کار سوپاپ‌ها، لازم است که شرایط واقعی فیزیکی موتور را بشناسیم. به این منظور، فرض می‌کنیم که هر سوپاپ در $\frac{1}{3}$ از گردش بادامک میل سوپاپ، باز و در $\frac{2}{3}$ باقیمانده مسیر در تکیه‌گاه خود بسته قرار می‌گیرد. می‌دانیم که سرعت میل سوپاپ $\frac{1}{3}$ سرعت میل لنگ است و در هر دور آن یک بار سوپاپ‌های گاز و دود باز و بسته می‌شوند؛ بنابراین در دور RPM ۳۰۰۰ موتور، سوپاپ‌ها در هر دقیقه ۱۵۰۰ مرتبه باز و بسته می‌شوند (دور موتور ۳۰۰۰ در دقیقه است).

پس هر سوپاپ در هر ثانیه $25 = \frac{1500}{60}$ مرتبه باز و بسته می‌شود. اگر زمان باز بودن $\frac{1}{3}$ و زمان بسته شدن $\frac{2}{3}$ فرض شود، بنابراین هر سوپاپ $\frac{1}{75}$ ثانیه باز و $\frac{2}{75}$ ثانیه بسته است.

۱۱-۲-۲- اهمیت تنظیم بودن لقی سوپاپ: برای آنکه سوپاپ‌ها بتوانند وظیفه مکش و خروج گازهای داغ و تبادل حرارتی را به‌خوبی انجام دهند و نسوزند، لازم است که به مقدار لقی مجاز توصیه شده از طرف سازندگان خودرو، توجه کافی بشود.

اگر لقی سوپاپ، زیادتر از اندازه مجاز باشد زمان باز بودن سوپاپ کاهش یافته، مدت نشستن آن در روی سیت بیشتر می‌شود که البته از نظر خود سوپاپ برای انتقال حرارت مناسب است ولی از نظر تایمینگ موتور یک عیب محسوب می‌شود. به علاوه موتور با سر و صدای زیادی کار می‌کند. اگر لقی سوپاپ کمتر از اندازه مجاز باشد، سوپاپ زودتر باز شده، دیرتر بسته می‌شود. لذا مدت زمان نشستن سوپاپ در سیت کاهش یافته، تبادل حرارتی به‌خوبی انجام نمی‌شود و در نتیجه سوپاپ دود به سرعت می‌سوزد.

با گرم شدن موتور، لقی سوپاپ ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد، برای درک این موضوع و اهمیت تنظیم لقی سوپاپ‌ها، آزمایش 130° دقیقه‌ای زیر را انجام می‌دهند.

۱۲-۲-۲- نشستی سوپاپ: عدم آب‌بندی سوپاپ‌ها بسته به دلایل زیر است:

الف) عیب مکانیکی در دستگاه سوپاپ

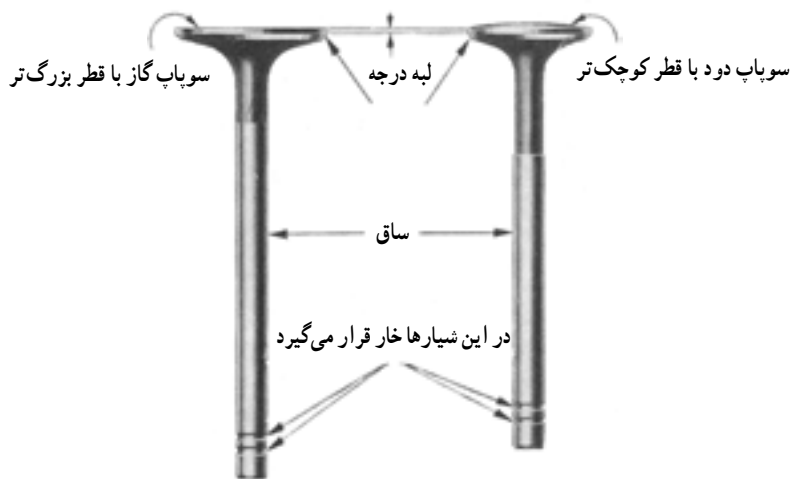
ب) رسوب گرفتن سوپاپ

فرض کنیم تمام قطعات موتور، تمیز و بدون رسوب گرفتگی باشد. یعنی روی سوپاپ و سیت آن را رسوب نگرفته، کربن روی قطعات را نبوشانده، مواد دیگر روی اجزای موتور وجود نداشته باشد. در چنین شرایطی برای آنکه سوپاپ را به‌خوبی آب‌بندی کند، لازم است به نکات زیر توجه شود: **سطوح نشست سوپاپ باید کاملاً گرد و با ساق سوپاپ متحدالمرکز باشد.** دایره نشست سوپاپ باید به‌طور دقیق هم مرکز با ساق سوپاپ باشد. اگر ساق سوپاپ در راهنمایش با لقی مجازی

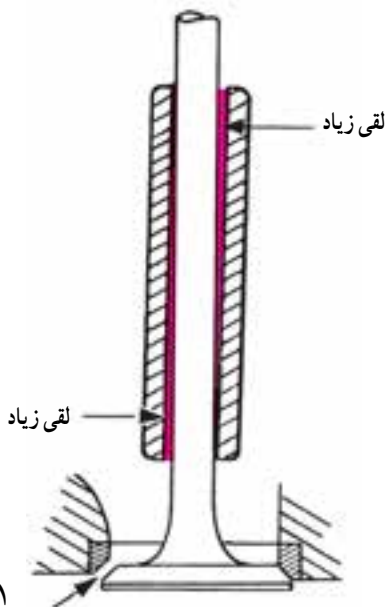
حرکت کند، سطح خواب سوپاپ هم باید به طور کامل در سیت تکیه نماید. در شکل ۱۵-۲ دو نوع سوپاپ دیده می شود که سمت چپی با سیت خود هم محور و سمت راستی، غیر هم محور است.

کج بودن سوپاپ: سر سوپاپ باید نسبت به ساق آن قائم باشد. اگر سر سوپاپ پیچیدگی داشته باشد سوپاپ نشستی خواهد داشت.

ساق سوپاپ باید کاملاً صاف باشد: اگر ساق سوپاپ کج باشد به خوبی در راهنمای خود حرکت نکرده و چسبندگی سوپاپ رخ می دهد. در نتیجه سوپاپ به خوبی در سیت خود نمی نشیند.



شکل ۱۵-۲- شکل سوپاپ و لبه های آن در آب بندی گاز تأثیر مهمی دارد.



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

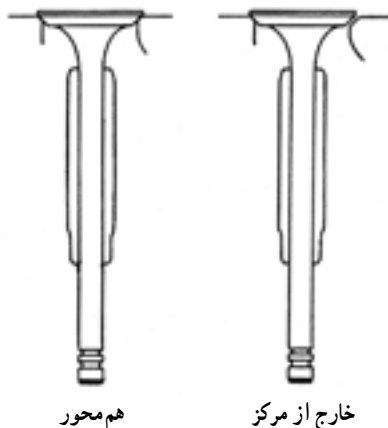
شکل ۱۶-۲

در چنین حالتی، سوپاپ ابتدا کج روی سیت تکیه می‌کند و سپس به علت گوه‌ای بودن نشست سوپاپ و کشش فنر، به محل اصلی خود کشیده می‌شود.

در سوپاپی که گیت آن لقی زیادی دارد، بالاخره سوپاپ در سیت تکیه می‌کند ولی نه در اسرع وقت و به طور دقیق، بلکه در زمان نسبتاً طولانی و ناقص. سرعت عمل بسته شدن سوپاپ‌ها دارای اهمیت زیادی است، به خصوص در مورد سوپاپ‌های دود که تأخیر زیاد باعث سوختن سوپاپ می‌شود.



شکل ۱۷-۲- لقی زیاد گیت (راهنما) باعث کج نشستن سوپاپ می‌شود.



شکل ۱۸-۲- سوپاپ ابتدا کج تکیه می‌کند (چپ) و سپس به محل اصلی کشیده می‌شود (راست)

از طرف دیگر، خارج از مرکز نشستن سوپاپ به علت لقی زیاد گیت، وجود فرسایش زیاد سیت و سوپاپ می‌شود.

در موتورهای I شکل لقی زیاد گیت سوپاپ علاوه بر داشتن معایب فوق‌الذکر، باعث ایجاد نیروی مالشی جانبی در اسبک و انحراف سطح تماس می‌گردد. در نتیجه سیستم سوپاپ به نرمی کار نمی‌کند.

درجه حرارت سوپاپ: معایب اساسی سوپاپ‌ها، در بالا رفتن درجه حرارت سوپاپ و عدم توانایی صحیح انتقال حرارت می‌باشد. در مکانیزم سوپاپ‌های پیشرفته با استفاده از اجزای اتوماتیک، تا حدی از سوختن سوپاپ‌ها جلوگیری می‌شود.

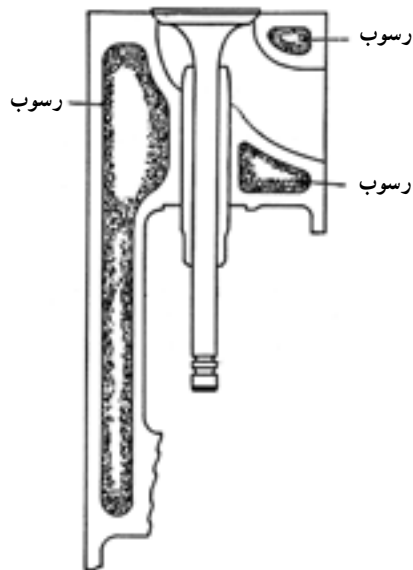
درجه حرارت نشیمنگاه (سیت) سوپاپ: در اثر بالا رفتن درجه حرارت موتور، سیت سوپاپ از حالت دایره‌ای خارج می‌شود و تقریباً به صورت بیضی درمی‌آید. اگر پیچش سیت بیشتر از 25° میلی‌متر (1° اینچ) باشد، نشتی به وجود خواهد آمد.

پیچیدگی سیت، ممکن است در اثر غلط بستن پیچ‌های سرسیلندر باشد. به این معنی که در اثر نامیزان بستن پیچ‌های اطراف سیت در سرسیلندر، فلز مجاور سیت تغییر شکل داده، فرم سیت را هم تغییر می‌دهد. از طرف دیگر به علت انبساط بلوکه سیلندر، سیت نمی‌تواند به صورت یک حلقه آزاد، منبسط و منقبض شود لذا پیچش سیت ممکن است در اثر تنش‌های حرارتی هم باشد.

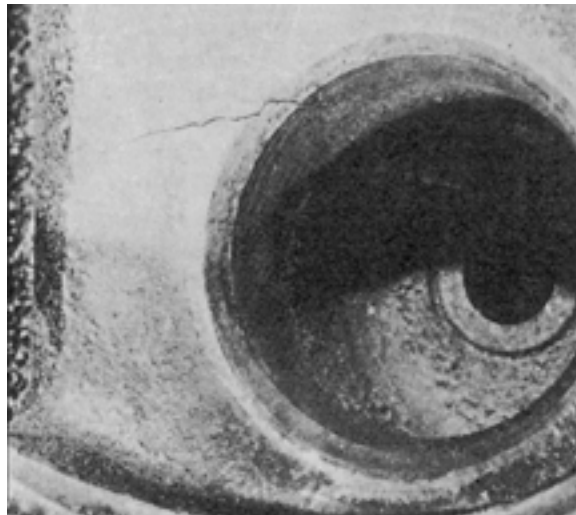
بنابراین، خنک کاری غلط موتور و داغ کردن آن باعث تغییر شکل سیت می‌گردد. اگر درجه حرارت موتور، بیش از اندازه افزایش یابد، سیت در اثر انبساط و انقباض ناهمگون تحت تأثیر تنش‌های حرارتی داخلی قرار گرفته، می‌ترکد (شکل‌های $20-2$ و $21-2$).



شکل ۱۹-۲- سیت سوپاپ اغلب از مواد سخت ساخته می‌شود و به طور پرسی نصب می‌گردد.

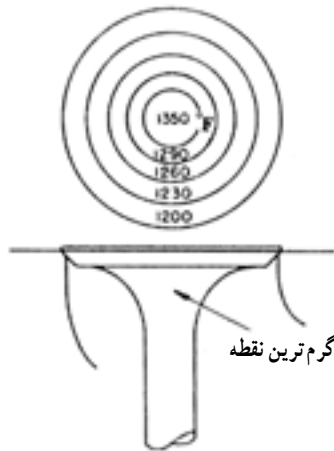


شکل ۲۰-۲- رسوب گرفتگی مجاری آب داخل موتور

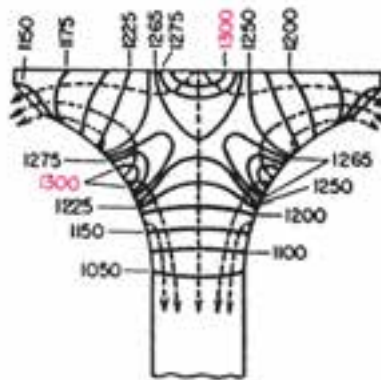


شکل ۲۱-۲- ترکیدن سوپاپ دود

انتقال حرارت در سوپاپ: اگر سوپاپ به خوبی در سیت خود تکیه کند و عمل انتقال حرارت از سیت به آب، به درستی انجام گیرد، درجه حرارت یکنواختی در سر سوپاپ ایجاد می شود. (شکل های ۲۰-۲۲ و ۲۰-۲۳)



شکل ۲۲-۲- توزیع درجه حرارت در سویاپ دود (F) در شرایط عادی



شکل ۲۳-۲- نمایش خطوط هم دما در نقاط مختلف سویاپ

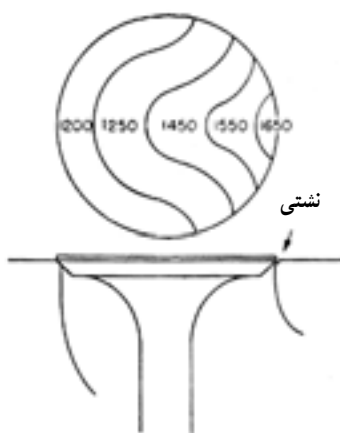
درجه حرارت ثابت بر حسب فارنهایت

مسیر جریان حرارت

در مرکز سویاپ که گرم ترین موضع آن است، درجه حرارت $135^{\circ}F$ است. این مقدار به طور متناسب در خطوط دایره ای شکل کم می شود و در سردترین جا که نزدیک سیت است عمل انتقال حرارت انجام شده و به $115^{\circ}F$ می رسد. در شکل ۲۳-۲ پروفیل دمای میانگین ارائه شده است، این در حالی است که پروفیل دارای نشیمنگاه مناسبی بوده و سویاپ انتقال حرارتی کافی از طریق آب خنک کاری داشته است، در صورتی که عملاً درجه حرارت واقعی سویاپ خیلی بالاتر از این ارقام

است. می توان گفت که به طور متوسط درجه حرارت انفجار گاز 4000°F است که به صورت های مختلف مستهلک می گردد و ارقام نشان داده شده روی سوپاپ، $\frac{1}{3}$ حرارت واقعی انتقال یافته به سوپاپ است.

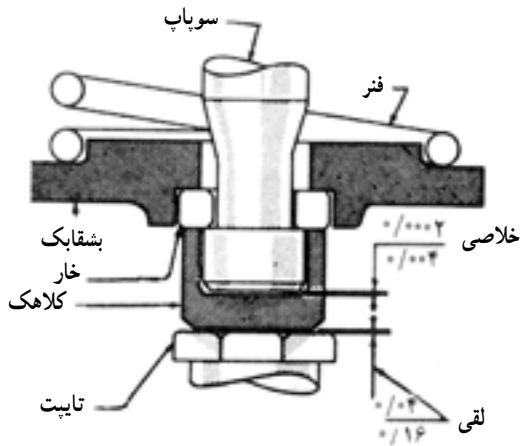
حال فرض کنیم سوپاپ به عللی در یک قسمت باز بماند. علل مورد نظر می تواند پيچیدگی سیت یا سر سوپاپ، قرار گرفتن ذره ای در بین سوپاپ و سیت، پوشیده بودن سیت و سطح نشست سوپاپ از رسوب کربن یا اسید آهن و غیره باشد. در این صورت محلی که به سیت تکیه نمی کند به شدت گرم می شود. شکل ۲۴-۲ آن را نشان می دهد.



شکل ۲۴-۲- توزیع نامناسب درجه حرارت

سوپاپ که بسوزد از فرم اصلی طراحی شده خارج می گردد و دیگر نمی تواند به وظیفه خود عمل کند.

سوپاپ های چرخشی: برای جلوگیری از رسوب گرفتگی سطح خواب سوپاپ و پیدایش نقاط گرم در آن، طرحی به کار می رود که بر اساس آن سوپاپ در حین حرکت رفت و برگشتی خود حرکت چرخشی هم می کند. این گونه سوپاپ ها دارای زیر سوپابی مخصوصی هستند که یا به صورت آزاد و یا به طرز اجبار، سوپاپ ها را می چرخانند. در نوع گردش آزاد، هر بار که بادامک سوپاپ را بلند می کند، کلاهک بین تاپیت و نگهدارنده فتر، سوپاپ را آزاد می کند و سوپاپ از نیروی فتر آزاد شده، می تواند به هر طرف که نیرو به آن وارد می شود، گردش کند (شکل ۲۶-۲).



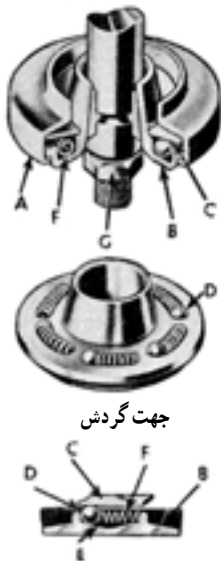
شکل ۲۶-۲- لقی در این محل تنظیم می شود.



شکل ۲۵-۲- ساختمان سوپاپ گردش آزاد

اندازه لقی مجاز بین سوپاپ و کلاهک و نیز کلاهک و تایپت، در شکل ۲۶-۲ نشان داده شده است.

در نوع گردش اجباری، هر بار که تایپت، سوپاپ را بلند می کند، نیروی تایپت به نقطه ای که دارای فنر و ساچمه است وارد می شود و چون ساچمه در سطح شیبدار حرکت می کند، نیروی عکس العمل قطعه نگهدارنده سوپاپ را می چرخاند و در نتیجه سوپاپ هم اجباراً حرکت چرخشی می کند (شکل ۲۷-۲).



شکل ۲۷-۲- دستگاه گردش اجباری سوپاپ

A- بدنه B- بشقابک C- واشر D- ساچمه
E- شیب F- فنر G- تایپت

رسوب روی سطح خواب سوپاپ در اثر نفوذ گرد و غبار جاده، کربن سوخت، روغن سوزی موتور و اکسید آهن به وجود می‌آید و در معرض گرمای موتور قرار گرفته، به صورت رسوب سخت در می‌آید.

گاهی در اثر گرمای زیاد، حفره‌هایی در سطوح نشست سیت و سوپاپ به وجود می‌آید. حفره‌ها به علت تأثیر گازهای گرم اسیدی بر سوپاپ داغ به وجود آمده، به صورت کاربید آهن، سطوح خواب سوپاپ را می‌پوشانند.

کند بسته شدن سوپاپ (چسبندگی): پس از نشستی سوپاپ، عیب مهم دیگر آن کند بسته شدن می‌باشد که نتیجه‌ای مشابه نشستی در سوپاپ باقی می‌گذارد. وقتی فنر سوپاپ ضعیف شود و یا بشکند، در سرعت‌های زیاد، سوپاپ آهسته بسته می‌شود.

علت دیگر دیر بسته شدن سوپاپ، چسبندگی آن است. چسبندگی سوپاپ در اثر وجود نیروی اصطکاک زیاد بین ساق سوپاپ و راهنمای آن ایجاد می‌شود. در موقع چسبندگی سوپاپ حرکت آن تابع فنر نیست و پس از عبور بادامک از زیر تاپیت، سوپاپ به سرعت بسته نمی‌شود. باید دانست که دیر بسته شدن سوپاپ گاز، موجب افت قدرت موتور می‌گردد زیرا مقداری از سوخت در هنگام تراکم به مانیفولد گاز بازگشت می‌کند.

دیر بسته شدن سوپاپ دود هم قدرت موتور را می‌کاهد، زیرا وقتی موتور مکش می‌کند هر دو سوپاپ باز است و مقداری دود به سیلندر مکیده می‌شود و از راندمان حجمی موتور کاسته می‌گردد. به علاوه دیر بسته شدن سوپاپ دود، داغ شدن سوپاپ در اثر کم شدن فرصت انتقال حرارت سوپاپ به سیت آن می‌شود و موجب ترسیدن یا ترکیدن لبه بشقابک سوپاپ می‌گردد.

در موتوری که سوپاپ آن چسبندگی دارد، دور آرام و موتور به سختی تنظیم می‌شود و معمولاً آتش به مانیفولد گاز نفوذ می‌کند.

دلایل چسبندگی سوپاپ

۱- بیشترین چسبندگی سوپاپ گاز در اثر جمع شده رسوبات بنزین در قسمت‌های داخلی راهنمایی سوپاپ و روی ساق آن است. در بنزین، مواد صمغی معدنی وجود دارد که پس از احتراق، در ساق سوپاپ باقی می‌ماند و حالت چسبنده‌ای دارد. در بنزین انبار شده اثر چسبندگی صمغ، تشدید می‌شود.

۲- در اطاقک سوپاپ، مقداری روغن وجود دارد که به راهنمای سوپاپ نفوذ کرده، روی ساق سوپاپ و سطوح داخلی راهنما را می‌پوشاند. در سوپاپ دود، به علت بالا بودن درجه حرارت روغن

می‌سوزد و کربن سختی روی سطوح ساق سوپاپ و راهنما را می‌پوشاند. در نتیجه، لقی بین آن را محدود نموده، موجب کندی حرکت سوپاپ می‌شود.

۳- تشکیل رسوب کربن در راهنمای سوپاپی که دارای لقی مجاز است، به ندرت اتفاق می‌افتد. بنابراین وجود لقی زیاد باعث جذب روغن در راهنما می‌شود. البته روغن سوزی داشتن موتور هم کمک به نفوذ روغن به راهنمای سوپاپ می‌کند.

۴- لقی خیلی کم بین سوپاپ و راهنما باعث چسبندگی می‌شود که این حالت در تعمیرات موتور به هنگام تعویض گیت و غلط بر قوزدن آن، به وجود می‌آید.

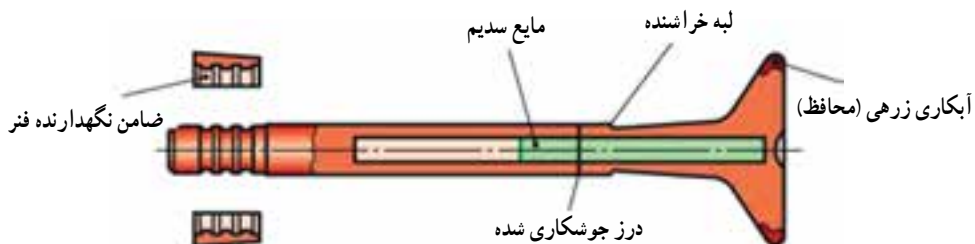
۵- صاف نبودن ساق سوپاپ، باعث گیر کردن آن در گیت، کج شدن سوپاپ در اثر نشتی داشتن سیت، بالا رفتن گرما در سوپاپ و گاهی ذوب شدن سوپاپ می‌شود.

۶- لقی کم بین تایپت و راهنمای آن و یا وجود صمغ و کربن بین آن دو، باعث سفت شدن تایپت در راهنما شده، فتر سوپاپ نمی‌تواند به سرعت سوپاپ را ببندد.

سوپاپ سدیمی: گاهی سوپاپ‌ها را توخالی می‌سازند و در داخل آن نمک بعضی از فلزات را که نقطه ذوب پایینی دارند قرار می‌دهند. معمولاً از فلز سدیم که دارای نقطه ذوب 97°C است استفاده می‌نمایند، و لذا این گونه سوپاپ‌ها را سدیمی می‌نامند (شکل ۲۸-۲).

سدیم در 97°C ذوب می‌شود و در اثر کار سوپاپ در محفظه آن بالا و پایین برده، گرمای سر سوپاپ دود را که داغ‌ترین موضع است می‌گیرد و به ساق سوپاپ می‌دهد.

به این ترتیب، گرمای سر سوپاپ به گیت آن هدایت گردیده، به آب خنک کاری منتقل می‌شود از این سوپاپ‌ها در موتورهای داغ (موتورهای تند گرد و مسابقه‌ای) استفاده می‌شود (شکل ۲۹-۲).



شکل ۲۸-۲- سوپاپ دود سدیمی



شکل ۲۹-۲- انتقال حرارت گرمای سر سوپاپ
به گیت و آب خنک کاری

۲-۳- سیلندر

۱-۲-۳- مقدمه : سیلندر موتور استوانه‌ای توخالی است که در بدنه (بلوک) سیلندر ساخته

شده است. سیلندر، محل حرکت پیستون، انجام عملیات چهار زمان موتور، تبدیل انرژی شیمیایی سوخت به انرژی حرارتی، تبدیل انرژی حرارتی به فشار، تبدیل فشار به نیرو، تبدیل نیرو به کار و حرکت پیستون می‌باشد. با حرکت سریع پیستون به طرف پایین در اثر ازدیاد حجم در بالای پیستون فشار افت کرده، در نتیجه سوخت و هوا سیلندر را پر می‌کند. سپس در همین سیلندر، گاز فشرده شده، محترق می‌گردد.

موتور ایده‌آل آن است که دارای سیلندر به شکل استوانه کامل و پیستونی به شکل استوانه کامل

و هم اندازه با سیلندر باشد تا بدون لقی در سیلندر حرکت رفت و برگشتی نماید.

وقتی سیلندر ساخته می‌شود دارای خطای بسیار کم و استوانه‌ای کامل است. ولی بستن

سرسیلندر روی بلوکه، قدری حالت استوانه‌ای آن را چه از نظر قاعده و چه از نظر ارتفاع به هم می‌زند.

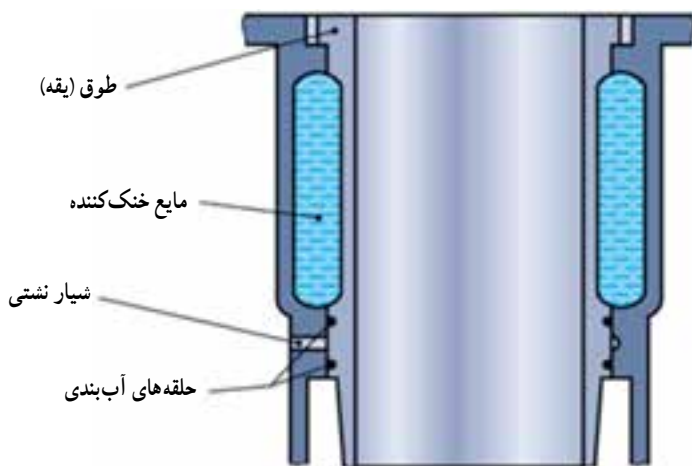
برای تقلیل پیچش سیلندر در اثر تنش ناشی از بستن پیچ‌های سرسیلندر، کارخانه‌های اتومبیل‌سازی

روش‌های صحیح بستن سرسیلندر را معین می‌کنند. محکم کردن بیش از اندازه پیچ‌های سرسیلندر

باعث پیچیده شدن سیلندر می‌گردد. از طرف دیگر شل بستن آن باعث عدم آب‌بندی محفظه عملیاتی و نشتی گاز و دود و سوختن و اشتر سرسیلندر و بروز خطرات دیگر می‌شود. بنابراین لازم است پیچ‌های سرسیلندر را طبق اندازه و با روش صحیح، با آچار تورک متر سفت کنند.

ماشین کاری سیلندر در درجه حرارت محیط کارخانه انجام می‌شود. اما موتور در حرارت خیلی بالاتر و در چند صد درجه سانتی‌گراد کار می‌کند. اگر فقط پوسته سیلندر در معرض حرارت زیاد قرار گیرد چندان مسأله‌ای ایجاد نمی‌کند؛ ولی سیلندر جزئی از یک مجموعه فلزی است که بدنه نامیده شده و در اثر گرما انبساط غیر متقارن پیدا می‌کند و تنش‌های حرارتی ایجاد شده اثر انبساطی ناهمگون در سیلندر باقی می‌گذارد.

در شکل ۲-۳ ساختمانی نامتقارن بدنه سیلندر با مجاری آب، اطاقک سوپاپ، محفظه میل‌لنگ و غیره دیده می‌شود.

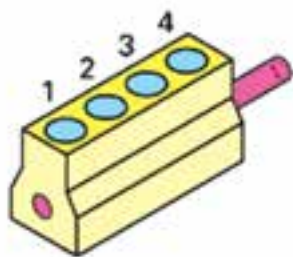


شکل ۲-۳- ساختمانی نامتقارن داخلی بدنه سیلندر موتور

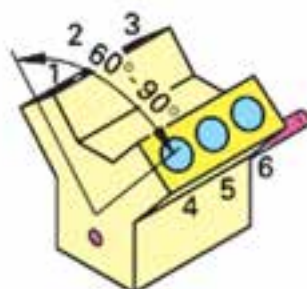
۲-۳-۲- انواع سیلندرها :

سیلندر با بوش جدا نشدنی (خشک) : پس از ریخته‌گری بلوکه سیلندر، داخل سیلندرها که کوچکتر از اندازه حقیقی ریخته‌گری شده، با دقت زیاد تراشکاری و سپس آب‌کاری می‌شود. این سیلندرها را که همراه بلوکه سیلندر ماشین‌کاری و آب‌کاری می‌کنند، سیلندر با بوش سر خود یا

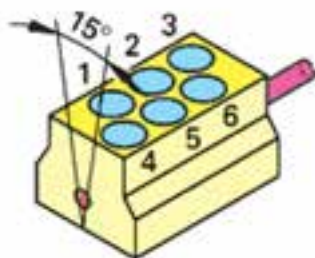
جدانشدنی و یا سیلندر خشک می‌گویند. علت کاربرد اصطلاح خشک آن است که دیواره سیلندر با ضخامت معینی که دارد (حدود ۳ میلی‌متر) به‌طور مستقیم با آب خنک‌کاری تماس ندارد. این نوع سیلندرها به هنگام تعمیر تراشیده شده به قطرشان اضافه می‌شود و به‌ناچار باید یک دسته پیستون هم با اندازه بزرگ‌تر تهیه گردد (شکل ۳۱-۲).



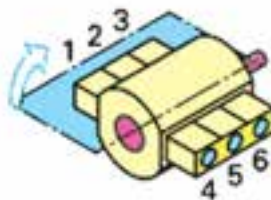
خطی



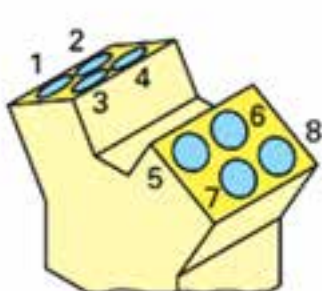
جناغی



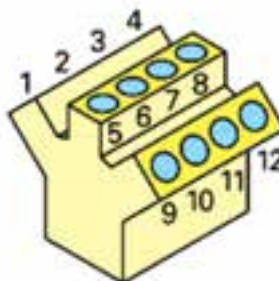
خطی جناغی



سیلندر روبه‌رو



خطی جناغی دو ردیفه



شکل W

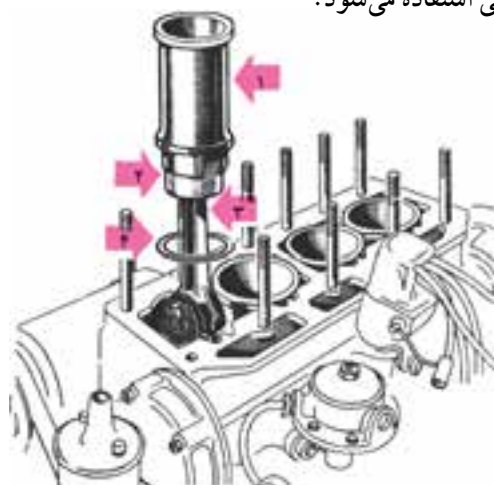
شکل ۳۱-۲- انواع مختلف بلوک (بدنه) سیلندر



شکل ۳۲-۲- برش عرضی و داخل انواع بدنه (بلوک) سیلندر

سیلندر با بوش جداشدنی (تر): اخیراً در موتورهای پیشرفته از بوش‌های جداشدنی با ضخامت ۲ تا ۳ میلی‌متری استفاده می‌کنند که این بوش‌ها مستقیماً با آب کاری تماس دارد. لذا اصطلاح تر به آن‌ها اطلاق می‌گردد. در این روش به هنگام تعمیر موتور، تعویض پیستون الزامی نیست.

بوش‌های تر با روش خاصی تهیه می‌شوند تا در اثر نیروی سایشی مقاوم باشند لذا اغلب با روش گریز از مرکز ریخته‌گری می‌شوند و با روش سماتاسیون سطوح داخلی آن را تا عمق معینی سخت می‌کنند. برای جلوگیری از نفوذ آب خنک کاری به محفظه کارتل در بین لبه پایین بوش و تکیه‌گاه آن از واشرهای نازک پلاستیکی استفاده می‌شود.



شکل ۳۳-۲

۱- بوش ۲- پیستون ۳- شاتون ۴- رینگ مسی آب‌بندی

۳-۳-۲- پیستون

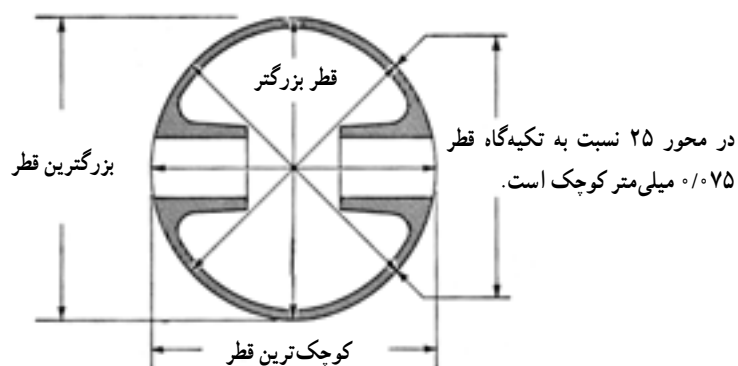
پیستون قطعه‌ای است استوانه‌ای شکل در داخل سیلندر با اتصال داشتن به شاتون حرکت رفت و برگشتی دارد. پیستون قطعه اصلی موتور است که چهار عمل اصلی موتور را فراهم می‌کند. پیستون ایده آل باید استوانه کامل باشد ولی در حقیقت چنین نیست. مقطع پیستون، دایره شکل یا کمی بیضی شکل ساخته می‌شود. پیستون بیضی شکل وقتی گرم شود به حالت دایره‌ای کامل در می‌آید. برای سهولت حرکت پیستون در سیلندر و جلوگیری از گیر کردن آن در اثر انبساط در سیلندر، لازم است لقی کمی بین پیستون و سیلندر پیش‌بینی شود. در این فاصله کم، قشر نازکی از روغن قرار می‌گیرد و فاصله را پر می‌کند. ضمن آنکه اصطکاک ایجاد شده را تقلیل می‌دهد، از سایش سریع آن دو نیز می‌کاهد و موجب تبادل حرارت می‌گردد.

مقدار لقی پیستون در حالت سرد بودن موتور، زیادتر است؛ ولی با گرم شدن موتور پیستون سریع‌تر انبساط پیدا کرده، لقی آن با سیلندر کمتر می‌شود. علت انبساط بیشتر پیستون دو عامل است: یکی گرمای بیشتری که به پیستون تأثیر می‌کند و دیگری ضریب انبساط زیادتر پیستون آلومینیمی نسبت به سیلندر چدنی.

پیستون‌های بیضی شکل که برای جلوگیری از چسبیدن پیستون به سیلندر (گریپاژ) ساخته می‌شود با ابعاد خاصی طرح می‌گردد. به طوری که در شکل ۲-۳۵ دیده می‌شود قطر پیستون که در محور تکیه‌گاه گزن بین قرار دارد به اندازه $\frac{1}{1000}$ اینچ یا $\frac{0}{15}$ میلی‌متر از قطر دیگر کوچکتر است و قطر پیستون در روی محور $\frac{3}{1000}$ اینچ یا $\frac{0}{75}$ میلی‌متر، کوچکتر از بزرگترین قطر پیستون است.



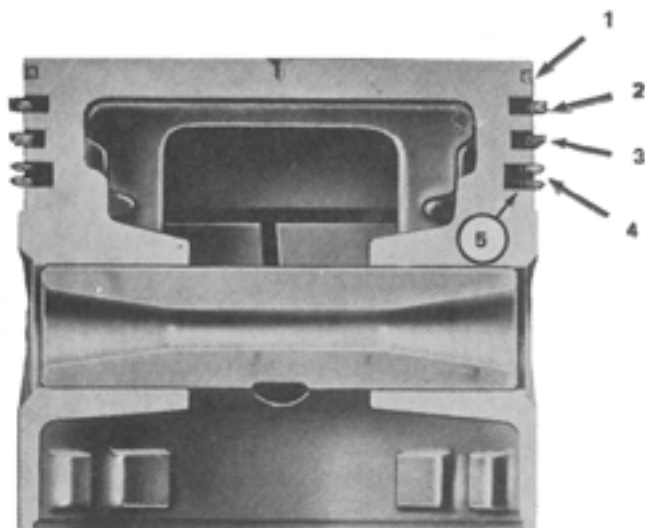
شکل ۳۴-۲- سطوح تماس پیستون بیضی شکل از حالت سرد بودن تا گرم شدن کامل



شکل ۳۵-۲- پیستون بیضی شکل

پیستون‌های آلومینیومی: از آلیاژهای آلومینیم، به خاطر سبکی وزن و انتقال بهتر گرما در ساختن پیستون‌ها استفاده می‌شود. اما در گرمای مساوی با پیستون چدنی مشابه دو برابر منبسط می‌شوند. بنابراین پیش‌بینی‌هایی در ساختمان پیستون‌های آلومینیومی به عمل می‌آید تا از انبساط بیش از اندازه آن جلوگیری شود.

آلیاژ آلومینیوم سیلیسیم، انبساط کمتری دارد و در پیستون‌سازی مصرف می‌شود. برای آلیاژهای دیگر، طرح‌های ساختمانی مختلفی به کار می‌برند.



شکل ۳۶-۲- ساختمان پیستون

طرف فشاری پیستون: وقتی به حرکت پیستون و شاتون توجه کنیم، ملاحظه خواهیم کرد که نیروی فشاری احتراق زمان قدرت، در امتداد محور استوانه سیلندر به سر پیستون وارد می‌شود. لذا پیستون تمایل دارد که در سیلندر به طور کاملاً موازی با محور استوانه، به طرف پایین حرکت کند.



شکل ۳۷-۲- پیستون‌های موتورهای جدید

از طرف دیگر، شاتون از قسمتی که با میل‌لنگ درگیر است حرکت دورانی می‌نماید و از قسمتی که با پیستون درگیر است، حرکت خطی می‌کند. در نتیجه در هر لحظه از حرکت پیستون و شاتون، نیرو بین آن دو تجزیه می‌شود که در زیر، چهار حالت آن را در چهار زمان موتور بررسی می‌کنیم:

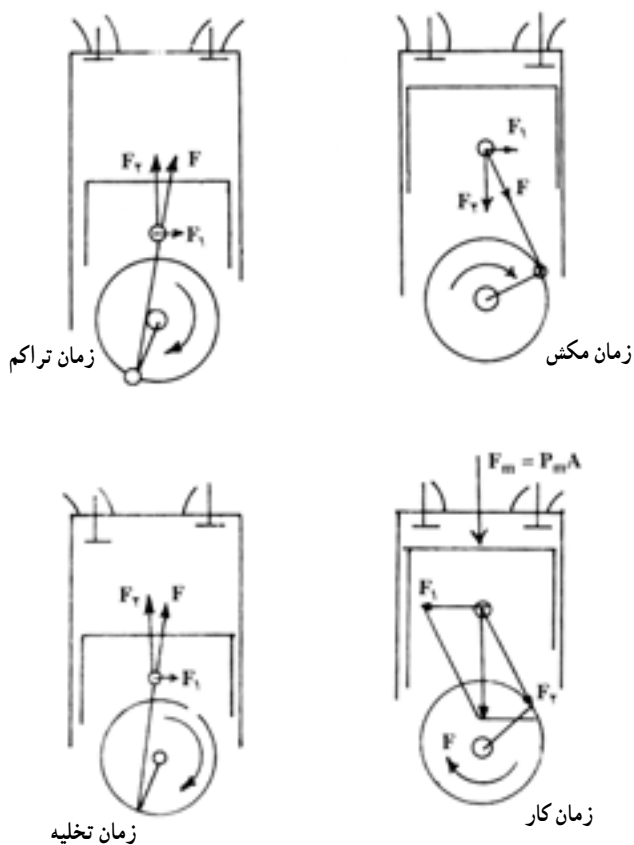
۱- در زمان مکش: شاتون به وسیله میل‌لنگ کشیده می‌شود و پیستون را که به علت اصطکاک رینگ‌ها تمایل به حرکت ندارد، با نیروی اصطکاک F_p به طرف پایین می‌کشد.

شکل ۳۸-۲ نیروی اصلی وارد شده از طرف شاتون به پیستون، بزرگ‌تر از نیروی اصطکاک است، $F > F_p$ که به علت حرکت زاویه‌ای شاتون نیروی F به دو نیروی F_1 و F_2 تجزیه می‌شود. نیروی F_1 به دیواره سمت راست سیلندر تحمیل می‌گردد.

۲- در زمان تراکم: شاتون به وسیله میل‌لنگ به طرف بالا فشرده می‌شود و پیستون را که به علت اصطکاک رینگ‌ها و فشار تراکم، تمایل به بالا رفتن ندارد با نیروی F_p به بالا حرکت می‌دهد. اما نیروی اصلی شاتون F می‌باشد که $F > F_p$ بوده، به جهت تجزیه نیروها F به نیروی F_1 و F_2 تجزیه می‌شود.

۳- در زمان قدرت: نیروی متوسط F_m به پیستون اعمال می‌شود و تمایل دارد پیستون را موازی با محور سیلندر به پایین حرکت دهد. ولی شاتون نیروی F را تجزیه نموده، به اندازه F_1 به دیواره سمت چپ وارد می‌کند و به اندازه F_2 هم به مصرف گشتاور موتور می‌رساند. نیروی F_1 نسبتاً زیادی است که به طرف چپ سیلندر وارد می‌کند.

۴- در زمان تخلیه: مانند زمان تراکم عمل می‌کند. با این تفاوت که پیستون با نیروی کمتری به طرف بالا فشرده می‌شود.

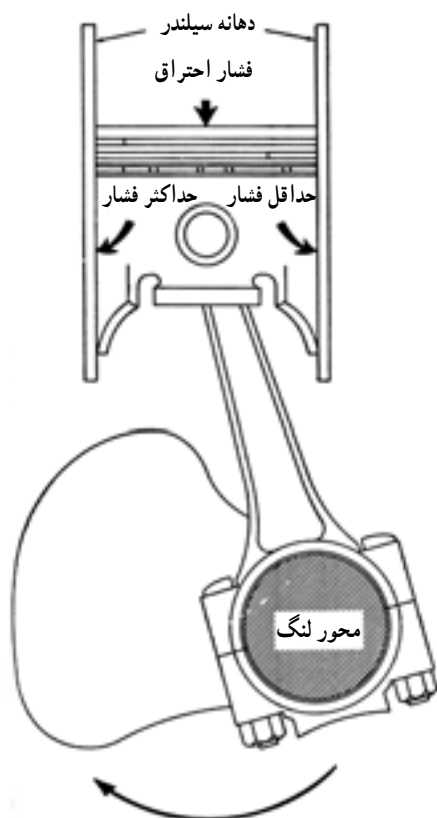


شکل ۳۸-۲- تجزیه نیروی وارد بر پیستون و سیلندر

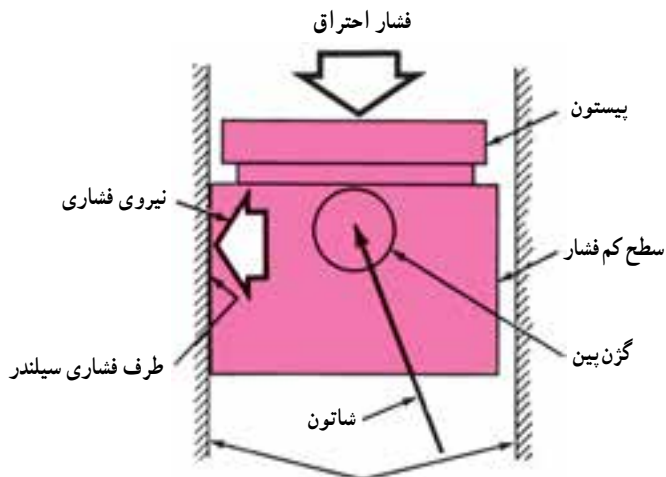
با توجه به دیاگرام‌های تجزیه نیرو می‌توان گفت: در یک موتور راستگرد (دوران میل‌لنگ هم‌جهت با عقربه‌های ساعت) وقتی از جلو به موتور نگاه می‌کنیم به طرف چپ سیلندر و پیستون نیروی زیادتری اعمال می‌شود. لذا به طرف چپ سیلندر و پیستون، طرف فشاری و

به طرف دیگر آن طرف کم فشار می‌گویند. برخی از کارخانه‌های اتومبیل‌سازی توصیه می‌کنند که شکاف T شکل پیستون در طرف کم فشار قرار گیرد تا در اثر نیروی زیاد، در پیستون تغییر شکل به وجود نیاید. در تمام موتورها که شاتون‌هایشان دارای سوراخ روغنکاری جانبی است این سوراخ را به طرف فشاری سیلندر قرار می‌دهند تا دیواره را به خوبی روغن پاشی کند.

از طرف دیگر، در سرعت‌های زیاد نیروهای اینرسی شاتون مؤثر بر پیستون بیشتر از نیروی احتراق است و به‌طور متناوب در هر حرکت رفت و برگشتی به دو طرف سیلندر نیرو وارد می‌شود. یعنی وقتی پیستون به پایین می‌رود به یک سمت آن و در حرکت به بالا به طرف دیگرش نیروی اینرسی اثر می‌کند. بنابراین از نظر نیروی اینرسی هر دو طرف پیستون به یک نسبت فشرده می‌شود. ولی از نظر نیروی فشار احتراق، هر دو طرف به یک نسبت به سیلندر فشرده نمی‌شوند. بنابراین بین دو نیروی فوق‌الذکر باید تفاوت قایل شد. نیروی اینرسی در سرعت‌های کم اندک است و نیروی احتراق در حالت درجا کار کردن موتور - وقتی که بار خارجی از روی موتور برداشته شود - حداقل است.



شکل ۳۹-۲- طرف فشاری سیلندر



شکل ۴۰-۲

با توجه به مطالب گفته شده برخی از طراحان معتقدند که اگر طرف شکافدار پیستون در سمت فشاری سیلندر قرار گیرد به علت حالت ارتجاعی پیستون، حرکت بدون ضربه تر و انطباق پیستون با سیلندر بهتر خواهد بود.

پوشش پیستون : پوشش پیستون برای محافظت آن از سایش زیاد به کار می‌رود. بعضی از مواد پوششی متخلخل هستند و ضمن استحکام بخشیدن به پیستون، روغن را در خود جذب نموده، عمل روغنکاری را بهتر انجام می‌دهند. پوشش پیستون ممکن است قشر نازکی از فلز قلع یا کادمیوم باشد که به علت نرم بودن آسیبی به سیلندر نمی‌رساند.

روکش کردن پیستون به طریقه شیمیایی صورت می‌گیرد که ضمن محکم بودن لایه پوششی قسمت اندود شده متخلخل و نرم بوده، دارای مزایای زیر می‌شود :

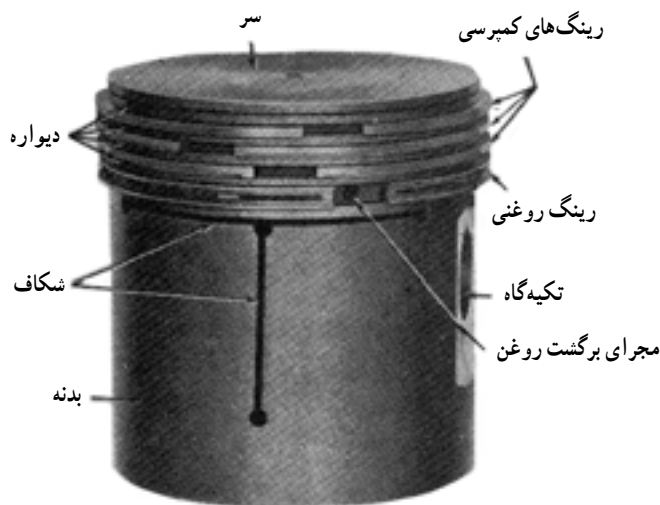
۱- در شروع کار، وقتی که هنوز روغن به دیواره سیلندر پاشیده نشده از سایش زیاد سیلندر و پیستون جلوگیری می‌کند.

۲- در موتور نو پوشش به عنوان حایل، از چسبیدن پیستون به سیلندر جلوگیری کرده، عمل آب‌بندی را تسریع می‌کند.

۳- در حرارت‌های خیلی زیاد که ناشی از : سرعت زیاد موتور، خنک کاری ضعیف، روغنکاری ناقص، هوای خیلی گرم، بار زیاد یا عدم تنظیم سوخت و برق می‌باشد از گریپاژ موتور جلوگیری می‌کند.

رینگ‌های پیستون : رینگ‌های پیستون، فنرهای دایره‌شکلی هستند که در یک محل بریدگی داشته، در شیار پیستون حالت فنریت مناسبی را به وجود می‌آورند. قطر دایره رینگ کمی بیشتر از قطر سیلندر است و به هنگام قرار گرفتن در شیار پیستون تماس فشاری به طرف سیلندر برقرار می‌کند و موجب آب‌بندی محفظه احتراق نسبت به محفظه کارتل می‌گردد. دهانه رینگ، وقتی که در داخل سیلندر قرار دارد حدود 0.7% اینچ یا $18/100$ میلی‌متر است. علت وجود فاصله در دهانه رینگ‌ها برای آن است که محلی برای انبساط رینگ در هنگام ازدیاد گرما وجود داشته باشد، در غیر این صورت لبه‌های رینگ به هم رسیده، رینگ خم می‌شود. در این موقع به علت حرکت پیستون، رینگ در شیار می‌شکند. در سرعت‌های کم، رینگ‌ها عمل آب‌بندی را به خوبی انجام می‌دهند ولی در سرعت‌های زیاد به علت برش رینگ، عمل آب‌بندی سیلندر کمتر است در نتیجه روغن‌سوزی موتور افزایش یافته، فرار گاز به کارتل بیشتر می‌شود.

پیستون‌ها معمولاً دارای سه یا چهار رینگ هستند. در یک پیستون که دارای سه رینگ است دو رینگ کمپرسی و یک رینگ روغنی می‌باشد. وظیفه رینگ‌های کمپرسی، آب‌بندی محفظه احتراق و جلوگیری از نشتی گاز به محفظه کارتل و وظیفه رینگ‌های روغنی، جلوگیری از نفوذ روغن به اطاق احتراق است. اگر در پیستونی چهار رینگ به کار رود دو رینگ بالا کمپرسی و دو تای پایینی روغنی است. گاهی سه رینگ کمپرسی و آخری روغنی می‌باشد (شکل ۴۱-۲).



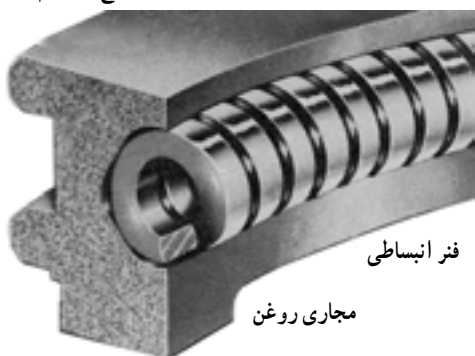
شکل ۴۱-۲- پیستون با چهار رینگ

رینگ‌های روغنی، شکافدار ساخته می‌شوند تا روغن‌های روی سیلندر را در کورس مکش و قدرت بهتر جمع کرده، از سوراخ‌های موجود در کف شیار رینگ به کارتِل باز گردانند. بنابراین اگر رینگ‌های روغنی رسوب کربنی داشته باشند و یا سوراخ‌های کف شیار مسدود گردد، مصرف روغن موتور بالا می‌رود (شکل ۲-۴۲ تا ۲-۴۴).

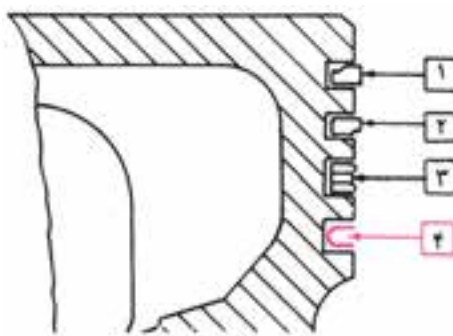


شکل ۲-۴۲- انواع رینگ‌های روغنی

سطح آب‌کرم‌دار



شکل ۲-۴۴- شکل قرار گرفتن رینگ‌ها در پیستون

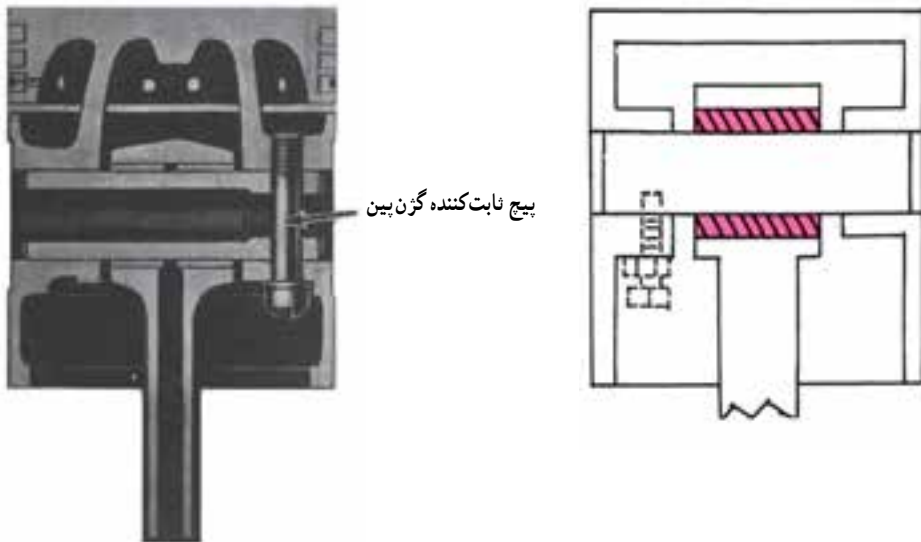


شکل ۲-۴۳- رینگ روغنی کرمی با فتر مارپیج فولادی



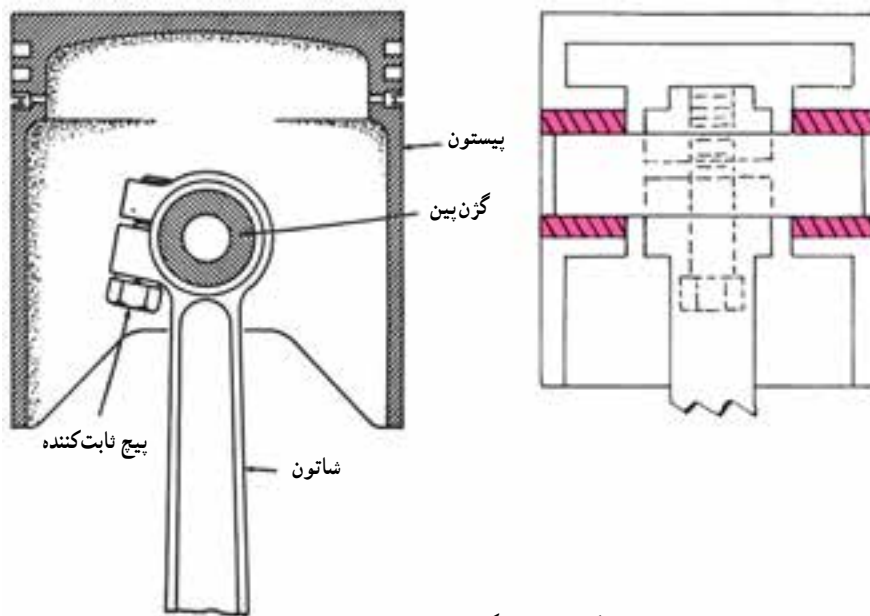
شکل ۲-۴۵- رینگ‌های انبساطی روغنی

گژن بین یا انگشتی : گژن بین، میله‌ای است تو خالی که شاتون را به پیستون مربوط می‌کند. برای آنکه در عین سخت بودن، حالت خمش نیز داشته باشد پس از تهیه آن از فولاد بهسازی شده، سطوح خارجی آن را با روش سماتاسیون سخت می‌کنند (سخت کاری قشری).
روش‌های اتصال بین پیستون، شاتون و گژن بین به یکی از حالت‌های زیر است :
۱- گژن بین به یکی از تکیه‌گاه‌های پیستون به کمک پیچ ثابت می‌شود (شکل ۲-۴۶).



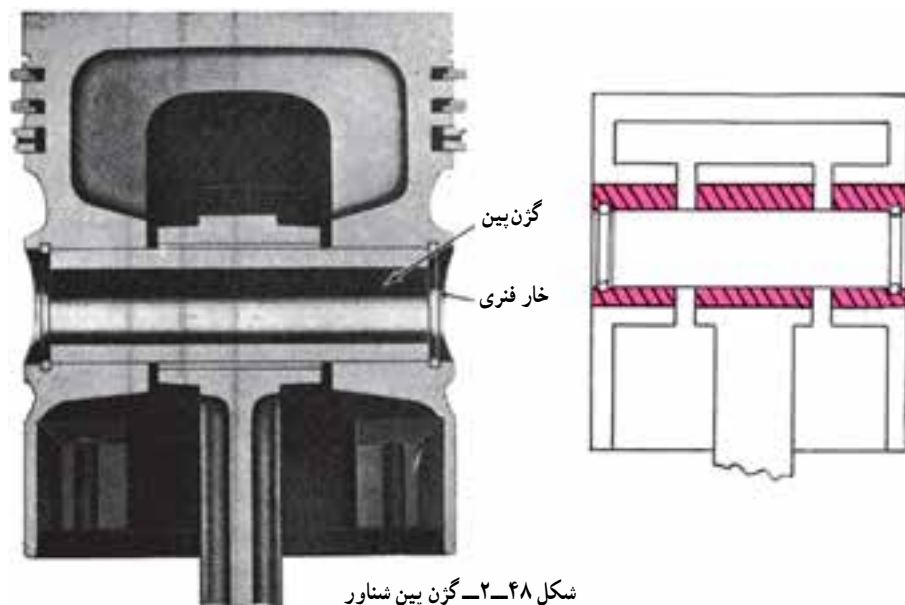
شکل ۲-۴۶- گژن بین در پیستون ثابت است

۲- گژن بین به وسیله پیچ به شاتون محکم شده، ولی در تکیه‌گاه‌های پیستون آزاد است (شکل ۲-۴۷).



شکل ۴۷-۲- گزن بین در شاتون ثابت است

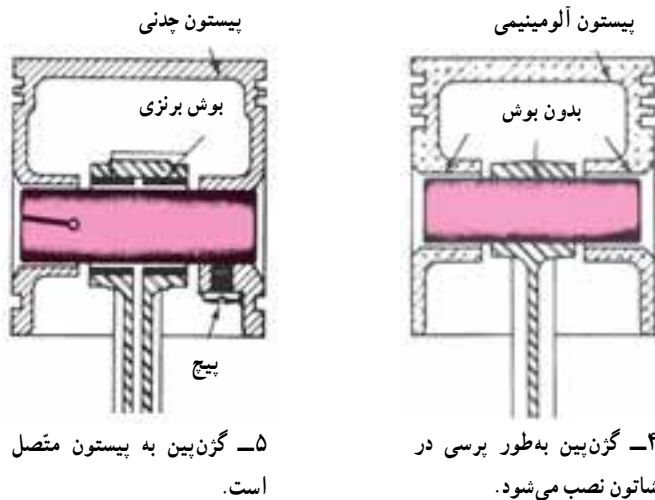
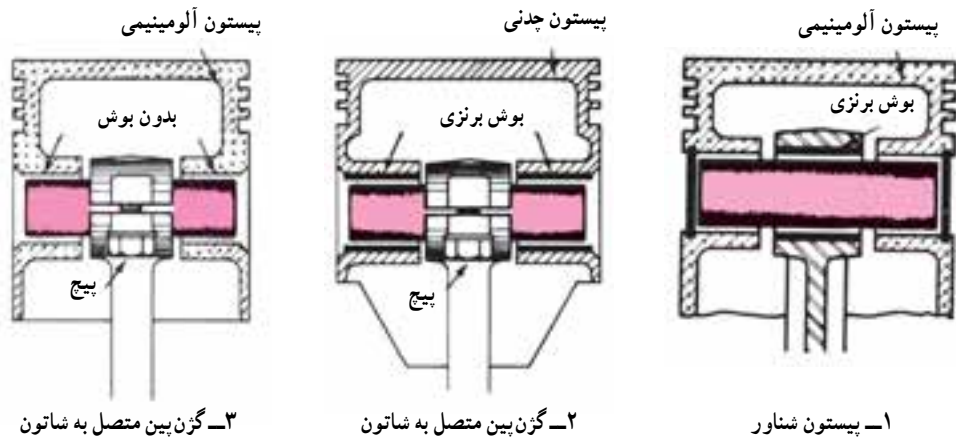
۳- گزن بین به طور شناور، هم در تکیه گاه‌های پیستون و هم در بوش شاتون قرار دارد. برای جلوگیری از حرکت گزن بین و خراب کردن دیواره سیلندر از دو خار فنری استفاده می‌کنند (شکل ۴۸-۲).



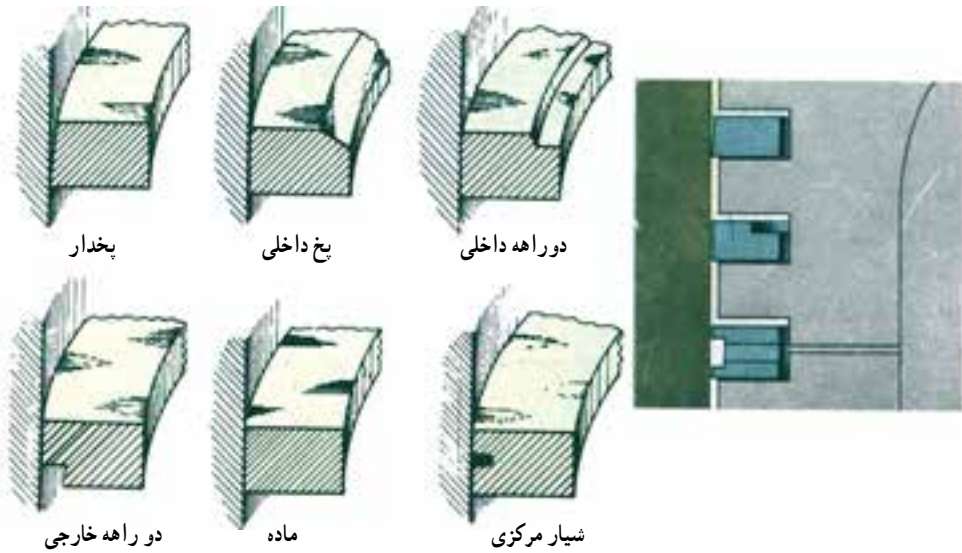
شکل ۴۸-۲- گزن بین شناور

۴- گزن بین در شاتون به طور پرسى یا حرارتى محکم شده و در روی تکیه‌گاه‌های پیستون آزاد است. در این حالت حرکت احتمالی گزن بین به وسیله خار فنری که در شیار تکیه‌گاه‌ها قرار می‌گیرد، محدود می‌گردد.

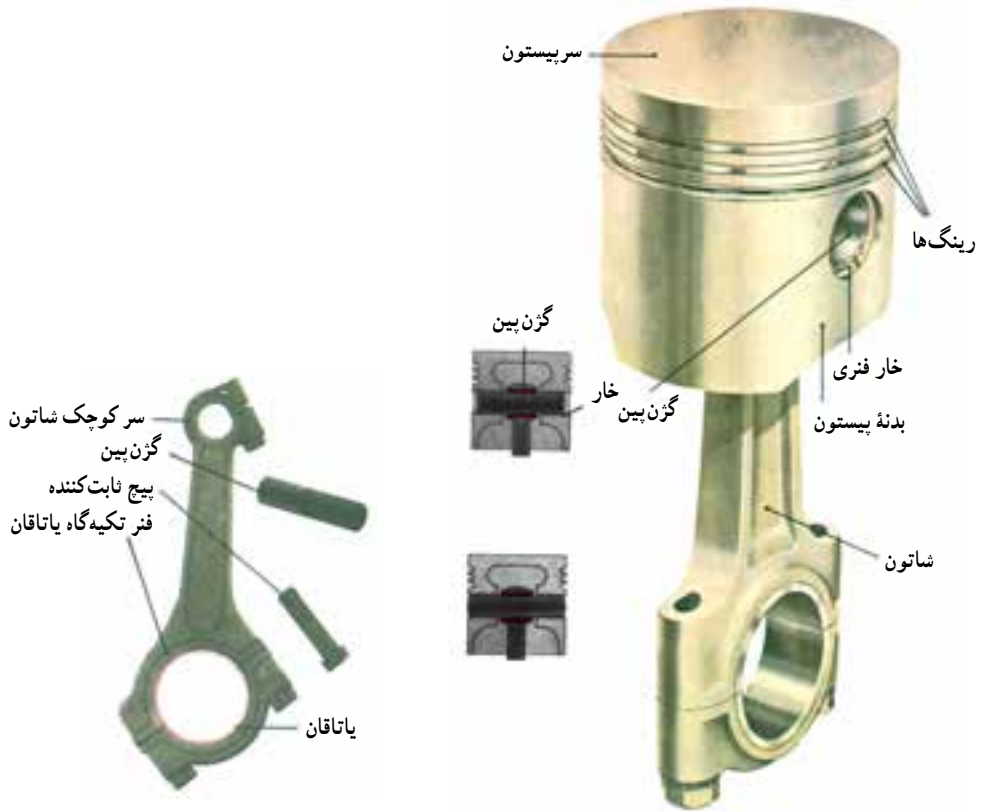
۵- گزن بین در تکیه‌گاه‌های پیستون به طور پرسى یا حرارتى محکم شده و در داخل بوش شناور است (شکل ۲-۴۹).



شکل ۲-۴۹- پنج نوع اتصال در سیستم پیستون



شکل ۲-۵۰- انواع رینگ‌های کمپرسی و طرز نصب آن‌ها



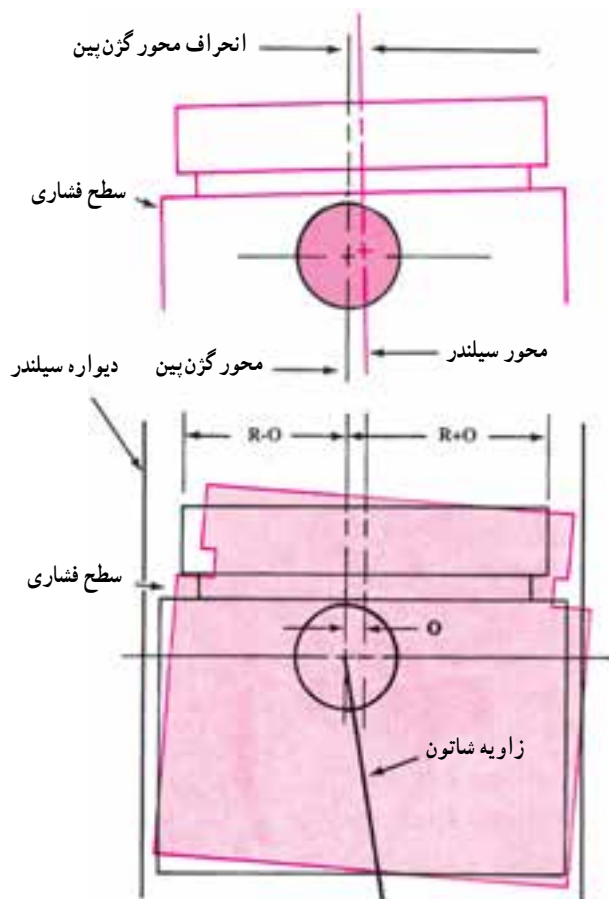
شکل ۲-۵۱- پیستون و شاتون

شکل ۲-۵۲- شاتون

انحراف محورهای گزن پین و پیستون : در بعضی از موتورها تکیه‌گاه گزن پین درست در مرکز پیستون ساخته نمی‌شود بلکه کمی انحراف بین محورهای گزن پین و پیستون وجود دارد. در این پیستون‌ها محور گزن پین را کمی به طرف سطح فشاری پیستون، نزدیک می‌کنند.

اگر گزن پین در وسط قرار داشته باشد، در کورس تراکم، پیستون تا انتهای مسیر خود با دیواره سیلندر تماس پیدا می‌کند (طرف کم فشار). در کورس قدرت با عوض شدن جهت حرکت شاتون، تماس پیستون از طرف کم فشار کم می‌شود و پیستون با طرف پر فشار تماس می‌گیرد. اگر لقی بین پیستون و سیلندر زیاد باشد این تغییر جهت، ضربه شدیدی به دیواره وارد می‌کند.

اگر محور گزن پین انحراف داشته باشد، کورس تراکم، پیستون کمی کج می‌شود. به طوری که انتهای آن با طرف فشاری سیلندر تماس دارد و به محض عوض شدن جهت شاتون و شروع کورس قدرت، پیستون به دیواره سیلندر، کمتر ضربه می‌زند.

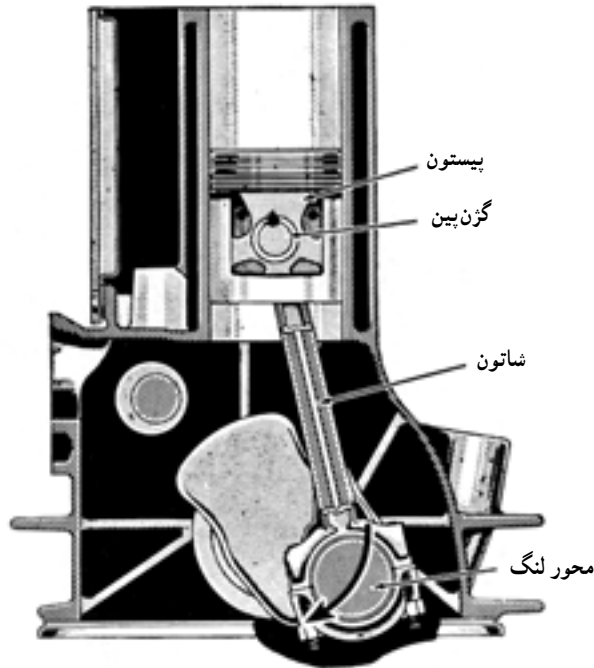


شکل ۵۳-۲ پیستون با محور گزن پین غیر محوری

۲-۴- میل لنگ و یاتاقان های آن

۲-۴-۱- تعریف : میل لنگ یا محور موتور، دارای تعدادی لنگ (به تعداد سیلندرهای

موتور) و یک محور اصلی است که در داخل یاتاقان های اصلی حرکت می کند.

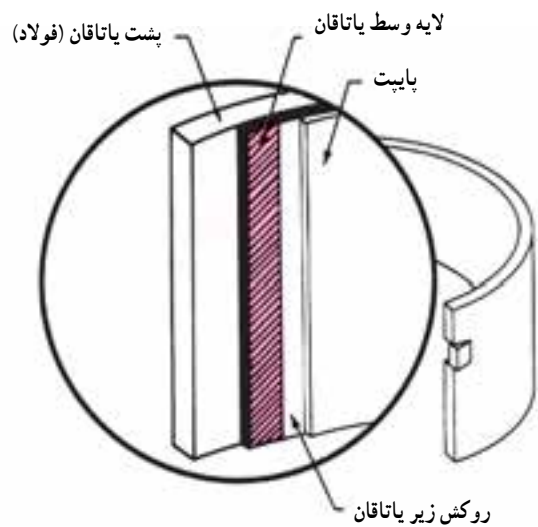


شکل ۲-۵۴- مجموعه پیستون، شاتون و میل لنگ

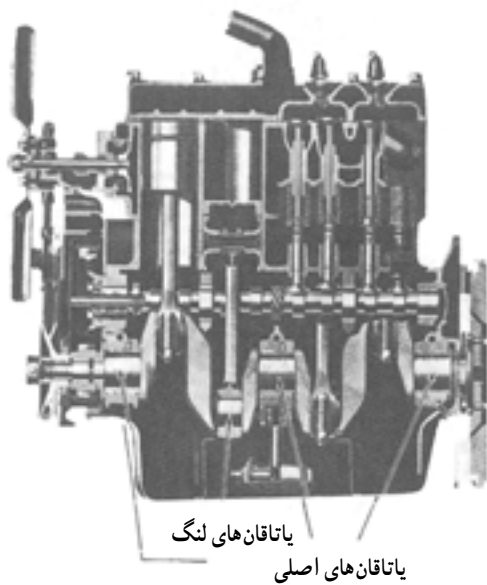
۲-۴-۲- یاتاقان بندی موتور : یاتاقان های میل لنگ، پوسته های نازکی هستند به ضخامت

تقریبی $\frac{1}{3}$ میلی متر. پشت پوسته یاتاقان از ورقه فولاد و روی آن از آلیاژ مخصوص به نام بایت پوشیده است. ضخامت قسمت اصلی که بایت نامیده می شود، $\frac{1}{5}$ تا $\frac{1}{15}$ میلی متر است که نسبت به انواع موتور این ضخامت تغییر می کند.

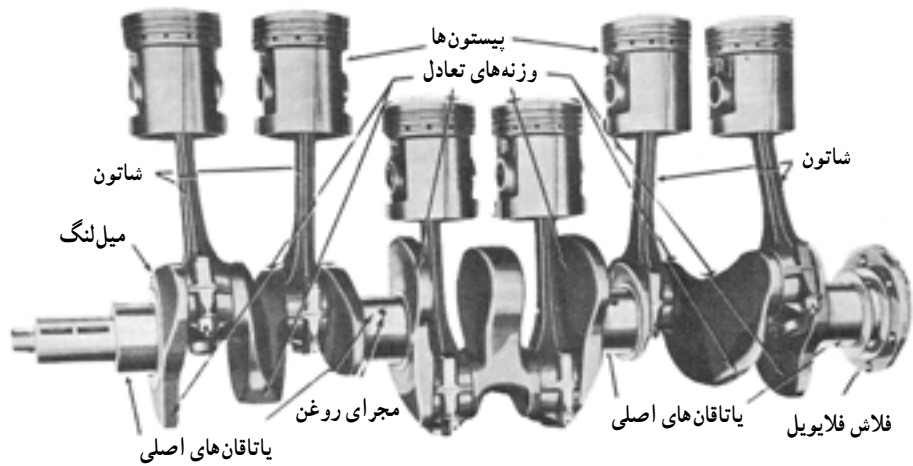
پوسته یاتاقان ها به صورت دو پارچه ساخته می شوند که وقتی روی هم قرار گیرند، استوانه کاملی را به وجود می آورند.



شکل ۲-۵۵- ساختمان یاتاقان



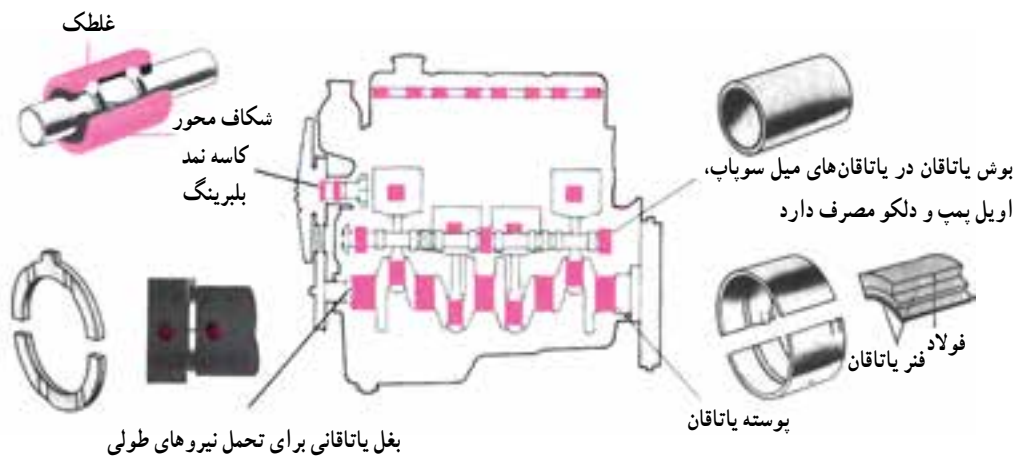
شکل ۲-۵۶- یک موتور چهار سیلندر با سه یاتاقان اصلی



شکل ۲-۵۷- میل لنگ، پيستون و شاتون



شکل ۲-۵۸- شاتون و ياتاقان آن

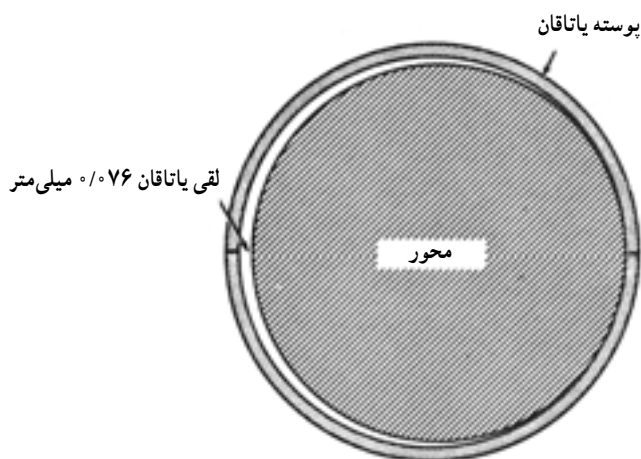


شکل ۲-۵۹- انواع ياتاقان در موتور

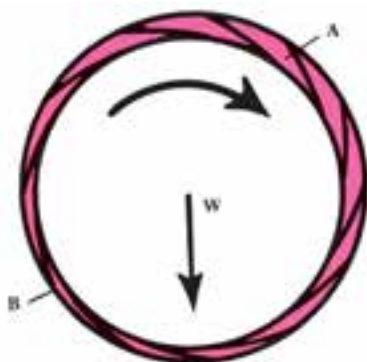
لقی یاتاقان: یک یاتاقان بندی ایده آل آن است که محور هرگز با یاتاقان تماس نگیرد و بار اصلی روی قشر روغنی باشد که بین محور و یاتاقان قرار دارد ولی در عمل محور با یاتاقان تماس می‌گیرد که هر چه این تماس بیشتر باشد خرابی یاتاقان هم زیادتر است.

لقی یاتاقان‌ها با محورهایشان بین $\frac{5}{1000}$ اینچ یا 0.12% میلی‌متر تا $\frac{3}{1000}$ اینچ یا 0.76% میلی‌متر است. اندازه لقی یاتاقان بستگی به قطر محور و طرح موتور دارد.

مفهوم مقدار لقی، آن است که هر گاه محور را در یاتاقان به یک طرف فشار دهند بین محور و یاتاقان در طرف دیگر 0.12% تا 0.76% میلی‌متر لقی ایجاد شود. بنابراین، مقدار لقی بین طرفین محور تقسیم می‌شود.



شکل ۲-۶۰- نمایش و مفهوم لقی یاتاقان



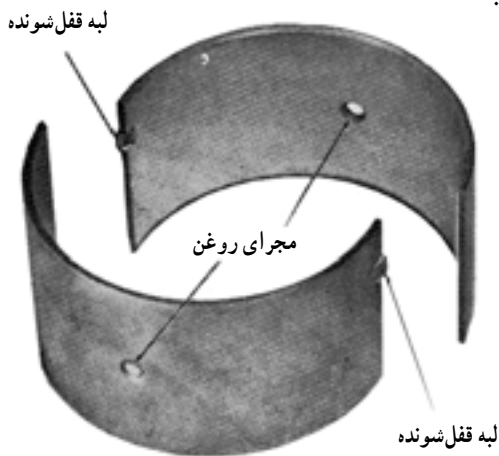
شکل ۲-۶۱- با چرخش محور، لایه‌ای از روغن در بین آن و یاتاقان قرار می‌گیرد.

به عبارت دیگر ممکن است چنین تصور شود که محور در یاتاقان خود به طور خارج از مرکز می چرخد، ولی این چنین نیست زیرا این فاصله را روغن پر کرده است و فیلم روغن محور را به صورت شناور در وسط یاتاقان نگه می دارد. جنس یاتاقان از جنس محور نرم تر است تا خود را با شکل محور تطبیق دهد (آب بندی شدن) و ذرات خارجی سخت را در خود جذب نماید تا از ایجاد خط در میل لنگ جلوگیری کند. با وجود پیش بینی لقی لازم و استفاده از روغن استاندارد، در اثر اعمال نیروی زیاد، محور، قشر روغن را شکسته، به یاتاقان می رسد. بنابراین جنس یاتاقان باید طوری باشد که تنش سایشی لازم را دارا باشد و در مقابل فشار زیاد محور به خوبی مقاومت نماید. یاتاقان باید قابلیت هدایت حرارتی خوبی داشته باشد تا در اثر اصطکاک با محور، گرمای تولیدی را انتقال دهد و خود نسوزد. البته وجود روغن در یاتاقان و حرکت میل لنگ در محفظه ای که در آن روغن ذخیره می شود (کارتز) کمک بزرگی به خنک کاری یاتاقان می نماید. هر نیمه یاتاقان به کمک زایده ای که دارد در روی شاتون یا بلوکه سیلندر ثابت می شود تا همراه میل لنگ، حرکت چرخشی نکند.

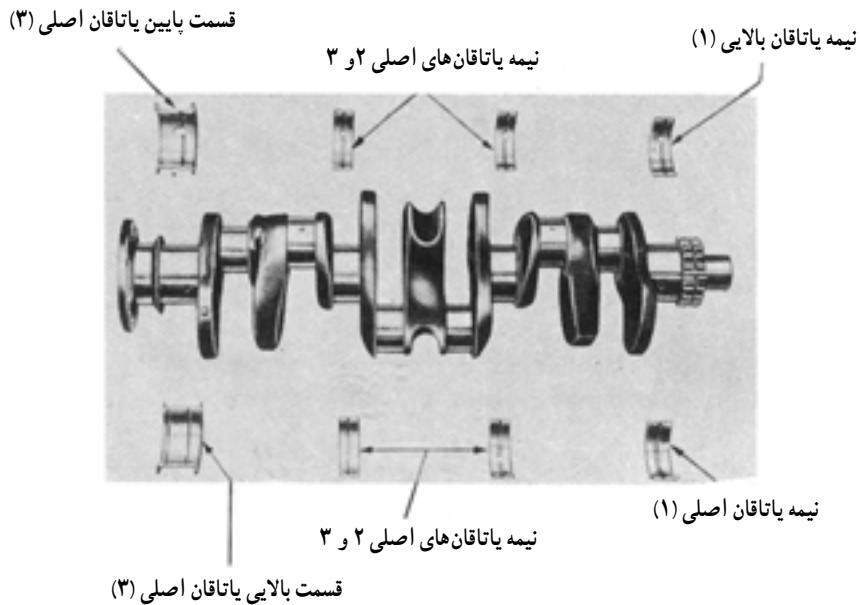
جنس یاتاقان ها

آلیاژهای مورد استفاده در یاتاقان های موتور، عبارتند از :

- ۱- **یاتاقان بابتیت** : ۹۰٪ قلع، ۵٪ مس، ۱/۵٪ تا ۶٪ آنتیمون و ۷ تا ۱۰٪ سرب.
- ۲- **یاتاقان آلیاژ مس و سرب** : ۶۰٪ مس، ۲۵٪ سرب و ۱۵٪ فلزات دیگر.
- ۳- **یاتاقان آلیاژ کادمیوم** : ۹۸٪ کادمیوم و ۲٪ فلزات دیگر.
- ۴- **یاتاقان آلیاژ برنز** : برنز آلیاژ دیگری است که با مس و قلع آلیاژ می شود و از آن در بوش های شاتون و غیره استفاده می کنند.



شکل ۶۲-۲- شکل یاتاقان و اجزاء آن

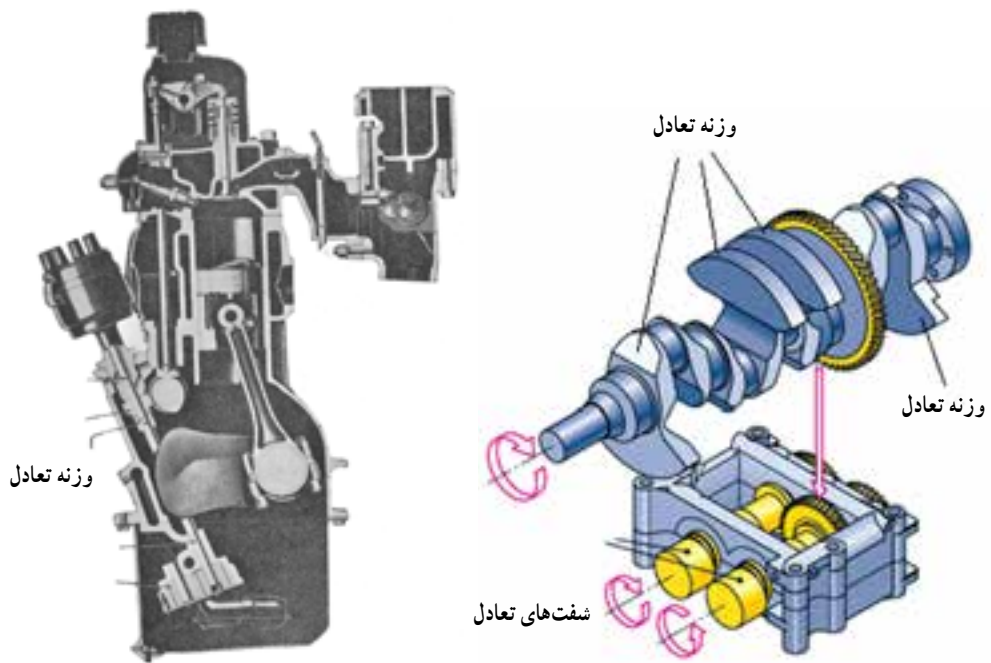


شکل ۶۳-۲- یاتاقان بندی موتور

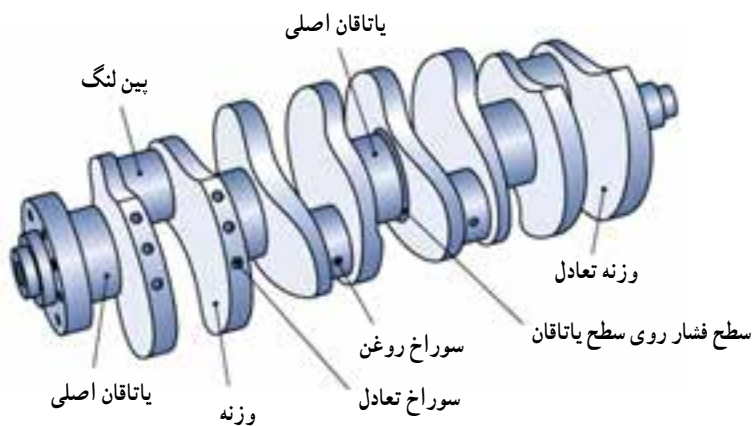
۳-۴-۲- وزنه‌های تعادل میل لنگ: وظیفه وزنه‌های تعادل میل لنگ، موزون و یکنواخت کردن حرکت دورانی میل لنگ است. وزنه‌های تعادل میل لنگ، باید نیروی گریز از مرکزی معادل با نیروی وارد از طرف شاتون به زبانه‌های لنگ وارد کنند تا در اثر برابری نیروها، میل لنگ بدون ارتعاش دوران کند.

باید بدانیم که میل لنگ با وجود سخت بودن و ضخیم بودن (قطر محور آن بین ۵۰ تا ۷۵ میلی‌متر) در اثر نیروی گریز از مرکز لنگ‌ها به شدت ارتعاش می‌نماید و اگر وزنه‌های تعادل، حرکت آن را یکنواخت نکند در اثر ارتعاشات وارد شده به صورت خمیده حرکت کرده، به سرعت یاتاقان‌های آن فرسوده می‌شود.

بنابراین وظیفه وزنه‌های تعادل، جلوگیری از خمیده کار کردن میل لنگ در اثر ارتعاشات ناشی از نیروهای گریز از مرکز است.



شکل ۲-۶۴- وزنه تعادل میل لنگ در موتور

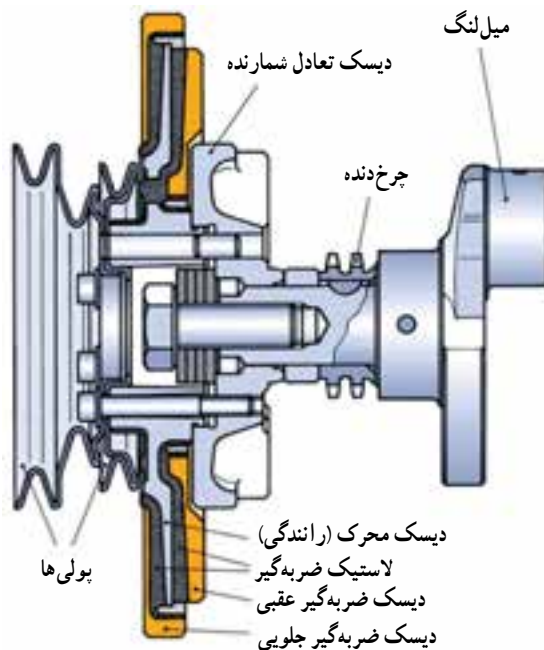


شکل ۲-۶۵- فرم میل لنگ و اجزای آن

۴-۲- ارتعاش گیر یا ضربه گیر میل لنگ : میل لنگ در معرض نیروهای مختلف و متناوب قرار دارد و در آن ارتعاشات پیچشی به وجود می آید. ارتعاشات متناوب، باعث تاب برداشتن میل لنگ می شود. پیچش ناموزون در جلوی میل لنگ، در سرعت معینی اتفاق می افتد. مثلاً ممکن است در دوره های ۱۲۰۰، ۱۶۰۰ یا ۲۴۰۰ دور در دقیقه به حداکثر برسد. شدت ارتعاشات در دوره ای بین ۱۲۰۰ تا ۱۶۰۰ دور در دقیقه است و نیز در فاصله بین ۱۶۰۰ تا ۲۴۰۰ ارتعاشات میل لنگ تشدید می گردد.

ارتعاشات میل لنگ را به وسیله ارتعاش گیر کاهش می دهند. ارتعاش گیر، از یک فلاپویل کوچک که در جلوی میل لنگ به وسیله بوش های لاستیکی و صفحه اصطکاکای به پولی یا چرخ دنده اتصال دارد، تشکیل شده است و همراه آن می گردد.

فلاپویل ارتعاش گیر، مانند فلاپویل انتهای میل لنگ در موقع ازدیاد ناگهانی سرعت، مقداری از انرژی را جذب نموده، در موقع کاهش دور، انرژی خود را به میل لنگ تحویل می دهد. در جلوی میل لنگ عواملی مانند دینام، واتر پمپ پروانه و غیره قرار دارد که همواره به نگر داشتن جلوی میل لنگ تمایل دارند. بنابراین برای حذف تأثیرات عوامل کاهنده سرعت، ارتعاش گیر کمک چشم گیری در کار میل لنگ می کند.



شکل ۲-۶۶- ارتعاش گیر مکانیکی

سوالات

- بهترین سیستم معمول سوپاپ را با ذکر دلایل نام ببرید.
- نسبت حرکت بین میل سوپاپ و میل لنگ چقدر است؟ و چرا؟
- قسمت‌های مختلف یک بادامک را نام برده، وظیفه هر قسمت را در کار سوپاپ شرح

دهید.

- ضعیف شدن فنر سوپاپ چه اثری در کار موتور دارد؟ چگونه آن را تشخیص می‌دهید.
- علت شکستن فنرهای سوپاپ چیست؟ و راه‌های پیشگیری از آن چگونه است؟
- تفاوت‌های سوپاپ با زاویه نشست 30° و 45° درجه در چیست و مزایای هر یک کدام است؟
- کجی سوپاپ و هم محور نبودن سیت سوپاپ با ساق آن، چه تأثیری در کار موتور دارد؟
- لقی نامطلوب بین ساق و راهنمای سوپاپ، چه اثری در کار سوپاپ دارد؟
- اگر فنر سوپاپ ضعیف‌تر یا قوی‌تر از حد لازم باشد، چه تأثیری در کار سوپاپ و موتور

دارد؟

- فنر کج، چگونه سوپاپ را می‌بندد و چه اثری در کار موتور می‌گذارد؟
- برای جلوگیری از رسوب گرفتن سوپاپ‌ها، چه طرح‌هایی به کار می‌رود و آثار آن روی سوپاپ

چیست؟

- کند بسته شدن سوپاپ در اثر چه عواملی است و چه تأثیری در کار موتور دارد؟
- دلایل چسبندگی ساق سوپاپ را بیان کنید.
- اسید سولفور و چگونه به وجود می‌آید و چه تأثیری بر سوپاپ می‌گذارد؟
- ساختمان سوپاپ سدیمی و طرز کار آن را تشریح کنید.
- انواع سیلندر را نام برده، مزایای هر یک را بنویسید.
- پیستون بیضی شکل یعنی چه؟ و حالت بیضوی بودن آن چقدر و در کدام قطر بیشتر است؟
- تجزیه نیروها را در سیلندر و پیستون با رسم شکل مشخص کنید.
- پوشش پیستون به چه منظوری انجام می‌شود. نوع شیمیایی آن چه مزایایی دارد؟
- در پیستون چند نوع رینگ به کار رفته، وظایف هر نوع کدام است؟
- گزن بین چیست و چگونه ساخته می‌شود؟