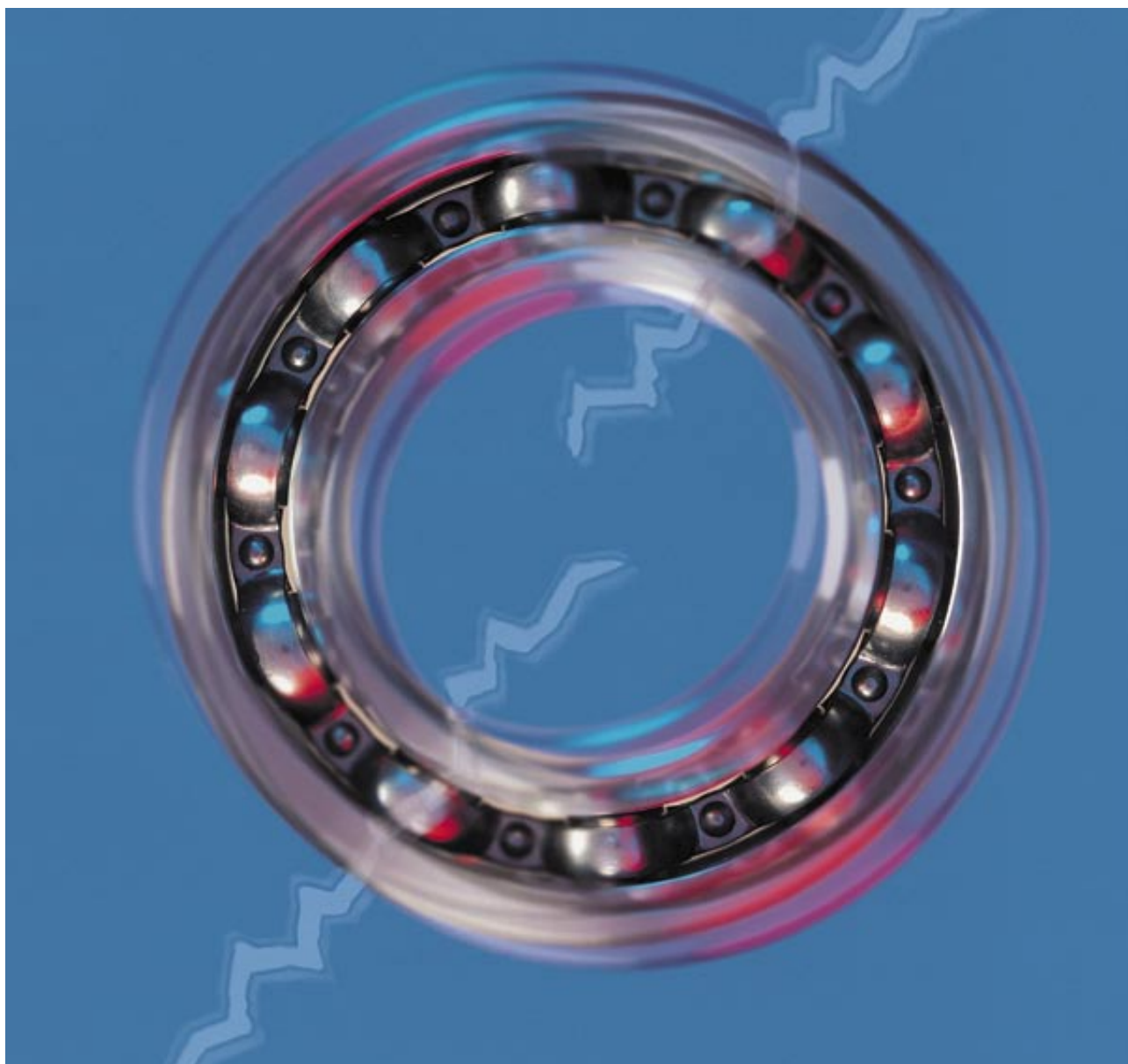


Csapágyhibák és okai



Tartalom

Bevezetés	3
Csapágyhibák és okai	3
Hogyan határozható meg a csapágy élettartama?	3
Pályaképek – mintázatok és magyarázatuk	4
A csapágykárosodás különféle típusai	9
Kopás	10
Koptató-dörzsölő részecskék okozta kopás	10
Elégtelen kenés okozta kopás	11
Rezgés okozta kopás	12
Benyomódások	14
Hibás szerelés és túlterhelés okozta benyomódások	14
Idegen részecskék okozta benyomódások	16
Elkenődés	17
A görgővégek és vezetőperemek elkenődése	17
A görgők és futópályák csúszási kenődése	18
A görgők osztásának megfelelő futópálya elkenődés	19
Külső felületek elkenődése	21
Elkenődés axiális csapágyakban	22
Veszélyes felületi károsodások	23
Korrózió	24
Mélyen keletkező rozsdá	24
Illesztési korrózió	25
Átmenő villamosáram okozta károsodás	26
Pikkelyesedés (lepattogzás)	28
Előterhelés okozta lepattogzás	29
Ovális házba való csapágy benyomás okozta lepattogzás	30
Axiális benyomás okozta lepattogzás	31
Szöghiba okozta lepattogzás	32
Benyomódások okozta lepattogzás	33
Elkenődés okozta lepattogzás	34
Mélyen keletkező rozsdá okozta lepattogzás	35
Illesztési korrózió okozta lepattogzás	36
Kráterek vagy recézettség okozta lepattogzás	37
Repedések	38
Durva kezelés okozta repedések	39
Kúpos felületre való túlzott felnyomás okozta repedések	40
Elkenődés okozta repedések	41
Illesztési korrózió okozta repedések	42
Kosárszerkezetek károsodása	43
Rezgés	43
Túl nagy sebesség	43
Kopás	43
Blokkolás	43
A kosárszerkezet károsodásának egyéb okai	43

Bevezetés

Csapágyhibák és okai

A csapágyak a gépek túlnyomó többségében a legfontosabb alkatrészek közé tartoznak, így a teherbírásuknak és megbízhatóságuknak eleget kell tenniük egzakt követelményeknek is. Ezért természetes, hogy a gördülő-csapágyak kimagasló fontosságúak és évek óta kiterjedt kutatások tárgyai. Valójában, a gördülő-csapágyak kutatása a tudomány egy különleges ágává fejlődött. Az SKF kezdetől fogva élen jár és vezet e területen. Ezen kutatás hasznai közé tartozik az a képesség, hogy a csapágyak élettartamát nagy pontossággal ki lehet számítani, ami lehetővé teszi a kérdéses gép élettartamának összevetését a csapágy élettartamával. Sajnos előfordul néha, hogy a csapágy nem éri el kiszámított névleges élettartamát. Ennek több oka lehet – a számítottnál nagyobb terhelés, nem elegendő vagy nem megfelelő kenés, gondatlan kezelés, rossz hatásfokú tömítés vagy túl szoros illesztések, melyek elégtelen belső csapágyházagot eredményeznek. Ezen tényezők mindegyike a maga különleges csapágykárosodást okoz és a csapágyon rajta hagyja a maga speciális jelét. Következésképpen, egy károsult csapágyat megvizsgálva a legtöbb esetben véleményt lehet alkotni a kár, ill. a hiba okáról és ezután a szükséges intézkedéseket megtenni, hogy az ismétlődést megakadályozzuk.

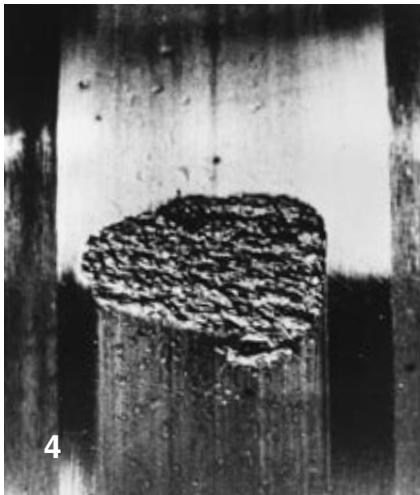
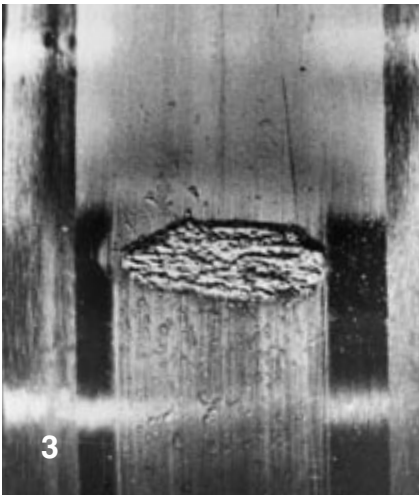
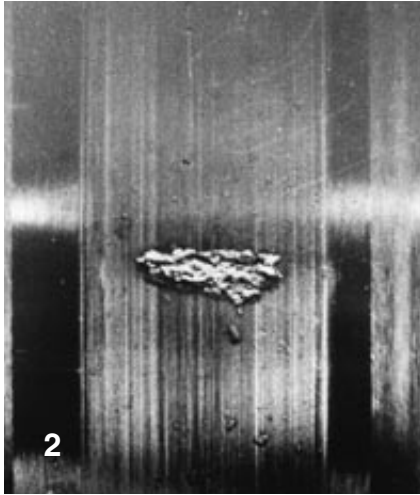
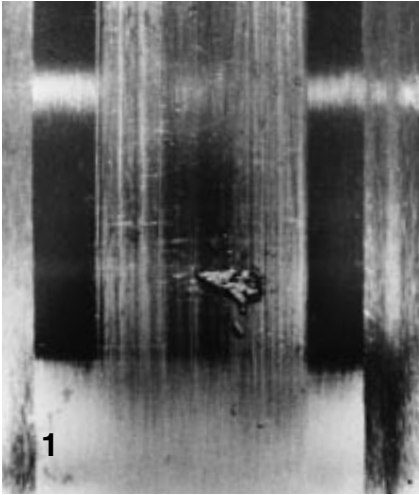
Hogyan határozható meg a csapágy élettartama?

Egy gördülőcsapágy nem foroghat örökké. Hacsak nincsenek ideális üzemi körülmények és a kifá-

radásos terhelési határértéket nem érjük el, az anyagkifáradás előbb-utóbb bekövetkezik. Az az időtartam, amíg az anyagfáradás első jele megjelenik függvénye a csapágy megtett fordulatainak és a terhelés nagyságának. Az anyag kifáradása azon nyíró-feszültségek eredménye, melyek közvetlenül a teherviselő felület alatt, ciklikusan megjelennek. Bizonyos idő elteltével ezek a feszültségek repedéseket okoznak, melyek fokozatosan terjednek a felszínig. Amint a gördülő-elemek elhaladnak a repedések fölött, anyagrészek válnak le. Ez a jelenség mint lepattogzás,

leválás ismeretes. A lepattogzás fokozatosan növekszik, lásd 1-4 ábrák, végül a csapágy üzemkép- telenné válik. A gördülőcsapágy élettartama úgy határozható meg, mint a csapágy azon fordulatszáma, amelyet megtesz addig, amíg bekövetkezik a kezdődő lepattogzás. Ez nem jelenti azt, hogy ezután a csapágy nem használható. A lepattogzás viszonylag hosszú, elnyújtott folyamat, amely jelenlétét jelzi a növekvő zajjal és a csapágy vibrációs szintjével. Ezért szabályként elmondható, hogy a csapágy cseréjének előkészítésére bőségesen van idő.

1–4. ábrák A lepattogzás fokozatai



Pályaképek – mintázatok és magyarázatuk

Ha egy gördülőcsapágy teher alatt forog a gördülőelemek és a futópályák érintkezési felületei valamennyire fénytelené, mattá válnak. Ez a szó szokásos értelmében nem a kopás jele, és a csapágy élettartama szempontjából nincs jelentősége. A külső-, ill. a belső gyűrű matt felületén kialakult mintázatot - e tanulmány céljából – pályamintázatnak nevezték el. Ezen mintázat képe a forgási és terhelési viszonyoktól függően változik. Egy üzemben használt, kisserelt csapágy pályamintázatát megvizsgálva lehetséges véleményt alkotni a csapágy üzemi körülményeiről. Ha megtanulunk különbséget tenni normális és abnormális pályamintázatok között, akkor minden

esélyünk megvan annak helyes megállapítására, hogy a csapágy vajon a megfelelő körülmények között üzemelt-e. A következő ábrák sorozata bemutatja mind a különböző forgási és terhelési viszonyok hatására (5 – 11. ábrák), mind az abnormális feltételek következtében keletkezett tipikus mintázatok (12 – 18. ábrák). A csapágykárosodás az esetek többségében a pályamintázatokon belül keletkezik, s mihelyt ismertessé válik a mintázat megjelenési formája és elhelyezkedése, hasznos segítségnek bizonyul a károsodás okának megállapításánál. Illusztráció céljára mély hornyú golyóscsapágyakat és axiális

golyóscsapágyakat használunk, mivel ezek mutatják a jellegzetes pályamintázatokat. Bizonyos módosításokkal, az ábrák más típusú csapágyakra is vonatkoztathatók.

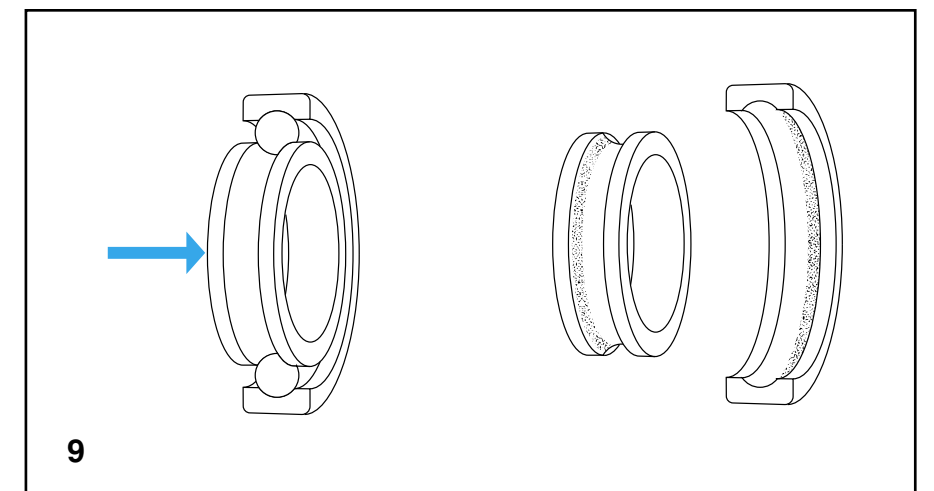
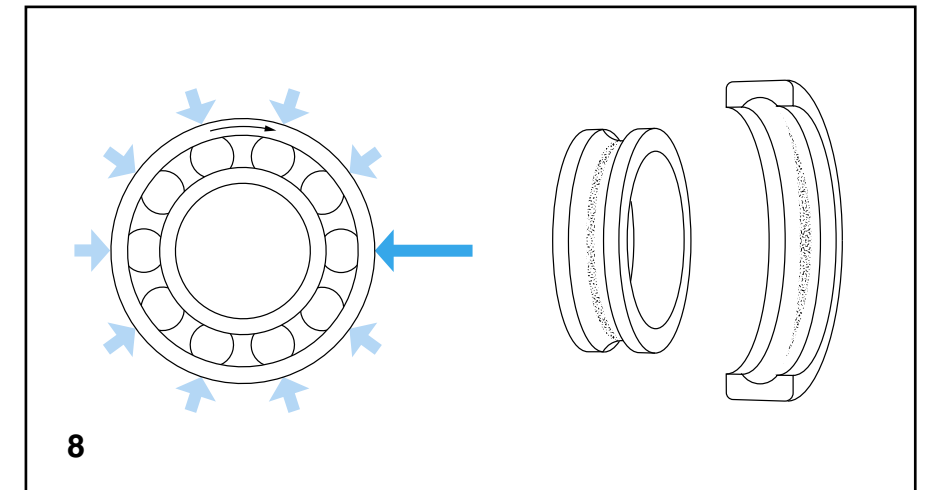
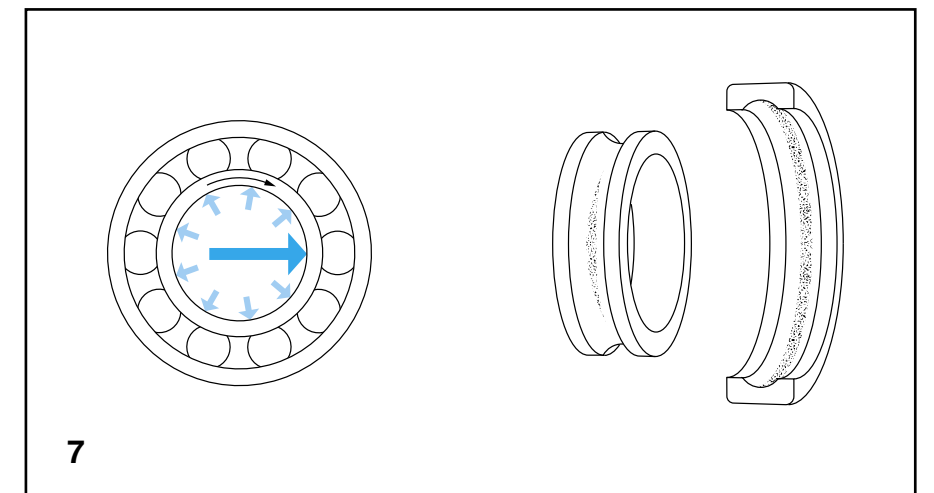
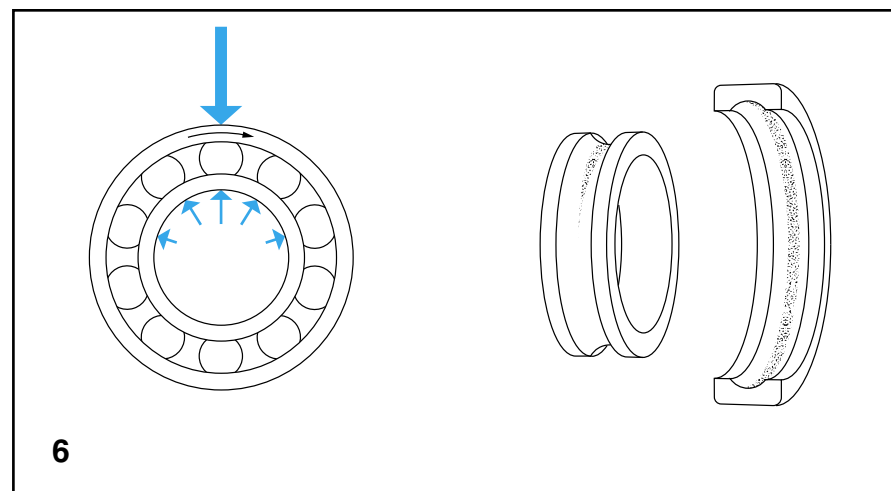
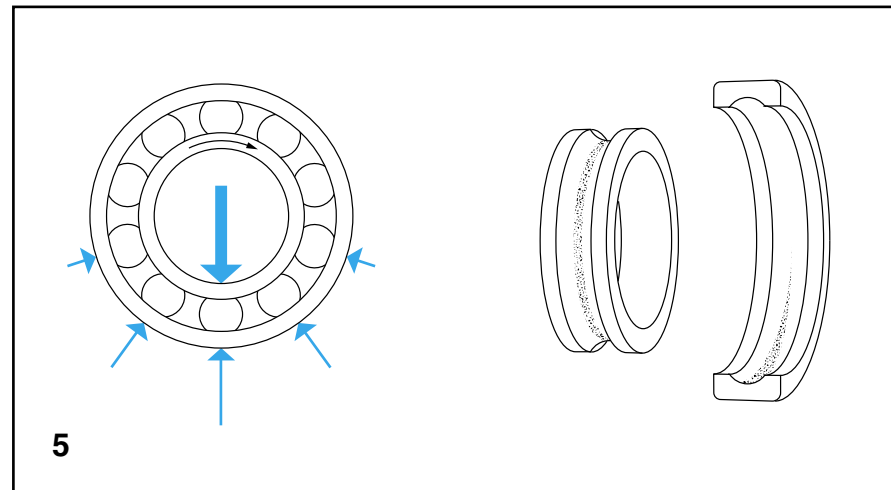
5. ábra Egyirányú radiális terhelés. Forgó belső gyűrű – álló külső gyűrű. Belső gyűrű: a mintázat szélességében egyenletes, középen helyezkedik el és a futópálya teljes kerületére kiterjed. Külső gyűrű: a terhelés hatásvonalaiban a legnagyobb és a végek felé elhalványodik. Normál illesztések és hézag esetén a mintázat kiterjed a futópálya kerületének majdnem a felére.

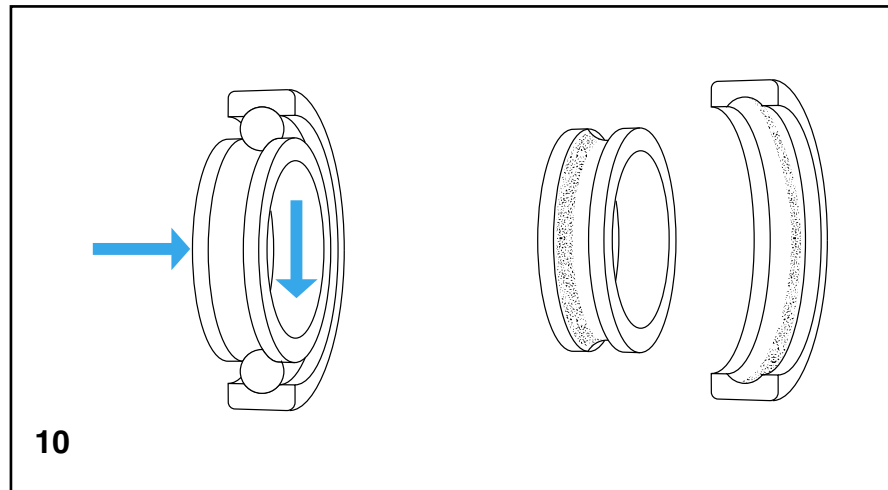
6. ábra Egyirányú radiális terhelés. Álló belső gyűrű – forgó külső gyűrű. Belső gyűrű: a mintázat a terhelés hatásvonalaiban a legnagyobb és a végek felé elhalványodik. Normál illesztések és hézag esetén a mintázat kiterjed a futópálya kerületének majdnem a felére. Külső gyűrű: a mintázat egyenletes szélességű, középen helyezkedik el és a futópálya teljes kerületén megtalálható.

7. ábra Belső gyűrűvel fázisban együtt forgó radiális terhelés. Forgó belső gyűrű – álló külső gyűrű. Belső gyűrű: a terhelés irányában legszélesebb pályamintázat és a vége felé elhalványodik. Normál illesztések és hézag esetén a mintázat kiterjed a futópálya kerületének majdnem a felére. Külső gyűrű: a pályamintázat kiterjed a futópálya egész kerületére, szélességében egyenletes és középen helyezkedik el

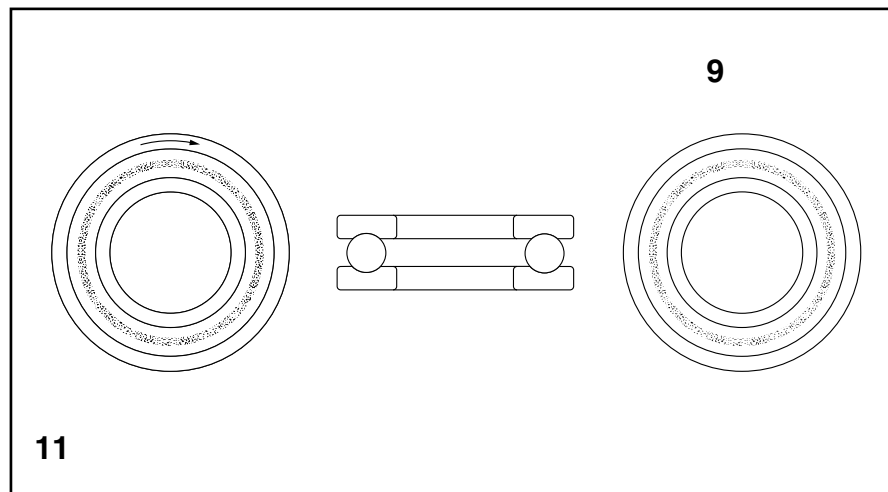
8. ábra Külső gyűrűvel fázisban együtt forgó radiális terhelés. Álló belső gyűrű – forgó külső gyűrű. Belső gyűrű: a pályamintázat szélességében egyenletes, középen helyezkedik el és kiterjed a futópálya teljes kerületére. Külső gyűrű: a pályamintázat a terhelés irányában a legszélesebb és a vége felé elhalványodik. Normál illesztések és hézag esetén a mintázat kiterjed a futópálya kerületének majdnem a felére

9. ábra Egyirányú axiális terhelés. Forgó belső vagy külső gyűrű. Belső és külső gyűrűk: pályamintázat szélességében egyenletes, kiterjed mindkét gyűrű futópályájának teljes kerületére és oldalirányba eltolódik

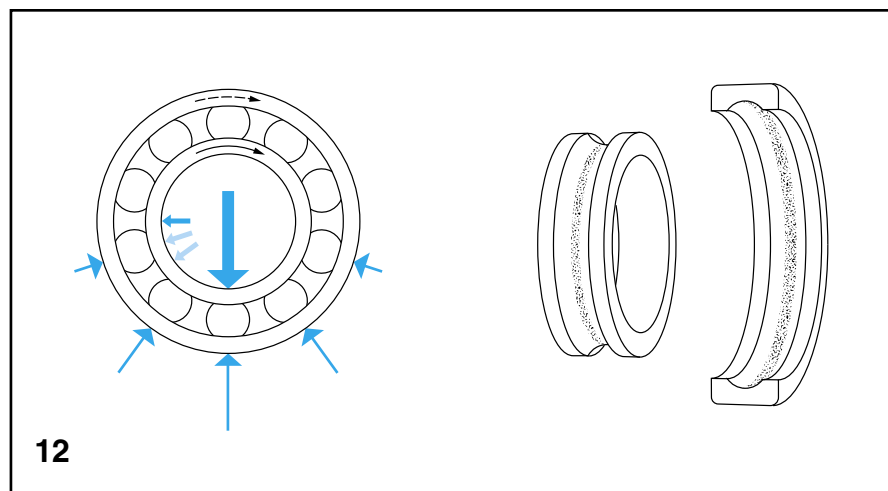




10. ábra Egyirányú radiális és axiális terhelés kombinációja. Forgó belső gyűrű – álló külső gyűrű.
Belső gyűrű: a pályamintázat szélességében egyenletes, kiterjed a futópálya teljes kerületére és oldalirányba eltolódik
Külső gyűrű: pályamintázat kiterjed a futópálya teljes kerületére és oldalirányba eltolódik. A mintázat a radiális terhelés irányába a legszélesebb

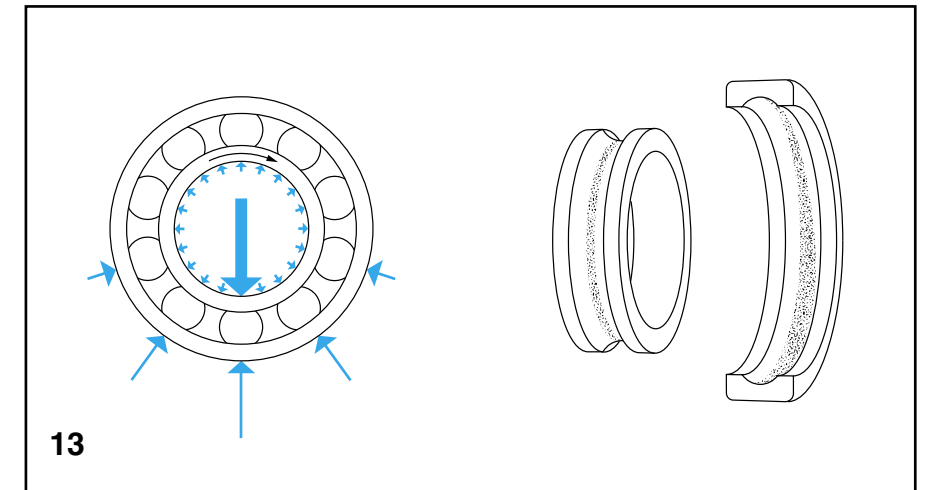


11. ábra Egyirányú axiális terhelés. Forgó tengelytárcsa – álló fészektárcsa.
Tengely- és fészektárcsák: a pályamintázat szélességében egyenletes, mindkét tárcsa esetén kiterjed a futópálya teljes kerületére

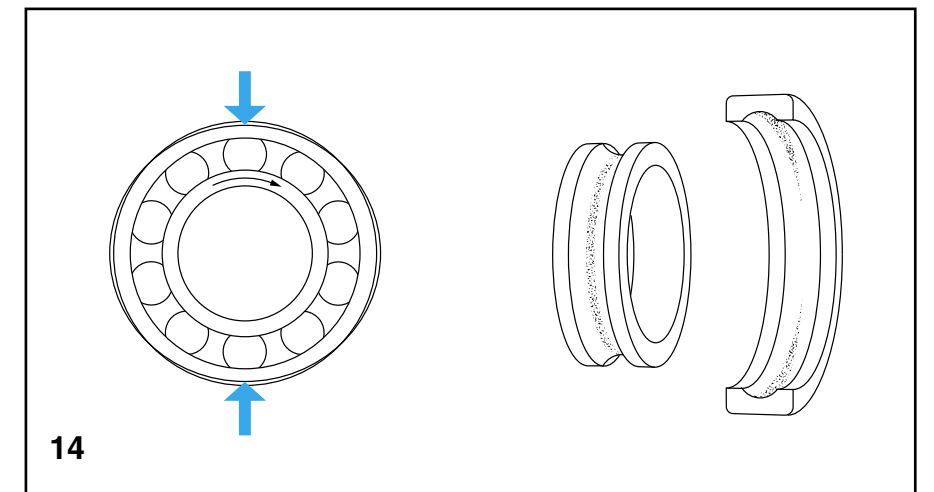


12. ábra Egyirányú radiális terhelés + kiegyensúlyozatlanság. Forgó belső gyűrű – vándorló külső gyűrű.
Belső és külső gyűrűk: a pályamintázat szélességében egyenletes, kiterjed mindkét gyűrű futópályájának teljes kerületére

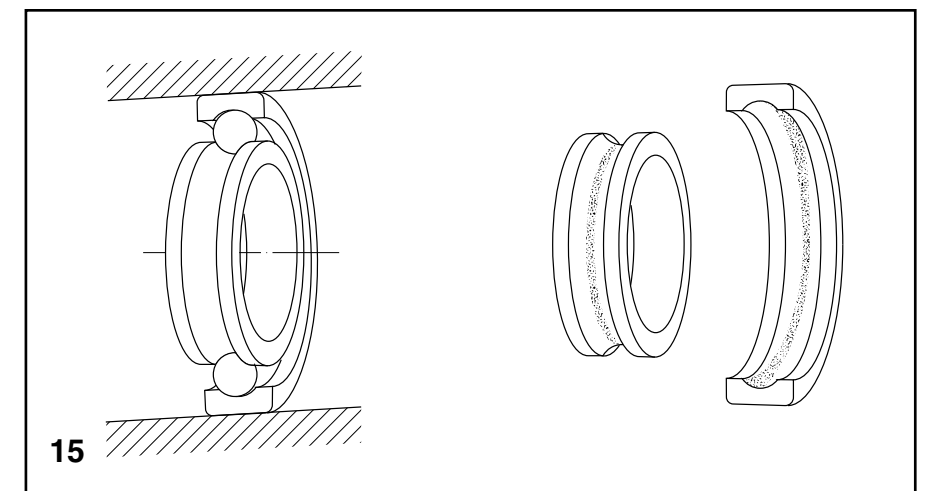
13. ábra Túl szoros illesztés – előterhelés. Egyirányú radiális terhelés. Forgó belső gyűrű – álló külső gyűrű.
Belső gyűrű: a pályamintázat szélességében egyenletes, középen helyezkedik el és a futópálya teljes kerületére kiterjed
Külső gyűrű: a pályamintázat középen helyezkedik el és a futópálya teljes kerületére kiterjed
A mintázat a radiális terhelés irányában a legszélesebb

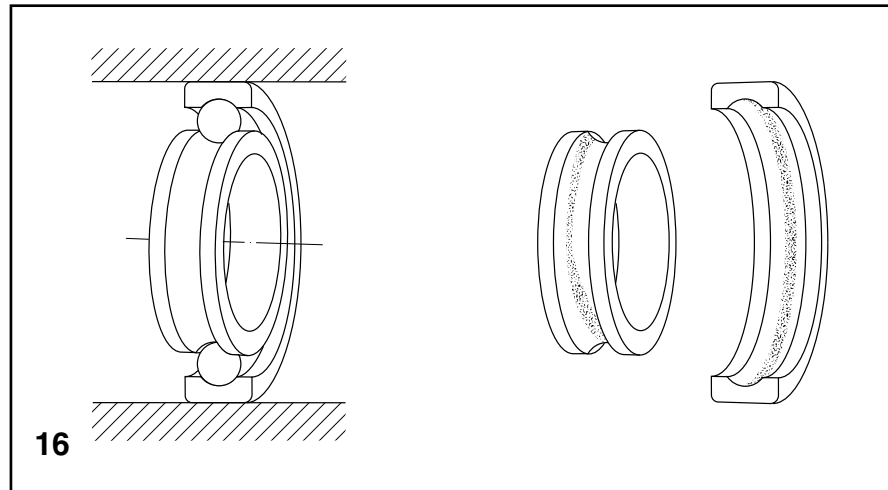


14. ábra A külső gyűrű ovális összenyomása.
Forgó belső gyűrű – álló külső gyűrű.
Belső gyűrű: a pályamintázat szélességében egyenletes, középen helyezkedik el és a futópálya teljes kerületére kiterjed.
Külső gyűrű: a pályamintázat a futópálya átmérőjének ellentétes szegmensein helyezkedik el.
A mintázat ott a legszélesebb, ahol a nyomás keletkezett

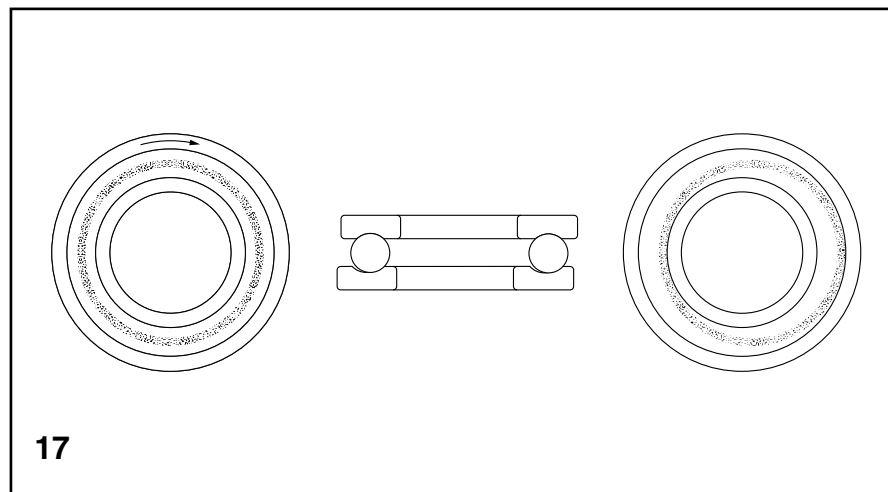


15. ábra Külső gyűrű szöghibás. Forgó belső gyűrű – álló külső gyűrű.
Belső gyűrű: a pályamintázat szélességében egyenletes, középen helyezkedik el és a futópálya teljes kerületére kiterjed
Külső gyűrű: a mintázat az átmérő ellentétes szegmensein a legjellegzetesebb, egymáshoz viszonyítva eltolt

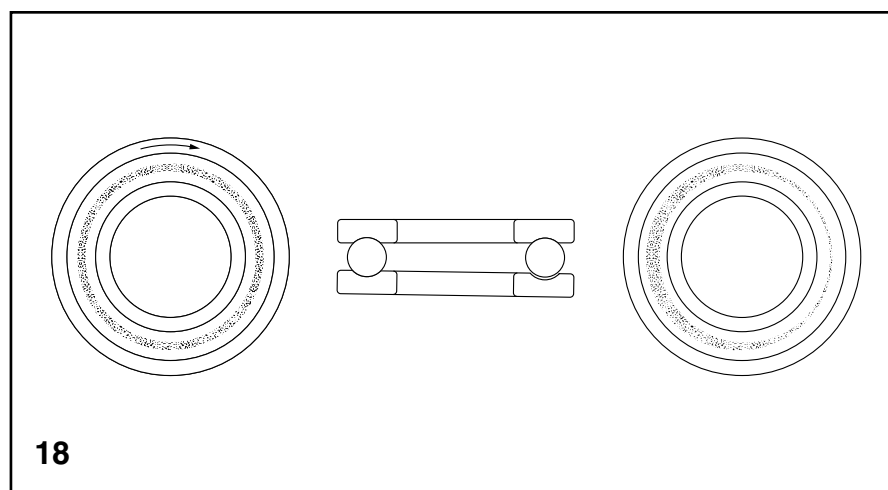




16. ábra Belső gyűrű szöghibás. Forgó belső gyűrű – álló külső gyűrű. Belső gyűrű: a mintázat az átmérő ellentétes szegmensein a legjellegzetesebb, egymáshoz átlóban eltolt. Külső gyűrű: a mintázat a terhelés irányában a legszélesebb és a vége felé elhalványodik. A belső gyűrű szöghibája következtében lecsökken a hézag; a pályamintázat hossza függ a szöghiba, a csapágy hézagának csökkenési nagyságától.



17. ábra A fészektárcsa a tengelytárcsához viszonyítva excentrikusan helyezkedik el. Forgó tengelytárcsa – álló fészektárcsa. Tengelytárcsa: a pályamintázat szélességében egyenletes, közepén helyezkedik el és a futópálya teljes területére kiterjed. Fészektárcsa: a pályamintázat a futópálya teljes területére kiterjed és a futópályához viszonyítva nem központos.



18. ábra A fészektárcsa szöghibás. Forgó tengelytárcsa – álló fészektárcsa. Tengelytárcsa: a pályamintázat szélességében egyenletes és kiterjed a futópálya közepére körös-körül. Fészektárcsa: a mintázat a futópálya közepén helyezkedik el, de a kerületének egy részében szélesebb.

A csapágykárosodások különféle típusai

A csapágykárosodások mindegyike jellegzetes hibákat okoz. Az elsődleges hibák másodlagos károsodást okozhatnak: lepattogzást és repedéseket. Még a primer károsodás is selejtezéshez vezethet, pl. a túl nagy hézag, a rezgés, a zajosság, stb. Egy tönkrement csapágy gyakran mutatja primer és szekunder károsodás kombinációját.

A károsodás típusai következőképpen osztályozhatók:

Primer károsodás

Kopás
Benyomódások
Elkenődés
Felületi károsodások
Korrózió
Villamos áram okozta károsodás

Szekunder károsodás

Lepattogzás
Repedések

A csapágycárosodás különféle típusai

Kopás

Normális esetekben a gördülő-csapágyak kopása nem jelentős. Kopás, azonban előfordulhat idegen részecskék csapágyba való behatolá-sa miatt, vagy ha elégtelen a kenés. A nem működő csapágy kopását okoz-hatja vibráció is.

Koptató részecskék okozta kopás

A futópályák, gördülőelemek és kosa-rak kopását okozhatják a csapágyba valamiképpen behatolt kis, koptató részecskék. A felületek homályossá válnak a koptató részecskék durva szemcsézetétől és természetétől füg-gően. Néha a sárgaréz kosár kopása-kor a leváló részecskék rézpatinává válnak, melyek a világos színű kenő-zsír zöldes elszíneződését okozzák. A koptató részecskék mennyisége fokozatosan növekszik, amint lekopnak a forgó felületekről és a kosárról. Ezért a kopás gyorsuló folyamattá válik, vé-

gül a felületek annyira kopottá válnak, hogy a csapágy működésképtelen lesz. A csak kevésbé kopott csapágyat azon-ban nem kell kicserélni. Tisztítás után ismét használható. A koptató részecskék a tömítők üzemi körülményekhez viszonyított hatástalansága folytán is bejuthattak a csap-ágyba. Bejuthatnak még a szennyezett kenőanyaggal, vagy szerelés folytán is.

Elégtelen kenés okozta kopás

Ha a kenőanyag mennyisége elégte-len, vagy ha a kenőanyag elvesztette kenőképességét, nem keletkezhet olyan olajfilm, melynek elégséges a teherviselő képessége. Előfordul a gördülőelemek és a futópályák közötti fémes érintkezés. Az eredményezett kezdeti kopásnak durván tükrösítő hatása van ("leppel"). A megmunkálás után maradó mikroszkópikus érdes-ség csúcsai letöredeznek, egyidejűleg bizonyos lehengerlő hatás keletkezik, amely az érintett felületen változó fokú, tükröszerű kiképzést okoz. Ebben a stádiumban veszélyes felületi károsodás

is előfordulhat, lásd 23. oldal. Ha a kenőanyag teljesen elhaszná-lódott, a hőmérséklet gyorsan emel-kedik. Az edzett felület ekkor kilágyul és kékes, barnás árnyaltúvá válik. A hőmérséklet olyan magas is lehet, hogy a csapágy berágódik.

Megjelenési forma
Kis benyomódások a futópályán és a gördülőelemeken. Homá-lyos, kopott felületek. Zöldes elszíneződésű kenőzsír.

Oka
A tisztaság hiánya szerelés előtt és alatt.
Hatástalan tömítés.
A kenőanyag a bronzkosár leko-pott részecskéi által szennyezett.

Teendő
A csapágyat csak közvetlenül a szerelés előtt csomagoljuk ki. A munkahelyet és a szerszámot tartsuk tisztán.
Ellenőrizzük és lehetőleg javít-suk a tömítést.
Mindig használjunk friss, tiszta kenőanyagot. A zsírzőfejeket töröljük le. Az olajat szűrjük le.

Megjelenési forma
Gyakran tükrösen kopott felüle-tek; később elszíneződik kéktől barnáig.

Oka
A kenőanyag fokozatosan elhasználódott, vagy elvesztette kenőtulajdonságait.

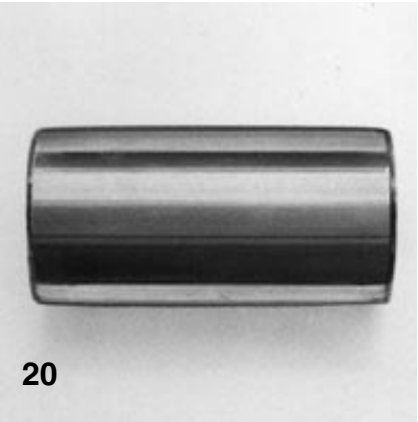
Teendő
Ellenőrizni, hogy a kenőanyag bejut-e a csapágyba.
Gyakoribb kenés.



19. ábra Egy beálló görgőscsapágy külső gyűrűjének futópályái, melyeket a koptató részecskék elkoptattak. Könnyen látható a kopott és nem ko-pott felületeket elválasztó vonal

21. ábra Egy hengergörgő tükröszerű felülete, az elváltozás oka a kevés kenőanyag.

20. ábra Egy nem kellőképpen kent beálló görgőscsapágy külső gyűrűje. A futópályák tükröszerűek.



A csapágycárosodás különféle típusai

Rezgés okozta kopás

Ha a csapágycsapó nem forog, a futópályák és a gördülőelemek között nincs kenőanyag film. A film hiánya fémes érintkezést okoz és a vibráció kis relatív elmozdulásokat idéz elő a gyűrűk és a gördülőelemek között, ami a felületekről kis részecskék leválásához vezet, ennek eredménye a futópályák benyomódása. Ez a károsodás, mint albrinellezés ismeretes. A golyók szférikus mélyedéseket, a görgők barázdákat produkálnak. A benyomódások alján sok esetben vörös rozsa látható. Ennek oka a leváló

részecskék oxidációja, ugyanis ezeknek a felülete a térfogatukhoz képest nagy, mivel ki vannak téve a levegő hatásának. A gördülőelemeknél sohasem figyelhető meg károsodás. Minél nagyobb a rezgés energiája, annál súlyosabb a károsodás, melyet befolyásol az időtartam és a csapághézag, de a rezgés frekvenciájának láthatólag nincs jelentős hatása. A görgőscsapágycsapók hajlamosabbnak bizonyultak az ilyen károsodásra, mint a golyóscsapágycsapók, ami annak tulajdonítható, hogy a golyók minden irányban gördülhetnek. A görgők viszont csak egy irányban gördülnek, más irányban

csúsznak. A hengergörgőscsapágycsapók a leginkább hajlamosak ezen típusú károsodásra. A rezgés okozta barázdáltság néha nagyon hasonlít az áram áthaladása által okozott barázdáltsághoz. Ez utóbbi esetben azonban a barázdák alja sötét, nem fénylik, vagy korrodált. A villamos áram okozta károsodást az a tény is megkülönbözteti, hogy a gördülőelemek is jelzettek.

Megjelenési forma

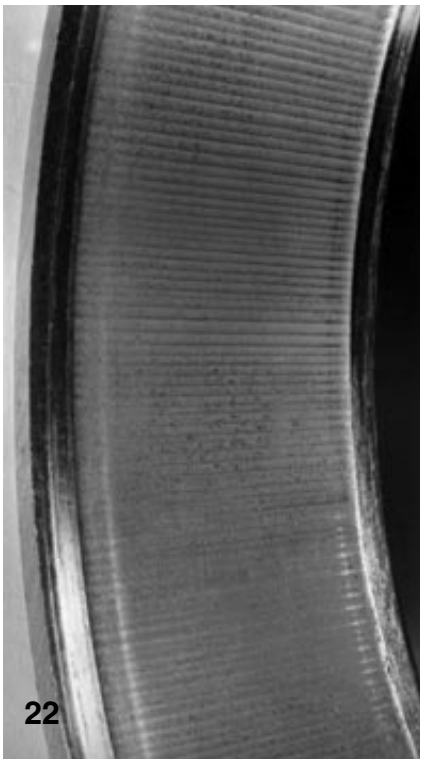
Benyomódások a futópályákon. A benyomódások görgőscsapágycsapókban hosszúkas, téglalap alakúak, golyóscsapágycsapókban köralakúak. Az aljuk fényes, vagy rozsdás.

Oka

A csapágycsapó álló helyzetben vibrációnak volt kitéve.

Teendő

A csapágycsapót szállítás alatt radiális előterheléssel biztosítani kell. Gondoskodni kell vibrációt csillapító alaplattól. Használjunk, ha lehet golyóscsapágycsapót görgőscsapó helyett, és ahol lehet, olajfürdőben kenést.



22



23

A vibrációs károsodású csapágycsapók általában olyan gépekben találhatók, amelyek nem működnek és olyan gépek közelében vannak, amelyek vibrációkat gerjesztenek. Ilyenek pl. a transzformátorok ventilátorai, tartalék generátorok, hajók segédgépei. A vasúton, közúton vagy hajón szállított gépek csapágycsapói szintén ki lehetnek téve vibrációs károsodásnak.

22. ábra Egy kúpgörgőscsapó külső gyűrűjének vibráció okozta károsodása

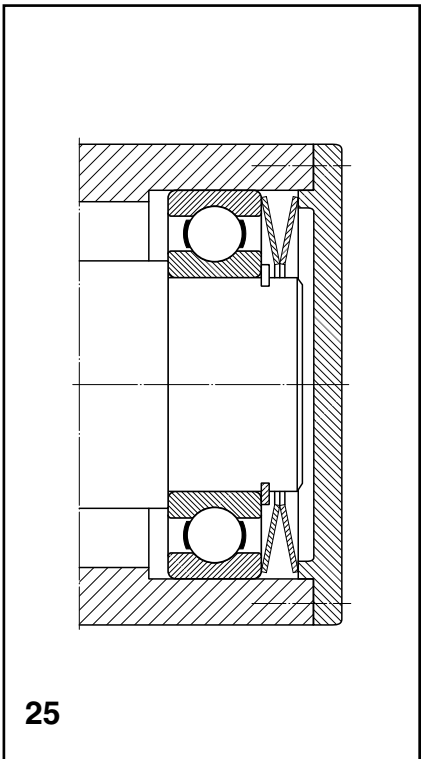
23. ábra Egy hengergörgőscsapó belső gyűrűjének vibráció okozta károsodása, mely a csapó álló helyzetében keletkezett. Nyilvánvaló, hogy a korrodált aljú benyomódások között lévő halványabb barázdálódás arra utal, hogy a gyűrű rövid időközönként helyzetét változtatta.

Ott, ahol a gépek mindig vibrációknak vannak kitéve, fontos, hogy tekintetbe vegyék a vibráció okozta károsodást már a tervezés időszakában. Következésképpen, ahol lehetséges, golyóscsapágycsapókat kell választani görgőscsapó helyett. A golyóscsapágycsapók azon képességét, hogy ellenállóbbak a vibrációs károsodással szemben, jelentősen növelni lehet a rugók axiális terhelésével, lásd a 25. ábrát. Kielégítő védelmet nyújt az is, ha a gördülőelemek a terhelési zónájukban olajfürdőbe merülnek. Vibrációt csillapító alapzat szintén segíti a károsodás megakadályozását. A szállítandó gépek csapágycsapóit védeni lehet a tengely rögzítésével, így megakadályozhatók a kis elmozdulások, melyek a csapágycsapókra károsan hatnak.

24. ábra Vibrációnak kitétt hengergörgőscsapó-gyűrű. A belső gyűrű változtatta helyzetét.

25. ábra Rugós előfeszítés mély hornyú golyóscsapóknál a vibrációs károsodások megelőzésére

26. ábra Egy beállított golyóscsapó külső gyűrűje, melyet vibrációs károsodás ért. A csapó egyáltalán nem forgott



25



24



26

A csapágykárosodások különféle típusai

Benyomódások

A futópályák és a gördülőelemek benyomódásokat szenvedhetnek, ha szereléskor nem a megfelelő gyűrűt nyomják fel, így a nyomóerő a gördülőelemeken halad át, vagy ha a csapágyat akkor terheli abnormális erő, amikor nem forog. Benyomódásokat okozhatnak még a csapágyba behatolt idegen részecskék.

Helytelen szerelés vagy túlterhelés okozta benyomódások.

A benyomódások közötti távolságok megfelelnek a gördülőelemek osztásá-

nak. A golyóscsapágyak benyomódásra hajlamosak, ha olyan nyomásnak vannak kitéve, amely fel- vagy kiszorítás alatt áthalad a golyókon. Különösen vonatkozik ez a beálló golyóscsapágyakra. Beálló görgős-csapágyak esetén a károsodás elkenődés formájú (lásd 17. oldal), következőképpen, ha a nyomás fokozódik, az elkenődésből benyomódás lesz. Ugyanezen jelenségek lépnek föl az olyan kúpgörgős csapágyaknál, melyeken túlságosan nagy az előterhelés álló állapotban. Benyomódásokat szenvednek azok a csapágyak is, amelyeket túl szoro-

san illesztettek, valamint azok a kúpos furatú csapágyak, melyeket a tengely üléken vagy hüvelyen túlságosan felnyomtak.

Megjelenési forma

Benyomódások mindkét gyűrű futópályáin a gördülőelemek egymástól való távolságának megfelelő osztásában.

Oka

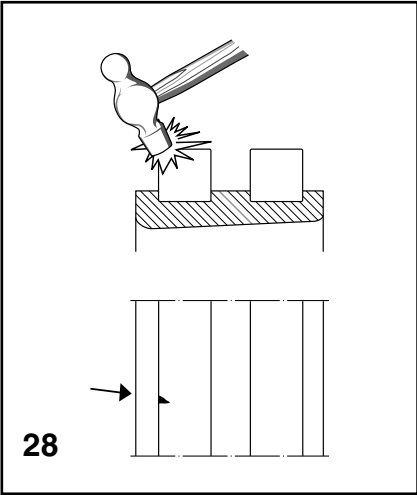
A nem helyes gyűrűre alkalmazott szerelési nyomás. A kúpos csapágyüléken való túlságos felnyomás. Túlterhelés álló állapotban.

Teendő

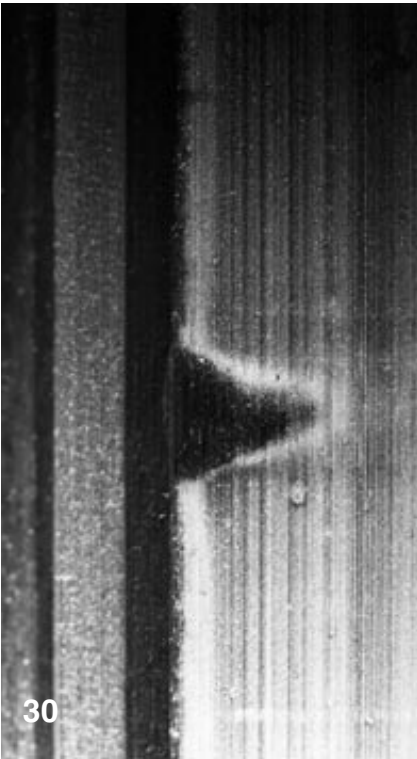
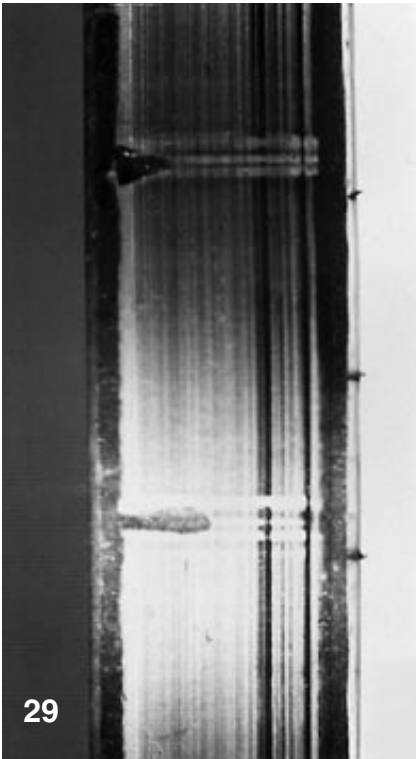
Szerelési nyomóerőt a szoros illesztésű gyűrűn kell alkalmazni. Be kell tartani az SKF kúpos ülékre történő szerelési utasításait. Ki kell kerülni a túlterhelést, vagy nagyobb statikus alapterhelésű csapágyat kell választani.



27. ábra Egy axiális golyóscsapágy tárcsája, melyet álló állapotban túlterhelés ért. A benyomódások keskenyek és radiális irányúak, nem szférikusak, mint a golyóscsapágyakban.



28–30. ábrák Példa a helytelen bántásmód eredményére. Egy kétsorú hengergörgős csapágy görgőjét ütés érte (28. ábra). A görgő kerületéről készült felvétel két átmérőn lévő benyomódást mutat (29.ábra). A görgő benyomódást okozott a belső gyűrű futópályáján (30.ábra)

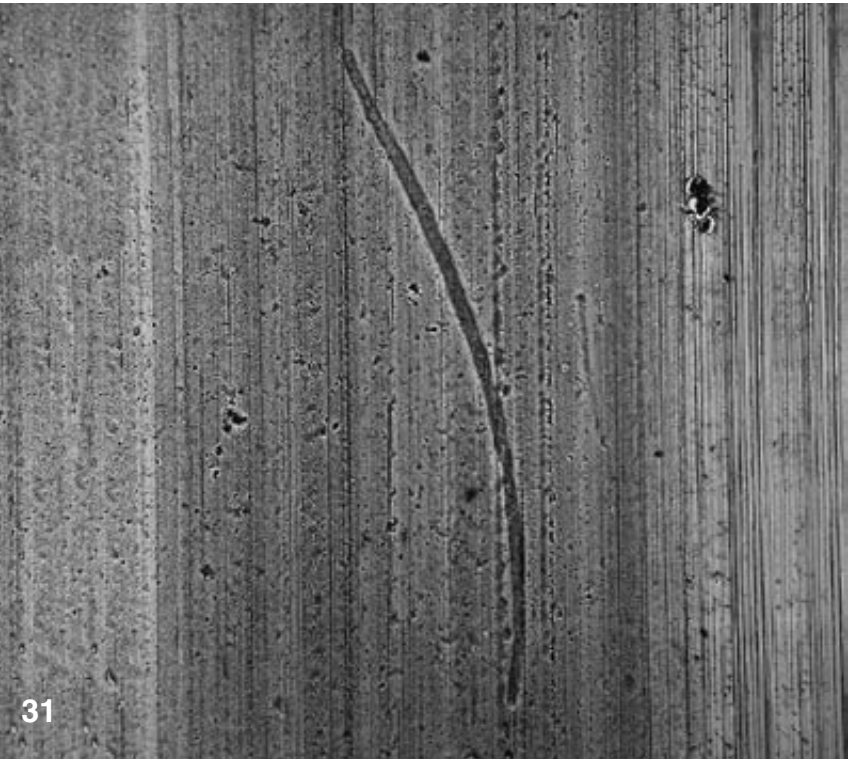


A csapágykárosodások különféle típusai

Idegen részecskék okozta benyomódások

Ha idegen részecskék, mint fémreszelék és sorja jutnak a csapágyba, ezek benyomódásokat okoznak, amint a gördülőelemek behengerlik a futópályákba. A benyomódásokat okozó részecskéknek nem kell keménynek lenniük. Papíros darabkák, gyapothuladék szálai és szárításra használt textíliákat lehet példaként említeni. Ezen részecskék által okozott benyomások általában kis méretűek és eloszlanak teljesen a futópályákon.

Megjelenési forma Kis benyomódások mindkét gyűrű futópályáin és gördülőelemein elosztva.	Oka Idegen részecskék jutottak be a csapágyba.	Teendő Szerelés alatt be kell tartani a tisztasági követelményeket. Szennyezésmentes kenőanyag. Javított tömítés.
--	--	---



31.ábra Szennyezések okozta benyomódások egy hengergörgős csapágy egyik futópályáján – 50 × nagyítás

Elkenődés

Ha két nem megfelelően kent felület egymáson terhelés alatt csúszik, az egyik felületről a másikra anyag kerül át. Ezt nevezzük elkenődésnek. A felületek “feltépődnek” és sérülnek látszanak. Ha elkenődés fordul elő az anyag általában annyira felhevül, hogy újra edződik. Ez a folyamat helyi feszültség-koncentrációhoz vezet, amely repedést vagy felpattogzást okozhat. Gördülőcsapágyakon az elkenődés első sorban a görgővégeken, vezetőperem érintkezéseken fordul elő. Elkenődés akkor is előfordulhat, ha a görgők igen

nagy gyorsulásnak vannak alávetve, amikor belépnek a terhelési zónába. Ha a csapágygyűrűk a tengelyhez, vagy a házhoz viszonyítva forognak, ez szintén elkenődést okozhat, mégpedig a furatban, a külső felületen és a gyűrűk külső homlokfelületein. Axiális csapágyakban akkor fordulhat elő elkenődés, ha a terhelés a forgás sebességéhez képest túl alacsony.

A görgővégek és vezetőperemek elkenődése

Elkenődés előfordulhat a henger- és kúpgörgős, valamint beálló görgőscsapágyaknál a görgővégek és a vezető-

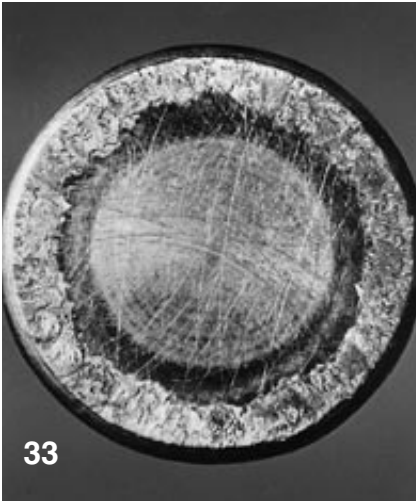
peremek homlok-felületei között. Ez az elkenődés a peremek és a görgők közötti elégtelen kenésnek tulajdonítható. Akkor fordul elő, ha nagy axiális terhelés hat hosszú időn át egy irányba, például ha kúpgörgős csapágyakra túl nagy előterhelés hat. Olyan esetekben, amikor az axiális terhelés irányát változtatja, jóval kisebb az elkenődés, mivel lehetőség van arra, hogy kenőanyag jusson be, amikor a görgővégen időszakosan nincs terhelés. Az ilyen típusú elkenődés nagy mértékben elkerülhető a megfelelő kenőanyag kiválasztásával.

Megjelenési forma Görgővégek és vezető peremek homlokfelületeinek sérülése és elszíneződése.	Oka Nagy axiális terhelés és elégtelen kenés alatti csúszás.	Teendő Megfelelőbb kenés.
--	--	-------------------------------------

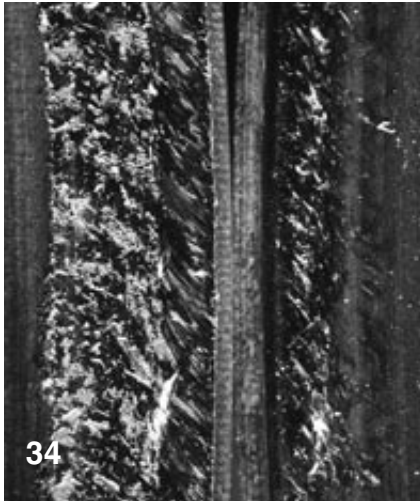
32.ábra Egy szférikus görgőscsapágy görgőjének az elkenődött felülete – 100 × nagyítás



33.ábra Egy hengergörgő végének elkenődése, melyet nagy axiális terhelés és nem megfelelő kenés okozott



34.ábra Vezetőperem elkenődése, mely ugyanazon okoknak tulajdonítható, mint a 33. ábrán látható elkenődés

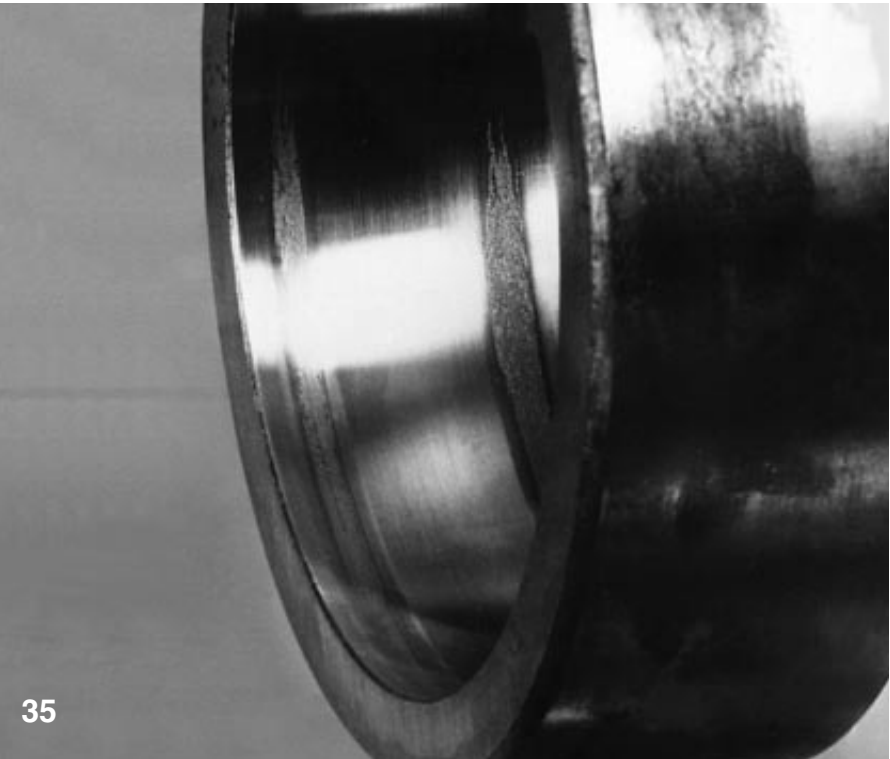


A csapágykárosodások különféle típusai

A görgők és futópályák csúszási kenődése

Bizonyos körülmények között elkenődés előfordulhat beálló és hengergörgős csapágyak görgőinek és futópályáinak felületén. Oka a görgők forgási késése a terheletlen zónában, amikor a gyűrűk nem hajtják a görgőket. Következésképpen a forgási sebességük alacsonyabb, mint amikor a terhelt zónában vannak. Így a görgők nagy gyorsulásnak vannak kitéve, aminek oly nagy csúszás az eredménye, ami elkenődéshez vezet.

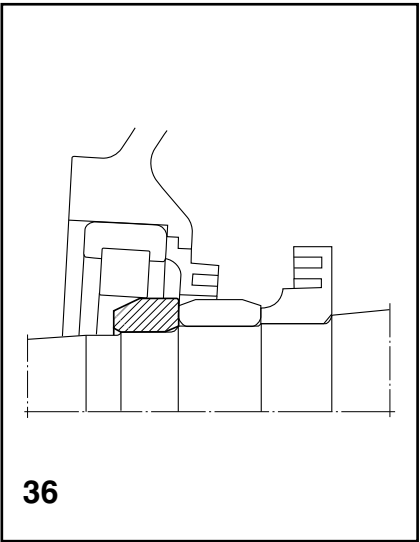
Megjelenési forma A futópályák terhelési zónája kezdetének sérülése és elszíneződése és ugyanez tapasztalható a görgők felületén.	Oka A görgő felgyorsulása a terhelési zónába való belépéskor.	Teendő Megfelelőbb kenőanyag. A csapágyhézag csökkentése.
---	---	--



35. ábra Egy szférikus görgő külső gyűrű futópályáinak csúszási kenődése

Elkenődés a futópályán a görgők osztásának megfelelő közökben
A hengergörgős csapágyak szerelésekor igen gyakran előfordul, hogy a gyűrűt a kosár és görgő készlet szerelésekor ferdén tolják fel, forgatás nélkül. A görgők megkarcolják a másik gyűrű futópályáját, így hosszú, keresztirányú elkenődési sávokat okoznak. A görgők szintén elkenődhetnek. Ez a károsodás elkerülhető a csapágy alapos kenésével és az egyik gyűrű elforgatásával. Ha nagy mennyiségű csapágyat kell szerelni, célszerű szerelőgyűrűt használni, lásd 36. ábra. Hasonló károsodás keletkezik, ha szereléskor az illesztés túl szoros a csapágyhézaghoz viszonyítva, ezzel előterhelés jön létre.

Elkenődési sávok találhatók a beálló görgős- és kúpgörgős csapágyak futópályáin. A sávok a gondatlan kezelés és gyakorlatlan szerelés eredményei. Ütések vagy a nem megfelelő gyűrűre ható nyomás – a csapágy forgatása nélkül – arra vezet, hogy a görgők keskeny, keresztirányú elkenődési sávokat okoznak a futópályákon, lásd 38.ábra.



36.ábra Szerelőgyűrű

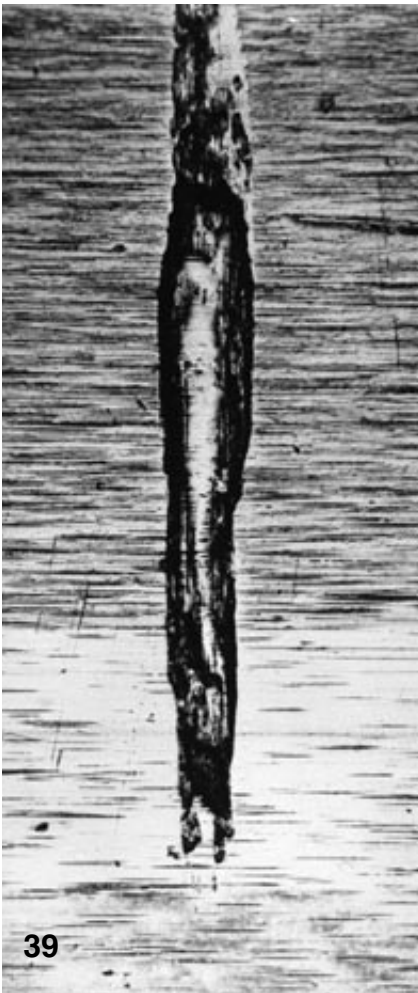
Megjelenési forma Keresztirányú elkenődési sávok a hengergörgős csapágyak futópályáin, a görgők osztásának megfelelő távolságban. Keresztirányú elkenődési sávok beálló görgős- és kúpgörgős csapágyak futópályáin a görgők osztásának megfelelő távolságban.	Oka Szerelés alatt a gyűrűt a görgőssorral együtt ferdén helyezték be a másik gyűrűbe. Ütést kapott a nem megfelelő gyűrű, vagy az előterhelés túl nagy, a gyűrűt nem forgatták.	Teendő Behelyezéskor meg kell forgatni a belső és külső gyűrűt. A felületeket jól meg kell kenni. A csapágyak illesztéséhez szerelőgyűrűt kell használni. Beállításkor forgassuk meg a csapágyat. A szerelési erőt arra a gyűrűre kell alkalmazni, amelynek a legszorosabb az illesztése. Az erő sohasem hatoljon át a gördülőelemeken.
---	--	---



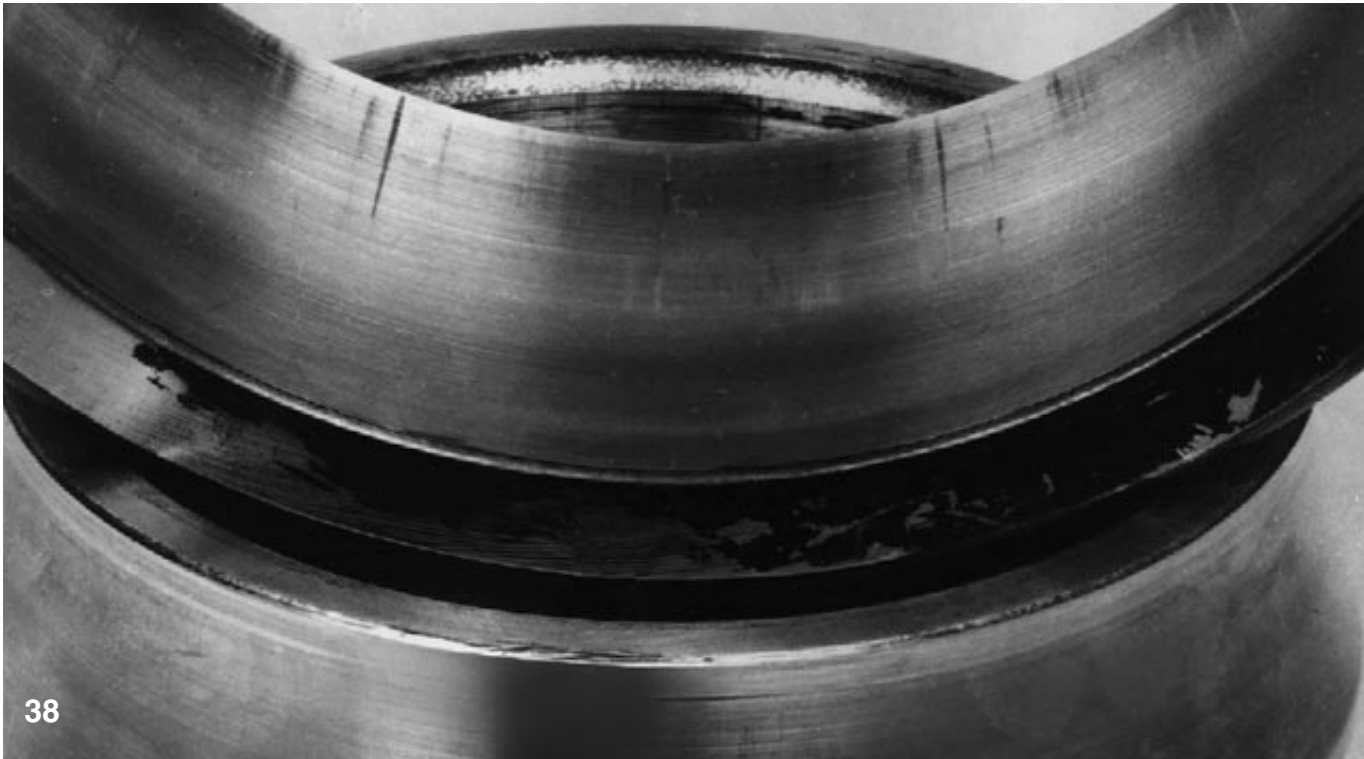
37.ábra Hengergörgős csapágy elkenődési sávokkal a belső gyűrű futópályáin. Oka, hogy a görgőskoszorú, -kosár ferdén kerül be, forgatás nélkül

A csapágykárosodások különféle típusai

39.ábra A 38. ábrán mutatott egyik elkenődési sáv 50 x nagyításban



38.ábra Egy beálló görgőscsapágy külső gyűrűjének futópályája, elkenődési sávval, melyet a belső gyűrűre mért ütés okozott



Külső felületek elkenődése

Elkenődés keletkezhet a nagy terhelésű csapágyak külső felületein. Az elkenődést a gyűrűnek a tengelyhez vagy a házhoz viszonyított mozgása okozza. A belső gyűrű furatának, valamint a külső gyűrű külső felületének és a gyűrűk homlokfelületeinek az elkenődése csak úgy akadályozható meg, ha eléggé szoros illesztést alkalmazunk, így a gyűrű a házhoz viszonyítva nem mozoghat. A nagyobb axiális összenyomás nem jelent megoldást.

Megjelenési forma

A gyűrű furatának vagy külső felületének, oldalfelületének sérülése és elszíneződése

Oka

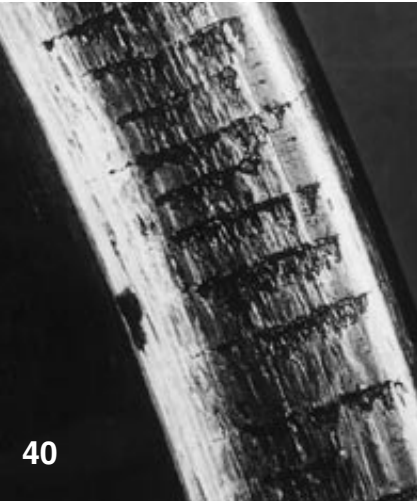
A gyűrű a tengelyhez, vagy a házhoz viszonyítva forog.

Teendő

Szorosabb illesztést kell alkalmazni

41.ábra Egy beálló görgőscsapágy külső gyűrűjének elkenődése a külső felületen. A házfurat anyaga a csapágy gyűrűre kenődött

40.ábra Egy hengergörgős csapágy belső gyűrűjének elkenődött homlokfelülete



A csapágykárosodás különféle típusai

Elkenődés axiális golyóscsap-
ágyakban

Axiális csapágy futópályáin akkor is előfordulhat elkenődés, ha a fordulatszám a terheléshez viszonyítva túl magas. Ekkor ugyanis a centrifugális erő a golyókat a futópálya külső részére kényszeríti, ahol azok nem forognak megfelelően, ezért nagymértékű csúszás fordul elő a golyó-futópálya érintkezésében. Ez a futópálya külső részén átellenes elkenődési sávokat eredményez. A kis terheléssel és nagy sebességen működő axiális golyóscsapágyaknál ez a károsodás megakadályozható, ha a csapágyat külön

terheljük, pl. rugókkal, lásd 43. ábra. A minimális axiális terhelés számítására az SKF Főkatalógus szolgáltat adatokat.

Megjelenési forma

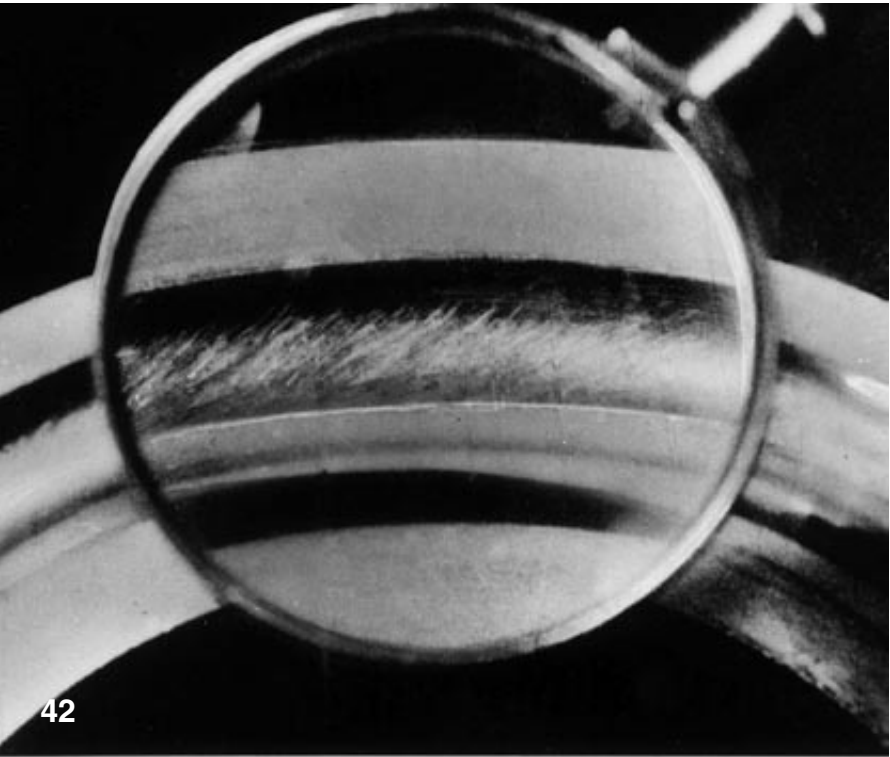
Átlós irányú elkenődési sávok a futópályákon

Oka

A terhelés a fordulatszámhoz viszonyítva alacsony.

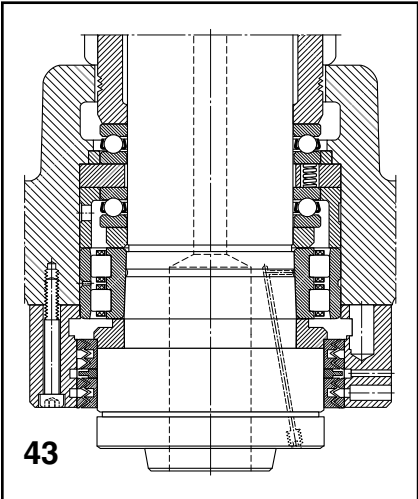
Teendő

A csapágyat rugókkal elő kell terhelni.



42.ábra Axiális golyóscsapágy futópályáján keletkezett elkenődési sáv, amelynek oka a terheléshez viszonyítva túl magas fordulatszám

43.ábra Axiális csapágyak előterhelése rugókkal



Veszélyes felületi
károsodások

Ha a futópályák és a gördülőelemek közötti kenőanyag filmje túl vékonyá válik, a felületi érdesség csúcsai rövid ideig egymást érintik. A felületeken kis repedések alakulnak ki, ez mint veszélyes felületi károsodás ismeretes. Ezek a repedések nem tévesztendőek össze az anyagkifáradás repedéseivel, melyek a felület alatt keletkeznek, s melyek lepattogzáshoz vezetnek. A veszélyes felületi károsodás repedései mikroszkópikus méretűek és

fokozatosan növekszenek akkora nagyságúra, hogy befolyásolják a csapágy sima üzemét. Ezek a repedések siettetik a felület alatti kifáradásos repedések kialakulását, így megrövidíthetik a csapágy élettartamát. Ha azonban a kenés kielégítő marad, tehát a kenőanyag film nem vékonyodik el nagyon a kenőanyag megváltozása következtében, akkor nincs meg a veszélyes felületi károsodás kockázata.

Megjelenési forma

Kezdetben a károsodás szabad szemmel nem látható. Előrehaladottabb állapotban kis, sekély kráterek láthatók, kristályos törési felületekkel.

Oka

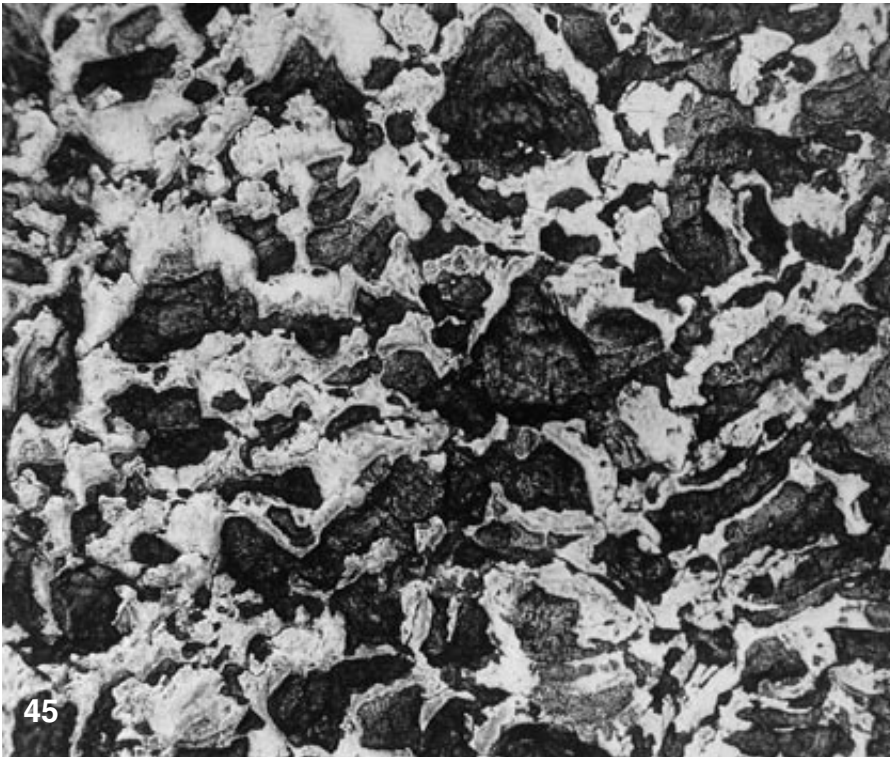
Nem elegendő, vagy nem megfelelő kenés.

Teendő

A kenés javítandó.

45.ábra A 44. ábrán bemutatott veszélyes felületi károsodás – 100 x nagyításban

44.ábra Veszélyes felületi károsodás kör alakú szalag formájában egy szférikus görgőscsapágy görgőjén



A csapágycárosodás különféle típusai

Korrózió

Rozsda akkor keletkezik, ha víz, vagy korrózív közeg kerül a csapágyba olyan mennyiségben, hogy a kenőanyag nem nyújt védelmet az acélfelületeknek. Ez a folyamat rövid időn belül mélyrozsdához vezet. A korrózió másik fajtája az illesztési korrózió.

Mélyrozsdá

A levegőnek kitett tiszta acél felületén vékony, védő hatású oxidfilm keletkezik. Ez a védőréteg azonban nem marad áthatolhatatlan, ha az acélfelületek vízzel, vagy korrózív elemekkel kerülnek érintkezésbe, így maradási foltok keletkeznek, melyek mélyen keletkező rozsdához vezetnek. A felület alatti mélyrozsdá a csapágyra nagyon veszélyes, mivel lepattogzást és repedések kialakulását okozhatja. Savas folyadékok az acélt gyorsan korrodálják, ezzel szemben az alkáli oldatok kevésbé veszélyesek. A friss vízben lévő sók a vízzel együtt elektrolitot alkotnak, mely galvanikus korróziót okoz: ez a vízmaratás. Éppen ezért a sós víz, mint pl. a tengervíz a csapágyra nézve nagy veszélyt jelent.

alkotnak, mely galvanikus korróziót okoz: ez a vízmaratás. Éppen ezért a sós víz, mint pl. a tengervíz a csapágyra nézve nagy veszélyt jelent.

Illesztési korrózió

Ha a vékony oxidfilm áthatolhatóvá vált, az oxidáció az anyagban mélyebbre hatol. Példa erre az a korrózió, amely akkor keletkezik, ha a csapágygyűrű és a tengely vagy a ház között relatív mozgás van a túl laza illesztés következtében. Az ilyenfajta rozsdának illesztési korrózió a neve, mélysége relatív nagy lehet. A relatív mozgás (vagy elmozdulás) a felületekről kis részek leválását okozhatja, s ezek a levegő oxigénjének hatására gyorsan oxidálódnak. Az illesztési korrózió azt eredményezi, hogy a csapágygyűrűk nem feksze-

nek fel egyenletesen, tehát a teher elosztására ez károsan hat. A rozsdás felületek törési részként is hatnak.

Megjelenési forma

Szürkés-fekete sávok keresztben a futópályákon, osztásuk legtöbbször megegyezik a gördülőelemekével. Későbbi szakaszban azonban a futópályák és egyéb csapágyfelületek kipattogzanak.

Oka

Víz jelenléte a csapágyban hosszú időn át, nedvesség és korrózív anyagok.

Teendő

A tömítés javítandó. Jobb rozsdagátló tulajdonságú kenőanyag használata.

Megjelenési forma

Rozsdás foltok a külső gyűrű felületén vagy a belső gyűrű furatában. Pályamintázatok a futópályák megfelelő helyzetében.

Oka

Túl laza illesztés. Tengely vagy ház csapágyüléke alakhibás.

Teendő

A csapágyüléket szabályozni kell.



46



47

46.ábra Egy hengergörgős csapágy külső gyűrűjének mélyrozsdája

47.ábra Egy beálló görgőscsapágy belső gyűrűjén keletkezett kiterjedt vízmaratás



48



49

48.ábra Illesztési korrózió egy beálló görgőscsapágy külső gyűrűjén

49.ábra Kiterjedt illesztési korrózió egy beálló golyóscsapágy furatában

A csapágykárosodás különféle típusai

Átmenő villamosáram okozta károsodás

Ha a csapágyon villamos áram halad át egyik gyűrűből a másikba a gördülőelemeken keresztül, károsodás keletkezik. Az érintkezési felületeken a folyamat hasonlít az ívhegesztéshez. A hőmérséklet emelkedik a megeresztéstől az olvadás szintjéig. Ez elszíneződött foltok megjelenéséhez vezethet, melyek nagysága változó aszerint, hogy az anyag megeresztődik, újraedződik vagy olvad. Ahol a fém megolvadt, kis kráterek képződnek.

Villamos áram áthaladásakor a csapágy futópályákon gyakran barázdálódás (hullámosság) keletkezik. A görgők hasonlóképpen ki vannak téve a barázdálódásnak, míg a golyók csupán elszíneződnek. A villamos áram okozta károsodás nehezen különböztethető meg a vibrációs károsodástól. Az áram okozta barázdálódás jellegzetesen sötét az alján, viszont a vibráció okozta barázdák alja rozsdás vagy fényes. A vibráció okozta károsodás tulajdonsága még az is, hogy a gördülőelemek nem károsodnak, csak a futópályák barázdálódnak. Mind a váltakozó, mind az egyenáram

károsítja a csapágyakat. Még a kis intenzitású áram is veszélyes. Az álló csapágyak ellenállóbbak a villamos árammal szemben, mint a forgók. A károsodás mértéke több tényezőtől függ: áramerősség, időtartam, csapágyterhelés, fordulatszám és kenőanyag. Az ilyen jellegű károsodás csak úgy kerülhető el, ha megakadályozzuk az áram csapágyon való áthaladását.

Megjelenési forma

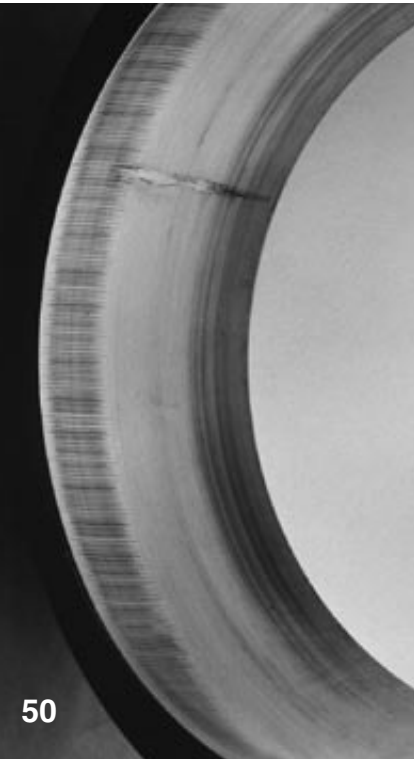
Sötétbarna vagy szürkés-fekete barázdálódás (hullámosság), ill. kráterek a futópályákon és a görgőkön. A golyók csak sötétre színeződnek. A golyóscsapágyak futópályáin néha cikk-cakk alakú beégések vannak. Lokalizált beégések a futópályákon és a gördülőelemeken.

Oka

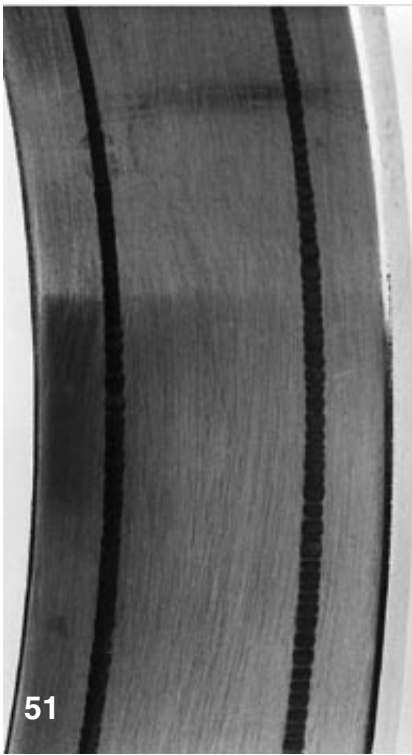
Villamos áram áthaladása a forgó csapágyakon. Villamos áram áthaladása a nem forgó csapágyakon.

Teendő

A csapágyat az árammal meg kell kerülni. Használjunk szigetelt csapágyat. Az árammal kerütsük meg a csapágyat. Hegesztés alatt földeléssel meg kell akadályozni az áram csapágyon való áthaladását. Használjunk szigetelt csapágyat.



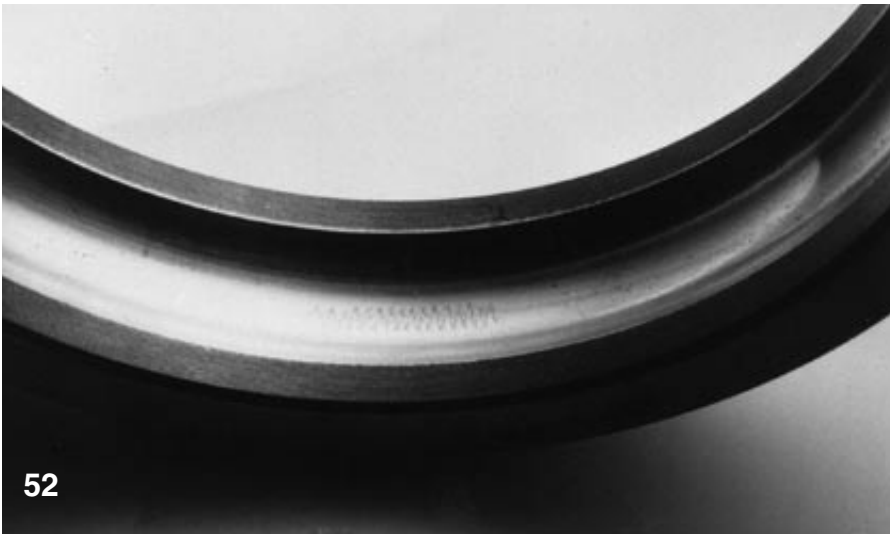
50



51

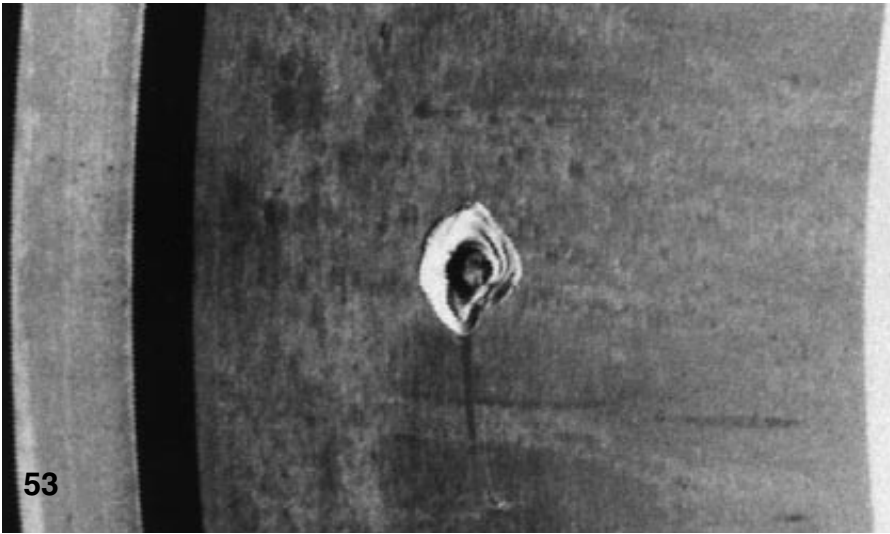
50.ábra Villamos áram áthaladása okozta barázdálódás egy beálló görgőscsapágy külső gyűrűjén

51.ábra Villamos áram okozta károsodás egy beálló golyóscsapágy külső gyűrűjén



52

52.ábra Mély hornyú golyóscsapágy cikk-cakk alakú, áram okozta károsodása. Feltehető, hogy az ilyen alakú beégés akkor keletkezik, ha a nagy intenzitású áram áthaladása pillanatnyilag párosul axiális vibrációval



53

53.ábra Egy vasúti ágytokcsapágy nagy intenzitású áram okozta károsodása, mialatt a csapágy nem forgott



54

54.ábra Egy villamos áram által károsított vasúti ágytokcsapágy görgője (az 53. ábrán szereplővel megegyező csapágy)

A csapágykárosodás különféle típusai

Lepattogzás (leválás)

A lepattogzás normális anyagkifáradás eredménye, vagyis a csapágy elérte normális élettartamának határát. Azonban nem ez a legismertebb oka a csapágykárosodásnak. A csapágyakban észlelt lepattogzás általában más tényezőknek tulajdonítható. Ha a lepattogzást korai stádiumban fedezik fel, amikor a károsodás még nem kiterjedt, az okát gyakran meg lehet állapítani és megtenni a szükséges lépéseket, amelyekkel megakadályozható a zavar újbóli jelentkezése. Ebben hasznos segítséget jelenthet a csapágy pályamintázata, lásd 4. oldal. Ha a lepattogzás elért egy bizonyos állapotot, jelenlétét zajjal és vibrációval jelzi, utalva arra, hogy ideje a csapágyat kicserélni. Az idő előtti lepattogzás okai lehetnek: a számítottnál jóval nagyobb terhelés, a helytelen illesztés okozta előterhelés, vagy a kúpos ülékre való túlzott felnyomás, ovális eltorzulás, melyet a tengely vagy a ház körtől való eltérése okozhat, axiális összenyomás, pl. hőtágulás következtében. De a lepattogzás oka lehet más károsodás is, pl. benyomódás, mélyrozsda, villamos áram vagy elkenődés.



55.ábra Egy kúpgörgös csapágy belső gyűrűjének lepattogzása. Oka a túl nagy terhelés és a nem megfelelő kenés

Előterhelés okozta lepattogzás

Megjelenési forma Erősen kirajzolódó pályamintázat mindkét gyűrű futópályáján.	Oka Túl szoros illesztés okozta előfeszítés. Kúpos csapágyülékre való túlságos felnyomás. Egysorú ferde hatásvonalú golyós- és kúpgörgös csapágyaknál túl nagy előterhelés. A belső és külső gyűrűk közötti túl nagy hőmérséklet különbség.	Teendő Meg kell változtatni az illesztést, vagy nagyobb hézagú csapágyat kell választani. Nem szabad a kúpra annyira felnyomni a csapágyat. Be kell tartani az SKF utasításait. A csapágyat kisebb előterhelésre kell állítani. Nagyobb hézagú csapágyat kell választani.
--	--	--



56.ábra Egy beállló golyóscsapágy külső gyűrűje. A csapágyat túlságosan felnyomták a kúpos ülékre. A csapágy keveset forgott, amikor felfedezték a károsodást. A lepattogzás nemsokára bekövetkezett volna, ha a csapágy tovább üzemel.

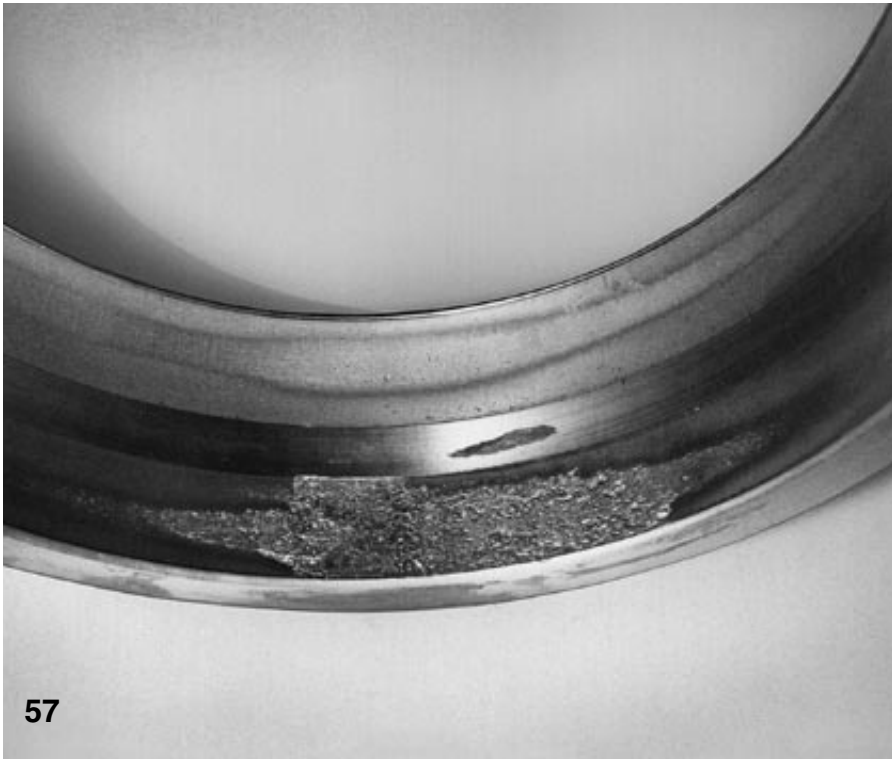
A csapágykárosodás különféle típusai

Ovális összenyomás okozta
lepattogzás

Megjelenési forma
Erősen kirajzolódó pályamintázat mindkét gyűrű átellenes részén. Lepattogzás ezeken a részeken.

Oka
Ovális tengely vagy ház. Ez utóbbi általánosan ismert hiba osztott házaknál és gépkereteknél. Az egyenetlen alapra szerelt csapágyház furata oválissá válik a lefogó csavarok meghúzásakor.

Teendő
Általában új tengelyt vagy házat kell gyártani a hiba kiküszöbölésére. Célszerű megoldás a fém felszórás, majd az alkatrész újra való köszörülése. Ha a tengely ovális és a rászert csapágy hüvelyre van szerelve, bizonyos esetekben lehetséges a tengely köszörüléssel való szabályozása.



57.ábra Egy ovális furatú házba szerelt beálló görgőscsapágy külső gyűrűjének lepattogzása

Axiális összenyomás okozta
lepattogzás

Megjelenési forma
Mély hornyú golyóscsapágyak: erősen kirajzolódó pályamintázat, mindkét gyűrű egyik oldalára tolódva. Beálló golyós- és görgőscsapágyak: erősen kirajzolódó futópálya mintázatok a gördülőelemek egyik során. Lepattogzás itt fordul elő. Egysorú ferde hatásvonalú golyós- és kúpgörgős csapágyak: a jelenség azonos a 29.oldalon leírt, előterhelésből származó károsodással.

Oka
Axiális terhelést okozó, rossz szerelés, pl. túl nagy előterhelés egysorú ferde hatásvonalú golyós- és kúpgörgős csapágyaknál. Az elmozduló (szabad) csapágy berágódott. A hőtágulásnak nincs elég elmozdulási tere.

Teendő
Szereléskor ellenőrizni kell a csapágy beállítását. Ellenőrizni kell az illesztést, kenni a felületeket. Ha a tengely és a ház közötti hőfokkülönbség nem csökkenthető, gondoskodni kell nagyobb elmozdulási lehetőségéről.

58.ábra Túl nagy axiális terhelésnek kitett beálló golyóscsapágy külső gyűrűje. Lepattogzás a terhelési zónában

59.ábra Egy beálló görgőscsapágy lepattogzott belső gyűrűje. A lepattogzás mértéke a teljes futópályán arra utal, hogy az axiális terhelés a radiálishoz viszonyítva túl nagy volt



A csapágykárosodás különféle típusai

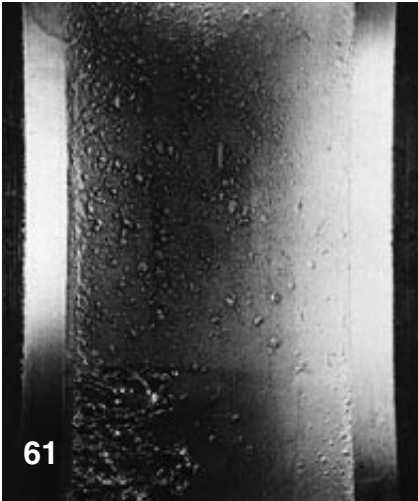
Szőghiba okozta lepattogzás

Megjelenési forma Mély hornyú golyóscsapágyak: diagonális, erősen kirajzolódó pályamintázat az átmérő átellenes részein, ahol lepattogzás keletkezett. Hengergörgős csapágyak: lepattogzás a futópálya szélén.	Oka A csapágyülék szöghibája. A csapágyakat ferdén szerelték.	Teendő Kiigazítandó a csapágyülék. Szerelőhüvelyt kell alkalmazni, párhuzamos homlokfelülettel.
---	--	--



60.ábra Mély hornyú golyóscsapágy külső gyűrűje, melynek a tengellyel szöghibája volt, ezért a golyópálya oválissá vált. Az eredmény azonos az ovális összenyomással, lásd 31. oldal

61.ábra Hengergörgős csapágy belső gyűrűje, melynek futópályája egyik oldalon pattogzott le, oka a szöghiba okozta túlterhelés



Benyomódások okozta lepattogzás

Megjelenési forma Lepattogzás okai a benyomódások, melyeknek osztása egybeesik a gördülőelemek osztásával. Lepattogzás, mely egybeesik a kis benyomódásokkal.	Oka Benyomódások, melyeket a hibás szerelés, vagy a nem forgó csapágy túlterhelése eredményez, lásd 28. oldal. Idegen részecskék által okozott benyomódások, lásd 16. oldal.
--	---

63.ábra Lepattogzás (sötét folt), mely a szomszédos benyomódás következtében keletkezett – 100 x nagyítás

62.ábra Egy mély hornyú golyóscsapágy belső gyűrűjén keletkezett lepattogzás különböző állapotai. A gyűrűt szorosan illesztették a tengelyre, amikor a külső gyűrűt ütések érték, tehát a szerelési erőhatást a golyók közvetítették, így benyomódások keletkeztek.

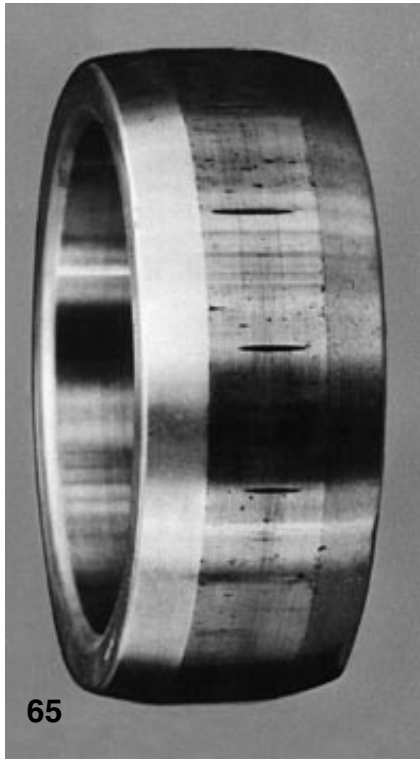


A csapágykárosodás különféle típusai

Elkenődés okozta lepattogzás

Megjelenési forma
Görgőscsapágys futópályáinak lepattogzása a terhelt zóna kezdetén.
Lepattogzás, mely egybeesik a görgők osztásával a görgőscsapágys futópályáin.

Oka
Csúszási elkenődés, lásd 18. oldal.
Keresztirányú elkenődés, melyet a rossz szerelés okozott, lásd 19. oldal.



64.ábra Kiterjedt lepattogzás a hengergörgős csapágys belső gyűrűjén, melyet a 65.ábrán látható elkenődés okozott

65.ábra Egy hengergörgős csapágys belső gyűrűjén levő elkenődés a görgők osztásának megfelelő távolságokban. Oka a rossz szerelés.

Mélyrozsdá okozta lepattogzás

Megjelenési forma
Rozsdás károsodás okozta lepattogzás.

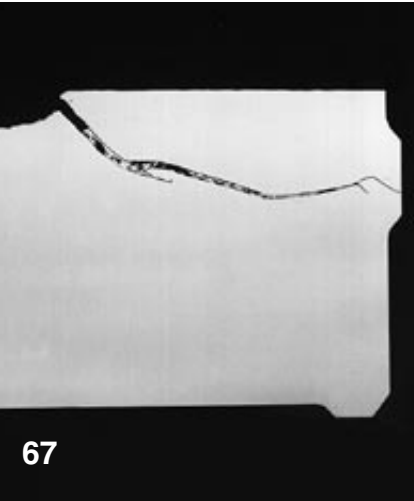
Oka
Mélyrozsdá, lásd 24. oldal



66.ábra Egy beálló görgőscsapágys görgőjének lepattogzása, melyet mélyrozsdá okozott

68.ábra A 66.ábrán bemutatott károsodás nagyításban

67.ábra A 66. ábrán bemutatott görgő metszete, amely azt mutatja, hogy a fáradásos repedés hogyan helyezkedik el a felület alatt. Így keletkezett a teljesen kifejlődött lepattogzás



A csapágykárosodás különféle típusai

Illesztési korrózió okozta
lepattogzás

Megjelenési forma
Belső vagy külső gyűrű futópá-
lyájának lepattogzása. A furat
vagy külső felület megfelelő
részének korrodált felülete.

Oka
Illesztési korrózió, lásd 25.oldal



69.ábra Egy beálló görgőscsapágy
külső futópályáinak lepattogzása.
Előrehaladott illesztési korróziónak
megfelelő terület a külső gyűrű felüle-
tén (a gyűrűt egy tükör elé helyezték
a fényképezéshez). A korrózió kifejlő-
dését térfogat növekedés kísérte, mely
túlterhelést és a gyűrű deformációját
okozta. Az eredmény idő előtti anyag-
kifáradás és lepattogzás.

Barázdálódás vagy kráterek
okozta lepattogzás

Megjelenési forma
Lepattogzás fénylő, vagy korro-
dált barázdákkal, vagy kráterek-
kel.
Lepattogzás sötét színű vagy
égési barázdákkal és kráterek-
kel.

Oka
Az álló csapágy vibrációi által
okozott kopás, lásd 12.oldal.
Villamos áram okozta károsodás,
lásd 26. oldal.



71.ábra Egy beálló görgőscsapágy
belső gyűrűjének mindkét futópályáján
jelentkező lepattogzás. A lepattogzás
oka: vibrációs nyomok.

A csapágykárosodás különféle típusai

Repedések

A csapágyakban különböző okok eredményezhetnek repedéseket. Közös ok a durva kezelés be- vagy kiserelésnél. A gyűrűre közvetlenül vagy edzett acéllal mért ütés finom repedéseket okozhat, melyek részecskék leválását eredményezik a csapágy üzembe állításakor. A csapágyat túlságosan felütik a kúpos ülékre vagy hüvelyre, a gyűrűben keletkező feszültségek a csapágy üzembe helyezésekor repedéseket eredményeznek. Azonos az eredmény, ha a csapágyakat felhevítik és felszerelik a rossz tűrésekkel gyártott tengelyre. A már korábban leírt elkenődés szintén repedésekhez vezethet, melyek a csúszás irányára merőlegesek. Ilyen repedések a gyűrű keresztirányú törését okozzák. A valamilyen okból keletkezett lepatogzás törési kezdetként hat, mely a csapágygyűrű repedéséhez vezethet. Ugyanez vonatkozik az illesztési korrózióra is.



72.ábra Egy beálló golyóscsapágy eltört külső gyűrűje. Az alsó szélén látható benyomódásokat durva bánásmód okozta és a repedés a benyomódások egyikéből keletkezett.

Durva bánásmód okozta repedések

Megjelenési forma Repedések vagy letöredezett darabok, rendszerint a gyűrű egyik homlok-felületén.	Oka Felszerelés közben a gyűrűre mért ütések kalapáccsal vagy edzett acél darabbal.	Teendő Minding lágy tűske vagy szerek-hüvely használandó. Sohase szabad a csapágyra közvetlen ütéseket mérni.
--	---	---



73.ábra Egy beálló görgőscsapágy repedt belső gyűrűje. Egy görgőt ki-szedtek, hogy meg lehessen vizsgálni a bal oldali ábra futópályáját. A görgőt visszaütötték a helyére kalapáccsal, amikor a közép karimából letörtek egy darabot. Az ütest egyik görgőn át mér-ték a másik görgősorból, így a külső karimából is letört egy darab. Egyide-jűleg a gyűrű is keresztültrepedt.

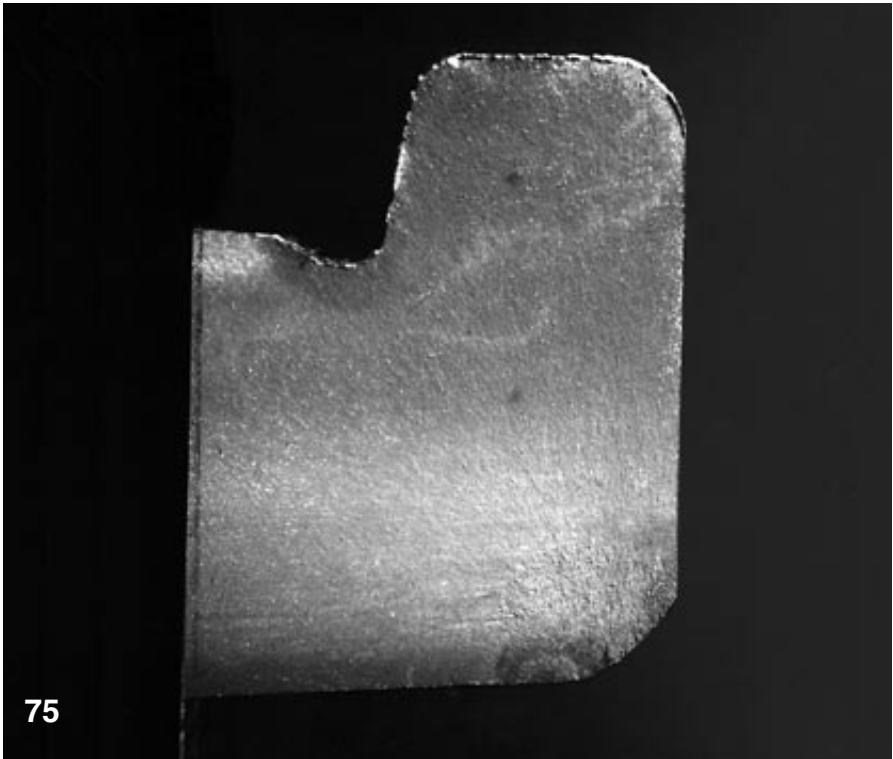
74.ábra Egy beálló görgőscsapágy külső pereméből letört darab, amelyet közvetlen kalapácsütés tört le.



A csapágykárosodás különféle típusai

Kúpos ülékre való túlzott felütés okozta repedések

Megjelenési forma A csapágygyűrű keresztülrepedt, így nem ül fel szorosan a tengelyre.	Oka Kúpos ülékre vagy hüvelyre való túlságos felütés. A hengeres ülék illesztése túl szoros.	Teendő Gondosan tartsuk be az SKF kúpos ülékre való szerelési utasítását. Meg kell változtatni az illesztést.
--	---	--



75.ábra Egy beálló görgőscsapágy belső gyűrűjének részlete 3,5-szeres nagyításban. A gyűrű elreped a kúpos felületre való túlzott felütés miatt. A törés a furat sötét mezejében keletkezett, a beszúrásnál.

76.ábra A 75.ábra belső gyűrűjének eltört felülete.

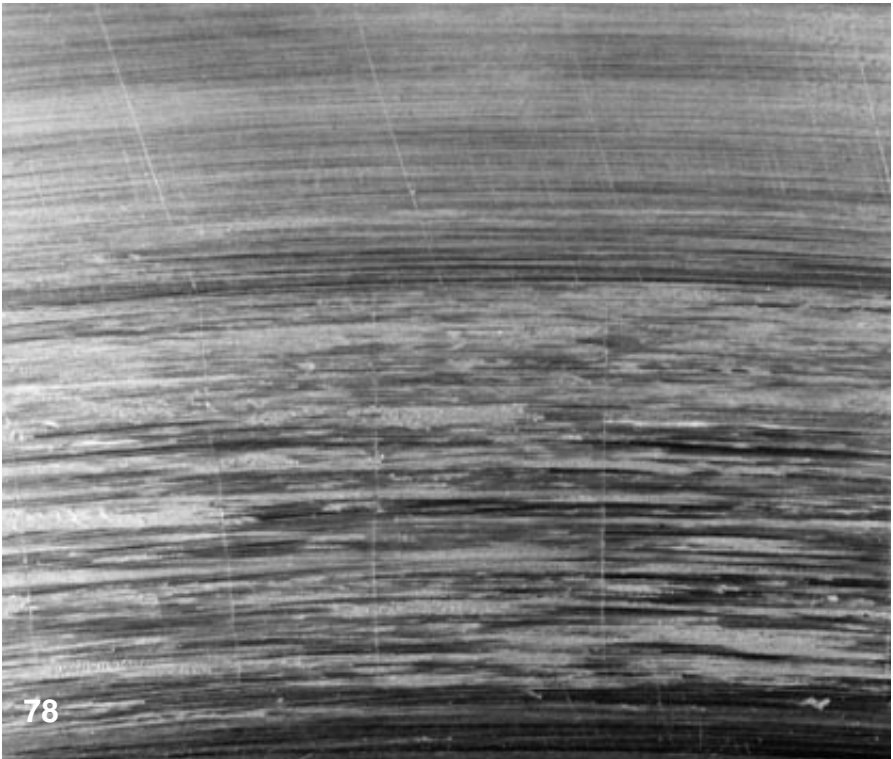


Elkenődés okozta repedések

Megjelenési forma A csapágygyűrű elkenődés okozta repedése. A gyűrű teljesen átrepedhet. Elkenődési repedések rendszerint az elkenődésen keresztül alakulnak ki.	Oka Elkenődés, lásd 17.oldal
--	--

78.ábra Egy csapágygyűrű homlokfelületének elkenődése. Látni lehet a kezdődő keresztirányú repedéseket.

77.ábra Beálló görgőscsapágy belső gyűrűjének átrepedése a homlokfelület elkenődése következtében. A gyűrűt úgy szerelték, hogy egy távtartó gyűrűre támaszkodjon, melynek azonban a tengely illesztése nem volt elég szoros. Következésképpen a távtartó a tengelyhez és a csapágygyűrűhöz képest forgott.



A csapágykárosodás különféle típusai

Illesztési korrózió okozta repedések

Megjelenési forma Repedések keresztirányban a belső gyűrűn és a külső gyűrűn, rendszerint hosszanti irányban, az illesztési korrózió következtében.	Oka Illesztési korrózió, lásd 25. oldal.
---	--



79.ábra Beálló görgőscsapágó belső gyűrűje illesztési korrózióval és a gyűrűn teljesen keresztülhatoló repedéssel. A repedést az illesztési korrózió okozta.

80.ábra Egy mély hornyú golyóscsapágó külső gyűrűjének hosszanti repedése, oka: illesztési korrózió.

Kosárszerkezetek károsodása

Ha egy kiesett csapágóat megvizsgálva megállapítottuk a kosár károsodását, igen sok esetben nehéz az okára rájönni. Általában a csapágó egyéb részei is károsodtak, így annál nehezebb a zavar okát felfedezni. A kosár meghibásodhat pl. vibrációk, túl nagy fordulatszám, kopás, blokkolás miatt.

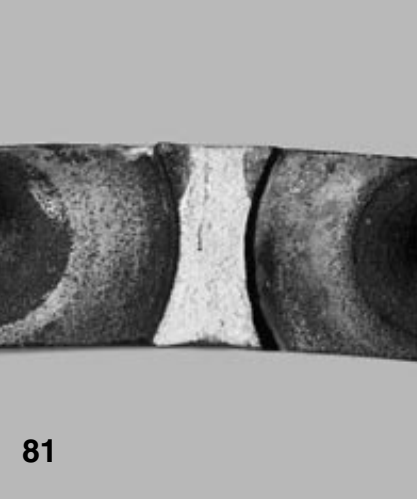
Vibrációk
Ha a csapágó vibrációnak van kitéve, az inerciaerők oly nagyok lehetnek, hogy bizonyos idő múltán a kosár anyagának kifáradási repedését okozhatják. Ez előbb-utóbb kosártöréshez vezet.

Túl nagy fordulatszám
Ha a csapágó a számítottnál jóval nagyobb fordulaton üzemel, mint amire a kosarat méretezték, nagy inerciaerők hatnak a kosárra, melyek töréshez vezethetnek. Nagy fordulatszámok esetén speciális kosárszerkezeteket kell választani.

Kopás
Az elégtelen kenés, vagy a koptató-részecskék hatása kosárkopáshoz vezet. A gördülőcsapágóak jellemzője

82.ábra Egy beálló görgőscsapágó kosara. Az ablakokban kifáradásos repedések keletkeztek.

81.ábra A 82. ábrán bemutatott kosár töréses felülete. Világosan látszanak a kifáradásos repedések.

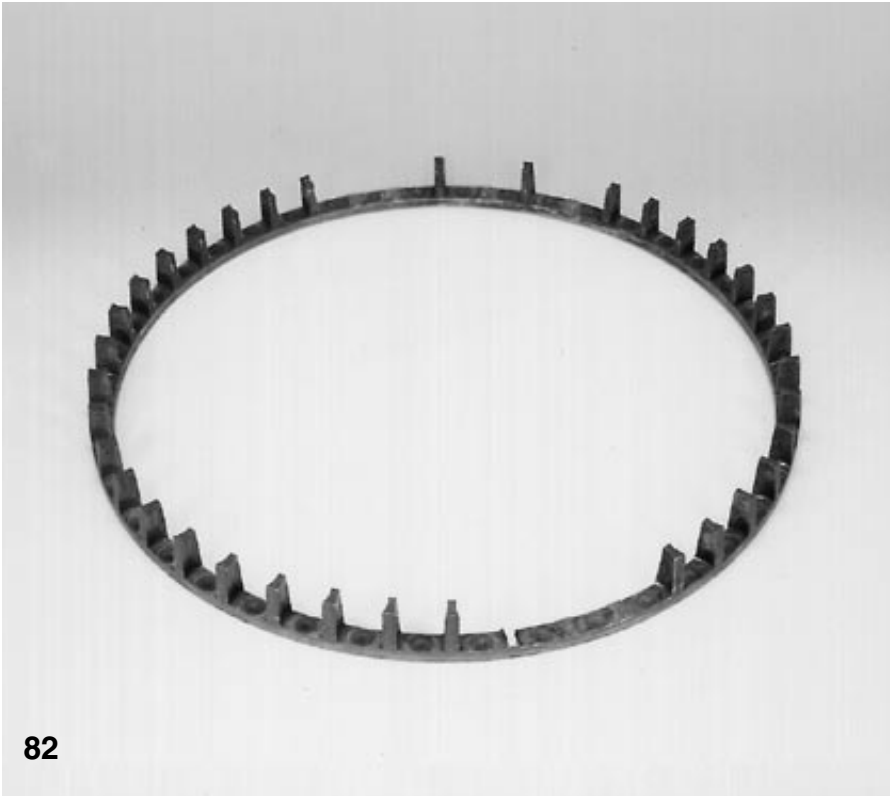


a csúszó súrlódás kiküszöbölése. Azonban a kosárszerkezeteknek a csapágó egyéb alkatrészeivel való érintkezésében a csúszó súrlódás nem küszöbölhető ki. Ez a magyarázata annak, hogy a nem megfelelő kenés elsősorban azért a kosár anyagát károsítja, mely lágyabb, mint a csapágó többi része. Következésképpen a kosár gyorsabban kopik. Ahogy a kopás miatt a kosár ablakai nagyobbodnak, a gördüloelemek megvezetése romlik, s ez hat a gördüloelemeken vezetett kosárra is. Az eredő erők elég rövid idő alatt a kosár károsodását okozhatják.

Blokkolás
Lepattogzott anyag részei vagy más kemény részecskék beékelődhetnek a kosár és a gördüloelemek közé, megakadályozva utóbbiak forgását saját tengelyük körül, ami a kosár károsodásához vezet.

Egyéb kosárkárosodási okok
Ha egy mély hornyú golyóscsapágó gyűrűit szöghibával szerelték, a golyók pályája ovális lesz. Ha a kosár a golyókon van vezetve, minden fordulat alatt változtathatja alakját, ami kifáradásos repedések kialakulásához és később töréshez vezet. Az anyagban kifáradásos repedések keletkeznek és előbb-utóbb töréshez vezetnek. Hasonló az eset, ha egy

axiális csapágó egy radiális csúszócsapággal van illesztve. Ha a csúszócsapágóban hézag keletkezik, az axiális csapágó tárcsái egymáshoz képest eltolódnak, tehát a golyók nem futnak a normális pályájukon, így a kosárban nagy feszültségek ébredhetnek. A fluktuáló fordulatszám következtében a túl nagy gyorsulásnak kitett kosárra inerciaerők hatnak, amik az érintkező felületekre tetemes nyomást gyakorolnak, nagy kopást okozva.



© Copyright SKF 1994

Gondosan ügyeltünk arra, hogy biztosítsuk a kiadványunkban szereplő információk pontosságát, de az esetleges hibákért vagy kihagyásokért semmilyen felelősséget nem vállalunk.

Kiadvány száma: PI 401 H