

PŘÍRUČNÍ UČEBNÍ TEXTY

# KURS

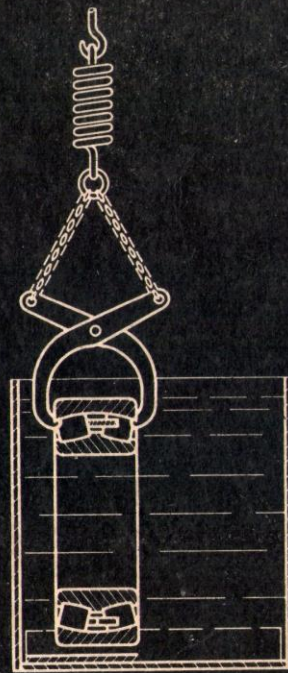
TECHNICKÝCH ZNALOSTÍ

150

V. ŠOULA

## Montáž a demontáž valivých ložisek

SNTL



Dnes, kdy stroje dosahují stále vyšších výkonnostních parametrů, když otáčky překračují mnohonásobně kritické, je bezpodmínečně nutné, aby rotující části byly uloženy v kvalitních a správně montovaných ložiskách. A právě na ložiskách správně, přesně a odborně montovaných a udržovaných závisí poruchový chod přístroje nebo stroje. Výroba ložisek u nás má již svou tradici a naše ložiska dosahují světových parametrů.

Tato malá publikace se snaží čtenářům přiblížit problémy spojené s používáním ložisek velmi jednoduše.

Ložiska jsou různých druhů a velikostí a každý druh a velikost vyžaduje určitý způsob montáže, který je sice pro určitý druh v základě stejný, ale každá konkrétní situace vyžaduje určitý speciální způsob montáže. Ložisko musí být správně voleno tak, aby plnilo stoprocentně svou funkci.

A právě tato knížka chce naučit zájemce nejjednodušším metodám správné montáže ložisek tak, aby mohli na těchto znalostech dál úspěšně stavět.

# kurs

technických znalostí

Příruční učební texty

Svazek 150

Ing. Václav ŠOULA

## Montáž a demontáž valivých ložisek

SNTL

VÝCHODOČESKÉ ČIŽELNY  
vlastní podnik  
HROCHŮV TYNEC

inv. č. 951

# Montáž a demontáž valivých ložisek

Ing. Václav Šoula

PRAHA 1968

SNTL — NAKLADATELSTVÍ TECHNICKÉ LITERATURY

## Kurs

### technických znalostí

evolí rozsáhlý soubor základních svazků ze všech oborů techniky (strojírenství, strojírenství, elektro-rotechnika, hutnictví, spotřební průmysl) a probírá i nejdůležitější poznatky teoretické, jako přehled matematiky, fyziky, chemie apod. Zpracování je původní a srozumitelné užitím studentům, dělníkům nezaškoleným i těm, kteří se o výrobní nauky pouze zajímají. Srovnávací uspořádání knižnice umožňuje vytváření knihovniček pro jednotlivá povolání a školení v závodních i výuku na školách.

V každém svazku je na konci uvedena další příbuzná literatura. Na Kurs technických znalostí navazují hlouběji zpracované svazky Knižnice strojírenské výroby a další. Ve strojírenské oblasti je třeba zároveň sledovat technologický měsíčník Strojírnická výroba.

SNL uvítá každou připomínku čtenáře, která přispěje ke zdokonalení obsahu a grafické úpravy tohoto svazku, popřípadě celé knižnice.

Knižka pojednává o měření vůle ložisek, o kontrole montážních ploch, o mytí, čištění a uskladňování ložisek, o mazivech, mazání a praktických způsobech montáže a demontáže a příčinách poškození valivých ložisek.

Je určena pro nižší technické kádry v montáži ložisek, mistry a zámečníky - údržbě.

Lektorovali: Ing. Slavomír Kuchynka, Ing. Václav Patočka, Jaroslav Písek

Redakce strojírenské literatury - hlavní redaktor Ing. Josef Novák

© Ing. Václav Šoula, 1968

## Obsah

1 Rozdělení, hlavní druhy a značení valivých ložisek . . . . .	7
1.1 Součásti valivého ložiska . . . . .	7
1.2 Rozdělení valivých ložisek . . . . .	8
1.3 Rozměry a značení valivých ložisek . . . . .	10
1.3.1 Přídavná značení ložisek . . . . .	12
2 Radiální vůle ložisek a její význam pro praxi . . . . .	13
2.1 Definice a velikost ložiskové vůle . . . . .	13
2.1.1 Měření radiální vůle . . . . .	17
3 Základní pravidla pro zacházení s valivými ložisky . . . . .	21
3.1 Mytí a čištění ložisek . . . . .	21
3.1.1 Prací prostředky . . . . .	21
3.1.2 Prací pomůcky . . . . .	22
3.1.3 Postup při mytí a čištění demontovaných ložisek . . . . .	24
3.2 Uskladnění ložisek . . . . .	25
3.3 Montážní pracoviště . . . . .	25
4 Kontrola lícovaných ploch před montáží ložiska . . . . .	27
4.1 Kontrola přesnosti lícovaných ploch na hřídeli . . . . .	27
4.2 Kontrola přesnosti lícovaných ploch ložiskového tělesa . . . . .	28
4.3 Ustavení a vyrovnání ložiskových těles . . . . .	30
5 Montáž ložisek na hřídel a do ložiskového tělesa . . . . .	32
5.1 Montáž ložisek všeobecně . . . . .	32
5.2 Ohřev ložiska . . . . .	33
5.3 Montáž ložiska s válcovou dírou . . . . .	34
5.4 Montáž ložiska s kuželovou dírou . . . . .	34
5.4.1 Montáž ložisek s kuželovou dírou na kuželový čep . . . . .	35

5.4.2 Montáž ložisek se stahovacími pouzdry . . . . .	37
5.4.3 Montáž ložisek s upínacími pouzdry . . . . .	38
5.5 Montáž jednořadých kulíkových ložisek s kosoúhlým stykem . . . . .	38
5.6 Montáž kuželíkových ložisek . . . . .	39
5.7 Montáž axiálních ložisek . . . . .	40
5.8 Montáž jehlových ložisek . . . . .	41
6 Kontrola namontovaných ložisek . . . . .	43
6.1 Měření vůle ložisek šterbinovými měrkami . . . . .	43
6.2 Zaběhávání ložisek . . . . .	43
6.3 Obsluha ložisek v provozu . . . . .	44
7 Demontáž valivých ložisek . . . . .	45
7.1 Všeobecné pokyny . . . . .	45
7.2 Montážní a demontážní přípravky a nářadí . . . . .	46
7.3 Způsoby demontáže ložisek . . . . .	49
7.4 Zvětšení vůle ložiska a opotřebení klece . . . . .	51
7.4.1 Zvětšení vůle v ložisku vlivem opotřebení . . . . .	51
7.4.2 Opotřebení klece . . . . .	52
8 Mazání ložisek . . . . .	53
8.1 Mazání plastickým mazivem . . . . .	53
8.1.1 Domazávací množství . . . . .	53
8.1.2 Domazávací období . . . . .	55
8.2 Mazání olejem . . . . .	55
8.3 Tuhá maziva . . . . .	55
9 Určení příčin poškození ložisek během provozu . . . . .	57
9.1 Odolupávání povrchu . . . . .	57
9.2 Opotřebení prokluzem vnitřního kroužku . . . . .	59
9.3 Opotřebení ložiska axiálními silami . . . . .	59
9.4 Opotřebení ložiska korozí . . . . .	60
9.5 Poškození ložiska nesprávným mazáním . . . . .	60
9.6 Poškození klece . . . . .	60
Použitá literatura . . . . .	61

## 1 Rozdělení, hlavní druhy a značení valivých ložisek

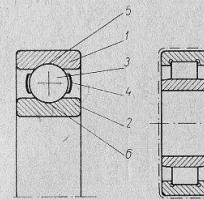
Hlavní předností valivých ložisek proti kluzným je **krát až 10krát** menší součinitel tření, snadnější rozběh a nenáročná obsluha. Jsou však choulostivá na rázy, znečištění, vyžadují přesnější lícování, pečlivou a odbornou montáž.

### 1.1 Součásti valivého ložiska

Valivá ložiska jsou až na nepatrné výjimky složena z těchto součástí (obr. 1.)

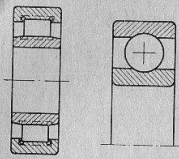
Z vnějšího kroužku 1, v němž je vybroušena oběžná dráha 5, z vnitřního kroužku 2, s vybroušenou oběžnou dráhou 6, z valivých tělísek 3, která se pohybují po oběžných drahách kroužků a přenášejí tlak z jednoho kroužku na druhý. Jsou to podle druhu ložiska kulíčky, válečky, soudečky, kuželíky a jehly. Klece ložiska 4 rozděluje rovnoměrně valivá tělíska po obvodu a zabraňuje vzájemnému dotyku tělísek.

Celé ložisko, tj. vnější a vnitřní kroužek, valivá tělíska a klec tvoří většinou nerozebíratelný celek. Vyskytují se však případy, kdy je možno vnější nebo vnitřní kroužek ložiska oddělit, např. ložiska válečková, kuželíková apod. Vnější, vnitřní průměr a čela ložiska jsou vzhledem k montáži nazývány lícované, montážní nebo úložné plochy (obr. 2). Na



Obr. 1

Obr. 2

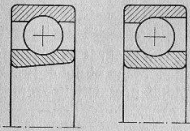


Obr. 3 Obr. 4

obrázku 3 jsou zakresleny funkční plochy ložiska.

### 1.2 Rozdělení valivých ložisek

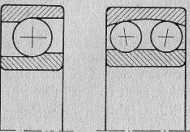
Valivá ložiska jako celek dělíme do dvou základních skupin: ložiska radiální, ložiska axiální.



Obr. 5 Obr. 6

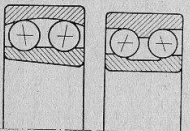
#### Hlavní druhy radiálních ložisek

**Kuličková ložiska jednořadá:**  
kuličková ložiska jednořadá s válcovou (obr. 4) a kuželovou dírou (obr. 5), kuličková ložiska jednořadá rozěbitelná (obr. 6), kuličková ložiska jednořadá s kosoúhlým stykem (obr. 7).

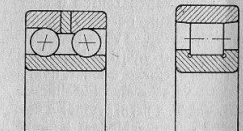


Obr. 7 Obr. 8

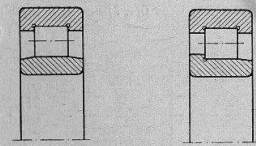
**Kuličková ložiska dvouřadá:**  
kuličková ložiska dvouřadá nakládpěcí s válcovou (obr. 8) a kuželovou dírou (obr. 9), kuličková ložiska dvouřadá s kosoúhlým stykem (obr. 10).



Obr. 9 Obr. 10



Obr. 11 Obr. 12



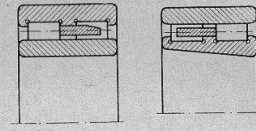
Obr. 13 Obr. 14

kuličková ložiska dvouřadá s kosoúhlým stykem a děleným vnějším kroužkem (obr. 11); tento druh ložisek se postupně vyřazuje z výroby).

**Válečková ložiska jednořadá:**  
válečková ložiska jednořadá typu N (obr. 12), válečková ložiska jednořadá typu NU (obr. 13), válečková ložiska jednořadá typu NJ (obr. 14).

**Válečková ložiska dvouřadá a víceřadá:**

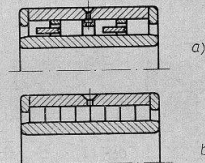
válečková ložiska dvouřadá s válcovou (obr. 15) a kuželovou dírou (obr. 16), válečková ložiska víceřadá s válcovou a kuželovou dírou (obr. 17a, b).



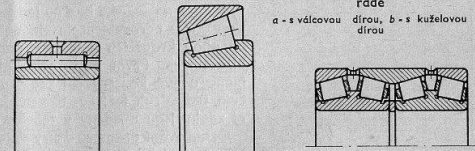
Obr. 15 Obr. 16

**Jehlová ložiska:**  
jehlová ložiska jednořadá (obr. 18), jehlová ložiska dvouřadá a víceřadá.

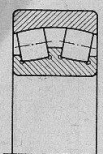
**Kuželíková ložiska:**  
kuželíková ložiska jednořadá (obr. 19),



Obr. 17. Válečkové ložisko víceřadá  
a - s válcovou dírou, b - s kuželovou dírou



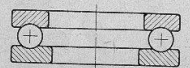
Obr. 18 Obr. 19 Obr. 20



Obr. 21

kuželíková ložiska dvouřadá a víceřadá (obr. 20).

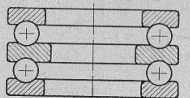
**Soudečková ložiska:**  
soudečková ložiska dvouřadá (obr. 21), soudečková ložiska dvouřadá s kuželovou dírou.



Obr. 22

#### Hlavní druhy axiálních ložisek

**Kuličková ložiska:**  
axiální kuličková ložiska jednosměrná (obr. 22), axiální kuličková ložiska obousměrná (obr. 23).



Obr. 23

**Soudečková ložiska:**  
axiální soudečková ložiska (obr. 24).

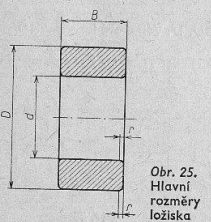


Obr. 24

### 1.3 Rozměry a značení valivých ložisek

Valivá ložiska mají normalizované hlavní rozměry (obr. 25). Tolerance jsou podle normy ISO.

Základní číselné označení ložisek se skládá z konstrukčního znaku, rozměrové skupiny a velikosti díry vnitřního kroužku. Označení je vyraženo na ložisku buď na jednom kroužku u nerozebíratelných, nebo na obou kroužcích u ložisek rozebíratelných. První číslo nebo písmeno udává konstrukční znak, určuje tedy druh ložiska. Konstrukční znaky jsou uvedeny v tabulce 1. Označování průměru  $d$  díry vnitřního kroužku ložiska převážně souhlasí s mezinárodním plánem nor-



Obr. 25. Hlavní rozměry ložiska

Konstrukční znaky ložiska

Tab. 1

Konstrukční znak	Druh ložiska	Příklad označení
1	kuličková ložiska dvouřadá nakládpěcí	1205, 1305
2	soudečková ložiska	23105, 29322
3	kuželíková ložiska	30305, 36024
4	neoboznazeno	
5	axiální kuličková ložiska	51200, 52305
6	kuličková ložiska jednořadá	6005, 6200
7	kuličková ložiska jednořadá s kosoúhlým stykem	7205, 7303
8	kuličková ložiska dvouřadá s třibodovým kosoúhlým stykem - nejsou v ČSN	8204 P
9	neoboznazeno	
E	kuličková ložiska jednořadá rozebíratelná podle ČSN 02 4632 a ČSN 02 4631	E 5
E1	kuličková ložiska jednořadá podle ČSN 02 4634	E1 5
R	kuličková ložiska jednořadá podle ČSN 02 4635	R 9
N	válečková ložiska jednořadá s vodicími přírubami na vnitřním kroužku	N 304
NJ	válečková ložiska jednořadá s vodicími přírubami na vnějším kroužku a s jednou vodicí přírubou na vnitřním kroužku	NJ 304
NU	válečková ložiska jednořadá s vodicími přírubami na vnějším kroužku	NU 305
NN	válečková ložiska dvouřadá	NN 3008 K
NNU	válečková ložiska víceřadá uvedená v ČSN 02 4601	NNU 6016

malizovaných rozměrů. Podle průměru  $d$  jsou ložiska rozdělena do těchto čtyř skupin:

- ložiska s  $d$  od 3 do 9 mm,
- ložiska s  $d$  od 10 do 17 mm,
- ložiska s  $d$  od 20 do 495 mm,
- ložiska s  $d$  do 500 mm a větší.

V první skupině jsou kuličková ložiska jednořadá označena podle katalogu ZVL-OVL písmeny **E**, např. **E3**, **E7**. Vyznačené číslo za typem udává díru ložiska, tj. 3 a 7 mm. U ložisek druhé skupiny značí dvojčíslí 00, že průměr  $d$  díry vnitřního kroužku ložiska je bez zřetele na druh vždy 10 mm, dvojčíslí 01, že průměr  $d$  díry vnitřního kroužku ložiska je bez zřetele na druh vždy 12 mm, dvojčíslí 02, že průměr  $d$  díry vnitřního kroužku ložiska je vždy 15 mm, dvojčíslí 03, že průměr  $d$  díry vnitřního kroužku ložiska je vždy 17 mm.

U ložisek s dírou  $d$  od 20 do 495 mm je průměr díry udán posledním dvojčíslím tak, že toto dvojčíslí násobíme 5. Tato skupina platí od dvojčíslí 04 až po dvojčíslí 99. Například ložiska **36052**, **23020** je poslední dvojčíslí 52 a 20. Průměr díry  $d$  ložiska je  $52 \cdot 5 = 260$  mm a  $20 \cdot 5 = 100$  mm.

Ve čtvrté skupině jsou zahrnuta ložiska, která mají průměr  $d$  díry 500 mm a větší. Zde je průměr díry udán přímo za označením

ložiska a je oddělen zlomkovou čarou, např. 360/530 znamená, že ložisko má průměr d 530 mm.

### 1.3.1 Přídavná značení ložisek

V praxi většinou vystačíme s ložisky normální přesnosti. Výjimku tvoří náročná a přesná uložení. Ložiska se zvýšenou přesností, která kladou větší nároky na výrobce, jsou označena přídavným označením, které vyjadřuje odchylky od běžného provedení. Přídavné označení se připojuje před základní označení nebo za ně.

Nejčastěji používaná přídavná označení za označením ložiska jsou:

**P0, P4, P5, P6** - přídavná označení vyjadřují různé stupně přesnosti rozměrů a chodu ložisek.

Některá používaná přídavná označení, která jsou za označením ložiska:

**K** - ložisko s kuželovou dírou, např. **23052 K**,  
**C1, C2** - radiální vůle ložisek je odlišná od radiální vůle ložisek normálních, např. **6214/C3**,  
**C3, C4, C5**

**M** - masivní klec vedena na válečkových tělískách,  
**MA** - masivní klec vedena na vnějším kroužku,  
**MB** - masivní klec vedena na vnitřním kroužku,

**V** - ložisko bez klece, např. **NA 4 9V**,  
**Z, ZZ** - ložisko s krycím plechem na jedné nebo na obou stranách, např. **6204 Z**, **6204 ZZ**,

**X** - změna hlavních rozměrů nebo tolerancí, např. **23052 X**,  
**U** - kuličková ložiska jednořadá s kosohýlným stykem, sdružená ve dvojicích zády k sobě, např. **7208 U**,

**Q** - kuličková ložiska jednořadá s kosohýlným stykem, sdružená ve dvojicích čely k sobě, např. **7208 Q**,

**C6** - ložiska se sníženou hlučností, např. **6305 C6**,  
**S00, S0** - tepelná stabilizace ložiskových kroužků a valivých tělísek do teploty 120 °C (**S00**) až 350 °C (**S4**),  
**S1, S2, S3, S4**

Podrobnosti o přídavných označích ložisek jsou v ČSN 02 4612, ČSN 02 4614, ČSN 02 4615 a v katalogu ZVL valivá ložiska.

## 2 Radiální vůle ložisek a její význam pro praxi

### 2.1 Definice a velikost ložiskové vůle

Pod pojmem ložisková vůle rozumíme velikost posunutí jednoho ložiskového kroužku vzhledem k druhému, pevnému kroužku při

Tab. 2 Radiální vůle jednořadých kuličkových ložisek s válcovou dírou

Díra d [mm]	Radiální vůle [μm]								
	C2		normální		C3		C4		
přes	do	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
2,5	10	0	7	2	13	8	23	—	—
10	18	0	9	3	18	11	25	18	33
18	24	0	10	5	20	13	28	20	36
24	30	1	11	5	20	13	28	23	41
30	40	1	11	6	20	15	33	28	46
40	50	1	11	6	23	18	36	30	51
50	65	1	15	8	28	23	43	38	61
65	80	1	15	10	30	25	51	46	71
80	100	1	18	12	36	30	58	53	84
100	120	2	20	15	41	36	66	61	97
120	140	2	23	18	48	41	81	71	114
140	160	2	23	18	53	46	91	81	130
160	180	2	25	20	61	53	102	91	147
180	200	2	30	25	71	63	117	107	163
200	225	2	35	30	80	73	130	120	180
225	250	2	40	34	90	82	145	135	195
250	280	3	45	39	100	92	160	150	215
280	315	3	50	44	110	100	170	160	235
315	355	3	55	47	120	110	185	175	250
355	400	3	60	50	130	120	205	195	280
400	450	4	65	55	145	135	230	220	315
450	500	4	70	60	160	160	255	245	350

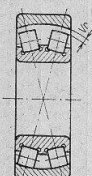
Tab. 2

nezatřebeném ložisku. Tento posuv se měří buď ve směru axiálním, nebo radiálním a hovoříme pak o axiální nebo radiální vůli (obr. 26).

Tab. 3 Radiální vůle jednořadých kuličkových ložisek s kuželovou dírou

Díra d [mm]	Radiální vůle [μm]								
	C2		normální		C3		C4		
přes	do	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
2,5	10	2	13	8	23	—	—	—	—
10	18	3	18	11	25	18	33	—	—
18	24	5	20	13	28	20	36	—	—
24	30	5	20	13	28	23	41	—	—
30	40	6	20	15	33	28	46	—	—
40	50	6	23	18	36	30	51	—	—
50	65	8	28	23	43	38	61	—	—
65	80	10	30	25	51	46	71	—	—
80	100	12	36	30	58	53	84	—	—
100	120	15	41	36	66	61	97	—	—
120	140	18	48	41	81	71	114	—	—
140	160	18	53	46	91	81	130	—	—
160	180	20	61	53	102	91	147	—	—
180	200	25	71	63	117	107	163	—	—
200	225	30	80	73	130	120	180	—	—
225	250	34	90	82	145	135	195	—	—
250	280	39	100	92	160	150	215	—	—
280	315	44	110	100	170	160	235	—	—
315	355	47	120	110	185	175	250	—	—
355	400	50	130	120	205	195	280	—	—
400	450	55	145	135	230	220	315	—	—
450	500	60	160	150	255	245	350	—	—

Tab. 3



Velikost ložiskové vůle

Výrobci ložisek vyrábějí ložiska jak s normální vůlí, tak i s vůlí menšími nebo většími než normální. Ložiska s jinou vůlí než normální jsou označena písmenem **C** za základním označením, např. **23052/C3**, **23048/C3**. Rozsah velikostí vůlí dosáhne výrobce vzájemnou kombinací průměrů oběžných drah a valivých tělísek. Proto radiální vůle ložiska nesouvisí s jeho jakostí, ale souvisí s provozními podmínkami ložiska.

Obr. 26. Radiální vůle soudečkové ložiska

Tab. 4 Radiální vůle dvouřadých naklápěcích kuličkových ložisek s válcovou dírou

Díra d [mm]	Radiální vůle [μm]								
	C2		normální		C3		C4		
přes	do	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
3	10	3	8	8	13	13	19	19	27
10	18	4	9	9	15	15	22	22	31
18	30	4	10	10	17	17	25	25	35
30	40	5	11	11	19	19	28	28	39
40	50	5	12	12	21	21	32	32	44
50	65	5	12	12	22	22	34	34	48
65	80	6	16	16	27	27	40	40	56
80	100	7	18	18	31	31	46	46	64
100	120	8	20	20	35	35	52	52	72
120	140	8	22	22	40	40	58	58	82
140	160	11	26	26	44	44	66	66	93
160	180	12	28	28	48	48	73	73	103
180	200	14	32	32	52	52	77	77	110
200	225	15	35	35	60	60	95	95	130

Tab. 4

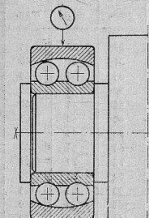
Tab. 5 Radiální vůle dvouřadých naklápěcích kuličkových ložisek s kuželovou dírou

Díra d [mm]	Radiální vůle [μm]								
	C2		normální		C3		C4		
přes	do	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
3	10	8	13	13	19	19	27	27	36
10	18	9	15	15	22	22	31	31	40
18	30	10	17	17	25	25	35	35	45
30	40	11	19	19	28	28	39	39	51
40	50	12	21	21	32	32	44	44	58
50	65	12	22	22	34	34	48	48	63
65	80	14	27	27	40	40	56	56	78
80	100	18	31	31	46	46	64	64	89
100	120	20	35	35	52	52	72	72	97
120	140	22	40	40	58	58	82	82	110
140	160	26	44	44	66	66	93	93	125
160	180	28	48	48	73	73	103	103	140
180	200	32	52	52	77	77	110	110	150

Tab. 5

Radiální vůle jednořadých válečkových ložisek s vřtovou dírou Tab. 6

Díra d [mm]		Radiální vůle [μm]							
přes	do	C2		normální		C3		C4	
		min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
14	18	10	20	20	30	35	45	45	55
18	24	10	20	20	30	35	45	45	55
24	30	10	25	25	35	40	50	50	60
30	40	12	25	25	40	45	55	55	70
40	50	15	30	30	45	50	65	65	80
50	65	15	35	35	50	55	75	75	90
65	80	20	40	40	60	70	90	90	110
80	100	25	45	45	70	80	105	105	125
100	120	25	50	50	80	95	120	120	145
120	140	30	60	60	90	105	135	135	160
140	160	35	65	65	100	115	150	150	180
160	180	35	75	75	110	125	165	165	200
180	200	40	80	80	120	140	180	180	200
200	225	45	90	90	135	155	200	200	240
225	250	50	100	100	150	170	215	215	245
250	280	55	110	110	165	185	240	240	295
280	315	60	120	120	180	205	265	265	325
315	355	65	135	135	200	225	295	295	360
355	400	75	150	150	225	255	330	330	405
400	450	85	170	170	255	285	370	370	455
450	500	95	190	190	285	315	410	410	505
500	560	105	210	210	315	350	455	455	560
560	630	115	230	230	345	390	505	505	620
630	710	130	260	260	390	435	565	565	695
710	800	145	290	290	435	485	630	630	775
800	900	160	320	320	480	540	700	700	860
900	1000	180	360	360	540	600	780	780	960



Podle mezinárodní dohody máme v ČSSR ložiskové vůle označeny takto:  
**C1** - ložisková vůle menší než C2,  
**C2** - ložisková vůle menší než normální,  
**N** - normální ložisková vůle (v označení ložiska se neuvádí),  
**C3** - ložisková vůle větší než normální,  
**C4** - ložisková vůle větší než C3,  
**C5** - ložisková vůle větší než C4.  
 Mezní hodnoty radiálních vůlí ložisek vyráběných ZVL jsou uvedeny v tab. 2 až 10.

◀ Obr. 27

Radiální vůle jednořadých válečkových ložisek s kuželovou dírou Tab. 7

Díra d [mm]		Radiální vůle [μm]							
přes	do	C2		normální		C3		C4	
		min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
14	18	20	30	35	45	45	55	55	65
18	24	20	30	35	45	45	55	55	65
24	30	25	35	40	50	50	60	60	70
30	40	25	40	45	55	55	70	70	80
40	50	30	45	50	65	65	80	80	95
50	65	35	50	55	75	75	90	90	110
65	80	40	60	70	90	90	110	110	130
80	100	45	70	80	105	105	125	125	150
100	120	50	80	95	120	120	145	145	170
120	140	60	90	105	135	135	160	160	190
140	160	65	100	115	150	150	180	180	215
160	180	75	110	125	165	165	200	200	240
180	200	80	120	140	180	180	220	220	260
200	225	90	135	155	200	200	240	240	285
225	250	100	150	170	215	215	265	265	315
250	280	110	165	185	240	240	295	295	350
280	315	120	180	205	265	265	325	325	385
315	355	135	200	225	295	295	360	360	430
355	400	150	225	255	330	330	405	405	480
400	450	170	255	285	370	370	455	455	540
450	500	190	285	315	410	410	505	505	600
500	560	210	315	350	455	455	560	560	665
560	630	230	345	390	505	505	620	620	736
630	710	260	390	435	565	565	695	695	825
710	800	290	435	485	630	630	775	775	920
800	900	320	480	540	700	700	860	860	1020
900	1000	360	540	600	780	780	960	960	1140

2.1.1 Měření radiální vůle

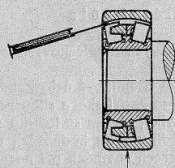
Vůle u malých kuličkových a válečkových ložisek se měří podle ČSN 02 4615 (obr. 27).

Při měření se používá číselníkový úchytkoměr s tisícinovým dělením stupnic. Ložisko se zatíží shora silou podle tab. 11, obr. 27 a zjistí se velikost úchytky; potom se ložisko zatíží stejnou silou v opačném směru. Rozdíl v obou hodnotách udává radiální vůli.

Měří se alespoň ve třech rovinách při natáčení ložiska. Z naměřených hodnot se vypočítá aritmetický průměr velikosti vůle. (Součet rozdílů hodnot se dělí počtem měření.)

Radiální vůle dvouřadých soudečkových ložisek s vřtovou dírou Tab. 8

Díra d [mm]		Radiální vůle [μm]							
přes	do	C2		normální		C3		C4	
		min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
14	24	10	20	20	35	35	45	45	60
24	30	15	25	25	40	40	55	55	75
30	40	15	30	30	45	45	60	60	80
40	50	20	35	35	55	55	75	75	100
50	65	20	40	40	65	65	90	90	120
65	80	30	50	50	80	80	110	110	145
80	100	35	60	60	100	100	135	135	180
100	120	40	75	75	120	120	160	160	210
120	140	50	95	95	145	145	190	190	240
140	160	60	110	110	170	170	220	220	280
160	180	65	120	120	180	180	240	240	310
180	200	70	130	130	200	200	260	260	340
200	225	80	140	140	220	220	290	290	380
225	250	90	150	150	240	240	320	320	420
250	280	100	170	170	260	260	350	350	460
280	315	110	190	190	280	280	370	370	500
315	355	120	200	200	310	310	410	410	550
355	400	130	220	220	340	340	450	450	600
400	450	140	240	240	370	370	500	500	660
450	500	140	260	260	410	410	550	550	720
500	560	150	280	280	440	440	600	600	780
560	630	170	310	310	480	480	650	650	850
630	710	190	350	350	530	530	700	700	920
710	800	210	390	390	580	580	770	770	1010
800	900	230	430	430	650	650	860	860	1120
900	1000	260	480	480	710	710	930	930	1220



Obr. 28

Radiální vůle dvouřadých soudečkových ložisek s kuželovou dírou Tab. 9

Díra d [mm]		Radiální vůle [μm]							
přes	do	C2		normální		C3		C4	
		min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
18	24	15	25	25	35	35	45	45	60
24	30	20	30	30	40	40	55	55	75
30	40	25	35	35	50	50	65	65	85
40	50	30	45	45	60	60	80	80	100
50	65	40	55	55	75	75	95	95	120
65	80	50	70	70	95	95	120	120	150
80	100	55	80	80	110	110	140	140	180
100	120	65	100	100	135	135	170	170	220
120	140	80	120	120	160	160	200	200	260
140	160	90	130	130	180	180	230	230	300
160	180	100	140	140	200	200	260	260	340
180	200	110	160	160	220	220	290	290	370
200	225	120	180	180	250	250	320	320	410
225	250	150	200	200	270	270	350	350	450
250	280	150	220	220	300	300	390	390	490
280	315	170	240	240	330	330	430	430	540
315	355	190	270	270	360	360	470	470	590
355	400	210	300	300	400	400	520	520	650
400	450	230	330	330	440	440	570	570	720
450	500	260	370	370	490	490	630	630	790
500	560	290	410	410	540	540	680	680	870
560	630	320	460	460	600	600	760	760	980
630	710	350	510	510	670	670	850	850	1090
710	800	390	570	570	750	750	960	960	1220
800	900	440	640	640	840	840	1070	1070	1370
900	1000	490	710	710	930	930	1190	1190	1520

Radiální vůle jehlových ložisek

Díra d [mm]		Radiální vůle [μm]					
přes	do	C2		normální		C3	
		min.	max.	min.	max.	min.	max.
10	18	5	10	10	25	25	40
18	30	8	15	15	30	30	45
30	50	10	20	20	35	35	50
50	80	15	25	25	40	40	80

Tab. 11  
Velikost síly při měření ložiskové vůle

Díra d [mm]	Zatížení ložiska [kp]
do 6	2
6 až 65	5
nad 65	15

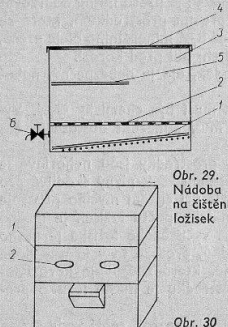
Radiální vůle u větších válečkových a soudečkových ložisek se snadno kontroluje šterbinovými měrkami (obr. 28). Tělíška se nesmějí přes měрку převálovat. Vůle u kuželkových ložisek a ložisek s kosoúhlým stykem se vymezí během montáže (viz odst. 5.6).

3 % sody. Vyčištěná ložiska je nutno propláchnout horkou vodou a po vysušení naolejovat, aby nekorodovala. Lehký minerální olej. Používá se stejně jako petrolej nebo nafta. Prací schopnost se zvětší ohřátím asi na 90 až 100 °C.

### 3.1.2 Prací pomůcky

Pro čištění více ložisek je vhodné použít nádoby s dvojitým dnem. Horní dno je děrované a dolní plné. Nečistoty vymyté z ložiska na horním dně se usazují na spodním, a tím se zabrání, aby se již jednou vyprané nečistoty dostaly zpět do ložiska. Též je možno použít dvě nádoby: jedna je pro hrubé čištění a druhá pro dočištění.

Velká ložiska se s výhodou promývají v horkém oleji v ocelových nádobách (vanách). Ohřev se provádí elektricky. Velikost vany závisí na velikosti ložisek (obr. 29). V nádobě 3 ohříváné topnou spirálou 1 je síto 2, které zabraňuje styku ložisek se značně ohřátým dnem a nečistotou, která se v lázni usazuje. Síto je ve výši 50 až 70 mm od dna. Teplota oleje se kontroluje teploměrem. Lázeň je přikryta víkem 4, aby do ní nepadaly nečistoty. Pro snadnější odstranění usazenin se dělá dno šikmé nebo kuželovité s odpadním kohoutkem 6. Po očištění se ložisko vyjme hákem a položí na rošt 5, aby stekl z ložiska olej. Při promývání je nutno zabránit vzájemným narázům, aby nebyly poškozeny plochy ložiska.



Obr. 29.  
Nádoba na čištění ložisek

Obr. 30

Při mytí větších sérií ložisek se s výhodou používá tryskačů (obr. 30). Ložiska se čistí benzínem nebo jiným čisticím prostředkem, které se po použití vyčistí a opět používají. Vpředu je kabina tryskače opatřena plexisklem 1, v němž jsou dva otvory 2 s gumovými manžetami, kterými se provlečou ruce pro manipulaci s ložiskem.

Často se používá mycí vany (obr. 31) pro čištění dvouřadých soudečkových ložisek a jejich příslušenství. K čištění je vhodný předehřátý petrolej o tlaku 3 až 4 at v množství 500 l/min. Před čištěním se vysune vnitřní krou-

## 3 Základní pravidla pro zacházení s valivými ložisky

### 3.1 Mytí a čištění ložisek

Pro bezporuchový chod strojů je bezpodmínečně nutné montovat zcela čistá nebo dokonale vymytá ložiska.

#### 3.1.1 Prací prostředky

K praní a čištění ložisek se používá různých prostředků, jako je benzín, nafta, chemicky čistý petrolej, trichlóretylén, tetrachlór, olej a alkalické prostředky. Při volbě musíme vzít v úvahu bod vzplanutí, který je u pracích prostředků různý, např. benzín asi 38 °C a topný olej asi 60 °C. Při čištění je proto nutné dodržovat bezpečnostní předpisy. Ke všem pracím prostředkům, které se rychle odpařují, je nutno přidat 6 až 8 % minerálního oleje proto, aby se odmaštěný povrch součásti chránil před korozí.

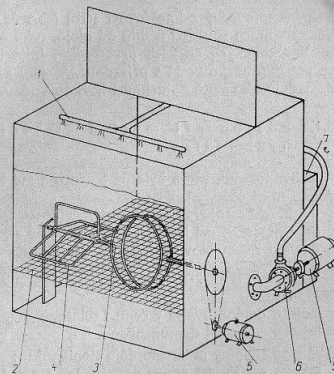
Benzín je nejlepší prací prostředek, ale je nebezpečný, neboť má nízký bod vzplanutí.

Petrolej jako čisticí prostředek musí být chemicky čistý. Vyprchává velmi pomalu, proto se musí ponechat dostatečný čas na oschnutí ložiska.

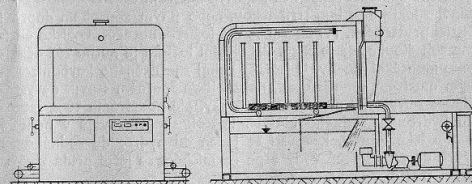
Trichlóretylén a tetrachlór. Oba prostředky jsou nehořlavé se stejnými čisticími vlastnostmi. Obsahují však plyny škodlivé pro dýchání, a proto je výhodné použít při čištění mycího přístroje s odsávacím zařízením. Čištění malého počtu ložisek je možno provést ve volném prostranství. Z vyčištěného ložiska je nutno odstranit zbytky čisticích prostředků, protože se v krátké době rozkládají a vzniká kyselina solná, která způsobuje korozí ložiska. Po odstranění čisticího prostředku je nutno ložisko propláchnout olejem.

Alkalické prostředky. Nejvhodnější je roztok teplé vody s 2 až

Obr. 31. Mycí vana  
1 - tryska, 2 - rošt, 3 - 4 - upínací koš na ložiska, 5 - elektromotor, 6 - čerpadlo



žek ložiska a upne do upínacího koše 3. Připojovací součásti se upínají do koše 2. Vana se uzavře víkem a ložiska se promývají proudem petroleje z trysky 1. Košem s ložisky otáčí elektromotor 5. Trysky se nastaví tak, aby proud tryskal na ložiska, která chceme očistit. Nad dnem vany je rošt 2, který zabraňuje vymytým nečistotám opětný styk s ložisky. Toto zařízení zvýší neje produktivitu práce a hygienu prostředí, ale i ložiska se lépe očistí!



Obr. 32

Jednokomorový odmašťovací stroj (obr. 32) slouží k odmašťování strojních součástí a dílů od oleje, tuků a jiných nečistot pomocí alkalických čisticích prostředků. Jako čisticího prostředku se používá horká voda s přísadou „Alkonu P - 3“. Po odmaštění následuje okamžitě opláchnutí horkou vodou.

### 3.1.3 Postup při mytí a čištění demontovaných ložisek

Valivé ložisko, které bylo již použito a má být uloženo do skladu, se musí ošetřit takto:

umýt, zkontrolovat stav použitelnosti, konzervovat a zabalit. Demontované ložisko, které se ihned znovu použije, se musí umýt a zkontrolovat.

Ložiska určená pro praní je podle rozsahu demontáže možno rozdělit:

ložiska demontovaná z čepu i tělesa,  
ložiska částečně demontovaná.

Obě tyto skupiny je možno dále členit takto:

ložiska obsahující pouze opotřebený mazací tuk,  
ložiska se znečištěným tukem vlivem netěsnosti ložiskového prostoru.

U všech demontovaných ložisek se dosažitelné mazivo z ložiska odstraní např. gumovou stěrkou, dřevěnou tyčinkou nebo tlakovým vzduchem. Při použití tlakového vzduchu je třeba dbát na to, aby se ložisko příliš rychle neotáčelo; mohlo by dojít k poškození ložiska.

Ložiska, která jsou demontována z čepu i z tělesa, se vymývají některým již popsaným pracím prostředkem. Při mytí ložisek částečně zamontovaných se nejdříve odstraní tuk. Do takto očištěného ložiska se buď stříkačkou, nebo jiným způsobem dopraví čisticí prostředek. Při čištění se má ložiskem otáčet. Ložisko čistíme tak dlouho, až je čisté. Při čištění ložiska je nutno též očistit jeho montážní plochy. U ložiska velmi znečištěného karbonizovaným mazivem a nečistotou, nejsou-li ve špatném stavu, nevystačíme s obvyklými pracími prostředky, ale používáme 10% roztoku hydroxidu sodného NaOH. Roztok se připravuje v nádobě z plastické hmoty. Rozpustí se jeden díl hydroxidu sodného ve třech dílech studené vody a po rozmíchání se ještě přidá zbylá část šest dílů vody.

Části ložiska se ponoří do roztoku, ve kterém zůstanou, až se zbytky maziva rozpustí, což může někdy trvat i několik dnů.

24

Hliníkové součásti se v louhu sodném čistit nesmějí, pro ložiskovou ocel a mosaz je neškodný. Součásti ložiska se pak omyjí lihem a pečlivě osuší. Po kontrole se ložisko nakonzervuje. Louh je silná žiravina, porušuje pokožku a oděv, proto je třeba zvláštní opatrnosti. Doporučuje se nosit ochranné brýle a gumové rukavice.

### Čištění ložisek od koroze

Jsou-li montážní plochy napadeny korozí jen mírně, lze ložisko po odstranění koroze použít.

Jsou-li korozí napadeny funkční plochy ložiska, je lépe taková ložiska vyřadit. Životnost ložiska je tím menší, čím větší (hlubší) je koroze.

Mírná koroze na ložisku se odstraní jemným smirkem. Po odstranění koroze se ložisko propláchne a natře olejem.

### 3.2 Uskladnění ložisek

Ložiska se uskládňují v suchých, bezprašných místnostech, kde je přiměřená stálá teplota a vlhkost. Ložiska jsou zabalena v pergamenovém, parafínovém nebo protikorozním papíru. Jsou uskladněna v kartónech nebo bedničkách s vyznačeným typem ložiska a velikostí jeho vůlí. Větší ložiska jsou položena na dřevěné rošty. Ložiska mohou být v původním nepoškozeném obalu uskladněna 10 až 12 měsíců bez nové konzervace. Po této době může ochranné mazivo ztratit své ochranné vlastnosti.

Přijde-li ložisko do skladu v poškozeném obalu, musí se promýt v oleji, nakonzervovat v konzervační vazelině a opět zabalit. Je-li ložisko více znečištěné, je nutno je nejdříve vyčistit, nakonzervovat a zabalit.

Je-li třeba ložisko z nějakého důvodu vybalit, odmastit a pak znovu na delší čas uskladnit, musí se před balením znovu nakonzervovat. Ke konzervaci slouží konzervační vazelína RL ČSN 65 6856, nebo horká směs vazelíny a minerálního oleje v poměru 1 : 1 s přísádkem 3% kyseliny stearinové.

### 3.3 Montážní pracoviště

Nečistota a hrubé zacházení s ložisky při montáži mají velmi škodlivý vliv na jejich přesnost chodu a životnost. Proto jednou z hlavních podmínek správné montáže je naprostá čistota a opa-

25

trné zacházení s ložisky, které jsou stejně důležité jako vhodné místo pro montáž a demontáž.

Montážní pracoviště musí být suché, čisté, bez průvanu a výparů. Prostor, kde jsou obráběcí stroje nebo stroje, při jejichž provozu odlétají třísky a víří se prach, není vhodný pro montáž ložisek, protože se mohou znečistit nejen ložiska, ale i všechny součásti, které přijdou do styku s ložisky. Tato cizí tělíska se během provozu dostanou mezi funkční plochy ložiska a snižují jeho životnost.

Montážní pracoviště má mít toto nejnütnější vybavení:  
Mýcí vanu s horkou mýdlovou vodou o teplotě 80 až 90 °C.  
Složení lázně: 2,5 % ± 0,3 % čistého draselného mýdla a voda.  
Stoly pro montáž a demontáž ložisek, montážní nářadí, jako stahovky, montážní pouzdra, měděné paličky, kladiva, měděné vyrážecí, klíče apod., kontrolní měrky, kalibry a ostatní měřicí nářadí, mazací lis, parafínový papír, čisticí hadry, skříň pro uskladnění ložisek a příslušenství.

Podlaha má být beze spár, v místnosti musí být protipožární zařízení. Musí se bezpodmínečně dbát na čistotu ložisek, nářadí i přípojovacích částí.

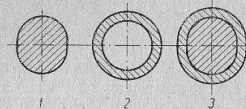
26

## 4 Kontrola lícovaných ploch před montáží ložiska

### 4.1 Kontrola přesnosti lícovaných ploch na hřídeli

Kontrolou zjišťujeme, do jaké míry souhlasí tolerance rozměrů podle výkresů. Kontrolujeme mikrometrickým měřidlem, číselníkovým úchylkoměrem apod. Nejméně ve třech místech pootečených o 120° a ve třech rovinách. Zjišťujeme tak kuželovitost, ovalitu a ostatní úchyly.

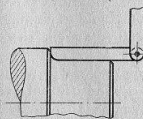
Úchyly geometrického tvaru hřídele a ložiskového tělesa způsobí deformace ložiskových kroužků. Vnitřní kroužek se roztáhne a vnější stlačí (obr. 33). Tato nepřesnost může vést až k vymezení radiální vůle ložiska a popřípadě k havárii.



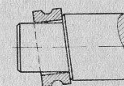
Obr. 33

### Kontrola osazení

Čelo osazení musí být kolmé k lícované ploše, ne jako podle obr. 34. Kolmost osazení je možno kontrolovat úhelníkem (obr. 35), pomocí šablony (obr. 36), číselníkovým úchylkoměrem



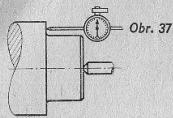
Obr. 36



Obr. 35

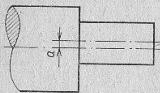
Obr. 34. Zkřivení vnitřního kroužku ložiska způsobené obrobením čela osazení

27



Obr. 37) Úchylky zjistíme otáčením hřídele.

Kontrola souososti válcových ploch podle ČSN 01 4403



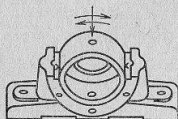
Obr. 38

Při souososti dvou válcových ploch vnějších i vnitřních se vyžaduje, aby obě funkční válcové plochy měly osy v jedné přímce.

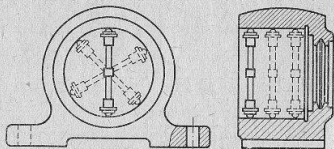
Úchylky od této vzájemné polohy se nazývají úchylky souososti (obr. 38). Tuto kontrolu je nutno zvláště pečlivě provádět tam, kde montujeme ložiska na společný hřídel.

#### 4.2 Kontrola přesnosti lícovaných ploch ložiskového tělesa

Lícovaná místa ložiskových těles se



Obr. 39



Obr. 40

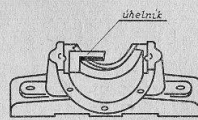
kontrolují kalibry (obr. 39), klínovými měrkami nebo odpichy (obr. 40).

Ke kontrole děr velkých průměrů, např. ložisková tělesa válcovacích stolic, se používá složených odpichů. Kontroluje se nejméně ve třech místech pootočených o 120° a ve třech rovinách. Tímto měřením zjistíme též ovalitu a kuželovitost díry.

Kromě kontroly lícovaných ploch ložiskového tělesa je nutno kontrolovat příruby, které často slouží jako opěrné osazení pro větší kroužky ložisek. Dále je nutno kontrolovat distanční krouž-

ky, drážky pro těsnění a ostatní části, které přijdou do styku s ložiskem.

Pro montáž ložiska se nesmí použít ložiskového tělesa, jehož díra je oválná, kuželovitá nebo má-li jiné úchylky. Osazení v ložiskovém tělese musí být přesně kolmé k montážní ploše ložiska, což zaručuje obrobení sedla a opěry při jednom upnutí. Osazení se kontroluje nejčastěji úhelníkem



Obr. 41. Kontrola kolmosti osazení úhelníkem

(obr. 41). U dělených ložiskových těles je nutno kontrolovat dělicí roviny na těsnost a rovnoměrnost dosednutí. Při kontrole se stáhnou obě poloviny ložiskového tělesa šrouby a štěrbínovými měrkami se zkontroluje styk po celé ploše. Styk musí být alespoň v 80 % celkové dosedací plochy. Zjistíme-li kontrolou,

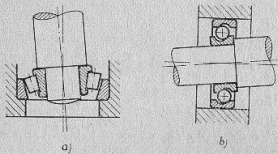
že tento styk není dodržen, musíme dosedací plochy opravit.

Při úpravě dosedací plochy a po stažení ložiskového tělesa musíme si uvědomit, že díra bude oválná. Ovalita díry vznikne zmenšením průměru o hodnotu rovnající se tloušťce úběru z dosedací plochy. Ovalitu je nutno odstranit, aby u namontovaného ložiska nenastala deformace vnějšího kroužku.

Je-li dělicí rovina správná, pak po stažení ložiskového tělesa překontrolujeme toleranci díry. Kontrolujeme stejnými měřidly jako u jednotlivých ložiskových těles, tj. kalibry, odpichy apod. Často používaný způsob kontroly tolerance dvojdílných ložiskových těles je kontrola barvou. Provádí se tak, že dobře očištěný kalibr lehce natřeme barvou (berlínská modř) a zasuneme do spodní poloviny rozebraného ložiskového tělesa. Kalibr přitlačíme k lícovací ploše a několikrát jím pootočíme na obě strany. Po vyjmutí kalibru se prohlédnou stopy barvy na lícované ploše. Díra se považuje za správně obrobenou tehdy, je-li nejméně 75 až 80 % její plochy pokryto barvou. Stejným způsobem se kontroluje i horní polovina ložiskového tělesa. Její díra se považuje za dostatečně správně obrobenou tehdy, zůstane-li 50 % funkční plochy pokryto barvou. Zůstanou-li stopy barvy na menší ploše, je nutno zjistit příčinu a povahu vady. Vady se odstraňují většinou obráběním nebo zaškrábáním. Zaškrábávání lze použít jen při nepatrných úchylních, protože se tím porušuje správnost geometrického tvaru díry. Po odstranění vad pečlivě očistíme horní i dolní část ložiskového tělesa a vložíme do nich kalibr natřený barvou. Obě poloviny stáhneme šrouby a kalibrem uvnitř tělesa

otáčíme. Po demontáži zjistíme správnost geometrického tvaru. Kalibr se má při malém úsilí otáčet. Otáčel-li se volně, znamená to, že vnější kroužek ložiska je volný, otáčí-li ztěžka nebo vůbec ne, je díra malá a vnější kroužek by se deformoval. Tím by se porušila správnost chodu ložiska, zejména má-li plnit funkci při dilataci.

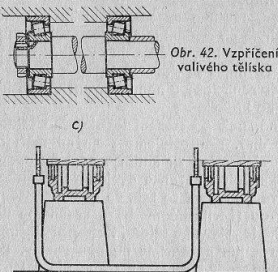
V tomto případě si pomůžeme tím, že šrouby povolujeme tak, až lze kalibrem otáčet.



Obr. 42. Vzpříčení valivého tělíska

#### 4.3 Ustavení a vyrovnání ložiskových těles

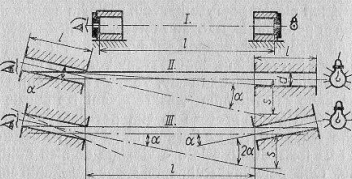
Ustavení ložiskových těles při montáži je velmi důležité, protože špatně ustavená ložisková tělesa vedou k předčasnému zničení ložiska, popřípadě k havárii stroje. Pod pojmem ustavení je myšlena souosost ložiskových těles a hřídele. Toto ustavení musí být pečlivější u ložisek, která nejsou naklápěcí (jednořadá, kuželková, kuželíková, válečková apod.). U ložisek naklápěcích (dvouřadá soudečková, kuličková apod.) je možno



Obr. 43

Obr. 44. Ustavení ložiskových těles světelným paprskem

I - schéma ustavení souososti, II - mez viditelnosti při osvětlení otvorem, III - mez viditelnosti světelného bodu



dovolit malou nesouosost  $\pm 1'30''$ , která se vyrovná naklopením kroužku.

Není-li ložiskové těleso správně ustaveno, nakloní se vnitřní kroužek vzhledem k vnějšímu a způsobí přičení valivých tělísek, což vede k předčasnému poruše ložiska (obr. 42a, b, c). Zvláštní pečlivost ustavení ložiskových těles je nutno věnovat při montáži několikanásobně uložených hřídelů, a to i tehdy, je-li hřídel uložen v naklápěcích ložiskách.

Polohu tělesa ve vodorovné rovině, tj. jsou-li dělicí plochy ve stejné úrovni, zjistíme kontrolním pravítkem a vodovádou nebo pomocí hadicové vodováhy (obr. 43).

Ustavení ložisek při několikanásobném uložení hřídele s malou vzdáleností ložiskových těles lze usnadnit světelným paprskem (obr. 44). Paprsek prochází otvorem v kotoučích vsazených do ložiskových těles. Světelný paprsek procházející otvory určuje přesnost souososti, která je přímo úměrná délce a průměru otvorů. Využití tohoto způsobu v praxi není dostatečně vhodné vzhledem k fyzikálním vlastnostem světla. Nelze vyloučit subjektivní posuzování, protože světelný bod je vidět i při značně velkých úchylních od souososti.

## 5 Montáž ložisek na hřídel a do ložiskového tělesa

### 5.1 Montáž ložisek všeobecně

Před montáží je důležitě vypracovat postup práce a provést kontrolu všech důležitých tolerancí podle výkresové dokumentace a zkontrolovat přípojovací součásti. Podle výkresové dokumentace rozhodneme, které z ložisek je třeba montovat dříve. Je vhodné začít montáž toho ložiska, které zachycuje axiální síly. Při zajišťování axiální polohy ložisek je třeba přihlížet k tepelné roztažnosti hřídele. Velikost dilatačních mezer musí být zajištěna konstrukčním návrhem a montáží. Je-li hřídel uložen na dvou nebo několika ložiskách, je axiálně zajištěn jen jedním ložiskem, ostatní ložiska jsou axiálně volná.

Ložiska určená k montáži se vyjmou z původního obalu až před montáží. Odstraní se konzervační tuk jen z montážních ploch ložiska. Očištěná ložiska se pokládají na čistý papír. Během montáže je nutno udržovat naprostou čistotu. Zároveň se musí prohlédnout, zda nejsou poškozeny funkční a montážní plochy nebo zda nejsou rezivé.

Před montáží zkontrolujeme vůli ložisek. Po montáži měříme vůli u těch ložisek, u kterých to dovolí jejich konstrukce.

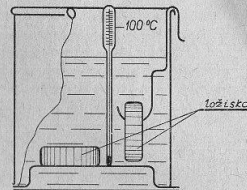
Sílu působící vždy na ten kroužek, který je uložen pevně. Síla potřebná k natažení kroužku je závislá na velikosti přesahu. Vnitřní kroužky je nutno dorazit na opěrné plochy hřídele celou čelní plochou.

U rozebíratelných ložisek montujeme kroužky odděleně (samostatně). Při montáži je třeba dbát zvýšené opatrnosti, aby se nepoškodily funkční plochy a nedošlo k záměně kroužků, která má za následek změnu radiální vůle ložiska. Při ohřevu ložiska nesmíme překročit teplotu 100 °C. Ložisko naplníme předepsaným mazivem v příslušné jakosti a množství. Mazivo určené pro valivá

32

ložiska musí být uloženo v uzavřených nádobách a chráněno před znečištěním.

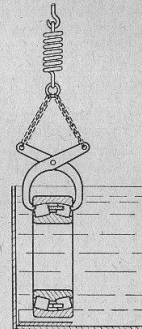
Ložisková tělesa, která jsou opatřena plstěným těsněním, se pro lepší účinnost napouštějí horkým roztokem oleje a loje v poměru 3 : 1 o teplotě 70 až 80 °C po dobu 2 až 3 hodin. Těsnění musí doléhat volně na hřídel. Příliš volné těsnění nesplní svou funkci, příliš těsné má za následek zvýšení teploty ložiska. Ložisková tělesa s labyrintovým těsněním nutno pečlivě kontrolovat. Dřeniv v labyrintech je jedna z nejčastějších příčin zvýšení teploty za chodu ložiska.



Obr. 45. Vana na ohřev ložisek

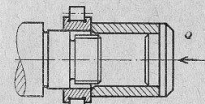
### 5.2 Ohřev ložiska

Malá ložiska se montují za studena, kdežto střední a velká ložiska se ohřívají v olejové lázni. Teplota olejové lázně bývá zpravidla 90 °C, podle potřeby mohou být ložiska krátkodobě ohřáta až na 100 °C. Ohřátí ložiska na vyšší teplotu má za následek snížení tvrdosti a změnu rozměrů ložiskových kroužků. Ohřev se provádí ve vhodné nádobě (vaně) (obr. 45). Aby se valivé ložisko v olejové lázni rovnoměrně prohřálo, pokládá se nejlépe na drátěné síto, umístěné v určité vzdálenosti od dna nádoby. Olej je třeba občas promíchat.



Obr. 46

Ohřátá ložiska se vyjmají z vany pomocí přípravku. Při nasazování těžších ložisek na čep je třeba se dobře osvědčily kleště k uchopení ložisek (obr. 46), nebo přípravek pro ruční nasazování ložisek na čep (obr. 47). Místo kleští lze rovněž použít měkkého drátu, který se vkládá mezi válečky.



Obr. 47

Montáž a demontáž - 3

33

K ohřevu ložisek se používají též elektrické pece a jiná moderní zařízení, která zaručí čistotu a správnou teplotu.

Ohřátá ložiska se nasoune na čep tak daleko, až dosednou čelní plochou po celém obvodu na nákrůžek nebo osazení.

### 5.3 Montáž ložisek s válcovou dírou

U radiálních ložisek kuličkových, válečkových, soudečkových apod., s výjimkou kuželkových a jednořadých ložisek kuličkových s kosoúhlým stykem, nemá dělník vliv na zmenšení radiální vůle. Změna vůle je dána uložení vnitřního kroužku ložiska na hřídeli. Proto je k zajištění správné vůle po montáži nutné zkontrolovat čep, zda vyhovuje předepsané toleranci.

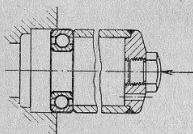
Ložiska do průměru díry 70 mm se montují většinou za studena montážními pomůckami. Používá se např. montážní trubky, která doléhá na čelní stěnu vnitřního nebo vnějšího kroužku (obr. 48).

Jsou-li kroužky ložiska uloženy pevně na hřídeli i v tělese, použije se montážní pouzdra, které doléhá na vnější i vnitřní kroužek (obr. 49). Tohoto způsobu se dá použít i u naklápěcích ložisek. Pouzdem se zamezí výkyv vnějšího kroužku tak, že se o oba kroužky opře rovná podložka o menším průměru než je průměr vnějšího kroužku. Montáž ložiska s vnějším kroužkem pevně uloženým je na obr. 50a, b. Při tomto způsobu montáže je též možné ohřát ložiskové těleso.

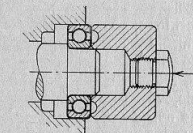
U rozebíratelných ložisek, např. jednořadých válečkových, jednořadých kuželkových apod., i když se vnější i vnitřní kroužek ukládá pevně, montují se oba kroužky samostatně.

### 5.4 Montáž ložisek s kuželovou dírou

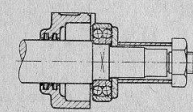
Ložiska s kuželovou dírou se na



Obr. 48



Obr. 49



Obr. 50

hřídeli upevňují upínacími nebo stahovacími pouzdry. Někdy, vyžadují-li to provozní podmínky, montuje se ložisko přímo na kuželový čep.

### 5.4.1 Montáž ložisek s kuželovou dírou na kuželový čep

Před montáží je nutno zjistit, zda není poškozen povrch čepu. Díru kontrolního kalibru lehce natřeme barvou (berlínská modř), nasuneme na čep a pootočíme. Po sejmutí kontrolního kroužku má díra lícovat asi v 75 až 80 % plochy. Je-li lícující plocha menší, je nutno přebrousit čep hřídele, je-li dobrá, namontujeme ložisko na čep.

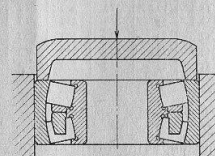
Ložiska s kuželovou dírou do průměru 60 až 70 mm se bez velkých obtíží montují za studena pojistnou maticí. Větší ložiska se montují za tepla. Teplota ložiska s normální vůlí je vyšší o 60 až 70 °C než teplota hřídele, u ložiska se zvětšenou vůlí o 70 až 80 °C než teplota hřídele.

Správnost montáže ložisek se kontroluje:

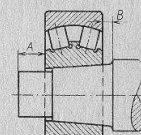
délkou axiálního posuvu ložiska při narážení, zmenšením radiální vůle ložiska.

Narážením se vnitřní kroužek elasticky roztáhne, a tím zmenší radiální vůli ložiska. Zmenšená radiální vůle je měřítkem správného ustavení ložiska na kužel. Toto zmenšení vůle je nutno kontrolovat šterbinovými měrkami a musí odpovídat hodnotám uvedeným v tab. 12.

Určení správné výchozí polohy, od které se měří axiální posuv ložiska, se zjistí tak, že očištěný kroužek ložiska se nasune na očištěný a proměřený čep volně. Tím zjistíme předběžnou výchozí polohu.



Obr. 50



Obr. 51

34

35

Od této polohy posuneme ložisko zpět asi o 10 až 20 mm podle jeho velikosti a dorazem nasuneme zpět. Zpětným nasunutím ziskáme výchozí polohu, od které měříme axiální posuv ložiska při jeho montáži (obr. 51).

Tab. 12  
Montážní předpisy pro vále dvouřadých soudečkových ložisek s kuželovou dírou

Díra d [mm]	Zmenšení radiální vůle [μm]	Axiální posunutí <sup>1)</sup> [mm]						Nejmenší nutná radiální vůle po montáži [μm]		
		kužel 1:12		kužel 1:30		norm.	C3	C4		
		min.	max.	min.	max.					
přes	do									
24	30	15	20	0,3	0,35	—	—	15	20	35
30	40	20	25	0,35	0,4	—	—	15	25	40
40	50	25	30	0,4	0,45	—	—	20	30	50
50	65	30	40	0,45	0,6	—	—	25	35	55
65	80	40	50	0,6	0,75	—	—	25	40	70
80	100	45	60	0,7	0,9	1,75	2,25	35	50	80
100	120	50	70	0,75	1,1	1,9	2,75	50	65	100
120	140	65	90	1,1	1,4	2,75	3,5	55	80	110
140	160	75	100	1,2	1,6	3	4	55	90	130
160	180	80	110	1,3	1,7	3,25	4,25	80	100	150
180	200	90	130	1,4	2	3,5	5	70	100	160
200	225	100	140	1,6	2,2	4	5,5	80	120	180
225	250	110	150	1,7	2,4	4,25	6	90	130	200
250	280	120	170	1,9	2,7	4,75	6,75	100	140	220
280	315	130	190	2	3	5	7,5	110	150	240
315	355	150	210	2,4	3,3	6	8,25	120	170	260
355	400	170	230	2,6	3,6	6,5	9	130	200	310
400	450	200	260	3,1	4	7,75	10	130	200	310
450	500	210	280	3,3	4,4	8,25	11	160	230	350
500	560	240	320	3,7	5	9,25	12,5	170	250	360
560	630	260	350	4	5,4	10	13,5	200	290	410
630	710	300	400	4,6	6,2	11,3	15,5	210	310	450
710	800	340	450	5,3	7	13,3	17,5	230	350	510
800	900	370	500	5,7	7,8	14,3	19,5	270	390	570
900	1000	410	550	6,3	8,5	15,8	21	300	430	640
1000	1120	450	600	6,8	9	17	23	320	480	700
1120	1250	490	650	7,4	9,8	18,5	25	340	540	770
1250	1400	550	720	8,3	10,8	21	27	360	590	840

<sup>1)</sup> Platí pro plně ocelové hřídele. Ložiska s vůlí C3 a C4 se mají montovat pokud možno s maximálním zmenšením vůle.

Při zjišťování výchozí polohy nesmíme klepat na vnitřní kroužek, protože by nastalo předběžné naražení ložiska na čep, a tím zkreslení výchozí polohy, která má za následek zmenšení radiální vůle ložiska. Výchozí rozměr A nebo B se proměřuje v několika místech a dělá se aritmetický střed.

Podle obr. 51 je patrné, že A je vzdálenost od čela hřídele a B vzdálenost od osazení hřídele.

Při nasouvání ložiska do konečné polohy k rozměru A přičítáme axiální posuv podle velikosti ložiska z tab. 11 a u rozměru B tento axiální posuv odečítáme.

#### Příklad

Montujeme ložisko 23030 K. Aritmetický střed výchozí polohy je A = 15 mm. Podle tabulky 12 je axiální posuv ložiska při montáži na kuželový čep 1,2 až 1,6 mm. K hodnotě 15 mm přičtáme 1,4 mm a dostaneme hodnotu 16,4 mm, udávající velikost posunutí při správné montáži ložiska.

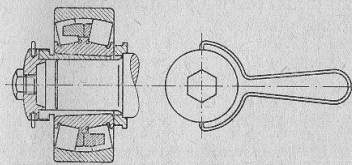
Po zchlazení musí mít ložisko radiální vůli nejméně 0,055 mm. Měříme ji šterbinovými měrkami v nezátženém pásmu.

Nedodrželi-li se předepsaná vůle v ložisku, je nebezpečí zahřívání, popřípadě i zadření ložiska.

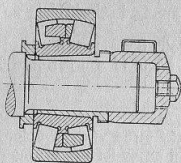
#### 5.4.2 Montáž ložisek se stahovacími pouzdry

Postup při montáži ložisek se stahovacími pouzdry je obdobný jako při montáži na kuželový čep. V daném případě se stahovací pouzdro navlékne na čep a vtlačí do kuželové díry vnitřního kroužku ložiska. Při kontrole axiálního nasunutí zjistíme odměřením výchozí polohu, připočítáme axiální posuv podle tab. 12. O tuto vzdálenost od výchozí polohy narazíme stahovací pouzdro pomocí přípravku do ložiska. Pro snadnější montáž lze ložisko ohřát v oleji a postupovat stejně jako při montáži na kuželový čep.

Na obrázku 52 je montážní pouzdro, kterého lze použít, jen je-li vedeno ve stahovacím pouzdře. Montážní přípravek (obr. 53) lze použít tam, kde je zaručeno jeho dostatečně dlouhé vedení na hřídeli.



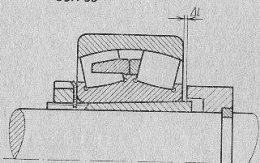
Obr. 52



Obr. 53

Stahovací pouzdro se narazí v obou uvedených případech údery kladiva za stálého měření ložiskové vůle. Jakmile se dosáhne předepsaného zmenšení vůle v ložisku, je uložení dostatečně pevné.

#### 5.4.3 Montáž ložisek s upínacími pouzdry

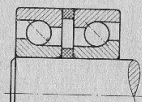


Obr. 54

Při montáži malých a středně velkých ložisek s upínacími pouzdry se používá upínací matice (obr. 54). Před naražením upínacího pouzdra do ložiska je nutno odstranit pojistný plech, který by se mohl poškodit. K utažení matic menších ložisek se používá různých klíčů. Montáž za tepla je možno provádět stejným způsobem, jako je uvedeno v odst. 5.4.1.

Při montáži se měří opět zmenšení vůle nebo axiální posuv.

Před montáží je výhodné očistěný závit a pouzdra lehce natřít koloidním grafitem, aby se zabránilo zadření matice.



Obr. 55. Sdružená ložiska do dvojice zády k sobě

#### 5.5 Montáž jednořadých kuličkových ložisek s kosohýlým stykem

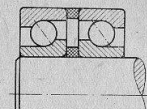
Jednořadá kuličková ložiska s kosohýlým stykem se používají převážně k zachycení kombinovaného (radiálního a axiálního) zatížení. Pro zachycení sil v obou směrech montují se vždy dvě ložiska vedle sebe (v páru), neboť každé zachycuje síly v jednom směru.

Šířka ložiska vlivem výrobní tolerance vnějšího a vnitřního kroužku je rozdílná, a proto je nutné seřadit axiální vůli pomocí rozpěrných kroužků, popřípadě přebrousit ložisko na šířku.

Sdružená ložiska (bez distančních kroužků) pro náročnější uložení je možno objednat u výrobce. Dvojice těchto ložisek se montují s axiálním předpětím, jejich velikost závisí na provozních požadavcích.

Při montáži je třeba dbát toho, aby nedošlo k záměně ve dvojicích, protože záměnou se mění vůle ložisek.

Na obrázku 55 a 56 je znázorněna dvojice ložisek pro zachycení axiálních sil v obou směrech. Na obrázku 57 je dvojice ložisek pro zachycení sil v jednom směru.



Obr. 56. Sdružená ložiska do dvojice čely k sobě

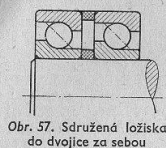
#### 5.6 Montáž kuželíkových ložisek

Uložení s kuželíkovými ložisky se většinou dělá ve dvojicích proto, že samostatné ložisko přenáší tlak jen v jednom směru. U těchto ložisek se vymezí vůle při montáži tak, že při dotahování koncových matic a za současného otáčení hřídele se projeví ztláčený chod ložiska. Zpětným otočením matice o několik stupňů se ustaví potřebná axiální vůle v ložiskách, která musí odpovídat požadovaným hodnotám podle tabulky 13. Na velikost vůle má vliv změna délky hřídele, popř. tělesa, která je ovlivněna provozní teplotou celého uložení. Špatně vymezená vůle při montáži má za následek zhoršení chodu ložiska, zvýšení teploty, nebo poruchu. Velikost axiální vůle u kuželíkových ložisek se při montáži měří buď číselníkovým úchylkoměrem, nebo šterbinovými měrkami.

Na obrázku 58 je znázorněna kontrola vůle u vestavěných kuželíkových ložisek. Vůle se měří nejvýhodněji na konci hřídele číselníkovým úchylkoměrem s magnetickým stojanem. Hřídel přitla-

Tab. 13  
Axiální vůle vestavěných kuželíkových ložisek

Díra d [mm]	Díra do [mm]	Axiální vůle [μm]		
		Typ ložiska		
přes	do	302, 322	303, 323	313
14	30	30—60	40—80	20—40
30	50	40—80	50—100	30—50
50	80	50—100	60—120	30—60
80	120	70—140	80—160	—
120	160	100—200	—	—



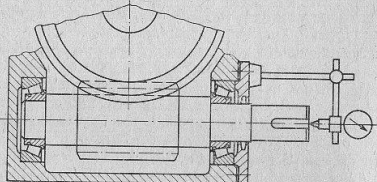
Obr. 57. Sdružená ložiska do dvojice za sebou

čime k jedné a pak k druhé straně. Rozdíl mezi oběma výchyly ručičky je axiální vůle. Odpovídá-li naměřená vůle požadavkům, lze přejít k další montáži. V opačném případě je nutno korigovat vůli tak, aby dosáhla požadovaných hodnot.

### 5.7 Montáž axiálních ložisek

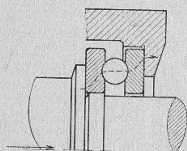
K zachycení axiálních sil se používá těchto axiálních ložisek: jednosměrná axiální kuličková ložiska (obr. 22), která zachycují axiální síly v jednom měru;

obousměrná axiální kuličková ložiska (obr. 23). Tento druh ložisek může přenášet tlak v obou směrech; axiální soudečková ložiska (obr. 24) zachycují axiální síly a ve dvojicích i menší radiální síly.



Obr. 58

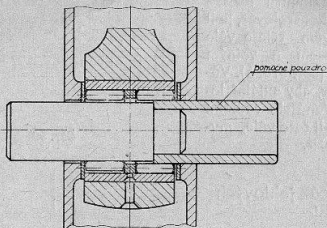
Axiální ložiska jsou rozebíratelná, a proto lze jejich kroužky montovat samostatně. Pro správné zachycení tlaku musí čelní plochy kroužku plně dosednout na příslušné rovnoběžné opěrné plochy, přičemž musí válcové plochy kroužku lícovat s oběma samostatnými součástmi uložení. Při montáži se seřizují požadované axiální vůle. Na obrázku 59 je znázorněn směr přenášení síly, na obr. 60 nastavení axiální vůle, která je vymezena přitlačení ložiskových kroužků několika pružinami. Síla přitlačných pružin musí zaručovat styk kuliček s oběžnými dra-



Obr. 59

40

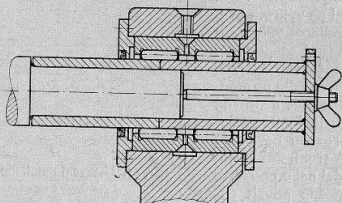
žení všech jehel do vnějšího kroužku ložiska se do díry vsune pomocné pouzdro, jehož průměr je menší, takže se snadno zasune a vsune. Při montáži vytlačíme čepem pomocné pouzdro lehce



Obr. 62

ven. Čep má sraženou hranu pod úhlem 30 nebo 45°, takže při zasunutí nadzvedává jehly, čímž se usnadní montáž.

Na obrázku 63 je montáž provedena tak, že obě řady jehel s kroužky se namontují na montážní pouzdro a společně vsadí do



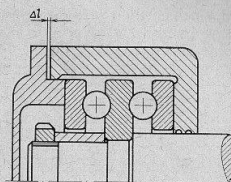
Obr. 63

ložiskového tělesa. Potom vsuneme čep se smontovaným vnitřním kroužkem do díry tělesa a pomocným šroubem zajistíme jeho polohu. Posuvem hřídele se montážní pouzdro vytlačí z tělesa.

U ložisek, kde jsou jehly v kleci, se montáž provádí stejným způsobem jako u válečkových ložisek.

42

hami, aby nedošlo k prokluzu a tím k poškození funkčních ploch ložiska. Při montáži axiálních ložisek je nutno zkontrolovat, je-li v ložiskovém tělese vůle mezi tělesem a volným kroužkem (obr. 61a, b). Vůle musí být, aby axiální ložisko nepřendálo radiální síly. Není-li tato vůle, musí se vytvořit.



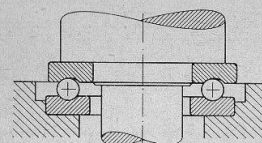
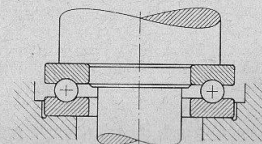
Obr. 60

### 5.8 Montáž jehlových ložisek

Pro usnadnění montáže rozebíratelného jehlového ložiska bez klece se namaže plocha oběžné dráhy na hřídeli nebo v ložiskovém tělese tukem a jehly se nalepí těsně vedle sebe. Pokud není na výkresě předepsaná velikost vůle mezi jehlami, nesmí se poslední jehla montovat násilně. V jehlovém ložisku po montáži musí zůstat nepatrná vůle mezi jehlami proto, aby při provozu nevzniklo nadměrné tření. Pak nasuneme hřídel nebo pouzdro. Zde je možno použít pomocných pouzder nebo hřídelů, jejichž vnější průměr je o 0,1 až 0,3 mm menší než průměr hřídele.

V tabulce 10 jsou uvedeny radiální vůle, které mají být v uložení s klecemi a jehlami. Ve zvláštních případech uložení lze ovšem volit radiální vůli odlišnou od těchto hodnot.

Na obrázku 62 je znázorněna montáž jehlového ložiska pomocí pouzdra, které zabezpečuje vsazení jehly proti vypadnutí. Po ulo-



Obr. 61. Ustavení axiálního ložiska  
a - správně, b - chybně

41

## 6 Kontrola namontovaných ložisek

Po montáži ložisek se musí přezkontrolovat doraz čel ložisek na hřídel. Kontrolujeme buď prohlédnutím proti světlu, nebo šטרbinovými měrkami. Dále je nutno přezkontrolovat radiální nebo axiální vůli u těch ložisek, u nichž to dovoluje konstrukce.

### 6.1 Měření vůle ložisek šטרbinovými měrkami

Radiální a axiální vůle ložisek se měří většinou šטרbinovými měrkami od 0,03 mm do 2 mm.

Vhodným sestavením měrných listů dostaneme míry vhodné pro měření vůle. Při měření se nesmějí valivá tělíska převalovat přes měrky, ale měrky se musí lehce protáhnout v nezatiženém pásmu mezi tělískem a oběžnou dráhou. Velikost měrky udává velikost vůle.

Před začátkem měření je nutné několikrát protočit ložisko, aby se tělíska dostala do správné funkční polohy. Další význam otáčení ložiska je ten, že se rozetře mazivo, které by mohlo ztěžovat a zkreslovat měření.

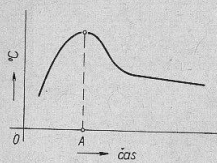
Vůle se měří vždy v nezatiženém pásmu ložiska, tj. v místě, kde nepůsobí na tělíska žádná tíha. Například u ložiska postaveného na stole se měří vůle mezi nejvyšším tělískem a vnějším kroužkem, u ložisek volně zavěšených se měří vůle mezi nejspodnějším tělískem a oběžnou dráhou vnějšího kroužku.

### 6.2 Zaběhávání ložisek

Po montáži a naplnění ložiska tukem nebo olejem a po spuštění stroje kontrolujeme chod podle hlučnosti nebo teploty ložiska.

43

Hlučnost chodu kontrolujeme např. šroubovákem. Hrot přiložíme na těleso v místě ložiska, ucho k držadlu šroubováku. Hluk způsobený chodem ložiska se přenáší šroubovákem k uchu a je dobře slyšet. Zkušený dělník zjistí podle povahy hluku chyby montáže, vady a nečistoty ložiska i špatnou náplň maziva. Hvízdavý zvuk je příznakem nedosta-



Obr. 64

tečného mazání. Hlučný a nesteromerný chod je většinou způsoben nečistotami v ložisku. Místo šroubováku se dá použít i jiné nářadí, např. klíče, kovové tyčky i lékařského fonendoskopu atd.

Teplota ložiska je závislá na zatížení, otáčkách, montáži ložiska a množství maziva. Velké množství i nedostatek maziva se projevuje většinou zvýšením teploty ložiska. Za normálních provozních podmínek a po správně provedené montáži zpočátku teplota ložiska stoupá. Po dvou až třech hodinách klesne a ustálí se na tzv. provozní teplotě, která nemá převyšovat teplotu okolí o více než 20 až 30 °C. Průběh teploty v závislosti na čase je znázorněn na obr. 64. Záběh ložiska (bod A) je závislý na provozních podmínkách a velikosti ložiska.

Projevili se při zaběhávání úkazy, podle kterých se dá soudit na některou chybu, je lépe ložiska demontovat a zjistit příčinu.

U strojů, které je možno postupně zatěžovat a zvyšovat počet otáček, je výhodné zpočátku zaběhávat ložiska při menším zatížení a otáčkách.

### 6.3 Obsluha ložisek v provozu

U většiny vhodně volených a pečlivě zamontovaných a správně mazaných ložisek se obsluha omezuje jen na domazávání, odposlouchávání hluku, popřípadě měření teploty. Projevuje-li se zvýšená teplota při domazávání, je zavineha velkou dávkou maziva. Poslechem se zjišťuje opotřebení povrchu oběžných drah a valivých tělísek. Opotřebení se projeví charakteristickým zvukem.

U důležitých skupin je výhodné kontrolovat teplotu ložiska průběžně, popřípadě zavést její sledování.

Ložiska, u nichž se projeví podstatné nedostatky, je výhodné demontovat, zjistit příčinu a včas ji odstranit.

## 7 Demontáž valivých ložisek

### 7.1 Všeobecné pokyny

Při poruchách a někdy i při kontrolách strojů je nutno demontovat ložisko bez poškození. Při demontáži ložiska se postupuje buď podle známé montáže, nebo po prostudování výkresů.

Před demontáží se očistí ložisková skříň i okolí, aby se ložisko během montáže neznečistovalo. Jednotlivé demontované části se označí, aby se nezaměnily. Demontované části se ihned očistí, obrobene části natřou strojním olejem a přikryjí papírem proti znečištění. Nepoškozená ložiska se vymyjí v lázni.

Očištěné ložisko se důkladně prohlédne, změří se vůle a určí, je-li schopno dalšího provozu nebo ne.

Provádí-li se montáž ložiska později, musí se ložisko nakonzervovat a chránit před znečištěním obalem. Při demontáži je nutno stahovat ložisko za ten kroužek, který je pevně lícován, jinak dojde k poškození oběžných drah a valivých tělísek. V žádném případě se nesmí při demontáži porušit klec ložiska.

Při výrobě montážního nebo demontážního nářadí musí být pamatováno na velikost potřebné síly; např. lisovací síla při montáži jednořadého válečkového ložiska s dírou 60 mm s pevně lícovaným vnitřním kroužkem je 800 kp, při demontáži asi 1200 kp.

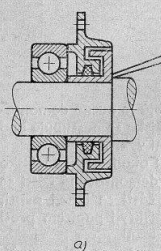
Chceme-li vyměnit větší poškozené ložisko, je výhodné rozebrat je tak, aby na čepu zůstal jen vnitřní kroužek. Kroužek v úzkém příčném proužku zahřejeme plamenem do červena, přikryjeme hadrem a polejeme vodou. Kroužek praskne a snadno se sejme.

Při demontáži je dále nutno překontrolovat, je-li ložisko dostatečně mazáno, jsou-li funkční plochy ložiska, klec a další přípojovací součásti bez závad. Je-li ložisko nepoškozeno, odstraní se z něho staré mazivo, pečlivě se prohlédnou jednotlivé části ložiska, změří se radiální vůle, odpovídá-li předepsaným hodnotám.

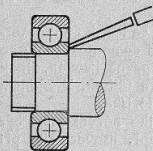
Je-li i tato prohlídka uspokojivá, ložisko se pečlivě namaže a znovu se namontuje. Poškozené ložisko se musí vyměnit.

Olej nebo tuk je vhodným ukazatelem chodu ložiska. Správně montovaná ložiska mají bezporuchový chod, mazivo je zcela čisté, má správnou barvu a nejsou v něm žádné stopy po opotřebení. Množství nečistot v mazivu lze posoudit jeho rozetřením mezi prsty.

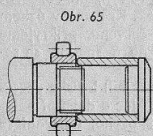
### 7.2 Montážní a demontážní přípravky a nářadí



a)



b)

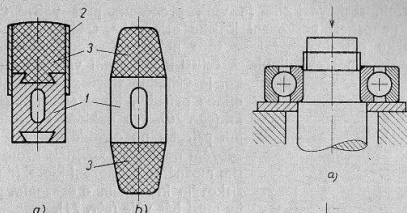


Obr. 65

Montáž a demontáž ložisek, zejména velkých, je často velmi obtížná a montážní pomůcky, kterých se používá, jsou většinou speciální. Přípravky a pomůcky musí být konstruovány tak, aby byly co nejjednodušší a zaručovaly jednoduchost demontáže a zároveň zabráňovaly poškození ložisek i připojovacích částí. V mnoha případech se používá šroubu nebo lisu. Tlak potřebný ke stažení ložiska je klidný a rovnoměrný. Přesto je nutno při montáži nebo demontáži ložiskem pomalu otáčet, aby nedošlo k otačení valivých tělísek a oběžných drah.

Při montáži a demontáži ložisek se používá velkého množství přípravků, jako jsou vyrážače (obr. 65a, b), hydraulický lis, speciální přípravky, nebo ohřevu v oleji apod. Často se používá zvlášť upravené trubky (obr. 66). Při použití trubky jako přípravku pro montáž je nutné, aby čelo trubky bylo kolmé k ose ložiska, aby se síla přenášela rovnoměrně na čelo ložiska. Vnitřní průměr trubky musí být vždy větší než průměr čepu. Vnější průměr trubky nesmí přesáhnout průměr vnitřního kroužku.

Při montáži a demontáži ložisek se často používá palic, které mají mít silný úhoz, ale nesmějí poškodit povrch

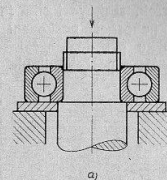


Obr. 67. Epoxidové palice  
a - odvláčení, b - konečný tvar, 1 - kovový střed, 2 - pomocná trubka, 3 - epoxidová pryskyřice

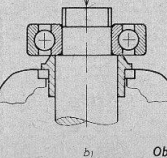
kovových součástí. K tomu jsou vhodné palice z hliníku nebo mědi. Nově se zavádějí palice podle obr. 67. Střed, ve kterém je topírko, je kovový, např. ocelový, činná část je odlita z epoxidové pryskyřice s vhodným plnivem. Aby nálitky z palice nevytlačily, jsou upevněny v rybinovitém vybrání. Po opotřebení se starý nálepek odstraní a odleje nový.

Je-li možno postavit hřídel do svislé polohy, dá se demontáž provést podle obr. 68. Obdobně lze provést demontáž podle obr. 68b. Vnitřní kroužek se opírá o pouzdro, které je seřveno v čelistech svěráku. Pouzdro může být též dvojitě.

K demontáži menších ložisek se dá použít stahovacího nářadí podle obr. 69. Konstrukce uložení má umožnit zaklesnutí ramen stahováků za vnitřní kroužek nebo jinou část s tímto kroužkem souvisící. Někdy však nezbyvá nic jiného, než zaklesnout ramena stahováků za vnější

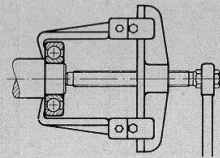


a)

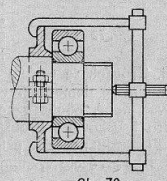


b)

Obr. 68

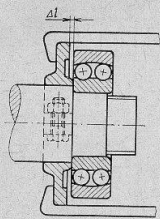


Obr. 69

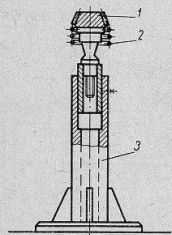


Obr. 70

kroužek, stahovací síla je však přenášena přes valivá tělíska a je nebezpečí poškození ložiska otláčením. Otláčením vnějšího kroužku při demontáži se toto nebezpečí zmenší. Je-li při demontáži zapotřebí dlouhých čelistí k zachycení vnitřního kroužku, je výhodné vložit za ložisko dvoudílnou přírubu, která se uchopí čelistmi (obr. 70). Pro naklápěcí ložiska má mít příruba na obvodě osazení, které zabrání naklopení vnějšího kroužku, a tím možnému poškození klece. Mezi ložiskovým kroužkem a osazením příruba musí být vůle (obr. 71).



Obr. 71



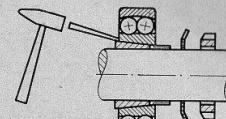
Obr. 72

Jiný způsob stahování kroužků je pomocí vysokofrekvenčního ohřevu (obr. 72). Pastorek 1 s nasazeným ložiskovým kroužkem se vloží do spirály induktoru 2 a spodním koncem do trubky stojanu 3, čímž se vystředí. Induktor je na vnitřním průměru o 6 až 8 mm větší než je největší průměr ložiskového kroužku. Po zapnutí se během 10 vteřin kroužek prohřeje rovnoměrně po celém obvodu na teplotu asi 100 °C. Agregát se vypne a kroužek za několik vteřin vlastní tíhou spadne. Při demontáži jednořadých válečkových ložisek se vysune kroužek při pomalém otáčení hřídele, aby se nepoškodila oběžná dráha. Pro usnadnění stahování velkých vnitřních kroužků je výhodné je nahřát. Kroužek se nesmí nahřívát otevřeným plamenem. Nejlépe je ohřát jej pomocí vhodného ohřátého nákrážku. Ložiskový kroužek lze též přímo ohřát ostrou přehřátou párou, olejem nebo elektroindukcí. Kroužek se teplem roztáhne, tím se zmenší potřebná síla a usnadní se demontáž. Před ohřátím kroužku je nutno hřídel izolovat, např. obalit azbestem, aby jeho teplota byla nižší než teplota ložiskového kroužku. Stahování se musí provést rychle, aby z kroužku nepřešlo příliš mnoho tepla do čepu. Tím by ohřátí kroužku ztrácelo význam.

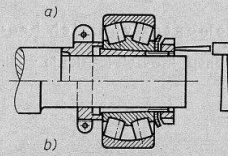
### 7.3 Způsoby demontáže ložisek

#### Demontáž ložiska z kuželového čepu

Při demontáži ložisek z kuželového čepu lze postupovat stejným způsobem jako u ložisek s válcovou dírou. Při demontáži je výhodné použít tlakového oleje, pokud je k tomu upravený čep. Velká ložiska je možno demontovat pomocí klínů s malým úkošem. Klíny se zaradí mezi labyrintový kroužek a osazení hřídele. Labyrintový kroužek musí mít předem upravené drážky pro vedení a opření klínů.



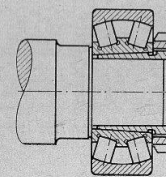
Obr. 73



Obr. 74

#### Demontáž ložiska s upínacím pouzdrem

Při demontáži ložisek se nejdříve narovná zahnutý jazýček pojistného plechu a matice se vyšroubuje. Je-li za ložiskem dostatek místa, stačí u menších ložisek několikrát udeřit na vnitřní kroužek a ložisko sklouzne z upínacího pouzdra (obr. 73).

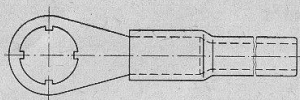


Obr. 75

Není-li dostatek místa nebo je-li ložisko velké, je výhodné použít pomocné příruby (obr. 74). Dvoudílná příruba se opírá o vnitřní kroužek a může být provedena podle obr. 74a nebo obr. 74b.

#### Demontáž ložiska se stahovacími pouzdry

Při konstrukci stahovacích pouzder bylo již pamatováno na demontáž ložisek. Vyčnívající konec pouzdra má závit, na který se našroubuje demontážní matice. Utahováním matice se vytá-

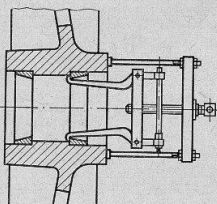


Obr. 76

huje pouzdro z ložiska (obr. 75). Závit pouzdra i stranu matice přiraženou k ložisku je třeba potřít směsí oleje s grafitem. Protože k vytažení pouzdra je zapotřebí velké síly, je výhodné pro dotahování matice použít masivního klíče (obr. 76). Klíč lze podle potřeby nastavit upravenou trubkou.

#### Demontáž vnějších kroužků ložisek

Vnější kroužek ložiska je většinou uložen suvně, kdežto vnitřní kroužek je pevně na hřídeli. Proto není demontáž vnějšího kroužku obtížná, stačí vyvinout menší tlak v osovém směru. Je-li vnější kroužek ložiska uložen pevně, je nutné již při konstrukci pamatovat na jeho demontáž.

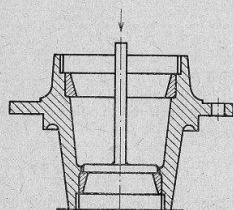


Obr. 77

Během provozu musí být otvory uzavřeny, aby jimi nemohla vniknout nečistota do ložiska.

#### Demontáž kuželíkových ložisek

Při použití kuželíkových ložisek je vždy jeden kroužek pevně uložen, protože druhý je suvně uloženým kroužkem se vymezuje vůle ložiska. Je-li uložen pevně vnitřní kroužek, lze jeho demontáž provést již popsáním způsobem.

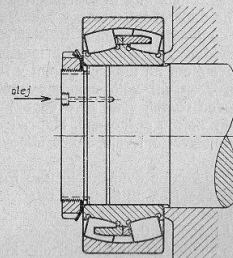


Obr. 78

Při demontáži pevně uložených vnějších kroužků se používá nářadí podle obr. 77, 78.

#### Demontáž ložisek tlakovým olejem

U středně velkých ložisek a ložisek velkých rozměrů s kuželovou i válcovou dírou je výhodné použít tlakového oleje. Čep je opatřen kanálky a rozváděcími drážkami (obr. 79). Díra v čepu má závit k našroubování olejového injektoru, kterým se vtláčeje olej mezi styčné plochy vnitřního kroužku ložiska a čepu. Tím se sníží tření mezi dosedacími plochami ložiska a zároveň roztáhne kroužek. Tlak oleje působí tak, že ložisko samo nebo při nepatrném tlaku sklouzne s čepu.



Obr. 79

K demontáži větších ložisek se používá s výhodou injektoru, který je konstruován jako malé pístové čerpadlo. Bývá přišroubován přímo na hřídel nebo spojen s přívodní dírou čepu vysokotlakým potrubím opatřeným ventilem. Tohoto způsobu můžeme použít též u ložisek s válcovou dírou. Práce při demontáži musí být plynulá, protože po odkrytí rozváděcích drážek je nebezpečí vzpříčení ložiska. Síla potřebná k demontáži ložiska po vtláčení oleje mezi styčné plochy je malá a ložisko se snadno uvolní stahovacími nářadím, kterým je zachycen vnější kroužek ložiska. Síla, kterou přenáší valivé součásti, je malá.

#### 7.4 Zvětšení vůle ložiska a opotřebení klece

Určení výměny ložisek, která byla již v provozu, je velmi obtížné. Je nutno mít na zřeteli: poškození valivých tělísek a oběžných drah, zvětšení radiální vůle, opotřebení klece.

##### 7.4.1 Zvětšení vůle v ložisku vlivem opotřebení

V této stati je nutno odpovědět na často kladenou otázku, jak velké zvětšení ložiskové vůle lze připustit vlivem opotřebení.

Správná odpověď zní - žádné! Tím však není řečeno, že ve valivém ložisku nedojde k opotřebení, ale že opotřebení ve správně voleném, namontovaném, mazaném a ošetřovaném ložisku je neopatrné, že i po dlouhé době není normálními provozními přístroji měřitelné.

Často není možno zamezit vnikání nečistot do ložiska, pak nastane opotřebení. Proto v takových případech, kde jsou náklady na demontáž a montáž ložiska vysoké a kde hluk ložiska není rozhodující, je výhodnější připustit určité zvětšení ložiskové vůle se zřetelem na funkci zařízení v těchto případech:

1. Zvětšení vůle zamontovaného ložiska lze připustit vždy o jeden stupeň větší za předpokladu, že valivá tělíska a oběžné dráhy nejsou poškozené. Například u ložiska s normální vůlí lze dovolit zvětšení vůle, která odpovídá **C3**, u ložiska s vůlí **C3** na **C4** apod.

2. U zamontovaného ložiska lze dovolit zvětšenou vůli vlivem opotřebení až na hodnotu odpovídající vůli volného ložiska. Například ložisko **23052 KC3** má podle ČSN 02 4609 vůli před montáží 0,300 až 0,390 mm. Přestože po montáži nastane zmenšení vůle vlivem roztažení vnitřního kroužku, lze opotřebení připustit až na hodnotu nezamontovaného ložiska, tj. na 0,390 mm. Překročili se tato hodnota, je nutno ložisko vyměnit.

#### 7.4.2 Opatření klece

Kontrola opotřebení masivních klecí vedených na některém kroužku (M) se provádí tak, že demontované ložisko postavíme na vnější kroužek. Pak změříme v nejvyšším místě šterbinovými měrkami vůli mezi klecí a přírubou kroužku, např. vůle A. Měrku o tloušťce A necháme zasunutou a změříme vůli mezi klecí a přírubou kroužku na nejnižším místě ložiska, změříme hodnotu B. Přípustné hranice opotřebení klece pro ložiska do  $d = 160$  mm je  $\frac{A}{B} = 5$ . Stejným způsobem lze kontrolovat klec u namontovaného ložiska. Tuto kontrolu nelze dělat u ložisek, kde klec je vedena na valivých tělískách.

Plechové klece nelze spolehlivě kontrolovat. Zde se kontrolují pouze kapsy a nity, popřípadě ocelovou jehlou kontrolujeme vyběhání klece, sevření valivých tělísek apod.

## 8 Mazání ložisek

Ve valivém ložisku je převážně tření valivé a přidavné tření kluzné. Účelem mazání je snížit tření kluzné i valivé, ochrana proti atmosférické vlhkosti, korozi a vnikání prachu. Valivá ložiska mažeme zpravidla olejem nebo tuhým mazivem. Zřídka se setkáváme s mazacími prostředky jako je grafit, sirník molybdeničitý apod.

Výhody mazání olejem jsou příznivější mazací poměry, protože olej snadno zatéká do třecích míst, snadná regulace potřebného množství a lepší odvod tepla.

Nevýhodou je unikání oleje, vnikání prachu a nečistot do ložiska v důsledku jeho nedostatečné těsnosti.

Mazání tukem má výhodu, že dostatečně zabráňuje vnikání prachu a nečistot a dovoluje jednoduchou a nenáročnou obsluhu. Volba druhu maziva závisí na druhu ložiska, pracovním prostředí a provozních podmínkách ložisek.

### 8.1 Mazání plastickým mazivem

Mazání tuhým mazivem se provádí tak, že prázdné prostory v ložisku mezi klecí, valivými tělíska a kroužky se vyplní plně mazivem, a to ručně čistou stěrkou, dávkovacím přístrojem nebo tlakovým mazacím lisem. Při domazávání se nesmí nikdy vtlačít do ložiska příliš mnoho maziva. Domazání způsobí téměř vždy zvýšení pracovní teploty, což není příznivé ani pro ložisko, ani pro mazivo.

#### 8.1.1 Domazávací množství

Množství maziva potřebného k náhradě je poměrně malé. Převážná část maziva se totiž mazání nezúčastní, ale je nutná k těs-

nění a zachycování nečistot. Toto množství potřebné pro výměnu, popř. k doplnění, se zhruba vypočítá podle empirického vztahu

$$G = \frac{D \cdot B}{100}$$

kde  $G$  je množství potřebného tuku (g),  
 $D$  - průměr vnějšího kroužku (mm),  
 $B$  - šířka ložiska (mm).

Předpokládáme, že mazací kanál je již mazivem vyplněn.

Vzorec platí pro ložiska pracující při normálních provozních podmínkách. U ložisek pracujících při vysokých teplotách, velkém zatížení a při velkém počtu otáček tento vzorec neplatí.

#### 8.1.2 Domazávací období

Za předpokladu, že použijeme vhodného maziva pro valivá ložiska, že teplota, zatížení a otáčky jsou v normálních provozních podmínkách, lze určit nejvhodnější domazávací období pro různé druhy ložisek a otáček podle diagramů na obr. 80, 81.

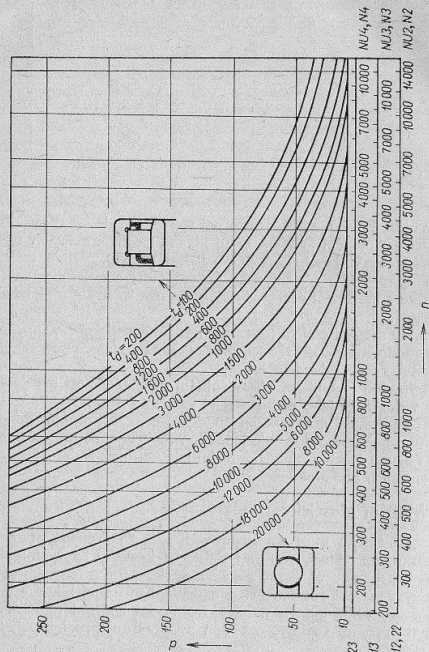
V diagramu na obr. 80 jsou uvedena domazávací období pro kuličková a jednořadá válečková ložiska. V diagramu na obr. 81 je domazávací období pro soudečková a kuželiková ložiska.

### 8.2 Mazání olejem

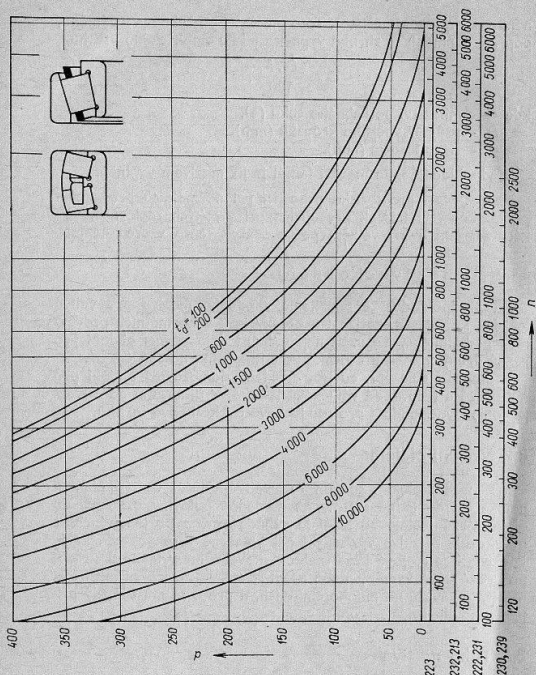
Při mazání olejem se ponořují valivá tělíska ve své nejnižší poloze asi do jedné třetiny až do jedné poloviny průměru do oleje. Mazání olejovou lázní je výhodné pro svou jednoduchost a vykazuje příznivé výsledky i při poměrně vysokých otáčkách. Používá-li se olejová lázně nebo tlakového mazání, musí se olej po určité době vyměnit nebo přefiltrovat. Jak často se musí olej měnit, je závislé na mnoha činitelích, a proto se musí každý případ posoudit zvlášť.

### 8.3 Tuhá maziva

Pro normální provozní podmínky není vhodný grafit jako přísada do olejů. Jen ve zvláštních případech, např. při zvlášť vysokých teplotách, při přechodu z klidu do pohybu a při mezním tření se dobře uplatní sirník molybdeničitý a grafit. Sirník molybdeničitý  $MoS_2$ , se používá až do  $350^\circ C$ . Při určování maziva, intervalů a dávek je nutno úzce spolupracovat s technikem mazání.



Obr. 80. Domazávací období pro kuličková a jednořadá válečková ložiska



Obr. 81. Domazávací období pro kuličkovou a dvouřadou soudečkovou ložiska

## 9 Určení příčin poškození ložisek během provozu

Vnější znaky poškození ložisek umožňují obvykle určit příčinu poruchy, a tím její odstranění. Poškození ložisek únavou materiálu jako přirozený důsledek ukončené životnosti ložisek se v praxi vyskytuje zřídka, většinou jsou to jiné příčiny, které zkracují životnost ložiska; dá se jim zabránit správnou montáží a ošetřováním.

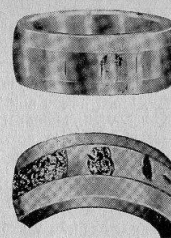
Proto zde bude poukázáno jen na ty charakteristické druhy, které jsou zaviněny vadnou montáží a nesprávným ošetřováním.

### 9.1 Odolupávání povrchu

*Odolupávání povrchu zaviněné vadnou montáží*

U válečkových ložisek typu NU, NJ, N se mohou kroužky montovat samostatně. Při násilné montáži se vyskytuje nedbalostí a neopatrností vrubové poškození oběžné dráhy. Vrub (obr. 82a), i když na první pohled nepatrný, vede k rychlému zničení ložiska (obr. 82b).

Další případ z mnoha možností nastane, namontuje-li se vadně lisovaný vnitřní kroužek ložiska na hřídel tak, že lisovací síla se přenáší přes vnější kroužek a valivá tělíska na vnitřní kroužek. Tímto nesprávným postupem mon-



Obr. 82. Vrbové poškození ložiska

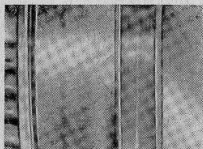
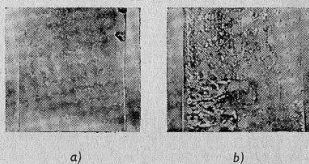
a - počáteční, b - zničené ložisko



Obr. 83

táže vzniknou otláčeniny na oběžné dráze, které jsou příčinou dalších poruch. Na obrázku 83 je jednořadé kuličkové ložisko, kde v místech otláčení kuliček s oběžnou dráhou nastalo poškození. Vada se pro-

Obr. 84. Poškození ložiska vlivem nesousoosti  
a - počáteční, b - rozšířené



Obr. 85. Zničené ložisko vtačeninami

jeví v provozu zvýšenou hlučností ložiska.

*Odolupávání povrchu zaviněné nesousoostí*

Nesousoost vnějšího a vnitřního kroužku ložiska je zaviněna chybnou montáží nebo nesprávným obrobem opěrných funkčních ploch hřídele a tělesa, popřípadě průhybem hřídele. Nesousoost způsobí zvětšení měrného tlaku na oběžné dráze ložiska a valivých tělískách. Projevu se převážně u ložisek, která nejsou naklápěcí, např. u válečkových, kuželkových a kuličkových. Naklápěcí ložiska snesou malou nesousoost. Na obrázku 84a, b je poškození jednořadého válečkového ložiska. Odolupávání materiálu nastává v úzkém pásmu vlivem hravého zatížení. Počátek jevu není po celé šířce oběžné dráhy.

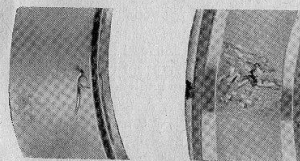
*Odolupávání povrchu následkem vtačenin*

Přes cizí tělíska v ložisku, jako třísky po obrábění, písek, nečistoty v mazivu apod., se převalují valivá tělíska a způsobí vtačeniny na oběžných drahách a valivých součástech. Vtačeniny vedou k odolupávání povrchu (obr. 85). Nečistoty v ložisku se

projeví zvýšeným hlukem. Při dalším provozu nastane odolupání povrchu a jeho zničení.

*Odolupávání povrchu způsobené ovalitou ložiskových těles*

Zamontování ložiska do oválného nebo kuželového ložiskového tělesa má za následek porušení jeho kruhovitosti. Ovalita kroužku způsobí vymezení vůle v ložisku, při průchodu tělíska v tomto místě nastane zvětšení tlaku a namáhání, které vede k předčasnému zvýšení teploty a poškození ložiska. Poškození se projevuje souměrně proti sobě. Může vzniknout i tehdy, je-li cizí těleso



Obr. 86

mezi dosedacími částmi hřídele a vnitřního kroužku nebo vnějšího kroužku ložiska a ložiskového tělesa.

Na obrázku 86 je tříška na dosedací ploše. Tvar třísky je zřetelně vyznačen na vnějším průměru kroužku.

### 9.2 Opotřebení prokluzem vnitřního kroužku

Nejčastější druh opotřebení vzniká při odvalování vnitřního kroužku na hřídeli, který je volně lícován. Protáčení kroužku způsobí jak opotřebení kroužku, tak i značné opotřebení hřídele a dosedacích ploch. Někdy se oter projeví vysokým leskem.

### 9.3 Opotřebení ložiska axiálními silami

Naklápěcí dvouřadá kuličková ložiska jsou velmi citlivá na axiální přetížení. Přetížení přenáší jen jedna řada kuliček, a proto dojde k předčasnému zničení oběžné dráhy. Při tomto druhu opotřebení nejsou patrné stopy v druhé řadě kuliček. Válečková ložiska s pevnými přírubami mohou přenášet menší axiální síly jen v omezeném rozsahu a za dobrých mazacích podmínek. Přenášejí-li větší síly, nastane větší opotřebení příruby a válečku a ložisko se předčasně zničí.

#### 9.4 Opotřebení ložiska korozí

Na ložisku, které pracuje ve vlhkém prostředí nebo za přítomnosti výparů kyselin apod., se objeví korozí. Korozí napadne jednotlivé součásti ložiska. Produkty korozí smíchané s mazivem působí jako brusný prášek, který dále opotřebovává funkční plochy ložiska za provozu. Opotřebení následkem korozí má charakteristický matný povrch nebo hluboké jizvy.

#### 9.5 Poškození ložiska nesprávným mazáním

Nedostatek maziva v ložisku, zvláště při velkém zatížení a velkém počtu otáček, má za následek vesměs vážné poruchy. Teplo vzniklé při chodu ložiska se neodvádí a součásti ložiska se zahřívají. V kritickém okamžiku dochází k vymezení radiální vůle ložiska a ložiskový materiál ztrácí své mechanické vlastnosti. Výsledkem je zničení celého ložiska.

Je-li ložisko přeplněno mazivem nebo je-li v ložisku ztuhlé mazivo, způsobí brzdění valivých tělísek v nezátčeném pásnu.

K odstranění těchto poruch je třeba volit vhodný druh maziva, provést správně první náplň maziva do zamontovaného ložiska a dodržet správné množství a dávkování maziva.

#### 9.6 Poškození klece

Klece valivých ložisek jsou za normálních provozních podmínek málo namáhány. Je-li mazání nedostatečné, dojde k opotřebení v kapsách (obr. 87) klece. Pokročilé opotřebení může vést k lomu klece a zablokování ložiska.



Obr. 87. Opotřebení kapes klece ložiska.

## Použitá literatura

- Schröck, J.: Montáž, líčování a měření. Praha, SNTL 1965.  
Šušlik, O.: Valivá ložiska. Bratislava, SVTL 1964.  
Palmgren: Základy techniky valivých ložisek. 1950.  
Rabiner: Montáž, demontáž a použití valivých ložisek. Praha, SNTL 1954.  
Šoula: Ložiska v kostce. Socialistická akademie 1966.  
Kuličková ložiska, katalog SKF.  
Patačka a Koch: Valivá ložiska ZKL. Praha, SNTL 1965.  
Valivá ložiska RIV, katalog. 1951.  
Fröhlich a Matzka: Valivá ložiska ZKL, OVL. 1959.  
Valivá ložiska československé výroby ZKL, OVL, firemní literatura.  
Technický zpravodaj ZKL, OVL, 1963–1964, firemní literatura.  
Časopis Kuličková ložiska SKF, časopisy, firemní literatura.  
Wälzlager Montage und Wartung - Steyr, firemní literatura.  
Lagerluft der Wälzlager. Die Kugellager, 1959.  
Bejzeman, R. D. - Cypkin: Podšipníci kačenija. Spravočnik.  
Paules, H. - Rohde, H. H.: Zur betriebssicheren Bemessung von Wälzlagern in Wälzgerrüsten Kontinuerlicher Feinstahl - Draht und Bandstrassen. Stahl und Eisen, 1960.  
Senigalliesi, D.: Alcune note sulle applicazioni dei cuscinetti a rotolamento su laminaio. La Rivista RIV. Příklad UTEIN 095574 - 1957.  
Montáž a údržba čtyřřadých kuželíkových ložisek pro válcovací stolice. ZKL - VÚVL - TKS - MP 6 - 1960.  
Přípravy a pokyny ke správné montáži a demontáži valivých ložisek SKF, firemní literatura.  
Demontáž valivých ložisek RIV, firemní literatura.  
Technické listy: SKF - TPS - 5267, 4010, 4006, 4011, 4013, 4009, 4005, 4012, 4004, 4014, 4008, 5340, firemní literatura.  
Demontáž valivých ložisek RIV, 4 - 9 - 53, firemní literatura.  
Směrnice pro kompletování čtyřřadých kuželíkových ložisek VÚVL - 148 - KL - 10 - 56 - Jaroš.

# kurs

technických znalostí

Příruční učební texty

Svazek 150

Ing. Václav Šoula

**Montáž  
a demontáž  
valivých ložisek**

DT 621.822.7

Publikace je určena zámečnickům  
údržbářům.

Vydalo SNTL - Nakladatelství technické literatury, n. p., Spálená 51, Praha 1, v roce 1968 jako svaz 6229, publikaci v řadě Kurs technických znalostí. Redakce strojírenské literatury. Odpovědný redaktor Ing. Pavel Vávra. Obálku navrhl Metoděj Sychra. Grafická úprava a technická redakce Hana Ziskalová. Vytiskl Mír 5, novinářské závody, Praha 2, Václavská ul. 12. 64 stran, 87 obrázků, 13 tabulek. Typové číslo L13-B1-IV-41/22186/XII. Vydání první. Náklad 5200 výtisků, 3,67 AA, 3,78 VA.

**K dalšímu  
studiu**

*Němec, K. a kol.: Základy montážních prací, Praha, SNTL 1967*  
*Schröck, J.: Montáž, lícování a měření, Praha, SNTL 1965*

# KURS

technických znalostí

Příruční učební texty

Soustavná řada praktických studijních pomůcek, probírající základy techniky v celém rozsahu. Každý svazek je bohatě ilustrován a ukončen. Srozumitelný, zajímavý a názorný výklad uspokojí začátečníky i náročnější čtenáře, samouky, pracující z praxe a hlavně studenty odborných, učňovských a středních škol.

## VALIVÁ LOŽISKA ZKL

2. upravené vydání, v tisku.

Příručka podává názorný přehled o použití valivých ložisek. Obsahuje část výpočtovou, pokyny pro konstrukci, montáž a mazání ložisek a tabulky ložisek a jejich příslušenství.

Konstruktérům strojů, výpočtářům, provozním technikům, všem technickým pracovníkům zabývajícím se stroji, přístroji a zařízeními, kde je použito valivých ložisek, zásobovačům a studujícím odborných a vysokých škol.

04 - 239 - 68  
05/12 Kčs 5,00 - I