

# Technologia montażu połączeń łożyskowych

Montaż łożysk tocznych

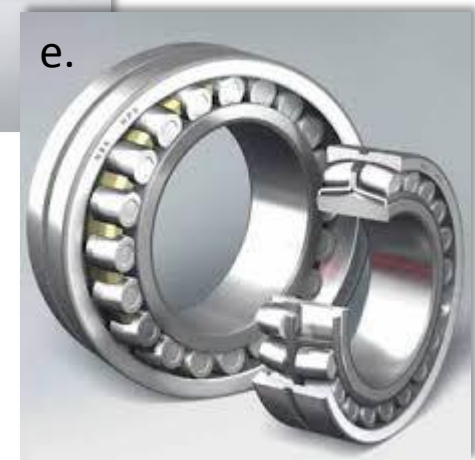
# Rodzaje łożysk tocznych

W zależności od kształtu elementów tocznych wyróżnia się łożyska:

- a. kulkowe
- b. walcowe
- c. igiełkowe
- d. stożkowe
- e. baryłkowe

Ze względu na sposób obciążenia, łożyska dzieli się na:

- poprzeczne
- Wzdłużne
- skośne



# Budowa łożysk

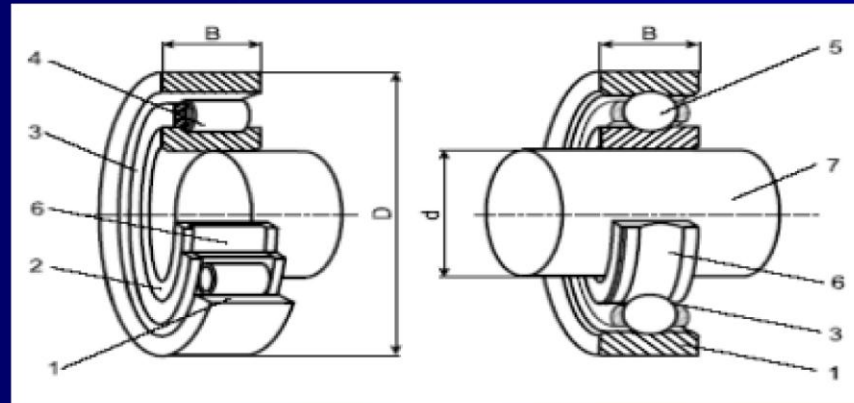
Główne części:

Pierścień zewnętrzny i wewnętrzny

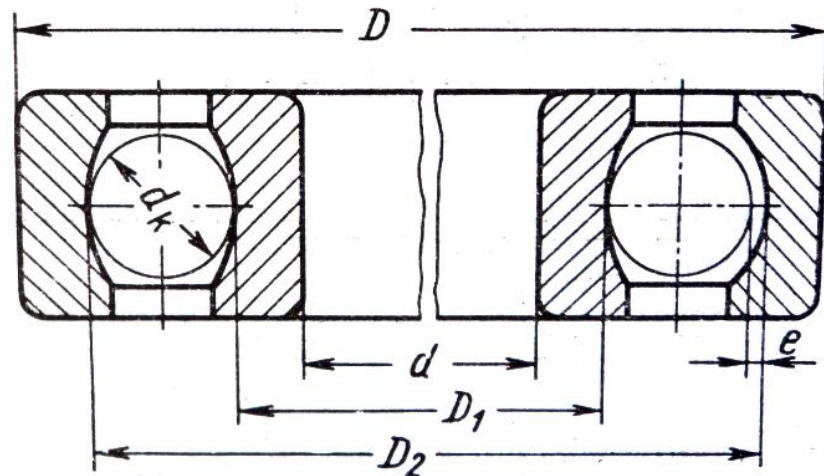
Koszyczek

Elementy toczne –  
prowadzone w  
koszyczku

Bieżnia –  
powierzchnia  
pierścienia, po której  
toczą się elementy  
toczne



A – łożysko wałeczkowe tu walcowe, B – łożysko kulkowe,  
1 – pierścień zewnętrzny, 2 – pierścień wewnętrzny, 3 – koszyczek,  
4 – wałeczki, 5 – kulki, 6 – bieżnia pierścienia wewnętrznego, 7 – wał,  
D – zewnętrzna średnica łożyska, d – wewnętrzna średnica łożyska,  
B – szerokość łożyska



## Montaż zespołu wał – łożisko

Przemyć dokładnie łożisko w 6 proc. roztworze oleju w benzynie lub gorących roztworach wodnych

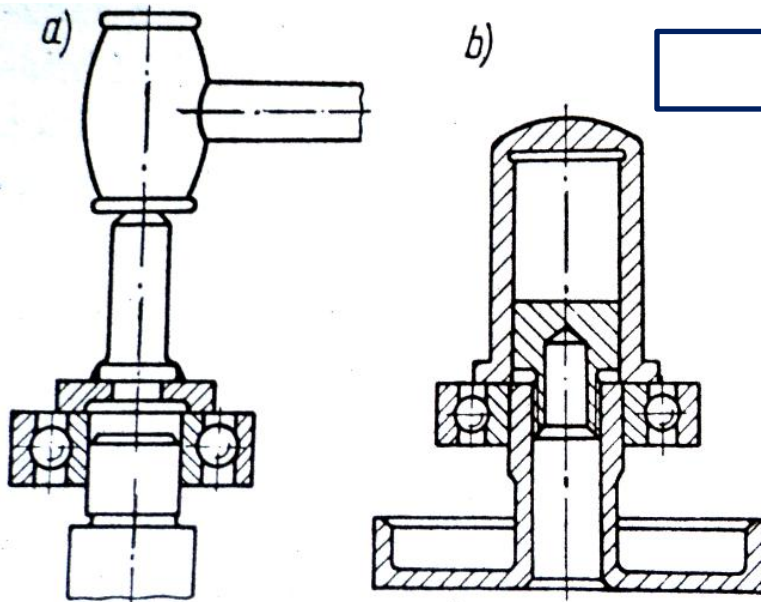


Podgrzać łożisko w wannie z olejem przez 15 – 20 min do temp. 60 - 100°C



Wcisnąć łożisko na wał

Doprowadzić łożisko do miejsca ustawienie za pomocą siły poosiowej



*a) Zwykły trzpień do osadzania na czopie pełnym, b) z końcówką osiującą.*

Właczać należy tylko przy użyciu trzpieni – osadzanie współosiowe

## Montaż zespołu wał – łożysko

Łożysko dokładnie wymyte nagrzewa się w wannie olejowej (temp. 60 - 100°C), a następnie zostaje wtłoczone na wałek



Dokładna temperatura nagrzania łożyska:

$$W \leq \alpha \cdot d \cdot t$$

$$t \geq \frac{W}{\alpha \cdot d}$$

W – wielkość wcisku,  
 $\alpha$  – współczynnik rozszerzalności liniowej, dla stali  $\alpha=11 \times 10^{-6}$ ,  
d – wewnętrzna średnica pierścienia,  
t – temperatura podgrzewania łożyska

## Wciskanie łożyska na wał

Odkształcenia pierścieni :

średnica pierścienia wewnętrznego zwiększa się a zewnętrznego zmniejsza

Luz promieniowy między bieżniami pierścieni i kulkami (wałeczkami) zmniejsza się od  $e$  do  $e_1$

$$e = D_2 - (D_1 + 2d_k)$$

$$e_1 = D_2 - (D_1 + 2d_k)$$

$D_1$  – średnica bieżni wewnętrznego pierścienia

$D_2$  – średnica bieżni zewnętrznego pierścienia

Wtłaczanie łożyska tocznego na wał – luz promieniowy zmniejsza się o  $e - e_1 = D'_1 - D_1 = \Delta D_1$

$$\Delta D_1 = \frac{0,8\delta dk}{d + 5,85(1 - k^2)}$$

$\delta$  – wielkość wcisku

$k = d/d_z$

$d$  – wewn. średnica pierścienia wewnętrznego

$d_z$  – zewnętrzna średnica zredukowanego

wewn. pierścienia

## Montaż połączeń wślaczanych

Do jednej z dwóch części (obejmowanej lub obejmującej) przykładana się siłą poosiową, powodującą wślaczenie jednej części w drugą. Siłą wślaczania wzrasta od zera do pewnej wartości maksymalnej.

Należy określić wielkość siły wślaczania i wciskania

Określenie wcisku z uwzględnieniem mikrogeometrii powierzchni (znane  $R_{z1}$  i  $R_{z2}$  – wysokości mikronierówności powierzchni styku obu części)

*Wcisk obliczeniowy:*

$$\delta = \Delta d - 1,2(R_{z1} - R_{z2})$$

$\Delta d$  – różnica średnic części obejmowanej i obejmującej

$R_{z1}$  i  $R_{z2}$  w zakresie 10 – 6,3  $\mu\text{m}$

Obliczanie siły wciągania  $P$  potrzebnej do montażu połączeń wciąganych:

$$P = f_{wt} \cdot \pi \cdot p \cdot d \cdot L \text{ kG (N)}$$

gdzie:

$f_{wt}$  – współczynnik tarcia przy wciąganiu ( $f_{wt} = 0,12$ ),

$p$  – nacisk jednostkowy na powierzchni styku ( $\text{N/mm}^2$ ),

$d$  – średnica części obejmowanej na powierzchni styku (mm),

$L$  – długość wciągania (mm).

Obliczanie nacisku jednostkowego  $p$  na powierzchni styku:

$$p = \frac{1}{d} \cdot \frac{\delta \cdot 10^{-3}}{\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2}}$$

$C_1$  dla stali – 0,70, brązu – 0,67, żeliwa – 0,75

Parametr  $C_2$  w zależności od stosunku  $d/D$  ( $D$  – średnica części obejmującej) odszukuje się w *tab. 1*.

$E_1$  i  $E_2$  – moduły sprężystości materiału części obejmowanej i obejmującej



Wielkość siły  $P$  może być również obliczona ze wzoru:

$$P = \frac{\pi \cdot \delta \cdot f \cdot E \cdot B}{2 \cdot N} \quad kG (N)$$

gdzie:

$\delta$  – wcisk obliczeniowy (mm),

$E$  – moduł sprężystości ( $E = 2,1 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ ),

$B$  – szerokość pierścienia łożyska (mm),

$f$  – współczynnik tarcia ( $f = 0,1 - 0,15$ ),

$d$  – średnica otworu w pierścieniu wewnętrznym,

$D$  – średnica zewnętrzna łożyska.

$$N = \frac{1}{\left(1 - \frac{d}{d_0}\right)^2}$$

$$d_0 \approx d + \frac{D - d}{4}$$

## Prasy i przyrządy do wtlaczania

Siły niezbędne do montażu połączeń wtlaczanych uzyskuje się na prasach uniwersalnych lub specjalnych.

Potrzebny nacisk pracy jest określany na podstawie obliczonej siły wtlaczania  $P$  z uwzględnieniem współczynnika nadmiaru (1,5 do 2)

**Produkcja masowa i wielkoseryjna:** prasy stałe o specjalnym przeznaczeniu, specjalne przyrządy do wtlaczania,

**Produkcja masowa,** także: wielomiejscowe automaty do wtlaczania, półpneumatyczne prasy obrotowe,

**Produkcja małoseryjna:** prasy ręczne.

Do uderzenia przy operacjach montażowych stosuje się młotki

- miękkie (z ołowiu, babbitu, stopu aluminium),
- składane,
- specjalnej konstrukcji (wewnątrz puste i wypełnione śrutem stalowym).

# Typy pras i zastosowanie

## Prasy:

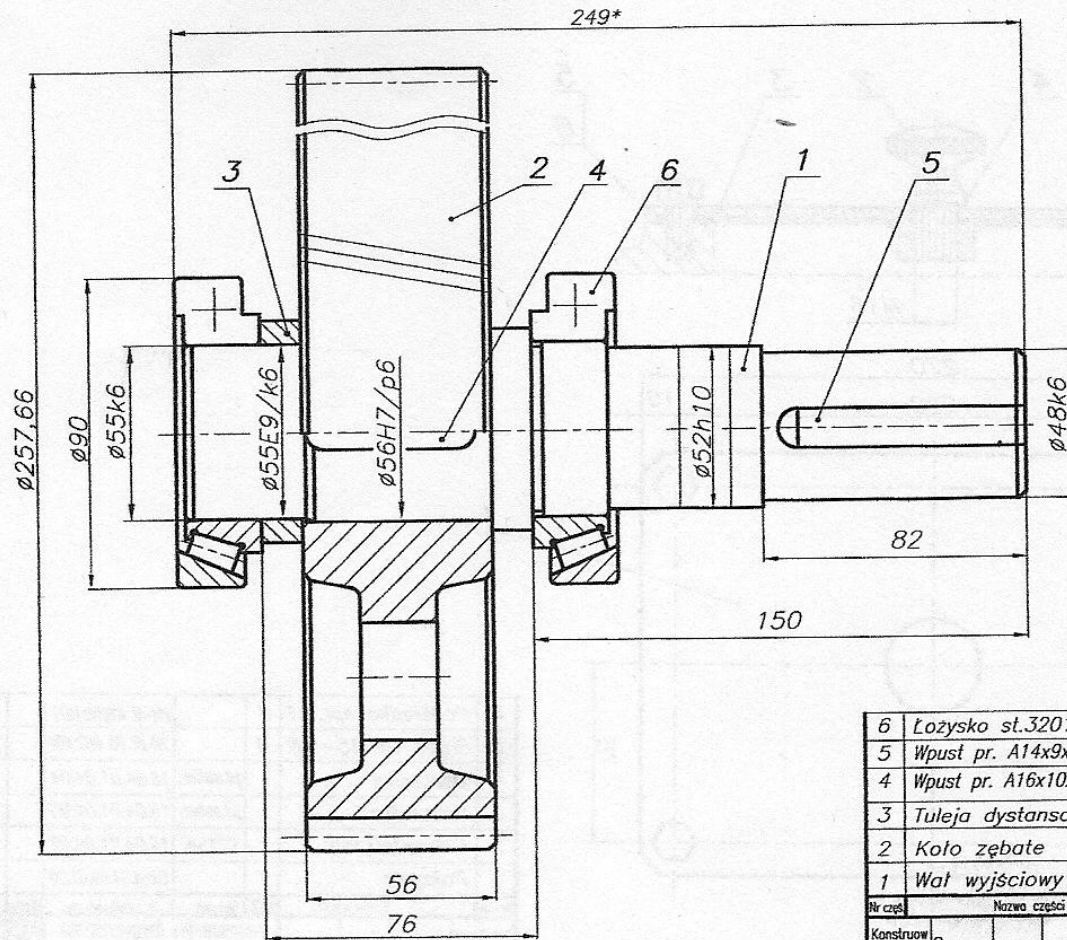
- pneumatyczna: z komorą przeponową o działaniu bezpośrednim (pojedyncza, podwójna, dźwigniowa),
- hydrauliczna,
- pneumo – hydrauliczna,
- udarowo – impulsowa,
- elektromagnetyczna,
- mechaniczna.

- Produkcja masowa i wielkoseryjna: prasy stałe o specjalnym przeznaczeniu, specjalne przyrządy do wtlaczania,
- Produkcja masowa, także: wielomiejscowe automaty do wtlaczania, półpneumatyczne prasy obrotowe,
- Produkcja małoseryjna: prasy ręczne.

# Tabela 1

d/D dla C <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>		
	Stal	Brąz	Żeliwo
0,00	1,30	1,33	1,25
0,10	1,32	1,35	1,27
0,20	1,38	1,41	1,33
0,30	1,49	1,52	1,44
0,40	1,68	1,71	1,63
0,45	1,81	1,84	1,76
0,50	1,95	2,00	1,92
0,55	2,17	2,20	2,12
0,60	2,43	2,46	2,38
0,65	2,77	2,80	2,72
0,70	3,22	3,25	3,17
0,75	3,84	3,87	3,79
0,80	4,85	4,88	4,80
0,85	6,58	6,61	6,53
0,90	9,83	9,86	9,78
0,925	13,18	13,21	13,13
0,95	19,30	19,33	19,25
0,975	39,30	39,33	39,25
0,990	99,30	99,33	99,25

# Przykład – montaż zespołu łożyska na wale wyjściowym



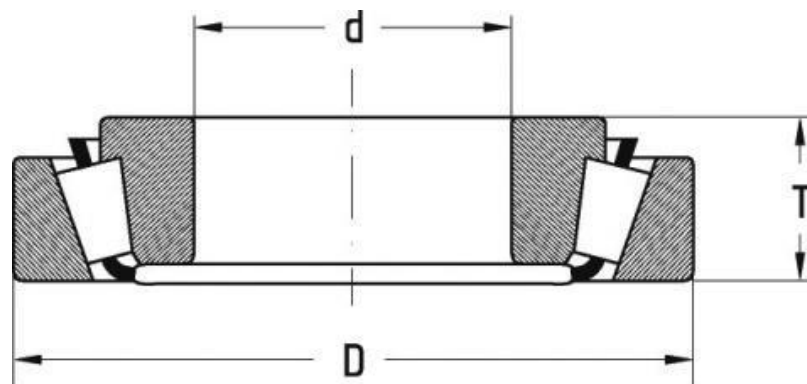
Liczba zębów	z	60
Moduł normalny	$m_n$	4,0
Kąt pochyl.lin.zęb.	$\beta$	15°44'26" 15,74°
Kierun.pochyl.lin.zęb.	—	prawy
Średn.okr.toczn.	$d_w$	249,35

6	Łożysko st.32011X	2		PN-ISO 355:1997			
5	Wpust pr. A14x9x70	1		PN-M 85005:1970			
4	Wpust pr. A16x10x50	1		PN-M 85005:1970			
3	Tuleja dystansowa	1	S235JR	16.04.01.03.03			
2	Koło zębate	1	C40	16.04.01.02.02			
1	Wał wyjściowy	1	C35	16.04.01.02.01			
Nr części	Nazwa części		Materiał	Nr rysunku lub nor.		Ciepota Uwagi	
Konstruow	Nazwa przedmiotu	Data	Podpis	POLITECHNIKA ŚWIĘTOKRZYSKA w Kielcach WYDZIAŁ ZARZĄDZANIA I MODELOWANIA KOMPUTEROWEGO Katedra inżynierii produkcji			Zastępuje rys.Nr
Kreślił							Zastąpiony przez rys.Nr
Sprawdził							Należy do zespołu Nr
Zatwierdził							Nr archiwalny
Podziałka							Format
1:1	A3	WAŁEK wyjściowy	16.04.01.02.00				

6	Łożysko st.32011X	2	PN-ISO 355:1997
5	Wpust pr. A14x9x70	1	PN-70/M-85005

Rysunek złożeniowy wałka wyjściowego reduktora walcowego

Z rysunku złożeniowego: łożysko stożkowe 32011X



Dobór wymiarów łożyska z tablicy na stronie: <http://www.pkm.edu.pl/index.php/waly/177-03010261>

33210	50	90	32,00	24,5	32	1,5	1,5	0,41	1,45	0,80	115	158
30310	50	110	29,25	23	27	2,5	2,0	0,35	1,74	0,96	133	152
32310	50	110	42,25	33	40	2,5	2,0	0,35	1,74	0,96	184	232
32911	55	80	17,00	14	17	1,0	1,0	0,31	1,94	1,07	44,5	73,5
32011	55	90	23,00	17,5	23	1,5	1,5	0,41	1,48	0,81	80,5	118
33011	55	90	27,00	21	27	1,5	1,5	0,31	1,92	1,06	91,5	138
33111	55	95	30,00	23	30	1,5	1,5	0,37	1,60	0,88	111	155
30211	55	100	22,75	18	21	2,0	1,5	0,40	1,48	0,81	93	111
32211	55	100	26,75	21	25	2,0	1,5	0,40	1,48	0,81	108	134

Wymiary łożyska stożkowego 32011X:

$D=90$  [mm]

$d=55$  [mm]

$T=23$  [mm]

### Obliczanie wcisku obliczeniowego:

przyjmujemy  $R_{z1} = 9 \text{ } [\mu\text{m}] = 0,009 \text{ } [\text{mm}]$  oraz  $R_{z2} = 6,3 \text{ } [\mu\text{m}] = 0,0063 \text{ } [\text{mm}]$

$$\delta = \Delta d - 1,2(R_{z1} - R_{z2}) = (90 - 55) - 1,2(0,009 - 0,0063) \cong 34,997 \text{ } [\text{mm}]$$

### Obliczanie nacisku jednostkowego $p$ na powierzchni styku:

przyjmujemy

$C_1 = 0,70$  oraz  $C_2 = 19,30$  dla  $d/D = 52/55 = 0,95$ ,

$E = 210 \text{ } 000 \text{ } [\text{MPa}] = 210 \text{ } 000 \text{ } [\text{N/mm}^2] = 2,1 \times 10^5 \text{ } [\text{N/mm}^2]$

$$p = \frac{1}{d} \cdot \frac{\delta \cdot 10^{-3}}{\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2}} = \frac{1}{52} \cdot \frac{34,997 \cdot 10^{-3}}{\frac{0,70}{2,1 \cdot 10^5} + \frac{19,30}{2,1 \cdot 10^5}} = 7,0667 \text{ } [\text{N/mm}^2]$$

Obliczanie siły wciągania  $P$  potrzebnej do montażu połączeń wciąganych:

$L = 150$  [mm] ( z rysunku złożeniowe wałka wyjściowego)

$$P = f_{wt} \cdot \pi \cdot p \cdot d \cdot L = 0,12 \cdot 3,14 \cdot 7,0667 \cdot 52 \cdot 150 = 20769,32 \text{ [N]} = 20,77 \text{ [kN]}$$

Katalog pras:

<http://www.tox-pl.com/pl/produkty/prasy.html>

<http://www.pramark.pl/katalogi/katalog-prasy-emg.pdf>



Uzupełnienie karty instrukcyjnej wyliczonymi parametrami:

<b>Karta instrukcyjna montażu</b>				Nazwa wyrobu/Symbol wyrobu/Nr rys. złożeniowego:		Wielkość serii:		
Treść operacji montażowej: Montaż zespołu wału wyjściowego				Nr operacji	Wydział/Stanowisko robocze:	Nazwa montowanej jednostki montażowej:		
Ustawienie	Pozycja	Zabieg	Czynność	Treść czynności montażowej pomocniczej/głównej/kontrolno-pomiarowej	Narzędzie montażowe/pomi- arowo-kontrolne	Parametry realizacji połączenia montażowego	tg [min]	tp [min]
1	1	1	1	.				
		1	16	Podnieść łożysko nr 6 z pojemnika				
3	1	1	17	Umieścić łożysko nr 6 w prasie				
	2	1	18	Ustawić wałek nr 1 z kołem zębatym nr 2 i wpustem nr 5 do dołu w prasie				
		1	19	Zamocować łożysko nr 6 za pomocą prasy na wale nr 1 z kołem zębatym nr 2	Prasa TOX® C – kształtna, samonośna	20,77 [kN]		
		1	20	Wyjąć zmontowany zespół i odłożyć na paletę				

## Literatura:

1. Nowikov M.P., *Podstawy technologii montażu maszyn i mechanizmów*, Wydawnictwa Naukowe Techniczne, 1972, Warszawa
2. Sendyka B., *Podstawy konstrukcji maszyn*, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, 1979, Kraków
3. Puff T., Sołtys W., *Podstawy technologii montażu maszyn i urządzeń*, Wydawnictwa Naukowe – Techniczne, 1980, Warszawa
4. Puff T., *Technologia budowy maszyn*, Państwowe Wydawnictwa Szkolnictwa Zawodowego, 1955, Warszawa