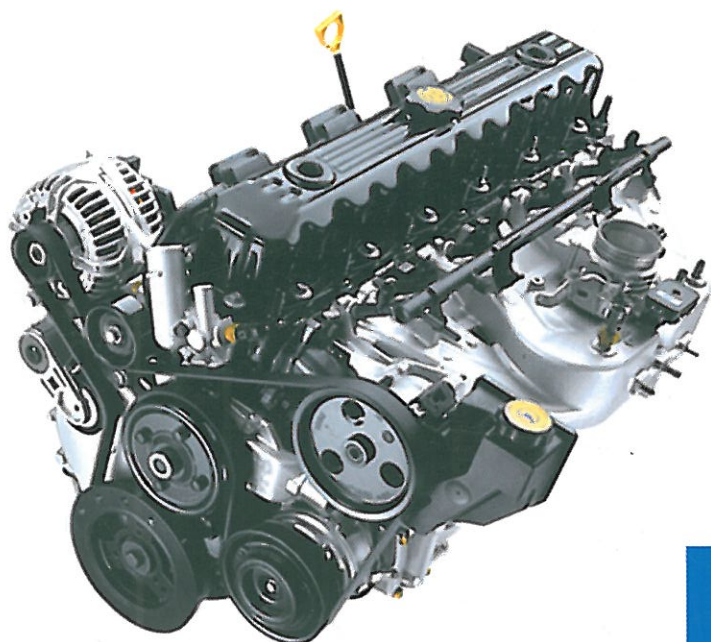


تهیه کننده:

سجاد ویسی

علی اصغر نقدی پور

چاپ چهارم
ویرایش دوم



۲

تکنولوژی خودرو



مولد قدرت خودرو

تألیف: مهندس مهدی خرازان

همراه با مسایل تشریحی و تست

با نام و یاد او که هر چه هست از اوست

مولد قدرت خودرو

تألیف:

مهندس مهدی خرازان

سرشناسنامه	: خرازان، مهدی، ۱۳۵۳ -
عنوان و نام پدیدآور	: تکنولوژی خودرو: مولد قدرت خودرو/ تألیف مهدی خرازان.
وضعیت ویراست	: ویراست ۲
مشخصات نشر	: مشهد: نما: جهان فردا، [۱۳۸۹] -
مشخصات ظاهری	: ج ۵: مصور.
شابک	: ۱۲۰۰۰ ریال: ۵-۷۳-۵۰۶۸-۶۰۰-۹۷۸ - شابک دوره: ۲-۵۴-۵۰۶۸-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیپا
یادداشت	: چاپ چهارم
مندرجات	: ج ۱ شاسی و بدنه خودرو - ج ۲ مولد قدرت خودرو
موضوع	: اتومبیل، مکانیک
موضوع	: اتومبیل‌ها - محورهای انتقال قدرت
رده‌بندی کنگره	: TL۲۰۵/خ۴ت۸۹۱۳
رده‌بندی دیویی	: ۶۲۹/۲۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۱۷۳۴۸۱



تهران، تلفن ۶۶۴۶۴۵۹۳

<http://www.namapub.ir>



مشهد، انتشارات نما، تلفن ۸۴۰۷۹۹۵ ؛

E-mail: info@namapub.ir

نام کتاب: تکنولوژی خودرو (جلد دوم: مولد قدرت خودرو)

مؤلف: مهندس مهدی خرازان

ویرایش دوم - چاپ چهارم: پاییز ۱۳۹۱

ویراستار: دکتر ناصر صابری - دکتر نیما راسخ صالح

تیراژ: ۳۰۰۰ نسخه

لیتوگرافی: مشهد اسکندر

چاپ: دانشگاه

حروفچینی و صفحه‌آرایی: معصومه برک

۳۳۶ صفحه وزیری

«حق چاپ محفوظ است»

شابک: شابک: ۵-۷۳-۵۰۶۸-۶۰۰-۹۷۸ (ISBN: 978-600-5068-73-5)

مرکز پخش: تهران، انقلاب، خیابان اردیبهشت، بین روانمهر و لبافی‌نژاد، کوچه وحید، شماره ۵، تلفاکس: ۶۶۴۶۴۵۹۳

فروشگاه دانشگاه آزاد مشهد: قاسم‌آباد، استاد یوسفی ۱۷، کتاب جهان نما، تلفن: ۶۶۲۸۲۲۵

فهرست

عنوان	صفحه
پیشگفتار مؤلف	۹
مقدمه	۱۱
فصل اول: موتور و انواع آن	۱۵
۱-۱- موتور	۱۵
۲-۱- تاریخچه موتور	۱۶
۳-۱- انواع موتور	۱۷
۴-۱- موتورهای احتراقی	۱۸
۵-۱- موتورهای احتراق داخلی	۱۸
۶-۱- مراحل عملکرد یک موتور احتراق داخلی	۲۱
۷-۱- موتورهای احتراق خارجی	۲۵
۸-۱- موتور استرلینگ	۲۵
۹-۱- توربین بخار	۲۷
۱۰-۱- توربین گازی	۲۸
۱۱-۱- موتور جت	۳۰
۱۲-۱- موتور الکتریکی	۳۱
۱۳-۱- موتور هیبریدی	۳۳
۱۴-۱- موتور هواسوز	۳۴
فصل دوم: قطعات موتور	۳۶
۱-۲- مقدمه	۳۶
۲-۲- بدنه سیلندر (بلوک سیلندر)	۳۷
۳-۲- سرسیلندر	۳۹
۴-۲- واشر سرسیلندر	۴۰
۵-۲- پیستون	۴۱
۶-۲- رینگ پیستون	۴۳
۷-۲- شاتون	۴۷
۸-۲- گزن پین	۴۸
۹-۲- میل لنگ	۴۹

۵۰	۱۰-۲- یاتاقان‌های ثابت و متحرک
۵۲	۱۱-۲- فلاپویل (چرخ طیار)
۵۳	۱۲-۲- سوپاپ
۵۴	۱۳-۲- نشیمنگاه سوپاپ (سیت سوپاپ)
۵۵	۱۴-۲- راهنمای سوپاپ (گیت سوپاپ)
۵۶	۱۵-۲- انگشتی سوپاپ (اسبک)
۵۷	۱۶-۲- فنر سوپاپ
۵۸	۱۷-۲- سوپاپ چرخان
۵۹	۱۸-۲- تایپیت
۶۰	۱۹-۲- میل بادامک (میل سوپاپ)
۶۱	۲۰-۲- تسمه تایمینگ
۶۳	۲۱-۲- کارتِل
۶۴	۲۲-۲- مانیفولد
۶۴	۲۳-۲- دسته موتور
۶۷	فصل سوم: محاسبات موتور
۶۷	۱-۳- اصطلاحات موتور
۷۱	۲-۳- محاسبات حجمی موتور
۷۴	۳-۳- سرعت پیستون و میل لنگ
۷۶	۴-۳- کار انجام شده توسط موتور
۷۸	۵-۳- توان موتور
۸۰	۶-۳- گشتاور موتور
۸۱	۷-۳- رابطه گشتاور و توان موتور
۸۳	۸-۳- توان حجمی موتور
۸۳	۹-۳- توان وزنی موتور
۸۳	۱۰-۳- قانون عمومی گازها
۸۴	۱۱-۳- فرآیند حجم ثابت
۸۴	۱۲-۳- فرآیند فشار ثابت
۸۵	۱۳-۳- فرآیند هم دما
۸۵	۱۴-۳- فرآیند آدیاباتیک
۸۸	فصل چهارم: موتورهای اشتعال - جرقه‌ای
۸۸	۱-۴- اصول عملکرد موتورهای اشتعال - جرقه‌ای
۸۹	۲-۴- سوخت موتورهای اشتعال - جرقه‌ای
۹۰	۳-۴- عدد اکتان

۹۱	۴-۴- پدیده خودسوزی
۹۲	۴-۵- سیکل اتو
۹۴	۴-۶- احتراق در موتورهای اشتعال - جرقه‌ای
۹۶	۴-۷- سیستم سوخت‌رسانی موتورهای اشتعال - جرقه‌ای
۹۷	۴-۸- نسبت اختلاط هوا با سوخت
۹۸	۴-۹- موتورهای گازسوز
۱۰۰	فصل پنجم: موتورهای اشتعال - تراکمی (موتور دیزل)
۱۰۰	۵-۱- مقدمه
۱۰۲	۵-۲- اصول عملکرد موتورهای اشتعال - تراکمی
۱۰۴	۵-۳- سوخت موتورهای اشتعال - تراکمی
۱۰۴	۵-۴- عدد ستان
۱۰۵	۵-۵- سیکل دیزل
۱۰۶	۵-۶- احتراق در موتورهای اشتعال - تراکمی
۱۰۸	۵-۷- سیستم سوخت‌رسانی موتورهای اشتعال - تراکمی
۱۱۱	۵-۸- گرمکن سوخت
۱۱۲	۵-۹- مقایسه موتورهای دیزلی و بنزینی
۱۱۴	فصل ششم: طبقه‌بندی موتورهای احتراق داخلی
۱۱۴	۶-۱- مقدمه
۱۱۴	۶-۲- انواع موتور از لحاظ کاربرد
۱۱۴	۶-۳- انواع موتور از لحاظ سیستم احتراق
۱۱۶	۶-۴- انواع موتور از لحاظ نوع سوخت
۱۱۷	۶-۵- انواع موتور از لحاظ سیستم خنک‌کاری
۱۱۹	۶-۶- انواع موتور از لحاظ سیکل کاری
۱۲۶	۶-۷- انواع موتور از لحاظ آرایش سیلندرها
۱۳۳	۶-۸- انواع موتور از لحاظ تعداد سیلندر
۱۳۹	۶-۹- انواع موتور از لحاظ شکل قرارگیری سوپاپ‌ها
۱۴۲	۶-۱۰- انواع موتور از لحاظ شکل محفظه احتراق
۱۴۵	۶-۱۱- انواع موتور از لحاظ نحوه‌ی اختلاط سوخت با هوا
۱۴۹	فصل هفتم: اصول طراحی و عملکرد موتور
۱۴۹	۷-۱- جهت چرخش موتور
۱۵۰	۷-۲- روش شماره‌گذاری سیلندرها
۱۵۱	۷-۳- ترتیب احتراق (وایر چینی)
۱۵۲	۷-۴- تایمینگ سوپاپ‌ها (زمان‌بندی سوپاپ‌ها)

۱۵۴	۵-۷- فیلرگیری.....
۱۵۵	۶-۷- محاسبه زمان باز بودن سوپاپ‌ها.....
۱۵۶	۷-۷- زمان‌بندی سوپاپ متغیر.....
۱۵۸	۸-۷- عوامل مؤثر در عملکرد موتور.....
۱۵۹	۹-۷- روشهای تقویت موتور.....
۱۶۲	۱۰-۷- طراحی محفظه احتراق.....
۱۶۶	۱۱-۷- موتور با نسبت تراکم متغیر.....
۱۶۸	۱۲-۷- موتور با تعداد سیلندر متغیر.....
۱۶۹	۱۳-۷- سیستم تهویه محفظه میل‌لنگ.....
۱۷۰	۱۴-۷- عوامل مؤثر در میزان مصرف سوخت.....
۱۷۲	۱۵-۷- میزان آلایندگی موتور و استانداردهای یورو.....
۱۷۷	فصل هشتم: تجهیزات جانبی موتور.....
۱۷۷	۱-۸- مقدمه.....
۱۷۷	۲-۸- سیستم سوخت‌رسانی.....
۱۷۹	۳-۸- سیستم جرقه‌زنی.....
۱۷۹	۴-۸- سیستم راه‌اندازی (استارت).....
۱۸۰	۵-۸- دینام و آلترناتور.....
۱۸۲	۶-۸- هواکشی طبیعی و واداشته در موتور.....
۱۸۲	۷-۸- سوپرشاژ.....
۱۸۴	۸-۸- توربوشاژ.....
۱۸۵	۹-۸- اینترکولر.....
۱۸۷	۱۰-۸- افترکولر.....
۱۸۷	۱۱-۸- سنسورهای موتور.....
۱۹۵	۱۲-۸- استپ موتور.....
۱۹۶	۱۳-۸- ترمز موتوری.....
۱۹۶	۱۴-۸- ترمز اغزوزی (خفه‌کن).....
۱۹۸	فصل نهم: سیستم‌های خنک کاری و گرمایشی.....
۱۹۸	۱-۹- مقدمه.....
۱۹۹	۲-۹- علل خنک کاری موتور.....
۲۰۰	۳-۹- وظایف سیستم خنک کاری.....
۲۰۰	۴-۹- انواع سیستم خنک کاری موتور.....
۲۰۲	۵-۹- اجزای سیستم خنک کاری موتور.....
۲۱۲	۶-۹- ضدیخ.....

۲۱۳	۷-۹- بخاری
۲۱۴	۸-۹- بخاری درجا
۲۱۴	۹-۹- کولر
۲۱۸	۱۰-۹- مدار سیستم کولر
۲۲۱	فصل دهم: سیستم روغنکاری
۲۲۱	۱-۱۰- فواید روغنکاری
۲۲۲	۲-۱۰- مشخصات روغن
۲۲۵	۳-۱۰- انواع روغنهای مصرفی در خودرو
۲۲۷	۴-۱۰- طبقه‌بندی روغن موتورها
۲۲۸	۵-۱۰- روغنهای مصرفی برای موتورهای بنزینی
۲۲۹	۶-۱۰- روغنهای مصرفی برای موتورهای دیزل
۲۳۰	۷-۱۰- سیستم روغنکاری موتور
۲۳۱	۸-۱۰- اجزای سیستم روغنکاری
۲۳۷	فصل یازدهم: تعمیرات موتور
۲۳۷	۱-۱۱- مقدمه
۲۳۸	۲-۱۱- مشکل روشن نشدن موتور
۲۳۸	۳-۱۱- مشکل بد کار کردن موتور
۲۳۹	۴-۱۱- داغ کردن بیش از حد موتور
۲۳۹	۵-۱۱- مشکل خاموش کردن موتور
۲۳۹	۶-۱۱- دود کردن موتور
۲۴۰	۷-۱۱- کم کردن روغن
۲۴۰	۸-۱۱- کاهش فشار روغن درون موتور
۲۴۰	۹-۱۱- بالا بودن میزان مصرف سوخت
۲۴۱	۱۰-۱۱- جوش آوردن موتور
۲۴۱	۱۱-۱۱- سرو صدای موتور
۲۴۲	۱۲-۱۱- آسیب دیدن رینگ‌های پیستون
۲۴۳	۱۳-۱۱- آسیب دیدن پیستون
۲۴۳	۱۴-۱۱- عیوب شاتون
۲۴۴	۱۵-۱۱- عیوب میل‌لنگ
۲۴۵	۱۶-۱۱- آسیب دیدگی یاتاقان‌های متحرک
۲۴۵	۱۷-۱۱- آسیب دیدگی یاتاقان‌های ثابت
۲۴۵	۱۸-۱۱- عیوب بلوکه‌ی سیلندر و تعمیر آن
۲۴۷	۱۹-۱۱- عیوب سرسیلندر و تعمیر آن

۲۴۸	۱۱-۲۰-عیوب سوپاپ.....
۲۵۰	۱۱-۲۱-ساییدگی انگشتی سوپاپ و تاییت.....
۲۵۰	۱۱-۲۲-ساییدگی میل بادامک.....
۲۵۱	۱۱-۲۳-دستگاه دیاگ.....

فصل دوازدهم: موتورهای هیبریدی

۲۵۳	۱۲-۱-مقدمه.....
۲۵۴	۱۲-۲-اساس کار موتورهای هیبریدی.....
۲۵۵	۱۲-۳-اساس کار سلول سوختی.....
۲۵۶	۱۲-۴-انواع خودروهای هیبریدی.....
۲۶۰	۱۲-۵-اجزای خودروهای هیبریدی.....

فصل سیزدهم: موتورهای جت

۲۶۳	۱۳-۱-مقدمه.....
۲۶۳	۱۳-۲-مکانیزم موتور جت.....
۲۶۴	۱۳-۳-اجزای موتور جت.....
۲۶۷	۱۳-۴-مزایای موتور جت.....
۲۶۹	۱۳-۵-انواع موتور جت.....

سؤالات تشریحی

سؤالات تستی

پاسخنامه سؤالات تستی

واژه‌نامه

پیشگفتار

قبل از هر چیز خدا را شاکر هستم که توفیق خدمتگزاری به قشر فرهیخته دانشگاهی و صنعتگران توانمند را به من عطا نمود. هر چند که این کوچک، گامی بس ناچیز است، ولی گام برداشتن در مسیر رشد و توسعه علمی و صنعتی کشور، افتخاری بس عظیم است.

این حقیر با توجه به پراکندگی‌های فراوانی که در زمینه کتابهای خودرو وجود دارد و نبود کتاب جامعی که متناسب با سرفصل دروس دانشگاهی رشته مکانیک خودرو باشد، تصمیم به تهیه این مجموعه در پنج جلد گرفتم؛ تا شاید کمک اندکی به دانشجویان و اساتید این رشته باشد.

سعی بر آن بود تا آموخته‌های خود را در مطالعات و تحقیقات، با آنچه در پروژه‌ها و کارهای اجرایی در صنعت خودروسازی تجربه نموده بودم، تلفیق ساخته و نیازهایی را که در هنگام تدریس احساس می‌کردم به آن اضافه نمایم. تا شاید مطالب نسبتاً جامع و طبقه‌بندی شده‌ای گرد هم آید و رهگشای دانشجویان این رشته در زمینه تسریع یادگیری مطالب باشد و در امر آموزش، مثمر ثمر واقع شود. امید که مورد توجه اساتید و دانشجویان رشته‌های مکانیک خودرو، صنایع اتومبیل، مهندسی مکانیک و سایر رشته‌های مرتبط واقع گردد.

در این عرصه، بیش از همه سپاسگزار خالق یکتا هستم که مرا در این مسیر رهنمون ساخت و در زیر سایه او از تمامی دوستانی که مرا در این اقدام یاری نمودند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم؛ بالاخص از دوستان عزیز و گرانقدرم آقای دکتر صابری و آقای دکتر راسخ که در ویراستاری این اثر مرا یاری نمودند، کمال تشکر را دارم.

در ضمن مایه افتخار است اگر اساتید و دانشجویان مرا از پیشنهادات، نظرات و انتقادات خود در جهت رفع نواقص و بهبود این مجموعه بهره‌مند سازند.

مهدی خرازان

کارشناس ارشد مکانیک

به نام آفریدگار هستی بخش

مقدمه

هدف از طراحی خودرو، ساخت یک وسیله نقلیه می باشد که بتواند نیازهای ما را در این خصوص برآورده سازد. برای این منظور در خودرو مجموعه هایی وجود دارند که همگی در راستای این هدف مشترک یعنی تأمین نیازهای یک وسیله نقلیه نقش دارند. این مجموعه ها عبارتند از:

۱- شاسی و بدنه:

شاسی همان اسکلت بندی اصلی خودرو است. بدنه خودرو نیز که محل قرارگیری سرنشینان است، بر روی آن نصب می گردد. شاسی و بدنه با یکدیگر شالوده اصلی خودرو را تشکیل می دهند و سایر سیستمها و تجهیزات خودرو بر روی آن نصب می گردند.

۲- سیستم تعلیق:

به منظور جذب ضربات وارده از سوی جاده و مستهلک نمودن آنها، لازم است که ارتباط بین چرخها و بدنه خودرو توسط مجموعه ای از فنرها و دمپرها (کمک فنرها) برقرار گردد. به این مجموعه سیستم تعلیق گفته می شود.

۳- سیستم فرمان:

این سیستم وظیفه کنترل و هدایت خودرو را بر عهده دارد. سیستم فرمان امکان تغییر جهت در سربیچها را برای خودرو فراهم می آورد و باعث می شود که خودرو در مسیر دلخواه قرار گیرد و از جاده منحرف نگردد.

۴- سیستم ترمز:

ترمزها وظیفه متوقف کردن خودرو و کاهش سرعت آن را بر عهده دارند.

۵- مولد قدرت (موتور):

برای تأمین حرکت خودرو، نیاز به قدرتی داریم تا بتواند بر نیروهای مقاوم غلبه نموده و خودرو را به حرکت در آورد. این قدرت توسط موتور خودرو که معمولاً یک موتور احتراق داخلی می باشد، تولید می گردد.

۶- سیستم سوخت رسانی:

این سیستم به منظور ارسال سوخت از باک به داخل سیلندرهای موتور تعبیه و طراحی گردیده است. در این سیستم، مسئله ارسال سوخت از باک به موتور و چگونگی نحوه پاشش سوخت دارای اهمیت می باشد. این سیستم معمولاً بصورت کاربراتوری، انژکتوری، دیزل و یا گازسوز می باشد.

۷- سیستم انتقال قدرت:

قدرت تولید شده در موتور توسط این سیستم به چرخها منتقل می گردد و باعث به حرکت در آوردن خودرو می شود. سیستم انتقال قدرت شامل کلاچ، گیربکس، گاردان، دیفرانسیل، اکسل، پلوس و چرخها می باشد.

۸- برق خودرو:

سیستم برق خودرو شامل باتری به عنوان منبع تغذیه، دینام برای شارژ کردن آن، استارت به منظور راه اندازی موتور و اجزای سیستم جرقه زنی همچون کوئل، دلكو و شمع می باشد. همچنین کلیه تجهیزات برقی همچون موتور برف پاک کن، فن بخاری، کولر و روشنایی نیز جزء این مجموعه محسوب می گردند. سیستمهای کنترل هوشمند نیز که در خودروهای امروزی کاربرد دارند، در این معقوله می گنجد.

بنابراین برای آشنایی با خودرو، لازم است که به شناسایی دقیق این مجموعه ها پرداخته شود. این کار در پنج جلد تحت عنوان **تکنولوژی خودرو** به شرح ذیل و مطابق با سرفصل دروس دانشگاهی صورت پذیرفته است:

جلد اول: در کتاب **شناسی و بدنه خودرو**، مجموعه های شاسی و بدنه، سیستم تعلیق، سیستم فرمان و سیستم ترمز به دقت مورد بررسی قرار گرفته است. حتی به منظور آشنایی دانشجویان، مبانی دینامیک خودرو نیز در این کتاب مطرح گردیده است.

جلد دوم: کتاب **مولد قدرت خودرو** به بررسی موتور، شناسایی اجزاء آن، انواع موتور و بحث پیرامون مسائل مرتبط با این معقوله پرداخته است.

جلد سوم: کتاب **سوخت رسانی خودرو** به منظور بررسی دقیق تر انواع و اقسام مکانیزمهای سوخت رسانی همچون کاربراتوری، انژکتوری، دیزل، گازسوز و هیبریدی پرداخته است. البته در این کتاب آشنایی با مباحث سوخت، احتراق و سیستم های کنترل آلایندگی نیز مطرح گردیده است.

جلد چهارم: کتاب **انتقال قدرت خودرو** نیز سعی در شناسایی اجزاء این سیستم، همچون کلاچ، گیربکس، گاردان، دیفرانسیل، اکسل و پلوس دارد.

جلد پنجم: کتاب دستگاههای الکتریکی خودرو در راستای معرفی و بررسی کلیه تجهیزات و دستگاههای برقی خودرو تهیه گردیده است.

در پایان دوباره یادآور می گردم که مطالب این پنج جلد کتاب، دقیقاً منطبق با سرفصل دروسی است که در رشته های مکانیک خودرو، صنایع اتومبیل و رشته های مشابه تدریس می گردد.

در ضمن به منظور بهره برداری بیشتر، در انتهای کتاب ها، نمونه سؤالات تشریحی و تست های کنکور کاردانی به کارشناسی دانشگاه های سراسری و دانشگاه آزاد سال های اخیر نیز افزوده گردیده است.

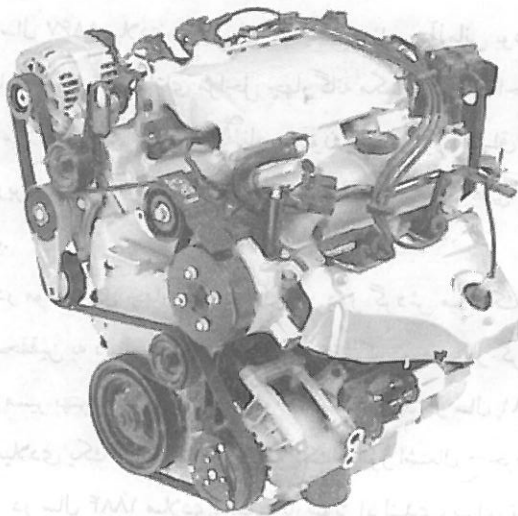
موتور و انواع آن

Engine & Types of that

۱-۱- موتور: (Engine)

به منظور ایجاد قابلیت حرکت در خودرو، نیازمند یک واحد تأمین کننده قدرت هستیم. این واحد را مولد قدرت می‌نامیم. واحد مولد قدرت که همان موتور خودرو است، وظیفه تولید قدرت را بر عهده دارد. این قدرت می‌بایست با غلبه بر نیروهای اصطکاکی و اینرسی قطعات مختلف خودرو، باعث به حرکت در آمدن خودرو شود.

در یک موتور، شکلی از انرژی به شکل دیگری از آن تبدیل می‌شود. به طور مثال در یک موتور الکتریکی، با تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی مکانیکی، قدرت تولید می‌شود. در صورتیکه در یک موتور احتراق داخلی در اثر فرآیند سوختن، انرژی شیمیایی سوخت به انرژی حرارتی تبدیل می‌گردد و در نهایت این انرژی حرارتی با به حرکت در آوردن پیستون، به انرژی مکانیکی تبدیل می‌شود.



شکل ۱-۱- موتور

موتورهایی که به عنوان مولد قدرت مورد استفاده قرار می گیرند، دارای مدل های مختلفی می باشند که هر کدام از آنها دارای اصول عملکردی خاص خود می باشند. در این فصل نگاهی اجمالی به انواع این موتورها خواهیم داشت. اما با توجه به این که در اکثر اوقات مولد قدرت خودرو از نوع موتورهای احتراق داخلی می باشد، در فصل های بعدی کتاب بیشتر بر روی موتورهای احتراق داخلی بحث خواهیم نمود.

۱-۲- تاریخچه موتور: (History of Engine)

از سال های بسیار دور بشر به دنبال ساخت وسیله ای بود که بتواند انرژی های دیگر را به انرژی مکانیکی تبدیل نماید.

اولین موتور احتراق داخلی که توسط باروت کار می کرد، توسط فیزیکدان معروف آلمانی آقای هویگنس در سال ۱۶۸۰ میلادی طراحی گردید.

اولین موتور بخار نیز توسط آقای جیمز وات در سال ۱۷۶۲ میلادی ساخته شد.

بیان تئوری مربوط به موتورهای احتراق داخلی برای اولین بار توسط آقای کارنو مطرح گردید. او

اولین کسی بود که چرخه مربوط به موتورهای احتراقی (گرمایی) را در سال ۱۸۲۴ میلادی بیان نمود.

از زمان کارنو تلاش های زیادی به منظور ساخت موتورهای احتراقی انجام پذیرفت. مهمترین آنها توسط یک فرانسوی به نام لونیر انجام گردید. آقای لونیر در سال ۱۸۶۰ میلادی توانست یک موتور احتراقی طراحی نماید که مشابه موتورهای بخار کار می کرد. بطوریکه گازهای حاصل از سوختن جایگزین بخار شده بود.

پس از آن در سال ۱۸۶۷ میلادی، آقای اتو که یک مهندس آلمانی بود، توانست اولین موتور چهار زمانه را طراحی نماید. این موتور دارای مراحل چهارگانه مکش، تراکم، احتراق و تخلیه بود.

در سال ۱۸۷۳ میلادی یک آمریکایی به نام برایتون یک موتور احتراق خارجی را طراحی نمود. این موتور در اوایل کاربردهای زیادی پیدا کرد، ولی بعدها فقط در موتورهای جت و توربین های گازی مورد استفاده قرار گرفت.

از آنجایی که در موتورهای چهارزمانه به ازای دو دور گردش میل لنگ، فقط یک بار قدرت تولید می شود، برخی از محققین به دنبال طراحی موتوری بودند که در هر دور گردش میل لنگ، یک بار قدرت تولید نماید. در این مسیر بهترین موتور دو زمانه را آقای کلارک در سال ۱۸۸۱ میلادی طراحی نمود.

در سال ۱۸۸۳ میلادی یک آلمانی به نام دیملر یک موتور اشتعال - جرقه ای از نوع گازسوز را طراحی نمود. از سوی دیگر در سال ۱۸۸۴ میلادی، آقای پارسونز ایرلندی، برای تولید قدرت، توربین بخار را طراحی نمود.

موتورهای اشتعال - تراکمی (دیزل) نیز برای اولین بار در سال ۱۸۹۲ میلادی توسط آقای رادولف دیزل که یک مهندس آلمانی بود، طراحی و ساخته شد. البته مدل اولیه دیزل با پودر زغال سنگ کار می کرد. ولی به سرعت ایشان موتور خود را تکامل دادند و در آن از سوخت مایع استفاده نمودند.

موتور اولیه استرلینگ در سال ۱۸۱۶ میلادی توسط آقای استرلینگ اسکاتلندی طراحی گردید؛ ولی این موتور دارای مشکلات زیادی بود. طرح تکامل یافته و اصلاح شده آن در سال ۱۹۳۸ توسط شرکت فیلیپس ساخته شد و تولید این مدل موتور از سال ۱۹۶۵ شروع گردید.

اولین موتور بنزینی - انژکتوری نیز در سال ۱۹۳۶ میلادی طراحی و ساخته شد. در سال های بعد نیز طرح های جدید دیگری برای موتور ارائه گردید. از جمله این طرح ها می توان به طرح موتورهای توربینی در سال ۱۹۵۰ میلادی اشاره نمود که در خودروها مورد استفاده قرار می گرفت.

موتور وانکل نیز که نوعی موتور دوار است در سال ۱۹۷۵ میلادی توسط دکتر وانکل که یک فرد آلمانی بود، اختراع شد.

موتورهای هیبریدی نیز اولین بار در سال ۱۹۰۵ میلادی توسط یک مهندس آمریکایی به نام پایپر اختراع شد که ترکیبی از یک موتور بنزینی و یک موتور الکتریکی بود. البته با توجه به شرایط آن زمان که مشکلات آلودگی محیط زیست و کمبود سوخت های فسیلی مطرح نبود، این طرح خیلی جدی گرفته نشد. ولی در سال های اخیر، بالاخص از سال ۱۹۹۰ میلادی به بعد، دوباره موتورهای هیبریدی مورد توجه قرار گرفتند.

۱-۳- انواع موتور: (Engine Types)

موتورها براساس نحوه ی عملکرد و روش تولید قدرت دارای انواع مختلفی می باشند. بطوریکه هدف همه آنها تولید انرژی مکانیکی است.

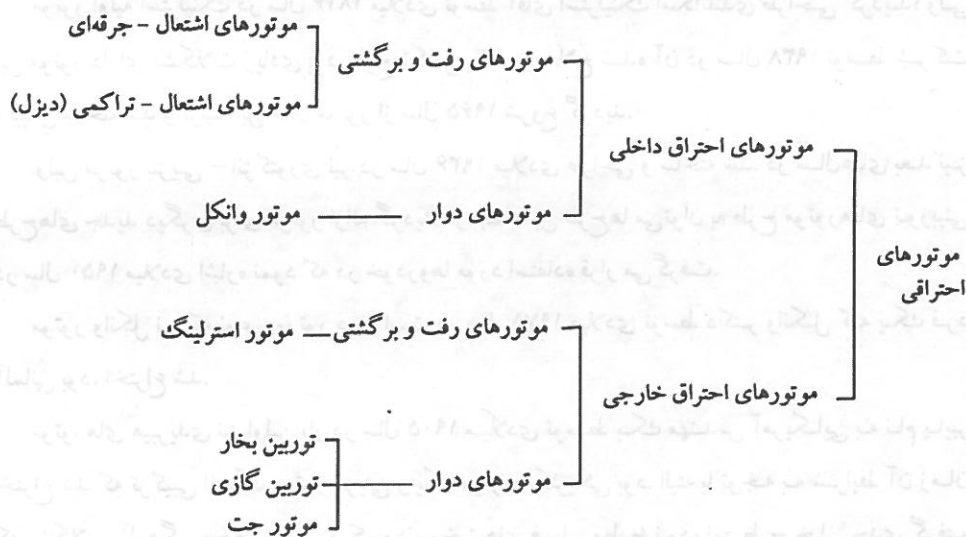
یکی از متداولترین انواع موتور، موتورهای احتراقی می باشند. منظور از موتورهای احتراقی، موتورهایی است که با سوختن یک سوخت همچون بنزین، گازوئیل، گاز مایع (LPG)، گاز طبیعی (CNG) و یا الکل، مقداری انرژی آزاد می شود.

موتورهای احتراقی خود به دو گروه موتورهای احتراق داخلی و موتورهای احتراق خارجی تقسیم بندی می شوند. هر یک از این دو مدل موتور می تواند دارای مکانیزم رفت و برگشتی (پستونی) و یا دوار باشد.

موتورهای احتراق داخلی رفت و برگشتی، همان موتورهای اشتعال - جرقه ای (بنزینی) و موتورهای اشتعال - تراکمی (دیزل) می باشند. معروفترین موتور احتراق داخلی دوار نیز، موتور وانکل می باشد.

معروفترین موتور احتراق خارجی رفت و برگشتی، موتور استرلینگ می باشد. در ضمن توربین بخار و توربین گاز جزء موتورهای احتراق خارجی دوار محسوب می شوند.

تقسیم بندی موتورهای احتراقی را می توان مطابق نمودار زیر بیان نمود:



موتورهای دیگری نیز وجود دارند که جزء موتورهای احتراقی محسوب نمی شوند. از جمله این موتورها می توان به موتورهای الکتریکی، موتورهای هیبریدی و موتورهای هواسوز اشاره نمود.

در ادامه این فصل سعی بر آن داریم تا به توضیح اجمالی کلیه موتورهای نام برده شده بپردازیم.

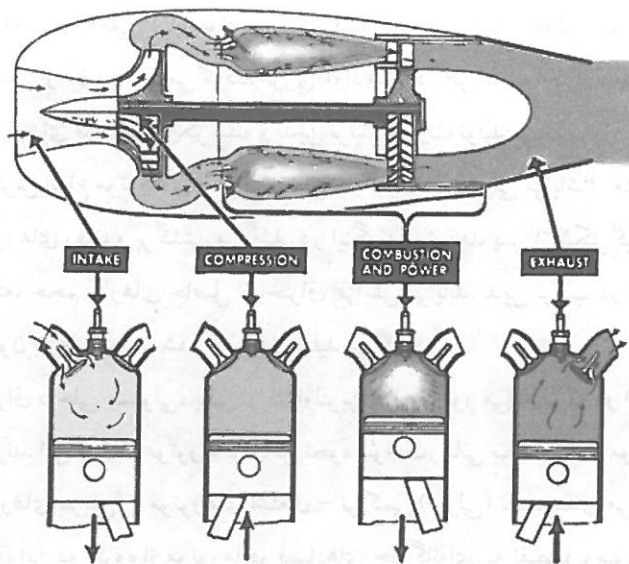
۱-۴- موتورهای احتراقی: (Combustion Engines)

در موتورهای احتراقی، فضایی وجود دارد که به آن محفظه احتراق (Combustion Chamber) گفته می شود. در کلیه انواع موتورهای احتراقی، یک سوخت هیدروکربنی که از نفت خام بدست آمده است (مثل بنزین، گازوئیل، گاز مایع (LPG)، گاز طبیعی (CNG) و الکل)، در داخل محفظه احتراق با اکسیژن ترکیب شده و می سوزد؛ این فرآیند، احتراق نامیده می شود. در اثر فرآیند احتراق، مقداری انرژی آزاد می شود که می تواند به انرژی مکانیکی تبدیل شده و قدرت تولید نماید.

۱-۵- موتورهای احتراق داخلی:

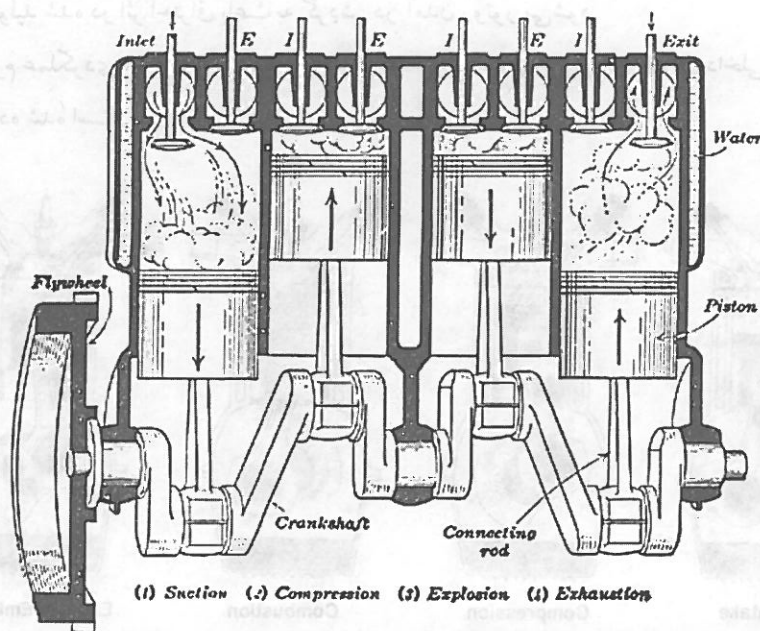
(Internal Combustion Engines)

در موتورهای احتراق داخلی، محفظه احتراق به صورت یک محفظه کاملاً بسته و محدود می باشد که



شکل ۱-۲- موتورهای احتراقی

سوخت درون آن می‌سوزد. در این حالت سیال عامل (مثلاً مخلوط هوا و سوخت) طی فرآیند احتراق سوخته و به محصولات احتراق تبدیل می‌شود. بطوریکه انبساط همین سیال عامل، باعث تولید قدرت می‌گردد. به همین دلیل به این مدل، موتور درون سوز نیز گفته می‌شود.



شکل ۱-۳- موتور احتراق داخلی

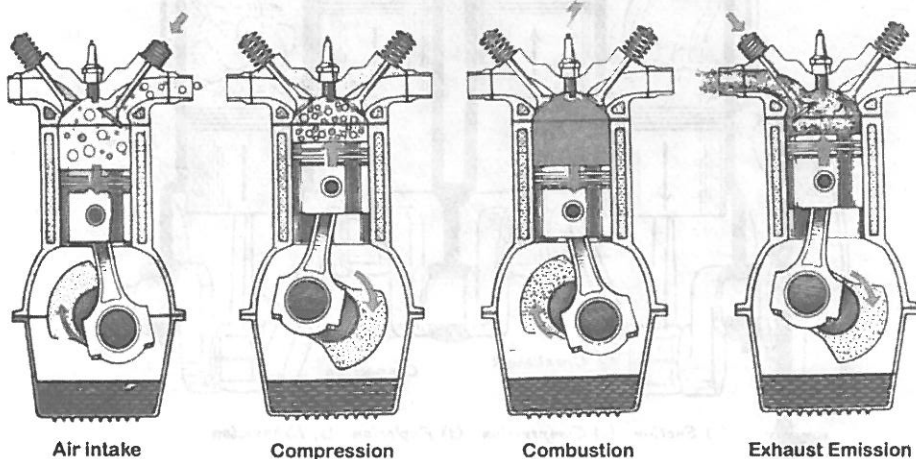
در یک موتور احتراق داخلی، ابتدا هوای درون سیلندر در داخل یک محفظه بسته و آب‌بندی شده متراکم گردیده و پس از آن محترق می‌گردد. انرژی آزاد شده در اثر پدیده احتراق، صرف به حرکت در آوردن پیستون و یا اجزای متحرک دیگر شده و بدین ترتیب قدرت تولید می‌شود.

یکی از متداولترین انواع موتورهای احتراق داخلی، موتورهای پیستونی می‌باشند. منظور از موتورهای پیستونی همان موتورهای رفت و برگشتی می‌باشد. در اینگونه موتورها، پس از شکل‌گیری فرآیند احتراق در یک محفظه بسته، حجم گازهای حاصل از احتراق افزایش می‌یابد. بدین ترتیب در اثر انبساط گازهای درون سیلندر، پیستون به عقب رانده شده و قدرت تولید می‌گردد.

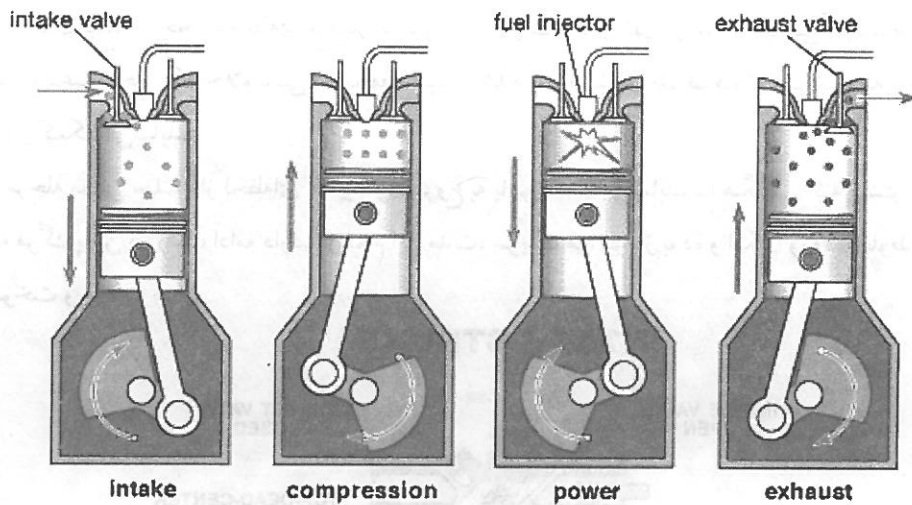
موتورهای احتراق داخلی پیستونی، یکی از متداولترین انواع موتور می‌باشد که در اکثر خودروها مورد استفاده قرار می‌گیرند. این مدل از موتورها براساس نحوه سوخت‌رسانی به دو دسته موتورهای اشتعال - جرقه‌ای (مثل موتورهای بنزینی) و موتورهای اشتعال - تراکمی (دیزلی) تقسیم‌بندی می‌شوند. با توجه به اهمیت این موضوع، این دو گروه از موتورها در فصل‌های جداگانه‌ای به تفصیل، مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند.

شکل دیگری از موتورهای احتراق داخلی، موتورهای دوار می‌باشند. یکی از معروفترین موتورهای این گروه، موتور وانکل می‌باشد. در این مدل نیز احتراق در داخل یک محفظه احتراق بسته انجام می‌پذیرد؛ با این تفاوت که در اینجا به جای پیستون، یک روتور وجود دارد. بطوریکه انبساط ناشی از گازهای تولید شده در اثر احتراق باعث به گردش در آمدن روتور می‌شود.

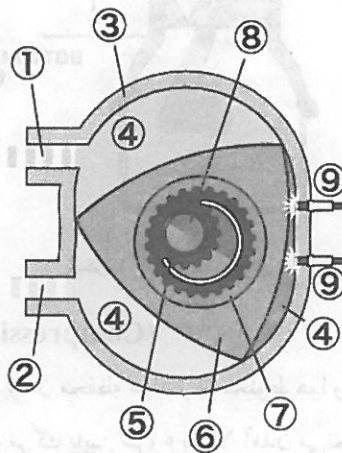
مکانیزم عملکردی موتور وانکل بطور کامل در فصل طبقه‌بندی موتورهای احتراق داخلی (بخش ۶-۷) توضیح داده شده است.



شکل ۱-۴- موتور اشتعال - جرقه‌ای



شکل ۱-۵- موتور اشتعال - تراکمی (دیزل)



شکل ۱-۶- موتور وانکل

۱-۶- مراحل عملکرد یک موتور احتراق داخلی:

(Internal Combustion Engine Cycle)

همانطور که گفته شد فرآیند احتراق و تولید قدرت در موتورهای احتراق داخلی، در یک محفظه بسته

انجام می‌پذیرد. این فرآیند طی چهار مرحله صورت می‌گیرد:

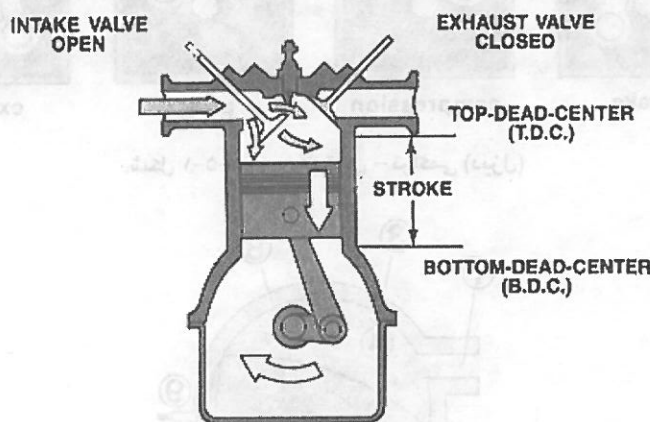
۱- مکش (تنفس): (Intake) (Suction)

در اولین مرحله، سوپاپ ورود هوای سیلندر باز شده و پیستون به سمت پایین به حرکت در می‌آید. با

پایین آمدن پیستون، حجم محفظه‌ی سیلندر افزایش یافته و یک فضای تهی از هوا ایجاد می‌گردد. همین موضوع باعث ایجاد یک خلاء نسبی در محفظه سیلندر شده و به مکش مخلوط هوا و سوخت به داخل سیلندر کمک می‌نماید.

مرحله مکش سیلندر از لحظه‌ای که پیستون شروع به پایین آمدن می‌نماید، تا هنگامی که پیستون به نقطه مرگ پایین می‌رسد، ادامه دارد. در تمام این مدت، سوپاپ هوا نیز باز بوده و امکان ورود مخلوط هوا و سوخت وجود دارد.

INTAKE STROKE



شکل ۱-۷- مرحله مکش

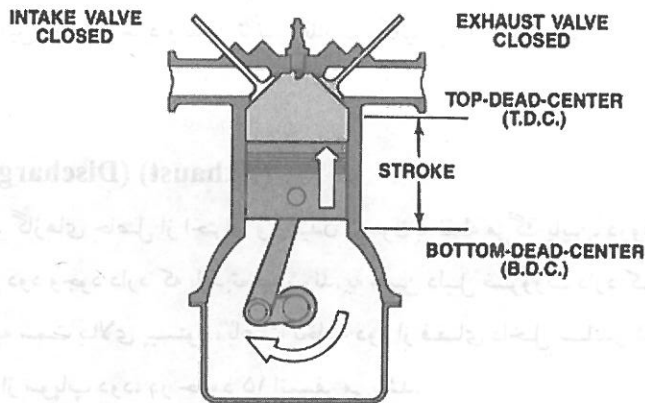
۲- تراکم (کمپرس): (Compression)

پس از پایان مرحله مکش و پر شدن محفظه سیلندر از مخلوط هوا و سوخت، هر دو سوپاپ هوا و دود بسته می‌شود. آنگاه پیستون از نقطه مرگ پایین شروع به بالا آمدن می‌نماید و باعث تراکم شدن مخلوط هوا و سوخت می‌گردد. در این مرحله ممکن است حجم فضای داخل سیلندر به $\frac{1}{4}$ و یا حتی کمتر برسد. به این نسبت کاهش حجم محفظه سیلندر، نسبت تراکم گفته می‌شود. عمل تراکم باعث افزایش فشار و دمای گازهای درون سیلندر شده و شرایط مناسبی را برای ایجاد احتراق فراهم می‌نماید.

۳- احتراق (انبساط): (Combustion) (Expansion)

هنگامی که پیستون، هوای داخل سیلندر را تراکم نمود و به نزدیکی نقطه مرگ بالا رسید، شرایط برای ایجاد احتراق مناسب خواهد بود. شروع احتراق در موتورهای بنزینی با جرقه‌زنی شمع آغاز می‌گردد؛ در صورتیکه در موتورهای دیزل، شروع احتراق با پاشش سوخت بر روی هوای فشرده شروع می‌شود. در هر حال هنگامی که پیستون به نقطه مرگ بالا می‌رسد، احتراق شروع شده و در اثر این انفجار، گازهایی

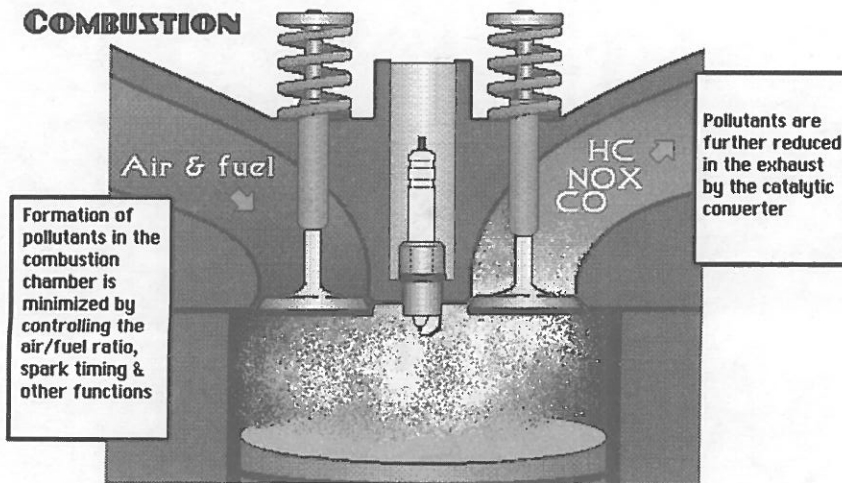
COMPRESSION STROKE



شکل ۱-۸- مرحله تراکم

که محصولات احتراق می‌باشند، تولید می‌گردد. این گازها تمایل شدیدی به انبساط و افزایش حجم دارند. همین افزایش حجم گازها، باعث رانده شدن پیستون گردیده و به این ترتیب با به حرکت در آمدن پیستون، قدرت تولید می‌شود.

COMBUSTION



شکل ۱-۹- مرحله احتراق

فرآیند احتراق و انفجار ناشی از آن، در ابتدا باعث افزایش فشار گازهای تولید شده در اثر احتراق می‌شود و سپس بالا بودن فشار گازهای درون سیلندر، عامل افزایش حجم گازها و به عقب رانده شدن پیستون می‌گردد. زیرا برای رسیدن به حالت پایدار، ضرورت دارد که گازهای ناشی از احتراق، منبسط گردیده و افزایش حجم دهند.

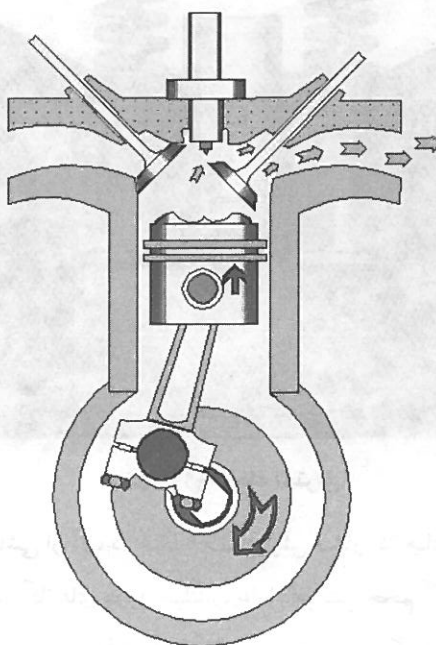
حرکت پیستون به سمت پایین، از طریق دسته پیستون (شاتون) به میل لنگ منتقل گردیده و باعث به گردش در آمدن میل لنگ می شود و بدین ترتیب قدرت مکانیکی تولید می شود.

۴- تخلیه: (Exhaust) (Discharge)

پس از انبساط گازهای حاصل از احتراق و رسیدن پیستون به نقطه مرگ پایین، درون سیلندر انبوهی از گازهای سوخته و دود وجود دارد که باید تخلیه شوند. به همین دلیل ضرورت دارد که سوپاپ دود باز شده و با حرکت به سمت بالای پیستون، باعث تخلیه دود از فضای داخل سیلندر شود. معمولاً فشار گازهای خروجی از سوپاپ دود، در حدود ۱۵ اتمسفر می باشد.

به منظور تأمین قدرت مورد نیاز برای بالا آمدن پیستون، بر روی میل لنگ یک دیسک دوار سنگین به نام فلاйویل نصب می گردد که به دلیل داشتن اینرسی، قابلیت ذخیره انرژی جنبشی را دارا می باشد.

مرحله تخلیه دود و باز شدن سوپاپ دود، در عمل کمی قبل از رسیدن پیستون به نقطه مرگ پایین شروع می شود و تا پس از رسیدن پیستون به نقطه مرگ بالا نیز ادامه می یابد. بیشتر باز بودن سوپاپ دود باعث می شود که عمل تخلیه دود به خوبی و کاملتر انجام گردد.



شکل ۱-۱- مرحله تخلیه

۷-۱- موتورهای احتراق خارجی:

(External Combustion Engines)

برخلاف موتورهای احتراق داخلی که احتراق آنها درون یک محفظه بسته انجام می‌پذیرفت و این خود سیال عامل بود که می‌سوخت و تولید قدرت می‌کرد، در موتورهای احتراق خارجی، سوخت در یک محفظه باز و بیرونی می‌سوزد و سپس گرمای حاصل از احتراق به سیال عامل منتقل می‌گردد. به همین دلیل به این مدل، موتور برون‌سوز نیز گفته می‌شود.

در موتورهای احتراق خارجی، جریان هوا و سوخت یک جریان پیوسته و دائمی می‌باشد. بطوریکه همواره هوا و سوخت در حال ورود به محفظه احتراق بوده و یک اشتعال دائمی و پیوسته بوجود می‌آید. گرمای حاصل از این احتراق، باعث گرم شدن و انبساط سیال عامل می‌گردد. بدین ترتیب با انبساط سیال عامل، قطعه‌ای به حرکت در آمده و باعث تولید قدرت مکانیکی می‌شود.

یک موتور احتراق خارجی نیز می‌تواند بصورت رفت و برگشتی (پیستونی) و یا دوار باشد. موتور استرلینگ، معروفترین موتور احتراق خارجی پیستونی بوده و توربین‌های بخار، توربین‌های گازی و موتور جت، مدل دوار موتورهای احتراق خارجی محسوب می‌گردند.

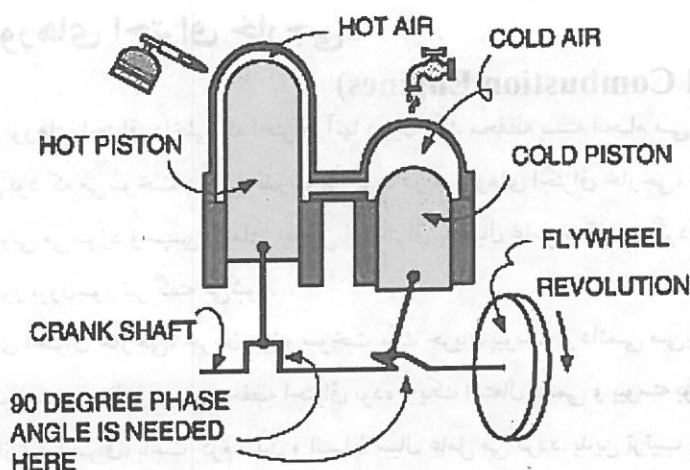
۸-۱- موتور استرلینگ: (Sterling Engine)

در سال ۱۸۱۶ میلادی اولین موتور استرلینگ، توسط آقای استرلینگ که یک فرد اسکاتلندی بود، طراحی گردید. ولی به دلیل مشکلاتی که داشت، خیلی مورد استقبال قرار نگرفت. در سال ۱۹۳۸ شرکت فیلیپس توانست مشکلات موتور استرلینگ را حل نماید و یک موتور تکامل یافته‌تری را ارائه نماید. تولید این نوع موتور از سال ۱۹۶۵ میلادی آغاز گردید و در برخی از قایق‌ها و زیر دریایی‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

موتور استرلینگ یک موتور احتراق خارجی از نوع رفت و برگشتی (پیستونی) محسوب می‌گردد که درون فضای سیلندر هیچ گونه احتراقی صورت نمی‌پذیرد. به همین دلیل فاقد گازهای خروجی از آگزوز بوده و میزان سروصدای آن به نسبت خیلی کمتر می‌باشد.

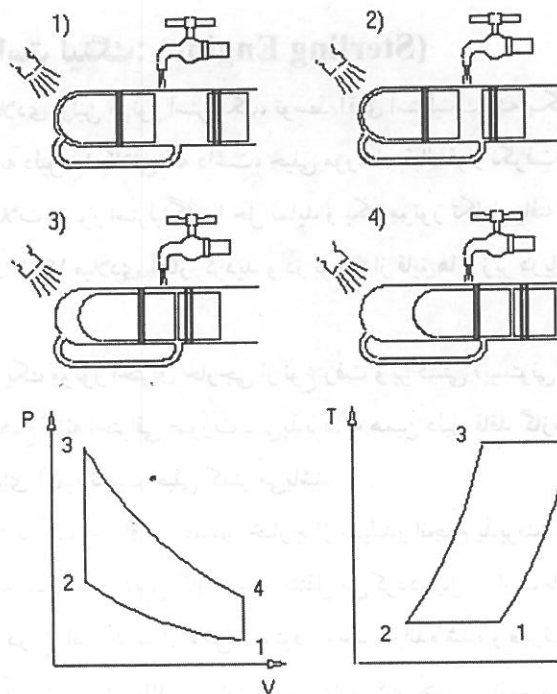
در موتورهای استرلینگ، احتراق در فضای خارج از سیلندر انجام پذیرفته و سپس در مرحله بعد، حرارت ناشی از آن به سیال عامل (مثل گاز یا هوا) منتقل می‌گردد. این حرارت باعث گرم شدن و انبساط سیال عامل می‌گردد. در اثر انبساط سیال عامل، پیستون به عقب رانده شده و قدرت تولید می‌گردد.

در موتور استرلینگ، دو عدد سیلندر پیستون وجود دارد که یکی از آنها توسط حرارت حاصل از احتراق، همواره گرم نگه داشته می‌شود و دیگری توسط یک سیستم خنک کاری دائماً خنک می‌گردد.



شکل ۱-۱۱- موتور استرلینگ

این دو سیلندر گرم و سرد از طریق یک مجرا با یکدیگر ارتباط دارند و درون آنها یک گاز محبوس وجود دارد که فقط می‌تواند بین دو سیلندر جابجا گردد.



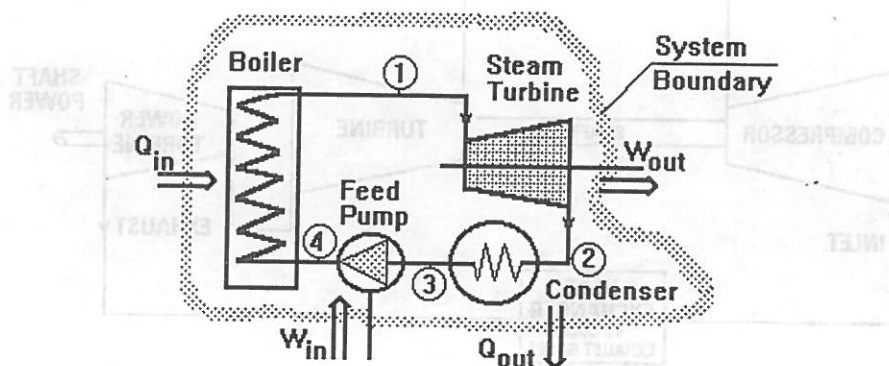
شکل ۱-۱۲- چرخه استرلینگ

در موتور استرلینگ با یک بار رفت و برگشت پیستون‌ها، قدرت تولید می‌گردد. برای این منظور در اولین مرحله در فرآیند ۱ تا ۲، این گاز در سیلندر سرد متراکم گردیده و از لوله رابط به سیلندر گرم منتقل می‌شود. سپس در فرآیند ۲ تا ۳، با انتقال حرارت به گاز درون سیلندر، باعث گرم شدن آن و افزایش فشار می‌گردد. در فرآیند ۳ تا ۴، این افزایش فشار باعث انبساط گاز گردیده و بدین ترتیب قدرت تولید می‌شود. این مرحله همراه با کاهش فشار و افزایش حجم می‌باشد. پس از کامل شدن مرحله تولید قدرت، در فرآیند ۴ تا ۱، بوسیله خنک کاری سیلندر سرد، حجم گاز را بیشتر کاهش داده و آن را چگالیده می‌کنیم. در این مرحله با انتقال مقداری حرارت به خارج از سیستم، باعث کاهش فشار نیز می‌شویم.

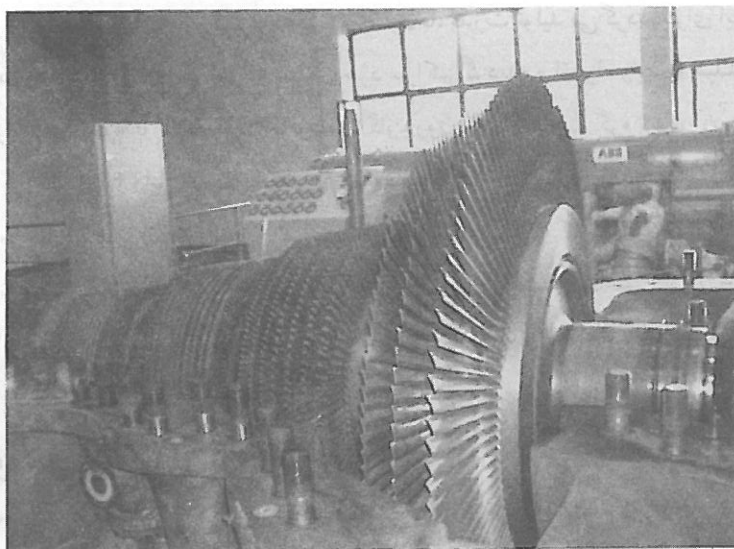
۹-۱- توربین بخار: (Steam Turbine)

توربین بخار نیز یک مولد قدرت از نوع احتراق خارجی دوار می‌باشد. در توربین بخار از آب به عنوان سیال عامل استفاده می‌شود و عملکرد آن مطابق چرخه رانکین می‌باشد.

براساس چرخه رانکین (شکل ۱-۱۳)، در فرآیند ۱ تا ۲ بخار باعث به گردش در آمدن توربین و تولید قدرت می‌شود. از آنجایی که بخار پس از به گردش در آوردن توربین، انرژی خود را از دست می‌دهد، ضرورت دارد که در فرآیند ۲ تا ۳، با عبور از یک کندانسور (condenser)، حرارت خود را از دست داده و به مایع تبدیل گردد. زیرا پس از تبدیل بخار به مایع، در فرآیند ۳ تا ۴ امکان پمپاژ نمودن مجدد آن و بالا بردن فشار وجود دارد. این مایع پرفشار در فرآیند ۴ تا ۱ وارد یک دیگ بخار (Boiler) شده و تبخیر می‌گردد. بطوریکه در خروجی دیگ بخار، یک بخار داغ و پرفشار داریم که قدرت به گردش در آوردن توربین را دارد. این بخار داغ و پرفشار مجدداً در فرآیند ۱ تا ۲ باعث به گردش در آمدن توربین گردیده و بدین ترتیب چرخه تکرار می‌شود.



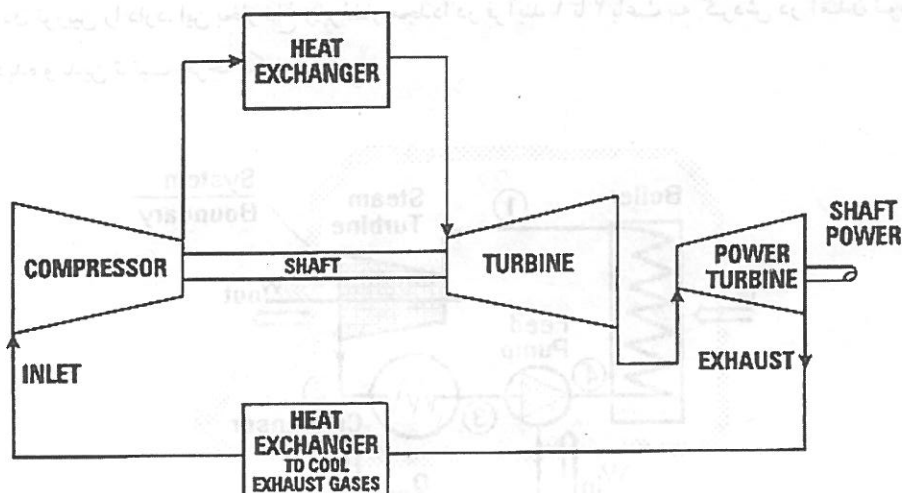
شکل ۱-۱۳- توربین بخار



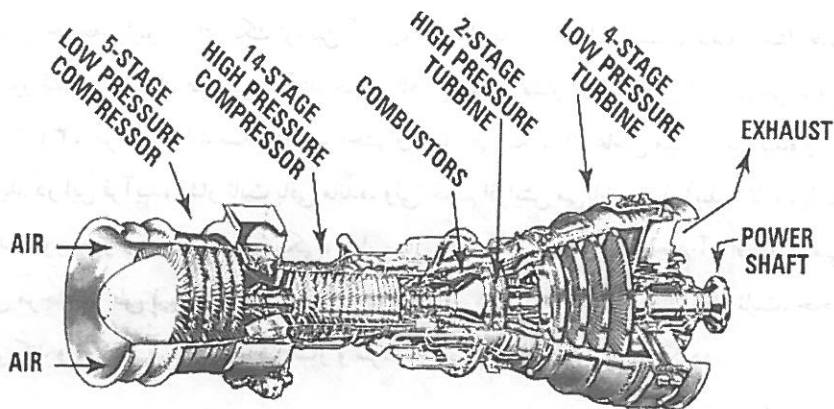
شکل ۱-۱۴- پره‌های توربین بخار

۱-۱۰- توربین گازی: (Gas Turbine)

توربین گازی یک موتور احتراق خارجی از نوع دوار می‌باشد که براساس چرخه برایتون کار می‌نماید. در توربین گازی، سیال عامل در یک سیکل بسته کار می‌نماید. در این حالت، احتراق در فضایی خارج از موتور انجام پذیرفته و حرارت ناشی از آن صرف گرم کردن سیال عامل می‌شود.

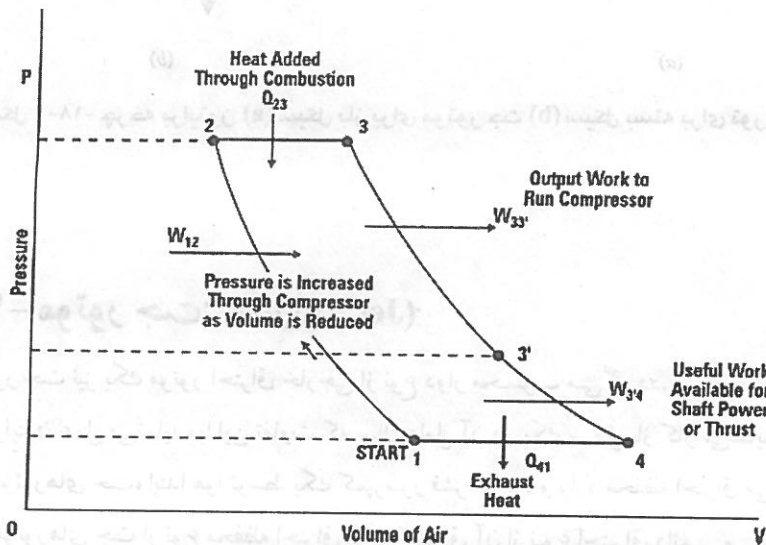


شکل ۱-۱۵- سیکل کاری توربین گازی



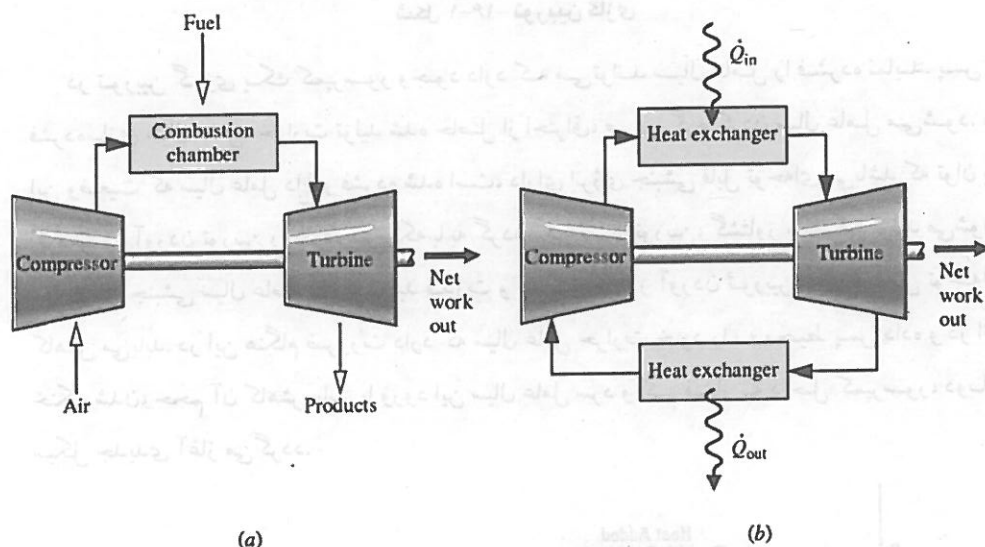
شکل ۱-۱۶- توربین گازی

در توربین گازی یک کمپرسور وجود دارد که می‌تواند سیال عامل را فشرده نماید. پس از فشرده‌سازی سیال عامل، حرارت تولید شده حاصل از احتراق، صرف گرم کردن سیال عامل می‌شود. در این وضعیت که سیال عامل داغ و فشرده شده است، دارای انرژی جنبشی قابل توجهی می‌باشد که توان به گردش در آوردن توربین را دارد. بطوریکه با به گردش در آمدن توربین، گشتاور مکانیکی تولید می‌شود. انرژی جنبشی سیال عامل پس از تولید قدرت و به گردش در آوردن توربین، مقدار قابل توجهی کاهش می‌یابد. در این هنگام ضرورت دارد که سیال عامل حرارت خود را به محیط پس داده و در اثر خنک شدن، حجم آن کاهش یابد. با ورود این سیال عامل سرد و کم فشار به داخل کمپرسور، دوباره سیکل جدیدی آغاز می‌گردد.



شکل ۱-۱۷- چرخه برایتون

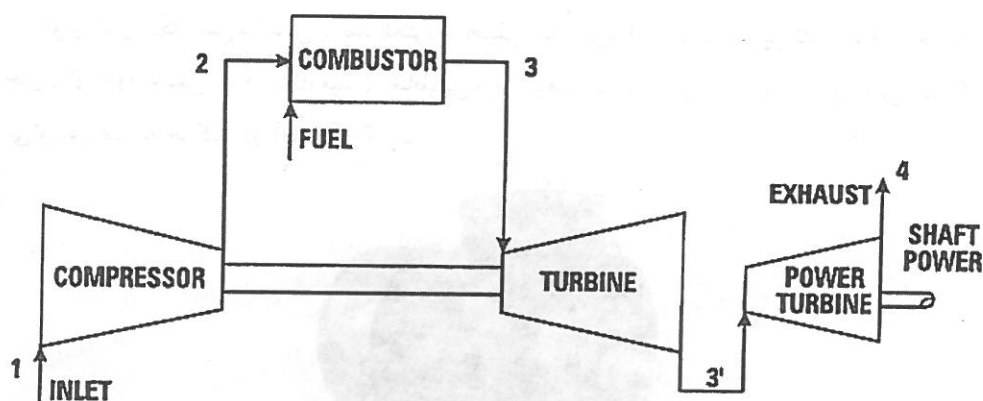
مطابق چرخه برایتون برای یک توربین گازی، در فرآیند ۱ تا ۲، ابتدا سیال عامل (مثلاً هوا) توسط کمپرسور فشرده می‌شود. طی این فرآیند حجم کاهش یافته و فشار افزایش می‌یابد. در مرحله بعد، طی فرآیند ۲ تا ۳، حرارت تولید شده در اثر احتراق خارجی به سیال عامل منتقل گردیده و آن را گرم می‌نماید. در این فرآیند، فشار ثابت باقی مانده، ولی حجم افزایش می‌یابد. در فرآیند ۳ تا ۴، با به گردش در آمدن توربین و تولید قدرت مکانیکی، فشار سیال عامل کاهش یافته و حجم آن افزایش می‌یابد. در آخرین مرحله نیز طی فرآیند ۴ تا ۱ با خنک نمودن سیال عامل، طی یک فرآیند فشار ثابت، حجم کاهش پیدا می‌کند و بدین ترتیب سیالی کم فشار و سرد، آماده ورود به کمپرسور می‌گردد.



شکل ۱-۸-۱- چرخه برایتون (a) سیکل باز برای موتور جت (b) سیکل بسته برای توربین گازی

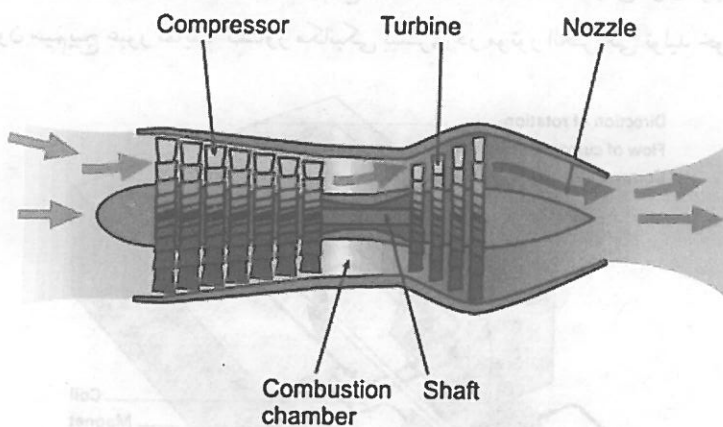
۱-۱- موتور جت: (Jet Engine)

موتور جت نیز یک موتور احتراق خارجی از نوع دوار محسوب می‌گردد. این موتور نیز براساس چرخه برایتون عمل می‌نماید، با این تفاوت که سیال عامل آن در یک سیکل باز کار می‌نماید. در موتورهای جت، ابتدا هوا توسط یک کمپرسور فشرده شده و وارد محفظه احتراق می‌گردد. محفظه احتراق موتورهای جت از نوع محفظه احتراق باز و احتراق آن از نوع احتراق دائمی می‌باشد. حرارت حاصل از این احتراق باعث افزایش فشار گازهای حاصل از احتراق می‌گردد.



شکل ۱-۱۹- سیکل کاری موتور جت

این گازهای پر فشار در هنگام خروج از موتور جت، ابتدا باعث به گردش در آمدن توربینی می‌شوند که محرک کمپرسور هوای ورودی می‌باشد. پس از آن این گازهای پر فشار با سرعت زیادی از انتهای موتور جت خارج می‌گردند. این موضوع باعث رانش موتور جت به سمت جلو می‌شود. زیرا طبق قانون سوم نیوتن (قانون عمل و عکس‌العمل)، اگر گازهای پر فشار در هنگام خروج از موتور جت به هوای محیط نیرویی وارد نمایند، متقابلاً هوای محیط نیز نیرویی به موتور جت اعمال می‌نماید که باعث رانش آن به سمت جلو می‌شود. در این خصوص به طور مفصل‌تر در فصل ۱۳ بررسی خواهیم نمود.

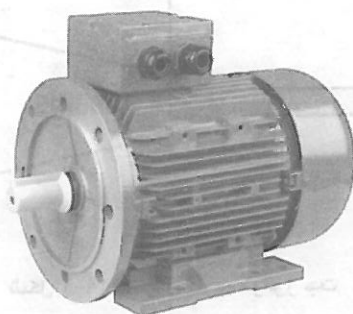


شکل ۱-۲۰- موتور جت

۱-۱۲- موتور الکتریکی: (Electrical Engine)

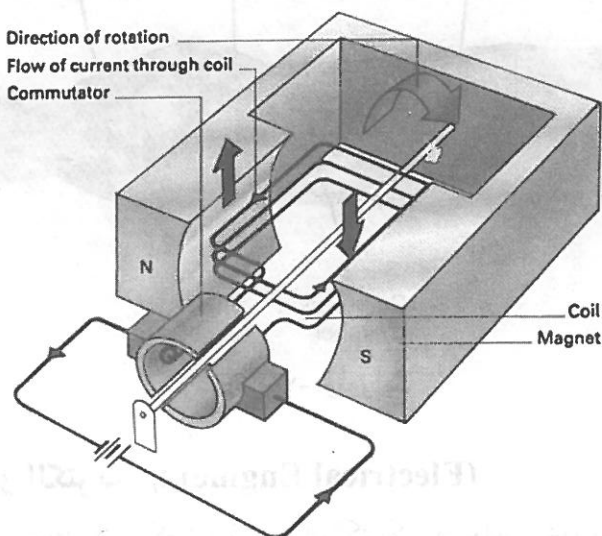
موتور الکتریکی وسیله‌ای است که با گرفتن جریان الکتریکی، می‌تواند گشتاور مکانیکی تولید نماید. به عبارتی دیگر در یک موتور الکتریکی، انرژی الکتریکی به انرژی مکانیکی تبدیل می‌شود.

موتورهای الکتریکی براساس پدیده الکترومغناطیس عمل می نمایند. بر مبنای این تئوری، هنگام عبور جریان از درون سیمی که در یک میدان مغناطیسی قرار گرفته است، به آن سیم نیرویی وارد می شود که می تواند باعث به حرکت در آمدن آن گردد.



شکل ۱-۲۱- موتور الکتریکی

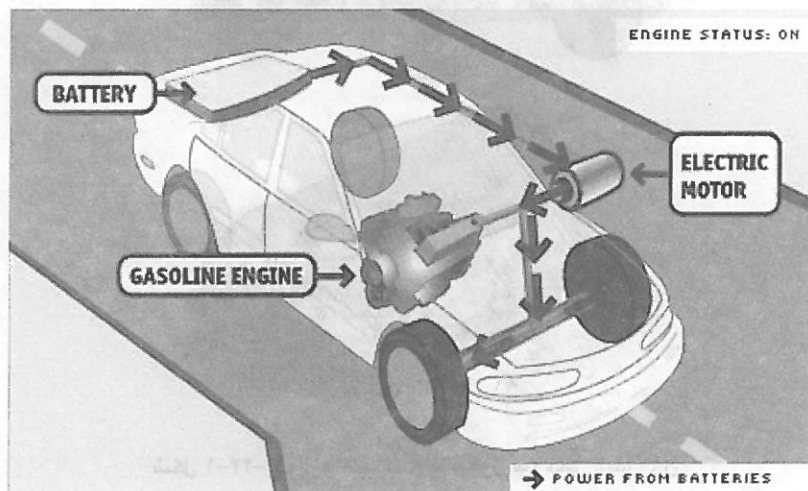
در موتورهای الکتریکی یک سیم پیچ وجود دارد که بر روی شفت مرکزی پیچیده شده است. به این سیم پیچ و شفت آن، آرمیچر گفته می شود. این آرمیچر در داخل یک میدان مغناطیسی قرار گرفته است. بطوریکه در هنگام عبور جریان از این سیم پیچ، به آرمیچر نیرویی وارد می شود که باعث به گردش در آمدن آن می شود. بدین ترتیب با به گردش آمدن آرمیچر، شاهد تولید گشتاور مکانیکی خواهیم بود. واضح است که هر چقدر تعداد دور این سیم پیچ بیشتر گردد، میدان مغناطیسی قوی تر باشد و جریان بیشتری از درون سیم پیچ عبور نماید، گشتاور مکانیکی بیشتری در موتور الکتریکی تولید خواهد گردید.



شکل ۱-۲۲- اساس کار موتور الکتریکی

۱-۱۳- موتور هیبریدی: (Hybrid Engine)

موتور هیبریدی، تلفیقی از یک موتور الکتریکی با یک موتور تولید کننده جریان برق می باشد. در موتورهای هیبریدی، ابتدا انرژی الکتریکی تولید می شود و سپس این انرژی الکتریکی صرف راه اندازی یک موتور الکتریکی می گردد. انرژی الکتریکی مورد نیاز گاهی اوقات توسط یک موتور احتراق داخلی تولید می شود و گاهی دیگر، یک سلول سوختی هیدروژنی مورد استفاده قرار می گیرد.

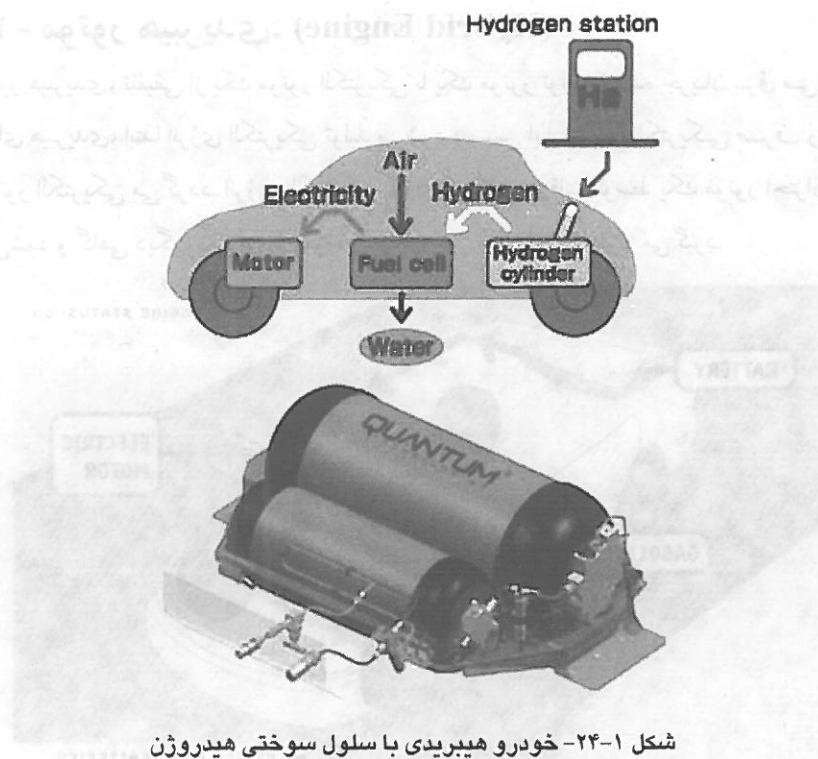


شکل ۱-۲۳- خودرو هیبریدی بنزینی

اولین موتور هیبریدی در سال ۱۹۰۵ میلادی توسط آقای پایپر ساخته شد. موتور او ترکیبی از یک موتور بنزینی با یک موتور الکتریکی بود. بطوریکه موتور بنزینی می توانست با قدرتی که تولید می نماید، یک ژنراتور را به حرکت در آورده و جریان برق تولید نماید و این جریان برق برای به حرکت در آوردن موتور الکتریکی مورد استفاده قرار گیرد.

در مدل جدیدتری از موتورهای هیبریدی، یک سلول سوختی وجود دارد که می تواند از ترکیب هیدروژن با اکسیژن، انرژی الکتریکی تولید نماید و این انرژی الکتریکی جهت راه اندازی موتور الکتریکی مورد استفاده قرار گیرد.

در فصل ۱۲ به بحث و بررسی کامل در خصوص موتورهای هیبریدی و نحوه عملکرد آنها خواهیم پرداخت.



شکل ۱-۲۴- خودرو هیبریدی با سلول سوختی هیدروژن

۱-۱۴- موتور هواسوز: (Compressed Air Engine)

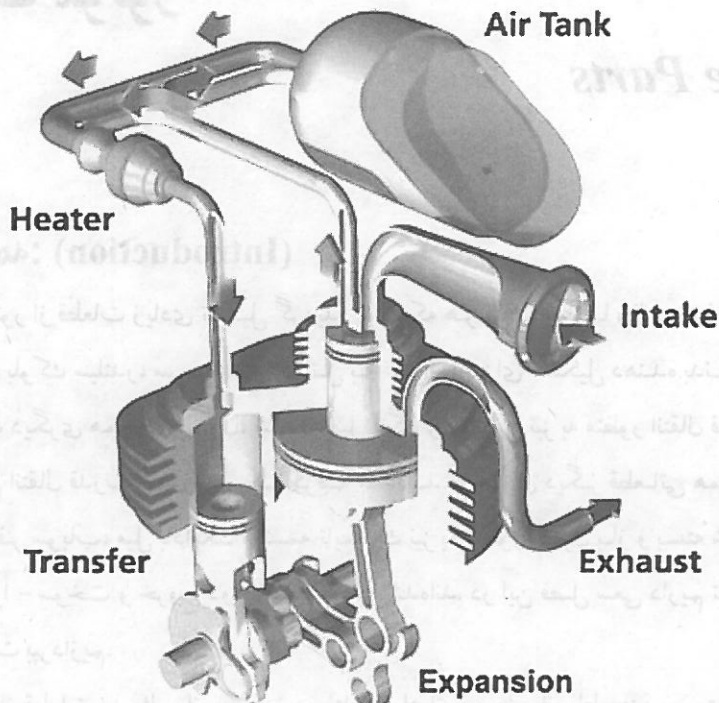
موتور هواسوز یکی از تکنولوژی‌های جدید است که با عنوان (MDI) (Motor Development International) نیز شناخته می‌شود. در این موتور، یک مخزن ذخیره هوای فشرده وجود دارد. این هوای فشرده توسط یک کمپرسور تأمین می‌گردد. این کمپرسور که با برق کار می‌کند، یا دارای یک منبع تأمین برق می‌باشد و یا از برق شهری استفاده می‌نماید. معمولاً فشار هوا در داخل این مخزن تا حدود ۳۰۰ اتمسفر (Bar) افزایش می‌یابد.

در هنگام استفاده از هوای فشرده، ابتدا این هوای فشرده از یک شیر انبساط عبور کرده و فشار آن تا حدود ۱۰ اتمسفر (Bar) کاهش می‌یابد. در مرحله بعد این هوای فشرده از داخل یک گرمکن عبور نموده و در اثر داغ شدن، منبسط می‌گردد. این هوا به قدری داغ و پرفشار می‌باشد که به محض ورود به داخل محفظه سیلندر، باعث به حرکت در آمدن پیستون شده و میل‌لنگ را به گردش در می‌آورد.

جالب است که توان و قدرت تولید شده توسط یک موتور هواسوز در حد قابل توجه‌ای می‌باشد. بطوریکه می‌تواند خودرو را با سرعت‌های بیش از ۱۰۰ کیلومتر در ساعت به حرکت در آورد. میزان این قدرت در حدی است که با توان تولید شده در موتورهای دیزل قابل قیاس است.

از آنجایی که در موتورهای هواسوز صرفاً نیازمند قدرتی می‌باشیم که بتواند مخزن هوای فشرده را شارژ نماید، استفاده از این گونه موتورها بسیار مقرون به صرفه می‌باشد. از سوی دیگر گاز خروجی از سیلندره‌های موتور هواسوز چیزی جز هوا نیست. همین موضوع سبب گردیده است که میزان آلاینده‌گی موتورهای هواسوز به حداقل مقدار ممکن برسد.

Compressed Air Engine (CAE)



شکل ۱-۲۵- موتور هواسوز

قطعات موتور

Engine Parts

۲-۱ - مقدمه: (Introduction)

مجموعه موتور از قطعات زیادی تشکیل گردیده است که هر یک از آنها وظیفه خاصی را برعهده دارند. بطور مثال بلوک سیلندر، سرسیلندر و کارتل به عنوان اجزای تشکیل دهنده بدنه اصلی موتور می‌باشند. قطعات دیگری همچون پیستون، شاتون، میل لنگ و فلاویل نیز به منظور انتقال قدرت حاصل از احتراق به سیستم انتقال قدرت خودرو در نظر گرفته شده‌اند. از سوی دیگر قطعاتی همچون سوپاپ، اسبک، تایپیت، فنر سوپاپ، میل بادامک و تسمه تایمینگ نیز به منظور کنترل باز و بسته شدن مسیرهای ورود مخلوط هوا - سوخت و خروج دود در نظر گرفته شده‌اند. در این فصل سعی داریم تا حد امکان به بررسی این قطعات بپردازیم.

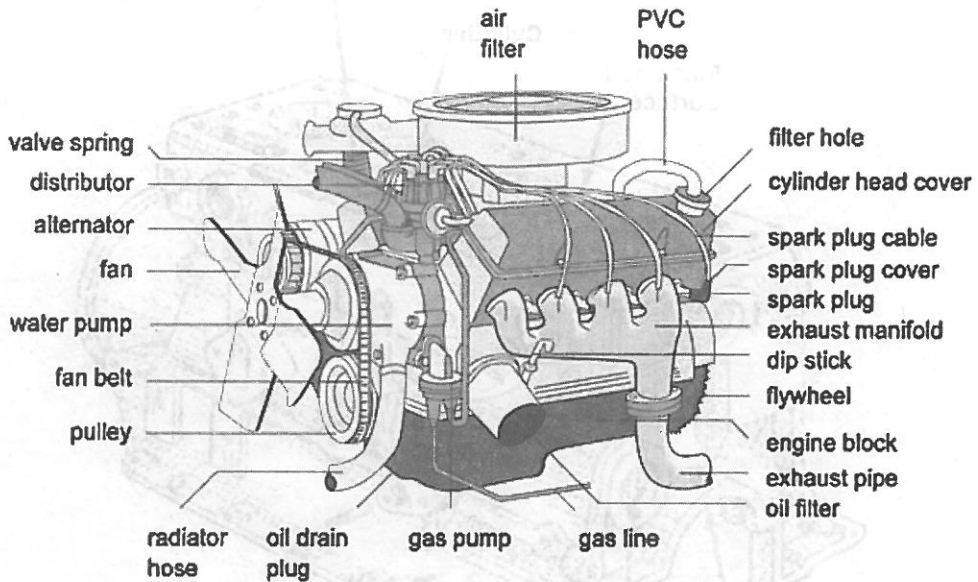
برخی دیگر از قطعات نیز مثل واترپمپ، ترموستات، رادیاتور و منبع انبساط جزء سیستم خنک کاری محسوب می‌گردند که در فصل نهم به آن خواهیم پرداخت.

قطعات دیگری همچون پمپ روغن، روغن سردکن، فیلتر روغن و گیج نشان دهنده سطح آن نیز مربوط به سیستم روغنکاری می‌باشند که در فصل دهم به آن پرداخته می‌شود.

تعدادی از قطعات نیز همچون سوپرشارژر، توربوشارژر، اینترکولر و افترکولر نیز در فصل تجهیزات جانبی موتور (فصل هشتم) مورد بررسی قرار گرفته است.

قطعات سیستم سوخت‌رسانی نیز در کتاب سوخت‌رسانی خودرو (جلد سوم) مورد بررسی قرار گرفته‌اند و قطعات برقی خودرو همچون دینام، آلترناتور، استارت، شمع، دلکو، وایرها و سنسورها در کتاب دستگاه‌های الکتریکی خودرو (جلد پنجم) مطرح گردیده است.

AUTOMOBILE ENIGNE



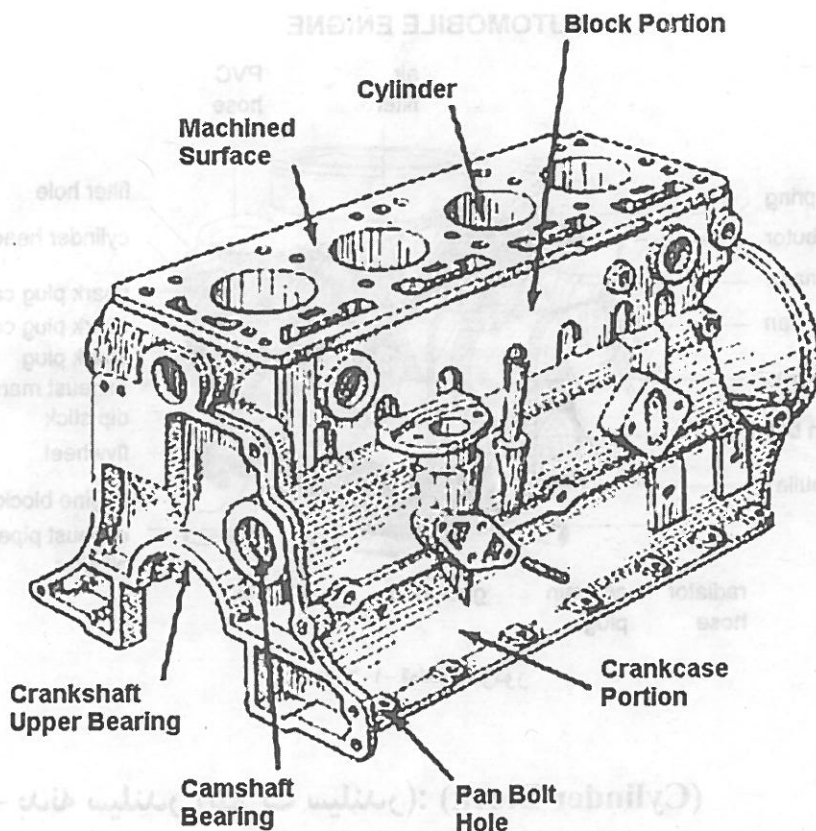
شکل ۱-۲- قطعات موتور

۲-۲- بدنه سیلندر (بلوک سیلندر): (Cylinder Block)

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

این قطعه معمولاً به روش ریخته‌گری تولید شده و پس از طی مراحل مختلف ماشینکاری تکمیل می‌گردد. عملیات ماشینکاری این قطعه، شامل مراحل اولیه ماشینکاری و عملیات پرداخت کاری می‌باشد. در مراحل اولیه ماشینکاری، براده برداری بصورت خشن کاری بوده و به منظور پرداخت نهایی آن ابتدا سنگ‌زنی نموده و در نهایت عملیات هونینگ انجام می‌شود. در هنگام عملیات هونینگ، شیارهای متقاطعی بر روی جداره سیلندر ایجاد می‌شود که معمولاً دارای زاویه 60° درجه بوده و به منظور روغنکاری بهتر تعبیه گردیده‌اند.

معمولاً بدنه سیلندر از جنس چدن خاکستری ساخته می‌شود. عناصر اصلی تشکیل دهنده این ماده، آهن به همراه چند درصد کربن (در حدود ۲ الی ۳ درصد) می‌باشد. البته به منظور بهبود خواص مکانیکی آن، عناصر آلیاژی دیگری همچون سیلیسیم، کروم، فسفر و منگنز نیز به آن افزوده می‌گردد. یکی از خواص چدن خاکستری، قابلیت جذب انرژی بالای آن می‌باشد؛ بطوریکه می‌تواند ارتعاشات و صدای



شکل ۲-۲- بلوک سیلندر

حاصل از موتور را به خوبی جذب نماید.

در سال‌های اخیر به منظور کاهش وزن بدنه موتور و سبک‌سازی آن، گاهی اوقات از آلیاژهای آلومینیوم نیز استفاده می‌شود. آلومینیوم، فلزی با وزن کم و قابلیت انتقال حرارت بالا می‌باشد. البته با توجه به نرم بودن آلومینیوم، ضرورت دارد که به آن عناصر آلیاژی همچون سیلیسیم، منیزیم و منگنز افزوده گردد، تا سختی مطلوب ایجاد شود.

یکی از روش‌های افزایش سختی سطحی داخل جداره‌های سیلندر، استفاده از بوش می‌باشد. گاهی اوقات این بوش‌ها با بلوک سیلندر بصورت یکپارچه می‌باشند و گاهی دیگر یک بوش جداگانه داخل بلوک سیلندر قرار داده می‌شود.

در مدل یکپارچه، ابتدا داخل جداره سیلندر به دقت ماشینکاری و پرداخت می‌شود و سپس بوسیله‌ی عملیات حرارتی، سطح داخلی آن سختکاری می‌گردد.

اما در مدل بوش جدا شدنی، ابتدا یک بوش با سختی بالا و بصورت ضد سایش تولید گردیده و سپس این بوش را در داخل بلوک سیلندر قرار می‌دهند. قرارگیری این بوش در داخل بلوک سیلندر، گاهی اوقات در هنگام مرحله مذاب‌ریزی به روش ریخته‌گری است و گاهی دیگر این بوش بصورت پرسی جا زده می‌شود.

مجراهای عبور آب نیز به گونه‌ای در داخل بلوک سیلندر تعبیه گردیده است که تمامی نقاط آن به خوبی خنک‌کاری گردد. گاهی اوقات این مجراها آب را تا پشت بوش‌ها می‌رسانند و می‌توانند بوش‌ها را مستقیماً خنک‌کاری نمایند که به آن بوش تر می‌گویند و گاهی دیگر مجراهای آب صرفاً تا نزدیکی بوش سیلندر می‌آیند که به آن بوش خشک گفته می‌شود.

عیوبی که ممکن است در بدنه سیلندر بوجود آید، ایجاد ترک و یا بروز عیوب سطحی همچون خراش، پریدگی، خوردگی و تغییر رنگ ناشی از سوختن می‌باشد. در صورتیکه این عیوب از نوع سطحی باشد، به راحتی با پرداخت‌کاری و یا عملیات سنگ‌زنی قابل برطرف شدن می‌باشد. ولی اگر عمق این عیوب زیاد باشد و یا ترک‌خوردگی در بلوک سیلندر پیشروی نموده باشد، ضرورت دارد که بلوک سیلندر تعویض گردد.

۲-۳- سرسیلندر: (Cylinder Head)

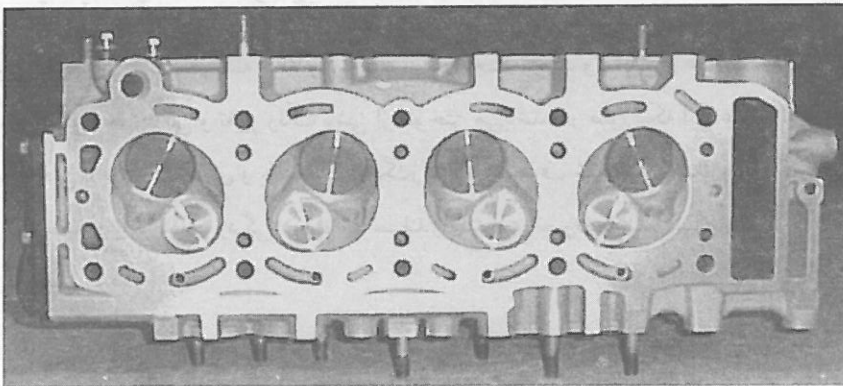
سرسیلندر به عنوان در پوشی می‌باشد که بر روی بلوک سیلندر قرار گرفته و فضای بالای سیلندرها را محدود می‌نماید. این قطعه نیز گاهی اوقات از جنس چدن و گاهی دیگر از آلیاژهای آلومینیوم ساخته می‌شود. سرسیلندر نیز معمولاً به روش ریخته‌گری تولید شده و پس از آن توسط عملیات ماشینکاری تکمیل می‌گردد.

سرسیلندر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. زیرا محفظه احتراق، محل نشستن سوپاپ‌ها و شمع‌ها، همگی در داخل آن تعبیه گردیده است. بطوریکه مجراهای آب و روغن نیز در داخل آن در نظر گرفته شده است.

یکی از نکات حائز اهمیت در طراحی سرسیلندر، شکل محفظه احتراق می‌باشد. زیرا چگونگی شکل محفظه احتراق، تأثیر بسیار زیادی در نحوه احتراق و عملکرد یک موتور احتراق داخلی دارد. بطور مثال شیب‌دار بودن فضای بالای محفظه احتراق به ایجاد تلاطم در مخلوط هوا - سوخت کمک می‌نماید؛ ولی از سوی دیگر وجود نقاط گوشه و نوک تیز باعث افزایش میزان دود می‌شود. زیرا وجود این نقاط گوشه، از توزیع یکنواخت سوخت در هوا جلوگیری نموده و باعث می‌شود که همواره مقداری از سوخت بصورت نسوخته باقی بماند. این موضوع هم باعث کاهش راندمان موتور می‌شود و هم میزان آلایندگی

گازهای خروجی را افزایش می‌دهد. اما در حالتی که فضای بالای محفظه احتراق بصورت نیمکره‌ای می‌باشد، شاهد احتراقی آرام و مناسب می‌باشیم. در این حالت هم اختلاط هوا و سوخت به خوبی انجام می‌شود و هم شرایط تلاطم جریان هوا به گونه‌ای مناسب می‌باشد. همه این عوامل باعث می‌شود که در محفظه احتراق‌های کروی، احتراق به خوبی انجام شود و راندمان موتور بالا باشد.

همچنین توجه داشته باشید که در شرایطی که بالای محفظه احتراق بصورت تخت و یا هلالی است، ضرورت دارد که کف پیستون نیز کمی مقعر باشد. در هر حال شکل محفظه احتراق یکی از نکات مهم در طراحی موتورهای احتراق داخلی می‌باشد.

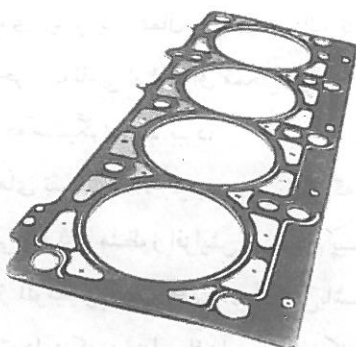


شکل ۲-۳- سرسیلندر

۲-۴- واشر سرسیلندر: (Gasket)

در هنگام قرارگیری سرسیلندر بر روی بلوک سیلندر، ارتباط بین محفظه احتراق با فضای سیلندر برقرار می‌شود. از سوی دیگر ارتباط مجراهای آب و روغن بین بلوک سیلندر و سرسیلندر نیز برقرار می‌گردد. به منظور آب‌بندی این فضاها ضرورت دارد که از یک واشر تخت صفحه‌ای به نام واشر سرسیلندر استفاده شود. زیرا هر چقدر هم که سطوح بلوک سیلندر و سرسیلندر مسطح باشد، باز در هنگام قرارگیری بر روی هم، تمامی منافذ بین آنها آب‌بندی نمی‌شود. واشر سرسیلندر باید علاوه بر قابلیت آب‌بندی بالا، قابلیت شکل‌پذیری خوب نیز داشته باشد و ضریب حرارتی آن نیز مناسب باشد.

از این واشرهای تخت صفحه‌ای در اتصالات دیگر بلوک موتور، مانیفولد هوا، مانیفولد دود و کارتل نیز استفاده می‌شود.



شکل ۲-۴- واشر سرسیلندر

۲-۵- پیستون: (Piston)

پیستون قطعه‌ای استوانه شکل است که می‌تواند در داخل سیلندر، حرکت رفت و برگشتی داشته باشد. هنگامی که داخل محفظه احتراق، مخلوط هوا و سوخت محترق می‌گردد، انرژی حاصل از انبساط گازهای ناشی از احتراق، باعث پایین رانده شدن پیستون می‌شود و بدین ترتیب با به حرکت در آمدن پیستون، قدرت تولید می‌شود.

از سوی دیگر پیستون به عنوان قسمت تحتانی محفظه احتراق محسوب می‌گردد. زیرا فضای سیلندر از بالا توسط سرسیلندر محدود می‌شود و از طرف پایین توسط پیستون محدود می‌گردد.



شکل ۲-۵- انواع پیستون

از آنجایی که پیستون در شرایط کاری دشواری کار می‌نماید، ضرورت دارد که از استحکام بالایی برخوردار باشد. زیرا در هر انفجاری که درون سیلندر رخ می‌دهد، تقریباً در حدود 18 kN (کیلو نیوتن) بر خوردار باشد.

به پیستون نیرو وارد می‌شود. از سوی دیگر این اعمال نیرو در هر ثانیه تقریباً ۳۰ مرتبه رخ می‌دهد. اعمال نیروهای بیش از حد به پیستون و حرارت ناشی از احتراق ممکن است دمای برخی از قسمت‌های کف پیستون را تا حدود 2200°C (درجه سانتیگراد) بالا ببرد.

معمولاً جنس پیستون از آلیاژهای تقویت شده آلومینیوم می‌باشد که به روش فورج و یا ریخته‌گری تولید می‌شود. البته در مرحله نهایی تولید به منظور افزایش استحکام پیستون، عملیات حرارتی نیز بر روی آن انجام می‌گردد. علت استفاده از آلومینیوم، سبک بودن آن می‌باشد. ولی از آنجایی که آلومینیوم خالص، فلز نرمی می‌باشد، ضرورت دارد که به منظور افزایش استحکام بیشتر آن، از عناصر آلیاژی نیز استفاده شود و در نهایت نیز سطح پیستون را با موادی همچون قلع و یا کادمیوم پوشش دهند. گاهی اوقات نیز در پیستون از تیغه محافظ اینوار استفاده می‌شود. فلز اینوار، نوعی آلیاژ فولاد نیکل دار است که می‌تواند از انبساط پیستون آلومینیومی جلوگیری نماید.

اندازه و وزن پیستون‌ها، معمولاً در یک حد مشخصی می‌باشد. به جز در موارد خاص، اگر نیاز باشد که حجم موتور افزایش چشمگیری داشته باشد، بیشتر از افزایش تعداد سیلندرها استفاده می‌شود. زیرا هر چقدر پیستون بزرگتر باشد، به آن گشتاورهای بزرگتری وارد شده و در اثر تغییر شکل‌های ناشی از آن، عمر پیستون کم می‌شود. از سوی دیگر بزرگتر بودن ابعاد پیستون به معنای بیشتر بودن انبساط و انقباض‌های حرارتی نیز می‌باشد که با توجه به اهمیت تلرانس‌های ابعادی، بزرگ بودن پیستون، وضعیت مناسبی نمی‌باشد. معمولاً قطر پیستون را بین ۳ الی ۴ اینچ (۷۶ الی ۱۲۲ میلیمتر) و وزن آن را در حدود یک پوند (۴۵۰ گرم) در نظر می‌گیرند. البته این مقادیر کاملاً تقریبی می‌باشد و ممکن است در طراحی‌های مختلف از ابعاد بزرگتر و یا کوچکتری نیز استفاده شود.

در ضمن ضرورت دارد که وزن پیستون‌های یک موتور با هم برابر باشند. زیرا در غیر این صورت توازن میل‌لنگ به هم خورده و موتور دچار لرزش می‌گردد. از سوی دیگر به منظور حرکت آسان پیستون در داخل سیلندر، لازم است که یک تلرانس لقی وجود داشته باشد. مقدار این تلرانس لقی معمولاً بین ۰/۰۲۵ الی ۰/۱ میلیمتر می‌باشد. در هنگامی که موتور در حال کار کردن است، این فاصله لقی توسط لایه‌ای از روغن پر می‌شود.

نکته قابل ذکر دیگر اینکه در هنگام خاموش بودن موتور که قطعات آن سرد است، سطح مقطع پیستون بصورت بیضی می‌باشد. بطوریکه قطر کوچک بیضی که در راستای طول گژن‌پین قرار گرفته است، با قطر بزرگ آن در حدود ۰/۱۵ mm (میلیمتر) اختلاف اندازه دارد؛ ولی پس از گرم شدن قطعات موتور و رسیدن آن به دمای کاری، چون میزان انبساط در جهت طولی گژن‌پین بیشتر است، سطح مقطع پیستون، تقریباً دایره‌ای شکل می‌باشد. در این حالت میزان تلرانس لقی بین پیستون و سیلندر کاهش یافته و

آب‌بندی به خوبی انجام می‌گردد. توجه داشته باشید که اگر سطح مقطع پیستون در هنگام سرد بودن، بیضی شکل و کمی کوچکتر نباشد، احتمال گریاژ نمودن پیستون در هنگام گرم شدن قطعات موتور و منبسط شدن آنها وجود دارد.

همچنین با توجه به اینکه زاویه دسته پیستون (شاتون) با پیستون دائماً در حال تغییر است، نیروهای که پیستون به جداره سیلندر اعمال می‌نماید نیز متغیر است. یعنی با توجه به زاویه دسته پیستون، یک طرف پیستون نیروی بیشتری را به جداره سیلندر اعمال می‌نماید که این طرف پیستون را طرف فشاری می‌گویند. البته به منظور نکویدن پیستون به دیواره سیلندر، تکیه‌گاه گژن پین کمی از راستای مرکزی پیستون انحراف دارد. بطوریکه وقتی از سمت جلو به موتور نگاه می‌کنیم، به سمت چپ سیلندر و پیستون، نیروی بیشتری وارد می‌شود.

کف پیستون نیز می‌تواند دارای اشکال متفاوتی باشد. گاهی اوقات کف پیستون بصورت تخت است و گاهی دیگر بصورت فرورفتگی و یا گنبدی می‌باشد. البته شکل کف پیستون باید متناسب با شکل قسمت فوقانی محفظه احتراق باشد، تا بتواند تلاطم و شرایط مناسب برای احتراق را فراهم نماید. گاهی اوقات نیز پیستون‌ها دارای شکاف‌هایی می‌باشند. معمولاً شکاف افقی پیستون به منظور کاهش انتقال حرارت قسمت رینگ‌ها به بدنه پیستون تعبیه گردیده است؛ ولی شیار عمودی موجود در پیستون، جهت ایجاد حالت ارتجاعی در پیستون در نظر گرفته شده است.



Dome Piston

Dish Piston

Flat Piston

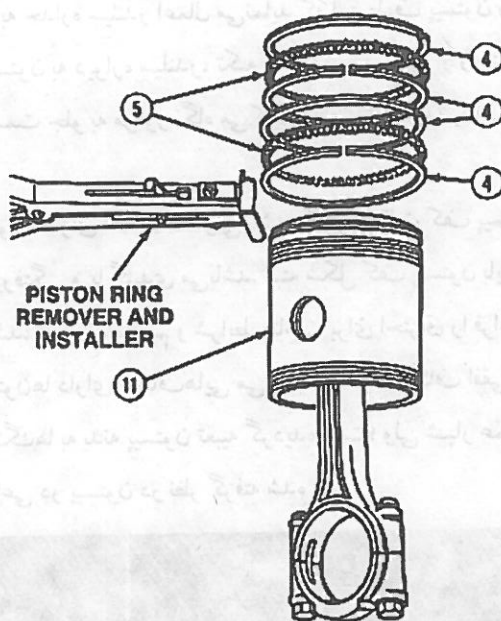
شکل ۲-۶- پیستون تخت - پیستون مقعر - پیستون محدب

۲-۶- رینگ پیستون: (Piston Ring)

به منظور آب‌بندی لقی بین پیستون و جداره سیلندر، از چند عدد رینگ استفاده می‌شود. این رینگ‌ها در داخل شیارهایی که در محیط پیستون تعبیه گردیده است، قرار می‌گیرند. بطوریکه می‌توانند فضای بالای پیستون را نسبت به فضای زیرین آن آب‌بندی نمایند. به همین دلیل رینگ‌های پیستون در تماس مستقیم با جداره سیلندر نیز هستند که همین موضوع باعث ایجاد اصطکاک و اتلاف مقداری از قدرت

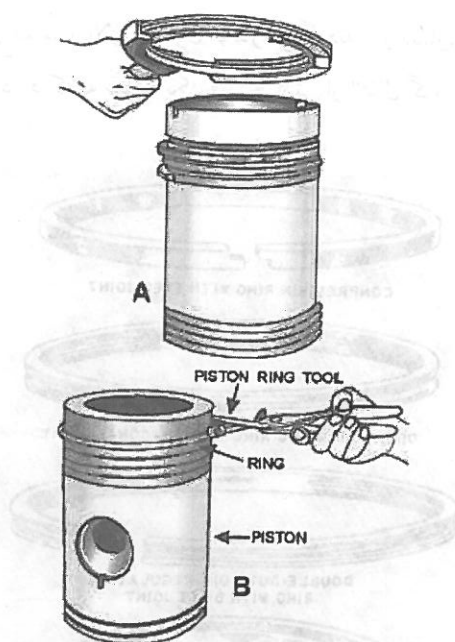
موتور نیز می‌باشد. از سوی دیگر اگر خواستیم از یک رینگ شیاردار در لبه داخلی استفاده نماییم، بهتر است که این رینگ در شیار اول جا زده شود.

رینگ‌های پیستون معمولاً به دو صورت می‌باشند. یک سری از رینگ‌ها، رینگ‌های تراکم می‌باشند که محفظه احتراق را آب‌بندی نموده و اجازه انتقال هوای فشرده به فضای زیر پیستون را نمی‌دهند. مدل دیگر رینگ پیستون، رینگ روغن می‌باشد. این رینگ وظیفه روغنکاری جداره سیلندر را برعهده دارد.



شکل ۷-۲- انواع رینگ پیستون

در هنگام جا زدن رینگ‌های پیستون، معمولاً از ابزاری استفاده می‌شود که می‌تواند دهانه رینگ را باز نموده و با قرار دادن آن در شیار پیستون، آن را در موقعیت صحیح مونتاژ نماید. اندازه صحیح دهانه رینگ معمولاً در حدود $0/18$ میلیمتر است. در ضمن در هنگام جا زدن رینگ‌ها، باید پله داخلی به سمت بالا و پله خارجی به سمت پایین قرار گیرد.



شکل ۲-۸- روش جا زدن رینگ‌های پیستون

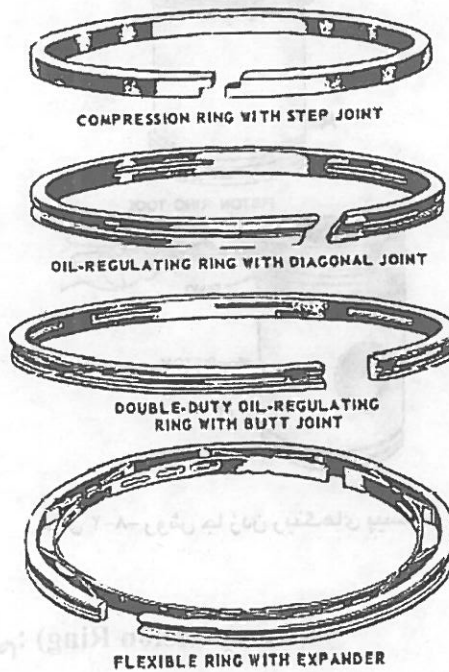
۱- رینگ‌های تراکم: (Compression Ring)

از رینگ‌های تراکم به منظور آب‌بندی لغزشی بین پیستون و جداره سیلندر استفاده می‌شود. بطوریکه این رینگ‌ها مانع عبور هوای متراکم به فضای زیر پیستون می‌گردند. این رینگ‌ها باید بتوانند فشاری در حدود ۲۰۰ الی ۲۵۰ کیلو پاسکال را تحمل نمایند.

با توجه به اینکه رینگ‌های تراکم دائماً در معرض سایش هستند، ضرورت دارد که جنس آنها سخت و ضد سایش باشد. به همین دلیل معمولاً رینگ‌های تراکم از جنس چدن با پوشش کروم ساخته می‌شوند. البته در مواردی که رینگ تراکم تحت فشار بیشتری قرار می‌گیرد، از چدن نشکن با پوشش مولیبدن استفاده می‌شود.

به منظور مونتاز راحت رینگ بر روی پیستون و ایجاد انطباق بهتر رینگ با پیستون، معمولاً در محیط رینگ‌های تراکم یک بریدگی وجود دارد. این بریدگی هم مونتاژ رینگ بر روی پیستون را امکان‌پذیر می‌نماید و هم در مواقع گرم شدن، فضای مناسب برای انبساط را فراهم‌پذیر می‌سازد. با توجه به زیاد بودن فشار تراکم درون محفظه احتراق و وجود بریدگی بر روی رینگ‌های تراکم، یک رینگ نمی‌تواند به تنهایی آب‌بندی پیستون را انجام دهد. به همین دلیل معمولاً بر روی پیستون از چندین رینگ تراکم (حداقل دو رینگ) استفاده می‌شود تا در آب‌بندی نمودن مکمل یکدیگر باشند.

رینگ‌های تراکم معمولاً در قسمت بالای پیستون مونتاژ می‌گردند. در بسیاری از اوقات در زیر رینگ‌های پیستون نیز شیارهایی وجود دارد که به عنوان یک سد حرارتی از انتقال گرمای احتراق به سایر قسمت‌های موتور جلوگیری می‌نماید.



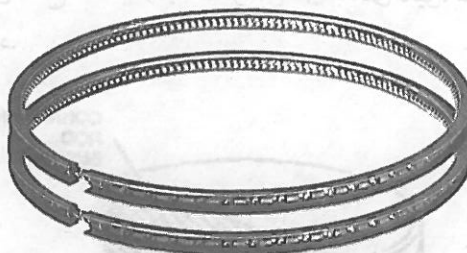
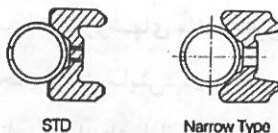
شکل ۲-۹- انواع رینگ تراکم

۲- رینگ روغن: (Oil Ring)

سیستم روغنکاری داخل سیلندرها صرفاً در فضای زیر پیستون وجود دارد. زیرا عملیات ارسال روغن به محفظه سیلندرها، از طریق منافذی که بر روی شاتون و میل‌لنگ وجود دارد، انجام می‌پذیرد. به عبارتی بهتر پاشش روغن بر روی جداره سیلندر، فقط در فضای زیر پیستون انجام می‌گردد. هنگام حرکت پیستون، این روغن می‌تواند جداره داخلی سیلندر را روغنکاری نماید. ولی تحت هیچ شرایطی، این روغن نباید به فضای بالای پیستون منتقل گردد. زیرا وجود روغن در فضای بالای پیستون که همان محفظه احتراق است، سبب می‌گردد که در هنگام احتراق، روغن سوزی وجود داشته باشد و میزان دود در گازهای خروجی افزایش یابد.

به همین منظور یک عدد رینگ روغن بر روی پیستون تعبیه می‌گردد. رینگ روغن دارای حلقه‌های زنجیره‌ای شکلی می‌باشد که می‌تواند در هنگام بالا رفتن پیستون، روغن پاشیده شده از طریق سیستم

روغنکاری را با خود حمل نموده و سطح داخلی جداره سیلندر را روغنکاری نماید و در هنگام پایین آمدن، روغن موجود بر روی سطح جداره سیلندر را جمع آوری نموده و دوباره به کارتل بازگرداند. برای اینکه این کار به خوبی انجام گردد، معمولاً یک عدد رینگ روغن بر روی پیستون و در پایین تر از رینگ های تراکم نصب می گردد. جنس این رینگ روغن معمولاً فولادی بوده و دارای پوشش کروم می باشد.



شکل ۲-۱۰- رینگ روغن

۲-۷- شاتون: (Connecting Rod)

شاتون به عنوان اهرم رابطی بوده که نیروی حاصل از احتراق وارد بر پیستون را به میل لنگ منتقل می نماید و باعث به گردش در آمدن میل لنگ می گردد.

دو طرف شاتون اتصالات حلقوی شکلی وجود دارد که به آنها چشم شاتون گفته می شود. چشم بزرگتر شاتون توسط یاتاقان به میل لنگ متصل می گردد و چشم کوچکتر آن به وسیله گژن پین به پیستون وصل می شود.

معمولاً شاتون به روش فورج (آهنگری داغ) تولید می گردد. البته به منظور نهایی نمودن ساخت آن، ضرورت دارد که داخل چشمی های شاتون، ماشینکاری و پرداخت شود. برای عملیات پرداخت کاری، معمولاً روش سنگ زنی با استفاده دستگاه سنگ محور مورد استفاده قرار می گیرد.

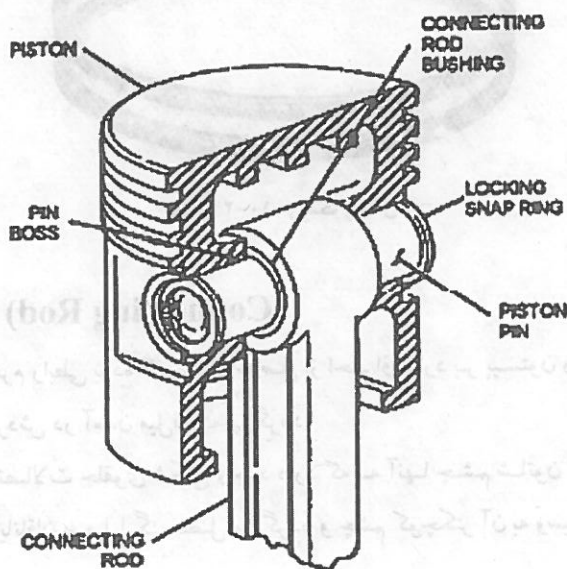


شکل ۲-۱۱- شاتون

۲-۸- گژن پین: (Piston Pin)

گژن پین یک پین فولادی است که برای اتصال پیستون به شاتون استفاده می‌شود. معمولاً به منظور سبک‌سازی و کاهش وزن، آن را توخالی می‌سازند. پس از قرارگیری گژن پین در داخل سوراخ پیستون و چشمی شاتون، می‌توان آن را توسط خار فتری تثبیت نمود.

برای ساخت گژن پین، ابتدا با استفاده از روشهای ماشینکاری آن را تولید نموده و سپس به منظور افزایش استحکام و ایجاد سطحی سخت و ضد سایش، آن را به روش سماتتاسیون سختکاری می‌نمایند. در نهایت به منظور ایجاد صافی سطح مناسب و ایجاد تolerانس‌های ابعادی دقیق، سطح آن توسط دستگاه سنگ ستترلس، سنگ زده می‌شود.



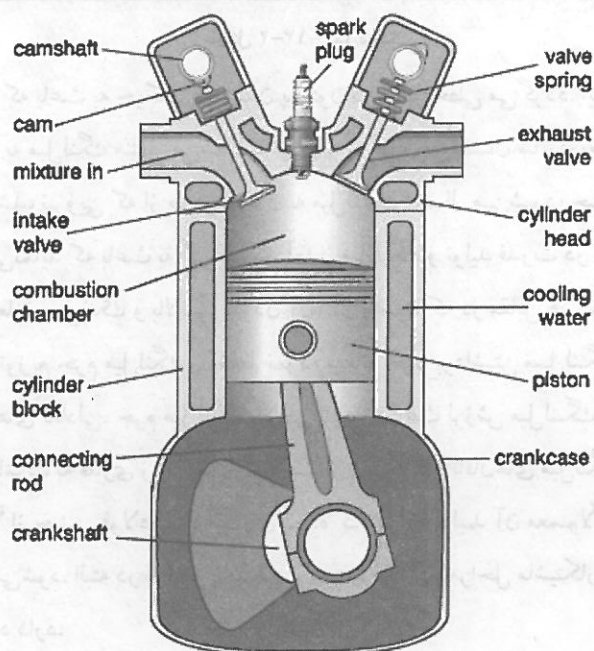
شکل ۲-۱۲- گژن پین

برای اتصال گژن پین، چشم کوچک شاتون را در میان پیستون قرار داده و گژن پین را درون آن پرس می‌نمایند. به گونه‌ای که اکثر اوقات گژن پین نسبت به یکی از قطعات شاتون و یا پیستون، به صورت پرسی مونتاژ گردیده و ثابت می‌شود. ولی گاهی اوقات نیز گژن پین بصورت شناور بوده و هم نسبت به پیستون و هم نسبت به شاتون دارای آزادی حرکت می‌باشد. این مدل اتصال پیستون، شاتون و گژن پین، بهترین نوع اتصال محسوب می‌شود. البته در بسیاری از اوقات برای تثبیت بهتر از خار فتری نیز استفاده می‌شود. در مواقعی که گژن پین درون پیستون پرس شده باشد، اتصال آن با شاتون توسط یک بوش فسفر برنزی برقرار می‌گردد که شاتون می‌تواند آزادانه حول آن گردش نماید. هرگاه گژن پین درون پیستون پرس گردد،

می تواند نسبت به پیستون دارای گردش باشد. در این حالت بعضی اوقات از بوش برنجی به عنوان یاتاقان استفاده می شود و گاهی دیگر خود آلومینیوم پیستون، نقش سطح یاتاقانی را ایفاء می نماید.

در برخی دیگر از مواقع، گزن پین هم نسبت به شاتون و هم نسبت به پیستون دارای آزادی حرکت می باشد. در این حالت استفاده از خار برای جلوگیری از خروج گزن پین از درون پیستون الزامی است.

توجه داشته باشید که محور گزن پین دقیقاً باید عمود بر راستای شاتون باشد. اگر کوچکترین انحرافی در این موضوع وجود داشته باشد، می تواند باعث از بین رفتن آب بندی پیستون با جداره سیلندر و آسیب دیدن جداره سیلندر گردد.

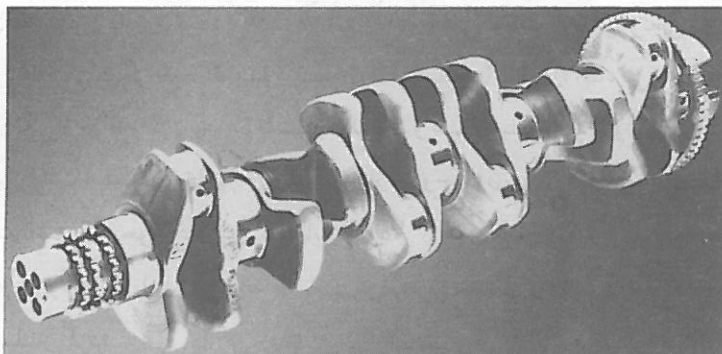


شکل ۲-۱۳- قطعات داخل سیلندر

۲-۹- میل لنگ: (Crank Shaft)

حرکت رفت و برگشتی پیستون از طریق شاتون به میل لنگ منتقل می گردد. میل لنگ به عنوان شفت اصلی موتور محسوب می شود که قدرت تولید شده در سیلندرها، از طریق پیستون و شاتون به آن منتقل گردیده و باعث به گردش در آمدن آن می شود. نحوه اتصال پیستون به میل لنگ بصورت مکانیزم لنگ لغزنده می باشد.

بر روی میل لنگ به تعداد سیلندرها، لنگ هایی وجود دارد که خارج از محور اصلی میل لنگ قرار گرفته و چشم بزرگ شاتون بر روی آن نصب می گردد. هنگام ایجاد احتراق در محفظه سیلندر، به پیستون



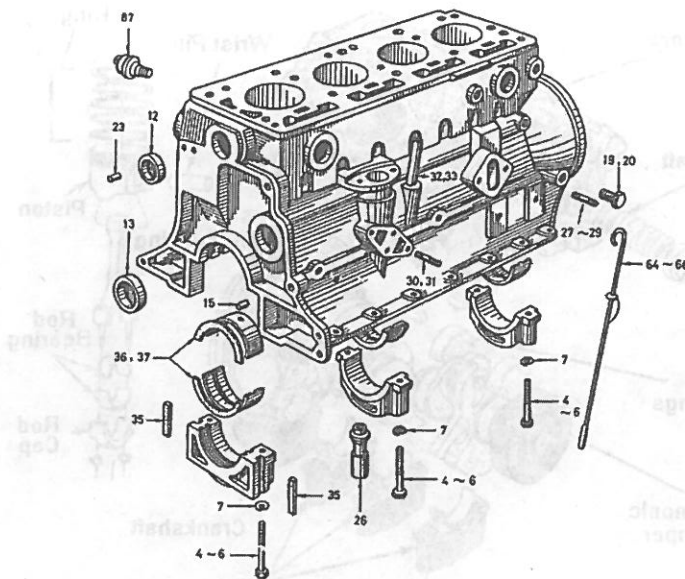
شکل ۲-۱۴- میل لنگ

نیروی وارد می شود که باعث به حرکت در آمدن پیستون در مسیر خطی می گردد. این حرکت از طریق بازویی به نام شاتون، به میل لنگ منتقل می شود. با توجه به اینکه محل اتصال شاتون به میل لنگ، خارج از محور میل لنگ می باشد، نیرویی که از طریق شاتون به میل لنگ اعمال می شود، حول محور میل لنگ گشتاوری را ایجاد می نماید که باعث به گردش در آمدن میل لنگ و تولید قدرت در داخل موتور می شود. به منظور حفظ تعادل میل لنگ و بالانس نمودن آن، لازم است که در مقابل هر لنگ، یک وزنه تعادلی وجود داشته باشد تا توزیع جرم میل لنگ را حفظ نموده و مانع خیز برداشتن میل لنگ شود. در صورت عدم وجود این وزنه های تعادلی، جرم میل لنگ بالانس نبوده و باعث لرزش میل لنگ و ایجاد ارتعاش در آن می شود. این ارتعاشات به قدری زیاد است که باعث از بین رفتن یاتاقان های میل لنگ می شود. میل لنگ معمولاً از جنس فولادهای آلیاژی بوده که برای تولید آن معمولاً از روش فورج و یا ریخته گری استفاده می شود. البته در مراحل تکمیلی پروسه تولید آن، مراحل ماشینکاری، عملیات حرارتی و سنگ زنی نیز وجود دارد.

۲-۱۰- یاتاقان های ثابت و متحرک:

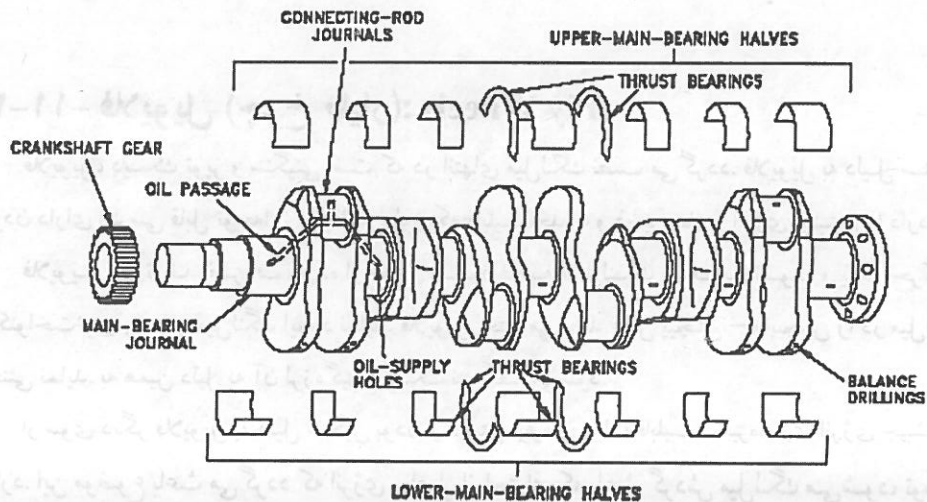
(Fixed & Movable Bearings)

به منظور کاهش اصطکاک میل لنگ با تکیه گاه هایش از یاتاقان های لغزشی استفاده می شود. از آنجایی که تکیه گاه های میل لنگ در محل خود ثابت می باشند، به آنها یاتاقان های ثابت گفته می شود. از سوی دیگر در محل نصب چشمی شاتون ها بر روی لنگ های میل لنگ نیز از یاتاقان استفاده می شود. به این یاتاقان ها که بر روی لنگ های میل لنگ نصب گردیده است، یاتاقان های متحرک گفته می شود. یاتاقان های میل لنگ، پوسته های نازکی با ضخامت حدود $\frac{1}{3}$ میلیمتر می باشند. این پوسته های یاتاقانی از جنس ورق های فولادی می باشند که روی آنها با آلیاژ باییت به ضخامت $\frac{1}{10}$ میلیمتر پوشش داده شده

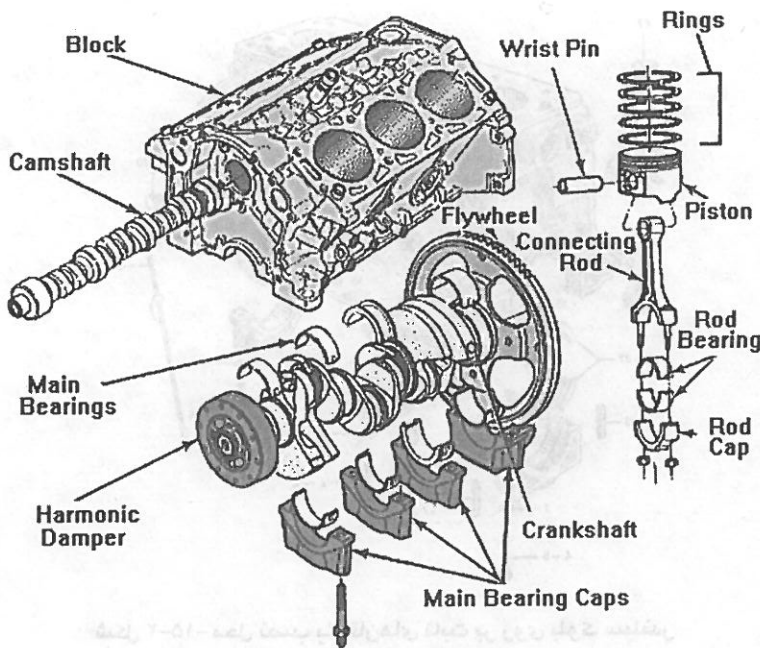


شکل ۲-۱۵- محل نصب یاتاقان‌های ثابت بر روی بلوک سیلندر

است. آلیاژهای بابت، آلیاژهایی می‌باشند که باعث کاهش اصطکاک شده و سطحی لغزنده و یاتاقانی فراهم می‌کنند. آلیاژ بابت شامل ۹۰٪ قلع، ۵٪ مس، ۱/۵ تا ۶٪ آنتیمون و ۷ تا ۱۰٪ سرب می‌باشد. البته گاهی دیگر از آلیاژهای دیگری همچون آلیاژ مس و سرب استفاده می‌شود که در این آلیاژ، ۶۰٪ مس، ۲۵٪ سرب و ۱۵٪ فلزات دیگر وجود دارد. یک یاتاقان باید دارای قابلیت انتقال حرارت مناسب و مقاومت در برابر سایش و خوردگی بوده و در مجاورت روغن از سازگاری خوبی برخوردار باشد.



شکل ۲-۱۶- یاتاقان‌های میل‌لنگ (یاتاقان‌های ثابت و متحرک)



شکل ۲-۱۷- نحوه نصب شاتون بر روی یاتاقان‌های متحرک

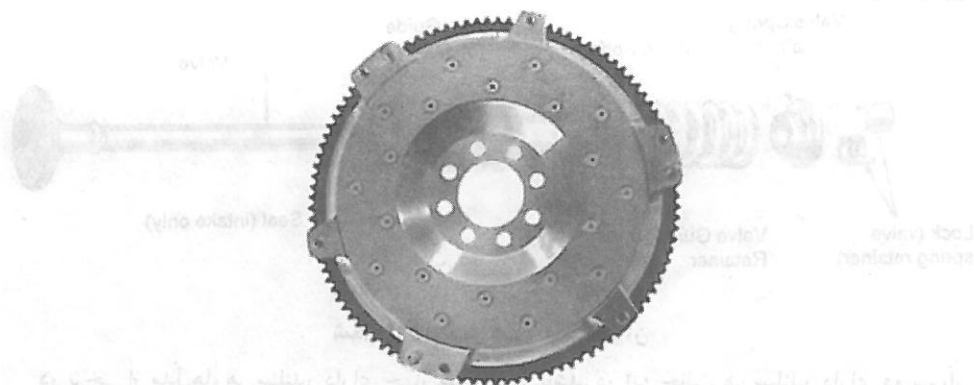
یاتاقان‌های میل‌لنگ باید به گونه‌ای باشند که لقی آنها در حدود $0/012$ الی $0/076$ میلیمتر باشد. همچنین معمولاً بر روی پوسته‌های هلالی یاتاقان، مجراهایی وجود دارد که به منظور روغنکاری تعبیه گردیده‌اند. توجه داشته باشید در صورتی که میزان لقی یاتاقان دو برابر شود، حجم روغن خروجی از آن در حدود پنج برابر می‌شود.

۲-۱۱- فلاپویل (چرخ طیار): (Fly Wheel)

فلاپویل، دیسک توپر و سنگینی است که در انتهای میل‌لنگ نصب می‌گردد. فلاپویل به دلیل سنگین بودن دارای اینرسی قابل توجه‌ای می‌باشد. بطوریکه قابلیت جذب و ذخیره‌سازی انرژی جنبشی را دارد. فلاپویل می‌تواند ضربات وارده از سوی شاتون‌ها به میل‌لنگ را جذب نموده و یک حرکت یکنواخت‌تری را برای میل‌لنگ ایجاد نماید. فلاپویل حتی می‌تواند عمل پیچش - واپیچش را در میل‌لنگ خنثی نماید. به همین دلیل به آن لرزه‌گیر میل‌لنگ نیز گفته می‌شود.

از سوی دیگر فلاپویل به دلیل سنگین بودن و داشتن اینرسی زیاد، قابلیت ذخیره‌سازی انرژی جنبشی را دارد. این موضوع باعث می‌گردد که انرژی حاصل از احتراق که باعث گردش میل‌لنگ می‌شود، توسط فلاپویل ذخیره گردیده و برای سایر مراحل کاری سیلندرها مثل مکش، تراکم و تخلیه که قدرت تولید

نمی‌شود، مورد استفاده قرار گیرد.



شکل ۲-۱۸- فلاپویل

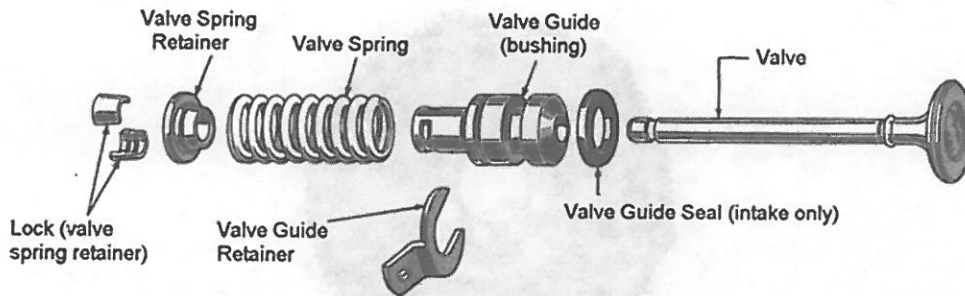
در ضمن مجموعه کلاچ که انتقال دهنده قدرت تولید شده در موتور به گیربکس و سایر اجزاء سیستم انتقال قدرت می‌باشد، بر روی فلاپویل نصب می‌گردد. بطوریکه پوسته کلاچ و دیسک کلاچ بر روی فلاپویل نصب گردیده و همراه آن به گردش در می‌آید.

در محیط فلاپویل دنده‌هایی وجود دارد که به آنها دنده استارت گفته می‌شود. این دنده‌ها در ارتباط با چرخدنده کوچکی می‌باشند که در انتهای شفت استارت قرار گرفته است. در هنگام راه‌اندازی موتور که هنوز قدرت مورد نیاز برای مراحل مکش و تراکم سیلندرها وجود ندارد، این قدرت توسط استارت تأمین می‌گردد. استارت یک موتور الکتریکی است که با گرفتن جریان الکتریکی باعث به گردش در آمدن شفت آن و تولید گشتاور مکانیکی می‌شود. این گشتاور مکانیکی از طریق دنده استارت و دنده‌های فلاپویل به میل‌لنگ منتقل گردیده و باعث به گردش در آمدن میل‌لنگ و راه‌اندازی آن می‌شود.

۲-۱۲- سوپاپ: (Valve)

سوپاپ‌ها دریچه‌های ورودی و خروجی سیلندرها می‌باشند. هر سیلندر حداقل دارای دو سوپاپ می‌باشد. یکی از آنها، سوپاپ هوا (Intake Valve) است که در مرحله مکش باز شده و برای ورود مخلوط هوا - سوخت به داخل محفظه‌ی سیلندر می‌باشد و دیگری سوپاپ دود (Exhaust Valve) است که در مرحله تخلیه باز شده و به منظور خروج دود از محفظه سیلندر استفاده می‌گردد. معمولاً اندازه سوپاپ هوا بزرگتر از سوپاپ دود می‌باشد. زیرا گازهای خروجی که می‌خواهند از سوپاپ دود خارج شوند، به اندازه کافی پر فشار بوده و از دریچه کوچکتر نیز خارج می‌شوند. ولی در مورد هوای ورودی که با فشار اتمسفر وارد می‌گردد، ضرورت دارد اندازه سوپاپ هوا بزرگتر در نظر

گرفته شود.



شکل ۲-۱۹- سوپاپ و متعلقات آن

در برخی از مدل‌ها، هر سیلندر دارای چهار سوپاپ می‌باشد. در این حالت هر سیلندر دارای دو سوپاپ هوا و دو سوپاپ دود خواهد بود. استفاده از سوپاپ‌های دابل باعث می‌شود که لرزش سوپاپ‌ها کمتر شده و از ایجاد پدیده رزونانس (تشدید) جلوگیری شود. در سیلندرهای سه سوپاپه نیز دو سوپاپ هوا و فقط یک سوپاپ دود وجود دارد. زیرا دود در اثر فشاری که دارد، راحت‌تر خارج می‌شود.

هر سوپاپ دارای یک پیشانی و یک ساق می‌باشد. معمولاً به منظور فراهم نمودن امکان چرخش سوپاپ، انتهای ساق سوپاپ نیز قوس‌دار می‌باشد. از سوی دیگر به منظور جلوگیری از سایش و خوردگی سوپاپ‌ها، معمولاً ساق سوپاپ را آبکاری کروم سخت و پیشانی سوپاپ را با پوشش استلایت (آلیاژی سخت از کروم و تنگستن) آبکاری می‌نمایند.

البته وجود ترااتیل سرب در بنزین که به منظور افزایش قابلیت تراکم مخلوط هوا و سوخت افزوده می‌گردد، می‌تواند از سایش سوپاپ‌ها نیز جلوگیری نماید. اما وجود این ماده در بنزین، به شدت آلوده کننده محیط زیست می‌باشد.

۲-۱۳- نشیمنگاه سوپاپ (سیت سوپاپ): (Seat Valve)

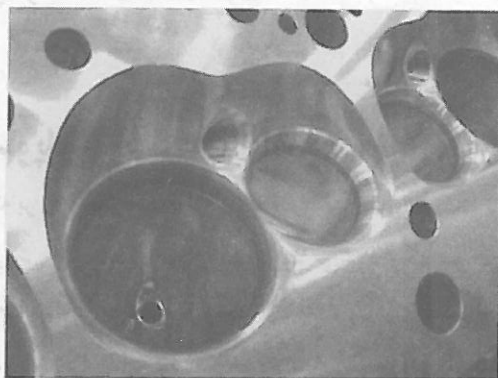
به سطحی که محل نشستن پیشانی سوپاپ می‌باشد، سیت سوپاپ گفته می‌شود. سیت سوپاپ گاهی اوقات بصورت یک قطعه مجزا می‌باشد که در داخل بلوک سیلندر جا زده شده است و گاهی دیگر قسمتی از سرسیلندر می‌باشد که ماشینکاری گردیده است.

برای اینکه سیت سوپاپ بتواند سوپاپ را به خوبی آب‌بندی نماید، لازم است که سیت سوپاپ دارای سطحی صاف و زاویه 45° درجه باشد. ولی از سوی دیگر گاهی اوقات صافی بیش از حد سطح، باعث چسبیدن سوپاپ به سطح سیت می‌شود. به همین دلیل معمولاً بین سطح پیشانی سوپاپ و سیت یک زاویه یک درجه در نظر می‌گیرند، تا در هنگام نشستن سوپاپ بر روی سیت، به آن نچسبد. به این زاویه، زاویه‌ی

تداخل گفته می‌شود. برای ایجاد این زاویه، معمولاً لبه‌های نشیمنگاه سوپاپ (سیت) را با زاویه 46° درجه و لبه‌های سوپاپ را با زاویه 45° درجه در نظر می‌گیرند. این موضوع باعث کاهش نیروی نشست سوپاپ گردیده و از چسبیدن سوپاپ به سیت جلوگیری می‌نماید. البته گاهی اوقات، تجمع رسوبات بین ساق و گیت نیز می‌تواند باعث چسبندگی سوپاپ‌ها گردد.

در همه سرسیلندرهای آلومینیومی و بعضی از سرسیلندرهای چدنی، سیت سوپاپ حلقه‌ای از جنس فولاد مقاوم در برابر حرارت می‌باشد که در سرسیلندر بصورت پرس جا زده شده است. ولی در اکثر سرسیلندرهای چدنی، نشیمنگاه سوپاپ به عنوان قسمتی از خود سرسیلندر می‌باشد که بدین صورت تراشکاری شده است.

به منظور ضد سایش نمودن سیت سوپاپ، معمولاً آن را به روش القایی، عملیات حرارتی می‌نمایند. البته گاهی اوقات نیز از روش فلزپاشی (Metal Spray) استفاده می‌گردد. در این حالت معمولاً آلیاژ استلیت بر روی سطح سیت سوپاپ پاشیده می‌شود.

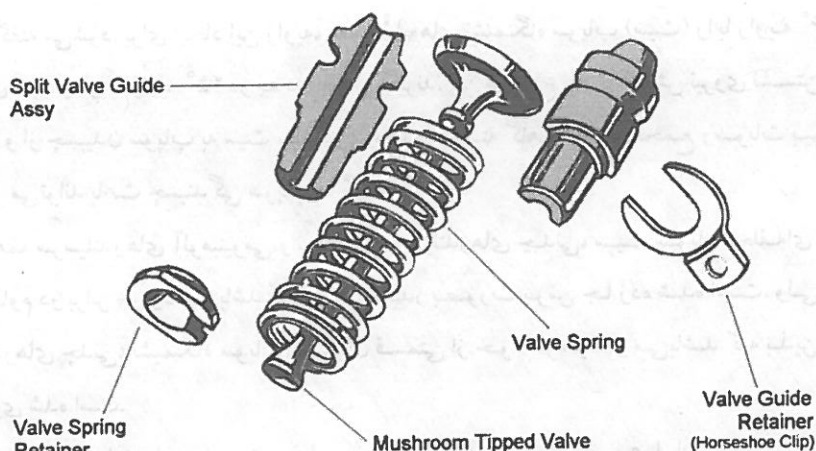


شکل ۲-۲۰- نشیمنگاه سوپاپ

۲-۱۴- راهنمای سوپاپ (گیت سوپاپ): (Guide Valve)

گیت سوپاپ به عنوان تکیه‌گاه و راهنمای ساق سوپاپ محسوب می‌گردد. بطوریکه سوپاپ می‌تواند درون آن رفت و برگشت نماید. گاهی اوقات این تکیه‌گاه بصورت بوشی می‌باشد که درون سرسیلندر با پرس جا زده شده و گاهی دیگر این گیت قسمتی از سرسیلندر است که بصورت یکپارچه در نظر گرفته شده است.

لقی بین سوپاپ و گیت باید به گونه‌ای باشد که هم حرکت سوپاپ داخل گیت به راحتی انجام پذیرد و هم فاصله بین این دو قطعه به خوبی آب‌بندی شود. معمولاً مقدار این لقی باید در حدود 0.15 mm الی 0.05 mm (میلیمتر) باشد.



شکل ۲-۲۱- راهنمای سوپاپ

البته به منظور جلوگیری از نفوذ روغن به داخل محفظه احتراق، ضرورت دارد که بر روی ساق سوپاپ و یا در داخل گیت سوپاپ از کاسه نمد استفاده شود.

۲-۱۵- انگشتی سوپاپ (اسبک): (Roker Arm)

اسبک اهرمی است که بر روی سوپاپ قرار گرفته و وظیفه انتقال حرکت تایپیت به سوپاپ را برعهده دارد. این اهرم معمولاً به روش فورج و یا ریخته‌گری تولید می‌شود. یک سر این اهرم بر روی تایپیت و سر دیگر آن بر روی سوپاپ قرار دارد. این اهرم از وسط لولا شده و دارای یک حرکت الاکلنگی می‌باشد. طول بازویی که بر روی سوپاپ قرار می‌گیرد، در حدود $1/5$ برابر بازویی می‌باشد که بر روی تایپیت قرار گرفته است. به همین دلیل در هنگام حرکت انگشتی سوپاپ، حرکت سوپاپ در حدود $1/5$ برابر تایپیت می‌باشد.

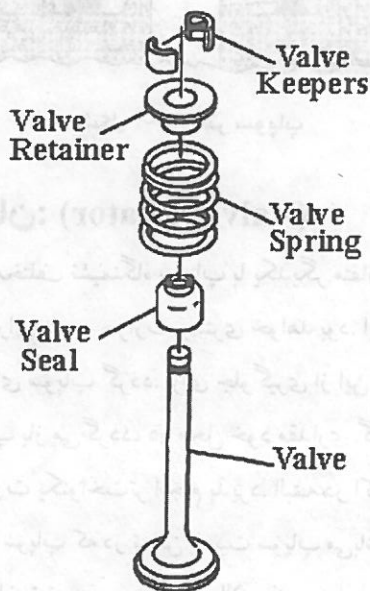


شکل ۲-۲۲- انگشتی سوپاپ (اسبک)

بین اسبک و سوپاپ یک لقی وجود دارد که به آن فیلر گفته می‌شود. میزان این لقی توسط پیچ تنظیمی که بر روی اسبک وجود دارد، قابل تنظیم است. به تنظیم مقدار این لقی، فیلرگیری نیز گفته می‌شود. هر چقدر میزان این لقی بیشتر باشد، اسبک دیرتر به سوپاپ رسیده و آن را به حرکت در می‌آورد. بنابراین زمان باز بودن سوپاپ کاهش می‌یابد. برعکس با کاهش مقدار لقی فیلر، زمان باز بودن سوپاپ افزایش می‌یابد.

۲-۱۶- فنر سوپاپ: (Spring Valve)

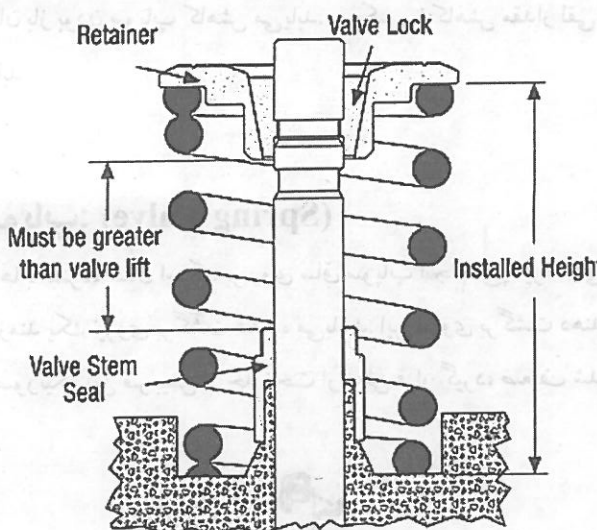
باز شدن سوپاپ‌ها با فشردن اسبک بر روی ساق سوپاپ انجام می‌پذیرد. ولی در هنگام برگشت سوپاپ و اسبک، نیازمند یک نیروی برگشت دهنده می‌باشد. این نیروی برگشت دهنده توسط فنر سوپاپ تأمین می‌گردد. در صورتیکه این فنر بیش از حد تحت ارتعاش قرار گیرد، ضعیف شده و نیاز به تعویض دارد.



شکل ۲-۲۳- موقعیت قرارگیری فنر سوپاپ

یک طرف فنر سوپاپ بر روی سرسیلندر نشسته و طرف دیگر آن توسط یک پولک و خار نگهدارنده آن بر روی ساق سوپاپ مهار می‌شود. هنگامی که اسبک بر روی ساق سوپاپ فشرده شده و باعث باز شدن سوپاپ می‌گردد، فنر سوپاپ فشرده می‌شود و در هنگام برگشتن سوپاپ، نیروی مورد نیاز آن را تأمین می‌کند.

به منظور جلوگیری از ارتعاش و موج برداشتن فنر سوپاپ، گاهی اوقات از دو فنر و یا از یک فنر قوی‌تر با ضریب سختی بالاتر استفاده می‌شود. گاهی دیگر نیز از فنر با قطر پیچش مختلف استفاده می‌شود. در غیر این صورت بهتر است که از کلاهی اصطکاکی و یا خفه‌کن استفاده شود.



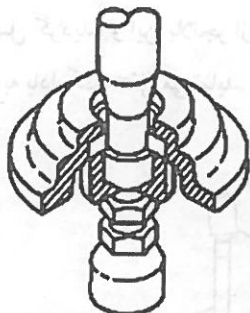
شکل ۲-۲۴- فنر سوپاپ

۲-۱۷- سوپاپ چرخان: (Valve Rotator)

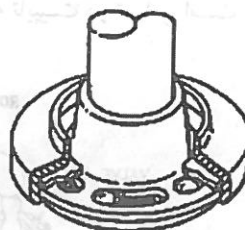
با توجه به اینکه دمای نقاط مختلف نشیمنگاه سوپاپ با یکدیگر متفاوت است، بعضی از نقاط سوپاپ نسبت به سایر قسمت‌های آن، دارای درجه حرارت بیشتری خواهد بود. این موضوع ممکن است باعث ذوب موضعی بعضی از قسمت‌های سوپاپ گردد. برای جلوگیری از این موضوع و افزایش عمر سوپاپ، بهتر است در هر مرحله که سوپاپ باز می‌گردد، در محل خود مقداری گردش نماید تا توزیع حرارت در قسمت‌های مختلف سوپاپ بصورت یکنواخت‌تر انجام پذیرد. البته در اکثر اوقات قسمت‌های مرکزی سوپاپ گرم‌تر بوده و محل‌هایی از سوپاپ که در تماس با سیت سوپاپ می‌باشد، دارای دمای کمتری است.

به منظور توزیع حرارت یکنواخت‌تر در سوپاپ، در بالای فنر سوپاپ از قطعه‌ای به نام سوپاپ چرخان استفاده می‌شود. مکانیزم سوپاپ چرخان ممکن است به شکل‌های مختلفی باشد؛ ولی دو مدل آن بیشتر متداول است: در مدل اول، هر مرتبه که بادامک باعث به حرکت در آمدن سوپاپ می‌شود، کلاهی بین تایپیت و نگهدارنده فنر، سوپاپ را آزاد نموده و اجازه می‌دهد که سوپاپ گردش نماید. این مدل، سوپاپ چرخان با چرخش آزاد (Release Type) نامیده می‌شود. در مدل دوم، هنگامی که سوپاپ به وسیله تایپیت به حرکت در می‌آید، نیرویی به یک قطعه حاوی ساچمه و فنر وارد می‌شود. این نیرو باعث می‌شود

که ساچمه‌ها در داخل یک بشقابک بطور شیب‌دار بالا رفته و در اثر نیروی عکس‌العمل قطعه نگهدارنده، سوپاپ یک حرکت چرخشی انجام داده و گردش نماید. این مکانیزم که تا حد زیادی شبیه آچار جغجغه‌ای است، سوپاپ چرخان با چرخش اجباری و یا گردش مثبت (Positive Type) نامیده می‌شود.



1- Release Type

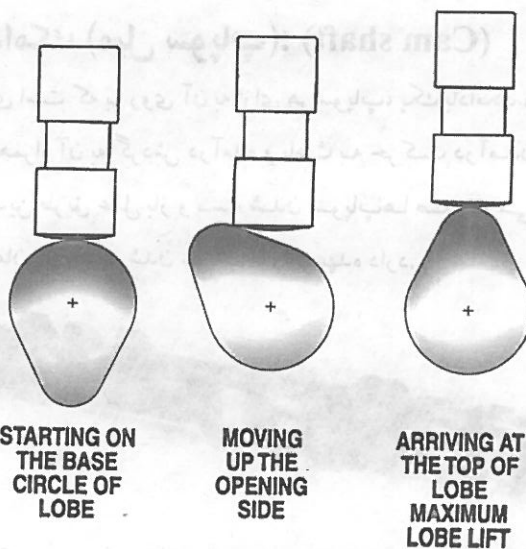


2- Positive Type

شکل ۲-۲۵- سوپاپ چرخان

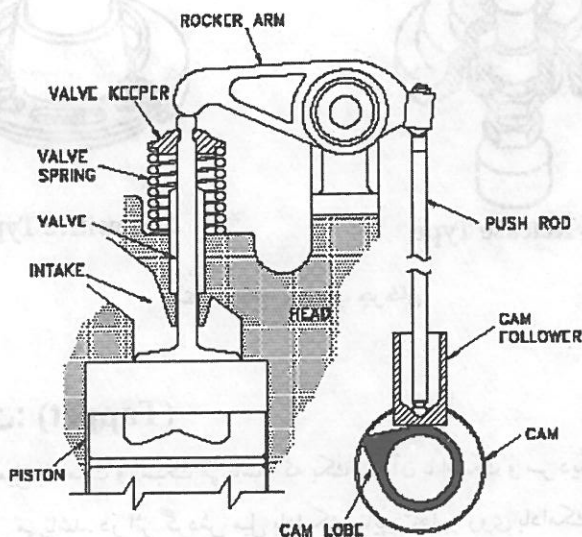
۱۸-۲- تایپیت: (Tappet)

تایپیت رابط بین میل بادامک و اسبک می‌باشد که یک سر آن با اسبک و سر دیگر آن با بادامک‌های میل بادامک در تماس می‌باشد. در اثر گردش میل بادامک، تایپیت‌ها بر روی بادامک‌ها بالا و پایین رفته و باعث به حرکت در آمدن اسبک‌ها می‌شوند.



شکل ۲-۲۶- تایپیت

گاهی اوقات تایپیت بصورت یک رابط ساده می‌باشد و گاهی دیگر از یک استکان تایپیت و یک میل تایپیت تشکیل می‌گردد. در این حالت میل تایپیت درون استکان تایپیت قرار گرفته و ارتباط بین میل تایپیت و بادامک، از طریق استکان تایپیت فراهم می‌گردد. در تایپیت‌های هیدرولیکی نیز، میل تایپیت به یک پلانجر متصل گردیده و این پلانجر از طریق روغن با بدنه تایپیت در تماس است و از این طریق، حرکت خود را به بادامک منتقل می‌نماید.



شکل ۲-۲۷- مکانیزم سوپاپ

۲-۱۹- میل بادامک (میل سوپاپ): (Cam shaft)

میل بادامک محوری است که بر روی آن به ازای هر سوپاپ، یک بادامک وجود دارد. با گردش میل بادامک، بادامک‌ها نیز همراه آن به گردش درآمده و باعث به حرکت درآمدن تایپیت‌ها، اسبک‌ها و سوپاپ‌ها می‌گردند و بدین طریق عمل باز و بسته شدن سوپاپ‌ها صورت می‌پذیرد. در حقیقت میل بادامک، وظیفه تنظیم زمان باز و بسته شدن سوپاپ‌ها را برعهده دارد.

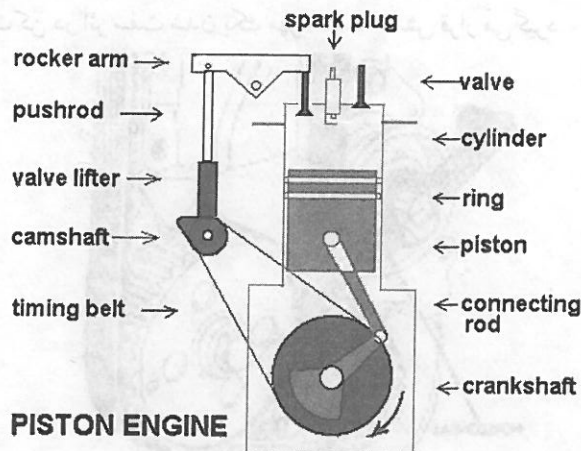


شکل ۲-۲۸- میل بادامک

لازم به ذکر است که میل بادامک حرکت خود را توسط تسمه تایمینگ، یا چرخدنده تایمینگ و یا زنجیر تایمینگ، از سر آزاد میل لنگ می گیرد. نسبت گردش آن در موتورهای چهار زمانه، به گونه ای است که تعداد دوران میل لنگ، دو برابر میل بادامک است. زیرا در هر سیکل کاری موتور چهار زمانه، لازم است که میل لنگ دوبار گردش نماید، تا چهار عمل اصلی درون سیلندر انجام شود؛ ولی میل بادامک برای تنظیم زمان باز و بسته شدن سوپاپ ها، فقط یک مرتبه گردش می نماید.

۲۰-۲- تسمه تایمینگ: (Timing Belt)

همانگونه که گفتیم حرکت میل بادامک توسط تسمه تایمینگ تأمین می گردد. گاهی اوقات نیز به جای تسمه، از چرخدنده تایمینگ (Timing Gear) و یا زنجیر تایمینگ (Timing Chain) استفاده می شود.

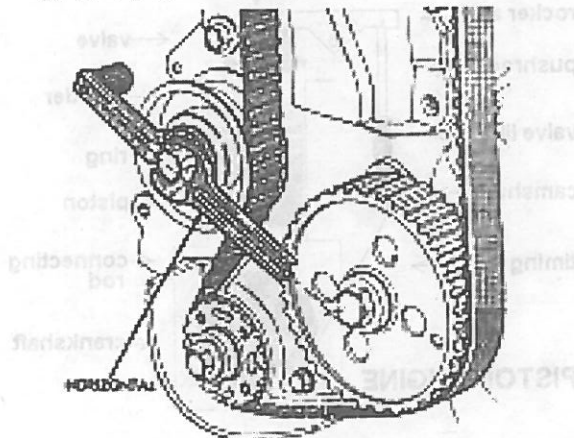


شکل ۲-۲۹- ارتباط میل بادامک با میل لنگ از طریق تسمه تایمینگ

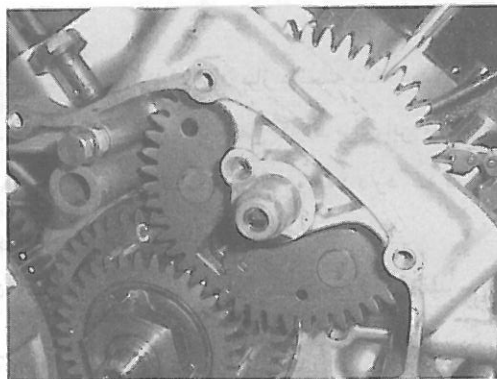
از آنجایی که میل بادامک تنظیم کننده زمان باز و بسته شدن سوپاپ ها می باشد، لازم است که وضعیت گردش آن نسبت به میل لنگ، دقیقاً مشخص گردد. برای این منظور معمولاً بر روی چرخدنده های تایمینگ و یا حتی فولی های (قرقره های) تسمه، علائمی وجود دارد که در هنگام تنظیم میل بادامک با میل لنگ، بایستی روبروی یکدیگر قرار گیرند.

توجه داشته باشید که تسمه های تایمینگ دارای یک عمر کاری مفید می باشند، بطوریکه باید پس از پایان عمر کاری تعویض گردند؛ زیرا اگر به هر دلیلی تسمه دچار پارگی گردد و یا دچار لغزش شود، دیگر عمل باز و بسته شدن سوپاپ ها به درستی صورت نمی پذیرد. از سوی دیگر استفاده از تسمه سفت کن

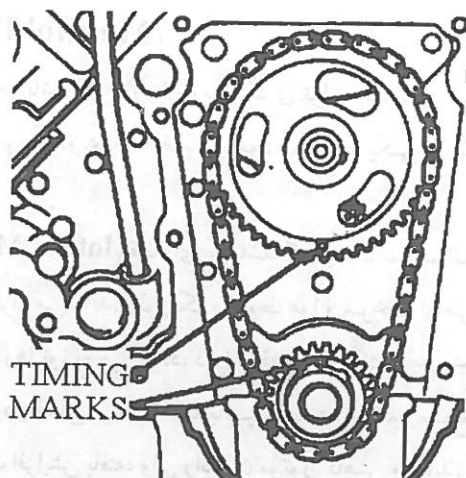
ضروری می‌باشد؛ زیرا اگر به هر دلیل، تسمه و یا زنجیر شل و آزاد گردد، تنظیم وضعیت میل بادامک نسبت به میل لنگ به هم خورده و باعث می‌شود که تنظیم زمانی سوپاپ‌ها از بین برود. اگر این مقدار کم باشد، صرفاً باعث افت راندمان موتور و دود کردن آن می‌شود؛ ولی اگر مقدار بر هم خوردن تنظیم زیاد باشد، عدم هماهنگی زمان باز و بسته شدن سوپاپ‌ها با حرکت میل لنگ و پیستون‌ها، همه چیز را مختل می‌نماید. در این حالت حتی ممکن است سوپاپ‌ها با کف پیستون برخورد نموده و باعث آسیب دیدن پیستون‌ها و کج شدن سوپاپ‌ها گردد. در بعضی از موارد نیز می‌تواند باعث شکستن گیت سوپاپ‌ها و یا ترک برداشتن پیستون شده و یا حتی صدمات شدیدتری را باعث شود. در صورتی که تسمه سفت کن می‌تواند، تسمه و یا زنجیر را همواره تحت کشش نگه دارد و مانع بروز این مشکلات گردد. تسمه سفت کن دارای مدل‌های هیدرولیکی، مکانیکی و فنری می‌باشد. بطوریکه در مدل‌های هیدرولیکی، یک جک عمل نموده و تسمه را تحت کشش قرار می‌دهد؛ در صورتیکه در مدل‌های مکانیکی، تسمه سفت کن در اثر سفت شدن یک مهره تحت کشش قرار می‌گیرد.



شکل ۲-۳۰- تسمه تایمینگ



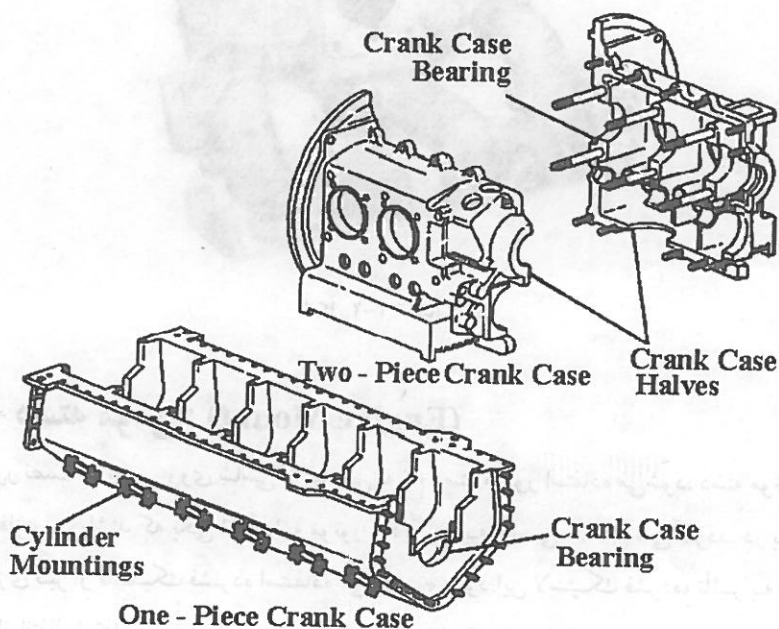
شکل ۲-۳۱- چرخنده تایمینگ



شکل ۲-۳۲- زنجیر تایمینگ

۲-۲۱- کارتل: (Crank Case)

طبق گفته‌های پیشین، روی بلوک سیلندر موتور، توسط درپوشی به نام سر سیلندر بسته می‌شود. برای محفوظ نمودن زیر بلوک سیلندر نیز از پوسته‌ای کاسه شکل، به نام کارتل استفاده می‌شود. این قطعه هم محافظ قسمت زیرین موتور که میل لنگ قرار دارد، بوده و هم محل تجمع روغن موتور می‌باشد.



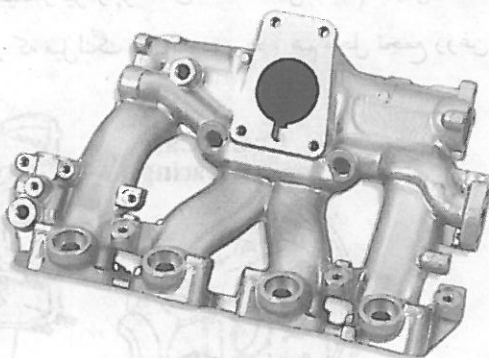
شکل ۲-۳۳- کارتل

۲-۲۲- مانیفولد: (Manifold)

مانیفولد قطعه‌ای چدنی می‌باشد که به روش ریخته‌گری تولید شده و به عنوان مجرای ورود هوا و خروج دود می‌باشد. در هر موتور دو عدد مانیفولد وجود دارد که یکی از آنها مانیفولد هوا و دیگری مانیفولد دود می‌باشد.

مانیفولد هوا (Intake Manifold) قطعه‌ای می‌باشد که ارتباط سیستم سوخت‌رسانی و مسیر ورود هوا را با محفظه سیلندرها برقرار می‌نماید. بطوریکه مخلوط هوا و سوخت از طریق مجرای ورودی مانیفولد هوا وارد شده و در بین سیلندرها توزیع می‌گردد. در این قطعه هر یک از خروجی‌ها به سوپاپ هوای یکی از سیلندرها متصل می‌گردد. در ضمن توجه داشته باشید که هر چقدر سطح داخلی مانیفولد زیرتر و ناصاف‌تر باشد، بازده سوخت افزایش یافته، ولی راندمان موتور کاهش می‌یابد.

مانیفولد دود (Exhaust Manifold) نیز قطعه‌ای است که گازهای حاصل از احتراق از طریق آن از محفظه سیلندرها خارج می‌گردد. بطوریکه این قطعه رابط بین خروجی سوپاپ‌های تخلیه دود و گلویی اگزوز می‌باشد. کلیه گازهای خروجی سیلندرها ابتدا وارد مانیفولد دود شده و پس از پیوستن به یکدیگر از مجرای خروجی آن به سوی لوله اگزوز هدایت می‌شوند.

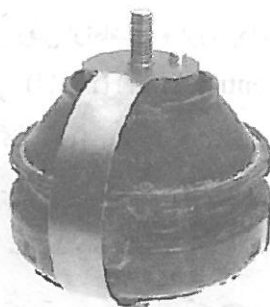


شکل ۲-۳۴- مانیفولد

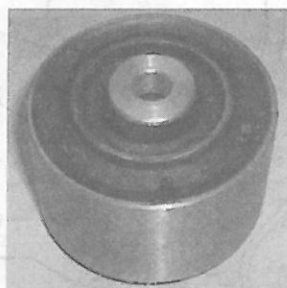
۲-۲۳- دسته موتور: (Engine Mount)

به منظور نصب موتور بر روی شاسی از قطعاتی به نام دسته موتور استفاده می‌شود. دسته موتورهای دارای دو قسمت فلزی می‌باشند که یکی از آنها به موتور و دیگری به شاسی متصل می‌گردد. در بین این دو قسمت فلزی نیز از لاستیک فشرده استفاده می‌شود. وجود این لاستیک فشرده، تأثیر به سزایی در جلوگیری از انتقال ارتعاشات و لرزش موتور به شاسی و بدنه خودرو دارد.

برای اتصال مجموعه موتور و گیربکس به شاسی، معمولاً از سه و یا چهار دسته موتور استفاده می‌شود.

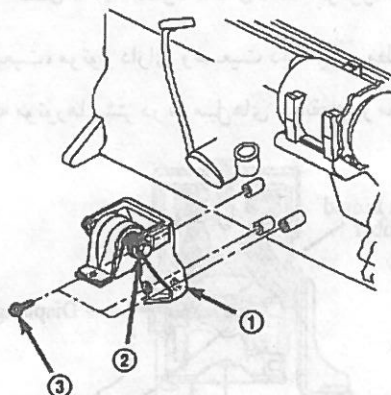


شکل ۲-۳۵- دسته موتور لاستیکی



شکل ۲-۳۶- دسته موتور مدور

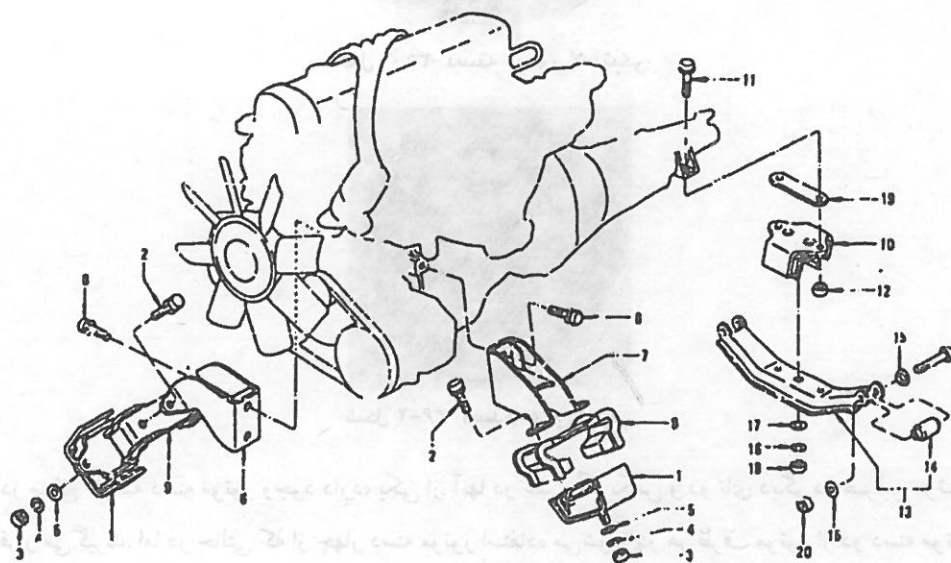
در مدلی که سه دسته موتور وجود دارد، یکی از آنها در عقب گیربکس و دو تای دیگر در طرفین موتور قرار می گیرند. اما در حالتی که از چهار دسته موتور استفاده می شود، در هر طرف موتور از دو دسته موتور استفاده می گردد.



شکل ۲-۳۷- نحوه دسته موتور بر روی شاسی

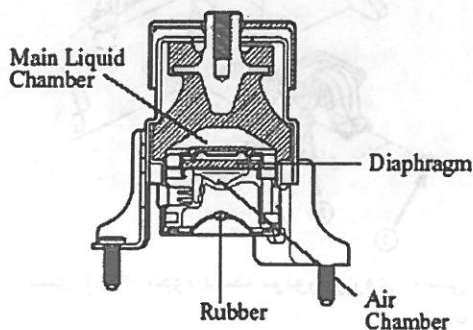
در خودروهای پیشرفته امروزی، گاهی اوقات از دسته موتورهای هیدرولیکی و یا گازی با سیستم کنترل الکترونیکی استفاده می شود. در این مدل از دسته موتورها، اتصال موتور با شاسی توسط تعدادی سیلندرهای هیدرولیکی و یا سیلندرهای گازی برقرار گردیده است. این سیلندرها نقش دمپر (جاذب

ارتعاشات) را ایفاء کرده و باعث از بین رفتن ارتعاشات و لرزش‌های موتور می‌شوند. در مدل هوشمند این سیستم، یک واحد کنترل الکترونیکی (ECU) (Electronic Control Unit) نیز وجود دارد که براساس اطلاعاتی که از سنسورها می‌گیرد، عمل پردازش اطلاعات را انجام داده و دستوراتی را به صورت پالس‌های الکترونیکی به این سیلندرها می‌دهد و یا گازی ارسال می‌نماید. بطوریکه امکان تغییر ضریب میرایی این سیلندرها متناسب با شرایط وجود دارد.



شکل ۲-۳۸- نحوه اتصال دسته موتورها

طبیعی است که در این وضعیت، موتور دارای وضعیت دینامیکی مطلوبی بوده و لرزش‌های آن به خوبی کنترل می‌شود. از این دسته موتورها بیشتر در اتومبیل‌های مسابقه‌ای و مدل‌های اسپورت استفاده می‌شود.



(Courtesy of Toyota Motor Corporation)

شکل ۲-۳۹- دسته موتور هیدرولیکی

محاسبات موتور

Engine Calculations

۳-۱- اصطلاحات موتور: (Engine Terminology)

هر موتور از چندین سیلندر تشکیل شده است و در هر سیلندر یک پیستون وجود دارد که دائماً در حال حرکت رفت و برگشت می‌باشد. پیستون حرکت خود را توسط شاتون به میل‌لنگ منتقل نموده و باعث حرکت گردشی آن می‌شود. از طرفی در بالای هر سیلندر، حداقل یک سوپاپ هوا برای ورود مخلوط هوا - سوخت و یک سوپاپ دود به منظور خروج گازهای حاصل از احتراق تعبیه گردیده است. به منظور ایجاد قدرت توسط موتور، لازم است که مراحل اصلی عملکرد موتور (یعنی مکش، تراکم، احتراق و تخلیه) به ترتیب درون سیلندرها تکرار گردد. برای اینکه بتوانیم محاسبات مربوطه را به خوبی انجام دهیم، لازم است که ابتدا با چند اصطلاح متداول در مورد سیلندر موتور آشنا گردیم.

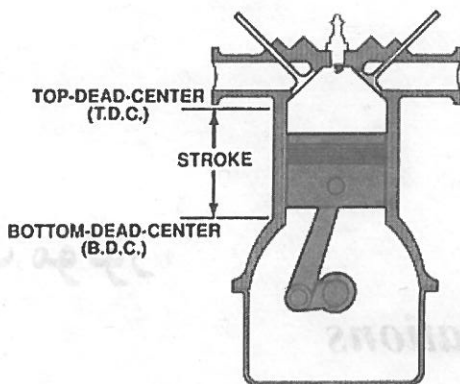
۳-۱-۱- نقطه مرگ بالا: (T.D.C) (Top Dead Center)

به بالاترین نقطه‌ای که پیستون در حرکت رفت و برگشتی درون سیلندر، می‌تواند به آنجا برسد، نقطه‌ی مرگ بالا گفته می‌شود. در این نقطه جهت حرکت پیستون عوض می‌گردد.

۳-۱-۲- نقطه مرگ پایین: (B.D.C) (Bottom Dead Center)

منظور از نقطه مرگ پایین، پایین‌ترین حدی می‌باشد که پیستون در حرکت رفت و برگشتی درون سیلندر، می‌تواند به آنجا برسد. در این نقطه نیز جهت حرکت پیستون تعویض می‌گردد.

STROKE



شکل ۳-۱- نقطه مرگ بالا و پایین و طول کورس پیستون

۳-۱-۳- کورس پیستون: (Stroke) (S)

به حد فاصل بین نقاط مرگ پایین و بالا که پیستون در حرکات رفت و برگشتی خود طی می‌نماید، کورس پیستون گفته می‌شود.

۳-۱-۴- حجم مفید سیلندر (حجم جابجایی): (Displacement Volume) (V_s)

به حجمی که پیستون در طول یک کورس بین نقاط مرگ پایین و بالا طی می‌نماید، حجم مفید سیلندر گفته می‌شود.

این حجم، قسمتی از حجم استوانه‌ای سیلندر است که بین نقاط مرگ پایین و بالا قرار گرفته است. بنابراین اگر مساحت قاعده این استوانه که همان مساحت کف پیستون می‌باشد را محاسبه نماییم و در ارتفاع این استوانه که همان طول کورس پیستون است، ضرب نماییم، حجم مفید سیلندر به دست می‌آید. مساحت کف پیستون از فرمول مساحت دایره محاسبه می‌گردد. یعنی:

$$A = \pi r^2 = \frac{\pi d^2}{4}$$

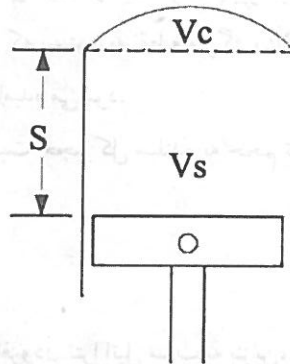
که در آن r شعاع پیستون، d قطر پیستون و A مساحت کف پیستون می‌باشد. بنابراین حجم مفید سیلندر برابر خواهد بود با:

$$V_s = A.S = \frac{\pi d^2}{4} . S$$

که در آن S طول کورس پیستون و V_s حجم مفید سیلندر می‌باشد.

۳-۱-۵- حجم تراکم: (V_c) (Compression Volume)

فضای باقیمانده در بالای پیستون، هنگامی که پیستون در نقطه مرگ بالا قرار دارد را حجم تراکم می‌گویند. به بیانی دیگر، فضای مرده‌ای که در بالای نقطه مرگ بالا قرار دارد، حجم تراکم نامیده می‌شود.



شکل ۳-۲- حجم مفید و حجم تراکم

از آنجایی که احتراق در لحظه رسیدن پیستون به نقطه مرگ بالا رخ می‌دهد. در این هنگام هوای درون سیلندر فشرده شده و فقط در حجم تراکم قرار می‌گیرد. به همین دلیل به این فضا، حجم محفظه احتراق نیز گفته می‌شود.

با توجه به پیچیدگی شکل محفظه احتراق و سرسیلندر، محاسبه این حجم به روش فرمولی مشکل است؛ ولی به روش محاسبه احجام مرکب و یا جابجایی مایعات، امکان محاسبه آن وجود دارد.

۳-۱-۶- حجم کل سیلندر: (V_t) (Total Volume)

حجم کل سیلندر، شامل حجم تراکم و حجم مفید سیلندر می‌باشد. بنابراین حجم کل سیلندر از مجموع این دو حجم حاصل می‌گردد:

$$V_t = V_s + V_c$$

۳-۱-۷- حجم مفید موتور: (V_E) (Engine Displacement Volume)

به مجموع حجم مفید تمامی سیلندرها، حجم مفید موتور گفته می‌شود. بنابراین با توجه به اینکه حجم سیلندرها با یکدیگر برابر است، با حاصلضرب حجم مفید یک سیلندر در تعداد سیلندرها، حجم مفید موتور بدست می‌آید.

$$V_E = K \cdot V_s$$

که در آن V_S حجم مفید یک سیلندر، K تعداد سیلندرها و V_E حجم مفید موتور می باشد.

۳-۱-۸- نسبت تراکم: (Compression Ratio) (R_C)

نسبت حجم سیلندر در حالتی که پیستون در نقطه مرگ پایین قرار دارد و هنوز هوای درون آن فشرده نشده است به حجم سیلندر در حالتی که پیستون به نقطه مرگ بالا رسیده و هوای درون سیلندر کاملاً متراکم گردیده است، نسبت تراکم نامیده می شود.

به عبارتی دیگر نسبت تراکم، نسبت حجم کل سیلندر به حجم تراکم می باشد. اگر نسبت تراکم را با R_C نمایش دهیم، خواهیم داشت:

$$R_C = \frac{V_t}{V_c} = \frac{V_s + V_c}{V_c}$$

مقدار نسبت تراکم را می توان با افزودن ترا اتیل سرب به بنزین، افزایش داد؛ ولی خطرات مربوط به آلودگی محیط زیست آن بسیار زیاد است. در موتورهای جدید، با اصلاح شکل محفظه احتراق و سرسیلندر، به ایجاد جریان های گردبادی در مخلوط سوخت و هوا کمک نموده و با استفاده از کنترل دود، باعث افزایش نسبت تراکم می شوند.

همانگونه که قبلاً اشاره گردید، نسبت تراکم در موتورهای بنزینی در حدود ۷:۱ الی ۱۲:۱ و در موتورهای دیزلی در حدود ۱۴:۱ الی ۲۲:۱ می باشد.

۳-۱-۹- راندمان حجمی موتور: (Engine Volume Efficiency)

راندمان حجمی موتور یکی از معیارهای اندازه گیری نحوه عملکرد موتور می باشد. اگر سیلندر در مرحله مکش، بطور کامل از مخلوط هوا - سوخت پر گردد، راندمان حجمی ۱۰۰٪ می باشد. اما در عمل، عوامل زیادی همچون کوتاه بودن زمان باز بودن سوپاپ ها و شکل محفظه احتراق، مانع پر شدن کامل سیلندر می گردند و مقداری از دود احتراق قبلی در سیلندر باقی می ماند. در مجموع راندمان حجمی بیش از ۸۰٪ برای یک موتور مطلوب می باشد.

راندمان حجمی موتور را می توان با بزرگتر نمودن سوپاپ هوا، افزایش مدت زمان باز بودن آن و یا با اضافه نمودن تعداد سوپاپ های هوا افزایش داد. گاهی اوقات نیز با استفاده از سوپر شارژ و یا توربوشارژ، هوای بیشتری به داخل سیلندرها وارد می شود. از سوی دیگر به منظور افزایش بیشتر راندمان حجمی، هوای فشرده شده توسط سوپر شارژ و یا توربوشارژ، ابتدا در داخل اینتر کولر و یا افتر کولر خنک گردیده و سپس وارد سیلندرها می شود. از سوی دیگر افزایش نسبت تراکم نیز می تواند باعث زیاد شدن راندمان حجمی

موتور گردد، ولی توجه داشته باشید که گرم شدن بیش از حد مانیفولد هوا، باعث کاهش راندمان حجمی موتور می شود.

۳-۱-۱۰- راندمان مکانیکی: (Mechanical Efficiency)

فقط بخشی از نیروی حاصل از احتراق می تواند باعث به حرکت در آمدن پیستون شده و کار مفید انجام دهد و مابقی انرژی حاصل از احتراق بصورت گرما و اصطکاک تلف می شود. راندمان مکانیکی بیانگر نسبت نیروی مؤثر وارد بر پیستون به نیروی حاصل از احتراق می باشد.

۳-۱-۱۱- راندمان حرارتی: (Heat Efficiency)

فقط قسمتی از حرارت حاصل از احتراق می تواند به کار تبدیل شود و بقیه آن به شکل های مختلف تلف می گردد. راندمان حرارتی بیانگر نسبت این حرارت مفید به کل حرارت حاصل از احتراق می باشد.

۳-۲- محاسبات حجمی موتور: (Engine Volume Calculations)

واضح است که هر چقدر موتور دارای حجم بیشتری باشد، سوخت بیشتری وارد سیلندرها گردیده و احتراق های شدیدتری خواهیم داشت. وجود احتراق های شدیدتر در داخل سیلندر، به معنای تولید قدرت بیشتر است. بنابراین یکی از مشخصه های موتور، حجم آن می باشد.

از ابتدای فصل تا اینجا مفاهیمی در ارتباط با حجم موتور، از قبیل حجم مفید، حجم تراکم و نسبت تراکم را تعریف نمودیم. در این قسمت هم قصد داریم به حل مسائل عددی در این خصوص پردازیم و هم تأثیرات تراشکاری سیلندر و سرسیلندر بر روی حجم موتور را بررسی نماییم.

هر گاه در اثر شکستن رینگ های پیستون، کربن گرفتگی و یا تغییر شکل ناشی از داغ کردن موتور، سطح داخلی سیلندر و یا کف سرسیلندر، دچار خراشیدگی و یا ناصافی گردد، لازم است که توسط تراشکاری این سطوح صاف و صیقلی گردند. بدیهی است که براده برداری توسط تراشکاری، باعث تغییر حجم سیلندر و نسبت تراکم می شود. بطوریکه نسبت تراکم و حجم موتور بعد از تعمیر موتور تغییر می نماید.

اگر بدنه ی داخلی سیلندر دچار خراشیدگی و یا ناصافی گردیده باشد، لازم است که داخل سیلندر تراشکاری گردیده و برقوق زده شود. با این کار قطر داخلی سیلندر افزایش می یابد و در نتیجه حجم مفید سیلندر زیاد می گردد. این موضوع نسبت تراکم سیلندر را نیز افزایش می دهد. نسبت تراکم جدید را می توان توسط رابطه زیر محاسبه نمود:

$$\frac{d_1^2}{d_2^2} = \frac{R_{C1} - 1}{R_{C2} - 1}$$

که در آن d_1 و d_2 به ترتیب قطر اولیه سیلندر و قطر سیلندر بعد از تعمیر موتور می‌باشد. R_{C1} و R_{C2} نیز نسبت تراکم قبل از تعمیر و بعد از آن می‌باشند.

از سوی دیگر اگر کف سر سیلندر نیاز به تراشکاری داشته باشد، با این کار ارتفاع سر سیلندر و ارتفاع محفظه احتراق کاهش یافته و در پی آن حجم تراکم نیز کاهش می‌یابد. در این حالت نیز با کاهش حجم تراکم، نسبت تراکم افزایش می‌یابد. در این حالت مقدار جدید نسبت تراکم توسط فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

$$h = \frac{S}{R_{C1} - 1} - \frac{S}{R_{C2} - 1}$$

که در آن S طول کورس پیستون، h ارتفاع تراشکاری شده از کف سر سیلندر و R_{C1} و R_{C2} نسبت‌های تراکم قبل و بعد از تعمیر موتور می‌باشند.

مسئله ۱: در یک موتور چهار سیلندر، قطر هر سیلندر ۹۰ میلی‌متر و طول کورس پیستون آن ۱۰ سانتیمتر می‌باشد. مطلوب است:

- الف- حجم مفید سیلندر را محاسبه نمایید؟
 - ب- اگر حجم سیلندر در هنگامی که پیستون در نقطه مرگ بالا قرار دارد، ۶۰ سانتیمتر مکعب باشد، نسبت تراکم چقدر خواهد بود؟
 - ج- حجم مفید موتور را محاسبه کنید؟
 - د- اگر در یک تعمیر موتور، هر یک از سیلندرها به اندازه ۱/۲ میلی‌متر تراش و برقو خورده باشند و سر سیلندر آن نیز به اندازه‌ی ۰/۵ میلی‌متر تراش داده شده باشد. نسبت تراکم جدید موتور را محاسبه نمایید؟
- حل:** ابتدا اطلاعات مسئله را مرتب نموده و در مواردی که نیاز به تغییر واحد دارد، این کار را انجام می‌دهیم:

$$K = 4$$

$$D = 90^{\text{mm}} = 9^{\text{cm}}$$

$$S = 10^{\text{cm}}$$

جواب الف: برای محاسبه حجم مفید سیلندر، ابتدا لازم است که مساحت کف پیستون محاسبه گردد:

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times 9^2}{4} = 63.58^{\text{cm}^2}$$

بنابراین حجم مفید سیلندر برابر است با:

$$V_s = A \cdot S = 63.58 \times 10 = 635.8 \text{ cm}^3$$

جواب ب: همانطور که می‌دانید حجم سیلندر در هنگامی که پیستون در نقطه مرگ بالا قرار دارد،

همان حجم تراکم (V_c) می‌باشد. یعنی:

$$V_c = 60 \text{ cm}^3$$

برای محاسبه نسبت تراکم، نیاز به حجم تراکم و حجم کل سیلندر داریم. بنابراین ابتدا حجم کل

سیلندر را محاسبه می‌نماییم:

$$V_t = V_c + V_s = 60 + 635.8 = 695.8 \text{ cm}^3$$

و سپس نسبت تراکم چنین بدست می‌آید:

$$R_c = \frac{V_t}{V_c} = \frac{695.8}{60} = 11.597 \approx 11.6$$

یعنی نسبت تراکم این موتور تقریباً (۱۱/۶:۱) می‌باشد.

جواب ج: برای محاسبه حجم مفید موتور نیز کافی است که حجم مفید یک سیلندر را در تعداد

سیلندرها ضرب نماییم:

$$V_E = K \cdot V_s = 4 \times 635.8 = 2543.2 \text{ cm}^3 \approx 2.54 \text{ liter}$$

جواب د: همانگونه که در صورت مسئله گفته شده، داخل سیلندرها به اندازه ۱/۲ میلیمتر تراش و برزو

خورده است. بنابراین قطر جدید سیلندرها چنین می‌شود.

$$d_2 = d_1 + 1.2^{\text{mm}} = 90 + 1.2 = 91.2^{\text{mm}} = 9.12^{\text{cm}}$$

و در نتیجه نسبت تراکم جدید از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\frac{d_1^2}{d_2^2} = \frac{R_{c1} - 1}{R_{c2} - 1} \Rightarrow \frac{9^2}{9.12^2} = \frac{11.6 - 1}{R_{c2} - 1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{81}{83.17} = \frac{10.6}{R_{c2} - 1} \Rightarrow R_{c2} - 1 = 10.88 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_{c2} = 11.88$$

نسبت تراکم جدید بدست آمده بعد از تراشکاری داخل سیلندر (R_{c2})، برای مرحله بعد که قرار

است سرسیلندر تراشکاری گردد، R_{c1} محسوب می‌گردد. یعنی بعد از تراشکاری سرسیلندر، دوباره نسبت

تراکم تغییر می‌نماید. نسبت تراکم جدید از رابطه زیر چنین محاسبه می‌گردد:

$$h = 0.5 \text{ mm} = 0.05 \text{ cm}$$

$$h = \frac{S}{R_{c1} - 1} - \frac{S}{R_{c2} - 1} \Rightarrow 0.05 = \frac{10}{11.88 - 1} - \frac{10}{R_{c2} - 1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0.05 = 0.92 - \frac{10}{R_{c2} - 1} \Rightarrow \frac{10}{R_{c2} - 1} = 0.92 - 0.05 = 0.87 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_{c2} - 1 = \frac{10}{0.87} \Rightarrow R_{c2} - 1 = 11.49 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_{c2} = 12.49 \cong 12.5$$

با کمی دقت متوجه می گردید که نسبت تراکم قبل از تعمیر موتور (۱۱/۶:۱) بود. اما پس از تراشکاری و برقراردن داخل سیلندر، نسبت تراکم به مقدار (۱۱/۸۸:۱) افزایش یافت. یعنی تراشکاری داخل سیلندر، نسبت تراکم را افزایش می دهد. همچنین ماشینکاری سطح سرسیلندر نیز باعث کاهش ارتفاع محفظه احتراق شده و حجم تراکم را کاهش می دهد. بدین ترتیب باز هم شاهد افزایش نسبت تراکم خواهیم بود. بطوریکه با تراشکاری سرسیلندر، نسبت تراکم (۱۲/۵:۱) می شود. بطور خلاصه می توان گفت که هم تراشکاری داخل سیلندر و هم تراشکاری سطح سرسیلندر، هر دو باعث افزایش نسبت تراکم می گردند.

۳-۳- سرعت پیستون و میل لنگ:

(Piston Velocity & Crank Shaft Velocity)

همانطور که می دانید پیستون دارای حرکت خطی رفت و برگشتی می باشد. در نقاط مرگ پایین و بالا که پیستون می خواهد تغییر جهت دهد، سرعت پیستون به صفر می رسد و در وسط مسیر، سرعت آن به حداکثر مقدار خود می رسد.

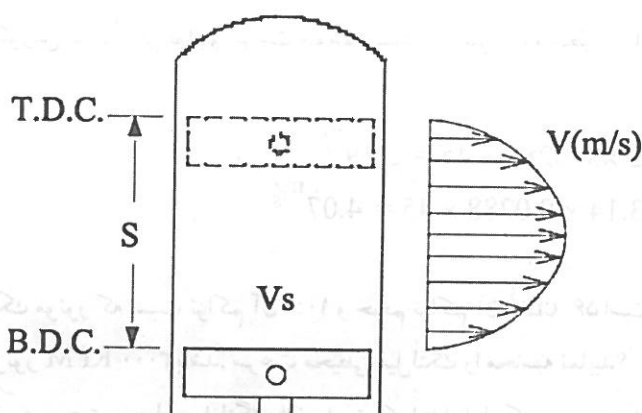
با توجه به اینکه در هر دور گردش میل لنگ، پیستون دو کورس (۲S) را طی می نماید، اگر میل لنگ در هر ثانیه n دور بزند، سرعت متوسط پیستون برابر خواهد بود با:

$$V_m = 2 S.n$$

که در آن V_m سرعت متوسط پیستون بر حسب متر بر ثانیه $(\frac{m}{s})$ ، S طول کورس پیستون بر حسب متر (m) و n سرعت گردش میل لنگ بر حسب دور بر ثانیه (RPS) می باشد.

اما میل لنگ با سرعتی ثابت گردش می نماید. سرعت محیطی میل لنگ را با V_t نمایش می دهند و از رابطه زیر بدست می آید:

$$V_t = \pi.S.n$$



شکل ۳-۳- نمودار سرعت خطی پیستون

که در آن π عدد ثابت $3/14$ و S طول کورس پیستون بر حسب متر (m) و n سرعت گردش میل لنگ بر حسب دور بر ثانیه (RPS) است. V_t نیز سرعت محیطی میل لنگ بر حسب متر بر ثانیه (m/s) می باشد.

مسئله ۲: اگر کورس پیستون 16 سانتی متر باشد، سرعت متوسط پیستون و سرعت محیطی میل لنگ را دور 3000 PRM محاسبه نمایید؟

حل:

$$S = 16 \text{ cm} = 0.16 \text{ m}$$

$$n = 3000 \text{ RPM} = 50 \text{ RPS}$$

$$V_m = 2 S.n = 2 \times 0.16 \times 50 = 16 \text{ m/s}$$

$$V_t = \pi.S.n = 3.14 \times 0.16 \times 50 = 25.13 \text{ m/s}$$

مسئله ۳: حجم مفید یک موتور چهار زمانه چهار سیلندر 1300 سی سی (سانتیمتر مکعب) می باشد. با فرض اینکه قطر سیلندر آن 12 سانتیمتر باشد، سرعت متوسط پیستون و سرعت محیطی میل لنگ را در دور 2700 RPM محاسبه نمایید؟

حل:

$$n = 2700 \text{ RPM} = 45 \text{ RPS}$$

ابتدا لازم است که حجم مفید سیلندر بدست آید تا کورس پیستون را از روی آن محاسبه نماییم.

$$V_E = k.V_s \Rightarrow 1300 = 4 \times V_s \Rightarrow V_s = 325 \text{ cm}^3$$

$$V_s = A.S = \frac{\pi d^2}{4} \times S \Rightarrow 325 = \frac{3.14 \times 12^2}{4} \times S \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 325 = 113S \Rightarrow S = 2.88 \text{ cm}$$

حال با داشتن کورس پیستون می‌توانیم سرعت متوسط پیستون و سرعت محیطی میل‌لنگ را محاسبه نماییم:

$$V_m = 2S.n = 2 \times 0.0288 \times 45 = 2.59 \frac{m}{s}$$

$$V_t = \pi.S.n = 3.14 \times 0.0288 \times 45 = 4.07 \frac{m}{s}$$

مسئله ۴: در یک موتور که نسبت تراکم آن ۱۰:۱ و حجم تراکم آن cm^3 ۵۶ است. اگر قطر پیستون ۸ سانتیمتر و دور موتور ۳۰۰۰ RPM باشد. سرعت محیطی میل‌لنگ را محاسبه نمایید؟

حل: برای محاسبه سرعت محیطی میل‌لنگ، لازم است که ابتدا طول کورس پیستون را بدست آوریم. با توجه به اطلاعات موجود چنین عمل می‌نماییم:

سطح مقطع پیستون برابر است با:

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \times 8^2}{4} = 50.26 cm^2$$

همچنین با داشتن نسبت تراکم می‌توان حجم کل سیلندر را محاسبه نمود:

$$R_c = \frac{V_t}{V_c} \Rightarrow 10 = \frac{V_t}{56} \Rightarrow V_t = 560 cm^3$$

با داشتن حجم تراکم و حجم کل سیلندر، حجم مفید سیلندر نیز قابل محاسبه است:

$$V_s = V_t - V_c = 560 - 56 = 504 cm^3$$

حال با داشتن این اطلاعات، طول کورس پیستون قابل محاسبه است:

$$V_s = A.S \Rightarrow 504 = 50.26 \times S \Rightarrow S = 10 cm$$

$$\Rightarrow S = 0.1 m$$

دور موتور نیز برحسب دور بر ثانیه برابر است با:

$$n = 3000 RPM = 50 RPS$$

بنابراین سرعت محیطی میل‌لنگ برابر خواهد بود با:

$$V_t = \pi.S.n = 3.14 \times 0.1 \times 50 = 15.7 \frac{m}{s}$$

۳-۴- کار انجام شده توسط موتور: (Engine Worked)

نیرویی که در اثر احتراق داخل سیلندر به پیستون وارد می‌شود، در تمامی لحظات ثابت نمی‌باشد و بستگی به فشار داخل سیلندر دارد. مقدار متوسط این نیرو از حاصلضرب فشار متوسط درون سیلندر در

مساحت پیستون به دست می‌آید. یعنی:

$$F_m = P_m . A$$

که F_m نیروی متوسط وارد بر پیستون، P_m فشار متوسط درون سیلندر و A مساحت سطح پیستون می‌باشد.

قابل ذکر است که مقداری از این نیرو برای غلبه بر نیروهای اصطکاکی تلف می‌گردد. مابقی این نیرو که نیروی مؤثر (F_e) نام دارد، کار انجام می‌دهد. واضح است که راندمان مکانیکی موتور، همان نسبت نیروی مؤثر به نیروی متوسط وارد بر پیستون می‌باشد. یعنی راندمان مکانیکی موتور برابر است با:

$$\eta = \frac{F_e}{F_m}$$

همانگونه که می‌دانید مقدار کار انجام شده از حاصلضرب نیرو در جابجایی بدست می‌آید. یعنی برای محاسبه کار انجام شده توسط پیستون، کافی است نیروی متوسط وارد بر پیستون را در طول کورس پیستون ضرب نماییم. عدد بدست آمده بیانگر مقدار کار تئوری یک پیستون می‌باشد:

$$W_{il} = F_m . S = P_m . A . S$$

و با در نظر گرفتن راندمان مکانیکی موتور، کار مفید برای یک پیستون بدست می‌آید:

$$W_{el} = F_e . S = \eta . P_m . A . S$$

اگر این مقادیر را در تعداد سیلندره‌های موتور ضرب نماییم، کار انجام شده توسط کل موتور در یک دور گردش میل‌لنگ بدست می‌آید. یعنی کار تئوری موتور در یک دور گردش میل‌لنگ برابر است با:

$$W_i = k . P_m . A . S$$

و کار مفید موتور در یک دور گردش میل‌لنگ برابر است با:

$$W_e = \eta . k . P_m . A . S$$

مسئله ۵: کار مفید یک موتور چهار سیلندر در یک دور گردش میل‌لنگ 1750 J و فشار متوسط ناشی از احتراق 720 کیلو پاسکال می‌باشد. اگر قطر پیستون 11 سانتی‌متر و راندمان مکانیکی موتور 80% باشد، طول کورس پیستون را محاسبه نمایید؟

حل: ابتدا مساحت سطح پیستون را حساب می‌کنیم:

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times 11^2}{4} = 95 \text{ cm}^2 = 95 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

سایر اطلاعات مسئله عبارتست از:

$$W_e = 1750 \text{ J}$$

$$P_m = 720 \times 10^3 \text{ pa}$$

$$K = 4$$

$$\eta = 80\%$$

بنابراین خواهیم داشت:

$$W_e = \eta . K . P_m . A . S$$

$$\Rightarrow 1750 = 0.80 \times 4 \times 720 \times 10^3 \times 95 \times 10^{-4} \times S$$

$$\Rightarrow S = 0.08^m$$

$$\Rightarrow S = 8^{cm}$$

۳-۵- توان موتور: (Engine Power)

توان عبارتست از کار انجام شده در واحد زمان که واحد اندازه گیری آن وات (W) می باشد. بنابراین توان موتور از حاصلضرب کار انجام شده توسط موتور در تعداد دوران میل لنگ در مدت یک ثانیه، محاسبه می گردد.

یعنی توان تئوری موتور از حاصلضرب کار تئوری موتور در تعداد دوران میل لنگ در یک ثانیه بدست می آید:

$$P_i = W_i . n$$

توان مفید موتور نیز از حاصلضرب کار مفید موتور در تعداد دوران میل لنگ در مدت یک ثانیه بدست می آید:

$$P_e = W_e . n$$

بنابراین در موتورهای دو زمانه که در هر دور گردش میل لنگ، یک بار احتراق صورت پذیرفته و سیکل کاری موتور کامل می گردد، مقدار توان تئوری و توان مفید موتور برابر خواهد بود با:

$$P_i = K . P_m . A . S . n$$

$$P_e = \eta . K . P_m . A . S . n$$

ولی در موتورهای چهار زمانه، به ازای هر دو دور گردش میل لنگ، یک مرتبه احتراق صورت می پذیرد و سیکل کاری موتور در دو دور گردش میل لنگ تکمیل می گردد. در نتیجه مقدار توان تئوری و توان مفید برابر است با:

$$P_i = \frac{1}{2} K . P_m . A . S . n$$

$$P_e = \frac{1}{2} \eta . K . P_m . A . S . n$$

دقت داشته باشید که توان تئوری موتور، توانی است که در داخل سیلندرها تولید گردیده و توان مفید توانی است که در خروجی میل لنگ قابل بهره برداری است. بنابراین راندمان مکانیکی موتور را می توان از

نسبت این دو بر هم نیز بدست آورد. یعنی:

$$\eta = \frac{P_e}{P_i}$$

که در آن P_e توان مفید و P_i توان تئوری موتور است. از سوی دیگر به آن بخش از توان موتور که صرف غلبه بر اصطکاک می‌شود، توان اصطکاکی گفته می‌شود. به عبارتی بهتر توان اصطکاکی اختلاف بین توان تئوری (توان کل) و توان مفید (توان خروجی) می‌باشد.

در اکثر مواقع برای اندازه‌گیری توان موتور از واحد اسب بخار (hp) (Horse Power) استفاده می‌شود، که یک اسب بخار برابر ۷۵۰ وات می‌باشد. در ضمن توان موتور را می‌توان در حالتی که موتور بر روی خودرو نصب است، توسط دینامومتر اندازه‌گیری نمود.

مسئله ۶: اگر در یک موتور دو زمانه تک سیلندر، قطر پیستون ۸ سانتیمتر و طول کورس آن ۱۰ سانتیمتر باشد. در حالتی که مقدار توان تئوری موتور ۱۶ اسب بخار و دور موتور ۲۷۰۰ دور بر دقیقه است، مقدار فشار داخل سیلندر را محاسبه نمایید؟

حل: مساحت سطح مقطع پیستون چنین محاسبه می‌گردد:

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times 8^2}{4} = 50.24 \text{ cm}^2 = 50.24 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

سایر اطلاعات مسئله عبارت است از:

$$K = 1$$

$$S = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$$

$$n = 2700 \text{ RPM} = 45 \text{ RPS}$$

و با توجه به این که هر اسب بخار، ۷۵۰ وات است، داریم:

$$P_i = 16 \text{ hp} = 12000 \text{ W}$$

از آنجایی که فرمول محاسبه توان تئوری برای موتورهای دو زمانه چنین است، خواهیم داشت:

$$P_i = k \cdot P_m \cdot A \cdot S \cdot n$$

$$\Rightarrow 12000 = 1 \times P_m \times 50.24 \times 10^{-4} \times 0.1 \times 45$$

$$\Rightarrow P_m = 53 \times 10^4 \text{ Pa} \Rightarrow P_m = 530 \text{ kPa}$$

مسئله ۷: توان مفید یک موتور چهار زمانه شش سیلندر که با راندمان ۷۵٪ در دور ۳۰۰۰ RPM کار می‌نماید و قطر پیستون آن ۱۲ سانتیمتر، طول کورس پیستون آن ۹ سانتیمتر و فشار متوسط داخل سیلندر ۸۰۰ کیلو پاسکال است را محاسبه نمایید؟

حل: با توجه به اطلاعات مسئله و فرمول محاسبه توان مفید برای موتور چهار زمانه خواهیم داشت:

$$K = 6$$

$$\eta = 75\%$$

$$P_m = 800 \text{ kPa} = 800 \times 10^3 \text{ Pa}$$

$$n = 3000 \text{ RPM} = 50 \text{ RPS}$$

$$S = 9 \text{ cm} = 0.09 \text{ m}$$

$$d = 12 \text{ cm} = 0.12 \text{ m}$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times 12^2}{4} = 113 \text{ cm}^2 = 113 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$P_e = \frac{1}{2} \cdot \eta \cdot K \cdot P_m \cdot A \cdot S \cdot n$$

$$\Rightarrow P_e = \frac{1}{2} \times 0.75 \times 6 \times 800 \times 10^3 \times 113 \times 10^{-4} \times 0.09 \times 50$$

$$\Rightarrow P_e = 91530 \text{ W} \Rightarrow P_e = 91.53 \text{ kW}$$

۳-۶- گشتاور موتور: (Engine Torque)

گشتاور از حاصلضرب نیرو در بازو (فاصله نیرو تا مرکز دوران) بدست می‌آید. در اثر احتراقی که در داخل سیلندر رخ می‌دهد، گازهای درون سیلندر منبسط شده و نیرویی به پیستون وارد می‌شود. این نیرو از طریق شاتون به میل‌لنگ اعمال می‌گردد؛ ولی چون اتصال شاتون به نقطه‌ای خارج از مرکز میل‌لنگ می‌باشد، نیرویی که از طریق شاتون اعمال می‌گردد، حول محور میل‌لنگ، گشتاوری را ایجاد می‌نماید که سبب گردش میل‌لنگ و ایجاد قدرت در موتور می‌شود.

اگر نیرویی که توسط شاتون به میل‌لنگ وارد می‌شود را با F نمایش دهیم و فاصله نقطه اعمال نیروی شاتون تا محور میل‌لنگ (شعاع میل‌لنگ) R باشد، گشتاور ایجاد شده در میل‌لنگ که از ضرب نیرو در بازو بدست می‌آید، برابر خواهد بود با:

$$M_m = F \cdot R$$

از آنجایی که در موقع قرارگیری پیستون در نقطه مرگ بالا، محل اتصال شاتون به میل‌لنگ به اندازه R بالاتر از محور مرکزی میل‌لنگ قرار می‌گیرد و در هنگام قرارگیری پیستون در نقطه مرگ پایین، به اندازه R پایین‌تر از محور مرکزی میل‌لنگ قرار خواهد گرفت، می‌توان به این نتیجه رسید که طول کورس پیستون دو برابر اندازه R می‌باشد. یعنی:

$$S = 2R$$

بنابراین با جایگذاری آن، مقدار گشتاوری که در میل‌لنگ تولید می‌شود برابر خواهد بود با:

$$M_m = F \cdot \frac{S}{2}$$

توجه داشته باشید که هر چقدر راندمان حجمی موتور بیشتر باشد، فشار ناشی از احتراق بیشتر بوده و نیروی بیشتری به پیستون وارد می‌شود. در نتیجه گشتاور بیشتری در موتور تولید خواهد شد.

۳-۷- رابطه گشتاور و توان موتور: (Power & Torque Relation)

هر چند که گشتاور و توان دارای دو مفهوم متفاوت از یکدیگر هستند، ولی بین آنها ارتباطی وجود دارد. برای بدست آوردن این ارتباط از فرمول توان مفید موتور استفاده می‌نماییم. توان مفید از حاصلضرب نیرویی که شاتون به میل‌لنگ اعمال می‌نماید، در سرعت محیطی میل‌لنگ بدست می‌آید. یعنی:

$$P_e = F \cdot V_t$$

سرعت محیطی میل‌لنگ نیز از رابطه $(V_t = \pi \cdot S \cdot n)$ بدست می‌آید که با جایگذاری این رابطه در فرمول توان مفید، خواهیم داشت:

$$P_e = F \cdot \pi \cdot S \cdot n$$

قبلاً گفتیم $(S = 2R)$ که جایگزین می‌نماییم:

$$P_e = F \cdot \pi \cdot 2R \cdot n$$

و چون $(M_m = F \cdot R)$ پس از جایگزین داریم:

$$P_e = 2\pi \cdot M_m \cdot n$$

رابطه فوق بیان‌کننده ارتباط توان مفید و گشتاور موتور می‌باشد که در آن توان مفید (P_e) برحسب وات (W) و گشتاور موتور (M_m) برحسب نیوتن متر $(N \cdot m)$ و دور میل‌لنگ (n) برحسب دور بر ثانیه (RPS) می‌باشد.

برای تبدیل این فرمول به یک رابطه کاربردی، بهتر است که توان برحسب کیلووات (KW) و دور میل‌لنگ برحسب دور بر دقیقه (RPM) بیان گردد. بنابراین با تبدیل واحد خواهیم داشت:

$$P_e = \frac{2\pi}{1000 \times 60} \times M_m \cdot n$$

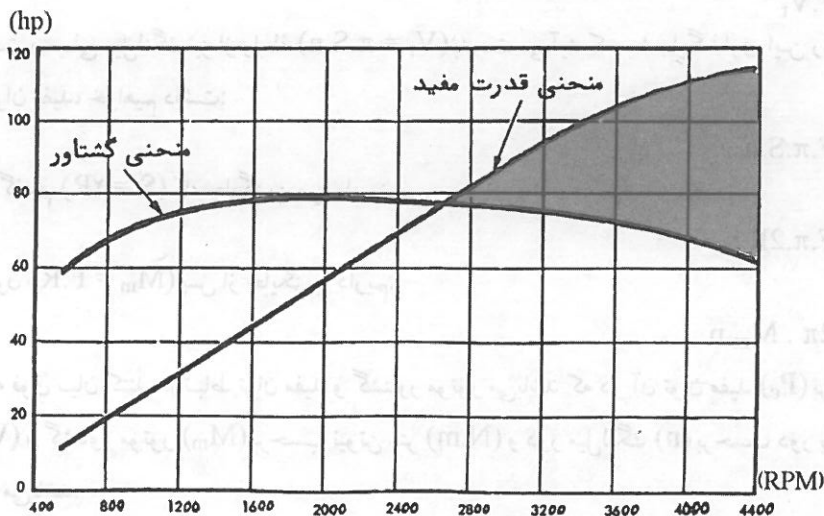
که پس از ساده‌سازی چنین می‌شود:

$$P_e = \frac{M_m \cdot n}{9550}$$

در این رابطه توان مفید موتور (P_e) برحسب کیلووات (KW) ، گشتاور موتور (M_m) برحسب نیوتن متر $(N \cdot m)$ و دور میل‌لنگ (n) برحسب دور بر دقیقه (RPM) می‌باشد.

بنابراین می‌توان گفت که توان موتور بستگی به دو عامل گشتاور موتور (M_m) و دور موتور (n) دارد. این مطلب بدین معناست که یک توان مشخص را می‌توان با یک گشتاور زیاد و دور کم و یا توسط یک گشتاور کم و دور زیاد تولید نمود.

همانگونه که در منحنی ارتباط توان مفید با گشتاور موتور نیز مشخص است، تا یک حدی با افزایش دور موتور، هم گشتاور موتور افزایش می‌یابد و هم توان مفید آن افزایش می‌یابد؛ ولی بعد از آن حد مشخص، با افزایش دور موتور، صرفاً توان مفید موتور افزایش می‌یابد و گشتاور موتور شروع به کاهش می‌نماید. علت کاهش گشتاور، کم شدن راندمان حجمی و افزایش مقدار اصطکاک می‌باشد. بنابراین برای اینکه بیشترین گشتاور را روی میل‌لنگ داشته باشیم، لازم است که موتور در یک دور بهینه کار نماید. نمودار شکل (۳-۴)، نمودار مشخصه موتور می‌باشد. در این نمودار، ارتباط توان مفید با گشتاور موتور نشان داده شده است. طبق این نمودار، هنگامی که مقدار گشتاور موتور ثابت است، توان موتور بصورت یک منحنی افزایش بر حسب دور می‌باشد.



شکل ۳-۴- ارتباط منحنی توان مفید با گشتاور موتور

مسئله ۸: گشتاور یک موتور ۶ سیلندر چهار زمانه، در دور ۲۸۶۵ RPM برابر ۱۲۰ N.m می‌باشد. اگر راندمان مکانیکی این موتور ۹۰٪ باشد. توان تئوری موتور را بر حسب کیلووات محاسبه نمایید؟

حل: ابتدا توان مفید موتور را از رابطه زیر محاسبه می‌نماییم:

$$P_e = \frac{M_m \cdot n}{9550} \Rightarrow P_e = \frac{120 \times 2865}{9550} \Rightarrow P_e = 36 \text{ kw}$$

حال توان تئوری موتور را با استفاده از فرمول راندمان مکانیکی موتور بدست می‌آوریم:

$$\eta = \frac{P_e}{P_i} \Rightarrow 0.90 = \frac{36}{P_i} \Rightarrow P_i = 40 \text{ kw}$$

۳-۸- توان حجمی موتور: (Engine Volume Power)

این کمیت بیانگر مقدار توان مفیدی می‌باشد که موتور قادر است به ازای هر لیتر از حجم مفید خودش تولید نماید. با این تعریف، توان حجمی موتور را می‌توان توسط رابطه زیر محاسبه نمود:

$$P_V = \frac{P_e}{V_E}$$

که در آن P_e توان مفید موتور برحسب کیلووات، V_E حجم مفید موتور برحسب لیتر و P_V توان حجمی موتور برحسب کیلووات بر لیتر $\left(\frac{Kw}{Litr}\right)$ می‌باشد.

۳-۹- توان وزنی موتور: (Engine Weight Power)(P_w)

این کمیت بیان کننده توانی است که موتور می‌تواند به ازای هر نیوتن از وزنش تحمل نماید. یعنی:

$$P_w = \frac{P_e}{W}$$

که در آن W وزن موتور برحسب نیوتن (N)، P_e توان مفید موتور برحسب کیلووات (KW) و P_w توان وزنی موتور برحسب کیلووات بر نیوتن $\left(\frac{KW}{N}\right)$ می‌باشد.

۳-۱۰- قانون عمومی گازها: (Gases General Rule)

در گازها سه پارامتر وجود دارد که از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. این سه پارامتر، کمیت‌های فشار (P)، حجم (V) و دما (T) می‌باشند. هنگامی که مقدار معینی گاز در داخل یک فضای بسته همچون فضای سیلندر قرار می‌گیرد، بین تغییرات این سه کمیت، یک ارتباط مشخص وجود دارد. بطوریکه با کاهش حجم، فشار افزایش می‌یابد و یا اگر فشار افزایش یابد، دما بالا می‌رود. نحوه این ارتباط براساس قانون عمومی گازها مطابق ذیل بیان می‌گردد:

$$\frac{PV}{T} = \text{ثابت}$$

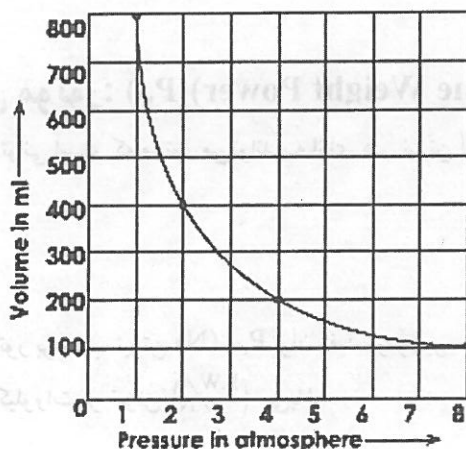
یعنی نسبت فوق برای گازی که در یک فضای بسته قرار گرفته است، همواره مقداری ثابت بوده و تغییرات یکی از کمیت‌ها بر روی کمیت‌های دیگر تأثیر گذار است. بطوریکه می‌توان ارتباط این سه کمیت را در دو حالت مختلف چنین بیان نمود:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

کمیت‌های V_1 ، P_1 و T_1 به ترتیب فشار، حجم و دمای حالت اول می‌باشد و کمیت‌های V_2 ، P_2 و T_2 مقادیر فشار، حجم و دمای حالت دوم است. البته لازم به ذکر است که در این فرمول‌ها فشار برحسب واحد پاسکال (Pa)، حجم برحسب متر مکعب (m^3) و دما برحسب کلوین (K) بیان می‌گردد. لازم به ذکر است که هر درجه کلوین از لحاظ مقدار با یک درجه سانتیگراد برابر است، ولی دمای صفر درجه سانتیگراد، معادل ۲۷۳ درجه کلوین می‌باشد. یعنی:

$$T = C + 273$$

که در آن T دما برحسب درجه کلوین و C بیانگر دما برحسب درجه سانتیگراد می‌باشد.



شکل ۳-۵- ارتباط فشار و حجم گازها در دمای ثابت

۳-۱۱- فرآیند حجم ثابت: (Constant Volume Process)

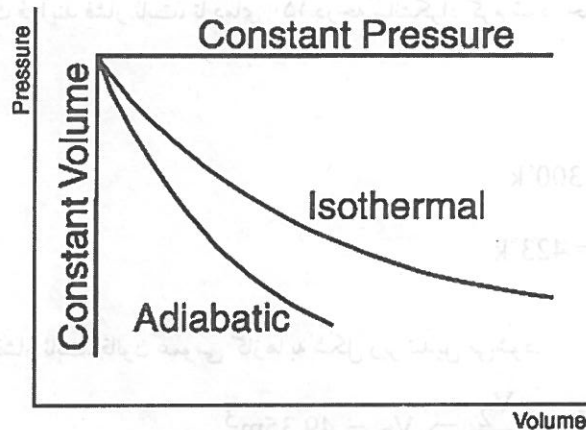
همانطور که گفته شد، کمیت‌های فشار، حجم و دما می‌تواند در یک فرآیند تغییر نماید. اما منظور از فرآیند حجم ثابت، فرآیندی است که در آن حجم گاز بدون تغییر و ثابت باقی بماند. در این حالت با افزایش فشار، دما نیز افزایش خواهد یافت و بالعکس با کاهش فشار، دما نیز کاهش می‌یابد.

۳-۱۲- فرآیند فشار ثابت: (Constant Pressure Process)

اگر در یک فرآیند، مقدار فشار گاز ثابت نگه داشته شود، به این حالت، فرآیند فشار ثابت گفته می‌شود. در یک فرآیند فشار ثابت، افزایش درجه حرارت و گرم شدن گاز باعث افزایش حجم و انبساط می‌گردد.

۳-۱۳- فرآیند هم دما: (Isothermal Process)

فرآیند هم دما، فرآیندی است که طی آن دما ثابت باشد. در این حالت حاصلضرب فشار در حجم همواره مقدار ثابتی است؛ یعنی افزایش حجم باعث کاهش فشار و بالعکس کاهش حجم باعث افزایش فشار می‌گردد.



شکل ۳-۶- تغییرات حجم و فشار در فرآیندهای فشار ثابت، هم دما، آدیاباتیکی و حجم ثابت

۳-۱۴- فرآیند آدیاباتیکی: (Adiabatic Process)

به فرآیندی که در حین انجام آن، هیچ‌گونه حرارتی به محیط انتقال داده نمی‌شود، فرآیند آدیاباتیکی گفته می‌شود. به عبارتی دیگر در یک فرآیند آدیاباتیکی، گاز از لحاظ حرارتی کاملاً ایزوله و عایق‌بندی می‌باشد. بنابراین در فرآیند آدیاباتیکی، اتلاف انرژی از طریق انتقال حرارت وجود ندارد.

مسئله ۹: اگر یک گاز در فشار ۱۰۰ kPa به مقدار ۵۰۰ سی‌سی از حجم سیلندر را اشغال کرده باشد، پس از متراکم‌سازی گاز طی یک فرآیند هم دما، حجم به میزان ۱۰۰ سی‌سی می‌گردد. در این حالت فشار گاز داخل سیلندر چقدر می‌شود؟

حل:

$$P_1 = 100 \text{ kPa} = 100 \times 10^3 \text{ Pa}$$

$$V_1 = 500 \text{ cc} = 500 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$P_2 = ?$$

$$V_2 = 100 \text{ cc} = 100 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

چون در این حالت فرآیند تراکم، یک فرآیند هم دما فرض شده است، خواهیم داشت:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\Rightarrow (100 \times 10^3) \times (500 \times 10^{-6}) = P_2 \times (100 \times 10^{-6})$$

$$\Rightarrow P_2 = 500 \times 10^3 \text{ Pa} \Rightarrow P_2 = 500 \text{ kPa}$$

مسئله ۱۰: جرم معینی از گاز، در دمای ۲۷ درجه سانتیگراد، ۳۵ متر مکعب فضا را اشغال نموده است. اگر این گاز طی یک فرآیند فشار ثابت، تا دمای ۱۵۰ درجه سانتیگراد گرم شود، حجم آن چقدر خواهد شد؟

حل:

$$T_1 = 27 + 273 = 300^\circ\text{K}$$

$$V_1 = 35 \text{ m}^3$$

$$T_2 = 150 + 273 = 423^\circ\text{K}$$

$$V_2 = ?$$

در یک فرآیند فشار ثابت، قانون عمومی گازها به شکل زیر تبدیل می‌شود:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{35}{300} = \frac{V_2}{423} \Rightarrow V_2 = 49.35 \text{ m}^3$$

مسئله ۱۱: هوای داخل یک سیلندر، قبل از مرحله تراکم در فشار ۹۵ kPa دارای حجم ۴۵۰ cm³ و دمای ۵۰ °C می‌باشد. در صورتیکه پس از عمل تراکم، حجم هوا به ۶۰ cm³ و دمای آن به ۳۲۰ °C برسد، فشار هوای داخل سیلندر چقدر خواهد بود؟

حل:

$$P_1 = 95 \text{ kPa} = 95 \times 10^3 \text{ Pa}$$

$$V_1 = 450 \text{ cm}^3 = 450 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$T_1 = 50 + 273 = 323^\circ\text{K}$$

$$V_2 = 60 \text{ cm}^3 = 60 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$T_2 = 320 + 273 = 593^\circ\text{K}$$

$$P_2 = ?$$

طبق قانون عمومی گازها داریم:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow \frac{95 \times 10^3 \times 450 \times 10^{-6}}{323} = \frac{P_2 \times 60 \times 10^{-6}}{593}$$

$$\Rightarrow P_2 = 1308.08 \times 10^3 \text{ Pa} \Rightarrow P_2 = 1308.08 \text{ kPa}$$

مسئله ۱۲: در یک موتور که دارای نسبت تراکم ۹ به ۱ می باشد. اگر قبل از تراکم، فشار مخلوط هوا - سوخت ۱۰۰ kPa و دمای آن ۶۵ °C باشد. فشار این مخلوط پس از عمل تراکم در دمای ۲۳۰ °C چقدر خواهد بود؟

حل:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{9}{1}$$

$$P_1 = 100 \text{ kPa} = 100 \times 10^3 \text{ Pa}$$

$$T_1 = 65 + 273 = 338^\circ\text{K}$$

$$P_2 = ?$$

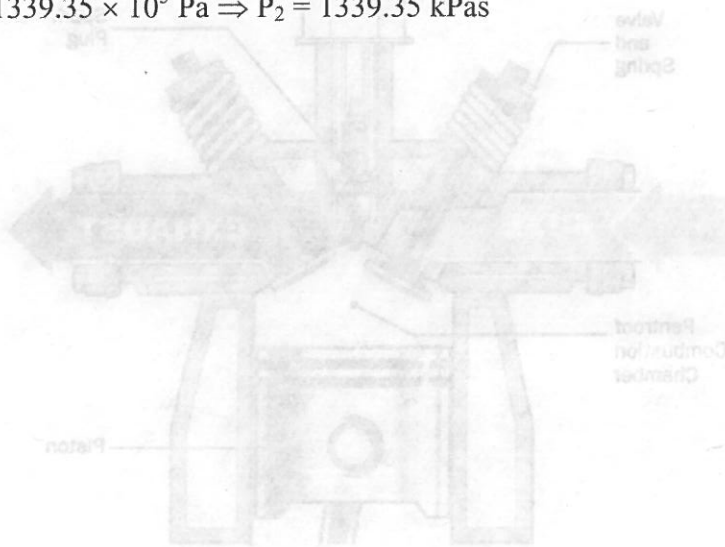
$$T_2 = 230 + 273 = 503^\circ\text{K}$$

طبق قانون عمومی گازها داریم:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow P_2 = \frac{P_1 T_2 V_1}{T_1 V_2} \Rightarrow P_2 = \frac{100 \times 10^3 \times 503 \times 9}{338 \times 1}$$

$$\Rightarrow P_2 = 1339.35 \times 10^3 \text{ Pa} \Rightarrow P_2 = 1339.35 \text{ kPa}$$



رسم فنی موتور - موتور چهار سیلندر - ۱-۲

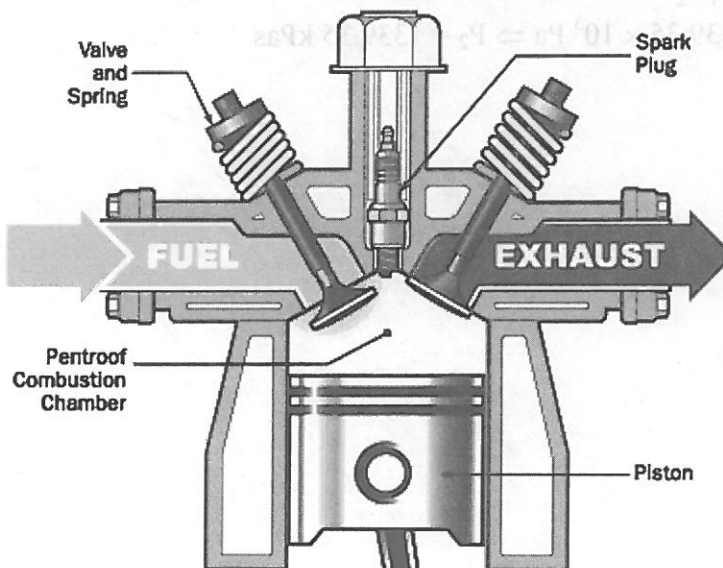
موتورهای اشتعال - جرقه‌ای

Spark - Ignition Engines

۴-۱- اصول عملکرد موتورهای اشتعال - جرقه‌ای:

(Principles of Performance)

موتورهای اشتعال - جرقه‌ای یکی از متداولترین انواع موتورهای احتراق داخلی می‌باشد. در این گونه موتورها، همان چهار عمل مکش، تراکم، احتراق و تخلیه وجود دارد. موتور اشتعال - جرقه‌ای ممکن است به شکل‌های مختلفی باشد، ولی متداولترین شکل آن موتورهای پیستونی است.



شکل ۴-۱- ساختمان یک موتور اشتعال - جرقه‌ای

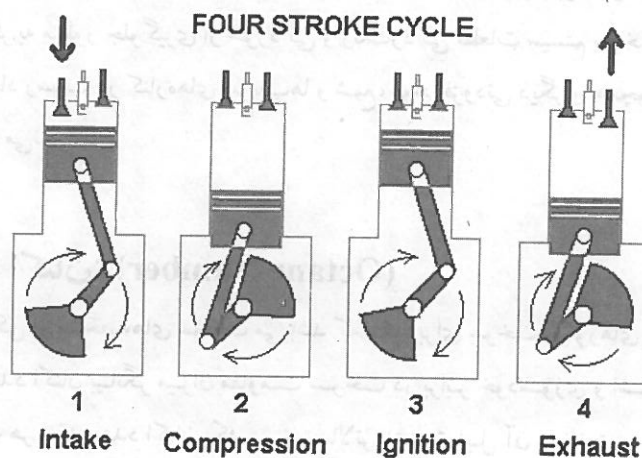
در یک موتور اشتعال - جرقه‌ای ضرورت دارد که ابتدا هوا و سوخت با یکدیگر ترکیب شوند و بعد از آن عمل تراکم انجام پذیرد. (برخلاف موتورهای دیزل که ابتدا هوا به تنهایی متراکم می‌شود). پس از عمل تراکم نیز برای شروع فرآیند احتراق، نیاز به یک جرقه داریم که توسط سیستم جرقه‌زنی تولید

می‌گردد. در نهایت با شکل‌گیری احتراق، گازهای تولید شده منبسط گردیده و باعث به حرکت در آمدن پیستون می‌شوند.

یکی از مهمترین مشخصه این گروه از موتورها، نیاز به سیستم جرقه‌زنی می‌باشد. در این موتورها شروع احتراق بدون جرقه‌زنی امکان‌پذیر نمی‌باشد.

یکی از مشخصه‌های دیگر موتورهای اشتعال - جرقه‌ای، استفاده از نسبت تراکم‌های پایین در حدود ۷:۱ الی ۱۲:۱ می‌باشد. در این حالت ضرورت دارد که ابتدا عمل اختلاط هوا با سوخت انجام پذیرد و پس از آن متراکم‌سازی صورت پذیرد. بنابراین اگر نسبت تراکم بیشتر از حد معینی باشد، احتمال بروز پدیده خودسوزی وجود خواهد داشت. بطوریکه قبل از عمل جرقه‌زنی و صرفاً در اثر افزایش بیش از حد فشار و دما در هنگام تراکم، سوخت محترق می‌گردد.

ایجاد پدیده خودسوزی و احتراق نابه‌هنگام، یکی از موارد بسیار مهمی است که می‌تواند باعث افت قدرت و نامنظم کار کردن موتور شود. احتراق‌های بی‌موقع، نه تنها راندمان پایین‌تری دارند، بلکه گاهی اوقات نیز نیروهای مقاوم ایجاد می‌نمایند.



شکل ۴-۲- مراحل عملکرد یک موتور اشتعال - جرقه‌ای

۴-۲- سوخت موتورهای اشتعال - جرقه‌ای:

(Fuel of Spark - Ignition Engines)

برای موتورهای اشتعال - جرقه‌ای، سوختی مناسب است که در برابر پدیده خودسوزی از خود مقاومت نشان دهد و در هنگام متراکم شدن به سرعت محترق نگردد. با توجه به این شرایط، بنزین یکی از مناسب‌ترین سوخت‌ها برای موتورهای اشتعال - جرقه‌ای می‌باشد. به همین دلیل به این دسته از موتورها، موتورهای بنزینی نیز گفته می‌شود. هر چند که گاهی اوقات در موتورهای اشتعال - جرقه‌ای، از

سوخت‌های دیگری، همچون گاز و یا الکل نیز استفاده می‌شود. بنزین به عنوان یکی از مشتقات نفت خام، دارای یک ساختار هیدروکربنی می‌باشد که از مولکول‌های پنتان (C_5H_{12})، هگزان (C_6H_{14})، هپتان (C_7H_{16})، اکتان (C_8H_{18})، نونان (C_9H_{20}) و دکان ($C_{10}H_{22}$) تشکیل یافته است. سبک‌ترین ماده موجود در بنزین، پنتان با نقطه جوش 37° درجه سانتیگراد و سنگین‌ترین ماده موجود در آن، دکان با نقطه جوش $204^\circ C$ درجه سانتیگراد می‌باشد. بنابراین دمای تبخیر بنزین، یک دمای مشخص نمی‌باشد و از 37° درجه سانتیگراد شروع می‌شود و تا 204° درجه سانتیگراد ادامه می‌یابد.

خاصیت فراریت بنزین، در هنگام روشن کردن موتور یک مزیت محسوب می‌شود که به روشن شدن آسان موتور کمک می‌نماید. ولی از سوی دیگر تبخیر بیش از حد بنزین مخصوصاً در هوای گرم، می‌تواند باعث خفه کردن موتور شود.

در ضمن ارزش حرارتی بنزین 32300 کیلو ژول بر لیتر می‌باشد. یعنی در اثر سوختن یک لیتر بنزین، 32300 کیلو ژول انرژی آزاد می‌شود. (این مقدار معادل 10500 کیلو کالری بر کیلو گرم می‌باشد.) از سوی دیگر به منظور جلوگیری از خوردگی و زنگ‌زدگی قطعات سیستم سوخت‌رسانی و همچنین جلوگیری از ایجاد رسوب در کناره‌های سوپاپ‌ها و شمع، مواد افزودنی دیگری همچون اتیلن دی برومید را به بنزین اضافه می‌نمایند.

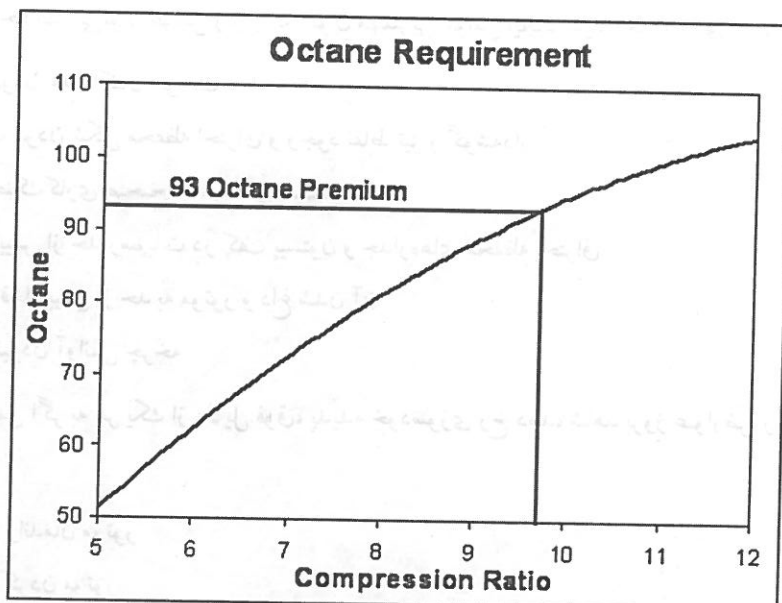
۴-۳- عدد اکتان: (Octane Number)

عدد اکتان یکی از مشخصه‌های سوخت می‌باشد که بیشتر برای سوخت موتورهای اشتعال - جرقه‌ای مطرح می‌باشد. عدد اکتان بیانگر میزان مقاومت سوخت در برابر خودسوزی و اشتعال خود به خود می‌باشد. بطوریکه هر چقدر عدد اکتان یک سوخت بالاتر باشد، تمایل آن سوخت به خودسوزی کمتر خواهد بود.

واضح است که با توجه به شرایط موتورهای اشتعال - جرقه‌ای که ابتدا هوا با سوخت مخلوط می‌شود و سپس عمل تراکم صورت می‌پذیرد؛ اگر عدد اکتان سوخت مورد استفاده پایین باشد، امکان ایجاد اشتعال خود به خود قبل از عمل جرقه‌زنی وجود خواهد داشت. بنابراین باید در نظر داشت که برای موتورهای اشتعال - جرقه‌ای، از سوخت‌هایی استفاده شود که دارای عدد اکتان بالایی می‌باشند. زیرا هر چقدر عدد اکتان بیشتر باشد، می‌توان از نسبت تراکم‌های بالاتری استفاده نمود.

یکی از سوخت‌های بسیار مناسب که در موتورهای اشتعال - جرقه‌ای استفاده می‌شود، بنزین است که معمولاً عدد اکتان آن بین ۹۰ الی ۱۰۰ می‌باشد. یکی از روش‌های افزایش عدد اکتان بنزین، افزودن

ترا اتیل سرب می‌باشد که در این حالت بنزین سوپر نامیده می‌شود.



شکل ۳-۴- ارتباط عدد اکتان با نسبت تراکم

۴-۴- پدیده خودسوزی: (Auto Burning Phenomenon)

یکی از مشکلاتی که ممکن است در موتورهای اشتعال - جرقه‌ای بروز نماید، ایجاد پدیده خودسوزی می‌باشد. یعنی قبل از آنکه عمل جرقه‌زنی صورت پذیرد، در اثر افزایش فشار و دمای ناشی از تراکم، سوخت محترق گردد. شکل‌گیری احتراق قبل از زمان جرقه‌زنی، نه تنها باعث کاهش رانندمان موتور می‌شود، بلکه ایجاد نیروهای ترمزگیری نیز می‌نماید. از سوی دیگر شاهد بد کار کردن موتور خواهیم بود و مصرف سوخت نیز به شدت بالا می‌رود.

پدیده خودسوزی ممکن است در اثر عوامل مختلفی بروز نماید، ولی یکی از مهمترین آنها، پایین بودن عدد اکتان سوخت می‌باشد. هر چند که شکل محفظه احتراق نیز خیلی مؤثر می‌باشد. هنگامی که محفظه احتراق دارای نقاط نوک تیز و گوشه می‌باشد، امکان گردش و توزیع یکنواخت مخلوط هوا و سوخت وجود ندارد. بنابراین ممکن است، دمای یک نقطه به صورت موضعی افزایش یافته و پدیده خودسوزی و اشتعال خود به خود از همان نقطه شروع شود. بنابراین می‌توان گفت که مناسب‌ترین شکل محفظه احتراق، شکل‌های مدور و کروی می‌باشد.

حتی عوامل دیگری از قبیل تجمع بیش از حد رسوبات در کف پیستون و جداره‌های محفظه احتراق و یا خنک‌کاری نامناسب جداره‌های سیلندر، می‌تواند باعث گرم شدن موضعی یک نقطه گردد و اشتعال

خود به خود از همان نقطه آغاز گردد.

بطور خلاصه می‌توان عوامل زیر را به عنوان مهمترین عوامل ایجاد پدیده خودسوزی نام برد:

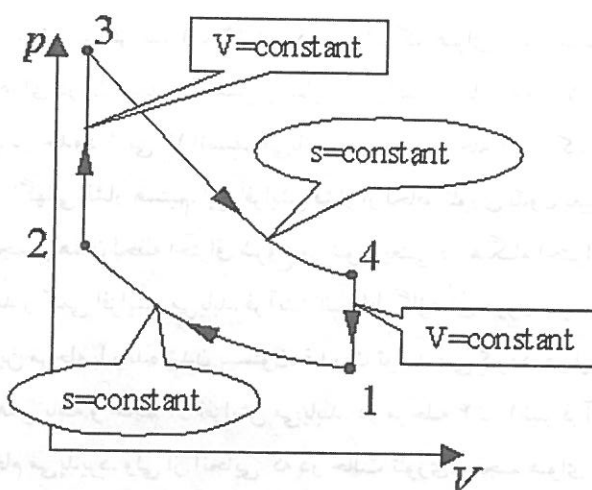
- ۱- پایین بودن عدد اکتان سوخت
- ۲- مناسب نبودن شکل محفظه احتراق و وجود نقاط تیز و گوشه‌دار
- ۳- عدم خنک کاری صحیح جداره‌های سیلندر
- ۴- تجمع بیش از حد رسوبات در کف پیستون و جداره‌های محفظه احتراق
- ۵- اعمال فشار بیش از حد به موتور و داغ شدن آن
- ۶- تنظیم نبودن آوانس چرخه

در ضمن اگر به هر یک از دلایل فوق، پدیده خودسوزی رخ دهد، شاهد بروز عوارض زیر خواهیم بود:

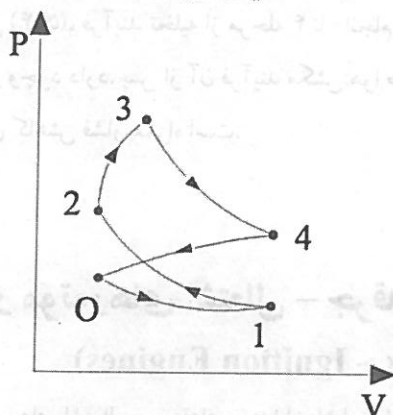
- ۱- کاهش راندمان موتور
- ۲- بد کار کردن موتور
- ۳- داغ کردن موتور
- ۴- بالا رفتن میزان مصرف سوخت
- ۵- اعمال ضربات ناگهانی به قطعات موتور و افزایش احتمال آسیب دیدگی قطعات

۴-۵- سیکل اتو: (Otto Cycle)

فرآیند تراکم مخلوط هوا - سوخت و پدیده احتراق ناشی از عمل جرقه زنی در موتورهای اشتعال - جرقه ای یک فرآیند ترمودینامیکی می‌باشد که از چرخه اتو تبعیت می‌نماید. چرخه اتو بیانگر فرآیندهای یک موتور اشتعال - جرقه ای می‌باشد. طبق بیان این چرخه، در هنگام انجام فرآیندهای مکش، تراکم، احتراق و تخلیه در یک موتور احتراق داخلی، مقادیر فشار و حجم گازهای درون سیلندر، مطابق نمودار شکل (۴-۴) تغییر می‌نماید. این نمودار تئوری چرخه اتو می‌باشد. ولی در عمل تغییرات فشار و حجم، کمی با این نمودار متفاوت است. مقادیر واقعی چرخه اتو نیز در نمودار شکل (۴-۵) نشان داده شده است.



شکل ۴-۴- سیکل تئوری اتو



The Otto Cycle On a P-V Diagram

شکل ۵-۴- سیکل عملی اتو

عوامل زیادی وجود دارد که باعث شده است بین نمودار تئوری و نمودار عملی چرخه اتو، اختلافاتی وجود داشته باشد. مهمترین این عوامل عبارتند از:

- ۱- در سیکل تئوری فرض شده است که هوای درون سیلندر، یک هوای ثابت است، در صورتیکه در هر سیکل یک مرتبه هوای درون سیلندر تخلیه شده و دوباره هوای تازه مکش می‌گردد.
- ۲- احتراق یک فرآیند برگشت‌ناپذیر است.
- ۳- در دماهای بالا، به جای فرآیند احتراق، صرفاً انتقال حرارت وجود دارد.
- ۴- قسمتی از انرژی تولید شده در اثر احتراق، بصورت انتقال حرارت به جداره‌های سیلندر منتقل می‌گردد.

طبق نمودارهای چرخه اتو، فرآیند ۱ تا ۲ نشان دهنده تراکم هوای درون سیلندر می‌باشد. در این فرآیند مقدار حجم هوای درون سیلندر، کاهش و فشار آن افزایش می‌یابد. معمولاً در موتورهای بنزینی، فشار ناشی از تراکم، در حدود ۸ الی ۱۶ اتمسفر می‌باشد. سپس در مرحله ۲ تا ۳ که بیانگر لحظه احتراق است، شاهد افزایش ناگهانی فشار هستیم. این افزایش فشار از لحاظ تئوری بدون تغییر حجم می‌باشد. ولی در عمل، افزایش حجم از همان لحظه احتراق شروع می‌شود. یعنی در هنگام احتراق، علاوه بر افزایش فشار، حجم نیز به مقدار کمی افزایش می‌یابد. فرآیند انبساط گازهای درون سیلندر، از مرحله ۳ الی ۴ انجام می‌پذیرد. در این مرحله با رانده شدن پیستون، قدرت تولید می‌گردد. در این حالت فشار درون سیلندر به تدریج کاهش یافته و حجم آن افزایش می‌یابد. در مرحله ۴ تا ۱ نیز فرآیندهای تخلیه دود و مکش هوای تازه انجام می‌پذیرد. ولی از آنجایی که در حالت تئوری، حجم هوای داخل سیلندر مقدار ثابتی در نظر گرفته شده است، در فرآیند ۴ تا ۱ فقط شاهد کاهش فشار هستیم. در صورتیکه در عمل، مطابق نمودار عملی شکل (۴-۵)، فرآیند تخلیه از مرحله ۴ تا ۵ انجام می‌پذیرد که طی آن هم حجم کاهش می‌یابد و هم کاهش فشار وجود دارد. پس از آن فرآیند مکش هوا طی فرآیند ۵ تا ۱ صورت می‌پذیرد که با افزایش حجم و مقداری کاهش فشار همراه است.

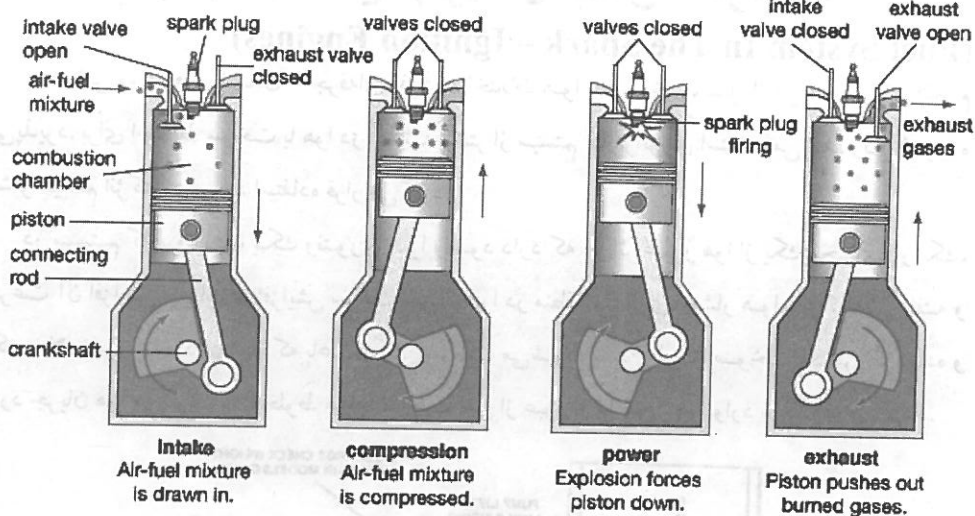
۴-۶- احتراق در موتورهای اشتعال - جرقه‌ای:

(Ignition In The Spark – Ignition Engines)

از آنجایی که در موتورهای اشتعال - جرقه‌ای، ابتدا اختلاط هوا با سوخت انجام می‌شود و سپس عمل تراکم انجام می‌پذیرد، واضح است که برای شروع احتراق باید مخلوط متراکم شده هوا و سوخت محترق گردد. برای این منظور نیاز به جرقه‌زنی داریم. فرآیند سوختن مخلوط متراکم بنزین و هوا در حدود ۰/۰۳ تا ۰/۰۵ ثانیه طول می‌کشد.

از سوی دیگر چون احتراق با جرقه‌زنی شروع می‌شود، شعله آتش نیز از همان نقطه‌ای که جرقه ایجاد شده است (یعنی سر شمع)، شروع می‌شود و با پیشروی به سایر نقاط نیز می‌رسد. یعنی احتراق و شعله‌ور شدن از سر شمع شروع شده و سپس به سایر نقاط نفوذ می‌نماید. البته چون عمل اختلاط هوا و سوخت در مراحل قبل تر انجام پذیرفته است، احتراق بصورت یکنواخت می‌باشد که به آن شعله پیش آمیخته (Premixed Flame) نیز گفته می‌شود. گاهی اوقات نیز به منظور یکنواخت تر شدن شعله احتراق، از دو شمع استفاده می‌شود. این موضوع علاوه بر یکنواخت تر نمودن احتراق، باعث قوی تر شدن احتراق و تولید قدرت بیشتر نیز می‌شود.

Four-stroke cycle

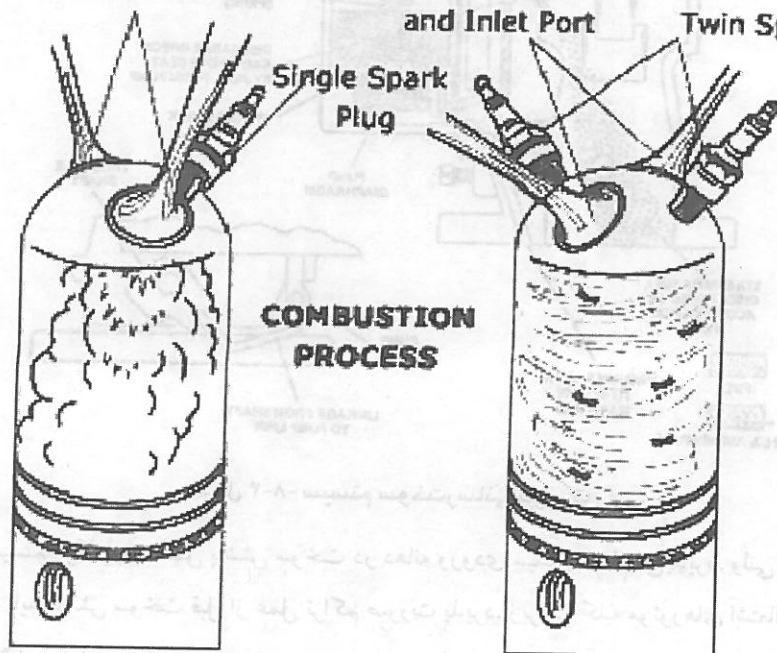


شکل ۴-۶- مراحل شکل‌گیری احتراق در موتورهای اشتعال - جرقه‌ای

Non Offset Ports

Offset Exhaust Port
and Inlet Port

Twin Spark Plug



Conventional 4 Stroke Engine

DTS-Si Engine

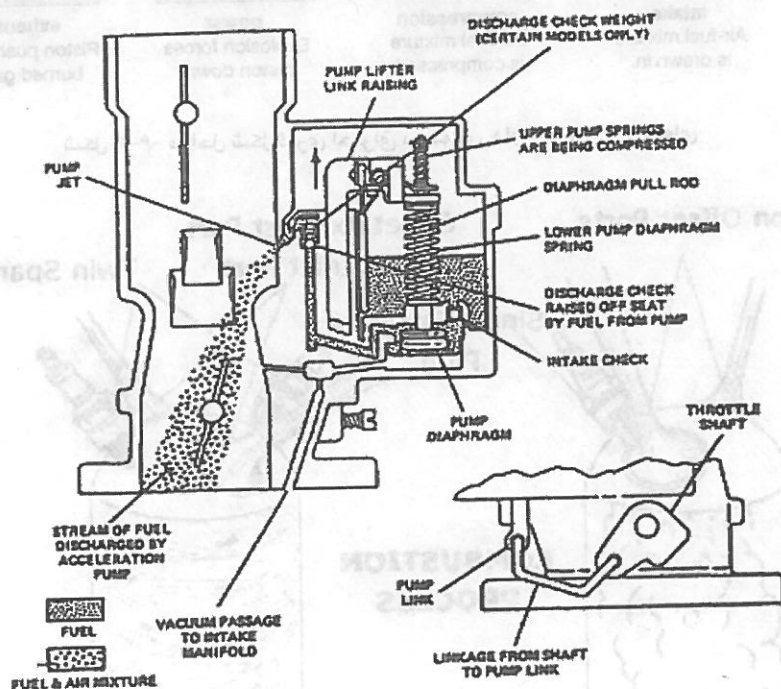
شکل ۴-۷- استفاده از دو شمع، احتراق را یکنواخت‌تر و قوی‌تر می‌کند

۴-۷- سیستم سوخت‌رسانی موتورهای اشتعال - جرقه‌ای:

(Fuel System In The Spark - Ignition Engines)

در تمامی موتورهای اشتعال - جرقه‌ای، فرآیند اختلاط هوا با سوخت، قبل از مرحله تراکم انجام می‌پذیرد. برای اختلاط سوخت با هوا در گذشته بیشتر از سیستم کاربراتوری استفاده می‌شد. ولی امروزه بیشتر سیستم انژکتوری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در سیستم کاربراتوری، یک ونتوری هوا وجود دارد که در اثر عبور هوا از یک مجرای باریک، سرعت آن افزایش می‌یابد. با افزایش سرعت جریان هوا در منطقه ونتوری، فشار هوا نیز کاهش یافته و یک خلاء نسبی بوجود می‌آید که باعث مکش سوخت می‌شود. بدین طریق سوخت مکش گردیده و وارد جریان هوا می‌شود. این مخلوط هوا با سوخت پس از عبور از مانیفولد هوا وارد سیلندرها می‌گردد.

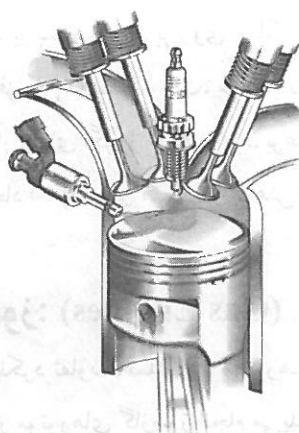


شکل ۴-۸- سیستم سوخت‌رسانی کاربراتوری

در سیستم انژکتوری، عمل پاشش سوخت در دهانه ورودی سیلندر انجام می‌پذیرد. ولی توجه داشته باشید که باید پاشش سوخت قبل از عمل تراکم صورت پذیرد. زیرا در کلیه موتورهای اشتعال - جرقه‌ای ابتدا اختلاط هوا با سوخت انجام می‌شود و سپس این مخلوط متراکم می‌گردد. در صورتیکه در موتورهای دیزل پاشش سوخت پس از تراکم هوا انجام می‌شود.

در سیستم انژکتوری در قسمت بالای محفظه احتراق، یک انژکتور سوخت قرار گرفته است که به

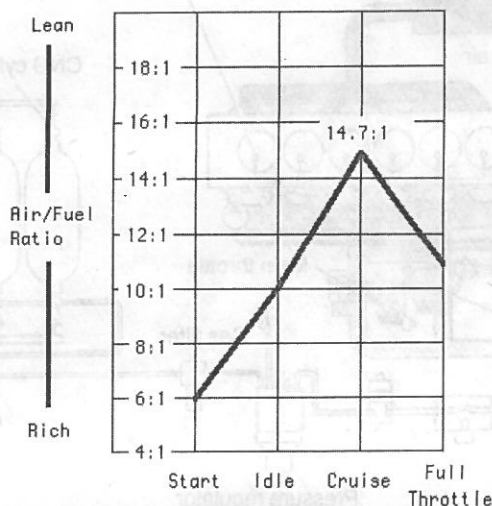
منظور پاشش سوخت مورد استفاده قرار می‌گیرد. فشار مورد نیاز برای پاشش سوخت نیز توسط پمپ سوخت تأمین می‌گردد.



شکل ۴-۹- سیستم سوخت‌رسانی انژکتوری در موتور اشتعال - جرقه‌ای

۴-۸- نسبت اختلاط هوا با سوخت: (Air/Fuel Ratio)

نسبت اختلاط هوا با سوخت در موتورهای اشتعال - جرقه‌ای بستگی به شرایط کاری موتور دارد. مثلاً در هنگامی که موتور در حال شتاب‌گیری است و یا در هنگام استارت زدن موتور که هنوز موتور گرم نشده است، نیاز به سوخت بیشتری می‌باشد. در صورتیکه در برخی دیگر از لحظات همچون لحظه ترمزگیری، بهتر است که درصد سوخت کاهش یابد.



شکل ۴-۱۰- نسبت اختلاط هوا با سوخت

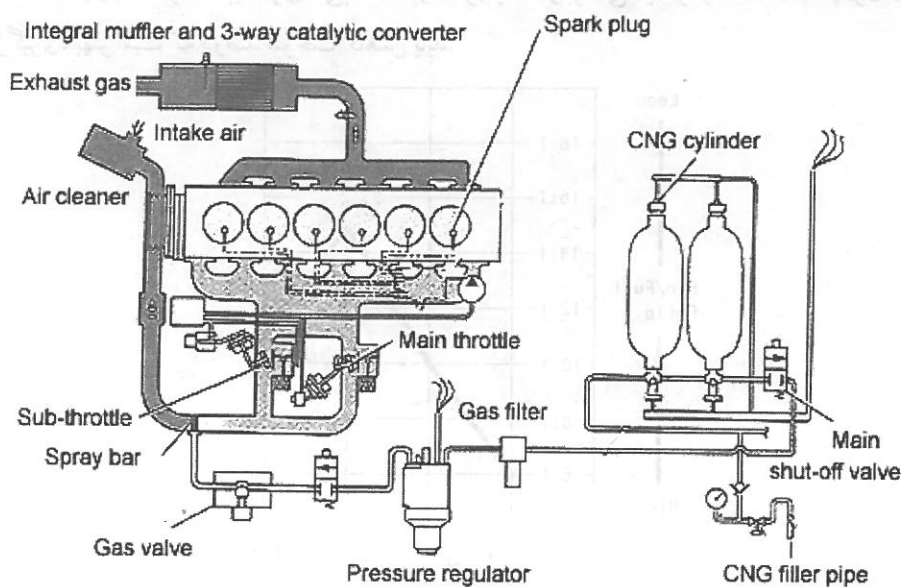
البته در شرایط کارکرد عادی موتور، مناسب‌ترین نسبت اختلاط، ۱۴/۷:۱ می‌باشد. یعنی به ازای هر مقدار سوخت، می‌بایست ۱۴/۷ برابر هوا وارد شود.

رعایت نسبت اختلاط مناسب، تأثیر بسیار زیادی بر روی عملکرد موتور، راندمان آن و میزان مصرف سوخت دارد. بطوریکه در صورت افزایش درصد سوخت، شاهد بالا رفتن میزان مصرف سوخت و خارج شدن هیدروکربن‌های سوخته نشده از انتهای اگزوز خواهیم بود. برعکس کم بودن میزان درصد سوخت در مخلوط هوا - سوخت، باعث ایجاد احتراق‌های ضعیف و کاهش قدرت موتور می‌گردد.

۹-۴- موتورهای گازسوز: (Gas Engines)

موتورهای گازسوز از لحاظ عملکرد تفاوت عمده‌ای با موتورهای بنزینی ندارند. یعنی چهار عمل مکش، تراکم، احتراق و تخلیه نیز در موتورهای گازسوز انجام می‌پذیرد و شروع فرآیند احتراق با استفاده از عمل جرقه‌زنی می‌باشد.

اما سیستم سوخت‌رسانی موتورهای گازسوز کاملاً متفاوت است. زیرا در موتورهای بنزینی، برای ارسال سوخت از باک به موتور، از پمپ سوخت استفاده می‌شود؛ در صورتیکه در موتورهای گازسوز، سوخت بصورت فشرده شده در یک مخزن ذخیره شده است و فشار درونی مخزن سوخت برای ارسال سوخت از مخزن به موتور کفایت می‌کند. حتی در مسیر ارسال گاز از مخزن به موتور، شیرهای فشار شکن و شیرهای کنترل سوخت نیز وجود دارد.



شکل ۴-۱۱- موتور گازسوز

یکی دیگر از تفاوت‌های اصلی یک موتور گازسوز با یک موتور بنزینی، شکل محفظه احتراق آن می‌باشد. از آنجایی که شرایط احتراق گاز و خواص آن از جمله دمای احتراق و عدد اکتان آن با بنزین متفاوت است، مناسب است که شکل محفظه احتراق، محل قرارگیری سوپاپ‌ها و زاویه پاشش سوخت نیز متناسب با شرایط سوخت گاز طراحی گردد. به این موتورها، موتورهای پایه گازسوز (Gas Base Engines) گفته می‌شود.

البته در بسیاری از اوقات موتورها بصورت دوگانه‌سوز (Double Fuel Engines) می‌باشند. در این حالت محفظه احتراق موتور براساس یک سوخت طراحی گردیده است، ولی همین محفظه احتراق برای سوخت دیگر نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای سوخت‌رسانی نیز دو سیستم مجزا وجود دارد که امکان استفاده از هر دو سیستم وجود دارد. ولی هنگامی که یک سیستم در حال استفاده است، سیستم دیگر از مدار خارج می‌شود.

ولی توجه داشته باشید هنگامی که محفظه احتراق یک موتور براساس سوخت بنزین طراحی گردیده است و بطور همزمان برای گاز نیز استفاده می‌شود، موتور دچار افت قدرت می‌گردد.

موتورهای اشتعال - تراکمی (موتور دیزل) *Compression - Ignition Engines (Diesel Engine)*

۵-۱- مقدمه: (Introduction)

منظور از موتور اشتعال - تراکمی، همان موتور دیزل می‌باشد. موتور دیزل برای اولین بار توسط رودلف دیزل ابداع گردید. آقای رودلف دیزل در سال ۱۸۵۸ میلادی در خانواده‌ای فقیر به دنیا آمد و با سختی‌های فراوان تحصیلات خود را در دانشگاه صنعتی مونیخ به پایان رسانید.

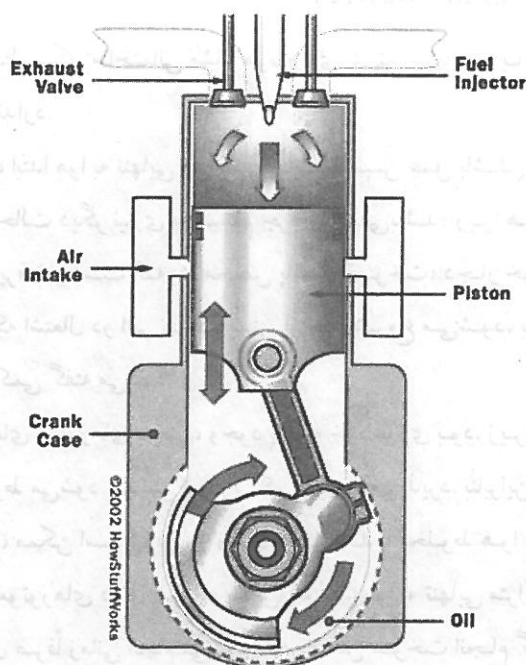
رودلف دیزل در فکر ابداع موتوری بود که راندمان آن بیشتر از موتورهای بنزینی باشد. به همین منظور موتوری را طراحی نمود که بتواند هوای خالص را در هنگام تراکم بیشتر از حد معمول در موتورهای بنزینی، متراکم نماید. مبنای این طرح چنین بود که هوا را آن قدر متراکم و پرفشار نماییم تا گرمای مورد نیاز برای احتراق در آن بوجود آید. بطوریکه به محض پاشش سوخت، در اثر پدیده خودسوزی، فرآیند احتراق شروع گردد.

رودلف دیزل اولین موتور دیزل خود را در سال ۱۸۹۲ میلادی در شهر برلین به ثبت رساند. البته لازم به ذکر است که اولین موتور ساخته شده توسط وی با گرد زغال سنگ کار می‌کرد؛ ولی با تکمیل طرح موتور دیزل، در طرح‌های بعدی از سوخت مایع (گازوئیل) استفاده شد. ایشان در سال ۱۹۱۳ هنگامی که به منظور مشاوره علمی با نیروی دریایی کشور انگلستان در داخل یک کشتی بود، به علت غرق شدن کشتی در گذشت و دار فانی را وداع گفت.

ارائه موتور دیزل که طرح جدیدی نسبت به موتورهای آن زمان بود، باعث ایجاد تحولی شگرف شد. هر چند که دور موتور در موتورهای اولیه بسیار پایین بود، ولی این مشکل نیز توسط آقای روبرت بوش در سال ۱۹۲۲ حل گردید. ایشان با تکمیل طرح موتور دیزل و طراحی پمپ انژکتور، توانست عملکرد و سرعت موتور دیزل را به شدت بهبود بخشد.

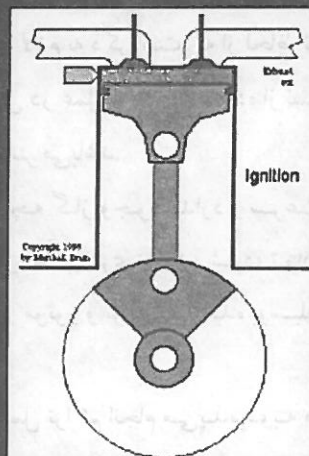
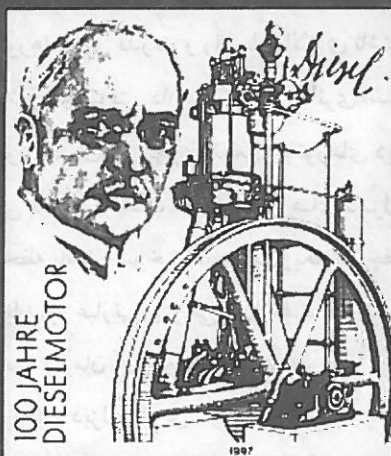
امروزه موتورهای دیزل در صنعت دارای اهمیت خاصی می‌باشند؛ زیرا علاوه بر خودروهای سنگین،

در کشتی‌ها، قطارها، ماشین آلات صنعتی و کشاورزی، موتورهای مولد انرژی الکتریکی و ... نیز کاربرد دارند.



شکل ۵-۱- ساختمان یک موتور اشتعال - تراکمی (دیزل)

Rudolf Diesel invented the diesel to run on vegetable oil over 100 years ago



شکل ۵-۲- آقای رودلف دیزل و موتور اختراعی او

۵-۲- اصول عملکرد موتورهای اشتعال - تراکمی:

(Principles Of Performance)

موتورهای دیزل از نظر شکل ساختمانی مشابه موتورهای بنزینی می‌باشند، با این تفاوت که در آنها سیستم جرقه‌زنی وجود ندارد.

در موتورهای دیزل، ابتدا هوا به تنهایی متراکم گردیده و سپس عمل پاشش سوخت توسط انژکتور انجام می‌پذیرد. در این حالت دیگر نیازی به سیستم جرقه‌زنی نمی‌باشد؛ زیرا هوای متراکم شده داخل سیلندر، آن قدر گرم و پرفشار است که به محض پاشش سوخت، دچار خودسوزی شده و مشتعل می‌گردد. با توجه به اینکه اشتعال در اثر تراکم بیش از حد شروع می‌شود، به این مدل از موتورها، موتورهای اشتعال - تراکمی گفته می‌شود.

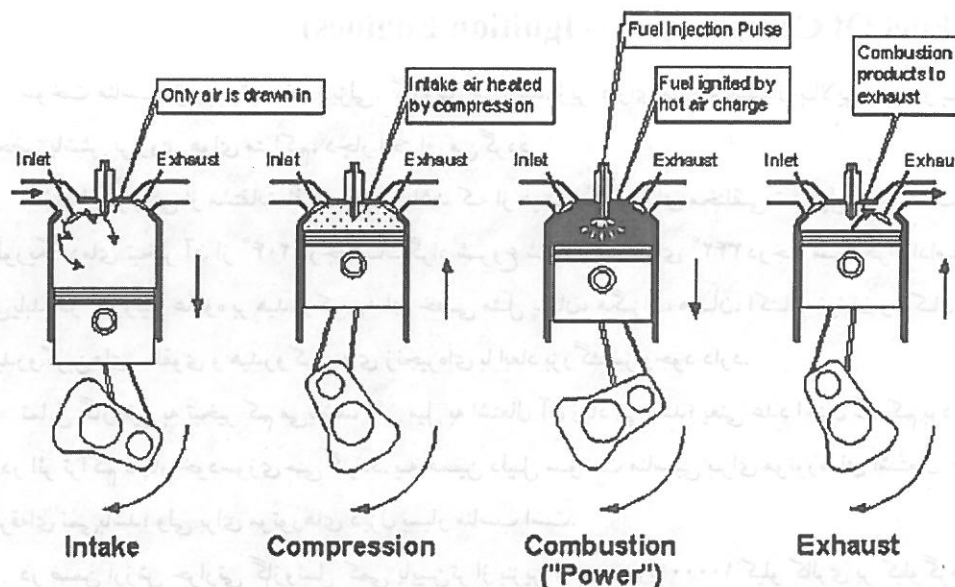
یکی از محدودیت‌های موتورهای بنزینی، وجود پدیده خودسوزی بود. زیرا در یک موتور بنزینی، ابتدا هوا با سوخت مخلوط می‌شود و سپس عمل تراکم صورت می‌پذیرد. بنابراین اگر نسبت تراکم از یک حد مشخصی بیشتر شود، ممکن است زودتر از زمان تعیین شده، مخلوط هوا و سوخت دچار احتراق گردد. در صورتیکه در موتورهای دیزل با توجه به این که ابتدا هوا به تنهایی متراکم می‌گردد، این مشکل بوجود نمی‌آید و احتراق صرفاً زمانی انجام می‌شود که پاشش سوخت انجام گردد. به همین دلیل در موتورهای دیزل می‌توان از نسبت تراکم‌های بالاتر در حدود ۱۴:۱ الی ۲۲:۱ استفاده نمود؛ حتی در برخی از موتورهای دیزل، از نسبت تراکم‌های بالاتر نیز استفاده می‌شود. این نسبت تراکم هر چقدر بیشتر باشد، دما و فشار نیز افزایش یافته و احتراق سریع‌تر آغاز می‌گردد.

استفاده از نسبت تراکم‌های بالا و ایجاد احتراق‌های قوی‌تر در موتورهای دیزل، باعث می‌شود که این مدل از موتورها دارای قدرت و راندمان بالاتری باشند. البته لازم به ذکر است که از لحاظ تئوری، چرخه اتو برای موتورهای بنزینی دارای راندمان بالاتری است، ولی در عمل به خاطر استفاده از نسبت تراکم‌های بالاتر و وجود احتراق‌های بهتر، راندمان موتورهای دیزل بیشتر می‌باشد.

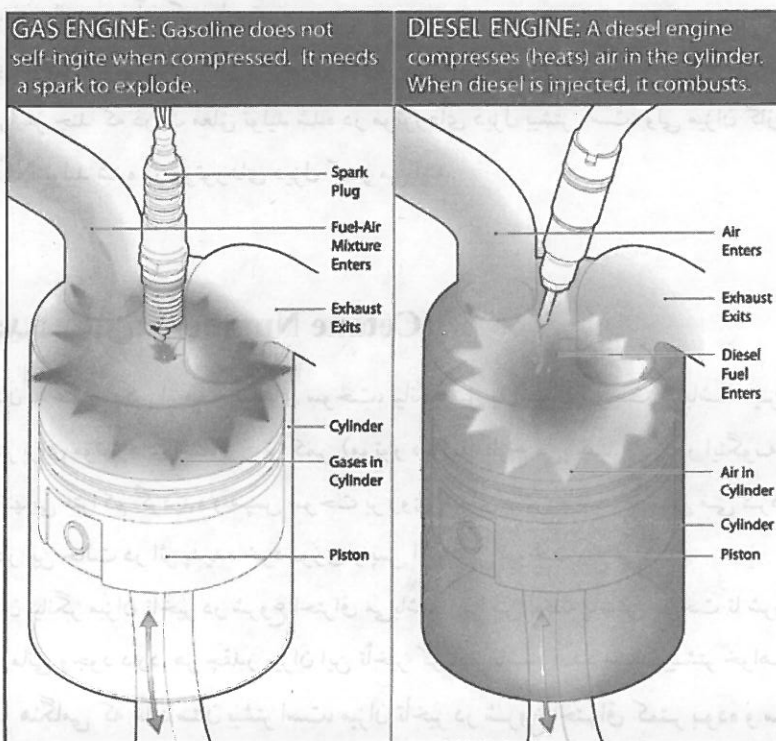
در ضمن قابل ذکر است که در موتورهای دیزل، دریچه گاز وجود ندارد و سرعت خروجی آن بستگی به لحظه پاشش سوخت دارد. بطوریکه هر چقدر سوخت بیشتری پاشیده شود، توان موتور بیشتر افزایش می‌یابد. به عبارتی بهتر می‌توان گفت که کنترل دور موتور و توان تولید شده بوسیله تنظیم مقدار پاشش سوخت و زمان آن انجام می‌پذیرد.

در موتورهای دیزل، تزریق سوخت با تأخیر و پس از عمل تراکم انجام می‌پذیرد، به همین دلیل در موتورهای دیزل، احتراق همراه با ریتارد است. همین موضوع باعث گردیده است که موتورهای دیزل در هنگام کار کردن در جا، خنک شوند.

4-stroke Compression-Ignition (Diesel) Engine Cycle



شکل ۵-۳- مراحل عملکرد یک موتور دیزل



شکل ۵-۴- تفاوت احتراق در موتورهای دیزل با موتورهای جرقه‌ای

۳-۵- سوخت موتورهای اشتعال - تراکمی: (Fuel Of Compression - Ignition Engines)

سوخت مناسب برای موتورهای دیزلی، گازوئیل می‌باشد. زیرا دارای میل به اشتعال بالایی بوده و به محض پاشش بر روی هوای متراکم، دچار احتراق می‌گردد.

گازوئیل نیز یکی از مشتقات نفت خام می‌باشد که از هیدروکربن‌های مختلفی تشکیل شده است. بطوریکه دمای تبخیر آن از 204° درجه سانتیگراد شروع شده و تا دمای 342° درجه سانتیگراد ادامه می‌یابد. در گازوئیل علاوه بر هیدروکربن‌های خطی مثل پنتان، هگزان، هپتان، اکتان، نونان و دکان، هیدروکربن‌های حلقوی و هیدروکربن‌های زنجیره‌ای با ابعاد بزرگ نیز وجود دارد.

تمایل گازوئیل به تبخیر کم می‌باشد، ولی میل به اشتعال آن زیاد می‌باشد؛ یعنی عدد اکتان آن کم بوده و در اثر تراکم دچار خودسوزی می‌گردد. به همین دلیل سوخت مناسبی برای موتورهای اشتعال - جرقه‌ای نمی‌باشد؛ ولی برای موتورهای دیزل بسیار مناسب است.

در ضمن ارزش حرارتی گازوئیل کمی پایین‌تر از بنزین و در حدود ۱۰۰۰۰ کیلو کالری بر کیلوگرم می‌باشد. از سوی دیگر به نسبت بنزین، ارزان قیمت‌تر بوده و میزان مواد آلاینده محیط زیست که در اثر احتراق تولید می‌شود، در آن کمتر است.

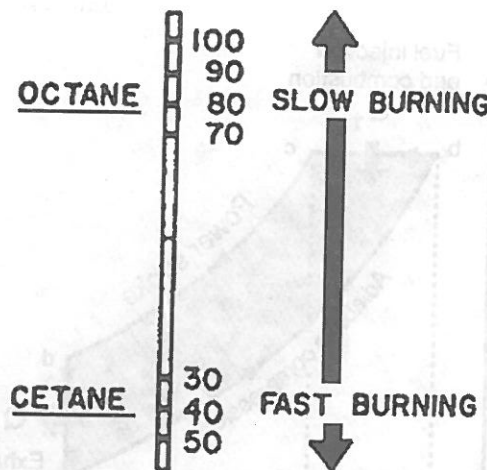
از سوی دیگر میزان آلاینده‌گی گازهای حاصل از سوختن گازوئیل، کمتر از موتورهای بنزینی می‌باشد. زیرا هر چند که ذرات معلق تولید شده در موتورهای دیزل بیشتر است، ولی میزان گازهای CO، HC و NO_x تولید شده در موتورهای دیزل کمتر می‌باشد.

۵-۴- عدد ستان: (Cetane Number)

عدد ستان به عنوان یکی از مشخصه‌های سوخت، بیانگر میل به اشتعال سوخت می‌باشد. این مشخصه سوخت بیشتر برای موتورهای اشتعال - تراکمی (موتور دیزل) مطرح می‌باشد. زیرا در اینگونه موتورها، ابتدا هوا به تنهایی متراکم گردیده و سپس سوخت بر روی هوای فشرده شده پاشش می‌گردد. فرآیند احتراق نیز در این حالت در اثر پدیده خودسوزی و پس از پاشش سوخت رخ می‌دهد.

عدد ستان بیانگر میزان تأخیر در شروع احتراق می‌باشد. زیرا بین لحظه پاشش سوخت تا شروع احتراق یک فاصله زمانی وجود دارد. هر چقدر میزان این تأخیر کوتاه‌تر باشد، عدد ستان بیشتر خواهد بود. به عبارتی دیگر هنگامی که عدد ستان بیشتر است، میزان تأخیر در شروع احتراق کمتر بوده و سوخت به سرعت شعله‌ور می‌گردد.

عدد ستان گازوئیل معمولاً بین ۴۰ الی ۵۰ می‌باشد. این مقدار در مقایسه با سایر سوخت‌ها بالاتر بوده و قابلیت اشتعال‌پذیری خوبی را برای گازوئیل ایجاد نموده است.



شکل ۵-۵- افزایش عدد ستان، میل به اشتعال را افزایش می‌دهد

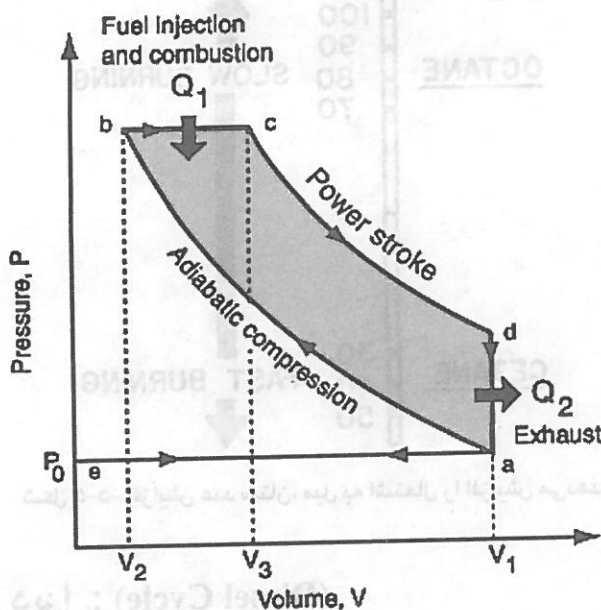
۵-۵- سیکل دیزل: (Diesel Cycle)

مطابق نمودار سیکل دیزل، در موتورهای اشتعال - تراکمی، ابتدا هوای خالص متراکم گردیده و سپس در یک فرآیند ترمودینامیکی، احتراق ناشی از پاشش سوخت بر روی هوای فشرده انجام می‌پذیرد. تغییرات فشار و حجم گازهای درون سیلندر، در هنگام مکش، تراکم، احتراق و تخلیه یک موتور دیزل در نمودار شکل (۵-۶) نشان داده شده است.

مطابق نمودار تغییرات فشار - حجم در سیکل دیزل، فرآیند a تا b، بیانگر زمانی است که پیستون به سمت بالا حرکت کرده و هوا را متراکم می‌نماید. در این فرآیند، در اثر کاهش حجم هوای درون سیلندر، فشار افزایش می‌یابد. در فرآیند b تا c، در اثر پاشش سوخت بر روی هوای فشرده، احتراق رخ می‌دهد. در هنگام پاشش سوخت و شروع احتراق، هر چند که با پایین آمدن پیستون، حجم شروع به افزایش می‌نماید، ولی تغییرات فشار خیلی محسوس نمی‌باشد. اما در فرآیند c الی d که پاشش سوخت پایان پذیرفته است و در اثر انبساط ناشی از احتراق، پیستون در حال پایین رفتن می‌باشد، قدرت تولید می‌گردد. در هنگام تولید قدرت، در اثر انبساط گازهای درون سیلندر، شاهد افزایش حجم و کاهش فشار خواهیم بود. در نقطه d سوپاپ دود باز شده و در اثر تخلیه گازهای حاصل از احتراق، یک افت فشار شدید ایجاد می‌گردد و بدین ترتیب سیکل دیزل از لحاظ تئوری تکمیل می‌گردد.

در سیکل تئوری دیزل، فرض شده است که هوای داخل سیلندر تعویض نمی‌گردد. در صورتیکه در

سیکل واقعی دیزل، طی فرآیند a تا e، فرآیند تخلیه گازهای درون سیلندر، تکمیل می‌گردد. این فرآیند با کاهش حجم سیلندر همراه می‌باشد. پس از آن طی فرآیند e تا a دوباره مکش هوا انجام می‌پذیرد که با افزایش حجم سیلندر همراه می‌باشد.



شکل ۵-۶- سیکل دیزل

هر چند که از لحاظ تئوری، راندمان چرخه اتو بیشتر است، ولی در عمل به علت وجود نسبت تراکم بالاتر در موتورهای دیزل، شاهد راندمان بالاتری هستیم. وجود راندمان بالاتر در موتورهای دیزل و کم بودن میزان آلاینده‌گی آنها، یکی از مهمترین مزایای موتورهای دیزل محسوب می‌گردد.

۵-۶- احتراق در موتورهای اشتعال - تراکمی:

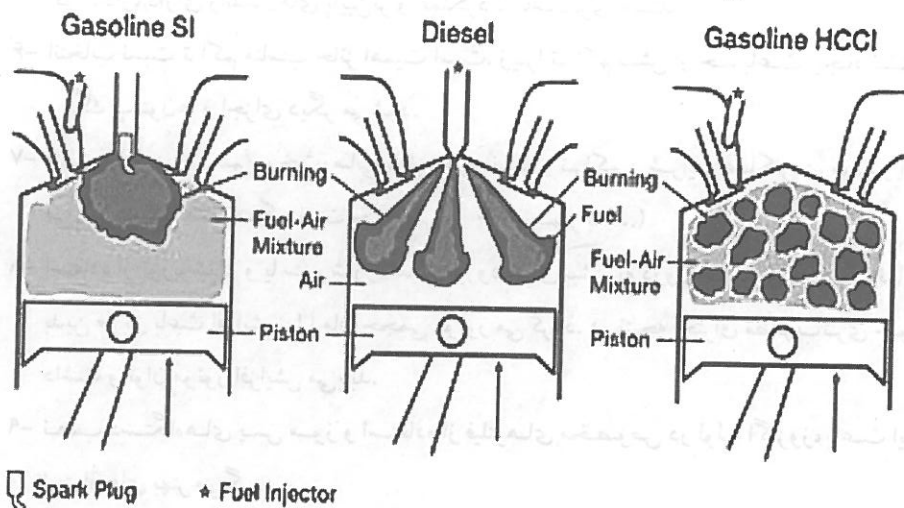
(Ignition In The Compression - Ignition Engines)

با توجه به اینکه در موتورهای اشتعال - تراکمی، ابتدا هوا متراکم می‌شود و سپس سوخت بر روی آن پاشیده می‌شود، سوخت مجبور است همزمان با پیشروی و انتشار درون هوای متراکم، مشتعل نیز گردد. بنابراین شعله از جهتی که سوخت پاشیده می‌شود، به درون هوای متراکم نفوذ می‌کند. به همین دلیل این نوع شعله را شعله نفوذی (Diffusion Flame) نام نهاده‌اند.

با توجه به اینکه احتراق ایجاد شده توسط شعله نفوذی، آهسته‌تر و آرام‌تر از احتراق با شعله پیش آمیخته است، معمولاً موتورهای دیزل (اشتعال - تراکمی)، آرام‌تر و بی‌سروصداتر از موتورهای اشتعال -

جرقه‌ای کار می‌نماید؛ یعنی احتراق آنها بصورت تدریجی می‌باشد.

Start of Combustion in Three Types of Engines



شکل ۵-۷- تفاوت شکل‌گیری احتراق موتور دیزل با موتورهای بنزینی

علاوه بر ماهیت شکل‌گیری احتراق در موتورهای اشتعال - تراکمی، پارامترهای دیگری نیز در چگونگی ایجاد فرآیند احتراق مؤثر است که در این زمینه، می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ۱- یکی از پارامترهای خیلی مهم عدد ستان می‌باشد. زیرا هر چقدر عدد ستان بیشتر باشد، احتراق نیز سریع‌تر و با تأخیر کمتری انجام می‌پذیرد. این موضوع باعث می‌شود که احتراق بصورت تدریجی و آرام باشد. اما در حالتی که عدد ستان پایین است، احتراق همراه با ضربه خواهد بود که اصلاً مطلوب نیست.
- ۲- ایجاد حالت گردبادی در محفظه احتراق، باعث اختلاط بهتر سوخت با هوا می‌شود و در نهایت احتراق بهتری خواهیم داشت.
- ۳- انتخاب سوخت مناسب از لحاظ مشخصات و خواص همچون عدد ستان و درصد مواد تشکیل‌دهنده (بطور مثال بالا بودن درصد گوگرد در گازوئیل، باعث ایجاد رسوب در انژکتور و گرفتگی آن می‌شود).
- ۴- شکل انژکتور و زاویه قرارگیری آن به شدت بر روی احتراق تأثیر گذار می‌باشد. بنابراین بایستی شکل انژکتور و زاویه آن طوری طراحی گردد که ذرات سوخت بیشتر اتمیزه شود و اختلاط سوخت با هوا بهتر انجام شود.

- ۵- شکل محفظه احتراق تأثیر بسیار زیادی بر روی نحوه احتراق دارد. معمولاً محفظه احتراق‌های کروی، باعث ایجاد احتراق‌های آرام‌تر و با راندمان بالاتر می‌شود و محفظه احتراق‌های شیبدار و گوشه‌دار، دارای راندمان‌های پایین‌تر و عملکرد نامناسب‌تری هستند.
- ۶- انتخاب نسبت تراکم مناسب حائز اهمیت است. زیرا تراکم بیش از حد باعث ایجاد نشتی در رینگ پیستون‌ها و اجزای دیگر می‌شود.
- ۷- تنظیم فشار در سیستم سوخت‌رسانی با توجه به نسبت تراکم و شرایط عملکردی موتور انجام می‌پذیرد. (این فشار ممکن است حتی بیش از ۱۰۰ اتمسفر باشد).
- ۸- استفاده از توربوشارژر و یا سوپرشارژر، امکان ورود هوای بیشتر به درون سیلندر را فراهم می‌نماید و بدین طریق باعث افزایش راندمان حجمی موتور می‌گردد. در نتیجه احتراق مطلوب‌تری خواهیم داشت و توان موتور افزایش می‌یابد.
- ۹- نصب دستگاه‌های پس سوز و استفاده از فیلترهای مخصوص در لوله اگزوز، باعث ایجاد احتراق‌های بهتر می‌گردد.

۷-۵- سیستم سوخت‌رسانی موتورهای اشتعال - تراکمی:

(Fuel System In The Compression - Ignition Engines)

در کلیه موتورهای اشتعال - تراکمی، ابتدا هوا به تنهایی متراکم می‌گردد و پس از آن پاشش سوخت بر روی هوای متراکم انجام می‌پذیرد. به همین دلیل خطر خودسوزی وجود نداشته و می‌توان از نسبت تراکم‌های بالا استفاده نمود.

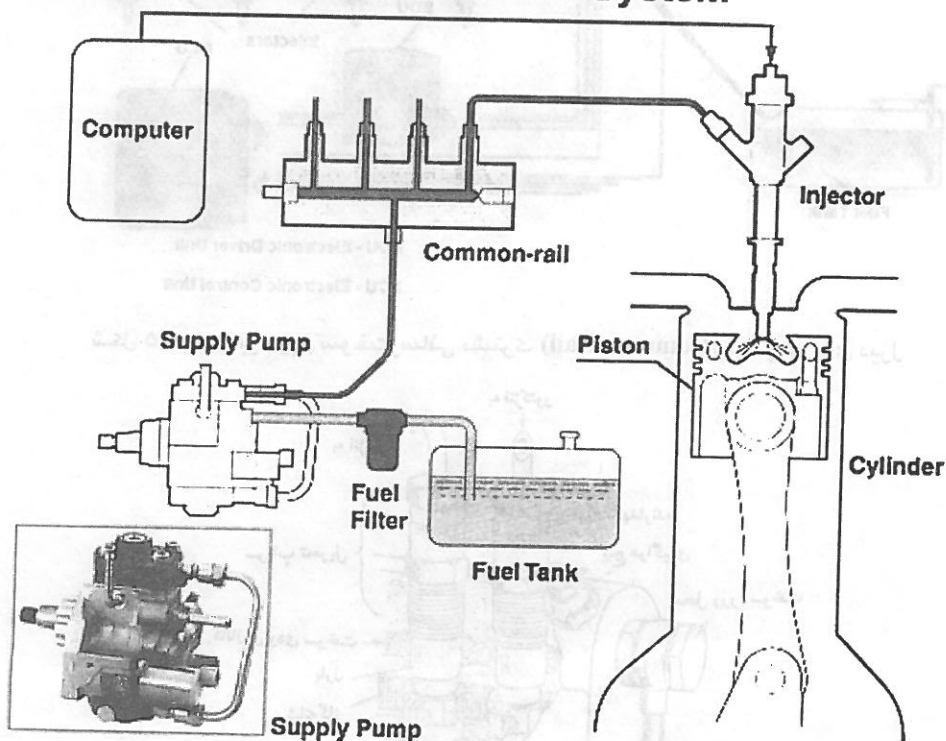
سیستم سوخت‌رسانی موتورهای اشتعال - تراکمی (دیزل)، بصورت انژکتوری می‌باشد. برای این منظور یک پمپ اولیه وجود دارد که می‌تواند سوخت را از مخزن سوخت به نزدیکی موتور ارسال نماید. در نزدیکی موتور نیز یک پمپ دیگر وجود دارد که می‌تواند فشار سوخت را خیلی بالا ببرد. این پمپ که پمپ انژکتور نامیده می‌شود، فشارهایی در حدود ۳۵ بار ایجاد می‌نماید. البته پمپ انژکتورهای امروزی توانایی تولید فشارهای خیلی بیش از این، حتی تا حدود ۱۵۰ بار را دارا هستند.

پمپ انژکتور دارای مدل‌های مختلفی می‌باشد که معروفترین آنها مدل ردیفی و مدل آسیابی می‌باشد. در مدل ردیفی به تعداد سیلندرها، پمپ‌های جداگانه وجود دارد؛ یعنی سوخت مورد نیاز هر سیلندر توسط یک پمپ جداگانه تأمین می‌گردد. اما در مدل آسیابی، یک پمپ مشترک از نوع دوار وجود دارد. در این حالت سوخت‌رسانی به تک تک سیلندرها از طریق یک مقسم انجام می‌پذیرد.

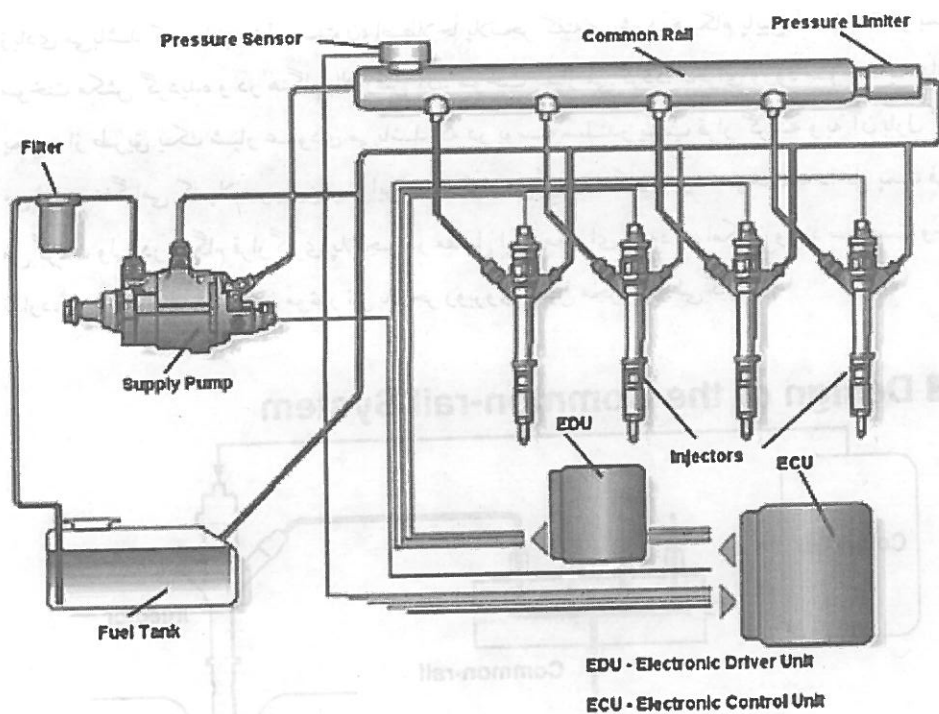
در پمپ‌های ردیفی به ازای هر سیلندر، یک پمپ پیستونی وجود دارد. پیستون این پمپ دارای ارتفاع

زیادی می باشد که به این مدل پیستون، اصطلاحاً پلانجر گفته می شود. هنگام پایین آمدن پلانجر پمپ، سوخت مکش گردیده و در هنگام بالا رفتن آن، سوخت پمپاژ می گردد. مجرای ورود سوخت به داخل پمپ، از طریق یک شیار عمودی می باشد که در پوسته سیلندر پمپ قرار گرفته و به آن بارل گفته می شود. هنگامی که پلانجر پایین تر از این شیار قرار می گیرد، امکان ورود سوخت به داخل پمپ فراهم می گردد، ولی در هنگام قرارگیری پلانجر در مقابل این مجرای ورودی، امکان ورود سوخت وجود ندارد. در موقع خاموش کردن موتور نیز پلانجر روبروی همین مجرا قرار می گیرد.

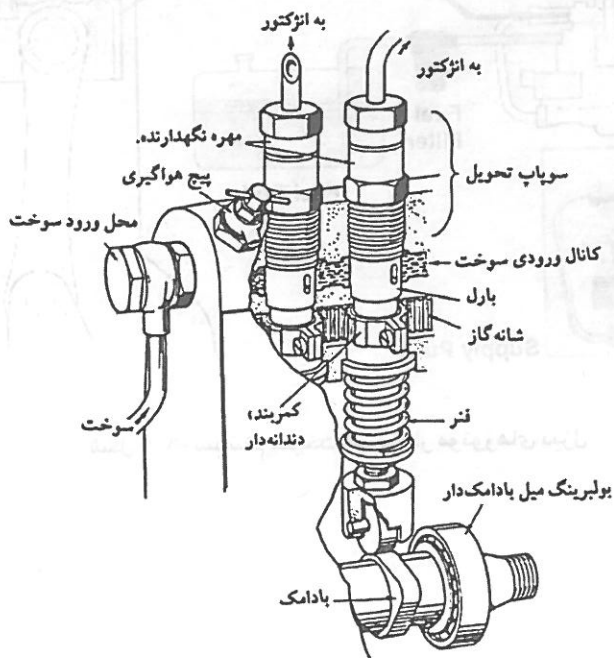
■ Design of the Common-rail System



شکل ۵-۸- سیستم سوخت رسانی در موتورهای دیزل

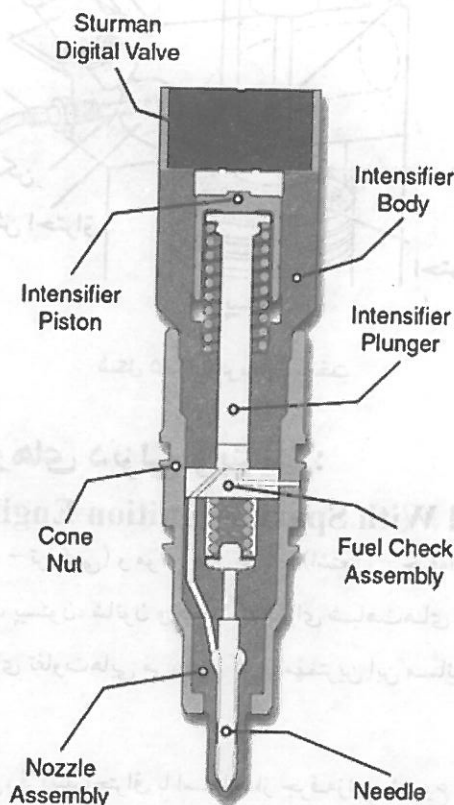


شکل ۵-۹- مکانیزم ریل سوخت رسانی مشترک (Common Rail) در موتورهای دیزل



شکل ۵-۱۰- ساختمان پمپ انژکتور ردیفی

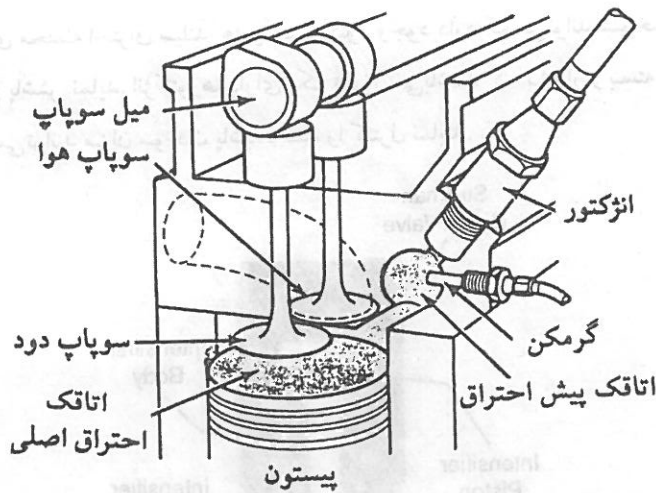
در قسمت بالای محفظه احتراق سیلندرها، یک انژکتور وجود دارد که می‌تواند سوخت پرفشار را بر روی هوای متراکم پاشش نماید. انژکتورها دارای یک سوزن می‌باشند که با باز و بسته نمودن مجرای خروجی انژکتور، می‌توانند میزان سوخت پاشیده شده را کنترل نمایند.



شکل ۵-۱۱- ساختمان انژکتور

۵-۸- گرمکن سوخت: (Glow Plug)

به منظور راحت تر روشن شدن موتورهای دیزل در هوای سرد، معمولاً در مانیفولد هوای ورودی از یک گرمکن سوخت استفاده می‌شود. مخصوصاً در مواردی که محفظه احتراق از نوع تقسیم شده است و پاشش سوخت بصورت غیرمستقیم می‌باشد، ضرورت دارد که از گرمکن سوخت استفاده شود. گرمکن سوخت یک المنت برقی کوچک است که در آستانه هوای ورودی به سیلندرها قرار می‌گیرد و می‌تواند هوا را پیش گرم نماید. وجود این گرمکن به شکل گیری فرآیند احتراق کمک می‌نماید و باعث افزایش رانندگی موتور و عملکرد بهتر آن می‌شود.



شکل ۵-۱۲- گرمکن سوخت

۵-۹- مقایسه موتورهای دیزلی و بنزینی:

(Compare Diesel With Spark – Ignition Engines)

موتورهای دیزلی (اشتعال - تراکمی) و موتورهای بنزینی (اشتعال - جرقه‌ای) از لحاظ ساختار کلی و قطعات اصلی همچون سیلندر، پستون، شاتون و میل لنگ دارای شباهت‌های زیادی می‌باشند؛ ولی در نحوه عملکرد و جزئیات، دارای تفاوت‌هایی می‌باشند که از مهمترین این مسائل، می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ۱- در موتورهای بنزینی، فرآیند احتراق با استفاده از جرقه‌زنی شروع می‌شود. در صورتیکه در موتورهای دیزل اصلاً سیستم جرقه‌زنی وجود ندارد.
- ۲- در موتورهای بنزینی ابتدا هوا با سوخت ترکیب می‌شود و سپس عمل تراکم انجام می‌پذیرد. در صورتیکه در موتورهای دیزل، ابتدا هوا به تنهایی متراکم می‌گردد و سپس پاشش سوخت بر روی هوای فشرده انجام می‌پذیرد.
- ۳- نسبت تراکم موتورهای بنزینی معمولاً پایین‌تر و در حدود ۷:۱ الی ۱۲:۱ می‌باشد. ولی در موتورهای دیزل از نسبت تراکم‌های بالاتر در حدود ۱۴:۱ الی ۲۲:۱ و یا حتی بیشتر استفاده می‌شود.
- ۴- از لحاظ تئوری راندمان موتورهای بنزینی (سیکل اتو) بالاتر می‌باشد، ولی به دلیل استفاده از نسبت تراکم‌های بالاتر در موتورهای دیزل، راندمان موتورهای دیزلی در عمل بالاتر می‌باشد.
- ۵- سوخت مناسب برای موتورهای اشتعال - جرقه‌ای، بنزین، گاز مایع (LPG)، گاز طبیعی

(CNG) و یا الکل می باشد. در صورتیکه حساسیت موتورهای دیزل به سوخت کمتر بوده و می توان از سوخت هایی همچون گازوئیل، نفت و مازوت استفاده نمود.

۶- معمولاً دور موتور در موتورهای اشتعال - جرقه ای (بنزینی) بالاتر می باشد، در صورتیکه دور موتور تولید شده در موتورهای اشتعال - تراکمی (دیزل) معمولاً پایین تر می باشد.

۷- با توجه به اینکه در موتورهای بنزینی، توزیع سوخت و اختلاط آن با هوا به خوبی انجام می شود، احتراق در موتورهای بنزینی بصورت یکنواخت و از نوع شعله پیش آمیخته (Premixed Flame) است. اما از آنجایی که ورود سوخت به هوا در موتورهای دیزل، بصورت پاششی می باشد، در حین نفوذ سوخت به داخل هوا، شعله نیز پیشروی می نماید. به همین دلیل احتراق در موتورهای دیزل از نوع نفوذی بوده و شعله آن را شعله نفوذی (Diffusion Flame) می نامند.

۸- حساسیت موتورهای دیزل کمتر بوده و دارای طول عمر بیشتری می باشند.

۹- میزان آلایندگی موتورهای دیزل نسبت به موتورهای بنزینی کمتر بوده و گازهایی که توسط احتراق در موتورهای دیزل تولید می شوند، از خطر کمتری برخوردار هستند.

۱۰- تغییرات گشتاور موتور در دورهای مختلف برای موتورهای بنزینی زیاد است؛ در صورتیکه در موتورهای دیزل، میزان این تغییرات کم بوده و گشتاور موتور تقریباً ثابت می باشد. ثابت بودن گشتاور در موتورهای دیزل، به دلیل ثابت بودن فشار در هنگام احتراق است.

۱۱- با توجه به خاصیت فراریت بنزین و دمای احتراق آن، خطر آتش سوزی در موتورهای بنزینی بیشتر از موتورهای دیزل می باشد.

(Arrange Engines by Combustion System)

طبقه‌بندی موتورهای احتراق داخلی

Internal Combustion Engines Categorize

۶-۱- مقدمه: (Introduction)

همانطور که گفته شد معمولاً یک موتور احتراق داخلی، نقش واحد مولد قدرت را در خودرو ایفاء می‌نماید. همه موتورهای احتراق داخلی از لحاظ عملکرد کلی مشابه یکدیگر بوده و از اصول مشترکی تبعیت می‌نمایند؛ ولی از لحاظ جزئیات طراحی و نحوه عملکرد دارای انواع مختلفی می‌باشند. در این فصل سعی شده است موتورهای احتراق داخلی از دیدگاه‌های مختلفی دسته‌بندی گردند.

۶-۲- انواع موتور از لحاظ کاربرد:

(Arrange Engines By Application)

موتورهای احتراق داخلی دارای کاربردهای مختلفی می‌باشند. استفاده از موتورهای احتراق داخلی به عنوان واحد مولد قدرت در خودروها به عنوان یکی از مهمترین کاربردها می‌باشد؛ ولی در بسیاری از اوقات به عنوان مولد قدرت در لوکوموتیوها، کشتی‌ها و هواپیماها نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین گاهی اوقات موتورهای احتراق داخلی جهت تأمین قدرت مورد نیاز برای ژنراتورهای برق، ماشین آلات صنعتی و ... نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۶-۳- انواع موتور از لحاظ سیستم احتراق:

(Arrange Engines By Combustion System)

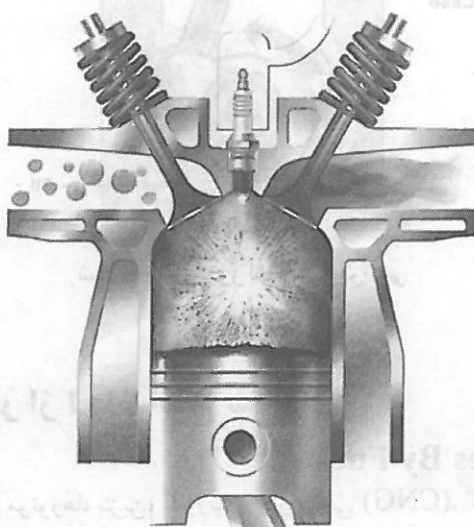
یکی از مشخصه‌های موتور نحوه شروع احتراق و مکانیزم اشتعال سوخت می‌باشد؛ زیرا در بسیاری از موتورها برای شروع احتراق نیاز به سیستم جرقه‌زنی داریم. در صورتیکه در برخی دیگر از موتورها، هنگامی که سوخت بر روی هوای فشرده پاشیده می‌شود، احتراق شروع می‌گردد. بر این اساس می‌توان

موتورها را به دو گروه تقسیم‌بندی نمود:

۱- موتورهای اشتعال - جرقه‌ای: (Spark - Ignition Engines)

همانگونه که در فصل چهارم در خصوص این موتورها صحبت شد، در این موتورها ابتدا هوا و سوخت با یکدیگر ترکیب می‌گردند و سپس مخلوط هوا - سوخت در داخل سیلندرها متراکم می‌شود. در این حالت برای شروع احتراق، نیاز به سیستم جرقه‌زنی می‌باشد.

وجود سیستم جرقه‌زنی در اینگونه موتورها جزء مشخصه‌های اصلی محسوب می‌گردد. به همین دلیل این گروه را موتورهای اشتعال - جرقه‌ای می‌نامند.

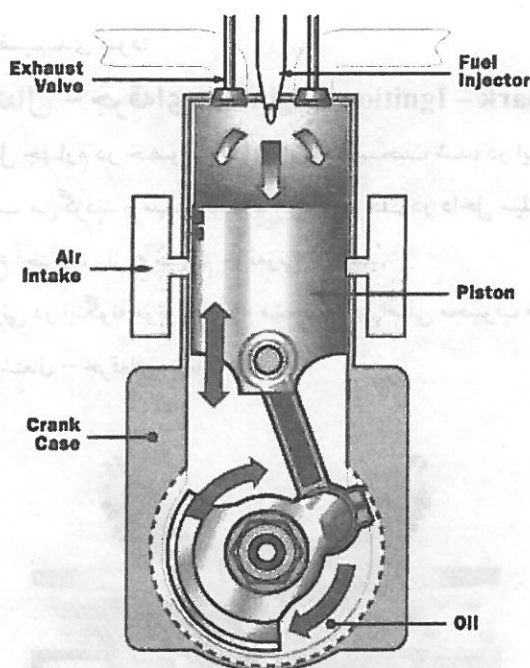


شکل ۶-۱- موتور اشتعال - جرقه‌ای

۲- موتورهای اشتعال - تراکمی: (Compression - Ignition Engines)

در فصل پنجم بطور مفصل در مورد این گروه از موتورها بحث گردید. در موتورهای اشتعال - تراکمی، ابتدا هوا به تنهایی متراکم گردیده و سپس سوخت بر روی هوای فشرده پاشیده می‌شود.

در این مدل از موتورها، سیستم جرقه‌زنی وجود ندارد و احتراق صرفاً با پاشش سوخت بر روی هوای فشرده و ایجاد پدیده خودسوزی شروع می‌شود. در این حالت، نسبت تراکم آن قدر بالا است که هوا در هنگام متراکم‌سازی، به شدت داغ و پرفشار می‌گردد. بطوریکه به محض پاشش سوخت بر روی آن، شرایط برای ایجاد پدیده خودسوزی مهیا می‌باشد.



شکل ۶-۲- موتور اشتعال - تراکمی

۶-۴- انواع موتور از لحاظ نوع سوخت:

(Arrange Engines By Fuel)

سوخت‌های متداول در موتورهای بنزین، گازوئیل، گاز طبیعی (CNG)، گاز مایع (LPG)، الکل و هیدروژن می‌باشد. به منظور به کارگیری هر یک از این سوخت‌ها، ضرورت دارد که محفظه احتراق متناسب با آن سوخت طراحی گردد و سیستم سوخت‌رسانی متناسب نیز طراحی شود. بنابراین موتورهای از لحاظ نوع سوخت مصرفی به گروه‌های زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱- موتورهای بنزینی: (Petrol Engines)

موتورهای بنزینی از نوع موتورهای اشتعال - جرقه‌ای می‌باشند؛ یعنی به منظور شروع احتراق، نیازمند سیستم جرقه‌زنی هستند. از سوی دیگر محفظه احتراق نیز متناسب با شرایط سوخت بنزین طراحی می‌گردد.

موتورهای بنزینی گاهی اوقات بصورت کاربراتوری هستند و گاهی دیگر دارای سیستم انژکتوری می‌باشند. در هر حال ضرورت دارد که ابتدا هوا با سوخت ترکیب شده و سپس این مخلوط متراکم گردد. فرآیند احتراق نیز با عمل جرقه‌زنی شروع می‌شود.

۲- موتورهای گازوئیلی (دیزل): (Diesel Engines)

موتورهایی که اساس عملکرد آنها بصورت اشتعال - تراکمی می‌باشد؛ یعنی ابتدا هوا به تنهایی متراکم گردیده و سپس با عمل پاشش سوخت، اشتعال شروع می‌گردد، موتور دیزل نامیده می‌شوند. مناسب‌ترین سوخت برای این موتورها، گازوئیل می‌باشد؛ چون گازوئیل دارای عدد ستان مطلوبی بوده و پس از مرحله پاشش، به سرعت مشتعل می‌گردد.

۳- موتورهای گازسوز: (Gas Engines)

معمولاً موتورهای گازسوز از نوع موتورهای اشتعال - جرقه‌ای می‌باشند. هر چند که بهتر است برای موتورهای گازسوز، طراحی محفظه احتراق متناسب با سوخت گاز باشد، ولی امکان نصب تجهیزات سوخت رسانی گاز بر روی موتورهای بنزینی نیز وجود دارد.

سوخت مصرفی در موتورهای گازسوز، گاهی اوقات گاز طبیعی (CNG) و گاهی دیگر گاز مایع (LPG) می‌باشد. هر چند که سیستم سوخت‌رسانی گاز CNG با گاز LPG دارای تفاوت‌هایی است، ولی اصول کلی هر دو سیستم سوخت‌رسانی مشابه یکدیگر می‌باشد.

در موتورهای گازسوز، سوخت در مرحله مکش هوا وارد سیلندر می‌گردد؛ بطوریکه مخلوط هوا و سوخت به همراه یکدیگر در داخل سیلندر متراکم می‌شوند. شروع احتراق نیز پس از عمل تراکم و بوسیله جرقه‌زنی آغاز می‌گردد.

۶-۵- انواع موتور از لحاظ سیستم خنک کاری:

(Arrange Engine By Cooling System)

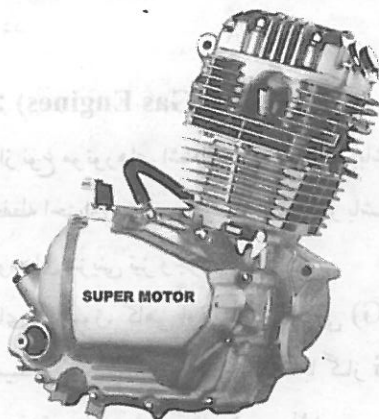
تعداد زیادی از قطعات داخلی موتور، همچون پیستون و رینگ‌های آن دارای تماس اصطکاکی با یکدیگر هستند. اصطکاک موجود بین سیلندر و پیستون و اصطکاک یاتاقانهای میل‌لنگ باعث تبدیل قسمتی از انرژی مکانیکی به انرژی حرارتی می‌شود. این موضوع باعث گرم شدن قطعات موتور می‌گردد. بر همین مبنا اگر یک سیستم خنک کاری وجود نداشته باشد، احتمال آسیب دیدن برخی از قطعات در اثر ذوب موضعی آنها وجود دارد.

در اکثر اوقات خنک کاری قطعات موتور بوسیله آب انجام شده یا بوسیله هوا صورت می‌پذیرد. بر این اساس می‌توان موتورها را از لحاظ سیستم خنک کاری به دو دسته تقسیم نمود:

۱- موتورهای هوا خنک: (Cooling Air Engines)

اطراف جداره سیلندر موتورهای هوا خنک، مجراهایی تعبیه گردیده است که محل عبور جریان هوا

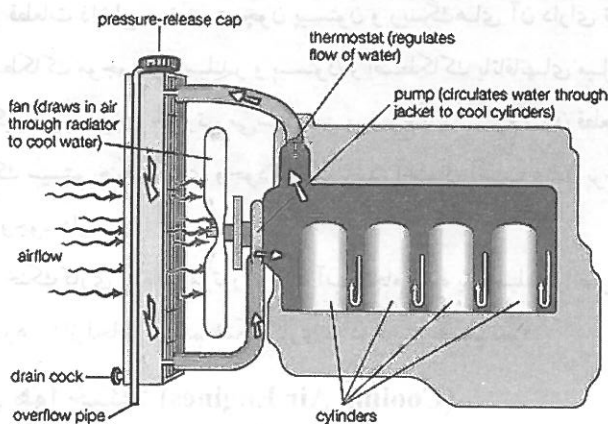
می‌باشد. این جریان هوا می‌تواند حرارت ناشی از تماس اصطکاکی را جذب نموده و با خود به محیط خارج منتقل نماید. گاهی اوقات نیز در اطراف بدنه موتورهای هوا خنک، پره‌هایی تعبیه می‌گردد تا بتواند سطح تماس موتور با جریان هوا را افزایش داده و به عمل خنک‌کاری کمک نماید. این سیستم بیشتر در موتورسیکلت‌ها و برخی از خودروهای قدیمی، همچون فولکس فوراگه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۶-۳- موتور هوا خنک

۲- موتورهای خنک‌شونده با آب: (Cooling Water Engines)

در بسیاری از موتورها، به منظور خنک‌کاری از آب استفاده می‌شود. این آب از داخل بلوکه موتور و از تمامی مجراهایی که برای آب سیستم خنک‌کاری تعبیه شده است، عبور می‌نماید. با این کار حرارت زیادی که توسط قطعات اصطکاکی موتور ایجاد شده است، جذب گردیده و به خارج از موتور انتقال می‌یابد. این آب، پس از خنک‌کاری قطعات موتور، دوباره گرم شده و با عبور از میان پره‌های رادیاتور مجدداً خنک می‌شود.



شکل ۶-۴- موتور خنک‌شونده با آب

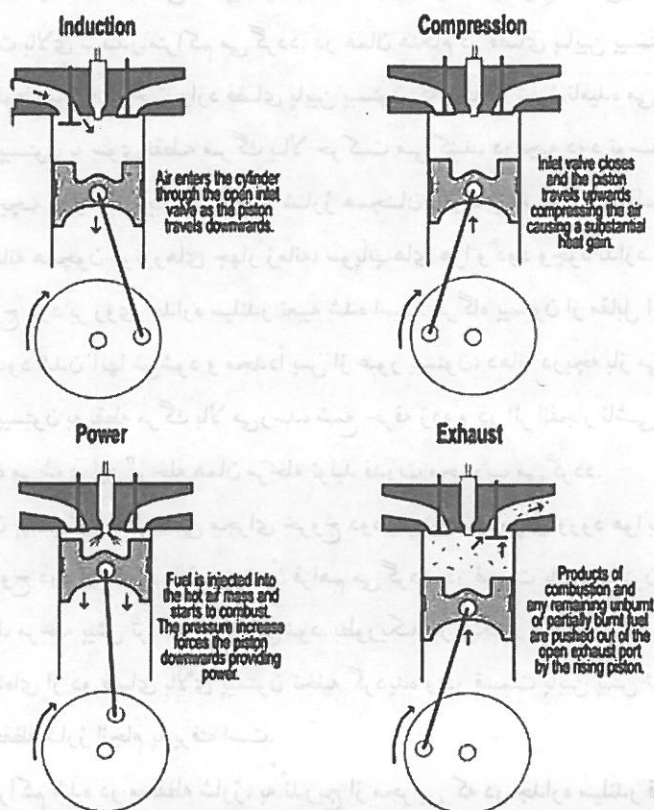
۶-۶- انواع موتور از لحاظ سیکل کاری:

(Arrange Engines By Cycle)

در هر سیکل کاری موتور، فقط یک مرتبه قدرت تولید می‌شود. در یک سیکل موتور ضرورت دارد که مراحل مکش، تراکم، احتراق و تخلیه انجام پذیرد. گاهی اوقات این مراحل در یک دور گردش میل‌لنگ انجام پذیرفته و گاهی دیگر در دو دور و یا بیشتر انجام می‌گردد. بر این اساس سیکل کاری یک موتور ممکن است بصورت‌های زیر باشد:

۱- موتورهای چهار زمانه: (Four - Cycle Engines) (Four Stroke Engines)

در موتورهای چهار زمانه مراحل عملکرد موتور کاملاً بصورت مجزا می‌باشد؛ یعنی هر یک از مراحل مکش، تراکم، احتراق و تخلیه در یک کورس پیستون انجام می‌شود. بطوریکه در هنگام پایین آمدن پیستون، عمل مکش انجام می‌پذیرد. بعد از آن با بالا رفتن پیستون، عمل تراکم انجام می‌شود. در این هنگام با ایجاد احتراق، گازهای داخل سیلندر منبسط شده و پیستون را به سمت پایین می‌رانند. در آخرین کورس نیز با بالا رفتن پیستون و باز شدن سوپاپ دود، عمل تخلیه انجام می‌شود.



شکل ۶-۵- موتور چهار زمانه

بنابراین سیکل کاری یک موتور چهار زمانه در چهار کورس تکمیل می‌گردد. از آنجایی که به ازای هر کورس پیستون، میل‌لنگ نیم دور (180° درجه) گردش می‌نماید، به ازای چهار کورس پیستون، میل‌لنگ دو دور (720° درجه) گردش خواهد نمود ($720^\circ = 4 \times 180^\circ$) یا به عبارتی بهتر می‌توان گفت که برای تکمیل شدن یک سیکل کاری موتور، ضرورت دارد که میل‌لنگ دو دور گردش نماید. در همین زمان، میل بادامک صرفاً یک دور گردش می‌نماید؛ زیرا در هر سیکل کاری، سوپاپ‌های هوا و دود فقط یک مرتبه، باز و بسته می‌شوند.

۲- موتورهای دو زمانه: (Two - Cycle Engines) (Two Stroke Engines)

در این مدل از موتورها، چهار مرحله تولید قدرت در یک رفت و برگشت پیستون انجام می‌پذیرد. به عبارتی بهتر سیکل کاری موتور صرفاً در دو کورس تکمیل می‌گردد؛ یعنی در هر دور گردش میل‌لنگ، یک سیکل موتور کامل شده و قدرت تولید می‌شود.

در موتورهای دو زمانه قسمت بالای پیستون مشغول یک وظیفه می‌باشد و قسمت پایین آن وظیفه دیگری را برعهده دارد. مثلاً هنگامی که پیستون به سمت بالا در حال حرکت می‌باشد، مخلوط هوا - سوخت در قسمت بالای سیلندر تراکم می‌گردد. در همان هنگام در فضای پایین پیستون، حالت مکش ایجاد شده و مخلوط هوا - سوخت وارد فضای پایین پیستون که محفظه شارژ نامیده می‌شود، می‌گردد.

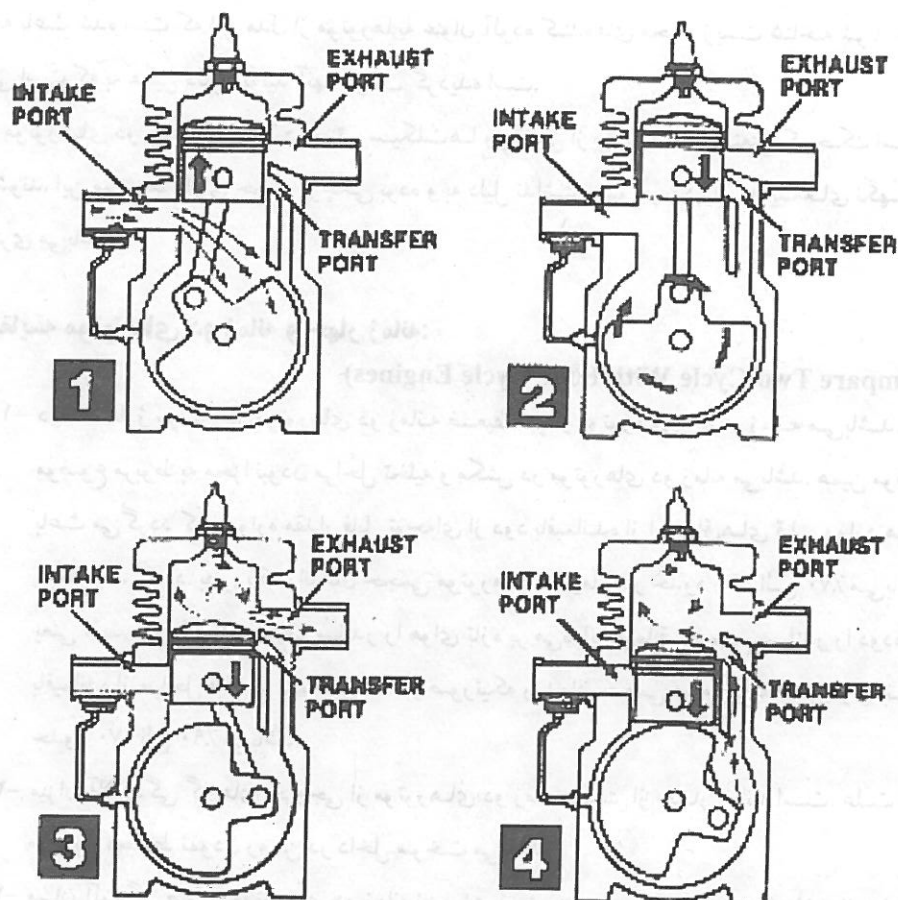
هنگامی که پیستون به سوی نقطه مرگ بالا حرکت می‌کند، دریچه دود توسط پیستون مسدود می‌شود، ولی دریچه ورود هوا برای محفظه شارژ همچنان باز باقی می‌ماند. جالب است بدانید در موتورهای دو زمانه همچون موتورهای چهار زمانه، سوپاپ‌های هوا و دود وجود ندارد. بلکه دریچه‌های ورود هوا و خروج دود بر روی جداره سیلندر تعبیه شده است. هرگاه پیستون از مقابل این دریچه‌ها عبور نماید، باعث مسدود شدن آنها می‌شود و مجدداً پس از عبور پیستون، دهانه دریچه باز می‌گردد.

هنگامی که پیستون به نقطه مرگ بالا می‌رسد، شمع جرقه زده و در اثر انفجار ناشی از آن، پیستون به سمت پایین رانده می‌شود. این مرحله همان مرحله تولید قدرت محسوب می‌گردد.

با پایین آمدن پیستون، بعد از مدتی مجرای خروج دود باز شده و مجرای ورود هوا بسته می‌شود. بدین ترتیب امکان خروج دود از فضای بالای پیستون فراهم می‌گردد. در قسمت پایین پیستون نیز با بسته شدن مجرای ورود هوا، مرحله پیش تراکم شروع می‌شود. بطوریکه در هنگام رسیدن پیستون به نقطه مرگ پایین، حجم عمده‌ای از دو فضای بالای پیستون تخلیه گردیده و در قسمت پایین پیش تراکم مخلوط هوا - سوخت در محفظه شارژ انجام پذیرفته است.

هوای پیش تراکم شده در محفظه شارژ، به تدریج از مجرای که در جداره سیلندر قرار دارد به فضای بالای پیستون منتقل می‌گردد. این مسیر ارتباطی بین فضای پایین پیستون و فضای بالای پیستون، مجرای

انتقال نامیده می‌شود. مجرای انتقال به گونه‌ای است که در هنگام قرارگیری پیستون در قسمت‌های بالایی جداره سیلندر، مسدود بوده و هرگاه پیستون به قسمت‌های پایین جداره سیلندر می‌رسد، باز می‌گردد. هنگامی که پیستون از نقطه مرگ پایین، شروع به بالا رفتن می‌نماید، ابتدا تخلیه دود تکمیل شده و پس از مدتی با بسته شدن مجرای خروج دود، مرحله تراکم مخلوط هوا و سوخت شروع می‌گردد و بدین ترتیب دوباره سیکل تکرار می‌شود.



Two-cycle motors deliver one power impulse for each revolution of the crankshaft.

شکل ۶-۶- موتور دو زمانه

از آنجایی که مراحل تخلیه دود و جایگزینی مخلوط هوا - سوخت جدید از یکدیگر کاملاً مجزا نیست، هیچ‌گاه تخلیه دود بصورت کامل انجام نپذیرفته و همواره مقداری از دود وارد هوای تازه سیکل بعدی می‌گردد؛ همین موضوع باعث افزایش میزان آلاینده‌گی موتورهای دو زمانه گردیده است.

از سوی دیگر در موتورهای دو زمانه، سیستم روغنکاری مجزا وجود ندارد و روغن مورد نیاز در داخل باک بنزین ریخته می‌شود. در موتورهای دو زمانه، امکان ذخیره‌سازی روغن در کارتل وجود ندارد، زیرا عمل پیش تراکم در کارتل انجام می‌شود. بنابراین هنگام ورود سوخت به داخل سیلندر، مقداری روغن نیز وارد آن می‌گردد. در هنگام احتراق، این روغن همراه با سوخت می‌سوزد. همین موضوع باعث افزایش میزان آلایندگی گازهای حاصل از احتراق می‌گردد. آلایندگی ناشی از سوختن روغن در موتورهای دو زمانه باعث شده است که این مدل از موتورها به عنوان آلوده کننده‌های محیط زیست شناخته شوند و چند سالی است که به همین دلیل، تولید آنها متوقف گردیده است.

موتورهای دو زمانه معمولاً در موتورسیکلت‌ها و برخی از موتورهای صنعتی کوچک استفاده می‌شوند. این موتورها دارای حجم کوچکی بوده و به دلیل نداشتن سوپاپ، دارای هزینه‌های نگهداری کمتری می‌باشند.

* مقایسه موتورهای دو زمانه و چهار زمانه:

(Compare Two Cycle With Four Cycle Engines)

- ۱- درصد شارژ سیلندر در موتورهای دو زمانه ضعیف‌تر از موتورهای چهار زمانه می‌باشد. این موضوع مربوط به مجزا نبودن مراحل تخلیه و مکش در موتورهای دو زمانه می‌باشد. همین موضوع باعث می‌گردد که همواره مقدار قابل توجهی از دود باقیمانده از احتراق‌های قبلی، وارد هوای سیکل بعد گردد. بطوریکه راندمان حجمی موتورهای دو زمانه در حدود ۵۰٪ الی ۷۰٪ می‌باشد. یعنی فقط ۵۰٪ الی ۷۰٪ حجم سیلندر را هوای تازه پر می‌نماید و مابقی حجم سیلندر را دودهای باقیمانده از مراحل قبلی پر نموده است. در صورتیکه راندمان حجمی در موتورهای چهار زمانه در حدود ۷۰٪ الی ۹۰٪ می‌باشد.
- ۲- میزان آلایندگی گازهای خروجی از موتورهای دو زمانه بیشتر از چهار زمانه است. علت این موضوع مخلوط نمودن روغن در داخل سوخت می‌باشد.
- ۳- میزان آلودگی صوتی موتورهای دو زمانه نیز بیشتر است. علت این موضوع عدم استفاده از خفه‌کن صدا می‌باشد. همچنین موتورهای دو زمانه به دلیل کوچک بودن، دارای لرزش‌ها و ارتعاشات بیشتری می‌باشند.
- ۴- مقدار مصرف سوخت در موتورهای دو زمانه بیش از موتورهای چهار زمانه می‌باشد.
- ۵- با توجه به اینکه بار حرارتی در موتورهای دو زمانه بیشتر است، این گروه از موتورها نیازمند سیستم خنک کاری قوی‌تر می‌باشند. البته اکثر اوقات این کار با افزایش پره‌های انتقال دهنده حرارت در بلوک موتور انجام می‌پذیرد.

- ۶- اصول طراحی موتورهای دو زمانه ساده تر و تعداد اجزای آنها کمتر می‌باشد. بنابراین کم حجم تر و سبک تر می‌باشند و تعمیر و نگهداری آنها راحت تر است.
- ۷- موتورهای دو زمانه در مقایسه با موتورهای چهار زمانه، ارزان قیمت تر می‌باشند.
- ۸- دور موتور و گشتاور تولید شده در موتورهای دو زمانه بیشتر است و توان ایجاد شده در مقایسه با وزن موتور بالاتر است.
- ۹- فشار احتراق در موتورهای دو زمانه کمتر از چهار زمانه می‌باشد.
- ۱۰- موتورهای دو زمانه منظم تر کار کرده و گشتاور یکنواخت تری را ایجاد می‌کنند.
- ۱۱- در موتورهای چهار زمانه، سوپاپ وجود دارد. در صورتیکه در موتورهای دو زمانه، سوپاپ وجود ندارد.

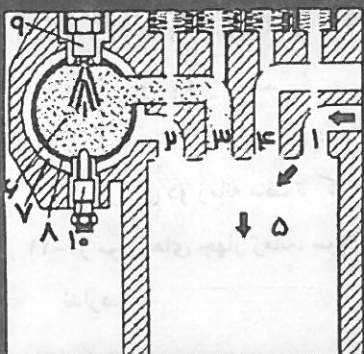
۳- موتورهای شش زمانه: (Six Stroke Engines)(Six Cycle Engines)

- موتور شش زمانه یکی از طرح‌های جدید است که در یک سیکل کاری آن، دو مرتبه قدرت تولید می‌شود. البته سیکل کاری موتور شش زمانه در شش کورس پیستون و یا سه دور گردش میل لنگ تکمیل می‌گردد.
- در موتورهای شش زمانه علاوه بر محفظه احتراق اصلی، یک محفظه پیش گرمکن هوا نیز وجود دارد. این محفظه در مجاورت محفظه احتراق اصلی قرار گرفته است. بنابراین هنگامی که هوا وارد این محفظه می‌شود، در اثر انتقال حرارت داغ می‌شود.
- در موتورهای شش زمانه ابتدا هوا به تنهایی وارد سیلندر می‌گردد و پاشش سوخت در مراحل بعدی انجام می‌شود. به همین دلیل موتورهای شش زمانه جزء موتورهای اشتعال - تراکمی (دیزل) محسوب می‌گردند.
- در این مدل از موتورها، ابتدا هوا به تنهایی وارد سیلندر شده و در اثر تراکم وارد محفظه پیش گرمکن می‌شود. هوا در داخل این محفظه به شدت داغ شده و منبسط می‌گردد. فرآیند انبساط این هوای داغ، باعث به حرکت در آمدن پیستون و تولید قدرت می‌شود. بطوریکه در این مرحله بدون پاشش سوخت و صرفاً در اثر انبساط هوای داغ قدرت تولید می‌شود. در مراحل بعدی، این هوا مجدداً متراکم گردیده و با پاشش سوخت محترق می‌گردد و بدین ترتیب در اثر انبساط گازهای ناشی از احتراق، دوباره قدرت تولید می‌شود. آخرین مرحله نیز تخلیه دودهای حاصل از احتراق می‌باشد.
- بنابراین فرآیندهای داخل سیلندر یک موتور شش زمانه به شرح ذیل می‌باشد:
- ۱- کورس اول: در این مرحله هوا به تنهایی مکش گردیده و وارد سیلندر می‌شود.

Six-stroke engine explanations

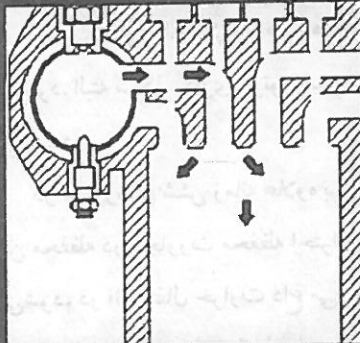
مرحله اول

هوای فاصل وارد سیلندر می شود شیر ۱ باز است



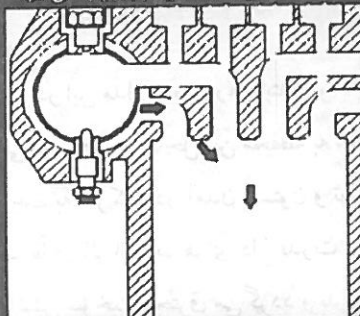
مرحله سوم

کارهای سوخته شده طی انفجار به شدت وارد سیلندر شده و مرحله کار را انجام می دهد شیر ۳ باز است



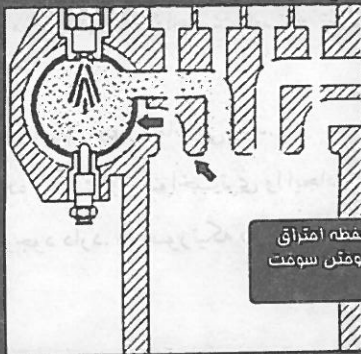
مرحله پنجم

دومین مرحله کار می باشد این بار توسط هوای فاصل گرم شده که از شیر (۲) به سیلندر (۵) وارد می شود



مرحله دوم

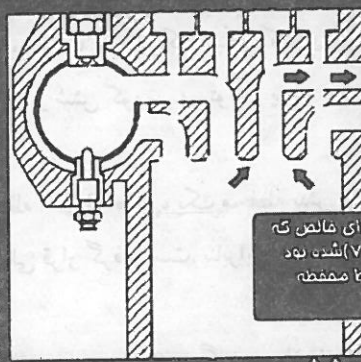
هوای فاصل متراکم شده و به گرمکن وارد می شود شیر ۲ باز است



در طی مراحل ۱ و ۲ در محفظه امتزاق قسمت (۶) مکش و سوختن سوخت همزمان انجام می شود

مرحله ۴

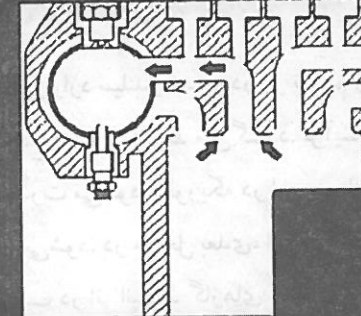
خارج کردن دودهای ناشی از مرحله قبل شیر ۴ باز است



در بین مراحل ۳ و ۴، هوای فاصل که در مرحله ۲ وارد گرمکن (۷) شده بود در حال غرایش دما توسط محفظه امتزاق (۶) است

مرحله ششم

هوای فاصل داغ شده دوباره برای تراکم از طریق شیر (۳) به محفظه امتزاق (۶) فرستاده می شود

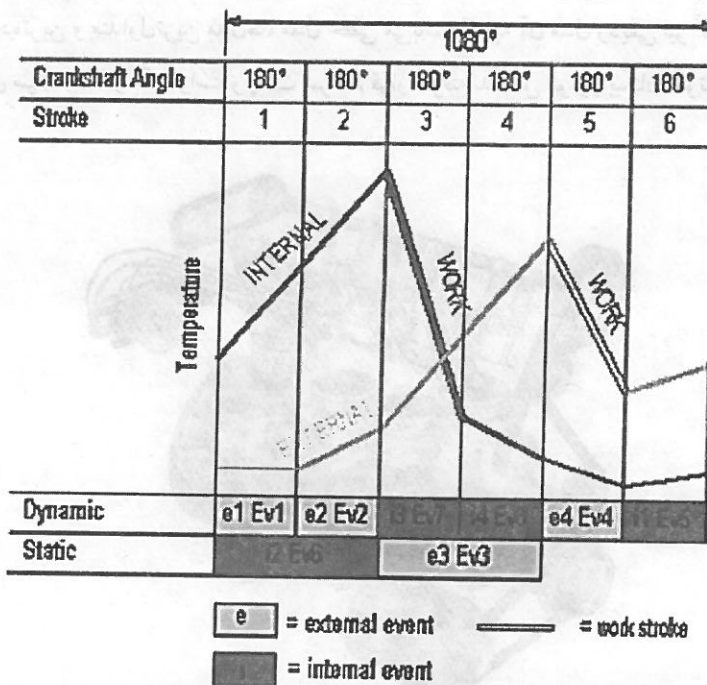


- (۱) شیر ورود هوای تازه
- (۲) شیر محفظه گرمکن
- (۳) شیر محفظه امتزاق
- (۴) شیر اگزوز
- (۵) سیلندر
- (۶) محفظه امتزاق
- (۷) محفظه گرمکن
- (۸) دیواره محفظه امتزاق
- (۹) مکش سوخت
- (۱۰) شمعک

۳- کورس سوم: پس از متراکم شدن و داغ شدن هوا در داخل محفظه گرمکن، فشار هوا آنقدر بالا می‌رود که توان به عقب راندن پیستون را نیز دارد. یعنی در اثر انبساط این هوای داغ و متراکم، هوا وارد سیلندر شده و پیستون را به عقب می‌راند. بدین ترتیب در این مرحله قدرت اولیه تولید می‌شود.

۵- کورس پنجم: در این مرحله با پاشش سوخت بر روی هوای متراکم، احتراق شروع شده و در اثر انبساط گازهای ناشی از احتراق، قدرت تولید می‌شود. این کورس دومین مرحله تولید قدرت می‌باشد.

۶- کورس ششم: این کورس که آخرین مرحله سیکل کاری یک موتور شش زمانه است، مرحله تخلیه دود می‌باشد. بدین ترتیب با تخلیه دود، فضای سیلندر برای مکش هوای تازه و شروع یک سیکل جدید آماده می‌گردد.



شکل ۶-۸- تغییرات دما و مراحل تولید قدرت در یک موتور شش زمانه

استفاده از موتورهای شش زمانه می‌تواند تا حدود ۴۰٪، میزان مصرف سوخت را کاهش دهد. در ضمن با توجه به اینکه در موتورهای شش زمانه، قدرت در دو مرحله تولید می‌شود، راندمان حرارتی آن بالاتر و در حدود ۵۰٪ است. در صورتیکه در موتورهای احتراق داخلی چهار زمانه، راندمان حرارتی در حدود ۳۰٪ می‌باشد.

از سوی دیگر میزان آلایندگی گازهای حاصل از احتراق و مقدار آلودگی صوتی در موتورهای شش زمانه به مراتب کمتر می‌باشد. تولید قدرت بیشتر، راندمان حرارتی بالاتر و آلایندگی کمتر به عنوان مزایایی می‌باشند که احتمال فراگیر شدن این طرح جدید را در آینده افزایش می‌دهد.

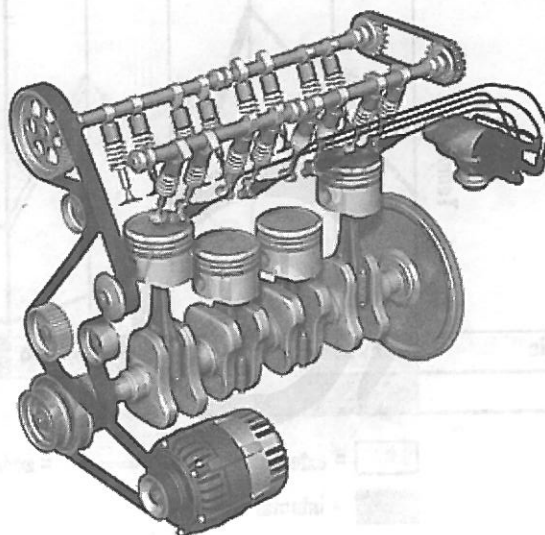
۶-۷- انواع موتور از لحاظ آرایش سیلندرها:

(Arrange Engines By Cylinder Arrangement)

شکل قرارگیری سیلندرها در داخل بلوک موتور بستگی به نحوه طراحی دارد. طراحی شکل بلوک موتور و محل قرارگیری سیلندرها نیز براساس تعداد سیلندر، نوع موتور و کاربرد آن می‌باشد. مدل‌های متداول موتور از لحاظ چیدمان سیلندرها عبارتند از:

۱- موتور خطی (ردیفی): (In Line Engine)

یکی از ساده‌ترین و متداول‌ترین مدل‌ها، مدل خطی می‌باشد که به آن مدل ردیفی نیز گفته می‌شود. در این مدل تمامی سیلندرها در یک راستا و پشت سر هم قرار گرفته‌اند. مثل موتور پیکان، موتور پژو ۴۰۵ و موتور سمند.



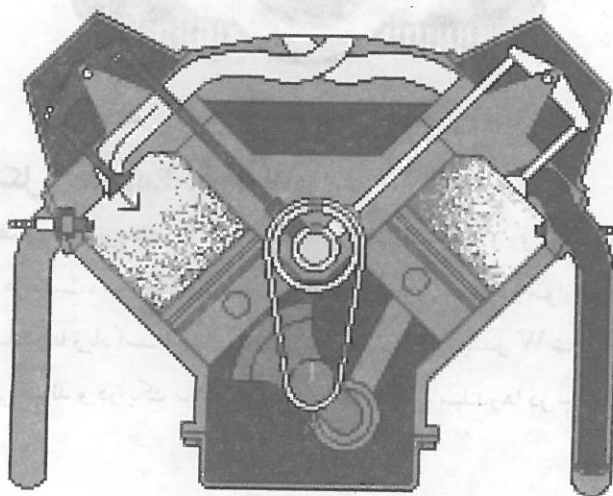
شکل ۶-۹- موتور خطی

در این گونه موتورها یک میل‌لنگ مشترک وجود دارد که نیروی حاصل از احتراق تک‌تک سیلندرها به آن وارد می‌شود. در این حالت هر چقدر تعداد سیلندرها افزایش یابد، نیروهای وارد به آن و ارتعاشات پیچشی ناشی از آن نیز بیشتر می‌شود. بطوریکه این مطلب باید در طراحی میل‌لنگ نیز در نظر گرفته شود. در این حالت ضرورت دارد که در انتهای میل‌لنگ از ارتعاش گیر (فلایویل) استفاده شود.

۲- موتور V شکل (دو ردیفه) (خورجینی): (V-Type Engine)

در این مدل از موتورها، سیلندرها در دو ردیف قرار گرفته‌اند. معمولاً این دو ردیف سیلندر با یکدیگر زاویه 60° الی 90° درجه می‌سازند؛ بطوریکه موتور از نمای جلو بصورت V شکل دیده می‌شود. البته گاهی اوقات نیز این مدل موتور، مدل خورجینی نیز نامیده می‌شود.

به دلیل متمایل بودن سیلندرها در موتورهای V شکل، معمولاً ارتفاع این گروه از موتورها کوتاه‌تر می‌باشد. همچنین به خاطر قرارگیری دو ردیف سیلندر در کنار یکدیگر، طول بلوک سیلندر نیز کوتاه‌تر بوده و وزن بلوک سیلندر در مقایسه با تعداد سیلندر کم می‌باشد. به همین دلیل ضرورت دارد که این مدل بلوک سیلندر از استحکام کافی برخوردار بوده و محکم ساخته شود.



شکل ۶-۱۰- موتور V شکل (خورجینی)

در یک موتور خورجینی، شاتون سیلندره‌ای مقابل یکدیگر به یک یاتاقان گرد میل‌لنگ متصل می‌شود. به همین دلیل با بالا رفتن پیستون در یک سیلندر، پیستون سیلندر مقابل در حال پایین آمدن خواهد بود.

گاهی اوقات به منظور ایجاد تعادل بیشتر در میل‌لنگ، در مقابل هر یاتاقان گرد متحرک میل‌لنگ که محل اتصال شاتون است، وزنه‌های تعادل قرار داده می‌شود. گاهی دیگر نیز یک میل تعادل به موازات

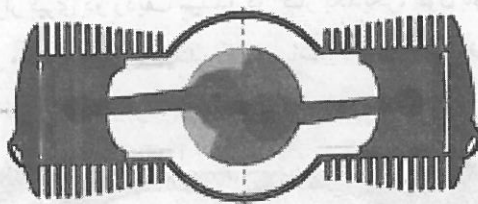
میل لنگ قرار داده می شود. این میل تعادل دارای چرخنده هایی می باشد که بصورت هرزگرد عمل کرده و ایجاد یک تکیه گاه محوری می نماید.

موتور فورد هشت سیلندر، یکی از نمونه های موتور V شکل می باشد که چهار سیلندر آن در سمت راست و چهار سیلندر دیگر آن در سمت چپ قرار گرفته است.

۳- موتور خوابیده (خورجینی تخت) (افقی دو طرفه): (Flat Engine)

موتور خوابیده حالت خاصی از موتورهای خورجینی می باشد. بطوریکه در موتور خوابیده نیز دو ردیف سیلندر وجود دارد، ولی زاویه این دو ردیف سیلندر با یکدیگر 180° درجه می باشد؛ یعنی در این مدل، سیلندرها بصورت افقی و روبروی یکدیگر قرار می گیرند.

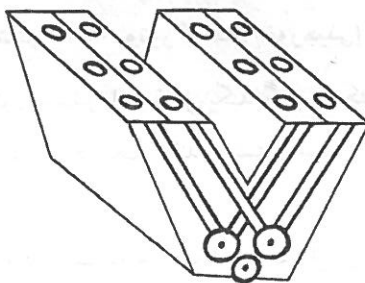
موتور فولکس قورباغه ای نوعی موتور خورجینی خوابیده می باشد که توسط هوا خنک کاری می شود. موتور اتومبیل سوپارو نیز یک موتور خورجینی تخت می باشد که توسط آب خنک کاری می شود.



شکل ۶-۱۱- موتور خوابیده (خورجینی تخت)

۴- موتور W شکل: (W-Type Engine)

در این مدل نیز همچون موتورهای V شکل، سیلندرها بصورت مایل و روبروی یکدیگر قرار گرفته اند. با این تفاوت که در هر سمت، دو ردیف سیلندر وجود دارد. این مدل در مواردی مورد استفاده قرار می گیرد که تعداد سیلندرها زیاد است. بطور مثال در یک موتور ۱۲ سیلندر W شکل، سیلندرها در چهار ردیف ۳ تایی قرار می گیرند و در یک موتور ۱۶ سیلندر W شکل، سیلندرها در چهار ردیف ۴ تایی قرار می گیرند.



شکل ۶-۱۲- موتور W شکل

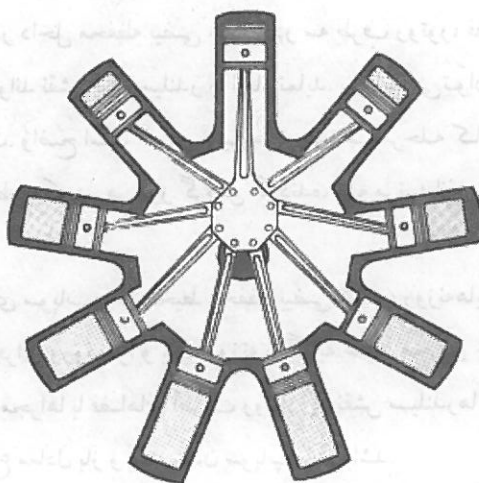
در موتورهای W شکل نیز شاتون هر دو سیلندر روبروی یکدیگر به یک یاتاقان گرد متحرک میل‌لنگ متصل می‌گردد؛ ولی از آنجایی که در یک راستا، چهار عدد سیلندر در کنار هم وجود دارد، معمولاً در موتورهای W شکل، دو عدد میل‌لنگ تعبیه گردیده است. البته در نهایت قدرت تولید شده بر روی این میل‌لنگ‌ها با هم یکی شده و از طریق یک محور خروجی از موتور خارج می‌گردد.

کاربرد موتورهای W شکل بیشتر در خودروهای سنگین همچون کامیون و اتوبوس که دارای سیلندرهایی زیادی هستند و یا مصارف صنعتی می‌باشد.

۵- موتور رادیال (ستاره‌ای): (Radial Engine)

در موتور رادیال، سیلندرها بر روی شعاع‌های یک دایره قرار دارند. بطوریکه شاتون همه این سیلندرها به یک لنگ مشترک متصل است.

معمولاً تعداد سیلندرها در موتور رادیال فرد می‌باشد. بطور مثال موتور رادیال بصورت ۵، ۷ و یا ۹ سیلندر می‌باشد. البته گاهی اوقات تعداد سیلندرها بیش از این نیز می‌باشد.



شکل ۶-۱۳- موتور رادیال

در هر یک از سیلندرهایی یک موتور رادیال، چهار مرحله مکش، تراکم، احتراق و تخلیه انجام می‌شود. ولی معمولاً ترتیب احتراق در سیلندرها به گونه‌ای است که بعد از هر سیلندر، سیلندر طرف مقابل محترق می‌گردد و پس از آن در سیلندر مجاور سیلندر اول احتراق انجام می‌شود. این موضوع که سیلندرهایی مقابل یکدیگر به ترتیب پشت سر هم محترق می‌شوند، باعث می‌گردد که تعادل بهتری در لنگ آن برقرار شود.

از موتورهای رادیال بیشتر در هواپیماهای قدیمی که دارای موتورهای احتراق داخلی بودند، استفاده

می‌شد. این نوع موتور معمولاً با هوا خنک کاری می‌شود و در ساخت آن، معمولاً از آلیاژهای سبک و با استحکام استفاده می‌شود.

۶- موتور وانکل (دوار): (Wankel Engine)(Rotary Engine)

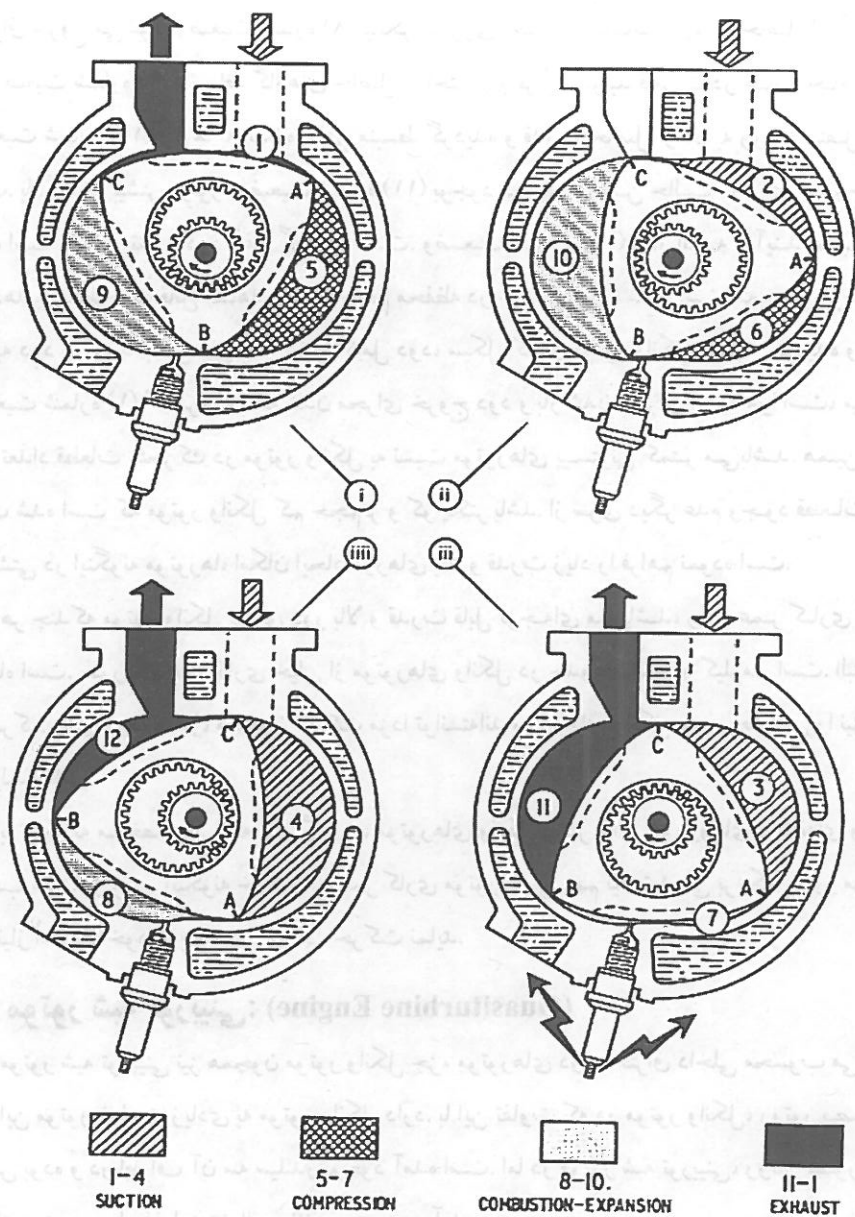
موتور وانکل که یک موتور دوار می‌باشد، همچون سایر موتورهای احتراق داخلی دارای مراحل مکش، تراکم، احتراق و تخلیه می‌باشد. با این تفاوت که در این مدل موتور، میل‌لنگ، شاتون، پیستون، سوپاپ‌ها و میل سوپاپ حذف گردیده است.

موتور وانکل دارای یک محفظه بیضی شکل می‌باشد که درون آن یک روتور (گردنده) (Rotor) وجود دارد. این روتور تقریباً به شکل مثلث می‌باشد. در قسمت مرکزی این روتور گردنده، یک چرخنده داخلی وجود دارد که داخل آن یک چرخنده کوچکتر قرار گرفته است. این چرخنده در انتهای محوری نصب گردیده است که به عنوان محور خروجی میل‌لنگ می‌باشد. این مکانیزم به گونه‌ای است که این محور با سرعتی در حدود سه برابر سرعت گردنده به گردش در می‌آید.

هنگام گردش روتور در داخل محفظه بیضی شکل، در سه طرف روتور، فضاهایی ایجاد می‌شود که هر کدام از این فضاها می‌تواند نقش یک سیلندر را ایفاء نماید. بنابراین می‌توان گفت که موتور وانکل یک موتور سه سیلندر است. واضح است که در چنین موتوری، هر مرحله کاری در ۱۲۰ درجه گردش میل‌لنگ انجام می‌پذیرد. بطوریکه در هر دور گردش گردنده، سه مرتبه انفجار رخ داده و قدرت تولید می‌شود.

در موتور وانکل به جای سوپاپ‌ها در محیط محفظه بیضی شکل، روزنه‌هایی تعبیه گردیده است. یکی از این روزنه‌ها به عنوان مجرای ورود هوا و یک روزنه دیگر به عنوان مجرای خروج دود می‌باشد. هنگام گردش روتور، ارتباط این مجراها با فضاهای اطراف روتور که نقش سیلندرها را ایفاء می‌نمایند، قطع و وصل می‌گردد. این موضوع معادل باز و بسته شدن سوپاپ‌ها می‌باشد.

در شکل (۶-۱۴) فرآیند کامل تولید قدرت در موتور وانکل نشان داده شده است. در این شکل تمامی وضعیت‌هایی که در یکی از فضاهای اطراف روتور رخ می‌دهد، به ترتیب نشان داده شده است. طبق این شکل در وضعیت شماره (۱) مجرای خروج دود در حال بسته شدن و مجرای ورود هوا در حال باز شدن می‌باشد. با کمی چرخش روتور، وضعیت شماره (۲) بوجود می‌آید. در این حالت، محفظه در حال بزرگ شدن می‌باشد. بطوریکه با بزرگ شدن این محفظه، عمل مکش انجام می‌پذیرد. در وضعیت شماره (۳) اثر گردش بیشتر روتور، محفظه بزرگتر شده و هوای بیشتری مکش گردیده است. در وضعیت شماره (۴) فضای سیلندر به بزرگترین مقدار خود رسیده است. در این حالت مجرای ورود هوا در حال بسته شدن می‌باشد. در وضعیت شماره (۵) مجرای ورود هوا بطور کامل بسته شده است و عمل تراکم آغاز گردیده



شکل ۶-۱۴- موتور وانکل

است. مرحله تراکم در وضعیت شماره (۶) در حال کامل شدن است. بطوریکه با گردش روتور، محفظه سیلندر در حال کوچکتر شدن می‌باشد. در وضعیت شماره (۷)، حجم محفظه به کوچکترین مقدار ممکن رسیده است و عمل تراکم کامل شده است. بطوریکه شرایط آماده جرقه‌زنی و محترق شدن مخلوط هوا و سوخت می‌باشد. در این وضعیت محفظه در مقابل شمع قرار گرفته است و عمل جرقه‌زنی انجام می‌پذیرد و

احتراق شروع می‌شود. وضعیت شماره (۸) بیانگر پیشروی احتراق و انبساط گازهای حاصل از آن می‌باشد. در وضعیت شماره (۹)، انبساط گازهای حاصل از احتراق و فرآیند تولید قدرت در حال انجام است. در وضعیت شماره (۱۰) گازها به اندازه کافی منبسط گردیده و قدرت حاصل از آن به روتور منتقل گردیده است. با گردش بیشتر روتور، وضعیت شماره (۱۱) بوجود می‌آید. در این حالت مجرای خروج دود باز شده است و عمل تخلیه دود آغاز گردیده است. وضعیت شماره (۱۲) نیاز ادامه فرآیند تخلیه را نشان می‌دهد. همانطور که قابل مشاهده است، حجم محفظه در حال کوچک شدن است که همین موضوع عامل تخلیه دود می‌باشد. بدین ترتیب با تخلیه کامل دود، سیکل کاری موتور وانکل تکمیل گردیده و دوباره به وضعیت شماره (۱) که مرحله بسته شدن مجرای خروج دود و باز شدن مجرای ورود هوا است، می‌رسیم. تعداد قطعات متحرک در موتور وانکل به نسبت موتورهای پیستونی کمتر می‌باشد. همین موضوع سبب شده است که موتور وانکل کم حجم‌تر و کوچکتر باشد. از سوی دیگر عدم وجود قطعات رفت و برگشتی در اینگونه موتورها، امکان ایجاد دورهای بالا و قدرت زیاد را فراهم نموده است.

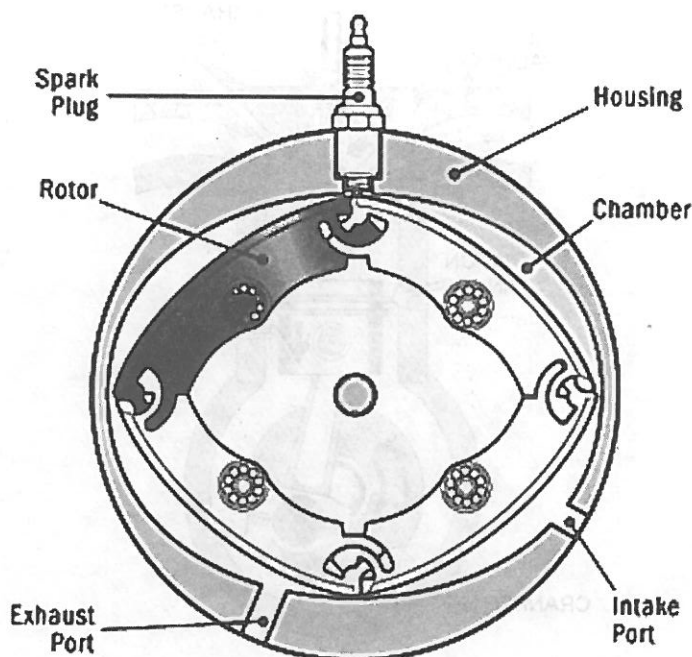
هر چند که موتور وانکل دارای دور بالا و قدرت قابل توجه‌ای می‌باشد، ولی عمر کاری آن بسیار کوتاه است. بطوریکه عمر کاری خیلی از موتورهای وانکل در حدود صد هزار کیلومتر است. البته برخی از شرکت‌های خودروساز، همچون شرکت مزدا توانسته‌اند موتورهای وانکل با عمر طولانی را نیز طراحی و تولید نمایند.

با توجه به مشخصه‌هایی که بیان گردید، موتورهای وانکل بیشتر برای خودروهای مسابقه‌ای و اسپورت مناسب است. زیرا در اینگونه خودروها، عمر کاری موتور خیلی مهم نیست؛ ولی برعکس دور موتورهای بالا نیاز است تا خودرو بتواند بر سرعت حرکت نماید.

۷- موتور شبه توربینی: (Quasiturbine Engine)

موتور شبه توربینی نیز همچون موتور وانکل جزء موتورهای دوار احتراق داخلی محسوب می‌گردد. این موتور شباهت زیادی به موتور وانکل دارد. با این تفاوت که در موتور وانکل، روتور بصورت سه گوش بوده و در اطراف آن سه سیلندر وجود آمده است. اما در موتور شبه توربینی، روتور بصورت چهار گوش بوده و چهار فضا به عنوان سیلندر بوجود می‌آید. در موتورهای شبه توربینی نیز یک مجرای ورود هوا و یک مجرای خروج دود وجود دارد. شمع نیز به منظور جرقه‌زنی در قسمتی تعبیه گردیده است که مخلوط هوا - سوخت در بین روتور و محفظه به خوبی متراکم گردیده است.

روتور نیز دارای یک مکانیزم چهار اهرمه بوده که با تغییر زاویه اهرم‌های روتور، امکان آب‌بندی روتور با محفظه بهتر فراهم می‌گردد.



شکل ۶-۱۵- موتور شبه توربینی

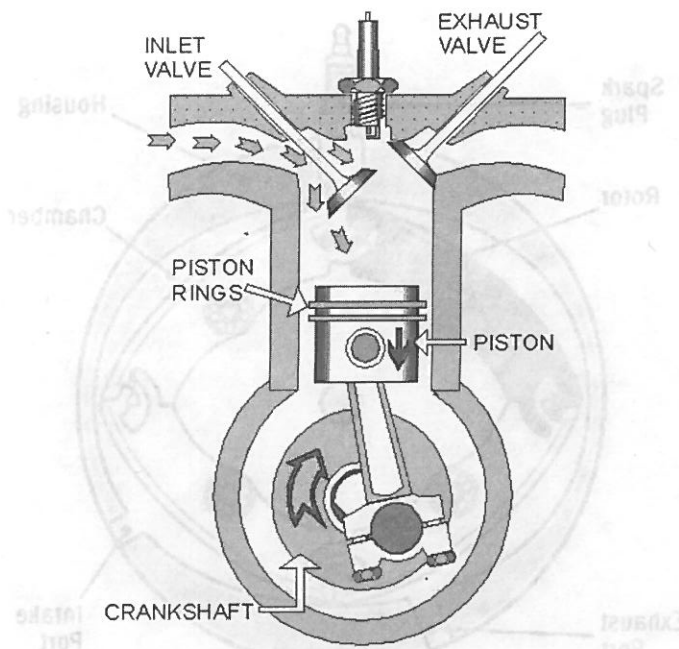
۶-۸- انواع موتور از لحاظ تعداد سیلندر:

(Arrange Engines By Cylinder Number)

تعداد سیلندرهایی موجود در یک موتور بستگی به نحوه کاربرد موتور و قدرت تولید شده در آن دارد. بطوریکه برای کاربردهای کم مصرف، از موتورهای با تعداد سیلندر کمتر استفاده می‌شود؛ ولی برعکس در مواردی که نیاز به موتورهای قوی‌تر داریم، از موتورهای با تعداد سیلندر بیشتر استفاده می‌شود. تعداد سیلندرهایی یک موتور معمولاً به یکی از صورت‌های ذیل می‌باشد:

۱- موتور تک سیلندر: (One Cylinder Engine)

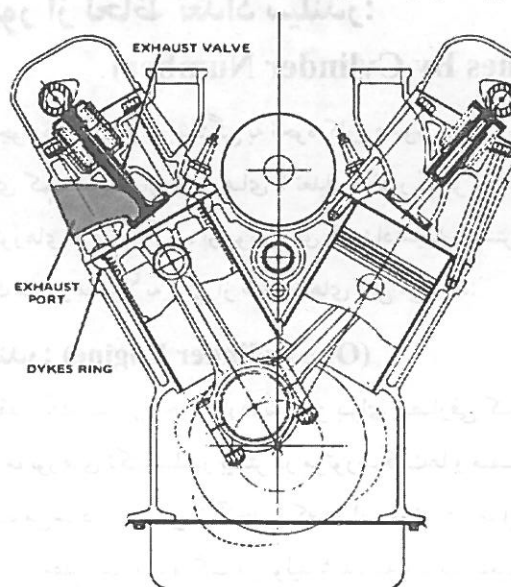
در این مدل موتور، فقط یک سیلندر وجود دارد. بنابراین برای مصارفی که نیاز به قدرت کمتری می‌باشد، مناسب است. از موتورهای تک سیلندر بیشتر در موتورسیکلت‌ها و مصارف صنعتی که نیاز به قدرت کمی دارند، استفاده می‌شود. در ضمن از آنجایی که در این موتورها، میل‌لنگ فقط توسط یک پیستون به گردش در می‌آید، مقدار سرعت و گشتاور تولید شده به شدت متغیر بوده و دارای نوسانات زیادی می‌باشد.



شکل ۶-۱۶- موتور تک سیلندر

۲- موتور دو سیلندر: (Two Cylinder Engine)

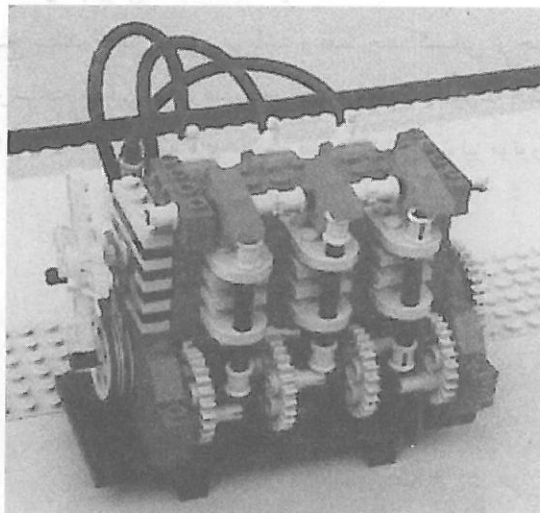
موتورهای دو سیلندر نیز بیشتر برای موتورسیکلت‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. هر چند که در برخی از خودروها همچون ژیان نیز از موتور دو سیلندر استفاده شده است.



شکل ۶-۱۷- موتور دو سیلندر

۳- موتور سه سیلندر: (Three Cylinder Engine)

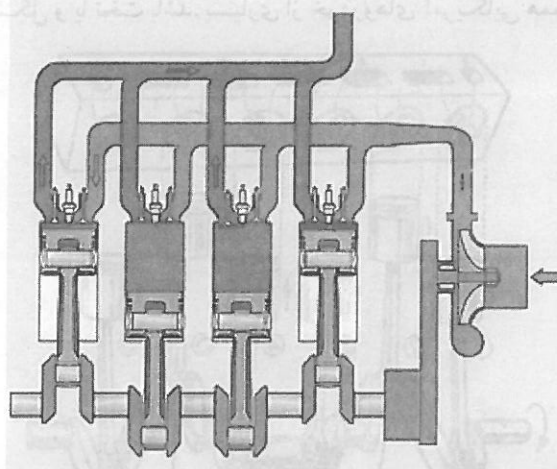
موتور سه سیلندر نیز در برخی از خودروهای سبک همچون خودروی ماتیز مورد استفاده قرار گرفته است.



شکل ۶-۱۸- موتور سه سیلندر

۴- موتور چهار سیلندر: (Four Cylinder Engine)

متداولترین شکل موتور که در اکثر خودروهای سواری مورد استفاده قرار می‌گیرد، موتور چهار سیلندر می‌باشد. بطور مثال اکثر خودروهای سواری همچون پراید، پیکان، سمند، پژو ۴۰۵ و پژو ۲۰۶، چهار سیلندر می‌باشند.

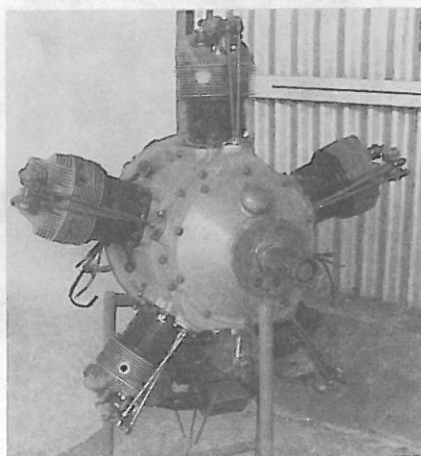


شکل ۶-۱۹- موتور چهار سیلندر

در اکثر اوقات شکل قرارگیری سیلندرها در یک موتور چهار سیلندر بصورت خطی می باشد. البته گاهی اوقات نیز بصورت V شکل (خورجینی) و یا تخت نیز طراحی می گردند.

۵- موتور پنج سیلندر: (Five Cylinder Engine)

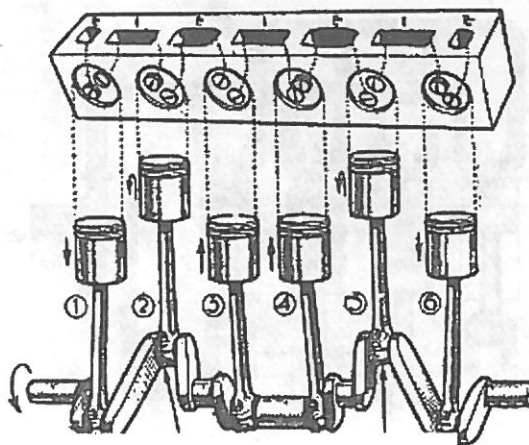
تعداد خودروهای پنج سیلندر نسبتاً محدود می باشد و فقط چند کمپانی از جمله آئودی و نوعی بنز دیزل، موتور پنج سیلندر ساخته اند. این موتورهای پنج سیلندر معمولاً بصورت خطی می باشند. البته در موتورهای رادیال که برای هواپیماهای ملخ دار طراحی شده است نیز موتور پنج سیلندر وجود دارد.



شکل ۶-۲۰- موتور پنج سیلندر رادیال

۶- موتور شش سیلندر: (Six Cylinder Engine)

موتورهای شش سیلندر نیز تا حدود زیادی متداول هستند. آرایش یک موتور شش سیلندر می تواند بصورت خطی، V شکل و یا تخت باشد. بسیاری از خودروهای آمریکایی همچون شورلت، مدل های

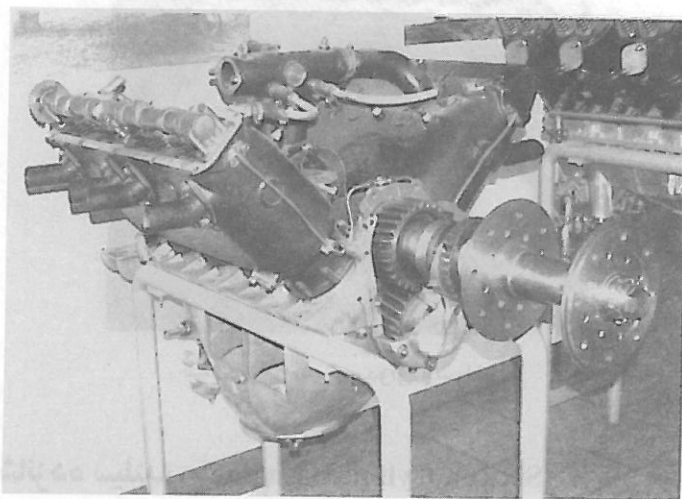


شکل ۶-۲۱- موتور شش سیلندر

مختلفی از بنز و خودروهایی همچون ماکسیما دارای موتور شش سیلندر می‌باشند.

۷- موتور هشت سیلندر: (Eight Cylinder Engine)

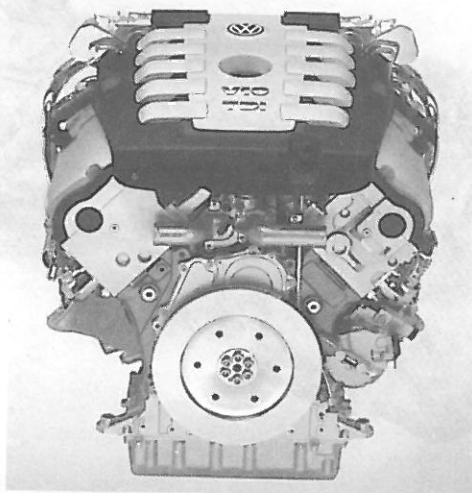
موتورهای هشت سیلندر معمولاً به شکل خورجینی طراحی می‌شوند؛ یعنی سیلندرها در دو ردیف چهارتایی قرار می‌گیرند و موتور بصورت V شکل می‌باشد. بسیاری از خودروهای اسپرت و یا مدل‌های مختلفی از شورلت، همچون شورلت کوروت دارای موتور هشت سیلندر هستند.



شکل ۶-۲۲- موتور هشت سیلندر

۸- موتور ده سیلندر: (Ten Cylinder Engine)

البته موتور ده سیلندر خیلی مرسوم نیست؛ ولی در بعضی از خودروهای مسابقه‌ای، اسپورت و حتی کامیون‌ها از آن استفاده شده است. این مدل نیز معمولاً بصورت V شکل می‌باشد.



شکل ۶-۲۳- موتور ده سیلندر

۹- موتور دوازده سیلندر: (Twelve Cylinder Engine)

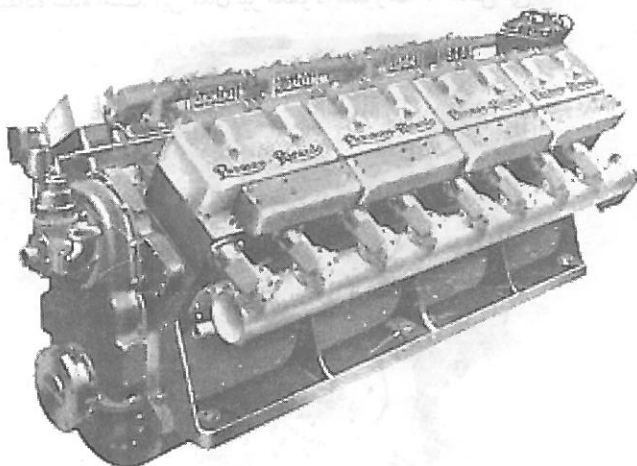
موتورهای دوازده سیلندر معمولاً به صورت V شکل و یا W شکل ساخته می‌شوند. کاربرد موتورهای دوازده سیلندر در کامیون، اتوبوس، ماشین آلات صنعتی، اتومبیل‌های مسابقه‌ای و اسپورت می‌باشد. بطور مثال کمپانی‌های ب.ام.و، جاگوار، فراری و لامبورگینی، اتومبیل‌های دوازده سیلندر اسپرت تولید می‌کنند.



شکل ۶-۲۴- موتور دوازده سیلندر

۱۰- موتور شانزده سیلندر: (Sixteen Cylinder Engine)

در گذشته بعضی از کارخانجات، موتور شانزده سیلندر تولید می‌کردند. اما به علت بالا بودن حجم موتور و مشکلات نگهداری، امروزه دیگر تولید نمی‌شود. البته موتورهای شانزده لیتری ممکن است در مصارف صنعتی مورد بهره‌برداری قرار گیرند.



شکل ۶-۲۵- موتور شانزده سیلندر

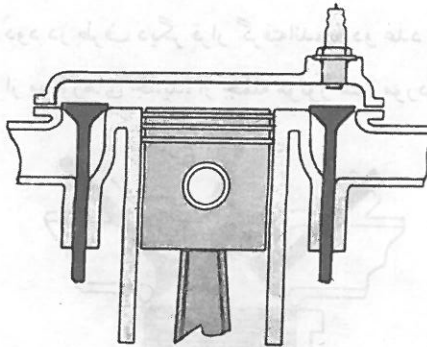
۶-۹- انواع موتور از لحاظ شکل قرارگیری سوپاپ‌ها: (Arrange Engines By Valve Arrangement)

براساس موقعیت قرارگیری سوپاپ‌ها، نحوه‌ی عملکرد آنها و مکانیزم حرکت دهنده آنها، می‌توان تقسیم‌بندی زیر را انجام داد:

۱- سیستم سوپاپ ایستاده دو طرفه (T شکل):

در این مدل، کلیه سوپاپ‌ها بصورت ایستاده می‌باشند؛ بطوریکه پیشانی سوپاپ به سمت بالا و ساق سوپاپ در پایین قرار می‌گیرد. از سوی دیگر تمامی سوپاپ‌های ورود هوا در یک طرف و سوپاپ‌های خروج دود در طرف دیگر سیلندرها قرار می‌گیرند. به همین دلیل برای کنترل حرکت سوپاپ‌ها، به دو عدد میل بادامک (میل سوپاپ) نیاز داریم که یکی از آنها سوپاپ‌های هوا و دیگری سوپاپ‌های دود را کنترل می‌نماید. معمولاً در این مدل، تایپیت حرکت خود را از میل بادامک گرفته و بطور مستقیم به سوپاپ منتقل می‌کند.

در این سیستم که سوپاپ‌ها بصورت ایستاده و در دو طرف سیلندر قرار گرفته‌اند، مجراهای ورود و خروج به همراه سیلندر، مشابه شکل T می‌باشد؛ به همین دلیل به آن مدل T نیز گفته می‌شود. در این مدل به علت بد پر شدن سیلندر، راندمان حجمی موتور در حدود ۷۵٪ می‌باشد. همین موضوع باعث شده است که استفاده از این مدل به تدریج منسوخ گردد. یا به عبارتی دیگر این مدل، یک مدل قدیمی محسوب می‌گردد.

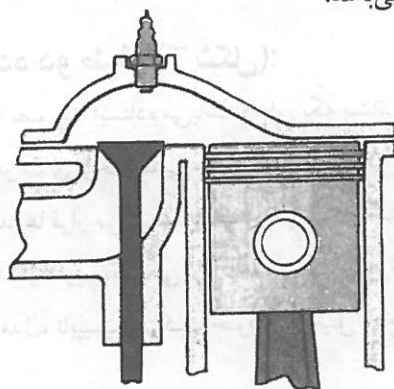


شکل ۶-۲۶- سیستم سوپاپ ایستاده دو طرفه (T شکل)

۲- سیستم سوپاپ ایستاده یک طرفه (L شکل):

در این حالت تمامی سوپاپ‌های هوا و دود بصورت ایستاده و در یک طرف موتور قرار دارند که بصورت شکل L می‌باشند. از آنجایی که کلیه سوپاپ‌ها در یک سمت هستند، برای کنترل آنها فقط یک

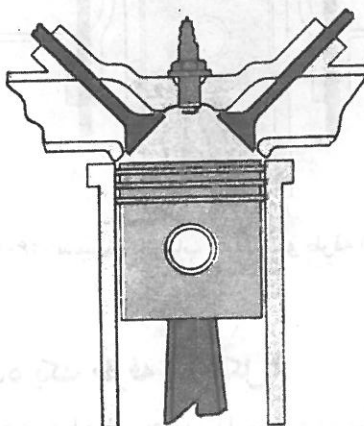
عدد میل بادامک نیاز است. در این مدل به علت کوچک تر بودن محفظه احتراق و موقعیت قرارگیری سوپاپ‌ها، شارژ سیلندر (پیر شدن سیلندر از هوای تازه) بهتر انجام شده و دارای راندمان بهتری می‌باشد. بطوریکه راندمان حجمی موتور در این حالت تقریباً ۸۸٪ می‌باشد.



شکل ۶-۲۷- سیستم سوپاپ ایستاده یک طرفه (L شکل)

۳- سیستم سوپاپ معلق دو طرفه (I شکل):

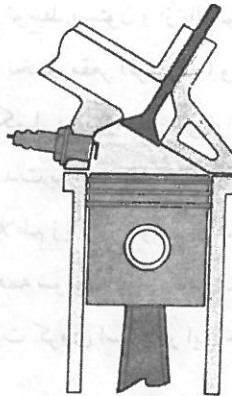
در مدل I شکل، هر دو سوپاپ در قسمت بالای محفظه احتراق و بصورت معلق قرار گرفته‌اند. به همین دلیل راندمان حجمی موتور نیز به شکل محفظه احتراق بستگی دارد. از آنجایی که سوپاپ‌های هوا در یک طرف و سوپاپ‌های دود در طرف دیگر قرار گرفته‌اند، به دو عدد میل بادامک (میل سوپاپ) نیاز داریم. این سیستم در بسیاری از موتورهای جدید، از جمله موتور هندا مورد استفاده قرار گرفته است.



شکل ۶-۲۸- سیستم سوپاپ معلق دو طرفه (I شکل)

۴- سیستم سوپاپ معلق یک طرفه:

در این مدل نیز هر دو سوپاپ در قسمت بالای محفظه احتراق و بصورت معلق قرار دارند. با این تفاوت که هر دو سوپاپ در یک سمت سیلندر می‌باشند. به همین دلیل کنترل کلیه سوپاپ‌ها صرفاً با یک عدد میل بادامک انجام می‌پذیرد.

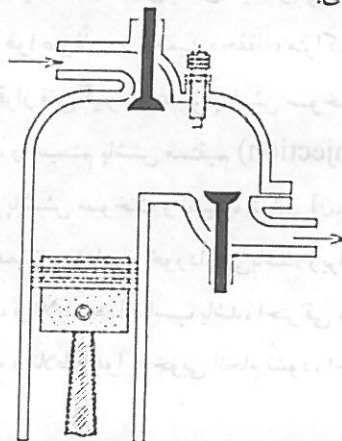


شکل ۶-۲۹- سیستم سوپاپ معلق یک طرفه

۵- سیستم سوپاپ‌های ترکیبی (F شکل):

در این حالت که بصورت F شکل می‌باشد، سوپاپ هوا بصورت معلق و در بالای محفظه احتراق قرار دارد. در صورتیکه سوپاپ دود به حالت ایستاده و در پایین تر قرار گرفته است. به همین دلیل به این وضعیت، حالت ترکیبی گفته می‌شود.

در حالت ترکیبی، ورود سوخت راحت بوده و دود نیز به آسانی خارج می‌گردد. به همین دلیل از راندمان حجمی مطلوبی برخوردار می‌باشد.



شکل ۶-۳۰- سیستم سوپاپ‌های ترکیبی (F شکل)

۶-۱۰- انواع موتور از لحاظ شکل محفظه احتراق:

(Arrange Engines By Combustion Chamber Shape)

به آن قسمت از فضای سیلندر که در بالاتر از نقطه مرگ بالا قرار گرفته است، محفظه احتراق گفته می‌شود. هنگامی که پیستون، هوای داخل سیلندر را متراکم می‌نماید، هوای فشرده شده در این فضا قرار می‌گیرد. فضای محفظه احتراق از پایین توسط پیستون و از بالا توسط سرسیلندر محدود می‌گردد.

کف پیستون، ممکن است بصورت تخت، مقعر (فرو رفته) و یا محدب (برجسته) باشد. آن قسمت از سرسیلندر که بالای محفظه احتراق را تکمیل می‌نماید نیز می‌تواند بصورت تخت، شیبدار، هلالی و یا کروی باشد. هر یک از این اشکال به شدت بر روی نحوه احتراق مؤثر می‌باشد. مثلاً هنگامی که بالای محفظه احتراق بصورت شیبدار است، تلاطم زیاد می‌شود و از سوی دیگر وجود نقاط نوک تیز و گوشه در محفظه احتراق، باعث می‌گردد که همه سوخت بطور کامل نسوزد. بهترین شکل محفظه احتراق در حالتی می‌باشد که محفظه احتراق بصورت کروی است. در این حالت احتراق به آرامی انجام پذیرفته و سوخت بطور کامل می‌سوزد.

یک نوع تقسیم‌بندی کلی دیگر که برای محفظه احتراق می‌توان انجام داد، بر این اساس است که محفظه احتراق دارای یک فضای جانبی باشد که سوخت در آنجا پاشش گردد و یا این که محفظه احتراق بصورت یک تکه بوده و سوخت مستقیماً در آنجا پاشش گردد. بر این اساس می‌توان محفظه احتراق را به دو مدل کلی تقسیم‌بندی نمود:

۱- محفظه احتراق باز (با پاشش مستقیم):

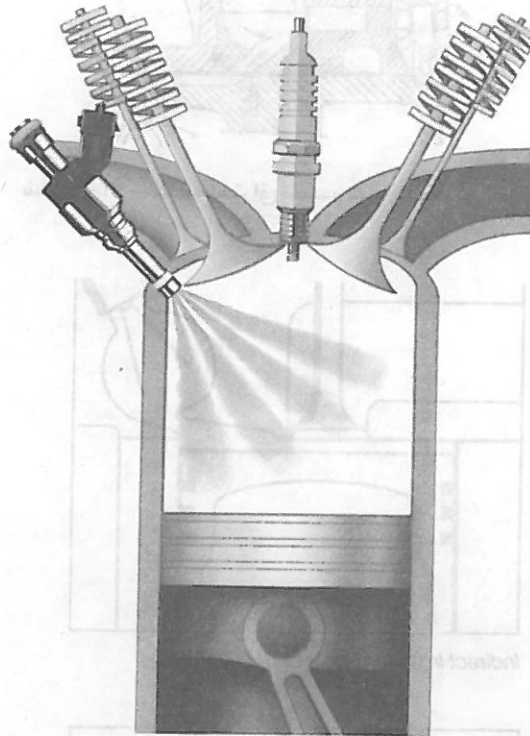
(Open Chamber With Direct Injection)

در این حالت محفظه احتراق دقیقاً همان فضای بالای سیلندر می‌باشد و هیچ فضای دیگری نیز برای این منظور وجود ندارد. بطوریکه هوا صرفاً درون همین محفظه، متراکم می‌شود. در این مدل، انژکتور نیز مستقیماً در بالای محفظه احتراق قرار می‌گیرد و عمل پاشش سوخت در همین محفظه احتراق انجام می‌پذیرد. بر همین اساس این مدل را سیستم پاشش مستقیم (Direct Injection) می‌نامند.

در این مدل، چگونگی نحوه پاشش سوخت و اتمیزه شدن آن، میزان اختلاط سوخت و حرکت چرخشی هوای داخل سیلندر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد؛ زیرا سوخت مستقیماً بر روی هوا پاشش می‌شود و اگر نحوه توزیع سوخت و تلاطم هوا مناسب باشد، احتراقی مناسب و یکنواخت خواهیم داشت و برعکس اگر این پاشش سوخت و تلاطم هوا به خوبی انجام نشود، احتراق از نوع ضعیف و کم قدرت خواهد بود.

در یکی از مدل‌های محفظه احتراق باز با پاشش مستقیم که به نام مدل مان معروف است، سوپاپ

هوای ورودی بصورت لبه‌دار بوده و باعث می‌شود که هوا بصورت چرخشی وارد سیلندر گردد. از سوی دیگر پاشش سوخت نیز بصورت مماسی در سطح کروی پیستون انجام می‌پذیرد. همین موضوع باعث اختلاط مناسب سوخت با هوا گردیده و راندمان حرارتی موتور را افزایش می‌دهد. سیستم پاشش سوخت به روش مان بیشتر برای موتورهای کوچک با سرعت‌های بالا مناسب است؛ زیرا این روش هم سرعت اختلاط هوا با سوخت را افزایش می‌دهد و هم باعث کاهش مصرف سوخت می‌شود.



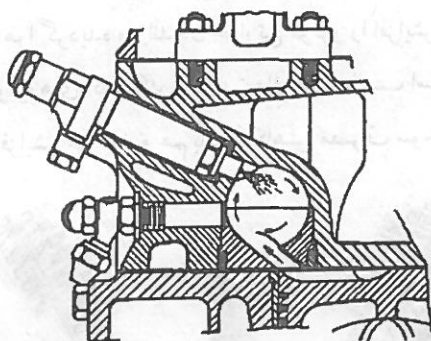
شکل ۶-۳۱- محفظه احتراق باز با پاشش مستقیم

۲- محفظه احتراق تقسیم شده (با پاشش غیرمستقیم):

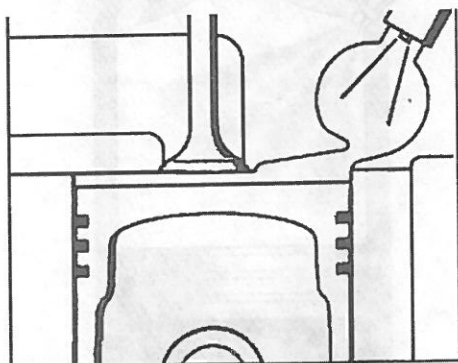
(Divided Chamber With Indirect Injection)

در این حالت علاوه بر محفظه احتراق اصلی، یک یا چند محفظه احتراق فرعی نیز وجود دارد. بطوریکه ابتدا هوا وارد محفظه فرعی گردیده و پس از انبساط اولیه وارد محفظه احتراق اصلی می‌گردد. در این مدل، انژکتور در داخل محفظه فرعی قرار گرفته و عمل پاشش سوخت را در آنجا انجام می‌دهد؛ به همین دلیل به این مدل پاشش غیرمستقیم (Indirect Injection) گفته می‌شود. هر چند که پاشش سوخت و اختلاط آن با هوا در محفظه فرعی انجام می‌پذیرد، ولی تلاطم بیشتر و

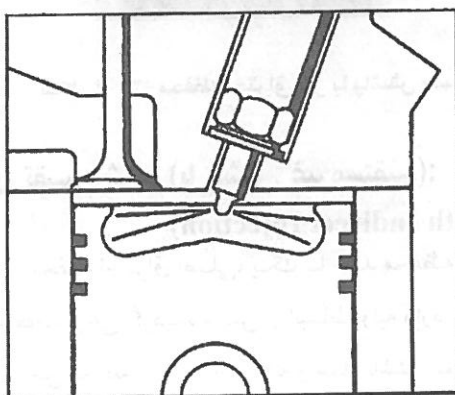
تکمیل فرآیند احتراق در داخل محفظه اصلی رخ می دهد.



شکل ۶-۳۲- محفظه احتراق تقسیم شده با پاشش غیرمستقیم



Indirect Injection into a swirl chamber



Direct Injection

شکل ۶-۳۳- پاشش غیرمستقیم و پاشش مستقیم

۶-۱۱- انواع موتور از لحاظ نحوه‌ی اختلاط سوخت با هوا:

(Arrange Engines By Fuel System)

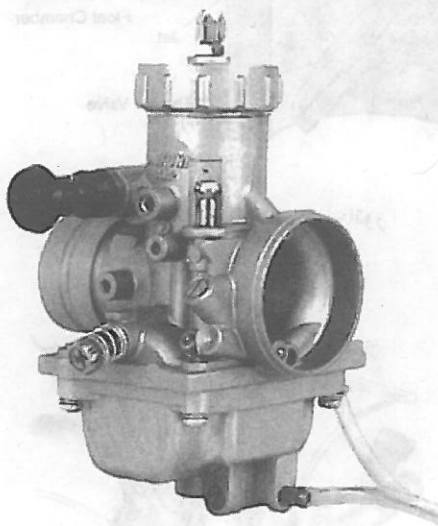
با توجه به نحوه‌ی اختلاط سوخت با هوا و اینکه این اختلاط در چه مرحله‌ای رخ می‌دهد، می‌توان

تقسیم‌بندی زیر را برای موتورها انجام داد:

۱- مدل کاربراتوری: (Carburetor System)

در این مدل، اختلاط هوا با سوخت در قبل از ورود به موتور انجام می‌پذیرد. در این حالت در کنار موتور، کاربراتوری وجود دارد که عمل اختلاط سوخت در داخل آن انجام می‌پذیرد. این سیستم بیشتر در موتورهای بنزینی قدیمی استفاده می‌گردید.

در داخل کاربراتور یک ونتوری وجود دارد که در هنگام عبور هوا از داخل آن، یک خلاء نسبی بوجود آمده و باعث مکش سوخت می‌گردد. بطوریکه سوخت در هنگام مکیده شدن، بصورت پودری شکل در آمده و امتیزه می‌شود و این سوخت امتیزه شده با هوا ترکیب می‌گردد.



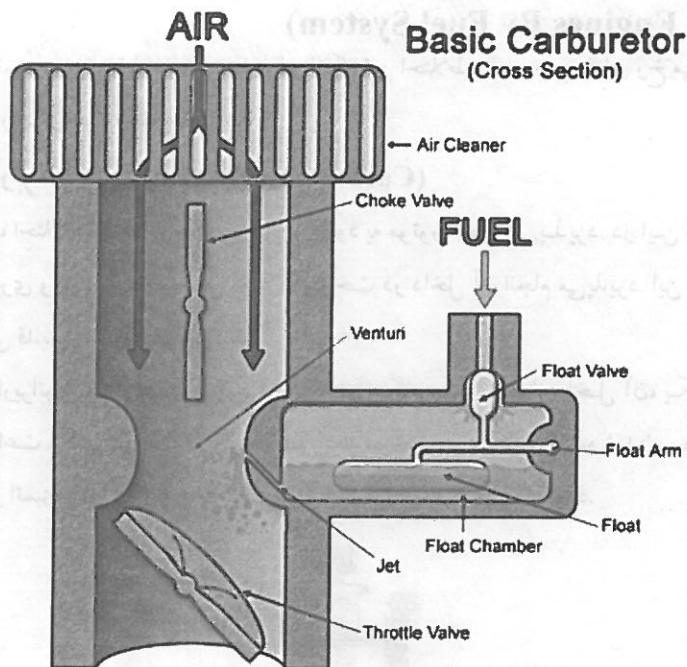
شکل ۶-۳۴- کاربراتور

۲- مدل انژکتوری: (Injection System)

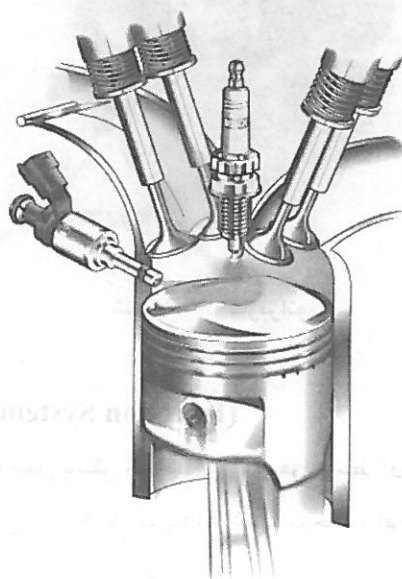
انژکتور وسیله‌ای است که عمل پاشش سوخت بر روی هوا توسط آن انجام می‌پذیرد. انژکتور دارای یک مجرای خروجی باریک می‌باشد که باعث پرفشار شدن سوخت و افزایش سرعت آن در هنگام خروج می‌شود.

البته عمل پاشش سوخت توسط انژکتور، در موتورهای بنزینی قبل از تراکم انجام می‌پذیرد. در

صورتیکه در موتورهای دیزل، عمل پاشش سوخت بعد از تراکم هوا انجام می‌شود.



شکل ۶-۳۵- ساختمان داخلی کاربراتور



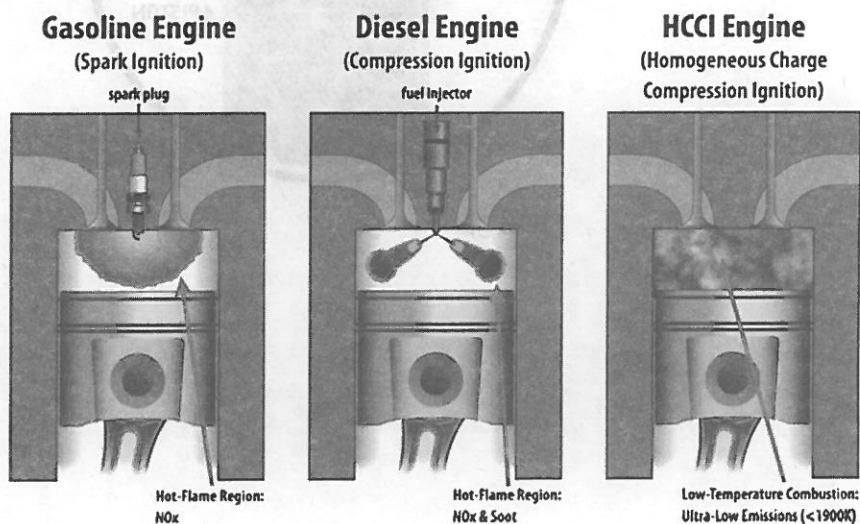
شکل ۶-۳۶- مدل انژکتوری

۳- مدل HCCI (Homogeneous Charge Compression Ignition)

این حالت که مدل خاصی از سیستم انژکتوری می‌باشد، در قبل از ورود هوا به داخل سیلندر، یک محفظه فرعی وجود دارد. بطوریکه عمل پاشش سوخت، در هنگام عبور هوا از داخل این محفظه انجام می‌پذیرد. به عبارتی دیگر پاشش سوخت در این مدل بصورت غیرمستقیم (Indirect Injection) می‌باشد.

در این مدل چون عمل پاشش سوخت بر روی هوا و مخلوط شدن آن در قبل از ورود به سیلندر انجام می‌پذیرد، شاهد توزیع یکنواخت سوخت بر روی هوا می‌باشیم، بطوریکه در این حالت مخلوط هوا و سوخت به خوبی با یکدیگر ترکیب شده و شاهد یک مخلوط یکنواخت و همگن می‌باشیم.

در مدل HCCI به علت توزیع یکنواخت سوخت در همه جا، عمل احتراق بصورت یکنواخت و هماهنگ شکل گرفته و شاهد یک احتراق آرام و یکنواخت خواهیم بود.



شکل ۶-۳۷- مدل HCCI در مقایسه با موتورهای بنزینی و دیزل

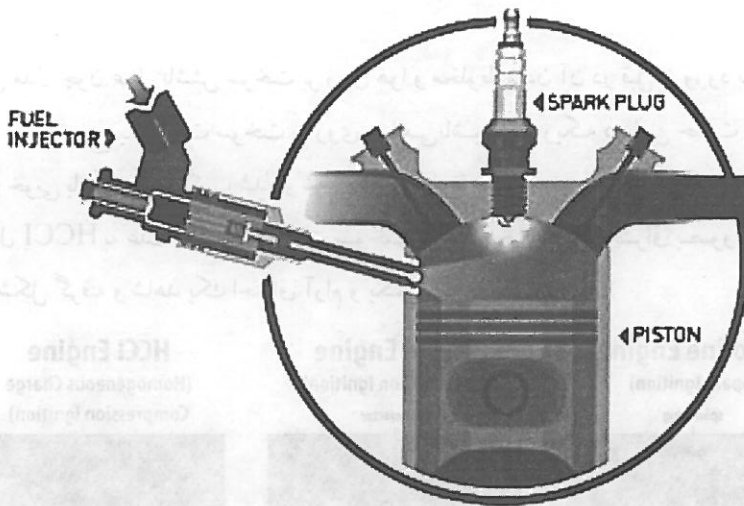
۴- مدل GDI (Gasoline Direct Injection)

این مدل نیز شکل دیگری از سیستم سوخت‌رسانی انژکتوری می‌باشد که عمل پاشش سوخت در داخل سیلندر و بصورت مستقیم (Direct Injection) انجام می‌پذیرد.

از آنجایی که در مدل GDI، فرآیند پاشش سوخت مستقیماً در داخل سیلندر و بر روی هوای داخل آن انجام می‌پذیرد، شاهد کاهش مصرف سوخت و افزایش راندمان موتور خواهیم بود.

طراحی اولیه موتور GDI به سال ۱۹۳۰ میلادی برمی‌گردد؛ ولی طرح جدید آن به عنوان یکی از

تکنولوژی‌های جدید دنیا محسوب می‌شود. در مدل‌های جدید سیستم GDI، تعدادی سنسور وجود دارد که شرایط موتور را اندازه‌گیری نموده و میزان سوخت مورد نیاز را براساس شرایط موتور تعیین می‌نماید. مدل GDI علاوه بر کاهش مصرف سوخت، باعث کاهش میزان آلاینده‌گی هوا نیز می‌گردد.

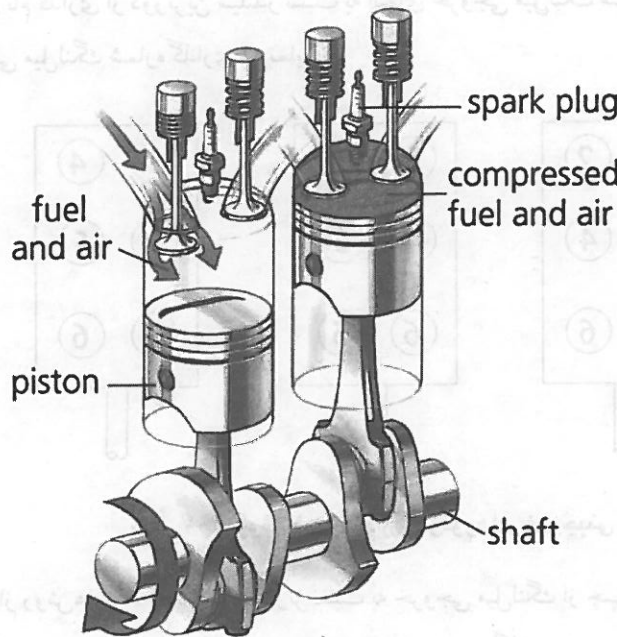


شکل ۶-۳۸- مدل GDI

اصول طراحی و عملکرد موتور *Principles Of Engine Design & Performance*

۷-۱- جهت چرخش موتور: (Engine Revolution Direction)

هر چند که جهت گردش میل لنگ بستگی به طراحی موتور دارد، ولی در بیشتر خودروها این جهت یکسان می باشد.

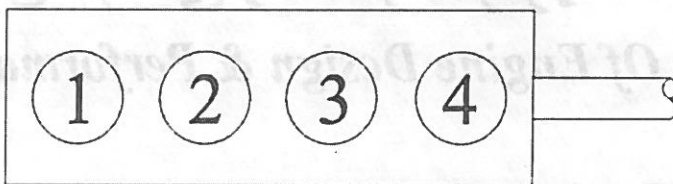


شکل ۷-۱- جهت گردش موتور از نمای جلو

جهت گردش استاندارد میل لنگ به گونه ای است که اگر از انتهای خروجی میل لنگ به موتور نگاه کنیم، پاد ساعتگرد (خلاف جهت گردش عقربه های ساعت) (Conter Clock Wise) خواهد بود و اگر از جلو به موتور نگاه کنیم، جهت گردش میل لنگ، ساعتگرد (clock wise) می باشد.

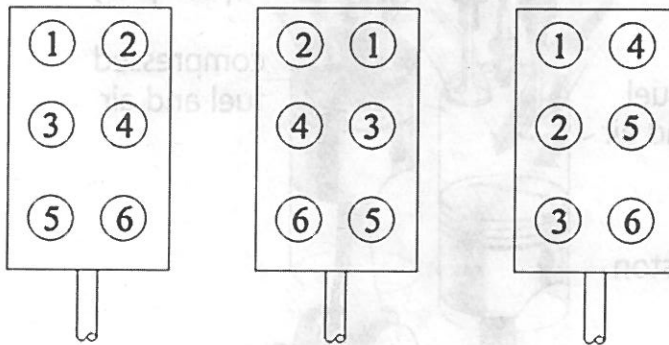
۲-۷- روش شماره گذاری سیلندرها: (Cylinders arrange)

برای شناسایی بهتر سیلندرها، لازم است که به هر سیلندر یک شماره ردیف اختصاص داده شود. روش کار معمولاً بدین صورت است که دورترین سیلندر به انتهای خروجی میل لنگ را سیلندر شماره یک نامگذاری کرده و به سیلندره‌های بعدی به سمت خروجی میل لنگ، به ترتیب شماره‌های ۲، ۳ و ... اختصاص داده می‌شود.



شکل ۲-۷- روش شماره گذاری موتورهای خطی

در موتورهای خورجینی برای نام گذاری سیلندرها چند روش مختلف وجود دارد. البته در تمامی این روش‌ها برای نام گذاری از دورترین سیلندر نسبت به انتهای خروجی میل لنگ شروع کرده و به ترتیب به سمت خروجی میل لنگ شماره گذاری می‌نماییم.



شکل ۳-۷- روش شماره گذاری موتورهای خورجینی

در یکی از روش‌ها، ابتدا دو سیلندر دورتر نسبت به خروجی میل لنگ از چپ به راست و یا از راست به چپ نام گذاری شده و به همان صورت، ردیف به ردیف شماره گذاری نموده تا به خروجی میل لنگ برسیم. در روش دیگر، نام گذاری به صورت ستونی انجام می‌پذیرد. یعنی ابتدا شماره‌های ترتیبی را به سیلندره‌های یک سمت موتور اختصاص داده (از دورترین سیلندر به خروجی میل لنگ شروع می‌نماییم) و بعد از نام گذاری همه آنها، سیلندره‌های سمت دیگر موتور را نام گذاری می‌نماییم. معمولاً روش شماره گذاری سیلندرها در دفترچه راهنما موجود است و یا بر روی موتور حک گردیده

است. در موتورهای رادیال و وانکل نیز از یک سیلندر شروع کرده و به ترتیب شماره گذاری می‌نماییم.

۷-۳- ترتیب احتراق (وایر چینی):

(Wiring)(Combustion arrangement)

همانطور که می‌دانید تولید قدرت فقط در یک کورس کاری سیلندر انجام می‌پذیرد و در سه کورس دیگر (مکش- تراکم- تخلیه)، نیرویی از طریق پیستون به میل‌لنگ وارد نمی‌شود. در موتورهای چند سیلندر برای اینکه موتور یکنواخت‌تر کار کند، مراحل کاری سیلندرها را متفاوت از یکدیگر در نظر می‌گیرند، به گونه‌ای که احتراق هر یک از سیلندرها در یک لحظه اتفاق بیافتد. بنابراین نیرویی که توسط هر یک از سیلندرها به میل‌لنگ اعمال می‌گردد، در زمان‌های مختلفی به میل‌لنگ اعمال خواهد گردید. زیرا اعمال کلیه نیروها در یک لحظه به میل‌لنگ، باعث تاب برداشتن، شکست و کاهش عمر میل‌لنگ می‌شود. بطور مثال در لحظه‌ای که سیلندر اول در حال تخلیه است، سیلندر دوم در حال مکش و سیلندر سوم در حال احتراق و سیلندر چهارم در حال تراکم خواهد بود.

یکی از مهمترین نکاتی که باید در تعیین ترتیب احتراق سیلندرها مد نظر داشت، این است که احتراق پی در پی دو سیلندر مجاور، باعث اعمال نیروهای شدید در یک منطقه از میل‌لنگ شده و تنش‌های قابل ملاحظه‌ای را بوجود می‌آورد. این موضوع در اثر مرور زمان، باعث تاب برداشتن میل‌لنگ شده و می‌تواند ایجاد ترک و شکست در میل‌لنگ نماید.

بنابراین باید در هنگام طراحی میل‌لنگ، ترتیب احتراق سیلندرها به گونه‌ای در نظر گرفته می‌شود که بعد از احتراق هر سیلندر، در صورت امکان دورترین سیلندر نسبت به سیلندر قبلی، محترق گردد. از آنجایی که عمل احتراق با جرقه‌زنی شمع صورت می‌پذیرد، برق‌رسانی به شمع‌ها نیز به همان ترتیبی می‌باشد که لازم است سیلندرها محترق گردند. بر همین اساس به ترتیب احتراق سیلندرها، اصطلاحاً وایر چینی گفته می‌شود.

در اکثر موتورها، ترتیب وایر چینی سیلندرها موتور نیز به همراه روش شماره گذاری سیلندرها، یا بر روی موتور حک گردیده است و یا در دفترچه‌ی راهنما آورده شده است. توجه داشته باشید که ترتیب وایر چینی سیلندرها، هم بر روی بازدهی و عملکرد موتور و هم بر طول عمر میل‌لنگ تأثیر به سزایی دارد. برای اینکه تا حد ممکن سیلندرها دور از هم، بعد از هم محترق گردند، می‌توان روش‌ها و قوانین مختلفی را تعریف نمود. این قوانین براساس محاسبات نیروهای وارده به میل‌لنگ و تست‌های تجربی بدست آمده است.

در یکی از قوانین متداول برای تعیین ترتیب وایر چینی، ابتدا سیلندره‌ای فرد و سپس سیلندره‌ای زوج

را طوری پشت سر هم مرتب می‌نماییم که همواره سیلندرهایی که بیشترین فاصله را از یکدیگر دارند، بعد از هم محترق گردند. طبق این قانون برای موتورهای چهار سیلندر، وایر چینی عبارتست از:

۲ ۴ ۳ ۱

و برای موتورهای شش سیلندر، قانون وایر چینی چنین بدست می‌آید:

۴ ۲ ۶ ۳ ۵ ۱

برای موتورهای خورجینی نیز معمولاً از وایر چینی‌های زیر استفاده می‌شود:

۶ ۳ ۵ ۲ ۴ ۱

۶ ۵ ۳ ۲ ۴ ۱

در موتورهای رادیال که سیلندرها بر روی محیط یک دایره قرار گرفته‌اند، ابتدا یک سیلندر محترق گردیده و بعد از آن سیلندر روبرویی محترق می‌گردد. پس از آن سیلندر مجاور اولین سیلندر محترق می‌گردد. بدین ترتیب از هر طرف یک سیلندر محترق گردیده و پس از آن سیلندر روبرویی محترق می‌گردد. در موتورهای وانکل نیز شمع در یک محل مشخص نصب گردیده و هر محفظه‌ای که در مقابل آن شمع قرار می‌گیرد، محترق می‌شود.

قابل ذکر است که وایر چینی در موتور وانکل، به همان ترتیبی است که سیلندرها بر روی محیط موتور قرار دارند.

روش عملی برای تشخیص نحوه‌ی وایر چینی و ترتیب احتراق نیز به شرح زیر می‌باشد:

در این روش ابتدا شمع سیلندر اول را باز نموده و انگشت خود را جای شمع قرار می‌دهیم. سپس موتور را توسط هندل و یا آچار می‌چرخانیم، تا در اثر کمپرس (تراکم) سیلندر مربوطه، انگشت ما به عقب رانده شود. هنگامی که کمپرس به حد ماکزیمم خود رسید، شماره این سیلندر، که سیلندر شماره یک می‌باشد را یادداشت می‌نماییم. سپس سایر شمع‌ها را نیز باز نموده و به جای آنها چوب پنبه و یا چیز مشابه دیگری قرار می‌دهیم. سپس موتور را توسط هندل در جهت استاندارد می‌چرخانیم. چوب پنبه‌ها یکی یکی پرتاب می‌شوند. ترتیب پرتاب شدن چوب پنبه‌ها مطابق احتراق سیلندرها می‌باشد. یعنی اگر بعد از پرتاب هر چوب پنبه، شماره سیلندر مربوطه را یادداشت نماییم، اعداد بدست آمده بیانگر وایر چینی موتور می‌باشند.

۷-۴- تایمینگ سوپاپ‌ها (زمان‌بندی سوپاپ‌ها): (Timing)

واضح است که زمان باز و بسته شدن سوپاپ‌ها، بایستی متناسب با موقعیت پیستون باشد. از لحاظ تئوری، سوپاپ هوا فقط در کورس مکش (180° درجه گردش میل‌لنگ) و سوپاپ دود فقط در کورس

تخلیه (180° درجه گردش میل لنگ) بایستی باز باشد. ولی از آنجایی که ورود مخلوط هوا - سوخت و یا خروج دود، به دلیل داشتن اینرسی با کمی تأخیر وارد سیلندر می گردند، لازم است که برای جبران این مطلب، سوپاپ ها کمی زودتر باز شوند؛ که به آن آوانس (Advance) گفته می شود. همچنین به منظور تخلیه کامل دود و یا پر شدن سیلندر از سوخت، ضروری است که سوپاپ ها کمی دیرتر بسته شوند؛ که به آن ریتارد (Retard) گفته می شود. این موضوع هم برای سوپاپ های هوا و هم برای سوپاپ های دود صادق است؛ ولی در اکثر اوقات مدت زمان باز بودن سوپاپ های دود بیشتر از زمان باز بودن سوپاپ های هوا می باشد.

با در نظر گرفتن زمان آوانس و ریتارد برای سوپاپ ها، زمانی به وجود می آید که هر دو سوپاپ هوا و دود بطور همزمان باز باشند. به این لحظه که هنوز سوپاپ دود بسته نشده و سوپاپ هوا هم باز شده است، زمان قیچی کردن (قپانی) گفته می شود. مقدار آوانس و ریتارد سوپاپ ها، بستگی به طراحی موتور و شرایط کاری آن دارد. این مقدار را می توان توسط فیلرگیری (تنظیم لقی بین سوپاپ و اسبک) تغییر داد. توجه داشته باشید که میزان باز و بسته شدن سوپاپ ها، به شدت بر روی عملکرد موتور و رانندمان آن تأثیر دارد. بطور مثال ایجاد آوانس بیشتر در سوپاپ دود، باعث کاهش توان تولید شده در موتور می شود.

ولی به طور تقریبی محدوده ی زود باز شدن و دیر بسته شدن سوپاپ ها به شرح زیر می باشد:

آوانس سوپاپ دود، معمولاً بین 30° تا 50° درجه گردش میل لنگ می باشد.

ریتارد سوپاپ دود، معمولاً بین 15° تا 20° درجه گردش میل لنگ می باشد.

آوانس سوپاپ هوا، معمولاً بین 10° تا 15° درجه گردش میل لنگ می باشد.

ریتارد سوپاپ هوا، معمولاً بین 35° تا 55° درجه گردش میل لنگ می باشد.

بنابراین برای محاسبه زمان باز بودن یک سوپاپ، کافی است که مقدار آوانس و ریتارد آن را به یک کورس میل لنگ (180° درجه) اضافه نماییم.

همچنین برای محاسبه زمان قپانی، کافی است که ریتارد سوپاپ دود را با آوانس سوپاپ هوا جمع

نماییم.

در ضمن توجه داشته باشید که به ازای هر سیکل کاری موتور که معادل دو دور گردش میل لنگ است، سوپاپ های هوا و دود فقط یک مرتبه باز و بسته می شوند. بطور مثال اگر دور موتور ۳۰۰۰ RPM باشد، با تبدیل واحد، دور موتور ۵۰ RPS می شود؛ یعنی در هر ثانیه، میل لنگ ۵۰ دور می زند که در این مدت فقط نصف این مقدار یعنی ۲۵ مرتبه، سیکل کاری موتور تکمیل می شود. در این مدت هر یک از سوپاپ ها نیز فقط ۲۵ مرتبه باز و بسته می شوند.

مثال: اگر مقدار آوانس سوپاپ دود 43° درجه، ریتارد سوپاپ دود 15° درجه، آوانس سوپاپ هوا 12° درجه و ریتارد سوپاپ هوا 38° درجه باشد، میزان باز بودن سوپاپ دود و سوپاپ هوا را برحسب زاویه‌ی گردش میل‌لنگ بدست آورید؟ همچنین مطلوب‌ست مقدار قیانی برحسب زاویه‌ی گردش میل‌لنگ؟

$$238^\circ = 15^\circ + 180^\circ + 43^\circ: \text{زمان باز بودن سوپاپ دود}$$

$$230^\circ = 38^\circ + 180^\circ + 12^\circ: \text{زمان باز بودن سوپاپ هوا}$$

$$27^\circ = 15^\circ + 12^\circ: \text{زمان قیانی سوپاپ‌ها}$$

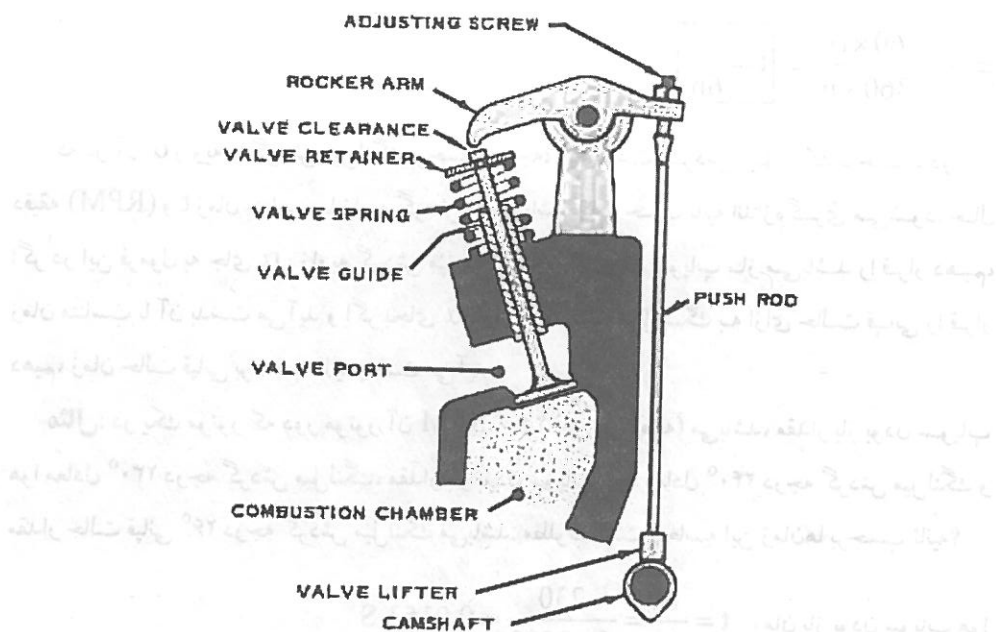
۷-۵- فیلر گیری: (Valve Clearance Gauge)

منظور از فیلر گیری، تنظیم میزان لقی بین سوپاپ و اسبک می‌باشد. مقدار این لقی (فیلر) به شدت بر روی عملکرد موتور و زمان باز بودن سوپاپ‌ها تأثیر گذار می‌باشد. بطوریکه اگر لقی سوپاپ‌ها بیشتر از حد مجاز باشد، سوپاپ‌ها دیرتر عمل کرده و دیرتر باز می‌شوند و در هنگام بسته شدن، زودتر بسته می‌شوند. به عبارت بهتر هر چقدر مقدار لقی فیلر گیری بیشتر باشد، مدت زمان باز بودن سوپاپ‌ها کمتر خواهد بود. معمولاً در فصل تابستان، لقی فیلر گیری بیشتر در نظر گرفته می‌شود تا مدت زمان باز بودن سوپاپ‌ها کاهش یابد. ولی در فصل زمستان که هوا سرد است و به سختی به جریان در می‌آید، لقی فیلر کمتر در نظر گرفته می‌شود تا مدت زمان باز بودن سوپاپ‌ها افزایش یابد.

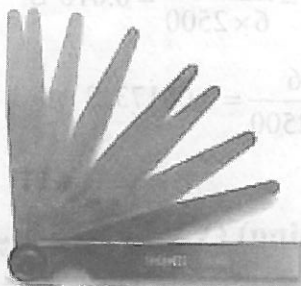
برای اجرای فیلر گیری، بایستی موتور را در جهت استاندارد بگردانیم (اگر در جلوی موتور قرار گیریم، موتور را در جهت عقربه‌های ساعت می‌چرخانیم) و میزان فیلر مربوط به هر سیلندر را در ابتدای حالت قیانی سیلندر مزدوج مربوطه تنظیم می‌نماییم.

توجه داشته باشید که دو سیلندر مزدوج، سیلندرهایی هستند که به اندازه یک دور میل‌لنگ با یکدیگر اختلاف فاز داشته باشند. یعنی اگر یکی از آنها در حال مکش است، دیگری در حال احتراق باشد و یا اگر یکی از آنها در حال تراکم است، مزدوجش در حال تخلیه باشد.

همچنین منظور از ابتدای حالت قیانی، لحظه‌ای است که دریچه سوپاپ دود کاملاً باز گردیده و دریچه سوپاپ هوا می‌خواهد شروع به باز شدن نماید.



شکل ۷-۴- فیلر (لقی) سوپاپ



شکل ۷-۵- تیغه فیلرگیری

۷-۶- محاسبه زمان باز بودن سوپاپ‌ها: (Timing Calculation)

پیش‌تر مقدار باز بودن سوپاپ‌ها براساس میزان گردش میل‌لنگ محاسبه گردید. در اینجا می‌خواهیم مقدار باز بودن سوپاپ‌ها را برحسب زمان (ثانیه) بدست آوریم.

اگر میل‌لنگ در هر دقیقه (۶۰ ثانیه)، n دور گردش نماید، (می‌دانیم که هر دور نیز ۳۶۰ درجه می‌باشد) می‌خواهیم مدت زمان معادل α درجه گردش میل‌لنگ را محاسبه نماییم:

زمان (ثانیه) گردش میل‌لنگ (درجه)

$$t \quad n \times 360$$

$$\alpha$$

$$\Rightarrow t = \frac{60 \times \alpha}{360 \times n} \Rightarrow \boxed{t = \frac{\alpha}{6n}}$$

که در آن α زاویه‌ی گردش میل‌لنگ بر حسب درجه، n سرعت گردش میل‌لنگ بر حسب دور بر دقیقه (RPM) و t زمان متناسب با زاویه گردش α می‌باشد که بر حسب ثانیه اندازه‌گیری می‌شود. حال اگر در این فرمول به جای α ، زاویه گردش میل‌لنگ که به ازای آن سوپاپ باز می‌باشد را قرار دهیم، زمان متناسب با آن بدست می‌آید و اگر بجای α ، زاویه گردش میل‌لنگ به ازای حالت قپانی را قرار دهیم، زمان حالت قپانی بر حسب ثانیه بدست می‌آید.

مثال: در یک موتور که دور موتور آن ۲۵۰۰ RPM (دور بر دقیقه) می‌باشد، مقدار باز بودن سوپاپ هوا معادل 230° درجه گردش میل‌لنگ، مقدار باز بودن سوپاپ دود معادل 240° درجه گردش میل‌لنگ و مقدار حالت قپانی 26° درجه گردش میل‌لنگ می‌باشد. مطلوب است محاسبه این زمان‌ها بر حسب ثانیه؟

$$t = \frac{\alpha}{6n} = \frac{230}{6 \times 2500} = 0.0153 \text{ S} \quad \text{زمان باز بودن سوپاپ هوا}$$

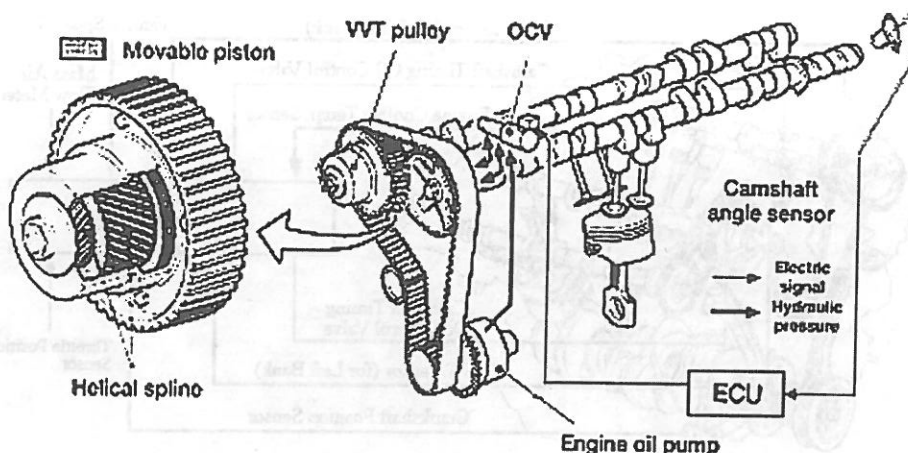
$$t = \frac{\alpha}{6n} = \frac{240}{6 \times 2500} = 0.016 \text{ S} \quad \text{زمان باز بودن سوپاپ دود}$$

$$t = \frac{\alpha}{6n} = \frac{26}{6 \times 2500} = 0.00173 \text{ S} \quad \text{زمان حالت قپانی}$$

۷-۲- زمان‌بندی سوپاپ متغیر: (VVT) (Variable Valve Timing)

یکی از عواملی که بر روی عملکرد موتور و رانندگی آن بسیار تأثیر گذار است، مدت زمان باز بودن سوپاپ‌ها می‌باشد. تنظیم مقدار این زمان تا حدی از طریق فیلرگیری سوپاپ‌ها امکان‌پذیر است. به همین دلیل است که معمولاً مقدار فیلر را در فصل زمستان یا فصل تابستان متفاوت در نظر می‌گیرند؛ ولی باید توجه داشت که این مقدار پس از تنظیم، در یک مقدار مشخص ثابت نگه داشته می‌شود. در صورتیکه به منظور افزایش رانندگی موتور، مطلوب است که مدت زمان باز بودن سوپاپ‌ها متناسب با افزایش دور موتور، افزایش یابد.

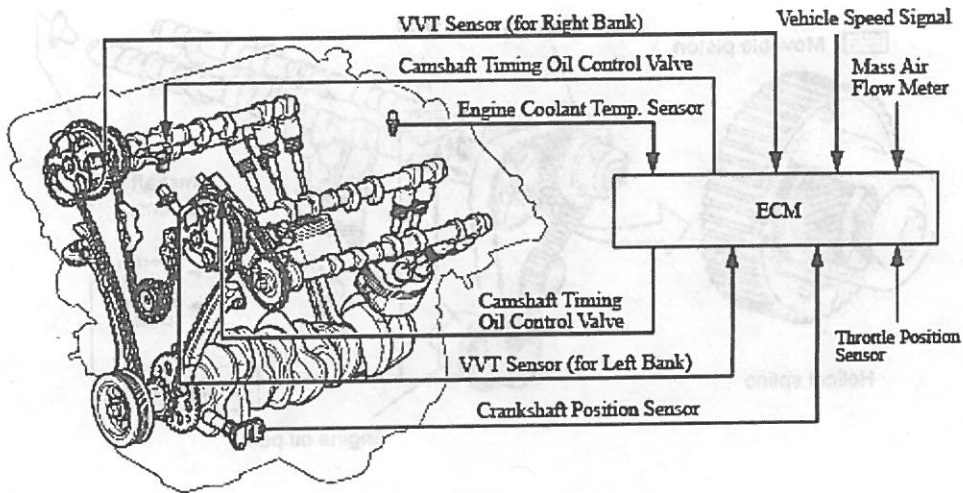
در سیستم سوپاپ متغیر (VVT)، امکان تغییر مدت زمان باز بودن سوپاپ‌ها متناسب با دور موتور و شرایط عملکردی آن وجود دارد. بطوریکه هر چقدر دور موتور افزایش یابد، به همان نسبت مدت زمان باز بودن سوپاپ‌ها نیز افزایش می‌یابد. از این سیستم در محصولات جدید برخی از شرکت‌های خودروساز همچون تویوتا، هندو و نیسان استفاده شده است.



شکل ۷-۶- مکانیزم عمل کننده سوپاپ VVT

در سیستم سوپاپ متغیر (VVT)، یک میل بادامک وجود دارد که بر روی اسبک‌ها قرار گرفته است. این میل بادامک با یک گردش مرحله‌ای می‌تواند در وضعیت‌های مختلف قرار بگیرد. بطوریکه در هر یک از این وضعیت‌ها، مدت زمان باز بودن سوپاپ‌ها، مقدار مشخصی می‌باشد. این میل بادامک می‌تواند بصورت دو وضعیت و یا سه وضعیت باشد. یعنی میل بادامک مقداری گردش نموده (معمولاً در حدود ۳۰ درجه) و هر یک از بادامک‌ها در وضعیت جدیدی قرار بگیرند. گردش بادامک‌ها باعث تغییر وضعیت اسبک‌ها شده و عملاً فاصله لقی سوپاپ با اسبک، کمتر و یا بیشتر می‌شود. در دورهای بالاتر، فاصله لقی سوپاپ‌ها کمتر شده و در نتیجه مدت زمان باز بودن سوپاپ افزایش می‌یابد.

حرکت این میل بادامک معمولاً توسط یک عملگر هیدرولیکی کنترل می‌شود. این عملگر که می‌تواند باعث چرخش میل بادامک شود، از طریق واحد کنترل الکترونیکی (ECU) کنترل می‌شود. بطوریکه دور موتور و سایر شرایط کارکرد موتور از طریق سنسورهای مربوطه اندازه‌گیری شده و به ECU گزارش می‌شود. ECU که بصورت یک برد الکترونیکی است و به عنوان مغز سیستم محسوب می‌گردد، عمل پردازش اطلاعات را انجام می‌دهد و به تناسب شرایط، فرمان‌هایی را صادر می‌نماید تا عملگرهای هیدرولیکی عمل نموده و میل بادامکی که شرایط باز و بسته شدن سوپاپ‌ها را تغییر می‌دهد، در وضعیت جدید قرار گیرد.



شکل ۷-۷- سنسورهای مورد نیاز برای سیستم سوپاپ متغیر (VVT)

۷-۸- عوامل مؤثر در عملکرد موتور:

(Effective Parameters In The Engine Performance)

نحوه کارکرد موتور، میزان مصرف سوخت، مقدار قدرت تولید شده و رانندگی موتور بستگی به عوامل متعددی دارد. در هنگام طراحی موتور، هر چقدر این پارامترها و عوامل مؤثر بهتر شناسایی گردند و نحوه تأثیرگذاری آنها با دقت تر لحاظ گردند، شاهد موتوری با عملکرد بهتر و رانندگی بالاتر خواهیم بود. در مراحل تولید قدرت در داخل سیلندرها، ابتدا هوا وارد سیلندرها شده (مرحله مکش) و سپس با بالا رفتن پیستون، عمل فشرده سازی انجام می پذیرد (مرحله تراکم) و آنگاه در اثر واکنش سوخت با اکسیژن، پدیده احتراق شکل گرفته و گازهای پر فشار حاصل از احتراق تولید می شوند که می توانند پیستون را به حرکت در آورده و قدرت تولید نمایند (مرحله قدرت). در آخرین مرحله نیز دود و گازهای ناشی از احتراق از سیلندر خارج شده و فضای سیلندر آماده ورود هوای تازه مجدد می گردد (مرحله تخلیه).

بنابراین عوامل متعددی همچون مقدار اکسیژن و سوختی که در مرحله مکش وارد سیلندرها می شوند، مقدار تراکم مخلوط سوخت (نسبت تراکم)، زمان و نحوه شکل گیری احتراق، شرایط احتراق، شکل محفظه احتراق، کیفیت سوخت و زمان تخلیه دود از سیلندرها، به شدت بر روی نحوه احتراق، میزان قدرت تولید شده، رانندگی موتور و نحوه کارکرد آن مؤثر است.

بطور خلاصه از مهمترین عوامل مؤثر بر نحوه کارکرد موتور و میزان قدرت تولید شده در آن، به موارد ذیل اشاره می نمایم:

- ۱- درصد اختلاط سوخت با هوا
- ۲- نسبت تراکم
- ۳- نوع سوخت
- ۴- کیفیت سوخت
- ۵- عدد اکتان سوخت
- ۶- شکل محفظه احتراق
- ۷- زاویه قرارگیری سوپاپ‌ها و جهت پاشش سوخت
- ۸- مکانیزم عملکردی موتور (اشتعال - جرقه‌ای، دیزل و یا مدل‌های دیگر)
- ۹- زمان جرقه‌زنی و یا لحظه پاشش سوخت
- ۱۰- مدت باز بودن سوپاپ‌ها
- ۱۱- سیستم خنک کاری و نحوه خنک نمودن سیلندرها
- ۱۲- سیستم روغنکاری موتور
- ۱۳- میزان تجمع رسوبات در کف پیستون و جداره سیلندرها
- ۱۴- گرفتگی مجراهای ورود سوخت (همچون انژکتورها)
- ۱۵- میزان آب‌بندی سوپاپ‌ها و رینگ پیستون
- ۱۶- شکل کف پیستون
- ۱۷- میزان اصطکاک موجود در اجزای داخلی موتور همچون یاتاقان‌ها، جداره سیلندرها و رینگ‌های پیستون
- ۱۸- سیستم تخلیه دود و میزان پس‌زنی دود
- ۱۹- سالم بودن شمع‌ها و سیستم جرقه‌زنی
- ۲۰- تعویض به موقع فیلتر هوا و فیلتر سوخت

۹-۷ روشهای تقویت موتور: (Engine Reinforcement Methods)

منظور از تقویت موتور، افزایش رانندگی موتور و بهبود عملکرد آن می‌باشد. بطوریکه به ازای مصرف مقدار مشخصی سوخت، قدرت و گشتاور بیشتری تولید گردد. برای انجام این کار، روشهای مختلفی وجود دارد که در اینجا به چند روش اشاره می‌کنیم:

۱- افزایش رانندگی حجمی:

اگر بتوانیم حجم هوای بیشتری را در هر سیکل وارد سیلندرها نماییم، به علت وجود اکسیژن بیشتر،

احتراق‌های قوی‌تر خواهیم داشت و قدرت بیشتری در موتور تولید می‌شود. برای این منظور می‌توان از سیستم سوپرشاژ و یا توربوشاژ استفاده نمود.

۲- افزایش نسبت تراکم:

هر چقدر از نسبت تراکم بالاتری استفاده شود، قدرت تولید شده در موتور نیز بیشتر بوده و از راندمان بیشتری برخوردار می‌باشد. از عوامل مؤثری که باعث افزایش راندمان موتور می‌شود، می‌توان به حجم محفظه احتراق، فضای اتاق احتراق، درجه حرارت موتور، فشار هوا و راندمان حجمی موتور اشاره نمود. البته باید توجه داشت که در موتورهای اشتعال - جرقه‌ای، نسبت تراکم را از یک حد مشخصی نمی‌توان بیشتر کرد؛ زیرا اگر مخلوط هوا - سوخت بیش از حد متراکم گردد، باعث ایجاد پدیده خودسوزی می‌شود. ولی در موتورهای دیزل که ابتدا هوا به تنهایی متراکم می‌شود، هیچ‌گونه محدودیتی وجود ندارد و می‌توان از نسبت تراکم‌های بالاتر استفاده نمود. به همین دلیل موتورهای دیزل دارای راندمان بالاتری می‌باشند. بطور معمول راندمان سیکل ترمودینامیکی یک موتور بنزینی در حدود ۲۵٪ الی ۳۲٪ می‌باشد. در صورتیکه راندمان ترمودینامیکی سیکل موتورهای دیزل معمولاً در حدود ۳۶٪ الی ۴۲٪ است. البته در عمل به علت اتلاف‌هایی که وجود دارد، راندمان واقعی موتورهای دیزل نیز پایین‌تر می‌باشد.

۳- استفاده از سوخت با عدد اکتان بالاتر:

هر چقدر سوخت مصرفی خودرو دارای عدد اکتان بالاتری باشد، پدیده خودسوزی دیرتر رخ می‌دهد و می‌توان از نسبت تراکم‌های بالاتری استفاده نمود.

۴- تعویض به موقع فیلتر هوا و فیلتر سوخت:

تمیزتر بودن فیلترهای هوا و سوخت باعث هواکشی بهتر موتور و ورود آسان‌تر سوخت می‌گردد، همین موضوع سبب بهبود عملکرد خودرو می‌شود. برعکس کثیف شدن این فیلترها می‌تواند باعث بد کار کردن موتور شود.

۵- سالم بودن شمع‌ها و وایرها:

اگر به هر دلیلی یکی از شمع‌ها، وایرها و یا سایر اجزای سیستم جرقه‌زنی معیوب باشد، سیستم جرقه‌زنی دارای عملکرد مطلوبی نبوده و جرقه‌های ایجاد شده توسط شمع‌ها نمی‌توانند احتراق‌های کاملی را ایجاد نمایند.

۶- آب‌بندی موتور:

آب‌بندی محفظه احتراق سیلندر توسط رینگ‌های پیستون و واشر سرسیلندر انجام می‌شود. هر چقدر این آب‌بندی دقیق‌تر انجام شده باشد، موتور از قدرت کمپرس بیشتری برخوردار بوده و راندمان

موتور نیز افزایش می‌یابد. همچنین آب‌بندی بودن مسیر ورود هوا به داخل سیلندرها و مانیفولد هوا نیز می‌تواند باعث افزایش راندمان موتور و تولید قدرت بیشتر گردد.

۷- بهبود شکل محفظه احتراق:

چگونگی طراحی محفظه احتراق می‌تواند تأثیر مستقیمی بر روی نحوه عملکرد موتور داشته باشد؛ یعنی اگر شکل محفظه احتراق به گونه‌ای باشد که هوا از تلاطم بیشتری برخوردار بوده و سوخت بصورت یکنواخت بر روی هوا پاشش گردد، شاهد تولید قدرت بیشتر در موتور خواهیم بود. از سوی دیگر بزرگ بودن سطح پیستون و محفظه احتراق، باعث کاهش ضربه انفجار و افزایش میزان آلایندگی HC می‌شود. در صورتیکه کوچک بودن این سطح، باعث قوی‌تر شدن ضربات وارده به پیستون می‌گردد.

۸- افزایش کورس پیستون:

اگر پیستون از کورس بیشتری برخوردار باشد، می‌تواند نسبت تراکم‌های بالاتری را ایجاد نماید و همین موضوع باعث افزایش قدرت موتور می‌شود. این کار از طریق تعویض میل‌لنگ و شاتون امکان‌پذیر می‌باشد.

۹- کنترل زمان احتراق:

یکی از پارامترهای بسیار مؤثر در قدرت تولید شده توسط موتور، زمان احتراق می‌باشد. زیرا احتراق پیش از موعد می‌تواند باعث ایجاد نیروی مقاوم گردد و احتراق با تأخیر باعث کاهش قدرت تولید شده می‌شود. در سیستم‌های الکترونیکی هوشمند، زمان جرقه‌زنی توسط ECU کنترل می‌شود.

۱۰- کاهش اصطکاک قطعات داخلی موتور:

واضح است که هر چقدر اصطکاک قطعات داخلی موتور همچون یاتاقان‌ها، بوش داخل سیلندر و رینگ‌های پیستون بیشتر باشد، قدرت بیشتری صرف غلبه بر آنها می‌شود. در این حالت به دلیل زیاد بودن اتلاف انرژی، قدرت نهایی تولید شده توسط موتور کم خواهد بود. بنابراین هر چقدر بتوانیم این نیروهای مقاوم را کاهش دهیم، موتور از قدرت بیشتری برخوردار خواهد بود. البته نحوه روغنکاری موتور نیز به شدت بر روی کاهش میزان اصطکاک قطعات داخلی موتور مؤثر است.

۱۱- کاهش وزن پیستون‌ها، شاتون‌ها و میل‌لنگ:

هر چقدر وزن قطعات متحرک همچون پیستون‌ها، شاتون‌ها و میل‌لنگ کمتر باشد، قدرت کمتری صرف به حرکت در آوردن آنها شده و در نهایت قدرت خروجی موتور افزایش می‌یابد. هر چقدر این

قطعات سنگین تر باشند، از اینرسی بیشتری برخوردار بوده و به حرکت در آوردن آنها مشکل تر خواهد بود.

۱۲- استفاده از سیستم روغنکاری مناسب:

بکارگیری یک سیستم روغنکاری مناسب که دارای یک پمپ روغن قوی و پرفشار باشد و بتواند عمل روغنکاری قطعات داخلی موتور را به خوبی انجام دهد، در کاهش نیروهای مقاوم و افزایش قدرت تولید شده در موتور بسیار مناسب است. حتی نوع روغن مصرفی در موتور نیز می تواند در این موضوع تأثیر داشته باشد.

۱۳- استفاده از تجهیزات جانبی برق:

در بسیاری از اوقات نیروی مورد نیاز برای راه اندازی قطعات جانبی موتور همچون واترپمپ، پمپ روغن، پمپ سوخت، سوپرشاژ و فن خنک کازی از طریق موتور و سرمیل لنگ تأمین می گردد. این موضوع باعث افت قدرت موتور می شود. در صورتیکه اگر این قدرت مورد نیاز از طریق موتورهای الکتریکی و توسط باتری تأمین گردد، موتور از راندمان بیشتری برخوردار خواهد بود.

۱۴- استفاده از سیستم جرقه زنی و پاشش سوخت الکترونیکی:

اگر زمان جرقه زنی و پاشش سوخت و مقدار آن دقیقاً متناسب با شرایط عملکردی موتور تنظیم شود، واضح است که باعث افزایش راندمان موتور می گردد. این سیستم ها که توسط ECU کنترل می شوند، معمولاً در خودروهای امروزی مورد استفاده قرار گرفته اند.

۱۵- اصلاح سیستم تخلیه تولید و تغییر اگزوز:

مسیر خروج دود و میزان فشار پس زنی (Back Pressure) نیز بر روی عملکرد موتور و راندمان آن تأثیر گذار است. بنابراین هر چقدر در مسیر خروج دود موانع بیشتری همچون انباره اگزوز و کاتالیز وجود داشته باشد، فشار پس زنی دود نیز بیشتر شده و موتور خفه تر کار می کند. در این حالت هر چند که مصرف سوخت نیز کاهش می یابد، ولی از سوی دیگر باعث کاهش قدرت موتور نیز می گردد.

۷-۱۰ طراحی محفظه احتراق: (Combustion Chamber Design)

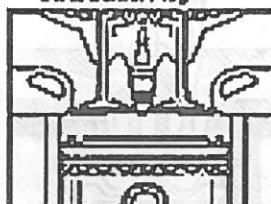
یکی از عوامل بسیار مؤثر در شکل گیری پدیده احتراق و قدرت تولید شده در موتور، شکل محفظه احتراق می باشد. شکل محفظه احتراق مستقیماً بر روی نحوه اختلاط هوا با سوخت و تلاطم آن تأثیر گذار است. منظور از محفظه احتراق، فضایی می باشد که احتراق درون آن انجام می شود. این فضا از بالا توسط سرسیلندر و از پایین توسط پیستون محدود می گردد. دیواره های محفظه احتراق نیز همان جداره سیلندر می باشد که بصورت استوانه ای است.

Disc, Side Plug



Slowest burn. Prone to knock.
43° typical ignition advance.

Disc, Center Plug



Fast burn. Little squish. 34°
typical ignition advance.

Wedge, Open



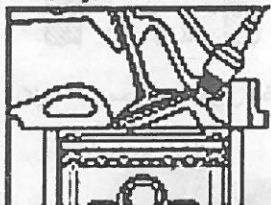
Low squish. Fast burn rate.
32° typical ignition advance.

Wedge, Closed



High squish. Fast burn. 28°
typical ignition advance.

Wedge, Closed, Fast Burn



High squish, smallest chamber.
24° typical ignition advance.

Hemi, Side Plug



Slow burn, low efficiency. 45°
typical ignition advance.

Hemi, Center Plug



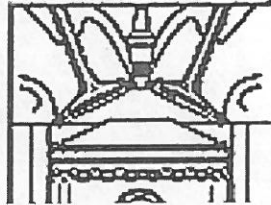
Fast burn, large surface area.
38° typical ignition advance.

Pentroof



Very fast burn, compact. 18°
typical ignition advance.

Pentroof, with Squish

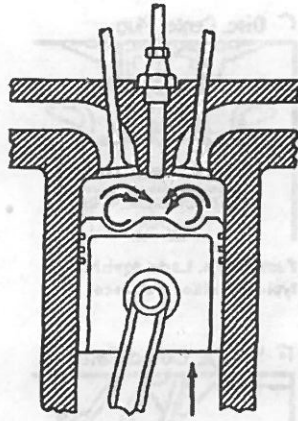


Very fast burn, plus squish. 15°
typical ignition advance.

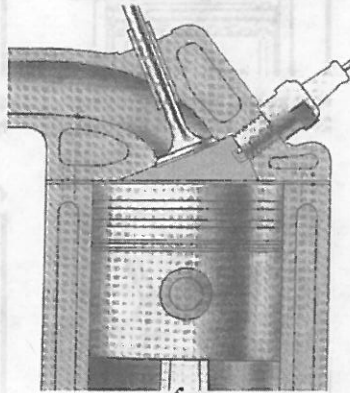
شکل ۷-۸- شکل‌های مختلف محفظه احتراق

در حالتی که بالای محفظه احتراق بصورت تخت می‌باشد، هوا نمی‌تواند تلاطم خوبی نماید و احتراق مطلوبی نخواهیم داشت. اما اگر قسمت بالای محفظه احتراق بصورت سطح شیب‌دار در نظر گرفته شود، میزان تلاطم هوا افزایش پیدا می‌کند. متأسفانه در این حالت به علت وجود نقاط گوشه، قسمتی از محفظه هوا - سوخت در گوشه و کناره‌های محفظه احتراق محبوس شده و بطور کامل نمی‌سوزد. این موضوع باعث ایجاد احتراق‌های ناقص و دود کردن موتور می‌شود. بطوریکه هم راندمان موتور کاهش می‌یابد و هم میزان آلایندگی گازهای خروجی افزایش می‌یابد.

به منظور حذف نقاط گوشه و مشکلات مربوط به آن، در بسیاری از اوقات قسمت بالای محفظه احتراق را بصورت هلالی شکل در نظر می‌گیرند. در این حالت که دیگر نقاط گوشه وجود ندارد، تلاطم و اختلاف



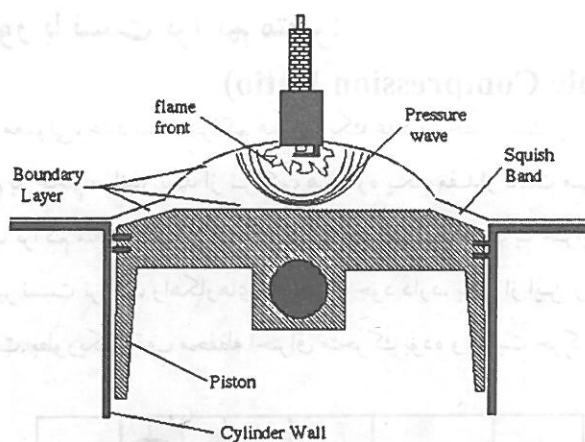
شکل ۷-۹- محفظه احتراق تخت



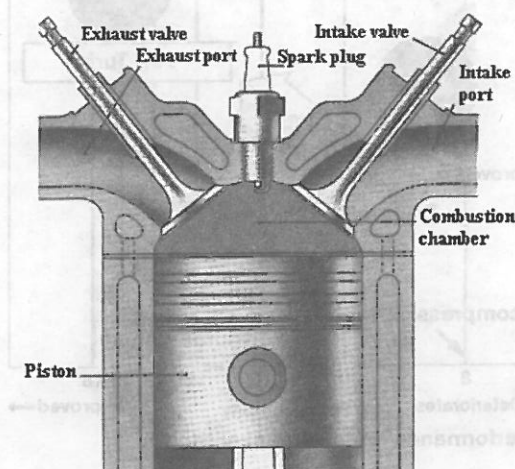
شکل ۷-۱۰- محفظه احتراق شیبدار

سوخت بهتر انجام می‌پذیرد. البته در این وضعیت معمولاً کف پیستون را نیز بصورت مقعر در نظر می‌گیرند. مناسب‌ترین شکل برای قسمت بالای محفظه احتراق، نیمکره‌ای می‌باشد. در این حالت چون دیگر هیچ نقطه‌ی تیز و گوشه‌ای وجود ندارد، هم اختلاط به بهترین شکل ممکن انجام می‌پذیرد و هم شاهد تلاطمی مطلوب هستیم. همین دلایل سبب گردیده است که احتراق در این حالت بصورت کامل و به آرامی انجام پذیرد. بطوریکه قدرت تولید شده در موتور نیز از راندمان خوبی برخوردار است.

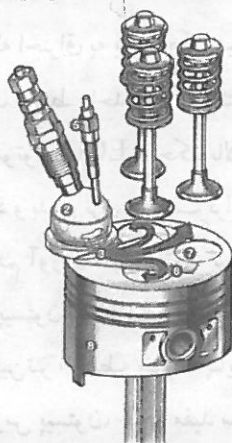
از آنجایی که قسمت پایین محفظه احتراق توسط پیستون کامل می‌شود، برای پیستون نیز متناسب با شکل بالای محفظه احتراق، ممکن است اشکال مختلفی را در نظر بگیرند. در مرسوم‌ترین مدل‌ها، کف پیستون یا بصورت تخت است و یا دارای تقعر (فرو رفتگی) و یا تحدب (برآمدگی) می‌باشد. بطوریکه حتی گاهی اوقات ممکن است این فرورفتگی و یا برآمدگی به یک سمت متمایل باشد. در هر حال شکل کف پیستون نیز باید به گونه‌ای باشد که در ایجاد یک تلاطم مطلوب و اختلاط مناسب هوا با سوخت تأثیر مثبت داشته باشد.



شکل ۷-۱۱- محفظه احتراق هلالی شکل



شکل ۷-۱۲- محفظه احتراق نیمکره‌ای

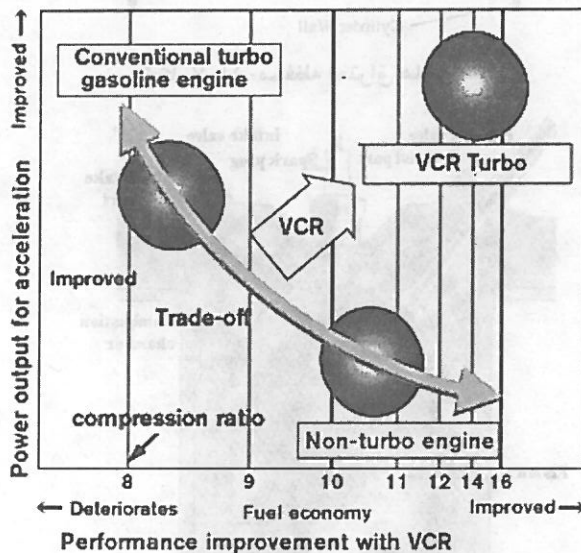


شکل ۷-۱۳- نحوه پاشش سوخت در داخل محفظه احتراق و تلاطم آن

۷-۱۱- موتور با نسبت تراکم متغیر:

(VCR) (Variable Compression Ratio)

در موتورهای معمولی، عدد نسبت تراکم همواره یک عدد مشخص است. یعنی نسبت حجم سیلندر قبل از عمل تراکم به حجم سیلندر بعد از تراکم، همواره یک مقدار ثابت می‌باشد. در صورتیکه در موتورهای با نسبت تراکم متغیر (VCR)، امکان تغییر این نسبت متناسب با شرایط کاری موتور وجود دارد. به منظور تغییر نسبت تراکم، راهکارهای مختلفی وجود دارد. یکی از این راهکارها، کاهش حجم محفظه احتراق است. بطوریکه سقف محفظه احتراق متحرک بوده و قابلیت حرکت دارد.

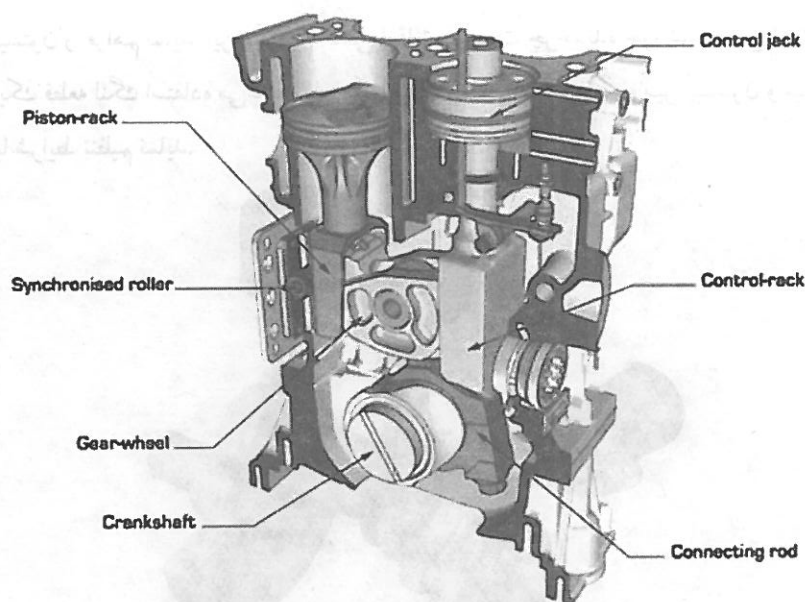


شکل ۷-۱۴- تأثیر سیستم VCR بر روی افزایش رانندگی موتور

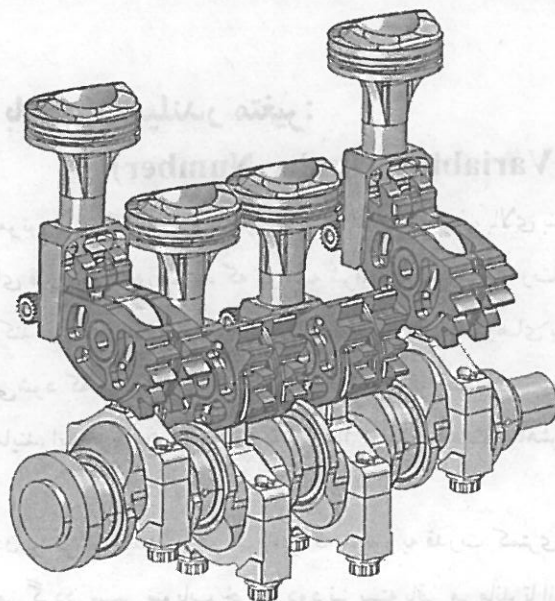
در این حالت قسمت بالای محفظه احتراق به یک جک هیدرولیکی و یا برقی متصل بوده و قابلیت بالا و پایین آمدن دارد. عملکرد این جک توسط واحد کنترل الکترونیکی (ECU) کنترل می‌شود. در این حالت متناسب با تغییر شرایط کاری موتور، ECU به جک بالای محفظه احتراق فرمان داده و باعث تغییر وضعیت سقف محفظه احتراق می‌شود و بدین ترتیب نسبت تراکم تغییر می‌نماید.

در یک روش دیگر به منظور فراهم آوردن شرایط تغییر نسبت تراکم، طول کورس پیستون قابل تغییر است. بطوریکه در محل اتصال دسته پیستون (شاتون) به میل‌لنگ از مکانیزمی استفاده شده است که می‌تواند به پیستون اجازه دهد، پایین‌تر از نقطه مرگ پایین (B.D.C) و بالاتر از نقطه مرگ بالا (T.D.C) نیز برود. با تغییر طول کورس پیستون، حجم مفید سیلندر تغییر نموده و باعث تغییر نسبت تراکم می‌شود. در این حالت هر چقدر حجم مفید سیلندر، افزایش یابد، نسبت تراکم نیز بیشتر شده و با کاهش

حجم مفید سیلندر، نسبت تراکم نیز کمتر می‌شود. معمولاً در اینگونه موتورها نسبت تراکم می‌تواند از ۸ تا ۱۴ تغییر نماید.

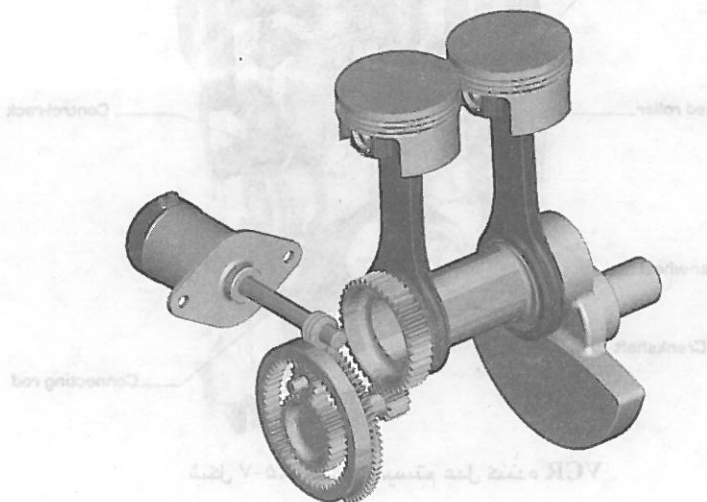


شکل ۷-۱۵- اجزای سیستم عمل کننده VCR



شکل ۷-۱۶- مکانیزم سیستم VCR

در موتورهای معمولی اتصال پیستون به میل لنگ از طریق یک شاتون ساده برقرار شده است. در صورتیکه در موتورهای با نسبت تراکم متغیر، ضرورت دارد از مکانیزمی استفاده شود که امکان تغییر طول کورس پیستون را فراهم نماید. این مکانیزم گاهی اوقات بصورت چرخدنده خورشیدی می باشد و گاهی دیگر از یک قطعه لنگ استفاده می شود. بطوریکه این قطعه می تواند فاصله بین پیستون و میل لنگ را متناسب با شرایط تنظیم نماید.



شکل ۷-۱۷- استفاده از چرخدنده خورشیدی در سیستم VCR

۷-۱۲- موتور با تعداد سیلندر متغیر:

(Engine With Variable Cylinder Number)

یکی از مشکلات موتورهایی که تعداد سیلندر آنها زیاد است، مصرف بالای بنزین می باشد. از سوی دیگر این موتورها دارای قدرت زیادی هستند که در همه شرایط به این همه قدرت نیاز نداریم و بخشی از این قدرت کفایت می کند. به همین دلیل اخیراً در ساخت برخی از موتورهای با تعداد سیلندر بالا از مکانیزمهایی استفاده می شود که می توانند در شرایطی که موتور به قدرت بالایی نیاز ندارد، چند عدد از سیلندرها را غیرفعال نمایند. این موضوع تا حدود ۵ الی ۱۵ درصد باعث کاهش میزان مصرف بنزین می گردد.

برای غیرفعال نمودن برخی از سیلندرها در هنگامی که موتور به قدرت کمتری نیاز دارد، ابتدا مجرای ورود سوخت مسدود می گردد. سپس سوپاپ خروج دود نیز بسته باقی می ماند تا از خروج دود جلوگیری نموده و بدین طریق باعث از کار افتادن یک سیلندر شود.

اگر دوباره بخواهیم که این سیلندر فعال گردد، لازم است که سوپاپ خروج دود باز گردیده و دودهای قدیمی داخل سیلندر خارج گردد، تا دوباره سیلندر جهت مکش هوای تازه و انجام مراحل احتراق آماده سازی گردد.

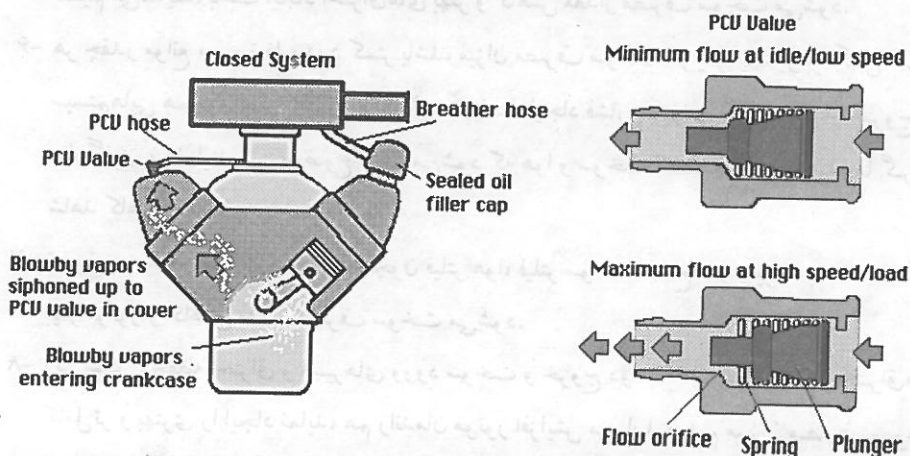
از این سیستم بیشتر در موتورهای با بیش از شش سیلندر استفاده می شود. بطور مثال شرکت جنرال موتور برای اولین بار در سال ۱۹۸۱ این سیستم را بر روی نوعی کادیلاک هشت سیلندر نصب نمود که می توانست در سه وضعیت مختلف با ۸ سیلندر، ۶ سیلندر و یا ۴ سیلندر کار نماید.

۷-۱۳- سیستم تهویه محفظه میل لنگ:

(Positive Crankcase Ventilation) (PCV)

هنگامی که موتور در حال کار کردن می باشد، ممکن است مقداری از گازهای حاصل از احتراق به علت عدم آب بندی مناسب، از بین رینگ پیستون ها عبور نموده و وارد محفظه میل لنگ شود. یکی از این گازهای مضر، هیدروکربن های سوخته نشده (HC) می باشد که اگر برای مدت طولانی در داخل محفظه میل لنگ باقی بماند، با روغن موجود ترکیب شده و بصورت لجن در کف محفظه رسوب خواهد نمود. این موضوع باعث از بین رفتن خواص روغن گردیده و راندمان را کاهش داده و آلودگی را بیشتر می نماید. برای این منظور یک لوله تخلیه گاز و یا تهویه محفظه در نظر گرفته شده است. در این سیستم یک سوپاپ تخلیه (سوپاپ PCV) وجود دارد که گازهای محفظه میل لنگ از طریق آن تخلیه گردیده و هوای تمیز از طریق یک سوپاپ دیگر وارد می شود.

POSITIVE CRANKCASE VENTILATION SYSTEM



شکل ۷-۱۸- سیستم تهویه محفظه میل لنگ

۷-۱۴- عوامل مؤثر در میزان مصرف سوخت:

(Effective Parameters In The Fule Consumption)

برخی از عوامل تأثیر گذار در میزان مصرف سوخت بستگی به نحوه‌ی طراحی موتور و سیستم سوخت‌رسانی موتور دارد. از جمله این عوامل می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ۱- تعداد سیلندرهاى موتور هر چقدر بیشتر باشد، مصرف سوخت نیز به همان مقدار افزایش خواهد یافت.
- ۲- حجم سیلندرهاى موتور نیز هر چقدر بیشتر باشد، مقدار سوخت بیشتری به داخل موتور مکش شده و می‌سوزد.
- ۳- نسبت اختلاط سوخت نیز از عوامل مؤثر دیگر است. زیرا نسبت اختلاط ایده‌آل برای ترکیب سوخت با هوا ۱۴/۷:۱ می‌باشد. ولی گاهی اوقات مقدار سوخت نسبت به هوا از این مقدار نیز بیشتر شده و یا به عبارتی دیگر سوخت غنی می‌گردد و شاهد بالا رفتن میزان مصرف سوخت خواهیم بود.
- ۴- تنظیم بودن موتور در کاهش میزان مصرف سوخت نقش به سزایی دارد. زیرا هنگامی که موتور تنظیم نیست، به خاطر داشتن احتراق‌های ناقص و بد سوختن، شاهد افزایش مقدار مصرف سوخت هستیم. بنابراین ضرورت دارد که زمان باز و بسته بودن سوپاپ‌ها از طریق فیلرگیری متناسب با مشخصات موتور، تنظیم گردد.
- ۵- مقدار آوانس و یا ریتارد در سیستم جرعه‌زنی نیز بایستی متناسب با شرایط کاری موتور باشد. به همین دلیل استفاده از سیستم جرعه‌زنی هوشمند که این زمان را متناسب با شرایط لحظه‌ای موتور تنظیم می‌نمایند، باعث ایجاد احتراق‌های بهتر و کاهش مقدار مصرف سوخت می‌شود.
- ۶- هر چقدر موانع مسیر تخلیه دود کمتر باشد، میزان مصرف سوخت افزایش یافته و برعکس افزودن سیستم‌هایی همچون انباره اگزوز و کاتالیست باعث ایجاد فشار پس‌زنی گردیده و از خروج دود جلوگیری می‌نمایند. این موضوع سبب می‌شود که هوا و سوخت کمتری وارد سیلندرها گردد و شاهد کاهش مصرف سوخت باشیم.
- ۷- تعویض به موقع قطعات مصرفی همچون فیلتر هوا، فیلتر سوخت، شمع‌ها و وایرها، باعث عملکرد بهتر موتور و کاهش مقدار مصرف سوخت می‌شود.
- ۸- اگر شکل محفظه احتراق و مسیرهای ورود سوخت و خروج دود به گونه‌ای باشد که احتراق‌های کامل‌تر و بهتری را ایجاد نماید، هم راندمان موتور افزایش می‌یابد و هم میزان مصرف سوخت کاهش خواهد یافت.

- ۹- استفاده از روغن‌های با ویسکوزیته بالا، سبب افزایش نیروی مقاوم داخل موتور و گیربکس شده و در نهایت میزان مصرف سوخت را نیز افزایش می‌دهد.
 - ۱۰- هنگامی که هنوز موتور به دمای کاری نرسیده است، به دلیل بالا بودن غلظت موتور و وجود نیروهای مقاوم بیشتر، میزان مصرف سوخت نیز بالاتر می‌باشد.
- علاوه بر طراحی موتور، سیستم سوخت‌رسانی، سیستم جرقه‌زنی و کلیه پارامترهای مؤثر که در میزان مصرف سوخت تأثیر دارند، نحوه رانندگی و چگونگی به حرکت در آوردن خودرو نیز به شدت بر روی مصرف سوخت تأثیرگذار می‌باشد. بطور مثال اگر یک رانندگی پرشتاب و با ترمزهای فراوان داشته باشیم، مصرف سوخت به شدت افزایش می‌یابد و برعکس در حالتی که یک رانندگی آرام و با دور متوسط انجام می‌دهیم، مصرف سوخت کاهش قابل توجه‌ای می‌یابد. از مهمترین عواملی که در ارتباط با نحوه رانندگی است و در میزان مصرف سوخت تأثیرگذار است، می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:
- ۱- کمترین میزان مصرف سوخت در دور موتور کمتر از ۳۰۰۰ RPM (دور بر دقیقه) و در سرعتهای حدود ۸۰ کیلومتر بر ساعت می‌باشد.
 - ۲- بیشترین مقدار مصرف سوخت مربوط به استفاده از دور موتورهای بالا و دنده‌های سنگین می‌باشد.
 - ۳- رانندگی آرام و کم شتاب باعث کاهش مصرف سوخت می‌شود؛ ولی برعکس رانندگی‌های پرشتاب و تغییر سرعتهای ناگهانی باعث افزایش مصرف سوخت می‌گردد.
 - ۴- اگر شروع به حرکت بصورت ناگهانی و پرگاز باشد، مصرف سوخت را افزایش می‌دهد.
 - ۵- استفاده از سیستم‌های الکتریکی جانبی همچون کولر و چراغ‌های بزرگ جلو، باعث می‌شود که به منظور تولید انرژی الکتریکی بیشتر، دینام قدرت بیشتری از موتور گرفته و همین موضوع میزان مصرف سوخت را افزایش دهد.
 - ۶- به منظور کاهش مصرف سوخت، مناسب است که در هنگام توقف‌های طولانی، خودرو خاموش گردد.
 - ۷- پایین بودن شیشه‌های خودرو در هنگام رانندگی با سرعت‌های بالا، باعث افزایش مقدار مقاومت هوا و در نتیجه افزایش میزان مصرف سوخت می‌شود.
 - ۸- استفاده از رینگ و تایر با سایز مناسب و تنظیم بودن فشار باد تایرها، باعث کاهش میزان مصرف سوخت می‌گردد.

۷-۱۵- میزان آلاینده‌گی موتور و استانداردهای یورو:

(Engine Emission & Euro Standard)

در حالت ایده آل که فرآیند احتراق بصورت کامل انجام می‌پذیرد، گازهای حاصل از احتراق صرفاً گاز دی‌اکسید کربن (CO_2) و بخار آب (H_2O) می‌باشد. ولی متأسفانه از آنجایی که همواره فرآیند احتراق بصورت ناقص انجام می‌پذیرد، موادی همچون اکسیدهای نیتروژنی (NO_x)، اکسیدهای گوگرد (SO_x)، منوکسید کربن (CO)، هیدرید کربن (HC)، ترکیبات هیدروکربنی (THC) (Total Hydro Carbon) و ذرات معلق (TSM) (Total Suspended Matter) نیز تولید می‌گردد که به عنوان مواد آلاینده محیط زیست محسوب می‌گردند. این مواد به شدت سمی بوده و منشاء ایجاد انواع بیماری‌های قلبی، تنفسی، سرطانها، افسردگی، نارسائیه‌ها و تولد نوزادان ناقص می‌باشد.

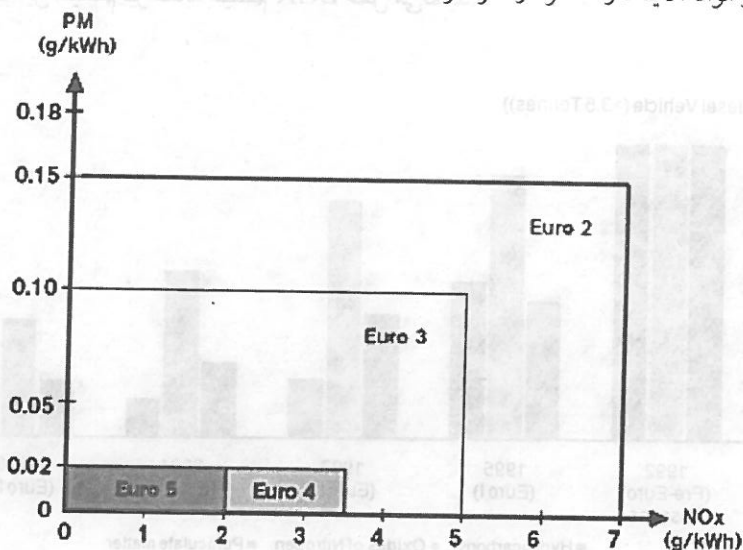
Exhaust emissions		
	Petrol vehicle* - CNG - LPG (g/km)	Diesel vehicle (g/km)
CO	1.00	0.50
Non-methane HC	0.068	-
THC	0.10	-
NOx	0.06	0.08
THC + NOx		0.17
Particulate matter*	0.0045**	0.0045**
Durability (km)	160,000	160,000
Evaporation emissions		
	Petrol vehicle - CNG - LPG (g/test cycle)	Diesel vehicle (g/km)
HC	2.00	-

شکل ۷-۱۹- مواد آلاینده محیط زیست در گازهای خروجی اگزوز

امروزه با توجه به افزایش چشمگیر تعداد خودروها و افزایش سطح آلودگی، استانداردهایی تصویب شده است که بر میزان آلاینده‌گی خودروها نظارت دارد. مهمترین استاندارد در این زمینه، استاندارد اروپایی یورو (Euro) می‌باشد که بیانگر حد مجاز میزان آلاینده‌گی‌ها می‌باشد.

اولین سطح این استاندارد (Pre-Euro) در سال ۱۹۹۲ میلادی تصویب گردید و پس از آن استاندارد Euro 1 در سال ۱۹۹۵ میلادی، استاندارد Euro 2 در سال ۱۹۹۷ میلادی، استاندارد Euro 3 در سال ۲۰۰۱ میلادی، استاندارد Euro 4 در سال ۲۰۰۶ میلادی و استاندارد Euro 5 در سال ۲۰۰۸ میلادی به تصویب رسید. بطوریکه هر یک از این استانداردها نسبت به استاندارد قبلی دارای شرایط سخت گیرانه‌تری می‌باشد و کلیه شرکت‌های خودروساز جهان ملزم به رعایت این استاندارد می‌باشند. البته بعضی از کشورها

به دلیل مشکلاتی که دارند، این کار را با تأخیر انجام می‌دهند. طبق نمودارهای مربوط به این استاندارد، حداکثر مقدار مجاز گازهای آلاینده خطرناک مشخص گردیده است. یکی از خطرناک‌ترین این گازها، اکسیدهای نیتروژنی (NO_x) می‌باشد که حداکثر مقدار مجاز آن برحسب گرم به ازای هر کیلو وات ساعت از قدرت موتور (g/kWh) مشخص شده است. همان گونه که در نمودار استانداردهای یورو نیز مشخص گردیده است، هر استاندارد نسبت به استانداردهای قبلی، حد مجاز مواد آلاینده را کمتر در نظر گرفته است.



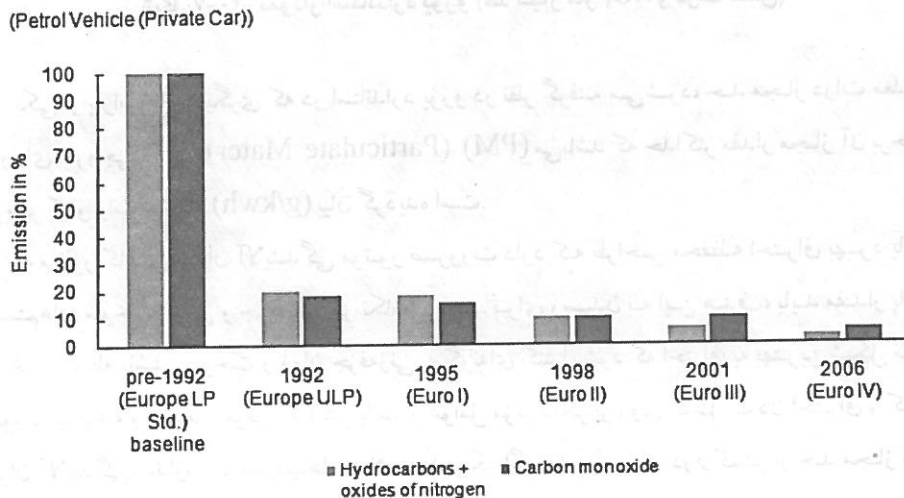
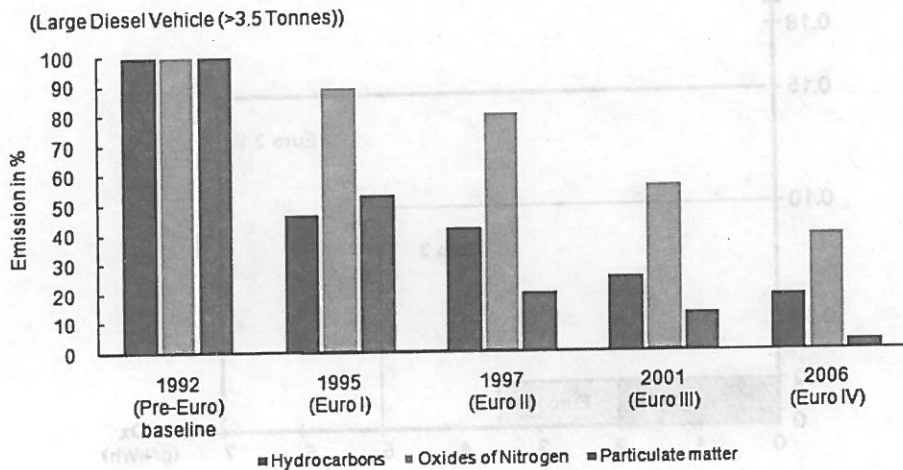
شکل ۷-۲۰- نمودار استاندارد یورو (حد مجاز گاز NO_x و ذرات معلق)

یکی از پارامترهای دیگری که در استاندارد یورو در نظر گرفته می‌شود، حد مجاز ذرات معلق در گازهای خروجی اگزوز (Particulate Mater) (PM) می‌باشد که حداکثر مقدار مجاز آن برحسب گرم بر کیلو وات ساعت (g/kWh) بیان گردیده است.

به منظور کاهش میزان آلاینده‌گی موتور ضرورت دارد که طراحی محفظه احتراق بهبود یافته و سیستم‌های سوخت‌رسانی و جرقه‌زنی نیز تکامل یابند. برای رسیدن به این هدف، باید مقدار پاشش سوخت، لحظه پاشش سوخت و زمان جرقه‌زنی به گونه‌ای کنترل شود که احتراق به بهترین شکل ممکن صورت پذیرفته و راندمان موتور افزایش یابد. از عوامل مؤثر دیگر بر روی کامل بودن احتراق و کاهش میزان آلاینده‌گی، اندازه فیلر سوپاپ‌ها می‌باشد. بطوریکه اگر فیلر سوپاپ دود کمتر از حد مجاز باشد، مقدار هیدروکربن‌های نسوخته افزایش می‌یابد.

یکی دیگر از روشهای کنترل آلاینده‌گی، استفاده از سیستم‌هایی همچون EGR و SCR می‌باشد.

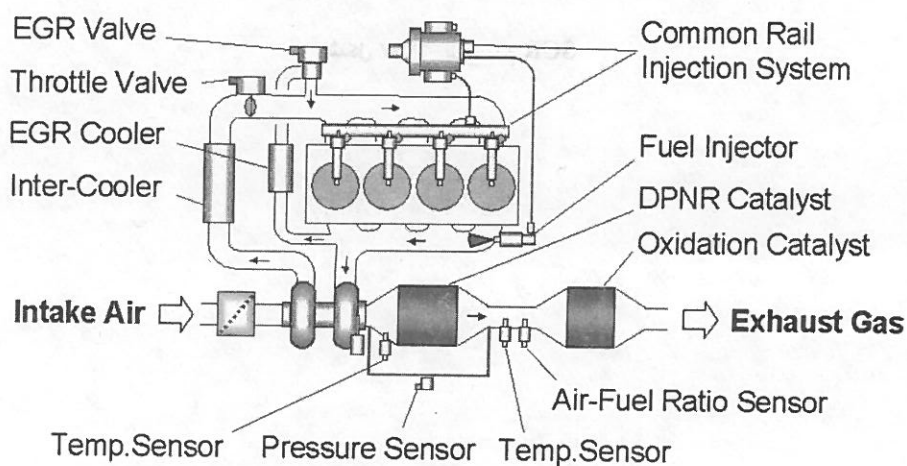
سیستم EGR (Exhaust Gas Recirculation) که همان سیستم گردش مجدد گازهای خروجی از سیلندر می‌باشد، بصورتی می‌باشد که بوسیله برگشت دادن مقداری از گازهای خروجی به مانیفولد هوا و ارسال مجدد آن به داخل سیلندر، باعث کاهش دمای حاصل از احتراق شده و بدین طریق مقدار اکسیدهای نیتروژنی (NO_x) تولید شده در هنگام احتراق کاهش می‌یابد. البته وجود زمان قیچی سوپاپ‌ها در هنگامی که دور موتور پایین است، امکان باقی ماندن مقداری از دود در داخل سیلندر را امکان‌پذیر می‌نماید که این سیستم نیز مشابه سیستم EGR عمل می‌نماید.



شکل ۷-۲۱- درصد مواد آلاینده مطابق استاندارد یورو

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Argentina	Euro I			Euro II		Euro III				
Australia (gas)	Euro I		Euro II			Euro III				
Australia (diesel)	Euro I		Euro II				Euro IV			
Brazil	Euro II					Euro III				
Columbia	Euro I					Euro III				
Russia	Euro I					Euro II			Euro III	
Vietnam	Euro I					Euro II				
Singapore (gas)	Euro II					Euro III				
Singapore (diesel)	Euro II					Euro III				
Hong Kong	Euro III					Euro IV				
Mexico	Euro II		Euro III							
China (gas)	Euro I		Euro II				Euro III			Euro IV
China (diesel)	Euro I		Euro II				Euro III			Euro IV
India (nation)	Euro I				Euro II					Euro III
India (10 cities)	Euro I		Euro II		Euro III					Euro IV
Korea (gas)	Korea 2000		Korea 2004			CA ULEV				
Korea (diesel)	Korea 2000		Korea 2004			Euro IV				
Thailand	Euro II			Euro III					Euro IV	

شکل ۷-۲۲- برنامه زمان‌بندی کشورهای مختلف برای استاندارد یورو

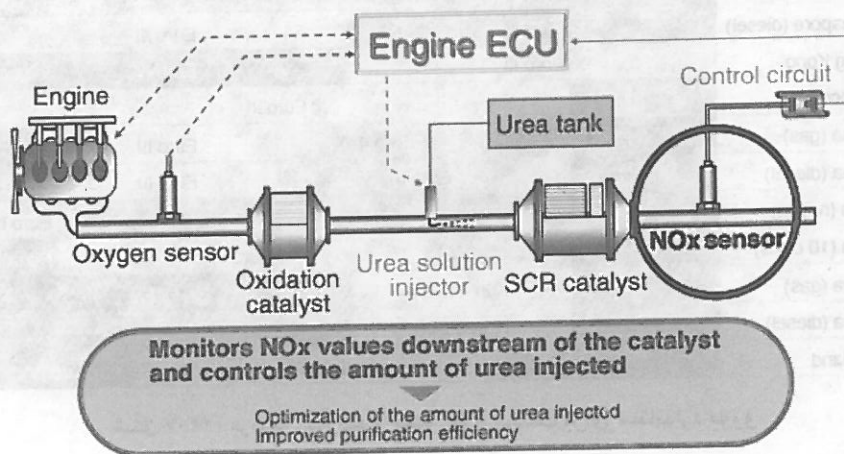


شکل ۷-۲۳- سیستم EGR

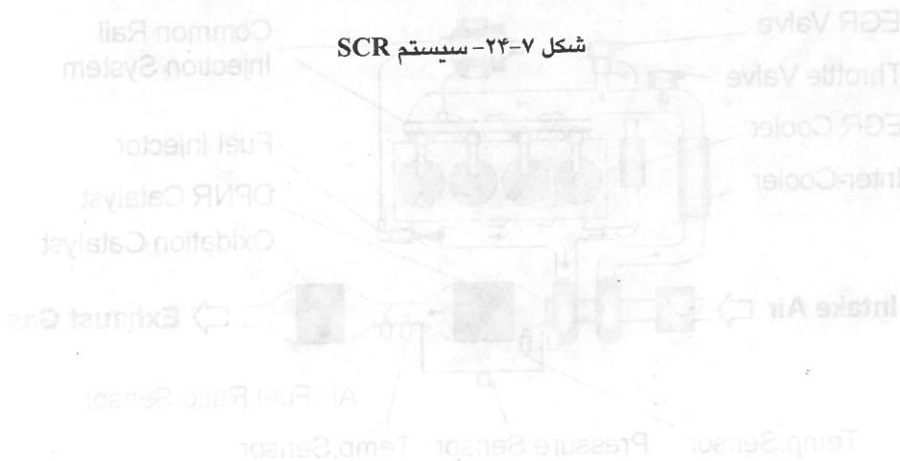
در سیستم SCR (Selective Catalytic Reduction) نیز بوسیله پاشش محلول آمونیاک بر روی گازهای خروجی، باعث کاهش درصد گازهای آلاینده خطرناک می‌شوند. بطوریکه آمونیاک پاشش شده با گازهای خروجی حاصل از احتراق واکنش داده و آنها را به گازهای بی‌خطر تبدیل

می‌نماید. در خصوص این سیستم‌های کنترل آلاینده‌گی در کتاب سوخت‌رسانی خودرو (جلد سوم) بیشتر بحث شده است.
از عوامل مؤثر دیگر بر روی میزان آلاینده‌گی، کیفیت سوخت و ناخالصی‌های موجود در آن همچون گوگرد می‌باشد.

Usage example SCR system SCR: Selective Catalytic Reduction



شکل ۷-۲۴- سیستم SCR



تجهیزات جانبی موتور

Engine Equipments

۸-۱- مقدمه: (Introduction)

همواره بر روی موتور و یا در کنار آن تجهیزاتی نصب گردیده است که وظیفه تأمین نیازهای موتور را برعهده دارند. برخی از این قطعات مربوط به سیستم سوخت‌رسانی بوده و بعضی دیگر در ارتباط با سیستم برق‌رسانی و جرقه‌زنی شمع‌ها می‌باشد. علاوه بر این موارد قطعات دیگری همچون سنسورها، استارت، دینام، سوپرشارژ و یا توربوشارژ نیز بر روی موتور نصب می‌گردند که هر یک دارای وظیفه خاصی می‌باشند. در این فصل سعی داریم تا به بررسی این قطعات و وظیفه آنها بپردازیم.

۸-۲- سیستم سوخت‌رسانی: (Fuel Injection System)

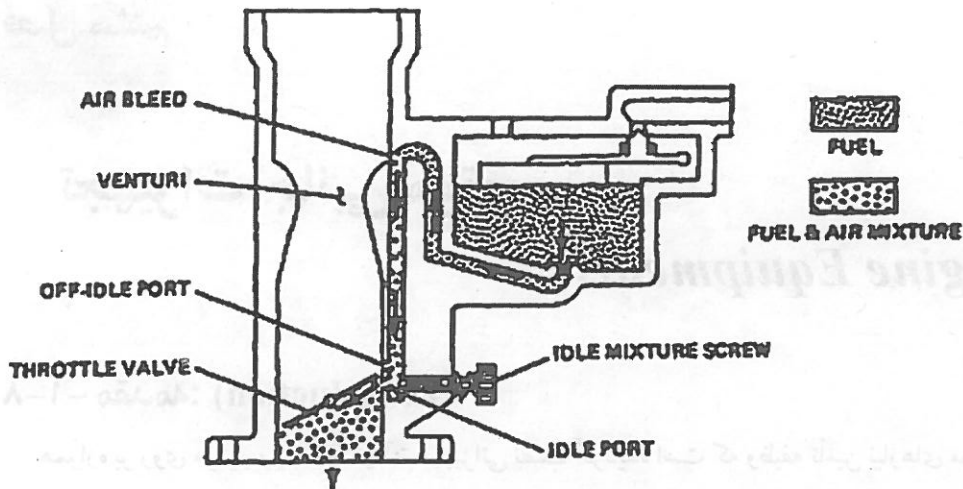
به منظور تولید قدرت در موتور، ضرورت دارد که سوخت ذخیره شده در باک خودرو به نحوی به داخل سیلندرها ی موتور هدایت گردیده و در آنجا محترق گردد. این وظیفه توسط سیستم سوخت‌رسانی انجام می‌پذیرد.

سیستم سوخت‌رسانی شامل تجهیزاتی همچون باک سوخت، لوله‌های انتقال سوخت، پمپ سوخت، فیلتر سوخت، فیلتر هوا و سیستمی که سوخت را وارد سیلندرها نماید، می‌باشد.

سیستمی که بتواند سوخت را با هوا ترکیب نموده و آن را وارد سیلندرها نماید، دارای مدل‌های مختلفی می‌باشد که در کتاب سوخت‌رسانی خودرو (جلد سوم) به تفصیل در مورد آن توضیح داده شده است. عمل اختلاط سوخت با هوا، در گذشته بیشتر توسط سیستم‌های کاربراتوری انجام می‌شد، در صورتیکه در مدل‌های جدیدتر از سیستم انژکتوری استفاده می‌شود.

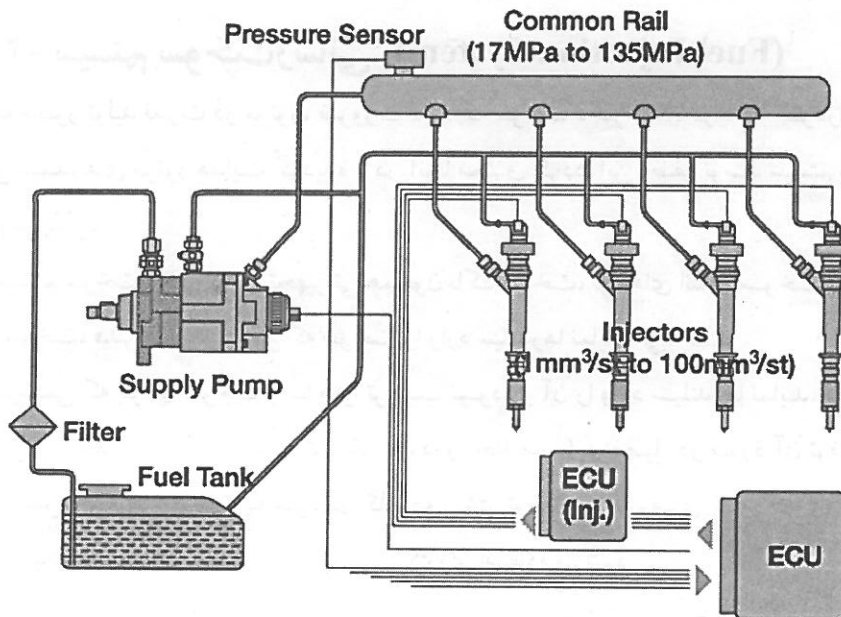
در سیستم کاربراتوری با عبور هوا از داخل ونتوری، یک خلاء نسبی بوجود می‌آید که باعث مکش سوخت گردیده و می‌تواند سوخت را بصورت اتمیزه وارد هوا نماید. در این حالت اختلاط سوخت با هوا

در داخل کاربراتور و قبل از ورود به موتور انجام می‌گردد.



شکل ۸-۱- سیستم سوخت‌رسانی کاربراتوری

اما در سیستم انژکتوری، سوخت از طریق پاشش توسط انژکتور وارد هوا می‌گردد. در این حالت انژکتور که وظیفه پاشش سوخت را برعهده دارد، بر روی محفظه سیلندر و یا در دهانه ورودی آن قرار می‌گیرد.



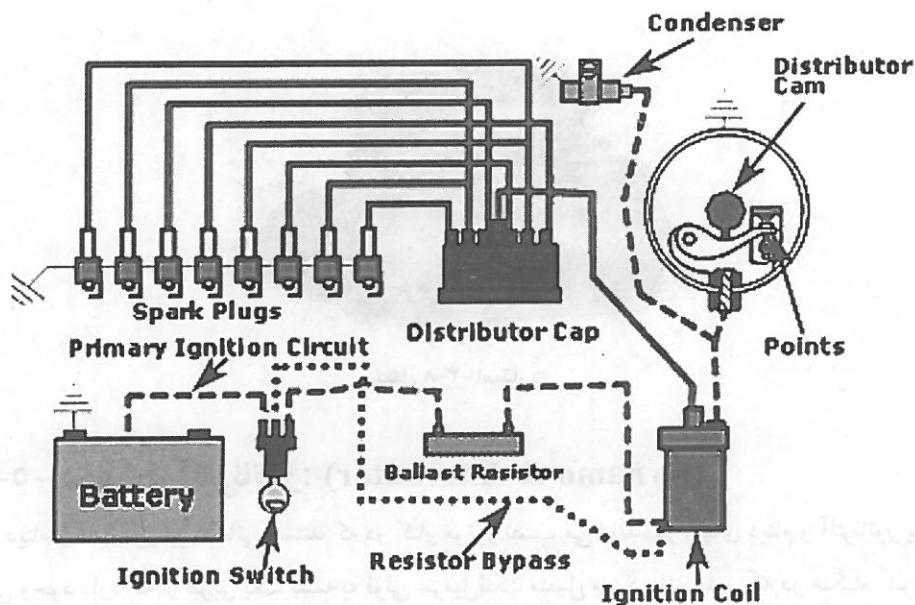
شکل ۸-۲- سیستم سوخت‌رسانی انژکتوری

۸-۳- سیستم جرقه‌زنی: (Ignition System)

فرآیند احتراق در موتورهای اشتعال - جرقه‌ای، توسط جرقه‌ای که در داخل سیلندر زده می‌شود، شروع می‌شود. برای ایجاد این جرقه، قطعاتی همچون کوئل، دلكو، وایرها و شمع‌ها که اجزای سیستم جرقه‌زنی می‌باشند، این کار را انجام می‌دهند.

در این سیستم ابتدا جریان برقی که از باتری می‌آید توسط کوئل تقویت گردیده و ولتاژ آن تا ۲۰۰۰۰ الی ۴۰۰۰۰ ولت افزایش می‌یابد. سپس این برق ولتاژ بالا توسط دلكو در بین شمع‌ها توزیع گردیده و در نهایت عمل جرقه‌زنی توسط شمع که در داخل سیلندر قرار گرفته است، انجام می‌پذیرد.

البته در سیستم‌های جرقه‌زنی امروزی که بصورت الکترونیکی و هوشمند می‌باشند، وظیفه توزیع جریان برق در بین شمع‌ها توسط سیستم‌های الکترونیکی انجام می‌پذیرد و دلكو حذف گردیده است. در خصوص این مباحث توضیحات کاملتر در کتاب دستگاه‌های الکتریکی خودرو (جلد پنجم) آورده شده است.



Schematic of Ignition System

شکل ۸-۳- سیستم جرقه‌زنی

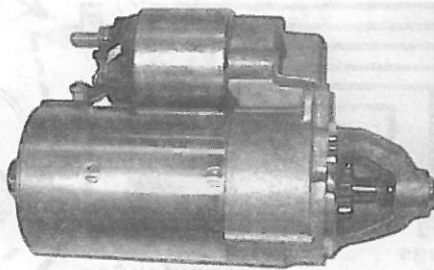
۸-۴- سیستم راه‌اندازی (استارت): (Starting System)

در سیکل کاری موتورهای احتراق داخلی ضرورت دارد که ابتدا هوا وارد سیلندر شده (عمل مکش)

و سپس فشرده گردد (عمل تراکم) تا پس از آن آماده احتراق و تولید قدرت گردد. ولی در لحظات اول شروع به کار موتور، هیچ نیرویی برای مکش هوا و متراکم نمودن آن وجود ندارد. این نیرو در لحظات اولیه توسط یک موتور الکتریکی که استارت نامیده می شود، تأمین می گردد.

استارت یک موتور الکتریکی است که براساس پدیده الکترومغناطیس کار کرده و با گرفتن جریان الکتریکی از باتری، می تواند گشتاور مکانیکی تولید نماید. این گشتاور مکانیکی از طریق چرخنده ای که در انتهای شفت استارت وجود دارد، به چرخنده روی فلاپیول منتقل گردیده و باعث به گردش در آمدن میل لنگ می شود. بدین طریق هنگام گردش نمودن میل لنگ، شاتون ها و پیستون ها نیز به حرکت در آمده و عمل مکش و تراکم را انجام می دهند.

محل نصب استارت نیز معمولاً در قسمت زیرین و جلوی موتور می باشد، بطوریکه چرخنده انتهای شفت آن بتواند با محیط فلاپیول درگیر شود. این موضوع نیز بطور کامل در کتاب دستگاه های الکتریکی خودرو (جلد پنجم) توضیح داده شده است.



شکل ۸-۴- استارت

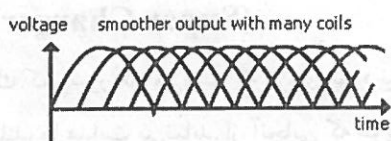
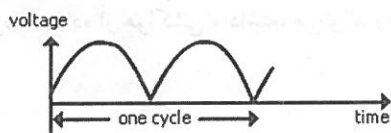
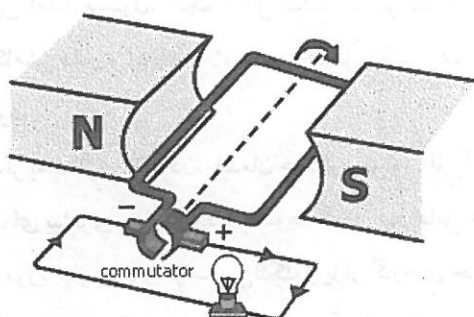
۸-۵- دینام و آلترناتور: (Dynamo & Alternator)

دینام و آلترناتور نیز قطعاتی هستند که در کنار موتور نصب می شوند. در انتهای دینام و آلترناتور یک فولی وجود دارد که از طریق یک تسمه به فولی سر میل لنگ متصل می گردند. بطوریکه در هنگام گردش میل لنگ و کار کردن موتور، از موتور قدرت (گشتاور مکانیکی) گرفته و تولید جریان الکتریکی می نمایند.

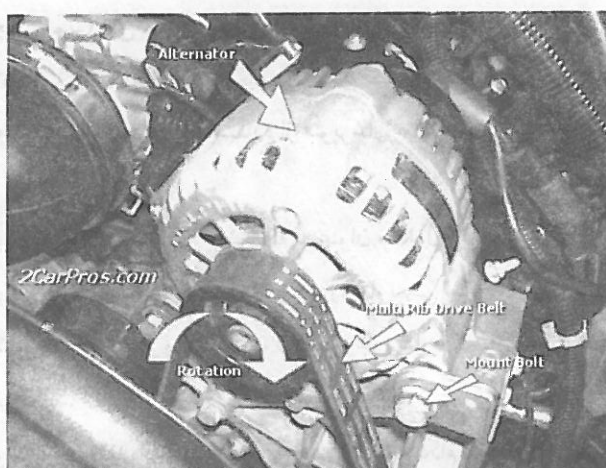
دینام و آلترناتور نیز براساس پدیده الکترومغناطیس کار کرده و با گرفتن گشتاور مکانیکی، می توانند جریان الکتریکی تولید نمایند. تنها تفاوت آنها در این است که در دینام، سیم پیچ بر روی محور مرکزی (آرمیچر) قرار گرفته و آهنرباها بر روی بدنه بصورت ثابت نصب شده اند. در صورتیکه در آلترناتور، سیم پیچ ها بر روی بدنه نصب گردیده و آهنربا بر روی محور قرار می گیرد. در این حالت به سیم پیچی که بر روی بدنه قرار گرفته، استاتور گفته می شود و به آهنربایی که همراه با محور گردش می نماید، روتور

گفته می شود.

در کتاب دستگاه های الکتریکی خودرو (جلد پنجم) در مورد دینام و آلترناتور بسیار کامل تر صحبت شده است که علاقه مندان می توانند به آنجا مراجعه نمایند.



شکل ۸-۵- اساس کار دینام



شکل ۸-۶- آلترناتور

۸-۶- هواکشی طبیعی و واداشته در موتور:

(Naturally Aspirated & Forced Intake)

در موتورهای قدیمی تر، تنها عامل مکش هوا به داخل سیلندرها، پایین رفتن پیستون و ایجاد خلاء نسبی بود. بطوریکه در هنگام پایین آمدن پیستون، حجم داخل سیلندر به سرعت افزایش پیدا کرده و فشار داخل آن کاهش می یابد. همین کاهش فشار و ایجاد خلاء نسبی، عامل مکش هوا می گردد. به این حالت، هواکشی طبیعی گفته می شود.

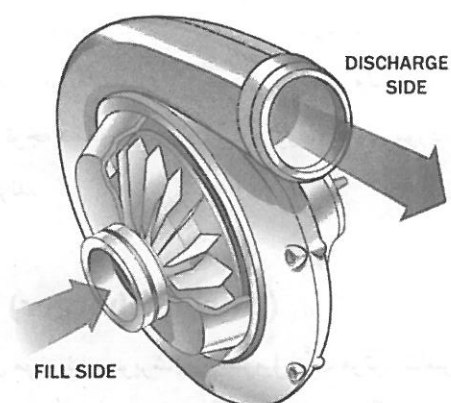
اما در موتورهای جدیدتر به منظور بالا بردن راندمان عملکرد موتور، از یک عامل خارجی دیگر نیز استفاده می شود، تا مقدار هوای بیشتری بتواند وارد سیلندرها گردد. این عامل خارجی یک کمپرسور هوا می باشد که نیروی محرک مورد نیاز خود را از سرمیل لنگ و یا از گازهای خروجی می گیرد. سوپرشارژ و توربوشارژ، چنین سیستم هایی می باشند که در ادامه به توضیح آنها خواهیم پرداخت. به این سیستم ها، هواکشی واداشته گفته می شود. استفاده از هواکشی واداشته، می تواند راندمان حجمی موتور را تا ۳۵٪ الی ۶۰٪ افزایش دهد.

۸-۷- سوپرشارژ: (Super Charger)

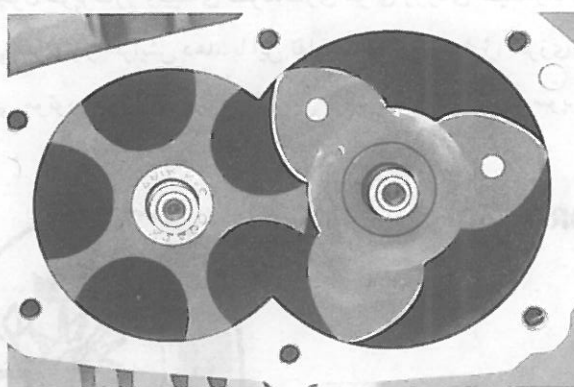
سوپرشارژ در حقیقت یک کمپرسور هوا می باشد که نیروی مورد نیاز خود را از سرمیل میل لنگ گرفته و هوای فشرده را به داخل سیلندرها هدایت می نماید. از آنجایی که سوپرشارژ نیروی خود را از میل لنگ می گیرد، دارای قدرت و سرعت عکس العمل بیشتری می باشد؛ ولی همین نیرویی که صرف به گردش در آوردن سوپرشارژ می شود، قسمتی از توان موتور را تلف می نماید. یعنی اگرچه وجود سوپرشارژ باعث افزایش راندمان حجمی موتور می شود، ولی از آنجایی که انرژی مورد نیاز خود را از طریق موتور تأمین می نماید، باعث اتلاف انرژی و قدرت موتور نیز می گردد. بطوریکه حتی باعث افزایش میزان مصرف سوخت می گردد. به همین دلیل به تدریج استفاده از سوپرشارژ منسوخ گردید و به جای آن از توربوشارژ استفاده نمودند.

سوپرشارژ دارای مدل های مختلفی می باشد که به عنوان متداول ترین مدل های آن، می توان به سوپرشارژ گریز از مرکز (سانتریفوژ)، سوپرشارژ روتس و سوپرشارژ مارپیچی اشاره نمود. در داخل سوپرشارژهای گریز از مرکز، یک توربین وجود دارد که با گردش خود، هوا را به جریان انداخته و کمپرس می نماید.

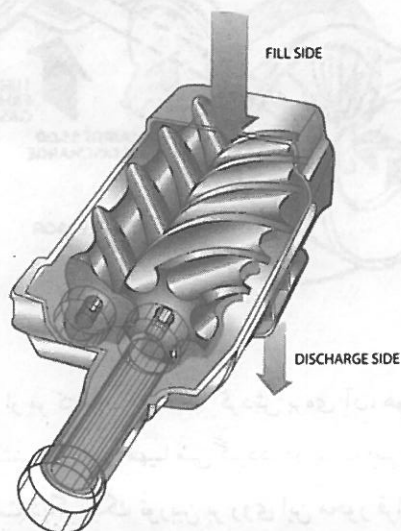
در سوپرشارژ روتس، چرخنده ای بادامک دار وجود دارد که هنگام گردش همزمان با چرخنده ی مزدوج خود، باعث محبوس شدن هوا در بین دنده ها گردیده و بدین طریق عمل فشرده سازی هوا را انجام می دهد.



شکل ۸-۷- سوپرشارژ گریز از مرکز



شکل ۸-۸- سوپرشارژ روتس



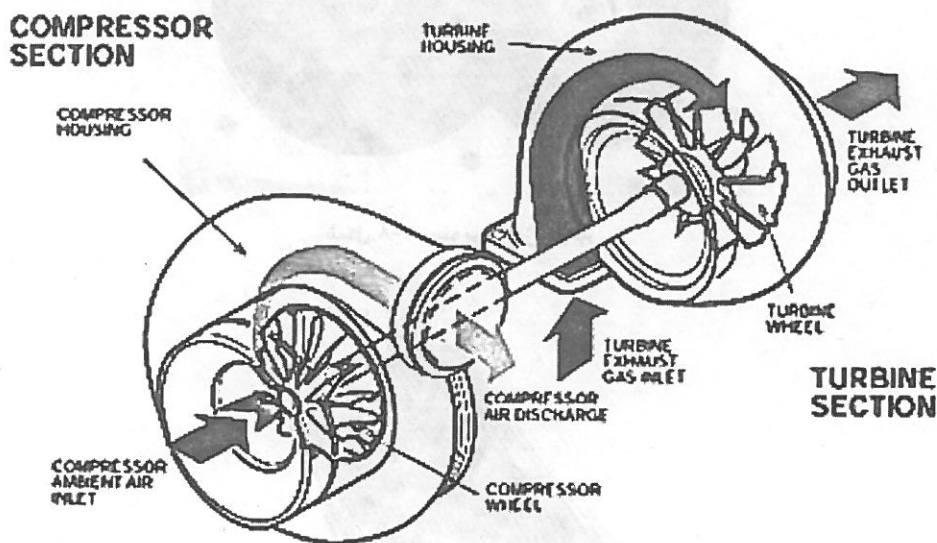
شکل ۸-۹- سوپرشارژ مارپیچی

در سوپرشاژ مارپیچی، دو روتور (گردنده) بلند وجود دارد که با یکدیگر درگیر بوده و در جهت عکس یکدیگر در حال گردش می‌باشند. در اثر گردش این دو روتور، هوا در بین دنده‌های آنها محبوس گردیده و کمپرس می‌شود. توجه داشته باشید که این روتورها، نیروی مورد نیاز خود را توسط تسمه و یا زنجیر از سر میل‌لنگ می‌گیرند.

۸-۸- توربوشاژ: (Turbo Charger)

با توجه به این که نیروی مورد نیاز سوپرشاژ از سر میل‌لنگ موتور تأمین می‌گردد و همین موضوع باعث اتلاف انرژی است، به تدریج توربوشاژ جایگزین سوپرشاژ گردید.

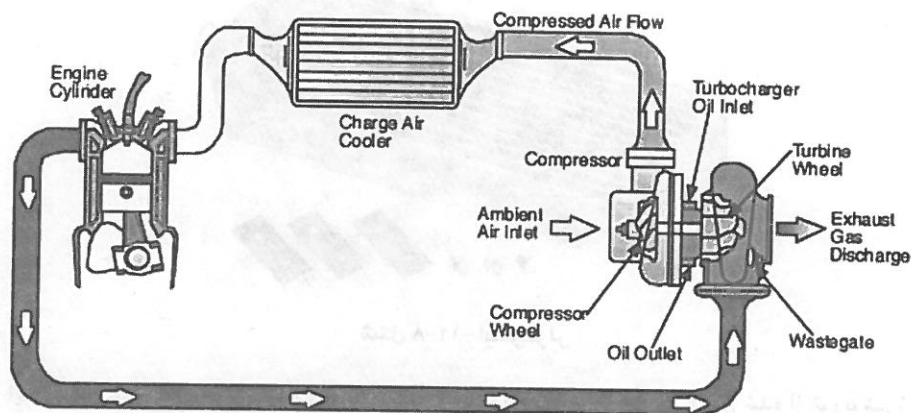
توربوشاژ نیز همچون سوپرشاژ وظیفه‌ی فشرده‌سازی هوای ورودی سیلندرها را برعهده دارد، تا با این کار راندمان حجمی موتور را افزایش دهد. با این تفاوت که توربوشاژ، انرژی مورد نیاز خود را از انرژی گازهای خروجی موتور (دود) می‌گیرد. بنابراین توربوشاژ نسبت به سوپرشاژ دارای راندمان بالاتری می‌باشد.



شکل ۸-۱۰- توربوشاژ

توربوشاژ یک کمپرسور گریز از مرکز می‌باشد که با گردش پره‌ی آن، هوای ورودی به موتور بیشتر فشرده شده و امکان ورود حجم بیشتری از هوا مهیا می‌گردد. در یک طرف محور توربوشاژ، پره کمپرسور نصب شده است و در سمت دیگر، یک توربین بر روی این محور قرار گرفته است. این توربین در مسیر گازهای خروجی از سیلندرها قرار دارد؛ بطوریکه در هنگام خروج دود از مانیفولد دود، این

توربین نیز به گردش در می‌آید. گاهی اوقات سرعت گردش این توربین به ۱۲۰۰۰۰ RPM و یا حتی بیشتر نیز می‌رسد. در اثر گردش توربین، محور متصل به آن و پره‌ی کمپرسور که بر روی همین محور قرار گرفته است، نیز به گردش در می‌آید و با متراکم‌سازی هوا، امکان ورود هوای بیشتری را امکان‌پذیر می‌سازد.



شکل ۸-۱۱- عملکرد توربوشارژ

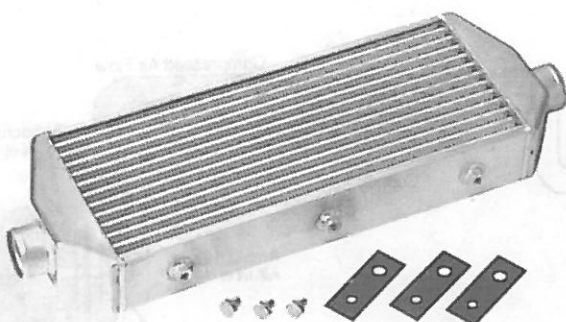
با توجه به اینکه سرعت گردش محور توربوشارژ خیلی زیاد است، به منظور حفظ و نگهداری یاتاقان‌های آن، نیاز است که روغنکاری یاتاقان‌ها بطور پیوسته و توسط یک جریان یکنواخت روغن انجام پذیرد.

همچنین توجه داشته باشید که اگر فشار ایجاد شده توسط توربوشارژ، خیلی بیش از حد زیاد باشد، ممکن است باعث انفجارهای بی‌موقع و زود هنگام گردد و یا به عبارتی دیگر پدیده خودسوزی رخ دهد. این موضوع باعث عملکرد نامناسب موتور و آسیب دیدگی قطعات خواهد شد. برای جلوگیری از این اتفاق، معمولاً در توربوشارژ یک مجرای تخلیه در نظر می‌گیرند. بنابراین در مواقعی که فشار خیلی زیاد است، قسمتی از جریان هوای خروجی از توربوشارژ به خارج از مسیر هدایت می‌گردد. در ضمن به همین دلیل در موتورهای بنزینی که با افزایش مقدار تراکم، احتمال خودسوزی زیاد می‌شود، کمتر از توربوشارژ استفاده می‌شود. ولی در موتورهای دیزل که هوا به تنهایی متراکم می‌گردد، هیچ گونه محدودیتی در این رابطه وجود ندارد.

۸-۹- اینتر کولر: (Inter Cooler)

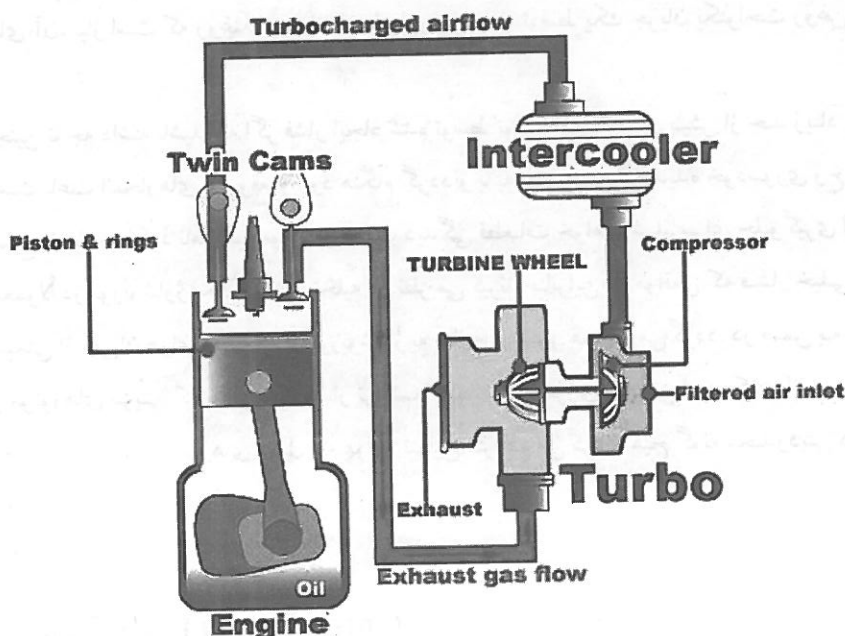
هنگامی که توربوشارژ هوا را فشرده می‌نماید، در اثر افزایش فشار، دمای آن نیز افزایش می‌یابد.

افزایش دمای هوا نیز باعث انبساط آن و کاهش مقدار اکسیژن موجود در یک حجم مشخص می‌گردد. بنابراین لازم است که از گرم شدن هوا جلوگیری به عمل آید. برای این منظور از یک واحد خنک کننده به نام اینترکولر استفاده می‌شود که در جلوی رادیاتور نصب می‌گردد.



شکل ۸-۱۲- اینترکولر

اینترکولر یک مبدل حرارتی (Heat Exchanger) می‌باشد که هوای خارج شده از توربوشارژر قبل از ورود به سیلندر، از داخل آن عبور نموده و خنک کاری می‌شود. توجه داشته باشید که در اینترکولر، هوا با هوا خنک می‌شود. خنک کاری هوای فشرده قبل از ورود به سیلندر تا حد زیادی می‌تواند باعث افزایش راندمان موتور، کاهش مصرف سوخت و کم شدن میزان آلاینده‌گی گازهای خروجی اگزوز شود.

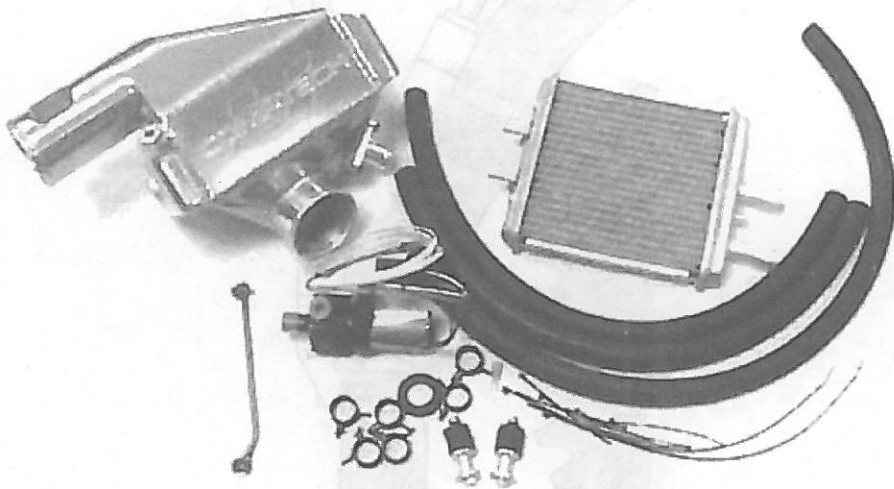


شکل ۸-۱۳- نحوه عملکرد اینترکولر

۸-۱۰- افتر کولر: (After Cooler)

افتر کولر نیز همچون اینتر کولر به منظور خنک کاری هوای خارج شده از توربوشارژر در قبل از ورود به داخل سیلندر مورد استفاده قرار می‌گیرد. با این تفاوت که اینتر کولر در جلوی رادیاتور قرار می‌گیرد و هوای خارج شده از توربوشارژر، طی یک مسیر نسبتاً طولانی با هوا خنک می‌شود. ولی افتر کولر در دهانه ورودی سیلندر قرار گرفته و عمل خنک کاری هوای بیرون آمده از توربوشارژر را توسط آب انجام می‌دهد.

برای این منظور در افتر کولر، محفظه‌ای تعبیه شده است که در جداره‌های آن تعدادی لوله قرار گرفته است. این لوله‌ها به منظور عبور جریان آب می‌باشند. این جریان آب همان آبی است که برای خنک کاری موتور استفاده می‌شود و در رادیاتور خنک کاری می‌شود. بنابراین با عبور جریان آب از درون لوله‌های جداره محفظه افتر کولر، هوای خارج شده از توربوشارژر خنک می‌گردد.



شکل ۸-۱۴- افتر کولر

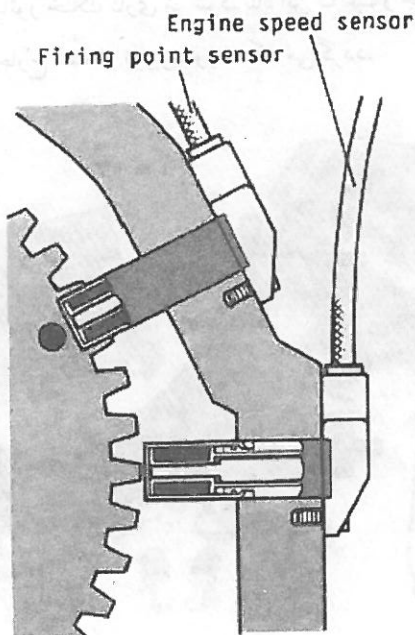
۸-۱۱- سنسورهای موتور: (Engine Sensors)

به منظور تعیین مقدار سوخت مورد نیاز جهت احتراق و تعیین زمان پاشش سوخت و یا تنظیم زمان جرقه‌زنی، نیازمند اطلاعاتی هستیم که بیانگر شرایط کارکرد موتور و نحوه عملکرد آن باشد. این اطلاعات توسط سنسورهای مختلف اندازه‌گیری شده و توسط واحد کنترل الکترونیکی (ECU) پردازش می‌گردد. آنگاه براساس شرایط کاری موتور، فرمان‌های لازم جهت کنترل مقدار سوخت و زمان پاشش آن و تعیین زمان جرقه‌زنی صادر می‌گردد.

متداولترین سنسورهایی که معمولاً بر روی موتور نصب می گردند، عبارتند از:

۱- سنسور دور موتور: (Engine Speed Sensor)

یکی از پارامترهای بسیار مهم و تعیین کننده در زمان پاشش سوخت و جرقه زنی، دور موتور می باشد. دور موتور بایستی بر روی میل لنگ اندازه گیری گردد. به همین منظور در انتهای میل لنگ و یا بر روی فلاپویل، یک رینگ دندانه دار نصب می گردد و در مقابل آن یک سنسور نوری و یا سنسور اثر هال که نسبت به میدان مغناطیسی حساس است، نصب می گردد. بطوریکه در هنگام گردش نمودن میل لنگ، این رینگ دندانه دار نیز به گردش در آمده و براساس تعداد پالس هایی که سنسور حس می نماید، تعداد دور میل لنگ که همان دور موتور می باشد، اندازه گیری می شود.



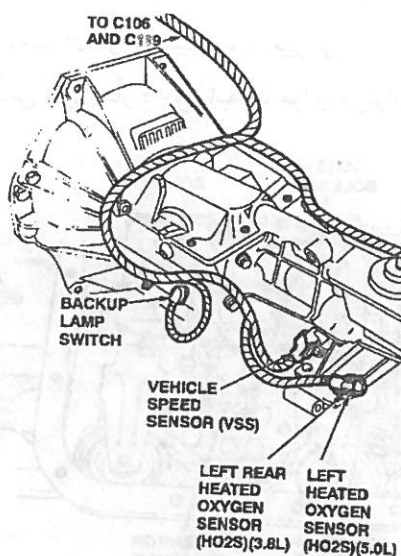
شکل ۸-۱۵- سنسور دور موتور

۲- سنسور سرعت خودرو: (Vehicle Speed Sensor)

این سنسور معمولاً در قسمت خروجی گیربکس و یا بر روی دیفرانسیل نصب می گردد و می تواند سرعت خودرو را اندازه گیری نماید.

در این حالت یک چرخنده کیلومتر وجود دارد که با شفت خروجی گیربکس در ارتباط است. محور این چرخنده به سیم پیچی که در یک میدان مغناطیسی قرار گرفته، متصل می شود. بطوریکه در هنگام گردش چرخنده کیلومتر، پالس هایی به ECU فرستاده می شود که امکان محاسبه سرعت خودرو

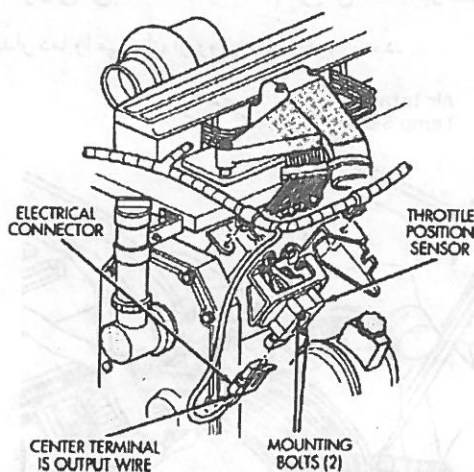
را فراهم می نماید. در برخی از خودروها نیز همچنان برای اندازه گیری سرعت خودرو، از سیم کیلومتر استفاده می شود.



شکل ۸-۱۶- سنسور سرعت خودرو

۳- سنسور وضعیت دریچه گاز: (Throttle Position Sensor)

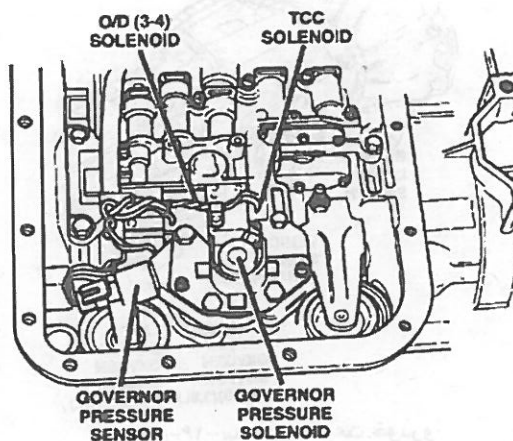
این سنسور که در انتهای دریچه گاز نصب گردیده است، یک مقاومت متغیر می باشد که در هنگام تغییر وضعیت دریچه گاز، لغزیده و ولتاژی متناسب با وضعیت دریچه گاز را به ECU ارسال می نماید. بطوریکه هر چقدر دریچه گاز بیشتر باز شود، ولتاژ بیشتری نیز به سوی ECU ارسال می گردد.



شکل ۸-۱۷- سنسور وضعیت دریچه گاز

۴- سنسور فشار هوای ورودی: (Inlet Manifold Pressure Sensor)

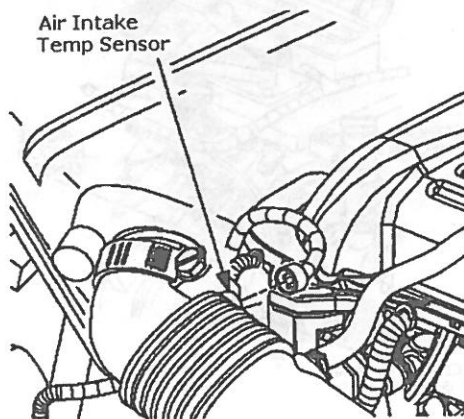
این سنسور که در داخل مانیفولد هوا و در مسیر هوای ورودی قرار گرفته است، نوعی مقاومت الکتریکی می باشد که مقدار مقاومت آن در اثر تغییر فشار، تغییر می نماید. بطوریکه در اثر تغییر مقاومت، ولتاژ نیز تغییر می کند. بر این اساس تغییر فشار داخل مانیفولد هوا را می توان محاسبه نمود.



شکل ۸-۱۸- سنسور فشار

۵- سنسور دمای هوای ورودی: (Air Intake Temperature Sensor)

این سنسور نیز در داخل مانیفولد هوا قرار گرفته تا دمای هوای ورودی را اندازه گیری نماید. معمولاً این سنسور، یک مقاومت حرارتی می باشد که در هنگام افزایش دما، مقاومتش کاهش یافته و باعث تغییر ولتاژ می شود. بطوریکه مقدار دما را می توان از روی ولتاژ تعیین نمود.



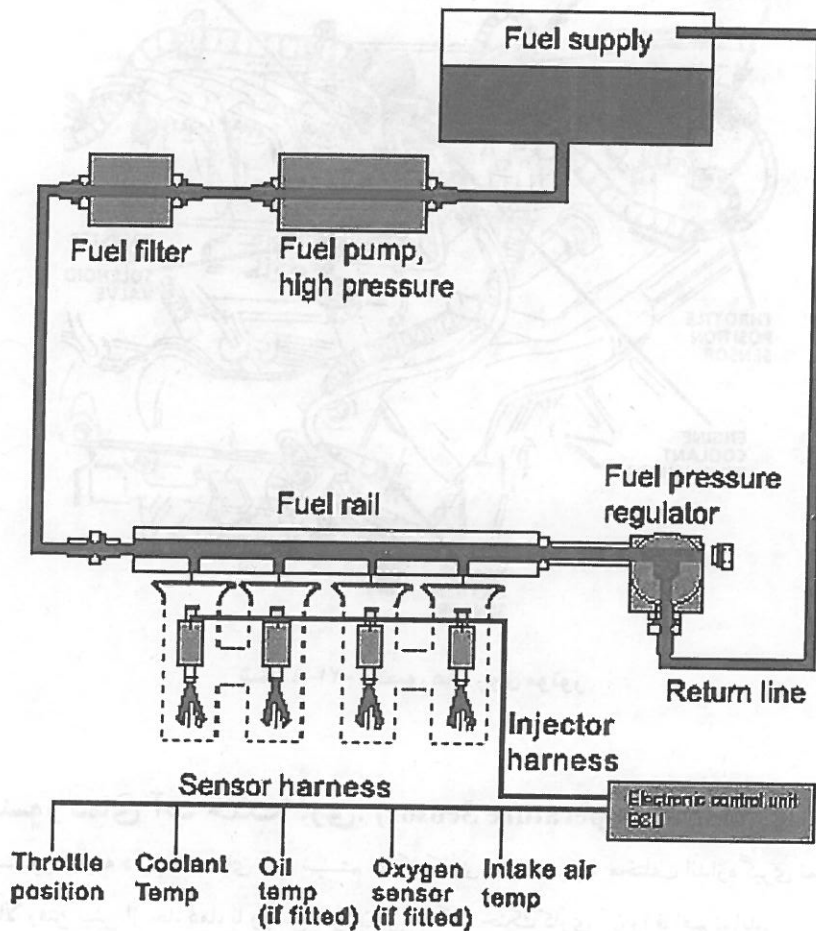
شکل ۸-۱۹- سنسور دمای هوای ورودی

۶- سنسور فشار سوخت: (Fuel Pressure Sensor)

این سنسور که به عنوان یک فشارسنج می‌باشد، معمولاً در داخل ریل سوخت‌رسانی قرار گرفته و می‌تواند فشار سوخت را اندازه‌گیری نماید.

۷- سنسور دمای سوخت: (Fuel Temperature Sensor)

یک سنسور دماسنج نیز وجود دارد که می‌تواند دمای سوخت را در شرایط مختلف اندازه‌گیری نموده و این اطلاعات را به ECU اعلام نماید.



شکل ۸-۲۰- سنسورهای سیستم سوخت‌رسانی

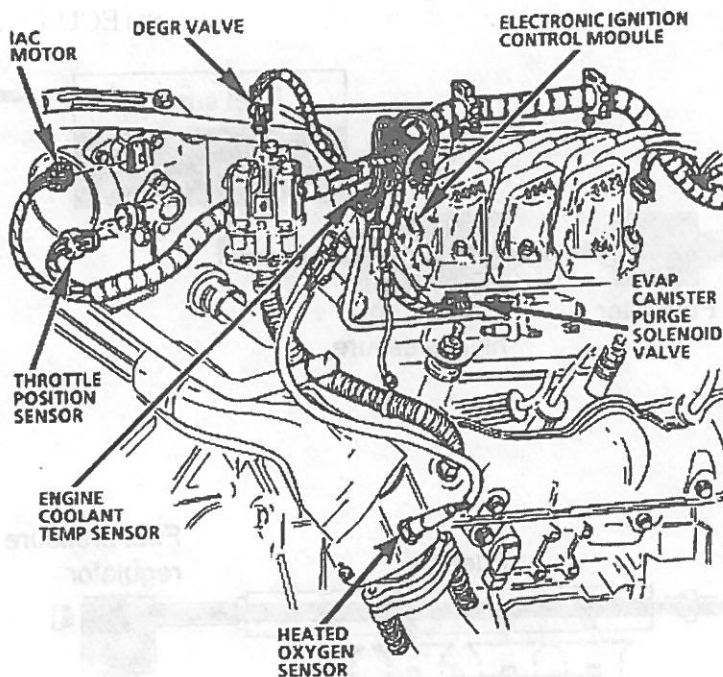
۸- سنسور سطح روغن: (Oil Level Sensor)

این سنسور در سطح روغن قرار می‌گیرد و هرگاه که سطح روغن پایین بیاید، چراغ آن روشن شده و

کاهش سطح روغن را اعلام می‌نماید.

۹- سنسور فشار روغن: (Oil Pressure Sensor)

این سنسور وظیفه‌ی اندازه‌گیری فشار روغنی که توسط پمپ روغن (Oil Pump) ایجاد می‌شود را برعهده دارد.



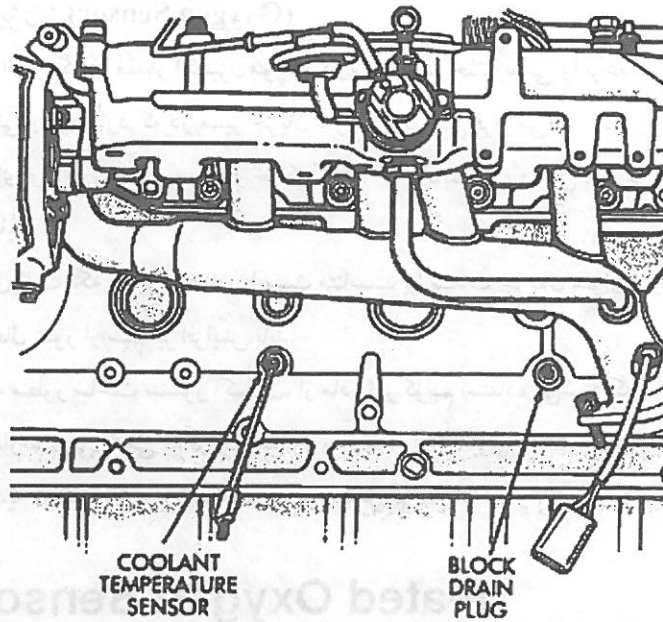
شکل ۸-۲۱- سنسورهای روی موتور

۱۰- سنسور دمای آب خنک کاری: (Coolant Temperature Sensor)

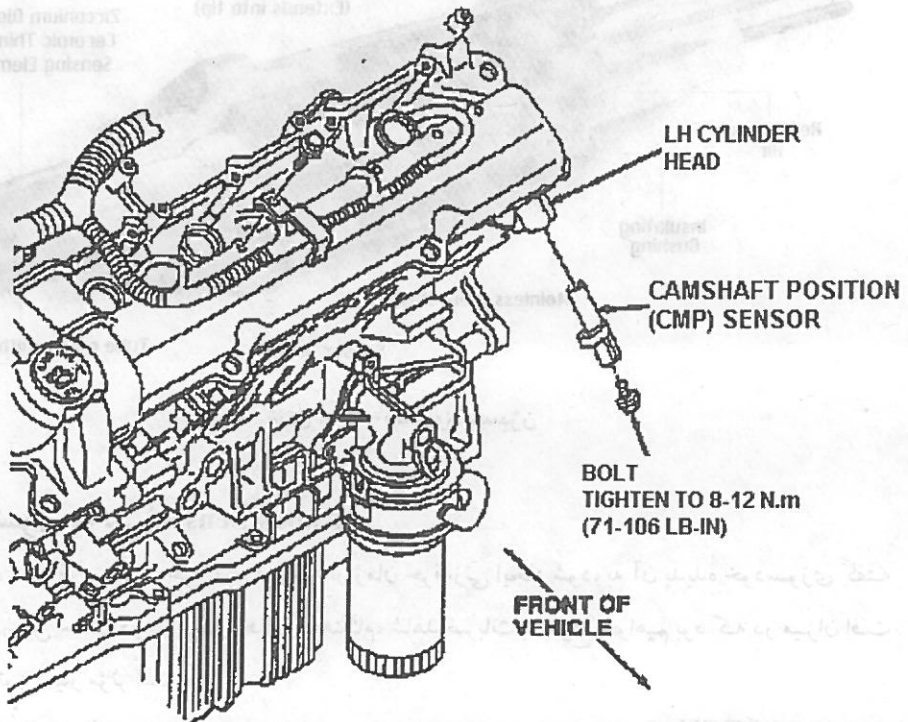
این سنسور وظیفه دارد که دمای آب سیستم خنک کاری را در شرایط مختلف اندازه‌گیری نموده و در صورت بالا رفتن بیش از حد دما، با روشن نمودن فن، امکان خنک کاری آن را فراهم نماید.

۱۱- سنسور موقعیت میل بادامک: (Cam Shaft Position Sensor)

این سنسور در کنار میل بادامک نصب شده و موقعیت گردش آن را چک می‌نماید. زیرا موقعیت میل بادامک بر روی زمان باز و بسته شدن سوپاپ‌ها مؤثر بوده و میزان آوانس و ریتارد سوپاپ‌ها در نحوه عملکرد موتور تأثیر گذار است.



شکل ۸-۲۲- سنسور دمای آب سیستم خنککاری



شکل ۸-۲۳- سنسور موقعیت میل بادامک

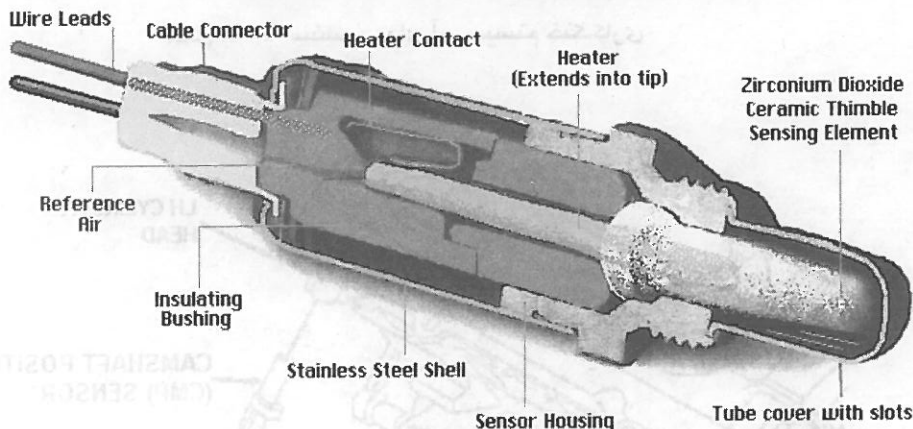
۱۲- سنسور اکسیژن: (Oxygen Sensor)

این سنسور وظیفه اندازه گیری مقدار اکسیژن موجود در سیستم سوخت رسانی را برعهده دارد. در این سنسور یک سیم پلاتینی وجود دارد که در مسیر جریان گازهای خروجی قرار می گیرد. بطوریکه اگر دمای آن بیشتر از دمای هوای ورودی باشد، به منظور خنک کاری آن و ثابت نگه داشتن دما، می بایست جریان هوای بیشتری عبور نماید.

در این سیستم برای ثابت نگه داشتن دما، می بایست متناسب با شدت جریان هوای ورودی، مقدار جریان الکتریکی در حال عبور از سیم نیز افزایش یابد.

گاهی اوقات نیز به منظور ساخت سنسور اکسیژن، از ماده زیر کونیم استفاده می شود که در این حالت نیازی به ولتاژ تغذیه نداریم؛ ولی گاهی دیگر این سنسور با استفاده از تیتانیوم ساخته می شود که در این حالت نیازمند ولتاژ تغذیه هستیم، یعنی به وسیله جریان برق عمل می نماید.

Heated Oxygen Sensor



شکل ۸-۲۴- سنسور اکسیژن

۱۳- سنسور ضربه: (Knock Sensor)

هرگاه احتراق بصورت خودبه خود و قبل از زمان جرقه زنی ایجاد شود، به آن پدیده خودسوزی گفته می شود. در این حالت در اثر احتراق های نابهنگام، شاهد ضربات بد موقع خواهیم بود که در میزان افت قدرت موتور بسیار مؤثر است.

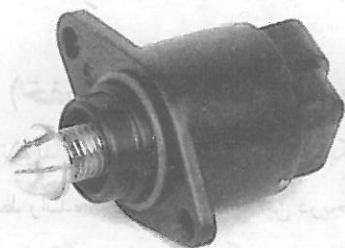
سنسور ضربه وظیفه دارد تا ضربه ناشی از پدیده خودسوزی را حس نموده و به ECU گزارش نماید، تا در صورت نیاز با تغییر زمان جرقه زنی و پاشش سوخت، از بروز این پدیده جلوگیری نماید.



شکل ۸-۲۵- سنسور ضربه

۸-۱۲- استپ موتور: (Idling Regulation Step Motor)

این قطعه که وظیفه روشن نگه داشتن خودرو در دور آرام را برعهده دارد، در مسیر هوای ورودی نصب می‌گردد. بطوریکه همواره میزان هوا و سوخت ورودی را تنظیم می‌نماید. در ضمن هنگامی که کولر را روشن می‌نماییم، بار بیشتری به موتور خودرو تحمیل می‌گردد. به منظور جبران این موضوع، ژیکلور مربوطه توسط استپ موتور کمی عقب‌تر کشیده می‌شود تا دریچه گاز بیشتر باز شده و سوخت بیشتری وارد سیلندرها گردد. از سوی دیگر در حالتی که موتور دارای سنسور ضربه می‌باشد، استپ موتور وظیفه دارد که میزان سوخت ورودی را به نحوی کنترل نماید که از پدیده خودسوزی جلوگیری شود.



شکل ۸-۲۶- استپ موتور

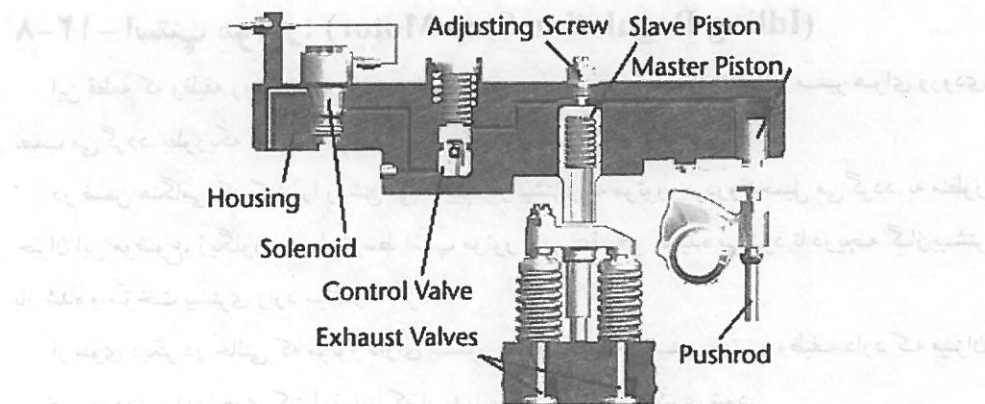
در ضمن استپ موتور می‌تواند کار ساسات را نیز انجام دهد. یعنی در هنگامی که خودرو سرد است، میزان سوخت ورودی به گونه‌ای تنظیم می‌شود که خودرو با اولین استارت روشن گردد.

وظیفه دیگر استپ موتور، تنظیم مقدار هوای مورد نیاز می‌باشد. زیرا در خودروهایی که فاقد این سیستم می‌باشند، در هنگام رها کردن پدال گاز، نسبت اختلاط هوا و سوخت به هم خورده و باعث دود کردن آن می‌شود.

۸-۱۳- ترمز موتوری: (Engine Brake)

یکی از مواردی که مخصوصاً در خودروهای سنگین حائز اهمیت است، مسئله کاهش دور موتور در سرایشی‌ها است. زیرا اگر در مواردی که خودرو در سرایشی‌ها می‌افتد، صرفاً از ترمزها استفاده شود، لنت‌ها داغ شده و راندمان سیستم ترمز کاهش می‌یابد.

ترمز موتوری سیستمی است که با کنترل مدت زمان باز و بسته بودن سوپاپ‌های دود و با کنترل میزان پاشش سوخت و هوای ورودی، می‌تواند دور موتور را متناسب با شرایط کنترل نماید. بطوریکه در سرایشی‌ها می‌تواند باعث کاهش دور موتور گردد.



شکل ۸-۲۷- ترمز موتوری

۸-۱۴- ترمز اگزوزی (خفه کن): (Exhaust Brake)

معمولاً در دهانه‌ی خروجی مانیفولد دود و قبل از گلوئی اگزوز، یک دریچه وجود دارد که قابلیت باز و بسته شدن دارد و کنترل آن توسط راننده انجام می‌پذیرد. به این دریچه، خفه کن گفته می‌شود.

هنگامی که راننده می‌خواهد باعث کاهش دور موتور گردد، با فعال نمودن خفه کن، این دریچه نیمه بسته گردیده و از خروج دود جلوگیری می‌نماید. با برگشت دادن این دود به داخل سیلندرها، راندمان حجمی موتور کاهش یافته و قدرت کمتری تولید می‌شود. همین مطلب باعث کاهش دور موتور می‌شود. در اکثر اوقات عملکرد خفه کن که باعث باز و بسته شدن آن می‌شود، دارای مکانیزم بادی می‌باشد.



هه کن (introduction): هه لقه - 1 -

سیستم‌های خنک کاری و گرمایشی

Cooling and Heating Systems

۹-۱ - مقدمه: (Introduction)

در هنگام کار کردن موتور، به دلیل وجود اصطکاک در بین قطعات و بالا بودن سرعت حرکت قطعاتی همچون پیستون، شاتون و میل‌لنگ، دمای کاری موتور به سرعت بالا رفته و باعث گرم شدن قطعات موتور می‌شود. بطوریکه اگر عمل خنک کاری قطعات انجام نشود، احتمال آسیب دیدگی قطعات و ذوب شدن‌های موضعی آنها وجود دارد.

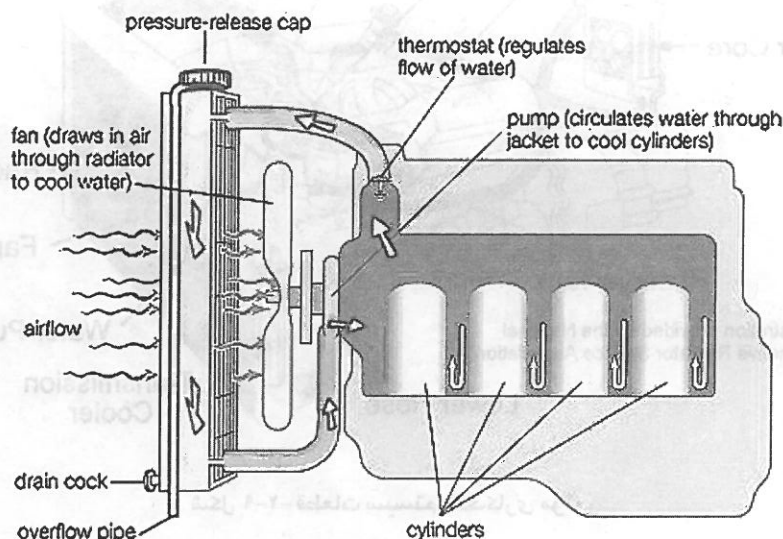
به همین منظور ضرورت دارد که یک سیستم خنک کاری (Cooling System) طراحی شود که توانایی خنک کاری موتور را داشته باشد. هر چند که در موارد خاصی، سیستم خنک کاری موتور از نوع هوا - خنک است، اما در اکثر اوقات، این سیستم از نوع خنک کاری بوسیله آب می‌باشد. در این نوع سیستم، آب توسط یک پمپ (واتر پمپ) در یک مدار بسته به گردش در آمده و با عبور از داخل مجراهای درون موتور، باعث جذب حرارت و خنک کاری آن می‌شود. این آب در ادامه مسیر با عبور از داخل رادیاتور، حرارت خود را به محیط انتقال داده و دوباره خنک می‌شود. در مورد سیستم خنک کاری موتور و اجزای آن، در این فصل بطور کامل بحث خواهیم نمود.

آبی که برای سیستم خنک کاری موتور استفاده شده است، پس از عبور از داخل موتور، به طور قابل توجهی گرم می‌شود. بطوریکه از گرمای همین آب می‌توان برای سیستم گرمایش داخل اتاق (بخاری) نیز استفاده نمود. این موضوع نیز یکی از مباحث این فصل است.

از سوی دیگر در فصل تابستان که هوا گرم است، به منظور راحتی سرنشینان، مناسب است که داخل اتاق خودرو نیز خنک شود. برای این منظور، سیستم کولر طراحی گردیده است که در مورد آن نیز توضیحاتی را ارائه خواهیم نمود.

اینتر کولر و افتر کولر نیز نوعی سیستم خنک کاری محسوب می‌شوند؛ زیرا هوای پرفشاری که از

سوپرشارژ و یا توربوشارژ خارج می‌شود، بایستی در اینترکولر و یا افترکولر خنک گردد. در مورد این قطعات نیز در فصل گذشته به اندازه کافی توضیح داده شد.



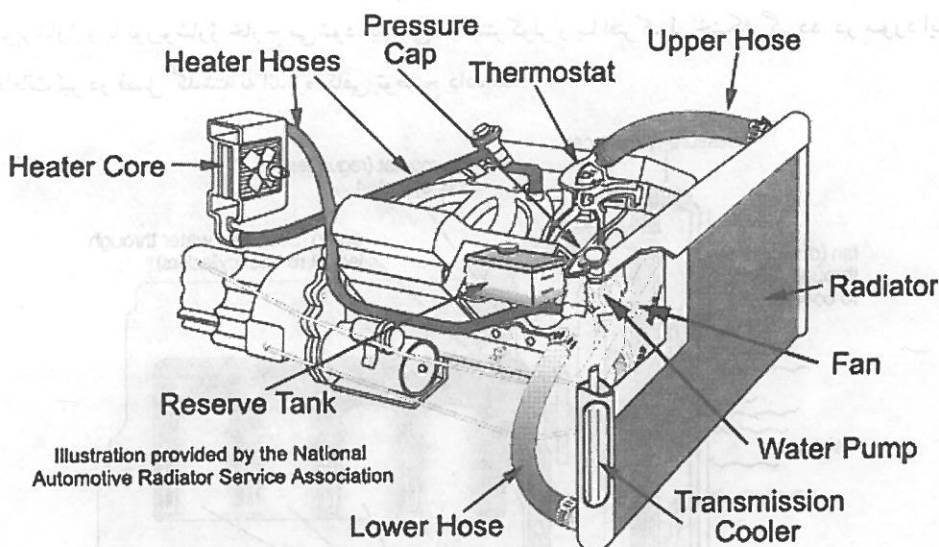
شکل ۹-۱- سیستم خنک‌کاری موتور

۹-۲- علل خنک کاری موتور: (Cooling Causes)

در موتورهای احتراق داخلی، فقط در حدود ۲۵٪ انرژی حاصل از احتراق به کار تبدیل شده و صرف به حرکت در آوردن پیستون‌ها و میل‌لنگ می‌شود. متأسفانه بقیه این انرژی به شکل‌های مختلفی تلف می‌گردد. در حدود ۵٪ الی ۱۰٪ این انرژی صرف غلبه بر اصطکاک قطعات داخل موتور شده و تقریباً ۳۵٪ الی ۴۰٪ آن نیز از طریق اگزوز دفع می‌شود. تقریباً چیزی در حدود ۳۰٪ از این انرژی نیز باعث گرم شدن قطعات می‌گردد.

از سوی دیگر دمای گازهای حاصل از احتراق ممکن است به بیش از 2000°C (درجه سانتیگراد) برسد. در صورتیکه دمای جداره سیلندر نباید بیش از 260°C (درجه سانتیگراد) شود؛ زیرا در غیر این صورت هم احتمال آسیب دیدگی قطعات و ذوب شدن موضعی آنها افزایش می‌یابد و هم احتمال تجزیه شدن روغن موتور وجود دارد.

بنابراین ضرورت دارد که موتور بوسیله سیستم خنک کاری، خنک گردیده و دمای آن در حد دمای کاری نگه داشته شود. بدین وسیله هم از گرم شدن قطعات و ذوب موضعی آنها جلوگیری می‌شود و هم کیفیت روغن حفظ می‌گردد.



شکل ۹-۲- قطعات سیستم خنک‌کاری موتور

۹-۳- وظایف سیستم خنک‌کاری: (Duty Of Cooling System)

سیستم خنک‌کاری دارای سه وظیفه‌ی عمده می‌باشد:

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

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

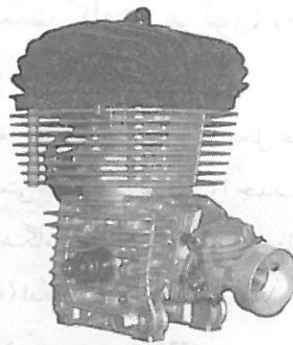
۳- از آن به عنوان منبع گرمای بخاری نیز استفاده می‌شود.

۹-۴- انواع سیستم‌های خنک‌کاری موتور: (Cooling Types)

۱- سیستم هوا خنک: (Cooling Air)

در سیستم هوا خنک، اطراف سیلندرها مجراهایی وجود دارد که هوا از درون آنها جریان پیدا کرده و با جذب حرارت سیلندرها، باعث خنک‌کاری موتور می‌شود.

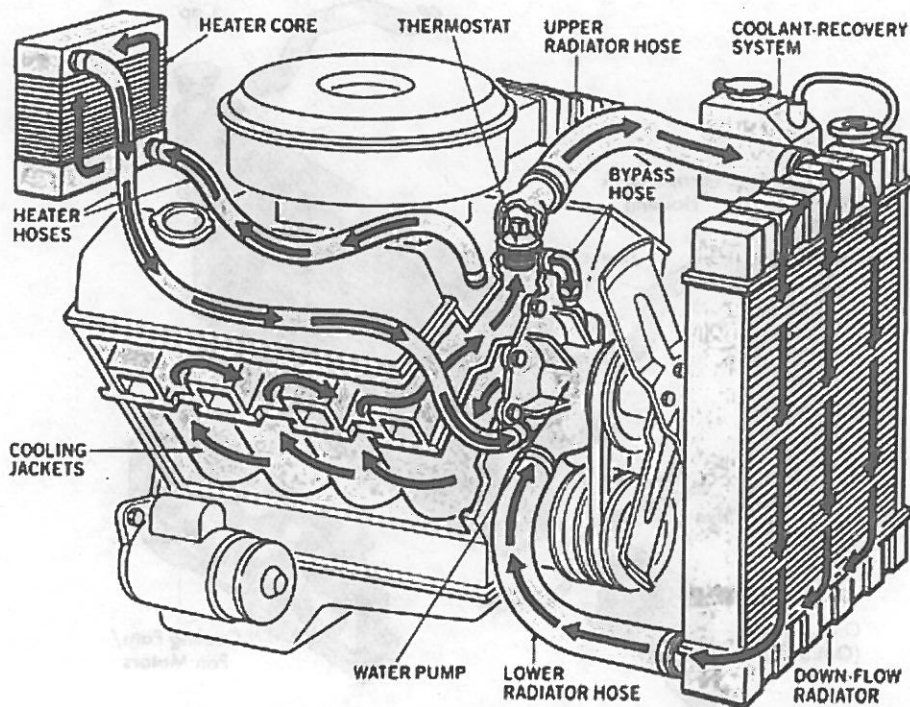
گاهی اوقات نیز، به منظور افزایش سطح تماس با هوا، اطراف بلوک سیلندر، از پره‌هایی استفاده می‌گردد که باعث تسریع خنک‌کاری موتور می‌شود. این مدل بیشتر در موتور سیکلت‌ها و در بعضی از خودروهای قدیمی (مثل فولکس قورباغه‌ای) استفاده شده است.



شکل ۹-۳- موتور هوا خنک

۲- سیستم خنک کاری با آب: (Cooling water)

در سیستم خنک کاری با آب، یک سیستم مدار بسته درون بلوک سیلندر تعبیه گردیده است که با به گردش در آوردن آب، باعث خنک کاری موتور می‌شود. در این سیستم، آب با عبور از داخل مجراهای بلوک سیلندر، حرارت موتور را جذب نموده و به رادیاتور منتقل می‌نماید. یعنی سیال خنک کننده (آب) در دو دمای مختلف کار می‌کند. این موضوع باعث می‌شود که راندمان حجمی موتور کاهش یابد.



شکل ۹-۴- موتور خنک شونده با آب

۹-۵- اجزای سیستم خنک کاری موتور: (Cooling Parts)

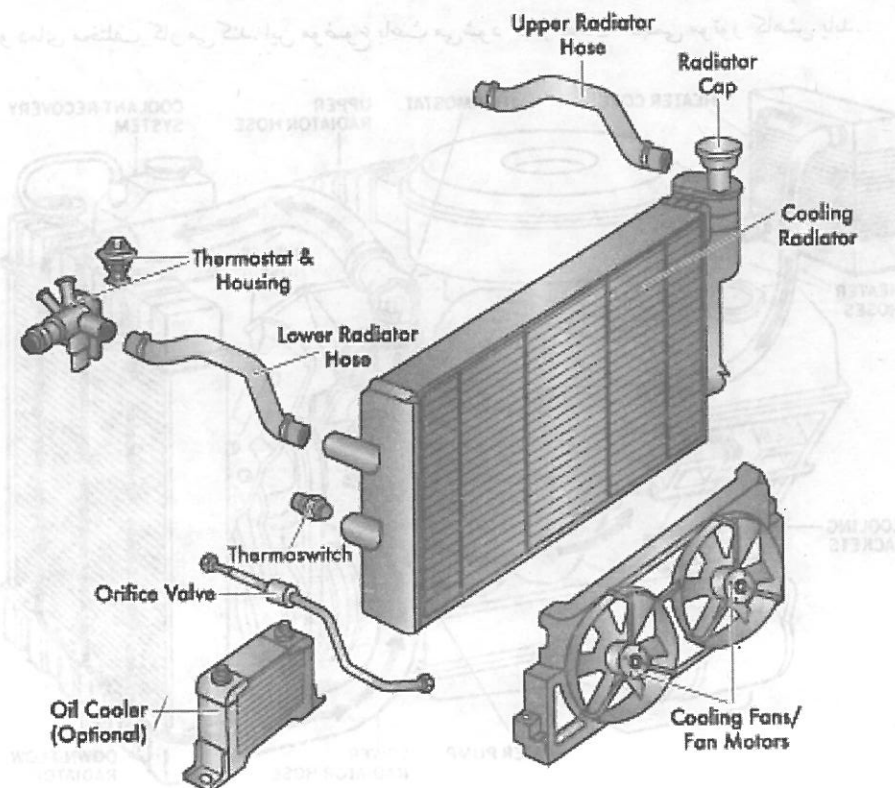
۱- مجراهای آب: (Water jacket)

درون بدنه موتور و سر سیلندر مجراهایی وجود دارد که محل عبور جریان آب می‌باشد. بطوریکه آب در هنگام عبور از داخل مجراها، قسمتی از حرارت موتور را جذب نموده و منتقل می‌نماید. مجراهای داخل بلوک موتور و سرسیلندر، در هنگام ریخته‌گری و بوسیله‌ی ماهیچه‌گذاری ایجاد می‌گردند؛ زیرا در مراحل بعدی تولید (ماشینکاری قطعه) امکان ایجاد چنین مجراهایی وجود ندارد.

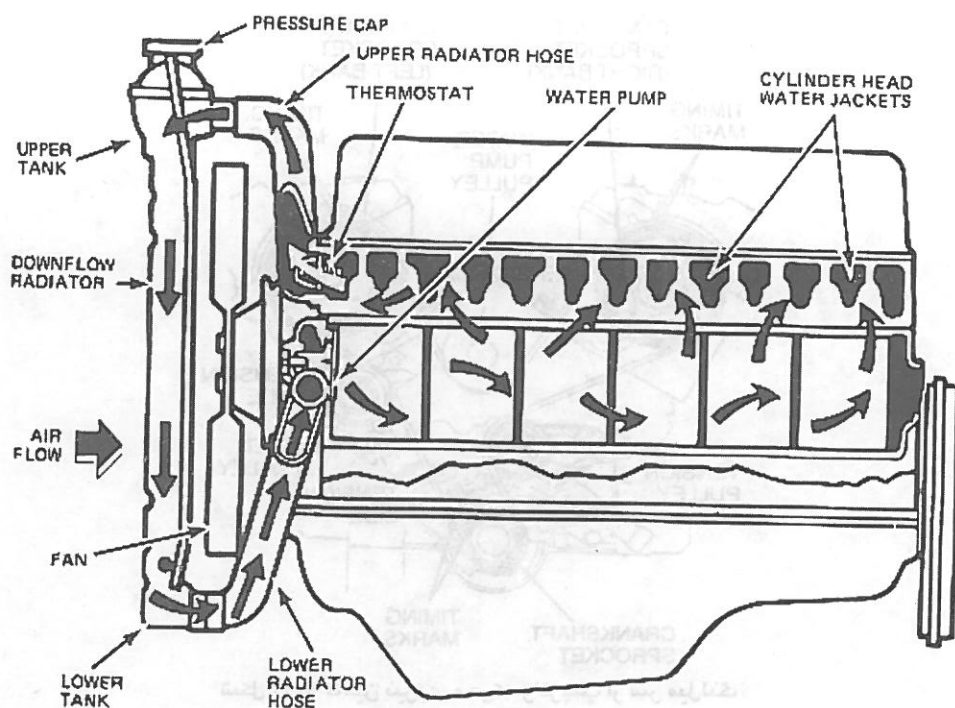
۲- پمپ آب (واتر پمپ): (Water pump)

پمپ آب یک پمپ سانتریفوژ (گریز از مرکز) می‌باشد، که وظیفه به گردش درآوردن آب درون سیستم خنک کاری را بر عهده دارد.

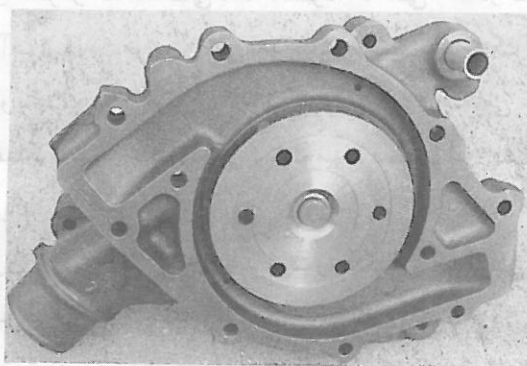
واترپمپ نیروی محرکه خود را توسط تسمه‌ای از سر میل‌لنگ می‌گیرد. این پمپ معمولاً در قسمت جلوی موتور نصب می‌گردد. واتر پمپ، آب را از خروجی رادیاتور گرفته و به درون موتور می‌فرستد. بطوریکه می‌تواند در هر ساعت در حدود ۲۸۰۰۰ لیتر آب را پمپاژ نماید.



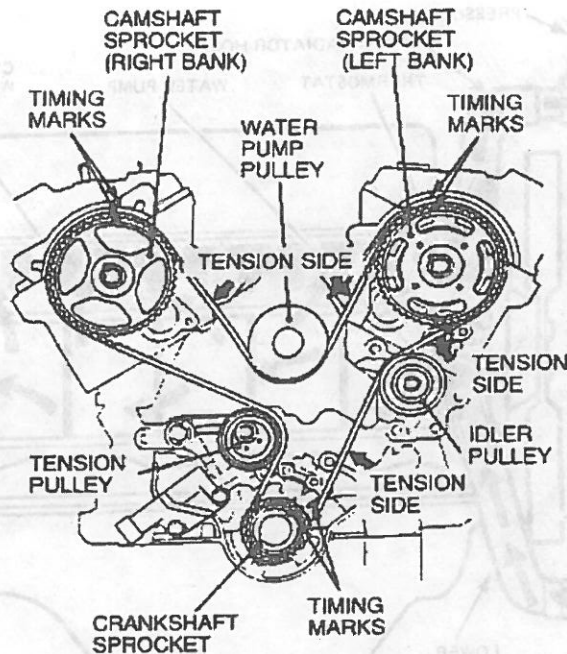
شکل ۹-۵- اجزای سیستم خنک کاری



شکل ۹-۶- مجراهای عبور آب درون بدنه موتور



شکل ۹-۷- واترپمپ



شکل ۹-۸- تأمین نیروی محرکه واترپمپ از سر میل‌لنگ

۳- ترموستات: (Thermostat)

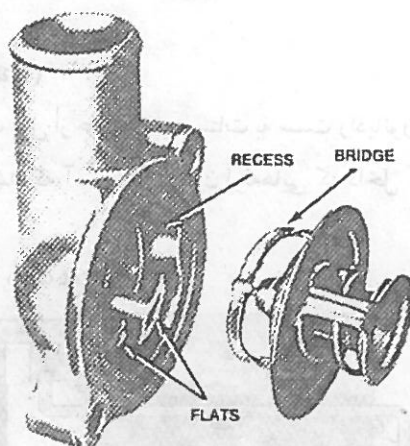
ترموستات به عنوان یک شیر یک طرفه در مسیر خروج جریان آب از موتور قرار گرفته است و تا هنگامی که دمای موتور کمتر از حد مشخصی باشد (معمولاً 75° الی 90° درجه سانتیگراد)، بسته باقی می‌ماند و اجازه خروج آب از درون موتور را نمی‌دهد. بدین ترتیب عمل خنک کاری انجام نشده و موتور به سرعت گرم می‌شود و باعث رسیدن موتور به دمای کاری می‌گردد. هنگامی که موتور سریع‌تر به دمای کاری می‌رسد، دارای عملکرد بهتری بوده و بدین ترتیب میزان مصرف سوخت و مقدار هیدروکربن‌های سوخته نشده کاهش می‌یابد.

اما به منظور جلوگیری از گرم شدن بیش از حد موتور، هنگامی که موتور به دمای کاری رسید، ترموستات باز شده و آب جریان پیدا می‌نماید، تا عمل خنک کاری انجام گردد.

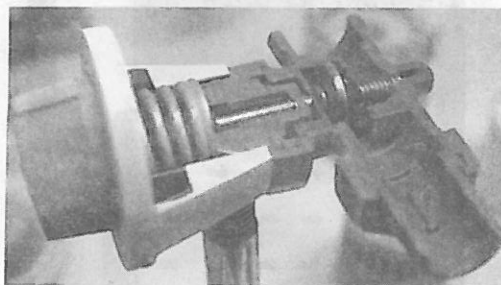
در حقیقت ترموستات شیری است که به منظور کنترل دمای کاری موتور، مسیر عبور جریان آب را باز و بسته می‌نماید. این شیر یک طرفه به دما حساس بوده و بر همین اساس، باز و بسته می‌شود. معمولاً در کنار ترموستات یک مجرای کنار گذر (مجرای تخلیه) (Waste gate) وجود دارد که در هنگام بسته بودن ترموستات، آب از درون آن عبور کرده و دوباره به سمت پمپ برمی‌گردد. گاهی اوقات این مجرای کنار گذر در خود ترموستات تعبیه شده است، بطوریکه در هنگام باز شدن ترموستات، این کنار گذر بسته می‌شود.



شکل ۹-۹- ترموستات



شکل ۹-۱۰- نحوه مونتاژ ترموستات



شکل ۹-۱۱- مکانیزم عملکردی ترموستات

در ترموستات یک عضو حساس وجود دارد که با تغییر دما عمل کرده و باعث باز و بسته شدن شیر می‌شود. این عضو حساس می‌تواند دارای انواع مختلفی باشد. در یکی از مدل‌های متداول، یک ساچمه وجود دارد که درون یک حلقه قرار گرفته است. در هنگام گرم شدن آب، دمای ساچمه و حلقه نیز

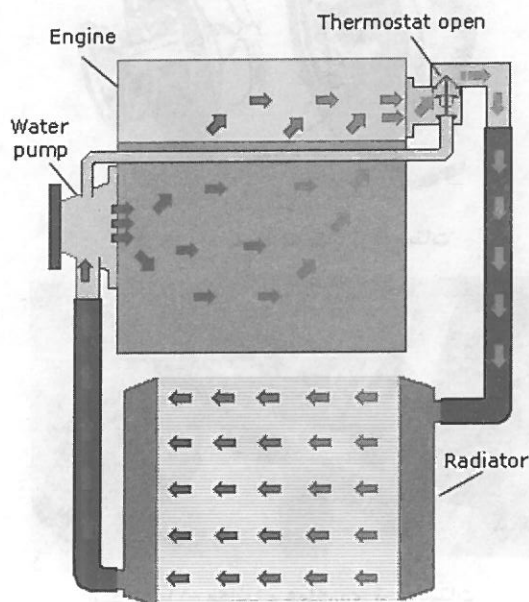
افزایش می‌یابد. این موضوع باعث انبساط ساچمه و حلقه گردیده و بدین ترتیب با عبور ساچمه از درون حلقه، مسیر جریان آب باز می‌گردد.

در مدل دیگری، درون ترموستات، ماده‌ای همچون الکل وجود دارد. بطوریکه در هنگام گرم شدن موتور، الکل منبسط گردیده و باعث به حرکت در آمدن یک دیافراگم و باز شدن مسیر آب می‌شود.

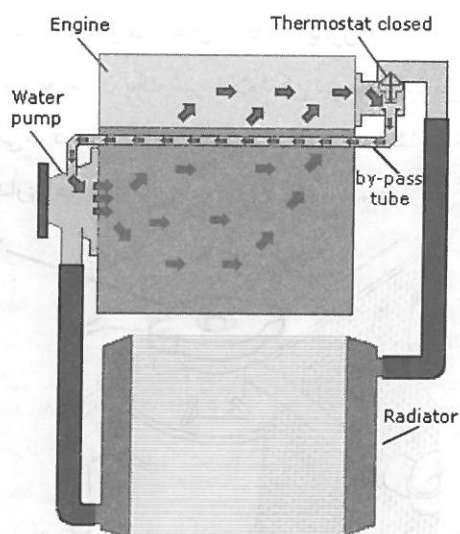
در خودروهای امروزی نیز گاهی اوقات از ترموستات الکتریکی استفاده می‌شود. در این مدل یک سنسور دما وجود دارد که هرگاه دما از یک حد مشخصی بالاتر برود، سیگنالی را به سوی واحد کنترل الکترونیکی (ECU) ارسال می‌نماید، تا با فرمانی که ECU صادر می‌کند، یک شیر برقی باز شده و امکان گردش نمودن آب سیستم خنک کاری فراهم شود.

۴- رادیاتور: (Radiator)

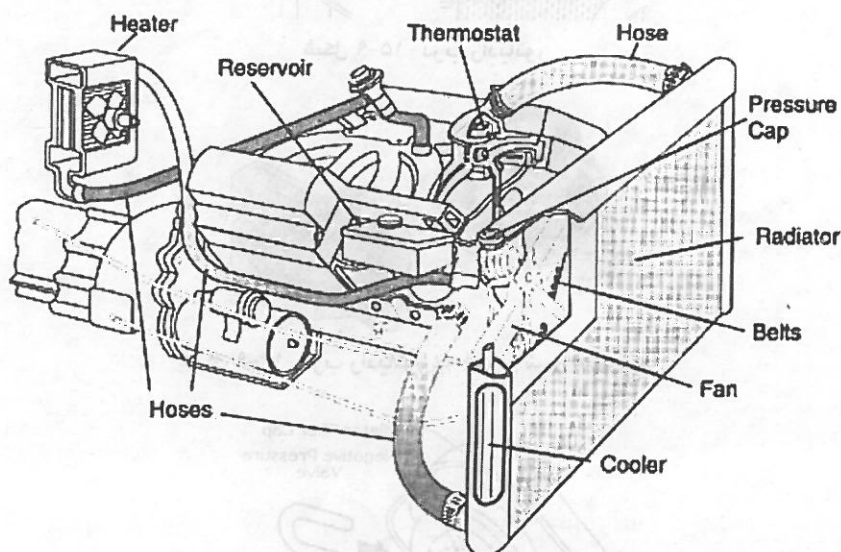
آب خارج شده از موتور، پس از عبور از ترموستات به سمت رادیاتور می‌رود تا خنک شود. رادیاتور دارای یک بدنه مشبک می‌باشد که آب داغ از درون لوله‌هایی که داخل آن می‌باشد، عبور نموده و خنک می‌گردد.



شکل ۹-۱۲- هنگامی که ترموستات باز است، آب درون رادیاتور خنک می‌شود



شکل ۹-۱۳- هنگامی که ترموستات بسته است، آب فقط درون موتور گردش می‌نماید

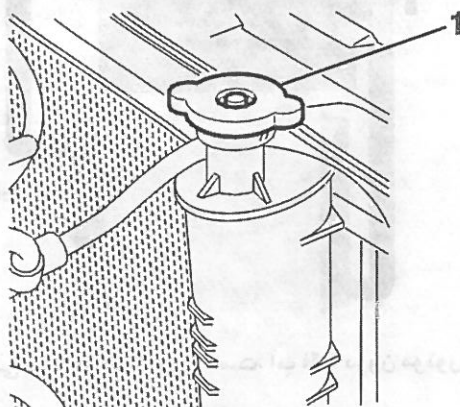


شکل ۹-۱۴- رادیاتور

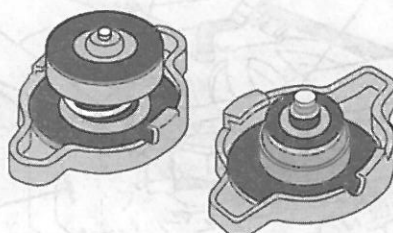
۵- درب رادیاتور:

معمولاً بر روی رادیاتور یک درب وجود دارد که هم به عنوان مجرای ورود آب به داخل رادیاتور می‌باشد و هم به عنوان یک شیر فشارشکن عمل می‌نماید. در داخل این درب یک فنر تعبیه گردیده است که در هنگام بستن درب رادیاتور تحت فشار قرار می‌گیرد. وجود این شیر فشارشکن باعث می‌شود که در هنگام زیاد بودن فشار، با تخلیه مقداری از هوا و آب داخل رادیاتور، فشار کاهش یابد؛ زیرا فشار بیش از

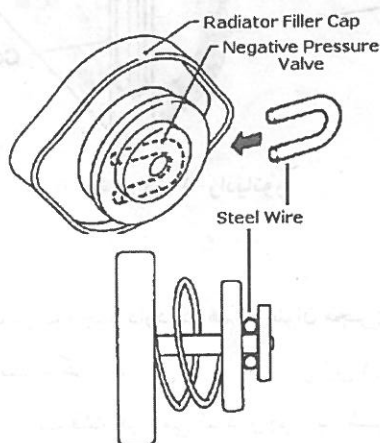
حد می‌تواند باعث آسیب دیدگی لوله‌ها و مجراهای داخل رادیاتور گردد. از سوی دیگر درب رادیاتور به عنوان یک شیر خلاء شکن نیز محسوب می‌گردد. این شیر خلاء شکن که سوپاپ خلأئی نیز نامیده می‌شود، در هنگام سرد بودن موتور که فشار داخل رادیاتور کاهش یافته است، باز شده و با هدایت مقداری هوا به داخل رادیاتور، باعث تنظیم فشار می‌گردد.



شکل ۹-۱۵- درب رادیاتور



شکل ۹-۱۶- درب رادیاتور به عنوان شیر فشار شکن

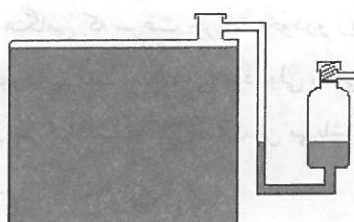


شکل ۹-۱۷- ساختمان درب رادیاتور

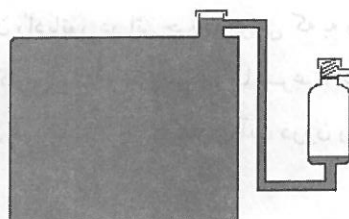
۶- منبع انبساط: (Expansion Tank)

همانطور که می‌دانیم آب در فشار اتمسفر و در دمای 100°C به جوش می‌آید. اما هر چقدر مقدار فشار افزایش یابد، آب هم دیرتر به جوش می‌آید. (تقریباً به ازای هر 7 kPa افزایش فشار، دمای جوش $1/8^{\circ}\text{C}$ بالاتر می‌رود) البته مقدار کمی افزایش فشار که در اثر انبساط آب رخ می‌دهد، مطلوب بوده، ولی بالا رفتن بیش از حد فشار، خطرناک می‌باشد و امکان ترکیدن شیلنگ‌ها را افزایش می‌دهد. به همین دلیل، معمولاً از یک شیر فشارشکن استفاده می‌شود که در هنگام بالا رفتن بیش از حد فشار، باز شده و آب اضافی رادیاتور را وارد منبع انبساط می‌نماید. البته گاهی اوقات نیز، این شیر فشارشکن، همان درب رادیاتور می‌باشد.

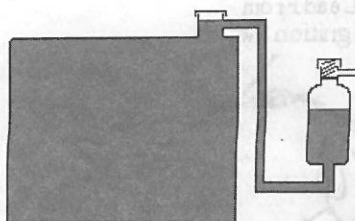
منبع انبساط نیز یک ظرف پلاستیکی است که در هنگام افزایش فشار، آب اضافی وارد آن می‌گردد و در مواقع دیگری که دچار کاهش فشار می‌شویم، می‌تواند آب مورد نیاز را تأمین نماید. در حقیقت منبع انبساط به عنوان مخزن ذخیره‌سازی آب اضافی می‌باشد.



Radiator and expansion tank: after first filling



Radiator and expansion tank: engine cold again



Radiator and expansion tank: engine hot

How the radiator and expansion tank works – the three phases of operation:

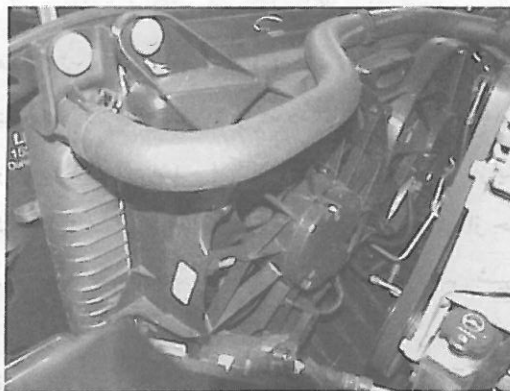
- (i) after filling
- (ii) engine hot
- and (iii) engine cold again

شکل ۹-۱۸- منبع انبساط

۷- شیلنگ‌های لاستیکی: (Rubber Hose)

از این شیلنگ‌ها برای انتقال آب از خروجی رادیاتور به موتور و از موتور به ورودی رادیاتور استفاده می‌شود. علت استفاده از شیلنگ‌های لاستیکی، جلوگیری از انتقال لرزش موتور به رادیاتور می‌باشد.

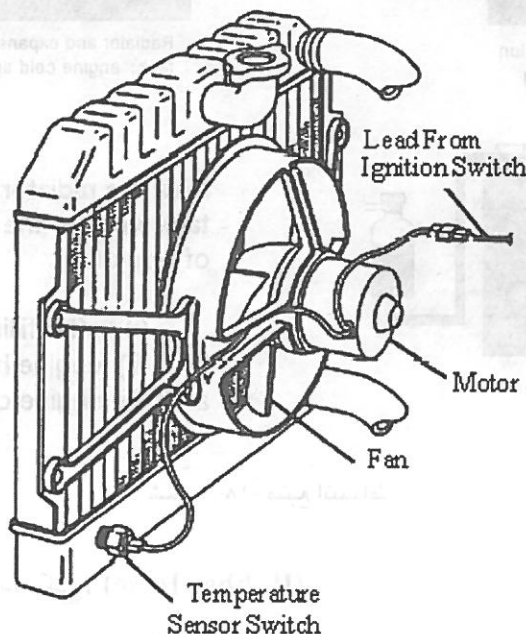
بنابراین ضرورت دارد که این شیلنگ‌ها از انعطاف‌پذیری مناسبی برخوردار باشند.



شکل ۹-۱۹- شیلنگ‌های لاستیکی برای انتقال آب سیستم خنک کاری

۸- پروانه (فن): (Fan)

هنگامی که سرعت حرکت خودرو زیاد است، آب درون رادیاتور در اثر جریان هوایی که به رادیاتور برخورد می‌کند، خنک می‌شود. ولی زمانی که موتور درجا کار می‌کند و یا خودرو با سرعت کمی در حال حرکت است، نیاز به یک فن می‌باشد، تا با ایجاد جریان هوا، باعث خنک کاری آب درون رادیاتور شود.



شکل ۹-۲۰- پروانه (فن)

پروانه یک پره چند تیغه است که با به گردش در آمدن، باعث خنک کاری رادیاتور و آب درون آن می‌شود. نیروی محرک مورد نیاز جهت به گردش در آمدن، گاهی اوقات توسط تسمه پروانه (برای پروانه مکانیکی) از سر خروجی میل‌لنگ گرفته می‌شود که در این حالت، تسمه پروانه چندین چیز از جمله واترپمپ و پروانه را با هم می‌چرخاند. ولی در اکثر اوقات، پروانه دارای یک الکتروموتور است که با گرفتن برق از باتری، باعث به گردش آمدن پروانه می‌شود. به این مدل پروانه، فن برقی گفته می‌شود. در مدل دیگری از پروانه که به آن پروانه دور متغیر گفته می‌شود، امکان تغییر دور، متناسب با دمای آب وجود دارد. در این حالت هر چقدر دمای آب بیشتر باشد، پروانه با سرعت بالاتری گردش می‌نماید.

۹- درجه نشان دهنده دمای آب: (Temperature Gauge)

این درجه ممکن است دارای مکانیزم مکانیکی، برقی و یا الکترونیکی باشد که به منظور نشان دادن دمای آب تعبیه گردیده است.

در مدل مکانیکی، یک فشنگی درون آب قرار می‌گیرد که داخل آن یک تیغه فلزی وجود دارد. در هنگام گرم شدن آب، این تیغه در اثر انبساط طولی، خم می‌شود و باعث برقراری اتصال یک کلید می‌شود که هدایت گر جریان برق از باتری به نشانگر است.

در مدل برقی، یک ترمیستور وجود دارد که مقاومت الکتریکی آن در اثر گرم شدن، کاهش می‌یابد. بطوریکه هر چقدر آب بیشتر گرم شود، جریان الکتریکی بیشتری از آن عبور می‌نماید. این جریان الکتریکی با عبور از داخل سیم‌پیچ‌هایی (بویلر) می‌تواند باعث ایجاد میدان مغناطیسی و تحریک عقربه نشانگر شود.

در مدل الکترونیکی نیز سنسورهای حرارتی وجود دارد که دمای آب را اندازه‌گیری نموده و به واحد کنترل الکترونیکی (ECU) گزارش می‌دهد تا بوسیله‌ی پیغامی که این برد الکترونیکی ارسال می‌نماید، یک نشانگر دیجیتالی، دمای آب را نشان دهد.



شکل ۹-۲۱- درجه نشان دهنده دمای آب

۱۰- درجه نشان دهنده سطح آب: (Water Level Gauge)

در بسیاری از خودروها نشانگری وجود دارد که اگر سطح آب کاهش یابد، این موضوع را به راننده هشدار می‌دهد.

در این سیستم، در داخل منبع انبساط یک سنسور سطح آب قرار گرفته است که اگر در آب شناور باشد، چراغ نشانگر خاموش خواهد بود. ولی در حالتی که سطح آب پایین بیاید و سنسور از آب خارج شود، باعث روشن شدن چراغ مربوطه می‌شود.



شکل ۹-۲۲- درجه نشان دهنده سطح آب

۹-۶- ضدیخ: (anti freeze)

از آنجایی که دمای انجماد آب، صفر درجه سانتیگراد است، به منظور جلوگیری از یخ زدن آب سیستم خنک کاری در فصل زمستان، درون آب رادیاتور، مایع ضدیخ می‌ریزند؛ زیرا یخ‌زدگی آب، هم مانع گردش آب در سیستم خنک کاری می‌شود و هم ممکن است به علت افزایش حجم، باعث ترک خوردگی بدنه موتور و رادیاتور گردد. (مقدار افزایش حجم آب در هنگام انجماد، تقریباً ۹٪ می‌باشد).



شکل ۹-۲۳- ضدیخ

متداول‌ترین نوع ضدیخ که مورد استفاده قرار می‌گیرد، اتیلن گلیکول می‌باشد که معمولاً به نسبت

۵۰٪ درصد آب و ۵۰٪ درصد ضدیخ با هم مخلوط می‌شوند. ولی در نظر داشته باشید که اگر ضدیخ بیش از ۷۰٪ شود، دمای انجماد آن دوباره افزایش می‌یابد.

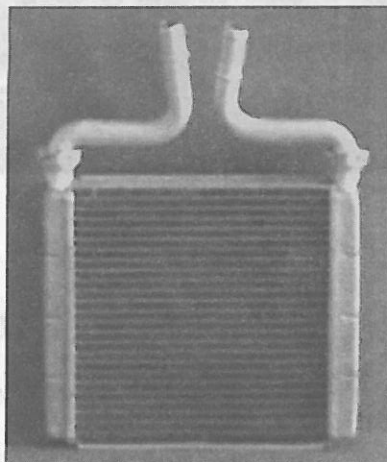
ضدیخ می‌تواند دمای انجماد آب را تا حدود 37°C - پایین آورد و از سوی دیگر دمای جوش آب را تا حدود 108°C افزایش دهد. یعنی به عبارتی بهتر ضدیخ یک ماده ضد جوش نیز می‌باشد. در ضمن معمولاً درون ضدیخ مواد دیگری نیز وجود دارد که باعث خواص ضد خوردگی، ضد زنگ و ضد کف نیز گردیده و از ایجاد رسوب جلوگیری می‌نماید. بطور مثال معمولاً ماده‌ای به نام سیلیکات به ضدیخ افزوده می‌گردد که می‌تواند از خوردگی قطعات آلومینیومی جلوگیری نماید.

۹-۷- بخاری: (Heater)

آب داغی که از موتور خارج می‌گردد، می‌تواند قبل از خنک شدن در داخل رادیاتور، با عبور از داخل یک مبدل حرارتی، حرارت خود را به هوایی منتقل نماید که توسط فن بخاری به داخل اتاق هدایت می‌شود.

مبدل حرارتی مربوط به بخاری، دارای تعدادی لوله می‌باشد که در بین تعدادی پره قرار گرفته‌اند. هنگامی که یک فن برقی پشت این پرها قرار می‌گیرد، جریانی از هوا در بین پرها عبور می‌نماید. این هوا با عبور از میان پرها، حرارت لوله‌های آب داغ و پره‌های داغ را گرفته و گرم می‌شود. این هوای گرم از طریق کانال‌های مربوط به بخاری به سمت داخل اتاق خودرو هدایت می‌گردد.

در بسیاری از موارد، این هوای گرم برای گرمکن شیشه‌ها نیز استفاده می‌شود تا از یخ‌زدگی و بخار گرفتگی شیشه‌ها جلوگیری نماید.

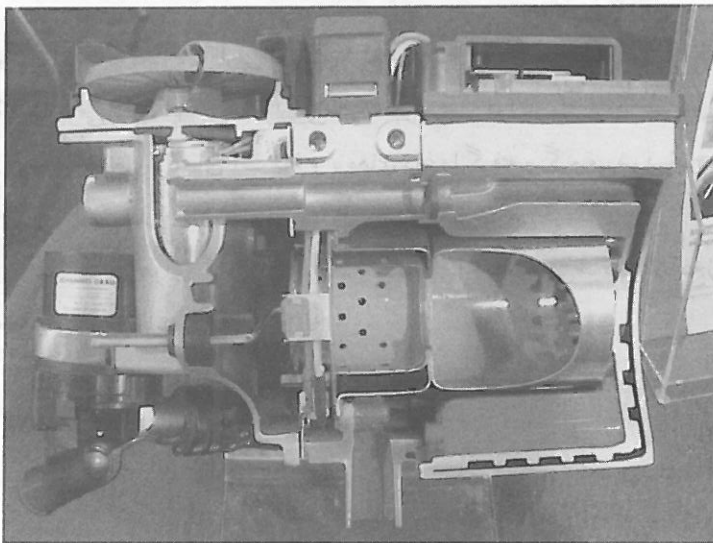


شکل ۹-۲۴- مبدل حرارتی مربوط به بخاری

۸-۹- بخاری درجا: (Parking Heater)

بخاری معمولی خودرو فقط در هنگامی می‌تواند تولید گرما نماید که موتور خودرو روشن و در حال کار کردن است. در صورتی که در بسیاری از موارد، در هنگامی نیاز به حرارت بخاری داریم که موتور خاموش است. بطور مثال در یکی از شب‌های سرد زمستان، هنگامی که خودرو در میان جاده توقف نموده و راننده قصد استراحت کردن دارد؛ در عین حال که موتور خاموش است، لازم است که بخاری حرارت تولید نماید. به همین منظور، در برخی از خودروها (مخصوصاً در خودروهای سنگین) چنین چیزی تعبیه گردیده است که به آن بخاری درجا گفته می‌شود. گاهی اوقات از این وسیله برای جلوگیری از یخزدگی مخزن سوخت (گازوئیل) نیز استفاده می‌شود.

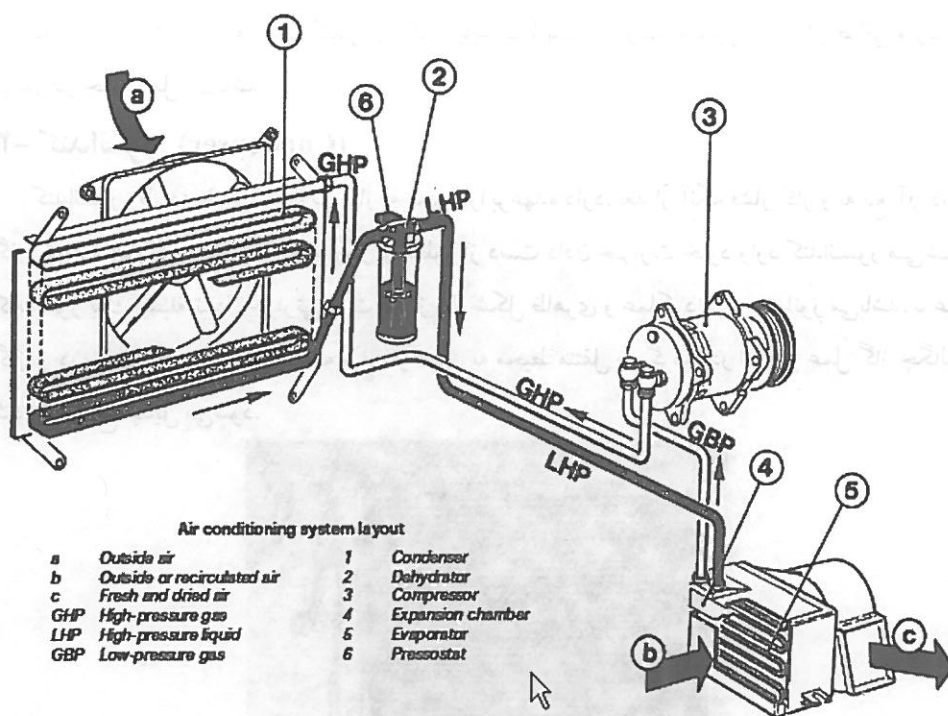
بخاری درجا دارای یک محفظه احتراق می‌باشد که سوخت از طریق یک مشعل به درون آن پاشیده می‌شود. شروع احتراق نیز توسط یک سیستم جرقه‌زنی که برق خود را از باتری می‌گیرد، می‌باشد. کنترل آن نیز توسط یک تایمر و یک ترموستات صورت می‌پذیرد.



شکل ۹-۲۵- بخاری درجا

۹-۹- کولر: (Cooler)

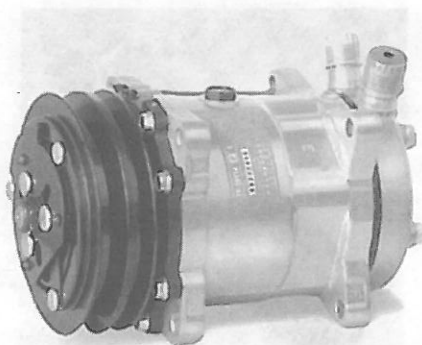
در خودروهای امروزی کولر به عنوان یک وسیله ضروری محسوب می‌گردد که وظیفه کاهش حرارت و رطوبت داخل اتاق را برعهده دارد. سیستم کولر به منظور ایجاد شرایط مطلوب‌تر برای سرنشینان طراحی گردیده است. برای این منظور، سیستم کولر اتومبیل از قطعات زیر تشکیل شده است:



شکل ۹-۲۶- سیستم کولر

۱- کمپرسور: (Compressor)

کمپرسور همچون قلب مجموعه عمل کرده و با پمپاژ گاز خنک کننده، آن را به گردش درمی آورد. از سوی دیگر کمپرسور با بالا رفتن فشار گاز، باعث افزایش دمای آن می گردد. بالا رفتن دمای گاز، به انتقال حرارت و خنک شدن گاز در مراحل بعدی کمک کرده و باعث افزایش راندمان کاری سیستم کولر می شود.

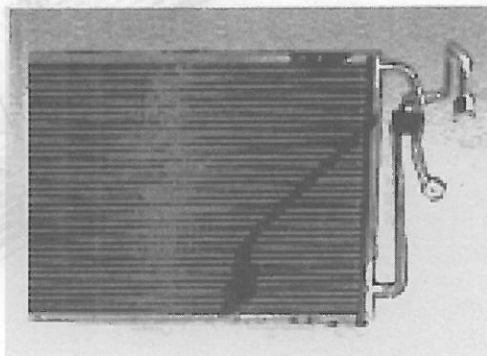


شکل ۹-۲۷- کمپرسور

دقت نمایید که اندازه و حجم کمپرسور کولر باید متناسب با قدرت موتور باشد تا بار اضافی وارده به موتور در حد تحمل آن باشد.

۲- کندانسور: (Condenser)

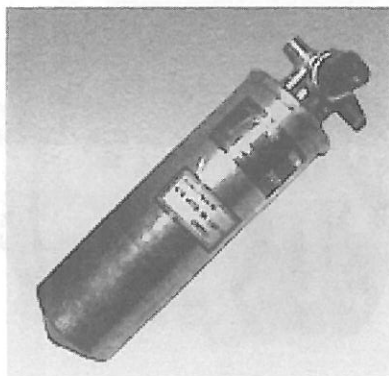
کندانسور وظیفه‌ی انتقال حرارت گاز به محیط را برعهده دارد. بعد از آنکه فشار گاز و به تبع آن دمای گاز، توسط کمپرسور افزایش یافت، گاز به منظور از دست دادن حرارت خود وارد کندانسور می‌شود. کندانسور یک وسیله‌ی تبادل حرارتی است که از نظر شکل ظاهری و عملکرد شبیه رادیاتور می‌باشد. با عبور گاز از درون لوله‌های آن، حرارت به پره‌ها و سپس به محیط منتقل می‌گردد. در اثر این عمل گاز چگالیده شده و به مایع تبدیل می‌شود.



شکل ۹-۲۸- کندانسور

۳- کپسول خشک کننده (درایر): (Dryer)

کپسول خشک کننده به عنوان منبع ذخیره گاز و جاذب رطوبت می‌باشد که بعد از کندانسور قرار می‌گیرد. معمولاً این کپسول دارای یک سوئیچ ایمنی است که در مواقع افزایش بیش از حد فشار، به طور خودکار عمل نموده و جریان برق کمپرسور را به منظور خاموش شدن آن قطع می‌نماید.

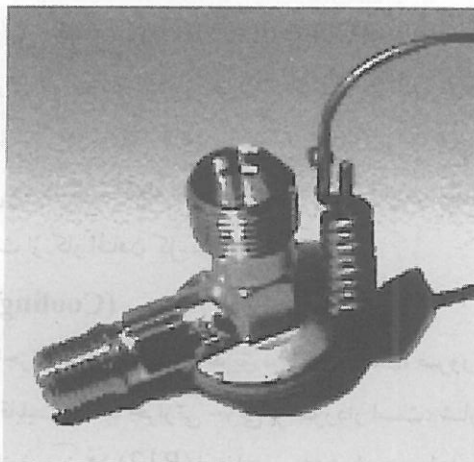


شکل ۹-۲۹- کپسول خشک کننده

از سوی دیگر به منظور بازدید و کنترل حجم گاز در سیستم و نحوه‌ی گردش آن، قسمتی از این کپسول شیشه‌ای بوده تا امکان رؤیت گاز فراهم گردد.

۴- شیر انبساط: (Expansion Valve)

شیر انبساط بعد از کپسول خشک قرار گرفته و وظیفه تبدیل مایع پر فشار به گاز را برعهده دارد. مایع پر فشار خارج شده از کندانسور، بعد از عبور از کپسول خشک، به شیر انبساط می‌رسد. شیر انبساط فشار آن را گرفته و با خروج تدریجی، آن را به گاز تبدیل می‌نماید. گاهی اوقات به منظور جلوگیری از یخ‌زدگی گاز، شیر انبساط دارای یک ترموستات می‌باشد که دمای گاز را کنترل می‌نماید و اجازه نمی‌دهد که فشار و دما از حد مشخصی کمتر شود.

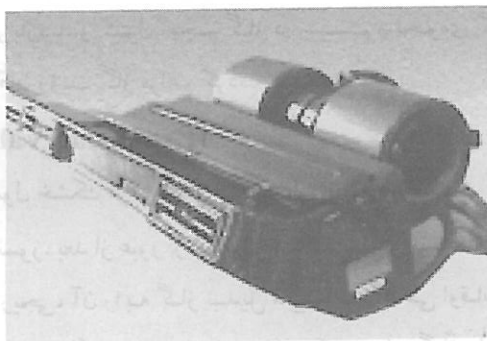


شکل ۹-۳۰- شیر انبساط

۵- اواپراتور: (Evaporator)

گاز پر فشاری که توسط کمپرسور پمپاژ گردیده است، پس از آنکه حرارت خود را در کندانسور از دست داد و با عبور از شیر انبساط فشارش دوباره کاهش یافت، بصورت یک گاز سرد و کم فشار به اواپراتور می‌رسد و از درون آن عبور می‌نماید. اواپراتور نیز یک مبدل حرارتی است که در پشت آن یک فن قرار می‌گیرد. جریان هوای تولید شده توسط فن از کنار اواپراتور عبور کرده و حرارت خود را به گاز سرد و کم فشار منتقل می‌نماید و بدین ترتیب جریان هوا خنک می‌شود. این جریان هوای خنک را می‌توان از طریق کانال‌هایی به درون اتاق خودرو هدایت نمود.

در بسیاری از اوقات بر روی اواپراتور، رطوبت گیر نیز نصب می‌گردد تا رطوبت جریان هوا را بگیرد. در نهایت گاز با عبور از درون اواپراتور و جذب حرارت جریان هوا، دوباره به سمت کمپرسور رفته تا این سیکل تکرار گردد.



شکل ۹-۳۱- اواپراتور

۶- سوئیچ‌های کنترلی کولر: (Control Switches)

سیستم کولر اتومبیل دارای دو سوئیچ کنترلی می‌باشد که یکی از آنها در هنگام افزایش بیش از حد فشار گاز، کمپرسور را خاموش و در هنگام کاهش فشار، مجدداً آن را روشن می‌نماید. سوئیچ دوم نیز برای جلوگیری از یخ‌زدگی در داخل محفظه اواپراتور تعبیه گردیده است. عدم کارکرد مناسب هر یک از این دو سوئیچ، می‌تواند باعث از کار افتادن کل سیستم گردد.

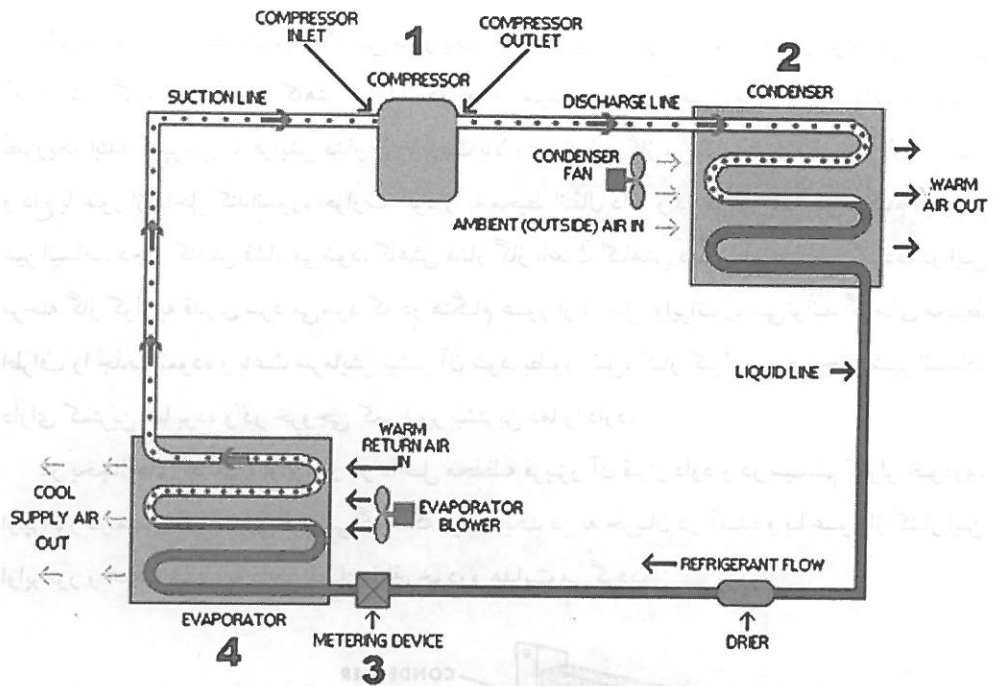
۷- گاز کولر: (Cooling Gas)

پس از برقراری ارتباط اجزای سیستم کولر از طریق لوله‌های اتصال، ضرورت دارد که داخل این مدار توسط یک گاز مبرد که از قابلیت جذب حرارتی خوبی برخوردار است، شارژ گردد. در گذشته برای شارژ مدار کولر اغلب از گاز فریون ۱۲ ($R12$) استفاده می‌شد؛ ولی به دلیل مضرات زیست محیطی و تأثیرات مخربی که بر روی لایه‌ی ازن دارد، به تدریج منسوخ گردید. این گاز باعث تولید گاز آلاینده کلروفلوئور کربن (CFC) می‌شود که سوراخ کننده لایه‌ی ازن می‌باشد. بطوریکه فیلتر اشعه ماوراء بنفش از بین رفته و با تابش این اشعه، بیماری‌های مختلفی همچون سرطان و بیماری‌های پوستی شیوع پیدا می‌کند.

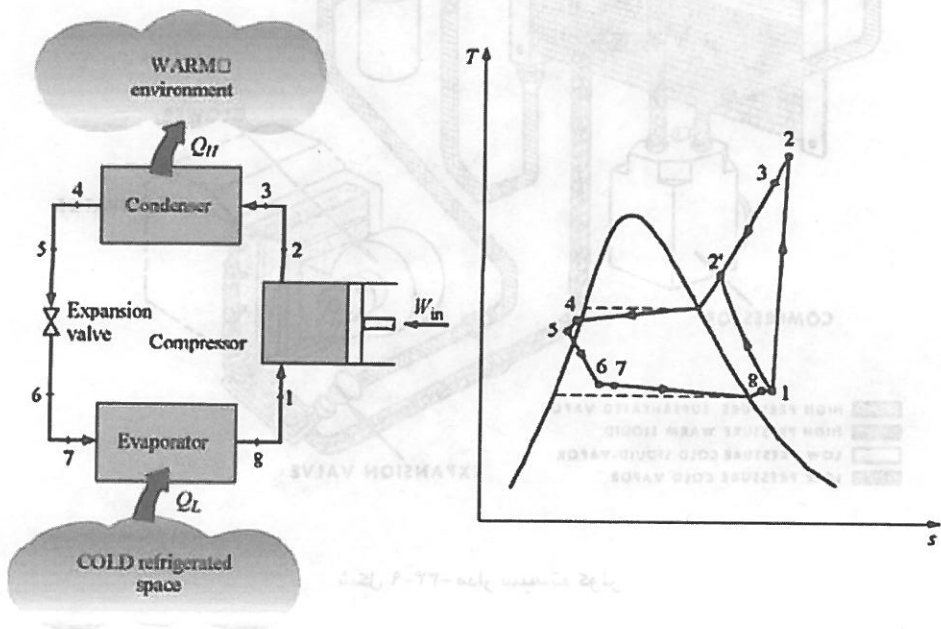
گاز جدید دیگری که اخیراً برای شارژ کولر استفاده می‌شود، گاز $R134a$ است که با محیط زیست سازگارتر می‌باشد. البته لازم به ذکر است که نوع گاز مصرفی باید توسط شرکت سازنده کولر تعریف شود؛ زیرا هر گازی دارای مشخصات خاص خود بوده و اجزای کولر متناسب با آن طراحی می‌شود.

۹-۱۰- مدار سیستم کولر: (Cooling System Cycle)

در حقیقت مدار سیستم کولر، یک سیکل ترمودینامیکی می‌باشد. این سیکل ترمودینامیکی همان چرخه‌ای است که در یخچال استفاده می‌شود.



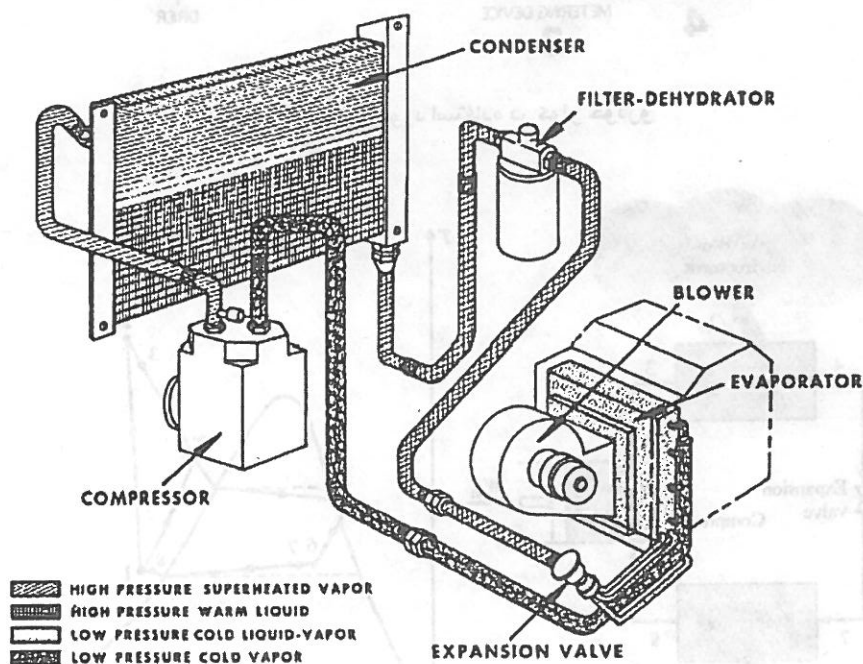
شکل ۹-۳۲- سیکل مورد استفاده در کولر خودرو



شکل ۹-۳۳- سیکل ترمودینامیکی چرخه یخچال

طبق قوانین ترمودینامیک، با بالا رفتن فشار یک گاز، دمای آن نیز افزایش یافته و برعکس با پایین آمدن فشار گاز، دمای آن نیز کاهش می‌یابد. در چرخه سردسازی نیز از همین موضوع استفاده می‌شود. بطوریکه ابتدا کمپرسور با افزایش فشار گاز، باعث بالا رفتن دمای گاز می‌شود. در این مرحله گاز پرفشار و داغ با عبور از داخل کندانسور، حرارت خود را به محیط انتقال داده و در مرحله بعد در هنگام عبور از شیر انبساط، دچار کاهش فشار می‌شود. کاهش فشار گاز باعث کاهش دمای آن نیز می‌گردد. در این مرحله گاز کولر به قدری سرد می‌شود که در هنگام عبور از داخل اواپراتور، می‌تواند گرمای محیط اطراف را جذب نموده و باعث سرمایش بیشتر آن شود. بطور کل، گاز کولر در خروجی شیر انبساط دارای کمترین دما بوده و در خروجی کمپرسور بیشترین دما را دارد.

در یخچال‌های خانگی، اواپراتور در داخل محفظه فریزر آن قرار دارد و در سیستم کولر خودرو، اواپراتور در مسیر عبور هوایی قرار می‌گیرد که توسط یک فن به جریان در آمده و با عبور از کنار این اواپراتور و خنک شدن، به داخل فضای اتاق خودرو هدایت می‌گردد.



شکل ۹-۳۴- مدار سیستم کولر

سیستم روغنکاری

Lubricating System

۱۰-۱- فواید روغنکاری: (Gain Of Lubricating)

هر جا که قطعات متحرک داشته باشیم، اصطکاک نیز وجود خواهد داشت. نیروی اصطکاک یکی از مهمترین عواملی است که باعث اتلاف انرژی می گردد. شاید بتوان گفت که اصلی ترین دلیل روغنکاری نیز، کاهش اصطکاک است. هنگامی که سطح دو قطعه درگیر با هم به روغن آغشته می گردد، عملاً ارتباط سطوح قطعات با لایه ای از روغن خواهد بود و به جای اصطکاک دو جامد با هم، اصطکاک جامد با مایع را خواهیم داشت. امروزه حتی در برخی موارد از هوا و یا گاز به عنوان لایه جدا کننده سطوح و با هدف روغنکاری استفاده می شود.

مهمترین دلیل روغنکاری موتور، به عنوان مجموعه ای که دارای قطعات متحرک می باشد، کاهش اصطکاک است. ولی مقاصد دیگری همچون خنک کاری قطعات و آب بندی آنها نیز در روغنکاری مدنظر می باشد. از سویی دیگر روغن نقش پوشش محافظ برای قطعات را ایفاء می نماید. بطوریکه می تواند از زنگ زدگی، خوردگی و سایش قطعات جلوگیری نماید.



شکل ۱۰-۱- روغن موتور

در مجموع اهداف روغنکاری را می توان چنین بیان نمود:

- ۱- کاهش اصطکاک بین قطعات در گیر با هم
- ۲- جذب حرارت قطعات و انتقال آن به محیط اطراف
- ۳- شستشوی قطعات از ذراتی که در اثر سایش و یا خوردگی به وجود آمده
- ۴- جلوگیری از زنگ زدگی قطعات و اکسیداسیون آنها
- ۵- پر کردن لقی قطعاتی همچون یاتاقان‌ها و جذب ضربات وارد بر آنها
- ۶- آب‌بندی بین قطعاتی که با تلرانس‌های بسیار دقیق بر روی یکدیگر می‌لغزند. به طور مثال اگر سطح داخلی سیلندر روغنکاری نشود، آب‌بندی بین رینگ پیستون و جداره سیلندر، مطلوب نبوده و گازهای فشرده شده در هنگام تراکم می‌توانند از کنار رینگ پیستون عبور نمایند.

۱-۲- مشخصات روغن: (Oil Specifications)

روغنی که به منظور روغنکاری استفاده می‌شود، لازم است که دارای یک سری خواص و ویژگی‌ها باشد. این ویژگی‌ها بیان‌کننده کیفیت و نوع روغن می‌باشد. بر همین اساس است که روغن‌ها برای کاربردهای مختلف طبقه‌بندی می‌گردند. این ویژگی‌ها عبارتند از:

۱- ویسکوزیته (لزجت) (گرانروی): (Viscosity)

ویسکوزیته مقدار مقاومتی است که یک سیال همچون روغن در هنگام جاری شدن از خود نشان می‌دهد. این مقاومت ناشی از چسبندگی بین مولکول‌های سیال و اصطکاک بین آنها می‌باشد. لازم به ذکر است که معمولاً ویسکوزیته مواد با افزایش درجه حرارت، کاهش می‌یابد. از نظر شکل ظاهری نیز هر چقدر ویسکوزیته روغن بیشتر باشد، روغن غلیظ‌تر و چسبنده‌تر خواهد بود و برعکس اگر مقدار ویسکوزیته کم باشد، روغن رقیق‌تر خواهد بود. در عمل هنگامی که ویسکوزیته روغن خیلی زیاد است، نیروی بسیار زیادی برای به حرکت درآوردن قطعات نیاز است و این به معنای اتلاف انرژی است. یعنی بالا بودن ویسکوزیته روغن، باعث افزایش نیروی اصطکاک و کاهش دور میل‌لنگ می‌گردد. حتی امکان دارد، این مطلب به قدری شدید باشد که استارت زدن موتور، در فصل زمستان به راحتی امکان‌پذیر نباشد. برعکس در مواردی که ویسکوزیته روغن بسیار کم است، روغن نمی‌تواند بر روی سطوح بایستد و این مطلب باعث ساییدگی سریع قطعات در گیر با هم می‌شود.

بنابراین لازم است که در فصل زمستان از روغن‌های با ویسکوزیته پایین همچون روغن ۲۰ (SAE 20)^۱ و در فصل تابستان از روغن‌های با ویسکوزیته بالاتر همچون روغن ۴۰ (SEA 40) استفاده

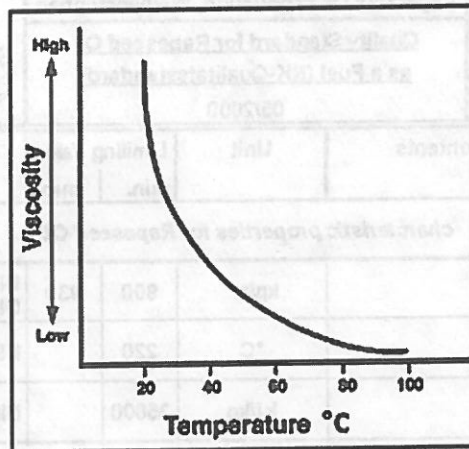
شود. توجه داشته باشید که عدد روغن بیانگر ویسکوزیته آن است و هر چقدر این عدد بزرگتر باشد، آن روغن غلیظتر می باشد.

		LTV-Work-Session on Decentral Vegetable Oil Production, Weißenstephan		In Cooperation with:	
		<u>Quality Standard for Rapeseed Oil as a Fuel (RK-Qualitätsstandard)</u>		 	
		05/2000			
Properties / Contents		Unit	Limiting Value		Testing Method
			min.	max.	
<i>characteristic properties for Rapeseed Oil</i>					
Density (15 °C)	kg/m³	900	930	DIN EN ISO 3675 DIN EN ISO 12185	
Flash Point by P.-M.	°C	220		DIN EN 22719	
Calorific Value	kJ/kg	35000		DIN 51900-3	
Kinematic Viscosity (40 °C)	mm²/s		38	DIN EN ISO 3104	
Low Temperature Behaviour				Rotational Viscometer (testing conditions will be developed)	
Cetane Number				Testing method will be reviewed	
Carbon Residue	Mass-%		0.40	DIN EN ISO 10370	
Iodine Number	g/100 g	100	120	DIN 53241-1	
Sulphur Content	mg/kg		20	ASTM D5453-93	
<i>variable properties</i>					
Contamination	mg/kg		25	DIN EN 12662	
Acid Value	mg KOH/g		2.0	DIN EN ISO 660	
Oxidation Stability (110 °C)	h	5.0		ISO 6886	
Phosphorus Content	mg/kg		15	ASTM D3231-99	
Ash Content	Mass-%		0.01	DIN EN ISO 6245	
Water Content	Mass-%		0.075	pr EN ISO 12937	

شکل ۱۰-۲- مشخصات روغن استاندارد

امروزه به روغن‌هایی که در موتور استفاده می‌شود، موادی اضافه می‌شود که باعث می‌گردد ویسکوزیته روغن در گرمای تابستان و سرمای زمستان تقریباً ثابت باقی بماند. به این گونه روغن‌ها، روغن چهار فصل گفته می‌شود.

Effect of Temperature on Viscosity



شکل ۱۰-۳- تأثیر دما بر روی ویسکوزیته روغن

۲- مقاومت در برابر فشار: (Pressure Resistance)

گاهی اوقات براساس شرایط کارکرد روغن، این نکته حائز اهمیت است که توانایی آن در برابر تحمل فشار چقدر است. به طور مثال روغن مورد استفاده در یاتاقان‌ها که عمل روغنکاری را انجام می‌دهد، باید بتواند با ایجاد لایه محکمی از روغن، نیروهای وارده را جذب نموده و در هنگام اعمال نیرو از یاتاقان خارج نگردد. این قابلیت روغن، با اضافه کردن مواد افزودنی، قابل بهبود می‌باشد.

۳- مقاومت در برابر کف کردن: (Foam Resistance)

در حالتی که روغن، در بین قطعاتی قرار می‌گیرد که با سرعت بالا نسبت به یکدیگر در حال حرکت هستند و یا حرکات قطعات به گونه‌ای است که روغن دچار تلاطم می‌شود، امکان مخلوط شدن روغن با هوا وجود دارد. در این حالت هوا وارد روغن مخلوط شده و کف می‌کند.

میزان مقاومت روغن در برابر کف کردن، یکی از مشخصه‌های روغن است که می‌توان این قابلیت را با افزودن مواد خاصی به روغن، افزایش داد. یکی دیگر از روش‌هایی که به منظور جلوگیری از کف کردن روغن به کار برده می‌شود، استفاده از یک موجگیر در مخزن روغن (کارتل) است.

۴- مقاومت در برابر اکسایش: (Oxidation Resistance)

هنگامی که روغن در شرایط کاری با دمای بالا به کار برده می‌شود، تمایل ترکیب آن با اکسیژن

افزایش یافته و احتمال ترکیب روغن با اکسیژن موجود در هوا وجود دارد. در این حالت خواص روغن نیز تغییر کرده و از کیفیت آن کاسته می‌شود. بنابراین با توجه به این که روغن موتور در دماهای بالای داخل موتور استفاده می‌گردد، لازم است که به آن مواد افزودنی اضافه شود. با این اقدام، مقاومت روغن در برابر اکسایش افزایش می‌یابد.

۵- مقاومت در برابر خوردگی: (Corrosion Resistance)

معمولاً در روغن، موادی وجود دارد که باعث رانده شدن ذرات از روی سطح قطعه کار می‌شود. این مواد توانایی خنثی نمودن اسیدها را نیز دارند. وجود این مواد درون روغن، باعث محافظت قطعه در برابر خوردگی می‌شود.

۶- قدرت پاک کنندگی: (Detergent Power)

یکی دیگر از خواص روغن، قابلیت ترکیب شدن آن با ذرات دوده و گرد و غبار می‌باشد. با این قابلیت، روغن توانایی شستن و زدودن ذرات را از روی سطح قطعه کار دارا می‌باشد. این خاصیت همان قدرت پاک کنندگی می‌باشد.

۱۰-۳- انواع روغن‌های مصرفی در خودرو:

روغن‌های مورد استفاده در خودرو، یا به منظور روغنکاری و خنک کاری قطعات می‌باشد و یا به منظور انتقال نیرو به کار برده می‌شود. مهمترین این روغن‌ها عبارتند از:

۱- روغن موتور: (Engine Oil)

روغن‌های مورد استفاده در موتور خودرو معمولاً از نوع روغن‌های نفتی می‌باشند که دارای ترکیبات هیدروکربنی بوده و از نفت خام بدست می‌آیند. البته روغن‌های نفتی به تنهایی قابل استفاده نبوده و خواص ایده‌آلی ندارند. به همین دلیل ضرورت دارد که به آنها مواد افزودنی مناسب اضافه گردد تا خواص آنها ارتقاء یابد.

از آنجایی که روغن موتور برای روغنکاری قطعات داخلی موتور همچون رینگ‌های پیستون و یاتاقان‌های میل‌لنگ مورد استفاده قرار می‌گیرد، باید قابلیت ایجاد یک پوشش مقاوم که از سایش و خوردگی قطعات جلوگیری نماید را داشته باشد. همچنین توانایی تحمل فشارهای بالا را داشته باشد و در هنگام عبور از بین قطعات کف نکند.

۲- روغن گیربکس و دیفرانسیل: (Transmission Oil)

به منظور جلوگیری از سایش چرخنده‌های مجموعه گیربکس و دیفرانسیل، نیاز به روغنی داریم که

بتواند عمل روغنکاری را به خوبی انجام دهد. به روغنی که در گیربکس و دیفرانسیل مورد استفاده قرار می‌گیرد، واسکازین گفته می‌شود. لازم است که این روغن (واسکازین) از ویسکوزیته بالایی برخوردار باشد، تا در سرعت‌های کم و کشش زیاد نیز چسبندگی خود را از دست نداده و قابلیت روغنکاری داشته باشد.

بنابراین واسکازین مورد استفاده در گیربکس و دیفرانسیل، روغنی با ویسکوزیته بالا، همچون SAE70، SAE90، SAE110، SAE130 و SAE150 می‌باشد.

۳- روغن ترمز: (Brake Oil)

به منظور انتقال فشار هیدرولیکی از سیلندر ترمز اصلی به سیلندره‌های روی چرخ‌ها، نیازمند یک سیال می‌باشیم. روغن ترمز نوعی روغن می‌باشد که این وظیفه را برعهده دارد. در تهیه روغن ترمز علاوه بر ترکیبات نفتی، از روغن‌های گیاهی و حیوانی نیز استفاده می‌شود. این روغن دارای خوردندگی بسیار بالایی بوده و باید در طراحی مدار ترمز در نظر گرفته شود.

با توجه به نوع کاربردی که روغن ترمز دارد، ضروری است که قابلیت تحمل فشارهای بالا را داشته باشد و تحت فشارهای زیاد و دماهای بالا، خواص خود را از دست ندهد. در خصوص ویژگی‌هایی که ضرورت دارد روغن ترمز داشته باشد، می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- الف - غیرقابل تراکم بوده و در مقابل فشارهای زیاد، تغییر حجم محسوسی نداشته باشد.
- ب - ضریب انبساط حرارتی آن پایین باشد و در اثر داغ شدن افزایش حجم ندهد.
- ج - دارای نقطه جوش بالا در حدود ۲۵۰ درجه و نقطه انجماد پایین در حدود (۶۰-) درجه سانتیگراد باشد.

د - در اثر گرم شدن و با گذشت زمان، خواص خود را از دست ندهد.

ه - ویکسوزیته آن در دماهای مختلف ثابت بوده و تغییر نکند.

ی - خاصیت خوردندگی نداشته باشد و به قطعات فلزی و پلاستیکی سیستم ترمز آسیب نرساند.

۴- روغن جعبه فرمان هیدرولیکی: (Steering Oil)

در خودروهایی که دارای سیستم فرمان هیدرولیکی می‌باشند، یک مخزن روغن هیدرولیکی وجود دارد که روغن مورد نیاز برای پمپ هیدرولیکی فرمان در آنجا ذخیره می‌گردد. این روغن نیز نوعی روغن می‌باشد که باید تحمل فشارهای بالا را داشته باشد و از نوع روغن‌های غیرقابل تراکم باشد. از سوی دیگر روغن هیدرولیکی فرمان باید ضد کف، ضد اکسایش و ضد خوردگی باشد، تا در هنگام استفاده، خواص خود را از دست ندهد.

۵- گیریس: (Grease)

هر چند که ویسکوزیته گیریس خیلی بیشتر از روغن است، ولی به نوعی جزء خانواده روغن‌ها محسوب می‌گردد. کاربرد گیریس در بلبرینگ‌ها، اتصالات گاردان، تویی چرخ‌ها، جعبه فرمان، قطعات گردان و ... می‌باشد.

۱۰-۴- طبقه‌بندی روغن موتورها: (Engine Oil Grades)

همانگونه که گفته شد ویسکوزیته روغن موتور باید در حد مشخصی باشد و کم و زیاد شدن آن مناسب نمی‌باشد. ولی با توجه به شرایط کاری موتور، چند مدل روغن موتور متفاوت وجود دارد:

۱- روغن موتورهای زمستانی: (Winter Oil)

با توجه به سرد بودن هوا در فصل زمستان که باعث سفت شدن روغن می‌گردد و استارت زدن موتور را در صبح‌های سرد دشوار می‌نماید، معمولاً در فصل زمستان از روغن‌های با ویسکوزیته کمتر که رقیق‌تر می‌باشند، استفاده می‌شود. در این فصل بیشتر از روغن‌های SAE0W، SAE5W، SAE10W، SAE15W، SAE20W و SAE25W استفاده می‌شود که در این نامگذاری عبارت SAE مخفف انجمن مهندسی خودرو (Society Of Automotive Engineers) بوده و عدد بعد از آن بیانگر مقدار ویسکوزیته روغن و حرف W بعد از آن مخفف کلمه Winter به معنای زمستان می‌باشد.

۲- روغن موتورهای تابستانی: (Summer Oil)

معمولاً در فصل تابستان که هوا گرم است، از روغن‌های با ویسکوزیته بالاتر استفاده می‌شود. هر چند که این روغن‌ها غلیظ‌تر هستند، ولی گرمای هوا باعث کاهش غلظت آنها می‌شود. روغن موتورهای تابستانی معمول عبارتند از: SAE30، SAE40 و SAE50.

۳- روغن موتورهای چهار فصل (مولتی گرید): (Multi Grade)

روغن موتورهای چهار فصل، روغن موتورهایی هستند که به آنها موادی اضافه می‌شود تا ویسکوزیته آنها در هوای سرد و گرم، تقریباً ثابت باقی بماند. به این مدل از روغن موتورها، مولتی گرید نیز گفته می‌شود. بطور مثال روغن چهار فصل SAE5W30 در فصل زمستان معادل روغن موتور SAE5W و در فصل تابستان معادل روغن موتور SAE30 می‌باشد.

از روغن موتورهای چهار فصل متداول، می‌توان روغن‌های SAE15W30، SAE15W40 و SAE20W50 را نام برد.

۱۰-۵- روغن‌های مصرفی برای موتورهای بنزینی: (Oil of Gasoline Engines)

روغن‌هایی که به منظور استفاده در موتورهای بنزینی تولید می‌شوند، لازم است که از خواص و ویژگی‌های خاصی برخوردار باشند تا بتوانند در شرایط کاری این گونه موتورها به خوبی عمل نمایند. روغن‌های قدیمی دارای ساختاری ساده بوده و برای خودروهای امروزی قابل استفاده نیستند. همگام با پیشرفت تکنولوژی موتورها، کیفیت روغن موتور، نیز بهبود یافته است؛ بطوریکه با توجه به مواد افزودنی اضافه شده به روغن می‌توان آنها را گریدبندی (درجه‌بندی) نمود. مطابق استاندارد مؤسسه نفت آمریکا (American Petroleum Institute) (API) روغن مورد استفاده در موتورهای بنزینی براساس سطح کیفی به شرح ذیل طبقه‌بندی شده است:

روغن SA^۱: یک نوع روغن معدنی ساده می‌باشد که فقط گاهی اوقات مقداری مواد ضد کف به آن اضافه می‌نمایند. این نوع روغن برای خودروهای امروزی غیر قابل استفاده می‌باشد.

روغن SB: در این روغن، مقدار کمی مواد ضد اکسید و ضد سایش نیز افزوده گردیده است؛ ولی باز هم استفاده از آن توصیه نمی‌شود.

روغن SC: این روغن دارای مواد افزودنی ضد سایش، ضد خوردگی و پاک‌کننده می‌باشد و برای خودروهای خیلی قدیمی قبل از ۱۹۶۷ میلادی مناسب بود.

روغن SD: این روغن نسبت به روغن SC دارای مواد افزودنی بیشتری می‌باشد و برای خودروهای مدل ۱۹۷۱ و قبل از آن مناسب بود.

روغن SE: کیفیت این روغن بیش از مدل‌های قبلی بوده و برای خودروهای تا مدل ۱۹۷۹ قابل استفاده بود.

روغن SF: خواص ضد سایش و ضد اکسید این روغن بیش از مدل SE بوده و برای خودروهای تا مدل ۱۹۸۸ قابل استفاده است.

روغن SG: در این روغن، خواص ضد سایش، ضد اکسید و ضد خوردگی آن بهبود بخشیده شده است. این روغن برای خودروهای با تکنولوژی قبل از سال ۱۹۹۰ قابل استفاده می‌باشد. بطور مثال این روغن برای موتور خودروهایی همچون پراید و ریو مناسب می‌باشد.

روغن SH: در این روغن نیز، خواص نسبت به گریدهای قبلی ارتقاء داده شده است و برای

۱- حرف S مخفف کلمه Service Station به معنای تعویض روغنی می‌باشد.

خودروهای تا مدل ۱۹۹۳ قابل استفاده است.

روغن SI: خواص این روغن نیز نسبت به گریدهای قبلی، بهبود یافته است و برای خودروهای تا مدل ۱۹۹۶ توصیه می‌شود.

روغن SJ: این روغن نیز دارای کیفیتی بالاتر از مدل‌های قبلی بوده و برای خودروهای تا مدل ۲۰۰۱ میلادی توصیه می‌گردد. بطور مثال این روغن برای موتور زانتیا توصیه شده است.

روغن SL: این مدل روغن جزء جدیدترین و با کیفیت‌ترین روغن‌هایی می‌باشد که برای خودروهای بنزینی با تکنولوژی مدل‌های ۲۰۰۲ میلادی به بعد مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روغن جهت استفاده در خودروهایی همچون سمند، پرشیا، زانتیا، ماکسیما و ... بسیار مناسب می‌باشد.

روند بهبود روغن‌ها همچنان در حال ادامه است و هر چند سال، گرید جدیدی از روغن ارائه می‌شود که نسبت به مدل‌های قبلی از کیفیت بالاتری برخوردار است. ولی همواره بهتر است از روغنی استفاده شود که کارخانه سازنده براساس سطح تکنولوژی موتور خودرو پیشنهاد نموده است.

۱۰-۶- روغن‌های مصرفی برای موتورهای دیزل:

(Oil of Diesel Engine)

مؤسسه نفت آمریکا (API) برای روغن‌های مخصوص موتورهای دیزل نیز، دارای گریدبندی خاصی می‌باشد. هر چند سال با توجه به پیشرفتی که در سیستم موتورهای دیزل رخ می‌دهد، در جهت بهبود کیفیت خواص روغن، به آن ترکیباتی اضافه می‌نماید. این گریدبندی‌ها که بیانگر سطح کیفی روغن می‌باشد، در جهت تکامل روغن عبارتند از:

روغن CA^۱: این روغن فقط شامل مواد پاک‌کننده و ضد خوردگی می‌باشد و برای موتورهای دیزل خیلی قدیمی قبل از سال ۱۹۵۰ که بدون سوپرشاژ و یا توربوشاژ بودند، مناسب بود.

روغن CB: این روغن برای موتورهای دیزلی که سوخت آنها دارای گوگرد زیادی می‌باشد، مناسب بود و بیشتر برای خودروهای مدل ۱۹۶۰ و قبل از آن مورد استفاده قرار می‌گرفت.

روغن CC: در این روغن نسبت به روغن CB، مواد افزودنی پاک‌کننده و ضد خوردگی بهبود یافته است و برای خودروهای دیزل مدل ۱۹۶۱ مناسب بود.

روغن CD: این روغن نسبت به روغن‌های قبلی از خواص پاک‌کنندگی، ضد سایش و ضد

۱- حرف C مخفف کلمه Commercial Vehicle به معنای خودروهای تجاری می‌باشد.

خوردگی بهتری برخوردار می‌باشد. این روغن برای موتورهای دیزلی که دارای سوپر شارژ هستند و در عین حال در سوخت آنها گوگرد زیادی وجود دارد، مناسب است.

روغن CE: کیفیت این روغن نسبت به روغن CD بهبود یافته است.

روغن CF: این روغن از کیفیت بالاتری برخوردار بوده و حتی برای موتورهای دیزل مجهز به توربوشارژ قابل استفاده است.

روغن CG: به این روغن مواد افزودنی بیشتری اضافه گردیده و خواص آن ارتقاء یافته است. به گونه‌ای که برای استفاده در موتورهای دیزل امروزی مناسب است.

روغن CH: خواص و کیفیت این روغن نسبت به روغن CG نیز بهبود یافته است و از کیفیت بالاتری برخوردار است.

روغن CI: این روغن جزء جدیدترین گریدهای روغن موتور دیزل محسوب می‌گردد که در موتورهای با تکنولوژی مدرن مورد استفاده قرار می‌گیرد.

این روند همچنان ادامه دارد و بعد از هر چند سال، نسل جدیدی از روغن با خواص تکامل یافته و کیفیت بهتر به بازار ارائه می‌گردد.

۱۰-۷- سیستم روغنکاری موتور: (Engine Lubricant System)

محل تجمع روغن موتور، سینی کارتل می‌باشد. این روغن توسط پمپ روغن پمپاژ گردیده و به کلیه قطعات متحرک، همچون رینگ‌های پیستون و یاتاقان‌های ثابت و متحرک میل‌لنگ ارسال می‌گردد.

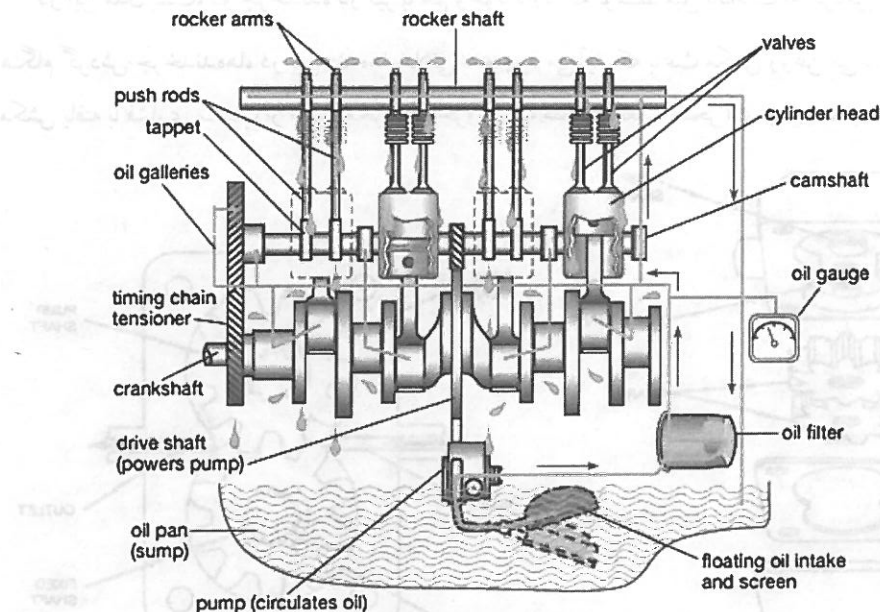
قسمتی از روغن پمپاژ شده به یاتاقان‌های ثابت میل‌لنگ و مقداری از آن، توسط منافذی که در داخل میل‌لنگ قرار دارد، به یاتاقان‌های متحرک منتقل می‌گردد؛ تا یاتاقان‌های متحرک را روغنکاری نماید. در اثر گردش میل‌لنگ، روغن از روی یاتاقان‌های متحرک به دیواره‌های سیلندر در زیر پیستون پاشیده می‌شود و آنها را نیز روغنکاری می‌نماید.

بهترین حالت روغنکاری میل‌لنگ و یاتاقان‌های آن هنگامی است که روغن در شرایط هیدرودینامیکی قرار می‌گیرد. این شرایط هنگامی بوجود می‌آید که ویسکوزیته روغن بالا بوده و موتور با دور بالا گردش نماید. در این حالت اگر فشار روی میل‌لنگ نیز کم باشد، شرایط بهتری فراهم شده و روغنکاری بهتر انجام می‌شود. در این حالت میزان سایش قطعات نیز بسیار کم می‌باشد.

از سوی دیگر به منظور روغنکاری قطعات کنترل‌کننده حرکت سوپاپ‌ها، روغن از طریق مجراهایی به سر سیلندر گسیل می‌گردد، تا در آنجا بر روی آن قطعات نیز پاشیده شود. برای روغنکاری میل‌بادامک

نیز مجراهایی در نظر گرفته شده است.

در نهایت کلیه روغن‌هایی که عمل روغنکاری را انجام داده‌اند، مجدداً به سینی کارتیل باز گردیده و آماده پمپاژ دوباره توسط پمپ روغن می‌گردند و بدین گونه سیکل روغنکاری تکرار می‌شود.



شکل ۱۰-۴- سیستم روغنکاری موتور

۱۰-۸- اجزای سیستم روغنکاری: (Lubricating System Parts)

۱- پمپ روغن: (Oil Pump)

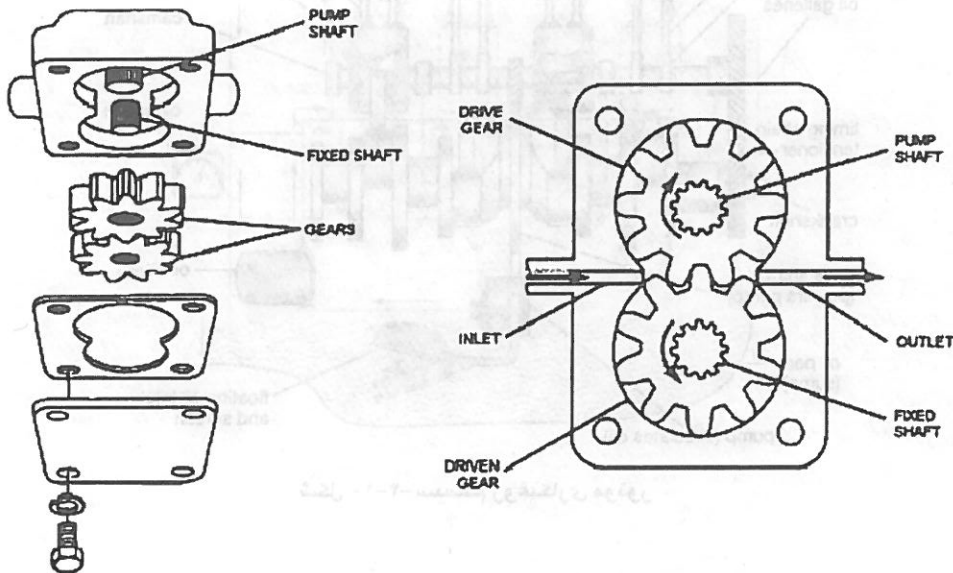
اصولاً پمپ روغن وظیفه به گردش درآوردن روغن در سیستم روغنکاری موتور را برعهده دارد و اکثر اوقات نیروی محرک خود را از طریق همان چرخنده‌ی مارپیچ سر میل بادامک که میل دلو را هم می‌چرخاند، می‌گیرد. ولی گاهی اوقات هم ممکن است که نیروی خود را از سر میل‌لنگ و یا از قطعات واسطه دیگر بگیرد.

معمولاً در کنار پمپ روغن یک شیر فشارشکن وجود دارد که وظیفه‌ی کنترل فشار روغن را برعهده دارد. این سوپاپ اطمینان در مواقعی که فشار روغن خیلی بیش از اندازه افزایش می‌یابد، باز شده و روغن اضافی را به درون کارتیل تخلیه می‌نماید. بدین ترتیب شیر فشارشکن (سوپاپ فشار) باعث ثابت ماندن فشار روغن در دوره‌های مختلف می‌شود. این سوپاپ عموماً از یک ساچمه و یک پلانجر فنردار تشکیل یافته است.

ساختمان پمپ روغن عمدتاً به یکی از دو صورت زیر می‌باشد:

الف - پمپ روغن دنده‌ای: (Gear Oil Pump)

در این مدل پمپ، دو چرخ‌دنده در گیر با هم وجود دارد که توسط میل بادامک به گردش درمی‌آیند. هنگام گردش چرخ‌دنده‌ها، در بین دنده‌ها خلأیی به وجود می‌آید که باعث مکش روغن می‌شود. روغن مکش یافته با فشاری مناسب از طریق مجراهای خروجی به سمت قطعات متحرک موتور هدایت می‌گردد.



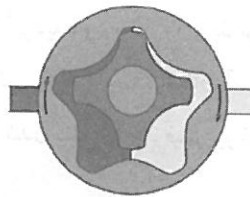
شکل ۱۰-۵- پمپ روغن دنده‌ای

ب - پمپ روغن دوار: (Rotor Oil Pump)

پمپ‌های دوار و یا روتوری دارای یک روتور (گردنده) داخلی و یک روتور خارجی می‌باشند. روتور داخلی به سر میل بادامک متصل بوده و همراه آن گردش می‌نماید و بدین ترتیب باعث به گردش درآمدن روتور خارجی می‌شود.

در این هنگام، در فضای بین دنده‌های دو روتور، خلأیی به وجود می‌آید که باعث مکش روغن گردیده و در ادامه گردش، آن را پمپاژ می‌نماید.

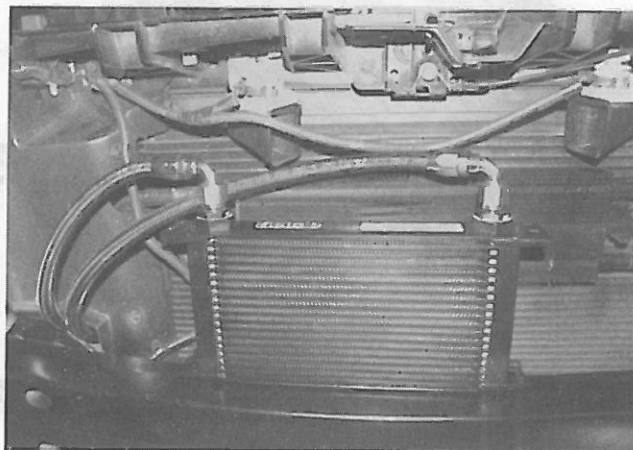
فضای بین دنده‌های روتور داخلی و خارجی به گونه‌ای است که ابتدا روغن در بین دنده‌ها معبوس گردیده و سپس با کاهش تدریجی فضای بین دنده‌ها، فشار روغن افزایش می‌یابد. به گونه‌ای که این روغن در هنگام خروج از پمپ، دارای فشار کافی جهت ارسال به محل‌های روغنکاری می‌باشد.



شکل ۱۰-۶- پمپ روغن دوار

۲- روغن سردکن: (Oil Cooler)

از آنجایی که دمای روغن در هنگام روغنکاری قطعات متحرک داخل موتور و حتی در مرحله پمپاژ آن افزایش می‌یابد، در بسیاری از موتورهای محلی برای خنک کاری روغن در نظر گرفته می‌شود. سیستم روغن سردکن به گونه‌ای است که مسیر لوله‌های روغن از کنار مسیرهای حاوی جریان آب عبور کرده و حرارت روغن را به آب منتقل می‌نماید. این آب نیز حرارت خود را در رادیاتور از دست می‌دهد. گاهی اوقات نیز رادیاتوری جداگانه مخصوص خنک کاری روغن تعبیه می‌گردد که به آن روغن سردکن گفته می‌شود.



شکل ۱۰-۷- روغن سردکن

۳- فیلتر روغن: (Oil Filter)

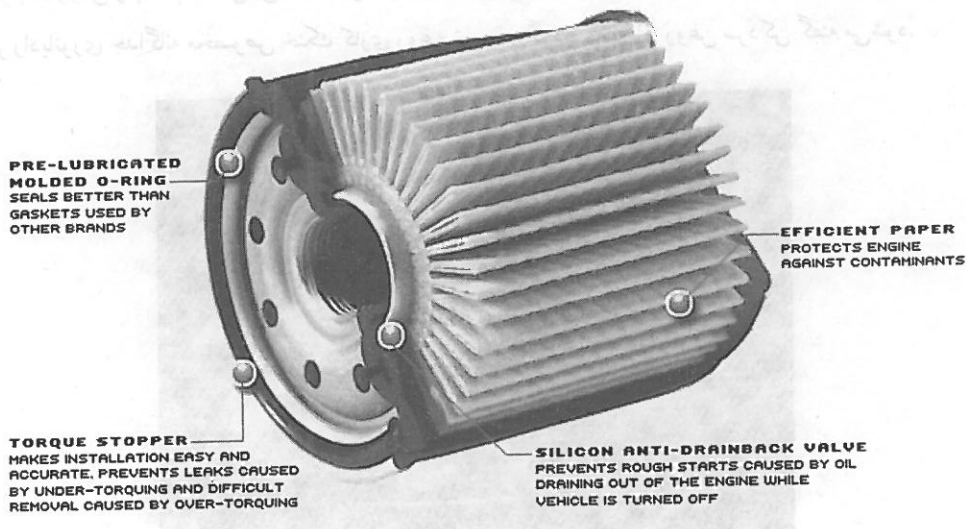
به منظور جدا نمودن ذرات فلزی شناور، گرد و غبار، دوده و سایر ناخالصی‌هایی که وارد روغن گردیده است، بعد از پمپاژ روغن و قبل از رسیدن روغن به یاتاقان‌ها و اجزای متحرک، یک فیلتر قرار داده می‌شود. زیرا وجود این ذرات در روغن می‌تواند باعث خوردگی قطعات و از بین رفتن آنها بشود. در حقیقت فیلتر روغن به عنوان یک صافی می‌باشد که با جدا نمودن ذرات شناور موجود در روغن، مانع آسیب دیدن موتور می‌شود.

اکثر اوقات در فیلترها یک سوپاپ اطمینان تعبیه گردیده است که در مواقع مسدود شدن فیلتر در اثر

وجود رسوبات و کثیف بودن فیلتر، باز گردیده و روغن را از طریق یک مدار فرعی به قطعات متحرک موتور می‌رساند. زیرا اگر به قطعات موتور روغن نرسد، امکان آسیب دیدن موتور وجود دارد. به همین دلیل باید دقت داشت که قبل از کثیف شدن بیش از حد فیلتر روغن، آن را تعویض نمود تا مسیر روغن مسدود نگردد.

داخل فیلترهای روغن نیز به گونه‌ای است که می‌تواند روغن را در خود نگه داشته و در هنگام شروع به کار موتور، قطعات موتور را سریع‌تر روغنکاری نماید.

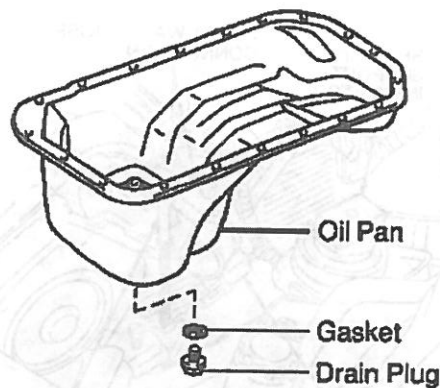
دو گونه متداول فیلترهای روغن، فیلترهای کاغذی و فیلترهای پارچه‌ای می‌باشند که فیلترهای پارچه‌ای، عمل تصفیه روغن را خیلی بهتر و در چندین مرحله انجام می‌دهند. در این فیلترها روغن با عبور از میان یک لایه پارچه‌ای و یا کاغذی تصفیه شده و ذرات معلق آن جداسازی می‌گردد.



شکل ۱۰-۸- فیلتر روغن

۴- سینی کارتل: (Oil Pan)

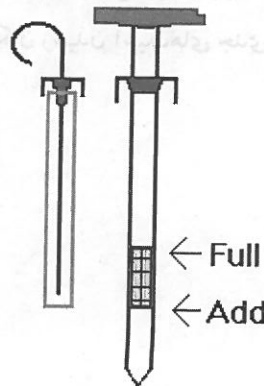
کارتل محفظه‌ای فلزی و یا پلاستیکی است که در زیر موتور قرار گرفته و محافظ مجموعه میل‌لنگ و قطعات زیرین موتور می‌باشد. کارتل محل تجمع روغن بوده و روغن ورودی پمپ روغن از آنجا تأمین می‌گردد. ظرفیت آن معمولاً در حدود ۳ الی ۸ لیتر می‌باشد. برای اتصال کارتل به قسمت زیرین بلوک سیلندر، حتماً بایستی از واشرهای آب‌بندی استفاده شود تا از نشتی روغن جلوگیری گردد.



شکل ۱۰-۹- سینی کارتل

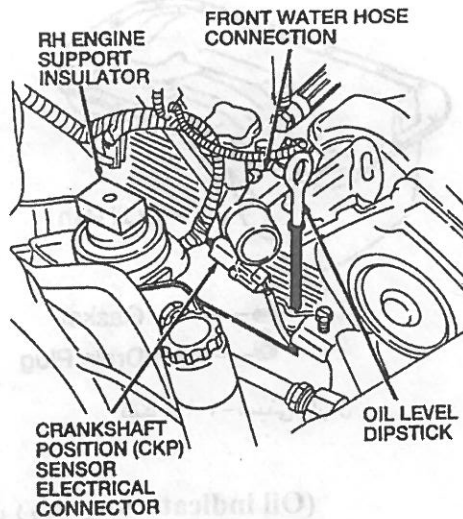
۵- نشان دهنده‌های روغن: (Oil indicators)

معمولاً در خودروها، نشان دهنده‌هایی وجود دارد که سطح روغن و یا حتی فشار روغن را نمایش می‌دهند. این نشان دهنده‌ها توسط سنسورهایی که در داخل کارتل وجود دارد، سطح روغن را اندازه‌گیری نموده و آن را از طریق نشانگرهای جلوی دید راننده اعلام می‌نمایند.



شکل ۱۰-۱۰- گیج روغن

در بسیاری از خودروها برای چک نمودن سطح روغن، از گیج روغن دستی (Dipstick) استفاده می‌شود. این گیج به صورت تیغه‌ای و انعطاف‌پذیر بوده و از درون لوله باریکی وارد فضای موتور می‌گردد. بعد از خارج نمودن آن، با توجه به میزان آغشتگی آن به روغن، سطح روغن قابل تشخیص می‌باشد. از این گیج، برای چک نمودن مقدار روغن، غلظت روغن و تمیز بودن آن نیز استفاده می‌شود. در برخی دیگر از خودروها، چراغ‌های هشدار دهنده‌ای در جلوی راننده وجود دارد که در هنگام کاهش سطح روغن موتور، روشن گردیده و هشدار می‌دهند.



شکل ۱۰-۱۱- گیج روغن برای چک نمودن روغن موتور

توجه داشته باشید که وجود تمامی این نشان دهنده‌ها و شاخص‌ها، به منظور خالی نماندن موتور از روغن است. زیرا در مواردی که موتور، دچار روغن سوزی و یا نشتی روغن می‌گردد، اگر موتور حتی برای لحظاتی بدون روغن کار کند، امکان رسیدن آسیب‌های جدی به موتور وجود دارد.

تعمیرات موتور

Engine Repairs

۱-۱- مقدمه: (Introduction)

اصولاً هر سیستمی دارای یک عمر مفید است که پس از آن در اثر فرسودگی قطعات، ممکن است دچار خرابی و مشکل گردد. البته گاهی اوقات نیز به دلیل وجود مشکلات فنی و یا فشار آوردن به سیستم و یا نارسایی یکی از اجزاء آن، کل سیستم و یا یکی از قطعات آن سریعتر معیوب می گردد. موتور خودرو نیز به عنوان تأمین کننده قدرت مورد نیاز خودرو، از این قاعده مستثنی نیست.

هنگامی که یکی از قطعات موتور و یا سیستم های جانبی آن دچار نقص فنی می شود، آن قطعه و یا سیستم نمی تواند وظیفه خود را به درستی ایفاء نماید و باعث بروز مشکلات و بد کار کردن موتور می گردد. حتی در مواردی که مشکل شدید باشد، ممکن است سبب از کار افتادن موتور و توقف کامل آن شود.

برای تشخیص عیب، لازم است که شناخت کاملی از سیستم، قطعات آن و نحوه عملکرد آنها داشته باشیم. همچنین بدانیم که وظیفه هر مجموعه چیست و در صورت عدم کارکرد صحیح آن، چه مشکلاتی بوجود می آید؟ در این روش می توان با توجه به علائم ظاهری و نحوه عملکرد سیستم، به دنبال دلایل و عوامل بوجود آورنده مشکل بود.

در ضمن در موقع تعمیر، صرفاً به رفع مشکل نپردازید، بلکه به دنبال عوامل بوجود آورنده آن باشید تا مشکل بصورت بنیادی حل گردد. بطور مثال اگر موتور روغن کم کرده است، صرفاً به دنبال جبران سطح روغن نباشید و علت کم شدن روغن را جویا شوید و به رفع آن علت بپردازید.

در ادامه به بیان برخی از مشکلات متداولی که در موتور رخ می دهد و علل بوجود آورنده آن عیوب و طریقه رفع آنها خواهیم پرداخت.

۱۱-۲- مشکل روشن نشدن موتور: (Engine Can Not Turn On)

در اغلب موارد علت روشن نشدن موتور، وجود مشکلات برقی و یا مشکلات سیستم سوخت رسانی می باشد. مثلاً اگر باتری خالی شده است و یا استارت نمی تواند به وظیفه خود عمل نماید و یا حتی کابل اتصال استارت شل شده است، امکان راه اندازی موتور وجود ندارد. بعضی اوقات استارت وظیفه خود را به درستی انجام می دهد، ولی به دلیل وجود ایراد در سیستم جرقه زنی، عملیات برق رسانی به شمع ها برای ایجاد احتراق و تولید قدرت به درستی صورت نمی پذیرد. در این حالت موتور نمی تواند به گردش خود ادامه دهد و در نتیجه خاموش می گردد.

در سیستم سوخت رسانی نیز اگر به هر دلیل ورود مخلوط هوا - سوخت و خروج دود در زمان های مقتضی صورت نپذیرد، می تواند عامل ایجاد اختلال در عملکرد موتور شده و مانع روشن نشدن موتور گردد. مثلاً اگر به دلیل گیر کردن سوپاپ ها و یا شکستن فنر سوپاپ ها، سوپاپ در حالت باز و یا بسته باقی بماند و یا در اثر خم شدن میل تایپیت و یا ساییدگی بادامک ها، مدت زمان باز و بسته بودن سوپاپ ها تغییر کند، همگی این عوامل می تواند باعث ایجاد اختلال و کار نکردن موتور شود. حتی وجود ترک و شکستگی در مانیفولد هوا و عدم آب بندی آن می تواند باعث این موضوع گردد. در برخی از موارد دیگر، امکان ورود سوخت به مقدار کافی وجود ندارد، زیرا مثلاً سوزن ژیکلور دچار مشکل شده و یا صافی بنزین کثیف می باشد.

گاهی اوقات نیز روشن نشدن موتور به دلیل وجود گریپاژ مکانیکی است. بطور مثال در هنگام شکستگی رینگ پیستون، امکان حرکت پیستون در داخل سیلندر وجود ندارد.

۱۱-۳- مشکل بد کار کردن موتور:

(Abnormal Performance of Engine)

مواردی که در مورد روشن نشدن موتور مطرح گردید، اگر بصورت شدید بروز نماید، مانع روشن شدن موتور می گردد؛ ولی اگر در حد ضعیف باشد، فقط باعث بد کار کردن موتور و رپ زدن آن می شود. در این حالت موتور از قدرت و شتاب کافی برخوردار نبوده و اصطلاحاً به آن موتور تنبل گفته می شود.

در مورد سیستم جرقه زنی، اگر زمان ایجاد جرقه تنظیم نباشد و یا شدت جرقه ضعیف باشد، کارکرد موتور نامناسب خواهد بود. عامل این مطلب، ممکن است خود شمع، چکش برق، درب دلكو و یا وایرها باشد.

وجود مشکل در سیستم سوخت رسانی، همچون گیر کردن دریچه ساسات و یا کثیف بودن صافی

بنزین و تنظیم نبودن میزان باز و بسته بودن سوپاپ‌های هوا و دود نیز از عوامل ایجاد اختلال و بد کار کردن موتور می‌باشد.

گاهی اوقات نیز غلظت بالای روغن و کثیف بودن آن و یا وجود ناخالصی در سوخت، عامل بد کار کردن موتور می‌باشد.

در ضمن سایدگی رینگ‌های پیستون و رد کردن کمپرس، می‌تواند عامل کاهش قدرت موتور گردد. همچنین در مواردی که موتور خیلی داغ کرده است، ممکن است در اثر گریپاژ رینگ‌های پیستون و یا تغییر شکل آن، قدرت موتور مقداری کاهش یابد.

۱۱-۴- داغ کردن بیش از حد موتور: (Engine Overheating)

در مواردی که موتور بیش از حد اندازه داغ شده است، مشکل ناشی از سیستم خنک کاری می‌باشد. در این حالت اگر ترموستات خراب شده باشد و یا شیلنگ‌های آب گرفته باشد، آب نمی‌تواند به خوبی جریان یابد. البته گاهی دیگر نیز علت عدم گردش آب سیستم خنک کاری، خراب شدن واتر پمپ می‌باشد.

همچنین سیستم خنک کاری از لحاظ نشتی نیز باید چک گردد، زیرا کم شدن آب نیز می‌تواند عامل داغ کردن موتور باشد. از سوی دیگر سلامت فن و توان خنک کاری آن نیز باید بررسی گردد. یکی دیگر از عواملی که می‌تواند باعث داغ شدن بیش از حد موتور شود، دیر جرقه زدن شمع‌ها و یا وجود تأخیر در زمان باز و بسته شدن سوپاپ‌ها در اثر رد کردن تسمه تایمینگ، چرخنده تایمینگ و یا زنجیر تایمینگ می‌باشد. عدم استفاده از آوانس خلائی نیز می‌تواند این مشکل را بوجود آورد.

۱۱-۵- مشکل خاموش کردن موتور: (Engine Shutting Down)

گاهی اوقات موتور در حال کار کردن خاموش می‌شود. این مشکل بیشتر در زمانی بروز می‌کند که موتور سرد است و با دور آرام کار می‌کند. علت آن می‌تواند تنظیم نبودن گاز، گیر کردن دریچه ساسات، گیر کردن سوپاپ‌ها و یا ترسیدن سوخت باشد.

۱۱-۶- دود کردن موتور: (Engine To Smoke)

دود کردن موتور با توجه به رنگ دود می‌تواند دلایل مختلفی داشته باشد: خروج دود سفید از اگزوز به منزله وجود بخار آب در دود است و این به معنای نفوذ آب به

محفظه‌ی احتراق می‌باشد. این مشکل در اکثر مواقع با تعویض واشر سرسیلندر برطرف می‌گردد. ولی دود آبی به معنی روغن سوزی موتور می‌باشد. در این حالت احتمالاً رینگ‌های پیستون خراب بوده و توان جمع‌آوری کامل روغن از روی جداره‌ی سیلندر را ندارد. به همین دلیل مقداری از روغن بر روی جداره‌ی سیلندر باقی مانده و در اثر احتراق می‌سوزد. برای برطرف نمودن این عیب لازم است که رینگ‌های پیستون تعویض گردند.

دود سیاه نیز به معنای وجود دوده ناشی از خام‌سوزی می‌باشد. در این حالت احتراق بصورت کامل نبوده و هیدروکربن‌های سوخته نشده باقی می‌ماند. در این وضعیت، شاهد تجمع دوده‌های سیاه در بالای محفظه احتراق و بر روی شمع‌ها خواهیم بود.

۱۱-۷- کم کردن روغن: (Decrease of Oil)

کاهش مقدار روغن موجود در موتور ممکن است در اثر روغن‌سوزی و یا نشتی روغن باشد. در اکثر اوقات نشتی روغن موتور از محل پیچ تخلیه روغن، واشر کارتل، واشر سرسیلندر و کاسه نمدها بوده و یا به علت شل بودن فیلتر روغن باشد.

۱۱-۸- کاهش فشار روغن درون موتور:

(Decrease of Oil Pressure)

فرسودگی بیش از حد پمپ روغن، باعث کاهش فشار روغن می‌گردد. در این حالت امکان دارد که روغن به همه جای موتور نرسیده و عمل روغنکاری به خوبی انجام نگیرد. علت این موضوع می‌تواند ناشی از سایش بیش از حد پوسته پمپ و یا گشاد شدن پاتاقان‌های آن باشد. البته بعضی اوقات نیز روی بدنه پمپ، ترک و یا شکافی وجود دارد که باعث نشتی روغن می‌گردد. در هر حال هنگامی که پمپ روغن به علت فرسودگی بیش از حد، توان تولید فشار کافی را نداشت، بهتر است که تعویض گردد.

۱۱-۹- بالا بودن میزان مصرف سوخت:

(Increase of Fuel Consumption)

از مهمترین عوامل بالا برنده میزان مصرف سوخت، می‌توان به تنظیم نبودن سیستم سوخت رسانی و نحوه‌ی رانندگی راننده اشاره نمود. زیاد بودن فشار پمپ بنزین، کم و زیاد باز شدن دریچه ساسات و یا گیر کردن سوزن ژیکلور از موارد تنظیم نبودن سیستم سوخت رسانی می‌باشد. کثیف بودن فیلتر هوا نیز

می تواند میزان مصرف سوخت را افزایش دهد.

در مورد نحوه ی رانندگی لازم است که بدانید هر موتور با توجه به نوع طراحی آن، دارای یک دور کارکرد بهینه است که در آن میزان مصرف سوخت، نسبت به مسافت پیموده شده توسط خودرو به حداقل می رسد. ولی اگر راننده در دورهای بالاتر و یا پایین تر رانندگی نماید، میزان مصرف سوخت افزایش می یابد. همچنین در حالتی که راننده پرشتاب رانندگی می نماید، یعنی دائماً در حال شتاب گیری و ترمز گیری است، میزان مصرف سوخت بیشتر از حالتی خواهد بود که خودرو با سرعت یکنواخت حرکت می کند.

از موارد دیگری که در میزان مصرف سوخت تأثیر گذار می باشد، بالا بودن مقاومت غلتشی لاستیک ها در هنگام کم باد بودن آنها و یا ناهموار بودن جاده می باشد.

۱۰-۱۱- جوش آوردن موتور: (Boil Over Of Engine)

اگر موتور خیلی سریع جوش می آورد، دلیل آن می تواند کم بودن آب سیستم خنک کاری و یا وجود مانعی در سیستم گردش آب باشد. کم بودن آب موتور در اکثر اوقات به علت نشتی می باشد؛ ولی گاهی اوقات نیز عدم گردش آب به دلیل ترکیدن شیلنگ ها و یا به دلیل مسدود شدن مسیر آب در اثر رسوبات موجود در لوله ها می باشد. گاهی دیگر نیز ترموستات در حالت بسته گیر کرده و مانع گردش آب می شود. گاهی اوقات نیز دلیل جوش آوردن موتور، ناشی از خرابی واترپمپ است. چون اگر واترپمپ و یا تسمه تأمین کننده قدرت آن دچار مشکل شود، دیگر توان گردش آب را نداشته و باعث داغ کردن موتور و جوش آوردن آن می شود.

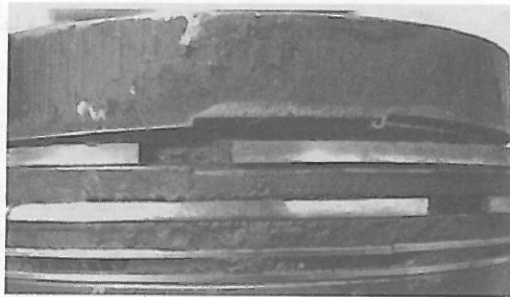
۱۱-۱۱- سر و صدای موتور: (Abnormal Noise From Engine)

همواره به یاد داشته باشید که وجود صدای غیر عادی در موتور، نشانه بروز یک مشکل می باشد. این صدا ممکن است ناشی از شکستگی رینگ های پیستون ها، لقی و فرسودگی گژن پین ها، ساییدگی و یا شکستگی یاتاقان ها و یا در اثر نامیزان بودن و وجود لقی در قطعات متحرک موتور باشد. در هر حال لازم است که منبع تولید صدا به دقت شناسایی گردیده و به رفع مشکل آن قطعه اقدام گردد.

۱۱-۱۲- آسیب دیدن رینگ‌های پیستون:

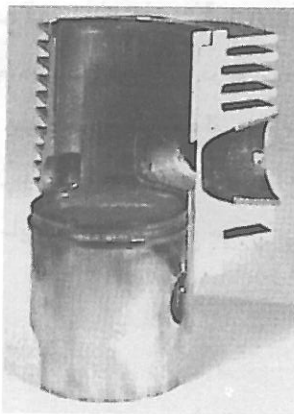
(Piston Rings Get Damaged)

یکی دیگر از مشکلاتی که ممکن است در موتور رخ دهد، آسیب دیدن رینگ‌های پیستون می‌باشد. گاهی اوقات در اثر مرور زمان، بین رینگ‌های پیستون و جداره سیلندر ساییدگی بوجود آمده و آب‌بندی بین آنها از بین می‌رود. این موضوع باعث رد کردن کمپرس و کاهش فشار گاز درون سیلندر در هنگام تراکم می‌شود که در نهایت قدرت موتور را کاهش می‌دهد. از سوی دیگر در هنگام آب‌بندی نبودن رینگ‌های پیستون، امکان ورود روغن به محفظه احتراق وجود دارد که موجب روغن سوزی می‌گردد. حتی در بعضی از موارد شدیدتر، امکان دارد که رینگ پیستون بشکند.



شکل ۱۱-۱- رینگ پیستون معیوب

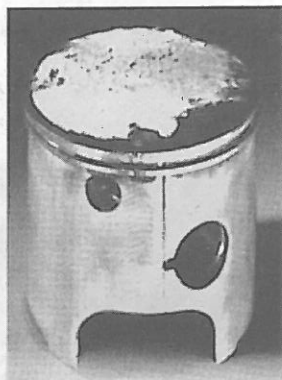
خلاصه اگر آسیب دیدگی صرفاً مربوط به رینگ‌های پیستون باشد، کافی است که موتور را پیاده نموده و مجموعه رینگ و پیستون را به همراه شاتون از درون سیلندر خارج نمایند و سپس رینگ‌ها را تعویض کنند. ولی اگر جداره سیلندر نیز آسیب دیده باشد، لازم است که درون سیلندر ماشینکاری گردد و از رینگ‌های با قطر بزرگتر استفاده شود.



شکل ۱۱-۲- رینگ پیستون و پیستون آسیب دیده

۱۱-۱۳- آسیب دیدن پیستون: (Piston Damage)

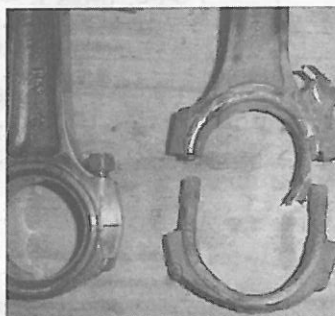
معمولاً کم اتفاق می‌افتد که پیستون آسیب ببیند. ولی گاهی اوقات محل نشستن رینگ‌های پیستون گشاد می‌شود و یا سوراخ مربوط به قرارگیری گژن پین که برای اتصال پیستون به شاتون است، دو پهن و گشاد می‌گردد. گاهی اوقات نیز کف پیستون دچار خوردگی و سوختگی می‌گردد. در هر حال، آسیب دیدگی پیستون از هر نوع که باشد، قابل تعمیر نبوده و لازم است که تعویض گردد.



شکل ۱۱-۳- پیستون آسیب دیده

۱۱-۱۴- عیوب شاتون: (Connecting Rod Defects)

شاتون‌ها نیز معمولاً به ندرت دچار آسیب دیدگی می‌شوند. ولی در هر حال احتمال پیچیدگی و یا خم شدن آنها وجود دارد. به عبارتی دیگر ممکن است که شاتون تاب برداشته و یا در اثر نیروهایی که دائماً به شاتون وارد می‌شود، دچار کشیدگی و یا فشردگی گردد؛ بطوریکه فاصله مرکز تا مرکز چشم‌های شاتون کمتر یا بیشتر شود. در این حالت احتمال پارگی محل اتصال شاتون به میل‌لنگ نیز وجود دارد. هر چند که احتمال بروز این عیوب کم است؛ ولی اگر چنین شد، لازم است که شاتون تعویض گردد.



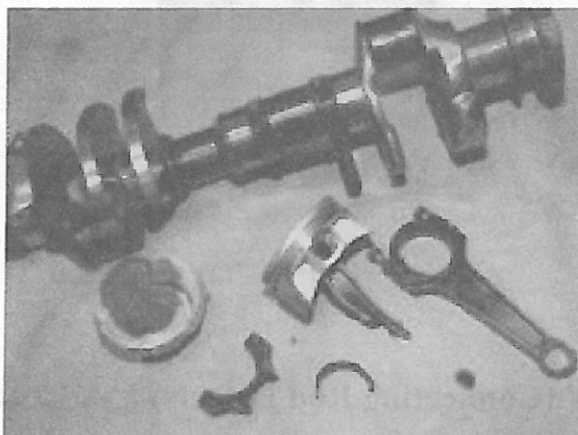
شکل ۱۱-۴- شاتون معیوب

۱۱-۱۵- عیوب میل لنگ: (Crank Shaft Defects)

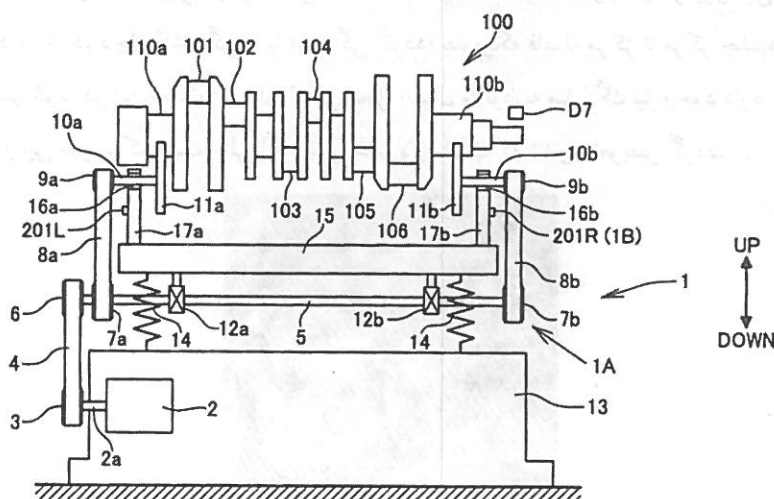
در مواردی که موتور پیاده می‌شود، خوب است که میل لنگ نیز از نظر تابیدگی چک گردد. هم محور بودن محل قرارگیری یاتاقان‌ها را می‌توان توسط ساعت اندازه‌گیری چک نمود.

اگر مقدار تابیدگی میل لنگ کم باشد، می‌توان آن را توسط ماشین کاری یاتاقان‌ها اصلاح نمود و اگر تابیدگی زیاد باشد، لازم است که میل لنگ تعویض گردد.

در ضمن از آنجایی که میل لنگ همواره تحت تأثیر بارهای ارتعاشی قرار دارد، ممکن است که در اثر ضربات وارده به آن، پس از گذشت زمان، دچار خستگی گردد. بنابراین گاهی اوقات میل لنگ از نظر خستگی و ترک نداشتن نیز تست می‌گردد.



شکل ۱۱-۵- میل لنگ آسیب دیده



شکل ۱۱-۶- تست میل لنگ

۱۱-۱۶- آسیب دیدگی یاتاقان‌های متحرک:

(Movable Bearing Damaged)

همانگونه که می‌دانید اتصال شاتون به میل‌لنگ توسط یاتاقان متحرک صورت می‌پذیرد. این یاتاقان‌ها معمولاً بصورت دو نیم هلالی بوده و در اثر نیروهایی که بطور مداوم به آنها اعمال می‌گردد، پس از مدتی دچار ساییدگی، دو پهن شدن، لهیدگی، خراشیدگی و یا حتی شکست می‌شوند. در این هنگام تعویض آنها ضروری می‌باشد.

البته در بسیاری از اوقات از بین رفتن یاتاقان‌ها، به دلیل نامرغوب بودن جنس یاتاقان و یا بالانس نبودن محور آن می‌باشد.

۱۱-۱۷- آسیب دیدگی یاتاقان‌های ثابت:

(Fixed Bearing Damaged)

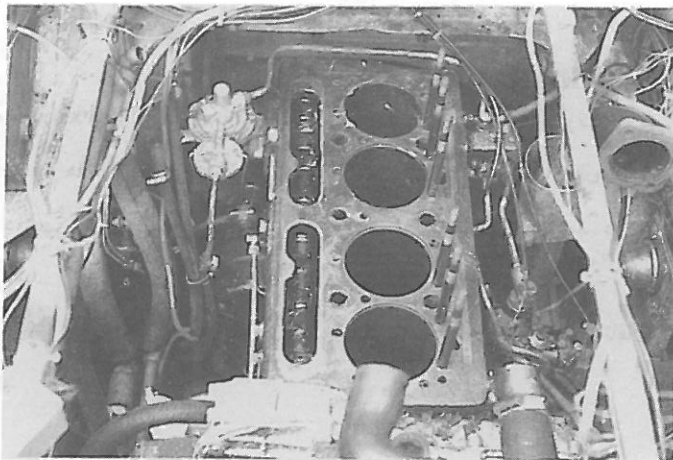
یاتاقان‌های ثابت به عنوان تکیه گاه‌های محوری میل‌لنگ می‌باشند که وظیفه تحمل وزن میل‌لنگ و نیروهای وارد به آنها توسط پیستون‌ها و شاتون‌ها را برعهده دارند.

تمامی مشکلاتی که ممکن است در یاتاقان‌های متحرک اتفاق بیافتد، در یاتاقان‌های ثابت نیز احتمال بروز آنها وجود دارد. یعنی امکان دارد یاتاقان‌های ثابت نیز دچار ساییدگی، لهیدگی، خراشیدگی و یا شکست گردند. حتی گاهی اوقات در اثر وجود مشکل در سیستم روغنکاری، روغن کافی به یاتاقان نرسیده و در اثر داغ شدن آن، ذوب موضعی و جوش خوردگی‌های جزئی رخ می‌دهد که باعث چسبیدن یاتاقان‌ها می‌شود.

۱۱-۱۸- عیوب بلوک‌های سیلندر و تعمیر آن:

(Cylinder Block Defects)

عموماً جداره داخلی سیلندر در اثر تماس با رینگ‌های پیستون، دچار ساییدگی، خراشیدگی و یا سوختگی می‌شوند. اگر این عیوب بصورت سطحی و با عمق کم باشند، با سمباده‌زنی و یا سنگ‌زنی قابل برطرف شدن می‌باشند و در مواردی که عمق این عیوب کمی بیشتر است، می‌توان با استفاده از ماشینکاری درون سیلندر و استفاده از رینگ پیستون‌های با قطر بزرگتر، مشکل را برطرف نمود.



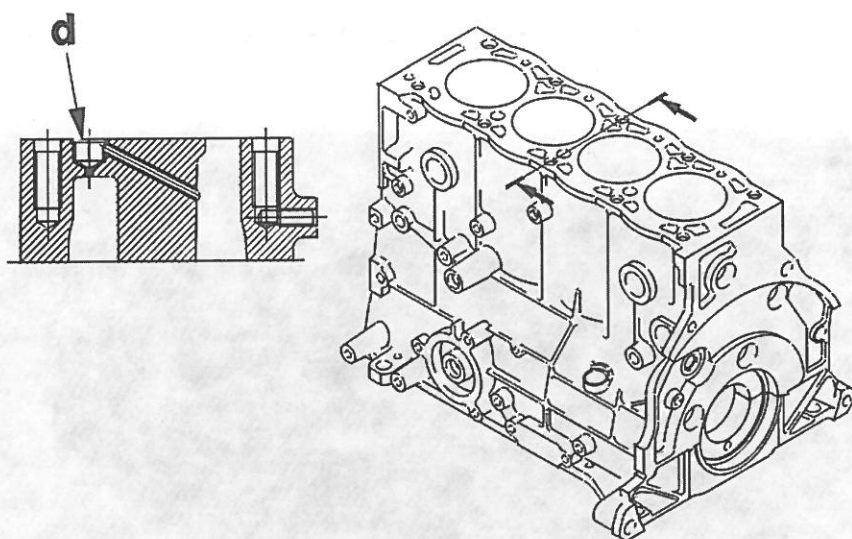
شکل ۱۱-۷- بلوکه سیلندر معیوب

برای پیدا کردن عیوب بلوکه سیلندر، لازم است که ابتدا آن را توسط بنزین شستشو داده و تمیز نمود؛ تا کلیه عیوب سطحی از قبیل خراش، پریدگی، خوردگی، ترک، ساییدگی، سوختگی و تغییر رنگ سطوح به خوبی قابل مشاهده شود.

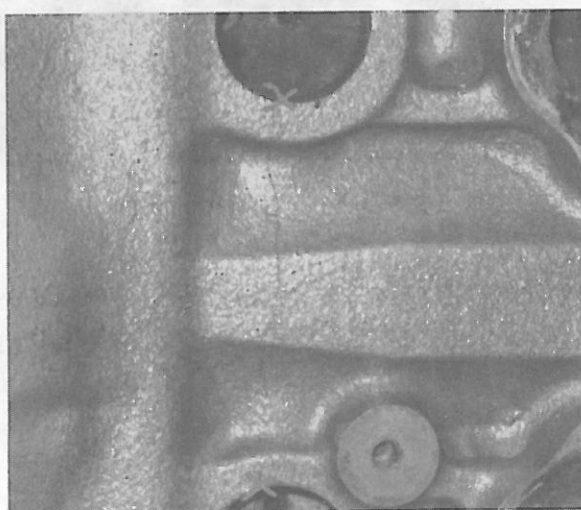
در ضمن اگر برای از بین بردن این عیوب، مجبور به ماشینکاری داخل سیلندرها شدیم، برای آب‌بندی آن می‌توان از رینگ پیستون‌های با قطر بزرگتر استفاده نمود؛ ولی در مواردی که عمق عیوب سطحی زیاد است و یا عیوبی همچون دو پهن شدن و یا مخروطی شدن داخل سیلندر که نیاز به ماشینکاری بیشتری می‌باشد، لازم است که بعد از ماشینکاری داخل سیلندر، درون آن از بوش پرسی استفاده شود. قطر داخلی این بوش باید متناسب با اندازه رینگ‌های پیستون بوده و قطر خارجی آن به گونه‌ای باشد که درون سیلندر با تلرانس پرسی جا زده شود.

استفاده از بوش پرسی در محل یاتاقان گردهایی که دو پهن گردیده‌اند و یا از همراستایی خارج شده‌اند و یا گشاد گردیده‌اند، نیز بسیار مرسوم و متداول می‌باشد. در مواردی که عمق این عیوب آنقدر زیاد است که توسط ماشینکاری برطرف نمی‌شود و یا بلوکه‌ی سیلندر ترک خورده است، تعویض بلوکه سیلندر الزامی است.

یکی دیگر از مواردی که می‌تواند باعث ترکیدگی بلوکه سیلندر و ترک خوردن آن گردد، نریختن مایع ضد یخ درون آب رادیاتور و موتور در فصل زمستان است. زیرا اگر در سرمای زیر صفر درجه، درون آب موتور، ضد یخ وجود نداشته باشد، امکان یخ زدن آب وجود دارد. از طرفی می‌دانید که آب در هنگام یخ زدن دچار افزایش حجم می‌گردد. بنابراین در این حالت ممکن است که آب درون مجراهای بلوکه سیلندر یخ زده و افزایش حجم دهد. این پدیده می‌تواند باعث ترکیدن بلوکه سیلندر شود.



شکل ۱۱-۸- مجراهای آب در بلوکه سیلندر

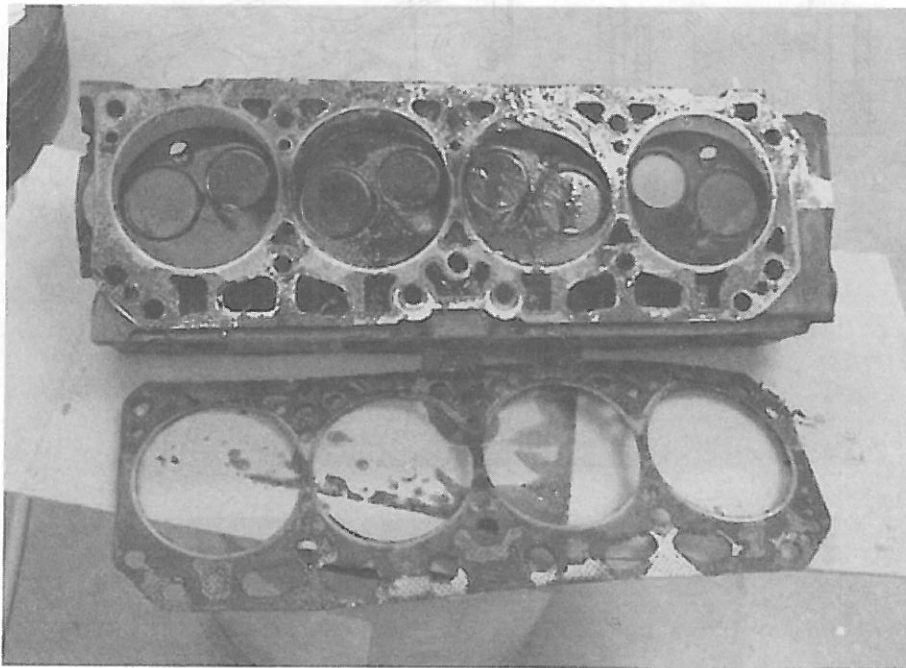


شکل ۱۱-۹- ترک خوردگی بلوکه سیلندر

۱۱-۱۹- عیوب سرسیلندر و تعمیر آن: (Cylinder Head Defects)

سرسیلندر به عنوان تکمیل کننده محفظه احتراق بایستی دارای کفی کاملاً صاف باشد، تا با بلوکه سیلندر به خوبی آب بندی گردد. همچنین لازم است سطوحی که محل نصب مانیفولد هوا و دود است، دارای سطحی صاف باشند. یکی دیگر از مواردی که لازم است در سر سیلندر چک شود، تاب نداشتن آن است. در صورتیکه در هنگام عمل نکردن سیستم خنک کاری، سرسیلندر نیز به همراه بلوکه سیلندر داغ

شده و تاب برمی دارد. برای رفع این مشکل ضرورت دارد که بلوکه سیلندر و سرسیلندر هر دو کف تراشی شوند.

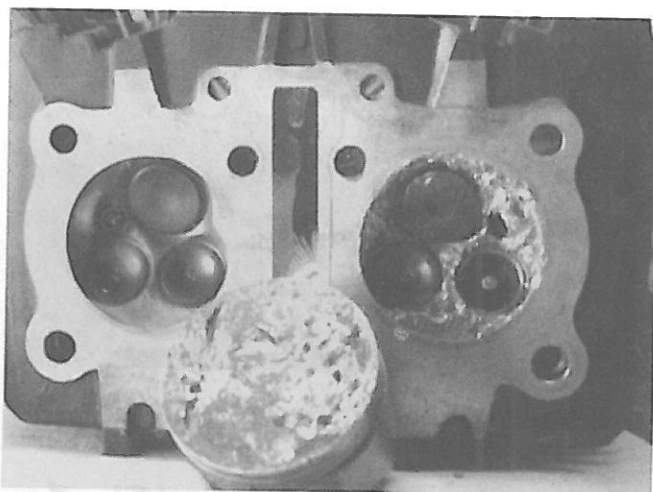


شکل ۱۱-۱۰- سرسیلندر معیوب

در ضمن اگر آب بندی در محل راهنمای سوپاپ (گیت) و نشیمنگاه سوپاپ (سیت) از بین برود، لازم است که تعویض گردند. اما اگر از نوع یکپارچه باشند، ابتدا ماشینکاری شده و سپس از بوش پرسی استفاده می شود.

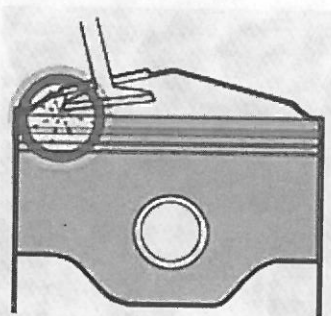
۱۱-۲۰- عیوب سوپاپ: (Valve Defects)

گاهی اوقات سوپاپ ها در اثر کارکرد زیاد و یا داغ شدن، دچار ساییدگی، تابیدگی و خمیدگی می شوند. این موضوع می تواند باعث گیر کردن سوپاپ و چسبیدن آن شود. یکی از مهمترین دلایل این موضوع، می تواند کم بودن زمان باز بودن سوپاپ دود باشد. زیرا در این حالت سوپاپ دود سریع تر داغ می شود. در این موارد بهتر است که سوپاپ تعویض گردد. از موارد دیگری که باعث چسبیدن سوپاپ می شود، جرم گرفتگی ساق سوپاپ است. اگر سوپاپ صرفاً دچار جرم گرفتگی شده باشد، می توان آن را توسط برس سیمی تمیز نمود.



شکل ۱۱-۱۱- آسیب دیدگی سوپاپ‌ها و محل نشیمنگاه سوپاپ

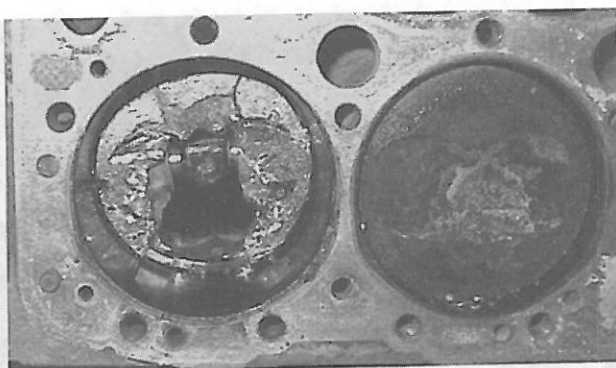
یکی از عیوب متداول دیگر در مورد سوپاپ‌ها، به هم خوردن تنظیم تایمینگ سوپاپ‌ها می‌باشد. این موضوع می‌تواند باعث برخورد سوپاپ‌ها با کف پیستون شده و در نهایت منجر به کج شدن سوپاپ‌ها و یا شکستن آنها شود. این رخداد بسیار خطرناک بوده و حتی ممکن است باعث آسیب دیدگی پیستون نیز گردد.



شکل ۱۱-۱۲- برخورد سوپاپ با کف پیستون در اثر به هم خوردن تنظیمات تایمینگ



شکل ۱۱-۱۳- پیستون آسیب دیده در اثر برخورد با سوپاپ

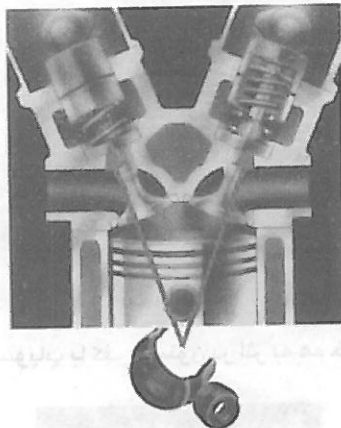


شکل ۱۱-۱۴- خرد شدن پیستون در اثر برخورد با سوپاپ

۱۱-۲۱- ساییدگی انگشتی سوپاپ و تایپیت:

(Erosion of Rocker Arm & Tappet)

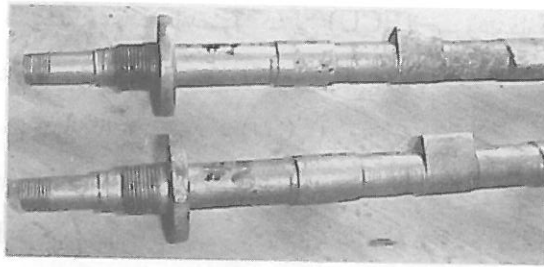
با گذشت زمان، به علت تماس بیش از حد سر انگشتی با تایپیت، سر انگشتی دچار ساییدگی می شود. در این صورت لازم است قطعات ساییده شده تعویض گردند. اکثر اوقات به منظور جلوگیری از سایش، سر میل تایپیت و انگشتی سوپاپ را سخت کاری می نمایند.



شکل ۱۱-۱۵- محل ساییده شدن ساق سوپاپ ها و سیت ها

۱۱-۲۲- ساییدگی میل بادامک: (Erosion of Cam Shaft)

از آنجایی که بادامک های میل بادامک نیز دائماً در حال تماس با تایپیت ها هستند، بعد از مدتی کارکرد ممکن است دچار ساییدگی شوند. در این حالت لازم است که میل بادامک آسیب دیده، تعویض گردد.



شکل ۱۱-۱۶- میل بادامک آسیب دیده

۱۱-۲۳- دستگاه دیاگ: (DIAG Set)

با توجه به پیشرفت‌های فراوانی که در زمینه تکنولوژی خودرو بوجود آمده است و به کارگیری سیستم‌های کنترل کننده الکترونیکی (ECU) در خودروها، عیب‌یابی و شناسایی قطعات معیوب در این گونه خودروها کار مشکلی شده است.

دستگاه دیاگ تولز یکی از ابزارهای جدیدی است که به منظور عیب‌یابی این گونه خودروها طراحی گردیده است. این دستگاه فقط برای عیب‌یابی خودروهایی استفاده می‌شود که دارای سیستم کنترل الکترونیکی (ECU) هستند.

دستگاه دیاگ دارای یک سیستم کامپیوتری است که براساس اطلاعات دریافتی از سنسورها، ECU و عملگرها، عیوب مربوط به مدارات الکترونیکی و قطعات معیوب را پیدا می‌نماید.



شکل ۱۱-۱۷- دستگاه دیاگ

هر چند که دستگاه دیاگ در اصل برای پیدا نمودن عیوب برقی و سیستم‌های کنترلی (ECU) مورد استفاده قرار می‌گیرد، ولی در صورت ماهر بودن تعمیرکار، سایر عیوب مکانیکی نیز قابل تشخیص می‌باشد.

جهت برقراری ارتباط دستگاه دیاگ با سیستم کنترلی (ECU)، ضرورت دارد که کارخانه سازنده، یک کانکتور اتصال دهنده را در نظر بگیرد. بطوریکه در مواقع عیب‌یابی با اتصال این کانکتور (اتصال دهنده)، ارتباط دستگاه دیاگ با کامپیوتر خودرو (ECU) برقرار گردد.

بنابراین به منظور کار کردن با دستگاه دیاگ، ابتدا لازم است که کانکتور دستگاه دیاگ توسط یک کابل به کانکتور ECU خودرو متصل گردیده و سپس نوع خودرو در منوی دستگاه مشخص شود. آنگاه بدون روشن کردن موتور، صرفاً سوئیچ را در حالت باز قرار داده تا برق به کامپیوتر خودرو (ECU) برسد. با این اقدام، ارتباط بین دستگاه دیاگ و ECU خودرو برقرار شده و تبادل اطلاعات انجام می‌پذیرد. این موضوع توسط پیغامی در صفحه مانیتور دستگاه دیاگ نیز نشان داده می‌شود.

آنگاه براساس کدهایی که دستگاه دیاگ نشان می‌دهد و مقادیر پارامترهای تعریف شده و با استفاده از دفترچه راهنمای مربوطه می‌توان قطعات معیوب را شناسایی نمود. توجه داشته باشید که تشخیص عیوب با استفاده از کدهای نشان داده شده توسط دستگاه دیاگ، تا حد زیادی بستگی به مهارت تعمیرکار دارد. بطوریکه اگر تعمیرکار از مهارت بالایی برخوردار باشد، می‌تواند با خواندن این کدها و مقادیر نشان داده شده برای پارامترها، علاوه بر عیوب الکترونیکی و برنامه‌ریزی‌های کامپیوتری، تا حدی عیوب مکانیکی را نیز تشخیص دهد.

البته توجه داشته باشید که هیچ‌گاه در تشخیص عیوب عجله نکنید. زیرا در بسیاری از اوقات، عیوب بوجود آمده در سیستم‌های برقی و الکترونیکی، ناشی از مشکلات مونتاژی و شل بودن اتصالات (کانکتورها) می‌باشد. بطوریکه در خیلی از مواقع، صرفاً با محکم نمودن اتصالات برقی و درست جا زدن قطعات، مشکل برطرف می‌شود.

بنابراین به منظور تشخیص عیوب، علاوه بر خواندن کدهای عیب‌یابی دستگاه دیاگ، مشاهده پارامترهای عملکردی موتور که در مانیتور دستگاه نشان داده می‌شود و تحلیل آنها نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. این موضوع تا حد زیادی به مهارت تعمیرکار بستگی دارد.

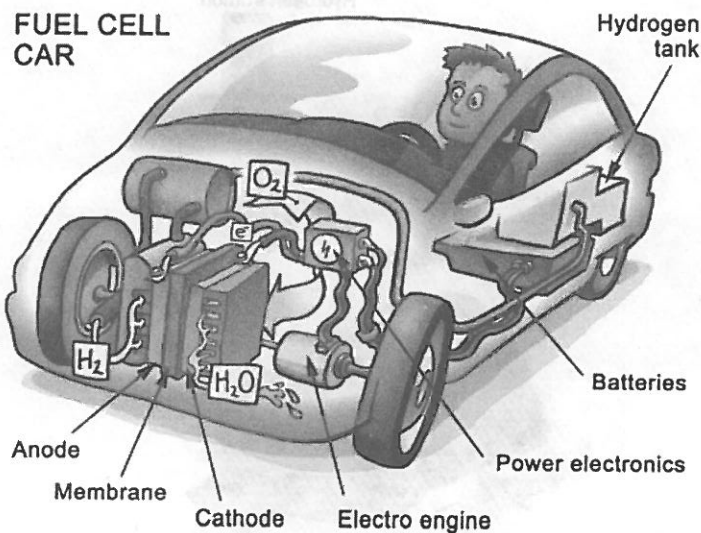
نکته قابل ذکر دیگر این که کدهای شناسایی عیوب در هر خودرویی، خاص همان خودرو تعریف شده است و در ارتباط با سایر خودروها معنایی ندارد. به همین دلیل ضرورت دارد که هر کارخانه خودروسازی، دستگاه دیاگ مخصوص محصولات خود را نیز طراحی نماید. البته در بسیاری از اوقات دستگاه‌های دیاگ طراحی شده، بصورت چند منظوره بوده و می‌توانند برای مدل‌های مختلف خودرو مورد استفاده قرار گیرند. فقط مهم آن است که کدهای عیب‌یابی مربوط به آن خودرو در دستگاه دیاگ تعریف شده باشد و در هنگام شروع به کار با دستگاه دیاگ، ابتدا نوع خودرو در منوی دستگاه مشخص گردد.

موتورهای هیبریدی

Hybrid Engines

۱-۱۲ - مقدمه: (Introduction)

با توجه به محدودیت‌هایی که برای سوخت‌های فسیلی وجود دارد و مسئله آلودگی محیط زیست، مراکز تحقیقاتی و طراحان خودرو به دنبال ساخت موتورهای هستند که از سوخت‌های جایگزین جدید استفاده نمایند. یکی از انواع اینگونه‌ها موتورهای هیبریدی می‌باشند. اولین خودروی هیبریدی در سال ۱۹۰۵ میلادی توسط یک مهندس آمریکایی به نام Piper ساخته شد. موتور این خودرو تلفیقی از موتورهای بنزینی و موتورهای الکتریکی بود. این موتور می‌توانست طی مدت ۱۰ ثانیه، سرعت خود را به ۲۵ مایل بر ساعت برساند. ولی با توجه به پیشرفت سریع موتورهای احتراق داخلی که دارای سرعت و قدرت بالاتری هستند، خیلی از آنها استقبال نشد.



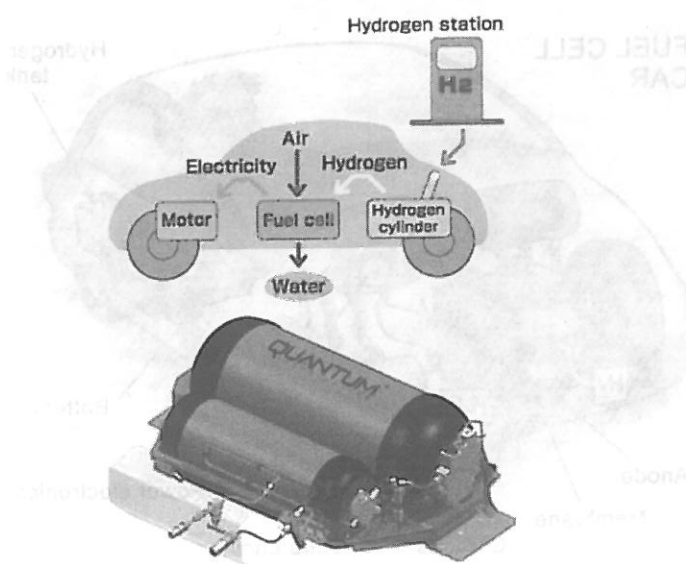
شکل ۱-۱۲ خودروی هیبریدی

در طی سالهای اخیر با توجه به کاهش منابع سوخت‌های فسیلی و جدی شدن مسئله آلودگی محیط زیست، دوباره توجه محققین به این گروه از خودروها جلب شده است. امروزه بسیاری از شرکت‌های مهم خودروسازی جهان از جمله کرایسلر، جنرال موتور، فورد، فیات، پژو، تویوتا، میتسوبیshi، هنداء، نیسان و ... به دنبال طراحی و ساخت موتورهای هیبریدی هستند. حتی بسیاری از این شرکت‌ها تاکنون توانسته‌اند که مدل‌های مختلفی از خودروهای هیبریدی را به بازار عرضه نمایند.

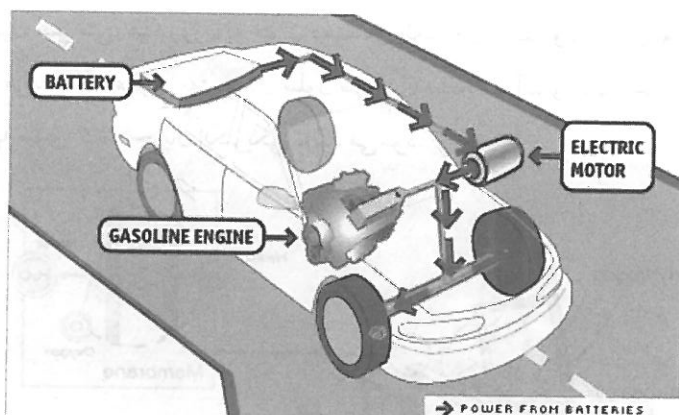
۱۲-۲- اساس کار موتورهای هیبریدی:

(Fundamental Of Hybrid Engines)

یک موتور هیبریدی از دو قسمت اصلی تشکیل گردیده است. اولاً نیاز به واحدی داریم که بتواند انرژی الکتریکی تولید نماید. این واحد ممکن است یک سلول سوختی باشد که با استفاده از ترکیب هیدروژن و اکسیژن، انرژی الکتریکی را تولید می‌نماید و یا بصورت یک موتور احتراق داخلی باشد که توسط آن یک ژنراتور الکتریکی به کار می‌افتد. ثانیاً نیازمند یک موتور الکتریکی می‌باشد که با به کارگیری انرژی الکتریکی تولید شده در واحد قبلی، بتواند نیروی محرک مورد نیاز برای حرکت خودرو را تأمین نماید. در حقیقت یکی از قسمت‌ها، وظیفه تولید جریان الکتریکی را برعهده دارد و قسمت دیگر یک موتور الکتریکی می‌باشد که با استفاده از برق، قدرت مورد نیاز خودرو را تأمین می‌نماید.



شکل ۱۲-۲- خودروی هیبریدی دارای سلول سوختی



شکل ۱۲-۳- خودروی هیبریدی با موتور بنزینی

به منظور ذخیره سازی جریان الکتریکی تولید شده در خودروهای هیبریدی، معمولاً از باتری های مخصوصی استفاده می شود که توانایی ذخیره نمودن برق تولید شده را دارا می باشند. این انرژی الکتریکی به منظور راه اندازی موتور الکتریکی و تأمین قدرت مورد نیاز برای به حرکت در آوردن خودرو مورد استفاده قرار می گیرد.

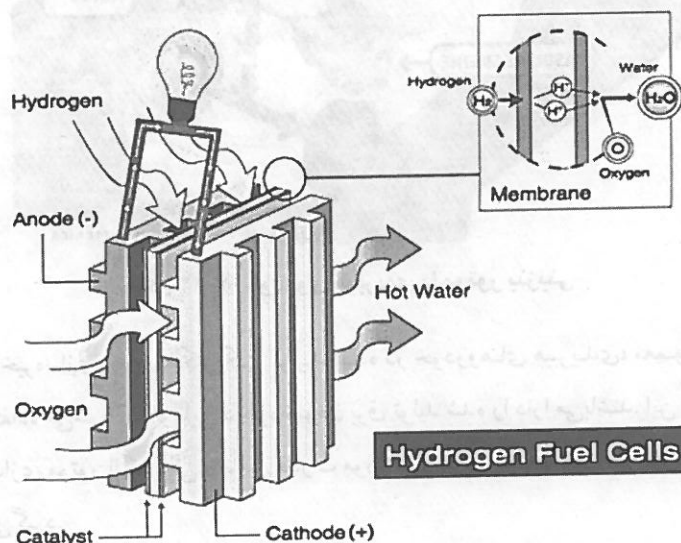
موتورهای هیبریدی معمولاً دارای راندمان بالا، در حدود ۲ الی ۳ برابر راندمان موتورهای احتراق داخلی می باشند و از سوی دیگر میزان آلاینده گی آنها کمتر می باشد. ولی قیمت تجهیزات آنها نسبتاً بالا و گرانقیمت می باشد.

۱۲-۳- اساس کار سلول سوختی: (Fundamental Of Fuel Cell)

همانطور که گفته شد در موتورهای هیبریدی، یک واحد تولید کننده انرژی الکتریکی وجود دارد. گاهی اوقات یک موتور احتراق داخلی که یک ژنراتور الکتریکی را به کار می اندازد، این وظیفه را برعهده دارد و گاهی دیگر از سوخت هیدروژن استفاده می شود. سوخت هیدروژن نیز ممکن است همچون سایر سوخت ها در داخل یک محفظه احتراق با اکسیژن ترکیب شود و یا در داخل یک سلول سوختی مورد استفاده قرار گیرد.

سلول سوختی به منظور تولید انرژی الکتریکی با استفاده از هیدروژن مورد استفاده قرار می گیرد. زیرا همانگونه که طی عمل الکترولیز، می توان با عبور جریان الکتریکی از آب، آن را به گازهای هیدروژن و اکسیژن تجزیه نمود؛ در یک واکنش معکوس نیز می توان از ترکیب هیدروژن با اکسیژن، جریان الکتریکی تولید نمود. این فرآیند در داخل یک سلول سوختی انجام می شود.

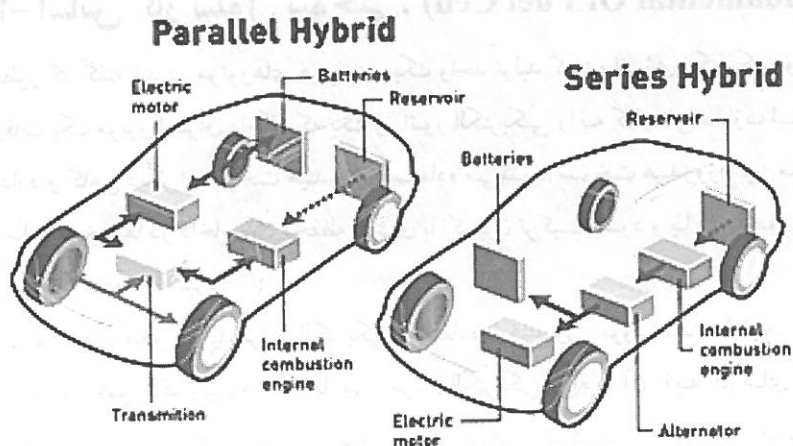
در یک سلول سوختی، هیدروژن به عنوان دهنده‌ی الکترون (آند) و اکسیژن به عنوان گیرنده‌ی الکترون (کاتد) می‌باشد. به عبارتی بهتر درون سلول سوختی، صفحات آند و کاتد وجود دارد که با انتقال الکترون از آند به سوی کاتد، جریان الکتریکی تولید می‌شود.



شکل ۱۲-۴- اساس کار سلول سوختی

۱۲-۴- انواع خودروهای هیبریدی: (Hybrid Vehicle Types)

خودروهای هیبریدی براساس نحوه اتصال اجزاء آن و با توجه به شکل پیکربندی و ساختار آن می‌توانند به یکی از حالت‌های زیر باشند:



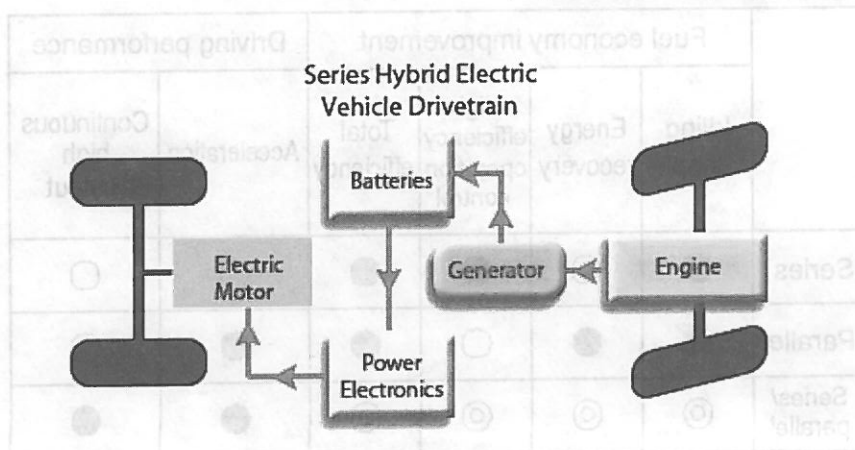
شکل ۱۲-۵- انواع خودروهای هیبریدی (سری - موازی)

۱- خودرو هیبریدی سری: (Series Hybrid Vehicle)

در این مدل از خودروهای هیبریدی، یک واحد تولید کننده جریان الکتریکی وجود دارد که قابلیت تولید انرژی الکتریکی را دارد. این واحد یا یک سلول سوختی است و یا با استفاده از یک موتور احتراق داخلی، باعث به گردش در آمدن یک ژنراتور و تولید جریان الکتریکی می‌شود. در نهایت لازم است که این انرژی الکتریکی تولید شده در تعدادی باتری ذخیره گردد.

انرژی الکتریکی ذخیره شده در باتری‌ها برای به گردش در آوردن یک موتور الکتریکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این موتور الکتریکی همان واحد مولد قدرت خودرو می‌باشد که گشتاور تولید شده توسط آن از طریق سیستم انتقال قدرت به چرخ‌ها منتقل می‌گردد.

از آنجایی که نحوه ارتباط واحد تولید کننده جریان الکتریکی، باتری، موتور الکتریکی و سیستم انتقال قدرت بصورت سری می‌باشد، به این مدل، خودروی هیبریدی سری گفته می‌شود. هر چند که رانندگان موتورهای سری نسبتاً زیاد می‌باشد، ولی قدرت تولید شده در آنها کم است. به همین دلیل از آنها فقط در موتورهای کم قدرت استفاده می‌شود.



شکل ۱۲-۶- خودرو هیبریدی سری

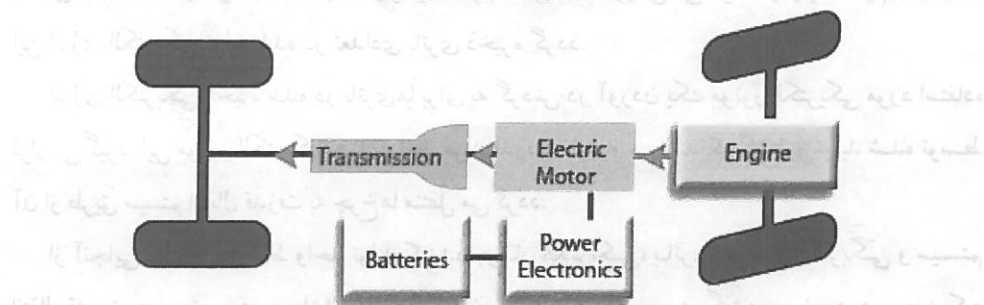
۲- خودرو هیبریدی موازی: (Parallel Hybrid Vehicle)

در این حالت واحد تولید کننده جریان الکتریکی (ژنراتور) وجود ندارد. بلکه قدرت تولید شده توسط موتور احتراق داخلی و یا سلول سوختی، مستقیماً باعث به گردش در آمدن موتور الکتریکی می‌شود. سپس این قدرت از طریق سیستم انتقال قدرت به چرخ‌ها منتقل می‌گردد.

در این مدل خودروی هیبریدی، قدرت الکتریکی تأمین شده توسط باتری بصورت موازی با موتور اصلی می‌باشد. بطوریکه در شرایط عادی، قدرت مورد نیاز خودرو توسط موتور اصلی تأمین

می‌شود و فقط در شرایطی همچون حالت‌های شتاب‌گیری و در سربالایی‌ها که نیاز به قدرت بیشتری می‌باشد، انرژی الکتریکی به عنوان یک کمک کننده به موتور اصلی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

Parallel Hybrid Electric
Vehicle Drivetrain



شکل ۱۲-۷- خودرو هیبریدی موازی

Hybrid system comparison

	Fuel economy improvement				Driving performance	
	Idling stop	Energy recovery	High-efficiency operation control	Total efficiency	Acceleration	Continuous high output
Series	●	⊙	●	●	○	○
Parallel	●	●	○	●	●	○
Series/parallel	⊙	⊙	⊙	⊙	●	●

⊙ Excellent ● Superior ○ Somewhat unfavorable

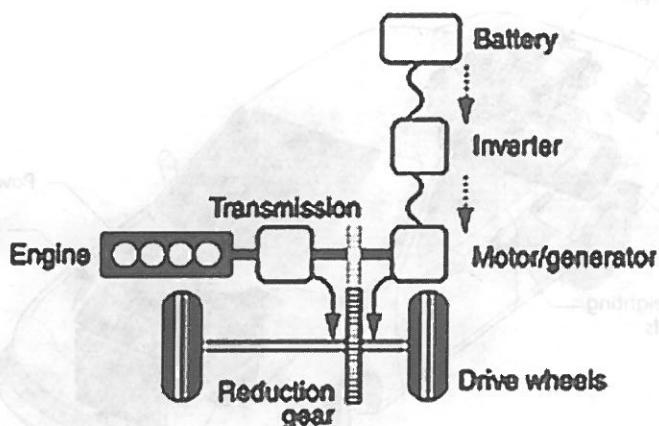
شکل ۱۲-۸- مقایسه خودروهای هیبریدی سری، موازی و مدل ترکیبی

۳- خودرو هیبریدی سری - موازی: (Parallel - Series Hybrid Vehicle)

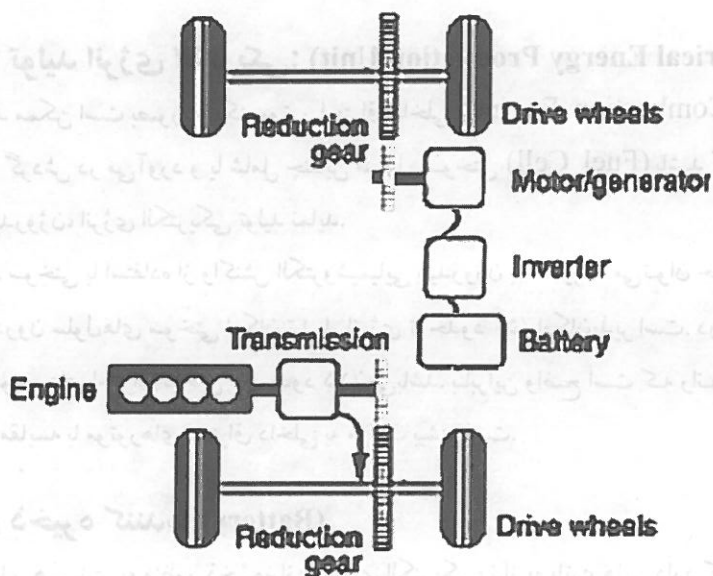
دسته دیگری از خودروهای هیبریدی وجود دارد که دارای هر دو سیستم سری و موازی می‌باشند، بطوریکه متناسب با شرایط مختلف می‌توان از هر یک از این سیستم‌ها استفاده نمود. مثلاً در هنگامی که خودرو در داخل شهر حرکت می‌نماید و نیاز به قدرت کمی دارد و برعکس مسئله آلاینده‌گی محیط زیست از اهمیت بیشتری برخوردار است، می‌توان از سیستم الکتریکی استفاده نمود و آن هنگام که خودرو

در حال تردد در بیرون شهر است، سیستم احتراقی مورد استفاده قرار می گیرد. حتی به کارگیری همزمان هر دو سیستم در مواقع شتاب گیری و مواردی که نیاز به قدرت بیشتری می باشد، امکان پذیر است.

→ Drive power → Electric power



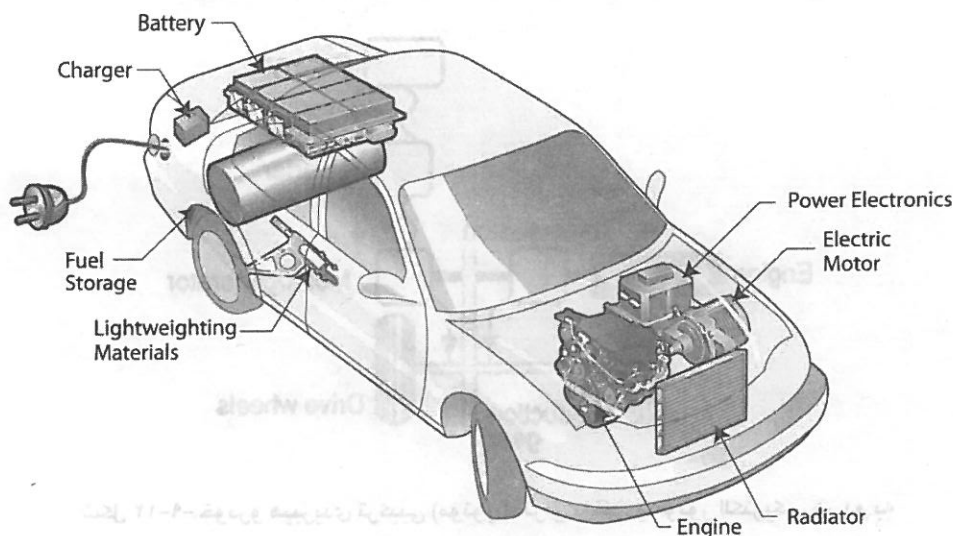
شکل ۹-۱۲- خودرو هیبریدی ترکیبی (موتور احتراق داخلی و موتور الکتریکی، هر دو به یک محور متصل گردیده اند)



شکل ۱۰-۱۲- خودرو هیبریدی ترکیبی (موتور احتراق داخلی و موتور الکتریکی، بصورت کاملاً مجزا هستند)

۱۲-۵- اجزای خودروهای هیبریدی: (Hybrid Vehicle Parts)

خودروهای هیبریدی براساس نوع سیستمی که دارند، ممکن است دارای قطعات و اجزاء متفاوتی باشند. ولی بطور کل می‌توان گفت که یک خودرو هیبریدی شامل قسمت‌های زیر می‌باشد:



شکل ۱۲-۱۱- اجزای خودرو هیبریدی

۱- واحد تولید انرژی الکتریکی: (Electrical Energy Production Unit)

این واحد ممکن است بصورت یک موتور احتراق داخلی (Combustion Engine) باشد که یک ژنراتور را به گردش در می‌آورد و یا شامل چندین سلول سوختی (Fuel Cell) باشد که می‌تواند با استفاده از هیدروژن، انرژی الکتریکی تولید نماید.

در سلول سوختی با استفاده از واکنش الکتروشیمیایی هیدروژن با اکسیژن، می‌توان جریان الکتریکی تولید نمود. درون سلول‌های سوختی امکان تبدیل انرژی تا حدود ۵۰٪ امکان‌پذیر است. در صورتیکه این مقدار برای موتورهای احتراق داخلی در حدود ۲۵٪ می‌باشد. بنابراین واضح است که راندمان موتورهای هیبریدی در مقایسه با موتورهای احتراق داخلی به مراتب بیشتر است.

۲- باتری ذخیره کننده: (Battery)

خودروهای هیبریدی به منظور ذخیره‌سازی انرژی الکتریکی، نیاز به باتری‌هایی دارد که قابلیت ذخیره نمودن مقدار قابل توجهی از انرژی را دارا باشد و از سوی دیگر دارای طول عمر زیاد و راندمان مناسبی باشد. همچنین ضرورت دارد که به خوبی قابل شارژ شدن بوده و بتوانند در دورهای بالا و سربالایی‌ها و در

هنگام شتاب‌گیری خودرو، توان مورد نیاز خودرو را تأمین نمایند.

۳- فراخازن: (Over Capacitor)

فراخازن مدل خاصی از خازن‌های الکترونیکی می‌باشد که قابلیت ذخیره انرژی الکتریکی آن بیش از خازن‌های معمولی است.

فراخازن به عنوان دومین منبع ذخیره انرژی الکتریکی بعد از باتری می‌باشد که می‌تواند در هنگام شتاب‌گیری خودرو و در سربالایی‌ها، به تأمین ولتاژ مورد نیاز موتور الکتریکی کمک نموده و مانع افت ولتاژ گردد.

۴- موتور الکتریکی: (Electrical Motor)

قدرت مورد نیاز در خودروهای هیبریدی از طریق یک موتور الکتریکی تأمین می‌گردد. به همین دلیل است که می‌توان گفت خودرو هیبریدی، نوعی خودرو برقی تکامل یافته نیز محسوب می‌گردد.

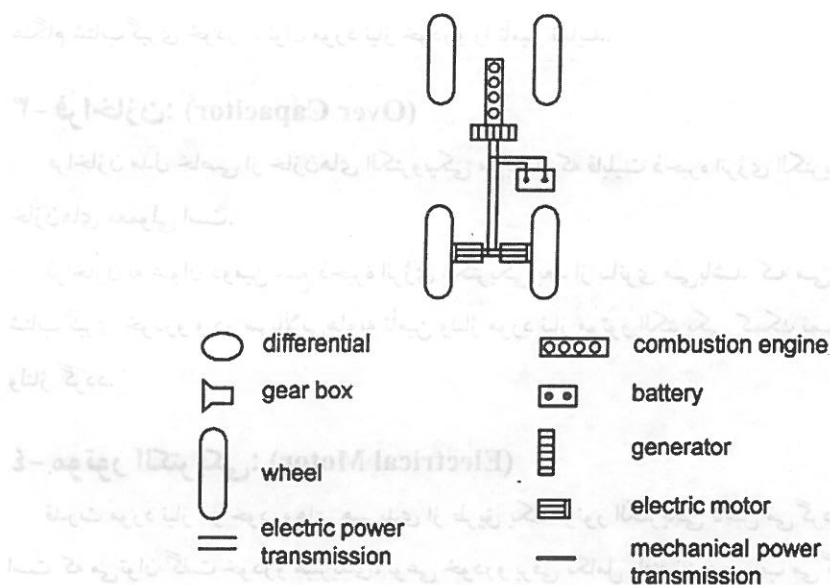
این موتور الکتریکی می‌تواند انرژی ذخیره شده در باتری‌ها را به انرژی مکانیکی تبدیل نماید و بدین طریق خودرو را به حرکت در آورد. از مزیت‌های موتورهای الکتریکی این است که برخلاف موتورهای احتراق داخلی که در دورهای پایین، امکان تولید گشتاور را ندارد، حتی در دورهای پایین نیز می‌توانند گشتاور تولید نمایند.

همچنین از آنجایی که انعطاف‌پذیری موتورهای الکتریکی نسبت به تغییر وضعیت بیشتر است، دارای قابلیت شتاب‌گیری بهتر و قابلیت کنترل دقیق‌تری می‌باشند.

۵- کنترل کننده موتور هیبریدی: (Controller Of Hybrid Engine)

معمولاً موتورهای هیبریدی دارای یک سیستم کنترل کننده می‌باشند که می‌تواند مقدار جریان و ولتاژ موتورهای الکتریکی را کنترل نماید. این کنترل براساس شرایط عملکردی موتور انجام می‌شود.

همچنین در مورد خودروهای هیبریدی که می‌توانند با چند سوخت کار نمایند، معمولاً یک کیت الکترونیکی وجود دارد که امکان تغییر وضعیت بین استفاده از سوخت هیدروژن و یا سایر سوخت‌های فسیلی را فراهم می‌آورد.



شکل ۱۲-۱۲- ساختمان خودروی هیبریدی

۵- کنترل کننده موتور هیبریدی (Controller Of Hybrid Engine):

این بخش از سیستم کنترل هیبریدی است که وظیفه دارد موتور هیبریدی را در حالت کار قرار دهد و در صورت نیاز، موتور هیبریدی را خاموش کند. این بخش از سیستم کنترل هیبریدی است که وظیفه دارد موتور هیبریدی را در حالت کار قرار دهد و در صورت نیاز، موتور هیبریدی را خاموش کند. این بخش از سیستم کنترل هیبریدی است که وظیفه دارد موتور هیبریدی را در حالت کار قرار دهد و در صورت نیاز، موتور هیبریدی را خاموش کند.

موتورهای جت

Jet Engines

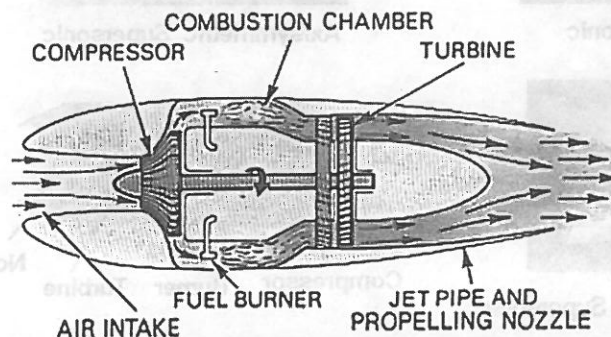
۱-۱۳- مقدمه: (Introduction)

موتورهای جت عموماً در هواپیماها مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما با توجه به اینکه مبحث این جلد در خصوص موتور می‌باشد، خالی از لطف نیست که اشاره‌ای مختصر به موتورهای جت نیز داشته باشیم و ساختمان و عملکرد انواع مختلف آن را به صورت اجمالی بررسی نماییم.

از سوی دیگر، هر چند که در اغلب اوقات برای خودروها از موتورهای احتراق داخلی استفاده می‌شود، ولی گاهی اوقات برای کاربردهای خاص از قبیل خودروهای مسابقه‌ای ویژه نیز ممکن است از موتورهای جت استفاده شود.

۲-۱۳- مکانیزم موتور جت: (Mechanism of Jet Engine)

مکانیزم عملکردی موتور جت براساس قانون سوم نیوتن (قانون عمل و عکس العمل) طراحی گردیده است، یعنی موتور جت جریان هوا را گرفته و پس از شتاب دادن، آن را به صورت پرفشار از انتهای موتور خارج می‌نمایند.



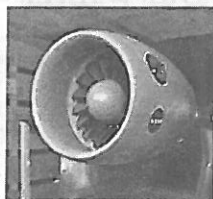
شکل ۱-۱۳- موتور جت

طبق قانون عمل و عکس العمل، در اثر رانده شدن پرفشار جریان گاز به سمت عقب، موتور جت و مجموعه همراه آن به سمت جلو رانده می شود و بدین گونه نیروی رانش ایجاد می گردد.

۱۳-۳- اجزای موتور جت: (Jet Engine Parts)

۱- مجرای ورود: (Inlet)

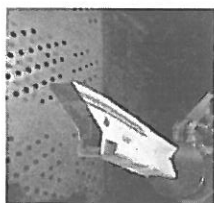
در کلیه موتورهای جت یک مجرای ورود هوا وجود دارد که هوا از طریق آن وارد موتور می شود. اندازه و شکل مجرای ورود هوا تأثیر بسزایی بر روی قدرت موتور جت و راندمان آن دارد. حتی شکل مجرای ورودی بر روی قدرت مانوردهی هواپیما و زاویه حمله آن در هنگام اوج گیری تأثیر گذار می باشد. معمولاً برای هواپیماهای مسافری که در سرعت هایی کمتر از سرعت صوت (مادون صوت) حرکت می نمایند، از مجرای ورودی Subsonic استفاده می شود که به صورت مستقیم و کوتاه می باشد. معمولاً لبه های این مدل مجرای ورودی، به صورت منحنی شکل و ضخیم می باشد. ولی برای هواپیماهایی که می توانند با سرعت هایی بیش از سرعت صوت (مافوق صوت) نیز حرکت نمایند، معمولاً از مجرای ورودی Supersonic استفاده می شود. در این مدل از مجرای ورودی، به منظور جلوگیری از کاهش راندمان و کارایی موتور جت، از لبه های تیز و نازک استفاده شده است. ولی لازم است که سرعت هوا قبل از ورود به کمپرسور، مقداری کاهش یافته و به کمتر از سرعت صوت برسد. برای این منظور ممکن است در مجرای ورودی از شکل های مختلف هندسی استفاده شود.



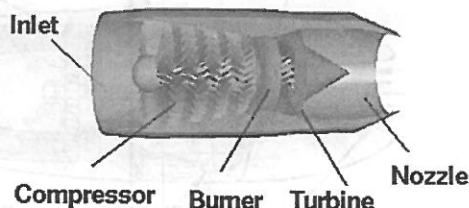
Subsonic



Axisymmetric Supersonic



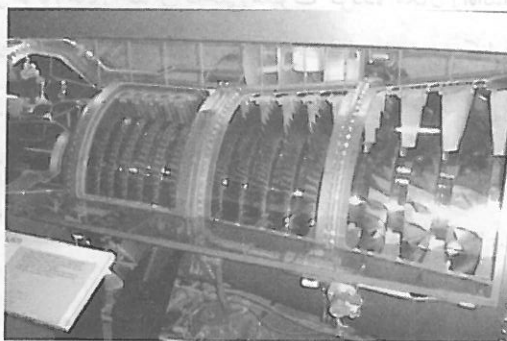
Rectangular Supersonic



۲- کمپرسور: (Compressor)

هوایی که از طریق مجرای ورودی وارد موتور جت می‌شود، لازم است که قبل از ورود به محفظه احتراق، توسط کمپرسور فشرده گردد. این کمپرسور ممکن است که از نوع گریز از مرکز و یا محوری و یا ترکیبی از این دو مدل باشد. در کمپرسورهای گریز از مرکز، هوا از جهت مقابل مکش گردیده و در راستای شعاعی و عمود بر شفت اصلی کمپرسور رانده می‌شود. ولی در کمپرسورهای محوری، هوا در راستای محور کمپرسور، فشرده می‌گردد. توجه داشته باشید که معمولاً قدرت و راندمان کمپرسورهای محوری بیشتر است. ولی در بسیاری از موارد به منظور عملکرد بهتر، از هر دو نوع کمپرسور به صورت ترکیبی استفاده می‌نمایند.

گاهی اوقات به مکانیزمی که باعث فشرده‌سازی هوای ورودی و بالا رفتن فشار آن می‌شود، دیفیوژر نیز گفته می‌شود.



شکل ۱۳-۳- کمپرسور

۳- محفظه احتراق: (Combustion Chamber)

در موتورهای جت نیز همچون موتورهای احتراق داخلی، بر روی هوای فشرده، سوخت به صورت پودری پاشیده می‌شود. این مخلوط هوا - سوخت در محفظه احتراق سوخته و گازهای ناشی از احتراق حاصل می‌گردند. فقط توجه داشته باشید که در اینجا محفظه احتراق به صورت بسته نمی‌باشد. چرا که در موتورهای احتراق داخلی، محفظه احتراق یک حجم کاملاً محصور شده‌ای بود که احتراق درون آن به صورت لحظه‌ای و گسسته رخ می‌داد؛ ولی در موتور جت، محفظه احتراق به صورت باز می‌باشد. بطوریکه درون محفظه احتراق، همواره یک جریان پیوسته وجود دارد و احتراق به صورت دائمی و پیوسته می‌باشد.

محفظه احتراق موتورهای جت معمولاً از نوع Can و یا مدل حلقوی (Annular) و یا ترکیبی از آنها می‌باشد. در مدل Can، محفظه احتراق به شکل ساده و به صورت لوله‌ای می‌باشد و در مدل

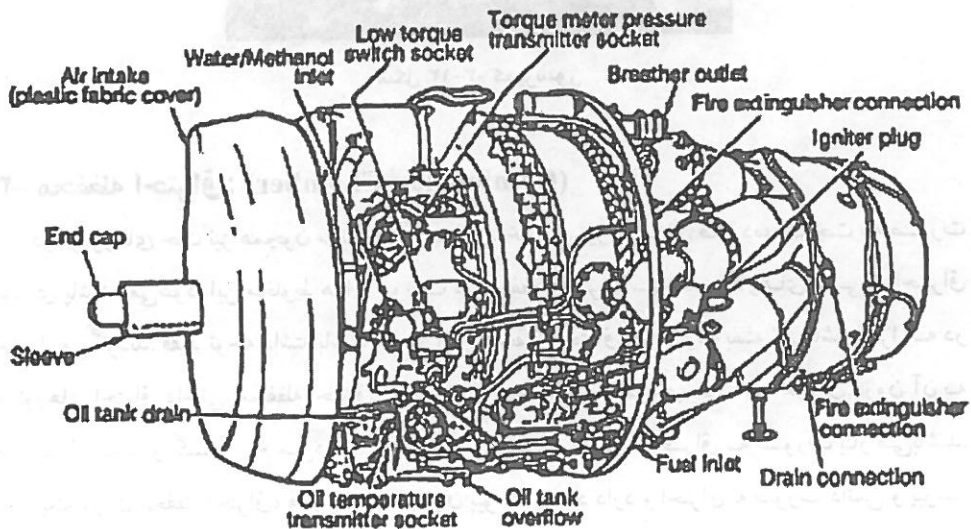
Annular، محفظه احتراق از دو جداری داخلی و خارجی تشکیل یافته است. در این حالت، احتراق در بین دو جداری داخلی و خارجی و یا به عبارتی در فاصله بین دو لوله داخلی و خارجی صورت می‌پذیرد.

۴- مجرای خروجی: (Out let)

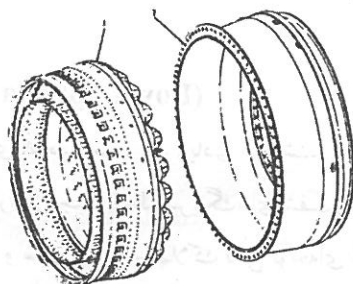
گازهای تولید شده در اثر احتراق، با سرعت بسیار زیاد و با فشار بالایی به پره‌های توربین برخورد نموده و از انتهای موتور جت و از طریق یک نازل خارج می‌گردد. خروج این گاز از انتهای موتور جت، باعث رانش آن به سمت جلو می‌شود.

۵- استارت: (Starter)

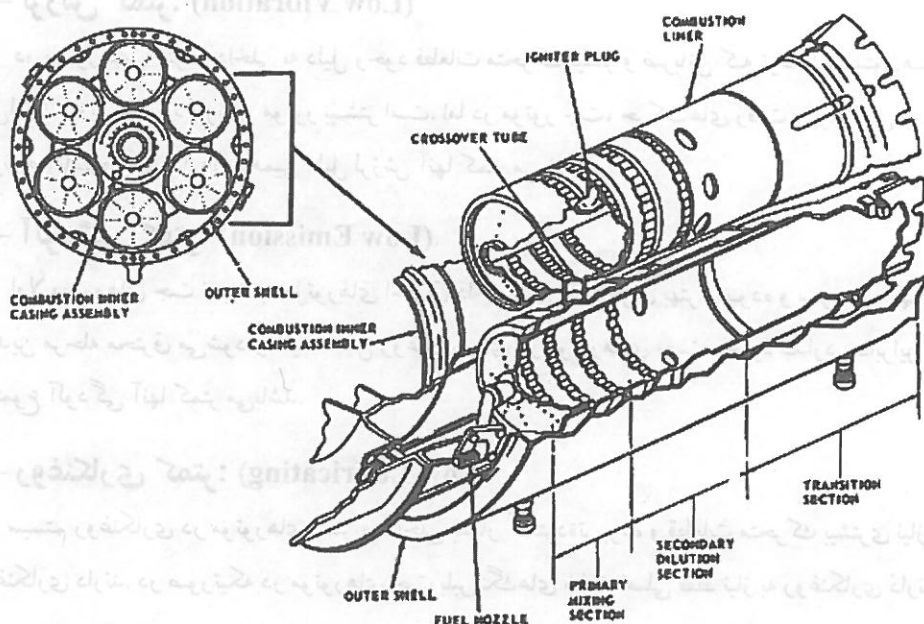
موتورهای جت نیز همچون موتورهای احتراق داخلی، برای راه‌اندازی نیاز به استارت دارند. با این تفاوت که اگر استارت در موتورهای احتراق داخلی معیوب گردد، امکان راه‌اندازی موتور به روش‌های دیگر وجود دارد. ولی یک موتور جت را فقط می‌توان توسط استارت به کار انداخت. همچنین زمان استارت زدن در موتورهای احتراق داخلی به صورت لحظه‌ای و کوتاه مدت می‌باشد. در صورتی که در موتورهای جت، این زمان بسیار طولانی‌تر (مثلاً ۱۰۰ ثانیه) می‌باشد. استارت موتورهای جت، ممکن است از نوع الکتریکی، بادی، هیدرولیکی و یا دستی باشد.



شکل ۱۳-۴- محفظه احتراق Can



شکل ۱۳-۵- محفظه احتراق Annular



شکل ۱۳-۶- محفظه احتراق Can - Annular

۱۳-۴- مزایای موتور جت: (Preference of Jet Engine)

موتور جت نسبت به موتورهای احتراق داخلی دارای مزایای بیشتری می باشد که عبارتند از:

۱- قدرت بیشتر: (High Power)

قدرت موتورهای جت بیش از قدرت موتورهای احتراق داخلی می باشد. بنابراین به کارگیری آنها بسیار باصرفه تر است. بطوریکه سرعت های بیش از ۸۰۰ کیلومتر بر ساعت در هواپیماهای با موتور احتراق داخلی امکان پذیر نیست؛ اما با کمک موتور جت به سرعت های مافوق صوت

دست یافت.

۲- استهلاک کمتر: (Low Depreciation)

موتورهای احتراق داخلی دارای قطعات متحرک زیادی می‌باشند. به همین دلیل استهلاک و فرسایش آنها بسیار زیاد است. ولی در موتورهای جت، فقط بلبرینگ‌های شفت اصلی موتور به علت اصطکاک موجود، دارای استهلاک می‌باشند و سایر اجزاء استهلاک قابل توجه‌ای ندارند. این موضوع سبب افزایش طول عمر بیشتر این موتورها می‌شود.

۳- لرزش کمتر: (Low Vibration)

در موتورهای احتراق داخلی به دلیل وجود قطعات متحرک بیشتر و ضرباتی که توسط پیستون‌ها به میل‌لنگ وارد می‌شود، لرزش موتور بیشتر است. اما در موتور جت، حرکت‌های رفت و برگشتی و این گونه ضربات وجود ندارد؛ به همین دلیل لرزش آنها کمتر می‌باشد.

۴- آلودگی کمتر: (Low Emission)

اولاً موتورهای جت نسبت به موتورهای احتراق داخلی، دارای احتراق بهتری بوده و سوخت آنها در چندین مرحله محترق می‌شود و ثانیاً مشکل روغن‌سوزی در موتورهای جت وجود ندارد. بنابراین در مجموع آلودگی آنها کمتر می‌باشد.

۵- روغنکاری کمتر: (Low Lubricating)

سیستم روغنکاری در موتورهای احتراق داخلی بسیار گسترده‌تر بوده و قطعات متحرک بیشتری نیاز به روغنکاری دارند. در صورتیکه در موتورهای جت بلبرینگ‌های شفت اصلی فقط نیاز به روغنکاری دارند.

۶- خنک کاری ساده: (Simple Cooling)

در مورد سیستم خنک کاری نیز موتورهای جت نسبت به موتورهای احتراق داخلی، دارای مکانیزمی بسیار ساده‌تر بوده و در اکثر اوقات توسط همان جریان هوای ورودی، خنک کاری انجام می‌شود.

۷- سیستم گرمایش بهتر: (Good Heating System)

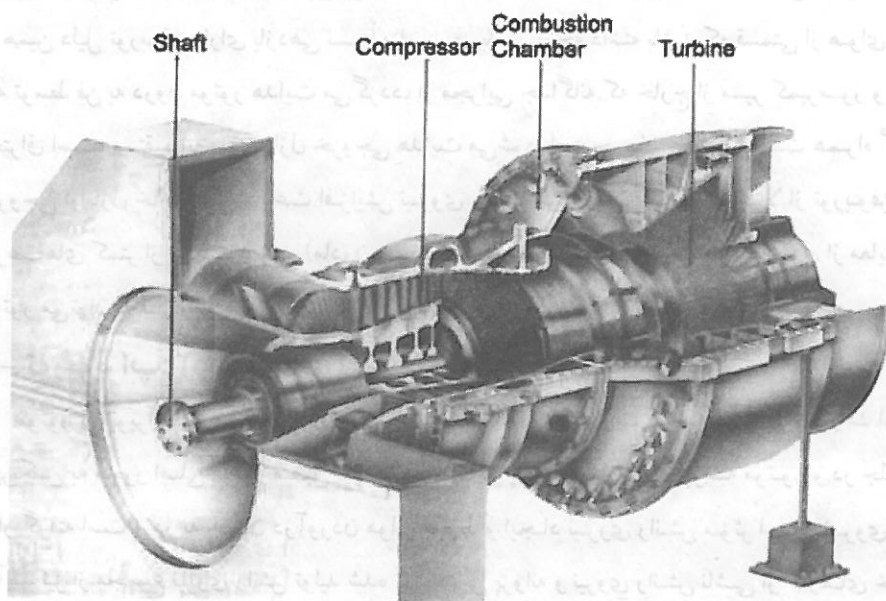
در موتورهای جت به دلیل وجود هوای فشرده شده‌ی داغ، سیستم گرمایشی دارای راندمان بهتری بوده و فضای داخل کابین را خیلی بهتر می‌تواند گرم نماید. این موضوع مخصوصاً در مورد هواپیماهایی که در ارتفاعات بالا و در دماهای سرد پرواز می‌کنند، بسیار محسوس‌تر است. زیرا در آن شرایط، وجود یک سیستم گرمایشی قوی، بسیار پرکاربردتر است و به منظور جلوگیری از یخ‌زدگی، علاوه بر فضای داخل کابین، بسیاری از تجهیزات نیز نیاز به سیستم گرمایشی دارند.

۱۳-۵- انواع موتور جت: (Jet Engine Types)

هر چند که اصول کلی در تمامی موتورهای جت یکسان است؛ ولی با توجه به ساختمان آنها و جزئیاتی که وجود دارد، آنها را به گروه‌های زیر تقسیم‌بندی می‌نمایند:

۱- توربین گاز: (Gas Turbine)

در این مدل از موتور جت، هدف ایجاد نیروی رانشی نیست، بلکه از آنها برای به گردش درآوردن توربین و تولید انرژی الکتریکی استفاده می‌شود. بنابراین معمولاً نحوه‌ی قرارگیری توربین و نازل در آنها با مدل‌های دیگر موتور جت تفاوت دارد. از سویی دیگر این مدل بسیار شبیه موتورهای بخار می‌باشد؛ با این تفاوت که در موتورهای بخار، برای به گردش درآوردن توربین، لازم است که ابتدا آب تبدیل به بخار شود. ولی در توربین گاز، گازهای خروجی از موتور جت باعث به گردش درآوردن توربین می‌شوند.



شکل ۱۳-۷- توربین گاز

۲- توربو جت: (Turbo Jet)

این مدل یکی از متداولترین انواع موتور جت می‌باشد که در اکثر هواپیماهای با سرعت زیاد همچون هواپیماهای جنگنده کاربرد دارد. در موتور توربو جت، هوا از طریق مجرای ورودی وارد کمپرسور می‌شود. معمولاً در موتورهای توربو جت از کمپرسورهای محوری چند مرحله‌ای استفاده می‌شود. هوای

فشرده شده پس از خروج از کمپرسور وارد قسمتی به نام دیفیوژ می‌شود. در این قسمت مقداری از سرعت جریان هوا کاسته شده و در عوض فشار و دمای آن افزایش می‌یابد. پس از پاشش سوخت بر روی هوا، مخلوط هوا - سوخت وارد محفظه‌ی احتراق گردیده و درون لوله احتراق می‌سوزد. گازهای حاصل از احتراق پس از خروج از محفظه‌ی احتراق، باعث به گردش در آمدن توربین می‌شوند. با به گردش در آمدن توربین، محور اصلی که به آن متصل است، نیز به چرخش درآمده و نیروی مورد نیاز کمپرسور را تأمین می‌نماید. گازهای تولید شده پس از به گردش درآوردن توربین، از طریق یک نازل وارد محیط اطراف می‌شوند. براساس قانون عمل و عکس العمل با خروج گاز از نازل موتور جت، موتور جت به سمت جلو رانده می‌شود.

۳- توربو فن: (Turbo Fan)

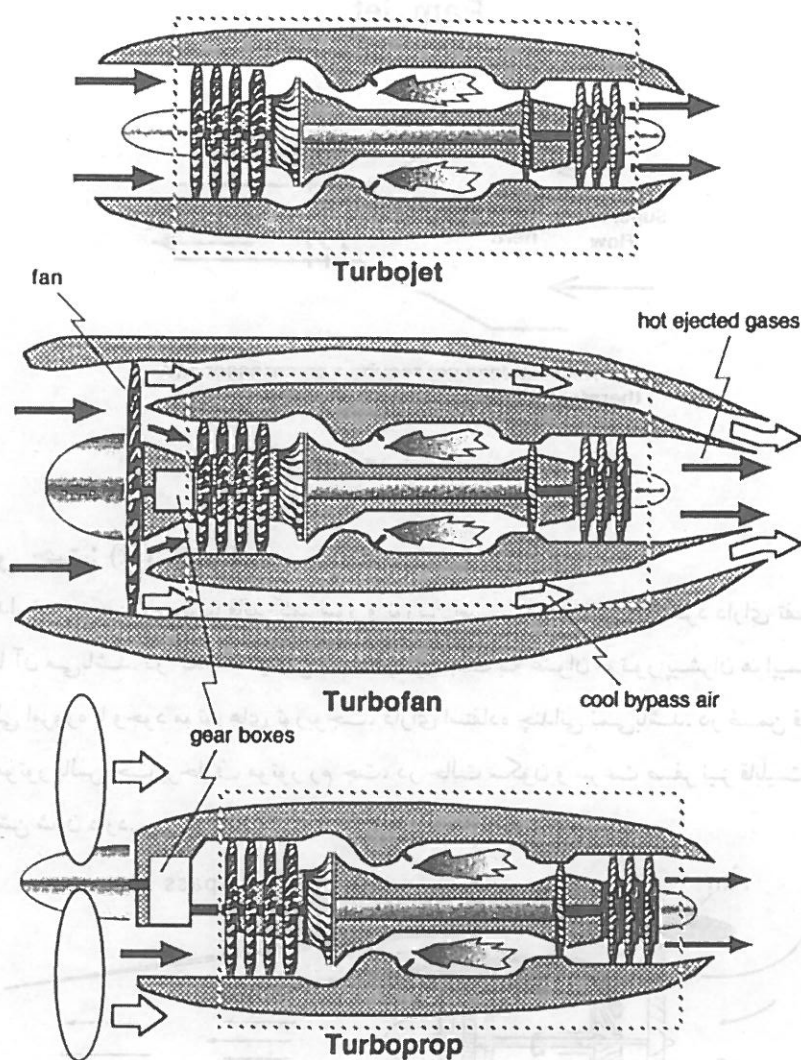
این مدل مشابه مدل توربو جت می‌باشد. با این تفاوت که در مجرای ورودی هوا و در داخل بدنه موتور، یک فن وجود دارد. وجود این فن باعث به جریان درآمدن هوای ورودی به داخل موتور می‌شود. به همین دلیل توربو فن دارای بازدهی نسبتاً مناسبی می‌باشد. توجه داشته باشید که قسمتی از هوای ورودی که توسط فن به درون موتور هدایت می‌گردد، از مجرای جداگانه که خارج از مسیر کمپرسور و محفظه احتراق است، مستقیماً به سوی نازل خروجی هدایت می‌شود. این جریان هوا در نهایت همراه گازهای خروجی از نازل خارج شده و باعث افزایش نیروی رانش موتور می‌گردد. معمولاً از توربو فن، برای سرعت‌های کمتر از سرعت صوت (مادون صوت) همچون بویینگ ۷۴۷ استفاده می‌شود. از معایب این موتور می‌توان به قطر زیاد آن و پیچیدگی آن اشاره نمود.

۴- توربوپراپ: (Turbo Prop)

موتور توربوپراپ نیز مشابه موتور توربو جت می‌باشد؛ با این تفاوت که یک پروانه بزرگ از طریق گیربکس به محور اصلی موتور متصل گردیده است. این پروانه در خارج از پوسته موتور و در جلوی آن قرار گرفته است و در به جریان درآوردن هوای محیط و ایجاد نیروی رانش مؤثر است. نیروی رانشی برآیند نیز از مجموع نیروی رانش تولید شده توسط این پروانه و نیروی رانش ناشی از گازهای خروجی موتور جت حاصل می‌گردد.

۵- رم جت: (Ram Jet)

در این مدل از موتور جت، کمپرسور و توربین وجود ندارد. معمولاً از این نوع موتور جت، به عنوان موتور دوم استفاده می‌شود. به همین دلیل پس از آنکه هواپیما توسط موتور اصلی‌اش به پرواز درآمد و به سرعت معینی رسید، موتور رم جت روشن می‌شود. زیرا این موتور برای کار کردن، نیاز به یک حداقل فشار و سرعت معینی دارد.

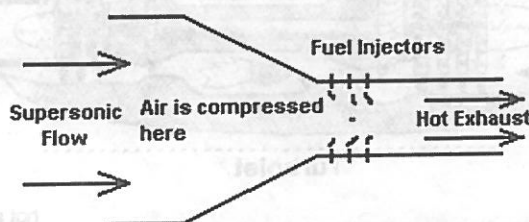


شکل ۱۳-۸- توربو جت - توربو فن - توربو پراپ

در موتور رم جت، هوا از یک دهانه بزرگتر وارد مجرا می‌شود؛ ولی در ادامه مسیر به تدریج، مجرا باریک‌تر می‌شود. بطوریکه با کاهش قطر مجرای ورودی، هوا نیز فشرده‌تر شده و متراکم می‌گردد. آنگاه پس از تراکم هوا، عمل پاشش سوخت و احتراق انجام می‌پذیرد.

مزیت این نوع موتور جت نسبت به سایر مدل‌ها، ایجاد نیروی رانشی بیشتر می‌باشد. در ضمن وزن سبک آن نیز جزء مزایایش محسوب می‌گردد.

Ram Jet

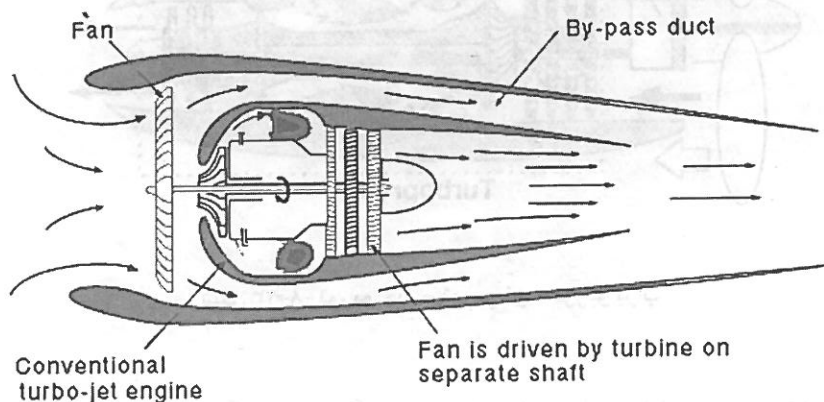


The Ram Jet does not require a compressor and therefore it does not require a turbine.

شکل ۱۳-۹- رم جت

۶- پالس جت: (Pulse Jet)

این مدل نیز همچون رم جت، فاقد کمپرسور و توربین است، ولی از نظر عملکرد دارای تفاوت‌های عمده‌ای با آن می‌باشد. در گذشته از این مدل موتور جت به عنوان موتور پیشران هواپیما استفاده می‌شد، ولی امروزه با وجود موتورهای توربوجت، دارای استفاده چندانی نمی‌باشد. در ضمن قابل ذکر است که موتور پالس جت برخلاف موتور رم جت، در حالت سکون و سرعت صفر نیز قابلیت استارت زدن و روشن شدن دارد.

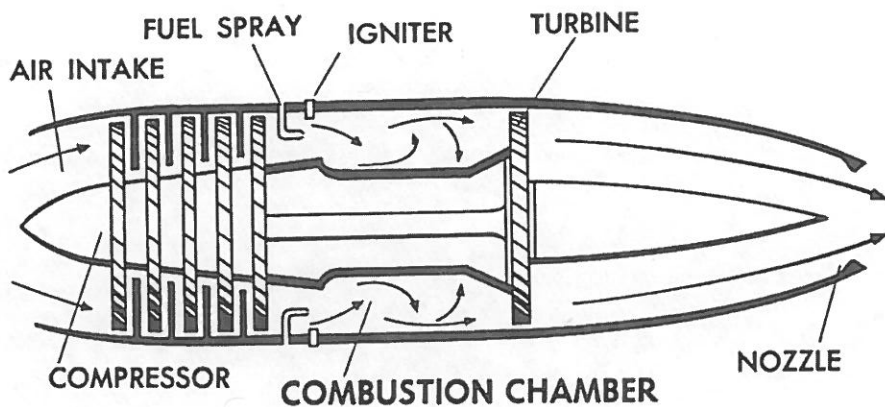


شکل ۱۳-۱۰- پالس جت

۷- پرشر جت: (Pressure Jet)

در گذشته این مدل در صنایع هوایی استفاده می‌گردید، ولی امروزه کاربرد چندانی ندارد. البته لازم به ذکر است که این موتور برای هواپیماهای مدل بسیار مناسب است. در این مدل سوخت از طریق لوله‌ای

چند تکه که از بالا به پایین قطورتر می‌گردد، پاشیده می‌شود و هوا نیز از طریق دهانه ورودی و توسط سایر منافذی که در لوله وجود دارد، وارد می‌شود. پس از ترکیب شدن هوا با سوخت، لازم است این مخلوط از درون لوله سوخت‌رسان که به صورت مارپیچی به دور محفظه احتراق پیچیده شده است، عبور نموده و پیش گرم شود. در نهایت این مخلوط وارد محفظه احتراق گردیده و محترق می‌شود.



شکل ۱۳-۱۱- پرنشر جت

سؤالات تشریحی

نمونه سؤالات مولد قدرت

سؤالات فصل اول (موتور و انواع آن):

- ۱- وظیفه موتور در خودرو چیست؟
- ۲- انواع موتور را نام برده و تقسیم‌بندی آن را بیان نمایید.
- ۳- موتورهای احتراق داخلی به چه صورت بوده و چگونه عمل می‌کنند؟
- ۴- مراحل عملکرد یک موتور احتراق داخلی را نام برده و توضیح دهید.
- ۵- قدرت در کدام مرحله از عملکرد موتور احتراق داخلی، تولید می‌شود؟ توضیح دهید این کار چگونه انجام می‌گردد؟
- ۶- موتورهای احتراق خارجی به چه صورت بوده و چگونه عمل می‌کنند؟
- ۷- موتور استرلینگ چه نوع موتوری بوده و عملکرد آن چگونه است؟
- ۸- توربین بخار چیست و چگونه عمل می‌کند؟
- ۹- توربین گازی چیست و عملکرد آن چگونه است؟
- ۱۰- موتور جت چه نوع موتوری محسوب می‌شود و عملکرد آن چگونه است؟
- ۱۱- ساختمان و عملکرد یک موتور جت را توضیح دهید.
- ۱۲- موتور الکتریکی چیست و بر چه اساسی کار می‌کند؟
- ۱۳- موتور هیبریدی از چه اجزایی تشکیل شده و به چه صورت عمل می‌نماید؟
- ۱۴- عملکرد یک موتور هواسوز چگونه می‌باشد؟ توضیح دهید.

سؤالات فصل دوم (قطعات موتور):

- ۱- یک موتور احتراق داخلی از چه اجزایی تشکیل شده است؟ نام ببرید.
- ۲- بدنه اصلی موتور چه نام دارد و در ساخت آن باید به چه مواردی توجه داشت؟
- ۳- جداره داخلی سیلندر به چند صورت می‌تواند باشد؟ هر یک از آنها به چه روشی ساخته می‌شوند؟

- ۴- عیوب متداول در بلوکه سیلندر را بیان نموده و راهکار برطرف نمودن عیب را توضیح دهید.
- ۵- سرسیلندر به چه منظور تعبیه گردیده است و در ساخت آن چه مواردی باید لحاظ گردد؟
- ۶- در طراحی محفظه احتراق چه مواردی باید لحاظ گردد؟
- ۷- معمولاً محفظه احتراق دارای چه اشکالی بوده و تأثیرگذاری شکل محفظه احتراق بر روی نحوه احتراق چگونه است؟
- ۸- واشر سرسیلندر چیست و به چه منظور استفاده می شود؟
- ۹- وظیفه پیستون چیست و چگونه عمل می نماید؟
- ۱۰- شرایط کارکرد پیستون را بیان نموده و توضیح دهید.
- ۱۱- جنس پیستون از چه چیزی ساخته شده و به منظور افزایش استحکام آن چه می کنند؟
- ۱۲- مشخصات ابعادی و وزن پیستون معمولاً به چه صورت بوده و در ساخت آن باید چه نکاتی در نظر گرفته شود؟
- ۱۳- به چه دلیل سطح مقطع پیستون به صورت بیضی ساخته می شود و اختلاف قطر بزرگ و کوچک آن چقدر است؟
- ۱۴- شکل کف پیستون به چه صورت بوده و بر چه اساسی طراحی می شود؟
- ۱۵- به چه دلیل بر روی پیستون، از رینگ استفاده می شود؟ توضیح دهید.
- ۱۶- انواع رینگ پیستون و وظایف هر یک را توضیح دهید.
- ۱۷- شاتون چیست؟ چه وظیفه ای دارد؟ به چه روشی ساخته می شود؟
- ۱۸- گزن پین چیست و به چه منظوری استفاده می شود؟
- ۱۹- در ساخت گزن پین باید به چه نکاتی توجه نمود؟
- ۲۰- کار میل لنگ چه بوده و چگونه ساخته می شود؟
- ۲۱- وزنه های تعادل به چه منظوری بر روی میل لنگ تعبیه گردیده است؟
- ۲۲- یاتاقان چیست؟ چند مدل دارد؟ هر یک در کجا استفاده می شود؟
- ۲۳- فلاویل در کجا و به چه منظوری نصب می گردد؟
- ۲۴- وظایف فلاویل را بیان نموده و توضیح دهید.
- ۲۵- چند مدل سوپاپ وجود داشته و در چه قسمت هایی تعبیه گردیده است؟
- ۲۶- تفاوت سوپاپ هوا و سوپاپ دود در چه مواردی می باشد؟
- ۲۷- سوپاپ دارای چه قسمت هایی بوده و چگونه ساخته می شود؟
- ۲۸- به چه روشی می توان از سایش سوپاپ ها جلوگیری نمود؟

- ۲۹- منظور از سیت سوپاپ چه بوده و به چه روشی ساخته می‌شود؟
- ۳۰- در ساخت سیت سوپاپ باید به چه نکاتی توجه داشت؟
- ۳۱- وظیفه گیت سوپاپ چه بوده و چرا نیاز است که برای آن تفرانس لقی در نظر گرفته شود؟
- ۳۲- وظیفه اسبک، شکل آن و نکات مربوط به طراحی آن را بیان نمایید.
- ۳۳- کار فنر سوپاپ چه بوده و چگونه می‌توان از ارتعاش آن جلوگیری نمود؟
- ۳۴- کار سوپاپ چرخان چیست و چگونه عمل می‌کند؟
- ۳۵- مکانیزم باز و بسته کردن سوپاپ‌ها را با رسم شکل توضیح دهید؟
- ۳۶- تایپیت به چه صورت بوده و کار آن چیست؟
- ۳۷- نام دیگر میل بادامک چه بوده و وظیفه کنترل چه سیستمی را برعهده دارد؟
- ۳۸- وظیفه میل بادامک چه بوده و قدرت خود را از کجا می‌گیرد؟
- ۳۹- نسبت دور میل بادامک و میل لنگ چگونه بوده و به چه منظور گردش می‌نماید؟
- ۴۰- تسمه تایمینگ چیست و چه وظیفه‌ای دارد؟
- ۴۱- به منظور انتقال قدرت از میل لنگ به میل بادامک از چه چیزهایی می‌توان استفاده نمود؟
- ۴۲- اگر تسمه تایمینگ پاره شود و یا در اثر لغزش، زمان‌بندی آن به هم بخورد، چه اتفاقی می‌افتد؟ توضیح دهید.
- ۴۳- منظور از تایمینگ سوپاپ‌ها چیست؟ به وسیله چه قطعاتی و چگونه انجام می‌شود؟
- ۴۴- کارتل در چه محلی و چرا نصب می‌گردد؟
- ۴۵- مانیفولد چیست؟ دارای چند مدل بوده و به چه منظوری استفاده می‌شود؟
- ۴۶- دسته موتور به چه منظور استفاده می‌شود و دارای چه مدل‌هایی می‌باشد؟

سؤالات فصل سوم (محاسبات موتور):

- ۱- منظور از نقطه مرگ بالا و پایین و کورس پیستون چیست؟ با رسم شکل توضیح دهید.
- ۲- حجم جابجایی، حجم تراکم و حجم کل سیلندر را با رسم شکل مشخص نموده و در مورد هر یک توضیح دهید.
- ۳- منظور از حجم مفید موتور چیست و چگونه محاسبه می‌شود؟
- ۴- منظور از نسبت تراکم چیست؟ روش محاسبه آن و مقدار آن را برای موتورهای بنزینی و دیزلی بیان نمایید.
- ۵- مفهوم راندمان حجمی موتور و عوامل مؤثر در آن را بیان نمایید.

۶- چه موقع سیلندر تراشکاری می‌گردد و چه وقت نیاز است که سرسیلندر تراشکاری شود؟ هر یک از این دو کار چگونه انجام می‌شود و تأثیرات آن به چه صورت است؟

۷- برای یک موتور شش سیلندر که قطر هر سیلندر آن ۸۵ میلیمتر و طول کورس آن ۱۲ سانتیمتر می‌باشد، حجم مفید سیلندر را محاسبه نمایید. در صورتیکه حجم تراکم آن ۵۵ سانتیمتر مکعب باشد، نسبت تراکم و حجم مفید موتور را نیز محاسبه نمایید.

۸- اگر در یک موتور که نسبت تراکم آن ۱۲:۱ و قطر سیلندر آن ۹۳ میلیمتر است، داخل تراشی سیلندر انجام دهیم، بطوریکه قطر داخلی سیلندر به ۹۵ میلیمتر برسد، چه تغییری در نسبت تراکم آن رخ می‌دهد؟

۹- اگر در موتوری با نسبت تراکم ۱۰/۸:۱ و با طول کورس ۹ سانتیمتر، کف تراشی سرسیلندر و بلوک سیلندر را انجام دهیم، بطوریکه ارتفاع کلی سیلندر به اندازه یک میلیمتر کاهش یابد، نسبت تراکم موتور چقدر خواهد شد؟

۱۰- مفاهیم سرعت پیستون و سرعت میل‌لنگ را تعریف نموده و فرمول‌های محاسبه آنها و نمودارهای مربوطه را بیان نمایید.

۱۱- برای یک موتور با طول کورس پیستون ۱۲ سانتیمتر، سرعت متوسط پیستون و سرعت گردش میل‌لنگ را در دور RPM ۴۰۰۰ محاسبه نمایید.

۱۲- برای موتوری که نسبت تراکم آن ۱۱:۱، قطر سیلندر آن ۱۰ سانتیمتر و حجم تراکم آن ۶۲ سانتیمتر مکعب است، سرعت گردش میل‌لنگ در دور RPM ۲۵۰۰ را محاسبه نمایید.

۱۳- در یک موتور چهار سیلندر چهار زمانه که قطر سیلندر آن ۱۴ سانتیمتر و حجم مفید آن ۲۰۰۰ سانتیمتر مکعب است، سرعت متوسط پیستون و سرعت گردش میل‌لنگ را در دور RPM ۳۰۰۰ محاسبه نمایید.

۱۴- کار انجام شده و توان موتور را تعریف نموده و روش محاسبه آنها را با ذکر فرمول بیان نمایید.

۱۵- در یک موتور چهار سیلندر با طول کورس ۱۲ سانتیمتر و قطر پیستون ۱۰ سانتیمتر، اگر راندمان مکانیکی موتور ۷۵٪ و فشار متوسط حاصل از احتراق ۸۵۰ کیلو پاسکال باشد، مقدار کار مفید انجام شده توسط موتور را محاسبه نمایید.

۱۶- یک موتور چهار زمانه چهار سیلندر با راندمان ۷۰٪ که قطر پیستون آن ۱۲ سانتیمتر و طول کورس آن ۱۰ سانتیمتر است، در حالتی که موتور با دور RPM ۲۵۰۰ گردش می‌نماید و فشار متوسط حاصل از احتراق در داخل سیلندرها ۹۰۰ کیلو پاسکال است، توان مفید چقدر می‌باشد؟

۱۷- منظور از توان مفید و توان تئوری چیست؟ با ذکر فرمول توضیح دهید.

۱۸- تفاوت گشتاور موتور با توان موتور چیست؟ ضمن تعریف هر یک از آنها، روش محاسبه آنها و نمودارهای آنها را نیز توضیح دهید.

۱۹- در یک موتور چهار سیلندر چهار زمانه که راندمان مکانیکی آن ۶۵٪ است، اگر در دور ۳۵۰۰ RPM دارای گشتاور ۱۸۰ N.m باشد، توان تئوری را محاسبه نمایید.

۲۰- توان حجمی موتور و توان وزنی موتور را با ذکر فرمول تعریف نمایید.

۲۱- قانون عمومی گازها بیانگر چه مطلبی می‌باشد؟ (با ذکر فرمول توضیح دهید)

۲۲- منظور از یک فرآیند آدیاباتیک، فرآیند حجم ثابت و فرآیند هم دما چیست؟ توضیح دهید.

۲۳- در یک فرآیند فشار ثابت، یک گاز در دمای ۴۷ درجه سانتیگراد، ۲ متر مکعب فضا را اشغال نموده است. حجم این گاز در دمای ۲۵۰ درجه سانتیگراد چقدر خواهد بود؟

۲۴- در یک موتور دیزل با نسبت تراکم ۲۲:۱، هوای 30°C با فشار ۱۰۰ kPa وارد سیلندرهای موتور می‌شود. ولی پس از تراکم، دمای هوا به 450°C می‌رسد، در این حالت فشار هوا چقدر است؟

سؤالات فصل چهارم (موتورهای اشتعال - جرقه‌ای):

۱- اساس کار موتورهای اشتعال - جرقه‌ای به چه صورت بوده و معمولاً از چه نسبت تراکم‌هایی استفاده می‌شود؟

۲- سوخت موتورهای اشتعال - جرقه‌ای باید دارای چه مشخصاتی باشد؟

۳- عدد اکتان بیانگر چه مطلبی بوده و در کدام نوع از موتورها مهم می‌باشد؟ مقدار عدد اکتان مناسب معمولاً چقدر می‌باشد؟

۴- پدیده خودسوزی چیست و در چه موقع رخ می‌دهد؟

۵- عوامل مؤثر در پدیده خودسوزی چیست؟

۶- هنگامی که یک موتور دچار پدیده خودسوزی می‌شود، چه مشکلاتی بوجود می‌آید؟

۷- سیکل اتو بیانگر چه مطلبی می‌باشد؟ آن را تشریح نمایید.

۸- تفاوت سیکل تئوری اتو را با سیکل عملی اتو بیان نمایید. چه عواملی باعث بروز این تفاوت می‌شود؟

۹- شکل‌گیری احتراق در یک موتور اشتعال - جرقه‌ای به چه صورت می‌باشد؟

۱۰- سیستم سوخت‌رسانی در موتورهای اشتعال - جرقه‌ای دارای چه مدل‌هایی بوده و چگونه عمل می‌نماید؟

۱۱- نسبت اختلاط ایده‌آل هوا با سوخت چقدر می‌باشد؟ در صورت کاهش و یا افزایش مقدار سوخت چه مشکلاتی بوجود می‌آید؟

- ۱۲- مکانیزم موتورهای گازسوز و سیستم سوخت‌رسانی آنها به چه صورت است؟
- ۱۳- تفاوت موتورهای بنزینی با موتورهای گازسوز در چیست؟
- ۱۴- منظور از موتورهای پایه گازسوز و موتورهای دوگانه‌سوز چیست؟ کاملاً توضیح دهید.

سؤالات فصل پنجم (موتورهای اشتعال - تراکمی):

- ۱- تفاوت موتورهای دیزلی با موتورهای بنزینی چیست؟ کاملاً توضیح دهید.
- ۲- نحوه‌ی عملکرد یک موتور دیزل را با رسم نمودار چرخه دیزل تشریح نمایید.
- ۳- در موتورهای دیزل معمولاً از چه نسبت تراکمی استفاده می‌شود؟ علت بالا بودن این نسبت تراکم چیست؟ چرا در موتورهای بنزینی نمی‌توان از نسبت تراکم‌های بالا استفاده نمود؟
- ۴- سوخت مورد استفاده در موتورهای دیزل، باید دارای چه مشخصاتی باشد؟
- ۵- عدد ستان چیست و از چه جهت دارای اهمیت می‌باشد؟ مقدار مناسب آن معمولاً چقدر می‌باشد؟
- ۶- سیکل دیزل به چه صورت می‌باشد؟ با رسم نمودار آن را تشریح نمایید.
- ۷- احتراق در موتورهای اشتعال - تراکمی (دیزل) به چه صورت می‌باشد؟
- ۸- عوامل مؤثر در شکل‌گیری احتراق در یک موتور دیزل چه می‌باشد؟
- ۹- مکانیزم سیستم سوخت‌رسانی در موتورهای دیزل به چه صورت است؟
- ۱۰- گرمکن سوخت به چه منظور و در کجا استفاده می‌شود؟
- ۱۱- از لحاظ زمان اختلاط سوخت با هوا، چه تفاوتی بین موتور بنزینی و دیزل وجود دارد؟
- ۱۲- راندمان، نسبت تراکم، دور موتور، گشتاور موتور، نوع احتراق، نوع شعله و میزان آلایندگی موتورهای دیزل با موتورهای بنزینی چه تفاوتی دارد؟

سؤالات فصل ششم (طبقه‌بندی موتورهای احتراق داخلی):

- ۱- از نظر کاربرد چه موتورهایی وجود دارد؟
- ۲- از لحاظ سیستم احتراق چند مدل موتور وجود دارد؟ توضیح دهید.
- ۳- موتورها از لحاظ سوخت مصرفی به چند مدل تقسیم می‌شوند؟
- ۴- چند مدل سیستم خنک‌کننده وجود دارد؟ توضیح دهید.
- ۵- چه تفاوتی بین موتورهای دو زمانه و چهار زمانه وجود دارد؟
- ۶- عملکرد موتورهای چهار زمانه را توضیح دهید.
- ۷- مکانیزم و نحوه عملکرد یک موتور دو زمانه را تشریح نمایید.

- ۸- از لحاظ سیکل کاری چند مدل موتور وجود دارد؟
 - ۹- سیستم و نحوه‌ی عملکرد یک موتور شش زمانه به چه صورت می‌باشد؟
 - ۱۰- انواع موتور از لحاظ آرایش سیلندرها را نام برده و توضیح دهید.
 - ۱۱- ساختمان موتورهای خورجینی به چه صورت می‌باشد؟
 - ۱۲- موتور خوابیده به چه صورت می‌باشد؟
 - ۱۳- موتور W شکل به چه صورت بوده و در چه جاهایی کاربرد دارد؟
 - ۱۴- موتور رادیال به چه صورت بوده و در کجا کاربرد دارد؟
 - ۱۵- ساختمان موتور وانکل و نحوه عملکرد آن را توضیح دهید.
 - ۱۶- موتور شبه توربینی چیست و چگونه عمل می‌نماید؟
 - ۱۷- از لحاظ تعداد سیلندر، چه موتورهایی مرسوم می‌باشند؟ هر یک از آنها بیشتر در چه مواردی کاربرد دارند؟
 - ۱۸- نحوه قرارگیری سوپاپ‌ها در سیلندر موتور به چند صورت می‌تواند باشد؟
 - ۱۹- ساختمان سیستم سوپاپ T شکل به چه صورت می‌باشد؟ تعداد میل سوپاپ‌های این سیستم و مقدار راندمان حجمی موتور چقدر است؟
 - ۲۰- چه تفاوتی بین سیستم سوپاپ ایستاده و سیستم سوپاپ معلق وجود دارد؟
 - ۲۱- سیستم سوپاپ L شکل به چه صورت بوده و در این حالت راندمان حجمی موتور چقدر است؟
 - ۲۲- در سیستم سوپاپ F شکل، سوپاپ‌ها به چه صورتی می‌باشند؟ توضیح داده و نحوه تأثیرگذاری آن را بر روی راندمان حجمی موتور بیان نمایید.
 - ۲۳- از لحاظ سیستم پاشش سوخت و شکل محفظه احتراق، چند مدل محفظه احتراق وجود دارد؟
 - ۲۴- محفظه احتراق مدل مان به چه صورت است؟
 - ۲۵- محفظه احتراق تقسیم شده به چه صورت می‌باشد؟ در مورد سیستم پاشش سوخت آن نیز توضیح دهید.
 - ۲۶- اختلاط سوخت با هوا به چند صورت می‌تواند انجام شود؟
 - ۲۷- سیستم HCCI چیست و برای چه منظوری طراحی شده است؟
 - ۲۸- موتور GDI چیست و سیستم عملکرد آن چگونه است؟
- سؤالات فصل هفتم (اصول طراحی و عملکرد موتور):**
- ۱- جهت استاندارد چرخش موتور چیست؟

- ۲- روش شماره گذاری سیلندرها در موتورهای خطی و موتورهای خورجینی چگونه است؟
- ۳- منظور از وایرچینی چیست و چگونه انجام می شود؟
- ۴- به چه دلیل احتراق سیلندرها، براساس وایرچینی تعیین شده انجام می گردد؟
- ۵- از لحاظ تنوری سهم باز بودن سوپاپ هوا و سوپاپ دود در یک موتور چهار زمانه چقدر است؟ این مقدار در عمل چقدر است؟
- ۶- به چه دلیل برای سوپاپ های هوا و دود، آوانس و ریتارد در نظر گرفته می شود؟ معمولاً مقدار این آوانس و ریتارد برای سوپاپ هوا و سوپاپ دود چقدر است؟
- ۷- منظور از فیلرگیری چیست و به چه صورت انجام می پذیرد؟
- ۸- اگر میزان آوانس سوپاپ هوا 15° درجه و ریتارد آن 45° درجه باشد، مقدار زمان باز بودن سوپاپ هوا براساس زاویه گردش میل لنگ و برحسب ثانیه چقدر است؟
- ۹- سیستم سوپاپ متغیر (VVT) چیست و چگونه عمل می کند؟
- ۱۰- چه عواملی در عملکرد موتور تأثیر گذار می باشد؟
- ۱۱- موتور را چگونه و به چه روشهایی می توان تقویت نمود؟ توضیح دهید.
- ۱۲- افزایش راندمان حجمی چه تأثیری بر روی موتور دارد؟
- ۱۳- افزایش نسبت تراکم بر روی موتور چگونه می باشد؟
- ۱۴- تعویض به موقع فیلترهای هوا و سوخت، سالم بودن شمع ها، استفاده از سوخت با عدد اکتان بالاتر و آب بندی موتور چه تأثیری بر روی رفتار موتور می گذارد؟
- ۱۵- شکل محفظه احتراق چه تأثیری بر روی قدرت موتور دارد؟
- ۱۶- کاهش وزن پیستون، شاتون ها، میل لنگ و کاهش اصطکاک قطعات داخلی موتور، چه تأثیری بر روی عملکرد موتور دارد؟
- ۱۷- نحوه ی تأثیر گذاری سیستم روغنکاری بر روی عملکرد موتور چگونه است؟
- ۱۸- استفاده از سیستم جرقه زنی و پاشش سوخت الکترونیکی و تجهیزات برقی چگونه در نحوه عملکرد موتور تأثیر دارد؟
- ۱۹- در طراحی محفظه احتراق، چه نکاتی باید لحاظ گردد؟
- ۲۰- شکل محفظه احتراق چه تأثیری بر روی فرآیند احتراق دارد؟
- ۲۱- مناسب ترین شکل محفظه احتراق چگونه است؟ چرا؟
- ۲۲- وظیفه سیستم VCR چه بوده و در آن از چه مکانیزم هایی استفاده می شود؟
- ۲۳- موتورهای با تعداد سیلندر متغیر به چه منظور طراحی شده اند؟ این موتورها چگونه عمل می کنند؟

۲۴- کار سیستم PCV چیست؟

۲۵- سیستم تهویه محفظه میل لنگ (PCV) به چه منظور طراحی گردیده و چگونه عمل می نماید؟

۲۶- پنج مورد از عوامل مؤثر در میزان مصرف سوخت را بیان نمایید.

۲۷- ویسکوزیته روغن، زمان تعویض فیلترها، حجم سیلندر، نسبت اختلاط سوخت با هوا و موانع مسیر

تخلیه دود چه تأثیری بر میزان مصرف سوخت دارد؟

۲۸- به منظور کاهش میزان مصرف سوخت، چه عواملی باید توسط راننده رعایت گردد؟

۲۹- گازهای آلاینده محیط زیست که در اثر احتراق بوجود می آیند، کدام گازها می باشند؟

۳۰- استاندارد یورو در چه زمینه ای تصویب گردیده و در آن چه چیزی مشخص شده است؟

۳۱- سیستم EGR چیست و چگونه عمل می کند؟

۳۲- سیستم SCR چیست و چگونه عمل می کند؟

سؤالات فصل هشتم (تجهیزات جانبی موتور):

۱- سیستم سوخت رسانی از چه اجزایی تشکیل شده است؟

۲- انواع سیستم سوخت رسانی را نام برده و توضیح دهید.

۳- وظیفه سیستم جرقه زنی چه بوده و چگونه عمل می کند؟

۴- کار استارت چیست و چگونه عمل می نماید؟

۵- دینام و آلترناتور چه تفاوتی با هم دارند؟

۶- دینام و آلترناتور به چه منظوری در خودرو مورد استفاده قرار می گیرند؟ اساس عملکرد هر یک

چگونه می باشد؟

۷- منظور از هواکشی طبیعی و وا داشته چه می باشد؟ چه تفاوتی با یکدیگر دارند؟

۸- سوپرشارژ و توربوشارژ چیست و چه تفاوتی با یکدیگر دارند؟

۹- انواع سوپرشارژ را با رسم شکل توضیح دهید.

۱۰- راندمان سوپرشارژ بیشتر است و یا توربوشارژ؟ چرا؟

۱۱- توربوشارژ چیست و چگونه عمل می کند؟

۱۲- اینترکولر و افترکولر چیست؟ چه تفاوتی با یکدیگر دارند؟

۱۳- معمولاً یک موتور دارای چه سنسورهایی می باشد؟ آنها را نام برده و توضیح دهید.

۱۴- تفاوت سنسور دور موتور با سنسور سرعت خودرو در چیست و هر یک به چه منظوری استفاده

می شوند؟

- ۱۵- چند مدل سنسور فشار و دما وجود دارد؟ کاربرد هر یک را توضیح دهید.
- ۱۶- سنسور اکسیژن چیست و به چه منظور استفاده می شود؟ نحوه ی عملکرد آن چگونه است؟
- ۱۷- سنسور ضربه چیست و چگونه عمل می کند؟
- ۱۸- وظیفه استپ موتور چیست و چگونه کار می کند؟
- ۱۹- وظیفه سنسور موقعیت میل بادامک چیست؟
- ۲۰- منظور از ترمز موتوری و ترمز انگروزی (خفه کن) چیست و به چه منظوری تعبیه شده است؟

سؤالات فصل نهم (سیستم های خنک کاری و گرمایشی):

- ۱- در خودرو چند مدل سیستم خنک کاری وجود دارد؟ هر یک به چه منظور استفاده می شود؟
- ۲- علت خنک کاری موتور چیست؟
- ۳- چند درصد از انرژی تولید شده از طریق احتراق به کار مفید تبدیل می شود؟ سپس مابقی انرژی چه می شود؟
- ۴- مهمترین وظایف سیستم خنک کاری را بیان نمایید.
- ۵- برای خنک کاری موتور، چه روش هایی وجود دارد؟ آنها را نام برده و توضیح دهید.
- ۶- انواع سیستم های خنک کاری موتور را نام برده و توضیح دهید.
- ۷- اجزای تشکیل دهنده سیستم خنک کاری موتور را نام برده و توضیح دهید.
- ۸- واتر پمپ چیست و چه می کند؟
- ۹- کار ترموستات چیست؟ بر چه اساسی عمل می نماید؟ مدل های مختلف ترموستات را نام برده و توضیح دهید.
- ۱۰- کار منبع انبساط چیست و به چه منظوری تعبیه می شود؟
- ۱۱- درب رادیاتور به چه منظور تعبیه شده است؟
- ۱۲- از پروانه (فن) در کجا و به چه منظوری استفاده می شود؟ مدل های مختلف پروانه را نام برده و توضیح دهید.
- ۱۳- در سیستم خنک کاری موتور خودرو از چه نشانگرهایی استفاده می شود؟
- ۱۴- ضدیخ چیست و دارای چه خواصی می باشد؟
- ۱۵- گرمای بخاری خودرو چگونه تأمین می شود؟ توضیح کامل دهید.
- ۱۶- بخاری درجا چیست و چگونه کار می کند؟
- ۱۷- اساس کار سیستم کولر خودرو چگونه است؟

- ۱۸- کولر خودرو از چه اجزایی تشکیل شده است؟ نام برده و عملکرد آنها را توضیح دهید.
- ۱۹- وظیفه کندانسور، کمپرسور، اوبراتور، درایر و سوئیچ‌های کنترلی کولر چیست؟
- ۲۰- در کولر از چه گازی استفاده می‌شود؟
- ۲۱- با رسم مدار کولر، اساس کار آن را توضیح دهید.
- ۲۲- در کولر خودرو چگونه هوای سرد تولید می‌شود؟

سؤالات فصل دهم (سیستم روغنکاری):

- ۱- به چه دلیل موتور خودرو، روغنکاری می‌گردد؟
- ۲- یک روغن خوب باید دارای چه مشخصاتی باشد؟
- ۳- ویسکوزیته را تعریف نموده و نحوه‌ی تأثیرگذاری آن را بیان نمایید.
- ۴- یک روغن باید در برابر چه عواملی مقاومت داشته باشد؟
- ۵- به چه دلیل باید از روغنی استفاده نمود که در برابر کف کردن، اکسایش، خوردگی و فشار مقاوم بوده و از قدرت پاک‌کنندگی خوبی برخوردار باشد؟
- ۶- برای موتورهای بنزینی از چه روغن‌هایی استفاده می‌شود؟ تفاوت این روغن‌ها با یکدیگر چیست؟
- ۷- روغن‌های مصرفی در خودرو را نام برده و در مورد هر یک توضیح دهید.
- ۸- روغن ترمز باید دارای چه ویژگی‌هایی باشد؟
- ۹- نام دیگر روغن گیربکس چیست و چه تفاوتی با روغن موتور دارد؟
- ۱۰- روغن‌ها معمولاً بر چه اساسی طبقه‌بندی می‌شوند؟ توضیح دهید.
- ۱۱- فرق روغن موتورهای زمستانی، تابستانی و چهار فصل در چه چیزی می‌باشد؟
- ۱۲- برای موتورهای دیزل از چه روغن‌هایی استفاده می‌شود؟ تفاوت این روغن‌ها با یکدیگر چیست؟
- ۱۳- وظیفه سیستم روغنکاری موتور چیست و چگونه کار می‌کند؟
- ۱۴- اجزای سیستم روغنکاری موتور را نام برده و توضیح دهید.
- ۱۵- چند مدل پمپ روغن وجود دارد؟ نام برده و توضیح دهید.
- ۱۶- به چه دلیل گاهی اوقات از روغن سردکن استفاده می‌شود؟
- ۱۷- وظیفه فیلتر روغن چیست و چه عملی را انجام می‌دهد؟ چه مدل‌هایی وجود دارد؟
- ۱۸- نشان دهنده‌های روغن چه چیزهایی را نشان می‌دهند؟ نحوه عملکرد آنها چگونه است؟

سؤالات فصل یازدهم (تعمیرات موتور):

- ۱- چرا گاهی اوقات موتور روشن نمی‌شود؟ چه دلایلی ممکن است وجود داشته باشد؟
- ۲- دلیل بد کار کردن موتور چه چیزهایی می‌تواند باشد؟
- ۳- علت داغ کردن بیش از حد موتور چیست؟
- ۴- اگر موتور در حال کار کردن خاموش شود، علت چیست؟
- ۵- علت دود کردن موتور چیست؟ چگونه می‌توان براساس رنگ دود، علت را تشخیص داد؟
- ۶- دلایل کم کردن روغن موتور چیست؟
- ۷- دلیل کاهش فشار روغن در موتور، چه چیزی می‌تواند باشد؟
- ۸- مهمترین دلیل بالا بودن میزان مصرف سوخت چیست؟ چگونه می‌توان مصرف سوخت را کاهش داد؟
- ۹- علت جوش آوردن موتور چیست؟
- ۱۰- اگر یک موتور در هنگام کار کردن دارای سروصدا باشد، علت آن چه چیزی می‌تواند باشد؟
- ۱۱- آسیب دیدگی رینگ‌های پیستون به چه دلیل می‌باشد و باعث چه عوارضی می‌شود؟
- ۱۲- علت آسیب دیدگی پیستون، چه عواملی می‌تواند باشد؟ معمولاً چه مشکلاتی ممکن است برای یک پیستون رخ دهد؟
- ۱۳- عیوب متداول شاتون چیست و در این خصوص چه باید کرد؟
- ۱۴- معمولاً برای یک میل‌لنگ چه مشکلاتی بوجود می‌آید و راه‌حل مشکلات چیست؟
- ۱۵- علت آسیب دیدگی یاتاقان‌ها چیست؟ معمولاً چه مشکلاتی برای یک یاتاقان بوجود می‌آید؟
- ۱۶- تفاوت یاتاقان‌های ثابت و متحرک چیست؟ چه مشکلاتی می‌تواند برای آنها بوجود آید؟
- ۱۷- عیوب متداول در بلوکه سیلندر چیست؟ تعمیر آن چگونه انجام می‌گردد؟
- ۱۸- برای سرسیلندر معمولاً چه مشکلاتی بوجود می‌آید؟ راه‌حل چیست؟
- ۱۹- عیوب متداول سوپاپ و دلایل آن را بیان نماید.
- ۲۰- انگشتی سوپاپ و تاییت معمولاً دچار چه مشکلی می‌شوند؟ علت چیست و باید چه کار کرد؟
- ۲۱- عیب متداول میل بادامک چیست؟ چه باید کرد؟
- ۲۲- دستگاه دیاگ چیست و چه کاربردی دارد؟ نحوه‌ی عملکرد آن چگونه است؟

سؤالات فصل دوازدهم (موتورهای هیبریدی):

- ۱- موتور هیبریدی چیست و چگونه کار می‌کند؟
- ۲- اساس کار موتورهای هیبریدی را توضیح دهید.

- ۳- سلول سوختی چیست و چه وظیفه‌ای دارد؟
- ۴- انواع خودروهای هیبریدی را نام برده و توضیح دهید.
- ۵- چه تفاوتی بین یک خودروی هیبریدی سری و یک خودروی هیبریدی موازی وجود دارد؟
- ۶- خودروی هیبریدی سری - موازی، چگونه است؟
- ۷- یک خودروی هیبریدی از چه اجزایی تشکیل شده است؟ نام برده و توضیح دهید.
- ۸- انرژی الکتریکی مورد نیاز در خودروهای هیبریدی چگونه تأمین می‌شود؟
- ۹- فراخوان خودروهای هیبریدی چیست و چه کاربردی دارد؟
- ۱۰- به چه دلیل در موتور هیبریدی از کنترل کننده استفاده می‌شود؟

سؤالات فصل سیزدهم (موتورهای جت):

- ۱- موتور جت چه نوع موتوری است و چگونه کار می‌کند؟
- ۲- یک موتور جت از چه اجزایی تشکیل شده است؟ نام برده و توضیح دهید.
- ۳- در موتور جت چند مدل مجرای ورود هوا وجود دارد؟ نام برده و توضیح دهید.
- ۴- وظیفه کمپرسور در موتور جت چیست؟
- ۵- محفظه احتراق در موتورهای جت به چه صورت بوده و احتراق چگونه رخ می‌دهد؟
- ۶- انواع مختلف محفظه احتراق در موتورهای جت را نام برده و توضیح دهید.
- ۷- نیروی رانش و یا جلو برندگی موتور جت در کدام قسمت اعمال می‌شود؟ یا به عبارتی بهتر یک موتور جت چگونه به حرکت در می‌آید؟
- ۸- آیا در موتورهای جت نیز استارت وجود دارد؟ توضیح دهید.
- ۹- موتور جت دارای چه مزیت‌هایی می‌باشد؟
- ۱۰- انواع موتور جت را نام برده و توضیح دهید.
- ۱۱- توربین گاز چیست و چگونه عمل می‌کند؟
- ۱۲- ساختمان و نحوه عملکرد توربو جت را توضیح دهید.
- ۱۳- ساختمان و نحوه عملکرد توربو فن را توضیح دهید.
- ۱۴- ساختمان و نحوه عملکرد توربو پراپ را توضیح دهید.
- ۱۵- شباهت‌ها و تفاوت‌های توربو جت، توربو فن و توربو پراپ در چیست؟
- ۱۶- ساختمان و مکانیزم پالس جت به چه صورت می‌باشد؟
- ۱۷- منظور از پرشر جت چیست و کاربرد آن در کجاست؟

سوالات تستی

تست‌های کنکور سراسری و آزاد

- ۱- وضعیت سوپاپ‌ها در زمان قیچی بودن کدام است؟
 - (۱) گاز باز، دود بسته
 - (۲) دود باز و گاز بسته
 - (۳) گاز و دود هر دو باز
 - (۴) گاز و دود هر دو بسته
- ۲- حد باز و بسته شدن در میل بادامک به چه منظوری طراحی شده است؟
 - (۱) خنک کاری سوپاپ
 - (۲) جلوگیری از سوختن سوپاپ
 - (۳) افزایش ضریب انتقال حرارت
 - (۴) کاهش ساییدگی در سیستم سوپاپ
- ۳- عیب موتورهای چهار زمانه نسبت به موتورهای دو زمانه کدام است؟
 - (۱) وزن کمتر
 - (۲) توان وزنی کمتر
 - (۳) نیاز به توربوشارژ
 - (۴) راندمان حجمی پایین‌تر
- ۴- شکاف افقی زیر رینگ‌های پیستون به کدام منظور طراحی و ایجاد می‌شود؟
 - (۱) انتقال حرارت
 - (۲) جلوگیری از انبساط
 - (۳) به عنوان سد حرارتی
 - (۴) سبک‌تر شدن پیستون
- ۵- کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟
 - (۱) تهویه محفظه کارتل، راندمان حجمی موتور را افزایش می‌دهد.
 - (۲) یاتاقان‌بندی موتور به گونه‌ای است که محور با یاتاقان تماس ندارد.
 - (۳) قفل گازی به علت انقباض زیاد مولکول‌ها و اشغال فضا ایجاد می‌شود.
 - (۴) وظیفه وزنه‌های تعادل میل‌لنگ یکنواخت کردن حرکت دورانی میل‌لنگ است.
- ۶- در موتورهای دیزل با اتاق احتراق باز، اثر حرکت چرخشی هوا در زمان تراکم کدام است؟
 - (۱) افزایش فشار کم
 - (۲) افزایش فشار احتراق
 - (۳) بالا رفتن راندمان حجمی موتور
 - (۴) افزایش سرعت اختلاط هوا و سوخت

۷- موتور دیزل با محفظه احتراق گردبادی از کدام نظر با موتور دیزل با اتاق احتراق تقسیم شده تفاوت دارد؟

(۱) سرعت اشتعال سوخت

(۲) نوع سوخت مصرفی

(۳) روش تزریق

(۴) نیاز به گرمکن

۸- افزایش بیش از حد مجاز نسبت تراکم، کدام عیب را در موتور دیزل ایجاد می کند؟

(۱) افزایش نیروی اصطکاک

(۲) کاهش راندمان حجمی موتور

(۳) افزایش تأخیر احتراق

(۴) کاهش گشتاور

۹- برای خاموش کردن موتور دیزل، پلانجر در کدام وضعیت قرار می گیرد؟

(۱) انتهای کورس مفید

(۲) سر پلانجر در مقابل مجرای ورودی

(۳) شیار عمودی پلانجر در مقابل مجرای ورودی

(۴) شیار مایل پلانجر در مقابل مجرای ورودی

۱۰- بزرگترین عیب سیستم تزریق مستقیم در موتور دیزل کدام است؟

(۱) افزایش فشار احتراق

(۲) نیاز به دستگاه گرمکن

(۳) نیاز به فشار تزریق زیاد

(۴) عدم امکان افزایش دور زیاد

۱۱- به کدام دلیل گشتاور موتور دیزل پایدارتر از موتور بنزینی است؟

(۱) احتراق خودبه خود

(۲) احتراق حجم ثابت

(۳) احتراق فشار ثابت

(۴) کمپرس زیاد موتور

۱۲- ماکزیمم درصد پر شدن سیلندر از مخلوط سوخت و هوا کدام است؟

(۱) ۷۵

(۲) ۶۰

(۳) ۹۰

(۴) ۱۰۰

۱۳- زمان تأخیر اشتعال در موتورهای دیزل چند ثانیه است؟

(۱) ۰/۰۰۲ تا ۰/۰۰۴

(۲) ۰/۰۱ تا ۰/۰۲

(۳) ۰/۰۰۱ تا ۰/۰۰۲

(۴) ۰/۰۲ تا ۰/۰۴

۱۴- در موتورهای دیزلی، زاویه مکش عملی حدوداً چند درجه است؟

(۱) ۵۴

(۲) ۲۳۴

(۳) ۱۲۵

(۴) ۱۸۰

۱۵- دلیل افزایش نیروی استارت در موتور دیزل کدام است؟

(۱) وجود شمع گرمکن

(۲) افزایش حجم سیلندر

(۳) نوع اتاق احتراق

(۴) افزایش بیش از حد مجاز نسبت تراکم

۱۶- برای خاموش شدن موتور، پلانجر در کدام حالت قرار می گیرد؟

(۱) سر پلانجر در مقابل مجرای ورودی

(۲) شیار عمودی پلانجر در مقابل مجرای ورودی

(۳) شیار مایل پلانجر در مقابل مجرای ورودی

(۴) ابتدای کورس مفید

۱۷- دلیل انتخاب ترتیب احتراق در موتور کدام است؟

(۱) ایجاد حرکت دورانی

(۲) تولید گشتاور

(۳) متعادل کار کردن میل لنگ

(۴) وایرچینی شمع ها

- ۱۸- دلیل افزایش تنش در فنر سوپاپ کدام است؟
- (۱) بالا رفتن دور موتور
 - (۲) ایجاد ارتعاش در سرعت‌های بحرانی
 - (۳) استفاده از کلاهک اصطکاکی
 - (۴) ایجاد ترک در سطوح فنر
- ۱۹- اگر لقی سوپاپ بیشتر از اندازه مجاز باشد، کدام حالت ایجاد می‌شود؟
- (۱) زمان نشستن سوپاپ در سیت کاهش می‌یابد
 - (۲) سوپاپ زودتر باز می‌شود
 - (۳) سوپاپ دیرتر بسته می‌شود
 - (۴) زمان باز بودن سوپاپ کاهش می‌یابد
- ۲۰- دلیل نامنظم بودن گشتاور در موتورهای چهار زمانه کدام است؟
- (۱) ایجاد یک کورس کار مفید در طول چهار زمان اصلی موتور
 - (۲) ارتعاش فلاپیول
 - (۳) بزرگ بودن میل‌لنگ
 - (۴) کاهش توان وزنی موتور
- ۲۱- بیشترین علت آلوده شدن روغن موتور کدام است؟
- (۱) اکتان پایین سوخت
 - (۲) کثیف بودن فیلتر روغن
 - (۳) احتراق ناقص سوخت
 - (۴) نفوذ سوخت به محفظه کارتل
- ۲۲- در کدام شرایط، بهترین راندمان حرارتی از موتور اخذ می‌شود؟
- (۱) داغ بودن مانیفولد
 - (۲) انتقال سوخت مصرفی از مانیفولد بصورت بخار خشک
 - (۳) غنی بودن سوخت مصرفی
 - (۴) جلوگیری از تقطیر سوخت
- ۲۳- برای روشن شدن موتور دیزل با محفظه احتراق تقسیم شده در حالت استارت، کدام عامل مؤثر است؟
- (۱) افزایش نیروی استارت
 - (۲) حجم سوخت ارسالی
 - (۳) درجه ستان
 - (۴) شمع گرمکن
- ۲۴- افزایش بیش از حد نسبت تراکم، در موتورهای دیزلی کدام عیب را بوجود می‌آورد؟
- (۱) ناشتی زیاد
 - (۲) کاهش قدرت
 - (۳) تأخیر در احتراق
 - (۴) افزایش مصرف سوخت
- ۲۵- به کدام دلیل در موتورهای دیزلی دو زمانه از توربوشارژر استفاده می‌شود؟
- (۱) افزایش سرعت تبخیر سوخت
 - (۲) افزایش راندمان حجمی موتور
 - (۳) کاهش مصرف سوخت
 - (۴) کاهش تأخیر احتراق

- ۲۶- وظیفه انژکتور در موتورهای دیزلی کدام است؟
- (۱) اندازه گیری حجم سوخت رسانی
 - (۲) تنظیم دقیق مقدار سوخت
 - (۳) تزریق سوخت در محفظه احتراق
 - (۴) قطع ارسال سوخت
- ۲۷- وضعیت سوپاپ‌های گاز و دود در حالت قیچی بودن، کدام است؟
- (۱) سوپاپ دود باز و گاز بسته
 - (۲) سوپاپ گاز باز و دود بسته
 - (۳) هر دو سوپاپ بسته
 - (۴) هر دو سوپاپ باز
- ۲۸- انتخاب ترتیب احتراق در موتورها به کدام دلیل انجام می‌شود؟
- (۱) ایجاد حرکت دورانی
 - (۲) تولید گشتاور زیاد
 - (۳) متعادل کار کردن میل لنگ
 - (۴) وایر چینی
- ۲۹- علت افزایش تنش در فنر سوپاپ کدام است؟
- (۱) ایجاد ارتعاش در سرعت‌های بحرانی
 - (۲) ایجاد ترک در سطح فنر
 - (۳) استفاده از کلاهک‌های اصطکاکی
 - (۴) بالا بودن دور موتور
- ۳۰- مزیت سوپاپ‌های چرخشی کدام است؟
- (۱) آب‌بندی خودکار سیت سوپاپ
 - (۲) جلوگیری از رسوب گرفتن سطح خواب سوپاپ
 - (۳) جلوگیری از کج شدن ساق سوپاپ
 - (۴) ضریب انتقال حرارت بسیار زیاد
- ۳۱- عیب موتور دیزل با محفظه احتراق تقسیم شده کدام است؟
- (۱) گشتاور تولیدی موتور کم است
 - (۲) احتراق سوخت در دو مرحله انجام می‌شود
 - (۳) در موتورهای کوچک با دور زیاد کاربرد ندارد
 - (۴) نیاز به شمع گرمکن دارد
- ۳۲- در روش مان، سوخت به کدام حالت پاشیده می‌شود؟
- (۱) بصورت پودر به داخل سیلندر
 - (۲) مماس به محفظه کروی اتاق احتراق
 - (۳) مماس به سطح کروی پیستون
 - (۴) در دو جهت، یکی به محفظه کروی و دیگری روی پیستون
- ۳۳- کدام عامل باعث افزایش نیروی استارت در موتور دیزل می‌شود؟
- (۱) نشستی زیاد
 - (۲) گشتاور زیاد
 - (۳) نسبت تراکم بیش از حد مجاز
 - (۴) افزایش نیروی اصطکاکی
- ۳۴- سیکل تئوری عملکرد موتور استرلینگ دارای چه تحولاتی می‌باشد؟
- (۱) دما ثابت - فشار ثابت
 - (۲) دما ثابت - حجم ثابت
 - (۳) آدیاباتیک - حجم ثابت
 - (۴) آدیاباتیک - فشار ثابت

۳۵- طراحی و ایجاد حد باز و بسته شدن در بادامک میل سوپاپ به کدام منظور انجام می‌شود؟

- (۱) جلوگیری از سوختن سوپاپ
 - (۲) افزایش ضریب انتقال حرارت
 - (۳) جلوگیری از کج شدن ساق سوپاپ
 - (۴) کاهش ساییدگی در سیستم سوپاپ
- ۳۶- علت شکستن فنر سوپاپ کدام است؟

- (۱) افزایش تنش در فنر
- (۲) تنظیم نبودن لقی سوپاپ
- (۳) گشاد شدن گیت سوپاپ
- (۴) دور زیاد موتور

۳۷- استفاده از سوپاپ‌های چرخشی به کدام منظور انجام می‌گیرد؟

- (۱) جلوگیری از سوختن سوپاپ
 - (۲) افزایش ضریب انتقال حرارت
 - (۳) جلوگیری از رسوب گرفتن سطح خواب سوپاپ
 - (۴) جلوگیری از کج شدن ساق سوپاپ
- ۳۸- پوشش پیستون به کدام منظور انجام می‌گیرد؟

- (۱) مقاومت پیستون در مقابل فشار تراکم
- (۲) افزایش ضریب انتقال حرارت
- (۳) مقاومت پیستون در مقابل فشار احتراق
- (۴) محافظت پیستون در مقابل سایش زیاد

۳۹- وظیفه وزنه‌های تعادل برای دوران بدون لرزش میل‌لنگ، کدام است؟

- (۱) ایجاد گشتاوری برابر با نیروی وارد از طرف شاتون
- (۲) تولید نیروی گریز از مرکز معادل با نیروی وارد از طرف شاتون
- (۳) یکنواخت نمودن حرکت پیچشی
- (۴) حذف ارتعاشات میل‌لنگ موقع افزایش ناگهانی سرعت

۴۰- از نظر تئوری علت افزایش ناگهانی فشار در کورس قدرت کدام است؟

- (۱) احتراق گاز در حجم ثابت
- (۲) انفجار گاز
- (۳) فشار تراکم
- (۴) حرارت

۴۱- دلیل استفاده از کلاهک اصطکاکی در فنر سوپاپ کدام است؟

- (۱) افزایش ضریب فنریت
- (۲) انتقال حرارت
- (۳) تقویت فنر
- (۴) جلوگیری از ارتعاش

۴۲- دلیل نامنظم بودن گشتاور در موتورهای چهار زمانه کدام است؟

- (۱) ارتعاش فلاویل
- (۲) یک کورس قدرت در چهار زمان
- (۳) بالانس نبودن میل‌لنگ
- (۴) سوختن یاتاقان

۴۳- روکش کردن و پوشش پیستون به کدام منظور انجام می‌شود؟

- (۱) افزایش ضریب انتقال حرارت
(۲) افزایش عمر پیستون
(۳) جلوگیری از انبساط
(۴) محافظت در مقابل سایش زیاد

۴۴- فضایی که توسط پیستون بین نقطه مرگ بالا و پایین پیموده می‌شود چه نام دارد؟

- (۱) حجم تراکم
(۲) حجم جابجایی
(۳) حجم کل سیلندر
(۴) کورس پیستون
۴۵- حدود فشار گازهای خروجی از سوپاپ دود چند اتمسفر است؟

- (۱) ۵ (۲) ۸ (۳) ۱۰ (۴) ۱۵

۴۶- کیفیت احتراق سوخت در موتور دیزل با اتاق احتراق باز به کدام عامل بستگی دارد؟

- (۱) اکتان سوخت
(۲) اختلاط سوخت و هوا
(۳) حجم سیلندر
(۴) راندمان حرارتی

۴۷- عیب موتور دیزل با محفظه احتراق تقسیم شده کدام است؟

- (۱) دود کردن موتور
(۲) گشتاور کم
(۳) نیاز به شمع گرمکن
(۴) نشی زیاد

۴۸- عامل افزایش راندمان حجمی در موتورهای دیزل دو زمانه کدام است؟

- (۱) اصلاح فرم مانیفولد دود
(۲) سوپرشارژ
(۳) فرم مانیفولد گاز
(۴) فرم سر پیستون

۴۹- کدام عوامل زیر در اندازه فشار نهایی گاز در پایان کورس تراکم بستگی دارد؟

- (۱) حجم محفظه احتراق - فضای اتاق احتراق - درجه حرارت موتور - فشار هوا - راندمان حجمی موتور
(۲) حجم محفظه احتراق - فضای اتاق احتراق - درجه حرارت موتور - فشار هوا - راندمان حرارتی موتور
(۳) حجم کل سیلندر - فضای اتاق احتراق - درجه حرارت موتور - فشار هوا - راندمان حجمی موتور
(۴) حجم کل سیلندر - فضای اتاق احتراق - درجه حرارت موتور - فشار هوا - راندمان حرارتی موتور
۵۰- با توجه به تایمینگ سوپاپ‌های موتور، زاویه مشترک باز بودن سوپاپ دود و گاز در حالت قیچی چند درجه است؟

- (۱) ۷ (۲) ۱۶ (۳) ۹ (۴) ۲۳۵

۵۱- به کدام دلیل در بعضی از موتورهای فترهای سوپاپ را دوپل طراحی می‌کنند؟

- (۱) افزایش نیروی باز شدن سوپاپ
(۲) کاهش نیروی ضربه‌ای بر سیت سوپاپ
(۳) افزایش نیروی بسته
(۴) حذف رزونانس

۵۲- اگر لقی سوپاپ کمتر از اندازه مجاز باشد، چه اشکالی در کار موتور بوجود می‌آید؟

- (۱) سریع سوختن سوپاپ دود
(۲) سریع سوختن سوپاپ گاز
(۳) ایجاد سرو صدا در موتور
(۴) کاهش یافتن زمان باز بودن سوپاپ

۵۳- مزیت موتورهای دو زمانه نسبت به چهار زمانه کدام است؟

- (۱) دارای توان وزنی کمتر و گشتاور منظم تر
 - (۲) دارای توان وزنی بیشتر و گشتاور نامنظم تر
 - (۳) دارای توان وزنی کمتر و گشتاور نامنظم تر
 - (۴) دارای توان وزنی بیشتر و گشتاور منظم تر
- ۵۴- کار پولی نوسان گیر موتور کدام است؟

- (۱) کاهش نوسانات فلاپویل
- (۲) کاهش ارتعاشات پیچشی میل لنگ
- (۳) یکنواخت کردن حرکت پیستون
- (۴) کاهش لرزش بدنه موتور

۵۵- قطر پیستون در کدام ناحیه کمتر است؟

- (۱) در جهت محور گزن پین
- (۲) در جهت عمود بر محور گزن پین
- (۳) در روی محور 45° درجه
- (۴) در روی محور 60° درجه

۵۶- اندازه صحیح دهانه رینگ وقتی که در داخل سیلندر به تنهایی قرار می گیرد، چند میلیمتر است؟

- (۱) ۱
- (۲) $0/18$
- (۳) $0/26$
- (۴) $0/3$

۵۷- جنس یاتاقان آلیاژ مس و سرب کدام است؟

- (۱) ۲۵٪ مس، ۶۰٪ سرب و ۱۵٪ فلزات دیگر
- (۲) ۱۰٪ مس، ۸۰٪ سرب و ۱۰٪ فلزات دیگر
- (۳) ۶۰٪ مس، ۲۵٪ سرب و ۱۵٪ فلزات دیگر
- (۴) ۵٪ مس، ۸۰٪ سرب و ۱۵٪ فلزات دیگر

۵۸- در موتور دیزل، فشار و درجه حرارت در زمان تراکم به ترتیب کدام است؟

- (۱) $at - 50 - 800^\circ C$
- (۲) $at - 20 - 700^\circ C$
- (۳) $at - 50 - 400^\circ C$
- (۴) $at - 100 - 700^\circ C$

۵۹- دلیل ثابت بودن فشار در موتور دیزل کدام است؟

- (۱) احتراق تدریجی
- (۲) مصرف سوخت گازوئیل
- (۳) فشار تراکم زیاد
- (۴) داشتن محفظه احتراق کوچک

۶۰- در زمان قیچی کردن، وضعیت سوپاپ ها چگونه است؟

- (۱) سوپاپ دود باز و گاز بسته است
- (۲) سوپاپ گاز باز و دود بسته است
- (۳) سوپاپ های گاز و دود هر دو باز هستند
- (۴) سوپاپ های گاز و دود هر دو بسته هستند

۶۱- اگر لقی سوپاپ کمتر از اندازه ی مجاز باشد:

- (۱) انتقال حرارت بخوبی انجام می شود
- (۲) زمان نشستن سوپاپ در سیت کاهش می یابد
- (۳) زمان نشستن سوپاپ در سیت افزایش می یابد
- (۴) موتور با سر و صدای زیادی کار می کند

۶۲- پوشش پیستون به چه منظوری انجام می شود؟

(۱) افزایش انتقال حرارت

(۲) افزایش مقاومت پیستون در مقابل فشار احتراق

(۳) افزایش مقاومت پیستون در مقابل فشار تراکم

(۴) محافظت پیستون در مقابل سایش زیاد

۶۳- تولید فشار روی پیستون در موتورهای دیزلی تا چند درجه از گردش میل لنگ ادامه دارد؟

(۱) ۵۴ (۲) ۱۲۵ (۳) ۱۸۰ (۴) ۲۳۴

۶۴- کدام عامل باعث افزایش نیروی استارت در موتور دیزل می باشد؟

(۱) افزایش نیروی اصطکاک

(۲) گشتاور زیاد

(۳) نشتی زیاد

(۴) نسبت تراکم بیش از حد مجاز

۶۵- کدام گزینه از مزایای موتور دیزل محسوب می شود؟

(۱) نداشتن محدودیت برای افزایش نسبت تراکم

(۲) عدم نیاز به شمع گرمکن

(۳) بازده حرارتی زیاد

(۴) ارزان بودن تجهیزات سوخت رسانی

۶۶- فشار احتراق در زمان قدرت به چند اتمسفر می رسد؟

(۱) ۳۰ (۲) ۳۵ (۳) ۴۰ (۴) ۴۵

۶۷- میانگین باز بودن سوپاپ گاز چند درجه است؟

(۱) ۲۲۰ (۲) ۲۲۵ (۳) ۲۳۲ (۴) ۲۳۵

۶۸- راندمان حجمی پر شدن سیلندر در موتور با سوپاپ های دو ردیفه T شکل چند درصد است؟

(۱) ۷۲ (۲) ۷۵ (۳) ۸۲ (۴) ۸۸

۶۹- علت ترکیدن سیت سوپاپ کدام است؟

(۱) آب بندی نبودن سوپاپ

(۲) انقباض و انبساط گرمایی ناهمگون

(۳) زیادی فشار احتراق

(۴) وارد آمدن نیروی زیاد به ساق سوپاپ

۷۰- سفت کردن بیش از حد پیچ های سرسیلندر کدام عیب را باعث می شود؟

(۱) ایجاد تنش کششی در پیچ ها

(۲) تاب برداشتن سیلندر

(۳) کاهش نسبت تراکم

(۴) له شدن واشر

۷۱- علت ایجاد انفجار ضربه ای کدام است؟

(۱) آوانس بودن بیش از حد جرعه

(۲) احتراق نامناسب سوخت

(۳) افزایش نسبت تراکم

(۴) بالا بودن عدد اکتان سوخت

۷۲- در کدام زمان سوپاپ گاز و دود باز است؟

- (۱) تخلیه (۲) قدرت (۳) قیچی سوپاپ‌ها (۴) مکش

۷۳- عدد ۱۷۲۵ که روی بدنه بعضی از مدل‌های پیکان نوشته می‌شود، چه مشخصه‌ای از موتور را بیان می‌کند؟

- (۱) حجم ماکزیمم کل سیلندر (۲) حجم مفید یا جابجایی موتور
(۳) قدرت حجمی موتور (۴) مدل خودرو

۷۴- در موتورهای چهار سیلندر خوابیده کدام ترتیب احتراق معمول است؟

- (۱) ۱-۴-۳-۲ (۲) ۱-۳-۴-۲ (۳) ۱-۲-۴-۳ (۴) ۱-۳-۲-۴

۷۵- میانگین باز بودن سوپاپ دود چند درجه است؟

- (۱) ۲۲۵ (۲) ۲۲۹ (۳) ۲۳۲ (۴) ۲۳۹

۷۶- هر چه موتور باشد، با توان ثابت، دارای قدرت مفید خواهد بود.

- (۱) سبکتر - بیشتری (۲) سنگین‌تر - بیشتری (۳) سبکتر - کمتری (۴) پردود - بیشتری

۷۷- کدام نوع روغن برای موتورهای بنزینی پرکار مناسب است؟

- (۱) MM (۲) ML (۳) ME (۴) MS

۷۸- قشر محافظ پیستون، آن را در برابر کدام پدیده محافظت می‌نماید؟

- (۱) اکسید شدن (۲) سایش
(۳) گرمای حاصل از احتراق (۴) فشار حاصل از احتراق

۷۹- علل کاهش گشتاور موتور در دورهای بالا کدام است؟

- (۱) افزایش راندمان حجمی (۲) افزایش راندمان حجمی و اصطکاک
(۳) کاهش راندمان حجمی و افزایش اصطکاک (۴) کاهش راندمان حجمی و اصطکاک

۸۰- از نظر تئوری، در موتورهای چهار زمانه بنزینی علت افزایش ناگهانی فشار در کورس قدرت کدام است؟

- (۱) احتراق گاز در حجم ثابت (۲) انفجار مخلوط هوا و بنزین
(۳) تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی حرارتی (۴) فشار تراکم

۸۱- مکش در موتورهای چهار زمانه در طول چند درجه از گردش میل‌لنگ انجام می‌شود؟

- (۱) ۱۰۰ (۲) ۱۳۵ (۳) ۱۸۰ (۴) ۲۳۵

۸۲- کدام گزینه از خواص و اثر سرسیلندر محسوب می‌شود؟

- (۱) شکل‌پذیری
(۲) ضریب حرارتی پایین
(۳) ضریب سختی بالا
(۴) مقاومت در مقابل فشار احتراق

۸۳- سوپاپ F شکل کدام است؟

- (۱) سوپاپ دود معلق و گاز ایستاده
(۲) سوپاپ گاز معلق و دود ایستاده
(۳) هر دو سوپاپ ایستاده
(۴) هر دو سوپاپ معلق

۸۴- کدام قسمت از فرم بادامک کار سوپاپ را بی‌صداتر می‌کند؟

- (۱) پهلوی بسته شدن سوپاپ
(۲) پهلوی باز کردن سوپاپ
(۳) حد باز و بسته شدن
(۴) دایره مینا

۸۵- برای جلوگیری از ارتعاش و موج برداشتن فنر سوپاپ کدام روش به کار می‌رود؟

- (۱) استفاده از فنر محکم‌تر با ضریب ارتجاعی کمتر
(۲) استفاده از بشقابک بوش دار
(۳) به کار بردن واشر لاستیکی
(۴) به کار بردن کلاهک اصطکاکی

۸۶- دلیل استفاده از تیغه محافظ اینوار در پیستون‌های آلومینیمی کدام است؟

- (۱) جلوگیری از لقی پیستون
(۲) جلوگیری از انبساط پیستون
(۳) افزایش مقاومت پیستون در مقابل ضربه‌ی احتراق
(۴) انتقال بهتر حرارت به بدنه سیلندر

۸۷- وقتی سیلندر چهارم در حال انفجار است، سیلندر دوم کدام تحول را انجام می‌دهد؟

- (۱) تخلیه
(۲) تراکم
(۳) کار
(۴) مکش

۸۸- عمل سوختن سوخت تحت تراکم، در سیلندر موتور پس از جرقه زدن شمع، چند هزارم ثانیه طول

می‌کشد؟

- (۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۵ (۴) ۶

۸۹- گشتاور یک موتور احتراقی بنزینی در چه دورانی از موتور به حداکثر می‌رسد؟

- (۱) $\frac{\text{دور آرام}}{۲}$ (۲) $۲ \times \text{دور آرام}$ (۳) $\frac{\text{دور حداکثر}}{۲}$ (۴) $۲ \times \text{دور حداکثر}$

۹۰- در پیستون‌های بیضی شکل، قطر بزرگ پیستون از قطر کوچک آن چند میلیمتر بزرگتر است؟

- (۱) ۰/۱۵ (۲) ۰/۳ (۳) ۱/۵ (۴) ۳

۹۱- تایمینگ سوپاپ‌های موتور با کدام منظور طراحی می‌شود؟

- (۱) بهبود آوانس جرقه (۲) بهبود راندمان (۳) تخلیه دود (۴) مکش هوا

۹۲- ارتعاش گیر میل‌لنگ، ارتعاش کدام قسمت آن را تنظیم می‌کند؟

- (۱) جلو (۲) دهانه لنگ (۳) عقب (۴) محورهای ثابت

۹۳- برای جلوگیری از کوبیدن پیستون در آغاز کورس قدرت، کدام طراحی به کار می‌رود؟
 (۱) انژکتوری ساختن سیستم سوخت‌رسانی
 (۲) برجسته ساختن کف پیستون
 (۳) کنار بودن محور گزن پین در روی پیستون
 (۴) وسط بودن شمع در اتاق احتراق
 ۹۴- در موتور پیکان در هنگام بسته بودن ترموستات برگشت آب سرسیلندر به ورودی واترپمپ از کدام مدار انجام می‌شود؟

(۱) بخاری
 (۲) رادیاتور
 (۳) مجاری ریز و اشتر سرسیلندر
 (۴) واترپمپ

۹۵- در طراحی تایمینگ سوپاپ‌های موتور بیشترین فرصت را به کدام زمان‌ها می‌دهند؟
 (۱) تراکم و تخلیه
 (۲) مکش و قدرت
 (۳) مکش و تخلیه
 (۴) مکش و تراکم

۹۶- موتورهای جدید با کدام سیستم از نظر فرمان سوپاپ‌ها طراحی می‌شوند؟

(۱) I شکل میل سوپاپ دوبل بالای سرسیلندر
 (۲) I شکل میل سوپاپ تکی بالای سرسیلندر
 (۳) F شکل میل سوپاپ دوبل زیر سرسیلندر
 (۴) F شکل میل سوپاپ تکی زیر سرسیلندر

۹۷- عامل چسبندگی سوپاپ‌ها کدام است؟

(۱) تجمع رسوبات بین ساق و گیت
 (۲) تجمع رسوبات در سیت سوپاپ
 (۳) سفت شدن اسبک‌ها روی میل اسبک
 (۴) ضعیف شدن فنرهای سوپاپ

۹۸- پیستون‌های بیضی شکل چند میلیمتر اختلاف قطر دارند؟

(۱) ۰/۰۲۵
 (۲) ۰/۰۰۶
 (۳) ۰/۰۱۵
 (۴) ۱/۵

۹۹- رینگ کمپرسی با شیار داخلی در کدام جا رینگ پیستون نصب می‌شود؟

(۱) اول
 (۲) دوم
 (۳) سوم
 (۴) چهارم

۱۰۰- آوانس سوپاپ دود موتور، حدوداً چند درجه است؟

(۱) ۱۲
 (۲) ۱۵
 (۳) ۳۰
 (۴) ۵۰

۱۰۱- سوپاپ I شکل کدام است؟

(۱) هر دو سوپاپ در بدنه سیلندر
 (۲) هر دو سوپاپ در سرسیلندر

(۳) سوپاپ گاز در بالا - سوپاپ دود در پایین
 (۴) سوپاپ گاز در پایین - سوپاپ دود در بالا

۱۰۲- طرف فشار پیستون و سیلندر از دید جلوی موتور کدام طرف است؟

(۱) جلو
 (۲) چپ
 (۳) عقب
 (۴) راست

۱۰۳- بهترین نوع اتصال بین پیستون، شاتون و گزن پین کدام است؟

(۱) شناور
 (۲) گزن پین در پیستون ثابت

(۳) گزن پین در شاتون ثابت
 (۴) گزن پین در شاتون ثابت

۱۰۴- علت افزایش ناگهانی فشار داخل سیلندر در کورس سوم کدام است؟

- (۱) احتراق گاز در حجم ثابت
(۲) فشار تراکم موتور
(۳) کاهش حجم داخل سیلندر
(۴) نسبت تراکم موتور

۱۰۵- تخلیه دود از سیلندر در چند درجه از گردش میل لنگ انجام می شود؟

- (۱) ۱۸۰ (۲) ۲۳۲ (۳) ۲۳۹ (۴) ۲۵۴

۱۰۶- در کدام نوع از سیستم سوپاپ، همه سوپاپ ها بطور ایستاده در یک طرف بلوکه سیلندر قرار دارند؟

- (۱) L (۲) I (۳) F (۴) T

۱۰۷- واشر سرسیلندر چه خواصی را باید داشته باشد؟

(۱) ارزان بودن، قدرت آب بندی بالا، شکل پذیری

(۲) شکل پذیری، ضریب حرارتی بالا، ارزان بودن

(۳) ضریب حرارتی بالا، ارزان بودن، قدرت آب بندی

(۴) قدرت آب بندی بالا، شکل پذیری، ضریب حرارتی بالا

۱۰۸- وجود کدام مورد در بادامک، کار سوپاپ را بی صدا تر می کند؟

(۱) پهلوی باز کردن سوپاپ (۲) پهلوی بسته شدن سوپاپ

(۳) حد باز و بسته شدن (۴) دایره مبنا

۱۰۹- مزیت زاویه نشست ۴۵ درجه در سوپاپ ها کدام است؟

(۱) آب بندی بهتر (۲) افزایش مقدار باز بودن دهانه آزاد

(۳) انتقال حرارت بهتر (۴) جلوگیری از سوختن

۱۱۰- برای جلوگیری از ارتعاش و موج برداشتن فنر سوپاپ کدام مورد به کار می رود؟

(۱) بشقابک بوش دار (۲) فنر با قطر پیچشی بیشتر

(۳) کلاهک اصطکاکی (۴) واشر لاستیکی

۱۱۱- در پیستون های بیضی شکل قطر در روی محور ۴۵ درجه ای، چند میلیمتر از قطر بزرگ پیستون

کوچکتر است؟

- (۱) ۰/۰۷۵ (۲) ۰/۰۷۵ (۳) ۰/۰۱۵ (۴) ۰/۱۵

۱۱۲- تیغه محافظ اینوار به چه منظوری در پیستون ها به کار می رود؟

(۱) ایجاد حالت ارتجاعی (۲) انتقال حرارت به بدنه سیلندر

(۳) حفاظت در مقابل ضربه های وارد به سر پیستون (۴) جلوگیری از انبساط پیستون

۱۱۳- برای جلوگیری از رسوب در کناره های سوپاپ و شمع کدام مواد به بنزین اضافه می شود؟

(۱) بنزن یا بنزل (۲) تترا اتیل سرب (۳) اتیل الکل (۴) اتیلن دی برومید

۱۱۴- وظیفه وزنه‌های تعادل در میل‌لنگ کدام است؟

- (۱) استحکام بخشیدن به میل‌لنگ
- (۲) ایجاد تعادل استاتیکی در میل‌لنگ
- (۳) هدایت شاتون و پیستون به داخل سیلندر
- (۴) یکنواخت کردن حرکت دورانی میل‌لنگ

۱۱۵- زمان قیچی سوپاپ، زمانی است که:

- (۱) سوپاپ دود و سوپاپ گاز هم زمان باز هستند
- (۲) سوپاپ دود بسته و سوپاپ گاز باز است
- (۳) سوپاپ دود باز و سوپاپ گاز بسته است
- (۴) هر دو سوپاپ بسته است

۱۱۶- فاصله دهانه رینگ وقتی که داخل سیلندر قرار می‌گیرد، چقدر است؟

- (۱) ۰/۰۰۷ اینچ
- (۲) ۰/۰۰۷ میلیمتر
- (۳) ۰/۰۱۸ اینچ
- (۴) ۰/۰۱۸ میلیمتر

۱۱۷- زمان‌های موتور به ترتیب کدامند؟

- (۱) تنفس، کار، تراکم، تخلیه
- (۲) کار، تنفس، تراکم، تخلیه
- (۳) کار، تراکم، تنفس، تخلیه
- (۴) تنفس، تراکم، کار، تخلیه

۱۱۸- ویژگی شکاف افقی پیستون چیست؟

- (۱) باعث نفوذ روغن به دیواره سیلندر
- (۲) جلوگیری از انتقال گرما از قسمت بالای پیستون به بدنه آن
- (۳) دادن خاصیت ارتجاعی به پیستون
- (۴) هدایت روغن اضافی از بدنه سیلندر به کارتل

۱۱۹- بطور متوسط، سوپاپ دود چند درجه قبل از رسیدن به نقطه مرگ پایین باز می‌شود؟

- (۱) ۳۰
- (۲) ۵۰
- (۳) ۷۰
- (۴) ۱۵

۱۲۰- هنگام گرم شدن موتور و لوله‌های گاز، سوپاپ پروانه‌ای ترموستاتیکی کنترل مانیفولد چه نقشی را ایفاء می‌کند؟

- (۱) بستن راه خروجی گاز
- (۲) بستن راه خروجی دود
- (۳) تعویض راه خروجی دود
- (۴) باز کردن راه ورودی گاز

۱۲۱- علت بالا رفتن فشار احتراق در سیلندر، بطور ناگهانی چیست؟

- (۱) گیر کردن و باز شدن سوپاپ دود
- (۲) احتراق گاز در فشار ثابت
- (۳) احتراق گاز در دمای ثابت
- (۴) احتراق گاز در حجم ثابت

۱۲۲- فشار درون سیلندر در پایان زمان تراکم، حدود چند اتمسفر است؟

- (۱) ۱۲-۱۸
- (۲) ۴-۱۲
- (۳) ۸-۱۰
- (۴) ۵-۱۰

۱۲۳- در سیستم سوپاپ ایستاده یا L شکل، راندمان حجمی موتور حدود چند درصد است؟

- (۱) ۷۲ (۲) ۷۵ (۳) ۸۰ (۴) ۸۸

۱۲۴- علت ایجاد انفجار ضربه‌ای در سیلندر موتور چیست؟

- (۱) رقیق بودن سوخت (۲) بالا بودن اکتان سوخت

- (۳) احتراق نامناسب سوخت (۴) افزایش حجم تراکم

۱۲۵- در سیستم ایستاده سوپاپ‌های دو ردیفه، در هر ساعت کار موتور، هر کدام چند دقیقه باز و چند دقیقه

بسته‌اند؟ (اعداد به ترتیب از راست به چپ خوانده شوند.)

- (۱) ۴۰، ۲۰ (۲) ۳۰، ۳۰ (۳) ۲۵، ۳۵ (۴) ۲۰، ۴۰

۱۲۶- اگر سوپاپ گاز موتوری، ۹ درجه زودتر باز و ۵۵ درجه دیرتر بسته شود، فرصت مکش هوای موتور

چند درجه است؟

- (۱) ۲۴۰ (۲) ۲۴۴ (۳) ۲۵۰ (۴) ۲۶۵

۱۲۷- علت احتراق پیش رس در موتور بنزینی کدام است؟

- (۱) اکتان پایین بنزین (۲) رسوبات اتاق احتراق

- (۳) سرعت زیاد خودرو (۴) مصرف گاز به جای بنزین

۱۲۸- وظیفه سوپاپ کنترل مانیفولد هوا کدام است؟

- (۱) ایجاد ترمز موتوری در خودرو (۲) خنک کردن گاز بنزین

- (۳) کنترل مقدار هوای ورودی (۴) گرم نگهداشتن گاز بنزین

۱۲۹- اگر فشار احتراق در یک موتور احتراقی ۳۰ نیوتن بر سانتیمتر مربع و قطر پیستون موتور ۱۰ سانتیمتر

باشد، نیروی احتراقی روی پیستون چند نیوتن است؟

- (۱) ۲۳۵۵ (۲) ۳۰۰۰ (۳) ۳۸۳۵ (۴) ۴۸۲۵

۱۳۰- سوختن گاز متراکم شده بنزین در سیلندر موتور چند ثانیه طول می‌کشد؟

- (۱) ۰/۰۰۱ (۲) ۰/۰۰۲ (۳) ۰/۰۰۳ (۴) ۰/۰۰۴

۱۳۱- لقی یاتاقان‌های موتور چند هزارم میلیمتر است؟

- (۱) ۵۰ تا ۱۰۰ (۲) ۱۲ تا ۷۶ (۳) ۵ تا ۳۶ (۴) ۱ تا ۷

۱۳۲- ارتعاش گیر میل‌لنگ در چه قسمتی سوار می‌شود؟

- (۱) جلو (۲) روی دهانه لنگ (۳) عقب (۴) یاتاقان وسط

۱۳۳- مقدار بیضی بودن شکل یک پیستون (اختلاف اندازه قطرها) چند میلیمتر است؟

- (۱) ۲/۵ (۲) ۱/۵ (۳) ۰/۲۵ (۴) ۰/۱۵

۱۳۴- اگر در لبه داخلی رینگ شیار ایجاد شده باشد، این رینگ در کدام شیار پیستون قرار می گیرد؟

(۱) اول (۲) دوم (۳) سوم (۴) چهارم

۱۳۵- به کدام دلیل نمی توان در کارتل موتورهای بنزینی دو زمانه، روغن را ذخیره نمود؟

(۱) در کارتل بنزین ریخته می شود (۲) کارتل موتور آب بندی نمی باشد

(۳) عمل پیش تراکم در کارتل انجام می شود (۴) میل لنگ فضای کارتل را اشغال می کند

۱۳۶- سیستم فرمان سوپاپ در موتور هندای به چه شکل است؟

(۱) F (۲) I (۳) L (۴) T

۱۳۷- در یک سیکل احتراق، سوپاپ های گاز و دود چند بار باز می شوند؟

(۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۱

۱۳۸- فشار تراکم موتورهای بنزینی چند اتمسفر است؟

(۱) ۲۰-۳۰ (۲) ۱۴-۲۲ (۳) ۸-۱۶ (۴) ۲-۴

۱۳۹- اگر سوپاپ گاز موتوری ۱۵ درجه زودتر باز شود و ۵۵ درجه دیرتر بسته شود، این سوپاپ چند درجه

وقت تنفس دارد؟

(۱) ۷۰ (۲) ۱۱۰ (۳) ۱۶۵ (۴) ۲۵۰

۱۴۰- عامل اصلی ایجاد خودسوزی در یک موتور کدام است؟

(۱) تراکم ناپذیری بنزین (۲) ریتارد بودن جرقه (۳) آوانس بودن جرقه (۴) اکتان زیاد بنزین

۱۴۱- مهم ترین علت ضعیف شدن فنرهای سوپاپ کدام است؟

(۱) شکست فنر (۲) دیر بسته شدن سوپاپ (۳) چسبندگی (۴) ایجاد ارتعاش

۱۴۲- رینگ کمپرسی که در قسمت داخلی دارای شیار باشد در کدام شیار پیستون نصب می شود؟

(۱) اول (۲) دوم (۳) سوم (۴) چهارم

۱۴۳- با استفاده از دو میل سوپاپ برای موتور و تغییر وضعیت میل سوپاپ ها چه مزایایی به دست می آید؟

(۱) هم پوشانی سوپاپ های موتور افزایش یافته، دور و گشتاور موتور بالا رفته است.

(۲) زمان باز و بسته شدن سوپاپ ها تنظیم شده و جلوی افت قدرت گرفته شده است.

(۳) زمان باز شدن سوپاپ ها بیشتر شده، سرعت و قدرت موتور افزایش یافته است.

(۴) هم پوشانی سوپاپ ها (قیچی) در حین کار موتور تغییر یافته، توان و گشتاور خروجی موتور افزایش می یابد.

۱۴۴- هدف از قوس دار کردن انتهای ساق سوپاپ فشار کدام است؟

(۱) افزایش مقاومت سوپاپ (۲) چرخش سوپاپ

(۳) سبک تر کردن سوپاپ (۴) هدایت سوخت

۱۴۵- نسبت سوخت به هوا در موتور دیزل در شرایط استوکیومتریک کدام است؟

- (۱) $\frac{1}{26/5}$ (۲) $\frac{1}{24/5}$ (۳) $\frac{1}{20}$ (۴) $\frac{1}{15}$

۱۴۶- در موتور دیزل هر چه نسبت تراکم موتور زیادتر باشد کدام عامل کاهش می‌یابد؟

- (۱) تأخیر احتراق (۲) درجه حرارت (۳) فشار (۴) قدرت

۱۴۷- به کدام دلیل در حالت ضعیف بودن سوخت کاربراتور، بدنه موتور گرم می‌شود؟

- (۱) آوانس شدن جرقه (۲) ریتارد شدن جرقه

- (۳) سرعت آهسته شعله احتراق (۴) سرعت سریع شعله احتراق

۱۴۸- برای نیل به کدام هدف، تکیه‌گاه گژن روی پیستون از خط محور استوانه پیستون کمی انحراف دارد؟

- (۱) جلوگیری از خم شدن شاتون

- (۲) جلوگیری از تاب برداشتن میل‌لنگ

- (۳) نکوبیدن پیستون به دیواره سیلندر در ابتدای کورس قدرت

- (۴) توزیع فشار یکنواخت در سطح پیستون

۱۴۹- با توجه به این که تبخیر بنزین باک و کاربراتور برای محیط زیست خطرناک است، بخارات بنزین را

در موتورهای جدید، کدام عضو جذب و به مصرف سوختن در مانیفولد گاز می‌رساند؟

- (۱) کاتالیزور (۲) کنیستر CANISTER

- (۳) سوپاپ ترمووالو (۴) سوپاپ PCV

۱۵۰- توربوشارژر در موتورهای دیزلی از کدام منبع نیرو می‌گیرد؟

- (۱) میل سوپاپ توسط بادامک (۲) میل‌لنگ توسط چرخدنده

- (۳) میل‌لنگ توسط تسمه (۴) مومنت دود خروجی

۱۵۱- به کدام دلیل گشتاور موتور دیزل پایدارتر از موتور بنزینی است؟

- (۱) احتراق خود به خود (۲) احتراق حجم ثابت

- (۳) احتراق فشار ثابت (۴) کمپرس زیاد موتور

۱۵۲- چرا موتور دیزل در حالت کار کردن در جاخنک می‌شود؟

- (۱) دور کم موتور (۲) ریتارد بودن تزریق

- (۳) مصرف سوخت سنگین (۴) مصرف سوخت حداقل

۱۵۳- تایمینگ سوپاپ‌های موتور برای نیل به کدام هدف طراحی می‌شود؟

- (۱) افزایش زمان قدرت و تخلیه (۲) افزایش زمان مکش و تخلیه

- (۳) بهبود سیستم احتراق موتور (۴) بالا بردن فرصت سوختن بنزین

۱۵۴- روغنکاری میل لنگ و یاتاقان‌ها وقتی در ناحیه هیدرودینامیکی قرار می‌گیرد که

(۱) دور موتور و بار روی میل لنگ زیاد و ویسکوزیته روغن کم باشد

(۲) دور موتور و بار روی میل لنگ و ویسکوزیته زیاد باشد

(۳) ویسکوزیته روغن و دور موتور زیاد و فشار روی میل لنگ کم باشد

(۴) ویسکوزیته روغن و فشار روی میل لنگ زیاد و دور موتور کم باشد

۱۵۵- وظیفه سوپاپ میانی درپوش رادیاتور کدام است؟

(۱) اجازه خروج آب از رادیاتور به مخزن

(۲) اجازه برگشت آب از مخزن به رادیاتور

(۳) بالا رفتن فشار در رادیاتور

(۴) جلوگیری از جوش آوردن موتور

۱۵۶- وجود دود سیاه کدر نرم روی الکترود شمع، نشان دهنده کدام است؟

(۱) ضعیف بودن کمپرسور موتور

(۲) طبیعی بودن کار شمع

(۳) روغن سوزی

(۴) خام سوزی

۱۵۷- نسبت تراکم یک موتور ۱۶:۱ است. اگر سیلندر این موتور برقو زده شود و قطر آن از ۹۰ میلیمتر به ۹۱ میلیمتر برسد، نسبت تراکم جدید کدام است؟

(۱) ۷/۵:۱

(۲) ۷/۱:۱

(۳) ۶/۱:۱

(۴) ۵/۵:۱

۱۵۸- در یک موتور وانکل به ازای هر دور گردش محور لنگ چند انفجار انجام می‌شود؟

(۱) ۱

(۲) ۳

(۳) ۶

(۴) ۹

۱۵۹- در رینگ‌های کمپرسی لقی مجاز به ازاء هر ۲۵ میلیمتر قطر پیستون چند میلیمتر است؟

(۱) ۰/۰۱۶

(۲) ۰/۰۱۸

(۳) ۰/۰۲۰

(۴) ۰/۰۲۵

۱۶۰- در یک موتور با ترتیب احتراق ۱۳۴۲، اگر سیلندر ۲ در حال تنفس باشد، سیلندر ۳ در کدام حالت است؟

(۱) کار

(۲) تنفس

(۳) تراکم

(۴) تخلیه

۱۶۱- کدام قطعه مهمترین عامل تلفات اصطکاکی قدرت موتور است؟

(۱) سوپاپ

(۲) رینگ

(۳) یاتاقان

(۴) میل لنگ

۱۶۲- فشار مجاز رینگ به جدار سیلندر چند کیلو پاسکال است؟

(۱) ۷۰-۹۰

(۲) ۱۰۰-۱۵۰

(۳) ۱۲۲-۲۰۰

(۴) ۲۰۰-۲۵۰

۱۶۳- عامل سائیدگی بیشتر موتور در حالت سرد نسبت به حالت نرمال کدام است؟

(۱) عدم روغنکاری

(۲) عدم تبخیر کامل سوخت

(۳) لرزش موتور در حالت سرد

(۴) زیاد بودن فشار احتراق

۱۶۴- سوپاپ خلائی در رادیاتور در کدام حالت باز می شود؟

(۱) پر شدن منبع انبساط (۲) سرد شدن موتور

(۳) سر ریز شدن آب در رادیاتور (۴) گرم شدن موتور

۱۶۵- سوپاپ PCV روی درپوش سوپاپ ها در کدام زمان عمل می کند؟

(۱) دور زیاد (۲) دور آرام

(۳) ریختن روغن درون موتور (۴) گرم شدن موتور

۱۶۶- کدام مورد در خصوص زودتر باز شدن سوپاپ گاز صحیح نمی باشد؟

(۱) فرآیند مکش را آوانس می کند.

(۲) فرآیند تخلیه دود را بهینه می کند.

(۳) باعث ایجاد گشتاور بیشتر در دورهای پایین می شود.

(۴) فاصله ایمنی بین سر پیستون و سوپاپ گاز را افزایش می دهد.

۱۶۷- رینگ کمپرسی چدنی در رینگ و به دلیل نصف می گردد.

(۱) اول - آب بندی سریع (۲) دوم - آب بندی سریع

(۳) اول - مقاومت بالا در برابر حرارت (۴) دوم - مقاومت بالا در برابر حرارت

۱۶۸- در تاییت های هیدرولیکی، مسیر انتقال نیرو در حالت باز شدن سوپاپ ها عبارت است از:

(۱) بادامک - بدنه تاییت - پلانجر - درپوش پلانجر - میل تاییت

(۲) بادامک - بدنه تاییت - پلانجر - روغن - درپوش پلانجر - میل تاییت

(۳) بادامک - بدنه تاییت - روغن - پلانجر - درپوش پلانجر - میل تاییت

(۴) بادامک - بدنه تاییت - سوپاپ یک طرف پلانجر - درپوش پلانجر - میل تاییت

۱۶۹- وظیفه سوپاپ فشار ایل پمپ عبارت است از:

(۱) کاهش فشار روغن در دورهای بالا (۲) افزایش فشار روغن در دور آرام

(۳) افزایش فشار روغن در دورهای مختلف (۴) ثابت نگهداشتن فشار روغن در دورهای مختلف

۱۷۰- در یک موتور شش سیلندر ردیفی با ترتیب احتراق ۴-۲-۶-۳-۵-۱، اگر سیلندر ۶ در حین انجام

فرآیند کار و جابجایی پیستون به اندازه ۵۰ درجه پس از نقطه مرگ بالا باشد:

(۱) سوپاپ های گاز و دود سیلندر ۳ باز است.

(۲) سوپاپ های گاز و دود سیلندر ۳ بسته است.

(۳) سوپاپ گاز سیلندر ۳ باز است و سوپاپ دود آن بسته است.

(۴) سوپاپ دود سیلندر ۳ باز است و سوپاپ گاز آن بسته است.

۱۷۱- عامل ساییدگی بیشتر موتور در حالت سرد نسبت به حالت نرمال کدام است؟

- (۱) عدم روغنکاری
- (۲) عدم تبخیر کامل سوخت
- (۳) لرزش موتور در حالت سرد
- (۴) زیاد بودن فشار احتراق

۱۷۲- ارتعاش گیر میل لنگ در کدام موتورها کاربرد دارد؟

- (۱) رادیال
- (۲) دیزل چهار زمانه
- (۳) V شکل ۸ سیلندر
- (۴) ردیفی با تعداد سیلندر زیاد

۱۷۳- ماده خنک کننده کولر خودرو به ترتیب در کدام نقاط بیشترین و کمترین درجه حرارت را دارد؟

- (۱) خروجی شیر انبساط - خروجی اواپراتور
- (۲) خروجی کندانسور - خروجی رسیور
- (۳) خروجی اواپراتور - خروجی رسیور
- (۴) خروجی کمپرسور - خروجی شیر انبساط

۱۷۴- کدام قطعه جهت جلوگیری از یخ زدن اواپراتور عمل می کند؟

- (۱) رسیور
- (۲) شیر انبساط
- (۳) ترموستات شیر انبساط
- (۴) ترموستات اواپراتور

۱۷۵- در موتور وانکل فرصت هر مرحله از عملیات چهار زمانه سیکل اتو برحسب درجه چقدر طول می کشد؟

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| ۱۲۰ (۱) | ۱۸۰ (۲) | ۲۷۰ (۳) | ۳۶۰ (۴) |
|---------|---------|---------|---------|

۱۷۶- در موتورهای دو زمانه مدت باز بودن سوپاپ

- (۱) گاز و دود با هم برابر است.
- (۲) گاز از مدت زمان باز بودن سوپاپ دود بیشتر است.
- (۳) دود از مدت زمان باز بودن سوپاپ گاز بیشتر است.
- (۴) گاز و دود به هم ارتباطی ندارد و تابعی از طرح موتور می باشد.

۱۷۷- در صورتی که مقدار هیدروکربن های نسوخته خروجی از یک موتور گرم بیش از حد مجاز باشد،

عامل مؤثر این عیب کدام است؟

- (۱) کمتر بودن فیلتر (خلاصی) سوپاپ گاز از حد مجاز
- (۲) کمتر بودن فیلتر (خلاصی) سوپاپ دود از حد مجاز
- (۳) ایجاد احتراق پیش رس در موتور
- (۴) ایجاد خودسوزی در موتور

۱۷۸- در صورتی که منحنی مشخصه ی گشتاور موتور ثابت باشد، منحنی مشخصه ی توان یک:

(۱) خط ثابت خواهد بود.

(۲) منحنی افزایشده بر حسب دور خواهد بود.

(۳) منحنی کاهشده بر حسب دور خواهد بود.

(۴) منحنی می باشد که ابتدا افزایشده است و سپس در یک دور مشخص شروع به کاهش می کند.

۱۷۹- گرم شدن بیش از حد مانیفولد گاز سبب راندمان حجمی و راندمان

حرارتی در موتور خواهد شد.

(۲) کاهش - کاهش

(۱) افزایش - افزایش

(۴) افزایش - کاهش

(۳) کاهش - افزایش

۱۸۰- با افزایش تعداد سیلندر در موتورهای ردیفی:

(۱) هوا و سوخت رسانی به سیلندره های مختلف بهینه می شود.

(۲) ارتعاشات پیچشی میل لنگ افزایش می یابد.

(۳) استحکام عرضی بلوک سیلندر افزایش می یابد.

(۴) دور آرام موتور افزایش می یابد.

۱۸۱- وظیفه دیفیوزر در موتور جت، افزایش می باشد.

(۲) سرعت هوای ورودی

(۱) فشار هوای ورودی

(۴) توان موتور

(۳) گشتاور موتور

۱۸۲- در هنگام نصب رینگ در پیستون، نحوه قرارگیری پله ی داخلی و خارجی چگونه خواهد بود؟

(۱) هر دو به سمت بالا

(۲) هر دو به سمت پایین

(۳) پله ی داخلی به سمت بالا و پله ی خارجی به سمت پایین

(۴) پله ی داخلی به سمت پایین و پله ی خارجی به سمت بالا

۱۸۳- عوامل مؤثر در افزایش راندمان حجمی موتور، دمای هوای ورودی موتور و

..... نسبت تراکم موتور می باشد.

(۲) کاهش - کاهش

(۱) افزایش - افزایش

(۴) کاهش - افزایش

(۳) افزایش - کاهش

۱۸۴- در منحنی نیروی کششی بر حسب سرعت خودرو، کدام عامل موتور ثابت در نظر گرفته شده است؟

(۱) توان (۲) گشتاور (۳) دور (۴) نیرو

۱۸۵- کدام موتور دارای تغییرات زیاد در سرعت و گشتاور می باشد؟

- (۱) ستاره ای (۲) یک سیلندر (۳) چهار سیلندر (۴) V شکل

۱۸۶- فاز قیچی سوپاپ ها در کدام حالت باعث EGR داخلی می شود؟

- (۱) تمام بار (۲) دور آرام (۳) شتاب گیری (۴) نیمه بار

۱۸۷- زیر ساختن سطح داخلی مانیفولد ورودی به ترتیب چه تأثیری بر کارایی موتور و بازده سوخت دارد؟

- (۱) افزایش - افزایش (۲) افزایش - کاهش

- (۳) کاهش - افزایش (۴) کاهش - کاهش

۱۸۸- به کدام دلیل در موتورهای احتراق داخلی، سیال خنک کننده برای خنک کاری دارای دو دمای

مختلف می باشد؟

- (۱) افزایش عمر رینگ و پیستون (۲) افزایش راندمان حرارتی

- (۳) کاهش خودسوزی (۴) کاهش راندمان حجمی

۱۸۹- با دو برابر شدن لقی یا تاقان، حجم روغن خروجی از آن چند برابر می شود؟

- (۱) دو (۲) سه (۳) چهار (۴) پنج

۱۹۰- با افزایش آوانس سوپاپ دود، به ترتیب در توان اندیکاتور و تراکم گازهای باقی مانده در حین

تخلیه، چه تغییری ایجاد می گردد؟

- (۱) افزایش - بیشتر (۲) افزایش - کمتر

- (۳) کاهش - بیشتر (۴) کاهش - کمتر

۱۹۱- همه ی موارد زیر جزء خصوصیات ضروری یا تاقان می باشند، به جز:

- (۱) قابلیت انتقال حرارت (۲) مقاومت در برابر خستگی

- (۳) مقاومت در برابر سایش (۴) قابلیت فرو بردن

۱۹۲- کاهش افت فشار و اختلاط ضعیف تر هوا و سوخت، در کدام حالت به وجود می آید؟

- (۱) افزایش قطر داخلی مانیفولد ورودی (۲) ارسال سوخت از سوخت پاش اصلی

- (۳) ارسال سوخت از مدار دور آرام (۴) کاهش قطر داخلی مانیفولد ورودی

۱۹۳- افزایش آلایندگی HC و کاهش ضربه ی موتور، در کدام یک از طرح های زیر حاصل می شود؟

- (۱) اتاق احتراق با سطح بزرگ (۲) اتاق احتراق با سطح کوچک

- (۳) موتور با پیستون تخت (۴) موتور با پیستون محدب

۱۹۴- کدام عبارت نشان دهنده ی «توان اصطکاکی» موتور است؟

- (۱) اختلاف بین توان عملی با توان خروجی (۲) اختلاف بین توان مکانیکی با توان حجمی

- (۳) اختلاف بین توان مفید با توان ترمزی (۴) اختلاف بین توان تئوری با توان خروجی

۱۹۵- اگر در سرعت $90 \frac{\text{Km}}{\text{hr}}$ خودرو دور موتور ۳۰۰۰ RPM باشد در هر ثانیه هر سوپاپ چند بار باز و

بسته می شود؟ (موتور چهار زمانه می باشد)

(۱) ۲۰ (۲) ۲۵ (۳) ۳۰ (۴) ۵۰

۱۹۶- کار لرزه گیر میل لنگ چیست؟

(۱) نیروی وارد بر یاتاقان گرد متحرک را کاهش می دهد.

(۲) سبب ایجاد حرکت جلو - عقب در میل لنگ می شود.

(۳) سرعت میل لنگ را کنترل کرده و ارتعاش پیچشی را در آن حداکثر می کند.

(۴) سرعت میل لنگ را ثابت نگه می دارد و عمل پیچش - واپیچش را در میل لنگ خنثی می کند.

۱۹۷- اگر محل نشستن سوپاپ را با زاویه ۴۶ درجه و پیشانی سوپاپ را با زاویه ۴۵ درجه سنگ بزنند در نتیجه:

(۱) زاویه تداخل حذف شده و نیروی نشستن افزایش می یابد.

(۲) زاویه تداخل تشکیل شده و نیروی نشستن کاهش می یابد.

(۳) نیروی نشستن در لبه محل سوپاپ نشین بیشتر شده و رسوب ها تراشیده می شوند.

(۴) نیروی نشستن در لبه محل سوپاپ نشین کمتر شده و رسوب ها از بین می روند.

۱۹۸- مزایای موتورهای دیزل و معایب آن نسبت به موتورهای بنزینی کدام است؟

(۱) موتورهای دیزل CO ، HC ، NO_x و ذرات معلق کمتری تولید می کنند.

(۲) موتورهای دیزل CO ، HC ، NO_x کمتری و ذرات معلق بیشتری تولید می کنند.

(۳) موتورهای دیزل ذرات معلق، CO کمتری و HC ، NO_x بیشتری تولید می کنند.

(۴) موتورهای دیزل HC ، NO_x کمتری و CO ، ذرات معلق بیشتری تولید می کنند.

۱۹۹- فرصت هر مرحله از عملیات چهار زمانه موتور وانکل نسبت به موتور اتو چقدر است؟

(۱) هر مرحله از عملیات در موتور وانکل ۹۰ درجه و در موتور اتو ۱۲۰ درجه است.

(۲) هر مرحله از عملیات در موتور وانکل ۱۲۰ درجه و در موتور اتو ۱۸۰ درجه است.

(۳) هر مرحله از عملیات در موتور وانکل ۲۷۰ درجه و در موتور اتو ۱۸۰ درجه است.

(۴) مراحل عملیات در هر موتور مساوی است.

۲۰۰- توزیع درجه حرارت در سوپاپ دود، در شرایط عادی چگونه است؟

(۱) در مرکز سوپاپ گرم ترین موضع و سردترین جا نزدیک سیت است.

(۲) گرم ترین موضع نزدیک سیت بوده و عمل انتقال حرارت انجام می شود.

(۳) گرم ترین موضع مرکز سوپاپ بوده و عمل انتقال حرارت انجام می شود.

(۴) در مرکز سوپاپ سردترین موضع و گرم ترین جا نزدیک سیت است.

پاسخنامه تست‌ها

پاسخ	سؤال	پاسخ	سؤال	پاسخ	سؤال	پاسخ	سؤال
۴	۷۶	۴	۵۱	۳	۲۶	۳	۱
۴	۷۷	۱	۵۲	۴	۲۷	۴	۲
۲	۷۸	۴	۵۳	۳	۲۸	۲	۳
۳	۷۹	۲	۵۴	۱	۲۹	۳	۴
۱	۸۰	۱	۵۵	۴	۳۰	۴	۵
۴	۸۱	۲	۵۶	۴	۳۱	۴	۶
۱	۸۲	۳	۵۷	۳	۳۲	۴	۷
۲	۸۳	۱	۵۸	۳	۳۳	۱	۸
۳	۸۴	۱	۵۹	۲	۳۴	۳	۹
۴	۸۵	۳	۶۰	۴	۳۵	۳	۱۰
۲	۸۶	۲	۶۱	۱	۳۶	۳	۱۱
۲	۸۷	۴	۶۲	۲	۳۷	۳	۱۲
۱	۸۸	۲	۶۳	۴	۳۸	۱	۱۳
۳	۸۹	۴	۶۴	۲	۳۹	۲	۱۴
۱	۹۰	۳	۶۵	۱	۴۰	۴	۱۵
۲	۹۱	۳	۶۶	۴	۴۱	۲	۱۶
۱	۹۲	۳	۶۷	۲	۴۲	۳	۱۷
۳	۹۳	۲	۶۸	۴	۴۳	۲	۱۸
۱	۹۴	۲	۶۹	۴	۴۴	۴	۱۹
۳	۹۵	۱	۷۰	۴	۴۵	۱	۲۰
۱	۹۶	۳	۷۱	۲	۴۶	۳	۲۱
۱	۹۷	۳	۷۲	۳	۴۷	۳	۲۲
۳	۹۸	۲	۷۳	۲	۴۸	۴	۲۳
۱	۹۹	۲	۷۴	۱	۴۹	۱	۲۴
۴	۱۰۰	۴	۷۵	۲	۵۰	۲	۲۵

سؤال	پاسخ	سؤال	پاسخ	سؤال	پاسخ	سؤال	پاسخ
۱۰۱	۲	۱۲۶	۲	۱۵۱	۳	۱۷۶	۳
۱۰۲	۲	۱۲۷	۲	۱۵۲	۲	۱۷۷	۲
۱۰۳	۱	۱۲۸	۳	۱۵۳	۲	۱۷۸	۲
۱۰۴	۱	۱۲۹	۱	۱۵۴	۳	۱۷۹	۳
۱۰۵	۳	۱۳۰	۳	۱۵۵	۲	۱۸۰	۲
۱۰۶	۱	۱۳۱	۲	۱۵۶	۴	۱۸۱	۱
۱۰۷	۴	۱۳۲	۱	۱۵۷	۳	۱۸۲	۳
۱۰۸	۳	۱۳۳	۴	۱۵۸	۲	۱۸۳	۴
۱۰۹	۱	۱۳۴	۱	۱۵۹	۴	۱۸۴	۱
۱۱۰	۳	۱۳۵	۳	۱۶۰	۱	۱۸۵	۲
۱۱۱	۱	۱۳۶	۲	۱۶۱	۲	۱۸۶	۲
۱۱۲	۴	۱۳۷	۴	۱۶۲	۴	۱۸۷	۳
۱۱۳	۴	۱۳۸	۳	۱۶۳	۱	۱۸۸	۴
۱۱۴	۴	۱۳۹	۴	۱۶۴	۲	۱۸۹	۴
۱۱۵	۱	۱۴۰	۳	۱۶۵	۴	۱۹۰	۳
۱۱۶	۱	۱۴۱	۴	۱۶۶	۴	۱۹۱	۲
۱۱۷	۴	۱۴۲	۱	۱۶۷	۲	۱۹۲	۱
۱۱۸	۲	۱۴۳	۴	۱۶۸	۳	۱۹۳	۱
۱۱۹	۲	۱۴۴	۲	۱۶۹	۴	۱۹۴	۴
۱۲۰	۳	۱۴۵	۱	۱۷۰	۴	۱۹۵	۲
۱۲۱	۴	۱۴۶	۱	۱۷۱	۱	۱۹۶	۴
۱۲۲	۱	۱۴۷	۳	۱۷۲	۴	۱۹۷	۲
۱۲۳	۴	۱۴۸	۳	۱۷۳	۴	۱۹۸	۲
۱۲۴	۴	۱۴۹	۲	۱۷۴	۳	۱۹۹	۲
۱۲۵	۱	۱۵۰	۴	۱۷۵	۱	۲۰۰	۲

واژه‌نامه

Abnormal	غیرعادی
Acceleration	شتاب
Adiabatic	آدیاباتیک
Adjusting Screw	پیچ تنظیم
Advance	آوانس
After Cooler	افتراکولر
Air	هوا
Air Bleed	جریان هوا
Air Cooled	هوا خنک
Air Filter	فیلتر هوا
Air Tank	مخزن هوا
Air/Fuel Ratio	نسبت اختلاط سوخت با هوا
Alternator	آلترناتور
Ambient	محدوده
Anti Freeze	ضد یخ
Application	کاربرد
Arrange	مرتب کردن - طبقه‌بندی کردن
Arriving	رسیدن
Assembly	مونتاژ شده
Auto Burning Phenomenon	پدیده خودسوزی

Available	در دسترس
Axisymmetric	متقارن محوری
Back Up	پشتیبانی کردن
Battery	باتری
Bearing	یاتاقان
Behaviour	رفتار
Block Drain Plug	درپوش مجرای تخلیه
Blower	دمنده
Boil	به جوش آمدن
Boiler	دیگ بخار
Boil Over	جوش آوردن
Bolt	پیچ
Bottom Dead Center	نقطه مرگ پایین
Boundary	مرز
Boundary Layer	لایه مرزی
Brake Fluid	روغن ترمز
Breather	هواکش
Bridge	پل - برآمدگی
Burned Gases	گازهای سوخته شده
Burner	کوره - محل سوختن
Burning	سوختن
Bushing	بوش
Butt Joint	اتصال سربه سر
By Pass	کنارگذر
Cable	کابل - وایر

Calculation	محاسبات
Cam	بادامک
Cam Lobe	برجستگی بادامک
Cam Shaft	میل بادامک - میل سوپاپ
Cap	درپوش - کلاهک
Carburetor	کاربراتور
Catalyst	کاتالیست
Catalytic Converter	مبدل کاتالیست
Categorize	طبقه‌بندی
Center Terminal	ترمینال مرکزی
Cetane Number	عدد ستان
Chamber	محفظه
Characteristic	مشخصات
Charge	شارژ کردن
Choke Valve	دریچه ساسات
Circle	دایره
Circuit	مدار
Circulate	گردش کردن
Clearance	لقی
Clip	گیره
Coil	سیم پیچ
Cold	سرد
Combust	سوزاندن
Combustion	احتراق
Combustion Arrangement	ترتیب احتراق

Combustion Chamber	محفظه احتراق
Combustion Engine	موتور احتراقی
Combustor	محترق کننده
Common Rail	ریل سوخت رسانی مشترک
Commutator	کموتاتور
Compare	مقایسه
Comparison	مقایسه
Compressed	متراکم - فشرده شده
Compressed Air Engine	موتور هوا سوز
Compression	تراکم
Compression Ignition Engine	موتور اشتعال - تراکمی
Compression Ratio	نسبت تراکم
Compression Ring	رینگ تراکم
Compression Volume	حجم تراکم
Compressor	کمپرسور
Condenser	کندانسور
Condition	شرایط
Cone	مخروطی
Connecting Rod	شاتون
Connector	اتصال دهنده
Constant	ثابت
Contamination	آلودگی
Content	محتوی
Continuous	پیوسته - مداوم
Control Switch	سوئیچ های کنترلی

Control Valve	سوپاپ کنترل
Controller	کنترل کننده
Conventional	قراردادی
Convertor	تبدیل کننده
Coolant	خنک کننده
Cooler	کولر
Cooling Air	هواخنک
Cooling Jackets	مجرهای خنک کاری
Cooling System	سیستم خنک کاری
Cooling Water	خنک شونده با آب
Coolnat Temperature Sensor	سنسور دمای آب خنک کاری
Corporation	شرکت
Corrosion	خوردگی
Cover	پوشش
Crank Case	کارتل
Crank Shaft	میل لنگ
Cross Section	مقطع برش خورده
Cylinder Arrangement	آرایش سیلندرها
Cylinder Block	بلوک سیلندر
Cylinder Head Cover	درپوش سرسیلندر
Damaged	آسیب دیده
Defect	معیوب
Degree	درجه
Density	چگالی - جرم حجمی
Design	طراحی

Detergent	پاک کنندگی
Diagonal Joint	اتصال مورب
Diesel Cycle	چرخه دیزل
Diesel Engine	موتور دیزل
Differential	دیفرانسیل
Dip Stick	گیج اندازه گیری روغن
Direct Injection	پاشش مستقیم
Direction of Rotation	جهت چرخش
Discharge	تخلیه
Dish Piston	پیستون بشقابی
Displacement Volume	حجم جابجایی
Distributor	دلکو
Divided Combustion Chamber	محفظه احتراق تقسیم شده
Dome Piston	پیستون گنبدی
Double Fuel Engine	موتور دو گانه سوز
Drain	تخلیه
Drain Plug	درپوش تخلیه
Drive Belt	تسمه محرک
Drive Gear	چرخنده محرک
Driven Gear	چرخنده متحرک
Driving	رانندگی کردن
Dryer	کپسول خشک کننده
Durability	دوام
Duty	وظیفه
Dynamo	دینام

Economy	اقتصادی
Effect	مؤثر
Effective Parameters	عوامل مؤثر
Efficiency	راندمان
Efficient	مؤثر
Electric Motor	موتور الکتریکی
Electric Power	قدرت الکتریکی
Electrical Energy	انرژی الکتریکی
Emission	آلاینده‌گی
Engine	موتور
Engine Block	بلوک موتور
Engine Displacement Volume	حجم مفید موتور
Engine Mount	دسته موتور
Engine Revolution Direction	جهت چرخش موتور
Engine Volume Efficiency	راندمان حجمی موتور
Engine Volume Power	توان حجمی موتور
Engine Weight Power	توان وزنی موتور
Equipment	تجهیزات
Erosion	ساییدگی
Euro Standard	استاندارد یورو
Evaporation	تبخیر
Evaporator	اوپراتور
Excellent	عالی
Exhaust	خروجی
Exhaust Gas Recirculation	گردش مجدد گازهای خروجی

Exhaust Manifold	مانیفولد دود
Exhaust Pipe	لوله دود
Exhaust Port	مجرای تخلیه
Exhaust Valve	سوپاپ دود
Expander	منبسط کننده
Expansion	انبساط
Expansion Tank	منبع انبساط
Expansion Valve	شیر انبساط
Explode	منفجر شدن
Explosion	انفجار
External	خارجی
External Combustion Engine	موتور احتراق خارجی
Fan	فن - پروانه
Fan Belt	تسمه پروانه
Fast	سریع
Feed Pump	پمپ تغذیه
Fill	پر کردن - تغذیه کردن
Filler	پرکن
Filtered Air	هوای فیلترشده
Firing	آتش گرفتن
Fixed Bearing	یاتاقان ثابت
Fixed Shaft	شفت ثابت
Flame	شعله
Flash Point	نقطه اشتعال
Flat	تخت - صاف

Flat Engine	موتور تخت
Flat Piston	پیستون صاف
Flexible	انعطاف پذیر
Float	شناور
Float Valve	سوپاپ شناور
Floating	شناور
Flow	جریان
Flow Of Current	جریان
Fly Wheel	فلایویل - چرخ طیار
Foam	کف کردن
Force	نیرو
Forced Intake	مکش اجباری
Four Cycle Engine	موتور چهارزمانه
Four Stroke Cycle	سیکل چهار زمانه
Free	آزاد
Front	جلو
Fuel	سوخت
Fuel Burner	سوخت پاش
Fuel Cell	سلول سوختی
Fuel Consumption	مصرف سوخت
Fuel Filter	فیلتر سوخت
Fuel Injection	تزریق سوخت
Fuel Injection System	سیستم سوخت رسانی
Fuel Injector	انژکتور سوخت
Fuel Pressure Sensor	سنسور فشار سوخت

Fuel Spray	پاشش سوخت
Fuel Supply	مخزن سوخت
Fuel Tank	مخزن سوخت
Fuel Temperature Sensor	سنسور دمای سوخت
Full	پر
Fundamental	اصول
Further	بیشتر
Gas Base Engine	موتور پایه گازسوز
Gas Engine	موتور گازسوز
Gas Line	لوله گاز
Gas Turbine	توربین گازی
Gases General Rule	قانون عمومی گازها
Gasket	واشر آب‌بندی - واشر سر سیلندر
Gasoline	بنزین
Gasoline Direct Injection	تزریق مستقیم بنزینی
Gasoline Engine	موتور بنزینی
Gear	چرخنده
Gear Oil Pump	پمپ روغن دنده‌ای
Generator	ژنراتور
Glow Plug	گرم کن سوخت
Guide Valve	راهنمای سوپاپ
Halve	نیمه - نصف
Harmonic Damper	ضربه‌گیر متعادل کننده
Harness	کنترل کردن
Heat	حرارت - گرما

Heat Exchanger	مبدل حرارتی
Heated	گرم شده
Heater	بخاری - گرم کن
Heater Core	منبع بخاری (محل عبور آب گرم از درون بخاری)
Heating	گرمایشی
Helical	مارپیچ
High	بالا
Hole	سوراخ
Homogeneous	همگن
Homogeneous Charge Compression Ignition	موتور اشتعال تراکمی با شارژ همگن
Hose	شیلنگ
Hot	داغ
Housing	هوزینگ - محفظه - چهارچوب قسمت ساکن
hybrid	دو گانه - ترکیبی
Hybrid Engine	موتور هیبریدی
Hydrogen Cylinder	سیلندر هیدروژن
Hydrogen Tank	مخزن هیدروژن
Idle	در جا کار کردن بدون بار
Idler	هرزگرد
Idling	بدون بار
Idling Regulation Step Motor	استپ موتور
Igniter	جرقه زنی
Ignition	جرقه زدن
Ignition Coil	کوئل
Ignition Switch	سوئیچ خودرو

Improvement	بهبود دادن
Increased	افزایش یافته
Indirect Injection	پاشش غیرمستقیم
Induction	مکش - القاء کردن
Injection	انژکتوری
Injector	انژکتور
Inlet	مجرای ورود
Inlet Air Temperature Sensor	سنسور دمای هوای ورودی
Inlet Manifold Pressure Sensor	سنسور فشار هوای ورودی
Installed Height	ارتفاع مونتاژ شده
Installer	نصب کننده
Insulating	عایق بندی
Insulator	عایق
Intake	مکش
Intake Port	مجرای مکش
Intake Valve	سوپاپ هوا
Intensifier	تشدید کننده
Inter Cooler	اینتر کولر
Internal	داخلی
Internal Combustion Engine	موتور احتراقی داخلی
Invent	اختراع
Inverse	معکوس
Inverter	تبدیل کننده جریان مستقیم به متناوب
Isothermal	همدما
Jet Engine	موتور جت

Journal	تکیه‌گاه یاتاقانی - یاتاقان گرد
Keeper	نگهدارنده
Kinematic	جنبشی
Knock Sensor	سنسور ضربه
Lay Out	طرح اولیه
Lean	رقیق
Left	چپ
Lifter	بالابر - بلندکننده
Light	چراغ
Liquid	مایع
Load	بارگذاری - اعمال نیرو
Locking	قفل شدگی
Low	کم
Lower	پایینی
Lower Bearing Halve	نیمه پایینی یاتاقان
Lubricant	روان کننده
Lubricate	روغنکاری کردن
Machined Surface	سطح ماشینکاری شده
Magnet	آهنربا
Main	اصلی
Mark	علامت
Mass	جرم
Materials	مواد
Membrane	غشاء - لایه
Minimize	به حداقل رساندن

Mixture	مخلوط
Mount	مونتاژ کردن
Mounting	مونتاژ
Movable	متحرک
Movable Bearing	یاتاقان متحرک
Move	حرکت دادن
Muffler	انباره آگزوز
Mushroom Tipped Valve	سوپاپ قارچی شکل
Narrow	باریک
Needle	سوزن
Negative	منفی
Net Work Out	کار خالص خروجی
Noise	سر و صدا
Normally Aspirated Engine	موتور با هواکش طبیعی
Nozzel	نازل - شیپوره - دهانه
Nut	مهره
Octane Number	عدد اکتان
Offset	انحراف
Oil	روغن
Oil Cooler	روغن سردکن
Oil Drain Plug	درپوش تخلیه روغن
Oil Filter	فیلتر روغن
Oil Galleries	محل عبور روغن
Oil Gauge	نشانگر روغن
Oil Indicator	نشانگر روغن

Oil level Dipstick	گیج اندازه‌گیری سطح روغن
Oil Level Sensor	سنسور سطح روغن
Oil Pan	کارتل
Oil Passage	گذرگاه عبور روغن
Oil pressure Sensor	سنسور فشار روغن
Oil Pump	پمپ روغن
Oil Ring	رینگ روغن
Open Combustion Chamber	محفظه احتراق باز
Operation	عملکرد - عمل کردن
Orifice	روزنه - سوراخ ریز
Otto Cycle	چرخه اتو
Out Let	مجرای خروج
Out side	بیرونی
Outlet	خروجی
Over Capacitor	فرا خازن
Over Flow	لبریز شدن
Over Heating	داغ کردن
Oxidation	اکسایش
Oxygen Sensor	سنسور اکسیژن
Pan Bolt	پیچ اتصال
Paper	کاغذ
Parallel	موازی
Parking Heater	بخاری درجا
Particulate Matter	ذرات معلق
Parts	قطعات

Passage	گذرگاه - محل عبور
Performance	عملکرد - کارایی
Petrol	بنزین
Petrol Engine	موتور بنزینی
Pipe	لوله
Piston	پیستون
Piston pin	گزن پین
Piston Ring	رینگ پیستون
Plunger	پلانجر - پیستون فشار
Pollutant	آلاینده
Port	مجرا - دریچه
Portion	قسمت - بخش
Position	موقعیت
Positive	مثبت
Power	قدرت - توان
Power Shaft	محور قدرت
Premixed Flame	شعله پیش آمیخته
Pressure	فشار
Pressure Limiter	محدود کننده فشار
Pressure Regulator	رگلاتور فشار
Pressure Release Cap	درب فشار شکن (درب رادیاتور)
Primary	اولیه
Principles	اصول
Process	فرآیند
Production	تولید

Products	محصولات
Propelling Nozzle	نازل پیش برنده
Properties	خواص
Pulley	قرقره
Pulse	جهیدن - تپیدن
Purge	خالی کردن
Push Rod	میل تاییت
Quality	کیفیت
Quasiturbine Engine	موتور شبه توربینی
Rack	چرخنده شانه‌ای
Radial Engine	موتور رادیال (ستاره‌ای)
Radiator	رادیاتور
Raised	برجسته - برآمده
Recess	عقب نشینی - پس زنی
Recovery	بازیافت - برگشت
Rectangular	مستطیلی
Reduced	کاهش یافته
Reduction	کاهش
Reference	مرجع
Refrigerant	خنک کننده - سرد کننده
Region	ناحیه - منطقه
Regulation	نظم دهنده
Reinforcement	تقویت کردن
Related Parts	قطعات مربوطه
Relationship	ارتباط

Release Type	نوع خلاص شونده
Remover	جابجا کننده
Require	نیاز داشتن
Reserve Tank	مخزن ذخیره سازی
Reservoir	مخزن ذخیره کننده
Residue	باقی مانده - پس ماند
Resistance	مقاومت
Resistor	مقاومت
Retainer	نگهدارنده
Return Line	مسیر برگشت
Revolution (دوره)	گردش
Rich	غنی
Right	راست
Rocker Arm	انگشتی سوپاپ
Rocker Shaft	میل اسبک
Roller	غلطک
Rotary Engine	موتور دوار
Rotor	روتور (گردنده)
Rotor Oil Pump	پمپ روغن دوار
Rubber	لاستیک
Rubber Hose	شیلنگ الاستیکی
Seal	آب بندی
Seat Valve	نشیمنگاه سوپاپ
Section	قسمت
Selective	انتخاب کننده

Selective Catalytic Reduction	کاهش گازهای آلاینده
Sensor	سنسور
Separate	مجزا
Series	سری
Shaft	شفت - محور
Shape	شکل
Shell	پوسته
Shut off	مسدود کردن
Side	طرف
Single	تک - منفرد
Siphon	سیفون - لوله خمیده - زانویی
Six Cycle Engine	موتور شش زمانه
Slot	شکاف
Slow	آهسته
Smoke	دود
Smoothen	صاف کننده
Snap Ring	خار حلقوی
Solenoid	سولنوئید
Some What	مقدار کمی - تا حدی
Space	فضا
Spark	جرقه
Spark Ignition Engines	موتورهای اشتعال - جرقه‌ای
Spark Plug	شمع
Spark Timing	زمان جرقه
Specification	مشخصات

Speed	سرعت
Speed Sensor	سنسور سرعت موتور
Spline	هزارخار
Split	شکاف
Spring Valve	فنر سوپاپ
Sprocket	چرخ زنجیر
Squish	خرد کردن
Stability	پایداری
Stage	مرحله - طبقه
Stainless	ضد زنگ
Start	شروع
Starting System	سیستم راه اندازی
Station	ایستگاه - جایگاه سوخت
Steam Turbine	توربین بخار
Steel	فولاد
Step Joint	اتصال پله ای
Sterling Engine	موتور استرلینگ
Stop	توقف
Stopper	مهارکننده درپوش
Storage	ذخیره سازی
Stroke	کورس
Subsonic	مادون صوت
Suction	مکش
Sulphur	گوگرد
Super Charger	سوپر شارژر

Super Heat	گرم شدن بیش از حد
Superior	برتر
Supersonic	ما فوق صوت
Supply	تأمین کردن
Supply Pump	پمپ تامین کننده
Support	تکیه گاه - نگهدارنده - پشتیبانی کردن
Tappet	تایپیت
Temperature	دما
Temperature Gauge	نشانگر دمای آب
Tension	کشش
Terminology	اصطلاحات
Thermostat	ترموستات
Thimble	انگشتانه - لوله فلزی کوتاه
Throttle	خفه کردن
Throttle Position Sensor	سنسور وضعیت دریچه گاز
Throttle Valve	دریچه گاز
Through	در خلال - از میان
Thrust	پیشرانه
Tighten	سفت کردن - محکم کردن
Timing Belt	تسمه تایمینگ
Timing Chain	زنجیر تایمینگ
Timing Gear	چرخنده تایمینگ
Tool	ابزار
Top	بالا
Top Dead Center	نقطه مرگ بالا

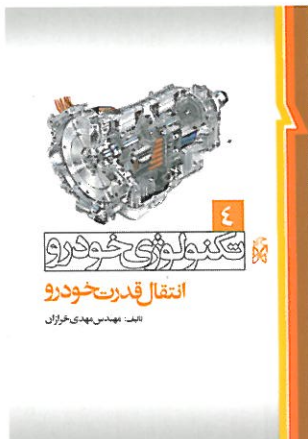
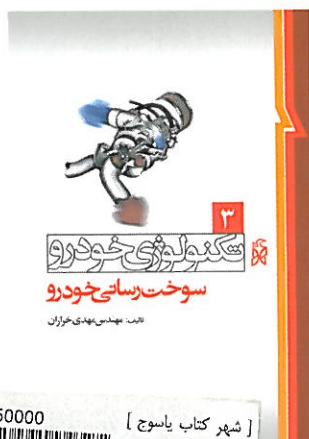
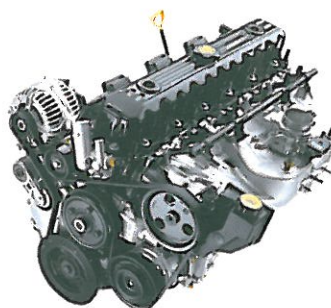
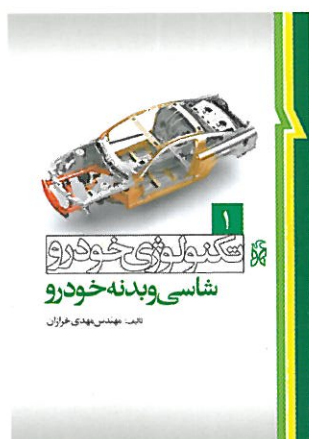
Torque	گشتاور
Total Hydro Carbon	ترکیبات هیدروکربنی
Total Suspended Matter	ذرات معلق
Total Volume	حجم کل
Transfer	انتقال دهنده
Transfer Port	مجرای انتقال
Transmission	گیربکس
Transmission Cooler	خنک کننده روغن گیربکس
Tube	لوله
Turbine	توربین
Turbo Charger	توربوشارژر
Turn Off	خاموش شدن
Turn On	روشن شدن
Twin	دوقلو
Two Cycle Engine	موتور دو زمانه
Type	نوع - مدل
Unfavorable	بد - نامطلوب
Upper	بالایی
Upper Bearing Halve	نیمه بالایی یا تاقان
Urea Solution	محلول اوره
Usage	معمول
Useful Work	کار مفید
Vacuum	خلأ
Value	مقدار - ارزش
Valve	سوپاپ

Valve Arrangement	آرایش سوپاپ‌ها
Valve Clearance Gauge	فیلرگیری
Valve Guide	راهنمای سوپاپ
Valve Lift	میزان حرکت خطی سوپاپ
Valve Lock	قفل سوپاپ
Valve Rotator	سوپاپ چرخان
Valve Spring	فنر سوپاپ
Vapor	بخار
Variable	متغیر
Variable Compression Ratio	نسبت تراکم متغیر
Variable Valve Timing	زمان‌بندی سوپاپ متغیر
Vehicle	خودرو
Velocity	سرعت
Venturi	ونتوری
View	نما
Viscosity	ویسکوزیته
Volume	حجم
V-Type Engine	موتور V شکل
Wall	دیواره
Wankel Engine	موتور وانکل
Warm	گرم
Waste Gate	مکانیزم کنترلی برای توربین توربو شارژ
Water Jacket	مجرای آب
Water Level Gauge	نشانگر سطح آب
Water Pump	واتر پمپ - پمپ آب

Wave	موج
Weighting	وزن کردن
Wire	سیم - کابل
Wire Lead	سیم سری
Wiring	وایرچینی - تعیین ترتیب احتراق

2

Engine of VEHICLE



150000

[شهر کتاب یاسوج]



31617

ج ۲-تکنولوژی خودرو (مولد قدرت)