

## 5. WARUNKI NIEZAWODNEGO DZIAŁANIA ŁOŻYSK TOCZNYCH

Niezawodne działanie łożysk tocznych jest zależne nie tylko od jakości samych łożysk. Istnieją również inne czynniki wpływające na trwałość użytkową łożysk tocznych, są to w szczególności środowisko pracy, montaż oraz odpowiednia konserwacja. Niezbędne jest utrzymanie maszyn w dobrym stanie eksploatacyjnym. Oprócz zapewnienia współosiowości ważne jest zabezpieczenie łożysk przed skrajnymi temperaturami, wilgocią i zanieczyszczeniem. Niezbędny jest wybór odpowiedniej metody montażu oraz narzędzi, by uniknąć uszkodzenia łożysk podczas montażu. Warunkiem koniecznym zapewnienia maksymalnej trwałości użytkowej oraz kontrolowanych warunków działania jest wykonywanie planowanych czynności oliwienia i konserwacji.

### 5.1 PRZECHOWYWANIE ŁOŻYSK TOCZNYCH

#### 5.1.1 Przechowywanie łożysk tocznych

Miejsce suche i wolne od kurzu o niemal stałej temperaturze to najlepsze warunki do przechowywania łożysk. Łożyska należy przechowywać w oryginalnym, nieuszkodzonym opakowaniu i wyjmować je bezpośrednio przed montażem. Łożyska o dużym rozmiarze należy przechowywać poziomo, podparte ze wszystkich stron tak, by łożyska nie uległy deformacji.

Łożyska są zakonserwowane przez producenta na okres 24 miesięcy. Należy im zapewnić następujące warunki przechowywania:

- Temperatura w pomieszczeniu magazynowym powinna wynosić między 5°C a 35°C. Wahania temperatury nie mogą przekroczyć 5°C.
  - Łożysk tocznych nie należy kłaść na półkach ze świeżego drewna, w pobliżu zimnych ścian czy na kamiennych podłogach.
  - Względna wilgotność powietrza nie może przekraczać 60%. Przy wyższej względnej wilgotności powietrza istnieje ryzyko korozji.
  - Łożysk nie należy przechowywać w pobliżu źródeł ciepła ani rurociągów.
  - Łożysk nie należy wystawiać na bezpośrednie działanie słońca.
  - Z łożyskami nie można przechowywać żadnych chemikaliów (kwasów, amoniaku, wapna chlorowanego, etc.) ponieważ powodują korozję łożysk.
- Każde pomieszczenie magazynowe musi być wyposażone w higrometr i termometr.

#### 5.1.2 Wpływ luzu w łożyskach na ich trwałość użytkową i dokładność działania

Luz promieniowy w łożyskach poprzecznych w stałych warunkach pracy decyduje o trwałości użytkowej łożysk tocznych oraz niezawodności pracy ich oprawy i dokładności pracy wału, wrzeciona. Bardzo duży luz promieniowy powoduje obciążenie zewnętrzne, które rozkłada się na mniejszą liczbę elementów tocznych zwiększając w ten sposób ich obciążenie i pogarszając dokładność działania wału. Luz podczas pracy łożysk tocznych zależy od ich luzu w stanie przed montażem, rozmiaru obszaru wspólnego wewnętrznego i zewnętrznego pierścienia oraz spadku temperatury pomiędzy pierścieniami. Luzu roboczego nie można zmierzyć podczas pracy, więc istnieje możliwość wygenerowania ujemnego luzu, stąd pojawić się może zbyt duże naprężenie i w efekcie przedwczesne zniszczenie łożysk. Większy luz roboczy nie musi doprowadzić do szybkiego zniszczenia łożysk, jednakże decyduje on o ich niższej obciążalności i wytrzymałości.

Łożyska wzdłużne nie powinny pracować z luzem, ponieważ pomiędzy bieżniami pierścieni może pojawić się szkodliwy poślizg spowodowany siłami odśrodkowymi i momentami obrotowymi łożysk. Przy wysokiej prędkości obrotowej kulki mogą ślizgać się ukośnie w stosunku do kierunku obrotu pod wpływem momentu obrotowego, w wyniku czego mogą pojawić się spiralne ślady zacięć.

#### 5.1.3 Stosunek klasy dokładności łożyska do jego układu

Tolerancja wymiarów i precyzja pracy łożysk tocznych jest zgodna z normami międzynarodowymi. Większość układów maszyn i urządzeń odpowiada normatywnej klasie dokładności P0. Łożyska o wyższej dokładności niż P0

używane są w układach wymagających wyższej precyzji działania, np. służących do wbudowania do obrabiarek, wrzecion przyrządów, etc. oraz w przypadkach, gdy łożysko przekracza swoje prędkości graniczne. Wtedy należy łączone elementy wykonać także w wyższej klasie dokładności. Konieczne jest również zabezpieczenie odpowiedniej wytrzymałości układu przy zmiennych obciążeniach, niedużego wahaniach temperatur oraz dopasowania luzu łożyska w celu osiągnięcia wyższej precyzji działania układu.

#### **5.1.4 Projekt układu łożysk tocznych**

Projekt układu należy opracować tak, by nie zezwalał na dodatkowe obciążenia podczas montażu i pracy: zacisk osiowy (przeciążenie) łożysk podczas montażu oraz rozszerzanie wału i obudowy podczas pracy. Podczas projektowania należy zatem wziąć pod uwagę wyrównanie osadzenia łożysk oraz odpowiednią wytrzymałość i wymiary łączonych elementów.

Podczas projektowania układu szczególną uwagę należy poświęcić systemowi smarowania i uszczelnienia przestrzeni łożyska. Jest to konieczne, by łożyska były regularnie smarowane. Jeśli przerwy w smarowaniu są krótkie, konieczne jest odprowadzanie starego smaru, by zapobiec przepelnieniu przestrzeni łożyska smarem i przegrzaniu łożyska. Smarowanie olejem stosuje się, gdy prędkość pracy i temperatury nie pozwalają na użycie smaru oraz gdy łożyska zamontowano w miejscu, gdzie użyto oleju do smarowania innych części, np. kół zębatych.

Wybór metody smarowania olejem (kąpiel olejowa, wymuszony obieg oleju, metoda olejowo-powietrzna, wtrysk oleju czy mgła olejowa) zależy od warunków pracy i systemu smarowania konkretnego urządzenia. Projekt konstrukcji musi zapewniać odpowiednią ilość oleju w łożyskach nie tylko przy normalnej pracy, lecz głównie podczas rozruchu maszyny. Nadmiar oleju powoduje wzrost jego temperatury.

Więcej szczegółów dotyczących smarowania w poprzednim rozdziale.

## 5.2 MONTAŻ ŁOŻYSK

### 5.2.1 Montaż łożysk

Łożyska w oprawach	Sposób montażu	Sprzęt montażowy
<b>Czop walcowy</b>		
małe łożysko	na zimno	przypadki montażu na zimno: młotek, prasa mechaniczna lub hydrauliczna
	na gorąco	maszyna indukcyjna, płyta grzejna, nagrzewnica skrzynkowa
średnie łożysko	na gorąco	maszyna indukcyjna, nagrzewnica skrzynkowa, nagrzewnica powietrza, wanna do podgrzewania, sprzęt do nagrzewania indukcyjnego
duże łożysko	na gorąco	maszyna indukcyjna, nagrzewnica skrzynkowa, nagrzewnica powietrza, wanna do podgrzewania, sprzęt do nagrzewania indukcyjnego
<b>Wał stożkowy</b>		
małe łożysko	na zimno	nakrętka łożyskowa, klucz hakowy, prasa
średnie łożysko	na zimno	nakrętka łożyskowa, klucz hakowy, nakrętka hydrauliczna, pompa
duże łożysko	na gorąco	sprzęt do nagrzewania, sprzęt hydrauliczny
<b>Tuleja montażowa</b>		
małe łożysko	na zimno	nakrętka łożyskowa, klucz hakowy, nakrętka hydrauliczna, pompa
średnie łożysko	na zimno	nakrętka łożyskowa, klucz hakowy, nakrętka hydrauliczna, pompa
duże łożysko	na gorąco	sprzęt do nagrzewania, nakrętka hydrauliczna, pompa

Małe łożysko: średnica otworu < 75 mm

Średnie łożysko: średnica otworu 75 do 200 mm

Duże łożysko: średnica otworu > 200 mm

### 5.2.2 Miejsce do montażu

Łożyska należy chronić przed brudem, ciałami obcymi i uderzeniami, do ich montażu należy więc wybierać miejsca suche i wolne od kurzu. W miejscu montażu nie mogą być produkowane ani modyfikowane (cięcie, szlifowanie, spawanie, etc.) żadne z komponentów, nie można również używać powietrza pod ciśnieniem, by opiłki, kurz i inne ciała obce nie dostały się do łożyska. Gdy do łożyska dostaną się ciała obce, jak kurz, elementy cierne, etc., w połączeniu ze środkiem do smarowania mogą przemienić się w materiał uszkadzający bieżnię, elementy toczne i koszyk. W ten sposób zostaje obniżona dokładność łożyska. Elementy toczne przetoczą gęsty brud, który dostanie się do łożyska na bieżnię uszkadzając je, co sprawi, że łożysko przedwcześnie stanie się niezdatne do użytku.

### 5.2.3 Przygotowanie łożyska do montażu

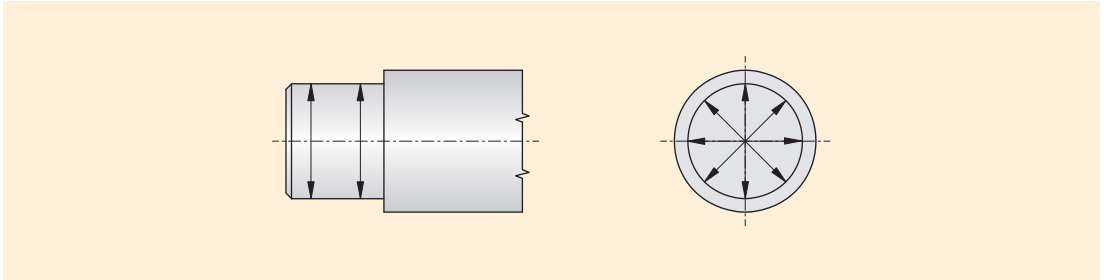
Przed rozpoczęciem montażu należy koniecznie sprawdzić czy oznaczenie na opakowaniu oraz oznaczenie łożyska są zgodne z danymi na rysunku. Ważne jest, by z danymi na rysunku zgadzało się nie tylko oznaczenie podstawowe, ale również oznaczenie uzupełniające określające projekt łożyska. Producenci łożysk zabezpieczają je przed korozją za pomocą materiałów konserwujących o właściwościach neutralnych w stosunku do smarów plastycznych i olejów, o dobrych właściwościach smarujących. Względem powyższego łożysk nie myje się przed montażem. Jeśli są konserwowane w specjalnym smarze (łożyska przechowywane w zakładzie użytkownika), smar ten usuwa się jedynie z otworu, powierzchni łożyska oraz czoła pierścienia. Jeśli podczas pracy łożysko ma być smarowane wymuszonym obiegiem oleju, należy je umyć, ponieważ smar konserwujący mógłby blokować kanały lub otwory, przez które wpływa olej. Do mycia można użyć benzynę ekstrakcyjną z dodatkiem lekkiego oleju mineralnego w ilości od 5% do 10%, benzol, olej napędowy, naftę oczyszczoną w standardowej temperaturze. Można również użyć nieorganicznych środków czyszczących do mycia łożysk w temperaturze 70 do 80°C. Nieorganicznych środków czyszczących nie można używać do mycia elementów wykonanych ze stopów metali lekkich. Po umyciu łożysko należy natychmiast zakonserwować olejem.

### 5.2.4 Przygotowanie elementów składowych układu do montażu

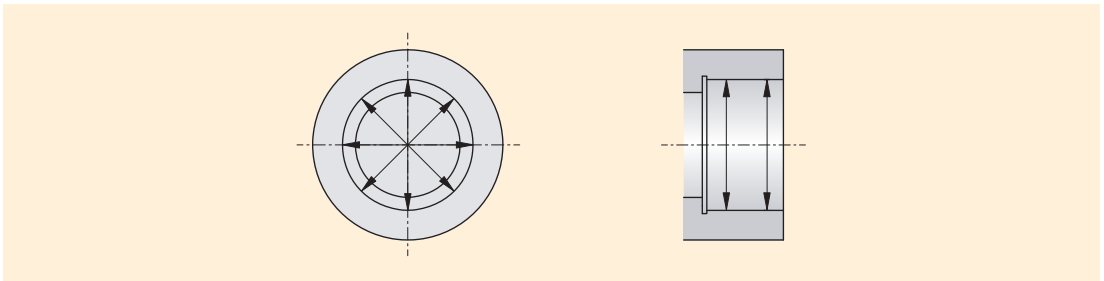
Przed montażem wszystkie części składowe należy dokładnie umyć i usunąć zanieczyszczenia. Należy również dokładnie umyć otwory do smarowania i gwinty. Elementy składowe opraw należy produkować z zachowaniem od-

powiednich tolerancji. Praca łożysk może zostać zakłócona przez przekroczenie dopuszczalnych odchyłek wymiaru i kształtu oraz nieutrzymanie powierzchni czola podtrzymujących pierścienie łożyskowe w pozycji pionowej. Przed montażem należy więc dokładnie sprawdzić ustalone wymiary oprawy oraz wału. Jeśli na rysunkach nie ma szczegółowych danych, zazwyczaj przyjmuje się, że stosunek owalności do stożkowatości nie może przekraczać połowy zakresu tolerancji. Następnie należy sprawdzić występ i ścięcie montażowe na obejściu wału. Przed występowaniem nie może być bruzd ani innych wad. Przy montażu na wał stożkowy należy sprawdzić okrągłość, kąt stożka i prostoliniowość powierzchni stożka. Współczynnik zbieżności wału musi odpowiadać stożkowemu otworowi wewnętrznego pierścienia. Dla większości typów łożysk współczynnik ten wynosi 1:12, dla niektórych 1:30. Rysunek 25 pokazuje pomiar średnicy wału a Rysunek 26 pomiar otworu oprawy łożyska.

Rysunek 25



Rysunek 26



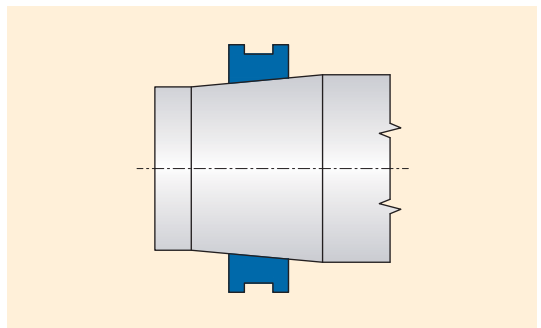
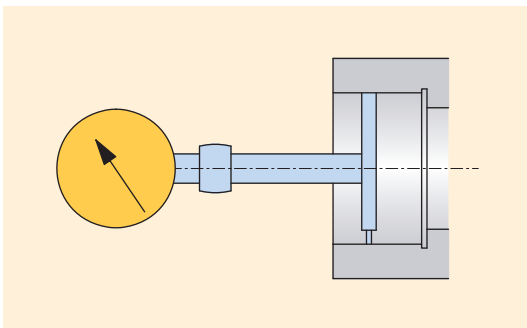
### 5.2.5 Kontrola płaszczyzn oprawy

Do pomiarów wału używa się mikrometru ustawionego za pomocą miernika kontrolnego. Wewnętrzna suwmiarka, również ustawiona za pomocą miernika kontrolnego, mierzy oprawy stojące. Do oceny używa się czujnika zegarowego (patrz Rysunek 27) o dokładności 0,001 mm.

Przymiar stożkowy (patrz Rysunek 28) jest najprostszym miernikiem małych stref stożkowych. Przy zastosowaniu tuszu ślusarskiego można stwierdzić czy współczynnik stożkowatości czopu odpowiada pomiarom przymiaru; koryguje się go do czasu, aż sprawdzian siedzi na całej szerokości.

Rysunek 27

Rysunek 28

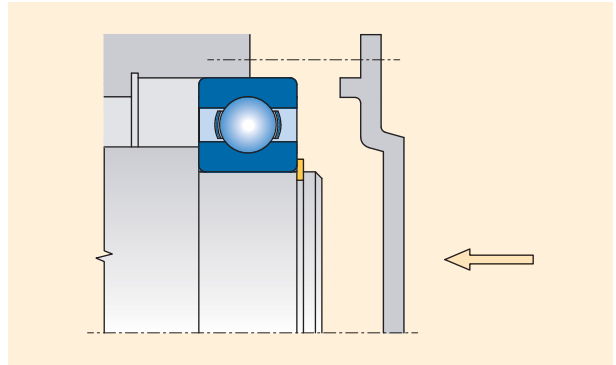


## 5.2.6. Montaż na zimno

Rysunek 29

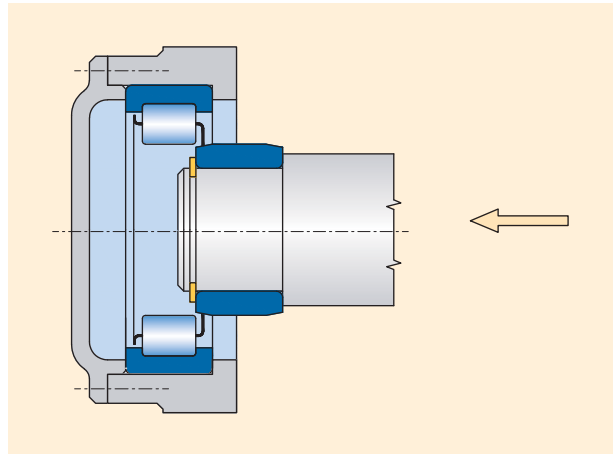
### 5.2.6.1 Gniazda łożysk walcowych

Różna budowa i wymiary łożysk wymagają różnych procedur montażu. W przypadku montażu łożysk nierozłącznych (patrz Rysunek 29), np. łożysk kulkowych skośnych jednorzędowych, siłę montażu należy kierować na ciasno dopasowany pierścień. Działanie siły na pierścień zewnętrzny podczas montażu pierścienia wewnętrznego powoduje jej przeniesienie na elementy toczne i bieżnię pierścienia, prowadząc do ich uszkodzenia.



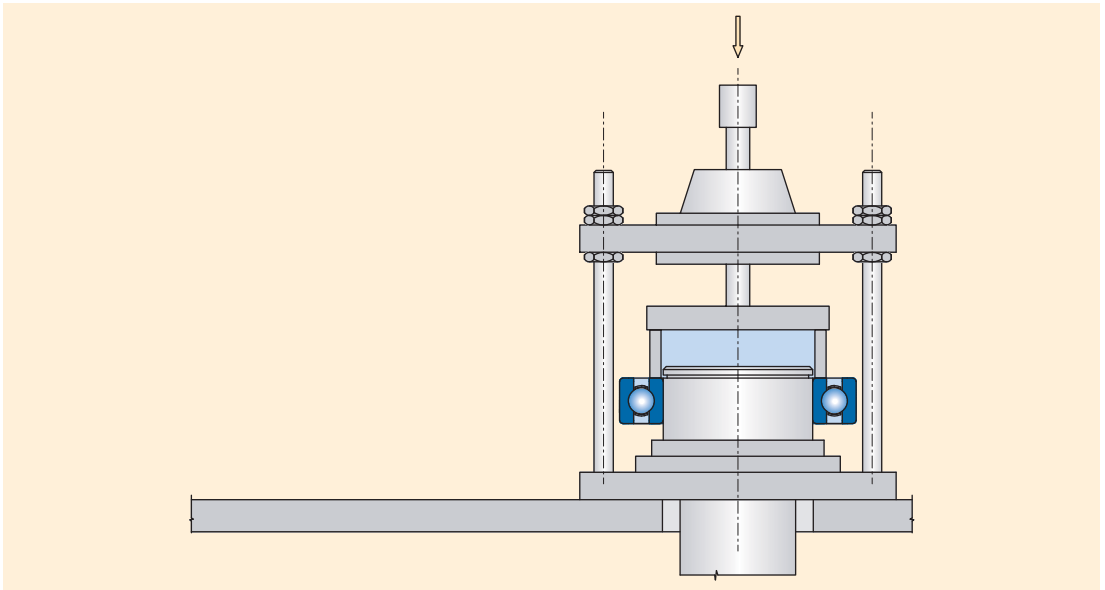
Rysunek 30

Montaż łożysk rozłącznych jest prostszy (patrz Rysunek 30), ponieważ oba pierścienie można montować oddzielnie. Wewnętrzny pierścień z czopem umieszcza się w zewnętrznym pierścieniu po jego dociśnięciu. By uniknąć powstania bruzd na pracujących powierzchniach łożyska podczas umieszczania pierścienia w łożysku, należy wykonywać nim obroty śrubowe.

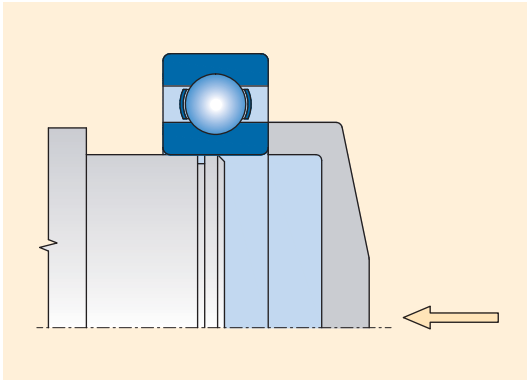


W dopasowaniu standardowym małe łożyska o średnicy do około 75 mm można wciskać na zimno na wał. Wał i otwór należy wyczyścić czystą szmatką i lekko naoliwić. Przy montażu na zimno używa się pras mechanicznych lub hydraulicznych (patrz Rysunek 31).

Rysunek 31

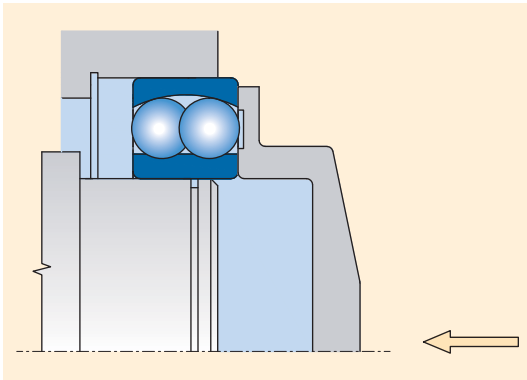


Rysunek 32



Jeżeli pasowanie pierścienia wewnętrznego jest ciasne a zewnętrznego suwliwe, łożysko najpierw wciska się na wał a następnie razem z wałem umieszcza się w oprawie. Jeśli oba pierścienie dopasowane są ciasno, wszystko montuje się w tym samym czasie. W takim przypadku tuleja oparta jest na obydwu pierścieniach (patrz Rysunek 33).

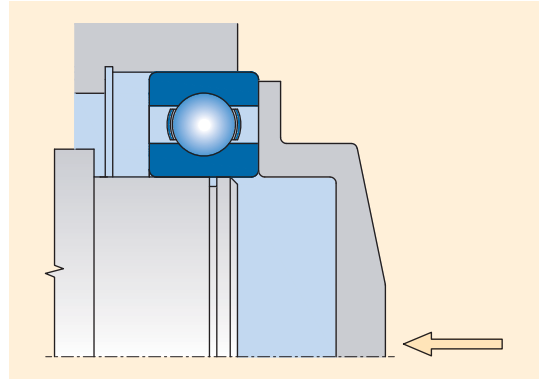
Rysunek 34



Przy montażu prasą łożysk do obudów wykonanych lekkich stopów metalowych może dojść do uszkodzenia gniazd. Należy więc podgrzać oprawę łożyskową lub ochłodzić łożyska. Do ochładzania wykorzystuje się mieszaninę suchego lodu z alkoholem. Temperatura pierścieni łożyskowych nie może spaść poniżej  $-50^{\circ}\text{C}$ . W większych łożyskach walcowych z powodu luzu w koszyku wałeczki mogłyby oprzeć się o czoło wewnętrznego pierścienia. Tuleja montażowa ułatwia montaż poprzez kierowanie wałeczków na bieżnię (patrz Rysunek 35).

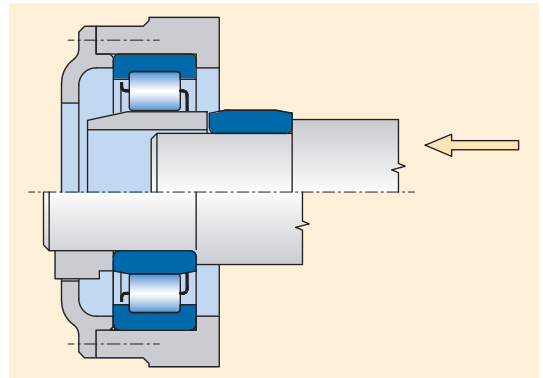
Gdy niedostępna jest prasa do montażu łożysk o niewielkim wcisku, można je nabić na czop lekkimi uderzeniami młotka w tuleję montażową. Pod żadnym pozorem nie można uderzać młotkiem bezpośrednio w pierścień łożyska. Do montażu nadają się tuleje montażowe płaskie z przodu, wykonane z miękkiej stali (patrz Rysunek 32). Średnica takiej tulei powinna być nieco większa niż średnica otworu łożyska. Średnica zewnętrzna tulei nie może być większa niż średnica zewnętrzna pierścienia wewnętrznego, ponieważ mogłoby to spowodować uszkodzenie koszyka.

Rysunek 33



W niektórych typach dwurzędowych łożysk kulkowych wahliwych kulki wystają poza szerokość pierścieni. W tym celu w tulei montażowej musi się znajdować wgłębienie (patrz Rysunek 34).

Rysunek 35



Podczas montażu łożysk walcowych z jednym obrzeżem na pierścieniu (typ NJ) pomiędzy wałeczkami a obrzeżem pierścienia wewnętrznego ustawiany jest odpowiedni luz w milimetrach zgodnie z tabelą 38.

Rozmiar łożyska	otwór	Serie wymiarowe			Tab. 38
		NJ2	NJ3	NJ4	
04	20	0,55	0,55	0,6	
05	25	0,55	0,55	0,8	
06	30	0,6	0,6	0,9	
07	35	0,75	0,75	0,95	
08	40	0,8	0,8	1,0	
10	50	0,8	0,8	1,1	
12	60	1,0	1,0	1,3	
14	70	1,1	1,1	1,5	
16	80	1,25	1,25	1,6	
18	90	1,5	1,5	1,8	
20	100	1,65	1,65	1,9	
22	110	1,95	1,95	2,1	
24	120	2,0	2,0	2,4	
26	130	2,0	2,0	2,7	
28	140	2,15	2,15	2,8	
30	150	2,3	2,3	3,0	
32	160	2,5	2,5	3,1	
34	170	2,65	2,65	3,1	
36	180	2,65	2,65	-	

### 5.2.6.2 Gniazda łożysk stożkowych

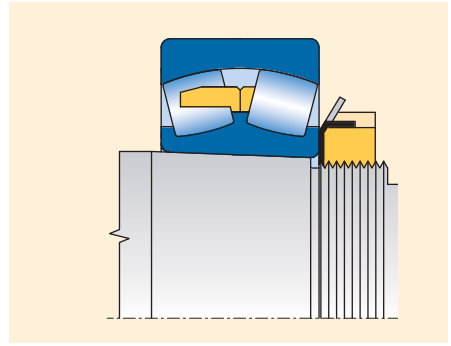
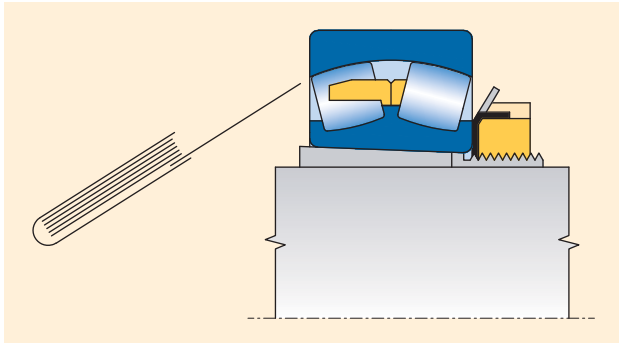
Łożyska o otworze stożkowym montuje się albo bezpośrednio na stożkowym wale lub na wale cylindrycznym przy użyciu tulei wciąganych lub wciskanych. Elementy, na których opierają się wał, tuleja i otwór łożyska można lekko naoliwić przed montażem. Wraz z przesuwaniem łożyska rozszerza się wewnętrzny pierścień a luz promieniowy zostaje zredukowany. Redukcja wewnętrznego luzu promieniowego jest miarą zamocowania pierścienia wewnętrznego określaną jako różnica między luzem promieniowym przed i po zamontowaniu łożyska. Luz promieniowy mierzony jest przed montażem i kontrolowany stale podczas nakładania łożyska na czop stożkowy do osiągnięcia pożądanego stopnia redukcji, który jednocześnie oznacza poprawne osadzenie łożyska na wale. Zamiast redukcji wewnętrznego luzu promieniowego można mierzyć przesunięcie osiowe łożyska na czopie stożkowym.

Tabela 40 zawiera wartości redukcji luzu promieniowego. Luz promieniowy mierzy się szczelinomierzem (patrz Rysunek 36). Należy zmierzyć luz promieniowy w obu rzędach baryłek w dwurzędowych łożyskach baryłkowych. Pierścień wewnętrzny nie jest przesunięty względem osi tylko wtedy, gdy w obu rzędach baryłek luz jest taki sam. W łożyskach walcowych pierścień wewnętrzny i zewnętrzny można montować osobno. Jeżeli pierścień wewnętrzny jest rozłączny, zamiast mierzyć stopień redukcji wewnętrznego luzu promieniowego, można zmierzyć rozszerzalność pierścienia wewnętrznego za pomocą mikrometru z obejmą. Do umieszczenia łożyska w gnieździe używa się sprzętu hydraulicznego lub mechanicznego.

Małe i średnie łożyska można osadzać na stożkowym czopie używając nakrętki regulacyjnej (patrz Rysunek 37). Do dokręcania nakrętki używa się klucza hakowego.

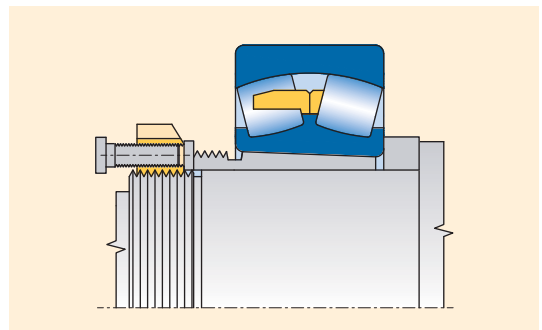
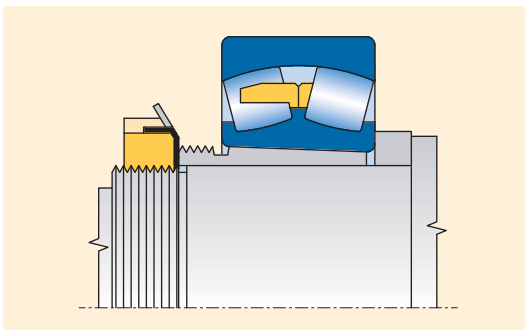
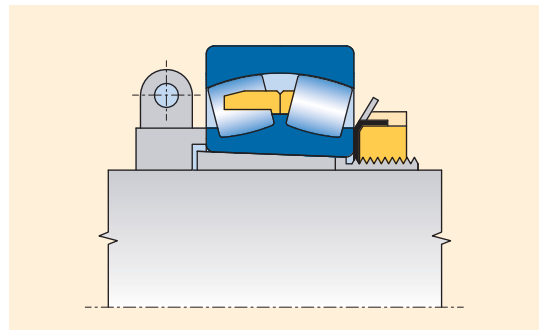
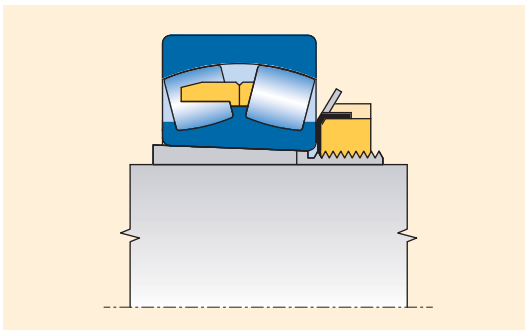
Precyzyjna średnica d (mm)		Wymagana redukcja luzu promieniowego	Wymagane przesunięcie na stożku 1:12		Wymagane przesunięcie 1:30	
od	do		na wale	na obudowie	na wale	na obudowie
24	30	0,015-0,020	0,30-0,35	0,30-0,40	-	-
30	40	0,020-0,025	0,35-0,40	0,35-0,45	-	-
40	50	0,025-0,030	0,40-0,45	0,45-0,50	-	-
50	65	0,030-0,035	0,45-0,60	0,50-0,70	-	-
65	80	0,040-0,050	0,60-0,75	0,70-0,85	-	-
80	100	0,045-0,060	0,70-0,90	0,75-1,00	1,70-2,20	1,80-2,40
100	120	0,050-0,070	0,70-1,10	0,80-1,20	1,90-2,70	2,00-2,80
120	140	0,065-0,090	1,10-1,40	1,20-1,50	2,70-3,50	2,80-3,60
140	160	0,075-0,100	1,20-1,60	1,30-1,70	3,00-4,00	3,10-4,20
160	180	0,080-0,110	1,30-1,70	1,40-1,90	3,20-4,20	3,30-4,60
180	200	0,090-0,130	1,40-2,00	1,50-2,20	3,50-4,50	3,60-5,00
200	225	0,100-0,140	1,60-2,20	1,70-2,40	4,00-5,50	4,20-5,70
225	250	0,110-0,150	1,70-2,40	1,80-2,60	4,20-6,20	4,60-6,20
250	280	0,120-0,170	1,90-2,60	2,00-2,90	4,70-6,70	4,80-6,90
280	315	0,130-0,190	2,00-3,22	2,20-3,20	5,00-7,50	5,20-7,70
315	355	0,150-0,210	2,40-3,40	2,60-3,60	6,00-8,20	6,20-8,40
355	400	0,160-0,215	2,60-3,60	2,90-3,90	6,50-9,00	6,80-9,20
400	450	0,170-0,230	3,10-4,10	3,40-4,40	7,70-10,0	7,00-10,4
450	500	0,200-0,260	3,30-4,40	3,60-4,80	8,20-11,0	8,40-11,2
500	560	0,210-0,280	3,70-5,00	4,10-5,40	9,20-12,5	9,60-12,8
560	630	0,240-0,320	4,00-5,40	4,40-5,90	10,0-13,5	10,4-14,0
630	710	0,260-0,350	4,60-6,20	5,10-6,80	11,5-15,5	12,0-16,0
710	800	0,340-0,450	5,30-7,00	5,80-7,60	13,3-17,5	13,6-18,0
800	900	0,370-0,500	5,70-7,80	6,30-8,40	14,3-19,5	14,8-20,0
900	1000	0,410-0,550	6,30-8,50	7,00-9,40	15,8-21,0	16,4-22,0
1000	1120	0,450-0,600	6,80-9,00	7,60-10,2	17,0-23,0	18,8-24,0
1120	1250	0,490-0,650	7,40-9,80	8,30-11,0	18,5-25,0	19,6-26,0
1250	1400	0,550-0,720	8,30-10,8	9,30-12,1	21,0-27,0	22,2-28,3





Łożyska z tuleją wciąganą (patrz Rysunek 38) wciska się na czop stożkowy przy użyciu nakrętki regulacyjnej. Tuleję, nakrętkę i podkładkę należy sprawdzić przed montażem. Należy zmierzyć luz promieniowy i usunąć środek konserwujący z otworu i powierzchni łożyska. Podczas montażu najpierw na czopie umieszcza się tuleję wciąganą a następnie łożysko oraz podkładkę i nakrętkę. Łożysko umieszcza się na stożkowym czopie poprzez dokręcenie nakrętki do momentu redukcji luzu promieniowego do określonej wartości.

Przy wciskaniu dużych łożysk siła nacisku jest dosyć duża. Zaleca się zatem rozproszyc mieszkankę oleju i grafitu koloidalnego na gwincie i przedniej części nakrętki. Tulei wciąganych używa się najczęściej do gładkich wałów, więc wskazane jest zabezpieczenie pozycji łożyska przy pomocy ścisku (patrz Rysunek 39), który usuwa się po montażu. Wszystkie powierzchnie montażowe należy najpierw oczyścić przed umieszczeniem łożyska w tulei wciskanej. Łożysko nakłada się na wał a tuleję wciskaną wkłada się (patrz Rysunek 40) w szczelinę między wałem a otworem łożyska osiągając w ten sposób niezbędną redukcję wewnętrznego luzu promieniowego. Tuleje używane przy większych łożyskach należy wciskać z większą siłą. W takich przypadkach montaż ułatwia nakrętka tulei ze śrubami dociskowymi (patrz Rysunek 41).



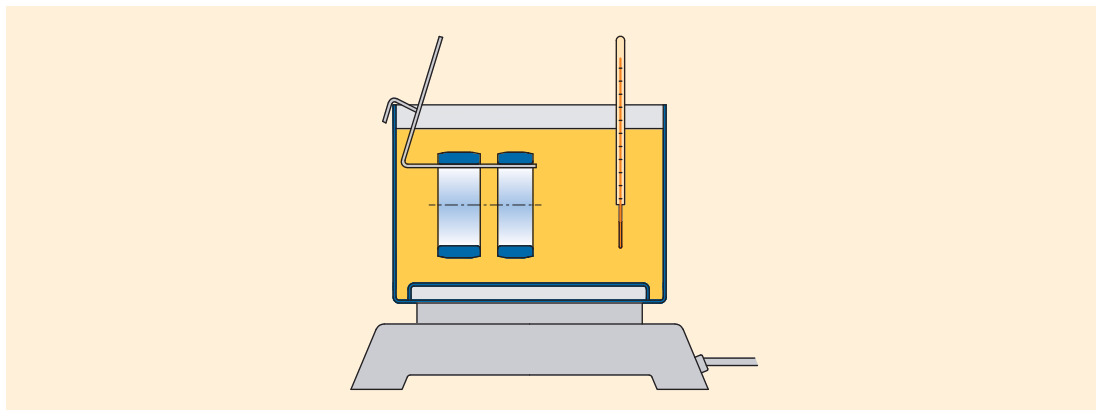
## 5.2.7 Montaż na gorąco

Wraz z liniowym wzrostem wielkości łożyska siła potrzebna do montażu wzrasta do kwadratu przy stałym nacisku na powierzchnię. Większe łożyska należy więc montować na gorąco lub przy użyciu oleju pod ciśnieniem. Montaż na gorąco jest rozwiązaniem lepszym dla łożysk z walcowym otworem, metoda oleju pod ciśnieniem jest lepsza dla łożysk o stożkowym otworze. Obie metody można stosować dla obu rodzajów łożysk. Podgrzanie łożyska do temperatury 70 lub 80°C sprawia, że pierścienie rozszerzają się ułatwiając montaż. Wyższe temperatury (powyżej 100°C) obniżają twardość łożyska i jego wytrzymałość oraz mogą zmieniać jego wymiary (z wyjątkiem łożysk stabilizowanych wymiarowo do pracy w wysokich temperaturach). łożyska z blaszkami ochronnymi (-2Z, -ZR) oraz uszczelnione (-2RS, -2RSR) można podgrzewać najwyżej do temperatury 80°C, aczkolwiek nie w wannie olejowej.

### 5.2.7.1 Podgrzewanie w wannie olejowej

Olej transformatorowy jest najlepszy do podgrzewania łożysk. łożyska kładzie się na siatce drucianej lub wieszaku (patrz Rysunek 42) nad tą siatką, którą umieszcza się nad dnem zbiornika grzewczego, by ochronić łożyska przed bezpośrednim kontaktem z dnem grzewczym i uniknąć przegrzania łożysk. Temperatura oleju waha się między 70 a 80°C i musi być kontrolowana, a w razie potrzeby dostosowywana. Obroty śrubowe wykonywane elementem montowanym na czopie ułatwiają montaż łożyska. Po ochłodzeniu pierścień zostaje osadzony przez tuleję montażową na czole łożyska na całym obwodzie obrzeża.

Rysunek 42



### 5.2.7.2 Podgrzewanie na płycie grzewczej oraz w nagrzewnicy skrzynkowej

łożyska o otworze mniejszym niż 100 mm podgrzewa się używając elektrycznych płyt grzewczych z regulacją temperatury. Płyty ze spiralnym elementem grzewczym z regulacją temperatury z dokładnością  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  nadają się do podgrzewania większych łożysk, o średnicy otworu od 100 do 300 mm. Elektryczne nagrzewnice skrzynkowe z wbudowanym termostatem regulowanym i wyposażeniem ochronnym zapobiegającym przegrzaniu łożysk nadają się do podgrzewania większej ilości małych i średnich łożysk.

### 5.2.7.3 Podgrzewanie gorącym powietrzem

Podgrzewanie łożysk gorącym powietrzem jest niezawodną i czystą metodą. Temperaturę reguluje termostat. Metoda ta również chroni łożyska przed zanieczyszczeniami. Wadą metody jest stosunkowo długi czas nagrzewania, więc do seryjnego montażu należy użyć stosunkowo dużych nagrzewnic.

### 5.2.7.4 Podgrzewanie indukcyjne

Urządzenia do podgrzewania indukcyjnego są odpowiednie do szybkiego, niezawodnego i czystego montażu na gorąco, nawet przy montażu małej ilości łożysk. Urządzenia do podgrzewania indukcyjnego dają możliwość podgrzania pierścieni wewnętrznych łożysk walcowych i igiełkowych o średnicy otworu od 100 mm. Urządzenia te są oszczędne w przypadku seryjnego montażu dużych ilości pierścieni wewnętrznych łożysk walcowych, na przykład łożysk tylnych osi pojazdów gąsienicowych oraz w urządzeniach zakładów hutniczych czy walcowni.

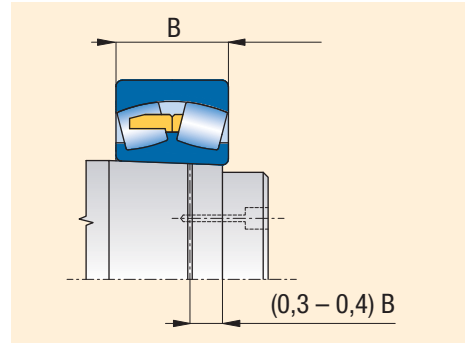
### 5.2.8 Montaż łożysk przy użyciu oleju pod ciśnieniem

Rysunek 43

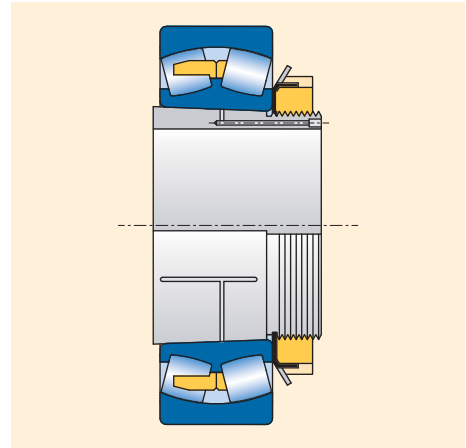
Podczas montażu przy użyciu metody oleju pod ciśnieniem pomiędzy powierzchnie styczne wprowadzany jest olej pod ciśnieniem około 12,5 do 75 MPa. Warstwa oleju oddziela wewnętrzny pierścień łożyska od czopu tak, że mogą one przesuwają się względem siebie przy użyciu minimalnej siły bez ryzyka uszkodzenia powierzchni. Do montażu przy użyciu oleju pod ciśnieniem należy stosować czysty olej mineralny. W większości przypadków odpowiedni jest lekki olej mineralny o lepkości od 45 do 68 mm<sup>2</sup>s<sup>-1</sup> w temperaturze 40°C. Lepiej jest używać oleju o mniejszej lepkości, który łatwiej wycieka pomiędzy powierzchnie styčných po montażu. Do włączania oleju pomiędzy powierzchnie styczne pierścienia i czopu służą rowki w wale, kanały olejowe, połączenia wtryskiwacza oleju i końcówka pompy oleju (patrz Rysunek 43).

Dla dużych łożysk osadzanych na wale przy użyciu tulei wciąganych lub wciskanych używa się pojemników oleju pod ciśnieniem z rowkami. Tuleje wciągane mają rowki na powierzchni i w otworze. Tuleje wciskane (patrz Rysunek 44) mają rowki na powierzchni i wlew oleju z boku gwintu lub z boku czopu stożkowego.

Do rozprowadzania oleju pod ciśnieniem na małych i średnich łożyskach odpowiedni jest wtryskiwacz oleju o pojemności 10 do 25 cm<sup>3</sup>, w zależności od wielkości, który może osiągnąć ciśnienie do 250 MPa. Gdy trzeba rozprowadzić większą ilość oleju w średnich i dużych łożyskach, lepsza jest pompa oleju.



Rysunek 44

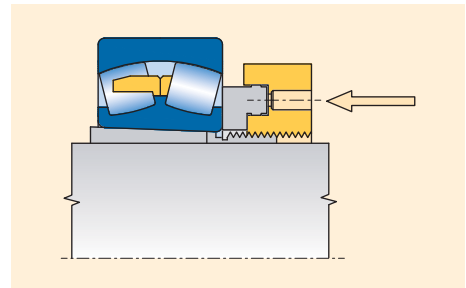


#### 5.2.8.1 Montaż łożysk z otworem stożkowym

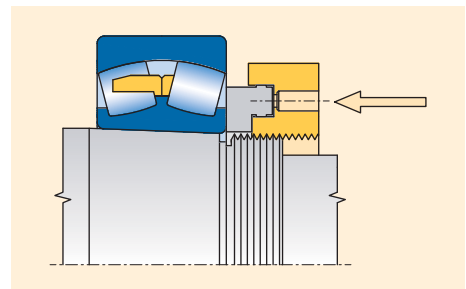
Dopasowanie wewnętrznego pierścienia łożyska z otworem stożkowym można osiągnąć poprzez wciskanie go na wał, podczas gdy pierścień wewnętrzny rozszerza się powodując redukcję luzu promieniowego łożyska. Zmniejszenie oryginalnego luzu stanowi miarę odpowiedniego dopasowania na czopie stożkowym. Różnica pomiędzy luzem promieniowym przed i po montażu stanowi redukcję luzu promieniowego. Rzeczywisty luz promieniowy należy więc określić mierząc go przed montażem. Po wciśnięciu łożyska na czop stożkowy mierzy się luz do momentu otrzymania koniecznej redukcji, osiągając w ten sposób wymagane dopasowanie.

Do wciskania używa się nakrętek ustalających, uchwytów gwintowanych oraz nakrętek hydraulicznych (patrz Rysunki 45 – 47). Zależnie od wielkości hydrauliczne tuleje wciągane i wciskane mają połączenia do wtrysku oleju pod ciśnieniem. Pompę perystaltyczną wysokociśnieniową podłącza się do tulei za pomocą śrub, redukcji i rury stalowej. Olej wtryskuje się pomiędzy powierzchnie styčné podczas montażu. Odpowiednią siłę montażu osiowego uzyskuje się za pomocą 6 lub 8 uchwytów gwintowanych nakrętki wciskanej na wał (patrz Rysunek 48) lub tulei wciąganej (patrz Rysunek 49).

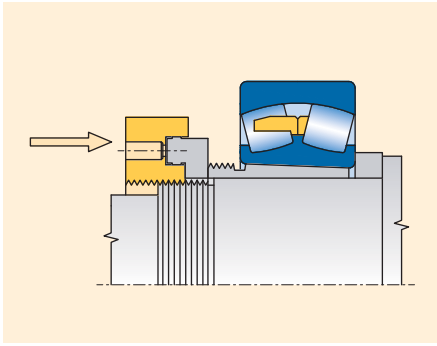
Rysunek 45



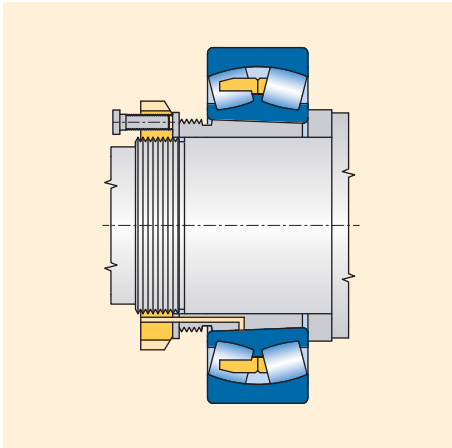
Rysunek 46



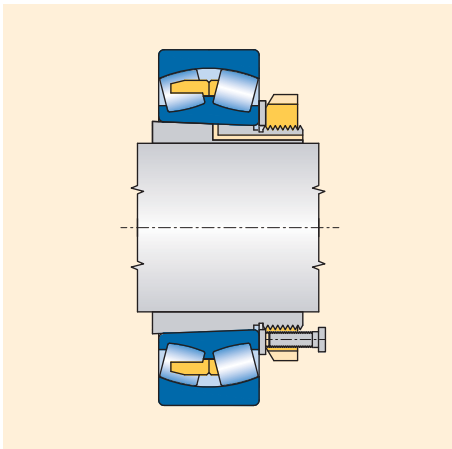
Rysunek 47



Rysunek 48



Rysunek 49



Podkład montażowy zapobiega uszkodzeniu tulei wciskanej lub łożyska uchwytami gwintowanymi. Podajnik oleju przechodzi przez nakrętkę nasadzoną na wał po wciśnięciu tulei wciskanej. Przesunięcie osiowe łożyska lub tulei wciskanej określa się zgodnie z wymaganą redukcją luzu promieniowego. Podczas pomiaru luzu promieniowego łożysko nie może być poddawane naciskowi oleju pod ciśnieniem.

Podczas montażu przy użyciu oleju pod ciśnieniem należy poddać łożysko zaciskowi wstępnemu nakrętki i uchwytów, zależnie od wymiarów łożyska, na 15 do 30 minut po uzyskaniu określonego zmniejszenia luzu promieniowego i zwolnieniu zacisku w celu umożliwienia wypływu oleju z powierzchni stożkowych.

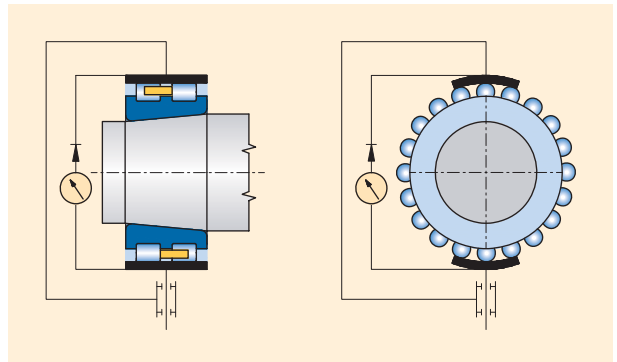
### 5.2.9 Montaż łożysk walcowych dwurzędowych z otworem stożkowym

Łożyska serii NN 30 K i NNU 49 K wymagają specjalnej procedury montażu. Luz promieniowy lub zacisk wstępny określa się pomiarem bieżni lub pierścienia otaczającego wałeczki za pomocą specjalnego miernika.

Wyboru przyrządu mierniczego dokonuje się zgodnie z projektem łożyska i rozłącznością pierścieni. W łożyskach walcowych różnica w średnicach bieżni pierścienia zewnętrznego i pierścienia otaczającego wałeczki reprezentuje określony luz promieniowy lub zacisk wstępny. Rysunek 50 pokazuje zasadę działania przyrządu mierniczego dla łożysk serii NN 30 K.

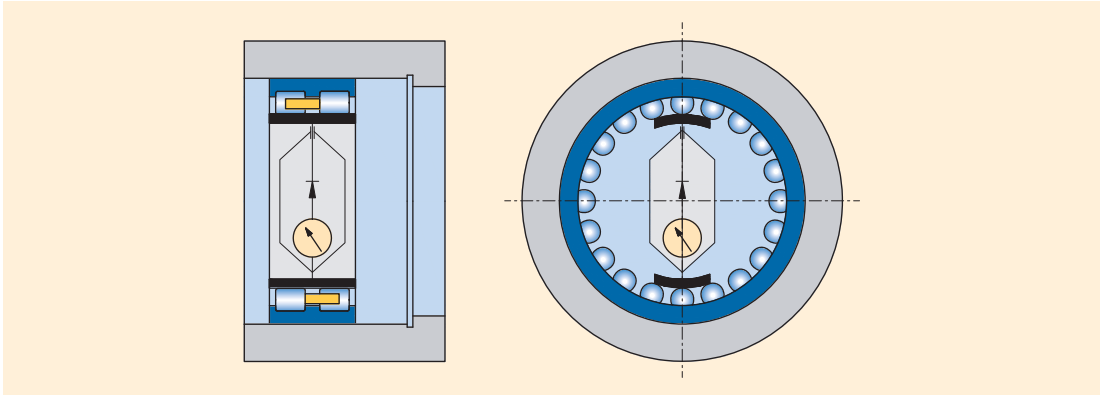
Średnica bieżni zamontowanego pierścienia zewnętrznego mierzona jest przyrządem mierniczym podczas montażu. Ten wymiar średnicy nakłada się na przyrząd mierniczny do pomiaru pierścienia otaczającego wałeczki a następnie mierzy się pierścień wewnętrzny z wałeczkami. Pierścień wewnętrzny wbija się na jego czop stożkowy do momentu, gdy mikromiernik pokaże określoną wartość luzu lub zacisku wstępnego.

Rysunek 50



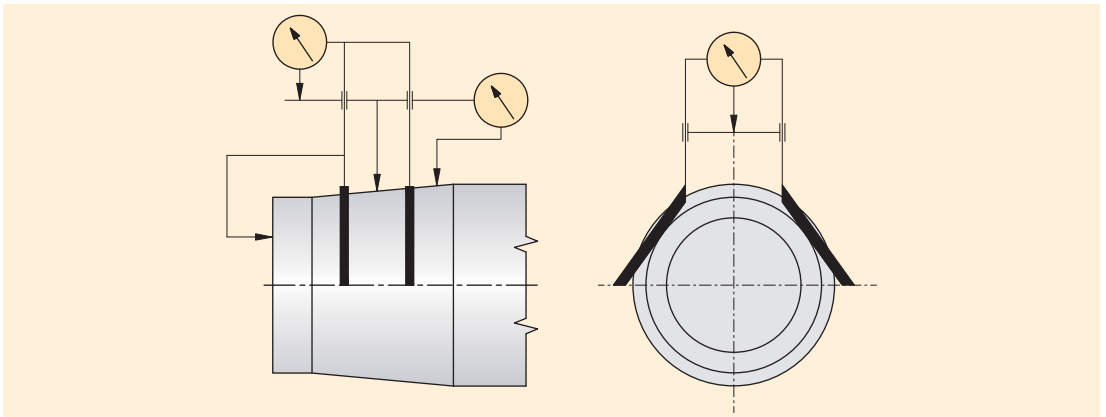
Luz promieniowy lub zacisk wstępny łożyska walcowego serii NNU 49 K to różnica pomiędzy średnicami pierścienia otaczającego wałeczki i bieżni pierścienia wewnętrznego. Rysunek 51 pokazuje zasadę pomiaru pierścienia otaczającego wałeczki odpowiednią dla łożysk serii NNU 49 K. Przyrząd mierniczy przykładą się do zamontowanego pierścienia zewnętrznego z wałeczkami i ustala się średnicę pierścienia otaczającego wałeczki. Średnicę pierścienia otaczającego przykładą się do pierścienia wewnętrznego przy użyciu przyrządu mierniczego. Określony luz lub zacisk wstępny osiąga się poprzez wciśnięcie pierścienia wewnętrznego na czop stożkowy. Średnice bieżni mierzone są zwyczajnymi przyrządami z dokładnością 0,001 mm.

Rysunek 51



Przed montażem należy sprawdzić czop stożkowy specjalnym przyrządem pomiarowym (patrz Rysunek 52). Suwak opiera się o czop stożkowy czterema hartowanymi, szlifowanymi i docieranymi prętami, tworząc kąt  $90^\circ$ . Przyrząd pomiarowy nastawia się dokładnie pod względem osiowym za pomocą zaczepu z przodu lub z tyłu suwaka. Pomiędzy prętami przesuwają się elementy miernicze, który kieruje się na łożyska walcowe z zaciskiem wstępnym. Na korpusie przyrządu, na przesuwnym elemencie mierniczym znajduje się mikrokator określający zmiany średnicy czopu stożkowego. Dokładność pomiaru wynosi  $1 \mu\text{m}$ .

Rysunek 52

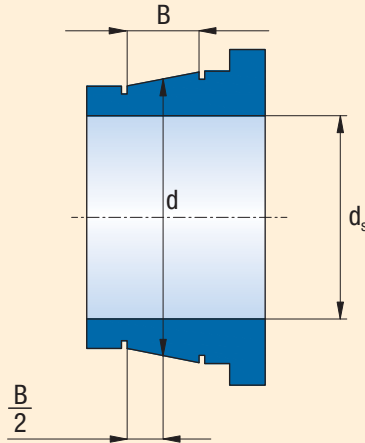


Jeśli niedostępny jest taki przyrząd pomiarowy, luz promieniowy czy zacisk wstępny można ustawić za pomocą przesunięcia promieniowego łożyska na czopie stożkowym. Zaleca się wcisnąć pierścień wewnętrzny na czop stożkowy tak, by w łożysku został jedynie niewielki mierzalny luz (Tab. 40).

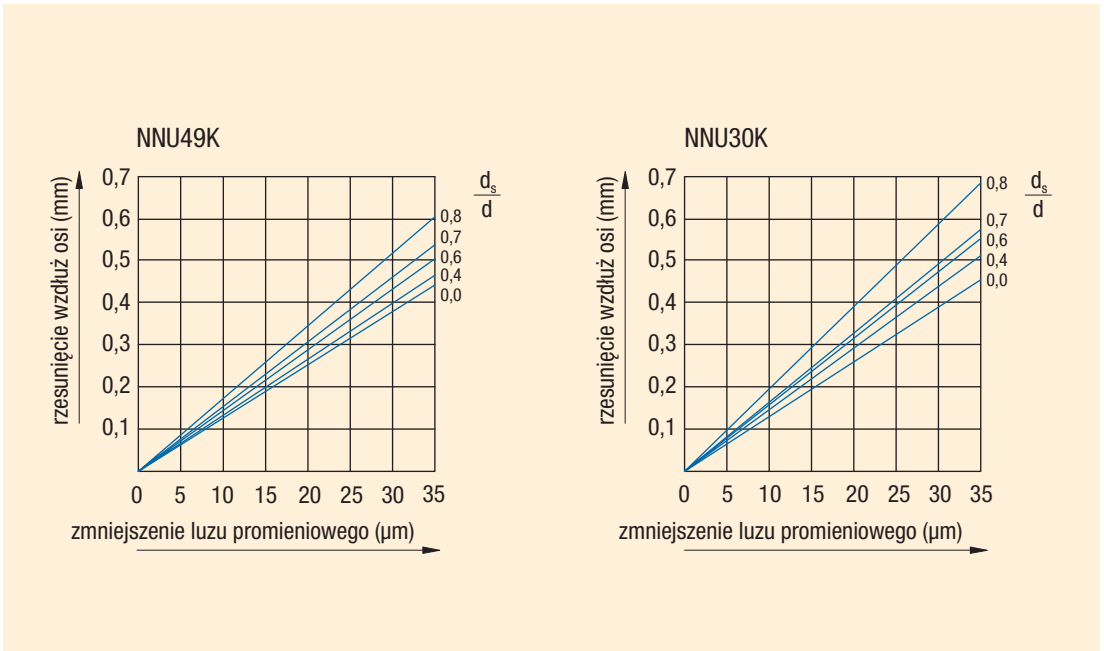
Tab. 40

Otwór łożyska	od (mm)	0	80	180	280	400
	do (mm)	80	180	280	400	500
Luz promieniowy	( $\mu\text{m}$ )	10	10	15	20	25

Ten zmierzony luz promieniowy określa wielkość przesunięcia osiowego na wykresie na Rysunku 53.



Rysunek 53



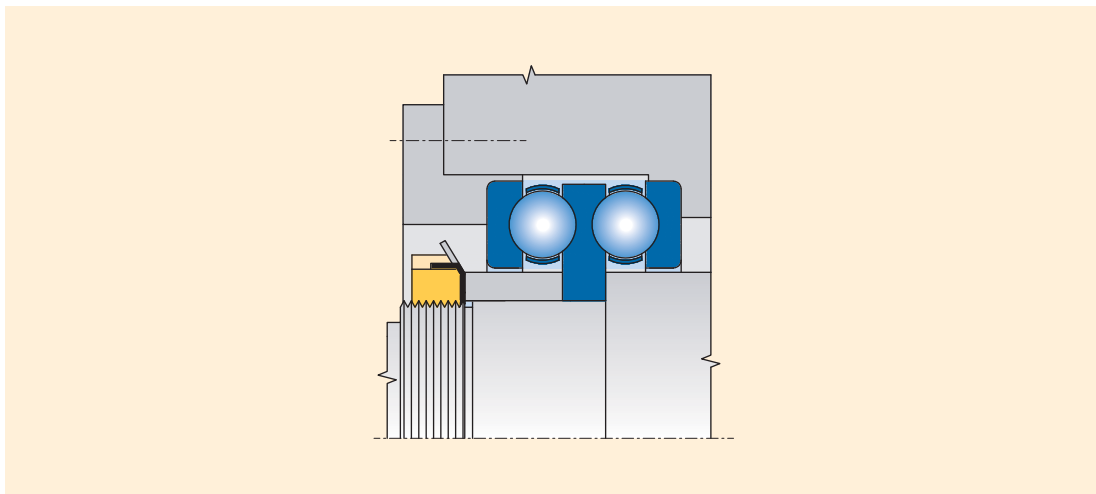
Zaleca się sprawdzanie temperatury układu podczas montażu łożysk z zaciskiem wstępnym. Wskazany jest wybór sposobu montażu dla każdego przypadku indywidualnie w zależności od projektu układu, rozmiaru i typu łożyska.

Dokładność ustawienia luzu czy zacisku wstępnego łożyska jest kontrolowana przez obserwację temperatury łożyska podczas testowania przy zastosowaniu wrzecion obracających się z wysoką prędkością. Test trwa do momentu, aż temperatura łożyska się ustabilizuje. Czas testu wynosi od ½ do 3 godzin w zależności od rozmiaru maszyny. Stała temperatura od 50 do 60°C stanowi dopuszczalną wartość oznaczającą odpowiednio ustawiony luz lub zacisk wstępny.

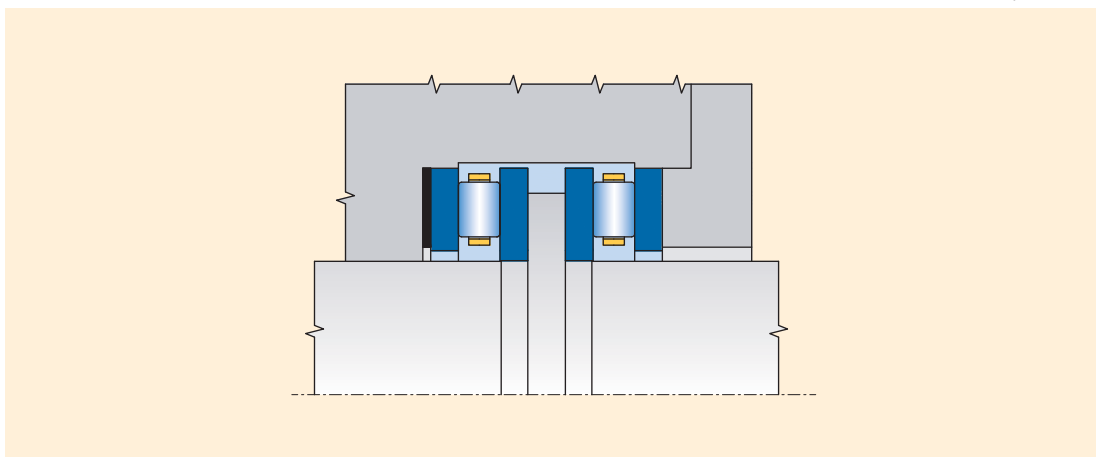
## 5.2.10 Montaż łożysk kulkowych wzdłużnych

Podkładki wału łożysk kulkowych wzdłużnych są zazwyczaj dopasowane suwliwie, natomiast podkładki oprawy są zawsze dopasowane z luzem. W łożyskach wzdłużnych dwukierunkowych podkładka wału musi być zaciśnięta osiowo (patrz Rysunek 54 i 55). Ustawienie zacisku wstępnego jest takie samo jak w przypadku łożysk stożkowych. Łożyska kulkowe wzdłużne przenoszące duże prędkości obrotowe muszą być stale poddane zaciskowi wstępnemu, by elementy toczne były ruchome. Zacisk wstępny osiąga się przy pomocy nakrętki (Rysunek 54) lub wykalibrowanej podkładki (patrz Rysunek 55), ewentualnie przy pomocy sprężyn.

Rysunek 54



Rysunek 55



## 5.2.11 Montaż łożysk kulkowych jednorzędowych z powierzchnią kulkową i szerszym pierścieniem wewnętrznym (wkłady łożyskowe)

Przed montażem należy sprawdzić czy wał został wyprodukowany z wymaganymi wartościami tolerancji. W przypadku, gdy zespoły opraw nie zostały dostarczone jako zespoły łożysk, czyli bez osadzonych łożysk, łożyska należy zamontować w oprawach. Podczas montażu należy utrzymywać pozycję otworu i rowka do smarowania. W ten sposób cały zespół jest gotowy do montażu na wale. Łożyska umocowuje się na wale dopiero po przymocowaniu zespołu oprawy na powierzchni podtrzymującej.

## 5.3 DEMONTAŻ ŁOŻYSK TOCZNYCH

### 5.3.1 Wybór metody demontażu

Łożyskowanie	Metoda demontażu	Sprzęt do demontażu
<b>Czop walcowy</b>		
Małe łożysko	mechaniczna	ściągacze
Średnie łożysko	mechaniczna hydrauliczna cieplna	ściągacze sprzęt hydrauliczny sprzęt indukcyjny pierścień grzewczy
Duże łożysko	hydrauliczna cieplna	sprzęt hydrauliczny sprzęt indukcyjny pierścień grzewczy
<b>Czop stożkowy</b>		
Małe łożysko	mechaniczna hydrauliczna	ściągacze sprzęt hydrauliczny
Średnie łożysko	hydrauliczna	sprzęt hydrauliczny
Duże łożysko	hydrauliczna	sprzęt hydrauliczny
<b>Tuleja wciągana</b>		
Małe łożysko	mechaniczna hydrauliczna	drażek, młotek sprzęt hydrauliczny
Średnie łożysko	mechaniczna hydrauliczna	lom, młotek, prasa mechaniczna sprzęt hydrauliczny
Duże łożysko	hydrauliczna	sprzęt hydrauliczny
<b>Tuleja wciskana</b>		
Małe łożysko	mechaniczna hydrauliczna	tuleja wciskana sprzęt hydrauliczny
Średnie łożysko	mechaniczna hydrauliczna	tuleja wciskana sprzęt hydrauliczny
Duże łożysko	hydrauliczna	sprzęt hydrauliczny

Małe łożysko: średnica otworu < 75 mm

Średnie łożysko: średnica otworu 75 do 200 mm

Duże łożysko: średnica otworu > 200 mm

### 5.3.2 Metody mechaniczne

#### 5.3.2.1 Demontaż łożysk o otworze walcowym

Aby zachować możliwość ponownego użycia elementów składowych łożysk i zespołów opraw, należy demontować je przy użyciu odpowiedniego sprzętu w miejscu suchym i wolnym od kurzu, by ich nie uszkodzić. Osprzęt demontażowy należy osadzać jedynie na pierścieniu, który jest demontowany. Siły potrzebnej przy demontażu nie należy przenosić na elementy toczne, inaczej powierzchnie pracy łożyska mogłyby zostać uszkodzone. W łożyskach nierozłącznych najpierw demontuje się pierścień dopasowany suwliwie (patrz Rysunek 56).

Do ściągnięcia pierścienia jest potrzebna relatywnie większa siła niż do wprasowania tego pierścienia. W łożyskach rozłącznych pierścienie można demontować osobno (patrz Rysunek 57).

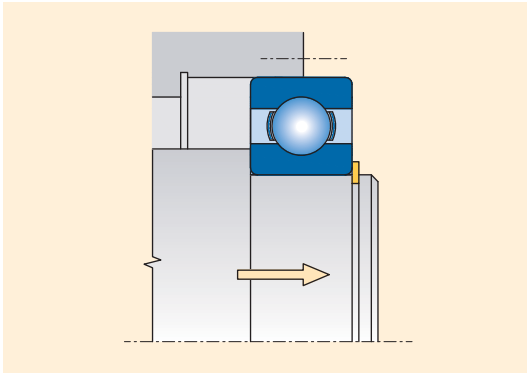


Siły, z jaką na pierścien dopasowany przesuwem działają ściągnące mechaniczne (patrz Rysunek 58) czy prasy hydrauliczne bezpośrednio lub przez element pomocniczy, np. pierścien labiryntowy, używa się zazwyczaj do demontażu małych łożysk.

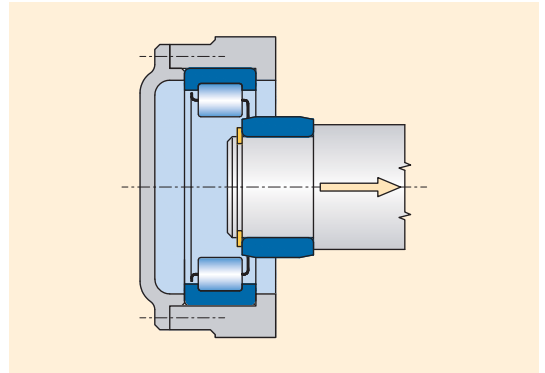
Demontaż łożysk jest łatwiejszy, gdy konstrukcja sprzętu przewiduje gwintowany otwór do demontażowych uchwytów gwintowanych lub rowki dla ściągnacza, który można przymocować bezpośrednio do pierścienia łożyska (patrz Rysunki 60, 61).

Łożyska kulkowe jednorzędowe, łożyska stożkowe i walcowe można demontować za pomocą specjalnych ściągnaczy zaciskowych, jeśli ich pierścien wewnętrzny jest osadzony w pełni na wale bez rowków dla ściągnacza. Przy pomocy tego ściągnacza można również zdejmować z czopu łożyska, które nie zostały wbudowane do oprawy.

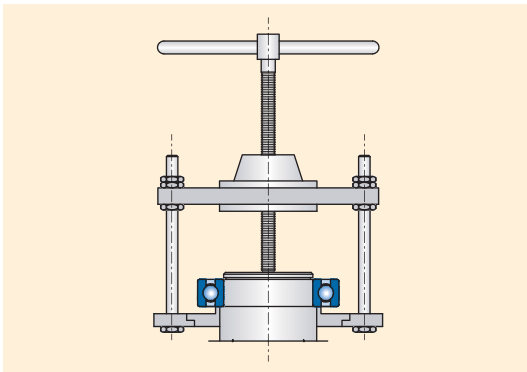
Rysunek 56



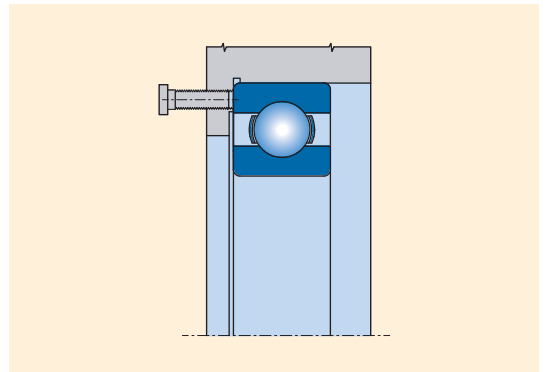
Rysunek 57



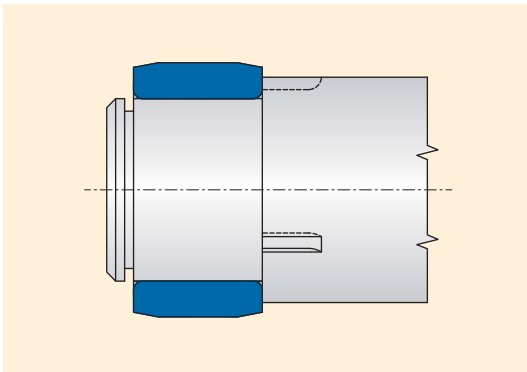
Rysunek 58



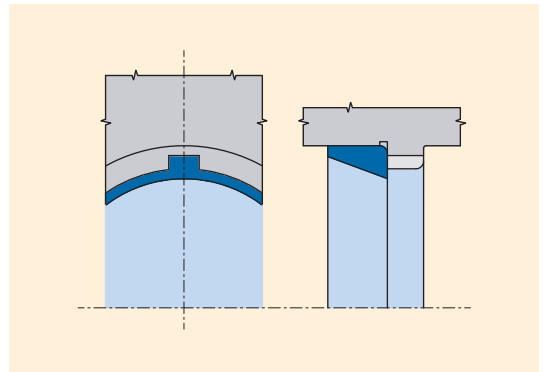
Rysunek 59



Rysunek 60



Rysunek 61

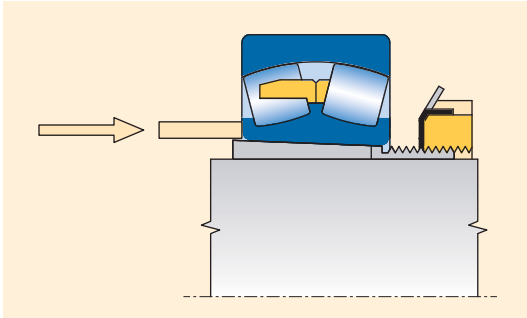


### 5.3.2 Demontaż łożysk o otworze stożkowym

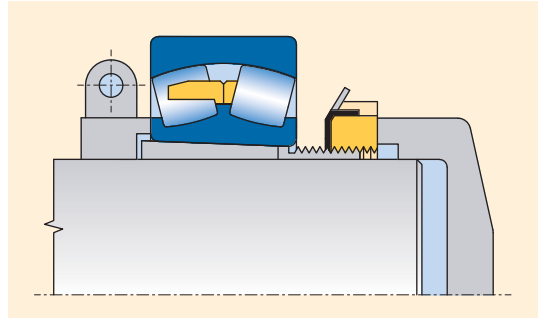
Podczas demontażu łożysk osadzonych bezpośrednio na stożkowym czopie lub tulei wciąganej, najpierw należy częściowo poluzować nakrętkę. Pierścień wewnętrzny zwalnia się ze stożkowych powierzchni podtrzymujących czop lub tuleję wciąganą za pomocą lekkich uderzeń młotka. Do zwolnienia pierścienia wewnętrznego używa się drażka z miękkiego metalu (patrz Rysunek 62). Jeśli do demontażu używana jest prasa, osprzęt opiera się na nakrętce (patrz Rysunek 63) lub bezpośrednio na tulei wciąganej. Łożyska montowane na czopie przy użyciu tulei wciąganej demontuje się za pomocą nakrętki tulei (patrz Rysunek 64).

Nakrętkę z uchwytyami gwintowanymi używa się przy bardziej skomplikowanym demontażu i demontażu większych łożysk. (patrz Rysunek 65). Pomiedzy uchwyty gwintowane a przednią część pierścienia wewnętrznego wkładana jest podkładka. Łatwiejszy jest demontaż tulei wciskanych za pomocą nakrętek hydraulicznych (patrz Rysunek 66). Do otworu tulei wciskanej wystającej ponad koniec wału wkładany jest grubościenny pierścień.

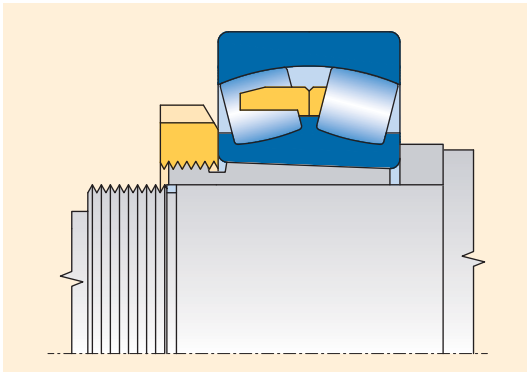
Rysunek 62



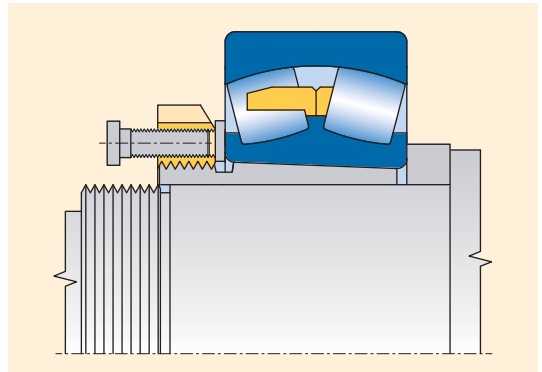
Rysunek 63



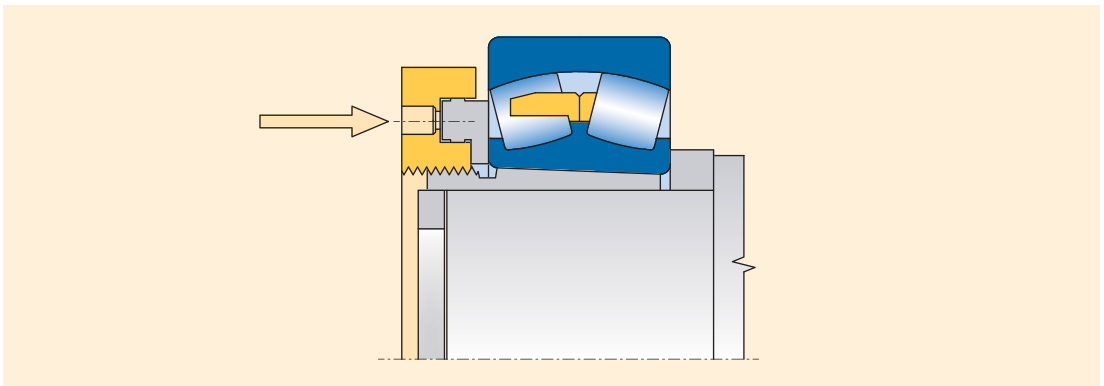
Rysunek 64



Rysunek 65



Rysunek 66



### 5.3.3 Demontaż łożysk metodami cieplnymi

#### 5.3.3.1 Pierścień grzewczy

Pierścień grzewczy (patrz Rysunek 67) nadaje się do demontażu pierścieni wewnętrznych łożysk walcowych. Pierścień wykonany jest ze stopu aluminium i ma promieniste nacięcia. Pierścień obsługuje się za pomocą uchwytów zaizolowanych cieplnie. Pierścień ma taką samą szerokość, co łożysko a jego otwór ma taką samą średnicę, co bieżnia wewnętrznego pierścienia łożyska. Pierścień podgrzewa się do 200 lub 300°C na elektrycznej płycie grzejnej i nakłada na zdejmowany pierścień wewnętrzny pokryty gęstym olejem odpornym na utlenianie a następnie zaciska oba zaczepami. Ciepło przenika z pierścienia grzewczego do pierścienia wewnętrznego dość szybko. Gdy zwolniony zostanie element obudowy wału, pierścień jest zdejmowany wraz z pierścieniem grzewczym. Pierścień grzewczy nadaje się do demontażu średnich łożysk. Dla każdego rozmiaru łożyska należy dobrać odpowiedni pierścień grzewczy.

#### 5.3.3.2 Indukcyjny sprzęt do demontażu

Indukcyjnego sprzętu do demontażu używa się głównie do demontażu pierścieni wewnętrznych z łożysk walcowych i igiełkowych o średnicy otworu od 100 mm, które są nasuwane na wał. Proces podgrzewania jest tak szybki, że bardzo niewiele ciepła przenika do wału a pierścienie są łatwo zwalniane. Pierścienie podgrzewa się do temperatury 80 do 100°C.

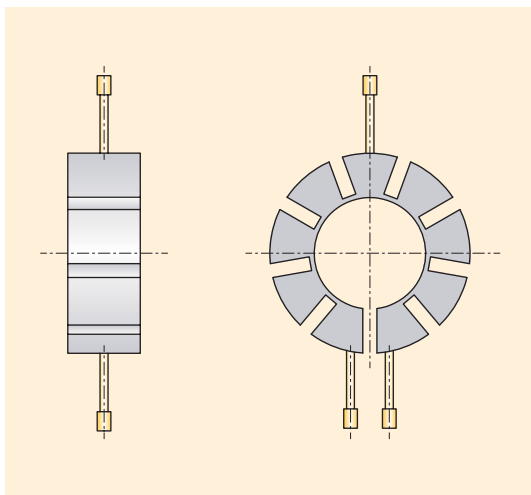
#### 5.3.3.3 Okrągły palnik

W przypadku braku żeber i kanałów do hydraulicznego montażu na wale pierścienie wewnętrzne większych łożysk rozłącznych można podgrzewać na ogniu. W takich przypadkach odpowiedni okazał się okrągły palnik. Odległość pomiędzy dyszami i powierzchnią pierścienia powinna wynosić 40 do 50 mm. W zwykłych palnikach gazowych dysze gazowe mają średnicę 2 mm i rozmieszczone są naprzemiennie co 18 do 24 mm. Podczas podgrzewania palnik musi być wyrównany do pierścienia łożyska i przesuwany powoli i równo wzdłuż osi po powierzchni pierścienia łożyska.

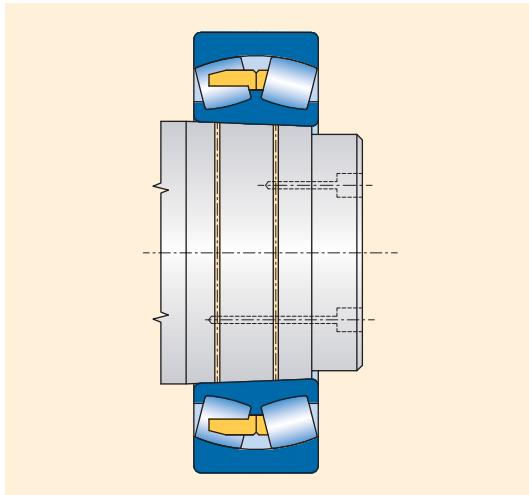
#### 5.3.4 Demontaż łożysk metodą hydrauliczną

Metoda hydrauliczna polega na wtryskiwaniu oleju pomiędzy powierzchnie stykne. Warstwa oleju przerywa kontakt pomiędzy elementami, które można wtedy ruszyć bez użycia większej siły i bez zagrożenia uszkodzenia powierzchni. Metoda hydrauliczna jest odpowiednia zarówno do demontażu połączeń stożkowych, jak walcowych, w obu przypadkach czop musi być wyposażony w kanały olejowe i podłączenie wtryskiwacza oleju (patrz Rysunek 68). Większe tuleje wciskane i wciągane wytwarzane są z rowkami i kanałami olejowymi do wtryskiwania. Do demontażu można użyć oleju o lepkości około  $45 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1}$  w temperaturze 40°C. Gdy powierzchnie stykne są uszkodzone, używa się oleju transmisyjnego o lepkości około  $300 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1}$  w temperaturze 40°C.

Rysunek 67



Rysunek 68

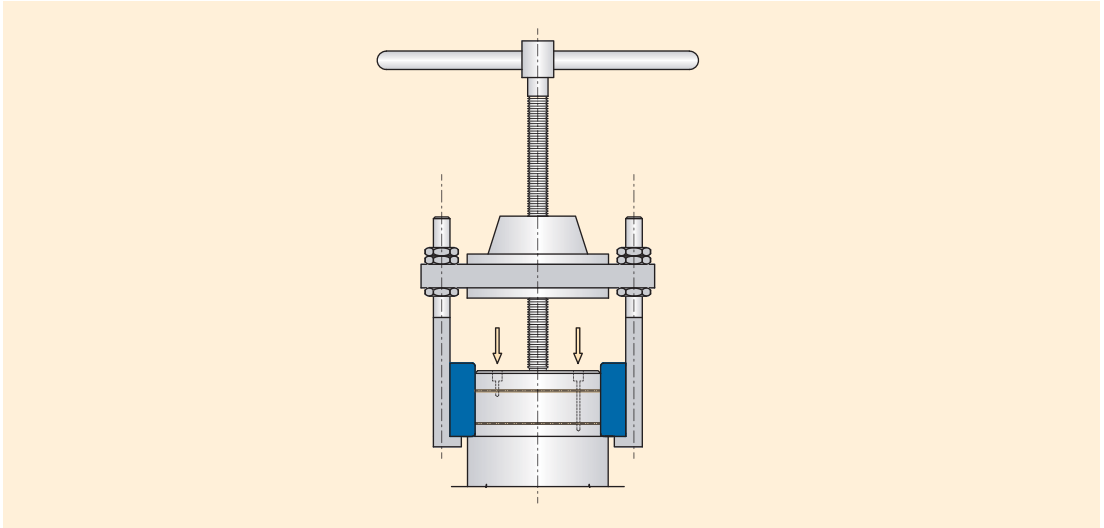


### 5.3.4.1 Demontaż łożysk o otworze walcowym

Przy demontażu łożysk z otworem walcowym korzysta się zazwyczaj z metody hydraulicznej. Do demontażu używa się osprzętu demontażowego (patrz Rysunek 69).

Po włożeniu osprzętu do obu kanałów olejowych wtryskuje się olej dwiema pompami. Gdy olej przeniknie pomiędzy elementy i pierścienie zostają zwolnione, usuwa się pierścienie przy użyciu osprzętu w taki sposób, by pokrywał on równo rowki z obu stron części frontowej. W tej pozycji wtrysk oleju zostaje przerwany. Do tulei wciskanej wkłada się sprężynę i poddaje ją zaciskowi wstępnemu. Ściśnięcie sprężyny musi być większe niż długość na której pierścienie osadzone jest na wale. Zacisk wstępny sprężyny powinien wynosić około  $P = 20d$  (N). Pierścienie wewnętrzny zostaje usunięty siłą sprężyny po wtrysnięciu oleju w kanał przedni. Jeśli w czopie nie ma rowków lub kanałów olejowych, olej można wtryskiwać pomiędzy powierzchnie styczne od frontu pierścienia wewnętrznego.

Rysunek 69



Szczelny pierścień wymuszający wpłynięcie oleju pomiędzy powierzchnie styčne należy wcisnąć od strony frontowej zaciśniętego łożyska. Olej jest wtryskiwany pomiędzy powierzchnie styčne aż do zakończenia procesu demontażu poprzez przyłączenie specjalnej tulei do frontu czopu. Jeśli nie można użyć tej tulei, należy zastosować olej o lepkości około  $\text{mm}^2\text{s}^{-1}$  w temperaturze  $40^\circ\text{C}$ . Olej tworzy warstwę między powierzchniami styčnymi, która utrzymuje się od 4 do 7 minut. Tyle czasu wystarcza na demontaż łożyska. Tuleje wciskane są stosunkowo drogie i używa się ich do demontażu łożysk wyższej jakości (np. demontażu łożysk osiowych). Podgrzewanie indukcyjne jest metodą bardziej odpowiednią do demontażu łożysk głównie przy regularnej konserwacji.

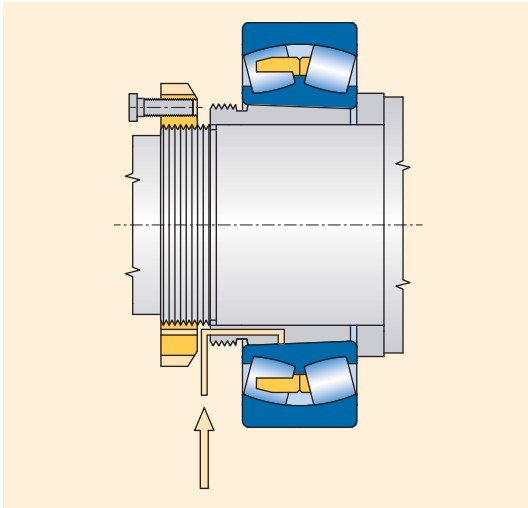
### 5.3.4.2 Demontaż łożysk o otworze stożkowym

Podczas demontażu łożysk osadzonych bezpośrednio na czopie stożkowym lub tulei wciskanej lub wciąganej wystarczy wtrysnąć olej pomiędzy powierzchnie styčne. Należy zwrócić szczególną uwagę, ponieważ styk zostaje natychmiast przerwany. Ze względu na ryzyko urazu, łożysko oraz tuleję należy zabezpieczyć podczas demontażu przed zeskoczeniem za pomocą nakrętki na wale (patrz Rysunek 70) lub nakrętki na tulei (patrz Rysunek 71), ewentualnie za pomocą mechanizmu zapadkowego (patrz Rysunek 72).

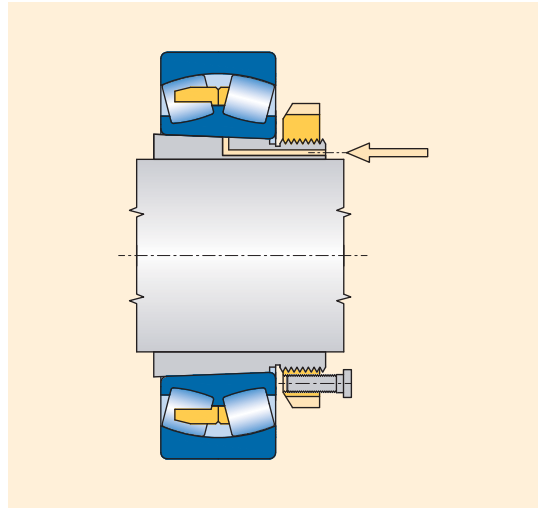
Skomplikowany proces zdejmowania tulei wciąganej można ułatwić dzięki zamontowanej na niej nakrętce tulei. Jeśli nakrętka ta wyposażona jest w uchwyty gwintowane (patrz Rysunek 73), należy pod nie wsunąć podkładkę, by zabezpieczyć żebro pierścienia przed działaniem bezpośredniego nacisku.

Jeśli łożysko jest osadzone na pierścieniu osadczym, tuleję wciąganą można zwolnić za pomocą nakrętki hydraulicznej. Nakrętka hydrauliczna musi być osadzona na płycie końcowej (patrz Rysunek 74).

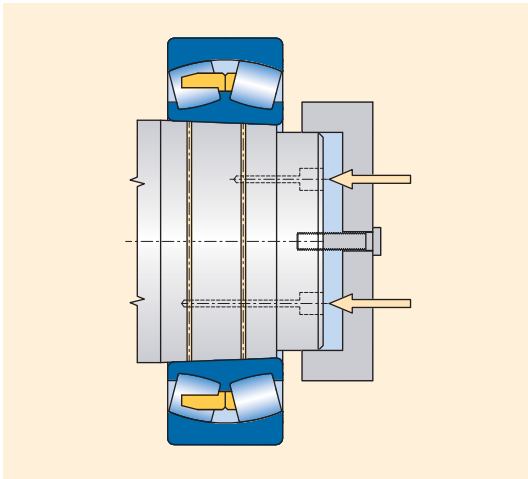
Rysunek 70



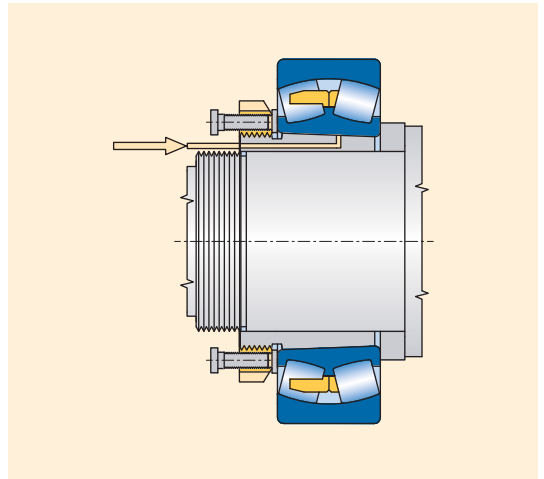
Rysunek 71



Rysunek 72



Rysunek 73



Rysunek 74

