

Gördülőcsapágyak szerelése



FAG OEM und Handel AG

WL 80 100/3 HA



Gördülőcsapágyak szerelése

Kiadványszám: WL 80 100/3 HA

FAG OEM und Handel AG

az FAG Kugelfischer Csoport tagja

Telefon: (0 97 21) 91 32 42, Fax (0 97 21) 91 38 09

Telex: 67345-0 fag d • <http://www.fag.de>

A gördülőcsapágyak kiemelt fontosságú, precíziós összetevőket tartalmazó gépelemek. A bennük rejlő lehetőségek hasznosítása érdekében a tervező mérnök feladata a megfelelő csapágytípus kiválasztása és a csapágy jellemzőinek hozzáigazítása a kapcsolódó gépelemekhez. A be- és kiserelés, a kenés, a tömítés és a karbantartás kérdéseinek különös figyelmet kell szentelni.

A gördülőcsapágyak be- és kiserelésének helyessége, éppúgy, mint a szerelés helyszínének tisztasága és rendje szükséges ahhoz, hogy a csapágy hosszú működési élettartamot érjen el.

E publikáció célja a szerelők és karbantartók informálása a gördülőcsapágyak kezeléséről, be- és kisereléséről, kenéséről és karbantartásáról. Külön fejezet foglalkozik a csapágyak károsodásával és azok okaival. A mellékletben található táblázatok specifikálják a csapágyak jelöléseit, a csapágyak és a kapcsolódó elemek tűrésezését és az FAG ARNACOL kenőzsírjait.

A speciális szerelő szerszámokról, módszerekről és mérőberendezésekről további katalógusok állnak rendelkezésére. A publikációban nem említett csapágyszerelési problémákkal kérjük forduljon az FAG Budapesti Irodához.

1	A gördülőcsapágyak tárolása	8
2	A be- és kiszerelés előkészítése	9
2.1	A munka megtervezése	9
2.2	A megfelelő csapágy	9
2.3	A gördülőcsapágyak beszerelés előtti kezelése	10
2.4	Tisztaság a szerelés során	10
2.5	Csatlakozó elemek	11
2.6	Illesztések	11
2.7	Csapágyfészek ellenőrzése	12
2.7.1	Hengeres tengelycsap	12
2.7.2	Kúpos tengelycsap	15
3	Gördülőcsapágyak beszerelése	18
3.1	Mechanikai módszerek	18
3.1.1	Hengeres furatú csapágyak beszerelése	18
3.1.2	Kúpos furatú csapágyak beszerelése	24
3.2	Melegítési módszerek	29
3.2.1	Melegítő lap	30
3.2.2	Olajfürdő	30
3.2.3	Forró levegős kamra	32
3.2.4	Indukciós melegítő berendezés	32
3.2.5	Indukciós tekercs	34
3.2.6	Hűtés	35
3.3	Hidraulikus módszer	36
3.4	Csapágyházag beállítása szereléskor	40
3.4.1	Ferdehatásvonalú golyóscsapágyak és kúpgörgős csapágyak	40
3.4.2	Axiális csapágyak	46
3.4.3	Szerszám gép csapágyazások	46
4	Gördülőcsapágy kiszerelése	51
4.1	Mechanikai módszerek	52
4.1.1	Hengeres furatú csapágyak kiszerelése	52
4.1.2	Kúpos furatú csapágyak kiszerelése	55
4.1.2.1	Szorítóhüvellyel szerelt csapágyak kiszerelése	55
4.1.2.2	Lehúzóhüvellyel szerelt csapágyak kiszerelése	56
4.2	Melegítési módszerek	57
4.2.1	Melegítő gyűrű	57
4.2.2	Indukciós tekercs	58
4.2.3	Köréző	59
4.3	Hidraulikus módszerek	60
4.3.1	Kúpos furatú csapágy kiszerelése	61
4.3.2	Hengeres furatú csapágy kiszerelése	63

5	Kenés	65
5.1	Kenőzsírok	65
5.2	Kenőolajok	66
5.3	A kenőanyag kiválasztása	66
6	Gördülőcsapágyak károsodása	70
6.1	Miért hibásodik meg egy csapágy?	71
6.1.1	Hibás szerelés	71
6.1.2	Szennyező anyag	73
6.1.3	Korrózió	74
6.1.4	Elektromos áram áthaladása	75
6.1.5	Nem megfelelő kenés	75
6.2	A működő csapágy hibáinak felismerése	77
6.3	A csapágy hibáinak azonosítása	78
6.3.1	Megfigyelések a kiszerelés előtt	78
6.3.2	Megfigyelések a szerelés során	79
6.3.3	Csapágyvizsgálat	81
7	Táblázatok	83
7.1	Csapágyak megnevezése	83
7.2	Csapágyak jelölése	84
7.3	Tengely tűrések	86
7.4	Ház tűrések	90
7.5	Normál tűrések FAG radiális csapágyakhoz (kivéve a kúpgörgős csapágyakat)	94
7.6	Normál tűrések FAG kúpgörgős csapágyakhoz	96
7.7	Normál tűrések FAG axiális csapágyakhoz	97
7.8	Saroklekerekítési méretek	98
7.9	FAG mélyhornyú golyóscsapágyak radiális házai	100
7.10	FAG beálló golyóscsapágyak radiális házai	101
7.11	FAG hengergörgős csapágyak és tűgörgős csapágyak radiális házai	102
7.12	FAG beálló görgőscsapágyak radiális házai	104
7.13	FAG hordógörgős csapágyak radiális házai	106
7.14	FAG kétsoros, ferdehatásvonalú golyóscsapágyak (32. és 33. sorozat) axiális házai	107
7.15	FAG négy pont érintkezésű csapágy axiális házai	108
7.16	A radiális ház csökkenése FAG hengergörgős csapágnál kúpos furatnál	109
7.17	A radiális ház csökkenése FAG beálló görgőscsapágyknál kúpos furatnál	110
7.18	FAG Arcanol gördülőcsapágy zsírok	111
	Szakmai alapképzések	112
	További FAG kiadványok	113

A szerszámok és eljárások áttekintése csapágyszereléséhez

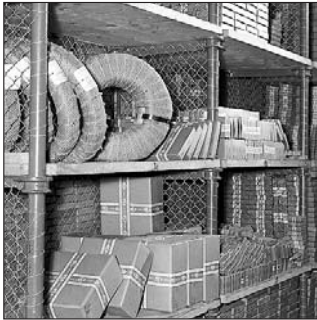
Csapágy típusa			Csapágy-furat	Csapágy mérete	Beszerelés melegítéssel				melegítés nélkül		hidraulikus módszerek	Kiszerezés melegítéssel	melegítés nélkül		hidraulikus módszerek	Jelmagyarázat		
	Mélyhornyú golyóscsapágy, Vállas golyóscsapágy		Kúpgörgős csapágy	hengeres	kicsi												Olajfürdő	
	Ferdehatásvonalú golyóscsapágy, Őrsőcsapágy		Hordógörgős csapágy		közepes													Melegítő lap
	Négy pont érintkezésű csapágy		Beállógörgős csapágy		nagy													Forrólevegős kamra
	Beálló golyóscsapágy																	
	Hengergörgős csapágy			hengeres	kicsi												Indukciós melegítés	
	Tűgörgős csapágy				közepes												Indukciós tekercs	
					nagy													Melegítőgyűrű
	Axiális golyóscsapágy			hengeres	kicsi												Kalapács és szerelőhüvely	
	Axiális ferdehatásvonalú golyóscsapágy				közepes													Mechanikus és hidraulikus prés
	Axiális hengergörgős csapágy				nagy													Kettős körmöskulcs
	Axiális beállógörgős csapágy																Csapágyanya és körmöskulcs	
	Beálló golyóscsapágy Beálló golyóscsapágy szorítóhüvellyel			kúpos	kicsi												Csapágyanya és szerelőcsavar	
	Hordógörgős csapágy Hordógörgős csapágy szorítóhüvellyel				közepes													Tengelysapka
	Beálló görgőscsapágy Beálló görgőscsapágy szorítóhüvellyel Beálló görgőscsapágy lehúzóhüvellyel				nagy													Hidraulikus anya
	Szorítóhüvely		Lehúzóhüvely															
	Kétsorú hengergörgős csapágy			kúpos	kicsi												Kalapács és tűske	
					közepes													Lehúzószerszám
					nagy													Hidraulikus módszer

1 Gördülőcsapágyak tárolása

1: Gördülőcsapágyak tárolása a

a: Különösen a nagyméretű csapágyakat ne tároljuk felállítva

b: Fektetve és a terhelést teljes kerületük mentén elosztva tároljuk a csapágyakat



Hagyjuk a csapágyakat eredeti csomagolásukban

A nagyméretű csapágyakat fektetve tároljuk

A csapágyakat száraz tárolóhelyiségben tartjuk

Tárolásor hagyjuk a gördülőcsapágyakat eredeti csomagolásukban a korrózió és a szennyeződés elleni védelem céljából.

A nagyobb méretű csapágyak gyűrűi viszonylag vékony falúak és nem tanácsos állítva tárolni őket (1. a ábra). Helyes tárolási módjuk fektetve úgy, hogy teljes kerületük mentén legyenek alátámasztva.

Csomagolás előtt az FAG gördülőcsapágyakat korrózióvédő olajjal látják el. Ezen olaj nem ragadós és nem keményedik, valamint valamennyi kereskedelmi gördülőcsapágy zsírral kompatibilis. Eredeti csomagolásukban a csapágyak biztonságosan védettek a külső behatások ellen.

Ugyanabban a tárolóhelyiségben természetesen tilos agresszív vegyi anyagokat tárolni, mint pl. savakat, ammóniát vagy égetett meszet, lúgokat és sókat. A direkt erős napsugárzást is kerülni kell. Ahhoz, hogy a csapágyon a kondenzvíz képződését elkerüljük, a következő hőmérsékleti előírások szükségesek:

- a tárolóhely megengedett hőmérséklete: +6-tól +25 °C-ig, rövid ideig +30 °C
- a hőmérsékletingadozás éjjel-nappal: max. 8 °C
- relatív páratartalom: max. 65%

A fenti feltételek biztosítása mellett a csapágyak megengedett tárolási ideje, normál konzerválás mellett 5 év. Ezen időtartam akkor léphető túl, ha felhasználás előtt a csapágyak konzerválóanyagát és korróziós állapotát megvizsgáljuk. Ehhez az FAG segítséget nyújt. Tömített csapágyaknál az említett tárolási idő a kenőzsír öregedése miatt általában kevesebb. (Ehhez lásd még : FAG főkatalógus WL 41520.)

2 Előkészítés be- és kiszereléshez

2.1 A munka megtervezése

A gördülőcsapágyak be- és kiszerelése előtt számos előkészítő lépést kell megtenni

Tanulmányozzuk a műhelyrajzokat, hogy megismerkedjünk a berendezés tervével és szerelési sorrendjével. Az egyedi műveletek fázisait alakítsuk ki és nyerjünk megfelelő információt a melegítési hőmérsékletről, be- és kiszerelési erőkről és a csapágyba kerülő zsír mennyiségéről.

A csapágy be- és kiszerelés különös figyelmet igényel, a csapágy szerelőjét el kell látni a szerelés részleteit illető megfelelő utasításokkal, a csapágy szállítását, be- és kiszerelés szerszámait, mérőeszközzeit, melegítő berendezéseit és a kenőanyag típusát, minőségét illetően.

Tanulmányozzuk a műhelyrajzokat és munkafázisokat az aktuális munka előtt

2.2 A „megfelelő csapágy”

Szerelés előtt a csapágyszerelést végző személynek meg kell győződnie arról, hogy a csapágy csomagolásán feltüntetett jelzés megfelel-e a rajzon és a tételjegyzéken szereplő csapágyaknak. Ismernie kell ennek megfelelően a csapágy jelölési és azonosítási rendszerét (lásd a 7.1 és 7.2 táblázatot a 83. oldalon).

A csapágyak jelölése megfelel az érvényes DIN-szabványoknak és gördülőcsapágy katalógusoknak. Szerkezetükben ezek számok és betűk rendszerét alkotják. A rendszer első csoportja azonosítja a csapágy típusát és átmérő sorozatot, illetve egyes csapágyaknál a szélességi sorozatot is. A második csoport alkotja a furat hivatkozási számot – a 20-480 mm furatátmérőjű csapágyaknál a furatátmérő milliméterben megegyezik az azonosító szám ötszörösével.

Amennyiben a működési körülmények különleges csapágyjellemzőket igényelnek, ezeket a gördülőcsapágyak jele utáni többlet betűjelekkel azonosítjuk (lásd a 7.1 táblázatot a 83. oldalon).

A nem szabványosított egyedi FAG csapágyak jelölése 500 000 vagy 800 000 sorozatú azonosító számokkal, egy rajzszámmal történik.

Hasonlítsuk össze a csomagoláson lévő csapágyjelölést a tervrajzon lévővel

2.3 A gördülőcsapágyak beszerelés előtti kezelése

Az FAG gördülőcsapágyakat eredeti csomagolásukban korrózióvédő olajjal konzerválják. A csapágy beszereléskor az olajat nem szükséges kimosni. Az üzemelés során az olaj a kenőanyaggal keveredik és megfelelő kenést biztosít.

A szerelés előtt az illesztési és felfekvő felületeket meg kell tisztítani és azokról a konzerváló olajat le kell törölni.

A kúpos furatokból szerelés előtt hidegen tisztító hatóanyaggal mossuk ki a konzerváló olajat a biztos és szoros illesztés érdekében. Ezt követően közepes viszkozitású gépolajjal vékonyan kenjük be a furatot.

A már használt és szennyezett csapágyakat beépítés előtt mossuk ki ke-rozinnal és hidegen tisztító hatóanyagokkal, majd azonnal zsírozzuk vagy olajozzuk le őket.

Semmiképpen se végezzünk gépi megmunkálást a csapágyakon. Kené-si furatok utólagos kialakítása, hornyok kialakítása és hasonló meg-munkálások megzavarják a csapágygyűrű feszültségeloszlását és idő előtti csapágmeghibásodáshoz vezetnek. További kockázatot jelent a forgácsok bejutása a csapágyba.

2.4 Tisztaság a szerelés során

Az abszolút tisztaság alapvető fontosságú! A szenny és a nedvesség ve-szélyes, mivel a csapágyba jutó legkisebb részecske is károsítja a csap-ágy futófelületét. A munkaterület legyen pormentes, száraz és megfe-lelő távolságban legyen a gépi megmunkálástól. Kerüljük a sűrített le-vegővel való tisztítást.

A tengely, a ház és az illeszkedő részek tiszták legyenek. Az öntött alkatrészeknek a formázó homoktól tisztának kell lennie. A belső csapágyház felületeket tisztítás után olyan bevonattal ajánlatos el-látni, amely megakadályozza a kis szennyező részecskék feloldódá-sát. A tengelyről és a házban levő csapágyhelyekről el kell távolítani a rozsdagátló bevonatok és festékek maradványait. A forgácsolt ré-szekről a sorját el kell tüntetni és az éleket meg kell szüntetni.

2.5 Csatlakozó elemek

Minden, a csapágyazáshoz tartozó alkatrészt az összeszerelés előtt mé-ret- és alakpontosság szempontjából gondosan ellenőrizni kell.

A csapágyfuratra és tengelyre vonatkozó tűrésezések figyelmen kívül ha-gyása, ezen elemek körköröségi hibája, a csatlakozó vállak merőleges-ségi eltérése stb. elégtelen csapágműködéshez és idő előtti tönkreme-netelhez vezet. Az ilyen csapágyhibák esetében gyakran nem könnyű a ki-váltó ok azonosítása. A hiba okának kiderítése az előzetes tűrésellenőrzés elhagyásával megtakarított idő sokszorosát veheti igénybe.

2.6 Illesztések

A jó csapágműködés nagymértékben függ a műhelyrajzon szereplő csapágygyűrű illesztések (lásd a 7.3 és 7.4 táblázatot a 86–93. oldalon) betartásától.

Nem lehet általános tanácsot adni a megfelelő illesztés kérdésére; va-lójában az illesztés kiválasztását a gép működési állapota és a csapágy-összeszerelés terve határozza meg. Lényegében mindkét gyűrűt megfe-lelően meg kell támasztani a felfekvési felületeken, hogy szorosan il-leszkedjenek. Ez azonban nem mindig lehetséges, mivel a be- és kiszerezés megnehezítené és esetenként kivitelezhetetlen – az egyik gyűrű akadálytalan tengelyirányú elmozdulását megvalósító alkalmazá-soknál – például a szabad oldali csapágyaknál.

A szoros illesztés átfedése miatt a belső gyűrű nyúlik, illetve a külső gyű-rű zsugorodik, ez a csapágyhézag csökkentését eredményezi. A radiális hézagot ezért az illesztéshez kell választani.

Ellenőrizzük a tengely és a csapágyház tűrését. Túl laza illesztés eseté-ben a belső gyűrű megforoghat a tengelyen, és sérülést okozhat mind a gyűrűn, mind a tengelyen. Okozhatja még a gép működési pontatlan-ságát, vagy a rossz alátámasztás miatt a futópálya idő előtti kifáradását is. Másrészről a túl szoros illesztés előfeszítést okoz és csapágy-felme-leggedést is eredményezhet.

Mivel a gördülőcsapágy gyűrűi viszonylag vékony keresztmetszetűek, a felfekvő felületek alakhibái „átöröklődnek” a futópályára. Az illesztése-ket ellenőrizni kell az ármérőre és alaktűrésre is. A hengeres felfekvő felü-leteket a hengeresség szempontjából ellenőrizni kell (DIN ISO 1101). A kúpos felfekvő felületek körköröség (DIN ISO 1101), kúpszög és kúp-alkotó egyenesség (DIN 7178) szempontjából ellenőrzendők.

A tengely és a csapágyház illesztési felületei kisimulnak, amikor illesz-kednek a csapággal, a csapágy felületi érdessége azonban kevésbé vál-tozik. A megadott felületi érdesség megváltozik az első összeszerelés során. Ezért a csapágyillesztés érdességét a (DIN 4768) szerint szintén ellenőrizni kell.

Összeszerelés előtt méret és alakpontosság szempont-jából ellenőrizni kell a kapcsolódó elemeket

Figyelje meg a rajzon a csapágygyűrű illesztéseket

Ellenőrizze a tengely és a csapágyház tűrését

Ellenőrizze a tengely és a csapágyház fészek alaktű-rését

Ellenőrizze a felfekvő felü-letek érdességét

2.7 Csapághelyek ellenőrzése

Minden mérésnél biztosítani kell, hogy a mérőműszer kb. ugyanolyan hőmérsékletű legyen, mint a mérendő alkatrész.

2.7.1 Hengeres csapághely

A tengelyeket általában mikrométerrel ellenőrizzük (2. ábra). A mérési pontosságot kalibrálással kell ellenőrizni.

2: Mikrométer a tengelyátmérő méréséhez.



3: Kengyeles mérőműszer biztosítja a pontos pozicionálást a hengeres felület tökéletes méréséhez. A névleges átmérőt a kalibráló mestergyűrűvel állítjuk be.



Egy másik hasznos mérőeszköz a 3. ábrán bemutatott kengyeles műszer. Ez egy összehasonlító mérőeszköz és a beállítás pontosságát mestergyűrűvel ellenőrizzük. Ezeket a mestergyűrűket az FAG minden átmérőhöz szállítja.

A furatok belső mikrométerrel ellenőrizhetők (4. ábra).

A hagyományos összehasonlító furatmérő műszer szintén használható (5-7. ábra). Ez a mérőműszer hozzáférhető számos méretben 6-800 mm-es tartományban.



4: Belső mikrométer a furatok méréséhez.

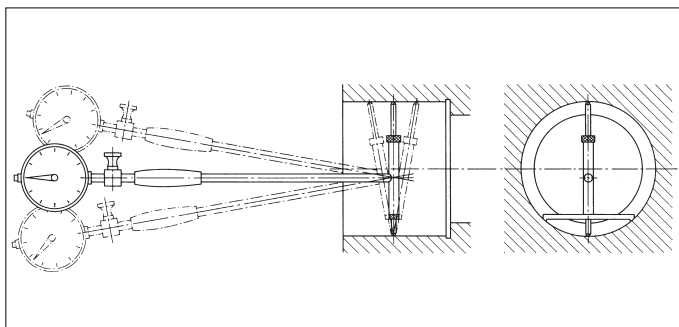


5: Furatok méréséhez különösen alkalmas a mérőórás műszer. A képen látható mestergyűrűt alkalmazzuk a névleges méret beállításához.

6: Álló csapágyház furatellenőrzése méróórás furatmérő műszerrel.



7: Elvi ábra a méróórás furatmérő műszer használatához. A minimális méret meghatározása.

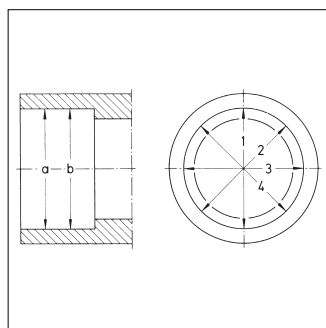
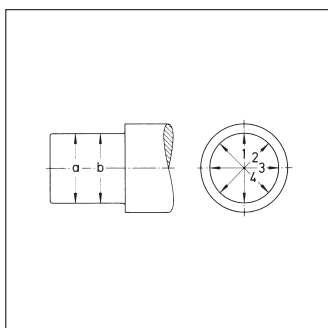


Ellenőrizze a tengely és a csapágyház átmérőjét, hengerességét és körköröségét

A tengelyek és a csapágyházak átmérőin kívül a hengerességet és körköröséget is ellenőrizni kell.

Általában, az átmérőt két különböző keresztmetszetben (két pontos mérés) és több síkban mérjük (8. és 9. ábra).

8, 9: Általában a tengely és a csapágyház hengerességét és körköröségét ellenőrizzük az átmérőt két keresztmetszetében és több síkban megmérve.



Hacsak a műhelyrajzon másként nem szerepel, a hengeresség és körköröség tűrése nem lehet több, mint az átmérő tűrésmező fele (két pont mérés esetén).

A DIN ISO 1101 szabvány szerint a hengeresség és körköröség tűrés a sugárra vonatkozik. Ezért az ezen szabvány szerint megadott tűrésértékeket meg kell duplázni.

2.7.2 Kúpos csapágyhely

Ahhoz, hogy a csapágygyűrű megfelelő szilárdsággal csatlakozzon a tengelyre, a gyűrű és a tengely kúposágának pontosan egyformának kell lennie.

A gördülőcsapágy gyűrűk kúpjai szabványosítottak. A legtöbb csapágy 1:12-es arányú, néhány széles típus azonban 1:30-as.

A kúpos mestergyűrű (10. ábra) a legegyszerűbb mérőeszköz.

A tengelykúp és a mestergyűrű felület egyezése a tusírfesték képéből derül ki. A nem megfelelő tengelyvéget addig kell alakítani, amíg a mestergyűrű teljesen fel nem fekszik. Az FAG 25-150 mm-es kúptátmérőkhöz kínál mesterkúp gyűrűket.

Csapágy belső gyűrűk nem használhatók mestergyűrűként.

A kúpos tengely pontos méréséhez az FAG kifejlesztette az MGK 133 és az MGK 132 kúposágmérő műszert. A referencia kúp vagy szelvény biztosítja a csapágyhely és az átmérő pontos mérését. Mindkét műszer könnyen kezelhető; a munkadarabot nem szükséges kivenni a gépből a méréshez.

Ne használjon csapágy belső gyűrűt mestergyűrűként

Használjon FAG MGK 133-as és MGK-132-es úposágmérő műszert a pontos méréshez



10: Mester kúpgyűrű a kisméretű kúpos csapágyhely ellenőrzésére.

11: FAG MGK 133 kúposság mérő műszer nagyság szerint, 27–205 mm külső átmérőkhöz és 80 mm-nél rövidebb kúpokhoz.



Az FAG MGK 133 kúpmérő műszer a 80 mm-nél rövidebb kúpok mérésére szolgál (11. ábra).

Mérési tartományok

Kúposság mérő műszer	MGK 133A	MGK 133B	MGK 133C	MGK 133D	MGK 133E	MGK 133F	MGK 133G
Kúp átmérő [mm]	27...47	47...67	67...87	87...115	115...145	145...175	175...205
Kúp	Kúp 1:12 és 1:30 (más kúpszögek külön ajánlat szerint)						
Min. kúp hosszúság [mm]	17	21	28	34	42	52	65
Mérési síkok távolsága [mm]	12	15	20	25	33	45	58

12: FAG MGK 132 kúposságmérő műszer a műszernagyság szerinti 90–820 mm külső átmérőkhöz és a 80 mm-nél hosszabb kúpokhoz.



Az FAG MGK 132 kúposságmérő eszköz 80 mm-nél hosszabb és 90 mm-nél nagyobb átmérőjű kúpok mérésére használható (12. ábra).

Mérési tartományok

Kúposság mérő műszer	MGK 132B	MGK 132C	MGK 132D	MGK 132E	MGK 132F
Kúp-átmérő [mm]	90...210	190...310	290...410	390...510	490...820
Kúp	Kúp 1:12 és 1:30 (más kúpszögek külön ajánlat szerint)				
min. kúp-hosszúság [mm]	80	80	110	125	140
Mérési síkok távolsága [mm]	20	20	25	30	36

Ne üsse kalapáccsal a csapágygyűrűt

A nem szétszerelhető csapágyaknál a szereléshez szükséges erő közvetlen az illeszkedő gyűrűre kell, hogy hasson

A különböző csapágy típusok és méretek eltérő szerelési folyamatokat igényelnek. Megkülönböztetünk mechanikus, hidraulikus és termikus eljárásokat.

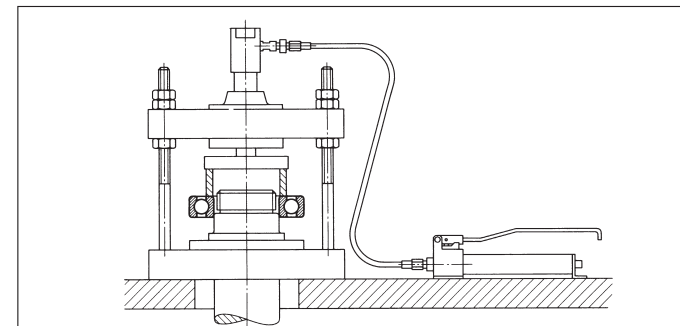
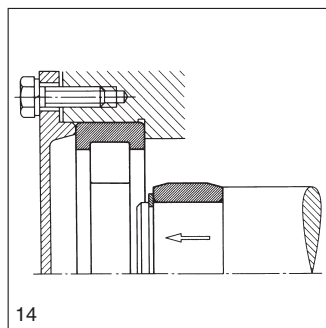
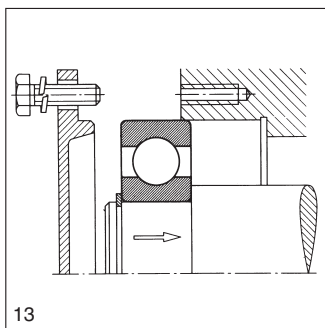
Mivel az edzett csapágygyűrűk ütészékenyek, ezeket tilos közvetlenül ütni.

A nem szétszerelhető csapágyak szerelésekor (13. ábra) mindig a szorosan illeszkedő gyűrűt érje a szerelőerő, ezért ez az első szerelési fázis. A laza illesztésű gyűrűn való szereléskor az erőhatás a gördülőtesteken keresztül hat a szorosan illesztett gyűrűre, és így károsítja a futópályát és a gördülőtesteket.

A szétszerelhető csapágyak szerelése (14. ábra) könnyebb, mivel a két gyűrű külön is beszerelhető. A bekarcolódások elkerülése érdekében az összeszerelés alatt, kissé forgatni kell a részeket.

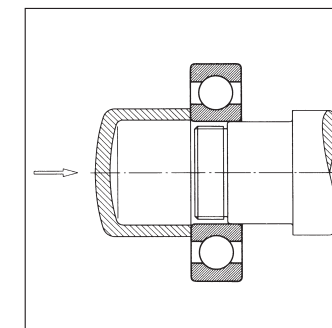
13: Ha szoros illesztést követel meg a nem szétszerelhető csapágy belső gyűrűje, a csapágyat először rá kell préselni a tengelyre, majd a tengelyt a csapágygal be kell helyezni a csapágyházba.

14: Szétszerelhető csapágyaknál a gyűrűk külön-külön is beszerelhetők. Ez különösen előnyös, amikor mindkét gyűrű szorosan illesztett. Azért, hogy elkerülje a karcosodást, forgassa kissé a részeket, amikor a tengelyt a belső gyűrűvel behelyezi a külső gyűrűbe illetve a csapágyházba.



15: A csapágyak 80 mm-es legnagyobb furatméretig szerelhetők rá a tengelyre hidraulikus préssel.

Ha nincs lehetőség a préselésre, a csapágyat fel lehet szerelni a tengelyre, finoman ütogetve egy kalapáccsal. Ez esetben azonban egy sima homlokfelületű lágyacél szerelőhüvelyt kell használni azért, hogy egyenletesen elossa az ütések erejét körben a szorosan illesztett gyűrű kerületén és elkerülje a csapágy károsodását (16. ábra).



16: Kisméretű csapágyak tengelyre történő szerelése elvégezhető finom kalapács-ütésekkel a megfelelő lágyacél szerelőhüvellyel.

A szerelőhüvely külső átmérőjének egy kicsit nagyobbnak kell lennie, mint a csapágy furat, a külső átmérője nem haladhatja meg a belső gyűrű vállszélességét így elkerülheti a kosár sérülését.

Az FAG felüto szerszámkészletekről részletes információt lásd a TI-WL 80-49 kiadványban.

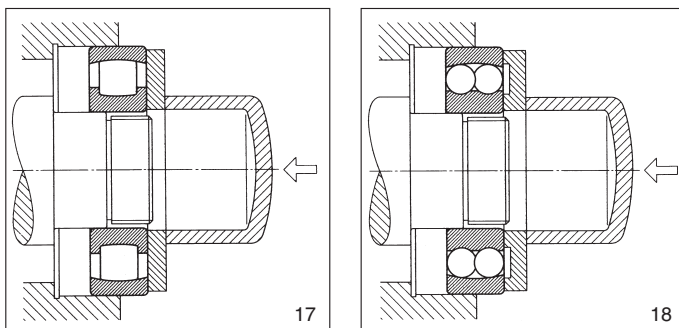
Ha beálló csapágyat présel a tengelyre és ugyanakkor a csapágyházba is, akkor egy tárcsát kell használnia, amely felfekszik mindkét csapágy gyűrűre, így elkerüli a külső gyűrű ferdén való beszerelését a csapágyházban (17. ábra).

3.1. Mechanikai módszerek

3.1.1. Hengeres furatú csapágyak beszerelése

A csapágyak körülbelül 80 mm-es legnagyobb furatméretig szerelhetők hidegen. Ez esetben mechanikus vagy hidraulikus szerelés ajánlott (15. ábra).

17: A külső és belső gyűrű egyidejű bepréselése a házba, illetve a tengelyre szerelőtárcsa segítségével.



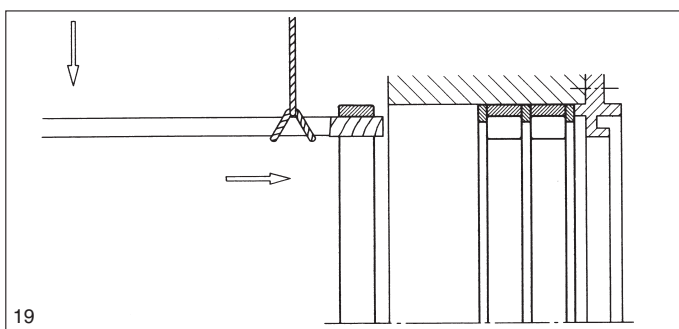
18: Néhány beálló golyóscsapágnál a szerelőtárcsát ki kell könnyíteni.

Néhány beálló golyóscsapágnál a golyók kiállnak a gyűrűk síkjából. Ilyen esetben a tárcsát ki kell könnyíteni (18. ábra).

Nagyon szoros illesztési igény esetén a kis csapágyakat is egyenletesen kell melegíteni a szereléshez (lásd 3.2 fejezet).

Könnyűfém csapágyházaknál a fészek felületek megsérülhetnek a külső gyűrű sajtolásos illesztésekor. Ilyen esetekben a csapágyházat melegíteni vagy a csapágygyűrűt hűteni kell.

19: A széles hengergörgős csapágyak külső gyűrűi egy szerelőkarral helyezhetők be.



Nehéz csapágyak külső gyűrűi átmeneti illesztés esetén egy szerelőkaral szerelhetők (19. ábra).

A futópálya illetve a görgőfelületek sérülésének elkerülésére a szerelőkar érintkező felületét egy textil darabbal be kell pólyázni (ne használjon gyapjú anyagot).

Tűgörgős csapágyak szerelése

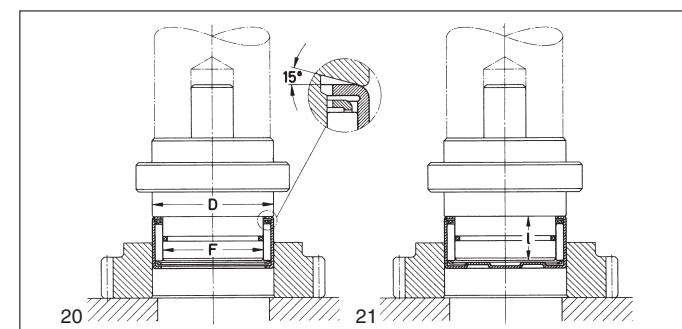
Tűgörgős csapágyak belső gyűrűvel és belső gyűrű nélkül

Tűgörgős csapágyaknál ugyanazt a szerelési elvet alkalmazzuk, mint a hengergörgősöknél. Csoportos beépítésnél a csapágyaknak ugyanazon radiális hézagúnak kell lennie, hogy biztosítsa az egyenlő tehereloszlást.

Tűgörgős hüvelyek és perselyek

A vékony falú külső gyűrűk alakhú és szoros illesztése miatt az ezen típusú tűgörgős csapágyaknál az oldalirányú rögzítés szükségtelen.

A tűgörgős hüvelyek és perselyek szerelésénél különleges szerelő tűske használható. Általában a szerelő tűske csatlakozik a csapágy a feliratozott homlokfelületéhez, amely a kisebb csapágyaknál edzett. Azonban a nem edzett csapágyak szerelése sem vezet gyűrű deformációhoz, ha a szerelő tűske pontosan megmunkált.



A tűgörgős hüvelyek és perselyek szerelő tűskével préselhetők a csapágyházba.

20: Tűgörgős hüvely

21: Tűgörgős persely

Tűgörgős kosár

A tűgörgős kosarat a tengely és a csapágyfészek közé építjük be. Hogy elkerüljük a futópálya és a tűgörgők sérülését, terheletlenül és kis mértékben forgatva kell szerelni.

A tűgörgős kosár oldalirányban a tengelyváll vagy a házfurat által kerül megvezetésre (22. ábra).

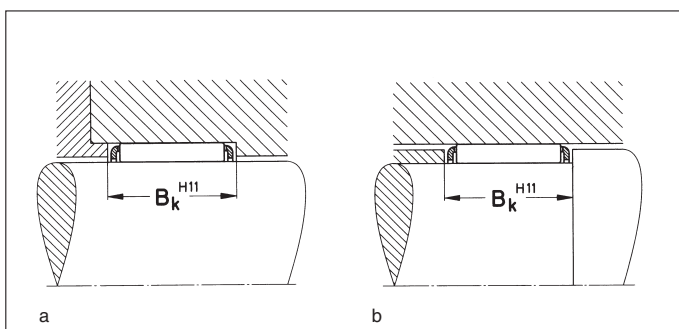
Az illesztési hézagnak a kosár oldalsó felületeinél nagynak kell lennie (H11-es tűrés) ahhoz, hogy megakadályozza a tűgörgő és a kosár érintkezését a beépítés után.

A radiális hézag tűgörgős kosárral történő szerelés esetén az edzett és köszörült tengely, illetve a ház futófelületek megmunkálási tűréseiből adódik. Tűgörgős kosarak csoportos beépítésre csak azonos tűrésosztályú tűgörgőkkel használhatók.

22: A tűgörgős kosár oldalirányban a tengelyváll vagy a házfurat által kerül megvezetésre.

a: Megvezetés a csapágyházban

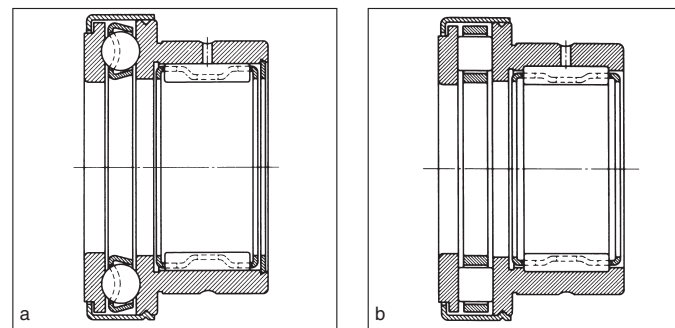
b: Megvezetés a tengelyen



Kombinált tűgörgős csapágyak

A szoros illesztésű kombinált tűgörgős csapágyak szerelése viszonylag nagy erőt igényel. Mindenek előtt a porvédős axiális tűgörgős-golyóscsapágyaknál illetve az axiális hengergörgős-tűgörgős csapágyaknál kell erre ügyelni, ahol az axiális csapágy görgőköszara egybeépített.

Ezen csapágyakat préseléssel lehet szerelni, esetleg a ház melegítésével a szerelés megkönnyíthető.



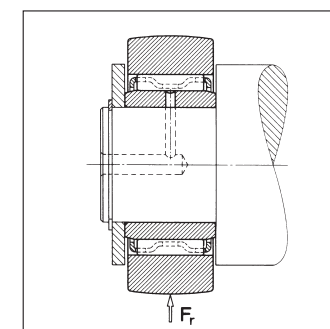
23: Kombinált tűgörgős-axiális golyóscsapágyakat és a tűgörgős-hengergörgős csapágyakat a porvédővel kell bepréselni a csapágyházba.

a: Tűgörgős-axiális golyóscsapágy NAXK.Z

b: Tűgörgős-axiális hengergörgős csapágy NAXR.Z

Támasztógörgők

Mivel a legtöbb esetben a támasztó görgő belső gyűrűje pontterhelésnek van kitéve, nem igényel szoros illesztést a tengelyen. Szereléskor ügyeljünk arra, hogy a zsírozófurat a terheletlen zónába essen. A támasztógörgő külső gyűrűje nem igényel oldalirányú megtámasztást.



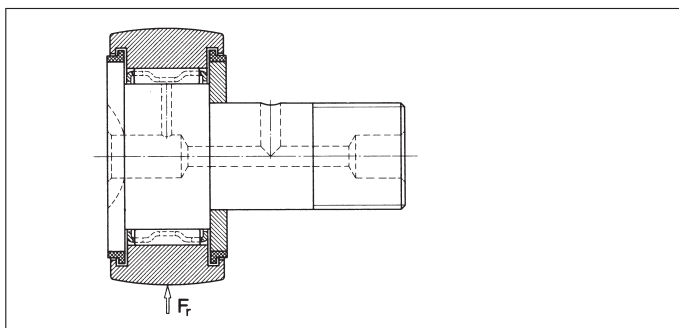
24: A zsírozófuratnak szereléskor a terheletlen zónába kell esnie. A támasztógörgő külső gyűrűje nem igényel oldalirányú megtámasztást.

Csapos vezetőgörgő

Szereléskor a csapos vezetőgörgők zsírozó furata sugár irányban, a terheletlen zónában kell, hogy elhelyezkedjen.

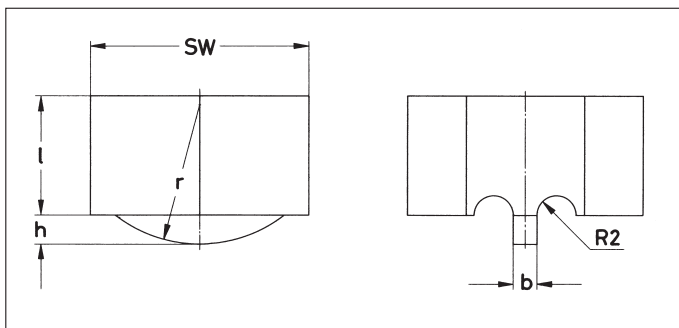
Szereléskor a csapos vezetőgörgőket a gépváz átmenő furatában, elforgás ellen biztosítani kell. Ezt biztosítja a horony a csap végén, a görgő felőli oldalon (25. ábra).

25: A görgő felőli horony megkönnyíti a csap elfordulás elleni rögzítést becsavaráskor.



Amikor a csapos vezetőgörgőt a zsákfuratba szerelik, meghúzónyomatékot kell alkalmazni a szabadvégi menesztönyíláson keresztül. Ehhez egy megfelelő szerszám szükséges (26. ábra). A katalógusban megadott meghúzónyomaték kb. 75%-val alkalmazhatók ezek a szerszámok.

26: A csapos vezetőgörgők a zsákfuratba speciális szerszámmal szerelhetők be.



3.1.2 Kúpos furatú csapágyak beszerelése

A kúpos furatú csapágyak közül bármelyiket illesztheti közvetlenül a kúpos tengelyre vagy, ha a tengely hengeres kialakítású, akkor egy szorító- vagy lehúzóhüvelyre.

Vékony olajfilmet kell használnunk a megtisztított csapágyfurathoz, valamint a tengelyen és a hüvelyen. A vastagabb kenőanyag réteg csökkenti a súrlódást és ennél fogva megkönnyítené a szerelést; azonban működéskor a kenőanyag fokozatosan kiszorulhat az illesztésekből, és ez a szoros illesztések ellazulását okozza. Ez esetben a gyűrű vagy a hüvely elvándorol és berágódást okoz az illeszkedő felületen.

Rápréselve a csapágyat a kúpra megnyúlik a belső gyűrű és csökken a radiális hézag. Ugyanekkor a hézag csökkenése információt nyújt a belső gyűrű kúpon való illeszkedéséről, illetve ráfeszüléséről.

Alkalmazzon vékony olajfilmet a megtisztított csapágyfurathoz, valamint csapágyhelyen a tengelyen és a hüvelyen

A radiális hézag csökkenése, a szerelés előtti és utáni mérés eredményének különbsége. Ehhez meg kell mérni a gyártási radiális hézagot a szerelés előtt, majd ellenőrizni a hézagot ismételt a szerelés alatt, amíg eléri a hézag a megfelelő, csökkentett értékét, és így elérjük a szükséges szoros illesztést.

A radiális hézag csökkenésének mérése helyett, mérhető a csapágy tengelyirányában megtett útja. A szabványos 1:12 arányú kúp esetén a tengelyirányú út és a radiális hézag csökkenés aránya kb. 15:1. Ez az arány figyelembe veszi, hogy az illeszkedő felületek átfedésének 75-80%-a a belső gyűrű-futópálya radiális irányú nyúlása.

Kis csapágyaknál, a pontos tengelyirányú elmozdulás nem mérhető, a csapágyat lehetőleg a csapágyházon kívül kell szerelni. A csapágyat úgy kell felszorítani a kúpra, hogy az könnyen forogjon és kézzel simán mozgatható legyen. A szerelőnek kell éreznie, hogy a csapágy szabadon, egyenletesen fut.

Amennyiben egy kiszerelt csapágy újra beszerelésre kerül, nem elegendő a csapágyanyát az eredeti helyzetében rögzíteni, mert üzem közben a csapágy rögzítése lazul, illetve az illesztési felületek fényesednek.

Ez esetben a radiális hézag csökkenését a tengelyirányú út méréssel vagy hézagméréssel szintén ellenőrizni kell.

A radiális hézag csökkentéséhez ajánlott értékek, amelyek a megfelelően szilárd csapágyillesztést biztosítják, valamint a szerelés utáni radiális hézag kontroll-értéke megtalálhatók a függelékben (7.16-os és 7.17-es táblázat).

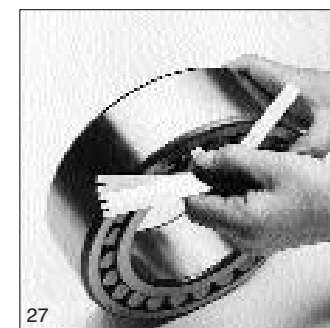
A radiális hézag hézagmérővel mérhető (27. ábra).

Beállógörgős csapágy esetén, a hézagot egyszerre kell mérni mindkét görgősoron (28. ábra). A görgők mindkét sorában mért hézagértékek azonossága biztosíték arra, hogy nincs oldalirányú kitérés a belső és a külső gyűrű között. A gyűrű homlokfelületek vonalba állításával ugyanis nem biztosított a megfelelő beállítás, erre a gyűrűk nagyobb szélességtűrése miatt, nincs garancia.

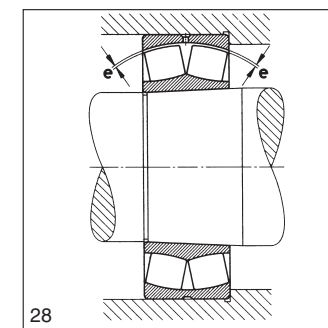
Ellenőrizze a radiális hézagcsökkenést, hézagméréssel vagy az elmozdulási út méréseivel

Ellenőrizze a radiális hézag csökkenését újra beszerelés esetén is az elmozdulási út vagy hézag méréseivel

Ellenőrizze hézagmérővel a radiális hézagot



27



28

27: A radiális hézag mérése hézagmérővel, szerelés előtt

28: Beálló görgőscsapágnál a radiális hézagot egyszerre kell mérni mindkét görgősoron.

Ellenőrizze a külön szerelhető csapágy belső gyűrűjének nyúlását

29: Hengergörgős csapágy belső gyűrűjén mért tágulás mérése mikrométerrel.



A hengergörgős csapágy lehetőséget ad a belső és a külső gyűrűk önálló beépítésére; a belső gyűrű nyúlása egyszerűen mérhető – egy mikrométer segítségével – a radiális hézagcsökkenés mérése helyett (29. ábra).

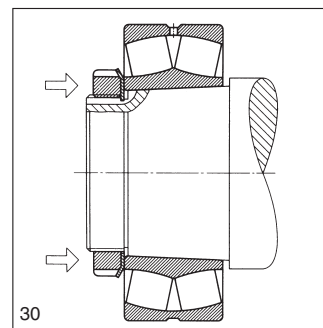
A csapágy kúpos helyre történő felpréseléséhez vagy a lehúzóhüvely beszereléséhez mechanikus vagy hidraulikus berendezések használhatók. Az, hogy melyik, szerelési eljárás a legelőnyösebb, a szerelés körülményeitől függ.

A kis csapágyakat csapágyanyával és körmoskulccsal szerelje

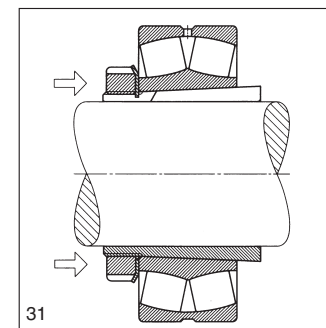
A kis és közepes méretű csapágyak csapágyanyával szerelhetők a kúpos tengelyvégre (30. ábra), az anya meghúzása körmoskulccsal történik.

A csapágyanya és a körmoskulcs a kis és normál méretű csapágyaknak a szorítóhüvelyre történő szerelésére is használhatók (31. ábra).

Kisméretű lehúzóhüvelyek szintén csapágyanya segítségével préselhetők a tengely és a belső gyűrű közé (32. ábra).



30: Beálló görgőcsapágy szerelése csapágyanyával

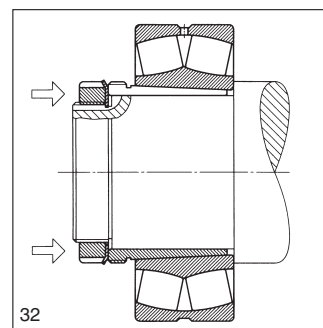


31: Beálló görgőcsapágy szerelése szorítóhüvellyel és csapágyanyával

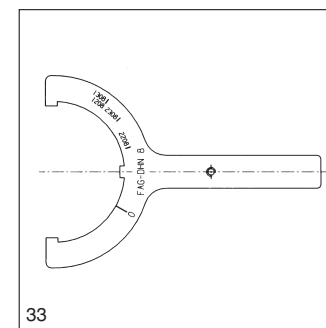
Kettős körmoskulcsok

A kettős körmoskulcs készletek az FAG 173556 és az FAG 173557, a beálló golyóscsapágyak szorítóhüvellyel történő szereléséhez használhatók. Mindkét készlet nyomatékkulcsot tartalmaz, a kiinduló helyzet pontosabb meghatározására a csapágy felhelyezésekor.

Minden kettős körmoskulcs szögbeosztás található a különböző beálló golyóscsapágy típusok megjelölésével, amelyek az adott kulccsal szerelhetők. Így a tengelyirányú elmozdulást és a radiális hézag csökkenését pontosan be lehet állítani (33. ábra).

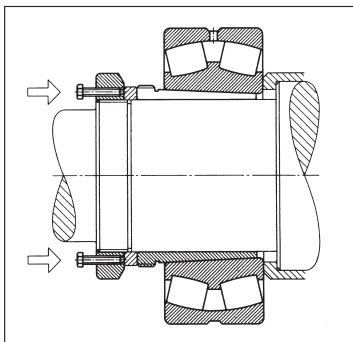


32: Lehúzóhüvely szerelése csapágyanyával



33: Kettős körmoskulcs szögbeosztással, a beálló golyóscsapágy szereléséhez

34: A nagy méretű lehúzó-
hüvelyek szerelését
megkönnyítik a csapágyanyába
épített feszítőcsavarok.
A csapágyanya és
a lehúzóhüvely közé
egy gyűrűt kell helyezni.



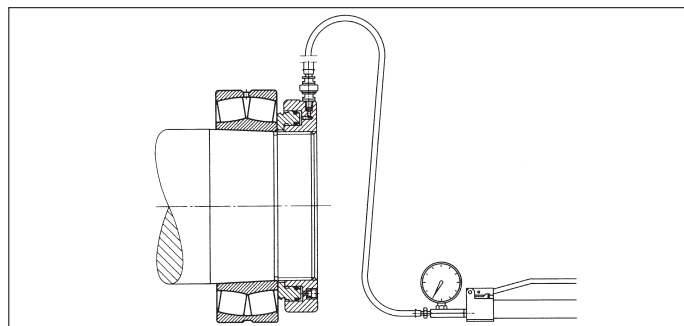
Nagyobb csapágyaknál jelentős erő szükséges a csapágyanya meghúzásához. Ebben az esetben a csapágyanyát feszítőcsavarokkal látják el, mint azt a 34. ábra mutatja.

A hüvely és a csapágy elbillenésének elkerülésére, a csapágyanyát csak annyira kell meghúzni, hogy az anya és a gyűrű felfeküdjön. Majd a nemesített acélból készült szerelőcsavarokat – ezek száma a szükséges erőtől függ – egyenletesen, a kerület mentén egymás után meghúzzuk, míg a szükséges hézagcsökkenést el nem érjük.

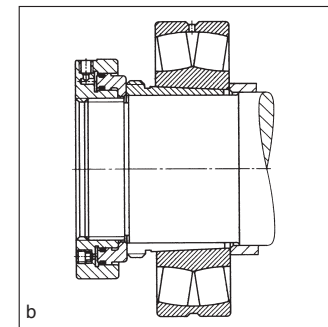
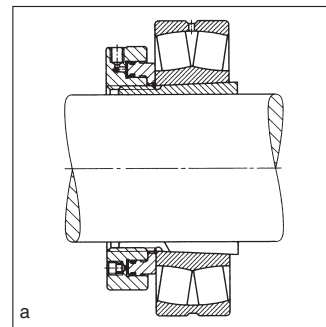
Mivel a kúpos kapcsolat önzáró, a szerelőcsavaros csapágyanya a szerelést követően eltávolítható és a biztosítás egy normál csapágyanyával elvégezhető. A biztosítás elve megegyezik a szorítóhüvelyes és a kúpos tengelycsapra történő szerelésnél.

Amikor nagyobb csapágyakat szerelünk, tanácsos lehet hidraulikus anyát használni. A 35. és a 36. ábra mutatja, hogyan lehet egy beállító görgőscsapágyat szerelni hidraulikus anya segítségével. Az FAG hidraulikus anyák beszerezhetők minden szabványos hüvely és

Jelöléseket és méretválasztékot lásd a WL 80103 számú „FAG hidraulikus anyák” kiadványban



35: Hidraulikus anya kúpos
furatú csapágyyszereléséhez
a kúpos tengelyvégen



36: Beállító görgőscsapágy
szerelése a hidraulikus anyával.

a: Szerelés szorítóhüvelyre

b: Szerelés lehúzóhüvellyel

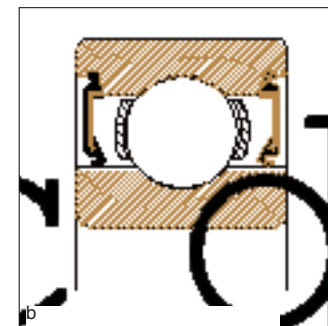
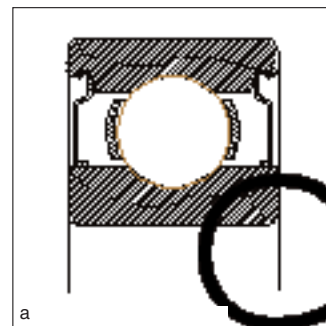
tengely menetátmérőhöz. A 3.3 és a 4.3 fejezetben található hidraulikus szerelési eljárások a beszerelést és mindenek előtt a kiszereelést teszik sokkal egyszerűbbé.

3.2. Melegítési módszerek

Ha szoros illesztést igényel a belső gyűrű a hengeres tengelycsapra, a csapágyakat legtöbbször melegíteni kell a szereléshez. Elegendő táulás érhető el 80 °C és 100 °C közötti melegítéssel. A hőmérséklet pontos ellenőrzése fontos a csapágymelegítésnél. Ha a hőmérséklet meghaladja a 120 °C-ot, fennáll a csapágy-szövet-szerkezet módosulásának veszélye, amely a keménység csökkenését és méretváltozást eredményezhet.

Azokra a csapágyakra, melyek üvegszállal erősített poliamid kosárral rendelkeznek, ugyancsak a 120 °C-os hevítési hőmérséklet határ érvényes.

A porvédős (37/a ábra) vagy tömítőtárcsás csapágyakat (37/b ábra) a gyártás folyamán zsírral töltik fel. Ezek maximum csak 80 °C-ig melegíthetők, de soha nem olajfürdőben.

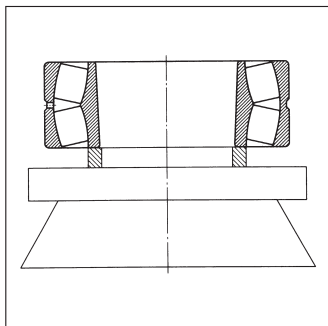


37: A porvédős és tömítőtárcsás
csapágyak nem melegíthetők
olajfürdőben. A maximális
melegítési hőmérséklet 80 °C.

a: Porvédőlemez csapágy
(2ZR)

b: Tömítőtárcsás csapágy
(2RSR)

38: Helyezzünk gyűrűt a hőfokszabályzó nélküli melegítőlap és az E poliamid kosaras beálló görgőscsapágy belső gyűrűje közé.



3.2.1 Melegítő lap

Átmenetileg a görgőscsapágyakat melegíthetjük hőfokszabályzós melegítő lapon is. Időnként meg kell fordítani a csapágyat, hogy elkerüljük az egyoldalú melegítést.

Ha a hőfokszabályzó nélküli melegítő lap hőmérséklete magasabb, mint 120 °C, akkor a poliamid kosárnak tilos a melegítő lappal érintkeznie. Ez elkerülhető, a melegítő lap és a csapágy belső gyűrűje közé tett gyűrű behelyezésével (38. ábra).

3.2.2 Olajfürdő

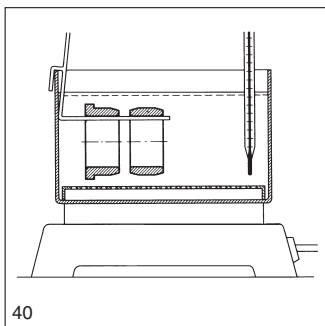
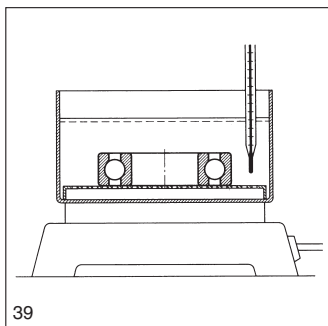
Egyenletes melegítéshez a gördülőcsapágyak egy olajteknőben hevíthetők, amely 80 °C és 100 °C közötti hőfokszabályozóval rendelkezik. A csapágy nem érintkezhet közvetlenül a melegített felülettel. A legjobb megoldás az, hogy elhelyezünk egy rácsot a teknő aljától néhány cm-re, amely megakadályozza a csapágy egyenletlen melegedését és megvédi a teknő alján lerakódó szennyeződéstől.

A csapágyakat fel is függeszthetjük az olajteknőben (40. ábra). Melegítés után némi olaj tapadhat a csapágyhoz, ezért minden illesztési felületet gondosan le kell tisztítani.

39, 40: Az olajteknőben történő melegítés biztosítja az egyenletes csapágymelegedést: a 80-100 °C közötti hőmérséklet könnyen ellenőrizhető. Hátránya: a szennyeződés veszélye.

39: Mélyhornyú golyóscsapágy melegítése olajteknőben.

40: Hengergörgős csapágy belső gyűrűjének melegítése az olajteknőben.



A melegítéses csapágszerelés némi jártasságot igényel (41. ábra). Az alkatrészeket gyorsan kell ráhúzni a tengelyre és merőlegesen felütköztetve a vállakra. Az illesztés során történő finom körkörös mozgítás megkönnyíti a munkát. Ezt ajánlatos hővédő kesztyűben vagy tűzálló ruhadarabot használva végezni, de soha ne használjunk gyapjú rongyot.

Nagyon nagy méretű csapágyak általában daruval szerelhetők. Ebben az esetben a csapágyat szorító emelővel (42. ábra), vagy kötélhurokkal függesztik fel. Biztosítani kell a csapágygyűrűk és a tengely helyzetét azért, hogy megakadályozzuk az elbillenésüket.

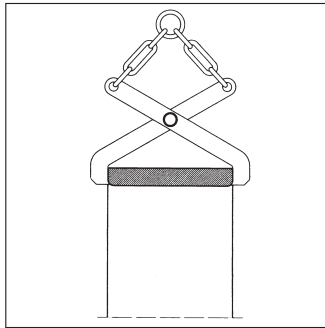
Melegítse fel a nagyobb csapágyakat a szereléshez

Ne használjon gyapjú rongyot a szerelési munkához



41: Melegített alkatrészeket gyorsan fel kell helyezni a tengelyre, merőlegesen a vállakra. Finom körkörös mozgattal megkönnyítheti a felszerelést.

42: Szorító emelő



Gondoskodjon a gyűrű tengelyirányú felütőkövetéséről

A belső gyűrű felhúzása után azonnal a tengelyvállhoz kell ütköztetni, amíg lehül, vagy kihűlés után tengelyirányban felütni, hogy elkerüljük a gyűrű homlokfelület és a váll közötti hézag kialakulását. Ezt alkalmazzuk gyűrűpárok egymás mellé szerelésekor is.

3.2.3 Forró levegős kamra

A gördülőcsapágyaknál biztonságos és tiszta melegítési eljárás a forró levegős kamra használata. A hőszabályzó vezérlés lehetővé teszi a pontos hőmérséklet ellenőrzést. A tiszta környezet kizárja a csapágy szennyeződését. A forró levegővel történő csapágymelegítés azonban sok időt vesz igénybe, ezért megfelelően méretezett forró levegős kamráról kell gondoskodni.

3.2.4 Indukciós melegítő eszközök

Az FAG indukciós melegítő eszközeivel a gördülőcsapágyakat gyorsan, biztonságosan és tisztán melegíthetjük fel a szerelési hőmérsékletre. A berendezéseket számos gördülőcsapágy típushoz használhatjuk, ebbe beletartoznak a zsírozott és tömített csapágyak is. Ezek az eszközök a transzformátor elvén működnek és az energiaigényük alacsony. A berendezések üzemeltethetők 220V/50 Hz; 110V/50 Hz és 380 V/50 Hz hálózatokról.

A hatféle típusú FAG indukciós melegítő alkalmas minden méretű csapágy melegítésére. A legkisebb AWG MINI berendezés minimum 20 mm furatátmérőtől használható, a maximum csapágytömeg 20 kg lehet. A legnagyobb AWG 40 berendezés 85 mm furatátmérőtől 800 kg maximális csapágytömegig alkalmas.

A berendezések használhatók még más gyűrű formájú acél alkatrészek melegítéséhez is, mint például zsugorgyűrű vagy labirint tömítőgyűrű. Melegítés után az alkatrészek automatikus lemágnesezése is megtörténik.

Az FAG indukciós melegítő eszközök részletes ismertetőit lásd a TI WL 80-47 kiadványban.



43, 44: Az indukciós melegítő eszközök biztosítják a gyors és biztonságos melegítést a szerelési hőmérsékletre.

43: FAG AWG 3,5



44: FAG AWG13

45: 380 V-os indukciós tekercs hengergörgős csapágy belső gyűrűjének fel és leszerelésére



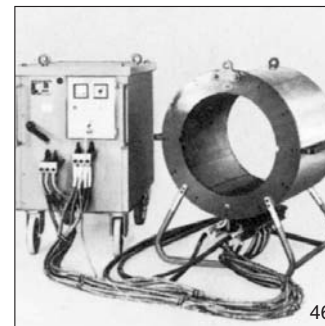
3.2.5 Indukciós tekercs *

Az indukciós tekercsek a 100 mm furatátmérőtől nagyobb hengergörgős csapágyak és tügörgős csapágyak belső gyűrűinek melegítésére szolgálnak.

Az itt bemutatott indukciós melegítő berendezés egyaránt alkalmas fel- és leszereléshez. Ezek azonban leginkább a gyűrűk lehúzásához használatosak (4.2.2 fejezet). Mivel a felmelegítési folyamat nagyon gyors, a szorosan illesztett belső gyűrű csak kevés hőt ad át a tengelyre, így a csapágygyűrű könnyen lehúzható. Ezen berendezés a nagy sorozatú hengergörgős csapágyak belső gyűrű szerelésére gazdaságos, pl. vasúti kerékpárcsapágyak esetében, vagy nagy méretű csapágyaknál – pl. hengerművi hengerállványokon – ahol gyakori a ki-beszerelés.

Az FAG indukciós tekercs két fázisra köthető az általános három fázisú 380 V-os hálózatra (50 vagy 60 Hz). Hozzávetőleg 200 mm feletti furatátmérők belső gyűrűinek melegítéséhez olyan tekercsek használatosak, amelyek közvetlenül a 380 V-os hálózatba kapcsolhatók (45. ábra). Nagyobb csapágyakhoz alacsony feszültségű berendezést kell használni 20-40 V-os munkafeszültséggel 50 Hz (60 Hz) mellett.

Az alacsony feszültségű indukciós tekercsek a 380 V-os hálózathoz egy transzformátoron keresztül kapcsolhatók (46. ábra). A tekercs vízhűtése a berendezés nagyobb hatásfokát, könnyebb kezelhetőségét és alacsonyabb súlyát biztosítja.



46: Alacsony feszültségű tekercs EFB 125/1-es transzformátorral a 635 mm furatátmérőjű hengergörgős csapágy belső gyűrűjéhez.

Csapágygyűrű súly: 390 kg

Tekercs súly: (kb.) 70 kg

47: Hengergörgős csapágy belső gyűrűjének demagnetizálása tekercssel

Amikor az indukciós tekercset szerelési munkához használjuk, gondoskodni kell róla, hogy a gyűrűket ne melegítsük túl. A felmelegítési idő megtalálható a használati utasításban vagy az FAG Főkatalógusban.

A használati utasítás leírja az indukciós tekercs használatát a csapágygyűrű demagnetizálásának elvégzéséhez is (47. ábra).

Nézz meg a használati utasítást a melegítési idővel kapcsolatban

3.2.6 Hűtés

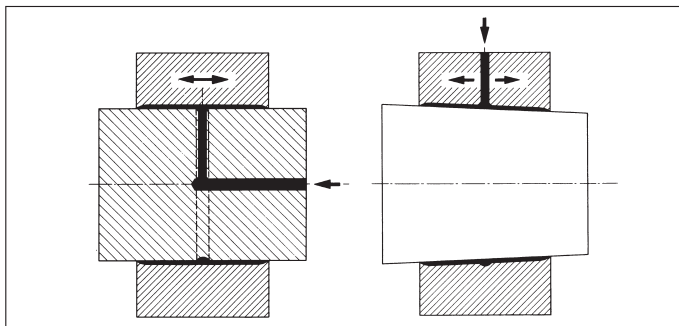
A külső gyűrű szoros illesztéséhez a csapágyházat a legtöbb esetben a szerelési hőmérsékletre melegítik. Nagyobb és masszív csapágyházakkal problémák adódhatnak. Ebben az esetben a gördülőcsapágyakat száraz jég és alkohol keverékében hűtik. A hőmérséklet nem lehet alacsonyabb -50 °C-nál.

A kondenzvízképződéssel járó hőmérséklet kiegyenlítés után alaposan le kell öblíteni a csapágyat olajjal, hogy megóvjuk a korróziótól.

Soha ne hűtse a csapágyakat -50 °C-nál alacsonyabb hőmérsékletre

* Részletekért lásd a WL 80107 EA „FAG Indukciós tekercsek” kiadványt.

48: A hidraulikus szerelés elve: folyadékfilm alakul ki az illeszkedő felületek között.



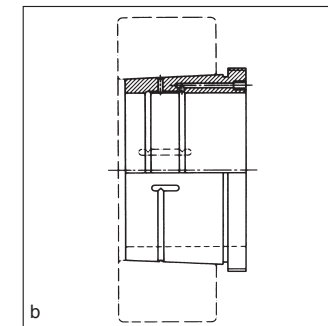
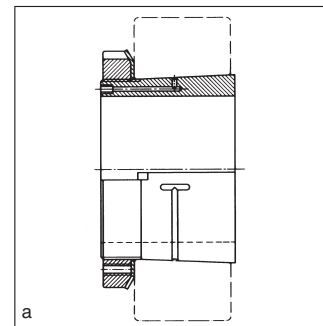
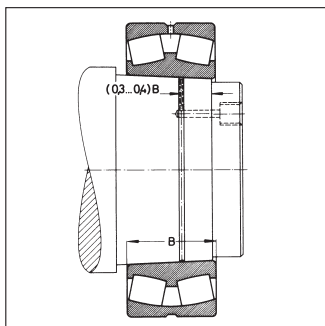
3.3 Hidraulikus módszer

A hidraulikus módszerrel olajat préselünk be az illeszkedő felületek közé. Ez lehet gépolaj, vagy rozsdoldó adalékanyagot tartalmazó olaj. Az olajfilm nagymértékben csökkenti a súrlódást az érintkező felületek között, amelyek ezután könnyen szétválaszthatóak egymástól a felületek károsodásának veszélye nélkül. Az illesztési korrózió elkerülhető, ha petróleumot vagy rozsdoldó adalékanyagot keverünk az olajhoz.

A kúpos furatú csapágyaknál mind a fel-, mind a leszereléshez alkalmazhatók a hidraulikus eljárások. A hengeres furatú csapágyakat vagy hüvelyeket felmelegíthetjük a szereléshez, míg a leszerelést hidraulikusan lehet elvégezni. A szivattyúzott olaj injektálásához olajhornyok, áteresztő csatornák és csavarmenetes csatlakozások szükségesek a tengelyen vagy a hüvelyen (49. és 50. ábra). A részletek a WL 80102 „Hidraulikus eljárások gördülőcsapágy szereléshez” című FAG kiadványban olvashatók.

A kúpos tengelyvégre közvetlenül illesztett kúpos furatú csapágyak hidraulikus szerelése kis mennyiségű olajat igényel. Ehhez megfelelőek a kis adagoló injektorok (51. ábra). Az FAG két méretű olajinjektort forgalmaz $G \frac{3}{8}$ és $G \frac{3}{4}$ menetcsatlakozással. A kisebb olajfecskendő 80 mm-es tengelyátmérőig használható, a nagyobb 150 mm-ig.

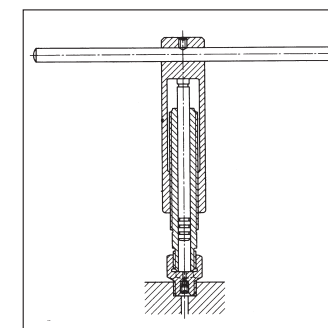
49: Az olajhornyok helyzete kúpos furatú csapágyaknál



50: Nagyobb méretű szorító- és lehúzóhüvelyek olajhoronnyal és olajáteresztő csatornákkal

a: szorítóhüvely, HG hidraulikus kivitel

b: lehúzóhüvely, H hidraulikus kivitel



51: Olajinjektor és csatlakozó szelep $G \frac{3}{8}$ menetekhez:

Injektor: FAG 107640

Szelep: FAG 107642

Olajinjektor és csatlakozó szelep $G \frac{3}{4}$ menetekhez:

Injektor: FAG 107641

Szelep: FAG 107643

A hengeres furatú csapágyaknál, valamint a lehúzó és szorítóhüvelyeknél nagyobb mennyiségű olaj szükséges. Az érdesebb felületek illesztésénél előforduló olajvesztést pótolni kell. Ezt olajpumpával lehet biztosítani (52-54. ábra).

Az alkalmazott folyadék közepes viszkozitású gépolaj. A szerelési munkát kb. $75 \text{ mm}^2/\text{s}$ viszkozitású olajjal kell végezni 20°C -os hőmérsékletnél (a névleges viszkozitás $32 \text{ mm}^2/\text{s}$ 40°C -on), amely biztosítja a szerelés utáni teljes kifolyást az olajhornyokból.



52: FAG kézi pumpa készlet PUMPE 1000.4L, 4 literes olajtartállyal rendelkező kétlépcsős dugattyús szivattyú (1000 bar), nyomásmérőt, különleges nyomásálló tömlőt és fittinget (csatl. menet $G \frac{1}{4}$) tartalmaz egy lemez tárolódobozban.

53: FAG kézi pumpa készlet PUMPE 1600.4L, 4 literes olaj-tartállyal rendelkező kétlépcsős dugattyús szivattyú (1600 bar), nyomásmérőt, különleges nyomásálló tömlőt és fittinget (csatl. menet G 1/4) tartalmaz egy lemez tárolódobozban.



54: FAG kézi pumpa készlet PUMPE 2500.8LV, 8 literes olaj-tartállyal rendelkező kétlépcsős dugattyús szivattyú (2500 bar), nyomásmérőt, kettős különleges nyomásálló tömlőt, 2 fittinget (csatl. menet G 1/4) 2 közcsavart, 6 csökkentő közdarabot tartalmaz egy lemez tárolódobozban.

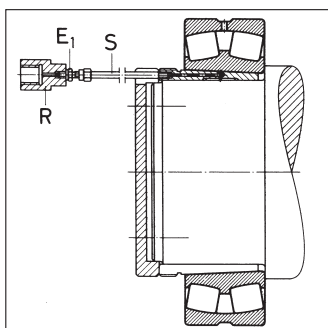


Kúpos furatú csapágyak szerelése

A kúpos furatú csapágyak felpréselése csapágyanyával, szerelőcsavaros csapágyanyával vagy FAG hidraulikus anyával történhet (lásd 35. ábra). A hidraulikus lehúzóhüvelyek és szorítóhüvelyek M6, M8, G 1/8, G 1/4 menetes csatlakozásokkal készülnek, a hüvelymérettől függően (lásd WL 41520 FAG főkatalógust). Az 52-54. ábrákon látható kézipumpák sajátossága a különleges nyomásálló tömlő, amelyek a hüvelyhez csatlakoznak az R szűkítőhüvellyel, az E₁ ERMETO csatlakozóval és az S acélcsővel (55. ábra).

Használjon csapágyanyát, szerelőcsavaros csapágyanyát vagy FAG hidraulikus anyát a szereléshez

55: Lehúzóhüvely hidraulikus csatlakozással



56: Kúpos furatú beálló görgőscsapágy szerelése hidraulikus módszerrel

A szereléskor az olajat bepréselik az érintkező felületek közé. A szereléshez szükséges axiális erőket hat-nyolc szerelőcsavar biztosítja, amelyek a csapágyanyában helyezkednek el (56-59. ábra).

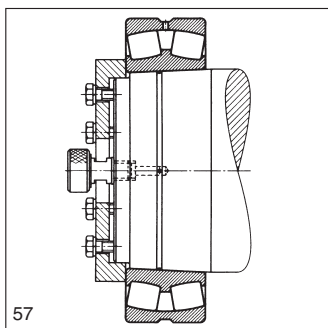
Egy alátétlemez meggátolja, hogy a csapágygyűrű vagy a lehúzóhüvely oldalfelülete károsodjon. Amikor az 58. ábrának megfelelően lehúzóhüvellyel szerelünk, a hidraulika cső áthalad a csapágyanyán. A csapágy vagy a lehúzóhüvely tengelyirányú felszorulásának mértéke függ a radiális hézag szükséges csökkenésétől (lásd a 7.16 és 7.17 táblázatot a 109-110. oldalon). A csapágyhézagot tilos olajnyomás alatt mérni.

Az olajnyomás csökkentése után a csapágyat továbbra is tartsuk a tengelyirányú előterhelés alatt. Várjunk 10-30 percet, amíg az olaj teljesen kifolyik az illesztett felületek közül. Az utolsó lépés, a szerelő szerszám, szerelőcsavaros csapágyanyája vagy hidraulikus anyá eltávolítása, és ezután a normál csapágyanyával történő biztosítás.

Szüntesse meg az olajnyomást a radiális hézag mérése előtt

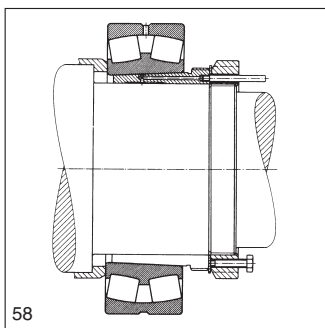
Tartsa a csapágyat tengelyirányú előterhelés alatt 10-30 percig, miután az olajnyomást megszüntette

57: Kúpos furatú csapágy közvetlenül a tengelyen: olajat préselünk az illeszkedő felületek közé; ugyanekkor a szerelő csavarok nyomóereje felszorítja a csapágyat a kúpos tengelyvégcsapra. A radiális hézag csökkenése vagy tengelyirányú elmozdulás nagysága mérhető.



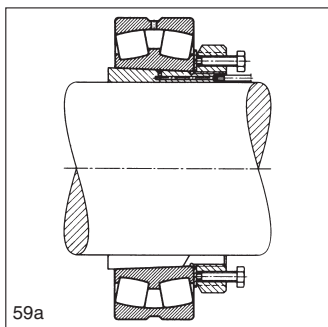
57

58: Kúpos furatú csapágy lehúzóhüvelyen: olajat préselünk az illeszkedő felületek közé. A hüvelyt a csapágyanya szerelő csavarjaival felnyomjuk a gyűrű és a tengely közé, és a radiális hézagot mérjük.

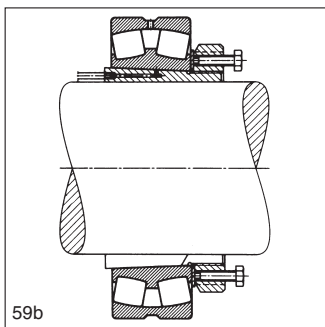


58

59: Kúpos furatú csapágy szorítóhüvelyen: olajat préselünk az illeszkedő felületek közé. A csapágyanya szerelő csavarjai felszorítják a csapágyat a hüvelyre és a radiális hézagszökkenés mérhető.



59a



59b

a: Hidraulikus csatlakozás a hüvely keskenyebbik végén

b: Hidraulikus csatlakozás a hüvely szélesebbik végén

3.4 A csapágyhézag beállítása szereléskor

3.4.1 Ferdehatásvonalú golyóscsapágyak és a kúpgörgős csapágyak

A ferdehatásvonalú golyóscsapágyakat és kúpgörgős csapágyakat mindig párban építik be. Az axiális hézagot és ezzel együtt a radiális hézagot a szereléskor állítjuk be. Itt határozzuk meg a játék, illetve az előfeszítés nagyságát, a csapágyelrendezés és a beépítés körülményeinek függvényében. Az univerzális párosítású ferdehatásvonalú golyóscsapágyakat tetszőleges elrendezésben építhetjük egymás mellé.

Nagy terhelés és fordulatszám esetén a hőmérséklet emelkedik a csapágyban. A hőtágulás következtében a szereléskor beállított csapágyhézag megváltozhat. A hézagváltozás típusa, pl. növekedése vagy csökkenése függ a csapágy elrendezésétől és méretétől, a tengely és a csapágyház anyagától továbbá a csapágytávolságtól.

Ha pontos tengelyvezetés szükséges, a hézagot fokozatosan állítjuk be. Minden beállítás után egy próbafuttatást és hőmérséklet el-

lenőrzést kell elvégezni. Így biztosíthatjuk, hogy a hézag nem lesz túl kicsi, mely még magasabb üzemi hőmérsékletet eredményezne.

A próbafutások során a csapágyazás „beáll” és ezek után a hézag gyakorlatilag már nem változik (lásd az 51. oldalt).

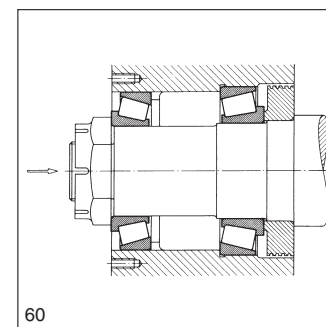
A csapágy megfelelő hőmérséklete, a közepestől a magas fordulatszám-tartományban, közepes terhelés mellett, a következők szerint határozható meg: külső hőmérsékleti behatás nélkül a pontosan beállított csapágyazás hőmérséklete a próbafutás alatt kb. 60-70 °C körüli lehet; 2-3 órányi működés után ez a hőmérséklet némileg csökken, különösen zsírkenés esetén, miután a felesleges kenőanyag eltávozik a csapágy belsejéből.

Ha a csapágyat rezgés terheli alacsony fordulatszám mellett, akkor hézagmentesen vagy akár előfeszítéssel kell szerelni. Ez esetben azonban fennáll a veszély, hogy a gördülőttestek benyomódást okoznak a futópályán. Ferdehatásvonalú golyóscsapágyakat és kúpgörgős csapágyakat egymással szemben a tengelyen koronás anyával (60. ábra), hézagoló gyűrűkkel (61. ábra) vagy menetes gyűrűvel a házban állítjuk be.

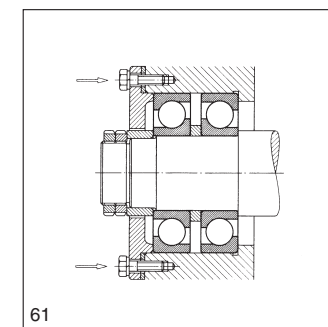
Az axiális hézag vagy az előfeszítés beállítása a megtámasztott csapágyazásnál – a játégmentes állapotból kiindulva – a csapágyanya meglazításával illetve meghúzásával vagy kalibrált hézagoló lemezekkel történik. Az axiális hézag vagy az előfeszítés értéke a csapágyanya menetemelkedéséből számítható.

Nagy fordulatszám esetén fokozatosan állítsa be az axiális hézagot

Gondoskodjon a csapágy hézagmentességéről vagy előfeszítésről, ha az alacsony fordulatszámon rezgésnek van kitéve



60



61

60: Kúpgörgős kerékcspapágyazás megtámasztása koronás anyával

61: Ferdehatásvonalú csapágyazás tengelyirányú rögzítése; hézagbeállítás hézagoló gyűrűvel

Használjon nyomatékkulcsot a hézagbeállításhoz

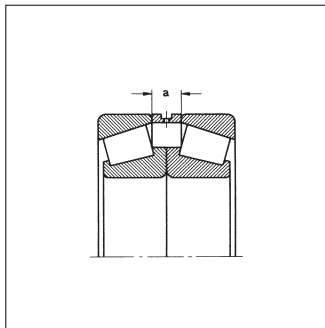
Az előfeszítés vagy hézagbeállítás alatt a tengely folyamatos kézzel történő elfordításával valósítható meg. Mérőórával ugyanakkor ellenőrizni kell a tengely axiális mozdíthatóságát.

Nyomatékkulcsot használva egyszerűbben állíthatjuk be a csapágyazást. A tengelyanyát a csapágy méret szerinti előírt nyomatékkal kell meghúzni (pl.: 30-50 Nm személygépkocsi első kerékcsapágyánál; a megfelelő érték kísérlettel kerül meghatározásra, amelyet a szerelési útmutatóban rögzítenek).

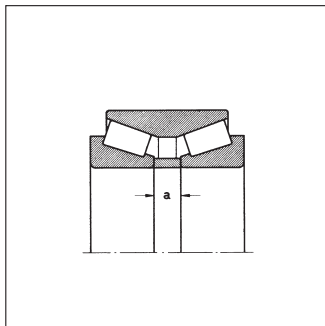
A teljes csavarmenet körülbelül 1/12-nyi meglazítása biztosítja a szükséges hézagot. A kúpgörgős csapágyak szerelésénél ügyeljünk arra, hogy a görgők a belső gyűrű vezetővállra felfeküdjenek. Amennyiben ez csak a szerelés után, az üzemi erőhatás alatt jönne létre, ez hézagnövekedést eredményezne. Ezért szerelés alatt a tengelyt felváltva mindkét irányba többször forgassuk meg.

A párosított többsoros kúpgörgős csapágyaknál, mint a 62. és 63. ábra mutatja, az axiális hézag nagyságát a közgyűrű szélessége határozza meg. Megfelelő méréssel és mérőeszközzel az egyedi csapágyak is párosíthatók. Részletekért forduljon hozzánk.

62: Párosított kúpgörgős csapágyak X elrendezésben (N11CA utójellel)

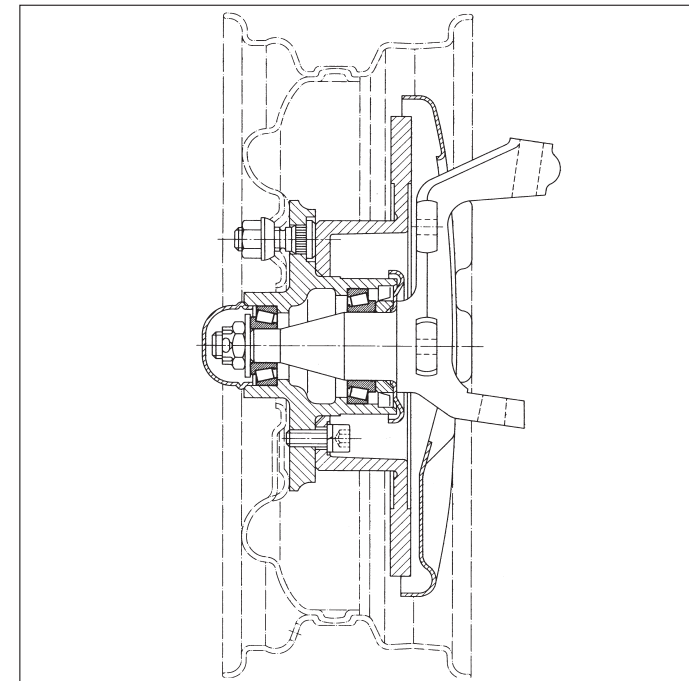


63: Kétsoros kúpgörgős csapágy O elrendezésben



Példa:

Kúpgörgős csapágyak beszerelése és beállítása tehergépjármű kerékagyba (64. ábra)

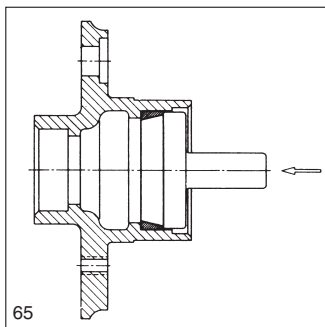


64: Személygépkocsi első kerékcsapágyazása beállított kúpgörgős csapágyakkal

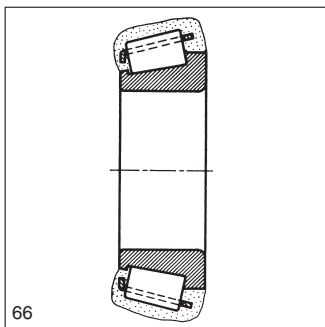
A szerelés lépései:

1. Tisztítsa meg a kerékagyat és gondosan távolítsa el a szilánkokat és a fémforgácsokat.
2. Kenjen olajat a csapágyfészekbe. Nyomja mindkét külső gyűrűt a helyére egy sajtolóbéllyeggel. Győződjön meg róla, hogy a béllyeg csak a gyűrű homlokfelülettel érintkezik. Gondoskodjon arról, hogy a gyűrű homlokfelületek jól illeszkedjenek a kerékagyvállakhoz.
3. A belső csapágy belső gyűrűjét jól zsírozza meg.
Kenje a kenőanyagot a görgőkosár, a belső gyűrű és a görgők közé is.
4. Helyezze be a belső gyűrűt a görgőkosárral a kerékagyba.
5. Nyomja be a tengelytömítő gyűrűt a kerékagyba, tömítőperemmel a csapágy felé fordítva.
6. Szerelje a védő sapkát és hézagoló gyűrűt a tengelyre. Győződjön meg róla, hogy a hézagoló gyűrű és a zárósapka homlokfelülete teljesen feltámaszkodik a tengelyvállra (67. ábra)
7. Szerelje a kerékagyat a tengelyre; győződjön meg róla, hogy a tömítés nem sérült.

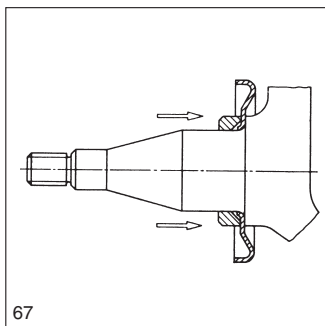
65: Csapágy külső gyűrű illesztése sajtolóbéllyeggel



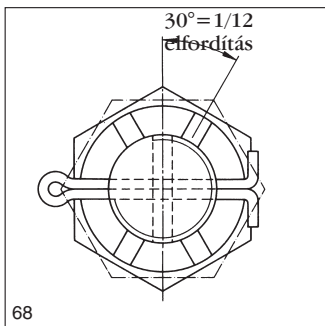
66: A görgőkosarat vastagon bezsírozzuk



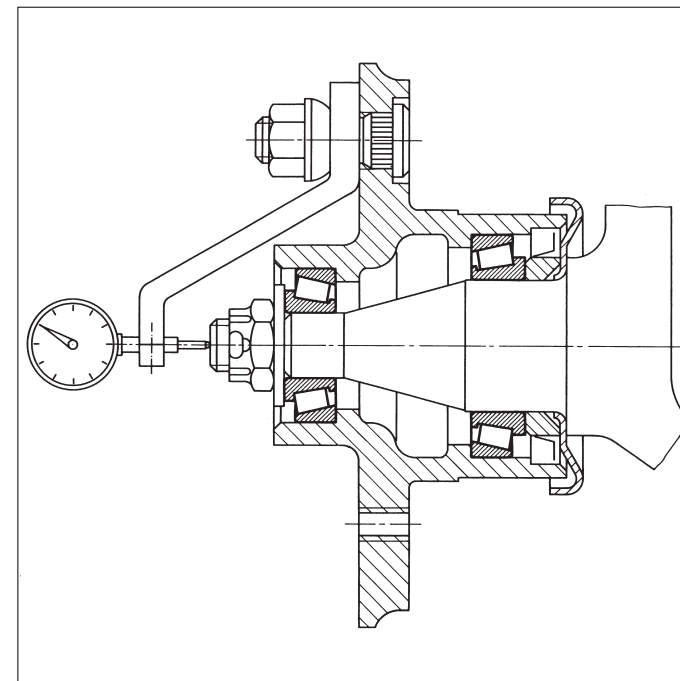
67: A védősapka után a hézagoló gyűrűt szerelje a tengelyre



68: A kerékagy egyidejű forgatásával meghúzzuk a koronás anyát felütközésig. Meglazítjuk a koronás anyát 1/12-nyi fordulattal, majd hozzáigazítjuk a következő sasszeg furatot, és behelyezzük a sasszeget.

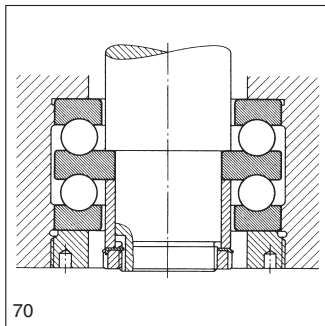


8. Kenjen vastagon kenőanyagot a külső csapágygyűrűbe és szerelje a tengelyre.
9. Szerelje be a biztosító alátétet.
10. Állítsa be a koronás anyát.
11. A kerékagy egyidejű forgatása mellett húzza meg a koronás anyát felütközésig (lehetőleg használjon nyomatékkulcsot; kövesse a szerelési útmutatást).
12. Lazítsa a koronás anyát körülbelül a teljes fordulat 1/12-nyi elfordításával, amíg hozzáigazítja a következő sasszeg furatot és behelyezi a sasszeget.
13. Ellenőrizze a csapágyazást futásra és ütésre. A kereket hagyja szabadon forogni. Bizonyosodjon meg róla, hogy a kerék nem üt. Szükség esetén, ha kerékütést tapasztal, cserélje ki a biztosító alátétet vagy a koronás anyát. Ha mérőóra (69. ábra) rendelkezésre áll, ellenőrizze az axiális hézagot; 0-0,05 mm az optimális érték.
14. Szerelje fel a csapágyfedelet.
15. Végezzen futásvizsgálatot, hogy ellenőrizze a csapágyhézagot. Szükség esetén állítson utána.

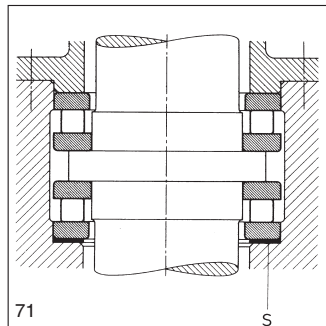


69: Axiális hézag mérése

70: Hézagmentesen beállított kétfeléható axiális golyóscsapágy



71: Axiális hengergörgős csapágy „S” hézagoló gyűrűvel előfeszítve



A bemutatott szerelési eljárás a gyakorlatban bevált módszer, nem igényel speciális szerszámokat. Természetesen léteznek más módszerek, amelyek nagyobb költséggel, speciális szerelőszerszámokkal és mérőeszközökkel főleg a sorozatszereléshez gazdaságosak.

3.4.2 Axiális csapágyak

Az axiális csapágyaknál a tengelytárcsák általában különösebb átmeneti illesztésűek, kivételes esetekben szorosan illeszkednek. A fészektárcsák azonban mindig laza illesztésűek. A kétfeléható axiális ferdehatásvonalú golyóscsapágyaknál a köztárcsa axiálisan előfeszített (70. ábra).

Az axiális csapágyak ki- és beszerelése általában különösebb nehézség nélkül megoldható.

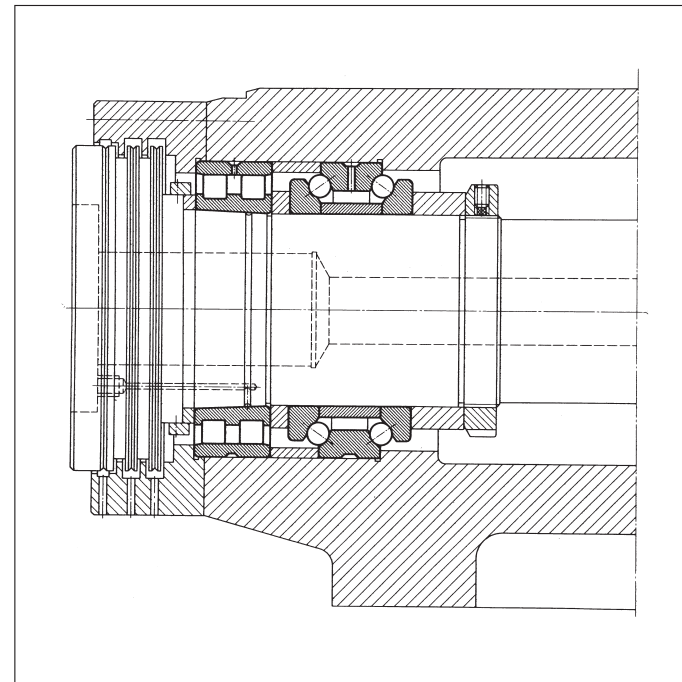
3.4.3 Szerszámgép csapágyazások

A szerszámgép főorsókban a csapágyhézag pontos beállítása nagyon fontos, mert ez biztosítja a gépi munkadarabok minőségét. A szereléskor történő megfelelő beállításhoz a tervező által megadott működési hézaghoz vagy előfeszítéshez az FAG saját mérőeszközöket fejlesztett ki. Ezeket napjainkban igen széles körben alkalmazzák, mégpedig az egyik szokásos csapágyazáshoz, ahol a radiális megtámasztást kétsoros hengergörgős csapágy biztosítja (72. ábra). A kétfeléható axiális ferdehatásvonalú csapágyak gyári előfeszítéssel rendelkeznek.

A beépített hengergörgős csapágy (szerelt kosár a külső gyűrűben) radiális hézaga a görgők futási átmérője és a belső gyűrű futófelület átmérőjének a különbségéből adódik. A görgők burkolókör átmérőjének mérésére az FAG az MGI 21 és az MGA 31 mérőműszert alkalmazza.

Az NNU49SK hengergörgős csapágyak futópálya átmérőjét egy kengyeles mérőműszerrel, az NN30ASK sorozat futópálya átmérőjét pedig furatmérő műszerrel mérjük.

72: Finom-furatesztergagép főorsó csapágyazás (munkadarab felőli oldal). A kétsoros hengergörgős csapágy radiális hézagbeállítása a szereléskor történik.



Az FAG burkolókör mérőműszerei összehasonlító műszerek, lehetővé teszik a radiális hézag mérését $\pm 1 \mu\text{m}$ mérési pontossággal.

A radiális hézag pontos beállításához a csapágyfészek formapontossága pl. körkörösége és hengeressége vagy kúposága nagyon fontos (lásd még a 12. oldalt „A csapágyfészek ellenőrzése”).

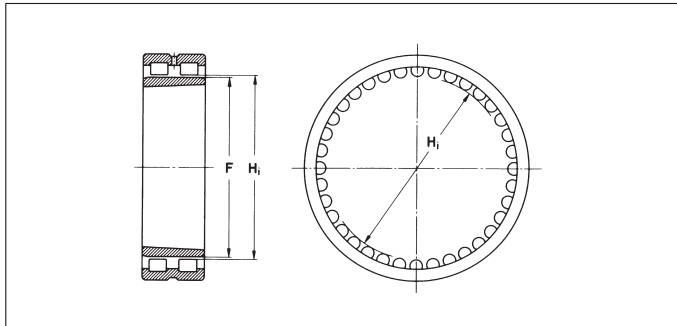
FAG burkolókör mérőműszer MGI 21

A hengergörgős csapágyaknál, amelyek kiszerezhető belső gyűrűvel rendelkeznek, (NNU49SK) a radiális hézag vagy előfeszítés a belső burkolókör átmérő H, és a belső gyűrű futópálya átmérő F különbségéből adódik. Belső burkolókör alatt értendő az a körpálya, amely a görgősort belülről érinti, amikor a görgők a külső gyűrű futófelületén felfeksznek (73. ábra).

A belső burkolókör átmérőt, az MGI 21-es műszer segítségével mérjük; a mérést kiegészítve egy kengyeles mérőeszközzel meghatározható a beépített csapágy radiális hézagértéke (74. ábra).

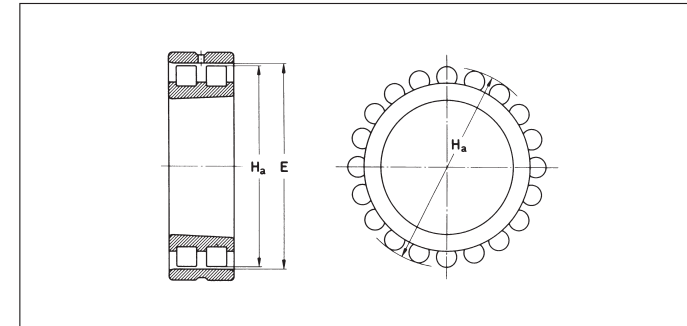
A belső burkolókör-mérőműszer két szemközti acélszegmens mérőfelületéből áll. Az alsó szegmens rögzített, míg a felső mozgatható; az eltérés leolvasható a mérőóráról.

73: Hengergörgős csapágyak
NNU49SK
(kiszerezhető belső gyűrűvel)
belső burkolókör átmérője H_i



Miután meghatároztuk a beépített külső gyűrű és görgőkosár belső burkolókör átmérőjét, a méretet átvisszük a kengyeles mérőműszerre. Szerelés közben a kúpos tengelyen a belső gyűrű futópálya átmérő növekedését a kengyeles mérőműszerrel folyamatosan ellenőrizzük egy mérőóra segítségével. A mérőóra pozitív eltérése az előfeszítést, a negatív eltérés a radiális hézagot, a nulla érték a hézagmentes csapágyat mutatja.

74: A belső burkolókör
átmérőt átvisszük a kengyeles
mérőműszerre. Az FAG MGI 21
belső burkolókör-mérőműszert
kiszerezhető belső gyűrűs
hengergörgős csapágyakhoz hasz-
nálják, mint pl. az FAG
NNU49SK.

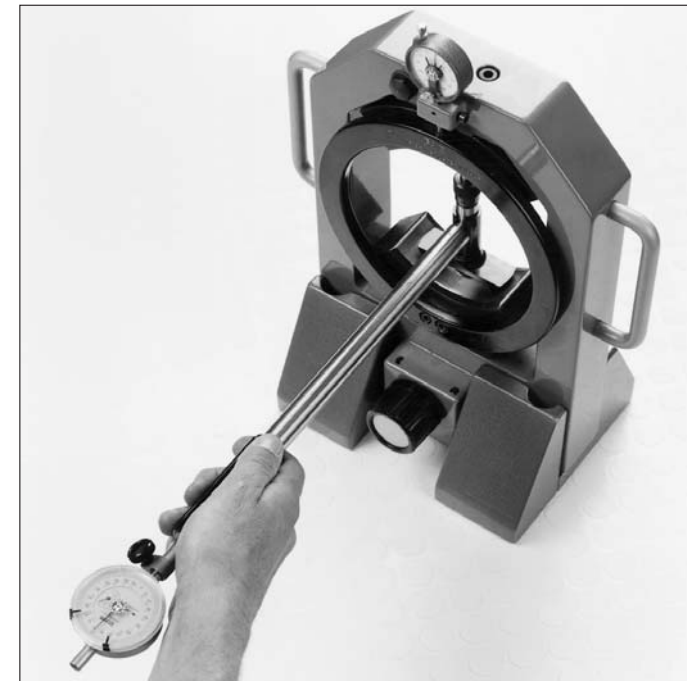


75: Hengergörgős csapágyak
NN30ASK
(kiszerezhető külső gyűrű)
görgősor külső burkolókör
átmérője H_a

Külső burkolókör mérőműszer MGA 31

A szétszerelhető külső gyűrűs hengergörgős csapágyaknál (NN30ASK) a radiális hézag vagy előfeszítés a külső gyűrű futópálya átmérő E és a külső burkolókör átmérő H_a különbségéből adódik.

A külső burkolókör átmérő alatt értendő az a körpálya, amelyet a görgősort kívülről érinti, amikor a görgők a belső gyűrű futófelületén felfeksznek (75. ábra).



76: A külső gyűrű futópálya
átmérőjét egy furatmérő
műszerrel mérjük. Ennek érté-
két átvisszük a külső burkoló-
kör mérőműszerre. Az FAG MGA
31 külső burkolókör mérőmű-
szert szétszerelhető külső
gyűrűs, hengergörgős
csapágyakhoz használják,
mint pl. az FAG NN30ASK.

A külső burkolókör átmérőt MGA 31 műszerrel mérjük; a mérést kiegészítve egy furatmérő műszerrel meghatározható a beépített csapágy radiális hézagértéke (76. ábra).

A külső burkolókör-mérőműszer két szemközti acélszegmens mérési felületéből áll. Az egyik szegmens rögzített, míg a másik radiális irányban mozgatható. Az elmozdulás értéke leolvasható a mérőóráról. A méréskor a csapágy külső gyűrűnek a házban beszerelt állapotban kell lennie. Miután a külső gyűrű futópálya átmérőt egy furatmérő műszerrel megmérjük, a méretet átvisszük a külső burkolókör mérőműszerre.

Szerelésekor a belső gyűrűt a görgőkosárral együtt tartva addig préseljük a tengely kúpos felületére, amíg kialakul a szilárd kapcsolat. Ezután a külső burkolókör mérőműszert a görgősorra helyezzük és addig préseljük a belső gyűrűt tovább a kúpra míg a mérőóra a megfelelő értéket nem mutatja. A pozitív értékek jelzik az előfeszítést, a negatív értékek pedig a radiális hézagot; a nulla érték jelzi a hézagmentes csapágyat.

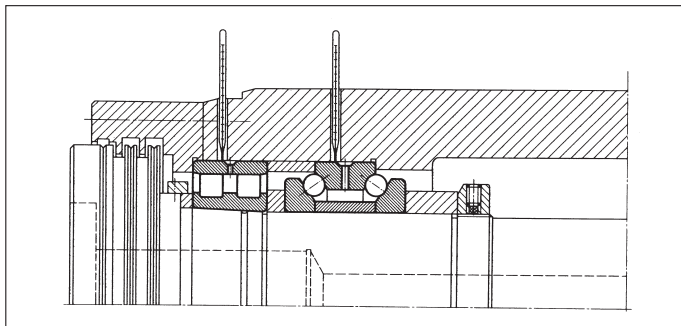
Az üzemi csapágyhézag ellenőrzése az állandósult hőmérséklet által

Nagysebességű orsó esetében a megfelelő működési hézag, vagy előfeszítés a próbaút ideje alatt ellenőrizhető a csapágy hőmérsékletének mérésével is.

A hőmérséklet ellenőrzéséhez a csapágházon furatokat kell készíteni a hőérzékelők részére (77. ábra). Ezeket a furatokat a csapágy beállítása előtt kell kifűzni. A valós csapágy hőmérséklet méréséhez, a hőérzékelőnek közvetlenül a csapágygyűrűhöz kell érintkeznie. Nem elegendő csupán a hengergörgős csapágy hőmérsékletét ellenőrizni; mérni kell az előfeszített, ferdehatásvonalú golyóscsapágy hőmérsékletét is.

A hőérzékelőnek közvetlenül a csapágygyűrűvel kell érintkeznie

77: Hőérzékelők elhelyezése

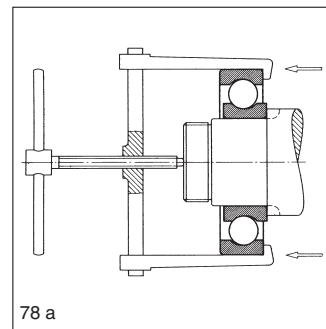


A próbaútjának elég hosszúnak kell lennie, hogy elérje az állandósult működési hőmérsékletet; ez a gép méretétől függően akár fél óra, akár három óra is lehet. Az állandósult hőmérséklet értéke az orsó legnagyobb fordulatszámmal történő működésekor 50-60 °C között megfelelő; a tapasztalt azt mutatja, hogy a csapágyazás üzemi hézaga akkor optimális.

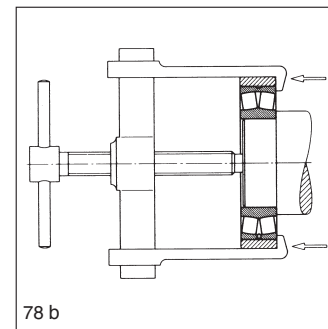
4 Gördülőcsapágyak kiszerezése

Ha a csapágyat újra fel akarjuk használni, a kiszerezést nagyon gondosan kell elvégezni. Mindenek előtt a lehúzó szerszámot ahhoz a csapágygyűrűhöz kell illeszteni, amelyiket le akarjuk húzni, különben a gördülőtestek futópálya benyomódásokat okoznak (78/a ábra). Vékony falú külső gyűrűknél fennáll a gyűrű sérülésének veszélye is (78/b ábra).

Nem szétszedhető csapágyaknál a kiszerezést a lazán illesztett gyűrűnél kezdjük, majd a szorosan illesztett gyűrű lehúzásával fejezzük be. A felszereléshez szükséges erő általában nagyobb, mint ami a felszereléshez szükséges, mivel az idő múlásával a gyűrű beágyazódik a csapágyhelyre. Még a lazán illesztett gyűrűk kiszerezését is megnehezíti az illesztési korrózió.



78 a

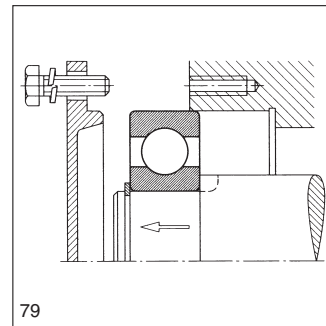


78 b

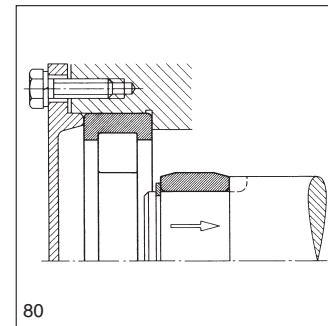
A szerszámot ahhoz a gyűrűhöz illeszse, amelyik szorosan illeszkedik

78a: Helytelen! A kiszerezést nem szabad a gördülőtesteken keresztül végezni, ha újra fel akarja használni a csapágyat.

78b: Ha elkerülhetetlen a kiszerezés a gördülőtesteken keresztül, helyezzen egy lágyacél gallért a külső gyűrű köré (1/4-del vastagabbat, mint a csapágy keresztmetszet). Ezt különösen vékony keresztmetszetű és kis hatásszögű csapágyaknál alkalmazzák (pl. kúp-görgős és beálló görgőscsapágyak). A csapágyakat ezek után nem lehet újra beépíteni.



79



80

79: Kezdje a nem szétszerelhető csapágy kiszerezését a lazán illesztett gyűrűnél.

80: A szétszerelhető csapágyak gyűrűit külön-külön is ki lehet szerezni.

4.1 Mechanikai módszerek

4.1.1 Hengeres furatú csapágyak kiszerelése

A kisebb csapágyakat általában egy mechanikus lehúzószerszám (81. és 82. ábra) vagy hidraulikus prés segítségével szerelik ki (83. ábra). Ezeket közvetlenül a szorosan illesztett gyűrűhöz vagy a csatlakozó alkatrészekhez, mint például labirint tömítőgyűrűhöz illesztik.

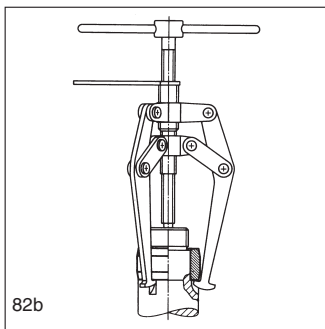
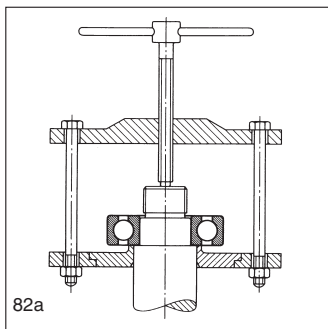
81: Hordógörgős csapágy kiszerése lehúzószerszámmal



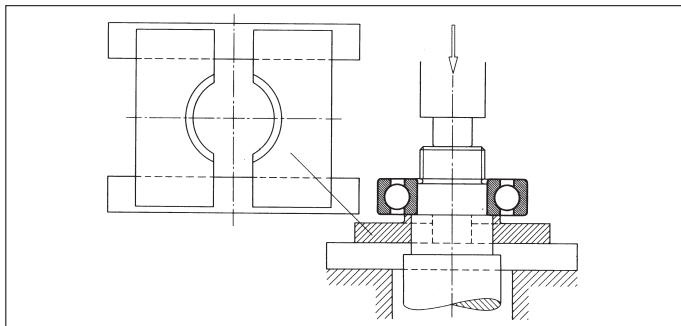
82: Lehúzószerszámok gördülőcsapágyakhoz

a: Lehúzószerszám húzókarral, osztott gyűrűvel

b: Lehúzószerszám három állítható karral



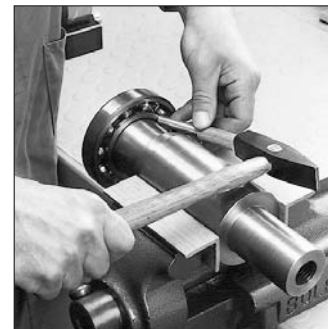
83: Kiszerelés megkönnyítése prés segítségével



A kisebb méretű csapágyakat le lehet húzni a tengelyről egy kalapács és egy lágy fém tűske segítségével is (84. ábra). Könnyű ütésekkkel egyenletesen kocogtassuk körbe a szorosan illesztett gyűrű egész felületét.

A kiszerelést nagymértékben megkönnyíti, ha szerelő hornyok állnak rendelkezésre, hogy a lehúzót közvetlenül a szorosan illesztett csapágygyűrűhöz kapcsolhassuk (85., 86. és 87. ábra).

Alakítsunk ki szerelő hornyokat



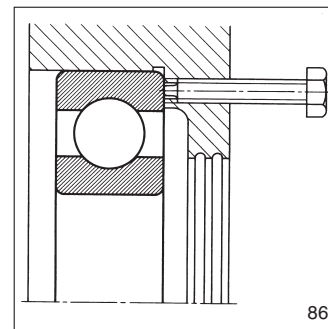
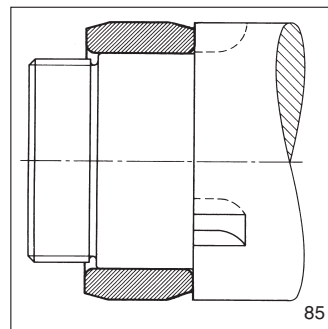
84: Helyszíni csapágy kiszerelés kalapáccsal

balra: Helytelen

jobbra: Helyes

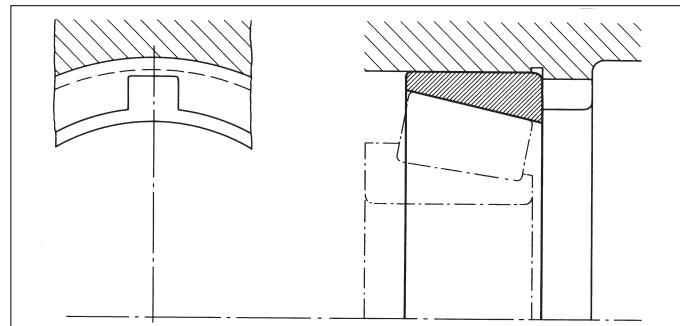
(használjon könnyűfém tűskét)

Ne tegye ki a csapágygyűrűket kalapácsütéseknek



85: Szerelő hornyok a tengelyvállon a karos csapágylehúzó számára

86: Furatok a kinyomó csavarokhoz



87: Szerelő hornyok a külső csapágygyűrű kivételéhez

Abban az esetben, ha a belső gyűrű felfekszik a tengelyvállra és nincsenek szerelő hornyok kialakítva, a golyóscsapágyak, a kúpgörgős csapágyak és a hengergörgős csapágyak egy különleges lehúzó szerszámmal szerelhetők. A golyóscsapágy-lehúzó (88. és 89. ábra) megfogó szerkezetének ujj formájú todatai a golyók között a belső gyűrű futópálya pereméhez illeszkednek. A hengergörgős és kúpgörgős csapágyakhoz a csapágylehúzó megfogó szerkezete a görgők mögött kapcsolódik.

88: Golyóscsapágy lehúzó megfogó szerkezettel



89: Hasított szorítógyűrűk a megfogó szerkezethez

- a: Szorítógyűrű kúpgörgős csapágyakhoz és hengergörgős csapágyakhoz, ahol a külső gyűrű kiserelhető
- b: Szorítógyűrű olyan kúpgörgős és N-típusú hengergörgős csapágyakhoz, ahol a külső gyűrű nem kiserelhető
- c: Szorítógyűrű golyóscsapágyakhoz



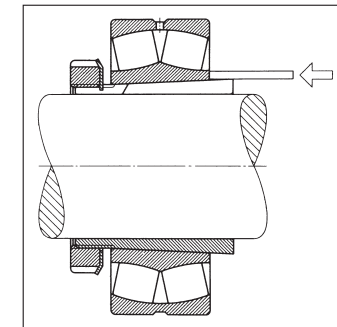
A szorítógyűrű megfogó szerkezet kialakítása egy patronban mozgó belső gyűrű kúpos ellengyűrűvel. A lehúzó erőt az orsó hozza létre. A lehúzó lehetővé teszi a csapágysszerelést a csapágyházban is a tengelyről történő lehúzással.

4.1.2 Kúpos furatú csapágyak kiszerelése

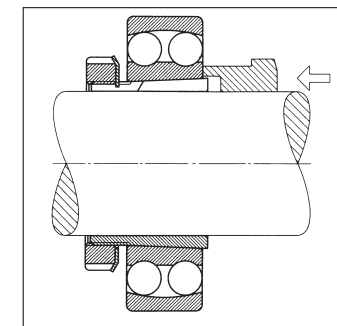
4.1.2.1 Szorítóhüvellyel szerelt csapágyak kiszerelése

Azon csapágyak kiszerelésénél, amelyek közvetlenül a kúpos tengelyvégre vagy szorítóhüvellyre illeszkednek először a csapágyanya biztosítást oldjuk fel, majd csapágyanyát meglazítjuk a felszorulási hosszra. Ezután a belső csapágygyűrűt enyhén leütögetjük a szorítóhüvellyről vagy a kúpos tengelyvégről egy könnyűfém túske (90. ábra) vagy egy alkalmas csődarab segítségével (91. ábra).

Amikor préselést alkalmazunk, megtámasztjuk a szorítóhüvellyt, illetve a meglazított csapágyanyát és lepréseljük a csapágyat a szorítóhüvellyről.

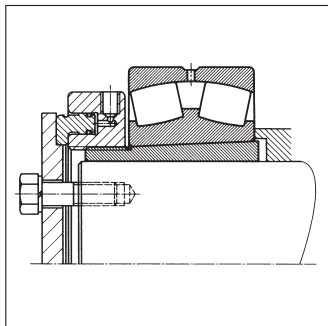


90: Kis méretű szorítóhüvellyel szerelt beálló görgőscsapágy kiszerelése. A belső gyűrűt leszerelhetjük a hüvellyről egy puha-fém túske segítségével.



91: Szorítóhüvellyel szerelt beálló golyóscsapágy kiszerelése. A csődarab használata védi a csapágyat a sérülésektől.

92: Hidraulikus anya egy szorítóhüvellyel szerelt beálló görgőscsapágy kiszereléséhez



A szorítóhüvely hidraulikus anyával oldható, amikor a csapágy belső gyűrűje egy támasztógyűrűhöz fekszik. Természetesen a hidraulikus anyát szintén meg kell támasztani egy tengelyvéglap segítségével (92. ábra).

4.1.2.2 Lehúzóhüvellyel szerelt csapágyak kiszerelése

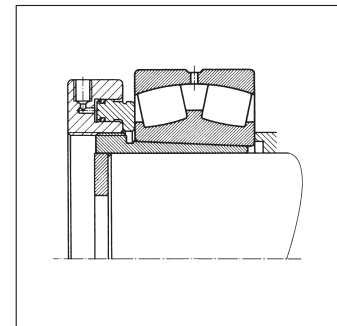
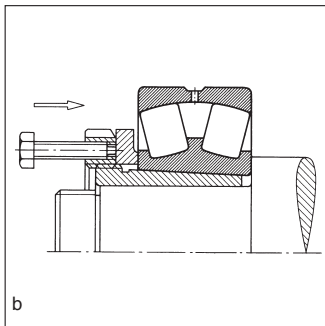
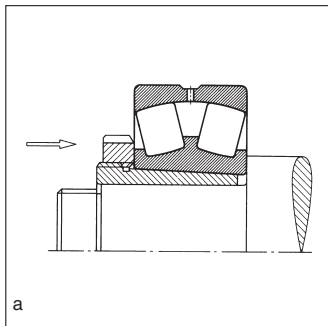
A lehúzóhüvellyel szerelt csapágyak csapágyanya segítségével leszerelhetők (93/a. ábra). Ehhez az axiális rögzítésre szolgáló csapágyanyát el kell távolítani. Nehéz esetekben (nagy méretű csapágyaknál), a lehúzóanyát kiegészítő szerelő csavarokkal lehet alkalmazni (93/b. ábra). Ez esetben alátétlemezt helyezünk a belső gyűrű és szerelő csavarok közé.

Lehúzóhüvely leszerelése könnyebb és gazdaságosabb hidraulikus anyával (94. ábra). A tengelyvégen túlnyúló lehúzóhüvelyt, vastag falú gyűrűvel alá kell támasztani.

93: Szerelés lehúzóhüvellyel

a: csapágyanyával

b: csapágyanyával és szerelő csavarokkal a belső gyűrűt támasztva az alátétlen keresztül



94: Hidraulikus anya lehúzóhüvellyel szerelt beálló görgőscsapágy kiszereléséhez. A tengelyvégen túlnyúló hüvely kihúzásához támasztó gyűrűt kell használni.

4.2 Melegítési módszerek

4.2.1 Melegítő gyűrű*

A melegítő gyűrűket hengergörgős csapágyak és tűgörgős csapágyak perem nélküli, vagy csak egy peremmel rendelkező belső gyűrűinek kiszereléséhez használják. A gyűrűk könnyűfém ötvözetből készülnek és sugárirányban hasítottak. A szigetelt fogantyúk biztosítják a biztonságos kezelést (95. ábra).

Az elektromos melegítő lappal 200-300 °C közötti hőmérsékletre felhevített melegítő gyűrűt ráhelyezzük a belső gyűrűre, majd megszorítjuk a fogantyúk segítségével. A melegítő gyűrű gyorsan átadja a meleget a belső gyűrűnek. Amikor a szorosan a tengelyre illesztett belső gyűrű meglazul, akkor egyidejűleg mindkét gyűrűt lehúzzuk a tengelyről.

A lehúzás után azonnal ki kell venni a belső gyűrűt a melegítő gyűrűből, hogy elkerüljük annak túlmelegedését. A melegítő gyűrűk használata kicsi vagy közepes méretű csapágygyűrűk rendszeres szerelése esetén előnyös, mivel minden csapágymérethez másik melegítő gyűrű szükséges.

* Részletes méretválasztékot lásd a TI WL 80-9 számú „FAG melegítő gyűrűk” kiadványban.



95: A melegítő gyűrűk a hengergörgős vagy tűgörgős csapágyak belső gyűrűinek kiszereléséhez használatosak.

4.2.2 Indukciós tekercs *

Indukciós tekercseket (a 3.2.5 fejezetben szintén olvashatunk ró-
luk) 100 mm furatméret felett hengergörgős-, és tűgörgős csap-
ágak belső gyűrűinek tengelyről történő lehúzásához használnak.
A tekercs felmelegedése olyan gyors, hogy a tengelyre átadott
hőmennyiség minimális, így a gyűrűk könnyen lehúzhatók.

Az indukciós tekercsek ráköthetők két fázisra az általános három-
fázisú hálózatban (50 vagy 60 Hz). A maximum 200 mm-es furatú
gördülő csapágak kiszereléséhez olyan tekercsek használatosak,
melyek közvetlenül a 380 V-os hálózatra köthetők. Nagyobb csap-
ágakhoz, a veszélytelen alacsony feszültségű eszközöket: 20-
40V/50 Hz (60 Hz) ajánlott használni.

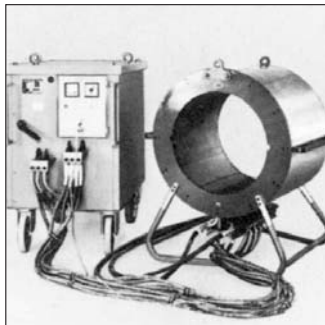
Alacsony feszültségű indukciós tekercseket egy transzformátoron
keresztül csatlakoztathatunk a 380 V-os hálózatra (96. ábra).
A vízhűtéses tekercsek hatékonyabbak, könnyebben kezelhetők
és kisebb a tekercsek tömege.

Szereléskor az indukciós tekercset túlnyomjuk a belső gyűrűn, és
a rögzítő kapcsokat a gyűrű mögött a hornyokba akasztjuk. Ezen
hornyok a labirintgyűrűn a csapáglehúzó berendezés számára
szolgálnak. Majd bekapcsoljuk az áramot. Amint a gyűrű felmele-
gedett
80-100 °C-ra, lekapcsoljuk és a csapágygyűrűt tekercssel együtt le-
húzzuk a tengelyről.

* További részletként lásd a WL 80107 számú „FAG indukciós tekercsek” című ki-
adványt.

96: Alacsony feszültségű induk-
ciós tekercs EFB 125/1 transz-
formátorral, 365 mm-es furatú
hengergörgős csapágy belső
gyűrűjéhez:

gyűrű tömege: 390 kg
tekercs kb. tömege: 70 kg



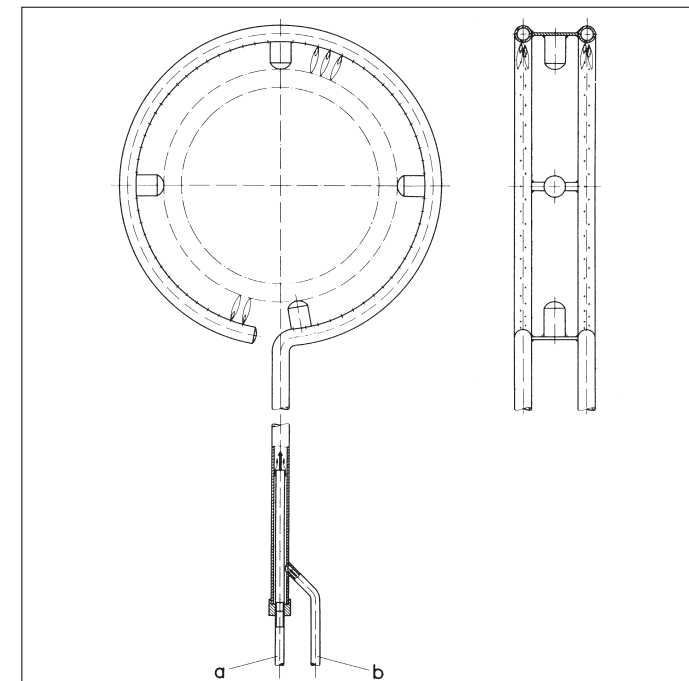
4.2.3 Körégő

Ha a tengelyen a hidraulikus módszer alkalmazásához nincsenek
olajhornyok, és az elektromos szerkezetek alkalmazása nem gazda-
ságos, akkor a nagyobb méretű szétszedhető csapágak belső
gyűrűi lángnyelvvel melegítve szerelhetők ki.

Soha ne használjunk hegesztőpisztolyt, mert fennáll a gyűrű túlme-
legedés, vagy az egyenetlen melegedés veszélye. Ennek követke-
ztében a csapágygyűrű alakja, keménysége és mérettartása megvál-
tozhat.

A körégők (97. ábra) elfogadott megoldást jelentenek. Az égő
a csapágyfelületet 40-50 mm szélességben melegíti. A szokásos gáz-
nyomáson az égőfúvóka 2 mm átmérőjű. A lánghőmérsékletet és -
nagyságot levegő hozzáadásával szabályozhatjuk. A váltakozó állá-
sú égőfejek egymástól 20-25 mm távolságra helyezkednek el. Kis
gyűrűkhöz, és szoros illesztésekhez az égőt maximális hőter-
melésen kell üzemeltetni. Levegőt csak az égő gyulladása után sza-
bad hozzáadni. Óvatosan kell a levegőnyomást növelni, mivel a túl-
ságosan nagy nyomás visszanyomhatja a gázt a rendszerbe.

Használjon körégőt



97: Körégő belső gyűrű kisze-
reléséhez
a=gáz, b=levegő

A használhatatlanná vált csapágygyűrűk szétrepesztéssel leszerelhetők

Biztonsági előírások

Az edzett csapágygyűrűk felülete érzékeny a túlmelegedésre, amely könnyen keménység csökkenéshez és méretváltozáshoz vezet. Az égőt mindig koncentrikusan kell tartani a csapágygyűrűhöz képest. Az égőt lassan kell mozgatni a csapágygyűrű egyik szélétől a másik széléig tengely irányában. Ezzel elkerülhetjük a káros mellékhatásokat és belső feszültségek keletkezését.

Azon csapágygyűrűknél, amelyek az üzemelés során erősen károsodtak, vagy az illesztési korrózió illetve hideg hegedés miatt lehetetlen a szabályos kiszerelésüket elvégezni és nem akarjuk őket újra felhasználni a következő eljárás alkalmazható:

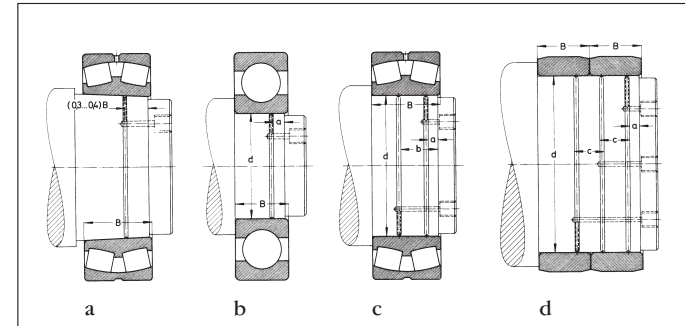
A gyűrűt helyileg hegesztőpisztollyal kb. 350 °C-ra felmelegítjük, majd hideg vízzel lelocsoljuk. A nagy belső feszültség szétrepesztí a gyűrűt. Balesetveszély miatt a szerelési területet el kell keríteni vagy jól le kell takarni.

Ha - például egy csapágyat hegesztőpisztollyal szerelünk le - a hőmérséklet 300 °C vagy a fölötti, akkor a fluortartalmú adalékanyagok gázokat és gőzöket fejlesztenek, amelyek károsak az emberi szervezetre. Az FAG fluortartalmú adalékanyagokat használ fluorkaucsukból készült tömítésekhez (FKM, FPM, pl. Viton®), vagy fluortartalmú kenőzsírokhoz, úgy mint az Arcanol L79V. Ha nem lehet elkerülni a magas hőmérsékletet, akkor a mindenkori felhasznált fluortartalmú anyagokra érvényes biztonsági előírásokat figyelembe kell venni.

4.3 Hidraulikus módszerek

A hidraulikus módszerekkel olajat injektálunk az érintkező felületek közé. Az olajfilm nagymértékben csökkenti a súrlódást az érintkező alkatrészek között, amelyek ezután lényegesen kisebb erőhatásra mozdulhatnak el egymáson, anélkül, hogy az érintkező felületek károsodnának (lásd 3.3 fejezet).

Hidraulikus módszereket célszerű alkalmazni mind kúpos mind hengeres furatú csapágyak leszerelésénél. Mindkét esetben olajhornyokat, -csatornákat és menetsatlakozásokat kell az olajpumpákhoz biztosítani (98. ábra). A nagyobb gördülőcsapágyak szorító- és lehúzóhüvelyei megfelelő olajhornyokkal és furatokkal készülnek (101. és 102. ábra).



Közvetlenül a tengelyre illesztett kúpos csapágyak leszerelésére elegendő az olajinjektor (51. ábra). Hengeres furatú csapágyaknál és szorító- illetve lehúzóhüvelyei olajpumpát kell használni (52. ábra, 3.3 fejezet)

Szétzereléshez egy hígfolysabb 20 °C-on kb. 150 mm²/s (cSt) viszkozitású olaj (névleges viszkozitás 46 mm²/s 40 °C-on) használható. Ha az érintkező felületek megsérültek, 20 °C-on kb. 1,150 mm²/s (cSt) viszkozitású (névleges viszkozitás 320 mm²/s 40 °C-on) sűrűbb hajtóműolajat ajánlott használni. Az illesztési korróziót fel lehet oldani az olajhoz kevert antikorróziós adalékkal.

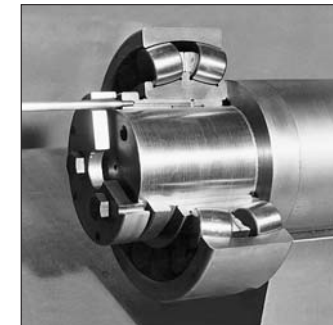
4.3.1 Kúpos furatú csapágy kiszerelése

A kúpos furatú csapágyak leszerelésénél, amelyek direkt a tengelycsapra, lehúzóhüvelyre vagy szorítóhüvelyre illeszkednek olajat pumpálunk az érintkező felületek közé. Azonban figyelem: a kúpos kapcsolat ütésszerűen oldódik! Balesetveszély miatt a csapágy vagy lehúzóhüvely tengelyirányú oldódását egy csapágyanyával vagy más ütközővel le kell határolni (99-102. ábra).

98: Olajhornyok kialakítása hidraulikus kiszereléshez.

- a: Kúpos tengelycsap
a₀ (0,3-0,4) s B
- b: Hengeres tengelycsap,
csapágy szélesség
B ≤ 80 mm, a₀d
- c: Hengeres tengelycsap,
csapágy szélesség B > 80 mm,
a₀d, b₀ (0,5-0,6) s B
- d: Hengeres tengelycsap, két belső gyűrű egymás mellé szerelve, csapágy szélesség B > 80 mm, a₀d, c₀ B-(1,5-2) d

Figyeljen a tengelyirányú elmozdulásra! A kúpos kapcsolat ütésszerűen oldódik

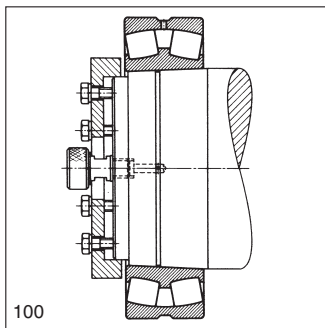


99: Beálló hengergörgős csapágy leszerelése lehúzóhüvellyel hidraulikus eljárással

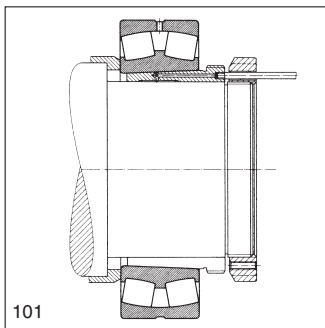
Lazítsa fel az illesztési korróziót rozsdoldó adalék segítségével

Az illesztési korrózió megnehezítheti a kiszzerelést. Ilyenkor rozsdoldó adalékot tartalmazó hidraulikus folyadék alkalmazása ajánlott, különösen a már régóta üzemelő csapágyak esetében. Nagyméretű csapágyaknál a lehúzóhüvelyek kihúzásához az olajnyomás mellett lehúzó csapágyanya használata is szükséges. Amennyiben a lehúzó csapágyanya szerelőcsavarokat is tartalmaz (103. ábra), egy alátétgyűrűt kell behelyezni a csapágygyűrű és a csavar közé, hogy elkerüljük a csapágy homlokfelület sérülését.

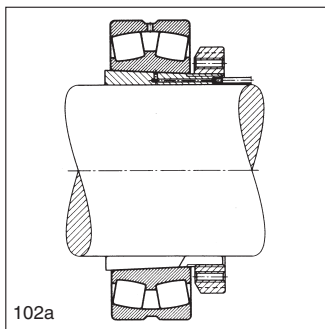
100: Kúpos tengelyvég: olajat préselünk az érintkező felületek közé, a csapágy magától meglazul. Az ütközőt hagyja a tengelyen, amelynek a csapágygyűrű nekiütközik



101: Csapágy lehúzóhüvellyel: olajat préselünk a lehúzóhüvely palástja és a csapágy furatá közé. A kúpos hüvely magától meglazul. A csapágyanyát hagyja a tengelyen.

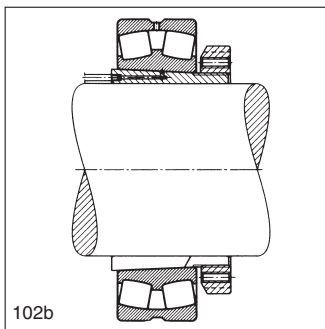


102 a-b: Csapágy szorítóhüvellyel: olajat pumpálunk a szorítóhüvely palástja és a csapágy furatá közé, a csapágy magától meglazul. Az ütközőt hagyja a tengelyen.

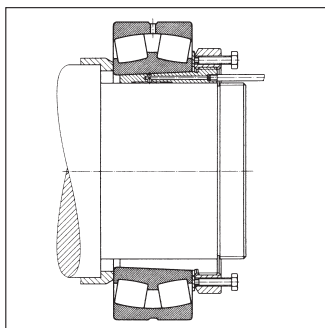


a: Olajcsatlakozás a hüvely menetes végén

b: Olajcsatlakozás a hüvely széles végén



103: Kiszzerelés nagyméretű csapágyak esetében: Rozsdoldó adalékot tartalmazó olajat pumpálunk a kapcsolódó felületek közé. Nagy viszkozitású olajat kell használni. A lehúzást megkönnyíti a szerelőcsavarok alkalmazása.

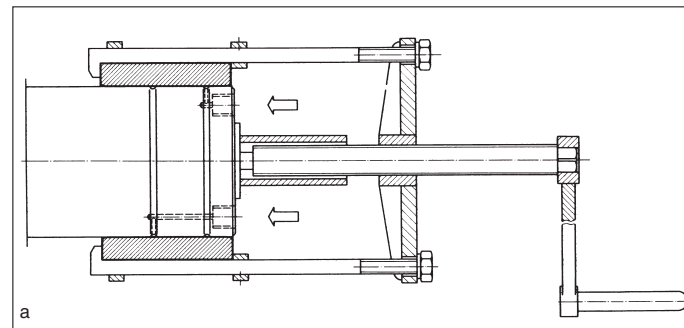


4.3.2 Hengeres furatú csapágy kiszzerelése

A hidraulikus módszer alkalmazása hengeres furatú csapágyaknál csak a kiszzereléshez általános megoldás.

Az első lépés egy csapágylehúzó illesztése a csapágygyűrűre (104. a-c ábra), majd olajat kell pumpálni az olajhornyokba.

Amikor a csapágygyűrű könnyen mozog, lehúzzuk a hátsó olajhornyról, és leállítjuk az ebbe a horonyba történő olajadagolást.

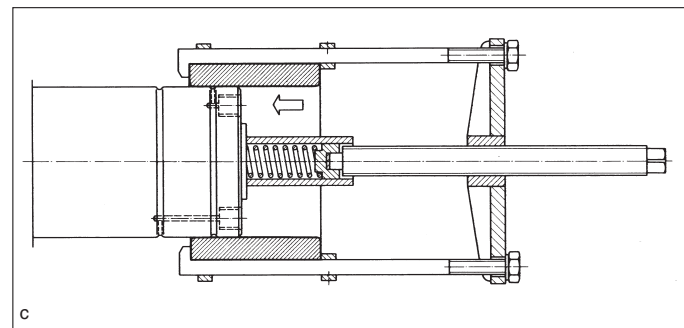
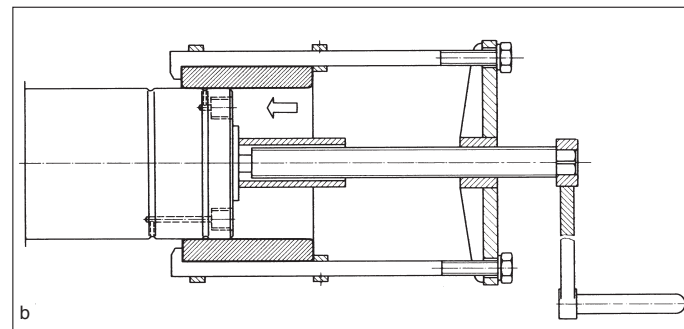


104: Hengeres furatú csapágy belső gyűrűjének szerelése hidraulikus módszerrel.

a: Alkalmazzon lehúzót a belső gyűrűhöz és pumpálja az olajat a két olajhornyba.

b: Húzza le a gyűrűt elég messze a hátsó olaj horonytól és állítsa le az olaj adagolását ebbe a horonyba. A gyűrűt addig húzza lefelé, amíg az takarja az első olajhornyot oldalanként egyenlő hosszúsággal. Az olajadagolás megszűnésével a gyűrű letapad.

c: A lehúzót előterheli egy rugó. Az újbóli olajfilm kialakulása lehetővé teszi, hogy a gyűrű leváljon a tengelyről.



Ezután húzza le a gyűrűt addig, amíg az takarja az első olajhornyot oldalanként azonos távolságra. (104/b ábra).

Az olajadagolás az első horonyba leállt, ami azt jelenti, hogy a gyűrű ismét megszorul. A lehúzószerszám présorsója egy rugóval előfeszített állapotban van. (104/c ábra).

Az előfeszített rugóútnak hossza egy kicsit nagyobb kell lennie, mint amilyen a gyűrű által elfoglalt hosszúság a tengelyen. Az olajfilm újra létrehozásával a lehúzót a gyűrűvel együtt lehúzhatja a tengelyről. Az olajnyomás hirtelen megnövekedésével a gyűrű felgyorsul a tengelyen, ezért azt egy készülékkel fékezni kell a tengely végén.

A rugó előfeszítése hozzávetőleg $F = 20 \cdot d$ (F N-ban, d mm-ben). Több egymás mögötti gyűrűt külön-külön szerelünk le a tengelyről.

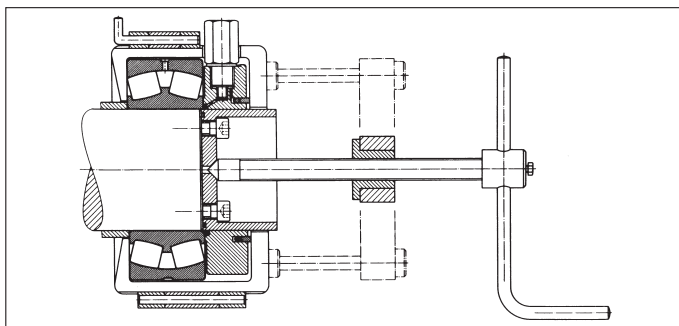
A gyűrű kiszerelese addig a pontig, ahol az első olajhorony még egyformán lefedett, általában kézzel is könnyen elvégezhető, a hidraulikaolaj injektálása után. Minél inkább „lebeg” a gyűrű a lehúzási fázisban, amikor a rugónyomás lehúzza azt a tengelyről, annál kevésbé valószínű, hogy rászorul a tengelyvégre.

Ha hiányoznak az olajhornyok és csatornák a tengelyen, akkor az olajat az érintkező felületek közé kell injektálni a belső gyűrű homlokfelülete felől (105. ábra). Ekkor, egy zárt olajinjektáló gyűrűt helyezünk a csapágy elé, hogy présolajat juttasson a szoros illesztésekbe. A tengely végére felszerelt hüvely lehetővé teszi az olaj bepréselését az érintkező felületek közé mindvégig a leszerelés folyamán. Ha a hüvely használata nem lehetséges, akkor 40 °C-on, 320 mm²/s (cSt) nagy viszkozitású olajat kell használni. Az ilyen viszkozitású olaj körülbelül 5 percre alakít ki a csapágy levételéhez alkalmas olajfilmet, amely elegendő idő a szereléshez.

A felgyorsuló gyűrűt támaszsa meg a tengelyvégen

Használjon olajinjektáló gyűrűt a csapágy tengelyről történő lehúzásához

105: Speciális készülék az olajhornyok nélküli hengeres furatú beálló görgőcsapágyak lehúzásához. Az olajat bepréseli az illeszkedő felületek közé a csapágy homlokfelülete felől.



Ezen speciális lehúzó berendezések viszonylag költséges megoldások. Olyan beépítésekhez használják, ahol például szilárdsági okokból, olajhornyok kialakítása a tengelyen nem lehetséges, azonban a szerelést gyakran kell elvégezni (pl. vasúti járműveknél).

5 Kenés

A kenés elsődleges célja egy teherhordó film létrehozása, amely a gördülő és csúszó részeket elválasztja egymástól a gördülőcsapágyban, hogy a súrlódás és kopás mértéke minimális legyen. A kenés feladata a csapágy korrózió elleni védelme is. Ha szükséges, tömítőanyagként és kényszerolajozásos kenés esetében hűtőközegként is funkcionálhat.

Az öregedés és a mechanikai igénybevételek hatására a kenőanyagok egy bizonyos használati idő után elvesztik kenőkéességüket. A csapágyak karbantartásakor a kenőanyag élettartama a teljes csere vagy utánkenés útján kedvezően befolyásolható. A megfelelő tömítési és környezeti feltételek biztosítása mellett az alkalmasan választott kenőanyaggal a csapágy élettartama történő kenése is elérhető. Részletesebb információk a WL 81115 számú „Gördülőcsapágyak kenése” című FAG kiadványban találhatók.

5.1 Kenőzsírok

Csak jó minőségű - általában fémszappan alapú - zsírokat szabad használni. A nagyon magas vagy nagyon alacsony hőmérsékletre alkalmazott gördülőcsapágy zsírok különböző sűrítőanyagokat és szintetikus olajat tartalmaznak ásványi olaj helyett.

A különleges nyomástűrő adalékot (extreme pressure - EP) tartalmazó zsírokat a nagy terhelésű és alacsony fordulatszámú csapágyazásoknál alkalmazzák. A nagy fordulatszámú csapágyakat, ahol az alacsony súrlódás az egyik legfontosabb követelmény, higabb, szintetikus alapolajat tartalmazó zsírokkal kenik.

Csak az alkalmazásban bevált kenőzsírokat használjon

Vegye figyelembe a zsír alkalmazására vonatkozó előírásokat

A kenőzsír gyártók által meghatározott felhasználási hőmérséklet-tartományt és a tartós hőmérsékleti határértéket figyelembe kell venni. A gördülőcsapágy zsíroknak öregedésállónak kell lenniük és szerkezetük nem változhat hosszú üzemelés után sem. A 111. oldalon található 7.18 táblázat az üzemi körülmények között tesztelt FAG Arcanol gördülőcsapágy zsírokat és tulajdonságaikat sorolja fel.

5.2 Kenőolajok

A gördülőcsapágyak kenésére általában ásványi kenőolajokat alkalmaznak. Ezeknek a következő tulajdonságokkal kell rendelkezniük: a lehető legnagyobb tisztaság, öregedésállóság, jó viszkozitástartó képesség hőmérsékletváltozás esetén is, és jó víztaszító képesség. Ezen felül a kenőolajnak a csapágyban kielégítő védelmet kell biztosítania a korrózió ellen. A nagyon magas és nagyon alacsony működési hőmérsékletek szintetikus olajok használatát igénylik. A nagy terhelésű és alacsony fordulatszámú csapágyakhoz készült kenőanyagoknak EP adalékokat kell tartalmazniuk.

5.3 A kenőanyag kiválasztása

A zsírokat általában előnyben részesítik a kenőolajokkal szemben, mert egyszerűbb a kezelésük és tömítőanyagként is alkalmazhatók. Az olaj előnye, hogy azonnal eljut minden érintkező területre, és elvezeti az üzem közben képződő hőt. Hátránya, hogy az olajozási rendszer kiépítése és a tömítés kialakítása szempontjából jóval költségesebb megoldás. A kenőanyag választásnál az adott üzemi körülmények által meghatározott szempontokat kell figyelembe venni.

Üzemi hőmérséklet

A fordulatszámától függően a csapágyhely hőmérséklete a csapágy-súrlódás, kenőanyag súrlódás, a külső felületről a környezetnek történő hőátadás és esetenként a külső felületre történő hő hozzátétel függvénye. A csapágyazás akkor megbízható, ha az üzemi hőmérséklet a megengedett mértéktől szinten állandósul. A folyamatos hőmérséklet-növekedés speciális lépéseket tesz szükségessé (pótlólagos hűtés, áttérés más kenőanyagra stb.). A rövid ideig tartó hőmérséklet emelkedés a zsírral való utánkenés esetén előfordul. A kenőolajok viszkozitása a hőmérséklet növekedésével csökken, és növekszik a hőmérséklet esésével. Elsőbbséget élveznek azok az olajok, amelyek viszkozitása a hőmérséklet függvényében kis mértékben változik (jó V-T tulajdonság).

Minél magasabb a várt üzemi hőmérséklet, annál nagyobbak kell lennie az olaj névleges viszkozitásának. A névleges viszkozitás a 40 °C-os olaj viszkozitását jelenti. Az olajokat viszkozitási fokok szerint osztályozzák (ISO VG DIN 51519).

A zsírok megengedhető hőmérsékleti tartománya az alap elszappanosítási jellemzői szerint változik. Általánosságban a felső határok a következők:

- Kalcium szappan bázis: + 50 °C-ig
- Nátrium szappan bázis: + 70 °C-tól 120 °C-ig
- Lítium szappan bázis: + 110 °C-tól 130 °C-ig.

A 100 %-ban szintetikus sűrítő anyaggal rendelkező összetett szappanzsírok, gélek a hőmérsékleti határokat 130 °C felett tartják. A híg szintetikus olajokat tartalmazó zsírok különösen alacsony hőmérsékletek mellett alkalmazhatók.

A kereskedelemben forgalmazott zsírok pontos jellemzői a gyártói katalógusokban találhatók meg.

Az olaj és zsír kiválasztásánál szem előtt kell tartani, hogy a magas hőmérséklet felgyorsítja az előregedését és csökkenti a kenőanyag élettartamát (tartós hőmérsékleti határ figyelembe vétele).

Terhelés és fordulatszám

Adott üzemi körülmények között a kenőanyag egy teherviselő kenőanyag filmet képez. Olaj esetében a film teherviselő képessége elsődlegesen a viszkozitás függvénye. Minél alacsonyabb a csapágy fordulatszáma, annál magasabb viszkozitású olaj szükséges üzemi állapotban. A v_1 viszonyítási viszkozitás adatok a WL 41520 FAG főkatalógusban találhatók. Tekintetbe kell venni a tényt, hogy a csapágyhőmérséklet függ a terheléstől és a fordulatszámától. A névleges viszkozitás meghatározásához szükséges üzemi hőmérsékleteket meg kell becsülni.

A fordulatszám növekedése összefügg a súrlódás növekedésével, ennek megfelelően a csapágyhőmérséklet növekedésével. A súrlódás annál magasabb lesz, minél viszkózusabb a kenőanyag. A másik oldalról, a magasabb hőmérséklet lecsökkenti a viszkozitást, ami csökkenti a kenőanyag film teherviselő képességét.

A zsír és olajkenésű gördülőcsapágyak különböző típusainak és méreteinek megengedett határfordulatszámait a FAG főkatalógusban találhatók meg.

A szilárd kenőanyagok, mint pl. a grafit és a MoS2, csak nagyon alacsony fordulatszám esetén alkalmazhatók.

A nagy terhelésű alkalmazások EP (nyomástűrő) adalékanyagot tartalmazó olajokat kívánnak. A nagy terhelésű alkalmazásokhoz használt zsírokat a magas viszkozitású bázisolajok és az EP adalékanyagok alkotják.

A különböző elszappanosítási alapú zsírok felhasználási hőmérséklet határai a gyártói adatlapokon találhatók meg.

Alacsony fordulatszám esetén magas viszkozitású olajokat használjon

Vegye figyelembe az összefüggést a fordulatszám, a súrlódás, a hőmérséklet és a viszkozitás között

A megengedett fordulatszámokat zsír és olajkenés esetén lásd az FAG főkatalógusban

Szilárd kenőanyagokat csak alacsony fordulatszám esetén alkalmazzunk

Csak az alkalmazásban bevált kenőolajakat használjon

Vegyük figyelembe az állandósult hőmérsékletet

A viszkozitást üzemi hőmérsékleten vegyük figyelembe

Csapágy méret

A kis csapágyakat általában alacsony viszkozitású olajjal kenik, vagy nagyon finom zsírral, hogy minimalizálják a csapágyakban lévő kenőanyag sűrűlődni. Nagy csapágyaknál a kenőanyag sűrűlődni jelentéktelen szerepet játszik és a kenőanyag választás ebből a szempontból másodlagos fontosságú.

Nedvesség

A gördülőcsapágy zsírok reakciója a nedvességre fajtánként változik. Csak a víztaszító kalcium alapú zsírok (Ca- zsírok) rendelkeznek bizonyos tömíthetőséggel a víz ellen. Éppen ezért ezeket labirintstömítések kenésére – azonban maximum 50 °C üzemi hőmérsékletig – használják.

A nátrium alapú zsírok (Na-zsírok) előnye a kalcium alapú zsírokkal szemben a magasabb megengedhető hőmérséklet. Ezek emulgálnak a vízzel, és bizonyos csekély nedvességgel járó alkalmazáshoz javasoltak (pl. kondenzvíz). Mivel a nátrium alapú zsírok nem víztaszítóak, nagyobb mennyiségű víz megkötése esetén fennáll a veszélye, hogy a kenőanyag hígfolyóssá válik és kinyomódik a csapágyból.

A lítium alapú zsírok nem kötnek meg annyi vizet mint a nátrium alapúak. Elfogadható a vízzel szembeni ellenállásuk és széles hőmérséklet-tartományuk miatt a gördülőcsapágyakban előszeretettel alkalmazzák őket.

Az olajoknál is figyelembe kell venni a nedvesség- és vízállósági tulajdonságokat. Azoknak az olajoknak az alkalmazása az előnyös, amelyek jól elválnak a víztől, mivel lehetővé teszik, hogy a víz leülepedjen az olajteknőben, vagy tárolóban, amikor a berendezés nem működik.

A korrózió elleni védekezést az olajokban vagy zsírokból a korrózióellenes adalékanyagok használata javítja.

Szennyeződések

Az utánkenés mindig magába hordozza a csapágyyszennyeződés veszélyét. Ezért a tisztaság lehető legmagasabb fokát kell biztosítani a kenőanyag tárolók és a kenőberendezések számára, valamint a kenőanyagok kezelésénél. A zsírzófejeket az újrakenés előtt meg kell tisztítani.

Kenőanyagok keverése

Ne keverjük a különféle szappanosítási alapú kenőanyagokat, így elkerüljük a hőmérsékleti stabilitás és a kenési tulajdonságok csökkenését. Ugyanez vonatkozik az olajokra is.

Kenőanyag mennyiség

Zsírkenésnél a csapágy szabad tereit teljesen ki kell tölteni. Kivételt képeznek nagy fordulatszámú csapágyak, ahol a feltöltési mennyiség jóval kevesebb (20-35 %-a a szabad térfogatnak). A csapágyház feltöltéséhez szükséges zsír mennyisége az $n \cdot d_m$ szorzattól függ.

n = maximum üzemi fordulatszám

$d_m = (D+d)/2$ a csapágy közepes átmérője

Fordulatszám index

A csapágyház feltöltéséhez szükséges zsír mennyisége

$n \cdot d_m < 50\,000\text{ min}^{-1} \cdot \text{mm}$

tele

$n \cdot d_m = 50\,000$ és $500\,000\text{ min}^{-1} \cdot \text{mm}$ között

60 %

A túlkenés a középső és magas fordulatszám tartományban elkerülendő, mert ez a kenőzsír „gyűrődése” következtében hőmérséklet emelkedéshez vezet, amely mind a kenőanyagra mind a csapágyra károsan hat.

A tömített gördülőcsapágyakat csak kb. 35%-os kenőanyagfeltöltéssel látják el a gyártás során.

Olajkenésnél a túlkenés hasonlóan ártalmas hatású lehet: a fröcskölés által túlmelegszik az olaj és keveredik a levegő oxigénjével, amely oxidációhoz és habzáshoz vezet.

Merülő kenésnél a ház olajsintje nem lehet magasabb, mint a legalacsonyabban levő gördülőelem középpontja a berendezés nyugalmi állapotában.

Vegyük figyelembe a kenőanyag nedvességtűrési jellemzőit

Ügyeljünk a kenőanyag tároló, a kenőberendezés és a zsírzófej tisztaságára

Soha ne keverjünk különféle kenőanyagokat

6 Gördülőcsapágyak károsodása

Egy gördülőcsapágy élettartama az átgördülések számától, valamint az ekkor a gördülőtesteken és futópályán fellépő terheléstől függ.

A dinamikusan terhelt csapágyakra vonatkozó szabványosított számítási módszer az anyagkifáradás kialakulásán (pittingesedés) alapul, ami a károsodást okozza.

A normál károsodás során a gördülőfelület lepattogzik és leválások alakulnak ki (106. ábra). A növekvő helyi nyomás a gyűrű törését eredményezheti (107. ábra).

Ha a csapágy előbb megy tönkre, mint azt az élettartam számítás előre jelezte, ellenőrizni kell a túlterhelést. Ezen okok kizárásával a hibás szerelés, karbantartás vagy az üzemi körülményekből adódó kopás lehet a korai tönkremenetel oka. A következő oldalakon a csapágykárosodás néhány gyakori formáját és ezek okait ismerhetjük meg.

106: Mélyhornyú golyóscsapágy belső gyűrűjének lepattogzása



107: Mélyhornyú golyóscsapágy belső gyűrűjének törése a kifáradás végső szakaszában



6.1 Miért hibásodik meg egy csapágy?

6.1.1 Hibás szerelés

A futópálya helyi károsodásai, mint pl. a húzási nyomok, benyomódás, barázdáltság, a szerelés hibáját sugallják. Az ilyen fajta károsodás akkor fordulhat elő, amikor pl. a hengergörgős csapágy belső gyűrűjét ferdén helyezik be a külső gyűrűbe, vagy amikor a szerelési erő a gördülő elemeken keresztül hat (108-111. ábra).

Felületi károsodás akkor keletkezik, amikor idegen részek kerülnek a csapágyba és ott a gördülőelemek benyomják a felületbe (lásd 6.1.2 fejezet)

A károsodást pl. a megnövekedett futási zaj alapján lehet észrevenni; amennyiben az tartósan fordul elő, a fordulófelületek idő előtti kifáradásához vezethet.

A felületi károsodás tipikus megjelenése a kisebb-nagyobb mértékű benyomódási peremek kialakulása.

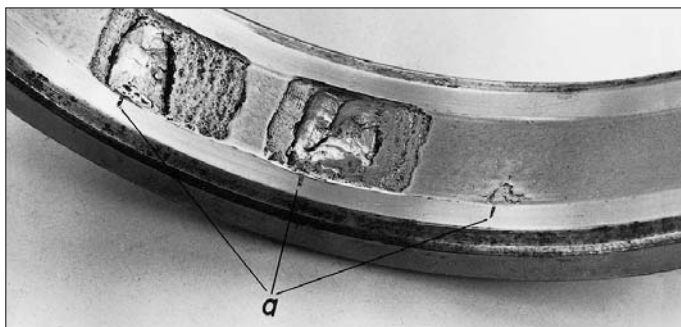


108: Mélyhornyú golyóscsapágy golyóbenyomódása a futófelületen, amely a hibás szerelés következménye

109: Hengergörgős csapágy
belső gyűrűjének karcolt futó-
felülete



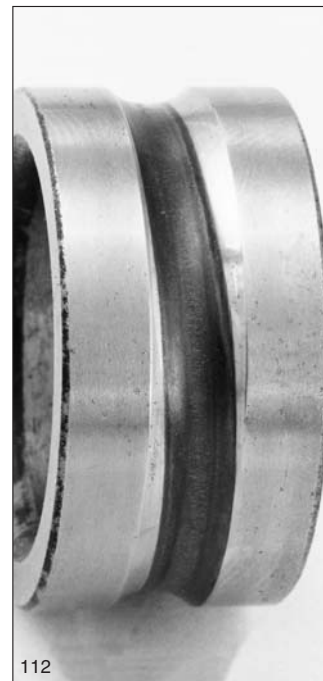
110: Hengergörgős csapágy
külső gyűrűjének idő előtti kifá-
radásos károsodása, az „a”-val
jelölt húzási nyomok eredmé-
nyeként



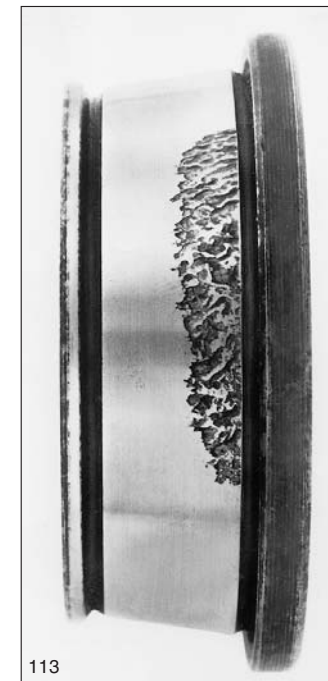
111: Hordógörgős csapágy
belső gyűrűjének roncsolt
pereme, amelyet kalapács-
ütésekkel szereltek



A csapágygyűrű terhelt zónájának elhelyezkedése a külső terhe-
lés irányától és a futási körülményektől függ. A terhelési zóna
a futófelületeken már rövid üzemelés után keletkező elmat-
tulásból hamar felfedezhető, utalva arra, hogy a csapágy a terve-
zett módon van-e terhelve.



112: Egy mélyhornyú golyós-
csapágy álló belső gyűrűjének
ferde futási nyoma, amit a szög-
hibával történő szerelés okozott



113: Egyoldalú lepattogzás
a kúpgörgős csapágy álló belső
gyűrűjén, amit a szöghibás sze-
relés okozott

A szokatlan futási nyomok káros belső előfeszítésre utalnak, amely
keletkezhet túl szoros illesztés, túl nagy axiális túlállítást, a tengely
vagy ház alak-pontatlansága, az egytengelyűségi hiba, vagy a szabad
oldali csapágy hibás illesztése következtében (112. és 113. ábra).

6.1.2 Szennyeződések

Az idegen részecske okozta benyomódás a futófelületeken idő előt-
ti kifáradáshoz vezethet (lásd 6.1.1 fejezet). A csiszoló hatású idegen
részecskék által előidézett kopás szintén idő előtti meghibásodást
okoz. Az ilyen futófelület felérdesedik és bemattul. Nagyobb
mértékű kopás nem megengedett nagyságú csapágyházhoz vezet.

Lehetséges okok:

- Nem megtisztított csatlakozó részek
- Formázóhomok a házban
- Nem megfelelő tömítés
- Szennyezett kenőanyag
- Fémes leváló részecskék a fogaskerekekből, ami a kenőanyag által
kerül a csapágyba

6.1.3 Korrózió

A gördülőcsapágyak korróziójának különböző formái és okai lehetnek. A károsodást egyenlőtlen zajos futás jellemzi. A gördülőelemek által ledörzsölt rozsda kopást okoz a csapágyban.

A 114. és 115. ábrák nedvesség, vagy más korrozív hordozóanyag okozta korróziós meghibásodást mutatnak.

Lehetséges okok:

Nem megfelelő nedvesség elleni tömítés

Savgőzök

Savakat tartalmazó kenőanyagok

Kondenzvíz

A csapágyak nem megfelelő tárolása

A nyugalmi korrózió a futófelületeken lévő gördülőelem kiosztás jeleivel azonosítható. A helytelen szerelés okozta gördülőelem benyomódásokkal szemben itt nincsenek kitüremkedő peremek (116. ábra). A 117. ábrán mutatott bemetszések nagy száma annak az eredménye, hogy a csapágy időnként új nyugalmi helyzetbe kerül.

A nyugalmi korrózió rezgések következtében a gördülő elemek érintkezési felületein keletkezik, ahol kopás szinten fellép. Azon berendezésekben találkozhatunk a jelenséggel, amelyek álló helyzetben vagy szállítás során rezgésnek vannak kitéve. Lehetséges elkerülő megoldá-

114: Egy kúpgörgős csapágy belső gyűrűjének korróziója



114

115: Korrózió jelei egy beálló hengergörgős csapágy belső gyűrűjének futófelületén



115

sok: ékkel vagy más rögzítő eszközzel történő biztosítás a szállítás során, vagy a forgórész időnkénti megforgatása (pl. hajóúton, vasúton).

A súrlódási korrózió ugyanakkor az illesztett felületeknél fordul elő, pl. a csapágy furatban, vagy a csapágy külső átmérőjénél. Ezt a viszonylag laza illesztések vagy a túl puha kapcsolódó elemek okozzák. Az illeszkedő felületek mikro-mozgása következtében kis részecskék válnak le a felületekről, amelyek korrodálódva olyan erős kopást is eredményezhetnek, hogy meggátolja a szabad csapágy funkciót, vagy a feszültséggyűjtő hatása révén akár tengelytörést is okozhat. Lehetséges elkerülő megoldások: szoros csapágyillesztés vagy a kapcsolódó alkatrészek megerősítése.

6.1.4 Elektromos áram áthaladás

Az elektromos áram folyamatos áthaladása barnás recézést okoz a tengellyel párhuzamosan az egész kerületen, az egyik vagy mindkét futófelület külső szélén éppúgy, mint a gördülő elemeken (118. és 119. ábra).

6.1.5 Nem megfelelő kenés

A hiányos kenést a nem megfelelő kenőanyag ellátás vagy a nem megfelelő kenőanyag alkalmazása okozza. Ha a kenőanyag film nem megfelelően választja el a részeket a gördülő kapcsolatban,



116

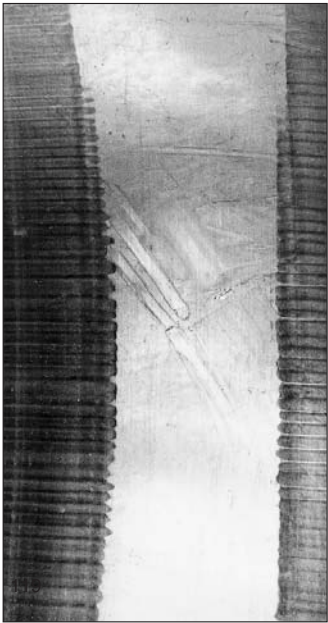


117

116: Egy beálló golyóscsapágy külső futófelületének a nyugalmi korrózió okozta félkör alakú bemélyedései

117: Rezgési nyomok egy hengergörgős csapágy belső gyűrűjének futófelületén.

118: Beálló görgőscsapágy
barázdált görgői az elektromos
áram áthaladás eredményeként



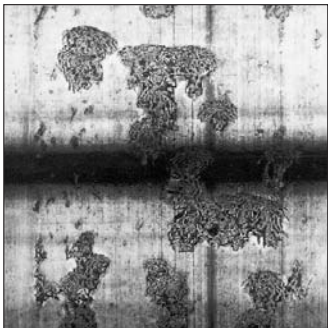
119: Beálló görgőscsapágy
külső gyűrűjének barázdált fu-
tófelülete az elektromos áram
áthaladás következményeként

akkor csúszó mozgás és kopás következik be. Mivel a maximális anyagigénybevétel a futófelületeken jelentkezik, ezért ebben a zónában kis bemélyedések (mikropittingesedés) és nagy területű felszíni leválások keletkeznek (120. ábra).

Túlkenés esetén, a belső súrlódás következtében a kenőanyag felmelegszik, és elveszíti kenőképességét. A túlmelegedés többek között a csapágy katasztrofális meghibásodását okozhatja. Különösen a nagy fordulatszámú csapágyak esetében ügyeljünk a kenőanyag-torlódás elkerülésére.

A szennyezett kenőanyagok lehetséges következményeiről a 6.1.2 fejezetben olvashatunk.

120: A nem megfelelő terhebíró
képességű kenőanyag film kö-
vetkeztében nagy felületű felszí-
ni leválások a hengergörgőkön



0 0,5 mm

6.2 Az üzemelő csapágy meghibásodásának felismerése *

Észrevételek	A hiba lehetséges forrása	Példák
Egyenlőtlen futás	Károsodott gyűrűk vagy gördülő elemek Szennyeződés Túl nagy csapághézag	Gépjárművek: megnövekedett kerékimbolygás és kormányszerkezet rezgés Ventillátorok: erősen növekvő rezgés Gatter: erősen megnövekedett lökések és ütések Belső égű motorok: növekvő rezgések a főtengelyen
Csökkenő működési pontosság	Kopás a szennyezettség vagy a nem megfelelő kenés következtében Károsodott gyűrűk vagy gördülő elemek	Esztergapad: a rezgési nyomok fokozatos megjelenése a munkadarabon Köszörűk: hullámos köszörülési kép Hideghengermű: periódikus felületi hiba a hengerelt anyagon, mint pl. Hartman-Lüders féle elcsúszási vonalak, szellemvonalak stb.
Szokatlan futási zaj: – sívító vagy nagy magasságú zaj	Túl kicsi üzemi csapághézag	Villamos motorok, hajtóművek (fogaskerékes hajtóműveknél a csapágyzajt nehéz azonosítani, mivel ezt általában a fogaskerékek futási zaja elnyomja)
– halk moraj, vagy szokatlan zaj	Túl nagy üzemi csapághézag Károsodott futási felületek Szennyezettség Nem megfelelő kenés	
– fokozatosan változó futási zaj	Hőmérséklet okozta változások az üzemi csapághézagban Szennyeződés vagy kifáradás miatt károsodott futófelület	

* Lásd még a TI WL 80-62 számú „FAG Detector 2000” és a TI WL 80-63 számú „Csapágydiagnosztika FAG Bearing Analyser-rel” kiadványokat.

6.3 A csapágy meghibásodás azonosítása

A 106-120. ábrákon bemutatott példák világos meghibásodásokat mutatnak be, melyek pontosan meghatározhatók és felismerhetők. A csapágy meghibásodások minden elképzelhető összetételének részletes tárgyalása azonban meghaladja e kézikönyv terjedelmét.

A gyakorlatban a hibák elsődleges okának kiderítése nem mindig könnyű feladat. Sok esetben világos következtetések vonhatók le, pl. amennyiben a futási nyomok egyértelműsíthetők. Azonban a jövőbeni lehetséges meghibásodások elkerülésére nehezen lehet használható tanácsot adni az üzemi viszonyok, a kenés és az egész konstrukció ismerete nélkül. Ezen kívül információt nyerhetünk a károsodás másodlagos jelenségeinek feltérképezése alapján.

6.3.1 Megfigyelések a kiserelés előtt

A kiserelést megelőzően a következőkben leírt négy, az üzemi viszonyokat jellemző pontot kell felmérni és az összes felmérési eredményt rögzíteni. Ennek a folyamatnak a fontosságát nem lehet alábecsülni, mivel a csapágy kiserelése és a ház tisztítása után ezen információk jóvátehetetlenül elvesznek.

Szennyeződés

Milyen a gép általános állapota különösen a csapágy környezetében? Van-e piszok lerakódás, vagy gépi megmunkálás illetve feldolgozás utáni maradó szennyeződés? Be tud-e jutni víz, maró hatású anyag, hűtő-kenő folyadék, gőz vagy pára a csapágyakba?

Kenőanyag veszteség

Volt-e lehetőség a kenőanyag eltávozására? Ennek kiderítésére ellenőrizzük az olajállás mutató szintjét, a tömítési rést a tengely kivezetésénél, valamint a ház és a fedél csatlakozása közötti tömítéseket, illetve az olajcsövek, a leeresztő szelep és az olajállás mutató tömítését.

Futási zaj

A csapágy meghibásodást gyakran a futási zaj változásából is észlelhetjük. A zaj természetét olyan pontosan határozzuk meg, amennyire csak lehetséges, hogy vajon egyenletes vagy pulzáló, szabályosan, vagy nem szabályosan ismétlődő, döngő, sípoló vagy kopogó. Ha a zaj szabályosan ismétlődő, a frekvenciája regisztrálható. Nagyobb fordulatszámnál ez esetleg bonyolultabb mérőműszert igényelhet, alacsony fordulatszámnál ugyanakkor praktikusabb jegyzetelni a zaj ismétlődését, majd megszámolni a pontokat bizo-

nyos idő eltelte után. Az eredmény vezérfonalat adhat ahhoz, hogy a probléma pl. belső gyűrű vagy a kosár frekvencián fordul-e elő. Megkísérélhetjük a zajszint megállapítását is.

Kövessük nyomon az üzemi viselkedést és rögzítsük a megfigyeléseket.

Kiserelés előtt a csapágyat még egyszer meg kell forgatni kézzel. Sokszor ez lehetővé teszi a futási rendellenességek meghatározását és pontos jellemzését.

A meghibásodás folyamata és a másodlagos jelek

A károsodást akkor kell regisztrálni, amikor még frissen az emlékezetünkben él. Fontos, hogy minden részletet sorba vegyünk, pl. a hiba megjelenésének első észlelését, a kezdeti észrevételeket és az időben változó zaj vagy hőmérsékletváltozásokat. Ha a hiba hirtelen jelentkezik, a felügyelet ellátás helyzetét és a gép működési helyzetét pontosan fel kell jegyezni. Bármilyen a gépen végzett korábbi módosítást, pl. a hézagbeállítást, új tengely, hüvely vagy távtartó beszerelését, a kapacitás vagy a sebesség növelését figyelembe kell venni. Amikor ezek a módosítások és a csapágyhiba kezdete egybeesnek, a szakember ezekből fontos következtetéseket vonhat le.

6.3.2 Megfigyelések a kiserelések során

A következő négy pontot kell figyelembe venni:

Kenés

Amennyiben a kiserelt csapágyat később vizsgálatnak akarjuk alávetni a meghibásodás okának kiderítése céljából, a benne lévő maradék kenőanyagot nem szabad eltávolítani. Még egy tapasztalt szakember sem képes mindig a hiba okát egy megtisztított csapágy esetében felismerni. Ügyelni kell arra is, hogy a károsodott csapágy utólag ne szennyeződjön.

Olajkenés

Az olajkenésű csapágyaknál az olaj és esetenként a hűtőfolyadék eltávozik a csapágyból. Az olajat össze kell gyűjteni egy tiszta tárolóba, különösen, ha felmerül a gyanú, hogy piszok, fémdarab vagy szokatlan mennyiségű idegen anyag érkezik a közeli fogaskerék-hajtásból. Amennyiben a gyanú beigazolódik, elegendő olaj áll rendelkezésre a részletes vizsgálatra.

Kövessük nyomon az üzemi viszonyokat és rögzítsük a megfigyeléseket

Mintavétel előtt ne mossuk ki a kenőanyagot

Zsírkenés

A zsírkenésű csapágyak kiszerelése a fedelek, sapkák vagy pajzsok levételével kezdődik. Ezeket a részeket nem kell azonnal megtisztítani, de tiszta helyen kell tárolni, amíg a csapágyhiba természete nem tisztázódik. Ugyanez vonatkozik a filc és gumitömítésekre és bármilyen különleges tömítésre, lamellákra. Még ha a karbantartási előírások minden nagyjavításnál új tömítések beépítését írják is elő, a régieket meg kell tartani egy bizonyos ideig, mivel állapotuk a tömítési rendszer hatékonyságának mutatója lehet.

Zsírpróba esetén zsírmintát szükséges venni, egyet a csapágy belsejéből és egy másikat a csapágytól távolabbi helyen a házból. A piszkos zsírzófejek beszennyezhetik az utánkenésnél alkalmazott zsírt, ebben az esetben a mintát a zsírvezető-csatornából kell venni.

Minden mintavételnél elegendő mennyiséget kell vételezni. A mintavételezett zsírt tiszta tárolókban kell tartani, vagy egy tiszta olajpapíron elteríteni és megjelölni úgy, hogy eredete bármikor visszakereshető és azonosítható legyen.

A rögzítő elemek meglazulása

A kiszerelés során ellenőrizzük azoknak a csapágyanyáknak a feszeségét, amelyek a csapágy belső gyűrű axiális helyzetének beállítását szolgálják. Ez különösen fontos az osztott belső gyűrűs dupla soros ferdehatásvonalú golyóscsapágyaknál és a négy pont érintkezésű csapágyaknál. Az axiális helyzet bármilyen lazítása a csapágy kinematikájának és hézagának változását idézheti elő. Ez a párban beépített, beállított kúpgörgős és a ferdehatásvonalú csapágyakra is vonatkozik. A szorító- és lehúzóhüvelyeknél éppúgy, mint a kúpos tengelyvégeknél a csapágyanya meghúzását ellenőrizni kell.

A csapágygyűrűk helyzete

A csapágyanya eltávolítása során a csapágygyűrűk homlokfelületét meg kell tisztítani és ellenőrizni kell, hogy a gyűrű mely helyzetben került a házba illetve a tengelyre beszerelésre.

Általában a futási nyomok a futópályán elegendő bizonyosságot adnak a terhelés irányára vonatkozóan. Azonban amennyiben a futási nyomok nem egyértelműek, kevésbé pontos összehasonlítási alapot szolgáltatnak, hogyan szerelték a külső gyűrűt a házba, vagy a belső gyűrűt pl. a forgattyús tengelyre vagy az excenterre. Ebből a célból egy vázlatot kell készíteni, ami mutatja a csapágy jelölés

helyzetét a házban vagy a tengelyen lévő referenciaponthoz viszonyítva. A vázlaton ábrázolni kell azt is, hogy a csapágygyűrű jelölt felülete a tengely vége felé vagy a közepe felé mutat. A szétszerelhető csapágyak esetében, mint a hengergörgős csapágyak, négy pont érintkezésű csapágyak, vállas golyóscsapágyak, ezt mind a belső mind a külső gyűrűre alkalmazni kell. Amennyiben szétszerelésnél nem megfelelő futási nyommal találkozunk, amely utalhat a terhelés típusára és irányára esetleg káros előfeszítésre, abból következtethetünk a meghibásodás okaira.

A csapágyhelyek vizsgálata

A csapágy kiszerelésnél fel kell jegyezni, amennyiben feltűnően könnyen vagy nehezen mozdíthatók el a gyűrűk a csapágyhelyekről. A szétszerelhető csapágyak alkatrészeit együtt kell tartani és nem szabad más csapágyak egységeivel összekeverni.

A csatlakozó részek vizsgálatát a hosszú üzemkiesés megakadályozása érdekében egy időben kell elvégezni, különösen amikor a gépet az új csapágyakkal gyorsan kell összeszerelni. A tengely és a ház furatátmérőjét mindig meg kell mérni. Különös gondot kell fordítani a beépítési hely körköröségére és hengerességére. A hajtó és a hajtott gépalkatrészeket, különösen a fogaskerekeket és más mozgó részeket szintén meg kell vizsgálni. A csúszási nyomok, a futási nyomok és a terhelési kép vizsgálatával gyakran kizárható a tengely szöghibája vagy kényszererők fellépése.

6.3.3 Csapágyvizsgálat

A csapágy kiszerelésének végeztével kezdődhet a csapágy vizsgálata. Ellenőrizni kell a csapágy tisztaságát, az illesztési felületek állapotát (mérettartósság) és egyéb jellemzőit (csapágyhézag, sima futás). A csapágyon megfigyelhető károsodási nyomok és a feljegyzett másodlagos jelenségek a legtöbb esetben elegendőek ahhoz, hogy világos képet kapjunk a meghibásodás történetéről. A kétes esetekben az FAG márkakereskedőhöz vagy az FAG Budapesti Irodához kell fordulni.

Természetesen számos esetben nem szükséges a fenti összes előírást figyelembe venni. Abban az esetben például, ha az új csapágy viszonylag csekély értékű költségeket nem érdemes egy hosszabb részletes vizsgálattal növelni. Ugyanakkor az olyan nagyméretű gépeknél, amelyek csak kis darabszámban készülnek és néhány alkalmi csapágy meghibásodás lép fel, a fenti összetevők elemzése hasznos információval szolgálhat.

Ellenőrizze a tengely és a ház átmérőjét, illetve annak körköröségét és hengerességét

Ha kérdések merülnek fel, forduljon a legközelebbi FAG márkakereskedőhöz vagy a Budapesti Irodához

Ellenőrizzük a csapágyanya meghúzását

Készítsünk vázlatot a csapágy elhelyezkedéséről

7.1 Csapágyjelölések

<

7.2 Csapágsorozatok jelölése: golyóscsapágý

Csapágy-sorozatok	Golyóscsapágyak					Csapágyfajta				Típus				Szélesség illetve magasság sorozat	Átmérő- sorozat
	Golyós- csapágy-	Ferdeha- tásvonalú golyós- csapágy	Beálló golyós- csapágy	Axiális golyós- csapágy	Axiális ferdeha- tásvonalú golyós- csapágy	Egysoros illetve egyfelé ható	Kétsoros illetve kétfelé ható	Sík fészek- tárcsával	Gömb- felületű fészek- tárcsával						
618	x					x							1	8	
160	x					x							0	0	
60	x					x							1	0	
62	x					x							0	2	
63	x					x							0	3	
64	x					x							0	4	
42	x						x						2	2	
43	x												2	3	
12			x				x						0	2	
112			x				x						0	2	
13			x				x						0	3	
113			x				x						0	3	
22			x				x						2	2	
23			x				x						2	3	
B 719		x				x							1	9	
B 70		x				x							1	0	
B 72		x				x							0	2	
72		x				x							0	2	
73		x				x							0	3	
QJ 2		x				x							0	2	
QJ 3		x				x							0	3	
32		x					x						3	2	
33		x					x						3	3	
511				x		x		x					1	1	
512				x		x		x					1	2	
513				x		x		x					1	3	
514				x		x		x					1	4	
532				x		x			x					2	
533				x		x			x					3	
534				x		x			x					4	
522				x			x	x					2	2	
523				x			x	x					2	3	
524				x			x	x					2	4	
542				x			x		x					2	
543				x			x		x					3	
544				x			x		x					4	
2344					x		x								
2347					x		x								
7602					x	x									
7603					x	x									

7.2 Csapágsorozatok jelölése: görgőscsapágýk

Csapágy- fajta	Görgőscsapágyak						Típus		Szélesség illetve magasság sorozat	Átmérő- sorozat
	Henger- görgős csapágy	Kúpgörgős csapágy	Hordó- görgős csapágy	Beálló görgős- csapágy	Axiális henger- görgős csapágy	Axiális beálló görgős- csapágy	Egysoros	Kétsoros		
N 2; NU 2; NJ 2; NUP 2	x						x		0	2
N 3; NU 3; NJ 3; NUP 3	x						x		0	3
N 4; NU 4; NJ 4; NUP 4	x						x		0	4
NU 10	x						x		1	0
NU 22; NJ 22; NUP 22	x						x		2	2
NU 23; NJ 23; NUP 23	x						x		2	3
NN 30	x							x	3	0
NNU 49	x							x	4	9
302		x					x		0	2
303		x					x		0	3
313		x					x		1	3
320		x					x		2	0
322		x					x		2	2
323		x					x		2	3
329		x					x		2	9
330		x					x		3	0
331		x					x		3	1
332		x					x		3	2
202			x				x		0	2
203			x				x		0	3
204			x				x		0	4
213				x				x	0	3
222				x				x	2	2
223				x				x	2	3
230				x				x	3	0
231				x				x	3	1
232				x				x	3	2
233				x				x	3	3
239				x				x	3	9
240				x				x	4	0
241				x				x	4	1
292						x	x		9	2
293						x	x		9	3
294						x	x		9	4
811					x		x		1	1
812					x		x		1	2

7.3 Tengelytűrések

Méretek mm-ben													
A tengely felett névleges mérete -ig	3	6	10	18	30	50	65	80	100	120	140	160	180
	6	10	18	30	50	65	80	100	120	140	160	180	200
Tűrések μm-ben (normál tűrés)													
A csapagy furatátmérőjének eltérése Δ _{mp}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-8	-8	-8	-10	-12	-15	-15	-20	-20	-25	-25	-25	-30

Illesztési kép	Tengelytűrések μm-ben												
Tengely	Csapagy												
e 7		-20 -32	-25 -40	-32 -50	-40 -61	-50 -75	-60 -90	-60 -90	-72 -107	-72 -107	-85 -125	-83 -125	-85 -125
e 8		-20 -38	-25 -47	-32 -59	-40 -73	-50 -89	-60 -106	-60 -106	-72 -126	-72 -126	-85 -148	-85 -148	-85 -148
f 6		-10 -18	-13 -22	-16 -27	-20 -33	-25 -41	-30 -49	-30 -49	-36 -58	-36 -58	-43 -68	-43 -68	-43 -68
f 7		-10 -22	-13 -28	-16 -34	-20 -41	-25 -50	-30 -60	-30 -60	-36 -71	-36 -71	-43 -83	-43 -83	-43 -83
g 5		-4 -9	-5 -11	-6 -14	-7 -16	-9 -20	-10 -23	-10 -23	-12 -27	-12 -27	-14 -32	-14 -32	-14 -32
g 6		-4 -12	-5 -14	-6 -17	-7 -20	-9 -25	-10 -29	-10 -29	-12 -34	-12 -34	-14 -39	-14 -39	-14 -39
h 5		0 -5	0 -6	0 -8	0 -9	0 -11	0 -13	0 -13	0 -15	0 -15	0 -18	0 -18	0 -18
h 6		0 -8	0 -9	0 -11	0 -13	0 -16	0 -19	0 -19	0 -22	0 -22	0 -25	0 -25	0 -25
j 5		+3 -2	+4 -2	+5 -3	+5 -4	+6 -5	+6 -7	+6 -7	+6 -9	+6 -9	+7 -11	+7 -11	+7 -11
j 6		+6 -2	+7 -2	+8 -3	+9 -4	+11 -5	+12 -7	+12 -7	+13 -9	+13 -9	+14 -11	+14 -11	+14 -11
js 3		+1,25 -1,25	+1,25 -1,25	+1,5 -1,5	+2 -2	+2 -2	+2,5 -2,5	+2,5 -2,5	+3 -3	+3 -3	+4 -4	+4 -4	+4 -4
js 4		+2 -2	+2 -2	+2,5 -2,5	+3 -3	+3,5 -3,5	+4 -4	+4 -4	+5 -5	+5 -5	+6 -6	+6 -6	+6 -6
js 5		+2,5 -2,5	+3 -3	+4 -4	+4,5 -4,5	+5,5 -5,5	+6,5 -6,5	+6,5 -6,5	+7,5 -7,5	+7,5 -7,5	+9 -9	+9 -9	+9 -9
js 6		+4 -4	+4,5 -4,5	+5,5 -5,5	+6,5 -6,5	+8 -8	+9,5 -9,5	+9,5 -9,5	+11 -11	+11 -11	+12,5 -12,5	+12,5 -12,5	+12,5 -12,5
k 3		+2,5 0	+2,5 0	+3 0	+4 0	+4 0	+5 0	+5 0	+6 0	+6 0	+8 0	+8 0	+8 0
k 4		+5 +1	+5 +1	+6 +1	+8 +2	+9 +2	+10 +2	+10 +2	+13 +2	+13 +3	+15 +3	+15 +3	+15 +3
k 5		+6 +1	+7 +1	+9 +1	+11 +2	+13 +2	+15 +2	+15 +2	+18 +3	+18 +3	+21 +3	+21 +3	+21 +3
k 6		+9 +1	+10 +1	+12 +1	+15 +2	+18 +2	+21 +2	+21 +2	+25 +3	+25 +3	+28 +3	+28 +3	+28 +3

200	225	250	280	315	355	355	400	450	500	560	560	630	710	800	900	900	1000	1000	1120	1120	1250
225	250	280	315	355	400	450	500	560	630	710	800	900	1000	1120	1250						

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-30	-30	-35	-35	-40	-40	-45	-45	-50	-50	-50	-75	-75	-100	-100	-100	-125	-125	-125	-125	-125	-125

-100 -146	-100 -146	-110 -162	-110 -162	-125 -182	-125 -182	-135 -198	-135 -198	-145 -215	-145 -215	-160 -240	-160 -240	-170 -260	-170 -260	-195 -300	-195 -300
-100 -172	-100 -172	-110 -191	-110 -191	-125 -214	-125 -214	-135 -232	-135 -232	-145 -255	-145 -255	-160 -285	-160 -285	-170 -310	-170 -310	-195 -360	-195 -360
-50 -79	-50 -79	-56 -88	-56 -88	-62 -98	-62 -98	-68 -108	-68 -108	-76 -120	-76 -120	-80 -130	-80 -130	-86 -142	-86 -142	-98 -164	-98 -164
-50 -96	-50 -96	-56 -108	-56 -108	-62 -119	-62 -119	-68 -131	-68 -131	-76 -146	-76 -146	-80 -160	-80 -160	-86 -176	-86 -176	-98 -203	-98 -203
-15 -35	-15 -35	-17 -40	-17 -40	-18 -43	-18 -43	-20 -47	-20 -47	-22 -51	-22 -51	-24 -56	-24 -56	-26 -62	-26 -62	-28 -70	-28 -70
-15 -44	-15 -44	-17 -49	-17 -49	-18 -54	-18 -54	-20 -60	-20 -60	-22 -66	-22 -66	-24 -74	-24 -74	-26 -82	-26 -82	-28 -94	-28 -94
0 -20	0 -20	0 -23	0 -23	0 -25	0 -25	0 -27	0 -27	0 -29	0 -29	0 -32	0 -32	0 -36	0 -36	0 -42	0 -42
0 -29	0 -29	0 -32	0 -32	0 -36	0 -36	0 -40	0 -40	0 -44	0 -44	0 -50	0 -50	0 -56	0 -56	0 -66	0 -66
+7 -13	+7 -13	+7 -16	+7 -16	+7 -18	+7 -18	+7 -20	+7 -20								
+16 -13	+16 -13	+16 -16	+16 -16	+18 -18	+18 -18	+20 -20	+20 -20	+22 -22	+22 -22	+25 -25	+25 -25	+28 -28	+28 -28	+33 -33	+33 -33
+5 -5	+5 -5	+6 -6	+6 -6	+6,5 -6,5	+6,5 -6,5	+7,5 -7,5	+7,5 -7,5								
+7 -7	+7 -7	+8 -8	+8 -8	+9 -9	+9 -9	+10 -10	+10 -10								
+10 -10	+10 -10	+11,5 -11,5	+11,5 -11,5	+12,5 -12,5	+12,5 -12,5	+13,5 -13,5	+13,5 -13,5	+14,5 -14,5	+14,5 -14,5	+16 -16	+16 -16	+18 -18	+18 -18	+21 -21	+21 -21
+14,5 -14,5	+14,5 -14,5	+16 -16	+16 -16	+18 -18	+18 -18	+20 -20	+20 -20	+22 -22	+22 -22	+25 -25	+25 -25	+28 -28	+28 -28	+33 -33	+33 -33
+10 0	+10 0	+12 0	+12 0	+13 0	+13 0	+15 0	+15 0								
+18 +4	+18 +4	+20 +4	+20 +4	+22 +4	+22 +4	+25 +5	+25 +5								
+24 +4	+24 +4	+27 +4	+27 +4	+29 +4	+29 +4	+32 +5	+32 +5	+29 0	+29 0	+32 0	+32 0	+36 0	+36 0	+42 0	+42 0
+33 +4	+33 +4	+36 +4	+36 +4	+40 +4	+40 +4	+45 +5	+45 +5	+44 +0	+44 +0	+50 +0	+50 +0	+56 +0	+56 +0	+66 +0	+66 +0

7.3 Tengelytűrések (folytatás)

Méretek mm-ben														
A tengely névleges mérete -ig	3	6	10	18	30	50	65	80	100	120	140	160	180	
	6	10	18	30	50	65	80	100	120	140	160	180	200	
Tűrések μm-ben (normál tűrés)														
A csapágy furatátmérőjének eltérése Δ _{mp}	-8	0 -8	0 -8	0 -10	0 -12	0 -15	0 -15	0 -20	0 -20	0 -25	0 -25	0 -25	0 -30	0

Illesztési kép Tengely	Csapágy	Tengelytűrések μm-ben												
m 5		+9 +4	+12 +6	+15 +7	+17 +8	+20 +9	+24 +11	+24 +11	+28 +13	+28 +13	+33 +15	+33 +15	+33 +15	+37 +17
m 6		+12 +4	+15 +6	+18 +7	+21 +8	+25 +9	+30 +11	+30 +11	+35 +13	+35 +13	+40 +15	+40 +15	+40 +15	+46 +17
n 5		+13 +8	+16 +10	+20 +12	+24 +15	+28 +17	+33 +20	+33 +20	+38 +23	+38 +23	+45 +27	+45 +27	+45 +27	+51 +31
n 6		+16 +8	+19 +10	+23 +12	+28 +15	+33 +17	+39 +20	+39 +20	+45 +23	+45 +23	+52 +27	+52 +27	+52 +27	+60 +31
p 6		+20 +12	+24 +15	+29 +18	+35 +22	+42 +26	+51 +32	+51 +32	+59 +37	+59 +37	+68 +43	+68 +43	+68 +43	+79 +50
p 7		+24 +12	+30 +15	+36 +18	+43 +22	+51 +26	+62 +32	+62 +32	+72 +37	+72 +37	+83 +43	+83 +43	+83 +43	+96 +50
r 6		+23 +15	+28 +19	+34 +23	+41 +28	+50 +34	+60 +41	+62 +43	+73 +51	+76 +54	+88 +63	+90 +65	+93 +68	+106 +77
r 7		+27 +15	+34 +19	+41 +23	+49 +28	+59 +34	+71 +41	+73 +43	+86 +51	+89 +54	+103 +63	+105 +65	+108 +68	+123 +77
s 6		+27 +19	+32 +23	+39 +28	+48 +35	+59 +43	+72 +53	+78 +59	+93 +71	+101 +79	+117 +92	+125 +100	+133 +108	+151 +122
s 7		+31 +19	+38 +23	+46 +28	+56 +35	+68 +43	+83 +53	+89 +59	+106 +71	+114 +79	+132 +92	+140 +100	+148 +108	+168 +122

Tengelytűrések lehúzó- és szorítóhüvelyekhez														
h7/ IT5 2		0 -12 2,5	0 -15 3	0 -18 4	0 -21 4,5	0 -25 5,5	0 -30 6,5	0 -30 6,5	0 -35 7,5	0 -35 7,5	0 -40 9	0 -40 9	0 -40 9	0 -46 10
h8/ IT5 2		0 -18 2,5	0 -22 3	0 -27 4	0 -33 4,5	0 -39 5,5	0 -46 6,5	0 -46 6,5	0 -54 7,5	0 -54 7,5	0 -63 9	0 -63 9	0 -63 9	0 -72 10
h9/ IT6 2		0 -30 4	0 -36 4,5	0 -43 5,5	0 -52 6,5	0 -62 8	0 -74 9,5	0 -74 9,5	0 -87 11	0 -87 11	0 -100 12,5	0 -100 12,5	0 -100 12,5	0 -115 14,5
h10/ IT7 2		0 -48 6	0 -58 7,5	0 -70 9	0 -84 10,5	0 -100 12,5	0 -120 15	0 -120 15	0 -140 17,5	0 -140 17,5	0 -160 20	0 -160 20	0 -160 20	0 -185 23

A körkörösség és hengeresség tűrések **(piros számok)** a sugárra vonatkoznak (DIN ISO 1101).
A tengelyátmérő mérésénél a tűrésértékeket meg kell duplázni.
Az általános gépiparban a h7 illetve h8 értékekre törekszenek.

200 225	225 250	250 280	280 315	315 355	355 400	400 450	450 500	500 560	560 630	630 710	710 800	800 900	900 1000	1000 1120	1120 1250
0 -30	0 -30	0 -35	0 -35	0 -40	0 -40	0 -45	0 -45	0 -50	0 -50	0 -75	0 -75	0 -100	0 -100	0 -125	0 -125

+37 +17	+37 +17	+43 +20	+43 +20	+46 +21	+46 +21	+50 +23	+50 +23	+55 +26	+55 +26	+62 +30	+62 +30	+70 +34	+70 +34	+82 +40	+82 +40
+46 +17	+46 +17	+52 +20	+52 +20	+57 +21	+57 +21	+63 +23	+63 +23	+70 +26	+70 +26	+80 +30	+80 +30	+90 +34	+90 +34	+106 +40	+106 +40
+51 +31	+51 +31	+57 +34	+57 +34	+62 +37	+62 +37	+67 +40	+67 +40	+73 +44	+73 +44	+82 +50	+82 +50	+92 +56	+92 +56	+108 +66	+108 +66
+60 +31	+60 +31	+66 +34	+66 +34	+73 +37	+73 +37	+80 +40	+80 +40	+88 +44	+88 +44	+100 +50	+100 +50	+112 +56	+112 +56	+132 +66	+132 +66
+79 +50	+79 +50	+88 +56	+88 +56	+98 +62	+98 +62	+108 +68	+108 +68	+122 +78	+122 +78	+138 +88	+138 +88	+156 +100	+156 +100	+186 +120	+186 +120
+96 +50	+96 +50	+108 +56	+108 +56	+119 +62	+119 +62	+131 +68	+131 +68	+148 +78	+148 +78	+168 +88	+168 +88	+190 +100	+190 +100	+225 +120	+225 +120
+109 +80	+113 +84	+126 +94	+130 +98	+144 +108	+150 +114	+166 +126	+172 +132	+194 +150	+199 +155	+225 +175	+235 +185	+266 +210	+276 +220	+316 +250	+326 +260
+126 +80	+130 +84	+146 +94	+150 +98	+165 +108	+171 +114	+189 +126	+195 +132	+220 +150	+225 +155	+255 +175	+265 +185	+300 +210	+310 +220	+355 +250	+365 +260
+159 +130	+169 +140	+190 +158	+202 +170	+226 +190	+244 +208	+272 +232	+292 +252	+324 +280	+354 +310	+390 +340	+430 +380	+486 +430	+526 +470	+586 +520	+646 +580
+176 +130	+186 +140	+210 +158	+222 +170	+247 +190	+265 +208	+295 +232	+315 +252	+350 +280	+380 +310	+420 +340	+460 +380	+520 +430	+560 +470	+625 +520	+685 +580

0 -46 10	0 -46 10	0 -52 11,5	0 -52 11,5	0 -57 12,5	0 -57 12,5	0 -63 13,5	0 -63 13,5	0 -70 14,5	0 -70 14,5	0 -80 16	0 -80 16	0 -90 18	0 -90 18	0 -105 21	0 -105 21
0 -72 10	0 -72 10	0 -81 11,5	0 -81 11,5	0 -89 12,5	0 -89 12,5	0 -97 13,5	0 -97 13,5	0 -110 14,5	0 -110 14,5	0 -125 16	0 -125 16	0 -140 18	0 -140 18	0 -165 21	0 -165 21
0 -115 14,5	0 -115 14,5	0 -130 16	0 -130 16	0 -140 18	0 -140 18	0 -155 20	0 -155 20	0 -175 22	0 -175 22	0 -200 25	0 -200 25	0 -230 28	0 -230 28	0 -260 33	0 -260 33
0 -185 23	0 -185 23	0 -210 26	0 -210 26	0 -230 28,5	0 -230 28,5	0 -250 31,5	0 -250 31,5	0 -280 35	0 -280 35	0 -320 40	0 -320 40	0 -360 45	0 -360 45	0 -420 52,5	0 -420 52,5

7.4 Csapágház illesztések

Méretek mm-ben													
A házfurat felett névleges mérete -ig	6 10	10 18	18 30	30 50	50 65	65 80	80 100	100 120	120 140	140 160	160 180	180 200	200 225
Tűrések μm-ben (normál tűrés)													
A csapágy külső átmérőjének eltérése Δ _{mp}	0 -8	0 -8	0 -9	0 -11	0 -13	0 -13	0 -15	0 -15	0 -18	0 -18	0 -25	0 -30	0 -30

Illesztési kép		Csapágy Csapágház tűrések μm-ben												
Ház														
D 10		+98 +40	+120 +50	+149 +65	+180 +80	+220 +100	+220 +100	+260 +120	+260 +120	+305 +145	+305 +145	+305 +145	+355 +170	+355 +170
E 8		+47 +25	+59 +32	+73 +40	+89 +50	+106 +60	+106 +60	+126 +72	+126 +72	+148 +85	+148 +85	+148 +85	+172 +100	+172 +100
F 7		+28 +13	+34 +16	+41 +20	+50 +25	+60 +30	+60 +30	+71 +36	+71 +36	+83 +43	+83 +43	+83 +43	+96 +50	+96 +50
G 6		+14 +5	+17 +6	+20 +7	+25 +9	+29 +10	+29 +10	+34 +12	+34 +12	+39 +14	+39 +14	+39 +14	+44 +15	+44 +15
G 7		+20 +5	+24 +6	+28 +7	+34 +9	+40 +10	+40 +10	+47 +12	+47 +12	+54 +14	+54 +14	+54 +14	+61 +15	+61 +15
H 5		+6 0	+8 0	+9 0	+11 0	+13 0	+13 0	+15 0	+15 0	+18 0	+18 0	+18 0	+20 0	+20 0
H 6		+9 0	+11 0	+13 0	+16 0	+19 0	+19 0	+22 0	+22 0	+25 0	+25 0	+25 0	+29 0	+29 0
H 7		+15 0	+18 0	+21 0	+25 0	+30 0	+30 0	+35 0	+35 0	+40 0	+40 0	+40 0	+46 0	+46 0
H 8		+22 0	+27 0	+33 0	+39 0	+46 0	+46 0	+54 0	+54 0	+63 0	+63 0	+63 0	+72 0	+72 0
J 6		+5 -4	+6 -5	+8 -5	+10 -6	+13 -6	+13 -6	+16 -6	+16 -6	+18 -7	+18 -7	+18 -7	+22 -7	+22 -7
J 7		+8 -7	+10 -8	+12 -9	+14 -11	+18 -12	+18 -12	+22 -13	+22 -13	+26 -14	+26 -14	+26 -14	+30 -16	+30 -16
JS 4		+2 -2	+2,5 -2,5	+3 -3	+3,5 -3,5	+4 -4	+4 -4	+5 -5	+5 -5	+6 -6	+6 -6	+6 -6	+7 -7	+7 -7
JS 5		+3 -3	+4 -4	+4,5 -4,5	+5,5 -5,5	+6,5 -6,5	+6,5 -6,5	+7,5 -7,5	+7,5 -7,5	+9 -9	+9 -9	+9 -9	+10 -10	+10 -10
JS 6		+4,5 -4,5	+5,5 -5,5	+6,5 -6,5	+8 -8	+9,5 -9,5	+9,5 -9,5	+11 -11	+11 -11	+12,5 -12,5	+12,5 -12,5	+12,5 -12,5	+14,5 -14,5	+14,5 -14,5
JS 7		+7,5 -7,5	+9 -9	+10,5 -10,5	+12,5 -12,5	+15 -15	+15 -15	+17,5 -17,5	+17,5 -17,5	+20 -20	+20 -20	+20 -20	+23 -23	+23 -23
K 4		+0,5 -3,5	+1 -4	0 -6	+1 -6	+1 -7	+1 -7	+1 -9	+1 -9	+1 -11	+1 -11	+1 -11	0 -14	0 -14
K 5		+1 -5	+2 -6	+1 -8	+2 -9	+3 -10	+3 -10	+2 -13	+2 -13	+3 -15	+3 -15	+3 -15	+2 -18	+2 -18
K 6		+2 -7	+2 -9	+2 -11	+3 -13	+4 -15	+4 -15	+4 -18	+4 -18	+4 -21	+4 -21	+4 -21	+5 -24	+5 -24

225 250	250 280	280 315	315 355	355 400	400 450	450 500	500 560	560 630	630 710	710 800	800 900	900 1000	1000 1120	1120 1250	1250 1400
0 -30	0 -35	0 -35	0 -40	0 -40	0 -45	0 -45	0 -50	0 -50	0 -75	0 -75	0 -100	0 -100	0 -125	0 -125	0 -160

+355 +170	+400 +190	+400 +190	+440 +210	+440 +210	+480 +230	+480 +230	+540 +260	+540 +260	+610 +290	+610 +290	+680 +320	+680 +320	+770 +350	+770 +350	+890 +390
+172 +100	+191 +110	+191 +110	+214 +125	+214 +125	+232 +135	+232 +135	+255 +145	+255 +145	+285 +160	+285 +160	+310 +170	+310 +170	+360 +195	+360 +195	+415 +220
+96 +50	+108 +56	+108 +56	+119 +62	+119 +62	+131 +68	+131 +68	+144 +76	+144 +76	+160 +80	+160 +80	+176 +86	+176 +86	+203 +98	+203 +98	+235 +110
+44 +15	+49 +17	+49 +17	+54 +18	+54 +18	+60 +20	+60 +20	+66 +22	+66 +22	+74 +24	+74 +24	+82 +26	+82 +26	+94 +28	+94 +28	+108 +30
+61 +15	+69 +17	+69 +17	+75 +18	+75 +18	+83 +20	+83 +20	+92 +22	+92 +22	+104 +24	+104 +24	+116 +26	+116 +26	+133 +28	+133 +28	+155 +30
+20 0	+23 0	+23 0	+25 0	+25 0	+27 0	+27 0									
+29 0	+32 0	+32 0	+36 0	+36 0	+40 0	+40 0	+44 0	+44 0	+50 0	+50 0	+56 0	+56 0	+66 0	+66 0	+78 0
+46 0	+52 0	+52 0	+57 0	+57 0	+63 0	+63 0	+70 0	+70 0	+80 0	+80 0	+90 0	+90 0	+105 0	+105 0	+125 0
+72 0	+81 0	+81 0	+89 0	+89 0	+97 0	+97 0	+110 0	+110 0	+125 0	+125 0	+140 0	+140 0	+165 0	+165 0	+195 0
+22 -7	+25 -7	+25 -7	+29 -7	+29 -7	+33 -7	+33 -7									
+30 -16	+36 -16	+36 -16	+39 -18	+39 -18	+43 -20	+43 -20									
+7 -7	+8 -8	+8 -8	+9 -9	+9 -9	+10 -10	+10 -10									
+10 -10	+11,5 -11,5	+11,5 -11,5	+12,5 -12,5	+12,5 -12,5	+13,5 -13,5	+13,5 -13,5									
+14,5 -14,5	+16 -16	+16 -16	+18 -18	+18 -18	+20 -20	+20 -20	+22 -22	+22 -22	+25 -25	+25 -25	+28 -28	+28 -28	+33 -33	+33 -33	+39 -39
+23 -23	+26 -26	+26 -26	+28,5 -28,5	+28,5 -28,5	+31,5 -31,5	+31,5 -31,5	+35 -35	+35 -35	+40 -40	+40 -40	+45 -45	+45 -45	+52 -52	+52 -52	+62 -62
0 -14	0 -16	0 -16	0 -17	0 -17	0 -20	0 -20									
+2 -18	+3 -20	+3 -20	+3 -22	+3 -22	+2 -25	+2 -25									
+5 -24	+5 -27	+5 -27	+7 -29	+7 -29	+8 -32	+8 -32	0 -44	0 -44	0 -50	0 -50	0 -56	0 -56	0 -66	0 -66	0 -78

7.4 Csapágháztűrések (Folytatás)

Méretek mm-ben													
A házfurat felett névleges mérete -ig	6 10	10 18	18 30	30 50	50 65	65 80	80 100	100 120	120 140	140 160	160 180	180 200	200 225
Tűrések μm-ben (normál tűrés)													
A csapágycsúcs átmérőjének eltérése Δ _{mp}	0 -8	0 -8	0 -9	0 -11	0 -13	0 -13	0 -15	0 -15	0 -18	0 -18	0 -25	0 -30	0 -30

Illesztési kép	Csapágháztűrések μm-ben												
Ház	Csapágycsúcs	+5 -10	+6 -12	+6 -15	+7 -18	+9 -21	+9 -21	+10 -25	+10 -25	+12 -28	+12 -28	+12 -28	+13 -33
K 7		-10	-12	-15	-18	-21	-21	-25	-25	-28	-28	-28	-33
M 6		-3 -12	-4 -15	-4 -17	-4 -20	-5 -24	-5 -24	-6 -28	-6 -28	-8 -33	-8 -33	-8 -33	-8 -37
M 7		0 -15	0 -18	0 -21	0 -25	0 -30	0 -30	0 -35	0 -35	0 -40	0 -40	0 -40	0 -46
N 6		-7 -16	-9 -20	-11 -24	-12 -28	-14 -33	-14 -33	-16 -38	-16 -38	-20 -45	-20 -45	-20 -45	-22 -51
N 7		-4 -19	-5 -23	-7 -28	-8 -33	-9 -39	-9 -39	-10 -45	-10 -45	-12 -52	-12 -52	-12 -52	-14 -60
P 6		-12 -21	-15 -26	-18 -31	-21 -37	-26 -45	-26 -45	-30 -52	-30 -52	-36 -61	-36 -61	-36 -61	-41 -70
P 7		-9 -24	-11 -29	-14 -35	-17 -42	-21 -51	-21 -51	-24 -59	-24 -59	-28 -68	-28 -68	-28 -68	-33 -79
R 6		-16 -25	-20 -31	-24 -37	-29 -45	-35 -54	-37 -56	-44 -66	-47 -69	-56 -81	-58 -83	-61 -86	-71 -100
S 6		-20 -29	-25 -36	-31 -44	-38 -54	-47 -66	-53 -72	-64 -86	-72 -94	-85 -110	-93 -118	-101 -126	-121 -150

225 250	250 280	280 315	315 355	355 400	400 450	450 500	500 560	560 630	630 710	710 800	800 900	900 1000	1000 1120	1120 1250	1250 1400
------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	-------------	--------------	--------------	--------------

0 -30	0 -35	0 -35	0 -40	0 -40	0 -45	0 -45	0 -50	0 -50	0 -75	0 -75	0 -100	0 -100	0 -125	0 -125	0 -160
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

+13 -33	+16 -36	+16 -36	+17 -40	+17 -40	+18 -45	+18 -45	0 -70	0 -70	0 -80	0 -80	0 -90	0 -90	0 -105	0 -105	0 -125
-8 -37	-9 -41	-9 -41	-10 -46	-10 -46	-10 -50	-10 -50	-26 -70	-26 -70	-30 -80	-30 -80	-34 -90	-34 -90	-40 -106	-40 -106	-48 -126
0 -46	0 -52	0 -52	0 -57	0 -57	0 -63	0 -63									
-22 -51	-25 -57	-25 -57	-26 -62	-26 -62	-27 -67	-27 -67	-44 -88	-44 -88	-50 -100	-50 -100	-56 -112	-56 -112	-66 -132	-66 -132	-78 -156
-14 -60	-14 -66	-14 -66	-16 -73	-16 -73	-17 -80	-17 -80									
-41 -70	-47 -79	-47 -79	-51 -87	-51 -87	-55 -95	-55 -95	-78 -122	-78 -122	-88 -138	-88 -138	-100 -156	-100 -156	-120 -186	-120 -186	-140 -218
-33 -79	-36 -88	-36 -88	-41 -98	-41 -98	-45 -108	-45 -108	-78 -148	-78 -148	-88 -168	-88 -168	-100 -190	-100 -190	-120 -225	-120 -225	-140 -265
-75 -104	-85 -117	-89 -121	-97 -133	-103 -139	-113 -153	-119 -159	-150 -194	-155 -199	-175 -225	-185 -235	-210 -266	-220 -276	-250 -316	-260 -326	-300 -378
-131 -160	-149 -181	-161 -193	-179 -215	-197 -233	-219 -259	-239 -279									

7.5 Radiális csapágys normál tűrése; (kivéve kúpgörgős csapágys)

Belső gyűrű

Méretek mm-ben																	
A d csapágyfurat névleges mérete	felett -ig	2,5 10	10 18	18 30	30 50	50 80	80 120	120 180	180 250	250 315	315 400	400 500	500 630	630 800	800 1000	1000 1250	

PN tűrésosztály (normál tűrések)

Tűrések μm-ben																	
Furat, hengeres Eltérés Δ_{dmp}		0 -8	0 -8	0 -10	0 -12	0 -15	0 -20	0 -25	0 -30	0 -35	0 -40	0 -45	0 -50	0 -75	0 -100	0 -125	
Ingadozás V_{dp}	Átmérősorozat 7-8-9	10	10	13	15	19	25	31	38	44	50	56	63				
	0-1	8	8	10	12	19	25	31	38	44	50	56	63				
	2-3-4	6	6	8	9	11	15	19	23	26	30	34	38				
Ingadozás V_{amp}		6	6	8	9	11	15	19	23	26	30	34	38				
Furat, kúpos 1:12 Eltérés Δ_{amp}		+15 0	+18 0	+21 0	+25 0	+30 0	+35 0	+40 0	+46 0	+52 0	+57 0	+63 0	+70 0	+80 0	+90 0	+105 0	
Eltérés $\Delta_{d1mp} - \Delta_{amp}$		+15 0	+18 0	+21 0	+25 0	+30 0	+35 0	+40 0	+46 0	+52 0	+57 0	+63 0	+70 0	+80 0	+90 0	+105 0	
Ingadozás V_{dp}		10	10	13	15	19	25	31	38	44	50	56					
Furat, kúpos 1:30 Eltérés Δ_{amp}						+15 0	+20 0	+25 0	+30 0	+35 0	+40 0	+45 0	+50 0	+75 0	+100 0	+125 0	
Eltérés $\Delta_{d1mp} - \Delta_{amp}$						+35 0	+40 0	+50 0	+55 0	+60 0	+65 0	+75 0	+85 0	+100 0	+100 0	+115 0	
Ingadozás V_{ap}						19	25	31	38	44	50	56	63				
Szélesség eltérés Δ_{Bs}		0 -120	0 -120	0 -120	0 -120	0 -150	0 -200	0 -250	0 -300	0 -350	0 -400	0 -450	0 -500	0 -750	0 -1000	0 -1250	
Szélesség ingadozás V_{Bs}		15	20	20	20	25	25	30	30	35	40	50	60	70	80	100	
Körfutás K_{ia}		10	10	13	15	20	25	30	40	50	60	65	70	80	90	100	

Furatátmérő

- Δ_{dmp} A közepes furatátmérő eltérése a névleges mérettől
- Δ_{d1mp} A kúpos furat közepes nagyátmérőjének eltérése a névleges mérettől
- V_{dp} A furatátmérő ingadozása egy radiális síkban
- V_{dmp} A közepes furatátmérő ingadozása;
a legnagyobb és legkisebb közepes furatátmérő különbsége

Külső átmérő

- Δ_{Dmp} A közepes külső átmérő eltérése a névleges mérettől
- V_{Dp} A külső átmérő ingadozása egy radiális síkban
- V_{Dmp} A közepes külső átmérő ingadozása;
a legnagyobb és a legkisebb közepes külső átmérő különbsége

Külső gyűrű

Méretek mm-ben																	
A D külső átmérő névleges mérete	felett -ig	6 18	18 30	30 50	50 80	80 120	120 150	150 180	180 250	250 315	315 400	400 500	500 630	630 800	800 1000	1000 1250	1250 1600

PN tűrésosztály (normál tűrések)

Tűrések μm-ben																	
Eltérés Δ_{Dmp}		0 -8	0 -9	0 -11	0 -13	0 -15	0 -18	0 -25	0 -30	0 -35	0 -40	0 -45	0 -50	0 -75	0 -100	0 -125	0 -160
Ingadozás V_{Dp}	Átmérő csoport 7-8-9	10	12	14	16	19	23	31	38	44	50	56	63	94	125		
	0-1	8	9	11	13	19	23	31	38	44	50	56	63	94	125		
	2-3-4	6	7	8	10	11	14	19	23	26	30	34	38	55	75		
	Tömített csapágy 2-3-4	10	12	16	20	26	30	38									
Ingadozás V_{Dmp}		6	7	8	10	11	14	19	23	26	30	34	38	55	75		
Körfutás K_{ea}		15	15	20	25	35	40	45	50	60	70	80	100	120	140	160	190

A Δ_{Cs} és V_{Cs} szélességtűrés azonos a hozzá tartozó belső gyűrű Δ_{Bs} és V_{Bs} tűréssel.

Szélesség

- Δ_{Bs} , Δ_{Cs} Az egy helyen mért belső vagy külső gyűrű szélesség eltérése a névleges mérettől
- V_{Bs} , V_{Cs} A belső vagy külső gyűrű szélesség ingadozása

Futáspontosság

- K_{ia} A komplett csapágy belső gyűrűjének radiális ütése
- K_{ea} A komplett csapágy külső gyűrűjének radiális ütése

7.6Metrikus méretű kúpgörgős csapágyak normál tűrése

Belső gyűrű

Méretek mm-ben												
A d csapágyfurat felett névleges mérete -ig	10 18	18 30	30 50	50 80	80 120	120 180	180 250	250 315	315 400	400 500	500 630	

PN normál tűrésosztály

Tűrések μm-ben												
Eltérés	Δ _{dmp}	0 −12	0 −12	0 −12	0 −15	0 −20	0 −25	0 −30	0 −35	0 −40	0 −45	0 −50
Ingadozás	V _{dp}	12	12	12	15	20	25	30	35	40	45	50
	V _{dmp}	9	9	9	11	15	19	23	26	30		
Szélesség eltérés	Δ _{Bs}	0 −120	0 −120	0 −120	0 −150	0 −200	0 −250	0 −300	0 −350	0 −400	0 −450	0 −500
Körfutás	K _{ia}	15	18	20	25	30	35	50	60	70	70	85
Szélesség eltérés	Δ _{Ts}	+200 0	+200 0	+200 0	+200 0	+200 −200	+350 −250	+350 −250	+350 −250	+400 −400	+400 −400	+500 −500
	Δ _{T1s}	+100 0	+100 0	+100 0	+100 0	+100 −100	+150 −150	+150 −150	+150 −150	+200 −200		
	Δ _{T2s}	+100 0	+100 0	+100 0	+100 0	+100 −100	+200 −100	+200 −100	+200 −100	+200 −200		

Külső gyűrű

Méretek mm												
A D külső átmérő névleges mérete felett -ig	18 30	30 50	50 80	80 120	120 150	150 180	180 250	250 315	315 400	400 500	500 630	630 800
												800 1000

PN normál tűrésosztály

Tűrések μm-ben												
Eltérés	Δ _{Dmp}	0 −12	0 −14	0 −16	0 −18	0 −20	0 −25	0 −30	0 −35	0 −40	0 −45	0 −50
Ingadozás	V _{Dp}	12	14	16	18	20	25	30	35	40	45	50
	V _{Dmp}	9	11	12	14	15	19	23	26	30	34	38
Körfutás	K _{ea}	18	20	25	35	40	45	50	60	70	80	100

A Δ_{Cs} szélességtűrés azonos a hozzá tartozó belső gyűrű Δ_{Bs} tűrésével.

- T_s Egy kúpgörgős csapágy egy helyen mért szerelési magassága
- T_{1s} Egy kúpgörgős csapágy egy helyen mért szerelési magassága etalon külső gyűrűvel
- T_{2s} Egy kúpgörgős csapágy egy helyen mért szerelési magassága etalon belső gyűrűvel
- Δ_{Ts} = T_s−T₁, Δ_{T1s} = T_{1s}−T₁, Δ_{T2s} = T_{2s}−T₂ Egy kúpgörgős csapágy egy helyen mért szerelési magasságának eltérése a névleges mérettől
- H_s, H_{1s}, H_{2s}, H_{3s}, H_{4s} Egy axiális csapágy egy helyen mért szerelési magassága
- Δ_{Hs} = H_s−H₁, Δ_{H1s} = H_{1s}−H₁, Δ_{H2s} = H_{2s}−H₂.... Egy axiális csapágy egy helyen mért szerelési magasságának eltérése a névleges mérettől
- H Egy egyfelé ható axiális csapágy összes magassága
- H₁ Egy egyfelé ható axiális csapágy összes magassága az alátét-tárcsával
- H₂ Egy kétfelé ható axiális csapágy összes magassága
- H₃ Egy kétfelé ható axiális csapágy összes magassága az alátét-tárcsával
- H₄ Egy axiális beálló görgőcsapágy összes magassága

7.7Axiális csapágyak normál tűrései

Tengelytárcsa

Méretek mm-ben												
A d _w csapágyfurat felett névleges mérete -ig	18 30	18 30	30 50	50 80	80 120	120 180	180 250	250 315	315 400	400 500	500 630	630 800
												800 1000
												1000 1250

PN normál tűrésosztály

Tűrések μm-ben												
Eltérés	Δ _{dmp}	0 −8	0 −10	0 −12	0 −15	0 −20	0 −25	0 −30	0 −35	0 −40	0 −45	0 −50
Ingadozás	V _{dp}	6	8	9	11	15	19	23	26	30	34	38
Ütés	S _{rγ}	10	10	10	10	15	15	20	25	30	30	35
Alátét-tárcsa eltérés	Δ _{du}	+70 0	+70 0	+85 0	+100 0	+120 0	+140 0	+140 0	+160 0	+180 0	+180 0	

Fészektárcsa

Méretek mm-ben												
A D _k külső átmérő névleges mérete felett -ig	18 30	30 50	50 80	80 120	120 180	180 250	250 315	315 400	400 500	500 630	630 800	800 1000
												1000 1250
												1250 1600

PN normál tűrésosztály

Tűrések μm-ben												
Eltérés	Δ _{Dmp}	0 −13	0 −16	0 −19	0 −22	0 −25	0 −30	0 −35	0 −40	0 −45	0 −50	0 −75
Ingadozása	V _{Dp}	10	12	14	17	19	23	26	30	34	38	55
Alátét-tárcsa eltérés	Δ _{du}	0 −30	0 −35	0 −45	0 −60	0 −75	0 −90	0 −105	0 −120	0 −135	0 −180	

*) S₁ A tengely- vagy fészektárcsa falvastagság ingadozása (axiális ütés)

Axiális csapágyak szerelési magassága

Méretek mm-ben												
A d _w csapágyfurat felett névleges mérete -ig	30 50	30 50	50 80	80 120	120 180	180 250	250 315	315 400	400 500	500 630	630 800	800 1000
												1000 1250

PN ... P4 tűrésosztály

Tűrések μm-ben												
Eltérés	Δ _{Hs}	+20 −250	+20 −250	+20 −300	+25 −300	+25 −400	+30 −400	+40 −400	+40 −500	+50 −500	+60 −600	+70 −750
	Δ _{H1s}	+100 −250	+100 −250	+100 −300	+150 −300	+150 −400	+150 −400	+200 −400	+200 −500	+300 −500	+350 −600	+400 −750
	Δ _{H2s}	+150 −400	+150 −400	+150 −500	+200 −500	+200 −600	+250 −600	+350 −700	+350 −700	+400 −900	+500 −1100	+600 −1300
	Δ _{H3s}	+300 −400	+300 −400	+300 −500	+400 −500	+400 −600	+500 −600	+600 −700	+600 −700	+750 −900	+900 −1100	+1100 −1300
	Δ _{H4s}	+20 −300	+20 −300	+20 −400	+25 −400	+25 −500	+30 −500	+40 −700	+40 −700	+50 −900	+60 −1200	+70 −1400

7.8 A saroklekerekítések határértékei

Jelölések

- r_{1s}, r_{3s}

Egy helyen mért rádiusz radiális irányban
- r_{2s}, r_{4s}

Egy helyen mért rádiusz axiális irányban
- r_{smin}

az r_{1smin} , legkisebb rádiusz általános jelölése $r_{2smin}, r_{3smin}, r_{4smin}$
- r_{1smax}, r_{3smax}

a legnagyobb rádiusz radiális irányban
- r_{2smax}, r_{4smax}

a legnagyobb rádiusz axiális irányban

Radiális csapágyak (kivéve kúpgörgős csapágyak) saroklekerekítése

Méretek mm-ben		0,1		0,15		0,2		0,3		0,6		1		1,1		1,5	
r_{smin}																	
A d csapágyfurat névleges mérete	felett -ig							40	40	40	40	50	50	120	120	120	120
r_{1smax}		0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	1	1,3	1,5	1,9	2	2,5	2,3	3			
r_{2smax}		0,4	0,6	0,8	1	1	2	2	3	3	3,5	4	4	5			

Metrikus méretű kúpgörgős csapágyak saroklekerekítése
Belső gyűrű

Méretek mm-ben		0,3		0,6		1		1,5		2	
r_{smin}											
A d csapágyfurat névleges mérete	felett -ig	40	40	40	40	50	50	120	120	250	250
r_{1smax}		0,7	0,9	1,1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,8	3,5	4
r_{2smax}		1,4	1,6	1,7	2	2,5	3	3	3,5	4	5

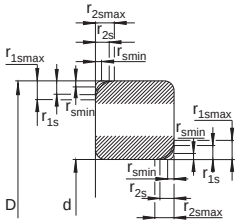
Külső gyűrű

Méretek mm-ben		0,3		0,6		1		1,5		2	
r_{smin}											
A D külső átmérő névleges mérete	felett -ig	40	40	40	40	50	50	120	120	250	250
r_{3smax}		0,7	0,9	1,1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,8	3,5	4
r_{4smax}		1,4	1,6	1,7	2	2,5	3	3	3,5	4	5

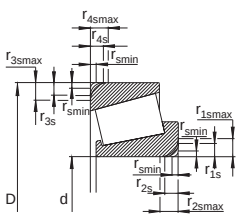
Axiális csapágyak saroklekerekítése

Méretek mm-ben		0,1	0,15	0,2	0,3	0,6	1	1,1	1,5	2	2,1	3	4	5	6	7,5	9,5	12	15	19
r_{smin}																				
r_{1smax}, r_{2smax}		0,2	0,3	0,5	0,8	1,5	2,2	2,7	3,5	4	4,5	5,5	6,5	8	10	12,5	15	18	21	25

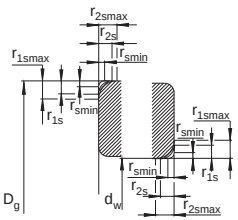
Radiális csapágyak



Kúpgörgős csapágyak



Axiális csapágyak



2		2,1		2,5		3		4		5		6		7,5		9,5		12		15		19	
	80	80	220	220	280	280	100	280	280	280													
	3	3,5	3,8	4	4,5	3,8	4,5	5	5	5,5	6,5	8	10	12,5	15	18	21	25					
	4,5	5	6	6,5	7	6	6	7	8	8	9	10	13	17	19	24	30	38					

2,5		3		4		5		6	
	120	120	250	250	120	120	250	400	400
	3,5	4	4,5	4	4,5	5	5,5	5	5,5
	5	5,5	6	5,5	6,5	7	7,5	7	7,5

2,5		3		4		5		6	
	120	120	250	250	120	120	250	400	400
	3,5	4	4,5	4	4,5	5	5,5	5	5,5
	5	5,5	6	5,5	6,5	7	7,5	7	7,5

7.9 FAG mélyhornyú golyóscsapágyak radiális hézaga

Méretek mm-ben																	
Névleges csapágyfurat	felett -ig	2,5 6	6 10	10 18	18 24	24 30	30 40	40 50	50 65	65 80	80 100	100 120	120 140	140 160	160 180	180 200	
Csapágyhézag μm-ben																	
Hézagcsoport C2	min max	0 7	0 7	0 9	0 10	1 11	1 11	1 11	1 15	1 15	1 18	2 20	2 23	2 23	2 25	2 30	
Hézagcsoport CN (normál)	min max	2 13	2 13	3 18	5 20	5 20	6 20	6 23	8 28	10 30	12 36	15 41	18 48	18 53	20 61	25 71	
Hézagcsoport C3	min max	8 23	8 23	11 25	13 28	13 28	15 33	18 36	23 43	25 51	30 58	36 66	41 81	46 91	53 102	63 117	
Hézagcsoport C4	min max		14 29	18 33	20 36	23 41	28 46	30 51	38 61	46 71	53 84	61 97	71 114	81 130	91 147	107 163	
Méretek mm-ben																	
Névleges csapágyfurat	felett -ig	200 225	225 250	250 280	280 315	315 355	355 400	400 450	450 500	500 560	560 630	630 710	710 800	800 900	900 1000	1000 1120	1120 1250
Csapágyhézag μm-ben																	
Hézagcsoport C2	min max	4 32	4 36	4 39	8 45	8 50	8 60	10 70	10 80	20 90	20 100	30 120	30 130	30 150	40 160	40 170	40 180
Hézagcsoport CN (normál)	min max	28 82	31 92	36 97	42 110	50 120	60 140	70 160	80 180	90 200	100 220	120 250	130 280	150 310	160 340	170 370	180 400
Hézagcsoport C3	min max	73 132	87 152	97 162	110 180	120 200	140 230	160 260	180 290	200 320	220 350	250 390	280 440	310 490	340 540	370 590	400 640
Hézagcsoport C4	min max	120 187	140 217	152 237	175 260	200 290	230 330	260 370	290 410	320 460	350 510	390 560	440 620	490 690	540 760	590 840	640 910

7.10 FAG beálló golyóscsapágyak radiális hézaga

Méretek mm																
Névleges csapágyfurat	felett -ig	2,5 6	6 10	10 14	14 18	18 24	24 30	30 40	40 50	50 65	65 80	80 100	100 120	120 140	140 160	
Csapághézag μm-ben																
Hézagcsoport C2	min max	1 8	2 9	2 10	3 12	4 14	5 16	6 18	6 19	7 21	8 24	9 27	10 31	10 38	15 44	
Hézagcsoport CN (normál)	min max	5 15	6 17	6 19	8 21	19 23	11 24	13 29	14 31	16 36	18 40	22 48	25 56	30 68	35 80	
Hézagcsoport C3	min max	10 20	12 25	13 26	15 28	17 30	19 35	23 40	25 44	30 50	35 60	42 70	50 83	60 100	70 120	
Hézagcsoport C4	min max	15 25	19 33	21 35	23 37	25 39	29 46	34 53	37 57	45 69	54 83	64 96	75 114	90 135	110 161	
Csapághézag μm-ben																
Hézagcsoport C2	min max					7 17	9 20	12 24	14 27	18 32	23 39	29 47	35 56	40 68	45 74	
Hézagcsoport CN (normál)	min max					13 26	15 28	19 35	22 39	27 47	35 57	42 68	50 81	60 98	65 110	
Hézagcsoport C3	min max					20 33	23 39	29 46	33 52	41 61	50 75	62 90	75 108	90 130	100 150	
Hézagcsoport C4	min max					28 42	33 50	40 59	45 65	56 80	69 98	84 116	100 139	120 165	140 191	

7.11 FAG hengergörgős csapágyak radiális hézaga

Méretek mm-ben															
Névleges csapágyfurat	felett -ig	24	24 30	30 40	40 50	50 65	65 80	80 100	100 120	120 140	140 160	160 180	180 200	200 225	225 250

Hengeres furattal

Csapágyhézag μm-ben															
Hézagcsoport C1NA ¹⁾	min max	5 15	5 15	5 15	5 18	5 20	10 25	10 30	10 30	10 35	10 35	10 40	15 45	15 50	15 50
Hézagcsoport C2	min max	0 25	0 25	5 30	5 35	10 40	10 45	15 50	15 55	15 60	20 70	25 75	35 90	45 105	45 110
Hézagcsoport CN (normál)	min max	20 45	20 45	25 50	30 60	40 70	40 75	50 85	50 90	60 105	70 120	75 125	90 145	105 165	110 175
Hézagcsoport C3	min max	35 60	35 60	45 70	50 80	60 90	65 100	75 110	85 125	100 145	115 165	120 170	140 195	160 220	170 235
Hézagcsoport C4	min max	50 75	50 75	60 85	70 100	80 110	90 125	105 140	125 165	145 190	165 215	170 220	195 250	220 280	235 300

Kúpos furattal

Csapágy μm-ben															
Hézagcsoport C1NA ¹⁾	min max	10 20	15 25	15 25	17 30	20 35	25 40	35 55	40 60	45 70	50 75	55 85	60 90	60 95	65 100
Hézagcsoport C2	min max	15 40	20 45	20 45	25 55	30 60	35 70	40 75	50 90	55 100	60 110	75 125	85 140	95 155	105 170
Hézagcsoport CN (normál)	min max	30 55	35 60	40 65	45 75	50 80	60 95	70 105	90 130	100 145	110 160	125 175	140 195	155 215	170 235
Hézagcsoport C3	min max	40 65	45 70	55 80	60 90	70 100	85 120	95 130	115 155	130 175	145 195	160 210	180 235	200 260	220 285
Hézagcsoport C4	min max	50 75	55 80	70 95	75 105	90 120	110 145	120 155	140 180	160 205	180 230	195 245	220 275	245 305	270 335

250 280	280 315	315 355	355 400	400 450	450 500	500 560	560 630	630 710	710 800	800 900	900 1000	1000 1120	1120 1250	1250 1400	1400 1600	1600 1800	1800 2000
---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

20 55	20 60	20 65	25 75	25 85	25 95	25 100	30 110	30 130	35 140	35 160	35 180	50 200	60 220	60 240	70 270	80 300	100 320
55 125	55 130	65 145	100 190	110 210	110 220	120 240	140 260	145 285	150 310	180 350	200 390	220 430	230 470	270 530	330 610	380 700	400 760
125 195	130 205	145 225	190 280	210 310	220 330	240 360	260 380	285 425	310 470	350 520	390 580	430 640	470 710	530 790	610 890	700 1020	760 1120
190 260	200 275	225 305	280 370	310 410	330 440	360 480	380 500	425 565	470 630	520 690	580 770	640 850	710 950	790 1050	890 1170	1020 1340	1120 1480
260 330	275 350	305 385	370 460	410 510	440 550	480 600	500 620	565 705	630 790	690 860	770 960	850 1060	950 1190	1050 1310	1170 1450	1340 1660	1480 1840

75 110	80 120	90 135	100 150	110 170	120 190	130 210	140 230	160 260	170 290	190 330	210 360	230 400	250 440	270 460	300 500	320 530	340 560
115 185	130 205	145 225	165 255	185 285	205 315	230 350	260 380	295 435	325 485	370 540	410 600	455 665	490 730	550 810	640 920	700 1020	760 1120
185 255	205 280	225 305	255 345	285 385	315 425	350 470	380 500	435 575	485 645	540 710	600 790	665 875	730 970	810 1070	920 1200	1020 1340	1120 1480
240 310	265 340	290 370	330 420	370 470	410 520	455 575	500 620	565 705	630 790	700 870	780 970	865 1075	960 1200	1070 1330	1200 1480	1340 1660	1480 1840
295 365	325 400	355 435	405 495	455 555	505 615	560 680	620 740	695 835	775 935	860 1030	960 1150	1065 1275	1200 1440	1330 1590	1480 1760	1660 1980	1840 2200

¹⁾ A C1NA hézagcsoport az egy- és kétsoros hengergörgős csapágyak SP és UP tűrésosztályára vonatkozik.

7.12 FAG beálló görgőcsapágyak radiális hézaga

Méretek mm-ben															
Névleges csapágyfurat	felett -ig	24	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225
		24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250

Hengeres furattal

Méretek μm-ben															
Hézagcsoport C2	min max	10 20	15 25	15 30	20 35	20 40	30 50	35 60	40 75	50 95	60 110	65 120	70 130	80 140	90 150
Hézagcsoport CN (normál)	min max	20 35	25 40	30 45	35 55	40 65	50 80	60 100	75 120	95 145	110 170	120 180	130 200	140 220	150 240
Hézagcsoport C3	min max	35 45	40 55	45 60	55 75	65 90	80 110	100 135	120 160	145 190	170 220	180 240	200 260	220 290	240 320
Hézagcsoport C4	min max	45 60	55 75	60 80	75 100	90 120	110 145	135 180	160 210	190 240	220 280	240 310	260 340	290 380	320 420

Kúpos furattal

Csapágyhézag μm-ben															
Hézagcsoport C2	min max	15 25	20 30	25 35	30 45	40 55	50 70	55 80	65 100	80 120	90 130	100 140	110 160	120 180	140 200
Hézagcsoport CN (normál)	min max	25 35	30 40	35 50	45 60	55 75	70 95	80 110	100 130	120 160	130 180	140 200	160 220	180 250	200 270
Hézagcsoport C3	min max	35 45	40 55	50 65	60 80	75 95	95 120	110 140	135 170	160 200	180 230	200 260	220 290	250 320	270 350
Hézagcsoport C4	min max	45 60	55 75	65 85	80 100	95 120	120 150	140 180	170 220	200 260	230 300	260 340	290 370	320 410	350 450

250	280	315	355	400	450	500	560	630	710	800	900	1000	1120	1250	1400
280	315	355	400	450	500	560	630	710	800	900	1000	1120	1250	1400	1600

100	110	120	130	140	140	150	170	190	210	230	260	290	320	350	380
170	190	200	220	240	260	180	310	350	390	430	480	530	580	630	700
170	260	280	310	340	410	440	480	530	580	650	710	770	840	910	1020
260	350	370	410	450	550	600	650	700	770	860	930	1050	1140	1240	1390
350	460	370	410	450	550	600	650	700	770	860	930	1050	1140	1240	1390
460	500	550	600	660	720	780	850	920	1010	1120	1220	1430	1560	1700	1890

150	170	190	210	230	260	290	320	350	390	440	490	540	600	660	740
220	240	270	300	330	370	410	460	510	570	640	710	780	860	940	1060
220	300	330	360	400	490	540	600	670	750	840	930	1020	1120	1220	1380
300	330	360	400	440	490	540	600	670	750	840	930	1020	1120	1220	1380
390	430	470	520	570	630	680	760	850	960	1070	1190	1300	1420	1550	1750
390	490	430	470	520	630	680	760	850	960	1070	1190	1300	1420	1550	1750
490	540	590	650	720	790	870	980	1090	1220	1370	1520	1650	1800	1960	2200

7.13 FAG hordógörgős csapágyak radiális hézaga

Méretek mm-ben																
Névleges csapágyfurat	felett -ig	30	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	225	250	280	315
			40	50	65	80	100	120	140	160	180	225	250	280	315	355

Hengeres furattal

Csapágyhézag μm-ben																
Hézagcsoport C2	min max	2 9	3 10	3 13	4 15	5 20	7 25	10 30	15 35	20 40	25 45	30 50	35 55	40 60	40 70	45 75
Hézagcsoport CN (normál)	min max	9 17	10 20	13 23	15 27	20 35	25 45	30 50	35 55	40 65	45 70	50 75	55 80	60 85	70 100	75 105
Hézagcsoport C3	min max	17 28	20 30	23 35	27 40	35 55	45 65	50 70	55 80	65 95	70 100	75 105	80 110	85 115	100 135	105 140
Hézagcsoport C4	min max	28 40	30 45	35 50	40 55	55 75	65 90	70 95	80 110	95 125	100 130	105 135	110 140	115 145	135 170	140 175

Kúpos furattal

Csapágyhézag μm-ben																
Hézagcsoport C2	min max	9 17	10 20	13 23	15 27	20 35	25 45	30 50	35 55	40 65	45 70	50 75	55 80	60 85	70 100	75 105
Hézagcsoport CN(normál)	min max	17 28	20 30	23 35	27 40	35 55	45 65	50 70	55 80	65 95	70 100	75 105	80 110	85 115	100 135	105 140
Hézagcsoport C3	min max	28 40	30 45	35 50	40 55	55 75	65 90	70 95	80 110	95 125	100 130	105 135	110 140	115 145	135 170	140 175
Hézagcsoport C4	min max	40 55	45 60	50 65	55 75	75 95	90 120	95 125	110 140	125 155	130 160	135 165	140 170	145 175	170 205	175 210

7.14 FAG kétsoros ferdehatásvonalú golyóscsapágyak axiális hézaga

32, 32B, 33, 33B sorozatok

Méretek mm-ben													
Névleges csapágyfurat	felett -ig	6	10	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140
		10	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	

Csapágyhézag μm-ben													
Hézagcsoport C2	min max	1 11	1 12	2 14	2 15	2 16	2 18	3 22	3 24	3 26	4 30	4 34	
Hézagcsoport CN (normál)	min max	5 21	6 23	7 25	8 27	9 29	11 33	13 36	15 40	18 46	22 53	25 59	
Hézagcsoport C3	min max	12 28	13 31	16 34	18 37	21 40	23 44	26 48	30 54	35 63	42 73	48 82	
Hézagcsoport C4	min max	25 45	27 47	28 48	30 50	33 54	36 58	40 63	46 71	55 83	65 96	74 108	

32DA és 33 DA sorozatok

Csapágyhézag μm-ben													
Hézagcsoport C2	min max	5 22	6 24	7 25	8 27	9 29	11 33	13 36	15 40	18 46	22 53	25 59	
Hézagcsoport CN (normál)	min max	11 28	13 31	14 32	16 35	18 38	22 44	25 48	29 54	35 63	42 73	48 82	
Hézagcsoport C3	min max	20 37	23 41	24 42	27 46	30 50	36 58	40 63	46 71	55 83	65 96	74 108	

7.15 FAG négypontérintkezésű csapágyak axiális hézaga

Méretek mm-ben															
Névleges csapágyfurat	felett -ig	18	18 40	40 60	60 80	80 100	100 140	140 180	180 220	220 260	260 300	300 355	355 400	400 450	450 500
Csapágyhézag μm-ben															
Hézagcsoport C2	min max	20 60	30 70	40 90	50 100	60 120	70 140	80 160	100 180	120 200	140 220	160 240	180 270	200 290	220 310
Hézagcsoport CN (normál)	min max	50 90	60 110	80 130	90 140	100 160	120 180	140 200	160 220	180 240	200 280	220 300	250 330	270 360	290 390
Hézagcsoport C3	min max	80 120	100 150	120 170	130 180	140 200	160 220	180 240	200 260	220 300	260 340	280 360	310 390	340 430	370 470
Méretek mm-ben															
Névleges csapágyfurat	felett -ig	500 560	560 630	630 710	710 800	800 900	900 1000								
Csapágyhézag μm-ben															
Hézagcsoport C2	min max	240 330	260 360	280 390	300 420	330 460	360 500								
Hézagcsoport CN (normál)	min max	310 420	340 450	370 490	400 540	440 590	480 630								
Hézagcsoport C3	min max	400 510	430 550	470 590	520 660	570 730	620 780								

7.16 A radiális hézag csökkentése kúpos furatú FAG hengergörgős csapágyaknál

A névleges csapágyfurat		A radiális hézag a beépítés előtt Hézagcsoport CN (normál)						A radiális hézag csökkentése ¹⁾		Elmozdulási út az 1:12 ¹⁾ kúpon				A radiális hézag ellenőrzési értéke a beépítés után		
d felett	-ig mm	min	max	min	max	C3 min	C4 max	min mm	max mm	Tengely min mm	max mm	Hüvely min mm	max mm	CN min mm	C3 min mm	C4 min mm
24	30	0,035	0,06	0,045	0,07	0,055	0,08	0,015	0,02	0,3	0,35	0,3	0,4	0,02	0,025	0,035
30	40	0,04	0,065	0,055	0,08	0,07	0,095	0,02	0,025	0,35	0,4	0,35	0,45	0,02	0,025	0,04
40	50	0,045	0,075	0,06	0,09	0,075	0,105	0,025	0,03	0,4	0,45	0,45	0,5	0,02	0,03	0,045
50	65	0,05	0,08	0,07	0,1	0,09	0,12	0,03	0,035	0,45	0,55	0,5	0,65	0,02	0,035	0,05
65	80	0,06	0,095	0,085	0,12	0,11	0,145	0,035	0,04	0,55	0,6	0,65	0,7	0,025	0,04	0,07
80	100	0,07	0,105	0,095	0,13	0,12	0,155	0,04	0,045	0,6	0,7	0,65	0,8	0,03	0,05	0,075
100	120	0,09	0,13	0,115	0,155	0,14	0,18	0,045	0,055	0,7	0,85	0,8	0,95	0,045	0,065	0,085
120	140	0,1	0,145	0,13	0,175	0,16	0,205	0,055	0,065	0,85	1	0,95	1,1	0,045	0,07	0,095
140	160	0,11	0,16	0,145	0,195	0,18	0,23	0,06	0,075	0,9	1,2	1	1,3	0,05	0,075	0,105
160	180	0,125	0,175	0,16	0,21	0,195	0,245	0,065	0,085	1	1,3	1,1	1,5	0,06	0,08	0,11
180	200	0,14	0,195	0,18	0,235	0,22	0,275	0,075	0,095	1,2	1,5	1,3	1,7	0,065	0,09	0,125
200	225	0,155	0,215	0,2	0,26	0,245	0,305	0,085	0,105	1,3	1,6	1,4	1,8	0,07	0,1	0,14
225	250	0,17	0,235	0,22	0,285	0,27	0,335	0,095	0,115	1,5	1,8	1,6	2	0,075	0,105	0,155
250	280	0,185	0,255	0,24	0,31	0,295	0,365	0,105	0,125	1,6	2	1,7	2,3	0,08	0,125	0,17
280	315	0,205	0,28	0,265	0,34	0,325	0,4	0,115	0,14	1,8	2,2	1,9	2,4	0,09	0,13	0,185
315	355	0,225	0,305	0,29	0,37	0,355	0,435	0,13	0,16	2	2,5	2,2	2,7	0,095	0,14	0,195
355	400	0,255	0,345	0,33	0,42	0,405	0,495	0,14	0,17	2,2	2,6	2,5	2,9	0,115	0,165	0,235
400	450	0,285	0,385	0,37	0,47	0,455	0,555	0,15	0,185	2,3	2,8	2,6	3,1	0,135	0,19	0,27
450	500	0,315	0,425	0,41	0,52	0,505	0,615	0,16	0,195	2,5	3	2,8	3,4	0,155	0,215	0,31
500	560	0,35	0,47	0,455	0,575	0,56	0,68	0,17	0,215	2,7	3,4	3,1	3,8	0,18	0,24	0,345
560	630	0,38	0,5	0,5	0,62	0,62	0,74	0,185	0,24	2,9	3,7	3,5	4,2	0,195	0,26	0,38
630	710	0,435	0,575	0,565	0,705	0,695	0,835	0,2	0,26	3,1	4,1	3,6	4,7	0,235	0,305	0,435
710	800	0,485	0,645	0,63	0,79	0,775	0,935	0,22	0,28	3,4	4,4	3,9	5,3	0,26	0,35	0,495
800	900	0,54	0,71	0,7	0,87	0,86	1,03	0,24	0,31	3,7	4,8	4,3	5,5	0,3	0,39	0,55
900	1000	0,6	0,79	0,78	0,97	0,96	1,15	0,26	0,34	4,1	5,3	4,8	6,2	0,34	0,44	0,62
1000	1120	0,665	0,875	0,865	1,075	1,065	1,275	0,28	0,37	4,4	5,8	5,2	7	0,385	0,5	0,7
1120	1250	0,73	0,97	0,96	1,2	1,2	1,44	0,31	0,41	4,8	6,4	5,7	7,6	0,42	0,55	0,79
1250	1400	0,81	1,07	1,07	1,33	1,33	1,59	0,34	0,45	5,3	7	6,3	8,3	0,47	0,62	0,85

¹⁾ Csak tömör tengelyekre, illetve azon csőtengelyekre érvényes, ahol a furat nem nagyobb mint a tengelyátmérő fele.

Figyelem! Ahol a beépítés előtti gyártási hézag a felső határra esik, ott a radiális hézagcsökkenés illetve axiális elmozdulási út felső értékével kell szerelni. Ahol az alsó határra esik, ott az alsó értékeket kell figyelembe venni.

7.17 A radiális hézag csökkenése
kúpos furatú FAG beálló görgőcsapágyaknál

A névleges csapágyfurat		A radiális hézag a beépítés előtt Hézagcsoport CN (normal)						A radiális hézag csökkenése ¹⁾		Elmozdulási út az 1:12 ¹⁾ kúpon				Elmozdulási út az 1:30 ¹⁾ kúpon				A radiális hézag ellenőrzési értéke a beépítés után		
d	-ig	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	CN	C3	C4
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
24	30	0,03	0,04	0,04	0,055	0,055	0,075	0,015	0,02	0,3	0,35	0,3	0,4	-	-	-	-	0,015	0,02	0,035
30	40	0,035	0,05	0,05	0,065	0,065	0,085	0,02	0,025	0,35	0,4	0,35	0,45	-	-	-	-	0,015	0,025	0,04
40	50	0,045	0,06	0,06	0,08	0,08	0,1	0,025	0,03	0,4	0,45	0,45	0,5	-	-	-	-	0,02	0,03	0,05
50	65	0,055	0,075	0,075	0,095	0,095	0,12	0,03	0,04	0,45	0,6	0,5	0,7	-	-	-	-	0,025	0,035	0,055
65	80	0,07	0,095	0,095	0,12	0,12	0,15	0,04	0,05	0,6	0,75	0,7	0,85	-	-	-	-	0,025	0,04	0,07
80	100	0,08	0,11	0,11	0,14	0,14	0,18	0,045	0,06	0,7	0,9	0,75	1	1,7	2,2	1,8	2,4	0,035	0,05	0,08
100	120	0,1	0,135	0,135	0,17	0,17	0,22	0,05	0,07	0,7	1,1	0,8	1,2	1,9	2,7	2	2,8	0,05	0,065	0,1
120	140	0,12	0,16	0,16	0,2	0,2	0,26	0,065	0,09	1,1	1,4	1,2	1,5	2,7	3,5	2,8	3,6	0,055	0,08	0,11
140	160	0,13	0,18	0,18	0,23	0,23	0,3	0,075	0,1	1,2	1,6	1,3	1,7	3	4	3,1	4,2	0,055	0,09	0,13
160	180	0,14	0,2	0,2	0,26	0,26	0,34	0,08	0,11	1,3	1,7	1,4	1,9	3,2	4,2	3,3	4,6	0,06	0,1	0,15
180	200	0,16	0,22	0,22	0,29	0,29	0,37	0,09	0,13	1,4	2	1,5	2,2	3,5	4,5	3,6	5	0,07	0,1	0,16
200	225	0,18	0,25	0,25	0,32	0,32	0,41	0,1	0,14	1,6	2,2	1,7	2,4	4	5,5	4,2	5,7	0,08	0,12	0,18
225	250	0,2	0,27	0,27	0,35	0,35	0,45	0,11	0,15	1,7	2,4	1,8	2,6	4,2	6	4,6	6,2	0,09	0,13	0,2
250	280	0,22	0,3	0,3	0,39	0,39	0,49	0,12	0,17	1,9	2,6	2	2,9	4,7	6,7	4,8	6,9	0,1	0,14	0,22
280	315	0,24	0,33	0,33	0,43	0,43	0,54	0,13	0,19	2	3	2,2	3,2	5	7,5	5,2	7,7	0,11	0,15	0,24
315	355	0,27	0,36	0,36	0,47	0,47	0,59	0,15	0,21	2,4	3,4	2,6	3,6	6	8,2	6,2	8,4	0,12	0,17	0,26
355	400	0,3	0,4	0,4	0,52	0,52	0,65	0,17	0,23	2,6	3,6	2,9	3,9	6,5	9	5,8	9,2	0,13	0,19	0,29
400	450	0,33	0,44	0,44	0,57	0,57	0,72	0,2	0,26	3,1	4,1	3,4	4,4	7,7	10	8	10,4	0,13	0,2	0,31
450	500	0,37	0,49	0,49	0,63	0,63	0,79	0,21	0,28	3,3	4,4	3,6	4,8	8,2	11	8,4	11,2	0,16	0,23	0,35
500	560	0,41	0,54	0,54	0,68	0,68	0,87	0,24	0,32	3,7	5	4,1	5,4	9,2	12,5	9,6	12,8	0,17	0,25	0,36
560	630	0,46	0,6	0,6	0,76	0,76	0,98	0,26	0,35	4	5,4	4,4	5,9	10	13,5	10,4	14	0,2	0,29	0,41
630	710	0,51	0,67	0,67	0,85	0,85	1,09	0,3	0,4	4,6	6,2	5,1	6,8	11,5	15,5	12	16	0,21	0,31	0,45
710	800	0,57	0,75	0,75	0,96	0,96	1,22	0,34	0,45	5,3	7	5,8	7,6	13,3	17,5	13,6	18	0,23	0,35	0,51
800	900	0,64	0,84	0,84	1,07	1,07	1,37	0,37	0,5	5,7	7,8	6,3	8,5	14,3	19,5	14,8	20	0,27	0,39	0,57
900	1000	0,71	0,93	0,93	1,19	1,19	1,52	0,41	0,55	6,3	8,5	7	9,4	15,8	21	16,4	22	0,3	0,43	0,64
1000	1120	0,78	1,02	1,02	1,3	1,3	1,65	0,45	0,6	6,8	9	7,6	10,2	17	23	18	24	0,32	0,48	0,7
1120	1250	0,86	1,12	1,12	1,42	1,42	1,8	0,49	0,65	7,4	9,8	8,3	11	18,5	25	19,6	26	0,34	0,54	0,77
1250	1400	0,94	1,22	1,22	1,55	1,55	1,96	0,55	0,72	8,3	10,8	9,3	12,1	21	27	22,2	28,3	0,36	0,59	0,84

¹⁾ Csak tömör tengelyekre, illetve azon csőtengelyekre érvényes, ahol a furat nem nagyobb mint a tengelyátmérő fele.

Figyelem! Ahol a beépítés előtti gyártási hézag a felső határra esik, ott a radiális hézagcsökkenés illetve axiális elmozdulási út felső értékével kell szerelni. Ahol az alsó határra esik, ott az alsó értékeket kell figyelembe venni.

7.18 FAG Arcanol csapágyzsírok
Kémiai-fizikai tulajdonságok · alkalmazási útmutatások

Jelölés	Sűrítő anyag	Alapolaj- viszkozitás 40°C-on mm ² /s	Konzisztencia NLGI-osztály	Használati hőmérséklet °C	Fő jellemzők	Alkalmazási példák
Arcanol						
L78V	lítiumszappan	ISO VG 100	2	−30 ... + 140	standard zsír Ø D ≤ 62 mm csapágyakhoz	kis elektromotorok mezőgazdasági- és építő- gépek, háztartási gépek
L71V	lítiumszappan	ISO VG 100	3	−30 ... + 140	standard zsír Ø D ≤ 62 mm csapágyakhoz	nagy elektromotorok, gk. kerékcsapágyak, ventillátorok
L135V	lítiumszappan EP-adalékkal	85	2	−40 ... + 150	speciális zsír nagy fordulatszámhoz legnagyobb terheléshez magas hőmérséklethez	hengersorok, építőgépek, gépjárművekhez, sínjárművekhez, fonó- és közszerűsókhoz
L186V	lítiumszappan EP-adalékkal	ISO VG 460	2	−20 ... + 140	speciális zsír kis fordulatszámhoz legnagyobb terheléshez közepes hőmérséklethez	nagy igénybevételnek kitett bányagépek, építőgépek oscilláló mozgású gépek
L223V	lítiumszappan EP-adalékkal	ISO VG 1000	2	−20 ... + 140	speciális zsír kis fordulatszámhoz kis hőmérséklethez	nagy igénybevételnek kitett bányagépek, építőgépek főleg és nagy csapágyaknál
L74V	Speciális szappan	ISO VG 22	2	−40 ... + 100	speciális zsír kis fordulatszámhoz kis hőmérséklethez	szerszámgépek, orsócsapágyazások, műszercsapágyazások
L12V	kalcium- múgyanta	130	2	−40 ... + 160	speciális zsír nagy hőmérsékletekhez	tengelykapcsolók, elektromos gépek (motorok, generátorok)
L79V	szintetikus PTFE	400	2	−40 ... + 260	speciális zsír legnagyobb hőmérséklethez (kérjük figyeljenek a 60. oldali biztonsági útmutatásra) vegyileg agresszív környezetet	Sütőautomaták futógörgői, kompresszorok dugattyúcsapjai, kemencekocsi, vegyipari berendezések
L166V	lítiumszappan EP-adalékkal	170	3	−30 ... + 150	speciális zsír nagy hőmérséklethez nagy terheléshez oscilláló mozgáshoz	szélérőművek, csomagológépek forgórészei
L195V	múgyanta EP-adalékkal	ISO VG 460	2	−35 ... + 180	speciális zsír nagy hőmérséklethez nagy terheléshez	rúdacél-húzógépek
L215V	lítium-/ kalciumszappan EP-adalékkal	ISO VG 220	2	−20 ... + 140	speciális zsír nagy terheléshez magas fordulatszámhoz nagy folyadékterheléshez	hengerművek, vasúti járművek

Szerelőszelekrény és szerelőkészletek – csapágytanfolyam csomag szakképzési célra

Szakirodalom a csapágyak szereléséről bőségesen rendelkezésünkre állhat. Azonban legtöbbször azon eszközök hiányoznak, amellyel egy gyakorlati szakember kiképezhető. Ezért az FAG szakműhely oktatói egy alapképzési csomagot állítottak össze.

Ezen csapágy-alaptanfolyam célja, hogy a tanulók mind a csapágyak megfelelő kiválasztásában, mind a szakszerű szerelésben és karbantartásban megfelelő jártasságot szerezzenek. Ezért a csomag két részből áll: az elméleti rész a csapágyak alapfogalmaival, a gyakorlati rész a ki- és beszerelés alapismeretivel foglalkozik.

Az elméleti részben nagy gondot fordítanak arra, hogy a csapágyjelöléseket, számításokat és szakismereteket egy egységbe kezeljék. A gyakorlati részben leegyszerűsített modelleken (tengelyek, csapágyházak) a leggyakrabban előforduló csapágytípusokkal és az ehhez szükséges mechanikus, vagy hidraulikus szerszámokkal dolgozhatnak. A tananyag lépésről-lépésre úgy van felépítve, hogy ne okozzon felesleges nehézséget a gyakorlati szakembereknek.

Az alapképzési csomag jellegéből fakadóan, más berendezések pl. hajtóművek, szivattyúk, főorsók, gépjármű kerékagyak javításához is segítséget nyújt.

Műszaki adatok:

Szerelő szekrény:

Méret: 1135x710x380 mm

Tömeg: 94 kg

Felszerelés 10 szerelési gyakorlathoz:

5 tengely

2 csapágyház

3 tengely és csapágyház

Legkisebb tengelyátmérő: 15 mm

Legnagyobb tengelyátmérő: 55 mm

Szerelő lap:

Méret: 500x300x300 mm

Tömeg: 40 kg

Kézikönyv 1 (elméleti rész)

Szakismeretek, számítások, jelölésrendszerek

Kézikönyv 2 (gyakorlati rész)

Hengeres furatú csapágyak szerelése

Kúpos furatú csapágyak szerelése

Hidraulikus eljárások

Szerelési gyakorlatok a tengelyeken és háza-
kon A szerelő szekrényen és a szerelő lapon ki-
vül más oktatási szerelőkészletek is rendelhe-
tők. Részletekért lásd a WL 80 111 számú FAG
kiadványt.

Ajánlatkérésekkel forduljon hozzánk:

FAG Budapesti Iroda

1142 Budapest, Tengerszem u. 25. • Tel.: 252-2992 Fax: 251-3327 • e-mail: fag@fag.hu



A következő nyomtatott kiadványok állnak még rendelkezésre, amelyeket kívánság esetén megküldünk Önöknek. További információkért forduljon hozzánk.

Kiadványszám:

WL 41520	FAG Gördülőcsapágyak főkatalógus
WL 00106	W.L.S. Csapágy oktató csomag
WL 80102	Hidraulikus eljárások gördülőcsapágyak be- és kiszereléséhez
WL 80103	FAG Hidraulikus anyák
WL 80107	FAG Indukciós szerelőberendezések
WL 80111	Gördülőcsapágy szerelőszelekrény és szerelőkészletek – Alapképzési csomag szakképzési célokra
WL 80123	A gördülőcsapágyokról – Az FAG oktatási kínálata A gördülőcsapágyak az elméletben és a gyakorlatban
WL 80134	FAG videofilm; Gördülőcsapágyak szerelése
WL 80135	FAG videofilm; Gördülőcsapágyak hidraulikus szerelése
WL 80200	Eljárások és eszközök gördülőcsapágyak szereléséhez és karbantartásához
WL 81115	Gördülőcsapágyak kenése
WL 81116	Arcanol · FAG által tesztelt gördülőcsapágy zsírok
WL 81122	FAG Motion Guard – automatikus zsíradagoló
WL 82102	Gördülőcsapágy károsodások
TI WL 00-11	FAG videofilmek a csapágyazásokról
TI WL 80-9	FAG melegítő gyűrűk
TI WL 80-14	Kúpos furatú beálló görgőscsapágyak be- és kiszerelése
TI WL 80-38	Beálló golyóscsapágyak szerelése szorítóhüvellyel
TI WL 80-46	Új FAG kézi pumpa készletek
TI WL 80-47	FAG indukciós melegítő berendezések
TI WL 80-48	FAG mechanikus lehúzószerszámok
TI WL 80-49	FAG felütő készletek
TI WL 80-62	FAG Detector 2000 csapágydiagnosztikai műszer
TI WL 80-63	Gördülőcsapágy diagnosztika FAG Bearing Analyserrel
TI WL 80-65	Gépek és berendezések modern állapotfigyelése FAG digitális rezgésfelügyelettel
TI WL 80-66	Gépek és berendezések On-line felügyelete FAG Vibrocher rendszerrel

Felelős kiadó: Bögöti Zsolt

Fordító: A-A Stádium Kft.

Lektorálta: Ács János

Nyomdai előkészítés: HVG Press Grafikai Stúdió

Nyomdai munkák: Globál Kft.

The logo consists of the letters 'FAG' in a bold, stylized, outlined font. The letters are white with black outlines, set against a light gray background within a white rectangular box.

Gördülő-
csapágyak

Gördülőcsapágyak szerelése

Minden adatot gondosan ellenőriztünk.
Az esetleges hibákért azonban felelősséget nem vállalunk.
A változtatások jogát fenntartjuk.

© Kiadva a FAG által 1999

WL 80 100/3 HA/90/5/01