



KOMATSU

LIEBHERR



CARRARO



IR Bobcat

IR Ingersoll Rand



Rexroth
Bosch Group



Lubrizol



Infineum



به نام خدا

آشنایی با کاربرد و مشخصات روانکارهای

شرکت روغن هیپکو



روانکاری (LUBRICATING)

کاهش ضریب اصطکاک از طریق حذف و یا کنترل عواملی است که اثر معکوس روی حرکت نسبی سطوح متحرک دارند.



وظایف عمده روانکارها

- 1- کنترل و کاهش اصطکاک و سایش
- 2- انتقال حرارت
- 3- ممانعت از زنگ زدگی و خوردگی سطوح فلزات
- 4- معلق نگه داشتن مواد زائد و جلوگیری از رسوب آنها
- 5- انتقال انرژی
- 6- آب بندی سیستم
- 7- خفیف نمودن ضربه های ناگهانی



توجیه اقتصادی مصرف روانکار مناسب

1-افزایش عمر مفید قطعات

2-کاهش قیمت تمام شده در اثر کارکرد بیشتر ماشین آلات

3-کاهش نیروی انسانی تعمیرات و هزینه تعویض قطعات



تقسیم بندی روانکارها

1- روانکارهای گازی

زمانیکه درجه حرارت فوق العاده بالا (800°C و بالاتر) یا پائین (-200°C) است.

2- روانکارهای جامد

از لحاظ شیمیایی خیلی پایدار و در برابر اشعه رادیواکتیو بی تفاوت. تحمل حرارتی بالا. (گرافیت، تفلون، دی سولفید مولیبدن، دی سولفید تنگستن و ...)

3- روانکارهای نیمه جامد

گریسها محصول نیمه مایع تا تقریباً جامدی هستند که از متفرق کردن یک عامل سفت کننده در روانکار مایع بدست می آیند.

4- روانکارهای مایع

4-1- روغنهای سینتتیک

حاصل از انجام یکسری واکنشهای شیمیایی کنترل شده بر روی محصولات پتروسیمی تولید می شوند.

4-2- روغنهای معدنی

حاصل از انجام یکسری عملیات تفکیک بر روی نفت خام تولید میشوند.



KOMATSU

LIEBHERR



CARRARO



Bobcat

Ingersoll Rand



Rexroth
Bosch Group



Lubrizol



Infineum



روغن پایه (BASE OIL)



انواع روغنهای پایه بر اساس ساختار هیدروکربوری

1- گروه پارافینیک C_nH_{2n+2}

2- گروه نفتنیک C_nH_{2n}

3- گروه آروماتیک

4- روغن پایه های مخلوط



مقایسه خواص روغنهای پایه

خواص	پارافینیک	نفتیک	آروماتیک
دانسیته	کم	متوسط	زیاد
گرانروی	کم	متوسط	زیاد
فراریت	کم	متوسط	زیاد
نقطه ریزش	زیاد	کم	کم
شاخص گرانروی	زیاد	متوسط	کم
تمایل به اکسید شدن	کم	متوسط	زیاد



مشخصات انواع گروه های روغن پایه (طبقه بندی API)

گروه	روش تولید	درصد ترکیبات سیر شده	درصد وزنی گوگرد	شاخص گرانشی	درصد تولید	قیمت نسبی
روغنهای معدنی						
I	استخراج با حلال (Solvent-refined)	<90	>0.03	80-120	46	1
II	پالایش با هیدروژن (Hydroprocessed)	>90	<0.03	80-120	47	1.05
III	پالایش با هیدروژن (Hydrocracked)	>90	<0.03	>120	3	1.5
روغنهای سنتزی						
IV	پلیمریزاسیون هیدروکربن ها (PAOs)	100	0		2	2.5 to 3
V	سایر روغنهای سنتزی- (همه روغنهای پایه غیر از آنهایی که در گروه های ۱ تا ۴ قرار دارند)				1.6	5 to 10+



مراحل تولید روغن پایه معدنی گروه I

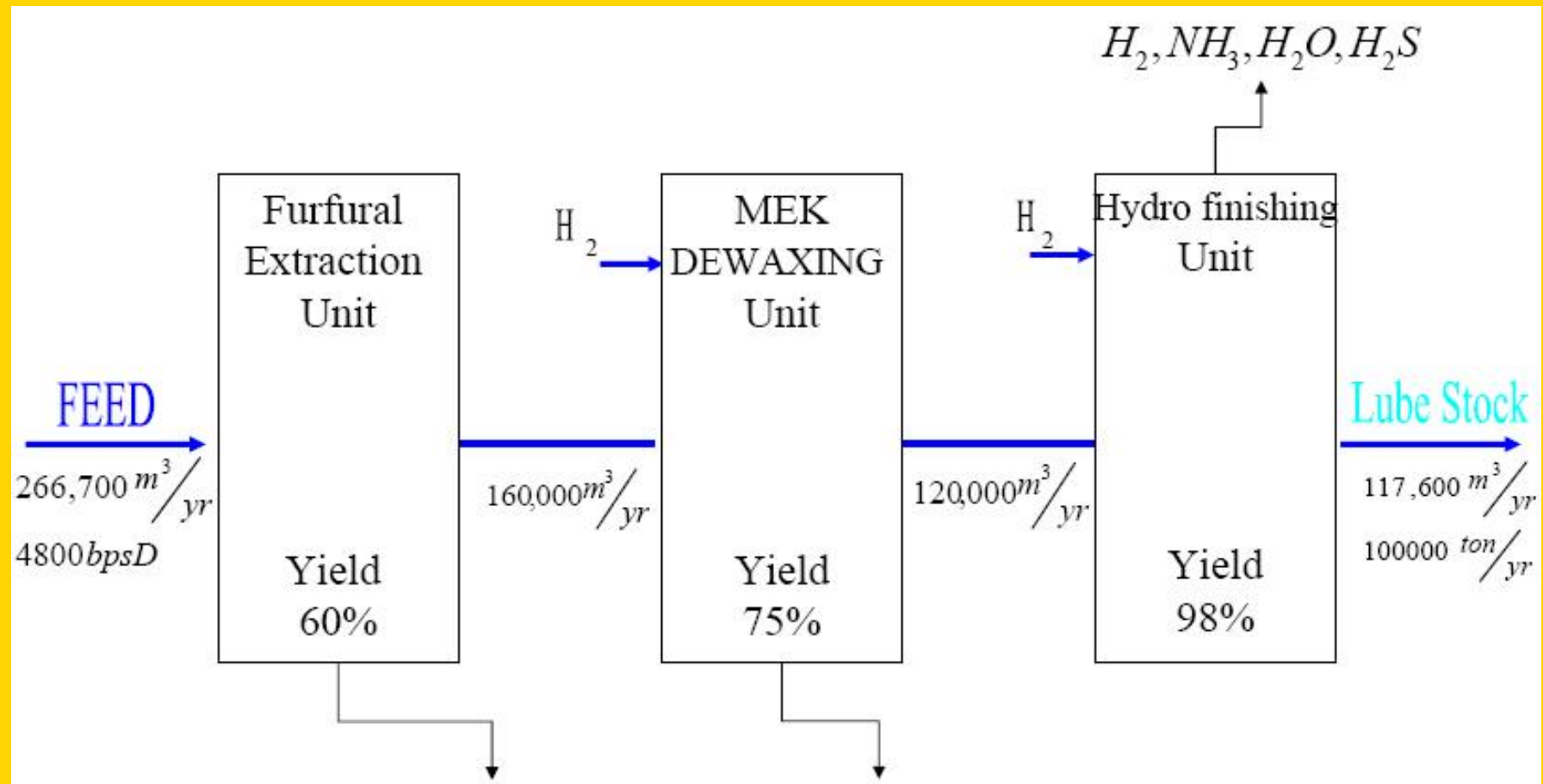
۱- استخراج آروماتیک ها به وسیله حلال فورفورال

۲- استخراج واکس ها به وسیله حلال MEK

۳- هیدروژنه کردن (Hydro finishing)



شمای تولید روغنهای پایه گروه I





مراحل تولید روغن پایه معدنی گروه II

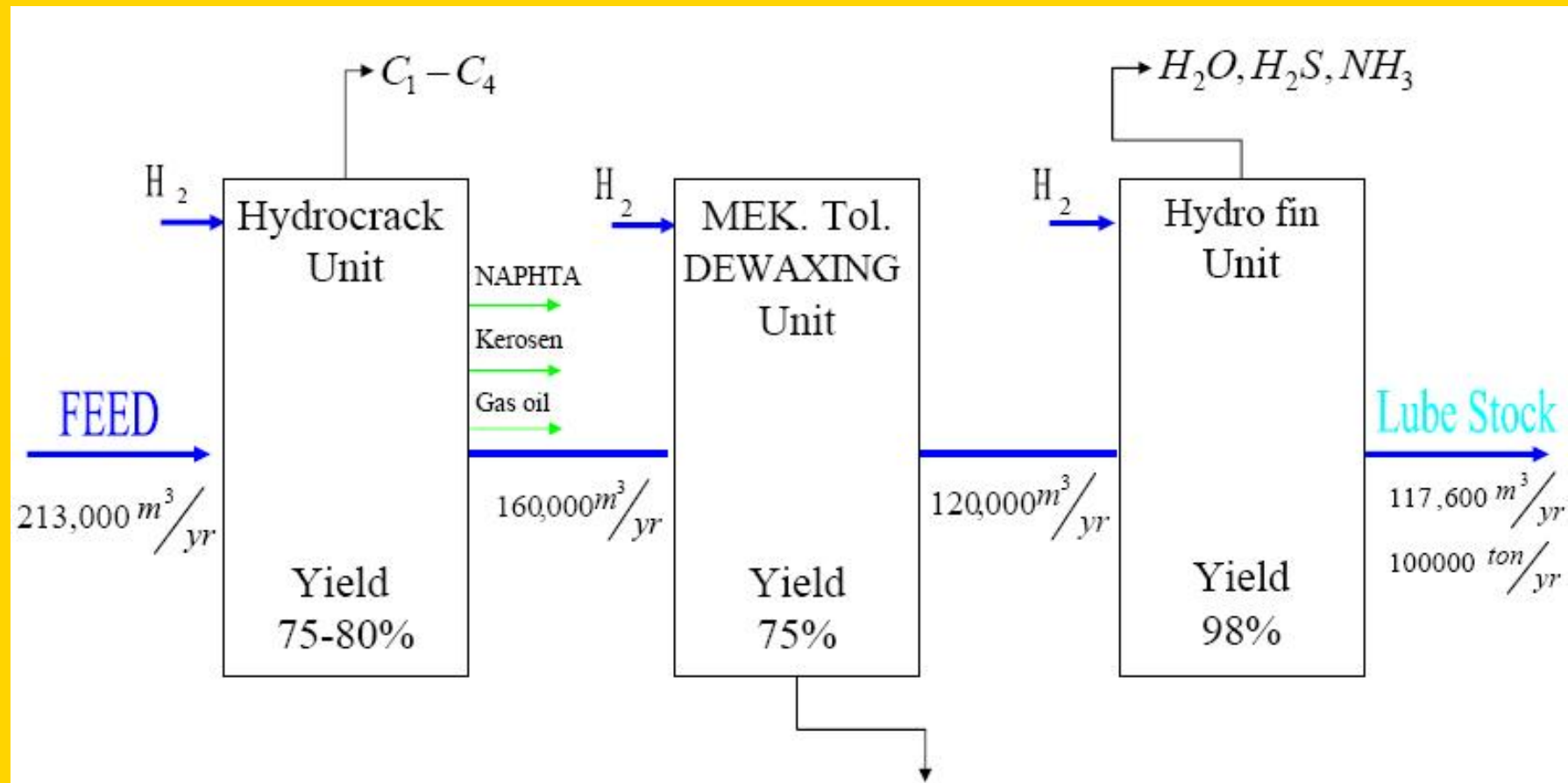
1- فرآیند شکست مولکولی و پالایش با هیدروژن (Hydro cracking)

2- استخراج واکس ها بوسیله MEK

3- هیدروژنه کردن (Hydro finishing)



شمای تولید روغنهای پایه گروه II





مراحل تولید روغن پایه معدنی گروه III

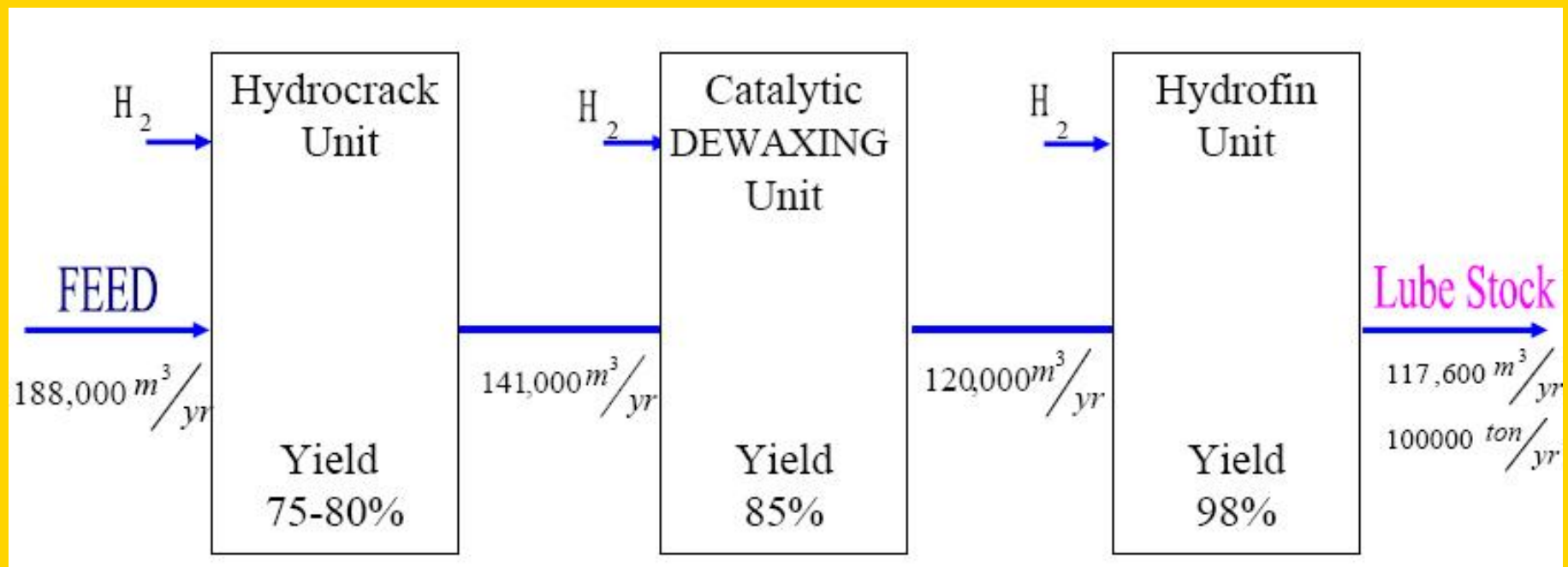
1- فرآیند شکست مولکولی و پالایش با هیدروژن (Hydro cracking)

2- فرآیند ایزومری کردن و پالایش با هیدروژن (Hydro isomerization)

3- هیدروژنه کردن (Hydro finishing)



شمای تولید روغنهای پایه گروه III





روغنهای پایه گروه + III

فرآیند GTL

Gas To Liquid

گاز متان CH_4 را به کمک بخار آب و کاتالیزور تبدیل به ترکیبی از نفت خام کرده و با تقطیر برش روغنی میگیرند

مزایا:

- 1- بدون گوگرد
- 2- بدون آروماتیک
- 3- کاملاً اشباع



محدودیت های استفاده از روغنهای پایه معدنی

- 1- بالا بودن نقطه ریزش
بدلیل وجود واکس در روغن، در درجه حرارت های پائین روغن دارای سیالیت لازم نمیشود.
- 2- مقاومت کم در برابر اکسیداسیون
در شرایط عملکرد مداوم در درجه حرارت های بالا منجر به تولید لجن و اسید در روغن میشود.
- 3- وابستگی زیاد گرانروی با درجه حرارت
روغن در درجه حرارت های بالا بسیار رقیق و در درجه حرارت های پائین بسیار سفت باشد.
- 4- محدودیت کاربرد در شرایط عملیاتی سخت
در درجه حرارت های خیلی بالا ($Over\ 320\ ^\circ C$) روغن شروع به شکستن می کند.



محدودیت های استفاده از روغنهای پایه معدنی

در شرایط عملکرد بسیار سخت مثل کارکرد در درجه حرارت های خیلی بالا و یا کارکرد در هوای بسیار سرد، محدودیت های نامبرده نقش بسیار مهمی در انتخاب روغن دارند.

اغلب اوقات روش فائق آمدن بر این محدودیت ها، انتخاب روغنهای سینتتیک میباشد.



گروه های مختلف روغنهای سینتتیک

1-آرومات های آلکیله شده:

کاربرد: روغنهای موتور، دنده، هیدرولیک، کمپرسورهای هوا و توربین های گاز، گریس
مشخصات: این هیدروکربورهای سنتز شده با روغن های معدنی (پایه نفتی) سازگارند.
تا حدی سمی بوده و تجزیه پذیری آنها به وسیله باکتری بسیار کم است.

2- پلی آلفا الفین ها:

کاربرد: روغنهای موتور، هیدرولیک، ماشین آلات با شرایط سخت کاری، توربین های گاز
مشخصات: این هیدروکربورهای سنتز شده دارای شاخص گرانروی بالا و نقطه ریزش بسیار
پائین هستند، با روغن های معدنی (پایه نفتی) سازگارند.
تجزیه پذیری آنها به وسیله باکتری کم است.



3-دی استرها:

کاربرد: موتور و کمپرسورهای هواپیما ها

مشخصات: این روغن‌ها دارای خواص جریان بسیار عالی در درجه حرارت‌های پائین بوده و شاخص گرانروی بسار بالا (>140) دارند. خاصیت بسیار خوب روانکاری، مقاومت حرارتی خوب و پایداری خوب در برابر اکسیداسیون دارند. این روغن‌ها با بعضی از سیل ها و رنگها سازگار نیستند.

4-پلی استرها:

کاربرد: روغن‌های موتور هواپیماها، توربین های گاز با درجه حرارت زیاد، سیستمهای هیدرولیک و مایع انتقال حرارت، گریس

مشخصات: تجزیه پذیری آنها به وسیله باکتری بسیار خوب است. این روغن‌ها سازگاری متوسطی با بیشتر رنگها و سیل ها دارند.



5- پلی گلیکولها:

5-1- محلول در آب

کاربرد: روغن های مقاوم در برابر آتش، فلزکاری و روغن ترمز

5-2- نامحلول در آب

کاربرد: بعنوان روغنهای انتقال حرارت، روغن کمپرسور گازهای هیدرو کربوری، کمپرسورهای مارپیچی سرد کننده ها

این روغنها با روغنهای پایه معدنی (نفتی) سازگار نیستند. تاثیر کم روی رنگها دارند.

6- فسفات استرها:

کاربرد: سیستم های هیدرولیک، کمپرسورهای با درجه حرارت بالا و توربین های گاز که در آنها خاصیت مقاوم بودن در برابر آتش بسیار مهم است.

مهمترین خصوصیت: مقاومت در برابر آتش

فسفات استرها سازگاری بسیار کمی با بعضی از سیلها و بیشتر رنگها دارند.



7-سیلیکون ها:

کاربرد: بعنوان روغن پایه در ساخت گریسهایی که در درجه حرارت بالا کار میکنند، دمپرها و قسمت جمع کننده سیستم های هیدرولیک، روغن کمپرسور.

مشخصات: شاخص گرروی بسیار بالا، جریان بسیار خوب در درجه حرارت های پائین، پایداری حرارتی خوب و مقاومت خوب در برابر اکسیداسیون.

از خواص بد این روغن ها: کشش سطحی بسیار کم آنها (خاصیت تحمل بارهای لغزشی این روغن ها بسیار کم میباشد)

8-سیلیکات استر ها:

کاربرد: سیستم های هیدرولیک، انتقال حرارت، مایع سرد کننده و روغن کمپرسورهای یخ سازی.

مشخصات: شاخص گرانروی بالا و مقومت حرارتی بسیار خوب. با بیشتر مواد افزودنی سازگارند، تاثیری روی پلاستیک ها و الاستومرهای سنتز شده ندارند.

سازگاری بسیار کمی با رنگ ها، لاکها و مواد لاستیکی دارند.



9-فلوئورو کربن ها:

کاربرد: سیستم های خنک کننده، عایق های الکتریکی، کمپرسورهای اکسیژن و پمپهای اسیدهای معدنی، هالوژنها و اکسیژن.

گریسهائی که ماده سفت کننده آنها پایه فلوئورو کربن دارند، برای ماشین های الکتریکی مناسبند.

مشخصات: مقاومت حرارتی و پایداری بسیار خوب در برابر اکسیداسیون.

حلالیت این روغنها برای مواد افزودنی کم است و قابل اختلاط با روغنهای معدنی نمیشوند.

تجزیه پذیری آنها توسط باکتریها بسار کم است. خاصیت ضعیف حفاظت سطوح از خوردگی شیمیایی

10- پلی فنیل اترها:

کاربرد: روغن کاری توربینها، روغنهای انتقال حرارت و روغن پایه ساخت گریس

مشخصات: مقاومت در برابر تشعشع، مقاومت حرارتی بسیار بالا

بالا بودن گرانروی آنها در درجه حرارت محیط و محدودیت استفاده از آنها در درجه حرارت های

پایین، پایین بودن تحمل بار نسبت به روغنهای معدنی



خواص اصلی روغنهای سنتزی

1- مقاومت خوب در برابر اکسیداسیون

2- صرفه جوئی در مصرف انرژی

3- خواص خوب جریان در دمای پائین

4- استفاده کمتر از مواد افزودنی



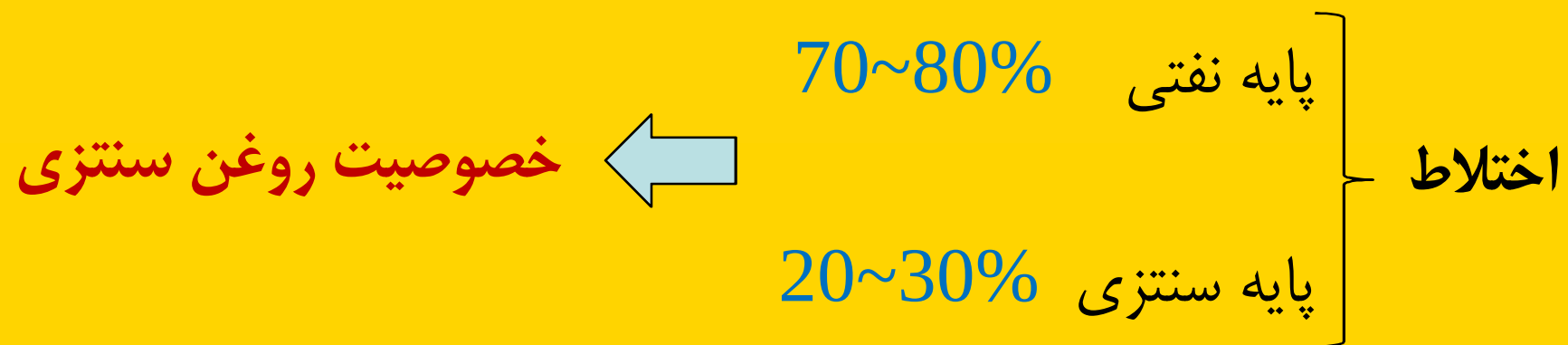
جدول مقایسه خواص روغنهای معدنی با روغنهای سینتتیک (روغنهای نمونه)

خواص	روغن معدنی	پلیمرهای الفینی	آروماتهای آلکیل	پلی استرها	پلی گلیکولها	سیلیکونها	پلی فنیل استرها
خواص گرانروی - درجه حرارت	متوسط	خوب	متوسط	خیلی خوب	خوب	عالی	ضعیف
خواص جریان در درجه حرارت های پایین	ضعیف	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	ضعیف
پایداری در برابر اکسیداسیون (همراه با ماده افزودنی)	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	ضعیف	خیلی خوب	خیلی خوب
مخلوط شدن با روغنهای معدنی	--	عالی	عالی	متوسط	ضعیف	ضعیف	خوب
فراریت کم	متوسط	خوب	خوب	عالی	خوب	خوب	خوب
مقاومت در برابر هیدرولیز	عالی	عالی	عالی	متوسط	خوب	خوب	عالی
خواص روغن کاری	خوب	خوب	خوب	خیلی خوب	خوب	متوسط	عالی
پایداری حرارتی	متوسط	متوسط	متوسط	خوب	خوب	خیلی خوب	عالی
مقاومت در برابر آتش	ضعیف	ضعیف	ضعیف	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط
هزینه	کم	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	زیاد	خیلی زیاد

توجه: این مقایسه، یک مقایسه بسیار کلی است، برای بدست آوردن اطلاعات بیشتر با سازندگان روغن مشورت کنید



روغنهای نیمه سنتزی





تفاوت ساختاری روغن های سنتزی و معدنی

در روغنهای سنتزی بر خلاف روغنهای معدنی IBP و FBP بسیار
به هم نزدیکند

خواص روغن سنتزی (تک) میباشد



توجه:

از آنجائیکه روغنهای سینتتیک نیز مانند روغن های معدنی به وسیله ذرات فلزی، ذرات کربن، باقیمانده های حاصل از احتراق و محصولات فرعی حاصل از سوختن مثل اسیدها و ترکیبات گوگردی، آلوده میشوند، این تصور غیر منطقی خواهد بود که روغنهای سینتتیک دارای طول عمر خیلی بیشتر از روغن های معدنی هستند.

برای کسانی که میخواهند هنگام استفاده از روغنهای سینتتیک، فاصله زمانی تعویض روغن را زیاد کنند، آنالیز روغن بسیار مهم است تا فاصله زمانی بهینه جهت تعویض روغن به دست آید.



فرآیند تصفیه مجدد روغن های کارکرده



روغنهای کارکرده بارها و بارها قابل تصفیه مجدد بوده و در صورت تصفیه مناسب، میتوانند دارای کیفیتی معادل روغنهای پایه اصلی باشند



طبقه بندی روغن‌ها

1- طبقه بندی گرانیروی SAE

SAE Oil Viscosity Classification

2- طبقه بندی کیفی (سطح کارایی) API

API Oil Quality Classification



طبقه بندی گرانیروی روغن SAE (Society of Automotive Engineers international)

گرانیروی اولین و مهمترین شرط برای انتخاب روغن برای یک کاربرد خاص می باشد.

جهت یک روان کاری موثر، باید گرانیروی روغن در شرایط مختلف سرعت، بار و درجه حرارت مناسب باشد.



تقسیم بندی روغن‌ها از لحاظ درجه

MULTI GRADE

1- روغن های چند درجه

MONO GRADE

2- روغن های تک درجه

این درجه بندی بر اساس دامنه درجه حرارت هایی که روغن در آن درجه حرارت ها کاربرد دارد، صورت پذیرفته است.

روغنهای چند درجه از مخلوط کردن یک روغن با گرانیروی کم با

پلیمرهای خاص (VI Improver) ساخته می شوند.



جدول دمای کاربرد روغنهای موتور

SAE عدد های گرانیروی	دامنه درجه حرارت	
	حداقل °C	حداکثر °C
SAE 5W	-40	0
SAE 10W	-29	50
SAE 15W	-18	38
SAE 30	0	38
SAE 40	5	50
SAE 0W-30	-40	16
SAE 5W-20	-35	21
SAE 5W-30	-35	27
SAE 10W-30	-29	32
SAE 10W-40	-24	38
SAE 15W-40	-15	43
SAE 15W-50	-10	49
SAE 20W-50	0	55



مزایای روغنهای مولتی گرید نسبت به مونوگرید

- 1- استفاده از یک روغن برای تمام طول سال
- 2- آسان روشن شدن موتور در درجه حرارت های پایین
- 3- راندمان عالی در درجه حرارت های بالا
- 4- کم کردن مصرف سوخت
- 5- گرم شدن سریع روغن و در نتیجه در جا کار کردن کم موتور



جدول گرانیروی طبقه بندی گرانیروی روغن موتور SAE J300

SAE J300 Viscosity Grades for Engine Oils - December 1999

SAE Viscosity Grade	Low Temperature (°C) Cranking Viscosity ⁽¹⁾ , cP Max.	Low Temperature (°C) Pumping Viscosity ⁽²⁾ , cP Max. with No Yield Stress	Kinematic Viscosity ⁽³⁾ (cSt) at 100°C Min.	Kinematic Viscosity ⁽³⁾ (cSt) at 100°C Max.	High-Shear Viscosity ⁽⁴⁾ (cP) at 150°C and 10 ⁶ s ⁻¹ Min.
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	13000 at -10	60 000 at -15	9.3	-	-
20	-	-	5.6	< 9.3	2.6
30	-	-	9.3	< 12.5	2.9
40	-	-	12.5	< 16.3	2.9 (0W-40, 5W-40, and 10W-40 grades)
40	-	-	12.5	< 16.3	3.7 (15W-40, 20W-40, 25W-40, 40 grades)
50	-	-	16.3	< 21.9	3.7
60	-	-	21.9	< 26.1	3.7

All values are critical specifications as defined by ASTM D 3244.

1 cP=1 mPa·s; 1 cSt=1 mm²s⁻¹

Notes:

(1) ASTM D 5293.

(2) ASTM D 4884. Note that the presence of any yield stress detectable by this method constitutes a failure regardless of viscosity.

(3) ASTM D 445.

(4) ASTM D 4883, CEC L-38-A-90 (ASTM D 4741), or ASTM D 5481.



جدول گرانیروی طبقه بندی گرانیروی روغن دنده SAE J306

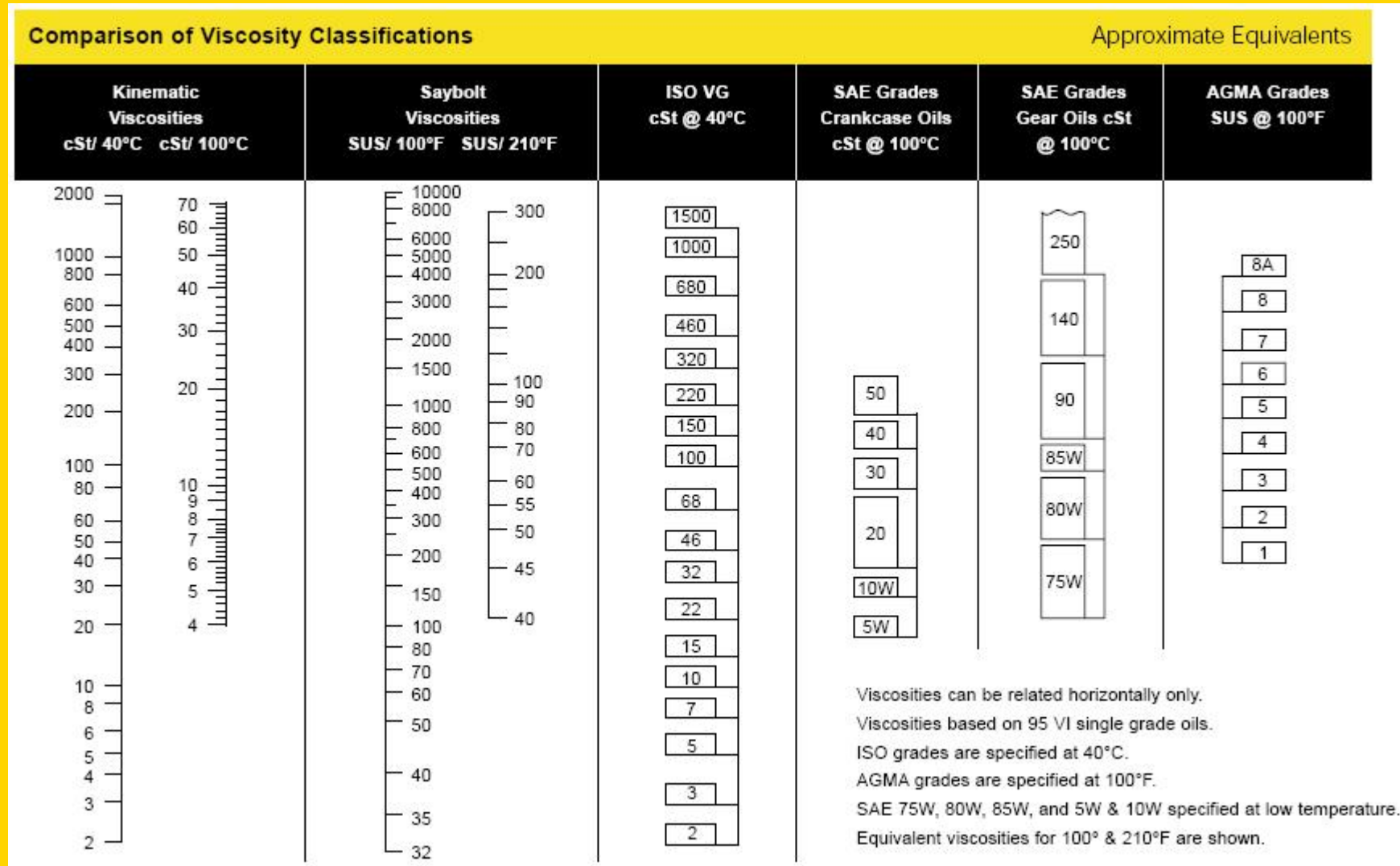
SAE J306 Automotive Gear Viscosity Classification

Axle and Manual Transmission Lubricant Viscosity Classification

	70W	75W	80W	85W	80	85	90	140	250
Viscosity at 100°C min, mm ² /s	4.1	4.1	7.0	11.0	7.0	11.0	13.5	24.0	41.0
max, mm ² /s	No requirement				11.0	13.5	24.0	41.0	No req.
Viscosity of 150,000 mPa.s, max temp °C	-55	-40	-26	-12	No requirement				
20 hr. KRL Shear (CRC L-45-T-93), KV100 after Shear, mm ² /s	4.1	4.1	7.0	11.0	7.0	11.0	13.5	24.0	41.0



مقایسه طبقه بندی گرانیروی





طبقه بندی روغنهای موتور براساس سطوح کیفیت

1- API

انجمن نفت آمریکا

2- ILSAC

سازمان بین المللی تأیید کیفیت روانکار

3- CCMC

کمیته تولید کنندگان بازار مشترک

4- OEM

سازندگان خودرو



1- طبقه بندی کیفی API (American Petroleum Institute)

در سال 1970 انستیتو نفت آمریکا (API) به همراه انجمن تست و مواد آمریکا (ASTM) و انجمن مهندسين اتوموبيل (SAE) با همکاری سازندگان موتور (EMA) سیستم طبقه بندی کیفی API برای روغنهای موتور و دنده را بوجود آوردند.



سطوح کیفیت روغنهای موتور



Gasoline Engines		
Category	Status	Service
SM	Current	For all automotive engines currently in use. Introduced November 30, 2004, SM oils are designed to provide improved oxidation resistance, improved deposit protection, better wear protection, and better low-temperature performance over the life of the oil. Some SM oils may also meet the latest ILSAC specification and/or qualify as Energy Conserving.
SL	Current	For 2004 and older automotive engines.
SJ	Current	For 2001 and older automotive engines.
SH	Obsolete	For 1996 and older engines. Valid when preceded by current C categories.
SG	Obsolete	For 1993 and older engines.
SF	Obsolete	For 1988 and older engines.
SE	Obsolete	CAUTION—Not suitable for use in gasoline-powered automotive engines built after 1979.
SD	Obsolete	CAUTION—Not suitable for use in gasoline-powered automotive engines built after 1971. Use in more modern engines may cause unsatisfactory performance or equipment harm.
SC	Obsolete	CAUTION—Not suitable for use in gasoline-powered automotive engines built after 1967. Use in more modern engines may cause unsatisfactory performance or equipment harm.
SB	Obsolete	CAUTION—Not suitable for use in gasoline-powered automotive engines built after 1963. Use in more modern engines may cause unsatisfactory performance or equipment harm.
SA	Obsolete	CAUTION—Contains no additives. Not suitable for use in gasoline-powered automotive engines built after 1930. Use in modern engines may cause unsatisfactory engine performance or equipment harm.

Diesel Engines		
Category	Status	Service
CI-4	Current	Introduced in 2002. For high-speed, four-stroke engines designed to meet 2004 exhaust emission standards implemented in 2002. CI-4 oils are formulated to sustain engine durability where exhaust gas recirculation (EGR) is used and are intended for use with diesel fuels ranging in sulfur content up to 0.5% weight. Can be used in place of CD, CE, CF-4, CG-4, and CH-4 oils. Some CI-4 oils may also qualify for the CI-4 PLUS designation.
CH-4	Current	Introduced in 1998. For high-speed, four-stroke engines designed to meet 1998 exhaust emission standards. CH-4 oils are specifically compounded for use with diesel fuels ranging in sulfur content up to 0.5% weight. Can be used in place of CD, CE, CF-4, and CG-4 oils.
CG-4	Current	Introduced in 1995. For severe duty, high-speed, four-stroke engines using fuel with less than 0.5% weight sulfur. CG-4 oils are required for engines meeting 1994 emission standards. Can be used in place of CD, CE, and CF-4 oils.
CF-4	Current	Introduced in 1990. For high-speed, four-stroke, naturally aspirated and turbocharged engines. Can be used in place of CD and CE oils.
CF-2	Current	Introduced in 1994. For severe duty, two-stroke cycle engines. Can be used in place of CD-II oils.
CF	Current	Introduced in 1994. For off-road, indirect-injected and other diesel engines including those using fuel with over 0.5% weight sulfur. Can be used in place of CD oils.
CE	Obsolete	Introduced in 1985. For high-speed, four-stroke, naturally aspirated and turbocharged engines. Can be used in place of CC and CD oils.
CD-II	Obsolete	Introduced in 1985. For two-stroke cycle engines.
CD	Obsolete	Introduced in 1955. For certain naturally aspirated and turbocharged engines.
CC	Obsolete	CAUTION—Not suitable for use in diesel-powered engines built after 1990.
CB	Obsolete	CAUTION—Not suitable for use in diesel-powered engines built after 1961.
CA	Obsolete	CAUTION—Not suitable for use in diesel-powered engines built after 1959.



سطوح کیفیت روغنهای دنده

API-GL-1	Designates the type of service characteristic of automotive spiral-bevel and worm-gear axles and some manually operated transmissions operating under such mild conditions of low unit pressures and sliding velocities, that straight mineral oil can be used satisfactorily. Oxidation and rust inhibitors, defoamers, and pour depressants may be utilised to improve the characteristics of lubricants for this service. Frictional modifiers and extreme pressure agents shall not be utilised.
API-GL-2	Designates the type of service characteristic of automotive type worm-gear axles operating under such conditions of load temperature and sliding velocities, that lubricants satisfactory for API-GL-1 service will not suffice.
API-GL-3	Designates the type of service characteristic of manual transmissions and spiral-bevel axles operating under moderately severe conditions of speed and load. These service conditions require a lubricant having load carrying capacities greater than those which will satisfy API-GL-1 service, but below the requirements of lubricants satisfying API-GL-4 service.



سطوح کیفیت روغنهای دنده

API-GL-4

This classification is still used commercially to describe lubricants, but the equipment required for the anti-scoring test procedures to verify lubricant performance is no longer available.

Designates the type of service characteristic of gears, particularly hypoid⁽²⁾ in passenger cars and other automotive type of equipment operated under high-speed, low-torque, and low-speed, high-torque conditions.

Lubricants suitable for this service are those which provide anti-score protection equal to or better than that defined by CRC Reference Gear Oil RGO-105 and have been subjected to the test procedures and provide the performance levels described in ASTM STP-512A, dated March 1987⁽³⁾.

API-GL-5

Designates the type of service characteristic of gears, particularly hypoid in passenger cars and other automotive equipment operated under high-speed, shock-load; high-speed, low-torque; and low-speed, high-torque conditions.

Lubricants suitable for this service are those which provide anti-score protection equal to or better than that defined by CRC Reference Gear Oil RGO-110 and have been subjected to the test procedures and provide the performance levels described in ASTM STP-512A dated March 1987⁽²⁾.

API-GL-6

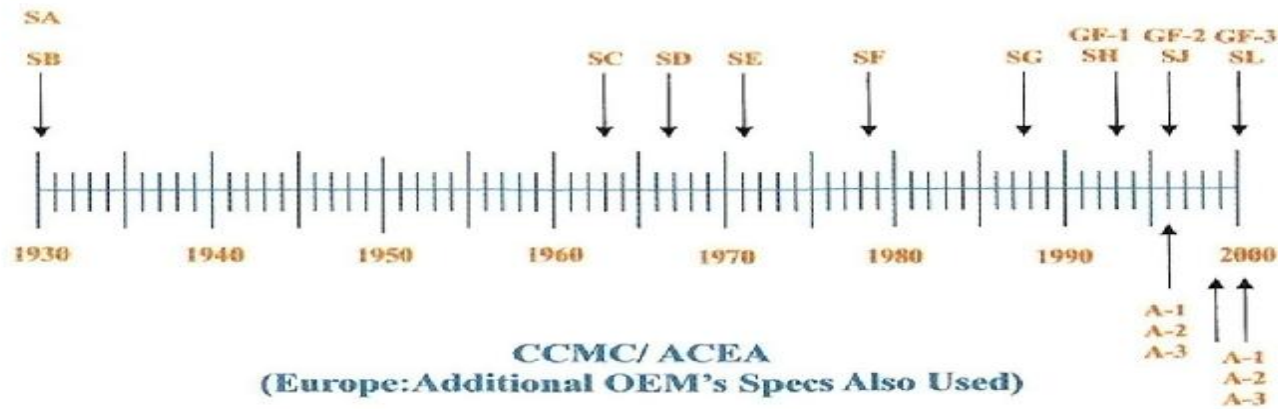
This category is obsolete and is listed for historical reference only. The equipment used to measure performance is no longer available.



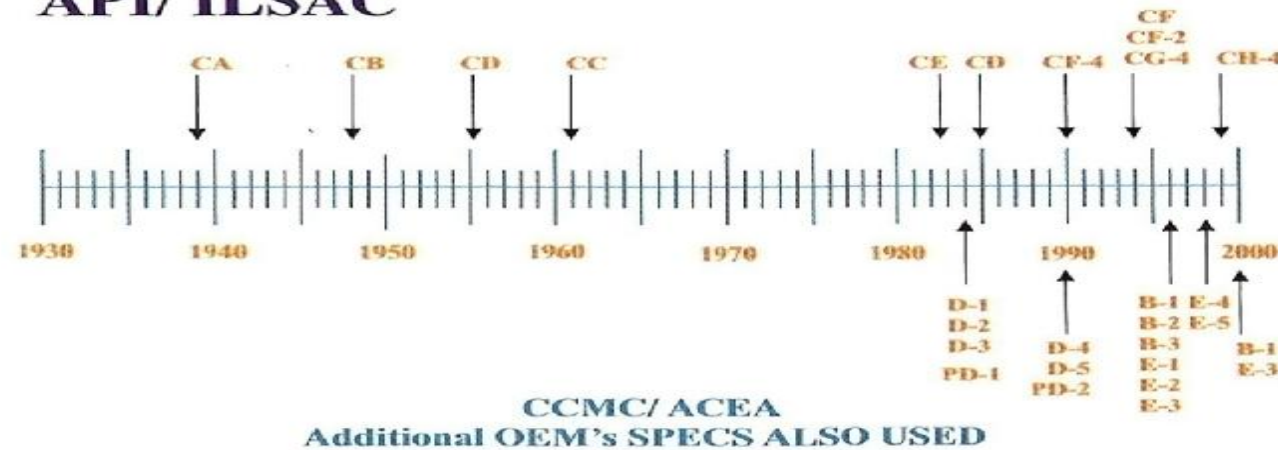
2- طبقہ بندی کیفی ILSAC



API/ ILSAC (North America/ Japan)



API/ ILSAC





3- طبقه بندی کیفی CCMC

<i>G1</i> تقریباً معادل SE در API است. <i>G2</i> تقریباً معادل SF در API است. <i>G3</i> مشابه G2 ولی با گراندروی کمتر <i>G4</i> تقریباً معادل SG در سیستم API است. <i>G5</i> تقریباً معادل SH در سیستم API است.	گروه اول
<i>D1</i> برای موتورهای دیزل سبک <i>D2</i> برای موتورهای دیزل سنگین معمولی و یا توربوشارژر <i>D3</i> برای موتورهای دیزل سنگین معمولی و یا توربوشارژر تحت شرایط سخت کاری <i>D4</i> هر دو سطح برای روغن موتور دیزل صنعتی که تقریباً <i>D5</i> تشابه زیادی با سطوح CE و CF-4 در سیستم API دارند.	گروه دوم
<i>PD1</i> <i>PD2</i>	گروه سوم
	خودروهای سواری
	با موتورهای دیزل



4- طبقه بندی کیفی OEM

سازندگان خودرو بر اساس آزمایشات خاص که برخی مواقع آزمایشات میدانی نیز شامل آن میشود، سطوح استاندارد خاص برای مصرف در خودروهای تولیدی خود را معرفی مینمایند

شرکت ولوو: VDS, VDS2, VDS3

شرکت ماک: EOK, EOK2

شرکت مرسدس بنز: MB

شرکت فولکس واگن: V W



KOMATSU

LIEBHERR



CARRARO

روغن موتور و مواد افزودنی

ENGINE OIL & ADDITIVE



IR Bobcat

IR Ingersoll Rand



Rexroth
Bosch Group



Lubrizol



Infineum





وظایف روغن موتور

- 1- روانکاری قطعات
- 2- کمک در خنک کردن موتور
- 3- گرفتن ضربه های وارده به قطعات
- 4- آب بندی فاصله رینگ و سیلندر و جلوگیری از خروج گازها
- 5- انتقال ذرات ریز فلزات و گرد و خاک از داخل موتور به فیلتر
- 6- جلوگیری از ایجاد رسوب روی قطعات
- 7- تمیز نگه داشتن قطعات موتور
- 8- جلوگیری از زنگ زدن و خوردگی قطعات
- 9- خنثی سازی اسیدهای تولیدی



خواص مورد انتظار روغن موتور

- 1- گرانروی مناسبی داشته باشد
- 2- از لحاظ حرارتی و شیمیایی پایدار باشد
- 3- در سرما به اندازه کافی روان و قابل پمپ کردن باشد
- 4- بتواند اسیدهای ایجاد شده حین کار را خنثی نماید
- 5- از فرسایش قطعات در شرایط سخت کار موتور جلوگیری کند
- 6- ظاهری تمیز و عاری از مواد اضافی داشته باشد
- 7- کف ایجاد نکند



تولید کننده های اصلی مواد افزودنی

1- AFTON

2- LUBRIZOL

3- INFINEUM

4- CHEVRON



مواد افزودنی روغن موتور

1- مواد افزودنی پاک کننده - متفرق کننده:

وظایف:

الف- تمیز کردن قطعات موتور

ب- معلق نگه داشتن آلودگیها و ذرات حاصل از احتراق

پ- جلوگیری از ایجاد لجن و تشکیل رسوب

ت- خنثی کردن اسیدهای ایجاد شده در روغن (**خاصیت TBN**)

* مواد افزودنی پاک کننده از نوع ترکیبات آلی - فلزی (کلسیم، باریوم، منیزیم) میباشند.

* سولفونات ها - فئات ها و سالیسیلات ها از جمله پاک کننده های معروف هستند

* مواد متفرق کننده از نوع مواد پلیمری بدون خاکستر میباشند.



مواد افزودنی روغن موتور

2- مواد افزودنی ضد سایش:

وظایف:

الف- جلوگیری از سایش قطعات موتور که در اثر تماس فلز به فلز رخ می دهد

ب- حفاظت قطعات موتور از خوردگی توسط اسید

* یکی از معروفترین مواد افزودنی ضد سایش دی تیوفسفات روی (ZDDP) است.

* برای سطوح کیفیت بالاتر از SJ از ضد سایش (MoDDP) استفاده میشود

* این مواد در اثر کارکرد زیاد خاصیت خود را از دست میدهند

* بدلیل تجزیه بعضی از مواد افزودنی ضد سایش در درجه حرارت های بالا ($>100^{\circ}\text{C}$) از مواد افزودنی کمکی استفاده میشود.



مواد افزودنی روغن موتور

3- مواد افزودنی ضد اکسیداسیون

وظیفه:

الف- جلوگیری از حمله اکسیژن به روغن پایه

* اکسیداسیون روغن پایه باعث افزایش گرانروی شده در نتیجه روغن نمیتواند به راحتی جریان یافته و به تمام قطعات برسد.



مواد افزودنی روغن موتور

4- مواد افزودنی بهبود دهنده شاخص گرانروی وظیفه:

الف- باعث کم شدن تغییرات گرانروی در برابر تغییرات درجه حرارت میشوند.

* این مواد ترکیبات شیمیایی (مثل بوتن ها، پلی متا آکریلاتها، الفین کوپلیمرها (روغنهای موتور)،
استرهای استایرن (روغنهای دنده)، پلی ایزوپرن و ...) هستند.

* این مواد در کم کردن مصرف سوخت، بهبود خواص جریان در درجه حرارتهای پایین و جلوگیری از
تشکیل کریستالهای واکس موثرند.



مواد افزودنی روغن موتور

5- مواد افزودنی ضد زنگ

وظیفه:

باعث کاهش زنگ زدگی داخل موتور با جلوگیری از رسیدن رطوبت به سطوح فلزی میشوند

6- مواد افزودنی بهبود دهنده های اصطکاک

وظیفه:

باعث کاهش اصطکاک داخلی روغن شده و در نتیجه اصطکاک، مصرف سوخت نیز کم میشود

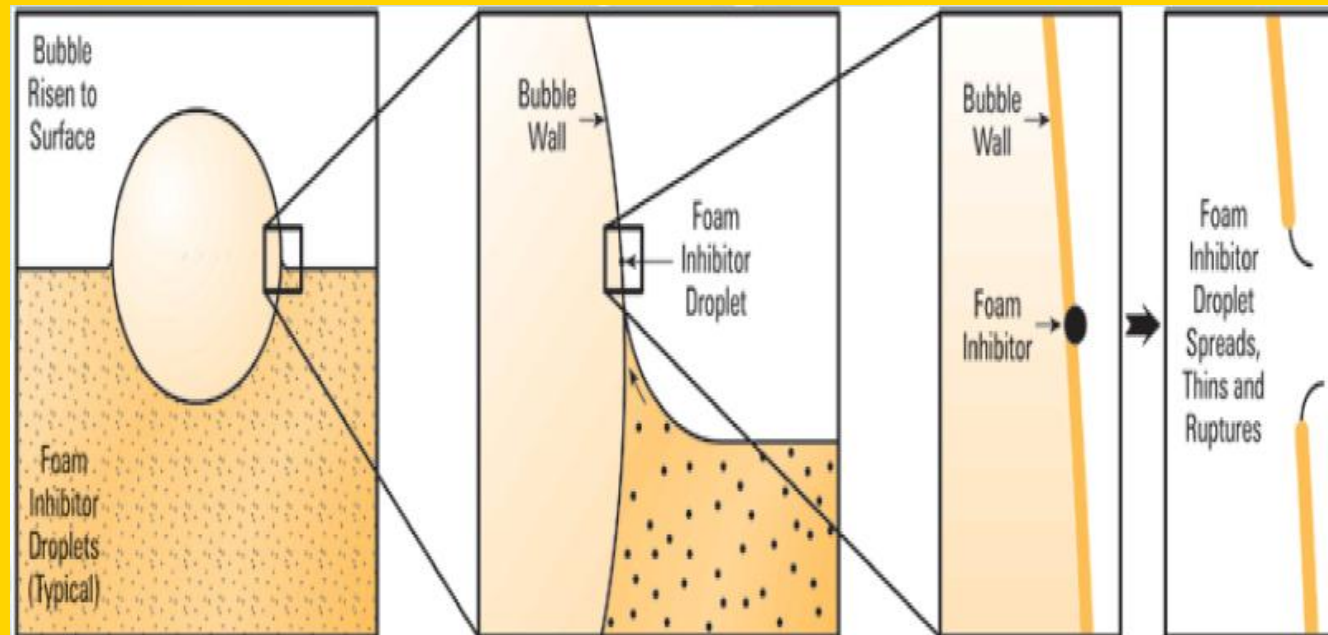


مواد افزودنی روغن موتور

7- مواد افزودنی ضد کف

وظیفه:

با کم کردن کشش سطحی روغن اجازه میدهد هوای حبس شده در روغن، فرار کند.
*بدلیل کم کردن تماس روغن با اکسیژن، تا حدودی از اکسیداسیون روغن نیز جلوگیری میکنند.
*آنتی فومها عموماً از جنس سیلیکونی و یا آکریلاتی میباشند.





مواد افزودنی روغن موتور

8- مواد افزودنی پایین آورنده نقطه ریزش وظیفه:

از تشکیل کریستالها در روغن جلوگیری کرده باعث میشوند که روغن در درجه حرارتهای پایین یخ نزند.

9- مواد افزودنی بازدارنده خوردگی وظیفه:

با ایجاد یک لایه روی سطوح فلزی از رسیدن اسیدهای آلی به سطوح فلزی جلوگیری می کنند.



روغن موتورهای با سوخت گاز طبیعی

1- فرآیند احتراق در این موتورها خیلی تمیز است، بنابراین نیاز به درصد بالایی از مواد افزودنی پاک کننده نمیباشد

2- مشکل رقیق شدن روغن در اثر ازدیاد درجه حرارت خیلی جدی است

3- درجه حرارت بالای احتراق در این موتورها باعث اکسیده و نیتره شدن روغن می شود

4- سایش محل نشست سوپاپ دود

* عبارتست از سایش تدریجی محلی که سوپاپ روی سیلندر می نشیند و این عمل به علت روغن کاری نامناسب و یا رسوب خاکستر نرم ناکافی در محل نشست سوپاپ ایجاد میشود. از طرف دیگر اگر مقدار این رسوبات بیش از حد باشد، مضر خواهد بود.



رسوب خاکستر Ash Deposit

تعریف: باقیمانده ای که پس از سوختن روغن و در حین عملکرد موتور، روی قطعات باقی می ماند.

* این خاکستر از سوختن پاک کننده های فلزی (Ca , Mg , Ba , Zn) موجود در روغن ایجاد میشود.

جدول طبقه بندی روغنها بر اساس درصد خاکستر

طبقه	درصد خاکستر
بدون خاکستر	<0.1
با خاکستر کم	0.1~0.5
با خاکستر متوسط	0.5~1.5
با خاکستر زیاد	>1.5



روغنهای دنده اتومبیل

مهمترین ویژگیها:

- 1- تعویض راحت دنده در درجه حرارت های پایین
- 2- کاهش اصطکاک و سایش
- 3- جلوگیری از خط افتادن روی اجزایی که تحت فشار زیاد هستند
- 4- جدا نگه داشتن سطوح فلزی که روی یکدیگر حرکت میکنند



MIL-L-2105D

Performance Requirements for MIL-L-2105D (GL-5) Lubricants

August 1987

SAE Viscosity Grade		75W	80W-90	85W-140
CRC L-60				
Thermal Oxidation Stability	100°C Viscosity Increase @ 50 hrs, max, %	100	100	100
	Pentane Insolubles, max, %	3	3	3
	Toluene Insolubles, max, %	2	2	2
CRC L-33, 7 Day				
Moisture Corrosion	Rust on Gear Teeth Bearings, max. %	0	0	0
	Rust on Coverplate, max. %	1	1	1
CRC L-37				
High Speed - Low Torque	"Green" Gears	Pass	Pass	NR
High Torque - Low Speed	"Lubrited" Gears	Pass	Pass	NR
CRC L-42				
High Speed-Shock Loading Axle Test	Ring & Pinion Tooth Scoring, max. %	Equal to or better than RGO 110-90		NR
ASTM D-130				
Copper Strip Corrosion	Strip Rating, max.	3	3	3

Notes:

NR: Not Required, if 80W90 passes in the same base stock. Lower L-37 and L-42 test temperatures are required for 75W oils.



MIL-L-2105E



Performance Requirements for MIL-L-2105E Lubricants

November 1997

SAE Viscosity Grade		75W	80W90	85W140
CRC L-60-1				
Thermal Oxidation Stability	100°C Viscosity Increase @ 50 hrs, max., %	100	100	100
	Pentane Insolubles, max., %	3	3	3
	Toluene Insolubles, max., %	2	2	2
	Carbon Varnish, min., Rating	7.5	7.5	7.5
	Sludge, max, Rating	9.4	9.4	9.4
CRC L-33, 7 Day				
Moisture Corrosion	Rust on Gear Teeth Bearings, max., %	0	0	0
	Rust on Coverplate, max., %	1	1	1
CRC L-37				
High Speed - Low Torque	"Green Gears"	Pass	Pass	NR
High Torque - Low Speed	"Lubrited" Gears	Pass	Pass	NR
CRC L-42				
High Speed-Shock Loading Axle Test	Ring and Pinion Tooth Scoring, max., %	Equal to or better than TMC 110		NR
Cycle Durability				
MACK Cycling Test	No. of Cycles	Equal to or better than average of past 5 reference runs.		
ASTM D-130				
Copper Corrosion/3 hrs @ 121°C	Strip Rating, max.	3	3	3
Elastomer Compatibility		Polyacrylate	Fluoroelastomer	
Polyacrylate + Fluoroelastomer @ 150°C for 240 hrs	Elongation Change, min, %	-60	-75	
	Hardness Change, Points	-25 to + 5	-5 to + 10	
	Volume Change, %	-5 to + 30	-5 to + 15	
ASTM D892				
Foam Tendency/Stability, ml, max.	Sequence I	20/0	20/0	20/0
	Sequence II	50/0	50/0	50/0
	Sequence III	20/0	20/0	20/0
SS&C FTM 791				
Storage Stability & Compatibility	Method 3340	Pass	Pass	Pass

Notes:

NR: Not required, if 80W90 passes in the same base stock. Lower L-37 and L-42 Test Temperatures are required for 75W oils.



روغنهای جعبه دنده های اتوماتیک ATF

ویژگیها:

- 1- انتقال حرارت
- 2- جلوگیری از سایش
- 3- روغن کاری
- 4- مقاوم در برابر کف کردن
- 5- کیفیت خوب انتقال قدرت



جدول مشخصات روغنهای ATF شرکت هپکو

جنرال موتورز



A Comparison of GM DEXRON® II, IIE & III Specification Requirements

General Motors ATF Specification GM 6137-M		DEXRON® II	DEXRON® IIE	DEXRON® III (GM 6417 - M)
Test	Method	Requirement	Requirement	Requirement
Colour	ASTM D1500	Not required	6.0 - 8.0	6.0 - 8.0
Elemental Analysis	ASTM D4951	Not required	Report ppm: Ba, B, Ca, Mg, P, Si, Na, Zn, Cu, S, Al, Fe, Pb	Report ppm: Ba, B, Ca, Mg, P, Si, Na, Zn, Cu, S, Al, Fe, Pb
	ASTM D808	Not required	Report, ppm: Cl	Report, ppm: Cl
	ASTM D3228	Not required	Report, ppm: N	Report, ppm: N
	ASTM D129 OR D 4951	Not required	Report, ppm: S	Report, ppm: S
Infrared Spectrum	ASTM E168	Not required	Report	Report
Miscibility	FTM 791C Method 3470.1	No separation or colour change at end of test	No separation or colour change at end of test using reference fluid	No separation or colour change at end of test using reference fluid
Kinematic Viscosity			Report	Report
at 40°C		Not Required		
at 100°C	ASTM D445	5.5 cSt min during and at end of oxidation and cycling tests		
Flash Point	ASTM D92	160°C min.	160°C min.	170°C min.
Fire Point	ASTM D92	175°C min.	175°C min.	185°C min.
Brookfield Viscosity	ASTM D2983	4000 mPa.s (4.0 Pa.s) max. at -23.3°C	Report Viscosity, mPa.s at -10°C 1,500 mPa.s max. at -20°C	Report, mPa.s at -10°C 1,500 mPa.s max. at -20°C
		50,000 mPa.s (50.0 Pa.s) max. at -40°C	5,000 mPa.s max. at -30°C 20,000 mPa.s max. at -40°C	5,000 mPa.s max. at -30°C 20,000 mPa.s max. at -40°C



جدول مشخصات روغنهای ATF

شرکت جنرال موتورز



A Comparison of GM DEXRON® II, IIE & III Specification Requirements

General Motors ATF Specification GM 6137-M		DEXRON® II	DEXRON® IIE		DEXRON® III (GM 6417 - M)			
Test	Method	Requirement	Requirement		Requirement			
Copper Strip Test	ASTM D130 Mod 3 hr at 150°C	No blackening with flaking	No blackening with flaking		1b			
Corrosion Test	ASTM D665 Procedure A	No rust on test pins	Pass		Pass			
Rust Protection	ASTM D 1748 Mod Sandblasted Surface Temp. at 40°C Test Time of 50 hours	No rust or corrosion on test panels	No rust or corrosion on any test surface		No rust or corrosion on any test surface			
Foam Test	GM	No foam at 95°C	No foam at 95°C		No foam at 95°C			
		10 mm max. at 135°C	6mm at 135°C		5mm max. height at 135°C			
		23 s max. break-time at 135°C	15 s max. break-time at 135°C		15 s max. collapse time at 135°C			
Fluid Effect on Seals	GM Method	Elastomers Nitrile Polyacrylate Silicone The limits are assigned by GM for each batch of elastomer	Procedure 1 - Total Immersion			Procedure 1 - Total Immersion*		
				Change in			Change in	
			Elastomer	Vol., %	Hardness pts.	Elastomer	Vol.,%	Hardness pts.
			A (Polyacrylate)	5 to 12	-8 to +1	A (Polyacrylate)	5 to 12	8 to + 1
			B (Nitrile)	0.5 to 5	-3 to +6	B (Nitrile)	1 to 6	-3 to + 6
			C (Polyacrylate)	2 to 7	-4 to +4	C (Polyacrylate)	2 to 7	-4 to + 4
			H (Fluorinated)	0.5 to 5	-5 to +6	H (Fluorinated)	0.5 to 5	-5 to + 6
			J (Silicone)	23 to 45	-30 to -13	J (Silicone)	23 to 45	-30 to - 13
R (Ethylene/ Acrylic)	13 to 27	-17 to -7	R (Ethylene/ Acrylic)	13 to 27	-17 to - 7			

Note:

* Tensile strength and elongation are now required to be reported but no limits have been set yet.



روغنهای هیدرولیک

ویژگیها:

- 1- انتقال قدرت و حرارت
- 2- روانکاری قطعات
- 3- حفاظت در برابر اصطکاک، سایش و زنگ زدگی
- 4- فیلتر پذیری بالا
- 5- آب بندی و تامین فشار
- 6- خاصیت ضد کف، خارج شدن هوا و جدا شدن از آب
- 7- مقاوم در برابر هیدرولیز
- 8- مقاوم در برابر نیروهای برشی
- 9- سازگاری با سیلها



مواد افزودنی و تقسیم بندی کلی روغنهای هیدرولیک



1- روغنهایی که دارای خاصیت جلوگیری از زنگ زدگی و اکسیداسیون

هستند (R&O) - Rust & Oxidation

2- روغنهایی که دارای خاصیت ضد سایش هستند (AW) - Anti Wear

3- روغنهایی که دارای شاخص گرانروی بالا و خاصیت ضد سایش هستند

(HVI & AW) - Anti Wear & High VI



روغنهایی دارای خاصیت جلوگیری از زنگ زدگی و اکسیداسیون (R&O)



DIN 51524 Part 1 (June 1987)

Rust and Oxidation Protected Hydraulic Oils

Grade	HL10	HL22	HL32	HL46	HL68	HL100
ISO Viscosity Class (DIN 51519)	VG10	VG22	VG32	VG46	VG68	VG100
Kinematic Viscosity @ 0°C/(-20°C), mm²/s, max.	90 (600)	300	420	780	1400	2560
Kinematic Viscosity @ 100°C, mm²/s, min.	2.4	4.1	5.0	6.1	7.8	9.9
Pour Point, °C, max. (ISO 3016)	-30	-21	-18	-15	-12	-12
Flash Point (COC), °C, min. (ISO 2592)	125	165	175	185	195	205
Steel Corrosion, max. (DIN 51585)	Class 0 - Method A					
Copper Corrosion, max. (DIN 51759)	Class 2 - 100°C for 3 hours					
Air Release, 50°C, minutes, max. (DIN 51381)	5			10		14
Demulsibility, 54°C, minutes, max. (DIN 51599/ASTM D1401)	30	40			60	
Oxidation Stability, Acidity max. mg KOH/g @ 1000 hrs. (DIN 51587/ASTM D943)	2.0					
Behaviour towards the SRE-NBR 1 sealant specified in DIN 53538 Part 1, after 7 days ± 2h @ 100 ± 1 °C	Relative Change % in volume	0 to 18	0 to 15	0 to 12		0 to 10
	Change in Shore A hardness	0 to -10	0 to -8	0 to -7		0 to -6
Foam Volume, ml, max DIN 51566	Sequence I	150/0				
	Sequence II	75/0				
	Sequence III	150/0				



روغنهایی دارای خاصیت ضد سایش (AW)

DIN 51524 Part 2 (June 1987)

Anti-Wear Hydraulic Oils

Grade	HLP10	HLP22	HLP32	HLP46	HLP68	HLP100
ISO Viscosity Class (DIN 51502)	VG10	VG22	VG32	VG46	VG68	VG100
Kinematic Viscosity @ 0°C/ (-20°C), mm²/s, max.	90 (600)	300	420	780	1400	2560
Kinematic Viscosity @ 100°C, mm²/s, min.	2.4	4.1	5.0	6.1	7.8	9.9
Pour Point, °C, max. (ISO 3016)	-30	-21	-18	-15	-12	-12
Flash Point (COC), °C, min. (ISO 2592)	125	165	175	185	195	205
Steel Corrosion, max. (DIN 51585)	Class 0 - Method A					
Copper Corrosion, max. (DIN 51759)	Class 2 - 100°C for 3 hours					
Air Release, 50°C, minutes, max. (DIN 51381)	5			10		14
Demulsibility, 54°C, minutes, max. (DIN 51599/ASTM D1401)	30	40			60	
FZG A/8.3/90: Load Stage Fail, min.	-		10			
Vane Pump Wear, mg, max. (DIN 51389/2)						
Ring	-	120				
Vanes	-	30				
Oxidation Stability, Acidity max. mg KOH/g @ 1000 hrs (DIN 51587/ASTM D943)	2.0					
Behaviour towards the SRE-NBR 1 sealant specified in DIN 53538 Part 1, after 7 days ± 2h @ 100 ± 1 °C	Relative Change % in volume	0 to 18	0 to 15	0 to 12		0 to 10
	Change in Shore A hardness	0 to -10	0 to -8	0 to -7		0 to -6
Foam Volume, ml, max DIN 51566	Sequence I	150/0				
	Sequence II	75/0				
	Sequence III	150/0				



روغنهای صنعتی و گرانیروی ISO



ISO Viscosity Grade Conversions

ISO Viscosity Grade	Mid-point Kinematic Viscosity	Kinematic Viscosity Limits cSt at 40°C (104°F)		ASTM, Saybolt Viscosity Number	Saybolt Viscosity SUS 100°F (37.8°C)	
		Min.	Max.		Min.	Max.
2	2.2	1.98	2.42	32	34.0	35.5
3	3.2	2.88	3.52	36	36.5	38.2
5	4.6	4.14	5.06	40	39.9	42.7
7	6.8	6.12	7.48	50	45.7	50.3
10	10	9.00	11.0	60	55.5	62.8
15	15	13.5	16.5	75	72	83
22	22	19.8	24.2	105	96	115
32	32	28.8	35.2	150	135	164
46	46	41.4	50.6	215	191	234
68	68	61.2	74.8	315	280	345
100	100	90.0	110	465	410	500
150	150	135	165	700	615	750
220	220	198	242	1000	900	1110
320	320	288	352	1500	1310	1600
460	460	414	506	2150	1880	2300
680	680	612	748	3150	2800	3400
1000	1000	900	1100	4650	4100	5000
1500	1500	1350	1650	7000	6100	7500



خصوصیات شیمیایی و مواد افزودنی روغنهای صنعتی



1- پاک کننده ها (Detergents)

جلوگیری از تشکیل لجن و رسوب روی سطوح فلزی

2- متفرق کننده ها (Dispersants)

معلق نگه داشتن لجن و رسوبات

3- بازدارنده های زنگ زدگی و خوردگی (Anti Rust&Corrosion)

محافظت از سطوح فلزی در مقابل حمله آب و مواد خورنده شیمیایی

- بازدارنده های اکسیداسیون (Anti Oxidant)

با تجزیه پراکسیدها مانع از پیشرفت اکسیداسیون روغن میشوند



5- ضد کف (Anti Foam)

با کاهش کشش سطحی روغن مانع از ایجاد کف میگردند

6- بهبود دهنده های شاخص گرانروی (VI Improver)

باعث کم شدن تغییرات گرانروی در اثر تغییرات درجه حرارت خواهد شد

7- کاهش دهنده نقطه ریزش (PPD)

بهبود جریان در درجه حرارت های پایین

8- دمولسی فایرها (Demulsifiers)

با ایجاد تغییر در کشش سطحی روغن، از تشکیل امولسیون پایدار جلوگیری کرده و اجازه میدهند آب به راحتی از روغن جدا شود



9- ضد سایش (Anti Wear)

با ایجاد یک لایه روی سطوح فلزی مانع از تماس فلز به فلز میشوند

10- فشار پذیر (EP-Extreme pressure)

در اثر واکنش شیمیایی با سطوح فلزی و ایجاد یک لایه روی سطح، جوش خوردن برآمدگی های موجود در روی سطوح فلز، که در اثر تماس سطح به سطح تحت اثر بارهای سنگین و درجه حرارت های بالا، ایجاد میشوند، جلوگیری میکند.

شامل ترکیبات آلی گوگرد، بر، فسفر و کلردار میباشند.

این مواد معمولاً در درجه حرارت های بالا فعال میشوند.



روغنهای گردش ضد سایش

DIN 51517 Part 3 - Antiwear Circulating Oils

September 1989

Grade	CLP46	CLP68	CLP100	CLP150	CLP220	CLP320	CLP460	CLP680
ISO Viscosity Grade	VG46	VG68	VG100	VG150	VG220	VG320	VG460	VG680
Flash Point (COC), °C, min. ISO 2592	175	185	200	200	200	200	200	200
Pour Point, °C, max. ISO 3016	-15		-12	-9	-6			-3
Steel Corrosion (DIN 51355)	CLASS 0 - METHOD A							
FZG A/8.3/90, Load Stage Fail, min.	12							

Notes:

To be agreed as necessary:

- Density @ 15°C g/ml. (DIN 51757)
- Neutralisation no., mg. KOH/g (DIN 51558 Part 1)
- Sulphated Ash, %m. (DIN 51575)
- Copper Corrosion 3 hrs. @ 100°C (DIN 51759)
- Oxidation Stability (DIN 51586/ASTM D2893)
- NBR Compatibility, 168 hrs. @ 100°C (DIN 53538 Part 3)

To be undetectable: Water, %m. (DIN ISO 3733)



روغنهای دنده صنعتی EP

AISE (US Steel) Requirements No. 224 Lead Free E.P. Gear Oil

Test	Limits
API Gravity, D-287	25 min.
Viscosity Index, D-567	95 min.
Precipitation Number, D-91	Trace
Pour Point, D-97	-9°C max. (based on viscosity)
C.O.C. Flash Point, D-92	
ISO Grade 150 and up	232.2°C min.
ISO Grade 68 and 100	203.4°C min.
3 Hour Copper Strip Corrosion, D-130	1b max.
Rust Test (A & B), D-665	Pass
S-200 Oxidation - 312 hours @ 121.1°C (250°F)	
Viscosity Increase @ 98.9°C (210°F)	6% max.
Precipitation Number After Test	0.1% max.
Demulsibility, D-2711	
Free Water	80.0 ml min.
Emulsion	1.0 ml max.
H ₂ O in Oil	2.0% max.
Four Ball E.P. Test, D-2783	
Load Wear Index	45 kg min.
Weld Point	250 kg min.
Four Ball Wear Test, D-2266	
20 kg. @ 1800 rpm for 1 hour	Scar Diameter -0.35 mm max.
Timken Load Arm Test, D-2782	O.K. 60 lbs min.
FZG - Four Square Gear Test	11th stage min.



انتخاب روغن معادل (جایگزین)

1- درجه گراندروی

2- سطح کیفیت

3- روغن پایه



روغنهای انتقال حرارت

وظایف عمده:

- 1- انتقال حرارت از منبع حرارتی به مصرف کننده
- 2- انتقال حرارت اضافی از مصرف کننده به خارج از سیستم

روغن پایه:

- 1- معدنی (پارافینیک)
- 2- سینتتیک
- 3- ترکیبات سیلیکونی



تحمل حرارتی روغنهای انتقال حرارت

سیستمهای OPEN

تا 15 درجه کمتر از نقطه اشتعال (Flash Point)

سیستمهای CLOSE

تا 315 درجه برای روغنهای پایه نفتی

* برای دماهای بالاتر تا 400 درجه از DIPHIL و تا 700 درجه از نیتريت يا نيترات سدیم استفاده میشود



خواص يك روغن انتقال حرارت

- ۱ - ظرفيت حرارتي بالا
- ۲ - پايداري حرارتي بالا
- ۳ - قابليت خوب هدايت گرما
- ۴ - گرانروي مناسب (با توجه به دما و فشار)
- ۵ - قابليت تبخير كم
- ۶ - سميت ناچيز
- ۷ - دسترسي آسان و قيمت كم



عوامل تخریب روغن انتقال حرارت

۱ - اکسیداسیون

- افزایش گرانیروی
- افزایش عدد اسیدی
- تولید لجن و رسوب

عوامل تسریع کننده فرآیند اکسیداسیون :

- باقیمانده روغن قبلی
- اختلاط با سایر روانکارها
- ورود ذرات آلاینده ، رطوبت ، گرد و خاک



عوامل تخریب روغن انتقال حرارت



۲- تخریب گرمایی

- توقف جریان سیال داغ بدلیل نقص سیستم گردش روغن
- کاهش سرعت جریان سیال بدلیل گیر کردن فیلترها و عدم کارآیی پمپها

۳- آلودگی با آب

- نشت آب سیستم خنک کننده
- وجود آب در روغن نو
- خارج نشدن کامل آب در هنگام شستشوی سیستم
- تانک انبساط

۴- سایر آلودگیها

- گرد و خاک ، براده های فلزی



گریس

تعریف:

گریس مخلوطی ژلاتینی است که از یک سیال روانکار (روغن) و یک ماده قوام دهنده یا غلیظ کننده (Thickener) و مواد افزودنی خاص ساخته میشود.

طبقه بندی:

- نوع روغن پایه (معدنی سینتیک گیاهی)
- نوع ماده سفت کننده (صابونهای فلزی پلیمرها مواد معدنی)



انتخاب گریس

۱- نوع، سرعت و دمای عملیاتی ماشین آلات و رطوبت

۲- تغییرات درجه حرارت

۳- قابلیت ممانعت از زنگ زدگی و خوردگی ماشین آلات

۴- عمر مفید گریس و شرایط گریس کاری مجدد



مزایای روانکاری با گریس (در مقایسه با روغن ها)

- ۱- قابلیت ماندگاری در محل روانکاری
- ۲- سهولت مصرف و کاهش دفعات روانکاری
- ۳- کامل تر شدن آب بندی دستگاه ها، کاهش نشتی
- ۴- بهینه سازی چسبندگی روانکار به قطعات در دما و فشار بالا
- ۵- سادگی طراحی سیستم های روانکاری



معایب روانکاری با گریس (در مقایسه با روغن ها)

- ۱- قابلیت خنك كندگي كم
- ۲- عدم قابليت نفوذ به قطعات ريز و مجاري دستگاه ها
- ۳- عدم قابليت پاك كندگي و دور نمودن آلودگيها از سطوح قطعات متحرك
- ۴- عدم سهولت بسته بندي و انبار داري
- ۵- نیاز به نيروي كار بيشتر براي روانكاري



جدول درجه بندی گریس NLGI

درجه NLGI DIN51818	کاربرد	ساختار (حالت فیزیکی)	نفوذپس از کار ISO 2137 (0/1mm)	نحوه استفاده
000 00 0	روانکاری چرخ دنده‌ها	مایع تقریباً مایع بی‌نهایت نرم	445 ... 475 400 ... 430 355 ... 385	به کمک سیستم پمپ کننده مرکزی
1 2	روانکاری یاتاقان‌ها	خیلی نرم نرم	310 ... 340 265 ... 295	به کمک تلمبه گریس یا پمپ کننده مرکزی
3	روانکاری یاتاقان‌ها	متوسط	220 ... 250	به کمک تلمبه گریس
4	آب بندی دستگاه‌ها	سفت	175 ... 205	به کمک تلمبه گریس
5 6	آب بندی دستگاه‌ها	خیلی سفت بی‌نهایت سفت	130 ... 160 85 ... 115	مستقیماً به صورت جامد



مقایسه شرایط کارکرد انواع گریسها

پایه غلیظ کننده	کمپلکس کلسیم	کلسیم	لیتیم	سدیم	آلی (بتون)
نقطه قطره شدن (درجه سانتیگراد)	۲۱۰-۲۵۰	۱۰۰	۱۷۵-۲۰۰	۱۶۰	بالاتر از ۲۶۰
حداکثر دمای کاربرد (درجه سانتیگراد)	۱۲۰-۱۵۰	۶۰	۱۱۰-۱۳۰	۱۲۰	۱۴۰
قابلیت پمپ شدن در مصرف مداوم	متوسط	متوسط تا خوب	متوسط تا خوب	ضعیف تا متوسط	متوسط تا خوب
استارت در دمای پایین	پایین تا متوسط	پایین تا متوسط	پایین تا متوسط	متوسط تا بالا	پایین تا متوسط
طول عمر مصرف	متعادل	متعادل تا بلندمدت	متعادل تا بلندمدت	متعادل تا بلندمدت	کوتاه مدت
پایداری در برابر نرم شدن، حین مصرف در دمای محیط	عالی	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط تا خوب
پایداری پس از کار	متوسط	خوب	خوب	متوسط تا ضعیف	ضعیف
برگشت پذیری در ارتباط با تغییرات دما	عالی	عالی	عالی	متوسط	متوسط
پایداری در برابر آب	عالی (بسیار پایدار)	متوسط (پایدار)	متوسط (پایدار)	ضعیف (تشکیل امولسیون)	خوب (پایدار)
بافت	دارای الیاف نرم	نرم (کره ای)	نرم (کره ای)	دارای الیاف نرم	نرم (کره ای)
مقاومت در شرایط فشار زیاد (EP)	متوسط تا ضعیف	ضعیف	ضعیف	متوسط	ضعیف



سازگاری گریسها بر اساس تغلیظ کننده

پلی اوره	لیتیم کمپلکس	۱۲ لیتیم هیدروکسی	سدیم	خاک بتون	کلسیم کمپلکس	کلسیم ۱۲ هیدروکسی	کلسیم	باریم	آلومینیوم کمپلکس	
B	B	B	I	I	I	I	I	I	X	کمپلکس آلومینیوم
I	I	I	I	I	I	I	I	X	I	باریم
I	B	C	I	I	B	C	X	I	I	کلسیم
I	B	C	I	I	B	X	C	I	I	کلسیم ۱۲ هیدروکسی
B	B	B	I	I	X	B	B	I	I	کلسیم کمپلکس
I	I	I	I	X	I	I	I	I	I	خاک بتون
I	I	I	X	I	I	I	I	I	I	سدیم
B	C	X	I	I	B	C	C	I	B	لیتیم ۱۲ هیدروکسی
B	X	C	I	I	B	B	B	I	B	کمپلکس لیتیم
X	B	B	I	I	B	I	I	I	B	پلی اوره

B = سازگاری محدود

I = ناسازگار

C = سازگار



سیال ضد یخ / ضد جوش

مواد تشکیل دهنده:

- سیال اصلی (اتیلن گلیکول)

این ماده نقطه انجماد آب را پایین و نقطه جوش را بالا میبرد

- بازدارنده های خوردگی

با ثابت نگه داشتن PH اسیدهای ناشی از اکسیداسیون اتیلن گلیکول را خنثی میکنند

اسید اگزالیك + گلیكوليك اسید $\xrightarrow{\text{گرما}}$ اکسیژن + اتیلن گلیکول

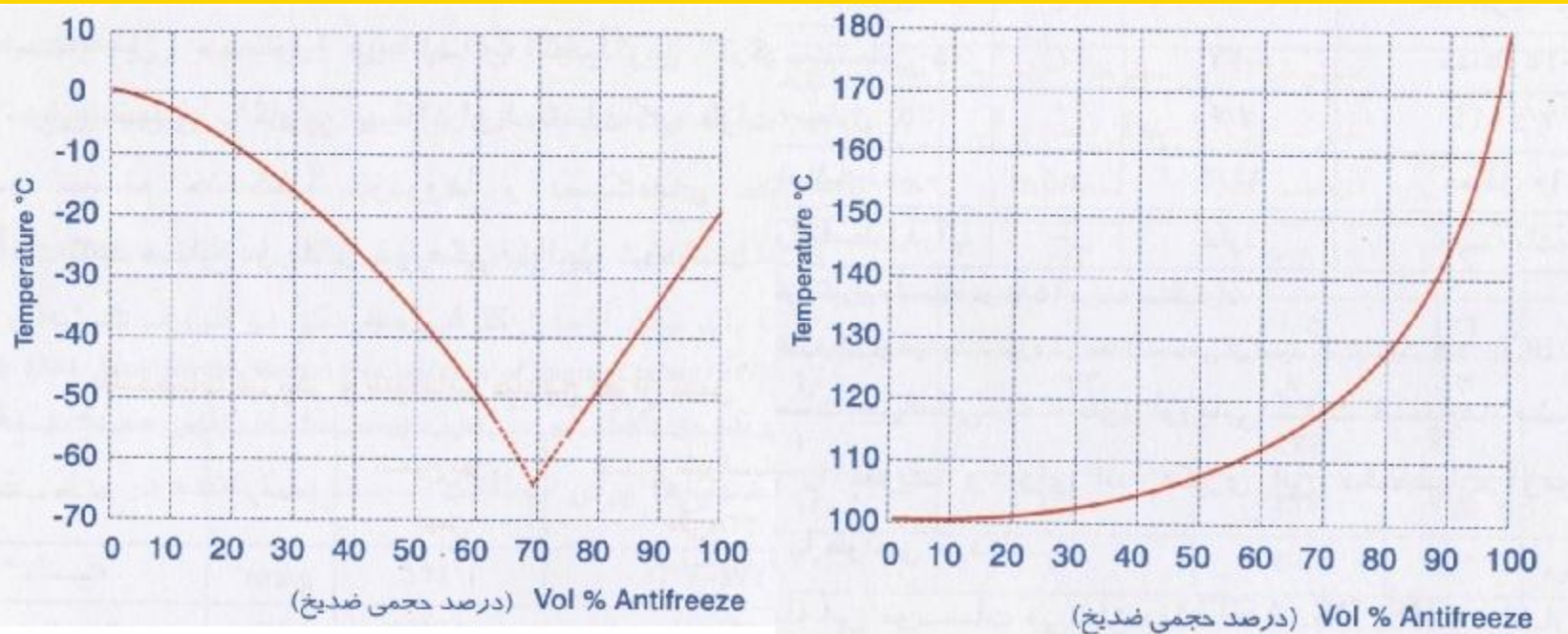
- ضد کف (با کاهش کشش سطحی، حباب های هوا را از بین میبرند)

- رنگ (صرفاً جهت شناسایی و کنترل نشی)

- آب (حد اکثر ۵٪)



تغییر نقطه جوش و انجماد اتیلن گلیکول



درصد حجمی اتیلن گلیکول در آب	۴۰	۵۰	۶۰	۶۸	۷۰
نقطه انجماد، °C	-۲۴	-۳۷	-۵۲	-۶۹	-۶۴
نقطه جوش، °C	۱۰۶	۱۰۸	۱۱۱	۱۱۲	۱۱۴



آشنائی با برخی از محصولات ویژه شرکت روغن هیکو



روغن موتور دیزل ویژه هپکو ۳۵۰

API CH-4/CG-4/CF-4

موارد کاربرد :

- موتورهای دیزلی و دیزلی مجهز به توربوشارژر، سوپرشارژر، افتر کولر و اینتر کولر
- تجهیزات راه سازی، ساختمانی، حفاری معدن و کشاورزی
- انواع ماشین آلات سبک و سنگین
- انواع خودروهای سنگین حمل و نقل جاده ای

مزایا :

- خاصیت عالی ضد سائیدگی و ممانعت از خوردگی قطعات موتور
- پاک کنندگی و معلق کنندگی عالی و کاهش دوده و رسوب از سطح قطعات موتور
- حفظ گرانشی روغن در دماهای عملیاتی بالا
- خاصیت ضد اکسیداسیون و پایداری حرارتی عالی
- قلیائیت بسیار بالا برای جلوگیری از اثرات نامطلوب ناشی از اسیدهای تولید شده بر اثر احتراق سوخت و افزایش طول عمر روغن
- کاهش مصرف روغن و سوخت

مشخصات فیزیکی - شیمیایی

آزمون	روش آزمون	واحد	مقدار
درجه SAE	-----	-----	15 W 40
گرانروی در 100 °C	ASTM D - 445	cSt	15
شاخص گرانشی	ASTM D - 2270	-----	140
نقطه اشتعال	ASTM D - 92	°C	210
نقطه ریزش	ASTM D - 97	°C	- 27
دانسیته در 15 °C	ASTM D - 1298	Kg / L	0.885
عدد قلیایی کل (TBN)	ASTM D - 4739	mg KOH / g	13



روغن موتور دیزل ویژه هپکو ۴۰۰

API CI-4/CH-4



موارد کاربرد :

- ماشین آلات راه سازی و معدنی
- انواع موتورهای دیزلی و کشنده های مدرن
- انواع خودروهای سنگین حمل و نقل جاده ای
- موتورهای دیزلی صنعتی مدرن
- ادوات کشاورزی و عمرانی پیشرفته

مزایا :

- خاصیت ضد اسیدی ویژه
- افزایش راندمان موتور و کاهش مصرف سوخت
- حداکثر محافظت از موتور
- خاصیت پاک کنندگی عالی
- پایداری اکسیداسیون و حرارتی بسیار خوب
- فاصله تعویض طولانی تر
- شاخص گرانیروی بسیار بالا
- نقطه ریزش بسیار پایین

مشخصات فیزیکی - شیمیایی

آزمون	روش آزمون	واحد	مقدار
درجه SAE	-----	-----	15 W 40
گرانیروی در 100 °C	ASTM D - 445	cSt	15.6
شاخص گرانیروی	ASTM D - 2270	-----	145
نقطه اشتعال	ASTM D - 92	°C	230
نقطه ریزش	ASTM D - 97	°C	- 33
دانسیته در 15 °C	ASTM D - 1298	Kg / L	0.889
عدد قلیایی کل (TBN)	ASTM D - 4739	mg KOH / g	14



روغن چند منظوره هپکو HMP-II



API CD/SE-GL-4

موارد کاربرد :

- موتورهای بنزینی و دیزلی معمولی و سوپرشارژ
- سیستم های هیدرولیک و فرمان
- جعبه دنده های تحت بار متوسط تا زیاد
- سیستم ترمز
- اکسل های جدید با ترمز تر

مزایا :

- قدرت پاک کنندگی و معلق کنندگی بالا
- ممانعت عالی در برابر سائیدگی ، خوردگی و کف کنندگی
- شاخص گرانروی بالا و با ثبات
- پایداری عالی در مقابل اکسیداسیون
- مقاومت بالا در برابر فشار
- افزایش عمر مفید روغن

مشخصات فیزیکی - شیمیایی

آزمون	روش آزمون	واحد	مقدار
درجه SAE	-----	-----	20 W 40
گرانروی در 40°C	ASTM D - 445	cSt	136.7
گرانروی در 100 °C	ASTM D - 445	cSt	14.5
شاخص گرانروی	ASTM D - 2270	-----	105
نقطه اشتعال	ASTM D - 92	°C	210
نقطه ریزش	ASTM D - 97	°C	- 24
دانسیته در 15 °C	ASTM D - 1298	Kg / L	0.895
عدد قلیایی کل (TBN)	ASTM D - 2896	mg KOH / g	9



لیست آزمایشات آنالیز روغن و ذرات فرسایشی

No.	Test Name	Test Method	No.	Test Name	Test Method
1	Oil Elemental Analysis	ASTM D6595	17	PQ	---
2	Kin. Viscosity @40°C	ASTM D445	18	DRF	---
3	Kin. Viscosity @100°C	ASTM D445	19	Analytical Ferrography	---
4	Viscosity Index	ASTM D2270	20	TDPQ	---
5	Total Base Number	ASTM D2896	21	Gross Water Content	Crackle Test
6	Total Acid Number	ASTM D974	22	Water & Sediment	ASTM D96&D2273
7	Total Acid Number	ASTM D664	23	Water Determination	ASTM D 6304
8	Flash point-Open Cup	ASTM D92	24	Water by Distillation	ASTM D95
9	Foaming Test	ASTM D892	25	Fuel Dilution	---
10	Copper Strip Corrosion-oil	ASTM D130	26	Pentane Insolubles	ASTM D 893
11	Copper Strip Corrosion-grease	ASTM D4048	27	Toluene Insolubles	ASTM D 893
12	Spot Test	---	28	Flash Point-Closed Cup	ASTM D3828
13	Density@15°C	ASTM D4052	29	Flash Point-Closed Cup	ASTM D 93
14	Pour Point	ASTM D97	30	Gasoil Elemental Analysis	ASTM D6595
15	Color	ASTM D1500	31	Cone Penetration	ASTM D217
16	ASH	ASTM D482	32	Cone Penetration	ASTM D217



لیست آزمایشات آنالیز روغن و ذرات فرسایشی

No.	Test Name	Test Method
33	Chloride Ion	ASTM D516
34	Sulphate Ion	ASTM D512
35	Break Down Voltage	ASTM D877
36	Shear Stability	ASTM D3945
37	Demulsibility	IP-19
38	RBOT	ASTM-D2272
39	Water Separability	ASTM-D140
40	RUST-Preventing-Methode A	ASTM-D665
41	RUST-Preventing-Methode B	ASTM-D665
42	PCB Contenet	EPA/600/R-98/109
43	Corrosive Sulfur	DIN 50353
44	D.D.F @ 90C°	IEC 60247
45	Inter facial tension	ASTM D971
46	Sulfated ASH	ASTM D874
47	Oxidation Stability-Sludge	BS 148
48	Particle Counter-PC	ISO 4406&NAS 1638
49	Particle Analyzer-PA	ISO 4406&NAS 1639

No.	Test Name	Test Method
50	PH	---
51	Specific Gravity	ASTM D4052
52	Cloud Point	ASTM D2500
53	Inorganic Sulfates in insulating oils	ASTM D878
54	Inorganic Chlorides in insulating oils	ASTM D878
55	Air Release Value	ASTM D3427
56	PD	---
57	Class Determination	IEC 60296
58	GC	ASTM D3612
59	Furfural	IEC 61198
60	DP	---
61	Water in paper	---
62	Dropping Point	ASTM D566
63	Grease Elemental Analysis	ASTM D6595
64	Total Hardness	ASTM D1126
65	Soot Determination	---



آنالیز عنصری AES



اندازه گیری:

- عناصر فرسایشی (Fe, Cr, Al, ...)
- افزودنیها (Ca, P, Zn, Mg, ...)
- آلاینده ها (Si, Na, B, ...)

روش تست: ASTM D-6595

واحد اندازه گیری: PPM



گرانروی

kin.Viscosity

اندازه گیری:

- ویسکوزیته روغن در دماهای ۴۰ و ۱۰۰ درجه سانتی گراد

روش تست: ASTM D-445

واحد اندازه گیری: cSt



نقطه ریزش Pour Point

اندازه گیری:

- پایین ترین درجه حرارتی که روغن میتواند در آن جاری گردد

روش تست: ASTM D-97

واحد اندازه گیری: °C



نقطه اشتعال

Flash Point

اندازه گيري:

- کمترین درجه حرارتي که روغن در يك لحظه آتش بگيرد

روش تست:

- ASTM D-92(open cup)

- ASTM D-93 & ASTM D-3828(closed cup)

واحد اندازه گيري: °C



عدد قلیائیت کل TBN



اندازه گیری:

- مقدار مواد قلیایی موجود در یک گرم روغن

روش تست: ASTM D-2896

واحد اندازه گیری: mg KOH/g



عدد اسیدی کل TAN



اندازه گیری:

- میلی گرم پتاس مصرفی جهت خنثی سازی مواد اسیدی موجود در روغن

روش تست:

• ASTM D-664

• ASTM D-974

واحد اندازه گیری: mg KOH/g



دانسیتہ DENSITY

اندازه گیری:

- نسبت وزن به حجم روغن در دمای ۱۵.۵ درجه سانتیگراد

روش تست: ASTM D-4052

واحد اندازه گیری: g/cm^3 Kg/m^3



کف



Foaming

اندازه گيري:

- حباب هاي هواي ايجاد شده در سطح روغن

روش تست: ASTM D-892

واحد اندازه گيري: ml/(stability) ml (tendency)



مواد نامحلول در پنتان و تولوئن Pentane & Toluene Insolubles

اندازه گيري:

- مقدار موادي در روغن که در حلالهاي پنتان و تولوئن قابل حل نيستند

روش تست: ASTM D-893

واحد اندازه گيري: %wt



رنگ
color



اندازه گيري:
• عدد رنگ روغن

روش تست: ASTM D-1500

واحد اندازه گيري: Index



نقطه ابری شدن Cloud Point

اندازه گیری:

- درجه حرارتی که در آن روغن بدلیل ایجاد کریستالهای واکس کدر میشود

روش تست: ASTM D-2500

واحد اندازه گیری: °C



مقدار آب



Water Content

اندازه گيري:

• مقدار آلودگي آب

روش تست:

• ASTM D-6304 (كارل فيشر)

• ASTM D-95 (تقطير)

• ASTM D-96 (سانتريفيوژ)

واحد اندازه گيري:

ppm , %vol , %wt



خورندگی مس

Copper Corrosion

اندازه گیری:

- وجود و عدم وجود و کارآیی مواد ضد خوردگی

روش تست:

- ASTM D-130 (روغن)
- ASTM D-4048 (گریس)

واحد اندازه گیری: Visual



خاکستر و خاکستر سولفاتہ Sulfated Ash & Ash

اندازه گیری:

- مقدار درصد وزنی خاکستر حاصل از سوختن روغن

روش تست:

- ASTM D-482 (خاکستر)
- ASTM D-874 (خاکستر سولفاتہ)

واحد اندازه گیری: %wt



ممانعت از زنگ زدگی



Rust Preventing Characteristic

اندازه گیری:

- وجود و عدم وجود و کارآیی مواد ضد زنگ

روش تست: ASTM D-665

واحد اندازه گیری: Pass/Fail



پایداری اکسیداسیون

Oxidation Stability (RBOT)

اندازه گیری:

- مقدار مقاومت روغن در برابر اکسیداسیون

روش تست: ASTM D-2272

واحد اندازه گیری: Min



شمارنده ذرات

Particle Counter(PC)

اندازه گيري:

- تعداد ذرات معلق در روغن

روش تست:

- ISO 4406

- NAS 1638

واحد اندازه گيري: Particle/Vol.



شکل شناسی

Particle Analyzer(PA)

اندازه گیری:

- تعداد ذرات معلق در روغن
- طبقه بندی ذرات

روش تست:

- ISO 4406
- NAS 1638

واحد اندازه گیری: Particle/Vol.



جداپذیری آب از روغن



Water Separability & Demulsibility

اندازه گیری:

- توان جداسازی روغن از آب

روش تست:

- (Water Separability) ASTM D-1401

- (Demulsibility) IP 19

واحد اندازه گیری: **Min , Sec**



جدا سازی هوا از روغن Air Release



اندازه گیری:

- قدرت روغن در رها سازی هوا

روش تست: ASTM D-3427

واحد اندازه گیری: Min



نقطه قطره شدن Drop Point

اندازه گيري:

- دمائي که گريس به صورت قطره جاري مي شود

روش تست: ASTM D-566

واحد اندازه گيري: °C



نفوذ پذیری Penetration

اندازه گیری:

- درجه نفوذ پذیری گریس
- تعیین درجه گریس NLGI

روش تست: ASTM D-217

واحد اندازه گیری: 1/10 mm



پایداری برشی Shear Stability

اندازه گیری:

- مقدار درصد افت ویسکوزیته

روش تست: ASTM D-3945

واحد اندازه گیری: % Vis Loss



گاز کروماتوگرافی GC



اندازه گیری:

- مقدار گازهای محلول در روغن ترانسفورماتور

روش تست: ASTM D-3612

واحد اندازه گیری: PPM



قدرت عایقی

Dielectric Strength

اندازه گیری:

- مقدار ولتاژ شکست عایقی روغنهای ترانسفورماتور

روش تست: IEC 60156

واحد اندازه گیری: KV.



تعیین کلراید و سولفات

Inorganic Chlorides & Sulfates

اندازه گیری:

- مقدار کلراید و سولفات های معدنی در آب
- مقدار کلراید و سولفات های معدنی در روغنهای عایقی

روش تست:

• ASTM D-878 (روغنهای عایقی)

• ASTM D-516, D-512 (آب)

واحد اندازه گیری: mg/l



سولفور خورنده Corrosive Sulfur

تشخیص:

- ترکیبات گوگرد خورنده در روغنهای عایقی

روش تست: ASTM D-1275

واحد اندازه گیری: corrosive/non corrosive



کشش بین سطحی

Interfacial Tension(IFT)

اندازه گیری :

- کشش بین سطحی روغن معدنی و آب

روش تست: ASTM D-971

واحد اندازه گیری: mN/m



ضریب تلفات عایقی



Dissipation Factor(DDF@90°C)

اندازه گیری :

- فاکتور اتلاف عایقی (تانژانت دلتا) در روغنهای ترانسفورماتور

روش تست: IEC 60247

واحد اندازه گیری: -



پایداری اکسیداسیون روغنهای عایقی

Oxidation Stability (sludge)

اندازه گیری :

- مقدار لجن و اسیدیته تولید شده در طی مدت آزمایش

روش تست: BS 148

واحد اندازه گیری:

• mgKOH/g (اسیدیته)

• %wt (لجن)



آلودگی آسکارل PCB Content



اندازه گیری :

- مقدار ترکیبات پلی کلرینیتد بی فنیل در روغنهای عایقی

روش تست: EPA/600/R-98/109

واحد اندازه گیری: PPM



فورفورال

Furfural Content

اندازه گيري :

- مقدار فورفورال در روغنهای ترانسفورماتور

روش تست: IEC 61198

واحد اندازه گيري: ppb



آلودگی سوخت Fuel Dilution

اندازه گیری :

- مقدار سوخت (نفت گاز و بترین) وارد شده به روغن موتور

روش تست: دستورالعمل سازنده دستگاه

واحد اندازه گیری: %Vol



سنجش ذرات فرسایشی

Particle Quantifier (PQ)

اندازه گیری :

- میزان ذرات فرسایشی آهنی در روغن

روش تست: دستورالعمل سازنده دستگاه

واحد اندازه گیری: index



فروگرافی مستقیم



Direct Reading Ferrography (DRF)

شناسایی :

- ذرات فرسایشی دارای خاصیت آهنربایی در دو محدوده کوچک (زیر ۵ میکرون) و بزرگ (بالای ۵ میکرون)

روش تست: دستورالعمل سازنده دستگاه

واحد اندازه گیری: -



فروگرافی مشاهداتی



Analytical Ferrography (AF)

هدف :

- از ذرات فلزی موجود در روغن روی لامهای مخصوص توسط دستگاه AF رسوب داده شده سپس بوسیله میکروسکوپ ذرات مختلف موجود بر روی لام مشاهده می شود، با مشاهده و مطالعه ذرات از نظر ویژگیهای مختلف می توان به عوامل و محل تولید ذرات و چگونگی فرآیند فرسایش پی برد.

روش تست: دستورالعمل سازنده دستگاه

واحد اندازه گیری: -



تراکم ذرات

Particle Density (PD)

بمنظور :

- بررسی سطح تمیزی روغن‌ها از طریق مشاهده و ارزیابی ذرات موجود در روغن

روش تست: دستورالعمل سازنده دستگاه

واحد اندازه گیری: -



Case Study





با تشکر