



Speciální výrobky

Hybridní ložiska	895
Ložiska INSOCOAT®	911
Ložiska a ložiskové jednotky pro vysoké teploty.....	921
Ložiska NoWear®	943
Ložiska a ložiskové jednotky s tuhým olejem Solid Oil ...	949





Hybridní ložiska

Hybridní ložiska	896
Hybridní kuličková ložiska SKF.....	897
Ložiska s těsněním a s náplní plastického maziva na celou dobu trvanlivosti	897
Nezakrytá ložiska	898
Další hybridní ložiska SKF	898
Hybridní přesná ložiska.....	898
Hybridní kuličková a válečková ložiska, hybridní ložiskové jednotky.....	898
Hybridní ložiska s kroužky ze speciální ocele a s povlaky	898
Základní údaje	899
Rozměry, tolerance, vnitřní vůle.....	899
Nesouosost	899
Klece	899
Minimalní zatížení	900
Axiální předpětí	900
Axiální únosnost	900
Ekvivalentní dynamické zatížení ložiska	901
Ekvivalentní statické zatížení ložiska	901
Otáčky	901
Vlastnosti nitridu křemíku	901
Elektrické vlastnosti	901
Přídavná označení	902
Určení velikosti ložiska	903
Mazání	903
Tabulková část	904
Hybridní kuličková ložiska s těsněním a s náplní plastického maziva na celou dobu trvanlivosti	904
Hybridní kuličková ložiska	908

Hybridní ložiska

Hybridní ložiska mají kroužky z ložiskové ocele a valivá tělesa z nitridu křemíku pro výrobu ložisek (Si_3N_4). Hybridní ložiska se vyznačují nejen vynikajícími elektroizolačními vlastnostmi, ale mohou navíc pracovat při vyšších otáčkách, přičemž dosahují ve většině aplikací delší trvanlivosti než celoocelová ložiska.

Právě velmi dobré elektroizolační vlastnosti představují jednu z nejdůležitějších vlastností nitridu křemíku. Tímto způsobem je zajištěna ochrana kroužků proti poškození elektrickým proudem a tím je dosaženo prodloužení trvanlivosti ložisek za provozu.

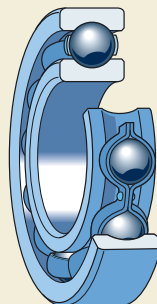
Měrná hmotnost nitridu křemíku dosahuje pouze 40 % hodnoty ložiskové ocele. Valivá tělesa tak mají menší hmotnost, a tedy i nižší setrvačnost. Z toho vyplývá, že klec je méně namáhána při rychlém rozběhu a zastavení, a dále při vysokých otáčkách je tření nižší, jak je vysvětleno v části "Tření v hybridních ložiscích" na **str. 102**. Nižší tření se projevuje nižší provozní teplotou a delší životností maziva. Hybridní ložiska jsou tedy vhodná pro vysoké otáčky.

Při nedostatečném mazání, nedochází k oděru mezi nitridem křemíku a ocelí. Tím je dosaženo delší trvanlivosti hybridních ložisek v uloženích, která pracují při velkém dynamickém namáhání nebo při zhoršeném mazání při nízké provozní viskozitě ($\kappa < 1$). V případě hybridních ložisek se při výpočtu trvanlivosti běžně používá $\kappa = 1$ pro provozní podmínky, pro něž platí $\kappa < 1$. Správná funkce hybridních ložisek je zajištěna, i když jsou mazána médii, která vytvářejí velmi tenký mazivový film, jako např. chladiivo. Umožňují tedy navrhnout uložení, která nemusejí být mazána olejem, avšak návrhu konstrukce a volbě materiálů musí být věnována nejvyšší péče. V takových případech je vhodné se před zahájením konstrukčních prací a objednáním obrátit na technicko-konzultační služby SKF.

Nitrid křemíku má vyšší tvrdost a vyšší modul pružnosti než ocel, což se projevuje zvýšenou tuhostí ložiska a delší trvanlivostí při provozu ve znečištěném prostředí.

Valivá tělesa z nitridu křemíku se rovněž vyznačují nižší tepelnou roztažností než ocelová valivá tělesa srovnatelné velikosti. To znamená, že ložisko je méně citlivé na teplotní změny, a tedy lze předpětí nastavit mnohem přesněji. Při navrhování uložení pro velmi nízké teploty

Obr. 1



a při určení zmenšení vůle v hybridním ložisku se laskavě obraťte na technicko-konzultační služby SKF.

Hybridní kuličková ložiska SKF

Standardní nabídka SKF hybridních ložisek obsahuje hybridní jednořadá kuličková ložiska (→ **obr. 1**). Důvod je zcela jasný: kuličková ložiska představují nejpoužívanější typ ložisek, především v elektromotorech, a umožňují navrhovat velmi jednoduchá uložení s ložisky s náplní plastického maziva na celou dobu trvanlivosti. Hluboké oběžné dráhy kuličkových ložisek a těsné přimknutí valivých těles k oběžným drahám umožňují přenášet radiální zatížení i axiální zatížení v obou směrech.

Hybridní kuličková ložiska SKF jsou vyráběna s průměrem díry od 5 do 110 mm a jsou vhodná pro většinu uložení a aplikací. Větší ložiska můžou být vyrobena dle požadavku zákazníka.

Ložiska s dírou o průměru do 45 mm najdou uplatnění např. v elektromotorech o výkonu 0,15 až 15 kW, jakož i v generátorech, elektrickém nářadí a vysokootáčkových pohonech.

Hybridní kuličková ložiska SKF mají široké možnosti využití a vyrábějí se jako

- ložiska s těsněním a s náplní plastického maziva na celou dobu trvanlivosti
- nezakrytá ložiska.

Ložiska s těsněním a s náplní plastického maziva na celou dobu trvanlivosti

Hybridní kuličková ložiska SKF s těsněním a s náplní plastického maziva na celou dobu trvanlivosti (→ **obr. 2**) jsou chráněna na obou stranách těsněním

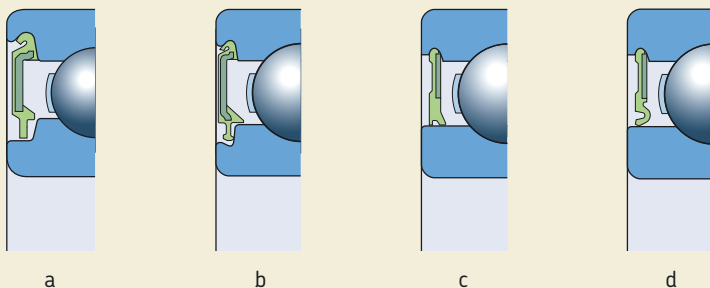
- s nízkým třením v provedení RSL (**a**) jsou montována do ložisek s vnějším průměrem do 25 mm, přídatné označení 2RSL
- s nízkým třením v provedení RSL (**b**) jsou montována do ložisek s vnějším průměrem od 25 mm do 52 mm včetně, přídatné označení 2RSL
- s nízkým třením v provedení RZ (**c**) jsou montována do ložisek s vnějším průměrem větším než 52 mm, přídatné označení 2RZ
- kontaktním, v provedení RS1 (**d**), přídatné označení 2RS1.

Podrobné informace o vhodnosti jednotlivých typů těsnění pro různé provozní podmínky jsou uvedeny v části "Kuličková ložiska", která začíná na **str. 287**.

Těsnění jsou vyrobena z nitrilové pryže (NBR) zesíleného ocelovými kroužky a jsou vhodná pro provozní teplotu od -40 do +100 °C, krátkodobě až do 120 °C.

Ložiska s těsněním jsou standardně naplněna vysoce kvalitním plastickým mazivem na bázi syntetického esterového oleje s polymočovinovým zahušťovadlem. Ložiska s tímto mazivem mají přídatné označení WT. Toto mazivo se vyznačuje vynikajícími mazacími vlastnostmi v rozsahu teplot od +70 až +120 °C. Ložiska

Obr. 2



dosahují velmi dlouhé trvanlivosti, která výrazně překračuje trvanlivost jiných ložisek s těsněním a s náplní plastického maziva, a jsou vhodná právě pro elektrické stroje. Nejdůležitější vlastnosti plastického maziva WT jsou uvedeny v **tabulce 1**.

Při posuzování vhodnosti ložiska pro vysoké teploty je nutno vzít v úvahu i klec a těsnění. Na hybridní ložiska SKF s těsněním z fluorkaučkové pryže, která je vhodná pro teploty až do 180 °C, se laskavě informujte u technicko-konzultačních služeb SKF.

Nezakrytá ložiska

Kromě ložisek s těsněním a s náplní maziva na celou dobu trvanlivosti jsou hybridní kuličková ložiska SKF nabízena i v nezakrytém provedení bez těsnění. Jestliže je zapotřebí menší počet nezakrytých ložisek, SKF doporučuje objednat hybridní ložiska s těsněním a demontovat těsnění, což je velmi jednoduchý úkon.

Další hybridní ložiska SKF

Hybridní přesná ložiska

Výrobní program SKF obsahuje dále

- hybridní přesná kuličková ložiska s kosoúhlým stykem
- hybridní přesná válečková ložiska
- hybridní přesná axiální kuličková ložiska s kosoúhlým stykem, jednosměrná a obousměrná

Podrobné informace o těchto hybridních ložiscích naleznete v katalogu SKF "High-precision bearings".

Na zvláštní objednávku mohou být rovněž vyrobeny hybridní jednořadá a dvouřadá kuličková ložiska s kosoúhlým stykem a hybridní kuličková ložiska se čtyřbodovým stykem. V takových případech je třeba se obrátit na technicko-konzultační služby SKF, které poskytnou podrobnější informace.

Hybridní kuličková a válečková ložiska, hybridní ložiskové jednotky

SKF rovněž navrhuje a vyrábí široký sortiment dalších hybridních ložisek v určitém rozsahu standardních velikostí na zvláštní objednávku

- kuličková ložiska s kosoúhlým stykem
- válečková ložiska
- ložiskové jednotky.

Takové konstrukce umožňují spojit optimální výkon, jednoduchou manipulaci a hospodárnost. Další informace poskytnou technicko-konzultační služby SKF.

Hybridní ložiska s kroužky ze speciální ocele a s povlaky

Hybridní ložiska SKF jsou standardně vyráběna ze stejné ložiskové ocele jako odpovídající celocelová ložiska. Standardní stabilizační teplota pro kuličková ložiska je 120 °C a pro kuličková ložiska s kosoúhlým stykem 150 °C. Pokud mají být ložiska používána pro trvalý provoz při vyšších teplotách než jsou uvedené, je vhodné používat ložiska s kroužky, které jsou rozměrově stabilizovány pro vyšší provozní teploty, jako např.

- do +150 °C, přídavné označení S0
- do +200 °C, přídavné označení S1.

Tabulka 1

Vlastnosti plastického maziva WT	
Vlastnosti	Plastické mazivo WT
DIN 51825 code	K2P-40
Zahušťovadlo	Polymočovina
Typ základní olejové složky	Syntetický Ester
Třída konsistence NLGI	2-3
Teplotní rozsah, °C ¹⁾	-40 až +160
Viskozita základní olejové složky, mm ² /s při 40 °C při 100 °C	70 9,4

¹⁾ Pro bezpečnou provozní teplotu → část "Teplotní rozsah – SKF Koncepce dopravního semaforu", začínající na **str. 232**.

Hybridní kuličková ložiska stabilizovaná pro teploty S0 nebo S1 nejsou běžně skladem.

Na zvláštní objednávku mohou být hybridní ložiska vyrobená s kroužky z prokalitelné nerezové ocele, která se vyznačují dobrou odolností proti korozi, opotřeбенí a oxidaci i stálostí při vysoké teplotě. Tato ložiska mohou pracovat při teplotách až do 300 °C.

Laskavě se informujte u technicko-konzultačních služeb SKF na možnost dodávky hybridních ložisek s kroužky ze speciální nerezové ocele pro kryogenní teploty nebo z nástrojové ocele pro vysoké teploty, která jsou vyráběna na zvláštní objednávku.

Kroužky mohou být opatřeny protikorozním povlakem, např. zinkochromátovým nebo tenkou vrstvou chrómu. Pro uložení určená pro provoz ve vakuu nebo v plynné atmosféře, mohou mít ložiska povlak s nízkým třením na bázi molybdenu.

Základní údaje

Rozměry, tolerance, vnitřní vůle

Hybridní kuličková ložiska SKF jsou standardizována a vyráběna

- s hlavními rozměry podle ISO 15:1998
- v Normální přesnosti podle ISO 492:2002
- standardně s radiální vnitřní vůlí C3 podle ISO 5753:1991 (→ **tabulka 2**).

Nesouosost

Hybridní kuličková ložiska nejsou vhodná pro vyrovnávání nesouososti. Přípustné naklopení vnitřního kroužku vůči vnějšímu, které nevyvolá nepřipustné přidavné zatížení v ložisku, závisí na

- radiální vnitřní vůli ložiska za provozu
- velikosti ložiska
- silách a momentech, které působí na ložisko.

V závislosti na různých vlivech však činí přípustné naklopení zpravidla 2 až 10 úhlových minut. Jakékoli naklopení ložiskových kroužků podstatně zvyší hlučnost a zkrátí provozní trvanlivost ložiska.

Tabulka 2

Radiální vnitřní vůle

Průměr díry d _{přes} včetně		Radiální vnitřní vůle C3 min max	
mm		μm	
	10	8	23
10	18	11	25
18	30	13	28
30	40	15	33
40	50	18	36
50	65	23	43
65	80	25	51
80	100	30	58
100	120	36	66

Klece

V závislosti na velikosti jsou hybridní kuličková ložiska SKF vybavena

- otevřenou vstřikovanou klecí z polyamidu 6,6 zesíleného skelnými vlákny, vedenou kuličkami, přídavné označení TN9 (→ **obr. 3a**)
- nýtovanou lisovanou ocelovou klecí, vedenou kuličkami, bez přídavného označení (→ **obr. 3b**).

Hybridní ložiska s klecí z polyamidu 6,6 zesíleného skelnými vlákny mohou být používána při teplotách až do 120 °C.

Minimální zatížení

Mají-li hybridní kuličková ložiska pracovat stejně uspokojivě jako běžná ložiska, musí být vždy zatížena určitým minimálním zatížením. Podrobnější informace uvádí část “Minimální zatížení” běžných kuličkových ložisek na **str. 298**.

V zásadě jsou hybridní ložiska odolnější proti poškození oběžných drah způsobených prokluzováním při nedostatečném zatížení ložiska.

Z toho důvodu představují hybridní ložiska vhodnou alternativu pro uložení, na něž působí proměnné zatížení včetně příliš malého zatížení.

Axiální předpětí

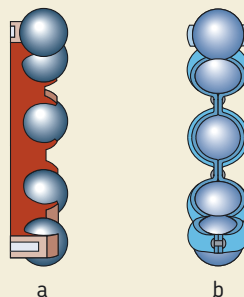
Pokud má ložisko pracovat s nízkou hlučností a vysokými otáčkami, je účelné uložení se dvěma hybridními kuličkovými ložisky axiálně předpět. Axiálního předpětí lze nejjednodušeji dosáhnout talířovými pružinami, jak je uvedeno v části “Předpětí pomocí pružin”, která začíná na **str. 216**. Doporučené axiální předpětí lze vypočítat podle návodu uvedeného v této části. Další informace naleznete v části “Předpětí”, která začíná na **str. 206**.

Axiální únosnost

Jestliže na hybridní kuličková ložiska působí číste axiální zatížení, nemělo by být větší 0,5 C_0 .

Na malá ložiska (s průměrem díry do cca. 12 mm) a ložiska lehké řady 0 by nemělo působit axiální zatížení větší než 0,25 C_0 . Příliš vysoké axiální zatížení může vyvolat podstatné zkrácení provozní trvanlivosti ložiska.

Obr. 3



Ekvivalentní dynamické zatížení ložiska

$$P = F_r \quad \text{pro } F_a/F_r \leq e$$

$$P = 0,46 F_r + Y F_a \quad \text{pro } F_a/F_r > e$$

Součinitel e , X a Y závisí na vztahu $f_0 F_a/C_0$, kde f_0 je výpočtový součinitel ($\rightarrow$ tabulková část), F_a je axiální složka působícího zatížení a C_0 statická únosnost.

Kromě toho jsou tyto faktory ovlivněny velikostí radiální vnitřní vůle. Pro ložiska s vůlí C3, která jsou montována s běžným uložením podle **tabulek 2, 4 a 5 na str. 169 až 171**, jsou hodnoty pro e a Y uvedeny v **tabulce 3** dole.

Ekvivalentní statické zatížení ložiska

$$P_0 = 0,6 F_r + 0,5 F_a$$

Jestliže $P_0 < F_r$, pak platí $P_0 = F_r$.

Otáčky

Hybridní kuličková ložiska s polymerovou klecí mohou pracovat při otáčkách (rychlostech otáčení), které jsou vyšší než přípustné otáčky uvedené pro celooceťová ložiska. Mezní otáčky uvedené v tabulkové části platí pro ložiska se standardní klecí, těsněním a náplní plastického maziva podle označení příslušného ložiska. Hybridní ložiska vybavená klecemi PEEK jsou vhodná pro vyšší otáčky a teploty. Další informace poskytnou technicko-konzultační služby SKF.

Hodnoty "Referenční otáčky", které jsou uvedeny pro ložiska s těsněním, platí pro nezakrytá ložiska a ukazují otáčkové schopnosti těchto ložisek. Ložiska s těsněním by neměla pracovat při otáčkách, které jsou vyšší než "Mezní otáčky".

Hybridní ložiska jsou velmi vhodná i pro uložení na něž působí vibrace nebo která vykonávají oscilační pohyby. Z toho důvodu není zpravidla nutné používat speciální plastická maziva nebo předpětí.

Vlastnosti nitridu křemíku

Vlastnosti nitridu křemíku (Si_3N_4) pro výrobu ložisek jsou popisovány v části "Materiály valivých ložisek", která začíná na **str. 138**.

Elektrické vlastnosti

Hybridní ložiska nabízejí účinnou ochranu proti znehodnocení plastického maziva a poškození oběžných drah elektrickým obloukem při průchodu střídavého a stejnosměrného proudu. Tato ložiska mají vysokou impedanci, a to i při velmi vysokých frekvencích, a tedy zajišťují neobyčejně dobrou ochranu proti průchodu vysokofrekvenčního proudu a proudovým špičkám v místě styku kuličky s oběžnou dráhou. U malých hybridních ložisek vybavených kontaktním těsněním z nitrilové pryže (NBR) zesíleným ocelovým kroužkem dochází ke vzniku oblouku v místě styku těsnění a ložiska při stejnosměrném napětí vyšším než 2,5 kV. Další informace poskytne technicko-konzultační služby SKF.

Tabulka 3

Výpočtové součinitele pro hybridní kuličková ložiska s vnitřní radiální vůlí C3

$f_0 F_a/C_0$	e	Y
0,172	0,29	1,88
0,345	0,32	1,71
0,689	0,36	1,52
1,03	0,38	1,41
1,38	0,40	1,34
2,07	0,44	1,23
3,45	0,49	1,10
5,17	0,54	1,01
6,89	0,54	1,00

Mezilehlé hodnoty mohou být stanoveny lineární interpolací

Přídavná označení

Přídavná označení za základním označením, která vyjadřují určité vlastnosti hybridních kuličkových ložisek SKF, jsou vysvětlena dále:

C3	Radiální vnitřní vůle větší než Normální
F1	Velikost náplně plastického maziva: 10–15 % volného prostoru v ložisku
HC5	Valivá tělesa z nitridu křemíku
2RS1	Kontaktní těsnění z nitrilové pryže (NBR) zesílené ocelovým kroužkem, na obou stranách ložiska
2RSH2	Kontaktní těsnění z fluorkaučukové pryže (FKM) zesílené ocelovým kroužkem, na obou stranách ložiska
2RSL	Těsnění s nízkým třením z nitrilové pryže (NBR) zesílené ocelovým kroužkem, na obou stranách ložiska
2RZ	Těsnění s nízkým třením z nitrilové pryže (NBR) zesílené ocelovým kroužkem, na obou stranách ložiska
TNH	Otevřená vstřikovaná klec z polyéter-éterketonu (PEEK) zesíleného skelnými vlákny, vedená kuličkami
TN9	Otevřená vstřikovaná klec z polyamidu 6,6 zesíleného skelnými vlákny, vedená kuličkami
WT	Plastické mazivo s polymočovinovým zahušťovadlem třídy konzistence 2–3 podle stupnice NLGI pro teplotní rozsah –40 až 160 °C (normální velikost náplně)

Určení velikosti ložiska

Při volbě velikosti hybridního kuličkového ložiska je třeba postupovat podle návodu pro celoocelová ložiska v části "Určení velikosti ložiska", která začíná na **str. 49**. Vzhledem k vyššímu modulu pružnosti keramických kuliček je třeba zvýšit součinitel bezpečnosti s_0

$$s_{0 \text{ hybridní}} = 1,1 s_{0 \text{ celoocelové}}$$

Doporučené hodnoty s_0 pro celoocelová ložiska jsou uvedeny v **tabulce 10** na **str. 77**.

Mazání

Většina hybridních kuličkových ložisek SKF je s těsněním a s náplní plastického maziva na celou dobu trvanlivosti. Pro ložiska nezakrytá mazaná plastickým mazivem doporučuje SKF plastické mazivo pro elektromotory SKF LGHP 2. Pro vysokootáčková uložení, která pracují při teplotách nižších než 70 °C, je doporučeno plastické mazivo SKF LGLT 2. Další informace o plastických mazivech SKF jsou uvedeny v části "Mazání", která začíná na **str. 229**.

Vysokootáčková uložení, která mají dosahovat dlouhé provozní trvanlivosti, musí být mazána olejem. Pro taková uložení jsou doporučovány dva způsoby mazání

- mazání vstřikovaným olejem
- mazání systémem olej-vzduch.

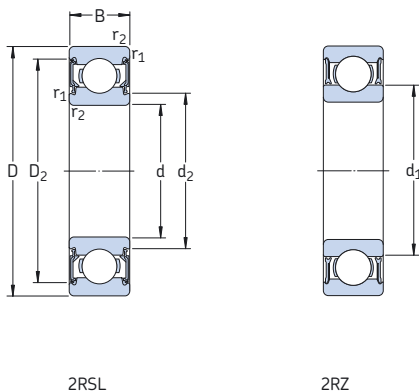
Mazání systémem olej-vzduch, např. VOGEL OLA (→ **obr. 4**), zaručuje spolehlivé mazání velmi malými množstvími oleje. Tím je snížena provozní teplota, a tedy možnost zvýšit otáčky a omezit úniky oleje do okolí.

Další informace o konstrukci systému mazání olej-vzduch naleznete v publikaci VOGEL 1-5012-3 "Oil + Air Systems" nebo na internetové adrese www.vogelag.com.

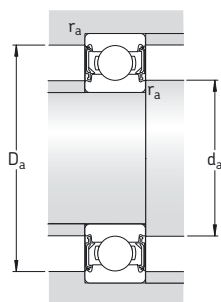
Obr. 4



**Hybridní kuličková ložiska s těsněním a s náplní
plastického maziva na celou dobu trvanlivosti**
d 5 – 45 mm

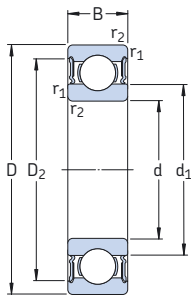


Hlavní rozměry			Únosnost dyna- mická C	sta- tická C ₀	Mezní únarové zatížení P _u	Připustné otáčky		Hmot- nost	Označení
d	D	B				Referenč- ní otáčky	Mezní otáčky		
mm			kN		kN	min ⁻¹		kg	—
5	16	5	1,14	0,38	0,016	130 000	85 000	0,0050	625-2RZTN9/HC5C3WTF1
6	19	6	2,34	0,95	0,04	110 000	70 000	0,0080	626-2RSLTN9/HC5C3WTF1
7	19	6	2,34	0,95	0,04	110 000	70 000	0,0070	607-2RSLTN9/HC5C3WTF1
	22	7	3,45	1,37	0,057	95 000	63 000	0,012	627-2RSLTN9/HC5C3WTF1
8	22	7	3,45	1,37	0,057	95 000	63 000	0,012	608-2RSLTN9/HC5C3WTF1
10	26	8	4,75	1,96	0,083	85 000	56 000	0,018	6000-2RSLTN9/HC5C3WT
	30	9	5,4	2,36	0,1	75 000	50 000	0,032	6200-2RSLTN9/HC5C3WT
12	28	8	5,4	2,36	0,1	75 000	50 000	0,022	6001-2RSLTN9/HC5C3WT
	32	10	7,28	3,1	0,132	67 000	45 000	0,037	6201-2RSLTN9/HC5C3WT
15	32	9	5,85	2,85	0,12	63 000	43 000	0,030	6002-2RSLTN9/HC5C3WT
	35	11	8,06	3,75	0,16	60 000	40 000	0,044	6202-2RSLTN9/HC5C3WT
17	35	10	6,37	3,25	0,137	56 000	38 000	0,038	6003-2RSLTN9/HC5C3WT
	40	12	9,95	4,75	0,2	53 000	34 000	0,059	6203-2RSLTN9/HC5C3WT
20	42	12	9,95	5	0,212	48 000	32 000	0,062	6004-2RSLTN9/HC5C3WT
	47	14	13,5	6,55	0,28	45 000	30 000	0,097	6204-2RSLTN9/HC5C3WT
25	47	12	11,9	6,55	0,275	40 000	28 000	0,073	6005-2RSLTN9/HC5C3WT
	52	15	14,8	7,8	0,335	38 000	26 000	0,12	6205-2RSLTN9/HC5C3WT
30	55	13	13,8	8,3	0,355	34 000	24 000	0,11	6006-2RZTN9/HC5C3WT
	62	16	20,3	11,2	0,475	32 000	22 000	0,18	6206-2RZTN9/HC5C3WT
35	62	14	16,8	10,2	0,44	30 000	20 000	0,15	6007-2RZTN9/HC5C3WT
	72	17	27	15,3	0,655	28 000	18 000	0,26	6207-2RZTN9/HC5C3WT
40	68	15	17,8	11,6	0,49	28 000	18 000	0,19	6008-2RZTN9/HC5C3WT
	80	18	32,5	19	0,8	24 000	16 000	0,34	6208-2RZTN9/HC5C3WT
45	85	19	35,1	21,6	0,915	22 000	14 000	0,42	6209-2RZTN9/HC5C3WT
	100	25	55,3	31,5	1,34	20 000	4 500	0,77	6309-2RS1TN9/HC5C3WT

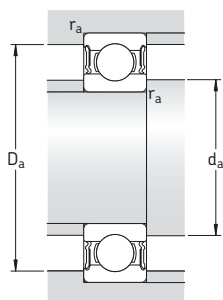


Rozměry					Připojovací rozměry				Výpočtový součinitel
d	d ₁	d ₂	D ₂	r _{1,2} min	d _a min	d _a max	D _a max	r _a max	f ₀
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
5	8,4	–	13,3	0,3	7,4	–	13,6	0,3	8,4
6	–	9,5	16,5	0,3	8,4	9,4	16,6	0,3	13
7	–	9,5	16,5	0,3	9	9,4	17	0,3	13
	–	10,6	19,2	0,3	9,4	10,5	19,6	0,3	12
8	–	10,6	19,2	0,3	10	10,5	20	0,3	12
10	–	13	22,6	0,3	12	12,5	24	0,3	12
	–	15,2	24,8	0,6	14,2	15	25,8	0,6	13
12	–	15,2	24,8	0,3	14	15	26	0,3	13
	–	16,6	27,4	0,6	16,2	16,5	27,8	0,6	12
15	–	18,7	28,2	0,3	17	18,5	30	0,3	14
	–	19,4	30,4	0,6	19,2	19,4	30,8	0,6	13
17	–	20,7	31,4	0,3	19	20,5	33	0,3	14
	–	22,2	35	0,6	21,2	22	35,8	0,6	13
20	–	24,9	37,2	0,6	23,2	24,5	38,8	0,6	14
	–	26,3	40,6	1	25,6	26	41,4	1	13
25	–	29,7	42,2	0,6	28,2	29,5	43,8	0,6	14
	–	31,8	46,3	1	30,6	31,5	46,4	1	14
30	38,2	–	49	1	34,6	–	50,4	1	15
	40,4	–	54,1	1	35,6	–	56,4	1	14
35	43,8	–	55,6	1	39,6	–	57,4	1	15
	46,9	–	62,7	1,1	42	–	65	1	14
40	49,3	–	61,1	1	44,6	–	63,4	1	15
	52,6	–	69,8	1,1	47	–	73	1	14
45	57,6	–	75,2	1,1	52	–	78	1	14
	62,2	–	86,7	1,5	54	–	91	1,5	13

Hybridní kuličková ložiska s těsněním a s náplní
 plastického maziva na celou dobu trvanlivosti
 d 50 – 75 mm

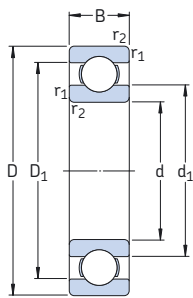


Hlavní rozměry			Únosnost		Mezní únavové zatížení	Přípustné otáčky		Hmotnost	Označení
d	D	B	dynamická C	statická C ₀	P _u	Referenční otáčky	Mezní otáčky		
mm			kN		kN	min ⁻¹		kg	–
50	90	20	37,1	23,2	0,98	20 000	4 800	0,44	6210-2RS1/HC5C3WT
	110	27	65	38	1,6	18 000	4 300	0,92	6310-2RS1/HC5C3WT
55	100	21	46,2	29	1,25	19 000	4 300	0,59	6211-2RS1/HC5C3WT
	120	29	74,1	45	1,9	17 000	3 800	1,20	6311-2RS1/HC5C3WT
60	110	22	55,3	36	1,53	17 000	4 000	0,71	6212-2RS1/HC5C3WT
	130	31	85,2	52	2,2	15 000	3 400	1,50	6312-2RS1/HC5C3WT
65	120	23	58,5	40,5	1,73	16 000	3 600	0,92	6213-2RS1/HC5C3WT
	140	33	97,5	60	2,5	14 000	3 200	1,85	6313-2RS1/HC5C3WT
70	125	24	63,7	45	1,9	15 000	3 400	1,00	6214-2RS1/HC5C3WT
75	130	25	68,9	49	2,04	14 000	3 200	1,05	6215-2RS1/HC5C3WT

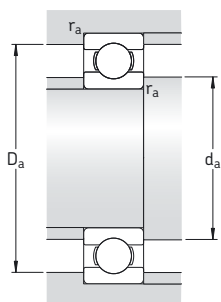


Rozměry				Připojovací rozměry			Výpočtový součinitel
d	d_1 ~	D_2 ~	$r_{1,2}$ min	d_a min	D_a max	r_a max	f_0
mm				mm			–
50	62,5 68,8	81,6 95,2	1,1 2	57 61	83 99	1 2	14 13
55	69,1 75,3	89,4 104	1,5 2	64 66	91 109	1,5 2	14 13
60	75,5 81,9	98 112	1,5 2,1	69 72	101 118	1,5 2	14 13
65	83,3 88,4	106 121	1,5 2,1	74 77	111 128	1,5 2	15 13
70	87,1	111	1,5	79	116	1,5	15
75	92,1	117	1,5	84	121	1,5	15

Hybridní kuličková ložiska
d 65 – 110 mm



Hlavní rozměry			Únosnost		Mezní únavové zatížení	Přípustné otáčky		Hmotnost	Označení
d	D	B	dyna- mická C	sta- tická C ₀	P _u	Referenč- ní otáčky	Mezní otáčky		
mm			kN		kN	min ⁻¹		kg	–
65	100	18	31,9	25	1,06	18 000	10 000	0,41	6013/HC5C3
	120	23	58,5	40,5	1,73	16 000	8 500	0,92	6213/HC5C3
70	110	20	39,7	31	1,32	16 000	9 000	0,57	6014/HC5C3
	125	24	63,7	45	1,9	15 000	8 500	0,99	6214/HC5C3
75	160	37	119	76,5	3	12 000	6 700	2,60	6315/HC5C3
80	170	39	130	86,5	3,25	12 000	6 300	2,80	6316/HC5C3
95	200	45	159	118	4,15	9 500	5 300	4,90	6319/HC5C3
110	240	50	203	180	5,7	8 000	4 500	8,15	6322/HC5C3T



Rozměry				Připojovací rozměry			Výpočtový součinitel
d	d_1 ~	D_2 ~	$r_{1,2}$ min	d_a min	D_a max	r_a max	f_0
mm				mm			–
65	76,3 83,3	91,5 106	1,1 1,5	71 74	94 111	1 1,5	16 15
70	82,9 87,1	99,9 111	1,1 1,5	76 79	104 116	1 1,5	16 15
75	101	138	2,1	87	148	2	13
80	108	147	2,1	92	158	2	13
95	121	172	3	109	186	2,5	13
110	149	205	3	124	226	2,5	13



Ložiska INSOCOAT®

Provedení ložisek INSOCOAT	913
Ložiska INSOCOAT s izolačním povlakem na vnějším kroužku	913
Ložiska INSOCOAT s izolačním povlakem na vnitřním kroužku	913
Další ložiska INSOCOAT	913
Základní údaje	914
Rozměry	914
Tolerance	914
Vnitřní vůle	914
Klece	914
Minimální zatížení	914
Axiální únosnost	914
Ekvivalentní zatížení ložiska	914
Elektrické vlastnosti	914
Konstrukce souvisejících dílů	915
Montáž a údržba	915
Doplňující informace	915
Tabulková část	916
Kuličková ložiska INSOCOAT	916
Válečková ložiska INSOCOAT	918

Valivá ložiska v elektromotorech a generátorech, jakož i související díly zařízení mohou být poškozeny průchodem elektrického proudu, který poruší povrch valivých těles a oběžných drah v ložisku a rychle znehodnotí plastické mazivo. Nebezpečí poškození, nazývané elektrická eroze, výrazně vzrůstá, je-li motor vybaven měničem kmitočtu, který se v současné době stále více prosazuje v oblasti regulace.

V motoru s kmitočtovou regulací hrozí zvýšené nebezpečí, že vlivem parazitní kapacity v motoru dojde k průchodu vysokofrekvenčního proudu ložiskem.

Tento problém odstraňují elektricky izolovaná ložiska INSOCOAT® (→ **obr. 1**) vyvinutá skupinou SKF, která zabráňují průchodu elektrického proudu. Ložisko INSOCOAT představuje neobvykle ekonomické řešení ve srovnání s jinými způsoby ochrany ložiska. Konstrukce ložiska s elektroizolačními vlastnostmi umožňuje skupině SKF zvýšit spolehlivost a prodloužit dobu chodu stroje, protože se v podstatě podařilo vyloučit tuto příčinu havárie.

Ložiska INSOCOAT jsou opatřena vrstvou oxidu hlinitého o tloušťce 100 µm na vnějším povrchu vnějšího nebo vnitřního kroužku, a tedy jsou schopna odolávat stejnosměrnému napětí až 1 000 V. Technologie plazmového nanášení povlaků, kterou používá skupina SKF, umožňuje vytvořit neobvykle soudržný povlak stejnoměrné tloušťky, který je dále upravován, aby bylo dosaženo odolnosti proti vlhkosti.

Ložiska INSOCOAT jsou robustní a lze s nimi manipulovat stejným způsobem jako s běžnými ložisky bez izolační vrstvy.

Obr. 1



Provedení ložisek INSOCOAT

Ložiska INSOCOAT dodávaná ze skladu jsou

- jednořadá kuličková ložiska
- jednořadá válečková ložiska

v nejčastěji používaných velikostech a provedeníích. Ložiska INSOCOAT mají stejné provozní charakteristiky, přesnost rozměrů a chodu jako standardní ložiska bez elektroizolační vrstvy.

Standardní nabídka SKF zahrnuje ložiska v nezakrytém provedení s izolačním povlakem na vnějším nebo vnitřním kroužku. SKF rovněž dodává kuličková ložiska s kryty Z nebo s kontaktním těsněním RS1. Před volbou a objednááním ložisek v určitém provedení se laskavě informujte na jejich dostupnost u technicko-konzultačních služeb SKF.

Ložiska INSOCOAT s izolačním povlakem na vnějším kroužku

Ložiska s elektroizolačním povlakem na vnějším povrchu vnějšího kroužku představují nejběžnější provedení ložisek INSOCOAT. Tato ložiska mají přídatné označení VL0241.

Pro uložení, pro něž jsou zapotřebí menší ložiska než jsou uvedena v tabulkové části na **str. 916**, SKF doporučuje používat hybridní kuličková ložiska (→ **str. 897**).

Ložiska INSOCOAT s izolačním povlakem na vnitřním kroužku

Ložiska s povlakem INSOCOAT na vnějším povrchu vnitřního kroužku (→ **obr. 2**) zajišťují zvýšenou ochranu proti poškození průchodem elektrického proudu, která je dosažena vyšší impedancí, protože elektroizolační vrstva je nanášena na menší plochu. Tato ložiska mají přídatné označení VL2071.

Další ložiska INSOCOAT

Pokud ve standardní nabídce kuličkových a válečkových ložisek INSOCOAT nenaleznete vhodné ložisko, obraťte se na technicko-konzultační služby SKF a vyžádejte si informace o úplném výrobním programu ložisek INSOCOAT. Na zvláštní objednávku mohou být dodány další typy a velikosti ložisek INSOCOAT s vrstvou oxidu hlinitého o tloušťce až 300 µm na vnějším kroužku.

Obr. 2



Základní údaje

Rozměry

Hlavní rozměry kuličkových a válečkových ložisek INSOCOAT odpovídají ISO 15:1998.

Tolerance

Ložiska INSOCOAT jsou vyráběna v Normální přesnosti. Některá kuličková ložiska mohou být dodávána i ve vyšší přesnosti odpovídající třídě P5. Hodnoty tolerancí splňují ISO 492:2002 a jsou uvedeny v **tabulkách 3 a 5 na str. 125 a 127**.

Vrstva oxidu hlinitého, která je nanesena na vnější povrch vnějšího nebo vnitřního kroužku, neovlivňuje přesnost ložiska.

Vnitřní vůle

Kuličková a válečková ložiska INSOCOAT jsou standardně vyráběna s radiální vnitřní vůlí, která je uvedena v označení ložiska. Před objednávkou ložisek, s vůlí jinou než standardní, je zapotřebí se informovat na jejich dostupnost.

Hodnoty vůle uvádí pro

- kuličková ložiska **tabulka 4 na str. 297**
- válečková ložiska **tabulka 1 na str. 513**.

Uvedené hodnoty platí pro nenamontovaná ložiska a nulové měřicí zatížení.

Klece

V závislosti na typu a velikosti jsou ložiska INSOCOAT vybavena některou z následujících klecí

- okénková vstřikovaná klec z polyamidu 6,6 zesíleného skelnými vlákny, vedená kuličkami, přídavné označení P
- nýťovaná lisovaná ocelová klec, vedená kuličkami, bez přídavného označení,
- dvoudílná masivní mosazná klec, vedená valivými tělesy, přídavné označení M.

Podrobnější informace o těchto klecích uvádí část "Kuličková ložiska", která začíná na **str. 287**, a dále část "Válečková ložiska", která začíná na **str. 503**.

Minimální zatížení

Mají-li ložiska INSOCOAT pracovat stejně uspokojivě jako běžná ložiska, musí být vždy zatížena určitým minimálním zatížením. Postup pro výpočet potřebného minimálního zatížení se shoduje s postupem pro běžná ložiska a je uveden pro

- kuličková ložiska na **str. 298**
- válečková ložiska na **str. 517**.

Axiální únosnost

Axiální únosnost ložisek INSOCOAT se shoduje s únosností běžných ložisek. Doporučení lze najít pro

- kuličková ložiska na **str. 299**
- válečková ložiska na **str. 518**.

Ekvivalentní zatížení ložiska

Postup pro výpočet ekvivalentního dynamického a statického zatížení ložisek INSOCOAT se shoduje s postupem pro běžná ložiska. Doporučení lze najít pro

- kuličková ložiska na **str. 299**
- válečková ložiska na **str. 519**.

Elektrické vlastnosti

Vrstva INSOCOAT zajišťuje účinnou ochranu proti průchodu střídavého a stejnosměrného proudu. Minimální odpor je 50 MΩ při stejnosměrném napětí 1 000 V. Testy, které provedla skupina SKF, prokázaly, že k elektrickému průrazu izolační vrstvy dojde při stejnosměrném napětí vyšším než 3 000 V.

Konstrukce souvisejících dílů

Z důvodů zajištění elektroizolačních vlastností je vhodné, aby

- pro ložiska s elektroizolační vrstvou na vnějším kroužku v provedení VL0241 nebyl průměr osazení v díře tělesa nebo rozpěrného pouzdra menší než rozměr $D_{a \min}$ (→ **obr. 3a**), který je uveden v tabulkové části
- pro ložiska s elektroizolační vrstvou na vnitřním kroužku v provedení VL2071 nebyl průměr osazení na hřídeli nebo rozpěrného pouzdra větší než rozměr $d_{a \max}$ (→ **obr. 3b**) který je uveden v tabulkové části.

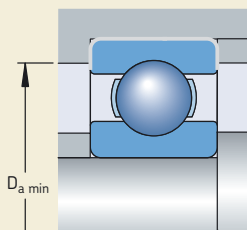
Montáž a údržba

Při montáži lze zacházet s ložisky INSOCOAT jako s běžnými ložisky. Pokud mají tato ložiska dosáhnout maximální provozní trvanlivosti, musí být zajištěno správné mazání. Nejvhodnější je časté domazávání.

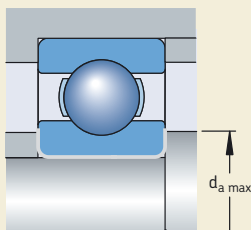
Doplňující informace

Další informace o ložiskách INSOCOAT poskytou technicko-konzultační služby SKF.

Obr. 3



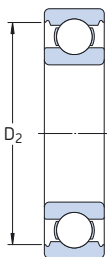
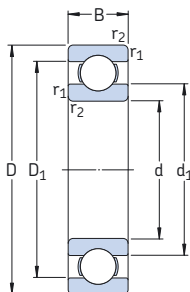
a



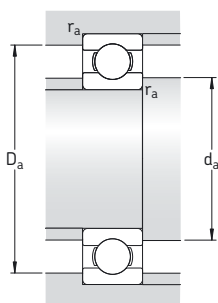
b

Kuličková ložiska INSOCOAT

d 70 – 150 mm

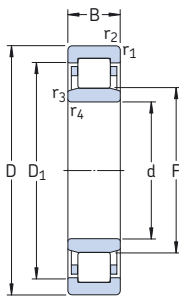


Hlavní rozměry			Únosnost		Mezní únavové zatížení P_u	Připustné otáčky		Hmot- nost	Označení
d	D	B	dyna- mická C	sta- tická C_0		Referenč- ní otáčky	Mezní otáčky		
mm			kN		kN	min^{-1}		kg	–
70	150	35	104	68	2,75	9 500	6 300	2,50	6314/C3VL0241
75	130	25	66,3	49	2,04	10 000	6 700	1,20	6215/C3VL0241
	160	37	114	76,5	3	9 000	5 600	3,05	6315/C3VL0241
80	140	26	70,2	55	2,2	9 500	6 000	1,40	6216/C3VL0241
	170	39	124	86,5	3,25	8 500	5 300	3,55	6316/C3VL0241
85	150	28	83,2	64	2,5	9 000	5 600	1,75	6217/C3VL0241
	180	41	133	96,5	3,55	8 000	5 000	4,10	6317/C3VL0241
90	160	30	95,6	73,5	2,8	8 500	5 300	2,40	6218/C3VL0241
	190	43	143	108	3,8	7 500	4 800	4,90	6318/C3VL0241
95	170	32	108	81,5	3	8 000	5 000	2,50	6219/C3VL0241
	200	45	153	118	4,15	7 000	4 500	5,65	6319/C3VL0241
100	180	34	124	93	3,35	7 500	4 800	3,15	6220/C3VL0241
	215	47	174	140	4,75	6 700	4 300	7,00	6320/C3VL0241
110	200	38	143	118	4	6 700	4 300	4,25	6222/C3VL0241
	240	50	203	180	5,7	6 000	3 800	9,65	6322/C3VL0241
120	215	40	146	118	3,9	6 300	4 000	5,20	6224/C3VL0241
	260	55	208	186	5,7	5 600	3 400	12,5	6324/C3VL0271
130	230	40	156	132	4,15	5 600	3 600	5,75	6226/C3VL0271
	280	58	229	216	6,3	5 000	3 200	15,2	6326/C3VL0271
140	300	62	251	245	7,1	4 800	4 300	21,8	6328 M/C3VL0271
150	270	45	174	166	4,9	5 000	3 200	9,80	6230/C3VL0271
	320	65	276	285	7,8	4 300	2 800	23,0	6330/C3VL0271



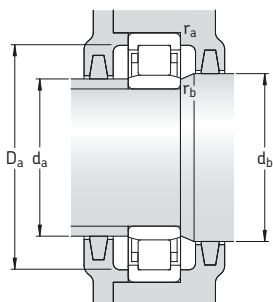
Rozměry					Připojovací rozměry					Výpočtové součinitele	
d	d ₁ ~	D ₁ ~	D ₂ ~	r _{1,2} min	d _a min	d _a max	D _a min	D _a max	r _a max	k _r	f ₀
mm					mm					–	
70	95	126	132	2,1	82	–	136	138	2	0,03	13
75	92 101	114 134	118 141	1,5 2,1	84 87	– –	121 146	121 148	1,5 2	0,025 0,03	15 13
80	101 108	127 143	122 149	2 2,1	91 92	– –	128 154	129 158	2 2	0,025 0,03	15 13
85	106 115	130 152	134 158	2 3	96 99	– –	139 163	139 166	2 2,5	0,025 0,03	15 13
90	112 121	139 160	145 166	2 3	101 104	– –	149 171	149 176	2 2,5	0,025 0,03	15 13
95	118 127	146 169	151 174	2,1 3	107 109	– –	156 179	158 186	2 2,5	0,025 0,03	14 13
100	125 135	155 181	160 186	2,1 3	112 114	– –	165 191	168 201	2 2,5	0,025 0,03	14 13
110	138 149	173 201	179 207	2,1 3	122 124	– –	184 213	188 226	2 2,5	0,025 0,03	14 13
120	151 164	184 216	189 –	2,1 3	132 134	– 158	194 –	203 246	2 2,5	0,025 0,03	14 14
130	160 177	199 233	205 –	3 4	144 147	154 171	– –	216 263	2,5 3	0,025 0,03	15 14
140	190	250	–	4	157	185	–	283	3	0,03	14
150	190 206	229 265	– –	3 4	164 167	185 200	– –	256 303	2,5 3	0,025 0,03	15 14

Válečková ložiska INSOCOAT
d 75 – 120 mm



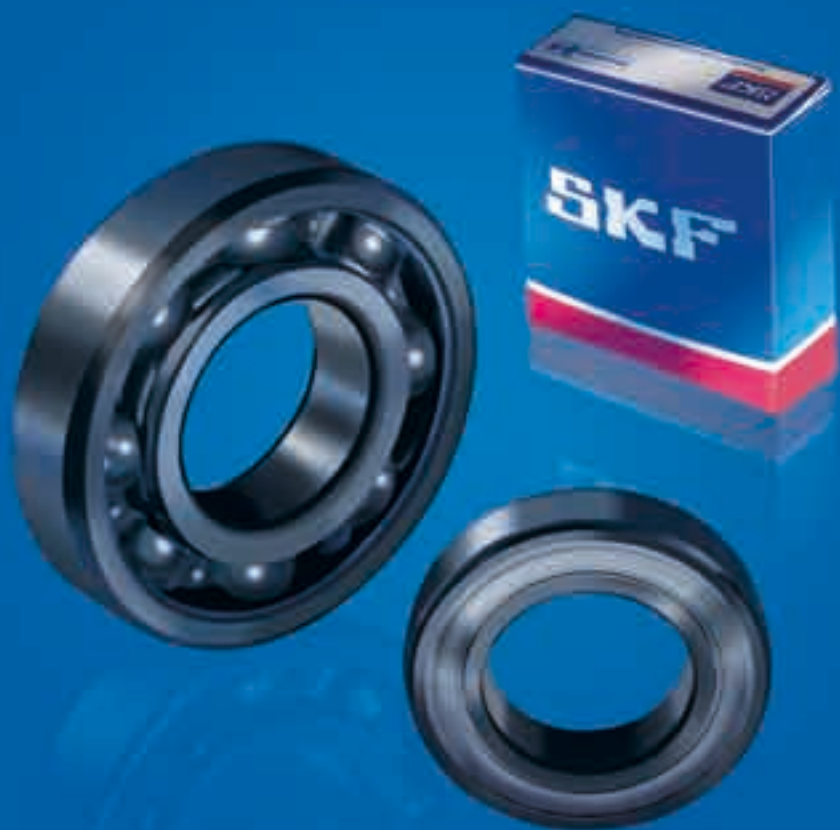
Hlavní rozměry			Únosnost		Mezní únavové zatížení	Přípustné otáčky		Hmotnost	Označení
d	D	B	dynamická C	statická C ₀	P _u	Referenční otáčky	Mezní otáčky		
mm			kN		kN	min ⁻¹		kg	–
75	160	37	280	265	33,5	4 500	5 300	3,30	* NU 315 ECP/VL0241
85	180	41	340	335	41,5	4 000	4 800	5,25	* NU 317 ECM/C3VL0241
90	160	30	208	220	27	4 500	5 000	2,75	* NU 218 ECM/C3VL0241
95	200	45	390	390	46,5	3 600	4 300	7,25	* NU 319 ECM/C3VL0241
110	240	50	530	540	61	3 000	3 400	12,0	* NU 322 ECM/C3VL0241
120	260	55	610	620	69,5	2 800	3 200	15,2	* NU 324 ECM/C3VL0241

* Ložisko SKF Explorer



Rozměry						Připojovací rozměry							Výpočtový součinitel
d	D ₁ –	F	r _{1,2} min	r _{3,4} min	s ¹⁾	d _a min	d _a max	d _b min	D _a min	D _a max	r _a max	r _b max	k _r
mm						mm							–
75	136	95	2,1	2,1	1,8	87	92	97	141	148	2	2	0,15
85	153	108	3	3	2,3	99	105	111	158	166	2,5	2,5	0,15
90	139	107	2	2	1,8	101	104	110	144	149	2	2	0,15
95	170	121,5	3	3	2,9	109	118	124	175	186	2,5	2,5	0,15
110	201	143	3	3	3	124	139	146	207	226	2,5	2,5	0,15
120	219	154	3	3	3,7	134	150	157	225	246	2,5	2,5	0,15

¹⁾ Přípustné axiální posunutí z normální polohy jednoho kroužku vůči druhému kroužku.



Ložiska a ložiskové jednotky pro vysoké teploty

Kuličková ložiska pro vysoké teploty	923
Provedení VA201 pro nejběžnější aplikace.....	923
Provedení 2Z/VA201 s kryty.....	923
Provedení 2Z/VA208 pro vysoké nároky.....	923
Provedení 2Z/VA228 pro nejvyšší nároky.....	923
Provedení 2Z/VA216 pro agresivní prostředí.....	924
Ložiska Y pro vysoké teploty	924
Ložiska Y v provedení VA201 a VA228	924
Ložiskové jednotky Y pro vysoké teploty	925
Základní údaje	926
Rozměry.....	926
Tolerance.....	926
Vnitřní vůle	926
Nesouosost	926
Otáčky	927
Konstrukce souvisejících dílů	927
Určení velikosti ložiska	928
Údržba	929
Doplňující informace.....	929
Tabulková část	930
Jednořadá kuličková ložiska pro vysoké teploty	930
Ložiska Y pro vysoké teploty, pojištěná stavěcím šroubem, pro metrické hřídele.....	934
Ložiska Y pro vysoké teploty, pojištěná stavěcím šroubem, pro palcové hřídele.....	935
Stojaté ložiskové jednotky Y pro vysoké teploty a metrické hřídele	936
Stojaté ložiskové jednotky Y pro vysoké teploty a palcové hřídele	937
Ložiskové přírubové jednotky Y se čtvercovým tělesem pro vysoké teploty a metrické hřídele	938
Ložiskové přírubové jednotky Y se čtvercovým tělesem pro vysoké teploty a palcové hřídele...	939
Ložiskové přírubové jednotky Y s oválným tělesem pro vysoké teploty a metrické hřídele.....	940
Ložiskové přírubové jednotky Y s oválným tělesem pro vysoké teploty a palcové hřídele.....	941

Obr. 1



Běžná valivá ložiska nejsou vhodná pro uložení, která mají pracovat při extrémních teplotách v rozsahu -150 až $+350$ °C nebo na něž působí velké teplotní rozdíly, jako např. v uloženíh pecních vozíků, pecí nebo dopravních systémů lakovacích linek, pro které jsou běžná valivá ložiska nevhodná. Z toho důvodu skupina SKF vyvinula pro vysoké teploty

- kuličková ložiska (→ **obr. 1**)
- ložiska Y (→ **obr. 2**)
- stojaté ložiskové jednotky Y (→ **obr. 3**)
- přírubové ložiskové jednotky Y

které splňují nejširší požadavky na

- nižší provozní náklady stroje
- prodloužení provozní doby bez údržby
- a vysokou provozní spolehlivost

Obr. 2



v širokém rozsahu teplot, a to i v náročných provozních podmínkách. Ložiska a ložiskové jednotky pro vysoké teploty, které patří do standardní nabídky SKF, jsou popisovány dále a jsou uvedeny v tabulkové části. Na zvláštní objednávku může SKF dodat ložiska pro velmi nízké nebo velmi vysoké teploty, která splňují určité požadavky. V případě, že jsou zapotřebí taková ložiska, laskavě se obraťte na technicko-konzultační služby SKF.

Obr. 3



Kuličková ložiska pro vysoké teploty

Kuličková ložiska SKF pro vysoké i velmi nízké teploty se shodují z konstrukčního hlediska s odpovídajícími standardními jednořadými kuličkovými ložisky. Nemají plnicí drážky a mohou přenášet kromě radiálního zatížení i částečné axiální zatížení. Charakteristickou vlastností těchto ložisek je velká radiální vnitřní vůle a zvláštní klece. Vůle je čtyřnásobně větší než C5 a zabraňuje zadření ložiska i při rychlém ochlazení. Všechny plochy ložiska a kryty jsou opatřeny vrstvou fosforečnanu manganu. Tím je zajištěna ochrana proti korozi a současně jsou zlepšeny funkční vlastnosti.

Kuličková ložiska SKF pro vysoké teploty mají válcovou díru a jsou nabízena v pěti provedeních, která jsou popisována dále.

Provedení VA201 pro nejběžnější aplikace

Ložiska v provedení VA201 (→ obr. 4a) jsou nezakryta a mají lisovanou ocelovou klec. Ložiska jsou namazána směsí polyalkylenglykolu/grafitu, která je vhodná pro teploty od -40 do $+250$ °C. Při teplotách nad $+200$ °C zůstává v ložisku suché mazivo.

Provedení 2Z/VA201 s kryty

Ložiska v provedení 2Z/VA201 (→ obr. 4b) jsou shodná s ložisky v provedení VA201, avšak jsou navíc opatřena na obou stranách kryty, které za-

braňují průniku pevných částic do ložiska. Kromě toho obsahují dvojnásobné množství směsi polyalkylenglykolu/grafitu než nezakrytá ložiska v provedení VA201.

Poznámka

Ložiska v provedení 2Z/VA201 nejsou vhodná pro uložení, která jsou převážně v klidu.

Provedení 2Z/VA208 pro vysoké nároky

Tato ložiska (→ obr. 4c) jsou vybavena segmentovou grafitovou klecí a mohou pracovat při teplotách od -150 do $+350$ °C. Segmenty oddělují kuličky a rovněž zajišťují potřebné mazání. Ložiska jsou opatřena dvěma kryty, které vedou axiálně segmenty klece a brání průniku částicím nečistot do ložiska. Nepatrná množství grafitového prášku, který vzniká otěrem při otáčení ložiska, zajišťuje dostatečné mazání ložiska.

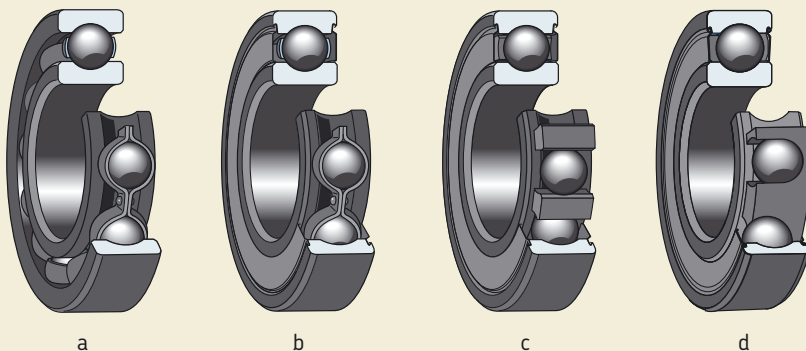
Další předností těchto ložisek je jejich ekologičnost neboť ani při nejvyšších teplotách zde nevznikají nebezpečné plyny a páry.

Provedení 2Z/VA228 pro nejvyšší nároky

Ložiska v provedení 2Z/VA228 (→ obr. 4d) představují vrchol nabídky ložisek SKF pro vysoké teploty. Tato ložiska mají "korunkovou" klec z čistého grafitu, která umožňuje jejich využití i v dalších aplikacích. Tato jedinečná klec, vyvinutá skupinou SKF, je vhodná pro otáčky až do 100 min^{-1} .

Ostatní vlastnosti jsou shodné s ložisky v provedení VA208.

Obr. 4



Provedení 2Z/VA216 pro agresivní prostředí

Pro uložení určená pro silně agresivní prostředí jsou vhodná ložiska v provedení 2Z/VA216. Tato ložiska jsou naplněna krémově bílým víceúčelovým plastickým mazivem na bázi fluorizovaného polyesterového oleje s PTFE a jsou určena pro teploty od -40 do $+230$ °C. Ostatní vlastnosti jsou shodné s ložisky v provedení 2Z/VA201.

Plastické mazivo vyplňuje zpravidla cca. 25 až 35 % volného prostoru v ložisku. Na zvláštní objednávku mohou být ložiska dodávána s jiným množstvím plastického maziva.

Ložiska Y pro vysoké teploty

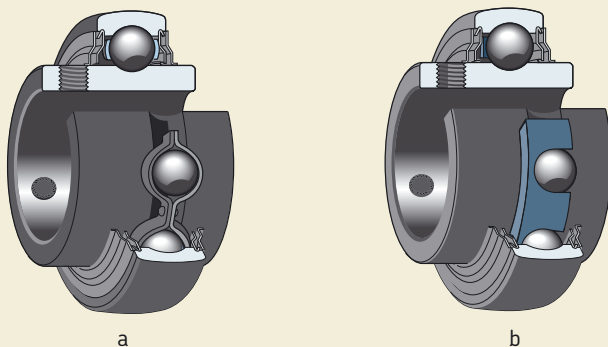
Ložiska Y skupiny SKF pro vysoké teploty jsou z konstrukčního hlediska shodná s odpovídajícími ložisky Y řady YAR 2-2FW se stavěcím šroubem. Charakteristickou vlastností těchto ložisek pro velmi vysoké teploty je velká radiální vnitřní vůle, zvláštní klece a kryty. Stejně jako kuličková ložiska pro vysoké teploty mají také ložiska Y všechny plochy opatřeny povlakem z fosforečnanu manganu. Tím je zajištěna ochrana proti korozi a současně jsou zlepšeny funkční vlastnosti.

Ložiska Y skupiny SKF pro vysoké a také nízké teploty jsou nabízena ve dvou provedeních.

Ložiska Y v provedení VA201 a VA228

S výjimkou radiální vůle, která se rovná pouze dvojnásobku vůle C5, mají ložiska Y v provedení VA201 (→ obr. 5a) a VA228 (→ obr. 5b) stejné vlastnosti jako kuličková ložiska se stejným číslem V. Ložiska Y jsou opatřena lisovanými ocelovými kryty a předřazenými krycími kroužky na obou stranách, které chrání ložisko proti pevným částicím nečistot.

Obr. 5



Obr. 6



Ložiskové jednotky Y pro vysoké teploty

Ložiskové jednotky Y pro vysoké teploty mají litinové těleso a jsou nabízeny ve třech provedeních

- stojaté ložiskové jednotky Y (→ **obr. 6**)
- ložiskové jednotky se čtvercovou přírubou a čtyřmi dírami pro upevňovací šrouby (→ **obr. 7**)
- ložiskové jednotky s oválnou přírubou a dvěma dírami pro upevňovací šrouby (→ **obr. 8**).

Ložiska Y, která jsou montována do těles, jsou popisována výše.

S výjimkou těles některých velikostí, která mají poněkud odlišné rozměry, jsou litinová tělesa ložiskových jednotek zaměnitelná s tělesy standardních ložiskových jednotek Y. Tělesa jsou pozinkována a žlutě chromována kvůli zvýšení protikorozní odolnosti.

Tělesa nejsou opatřena mazací hlavicí, protože ložiska v tělese jsou naplněna plastickým mazivem na celou dobu trvanlivosti. Díra v tělese, která je nakonzervována mazací pastou, je vyrobena s takovými tolerancemi, které zajistí vyrovnání nesouososti v jakékoli poloze a při všech teplotách.

Obr. 7



Obr. 8



Základní údaje

Rozměry

Hlavní rozměry

- kuličkových ložisek odpovídají ISO 15:1998
- ložisek Y odpovídají ISO 9628:1992
- ložiskových jednotek Y odpovídají ISO 3228:1993.

Tolerance

Kuličková ložiska a ložiska Y jsou vyráběna v Normální přesnosti podle

- ISO 492:2002 (→ **tabulka 3, str. 125**) a
- ISO 9628:1992 (→ **tabulka 1**).

Vzhledem k tomu, že ložiska mají speciální povrchovou úpravu, která je chrání proti korozi a zlepšuje jejich provozní vlastnosti, mohou se některé tolerance lišit od standardních tolerancí. Jakékoli takové úchytky však nemají vliv na montáž nebo funkci ložiska.

Ložiska Y pro palcové hřídele jsou vyrobená se stejnými tolerancemi jako odpovídající standardní ložiska pro metrické hřídele.

Tolerance výšky osy hřídele nad opěrnou plochou (rozměr H_1 stojatého ložiskového tělesa) činí 0/-0,25 mm.

Vnitřní vůle

Kuličková ložiska SKF pro vysoké teploty jsou vyráběna s vůlí, která se rovná čtyřnásobku standardní vůle C5. Radiální vůle ložisek Y a příslušných ložiskových jednotek Y se rovná dvojnásobku standardní vůle C5 podle ISO 5753:1991.

Hodnoty vůle pro různá ložiska jsou uvedeny v **tabulce 2** a platí pro nenamontovaná ložiska s nulovým měřicím zatížením.

Nesouosost

Velká radiální vnitřní vůle umožňuje kuličkovým ložiskům pro vysoké teploty vyrovnávat nesouosost naklopením vnějšího kroužku vůči vnitřnímu v rozsahu 20 až 30 úhlových minut. To však platí pouze pro nízké otáčky, protože odvalování kuliček při takovém naklopení probíhá za velmi nepříznivých podmínek.

Při montáži mohou ložiskové jednotky Y vyrovnat nesouosost až 5°.

Tabulka 1

Tolerance ložisek Y					
Jmenovitý průměr d , D přes včetně		Průměr díry Uchylka max min		Vnější průměr Uchylka max min	
mm		μm		μm	
18	30	+18	0	–	–
30	50	+21	0	0	–10
50	80	+24	0	0	–10
80	120	+28	0	0	–15

Tabulka 2

Radiální vnitřní vůle					
Průměr díry d přes včetně		Radiální vnitřní vůle Kuličková ložiska min max		Ložiskové jednotky Y Ložiskové jednotky Y min max	
mm		μm		μm	
10	18	80	148	–	–
18	24	100	180	–	–
		112	192	56	96
24	30	120	212	60	106
30	40	160	256	80	128
40	50	180	292	90	146
50	65	220	360	110	180
65	80	260	420	–	–
80	100	300	480	–	–
100	120	360	560	–	–

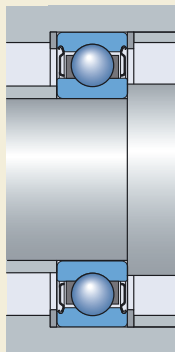
Otáčky

Kuličková ložiska i ložiska Y značky SKF pro vysoké teploty v provedení VA201, VA208 a VA228 jsou vyvinuta pro pomaluběžná uložení, která vykonávají pouze několik otáček za minutu. Praxe prokázala, že ložiska mohou dlouhodobě pracovat bez údržby při otáčkách až 100 min^{-1} . Pokud má ložisko pracovat při vyšších otáčkách (rychlostech otáčení), je vhodné se obrátit na technicko-konzultační služby SKF.

Konstrukce souvisejících dílů

Doporučujeme zajistit opření krytů kuličkových ložisek v provedení 2Z/VA228 a 2Z/VA208, protože kryty musí zajišťovat axiální vedení grafitové klece ($\rightarrow$ **obr. 9**). Z toho důvodu je vhodné, aby osazení v tělese nebo díra rozpěrného pouzdra mělo menší průměr než průměr osazení vnějšího kroužku D_2 uvedený v tabulkové části. Jestliže to není možné, je třeba vložit opěrný kroužek s odpovídajícím průměrem mezi ložisko a osazení v díře tělesa nebo rozpěrné pouzdro.

Obr. 9



Určení velikosti ložiska

Potřebná velikost je určena na základě statické únosnosti C_0 , protože tato ložiska a ložiskové jednotky Y pracují s velmi nízkými otáčkami.

Při vysokých teplotách klesá únosnost ložiska. Tento jev vyjadřuje teplotní součinitel f_T , jímž je nutno vynásobit statickou únosnost C_0 .

Požadovanou statickou únosnost lze vypočítat ze vztahu

$$C_{0 \text{ req}} = 2 P_0 / f_T$$

kde

$C_{0 \text{ req}}$ = požadovaná statická únosnost, kN

P_0 = ekvivalentní statické zatížení, kN

f_T = teplotní součinitel (→ **tabulka 3**)

Ekvivalentní statické zatížení P_0 lze stanovit podle

$$P_0 = 0,6 F_r + 0,5 F_a$$

kde

F_r = skutečné radiální zatížení, kN

F_a = skutečné axiální zatížení, kN

Při výpočtu P_0 je třeba použít maximální zatížení, které může na ložisko působit, přičemž radiální a axiální složku zatížení je třeba dosadit do výše uvedeného vztahu. Jestliže $P_0 < F_r$, pak platí $P_0 = F_r$.

Požadovaná statická únosnost $C_{0 \text{ req}}$ je uvedena pro různá zatížení a teploty v **tabulce 4**. Na základě požadované statické únosnosti

vypočtené podle výše uvedeného vztahu nebo určené z **tabulky 4**, lze zvolit vhodné ložisko nebo ložisko Y v tabulkové části.

Zvolené ložisko nebo ložisková jednotka Y by měly mít statickou únosnost C_0 stejnou nebo větší než požadovaná hodnota.

Tabulka 4

Požadovaná statická únosnost pro různá zatížení a teploty

Zatížení ložiska P_0	Požadovaná statická únosnost $C_{0 \text{ req}}$ pro provozní teploty do				
	150 °C	200 °C	250 °C	300 °C	350 °C
kN	kN				
0,5	1	1,05	1,11	1,2	1,56
1	2	2,1	2,22	2,5	3,12
2	4	4,2	4,44	5	6,25
3	6	6,3	6,67	7,5	9,4
4	8	8,4	8,9	10	12,5
5	10	10,5	11,1	12,5	15,6
6	12	12,6	13,3	15	18,8
7	14	14,7	15,5	17,5	21,9
8	16	16,8	17,8	20	25
9	18	18,9	19,9	22,5	28,1
10	20	21	22,2	25	31,3
11	22	23,1	24,5	27,5	34,4
12	24	25,2	26,7	30	37,5
13	26	27,3	29	32,5	40,5
14	28	29,4	31,1	35	44
15	30	31,5	33,3	37,5	47
16	32	33,6	35	40	50
17	34	35,7	37,8	42,5	53
18	36	37,8	40	45	56
19	38	40	42	47,5	60
20	40	42	44,5	50	62,5
22	44	46	49	55	69
24	48	50,5	53	60	75
26	52	54,5	58	65	81
28	56	59	62	70	87,5
30	60	63	66,5	75	94
32	64	67	71	80	—
34	68	71,5	75,5	85	—
36	72	75,5	80	90	—
38	76	80	84,5	95	—
40	80	84	89	—	—
42	84	88,5	9,5	—	—
44	88	92,5	—	—	—

Tabulka 3

Teplotní součinitel f_T

Provozní teplota	Součinitel f_T
°C	—
150	1
200	0,95
250	0,9
300	0,8
350	0,64

Údržba

Ložiska a ložiskové jednotky Y značky SKF pro vysoké teploty jsou namazány plastickým mazivem na celou dobu trvanlivosti, a tedy nejsou uzpůsobeny pro domazávání. Nezakrytá kuličková ložiska v provedení VA201 by však měla být prohlédnuta přibližně po šesti měsících provozu. Stačí otevřít ložiskové těleso nebo u pecního vozíku stáhnout kolo s ložiskem z čepu a odstranit nečistoty pomocí měchu.

Pokud oběžné dráhy již nejsou pokryty filmem vytvořeným pevným mazivem, které dodává oběžným drahám kovově lesklý vzhled, ložisko by mělo být domazáno původní černou pastou pro vysoké teploty, která je směsí polyalkylen-glykolu a grafitu.

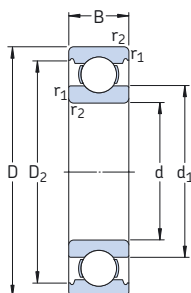
Doplňující informace

Další informace o

- určení typu ložiska
- určení velikosti ložiska
- konstrukci uložení
- montáži a demontáži
- údržbě,

jsou uvedeny v příslušných informačních materiálech, které si můžete vyžádat nebo se obraťte na technicko-konzultační služby SKF.

**Jednořadá kuličková ložiska
pro vysoké teploty
d 10 – 45 mm**



VA201

2Z/VA201

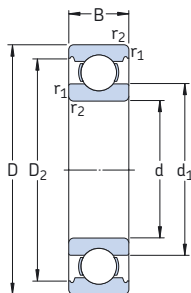
2Z/VA208

2Z/VA228

Rozměry						Únosnost statická	Hmotnost	Označení
d	D	B	d ₁	D ₂	r _{1,2} min	C ₀		
mm						kN	kg	–
10	35	11	17,5	28,7	0,6	3,4	0,053	6300-2Z/VA201
12	32	10	18,2	27,4	0,6	3,1	0,037	6201/VA201
	32	10	18,2	27,4	0,6	3,1	0,037	6201-2Z/VA201
	32	10	18,2	27,4	0,6	3,1	0,037	6201-2Z/VA228
15	35	11	21,5	30,4	0,6	3,75	0,045	6202/VA201
	35	11	21,5	30,4	0,6	3,75	0,045	6202-2Z/VA201
	35	11	21,5	30,4	0,6	3,75	0,043	6202-2Z/VA228
17	35	10	22,7	31,2	0,3	3,25	0,039	6003/VA201
	40	12	24,2	35	0,6	4,75	0,065	6203/VA201
	40	12	24,2	35	0,6	4,75	0,065	6203-2Z/VA201
20	40	12	24,2	35	0,6	4,75	0,060	6203-2Z/VA228
	42	12	27,2	37,2	0,6	5	0,068	6004-2Z/VA208
	47	14	28,5	40,6	1	6,55	0,11	6204/VA201
25	47	14	28,5	40,6	1	6,55	0,11	6204-2Z/VA201
	47	14	28,5	40,6	1	6,55	0,10	6204-2Z/VA228
	52	15	30,3	44,8	1,1	7,8	0,13	6304/VA201
30	52	15	30,3	44,8	1,1	7,8	0,13	6304-2Z/VA201
	52	15	30,3	44,8	1,1	7,8	0,13	6304-2Z/VA228
35	47	12	32	42,2	0,6	6,55	0,08	6005/VA201
	47	12	32	42,2	0,6	6,55	0,08	6005-2Z/VA201
	47	12	32	42,2	0,6	6,55	0,08	6005-2Z/VA228
40	52	15	34	46,3	1	7,8	0,13	6205/VA201
	52	15	34	46,3	1	7,8	0,13	6205-2Z/VA201
	52	15	34	46,3	1	7,8	0,12	6205-2Z/VA228
45	62	17	36,6	52,7	1,1	11,6	0,23	6305/VA201
	62	17	36,6	52,7	1,1	11,6	0,22	6305-2Z/VA228

Rozměry						Únosnost statická	Hmotnost	Označení
d	D	B	d ₁ ~	D ₂ ~	r _{1,2} min	C ₀		
mm						kN	kg	–
30	55	13	38,2	49	1	8,3	0,11	6006-2Z/VA208
	62	16	40,3	54,1	1	11,2	0,20	6206/VA201
	62	16	40,3	54,1	1	11,2	0,20	6206-2Z/VA201
	62	16	40,3	54,1	1	11,2	0,19	6206-2Z/VA208
	62	16	40,3	54,1	1	11,2	0,19	6206-2Z/VA228
	72	19	44,6	61,9	1,1	16	0,35	6306/VA201
	72	19	44,6	61,9	1,1	16	0,34	6306-2Z/VA208
	72	19	44,6	61,9	1,1	16	0,34	6306-2Z/VA228
	72	17	46,9	62,7	1,1	15,3	0,29	6207/VA201
	72	17	46,9	62,7	1,1	15,3	0,29	6207-2Z/VA201
	72	17	46,9	62,7	1,1	15,3	0,28	6207-2Z/VA208
	72	17	46,9	62,7	1,1	15,3	0,28	6207-2Z/VA228
35	80	21	49,5	69,2	1,5	19	0,46	6307/VA201
	80	21	49,5	69,2	1,5	19	0,44	6307-2Z/VA208
40	68	15	49,2	61,1	1	11,6	0,17	6008-2Z/VA208
	80	18	52,6	69,8	1,1	19	0,37	6208/VA201
	80	18	52,6	69,8	1,1	19	0,37	6208-2Z/VA201
	80	18	52,6	69,8	1,1	19	0,35	6208-2Z/VA208
	80	18	52,6	69,8	1,1	19	0,35	6208-2Z/VA228
	90	23	56,1	77,7	1,5	24	0,63	6308/VA201
	90	23	56,1	77,7	1,5	24	0,63	6308-2Z/V201
	90	23	56,1	77,7	1,5	24	0,61	6308-2Z/VA208
	90	23	56,1	77,7	1,5	24	0,61	6308-2Z/VA228
45	85	19	57,6	75,2	1,1	21,6	0,41	6209/VA201
	85	19	57,6	75,2	1,1	21,6	0,41	6209-2Z/VA201
	85	19	57,6	75,2	1,1	21,6	0,39	6209-2Z/VA208
	85	19	57,6	75,2	1,1	21,6	0,39	6209-2Z/VA228
	100	25	62,1	86,7	1,5	31,5	0,83	6309/VA201
	100	25	62,1	86,7	1,5	31,5	0,79	6309-2Z/VA208

**Jednořadá kuličková ložiska
pro vysoké teploty
d 50 – 120 mm**



VA201

2Z/VA201

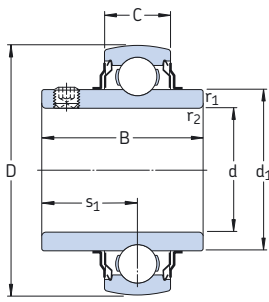
2Z/VA208

2Z/VA228

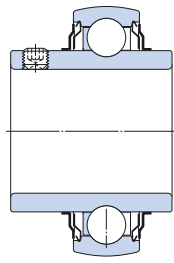
Rozměry						Únosnost statická	Hmot- nost	Označení
d	D	B	d ₁	D ₂	r _{1,2} min	C ₀		
mm						kN	kg	–
50	90	20	62,5	81,7	1,1	23,2	0,46	6210/VA201
	90	20	62,5	81,7	1,1	23,2	0,46	6210-2Z/VA201
	90	20	62,5	81,7	1,1	23,2	0,45	6210-2Z/VA208
	90	20	62,5	81,7	1,1	23,2	0,45	6210-2Z/VA228
	110	27	68,7	95,2	2	38	1,05	6310/VA201
	110	27	68,7	95,2	2	38	1,05	6310-2Z/VA201
	110	27	68,7	95,2	2	38	1,04	6310-2Z/VA208
	110	27	68,7	95,2	2	38	1,04	6310-2Z/VA228
	120	29	75,3	104	2	45	1,35	6311/VA201
	120	29	75,3	104	2	45	1,33	6311-2Z/VA208
	130	31	81,8	113	2,1	52	1,70	6312/VA201
	130	31	81,8	113	2,1	52	1,60	6312-2Z/VA208
60	120	23	83,3	106	1,5	40,5	0,99	6213/VA201
	120	23	83,3	106	1,5	40,5	0,94	6213-2Z/VA208
	120	23	83,3	106	1,5	40,5	0,94	6213-2Z/VA228
	140	33	88,3	122	2,1	60	2,10	6313/VA201
	140	33	88,3	122	2,1	60	2,00	6313-2Z/VA208
	150	35	94,9	130	2,1	68	2,50	6314/VA201
	150	35	94,9	130	2,1	68	2,70	6314-2Z/VA208
	125	24	87	111	1,5	45	1,05	6214/VA201
	125	24	87	111	1,5	45	1,00	6214-2Z/VA208
	130	27	90,7	115	1,5	48	1,10	6215/VA201
	130	27	90,7	115	1,5	48	1,05	6215-2Z/VA208
	130	27	90,7	115	1,5	48	1,05	6215-2Z/VA228
65	120	23	83,3	106	1,5	40,5	0,99	6213/VA201
	120	23	83,3	106	1,5	40,5	0,94	6213-2Z/VA208
	120	23	83,3	106	1,5	40,5	0,94	6213-2Z/VA228
	140	33	88,3	122	2,1	60	2,10	6313/VA201
	140	33	88,3	122	2,1	60	2,00	6313-2Z/VA208
	150	35	94,9	130	2,1	68	2,50	6314/VA201
	150	35	94,9	130	2,1	68	2,70	6314-2Z/VA208
	125	24	87	111	1,5	45	1,05	6214/VA201
	125	24	87	111	1,5	45	1,00	6214-2Z/VA208
	130	27	90,7	115	1,5	48	1,10	6215/VA201
	130	27	90,7	115	1,5	48	1,05	6215-2Z/VA208
	130	27	90,7	115	1,5	48	1,05	6215-2Z/VA228

Rozměry						Únosnost statická	Hmot- nost	Označení
d	D	B	d ₁ ~	D ₂ ~	r _{1,2} min	C ₀		
mm						kN	kg	–
75	130	25	92	117	1,5	49	1,20	6215/VA201
	130	25	92	117	1,5	49	1,20	6215-2Z/VA201
	130	25	92	117	1,5	49	1,15	6215-2Z/VA208
	130	25	92	117	1,5	49	1,15	6215-2Z/VA228
	160	37	101	139	2,1	76,5	3,00	6315/VA201
	160	37	101	139	2,1	76,5	3,00	6315-2Z/VA208
80	140	26	101	127	2	55	1,35	6216-2Z/VA208
	170	39	108	147	2,1	86,5	3,55	6316-2Z/VA208
85	150	28	106	135	2	64	1,80	6217/VA201
	150	28	106	135	2	64	1,70	6217-2Z/VA208
90	160	30	112	143	2	73,5	2,15	6218-2Z/VA228
95	170	32	118	152	2,1	81,5	2,60	6219/VA201
	170	32	118	152	2,1	81,5	2,60	6219-2Z7/VA201
	170	32	118	152	2,1	81,5	2,45	6219-2Z/VA228
100	150	24	115	139	1,5	54	1,10	6020-2Z/VA208
	180	34	124	160	2,1	93	3,15	6220/VA201
	180	34	124	160	2,1	93	3,00	6220-2Z/VA208
	180	34	124	160	2,1	93	3,00	6220-2Z/VA228
120	180	28	139	166	2	80	1,90	6024-2Z/VA208

Ložiska Y pro vysoké teploty,
 pojištěná stavěcím šroubem, pro metrické hřídele
 d 20 – 60 mm



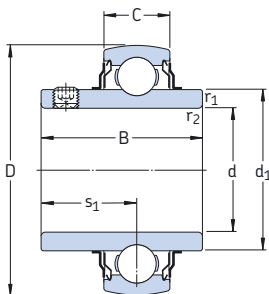
VA201



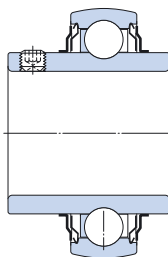
VA228

Rozměry							Únosnost statická	Hmotnost	Označení	
d	D	B	C	d ₁	s ₁	r _{1,2} min	C ₀		Ložisko s ocelovou lisovanou klecí	
mm							kN	kg	–	
20	47	31	14	28,2	18,3	0,6	6,55	0,14	YAR 204-2FW/VA201	YAR 204-2FW/VA228
25	52	34,1	15	33,7	19,8	0,6	7,8	0,17	YAR 205-2FW/VA201	YAR 205-2FW/VA228
30	62	38,1	18	39,7	22,2	0,6	11,2	0,28	YAR 206-2FW/VA201	YAR 206-2FW/VA228
35	72	42,9	19	46,1	25,4	1	15,3	0,41	YAR 207-2FW/VA201	YAR 207-2FW/VA228
40	80	49,2	21	51,8	30,2	1	19	0,55	YAR 208-2FW/VA201	YAR 208-2FW/VA228
45	85	49,2	22	56,8	30,2	1	21,6	0,60	YAR 209-2FW/VA201	YAR 209-2FW/VA228
50	90	51,6	22	62,5	32,6	1	23,2	0,69	YAR 210-2FW/VA201	YAR 210-2FW/VA228
55	100	55,6	25	69,1	33,4	1	29	0,94	YAR 211-2FW/VA201	YAR 211-2FW/VA228
60	110	65,1	26	75,6	39,7	1,5	36	1,30	YAR 212-2FW/VA201	YAR 212-2FW/VA228

**Ložiska Y pro vysoké teploty,
pojištěná stavěcím šroubem, pro palcové hřídele
d $\frac{3}{4}$ – $2\frac{7}{16}$ in**



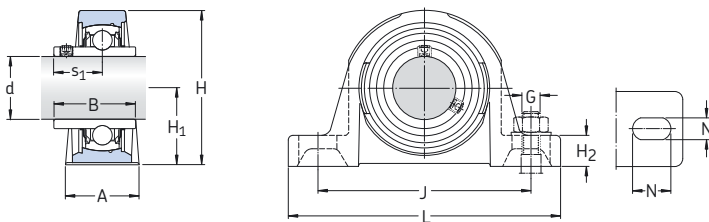
VA201



VA228

Rozměry							Únosnost statická	Hmot- nost	Označení Ložisko s ocelovou lisovanou klecí	jednodílnou korunkovou grafitovou klecí
d	D	B	C	d ₁	s ₁	r _{1,2} min	C ₀			
in	mm						kN	kg	–	
$\frac{3}{4}$	47	31	14	28,2	18,3	0,6	6,55	0,14	YAR 204-012-2FW/VA201	YAR 204-012-2FW/VA228
1	52	34,1	15	33,7	19,8	0,6	7,8	0,17	YAR 205-100-2FW/VA201	YAR 205-100-2FW/VA228
$1\frac{3}{16}$	62	38,1	18	39,7	22,2	0,6	11,2	0,27	YAR 206-103-2FW/VA201	YAR 206-103-2FW/VA228
$1\frac{1}{4}$	72	42,9	19	46,1	25,4	1	15,3	0,46	YAR 207-104-2FW/VA201	YAR 207-104-2FW/VA228
$1\frac{7}{16}$	72	42,9	19	46,1	25,4	1	15,3	0,38	YAR 207-107-2FW/VA201	YAR 207-107-2FW/VA228
$1\frac{1}{2}$	80	49,2	21	51,8	30,2	1	19	0,59	YAR 208-108-2FW/VA201	YAR 208-108-2FW/VA228
$1\frac{11}{16}$	85	49,2	22	56,8	30,2	1	21,6	0,66	YAR 209-111-2FW/VA201	YAR 209-111-2FW/VA228
$1\frac{3}{4}$	85	49,2	22	56,8	30,2	1	21,6	0,62	YAR 209-112-2FW/VA201	YAR 209-112-2FW/VA228
$1\frac{15}{16}$	90	51,6	22	62,5	32,6	1	23,2	0,71	YAR 210-115-2FW/VA201	YAR 210-115-2FW/VA228
2	100	55,6	25	69,1	33,4	1	29	0,94	YAR 211-200-2FW/VA201	YAR 211-200-2FW/VA228
$2\frac{3}{16}$	100	55,6	25	69,1	33,4	1	29	0,92	YAR 211-203-2FW/VA201	YAR 211-203-2FW/VA228
$2\frac{7}{16}$	110	65,1	26	75,6	39,7	1,5	36	1,30	YAR 212-207-2FW/VA201	YAR 212-207-2FW/VA228

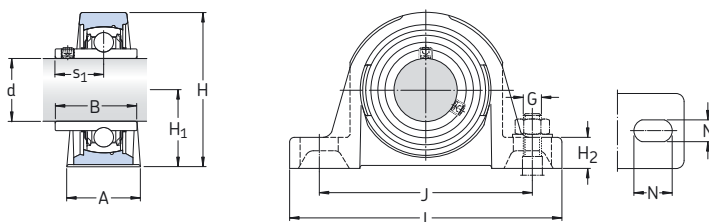
Stojaté ložiskové jednotky Y
pro vysoké teploty a metrické hřídele
d 20 – 60 mm



Rozměry

d	A	B	H	H ₁	H ₂	J	L	N	N ₁	G	s ₁	Únos- nost sta- tická C ₀	Hmot- nost	Označení Jednotka Y s ocelovou lisovanou klecí	jednodílnou korunkovou grafitovou klecí
mm												kN	kg	–	
20	32	31	64	33,3	14	97	127	20,5	11,5	10	18,3	6,55	0,57	SY 20 TF/VA201	SY 20 TF/VA228
25	36	34,1	70	36,5	16	102	130	19,5	11,5	10	19,8	7,8	0,73	SY 25 TF/VA201	SY 25 TF/VA228
30	40	38,1	82	42,9	16,5	117,5	152	23,5	14	12	22,2	11,2	1,10	SY 30 TF/VA201	SY 30 TF/VA228
35	45	42,9	93	47,6	19	126	160	21	14	12	25,4	15,3	1,45	SY 35 TF/VA201	SY 35 TF/VA228
40	48	49,2	99	49,2	19	135,5	175	24,5	14	12	30,2	19	1,80	SY 40 TF/VA201	SY 40 TF/VA228
45	48	49,2	107	54	20,6	143,5	187	22,5	14	12	30,2	21,6	2,20	SY 45 TF/VA201	SY 45 TF/VA228
50	54	51,6	114	57,2	22	157	203	26	18	16	32,6	23,2	2,70	SY 50 TF/VA201	SY 50 TF/VA228
55	60	55,6	127	63,5	23,8	171,5	219	27,5	18	16	33,4	29	3,60	SY 55 TF/VA201	SY 55 TF/VA228
60	60	65,1	139,7	69,9	26	190,5	240	29	18	16	39,7	36	4,45	SY 60 TF/VA201	SY 60 TF/VA228

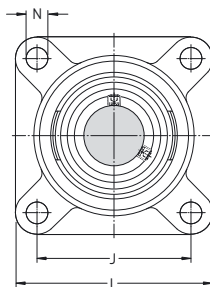
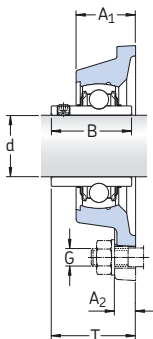
Stojaté ložiskové jednotky Y
pro vysoké teploty a palcové hřídele
d 3/4 – 2 7/16 in



Rozměry

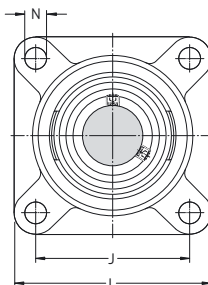
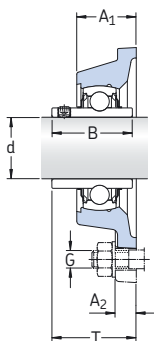
d	A	B	H	H ₁	H ₂	J	L	N	N ₁	G	s ₁	Únos- nost sta- tická C ₀	Hmot- nost	Označení Jednotka Y s ocelovou lisovanou klec	jednodílnou korunkovou grafitovou klecí
in	mm											kN	kg	–	
3/4	32	31	64	33,3	14	97	127	20,5	11,5	10	18,3	6,55	0,57	SY 3/4 TF/VA201	SY 3/4 TF/VA228
1	36	34,1	70	36,5	16	102	130	19,5	11,5	10	19,8	7,8	0,73	SY 1. TF/VA201	SY 1. TF/VA228
1 3/16	40	38,1	82	42,9	17	117,5	152	23,5	14	12	22,2	11,2	1,10	SY 1.3/16 TF/VA201	SY 1.3/16 TF/VA228
1 1/4	45	42,9	93	47,6	19	126	160	21	14	12	25,4	15,3	1,45	SY 1.1/4 TF/VA201	SY 1.1/4 TF/VA228
1 7/16	45	42,9	93	47,6	19	126	160	21	14	12	25,4	15,3	1,45	SY 1.7/16 TF/VA201	SY 1.7/16 TF/VA228
1 1/2	48	49,2	99	49,2	19	135,5	175	24,5	14	12	30,2	19	1,80	SY 1.1/2 TF/VA201	SY 1.1/2 TF/VA228
1 11/16	48	49,2	107	54	20,6	143,5	187	22,5	14	12	30,2	21,6	2,2	SY 1.11/16 TF/VA201	SY 1.11/16 TF/VA228
1 3/4	48	49,2	107	54	20,6	143,5	187	22,5	14	12	30,2	21,6	2,20	SY 1.3/4 TF/VA201	SY 1.3/4 TF/VA228
1 15/16	54	51,6	114	57,2	22	157	203	26	18	16	32,6	23,2	2,70	SY 1.15/16 TF/VA201	SY 1.15/16 TF/VA228
2	60	55,6	127	63,5	23,8	171,5	219	27,5	18	16	33,4	29	3,60	SY 2. TF/VA201	SY 2. TF/VA228
2 3/16	60	55,6	127	63,5	23,8	171,5	219	27,5	18	16	33,4	29	3,55	SY 2.3/16 TF/VA201	SY 2.3/16 TF/VA228
2 7/16	60	65,1	139,7	69,9	26	190,5	240	29	18	16	39,7	36	4,45	SY 2.7/16 TF/VA201	SY 2.7/16 TF/VA228

Ložiskové přírubové jednotky Y se čtvercovým tělesem pro vysoké teploty a metrické hřídele d 20 – 60 mm



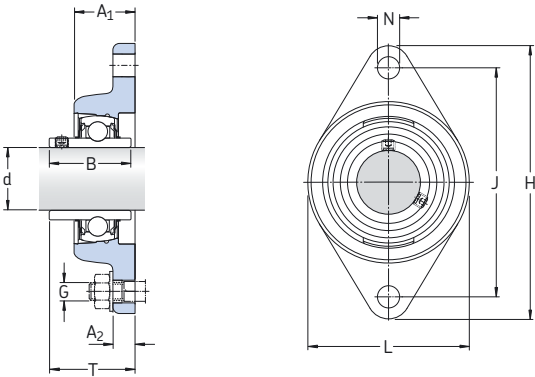
Rozměry									Únos- nost sta- tická C ₀	Hmot- nost	Označení Jednotka Y s ocelovou lisovací klecí	jednodílnou korunkovou grafitovou klecí
d	A ₁	A ₂	B	J	L	N	G	T				
mm									kN	kg	–	
20	29,5	11	31	63,5	86	11,1	10	37,3	6,55	0,60	FY 20 TF/VA201	FY 20 TF/VA228
25	30	12	34,1	70	95	12,7	10	38,8	7,8	0,77	FY 25 TF/VA201	FY 25 TF/VA228
30	32,5	13	38,1	82,5	108	12,7	10	42,2	11,2	1,10	FY 30 TF/VA201	FY 30 TF/VA228
35	34,5	13	42,9	92	118	14,3	12	46,4	15,3	1,40	FY 35 TF/VA201	FY 35 TF/VA228
40	38,5	14	49,2	101,5	130	14,3	12	54,2	19	1,90	FY 40 TF/VA201	FY 40 TF/VA228
45	39	14	49,2	105	137	15,9	14	54,2	21,6	2,10	FY 45 TF/VA201	FY 45 TF/VA228
50	43	15	51,6	111	143	15,9	14	60,6	23,2	2,50	FY 50 TF/VA201	FY 50 TF/VA228
55	47,5	16	55,6	130	162	19	16	64,4	29	3,60	FY 55 TF/VA201	FY 55 TF/VA228
60	52	17	65,1	143	175	19	16	73,7	36	4,60	FY 60 TF/VA201	FY 60 TF/VA228

Ložiskové přírubové jednotky Y se čtvercovým tělesem pro vysoké teploty a palcové hřídele d 3/4 – 2 7/16 in



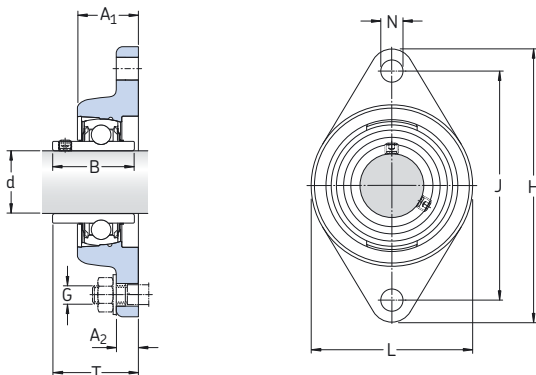
Rozměry									Únos- nost sta- tická C ₀	Hmot- nost	Označení Jednotka Y s ocelovou lisovanou klecí	jednodílnou korunkovou grafitovou klecí
d	A ₁	A ₂	B	J	L	N	G	T				
in	mm								kN	kg	–	
3/4	29,5	11	31	63,5	86	11,1	10	37,3	6,55	0,60	FY 3/4 TF/VA201	FY 3/4 TF/VA228
1	30	12	34,1	70	95	12,7	10	38,8	7,8	0,77	FY 1. TF/VA201	FY 1. TF/VA228
1 3/16	32,5	13	38,1	82,5	108	12,7	10	42,2	11,2	1,10	FY 1.3/16 TF/VA201	FY 1.3/16 TF/VA228
1 1/4	34,5	13	42,9	92	118	14,3	12	46,4	15,3	1,40	FY 1.1/4 TF/VA201	FY 1.1/4 TF/VA228
1 7/16	34,5	13	42,9	92	118	14,3	12	46,4	15,3	1,40	FY 1.7/16 TF/VA201	FY 1.7/16 TF/VA228
1 1/2	38,5	14	49,2	101,5	130	14,3	12	54,2	19	1,90	FY 1.1/2 TF/VA201	FY 1.1/2 TF/VA228
1 11/16	39	14	49,2	105	137	15,9	14	54,2	21,6	2,10	FY 1.11/16 TF/VA201	FY 1.11/16 TF/VA228
1 3/4	39	14	49,2	105	137	15,9	14	54,2	21,6	2,10	FY 1.3/4 TF/VA201	FY 1.3/4 TF/VA228
1 15/16	43	15	51,6	111	143	15,9	14	60,6	23,2	2,50	FY 1.15/16 TF/VA201	FY 1.15/16 TF/VA228
2	47,5	16	55,6	130	162	19	16	64,4	29	3,75	FY 2. TF/VA201	FY 2. TF/VA228
2 3/16	47,5	16	55,6	130	162	19	16	64,4	29	3,70	FY 2.3/16 TF/VA201	FY 2.3/16 TF/VA228
2 7/16	52	17	65,1	143	175	19	16	73,7	36	4,50	FY 2.7/16 TF/VA201	FY 2.7/16 TF/VA228

Ložiskové přírubové jednotky Y s oválným tělesem pro vysoké teploty a metrické hřídele
 d 20 – 55 mm



Rozměry										Únos- nost sta- tická C ₀	Hmot- nost	Označení Jednotka Y s ocelovou lisovanou klecí	jednodílnou korunkovou grafitovou klecí
d	A ₁	A ₂	B	H	J	L	N	G	T				
mm										kN	kg	–	
20	24,6	11	31	112	89,7	60,3	11,1	10	32,6	6,55	0,50	FYT 20 TF/VA201	FYT 20 TF/VA228
25	30	12	34,1	124	98,9	70	12,7	10	38,8	7,8	0,63	FYT 25 TF/VA201	FYT 25 TF/VA228
30	32,5	13	38,1	141,5	116,7	83	12,7	10	42,2	11,2	0,93	FYT 30 TF/VA201	FYT 30 TF/VA228
35	34,5	13	42,9	156	130,2	96	14,3	12	46,4	15,3	1,25	FYT 35 TF/VA201	FYT 35 TF/VA228
40	38,5	14	49,2	171,5	143,7	102	14,3	12	54,2	19	1,65	FYT 40 TF/VA201	FYT 40 TF/VA228
45	39	14	49,2	178,5	148,5	111	15,9	14	54,2	21,6	1,80	FYT 45 TF/VA201	FYT 45 TF/VA228
50	43	15	51,6	189	157,2	116	15,9	14	60,6	23,2	2,15	FYT 50 TF/VA201	FYT 50 TF/VA228
55	47,6	20,6	55,6	215,9	184,2	127	19	16	62,8	29	3,30	FYT 55 TF/VA201	FYT 55 TF/VA228

Ložiskové přírubové jednotky Y s oválným tělesem pro vysoké teploty a palcové hřídele
 $d \frac{3}{4} - 2 \frac{3}{16}$ in



Rozměry

d	A ₁	A ₂	B	H	J	L	N	G	T	Únos- nost sta- tická C ₀	Hmot- nost	Označení Jednotka Y s ocelovou lisovanou klecí	jednodílnou korunkovou grafitovou klecí
in	mm									kN	kg	–	
$\frac{3}{4}$	24,6	11	31	112	89,7	60,5	11,1	10	32,6	6,55	0,50	FYT 3/4 TF/VA201	FYT 3/4 TF/VA228
1	30	12	34,1	124	98,9	70	12,7	10	38,8	7,8	0,63	FYT 1. TF/VA201	FYT 1. TF/VA228
$1 \frac{3}{16}$	32,5	13	38,1	141,5	116,7	83	12,7	10	42,2	11,2	0,93	FYT 1.3/16 TF/VA201	FYT 1.3/16 TF/VA228
$1 \frac{1}{4}$	34,5	13	42,9	156	130,2	96	14,3	12	46,4	15,3	1,25	FYT 1.1/4 TF/VA201	FYT 1.1/4 TF/VA228
$1 \frac{7}{16}$	34,5	13	42,9	156	130,2	96	14,3	12	46,4	15,3	1,20	FYT 1.7/16 TF/VA201	FYT 1.7/16 TF/VA228
$1 \frac{1}{2}$	38,5	14	49,2	171,5	143,7	102	14,3	12	54,2	19	1,65	FYT 1.1/2 TF/VA201	FYT 1.1/2 TF/VA228
$1 \frac{11}{16}$	39	14	49,2	178,5	148,5	111	15,9	14	54,2	21,6	1,80	FYT 1.11/16 TF/VA201	FYT 1.11/16 TF/VA228
$1 \frac{3}{4}$	39	14	49,2	178,5	148,5	111	15,9	14	54,2	21,6	1,80	FYT 1.3/4 TF/VA201	FYT 1.3/4 TF/VA228
$1 \frac{15}{16}$	43	15	51,6	189	157,2	116	15,9	14	60,6	23,2	2,15	FYT 1.15/16 TF/VA201	FYT 1.15/16 TF/VA228
2	47,6	20,6	55,6	215,9	184,2	127	19	16	62,8	29	3,30	FYT 2. TF/VA201	FYT 2. TF/VA228
$2 \frac{3}{16}$	47,6	20,6	55,6	215,9	184,2	127	19	16	62,8	29	3,25	FYT 2.3/16 TF/VA201	FYT 2.3/16 TF/VA228



Ložiska NoWear®

Ložiska NoWear	944
Ložiska NoWear v provedení L5DA	944
Ložiska NoWear v provedení L7DA	944
Použití ložisek NoWear	946
Prodloužení trvanlivosti s ložisky NoWear	946
Základní údaje	946
Rozměry, tolerance, vnitřní vůle	946
Únosnost	946
Materiál pro povlaky NoWear	947
Mazání ložisek NoWear	947

V současné době, kdy produktivita vyžaduje vyšší otáčky, vyšší provozní teploty a nižší nároky na údržbu, se předpokládá, že ložiska budou překračovat dřívější omezené možnosti. Nové a progresivní aplikace kladou vyšší nároky na ložiska, především za extrémních provozních podmínek, kde hrozí nebezpečí prokluzů, mezní mazání, náhlé změny zatížení, nízké zatížení nebo vysoké provozní teploty.

Ložiska SKF mohou být opatřena keramickým povlakem s nízkým třením na stykové ploše uvnitř ložiska, který je určen pro splnění těchto náročných provozních podmínek. Tento povlak, který má obchodní jméno NoWear, je výsledkem vývoje valivých ložisek SKF a je patentován.

Ložiska NoWear

Ložiska NoWear jsou určena pro uložení, v nichž dochází k předčasným haváriím vlivem náročných provozních podmínek. Tato ložiska mohou podstatně déle pracovat při nedostatečném mazání, náhlých změnách zatížení a otáček, při působení vibrací a oscilačním pohybu.

Ložiska NoWear otvírají nové možnosti pro stávající uložení, která pracují v obtížných podmínkách, protože nevyžadují zásadní konstrukční změny a rovněž nabízejí větší volnost při navrhování nových uložení. Tato ložiska se osvědčila v mnoha uloženích určených pro extrémní podmínky, včetně papírenských strojů, lodních strojů a vrtných věží, ventilátorů, kompresorů, hydraulických čerpadel a motorů.

Většina kuličkových a válečkových ložisek SKF může být dodána v provedení NoWear, jak je popsáno níže a uvedeno v **tabulce 1**. Laskavě se informujte na možnost dodání jiných provedení.

Ložiska NoWear v provedení L5DA

Ložiska NoWear v provedení L5DA jsou nejpoužívanější ložiska. Ložiska NoWear mají valivá tělesa opatřená ochrannou vrstvou (→ **obr. 1**) a jsou určena pro uložení, v nichž na ložiska působí malé až středně velké zatížení nebo na ně působí vibrace či musí vykonávat oscilační pohyby.

Obr. 1



Obr. 2

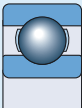
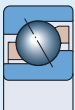
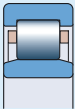
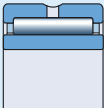
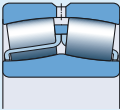
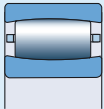
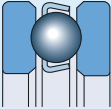
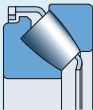


Ložiska NoWear v provedení L7DA

Ložiska NoWear v provedení L7DA mají valivá tělesa a oběžnou dráhu (dráhy) vnitřního kroužku (→ **obr. 2**) opatřeny povlakem. Toto provedení je doporučeno pro uložení, které musí být odolné proti opotřebení abrazivními částicemi nebo působícímu velkému zatížení.

Tabulka 1

Nabídka ložisek NoWear

Typ ložiska Použitý symbol	Rozsah ¹⁾	Nabízená provedení	
		Povlak na valivých tělesech	Povlak na valivých tělesech a oběžných drahách vnitřního kroužku
	Kuličková ložiska – rozsah průměrů díry $d = 15 - 140$ mm	L5DA	L7DA
	Kuličková ložiska s kosoúhlým stylem – rozsah průměrů díry $d = 15 - 140$ mm	L5DA	L7DA
	Válečková ložiska – rozsah průměrů díry $d = 15 - 220$ mm – rozsah průměrů díry d větší než 220 mm	L5DA L5DA	L7DA –
	Jehlová ložiska – rozsah průměrů díry $d = 15 - 220$ mm – rozsah průměrů díry d větší než 220 mm	L5DA L5DA	L7DA –
	Soudečková ložiska – rozsah průměrů díry $d = 15 - 220$ mm – rozsah průměrů díry d větší než 220 mm	L5DA L5DA	L7DA –
	Toroidní ložiska CARB – rozsah průměrů díry $d = 15 - 220$ mm – rozsah průměrů díry d větší než 220 mm	L5DA L5DA	L7DA –
	Axiální kuličková ložiska – rozsah průměrů díry $d = 15 - 110$ mm	L5DA	–
	Axiální soudečková ložiska – celý rozsah průměrů děr	L5DA	–

¹⁾ Tyto rozsahy jsou pouze všeobecné a mohou se lišit v jednotlivých rozměrových řadách. Další informace sdělí na požádání SKF.

Použití ložisek NoWear

V případě vysoce namáhaných uložení s ložisky NoWear je třeba zvažovat některé provozní parametry a srovnávat jejich význam. Z tohoto důvodu je nutno ložiska NoWear opatřená povlakem vybírat v úzké spolupráci s technicko-konzultačními službami SKF.

Následující doporučení jsou uváděna pro informaci a ukazují způsoby použití, pro něž jsou vhodná ložiska NoWear.

Pokud mají válečková, jehlová, soudečková nebo toroidní ložiska pracovat při nízkých zatíženích a velmi vysokých otáčkách, ložiska NoWear v provedení L5DA jsou vhodná v případě, kdy nelze dosáhnout výpočtové trvanlivosti.

Ložiska NoWear v provedení L5DA umožňují dosáhnout delších domazávacích intervalů bez negativního ovlivnění provozní trvanlivosti ložisek. Při dodržení domazávacích intervalů lze zvýšit provozní otáčky.

Ložiska, která provádějí oscilační pohyby a jsou vystavena působení vibrací, mohou předčasně zhavarovat kvůli nedostatečnému mazání. Pro takové podmínky doporučuje SKF provedení L5DA. V extrémních případech může však být vhodnější provedení L7DA.

Jestliže za provozních podmínek je provozní viskozita nízká ($\kappa < 1$) a nejsou k dispozici odpovídající maziva, ložiska NoWear představují vynikající řešení, jak dosáhnout delší trvanlivosti a vyšší provozní spolehlivosti. Ložiska NoWear v provedení L5DA jsou zde běžně doporučována. Pro neobvyklé způsoby mazání ložisek, např. pro mazání procesním médiem, je vhodnější použít technicky progresivnější provedení L7DA.

Další informace o ložiskách NoWear poskytne technicko-konzultační služba SKF.

Prodloužení trvanlivosti s ložisky NoWear

Ložiska NoWear jsou vhodná pro podmínky, při nichž nedochází k vytvoření souvislého mazivového filmu, a tedy není zajištěna správná funkce ložiska, tzn. $\kappa < 1$. Pro výpočet trvanlivosti ložiska NoWear se používá standardní způsob výpočtu trvanlivosti s tím, že se použije $\kappa = 1$.

Prodloužení trvanlivosti dosažené přechodem na ložiska NoWear, která pracují při nízkém zatížení a vysokých otáčkách, závisí na způsobu použití, avšak zkušenosti ukazují, že lze očekávat zlepšení dokonce v několika směrech. Výpočet trvanlivosti je však za takových podmínek obtížný.

Jestliže ložiska mazaná plastickými mazivy pracují při otáčkách, které se blíží nebo dokonce jsou vyšší než přípustné otáčky, popř. při vysokých teplotách, které vyvolávají zkrácení trvanlivosti plastického maziva, volba ložisek v provedení NoWear umožňuje prodloužit domazávací intervaly až 15x v závislosti na způsobu použití.

Je-li požadováno prodloužení trvanlivosti v uložení, na něž působí velká zatížení při nedostatečném mazání, NoWear představuje vhodnou volbu. Povlak NoWear však neochrání ložisko proti odlupování v důsledku působení trvale vysokých zatížení. Při vysokých zatíženích působí maximální smyková napětí pod povlakem v ložiskové oceli, která má stále vlastnosti běžné ocele. V takových případech se obraťte na technicko-konzultační služby SKF.

Základní údaje

Rozměry, tolerance, vnitřní vůle

Rozměry, tolerance a vnitřní vůle ložisek NoWear se shodují s rozměry, tolerancemi a vůlemi ložisek ve standardním provedení.

Únosnost

Dynamická a statická únosnost ložisek NoWear je shodná s únosnostmi ložisek ve standardním provedení.

Materiál pro povlaky NoWear

Keramický povlak s nízkým třením je nanášen procesem srážení par. Povrch ložisek, na nějž je povlak nanesen tímto způsobem, má stejnou pružnost jako podklad, avšak vykazuje tvrdost, nízký koeficient tření a odolnost proti opotřebení povlaku NoWear. Za provozu dochází na mikroúrovni k pronikání materiálu povlaku do stykové plochy. Tento jev spolu s inertní povahou materiálu snižuje tření a zvyšuje odolnost proti opotřebení a otěru vlivem prokluzování, a to i v ložiscích, která mají pouze valivá tělesa opatřená povlakem.

Nejdůležitější vlastnosti povlaku NoWear jsou uvedeny v **tabulce 2**.

Mazání ložisek NoWear

Pro mazání ložisek NoWear platí stejné zásady jako pro standardní ložiska (→ část "Mazání", která začíná na **str. 229**). Ložiska NoWear pracují velmi spolehlivě, i když nelze dosáhnout oddělení povrchů ($\kappa < 1$), a zabránit přímému styku kov na kov mezi valivými tělesy a kroužky. Je třeba připomenout, že ložiska NoWear umožňují používat maziva s nižším obsahem přísad EP a AW, protože samotný povlak působí jako účinná přísada.

Ložiska NoWear nejsou určena pro uložení, která pracují ve vakuu nebo bez mazání.

Tabulka 2

Vlastnosti povlaku NoWear	
Vlastnosti	NoWear
Tvrdost	1 200 HV10
Tloušťka povlaku – v závislosti na velikosti ložiska (μm)	1 ... 3
Součinitel tření – smýkání po oceli za sucha	0,1 ... 0,2
Max. provozní teploty¹⁾ – povlak NoWear	+350 °C

¹⁾ Povlaky NoWear odolávají teplotám až +350 °C. Ve většině případů však tepelnou odolnost určuje ložisková ocel. Další informace poskytnou technicko-konzultační služby SKF.



Ložiska a ložiskové jednotky s tuhým olejem Solid Oil

Ložiska a ložiskové jednotky s tuhým olejem Solid Oil	950
Vlastnosti tuhého oleje Solid Oil	951
Základní údaje	952
Rozměry, tolerance, vnitřní vůle.....	952
Únosnost.....	952
Minimální zatížení	952
Mezní otáčky.....	952
Vlastnosti oleje	953

Ve většině uložení zajišťují běžná plastická maziva a mazací oleje uspokojivé mazání ložiska a umožňují dosáhnout přijatelné provozní trvanlivosti. V některých případech však obtížná přístupnost v podstatě neumožňuje ložisko domazávat anebo je požadováno velmi dobré utěsnění, které zabrání pronikání znečišťujících látek. Tuhý olej Solid Oil – třetí typ maziva – může být vhodným řešením neboť zajišťuje mazání po celou dobu trvanlivosti a spolehlivé utěsnění.

Solid Oil je velmi výhodný pro venkovní zdvihací zařízení, jeřáby a plošiny a pro uložení se svislou hřídelí anebo je-li uložení obtížně přístupné a není možné je domazávat.

Ložiska a ložiskové jednotky s tuhým olejem Solid Oil

Většina ložisek SKF s bodovým a čárovým stykem i ložiskové jednotky (→ **obr. 1**) mohou být dodávány s tuhým olejem Solid Oil a jsou označeny přídatným označením W64.

Ložiska s velkou klecí z polyamidu nebo masivní mosaznou klecí jsou méně vhodná pro mazání tuhým olejem Solid Oil. To platí i pro toroidní ložiska CARB, v nichž tuhý olej Solid Oil brání axiálnímu posuvu.

Obr. 1



Vlastnosti tuhého oleje Solid Oil

Tuhý olej Solid Oil se skládá z polymerní matrice, která je napuštěna mazacím olejem.

Polymer má strukturu tvořenou milióny pórů, které zadržují mazací olej. Póry jsou tak malé, že olej je zadržen v materiálu povrchovým napětím. Olej představuje v průměru 70 % hmotnosti materiálu.

Použitý olej je velmi kvalitní syntetický olej, který splňuje nároky většiny uložení.

Polymer napuštěný olejem je vlísován do ložiska. V průběhu procesu lisování je vytvořena velmi úzká štěrbina kolem valivých těles a oběžných drah, která umožňuje volné otáčení dílů ložiska. Olej, který prosakuje do štěrbiny, zajišťuje od počátku spolehlivé mazání ložiska. Tuhý olej Solid Oil zcela vyplní vnitřní prostor v ložisku a obalí klec a valivá tělesa. Tuhý olej Solid Oil využívá klec jako výztužný prvek a otáčí se spolu s ní.

Tuhý olej Solid Oil zadržuje olej v blízkosti valivých těles a uvolňuje větší množství oleje v ložisku než plastické mazivo. Kovový povrch, který klouže po tuhém oleji Solid Oil, je opatřen souvislým olejovým filmem stejnoměrné tloušťky. Přiměřený nárůst teploty způsobí, že olej je vytlačován k povrchu polymerní matrice, protože tepelná roztažnost oleje je větší než polymerní matrice. Viskozita oleje však klesá se vzrůstající teplotou. Jestliže se ložisko přestane otáčet, polymerní matrice znovu absorbuje přebytečný olej.

Kromě toho je tuhý olej Solid Oil šetrný k životnímu prostředí a zabraňuje pronikání znečišťujících látek do ložiska, a to i do ložiska bez těsnění (→ **obr. 2**). V uloženích, která vyžadují spolehlivou ochranu proti částečným nečistotám, je vhodné použít ložiska s tuhým olejem Solid Oil a kontaktním těsněními. Avšak ve všech případech není nutné ložisko domazávat.

Obr. 2



Základní údaje

Rozměry, tolerance, vnitřní vůle

Rozměry, tolerance a vnitřní vůle ložisek nebo ložiskových jednotek s náplní tuhého oleje Solid Oil jsou shodné s rozměry a tolerancemi standardních ložisek a jednotek.

Únosnost

Dynamická a statická únosnost ložisek s tuhým olejem Solid Oil jsou shodné s únosnostmi ložisek ve standardním provedení.

Minimální zatížení

Na ložiska a ložiskové jednotky s tuhým olejem Solid Oil musí vždy působit určité minimální zatížení, které musí být poněkud vyšší než minimální zatížení běžných ložisek a ložiskových jednotek, aby byl zajištěn jejich uspokojivý provoz. Doporučení pro výpočet potřebného minimálního zatížení pro jednotlivé typy běžných ložisek uvádí textová část před příslušnou tabulkovou částí.

Mezní otáčky

Mezní otáčky ložisek mazaných tuhým olejem Solid Oil ukazuje otáčkové číslo v **tabulce 1**.

$$A = n \cdot d_m$$

kde

A = otáčkové číslo, mm/min

n = otáčky (rychlost otáčení), min⁻¹

d_m = střední průměr ložiska
= 0,5 (d + D), mm

Mezní otáčky určené otáčkovým číslem A platí pro otevřená (neutěsněná) ložiska. Pro ložiska s těsněním činí mezní otáčky 80 % uvedené hodnoty.

Je třeba zdůraznit, že čím vyšší jsou otáčky, tím vyšší je provozní teplota. Z toho důvodu může být zapotřebí omezit otáčky při vysokých provozních teplotách, aby nebyla překročena mezní teplota tuhého oleje Solid Oil.

V zásadě platí, že pokud mají ložiska s náplní tuhého oleje Solid Oil pracovat za extrémních podmínek, je vhodné se obrátit na technicko-konzultační služby SKF, které poskytnou potřebné informace a podporu.

Tabulka 1

Mezní otáčky	
Typ ložiska	Otáčkové číslo A
Kuličková ložiska	
– jednořadá	300 000
– dvouřadá	40 000
Kuličková ložiska s kosoúhlým stylem	
– s lisovanou ocelovou klecí	150 000
– s klecí z polyamidu 6,6	40 000
Naklápací kuličková ložiska	
– s lisovanou ocelovou klecí	150 000
– s klecí z polyamidu 6,6	40 000
Válečková ložiska	
– s lisovanou ocelovou klecí	150 000
– s klecí z polyamidu 6,6	40 000
Kuželíková ložiska	45 000
Soudečková ložiska	
– provedení E	42 500
– provedení CC	85 000
Ložiska Y a ložiskové jednotky Y	40 000

Vlastnosti oleje

Pro výrobu tuhého oleje Solid Oil je standardně používán vysoce kvalitní syntetický olej. Základní vlastnosti jsou uvedeny v **tabulce 2**.

Lze také použít oleje s odlišnou viskozitou, např. zvláštní oleje pro potravinářský průmysl, oleje pro vysoká zatížení nebo nízké teploty atd. Tuhý olej Solid Oil může obsahovat další aditiva, jako např. protikorozní přísady, které zajistí zvýšenou ochranu ložiska. Před volbou typu oleje a zasláním objednávky se laskavě informujte na dostupnost u technicko-konzultačních služeb SKF.

Tabulka 2

Standardní olej pro tuhý olej Solid Oil

Vlastnosti	Solid Oil
------------	-----------

Kinematická viskozita

při 40 °C

140 mm²/s

při 100 °C

19 mm²/s

Přípustné teploty¹⁾

– pro nepřerušovaný provoz

+85 °C

– pro přerušovaný provoz

+95 °C

– pro rozběh

–40 °C

¹⁾ Ložiska s tuhým olejem Solid Oil lze ohřát při montáži až na +100 °C.