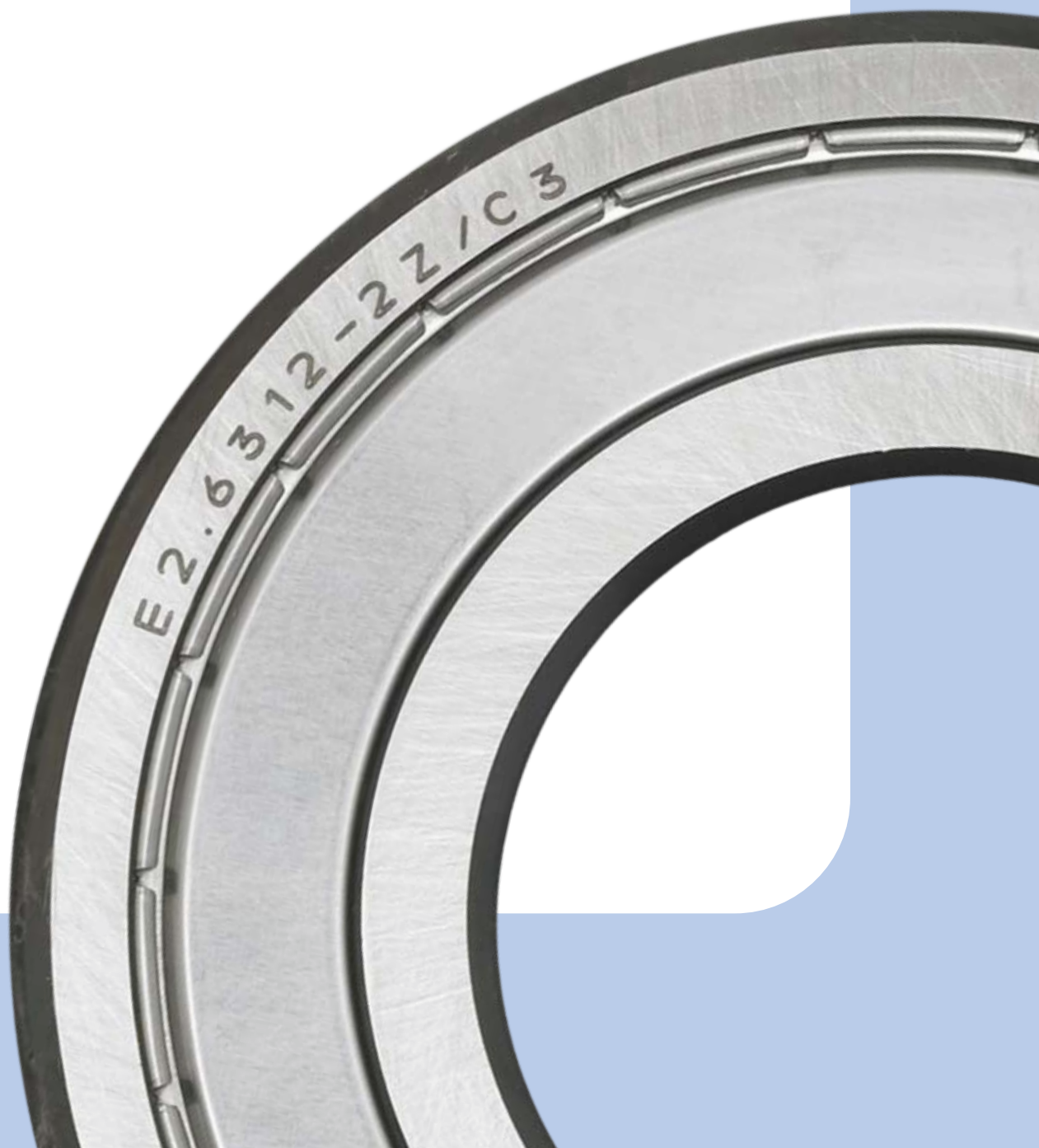


Energeticky účinná kuličková ložiska SKF

Snížením tření k vyšším úsporám energie



Energeticky účinná ložiska SKF

Navržené pro trvale udržitelný rozvoj

Každým dnem je stále patrnější nutnost šetřit energií, a proto jakékoli technické řešení, které přispěje k sebenepatrnějšímu snížení spotřeby energie, je považováno za důležitou událost. Technické poznatky shromážděné za více než sto let spolu s bezkonkurenčními znalostmi v oblasti tribologie a souvisejících disciplínách umožnily SKF navrhnout nové kuličkové ložisko s nízkým třením. Energeticky účinné kuličkové ložisko SKF (E2) je první typ ložiska z nabídky SKF, které představuje novou výkonnostní třídu SKF E2.

Přestože ložiska SKF jsou neustále zdokonalována a dosahují stále vyšší účinnosti a spolehlivosti, ložiska této nové výkonnostní třídy představují naprostou revoluci. V kuličkových ložiscích SKF E2 jsou třecí ztráty o min. 30 % nižší ve srovnání se standardními ložisky SKF stejné velikosti. To znamená, že v porovnání s ložisky jiných výrobců může být pokles tření ještě výraznější. Kuličková ložiska SKF E2, která jsou určena pro mazání plastickým mazivem a jsou vhodná pro malá až středně velká zatížení, mají nižší spotřebu maziva než srovnatelná ložiska SKF Explorer a mohou dosáhnout delší provozní trvanlivosti.

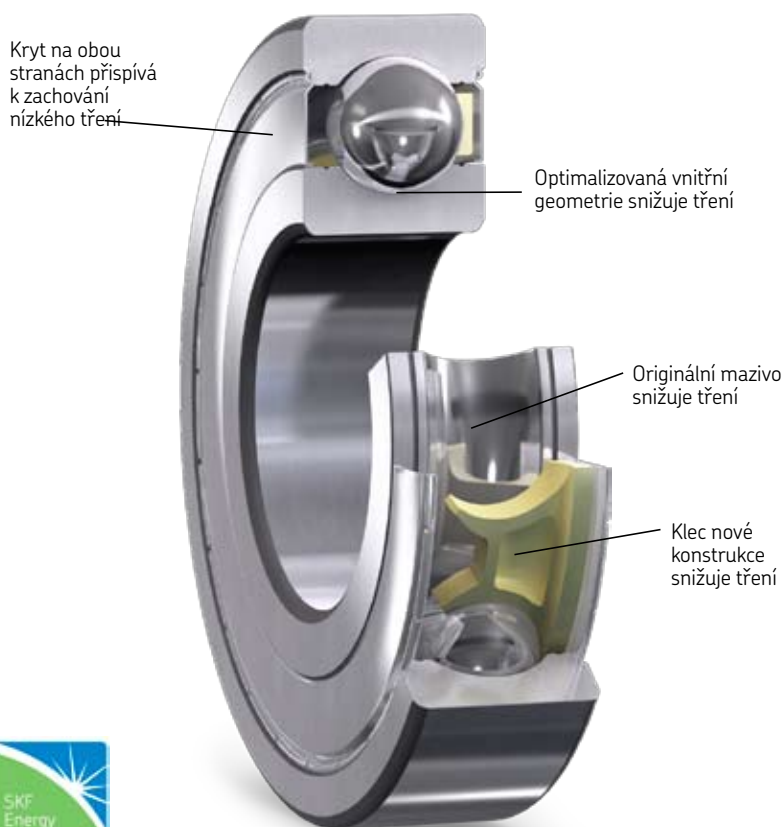
Ložiska nové výkonnostní třídy, která se vyznačují mnoha zvláštními konstrukčními vlastnostmi, jsou určena pro zlepšení mechanické účinnosti a současně přispívají k dosažení udržitelného rozvoje, který si přeje každý obyvatel planety.

Nižší tření – nižší spotřeba energie

Třecí ztráty představují plýtvání energií – tou energií, která může být využita pro pohon strojů. Ještě mnohem důležitější je však skutečnost, že to je energie, již nebudou moci využívat budoucí generace. Z toho důvodu představuje snížení tření v ložisku o min. 30 % neobyčejně významný úspěch. Potenciální úspory energie v celosvětovém měřítku jsou obrovské.

Delší provozní trvanlivost snižuje náklady na vlastnictví

Optimalizace, která přispěla ke snížení třecích ztrát a prodloužení provozní trvanlivosti kuličkového ložiska SKF E2, umožňuje dosáhnout dvojnásobné provozní trvanlivosti ve srovnání se zakrytým standardním ložiskem SKF odpovídající velikosti, na něž působí nízké až středně velké zatížení. To znamená, že po dobu trvanlivosti uložení lze snížit spotřebu ložisek na polovinu. Jestliže např. uložení pracuje až do úplného selhání, ložiska E2 mohou „přežít“ ostatní díly uložení.



Symbol energeticky účinných výrobků SKF

Kuličková ložiska SKF E2

Pro nízká až středně velká zatížení

Kuličková ložiska jsou zpravidla používána pro nízká až středně velká zatížení a poměrně vysoké otáčky. Typické příklady představují elektromotory, čerpadla, dopravníky a ventilátory. SKF vyrábí energeticky účinná kuličková ložiska, která jsou určena právě pro takové způsoby použití.

Snížený třecí moment

Diagram 1 ukazuje účinnost energeticky účinných kuličkových ložisek SKF v elektromotoru s výkonem 3 kW. V tomto příkladu byla do motoru namontována standardní kuličková ložiska SKF, která byla později nahrazena ložisky SKF E2. V obou případech byl měřen doběh po přerušení přívodu energie do motoru. S ložisky SKF E2 se doběh prodloužil o asi 50 %.

Delší životnost plastického maziva znamená delší provozní trvanlivost

V uloženích, na něž působí normální zatížení, dochází zřídka k únavě materiálu. Hlavní omezující faktor představuje životnost maziva, které určuje trvanlivost ložiska s těsněními. Ve srovnání se standardními zakrytými kuličkovými ložisky SKF mohou energeticky účinná kuličková ložiska SKF dosáhnout více než dvojnásobné střední doby mezi poruchami (→ diagram 2) díky nižšímu vývinu tepla v ložisku a použití plastického maziva SKF se speciálním složením, které se vyznačuje nízkým třením.

Doporučené provozní podmínky pro energeticky účinná kuličková ložiska SKF:

- $P \leq 0,125 C$
- Otáčky vyšší než 1000 min^{-1} .

Diagram 1

Závislost otáčky - čas po vypnutí elektromotoru

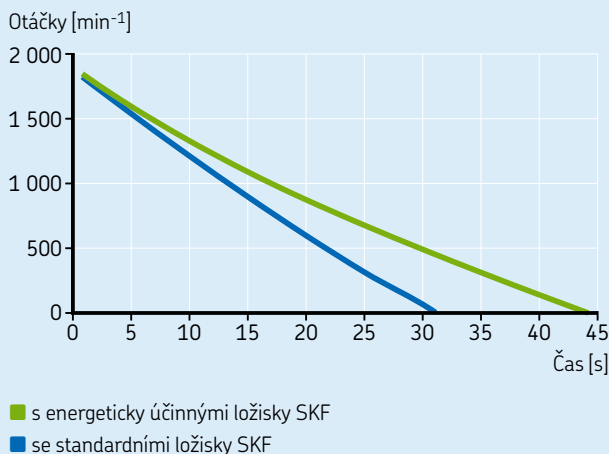
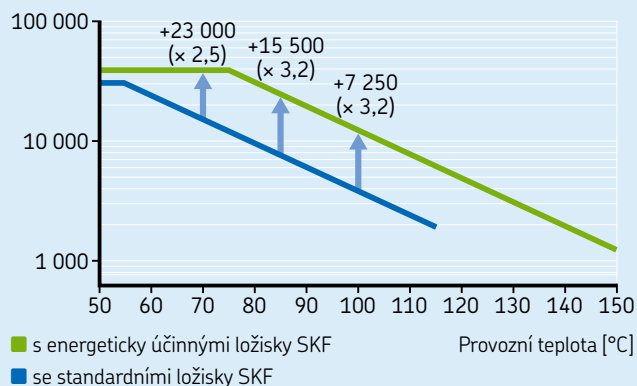


Diagram 2

Porovnání životnosti plastického maziva v energeticky účinných kuličkových ložiscích SKF a ve standardních kuličkových ložiscích SKF

Provozní podmínky: Otáčkové číslo A = 300 000 mm/min
Zatížení P = 0,066 C

Životnost plastického maziva L₁₀ [h]



Výsledky zkoušek

Třecí moment

Třecí moment energeticky účinného ložiska SKF (E2.6306-2Z/C3) byl měřen za různých provozních podmínek. Ve srovnání s třecím momentem standardního zakrytého kuličkového ložiska SKF má ložisko E2 v průměru o cca 50 % nižší tření (→ diagram 3). Při srovnání s ložisky jiných výrobců může být tento rozdíl ještě větší.

Chování klece

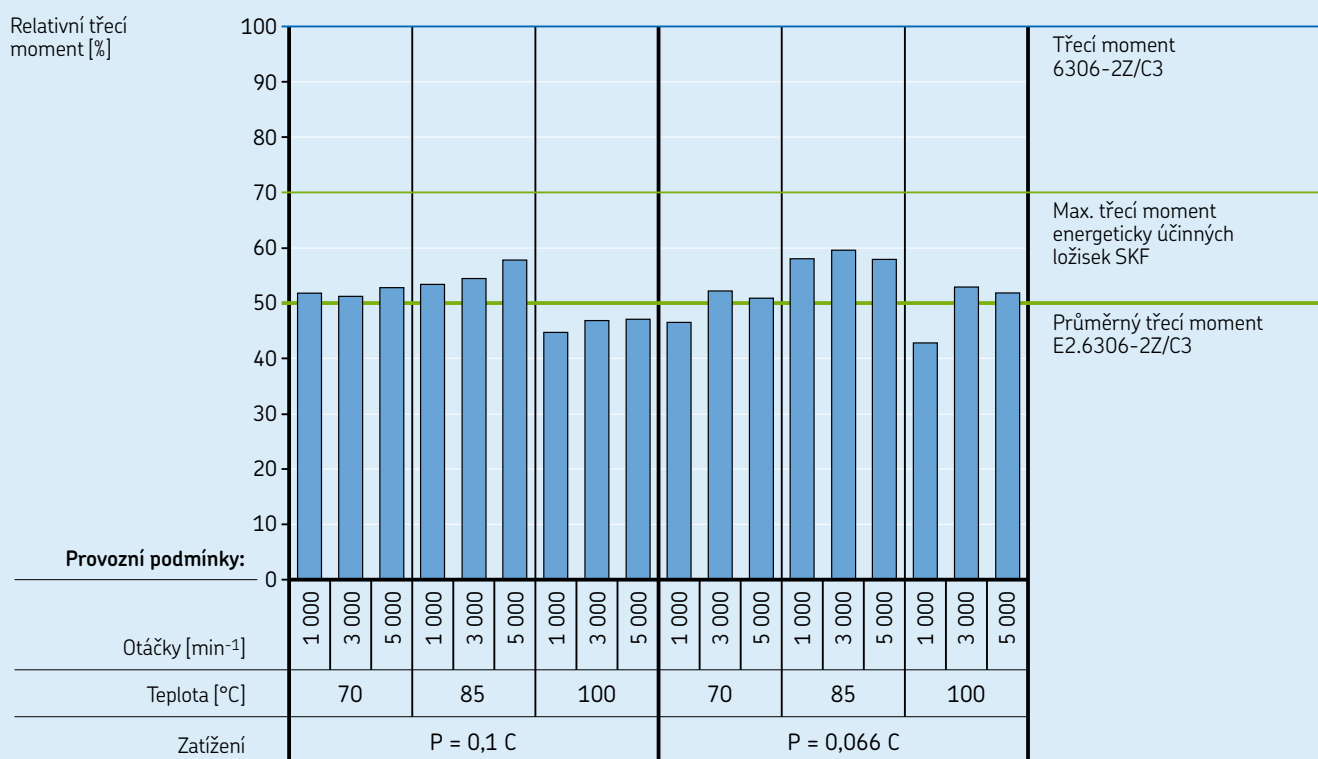
Konstrukce klece představuje jednu z nejdůležitějších předností energeticky účinných kuličkových ložisek SKF. Výsledkem zcela nového přístupu ke konstrukci klece je lehčí klec, která je odolnější vůči deformaci za provozu. Obr. 1 ukazuje menší deformaci polyamidové klece ložiska E2 v porovnání s polyamidovou klecí standardního ložiska SKF.



Polyamidová klec standardního ložiska SKF a ložiska E2 při otáčkách 8000 min⁻¹. Klec E2 vpravo vykazuje podstatně menší deformace.

Diagram 3

Porovnání třecího momentu energeticky účinného ložiska SKF a standardního ložiska SKF



Provozní teplota

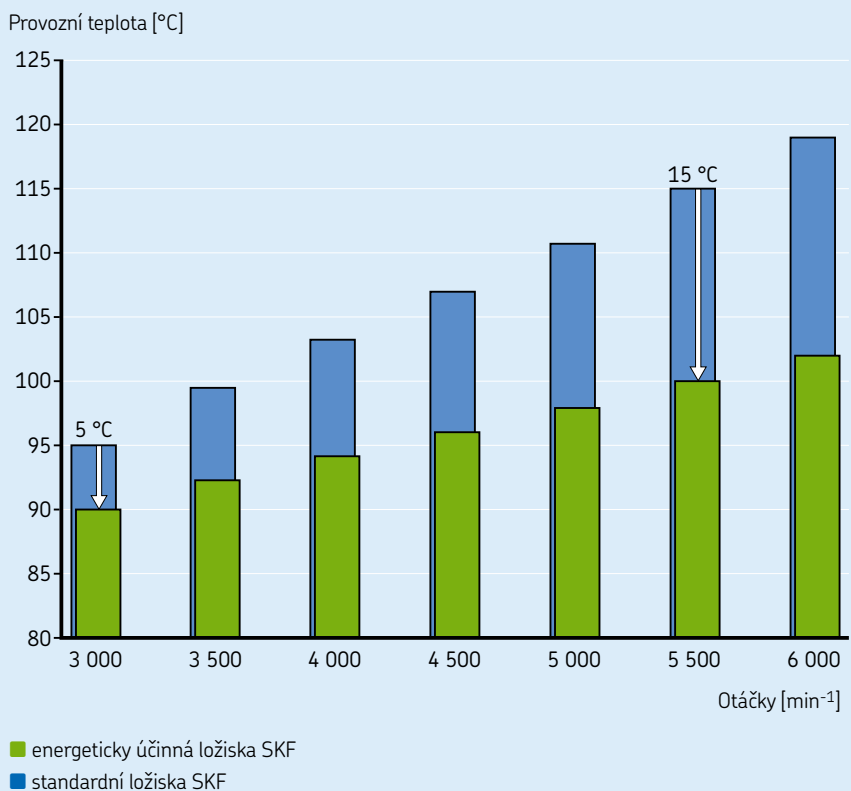
Při určitých otáčkách byly měřeny a porovnány provozní teploty energeticky účinných ložisek SKF a standardních ložisek SKF (→ diagram 4). Zkušební podmínky jsou uvedeny dále:

- Ložisko: 6205-2Z/C3
- Doba chodu: 24 hod. v jednotlivých rozsazích otáček
- Teplota okolí: pokojová teplota
- Zatížení: 0,5 kN radiální

Test prokázal, že ve srovnání se standardními ložisky SKF má ložisko E2 za provozu o 5 až 15 °C nižší teplotu v závislosti na otáčkách.

Diagram 4

Provozní teplota při různých otáčkách, výsledky zkoušek



Doporučené způsoby použití

Stanovení únavové trvanlivosti pomocí rovnice pro výpočet trvanlivosti

Způsob stanovení únavové trvanlivosti pro kuličková ložiska SKF E2 se shoduje s postupem pro standardní ložiska SKF.

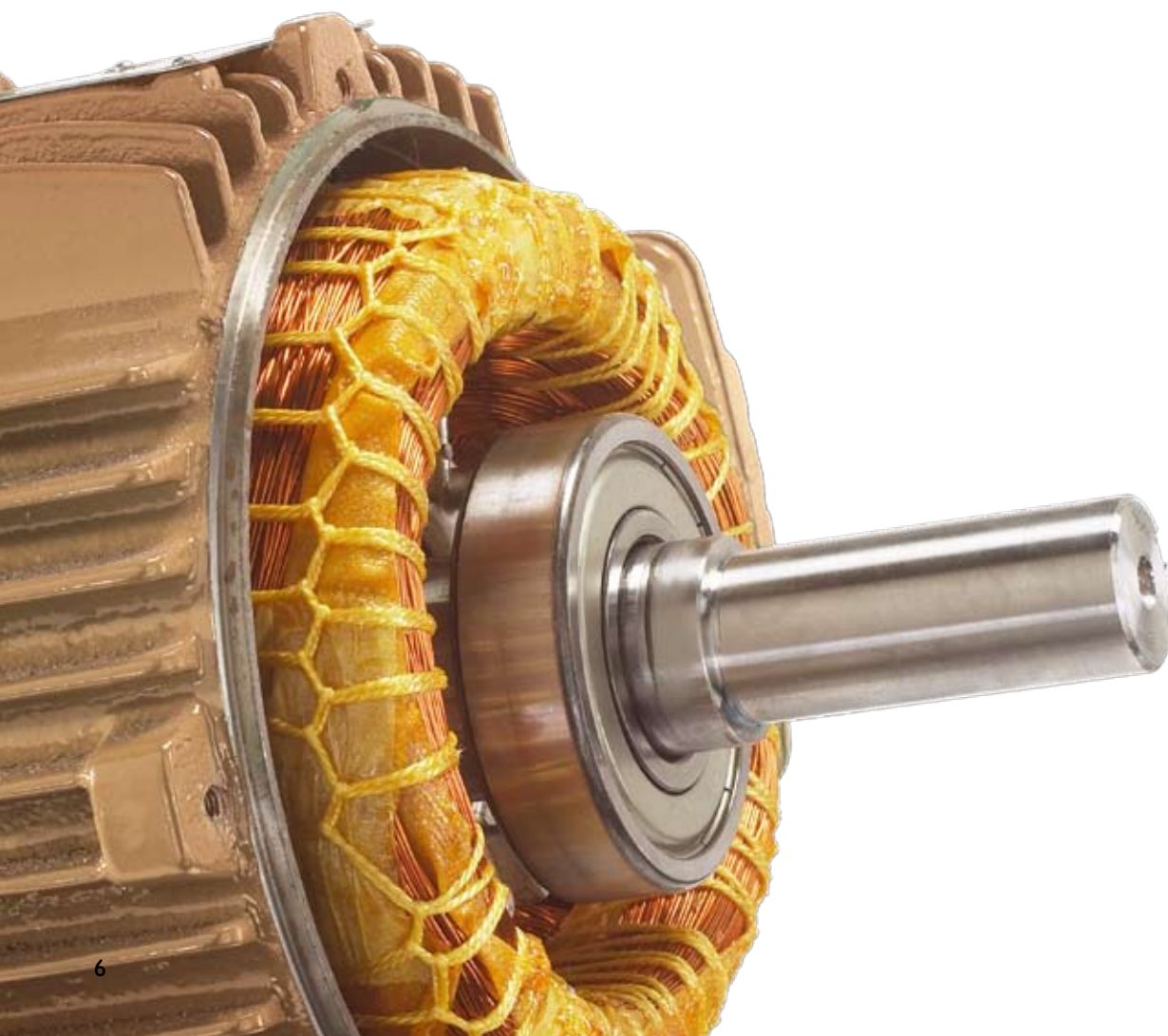
SKF doporučuje používat rovnice pro výpočet trvanlivosti SKF uvedené v *Hlavním katalogu SKF* nebo v *Interaktivním katalogu SKF*, který je k dispozici online na adrese www.skf.com.

Stanovení přípustných otáček

Při doporučeném zatížení ($P \leq 0,125 C$) se přípustné otáčky energeticky účinných kuličkových ložisek SKF rovnají mezním otáčkám uvedeným v tabulkové části. Pokud kuličková ložiska SKF E2 mají pracovat mimo doporučené provozní podmínky nebo při otáčkách vyšších než mezních, obraťte se na technicko-konzultační služby SKF.

Výpočet třecího momentu

Výpočet třecího momentu energeticky účinných kuličkových ložisek SKF lze provést výpočetními nástroji uvedenými v *Interaktivním katalogu SKF*, který je k dispozici online na adrese www.skf.com. Vztahy a součinitele uvedené v *Hlavním katalogu SKF* neplatí pro energeticky účinná ložiska SKF.



Stanovení životnosti plastického maziva

Při doporučených provozních podmínkách určuje životnost plastického maziva v zakrytých energeticky účinných kuličkových ložiscích SKF provozní trvanlivost ložiska a může být určena podle diagramu 5. Hodnoty jsou stanoveny na základě životnosti plastického maziva L_{10} . Životnost je definována jako doba, na jejímž konci bude 90 % stejných ložisek v dostatečně velké skupině ještě spolehlivě mazáno. Životnost plastického maziva závisí především na následujících faktorech:

- Provozní teplota
- Otáčky
- Zatížení

Diagramy jsou určeny pro zjištění životnosti plastického maziva pro danou provozní teplotu a otáčky. Platí pro nízká zatížení ($P \leq 0,05 C$) a ložiska na vodorovné hřídeli. Při působení většího zatížení na ložisko je životnost plastického maziva zkrácena. Příslušné součinitele jsou uvedeny v **tabulce 1**. Pro ložiska na svislém hřídeli je třeba životnost plastického maziva zkrátit na polovinu. Otáčky jsou posuzovány podle otáčkového čísla A:

$$A = n d_m$$

kde

A = otáčkové číslo, mm/min

n = otáčky (rychlost otáčení), [min^{-1}]

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

V případě jiných provozních podmínek se řiďte doporučeními v Hlavním katalogu SKF nebo se obraťte na technicko-konzultační služby SKF..

Tabulka 1

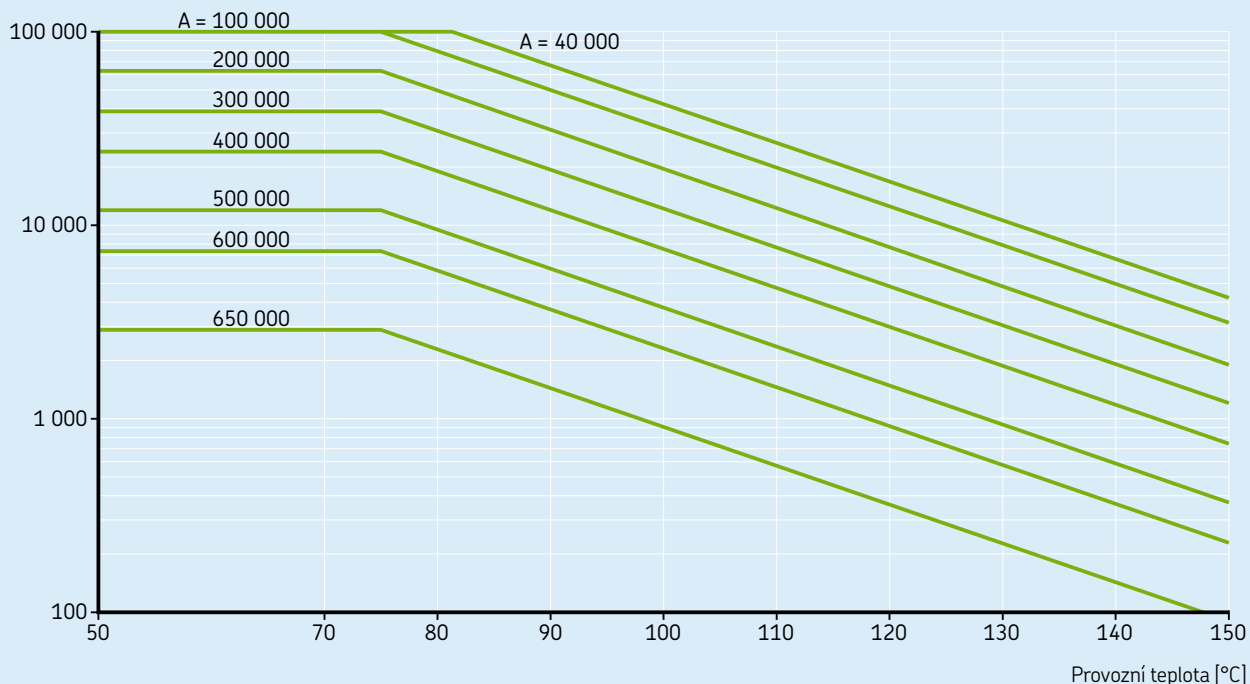
Redukční faktory životnosti plastického maziva závisí na zatížení

Zatížení P	Redukční součinitel
$\leq 0,05 C$	1
0,1 C	0,7
0,125 C	0,5
0,25 C	0,2

Diagram 5

Životnost plastického maziva v energeticky účinném kuličkovém ložisku SKF při zatížení $P = 0,05 C$

Životnost plastického maziva L_{10} [h]



Technické údaje

Energeticky účinná kuličková ložiska SKF jsou nabízena v rozměrových řadách 60, 62 a 63. Aktuální nabídka je uvedena v tabulkové části. Ložiska mají průměr díry od 5 do 60 mm. Nabídka ložisek bude postupně rozšiřována podle požadavků zákazníků. Aktuální informace vám sdělí zástupce SKF nebo navštívte internetové stránky na adrese www.skf.com/e2.

Provedení

Ložiska s kryty

Energeticky účinná kuličková ložiska SKF jsou standardně opatřena na obou stranách kryty z ocelového plechu. Jsou naplněna speciálním plastickým mazivem SKF, které zaručuje nízkou hlučnost a nízké tření (→ **tabulka 2**). Standardní plastické mazivo není vyjádřeno přídatným označením ložiska. Plastické mazivo vyplňuje cca 25 až 35 % volného prostoru v ložisku.

Ložiska jsou namazána na celou dobu trvanlivosti a nemusejí být domazávána. Ložiska by neměla být vymývána ani ohřívána na teplotu vyšší než 80 °C. Zakrytá ložiska jsou určena především pro uložení s rotujícím vnitřním kroužkem. Jestliže se otáčí vnější kroužek, při vysokých otáčkách může dojít k úniku maziva z ložiska.

Nezakrytá ložiska

S dotazy týkajícími se nezakrytých energeticky účinných kuličkových ložisek SKF se obraťte na technickokonzultační služby SKF nebo na místního zástupce SKF. Jestliže chcete dosáhnout maximální výkonnosti energeticky účinných kuličkových ložisek SKF, jako např. dvojnásobného domazávacího intervalu, nezakrytá ložiska musí být namazána odpovídajícím množstvím plastického maziva SKF LEBGE2.

Plastické mazivo v energeticky účinných kuličkových ložiscích SKF

Zahušťovadlo	Lithné mazivo
Typ základní olejové složky	Syntetický olej
Konzistenční třída NLGI	2
Rozsah teplot [°C]	-50 55 150 190
[°F]	-60 130 300 375

Klece

Energeticky účinná kuličková ložiska SKF jsou opatřena otevřenou klecí vedenou kuličkami, která je vyrobena z kompozitního polymeru zesíleného skelnými vlákny, odolného proti vysokým teplotám. Konstrukce klece není uvedena v přídatném označení ložiska.

Údaje o ložiscích

Rozměry

Hlavní rozměry energeticky účinných kuličkových ložisek SKF odpovídají ISO 15:1998, a tedy jsou rozměrově zaměnitelné s kuličkovými ložisky stejné velikosti odpovídající rozměrové řady.

Tolerance

Přesnost rozměrů energeticky účinných kuličkových ložisek SKF odpovídá třídě přesnosti P6. Tolerance šířky je zúžena na:

- 0/-60 µm pro ložiska s vnějším průměrem až do 110 mm
- 0/-100 µm pro ložiska s vnějším průměrem > 110 mm

Přesnost chodu závisí na velikosti ložiska a odpovídá:

- Třídě přesnosti P5 pro ložiska s vnějším průměrem do 52 mm
- Třídě přesnosti P6 pro ložiska s vnějším průměrem větším než 52 mm a menším než 110 mm
- Normální třídě přesnosti pro ložiska s vnějším průměrem větším než 110 mm

Vnitřní vůle

Energeticky účinná kuličková ložiska SKF jsou standardně vyráběna s radiální vnitřní vůlí C3. Ložiska s jinou radiální vnitřní vůlí mohou být dodána na zvláštní objednávku.

Nesouosost

Energeticky účinná kuličková ložiska SKF mají stejné provozní vlastnosti jako standardní kuličková ložiska. V závislosti na různých vlivech však činí přípustné naklopení zpravidla 2 až 10 úhlových minut. Jakékoli naklopení ložiskových kroužků podstatně zvýší hlučnost a zkrátí provozní trvanlivost ložiska. Podrobnější informace uvádí *Hlavní katalog SKF* nebo *Interaktivní katalog SKF* na internetové adrese www.skf.com.

Minimální zatížení

Na ložiska musí vždy působit určité minimální zatížení. Požadované minimální radiální zatížení pro jednořadá kuličková ložiska může být stanoveno ze vztahu

$$F_{rm} = \frac{k_r}{T} (5,2 n)^{2/3} \left(\frac{d_m}{100} \right)^2$$

kde

F_{rm} = minimální radiální zatížení, kN

k_r = součinitel minimálního zatížení
0,025 pro ložiska řad 60 a 62
0,03 pro ložiska řady 63

T = provozní teplota [°C]

n = otáčky (rychlost otáčení), [min⁻¹]

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

Při rozběhu za nízkých teplot, může být zapotřebí ještě vyšší minimální zatížení. V některých uloženích, jako např. v elektromotorech, v nichž je radiální zatížení nedostatečné, lze vyvodit axiální předpětí pružinami.

Axiální únosnost

Energeticky účinná kuličková ložiska SKF mají stejnou axiální únosnost jako standardní kuličková ložiska SKF. Pokud jsou zatížena výhradně axiálně, zatížení by nemělo překročit hodnotu 0,5 C_0 . Na malá ložiska (s průměrem díry do cca 12 mm) a ložiska třídy 60 by neměla působit axiální zatížení větší než 0,25 C_0 . Nadměrné axiální zatížení může vyvolat podstatné zkrácení provozní trvanlivosti ložiska.

Ekvivalentní dynamické zatížení

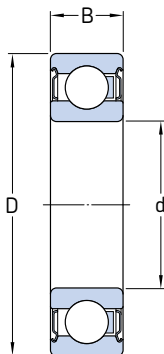
Ekvivalentní zatížení energeticky účinného kuličkového ložiska SKF může být vypočítáno podle běžného vztahu pro kuličková ložiska SKF. Podrobnější informace uvádí Hlavní katalog SKF nebo Interaktivní katalog SKF na internetové adrese www.skf.com.

Označení na ložisku a obalu

Označení energeticky účinných kuličkových ložisek SKF odpovídá základnímu systému označení SKF. Před základním označením ložiska je doplněno přídavné označení E2, které má zabránit záměně. Energeticky účinná kuličková ložiska SKF jsou dodávána v nové standardní krabice.

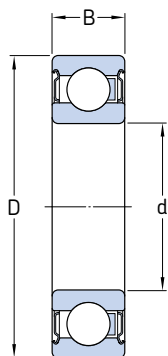


Kuličková ložiska SKF E2 s kryty
d 5 – 20 mm

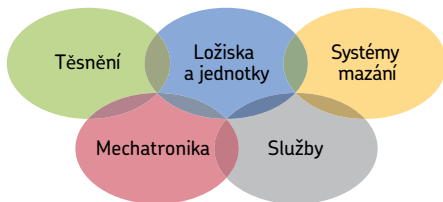


Hlavní rozměry			Únosnost dynamická statická		Mezní únavové zatížení P_u	Přípustné otáčky		Hmotnost	Označení
d	D	B	C	C_0		Referenční otáčky	Mezní otáčky		
mm			kN		kN	min^{-1}		kg	-
5	16	5	1,14	0,38	0,016	104 000	55 000	0,005	E2.625-ZZ
	19	6	2,21	0,95	0,04	90 000	47 000	0,009	E2.635-ZZ
6	19	6	2,21	0,95	0,04	90 000	47 000	0,008	E2.626-ZZ
	22	7	3,32	1,37	0,06	80 000	42 000	0,013	E2.607-ZZ E2.627-ZZ
8	22	7	3,32	1,37	0,06	80 000	42 000	0,012	E2.608-ZZ
	24	8	3,71	1,66	0,072	75 000	37 000	0,017	E2.628-ZZ
9	24	7	3,71	1,66	0,072	75 000	37 000	0,014	E2.609-ZZ
	26	8	4,62	1,93	0,08	70 000	36 000	0,020	E2.629-ZZ
10	26	8	4,62	1,93	0,08	70 000	36 000	0,019	E2.6000-ZZ
	30	9	5,07	2,32	0,098	61 000	32 000	0,032	E2.6200-ZZ
	35	11	8,32	3,4	0,143	55 000	29 000	0,053	E2.6300-ZZ
12	28	8	5,07	2,32	0,098	66 000	33 000	0,022	E2.6001-ZZ
	32	10	7,02	3,1	0,132	55 000	29 000	0,037	E2.6201-ZZ
	37	12	9,95	4,15	0,176	49 000	25 000	0,060	E2.6301-ZZ
15	32	9	5,53	2,75	0,118	55 000	28 000	0,030	E2.6002-ZZ
	35	11	7,8	3,75	0,16	47 000	25 000	0,045	E2.6202-ZZ
	42	13	11,4	5,3	0,224	41 000	21 000	0,082	E2.6302-ZZ
17	35	10	5,85	3	0,127	49 000	25 000	0,039	E2.6003-ZZ
	40	12	9,56	4,75	0,2	41 000	21 000	0,065	E2.6203-ZZ
	47	14	13,8	6,55	0,275	37 000	19 000	0,12	E2.6303-ZZ
20	42	12	9,36	5	0,212	41 000	21 000	0,069	E2.6004-ZZ
	47	14	12,7	6,55	0,275	35 000	19 000	0,11	E2.6204-ZZ
	52	15	16,3	7,8	0,34	33 000	17 000	0,14	E2.6304-ZZ

Kuličková ložiska SKF E2 s kryty
d 25 – 60 mm



Hlavní rozměry			Únosnost dynamická statická		Mezní únavové zatížení P_u	Připustné otáčky		Hmotnost	Označení
d	D	B	C	C_0		Referenční otáčky	Mezní otáčky		
mm			kN		kN	min ⁻¹		kg	–
25	47	12	11,1	6,1	0,26	35 000	18 000	0,08	E2.6005-ZZ
	52	15	13,8	7,65	0,325	30 000	16 000	0,13	E2.6205-ZZ
	62	17	22,9	11,6	0,49	27 000	15 000	0,23	E2.6305-ZZ
30	55	13	12,7	7,35	0,31	31 000	16 000	0,12	E2.6006-ZZ
	62	16	19,5	11,2	0,475	26 000	14 000	0,20	E2.6206-ZZ
	72	19	28,6	16	0,67	22 000	13 000	0,35	E2.6306-ZZ
35	72	17	25,5	15,3	0,64	22 000	12 000	0,29	E2.6207-ZZ
	80	21	33,8	19	0,815	21 000	11 000	0,46	E2.6307-ZZ
40	80	18	30,7	18,6	0,78	19 000	10 000	0,37	E2.6208-ZZ
	90	23	41	24	1,02	19 000	9 900	0,63	E2.6308-ZZ
45	85	19	32,5	20,4	0,865	18 000	9 900	0,41	E2.6209-ZZ
	100	25	52,7	31,5	1,34	17 000	8 700	0,83	E2.6309-ZZ
50	110	27	62,4	38	1,6	15 000	7 800	1,05	E2.6310-ZZ
55	120	29	71,5	45	1,9	14 000	7 300	1,35	E2.6311-ZZ
60	130	31	81,9	52	2,2	13 000	6 500	1,70	E2.6312-ZZ



The Power of Knowledge Engineering

Pět oblastí, v nichž skupina SKF získala rozsáhlé znalosti, spolu s poznatky z konkrétních uložení nashromážděnými v průběhu uplynulých 100 let umožňují společnosti SKF zaměřit se na vyvíjení inovativních řešení a nabízet je výrobcům základních zařízení i výrobním podnikům ve všech částech světa. Těchto pět oblastí tvoří ložiska a ložiskové jednotky, těsnění, mazací systémy, mechatronika (spojením mechaniky a elektroniky vzniknou inteligentní systémy) a široká nabídka služeb od počítačového modelování v 3D přes progresivní bezdemontážní diagnostiku po zajištění spolehlivosti strojů a správu provozních prostředků. Celosvětové zastoupení umožňuje skupině SKF poskytovat zákazníkům kvalitu na nejvyšší úrovni a zajistit snadnou dostupnost výrobků ve všech zemích světa.



Podrobnější informace poskytnete zástupce SKF nebo autorizovaný distributor

© SKF Group 2008

® SKF je registrovaná obchodní značka skupiny SKF Group

Obsah této publikace je chráněn autorským právem vydavatele a nesmí být reprodukován (ani zčásti) bez jeho předchozího písemného souhlasu. Přestože přesnost údajů uvedených v této tiskovině byla věnována nejvyšší péče, nelze přijmout odpovědnost za ztráty či škody, ať už přímé, nepřímé nebo následné, které byly způsobeny použitím informací uvedených v této tiskovině.

Publikace 6692 CS



S podporou finančního nástroje LIFE Evropského společenství

