

11. A kenés

11.1 Gördülőcsapágyak kenése

Annak érdekében, hogy a gördülőcsapágyak gördülöttestei, a futópályák és a kosár között fémes érintkezés ne léphessen fel, a csapágyakat folyamatosan kenni szükséges. Ezt egy állandó olajfilmréteg biztosításával lehet a gyakorlatban megvalósítani zsírkenés esetében is, ami azután ezeket az érintkezési helyeket a kenőanyag által képzett filmmel egymástól elválasztja. Ezen túlmenően a kenőanyagok további feladatai a következők:

1. A súrlódás és a kopás csökkentése
2. Hőelvezetés
3. A felhasználhatóság idejének meghosszabbítása
4. Korrozívvédelem
5. Idegen anyagok a csapágyba kerülése elleni védelem.

Az adott üzemi feltételek figyelembevételével minden csapágyfajtára az adott csapágnak megfelelő kenőanyagokat kell alkalmazni. Alapfeltétel a megfelelő minőségű megbízható kenőanyagok felhasználása. Ezen felül egy hatékony csapágy-tömítettség megoldás is szükséges, ami az idegen anyagoknak a csapágykamrába történő bejutása ellen nyújt megfelelő védelmet, így például por, víz, stb. a kenőanyagokkal való érintkezése ellen, valamint biztosítja a megfelelő tömítettséget megakadályozva azt is, hogy a kenőanyagok a csapágyból eltávozhassanak.

A gördülőcsapágyak kenéséhez a gyakorlatban túlnyomó részben zsírokat és olajokat alkalmaznak. Speciális esetekben szilárd kenőanyagok felhasználására is sor kerülhet, mint például a molibdén-szulfidos grafit, vagy egyéb alkalmazható szilárd kenőanyagok.

11.2 Zsírlenés

Mivel ma már világméretben a nagy megbízhatóságú kenőanyagok rendelkezésre állnak, a csapágyak tömítési feladatai nem jelentenek komolyabb problémát, anyagi ráfordítást. A gördülőcsapágyakat általában zsírkenéssel látják el.

11.2.1 Zsírok és tulajdonságaik

A zsírok bázisát jelentős részben ásványi és szintetikus lapolajok alkotják. Sűrítési célokra szappanokat és egyéb adalékanyagokat használnak fel. Az egyes kenőanyagok fontosabb tulajdonságait három összetevővel határozhatjuk meg: Az alapolaj, a sűrítőanyagok, és az adalékanyagok. Néhány standard kenőanyagot és tulajdonságait feltüntetjük a 11.1 táblázatban. Mivel a zsírok, kenőanyagok tulajdonságaiban az egyes gyártóktól függően bizonyos eltérések mutatkoznak, ajánljuk, hogy minden esetben, mielőtt a kenőanyag kiválasztásra kerül, a gyártók által közölt adatokat alaposan ellenőrizték.

11.2.2 Alapolajok

Kenési feladatokhoz természetes és szintetikus olajokat, például szilikonolajat, florolajat, diészter olajokat alapolaj céljából egyaránt alkalmaznak. Az alapolajok minőségét és fajtáit főleg a kenőzsír jellemzői határozzák meg. Magas fordulatszámok és alacsony üzemi hőmérséklet esetében az alacsony viszkozitású alapolajokból készülő kenőzsírok a legalkalmasabbak. Ezzel szemben a magas viszkozitással rendelkező alapolajokból készült kenőanyagok magas terheléseknél igen kedvezően viselkednek.

11.2.3 Sűrítőanyagok

A kenőanyag zsírállaga keménységének biztosítása érdekében az alapolajokat sűrítő anyagokkal vagy szappanokkal keverik. Sűrítéshez fémszappanokat, például lítium-, nátrium-, káliumszappanokat alkalmaznak. Ezekon kívül léteznek szerves sűrítőanyagok, ilyenek például a betonit, kovasavgél, stb. és szerves sűrítőanyagok, mint például a poliurea, valamint a fluorszén, stb. A sűrítőanyagok befolyásolni képesek a kenőzsírok speciális tulajdonságait, így az üzemi hőmérsékletet, mechanikus stabilitást, a vízállóságot, stb. A nátriumszappanok nem különösebben vízállóak, míg a fémes sűrítőanyagokkal előállított kenőanyagok, poliurea, betonit, általában kedvezően viselkednek a magas üzemi hőmérsékleteken.

11.2.4 Adalékanyagok

A kenőanyagokhoz különböző adalékanyagokat kevernek annak érdekében, hogy azt meghatározott tulajdonságokkal ruházzák fel. Például jól ellenálljon az oxidációs folyamatoknak, a magas nyomásnak, (EP-adalékok), biztosítson kedvező korrózióellenállást. Magas üzemi hőmérsékleteknél vagy olyan csapágyak esetében, melyek nem utánkenhetőek, olyan kenőzsírokat szükséges alkalmazni, hogy annak feljavításával emeljük oxidációval szembeni ellenállóképességét a felhasználás során.

11.2.5 Állag, sűrűség

Az egyes kenőanyagok különböző állagúak az NLGI, (National Lubricating Grease Institute) besorolása szerint. Az NGGI-értékek megadják az egyes zsírok konzisztenciaértékeit, minél magasabb a szám, annál keményebb a kenőanyag. Az állagot az alapolaj és a sűrítőolaj keverési aránya szabja meg. Gördülőcsapágyknál leginkább az 1,2 és a 3 számokkal jelzett konzisztenciának megfelelő kenőanyagokat szokták alkalmazni. A 11.2 Táblázatban javasolunk különböző felhasználási esetekre alkalmazható konzisztenciaosztályokat.

11.2.6 Kenőzsírok keverhetősége

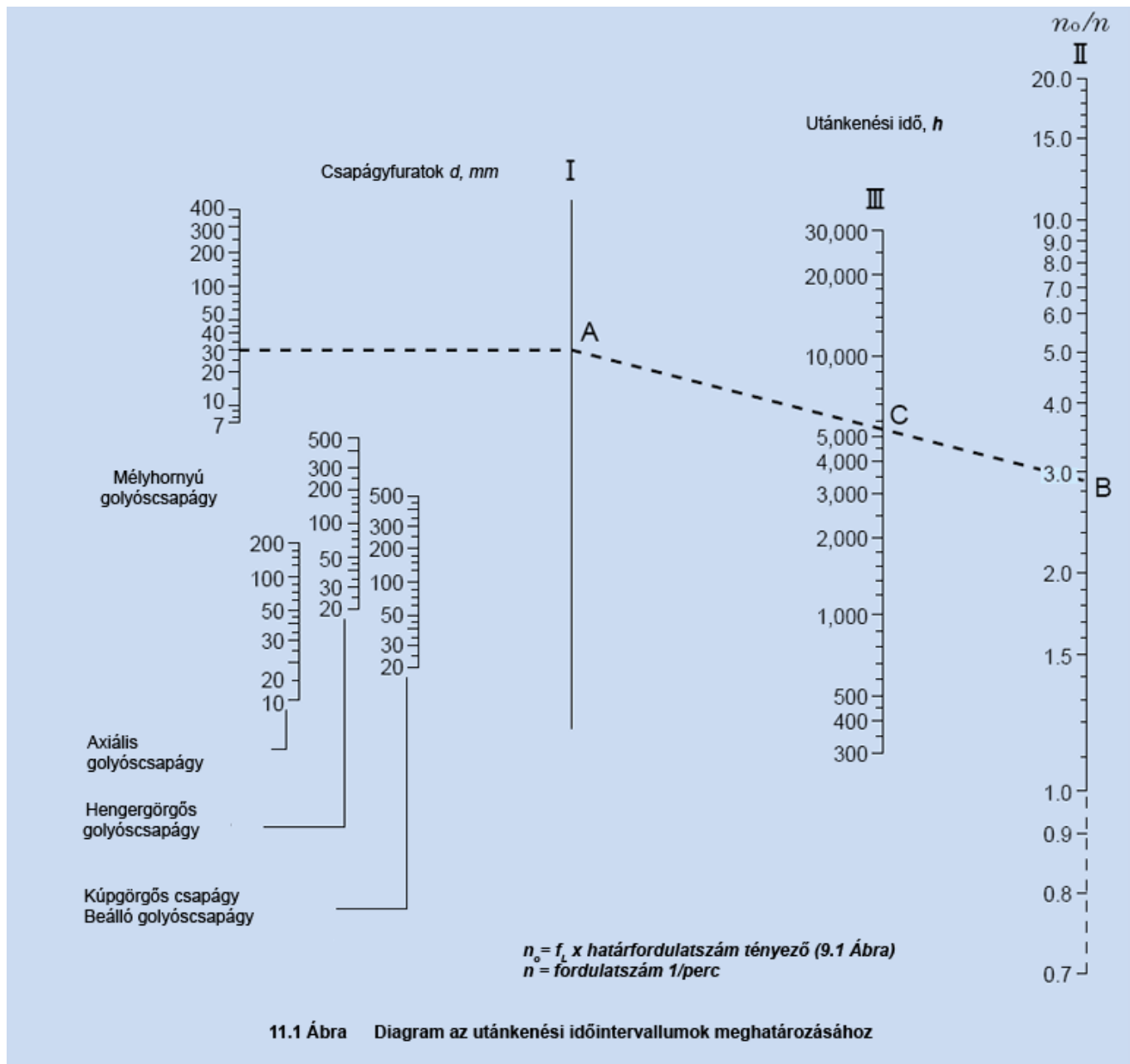
Az egyes kenőzsírok keveredése következtében azok állaga megváltozik, a konzisztenciájuk általában csökkenést mutat, a felhasználhatósági üzemi hőmérsékletek is általában csökkennek, valamint további zsirtulajdonságok fognak megváltozni. A különféle alapolajokkal, illetve sűrítőanyagokkal előállított kenőanyagok összekeverése alapvetően kerülendő. Az különböző gyártók által szállított kenőzsírok keverése úgyszintén kerülendő, mivel ezek más-más adalékanyagokat tartalmaznak. Ha valamilyen kifejezetten elkerülhetetlen okból kifolyólag a keverés szükségessé válna, arra kell törekedni, hogy legalább a felhasznált alapolaj legyen azonos és azonos sűrítőadaleköt tartalmazzon a keverék, bár még ilyen esetben is bizonyos tulajdonságok elváltozásával kell számolni.

11.2.7 Kenőanyag mennyisége

Az első keverésnél szükséges kenőzsír mennyisége az alkalmazási esettől és további sokféle konstrukciós jellemzőtől függ, például a ház geometriai méreteitől, formájától, a csapágy fordulatszámától, a zsírkenés fajtájától. Mint általános irányelvet elfogadhatjuk azt, hogy a házban kenésre rendelkezésre álló tér 30-60 százalékát szükséges kenőanyaggal kitölteni. Ha magas fordulatszámokkal állunk szemben, az üzemi hőmérséklet pedig alacsony szinten tartandó, csökkentenünk kell az alkalmazott kenőanyag mennyiségét. Ha több a kenőanyag a szükségesnél, a kenőanyag felesleges mozgásokat okozva a rendszerben hőmérsékletemelkedést eredményez. Ennek hatására a konzisztencia csökken, ez pedig a tömítések mentén a kenőanyag kiáramlásához vezet. Ezen a kenőanyagfeleslegből eredő problémán javítani lehet az adott esetben egyes zsirtulajdonságok megváltoztatásával, például a kenőanyag oxidációs képességének csökkentésével, ezzel lényegében az anyag kenési képességét csökkentjük le, elősegítve az előbb említett probléma részbeni kiküszöbölését.

11.2.8 Utánszírás

Amennyiben az egyes szírások közötti időtartam rövidebb, mint a csapágy élettartama, utánszírás válik szükségessé, az utánszírási időpontok illetve időintervallumok többek között függenek a csapágy fajtájától, nagyságától a fordulatszámától, az üzemi hőmérséklettől és természetesen a szóban forgó kenőanyag felhasználhatósági időtartamától. A 11.1 Ábra egy diagramot szemléltet az utánkenések becsült időintervallumaira vonatkozóan standard kivitelekét véve alapul normál üzemi körülmények mellett. Általánosságban azt lehet mondani, hogy az utánkenési intervallum csökken a 80 °C feletti üzemi hőmérsékleteknél, nagyjából 10 fokoskénti túllépések esetén körülbelül a felére.



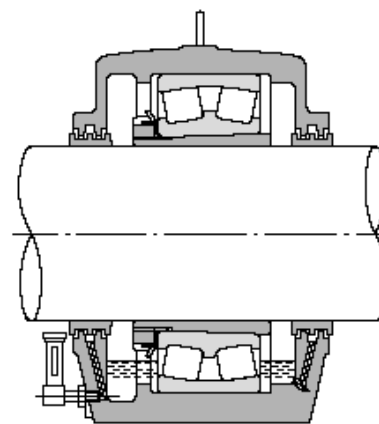
11.3 Olajkenés

Általában a magas üzemi hőmérsékletek és fordulatszámok esetén az olajkenés a célszerűbb megoldás, szemben a zsírkenéssel. Az Olaj a keletkezett és a külsőleg hozzávezetett hőt kedvezőbben tudja elvezetni, mint a zsír.

11.3.1

1. Olajfürdő kenési forma. Az olajfürdős kenési mód az olajkenés legegyszerűbb formája, az az egyetlen fontos feladat, hogy mindenkor az olajállás szintjét pontosan és megbízhatóan ellenőrizni lehessen.

A tengely vízszintes elrendezése esetében és álló helyzetben az olajsint normál esetet és körülményeket véve alapul, a legalul elhelyezkedő gördültest közepéig kell, hogy érjen. Magát a házat azonban oly módon kell kivitelezni, hogy az előre megválasztott olajsint ne változzék meg az üzemelés folyamán, továbbá álló helyzetben és üzemi állapotban az olajsint egyaránt könnyen leolvasható legyen olajállásmutató segítségével. (11.2 Ábra)



11.2 Ábra Olajfürdős olajozási rendszer

A függőleges tengelyelrendezések és relative alacsony fordulatszámok esetében a csapágyak gördülőtesteit körülbelül 50-től 80 %-ig kell olajfürdőbe meríteni.

Ha mégis magas fordulatszámokkal állunk szemben, illetve páros elrendezésben a függőlegesen elhelyezkedő tengelyen vannak a csapágyak elhelyezve, akkor úgynevezett olajkeringetési, vagy csepegtető, olajkődkenő rendszert célszerű választani.

2. Olajszűrő kenési rendszer

Az olajszűrő elvén alapuló kenési módszer esetében szűrőgyűrű segítségével, vagy egyéb gépelemekkel, amelyek a tengelyen vannak elhelyezve tudunk az olajra úgy hatni, hogy az az üzemi állapotban az olajsint alatt elhelyezkedve az olajat a csapágyra szórja anélkül, hogy maga a csapágy az olajba merülne. Ez az olajszűrő módszer a relative magas fordulatok kedvező formája. A 11.3 ábrán egy függőlegesen elhelyezett tengelyen kúpos olajszűrő gyűrűt találunk a csapágy alatt. Ez a gyűrű az olajteknőbe bemerülve üzemi állapotban a kúpos külső felületén keresztül az olajat a csapágyhoz képes juttatni.

3. Csepegtető olajozási eljárás

Magas fordulatszámoknál, kis és közepes terhelések esetén a 11.4 ábrán bemutatott csepegtető kenési eljárást látjuk. Egy, a csapágy felett elhelyezett olajtartályból az olaj csepp-formában jut el a forgó gépelemre, ahol szétporlik és olajkőd formájában kerül a csapágyhoz. Olajcseppeket a csapágyba közvetlenül is be tudunk vezetni. Ebben az esetben az igényelt olaj mennyisége a csapágyak fajtáitól, nagyságrendjétől függően általában percnként néhány csepp olajat tesz ki.

4. Keringtető olajkenés

Ezt a módszert túlnyomó részben központi olajozási és hőelvezetési feladatokhoz alkalmazzák.

Ennek abban mutatkozik meg az előnye, hogy az olajat hűtőn és a szűrőn is keresztülvezeti, ezáltal megoldható a hőmérséklet szabályozása és a tisztaság biztosítása a rendszerben.

Igen fontos az, hogy az olajfuratok kellő méretekkel rendelkezzenek annak érdekében, hogy az olaj miután már a csapágyon keresztüljutott, torlódási jelenségek fellépte nélkül tudja a csapágykamrát elhagyni.

Az olaj el- illetve hozzávezetési helye a csapágy egy-egy oldalán egymással szemben kell elhelyezkedjen. A csapágyolaj elvezetésére szolgáló nyílást a lehető legnagyobbra célszerű megválasztani, hátul az olaj megfelelő elszívásának érdekében, lásd a 11.5 ábrát. A 11.6 ábrán keringtetőolajzás látható, a tengely függőleges elrendezése mellett, amelynél az olaj egy szállítócsiga közreműködésével felülről vezeti be az olajat a keringtető vezetéken keresztül a csapágyhoz.

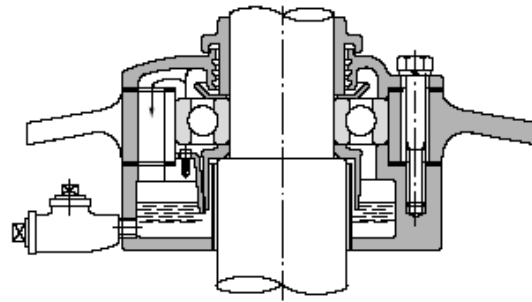
5. Centrifugális olajkenés

A 11.7 ábra szállító keringtető tárcsát ábrázol, ami belemerül az olajteknőbe. A centrifugális erő elvén magas fordulaton az olaj egy bevezető csőbe jut, ami a csapágy felett található, majd onnan a csapágyba kerül.

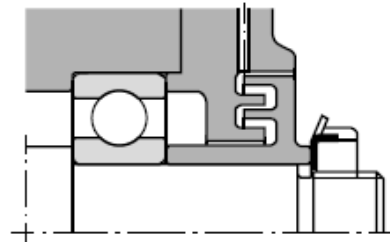
Ezt a rendszert csak igen magas fordulatszámok mellett tudjuk csapágykenési célokra alkalmazni, például rakodóknál, szupertöltőknél.

6 Olajkődkenés

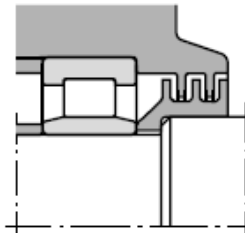
Sűrített levegőnyomás alkalmazásával a kenőolajat diszpergálják és a csapágyhoz juttatják be. Ennek a módszernek az ezt jellemző igen alacsony



11.3 Ábra Szűrőolajkenés



12.4 Ábra Axiális labirint-tömítés



12.5 Ábra Radiális labirint-tömítés

kenőanyag-ellenállás miatti alkalmazása különösen a magas fordulatszámokon dolgozó csapágyaknál kedvező. Amint azt a 11.8 ábra szemlélteti, ennek a módszernek a segítségével egyidejűleg több csapágy is kenőanyaggal látható el. Emellett az olajfelhasználás mértéke igen csekély.

7. Olaj-levegő kenés

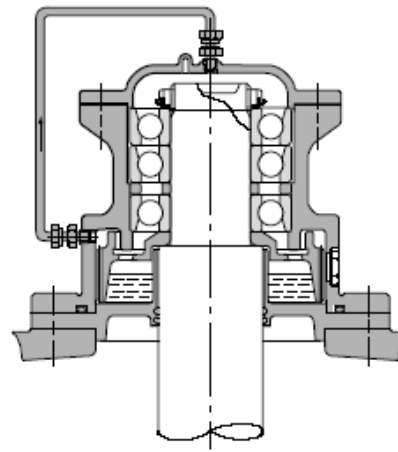
Olaj - levegő kenési módszerrel előre meghatározható kis mennyiségű olajat lehet tervezett időközökben az olajozási helyre juttatni. A 11.9 ábra szerint az egyes csapágyakhoz sűrített levegő közbeiktatásával juttatják el az olajat meghatározott mennyiségben.

Mivel állandóan friss olajat szállítanak, idegen anyag nem juthat be a rendszerbe. A sűrített levegő hűtőhatására a csapágyemelegedés nem jelentős. Miután az olajfelhasználás is kismértékű, a rendszer környezetvédelmi szempontokból is kedvezőnek mondható.

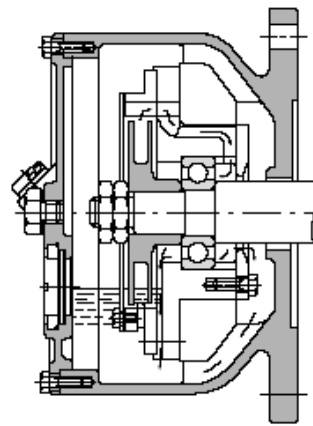
8. Olaj-befecskendezéses kenési eljárás

Ennél az olajozási eljárásnál az olajat magas nyomáson oldalról közvetlenül a csapágyba az olajozási helyre fecskendezi be a rendszer. Ez a kenési módzat magas hőmérsékleteken és kedvezőtlen üzemi feltételek mellett, valamint csapágyak magas fordulatszámainál jól bevált az eddigi gyakorlatban. Ezt a módszert alkalmazzák például gázturbináknál, sugárhajtóműveknél, de vannak további felhasználási területei is általában ott, ahol a legmagasabb fordulatszámok mellett üzemelnek a csapágyak. Praktikus esetben a d, n érték körülbelül $2,5 \cdot 10^6$.

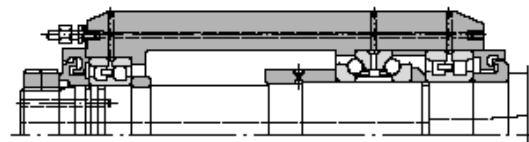
Az olajat egy fúvókán keresztül fecskendezik a csapágyba, más esetekben a tengelyen keresztül is megtörténhet az olaj bevezetése, majd a centrifugális erő elvén az olaj furatokon keresztül jut a kenési helyekre.



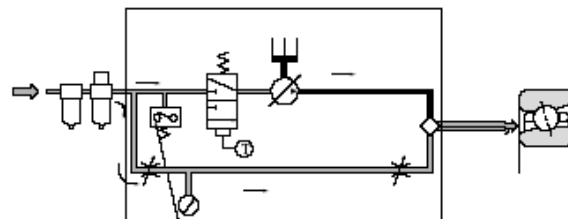
11.6 Ábra Keringtető olajkenés



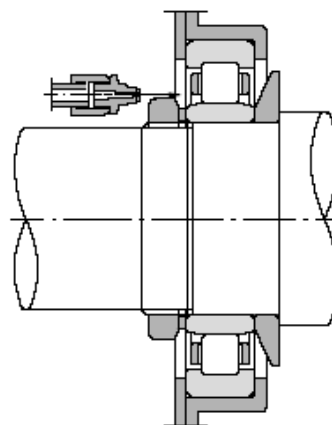
11.7 Ábra Centrifugális elven működő olajkenés



11.8 Ábra Olajködkenés



11.9 Ábra Olaj-levegő kenés



11.10 Ábra Oljbefecskendezéses kenési eljárás

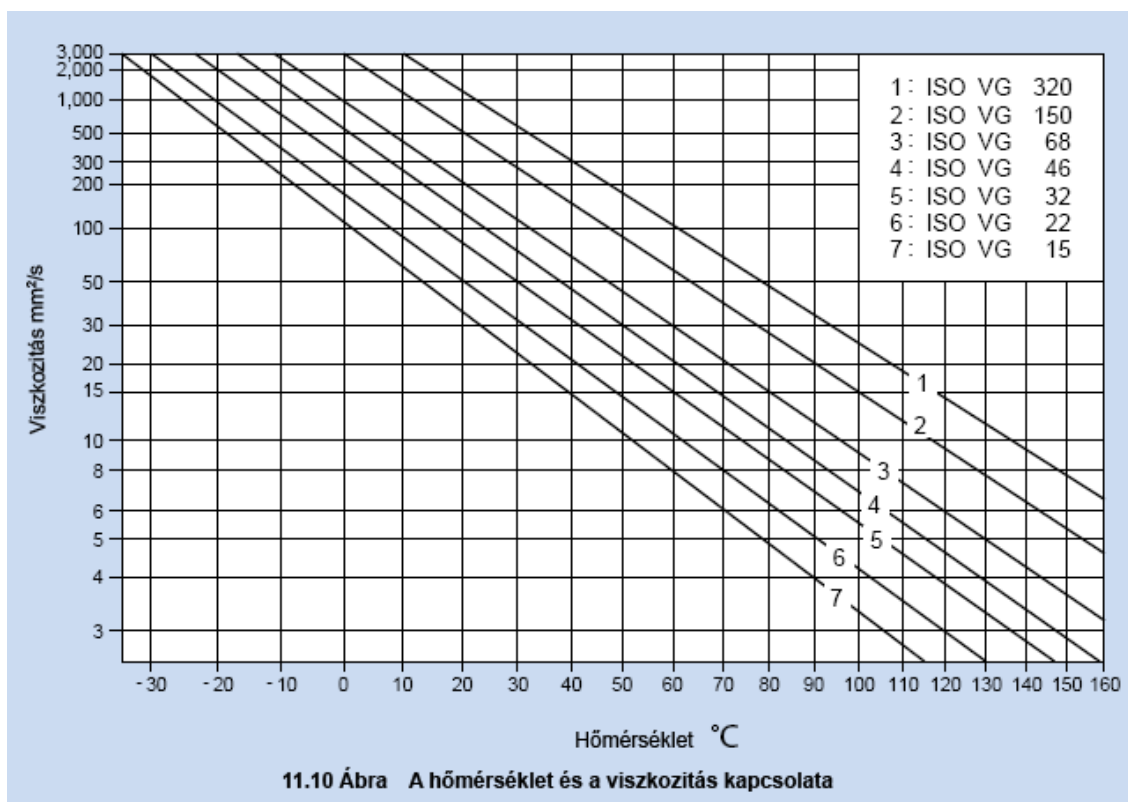
11.3.2 Kenőolajok

A gördülőcsapágyak kenési céljaira túlnyomó részben normál körülmények között ásványi olajokat alkalmaznak, melyeket orsóolajnak, gépolajnak, vagy turbinaolajnak neveznek és ezeken a neveken is hozzák forgalomba. Igen alacsony hőmérsékleteknél, $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatt, illetve magas hőmérsékleteknél, így $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ felett előtérbe kerül a szintetikus olajok jelentősége, melyek a siészterolajok, szilikon- és fluorolajok.

A hőmérsékletfüggő viszkozitás a legfontosabb kenőanyag-tulajdonság és döntő annak kenhetőségi képességére. Az alacsony viszkozitású kenőolajok nem képesek elfogadható hordképességgel rendelkező olajfilm kialakítására úgy, hogy a gördülőtestek és a pályáik közötti fémes érintkezés elkerülhetlenné válik, ami aztán előbb-utóbb maradandó csapágykárosodáshoz vezethet. Ha a viszkozitás túl magas, abban az esetben megnő a súrlódási veszteség és a súrlódási hő keletkezésével nő a csapágymelegedés mértéke is. Általánosan azt kell megállapítani, hogy gyors fordulaton dolgozó csapágyak esetében inkább az alacsony viszkozitású a magas terheléseknél pedig inkább a magas viszkozitású olajok jönnek elsősorban számításba.

A 11.3 táblázatban az üzemi hőfoknál minimálisan elvárt viszkozitási értékek vannak az egyes kenőolajra vonatkozóan feltüntetve különféle csapágyakhoz. A 11.11 diagramból látható, hogyan változik meg a különböző üzemi hőfokokon a viszkozitás értéke különféle olajok esetében.

A kenőolaj kiválasztása során a 11.4 táblázat segítségével az esetek többségében meg lehet állapítani, milyen viszkozitású olaj kell egy meghatározott üzemi feltétel esetén.



A csapágy üzemi hőmérséklete C	dn-érték	Kenőolaj-viszkozitás mm ² /mp		Csapágyfajta
		Normál terhelés	Nehéz terhelés, Lökésterhelés	
-30~ 0	Határfordulatszámig	22, 32	46	Minden csapágyfajta
0~ 60	15,000 Up to	46, 68	100	
	15,000 ~80,000	32, 46	68	
	80,000 ~150,000	22, 32	32	
60~100	150,000~500,000	10	22, 32	Egysoros radiális goly. csap., hengergörgős csap.
	15,000 Up to	150	220	Minden csapágyfajta
	15,000 ~80,000	100	150	
	80,000 ~150,000	68	100, 150	Kivéve axiális golyóscsapágyak
150,000~500,000	32	68	Egysoros radiális goly. csap., hengergörgős csap.	
100 ~150	Határfordulatszámig	320		Minden csapágyfajta
0~ 60		46, 68		Beállító görgőscsapágyak
60~100		150		

Megjegyzés: Olajfűrdős, illetve olajkeringetési kenési módzatoknál

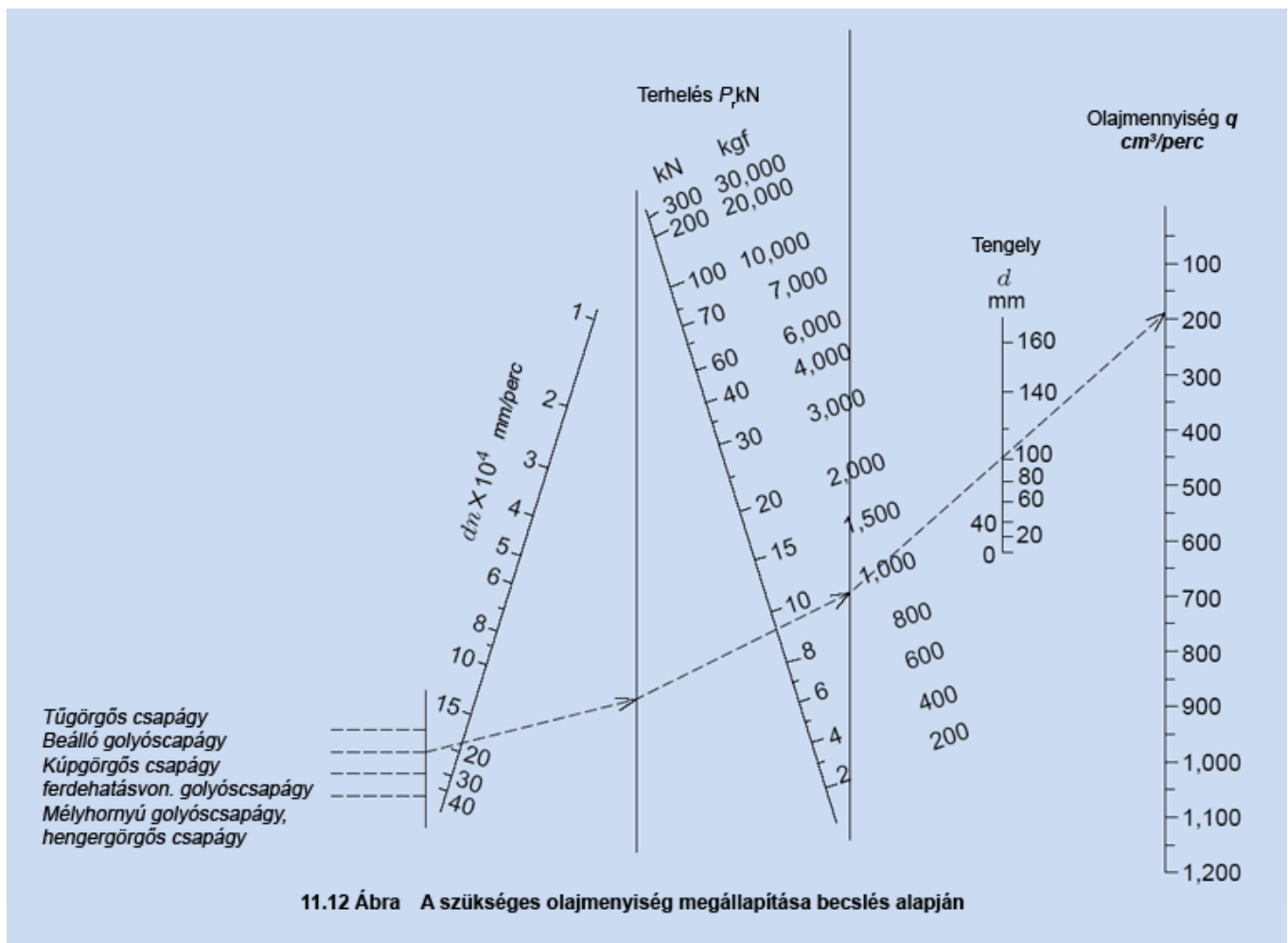
11.4 Táblázat A kenőolaj kiválasztása

11.3.3 A Kenőolaj mennyisége

Azoknál a kenési rendszereknél, melyeknél a kenőanyagok nyomás útján kerülnek a kenési helyre, általában egyensúlyt lehet tartani a rendszerben keletkező hőfejlődés, mely a csapágyak futása és egyéb hőforrások hatására keletkezik és az olaj, csapágyház és részei által elszívott hő mennyisége között.

Az ehhez szükséges olajmennyiséget hozzávetőlegesen a 11.12 ábra diagramjának felhasználásával tudjuk megállapítani.

Mivel a ház által elvezetett hő mennyisége a ház kialakítási formájának függvénye, a 11.1 képlettel megállapított olajmennyiségeket egy 1,5 -től 2,0 -ig terjedő tényezővel meg kell szorozni. Később, a próbaüzemelés során az adott helyzetnek megfelelően ezt a mennyiséget megfelelő mértékkel csökkenteni lehet. Ha a szükséges kenőanyag-mennyiség megállapítása során abból indulunk ki, hogy a ház hőt nem von el, akkor az azt jelenti, hogy a teljes keletkezett hőmennyiséget az olajkenés kell, hogy kompenzálja. A "0" pontot függőlegesen a "d" tengelyátmérőhöz a 11.12 ábránál hozzáigazítjuk attól függetlenül, hogy a tényleges tengelyátmérő hány mm.



11.3.4 Olajcsere

Az az időintervallum, aminek elteltével a kenőolajat cserélni szokták, függ az üzemi körülményektől, az olajmennyiségétől, valamint az alkalmazott olajfajtától. Általánosságban azt lehet mondani, hogy olajcsere - normál körülmények között - évente van szükség és az üzemi hőmérséklet nem emelkedik 50 °C fölé. Magasabb üzemi hőmérsékletek esetén 80 -100 °C között például minimálisan 3 havonta kell az olajcserét végrehajtani.

Fontos aggregátok esetében ezt az időintervallumot részletesen elemezni szokás, megvizsgálandó az, hogy az olaj az adott időpontban még megfelelő kenőképességekkel rendelkezik-e?

Az elemzések alapján azután már az olajcsere optimális idejét biztonságosan meg lehet határozni.

 Előző fejezet

 Vissza a tartalomhoz

Következő fejezet 