

## فصل اول

# نگهداری و تعمیر موتور دیزل دریایی



این تصویر موتور دیزل یک شناور را نشان می‌دهد.

نوع درس: نظری - عملی

کل ساعت: ۶۰ ساعت

ساعت نظری: ۲۰ ساعت

ساعت عملی: ۴۰ ساعت

## نگهداری و تعمیر موتور دیزل دریایی

### اهداف کلی

- هنرجو باید پس از پایان این فصل قادر باشد:
- ۱ طرز کار موتورهای دیزل دو زمانه و چهار زمانه را توضیح دهد.
  - ۲ قطعات موتورهای دیزل را شناسایی کند.
  - ۳ بتواند یک موتور دیزل چهار زمانه را باز و بسته کند.
  - ۴ طرز کار سامانه روغن کاری موتور دیزل را توضیح دهد.
  - ۵ طرز کار سامانه خنک کاری موتور دیزل را توضیح دهد.
  - ۶ طرز کار سامانه سوخت رسانی در موتور دیزل را توضیح دهد.

### روش تدریس پودمان

- ۱ عموماً در ابتدای درس و در جلسه اول به مقدماتی که در محتوای درس ارائه شده پرداخته می شود تا دانش آموز با موضوعات درسی درگیر شود.
- ۲ سعی شود تمامی نکات فنی و ایمنی، همراه با دلایل آن در کارگاه بررسی شده و از هنرجویان خواسته شود در مباحث کلاسی و تمرینات کارگاهی شرکت کرده تا بتوانند این نکات را به خوبی فرا گرفته و برای همیشه به خاطر بسپارند.
- ۳ توصیه می گردد برای تدریس بهتر این فصل هنرآموز از روش تدریس کلاس معکوس استفاده کند. یعنی از هنرجویان بخواهد مطالب را در منزل از طریق اینترنت یا کتاب های مرتبط با موتورهای دیزل، مطالعه و یاد گرفته و در کلاس و کارگاه با هدایت هنرآموز تمرینات را پاسخ دهد.
- ۴ پیشنهاد می گردد هنرآموز برای توضیحات تکمیلی مطالب فصل، موارد ذکر شده در بخش های دانش افزایی را مورد توجه قرار داده و هنگام آموزش آنها را به کار گیرد.
- ۵ توصیه می گردد با هدف تقویت مهارت های خوانداری و نوشتاری هنرجویان و نیز درک بهتر مطالب، از آنان خواسته شود تحقیق و گزارشات خود را به صورت دست نویس در روی کاغذ نوشته و ارائه دهند. و تا جای ممکن از کپی کردن مطالب اینترنت به صورت تایپ شده، آماده و خام خودداری شود.
- ۶ فعالیت های از قبیل «فکر کنید»، «بحث کنید»، و... برای فعال کردن هنرجویان و به کارگیری اطلاعات، دانسته ها و تجربیات آنان است. سعی کنید این فعالیت ها به دقت اجرا شود و در پایان هر فعالیت، یک بحث کوتاه تکمیلی داشته باشید.
- ۷ از هنرجویان خواسته شود تمامی فعالیت های کارگاهی را انجام دهد.

## سؤال‌های پیشنهادی

- ۱ کار پیستون چیست؟
- ۲ سیلندر در موتورهای دیزل چه کاربردی دارد؟
- ۳ کار سرسیلندر چیست؟
- ۴ وظیفه واشر سرسیلندر در موتورهای دیزل چیست؟
- ۵ کاربرد میل لنگ، چرخ طیار و میل بادامک را شرح دهید؟
- ۶ کاربرد یاتاقان و رینگ پیستون را شرح دهید؟
- ۷ طرز کار موتور دو زمانه و چهار زمانه را بگویید و تفاوت آنها را بیان کنید؟
- ۸ سامانه باز و بسته کردن سوپاپ‌ها چگونه عمل می‌کند؟
- ۹ طرز کار سامانه روغن کاری در موتورهای دیزل را بگویید؟
- ۱۰ طرز کار سامانه خنک کاری در موتور دیزل را بگویید؟
- ۱۱ شیوه کار سامانه سوخت‌رسانی را تشریح نمایید؟

## موتورهای درون‌سوز

|            |              |
|------------|--------------|
| زمان آموزش | جمع: ۳۰ ساعت |
|------------|--------------|

### اهداف جزئی واحد یادگیری:

#### – شایستگی‌های فنی:

- ۱ طرز کار موتورهای دیزل دو زمانه و چهار زمانه بدانند.
- ۲ قطعات موتورهای دیزل را بشناسند.
- ۳ بتواند یک موتور دیزل چهار زمانه را باز و بسته کند.
- ۴ نکات ایمنی در کار با موتورهای دیزل را رعایت کند.

#### – شایستگی‌های غیرفنی:

- ۱ در محیط کارگاه و کلاس، رعایت نظم و ترتیب و نظافت کاری، کارگروهی، مسئولیت‌پذیری، توجه به محیط زیست و اخلاق حرفه‌ای را یاد بگیرد.

### دانش افزایی

#### موتورهای دیزل

عنوان موتورهای دیزل که به نام موتورهای اشتعال بر اثر فشار بالا نیز شناخته می‌شوند، از نام دکتر رودلف دیزل اقتباس گشته که در حدود سال ۱۸۹۳ در آلمان اختراع آن را به ثبت رسانید. این موتورها از نوع موتورهای احتراق داخلی محسوب می‌شوند.

زیرا اشتعال در داخل موتور انجام می‌شود. اساس این نوع موتور از نظر ساختمان و طراحی مشابه موتورهای بنزینی می‌باشد که آن هم نوعی موتور احتراق داخلی بوده ولی اختلاف آنها در طریقه ورود سوخت به سیلندرهاى موتور و شیوه وقوع احتراق می‌باشد. در موتورهای بنزینی، سوخت با هوا مخلوط شده و وارد سیلندر می‌شود و اشتعال بر اثر یک جرقه الکتریکی توسط شمع ایجاد می‌گردد. در موتورهای دیزل، سوخت به شکل پودر شده و به درون سیلندر تزریق شده و اشتعال در اثر درجه حرارت بالای داخل سیلندرها حاصل می‌شود.

### مراحل کار موتورهای دیزل چهار زمانه

قبل از بحث در مورد مراحل کار موتور چهار زمانه بهتر است با واژگان زیر آشنا شویم:

**نقطه مرگ بالا (Top Dead Center):** به دورترین موقعیت مکانی پیستون نسبت به میل لنگ نقطه مرگ بالا (TDC) در موتور گویند.

**نقطه مرگ پایین (Bottom Dead Center):** به نزدیک‌ترین موقعیت مکانی پیستون نسبت به میل لنگ نقطه مرگ پایین (BDC) در موتور گویند.

**کورس:** فاصله بین نقطه مرگ بالا تا نقطه مرگ پایین در پیستون را یک کورس می‌گویند.

**سیکل:** در موتور چهار زمانه به مجموع چهار مرحله کاری موتور یک سیکل گویند. در موتور چهار زمانه یک سیکل دو دور میل لنگ (۷۲۰ درجه) و یک دور میل بادامک است. تعداد دنده‌های چرخ دنده سر میل لنگ دو برابر چرخ دنده میل بادامک است.

### مراحل کار موتور چهار زمانه:

**زمان مکش:** در این زمان سوپاپ گاز باز بوده و پیستون از نقطه مرگ بالا به طرف نقطه مرگ پایین حرکت می‌کند. در این لحظه خلأ نسبی ایجاد شده که باعث می‌شود هوا وارد سیلندر شود.

**زمان تراکم:** با حرکت پیستون به طرف نقطه مرگ بالا و فشرده شدن هوای وارد شده، فشاری بین ۳۰ تا ۶۰ اتمسفر و درجه حرارت به ۶۰۰ تا ۹۰۰ درجه سانتی‌گراد برسد. هر دو سوپاپ در این مرحله بسته هستند.

**زمان قدرت:** با حرکت پیستون به طرف نقطه مرگ پایین سوخت تمیز از انژکتور به سیلندر تزریق می‌گردد. در این مرحله از کار موتور فشار به ۳۰ تا ۶۰ اتمسفر و احتراق خود به خودی انجام می‌گیرد. در مرحله سوم از کار موتور دیزل نیز هر دو سوپاپ بسته هستند.

**زمان تخلیه:** که با حرکت پیستون از نقطه مرگ پایین به طرف نقطه مرگ بالا دود و پسماندهای احتراق به دو دلیل عمده سیلندر را ترک می‌کند.

### مراحل کار موتورهای دیزل دو زمانه

**۱** وقتی پیستون در حرکت به سمت بالا می‌باشد، سیلندر شامل یک هوای بسیار فشرده می‌باشد. سوخت دیزل توسط تزریق کننده به درون سیلندر اسپری می‌شود و به دلیل گرما و فشار درون سیلندر به سرعت مشتعل می‌شود.

**۲** فشار تولید شده توسط احتراق سوخت، پیستون را به سمت پایین می‌راند. این مرحله قدرت می‌باشد.

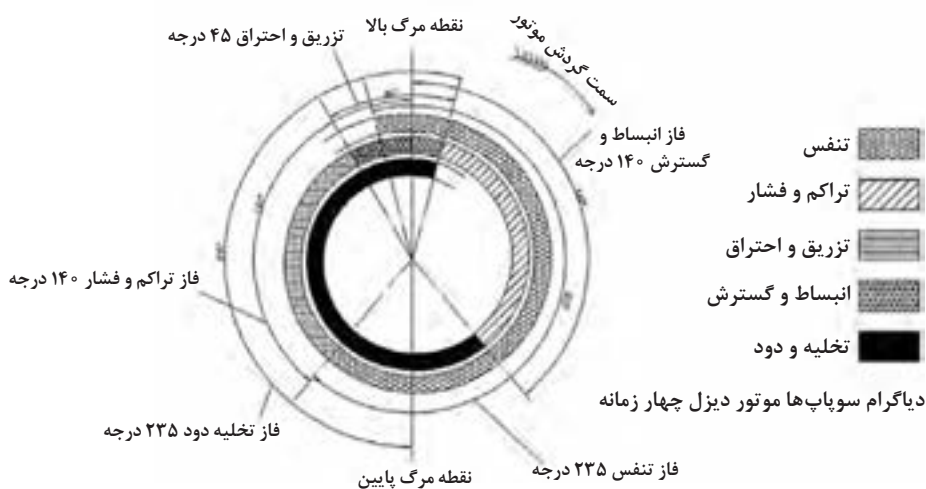
**۳** زمانی که پیستون به نزدیکی پایین حرکتش می‌رسد تمامی دریچه‌های خروج باز می‌شوند، گازهای سوخته شده (دود) از سیلندر خارج می‌شوند و فشار کاهش می‌یابد.

**۴** زمانی که پیستون به پایین ترین نقطه حرکتش می‌رسد، ورودی‌های مکش هوا را باز می‌نماید و هوای فشرده سیلندر را پر می‌کند و گازهای سوخته شده (دود) باقی مانده را خارج می‌کند.

**۵** دریچه‌های سوخت بسته می‌شوند و پیستون به سمت بالا برگردد و ورودی‌های مکش هوای فشرده را می‌بندد. این مرحله تراکم می‌باشد.

**۶** زمانی که پیستون به بالای سیلندر نزدیک می‌شود، چرخه دوباره از مرحله اول تکرار می‌شود.

در موتور دو زمانه به مجموع دو مرحله کاری یک سیکل می‌گویند. در موتور دو زمانه یک سیکل یک دور میل لنگ (۳۶۰ درجه) و یک دور میل بادامک است. تعداد دنده‌های چرخ دنده سر میل لنگ با چرخ دنده سر میل بادامک برابر است. شرح انجام این فازها بر روی این نمودار بدین قرار است:



دیاگرام سوپاپ‌ها موتور دیزل چهار زمانه

دیاگرام سوپاپ‌های موتور دیزل چهار زمانه

**الف) فاز تنفس یا مکش هوا:** این فاز در روی دیاگرام ۱۵ درجه قبل از نقطه مرگ بالایی شروع و ۴۰ درجه بعد از نقطه مرگ پایینی پایان می‌پذیرد. علت شروع این فاز با تعجیل ۱۵ درجه قبل از نقطه مرگ بالایی این است که قبل از رسیدن پیستون به نقطه مرگ بالایی و شروع مراجعت آن اطمینان حاصل گردد که سوپاپ هوا کاملاً باز شده است. اما دلیل پایان یافتن این فاز با ۴۰ درجه تأخیر (یعنی دیر بسته شدن سوپاپ هوا) نسبت به نقطه مرگ پایینی را این طور می‌توان بیان نمود که چون در اثر فرود آمدن سریع پیستون در داخل سیلندر و کوچک بودن قطر دریچه هوا نسبت به قطر دریچه سیلندر چنان خلأی در سیلندر ایجاد می‌گردد که این خلأ حتی در رسیدن پیستون به نقطه مرگ پایینی و نیز بازگشت مجدد آن به سمت بالا از میان نخواهد رفت لذا خلأ مذکور استعداد این را دارد که تا ۴۰ درجه بعد از نقطه مرگ پایینی باز هم هوا را به داخل سیلندر بکشاند در نهایت اگر دریچه هوا را درست در نقطه مرگ پایینی ببندیم فشار داخلی سیلندر کمتر از فشار اتمسفر بیرون بوده و هوای کشیده شده به داخل سیلندر به اندازه کافی نیست و از این جهت به راندمان حرارتی موتور لطمه وارد می‌شود. زیرا مقدار هوای موجود برای ترکیب صحیح با مقدار گازوئیلی که در انتهای فاز تراکم و فشار به منظور ایجاد احتراق به داخل سیلندر تزریق خواهد شد کافی نبوده و در نتیجه احتراق ناقص به وجود خواهد آمد.

**ب) فاز تراکم و فشار:** در انتهای فاز تنفس یعنی ۴۰ درجه بعد از نقطه مرگ پایینی سوپاپ هوا بسته می‌شود، طبیعی است که بعد از بسته شدن سوپاپ هوا پیستون کماکان به حرکت خود به سمت نقطه مرگ بالایی ادامه می‌دهد، لاجرم هوا چون راه گریزی ندارد، تحت فشار قرار می‌گیرد. هر قدر پیستون به نقطه مرگ فوقانی نزدیک می‌گردد هوا بیشتر فشرده شده و به همان نسبت درجه گرمایی آن بالا می‌رود تا جایی که ۲۰ الی ۳۰ درجه مانده، پیستون به نقطه مرگ بالایی برسد. میزان گرمای هوای فشرده شده به درجه گرمای اشتعال ماده سوختنی می‌رسد این فاز یعنی فاز تحت فشار قرار دادن هوا تا نقطه مرگ بالایی ادامه دارد و پایان آن هم‌زمان با فرود آمدن مجدد پیستون برای شروع فاز بعدی خواهد بود.

**ج) شروع و تکامل احتراق:** گفتیم در فاز تراکم و فشار حدود ۲۰ الی ۳۰ درجه مانده به نقطه مرگ بالایی (مقدار درجات مورد بحث به سرعت و ساختمان نوع موتور دارد) درجه گرمای هوای فشرده شده به اندازه‌ای بالا می‌رود که به حد نقطه گرمای اشتعال ماده سوختنی می‌رسد لذا در همین نقطه یعنی با تعجیل ۲۰ الی ۳۰ درجه نسبت به نقطه مرگ بالایی سوخت توسط انژکتور به داخل هوای سوزان و فشرده شده اتاق احتراق سیلندر تزریق می‌گردد. نتیجه تا ذرات پودر مانند گازوئیل در لابه‌لای هوا فشرده شده فرو رفته و ضمن جذب حرارت لازم از این

هوا احتراق حاصل می‌نمایند. این تزریق و این فعل و انفعالات تا ۱۵ درجه بعد از نقطه مرگ بالایی ادامه دارد و این ۱۵ درجه اخیر را در اصطلاح تأخیر احتراق می‌نامند. روی هم رفته از نقطه‌ای که تزریق شروع می‌شود (از ۳۰ درجه مانده به نقطه مرگ بالایی) تا نقطه‌ای که تزریق پایان یافته و احتراق تکمیل گردد به مقدار نهایی خود می‌رسد تا ۱۵ درجه بعد از نقطه مرگ بالایی جمعا ۴۵ درجه از دیاگرام ما اشغال می‌گردد. دلیل لزوم منظور نمودن ۳۰ درجه تعجیل در عمل تزریق این است که به ماده سوختنی وقت کافی داده شود تا بتواند حرارت لازم را از هوای فشرده جذب نموده و احتراقی بی‌عیب و ایده‌آل پدید آورد و نیز علت ۱۵ درجه تأخیر در تزریق این است که همه ماده سوختنی وقت کافی داشته باشد که توسط انژکتور به داخل سیلندر تزریق گردد.

**د) فاز انبساط و گسترش:** شروع این فاز از نقطه مرگ فوقانی یعنی بلافاصله بعد از شروع مراجعت پیستون می‌باشد. بدین معنی که احتراق حاصل از ماده سوختنی برای گسترش بیشتر خود احتیاج به جای وسیع‌تری داشته و لذا برای نیروی هرچه تمام‌تر به سر پیستون فشار آورده و آن را به‌طرف پایین می‌راند. ضربه شدید و اصلی ۱۵ درجه بعد از نقطه مرگ بالایی به سر پیستون وارد می‌آید زیرا در این نقطه است که احتراق به نهایت کمال و قدرت خود رسیده است و پیستون را به شدت به طرف پایین پرتاب می‌کند. در حقیقت کار اصلی توسط این فاز انجام می‌گیرد. ادامه این فاز روی دیاگرام ما تا ۴۰ درجه مانده به نقطه مرگ پایینی می‌باشد زیرا ۴۰ درجه مانده به نقطه مرگ پایینی سوپاپ خروج دود باز شده و به این فاز پایان می‌دهد.

**ه) فاز تخلیه و خروج دود:** شروع این فاز ۴۰ درجه مانده به نقطه مرگ پایینی می‌باشد. پایان آن نیز روی دیاگرام ۱۵ درجه بعد از نقطه مرگ بالایی می‌باشد. علت باز شدن سوپاپ دود با ۴۰ درجه تعجیل پیش از نقطه مرگ پایینی این است که طی این ۴۰ درجه دودهای حاصله از احتراق که در این نقطه از سیلندر دارای فشار  $4 \text{ kg/cm}^2$  می‌باشد ضمن استفاده از همین فشار با سرعت از سیلندر خارج شده و با خروج خود فشار داخلی سیلندر را پایین می‌آورند. بدین ترتیب پیستون هنگام صعود مجدد خود برای خارج نمودن دودهای باقی مانده به مقاومتی برخورد نموده و نیرویی برای این کار به هدر نخواهد داد. زیرا هر اندازه سعی شود به هنگام کار موتور از مقاومت‌ها کاسته گردد، به همان اندازه کار بیشتری از موتور به‌دست می‌آید.

دلیل دیگری که می‌توان برای باز شدن سوپاپ دود با تعجیل ۴۰ درجه نسبت به نقطه مرگ پایینی گفت این است که در موقع رسیدن پیستون به نقطه مرگ تحتانی اطمینان حاصل شود که سوپاپ دود باز است و در حرکت صعودی پیستون دودها می‌توانند به راحتی از دریچه دود خارج شوند.

اما دلیل بسته شدن سوپاپ دود با تأخیر ۱۵ درجه بعد از نقطه مرگ بالایی این است که در اثر حرکت سریع پیستون به طرف بالا خارج نمودن دودهای باقی مانده از سیلندر با توجه به اینکه قطر دریچه خروج دود نسبت به قطر سیلندر خیلی کوچک تر است لذا خروج دود از این دریچه سریع و طوفان مانند انجام خواهد شد و در نتیجه عبور سریع دود از لوله اگزوست و ایجاد کوران شدید در هنگامی که پیستون به نقطه مرگ پایین می رسد یک نوع خلأ و کشش در اتاق احتراق ایجاد می شود، این خلأ هوا را از دریچه ورود هوا که ۱۵ درجه پیش از نقطه مرگ بالایی باز شده است به داخل اتاق احتراق می کشاند و بدین صورت یک نوع شست و شو در اتاق احتراق صورت می گیرد که تا ۳۰ درجه ادامه دارد. ۳۰ درجه ای که هر دو سوپاپ دود و هوا با هم بازند، به آن اصطلاحاً قیچی سوپاپ می گویند و برای تمیز کردن کامل سیلندر از وجود دودهای زائد بسیار مفید است.

## سرسیلندر

سرسیلندر در پوشی است که با بلوک سیلندر تشکیل اتاق احتراق را می دهد و شکل آن تابع ساختمان سیلندر بوده و چنانچه از نوع خنک کننده با آب باشد دارای مجاری آب و در غیر این صورت دارای شیارهای خنک کننده با هوا می باشد. سرسیلندر با پیچ و مهره به بلوک سیلندر متصل می شود.

### جنس سرسیلندر

جنس سرسیلندر از آلیاژهای آهن (چدن دندانه ریز) یا آلیاژهای آلومینیوم به دو صورت ریختگی یا تزریقی در داخل قالب های به خصوص ساخته می شود. سرسیلندر معمولاً یکپارچه و یا اگر طول موتور زیاد و یا سنگین باشد چند تکه ریخته شده و سپس سطوح لازم را تراشیده و صیقل داده و به شکل مورد نظر در می آورند.

### باز و بستن سرسیلندر

یکی از قطعات که باز و بستن آن بسیار مهم می باشد سرسیلندر است و باید کمال دقت را در این امر به کار بست. باز بستن غلط سرسیلندر باعث ایجاد عیوب از جمله تاب دیدگی و یا سوختن مرتب واشر سیلندر می گردد.

نکات زیر در باز و بستن سرسیلندر بسیار مهم است:

- ۱ بست باطری را باز می کنیم.
- ۲ هیچ گاه و در هیچ مورد سرسیلندر را در موقعی که موتور گرم است باز نکنید (خیلی مهم)
- ۳ آب موتور را خالی می کنیم.
- ۴ قطعات و ضامم اضافی متصل به سرسیلندر را از آن جدا می کنیم.



- ۵ اگر واتر پمپ به سرسیلندر بسته شده است تسمه پروانه را از پولی آن درآورید.
  - ۶ پیچ‌های سرسیلندر را به وسیله آچار بکس باز کنید.
  - ۷ طول پیچ‌ها برابر نمی‌باشد بنابراین موقع باز کردن سرسیلندر توجه کنید کدام پیچ در چه محلی بسته شده است. (برای آزمایش طول پیچ می‌توان از مداد استفاده کرد).
  - ۸ در موقع بستن پیچ‌ها بهتر است با دست و بدون ابزار آن را ببندید تا اطمینان حاصل شود که دنده پیچ‌ها با دنده‌های قلاویز شده بلوکه یکسان است و صحیح بسته می‌شود.
  - ۹ پیچ‌ها باید به صورت ضربدری باز و بسته شوند.
  - ۱۰ پس از باز کردن پیچ‌ها می‌توان سرسیلندر را بلوکه جدا کرد.
- محفظه احتراق در موتورهای بنزینی در سرسیلندر تعبیه گردیده است و تاج پیستون صاف است و در موتورهای دیزلی سرسیلندر صاف است و تاج پیستون گود می‌باشد و بر اساس طراحی، جاهای مختلف روی پیستون تعبیه شده است. محفظه احتراق غیرمستقیم فقط برای تمیزکاری تعبیه گردیده است.

### مراحل باز کردن سرسیلندر

- ۱ درب قالباق سوپاپ را باز می‌کنیم.
- ۲ در صورتی که اسبک‌ها و پایه‌های آن مانع باز کردن پیچ‌های سرسیلندر باشد آنها را نیز باز می‌کنیم.
- ۳ میل تایپت‌ها را بر می‌داریم.
- ۴ مینیفولد هوا را باز می‌کنیم.
- ۵ واتر کولر و اینتر کولر را باز می‌کنیم.
- ۶ مینیفولد دود و سوپر شارژر را باز می‌کنیم.
- ۷ پیچ‌های سرسیلندر را ضربدری باز می‌کنیم.
- ۸ سرسیلندر را از بلوکه جدا می‌کنیم.

### مغایب سرسیلندر:

۱- **تاب برداشتن:** از عیوب متداول کلیه سرسیلندرها می‌باشد. عواملی مانند بیش از حد گرم کردن موتور یا سوختن واشر سرسیلندر و یا نامیزان سفت کردن پیچ‌های سرسیلندر باعث این عیب می‌شود. برای رفع عیب پس از تشخیص تعمیرکار به تراشکاری انتقال و با تراش سرسیلندر عیب آن برطرف می‌شود. مقدار تراش توسط کارخانه سازنده تعیین شده و نباید بیشتر از مقدار تعیین شده تراشیده شود. در صورتی که بیش از حد مجاز تراش شود اتاق احتراق کوچک‌تر شده و باعث گرم کردن و خودسوزی می‌شود. خودسوزی یعنی پس از خاموش کردن موتور لحظه‌ای موتور روشن می‌ماند.

**۲- خوردگی مجرای آب سرسیلندر:** عواملی چون زنگ‌زدگی، مواد معدنی داخل آب، زود به زود عوض کردن آب رادیاتور، نامناسب بودن آب همگی در خوردگی مجرای آب نقش دارند.

**۳- ترک خوردگی سرسیلندر:** عواملی چون یخ‌زدگی، فشار زیاد، حرارت بالا باعث ترک برداشتن نقاطی از سرسیلندر می‌شود که موجب مخلوط شدن آب و روغن و فرار کمپرس و روغن‌سوزی می‌گردد که با دستگاهی مخصوص به ترک خوردگی سرسیلندر پی می‌برند و در صورتی که امکان داشته باشد با دوختن یا جوشکاری تعمیر می‌شود.

سرسیلندر ممکن است ترک مویی بردارد (فقط برای سرسیلندر آهنی). برای تشخیص این عیب از مایع نافذ استفاده می‌شود.

### **فیلرگیری:**

در تنظیم موتور عمل فیلرگیری به‌عنوان حساس‌ترین مرحله کار شناخته می‌شود به نحوی که با انجام صحیح و دقیق در شرایط کارکرد موتور به شکل محسوس بهبود حاصل می‌شود. افزایش راندمان و کاهش مصرف سوخت و کاهش تکثیر گازهای آلاینده از جمله مواردی می‌باشد که با انجام درست فیلرگیری حاصل می‌گردد. صدای نامطلوب سوپاپ‌ها، کاهش راندمان و قدرت موتور، افزایش مصرف سوخت از نشانه‌های تنظیم نبودن شرایط عملکرد سوپاپ‌ها می‌باشد که باید نسبت به فیلرگیری اقدام شود.

به دلیل انبساط سوپاپ‌ها در زمان گرم شدن موتور باید بین انتهای سوپاپ‌ها و اسبک‌ها باید مقدار کمی لقی وجود داشته باشد تا بتواند انبساط سوپاپ را کنترل کرده و از ایجاد نشستی در زمان افزایش طول سوپاپ‌ها از کناره‌های آن جلوگیری کند. برای تنظیم این لقی ابتدا باید سوپاپ‌های سیلندر مورد نظر را در حالت تراکم قرار داده و سپس این لقی را اندازه‌گیری کرد. توجه به این نکته ضروری است که انبساط سوپاپ دود به دلیل اینکه در مقابل خروج دودهای گرم قرار می‌گیرد نسبت به انبساط سوپاپ هوا که در مقابل سوخت و هوای خنک قرار می‌گیرد، بیشتر است. بنابراین در هنگام سرد بودن موتور مقدار لقی سوپاپ دود باید بیشتر در نظر گرفته شود ولی در حالت گرم بودن که سوپاپ‌ها به انبساط خود رسیده‌اند باید مقدار لقی‌ها یکسان در نظر گرفته شود.

برای پیدا کردن حالت تراکم که در آن حالت سوپاپ‌ها کاملاً آزاد هستند و می‌توانیم به راحتی آنها را فیلترگیری کنیم به روش زیر عمل می‌کنیم.

**روش فیلرگیری موتور ۴ سیلندر و ۶ سیلندر:** تقریباً تمام موتورها به این شکل فیلرگیری می‌شوند. میل لنگ موتور را بچرخانید. باید ببینید سوپاپ‌های

کدام سیلندر در حالت قیچی قرار دارد. حالا قانون دور در، دور نزدیک در نزدیک را در نظر می‌گیریم. یعنی اینکه مثلاً در موتور چهار سیلندر اگر سیلندر چهار قیچی کرد سیلندر یک را فیلرگیری می‌کنید، اگر سیلندر سه قیچی کرده بود سیلندر دو را فیلرگیری می‌کنید و برعکس. در موتورهای شش سیلندر هم همین‌طور اگر سیلندر یک قیچی کرد سیلندر شش را فیلرگیری می‌کنید اگر سیلندر پنج قیچی کرد سیلندر دو را فیلرگیری می‌کنید و اگر سیلندر چهار قیچی کرد سیلندر سه را فیلرگیری می‌کنید و برعکس. به این می‌گویند قانون دور در دور، نزدیک در نزدیک. بعد برای سیلندری که نوبت فیلرگیری‌اش هست مهره قفلی روی پیچ تنظیم فیلر را شل می‌کنید. وقتی مهره شل شد فیلر را زیر محلی که اسبک به ته سوپاپ برخورد می‌کند می‌گذارید (بسته به نوع موتور فیلر فرق می‌کند) برای سوپاپ هوا اگر فیلر مابین فضای اسبک و ته سوپاپ نرفت که باید پیچ را کمی شل کنید (همان پیچی که مهره‌اش را قبلاً شل کردید) و دوباره فیلر را بگذارید و امتحان کنید مقدار سفتی فیلر باید طوری باشد که نه آن قدر سفت باشد که وقتی فیلر را می‌خواهید از مابین آنها بیرون بکشید روی آن خط بی‌افتد نه آن قدر شل باشد که به راحتی از بین آنها عبور کند (این کار کمی نیاز به تجربه دارد) وقتی به نظر شما اندازه فیلر درست شد پیچ را در همان حالت نگه می‌دارید و مهره قفلی را محکم می‌کنید و تمام سیلندرها به همین صورت ادامه می‌دهید (البته با قانون قیچی کردن و دور در دور نزدیک در نزدیک) هر موتوری هم اندازه فیلر خاصی دارد در بعضی فیلر سوپاپ دود و هوا یکسان است و در بعضی دیگر متفاوت است. در این مورد به دفترچه راهنمای موتور مراجعه کنید.

## سامانه باز و بسته کردن سوپاپ‌ها، سامانه روغن کاری، سامانه خنک کاری و سامانه سوخت‌رسانی

|            |              |
|------------|--------------|
| زمان آموزش | جمع: ۳۰ ساعت |
|------------|--------------|

### اهداف جزئی واحد یادگیری:

#### – شایستگی‌های فنی:

- ۱ طرز کار سامانه روغن کاری موتور دیزل را توضیح دهد.
- ۲ طرز کار سامانه خنک کاری موتور دیزل را توضیح دهد.
- ۲ طرز کار سامانه سوخت‌رسانی در موتور دیزل را توضیح دهد.

## – شایستگی‌های غیر فنی:

- 1 در محیط کارگاه و کلاس، رعایت نظم و ترتیب و نظافت کاری، کار گروهی، مسئولیت‌پذیری، توجه به محیط زیست و اخلاق حرفه‌ای را یاد بگیرد.
- 2 با استفاده از روش فناورانه و توسط اینترنت این واحد را یاد بگیرد.

## دانش‌افزایی

### سیستم سوخت‌رسانی دیزل با پاشش مستقیم و غیرمستقیم

در موتورهایی با پاشش غیرمستقیم (In Direct Injection) سوخت، در یک محفظه که به محفظه احتراق اولیه معروف می‌باشد، پاشیده می‌شود. (این محفظه در سرسیلندر قرار دارد که در امتداد آن محفظه اصلی قرار دارد). در حین این مرحله هوای داغ که متراکم شده به محفظه احتراق اولیه هدایت می‌شود. در این زمان سوخت توسط انژکتورها به داخل محفظه پاشیده می‌شود در انتها سوخت با هوای داغ که جریان‌ی گردابی دارد مخلوط می‌شود. (محفظه احتراق اولیه به محفظه گردابی معروف می‌باشد به این دلیل که هوا در این محفظه به صورت یک گرداب در حال چرخش می‌باشد) که هدف از حرکت گردابی هوا، مخلوط شدن بهتر با سوخت است. مخلوط سوخت و هوا پس از آن به محفظه اصلی رسیده و در مرحله احتراق شاهد یک احتراق نرم هستیم. اما این موتورها دارای معایبی نیز هستند که از جمله آنها می‌توان به بازده کمتر نسبت به موتورهای با پاشش مستقیم و نیاز به مرحله طولانی‌تر پیش گرمایی در زمان استارت اولیه (استارت سرد) نام برد.

## سوپاپ

سوپاپ‌ها قطعاتی هستند که از آنها برای باز و بستن دریچه‌های مجرای ورودی هوا و خروج دود در موتور استفاده می‌شود. سوپاپی که مجرای ورودی هوا را می‌بندد سوپاپ هوا می‌نامند و سوپاپی که مجرای دود را می‌بندد، سوپاپ دود می‌نامند. به‌طور کلی هر سیلندر دارای حداقل یک سوپاپ هوا و یک سوپاپ دود می‌باشد.

### جنس سوپاپ‌ها:

جنس سوپاپ ورودی معمولاً از فولاد کروم نیکل و یا فولاد کبالت و یا فلزات دیگر می‌باشد، درحالی‌که سوپاپ‌های دود از فلزاتی ساخته می‌شود که در مقابل حرارت زیاد مقاومت داشته باشد. مثل فولاد کروم و نیکل زیرا که حرارت بیشتری بر سوپاپ خروجی اثر می‌کند.

### ساختمان سوپاپ:

- 1 سر سوپاپ (محل برخورد آن با اسبک)
- 2 محل قرار گرفتن خار نگه‌دارنده

۳ ساق سوپاپ که در گیت (یا راهنما) سوپاپ قرار می‌گیرد.

۴ گوشت یا دامنه یا مخروطی سوپاپ

۵ نشیمن‌گاه یا وجه سوپاپ

۶ لبه سوپاپ

۷ بشقابک یا نعلبکی سوپاپ

**سوپاپ سدیمی:** ساختمان این نوع سوپاپ این‌گونه است که قسمت داخلی سوپاپ را توخالی ساخته و داخلش را با فلزهایی که دمای ذوب پایینی دارند و می‌توانند حرارت را جذب کنند «مثل سدیم» پر می‌کنند و در اصطلاح این نوع سوپاپ‌ها را سدیمی می‌نامند.

سدیم در دمای ۹۷ درجه سلسیوس به حالت مذاب درآمده و در اثر حرکت خطی رفت و برگشتی سوپاپ و داشتن اینرسی سدیم مذاب شده، ماده سیال در داخل خود سوپاپ به بالا و پایین پریده و باعث انتقال گرمای سرسوپاپ و ساق سوپاپ می‌شود به این ترتیب گرمای داغ‌ترین قسمت سوپاپ به سدیم مذاب و سپس ساق سوپاپ و گاید سوپاپ «راهنمای حرکت سوپاپ» و بعد به مجاری خنک‌کاری سرسیلندر راه پیدا می‌کند. این کار حرارت زیاد ایجاد شده در سوپاپ را به آب در گردش موتور و روغن موجود در سرسیلندر منتقل کرده و باعث افزایش عمر سوپاپ می‌شود.

**سوپاپ‌های چرخشی:** این سوپاپ‌ها دارای زیر سوپایی مخصوصی هستند که در هنگام حرکت بالا و پایین سوپاپ یا به طرز آزاد و یا به طرز اجبار سوپاپ را به چرخش وا می‌دارند، تا رسوبات در سیت و گیت ایجاد نشود.

زاویه وجه سوپاپ‌ها ۳۰ و ۴۵ درجه است. که سوپاپ هوا معمولاً ۳۰ درجه و سوپاپ دود ۴۵ درجه است.

لاستیک گاید سوپاپ چیست؟

لاستیک حلقوی شکلی است که در بالای گاید قرار دارد و ساق سوپاپ از گاید و همچنین از لاستیک عبور می‌کند.

کار لاستیک گیت سوپاپ چیست؟

از نفوذ روغن به اطاق احتراق جلوگیری می‌کند و بیشتر به حالت کاسه نمد می‌باشد. علل خرابی لاستیک گیت سوپاپ چیست؟

حرارت بیش از حد موتور

کارکرد بیش از اندازه

**فنر سوپاپ:** فنر سوپاپ از مفتولی به قطر ۳ تا ۵ میلی‌متر از جنس فولاد فنر، ساخته می‌شود. دو طرف فنر را تراش می‌دهند تا به صورت قائم در جای خود قرار گیرد. وظیفه فنر بستن سوپاپ است. معمولاً حلقه‌های فنر در طرف سرسیلندر نزدیک یکدیگر و در طرف خار دورتر از یکدیگر ساخته می‌شوند. قطر فنر از بالا

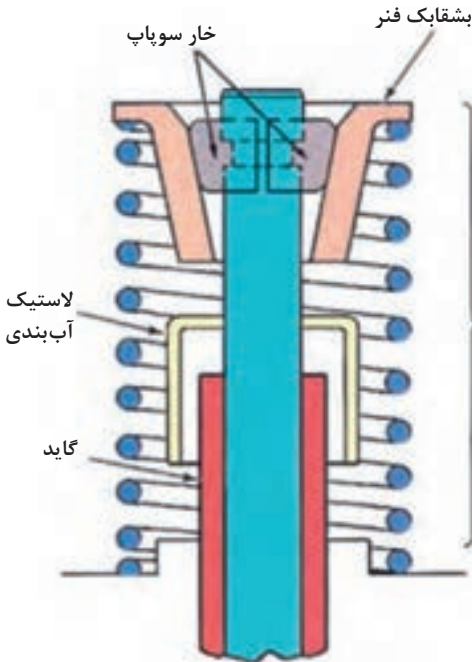
تا پایین کم می‌شود تا ارتعاش کم شود. از قطر ۳ میلی‌متر تا پایین کمتر از ۲ میلی‌متر تغییر می‌کند.

طول آزاد آن بسته به طرح فنر بین ۴۰ تا ۵۰ میلی‌متر متغیر است ولی وقتی (فنر) روی سرسیلندر نصب می‌شود، طول آن کاهش می‌یابد و نیروی حدود ۲۰ کیلوگرم به آن وارد می‌شود. هنگامی که توسط بادامک، سوپاپ باز شود، طول فنر کمتر می‌شود و نیرویی معادل ۴۰ کیلوگرم به آن اعمال می‌گردد.

این عملیات با سرعت زیاد، تحت حرارت بالا و همراه با ضربه صورت می‌گیرد. بنابراین فنر کم‌کم استهلاک می‌یابد و ضعیف می‌شود. فنر ضعیف معایبی دارد که مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از:  
نشستی در سوپاپ و سوختن آن، ایجاد سر و صدا، زود باز شدن سوپاپ و دیر بستن آن و...

**بشقابک و خار سوپاپ:** بشقابک وسیله‌ای برای تکیه فنر به ساق سوپاپ است برای آنکه بشقابک به سوپاپ متصل شود، معمولاً از خار دو پارچه مخروطی استفاده می‌شود.

یک یا چند حلقه برجسته در قسمت داخلی این خار وجود دارد که درون شیارهای ساق سوپاپ قرار می‌گیرند.



سوپاپ و متعلقات سوپاپ

**گاید سوپاپ:** به استوانه‌ای فولادی یا چدنی یا برنزی که به صورت راهنما برای ساق سوپاپ عمل می‌کند، گیت یا گاید می‌گویند. برای آنکه سوپاپ مستقیماً در مسیر خود و بدون انحراف حرکت کند (حرکت عرضی نداشته باشد) و جهت تبادل حرارت و هدایت سوپاپ از این دستگاه استفاده می‌شود.

گاید در سرسیلندر پرس می‌گردد ولی در بعضی از سرسیلندرها فولادی یا چدنی به صورت یک پارچه با آن ریخته‌گری می‌شود.

در صورت انحراف سوپاپ در آن نشتی ایجاد می‌شود و در نهایت، سوپاپ خواهد سوخت، بنابراین لقی بین ساق سوپاپ و گاید بسیار ناچیز و کم است. معمولاً برای جلوگیری از نشت روغن، حلقه‌های لاستیکی جهت آب‌بندی روی گاید سوپاپ قرار می‌دهند.

**سیت سوپاپ:** به محل نشست سوپاپ روی موتور، سیت می‌گویند، که به دو شکل در سرسیلندرها به کار می‌رود:

در برخی از موتورهایی که سرسیلندر آنها از چدن یا فولاد است، سیت به صورت یک پارچه با سرسیلندر ساخته می‌شود ولی سطح آن قسمت را سخت‌کاری می‌کنند.

روی سرسیلندرها آلومینیمی و بسیاری از سرسیلندرها آهنی، سیت از جنس فولاد سخت‌کاری شده پرس می‌گردد و هرگاه سیت معیوب شد، آن را عوض می‌کنند.

### ترتیب قرارگیری سوپاپ‌ها:

**۱- I head (بیشترین استفاده را دارد):** سوپاپ‌های دود و گاز در سرسیلندر قرار دارند و آویخته‌اند. در این موتورها محفظه‌ای احتراق را به حداقل می‌رساند و حتی در سطح پیستون گودی‌هایی ایجاد می‌کند که سوپاپ بتواند در آن گودی باز و بسته شود و با پیستون تماس پیدا نکند.

**۲- T head (منسوخ شده):** در این موتورها سوپاپ‌های دود در یک طرف سیلندر و سوپاپ‌های گاز در طرف دیگر سیلندر به طوری که در حداقل فضا سوپاپ‌های دود بتوانند باز و بسته شوند. و سوپاپ‌ها گاز نیز برای باز و بسته شدن از فضای موجود محفظه احتراق استفاده می‌نمایند. فضای بالای پیستون و فضای باز سوپاپ‌ها حجمی را می‌سازند که قدرت این موتور را بر اثر کم شدن تراکم (به علت ازدیاد حجم) کم می‌کند.

**۳- L head (منسوخ شده):** سوپاپ‌های دود و هوا در این موتور در یک طرف بدنه سیلندر قرار می‌گیرند و در این موتور نیز سوپاپ‌ها برای باز و بسته شدن به حداقل فضایی احتیاج دارند که این حداقل فضا نیز با حداقل فضای حجم اتاق احتراق باعث می‌گردد که قدرت موتور محدود گردد.

**۴- F head:** سوپاپ‌های هوا در سرسیلندر و سوپاپ‌های دود در بدنه‌های سیلندر هستند و در این موتور نیز حداقل فضایی برای باز و بسته شدن سوپاپ دود لازم است که این حجم محدود حداقل برای محفظه احتراق در نظر گرفته شده است و قدرت موتور نیز محدود می‌گردد.

### باز کردن اسبک‌ها و میل اسبک‌ها:

جهت باز کردن اسبک‌ها، پایه اسبک‌ها را باز می‌کنیم سپس خار یک طرف میل اسبک را باز می‌کنیم و اسبک‌ها، پایه‌ها و فنرها را از میل اسبک بیرون می‌آوریم. در درون اسبک‌ها بوشن قرار دارد. که در حقیقت این بوشن‌ها هستند که با میل اسبک در تماس‌اند و در صورت خراب کار کردن اسبک این بوشن‌ها هستند که باید تعویض گردند. روی میل اسبک موتور ۶ سیلندر ۳۷ سوراخ است که ۳۶ سوراخ آن مربوط به روغن کاری اسبک‌هاست و یک سوراخ مربوط به ورودی روغن از یکی از پایه‌های ابتدایی میل اسبک می‌باشد. روغن از بوشن‌ها به سر اسبک‌ها می‌آید و از آنجا به سوراخ میل تایپیت می‌ریزد و از آنجا نیز وارد کارتر می‌گردد.

### روش آب‌بندی سوپاپ‌ها

به منظور آب‌بندی کمی روغن سمباده را به سمت نشیمن‌گاه سوپاپ مالیده و سپس آن را در جای خود سرسیلندر یا بلوک سیلندر قرار می‌دهیم و با استفاده از ابزار مخصوص که در قسمت سر آن لاستیک مکنده وجود دارد و قادر است سر سوپاپ‌ها را جذب کند، سوپاپ را در نشیمن‌گاه خود به شکل نوسانی به اندازه ۱۸۰ درجه در خلاف عقربه‌های ساعت می‌چرخانیم و این عمل را باید آنقدر تکرار کرد تا نشیمن‌گاه سوپاپ با سیت سوپاپ تماس خوبی برقرار کرده باشد.

### روش آزمایش و آب‌بندی سوپاپ‌ها:

برای این منظور سوپاپ‌ها را یکی یکی از محل خود خارج نموده و با مداد مشکی چند خط به قسمت مچ سوپاپ بکشید و بعد سوپاپ را داخل سیت سوپاپ قرار داده و توسط لاستیک مکنده‌ای، سه یا چهار دور به سمت چپ و راست بچرخانیم و سوپاپ را دوباره از سرسیلندر بیرون آورده و به خط‌ها توجه نمایید. باید حالت قبلی از بین رفته و یک دایره کامل در سیت سوپاپ تبدیل شود که در این موقع آب‌بندی سوپاپ کامل شده است.

**ابزارهای مورد نیاز:** فنر جمع‌کن سوپاپ، انبر سرکچ، سنبه‌نشان یا سنبه شماره‌زن، رابط مغناطیسی، برس سیمی، سوهان.

هنگام کار با فنر جمع‌کن از مستقیم قرار گرفتن فنر مطمئن شوید.  
ابزار فنر جمع‌کن سالم انتخاب نمایید تا فنر به بیرون پرتاب نشود.

نکات ایمنی





برای باز کردن سوپاپ‌ها باید سرسیلندر، میل بادامک، تایپت و شیم‌ها را پیاده کنید و سپس مراحل زیر را انجام دهید:

**مرحله ۱-** پس از تمیز کردن سرسیلندر آن را از پهلو روی میز قرار دهید مانند تصویر زیر.



دهانه فنر جمع کن سوپاپ را نسبت به سرسیلندر مورد نظر تنظیم کنید.

**مرحله ۲-** توسط فنر جمع کن خارها را آزاد کنید و آنها را بیرون آورید؛ برای سهولت کار می‌توانید از رابط بلند مغناطیسی جهت خارج کردن خارها استفاده نمایید.



**مرحله ۳-** برای جلوگیری از تداخل سوپاپ‌ها، قبل از بیرون آوردن آنها سر سوپاپ را با سنبه شماره زن علامت بزنید.

**مرحله ۴-** بشقابک و فنر را از سرسیلندر خارج کنید و آنگاه سوپاپ را از طرف دیگر به آرامی بیرون آورید.

نکته

در صورتی که انتهای ساق سوپاپ رسوب کربن باشد، قبل از خارج کردن سوپاپ آن را به وسیله برس سیمی یا سوهان تمیز نمایید.



**مرحله ۵-** تایپت، شیم، فنر، بشقابک و سوپاپ هر مجموعه را به صورت جداگانه در قفسه یا جعبه مخصوص، به ترتیب شماره، قرار دهید.

**مرحله ۶-** در تعمیرات سرسیلندر بهتر است لاستیک آببندی گاید سوپاپ تعویض گردد. بنابراین آنها را به وسیله ابزار مناسب خارج کنید.

### عیوب سوپاپ

عیوب به وجود آمده در سوپاپ از رایج ترین عیب های موتور است. مواردی چون حرارت بالا، در معرض ضربه بودن، تنش زیاد، استهلاک شدید، خنک کاری غلط و به هم خوردن سریع تنظیمات از جمله عواملی هستند که باعث می شوند یک سوپاپ زودتر از بقیه قطعات موتور معیوب گردد.

**عیوب سوپاپ:** هر عیبی که در سیستم سوپاپ به وجود آید موجب کاهش راندمان و قدرت موتور می شود و بعضی از این عیوب که باعث سوختن سوپاپ می شوند، عبارت اند از:

**کم بودن لقی سوپاپ:** این عیب موجب بازماندن سوپاپ، آببندی نشدن و بروز نشستی و در نتیجه سوختن سوپاپ می گردد.

**زیاد بودن لقی سوپاپ:** این عیب باعث کاهش میزان برخاست سوپاپ می شود و در حالی که سوپاپ با سر و صدا کار می کند، موجب استهلاک بیشتر آن می شود.

**نشستی در سوپاپ:** این عیب در اثر نقص مکانیکی یا رسوب گرفتن سر سوپاپ در آن به ایجاد نشستی منجر می گردد که در هر دو حالت موجب سوختن سوپاپ می شود.

**کج بودن ساق سوپاپ:** این عیب باعث گیر کردن سوپاپ در گاید و در نتیجه باز ماندن سوپاپ می شود که سوختن آن را به همراه دارد.

**هم مرکز نبودن ساق، سر سوپاپ و سیت:** اگر مجموعه سر سوپاپ، سیت و ساق آن هم مرکز نباشند در سوپاپ نشستی ایجاد می گردد.

**پیچیدگی سر سوپاپ:** در اثر حرارت زیاد، پیچیدگی در سر سوپاپ ایجاد می شود که موجب آببندی نشدن محفظه می گردد.

**لقی کم ساق و گاید سوپاپ:** اگر سوپاپ با لقی کم در گاید خود قرار گیرد، چسبندگی آن زیاد می شود و پس از حرارت دیدن، امکان گیر کردن و باز ماندن سوپاپ به وجود می آید که در نتیجه خواهد سوخت.

**خوردگی در سوپاپ:** گوگرد موجود در بنزین در اثر احتراق به اکسید گوگرد تبدیل می‌شود و به همراه بخار آب حاصل از احتراق، اسید سولفورو تشکیل می‌دهد. این پدیده در اثر عدم تخلیه صحیح محفظه کارتر و نشستن بخارات سوخت به آن قسمت اتفاق می‌افتد. اسید به وجود آمده موجب خوردگی در قطعات می‌شود.

**چسبندگی سوپاپ:** چند عامل چسبندگی سوپاپ ذکر شد ولی باید دانست جمع شدن رسوبات سوخت در ساق و گاید سوپاپ، مهم‌ترین عامل چسبندگی آن است. از دیگر عوامل می‌توان به روغن سوزی موتور و نفوذ بخارات روغن به گاید اشاره نمود.

### عیوب فنر سوپاپ

عیوب ایجاد شده در فنر سوپاپ عبارت‌اند از:

**فنر ضعیف:** اگر فنر بیش از حد ضعیف باشد سوپاپ، با سرعت و به‌طور صحیح بسته نمی‌شود. این امر موجب ارتعاش و بالا و پایین پریدن سوپاپ و افت قدرت می‌گردد و در نتیجه سوختن سوپاپ را به همراه دارد.

برای جلوگیری از ارتعاش بیش از اندازه فنر از دوفنر در یک سوپاپ استفاده می‌شود.

**فنر قوی:** بیش از حد قوی بودن فنر نیز باعث فرسایش زودرس و کوبیدن سوپاپ روی سیت می‌گردد.

**کج بودن فنر:** اگر فنر کج باشد در هنگام تحت فشار قرار گرفتن، به شکل محدب در می‌آید و نیروی مایلی روی سوپاپ اعمال می‌کند در نتیجه ضمن آب‌بندی نشدن صحیح، باعث سایش غیر یکنواخت گاید سوپاپ نیز خواهد شد.

**شکستن فنر:** در اثر افزایش تنش، در فنر ترک ایجاد می‌شود و در نهایت فنر سوپاپ خواهد شکست.

### عیوب گاید سوپاپ

عیوب گاید سوپاپ را نیز می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:

**سایش غیر یکنواخت گاید:** در این حالت گاید به صورت شیپوری در می‌آید و احتمال روغن سوزی را، به دلیل نشستن روغن به محفظه افزایش می‌دهد. همچنین موجب کج حرکت کردن سوپاپ در راهنما می‌شود.

**لقی زیاد گاید و ساق سوپاپ:** سایش یکنواخت زیاد یا استفاده از گاید و سوپاپ نامناسب، لقی زیاد در گاید را به همراه دارد. در این لقی ضمن نشستن روغن، امکان نفوذ رسوبات به راهنما وجود دارد و در آنجا چسبندگی ایجاد خواهد نمود. در ضمن، لقی زیاد باعث کج قرار گرفتن سوپاپ و نشستی در آن می‌شود.

## عیوب سیت سوپاپ

عیوب سیت سوپاپ عبارت‌اند از:

**کج بودن سیت:** در صورتی که سیت در سرسیلندر کج باشد موجب نشتی در سوپاپ خواهد شد.

**ترک در سیت:** اگر خنک‌کاری به‌طور صحیح انجام نگیرد و درجه حرارت موتور بیش از حد افزایش یابد، ترک در سیت سوپاپ ایجاد می‌شود.

**پیچیدگی سیت:** این عیب نیز در اثر حرارت بیش از حد و خنک‌کاری ضعیف به‌وجود می‌آید همچنین، غلط بستن پیچ‌های سرسیلندر نیز ایجاد پیچیدگی در سیت می‌کند.

## عیوب تایپت

عیب‌های ایجاد شده در تایپت‌ها عبارت‌اند از:

**لقی کم تایپت و راهنمای آن:** در این حالت تایپت داخل راهنما به سختی حرکت می‌کند و معایب چسبندگی سوپاپ را به همراه خواهد داشت.

**لقی زیاد تایپت و راهنمای آن:** این عیب باعث کج کارکردن سوپاپ می‌شود.

## عیوب اسبک

عیب‌های ایجاد شده در اسبک‌ها عبارت‌اند از:

**کج بودن سر اسبک:** محل قرارگیری اسبک روی سوپاپ باید کاملاً صاف باشد. اعمال نیرو نیز باید مستقیماً روی سوپاپ باشد. در صورت کج قرار گرفتن اسبک، روی سوپاپ نیروی جانبی اعمال می‌شود و آن را به‌صورت کج حرکت خواهد داد مانند تصویر زیر.

**لقی در محور اسبک:** اگر اسبک روی محورش با لقی زیاد حرکت کند، تایمینگ و میزان برخاست سوپاپ تغییر می‌کند و با افت قدرت همراه خواهد شد.

## روش عیب‌یابی و رفع عیب سوپاپ‌ها

**ابزارهای مورد نیاز:** برس سیمی، کاردک، میکرومتر، کولیس.

هنگام کربن‌زدایی از عینک‌های محافظ استفاده کنید.

هنگام استفاده از برس ماشینی، مراقب باشید سوپاپ از دست شما، رها نگردد.

نکات ایمنی



در اثر روغن‌سوزی یا احتراق ناقص موتور، نه تنها در اتاق احتراق کربن جمع می‌شود بلکه پشت ساق سوپاپ نیز رسوبات بسیار سختی تجمع می‌کند، که باید آنها را از کربن پاک نمود. با یکی از روش‌های زیر کربن روی سوپاپ را تمیز کنید:

1 با استفاده از دستگاه سند بلاست با پاشش ذرات ریز ماسه، ساچمه و...

۲ به وسیله یک کاردک

۳ توسط سوپاپ کهنه

۴ با استفاده از برس سیمی دستی یا ماشینی

پس از رسوب زدایی، به ترتیب زیر عمل کنید:

■ سوپاپ را از نظر ظاهر به طور دقیق مورد بررسی قرار دهید. در صورت داشتن ترک، سوختگی و یا حفره آن را عوض کنید.

■ نازک شدن ساق یا زیر سر سوپاپ نشانه خاصیت خوردگی احتراق است که در اثر احتراق ناقص و ضربه دار شدن و یا رسوب گرفتن مجاری خنک کاری به وجود می آید. در شرایط فوق موتور با درجه حرارت بالا کار می کند و احتمال شکستن سر سوپاپ و برخورد با پیستون نیز وجود دارد.

مطابق تصویر زیر، قطر ساق سوپاپ را با میکرومتر دقیق اندازه بگیرید و آن را با عدد کاتالوگ مقایسه کنید. در صورت سایش زیاد آن را عوض کنید. حد مجاز سایش ۰/۰۵ میلی متر است. مقدار لبه سوپاپ را با کولیس دقیق، اندازه گیری نمایید.



کوچک شدن این قسمت موجب ضعیف شدن سوپاپ و در نتیجه سوختن آن می گردد مقدار مجاز حدود ۱/۶ میلی متر است.

بعضی از عیوب جزئی نشست سوپاپ را توسط دستگاه تراش بر طرف می نمایند.

### دستورالعمل تنظیم و آب بندی سیت سوپاپ

ابزارهای مورد نیاز: چوب سوپاپ گردان، روغن سنباده، مداد یا رنگ، نفت، کمی پودر.

نکات ایمنی



● هرگز روغن سنباده به ساق و گاید سوپاپ نرسد.

● شست و شوی سوپاپ و سیت آن پس از آب بندی و قبل از آزمایش الزامی است.

پس از بررسی، عیب یابی و رفع عیب در مجموعه سوپاپ، باید آن را آب بندی کرد. آب بندی سوپاپ به منظور جلوگیری از نشت گاز و فشار کمپرس صورت می گیرد. سوپاپ هرچه باشد (سوپاپ نو یا کار کرده) باید این عملیات را انجام دهید. توجه داشته باشید که سوپاپ کار کرده را خوب تمیز کنید و سپس مراحل زیر را انجام دهید:

**مرحله ۱- سوپاپ را به چوب سوپاپ گردان بچسبانید.**



**مرحله ۲- روغن سنباده در دو نوع زیر و نرم به صورت قوطی عرضه می شود. ابتدا روغن سنباده زیر را به محل نشست سوپاپ بزنید.**



**مرحله ۳- سوپاپ را در محل خود قرار دهید و با فشار به وسیله چوب سوپاپ گردان، به چپ و راست بچرخانید.**

**مرحله ۴-** پس از چند بار چرخاندن سوپاپ، آن را از محل خود بلند کنید و کمی بگردانید. مجدداً عمل آب‌بندی را انجام دهید.

**مرحله ۵-** پس از دقایقی که سطح سیت به‌طور یکنواخت براق شد، ضمن پاک کردن روغن سنباده زیر محل سیت و سوپاپ را کاملاً تمیز کنید.



**مرحله ۶-** حال مقدار کمی روغن سنباده نرم به سطح نشست سوپاپ بزنید و عمل آب‌بندی را تکرار کنید. پس از دقایقی، کلیه قسمت‌های سیت و سوپاپ را از روغن سنباده تمیز کنید.

**مرحله ۷-** با یکی از دو روش زیر آب‌بندی سوپاپ را آزمایش کنید:  
در روش اول به چند نقطه از سطح نشست سوپاپ رنگ بزنید یا با مداد خط بکشید.



سوپاپ را در جای خود قرار دهید و حدود  $90^{\circ}$  با فشار بچرخانید.

حال به سیت سوپاپ نگاه کنید. اگر رنگ یا مداد به‌طور یکنواخت در تمام قسمت‌های سیت سوپاپ پخش شده باشد آب‌بندی صحیح انجام گرفته است. در روش دوم سوپاپ را در جای خود قرار دهید و از مجاری دود و گاز مقداری نفت بریزید. به نشت مایع از سر سوپاپ در اتاق احتراق دقت کنید. برای رسیدن به نتیجه بهتر کمی پودر به سر سوپاپ‌ها بزنید. اگر نشستی رخ ندهد سوپاپ آب‌بندی شده است. در غیر این صورت (بروز کردن نشستی) تمام مراحل آب‌بندی سوپاپ را تکرار کنید.



همان گونه که می‌دانید در انتهای ساقه سوپاپ و اسبک دارای یک فاصله و یا لقی است. تحقیق کنید دلیل این لقی چیست کم و یا زیاد شدن آن چه تأثیری بر موتور دارد؟

### پاسخ:

سطح بزرگی از سوپاپ همواره در درون محفظه احتراق در معرض گرما قرار دارد و این گرما باعث انبساط حرارتی آن می‌شود به همین علت وجود لقی در بین ساقه سوپاپ و اسبک ضروری است در صورت کم بودن این فاصله (و یا در بدترین حالت عدم وجود آن) با گرم شدن سوپاپ و افزایش طول آن به دلیل حضور اسبک در انتهای بالا، انبساط طولی به طرف درون سیلندر صورت می‌پذیرد و در نتیجه سوپاپ نمی‌تواند به درستی در نشیمن‌گاه خود نشست و مقداری باز می‌ماند این موضوع باعث کاهش شدید تراکم داخل سیلندر گشته و کاهش کارایی موتور را به دنبال دارد. همچنین با باز ماندن سوپاپ عمل انتقال حرارت از آن به سرسیلندر و از آنجا به آب خنک‌کننده موتور مختل می‌شود و با داغ شدن بیش از حد سوپاپ عمر آن به شدت کاهش می‌یابد به همین دلیل وجود لقی در بین ساق سوپاپ و اسبک ضروری است. اما در عین حال زیاد بودن این لقی هم باعث کاهش زمان باز ماندن سوپاپ و کاهش زمان تبادل هوا و دود در درون سیلندر می‌گردد که نتیجه این اتفاق کاهش کارایی موتور است. بازرسی منظم این لقی و در صورت نیاز تنظیم مجدد آن در فواصل زمانی که از طرف سازنده موتور مشخص می‌شود ضروری است.



برداشتن شیر ترموستاتیکی از روی موتور چه تأثیری بر عمر آن می‌گذارد؟ پاسخ خود را شرح دهید.

### پاسخ:

در هنگام طراحی یک موتور سازندگان انبساط حرارتی قطعات مختلف موتور را (با توجه به شرایط کاری آنها و گرمای جذب شده توسط هر قطعه) در نظر گرفته و اقدام به طراحی ابعاد قطعات موتور می‌کنند این موضوع که قطعات در هنگام کار در محدوده دمایی مشخصی کار کنند از نقطه نظر دوام و طول عمر آنها حائز اهمیت است، وظیفه اصلی شیر ترموستاتیکی کنترل جریان آب خنک‌کننده موتور و نگه داشتن دمای آن در محدوده مورد نظر طراح است در صورت حذف این قطعه از سامانه خنک‌کننده آب موتور، موتور در بیشتر زمان کاری خود در دمایی کمتر از میزان طراحی شده کار می‌کند که این به معنی انقباض قطعاتی است که بیش از حد خنک شده‌اند و در نهایت افزایش خوردگی و کاهش طول عمر موتور را سبب می‌شود.



کار در کلاس



علت افزایش سطح روغن چه می‌تواند باشد؟ اگر بر روی آب خنک‌کننده لکه‌های روغن مشاهده شود علت چیست؟

**پاسخ:**

سطح روغن موتور و یا آب خنک‌کننده همواره باید مورد پایش قرار گیرد در صورت کاهش در هر یک از آنها، باید علت مشخص و رفع عیب شود. به‌عنوان مثال نشستی مایعات از موتور به بیرون و یا نفوذ روغن به داخل محفظه احتراق و سوختن آن می‌تواند پیش آید. همچنین در صورتی که آب خنک‌کننده و یا سوخت موتور بتواند به طریقی به داخل محفظه ذخیره روغن (کارتر روغن) راه پیدا کند افزایش سطح روغن پیش می‌آید. در صورت خرابی و اثر جداکننده مجراهای عبور آب و روغن، در زمان روشن بودن موتور به دلیل فشار زیاد روغن نسبت به آب احتمال نشستی روغن به درون سامانه خنک‌کننده وجود دارد نشانه این اشکال وجود لکه‌های روغن بر روی آب خنک‌کننده موتور است و همچنین کاهش سطح روغن را ممکن است سبب شود.

کار در کلاس



پاسخ دهید که چگونه موتور خاموش می‌گردد؟

**پاسخ:**

بر روی پلانجر شیار عمودی وجود دارد که اگر با گردش پلانجر این شیار در مقابل روزنه ورودی سوخت قرار گیرد آنگاه بالارفتن پلانجر منجر به تزریق سوخت به داخل محفظه احتراق نمی‌شود و سوخت از قسمت بالای پلانجر (از طریق شیار عمودی) به روزنه ورودی برگشته و موتور خاموش می‌شود.

تحقیق کنید



آیا در صورت تغییر دور موتور نیاز به تغییر شروع پاشش سوخت وجود دارد؟ پاسخ خود را توضیح دهید.

**پاسخ:**

موتور دیزلی چهار زمانه‌ای را در نظر بگیرید که با دور ۷۰۰ دور بر دقیقه می‌چرخد هر دور این موتور تنها ۸ صدم ثانیه طول می‌کشد همان‌طور که می‌دانیم پاشش سوخت تنها در چند درجه از زاویه میل لنگ در هنگامی که پیستون نزدیکی نقطه مرگ بالا است صورت می‌پذیرد پس زمان در اختیار سامانه پاشش سوخت برای تزریق بسیار کمتر از ۸ صدم ثانیه است از طرف دیگر سوخت به محض ورود به سیلندر محترق نمی‌شود و مدت کمی برای شروع احتراق و کامل شدن آن لازم است، گرچه این زمان بسیار کم است اما

با توجه به سرعت حرکت پیستون باید مد نظر قرار بگیرد. طراحی و تنظیمات سامانه پاشش سوخت به گونه ایست که شروع پاشش سوخت قبل از رسیدن پیستون به نقطه مرگ بالا می باشد تا کامل شدن احتراق و حداکثر فشار آن در هنگام حضور پیستون در نقطه مرگ بالا اتفاق بیفتد. در موتورهای دیزلی که دارای سرعت دوران ثابتی هستند این مقدار یک بار تنظیم شده و دیگر تغییر نمی یابد، اما در موتورهایی که دارای سرعت متغیر هستند به ویژه موتورهایی که دامنه تغییرات در آنها زیاد است با افزایش سرعت موتور باید که زمان پاشش سوخت هم تغییر کرده و تزریق زودتر انجام پذیرد و با کاهش دور موتور به مقدار قبلی بازگردانده شود در موتورهای گول پیکر دریایی این سامانه به نام variable injection timing VIT نامیده می شود.

#### تحقیق کنید



با استفاده از اینترنت تحقیق کنید مزایای استفاده از سامانه ریل مشترک چیست؟

#### پاسخ:

۱ در موتورهای قدیمی به ازای هر سیلندر یک واحد بارل و پلانچر وجود دارد در حالی که سامانه ریل مشترک تنها دارای یک پمپ است که فشار سوخت را در ریل ایجاد می کند با حذف پمپ سوخت قدیمی و سامانه محرک آن وزن موتور نسبت به قدرت تولیدی آن کاهش می یابد.

۲ پمپ ریل مشترک می تواند از نوع الکتریکی باشد و در هر جایی از سامانه نصب شود این کار دست سازنده را برای طراحی موتور باز گذاشته و وی می تواند موتور بهتری را طراحی کند.

۳ در موتورهای قدیمی زمان شروع و خاتمه پاشش سوخت توسط میل بادامک و بارل و پلانچر تعیین می شود اما در ریل مشترک زمان بندی پاشش سوخت سخت افزاری نیست و بخشی از نرم افزار کنترل شیرهای برقی است به همین علت می تواند بسیار دقیق و قابل کنترل باشد کما اینکه سامانه VIT نیز می تواند حذف شده و بخشی از این نرم افزار باشد.

۴ سامانه ریل مشترک باعث کاهش مصرف سوخت و کاهش گازهای آلاینده تولیدی موتور می شود.

۵ عیب یابی آن توسط دستگاه های الکترونیکی و ساده تر است اما در عوض تعمیرات سامانه نیاز به تخصص بیشتری دارد.

ارزشیابی مرحله‌ای

| نمره | استاندارد<br>(شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)   | نتایج                 | استاندارد<br>عملکرد<br>(کیفیت)   | تکالیف<br>عملکردی<br>(شایستگی‌ها) | عنوان پودمان<br>فصل               |
|------|---|-----------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| ۳    | <p>۱- سامانه باز و بسته کردن سوپاپ‌ها را بررسی کند.</p> <p>۲- سامانه روغن کاری موتور دیزل را بررسی کند.</p> <p>۳- سامانه خنک کاری موتور دیزل را بررسی کند.</p> <p>۴- سامانه سوخت‌رسانی موتورهای دیزل را بررسی کند.</p> <p>۵- سامانه سوخت‌رسانی موتورهای دیزل را بررسی کند.</p> <p>هنرجو توانایی بررسی همه شاخص‌های فوق را داشته باشد.</p>     | بالاتر از حد انتظار   | شناسایی سامانه‌های موتورهای دیزل | بررسی سامانه‌های موتورهای دیزل    | نگهداری و تعمیر موتور دیزل دریایی |
| ۲    | <p>۱- سامانه باز و بسته کردن سوپاپ‌ها را بررسی کند.</p> <p>۲- سامانه روغن کاری موتور دیزل را بررسی کند.</p> <p>۳- سامانه خنک کاری موتور دیزل را بررسی کند.</p> <p>۴- سامانه سوخت‌رسانی موتورهای دیزل را بررسی کند.</p> <p>۵- سامانه سوخت‌رسانی موتورهای دیزل را بررسی کند.</p> <p>هنرجو توانایی بررسی سه مورد شاخص‌های فوق را داشته باشد.</p> | در حد انتظار          |                                  |                                   |                                   |
| ۱    | <p>۱- سامانه باز و بسته کردن سوپاپ‌ها را بررسی کند.</p> <p>۲- سامانه روغن کاری موتور دیزل را بررسی کند.</p> <p>۳- سامانه خنک کاری موتور دیزل را بررسی کند.</p> <p>۴- سامانه سوخت‌رسانی موتورهای دیزل را بررسی کند.</p> <p>۵- سامانه سوخت‌رسانی موتورهای دیزل را بررسی کند.</p> <p>هنرجو توانایی بررسی دو مورد شاخص‌های فوق را داشته باشد.</p> | پایین تر از حد انتظار |                                  |                                   |                                   |
|      |   |                       | نمره مستمر از ۵                  |                                   |                                   |
|      |   |                       | نمره شایستگی پودمان از ۳         |                                   |                                   |
|      |   |                       | نمره پودمان از ۲۰                |                                   |                                   |

## ارزشیابی نگهداری و تعمیر موتور دیزل دریایی

| <p><b>شرح کار:</b></p> <p>۱- قطعات موتورهای دیزل را شناخته و وظایف آنها را بداند.</p> <p>۲- بررسی سامانه‌های موتورهای دیزل و طرز کار آنها</p> <p>۳- بررسی طرز کار موتورهای دیزلی چهار زمانه</p>               |   |                       |            |
|---|---|-----------------------|------------|
| <p><b>استاندارد عملکرد:</b></p> <p>بررسی قطعات و سامانه‌ها و طرز کار موتورهای دیزل دریایی</p> <p><b>شاخص‌ها:</b></p> <p>بررسی موتورهای دیزل دریایی</p>  |   |                       |            |
| <p><b>شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:</b></p> <p><b>شرایط:</b> کلاس سمعی و بصری و کارگاه و شناورها</p> <p><b>ابزار و تجهیزات:</b> رایانه و اینترنت، ویدیو پروژکتور، کارگاه مجهز به موتورهای دیزل دریایی</p> |   |                       |            |
| <p><b>معیار شایستگی:</b></p>  |   |                       |            |
| ردیف  | مرحله کار   | حداقل نمره قبولی از ۳ | نمره هنرجو |
| ۱   | بررسی قطعات موتورهای دیزل دریایی  | ۲                     |            |
| ۲   | بررسی طرز کار موتورهای دیزل دریایی  | ۱                     |            |
| ۳   | بررسی سامانه‌های موتورهای دیزل دریایی   | ۱                     |            |
|   | شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی، و...  | ۲                     |            |
|   | <p>۱- استفاده از لباس مناسب کار در کارگاه</p> <p>۲- استفاده صحیح و مناسب از ابزار و تجهیزات کارگاه</p> <p>۳- رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها؛</p> <p>۴- دقت و تمرکز در اجرای کار؛</p> <p>۵- شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر؛</p> <p>۶- رعایت اصول و مبانی اخلاق حرفه‌ای</p> |                       |            |
|   | میانگین نمرات   |                       | *          |

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی ۲ است.