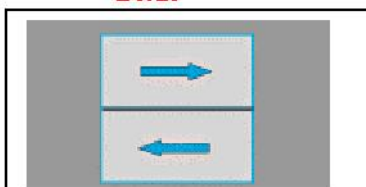


Ievads triboloģijā (zinātnē par berzi)

Ilg gadus berze un nodilums izraisa vairākus miljardus lielus zaudējumus tautsaimniecībā. Lai tos samazinātu, tiek veikts plašs triboloģijas pētniecības darbs, savukārt uzņēmumi ar specifiskām zināšanām, kā "OKS Spezialschmierstoffe GmbH", "Klüber Lubrication", "Molykote" un citas pastiprināti nodarbojas ar augstu darba spēju eļļošanas materiālu izstrādi.

Berze



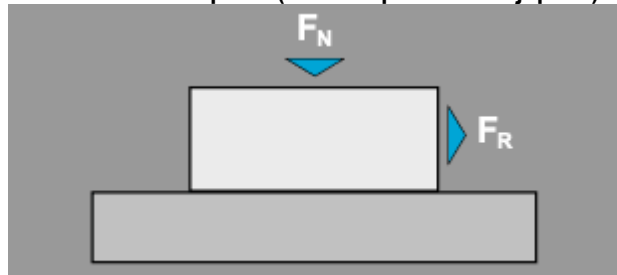
Mehāniskā pretestība divu virsmu savstarpējai pārvietošanai

Ievads triboloģijā

Berze ir mehāniskā pretestība divu virsmu savstarpējai pārvietošanai. Eļļošanas tehnoloģijās berze ir nevēlama, jo rada enerģijas zudumus, siltuma izdalīšanos un nodilumu.

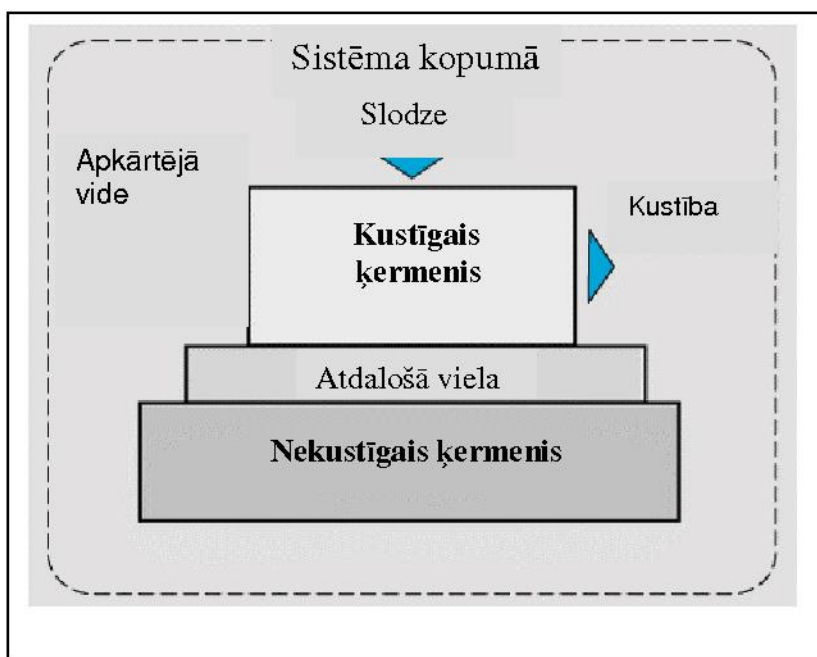
Berzes noteikšanai saskaņā ar Kolomba teoriju kalpo formula:

Berzes koeficients $\mu = F_R / F_N$ (berzes spēks = vilcējspēks) F_N = gravitācijas spēks, svars



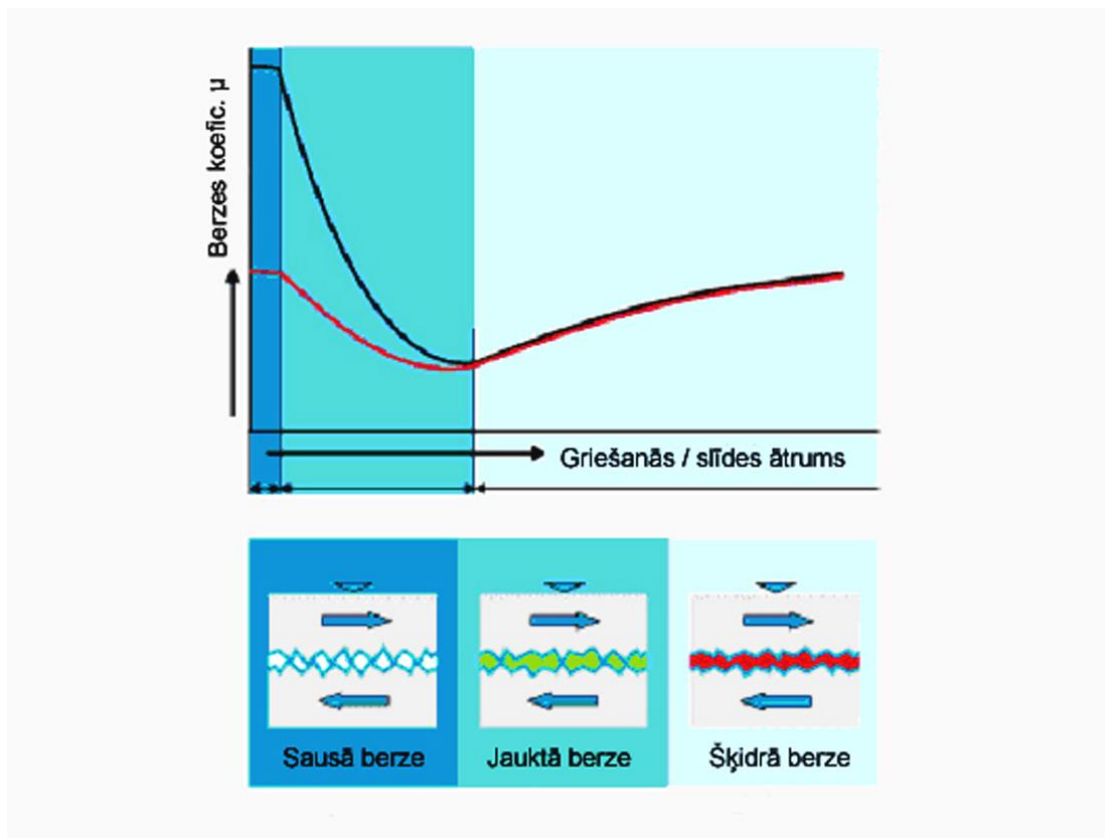
Dažādus berzes veidus var iedalīt slīdes berzē, robežberzē un rites berzē.

Berzes koeficientu apzīmē ar grieķu burtu μ (mju)



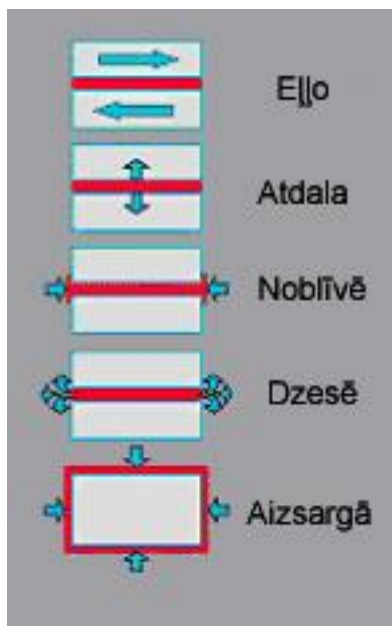
Tribosistēmas

Optimālai problēmu risināšanai ir jābūt zināmiem tribosistēmu iespaidojošiem faktoriem. Vienmēr jāņem vērā šo faktoru darbības izmaiņas. Vides apstākļi (putekļi, temperatūra vai mitrums) un konstruktīvie faktori (berzes virsmu materiāls, kvalitāte vai ģeometrija) spēlē tikpat svarīgu lomu pareizās smērvielas izvēlei, kā noslodzes faktori (ātrums, spiediena slodze vai vibrācijas).



Stribeka līkne

Nemot par piemēru Stribeka līkni, var attēlot berzes koeficienta izmaiņas slīdguļtnī, kuru eļļo ar eļļu vai ziedi, visdažādākajos berzes un eļļošanas stāvokļos. Sākuma fāzē miera stāvokļa berzei seko sausā berze (augsts berzes koeficients / augsts dilums). Augot pārvietošanās ātrumam, iestājas jauktās eļļošanas fāze (vidējs berzes koeficients / vidējs dilums), slīdvirsmas daļēji ir savstarpēji atdalītas ar smērvielas kārtiņu. Tieši šai fāzē detaļas aizsargā speciāla kārtiņa, piemēram no cietajām smērvielām (skat. sarkano līkni). Ātrumam turpinot augt, gluži kā akvaplanēšanas gadījumā, virsmas atdala hidrodinamiski radusies šķidrums kārtā. Šinī šķidrās berzes fāzē tiek sasniegts vismazākais dilums.

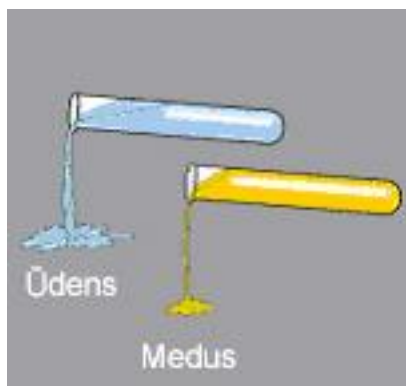


Visdažādākās smērvielu funkcijas

Smērvielai veicamās funkcijas var būt daudzveidīgas un pēc pielietojuma veida nepieciešamas atsevišķi vai kombinētas savā starpā. Blakus primārām prasībām smērvielai – maksimāla spēka pārvade ar minimālu berzi un minimālu dilumu – bieži jāpilda arī sekundāras prasības, kā ūdensizturība, ķīmiskā izturība, savietojamība ar plastmasām vai aizsardzība pret koroziju.

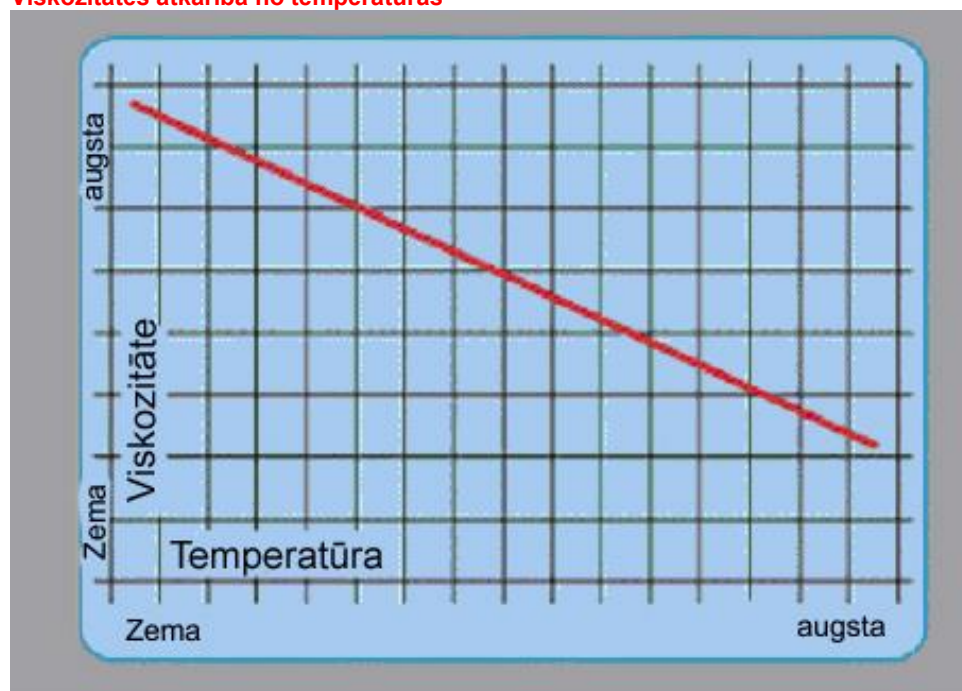
Eļļas

Par bāzi augstu darba spēju smērvielām kalpo minerāleļļas, sintētiskie ogļūdeņraži, silikoneļļas, poliglikoli, esteri vai citi sintētiski šķidrumi. Tie atšķiras ar īpašībām dažādās temperatūrās, savstarpēju sajaukamību, eļļošajām īpašībām, pretošanās spēju oksidācijai, savietojamību ar dažādiem materiāliem un, protams, ar ražošanas izmaksām.



Eļļas viskozitātes izvēle ir atkarīga no pielietojuma jomas. Pamatnosacījums ir: zema viskozitāte piemērota salīdzinoši nelielām slodzēm un lieliem detaļu savstarpējās kustības ātrumiem, augsta viskozitāte piemērota lielām slodzēm, zemākiem detaļu kustības ātrumiem un augstām temperatūrām. Viskozitāti var noteikt ar dažādām metodēm (skatīt pārbaudes un mērīšanas metodes). Kinemātisko viskozitāti mēra mm^2/s (cSt, centistoksi), tā kalpo eļļu klasificēšanai. Dinamisko viskozitāti mēra ar mērvienību $\text{mPa}\cdot\text{s}$. Ievērojot šķidruma blīvumu, abas viskozitātes ir savstarpēji pārrēķināmas ar vienādojumu "dinamiskā viskozitāte = blīvums \times kinemātiskā viskozitāte".

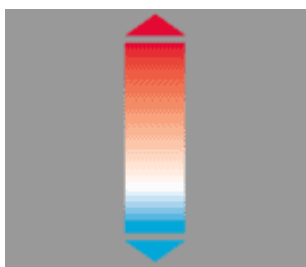
Viskozitātes atkarība no temperatūras



Eļļas viskozitāte mainās atkarībā no temperatūras, spiediena un slāņu nobīdes slodzes, kā arī no laika, kurā noris process. Svarīgākais iedarbes faktors ir temperatūra. Temperatūrai augot viskozitāte krīt un otrādi.

Temperatūras iedarbība uz eļļām

Uzliesmošanas temperatūra
Koksēšanās iztvaikošana



Sastingšanas temperatūra

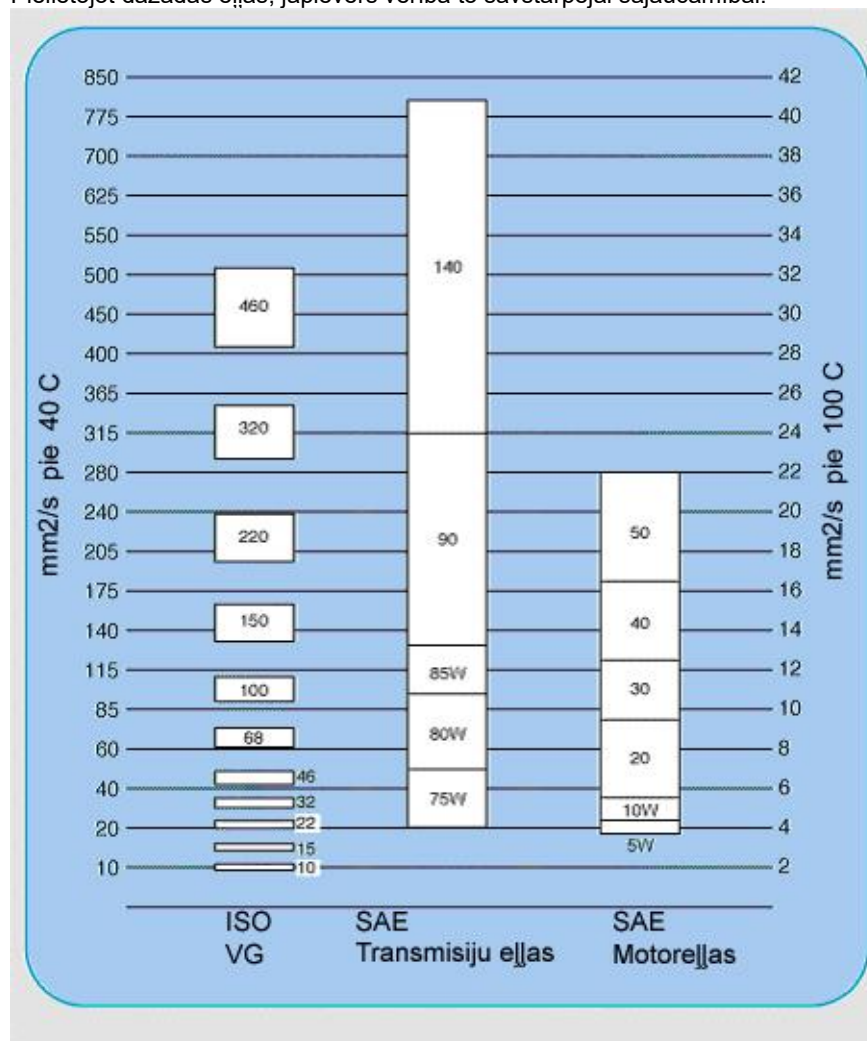
Eļļai noteiktā temperatūru diapazona galējos robežapgabalos sākas pieaugoša iztvaikošana un rodas uzliesmošanas briesmas, vai arī plūstamība samazinās līdz pat eļļas sastingšanai. Cik lielas ir viskozitātes izmaiņas temperatūras iespaidā, uzskatāmi parāda viskozitātes indekss, (VI), kuru iegūst aprēķinu rezultātā, izmantojot ģīpašu formulu.

ISO viskozitātes klases

ISO viskozitātes klases VG = viskozitātes klase		Vidējā viskozitāte pie +40 C [mm ² /s]	Kinemātiskās viskozitātes robežas pie +40 C [mm ² /s]	
			min.	max.
ISOVG	2	2,2	1,98	2,42
ISOVG	3	3,2	2,88	3,52
ISOVG	5	4,6	4,14	5,06
ISOVG	7	6,8	6,12	7,48
ISOVG	10	10	9,00	11,0
ISOVG	15	15	13,5	16,5
ISOVG	22	22	19,8	24,2
ISOVG	32	32	28,8	35,2
ISOVG	46	46	41,4	50,6
ISOVG	68	68	61,2	74,8
ISOVG	100	100	90,0	110
ISOVG	150	150	135	165
ISOVG	220	220	198	242
ISOVG	320	320	288	352
ISOVG	460	460	414	506
ISOVG	680	680	612	748
ISOVG	1000	1000	900	1100
ISOVG	1500	1500	1350	1650

Eļļu savietojamība

Pielietojot dažādas eļļas, jāpievērš vērība to savstarpējai sajaucamībai.



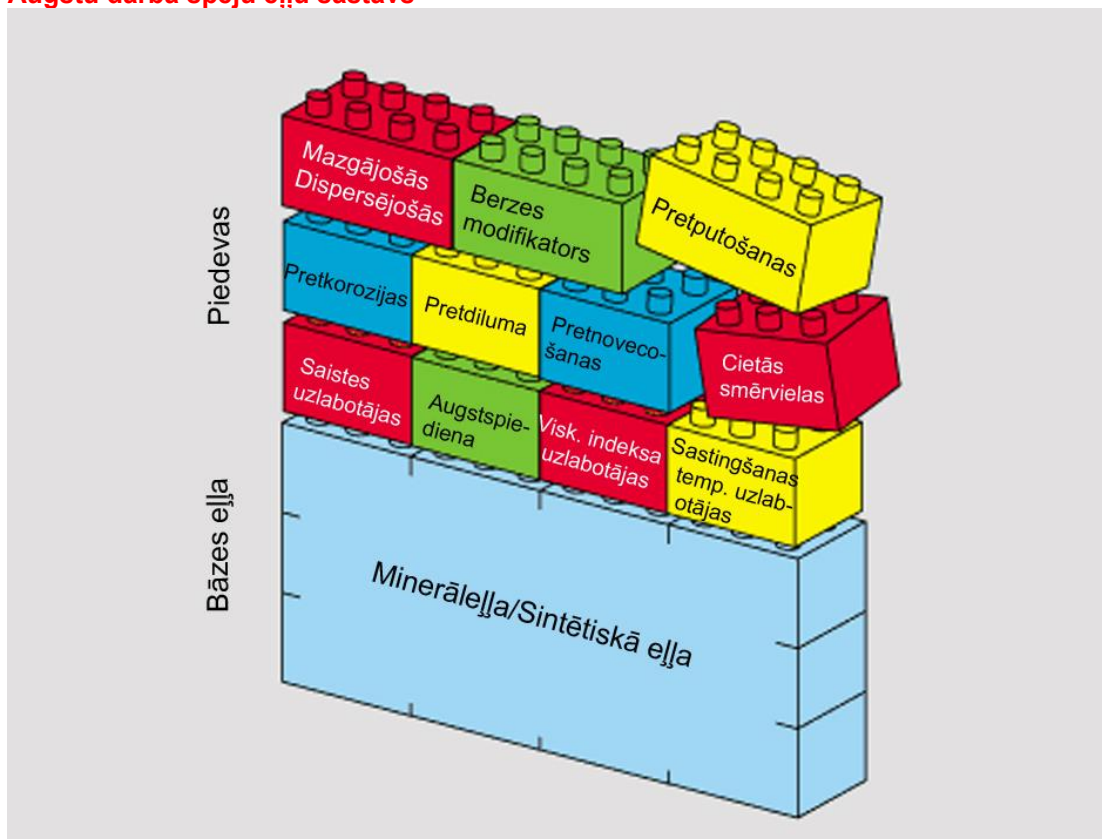
Iedalījums viskozitātes klasēs tiek veikts saskaņā ar standartu ISO (DIN 51519) rūpniecībā izmantojamajām eļļām vai SAE (Society of Automotive Engineers, Automobiļu inženieru padome, ASV) noteiktajiem standartiem automobiļos izmantojamajām eļļām.

Eļļu savietojamība

Bāzes eļļas	Minerāleļļa	Polialfaolefīni	Esteri	Poliglikoli	Silikoni (Metil)	Silikoni (Fenil)	Polifenilēteri	Perfluorēteri
Minerāleļļa	●	●	●	○	○	○	○	○
Polialfaolefīni	●	●	●	○	○	○	○	○
Esteri	●	●	●	●	○	●	●	○
Poliglikoli	○	○	●	●	○	○	○	○
Silikonēļļa (Metil)	○	○	○	○	●	○	○	○
Silikonēļļa (Fenil)	○	○	●	○	○	●	●	○
Polifenilēteris	○	○	●	○	○	●	●	○
Perfluorēteris	○	○	○	○	○	○	○	●

● = labi sajaucams
 ○ = nav sajaucams

Augstu darba spēju eļļu sastāvs

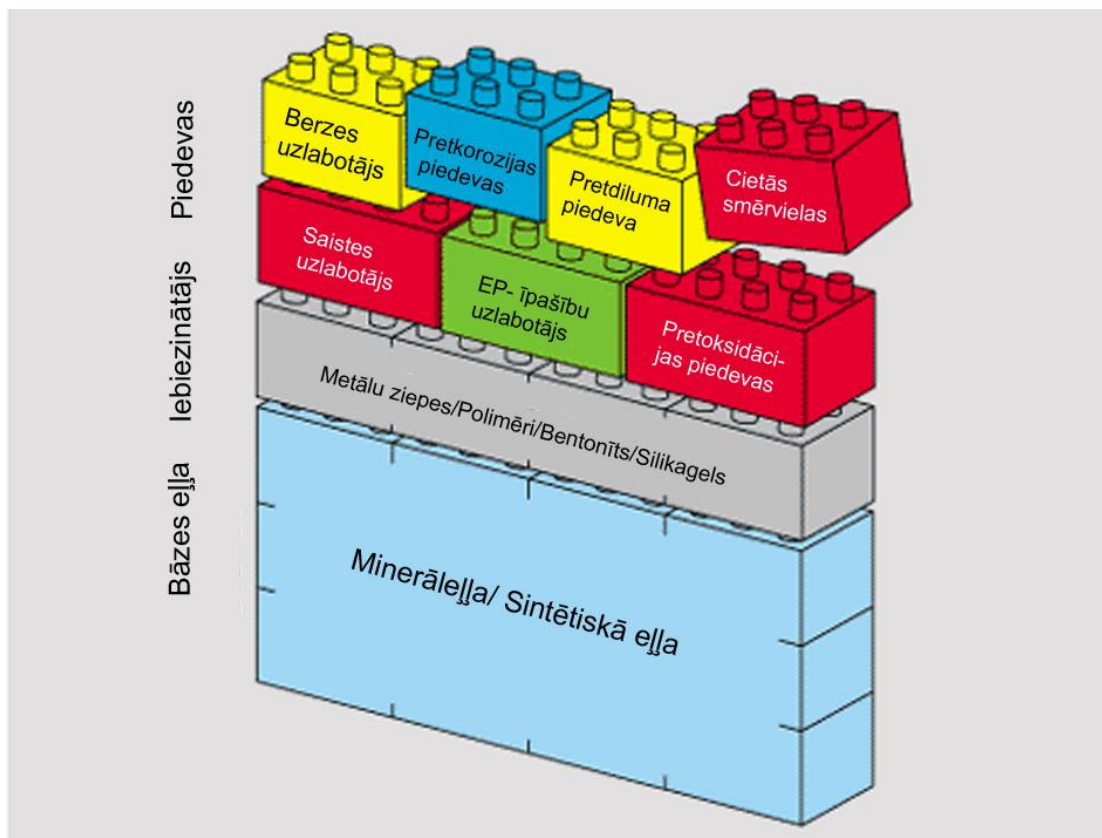


Radot augstu darba spēju eļļu, īpašu lomu, bez rūpīgas bāzes eļļas izvēles, spēlē piedevu izvēle, kura jūtami ietekmē arī attiecību "cena / darba spējas". Modernās eļļas ir veidotas tā, lai pārspiežot eļļas kārtiņu, piedevu vielas veidotu aizsargkārtiņu un pasargātu detaļas no pārlieta diluma.

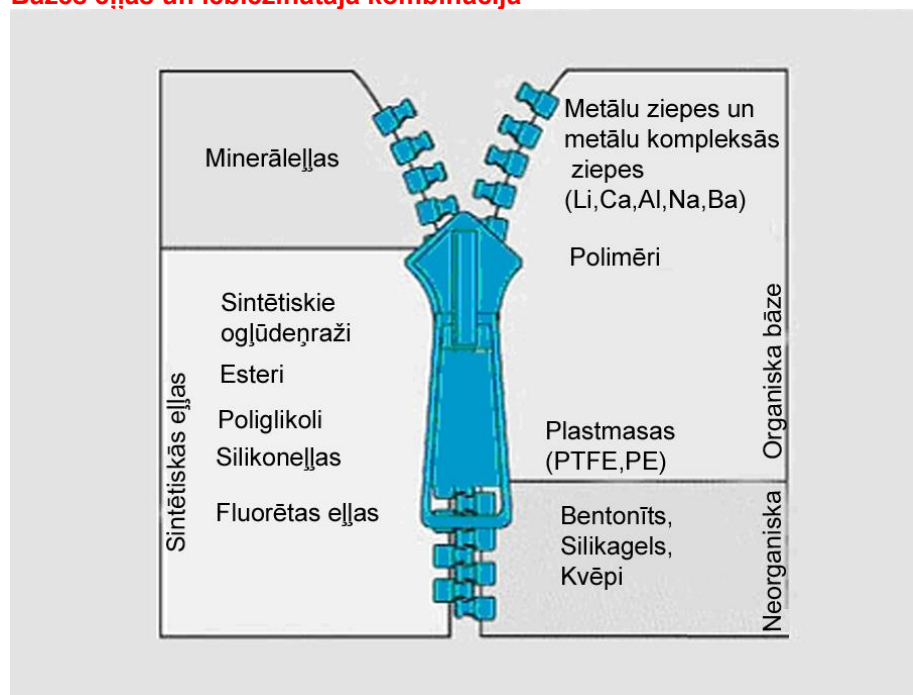
Ziedes

Ja konstruktīvu iemeslu dēļ nav iespējama eļļošana ar eļļu, vai nav nepieciešama dzesēšanas funkcija, lielākajā daļā gadījumu pielieto plastiskās smērvielas jeb ziedes. Ziedes būtībā ir eļļas, kuras ir saistītas ar tā saukto iebiezinātāju. Iebiezinātāja darbības būtība ir līdzīga sūklim, kurš pēc spiediena iedarbības izdala eļļu. Ziedes veidotā eļļojošā kārtiņa vienmēr ir biezāka, nekā būtu tās bāzes eļļas veidotā.

Plastisko smērvielu uzbūve

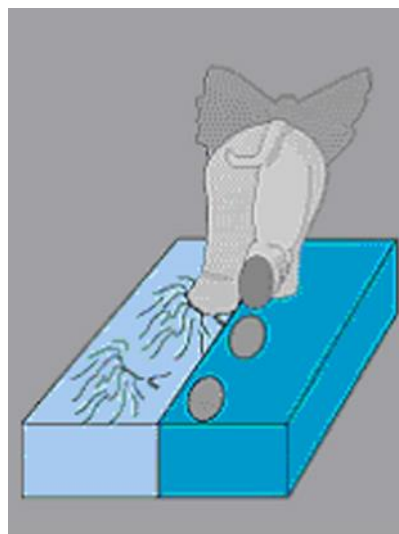


Bāzes eļļas un iebiezinātāja kombinācija



Ir iespējamās ļoti daudzas bāzes eļļu un iebiezinātāju kombinācijas, kas dod dažādas smērvielu darba spējas, arī specifiskiem pielietojumiem.

Konsistence



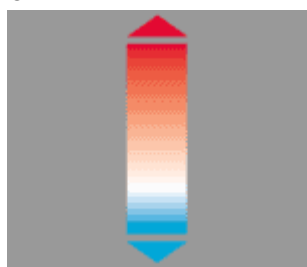
Mīksta smērviela
Zema konsistence, augsta iespiešanās spēja.

Konsistenta smērviela
Augsta konsistence, zema iespiešanās spēja.

Smērvielu konsistence (skat. pārbaucē vārtības) var tikt pieskaņota nepieciešamajai NLGI klasei.

NLGI klase	Penetrācija, mm/10	Reduktoru elļošana	Slīdguļņi	Rītes guļņi	Ūdenssūkņi	Bloku ziedes
000	445-475	•				
00	400-430	•				
0	355-385	•				
1	310-340	•	•	•		
2	265-295		•	•		
3	220-250		•	•		
4	175-205			•	•	
5	130-160				•	
6	85-115					•

Uzliesmošanas temperatūra
 Koksēšanas temperatūra
 Iztvaikošana
 Pilienkrišanas temperatūra
 Oksidēšanās



Plūstamība

Plastisko smērvielu plūstamība (reālā viskozitāte) daudz mazāk atkarīga no temperatūras, kā eļļu. Ar ziepēm iebiezinātas smērvielas kļūst plūstošas, kad tiek pārsniegta pilienkrišanas temperatūra.

Sastingšanas temperatūra

Plastisko smērvielu savietojamība

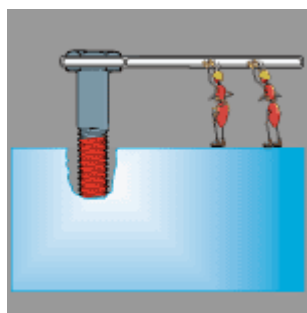
Iebiezinātājs	Ca- ziepes	CaX- ziepes	Li- ziepes	Lix- ziepes	Li/Ca- ziepes	Na- ziepes	Bento nīts	Bax- ziepes	Alx- ziepes	Poli mērs
Ca- ziepes	●	●	●	●	●	○	●	●	○	●
CaX- ziepes	●	●	●	●	●	○	●	●	○	●
Li- ziepes	●	●	●	●	●	○	●	●	○	●
Lix- ziepes	●	●	●	●	●	○	○	●	●	○
Li/Ca- ziepes	●	●	●	●	●	○	●	●	○	●
Na- ziepes	○	○	○	○	○	●	●	●	○	●
Bentonīts	●	●	●	○	●	●	●	●	○	●
Bax- ziepes	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Alx- ziepes	○	○	○	●	○	○	○	●	●	●
Polimērs	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●

● =sajaucama
○ =nav sajaucama

Eļļošanas pastas

Pastas spēlē divējādu lomu smērvielu vidū.

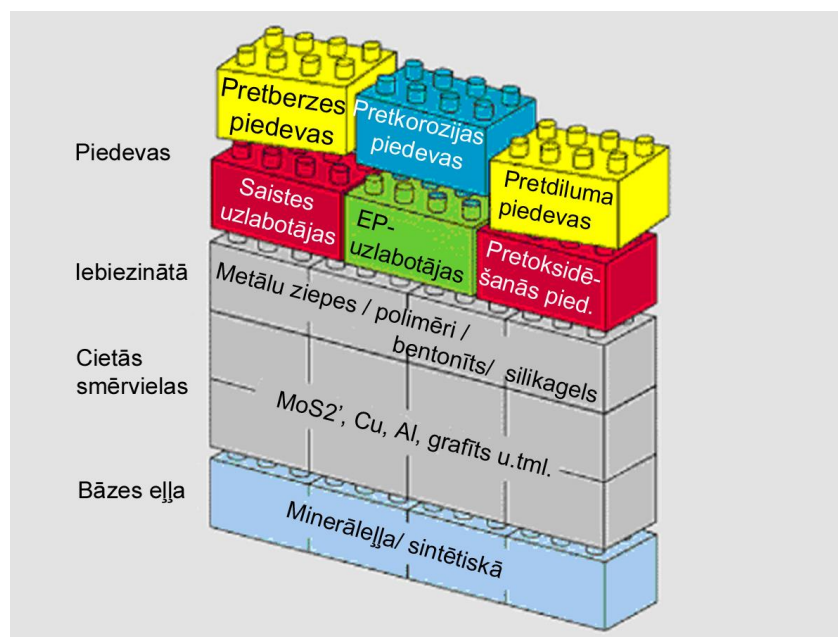
Pastas: Cietās smērvielas eļļā smagākajām slodzēm



Pateicoties augstajam cieto smērvielu saturam eļļā, pastas spēj strādāt arī vissmagākajos apstākļos, arī robežberzes. Hidrodinamiskajai eļļošanai tās nav piemērotas.

Saturot ārkārtīgi stabilas cietās smērvielas tās droši spēj atdalīt, piemēram, augstiem spiedieniem un temperatūrām pakļautu skrūvju vītņos.

Pastu sastāvs



Augstu darba spēju pastu sastāvi būtībā ir līdzīgi plastisko smērvielu sastāviem. Būtiskākā atšķirība ir augstais cieto smērvielu saturs, kas ir tipiski gan montāžas pastām (tikai eļļošanas funkcija), gan t.s. vītņu pastām (eļļošana un atdalīšana).

Cietās smērvielas

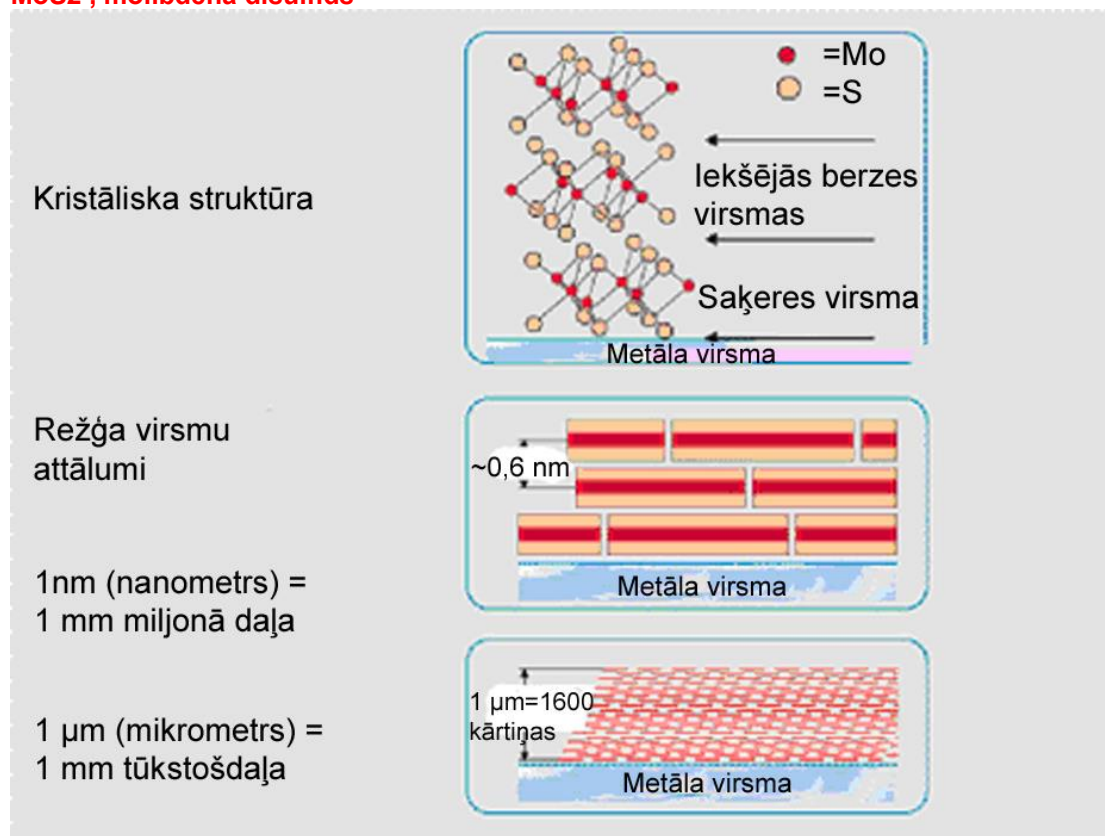
Cietās smērvielas ir vielas, kuras, pateicoties savai struktūrai un ķīmiski – fizikālajām īpašībām, vienas pašas vai dažādās kombinācijās ar citām vielām spēj izveidot uz metālu virsmām eļļojošas un atdalošas kārtiņas. Šīs kārtiņas ir tik plānas, ka mašīnbūvē nenākas izmainīt detaļu salāgošanas un citus izmērus.

Cietās smērvielas

Strukturāli darbojošas ar daudzslāņu režģa struktūru	Ķīmiski darbojošas ar bez režģa strukt.	Fizikāli darbojošas
MoS2 grafiits	MoS2 Trikalcijsulfāts Cinka pirofosfāts Kalcija hidroksīds	Metāli Metālu savienojumi Alumīnijs Varš Niķelis Cinka sulfīds Cinka oksīds Kalcija fluorīds
		Polimēri PTFE (teflons) PE (polietilēns)

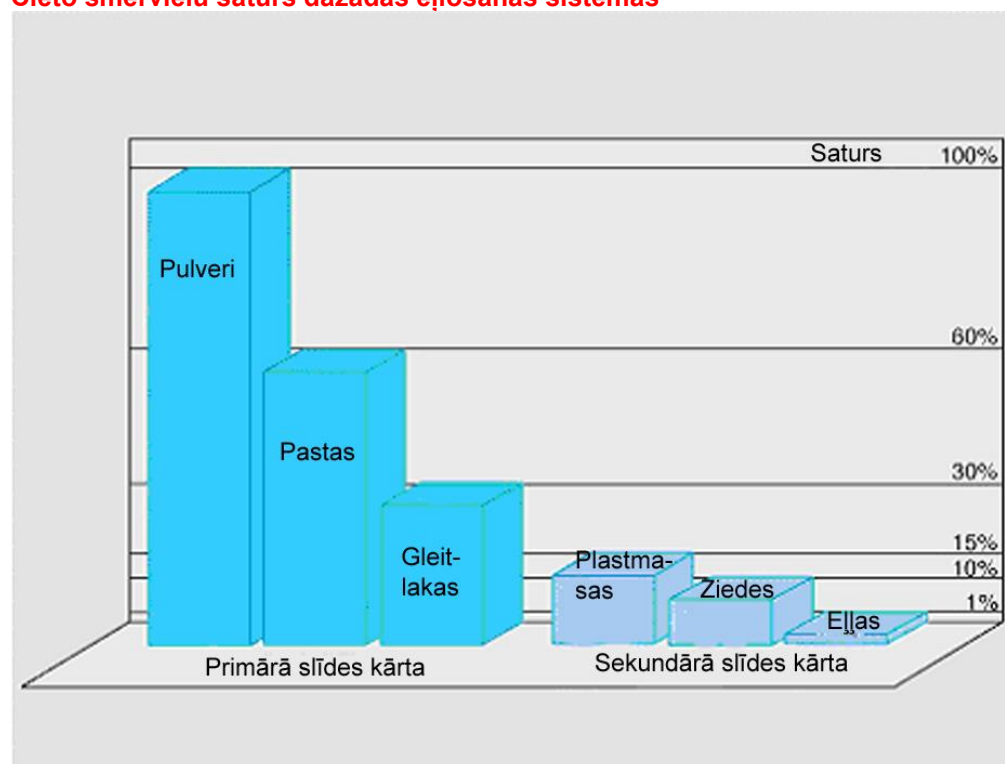
Cietās smērvielas izmanto kā ļoti smalkus pulverus, tās var iedalīt pēc struktūras, ķīmiska vai fizikāla iedarbības veida. Zemāk norādītas plašāk pielietotās.

MoS₂ , molibdēna disulfīds



Vislabākās eļļošanas īpašības sasniedzamas izmantojot MoS₂ (molibdēna disulfīdu). Kārtainā režģa struktūra un ķīmiskās iedarbības īpašības uz metāla virsmu dod viszemākos berzes rādītājus, augstu slodzes nestspēju un izcilu pretviluma aizsardzību. Jau ļoti plānas kārtiņas dod slāni ar izcilu nestspēju, kurā MoS₂ "zviņš" slīd viena pa otru, kā spēju kārtis, saliktas kaudzītē.

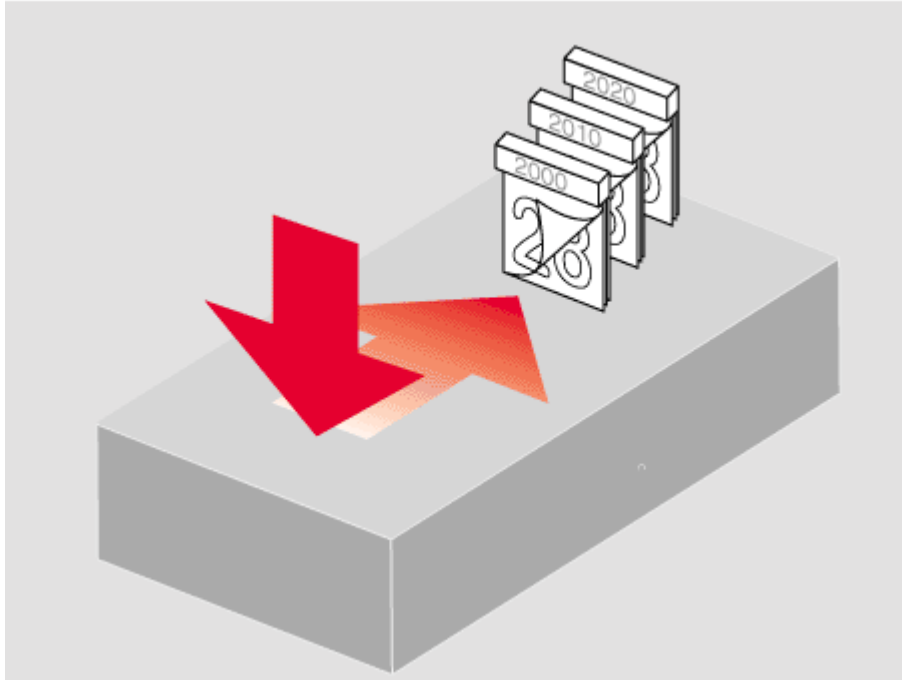
Cieto smērvielu saturs dažādās eļļošanas sistēmās



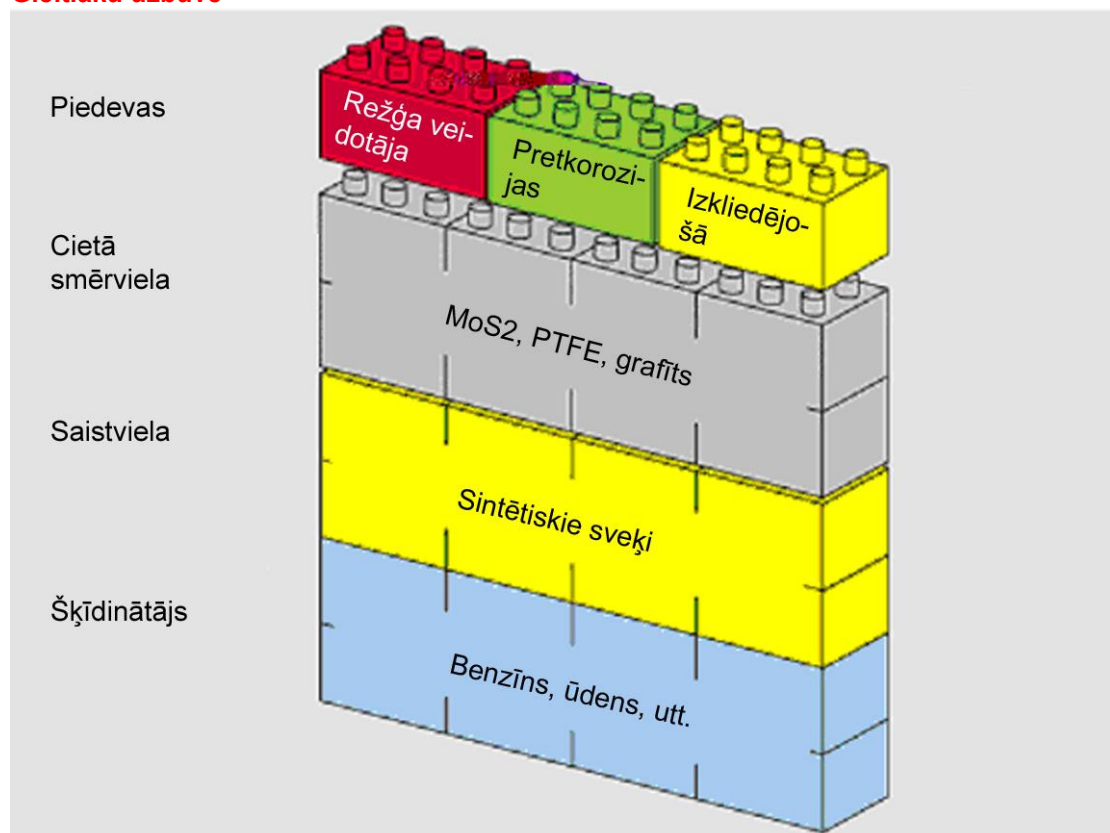
Cietās smērvielas lielās koncentrācijās veido primārās slīdes kārtas, pie maziem daudzumiem – sekundārās slīdes kārtas eļļošanas sistēmās. Tās novērš pārmērīgu dilumu sausās un robežberzes gadījumos.

Sausās smērvielas

Par sausajām smērvielām vai gleitlakām sauc cietās smērvielas, kuras atrodas lakai līdzīgā kārtā, kuru veido organiskas vai neorganiskas saistvielas

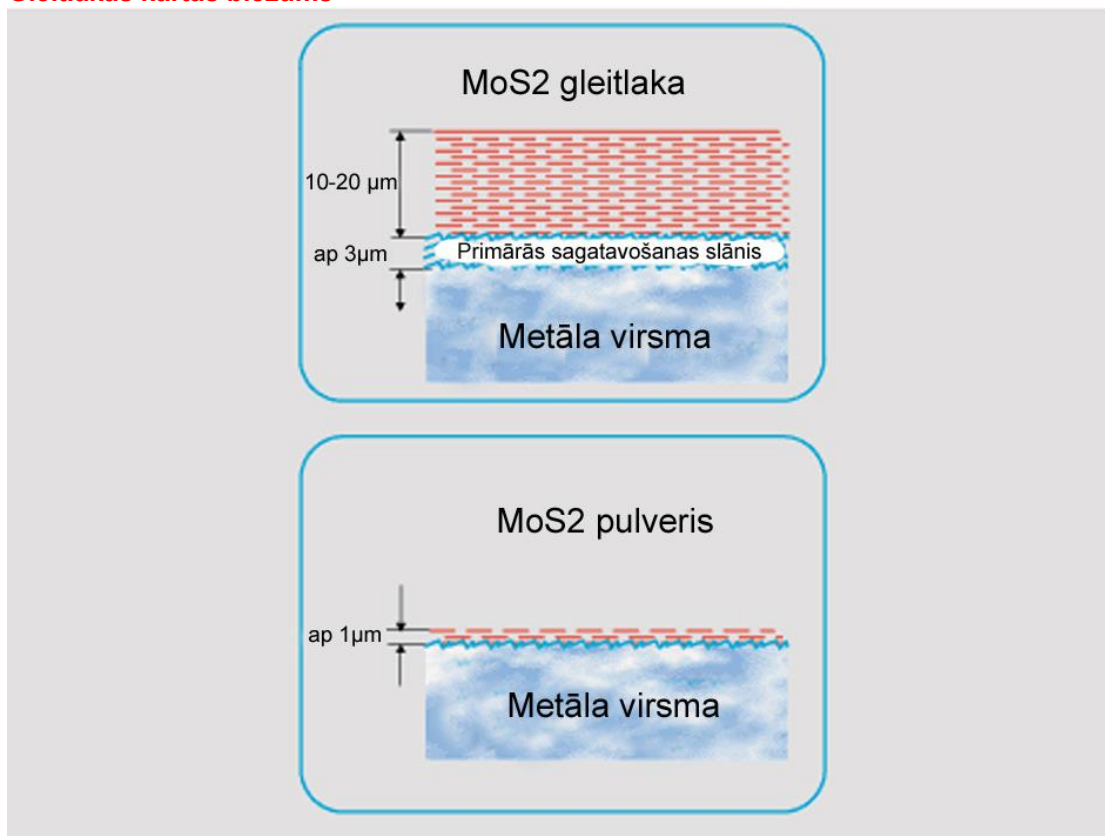


Gleitlaku uzbūve



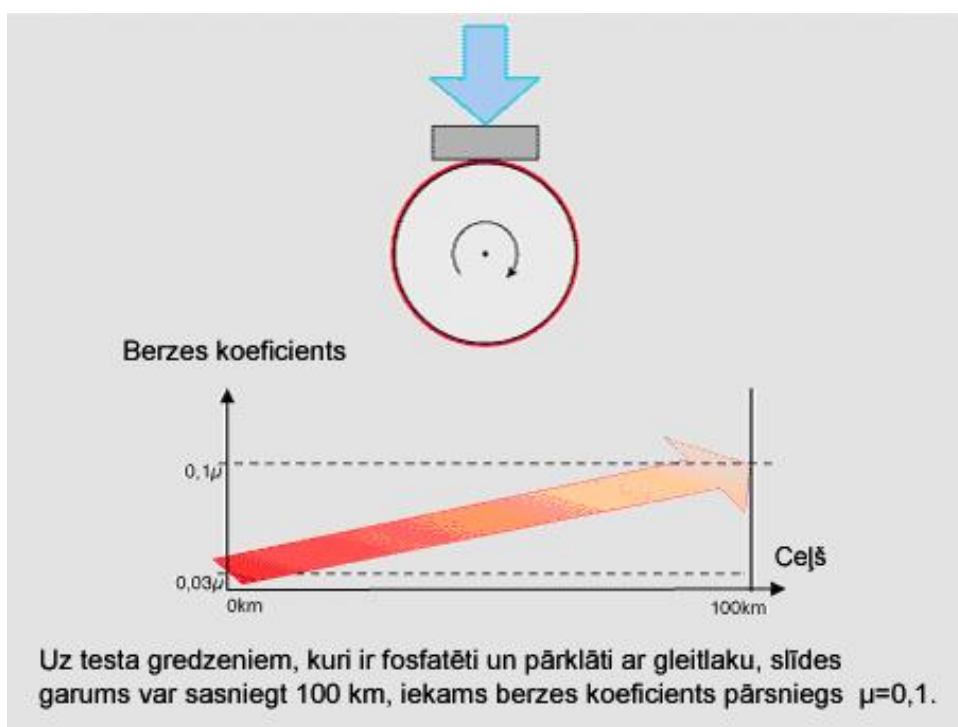
Lai lakas kārtā labi saistītos ar virsmu, tā iepriekš jāapstrādā. Uzklāšana notiek ar detaļas iegremdēšanu, uzsmidzināšanu vai uzklājot ar otu. Sausā slīdes kārtā teicami pretojas augstām spiedes slodzēm un augstām temperatūrām, tai nepielīp netīrumi, eļļošana tiek nodrošināta uz ilgu laiku.

Gleitlaka kārtas biezums



Slāņa biezums un eļļošanas spēja

Slāņa biezumi, kuri sasniedzami ar MoS₂ gleitlakām, ir lielāki, nekā apstrādājot virsmas ar MoS₂ pulveri. Eļļošanas spēja ir teicama.



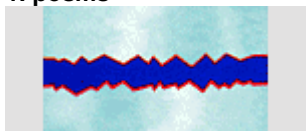


Iedarbība uz virsmu

OXS speciālās smērvielas ar "Mox-Active" piedevām veic virsmu kopšanas darbu eļļojamajos mezgļos.

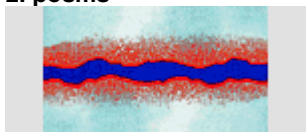
"Gudrās" piedevas veicina un paātrina sākotnēji raupjo virsmu nogludināšanos un veic to triboloģisko uzlabošanu. Tādējādi izdodas ievērojami saīsināt mehānismu detaļu piestrādes laiku.

1. posms



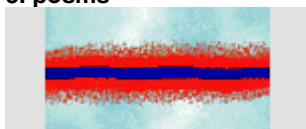
Zem spiediena pārklāj noslogoto metāla virsmu eļļojamajā vietā, veidojot pret spiedienu izturīgu, efektīvi eļļojošu aizsargkārtu.

2. posms




Augot slodzei, pieaug aizsargkārtas spēja uzņemt spiedienu. Berze un nodilums tiek būtiski samazināti.

3. posms

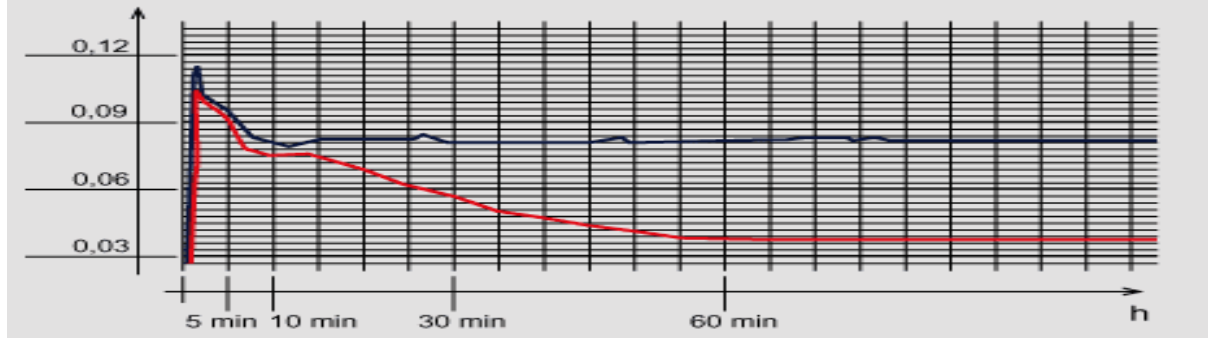


Piedevas veicina un paātrina metāla virsmu nogludināšanos. Vislabākie rezultāti ir iegūstami sastāva kombinācijā ar MoS₂. Virsmas strukturālās izmaiņas dod triboloģisko virsmas uzlabošanu, vienlaikus izcili zemu berzes koeficientu un teicamu aizsardzību pret nodilumu.

Izmaksu samazināšana un iespaids uz apkārtējo vidi samazināšana

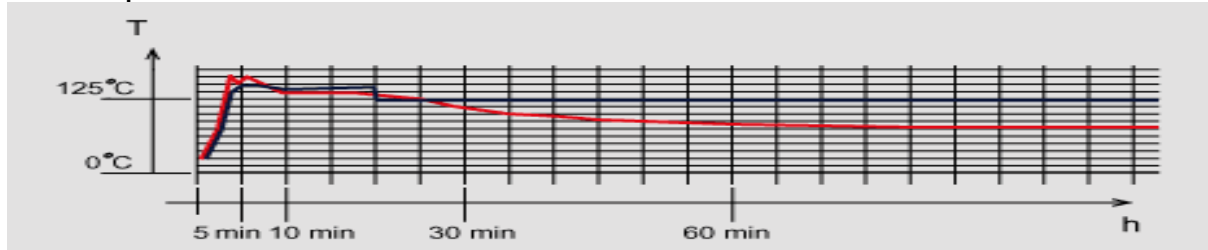
OXS speciālās smērvielas ar Mox-Active samazina ražošanas izmaksas un paaugstina izgatavošanas kvalitāti. OXS speciālās smērvielas ar  samazina iespaidu uz apkārtējo vidi, samazinot smērvielu patēriņu un enerģijas patēriņu.

Berzes koeficients



Berzes koeficients ātri krītas no 0,09 līdz 0,03. Tas nozīmē būtisku enerģijas ietaupījumu un labāku spēka pārvadi.

Darba temperatūra



Darba temperatūra ātri krītas no 120°C līdz 80°C. Smērvielas kalpošanas ilgums un līdz ar to eļļošanas intervāli līdz ar to var tikt pagarināti vairākkārt.

Virsmas nelīdzenumu dziļums / Nodilums



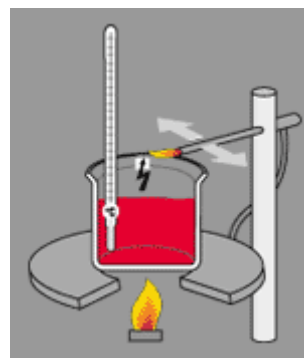
Virsmas nodilums stipri samazinās. Būtiski palielinās mašīnu detaļu kalpošanas laiks. Tas palīdz jūtami samazināt izdevumus apkopēm un rezerves daļām.

Testu rezultātu iegūšana

Turpmāk alfabētiskā secībā ir aprakstītas dažādas testu metodes, ieskaitot skices, kuras dod svarīgas ziņas par dažādiem produktiem.

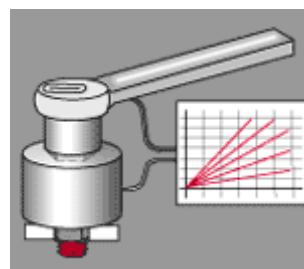
DN vērtība jeb apgriezību faktors norāda, līdz kādiem apgriezieniem smērviela var tikt izmantota rites gultņos. Rezultātus iegūst ar speciālām iekārtām, būtiskas šai gadījumā ir bāzes eļļas viskozitāte un testu izdarītāja pieredze.

Uzliesmošanas temperatūra ir lielums, kurš ļauj novērtēt degošu šķidrumu uzliesmošanas iespējamību. Izplatītākās mērīšanas metodes ir DIN 51755 (slēgtā tīģelī) vai DIN ISO 2592 (vaļējā tīģelī), atkarībā no produkta veida un gaidāmās uzliesmošanas temperatūras.

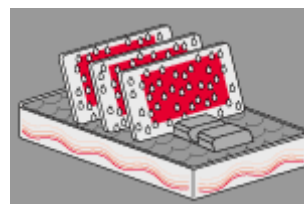


Ar **FZG zobratu noslodzes testu** tiek noteiktas eļļu un plastisko smērvielu darbaspējas, īpaši slēgtos zobratu pārvados. Nodilums tiek noteikts pakāpeniski atbilstoši katrai noslodzes klasei, kā rezultāts tiek norādīta "zobratu bojājumu slodzes pakāpe". Testa metode atbilst standartam DIN 51 354.

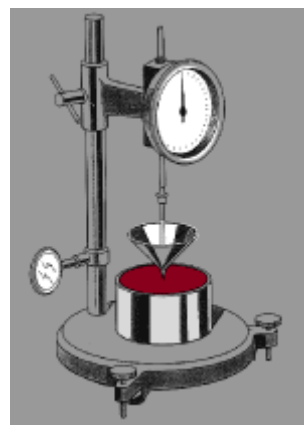
Berze vītņē tiek noteikta ar speciālu ierīci – skrūves stendu. Saskaņā ar DIN 946 standartu iegūst berzes koeficientu μ skrūvējamā savienojumā, pievelkot skrūves un uzgriežņus. Standarts nosaka vītņu izmērus, materiālus un virsmas raksturlielumus.



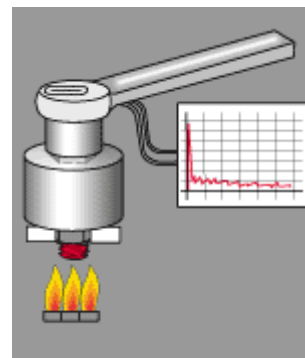
Ūdens kondensāta tests ir viens no izmēģinājumiem aizsargkārtiņas veidošanai koroziju veicinošu apstākļu iespaidā (DIN 50017-KTW), tas notiek klimatiskajā kamerā un rezultāts ir stundu skaits, līdz parādās pirmās rūsas pēdas.



Smērvielas **konsistenci** nosaka ar ģipša ierīces, penetrometra, palīdzību pēc DIN ISO 2137, pirms mērījumiem smērviela tiek rūpīgi pārjaukta, lai maksimāli tuvotos apstākļiem gultnī. Ierīces konusa iespiešanās dziļums smērvielā ļauj ierindot smērvielu atbilstoši NLGI konsistences klasei (DIN 51818).



Savienojumu atbrīvojamība ir attiecība starp savienojumu pievilkšanas un atbrīvošanas momentiem. Šis parametrs tiek noteikts skrūvju pastām, skrūves M10 vai M12, materiāls A2-70, tiek pievilkta ar 40 vai 70 Nm, tad 100 stundas turētas temperatūrā starp +200°C un +650°C.

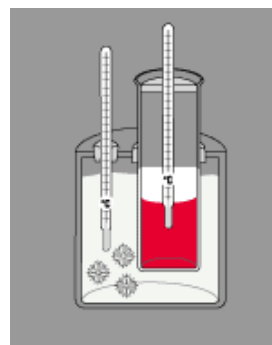


Lubrimetra tests ir ierīce, ar kuru nosaka berzes koeficientu, nodilumu un darba temperatūru dažādiem materiāliem, pie dažādām slodzēm un detaļu savstarpējiem slīdes ātrumiem noteiktos laika periodos.

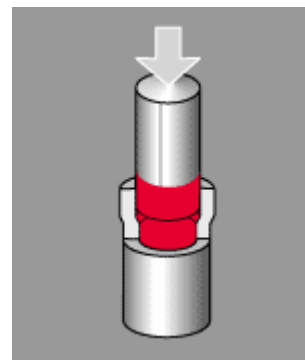
Eļļas atdalīšanās svara % tiek mērīta saskaņā ar standartu DIN 51817, pārbaudāmo smērvielu sloģo ar spiedienu un temperatūru.

Pretošanās spēja oksidācijai ir smērvielas spēja pretoties reakcijām ar tīru skābekli. Saskaņā ar DIN 51808 standartu smērviela kopā ar skābekli tiek noteiktu laiku, piemēram 100 stundas, turēta noteiktā temperatūrā, piemēram +99°C vai +160°C, vienlaikus tiekot pakļauta spiedienam. Rezultātā iegūst skābekļa spiediena kritumu paskālos (Pa), kas norāda uz oksidēšanās pakāpi.

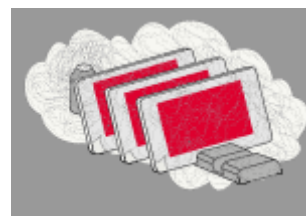
Sastīgšanas temperatūru mēra saskaņā ar standartu DIN ISO 3016. Tā ir dažus °C zemāka par zemāko ieteikto lietošanas temperatūru.



Slīdes tests sniedz informāciju par cieto smērvielu izturēšanos un pieķeršanos berzes virsmām pie ļoti augstiem spiedieniem un zema detaļu slīdes ātruma. Tiek mērīts berzes koeficients, pārbaudīta nevienmērīgas slīdes esamība. Rezultāti ir svarīgi montāžas darbu veikšanai, piemēram uzpresēšanai, vai vadotņu un slīdņu eļļošanai, piemēram, darbgaldos.

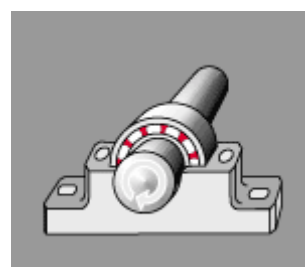


Sāls miglas tests imitē sāli saturošu atmosfēru pēc DIN 50021 SS, speciālas plāksnītes, pārklātas ar smērvielu, tiek pakļautas noteikta sastāva sāls šķidrums miglas iedarbībai. Tiek novērots, pēc cik stundām parādās rūsas pēdas.

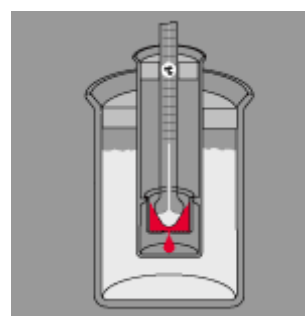


Kārtnas biezumam ir svarīga loma pretkorozijas pārklājumu kalpošanas ilguma noteikšanai. Tiek izmantotas dažādas mērīšanas metodes, kārtiņu biezumu nosaka μm (mikronos).

SKF-EMCOR procesu izmanto rites gultņu smērvielu pretkorozijas īpašību noteikšanai. Smērvielai pievieno noteiktu daudzumu ūdens un iepilda maināma griešanās virziena gultņos, kurus griež noteiktu laiku, ar noteiktiem apgriezieniem, ar noteiktām pauzēm atbilstoši DIN 51802 standartam. Ja vizuālā pārbaude nekonstatē koroziju, tiek piešķirta korozijas klase 0, stiprai korozijai atbilst maksimālais vērtējums 5.



Pilienkrišanas temperatūra ($^{\circ}\text{C}$) ir temperatūra, pie kuras, atbilstoši standartam DIN ISO 2176, sākas smērvielas sašķidrināšanās. Šī temperatūra vienmēr ir jūtami augstāka par augstāko darba temperatūras robežu. Dažu iebiezinātāju smērvielām pilienkrišanas temperatūra nav nosakāma, jo tās nesašķidrinās

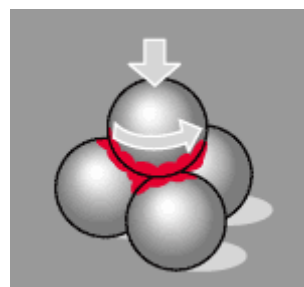


Iztvaikošanas zudumi ir svarīgs rādītājs augstu temperatūru smērvielām. Saskaņā ar standartu DIN 58397 smērvielas tiek izturētas augstā temperatūrā noteiktu laiku. Iztvaikojušās eļļas zudumiem svara % būtu jābūt iepējami nelieliem.

Eļļas **viskozitāte** tiek noteikta atkarībā no produkta veida, ar dažādiem mēraparātiem. Mērīšanai saskaņā ar standartu DIN 53015 izmanto grimstošas lodītes tipa viskozimetru. Kinemātiskā viskozitāte (mm^2/s) tiek mērīta pie temperatūras $+40^\circ\text{C}$. Bieži svarīga ir arī viskozitāte $+100^\circ\text{C}$ temperatūrā, lai varētu novērot viskozitātes kritumu temperatūrai kāpjot



Četrlodīšu mašīna ir ierīce, ar kuru nosaka sametināšanās spēku un dilumu, lodītēm saskaroties punktveida kontaktā atbilstoši standartam DIN 51350. Sametināšanās spēks (N) ir slodze, pie kuras lodītes sāk savstarpēji sametināties. Dilums (mm) ir vidējais iediluma diametrs (mm), kuru mēra pēc darba pie konstantas slodzes un noteiktā laika sprīdī.



OKS un jebkuru citu firmu produktu izstrādei un kvalitātes nodrošināšanai tiek izmantots liels skaits laboratorijas testu un izmēģinājumu aparātūras, lai izpētītu dažādus papildu apstākļus, kuri ietekmē triboloģiskās sistēmas.

Bez tam nepieciešams veikt lielu skaits praktisku eksperimentu, lai varētu dot galīgo slēdzienu par smērvielas īpašībām.

Termini un saīsinājumi

Piedeva

Tiek pievienota eļļām, smērvielām, pretkorozijas līdzekļiem un apkopes produktiem noteiktu nepieciešamo īpašību panākšanai.

Novecošana

Ķīmiskas izmaiņas vielās, kuras rodas siltuma, gaismas un skābekļa iedarbības rezultātā.

Bioloģiski noārdāms

Produkts, kuru spēj noārdīt mikroorganismi.

C:

DIN 51517, Teil 1, apzīmējums pielietojamībai kā smēreļļa

CL:

DIN 51517, Teil 2, apzīmējums pielietojamībai kā cirkulācijas eļļa (= C-eļļa + pretkorozijas piedevas)

CLP:

DIN 51517, Teil 3, apzīmējums pielietojumam kā rūpniecisko zobratu pārvadu eļļa (= CL-eļļa + EP augsta kontaktpiediena piedevas)

DN skaitlis:

Maksimālais pieļaujamais rites gultņa rotācijas ātrums = gultņa diametrs pa tā viduslīniju (mm), pareizināts ar apgriezīgu skaitu minūtē

DVGW:

Vācijas gāzes un ūdensapgādes speciālistu savienība (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches)

Piestrāde:

Jaunu slīdes pāru virsmu nelīdzenumu nolīdzināšanās

EP smērvielas:

Ar augsta detaļu kontaktpiediena piedevām, lai paaugstinātu darba spējas pie augstiem kontaktpiedieniem, kā arī pretnodiluma īpašības

FDA:

"Food and Drug Administration" (Pārtikas un zāļu administrācija) ASV, likumdevēja iestāde šais jomās

Uzliesmošanas temperatūra:

Skatīt testu aprakstus

Ieēšanās:

Stāvoklis, kad tiek caurspiests eļļojošais slānis un detaļu virsmu negludumu virsotnes savstarpēji sametinās

FZG zobratu noslodzes testa stends:

Skatīt testu aprakstus

Berze vītņē:

Skatīt testu aprakstus

Bāzes eļļa:

Nesējšķidrums pastām, plastiskajām smērvielām, eļļām

H:

DIN 51524, Teil 1, apzīmē pielietojamību kā hidrauliskajai eļļai

HL:

DIN 51524, Teil 2, apzīmē pielietojamību kā standarta hidrauliskajai eļļai (= H - eļļa + pretkorozijas piedevas)

HLP:

DIN 51524, Teil 3, apzīmē pielietojamību kā augstu darba spēju hidrauliskajai eļļai (= HL-eļļa + EP-piedevas)

Augstu darba temperatūru smērvielā:

Piemērota ilgstošam darbam temperatūrās virs + 140°C

HT:

Augsta darba temperatūra

Hidrodinamiskā eļļošana:

Virsmas, kuras savstarpēji pārvietojas, ir pilnībā atdalītas viena no otras ar šķīdru eļļojošu slāni

ISO:

International Standardization Organisation (Starptautiskā standartizācijas organizācija)

ISO VG:

Eļļu viskozitātes klase (Viscosity Grade) pēc ISO skalas

Kompleksā smērviena:

Iebiezināta ar dažādu metālu ziepēm ar dažādām skābēm, sekojoši tai ir augstāka pilienkrišanas temperatūra, nekā vienkāršu ziepju smērvielām

Ūdens kondensāta tests:

Skatīt testu aprakstus

Konsistence:

Skatīt testu aprakstus

Korozijs:

Metāla reakcija ar apkārtējo vidi, kura veicina materiāla izmaiņas un ietekmē detaļu funkcionēšanu

LGA:

Landesgewerbeanstalt Nürnberg mit seinem Institut für Lebensmittelchemie (Federālās zemes pārvalde ar pārtikas vielu ķīmijas institūtu Nirnbergā)

Šķīdinātāji:

Šķīdumi kuri sašķīdrina citas vielas, tās ķīmiski neizmainot

Savienojumu atbrīvojamība:

Skatīt testu aprakstus

Lubrimetra tests:

Skatīt testu aprakstus

Robežberze:

Stāvoklis, kad paralēli hidrodinamiskajai berzei daļēji saskaras arī pašas berzes virsmas

MoS₂:

Molibdena disulfīda ķīmiskā formula (minerāls molibdenīts)

Mox-Active:

Piedeva uz organisko kompleksu molibdēna savienojumu bāzes smērvielu darba spēju uzlabošanai

μ (mju):

Berzes koeficients (skatīt arī "Pamati")

μm (mju-metrs):

1/1000 mm, mikrons

NLGI:

National Lubricating Grease Institute (USA) , Nacionālais plastisko smērvielu institūts, ASV

Avārijas eļļošana:

Sasniedz pielietojot cietās smērvielas gadījumos, kad smērviela vai eļļa nenodrošina pilnvērtīgu eļļošānu

Eļļas atdalīšanās:

Skatīt testu aprakstus

Pretošanās oksidēšanai:

Skatīt testu aprakstus

Savienojumu rūšēšana:

Korozija, kura veidojas detaļu savienojumos, kuros notiek svārstības ar mikroberzi. Noberztās tērauda daļiņas rūšē nekavējoši

Penetrācija:

Lielums, kurš raksturo plastisko smērvielu konsistenci, skatīt arī "konsistence"

Sastingšanas temperatūra:

Skatīt testu aprakstus

Bāzes eļļa:

Nesējšķidrums pastām, plastiskajām smērvielām, eļļām

Slīdes tests :

Skatīt testu aprakstus

RT:

Raumtemperatur (vāc.), istabas temperatūra, definēta pēc standarta DIN 50014 = +23°C pie 50% relatīvā gaisa mitruma

Nevienmērīga slīde (angl. Stick-Slip):

Rodas, ja smērvielā nespēj pietiekami atdalīt slīdvirsmas, jo miera stāvokļa berze ir lielāka, nekā berze kustībā

Sāls miglas tests:

Skatīt testu aprakstus

Kārtiņas biezums:

Skatīt testu aprakstus

Smagie metāli:

Visi metāli, kuru blīvums lielāks par 5 g/cm³

Silikoneļļas:

Tiek iegūtas ķīmisku procesu rezultātā. Tām ir sevišķi laba attiecība "temperatūra / viskozitāte", tās ir ļoti stabilas zemās un augstās temperatūrās, kā arī attiecībā uz novecošanu. Teicamas detaļas atdalošās īpašības, lieliski piemērotas plastmasu un elastomeru eļļošanai. Apzīmējumi "polidimetilsiloksāns" vai "polifenilmētilsiloksāns" raksturo šo eļļu molekulāro uzbūvi.

SKF-EMCOR tests:

Skatīt testu aprakstus

Sinerģisms:

Vairāku komponentu pozitīvs kopdarbs, kura rezultātā to īpašības nevis vienkārši summējas, bet pat daudzrāšojas

Sintētiskās eļļas:

Atšķirībā no naftas eļļām, augu eļļām vai dzīvnieku izcelsmes eļļām tiek iegūtas ķīmisku procesu rezultātā. Tā tiek iegūtas dažādas priekšrocības, kā zema koksēšanās tendence, zema sastingšanas temperatūra, laba savietojamība ar ķīmiskajiem produktiem, teicama attiecība "temperatūra / viskozitāte" Eļļošanai izmanto sintētiskos ogļūdeņražus, esterus, poliglikolus, fluorētās eļļas, silikoneļļas, polialfaolefīnus.

Zemu temperatūru smērvielas:

Piemērotas ilgstošam darbam temperatūrās zem -20°C

Pilienkrišanas temperatūra:

Skatīt testu aprakstus

USDA:

"United States Department of Agriculture", ASV Lauksaimniecības ministrija

USDA-H1:

Pārbaudītu un lietošanai atļautu eļļu un smērvielu apzīmējums, kurām iespējams tehniski nenovēršams kontakts ar pārtikas produktiem

USDA-H2:

Apzīmējums eļļām un smērvielām, kuru kontakts ar pārtikas vielām nav pieļaujams

VCI:

Jaunas paaudzes piedeva (Volatile Corrosion Inhibitor) pretkorozijas aizsardzībai, draudzīga apkārtējai videi

Iebiezinātājs:

Skatīt "pamati"

Nodilums:

Rodas caurspiežot eļļojošo slāni, kad savstarpēji slīdošās detaļas skar viena otru un savstarpēji beržas

Viskozitāte:

Šķidrums "biezums" kā iekšējās berzes mērvienība, skatīt arī testu aprakstus

VKA:

Četrlodīšu mašīna, skatīt testu aprakstus

Baltā eļļa:

Parafīniskā minerāleļļa, augsti rafinēta nestabilo sastāvdaļu atdalīšanai

Tulkoja Andris Slics no OKS (www.oks-germany.com) materiāla.