



Všeobecné technické údaje

ZVL SLOVAKIA, a. s.

Na stanicu 22, 010 09 Žilina, Slovensko

www.zvlslovakia.sk

Tel.: +421 41 707 60 32, Fax: +421 41 707 60 24, sales.zvl@zvlslovakia.sk

Obsah

1 Základné výpočty	7
1.1 Dynamické zaťaženie	7
1.1.1 Základná dynamická únosnosť	7
1.1.2 Trvanlivosť	7
1.1.3 Ekvivalentné dynamické zaťaženie	14
1.1.4 Vplyv teploty	16
1.2 Statické zaťaženie	17
1.2.1 Základná statická únosnosť	17
1.2.2 Ekvivalentné statické zaťaženie	17
1.2.3 Bezpečnosť ložísk pri statickom zaťažení	18
1.3 Medzná frekvencia otáčania	18
2 Konštrukčné údaje o ložiskách	19
2.1 Hlavné rozmery	19
2.2 Označovanie	20
2.3 Presnosť ložísk	27
2.4 Vnútoraná vôľa	38
2.5 Kľetka	42
2.6 Kryty	42
3 Konštrukcia uloženia	43
3.1 Všeobecné zásady konštrukcie uloženia s valivými ložiskami	43
3.2 Upevnenie ložiska	44
3.2.1 Radiálne upevnenie ložiska	44
3.2.2 Axiálne upevnenie ložiska	46
3.3 Tesnenie	51
3.3.1 Bezdotykové tesnenie	51
3.3.2 Trecie tesnenie	52
3.3.3 Kombinované tesnenie	53
4 Mazanie ložísk	54
4.1 Mazanie plastickým mazivom	54
4.1.1 Domazávacie obdobie	54
4.1.2 Plastické mazivá pre ložiská	54
4.2 Mazanie olejom	57
4.2.1 Oleje pre ložiská	57
4.3 Mazanie pevnými mazivami	60
5 Montáž a demontáž ložísk	60
6 Normy	62

1 Základné výpočty

Potrebná veľkosť ložiska sa stanoví na základe pôsobiacich vonkajších síl a podľa požiadaviek na trvanlivosť a spoľahlivosť ložiska v uložení. Veľkosť, smer, zmysel a charakter zaťaženia pôsobiaceho na ložisko ako aj prevádzková frekvencia otáčania sú rozhodujúce pre voľbu druhu a veľkosti ložiska. Pritom sa musí tiež prihliadnuť na ďalšie zvláštne alebo dôležité podmienky každého jednotlivého prípadu uloženia ako napr. prevádzkovú teplotu, priestorové možnosti, jednoduchosť montáže, požiadavky na mazanie, utesnenie atď., ktoré môžu ovplyvniť výber najvhodnejšieho ložiska. Pre dané konkrétne podmienky môžu v mnohých prípadoch vyhovovať rôzne typy ložísk.

Z hľadiska pôsobenia vonkajších síl a funkcie ložiska v príslušnom uzle alebo celku rozlišujeme v ložiskovej technike dva typy zaťaženia valivého ložiska:

- keď sa ložiskové krúžky navzájom relatívne voči sebe otáčajú a ložisko je za tohto stavu vystavené pôsobeniu vonkajších síl (čo platí pre väčšinu prípadov použitia ložísk), ide tu o **dynamické zaťaženie ložiska**,

- keď sa ložiskové krúžky buď navzájom nepohybujú, alebo sa pohybujú veľmi pomaly, ložisko prenáša kývavý pohyb alebo vonkajšie sily pôsobia kratšie ako je čas jednej otáčky ložiska, ide tu o **tatické zaťaženie ložiska**.

Pre výpočet bezpečnosti ložiska je v prvom prípade rozhodujúca trvanlivosť limitovaná poruchou zapríčinenou únavou materiálu niektorej zo súčiastok ložiska. V druhom prípade sú to trvalé deformácie funkčných plôch v miestach styku valivých telies a obežných dráh.

1.1 Dynamické zaťaženie

1.1.1 Základná dynamická únosnosť

Základná dynamická únosnosť je stále nepremenné zaťaženie, ktoré môže ložisko teoreticky prenášať pri základnej trvanlivosti jedného milióna otáčok.

Pre radiálne ložiská sa základná dynamická únosnosť C_r vzťahuje na stále nepremenné, čisto radiálne zaťaženie. Pre axiálne ložiská sa základná axiálna dynamická únosnosť C_a vzťahuje na nepremenné, čisto axiálne zaťaženie, pôsobiace v osi ložiska.

Pre každé ložisko je v tabuľkovej časti uvedená základná dynamická únosnosť C_r a C_a , ktorých veľkosť závisí od rozmeru ložiska, počtu valivých telies, materiálu a konštrukcie ložiska. Hodnoty základných dynamických únosností boli stanovené podľa normy ISO 281. Tieto hodnoty sú overené na skúšobných zariadeniach a potvrdené prevádzkovými výsledkami.

1.1.2 Trvanlivosť

Trvanlivosť ložiska je počet otáčok, ktoré vykoná jeden krúžok vzhľadom k druhému krúžku, pokiaľ sa neobjavia prvé príznaky únavy materiálu na jednom z krúžkov alebo na valivom telese.

Medzi ložiskami rovnakého typu môžu byť však značné rozdiely v trvanlivosti, a preto sa na výpočet trvanlivosti podľa ISO 281 používa za základ základná trvanlivosť, t.j. trvanlivosť, prezentovaná dobou prevádzky, ktorú dosiahne alebo prekročí skupina ložísk pri spoľahlivosti 90%.

Rovnica základnej trvanlivosti

Základná trvanlivosť ložiska je matematicky definovaná rovnicou trvanlivosti, ktorá platí pre všetky typy ložísk.

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^p \text{ alebo } \frac{C}{P} = (L_{10})^{\frac{1}{p}}$$

L_{10} - základná trvanlivosť [10⁶ot]

C - základná dynamická únosnosť (hodnoty C_r , C_a sú uvedené v tabuľkovej časti) [kN]

P - ekvivalentné dynamické zaťaženie ložiska (rovnice pre výpočet P_r , P_a sú uvedené v ods. 1.1.3 a pri každej konštrukčnej skupine ložísk) [kN]

p - mocniteľ: pre guľkové ložiská $p = 3$
pre valčekové, ihlové, súdkové a kuželíkové ložiská $p = \frac{10}{3}$

V tabuľke 1 je uvedená závislosť trvanlivosti L_{10} v miliónoch otáčok a príslušný pomer C/P. V prípade, že frekvencia otáčania sa nemení, môže sa na výpočet trvanlivosti použiť upravená rovnica, ktorá vyjadruje základnú trvanlivosť v prevádzkových hodinách:

$$L_{10h} = \left(\frac{C}{P}\right)^p \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n} \quad [h]$$

L_{10h} - základná trvanlivosť
n - frekvencia otáčania

[h]
[min⁻¹]

Závislosť pomeru C/P od základnej trvanlivosti L_{10h} a od frekvencie otáčania n je uvedená pre guľkové ložiská v tabuľke 2 a pre valčekové, ihlové, súdkové a kuželíkové ložiská v tabuľke 3.

Pomer C/P v závislosti od trvanlivosti L_{10h}				Tab. 1			
Pre guľkové ložiská		Trvanlivosť L_{10}		Pre valčekové, ihlové, súdkové a kuželíkové ložiská			
Trvanlivosť L_{10}	$\frac{C}{P}$	Trvanlivosť L_{10}	$\frac{C}{P}$	Trvanlivosť L_{10}	$\frac{C}{P}$	Trvanlivosť L_{10}	$\frac{C}{P}$
10^6 ot		10^6 ot		10^6 ot		10^6 ot	
0,5	0,793	600	8,43	0,5	0,812	600	6,81
0,75	0,909	650	8,66	0,75	0,917	650	6,98
1	1	700	8,88	1	1	700	7,14
1,5	1,14	750	9,09	1,5	1,13	750	7,29
2	1,26	800	9,28	2	1,24	800	7,43
3	1,44	850	9,47	3	1,39	850	7,56
4	1,59	900	9,65	4	1,52	900	7,70
5	1,71	950	9,83	5	1,62	950	7,82
6	1,82	1000	10	6	1,71	1000	7,94
8	2	1100	10,3	8	1,87	1100	8,17
10	2,15	1200	10,6	10	2	1200	8,39
12	2,29	1300	10,9	12	2,11	1300	8,59
14	2,41	1400	11,2	14	2,21	1400	8,79
16	2,52	1500	11,4	16	2,30	1500	8,97
18	2,62	1600	11,7	18	2,38	1600	9,15
20	2,71	1700	11,9	20	2,46	1700	9,31
25	2,92	1800	12,2	25	2,63	1800	9,48
30	3,11	1900	12,4	30	2,77	1900	9,63
35	3,27	2000	12,6	35	2,91	2000	9,78
40	3,42	2200	13	40	3,02	2200	10,1
45	3,56	2400	13,4	45	3,13	2400	10,3
50	3,68	2600	13,8	50	3,23	2600	10,6
60	3,91	2800	14,1	60	3,42	2800	10,8
70	4,12	3000	14,4	70	3,58	3000	11
80	4,31	3500	15,2	80	3,72	3500	11,5
90	4,48	4000	15,9	90	3,86	4000	12
100	4,64	4500	16,5	100	3,98	4500	12,5
120	4,93	5000	17,1	120	4,20	5000	12,9
140	5,19	5500	17,7	140	4,40	5500	13,2
160	5,43	6000	18,2	160	4,58	6000	13,6
180	5,65	7000	19,1	180	4,75	7000	14,2
200	5,85	8000	20	200	4,90	8000	14,8
250	6,30	9000	20,8	250	5,24	9000	15,4
300	6,69	10000	21,5	300	5,54	10000	15,8
350	7,05	12500	23,2	350	5,80	12500	16,9
400	7,37	15000	24,7	400	6,03	15000	17,9
450	7,66	17500	26	450	6,25	17500	18,7
500	7,94	20000	27,1	500	6,45	20000	19,5
550	8,19	25000	29,2	550	6,64	25000	20,9

Pomer C/P v závislosti od trvanlivosti L_{10h} a frekvencii otáčania n pre guľkové ložiská														Tab. 2
Trvanlivosť L_{10h}	Frekvencia otáčania n [min ⁻¹]													
	10	16	25	40	63	100	125	160	200	250	320	400	500	630
h														
100	-	-	-	-	-	-	-	-	1,06	1,15	1,24	1,34	1,45	1,56
500	-	-	-	1,06	1,24	1,45	1,56	1,68	1,82	1,96	2,12	2,29	2,47	2,67
1 000	-	-	1,15	1,34	1,56	1,82	1,96	2,12	2,29	2,47	2,67	2,88	3,11	3,36
1 250	-	1,06	1,24	1,45	1,68	1,96	2,12	2,29	2,47	2,67	2,88	3,11	3,36	3,63
1 600	-	1,15	1,34	1,56	1,82	2,12	2,29	2,47	2,67	2,88	3,11	3,36	3,63	3,91
2 000	1,06	1,24	1,45	1,68	1,96	2,29	2,47	2,67	2,88	3,11	3,36	3,63	3,91	4,23
2 500	1,15	1,34	1,56	1,82	2,12	2,47	2,67	2,88	3,11	3,36	3,63	3,91	4,23	4,56
3 200	1,24	1,45	1,68	1,96	2,29	2,67	2,88	3,11	3,36	3,63	3,91	4,23	4,56	4,93
4 000	1,34	1,56	1,82	2,12	2,47	2,88	3,11	3,36	3,63	3,91	4,23	4,56	4,93	5,32
5 000	1,45	1,68	1,96	2,29	2,67	3,11	3,36	3,63	3,91	4,23	4,56	4,93	5,32	5,75
6 300	1,56	1,82	2,12	2,47	2,88	3,36	3,63	3,91	4,23	4,56	4,93	5,32	5,75	6,20
8 000	1,68	1,96	2,29	2,67	3,11	3,63	3,91	4,23	4,56	4,93	5,32	5,75	6,20	6,70
10 000	1,82	2,12	2,47	2,88	3,36	3,91	4,23	4,56	4,93	5,32	5,75	6,20	6,70	7,23
12 500	1,96	2,29	2,67	3,11	3,36	4,23	4,56	4,93	5,32	5,75	6,20	6,70	7,23	7,81
16 000	2,12	2,47	2,88	3,36	3,91	4,56	4,93	5,23	5,75	6,20	6,70	7,23	7,81	8,43
20 000	2,29	2,67	3,11	3,63	4,23	4,93	5,32	5,75	6,20	6,70	7,23	7,81	8,43	9,11
25 000	2,47	2,88	3,36	3,91	4,56	5,32	5,75	6,20	6,70	7,23	7,81	8,43	9,11	9,83
32 000	2,67	3,11	3,63	4,23	4,93	5,75	6,20	6,70	7,23	7,81	8,43	9,11	9,83	10,6
40 000	2,88	3,36	3,91	4,56	5,32	6,20	6,70	7,23	7,81	8,43	9,11	9,83	10,6	11,5
50 000	3,11	3,63	4,23	4,93	5,75	6,70	7,23	7,81	8,43	9,11	9,83	10,6	11,5	12,4
63 000	3,36	3,91	4,56	5,32	6,20	7,23	7,81	8,43	9,11	9,83	10,6	11,5	12,4	13,4
80 000	3,36	4,23	4,93	5,75	6,70	7,81	8,43	9,11	9,83	10,6	11,5	12,4	13,4	14,5
100 000	3,91	4,56	5,32	6,20	7,23	8,43	9,11	9,83	10,6	11,5	12,4	13,4	14,5	15,6
200 000	4,93	5,75	6,70	7,81	9,11	10,6	11,5	12,4	13,4	14,5	15,6	16,8	18,2	19,6

Trvanlivosť L_{10h}	Frekvencia otáčania n [min ⁻¹]													
	800	1000	1250	1600	2000	2500	3200	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000
h														
100	1,68	1,82	1,96	2,12	2,29	2,47	2,67	2,88	3,11	3,36	3,63	3,91	4,23	4,56
500	2,88	3,11	3,36	3,63	3,91	4,23	4,56	4,93	5,32	5,75	6,20	6,70	7,23	7,81
1 000	3,63	3,91	4,23	4,56	4,93	5,32	5,75	6,20	6,70	7,23	7,81	8,43	9,11	9,83
1 250	3,91	4,23	4,56	4,93	5,32	5,75	6,20	6,70	7,23	7,81	8,43	9,11	9,83	10,6
1 600	4,23	4,56	4,93	5,32	5,75	6,20	6,70	7,23	7,81	8,43	9,11	9,83	10,6	11,5
2 000	4,56	4,93	5,32	5,75	6,20	6,70	7,23	7,81	8,43	9,11	9,83	10,6	11,5	12,4
2 500	4,93	5,32	5,75	6,20	6,70	7,23	7,81	8,43	9,11	9,83	10,6	11,5	12,4	13,4
3 200	5,32	5,75	6,20	6,70	7,23	7,81	8,43	9,11	9,83	10,6	11,5	12,4	13,4	14,5
4 000	5,75	6,20	6,70	7,23	7,81	8,43	9,11	9,83	10,6	11,5	12,4	13,4	14,5	15,6
5 000	6,20	6,70	7,23	7,81	8,43	9,11	9,83	10,6	11,5	12,4	13,4	14,5	15,6	16,8
6 300	6,70	7,23	7,81	8,43	9,11	9,83	10,6	11,5	12,4	13,4	14,5	15,6	16,8	18,2
8 000	7,23	7,81	8,43	9,11	9,83	10,6	11,5	12,4	13,4	14,5	15,6	16,8	18,2	19,6
10 000	7,81	8,43	9,11	9,83	10,6	11,5	12,4	13,4	14,5	15,6	16,8	18,2	19,6	21,2
12 500	8,43	9,11	9,83	10,6	11,5	12,4	13,4	14,5	15,6	16,8	18,2	19,6	21,2	22,9
16 000	9,11	9,83	10,6	11,5	12,4	13,4	14,5	15,6	16,8	18,2	19,6	21,2	22,9	24,7
20 000	9,83	10,6	11,5	12,4	13,4	14,5	15,6	16,8	18,2	19,6	21,2	22,9	24,7	26,7
25 000	10,6	11,5	12,4	13,4	14,5	15,6	16,8	18,2	19,6	21,2	22,9	24,7	26,7	28,8
32 000	11,5	12,4	13,4	14,5	15,6	16,8	18,2	19,6	21,2	22,9	24,7	26,7	28,8	31,1
40 000	12,4	13,4	14,5	15,6	16,8	18,2	19,6	21,2	22,9	24,7	26,7	28,8	31,1	-
50 000	13,4	14,5	15,6	16,8	18,2	19,6	21,2	22,9	24,7	26,7	28,8	31,1	-	-
63 000	14,5	15,6	16,8	18,2	19,6	21,2	22,9	24,7	26,7	28,8	31,1	-	-	-
80 000	15,6	16,8	18,2	19,6	21,2	22,9	24,7	26,7	28,8	31,1	-	-	-	-
100 000	16,8	18,2	19,6	21,2	22,9	24,7	26,7	28,8	31,1	-	-	-	-	-
200 000	21,2	22,9	24,7	26,7	28,8	31,1	-	-	-	-	-	-	-	-

Pomer C/P v závislosti od trvanlivosti L_{10h} a frekvencii otáčania n pre valčekové, súdkové a kuželikové ložiská Tab. 3

Trvanlivosť L _{10h}	Frekvencia otáčania n [min ⁻¹]													
	10	16	25	40	63	100	125	160	200	250	320	400	500	630
h														
100	-	-	-	-	-	-	-	-	1,05	1,1	1,21	1,30	1,39	1,49
500	-	-	-	1,05	1,21	1,39	1,49	1,60	1,71	1,83	1,97	2,11	2,26	2,42
1 000	-	-	1,13	1,30	1,49	1,71	1,83	1,97	2,11	2,26	2,42	2,59	2,78	2,97
1 250	-	1,05	1,21	1,39	1,60	1,83	1,97	2,11	2,26	2,42	2,59	52,78	2,97	3,19
1 600	-	1,13	1,30	1,49	1,71	1,97	2,11	2,26	2,42	2,59	2,78	2,97	3,19	3,42
2 000	1,05	1,21	1,39	1,60	1,83	2,11	2,26	2,42	2,59	2,78	2,97	3,19	3,42	3,66
2 500	1,13	1,30	1,49	1,71	1,97	2,26	2,42	2,59	2,78	2,97	3,19	3,42	3,66	3,92
3 200	1,21	1,39	1,60	1,83	2,11	2,42	2,59	2,78	2,97	3,19	3,42	3,66	3,92	4,20
4 000	1,30	1,49	1,71	1,97	2,26	2,59	2,78	2,97	3,19	3,42	3,66	3,92	4,20	4,50
5 000	1,39	1,60	1,83	2,11	2,42	2,78	2,97	3,19	3,42	3,66	3,92	4,20	4,50	4,82
6 300	1,49	1,71	1,97	2,26	2,59	2,97	3,19	3,42	3,66	3,92	4,20	4,50	4,82	5,17
8 000	1,60	1,83	2,11	2,42	2,78	3,19	3,42	3,66	3,92	4,20	4,50	4,82	5,17	5,54
10 000	1,71	1,97	2,26	2,59	2,97	3,42	3,66	3,92	4,20	4,50	4,82	5,17	5,54	5,94
12 500	1,83	2,11	2,42	2,78	3,19	3,66	3,92	4,20	4,50	4,82	5,17	5,54	5,94	6,36
16 000	1,97	2,26	2,59	2,97	3,42	3,92	4,20	4,50	4,82	5,17	5,54	5,94	6,36	6,81
20 000	2,11	2,42	2,78	3,19	3,66	4,20	4,50	4,82	5,17	5,54	5,94	6,36	6,81	7,30
25 000	2,26	2,59	2,97	3,42	3,92	4,50	4,82	5,17	5,54	5,94	6,36	6,81	7,30	7,82
32 000	2,42	2,78	3,19	3,66	4,20	4,82	5,17	5,54	5,94	6,36	6,81	7,30	7,82	8,38
40 000	2,59	2,97	3,42	3,92	4,50	5,17	5,54	5,94	6,36	6,81	7,30	7,82	8,38	8,98
50 000	2,78	3,19	3,66	4,20	4,82	5,54	5,94	6,36	6,81	7,30	7,82	8,38	8,98	9,62
63 000	2,97	3,42	3,92	4,50	5,17	5,94	6,36	6,81	7,30	7,82	8,38	8,98	9,62	10,3
80 000	3,19	3,66	4,20	4,82	5,54	6,36	6,81	7,30	7,82	8,38	8,98	9,62	10,3	11,0
100 000	3,42	3,92	4,50	5,17	5,94	6,81	7,30	7,82	8,38	8,98	9,62	10,3	11,0	11,8
200 000	4,20	4,82	5,54	6,36	7,30	8,38	8,98	9,62	10,3	11,0	11,8	12,7	13,6	14,6

Trvanlivosť L _{10h}	Frekvencia otáčania n [min ⁻¹]													
	800	1000	1250	1600	2000	2500	3200	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000
h														
100	1,60	1,71	1,83	1,97	2,11	2,26	2,42	2,59	2,78	2,97	3,19	3,42	3,66	3,92
500	2,59	2,78	2,97	3,19	3,42	3,66	3,92	4,20	4,50	4,82	5,17	5,54	5,94	6,36
1 000	3,19	3,42	3,66	3,92	4,20	4,50	4,82	5,17	5,54	5,94	6,36	6,81	7,30	7,82
1 250	3,42	3,66	3,92	4,20	4,50	4,82	5,17	5,54	5,94	6,36	6,81	7,30	7,82	8,38
1 600	3,66	3,92	4,20	4,50	4,82	5,17	5,54	5,94	6,36	6,81	7,30	7,82	8,38	8,98
2 000	3,92	4,20	4,50	4,82	5,17	5,54	5,94	6,36	6,81	7,30	7,82	8,38	8,98	9,62
2 500	4,20	4,50	4,82	5,17	5,54	5,94	6,36	6,81	7,30	7,82	8,38	8,98	9,62	10,3
3 200	4,50	4,82	5,17	5,54	5,94	6,36	6,81	7,30	7,82	8,38	8,98	9,62	10,3	11,0
4 000	4,82	5,17	5,54	5,94	6,36	6,81	7,30	7,82	8,38	8,98	9,62	10,3	11,0	11,8
5 000	5,17	5,54	5,94	6,36	6,81	7,30	7,82	8,38	8,98	9,62	10,3	11,0	11,8	12,7
6 300	5,54	5,94	6,36	6,81	7,30	7,82	8,38	8,98	9,62	10,3	11,0	11,8	12,7	13,6
8 000	5,94	6,36	6,81	7,30	7,82	8,38	8,98	9,62	10,3	11,0	11,8	12,7	13,6	14,6
10 000	6,36	6,81	7,30	7,82	8,38	8,98	9,62	10,3	11,0	11,8	12,7	13,6	14,6	15,6
12 500	6,81	7,30	7,82	8,38	8,98	9,62	10,3	11,0	11,8	12,7	13,6	14,6	15,6	16,7
16 000	7,30	7,82	8,38	8,98	9,62	10,3	11,0	11,8	12,7	13,6	14,6	15,6	16,7	17,9
20 000	7,82	8,38	8,98	9,62	10,3	11,0	11,8	12,7	13,6	14,6	15,6	16,7	17,9	19,2
25 000	8,38	8,98	9,62	10,3	11,0	11,8	12,7	13,6	14,6	15,6	16,7	17,9	19,2	20,6
32 000	8,98	9,62	10,3	11,0	11,8	12,7	13,6	14,6	15,6	16,7	17,9	19,2	20,6	-
40 000	9,62	10,3	11,0	11,8	12,7	13,6	14,6	15,6	16,7	17,9	19,2	20,6	-	-
50 000	10,3	11,0	11,8	12,7	13,6	14,6	15,6	16,7	17,9	19,2	20,6	-	-	-
63 000	11,0	11,8	12,7	13,6	14,6	15,6	16,7	17,9	19,2	20,6	-	-	-	-
80 000	11,8	12,7	13,6	14,6	15,6	16,7	17,9	19,2	20,6	-	-	-	-	-
100 000	12,7	13,6	14,6	15,6	16,7	17,9	19,2	20,6	-	-	-	-	-	-
200 000	15,6	16,7	17,9	19,2	20,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-

V uložení náprav cestných a koľajových vozidiel sa základná trvanlivosť môže vyjadriť upraveným vzťahom v počte ubehnutých kilometrov.

$$L_{10\text{km}} = \left(\frac{C}{P}\right)^p \cdot \frac{\pi D}{1000}$$

$L_{10\text{km}}$ - základná trvanlivosť

[10^6 km]

D - priemer kolesa

[m]

Smerné hodnoty základnej trvanlivosti

V prípadoch, keď nie je pre daný prípad uloženia vopred požadovaná trvanlivosť, je možné za primerané považovať hodnoty uvedené v tabuľke 4 a 5.

Smerné hodnoty základnej trvanlivosti v prevádzkových hodinách		Tab. 4
Druh stroja	Základná trvanlivosť L_{10h}	
	h	
prístroje a náradie zriedka používané	1 000	
elektrické stroje pre domácnosť, malé ventilátory	2 000 až 4 000	
stroje pre prerušovanú prevádzku, ručné nástroje, dielenské žeriavy, hospodárske stroje	4 000 až 8 000	
stroje pre prerušovanú prevádzku s požiadavkou na vysokú spoľahlivosť, pomocné stroje v elektrárnach, pásové dopravníky, dopravné vozíky, výťahy	8 000 až 15 000	
valcovacie stolice	6 000 až 12 000	
stroje pre 8 až 16 hod. prevádzku: stacionárne elektromotory, ozubené prevody, vretená textilných strojov, stroje na spracovanie plastov, tlačiarenské stroje, žeriavy	15 000 až 30 000	
obrábacie stroje všeobecne	20 000 až 30 000	
stroje pre trvalú prevádzku: stacionárne elektrické stroje, dopravné zariadenia, valčekové trate, čerpadlá, odstredivky, dýchadlá, kompresory, kladivkové mlyny, drviče, briketovacie lisy, banské výťahy, lanové kotúče	40 000 až 60 000	
stroje pre trvalú prevádzku s veľkou prevádzkovou bezpečnosťou: elektrárnske stroje, vodárnske stroje, papierenské stroje, lodné stroje	100 000 až 200 000	

Smerné hodnoty základnej trvanlivosti v kilometroch		Tab. 5
Druh vozidla	Základná trvanlivosť $L_{10\text{km}}$	
	km	
koľasá cestných vozidiel:		
motocykle	60 000	
osobné automobily	150 000 až 250 000	
nákladné automobily, autobusy	400 000 až 500 000	
nápravové ložiská koľajových vozidiel:		
nákladné železničné vagóny (podľa UIC) pri trvalom pôsobení maximálneho nápravového zaťaženia	800 000	
elektrický	1 500 000	
osobné železničné vagóny	3 000 000	
motorové vagóny a motorové jednotky	3 000 000 až 4 000 000	
lokomotivy	3 000 000 až 5 000 000	

Rovnica upravenej trvanlivosti

Upravená trvanivosť je korigovaná základná trvanivosť, pričom sa pri výpočte okrem zaťaženia zohľadňuje vplyv materiálu ložiskových súčiastok, fyzikálno-mechanické a chemické vlastnosti maziva a teplotný režim pracovného prostredia ložiska.

$$L_{na} = a_1 \cdot a_{23} \cdot L_{10}$$

L_{na} - upravená trvanivosť pre spoľahlivosť (100-n) %

a iné ako bežné prevádzkové podmienky

[10⁶ot]

a_1 - koeficient spoľahlivosti pre inú ako 90 % spoľahlivosť, pozri tabuľku 6

a_{23} - koeficient materiálu, maziva, technológie výroby

a prevádzkových podmienok, pozri obr. 1

L_{10} - základná trvanivosť

[10⁶ot]

Hodnoty koeficienta a_1		Tab. 6
Spôľahlivosť (%)	L_n	a_1
90	L_{10}	1,00
95	L_5	0,62
96	L_4	0,53
97	L_3	0,44
98	L_2	0,33
99	L_1	0,21

Pre základné stanovenie hodnôt koeficienta a_{23} sa vychádza z diagramu na obrázku 1.

$$\kappa = \frac{\nu}{\nu_1}$$

- ν - kinematická viskozita maziva pri prevádzkovej teplote ložiska [mm².s⁻¹]
 ν_1 - kinematická viskozita pre definovanú frekvenciu otáčania
 a zvolený rozmer ložiska [mm².s⁻¹]

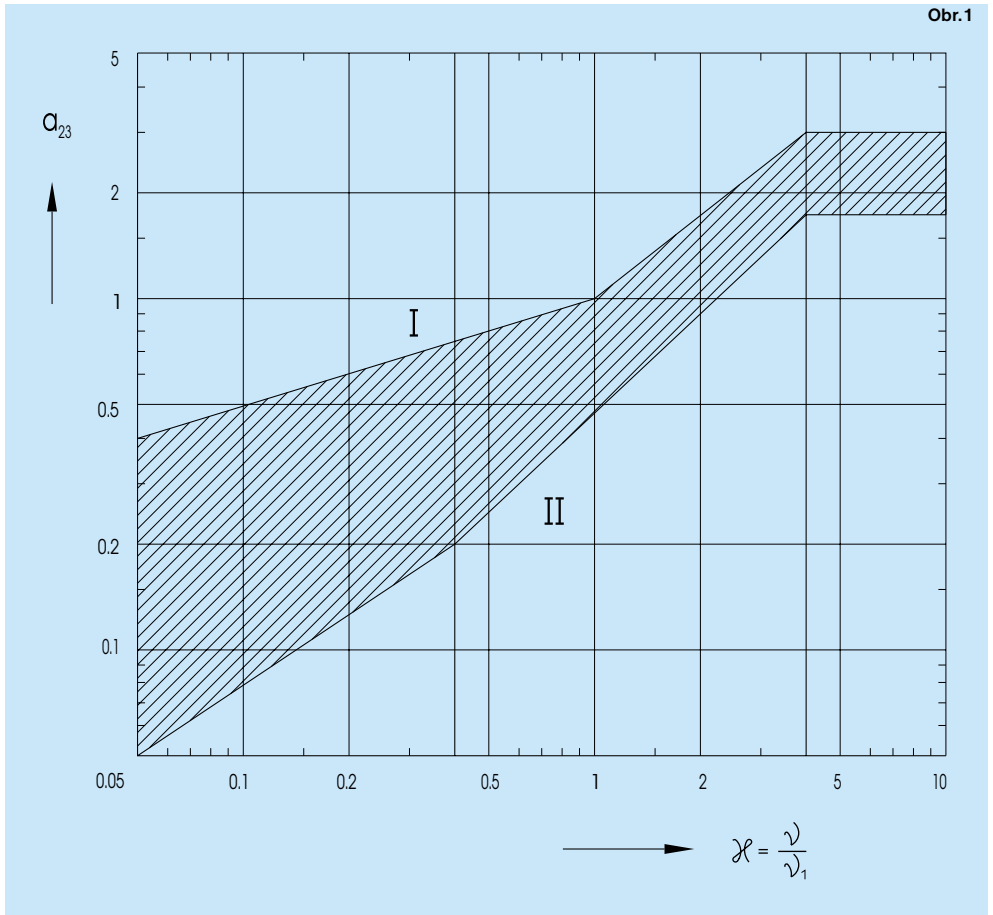
Hodnoty ν a ν_1 určíme podľa diagramu na obrázku 24 resp. na obrázku 23.

V diagrame na obr. 1, čiara I platí pre radiálne guľkové ložiská, ktoré pracujú vo veľmi čistom prostredí. V ostatných prípadoch sa koeficient a_{23} volí nižší v závislosti od čistoty prostredia, pričom klesajúca tendencia je závislá od konštrukčnej skupiny ložiska v tomto poradí:

- guľkové ložiská s kosouhlým stykom
- kuželíkové ložiská
- valčekové ložiská
- dvojradové naklápacie guľkové ložiská
- súdkové ložiská

Čiara II sa môže použiť pri stanovovaní koeficientu a_{23} pre súdkové ložiská, ktoré pracujú v prašnom prostredí.

Túto problematiku odporúčame konzultovať s dodávateľom.



1.1.3 Ekvivalentné dynamické zaťaženie

V konštrukčnom uzle je ložisko vystavené všeobecne pôsobiacim silám v rôznej veľkosti, pri rôznej frekvencii otáčania a s rôznou dobou pôsobenia. Z hľadiska metodiky výpočtu je potrebné prepočítať pôsobiace sily na konštantné zaťaženie, pri ktorom bude mať ložisko rovnakú trvanlivosť, akú dosiahne v podmienkach skutočného zaťaženia.

Takéto prepočítané konštantné radiálne alebo axiálne zaťaženie nazývame ekvivalentné zaťaženie P resp. P_r (radiálne) alebo P_a (axiálne).

Kombinované zaťaženie

Spôsob zaťaženia konštantný

Vonkajšie sily pôsobiace na ložisko sa nemenia ani čo do veľkosti ani v závislosti na čase.

Radiálne ložiská

Ak súčasne pôsobia na radiálne ložisko konštantné sily v radiálnom i axiálnom smere, platí pre výpočet radiálneho dynamického ekvivalentného zaťaženia rovnica

$$P_r = X \cdot F_r + Y \cdot F_a \quad [\text{kN}]$$

P_r	- radiálne ekvivalentné dynamické zaťaženie	[kN]
F_r	- radiálna sila pôsobiaca na ložisko	[kN]
F_a	- axiálna sila pôsobiaca na ložisko	[kN]
X	- koeficient radiálneho zaťaženia	
Y	- koeficient axiálneho zaťaženia	

Koeficienty X a Y sú závislé od pomeru F_a/F_r . Hodnoty X a Y sú uvedené v tabuľkovej časti alebo v komentári pred každou konštrukčnou skupinou ložísk, kde sú uvedené bližšie údaje pre výpočet ložísk príslušnej konštrukčnej skupiny.

Axiálne ložiská

Axiálne guľkové ložiská môžu prenášať iba sily pôsobiace v axiálnom smere a pre výpočet axiálneho dynamického ekvivalentného zaťaženia platí rovnica

$$P_a = F_a \quad [\text{kN}]$$

P_a	- axiálne dynamické ekvivalentné zaťaženie	[kN]
F_a	- axiálne zaťaženie ložiska	[kN]

Axiálne súdkové ložiská môžu prenášať aj určité radiálne zaťaženie, avšak iba pri súčasnom pôsobení axiálneho zaťaženia, pričom musí byť splnená podmienka $F_r \leq 0,55 F_a$. Axiálne dynamické ekvivalentné zaťaženie sa vypočíta z rovnice

$$P_a = F_a + 1,2 F_r \quad [\text{kN}]$$

Spôsob zaťaženia premenlivý

Skutočné premenlivé zaťaženie, ktorého časový priebeh poznáme, sa pre výpočet nahradzuje stredným mysleným zaťažením. Toto myslené zaťaženie má na ložisko rovnaký vplyv ako skutočné premenlivé zaťaženie.

Zmena veľkosti zaťaženia pri stálej frekvencii otáčania

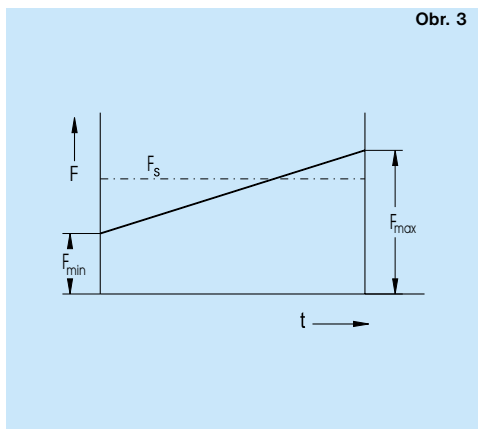
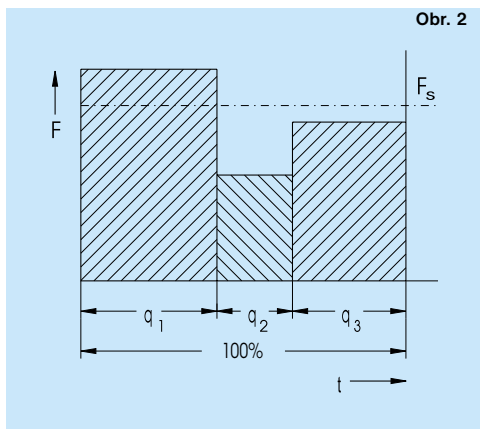
Ak pôsobí na ložisko zaťaženie v stálom smere, ktorého veľkosť sa mení v závislosti na čase, pričom frekvencia otáčania je konštantná (obr. 2), vypočítame stredné myslené zaťaženie F_s podľa rovnice

$$F_s = \left(\sum_{i=1}^n F_i^3 \cdot \frac{q_i}{100} \right)^{\frac{1}{3}} \quad [\text{kN}]$$

F_s - myslené stredné nepremenné zaťaženie [kN]
 $F_i = F_1, \dots, F_n$ - nepremenné čiastkové skutočné zaťaženia [kN]
 $q_i = q_1, \dots, q_n$ - podiel pôsobenia čiastkových zaťažení [%]

Pri konštantnej frekvencii otáčania s lineárnou zmenou zaťaženia stáleho smeru (obr. 3) sa vypočíta stredné myslené zaťaženie z rovnice

$$F_s = \frac{F_{\min} + 2F_{\max}}{3} \quad [\text{kN}]$$



Ak má skutočné zaťaženie sínusový priebeh (obr. 4), je stredné myslené zaťaženie

$$F_s = 0,75 \cdot F_{\max} \quad [\text{kN}]$$

Zmena veľkosti zaťaženia pri zmene frekvencie otáčania

Ak pôsobí na ložisko v čase premenlivé zaťaženie a pritom sa mení aj frekvencia otáčania, vypočíta sa stredné myslené zaťaženie z rovnice

$$F_s = \left(\frac{\sum_{i=1}^n F_i^3 \cdot q_i \cdot n_i}{\sum_{i=1}^n q_i \cdot n_i} \right)^{\frac{1}{3}} \quad [\text{kN}]$$

$n_i = n_1, \dots, n_n$ - konštantná frekvencia otáčania v čase pôsobenia čiastkových zaťažení F_1, \dots, F_n [min^{-1}]
 $q_i = q_1, \dots, q_n$ - podiel pôsobenia čiastkových zaťažení a frekvencie otáčania [%]

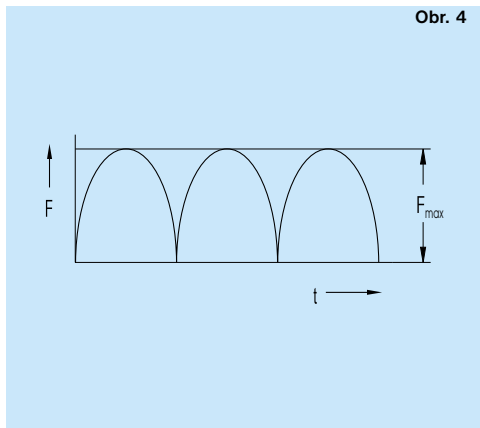
Ak sa v závislosti na čase mení iba frekvencia otáčania, myslená stredná konštantná frekvencia otáčania sa vypočíta z rovnice

$$n_s = \frac{\sum_{i=1}^n q_i \cdot n_i}{100} \quad [\text{min}^{-1}]$$

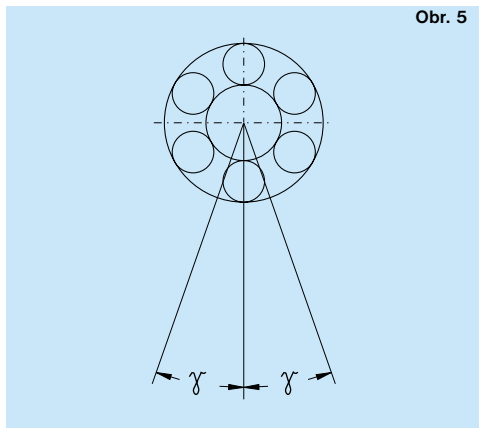
n_s = stredná frekvencia otáčania

[min⁻¹]

Ložisko vykonáva kývavý pohyb



Obr. 4



Obr. 5

Pri kývavom pohybe s amplitúdou kývania γ (obr. 5) je najjednoduchšie nahradiť kývavý pohyb myslenou rotáciou, kedy je frekvencia otáčania rovná frekvencii kmitania. Pre radiálne ložiská sa stredné myslené zaťaženie vypočíta z rovnice

$$F_s = F_r \left(\frac{\gamma}{90} \right)^{\frac{1}{p}} \quad [\text{kN}]$$

F_s - stredné myslené zaťaženie

[kN]

F_r - skutočné radiálne zaťaženie

[kN]

γ - amplitúda kývavého pohybu

[°]

p - mocniteľ $p = 3$ pre guľkové ložiská

$p = \frac{10}{3}$ pre valčekové, ihlové, súdkové a kuželíkové ložiská

1.1.4 Vplyv teploty

Dodávaný sortiment ložísk je určený pre použitie v prostredí s teplotou do 120°C. Výnimku tvoria dvojradové súdkové ložiská, ktoré môžu pracovať pri teplotách až do 180°C, a jednoradové guľkové ložiská s tesnením (RS, 2RS, RSR, 2RSR) použiteľné do teploty 110°C, s tesnením RS2, -2RS2 použiteľné do teploty 150°C.

Pre vyššie prevádzkové teploty sú valivé ložiská vyrobené tak, aby sa zabezpečili ich potrebné fyzikálne - mechanické vlastnosti a rozmerová stabilita. Riešenie uloženia pri vyšších prevádzkových teplotách odporúčame konzultovať s dodávateľom.

Hodnoty základnej dynamickkej únosnosti C_r alebo C_a uvádzané v tabuľkovej časti publikácie, je potrebné násobiť koeficientom f_t , ktorý je vedený v tabuľke 7.

Hodnoty koeficienta f_t		Tab. 7			
prevádzková teplota do [°C]		150	200	250	300
koeficient f_t		0,95	0,9	0,75	0,6

1.2 Statické zaťaženie

1.2.1 Základná statická únosnosť

Radiálna základná statická únosnosť C_{or} a axiálna základná statická únosnosť C_{oa} je pre každé ložisko uvedená v tabuľkovej časti publikácie. Hodnoty C_{or} a C_{oa} boli stanovené výpočtom podľa medzinárodnej normy STN ISO 76.

Základná statická únosnosť je zaťaženie, ktoré zodpovedá vypočítaným stykovým napätiam v najviac zaťaženom pásme styku valivého telesa a obežnej dráhy ložiska:

- 4600 MP_a pre dvojradové naklápacie guľkové ložiská
- 4200 MP_a pre ostatné guľkové ložiská
- 4000 MP_a pre valčekové, ihlové, súdkové a kuželikové ložiská

1.2.2 Ekvivalentné statické zaťaženie

Ekvivalentné statické zaťaženie je prepočítané radiálne zaťaženie P_{or} pre radiálne ložiská a axiálne osové zaťaženie P_{oa} pre axiálne ložiská.

$$P_{or} = X_o F_r + Y_o F_a \quad [\text{kN}]$$

$$P_{oa} = X_o F_r + Y_o F_a \quad [\text{kN}]$$

P_{or} - radiálne ekvivalentné statické zaťaženie [kN]

P_{oa} - axiálne ekvivalentné statické zaťaženie [kN]

F_r - radiálne zaťaženie [kN]

F_a - axiálne zaťaženie [kN]

X_o - koeficient radiálneho zaťaženia

Y_o - koeficient axiálneho zaťaženia

Koeficient s_o		Tab. 8	
Pohyb ložiska	Spôsob zaťaženia, požiadavky na chod ložiska	Guľkové ložiská	s_o Valčekové, ihlové, súdkové, kuželikové ložiská
otáčavý	výrazné nárazové zaťaženie, vysoké požiadavky na pokojný chod	2	4
	po statickom zaťažení sa ložisko otáča pri menšom zaťažení	1,5	3
	normálne požiadavky na pokojný chod		
	normálne prevádzkové pomery a normálne požiadavky na chod	1	1,5
	pokojný chod bez otrasov	0,5	1
kývavý	malý uhol výkyvu s veľkou frekvenciou s nárazovým nerovnomerným zaťažením	2	3,5
	veľký uhol výkyvu s malou frekvenciou a s približne stálym periodickým zaťažením	1,5	2,5
neotáčavý (v pokoji)	výrazné nárazové zaťaženie	1,5 až 1	3 až 2
	normálne a malé zaťaženie, na chod ložiska nie sú kladené zvláštne nároky	1 až 0,4	2 až 0,8
	axiálne súdkové ložiská pri všetkých druhoch pohybu a zaťaženia	-	4

Koeficienty X_0 a Y_0 sú uvedené pre jednotlivé ložiská v tabuľkovej časti publikácie. Zároveň sú tu uvedené bližšie údaje pre stanovenie ekvivalentného statického zaťaženia ložísk danej konštrukčnej skupiny.

1.2.3 Bezpečnosť ložísk pri statickom zaťažení

V praxi sa bezpečnosť ložísk pri statickom zaťažení zisťuje z pomeru C_{or}/P_{or} alebo C_{oa}/P_{oa} a porovnáva sa s údajmi v tabuľke 8, kde sú uvedené hodnoty najmenších prípustných koeficientov s_0 pre rôzne prevádzkové podmienky.

$$s_0 = \frac{C_{or}}{P_{or}} \text{ alebo } \frac{C_{oa}}{P_{oa}}$$

s_0 - koeficient bezpečnosti pri statickom zaťažení

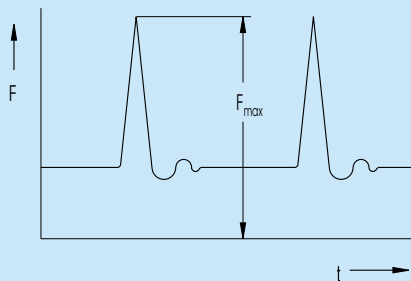
C_{or} - radiálna základná dynamická únosnosť i [kN]

C_{oa} - axiálna základná dynamická únosnosť i [kN]

P_{or} - radiálne ekvivalentné statické zaťaženie resp. pri výraznom nárazovom zaťažení max. pôsobiaca nárazová sila $F_{r \max}$ (obr. 6) [kN]

P_{oa} - axiálne ekvivalentné statické zaťaženie, resp. pri výraznom nárazovom zaťažení max. pôsobiaca nárazová sila $F_{a \max}$ (obr. 6) [kN]

Obr. 6



1.3 Medzná frekvencia otáčania

Medzná frekvencia otáčania závisí od typu ložiska, jeho presnosti, vyhotovenia klietky, vnútornej vôle, prevádzkových pomerov v uložení, spôsobu mazania a od radu ďalších okolností. Tento súhrn vplyvov určuje vývin tepla v ložisku, a tým i obmedzenú frekvenciu otáčania, ktorá je predovšetkým obmedzená prevádzkovou teplotou maziva.

Pre orientáciu sú v tabuľkovej časti publikácie uvedené hodnoty medzných frekvencií otáčania pre jednotlivé ložiská v normálnom stupni presnosti pre prípad mazania plastickým mazivom alebo olejom. Uvedené hodnoty platia za predpokladu primeraného zaťaženia ($L_{10h} \cong 100\,000$ h), normálnych prevádzkových pomerov a chladenia.

Vplyv väčšieho zaťaženia sa prejavuje najmä u ložísk väčších rozmerov s trvanlivosťou $L_{10h} < 100\,000$ h, kde je potrebné počítať so znížením hodnôt medznej frekvencie otáčania.

Rovnako je potrebné redukovať hodnoty medznej frekvencie otáčania aj u radiálnych ložísk, ktoré sú trvale zaťažené relatívne veľkou axiálnou silou. Výsledná hodnota frekvencie otáčania je závislá od pomeru axiálneho a radiálneho zaťaženia F_a/F_r . Ak je $F_a/F_r > 0,6$, odporúča sa zvlášť pre dvojradové naklápacie guľkové ložiská, dvojradové súdkové ložiská a jednoradové kuželkové ložiská konzultovať hodnoty medznej frekvencie s dodávateľom.

Uvádzanú medznú frekvenciu otáčania je možné prekročiť u guľkových ložísk až 3-krát, valčekových ložísk 2-krát, pre ostatné ložiská okrem súdkových a kuželkových ložísk až 1,5-krát a pre súdkové 1,3-krát.

Toto prekročenie spravidla vyžaduje :

- úpravu mazania a chladenia
- zvýšenú presnosť ložiska a tomu zodpovedajúcu presnosť súčastí súvisiacich s ložiskom
- väčšiu radiálnu vôľu ako normálnu
- klietku vhodnej konštrukcie a materiálu

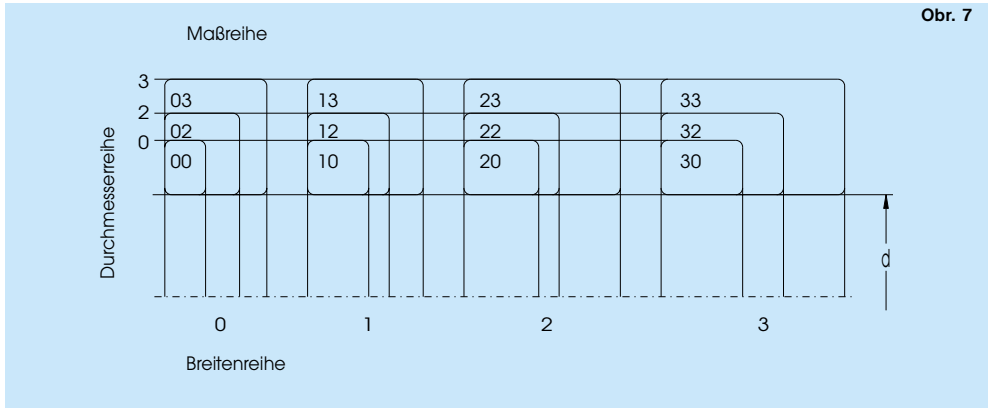
V týchto prípadoch je nevyhnutné konzultovať použitie ložiska so spomínanými odbornými pracovníkmi.

2. Konštrukčné údaje o ložiskách

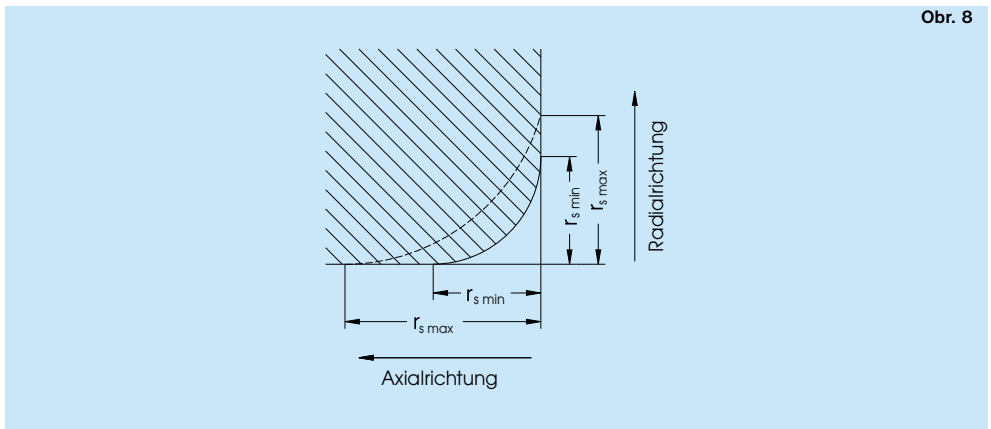
2.1 Hlavné rozmery

Ložiská uvádzané v publikácii sa vyrábajú v rozmeroch, ktoré zodpovedajú medzinárodným normám ISO 15, ISO 355 a ISO 104.

V rozmerovom pláne prislúcha ku každému priemeru diery ložiska **d** vždy niekoľko vonkajších priemerov **D** a k nim sú pridané rôzne šírky - **B** resp. **T** u radiálnych a **H** u axiálnych ložísk. Ložiská, ktoré majú rovnaký priemer diery a rovnaký vonkajší priemer, patria do jedného priemerového radu, ktorý sa označuje podľa stúpajúceho vonkajšieho priemeru číslami 7, 8, 9, 0, 1, 2, 3, 4. V každom priemerovom rade sú ložiská rôznych šírkových radov podľa pribúdajúcej šírky: 8, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 u radiálnych ložísk a 7, 9, 1, 2 u axiálnych ložísk. Priemerový a šírkový rad tvoria rozmerovú skupinu, ktorá sa označuje dvojmiestnym číslom, kde prvá číslica označuje šírkový a druhá priemerový rad, ako je vidieť na obr. 7.



Súčasťou rozmerového plánu sú tiež rozmery zaoblenia hrán ložiskových krúžkov tzv. montážne zaoblenia obr. 8.



Prehľad hodnôt montážneho zaoblenia podľa medzinárodnej normy ISO 582 je uvedený v tabuľke 9.

Medzné rozmery montážneho zaoblenia								Tab. 9	
$r_{s \text{ min}}$	Radiálne ložiská okrem kuželíkových				Kuželíkové ložiská				Axiálne ložiská
	d alebo D		$r_{s \text{ max}}$		d alebo D		$r_{s \text{ max}}$		$r_{s \text{ max}}$
	nad	do	v radiálnom smere	v axiálnom smere	nad	do	v radiálnom smere	v axiálnom smere	$r_{s \text{ max}}$ v radiálnom i axiálnom smere
mm									
0,15	-	-	0,3	0,6	-	-	-	-	0,3
0,2	-	-	0,5	0,8	-	-	-	-	0,5
0,3	-	40	0,6	1	-	40	0,7	1,4	0,8
	40	-	0,8	1	40	-	0,9	1,6	0,8
0,6	-	40	1	2	-	40	1,1	1,7	1,5
	40	-	1,3	2	40	-	1,3	2	1,5
1	-	50	1,5	3	-	50	1,6	2,5	2,2
	50	-	1,9	3	50	-	1,9	3	2,2
1,1	-	120	2	3,5	-	-	-	-	2,7
	120	-	2,5	4	-	-	-	-	2,7
1,5	-	120	2,3	4	-	120	2,3	3	3,5
	120	-	3	5	120	250	2,8	3,5	3,5
	-	-	-	-	250	-	3,5	4	3,5
2	-	80	3	4,5	-	120	2,8	4	4
	80	220	3,5	5	120	250	3,5	4,5	4
	220	-	3,8	6	250	-	4	5	4
2,1	-	280	4	6,5	-	-	-	-	4,5
	280	-	4,5	7	-	-	-	-	4,5
2,5	-	100	3,8	6	-	120	3,5	5	-
	100	280	4,5	6	120	250	4	5,5	-
	280	-	5	7	250	-	4,5	6	-
3	-	280	5	8	-	120	4	5,5	5,5
	280	-	5,5	8	120	250	4,5	6,5	5,5
	-	-	-	-	250	400	5	7	5,5
	-	-	-	-	400	-	5,5	7,5	5,5
4	-	-	6,5	9	-	120	5	7	6,5
	-	-	-	-	120	250	5,5	7,5	6,5
	-	-	-	-	250	400	6	8	6,5
	-	-	-	-	400	-	6,5	8,5	6,5
5	-	-	8	10	-	180	6,5	8	8
	-	-	-	-	180	-	7,5	9	8
6	-	-	10	13	-	180	7,5	10	10
	-	-	-	-	180	-	9	11	10
7,5	-	-	12,5	17	-	-	-	-	12,5
9,5	-	-	15	19	-	-	-	-	15
12	-	-	18	24	-	-	-	-	18
15	-	-	21	30	-	-	-	-	21

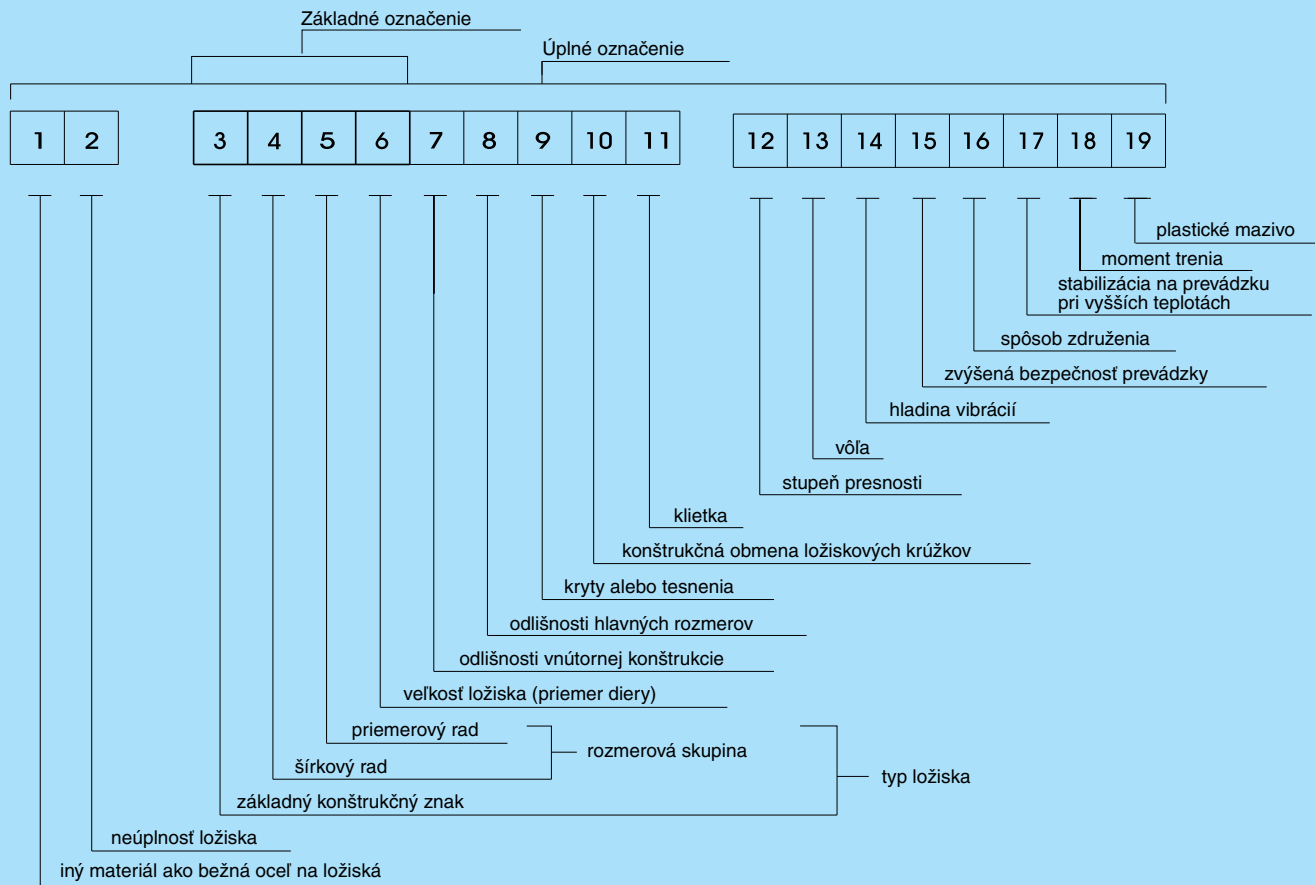
2.2 Označovanie

Označovanie ložísk je vytvorené z číslkových a písmenových znakov, ktoré určujú typ, veľkosť a vyhotovenie ložiska, ako vyplýva zo schémy.

V základnom vyhotovení sa ložiská značia základným označením, ktoré sa skladá z označenia typu a veľkosti ložiska. Označenie typu tvorí spravidla znak vyjadrujúci konštrukciu ložiska (pozícia 3 schémy) a znak pre rozmerovú skupinu alebo priemerový rad (pozícia 4 a 5 schémy), napr. typ 223, 302, NJ22, 511, 62, 12 a podobne. Označenie veľkosti ložiska je vytvorené znakmi pre menovitý priemer diery d ložiska (pozícia 6 schémy).

Ložiská s priemerom diery $d < 10$ mm:

Číslica oddelená zlomkovou čiarou resp. posledná číslica udáva priamo menovitý rozmer diery v mm, napr. 619/2, 624.



Ložiská s priemerom diery $d = 10$ až 17 mm:

dvojčíslo 00 značí diery $d = 10$ mm, napr. 6200
01 $d = 12$ mm, napr. 51101
02 $d = 15$ mm, napr. 3202
03 $d = 17$ mm, napr. 6303

Výnimku v označovaní tvoria jednoradové guľkové ložiská rozoberateľného typu E a BO, kde dvojčíslo udáva priamo priemer diery v mm, napr. E17.

Ložiská s priemerom diery $d = 20$ mm až 480 mm

Priemer diery je päťnásobkom posledného dvojčísla, napr. ložisko 1320 má priemer diery $d = 20 \times 5 = 100$ mm.

Výnimku tvoria ložiská s dierou $d = 22, 28$ a 32 mm, u ktorých dvojčíslo oddelené zlomkovou čiarou udáva priamo priemer diery v mm, napr. 320/32AX, a ďalej rozoberateľné jednoradové guľkové ložiská typu E a jednoradové valčekové ložiská typu NG, u ktorých dvojčíslo, resp. trojčíslo udáva priamo priemer diery v mm, napr: E20, NG160 C4S0.

Ložiská s priemerom diery $d \geq 500$ mm:

Posledné trojčíslo, resp. štvorčíslo, oddelené zlomkovou čiarou, udáva priamo priemer diery v mm, napr. 230/530M, NU29/1060.

Ložiská vyrobené v odlišnom vyhotovení od základného vyhotovenia sa značia tzv. úplným označením, ako je znázornené na schéme. Toto sa skladá zo základného označenia a z doplnujúcich znakov, ktorými je vyjadrená odlišnosť od základného vyhotovenia.

Význam doplnujúcich znakov

V nasledujúcej časti je uvedený v súlade s úplným označovaním prehľad a význam používaných doplnujúcich znakov. (Číslo v zátvorke uvádzané pri jednotlivých skupinách zodpovedá číslu pozície zo schémy).

Doplňujúce znaky pred základným označením

Iný materiál ako bežná oceľ na valivé ložiská (1)

- X - nehrdzavejúca oceľ, napr. X 623
- T - cementačná oceľ, napr. T 32240

Neúplnosť ložiska (2)

- L - samostatný odoberateľný krúžok rozoberateľného ložiska, napr. L NU206, u axiálnych guľkových ložísk bez hriadeľového krúžku, napr. L 51215
- R - rozoberateľné ložisko bez odoberateľného krúžku, napr. R NU206 alebo R N310
- E - samostatný hriadeľový krúžok axiálneho guľkového ložiska, napr. E 51314
- W - samostatný telesový krúžok axiálneho guľkového ložiska, napr. W 51414
- K - klietka s valivými telesami, napr. K NU320

Doplňujúce znaky za základným označením

Odišnosť vnútornej konštrukcie (7)

- A - jednoradové guľkové ložisko s kosouhlým stykom, so stykovým uhlom $\alpha = 25^\circ$, napr. B7205ATB P5
- jednoradové guľkové ložisko s vyššou únosnosťou a vyššou medznou frekvenciou otáčania, napr. 30206A
- axiálne guľkové ložisko s vyššou medznou frekvenciou otáčania, napr. 51105A
- AA - jednoradové guľkové ložisko s kosouhlým stykom, so stykovým uhlom $\alpha = 26^\circ$, napr. B7210AATB P5
- B - jednoradové guľkové ložisko s kosouhlým stykom, so stykovým uhlom $\alpha = 40^\circ$, napr. 7304B
- jednoradové kuželikové ložisko so stykovým uhlom $\alpha > 17^\circ$ napr. 32315B
- BE - jednoradové guľkové ložisko s kosouhlým stykom, so stykovým uhlom $\alpha = 40^\circ$, v novom konštrukčnom vyhotovení, napr. 7310BETNG

- C - jednoradové guľkové ložisko s kosouhlým stykom, so stykovým uhlom $\alpha = 15^\circ$, napr. 7220CTB P4
- dvojradové súdkové ložisko v novom konštrukčnom vyhotovení, napr. 22216C
- CA - jednoradové guľkové ložisko s kosouhlým stykom, so stykovým uhlom $\alpha = 12^\circ$, napr. B7202CATB P5
- CB - jednoradové guľkové ložisko s kosouhlým stykom, so stykovým uhlom $\alpha = 10^\circ$, napr. B7206CBTB P4
- D - jednoradové guľkové ložisko typu 160 s vyššou únosnosťou, napr. 16004D
- E - jednoradové valčekové ložisko s vyššou únosnosťou, napr. NU209E
- dvojradové súdkové ložisko s vyššou únosnosťou, napr. 22215E
- axiálne súdkové ložisko s vyššou únosnosťou, napr. 29416E

Odlíšnosť hlavných rozmerov (8)

- X - zmena hlavných rozmerov, zavedených novými medzinárodnými normami, napr. 32028AX

Kryty (9)

- RS - tesnenie na jednej strane, napr. 6304RS
- 2RS - tesnenie na oboch stranách, napr. 6204-2RS
- RSN - tesnenie na jednej strane a drážka pre poistný krúžok na vonkajšom krúžku na opačnej strane ako je tesnenie, napr. 6306RSN
- RSNB - tesnenie na jednej strane a drážka pre poistný krúžok na vonkajšom krúžku na tej istej strane ako tesnenie, napr. 6210RSNB
- 2RSN - tesnenie na oboch stranách a drážka pre poistný krúžok na vonkajšom krúžku, napr. 6310-2RSN
- RSR - tesnenie na jednej strane priliehajúce na hladký nákrúžok vnútorného krúžku, napr. 624RSR
- 2RSR - tesnenie na oboch stranách priliehajúce na hladký nákrúžok vnútorného krúžku, napr. 608-2RSR
- Z - krycí plech na jednej strane, napr. 6206Z
- 2Z - krycí plech na oboch stranách, napr. 6304-2Z
- ZN - krycí plech na jednej strane a drážka pre poistný krúžok na vonkajšom krúžku na opačnej strane, ako je krycí plech, napr. 6208ZN
- ZNB - krycí plech na jednej strane a drážka pre poistný krúžok na vonkajšom krúžku na tej istej strane, ako je krycí plech, napr. 6306ZNB
- 2ZN - krycie plechy na oboch stranách a drážka pre poistný krúžok na vonkajšom krúžku, napr. 6208-2ZN
- ZR - krycí plech na jednej strane priliehajúci na hladký nákrúžok vnútorného krúžku, napr. 608ZR
- 2ZR - krycie plechy na oboch stranách priliehajúce na hladké nákrúžky vnútorných krúžkov, napr. 608-2ZR

Konštrukčná obmena ložiskových krúžkov (10)

- K - kuželová diera, kuželovitost' 1:12, napr. 1207K
- K30 - kuželová diera, kuželovitost' 1:30, napr. 24064K30M
- N - drážka pre poistný krúžok na vonkajšom krúžku, napr. 6308N
- NR - drážka pre poistný krúžok na vonkajšom krúžku a vložený poistný krúžok, napr. 6310NR
- NX - drážka pre poistný krúžok na vonkajšom krúžku, ktorej rozmery nezodpovedajú STN 02 4605, napr. 6210NX
- D - delený vnútorný krúžok, napr. 3309D
- W33 - drážka a mazacie otvory na obvode vonkajšieho krúžku, napr. 23148W33M
- O - mazacie drážky na zaoblení vonkajšieho krúžku ložiska, napr. NU1014O

Klietky (11)

Materiál klietky pri ložiskách v základnom vyhotovení sa spravidla neuvádza.

- J - klietka lisovaná z oceleového plechu, vedená na valivých telesách, napr. 6034J
- J2 - klietka lisovaná z oceleového plechu, vedená na valivých telesách. Nové konštrukčné vyhotovenie jednoradových kuželíkových ložísk, napr. 30206AJ2

- Y - klietka lisovaná z mosadzného plechu, vedená na valivých telesách, napr. 6001Y
 - F - masívna klietka z ocele, vedená na valivých telesách, napr. 6418F
 - L - masívna klietka z ľahkého kovu, vedená na valivých telesách, napr. NG180L C3S0
 - M - masívna klietka z mosadze alebo bronzu, vedená na valivých telesách napr. NU330M
 - T - masívna klietka z textitu, vedená na valivých telesách, napr. 6005T
 - TN - masívna klietka z polyamidu alebo obdobného plastu, vedená na valivých telesách, napr. 6207TN
 - TNG - masívna klietka z polyamidu alebo z obdobného plastu zosilnená sklenenými vláknami, vedená na valivých telesách, napr. 2305TNG
- Vyhotovenie klietky (uvedené znaky sa vždy používajú v spojení so znakmi materiálu klietky).
- A - klietka vedená na vonkajšom krúžku, napr. NU226MA
 - B - klietka vedená na vnútornom krúžku, napr. B7204CATB P5
 - P - klietka masívna okienková, napr. NU1060MAP
 - H - klietka otvorená jednodielna, napr. 629TNH
 - S - klietka s mazacími drážkami, napr. NJ418MAS
 - R - klietka postriebreňá, napr. 6210MAR
 - V - ložisko bez klietky s plným počtom valivých telies, napr. NU209V

Stupeň presnosti (12)

- P0 - normálny stupeň presnosti (neoznačuje sa), napr. 6204
- P6 - vyšší stupeň presnosti ako normálny, napr. 6322 P6
- P5 - vyšší stupeň presnosti ako P6, napr. 6201 P5
- P5A - v niektorých parametroch vyšší stupeň presnosti ako P5, napr. 6006TB P5A
- P4 - vyšší stupeň presnosti ako P5, napr. B7204CBTB P4
- P4A - v niektorých parametroch vyšší stupeň presnosti ako P4, napr. B7205CATB P4A
- P2 - vyšší stupeň presnosti ako P4, napr. B7200CBTB P2
- P6E - vyšší stupeň presnosti pre elektrické stroje točivé, napr. 6204 P6E
- P6X - vyšší stupeň presnosti pre jednoradové kuželíkové ložiská, napr. 30210A P6X
- SP - vyšší stupeň presnosti pre valčekové ložiská s kuželovou dierou, napr. NN3022K SPC2NA
- UP - vyšší stupeň presnosti ako SP pre valčekové ložiská s kuželovou dierou, napr. N1016K UPC1NA

Vôle (13)

- C2 - vôľa menšia ako normálna, napr. 608 C2
- normálna vôľa (neoznačuje sa), napr. 6204
- C3 - vôľa väčšia ako normálna, napr. 6310 C3
- C4 - vôľa väčšia ako C3, napr. NU320M C4
- C5 - vôľa väčšia ako C4, napr. 22330M C5
- NA - radiálna vôľa u ložísk s nezameniteľnými krúžkami (uvádza sa vždy za znakom skupiny radiálnej vôle), napr. NU215 P63NA
- R... - radiálna vôľa v nenormalizovanom rozsahu (rozsah v μm), napr. 6210 R10-20
- A... - axiálna vôľa v nenormalizovanom rozsahu (rozsah v μm), napr. 3210 A20-30

Hladina vibrácií (14)

C6 - znížená hladina vibrácií nižšia ako normálna (neoznačuje sa), napr. 6304 C6

C06 - znížená hladina vibrácií nižšia ako C6, napr. 6205 C06

C66 - znížená hladina vibrácií nižšia ako C06, napr. 6205 C66

Konkrétne hodnoty pre C06 a C66 sa určujú na základe rokovania zákazníka s dodávateľom.

Poznámka: Ložiská v stupni presnosti P5 a presnejšom majú hladinu vibrácií v stupni C6.

Zvýšená bezpečnosť prevádzky (15)

C7, C8, C9 - ložiská so zvýšenou bezpečnosťou prevádzky určené predovšetkým pre použitie v leteckom priemysle, napr. 6008MB P68

Spojovanie znakov (12-15)

Znaky stupňa presnosti, vôle v ložisku, hladiny vibrácií a zvýšenej bezpečnosti prevádzky sa spájajú pri súčasnom vypustení znaku C u druhej a nasledujúcej zvláštnej vlastnosti ložísk, napr.:

$P6 + C3 = P63$

napr. 6211 P63

$P6 + C8 = P68$

napr. 16002 P68

$C3 + C6 = C36$

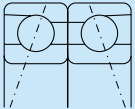
napr. 6303-2RS C36

$P5 + C3 + C9 = P539$

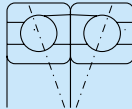
napr. 6205MA P539

$P6 + C2NA + C6 = P626NA$

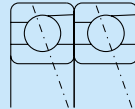
napr. NU1038 P626NA



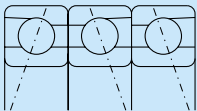
O



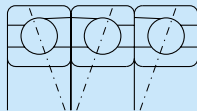
X



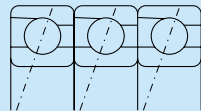
T



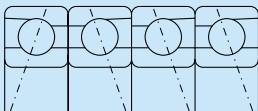
OT



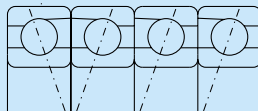
XT



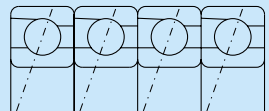
TT



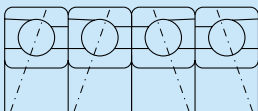
OTT



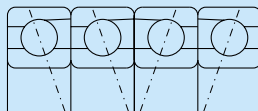
XTT



TTT



TOT



TXT

Združovanie ložísk (16)

Označenie združenej dvojice, trojice alebo štvorice ložísk pozostáva zo znakov vyjadrujúcich usporiadanie ložísk a zo znakov určujúcich vnútornú vôľu alebo predpätie združených ložísk.

Okrem znakov uvedených v tabuľke sa používa znak U, ktorým sa označuje, že príslušné ložisko je možné univerzálne združovať, príklad označenia B7003CTA P4UL.

Vnútorná vôľa alebo predpätie

Uvedené znaky sa vždy používajú v spojení so znakmi združovania.

A - združenie ložísk s vôľou, napr. 7305OA

O - združenie ložísk bez vôľe, napr. 7305 P6XO

L - združenie ložísk s malým predpätím, napr. B7205CATB P4UL

M - združenie ložísk so stredným predpätím, napr. B7204CATB P5XM

S - združenie ložísk s veľkým predpätím, napr. B7304AATB P4OS

Stabilizácia pre prevádzku pri vyššej teplote (17)

Obidva krúžky majú stabilizované rozmery pre prevádzku pri vyššej teplote.

S0 - pre prevádzkovú teplotu do 150°C

S1 do 200°C

S2 do 250°C

S3 do 300°C

S4 do 350°C

S5 do 400°C

Príklad označenia NG160LB C4S3

Moment trenia (18)

JU - znížený moment trenia, napr. 619/2 JU

JUA - ložiská so stanoveným momentom trenia pri rozbehu, napr. 632 JUA

JUB - ložiská so stanoveným momentom trenia pri dobehu, napr. 623 JUB

Plastické mazivo (19)

Pre ložiská s krytom alebo s tesnením na oboch stranách sa na označenie použitého plastického maziva iného, než je bežné, používajú prídavné znaky. Prvé dva znaky určujú rozsah prevádzkovej teploty maziva a tretí znak (písmeno) názov resp. typ maziva, podľa predpisu výrobcu prípadne ďalší znak (číslica) určuje objem plastického maziva, ktorým je vyplnený zakrytý priestor ložiska.

TL - mazivo pre nízke prevádzkové teploty od -60°C do +100°C
príklad označenia 6302-2RS TL

TM - mazivo pre stredné prevádzkové teploty od -35°C do +140°C
príklad označenia 6204-2ZR TM

TH - mazivo pre vysoké prevádzkové teploty od -30°C do +200°C
príklad označenia 6202-2Z TH

TW - mazivo pre nízke i vysoké teploty od - 40°C do + 150°C
príklad označenia 6310-2Z C4TW

Poznámka: Znak TM sa nemusí uvádzať na ložiskách a obaloch.

Ložiská podľa zvláštnych technických podmienok

TPF - ložiská vyrobené podľa zvláštnych technických podmienok dohodnutých so zákazníkom, napr. ložisko 6205MA P66 podľa technických podmienok TPF 11142-71 sa označuje: 6205MA P66 TPF142.

TPF99 - dvojradowé súdkové ložiská pre nápravy koľajových vozidiel napr. 23234 C3 TPF99

TPF204 - jednoradowé guľkové ložiská pre uloženie kolies pecných vozíkov a podobne, napr. 6308 TPF204

TPFK... - ložiská podľa zvláštnych technických podmienok dohodnutých so zákazníkom, u ktorých je veľký počet znakov vyjadrujúcich zmeny od základného vyhotovenia.

V tomto prípade sa uvádza označenie TPF..., napr. ložisko NU1015, vyrobené podľa technických podmienok. TPFK 11137-70 sa označuje NU1015 TPFK137.

Ložiská podľa zvláštnej výkresovej dokumentácie PLC

PLC A-BC-DE-F štruktúra označenia

PLC - znak pre špeciálne valivé ložisko

A - konštrukčná skupina

0 - jednoradové guľkové ložiská

1 - dvojradové guľkové ložiská

2 - axiálne guľkové ložiská

3 - neobsadené

4 - jednoradové valčekové, súdkové a ihlové ložiská

5 - dvoj- a viacradové valčekové, súdkové a ihlové ložiská

6 - jednoradové, dvoj- a štvorradové kuželíkové ložiská

7 - špeciálne dvojradové ložiská

8 - montážne celky a samostatné diely

9 - axiálne valčekové, súdkové, kuželíkové a ihlové ložiská

BC - rozmerová skupina- dva číselné znaky

DE - poradové číslo v rozmerovej skupine-dva číselné znaky

F - odlišnosť vyhotovenia-jeden číselný znak

2.3 Presnosť ložísk

Presnosťou ložísk sa rozumie presnosť ich rozmerov a chodu. Ložiská sa vyrábajú v presnosti P0, P6, P5, P5A, P4, P4A, P2, SP a UP.

Presnosť P0 je základná, pričom klesajúce číslo v označení znamená vyššiu presnosť ložiska. Medzné hodnoty pre presnosť rozmerov a chodu, ktoré sú uvedené v tabuľkách 20 až 30 zodpovedajú norme ISO 492 a ISO 199 (STN 02 4612). Označenie P5A a P4A sa používa pre ložiská, ktoré sú vyrobené v príslušnom stupni presnosti (P5, P4), ale vybrané parametre sú vo vyššom stupni presnosti ako je P5 a P4.

Symbol veličín a ich význam

d - menovitý priemer diery

d_1 - menovitý priemer väčšieho teoretického priemeru kuželovej diery

d_2 - menovitý priemer hriadeľového krúžka obojsmerných axiálnych ložísk

Δd_s - odchýlka jednotlivého priemeru diery od menovitého rozmeru

Δ_{dmp} - odchýlka stredného priemeru valcovej diery v jednotlivej radiálnej rovine (pre kuželovú diery platí Δ_{dmp} pre teoretický priemer diery)

Δ_{d1mp} - odchýlka stredného väčšieho teoretického priemeru kuželovej diery

Δ_{d2mp} - odchýlka stredného priemeru diery hriadeľového krúžku obojsmerných axiálnych ložísk v jednotlivej radiálnej rovine

V_{dp} - rozptyl jednotlivého priemeru diery v jednotlivej radiálnej rovine

V_{dmp} - rozptyl stredného priemeru valcovej diery

V_{d2p} - rozptyl priemeru diery hriadeľového krúžka obojsmerných axiálnych ložísk v jednotlivej radiálnej rovine

D - menovitý vonkajší priemer

ΔD_s - odchýlka jednotlivého vonkajšieho priemeru od menovitého rozmeru

Δ_{Dmp} - odchýlka stredného priemeru vonkajšej valcovej plochy v jednotlivej radiálnej rovine

V_{Dp} - rozptyl jednotlivého priemeru vonkajšej valcovej plochy v jednotlivej radiálnej rovine

V_{Dmp} - rozptyl stredného priemeru vonkajšej valcovej plochy

B - menovitá šírka vnútorného krúžka

T - menovitá celková šírka kuželíkových ložísk

T_1 - menovitá účinná šírka vnútorného polocelku

T_2 - menovitá účinná šírka vonkajšieho polocelku

ΔB_s - odchýlka jednotlivej šírky vnútorného krúžka

ΔC_s - odchýlka jednotlivej šírky vonkajšieho krúžka

ΔT_s - odchýlka (celkovej) jednotlivej šírky ložiska

ΔT_{1s} - odchýlka účinnej šírky vnútorného polocelku

ΔT_{2s} - odchýlka účinnej šírky vonkajšieho polocelku

- C - menovitá šírka vonkajšieho krúžka
- V_{Bs} - rozptyl jednotlivej šírky vnútorného krúžka
- V_{Cs} - rozptyl jednotlivej šírky vonkajšieho krúžka
- K_{ia} - radiálne hádzanie vnútorného krúžka zmontovaného ložiska
- K_{ea} - radiálne hádzanie vonkajšieho krúžka zmontovaného ložiska
- S_i - axiálne hádzanie obežnej dráhy hriadeľového krúžka
- S_e - axiálne hádzanie obežnej dráhy telesového krúžka
- S_{ia} - axiálne hádzanie základného čela vnútorného krúžka zmontovaného ložiska
- S_{ea} - axiálne hádzanie základného čela vonkajšieho krúžka zmontovaného ložiska
- S_d - axiálne hádzanie základného čela
- S_D - hádzanie vonkajšej valcovej plochy k čelu krúžka
- S_s - hádzanie oporného čela vnútorného krúžka k základnému čelu pre jednoradové kuželíkové ložiská

**Presnosť rozmerov a chodu radiálnych ložísk (okrem kuželíkových)
Stupeň presnosti PO**

Vnútrotný krúžok

Tab. 10

d		Valcová diera										Kuželová diera				
		Δ_{dmp}		V_{dp} priemerové rady 7,8,9 0,1 2,3,4			V_{dmp}	K_{ia}	Δ_{Bs}		V_{Bs}		Δ_{dmp}	Δ_{d1mp}	$-\Delta_{dmp}$	$V^{(1)}_{dp}$
nad	do	max	min	max	max	max	max	max	max	min	max	max	min	max	min	max
mm		μm														
2,5	10	0	-8	10	8	6	6	10	0	-120	15	-	-	-	-	-
10	18	0	-8	10	8	6	6	10	0	-120	20	-	-	-	-	-
18	30	0	-10	13	10	8	8	13	0	-120	20	+21	0	+21	0	13
30	50	0	-12	15	12	9	9	15	0	-120	20	+25	0	+25	0	15
50	80	0	-15	19	19	11	11	20	0	-150	25	+30	0	+30	0	19
80	120	0	-20	25	25	15	15	25	0	200	25	+35	0	+35	0	25
120	180	0	-25	31	31	19	19	30	0	-250	30	+40	0	+40	0	31
180	250	0	-30	38	38	23	23	40	0	-300	30	+46	0	+46	0	38
250	315	0	-35	44	44	26	26	50	0	-350	35	+52	0	+52	0	44
315	400	0	-40	50	50	30	30	60	0	-400	40	+57	0	+57	0	50
400	500	0	-45	56	56	34	34	65	0	-450	50	+63	0	+63	0	56
500	630	0	-50	63	63	38	38	70	0	-500	60	-	-	-	-	-
630	800	0	-75	-	-	-	-	80	0	-750	70	-	-	-	-	-
800	1000	0	-100	-	-	-	-	90	0	-1000	80	-	-	-	-	-
1000	1250	0	-125	-	-	-	-	100	0	-1250	100	-	-	-	-	-

Vonkajší krúžok

D		Δ_{Dmp}		V_{DP} Priemerové rady 7,8,9 0,1 2,3,4 ložíská ²⁾ s krytmi			V_{Dmp}	K_{ea}	Δ_{Cs}, Δ_{Cs}	
nad	do	max	min	max	max	max	max	max	max	
mm		μm								
6	18	0	-8	10	8	6	10	6	15	
18	30	0	-9	12	9	7	12	7	15	
30	50	0	-11	14	11	8	16	8	20	
50	80	0	-13	16	13	10	20	10	25	
80	120	0	-15	19	19	11	26	11	35	
120	150	0	-18	23	23	14	30	14	40	
150	180	0	-25	31	31	19	38	19	45	
180	250	0	-30	38	38	23	-	23	50	
250	315	0	-35	44	44	26	-	26	60	
315	400	0	-40	50	50	30	-	30	70	
400	500	0	-45	56	56	34	-	34	80	
500	630	0	-50	63	63	38	-	38	100	
630	800	0	-75	94	94	55	-	55	120	
800	1000	0	-100	125	125	75	-	75	140	
1000	1250	0	-125	-	-	-	-	-	160	
1250	1600	0	-160	-	-	-	-	-	190	

Zodpovedá
 Δ_{Bs}, V_{Bs}
vnútorného
krúžka
toho istého
ložíška

1) Platí v akejkoľvek radiálnej rovine diery
2) Platí len pre ložíška priemerových radov 2, 3 a 4

**Presnosť rozmerov a chodu radiálnych ložísk (okrem kuželových)
Stupeň presnosti P6**

Tab. 11

Vnútorý krúžok

d		Δ_{dmp}		V_{dp} Priemerové rady 7, 8, 9 0, 1		V_{dmp} 2, 3, 4		K_{ia}	Δ_{Bs}		V_{Bs}
nad	do	max	min	max	max	max	max	max	max	min	max
mm		μm									
2,5	10	0	-7	9	7	5	5	6	0	-120	15
10	18	0	-7	9	7	5	5	7	0	-120	20
18	30	0	-8	10	8	6	6	8	0	-120	20
30	50	0	-10	13	10	8	8	10	0	-120	20
50	80	0	-12	15	15	9	9	10	0	-150	25
80	120	0	-15	19	19	11	11	13	0	-200	25
120	180	0	-18	23	23	14	14	18	0	-250	30
180	250	0	-22	28	28	17	17	20	0	-300	30
250	315	0	-25	31	31	19	19	25	0	-350	35
315	400	0	-30	38	38	23	23	30	0	-400	40
400	500	0	-35	44	44	26	26	35	0	-450	45
500	630	0	-40	50	50	30	30	40	0	-500	50

Vonkajší krúžok

D		Δ_{Dmp}		V_{Dp} Priemerové rady 7, 8, 9 0, 1		V_{Dmp} 2, 3, 4 ložísk ¹⁾ s krytmi		K_{ea}	Δ_{Cs} V_{Cs}		
nad	do	max	min	max	max	max	max	max	max	max	
mm		μm									
6	18	0	-7	9	7	5	9	5	8		
18	30	0	-8	10	8	6	10	6	9		
30	50	0	-9	11	9	7	13	7	10		
50	80	0	-11	14	11	8	16	8	13		
80	120	0	-13	16	16	10	20	10	18		
120	150	0	-15	19	19	11	25	11	20		
150	180	0	-18	23	23	14	30	14	23		
180	250	0	-20	25	25	15	-	15	25		
250	315	0	-25	31	31	19	-	19	30		
315	400	0	-28	35	35	21	-	21	35		
400	500	0	-33	41	41	25	-	25	40		
500	630	0	-38	48	48	29	-	29	50		
630	800	0	-45	56	56	34	-	34	60		
800	1000	0	-50	75	75	45	-	45	75		

Zodpovedá
 Δ_{Bs} , V_{Bs}
vnútorného
krúžka
toho istého
ložiska

1) Platí le pre ložísk priemerových radov 0, 1, 2, 3 a 4

**Presnosť rozmerov a chodu radiálnych ložísk (okrem kuželíkových)
Stupeň presnosti P5**

Vnútrotný krúžok

Tab. 12

d		Δ_{dmp}		V_{dp} Priemerové rady 7, 8, 9 0, 1, 2, 3, 4		V_{dmp}	K_{ia}	S_d	$S_{da}^{1)}$	Δ_{Bs}	V_{Bs}	
nad	do	max	min	max	max	max	max	max	max	max	min	max
mm		μm										
2,5	10	0	-5	5	4	3	4	7	7	0	-40	5
10	18	0	-5	5	4	3	4	7	7	0	-80	5
18	30	0	-6	6	5	3	4	8	8	0	-120	5
30	50	0	-8	8	6	4	5	8	8	0	-120	5
50	80	0	-9	9	7	5	5	8	8	0	-150	6
80	120	0	-10	10	8	5	6	9	9	0	-200	7
120	180	0	-13	13	10	7	8	10	10	0	-250	8
180	250	0	-15	15	12	8	10	11	13	0	-300	10
250	315	0	-18	18	14	9	13	13	15	0	-350	13
315	400	0	-23	23	18	12	15	15	20	0	-400	15

Vonkajší krúžok

D		Δ_{Dmp}		V_{dp} Priemerové rady ²⁾ 7, 8, 9 0, 1, 2, 3, 4		V_{Dmp}	K_{ea}	S_D	$S_{ea}^{1)}$	Δ_{Cs}	V_{Cs}	
nad	do	max	min	max	max	max	max	max	max		max	
mm		μm										
6	18	0	-5	5	4	3	5	8	8	Zodpovedá Δ_{Bc} vnútorného krúžka toho istého ložíška	5	
18	30	0	-6	6	5	3	6	8	8		5	
30	50	0	-7	7	5	4	7	8	8		5	
50	80	0	-9	9	8	5	8	8	10		6	
80	120	0	-10	10	8	5	10	9	11		8	
120	150	0	-11	11	8	6	11	10	13		8	
150	180	0	-13	13	10	7	13	10	14		8	
180	250	0	-15	15	11	8	15	11	15		10	
250	315	0	-18	18	14	9	18	13	18		11	
315	400	0	-20	20	15	10	20	13	20		13	
400	500	0	-23	23	17	12	23	15	23		15	
500	630	0	-28	28	21	14	25	18	25		18	
630	800	0	-35	35	26	18	30	20	30		20	

1) Platí len pre guľkové ložíška

2) Neplatí pre ložíška s krytmi

**Presnosť rozmerov a chodu radiálnych ložísk (okrem kuželíkových)
Stupeň presnosti P4**

Vnútrotný krúžok

Tab. 13

d		Δ_{dmp}		$\Delta_{ds^{(1)}}$		V_{dp} Priemerové rady 7, 8, 9 0, 1, 2, 3, 4		V_{dmp}	K_{ia}	S_d	$S_{ia^{(2)}}$	Δ_{Bs}	V_{Bs}	
nad	do	max	min	max	min	max	max	max	max	max	max	max	min	max
mm		μm												
2,5	10	0	-4	0	-4	4	3	2	2,5	3	3	0	-40	2,5
10	18	0	-4	0	-4	4	3	2	2,5	3	3	0	-80	2,5
18	30	0	-5	0	-5	5	4	2,5	3	4	4	0	-120	2,5
30	50	0	-6	0	-6	6	5	3	4	4	4	0	-120	3
50	80	0	-7	0	-7	7	5	3,5	4	5	5	0	-150	4
80	120	0	-8	0	-8	8	6	4	5	5	5	0	-200	4
120	180	0	-10	0	-10	10	8	5	6	6	7	0	-250	5
180	250	0	-12	0	-12	12	9	6	8	7	8	0	-300	6

Vonkajší krúžok

D		Δ_{Dmp}		$V_{Ds^{(1)}}$		V_{Dp} Priemerové rady ³⁾ 7, 8, 9 0, 1, 2, 3, 4		V_{Dmp}	K_{ea}	S_D	$S_{ea^{(2)}}$	Δ_{Cs}	V_{Cs}
nad	do	max	min	max	min	max	max	max	max	max	max		max
mm		μm											
6	18	0	-4	0	-4	4	3	2	3	4	5	Zodpovedá Δ_{Bs} vnútorného krúžka toho istého ložiska	2,5
18	30	0	-5	0	-5	5	4	2,5	4	4	5		2,5
30	50	0	-6	0	-6	6	5	3	5	4	5		2,5
50	80	0	-7	0	-7	7	5	3,5	5	4	5		3
80	120	0	-8	0	-8	8	6	4	6	5	6		4
120	150	0	-9	0	-9	9	7	5	7	5	7		5
150	180	0	-10	0	-10	10	8	5	8	5	8		5
180	250	0	-11	0	-11	11	8	6	10	7	10		7
250	315	0	-13	0	-13	13	10	7	11	8	10		7
315	400	0	-15	0	-15	15	11	8	13	10	13		8

- 1) Platí len pre ložiská priemerových radov 0, 1, 2, 3 a 4
- 2) Platí len pre guľkové ložiska
- 3) Neplatí pre ložiská s krytmi

Presnosť rozmerov a chodu valčekových ložísk s kuželovou dierou
Stupeň presnosti SP

Vnútrotný krúžok

Tab. 14

d nad	do	Δ_{dmp} max	min	Δ_{d1mp} max	$-\Delta_{dmp}$ min	V_{dp} max	K_{ia} max	S_d max	Δ_{Bs} max	min	V_{Bs} max
mm		μm									
18	30	+10	0	+4	0	3	3	8	0	-100	5
30	50	+12	0	+4	0	4	4	8	0	-120	5
50	80	+15	0	+5	0	5	4	8	0	-150	6
80	120	+20	0	+6	0	5	5	9	0	-200	7
120	180	+25	0	+8	0	7	6	10	0	-250	8
180	250	+30	0	+10	0	8	8	11	0	-300	10
250	315	+35	0	+12	0	9	10	13	0	-350	13
315	400	+40	0	+13	0	12	12	15	0	-400	15
400	500	+45	0	+15	0	14	12	18	0	-450	25

Vonkajší krúžok

D nad	do	Δ_{Dmp} max	min	V_{Dp} max	K_{ea} max	S_D max	Δ_{Cs}, V_{Cs}	
mm		μm						
50	80	0	-9	5	5	8	Zodpovedá Δ_{Bs} a V_{Bs} vnútorného krúžka toho istého ložiska	
80	120	0	-10	5	6	9		
120	150	0	-11	6	7	10		
150	180	0	-13	7	8	10		
180	250	0	-15	8	10	11		
250	315	0	-18	9	11	13		
315	400	0	-20	10	13	13		
400	500	0	-23	12	15	15		
500	630	0	-28	14	17	18		
630	800	0	-35	18	20	20		

Presnost' rozmerov a chodu valčekových ložísk s kuželovou dierou
Stupeň presnosti UP
Vnútorný krúžok

Tab. 15

d nad	do	Δ_{dmp} max	min	Δ_{d1mp} max	$-\Delta_{dmp}$ min	V_{dp} max	K_{ia} max	S_d max	Δ_{Bs} max	min	V_{Bs} max
mm		μm									
18	30	+6	0	+2	0	3	1,5	3	0	-25	1,5
30	50	+7	0	+3	0	3	2	3	0	-30	2
50	80	+8	0	+3	0	4	2	4	0	-40	3
80	120	+10	0	+4	0	4	3	4	0	-50	3
120	180	+12	0	+5	0	5	3	5	0	-60	4
180	250	+14	0	+6	0	6	4	6	0	-75	5
250	315	+17	0	+8	0	8	5	6	0	-90	6

Vonkajší krúžok

D nad	do	Δ_{Dmp} max	min	V_{Dp} max	K_{ea} max	S_D max	Δ_{Cs} , V_{Cs}	
mm		μm						Zodpovedá Δ_{Bs} a V_{Bs} vnútorného krúžka toho istého ložiska
50	80	0	-6	3	3	2		
80	120	0	-7	4	3	3		
120	150	0	-8	4	4	3		
150	180	0	-9	5	4	3		
180	250	0	-10	5	5	4		
250	315	0	-12	6	6	4		
315	400	0	-14	7	7	5		

Presnost' rozmerov a chodu kuželíkových ložísk
Stupeň presnosti PO
Vnútorný krúžok a celková šírka ložiska

Tab. 16

d nad	do	Δ_{dmp} max	min	V_{dp} max	V_{dmp} max	K_{ia} max	Δ_{Bs} max	min	Δ_{Ts} max	min	Δ_{T1s} max	min	Δ_{T2s} max	min
mm		μm												
10	18	0	-12	12	9	15	0	-120	+200	0	+100	0	+100	0
18	30	0	-12	12	9	18	0	-120	+200	0	+100	0	+100	0
30	50	0	-12	12	9	20	0	-120	+200	0	+100	0	+100	0
50	80	0	-15	15	11	25	0	-150	+200	0	+100	0	+100	0
80	120	0	-20	20	15	30	0	-200	+200	-200	+100	-100	+100	-100
120	180	0	-25	25	19	35	0	-250	+350	-250	+150	-150	+200	-100
180	250	0	-30	30	23	50	0	-300	+350	-250	+150	-150	+200	-100

Vonkajší krúžok

D nad	do	Δ_{Dmp} max	min	V_{Dp} max	V_{Dmp} max	K_{ea} max	Δ_{Cs} max	min
mm		μm						
18	30	0	-12	12	9	18	0	-120
30	50	0	-14	14	11	20	0	-120
50	80	0	-16	16	12	25	0	-150
80	120	0	-18	18	14	35	0	-200
120	150	0	-20	20	15	40	0	-250
150	180	0	-25	25	19	45	0	-250
180	250	0	-30	30	23	50	0	-300
250	315	0	-35	35	26	60	0	-350
315	400	0	-40	40	30	70	0	-400

Presnosť rozmerov a chodu kuželíkových ložísk
Stupeň presnosti P6X
Vnútrotný krúžok a celková šírka ložiska

Tab. 17

d nad	do	Δ_{dmp} max	min	V_{dp} max	V_{dmp} max	K_{ia} max	Δ_{Bs} max	min	Δ_{Ts} max	min	Δ_{T1s} max	min	Δ_{T2s} max	min	
mm		μm													
10	18	0	-12	12	9	15	0	-50	+100	0	+50	0	+50	0	
18	30	0	-12	12	9	18	0	-50	+100	0	+50	0	+50	0	
30	50	0	-12	12	9	20	0	-50	+100	0	+50	0	+50	0	
50	80	0	-15	15	11	25	0	-50	+100	0	+50	0	+50	0	
80	120	0	-20	20	15	30	0	-50	+100	0	+50	0	+50	0	
120	180	0	-25	25	19	35	0	-50	+150	0	+50	0	+100	0	

Vonkajší krúžok

D nad	do	Δ_{Dmp} max	min	V_{Dp} max	V_{Dmp} max	K_{ea} max	Δ_{Cs} max	min	
mm		μm							
18	30	0	-12	12	9	18	0	-100	
30	50	0	-14	14	11	20	0	-100	
50	80	0	-16	16	12	25	0	-100	
80	120	0	-18	18	14	35	0	-100	
120	150	0	-20	20	15	40	0	-100	
150	180	0	-25	25	19	45	0	-100	
180	250	0	-30	30	23	50	0	-100	
250	315	0	-35	35	26	60	0	-100	

Presnosť rozmerov a chodu kuželíkových ložísk
Stupeň presnosti P6
Vnútrotný krúžok a celková šírka ložiska

Tab. 18

d nad	do	Δ_{dmp} max	min	K_{ia} max	Δ_{Bs} max	min	Δ_{Ts} max	min	
mm		μm							
10	18	0	-7	7	0	-200	+200	0	
18	30	0	-8	8	0	-200	+200	0	
30	50	0	-10	10	0	-240	+200	0	
50	80	0	-12	10	0	-300	+200	0	
80	120	0	-15	13	0	-400	+200	-200	
120	180	0	-18	18	0	-500	+350	-250	

Vonkajší krúžok

D nad	do	Δ_{Dmp} max	min	K_{ea} max	Δ_{Cs}
mm		μm			
18	30	0	-8	9	Zodpovedá Δ_{Bs} vnútorného krúžka toho istého ložiska
30	50	0	-9	10	
50	80	0	-11	13	
80	120	0	-13	18	
120	150	0	-15	20	
150	180	0	-18	23	
180	250	0	-20	25	
250	315	0	-25	30	

Presnosť rozmerov a chodu kuželíkových ložísk
Stupeň presnosti P5
Vnútorňy krúžok a celková šírka ložiska

Tab. 19

d nad	do	Δ_{dmp} max	min	V_{dp} max	V_{dmp} max	K_{ia} max	S_d max	Δ_{Bs} max	min	Δ_{Ts} max	min
mm		μm									
10	18	0	-7	5	5	5	7	0	-200	+200	-200
18	30	0	-8	6	5	5	8	0	-200	+200	-200
30	50	0	-10	8	5	5	8	0	-240	+200	-200
50	80	0	-12	9	6	7	8	0	-300	+200	-200
80	120	0	-15	11	8	8	9	0	-400	+200	-200
120	180	0	-18	14	9	11	10	0	-500	+350	-250

Vonkajší krúžok

D nad	do	Δ_{Dmp} max	min	V_{Dp} max	V_D max	K_{ea} max	S_D max	Δ_{Cs}	
mm		μm							
18	30	0	-8	6	5	6	8	Zodpovedá Δ_{Bs} vnútorného krúžka toho istého ložiska	
30	50	0	-9	7	5	7	8		
50	80	0	-11	8	6	8	8		
80	120	0	-13	10	7	10	9		
120	150	0	-15	11	8	11	10		
150	180	0	-18	14	9	13	10		
180	250	0	-20	15	10	15	11		
250	315	0	-25	19	13	18	13		

Presnosť rozmerov a chodu axiálnych ložísk
Stupeň presnosti P0, P6 a P5
Hriadeľový krúžok

Tab. 20

d ₂ nad	do	Δ_{dmp} Δ_{d2mp} max	min	V_{dp} V_{d2p} max	S _i P0 max	P6 max	1) P5 max
mm		μm					
-	18	0	-8	6	10	5	3
18	30	0	-10	8	10	5	3
30	50	0	-12	9	10	6	3
50	80	0	-15	11	10	7	4
80	120	0	-20	15	15	8	4
120	180	0	-25	19	15	9	5
180	250	0	-30	23	20	10	5
250	315	0	-35	26	25	13	7
315	400	0	-40	30	30	15	7
400	500	0	-45	34	30	18	9
500	630	0	-50	38	35	21	11
630	800	0	-75	-	40	25	13
800	1000	0	-100	-	45	30	15

Telesový krúžok

D nad	do	Δ_{Dmp} max	min	V_{Dp} max	S _e	1)
mm		μm				
18	30	0	-13	10	Zodpovedá S _i hriadeľového krúžka toho istého ložíška	
30	50	0	-16	12		
50	80	0	-19	14		
80	120	0	-22	17		
120	180	0	-25	19		
180	250	0	-30	23		
250	315	0	-35	26		
315	400	0	-40	30		
400	500	0	-45	34		
500	630	0	-50	38		
630	800	0	-75	55		
800	1000	0	-100	75		
1000	1250	0	-125	-		
1250	1600	0	-160	-		

1) Neplatí pre axiálne súdkové ložíška

2.4 Vnútná vôľa

Vôľa v ložisku je hodnota dĺžky posunutia jedného krúžka zmontovaného ložiska vzhľadom k druhému krúžku z jednej krajnej polohy do druhej. Posunutie môže byť v smere radiálnom (radiálna vôľa) alebo v smere axiálnom (axiálna vôľa).

V zabudovanom ložisku spravidla zistíme menšiu radiálnu vôľu, ako má to isté ložisko v nezabudovanom stave. Zmenšenie radiálnej vôľe je spôsobené veľkosťou presahov ložiskových krúžkov na čape a v diere telesa a je teda závislé na zvolenej tolerancii priemerov úložných plôch pre ložisko.

Ďalšia zmena radiálnej vôľe, hlavne jej znižovanie, nastáva počas prevádzky vplyvom teploty vyvolanej vlastnou prevádzkou ložiska a od okolitých zdrojov, ale aj od pružných deformácií spôsobených zaťažením.

Pre ložiská normálneho vyhotovenia je vôľa stanovená tak, aby bolo možné jeden z ložiskových krúžkov uložiť pevne, čo je postačujúce pre väčšinu prevádzkových pomerov v uložení. Pre zvláštne prípady uloženia s inými nárokmi na radiálnu vôľu sa vyrábajú ložiská s rôznou radiálnou vôľou označovanou C1 až C5.

Hodnoty rôznych stupňov vnútornej vôľe podľa normy ISO 5753 sú pre jednotlivé konštrukčné skupiny ložísk uvedené v tabuľke 21 až 27, pričom tieto hodnoty platia pre nezabudované ložiská pri nulovom zaťažení počas merania.

Pre dvojradové guľkové ložiská s kosouhlým stykom sa namiesto radiálnej vôľe uvádza axiálna vôľa meraná pri axiálnom zaťažení 100 N.

Jednoradové guľkové ložiská s kosouhlým stykom a jednoradové kuželíkové ložiská sa obvykle montujú vo dvojiciach, pri ktorých sa radiálna či axiálna vôľa alebo predpätie nastavuje pri montáži.

Radiálna vôľa jednoradových guľkových ložísk												Tab. 21		
Priemer diery		Radiálna vôľa										Jednoradové guľkové ložiská rozoberateľné typu E a BO	Radiálna vôľa	
d nad	do	C2 min	C2 max	normálna min	normálna max	C3 min	C3 max	C4 min	C4 max	C5 min	C5 max		min	max
mm		μm										μm		
2,5	10	0	7	2	13	8	23	14	29	20	37	E10, E12	15	30
10	18	0	9	3	18	11	25	18	33	25	45	E15	15	30
18	24	0	10	5	20	13	28	20	36	28	48	BO17, E17	25	45
24	30	1	11	5	20	13	28	23	41	30	53	E20	20	40
30	40	1	11	6	20	15	33	28	46	40	64			
40	50	1	11	6	23	18	36	30	51	45	73			
50	65	1	15	8	28	23	43	38	61	55	90			
65	80	1	15	10	30	25	51	46	71	65	105			
80	100	1	18	12	36	30	58	53	84	75	120			
100	120	2	20	15	41	36	66	61	97	90	140			
120	140	2	23	18	48	41	81	71	114	105	160			
140	160	2	23	18	53	46	91	81	130	120	180			
160	180	2	25	20	61	53	102	91	147	135	200			
180	200	2	30	25	71	63	117	107	163	150	215			

Axiálna vôľa dvojradových guľkových ložísk s kosouhlým stykom										Tab. 22	
Priemer diery		Axiálna vôľa									
d nad	do	C2 min	C2 max	normálna min	normálna max	C3 min	C3 max	C4 min	C4 max		
mm		μm									
6	10	1	11	5	21	12	28	25	45		
10	18	1	12	6	23	13	31	27	47		
18	24	2	14	7	25	16	34	28	48		
24	30	2	15	8	27	18	37	30	50		
30	40	2	16	9	29	21	40	33	54		
40	50	2	19	11	33	23	44	36	58		
50	65	3	22	13	36	26	48	40	63		
65	80	3	24	15	40	30	54	46	71		

Radiálna vŕľa dvojradových naklápacích guľkových ložísk

Tab. 23

Priemer diery		Valcová diera										Kruželová diera										
d nad	do	Radiálna vŕľa										Radiálna vŕľa										
		C2		normálna		C3		C4		C5		C2		normálna		C3		C4		C5		
		min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	
mm		µm										µm										
2,5	6	1	8	5	15	10	20	15	25	21	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	10	2	9	6	17	12	25	19	33	27	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	14	2	10	6	19	13	26	21	35	30	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	18	3	12	8	21	15	28	23	37	32	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	24	4	14	10	23	18	30	25	39	34	52	7	17	13	26	20	33	28	42	37	55	-
24	30	5	16	11	24	19	35	29	46	40	58	9	20	15	28	23	39	33	50	44	62	-
30	40	6	18	13	29	23	40	34	53	46	66	12	24	19	35	29	46	40	59	52	72	-
40	50	6	19	14	31	25	44	37	57	50	71	14	27	22	39	33	52	45	65	58	79	-
50	65	7	21	16	36	30	50	45	69	62	88	18	32	27	47	41	61	56	80	73	99	-
65	80	8	24	18	40	35	60	54	83	76	108	23	39	35	57	50	75	69	98	91	123	-
80	100	9	27	22	48	42	70	64	96	89	124	29	47	42	68	62	90	84	116	109	144	-
100	120	10	31	25	56	50	83	75	114	105	145	35	56	50	81	75	108	100	139	130	170	-
120	140	10	38	30	68	60	100	90	135	125	175	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
140	160	15	44	35	80	70	120	110	161	150	210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Radiálna vŕľa jednoradových valčekových ložísk

Tab. 24

Priemer diery		Radiálna vŕľa									
d nad	do	C2		normálna		C3		C4		C5	
		min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
mm		µm									
10	24	0	25	20	45	35	60	50	75	65	90
24	30	0	25	20	45	35	60	50	75	70	95
30	40	5	30	25	50	45	70	60	85	80	105
40	50	5	35	30	60	50	80	70	100	95	125
50	65	10	40	40	70	60	90	80	110	110	140
65	80	10	45	40	75	65	100	90	125	130	165
80	100	15	50	50	85	75	110	105	140	155	190
100	120	15	55	50	90	85	125	125	165	180	220
120	140	15	60	60	105	100	145	145	190	200	245
140	160	20	70	70	120	115	165	165	215	225	275
160	180	25	75	75	125	120	170	170	220	250	300
180	200	35	90	90	145	140	195	195	250	275	330
200	225	45	105	105	165	160	220	220	280	305	365
225	250	45	110	110	175	170	235	235	300	330	395
250	280	55	125	125	195	190	260	260	330	370	440
280	315	55	130	130	205	200	275	275	350	410	485
315	355	65	145	145	225	225	305	305	385	455	535
355	400	100	190	190	280	280	370	370	460	510	600
400	450	110	210	210	310	310	410	410	510	565	665
450	500	110	220	220	330	330	440	440	550	625	735
500	560	120	240	240	360	360	480	480	600	695	815
560	630	140	260	260	380	380	500	500	620	780	900
630	710	145	285	285	425	425	565	565	705	870	1010
710	800	150	310	310	470	470	630	630	790	980	1140
800	900	180	350	350	520	520	690	690	860	1100	1270
900	1000	200	390	390	580	580	770	770	960	1220	1410
1000	1120	220	430	430	640	640	850	850	1060	1360	1570
1120	1250	230	470	470	710	710	950	950	1190	1520	1760

Radiálna vôľa dvojradowých valčekových ložísk s kuželovou dierou
Ložiská s nezameniteľnými krúžkami, určené pre pracovné vretená obrábacích strojov

Tab. 25

Priemer diery		Radiálna vôľa				Priemer diery		Radiálna vôľa			
d	do	C1NA		C2NA		d	do	C1NA		C2NA	
mm	mm	min	max	min	max	mm	mm	min	max	min	max
mm		μm				mm		μm			
24	30	15	25	25	35	160	180	55	85	75	110
30	40	15	25	25	40	180	200	60	90	80	120
40	50	17	30	30	45	200	225	60	95	90	135
50	65	20	35	35	50	225	250	65	100	100	150
65	80	25	40	40	60	250	280	75	110	110	165
80	100	35	55	45	70	280	315	80	120	120	180
100	120	40	60	50	80	315	355	90	135	135	200
120	140	45	70	60	90	355	400	100	150	150	225
140	160	50	75	65	100	400	450	110	170	170	255

Radiálna vôľa jednoradowých ihlových ložísk bez kletky so zameniteľnými krúžkami

Tab. 26

Priemer diery		Radiálna vôľa		C3	
d	do	normálna	max	min	max
mm	mm	min	max	min	max
mm		μm			
10	14	10	50	25	70
14	18	15	55	35	75
18	24	25	65	40	80
24	30	30	65	50	80
30	40	40	75	60	95
40	50	40	85	65	100
50	65	45	90	70	120
65	80	50	110	75	135
80	100	60	115	95	150
100	120	70	125	115	70
120	140	80	155	130	205
140	160	80	160	140	210

Priemer diery		Valcová diera Radiálna vôľa									
d nad	do	C2		normálna		C3		C4		C5	
		min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
mm		µm									
30	40	15	30	30	45	45	60	60	80	80	100
40	50	20	35	55	55	55	75	75	100	100	125
50	65	20	40	40	65	65	90	90	120	120	150
65	80	30	50	50	80	80	110	110	145	145	180
80	100	35	60	60	100	100	135	135	180	180	225
100	120	40	75	75	120	120	160	160	210	210	260
120	140	50	95	95	145	145	190	190	240	240	300
140	160	60	110	110	170	170	220	220	280	280	350
160	180	65	120	120	180	180	240	240	310	310	390
180	200	70	130	130	200	200	260	260	340	340	430
200	225	80	140	140	220	220	290	290	380	380	470
225	250	90	150	150	240	240	320	320	420	420	520
250	280	100	170	170	260	260	350	350	460	460	570
280	315	110	190	190	280	280	370	370	500	500	630
315	355	120	200	200	310	310	410	410	550	550	690
355	400	130	220	220	340	340	450	450	600	600	760
400	450	140	240	240	370	370	500	500	660	660	820
450	500	140	260	260	410	410	550	550	720	720	900
500	560	150	280	280	440	440	600	600	780	780	1000
560	630	170	310	310	480	480	650	650	850	850	1100
630	710	190	350	350	530	530	700	700	920	920	1190
710	800	210	390	390	580	580	770	770	1010	1010	1300
800	900	230	430	430	650	650	860	860	1120	1120	1440

Priemer diery		Kružľová diera Radiálna vôľa									
d nad	do	C2		normálna		C3		C4		C5	
		min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
mm		µm									
30	40	25	35	35	50	50	65	65	85	85	105
40	50	30	45	45	60	60	80	80	100	100	130
50	65	40	55	55	75	75	95	95	120	120	160
65	80	50	70	70	95	95	120	120	150	150	200
80	100	55	80	80	110	110	140	140	180	180	230
100	120	65	100	100	135	135	170	170	220	220	280
120	140	80	120	120	160	160	200	200	260	260	330
140	160	90	130	130	180	180	230	230	300	300	380
160	180	100	140	140	200	200	260	260	340	340	430
180	200	110	160	160	220	220	290	290	370	370	470
200	225	120	180	180	250	250	320	320	410	410	520
225	250	140	200	200	270	270	350	350	450	450	570
250	280	150	220	220	300	300	390	390	490	490	620
280	315	170	240	240	330	330	430	430	540	540	680
315	355	190	270	270	360	360	470	470	590	590	740
355	400	210	300	300	400	400	520	520	650	650	820
400	450	230	330	330	440	440	570	570	720	720	910
450	500	260	370	370	490	490	630	630	790	790	1000
500	560	290	410	410	540	540	680	680	870	870	1100
560	630	320	460	460	600	600	760	760	980	980	1230
630	710	350	510	510	670	670	850	850	1090	1090	1360
710	800	390	570	570	750	750	960	960	1220	1220	1500
800	900	440	640	640	840	840	1070	1070	1370	1370	1690

2.5 Klietka

Klietka vo valivom ložisku plní nasledovné úlohy:

- rozdeľuje valivé telesá rovnomerne po obvode,
- bráni vzájomnému styku valivých telies a ich klzaniu,
- bráni vypadnutiu valivých telies z rozoberateľného alebo naklápacieho ložiska pri jeho montáži.

Z hľadiska konštrukcie a materiálov sa klietky delia na lisované a masívne.

Lisované klietky sa vyrábajú z ocelového alebo mosadzného plechu a väčšinou sa používajú v rozmerovo menších až stredných ložiskách. Ich prednosťou oproti masívnym klietkam je menšia hmotnosť. Masívne klietky sa vyrábajú z ocele, mosadze, bronzu, ľahkých kovov alebo z plastov v rôznom konštrukčnom vyhotovení. Kovové materiály klietok sa uplatňujú v prípadoch, keď sú na pevnosť klietky kladené zvýšené nároky a ložisko je určené pre vyššie prevádzkové teploty. Klietky sú v ložisku radiálne vedené na valivých telesách, čo je najrozšírenejší spôsob, alebo na nákrúžku jedného z ložiskových krúžkov.

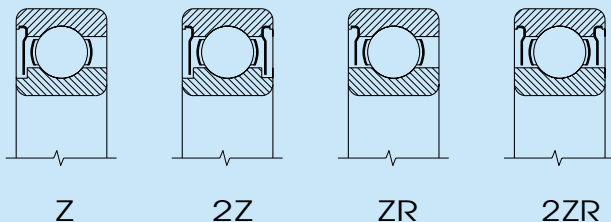
Ložiská bez klietky t.j. s plným počtom valivých telies, sa používajú zriedkavo, a to iba pre niektoré typy ložísk, napr. jednoradové ihlové ložiská.

V textoch k jednotlivým konštrukčným skupinám ložísk je v odseku venovanom klietkam vždy uvedený prehľad klietok vyrábaných v základnom vyhotovení a možnosti dodávok ložísk s klietkou v odlišnom vyhotovení.

2.6 Kryty

Ložiská s krytmi na jednej alebo na oboch stranách sa vyrábajú s krycimi plechmi (Z, 2Z, ZR, 2ZR) alebo s tesnením (RS, 2RS, RSR, 2RSR).

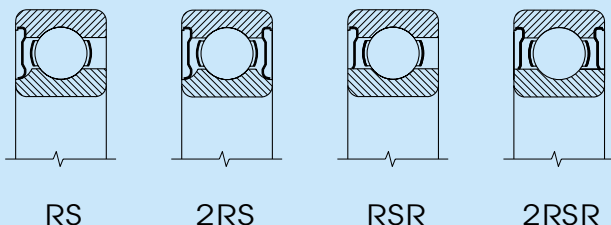
Krycie plechy vytvárajú bezdotykové tesnenie. Vo vyhotovení Z a 2Z je osadenie pre krycí plech na vnútornom krúžku, vo vyhotovení ZR a 2ZR prilieha krycí plech na hladký nákrúžok vnútorného krúžku ložiska.



Tesnenie tvoria tesniace krúžky z gumenavulkanizovanej na kovových výstuhách, ktoré vytvárajú účinné dotykové tesnenie vo vyhotovení so zaobleným osadením na vnútornom krúžku (RS, 2RS) ako i vo vyhotovení s dotykom na hladký nákrúžok vnútorného krúžku (RSR, 2RSR).

Kryty a tesniace krúžky sú upevnené v zápichu vonkajšieho krúžku a nie sú odoberateľné.

Tesnenie RS, 2RS, RSR, 2RSR je možné používať pre teploty v rozsahu -30°C až $+110^{\circ}\text{C}$, tesnenie RS1, -2RS1, RSR1 a -2RSR1 pre teploty v rozsahu -45°C až $+120^{\circ}\text{C}$, tesnenie RS2, -2RS2, RSR2, -2RSR2 pre teploty v rozsahu -60°C až $+150^{\circ}\text{C}$.



Ložiská s krytmi na oboch stranách v základnom vyhotovení sú plnené kvalitným plastickým mazivom s teplotným rozsahom od -30°C do $+110^{\circ}\text{C}$, ktorého vlastnosti zabezpečujú mazanie spravidla po celú dobu trvanlivosti ložiska pri normálnych prevádzkových podmienkach. Ložiská v tomto vyhotovení nie je možné domazávať. Použitie krytov ako i plastického maziva pre iný teplotný rozsah ako $-30^{\circ}\text{C} + 110^{\circ}\text{C}$ odporúčame konzultovať s dodávateľom.

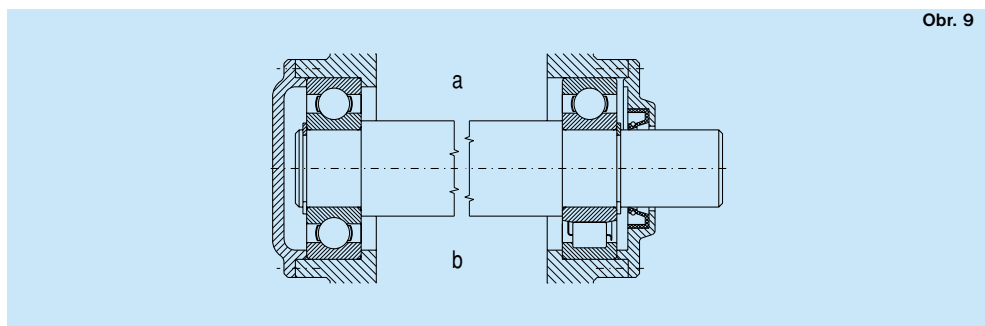
3. Konštrukcia uloženia

3.1 Všeobecné zásady konštrukcie uloženia s valivými ložiskami

Rotujúci hriadeľ alebo iná súčasť uložená vo valivých ložiskách je nimi vedený v radiálnom i axiálnom smere tak, aby bola splnená základná podmienka jednoznačnosti jeho pohybu. Súčasť má byť, pokiaľ je to možné, staticky určito uložená, t.j. podoprená na dvoch miestach radiálne a v jednom mieste axiálne.

Typický príklad takéhoto uloženia je na obr. 9, kde je hriadeľ radiálne vedený vo dvoch ložiskách, z ktorých jedno ho zaisťuje aj v axiálnom smere. Vodiace (pevné) ložisko prenáša radiálne zaťaženie a súčasne aj axiálne zaťaženie v oboch smeroch. Ako vodiace sa najčastejšie používajú radiálne ložiská, ktoré môžu prenášať kombinované zaťaženie, napr. jednoradové guľkové, dvojradové guľkové s kosouhlým stykom, dvojradové guľkové naklápacie, dvojradové súdkové alebo jednoradové guľkové s kosouhlým stykom a kuželikové ložiská. Posledné dva spomínané typy ložísk musia byť montované vo dvojiciach. Vofné ložisko prenáša iba radiálne zaťaženie a musí dovoliť určitý posuv hriadeľa v axiálnom smere, aby sa zamedzilo vzniku nežiadúceho axiálneho predpätia spôsobeného vonkajšími okolnosťami (tepelné dilatácie, výrobné nepresnosti pripojovacích súčastí uloženia a pod.).

Axiálny posuv sa môže zabezpečiť posuvom medzi jedným z krúžkov ložiska a súčasťou stroja, ktorá s ložiskom bezprostredne súvisí, napr. medzi vonkajším krúžkom ložiska a dierou v telese (obr. 9a) alebo priamo v ložisku (obr. 9b).

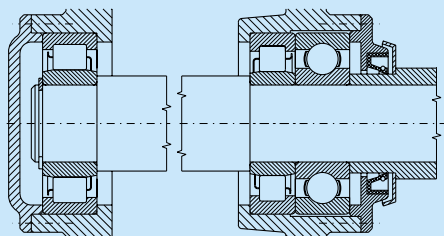


Obr. 9

Uloženia, v ktorých pôsobia väčšie radiálne a axiálne zaťaženia pri vyššej frekvencii otáčania, je vhodné riešiť tak, aby ložiská zachytávali iba radiálne resp. axiálne sily, ako je na obr. 10. V týchto prípadoch je možné použiť pre radiálne vedenie niektoré z radiálnych ložísk a pre axiálne vedenie tie radiálne ložiská, ktoré majú schopnosť prenášať aj axiálne zaťaženie, prípadne dvojicu týchto ložísk, alebo obojsmerné axiálne ložisko, či dvojicu jednosmerných axiálnych ložísk. Podmienkou je, aby axiálne vodiace ložiská boli uložené s radiálnou vôľou.

Ďalším, často používaným riešením je uloženie vo dvoch ložiskách, ktorých konštrukcia dovoľuje zachytávať radiálne aj axiálne zaťaženie. Axiálne zaťaženie zachytávajú striedavo obe ložiská, vždy podľa smeru pôsobenia síl, a súčasne prenášajú aj radiálne zaťaženie. Príklad tohoto uloženia je na obr. 11.

Ako osvedčená konštrukcia sa používa zostava z dvojice jednoradových kuželikových ložísk alebo jednoradových guľkových ložísk s kosouhlým stykom. Môžu sa použiť aj iné typy ložísk, ktoré sú schopné prenášať zaťaženie v radiálnom i axiálnom smere súčasne, napr. jednoradové guľkové ložiská rozoberateľné prípadne jednoradové valčekové ložiská vo vyhotovení NJ atď.



3.2 Upevnenie ložiska

Radiálne a axiálne upevnenie ložiska na čape a v diere telesa alebo inej časti má priamu súvislosť s celkovým konštrukčným usporiadaním uloženia. Pri voľbe spôsobu upevnenia je potrebné prihliadať zvlášť na charakter a veľkosť pôsobiacich síl, na prevádzkovú teplotu v mieste uloženia a materiál pripojovacích súčastí.

Pri stanovovaní rozmerov pripojovacích častí musí konštruktér okrem druhu a rozmerov ložiska zohľadniť aj spôsob montáže, demontáže a prípadné údržbárske úkony.

3.2.1 Radiálne upevnenie ložiska

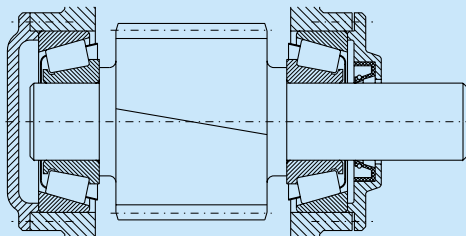
Ložisko sa upevňuje v radiálnom smere na lícovanej valcovej ploche čapu a diery v telese. V niektorých prípadoch sa pri upevňovaní na čap používa upínacie alebo sťahovacie púzdro, prípadne sa ložisko môže upevniť priamo na kužeľový čap.

Správne radiálne upevnenie ložiska na čape a v telese má značný vplyv na využitie jeho únosnosti a na správnu funkciu v uložení. Prítom sú dôležité tieto hľadiská:

- bezpečné upevnenie a rovnomerné podopretie krúžkov
- jednoduchá montáž a demontáž
- posun voľného ložiska v axiálnom smere

Zásadne by mali byť oba ložiskové krúžky uložené pevne, pretože iba tak sa dosiahne ich spoľahlivé podopretie po celom obvode a radiálne upevnenie proti pretáčaniu. Na uľahčenie montáže a demontáže alebo na posúvanie voľného ložiska je dovoľené posuvné uloženie jedného z krúžkov.

Pri voľbe správneho radiálneho upevnenia ložiska posudzujeme a zohľadňujeme nasledovné vplyvy.



Obvodové zaťaženie nastáva vtedy, keď sa príslušný ložiskový krúžok otáča a smer zaťaženia sa nemení, alebo ak sa krúžok neotáča a zaťaženie rotuje. Obvod ložiskového krúžku je počas jednej otáčky postupne zaťažovaný. V tomto prípade musí byť zaťažovaný krúžok vždy s potrebným presahom pevne uložený.

Bodové zaťaženie nastáva vtedy, keď ložiskový krúžok stojí a vonkajšia sila smeruje stále do toho istého bodu obežnej dráhy, alebo sa krúžok i sila otáčajú rovnakou frekvenciou otáčania. Krúžok, na ktorý pôsobí bodové zaťaženie, môže byť uložený s vôľou (hybne), ak si to podmienky vyžadujú.

Neurčitý spôsob zaťaženia nastáva, ak pôsobia na krúžok premenné vonkajšie sily, pri ktorých nie je možné určiť smer a zmeny zaťaženia (napr. nevyvážené hmoty, nárazy a pod.). Neurčitý spôsob zaťaženia si vyžaduje, aby boli oba krúžky uložené s presahom (pevne). Pri takýchto podmienkach je vo väčšine prípadov uloženie potrebné voliť ložiská so zväčšenou radiálnou vôľou.

Veľkosť zaťaženia má priamy vplyv na voľbu veľkosti presahu v uložení (vyššie zaťaženie - väčší presah), s dôrazom na prípady nárazového zaťaženia. Pevné uloženie na čape alebo v diere telesa vyvolá deformáciu krúžka, a tým dôjde k zmenšeniu radiálnej vôle. Aby bola v prípadoch pevného uloženia zabezpečená potrebná radiálna vôľa, je potrebné niekedy použiť ložiská so zväčšenou radiálnou vôľou. Výsledná vôľa po zmontovaní je závislá od typu a veľkosti ložiska.

Veľkosť a typ ložiska podmieňuje veľkosť potrebného presahu uloženého krúžka. Pre ložiská menších rozmerov sa volia menšie presahy a naopak. Relatívne menšie presahy sa používajú napr. pre rovnako veľké guľkové ložiská v porovnaní s valčekovými, kuželíkovými alebo súdkovými ložiskami.

Materiál a konštrukcia pripojovacích súčastí sa musia zohľadniť pri určovaní ich výrobných tolerancií. Výsledky praktických skúseností sú premietnuté v ďalej uvedených tabuľkách. V prípadoch, keď sa ložiská montujú do telies zo zliatin ľahkých kovov alebo na čapy dutých hriadeľov, volia sa uloženia s vyššími presahmi.

Delené telesá nie sú vhodné pre uloženia s veľkými presahmi, lebo je reálne nebezpečie zovretia ložiska v deliacej rovine telesa.

Ohrev a teplo vznikajúce v ložisku môžu viesť k uvoľneniu presahu na čape, a tým k pretáčaniu krúžka. V telese môže nastať opačný prípad. Ohrevom dôjde k vymedzeniu vôle, a tým k obmedzeniu až vylúčeniu axiálneho posuvu krúžka voľného ložiska v telese. Preto na tento faktor kladieme pri navrhovaní uloženia veľký dôraz.

Presnosť úložných plôch z hľadiska ich tolerancií a geometrických tvarov je dôležitá, lebo sa môže prenášať na obežné dráhy ložiskových krúžkov a definuje presnosť uloženia.

Pri použití ložisk normálneho stupňa presnosti sa pre úložnú plochu na čape volí spravidla tolerancia v tolerančnom stupni IT6 a pre úložnú plochu v telese v stupni IT7.

Pre guľkové a valčekové ložiská menších rozmerov je možné použiť pre čap stupeň IT5 a diery v telese IT6.

Pre ložiská vyšších stupňov presnosti, pre uloženia s vysokými požiadavkami na presnosť, napr. vretená obrábacích strojov, je pre hriadeľ odporúčaný stupeň najmenej IT5 a pre teleso najmenej IT6.

Dovolená odchýlka kruhovitosti a valcovitosti a dovolené čelné hádzanie úložných a oporných plôch pre ložiská musia byť vzhľadom k osi menšie ako rozsah tolerancie priemerov čapu a diery.

So stúpajúcou presnosťou použitých ložisk sa zvyšujú aj požiadavky na presnosť úložných plôch. Odporúčané hodnoty sú uvedené v tabuľke 28 a 29.

Montáž a demontáž ložiska v prípade, že jeden z krúžkov je uložený s vôľou (hybne), je ľahká a nenáročná. Ak je z prevádzkových dôvodov potrebné, aby oba krúžky boli uložené s presahom, je potrebné voliť vhodný typ ložiska, napr. rozoberateľné ložisko (kuželíkové, valčekové, ihlové) alebo ložisko s kuželovou dierou. Čapy hriadeľov pre uloženie puzdiel pre ložiská s kuželovou

dierou môžu byť v tolerancii h9 alebo h10, geometrický tvar musí byť v presnosti IT5 alebo IT7 podľa náročnosti uloženia.

Axiálny posuv krúžkov voľného ložiska sa musí zabezpečiť pri všetkých prevádzkových podmienkach. Pri použití nerozoberateľných ložísk sa posuv bodovo zaťaženého krúžku dosiahne jeho uložení s vôľou (hybne).

V telesách zo zliatin z ľahkých kovov je potrebné v prípade, že vonkajší krúžok bude uložený s vôľou, diery vypúzdriť oceľovým puzdrom.

Spoľahlivú posuvnosť v axiálnom smere dosiahneme, ak v uložení použijeme valčekové ložisko vo vyhotovení N a NU alebo radiálne ihlové ložisko.

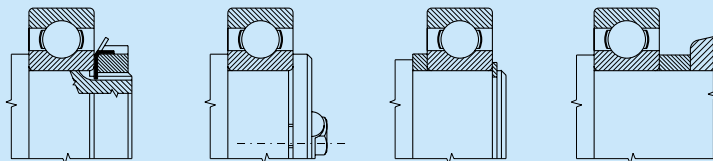
Odporúčané tolerancie priemerov čapov a dier pripojovaných súčastí sú pre radiálne aj axiálne ložiská uvedené v tabuľkách 30 až 35.

3.2.2 Axiálne upevnenie ložiska

Vnútorňý krúžok ložiska s valcovou dierou, ktorý je uložený na čape s presahom (pevne), sa obvykle zaisťuje v axiálnom smere kruhovou upínacou maticou, koncovou doskou alebo poistným krúžkom, pričom druhé čelo býva spravidla opreté o osadenie hriadeľa. Ako oporné čelo pre vnútorné krúžky sa používajú susedné súčastky a ak je to potrebné, tak sa medzi túto súčastku a vnútorný krúžok ložiska vkladajú rozperné krúžky. Príklady axiálneho upevnenia ložiska sú na obr. 12.

Odporúčané presnosti tvaru úložných plôch pre ložiská				Tab. 28
Stupeň presnosti ložiska	Miesto uloženia	Pripustná odchýlka valcovitosti	Pripustné čelné hádzanie oporných plôch vzhľadom k osi	
P0, P6	hriadeľ	$\frac{IT5}{2}$	IT3	
	teleso	$\frac{IT6}{2}$	IT4	
P5, P4	hriadeľ	$\frac{IT3}{2}$	IT2	
	teleso	$\frac{IT4}{2}$	IT3	

Základné tolerancie IT2 až IT6							Tab. 29
nad	Menovitý priemer		Tolerančný stupeň				
	do		IT2	IT3	IT4	IT5	IT6
mm			μm				
6	10		1,5	2,5	4	6	9
10	18		2	3	5	8	11
18	30		2,5	4	6	9	13
30	50		2,5	4	7	11	16
50	80		3	5	8	13	19
80	120		4	6	10	15	22
120	180		5	8	12	18	25
180	250		7	10	14	20	29
250	315		8	12	16	23	32
315	400		9	13	18	25	36
400	500		10	15	20	27	40



Tolerancie priemerov čapov pre radiálne ložiská (platí pre plné oceľové hriadele)

Tab. 30

Prevádzkové podmienky	Príklady uloženia	Priemer čapu [mm]			Tolerancia
		Gulčové ložiská	Valčkové ihlové, ¹⁾ kuželikové ložiská	Súdkové ložiská	
Bodové zaťaženie vnútorného krúžku					
Malé a normálne zaťaženie $P_r \leq 0,15 C_r$	Voľnobežné kolesá, kladky, remenice	Všetky priemery			g6 ²⁾
Veľké nárazové zaťaženie $P_r > 0,15 C_r$	Kolesá dopravných vozíkov, napínacie kladky				h6
Obvodové zaťaženie vnútorného krúžku, alebo neurčitý spôsob zaťaženia					
Malé a premenné zaťaženie $P_r \leq 0,07 C_r$	Dopravné zariadenia, ventilátory	(18) až 100 (100) až 200	≤ 40 (40) až 140	- -	j6 k6
Normálne a veľké zaťaženie $P_r > 0,07 C_r$	Všeobecné strojárstvo, elektromotory, turbíny, čerpadlá, spaľovacie motory, prevodovky, drevoobrábacie stroje	≤ 18 (18) až 100 (100) až 140 (140) až 200	- ≤ 40 (40) až 100 (100) až 140 (65) až 100 (140) až 200 (100) až 140 >200	- - ≤ 40 (40) až 65 (40) až 100 (65) až 100 >140	j5 k5 (k6) ³⁾ m5 (m6) ³⁾ m6 n6 p6
Zvlášť veľké zaťaženie, nárazy, ťažké prevádzkové podmienky $P_r > 0,15 C_r$	Nápravové ložiská koľajových vozidiel, trakčné motory valcovacie stolice	- - -	(50) až 140 (140) až 500 >500	(50) až 100 (100) až 500 >500	n6 ⁴⁾ p6 ⁴⁾ r6 (p6) ⁴⁾
Vysoká presnosť uloženia pri malom zaťažení $P_r \leq 0,07 C_r$	Obrábacie stroje	≤ 18 (18) až 100 (100) až 200	- ≤ 40 (40) až 140 (140) až 200	- - -	h5 ⁵⁾ j5 ⁵⁾ k5 ⁵⁾ m5
Výhradne axiálne zaťaženie		všetky priemery			j6
Ložiská s kuželovou dierou a s upínacím alebo sťahovacím puzdrom					
Všetky spôsoby zaťaženia	Všeobecné uloženia, nápravové ložiská koľajových vozidiel Nenáročné uloženia	všetky priemery			h9/IT5 h10/IT7

1) Tolerancie pre ihlové ložiská bez krúžkov, pozri str. 135

2) Pre veľké ložiská je možné voliť toleranciu f6, aby sa zaisťila axiálna posuvnosť

3) Tolerancie v zátvorkách sa volia spravidla pre jednoradové kuželikové ložiská alebo pri nízkych frekvenciách otáčania, kde rozptyl vôle nemá veľký význam

4) Je potrebné použiť ložiská s väčšou radiálnou vôľou ako normálnou

5) Tolerancie pre jednoradové gulčové ložiská v presnosti P5 a P4 sú uvedené na str. 61

**Tolerancie priemerov dier telies pre radiálne ložiská
(platí pre telesá z ocele, liatiny a oceľoliatiny)**
Tab. 31

Prevádzkové podmienky	Posuvnosť vonkajšieho krúžku	Teleso	Priklady uloženia	Tolerancia
Obvodové zafazenie vonkajšieho krúžku				
Veľké nárazové zafazenie $P_r > 0,15 C_r$ Tenkostenné telesá	Nie je posuvný	jednodielne	Náboje kolies s valčekovými ložiskami, ojničné ložiská	P7
Normálne a veľké zafazenie $P_r > 0,07 C_r$	Nie je posuvný		Náboje kolies s guľkovými ložiskami, pojazďové kolesá žeriavov, ložiská kľukových hriadeľov	N7
Malé a premenné zafazenie $P_r \leq 0,07 C_r$	Nie je posuvný		Dopravníkové valčeky, napínacie kladky	M7
Neurčitý spôsob zafazenia				
Veľké nárazové zafazenie $P_r > 0,15 C_r$	Nie je posuvný		Trakčné motory	M7
Veľké a normálne zafazenie $P_r > 0,07 C_r$	Spravidla nie je posuvný	jednodielne	Elektromotory, čerpadlá, ventilátory, kľukové hriadele	K7
Malé a premenné zafazenie $P_r \leq 0,07 C_r$	Spravidla posuvný		Elektromotory, čerpadlá, ventilátory, kľukové hriadele	J7
Presné uloženia				
Malé zafazenie $P_r \leq 0,07 C_r$	Spravidla nie je posuvný	jednodielne	Valčekové ložiská pre obrábacie stroje,	K6 ¹⁾
	Posuvný		guľkové ložiská pre obrábacie stroje	J6 ²⁾
	Lahko posuvný		Malé elektromotory	H6
Bodové zafazenie vonkajšieho krúžku				
Lubovoľné zafazenie			Všeobecné stojárstvo, nápravové ložiská kolajových vozidiel	H7 ³⁾
Malé a normálne zafazenie $P_r \leq 0,15 C_r$	Lahko posuvný	Jednodielne alebo dvojdielne	Všeobecné stojárstvo, menej náročné strojárstvo	H8
			Sušiacie valce papierenských strojov, veľké elektromotory	G7 ⁴⁾

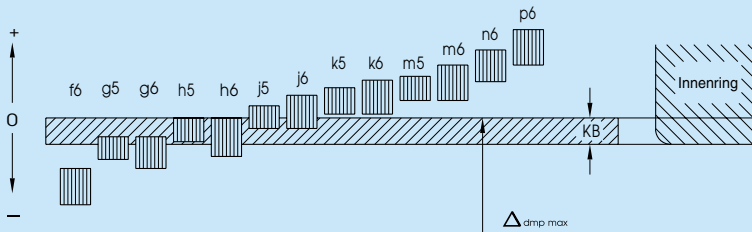
- 1) Pre veľké zafazenia sa volia pevnejšie tolerancie M6 alebo N6. Pre valčekové ložiská s kuželovou dierou sa volia tolerancie K5 alebo M5.
- 2) Tolerancie pre jednoradové guľkové ložiská v presnosti P5 a P4 sú uvedené na str. 91.
- 3) Pre ložiská s vonkajším priemerom $D < 250$ mm s teplotným rozdielom medzi vonkajším krúžkom a telesom nad 10°C sa volí tolerancia G7.
- 4) Pre ložiská s vonkajším priemerom $D > 250$ mm s teplotným rozdielom medzi vonkajším krúžkom a telesom nad 10°C sa volí tolerancia F7.

Tolerancie priemerov čapov pre axiálne ložiská
Tab. 32

Typ ložiska	Spôsob zafazenia	Priemer čapu [mm]	Tolerancia
Axiálne guľkové	Výhradne axiálne zafazenie	Všetky priemery	j6
Axiálne súdkové			j6
	Súčasne axiálne a radiálne zafazenie	Bodové zafazenie hriadeľového krúžka	j6
		Obvodové zafazenie hriadeľového krúžka alebo neurčitý spôsob zafazenia	≤ 200 k6 (200) až 400 m6 > 400 n6

Tolerancie priemerov dier telies pre axiálne ložiská
Tab. 33

Typ ložiska	Spôsob zafazenia	Poznámka	Tolerancia
Axiálne guľkové	Výhradne axiálne zafazenie	U bežných uložení môže mať telesový krúžok vŕhu	H8
		Telesový krúžok sa montuje s radiálnou vŕhou	-
Axiálne súdkové	Súčasne axiálne a radiálne zafazenie	Bodové zafazenie alebo neurčitý spôsob zafazenia telesového krúžka	H7
		Obvodové zafazenie telesového krúžka	M7



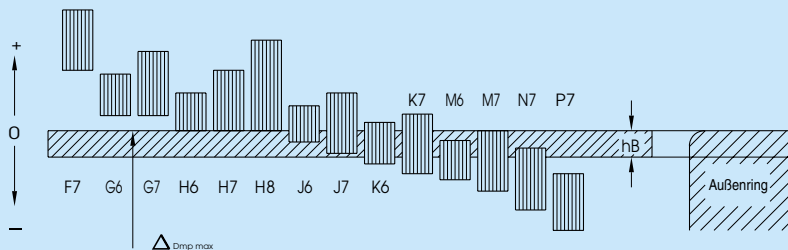
Medzné odchýlky tolerancií priemerov čapov

Tab. 34

Menovitý priemer čapu nad do	f6		g5		g6		h5		h6		j5		j6(js6)		k5	
	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná
mm	μm															
1 3	-6	-12	-2	-6	-2	-8	0	-4	0	-6	+2	-2	+4	-2	+4	0
3 6	-10	-18	-4	-9	-4	-12	0	-5	0	-8	+3	-2	+6	-2	+6	+1
6 10	-13	-22	-5	-11	-5	-14	0	-6	0	-9	+4	-2	+7	-2	+7	+1
10 18	-16	-27	-6	-14	-6	-17	0	-8	0	-11	+5	-3	+8	-3	+9	+1
18 30	-20	-33	-7	-16	-7	-20	0	-9	0	-13	+5	-4	+9	-4	+11	+2
30 50	-25	-41	-9	-20	-9	-25	0	-11	0	-16	+6	-5	+11	-5	+13	+2
50 80	-30	-49	-10	-23	-10	-29	0	-13	0	-19	+6	-7	+12	-7	+15	+2
80 120	-36	-58	-12	-27	-12	-34	0	-15	0	-22	+6	-9	+13	-9	+18	+3
120 180	-43	-68	-14	-32	-14	-39	0	-18	0	-25	+7	-11	+14	-11	+21	+3
180 250	-50	-79	-15	-35	-15	-44	0	-20	0	-29	+7	-13	+16	-13	+24	+4
250 315	-56	-88	-17	-40	-17	-49	0	-23	0	-32	+7	-16	+16	-16	+27	+4
315 400	-62	-98	-18	-43	-18	-54	0	-25	0	-36	+7	-18	+18	-18	+29	+4
400 500	-68	-108	-20	-47	-20	-60	0	-27	0	-40	+7	-20	+20	-20	+32	+5
500 630	-76	-120	-	-	-22	-66	-	-	0	-44	-	-	+22	-22	-	-
630 800	-80	-130	-	-	-24	-74	-	-	0	-50	-	-	+25	-25	-	-
800 1000	-86	-142	-	-	-26	-82	-	-	0	-56	-	-	+28	-28	-	-
1000 1250	-98	-164	-	-	-28	-94	-	-	0	-66	-	-	+33	-33	-	-

Menovitý priemer čapu nad do	k6		m5		m6		n6		p6		h9 ¹⁾		IT5		h10 ¹⁾		IT7	
	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná
mm	μm																	
1 3	+6	0	+6	+2	+8	+2	+10	+4	+12	+6	0	-25	4	0	-40	10		
3 6	+9	+1	+9	+4	+12	+4	+16	+8	+20	+12	0	-30	5	0	-48	12		
6 10	+10	+1	+12	+6	+15	+6	+19	+10	+24	+15	0	-36	6	0	-58	15		
10 18	+12	+1	+15	+7	+18	+7	+23	+12	+29	+18	0	-43	8	0	-70	18		
18 30	+15	+2	+17	+8	+21	+8	+28	+15	+35	+22	0	-52	9	0	-84	21		
30 50	+18	+2	+20	+9	+25	+9	+33	+17	+42	+26	0	-62	11	0	-100	25		
50 80	+21	+2	+24	+11	+30	+11	+39	+20	+51	+32	0	-74	13	0	-120	30		
80 120	+25	+3	+28	+13	+35	+13	+45	+23	+59	+37	0	-87	15	0	-140	35		
120 180	+28	+3	+33	+15	+40	+15	+52	+27	+68	+43	0	-100	18	0	-160	40		
180 250	+33	+4	+37	+17	+46	+17	+60	+31	+79	+50	0	-115	20	0	-185	46		
250 315	+36	+4	+43	+20	+52	+20	+66	+34	+88	+56	0	-130	23	0	-210	52		
315 400	+40	+4	+46	+21	+57	+21	+73	+37	+98	+62	0	-140	25	0	-230	57		
400 500	+45	+5	+50	+23	+63	+23	+80	+40	+108	+68	0	-155	27	0	-250	63		
500 630	+44	0	-	-	+70	+26	+88	+44	+122	+78	0	-175	30	0	-280	70		
630 800	+50	0	-	-	+80	+30	+100	+50	+138	+88	0	-200	35	0	-320	80		
800 1000	+56	0	-	-	+90	+34	+112	+56	+156	+100	0	-230	40	0	-360	90		
1000 1250	+66	0	-	-	+106	+40	+132	+66	+186	+120	0	-260	46	0	-420	105		

1) U čapov vyrobených v tolerancií h9 a h10 pre ložiská s upínacim alebo sťahovacím puzdrom nesmú odchýlky kruhovitosti a valcovitosti prekročiť základnú toleranciu IT5 a IT7



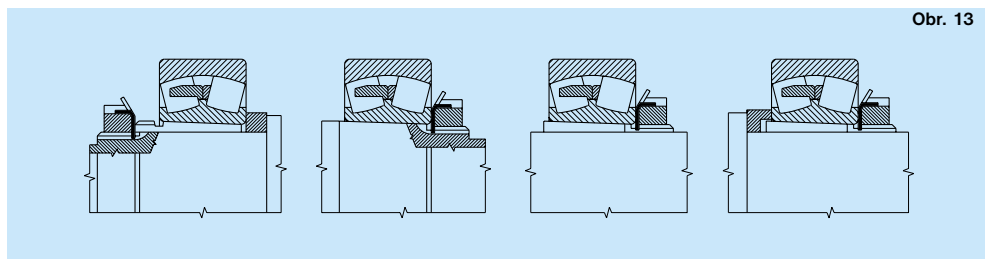
Medzné odchýlky tolerancií priemerov diery

Tab. 35

Menovitý priemer diery nad do	F7		G6		G7		H6		H7		H8		J6(Js6)	
	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná
mm	μm													
6 10	+28	+13	+14	+5	+20	+5	+9	0	+15	0	+22	0	+5	-4
10 18	+34	+16	+17	+6	+24	+6	+11	0	+18	0	+27	0	+6	-5
18 30	+41	+20	+20	+7	+28	+7	+13	0	+21	0	+33	0	+8	-5
30 50	+50	+25	+25	+9	+34	+9	+16	0	+25	0	+39	0	+10	-6
50 80	+60	+30	+29	+10	+40	+10	+19	0	+30	0	+46	0	+13	-6
80 120	+71	+36	+34	+12	+47	+12	+22	0	+35	0	+54	0	+16	-6
120 180	+83	+43	+39	+14	+54	+14	+25	0	+40	0	+63	0	+18	-7
180 250	+96	+50	+44	+15	+61	+15	+29	0	+46	0	+72	0	+22	-7
250 315	+108	+56	+49	+17	+69	+17	+32	0	+52	0	+81	0	+25	-7
315 400	+119	+62	+54	+18	+75	+18	+36	0	+57	0	+89	0	+29	-7
400 500	+131	+68	+60	+20	+83	+20	+40	0	+63	0	+97	0	+33	-7
500 630	+146	+76	+66	+22	+92	+22	+44	0	+70	0	+110	0	+22	-22
630 800	+160	+80	+74	+24	+104	+24	+50	0	+80	0	+125	0	+25	-25
800 1000	+176	+86	+82	+26	+116	+26	+56	0	+90	0	+140	0	+28	-28
1000 1250	+203	+98	+94	+28	+133	+28	+66	0	+105	0	+165	0	+33	-33
1250 1600	+235	+110	+108	+30	+155	+30	+78	0	+125	0	+195	0	+39	-39

Menovitý priemer diery nad do	J7(Js7)		K6		K7		M6		M7		N7		P7	
	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná	horná	dolná
mm	μm													
6 10	+8	-7	+2	-7	+5	-10	-3	-12	0	-15	-4	-19	-9	-24
10 18	+10	-8	+2	-9	+6	-12	-4	-15	0	-18	-5	-23	-11	-29
18 30	+12	-9	+2	-11	+6	-15	-4	-17	0	-21	-7	-28	-14	-35
30 50	+14	-11	+3	-13	+7	-18	-4	-20	0	-25	-8	-33	-17	-42
50 80	+18	-12	+4	-15	+9	-21	-5	-24	0	-30	-9	-39	-21	-51
80 120	+22	-13	+4	-18	+10	-25	-6	-28	0	-35	-10	-45	-24	-59
120 180	+25	-14	+4	-21	+12	-28	-8	-33	0	-40	-12	-52	-28	-68
180 250	+30	-16	+5	-24	+13	-33	-8	-37	0	-46	-14	-60	-33	-79
250 315	+36	-16	+5	-27	+16	-36	-9	-41	0	-52	-14	-66	-36	-88
315 400	+39	-18	+7	-29	+17	-40	-10	-46	0	-57	-16	-73	-41	-98
400 500	+43	-20	+8	-32	+18	-45	-10	-50	0	-63	-17	-80	-45	-108
500 630	+35	-35	0	-44	0	-70	-26	-70	-26	-96	-44	-114	-78	-148
630 800	+40	-40	0	-50	0	-80	-30	-80	-30	-110	-50	-130	-88	-168
800 1000	+45	-45	0	-56	0	-90	-34	-90	-34	-124	-56	-146	-100	-190
1000 1250	+52	-52	0	-66	0	-105	-40	-106	-40	-145	-66	-171	-120	-225
1250 1600	+62	-62	0	-78	0	-125	-48	-126	-48	-173	-78	-203	-140	-265

Príklady axiálneho upevnenia ložiska s kuželovou dierou priamo na kuželovom čape alebo pomocou upínacieho alebo sťahovacieho puzdra sú na obr. 13.



Obr. 13

Prípustné axiálne zaťaženie ložísk upevnených pomocou upínacieho puzdra na hladkých hriadeľoch bez opretia ložiska o osadenie na hriadeľi sa vypočíta podľa rovnice:

$$F_a = 3Bd \quad [N]$$

F_a - prípustné axiálne zaťaženie ložiska

B - šírka ložiska

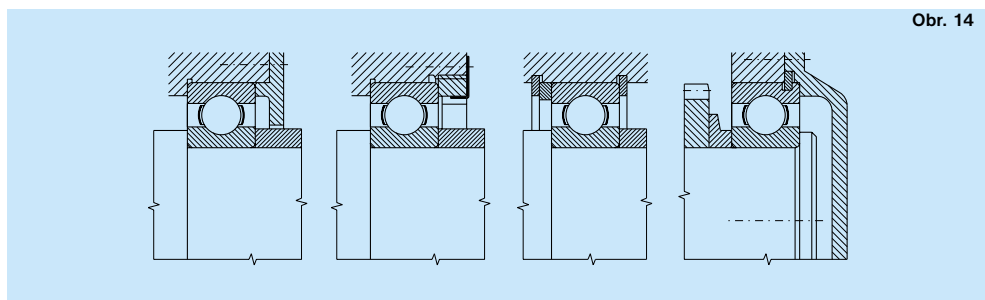
d - priemer diery ložiska

[N]

[mm]

[mm]

Ak nie je žiaduci axiálny posuv vonkajšieho krúžku v telese, použijeme riešenie, ktoré využíva čelnú opornú plochu alebo dosadaciu plochu veka ložiska, maticu alebo poistný krúžok. Ložiská s drážkou pre poistný krúžok (NR) sú priestorovo málo náročné a ich poistenie je jednoduché. Príklady riešenia sú na obr. 14.



Obr. 14

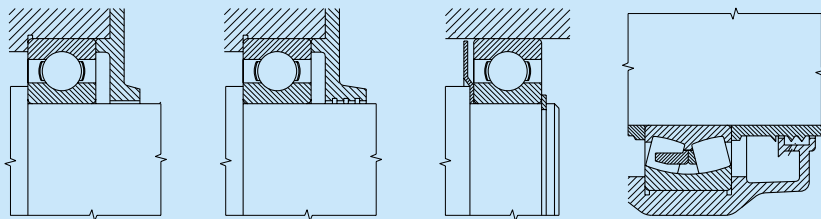
Pripojovacie rozmery pre každé ložisko uvedené v tejto publikácii sú v tabuľkovej časti.

3.3 Tesnenie

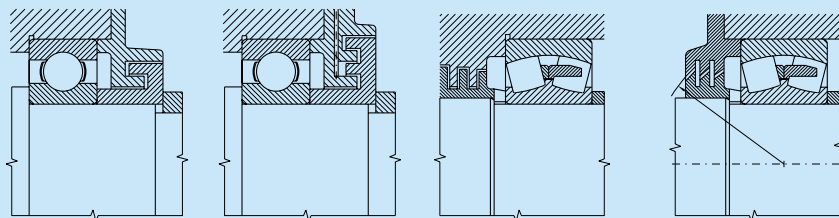
Tesnenie ložiskového priestoru je veľmi dôležité, pretože škodlivé látky nachádzajúce sa v okolí ložiska majú naň vplyv a často ho úplne vyradia z prevádzky. Tesnenie má aj opačnú funkciu a to, že zabraňuje úniku maziva z ložiska a z úložného priestoru. Preto musí byť tesnenie riešené vždy s ohľadom na prevádzkové podmienky stroja alebo zariadenia, konštrukciu uloženia, spôsob mazania, možnosť údržby a ekonomické otázky výroby a použitia.

3.3.1 Bezdotykové tesnenie

Pri tomto tesnení je medzi neotáčajúcou sa a otáčajúcou sa časťou iba úzka medzera, ktorá sa niekedy vyplňuje plastickým mazivom. Pri tomto tesnení nedochádza k opotrebeniu v dôsledku trenia, a preto je toto tesnenie vhodné použiť pre najvyššie obvodové rýchlosti a pre vysoké prevádzkové teploty. Príklady štrbinového tesnenia sú na obr. 15.



Ďalším veľmi účinným tesnením je labyrintové tesnenie, ktorým je možné zvýšiť tesniaci účinok väčším počtom labyrintov alebo predĺžením tesniacich štrbín. Príklady tohoto tesnenia sú na obr. 16.



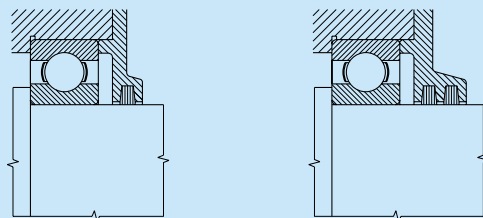
3.3.2 Trecie tesnenie

Trecie tesnenie je vytvorené z pružného alebo mäkkého, avšak z dostatočne pevného a nepriepustného materiálu, ktorý je vložený medzi rotujúcu a pevnú súčasť. Takéto tesnenie je väčšinou lacné a je vhodné pre najrôznejšie konštrukcie. Nevýhodou je klzné trenie dotýkajúcich sa povrchov, a tým obmedzenie použitia pre vysoké obvodové rýchlosti.

Najjednoduchšie je tesnenie s plstným krúžkom (obr. 17). Je vhodné pre prevádzkové teploty v rozsahu -40° do $+80^{\circ}\text{C}$ a pre obvodové rýchlosti do $7\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, pričom sa vyžaduje drsnosť povrchu klznej plochy maximálne $R_a = 0,16$, tvrdosť minimálne 45 HRC alebo úprava tvrdým chromovaním. Rozmery plstných krúžkov a drážok riešia príslušné národné normy.

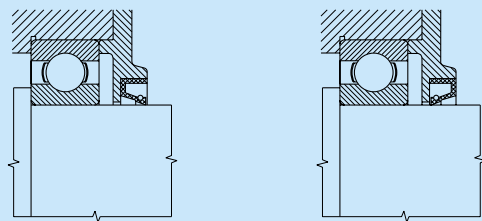
Veľmi rozšíreným spôsobom tesnenia je tesnenie hriadeľovými krúžkami (obr.18). Hriadeľové krúžky sú vyrobené z gumy alebo iných vhodných plastov vystužené kovovou výstuhou. Podľa použitého materiálu sú vhodné pre prevádzkové teploty od -30° do $+160^{\circ}\text{C}$. Dovoľená obvodová rýchlosť je závislá od drsnosti povrchu klznej plochy:

- do $2\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ je drsnosť max. $R_a = 0,8$,
- do $4\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ je drsnosť max. $R_a = 0,4$,
- do $12\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ je drsnosť max. $R_a = 0,2$.

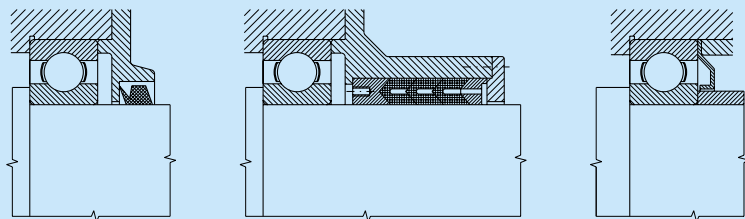


Okrem uvedených najrozšírenejších tesniacich krúžkov existujú ďalšie konštrukcie trecieho tesnenia s použitím zvlášť tvarovaných tesniacich krúžkov z gumi, plastov, atď. alebo špeciálnych pružných kovových krúžkov. Toto tesnenie sa volí buď pre uloženie s veľkými nárokmi na utesnenie ložiskového priestoru (veľké znečistenie okolia, vysoká teplota, vplyv chemických látok), alebo z ekonomických dôvodov pri hromadnej a veľkosériovej výrobe. Príklady sú na obr. 19.

Obr. 18



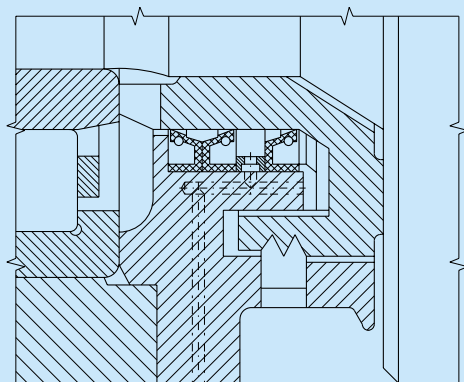
Obr. 19



3.3.3 Kombinované tesnenie

Zvýšený tesniaci účinok sa dosiahne kombináciou bezdotykového a trecieho tesnenia. Takéto tesnenie sa odporúča pre vlhké a znečistené prostredie. Príklad je na obr. 20.

Obr. 20



4. Mazanie ložísk

Správne mazanie ložiska má priamy vplyv na trvanlivosť. Mazivo vytvára medzi valivým telesom a ložiskovými krúžkami nosný mazací film, ktorý bráni ich kovovému styku. Ďalej maže miesta, kde dochádza k treniu, má chladiaci účinok, chráni ložisko pred koróziou a v mnohých prípadoch utesňuje ložiskový priestor.

Vo väčšine prípadov cca 90% sa ložiská mažú plastickým mazivom alebo olejom. Výnimočne sa používajú iné mazacie prostriedky. Pri rozhodovaní o druhu maziva a spôsobe mazania je potrebné zohľadniť prevádzkové podmienky, charakteristické vlastnosti použitého maziva, konštrukciu zariadenia a hospodárnosť jeho prevádzky.

4.1 Mazanie plastickým mazivom

V konštrukčnej praxi sa mazanie plastickými mazivami uprednostňuje pred mazaním olejom z hľadiska jednoduchosti riešenia uloženia, využívania tesniacich schopností a ľahkej údržby.

Pre spoľahlivú prevádzku ložiska sa pri prvej montáži naplní asi 1/3 až 1/2 jeho voľného priestoru čistým mazivom. Väčšie množstvo maziva má negatívny účinok na prevádzku. Vplyvom vyšších pasívnych odporov vo vnútri ložiska dochádza k nežiadúcemu ohrevu, čo môže viesť až k jeho znehodnoteniu. Ložiská, ktoré počas prevádzky vykonávajú malý pohyb, je z hľadiska ochrany voči korózii vhodné naplniť úplne.

4.1.1 Domazávacie obdobie

Domazávacie obdobie je doba, počas ktorej má plastické mazivo potrebné mazacie vlastnosti. Po uplynutí tejto doby sa ložisko musí opäť namazať, pričom sa staré mazivo z ložiskového priestoru musí úplne odstrániť.

Domazávacie obdobie je závislé od druhu a veľkosti ložiska, frekvencie otáčania, prevádzkovej teploty a kvality maziva. Odporúčané domazávacie obdobie pre jednotlivé druhy ložísk pri normálnom zaťažení ($P \leq 0,15 \text{ C}$) a normálnych prevádzkových podmienkach je uvedené v diagrame na obr. 21 a 22. Diagramy platia pre bežné plastické mazivá pre teploty do $+70^\circ\text{C}$. Pri teplotách nad $+70^\circ\text{C}$ sa domazávacie obdobie skraca pre každých 15°C na polovicu pôvodnej hodnoty. Pri teplotách pod $+40^\circ\text{C}$ sa môže domazávacie obdobie zvýšiť na dvojnásobok.

Pre malé, najmä jednoradové guľkové ložiská sú domazávacie obdobia niekoľkokrát dlhšie, ako je životnosť ložiska, preto sa tieto ložiská spravidla nedomazávajú.

Z uvedeného dôvodu je výhodné používať tieto ložiská vo vyhotovení s krycimi plechmi alebo s tesnením na oboch stranách, ktoré sú u výrobcu naplnené plastickým mazivom. Pre určité frekvencie otáčania vychádza domazávacie obdobie mimo krivky diagramu, to znamená, že sa dosiahla prípustná medza pre mazanie plastickým mazivom a je potrebné riešiť mazanie olejom.

Potrebné množstvo plastického maziva na domazávanie sa vypočíta z rovnice:

$$Q = 0,005 \text{ DB} \quad [\text{g}]$$

Q - množstvo plastického maziva [g]

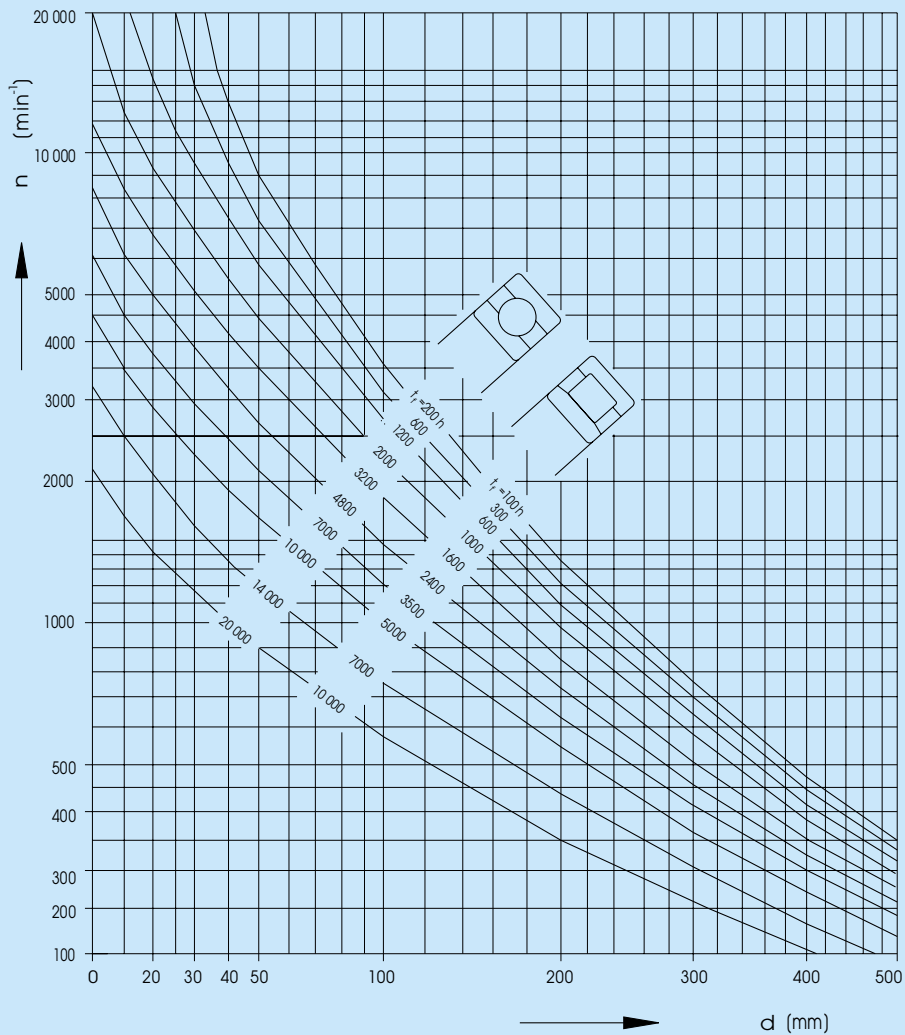
D - vonkajší priemer ložiska [mm]

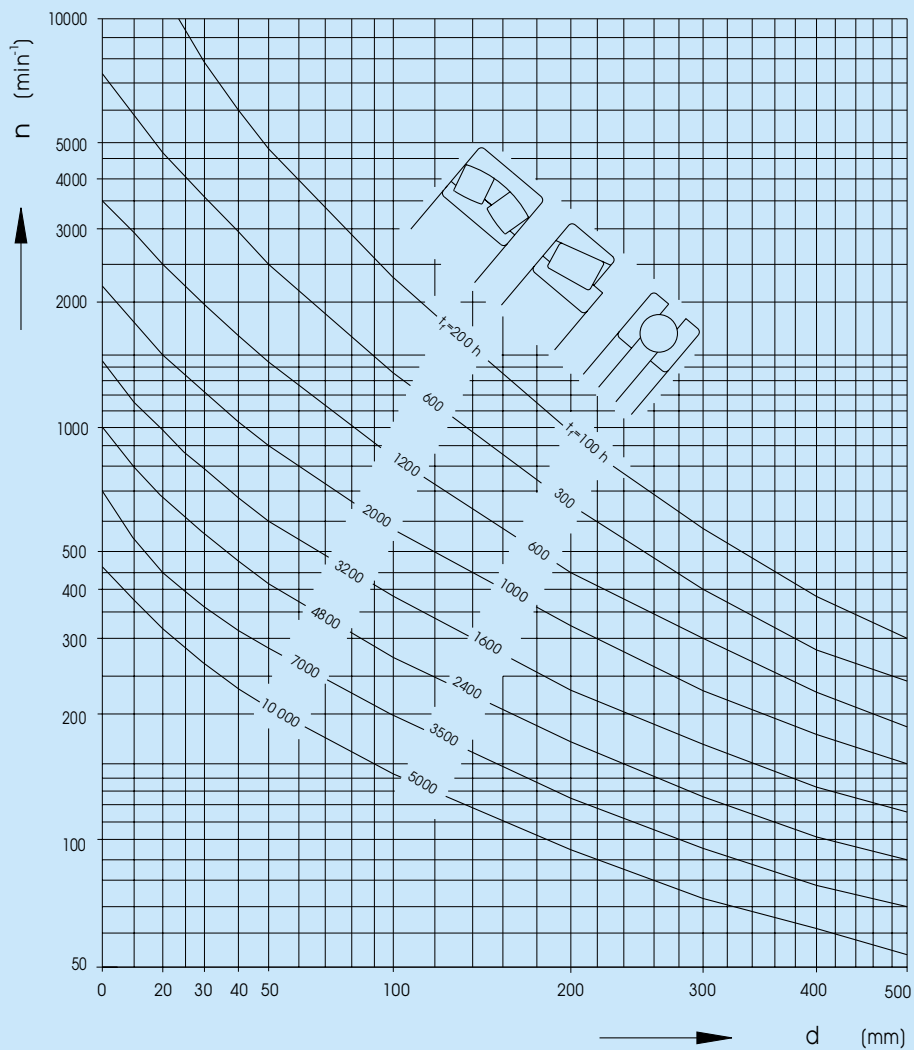
B - šírka ložiska [mm]

Pre ložiská s vyššou frekvenciou otáčania, ktoré vyžadujú častejšie domazávanie, je potrebné po určitej dobe odstrániť použité mazivo z ložiskového priestoru, aby nedošlo k zvýšeniu teploty. Na tento účel je vhodný tzv. odstrekovač maziva.

4.1.2 Plastické mazivá pre ložiská

Plastické mazivá na mazanie valivých ložísk sa vyrábajú najčastejšie z akostných minerálnych alebo syntetických olejov (prípadne s prísadami), zahustených kovovými mydlami mastných kyselín. Plastické mazivá musia mať dobrú mazacu schopnosť a vysokú chemickú, tepelnú a mechanickú stálosť. Prehľad plastických mazív pre valivé ložiská je v tabuľke 36.





Druh plastického maziva		Vlastnosti		
Zahusťovací prostriedok	Základný olej	Teplotný rozsah použitia [°C]	Odolnosť voči vode	Použitie
lítiové mydlo	minerálny	-20 ÷ 130	odolné	viacúčelové mazivo
vápenaté mydlo	minerálny	-20 ÷ 50	veľmi odolné	dobrý tesniaci účinok proti vode
sodné mydlo	minerálny	-20 ÷ 100	neodolné	emulguje s vodou
hlinité mydlo	minerálny	-20 ÷ 70	odolné	dobrý tesniaci účinok proti vode
komplexné lítiové mydlo	minerálny	-20 ÷ 150	odolné	viacúčelové mazivo
komplexné vápenaté mydlo	minerálny	-30 ÷ 130	veľmi odolné	viacúčelové mazivo vhodné pre vyššie teploty a zaťaženie
komplexné sodné mydlo	minerálny	-20 ÷ 130	odolné	vhodné pre vyššie teploty a zaťaženie
komplexné hlinité mydlo	minerálny	-20 ÷ 150	odolné	vhodné pre vyššie teploty a zaťaženie
komplexné bámaté mydlo	minerálny	-30 ÷ 140	odolné	vhodné pre vyššie teploty a zaťaženie
bentonit	minerálny	-20 ÷ 150	odolné	vhodné pre vysoké teploty pri nízkej frekvencii otáčania
polymočovina	minerálny	-20 ÷ 160	odolné	vhodné pre vysoké teploty pri stred. frekvencii otáčania
lítiové mydlo	silikónový	-40 ÷ 170	veľmi odolné	vhodné pre široký teplotný rozsah pri strednej frekvencii otáčania
komplexné bámaté mydlo	esterový	-60 ÷ 140	odolné	vhodné pre vyššie teploty a vyššie frekvencie otáčania

4.2 Mazanie olejom

Mazanie olejom sa používa v tých prípadoch, kedy je frekvencia otáčania v prevádzke taká vysoká, že domazávacie obdobie pre mazanie plastickým mazivom je príliš krátke. Ďalším dôvodom môže byť aj potreba odvodu tepla z ložiska prípadne vysoká teplota prostredia, ktorá nedovoľuje použitie plastického maziva, alebo ak sú susedné časti z konštrukčného hľadiska už mazané olejom (napr. ozubené kolesá v prevodovke). Mimo niekoľko prípadov uloženia súdkových ložísk sa tieto vždy mažu olejom.

Pri mazaní olejom musí byť zabezpečený taký stav, aby mazanie bolo zabezpečené pri rozbehu a potom aj v priebehu prevádzky. Nadmerné množstvo oleja zvyšuje jeho teplotu, a tým aj teplotu ložiska.

Prívod oleja do ložiska sa zabezpečuje rôznymi konštrukčnými spôsobmi, z ktorých najrozšírenejšie sú mazanie olejovým kúpeľom s hladinou oleja siahajúcou do výšky stredy spodného valivého telesa, mazanie obehom oleja, mazanie vstrekovacie, mazanie olejovou hmlou atď.

4.2.1 Oleje pre ložiská

Na mazanie ložísk sa používajú spravidla rafinované oleje s dobrou chemickou stabilitou, ktorá môže byť vylepšená antioxidantnými prísadami.

Rozhodujúcou vlastnosťou oleja je kinematická viskozita, ktorá klesá s rastúcou teplotou. Vhodná viskozita oleja ν_1 sa dá stanoviť z diagramu na obr. 23 v závislosti od stredného priemeru ložiska $d_s = (d+D)/2$ a frekvencie otáčania n . Ak je známa prevádzková teplota, alebo je možné túto zistiť, určí sa z diagramu obr. 24 vhodný olej a viskozita ν pri medzinárodne normalizovanej porovnávacej teplote 40°C, ktorá je potrebná pre výpočet pomeru κ .

Pri pomere $\kappa < 1$ sa odporúča použiť olej s EP prísadami, ktoré zvyšujú únosnosť olejového filmu. Pri poklese hodnoty κ pod 0,4 sa použijú vždy len oleje s prísadou EP.

Ak je pomer κ väčší ako 1, dosiahne sa v prevádzke zvýšená spoľahlivosť riešenia príslušného uloženia.

Príklad:

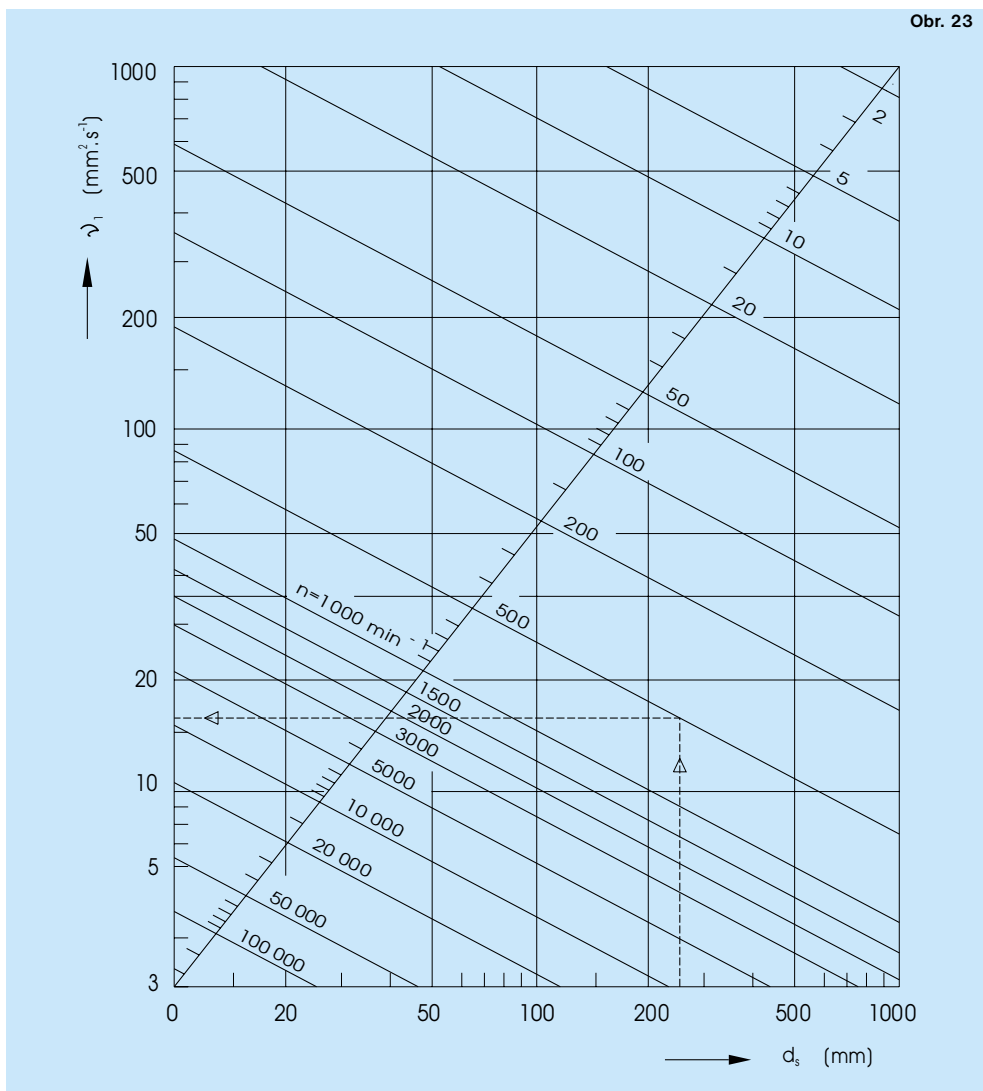
- ložisko $d = 180$ mm, $D = 320$ mm, $d_s = 250$ mm
- frekvencia otáčania $n = 500$ min⁻¹
- predpokladaná prevádzková teplota 60°C

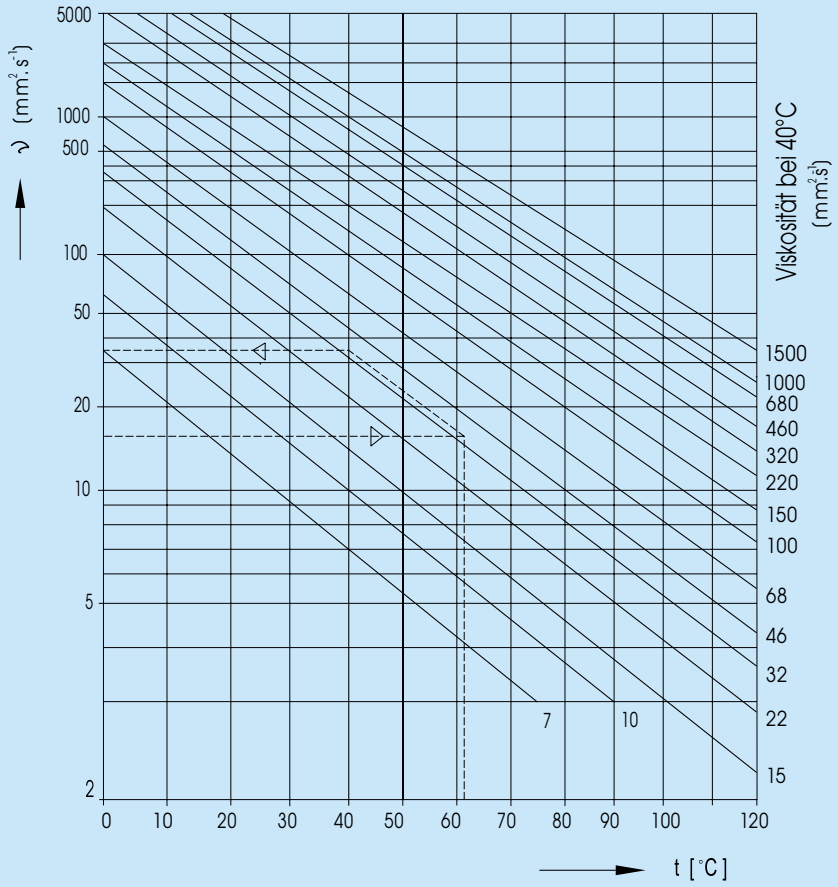
Pre tieto podmienky je podľa diagramu na obr. 23 minimálna kinematická viskozita $\nu_1 = 17$ mm².s⁻¹.

Pri zohľadnení prevádzkovej teploty 60°C musí mať použitý olej vybraný podľa diagramu na obr. 24 pri normalizovanej teplote 40°C kinematickú viskozitu v minimálne 35 mm².s⁻¹.

Pre axiálne súdkové ložiská sa kinematická viskozita mazacieho oleja stanoví približne v závislosti od $n \times d$, kde n je frekvencia otáčania ložiska v otáčkach za minútu a d je priemer diery v mm, podľa tabuľky 37. Nižšie hodnoty viskozity platia pre ložiská menej zaťažené, pre ktoré platí $Pa \leq 0,1 C_a$. Vyššie hodnoty platia pre $Pa > 0,1 C_a$.

Viskozita oleja pre axiálne súdkové ložiská		Tab. 37
d.n	Kinematická viskozita oleja	
	mm ² s ⁻¹ pri 40°C	
1 000	250 až 550	
10 000	100 až 250	
100 000	45 až 100	
200 000	30 až 80	





4.3 Mazanie pevnými mazivami

Pevné mazivá sa používajú na mazanie ložísk iba v prípadoch, kedy plastické mazivo alebo oleje nemôžu splniť požiadavky na spoľahlivé mazanie v podmienkach medzného trenia alebo z hľadiska odolnosti voči vysokým prevádzkovým teplotám, chemickým vplyvom a podobne. V takýchto prípadoch sa odporúča konzultovať riešenie s dodávateľom.

5. Montáž a demontáž ložísk

Veľmi dôležitou požiadavkou popri používaní vhodných montážnych resp. demontážnych pomôcok je zabezpečiť, aby tieto nástroje boli čisté a celá práca sa vykonávala v čistom pracovnom prostredí. V negatívnom zmysle majú nečistoty rozhodujúci vplyv na chovanie sa ložiska pri jeho prevádzke a tiež môžu podľa pôvodu spôsobiť až haváriu ložiska. Rovnako sa podmienky čistoty musia doržďavať pri príprave všetkých mazacích prostriedkov a súčiastok súvisiacich s uložéním.

Nové ložiská sú výrobcom nakonzervované prostriedkami, ktoré pred montážou nie je potrebné odstraňovať. Ložisko sa v záujme zachovania čistoty vyberá z obalu až tesne pred montážou. Len vo výnimočných prípadoch sa z ložiska odstraňuje konzervačný prostriedok. Na to sa používa:

- technický benzín s pridaním 5 až 10 % oleja
- benzol
- motorová nafta
- bezvodný olej

Po odkonzervovaní je potrebné ložisko namazať olejom, chrániť pred znečistením a čo najskôr ho namontovať na miesto určenia.

Pred montážou je potrebné prekontrolovať rozmery úložných plôch, ich stav z hľadiska čistoty prípadne poškodenia.

Podrobné informácie týkajúce sa problematiky montáže, demontáže, údržby a skladovania ložísk sú uvedené v samostatnej publikácii „MONTÁŽ, DEMONTÁŽ A PORUCHY VALIVÝCH LOŽISK“, ktorú distribuuje dodávateľ.

Montáž ložísk s valcovou dierou

Ložiská sa do úložných celkov montujú buď za studena alebo za tepla. Rozmerovo menšie ložiská sa vo väčšine prípadov montujú za studena.

Síla potrebná na montáž sa dosahuje údermi kladiva alebo vhodnejšie pomocou lisu. V oboch prípadoch sa použijú montážne prípravky. Pri montáži je neprípustné, aby sa montážna síla prenášala cez valivé telesá. Preto musí byť počas pôsobenia montážnej síly prípravok opretý o ten krúžok, ktorý sa montuje, prípadne o oba krúžky.

Montáž za tepla sa používa pri väčších ložiskách, ktorých krúžky bývajú uložené s väčším presahom. Maximálna teplota ohrevu ložiska je do 100°C.

Montáž ložísk s kuželovou dierou

Ložiská s kuželovou dierou sa upevňujú na hriadelí pomocou upínacích alebo sťahovacích puzdier, prípadne priamo na kuželový čap. Spoľahlivé upevnenie sa dosiahne buď nalisovaním vnútorného krúžka pomocou matice, alebo dostatočným vsunutím puzdra. V oboch prípadoch sa vnútorný krúžok roztiahne, pričom dôjde k zmenšeniu radiálnej vôle v ložisku.

Pri montáži dvojradových guľkových naklápacích ložísk sa môže matica upínacieho puzdra priťahnúť do takej miery, aby sa dal vonkajší krúžok ľahko otáčať a vyklopiť.

Dvojradové súdkové ložisko sa upevňuje s väčším presahom. Spoľahlivosť upevnenia sa kontroluje podľa zmenšenia radiálnej vôle pomocou štrbinových mierok alebo meraním axiálneho posunutia vnútorného krúžka na čape či kuželovom puzdre. Počiatočná poloha na meranie tohto posunutia sa dosiahne, keď stykové plochy (krúžka, puzdra, hriadeľa) dosadajú na seba po celej úložnej ploche. Hodnoty pre montáž dvojradových súdkových ložísk s kuželovou dierou sú uvedené v tabuľke 38.

Priemer diery		Zmenšenie radiálnej vôle		Axiálne posunutie na kuželi 1:12				Minimálna dovolená radiálna vóla ložiska s vólou		
d nad	do	min	max	na hriadeli		na puzdre		normálnou	C3	C4
mm		μm		mm				μm		
30	40	20	25	0,35	0,4	0,35	0,45	15	20	40
40	50	25	30	0,4	0,45	0,45	0,5	20	30	50
50	65	30	40	0,45	0,6	0,5	0,7	25	35	55
65	80	40	50	0,6	0,75	0,7	0,85	25	40	70
80	100	45	60	0,7	0,9	0,75	1	35	50	80
100	120	50	70	0,75	1,1	0,8	1,2	50	65	100
120	140	65	90	1,1	1,4	1,2	1,5	55	80	110
140	160	75	100	1,2	1,6	1,3	1,7	55	90	130
160	180	80	110	1,3	1,7	1,4	1,9	60	100	150
180	200	90	130	1,4	2	1,5	2,2	70	100	160
200	225	100	140	1,6	2,2	1,7	2,4	80	120	180
225	250	110	150	1,7	2,4	1,8	2,6	90	130	200
250	280	120	170	1,9	2,7	2	2,9	100	140	220
280	315	130	190	2	3	2,2	3,2	110	150	240
315	355	150	210	2,4	3,3	2,6	3,6	120	170	260
355	400	170	230	2,6	3,6	2,9	3,9	130	190	290
400	450	200	260	3,1	4,1	3,4	4,4	130	200	310
450	500	210	280	3,3	4,4	3,6	4,8	160	230	350
500	560	240	320	3,7	5	4,1	5,4	170	250	360
560	630	260	350	4	5,4	4,4	5,9	200	290	410
630	710	300	400	4,6	6,2	5,1	6,8	210	310	450
710	800	340	450	5,3	7	5,8	7,6	230	350	510
800	900	370	500	5,7	7,8	6,3	8,5	270	390	570

6 Normy

Prehľad národných noriem aplikovaných pri konštrukcii, výrobe, skladovaní a predaji ložísk

STN ISO 15(ČSN ISO 15) Valivé ložiská. Radiálne ložiská. Hlavné rozmery. Všeobecný plán.

STN ISO 76(ČSN ISO 76) Valivé ložiská. Statická únosnosť.

STN ISO 113(ČSN ISO 113) Valivé ložiská. Stojaté ložiskové telesá.

STN ISO 281(ČSN ISO 281) Valivé ložiská. Dynamická únosnosť a trvanlivosť.

STN ISO 492(ČSN ISO 492) Valivé ložiská. Radiálne ložiská. Tolerancie(02 4618)

STN ISO 464(ČSN ISO 464) Valivé ložiská. Radiálne ložiská s pružným poistným krúžkom.

STN ISO 582(ČSN ISO 582) Valivé ložiská. Rozmery zaoblení. Maximálne hodnoty.

STN ISO 2982-1 Valivé ložiská. Príslušenstvo. Časť 1: Upínacie a sťahovacie púzdra.

Rozmery.

STN ISO 2982-2 Valivé ložiská. Príslušenstvo. Časť 2: Kruhové matice so zárezmi a poistné súčasti.

Rozmery.

STN ISO 3228(ČSN ISO 3228) Valivé ložiská. Liatinové a lisované telesá pre ložiská s vonkajšou guľovou plochou.

STN ISO 3290(ČSN ISO 3290) Valivé ložiská. Guľky. Rozmery a tolerancie.

Rozmery a tolerancie

STN EN ISO 8826-1(ČSN ISO 8826-1) Technické výkresy. Valivé ložiská. Časť 1: Všeobecné zjednodušené zobrazenie.

STN EN ISO 8826-2(ČSN EN ISO 8826-2) Technické výkresy. Valivé ložiská. Časť 2: Podrobnejšie zjednodušené zobrazenie.

STN 02 3516 Kĺbové ložiská s rozšíreným vnútorným krúžkom (eqv.ISO 6124/2:1982 a ISO 6125:1982)

STN 02 3680 Valivé ložiská. Guľky. Rozmery. Technické predpisy.

STN 02 3685 (ČSN 02 3685) Valivé ložiská. Krátke valčeky.

STN 02 3690 (ČSN 02 3690) Valivé ložiská. Dlhé valčeky.

STN 02 3695 Valivé ložiská. Ihlové ložiská.

STN 02 4601 (ČSN 02 4601) Valivé ložiská. Názvy a definície.

STN 02 4605 Valivé ložiská. Pružné poistné krúžky a drážky na vonkajších krúžkoch.

Technické požiadavky.

STN 02 4608 (ČSN 02 4608) Valivé ložiská. Označovanie valivých ložísk.

STN 02 4609 (ČSN 02 4609) Valivé ložiská. Vôľa. Hodnoty. (mod ISO 5753:1991)

STN 02 4612 Valivé ložiská. Technické požiadavky.

STN 02 4615 (ČSN 02 4615) Jednoradové guľkové ložiská s kosuhým stykom, združené.

Technické predpisy.

STN 02 4617 Valivé ložiská. Jednoradové valčekové ložiská pre nápravy železničných koľajových vozidiel.

STN 02 4620 (ČSN 02 4620) Valivé ložiská. Uloženie a technické požiadavky na úložné plochy.

STN 02 4625 (ČSN 02 4625) Valivé ložiská. Úložné plochy pre montáž. Rozmery.

STN 02 4629 Valivé ložiská. Hlavné rozmery.

STN 02 4630 (ČSN 02 4630) Valivé ložiská. Jednoradové guľkové ložiská.

STN 02 4608 Valivé ložiská. Jednoradové guľkové ložiská rozoberateľné.

STN 02 4608 Valivé ložiská. Jednoradové guľkové ložiská pre prístroje (eqv ISO 1224:1984, ISO 8434:1985).

STN 02 4634 Valivé ložiská. Jednoradové guľkové ložiská s pružnými krúžkami.

STN 02 4640 (ČSN 02 4640) Valivé ložiská. Jednoradové guľkové ložiská s krytom.

STN 02 4645 (ČSN 02 4645) Valivé ložiská. Jednoradové guľkové ložiská s kosuhým stykom.

STN 02 4646 (ČSN 02 4646) Valivé ložiská. Jednoradové guľkové ložiská s viacbodovým stykom a deleným krúžkom.

STN 02 4650 (ČSN 02 4650) Valivé ložiská. Dvojradowé naklápacie guľkové ložiská.

STN 02 4665 (ČSN 02 4665) Valivé ložiská. Dvojradowé guľkové ložiská s kosuhým stykom.

STN 02 4670 (ČSN 02 4670) Valivé ložiská. Jednoradové valčekové ložiská.

STN 02 4673 (ČSN 02 4673) Valivé ložiská. Jednoradové valčekové ložiská bez vnútorného krúžka.

STN 02 4680 (ČSN 02 4680) Valivé ložiská. Jednoradové ihlové ložiská.

STN 02 4700 (ČSN 02 4700) Valivé ložiská. Dvojradowé a viacradové valčekové ložiská.

STN 02 4705 (ČSN 02 4705) Valivé ložiská. Dvojradowé súdkové ložiská.
STN 02 4720 Valivé ložiská. Jednoradowé kuželíkové ložiská v metrických rozmeroch.
STN 02 4730 Valivé ložiská. Jednosmerné a obojsmerné axiálne guľkové ložiská.
STN 02 4735 (ČSN 02 4735) Valivé ložiská. Jednosmerné axiálne guľkové ložiská s kosouhlým stykom $\alpha = 60^\circ$.
STN 02 4740 (ČSN 02 4740) Valivé ložiská. Jednosmerné axiálne valčekové ložiská.
STN 02 4760 (ČSN 02 4735) Valivé ložiská. Jednosmerné axiálne súdkové ložiská.
STN 02 4765 (ČSN 02 4765) Valivé ložiská. Jednosmerné axiálne kuželíkové ložiská.