بسمه تعالی

تعریف اصطحکاک:

دید کلی:

- اصطحکاک پدیده ای است که در مرز بین جامدات ،مایعات و گازها، همچنین در داخل آنها دیده می شود.
- در تحلیل اصطحکاک در شاره ها (مایعات و گازها)،خاصیت چسبندگی آنها توجه می شود.
- آیا بدون اصطحکاک امکان راه رفتن برای ما و اتومبیل یا دوچرخه امکان پذیر است ؟
- کارکرد اصطحکاک همیشه بگونه ای است که از لغزیدن سطوح مجاور نسبت به یکدیگر جلوگیری میکند. نیروی اصطحکاک با سطحی که نسبت به هم میلغزند، موازی است.جهت نیروی اصطحکاک ممکن است در جهت حرکت یا در خلاف جهت حرکت باشد .

وقتی که جسمی می خواهد بر روی جسمی دیگر بلغزد، نیروی مقاومی در سطح در سطح تماس دو جسم در خلاف جهت حرکت چدید می آید که این نیرو از حرکت جسم جلوگیری می کند.این نیرو را نیروی اصطحکاک گویند. البته لازم به ذکر است که این نیرو در لحظه شروع حرکت را نیروی اصطحکاک ایستایی می گویند. اما در طول حرکت جسم نیز وجود دارد که در این حالت نیروی اصطحکاک لغزشی می گویند.

مدل ریاضی اصطحکاک

با اندازه گیری نیروها می توان به مدل ریاضی ساده ای برای نیروی اصطحکاک دست یافت . نخست، همانگونه که انتظار می رود، اصطحکاک بستگی به فشاری دارد که سطوح به یکدیگر وارد می کنند. نیروی اصطحکاک به مساحت کل سطح تماس بستگی دارد، اما از آنجا که فشار از تقسیم نیروی عمودی بر مساحت سطح تماس به دست می آید ، $p=F_N/A$، که در آن F_N نیروی عمودی و A مساحت سطح تماس است، پس از ضرب این دو عامل بدست می آید :

$PA=F_NA$ ~ نیروی اصطحکاک

برای سطوح در حال حرکت داریم $\mu_k F_N$ = نیروی اصطحکاک

که در انها μ ثابتی است که ضریب اصطحکاک جنبشی نامیده می شود.

برای سطوحی که نسبت به هم ساکن هستند بهتر است که این رابطه به صورت نیروی اصطحکاک $\ll \mu_s F_N$ نوشته شود. که در آن μ_s ضریب اصطحکاک ایستایی است و مقدار آن عموما از μ_k بیشتر است. نیروی اصطحکاک ، برای سطوحی که نسبت به هم ساکن هستند، نمی تواند از $\mu_s F_N$ تجاوز کند ، اما از نیرویی که به مازات سطح اعمال می شود ، نیز نمی تواند فراتر رود.

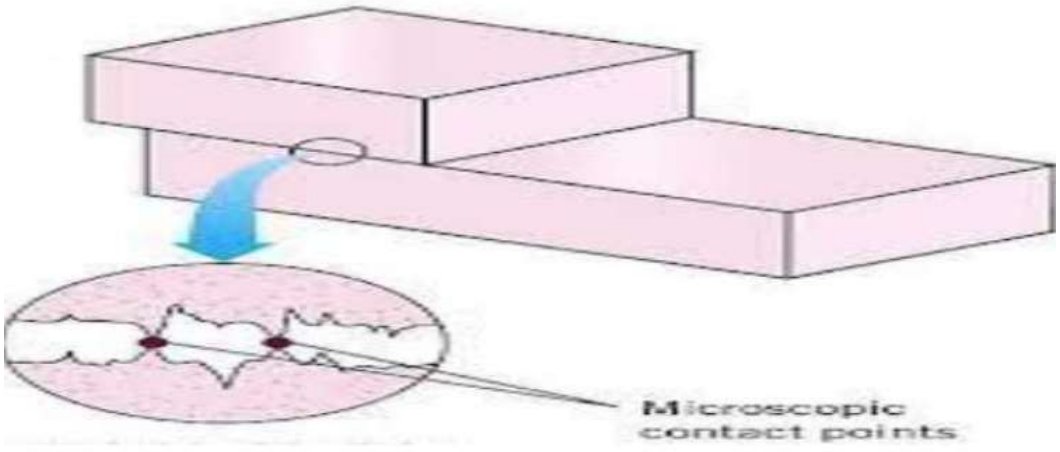
برای اجسامی که تحت تاثیر نیرویی قرار ندارند، هیچ نیروی اصطحکاکی وجود ندارد. تجربه نشان می دهد که نیروی اصطحکاک همواره با نیروی عمودی که از طرف جسم بر سطح اتکای آن وارد میشود متناسب است. نیروی عمودی که گاهی **نیروی بار** نیز گفته میشود، نیرویی است که هر جسم در راستای عمود بر سطح تماس خود به جسم دیگر یا به سطح اتکای خود وارد میکند. این نیرو از تغییر کشسان اجسام در تماس ناشی میشود. مثلا در مورد جسمی که روی یک میز افقی به حالت سکون قرار دارد یا روی آن می لغزد بزرگی نیروی عمودی با وزن جسم برابر است . چون جسم شتاب قائم ندارد، لذا باید میز نیرویی به طرف بالا بر آن وارد کند که بزرگی آن با کشش رو به پایین وارد بر جسم از طرف زمین ، یعنی با وزن جسم برابر است. بیشترین مقدار نیروی اصطحکاک با کمترین نیروی لازم برای شروع به حرکت جسم برابر است. وقتی که حرکت شروع شد،معمولا نیروی اصطحکاک بین سطوح کاهش پیدا میکندو نیروی کمتری برای یکنواخت ماندن حرکت لازم است. همچنین گفتیم که بزرگی نیروی اصطحکاک با نیروی عمود بر سطح از طرف جسم متناسب است. ضریب تناسی که این رابطه تناسب را به تساوی تبدیل میکند، ضریب اصطحکاک نام دارد.

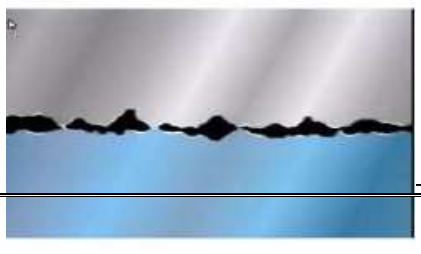
ضریب اصطحکاک به عوامل مختلفی همانند

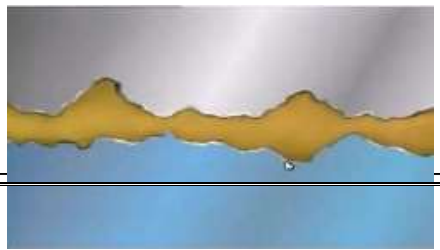
جنس ماده، پرداخت سطحی، فیلمهای سطحی، دما و میزان آلودگی سطح بستگی دارد.

ماهیت نیروی اصطحکاک

همانند منشاء بسیاری از نیروهای دیگر پیچیده و ناشناخته است، دو نظریه معروف در مورد اصطحکاک وجود دارد، نظریه نخست بانام اصطحکاک کولمبی نامیده میشودو نیروی عمود بر سطح درگیری را در مقدار نیروی اصطحکاک تولیدی موثر میداند، نظریه های جدید نیروی اصطحکاک را با چسبندگی مولکولهای دو سطح درگیر مرتبط میدانند، از نظر میکروسکوپی هنگامی که سطح کاملا صیقلی را در زیر میکروسکوپ نگاه می کنیم، ناهمواریهای ذره مانندی در آن دیده میشود. از تماس ناهمواریهای دو سطح با یکدیگر نیروی مخالف حرکت اصطحکاک تولید میشود، اگر به نحوی دو سطح درگیر از یکدیگر جدا شوند نیروی اصطحکاک کاهش خواهد یافت.







اصطحکاک

اصطحکاک عبارت است از نیروی مقاومی که در سطح که نسبت به هم دارای حرکت باشند، ایجاد میکند.

عوامل موثر بر میزان اصطحکاک :

۱. نوع سیستم اصطحکاکی

۲. فشاری که بین دوس تماس ایجاد میشود.

۳. جنس سطوح در حال تماس

۴. شرایط سطوح در حال تماس

عواملی که باعث پیدایش اصطحکاک می شود:

۱. درگیری سطوح متقابل دو جسم
۲. صیقلی نبودن یا مواج بودن دو سطوح
۳. جاذبه مولکولی بین دو جسم

انواع اصطحکاک

الف) از نظر نوع حرکت اجسام نسبت به یکدیگر:

۱. اصطحکاک لغزشی
۲. اصطحکاک غلتشی
۳. اصطحکاک مرکب (ترکیبی از اصطحکاک لغزشی و غلتشی)

ب) از نظر کاربرد روغن:

۱. اصطحکاک خشک
۲. اصطحکاک نیمه تر
۳. اصطحکاک تر
۴. اصطحکاک بین مایعات

ج) از نظر نیروی لازم برای غلبه بر اصطحکاک :

۱. اصطحکاک استاتیکی
۲. اصطحکاک جنبشی

در مجموع اصطحکاک به پنج دسته تقسیم میشود :

۱. اصطحکاک لغزشی خشک : (Sliding friction) در این حالت بین دو سطحی که روی هم می لغزند،هیچگونه روغنکاری نداریم و نیروی لازم در این نوع اصطحکاک معمولا بیشترین مقدار است.،انرژی تلف شده نیز در این نوع اصطحکاک تقریبا صفر است.

۲. اصطحکاک غلتشی : (Rolling Friction) انرژی تلف شده در این نوع اصطحکاک تقریبا صفر است.

۳. اصطحکاک نیمه تر یا مرزی (Boundary Friction) در این حالت لایه نازکی از روغن پوشش و حفاظی روی سطوح درگیر به وجود آورده است.

۴. اصطحکاک تر یا مجزا : (Mixed Film Friction) در این حالت دو سطح به وسیله لایه روغن از یکدیگر جدا میشود. بار یا فشار اضافی این حالت را به اصطحکاک نیمه تر نزدیک میکند.

۵. اصطکاک بین مایعات : (Fluid Film Friction) در این حالت لایه به اندازه کافی بزرگ است به طوریکه در سطح را کاملا از یکدیگر جدا میکند و اصطکاک ناشی از الزجت روغن است که تابعی از فشار و دما است.

پارامتر های تعیین کننده برای تشخیص میزان اصطکاک

۱. درجه حرارت تولید شده

۲. میزان سایش در اجسام جامد

۳. نیرو با توان لازم برای ادامه حرکت

۴. راندمان مکانیکی

۵. افت فشاری در طول معینی از مسیر جریان

سائیدگی

به طور کلی تبدیل ذرات مفید و قابل استفاده را به ذرات غیر مفید و غیر قابل استفاده در سیستم های مکانیکی سائیدگی گویند. به عنوان مثال می توان از بریدگی یک بوش برنزی نام بد.

انواع سائیدگی

۱. سائیدگی حاصل از درگیری (Adhesive Wear)

۲. سائیدگی حاصل از خراش دهی (Abrasive Wear) : بعضی از مواد به غیر از سختی و نرمی سایش ایجاد می کنند مانند آلومینیوم

۳. سائیدگی حاصل از خوردگی شیمیایی (Corrosive Wear)

۴. سائیدگی حاصل از خستگی (Fatique Wear) : تنش های نوسانی باعث تضعیف ساختمان مولکولی شده و گسستگس خستگی به وجود می آورد.

۵. سائیدگی حاصل از لرزش (Fretting Wear) :از انتخاب سختی برنیل نامناسب و حرکت خفیف لرزش ناشی میشود .

- برخورد ذرات ریز با سرعت زیاد به سطح فلزات باعث خرابی میشود.
- االکترولیز در اثر جریان الکتریسیته یا الکتریسیته ساکن به وجود می آید.
- بعضی از مواد در بعضی از روغن ها حل میشوند.

تذکر:

a) قطعاتی که در بندر تخلیه میشوند توسط روغن محافظت میشوند تا زنگ نزنند و این در واقع جلوگیری از خوردگی شیمیایی است.

b) به عنوان مثالی از سائیدگی در نتیجه لغزش میتوان ساچمه های یاتاقان را نام برد که بر اثر لغزش بر روی هم به مرور زمان خورده میشود.

c) هرچه سطوح صیقلی را افزایش دهیم سائیدگی کمتری خواهیم داشت.

روغن:

هرچیزی که بتواند اصطکاک را کاهش دهد یا باعث روانسازی شود روغن نامیده میشود.

اهم وظایف روغن های روانساز :

۱. **روانکاری :** به حداقل رساندن اصطکاک و سائیدگی قطعات با تشکیل لایه روغن مناسب بین قطعات متحرک.

۲. **انتقال حرارت:** انتقال حرارت ایجاد شده از سطوح مورد نظر و خنک کردن قطعات متحرک

۳. **ضربه گیر:** یکی از ویژگی های مهم روغن ،گرفتن ضربات در حین اعمال مکانیکی بر روی قطعات است. بدین صورت که روغن از تاثیر ضربه های قطعات بر روی یکدیگر جلوگیری میکند. (نقش میرا کنندگی را دارد.)

۴. **حفاظت از سطوح:** روغن های روانساز باید بتوانند سطوح قطعات فلزی را در مقابل زنگ زدگی و خوردگی های شیمیایی محافظت کند .

۵. **آب بندی:** مثلا روغن موتور با تشکیل لایه ای از روغن بین پیستون و سیلندر در موتور های احتراق داخلی از فرار گازهای متراکم جلوگیری میکند.

۶. **انتقال ذرات:** روغن های روانساز باید بتوانند ذرات ناشی از قطعات و مواد ناشی از تجزیه روغن و سوخت را به صورت معلق نگه داشته و با خود حمل کنند.

۷. **انتقال نیرو:** روغن های روانساز در بعضی از موارد نقش انتقال نیرو را نیز به عهده دارند.

خصوصیات فیزیکی روغن های روانساز

۱. **لزجت(Viscosity):** مقدار مقاومتی است که روقن به علت اصطکاک داخلی مولکول های آن در مقابل جاری شدن از خود نشان میدهن. (میزان لزجت هر ۳۰ سال با تغییرات دما،رابطه معکوس دارد.

$$\tau = \mu \times \frac{\partial u}{\partial y} \rightarrow \mu = \frac{\tau\left(\frac{kg}{m.s^2}\right)}{\frac{\partial u}{\partial y}\left(\frac{\frac{m}{s}}{m}\right)} \rightarrow \mu\left(\frac{kg}{m.s}\right) \text{ یا } (Pa.s)$$

$$v = \frac{\mu\left(\frac{kg}{m.s}\right)}{\rho\left(\frac{kg}{m^3}\right)} \rightarrow v\left(\frac{m^2}{s}\right)$$

$$1Poise = 1\frac{g}{cm.s}$$

$$= 0.1Pa.s\left(1Pa.s = 10Poise \xrightarrow{\div 1000} \frac{1}{1000}Pa.s\right.$$

$$= \frac{10}{1000}Poise \rightarrow 1mili\ Pa.s = 1centi\ Poise\Big) 10\ Poise$$

$$= 1\frac{kg}{m.s} = 1\ Pa.s$$

واحد μ در سیستم انگلیسی رین (Reyn) است.

$$1\ Reyn = 1\ psi.s$$

$$1centi\ Poise = 1.45 \times 10^{-7} Reyn$$

۱ $Pa.s=1.45\times10^{-4}Reyn$

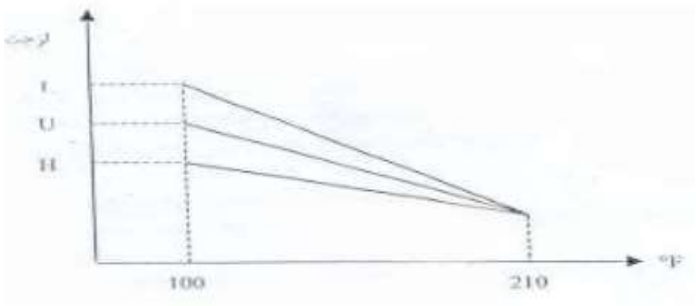
۲ شاخص لزجت(Viscosity Index): عددی است که اثر تغییر دما بر لزجت را نشان میدهد.هرچه شاخص لزجت روغنی بزرگتر باشد، در اثر تغییر دما تغییرات لزجت آن کمتر است.

لزجت روغن هارا در 100^0F و 210^0F اندازه گیری میکنند.اگر کاهش لزجت در210^0F کم باشد به عنوان روغن مرغوب و اگر زیاد باشد به عنوان روغن نامرغوب شناخته میشود.از انواع روغن های موجود ۱۲۱ جفت روغن مشخص شده است که هر جفت از آنها در دمای 210^0F دارای لزجت یکسان هستند.

شاخص لزجت روغن مرغوب را ۱۰۰ و شاخص لزجت روغن نامرغوب را ۰ در نظر میگیرند. اگر بخواهیم شاخص لزجت یک روغن را تعیین کنیم لزجت آن را 210^0F اندازه گیری کرده و معلوم میکنیم لزجت آن با کدام یک از ۱۲۱ جفت روغن در 110^0F برابر است. لزجت این روغن را در ۱۰۰ درجه فارنهایت هم اندازه گیری میکنیم و در نمودار مربوط این نقاط را مشخص میکنیم .

شاخص لزجت این روغن ،را از رابطه زیر به دست می آوریم:

$$\text{Viscosity Index}=\frac{L-U}{L-h}\times 100\%$$



L: لزجت نامرغوب ترین روغن در 100^0F

h : لزجت مرغوب ترین روغن در 100^0F

U: لزجت روغن مورد آزمایش در 100F

۳ اصطلاح روغن های چند درجه ای (Multy Grade) : برای روغن های موتور به دلیل شاخص لزجت بالایث آنها میباشد. بدین ترتیب که این روغن ها به گونه ای ساخته میشوند که ضمن دارا بودن لزجت مناسب در دماهای بالا سیالیت کافی در دماهای پایین نیز از خود نشان میدهند.

۴ نقطه ریزش (Pour Point) : پایین ترین دمایی است که روغن سرد شده تحت شرایط استاندارد جریان می یاب و هنوز سیال است.

۵ نقطه اشتعال (Flash Point) :پایین ترین دمایی است که در آن روغن به اندازه کافی به بخار تبدیل میشود و با هوا یک مخلوط قابل اشتعال میسازد. به طوریکه با نزدیک کردن شعله در یک لحظه مشتعل شده و سپس خاموش میگردد.این آزمون برای اندازه گیری فرّار بودن و میزان حساسیت در مقابل آتش گیری صورت می گیرد.

۶ نقطه احتراق (Fire Point) : پایین ترین دمایی است که در آن روغن به اندازه ای بخار تولید میکند که به نزدیک کردن شعله مشتعل شده و این اشتعال مدتی ادمه می یابد.

۷ ووزن مخصوص نسبی : نسبت وزن مخصوص روغن به وزن مخصوص آب در دمای معین می باشد . $= \gamma$ نسبی) $\frac{\gamma tubricant}{\gamma Water}$)

ویژگی های روغن های روانساز

۱. دارای لزجت مناسب و ضریب اصطکاک کم میباشد و قابلیت روانکاری قسمت های مختلف دستگاه را به خوبی داشته باشند.
۲. در مقابل حرارت مقاوم باشد و اکسید نشود.
۳. خاصیت پاک کنندگی مناسب داشته باشد و پس از کار مداوم و حرارت زیاد مواد لجنی و رسوبات در لابه لای قطعات تشکیل ندهند.
۴. داری شاخص لزجت بالا باشند.
۵. با ایجاد لایه نازکی روی سطوح متحرک که با یکدیگر در تماس هستند، می توان از سائیدگی و فرسودگی آنها جلوگیری کرد.
۶. در حین عملیات ایجاد کف نکنند.
۷. زن زدگی و خوردگی مواد شیمیایی بر روی قطعات را کنترل می نمایند و با قطعات لاستیکی و پلاستیکی آب بندی و سازگاری کامل دارد.

مواد روغنی [1]

مواد روغنی به موادی گفته میشود که برای کم کردن اصطکاک و میزان سائیدگی و خنک کردن قطعات به کار برده میشود. ضمنا در بعضی از سیستم ها به آب بندی نیز کمک میکتد .

مواد روغنی به سه گره تقسیم میشوند:

۱. **روغن ها: (Oils)**
۲. **گریس ها :(Greases)**
۳. **افزوده ها : Addrrives**

لازم به یادآوری است که افزوده ها برای بهتر کردن خواص شیمیایی و فیزیکی روغن ها به کار برده میشوند. و گریس ها ترکیبی از مواد صابونی و روغن ها هستند.

انواع روغن ها

۱. روغن های گازی : از گاز هایی مانند هوا ، هلیوم، هیدروژن و ازت برای روانکاری استفاده میشوند. در یاتاقان های ژیروسکوپ یا در یاتاقان های کف گرد برخی توربین های عمودی و دهانه چرخان تلسکوپ های بزرگ از روغن های گازی استفاده میشود. در روغن های گازی ضریب اصطکاک به حدود صفر میرسد با تغییر دمای گازها لزجت آنها تغییر چندانی ندارد و گازها در مقابل تابش چندان تاثیر پذیر نیستند و می توان از آنها در تجهیزات اتمی استفاده کرد و دانسیته آنها خیلی کم است و سرعت های بالای مناسب تر از روغن های مایع هستند.

معمولا از گازها مثل هوا –هلیوم-نیتروژن به عنوان مواد روغنی در صنایع غذایی- نساجی – دارویی استفاده میشود. دلیلی استفاده از گازها در روغن کاری این است که ۱- خاصیت ریزش ندارد. ۲-تمیز میشوند. در صنایع پلی اکریل از هوای خنک برای خنک کردن یاتاقان استفاده میشود زیرا الیف های ساخته شده نباید در تماس با مواد روغنی قرار گیرند.

هوا و گازها نسبت به مواد نفتی میتوانند درجه حرارت های بالاتری را تحمل کنند بدون آنکه خاصیت چسبندگی خود را از دست دهند.

۲. روغن های مایع

الف) روغن های معدنی :

مهم ترین روغن های گروه مایع، روغن های معدنی هستند که از نفت خام مشتق میشوند.

مشتقات نفتی ترکیباتی از کربن و هیدروژن هستند که به هیدروکربور ها موسومند.

اجزاء اساسی نفت خام به سه دسته پارافین ها و نفت ها و آروماتیک ها تقسیم میشوند.

که در دو دسته اول در مورد مواد روغنی اهمیت دارند چون پایداری شیمیایی آنها زیاد است.

۱.ترکیبات پارافینی ۲. ترکیبات نفتی ۳. ترکیبات آروماتیکی

(C_nH_{2n+2}) (C_nH_{2n}) (C_nH_n)

ترکیبات پارافینی سنگین تر و پایدارترند و ترکیبات آروماتیکی سبک تر و دارای پایداری کمتری هستند.

هیدروکربورها معمولا از پالایش نفت به ست می آیند.

از روغن های نفتی در کلیه سیستم های صنعتی و موتور های احتراق داخلی در نیروگاه ها استفاده میشود. این روغن ها با مرور زمان و درجه حرارت های بالا چسبندگی خود را از دست داده و خاصیت روغنکاری آنها ضعیف شده و ریزش می کنند. روغن های نفتی به تنهایی قابل استفاده نیستند. مگر با ترکیب افزوده های زیر این روغن ها با بخار آب تولید اسید نموده و باعث خوردگی میشوند. روغن های نفتی موادی از فلزات به خود اضافه می کنند و سنگین میشوند.

ب) روغن های ثابت:

موادی هستند که از چربی حیوانات، گیاهان و ماهی ها به دست می آیند.

می توان از روغن های حیوانی (پیه، روغن و چربی خک) و از روغن های گیاهی (روغن خرچک، روغن تخم کلم، روغن نخل) و از روغن های ماهی های (روغن سر نهنگ) را نام برد.

این روغن هارا از آن رو ثابت گوییم که بدون تجزیه شدن تبخیر نمیشوند. این روغن ها در مقابل گرما مقاومند ولی در برابر سرما به صورت جامد (پیه) در می آیند.

بعضی از روغن های ثابت با اکسیژن موجود در هوا ترکیب شده و خشک میشوند، که آنها را روغن های خشک شونده، گویند. این روغن ها (مانند بذر کتان)در صنایع رنگ سازی کاربرد دارند.

نوع دوم روغن های ثابت، روغن های خشک نشو هستند که در روغن کاری به کار میروند. **در صنایع ساعت سازی ، رنگ سازی ، روغن ترمز ، مورد استفاده قرار خواهند گرفت.**

عدد یدی : درجه تمایل روغن به جذب اکسیژن و خشک شدن را با عددی به نام عدد یدی مشخص می سازند.

عدد یدی مقدار گرم های یدی است که به سویله ۱۰۰ گرم روغن تحت شرایط آزمایش جذب میشود. هرچه این عدد بزرگتر باشد خاصیت خشک شوندگی روغن بیشتر است

روغن های ثابت از اسید های چرب و الل ها تشکیل شده اند.

روشی وجود دارد که طی آن اسید های چرب آزاد و ترکیب شده در روغن را اندازه گیری میکنند. این روش را صابونی کردن گویندو عدد مربوط به آن را عدد صابونی گویند.

عدد صابونی: مقدار میلی گرم های هیدروکسید پتاسیمی است که یک گرم روغن را تحت شرایط خاص آزمایش صابونی می کند هرچه این عدد بزرگتر باشد، مقدار خالص جزء اصلی (پایه) موجود در روغن بیشتر است.

ج) روغن های مصنوعی:

روغن های معدنی بعضی از مواقع جوابگوی احتیاجات روغنکاری مورد نظر نیستند.برای تکمیل شدن روغن های معدنی با تغییر اندازه برخی از مولکول ها به وسیله جایگزین کردن گروهی از اتم ها به جای اتم های دیگر خواص روغن ها تغییر می کند. بعضی از این خواص لزجت، فشار بخار، پایداری در برابر حرارت و مقاومت در برابر آتش می باشد. به این روغن ها روغن های مصنوعی گفته میشود.

روغن های مصنوعی که در صنعت بیشتر مصرف میشوند عبارتند از : سیلیکون ها، پلی گلیکول ها، فسفات استرها و سیلیکات استرها

از روغن های مصنوعی در محیط های ریخته گری، جوشکاری، نورد نسوزکاری و فرز کاری استفاده می شود.

روغن های مصنوعی از ترکیبات گلیکول بوده که در آب حل شده و برای چربکاری و خنک کاری ماشین های ابزار بکار برده میشوند.

فلز-مایع	نقطه ذوب	ویسکوزیته در ۱۲۰۰ درجه فارنهایت بر حیب (reyns)

د) روغن های مایع فلزی:

از این روغن ها در محیط های گرم مانند سفینه های فضایی ($400 - 1500^0F$) یا راکتور های اتمی برای روغنکاریبا خنک کردن استفاده میشود.

در بعضی از سیستم ها: از سدیم و پتاسیم به عنوان عامل خنک کننده استفاده میشود. مثل نیروگاه های اتمی. در درجه حرارت های بالا که نمی توان از روغن های گازی و نفتی استفاده کرد از روغن مایع فلزی استفاده میشود. جدول ۸-۱ نقطه ذوب و ویسکوزیته این روغن ها را نشان خواهد داد.

جدول ۸ – ۱ ، نقطه ذوب ویسکوزیته روغن های مایع

جیوه	۶۷۴	$10\times10^{-8}(13\times10^{-8})$
روبیدم	۱۲۹۵	۲/۲(۲/۲)
پتاسیم	۱۳۹۵	۲/۰(۱/۹)
سدیم	۱۶۳۰	۲/۹(۲/۲)
لیتیم	۲۴۳۰	۲/۷(۲/۰)
سدیم- پتاسیم	۱۴۵۶	۲/۲(۲/۰)

۳. روغن های جامد : این روغن ها در شرایط سخت کاری از نظر دما، بار ، مکش و تشعشعات اتمی استفاده میشود. دمای زیاد باعث اکسیداسیون یا حتی تبخیر روغن میشود و دمای کم باعث یخ زدن روغن میشود.

روغن های جامد گاهی به صورت خشک به کار میرود ولی اغلب به عنوان افزوده در روغن و گریس مورد استفاده قرار می گیرد.

روغن های جامد مثل گرافیت یا دی سولفید مولیبیدن در محیط هایی با دمای بالا مثل یاتاقان های نورد کوره ها به کار میروند.

تفلون (پلی تترا فلوئورو اتیلن PTEE) ضریب اصطکاک کم و مقامت زیاد در برابر بار (تا حدود 50kspi) دارد و در مقابل سایش مقاوم است و بهعنوان روکش سطوح بدون روغن به کار میرود.

گریس ها

گریس ها روغن هایی با لزجت پایین هستند که با ذرات جامد تغلیظ شده اند.

با ترکیب روغن های معدنی و صابون، می توان گریس به وجود آورد.

صابون ها از ترکیب اسید های چرب و هیدروکسیها ایجاد می شود.

صابون معمولی + گیلیسیرین ⟶ سود سوز آور + استارین گلیسیرین

صابون هیدروکسید + اسید های چرب ⟶

گریس روغن معدنی + صابون ⟶

گریس ها از نظر ظاهری به سه دسته تقسیم میشوند:

۱. گریس های مایع

۲. گریس های نیم جامد

۳. گریس های جامد(گریس های نسوز)

گریس های جامد دارای چسبندگی زیاد هستند و در جاهایی که چسبندگی زیاد و نیرو متناب باشند استفاده میشود .

گریس های مایع و نیم جامد نسبت به روغن ها چسبندگی بیشتر و برای الکتروموتور ها و پمپ ها و جعبه دنده ها استفاده می گردد.

۱. گریس جامد : گریس های جامد معمولا برای جاهایی که بار ضربه ای یا بار زیاد وجود دارد مثل اکسل اتومبیل به کار میرود.
۲. گریس های نیمه مایع : در جاهایی که نخواهند روغن استفاده کنند و بار تا حدودی وجود دارد و باید حرکت به راحتی امکان پذیر باشد مانند بلبرینگ ها و رولبرینگ ها از گریسهای نیمه مایع استفاده میکنند. در این موارد آب بندی برای روغن مشکل است. معمولا اگر درجه حرارت 200^0F بیشتر شود، گریس مطلوب نیست و از روغن استفاده می کنند.

مزایای استفاده از گریس

۱. با استفاده از گریس تعداد دفعات روانکاری کمتر میشود.

۲. راندمان بالاتر در فشار بالا

۳. منتفی شدن چکه و نشتی از قطعات

۴. روانکاری ساده تر دستگاه ها با گریس

۵. راحتی استفاده از گریس ها

معایب گریس ها

۱. عدم خنک کنندگی گریس ها

۲. نداشتن خاصیت پاک کنندگی

۳. از گریس ها در حداکثر دمای ۲۰۰ درجه فارنهایت استفاده میشود زیرا گریس ها در دمای بالا تجزیه میشود.

۴. در سرعت های بالا از گریس ها استفاده نمی شود. زیرا لزجت گریس ها بسیار زیاد است و هنگامی که سرعت زیاد میشود تنش برشی بسیار می شودد. $(T = \mu \frac{\partial u}{\partial y})$

گریس ها از نظر کاربرد به نه دسته تقسیم میشوند(جدول ۹-۱)

۱. **گریس لیتیم :** در درجه حرارت 100^0F تا 300 قابل مصرف می باشد و در آب کمی قابل حل می باشد. در شرایط معمولی در درجه حرارت فوق قابل استفاده است.

۲. **گریس کلسیم :** حداکثر درجه حرارتی که میتواند تحمل کند ۱۷۵ درجه فارنهایت می باشد. در یاتاقانهای پمپ های آبیاری قابلاستفاده الگو و دنباله / تستست و محدوده درجه حرارت آن 2000F-3000F می باشد.

۳. **گریس سدیم :** این نوع گریس در آب حل میگرددلذا در مکان هایی که با آب سر و کار ندارند مورد استفاده قرار میگیرد.

۴. **گریس آلومینیوم :** درجه حرارت تحمل آن $180°F$-$190°F$ می باشد. در آب حل میشود. بارهای ضربه ای را خوب تحمل میکند. در نتیجه نیروهای گریز از مرکز مولکول هایش از هم جدا نمیشوند. برای چرخنده های کوچک و چرخنده های اتومبیل قابل استفاده است.

۵. **گریس کلسیم و سرب:** حداکثر درجه حرارت تحمل آن $200°F$ میباشد.در آب حل نمیشود و خاصیت پمپاژ دارد.در سیستم های با گریسکاری مرکزی استفاده میشود.

۶. **گریس سرب لیتیم :** درجه حرارت تحمل آن 250°F می باشد. در آب کمی حل میشود. برای چرخ دنده ها، بلبرینگ ها و رولبرینگ ها قابل استفاده است.

۷. **گریس گرافیتی:** درجه حرارت تحمل آن 175°F می باشد. در آب حل نمیشود.چنانچه به آن ۲۰٪ گرافیت اضافه گردد در سیستم های هیدرولیک مورد استفاده قرار می گیرد. مثل سیستم های نورد و چکش های هیدرولیک و دستگاه های سنگ شکن.

۸. **کریس کلسیم کمپلکس:** درجه حرارت تحمل آن 300°F می باشد در آب حل نمیشود. دارای خاصیت خوب پمپاژ میابشد.

۹. **گریس کلسیم فشار زیاد:** درجه حرارت تحمل آن 500°F میباشد در جاهایی که عملیات ضربه ای و چکش کاری وجود داردمورد استفاده قرار میگیرد.

انواع گریس ها از نظر رنگ

خاکستری، قهوه ای، سیاه، شفاف ، لیمویی، کدر، شبز روشن و ... البته هیچ رنگی مزیتی بر دیگری ندرد.

سفت بودن یا شل بودن گریس به میزان صابون و نوع پایه روغن مورد استفاده برای ساختن گریس بستگی دارد.

کاربرد و اهمیت استفاده از گریس

۱. جاهایی استفاده میشود که امکان روانکاری مکرر توسط روغن وجود نداشته باشد و یا مقرون به صرفه نباشد مانند قطعات جلوبندی خودرو

۲. تعداد دفعات روانکاری با گریس در مقایسه با روغن کمتر بوده و این باعث کاهش هزینه و تعمیرات میشود. (موتور نصب شده روی جرثقیل)

۳. به عنوان یک مانع برای ورود گرد و خاک و یا خروج بعضی مواد از ماشین آلات

۴. در مقایسه با روغن برای مدت بیشتری روانکاری را ادامه میدهد.

۵. بیشتر گریسها در دماهای متغیر کاربرد وسیعی دارند ولی روغن دارای دمای کارکرد معینی است.

افزوده ها [1]

روغن ها و گریس ها به تنهایی کیفیت روغنکاری خوبی ندارند و برای کاربرد های مختلف بایستی روغن ها و گریس هارا همراه با افزودنی ها استفاده نمود.

انواع افزوده ها یا ملحقات شیمیایی

۱- افزوده ضد اکسیداسیون

۲- افزوده ضد رنگ

۳- افزوده ضد ریزش

۴- افزوده پاک کننده

۵- افزوده معلق کننده

۶- افزوده سست کننده نقطه روانی

۷- افزوده بهتر کننده چسبندگی

۸- افزوده ضد کف

۱- **افزوده ضد اکسیداسیون:** ترکیبیاتی شیمیایی هستند که عمل اکسیداسیون روغن را به تاخیر میاندازند و عمر روغن را افزایش می دهند. از فعل و انفعالات شیمیایی داخل روغن جلوگیری میکند.

۲- **افزوده ضد رنگ:** ترکیبات شیمیایی هستند که از زنگ زدن قطعات در تماس با روغن جلوگیری می کنند و در واقع پوششی بر روی سطح قطعه ایجاد می کنند که در تماس با هوا زنگ نزنند.

۳- **افزوده ضد ریزش:** از ریزش روغن در داخل سیستم روغنکاری جلوگیری نموده و در مقابل افزایش درجه حرارت مقاومتی می باشد.

۴- **افزوده سست کننده نقطه روانی** : این افزوده هاباعث میشوند جریان روغن به راحتی انجام شوند.و اصطکاک کاهش یابد. در مناطق سردسیر مانع ایجاد کریستال های مومی شکل در روغن می گردند.

۵- **افزوده معلق کننده** : این افزوده ها از رسوب کردن ذرات روغن جلوگیری می کنند.

۶- **افزوده پاک کننده:** در عمل روغن کاری یک مقار ذرات ربنی بر جداره ها می چسبند و روغن بایستی خاصیتی داشته باشد تا این ذرات کربن را پاک کند و لذا این ترکیبات شیمیایی هستند که عوامل جرمگیر را جدا می کنند و قطعه را پاک می کنند.

۷- **افزوده های بهتر کننده چسبندگی:** روغن هایی که به نام روغن های چهار فصل می باشد، دارای افزوده هایی هستند که خاصیت چسبندگی را با تغییرات درجه حرارت ثابت نگه دارند این افزوده ها با ترکیباتی شیمیایی هستندکه بین مولکول های روغن قرار گرفته و با کاهش درجه حرارت ارتباط بین مولکول های روغن را قوی میکنند . لذا با تغییر درجه حرارت روغن خاصیت چسبندگی خود را حفظ می کند.

۸- **افزوده ضد کف:** ترکیباتی شیمیایی هستند که از به وجود آمدن حباب های هوا در روغن جلوگیری میکند.و حباب ها را از بین میبرد.

تفاوت افزوده های پاک کنندگی و افزوده های معلق کننده

افزوده های پاک کنندگی ذرات اکسید شده را در خود حل نموده و به صورت پوششی روی سطح قطعه قرار می گیرند تا موادی روی قطعه رسوب نکنند. در صورتی که معلق کننده ها ذرات حل شده و ذرات روغن را سبک نگه داشته و مانع ته نشین شدن آها خواهند شد.

تفاوت اصلی افزوده بهتر کننده چسبندگی و سست کننده نقطه روانی

افزوده های بهتر کننده چسبندگی در درجه حرارت های کم مانع به وجود آدن کریستال های ذرات مومی روغن شده و نیروی بین مولکولی روغن را کم نموده و در درجه حرارت های بالا عکس این کار را انجام می دهند. در صورتی که افزوده های نقطه روانی در درجه کم مانع تبیل شد کریستال های کوچک به کریستال های بزرگ مومی خواهد شد یا به عبارت دیگر نیروی بین کریستال هارا کاهش میدهد.

نحوه استفاده از افزوده ها : معمولا در روغن ها با توجه به شرایط کارکردو شرایط سیستم و محیط و نوع آلیاژهایی که در ساختمان قطعات به کار رفته میشود و نوع سوخت مصرفی مقدار و نوع افزوده ها تغییر خواهد کرد. ممکن است روغنی دارای افزوده های ضد اکسیدآسیون – پاک کننده – معلق کننده و بهتر کننده چسبندگی باشد. مثل روغن موتور که افزوده ها باید کار خاصی را انجام داده و در تماس با قطعهو یوخت مصرفی اثر سوء نگذارند . لازم به ذکر است که روغن های خارجی و داخلی از نظر افزوده متفاوتند . جدول ۱۰-۱ و ۱۱-۱ و ۱۲-۱ خاصیت و طرز و اجزاء تشکیل دهنده افزوده ها را نشان خواهند داد.

تعریف و اهمیت چسبندگی روغن

چسبندگی روغن ، عبارت است از مقاومت مولکول های روغن در مقابل جاری شدن. سیالیت با افزایش چسبندگی کاهش می یابد.(سیالیت عبارت است از عدم مقاومت در برابر چسبندگی)چسبندگی روغن عامل مهمی در ایجاد ضخامت فیلم هیدرولیک، تشخیص ظرفیت تحمل بار، قابلیت جریان یابی روغن و میزان گرمای تولید شده و سائیدگی قطعات روغنکاری میباشد. چسبندگی برای مهندسی روغنکاری به همان اندازه اهمیت دارد که مقاومت مصالح برای مهندس ساخت و درجه حرارت برای مهندس فلز شناس.

چسبندگی مطلق

چسبندگی مطلق عبارت است از نیروی اصطکاک بین مولکول های روغن یا مامایع. واحد چسبندگی مطلق پویز[1] و یا سانتی پویز میباشد. یک پویز برابر چسبندگی مایعی است که با نیروی یک دین ، جرمی معادل یک سانتی متر مکعب از آن را با سرعت یک سانتی متر بر ثانیه، وقتی فاصله بین سطوح متحرک و ثابت را ضخامت مایع تشکیل دهد. در سیستم انگلیسی واحد چسبندگی رین یا میکرو رین میباشد. یک رین عبارتست از چسبندگی مایعی که با نیروی یک پوند، جرمی معادل یک اینچ مکعب با سرعت یک اینچ بر ثانیه ، وقتی فاصله بین ستون متحرک و ثابت را ضخامت مایع تشکیل دهد .هر رین برابر است با ۶۸۹۴۴ پویز یا $6/8944\times10^{-6}$ میکرو پویز.

* گرانروی آب در ۲۵ درجه و یک اتمسفر ۰,۸ سانتی پویز

اتیلن گلیکول ۱۵ سانتی پویز

عسل ۲۰۰۰ سانتی پویز

چسبندگی نسبی

چسبندگی نسبی یک روغن عبارت است از نسبت چسبندگی آن به چسبندگی یک روغن یا مایع مورد نظر. در یک شرایط مساوی مثلا اگر دو نمونه روغن در دو لوله ریخته و با شدت تکان دهیم، آنکه دارای تعداد حباب هوای بیشتری است ، دارای چسبندگی کمتری است یا اگر دو نمونه روغن را در دو ظرف مشابه ریخته (با ارتفاع مساوی) داخل حمام آب

1Poise= 1 dyn.s/cm^2
نمایش میدهند.P است و با cgs واحد رایج گرانروی در دستگاه poiseیک

گرم قرار داده و در هرکدام یک ساچمه هم وزن بیندازیم آنکه در یک مان معین بیشتر در مایع رفته دای چسبندگی کمتر می باشد.

چسبندگی سینماتیک

نسب چسبندگی مطلق یک مایع به دانسیته آن را چسبندگی سینماتیک گویند.

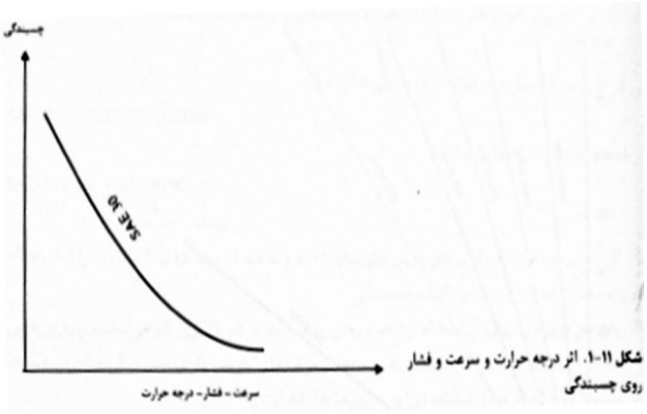
واحد اندازه گیری چسبندگی سینمتیک استوک و سانتی استوک Cst می باشد.

چسبندگی ویژه

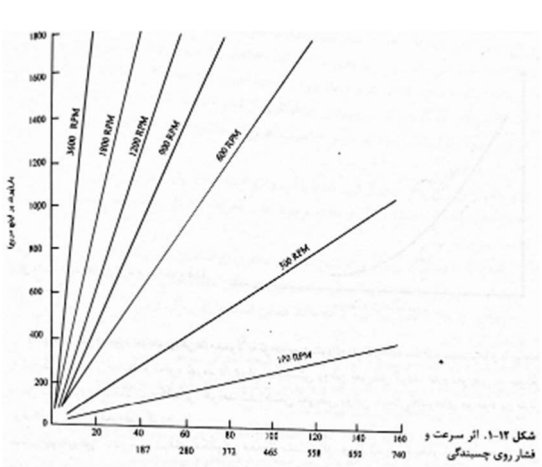
نسبت چسبندگی هر ماده به چسبندگی آب در صفر درجه انتی گراد ($32^{\circ}F$) چسبندگی ویژه گویند.

اثر سرعت و فشار و درجه حرارت بر روی روغن انتخاب شده

چنانچه روغن معنی را برای یک سیستم انتخاب کنیم مثلا روغن SAE30 در نتیجه افزایش سرعت – افزایش فشار (بار روی یاتاقان ها)و افزایش درجه حرارتی به تدریج چسبندگی روغن کاهش می یابد . این کاهش چسبندگی در روغن های چهار فصل و روغن هایی که دارای افزوده بهتر کننده چسبندگی هستند کمتر است. لذا در این نوع سیستم ها برای حفظ روغن بایستی از تغییرات زیاد سرعت و فشار و درجه حرارت جلوگیری کرد.(شکل ۱۱-۱ و ۱۲-۱)



شکل ۱۱-۱. اثر درجه حرارت و سرعت و فشار روی چسبندگی



شکل ۱۲-۱. اثر سرعت و فشار روی چسبندگی

انتخاب روغن بر اساس پارامتر های درجه حرارت – فشار و سرعت

انتخاب روغن از نظر چسبندگی در سیستم های مختلف به سه پارامتردرجه حرارت – فشار و سرعت بستگی دارد . با سیستم های درجه حرارت و فشار بالاتر بایستی روغن هایی با چسبندگی بیشتری انتخا کنیم در سیستم های سرعت زیاد بایستی روغن هایی با چسبندگی کمتر انتخاب نمود زیرا با افزایش سرعتمیزان اصطکاک روغن با قطعات بیشتر میشود.

تقسیم بندی روغن ها

معمولا روغن ها بر مبنای لزجت یا بر مبنای کیفیت عملکرد تقسیم بندی میشوند.

۱-الف) طبقه بندی روغن های موتور بر حسب گرانروی

۱- طبقه بندی انجمن مهندسین خودرو (SAE) : این درجه بندی صرفا بر مبنای لزجت دینامیکی روغن (μ) میباشد.

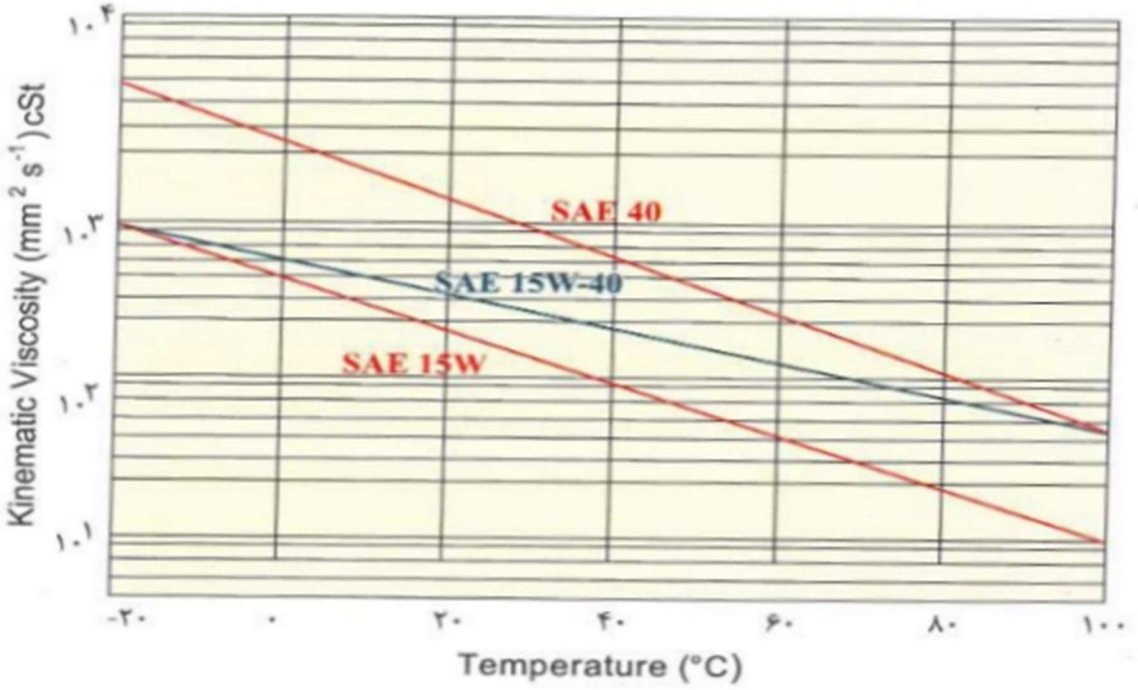
برای لزجت بیشتر از واحد سانتی پویز استفاده میشود. در یک سیال نیوتونی لایه های سیال (ذرات سیال) در خط مستقیم و موازی باهم حرکت میکنند .حرف W همراه عدد SAE معرف روغن هایی است که در محیط های سرد به کار میرود.و لزجت آنها در گرما اهمیت ندارد . روغن هایی که حرف W در جلوی آنها قید نشده است درس محیط های گرم به کار میرود و لزجت آنها در سرما اهمیت ندارد. مبنای دما برای محیط های سرد $18^{\circ}C$- و برای محیط های گرم $100^{\circ}C$ است.

روغن های موتور از لحاظ گرانروی به دودسته روغن های تک درجه ای (Mono-grade) مانند روغن های 10، 30 و SAE 40 و روغن های چند درجه ای (Multi-grade) تقسیم بندی میشود. در دسته دوم مانند روغن های 10 W-30 و SAE20 W-50 که روغن های چهر فصل یا اتوماتیک نیز نامیده میشوند. درجه SAE روغن با دو عدد و حرف W (مخفف کلمه Winter= زمستان) نمایش داده میشود.

عدد سمت چپ W معیاری از گرانروی روغن در دمای پایین و عدد سمت راست ، گرانروی در دمای بالا را نشان میدهد. این روغن ها به علت داشتن مواد افزودنی خاص در سرما یعنی هنگاماستارت موتور مانند روغن سبک (مثلا SAE10 یا SAE20) هستند. به این دلیل موتور خودرو با استفده از آنها به راحتی روشن میشوند. فقط در این صورت روغن با سرعت به تمام قسمت های موتور میرسد و روغنکاری قطعات را به خوبی انجام میدهد. ضمنا با گرم شدن موتور افت گرانروی روغن کمتر،ازافت گرانروی روغن های تک درجه ای (SAE30 یا SAE 50) خواهد بود به این ترتیب حتی در گرم ترین

شرایط ، لایه از روغن (روغن چند درجه ای) بین قطعات باقی می ماند و به خوبی آنها را از یکدیگر جدا نگه میدارد. یعنی در مجموع میتوان گفت که محدوده ی دمایی کاربرد روغن های چند درجه ای وسیع تر است.

با توجه به اینکه ۸۰٪ سائیدگی قطعات متحرک موتور درس روغن مرحله استارت یعنی در مرحله ای که معمولا موتور سرد است، رخ میدهد، روانکاری قطعات بسیار مهم و ضروری است،بنابراین بهتر است از روغن های چند درجه ای که در سرما گرانروی پایینی دارند، استفاده میشود .



نمودار بالا گرانروی دو نوع روغن تک درجه ای (مونو گرید) و روغن چند درجه ای (مالتی گرید) SAE15 W-40 را در دماهای مختلف نشان میدهد. به طوریکه ملاحظه میشود یک روغن چند درجه ای (مالتی گرید) در دماهای بالا ویژگی های روغن SAE 40 و در دمای پایین ویژگی های روغن SAE15W را دارد و همچنین مشخص میشود که روغن چند درجه ای تغییرات گرانروی کمی نسبت به تغییرات دما دارد(قابلیت مصرف در همه فصول).

انجمن مهندسین خودروی آمریکا (SAE)، اساس طبقه بندی روغن های موتور را به دلیل اهمیت گرانروی، این ویژگی بنا نهاده است به طوریکه در این سیستم دو گروه از درجه های گرانروی تعریف میشود.

یک گروه حرف Winter=W (روغن های چند درجه ای) دارد و گروه دیگر بدن حرف W است (روغن های تک درجه ای) درجه های دارای حرف W معرف گرانروی روغن در زمستان یعنی متناسب بودن آن برای کار در فصول سرد سال و قابلیت روغن برای پمپ شدن در دمای پایین است.

طبقه‌بندی گرانروی روغن‌های موتور
SAE J300 (APRIL 2013)

درجه گرانروی SAE	گرانروی (cP) در دماهای پائین		گرانروی در دماهای بالا		
	گرانروی مربوط به استارت موتور ASTM D-5293	گرانروی مربوط به پمپاژ روغن ASTM D-4684	گرانروی سینماتیک cSt در 100°C ASTM D-445		گرانروی دینامیک (cP) در تنش برشی بالا در 150°C*
	حداکثر	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل
0W	6200 at -35	60 000 at -40	3.8	—	—
5W	6600 at -30	60 000 at -35	3.8	—	—
10W	7000 at -25	60 000 at -30	4.1	—	—
15W	7000 at -20	60 000 at -25	5.6	—	—
20W	9500 at -15	60 000 at -20	5.6	—	—
25W	13 000 at -10	60 000 at -15	9.3	—	—
16	—	—	6.1	<8.2	2.3
20	—	—	6.9	<9.3	2.6
30	—	—	9.3	<12.5	2.9
40	—	—	12.5	<16.3	3.5(0W-40, 5W-40,10W-40 grades)
40	—	—	12.5	<16.3	3.7(15W-40, 20W-40, 25W-40, 40grades)
50	—	—	16.3	<21.9	3.7
60	—		21.9	<26.1	3.7

۱-ب) طبقه بندی بر اساس سطوح کیفیت روغن های موتور

طبقه بندی انجمن نفت آمریکا API

انجمن نفت آمریکا) (American Petroleum Institute کیفیت روغن های موتور را در دو گروه دست بندی نموده است.

۱- روغن های موتور خودروهای بنزینی که برای هر سطح کیفیت با دو حرف معرفی میشود. حرف اول S به Service Station یعنی ایستگاه های تعویض روغن، گاراژ ها و بنگاه های فروش خودرو ها اشاره دارد و حرف دوم که یعنی از حروف الفبای انگلیسی از A تا N (سطح کیفیت فعلی) مشخص شده است.

۲- روغن های موتور برای خودروها و دستگاه های دیزلی که با حرف C مخفف کلمه Commercial (وسیله نقلیه تجاری، کشاورزی و ناوگان حمل و نقل) و یکی از حروف الفبای انگلیسی از A تا J (سطح کیفیت فعلی) همراه اعدادی که بعد از حرف C نوشته میشود، مشخص شده است.

طبقه بندی سازمان بین المللی استاندارد (ISO) :این سازمان روغن هارا بر مبنای لزجت سینماتیک در ۴۰°C بر حسب سانتی استوکطبقه بندی کرده است.(مرجع در کتاب اصول طراحی یاتاقان و روانکاری ص: ۵۴ جدول۲-۴)

طبقه بندی (SUS): یکی از روش های اندازه گیری لزجت روغن ، اندازه گیری زمان خارج شدن مقدار مشخصی از روغن در شرایط آزمایش از دستگاه سیبولت است.

در دستگاه سیبولت یونیورسال تعداد ثانیه هایی که در مقدار ۶۰mLit روغن خارج میشود معرف نوعی معیار برای لزجت به نام SUS است.

با دستگاه های مشابهی مانند Redwood مورد استفاده در بریتانیا با مبینای ۵۰mLit و دستگاه انگردر آلمان با مبنای ۲۰mLit نیز این آزمایش انجام میشود رابطه ای که بین لزجت سینماتیک و این زمان (ثانیه ها) برقرار است. به صورت زیر میباشد:

$$\nu(c.St) = AT - \frac{B}{T}$$

ضرایب A و B در هریک از دستگاه های فوق از جدول زیر به دست می آیند :

نوع دستگاه	A	B
Universal Saybolt	۰,۲۲	۱۸۰
Redwood	۰,۲۶	۱۷۱
Engler	۰,۱۴۷	۳۷۴

انتخاب روغن برای مصارف مختلف

۱. روغن های موتور های بنزینی

۲. روغن های موتورهای دیزلی

۳. روغن های گرگیریکس و دیفرانسیل

۴. روغن های سیستم های هیدرولیک

۵. روغن های ماشین های ابزار

۶. روغن های توربین های بخار

۷. روغن های ترانسفورمرها

۸. روغن های سیستم های سرمازا

روغن هایی که برای مصارف مختلف به کار برده میشوند دارای تنوع و مشخصات متفاوتی میباشند. که این مشخصات با تجه به نوع سیستم و شرایط کارکرد بستگی به روغن های پایه و انوع افزوده ها و درصد افزوده ها خواهد داشت. سیستم های مورد نظر روغن های آنها به هفت دسته تقسیم بندی شده اند.

۱. **روغن موتورهای بنزینی :** این روغن ها بایستی دارای خاصیت چربکاری به منظور **کاهش اصطکاک** .

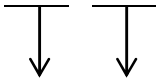
دارای خاصیت خوب ضریب انتقال حرارت، آب بندی و پاک کنندگ باشد

روغن های مورد استفاده موتور های بنزینی عبارتند از

SAE10- SAE20 –SAE30- SAE40

و همچنین روغن های چهار فصل:

SAW-20W-30. SAE -30 W -40



زمستانه

افزودهای مورد استفاده موتور های بنزینی عبارتند از :

۱- افزوده ضد اکسید شدن

۲- افزوده پاک کننده

۳- افزوده معلق کننده

۴- افزوده بهتر کننده چسبندگی

۲. **روغن موتورهای دیزلی :** از آنجا که این موتور ها با ضرایب تراکم بالاتر کار میکنند نوع روغن هایی ه در آنها به کار برده میشود، نسبت به روغن های موتور های بنزینی دارای چسبندگی بیشتری هستند.

معمولا روغن های مورداستفاده در این موتورها عبارتند از :

SAE30 . SAE 40 . SAE-20W-30 . SAE-30W – SAE40W-50

افزوده های که در این موتورها به کار برده میشود، مانند افزوده های موتورهای بنزینی بوده لیکن مقدار آنها یا درصد آنها در روغن بیشتر خواهد بود.(جدول ۲۰-۱ و ۲۱-۱).

برای تشخیص راحت تر عام بعد از عدد ویسکوزیته روغن های زمستانی حرف W درج میگردد که مخفف Winter میباشد.همچنین به دلیل آنکه این طبقه بندی توسط Society of Automotive Engineers تابستانه ابداع شده، همیشه قبل از درج عدد ویسکوزیته مخفف نام این انجمن (SAE) نیز نوشته میشود.

روغن هایی که تنها دارای یک ویسکوزیته میباشند، تک ویسکوزیته نام دارند، اما روغن هایی که در سالهای ایر با کمک علم شیمی و با افزودن پلیمر به روغن پایه تولید میشوند توانایی داشتن ویسکوزیته های مختلف در دماهای مختلف را دارا هستند. این امر باعث میشود روغن در تمامی شرایط اب و هوایی از غلظت لازم برخوردار باشد که این امر علاوه بر افزایش عمر موتور ، تا حدی باعث کاهش مصرف سوخت نیز خواهد شد، از همین رو روغن های تک ویسکوزیته در حال از رده خارج شدن میباشندو تنها کاربرد این نوع روغن ها در مورد خودروهای سواری ، برای موتورهای خودروهای race میباشند که دارای Heater یا گرمکن روغن می باشند.

کد SAE در روغن های چهار فصل به صورت دو جزئی است، که عدد اول که به هماه حرف W میباشد، مربوط به پایین ترین ویسکوزیته آن روغن و عدد دوم معرف بالاترین ویسکوزیته آن روغن است.

اما همان طور که ذکر شده ، روغن های چند ویسکوزیته به واسطه افزودن پلیمر به روغن ساخته میشوند، این پلیمر ها به روغن اجازه میدهند تا در دماهای مختلف ویسکوزیته های مختلفی داشته باشند، در هوای سرد ها در خود جمع شده ویسکوزیته باعث جریان یافتن راحت تر روغن میگردند ویسکوزیته در گرما نیز پلیمرها شروع باز شدن به صورت زنجیر های بلند نموده ویسکوزیته روغن غلیظ میگردد، اما این افزایش ویسکوزیته کاهش ویسکوزیته تنها حد مشخص شده برای همان روغن است مثلا این روغن ها در دمای ۱۰۰ درجه به ویسکوزیته ۳۰ برسد، در دماهای بالاتر نیز ویسکوزیته ای بیشتر از ۳۰ پیدا نخواهد شد، که این امر وابسته به مقدار پلیمر افزوده شده برای دست یابی به عدد حداکثر ۳۰ برای روغن 10W-30 میباشد. آنچه که باید در استفاده از این نوع روغن ها بخصوص در مناطق سردسیر مد نظر قرار گیرد، انتخاب روغن با کمترین فاصله ویسکوزیته است؛ بدین معنا که در زمستان با توجه به کمترین دمای منطقه سکونت ها ویسکوزیته در تابستان با توجه به گرم ترین دما، روغن های مطلوب را انتخاب مینمایید ویسکوزیته از استفاده از روغن هایی که از دماهای بسیار بالاتر تا دمای بسیار پایین تر را ساپورت میکنند، بپرهیزید، چرا که پلیمر های موجود در روغن ترکیب میشوند، که این امر میتواند باعث چسبیدن رینگ و یا مشکلاتی از این قبیل شود (ضرر استفاده از این روغن ها در موتورهای دیزلی بیشتر است)، روغن های 5W-50،5W ، 5W-30، 40 و 10W-40 با گستره ۲۵ تا ۴۵ تایی از این قبیل روغن ها هستند.(روغن های سینتیک ویسکوزیته نیمه سینتیک از این قاعده مستثنی هستند). شاید بگویید روغن 20W-50 نیز روغنی است با گستره ۳۰ تایی، مشابه 10W-40، اما چنین نیست، چرا که 20W-50 از پایه سنگین تر ۲۰ شروع میشود ویسکوزیته برای ویسکوز شدن ویسکوزیته رسیدن به عدد ۵۰ نیاز به پلیمر بسیار کمتری دارد تا روغن 10W-50 که دارای پایه ۱۰ میباشد ویسکوزیته باید توانایی رسیدن به عدد ۴۰ را دارا باشد. از این رو روغن های 10W-40 مینرال توسط متر خودرو سازی توصیه میشود ویسکوزیته حتی برخی از کارخانجات استفاده از آن را مساوی با خارج شدن خودرو از گارانتی میدانند.

پس تا آنجا که ممکن است درمورد روغن های مینرال نسبت به شرایط آب و هوایی محل سکونت، فاصله کمتری را بین دو عدد SAE انتخاب نموده و این را بدانید که هرچه ویسکوزیته زمستانی عددش کمتر باشد، برای ویسکوزیته شدن و رسیدن به اعداد ویسکوزیته بالاتر نیاز به پلیمر بیشتری داشته و پلیمر زیاد نیز برای موتور خودرو شما مضر است.

با توجه به شرایط آب و هوایی اکثر نقاط ایران، در بین روغنهای موجود در کشور (از نظر ویسکوزیته) روغن های 20W-50 برای دماهای بین ۱۰- تا ۴۰+ و 25W-50 برای دماهای بین ۵- تا ۴۰+ دارای عملکرد مناسبی میباشد (روغن های 25W-50 و 20W-50 در گرمای تابستان دارای شرایط یکسانی هستند و فقط در شرایط سرد بین ۱۰- و حدود ۵- ، 20W-50 بهتر جریان می یابد. اما 25W-50 دارای پلیمر کمتری است). البته بنا به دلایل بالای روغن 20W-40 برای زمستان انتخاب مناسب تری است، اما متاسفانه این نوع روغن در کشورمان کمتر یافت میشود.

همچنینن در صورتی که در نقاط سردسیر کشور مانند آذربایجان یا چهارمحال بختیاری زندگی میکنید دماهای زیر ۱۰°C و ناچار به استفاده از روغن ها با پایه زمستانی ۱۰ یا ۵ هستید حتما سعی کنید از روغن های چند ویسکوزیته ای استفاده نمایید که عدد دمشان بیشتر از ۳۰ نباشد.

۳- **روغن های گیربکس و دیفرانسیل:** روغن هایی که برای جعبه دنده و دیفرانسیل به کار برده میشود به اصطلاح واسکازین نامیده میشوند. که دارای چسبندگی بالا – خاصیت چربکاری- کاهش اصطکاک بوده و دارای افزوده هایی است که بتواند در سرعت های کم و کشش زیاد و یا برعکس چسبندگی خود را حفظ کند این روغن ها معمولا عبارتند از :

SAE70 . SAE90 . SAE110 . SAE130 . SAE150

گیربکس های اتومبیل از روغن هیدرولیک استفاده می کنند که دارای چسبندگی SAE20 و SAE10 بوده ولیکن کیفیت آنها در مقابل تغییر سرعت و کشش به دلیلی داشتن افزوده های بهتر، بالاتر است.(جدول ۲۲-۱ و ۲۳-۱).
روغن گیربکس یا روغن جعبه دنده خودرو روانسازی است که برای روانکاری قطعات متحرک موجود در جعبه دنده (گیربکس ، دیفرانسیل و جعبه فرمان خودرو) استفاده میشود. واسکازین کلمه روسی روغن دنده (Gear Oil) می باشد. در واقع روغن سه واژه یک مفهوم را می رسانند.

- روغن هایی که برای جعبه دنده های دستی و دیفرانسیل ها ساخته شده اندکه به آنها MTF هم می گویند. که مخفف Manual Transmission Fluid است.

- روغن هایی که برای جعبه دنده یا گیربکس اتوماتیک ساخته شده اند که به آنها ATF هم می گویند که مخفف Automatic Transmission Fluid است.

۴- **روغن سیستم های هیدرولیک :** این روغن ها که برای اتقال نیرو مورد استفاده قرار میگیرند بایستی دارای سیالیت مناسب- تراکم پذیری کم- خاصیت آب بندی – خاصیت جلوگیری از زنگ زدگی و خوردگی – ایجاد حداقل فرسایش و بالخره خاصیت خوب جداشدن هوا و ذرات خارجی باشند.

این نوع روغن ها از ترکیب پارافینی- نفتی و آروماتیکی بوده که دارای افزوده های مناسب جهت انجام کارهای هیدرولیک می باشد.

چنانچه آن روغن ها با گرما سروکار داشته باشند مقدار ترکیبات گلیکول به آن اضافه میشود. روغن های سیستم های هیدرولیک دارارای رنگ های زرد – نارنجی – صورتی- سبز – قهوه ای هستند و هرچه رنگ روغن ها فروق تیره تر باشد دارای چسبندگی بیشتری هستند. روغن های هیدرولیک معمولا دارای چسبندگی های زی هستند:

SAE-5 . SAE-10 . SAE-15 . SAE-20

در ماشین های راهسازی و سیستم های هیدرولیک توصیه میشود که به هیچ عنوان از روغن های موتور استفاده نکنید زیرا روغن فاسد شده و به واسطه ایجاد حباب هوا باعث گرم کردن سیستم و لرزش آن خواهد شد. جدول۲۴-۱

۵- **روغن های ماشین های ابزار:** با پیشرفت ماشین های ابزار (CNC) رای انجام کارهی سخت و دقیق و سرعت های زیاد، سرد کردن این سیستم ها مثلا نوک قلم های تراش و نوک مته ها برای جلوگیری از شکسته شدن و خوردگی بایستی از روغن هایی استفاده نمود که خاصیت چربکاری و سرد کردن قطعات را داشته باشند.

روغن های مورد استفاده در ماشین های ابزار ممکن است در دو نوع باشد . به عبارت دیگر روغن هایی که برای جعبه دنده های ماشین های ابزار به کار میروند با روغن های خنک کننده سیستم ها فرق دارد و یا انتخاب روغن طوری است که در هر دو یعنی جعبه دنده و خنک کننده استفاده میشود.

روغن های سردکننده محلول های امولسیونی بوده که دارای تترا کلرید کربن می باشد و در آب به خوبی حل میگردد. روغن هایی که برای جعبه دنده ماشین ها به کار برده میشوند SAE10 که دارای خاصیت بهتر کننده چسبندگی و خاصیت خوب انتقال حرارت و ضد خوردگی هستند استفاده می شوند.

بعضی از اوقات می توان از روغن های هیدرولیک با افزوده های مناسب به منظور کاهش اصطکاک در جعبه دنده ها و سرد کردن قطعات نموده در ماشین های ابزار روغن مواد خنک کننده را از سیستم های بخصوصی عبور میدهند(جدول ۲۵-۱)

۶- **روغن ترانسفورمر ها:** ر هایی که برای ترانسفومر ها به کار برده می شوند بایستی دارای خاصیت های ۱. چسبندگی مناسب ۲. نقطه اشتعال مناسب ۳. نقطه ریزش مناسب ۴.خاصیت سردکنندگی آب بندی ۵. مقاومت در برابر جرقه های الکتریکی ۶. مقاومت در برابر رطوبت باشند. روغن هایی که برای ترانسفورمرها به کار برده میشوند داراری پایه های پارافینی – نفتی و آروماتیکی بوده که به آنها ترکیبات گلیکولی و سایر افزوده های مورد نظر اضافه شده است.

۷- **روغن های توربین های بخار:** ر های مورد استفاده در توربین های بخار بایستی دارای خاصیت ضد اکسیداسیون- مخلوط نشدن با آب یا به عبارت دیگر جداسازی آب با روغن به آسانی صورت گیرد بایستی دارای خاصیت ضد کف و چسبندگی مناسب باشند. پس بایستی در این روغن ها از افزوده های ضد اکسیده شدن- ضد کف- بهتر کننده چسبندگی و جداسازی روغن از اب استفاده میشود. از آنجا که حجم روغن در سیستم روغنکاری های توربین ها زیاد می باشد لذا در استفاده از روغن و روغن های مشابه بایستی از دستور العمل های کارخانه های سازنده توربین استفاده کرد.

۸- **روغن های سیستم های سرما زا :** روغن های سیستم های سرما زا مانند کمپرسورهای سردخانه ها بایستی خاصیت چسبندگی مناسب – دیر تیره یا کدر شدن- جداسازی روغن از آب و آب بندی مناسب را داشته باشند. روغن هایی که در سیستم های سرما زا به کار برده میشوند ترکیبات گلیکول و هیدروکربور ها و افزوده های مناسب را دارند.