فصل چهارم

روغن‌کاری موتور

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

۱ــ انواع روغن‌ها را توضیح دهد.

۲ــ اصطکاک در موتور را توضیح دهد.

۳ــ سیستم روغن‌کاری موتور را توضیح دهد.

۴ــ روش‌های کنترل روغن ریزی در موتور را توضیح دهد.

۵ــ انواع پمپ روغن (اویل پمپ) را توضیح دهد.

۶ــ سیستم روغن‌کاری موتور را توضیح دهد.

۱ــ۴ــ روغن‌ها

۱ــ۱ــ۴ــ طبقه بندی روغن‌های مصرفی موتورهای بنزینی

۱ــ روغن MS : روغن نوع MS برای موتورهای بنزینی پرکار ساخته می‌شود که با مواد افزودنی مرغوب از رسوب گیری، سائیدگی و خوردگی قطعات جلوگیری می کند.

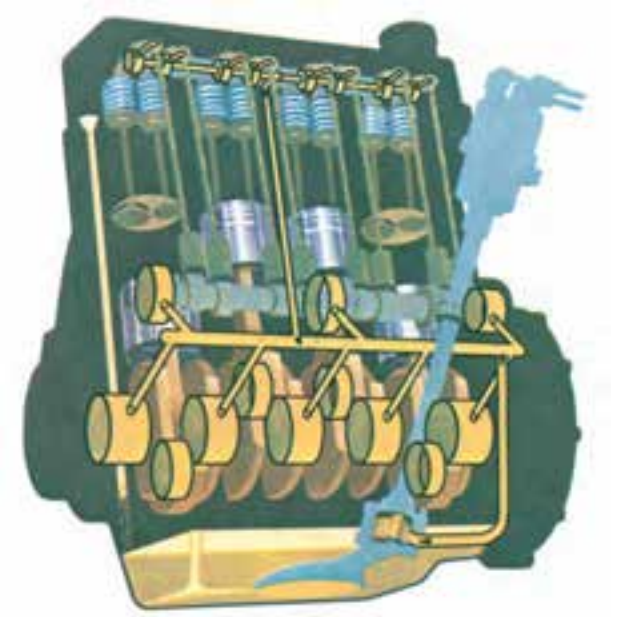
این روغن را طوری می‌سازند که در شرایط خیلی سرد و خیلی گرم به‌خوبی به وظیفه خود عمل می‌کند و نیز در موتوری که پی‌درپی روشن و خاموش شود و یا مدت زیادی در دور آرام کارکند و یا مدت طولانی در اتوبان حرکت کند، بسیار مناسب است.

برای جواب‌گویی به مسائل ضد و نقیض فوق، افزودنی‌های عالی به روغن می‌زنند که کیفیت تدافعی آن را بهبود می‌بخشد.

۲ــ روغن MM : روغن نوع MM برای موتورهای کم کارتر ساخته می‌شود. این روغن هم توانایی جلوگیری از رسوب گیری، سائیدگی و خوردگی را دارد ولی مواد شیمیایی افزودنی آن به اندازه نوع MS نمی‌باشد روغن نوع MM در موتورهای سالم که به‌طور عادی کار کنند نتیجه خوبی را نشان می‌دهد ولی در موتورهایی که پی در پی روشن و خاموش شوند و یا بیشتر زمان کارشان را درجا

کار کنند چندان مناسب نمی‌باشد.

۳ــ *روغن ML* ــ این روغن برای موتورهای سواری نمی‌باشد.

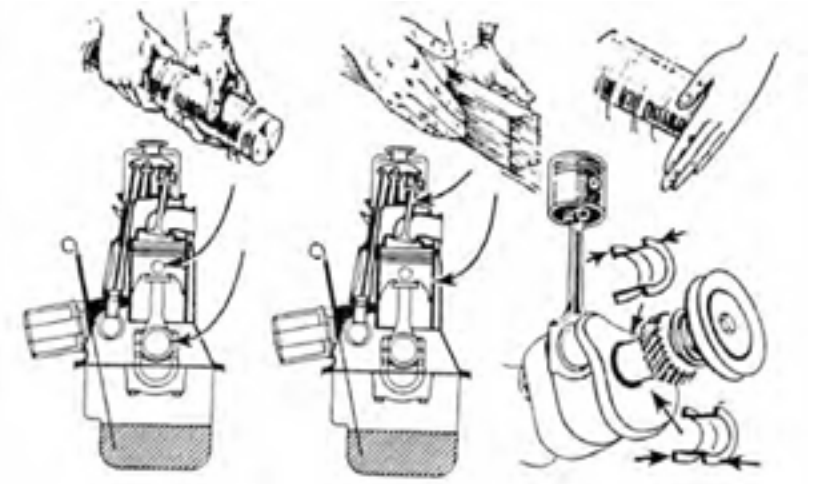


شکل ۱ــ۴ــ مدار روغن‌کاری موتور چهار سیلندر

۲ــ۴ــ اصطکاک موتور

در موتور قطعات متحرک زیادی وجود دارد که تحت فشار کار می‌کنند مانند چرخ‌ها که بار اتومبیل را تحمل می‌کنند. اگر در چرخ‌ها وسائل کاهنده نیروی اصطکاک به‌کار نرود در اثر افزایش نیروی اصطکاک محورها و یاتاقان‌های چرخ آن‌قدر گرم می‌شوند که ذوب می‌گردند. این وسائل بلبرینگ‌ها و رولربرینگ‌ها می‌باشند.

پیستون در سیلندر با سرعت زیاد بالا و پایین می‌رود و گاهی سرعت آن به ۱۵m/sec می‌رسد که در این سرعت زیاد بار موتور را هم تحمل می‌کند. اگر عامل روان کننده‌ای در بین پیستون و سیلندر وجود نداشته باشد نیروی اصطکاک آن‌قدر زیاد می‌شود که باعث ذوب شدن رینگ‌ها، پیستون و سیلندر گردیده و آنها به هم جوش می‌خورند، به‌خصوص رینگ‌های بالا که با نیروی زیاد به دیواره سیلندر فشرده شده و در گرم ترین شرایط کار می‌کنند. و از طرف دیگر در موقع چرخش شاتون در ابتدا زمان قدرت پیستون با نیروی زیاد به دیواره سیلندر فشرده می‌شود.

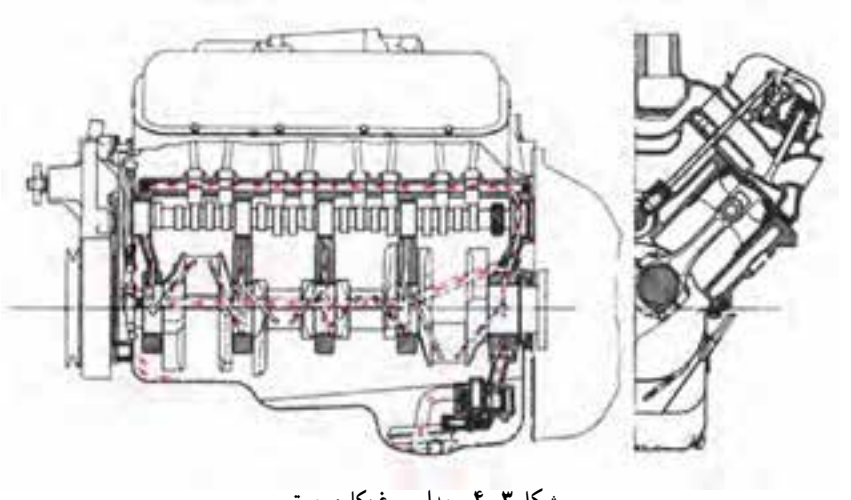


فشار محوری یاتاقان‌ها　　فشار مالشی گیت‌ها　　فشار دورانی یاتاقان‌ها

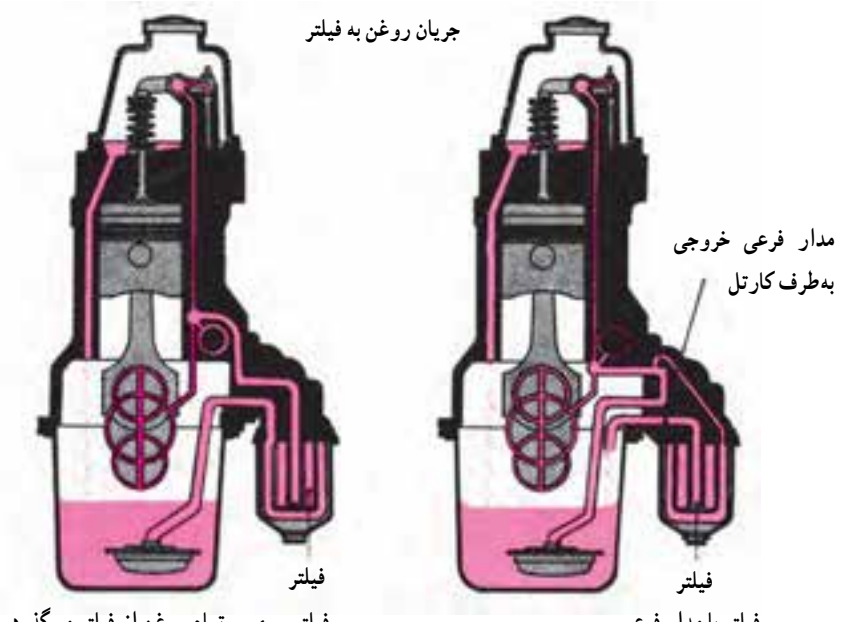
شکل ۲ــ۴ــ انواع اصطکاک در موتور

۳ــ۴ــ روغن‌کاری موتور

موتور به‌وسیله روغن موجود در کارتل روغن‌کاری می‌شود.



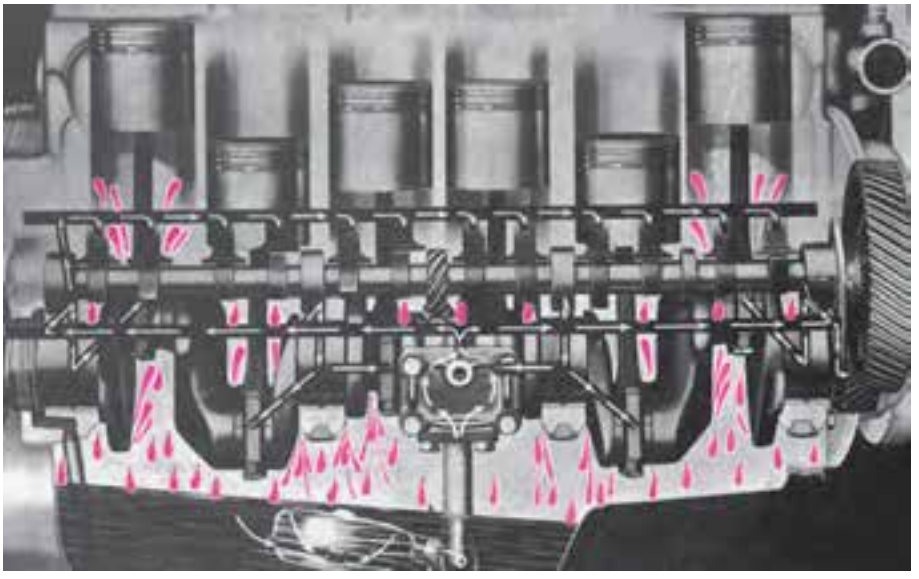
شکل ۳ــ۴ــ مدار روغن‌کاری موتور



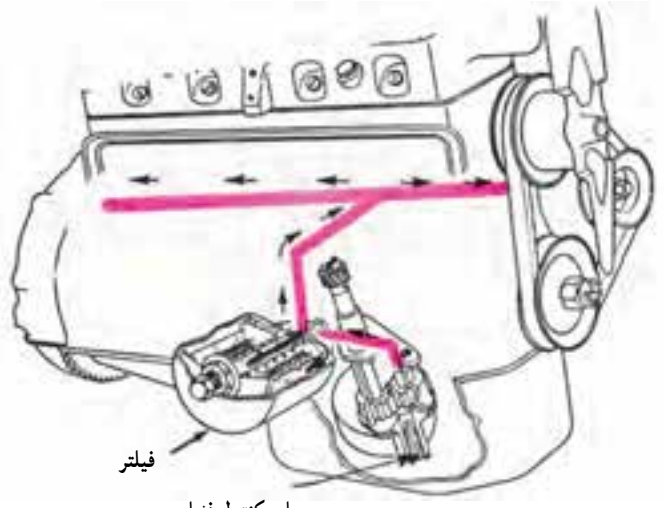
فیلتر با مدار فرعی — قسمتی از روغن از فیلتر عبور می‌کند.

فیلتر سری ــ تمام روغن از فیلتر می‌گذرد.

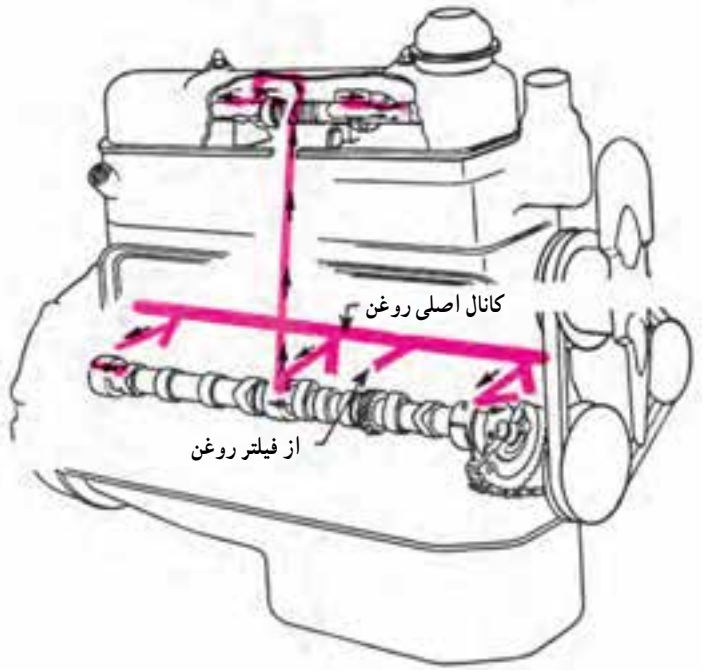
شکل ۴ــ۴ــ نصب انواع فیلتر در مدار روغن‌کاری



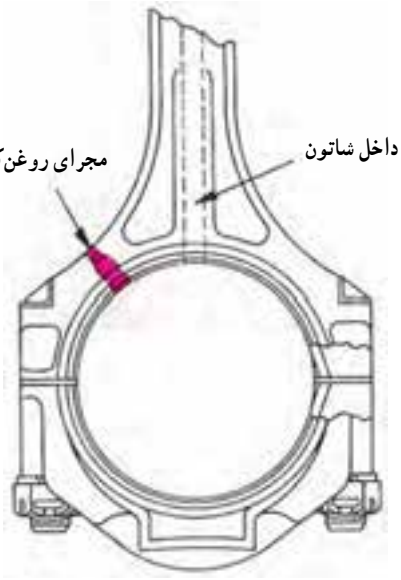
شکل ۵ــ۴ــ ریزش روغن از یاتاقان‌ها



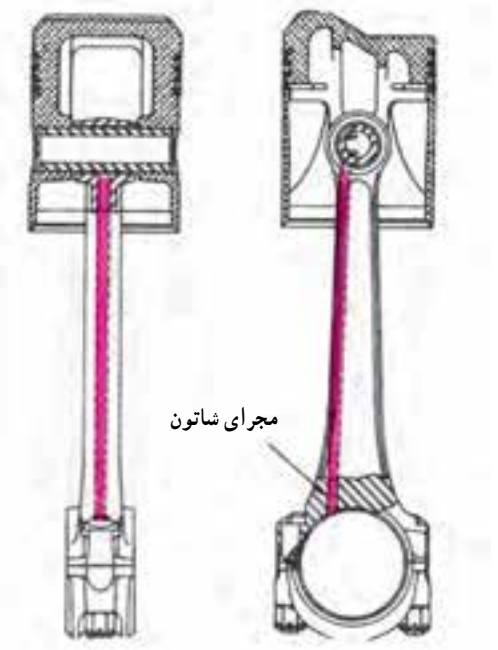
شکل ۶ــ۴ــ فیلتر سری



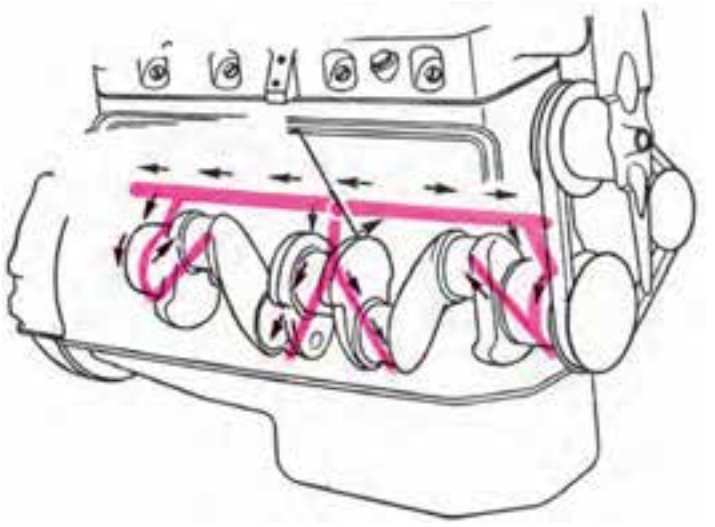
شکل ۷ــ۴ــ روغن از کانال اصلی به یاتاقان‌های میل سوپاپ می‌رسد.



شکل ۸ــ۴ــ مدارهای شاتون



شکل ۹ــ۴ــ شاتونی که در آن مجاری طولی روغن وجود دارد.



شکل ۱۰ــ۴ــ توزیع روغن از یاتاقان اصلی به محورهای لنگ

روغن موتور که بین ۴ تا ۶ لیتر است توسط اویل پمپ مکیده شده و پس از تصفیه به‌وسیله فیلتر با فشار معینی به مدار روغن‌کاری ارسال شده و سپس به یاتاقان‌های اصلی و فرعی هدایت می‌گردد.

روغن رسیده به یاتاقان در سطح محور توزیع شده و مقداری از آن از سوراخ لنگ به محورهای لنگ ارسال گردیده و آنها را روغن‌کاری می‌کند. محورهای لنگ در حال چرخش روغن‌های خرج شده از یاتاقان‌ها را به دیواره‌های سیلندر و زیر پیستون می‌پاشند که دو عمل ضمن آن صورت می‌گیرد :

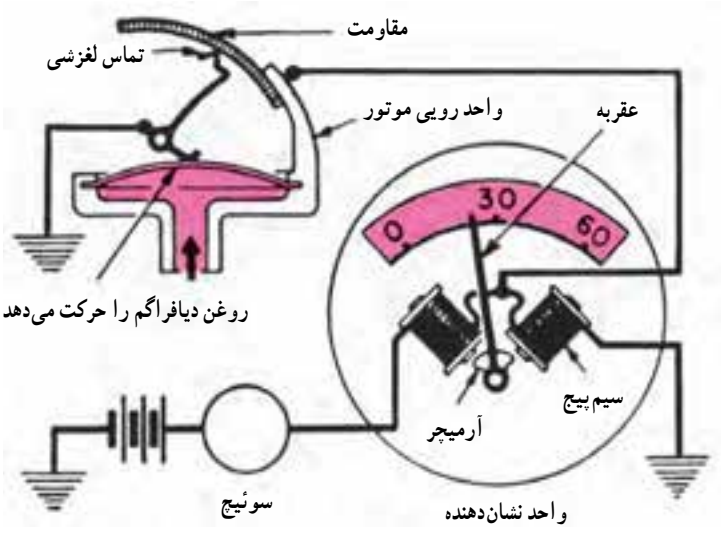
ابتدا روغن‌کاری دیواره سیلندر و پیستون، سپس خنک کاری پیستون و سیلندر.

روغن‌های برگشتی از دیواره سیلندر روی یاتاقان‌های اصلی، میل سوپاپ، تایپت‌ها و دنده میل سوپاپ پاشیده شده و آنها را روغن‌کاری می‌کند.

تایپت‌های هیدرولیکی به‌وسیله مدار اصلی روغن‌کاری می‌شوند. میل اسبک‌ها و دستگاه سوپاپ به‌وسیله لوله روغن منشعب از مدار اصلی روغن‌کاری می‌شوند.

از مدار اصلی لوله نازکی روغن را به نشان دهنده فشار روغن انتقال می‌دهد و با این عمل به‌وسیله سیم به‌طریقه الکتریکی از مدار روغن فرمان می‌گیرد.

شکل ۱۱ــ۴ــ ساختمان داخلی واحد روی موتور



شکل ۱۲ــ۴ــ مدار فشارسنج الکتریکی

پس از اویل پمپ فیلتر تصفیه روغن قرار دارد که روغن تحت فشار را قبل از استفاده در یاتاقان‌ها تصفیه می‌کند.

شکل ۱۳ــ۴ــ ساختمان فیلتر

۴ــ۴ــ روش‌های کنترل روغن‌ریزی

روغن‌ریزی یاتاقان‌های جلو و عقب میل‌لنگ را به‌وسیله کاسه کنترل می‌کنند. روی میل‌لنگ و قبل از یاتاقان عقب یک صفحه روغن برگردان وجود دارد که قطرش بیشتر از قطر میل‌لنگ بوده و روغن‌های رسیده را به کارتل باز می‌گرداند.

با وجود پیش بینی‌های لازم جهت جلوگیری از روغن ریزی مع‌هذا نشتی کمی از دو انتهای میل‌لنگ غیرقابل جلوگیری می‌باشد. در صورت خرابی یاتاقان‌ها و کاسه نمدها مقدار نشتی افزایش یافته و در یاتاقان عقب روغن‌های نشت کرده به صفحه کلاچ نفوذ نموده و کار دستگاه را مختل می‌نماید.

بیشترین علت آلوده سازی روغن موتور احتراق ناقص است. زیرا از طریق محفظه احتراق دوده و پس مانده‌های سوخت ناقص وارد کارتل شده و با قطرات بخار آب ترکیب گردیده و مواد شیمیایی مضرّی به‌وجود می‌آورد.

اکثر مواد آلوده ساز روغن در موقع سرد کار کردن موتور به کارتل نفوذ می‌کند. در هنگام گرم کارکردن موتور آب حاصل از سوختن هیدروکربور به‌صورت بخار از اگزوز خارج شده و تقطیر نمی‌شود.

در فعل و انفعالات مواد خورنده‌ای مانند اسید سولفورو تولید می‌شود که همراه بخار آب تقطیر گردیده و وارد کارتل می‌گردد. عمل تقطیر آب و اسید سولفورو در موقعی شدت می‌یابد که درجه حرارت دیواره سیلندر کمتر از $60^{\circ}C$ باشد. این مواد پس از تقطیر به کارتل ریخته و به علت سنگینی در کف آن قرارمی‌گیرد. مواد رسوب کرده با کثافات و فلزات پوسیده و ذرات کربن ترکیب شده و در اثر گرمای محیط ترکیبات لجنی چسبنده‌ای تولید می‌کند که باعث انسداد مجاری روغن می‌گردد.

از طرف دیگر در موتور سرد بنزین از دیواره‌های سیلندر به کارتل نفوذ کرده و روغن موتور را رقیق می‌کند روغن رقیق شده نه تنها کیفیت روغن‌کاری مطلوبی ندارد بلکه مقدار نشتی و روغن‌ریزی نیز افزایش می‌یابد.

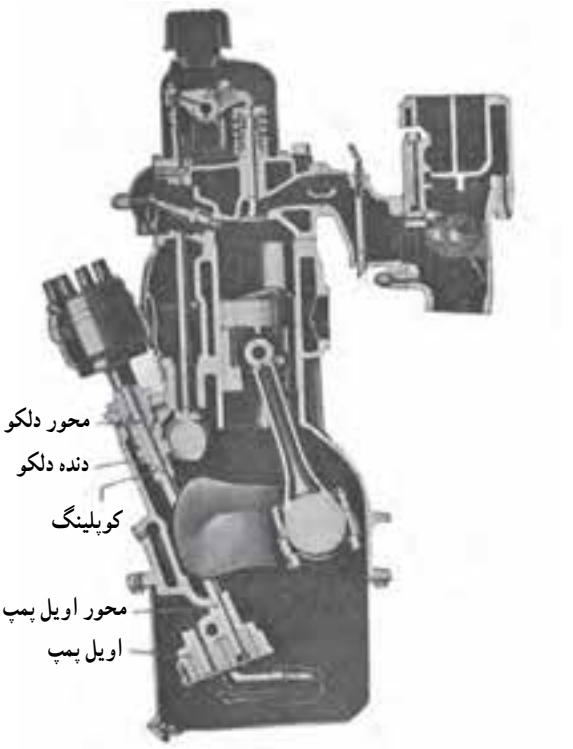
مقدار تقطیر آب و اسید سولفور ظرف چند دقیقه در هوای سرد برابر است با تقطیر همان مقدار آب و اسید که در چندین ساعت در هوای گرم و شرایط عادی انجام می‌گیرد.

شبیه همین عمل در موقع استفاده از مدار ساسات اتفاق می‌افتد. برای حذف آثار مضّر مدار ساسات از نوع اتوماتیک استفاده می‌کنند.

۵ــ۴ــ پمپ روغن (اویل پمپ)

در همه موتورها نیروی پمپ روغن از میل سوپاپ تأمین می‌شود. گاهی دندانه محرک روی محور پمپ روغن قرار دارد و انتهای آن نیز به‌صورت کوپلینگ میل دلکو را به‌حرکت درمی‌آورد. (شکل ۱۴ــ۴) و گاهی دندانه محرک روی محور دلکو قرار داشته و اویل پمپ به‌وسیله کوپلینگ از انتهای محور دلکو نیرو می‌گیرد (شکل ۱۵ــ۴).

شکل ۱۴ــ۴ــ اویل پمپ خارج از موتور قرار داشته و از میل سوپاپ نیرو می‌گیرد.



شکل ۱۵ــ۴ــ اویل پمپ داخل موتور بوده و از دلکو نیرو می‌گیرد.

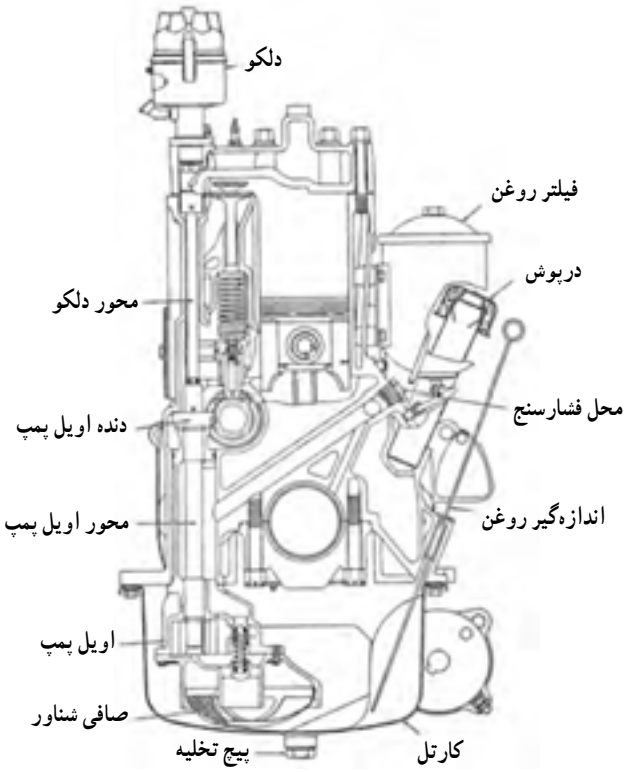
اویل پمپ نشان داده شده در شکل ۱۴ــ۴ به بدنه خارجی موتور بسته شده و در صورت نیاز می‌توان بدون باز کردن کارتل آن‌را پیاده نمود.

قبل از پیاده کردن این نوع پمپ روغن پیستون شمارهٔ یک را در انتهای کورس تراکم قرار داده و پس از برداشتن در دلکو علامتی در مقابل چکش برق روی بدنه دلکو می‌زنند تا در موقع جا زدن مجدد محل تقریبی جرقه زنی تعیین گردد.

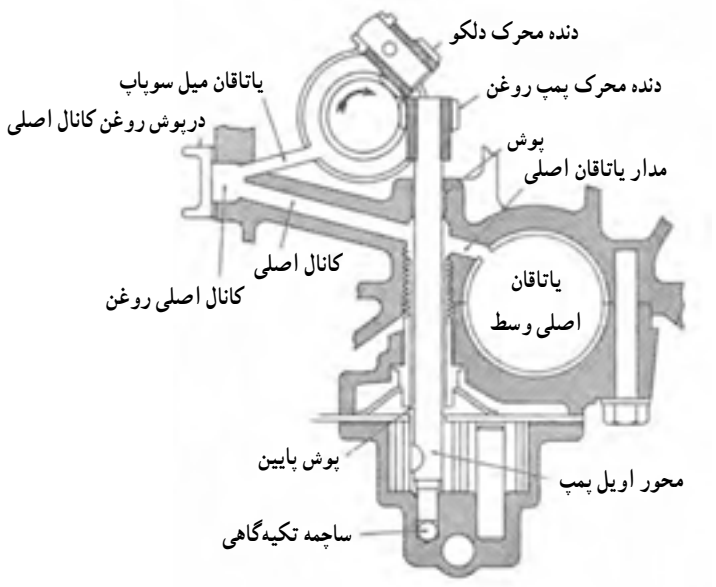
در شکل ۱۶ــ۴ــ طرح درگیری اویل پمپ و دلکو مانند حالت قبل است. ولی اویل پمپ در داخل کارتل قرار داشته و برای باز کردن آن باید ابتدا کارتل باز شود.

در شکل ۱۷ــ۴ طرح دیگری دیده می‌شود که در آن اویل پمپ و میل دلکو جدا از هم حرکت می‌کنند. در این نوع موتورها نیاز به رعایت زمان جرقه زنی نمی‌باشد.

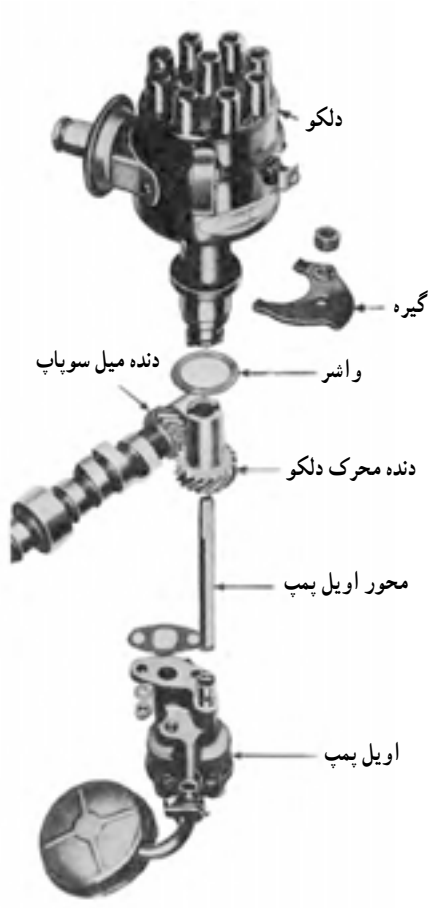
در شکل ۱۸ــ۴ طرح مخصوصی به‌کار رفته است که در آن دندانه محرک از طرف بالا به‌وسیله کوپلینگ شکاف دار میل دلکو و از پایین به‌وسیله میله‌ای اویل پمپ را به حرکت در می‌آورد.



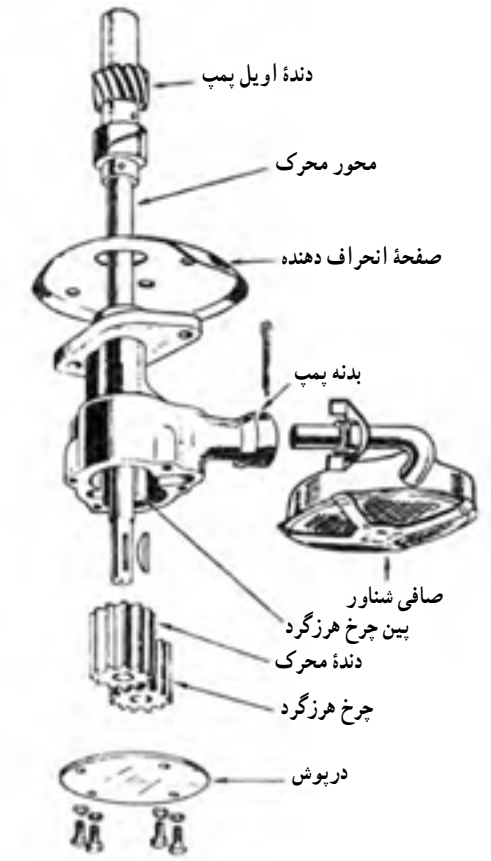
شکل ۱۶ــ۴ــ اویل پمپ داخل موتور



شکل ۱۷ــ۴ــ اویل پمپ و دلکو جدا از هم کار می‌کنند.



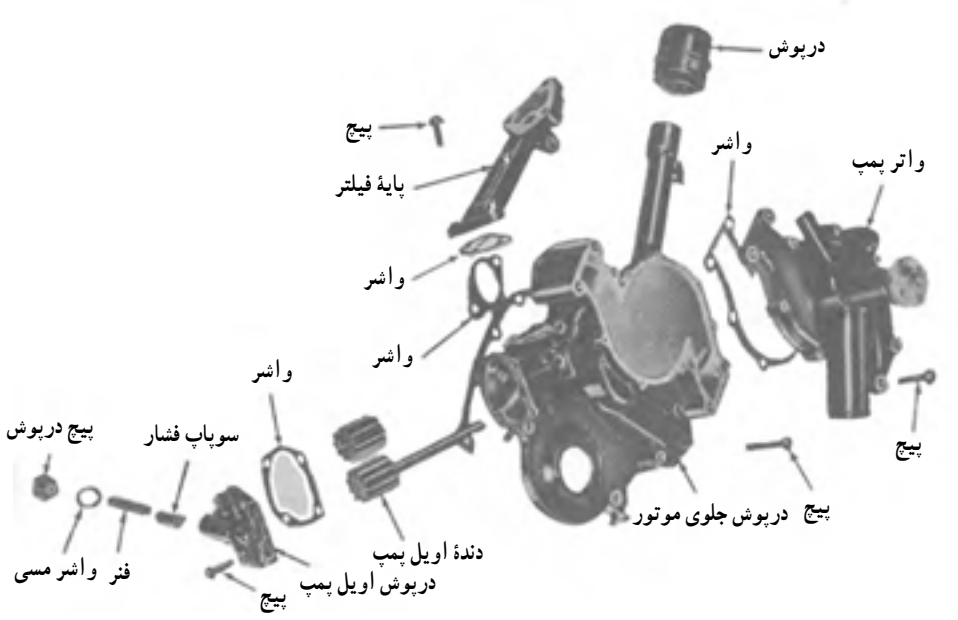
شکل ۱۸ــ۴



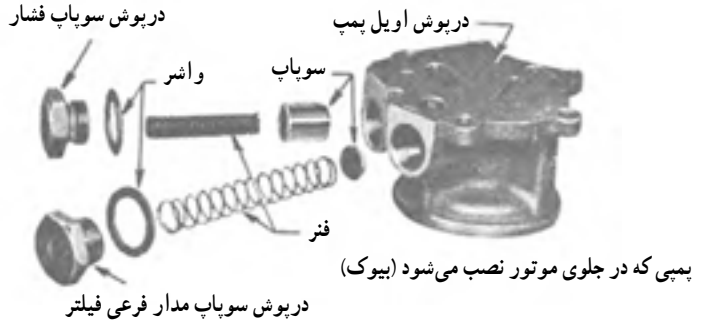
شکل ۱۹ــ۴

در بعضی از موتورها اویل پمپ در جلوی موتور و زیر درپوش جلو نصب می‌شود (کادیلاک) (شکل ۲۰ــ۴ و ۲۱ــ۴).

در موتوری که اویل پمپ آن در جلو قرار دارد به علت بالاتر بودن سطح اویل پمپ نسبت به روغن کارتل روغن دیرتر به زیر یاتاقان‌ها می‌رسد لذا در موقع تعمیر احتیاط لازم را به‌کار می‌برند تا موتور با کمبود روغن روبرو نشود. مثلاً قبل از نصب فیلتر روغن، مجاری روغن را پر از روغن می‌کنند. و یا در نوع شکل ۲۱ــ۴ که مربوط به اتومبیل بیوک است ابتدا محفظه پمپ را با روغن وازلین پر کرده و سپس دنده‌های پمپ را سوار می‌کنند، در موقع استارت زدن پمپ به‌سرعت عمل نموده و در اسرع وقت روغن را به مدار ارسال می‌کند.



شکل ۲۰ــ۴ــ اویل پمپی که در جلوی موتور نصب می‌شود(کادیلاک)



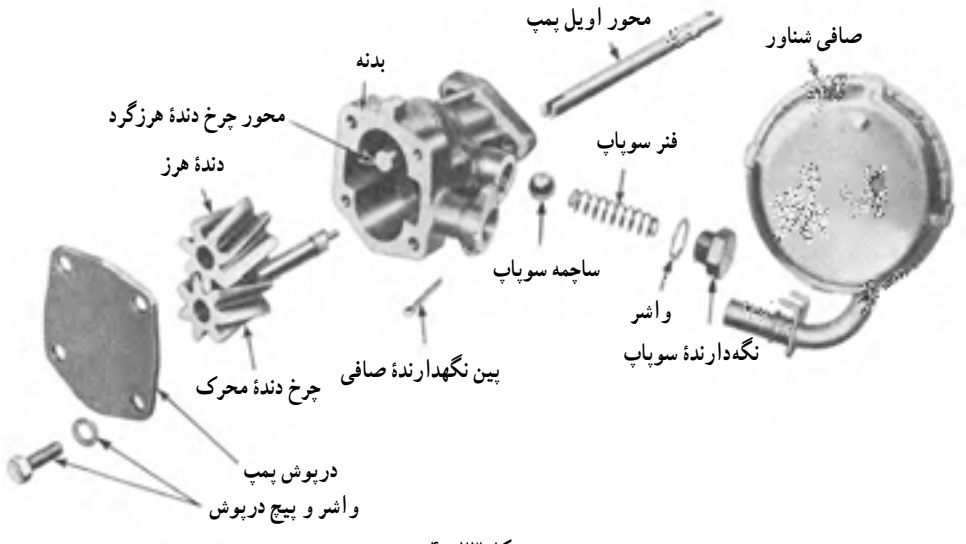
پمپی که در جلوی موتور نصب می‌شود (بیوک)

شکل ۲۱ــ۴ــ اویل پمپ که در جلوی موتور نصب می‌شود.

۱ــ۵ــ۴ــ پمپ روغن دنده‌ای : اویل پمپ دنده‌ای شکل ۲۲ــ۴ و ۲۳ــ۴ رایج ترین پمپ روغن است که نیروی خود را از میل سوپاپ دریافت می‌کند.

در پمپ دنده‌ای دو چرخ دندانه وجود دارد که با یکدیگر بوده و در محفظه داخلی پمپ گردش می‌کنند. یکی از دو چرخ دندانه محرک است و به‌وسیلهٔ محور پمپ روغن می‌گردد و دیگری متحرک بوده و در روی محور ثابتی که در داخل بدنه پمپ قرار دارد حرکت می‌کند (شکل ۲۲ــ۴).

شکل ۲۲ــ۴ــ اویل پمپ دنده‌ای



شکل ۲۳ــ۴

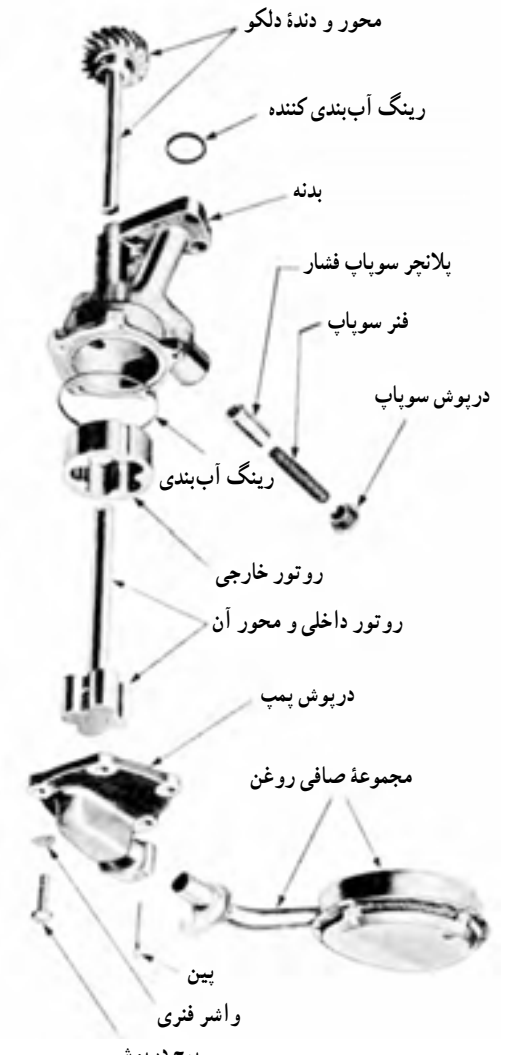
وقتی چرخ دندانه‌ها در داخل محفظه بسته پمپ حرکت چرخشی می‌کنند در قسمتی از محفظه حجم مرتباً افزایش پیدا کرده و فشار در آنجا کاهش می‌یابد. در این قسمتی که افزایش حجم ایجاد می‌شود لولهٔ مکشی پمپ را قرار داده اند و در آن قسمتی که حجم به کوچک‌ترین مقدار خود می‌رسد لولهٔ فشاری یا خروجی را نصب می‌کنند.

بنابراین با چرخش دندانه‌ها روغن از کارتل مکیده شده و وارد فضای داخلی پمپ می‌شود. سپس با چرخش به دور دندانه‌ها به محفظه‌ای که دارای حجم کوچکی است هدایت گردیده و فشار آن افزایش می‌یابد. روغن با همین فشار وارد مدار روغن‌کاری شده و به وظیفه خود عمل می‌کند.

۲ــ۵ــ۴ــ پمپ روغن روتوری: پمپ روغن روتوری مانند پمپ دنده‌ای است تفاوت آن با دنده‌ای در روتور خارجی آن است. روتور خارجی در محیط دندانه محرک واقع شده و به‌طور داخلی در آن شیارهایی ایجاد کرده‌اند. روتور خارجی به‌جای چرخ دنده دیگر عمل می‌کند (شکل ۲۴ــ۴ و ۲۵ــ۴).

شکل ۲۴ــ۴

مرکزهای روتور داخلی روی هم منطبق نیست و لذا روتور داخلی با محور اویل پمپ هم مرکز بوده و فقط حرکت دورانی می‌کند در صورتی که روتور خارجی دارای مرکز دوران خارج از مرکزی بوده و وقتی به‌وسیله روتور داخلی به حرکت درمی‌آید دو حرکت انجام می‌دهد : یکی حرکت دورانی و دیگری حرکت انتقالی. بنابراین هر گاه در جایی که حجم بزرگ‌ترین اندازه را پیدا می‌کند سوراخی ایجاد کرده و به کارتل وصل کنند روغن در اثر اختلاف فشار وارد پمپ می‌شود و اگر سوراخ دیگری در تنگ ترین موضع ایجاد شود روغن تحت فشار از آن مجرا به مدار روغن‌کاری ارسال می‌شود.



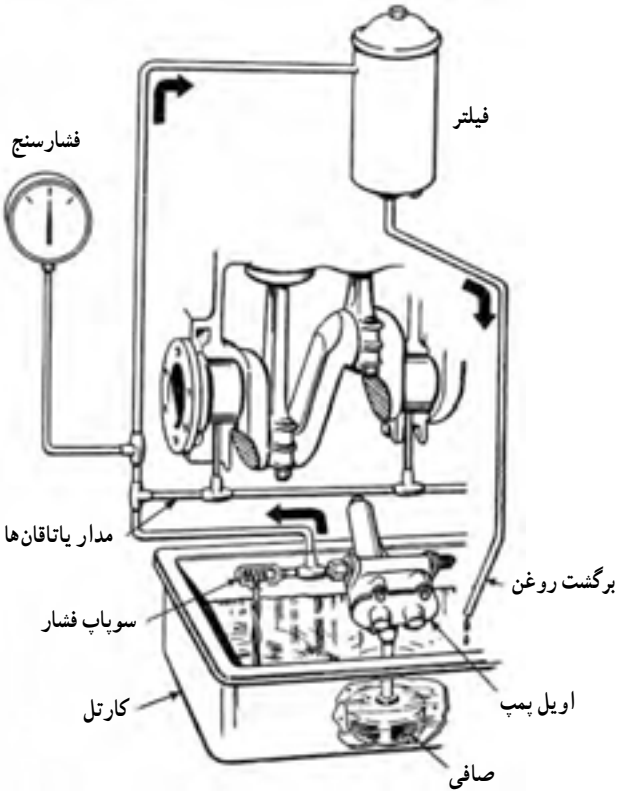
شکل ۲۵ــ۴ــ پمپ روتوری

۳ــ۵ــ۴ــ سوپاپ کنترل فشار روغن : پمپ روغن در اکثر مواقع بیش از نیاز روغن‌کاری موتور روغن پمپ می‌کند. زیرا شدت جریان روغن ارسالی باید از شدت جریان روغن مصرفی زیادتر باشد تا در صورت بروز نشتی و یا افزایش روغن ریزی در یک محل، کمبود روغن در یاتاقان اصلی به‌وجود نیاید.

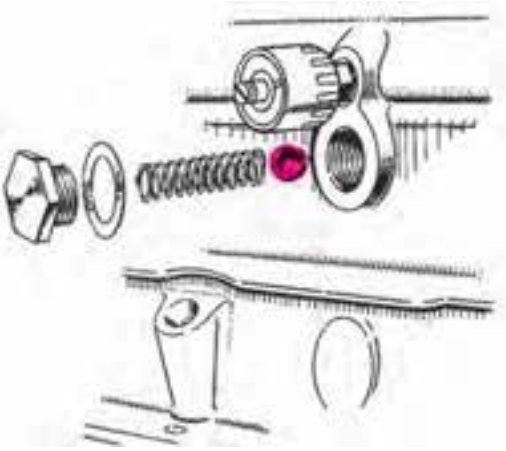
بنابراین در حالت نو بودن موتور و یا عدم عیب در مدار روغن‌کاری، فشار روغن بیشتر از حدّ مجاز می‌باشد لذا مدار روغن‌کاری را مجهز به سوپاپ کنترل فشار می‌کنند.

سوپاپ فشار وظیفه دارد فشار روغن مدار را همواره ثابت نگه‌داشته و در صورتی که فشار از حدّ لازم تجاوز کند نیروی فنر سوپاپ خنثی گردیده و با حرکت پیستون به یک طرف مدار تحت فشار به مدار ورودی ارتباط پیدا کرده و فشار ثابت می‌شود.

سوپاپ فشار را معمولاً خارج از ساختمان اویل پمپ می‌سازند تا در صورت نیاز بتوان به‌سهولت آن‌را بازدید کرده و یا مورد آزمایش قرار داد.



شکل ۲۶ــ۴ــ مدار ساده روغن‌کاری و موقعیت سوپاپ فشار



شکل ۲۷ــ۴ــ وقتی فشار زیاد شود ساچمه فنر را فشرده کرده و مدار روغن را به کارتل باز می‌کند.

۶ــ۴ــ فیلتر روغن

فیلتر روغن پس از پمپ روغن در مدار روغن‌کاری قرار می‌گیرد تا روغن را قبل از رسیدن به یاتاقان‌ها و سایر موضع مصرف تصفیه نماید.

فیلترها فقط تا مدت معینی می‌توانند به خوبی وظیفه خود را انجام دهند. وقتی عمر مفید فیلتر تمام شود باید آن‌را عوض کنند تا اخلال در مدار ایجاد نکند.

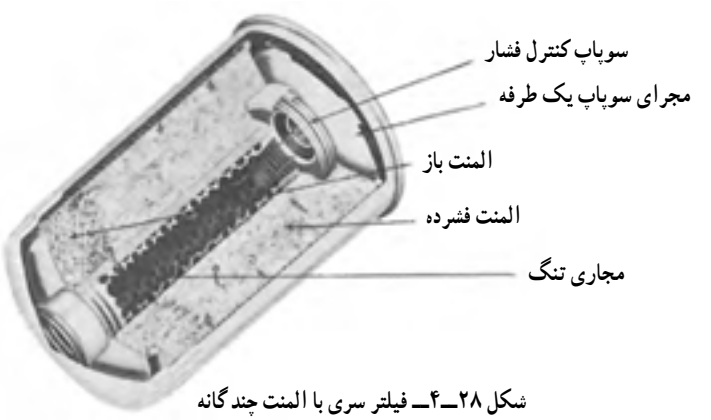
۱ــ۶ــ۴ــ انواع فیلتر : دو نوع فیلتر در مدار روغن‌کاری به‌کار می‌رود که عبارتند از :

ــ فیلتر کاغذی

ــ فیلتر پارچه‌ای

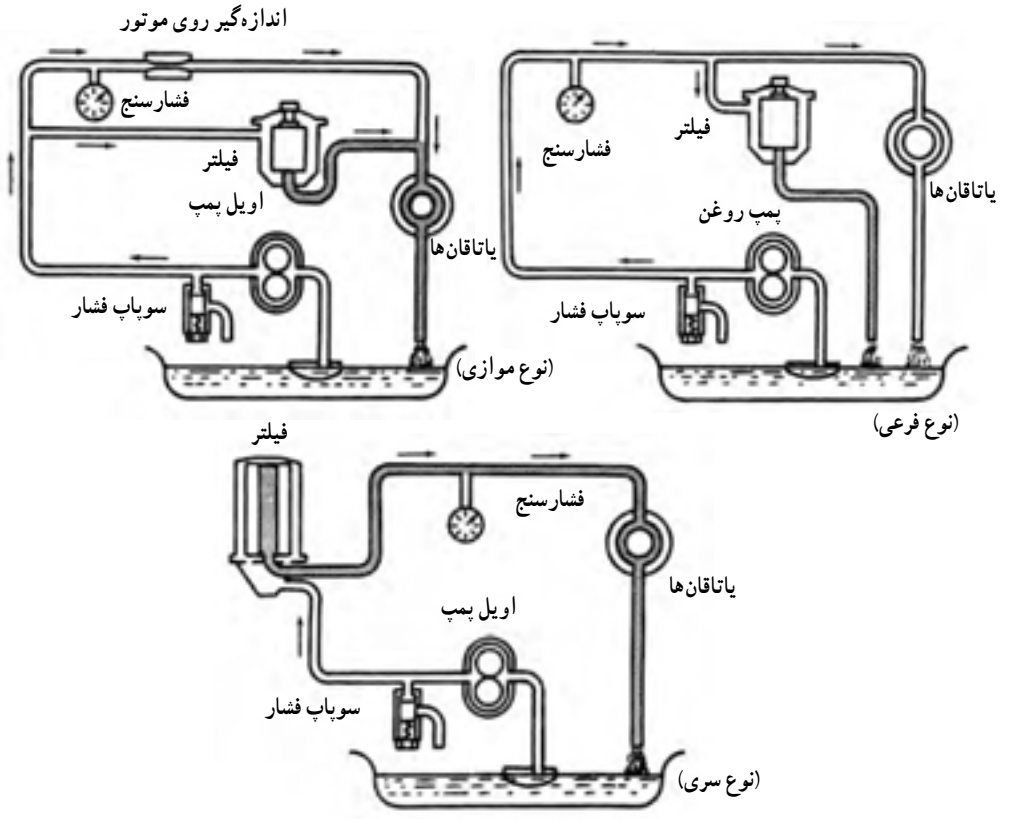
در نوع کاغذی برای وسعت یافتن سطح فیلترکننده کاغذ مخصوص فیلتر را به صورت پلیسه‌ای درمی‌آورند. (زیگزاگ) فیلتر کاغذی را فیلتر نوع سطحی نیز می‌گویند زیرا عمل تصفیه روغن در آن به‌طور کامل انجام نمی‌شود. فیلتر پارچه‌ای از کتان ساخته می‌شود. در بین دو لایه پارچه‌ای الیاف چوب، کاغذ، پوست جو و غیره می‌ریزند. فیلتر پارچه‌ای به‌صورت چند مرحله‌ای روغن را تصفیه می‌کند و لذا عمل تصفیه روغن کامل‌تر انجام می‌شود. از ظاهر فیلتر نمی‌توان به جنس به‌کار رفته در داخل آن پی برد.

کیفیت روغن‌کاری موتورهای جدید به علت دقت زیاد قطعات و لقی کمی که بین آنها وجود دارد مورد توجه می‌باشد و لذا کوچک‌ترین ذره ناخالصی در روغن می‌تواند مسأله‌ساز باشد.

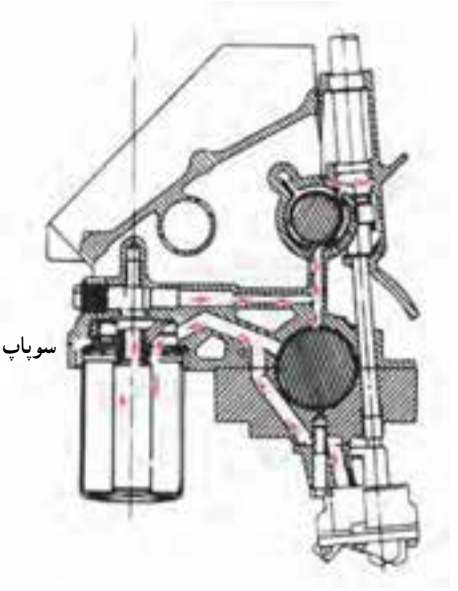


شکل ۲۸ــ۴ــ فیلتر سری با المنت چندگانه

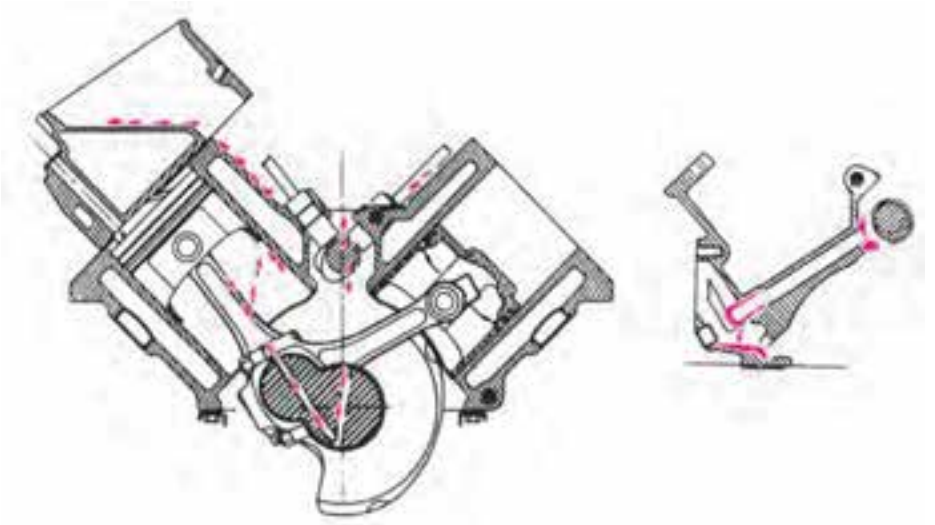
شکل **۲۹ــ۴**، انواع مدارات روغن‌کاری را نشان می‌دهد. در موتورهای قدیمی از مدار روغن‌کاری فرعی و موازی استفاده می‌شد. در مدار فرعی مقدار روغن فیلتر شده بین **۵** تا **۲۰** درصد بوده و ۸۰ تا **۹۵** درصد دیگر روغن بدون تصفیه شدن به‌کار گرفته می‌شود.



شکل ۲۹ــ۴ــ انواع مدارات روغن (مدار فرعی ــ مدار موازی و سری)



شکل ۳۰ــ۴ــ فیلتر روغن و روغن‌کاری دلکو



شکل ۳۱ــ۴ــ روغن‌کاری دیواره سیلندر

در مداری که فیلتر آن موازی قرار دارد روغن تصفیه شده به یاتاقان‌ها می‌رسد ولی در صورت مسدود شدن فیلتر روغن مصرفی یاتاقان‌ها از مدار فرعی تأمین می‌گردد.

در نوع سوم که کامل‌ترین مدار محسوب می‌شود تمام روغن مصرفی یاتاقان‌ها از فیلتر عبور می‌کند. در این مدار یک راهگاه فرعی پیش بینی شده است که در اویل پمپ و یا بین فیلتر پمپ روغن قرار دارد.

در نوع چهارم که بیشتر در موتورهای دیزلی به‌کار می‌رود و حساسیت روغن‌کاری موردنظر می‌باشد استفاده از فیلتر دوبل است. در این سیستم فیلترها را به‌صورت موازی یا سری قرار می‌دهند.

سؤالات

- لقی یاتاقان یعنی چه؟ مقدار لقی چقدر است و لقی چه وظیفه‌ای را عهده دار است؟
- وزنه‌های تعادل میل‌لنگ چه وظیفه‌ای دارند؟
- ارتعاش گیر میل‌لنگ چیست؟ در کجا نصب شده و چند نوع است؟
- انواع یاتاقان را از لحاظ آلیاژهای به کار رفته، بنویسید.
- درصد عناصر به کار رفته در یاتاقان بابیت را بنویسید.
- نیروی اصطکاک موتور چگونه به‌وجود می‌آید و چگونه می‌توان آن را تقلیل داد؟
- چه راه‌هایی در طرّاحی موتور به کار می‌رود تا گشتاور تولیدی را بهبود بخشد؟
- نیروی اصطکاک را تعریف کنید.
- چگونه روغن‌ریزی موتور کنترل می‌شود؟
- طرز کار پمپ روغن دنده‌ای را توضیح دهید.
- سوپاپ کنترل فشار روغن چگونه کار می‌کند؟
- طرز کار پمپ روغن دنده‌ای را شرح دهید.
- نحوهٔ طبقه بندی روغن‌های موتور را توضیح دهید.