

Määrimine

Milleks veerelaagreid määratakse

Määrdeaine vähendab hõõrdumist. Samas kaitseb see laagrit kulumise ja korrosiooni eest ning takistab tahkete ja vedelate saasteainete sissepääsu.

Teoreetiliselt võib hästimääritud laager töötada ideaalsetel tingimustel lõpmata kaua. Reaalselt pole see muidugi võimalik. Sellegipoolest on õigesti määratud laagril parimad eeldused maksimaalselt võimaliku ressursi saavutamiseks.

Määrdeaine moodustab laagri veere- ja liigepindadel neid eraldava kelme, mis välistab pindade metallise kontakti isegi suurtel koormustel.

Üldjuhul määratakse veerelaagreid plastse määrde või õliga, erijuhtudel kasutatakse tahkeid määrdeaineid.



Määrdega määratakse umbes 90% laagritest



Määrimine määrdega

Määrde kasutatakse määrdeainena juhul, kui laagri töötingimused on kõrge kiiruse ja temperatuuri. Õliga võrreldes on määrde määrdeainena mitmeid eeliseid: väike määrde süsteem on lihtsam ja odavam, parem adreessioonivõime, kaitseb niiskuse ja saaste sissetung eest vähesekeskkonnast.

Õliga määrimine

Õli on määrimiseks kohane siis, kui laagri kiiruse ja/või töötingimuste tõttu määrde selleks ei sobi või kui laagrist peab eemale juhtima soojust. Paljudel juhtudel nõuavad õli kasutamist teised elemendid, nagu tiendid, hammasrattad, liigelaagrid jne.

Määrdeaine valik sõltub laagri töötingimustest, eelkõige temperatuurivahemikust, pöörlemiskiirusest ja ümbritsevast keskkonnast.

HOIATUS!

Kasutage kaitsekindaid. Otsest kokkupuudet nahatoodetega võivad esile kutsuda allergilisi reaktsioone.



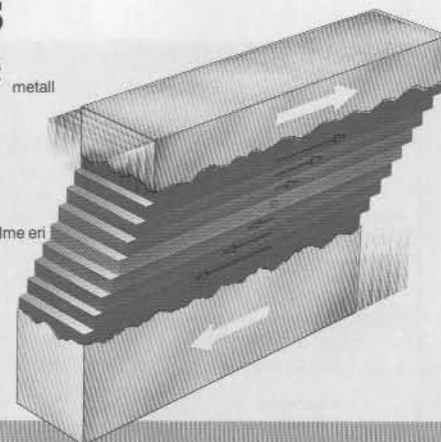
Lühike sissejuhatust määrimisteooriasse

Määrdeaine peamine ülesanne on moodustada hõõrdepindadel kelme, mis need pinnad lahutab, vähendades laagridetailide hõõrdumist ja kulumist. Määrdeaine tähtsamate omaduste hulka kuuluvad viskoossus, kelme moodustamise võime ja konsistents (määrde).

metall

määrdekelme eri "kihid"

metall



Viskoossus

Viskoossus iseloomustab vedeliku voolavust. Tehnikas mõistetakse selle all vedeliku sisehõõrdumist, mis tekib määrdeõli molekulaarkihitide vahel vedeliku liikumisel. Viskoossus on tähtsaim näitaja, mille alusel valitakse määrdeõli laagriks.

Kinemaatilise viskoossuse ühik ISO süsteemis on mm²/s, mida varem kasutati cSt (sentistooks) nime all, USA-s kasutatav ühik on SUS (Saybolt Universal Seconds). Tavaliselt mõõdetakse viskoossust 40°C ja 100°C juures, mõnel juhul ka 37,8°C (100°F), 50°C ja 98,9°C (210°F) juures.

Konsistents

Konsistents on määrde voolavuse aste. Määrete konsistentsi kohta kehtib USA Rahvusliku Määrdeinstituudi NLGI (National Lubricating Grease Institute) liigitus, mis on kasutusel kõikjal maailmas.

Kelme moodustamise võime

Kelme paksus sõltub peamiselt laagri pöörlemiskiirusest, temperatuurist ja viskoossusest. Veel mõjutavad kelme paksuse valikut nõuded laagri ressursile.

Kolm tähtsat määrimisrežiimi on: piirmäärimine, hüdrodünaamiline ja elasto-hüdrodünaamiline määrimine.



Pehme määrde: väike konsistents, madal NLGI kraad



Kõva määrde: suur konsistents, kõrge NLGI kraad

Näiteid argielust

Vee viskoossus on väike, siirupil suur.

Õlikelme paksus sõltub peamiselt

temperatuurist

pöörlemiskiirusest

õli viskoossusest



Mittetäielik hüdrodünaamiline määrimine

Piirmäärimise ja hüdrodünaamilise määrimise vahepealne režiim on mittetäielik hüdrodünaamiline ehk poolvedelikuline määrimine.

Elasto-hüdrodünaamiline määrimine

Elasto-hüdrodünaamiline määrimine leiab aset nii poolvedelikulise kui ka hüdrodünaamilise määrimise puhul, kui raskeltkoormatud veerekeha rullumisel mööda veereteed tekib kontaktpunktis kõrge rõhk, mis kutsub esile mikrodeformatsiooni. Deformeerunud pinnad surutakse hetkeks teineteise vastas pisut lamedaks (elastne deformatsioon). Võiks arvata, et määrdeaine surutakse seejuures kontaktsoonist välja ja et pinnad astuvad omavahel otsesesse metallsesse kontakti. Tegelikult ei ole see nii. Selle asemel suureneb õli viskoossus kontaktsoonis järsult. Veerekeha edasiveeremisel taastavad pinnad oma esialgse kuju ja ka viskoossus väheneb algväärtuseni.

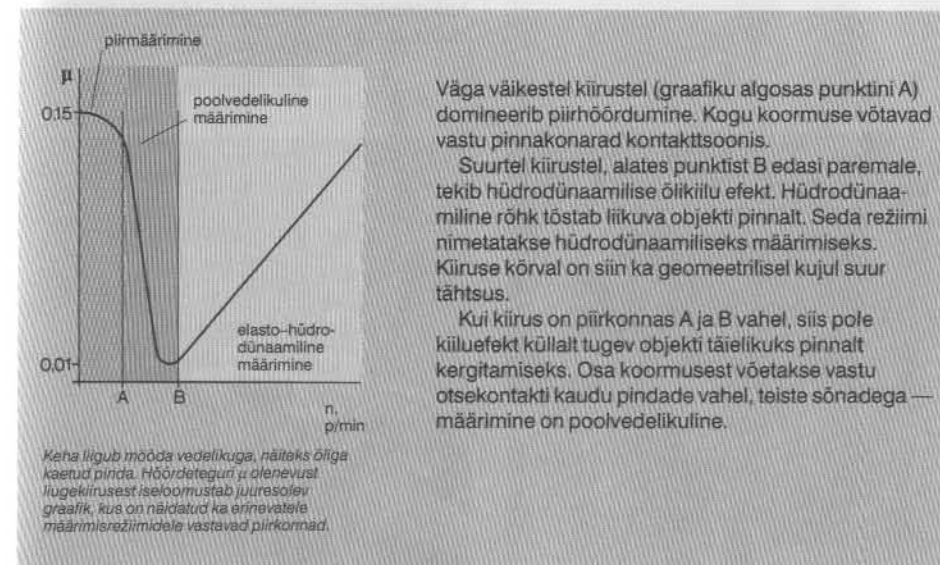
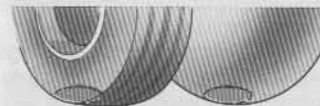
Määrimisrežiimide näiteid

Piirmäärimine hõõrdepindade vahel tekib näiteks väga väikestel kiirustel ja väikese viskoossusega õli puhul. Nii töötavad paberimasinate kuivatussilindrite laagrid sageli just piirmäärimisrežiimil, sest kõrge töötemperatuuri tõttu õli viskoossus langeb.

Osalise elasto-hüdrodünaamilise määrimise tingimustes töötavad harilikult käigukastide, ventilaatorite, pumpade jne laagrid.

Puhas elasto-hüdrodünaamiline määrimisrežiim leiab aset väga heade määrimistingimuste korral, näiteks metalliõikepinkide kiirekäiguliste spindlite laagerdustes.

Laagrikuulile mõjub jõud, mis püüab seda veereteelt tõsta samal viisil, kui veekihil liuglev autorehvi tõuseb lahti tee pinnalt.

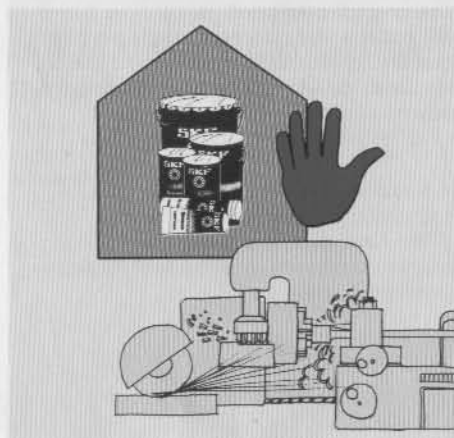


Puhtus

Veerelaagrite töövoime säilitamiseks on puhtus väga tähtis. SKF-is tehtud uuemate uurimuste alusel saab kvalitatiivselt hinnata, millist mõju avaldab saastumine laagri ressursile.

Neid tulemusi võtab arvesse SKF-i uus ressursiteooria, mille kohaselt laagri tööiga väsimusele sõltub mitmest parameetrist, sealhulgas laagri tüübist ja mootmetest, määrdekelme suhtelisest paksusest ning saastaosakeste suurusest, kõvadusest ja jaotusest laagris.

Seepärast on tähtis, et veerelaagrite määrimiseks kasutatav määre ja õli oleks puhas ja et määreaine jääks puhtaks ka laagri töö ajal. Siit tulenevalt peavad tihendid laagerdust tõhusalt kaitsma saasteainete sissetungi eest.



Määre puhtus

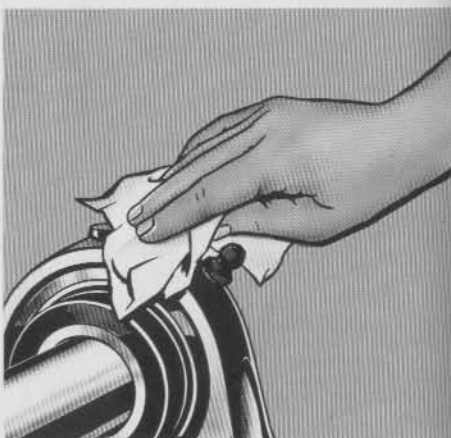
Määret tuleb säilitada originaalpakendis kuni vahetu kasutamiseni ja seda ei tohi kunagi jätta avatult või lahtiselt seisma. Määrimisseadised, määrdepritsid, -nõud jne tuleb enne kasutamist puhta lahustiga läbi pesta ja hoolikalt kuivaks pühkida. Määrdesse koguneb kergesti kahjulikku tolmu või mustust ümbritsevast keskkonnast.

Saastumise vältimiseks ei tohi määre võtmisel vaadist või nõust puulabidat või pilbast kunagi kasutada.

Enne laagri järelmäärimist tuleb määrendiplid ja nende ümbrus puhtaks pühkida.

Järelmäärimiseks kasutatav määre peab vastama samadele puhtusnõuetele, mis algselt laagrisse pandud määre.

Laagri määrimiseks tuleb kasutada kõrge ja ühtlase kvaliteediga määret. SKF-i määrded on rangelt kontrollitud, seetõttu on nende kasutamisel kvaliteedi- ja puhtusnõuded alati täidetud.

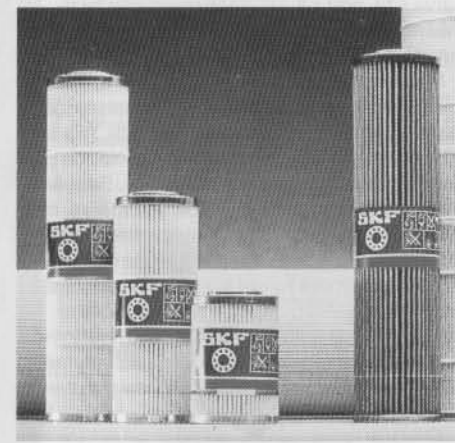
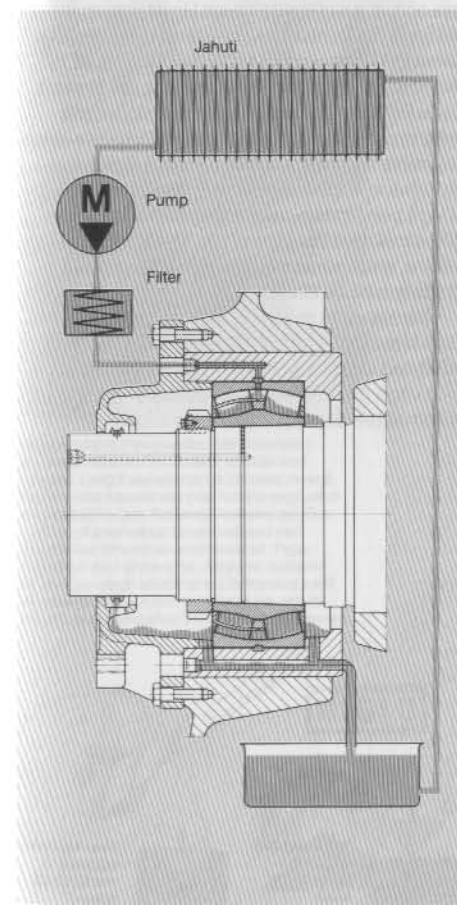


Õli puhtus

Värske õli tuleks enne laagerdusse sisselaskmist filtreerida.

Ringõlitussüsteemi puhul võib töös saastunud õli puhastamiseks ette näha filtrid süsteemi sobivates kohtades.

Täiendavat informatsiooni võib saada SKF-ist.



Määrimine plastse määrdega



Veerelaagrite määrimine plastse määrdega on praktikas kõige laiemalt levinud. Masinamääre on poolvedel kuni tahke kolloidne segu, mis saadakse vedelikust (baasõlist) koos tihkestava ainega. Määre sisaldab kuni 90% mineraalset või sünteetilist õli ja tihkestit. Üle 90% määrdeid on tihkestatud mõne metalliseebiga, mis moodustub metalli hüdroksüüdi reageerimisel rasv-
happega. Selline on näiteks liitiumstearaat, mida nimetatakse ka liitiumseebiks.

Mitmesuguste seepide, õlide ja manuste kombineerimisel võib saada erinevaid määrdeid paljudeks rakendusteks.

Määrde tööst laagris

Tihkesti koosneb metalliseebi kiududest, millest moodustunud võrgustik toimib kui määrdeõli mahuti. Selle võrgu pesad on täidetud õliga niisamuti kui märja käsna poorid on täidetud veega.

Märja käsna pigistamisel tuleb sellest vett välja — käsnaast immitseb vett. Samal moel immitseb määrdest õli. Reaalses laagerduses tuleb määrde tugevat surumist või segamist siiski harva ette, sest pärast laagri määrimist leiab määre sissetöötamisperioodil endale vaba ruumi laagris ja selle ümber.

Peamiselt temperatuuri tõusust, mitte mehhaanilisest survest tingitult immitseb edasises töös laagrit ümbritsevast määrdemassist õli, mis tungib kontakt- ja liugepindade vahele. Nende pindadeni peab jõudma piisav kogus õli. Seepärast tuleb valida niisuguste omadustega määre, mis vastaks laagri tüübile ja töötingimustele. Valikut mõjustavad erinõuded kerkivad esile näiteks siis, kui laagerdus peab taluma tugevat vibratsiooni, kusjuures mehaaniliselt ebastabiilne määre võib pideva protsessina tungida laagrisse ja paiskuda sealt välja. See toob kaasa metalliseebi kiududest matriitsi mehaanilise purunemise ja määrde lagunemise.

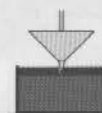
Omadused

Laagritele valitakse niisugune määre, mille omadused antud konkreetsel töötingimustel tagavad laagri nõuetekohase määrimise.

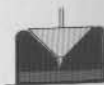
Konsistents

Määrde voolavust iseloomustab konsistents, mis sõltub peamiselt tihkesti liigist ja hulgast. Määrde liigitamiseks konsistentsi järgi kasutatakse USA Rahvusliku Määrdeinstituudi NLGI (National Lubricating Grease Institute) skaalat. Selle liigituse aluseks on penetratsioon, mis määratakse standardkoonuse määrdesse sissevajumise sügavuse järgi 5 sekundi jooksul. Mõõdetud sügavus millimeetrites korrutatakse 10-ga penetratsiooni avaldamiseks kümnendikes millimeetrites (mm/10). Mida pehmem on määre, seda suurem on penetratsioon ja seda madalam NLGI klass.

Veerelaagrite määrimiseks soovitatakse tavaliselt klassi NLGI 2, vahel ka NLGI 3 määrdeid. Määrde klassidest NLGI 1 ja 0 leiavad kasutamist väga madalatel töötemperatuuridel või ka automaatsetes määrimissüsteemides.



Väike vajumis-
sügavus =
kõrge NLGI
klass



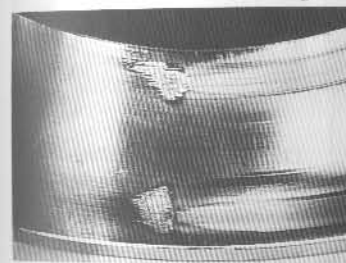
Suur vajumis-
sügavus =
madal NLGI
klass

SKF

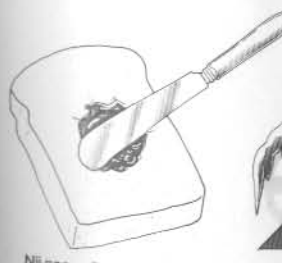
Temperatuuri vahemik

On tähtis valida niisugune määre, millel on head määrimisomadused laagri töötemperatuuril.

Kõrgematel temperatuuridel pehmenevad paljud määrdeid nii nagu või päikese käes.



Väga madalatel temperatuuridel muutuvad tavalised määrdeid nii kõvaks, et määrivad halvasti. Laagri veerekehad pöörlevad raskelt, koormuseta tsoonis see pöörlemine aeglustub või peatub hoopis. Kui need veerekehad jõuavad uuesti koormatud tsooni, saavad nad äkki jõulise kiirenduse koormuse all. Tagajärjeks on suur libisemine, õlikelme katkemine ja tööpindade sööbimine. Ülaloodud pildil on näha niisugune pinnavigastumine, mis tekib siis, kui veerekehad ei pöörle, vaid libisevad.



Nii nagu või muutuvad ka määrdeid jäigaks ja kõvaks külma käes.

NLGI 0

°C
°F
140
284

250

100

200

150

50

100

50

0

32

0

-30

-22

Tavaliste määrete jaoks on temperatuuri
ülempiir umbes +140°C.

NLGI 4



Kõrge temperatuur

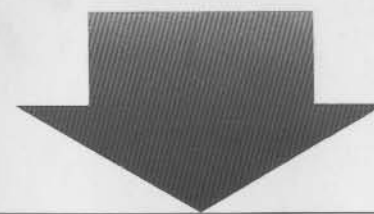
Kõrgematel temperatuuridel määrdeid pehmenevad, mistõttu tekib lekkoht. Kui laager töötab püsivalt kõrge temperatuuril, tuleb kindlasti kasutada kõrgetemperatuurilist määret. Liiga kõrge temperatuuril toimub määrde kiire oksüdeerumine (vananemine), eriti metalliseebi sisalduse korral. Seejuures määre muutub kõvaks ja õli eraldumine hakkab täiesti.

Laagrite määrimiseks kasutatakse metalliseepmäärdeid, mille konsistents vastab klassidele 1, 2 ja 3. Klass 2 on neist kõige tavalisem.

NLGI Klasse	Penetrat- sioon
	mm/10
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

Madal temperatuur

Tavaliste määrete määrimisvõime madalal temperatuuril on halb. Seetõttu võib veerekehade pöörlemine seiskuda, eriti käivitamisel või väikesel koormusel. Sellega kaasneb libisemine ja laager muutub töökõlbmatuks kulumise tõttu.



Tavaliste määrete jaoks on temperatuuri
alampiir umbes -30°C.

Määrete ja manuste liigid

Enamlevinud masinamääretes on tihkestina kasutatud kaltsium – (Ca), naatrium – (Na) või liitium – (Li) seepi. Veerelaagrite määrimiseks sobivad liitiummäärded eriti hästi.



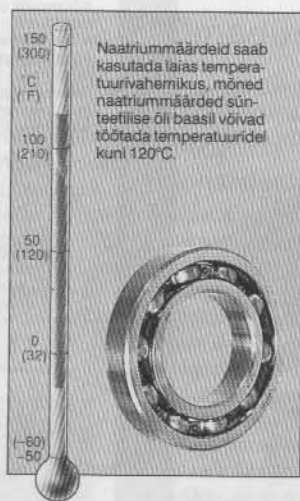
Kaltsiummäärded (Ca)

Kaltsiummääretel on pehme võitlooline struktuur ja hea mehaaniline stabiilsus. Nad ei lahustu vees, kuid nende töotemperatuur ei tohiks ületada 60°C.

Kaltsiummääreid soovitatatakse kasutada seadmetes, mis puutuvad kokku veega temperatuuril kuni 60°C, näiteks paberimasinate kuivatussektioonides.

Mõned kaltsiummäärded kaitsevad hästi soolase vee toime eest ja leevad kasutamist laeva- ja sadamaseadmetes.

Kaltsiummääreid, mis on stabiliseeritud vee asemel mõne muu aine suhtes, võib kasutada temperatuuril kuni 120°C. Sellised on näiteks kaltsiumkompleksmäärded.



Naatriummäärded (Na)

Naatriummääreid võib kasutada laiemas temperatuurivahemikus kui tavalisi kaltsiummääreid. Neil on hea adhesiooni- ja tihendusvõime. Tänu veelmavusele kaitsevad nad teataval määral ka korrosiooni eest, seejuures halveneb aga oluliselt nende määrimisvõime. Kui laagrisse on sattunud rohkesti vett, tekib määrdet väljajuhumise oht. Seepärast ei tohiks neid määreid märjas keskkonnas kasutada.

Sünteetilise õli baasil tehtud naatriummäärded taluvad temperatuuri kuni 120°C.



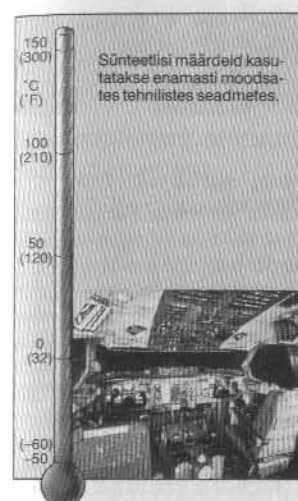
Liitiummäärded (Li)

Nende määrdet struktuur sarnaneb kaltsiummäärdet omaga. Neil on palju kaltsium- ja naatriummäärdet eeliseid, kuid praktiliselt mitte ühtegi nende puudust. Neil on hea adhesioonivõime metallpindadel. Tänu väga heale stabiilsusele kõrgematel temperatuuridel võib liitiummäärdet kasutada laias temperatuurivahemikus.

Liitiummäärdet lahustub vees on tähtsusetult väike. Neid võib kasutada märjas keskkonnas, näiteks neil juhtudel, kui töotemperatuur on kaltsiummäärdet jaoks lubamatult kõrge.

Kompleksseepmäärded

Seda terminit rakendatakse määrdet kohta, mis peale metallseebi sisaldavad veel mingit soola, tavaliselt sama metalli alusel. Sel viisil kasutatakse Li-, Na-, Ba- (baariumi) ja Al- (alumiiniumi) ühendeid. Saadud määrded taluvad kõrgemaid temperatuure kui vastavad üldkasutatavad määrded.



Sünteetilised määrded

Sellesse rühma kuuluvad määrded, mille baasiks on sünteetilised määrdetõlid, näiteks polüalfaolefiinester (PAO) ja silikoonid, mis ei hapendu nii kiiresti kui mineraalõlid. Seepärast on sünteetiliste määrdet kasutusalade teiste määrdetega võrreldes laiem. Tihkestilena on kasutusel mitmed ained, sealhulgas liitiumseep, bentoniit ja PTFE (polütetrafluoreteen). Sünteetilisi määreid toodetakse mitmesuguste erirakenduste tarbeks ka sõjatehnika valdkonnas, näiteks lennukite aparatuuri ja juhtimisseadiste, robotite ja satelliitide jaoks. Enamasti iseloomustab neid määrdet väike hõõrdetegur madalatel temperatuuridel kuni -70°C.

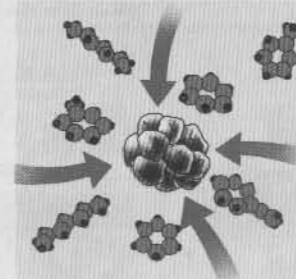
Manused

Eriomaduste saamiseks lisatakse määrdetele mitmesuguseid manuseid. Kõige tavalisemad neist on:

- Korrosioonitõrjeained, mis tõhustavad määrdet kaitsevõimet. Need manused määrdet on eriti kasulikud laagritele, mis töötavad niiskes keskkonnas. Nad kaitsevad laagrit ka transpordil ja laos säilitamisel.
- Antioksidandid, mis aeglustavad baasõli vananemist kõrge temperatuuril. See omakorda suurendab määrimisintervalle ja vähendab kulutusi.
- EP-manused sõõbekindluse tõstmiseks suurte koormustel (EP = extreme pressure) sisaldavad väävli-, kloori- ja fosforühendeid. (Mõned EP-manused on laagritele kahjulikud, seepärast tuleb nende valikul olla ettevaatlik).
- Tahked määrdetained, nagu molübdeendisulfiid ja grafiit.

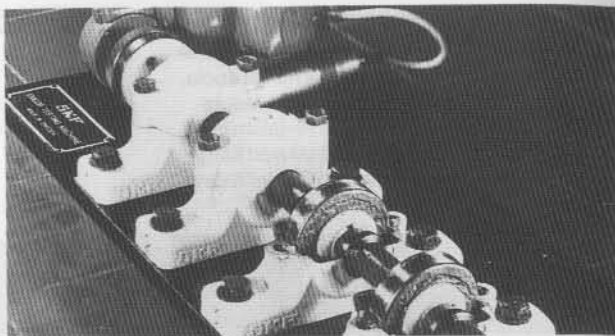
Anorgaaniliste ainetega tihkestatud määrded

Määrdet tihkestiks võib olla ka anorgaaniline aine, näiteks bentoniit või silikageel, mis absorbeerivad õli molekule oma aktiivpindadel. Niisugused määrdet ei leki kõrgemal temperatuuril laagerdusest välja ja on veekindlad.



Korrosioonitõrjevõime katse

Enne korrosiooni inhibeerivate omaduste sertifitseerimist SKF-i poolt peab määre läbi tegema SKF Emcori katse. Määre loetakse kõlblikuks ainult siis, kui see väldib rooste tekkimise täielikult.



Korrosiooni inhibeerivad omadused

Määre peab alati kaitsma laagrit roostetamise eest. Eelistatavalt peaks korrosiooni tõrjuv manuse olema vees mittelahustuv. Määre adhesioonivõime peab olema piisav selleks, et moodustada teraspindadel hästi püsiv kiht isegi määre küllastumisel veega.

Mehaaniline stabiilsus

Mõnel määrdel on kalduvus pehmeneda mehaaniliste mõjutuste toimel, mistõttu võib esineda lekkeid. Vibratsioonide korral paisatakse määret kerest laagrisse. Kui määre ei ole mehaaniliselt stabiilne, loksutab ta läbi laagri ja paiskub sealt välja uuesti ringlusse. See toob kaasa seebi võrkstruktuuri mehaanilise purunemise ja määre

lagunemise.

On tähtis, et valitaval määrdel oleks hea mehaaniline stabiilsus, niisugune nagu SKF-i liitiummäärdel.

Tihendid

Tihend peab kaitsma väliskeskkonna mõjutuste eest nii laagrit kui ka selle määret. Saasta ja niiskuse sissetung on lubamatu, sest see kahjustaks laagrit.

Tihendid peavad tõkestama ka määre väljalekkimise. Tihendi efektiivsus mõjutab suuresti laagri tööiga.

Tihendussüsteemi õige valik on väga oluline. Kunagi ei tohi lasta laagril edasi töötada, kui tihend on vigastatud või näib olevat jõudnud piir seisundini.

Määrete segatavus

Kunagi ei tohi segada kokkusobimatuid määreid. Kahe sellise määre segu on tavaliselt pehmema konsistentsiga, mis määre väljalekkimise tõttu võib viia laagri tõrkeni.

Juhul kui pole teada, millise määrdega laager on määratud, tuleb laager ja selle ümbrus esmalt vanast määrest puhastada ja alles siis uuesti määrada.

Masinamäärete liigitus

Olenevalt temperatuurist ja töötigimustest

Määreid liigitatakse vastavalt nende sobivusele tööks eri tingimustel. Määre konsistents ja määrimisvõime sõltuvad töötemperatuurist. Teataval temperatuuril töötava laagri jaoks on vaja määret, millel on nõutav konsistents ja määrimisvõime selsamal temperatuuril. Määreid valmistatakse mitmesuguse koostisega, mis on ette nähtud tööks eri temperatuurivahemikes — madalatel (LT), keskmistel (MT) ja kõrgetel temperatuuridel (HT). Liigituse kohaselt on olemas veel EP-määrded (sööbekindlad raskel koormusel) ja EM-määrded (sööbekindlad raskel koormusel, molübdeendisulfiidiga), mis sisaldavad määredekmet tugevdavaid manuseid.

Kunagi ei tohi omavahel segada crisuguste tihkestitega määreid

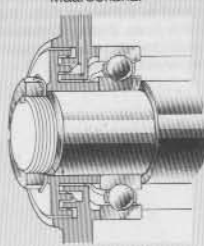
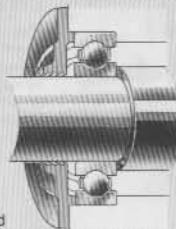
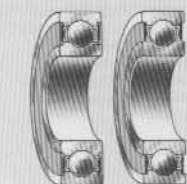


Veerelaagrit valmistatakse kahte tüüpi tihenditega: (hõõrduvate) kontakttihendite ja (mittehõõrduvate) kontaktita tihenditega.

Pilutihend (kontaktita) mitme soonega

Kaelustihend tõkestab saasta sissepääsu

Määrekanal



Tüüp RS1 tihend Tüüp Z tihend

Teatavat tüüpi laagrit valmistatakse sisseehitatud kontakttihenditega või (kontaktita) kaitseselibidega ühel või mõlemal küljel.

Lisainformatsioon tihendite kohta — vt lk 85–89.

Määrde valik

Kõigist ettevaatusabinõudest laagri kaitsmiseks vigastumise eest võib olla vähe kasu, kui määre on valitud valesti. Tähtis on valida niisugune määre, mille baasõli viskoossus vastab laagri tavalisele töötemperatuurile ja tagab hea määrimise. Viskoossus sõltub suuresti temperatuurist, vähenedes temperatuuri tõusu ja suurenedes temperatuuri languse korral. Seepärast on vaja teada baasõli viskoossust töötemperatuuril. Masina dokumentatsioonis on valmistaja vajaliku määre tavaliselt juba kindlaks määranud ja enamik standardmäärdeid sobib paljudeks otstarveteks.

Kõige rohkem mõjutavad määre valikut alljärgnevad asjaolud:

- Masina tüüp
- Laagri tüüp ja suurus
- Töötemperatuur
- Töökoormus
- Pöörlemiskiiruste vahemik
- Töötingimused, näiteks vibratsioon ja vööli rõht- või püstasend
- Jahtumistingimused
- Tihendite efektiivsus
- Väliskeskkonna mõju

Enamik laagrite kasutajaid valib välja teatava rühma määrdeid, mida sobib kasutada peaaegu kõikide rakenduste ja tingimuste puhul, mis neil võivad ette tulla. Nii näiteks on SKF välja arendanud kuus määret, mida saab edukalt kasutada mitmesuguste laagrirakenduste korral 95%-l juhtudest. LGHT-määret kasutatakse siis, kui temperatuur on üle 80°C ja LGLT-määret temperatuuridel alla 0°C.

Eriti raskelt koormatud ja väga aeglase pöörlemisega laagrites võib kasutada määret LGEM 2, mõõdukal koormusel määret LGEP 2. Väikesi ja keskmisi laagreid võib määrda määrdega LGMT 2, suuremaid aga määrdega LGMT 3. Põhjalikumat informatsiooni SKF-i määrde kohta võib leida lehekülgedelt 232–233.

HOIATUS!

Kontrollige määrde tootja abiga, kas EP-manused ei kahjusta laagreid.

Kõrgetemperatuuriline määre (HT)

HT-määret kasutatakse siis, kui laagritöötemperatuur on enamasti üle 80°C või kui temperatuurivahemikus 70...85°C töötava laagri sagedane järelmäärimine ei ole vastuvõetav.

Madalatemperatuuriline määre (LT)

LT-määret kasutatakse siis, kui nii laagri kui ka ümbritseva keskkonna temperatuur on alla 0°C, samuti vähekoormatud kiirekäiguliste laagrite määrimiseks, kui töötemperatuuri tõus on lubamatu.

Määrde valikut mõjutavad tegurid



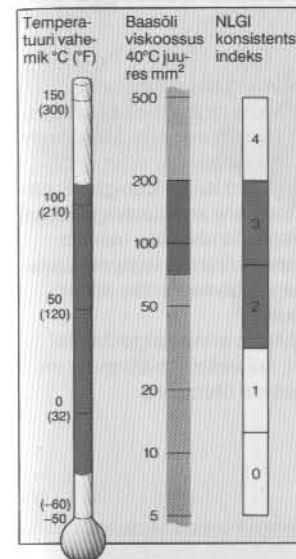
Laagri tüüp ja suurus



Töötemperatuur



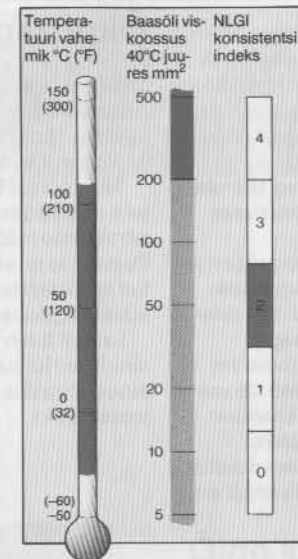
Koormus



Kesktemperatuurilised määrdeid (MT)

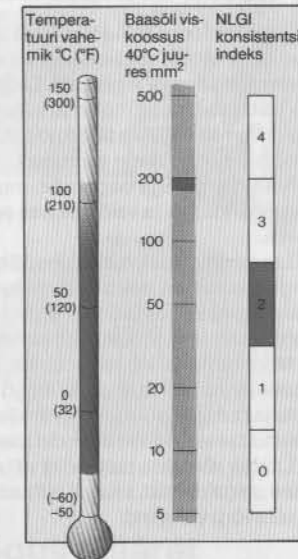
Neid mitmeks otstarbeks kasutatavaid määrdeid soovistatakse laagritele töötemperatuuriga -30 kuni +120°C. Kui laagris üldse kasutatakse määret, siis sobivad need määrdeid peaaegu alati. Baasõli viskoossus peaks olema piirides 75...200 mm²/s 40°C juures. Konsistents on tavaliselt NLGI 2 (või 3).

Laagrites, mis püsivalt töötavad temperatuuril üle 80°C, on soovitatav kasutada kõrgetemperatuurilist määret.



EM-määrdeid

EM-ga tähistatud määrdeid sisaldavad molübdendisulfiidi (MoS₂), mis moodustab metalldetailide vastaspindele teineteisel liuguvad MoS₂ kristallidest kihid ja tagavad ajutise määrimise. Mõnel juhul kasutatakse selle asemel grafiiti või teisi sellelaadseid tahkeid määrdeaineid.



EP määrdeid

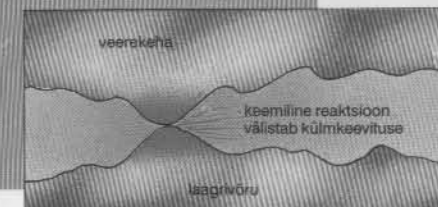
EP-määrdeid sisaldavad värvli-, kloori- või fosforühendeid. Neil on määrdekehtmet tugevdavad omadused, st nad suurendavad kehtme kandevõimet. See on oluline raskeltkoormatud väikeste ja keskmiste laagrite määrimisel. Kui laagri tööpinde kõrgemate pinnakonarate kokkupuutes jõutakse teatava temperatuurini, toimub keemiline reaktsioon, mis välistab külmekeevituse ohtu. Baasõli viskoossus on umbes 200 mm²/s 40°C juures. Konsistents vastab klassile NLGI 2. Üldjuhul ei tohiks neid määrdeid kasutada temperatuuridel alla -30°C ja üle 110°C.

Hoiatus: Mõnel EP-manusel on laagrit kahjustav toime, mis võib järsult lühendada laagri tööiga. Selles küsimuses tuleb konsulteerida määre tootjaga.

Laagrites, mis püsivalt töötavad temperatuuril üle 80°C, on soovitatav kasutada kõrgetemperatuurilist määret.

Määrdeid rasketele koormustele

Aeglase pöörlemisega raskeltkoormatud laagrite määrdesse lisatakse manuseid õlikehtme tugevdamiseks. Vastasel juhul astuvad omavahel kontakti laagri tööpinde mikrokonarate harjad ja tekib nende kokkukeevitumise oht. Manused vähendavad kontakti metallpinde vahel miinimumini ja kutsuvad esile keemilise reaktsiooni, mis välistab külmekeevituse.



Juhised määrde kasutamiseks laagris

Enamik lahtise konstruktsiooniga laagreid on tarneolekus kaetud vaid antikorrosioonseguga ja vajavad määrimist montaažil. Laagrid tihendite või kaitseseibidega mõlemal küljel on aga juba valmistamisel SKF-is täidetud määrdega koguses, mis on olemas laagri suurusel.

Määrdeavade laagrit võib muidugi täiendada määrdega, kui ta vaid paikneb sellekohases keros.

Laagri paigaldamisel tuleb säilitada puhtust ja järgida soovitusi, mis on lühidalt esitatud peatükis „Laagrite paigaldamine“, lk 128–129. Siinkohal nimetame mõnda tähtsat reeglit.

Montaažitöö tuleb teha puhtas, tolmuvabas keskkonnas. Võllid ja vaherõngad tuleb üle vaadata ja puhtaks pühkida. Kontrollida tihendeid, kulunud ja vigastatud tihendid asendada.

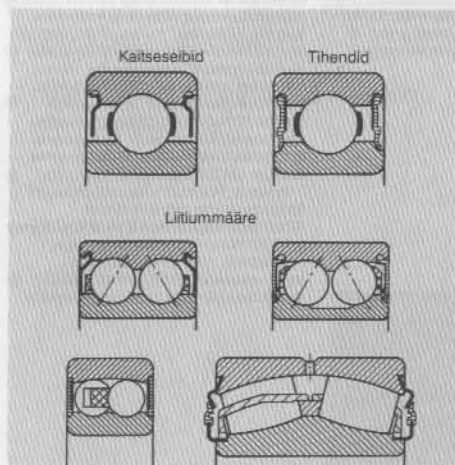
Laager võetakse pakendist välja alles vahetult enne paigaldamist. Laagril puhastada ainult ava ja välisvõru välispind.

Õige aeg

Tavaliselt määratakse laagreid alles pärast paigaldamist. Seda tehakse nii peamiselt puhtuse huvides. Mida hiljem laagrit määrda, seda enam on lootust vältida saastumist.

Teine põhjus on seotud laagri tüübiga. Nii näiteks on siselõtku mootmine koonusavaga laagril pärast selle määrdega täitmist palju raskem. Peale selle on eelnev määrimine vastunäidustatud ka teatavate paigaldusmeetodite, näiteks kuumpaigalduse puhul.

Laagrit tuleb määrda enne paigaldamist ainult neil juhtudel, kui eelnev määrimine on ainus võimalus määrde ühtlaseks jaotamiseks.

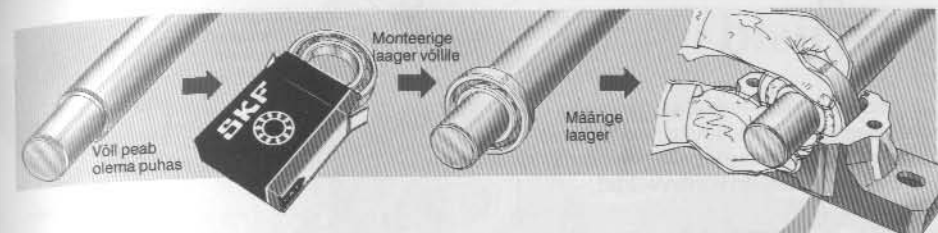
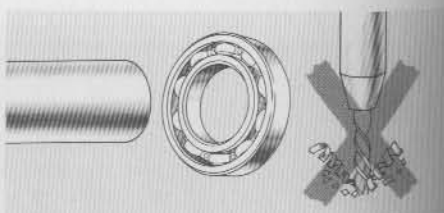


Laagrite määrimisel määrdega on tähtsamateks nõueteks:

- Õige kogus määrde
- Õige määrimismeetod
- Määrde õige liik ja kvaliteet
- Õige määrimissagedus

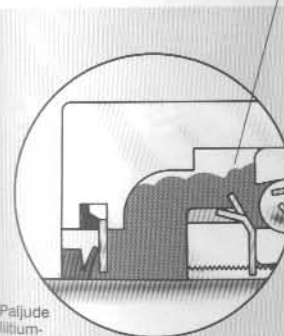
Pidage meeles, et määrde ei pea vastu igavesti. Kaks tähtsat küsimust on:

- Kui kaua määrde säilitab töövoime?
- Kuidas vana määrde asendada?

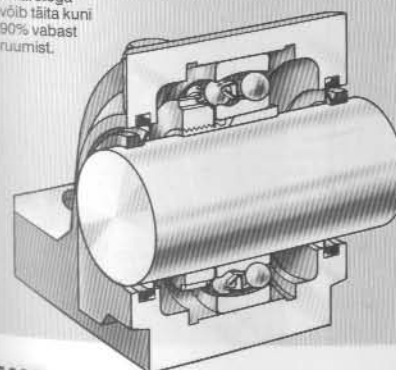


Mida hiljem laagrit määrda, seda rohkem on lootust saastumist vältida.

Alati tuleb laagripesasse jätta tühja ruumi, kuhu mahub pärast käivitamist laagrist väljatungiv määrde.



Paljude liitiummäärdega võib täita kuni 90% vabast ruumist.



Õige kogus määrde

Juhiduge üldreeglit: laager tuleb määrdega täita täielikult, kuid vaba ruum laagrikeses vaid osaliselt (30 kuni 50% ulatuses). Vibratsioonide puudumise korral võib aga paljude liitiummäärdega (nn „täidismäärdega“) täita kuni 90% vabast ruumist laagrikeses, kusjuures temperatuuri tõusu ohtu pole. Niisuguse määrimise korral on laager mustuse sissetungi eest kindlamini kaitsitud ja järelmäärimise intervallid võivad olla pikemad. Suurtel kiirustel töötavaid laagreid (näiteks tööpinkide spindlitel) määratakse vähesel määrdega, et hoida laagerduse temperatuur madalal.

Lisainformatsiooni SKF SNH- ja SAF-keredes paiknevate laagrite määrimise kohta võib leida käesolevast käsiraamatust, lk 223–227.

Kiirekäigulisi laagreid (näiteks tööpinkide spindlitel) tuleb määrda vähesel määrdega.

Lisainformatsiooni laagrite määrimise kohta SNH-keredes võib leida lk 223–224, sama laagrite kohta SAF-keredes lk 225–227.

Laagrite määrimisviisid

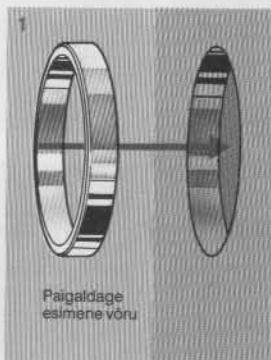
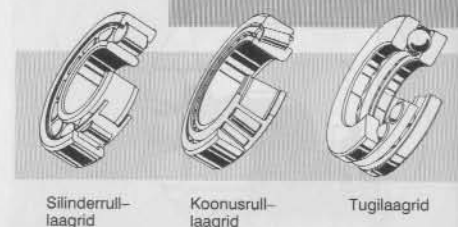
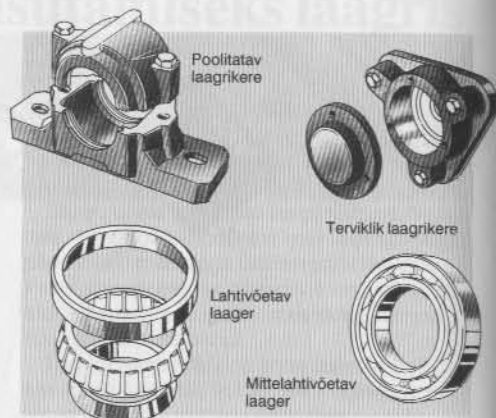
Laagreid määratakse mitmel erineval moel olenevalt laagri ja kere konstruktsioonist. Laagrid võivad olla lahtivõetavad ja mittelahtivõetavad, kered aga poolitatavad või terviklikud.

Lahtivõetavad laagrid

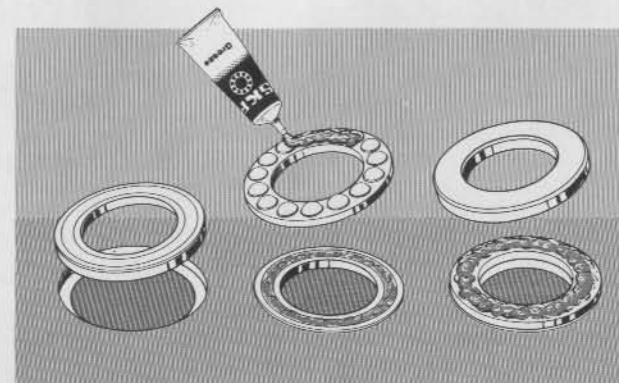
Lahtivõetavate laagrite hulka kuuluvad silinderrull-laagrid, koonusrull-laagrid ja kõik tugilaagrid olenemata tüübist. Neid laagreid määratakse lahtivõetud olekus vastavalt montaažitööde järjestusele.

Pärast esimese võru paigaldamist täidetakse määrdega veerekehade vahed. Seejärel määratakse võru. Kui võru moodustab lahutamatu koostu kuulide või rullide ja separaatoriga, tuleb korralikult määrdega täita kõik tühikud nende vahel. Üksikvõru puhul pisab veeretee kergest määrimisest, et võru ei saaks viga, kui sellega kokku monteeritakse teise võru koost separaatori ja veerekehade vahel.

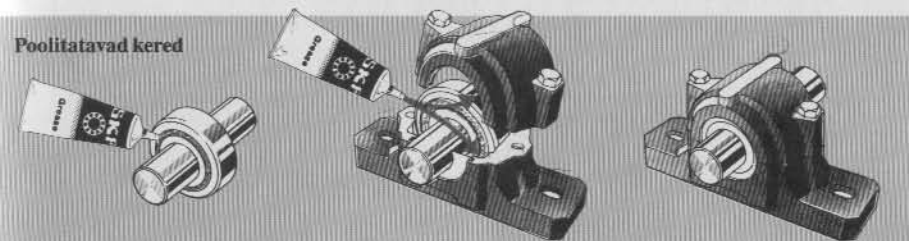
Määrdega töötamisel tuleb kasutada kaitsekindaid. Vahe-
tud kokkupuuted naftatoodetega võivad esile kutsuda allergilisi reaktsioone



Peale sfääriliste tugirull-laagrite, mida tavaliselt määratakse õliga, toimub kõigi ülejäänud tugilaagrite montaaž kolmes järgus. Määratakse ainult veerekehade ja separaatori koostu. Kõik muud tühikud võrudest väljapoole tuleb samuti määrdega täita.



Poolitatavad kered



Laager panna võllile ja täita kohe määrdega. Pärast laagri seadmist õigele kohale võlli tühj ruum laagrikeres määrdega nõutavas koguses.

Tervikkered

Kontrollida, et kõik tühikud oleks täidetud määrdega. Kandke kaitsekindaid, sest vahetud kokkupuuted naftatoodetega võivad esile kutsuda allergilisi reaktsioone.



Pange kohale sisemine tihend ja täitke määrdega tühj ruum tihendi ja laagri istupinna vahel. Jätk laager täita määrdega seesmisest küljest ja hoolitseda selle eest, et kõik tühikud oleks täidetud. Vastasküljelt väljatungiv liigimäärde siluda lalali — see kaitseb laagrit saastumise eest montaaži ajal. Seejärel monteeri laager kohale, eemaldada liigimäärde, täita laager välimisest küljest puhta määrdega, viimasena tuleb täita tühikud kere välimises osas. Juhul kui laager pannakse võllile pingistuga, toimub paigaldamine harilikult enne määrimist.



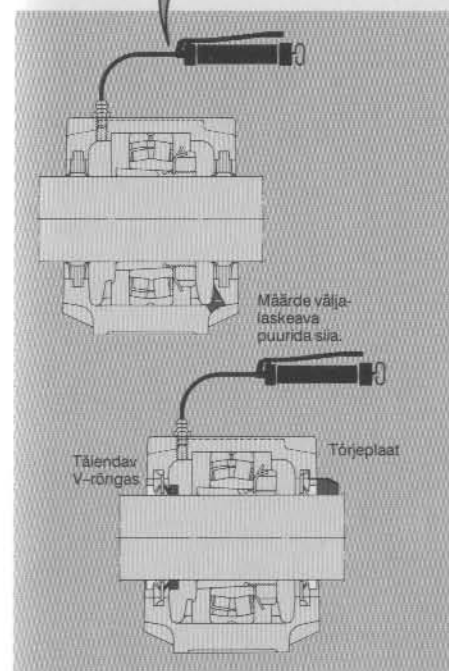
Laagrite määrimine SNH-ja SAF-keredes

SNH- ja SAF-keredes määratakse laagreid harilikult määrdega. Määrde valik sõltub töötingimustest, seejuures tuleb lähtuda käesolevas käsiraamatus antud juhistest. Soovitavad määrdekogused kere esialgseks täitmiseks ja kere järelmäärimiseks on esitatud käesoleval leheküljel ja lk 226–227.

SNH-kered

SNH-kere pealispinnal on viis lohukest, millega on märgitud kohad määrdeniplite avade puurimiseks ja keermestamiseks. Äärmised

Pneumaatilise määrdepritsi kasutamisel tuleb olla ettevaatlik. Jõu rakendamine võib kergesti vigastada tihendeid.

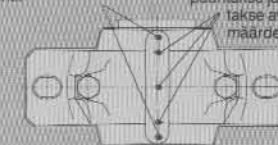


kaks ava võivad osutuda vajalikuks tihendite määrimiseks, keskmised kolm aga laagri määrimiseks.

Kui laager nõuab sagedast järelmäärimist, tuleb kereesse puurida ja keermestada vastav ava määrdenipli jaoks (vt alljärgnev tabel). V-tihendusrõngaga varustatud kered (sufiks TA) vajavad täiendavalt veel teist V-rõngast, mis paikneb keres määrde sisselaskeava pool (vt joonis käesoleval leheküljel vaskul). Seega pääseb määre kerest välja ainult vastaspoolelt. Ülearune määre tungib sealt välja ühekordse V-tihendi vahelt.

Äärmised lohud näitavad tihendite määrdeavade asukohti.

Kolme keskmise lohu järgi puuritakse ja keermestatakse avad laagri määrdeniplitele.



Määrdekogused esialgseks täitmiseks

Kere moot	Määrde kogus	Kere moot	Määrde kogus
—	g	—	g
505 205	25	515-612 215	230
506-605 206	40	516-613 216	280
507-606 207	50	517 217	330
508-607 208	60	518-605 218	430
509	65	519-616	480
510-608 210	75	520-617	630
511-609 211	100	522-619	850
512-610 212	150	524-620	1 000
513-611 213	180	526	1 100
		528	1 400
		530	2 000
		532	2 000

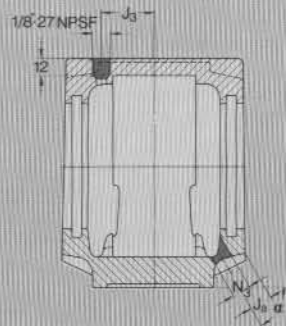
SNH-kerede jaoks on saadaval ka lisavarustuse komplekte, milles on täiendav V-rõngas ja tõrjeplaat, millega kaetav sektor ulatub veidi üle 180°.

Määret tuleb kere sisse pressida ümar-
mutri suhtes vastaspoolelt (vt pildil lk 223). Võlli

otsas paiknevasse kere sisse antakse määret sisse otsakaane poolt.

Kui kasutatakse TG- või TC-tüüpi tihendeid, pääseb üleliigne määre välja kere sisse puuritud ava kaudu. Mitmesuguste kere jaoks ettenähtud väljalaskeavade mõõtmed on antud alljärgnevas tabelis.

Nipliavade ja väljalaskeavade mõõtmed



Kere Mõõt	J ₃	J _a	N ₃	α
	mm			kraadi

505 205	19,5	8,5	10	45
506-605 206	23	10	10	45
507-606 207	23	10	10	45
508-607 208	26	9	10	45
509 209	22,5	10	10	45
510-608 210	27	11	10	45
511-609 211	29,5	10	12	45
512-610 212	32	9	12	45
513-611 213	33	13	12	45
515-612 215	35,5	12,5	12	45

Soovitav määrenippel on AH 1/8"-27PTF. Ava keere võimaldab kasutada ka nipleid keermega R 1/8", KR 1/8", G 1/8" või M10X1.

Kere Mõõt	J ₃	J _a	N ₃	α
	mm			kraadi

516-613 216	37,5	14	16	45
517 217	39	17	16	45
518-615 218	44	20	16	60
519-616	45	20	18	65
520-617	46	21	16	65
522-619	51	21	20	60
524-620	58	24	20	60
526	60	22	20	60
528	64	23	20	60
530	68	25	20	60
532	72	25	20	60

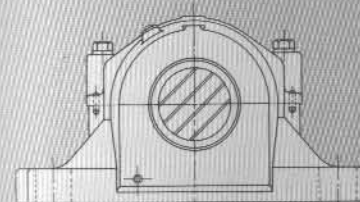
SAF-laagrikered

SAF-laagrikeredel kuni mõõduni 524 on kaks keermestatud ava. Keskel paiknev ava on ette nähtud rõngassooniga W33 varustatud sfääriliste rull-laagrite määrimiseks, keskelt otsa poole nihutatud ava iseseaduvate kuullaagrite määrimiseks. Standardkohaselt on need avad suletud tollkeermega korkide abil. Saadaval on ka määreniplit, mida tähistatakse järgmiselt:

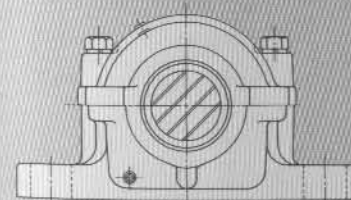
- sufix WC-sirgmaärenippel,
- sufix WCI-lamenippel.

Nende niplite tähised on antud tabelis „SAF-laagrikerede määrimissüsteemid“ lk 244.

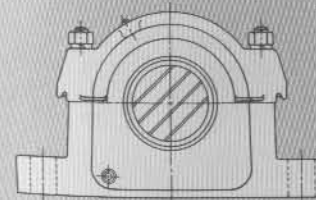
Poolitatavate laagrikerede tüübid ja



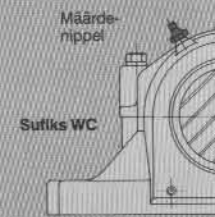
SAF "A"



SAF "L"



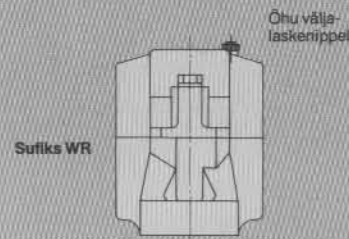
SAF "N"



Suffix WC



Suffix WCI



Suffix WR

Informatsiooni õliga määratavate SAF-kerede kohta võib leida lk 244-245.

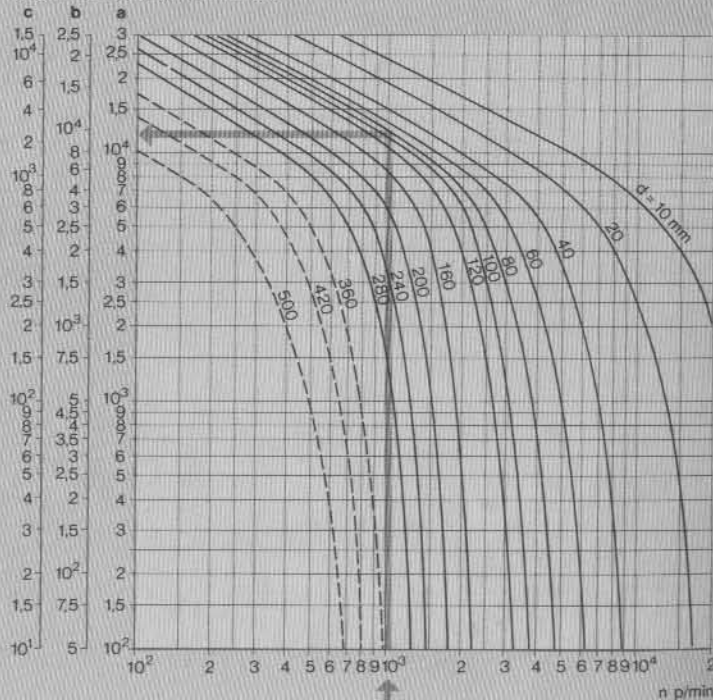
Kui kaua määre toimib?

Määre eeldatav tööiga sõltub mitmetest asjaoludest, näiteks määre liigist, laagri kiirusest ja töötemperatuurist. Seda mõjutavad ka väliskeskond ja tihendid. Väikestes laagrites on määre tööiga sageli nii pikk, et järelmäärimist polegi vaja. Neis tingimustes kasutatakse sisseehitatud kaitseseibide või tihenditega nn "ühikordse määrimisega" laagreid, milles määre toimib kogu laagri ressursi vältel.



Pildil on näha surverulli laagri välisvõru, mille vigastused on tingitud rullide libisemisest määre liiga suure kõvaduse tõttu. Kulumispiilt näitab, et rullide pöörimine oli koormuseta tsoonis aeglustunud või täielikult peatunud. Kui rullid jõudsid uuesti koormatud tsooni, said nad jõulise kiirenduse koormuse all. Selle tagajärjel katkes määrekelme ja tekkisid vigastused.

Järelmäärimise intervall t_i töötundides



Skaala a: radiaalkuullaagrid
Skaala b: silinderrull-laagrid, nõellaagrid
Skaala c: sfäärilised rull-laagrid, koonusrull-laagrid, tugikuullaagrid;
separaatorita silinderrull-laagrid (0,2 t);
ristakuti silinderrull-laagrid sepaatoriga (0,3 t);
tugisilinderrull-laagrid, tuginõellaagrid, tugitünnrull-laagrid (0,5 t)

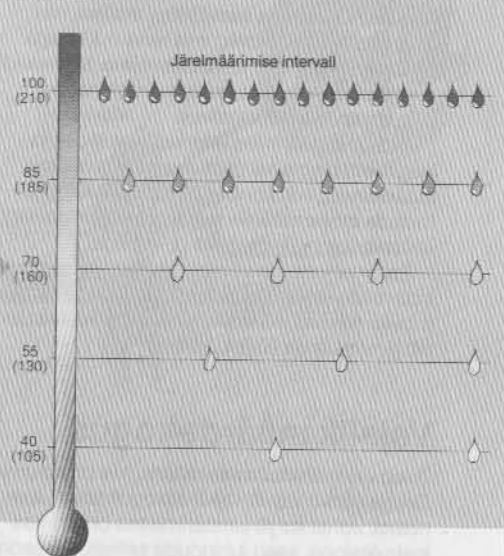
Järelmäärimise intervallide diagramm

Kõrvaleoleval diagrammil on esitatud järelmäärimise intervallid töötundides, mida võib kasutada heakvaliteediliste oksüdatsioonikindlate liitium-määrete puhul. Diagramm kehtib normaaltingimustel töötavate statsionaarsete masinate horisontaalvõllide laagrite määrimise kohta. Kui laagri temperatuur ületab 70°C, tuleb järelmäärimise intervalli lühendada poole võrra temperatuuri tõusu iga 15°C kohta. Temperatuuridel alla 70°C võib intervalli pikendada.

Suurem määrimissagedus on vajalik suure saastumise ohu korral. Sama kehtib laagritele märjas keskkonnas, näiteks paberitööstuse masinail, kus laagrikeresid uhutakse veega.

Vertikaalvõlli laagrite tarbeks tuleb diagrammilt leitud arv jagada kahega.

Laagri välisvõru temperatuur, °C



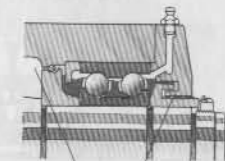
Järelmäärimise intervall lk 228 asuva diagrammi järgi

Näide

Radiaalkuullaager siseläbimõõduga $d = 100$ mm pöörleb kiirusel 1000 p/min. Töötemperatuur muutub vahemikus 60...70°C. Milline oleks õige järelmäärimise intervall?
Minnes mööda vertikaali üles x-telje punktist 100 jõuame lõikumiseni kõveraga $d = 100$ mm. Lõikepunktist mööda horisontaalsirget vasakule (paralleelselt x-teljega) kulgedes jõuame skaalal "a" (radiaalkuullaagrid) arvuni umbes 12000. Sellest tuleb leida järelmäärimise intervall 12000 tundi.

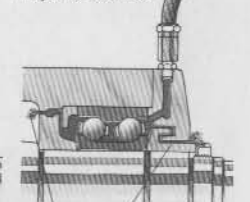
Määreprints

Saastumine võib viia laagri tõrkeni. Tihendid peavad laagrit hästi kaitsma mustuse eest.



Läbi labürinttihendi sissetungiv saast.

Sagedane järelmäärimine on vajalik, kui kiire saastumise oht on suur. Sama kehtib laagritele märjas keskkonnas.



Uus määre tõrjub mustuse ja vana määre välja läbi labürinttihendite.

Kasutatud määride vahetamine

Alati tuleb kasutada sama tüüpi määret, mis laagris oli. On määride, mis teise määridega segamisel kaotavad määrimisvõime. Määrideid ei tohi kunagi segada enne, kui on kindlaks tehtud nende kokkusobivus.

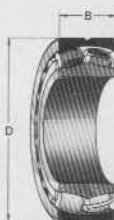
Pika järelmäärimise intervalli korral peaks laagrikere olema kergesti avatav. Kui nõutav määrimissagedus on suurem, tuleks kere varustada mõne määride sisseandmise seadisega, eelistatavalt määridekanali ja -nipliga.

Paremal juhul on võimalik määret sisse pressida määridepritsiga. Mõnel laagril on järelmäärimiseks olemas määridesoon ja kanalid, teisi tuleb järelmäärida küljelt.



Määridekoguse arvutusvalem

Valemiga saab määrata õige määridekoguse järelmäärimiseks



$$G_a = 0,005 D B \text{ grammi}$$

kus

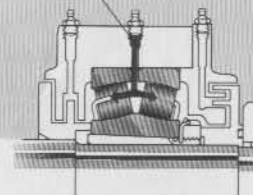
G_a = määride mass grammides

D = laagri välisläbimõõt, mm

B = laagri kogulaius, mm
(vastav mõõde tugilaagritel on H)

Esmalt määritakse laager, seejärel labürintihendid.

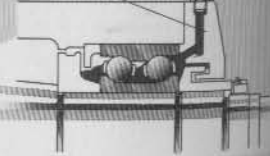
Määridekanal



W33-tüüpi laagrit saab määrida välisvõrus olevate avade kaudu. Labürintihendite määrimiseks on eraldi kanalid.

Värske määride sissepressimisel surutakse saastunud määride laagrist välja.

Määridekanal



Määridekanal peab juhtima määride laagrivõrude vahele.

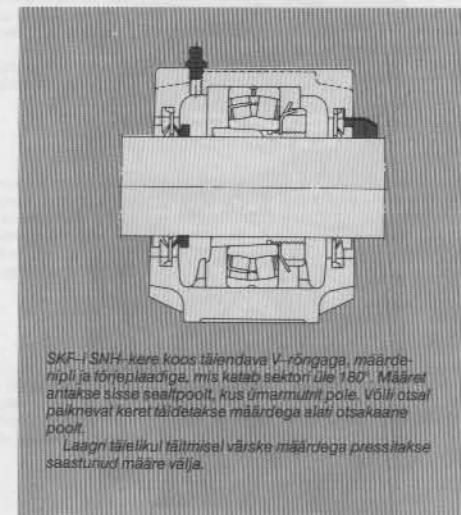
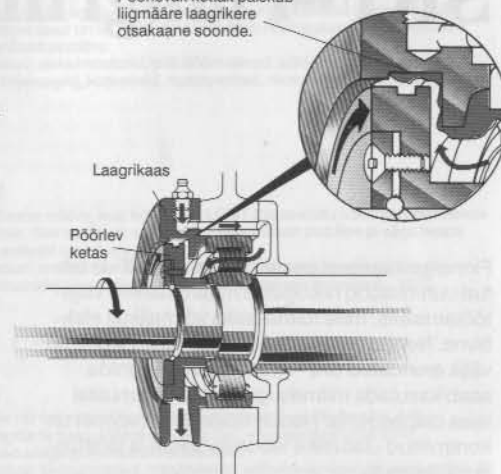
Määride pääsuregulaator

Kui laager töötab suurel kiirusel ja vajab sagedast järelmäärimist, võib kereesse koguneda liiga palju määret. Liigse määride eemaldamiseks kasutatakse pääsuregulaatorit. Regulaator koosneb võlliile monteeritud kettast, mille välispinna ja laagrikaane ava vahele jääb kitsas pilu. Liig-määride koguneb kettale, paiskub sealt maha laagrikaane õõnde ja pääseb välja laagri kere alaosas paikneva väljalaskeava kaudu. Määride sisselaskenipliga kaas tuleks võimaluse korral kujundada nii, et see juhiks määride laagrisse.

SAF-kerele võib ühele poole panna ülerõhunipli, mis avaneb, kui siserõhk keres on vahemikus 1...5 psi (0,007–0,035 MPa). Niisuguste kerede tähistes on sufiks WR.

Kontaktihenditega SAF-keredel (sufiks-20) on ülerõhuniippel alati olemas. Nende niplite tähistes võib leida tabelist „SAF-kerede määrimissüsteemid“ lk 244–245.

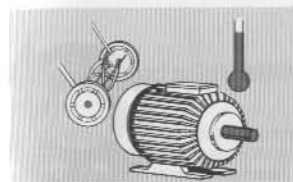
Pöörlevalt kettalt paiskub liig-määride laagrikere otsakaane soonde.



SKF-i SMH-kere koos täiendava V-rõngaga, määride-nipli ja rõngelaadiga, mis katab sektori üle 160°. Määret antakse sisse sealpoolt, kus ümarmuht pole. Võlli otsal paiknevat keret täidetakse määridega alati otsakaane poolt. Laagri täieliku täitmiseks värske määridega pressitakse saastunud määride välja.

SKF-i laagrimäärded

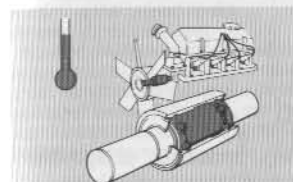
Firma asutamisest peale 1907. a. on SKF-is tehtud uurimistööd niisuguste määrdeainete välja-töötamiseks, mille toime oleks võimalikult efektiivne. Nende uuringute peamise tulemusena on välja arendatud SKF-i määrde seeria, mida saab kasutada mitmesugustel töötingimustel laias diapasoonis. Nende määrde töövõimet on kontrollitud ulatuslike laboratoorsete ja tööstuslike katsetega.



SKF LGMT 2

See üldotstarbeline määre sobib eriti hästi väikestele ja keskmistele laagritele, mille normaalne töötamistemperatuur on 0...70°C. Määre kaitseb hästi kulumise ja korrosiooni eest ja on mehaaniliselt stabiilne.

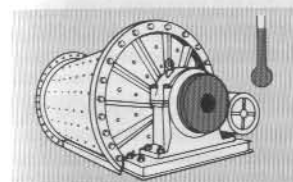
Tüüpilisi rakendusi: elektrimootorid, põllutöömashinad, sõiduautode rattalaagrid, raudteevagunite teljalaagrid, konveierid, mootorrattad, muruniidukid ja kodumashinad.



SKF LGMT 3

Samuti üldotstarbeline määre, kuid kõvem kui LGMT 2 ja seetõttu sobivam keskmistele ja suurtele laagritele. See määre on veekindel, mehaaniliselt stabiilne ja väga heade korrosiooni inhibeerivate omadustega.

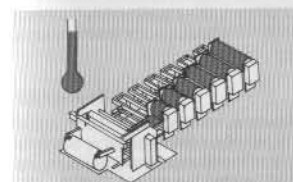
Tüüpilisi rakendusi: elektrimootorid, pumbad, põllumajandusmasinad, autode veepumbad, kardaanvõllid ja ventilaatorid normaaltemperatuuriga 0...70°C.



SKF LGEP 2

See määre on ette nähtud raskelt koormatud keskmiste ja suurte laagrite, eriti sfääriliste rull-laagrite tarbeks. Määre on veekindel, väga heade korrosiooni inhibeerivate omadustega ja mehaaniliselt stabiilne.

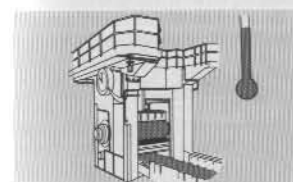
Tüüpilisi rakendusi: kivipurustajad, maagiveskid, valtsimisagregaadid, tselluloosi- ja paberitööstuse masinad, veomootorid ja raskete veokite rattalaagrid.



SKF LGEM 2

See määre sisaldab molübdeendisulfiidi ja on ette nähtud rasketel või löökoormustel töötavate suurte laagrite jaoks. Eriti hästi sobib see laagrite aeglase või võnkuva liikumise puhul. See määre on tõhus ka liugehõõrdumise korral, seega ka sfäärilistes iseseaduvates liugelaagrites teras-teras kontakti puhul.

Tüüpilisi rakendusi: vibrosõelad, konverterid ja valtsimismasinad.



SKF LGEV 2

Pliivaba eriti tõhusa toimega määre, mis on välja töötatud nimelt aeglase pöörlemisega raskeltkoormatud laagrite jaoks. Töötamistemperatuur vahemik on -20 kuni +120°C. See pakku baasõliga (1000 mm²/s) määre sisaldab EP-manuseid ja tahkeid määrde-aineid (molübdeendisulfiidi ja grafiiti), tagades määrmise isegi siis, kui määrdekelme peaks katkema.

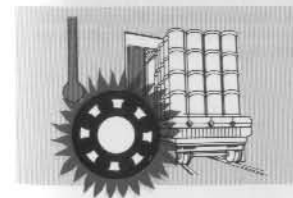
Tüüpilisi rakendusi: raskelt koormatud valtsiveskid, läikpaberimasinate viimistlus-valtsid, liüsvärvate rull-laagrid, pöördahjude tapilaagrid ja pöördringide laagrid.



SKF LGLT 2

Määre on ette nähtud väikeste vähekoormatud laagrite, eeskätt aparaadilaagrite, ja ka väga madalal temperatuuril töötavate laagrite jaoks. Seda soovitatakse kasutada väga suurte pöörlemiskiiruste korral, samuti laagrites, mille puhul on tähtis väike hõõrdemoment käivitamisel või madal müratase.

Tüüpilisi rakendusi: aparaadid, juhtimis- ja seireseadised, metallilõikepinkide spindlid, tekstiilimasinad ja pisimootorid.



SKF LGHT 3

See määre on ette nähtud laagritele töötamistemperatuuriga 75°C ja enam kuni 175°C. Pidevmäärimist vajavad laagrid temperatuuril üle 150°C.

Tüüpilisi rakendusi: kuumgaasi ventilaatorid, ketaspiduriga rataste rummulaagrid, ahjude, kollete vms soojuskiirguse tingimustes töötavad laagrid.

Määrimine õliga



Õli eelistatakse määrdele neil juhtudel, kui see on tehniliselt või majanduslikult otstarbekam. Kõrgematel töötemperatuuridel tuleb harilikult eelistada õli. Laagri kõrge temperatuuri põhjuseks võib olla nii töö suurel kiirusel ja koormusel kui ka ümbritseva keskkonna kõrge temperatuur. Õliga määrimise kasuks otsustatakse siis, kui määrde kasutamine nõuaks suurt määrimissagedust, kui mehhanismi ennast määratakse õliga või kui laagerdusest on vaja eemale juhtida soojust. Nii nagu määrded peavad ka õlid olema oksüdatsioonikindlad, väikese aurustuvusega ja hea korrosioonikaitsevõimega.

Õlide liigid

Sellised terminid nagu „masinaõli“ ja „spindliõli“ on ikka veel käibel, kuid tänapäeval ei kehti need enam kaubanduslike tähistena. Selle asemel liigitatakse mitmesugused määrdeõlid mineraalseteks, sünteetilisteks, loomseteks ja taimseteks õlideks.

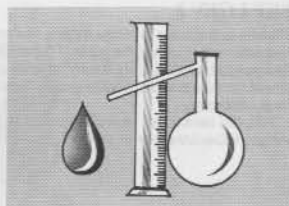
Kõige sagedamini kasutatakse veerelaagrite määrimiseks mineraalõlisid. Need on toornafta rafineerimise produktid, milleks võivad olla parafiin- või naftenõlid või nende kahe segu.



Mineraalõlid

Enamasti sobivad kõrge kvaliteedilised mineraalõlid laagrite määrimiseks kõige paremini. Puhas mineraalõli ei sisalda ebapüsisvaid ühendeid, näiteks lämmastiku-, hapniku- ja väävliühendeid või happeid, mis võiks kahjustada laagri tööd.

Kõige enam kasutatakse tänapäeval kõrgrafineeritud parafiinõlisid.



Sünteetilised õlid

Sünteetilisi õlisid kasutatakse ainult eritingimustel töötavates laagrites, peamiselt töötemperatuuridel üle 90°C või väga madalal temperatuuril. Kõige tähtsamad sünteetilisi õlisid kasitleme järgmisel leheküljel.



Loomsed ja taimsed õlid

Üldjuhul ei peaks loomseid ja taimseid õlisid veerelaagrites kasutama, kuna nad võivad lühikese aja jooksul rikneda ja moodustada happeid. Seevastu erijuhtudel võib kasutada nn liitõlisid, so mineraalõlisid, mis sisaldavad kõige enam 10% loomset või taimset õli. Tavaliselt leivad liitõlid kasutamist toiduainetetööstuses. Niisuguste õlide kasutamisel tuleb täpselt järgida nende valmistaja soovitusi.

Enamlevinud sünteetilised õlid

Diestrid

Diestritel on väike viskoossus ja neid kasutatakse enamasti aparaadilaagrites. Neil on väga head omadused temperatuurivahemikus -60 kuni +120°C ja tihti on nad heaks kaitseks korrosiooni eest.

Kui võrd diestrite viskoossust sõltub temperatuurist vähem kui mineraalõlidel, kasutatakse diestreid üsna laialdaselt lennukitööstuses, eriti reaktiivmootorites ja helikopterite jõuülekannetes.

PAO-d (polüalfaolefiinid)

Need on sünteetilised süsivesikud (SHC-õlid), mida võiks laias laastus käsitleda kui tehislükke mineraalõlisid ja mis sobivad hästi kokku plastide ja kummiga.

Need õlid on välja töötatud üsna hiljuti ja neil on mitmes suhtes diestritega sarnased omadused, kuid nad võivad töötada kõrgemas temperatuurivahemikus (-20... +160°C) ja suurematel koormustel.

Silikonõlid

Silikonõlisid kasutatakse aparaadilaagrites ja teistes vähekoormatud laagrites temperatuurivahemikus -70... 200°C. Nende määrimis- ja korrosioonikaitsevõime on piiratud. Fluorosilikonõlidel on teiste silikonõlidega võrreldes oluliselt paremad omadused.

Fluoreeritud õlid

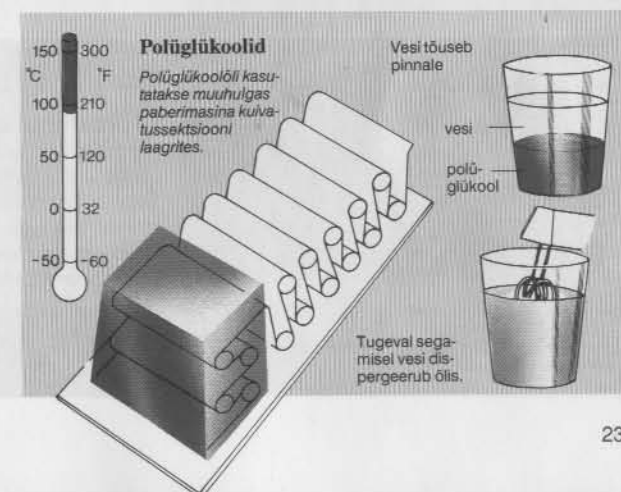
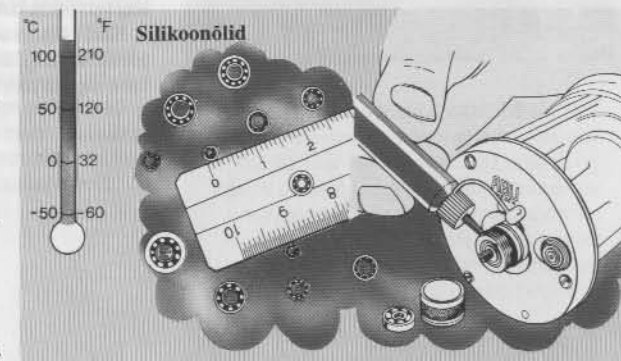
Nendel õlidel, mida nimetatakse ka polüfluoreeritud alküüleetriteks, on hea oksüdatsiooni- ja sööbekindlus.

Polüglükoolid

Sellesse rühma kuuluvaid õlisid kasutatakse eeskätt töötemperatuuridel üle 90°C. Rakendusnäidetena võiks tuua paberimasinate kuivatusektsioonide ja plastmassikalandrite laagrid.

Polüglükoolide oksüdatsiooni- ja lagunemiskindlus on suurepärane, kasutusiga võib olla 10 korda pikem kui mineraalõlidel. Polüglükoolid ei paksene ega moodusta koksikihti. Nende tihedus on suurem kui üks, mistõttu vesi tõuseb õli pinnale. Intensiivse segamise korral võib aga vesi õlis disperseeruda emulsiooniks.

Seda õli laialdaselt ei turustata.

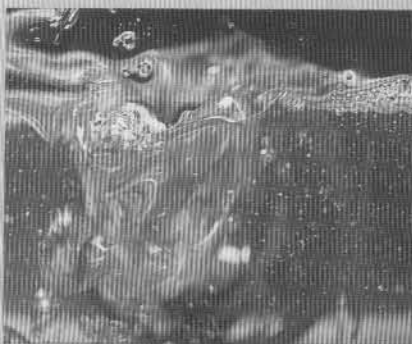


Manused

Kõige laiemalt kasutatavad õlimanused on antioksidandid, korrosiooni-, vahustumis-, kulumis- ja sööbimisvastased ehk EP-manused (EP = extreme pressure).

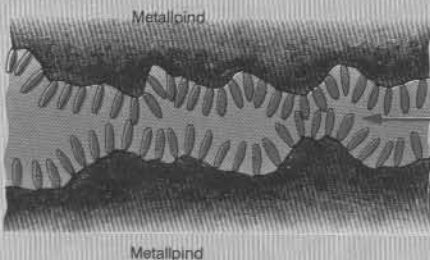
Antioksidandid

Kõrgel temperatuuril töötav õli hapendub õhuhapniku toimel, kusjuures tekkivad keemilised



Vahustumisvastased manused

Vahustumisel langeb õli kande võime. Tugeval vahustumisel võib esineda õli ülevoolamist ja sellest tingitud õlikaod võivad vähendada määramise efektiivsust. Vahutekkimist pärssivate manuste lisamisel väheneb pindpinevus, mistõttu õimullid lõhkevad õlivannis kohe pinnale jõudmisel.



Polaarsete omadustega manuste molekulid paigutuvad orienteeritult metallpinna suhtes risti.

ühendid võivad muuta õli viskoossust ja põhjustada korrosiooni. Antioksidantide lisamine tõstab õli hapendumiskindlust rohkem kui 10 korda.

Korrosioonitõrjemanused

Korrosiooni eest pakuvad kaitset kaht tüüpi manused: vees lahustuvad (näiteks naatriumnitraat) ja õlis lahustuvad manused (näiteks tsingiühendid).

Kulumisvastased manused

Paljud manused aitavad piirata kulumist, mis tekib pindade metalse kontakti tõttu õlikelme katkemisel. Need manused, mida harilikult nimetatakse kulumisvastasteks ehk AW-manusteks (AW = anti-wear), moodustavad pinnal kihi, mis kaitseb seda kulumise eest.

Nad välistavad vahetu kontakti pindade vahel, toimides isegi äärmiselt õhukese molekulaarkihina metalli pinnal.

Polaarsete omadustega manused

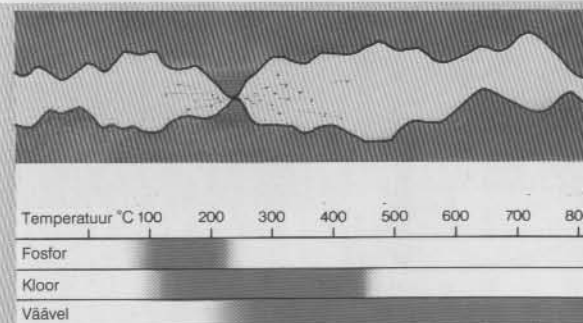
Loomsetel ja taimsetel rasvadel, rasvhapetel ja estritel on polaarse toime, mille kohaselt molekulid paiknevad orienteeritult risti metalli pinnaga. Selliste ainete manustamine õile väikeses koguses vähendab hõõrdumist temperatuuridel kuni umbes 100°C.

Aktiivsed EP-manused

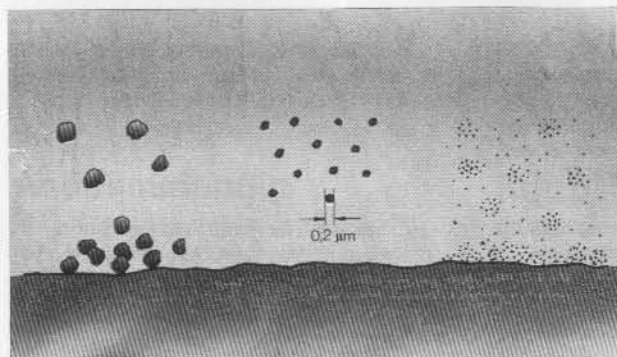
Kõige laiemalt kasutatavad EP-manused sisaldavad fosfori-, kloori- ja väävliühendeid. Nende ühendite toimimismehhanism pole veel täpselt selge, kuid on teada, et nad reageerivad metalliga keemiliselt. Pinnale tekkinud ühend on nõrgem kui metall ise ja tuleb nihkejõu toimel kergemini maha, kaitstes seejuures metallpindu kokkupuute ja külmkeevitumise eest.

Raskeltkoormatud laagrite määrimiseks, näiteks valtspinkides, soovitatakse tavaliselt kasutada EP-manustega määreid, sest need manused suurendavad määreainekelme kande võimet. Algselt kasutati EP-manustena valdavalt pliiühendeid, sest nende kasulik, laagri tööiga pikendav toime halva määrimise korral oli leidnud kinnitust. Nüüdseks on paljud määreainete tootjad keskkonnakaitse huvides asendanud pliiisisaldusega manused teiste ühenditega, mis aga mõnel juhul on laagriterase suhtes agressiivse toimega. Seetõttu on mitmetel juhtudel täheldatud laagri tööea järsku lühenemist.

Seepärast nõuab EP-manustega määreainete valik suurimat ettevaatust. Määrete valmistajalt on vaja kinnitust, et määres sisalduvad EP-manused ei ole kahjuliku toimega. Juhul kui antud määre hea töö on juba varem teada, tuleb üle kontrollida, kas see seisukoht pole muutunud.



Kui metallpindade konarate harjad astuvad omavahel kontakti, võib lookaalne temperatuur kontaktpunktides tõusta sedavõrd kõrgele, et harjad keevituvad kokku. Fosfori-, kloori- ja väävliühendid manustes reageerivad kontaktpunktis. Tekkiv uus ühend on metallist nõrgem ja tuleb nihkejõu toimel kergesti maha, kaitstes seega metallpindu kokkukeevitumise eest.



Tahked manused

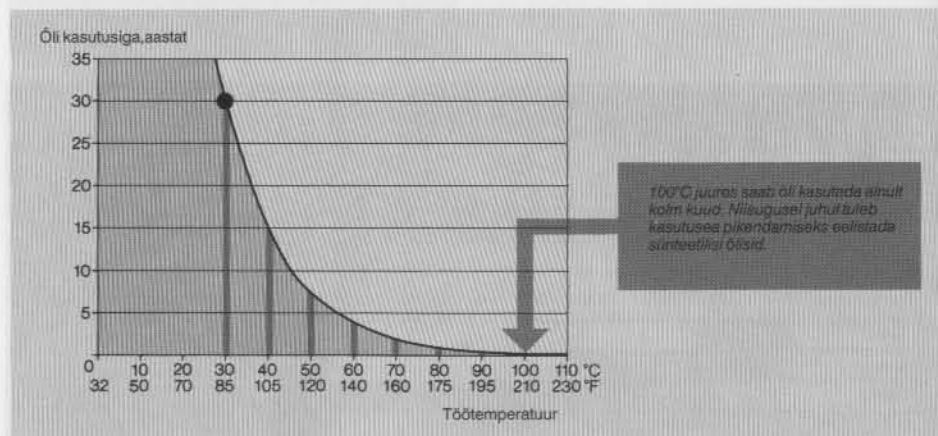
Tahked manused, nagu näiteks molübdeendisulfiid, võivad samuti parandada määrimisomadusi. Tahkete osakeste suurus peaks olema umbes 0,2 μm, sest selline osakeste suspensioon õlis on püsiv. Suuremad või väiksemad osakesed setivad välja.

Temperatuuri mõju

Parafiinsete mineraalõlide määrimisvõime madalatel temperatuuridel on tunduvalt halvem kui muude õlide puhul, sest külmas kristalliseeruvad parafiinid (vahad) välja ja hanguvad. Nende õlide töövõimet madalal temperatuuril võib aga oluliselt tõsta deparafiinimise teel. Temperatuuridel üle 90°C kalduvad mineraalõlid kiiresti oksüdeeruma.

Lihtsustava hinnangu järgi on mineraalõli kasutusiga 30°C juures 30 aastat, 40°C juures 15 aastat, seega temperatuuri tõusu iga 10°C kohta lüheneb õli kasutusiga poole võrra. Kasutusiga 100°C juures on ligikaudu kolm kuud.

Temperatuuridel üle 100°C tuleb kasutada sünteetilisi õlisid.



Määrdeõli valik

Õli valiku aluseks on nõutav viskoossus, mis peab tagama hea määrimise tavalisel töötemperatuuril. Viskoossus sõltub temperatuurist — väheneb temperatuuri tõusu ja suureneb temperatuuri languse korral. Järelikult on vähe sellest, kui teame õli viskoossust 40°C juures, tähtis on teada ka viskoossust töötemperatuuril.

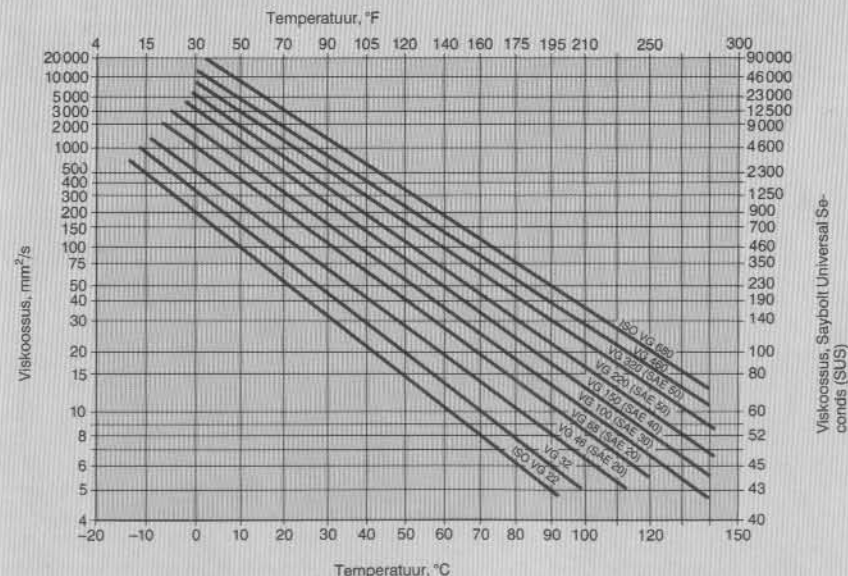
rem viskoossus aga kaasa töötemperatuuri tõusu. Siit nähtub, et praktikas saab määrimistingimusi eeltoodud viisil parandada ainult teatud piirides.

Viskoossuse tähtsus

Viskoossuse sõltuvust temperatuurist iseloomustab viskoossuse indeks (VI). Suur viskoossuse indeks näitab viskoossuse väikest olenevust temperatuurist. Mida suuremates piirides kõigub töötemperatuur, seda olulisemaks muutub viskoossuse indeksi suur väärtus. Veelaagrite määrimiseks kasutatakse õli viskoossuse indeksiga VI 85 või üle selle.

Laagri tööiga saab pikendada, valides õli, mille viskoossus on mõnevõrra suurem nõutavast antud temperatuuril. Teiselt poolt toob suu-

Viskoossuse — temperatuuri diagramm

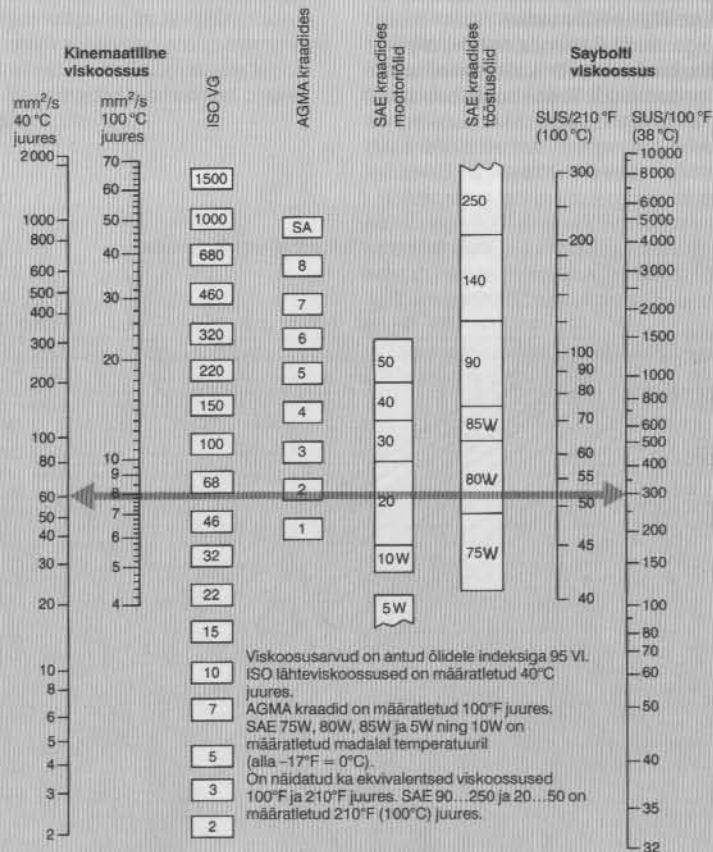


Märkus: Diagramm kehtib õlidele viskoossuse indeksiga VI 95, kusjuures viskoossuse klasside numbrid vastavad standardile ISO 3448-1975. Ligilähedaseid ekvivalentsed SAE viskoossuse kraadid on näidatud sulgudes.

Viskoossuse klassid ISO järgi

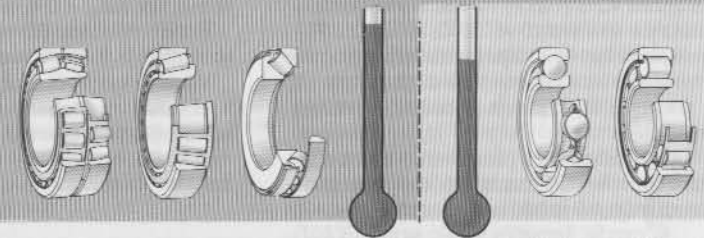
ISO viskoossuse klass	Kinemaatiline viskoossus, mm ² /s 40 °C juures			ISO viskoossuse klass	Kinemaatiline viskoossus, mm ² /s 40 °C juures		
	keskmine	min	max		keskmine	min	max
ISO VG 2	2,2	1,98	2,42	ISO VG 68	68	61,2	74,8
ISO VG 3	3,2	2,88	3,52	ISO VG 100	100	90,0	110
ISO VG 5	4,6	4,14	5,06	ISO VG 150	150	135	165
ISO VG 7	6,8	6,12	7,48	ISO VG 220	220	198	242
ISO VG 10	10	9,00	11,0	ISO VG 320	320	288	352
ISO VG 15	15	13,5	16,5	ISO VG 460	460	414	506
ISO VG 22	22	19,8	24,2	ISO VG 680	680	612	748
ISO VG 32	32	28,8	35,2	ISO VG 1 000	1 000	900	1 100
ISO VG 46	46	41,4	50,6	ISO VG 1 500	1 500	1 350	1 650

Viskoossusarvude teisendusdiagramm



Viskoossuse erinevate liigituste võrdlus.

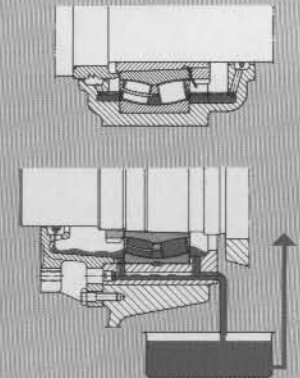
Võrdsetel töötingimustel osutub sfääriliste rull-laagrite, koonusrull-laagrite ja sfääriliste tugirull-laagrite töötemperatuur kõrgemaks kui radiaalkuullaagritel ja silinderrull-laagritel.



Õlivahetuse intervallid

Õlivannis määrimise korral piisab tavaliselt ühest õlivahetusest aastas, kui laagri temperatuur on püsivalt alla 50 °C. Kõrgemal temperatuuridel või õli tugeva saastumise korral peavad õlivahetused toimuma sagedamini. Näiteks 100 °C juures töötav õli vajab asendamist iga kolme kuu järel.

Ringlusõlituse korral määratakse õlivahetuse intervall õli kontrolli alusel. Õli seisundi pidev jälgimine mitmetes laagerdustes on vajalik efektiivse töö huvides.



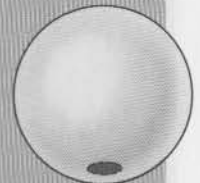
Viskoossuse indeks VI

Viskoossuse indeks iseloomustab õli viskoossuse temperatuurisõltuvust. Temperatuurist vähe mõjutataval õlil on viskoossuse indeks suur ja õil, mille viskoossus suuresti sõltub temperatuurist, on indeks väike.

Viskoossuse indeksi määramine toimub standardmeetodil. Vaadeldava õli viskoossus määratakse kahel erineval temperatuuril ja võrreldakse tulemusi kahe muu seeria õli jaoks leitud väärtustega.

Õli temperatuurisõltuvust võib vähendada (ja seega viskoossuse indeksit suurendada) mitmesuguste keemiliste manuste lisamisega.

Et õlikiht veerekehade ja veereetede kontaktis oleks piisav kandevõime, ei tohi määrideõli viskoossus töötemperatuuril olla väiksem teatavast kindlast miinimumväärtusest.



Õli valik

Mineraalõlide jaoks saab nõutava kinemaatilise viskoossuse v_1 teataval konkreetsel temperatuuril leida alljärgnevalt diagrammilt. Juhul kui töötemperatuur on teada kogemuste põhjal või leitav arvutustest, võib õli vastava viskoossuse rahvusvahelise standardiga määratud lähtetemperatuuridel (näiteks 20 või 50°C, 70 või 120°F) leida järgmisel leheküljel toodud diagrammilt (mis kehtib viskoossuse indeksi 85 puhul).

Õli valikul tuleb silmas pidada alljärgnevaid asjaolusid.

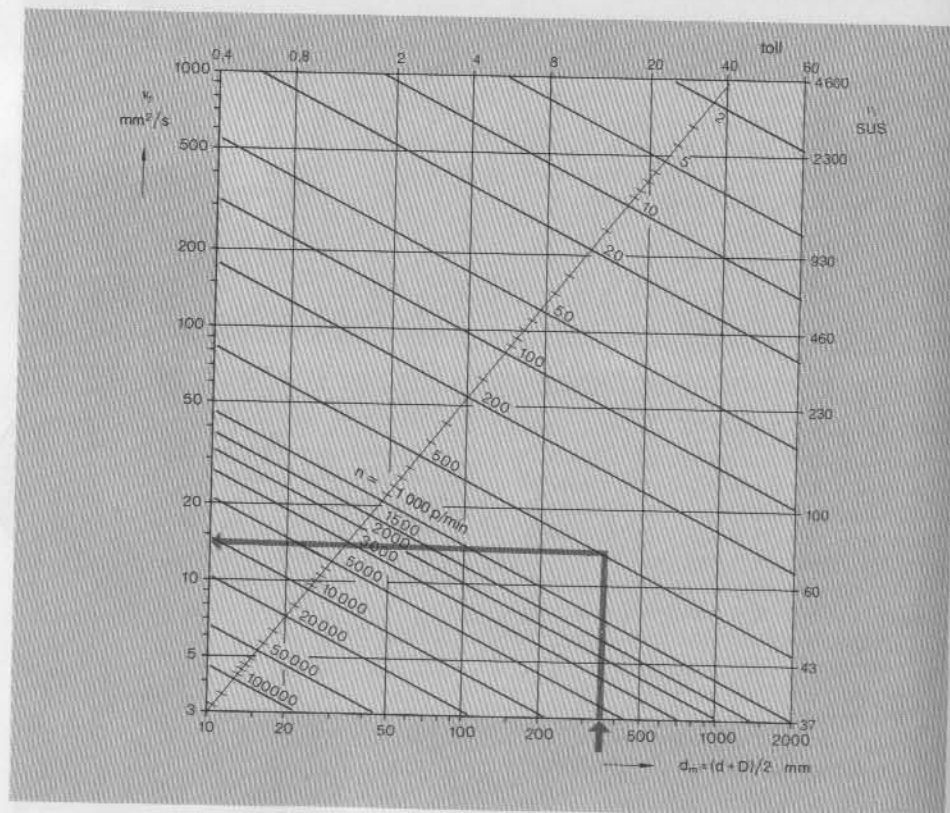
Laagri tööga saab pikendada, valides niisuguse õli, mille viskoossus v töötemperatuuril ületab mõnevõrra nõutava viskoossuse v_1 .

Kuivõrd aga suurema viskoossuse puhul tõuseb laagri töötemperatuur, on määrimistingimuste parandamine niisugusel viisil praktiliselt võimalik vaid teatud piirini.

Juhul kui viskoossuste suhe $\kappa = v/v_1$ on väiksem kui üks, on EP-manustega õli kasutamine soovitatav, kui $\kappa < 0,4$, siis tingimata vajalik.

Kui $\kappa > 1$, võivad EP-manused õlis tösta keskmiste ja suurte veerelaagrite töökindlust.

Väga väikeste või suurte kiiruste, kriitiliste koormuste või ebaharilike määrimistingimuste korral pöörduge täiendava informatsiooni saamiseks SKF-i poole.



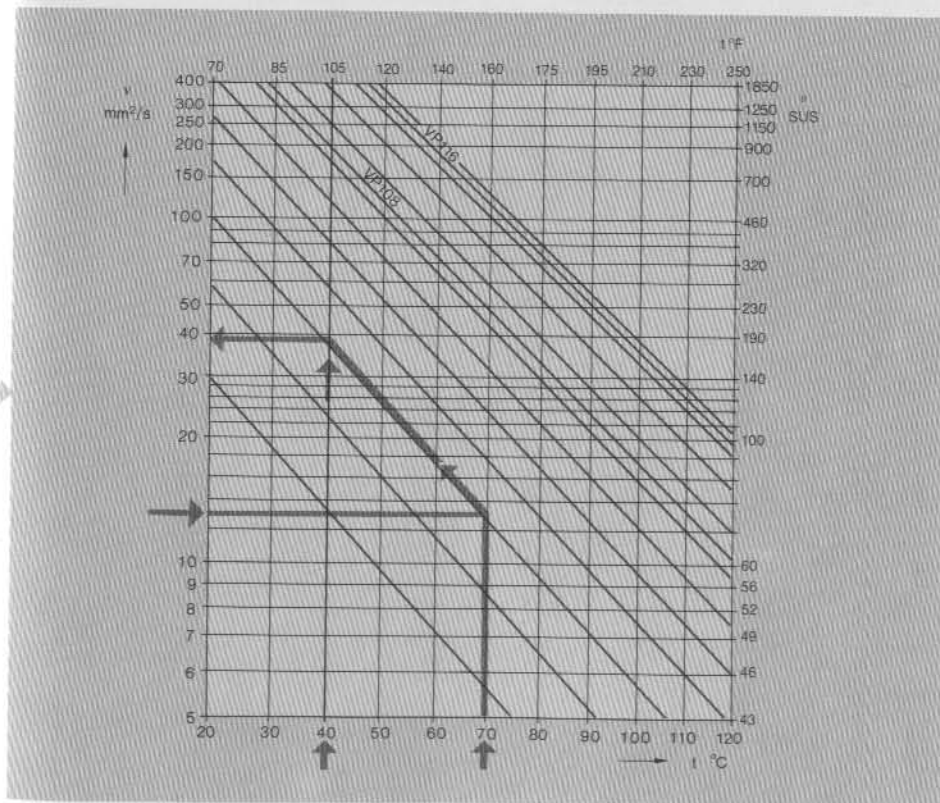
Näide

Laager siseläbimõõduga $d = 340$ mm ja välisläbimõõduga $D = 420$ mm töötab kiirusel $n = 500$ p/min. Kogemuste põhjal on teada, et töötemperatuur on umbes 70°C. Kui suur on piisavaks määrimiseks vajalik õli viskoossus ja milline viskoossus lähtetemperatuuril 40°C sellele vastab?

1. Esmalt määratakse laagri keskmine läbimõõt valemist $d_m = 0,5(D + d)$, mis antud laagril on 380 mm.
2. Leida punkt 380 mm eelmisel leheküljel antud diagrammi x-teljel. Tõmmata vertikaalsirge sellest punktist üles lõikumiseni kaldsirgega $n = 500$ p/min.
3. Saadud lõikepunktist tõmmata x-teljega paralleelne sirge lõikumiseni y-teljega, kust loeme kinemaatilise viskoossuse nõutava

väärtuse v_1 töötemperatuuril. Vastus on 13 mm^2/s (70 SUS).

4. Alltoodud diagrammi x-teljel leiame töötemperatuurile vastava punkti (meie näites 70°C; 160°F). Minnes sellest punktist mööda vertikaali üles, tõmbame joone risti x-teljega. Teise abijoone tõmbame risti y-teljega punktist 13 mm^2/s (60 SUS) lõikumiseni esimesega. Jälgides lähima diagonaaljoone kallet, tõmbame abijoonte lõikepunktist kaldsirge lõikumiseni temperatuurile 40°C (105°F) vastava vertikaaliga. Saadud lõikepunktist vaskule tagasi minnes saame y-teljelt lugeda õli viskoossuse temperatuuril 40°C. Antud näites peab õli kinemaatiline viskoossus 40°C (105°F) juures olema vähemalt 39 mm^2/s (181 SUS):



SAF-laagrikerede määrimine õliga

SAF-laagrikeredes võib kasutada määrimiseks õlivanni meetodit või õliringlussüsteemi. Õlinäituri võib monteerida kere ühele küljele.

Õlinäituri kere tähises on sufiks WB.

Õlinäituri tähised võib leida alljärgnevast tabelist „SAF-laagrikerede määrimissüsteemid“.

Õlivann

Kui määrimiseks kasutatakse õlivanni, paikneb õli sisselaskeava kere ülasaos ja väljalaskeava laagripesast madalamal.

Standardisel SAF-kerel on allosas kaks välja-

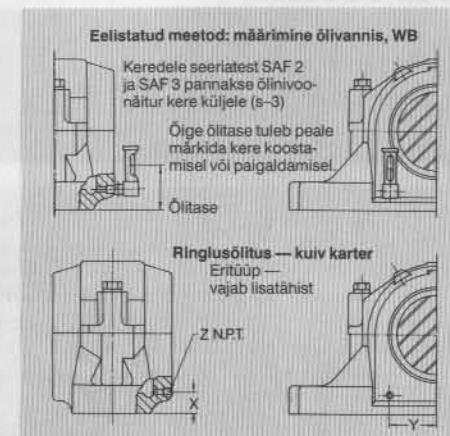
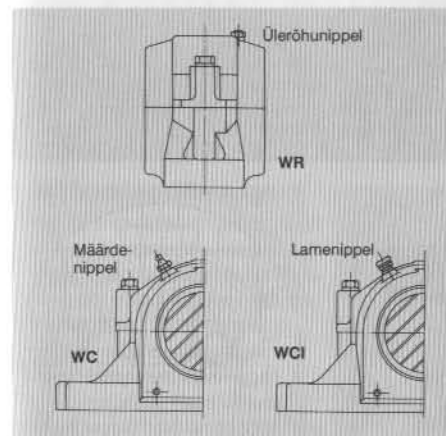
laskeava. Soovitavad staatilise õlitaseme arv-väärtused seisva laagriga keros on antud alljärgnevas tabelis.

Õliringlussüsteem

Ringlusõlituseks kohaldatud SAF-kerede modifikatsioonid on saadaval. Palume pöörduda SKF-i poole konsultatsiooniks sobiva tähise täpsustamiseks kere valikul.

SAF-laagrikerede määrimissüsteemid

F/SAF kere tähis	WB Staatiline õlitase SAF 5, SAF 2		Õlinäituri tähis		WC Määrdenipli tähis	WCI	WR
	SAF 5, SAF 2	SAF 6, SAF 3	SAF 5, SAF 2	SAF 6, SAF 3			
209L	—	509L	—	31/32"	—	—	—
210L	308L	510L	—	1 3/32"	1 3/16"	—	—
211A	—	511A	—	1 3/16"	—	—	—
—	309L	—	609L	—	1 9/32"	—	—
—	310L	—	610L	—	1 3/8"	—	—
213A	—	513A	—	1 3/32"	—	38175-2 (1) REQ'D 1/8" N.P.T.	38174-5 1/8" N.P.T.
—	311L	—	611L	—	1 7/16"	—	38174-6 1/8" N.P.T.
215A	—	515A	—	1 1/8"	—	—	38174-10 1/8" N.P.T.
—	312L	—	612L	—	1 5/16"	—	—
216A	313A	516A	616A	1 1/4"	1 13/32"	—	—
217A	—	517A	—	1 3/8"	—	—	—
—	314L	—	614L	—	1 15/32"	—	—
218N	—	518N	—	1 1/2"	—	38175-1 (1) REQ'D 1/8" N.P.T.	38174-5 1/8" N.P.T.
—	315N	—	615N	—	1 19/32"	—	38174-6 1/8" N.P.T.
—	316N	—	616N	—	1 11/16"	—	38174-10 1/8" N.P.T.
—	317N	—	617N	—	1 3/4"	—	—
—	318N	—	618N	—	1 7/8"	—	—
220N	—	520N	—	1 21/32"	—	38175-3 (1) REQ'D 1/4" N.P.T.	38174-13 1/4" N.P.T.
222N	—	522N	—	1 25/32"	—	—	38174-14 1/4" N.P.T.
224N	320N	524N	620N	1 27/32"	2 1/32"	—	38174-10 1/8" N.P.T.
226N	322N	526N	622N	2 11/32"	2 13/32"	—	—
228N	—	528N	—	2 1/32"	—	—	—
230N	324N	530N	624N	2"	2 3/8"	38175-8 (1) REQ'D 3/8" N.P.T.	38174-13 1/4" N.P.T.
232N	326N	532N	626N	2 1/16"	2 7/16"	—	38174-14 1/4" N.P.T.
234N	328N	534N	628N	2 5/32"	2 9/16"	—	38174-10 1/8" N.P.T.
—	330N	—	630N	—	2 5/8"	—	—
238N	332N	538N	632N	2 7/16"	2 11/16"	—	—
240N	334N	540N	634N	2 15/32"	2 3/4"	—	—
244N	338N	544N	638N	3 1/8"	3 3/8"	38175-7 (1) REQ'D 3/8" N.P.T.	38174-13 1/4" N.P.T.
—	340L	—	640L	—	3 7/16"	—	38174-14 1/4" N.P.T.
—	—	—	—	—	—	—	38174-10 1/8" N.P.T.



Väljalaskeava
standardasend

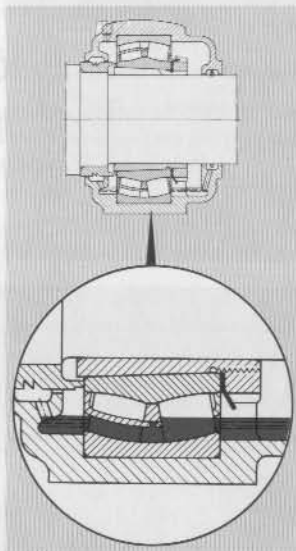
Ringlusõlitus
Mittestandardne avade asend

X	Y	Z N.P.T.	X	Y	Z N.P.T.
—	—	—	—	—	—
13/16"	1 11/32"	1/8"	—	—	—
—	—	—	—	—	—
3/4"	1 3/4"	1/8"	—	—	—
7/8"	1 13/16"	1/8"	—	—	—
25/32"	2 3/32"	1/8"	27/32"	2 3/32"	3/8"
13/16"	2 1/8"	1/8"	7/8"	2 1/8"	3/8"
—	—	—	11/16"	2 5/16"	3/8"
2 1/2"	15/16"	1/8"	1 1/16"	2 3/8"	1/4"
2 1/2"	15/16"	1/8"	1 1/16"	2 3/8"	1/4"
2 5/8"	7/8"	1/8"	1"	2 1/2"	1/4"
2 11/16"	1 1/16"	1/4"	1 1/8"	2 5/8"	3/8"
2 11/16"	1 1/16"	1/4"	1 1/8"	2 5/8"	3/8"
2 15/16"	1 1/16"	1/4"	1 1/8"	2 7/8"	3/8"
3"	1 1/8"	1/4"	1 3/16"	2 7/8"	3/8"
3 3/8"	1 1/16"	1/4"	1 3/16"	3 1/8"	1/2"
3 5/8"	1 3/8"	3/8"	1 7/16"	3 5/16"	1/2"
4"	1 5/16"	3/8"	1 1/2"	3 7/16"	3/4"
4 1/8"	1 3/8"	3/8"	1 9/16"	3 3/4"	3/4"
4 1/2"	1 5/16"	3/8"	1 1/2"	4 1/8"	3/4"
4 3/4"	1 3/8"	3/8"	1 9/16"	4 9/16"	3/4"
4 7/8"	1 7/16"	3/8"	1 5/8"	4 1/2"	3/4"
5 1/8"	1 7/16"	3/8"	1 3/4"	4 3/4"	1"
5"	1 1/2"	3/8"	1 13/16"	4 3/16"	1"
5 1/4"	1 5/8"	3/8"	1 15/16"	5 1/8"	1"
—	—	—	1 11/16"	6 1/2"	3/4"

Öli toime

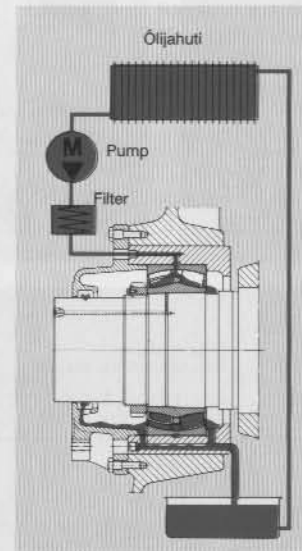
1. Määrimine ja jahutamine rohke õliga

Juhul kui kuumenemine mõjutab laagri tööd, võib seda jahutada ja määrata rohke õliga, mis kannab soojust laagrist välja. Teiselt poolt toob suur õlihulk kaasa mõnevõrra suuremad hõõrdekaod. Kolme põhilist määrimismeetodit vaatleme all pool.



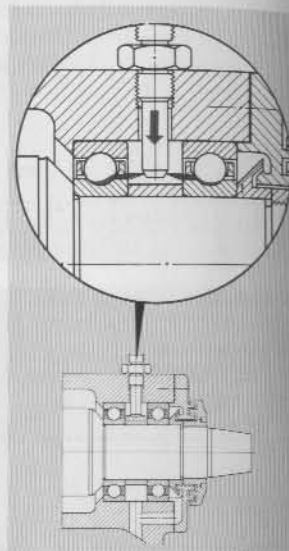
Ölivann

Seda kõige lihtsamat õliga määrimise viisi võib kasutada laagri väikesel kiirusel. Laagri seisual ajal peab õlitase vanni seisuajal pisut madalamale alumise veerekeha keskmeest. Laagri pöörlemisel tõuseb õli koos liikuvate osadega üles, voolab läbi laagri ja sealt tagasi vanni.



Ringlusõlitus

Kõrgemal töötemperatuuril oksüdeerub õli kiiremini. Ringlusmeetod aitab pikendada õlivahetuste intervalle. Enne laagrisse jõudmist peab õli läbima filtri, tarbekorral nähakse süsteemis ette ka õlijahuti.



Õli sissepritsimine

Suure pöörlemiskiiruste korral paiskub õli laagrist eemale selle asemel, et laagrist läbi voolata ja seda jahutada. Sel juhul on kõige tõhusam määrimisviis õlijoa suunamine laagrisse. Joa kiirus peab olema vähemalt 15 m/s, et õlijuga suudaks tungida läbi õhukeerise, mille kutsub esile laagri pöörlemine.

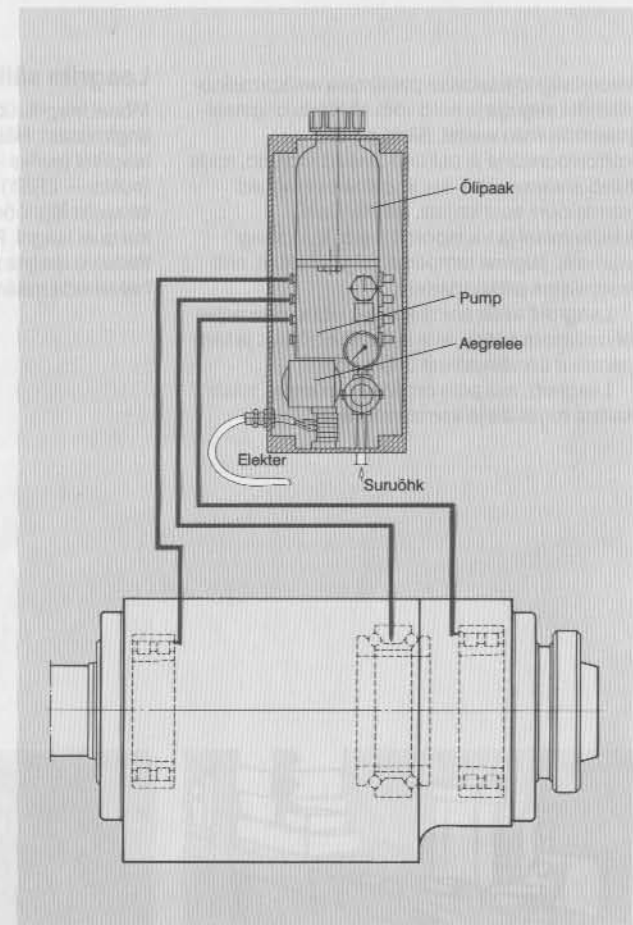
2. Väheste õliga määrimine hõõrdumise taandamiseks miinimumini

Hõõrdumise võib viia miinimumini, kui laagrisse regulaarselt anda veidi väheviskosset õli. Kõige paremini saab seda teha allpool näidatud seadisega.

Määrimine õliuduga

Andes regulaarselt õli äärmiselt väikeste portsjonite kaupa laagrisse, saab veerepindadel moodustada küllalt tugeva määrdemelme. Tänu sellele taandub hõõrdumine minimaalseks, laagri temperatuur on aga madal ja püsiv. Neid väikesi õlikoguseid võib anda töökindel uduõlitusseade. Selle seadme torusse teatava kindla perioodilisusega sissepritsitava õli kannab laagrisse suruõhk.

Õli pritsitakse laagrisse suudmiku kaudu. Laagerduses tekkinud ülerõhk kaitseb seda hästi saasta sissetungi eest. Meetod õli eemaldamiseks pärast laagri läbimist peab olema tõhus.



Lisainformatsiooni saamiseks automaatmäärimise kohta võib pöörduda SKF-i poole.