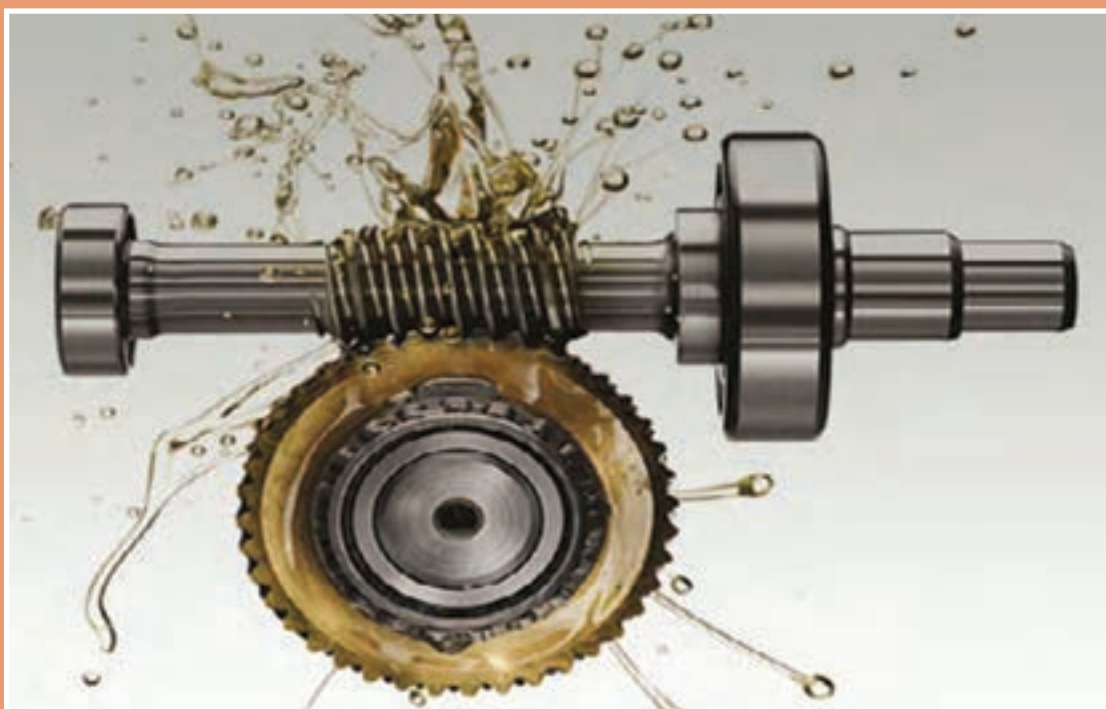


پودمان ۴

روانکاری تجهیزات



توجه به روانکاری تجهیزات در کاهش مصرف انرژی و هزینه‌ها تأثیر بسزایی خواهد داشت.

واحد یادگیری ۴

انجام روانکاری تجهیزات

مقدمه

روانکاری به عنوان علم تسهیل حرکت نسبی سطوح در تماس با یکدیگر تعریف شده است. روان کننده ماده‌ای است که برای کاهش اصطکاک بین دو سطح، در بین آنها قرار می‌گیرد. روانکاری تجهیزات، افزایش عمر مفید دستگاه‌ها، کاهش مصرف انرژی و هزینه‌ها را در پی دارد. در این پودمان هنرجویان با تهیه چند نمونه روغن روان کننده، روانکاری پمپ‌ها، روانکاری کمپرسورها آشنا می‌شوند. در ابتدای این پودمان، مطالب تئوری مربوط به روانکاری، انواع روانکارها، روش تهیه روغن‌های پایه از نفت خام، ویژگی‌ها، خواص فیزیکی و شیمیایی روانکارها مطرح شده و در بخش‌های دیگر مطالبی در مورد سامانه‌های روانکاری پمپ‌ها و کمپرسورها ارائه شده است.

استاندارد عملکرد

تهیه چند نمونه روانکار و بازرسی دوره‌ای سطح سیال روانکار و انجام دوره‌ای تخلیه و بارگیری سیال روانکار مطابق دستورالعمل

شایستگی‌های غیر فنی مورد انتظار این پودمان عبارت‌اند از

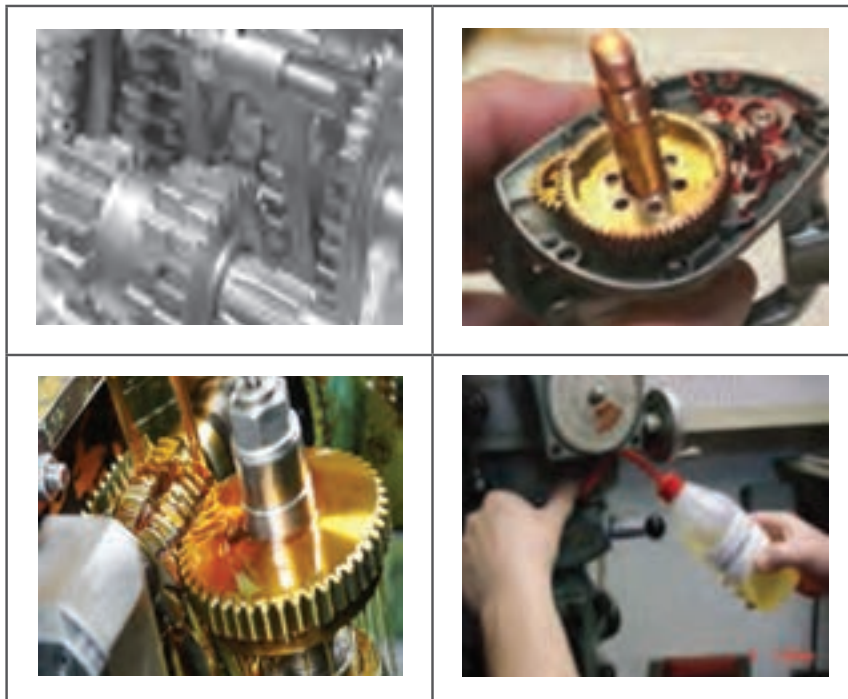
- ۱ اخلاق حرفه‌ای: حضور منظم و وقت‌شناسی - انجام وظایف و کارهای محوله - پیروی از قوانین
- ۲ مدیریت منابع: شروع به کار به موقع - مدیریت مؤثر زمان - استفاده از مواد و تجهیزات
- ۳ کار گروهی: حضوری فعال در فعالیت‌های گروهی - انجام کارها و وظایف محوله
- ۴ مستندسازی: گزارش نویسی فعالیت‌های کارگاهی
- ۵ محاسبه و کاربست ریاضی

پس از اتمام این واحد یادگیری هنرجویان قادر خواهند بود:

- ۱ چند نمونه روغن روان کننده را تهیه نمایند.
- ۲ روانکاری پمپ‌ها را انجام دهند.
- ۳ روانکاری کمپرسورها را انجام دهند.
- ۴ نظافت محیط و تجهیزات را انجام دهند.

آیا تاکنون از باز و بسته شدن یک در فلزی، به دلیل صدای ناخوشایند آن آزرده شده‌اید؟ به نظر شما علاج مشکل چیست؟

بحث
گروهی

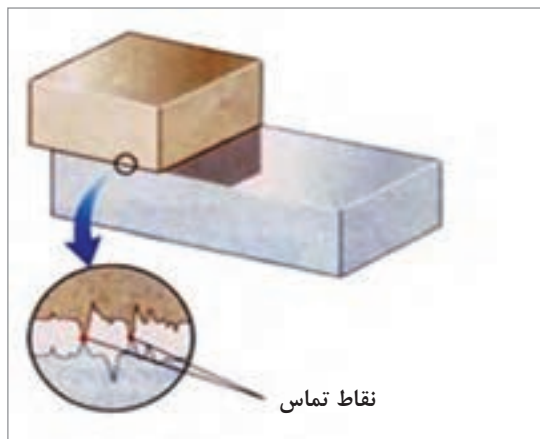


فیلم آموزشی روانکاری

فیلم



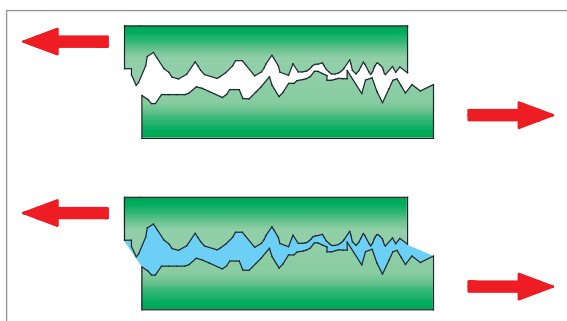
بسیاری از ما با کلمه روانکاری آشنا هستیم ولی از معنی و مفهوم علمی و فنی آن آگاه نیستیم. در یک تعریف ساده، روانکاری، روشی است برای جلوگیری از اصطکاک و سایش سطوح متحرکی که روی یکدیگر قرار می‌گیرند. اصطکاک، عبارت از نیرویی است که در برابر حرکت یک سطح بر روی سطحی دیگر، مقاومت می‌کند. بنابراین اصطکاک وقتی وجود دارد که سطوح نسبت به یکدیگر دارای حرکت باشند. ولی منشأ اصطکاک در کجاست؟



شکل ۱- پستی و بلندی سطوح در تماس با یکدیگر

در حقیقت، سطح واقعاً صاف وجود ندارد و اغلب سطوح دارای پستی و بلندی‌هایی در اندازه میکرون هستند (شکل ۱). نیروی فشاری بین سطوح مختلف باعث می‌شود تا این بلندی‌ها تغییر شکل پیدا کرده و به اصطلاح به یکدیگر جوش سرد بخورند. با افزایش نیروی فشاری، تعداد این نقاط زیادت‌ر شده و نیروی لازم برای شکست این جوش‌ها بیشتر خواهد شد.

به عبارت دیگر می‌توان گفت که: «نیروی اصطکاک، مقاومت در برابر حرکت دو سطح در تماس با یکدیگر است.» همان‌طور که می‌دانید، وجود اصطکاک در اغلب ماشین‌آلات، نامطلوب بوده و همواره در پی کم کردن و یا حذف آن هستیم. چرا که باعث فرسایش، ایجاد حرارت و در نهایت کم شدن عمر مفید تجهیزات خواهد بود. همان‌طور که بیان شد روانکاری از مهم‌ترین روش‌های حل این مشکل است (شکل ۲). توجه داشته باشید هیچ‌گاه نمی‌توان اصطکاک را به‌طور کامل حذف نمود یعنی حتی در حالت روانکاری هم اصطکاک وجود دارد. اصطکاک را در صورت وجود روانکار، «اصطکاک تر» و در صورت موجود نبودن روانکار، «اصطکاک خشک» می‌نامند. در صنعت همواره تلاش می‌شود تا اصطکاک خشک به اصطکاک تر تبدیل شود. برای جداسازی سطوح در هنگام تماس با یکدیگر، می‌توان از مقدار کافی روانکار استفاده کرد. بنابراین وظیفه اصلی روانکار، کاهش و به حداقل رساندن میزان اصطکاک بین سطوح متحرک و ثابت است.



شکل ۲- جداسازی سطوح توسط روانکار

اگر دوچرخه خود را مدت زمان زیادی روانکاری نکنید چه پیامدهایی خواهد داشت؟

بحث
گروهی



وظایف روانکارها

روغن‌های روان‌کننده بسته به شرایط کار دستگاه، وظایف زیر را دارند:

- ۱ روانکاری:** روانکاری عبارت است از تشکیل لایه‌ای از روغن با ضخامت مناسب بین قطعات متحرک به منظور به حداقل رساندن اصطکاک و ساییدگی قطعات در هنگام کار.
- ۲ انتقال حرارت:** انتقال حرارت ایجاد شده از سطوح مورد نظر و خنک کردن قطعات متحرک.
- ۳ ضربه‌گیری:** یکی از ویژگی‌های مهم روغن، کاهش تأثیر نامطلوب ضربات در هنگام انجام حرکات مکانیکی روی قطعات است، بدین معنی که روغن از تأثیر منفی ضربه‌های قطعات بر یکدیگر جلوگیری می‌کند.
- ۴ حفاظت از سطوح:** روانکارها سطوح قطعات فلزی را در مقابل زنگ‌زدگی و خوردگی شیمیایی محافظت می‌کنند.
- ۵ آب‌بندی:** آب‌بندی قطعات نیز از ویژگی‌های مهم روغن است. برای مثال، روغن موتور با تشکیل لایه‌ای از روغن بین پیستون و سیلندر در موتورهای احتراق داخلی از فرار گازهای متراکم شده، جلوگیری می‌کند.
- ۶ انتقال مواد و تمیزکاری:** روانکارها ذرات ناشی از ساییدگی قطعات و مواد ناشی از تجزیه روغن و سوخت را به صورت معلق نگه‌داشته و با خود حمل می‌کنند. با این کار تمیز کردن قطعات و جلوگیری از ته‌نشین شدن آلودگی‌ها نیز توسط روانکارها انجام می‌شود.
- ۷ صرفه‌جویی:** استفاده از روانکارها، به دلیل کاهش اصطکاک موجب صرفه‌جویی در مصرف انرژی می‌شود. بسته به کاربرد روغن، موارد ذکر شده ممکن است بعضی از وظایف اصلی روغن (روانکار) و بقیه به‌عنوان وظایف فرعی مطرح باشد.

روغن‌ها برای اینکه بتوانند وظایف خود را به‌درستی انجام دهند باید دارای ویژگی‌های معینی باشند.

خواص ضروری روانکارها

روغن‌های روان‌کننده باید خواص و ویژگی‌های زیر را داشته باشند:

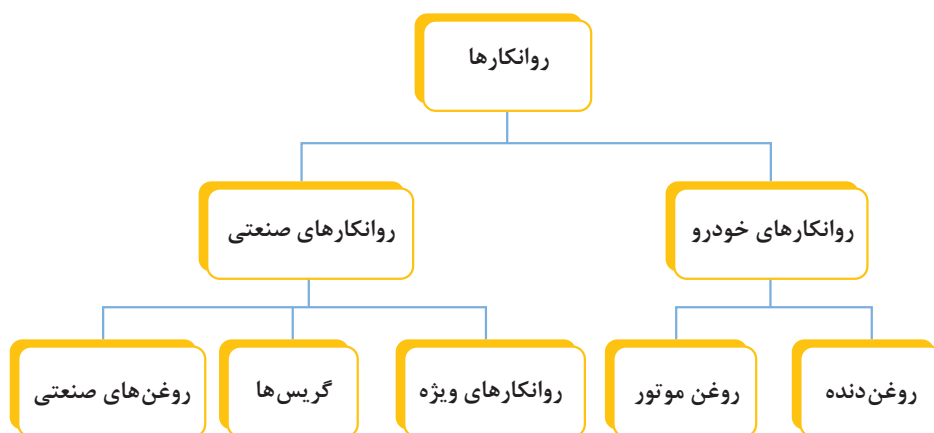
- ۱ گرانروی مناسبی داشته باشند تا لایه (فیلم) روغن با ضخامت مناسب تشکیل شود و وظایف کم شدن اصطکاک و ساییدگی، انتقال حرارت، ضربه‌گیری و آب‌بندی را به خوبی انجام دهد.**
- ۲ گرانروی خود را در محدوده دمایی کاری حفظ کنند تا لطمه‌ای به انجام وظایف آنها وارد نشود.**
- ۳ در مقابل تجزیه حرارتی و اکسید شدن مقاومت داشته باشند.**
- ۴ باعث زنگ‌زدگی و خوردگی قطعات، که توسط مواد اسیدی و ساینده به وجود می‌آید، نشود.**
- ۵ دارای مواد پاک‌کننده و معلق مناسب باشند تا از ته‌نشین شدن رسوبات در لابه‌لای قطعات جلوگیری نماید.**
- ۶ مواد آلوده‌کننده خارجی مثل گرد و خاک و... همراه نداشته باشند.**
- ۷ در هنگام کار و استفاده از آنها ایجاد کف نکنند.**

اکثر ویژگی‌های فوق‌الذکر تقریباً در تمام روغن‌ها به‌طور مشترک ضروری است ولی ممکن است در هر مورد خاص، موارد معینی از آنها اولویت داشته باشد.



به نظر شما آیا می‌توان از یک روغن خاص برای روانکاری هر وسیله‌ای استفاده کرد؟

شکل ۳ طرح ساده‌ای از تقسیم‌بندی انواع روانکارها را برحسب نوع کاربرد آنها نمایش می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌کنید روانکارها را در یک نگاه کلی می‌توان به دو دسته بزرگ روانکارهای خودرو و روانکارهای صنعتی تقسیم کرد. روانکارهای خودرو نیز به دو دسته روغن دنده و روغن موتور تقسیم‌بندی می‌شوند. روانکارهای صنعتی نیز به سه دسته عمده شامل روغن‌های صنعتی، گریس‌ها و روانکارهای ویژه دیگر مثل روانکارهای فلزکاری^۱ و... تقسیم می‌شوند.



شکل ۳- طرح ساده‌ای از تقسیم‌بندی انواع روانکارها برحسب نوع کاربرد

روانکارها را از نظر نوع حالت نیز می‌توان به چهار دسته روان‌کننده‌های گازی، مایع، جامد و نیمه جامد (گریس‌ها) طبقه‌بندی کرد. در ادامه به توضیح هر کدام از این روانکارها پرداخته می‌شود.

الف) روانکارهای گازی: روانکارهای گازی مانند هوا، هلیوم، بخار مایعات و... در درجه حرارت‌های خیلی بالا و یا پایین و یا در مواردی که پرتوهای هسته‌ای در محیط وجود دارند، استفاده می‌شوند. یکی از خصوصیات بسیار مهم روانکارهای گازی این است که گرانیروی آنها با تغییر درجه حرارت، تغییر چندانی نمی‌کند و به همین دلیل این روانکارها کاربردهای وسیعی در صنعت دارند. روانکارهای گازی اصطکاک کمی دارند، عاری از ناخالصی‌اند و خاصیت سرریزی را ندارند. علاوه بر آن، این نوع روانکارها به دلیل سرریز نکردن، می‌توانند مواد مطمئنی در صنایع غذایی، دارویی و شیمیایی باشند. روانکاری راکتورهای اتمی، ماشین‌های ریسندگی پرسرعت، توربین‌های گازی، موتور جت، اولتراسانتریفیوژها^۲ و... از جمله موارد کاربرد این دسته از روانکارها هستند.

۱- به فرایند کار کردن با فلزات برای ساخت محصولات فلزی، فلزکاری می‌گویند.

۲- Ultracentrifuge



شکل ۴- یک نوع روانکار مایع

ب) **روانکارهای مایع:** این نوع روانکارها، اغلب مایعاتی هستند که با اعمال فشار می‌توانند به خوبی به فضای میان دو سطح در حال روانکاری نفوذ کرده و سطوح مورد نظر را روانکاری کنند. روانکارهای مایع علاوه بر روانکاری، گرمای میان سطوح در حال تماس را جذب کرده و آن را از محیط خارج می‌سازند. همچنین این روانکارها از مواد معدنی مانند نفت خام، قطران زغال سنگ و یا از منابع طبیعی مانند گیاهان و در بعضی موارد از حیوانات ساخته می‌شوند (شکل ۴).

در بین انواع روانکارها، روانکارهای مایع بیشترین کاربرد را دارند و در سه دسته زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

■ روغن‌های پایه طبیعی (حیوانی، گیاهی و معدنی)^۱

■ روغن‌های مصنوعی^۲

■ روغن‌های نانو^۳

اغلب روغن‌ها به صورت مستقیم و خالص قابل استفاده نیستند، به این جهت آنها را با مواد افزودنی^۴ خاصی مخلوط می‌کنند تا بتوانند گرانروی و خواص مورد نظر را در آنها ایجاد کنند. در بازار بیش از ۳۰۰ نوع روغن مایع موجود است که کاربردهای متنوعی دارند. در این میان روغن‌های زیر از اهمیت و کاربرد بیشتری برخوردار هستند:

■ روغن‌های خودرو؛

■ روغن‌های چرخ دنده؛

■ روغن‌های یاتاقان؛

■ روغن‌های موتورهای الکتریکی؛

هر کدام از روانکارها و روغن‌های ذکر شده دارای استاندارد خاصی هستند. از مهم‌ترین آنها روغن موتور خودروها است که کاربرد وسیعی در صنعت دارد.

روانکارهای پایه طبیعی

الف) روغن‌های حیوانی: با روغن‌های حیوانی به خوبی آشنا هستید، از جمله این روغن‌ها می‌توان روغن پیه نهنگ، روغن دنبه، روغن خوک و روغن پاچه گاو را نام برد. این روغن‌ها قبلاً برای روغن‌کاری موتور اتومبیل به کار گرفته می‌شدند، ولی اکنون در چرم‌سازی مصرف دارند. از دیگر روغن‌های حیوانی، روغن «گراز دریایی» است که در دباغی

۱- Mineral Oils

۲- Synthetic Oil

۳- Nano Oil

۴- Additive

و صابون‌سازی کاربرد دارد. همه روغن‌های مذکور ریشه حیوانی داشته و در درجه حرارت معمولی با ثبات هستند، ولی در درجه حرارت‌های بالا ثبات و پایداری خود را از دست داده و تجزیه می‌شوند. از این روغن‌ها برای روغن‌کاری چرخ‌های خیاطی، ساعت‌ها و ماشین‌آلات سبک استفاده می‌گردد. از روغن «چنگال گراز دریایی» جهت روغن‌کاری ساعت‌های گران‌قیمت، آلات و ابزار دقیق، نفیس و حساس بهره گرفته می‌شود. هیچ‌یک از روغن‌هایی که ریشه حیوانی دارند برای روغن‌کاری موتورهای احتراق داخلی مناسب نیستند، زیرا در درجه حرارت‌های بالا با تولید اسیدهای چرب، باعث خوردگی قطعات موتور می‌شوند. این روغن‌ها به عنوان روان‌ساز در صنایع آرایشی، غذایی، صابون‌ها و شوینده‌ها نیز کاربرد دارند.

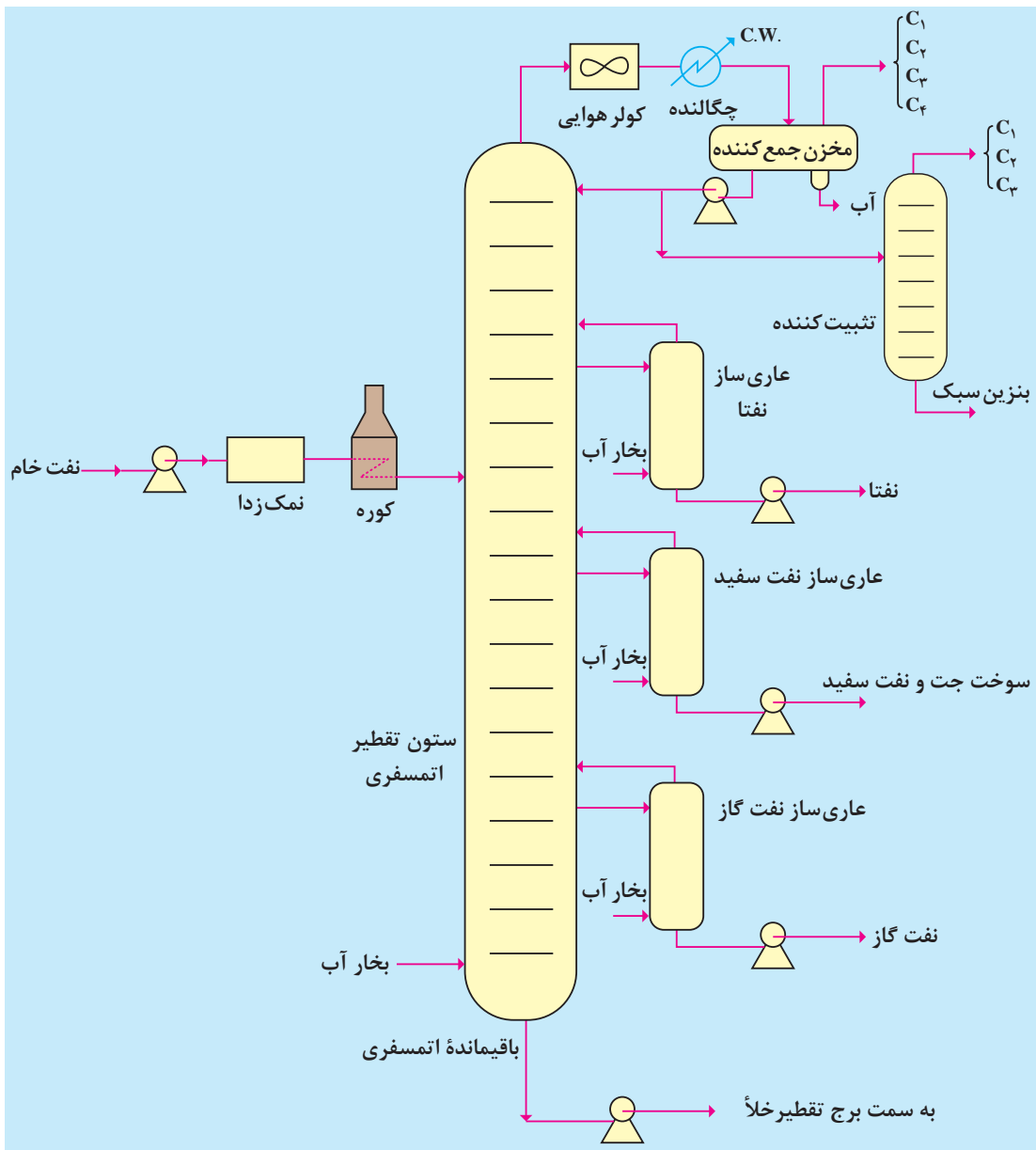
ب) روغن‌های گیاهی: روغن‌های گیاهی، مانند روغن کرچک، زیتون، پنبه‌دانه، هسته انگور و ... روغن‌هایی هستند که پایه گیاهی دارند. این روغن‌ها زمانی که در معرض هوا قرار گیرند با اکسیژن هوا ترکیب شده و اکسید می‌شوند. روغن‌های گیاهی و حیوانی، اصطکاک کمتری نسبت به روغن‌های معدنی دارند، و می‌توانند براده‌ها و ساییدگی‌های فولاد را از بین ببرند، به همین دلیل برای برش فولادهای سخت، از روغن پنبه‌دانه به عنوان روغن برش استفاده می‌شود.

ج) روغن‌های معدنی: امروزه روغن‌هایی که ریشه معدنی دارند به‌طور گسترده‌ای در موتورهای احتراق داخلی همچون موتور پیستونی اتومبیل و هواپیما به کار گرفته می‌شوند. زیرا به آسانی قابل پمپ کردن بوده و به راحتی به صورت ذرات ریز تبدیل می‌شوند. از طرفی، روغن‌های مایع توانایی بسیار خوبی در جذب حرارت و پخش آن دارند و لایه روان‌ساز خوبی بین قطعات متحرک به وجود می‌آورند.

مزایای روغن‌های معدنی عبارت‌اند از:

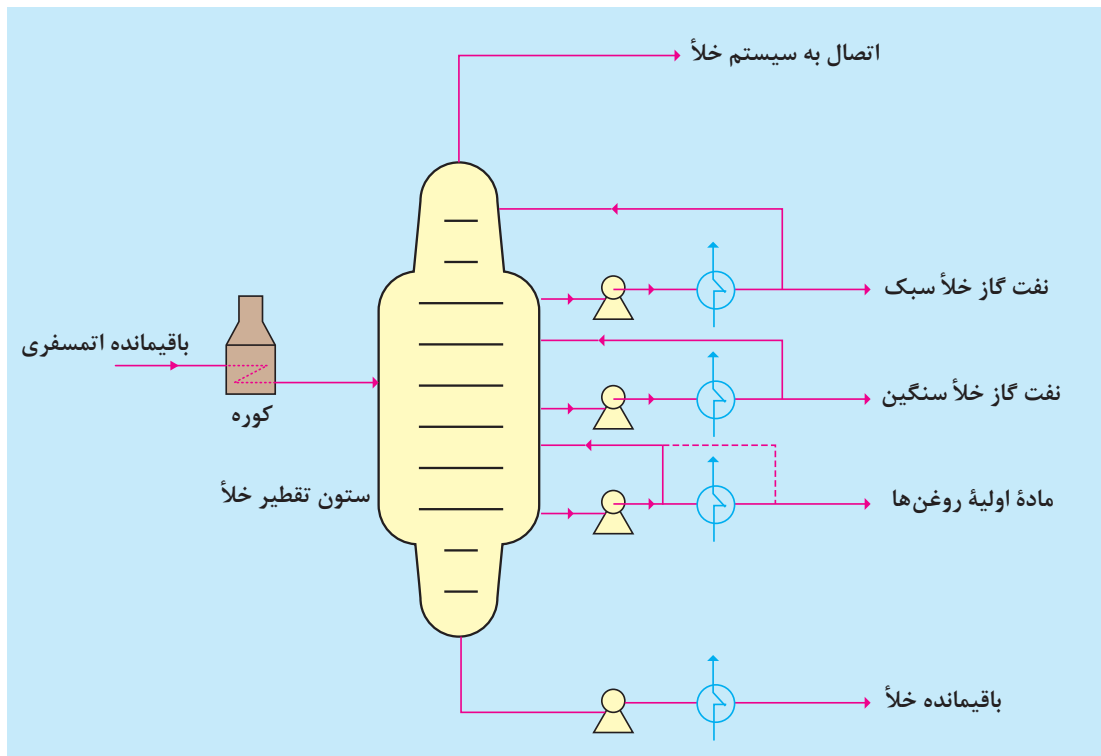
- ۱ خواص فیزیکی و شیمیایی آنها را در هنگام تولید می‌توان دقیقاً کنترل کرد.
- ۲ قابلیت تحمل طیف وسیعی از درجه حرارت را دارند.
- ۳ با مواد شیمیایی آلی، قابل مخلوط شدن هستند.
- ۴ ارزان بوده و به راحتی در دسترس هستند.
- ۵ دارای پایداری و مقاومت قابل قبولی می‌باشند.
- ۶ از نظر شیمیایی بی‌اثر بوده و غیر خورنده هستند.
- ۷ قابلیت جذب و انتقال حرارت بالایی دارند.

روش تهیه روغن‌های معدنی: اغلب روغن‌های معدنی از نفت خام به دست می‌آیند. نفت خام پس از استخراج و جدا شدن گازها و نمک‌های محلول در آن، توسط پمپ‌های مخصوص وارد پالایشگاه‌های نفت می‌شود و با انجام عملیات تقطیر، فراورده‌های مختلفی از جمله روغن‌های معدنی از آن به دست می‌آید (شکل ۵).



شکل ۵- تقطیر اتمسفری نفت خام

باقیمانده تقطیر اتمسفری به برج تقطیر در خلأ فرستاده می شود (شکل ۶). یکی از محصولات برج تقطیر خلأ، برش روغن های معدنی^۱ است که به عنوان ماده اولیه روغن به کارخانه های روغن سازی ارسال می شود.



شکل ۶- تقطیر خلاً باقیمانده اتمسفری

واحدهای روغن سازی

خوراک اولیه کارخانجات روغن سازی، از برج تقطیر در خلاً به دست می آید. برش های حاصل از تقطیر ترکیبات نامطلوبی دارند که برای روانکاری مناسب نیستند. وجود بعضی از ترکیبات در روغن باعث می شود که روغن پس از مدت کوتاهی سیاه شده و گرانش آن بالا رود، همچنین این ترکیبات ممکن است تولید اسید کرده و در داخل روغن به صورت نامحلول باقی بماند. وظیفه واحدهای روغن سازی جدا نمودن ناخالصی های موجود در روغن و تولید روغن پایه با کیفیت مناسب است. به عنوان مثال مواد آروماتیکی سنگین، مومها (پارافین های سنگین) و... باید از روغن جدا شوند.

واحدهای پالایشگاهی تولید روغن:

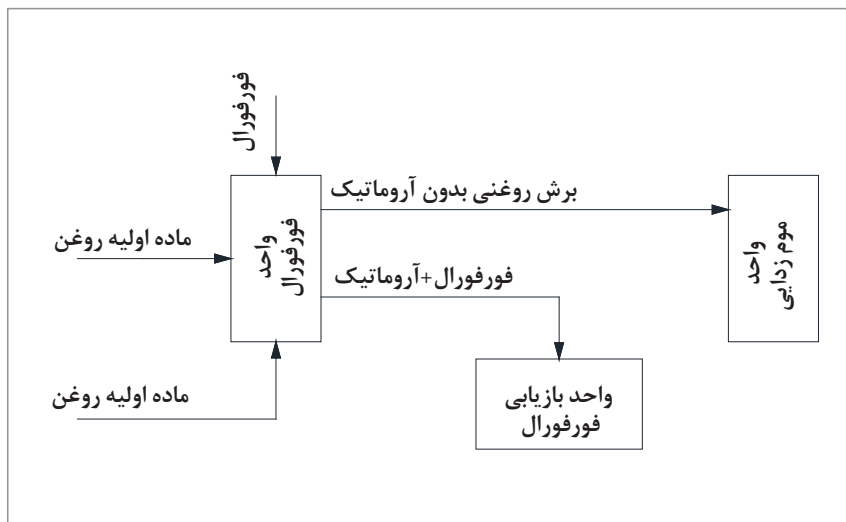
۱ واحد فورفورال: وجود هیدروکربن های آروماتیک در روغن های روانکار مناسب نیست، زیرا موجب اکسید شدن، سیاه شدن، تولید لجن، و ایجاد ویژگی های نامطلوب در روغن می شود. در واحد استخراج، با استفاده از حلال فورفورال، این گونه مواد موجود در روغن های اولیه از آنها جدا می گردد. خوراک ورودی (ماده اولیه روغن) ابتدا توسط تعدادی مبدل پیش گرم شده و وارد برج جداکننده می شود. در این برج از بالا حلال فورفورال و از پایین خوراک گرم شده وارد می شود. به دلیل اختلاف چگالی، خوراک گرم شده و

فورفورال در جهت مخالف یکدیگر شروع به حرکت می‌کنند. در این مرحله چون فورفورال خاصیت انتخاب‌پذیری با مواد آلی را دارد، تا حدود زیادی مواد آروماتیکی سنگین را جدا می‌کرده و به سمت پایین برج هدایت می‌کند و از بالای برج نیز محصولی که حاوی برش‌های سبک روغنی است، خارج شده و به واحد موم‌زدایی ارسال می‌شود.

نکته ایمنی



فورفورال یک حلال آلی بدون رنگ و دارای بوی تند و تیزی است. این ماده، اندکی سمی بوده و حلال بیشتر مواد آلی است و مواد غیرآلی در آن نامحلول هستند. از لحاظ حرارتی پایدار بوده و خواص فیزیکی آن تقریباً تا ۲۳۰ درجه سلسیوس ثابت می‌ماند.



شکل ۷- نمای ساده‌ای از واحد استخراج با فورفورال

مواد پایین برج واحد فورفورال پس از جداسازی حلال فورفورال، برای استفاده در صنایع لاستیک‌سازی، سوخت کوره و...، فرستاده می‌شود.

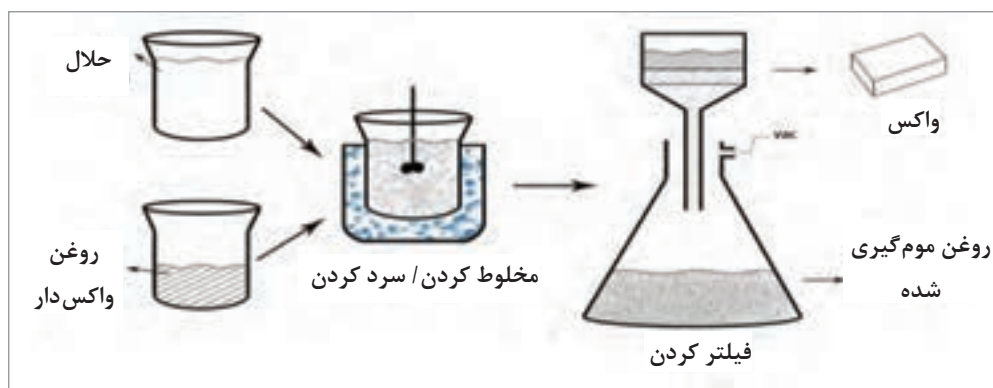
۲ واحد موم‌زدایی: واحد موم‌زدایی به دلیل استفاده از حلال متیل اتیل کتون^۱ (MEK) به این نام معروف است و عملیات جداسازی موم^۲ را انجام می‌دهد. خوراک این واحد که از واحد فورفورال تأمین می‌شود، حاوی پارافین‌های سنگین و موم‌هایی با نقطه ریزش بالا است. برای پایین آوردن نقطه ریزش روغن، موم را باید از آن جدا کرد. در این عملیات، خوراک را تحت شرایط معینی با حلال (مخلوط تولوئن و متیل اتیل کتون) مخلوط کرده و سپس سرد می‌کنند (۱۰- تا ۲۵- درجه سلسیوس). در این مرحله کریستال‌های پارافینی سنگین (واکس) تشکیل شده و

۱- Methyl - ethyl - ketone

۲- Wax

به صورت مواد نامحلول در حلال، ظاهر می شوند. سپس با عبور مخلوط از فیلترهای مناسب، موم متبلور، از روغن و حلال جدا می شود. موم حاصله پس از انجام عملیات تکمیلی، به عنوان محصول جانبی پالایشگاه، به صورت پارافین جامد به بازار عرضه می گردد (شکل ۸).

برش صاف شده، به ستون تقطیر ارسال می شود تا حلال از روغن جدا شود. حلال بازیابی شده به واحد موم گیری بازگردان شده و روغن برای عملیات نهایی به واحد مربوط فرستاده می شود.



شکل ۸- جداسازی موم از روغن

توجهات زیست محیطی حلال های فورفورال و متیل اتیل کتون را با استفاده از برگه های MSDS تهیه کرده و در کلاس ارائه دهید.

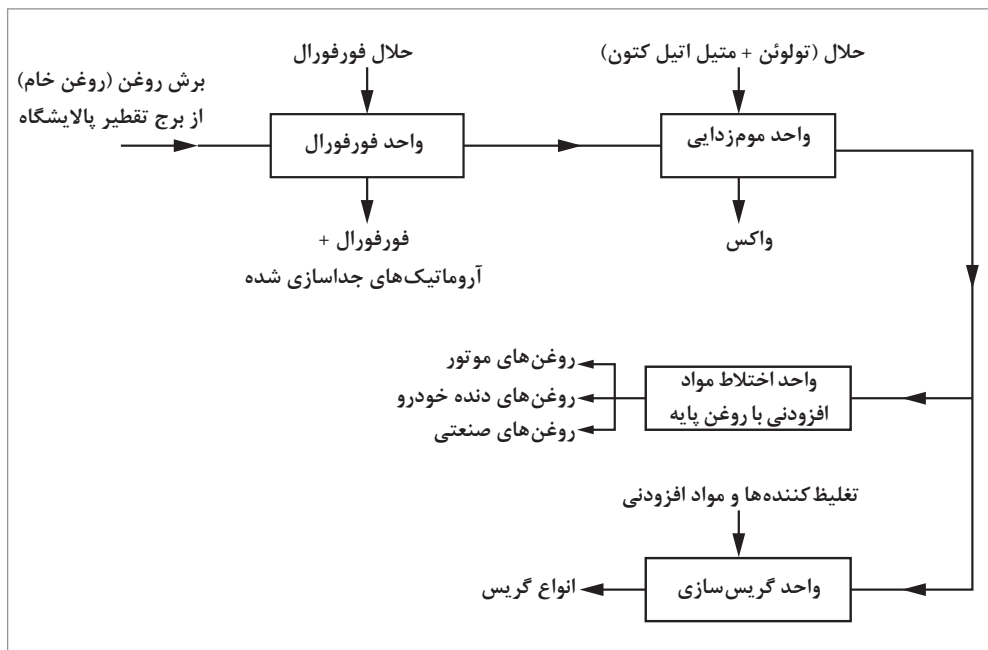
تحقیق کنید



۳ واحد تصفیه نهایی: پس از عملیات استخراج با فورفورال و موم زدایی، روغن معمولاً مشخصات فیزیکی لازم را به دست می آورد ولی بد رنگ و ناپایدار است. هدف از عملیات تصفیه، بهبود رنگ و افزایش پایداری روغن است. پیش از این، تصفیه روغن به وسیله خاک های جاذب رنگ بر انجام می شد، ولی از سال ۱۳۳۹ شمسی ۱۹۶۰ میلادی بیشتر از روش های تصفیه با هیدروژن استفاده می شود. در این روش با حذف ناخالصی های گوگردی، نیتروژنی و اکسیژنی توسط هیدروژن، رنگ روغن بهبود و پایداری آن افزایش می یابد و گاهی نیز گرانیوی روغن بهتر می شود.

محصول نهایی واحد تصفیه، روغن پایه نام دارد و با افزایش مواد افزودنی، برای تولید انواع روانکارها مورد استفاده قرار می گیرد.

در شکل ۹ نمودار کلی یک واحد روغن سازی (بدون تصفیه با هیدروژن) نشان داده شده است.



شکل ۹- فرایند تولید روغن‌های روان کننده

امروزه کلیه روانکارها اعم از معدنی و یا مصنوعی، برای داشتن کارایی مناسب و مطلوب نیازمند افزودن مواد شیمیایی دیگری (افزودنی‌ها)^۱ هستند که بتوانند خواص مورد نیاز را در روانکار ایجاد نمایند. این مواد شیمیایی ضمن اینکه خواص جدیدی به روانکار می‌دهند، می‌توانند برخی از ویژگی‌های موجود در روانکار را تقویت و از بروز برخی پدیده‌های نامطلوب در شرایط کار جلوگیری نمایند. همچنین این مواد شیمیایی موجب طولانی‌تر شدن عمر روانکار می‌شوند. کارایی یک روانکار به کیفیت روغن پایه و نوع و میزان افزودنی‌های آن بستگی دارد. مواد افزودنی مورد استفاده ممکن است یک یا چند گروه از انواع زیر باشند:

- ✓ بازدارنده‌های اکسایش؟
- ✓ بهبود دهنده‌های گرانبوی؟
- ✓ مواد پایین آورنده نقطه ریزش؟
- ✓ مواد افزودنی پاک کننده و معلق کننده؛
- ✓ ضد کف‌ها؟

۱- Additives

۲- Anti Oxidants

۳- Viscosity Index Improver

۴- Pour Point Depressants

۵- Dispersants and Detergents

۶- Anti foams/ Defoamers

- ✓ امولسیون کننده و جداکننده امولسیون^۱؛
- ✓ مواد ضدسائیدگی^۲؛
- ✓ مواد ضد خوردگی و ضد زنگ زدگی^۳.

در تهیه روانکارها مقدار افزودنی‌ها از چند ppm تا حداکثر ۵ درصد وزنی می‌تواند تغییر کند.

روغن‌های مصنوعی

با توجه به قدرت و بازدهی بالای موتورهای پیشرفته امروزی که اکثراً در شرایط سختی کار می‌کنند، روانکاری قطعات آنها توسط روغن‌های تولید شده از هیدروکربن‌های معدنی امکان‌پذیر نیست. همچنین برای صنعت هواپیمایی، کمبود روغن موتور با نقطه ریزش خیلی پایین و نیاز به روغن‌های با کیفیت‌های بالا، باعث استفاده روزافزون و توسعه روغن‌های مصنوعی شده است. برخلاف روغن‌های معدنی که از تصفیه نفت خام به دست می‌آیند، روغن‌های مصنوعی^۴ (سنتزی) از طریق متصل کردن یک یا چند جزء آلی مشخص با وزن مولکولی کم در شرایط تنظیم شده ساخته می‌شوند.

مشخصه‌های بارز روغن‌های مصنوعی عبارت‌اند از:

۱ تغییرات کم گرانشی نسبت به تغییرات درجه حرارت؛

۲ ثبات شیمیایی و پایداری؛

۳ طول عمر بالا؛

۴ مقاومت در برابر اکسایش، پرتوهای رادیواکتیو و حرارت؛

۵ فرآیند کم؛

روغن‌های مصنوعی دارای قیمت‌های بیشتری نسبت به روغن‌های معدنی می‌باشند و همین امر باعث شده است که روغن‌های معدنی در اکثر صنایع و ماشین‌آلات، موارد استفاده زیادی داشته باشند.

روغن‌های مصنوعی نیاز به فرایندهای پیچیده و هزینه‌های بالای تولید دارند.

روغن‌های نانو: فناوری نانو با آرایش اتم‌ها در مقیاس نانومتری، از کنار هم قرار گرفتن صدها اتم در ابعاد نانومتر، خصوصیات جدید و ممتازی را در مواد ایجاد می‌کند. این فناوری در زمینه‌های مختلف علمی وارد شده و در صنایع مختلف نیز، محصولاتی بر این پایه ایجاد شده است. در این میان، افزودنی‌های روغن موتور و سوخت نیز تحت تأثیر نانوفناوری قرار گرفته و محصولات مربوطه وارد بازار شده است. نانوذرات در فاصله بین دو سطح درگیر شده و در منافذ بسیار ریز سطوح قرار می‌گیرند و خواص ضد اصطکاک و ضدسایش نسبتاً بالایی در سطوح ایجاد می‌کنند. به همین جهت می‌توان از آنها در فرمولاسیون روغن استفاده نمود. در واقع این توانایی نانوذرات به کروی

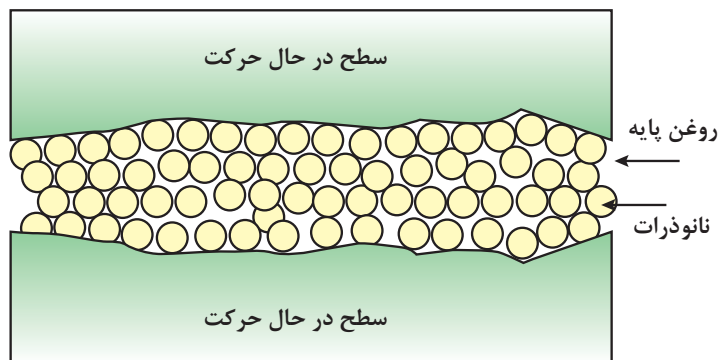
۱- Emulsifiers and Demulsifiers

۲- Anti Wear

۳- Anti Corrosion & Anti Rust

۴- Synthetic

بودن آنها مربوط می‌شود که مانند ساچمه بلبرینگ (شکل ۱۰) قرار گرفته و موجب کاهش اصطکاک می‌شوند. نانو ذره نیکل به عنوان یک ضد سایش و ضد اصطکاک در روغن‌های روان کننده به کار می‌رود. نانو افزودنی‌های روغن، به طور اساسی بر صرفه جویی سوخت و بازدهی بیشتر موتور تأثیر دارند.



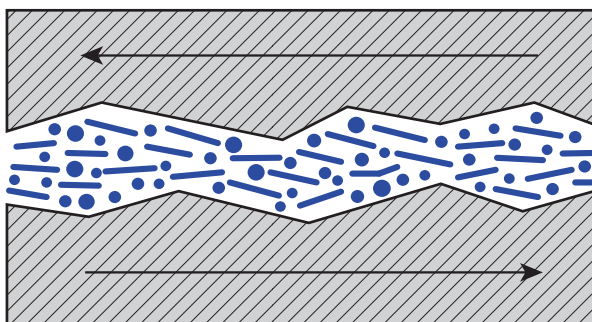
شکل ۱۰- عملکرد نانوذرات در روغن

به طور کلی، خواصی که برای نانو افزودنی‌ها ذکر شده است عبارت‌اند از: کاهش اصطکاک، کاهش ساییدگی، ترمیم سطوح درگیر و بهبود خواص سطحی، افزایش بازده موتور در اثر افزایش عمر موتور، کاهش هزینه تعمیر و نگهداری، کاهش صدای موتور و گازهای آلاینده، جلوگیری از اکسایش روغن و تمیز کردن سامانه سوخت‌رسانی.

ج) روانکارهای جامد: روانکارهای جامد به عنوان یک لایه نازک بر روی سطوح در تماس با یکدیگر قرار می‌گیرند تا این سطوح به راحتی بر روی یکدیگر بلغزند (شکل ۱۱). به کارگیری این نوع از روانکارها با پیشرفت فناوری‌ها بسیار مورد توجه قرار گرفته است. این روانکارها دارای مقاومت بسیار پایین، سختی کم، پیوستگی بالا، پایداری حرارتی و خنثی بودن از لحاظ شیمیایی هستند. همچنین این روانکارها برای کار در شرایط بخصوص مانند خلأ، دمای زیاد و تجهیزات مثل راکتورهای هسته‌ای استفاده می‌شوند. مقاومت در خلأ، دماهای زیاد و پرتوهای رادیواکتیو و فزاینده، از مهم‌ترین خواص یک روانکار جامد است. گرافیت، بورنیتريد، تنگستن دی‌سولفید و برخی ترکیبات آلی جامد مانند فتالوسیانین، میکا، تالک و... از انواع روانکارهای جامد هستند که در این بین، گرافیت بیشترین کاربرد را دارد.

روانکارهای جامد را در جایی که نتوان از روانکارهای دیگر استفاده کرد (دمای زیاد و شرایط سخت)، به کار می‌برند. به عنوان مثال در پروانه کشتی و دینام‌ها فقط استفاده از روانکار جامد امکان‌پذیر است.

منظور از شرایط سخت، شرایطی است که استفاده از روغن، سبب آلودگی‌های زیست‌محیطی می‌شود.



شکل ۱۱- نحوه عملکرد روانکار جامد

استفاده از روغن‌های جامد به عنوان ماده نرم در روغن کاری دستگاه‌هایی با سرعت کم، نسبتاً رضایت‌بخش است اما این روغن‌ها قادر به پخش سریع حرارت ماشین‌ها و دستگاه‌های پر سرعت نیستند. روغن‌های جامد با پر کردن نقاط پست روی فلز، آن را به صورت سطحی کاملاً صاف پرداخت کرده و در همان حال یک لایه لغزان جهت کاهش اصطکاک، فراهم می‌آورند. زمانی که یک روان‌ساز جامد به خوبی پودر شده باشد، می‌تواند به عنوان یک ساینده نرم به منظور صاف کردن سطح ناهموار، مورد استفاده قرار گیرد. بعضی از روغن‌های جامد قادرند بارهای سنگین را تحمل کنند و از این رو با مخلوط کردن آنها با روغن‌های مایع، ساینده‌گی سطوح در معرض فشار را کاهش می‌دهند.

د) گریس‌ها: گریس یک محصول نیمه مایع تا جامد است که از پراکنده کردن ماده سفت‌کننده در روغن پایه به دست می‌آید. در بیشتر موارد به منظور ایجاد و تقویت بعضی از خواص، به آن مواد افزودنی اضافه می‌کنند. به لحاظ تاریخی در مصر باستان در حدود ۱۴۰۰ سال قبل از میلاد مسیح از مخلوط کردن روغن زیتون و آهک چنین روانسازهایی تهیه می‌کردند و برای روانکاری محور چرخ‌های ارابه‌های چوبی از آن استفاده می‌کردند. امروزه با پیشرفت صنعت، گریس‌های متنوعی با کارایی‌های متفاوتی تولید می‌شود. اجزای تشکیل‌دهنده گریس، عبارت‌اند از یک سیال پایه (عموماً روغن‌های پایه)، صابون و غلظت‌دهنده‌ها به همراه انواع افزودنی‌ها مانند بهبوددهنده گرانروی، ضد خوردگی، ضد اکسیداسیون، ضد کف و... تا خواص مورد نیاز را فراهم سازند. شکل ۱۲ چند نمونه گریس را نشان می‌دهد. این مواد در هنگام فرایند روانکاری، تحت تأثیر فشار به حالت مایع درمی‌آیند و با تمام شدن فرایند، حالت جامد خود را باز می‌یابند.



شکل ۱۲- چند نمونه گریس

کاربرد گریس‌ها به نوع صابونی که در تولید آنها به کار می‌رود، بستگی دارد و بر این اساس در کاربردهای عمومی چهار نوع گریس وجود دارند:

- گریس با پایه کلسیم؛
- گریس با پایه لیتیم؛
- گریس با پایه سدیم؛
- گریس با پایه باریم.

گریس پایه کلسیم مقاومت خوبی در برابر آب دارد ولی دمای زیاد را تحمل نمی‌کند. از این گریس‌ها، برای روغن کاری پمپ‌ها استفاده می‌شود.

گریس پایه سدیم اگرچه مقاومت حرارتی خوبی دارد و در بلبرینگ‌ها نیز استفاده می‌شود، ولی نسبت به آب، مقاومت کمی دارد.

از جمله خواص عمومی گریس‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ✓ آب‌بندی دستگاه که مانع ورود گرد و غبار به داخل آن می‌شوند.
- ✓ نیاز به بازرسی مداوم نداشته و اغلب تا مدت‌ها کارایی خود را حفظ می‌کنند.
- ✓ استفاده از مقدار کمی از آنها، روانکاری خوبی را ایجاد می‌کند.
- ✓ در محیط‌های گوناگون پایداری خوبی دارند.

روانکاری با گریس نسبت به روانکاری با روغن مزایایی دارد که عبارت‌اند از:

- قابلیت ماندگاری در محل روانکاری، حتی در مواردی که دستگاه و یا قطعه روانکاری شده آب‌بندی خوبی نداشته باشد و احتمال جدایی روانکار از سطوح زیاد باشد.
- سهولت مصرف و کاهش دفعات روانکاری به خصوص در مواردی که تعویض روان کار در فواصل زمانی کوتاه امکان‌پذیر نباشد.
- موجب کامل‌تر شدن آب‌بندی دستگاه‌ها و کاهش نشتی روانکار می‌شود.
- چسبندگی روانکار به قطعات در شرایط دما و فشار زیاد به خوبی انجام می‌شود.

جهت انتخاب گریس مناسب برای کاربردهای مختلف توجه به نکات زیر ضروری است:

- ✓ محدوده دمایی قطعه روانکاری شده؛
- ✓ بیشترین سرعت حرکت نسبی قطعات؛
- ✓ حداکثر فشار و بار اعمال شده به قطعه روانکاری شده در حین عملکرد؛
- ✓ میزان حضور آب یا رطوبت در محیط؛
- ✓ جنس سطوح روانکاری شده؛
- ✓ تغییرات pH محیط؛
- ✓ نفوذناپذیری قطعات ریز و مجاری دستگاه‌ها.

تحقیق کنید



با استفاده از منابع اینترنتی دسته‌بندی‌های دیگری از روانکارها را معرفی کنید.

فعالیت عملی ۱



تهیه روانکارهای طبیعی

الف) تهیه روانکار حیوانی:

- ۱ مقدار دانه گوسفند تهیه کرده، آن را بشویید و سپس خرد کنید.
- ۲ دانه‌ها را در ظرف مناسب ریخته و روی شعله ملایم قرار دهید.
- ۳ هنگام حرارت دادن گاهی محتویات ظرف را هم بزنید.
- ۴ اجازه بدهید تا روغن دانه‌ها کاملاً خارج شود.
- ۵ محتویات ظرف را صاف کنید و در ظرف در بسته مناسب، جمع‌آوری کرده و در یخچال نگهداری کنید.

ب) تهیه روانکار گیاهی:

- ۱ مقداری دانه‌های تازه زیتون (هسته انگور و یا کنجد) تهیه کنید.
- ۲ در صورت لزوم دانه‌ها را با آب بشویید و اجازه دهید تا خشک شوند.
- ۳ دانه‌ها را در ظرف مناسب ریخته و با هاون له کنید، هسته‌های زیتون را جدا کنید.
- ۴ زیتون له شده را داخل پارچه مناسب ریخته و تحت فشار قرار دهید تا روغن آن خارج شود.
- ۵ روغن تهیه شده را در ظرف در بسته مناسب جمع‌آوری کرده و در یخچال نگهداری کنید.

روغن‌های تهیه شده حیوانی و گیاهی را از نظر رنگ، بو، حالت، گرانی، چگالی و... مقایسه کنید. در این مرحله، روانکار پایه تهیه شده است. با اضافه کردن مواد افزودنی مانند مواد ضد اکسایش، ضد زنگ، ضد کف و... می‌توان انواع روانکار با خصوصیات مختلف تهیه نمود.

فعالیت عملی ۲



تهیه و بررسی خواص روانکارهای مصنوعی

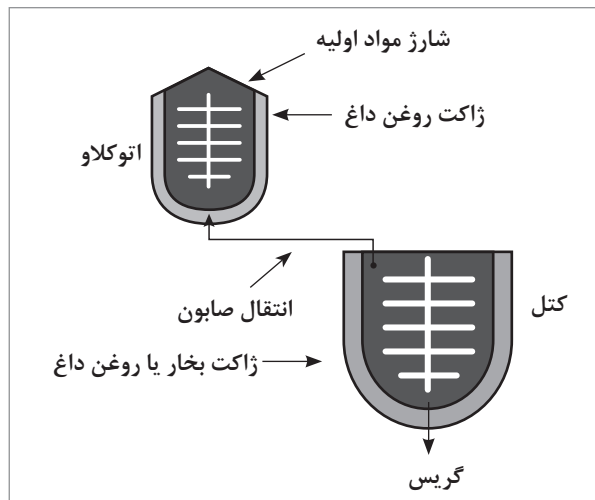
- چند نمونه روانکار مصنوعی خریداری کنید.
- حدود ۵ میلی لیتر از هر روانکار را به درون لوله‌های آزمایش بریزید.
- آنها را از نظر رنگ، بو، شفافیت، چگالی، گرانی و... با یکدیگر مقایسه کنید.
- همین مقایسه‌ها را با روغن‌های گیاهی و حیوانی تهیه شده در فعالیت عملی ۱ نیز انجام دهید.

تهیه گریس

در صنعت مطابق شکل زیر، پس از ساخت صابون، مواد به داخل دستگاه پخت گریس به نام «کتل» انتقال یافته و سپس روغن به آن افزوده می‌شود. این دستگاه مشابه اتوکلاو عمل می‌کند با این تفاوت که تحت فشار قرار نمی‌گیرد. در زمان پخت، صابون در داخل روغن به صورت بلورهای ریز درآمده و مخلوطی به حالت

پودمان چهارم: روانکاری تجهیزات

ژلاتینی به وجود می‌آورد. رشد بلورها در روغن از عمده و حساس‌ترین مراحل پخت گریس است. اگر از مواد اولیه به‌ویژه روغن پایه نامرغوب استفاده شود، ساختار بلورهای به‌وجود آمده ضعیف شده و در زمان کارکرد در شرایط عادی و یا سخت، صابون از روغن جدا و گریس خاصیت روانکاری را از دست خواهد داد.



تهیه یک نوع گریس در کارگاه

- ۱ مقدار دوده، پودر صابون و روغن زیتون تهیه کنید.
- ۲ در یک بشر تمیز دوده و پودر صابون را به نسبت ۱:۱۰۰ با یکدیگر مخلوط کنید.
- ۳ بشر و محتویات آن را بر روی حرارت غیرمستقیم (حمام آب گرم) قرار دهید.
- ۴ مطابق جدول زیر با درصدهای مختلف روغن و صابون اقدام به تهیه گریس کنید و هر نمونه را با یک شماره مشخص کنید.
- ۵ روغن زیتون را قطره‌قطره و به آرامی به مخلوط فوق اضافه کرده و مرتب هم بزنید تا خمیر یکنواختی به دست آید.

نمونه‌ها	روغن معدنی (%)	صابون (%)
۱	۷۰	۳۰
۲	۸۰	۲۰
۳	۹۰	۱۰

کیفیت گریس‌های تولیدی را از نظر رنگ، قوام، پایداری، ... با یکدیگر مقایسه کنید.

فعالیت
عملی ۳



خواص فیزیکی و شیمیایی روغن‌ها

خواص فیزیکی و شیمیایی، معیار خوبی برای کنترل کیفیت محصول تولیدی می‌باشد. انجام آزمایش‌های گوناگون فیزیکی و شیمیایی روغن‌ها می‌تواند تغییرات ایجاد شده در روغن در اثر کارکرد و علت آن را تعیین نماید. آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی بسیار زیادی هست که هر کدام می‌تواند اطلاعات بسیار مفیدی در رابطه با خصوصیات روغن‌های روان‌کننده به ما نشان دهد، ولی باید توجه داشت که نتایج این آزمایش‌ها همیشه کافی نبوده و بسیاری از مصرف‌کنندگان عمده روغن، مانند ارتش و سازندگان ماشین‌آلات، آزمایش عملکردی^۱ خاصی را توصیه می‌نمایند. خواص فیزیکی و شیمیایی روغن‌ها که می‌توان آنها را با آزمایش‌های گوناگون به دست آورد عبارت‌اند از:

- | | |
|---------------------------------------|--|
| ۱ گرانروی ^۲ ؛ | ۸ تعیین مقدار خاکستر ^۹ ؛ |
| ۲ چگالی ^۳ ؛ | ۹ باقیمانده کربنی ^{۱۰} ؛ |
| ۳ نقطه اشتعال و احتراق ^۴ ؛ | ۱۰ صابونی شدن ^{۱۱} ؛ |
| ۴ نقطه ریزش و ابری شدن ^۵ ؛ | ۱۱ تعیین مقدار گوگرد ^{۱۲} ؛ |
| ۵ رنگ ^۶ ؛ | ۱۲ پایداری در مقابل اکسیدشدن ^{۱۳} ؛ |
| ۶ چگالی نسبی ^۷ ؛ | ۱۳ عناصر شیمیایی؛ |
| ۷ مقدار آب ^۸ ؛ | ۱۴ تمایل به ایجاد کف ^{۱۴} . |

با مراجعه به کتاب همراه هنرجو و منابع اینترنتی، استانداردهای بین‌المللی و ملی خواص فیزیکی و شیمیایی روانکارها را بیابید و در کلاس ارائه دهید.

تحقیق
کنید



در ادامه به توضیح برخی از این خواص پرداخته می‌شود.

- ۱- Performance Tests
- ۲- Viscosity
- ۳- Density
- ۴- Flash&Fire Point
- ۵- Pour&Cloud Point
- ۶- Color
- ۷- Specific Gravity
- ۸- Water Content
- ۹- Ash
- ۱۰- Carbon Residue
- ۱۱- Saponification
- ۱۲- Sulphur
- ۱۳- Oxidation Stability
- ۱۴- Foaming Tendency

گرانروی

به تصویر داده شده توجه کنید. چه تفسیری از آن دارید؟ با هم گروهی خود بحث کرده و نتیجه را در کلاس اعلام کنید.



گرانروی کمیتی است که میزان مقاومت داخلی یک سیال را در مقابل جریان نشان می‌دهد. این مقاومت نتیجه اصطکاک مولکول‌هایی است که بر روی هم می‌لغزند. به عبارت ساده‌تر گرانروی، برعکس سیالیت است. گرانروی در دماهای معین اندازه‌گیری می‌شود. معمولاً حرارت زیاد موجب کم شدن گرانروی و پایین آمدن دما باعث افزایش آن خواهد شد.

به تصویر زیر نگاه کنید، از این مقایسه چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟



مقایسه چشمی گرانروی

از آنجا که گرانروی عامل بسیار مهمی در روغن‌های صنعتی است، تمام مشخصات طراحی شده برای روغن‌های صنعتی، به گرانروی آنها ارجاع داده می‌شود. گرانروی روغن در درجه حرارت کاری، مشخص کننده خواص روغن در مقابل اصطکاک می‌باشد. هنگام انتخاب روغن، لازم است روغن غلیظ انتخاب شود تا تشکیل یک لایه نازک بین دو سطح درگیر امکان‌پذیر شود و از تماس مستقیم قطعات ثابت و متحرک جلوگیری به‌عمل آید. نیروی اصطکاک با ضخیم شدن لایه روغن نسبت مستقیم دارد. اگر روغن خیلی رقیق باشد ممکن است نتواند دو سطح متحرک فلزی را کاملاً از هم جدا نگه دارد (به دلیل کم شدن لایه روغن) و در نتیجه، در بعضی از نقاط دو سطح

بحث
گروهی



پرسش



با هم تماس پیدا می‌کنند و گرمای ناشی از اصطکاک باعث کمتر شدن گرانشی روغن و تماس بیشتر فلز با فلز می‌شود. هرچه تماس دو سطح فلزی بیشتر شود، گرمای حاصله بالاتر خواهد رفت تا جایی که باعث جوش خوردن دو سطح (گریپاژ کردن) و توقف ماشین می‌شود. در اتومبیل‌های سواری فاصله بین درجه حرارت شروع به کار و هنگام عملیات زیاد است، بدین جهت باید در انتخاب روغن دقت کافی به عمل آید تا هنگام شروع به کار موتور در هوای سرد، روغن جریان داشته باشد و از طرفی نیز در گرمای عملیات گرانشی آن مناسب باشد.

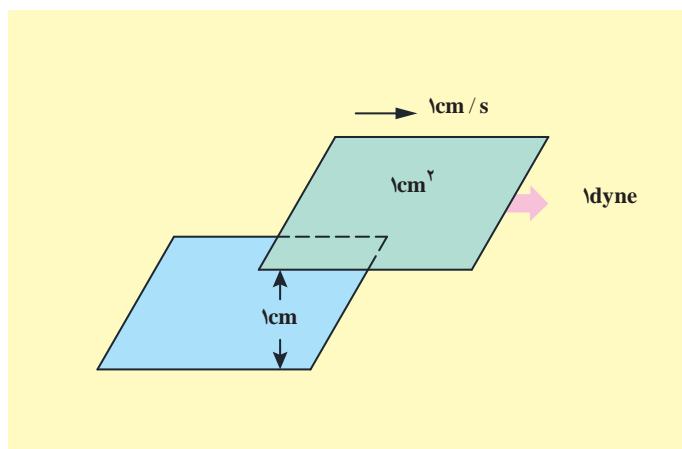
فکر کنید



به شکل روبه‌رو توجه کنید. کدام سیال بیشترین گرانشی و کدام کمترین گرانشی را دارد؟



انواع گرانشی:



شکل ۱۳- تعریف یک پویز

گرانشی دینامیک یا مطلق^۱: این گرانشی را با علامت μ نشان می‌دهند و واحد اندازه‌گیری آن در سامانه CGS، پویز^۲ (P) می‌باشد. یک پویز عبارت از گرانشی دینامیکی سیالی است که اگر نیروی یک دین به یک سطح فرضی به مساحت یک سانتی‌متر مربع از آن اعمال شود، با سرعت یک سانتی‌متر بر ثانیه نسبت به سطح دیگری که به فاصله یک سانتی‌متری آن است حرکت کند (شکل ۱۳).

از نظر ابعادی می‌توان نوشت:

$$\frac{\text{طول} \times \text{نیرو}}{\text{سرعت} \times \text{سطح}} = \frac{(MLT^{-2})}{(L^2)(LT^{-1})} = \frac{M}{L^2T} \rightarrow \frac{g}{cm \cdot s} = p$$

۱- Dynamic Viscosity

۲- Poise

به عبارت دیگر، یک پویز عبارت است از یک گرم بر سانتی‌متر ثانیه. واحد دیگر اندازه‌گیری گرانشی دینامیک، سانتی‌پویز^۱ (cP) می‌باشد. رابطه بین پویز و سانتی‌پویز چنین است:

$$1 \text{ P} = 100 \text{ cP}$$

در سامانه FPS واحد اندازه‌گیری گرانشی دینامیکی، پوند جرمی بر فوت ساعت است. رابطه سانتی‌پویز با این واحد چنین است:

$$1 \text{ cP} = 2/42 \frac{\text{lbm}}{\text{ft.h}}$$

گرانشی نسبی^۲: عبارت است از نسبت گرانشی دینامیکی سیال به گرانشی آب در دمای ۲۰°C و یا به عبارت ساده:

$$\text{گرانشی دینامیکی در دمای (C) T} = \frac{\text{گرانشی دینامیکی آب در دمای } 20^\circ\text{C}}{\text{گرانشی دینامیکی آب در دمای } 20^\circ\text{C}} \quad (\text{رابطه ۱})$$

چون گرانشی آب در دمای ۲۰°C برابر با یک cP است، بنابراین مقدار عددی گرانشی نسبی و دینامیکی برابر است.

گرانشی سینماتیک^۳: در یک سیال جاری (در حال حرکت)، که لایه‌های مختلف آن نسبت به یکدیگر جابه‌جا می‌شوند، به مقدار مقاومت لایه‌های سیال در برابر لغزش روی هم، گرانشی سینماتیک می‌گویند و آن را با علامت ν نشان می‌دهند. مطابق رابطه زیر، مقدار گرانشی سینماتیک برابر است با نسبت گرانشی دینامیکی به چگالی سیال در همان دما.

(رابطه ۲)

$$\nu = \frac{\mu}{d}$$

از نظر ابعادی می‌توان نوشت:

$$\nu = \frac{\mu}{d} \rightarrow \frac{\frac{M}{LT}}{\frac{M}{L^3}} = \frac{L^2}{T} \rightarrow \text{cm}^2 / \text{s}$$

بنابراین در سامانه CGS، واحد گرانشی سینماتیک، سانتی‌مترمربع بر ثانیه است که به آن استوکس^۴ (St) می‌گویند. به دلیل بزرگی واحد استوکس از نظر عددی، برای گرانشی سینماتیک از واحد کوچک‌تری، به نام سانتی‌استوکس^۵ (cSt) استفاده می‌شود.

$$1 \text{ St} = 100 \text{ cSt}$$

۱- Centi Poise

۲- Relative viscosity

۳- Cinematic viscosity

۴- Stokes

۵- Centi Stokes



$$1 \frac{m^2}{s} = 1.076 \text{ st}$$

ثابت کنید:

وسایلی که برای اندازه‌گیری گرانروی سیالات به کار می‌روند، مستقیماً گرانروی آن را اندازه‌گیری نمی‌کنند. بلکه این وسایل، زمان عبور مقدار معین نمونه را از یک مجرای استاندارد اندازه‌گیری می‌کنند و سپس با استفاده از یک ضریب تبدیل که توسط سازندگان تعیین می‌شود، زمان اندازه‌گیری شده به گرانروی سینماتیک تبدیل می‌شود.

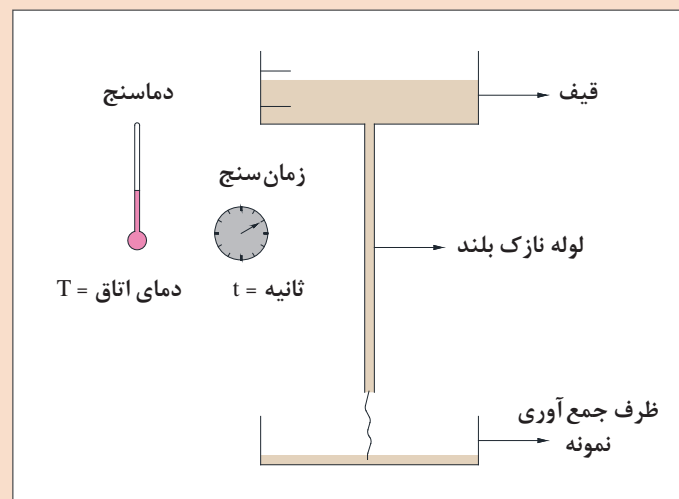
جدول ۱- گرانروی سینماتیک چند نمونه از محصولات نفتی

نام ماده	دمای آزمایش (°C)	گرانروی سینماتیک (Cst)
نفت گاز (گازوئیل)	۳۷/۸ (۱۰۰ °F)	۲-۵/۵
نفت کوره	۵۰ (۱۲۲ °F)	حداکثر ۸۰
روغن موتور SAE -۳۰	۸۱/۱ (۲۱۰ °F)	۹/۷-۱۲



مقایسه گرانروی

با استفاده از امکانات موجود در کارگاه (قیف، دماسنج، کروномتر و...) همانند شکل زیر آزمایشی طراحی کنید که به کمک آن بتوان به راحتی و به سرعت، گرانروی مایعات و مواد نفتی مختلف نظیر نفت سفید و روغن موتور را با یکدیگر مقایسه کرد.



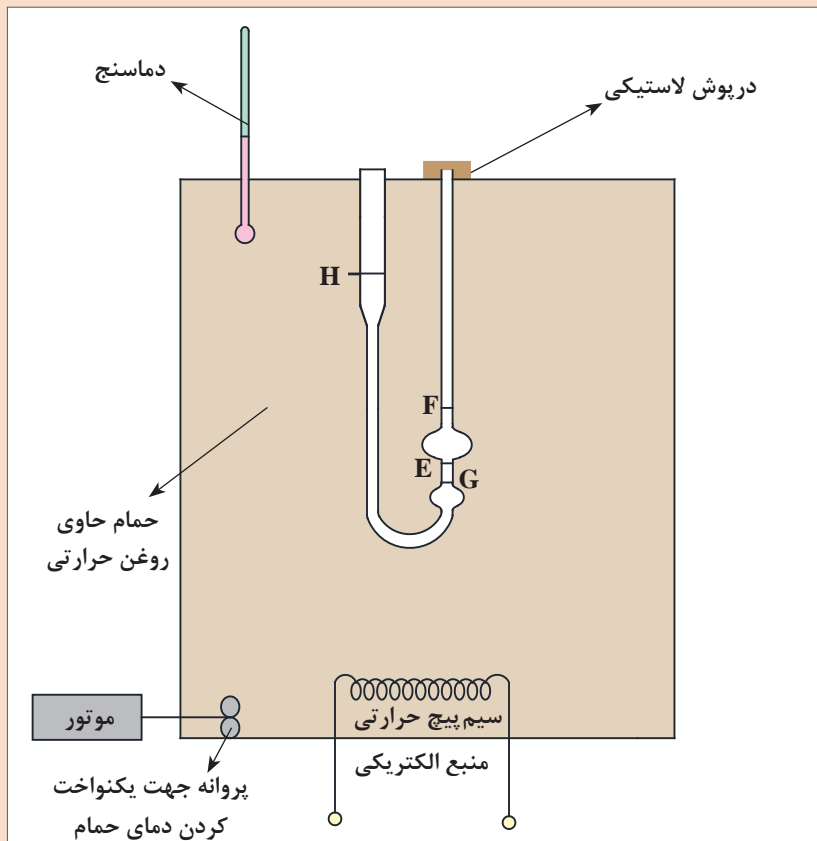
شکل ۱۴- مقایسه گرانروی مایعات



تعیین گرانروی روانکارها

تعیین گرانروی روانکارها با استفاده از انواع ویسکومتر

روش متداول برای اندازه‌گیری گرانروی سینماتیک، استفاده از ویسکومتر است. با ساختمان و طرز کار ویسکومترها در سال گذشته آشنا شدید. ویسکومتر، یک لوله شیشه‌ای U شکل استاندارد با مجرای موئین می‌باشد (شکل ۱۵). برحسب نوع ماده و محدوده گرانروی آنها، ویسکومترهایی با اشکال مختلف طراحی شده است. گرانروی سیالات در دماهای مشخص اندازه‌گیری و گزارش می‌شود.



شکل ۱۵- اندازه‌گیری گرانروی مایعات توسط ویسکومتر در دماهای مختلف

وسایل مورد نیاز:

- ویسکومتر شیشه‌ای؛
- حمام مجهز به کنترل‌کننده دما و دماسنج؛ (شکل ۱۵) طرح ساده‌ای از ویسکومتر در داخل حمام را نشان می‌دهد. در صورتی که حمام مناسب در کارگاه موجود نباشد، اندازه‌گیری گرانروی فقط در دمای محیط امکان‌پذیر خواهد بود.
- زمان سنج با دقت دهم ثانیه جهت اندازه‌گیری مدت زمان جریان سیال در داخل ویسکومتر.

روش کار:

- ۱ ابتدا یک ویسکومتر تمیز و خشک با ضریب مناسب انتخاب کنید.
- ۲ نمونه را از دهانه بزرگتر به داخل ویسکومتر بریزید به گونه‌ای که دقیقاً بین دو نشان H و G قرار بگیرد. برای آنکه بتوانید نمونه را در این محدوده نگه‌دارید، اضافه کردن نمونه به داخل ویسکومتر را به تدریج انجام دهید. ضمناً برای آنکه بر اثر اختلاف ارتفاع و در نتیجه اختلاف فشار در دو شاخه ویسکومتر، نمونه از نشان G بالاتر نرود، یک درپوش لاستیکی بر روی دهانه دیگر قرار دهید، هرگاه این درپوش را بردارید سیال جریان می‌یابد و هرگاه آن را ببندید، حرکت سیال متوقف می‌شود. بدین ترتیب می‌توانید دقیقاً نمونه را بین دو نشان H و G قرار دهید. ضمناً نمونه داخل ویسکومتر به هیچ عنوان نباید حباب هوا داشته باشد. ویسکومتر حاوی نمونه را به صورت عمودی حدود نیم ساعت در داخل حمام قرار دهید تا به دمای مورد نظر برسد.
- ۳ از دهانه باریک‌تر ویسکومتر با کمک یک دستگاه مکنده (پمپت پرکن یا دستگاه ایجاد خلأ) مایع را به سمت بالا مکش کنید تا جایی که از دو خط نشانه روی لوله ویسکومتر بالاتر رود. (دقت کنید که مایع از بالای ویسکومتر خارج نشود) سپس دستگاه خلأ را از دهانه ویسکومتر جدا کنید، مایع با نیروی جاذبه زمین سقوط می‌کند. هنگامی که سطح سیال به نشان F رسید، زمان سنج را به کار اندازید. خاتمه کار هنگامی است که نمونه به نشان K برسد که در این لحظه باید زمان سنج را متوقف کنید.
- ۴ آزمایش را دوباره انجام داده و اندازه‌گیری زمان را تکرار کنید سپس بین دو زمان به دست آمده میانگین بگیرید.
- ۵ جهت محاسبه گرانروی سینماتیک بر حسب cSt ، از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$v = Ct \quad (\text{رابطه ۳})$$

- که در آن C ثابت ویسکومتر و t زمان عبور سیال بین دو نقطه F و K می‌باشد.
- ۶ براساس رابطه زیر و داشتن مقدار چگالی سیال، می‌توان گرانروی دینامیک را به دست آورد.

$$\mu = dv \quad (\text{رابطه ۴})$$

که در آن:

گرانروی دینامیکی $\mu = (cP)$

چگالی در همان دمای آزمایش $d = \left(\frac{g}{cm^3}\right)$

گرانروی سینماتیک $v = (cSt)$ می‌باشد.

فعالیت بالا را ابتدا برای تعیین گرانروی آب در دمای محیط انجام دهید و سپس این کار را با نمونه‌های مختلف روغنی و در دماهای مختلف تکرار کرده و نتایج را در جدولی قرار داده و با یکدیگر مقایسه کنید.

نقطه ریزش و ابری شدن

نقطه ریزش یکی از مهم‌ترین مشخصه‌های مایعات نفتی است. وجود پارافین‌های سنگین در مایعات نفتی سبب می‌شود که این مایعات در سرما سیالیت خود را از دست داده یا به عبارتی «ببندند» و علت آن، وجود پارافین‌های سنگین است که زودتر از دیگر هیدروکربن‌ها منجمد می‌شوند. نقطه ابری شدن و نقطه ریزش را می‌توان به‌طور خلاصه چنین تعریف کرد:

نقطه ابری شدن: هنگام سرد کردن یک نمونه از محصولات نفتی، دمایی که در آن، ابر یا هاله‌ای از بلورهای ترکیبات پارافینی ظاهر می‌شود، نقطه ابری شدن نام دارد.

نقطه ریزش: به هنگام سرد کردن یک نمونه از محصولات نفتی، پایین‌ترین دمایی که در آن، نمونه هنوز سیالیت و روانی خود را حفظ کرده است، نقطه ریزش نام دارد. به عبارت دیگر، نقطه ریزش پایین‌ترین دمایی است که در آن درجه حرارت ماده نفتی می‌تواند جریان داشته باشد.

نقطه ریزش مشخصه‌ای است که برای مصرف‌کننده نیز بسیار اهمیت دارد. در سرمای زمستان، اگر نقطه ریزش روانکار به حد کافی پایین نباشد، سیالیت و روانی خود را از دست می‌دهد و در نتیجه در سامانه‌های مختلف گرفتگی ایجاد شده، عملاً دستگاه از کار می‌افتد.

از نظر کاربردی، نقطه ریزش اهمیت بیشتری نسبت به نقطه ابری شدن دارد، اما در یک آزمایش، هر دو مشخصه اندازه‌گیری می‌شوند. این آزمایش در حقیقت شاخصی از مقدار پارافین‌های سنگین (موم) موجود در روانکار و در نهایت شاخصی از کیفیت عملیات پالایش می‌باشد.

فعالیت
عملی ۶



تعیین نقطه ریزش و ابری شدن

این آزمایش بر روی محصولات نظیر انواع روغن‌های موتور انجام می‌شود. باید توجه داشت که هدف از انجام این آزمایش تعیین نقطه انجماد نمونه مورد نظر نیست، بلکه تعیین پایین‌ترین دمایی است که از آن دما بالاتر، می‌توان با اطمینان از محصول استفاده نمود، بدون آنکه آن محصول ببندد و روانی و سیالیت خود را از دست بدهد.

وسایل مورد نیاز:

شکل ۱۶ تجهیزات مورد نیاز برای اندازه‌گیری نقطه ابری شدن و نقطه ریزش را نشان می‌دهد که شامل قسمت‌های زیر است:

✓ لوله آزمایش از جنس شیشه به ارتفاع حدود ۱۱/۵ تا ۱۲/۵ سانتی‌متر و قطر داخلی حدود ۳ تا ۳/۴ سانتی‌متر، مجهز به درپوش لاستیکی یا چوب پنبه. در وسط درپوش سوراخی جهت عبور دماسنج ایجاد شده است.

✓ دو عدد دماسنج جیوه‌ای که محدوده دمایی 38°C - تا 50°C را نشان دهند. یکی از دماسنج‌ها در داخل حمام و دیگری در داخل نمونه قرار می‌گیرد.

✓ درپوش لاستیکی نمونه؛

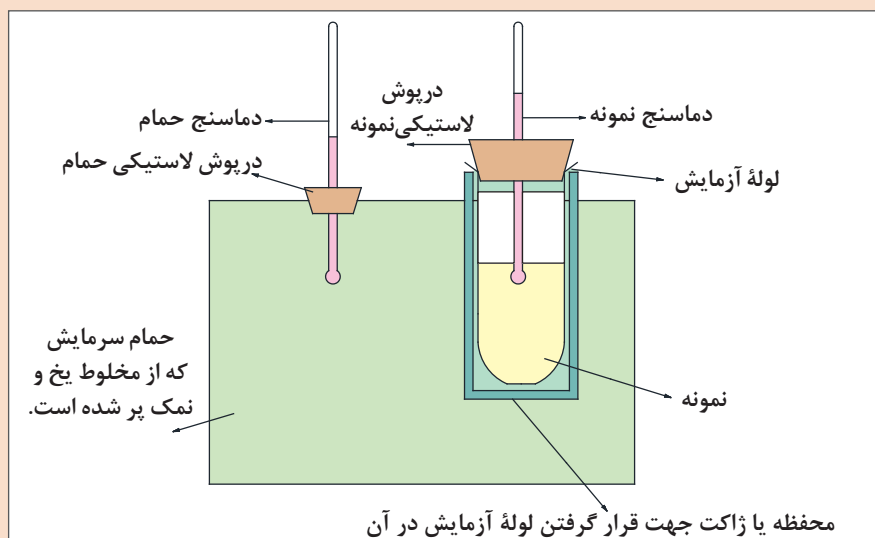
✓ درپوش لاستیکی حمام؛

✓ نمونه روغنی؛

- ✓ محفظه جهت قرار گرفتن لوله آزمایش در آن؛
- ✓ حمام سرمایش که از مخلوط یخ و نمک پر شده است؛
- ✓ حمام سرمایش که نوع و ابعاد آن دلخواه است. این حمام می تواند مجهز به سامانه سرمایش مکانیکی (چرخه سرمایش یخچال) و یا یک ظرف ساده آزمایشگاهی باشد که با مخلوط یخ و نمک پر شده است. در هر صورت حمام باید دو ویژگی اصلی داشته باشد:
 ۱. بتواند دمای نمونه را تا حد کافی پایین بیاورد.
 ۲. لوله آزمایش به طور کامل و به شکل عمودی در داخل حمام قرار گیرد و به آسانی از آن خارج شود. ضمناً هنگامی که لوله آزمایش در حمام قرار می گیرد، دماسنج باید بیرون از حمام باشد تا بتوان به آسانی کاهش دما را مشاهده کرد.
- در صورت ساخت یک حمام ساده در کارگاه، پیشنهاد می شود یک محفظه یا ژاکت فلزی که قطر آن کمی بیش از قطر لوله آزمایش است در داخل حمام پیش بینی شود، به گونه ای که لوله آزمایش به آسانی در داخل آن قرار گرفته یا برداشته شود.
- بسته به نوع نمونه مورد آزمایش و دمای مورد نظر می توان از مخلوط های ذکر شده در جدول ۲ استفاده کرد.

جدول ۲ چند نوع مخلوط جهت استفاده در حمام های سرمایش

نوع مخلوط	مناسب ایجاد سرما تا دمای
مخلوط آب و یخ	۱۰°C (۵۰°F)
مخلوط یخ خرد شده و کریستال های نمک سدیم کلرید	۱۲°C - (۱۰°F)
مخلوط یخ خرد شده و کریستال های نمک کلسیم کلرید	۲۶°C - (-۱۵°F)
مخلوط یخ خشک و استن یا نفتا	۵۷°C - (-۷۰°F)



شکل ۱۶- تجهیزات اندازه گیری نقطه ابری شدن و نقطه ریزش

روش کار:

۱ نمونه مورد نظر را در داخل لوله آزمایش بریزید به گونه‌ای که حدود $\frac{1}{3}$ تا $\frac{1}{4}$ از لوله را پر کند. یکی از دماسنج‌ها را از داخل سوراخ درپوش عبور داده، درپوش را روی لوله آزمایش قرار دهید. مخزن دماسنج باید در زیر سطح مایع (۳ میلی‌متر پایین‌تر از سطح مایع) قرار گیرد. سپس این مجموعه را در داخل حمام سرمایش قرار دهید (شکل ۱۶). دقت داشته باشید که دماسنج و لوله آزمایش به شکل عمودی در حمام قرار گیرند.

۲ با کاهش هر 3°C (یا 5°C)، لوله آزمایش را از حمام بیرون آورده و آن را بررسی کنید. دمایی که در آن، ابر یا هاله، در داخل نمونه ظاهر شد، نقطه ابری شدن است، آن دما را یادداشت کنید و دماسنج را به نزدیک انتهای لوله آزمایش رسانده لوله را به داخل حمام برگردانده و عمل سرد کردن را ادامه دهید.

۳ از این به بعد، هر بار که لوله آزمایش را از حمام خارج می‌کنید، آن را کمی کج کرده و بررسی کنید که آیا نمونه روغنی هنوز روان است و می‌ریزد یا خیر؟ دمایی که در آن، با کج کردن لوله آزمایش، نمونه روان نشود (در این صورت می‌گوییم نمونه بسته است) نقطه ریزش است، بنابراین آن را یادداشت کنید.

۴ علت آنکه با کاهش هر 3°C (یا 5°C) لوله آزمایش را از حمام خارج کرده و مورد بررسی قرار می‌دهیم آن است که نمونه باید فرصت کافی داشته باشد تا در داخل حمام، حرارت از دست داده و بلورها تشکیل شوند.

۵ عددی که به عنوان نقطه ریزش یادداشت شد، به همان شکل گزارش نمی‌شود و باید تصحیح گردد. بدین ترتیب که به منظور افزایش اعتماد و اطمینان به نتایج آزمایش و به دلیل آنکه هر 3°C (یا 5°C) کاهش دما یک بار نمونه مورد بررسی قرار می‌گیرد، 3°C (یا 5°C) به نتایج آزمایش اضافه کرده و آن را به عنوان نتیجه نهایی گزارش کنید.

مثال: در یک آزمایش که به منظور تعیین نقطه ابری شدن و نقطه ریزش یک نمونه نفتی انجام گرفت، مشاهدات زیر گزارش شد:

دما (°F)	نتیجه بررسی نمونه
۶۸	- شروع آزمایش (دمای محیط) - (اجازه می‌دهیم دمای نمونه در حمام کاهش یابد).
۳۰	- هیچ ابری یا هاله‌ای در نمونه ظاهر نشد (اولین بررسی).
۲۵	اولین بلورها به شکل ابر یا هاله در نمونه ظاهر شد، اگر لوله آزمایش را کمی کج کنیم، نمونه روان می‌شود.
۲۰	- مقدار ابر یا هاله در نمونه افزایش یافته است اما اگر لوله آزمایش را کمی کج کنیم هنوز نمونه روان می‌شود.
۱۵	- ابر یا هاله تقریباً سراسر لوله آزمایش را فراگرفته و اگر آن را کمی کج کنیم نمونه روان نمی‌شود.

براساس مشاهدات فوق، در نهایت نتایج زیر گزارش شد:

$$\text{نقطه ابری شدن} = 25^{\circ}\text{F}$$

$$\text{نقطه ریزش} = 15 + 5 = 20^{\circ}\text{F}$$



در یک کارخانه که در منطقه‌ای سردسیر قرار دارد و دمای هوا در شب‌های زمستان به حدود 10°C می‌رسد، جهت انتقال سوخت (گازوئیل) از مخازن به کوره‌ها توسط پمپ، چه مشکلاتی پدید می‌آید؟ چه راه‌حلی برای رفع این مشکل پیشنهاد می‌کنید؟ نقطه ریزش گازوئیل مورد استفاده 7°C است. جدول ۳ نقطه ابری شدن و نقطه ریزش چند نمونه از محصولات نفتی را نشان می‌دهد.

جدول ۳- نقطه ابری شدن و نقطه ریزش گازوئیل، نفت کوره و یک نوع روغن موتور

نام ماده	نقطه ابری شدن $^{\circ}\text{F}$	نقطه ریزش $^{\circ}\text{F}$
گازوئیل	تابستان ۴۰ زمستان ۳۵	تابستان ۳۰ زمستان ۲۵
نفت کوره	-	تابستان ۵۰ زمستان ۳۰
روغن موتور (۳۰ - SAE)	-	۰ (حداکثر)

- نقطه ریزش و ابری شدن روانکارهای تولیدشده در فعالیت‌های قبلی را با روش بالا اندازه‌گیری نماید.
- کلیه دماهای ریزش و ابری شدن اندازه‌گیری شده را با هم مقایسه کنید.

نقطه اشتعال و احتراق

نقطه اشتعال: وقتی مایع نفتی را در شرایط مشخصی گرم کنیم، در دمای معینی بخار یا گاز کافی برای تشکیل مخلوط قابل اشتعال با هوا ایجاد می‌شود. در این حالت اگر شعله کوچکی نزدیک آن برده شود سطح مایع برای لحظه‌ای مشتعل می‌گردد. در این درجه حرارت مقدار بخارها به اندازه‌ای نیست که بتواند ایجاد شعله نماید و با دور کردن شعله از سطح مایع، احتراق ایجاد شده بلافاصله خاموش خواهد شد.

نقطه احتراق: اگر حرارت دادن به مایع نفتی را ادامه دهیم تا مقدار بخار قابل اشتعال روی سطح مایع افزایش بیشتری پیدا کند، زمانی می‌رسد که غلظت این بخارها به اندازه کافی زیاد می‌شوند که با نزدیک کردن یک شعله به سطح مایع، احتراقی برای پنج ثانیه متوالی در سطح آن رخ می‌دهد.

برای هر محصول، نقطه اشتعال و احتراق بستگی زیادی به ظرف آزمایش و سرعت حرارت دادن دارد. نقطه اشتعال روغن‌ها با تغییر گرانشی تغییر می‌کند. معمولاً روغن‌های نفتیکی گرانشی بالایی دارند، این دسته از روغن‌ها نسبت به روغن‌های پارافینیکی (در گرانشی‌های یکسان) دارای نقطه اشتعال پایین‌تری می‌باشند. کم شدن نقطه اشتعال در روغن‌های کارکرده، بیانگر این است که یا سوخت وارد روغن شده یا روغن برای مدت بسیار زیادی تحت شرایط درجه حرارت بالا کار کرده است، که این عامل باعث شکست حرارتی^۱ یا شکسته شدن مولکول‌های بزرگ و تبدیل شدن آنها به مولکول‌های کوچک‌تر با نقطه اشتعال پایین‌تر خواهد شد.

لازم به یادآوری است که اندازه‌گیری نقطه اشتعال و احتراق را در سال گذشته آموخته و در کارگاه روی نمونه‌های نفتی آن آزمایش انجام داده‌اید. به دلیل اهمیت بالای این ویژگی در محصولات نفتی و به ضرورت تأمین ایمنی بیشتر در صنایع مربوطه، در این بخش نیز مجدداً یک فعالیت عملی پیش‌بینی شده است.

تعیین نقطه اشتعال و احتراق روانکارها

مطابق آموخته‌های سال گذشته، نقطه اشتعال و احتراق انواع روانکارهای موجود در کارگاه و ساخته شده توسط گروه‌های هنرجویی را اندازه‌گیری کنید.

فعالیت
عملی ۷



نکته ایمنی



دستگاه در محلی مطمئن و دور از مواد قابل اشتعال (حتماً در زیر هواکش کارگاه) قرار گیرد. ✓ در حین انجام آزمایش استفاده از وسایل ایمنی شخصی، ماسک، عینک و... الزامی است. در صورتی که نمونه مشتعل شده و شعله‌های آن خاموش نشود، یک درپوش فلزی روی ظرف قرار دهید تا با نرسیدن هوا به نمونه شعله خاموش شود. فوراً حرارت‌دادن را قطع کرده و اجازه دهید دستگاه خنک شود.

زیست
محیطی



✓ قبل از آغاز هر آزمایش، شستن ظرف (فنجان) با حلال مناسب الزامی است.
✓ مایعات مورد آزمایش را پس از سرد شدن در ظرفی جداگانه جمع‌آوری کنید و از ریختن آن در فاضلاب جداً خودداری نمایید.

چگالی: چنان که می‌دانید چگالی عبارت است از جرم واحد حجم جسم در درجه حرارت معین، که توسط رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} \longrightarrow d = \frac{m}{v} \quad (\text{رابطه ۵})$$

پرسش

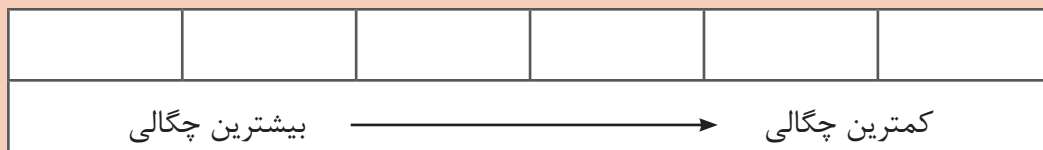


چگالی را برحسب چه واحدهایی می‌توان بیان کرد؟ آنها را نام ببرید.

چگالی، تابع دماست یعنی با تغییرات دما مقدار آن تغییر می‌کند. بنابراین به هنگام اندازه‌گیری آن حتماً باید دمای نمونه مورد آزمایش گزارش شود. معمولاً چگالی ترکیبات نفتی را در دمای $15/5^{\circ}\text{C}$ (60°F) اندازه‌گیری می‌کنند.



با توجه به تصویر زیر، مواد نام برده در شکل را براساس کاهش چگالی مرتب کنید.



چگالی نسبی، درجه "API"

به همراه نفت خام مقداری نمک‌های محلول استخراج می‌شود. به نظر شما چگونه نمک‌ها را از نفت جدا می‌کنند؟



چگالی نسبی: کمیتی است بدون بُعد و برابر است با نسبت چگالی ماده مورد نظر به چگالی یک ماده مرجع در دمای معین. برای مایعات معمولاً آب را به عنوان ماده مرجع انتخاب می‌کنند. در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی چگالی نسبی را «نسبت چگالی ترکیب مورد نظر در دمای ۶۰°F به چگالی آب در دمای ۶۰°F» تعریف می‌کنند. رابطه زیر این تعریف را (با علامت‌های اختصاری) نشان می‌دهد:

$$\text{spgr}_{60/60}^{\circ\text{F}} = \frac{d_{(60^{\circ}\text{F})}}{d_{\text{H}_2\text{O}_{(60^{\circ}\text{F})}}} \quad (\text{رابطه ۶})$$

چگالی نسبی ترکیب نفتی مورد نظر بر مبنای دمای ۶۰°F

$d_{(60^{\circ}\text{F})} = 60^{\circ}\text{F}$ چگالی ترکیب نفتی مورد نظر در دمای

$d_{\text{H}_2\text{O}_{(60^{\circ}\text{F})}} = 60^{\circ}\text{F}$ چگالی آب (ماده مرجع) در دمای

چگالی نسبی HCN چنین گزارش شده است:

$$\text{spgr } 10/4 = 1/2675$$

منظور از آن را توضیح دهید. اگر چگالی آب در 4°C برابر 1g/cm^3 باشد، چگالی HCN را در 10°C به دست آورید.

پرسش



تعیین چگالی روانکارها

چگالی مایعات را با استفاده از وسایلی مانند پیکنومتر و هیدرومتر می توان اندازه گیری نمود. در سال گذشته با طرز کار پیکنومترها آشنا شدید و چگالی مایعات غیرنفتی را با استفاده از آنها اندازه گیری نمودید. در این بخش توضیحاتی در مورد ساختمان هیدرومترها، طرز کار و روش تعیین چگالی روانکارهای روغنی به کمک آنها ارائه شده است.

فعالیت
عملی ۸



فیلم آموزشی تعیین چگالی با هیدرومتر

فیلم



شکل ۱۷- چند نمونه هیدرومتر

هیدرومترها وسایل شیشه‌ای با جرم و حجم استاندارد هستند که بر حسب نوع نمونه باید به گونه‌ای انتخاب شوند که در داخل مایع غوطه‌ور شوند. مقدار نفوذ هیدرومتر در مایع نشان دهنده چگالی مایع است. اگر هیدرومتر آنقدر سنگین باشد که در کف ظرف بنشیند، یا آنقدر سبک باشد که وارد نمونه نشده و بر روی آن شناور شود، مناسب مایع مورد آزمایش نیست. در شکل ۱۷ چند نمونه هیدرومتر نشان داده شده است.

هیدرومترها از یک لوله باریک که روی آن درجه بندی شده و در انتهای آن حباب بزرگی قرار دارد تشکیل شده است. گلوله‌های کوچک سرب موجود در ته حباب کمک می کند تا این ابزار هنگام شناور شدن در مایع، قائم بایستد.

به نظر شما آیا یک نمونه هیدرومتر برای اندازه گیری چگالی تمام روانکارها مناسب است؟ چرا؟

پرسش



وسایل مورد نیاز:

- هیدرومتر مناسب
- حمام گرمایش و سرمایش جهت نگهداشتن دمای نمونه در محدوده دمایی 0°C تا 100°C .
- در صورتی که حمام با محدوده دمایی ذکر شده موجود نباشد حمام 60°F ($15/5^{\circ}\text{C}$) ترجیح داده می شود.
- دماسنج جهت اندازه گیری دمای نمونه با محدوده دمایی مناسب (10°C تا 120°C)
- استوانه شیشه‌ای یا پلاستیکی شفاف جهت ریختن نمونه و قرار دادن هیدرومتر در آن.

روش کار:

برای اندازه‌گیری سریع چگالی روغن روانکاری به ترتیب زیر عمل کنید:

- ۱ نمونه مورد آزمایش را داخل استوانه ریخته و هیدرومتر را در داخل آن قرار دهید و مجموعه را به مدت ۱۵ الی ۲۰ دقیقه داخل حمام قرار دهید.
- ۲ زمانی که نمونه به دمای مورد نظر رسید، در صورت امکان درجه هیدرومتر داخل حمام را از همان جا بخوانید. در غیر این صورت استوانه را که نمونه و هیدرومتر داخل آن است از حمام خارج کرده و بر روی سطح صاف و افقی قرار دهید و درجه هیدرومتر را یادداشت کنید.
- ۳ دمای آزمایش را یادداشت نموده و چگالی نمونه را با دمای انجام آزمایش گزارش کنید. شکل ۱۸ نحوه خواندن هیدرومتر را نشان می دهد.

نکته

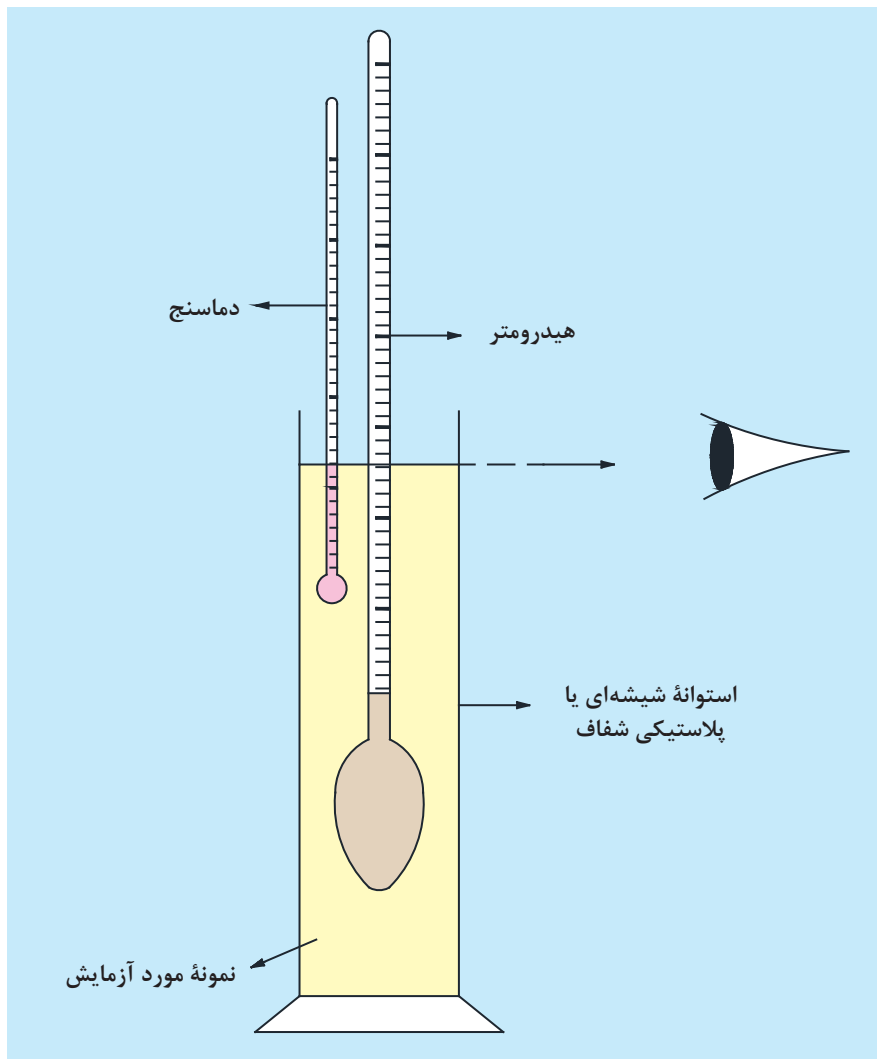
ابعاد حمام باید به اندازه‌ای باشد که استوانه حاوی نمونه در آن جای گیرد. فاصله میان انتهای هیدرومتر و کف استوانه حداقل $2/5$ سانتی متر باشد. قطر داخلی استوانه از قطر هیدرومتر بزرگ تر و ارتفاع آن به اندازه‌ای باشد که هنگام غوطه‌ور شدن هیدرومتر در آن، فاصله میان انتهای هیدرومتر تا کف استوانه حداقل $2/5$ سانتی متر باشد.



فکر کنید

هیدرومترها بر حسب چه کمیتی درجه بندی شده‌اند؟ (چگالی، چگالی نسبی)





شکل ۱۸- نحوه اندازه‌گیری سریع چگالی توسط هیدرومتر

پیشنهاد می‌شود این آزمایش ابتدا در دمای محیط و با استفاده از آب انجام شود.

بررسی اثر دما بر چگالی و چگالی نسبی

جهت بررسی اثر دما بر چگالی، چگالی یک نمونه از محصول نفتی مانند روغن موتور یا گازوئیل را در دماهای مختلف اندازه‌گیری کرده و نتایج آن را در جدول ۴ ثبت نمایید. سپس منحنی تغییرات چگالی را بر حسب دما رسم کنید. (برای رسم این منحنی‌ها حداقل از ۵ نقطه استفاده کنید).

فعالیت
عملی ۹



جدول ۴- تغییرات چگالی و چگالی نسبی نسبت به دما

T (°C)	d (g/cm ³)	spgr T/۱۵/۵ °C
۰
۱۵/۵
۳۰
۴۵
۶۰
۷۵
۹۰

با توجه به نتایج آزمایش و رسم نمودار، اثر دما بر چگالی را بیان کنید.

پرسش

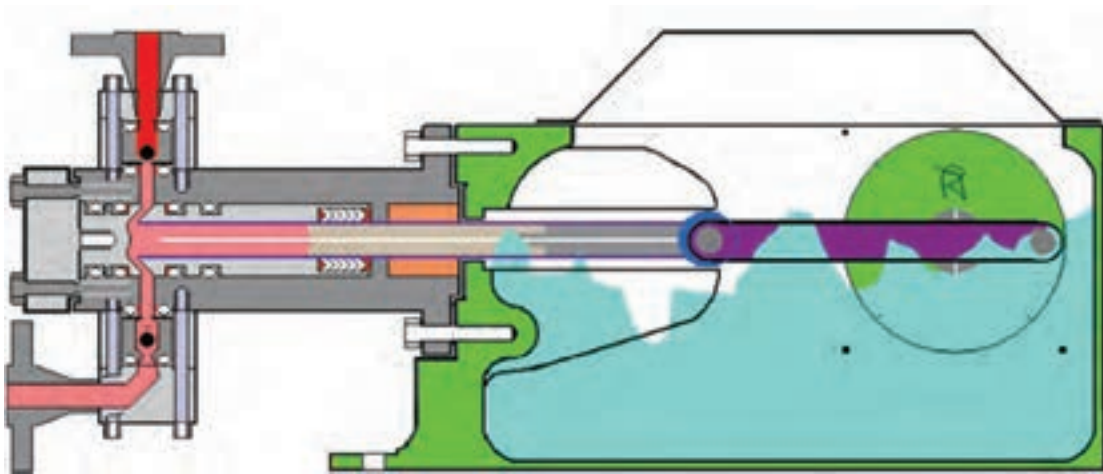


روش‌های روغن کاری

مهم‌ترین عامل در کارایی دستگاه‌ها و قطعات متحرک آنها، انتخاب صحیح نوع روغن و سامانه روغن کاری است. اصولاً نوع سامانه روغن کاری بر اساس وضعیت و نیاز دستگاه مورد نظر انتخاب می‌شود و به روش‌های زیر عملی می‌شود:

- ✓ قطره‌ای؛
- ✓ پاششی؛
- ✓ هیدرواستاتیکی؛
- ✓ تحت فشار.

روغن کاری قطره‌ای: سامانه‌های روغن کاری قطره‌ای شامل تعدادی پمپ پلانجری رفت و برگشتی قابل تنظیم است و روی محفظه‌ای (مخزن روغن) نصب شده و توسط لوله‌هایی مقدار روغن مورد نیاز را تأمین و ارسال می‌کند. در شکل ۱۹ طرح ساده‌ای از یک پمپ قطره‌ای روغن از نوع پلانجری رفت و برگشتی نشان داده شده است.



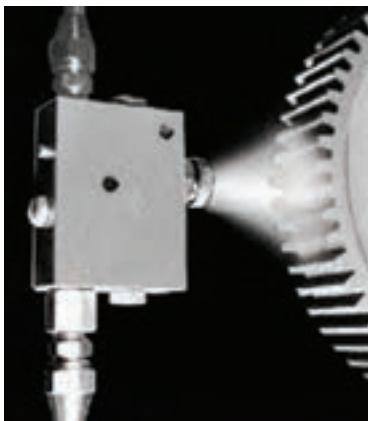
شکل ۱۹- طرح ساده‌ای از یک پمپ قطره‌ای از نوع پلانجری رفت و برگشتی

سطح روغن داخل مخزن نباید از خطی که مشخص کننده سطح روغن است کمتر یا بیشتر باشد، زیرا در هر دو حالت روانکاری ناقص می‌شود.

نکته



به دلیل نشتی‌های اجتناب‌ناپذیری که وجود دارد سطح روغن تغییر می‌کند، این موضوع می‌تواند در سامانه روانکاری اختلال ایجاد کند. پس لازم است سامانه‌ای وجود داشته باشد که بتواند به‌طور خودکار سطح روغن را در حد مطلوبی نگه دارد.
روغن کاری پاششی: در این روش، روغن توسط نازل‌هایی بر روی قطعه متحرک پاشیده می‌شود (مطابق شکل ۲۰).



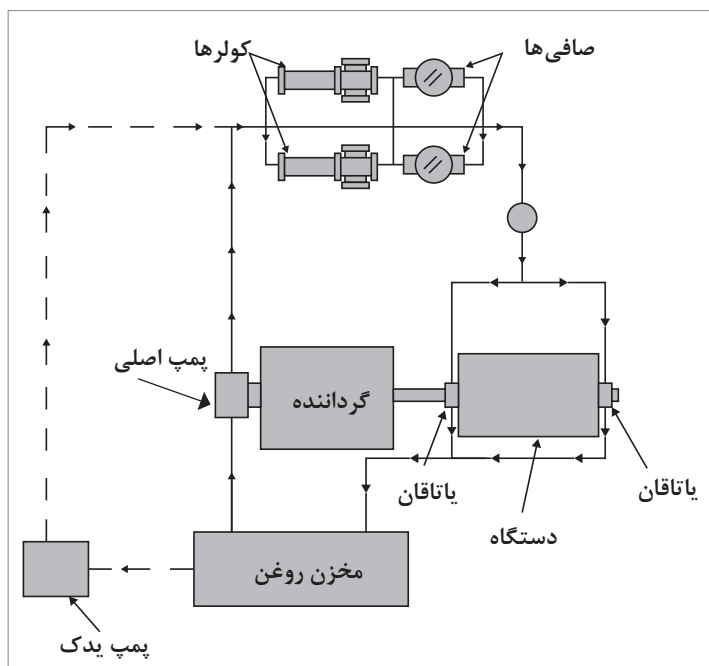
شکل ۲۰- روغن کاری پاششی



روغن کاری هیدرواستاتیکی: در این روش، قطعه متحرک یا در روغن غوطه‌ور است و یا به وسیلهٔ عاملی به‌طور مرتب روغن کاری می‌شود. در بیشتر دستگاه‌های کوچک از این روش استفاده می‌شود (شکل ۲۱).

شکل ۲۱- روغن کاری هیدرواستاتیکی

روغن کاری تحت فشار: در این سامانه برای روغن کاری، از روغن تحت فشار استفاده می‌شود. برای روغن کاری باید همیشه از روغن تمیز استفاده شود، زیرا ذرات موجود در روغن می‌تواند در فواصل کم بین قطعات گیر افتاده و باعث ساییدگی شود. در شکل ۲۲ تصویر ساده‌ای از اجزا و قطعات اصلی یک سامانهٔ روغن کاری تحت فشار نشان داده شده است.



شکل ۲۲- اجزا و قطعات اصلی سامانهٔ روغن کاری تحت فشار

قبل از اینکه پمپ یا هر دستگاه دیگر راه‌اندازی شود، کلیهٔ مجموعه و سامانه‌های حفاظتی آن مورد بررسی قرار گیرند تا از عملکرد صحیح سامانه‌های حفاظتی آنها اطمینان حاصل شود.

نکته



مسائلی که قبل از راه اندازی یک سامانه روغن کاری باید رعایت شوند عبارت اند از:

- ۱ تمیز کردن تمامی لوله ها و مسیرها؛
- ۲ تنظیم تمامی شیرهای کنترل، ترموکوپل ها و ...؛
- ۳ تنظیم دقیق کلیه نشان دهنده های فشار و درجه حرارت؛
- ۴ کنترل نحوه عملکرد کلیه کلیدها، شیرهای یک طرفه و شیرهای اطمینان^۱.

مواردی که باید روی سامانه حفاظتی روغن کنترل شوند عبارت اند از:

- ۱ کنترل سامانه هشدار از کار افتادن پمپ اصلی روغن^۲.
وظیفه این کلید در سرویس قرار دادن پمپ یدک روغن و همچنین تحریک سامانه هشدار است.
- ۲ کنترل سامانه هشدار گرفتگی فیلتر روغن^۳.
وظیفه این کلید اعلان وضعیت گرفتگی فیلتر روغن براساس میزان افت فشار اندازه گیری شده در دو طرف ورودی و خروجی فیلتر روغن است.
- ۳ اطمینان از کارکرد مناسب گرمکن های روغن (برقی و بخاری) و چگونگی عمل کردن آنها در درجه حرارت مناسب.
- ۴ هواگیری کلیه مسیرهای روغن اعم از فیلترها، کولرها و ...
- ۵ هواگیری سامانه آب خنک کننده^۴.

روش تمیز نمودن سامانه روغن کاری^۵: ورود ذرات جامد و زنگ های باقی مانده در لوله ها و مسیرهای روغن کاری باعث نفوذ آنها بین قطعات ثابت و متحرک و در نتیجه ساییدگی و فرسایش سریع قطعات می شود. برای جلوگیری از این آسیب، لازم است که کلیه مسیرها و نقاط مختلف سامانه روغن کاری، چه برای دستگاه هایی که به تازگی نصب شده باشند (با دقت خیلی بالاتر) و چه بعد از تعمیرات اساسی دستگاه ها روش های دقیق عملیات تمیزکاری، طبق یک دستورالعمل جامع انجام شود.

۱- Safety Valve

۲- Stand - by Pump Running - Failure of Main Oil Pump

۳- Filter High Differential Pressure

۴- Cooling Water

۵- Labe Oil System Flushing

عیب یابی و روش های تصحیح عیوب سامانه روغن کاری

(الف) مواردی که می توانند باعث کم شدن فشار روغن روانکاری شوند عبارت اند از:

- ۱ کثیف بودن فیلتر^۱ پمپ روغن کاری؛
- ۲ بیش از حد باز بودن شیر رهاسازی^۲ روغن؛
- ۳ معیوب بودن سامانه آب بندی پمپ روغن که باعث ورود هوا به سامانه روغن می شود؛
- ۴ مناسب نبودن گرانشی روغن؛
- ۵ گرم شدن بیش از حد روغن؛
- ۶ ورود آب به سامانه روغن؛
- ۷ ورود گاز به سامانه روغن؛
- ۸ ورود هوا به قسمت ورودی پمپ در اثر شل بودن اتصالات؛
- ۹ پایین بودن سطح روغن مخزن.

(ب) مواردی که می توانند باعث بالا رفتن فشار روغن شوند عبارت اند از:

- ۱ گرفتگی مسیرهای روغن؛
- ۲ نامناسب بودن گرانشی روغن؛
- ۳ سرد بودن روغن.

(پ) مواردی که می توانند باعث افزایش درجه حرارت روغن شوند عبارت اند از:

- ۱ کثیف بودن لوله های کولر روغن؛
- ۲ کم بودن جریان آب خنک کننده یا کم بودن فشار آب ورودی به آن؛
- ۳ نشستی آب به داخل روغن؛
- ۴ بالا بودن دمای آب خنک کننده؛
- ۵ بالا بودن دمای روغن ورودی به کولر.

(ت) مواردی که برای اندازه گیری و تصمیم در مورد آنها، الزاماً روغن باید تعویض شود عبارت اند از:

- ۱ اندازه گیری چگالی روغن؛
- ۲ اندازه گیری گرانشی روغن.

البته برای صرفه جویی و مصرف بهینه روغن و تعویض به موقع آن و همچنین کاربردهای دیگر باید با تجزیه و تحلیل^۳ کردن روغن، تصمیم به تعویض گرفته شود. با تشخیص عیوب مختلف سامانه های روانکاری، رفع اشکال آنها به سادگی امکان پذیر است.

۱- Suction Strainer

۲- Relief Valve

۳- Analysis

تجزیه و تحلیل روغن

تجزیه و تحلیل روغن از چندین سال پیش در بیشتر کشورهای پیشرفته به عنوان یک ابزار بسیار مفید و مناسب برای اهداف زیادی به کار رفته است و اجرای صحیح آن در صنایع مختلف می تواند گامی بلند و تحولی اساسی در جهت حفظ سرمایه های ملی و کاهش وابستگی ها و مصرف بهینه آن باشد.

کنترل اینکه در هنگام کار دستگاه، روغن، تمیز و بدون هرگونه آلودگی (آب، گرد و خاک، ذرات فرسایشی و...) باقی بماند، بسیار مهم و حیاتی است که این کار با تجزیه و تحلیل روغن محقق می شود. همانند خون در بدن انسان که حامل میکروب ها و بیماری ها است و با آزمایش یک نمونه آن به خیلی از بیماری ها می توان پی برد، روغن نیز این نشانه ها را به داده های ارزشمندی که به اهداف نگه داری و تعمیرات کمک می کند، تبدیل می نماید.

استخراج مداوم و منظم اطلاعات روغن از درون دستگاه ها و ماشین آلات از طریق نمونه گیری و آزمایش روغن به منظورهای زیر انجام می شود:

- ۱ حصول اطمینان از سلامت دستگاه؛
 - ۲ شناسایی عیوب احتمالی در مراحل اولیه تشکیل؛
 - ۳ شناسایی عوامل فرسایشی و استهلاک های غیرعادی؛
 - ۴ کاهش هزینه های تعمیراتی و تعویض به موقع قطعات؛
 - ۵ اقدامات اصلاحی به موقع و قبل از بروز خسارت های جدی؛
 - ۶ کمک در برنامه ریزی های تعمیراتی دستگاه ها و ماشین آلات؛
- حسن عیب یابی دستگاه ها براساس تجزیه و تحلیل روغن این است که قبل از بروز خرابی، مشکل ماشین در نطفه شناسایی می گردد و اقدامات اصلاحی مورد نیاز برای آن انجام می شود.

اصول کلی تجزیه و تحلیل روغن

روش تجزیه و تحلیل روغن شامل مراحل اجرایی زیر است:

- ۱ نمونه گیری طبق روش های استاندارد و در فواصل زمانی معین؛
- ۲ ارسال نمونه های مختلف همراه مشخصات روغن و زمان کارکرد آن به علاوه نمونه اصلی روغن مصرف شده در دستگاه، به آزمایشگاه های تجزیه و تحلیل روغن؛
- ۳ انجام آزمایش های لازم؛
- ۴ مقایسه نتایج به دست آمده با نتیجه نمونه های قبلی؛
- ۵ بررسی نوع شکل و اندازه ذرات موجود در روغن با استفاده از روش های مختلف؛
- ۶ تجزیه و تحلیل اطلاعات به دست آمده و ارائه توصیه ها و اقدامات فنی مورد نیاز؛
- ۷ انجام اقدامات پیشگیرانه و توصیه های اصلاحی لازم.

آزمایشاتی که بر روی نمونه روغن ها انجام می شود:

آزمایشاتی که بر روی نمونه روغن ها انجام می شود به دو دسته چشمی و آزمایشگاهی تقسیم می شوند:



شکل ۲۳- مقایسه چشمی روغن تمبز و کثیف

۱ بازدیدهای چشمی از روغن مصرف شده: برای این کار لازم است که حدود ۱۰۰ تا ۵۰۰ میلی لیتر روغن از مدار روغن کاری، نمونه گیری شده و در یک بطری شیشه ای ریخته شود. اگر روغن کثیف و یا رنگ مات داشته باشد باید آن را به مدت یک ساعت در دمای 40°C نگه داری نمود. حال براساس ظاهر روغن و تجربیات قبلی می توان اطلاعات مختصری از آن به دست آورد. این روش کارایی خیلی زیادی ندارد.

۲ آزمون های آزمایشگاهی

آزمون های آزمایشگاهی شامل موارد زیر است:

- ۱ آزمایش خواص فیزیکی و شیمیایی روغن و مقایسه آن با روغن نو برای ادامه کار روغن و یا تعویض آن؛
- ۲ آزمایش ذرات فلزی برای تشخیص وضعیت فرسایش قطعاتی که با روغن در تماس هستند؛
- ۳ آزمایش آلاینده های موجود در روغن.

در آزمایش خواص فیزیکی و شیمیایی روغن ها، ویژگی هایی نظیر گرانروی، خواص اسیدی و قلیایی، نقطه ریزش، آلودگی آب و... اندازه گیری می شود. مقادیر اندازه گیری شده، با مقادیر مجاز توصیه شده و مقادیری که قبلاً در شرایط مشابه اندازه گیری شده بود، مقایسه می شوند. همچنین نتایج آزمایش ها با مقادیر اندازه گرفته شده از نمونه روغن های کار نکرده مقایسه می شوند. از این نتایج می توان به مواردی پی برد که برخی از آنها عبارتند از:

- (الف) بازدید وضعیت روغن برای ادامه کار یا تعویض آن؛
- (ب) تشخیص سریع فیلترهای معیوب؛
- (ج) تأیید عملیات تمیزکاری سامانه پس از انجام تعمیرات روی دستگاه ها؛
- (د) تأیید سالم بودن آب بندها.

روانکاری پمپ ها

پمپ ها اغلب تحت فشار ناشی از عملکرد پیوسته و نیروهای شدید قرار دارند. بنابراین، کیفیت مناسب روغن و روغن کاری به موقع پمپ ها، یکی از نیازهای اولیه برای عمر طولانی و عملکرد عاری از اشکال آنها می باشد. روغن مصرفی در عملیات روغن کاری نباید حاوی ذرات خارجی و یا اسیدهای شست و شو باشد. حداقل نیازهای روغن های روان ساز مناسب، در استانداردهای مشخصی تعیین شده است. به این ترتیب تمامی عرضه کنندگان روغن های روان ساز در تلاش هستند که محصولات خود را بر این اساس طبقه بندی نموده و محصولی ارائه نمایند که از این استانداردها پیروی نماید. شکست در زمینه روان سازی و روغن کاری (عدم نگهداری بهینه، استفاده از روان سازهایی با کیفیت نامناسب، نشستی و...) می تواند موجب بالا رفتن دمای سطح پوشش پمپ تا میزان غیرقابل قبولی شود.

معمولاً یاتاقان های ضد اصطکاک پمپ ها، با گریس صابون لیتیم روان سازی می شوند. در صورت کارکردن مداوم پمپ، هر ۴ ماه یکبار گریس را تجدید و روان سازی نمایید و لازم است مقدار گریس حدود نیمی

از محفظه پوشش یاتاقان باشد. البته می‌توان با استفاده از توده گریس روی پوشش یاتاقان، آن را بار دیگر روان‌سازی نمود. تعداد دیگری از پمپ‌ها از روانکارهای مایع استفاده می‌کنند و پس از اتمام زمان سرویس‌دهی پیشنهادی از طرف سازندگان روانکارها، روغن روانکاری باید تعویض شود. برای تعویض روغن در روان‌سازی یا روغن کاری پمپ‌ها به ترتیب زیر عمل کنید:

روغن روان‌سازی می‌تواند موجب بروز حساسیت پوستی و التهاب چشم شود. لذا تمام نکات ایمنی لازم را که از سوی شرکت سازنده ذکر شده است، رعایت نمایید.

نکته ایمنی



۱ پمپ را خاموش کنید.

۲ یک سینی در زیر گذرگاه روغن بگذارید تا تمام روغن به‌طور ایمن خارج و جمع‌آوری شود.

۳ سرپوش پیچ را برداشته و روغن را کاملاً تخلیه و تجهیزات را تمیز و خشک کنید. بار دیگر سرپوش را محکم ببندید.

۴ شبکه‌بندی یاتاقان را طبق توضیحات دستورالعمل روانکاری پمپ مربوطه، با روغن جدید پر کنید.

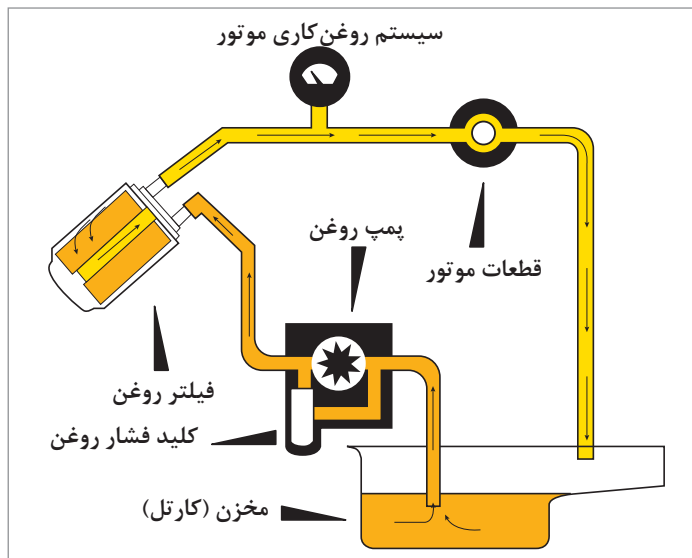
مثلاً در پر کردن روغن با مخزن دارای سطح ثابت در روانکاری پمپ‌ها به این صورت عمل کنید: پیچ نگه‌دارنده را شل کرده و بطری روغن را از مخزن سطح ثابت خارج کنید. سرپوش پر کردن روغن را بردارید. بین یاتاقان و اجزای پمپ را با روغن پر کنید تا جایی که پوشش یا مخزن سطح ثابت، شروع به بالا آمدن کند. سپس بطری را با همان نوع روغن پر کرده و آن را فشار دهید تا روی پوشش یا لوله محافظ مخزن سطح ثابت، متوقف شود. این روش را تا پر شدن حداقل دو سوم مخزن ادامه داده و سپس با پیچ نگه‌دارنده آن را محکم کنید. سرپوش پر کردن مخزن را پیچیده و محکم کنید. میزان روغن داخل بطری را به دفعات بررسی کرده و در صورت لزوم باز هم آن را پر کنید.

استفاده از روغن مصرف‌شده باید مطابق با مقررات و اصول قانونی صورت پذیرد و همچنین به هیچ‌وجه نباید آن را داخل فاضلاب ریخت.

زیست
محیطی



روغن کاری موتور خودرو: روغن کاری موتور، به وسیله روغن موجود در مخزن صورت می‌گیرد. روغن موتور که بین ۴ تا ۶ لیتر است توسط پمپ مکیده شده و پس از تصفیه به وسیله صافی، با فشار معینی به مدار روغن کاری ارسال شده و سپس به یاتاقان‌های اصلی و فرعی هدایت می‌گردد (شکل ۲۴).

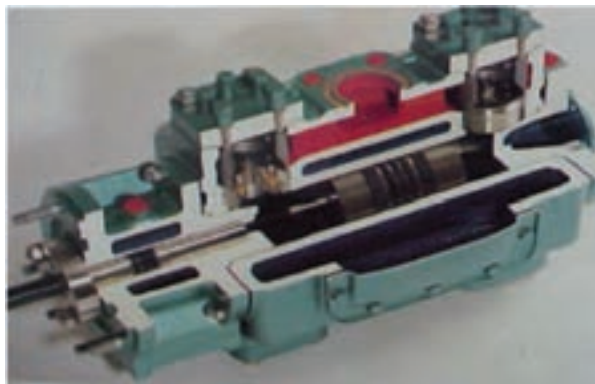


شکل ۲۴- سامانه روغن کاری موتور

با توجه به کاربرد فراوان انواع و اقسام دمنده‌ها^۱ و کمپرسورها^۲ در صنایع مختلف کشور، آشنایی هرچه بیشتر متخصصین تعمیر و نگهداری و کارکنان واحدهای عملیاتی با این تجهیزات امری ضروری است.

کمپرسورها

دمنده اصطلاحاً به دستگاه‌هایی اطلاق می‌شود که برای جابه‌جا کردن حجم متوسط گاز با فشارهای کم و تا حدود ۳ بار، مورد استفاده قرار می‌گیرند. دمنده‌ها و کمپرسورها از لحاظ ساختمان و اصول کار بسیار شبیه به هم می‌باشند. کمپرسور به دستگاه‌هایی گفته می‌شود که برای فشرده کردن و انتقال گازها مورد استفاده قرار می‌گیرند (شکل ۲۵). بسته به نوع و ساختمان کمپرسورها، از آنها برای حجم‌ها و فشارهای مختلفی استفاده می‌شود. معمولاً اختلاف فشار گاز ورودی و خروجی کمپرسورها بیشتر از ۳ بار است. البته کمپرسورها و دمنده‌ها خیلی به هم شبیه‌اند و گاهی ممکن است یک دستگاه در یک واحد به عنوان دمنده و در واحد دیگر به عنوان کمپرسور شناخته شود.



شکل ۲۵- نمای داخلی یک کمپرسور

کمپرسورها دستگاه‌هایی هستند که در بیشتر مراکز صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرند. برخی از انواع کمپرسورها و موارد کاربرد آنها در صنایع نفت به شرح زیر می‌باشد:

- ۱ کمپرسورهای هوا^۱: برای تولید هوای فشرده مورد نیاز سامانه‌های ابزار دقیق، واحدهای عملیاتی و ماشین‌آلات و ابزارهایی که با هوای فشرده کار می‌کنند مورد استفاده قرار می‌گیرند و بیشترین فشار خروجی آنها ۸ بار است.
- ۲ کمپرسورهای جبرانی^۲: این کمپرسورها در پالایشگاه‌ها برای فشرده کردن گاز هیدروژن با فشارهای زیاد تا حدود ۲۰۰ بار جهت تزریق هیدروژن به راکتورهای واحدهای آیزوماکس (واحد شکستن هیدروژنی) مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این شرایط معمولاً از کمپرسورهای نوع رفت و برگشتی پیستونی استفاده می‌شود.
- ۳ کمپرسورهای گاز گردشی^۳: این کمپرسورها برای چرخش گاز هیدروژن در داخل سامانه راکتور واحدهای آیزوماکس و تبدیل کاتالیزگری مورد استفاده قرار می‌گیرند. با توجه به ناخالصی گاز و شدت جریان بالای آن معمولاً از کمپرسورهای گریز از مرکز استفاده می‌شود.
- ۴ کمپرسورهای گاز مایع (LPG): این کمپرسورها برای فشرده کردن و جابه‌جا نمودن گازهایی مثل C_1 ، C_2 ، C_3 و... مورد استفاده قرار می‌گیرند و معمولاً از کمپرسورهای نوع رفت و برگشتی هستند.
- ۵ کمپرسورهای ازت^۴ یا نیتروژن: این کمپرسورها برای پر کردن گاز نیتروژن به داخل مخازن مربوطه جهت مصارف عملیاتی گازدایی و تمیزکاری^۵ مسیرهای لوله‌کشی و دستگاه‌ها و همچنین شارژ کردن کپسول‌های نیتروژن در آتش‌نشانی مورد استفاده قرار می‌گیرند و غالباً از نوع کمپرسورهای دیافراگمی هستند.
- ۶ کمپرسورهای تزریقی: این کمپرسورها برای تزریق گاز به داخل چاه‌های نفت مناطق نفت‌خیز به منظور راندن نفت خام به داخل لوله‌های خروجی از چاه‌های نفت مورد استفاده قرار می‌گیرند.
- ۷ کمپرسورهای سامانه‌های سرمایه‌ایش: این کمپرسورها روی خنک‌کننده‌ها و سامانه‌های تهویه مطبوع و نیز برای عملیات خنک‌کاری مورد استفاده قرار می‌گیرند و غالباً از نوع کمپرسورهای رفت و برگشتی هستند.

طبقه‌بندی کمپرسورها

کمپرسورها از لحاظ اصول کار به سه دسته کلی طبقه‌بندی می‌شوند:

- کمپرسورهای جنبشی^۶؛
- کمپرسورهای جابه‌جایی مثبت^۷؛
- کمپرسورهای حرارتی^۸.

۱- Air Compressors

۲- Make Up

۳- Recycle Gas

۴- Nitrogen

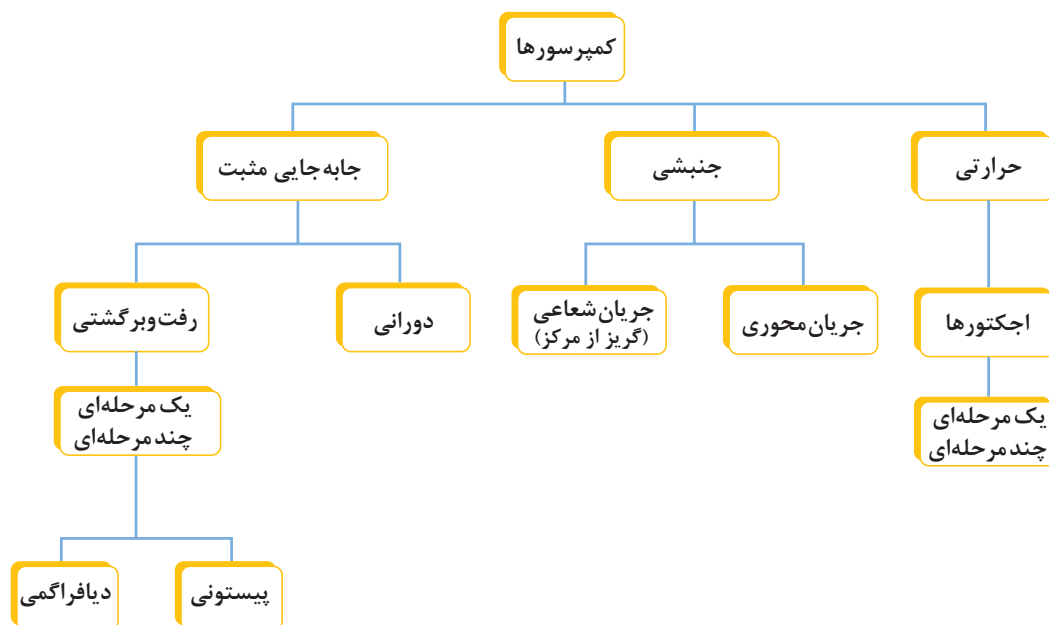
۵- Purging

۶- Dynamic Compressors

۷- Positive Displacement Compressor

۸- Thermal Compressors

هر کدام از این کمپرسورها، مطابق نمودار زیر به انواع دیگری طبقه‌بندی می‌شوند.



شکل ۲۶- طبقه‌بندی انواع کمپرسور

در ادامه برای آشنایی بیشتر، اصول کار چند نمونه از کمپرسورها شرح داده می‌شود.

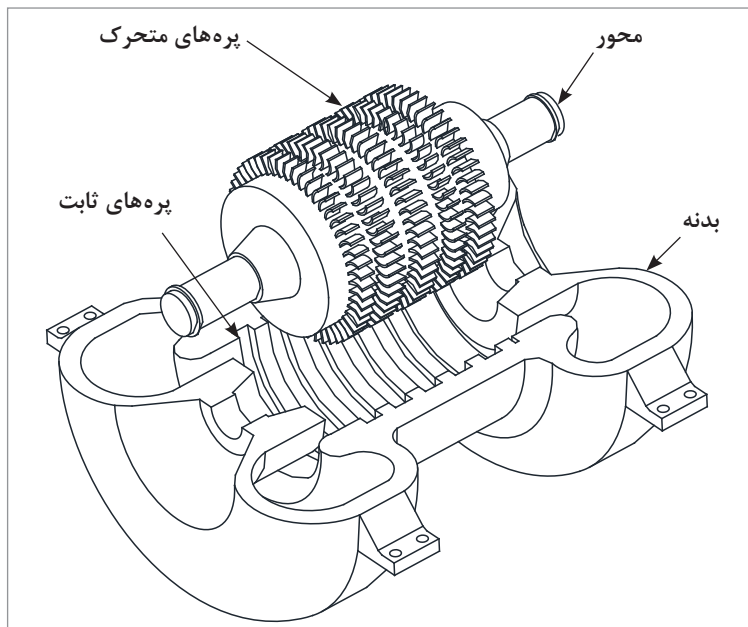
کمپرسورهای جنبشی

این نوع کمپرسورها، با سرعتی که توسط پره‌های دوار کمپرسور ایجاد می‌شود، عملیات بالا بردن فشار گاز را توسط حرکت دینامیکی انجام می‌دهند و باعث بالا بردن انرژی جنبشی گاز می‌شوند. این نوع کمپرسورها از لحاظ جریان گاز خروجی از پره‌ها در دو دسته کمپرسورهای جریان محوری^۱ و شعاعی^۲ طبقه‌بندی می‌شوند:

کمپرسورهای جریان محوری: اصول کار این نوع کمپرسورها براساس حرکت دادن گاز توسط پره‌های دوار است. بیشترین استفاده این نوع کمپرسورها، در توربین‌های گازی و برای مواردی است که نیاز به جریان زیاد گاز است. معمولاً فشار خروجی این دسته از کمپرسورها کم و متوسط است. شکل ۲۷ طرح ساده‌ای از این نوع کمپرسور را نشان می‌دهد.

۱- Axial Flow Copressor

۲- Radial Flow Copressor



شکل ۲۷- کمپرسورهای جریان محوری

کمپرسورهای جریان شعاعی: این نوع کمپرسورها به کمپرسورهای گریز از مرکز معروف هستند و اصول کار آنها استفاده از نیروی گریز از مرکز برای بالابردن انرژی جنبشی گاز است. این عمل توسط پره های نصب شده بر روی پروانه صورت می گیرد. در این نوع کمپرسورها، عامل اصلی انتقال انرژی، پروانه کمپرسور است که روی محور نصب می شود و با آن می چرخد و پس از وارد شدن سیال به چشمه پروانه، وارد دور پروانه می شود و پس از قرار گرفتن در نوک پروانه توسط نیروی گریز از مرکز اعمال شده، از پروانه جدا می شود و وارد محفظه اطراف آن می شود تا انرژی جنبشی دریافت شده به انرژی فشاری تبدیل شود. این نوع کمپرسورها بیشترین کاربرد را در صنایع دارند و از آنها برای فشرده کردن هوا و گازهای دیگر در حجم ها و فشارهای مختلف استفاده می شود. در بعضی از کمپرسورها برای جلوگیری از تماس مستقیم و اصطکاک قطعات ثابت و متحرک، با ایجاد یک لایه نازک روغن روانکاری که همراه گاز وارد کمپرسور می شود، از تماس و اصطکاک قطعات ثابت و متحرک جلوگیری می شود. بر این اساس، کمپرسورها به دو دسته تقسیم می شوند:

۱- کمپرسورهای بدون روغن^۱؛

۲- کمپرسورهای روغنی^۲.

در کمپرسورهای روغنی به دلیل کمتر بودن فاصله بین قطعات ثابت و متحرک، به گازی (هوایی) که وارد کمپرسور می شود، روغن تزریق می کنند تا بین قطعات ثابت و متحرک یک لایه روغن به وجود آید و از تماس قطعات جلوگیری شود. روغن تزریق شده مجدداً در قسمت خروجی کمپرسور از گاز یا هوای خروجی توسط سامانه های جداکننده روغن و گاز^۳، جدا می شود و جهت روغن کاری قطعات دوباره وارد چرخه اصلی خود می شود که گاهی هم نیاز به اضافه کردن روغن به داخل مخزن می باشد.

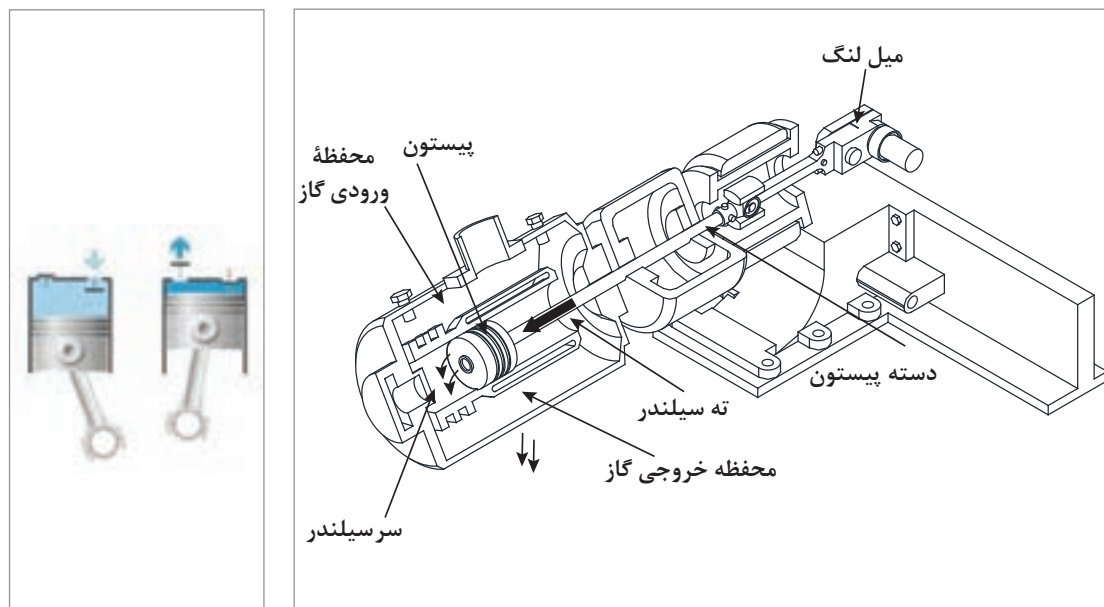
۱- Oil Free Compressor

۲- Oil Compressor

۳- Separator

کمپرسور رفت و برگشتی نوع پیستونی

در این نوع کمپرسورها، حرکت رفت و برگشتی پیستون در داخل سیلندر، باعث تغییر حجم داخلی آن و مکش گاز به داخل سیلندر می‌شود. در مرحله تراکم، این کاهش حجم سیلندر در اثر حرکت پیستون به سمت جلو باعث افزایش فشار داخل سیلندر (متراکم شدن گاز) و نهایتاً خارج شدن گاز با فشار بالا از داخل سیلندر در مسیر خروجی کمپرسور می‌شود. در شکل ۲۸ طرح ساده‌ای از یک کمپرسور رفت و برگشتی نوع پیستونی نشان داده شده است:



شکل ۲۸- کمپرسور رفت و برگشتی نوع پیستونی

کمپرسورها از لحاظ تعداد مراحل، به دو دسته یک مرحله‌ای^۱ و چند مرحله‌ای^۲ طبقه‌بندی می‌شوند. برای مواردی که حجم زیاد گاز و با فشار بالا مورد نیاز است، باید از کمپرسورهای چند مرحله‌ای استفاده کرد، بدین معنی که افزایش فشار گاز در چندین مرحله انجام می‌شود.

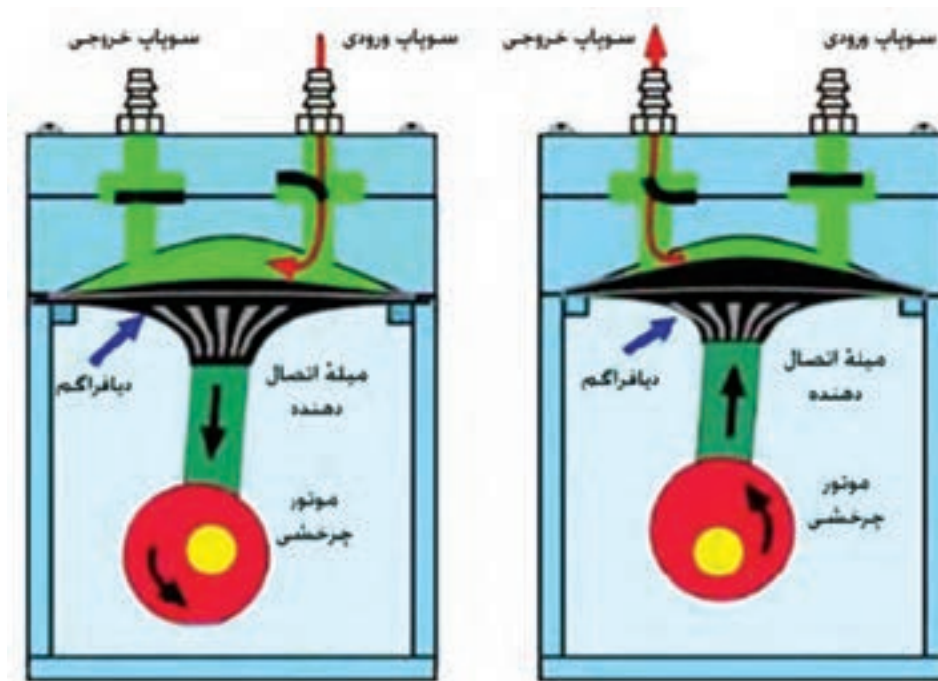
کمپرسورهای دیافراگمی^۳

اصول کار این نوع کمپرسورها نیز مانند کمپرسورهای پیستونی براساس تغییرات حجم داخل کمپرسور است که توسط حرکت رفت و برگشتی دیافراگم انجام می‌شود. با توجه به ظرفیت پایین کمپرسورهای دیافراگمی و نیز عدم تحمل فشارهای زیاد توسط غشاهای، کاربرد این نوع کمپرسورها محدود است. این تجهیزات بیشتر برای جابه‌جا کردن، فشردن، برای پر کردن کپسول گازهایی نظیر اکسیژن به کار می‌روند. در شکل ۲۹ طرح ساده‌ای از ساختمان داخلی یک کمپرسور دیافراگمی نشان داده شده است.

۱- Single Stage Compressors

۲- Multistage Compressors

۳- Diaphragm Compressor



شکل ۲۹- ساختمان داخلی کمپرسور دیافراگمی

برای کنترل کردن مسیرهای ورودی و خروجی گاز، از شیرهای کمپرسور (سوپاپ‌ها) استفاده می‌شود. شیرها از مهم‌ترین قطعات کمپرسورهای رفت و برگشتی می‌باشند که خراب شدن آنها باعث عدم آب‌بندی و برگشت مجدد گاز به داخل آن و گرم شدن آن و نهایتاً کاهش ظرفیت و جریان کمپرسور می‌شود و در نهایت عملکرد نامناسب آنها نیز باعث کاهش کارایی کمپرسور می‌شود.

کمپرسورهای حرارتی^۱

از آنجایی که حرارت دادن گاز باعث افزایش جنبش مولکول‌ها و افزایش فشار در حجم ثابت می‌شود (مثل دیگ‌های زودپز که برای پختن غذا از آنها استفاده می‌شود)، در بعضی از فرایندها که با چرخه‌گازی کار می‌کنند، از این سامانه‌ها استفاده می‌شود و بالا بردن فشار گاز در این سامانه‌ها با حرارت دادن گاز انجام می‌شود. اجکتورها^۲ جزو دسته کمپرسورهای حرارتی طبقه‌بندی می‌شوند و ساختمان و اصول کار آنها با کمپرسورهای معمولی متفاوت است. اجکتورها به صورت یک شیپور همگرا - واگر هستند که با سرعت گرفتن سیال عبوری از آنها، خلأ ایجاد می‌شود. با استفاده از خلأ ایجاد شده، بخارها از داخل سامانه‌ی مربوطه مکیده شده و از آنجا خارج می‌شوند. از اجکتورها برای کاربردهایی نظیر تخلیه‌ی آب حوضچه‌ها با استفاده از آب آتش‌نشانی استفاده می‌شود.

۱- Thermal Compressor

۲- Ejectors

سامانه‌های روغن کاری کمپرسورها

کمپرسورها را با استفاده از سامانه پاششی ساده و سامانه‌های تغذیه اجباری به کمک پمپ، روغن کاری می‌کنند. در کمپرسورهای کوچک فقط از سامانه روغن کاری پاششی استفاده می‌شود اما در کمپرسورهای نیمه‌بسته و باز، روغن کاری توسط پمپ روغن انجام می‌گیرد.

به دلیل اهمیت روغن کاری باید از وجود روغن کافی در کمپرسور مطمئن شد؛ به همین منظور بر روی بدنه کمپرسور شیشه‌ای قرار دارد تا بتوان سطح روغن داخل کمپرسور را بازدید نمود و در صورت پایین آمدن سطح روغن از اندازه تعیین شده، نسبت به جبران آن اقدام نمود.

همچنین برای اطمینان از کار صحیح پمپ روغن، از کلید پایش فشار استفاده می‌شود تا در صورت خراب شدن پمپ روغن و نبودن فشار مناسب برای روغن کاری اجزای کمپرسور، توسط آن کمپرسور خاموش شود. روانکاری بین جداره‌های رینگ‌ها و داخل سیلندر کمپرسورهای رفت و برگشتی، با استفاده از سامانه‌های روغن کاری قطره‌ای انجام می‌شود. همچنین برای جلوگیری از برگشت گاز کمپرسور به داخل لوله‌های روغن، معمولاً از شیر یک‌طرفه^۱ استفاده می‌شود تا از عکس شدن جریان گاز به داخل روغن که گاهی می‌تواند خطرناک هم باشد، جلوگیری شود.

در بیشتر کمپرسورها جهت افزایش ایمنی سامانه روغن کاری از یک پمپ قطره‌ای که لوله ورودی آن در داخل مخزن کمی بالاتر از لوله پمپ‌های دیگر است و همراه با بقیه پمپ‌ها کار می‌کند، استفاده می‌شود.

بازرسی معمول راه‌اندازی اولیه و پس از تعمیرات اساسی کمپرسورهای رفت و برگشتی

در راه‌اندازی اولیه و یا پس از هر بار تعمیرات اساسی کمپرسورهای رفت و برگشتی، باید تمیزکاری کلی اطراف کمپرسور و بازرسی سرپوش‌ها برای جلوگیری از نفوذ اجسام خارجی به داخل سامانه روغن و کمپرسور انجام شود. این بازدیدها شامل بازرسی سامانه روغن کاری سیلندرها نیز می‌باشد.

مهم‌ترین عامل در کارایی دستگاه‌ها، انتخاب صحیح نوع روغن و سامانه روانکاری است. این سامانه شامل روغن کاری قسمت‌های ثابت و متحرک داخل سیلندر (سامانه روغن کاری قطره‌ای) نیز می‌باشد که در راه‌اندازی اولیه و پس از هر بار تعمیرات اساسی کمپرسورها باید مورد توجه قرار گیرند.

نکات مورد توجه در راه‌اندازی اولیه و بعد از تعمیرات کمپرسورها

۱ اطمینان از تمیز بودن و عاری بودن سرپوش‌ها و قسمت‌های مختلف از خاک، شن و دیگر آلودگی‌ها که در صورت نیاز به تمیزکاری باید با پارچه‌ای بدون نخ‌های آزاد (بدون پرز) و با مایع تمیزکننده پاک شوند. به منظور سهولت انجام کار معمولاً داخل کمپرسورها رنگ سفید زده شده است تا آلودگی‌ها و اجسام خارجی به راحتی قابل دیدن باشند.

۲ هنگام شست‌وشوی لوله‌های داخلی^۱ و بدنه کمپرسورها و دیگر ماشین‌آلات، از روغن‌هایی باید استفاده شود که غلظت آن کمتر از غلظت روغن اصلی سفارش‌شده کارخانه باشد تا قابلیت نفوذ و حرکت آن در کلیه منافذ بهتر باشد. لازم به توضیح است که با توجه به نوع روغن‌های حفاظتی استفاده‌شده، نوع روغن برای شست‌وشو و تمیزکاری مسیرهای روغن توسط کارخانه سازنده پیشنهاد می‌گردد.



شکل ۳۰- سامانه تمیزکاری کمپرسور

۳ هنگام شست‌وشو و تمیزکاری مسیرهای روغن، باید کلیه مسیرهای ورودی روغن به یاتاقان‌ها باز شوند و ابتدا مسیرهای لوله‌کشی پمپ، کولرها، فیلترها و... تمیز گردند. در این مرحله، افت فشار روغن در داخل فیلترها باید به دقت تحت نظر قرار گیرد و با افزایش افت فشار، فیلترها بازرسی شده و برای تمیزکاری و یا تعویض آنها اقدام شود.

۴ هنگام عملیات شست‌وشو و تمیزکاری مسیرهای روغن، هر پانزده دقیقه یک بار میل‌لنگ را باید یک چهارم دور چرخاند.

۵ کلیه اتصالات و سامانه‌های روغن باید از نظر نشتی مورد بازرسی قرار گیرند.

۶ پس از اتمام کار شست‌وشو و تمیزکاری، روغن کثیف داخل سامانه تخلیه شده و روغن پیشنهادی کارخانه سازنده به داخل محفظه روغن ریخته می‌شود و سطح آن تنظیم می‌شود. پس از شارژ روغن، موتور برقی یدک به کار انداخته می‌شود و سپس به اندازه حجم روغن کم شده که درون لوله‌ها، کولرها و... رفته است، مجدداً مخزن روغن تا ارتفاع مشخص شده پر می‌شود.

۷ اطمینان از تنظیم بودن و کالیبره بودن تمامی شیرهای کنترل^۲، نشان‌دهنده‌های فشار^۳، نشان‌دهنده‌های درجه حرارت، ترموکوپل‌ها، کلیدها و... .

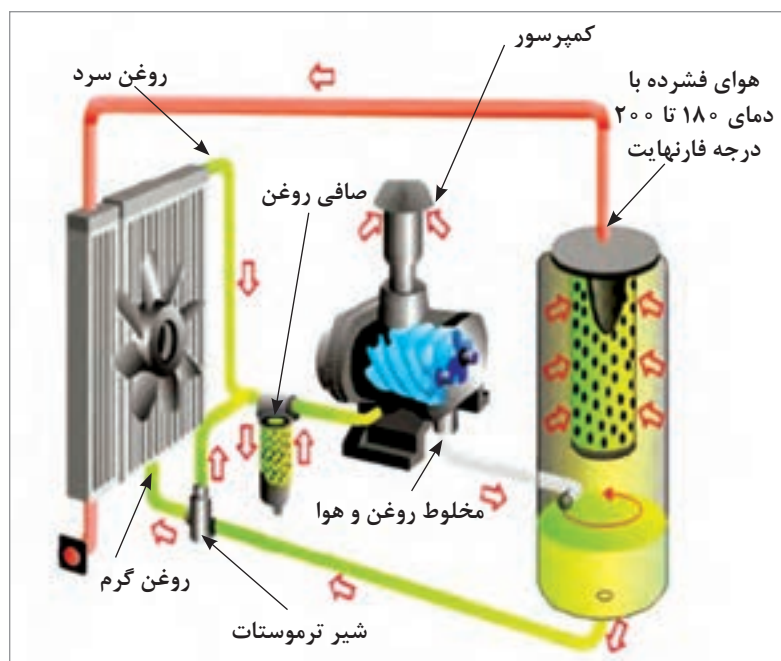
۸ بازدید کلیه کلیدهایی که به وسیله عامل فشار و دما تغذیه می‌شوند.

۱- Flushing

۲- Control Valve

۳- Pressure Gauge

- ۹ بازدید شیرهای یک طرفه و اطمینان از جهت صحیح نصب آنها.
- ۱۰ بازدید کلیه شیرهای اطمینان روغن^۱ طبق تنظیمات توصیه شده و زمان مقرر برای هر کدام از آنها.
- ۱۱ اطمینان از کارکرد مناسب گرمکن‌های روغن (برقی و بخاری) و نحوه عمل کردن آنها در دمای مناسب.
- ۱۲ هواگیری کلیه مسیرهای روغن اعم از فیلترها، کولرها و



شکل ۳۱- چرخه گردش روغن در کمپرسور

فیلم آموزشی روانکاری کمپرسورها اضافه شود.

فیلم



موارد قابل توجه در سامانه روانکاری کمپرسور:

- بازبینی منظم فشار و دما هنگام کار و خاموشی دستگاه‌ها هر ۶ ماه یک بار؛
- بازرسی سطح روغن هنگام خاموشی دستگاه؛
- تعویض روغن در صورت کثیف شدن روغن؛
- تمیز کردن صافی روغن در هنگام تعویض روغن.

مواردی که باید در هنگام روانکاری مورد توجه قرار گیرند عبارت‌اند از:

- تعداد و محل‌های روانکاری هر دستگاه؛
- نحوه و روش روانکاری (استفاده از پمپ، گریس پمپ، قیف، برس مویی، حجم و میزان روانکار)؛
- نوع روانکار.

تمیزکاری و شست‌وشوی سامانه‌های روانکاری

پایش تمیزی روغن در میان صاحبان تجهیزات امری کاملاً پذیرفته‌شده است و در قالب برنامه‌های تعمیر و نگهداری دوره‌ای و منظمی مانند تمیزکاری لوله‌ها، مخازن، دستگاه‌های خنک‌کننده و غیره انجام می‌گیرد. آلودگی روغن با کاهش کارایی و طول عمر روغن، عملکرد دستگاه‌ها را تحت تأثیر قرار داده و هزینه‌های سنگینی را تحمیل خواهد کرد. در این راستا یکی از روش‌های مؤثری که موجب بهبود کارایی روغن می‌شود، شست‌وشوی سامانه روانکاری با استفاده از روغن شست‌وشو است. معقول‌ترین و مؤثرترین روش بازرسی شرایط روغن، پایش مناسب روانکار و سامانه روانکاری است که براساس یک برنامه صحیح و دقیق تجزیه و آزمون روغن، تنظیم شده باشد. در این روش علاوه بر اندازه‌گیری مشخصات اصلی روانکار، به سؤالاتی مانند تمایل روانکار به ایجاد لجن و عوامل دیگر که موجب کاهش عمر روغن در هنگام کارکرد می‌شوند، با بررسی شرایط عمومی و مواد موجود در روانکار، پاسخ داده می‌شود.

پرسش اصلی این است که وقتی رسوب، لجن یا آلودگی‌های ناشی از زنگ‌زدگی قطعات در سامانه روغن به وجود می‌آید یا زمانی که سامانه روانکاری یک واحد تازه راه‌اندازی شده به واسطه آلودگی‌های شیمیایی یا مکانیکی در حال صدمه دیدن است چه باید کرد؟ با حجم بالای ذرات ساینده ناشی از خرابی و سایش شدید اجزای سامانه نظیر یاتاقان‌ها چه باید کرد؟

برای عملکرد بدون مشکل سامانه، آلودگی‌ها باید از سامانه روانکاری حذف شوند. به هر حال، زمانی که در شرایط حاد، نوع و میزان این ذرات آلاینده، بیشتر از ظرفیت جداسازی فیلترها شود، عملکرد آتی اجزا تهدید شده و عملکرد سامانه دچار مشکل خواهد شد. در این شرایط، روش‌های نگهداری استاندارد به تنهایی کافی نیستند بلکه در کنار اقدامات تعریف شده، شست‌وشوی کامل سامانه با شوینده‌ای مناسب، به گونه‌ای که سیال شست‌وشو، تلاطم کافی داشته باشد نیز باید انجام شود. اگر پس از انجام این کارها، روغن مورد استفاده همچنان ویژگی‌های موردنظر را در سطح مناسب تأمین نکند، روانکار را باید تعویض نمود.

از آنجایی که انجام عملیات تمیزکاری سامانه روانکاری در ضمن انجام تعمیرات اساسی سالیانه یا در واحدهایی که تازه راه‌اندازی شده‌اند، مشکل است، روش‌های متنوعی مانند سنبه‌زنی، شست‌وشوی شیمیایی (با استفاده از حلال‌ها، مواد افزودنی و غیره)، دمیدن بخار به داخل سامانه و یا استفاده از روش‌های متنوع شست‌وشو با روغن، در این خصوص مورد استفاده قرار می‌گیرند. استفاده از این روش‌ها در سامانه‌های خیلی آلوده نتایج مطلوب و در عین حال مقرون به صرفه‌ای را از نظر زمان و هزینه به دست نمی‌دهند و حتی اگر نتیجه‌ای هم حاصل شود غالباً ناپایدار بوده و پس از مدت نسبتاً کوتاهی از بین می‌رود و نیاز به تمیزکاری‌های بعدی نیز وجود خواهد داشت.



شکل ۳۲- رسوبات ناشی از تخریب روغن و خوردگی قطعات

روغن یا خوردگی قطعات ایجاد شوند. در فرایندهایی که گاز فشرده مورد استفاده قرار می‌گیرد، گاز مقادیری از ناخالصی را با خود حمل می‌کند و می‌تواند با عبور از آب‌بندها با روغن پایه و یا مواد افزودنی روغن واکنش دهد. این آلودگی‌ها در داخل سامانه روانکاری جمع شده و رسوبات مختلفی را بر جای می‌گذارند.

ناخالصی‌ها دلیل اصلی سایش زودرس قطعات هستند و می‌توانند موجب توقف کامل سامانه شوند. آسیب‌پذیرترین دستگاه‌ها پمپ‌ها، خنک‌کننده‌های روغن، فیلترها و مخازن هستند. تمیزکاری یک سامانه روانکاری، کار آسانی نیست. تمیزکاری هیدرودینامیک با استفاده از پاشش آب با فشار بالا و به دنبال آن شست‌وشو با استفاده از جریان بسیار متلاطم روغن، روش ارزشمند و مفیدی است که جایگزین روش‌های قدیمی شده است. شست‌وشو با روغن بعد از فرایند آب‌شویی بسیار مؤثرتر و سریع‌تر خواهد بود. این امر اجازه می‌دهد تا یک برنامه منظم و بدون وقفه برای شروع به کار سامانه تنظیم گردد و نیازی به صرف زمان زیاد برای انجام شست‌وشو نخواهد بود. با اجرای این روش، امکان تعمیر و نگهداری سامانه به صورت مؤثر و فعال وجود خواهد داشت. این روش برای محیط‌زیست نیز زیان‌آور نیست چرا که آب یک حلال طبیعی و تمیز است و آب خروجی از سامانه نیز حاوی آلاینده‌های متصل به دیواره داخلی قطعات همراه با مقادیر بسیار کم روغن موجود در سامانه است. بسته به میزان دقت و کیفیت مورد استفاده در این روش، ضمانت بلندمدت‌تری برای تمیزی سامانه وجود خواهد داشت.

فعالیت
عملی ۱۰



انجام چند نمونه روانکاری

با استفاده از روانکارهای تهیه‌شده، روانکاری تجهیزات در دسترس خود مانند کولر، چرخ خیاطی، صندلی، لولاهای درها و... را انجام دهید.

فعالیت
عملی ۱۱



بازدید از مراکز صنعتی

با هماهنگی هنرآموز خود از مراکزی که دارای پمپ و کمپرسور هستند، بازدیدی به عمل آورید. در مورد آنها و سامانه‌های روانکاری گزارشی تهیه کنید.

پرسش



- ۱ روانکاری را تعریف کنید.
- ۲ اهمیت روانکاری در صنعت را شرح دهید.
- ۳ انواع روانکارها را نام ببرید.
- ۴ ویژگی‌های انواع روغن‌ها را بنویسید.
- ۵ خواص فیزیکی و شیمیایی روغن‌ها را نام ببرید.
- ۶ گراندرویی را شرح دهید.
- ۷ نقطه ریزش و ابری شدن را تعریف کنید.
- ۸ تفاوت گریس‌ها با روغن‌ها را بنویسید.
- ۹ چند نمونه کاربرد روانکارهای گازی را نام ببرید.
- ۱۰ خواص نانوروانکارها را بنویسید.
- ۱۱ در کدام روش از تمیزکاری یک سامانه روانکاری، احتمال آسیب زدن به محیط‌زیست کمتر است.

ارزشیابی شایستگی روانکاری تجهیزات

<p>شرح کار: چگونگی استفاده از تجهیزات کارگاهی را بداند و کار داده شده را با دقت انجام دهد. هنگام کار مراقب باشد که دستگاه صدمه نبیند. پس از انجام کار وسایل را تمیز و سالم در حالت اولیه قرار دهد.</p>			
<p>استاندارد عملکرد: تهیه چند نمونه مایع خنک کننده و انجام خنک کاری تجهیزات و حفظ ایمنی سامانه های خنک کاری طبق دستورالعمل</p>			
<p>شاخص ها:</p> <p>۱ رعایت مسائل ایمنی حین کار ۲ انجام کار طبق دستورالعمل</p>			
<p>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: شرایط مکان: کارگاه ایمن و مجهز شرایط دستگاه: سرویس شده زمان: یک جلسه آموزشی ابزار و تجهیزات: وسایل ایمنی شخصی، تجهیزات لازم کارگاهی</p>			
<p>معیار شایستگی:</p>			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تهیه چند نمونه روغن روان کننده	۲	
۲	روانکاری پمپ ها	۱	
۳	روانکاری کمپرسورها	۱	
۴	نظافت محیط و تجهیزات	۱	
	<p>شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشتی، توجهات زیست محیطی و نگرش: ۱- ایمنی: انجام کار کارگاهی با رعایت موارد ایمنی و استفاده از وسایل ایمنی شخصی. ۲- نگرش: صرفه جویی در مواد مصرفی. ۳- توجهات زیست محیطی: جلوگیری از صدمه زدن به محیط زیست از طریق انجام کار بدون ریخت و پاش. ۴- شایستگی های غیرفنی: ۱- اخلاق حرفه ای ۲- مدیریت منابع ۳- محاسبه و کاربست ریاضی. ۵- مستندسازی: گزارش نویسی</p>		۲
<p>میانگین نمرات</p>			*
<p>* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.</p>			