

### روغن کاری موتور

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

- ۱- انواع روغن‌ها را توضیح دهد.
- ۲- اصطکاک در موتور را توضیح دهد.
- ۳- سیستم روغن کاری موتور را توضیح دهد.
- ۴- روش‌های کنترل روغن ریزی در موتور را توضیح دهد.
- ۵- انواع پمپ روغن (اوایل پمپ) را توضیح دهد.
- ۶- سیستم روغن کاری موتور را توضیح دهد.

#### ۴-۱- روغن‌ها

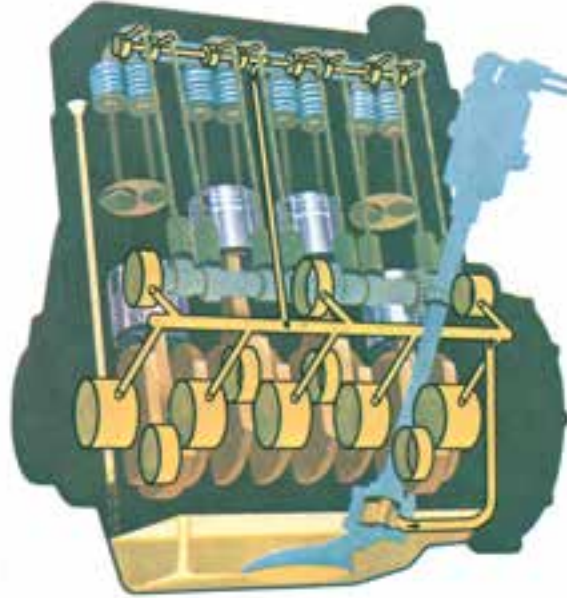
##### ۴-۱-۱- طبقه بندی روغن‌های مصرفی موتورهای بنزینی

۱- روغن *MS* : روغن نوع *MS* برای موتورهای بنزینی پرکار ساخته می‌شود که با مواد افزودنی مرغوب از رسوب گیری، سائیدگی و خوردگی قطعات جلوگیری می‌کند. این روغن را طوری می‌سازند که در شرایط خیلی سرد و خیلی گرم به خوبی به وظیفه خود عمل می‌کند و نیز در موتوری که بی‌دریی روشن و خاموش شود و یا مدت زیادی در دور آرام کار کند 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.

۲- روغن *MM* : روغن نوع *MM* برای موتورهای کم‌کارتر 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 بی‌دریی روشن و خاموش شوند و یا بیشتر زمان کارشان را درجا

کار کنند چندان مناسب نمی باشد.

۳- روغن  $ML$  - این روغن برای موتورهای سواری نمی باشد.

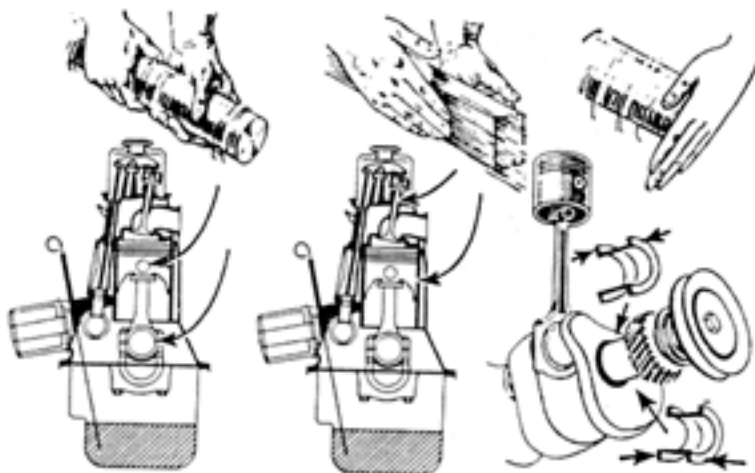


شکل ۱-۴- مدار روغن کاری موتور چهار سیلندر

## ۲-۴- اصطکاک موتور

در موتور قطعات متحرک زیادی وجود دارد که تحت فشار کار می کنند مانند چرخ ها که بار اتومبیل را تحمل می کنند. اگر در چرخ ها وسائل کاهنده نیروی اصطکاک به کار نرود در اثر افزایش نیروی اصطکاک محورها و یاتاقان های چرخ آن قدر گرم می شوند که ذوب می گردند. این وسائل بلبرینگ ها و رولربرینگ ها می باشند.

پیستون در سیلندر با سرعت زیاد بالا و پایین می رود و گاهی سرعت آن به  $15\text{m/sec}$  می رسد که در این سرعت زیاد بار موتور را هم تحمل می کند. اگر عامل روان کننده ای در بین پیستون و سیلندر وجود نداشته باشد نیروی اصطکاک آن قدر زیاد می شود که باعث ذوب شدن رینگ ها، پیستون و سیلندر گردیده و آنها به هم جوش می خورند، به خصوص رینگ های بالا که با نیروی زیاد به دیواره سیلندر فشرده شده و در گرم ترین شرایط کار می کنند. و از طرف دیگر در موقع چرخش شاتون در ابتدا زمان قدرت پیستون با نیروی زیاد به دیواره سیلندر فشرده می شود.



فشار دورانی یاتاقان‌ها

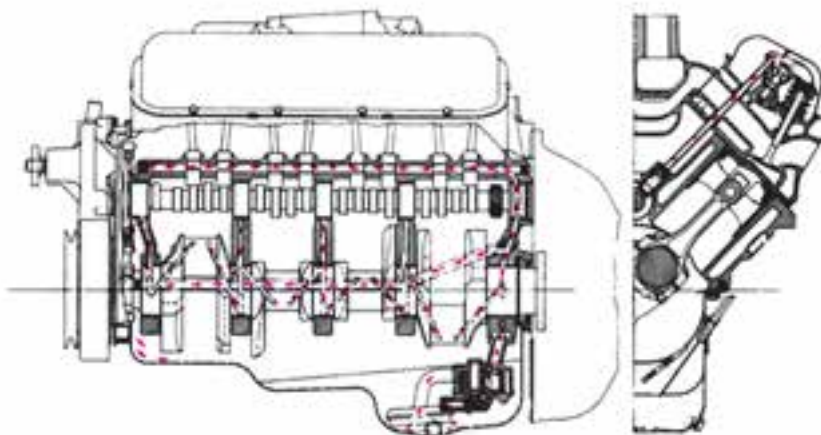
فشار مالشی گیت‌ها

فشار محوری یاتاقان‌ها

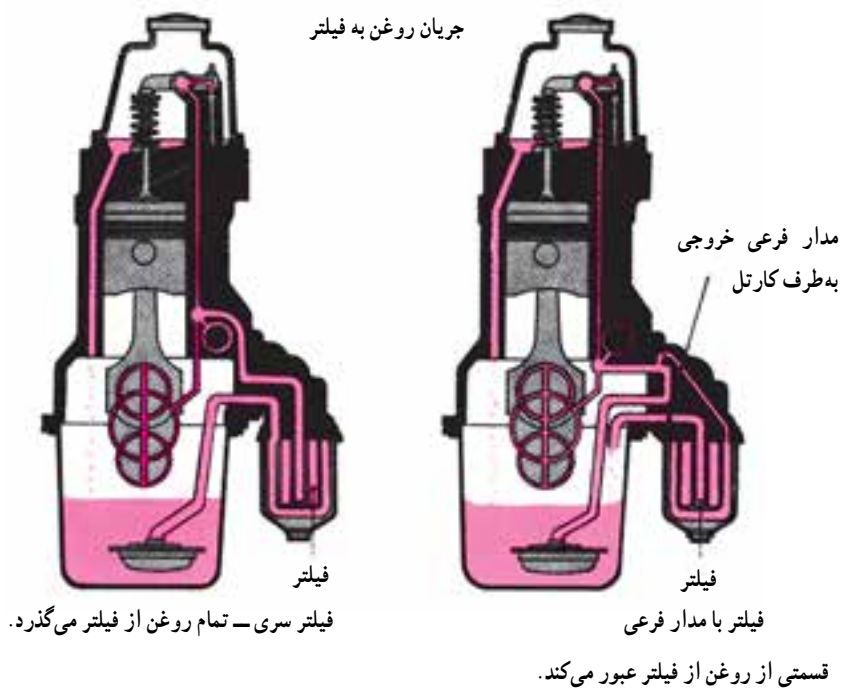
شکل ۲-۴- انواع اصطکاک در موتور

### ۳-۴- روغن کاری موتور

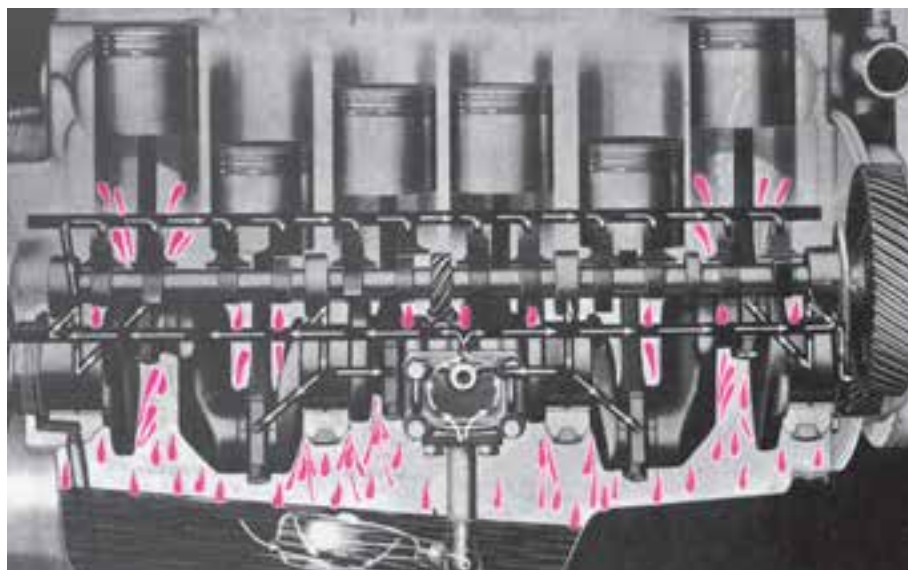
موتور به وسیله روغن موجود در کارتیل روغن کاری می شود.



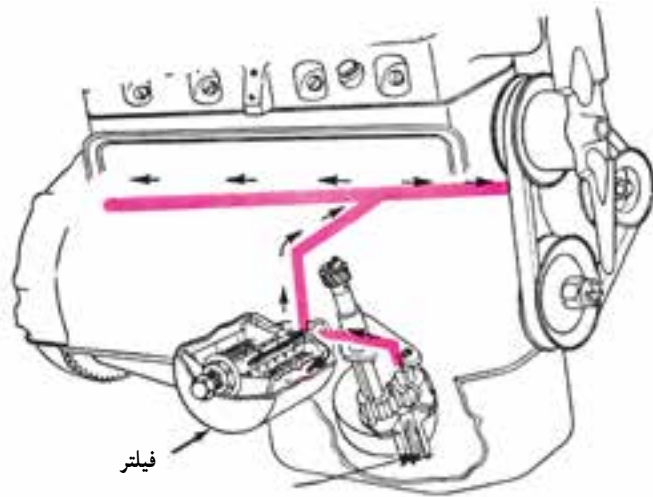
شکل ۳-۴- مدار روغن کاری موتور



شکل ۴-۴- نصب انواع فیلتر در مدار روغن‌کاری

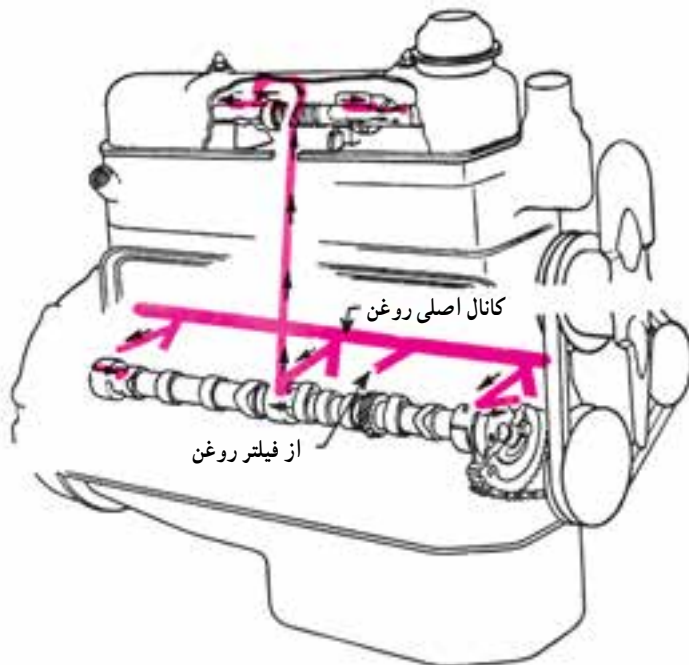


شکل ۴-۵- ریزش روغن از یاتاقان‌ها

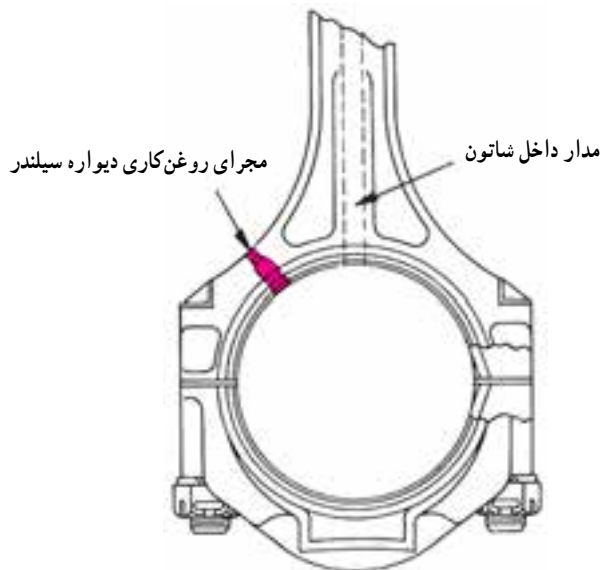


سوپاپ کنترل فشار

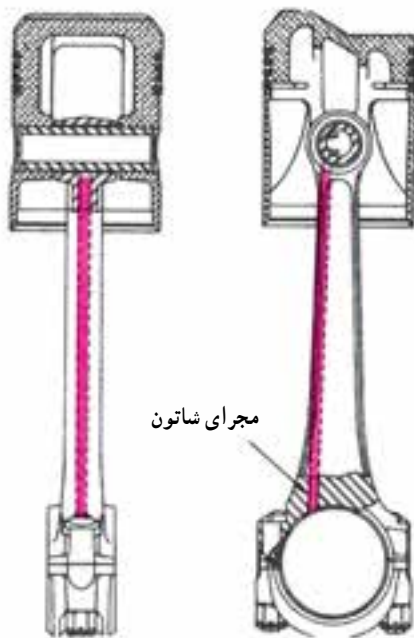
شکل ۴-۶- فیلتر سری



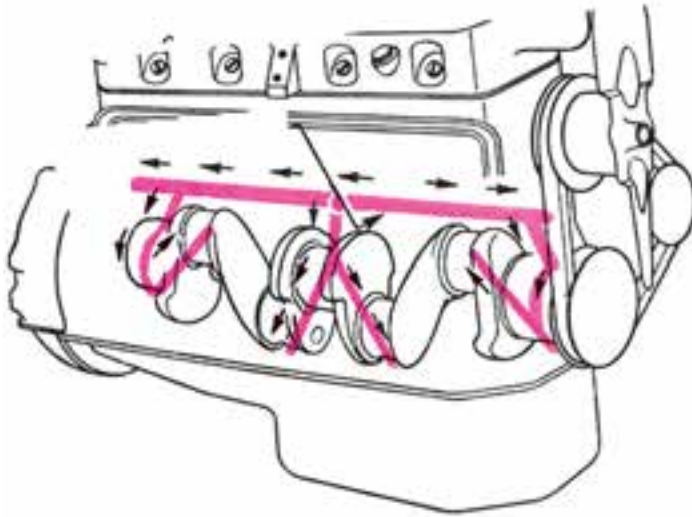
شکل ۴-۷- روغن از کانال اصلی به یاتاقان‌های میل سوپاپ می‌رسد.



شکل ۸-۴- مدارهای شاتون



شکل ۹-۴- شاتونی که در آن مجاری طولی روغن وجود دارد.



شکل ۱۰-۴- 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 به وسیله فیلتر با فشار معینی به مدار روغن کاری 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 روغن کاری می‌کند. محورهای لنگ در حال چرخش روغن‌های خرج شده از یاتاقان‌ها را به دیواره‌های سیلندر و زیر پیستون می‌باشند که دو عمل ضمن آن صورت می‌گیرد:

ابتدا روغن کاری 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 روغن کاری می‌کند.

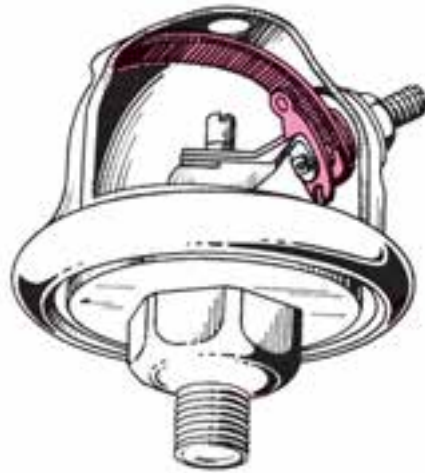
تایپت‌های هیدرولیکی به وسیله مدار اصلی روغن کاری می‌شوند. میل اسبک‌ها و دستگاه

سوپاپ به وسیله لوله روغن منشعب از مدار اصلی روغن کاری می‌شوند.

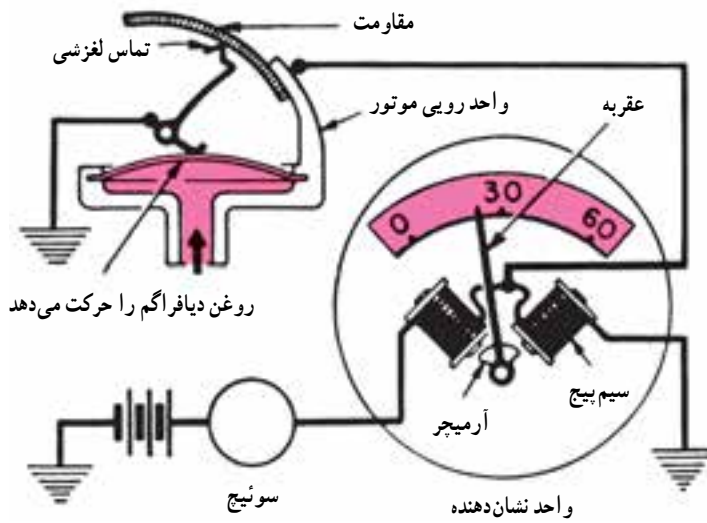
از مدار اصلی لوله نازکی روغن را به نشان دهنده فشار روغن انتقال می‌دهد و با این عمل

به وسیله سیم به طریقه الکتریکی از مدار روغن فرمان می‌گیرد.





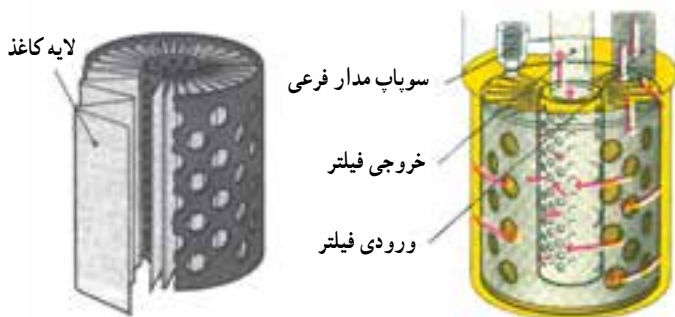
شکل ۱۱-۴- ساختمان داخلی واحد روی موتور



شکل ۱۲-۴- مدار فشارسنج الکتریکی

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





شکل ۱۳-۴- ساختمان فیلتر

#### ۴-۴- 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 پیش‌بینی‌های لازم جهت جلوگیری از روغن‌ریزی مع‌هذا نشستی کمی از دو انتهای میل‌لنگ غیرقابل جلوگیری می‌باشد. در صورت خرابی یاتاقان‌ها و کاسه‌نمدها مقدار نشستی افزایش یافته و در یاتاقان عقب روغن‌های نشست کرده به صفحه کلاچ نفوذ نموده و کار دستگاه را مختل می‌نماید.

بیشترین علت آلوده‌سازی روغن موتور احتراق ناقص است. زیرا از طریق محفظه احتراق دوده و پس‌مانده‌های سوخت ناقص وارد کارتل شده و با قطرات بخار آب ترکیب گردیده و مواد شیمیایی مضرتری به‌وجود می‌آورد.

اکثر مواد آلوده‌ساز روغن در موقع سرد کردن موتور به کارتل نفوذ می‌کند. در هنگام گرم کردن موتور آب حاصل از سوختن هیدروکربور به‌صورت بخار از آگروز خارج شده و تقطیر نمی‌شود.

در فعل و انفعالات مواد خورنده‌ای مانند اسید سولفوریک تولید می‌شود که همراه بخار آب تقطیر گردیده و وارد کارتل می‌گردد. عمل تقطیر آب و اسید سولفوریک در موقعی شدت می‌یابد که درجه حرارت دیواره سیلندر کمتر از  $60^{\circ}\text{C}$  باشد. این مواد پس از تقطیر به کارتل ریخته و به علت سنگینی در کف آن قرار می‌گیرد. 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 روغن کاری مطلوبی ندارد بلکه مقدار نشستی 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 مضر مدار ساسات از نوع اتوماتیک استفاده می‌کنند.

#### ۴-۵- پمپ روغن (اوایل 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 به صورت کوپلینگ میل دلکو را به حرکت درمی‌آورد. (شکل ۱۴-۴) و گاهی دندانه محرک روی محور دلکو قرار داشته و اوایل پمپ به وسیله کوپلینگ از انتهای محور دلکو نیرو می‌گیرد (شکل ۱۵-۴).



شکل ۱۴-۴- اوایل پمپ خارج از موتور قرار داشته و از میل سوپاپ نیرو می‌گیرد.



شکل ۱۵-۴- اویل پمپ داخل موتور بوده و از دلكو نیرو می‌گیرد.

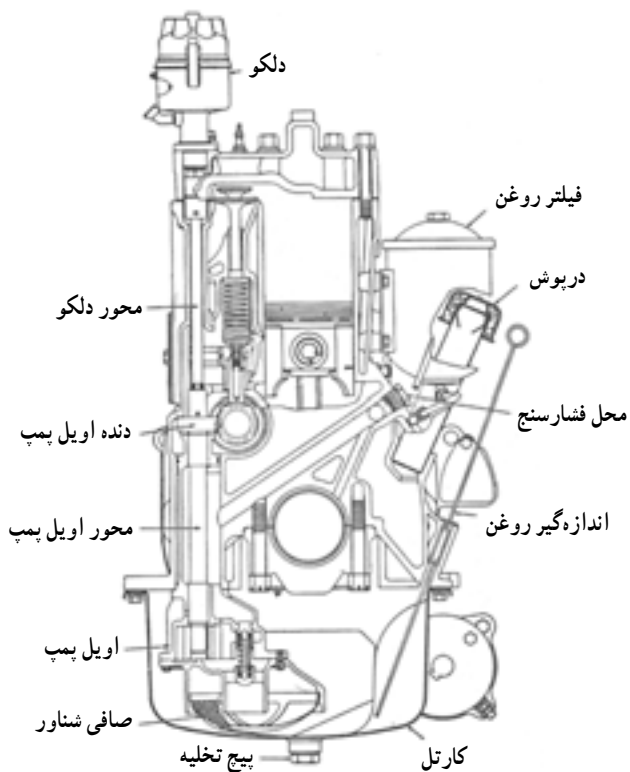
اویل پمپ نشان داده شده در شکل ۱۴-۴ به بدنه خارجی موتور بسته شده و در صورت نیاز می‌توان بدون باز کردن کارتل آن را پیاده نمود.

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

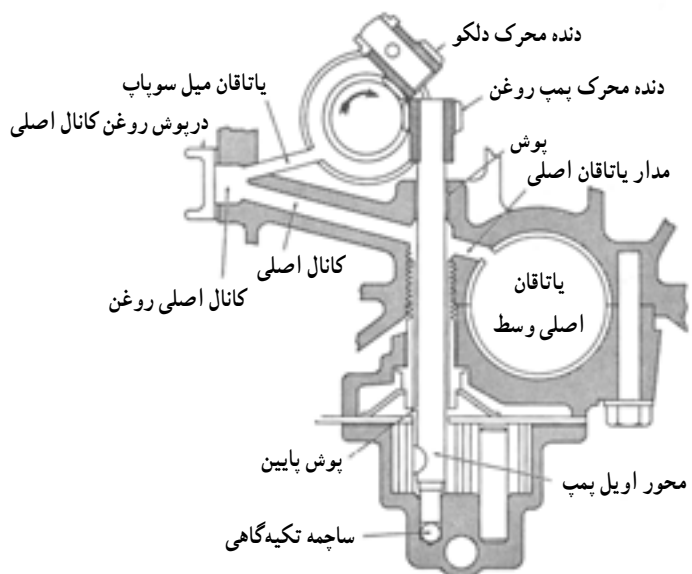
در شکل ۱۶-۴ طرح درگیری اویل پمپ و دلكو مانند حالت قبل است. ولی اویل پمپ در داخل کارتل قرار داشته و برای باز کردن آن باید ابتدا کارتل باز شود.

در شکل ۱۷-۴ طرح دیگری دیده می‌شود که در آن اویل پمپ و میل دلكو جدا از هم حرکت می‌کنند. در این نوع موتورها نیاز به رعایت زمان جرقه زنی نمی‌باشد.

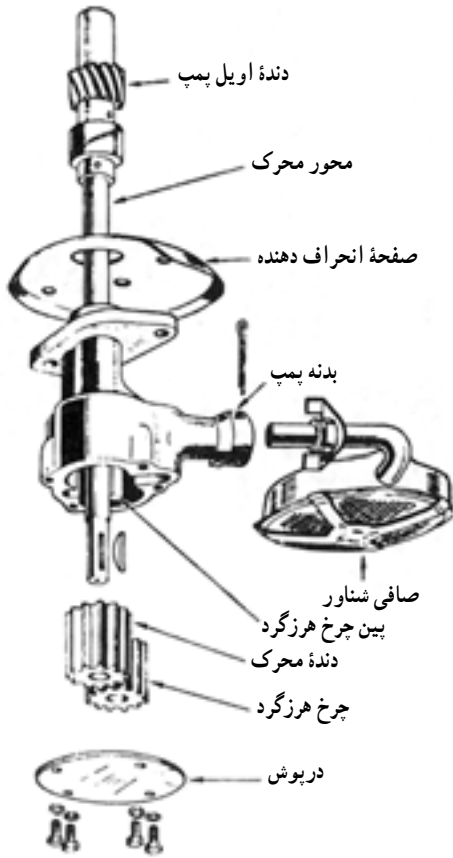
در شکل ۱۸-۴ طرح مخصوصی به کار رفته است که در آن دندانه محرک از طرف بالا به وسیله کوبلینگ شکاف دار میل دلكو و از پایین به وسیله میله‌ای اویل پمپ را به حرکت در می‌آورد.



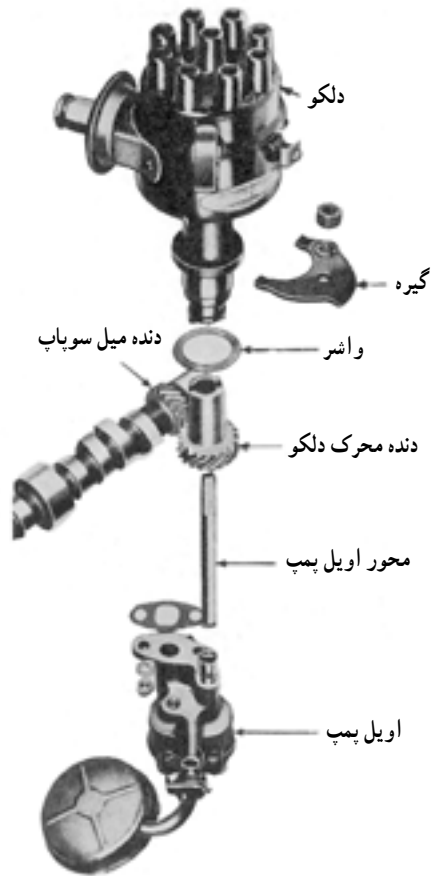
شکل ۱۶-۴- اویل پمپ داخل موتور



شکل ۱۷-۴- اویل پمپ و دلکو جدا از هم کار می کنند.



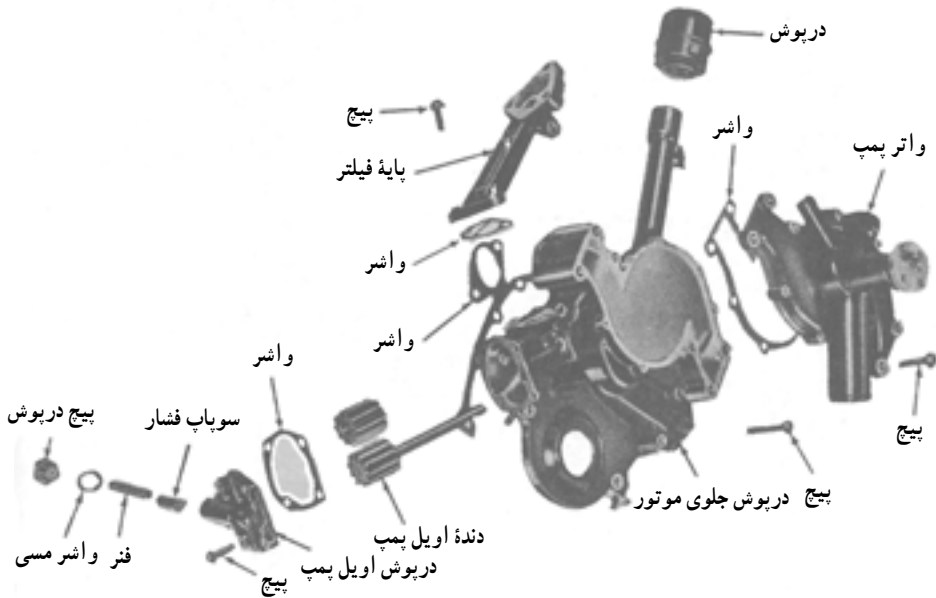
شکل ۴-۱۹



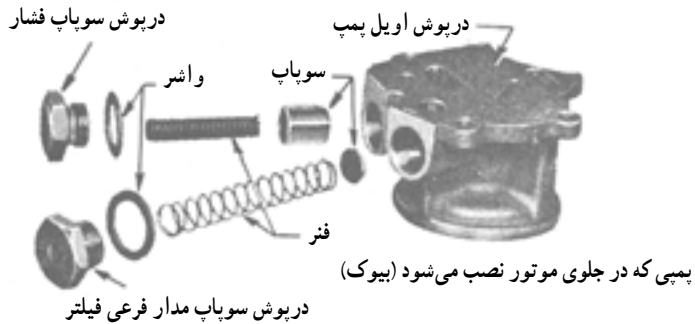
شکل ۴-۱۸

در بعضی از موتورها اویل پمپ در جلوی موتور و زیر درپوش جلو نصب می‌شود (کادیلاک) (شکل ۴-۲۰ و ۴-۲۱).

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 به کار 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 ۴-۲۱ 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 به سرعت عمل نموده و در اسرع وقت روغن را به مدار ارسال می‌کند.



شکل ۴-۲۰- اویل پمپی که در جلوی موتور نصب می شود (کادیاک)



درپوش سوایپ مدار فرعی فیلتتر

شکل ۴-۲۱- اویل پمپ که در جلوی موتور نصب می شود.

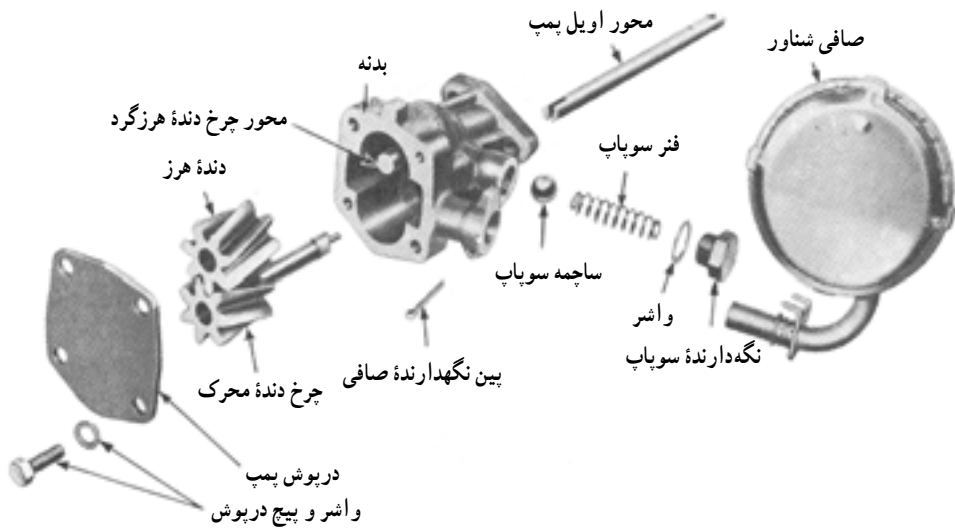
#### ۴-۵-۱- پمپ روغن دنده ای : اویل پمپ دنده ای شکل ۴-۲۲ و ۴-۲۳ رایج ترین پمپ

روغن است که نیروی خود را از میل سوایپ دریافت می کند.

در پمپ دنده ای دو چرخ دنده و وجود دارد که با یکدیگر بوده و در محفظه داخلی پمپ گردش می کنند. یکی از دو چرخ دنده محرک است و به وسیله محور پمپ روغن می گردد و دیگری متحرک بوده و در روی محور ثابتی که در داخل بدنه پمپ قرار دارد حرکت می کند (شکل ۴-۲۲).



شکل ۲۲-۴- اویل پمپ دنده‌ای



شکل ۲۳-۴



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 لوله مکشی پمپ را قرار داده اند و در آن قسمتی که حجم به کوچک‌ترین مقدار خود می‌رسد لوله فشاری یا خروجی را نصب می‌کنند.

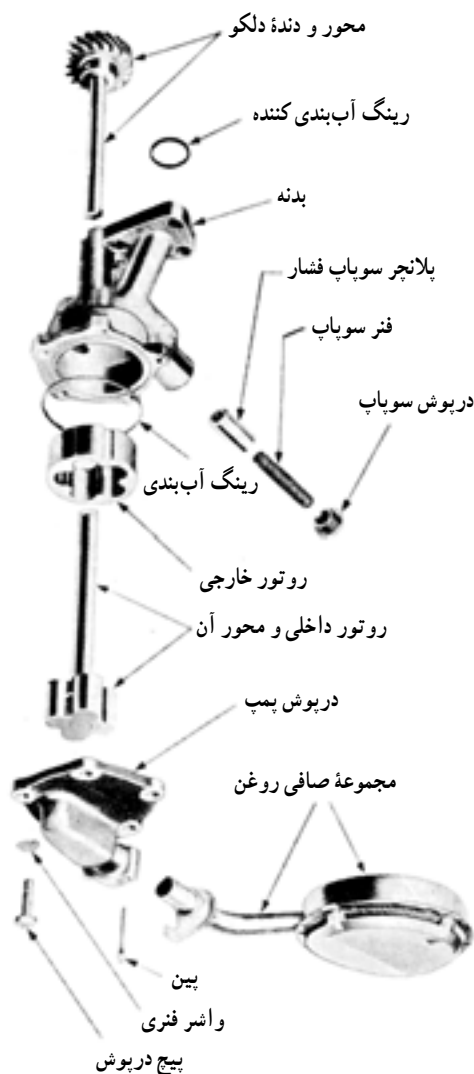
بنابراین با چرخش دندانه‌ها روغن از کارتیل مکیده شده و وارد فضای داخلی پمپ می‌شود. سپس با چرخش به دور دندانه‌ها به محفظه‌ای که دارای حجم کوچکی است هدایت گردیده و فشار آن افزایش می‌یابد. روغن با همین فشار وارد مدار روغن‌کاری شده و به وظیفه خود عمل می‌کند.

۲-۵-۴- 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 ۴-۲۴ و ۴-۲۵).



شکل ۴-۲۴

مرکزهای روتور داخلی روی هم منطبق نیست و لذا روتور داخلی با محور اوایل پمپ هم مرکز بوده و فقط حرکت دورانی می کند در صورتی که روتور خارجی دارای مرکز دوران خارج از مرکزی بوده و وقتی به وسیله روتور داخلی به حرکت درمی آید دو حرکت انجام می دهد: یکی حرکت دورانی و دیگری حرکت انتقالی. بنابراین هر گاه در جایی که حجم بزرگ ترین اندازه را پیدا می کند سوراخی ایجاد کرده و به کارتل وصل کنند روغن در اثر اختلاف فشار وارد پمپ می شود و اگر سوراخ دیگری در تنگ ترین موضع ایجاد شود روغن تحت فشار از آن مجرا به مدار روغن کاری ارسال می شود.



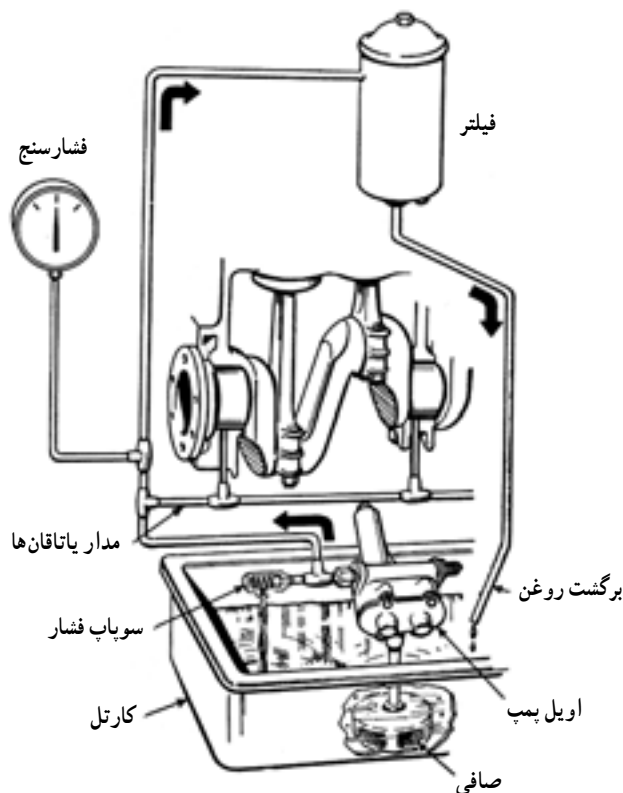
شکل ۲۵-۴- پمپ روتوری

۳-۵-۴- سوپاپ کنترل فشار روغن : پمپ روغن در اکثر مواقع بیش از نیاز روغن کاری 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 به وجود نیاید.

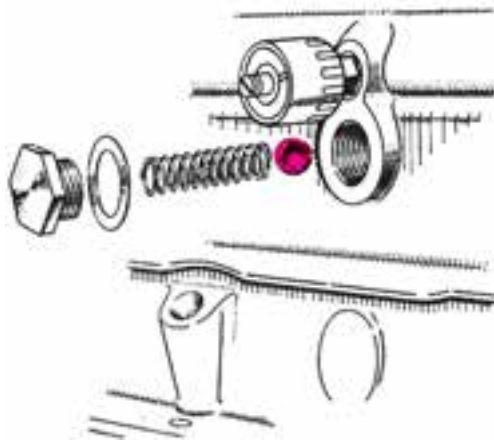
بنابراین در حالت نو بودن موتور و یا عدم عیب در مدار روغن کاری، فشار روغن بیشتر از حد مجاز می‌باشد لذا مدار روغن کاری را مجهز به سوپاپ کنترل فشار می‌کنند.

سوپاپ فشار وظیفه دارد فشار روغن مدار را همواره ثابت نگه‌داشته و در صورتی که فشار از حد 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 به سهولت آنرا بازدید کرده و یا مورد آزمایش قرار داد.



شکل ۲۶-۴- مدار ساده روغن کاری و موقعیت سوپاپ فشار



شکل ۲۷-۴- وقتی فشار زیاد شود ساچمه فنر را فشرده کرده و مدار روغن را به کارتل باز می‌کند.

## ۴-۶- فیلتر روغن

فیلتر روغن پس از پمپ روغن در مدار روغن کاری 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.

۴-۶-۱- انواع فیلتر: دو نوع فیلتر در مدار روغن کاری به کار می‌رود که عبارتند از:

- فیلتر کاغذی

- فیلتر پارچه‌ای

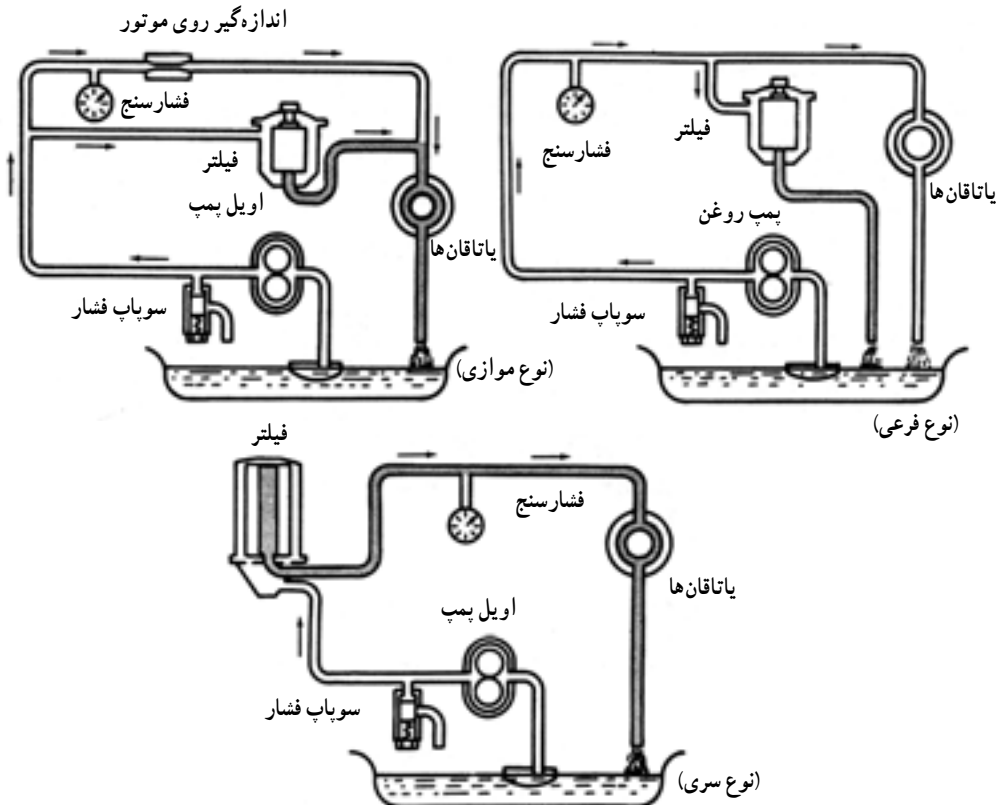
در نوع کاغذی برای وسعت یافتن سطح فیلترکننده کاغذ مخصوص فیلتر را به صورت پلیسه‌ای درمی‌آورند. (زیگزاگ) فیلتر کاغذی را فیلتر نوع سطحی نیز می‌گویند زیرا عمل تصفیه روغن در آن به طور کامل انجام نمی‌شود. فیلتر پارچه‌ای از کتان ساخته می‌شود. در بین دو لایه پارچه‌ای الیاف چوب، کاغذ، پوست جو و غیره می‌ریزند.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

کیفیت روغن کاری 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.

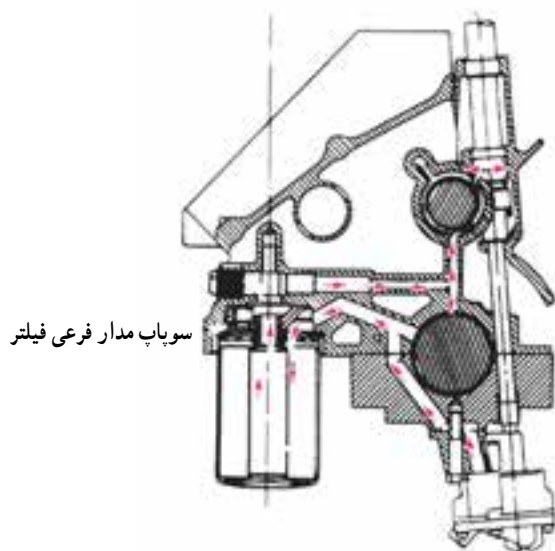


شکل ۲۸-۴- فیلتر سری با المنت چند گانه

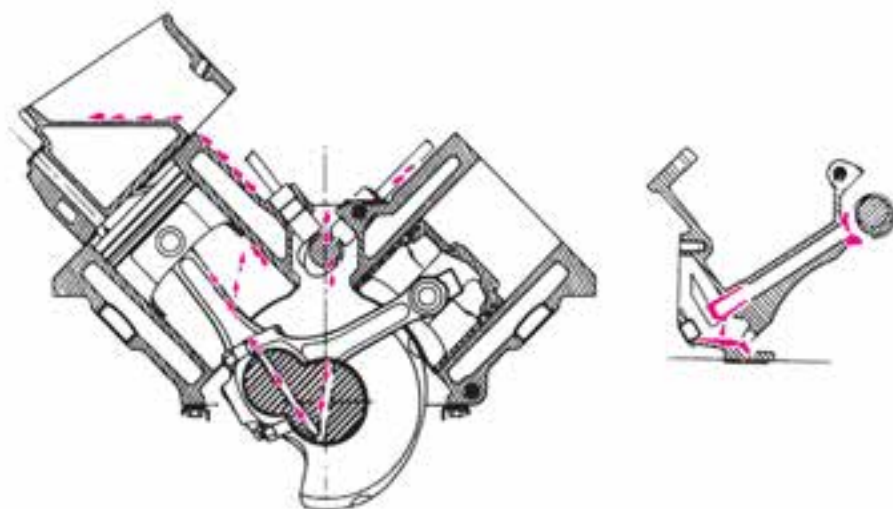
شکل ۲۹-۴، انواع مدارات روغن کاری را نشان می‌دهد. در موتورهای قدیمی از مدار روغن کاری فرعی و موازی استفاده می‌شود. در مدار فرعی مقدار روغن فیلتر شده بین ۵ تا ۲۰ درصد بوده و ۸۰ تا ۹۵ درصد دیگر روغن بدون تصفیه شدن به کار گرفته می‌شود.



شکل ۲۹-۴- انواع مدارات روغن (مدار فرعی - مدار موازی و سری)



شکل ۳۰-۴- فیلتر روغن و روغن کاری دلکو



شکل ۳۱-۴- روغن کاری 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 اوایل پمپ و یا بین فیلتر پمپ روغن قرار دارد.

در نوع چهارم که بیشتر در موتورهای دیزلی به کار می‌رود و حساسیت روغن کاری مورد نظر می‌باشد استفاده از فیلتر دوپل است. در این سیستم فیلترها را به صورت موازی یا سری قرار می‌دهند.

## سوالات

- 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 بابت را بنویسید.
- نیروی اصطکاک موتور چگونه به وجود می‌آید و چگونه می‌توان آن را تقلیل داد؟
- چه راه‌هایی در طراحی 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.
- نحوه طبقه بندی روغن‌های موتور را توضیح دهید.