

Zastosowanie łożysk

Łożyska toczne są bardzo dokładnymi częściami maszyn i należy się nimi posługiwać w odpowiedni sposób, aby nie straciły swojej dokładności obrotu i niezawodności.

Szczególnie ważna jest absolutna czystość oraz ochrona przed korozją i uderzeniami.

1. Przechowywanie łożysk

Łożyska toczne są na ogół u producenta zaopatrywane w środki antykorozyjne, starannie pakowane i wysyłane. Jeśli będą składowane w oryginalnym opakowaniu w temperaturze ok. 20°C w czystym otoczeniu i przy wilgotności powietrza poniżej 60%, to pozostaną przez wiele lat w pełni przydatne do użycia.

2. Zabudowa łożysk

2.1 Przygotowanie do zabudowy łożysk

Łożyska toczne powinny być montowane tylko w czystym, suchym otoczeniu. Łożyska małe i miniaturowe należy w miarę możliwości montować w pomieszczeniach czystych, ponieważ najmniejsze zanieczyszczenia mogą pogorszyć pracę łożyska.

Przed montażem należy wyczyścić wszystkie narzędzia, wały i oprawy oraz usunąć trociny i inne zanieczyszczenia z części przeznaczonych do zabudowy. Pasowania wałów i opraw, jakość powierzchni jak również inne cechy konstrukcyjne również należy sprawdzić pod kątem zgodności z nakazanymi tolerancjami.

Łożyska powinny być wyjęte z oryginalnego opakowania dopiero bezpośrednio przed montażem. Na ogół nie ma potrzeby wypłukiwania środka antykorozyjnego z łożysk. Tylko przy specjalnych syntetycznych środkach smarowych, które nie tolerują środków antykorozyjnych, należy wymyć łożyska odpowiednim środkiem czyszczącym, a następnie wysuszyć. Należy to również zrobić wtedy, gdy łożyska uległy zabrudzeniu wskutek nieodpowiedniego obchodzenia się. **Nie wolno myć łożysk dwustronnie zakrytych lub uszczelnionych.**

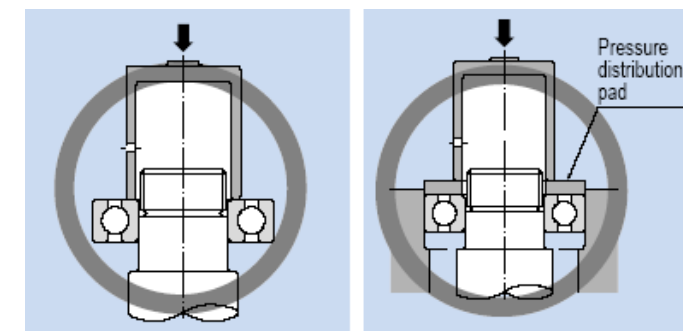
2.2 Montaż łożysk z otworem walcowym

Jeśli łożyska toczne montowane są z relatywnie niewielkim pasowaniem ciasnym, może to nastąpić bez nagrzewania łożyska przy pomocy tulei montażowych zgodnie z **Rys. 1.3**. Jeśli siła wcisku jest przyłożona w środku tulei, to rozkłada się ona równomiernie na cały obwód pierścienia wewnętrznego. Przy pomocy prasy mechanicznej lub hydraulicznej montaż ten jest bezpiecznie kontrolowany, może jednak również odbyć się poprzez uderzenia młotka w środek tulei montażowej.

Jeśli łożyska nierozłączne muszą być równocześnie montowane na wale i w oprawie, można użyć podkładki (**Rys. 1.4**), która przylega jednocześnie do pierścienia wewnętrznego i zewnętrznego.

Jeśli montowane są łożyska z dużym pasowaniem ciasnym lub duże łożyska, to potrzebne są duże siły, aby pokonać pasowanie ciasne między wałem a pierścieniem wewnętrznym. W takich przypadkach można podgrzać łożyska przed montażem. Konieczna różnica temperatur między łożyskiem a wałem zależy od wielkości zakrycia otworu łożyska.

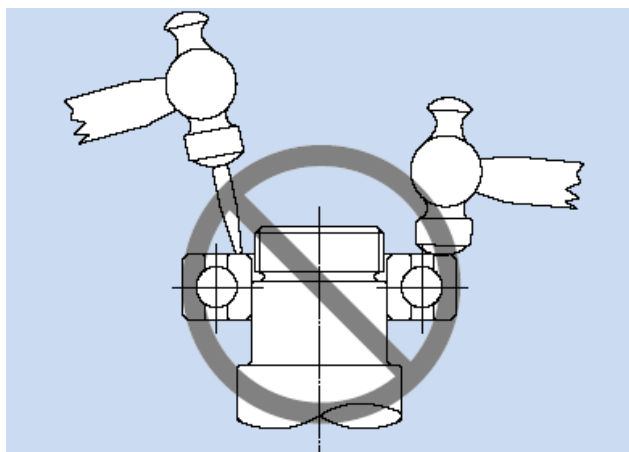
Z **Rys. 1.5** widać wydłużenie cieplne w zależności od otworu łożyska i różnicy temperatur między wałem a łożyskiem. **Łożyska toczne nie powinny być jednak w żadnym wypadku podgrzewane do temperatury wyższej niż 120°C.**



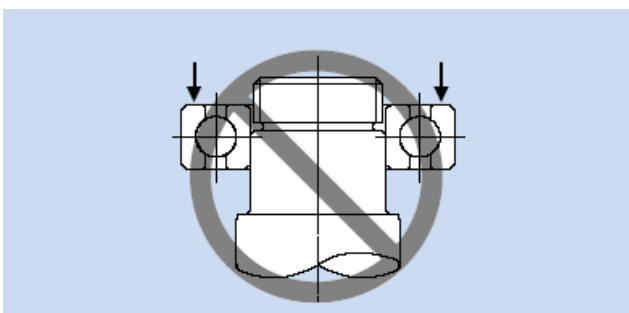
Rys. 1.3 Montaż łożyska na wale przy pomocy tulei montażowej.

Rys. 1.4 Równoczesny montaż łożyska na wale i w oprawie.

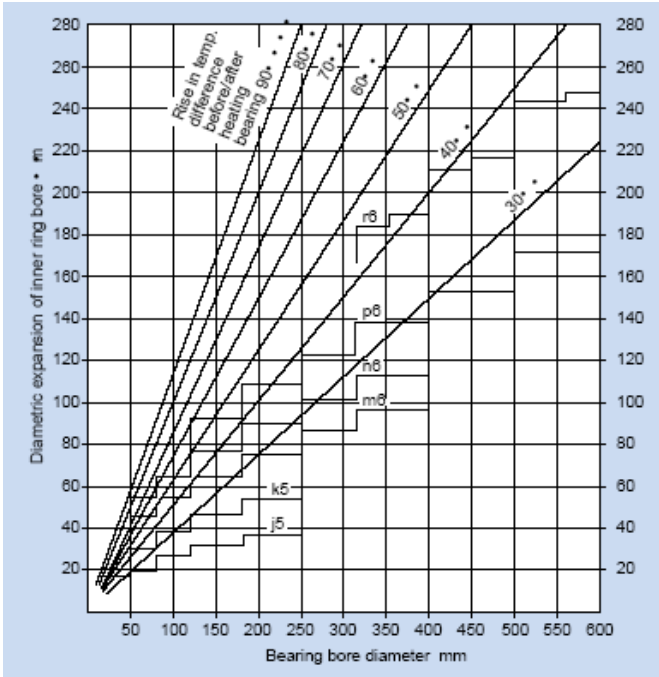
Przy zabudowie należy unikać bezpośredniego uderzenia młotkiem w pierścienie łożysk jak zostało pokazane na **Rys. 1.1**, ponieważ może to powodować uszkodzenie łożyska. **Siły montażowe powinny być równomiernie przyłożone zawsze na całym obwodzie pierścienia.** Przy równoczesnym wciskaniu obu pierścieni łożyska jak to przedstawiono na **Rys. 1.2**, nie wolno dopuścić do przenoszenia siły z jednego pierścienia przez elementy toczne na drugi pierścień, ponieważ elementy toczne mogą przy tym spowodować wgniecenia na bieżniach.



Rys. 1.1



Rys. 1.2



Rys. 1.5 Konieczna różnica temperatur do pokonania wciśnięcia przy pasowaniu.

Słowniczek do Rys. 1.5:

Diametric expansion of inner ring bore- Wydłużenie termiczne otworów pierścienia wewnętrznego
 Bearing bore diameter- Otwór łożyska
 Rise in temp. difference before/after heating bearing- Wzrost temperatury przed/ po podgrzewaniu.

Najczęściej stosowana metoda podgrzewania łożysk polega na zanurzeniu ich w gorącym oleju. Metoda ta nie może być jednak stosowana do nasmarowanych wstępnie łożysk z uszczelkami metalowymi, lub uszczelkami z tworzywa. Temperatura łożyska nie może przekroczyć 120°C, ponieważ w przeciwnym razie należy liczyć się z zmianami wymiarów spowodowanych zmianami struktury materiału. Z tego powodu łożyska nigdy nie powinny stykać się bezpośrednio z elementem grzejnym. Dlatego też na dnie zbiorników oleju powinna znajdować się krata.

Elektryczne przyrządy do podgrzewania lub szafy grzejne nadają się także do podgrzewania nasmarowanych łożysk z uszczelkami.

Pierścienie wewnętrzne łożysk walcowych wykonania NU, NJ lub NUP bez obrzeży lub tylko z jednym obrzeżem można również podgrzać przy pomocy indukcyjnego urządzenia montażowego zaopatrzonego w szpulę (**konieczność odmagnetyzowania**)

Po zabudowaniu podgrzanego łożyska należy pamiętać o tym, że powierzchnie czołowe łożysk mają kontakt z powierzchniami przylegania odsadzeń wałów i opraw także po ochłodzeniu.

Przy demontażu pierścienia wewnętrznego z zastosowaniem metody indukcyjnego ogrzewania (**Rys. 1.6.**) może być stosowany także ściągacz.

2.3 Montaż łożysk z otworem stożkowym

Mniejsze łożyska są osadzone na stożkowym czopie wału za pomocą nakrętek ustalających albo tulei wciskanych lub wciąganych. Nakrętki ustalające są dokręcane przy pomocy klucza hakowego uderzeniami młotka (**Rys 1.7**).

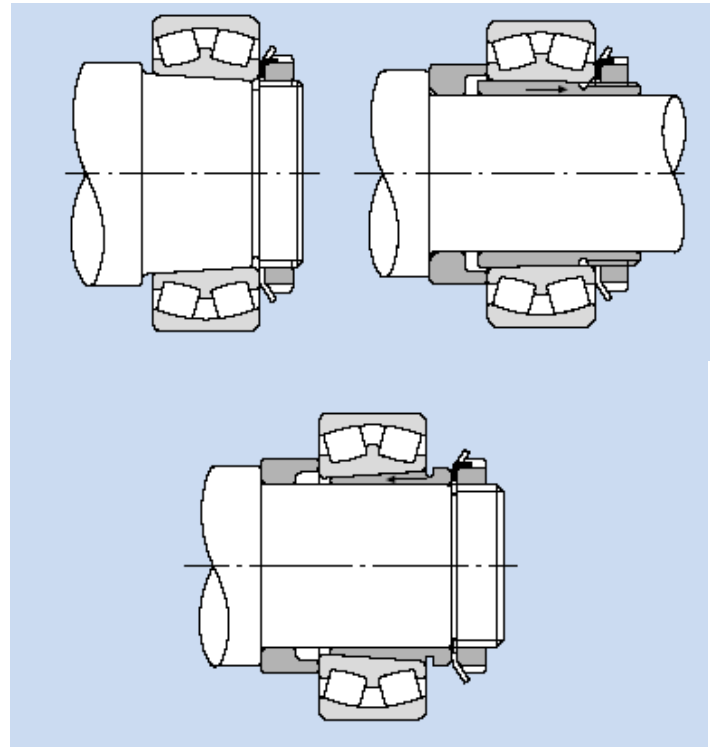
Ponieważ większe łożyska wymagają dużych sił przy montażu, stosowane są urządzenia hydrauliczne.

Na **Rys. 1.8** przedstawiono, w jaki sposób przy pomocy **Rys. 1.6 Elektryczne urządzenie indukcyjne do ściągania pierścieni**

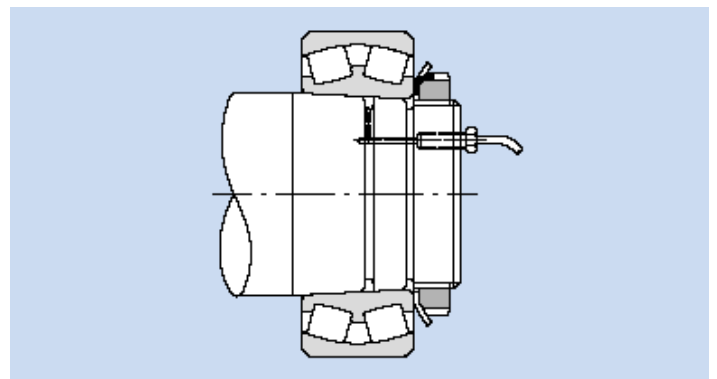
Słowniczek do Rys. 1.6:

Removal pawl- Ściągacz

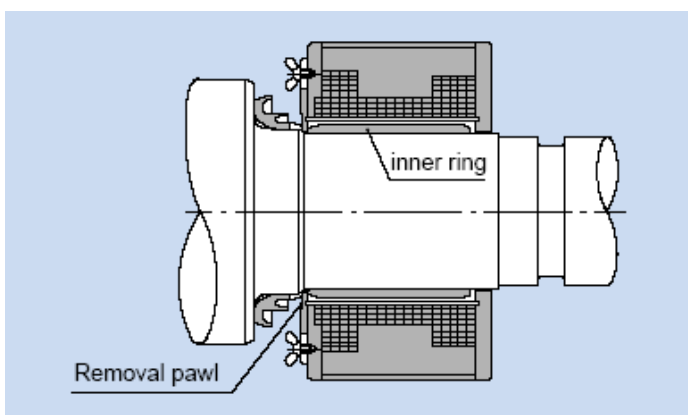
Inner ring - Pierścień wewnętrzny

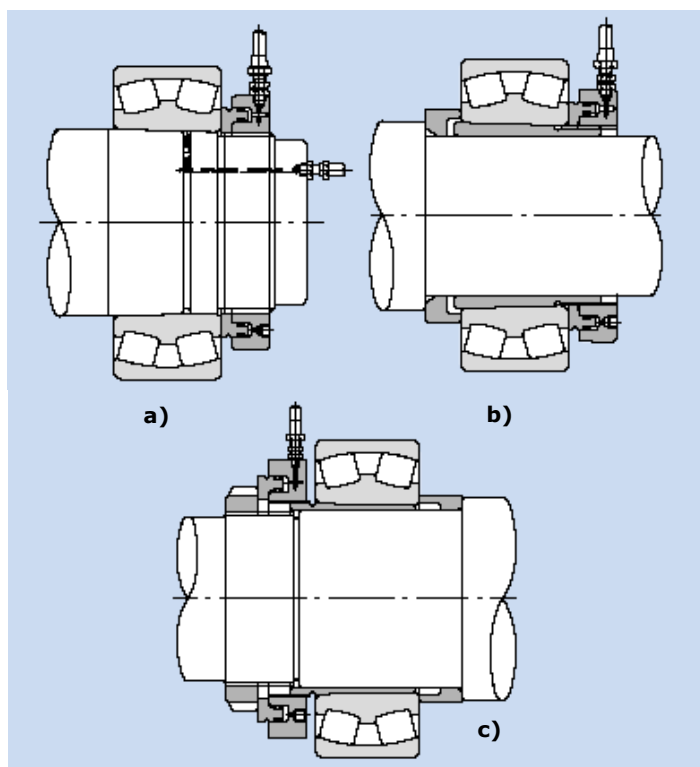


Rys. 1.7 Montaż przy pomocy nakrętek ustalających



Rys. 1.8 Montaż za pomocą oleju pod ciśnieniem





Rys. 1.9 Montaż za pomocą nakrętek hydraulicznych

filmu olejowego wtłaczanego pod wysokim ciśnieniem między stożkowy czop wału a otwór łożyska można zmniejszyć siły potrzebne do montażu.

Rys. 1.9a) przedstawia metodę hydrauliczną, przy pomocy której łożyska z otworem stożkowym są osadzane na stożkowych czopach wału

Rys. 1.9b) i 1.9c) przedstawia metodę hydrauliczną, przy pomocy której łożyska są osadzane na tulejach wciskanych lub wciąganych.

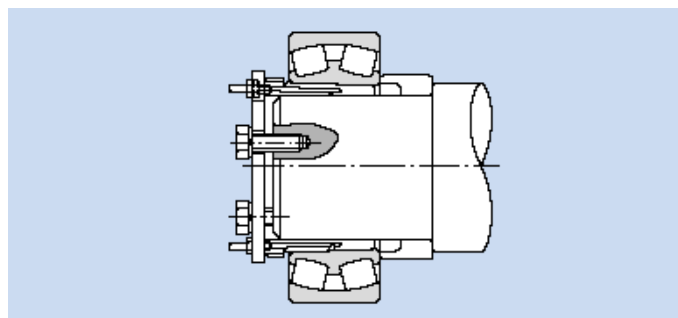
Na **Rys. 1.10** przedstawiono montaż łożyska przy pomocy hydraulicznej tulei wciskanej.

Łożyska z otworem stożkowym są wciskane osiowo na stożkowe czopy wałów, tuleje wciskane lub wciągane. Dzięki temu zawsze osiąga się pasowanie ciasne, które prowadzi do rozszerzenia się pierścienia wewnętrznego i zmniejszenia luzu promieniowego. Zmniejszenie luzu promieniowego jest miarą osiągniętego pasowania ciasnego.

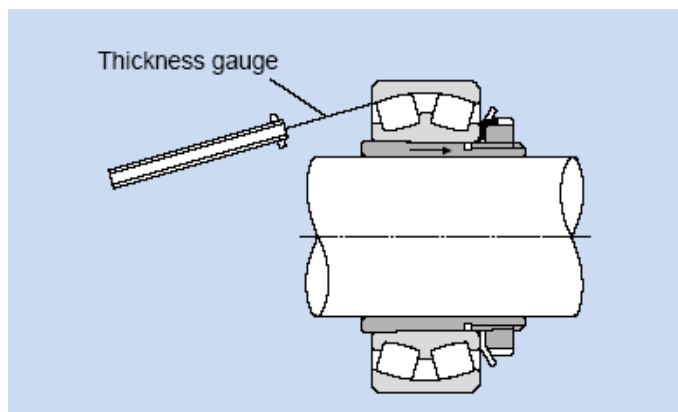
Jak przedstawiono na **Rys. 1.11** przed montażem, przy pomocy szczelinomierza mierzy się luz promieniowy między elementami tocznymi a pierścieniem zewnętrznym w strefie nieobciążonej, przy czym elementy toczne obu rzędów powinny wykazywać tę samą wartość zmierzoną. Miarą osiągniętego pasowania ciasnego również może być droga przesunięcia osiowego względem stożkowej powierzchni osadzenia.

W tabeli **1.1** podano te wartości zmniejszenia luzu promieniowego łożysk baryłkowych, jakie zapewniają potrzebne pasowanie ciasne. Oprócz tego wymieniono odpowiednie wartości przesunięcia osiowego.

Jeśli warunki eksploatacji przewidują duże obciążenia uderowe, duże prędkości obrotowe lub duże różnice temperatur między pierścieniami wewnętrznymi i zewnętrznymi, które wymagają dużego wcisku przy pasowaniu, należy stosować łożyska z luzem C3 lub większym. **Tabela 1.1** wskazuje maksymalne wartości zmniejszania luzu wewnętrznego i osiowego przemieszczenia. Dla tych zastosowań, pozostała wartość luzu wewnętrznego powinna być większa niż wartość minimalna wskazana w **Tabeli 1.1**



Rys. 1.10 Montaż za pomocą tulei hydraulicznych



1.11 Metoda pomiaru luzu wewnętrznego dla łożysk baryłkowych

Słowniczek do Rys.1.11:
Thickness gauge: Szczelinomierz

2.4 Pasowanie pierścienia zewnętrznego

Pierścienie zewnętrzne mniejszych łożysk, montowane z pasowaniem ciasnym, można na ogół jeszcze w temperaturze pokojowej wcisnąć w otwór oprawy. W razie potrzeby pierścienie zewnętrzne dużych łożysk lub przy dużym wcisku przy pasowaniu można schłodzić na przykład suchym lodem. W szczególnych przypadkach możliwe jest również ogrzanie oprawy przed montażem.

3. Regulacja luzu wewnętrznego

Jak widać na **Rys. 1.12**, luz łożysk stożkowych lub łożysk kulkowych skośnych podczas montażu wynika z dokręcenia nakrętki ustalającej. Łożyska tych typów można również ustawić z pewnym napięciem wstępnym dokręcając nakrętkę ustalającą aż do osiągnięcia luzu ujemnego przez drogę przesuwu osiowego.

Aby wyregulować odpowiednią wartość luzu wewnętrznego lub wielkość napięcia wstępnego, luz wewnętrznym może być mierzony czujnikiem zegarowym podczas dokręcania nakrętki ustalającej, jak zostało to przedstawione na **Rys. 1.13**

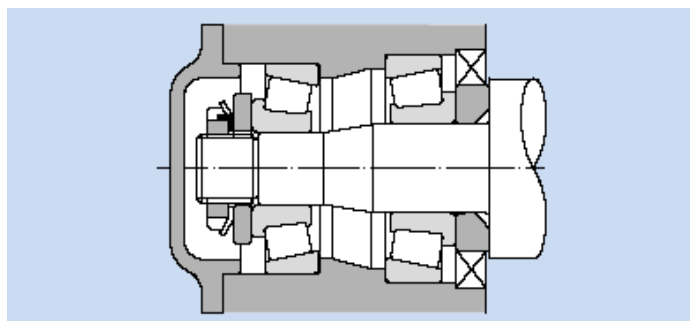
Oprócz tego ustawienie łożyska można zmierzyć przez moment tarcia wału lub oprawy podczas dokręcania nakrętki ustalającej, lub poprzez wstawienie podkładek ustalających odpowiedniej grubości, które umieszczane są między oprawą a pokrywą oprawy, jak pokazano na **Rys. 1.14**

Tabela 1.1 Montaż łożysk baryłkowych z otworem stożkowym

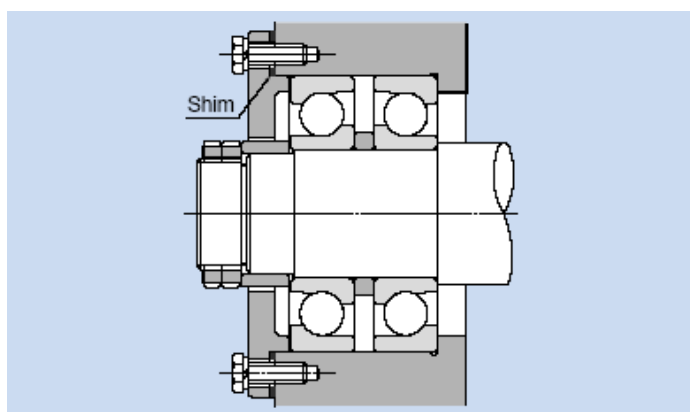
Nominal bearing bore diameter d		Reduction of radial internal clearance		Axial displacement drive up				Minimum allowable residual clearance		
Over	incl.	Min	Max	Taper, 1:12		Taper, 1:30		CN	C3	C4
				Min	Max	Min	Max			
30	40	0.02	0.025	0.35	0.4	••	••	0.015	0.025	0.04
40	50	0.025	0.03	0.4	0.45	••	••	0.02	0.03	0.05
50	65	0.03	0.035	0.45	0.6	••	••	0.025	0.035	0.055
65	80	0.04	0.045	0.6	0.7	••	••	0.025	0.04	0.07
80	100	0.045	0.055	0.7	0.8	1.75	2.25	0.035	0.05	0.08
100	120	0.05	0.06	0.75	0.9	1.9	2.25	0.05	0.065	0.1
120	140	0.065	0.075	1.1	1.2	2.75	3	0.055	0.08	0.11
140	160	0.075	0.09	1.2	1.4	3	3.75	0.055	0.09	0.13
160	180	0.08	0.1	1.3	1.6	3.25	4	0.06	0.1	0.15
180	200	0.09	0.11	1.4	1.7	3.5	4.25	0.07	0.1	0.16
200	225	0.1	0.12	1.6	1.9	4	4.75	0.08	0.12	0.18
225	250	0.11	0.13	1.7	2	4.25	5	0.09	0.13	0.2
250	280	0.12	0.15	1.9	2.4	4.75	6	0.1	0.14	0.22
280	315	0.13	0.16	2	2.5	5	6.25	0.11	0.15	0.24
315	355	0.15	0.18	2.4	2.8	6	7	0.12	0.17	0.26
355	400	0.17	0.21	2.6	3.3	6.5	8.25	0.13	0.19	0.29
400	450	0.2	0.24	3.1	3.7	7.75	9.25	0.13	0.2	0.31
450	500	0.21	0.26	3.3	4	8.25	10	0.16	0.23	0.35
500	560	0.24	0.3	3.7	4.6	9.25	11.5	0.17	0.25	0.36
560	630	0.26	0.33	4	5.1	10	12.5	0.2	0.29	0.41
630	710	0.3	0.37	4.6	5.7	11.5	14.5	0.21	0.31	0.45
710	800	0.34	0.43	5.3	6.7	13.3	16.5	0.23	0.35	0.51
800	900	0.37	0.47	5.7	7.3	14.3	18.5	0.27	0.39	0.57
900	1,000	0.41	0.53	6.3	8.2	15.8	20.5	0.3	0.43	0.64
1,000	1,120	0.45	0.58	6.8	8.7	17	22.5	0.32	0.48	0.7
1,120	1,250	0.49	0.63	7.4	9.4	18.5	24.5	0.34	0.54	0.77

Słowniczek do Tabeli 5.1 i Rys.1.14:

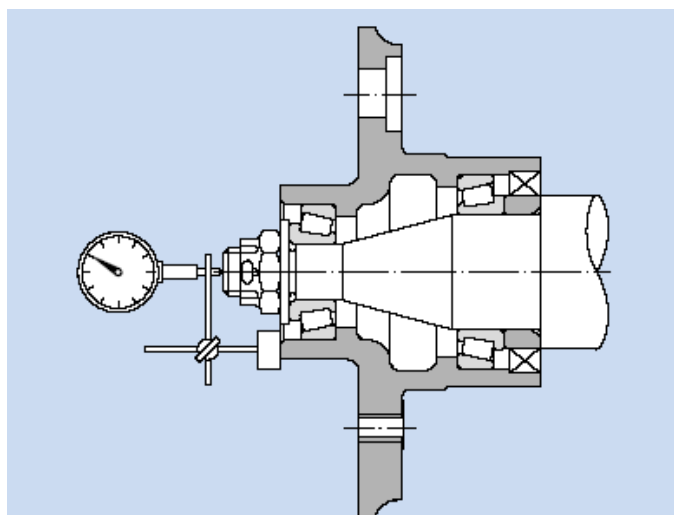
- Nominal bearing bore diameter- Otwór łożyska
- Reduction of radial internal clearance- Zmniejszenie luzu promieniowego
- Axial displacement drive up- Przesunięcie osiowe
- Taper- Zbieżność
- Minimum allowable residual clearance- Minimalny dopuszczalny luz łożyskowy
- Shim: Podkładka ustalająca



Rys. 1.12 Ustawienie luzu osiowego poprzez nakrętkę ustalającą



Rys. 1.14 Ustawienie luzu osiowego za pomocą podkładek



Rys. 1.13 Ustawienie luzu osiowego za pomocą czujnika zegarowego

4 Bieg próbny

W celu sprawdzenia łożyskowania należy po montażu wykonać bieg próbny. Wały lub oprawa są najpierw obracane ręcznie. Jeśli nie wystąpią przy tym żadne zakłócenia, to należy uruchomić łożysko z niską prędkością obrotową bez obciążenia, **a następnie stopniowo przechodzić do normalnej pracy.** Jeśli wystąpią nietypowe odgłosy, drgania lub wzrost temperatury, należy natychmiast zatrzymać łożysko i ustalić przyczynę. W razie potrzeby należy łożysko zdemontować i poddać ekspertyzie.

W normalnym przypadku łożyska toczne podczas pracy wydają równomierny odgłos pracy. Do sprawdzenia odgłosu pracy można użyć stetoskopu lub na przykład wkrętaka jako wzmocniacza nad łożyskiem. Wysokie metaliczne i nierównomierne dźwięki wskazują na zakłócenia. Za pomocą impulsowego miernika siły uderzenia można dokładnie zmierzyć wibracje i drgania oraz porównać je z podanymi wartościami zadanymi.

Temperatura łożyska jest na ogół oceniana na podstawie temperatury oprawy. Dokładniejsze wartości można jednak ustalić bezpośrednio na pierścieniu zewnętrznym, jeśli jest on dostępny np. przez kanałki na olej itd. W normalnych okolicznościach temperatura łożyska rośnie w zależności od prędkości obrotowej, aż do osiągnięcia po pewnym czasie rozruchu stałej temperatury ustalonej. Jeśli temperatura się nie ustabilizuje lub wzrośnie powyżej 100°C, należy sprawdzić łożyskowanie.

5 Demontaż łożysk

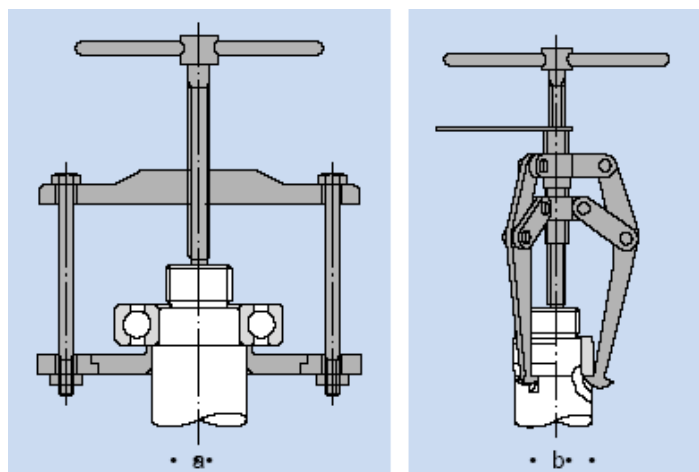
Łożyska toczne demontuje się okazjnie podczas robót konserwacyjnych i przy wymianie innych części. Jeśli zdemontowane łożyska są przeznaczone do ponownego zastosowania, to konstrukcja wałów i opraw musi być zaprojektowana tak, aby łożyska nie zostały uszkodzone w wyniku demontażu i ponownego montażu. Do tego celu potrzebne są również odpowiednie narzędzia. Jeśli ściągane są pierścienie wewnętrzne i zewnętrzne, które są osadzone z pasowaniem ciasnym, **to siły demontażowe muszą działać na te pierścienie i nie mogą przenosić się przez elementy toczne,** ponieważ może to spowodować uszkodzenia bieżni i powierzchni elementów tocznych.

5.1 Demontaż łożysk z otworem walcowym

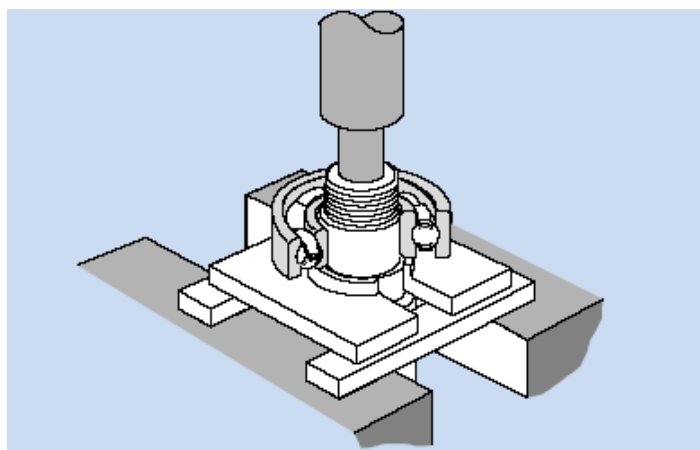
Mniejsze łożyska można zdemontować przy pomocy ściągaczy jak na **Rys. 1.15 a)** i **b)** lub pras jak na **Rys. 1.16.** Jeśli demontaż wykonywany za pomocą tych urządzeń będzie wykonywany starannie, to łożyska nie doznają żadnych uszkodzeń.

Demontaż jest łatwiejszy, jeśli na wale lub odsadzeniu obudowy są wykonane rowki, jak pokazano na **Rys. 1.17** i **1.18.** otwory gwintowane jak na **Rys. 1.19** również ułatwiają demontaż.

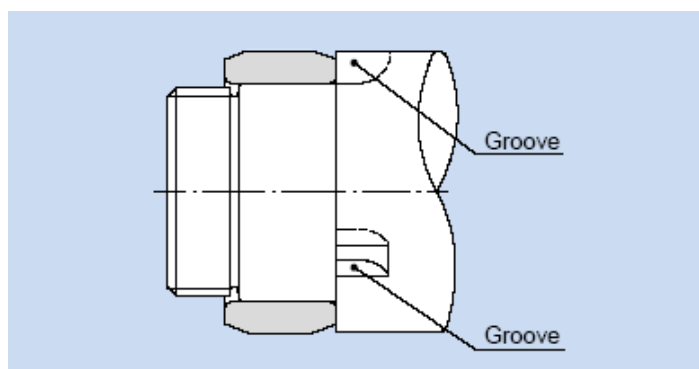
Słowniczek do Rys. 1.17 i 1.18:
Groove- Rowek



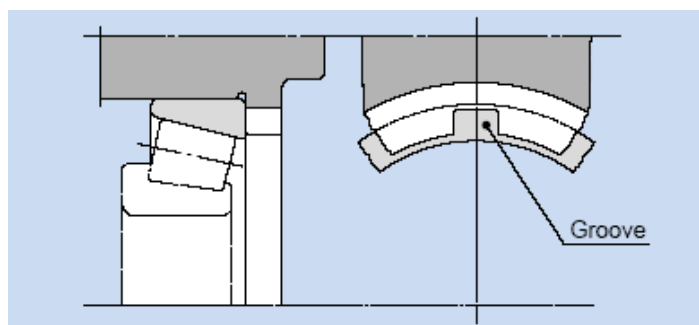
Rys. 1.15 Urządzenia do demontażu łożysk



Rys. 1.16 Demontaż za pomocą pras



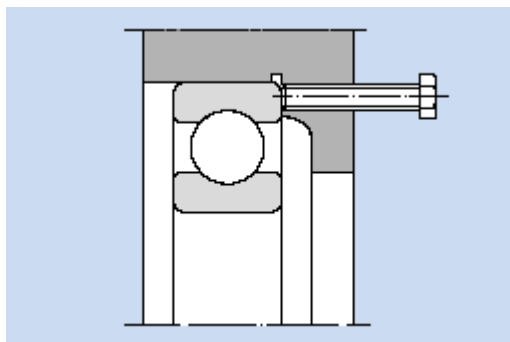
Rys. 1.17 Rowki ułatwiające montaż



Rys. 1.18 Rowki w oprawie ułatwiające montaż

Duże łożyska, które były zabudowane z pasowaniem ciasnym i pracowały przez dłuższy okres czasu, wymagają dużych sił przy ściąganiu, szczególnie w przypadku, gdy powstała rdza. Dla ułatwienia demontażu włącza się olej pod ciśnieniem między otwór pierścienia wewnętrznego a wał, tak jak widać na **Rys. 1.20**.

Pierścienie wewnętrzne łożysk walcowych wykonań NU, NJ i NUP można bardzo łatwo zdemontować przy pomocy indukcyjnych urządzeń do ściągania pierścieni wewnętrznych, jak pokazano na **Rys. 1.6**. Urządzenia te są bardzo przydatne w sytuacji, gdy często trzeba wymieniać pierścienie łożyskowe pewnej określonej wielkości.

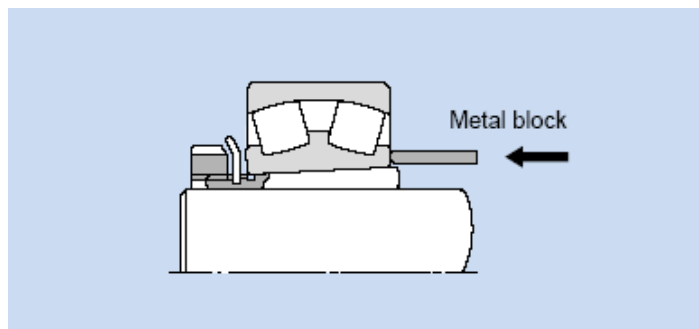


Rys. 1.19 Otwory gwintowane ułatwiające montaż

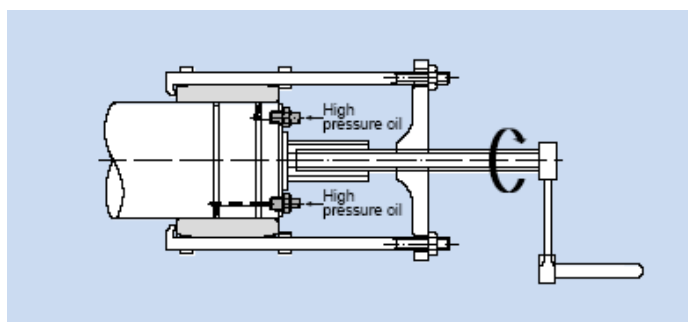
5. Demontaż łożysk z otworem stożkowym

Mniejsze łożyska z otworem stożkowym, mocowane za pomocą tulei wciąganej, zsuwa się z tulei przy pomocy odbijaka po usunięciu nakrętki ustalającej, patrz **Rys. 1.21** łożyska na tulejach wciskanych jak na **Rys. 1.22** są demontowane poprzez odkręcenie nakrętki.

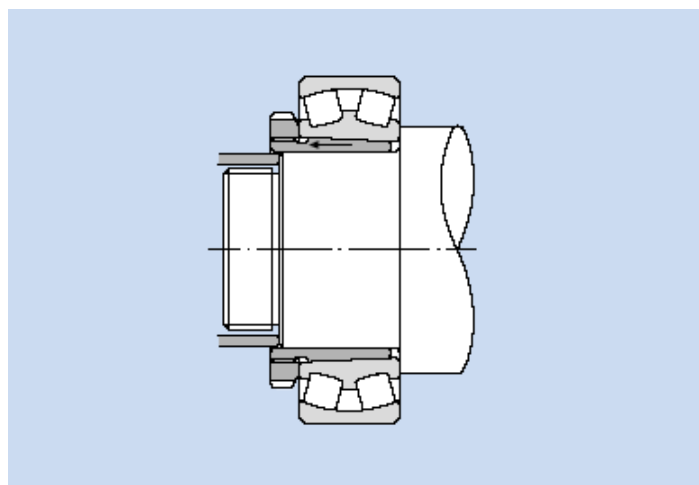
Duże łożyska z otworami stożkowymi są zsuwane z stożkowego czopa metodą hydrauliczną, w której olej jest włączany pod ciśnieniem między pierścień wewnętrzny a osadzenie wału, patrz **Rys. 1.23**.



Rys. 1.21 Demontaż za pomocą odbijaka

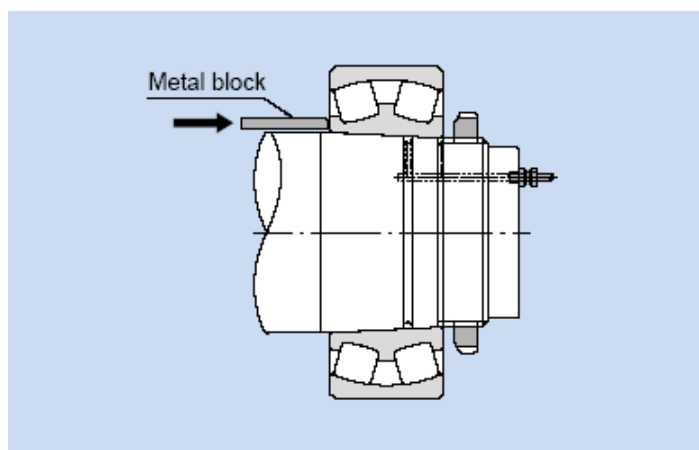


Rys. 1.20 Metoda hydrauliczna ułatwiająca montaż



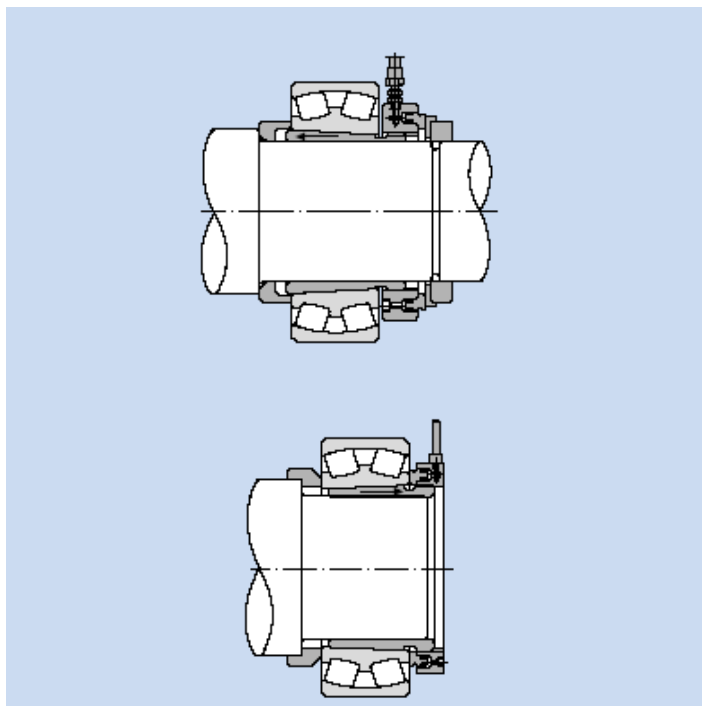
Rys. 1.22 Demontaż z tuleją wciskaną

Słowniczek do Rys.1.20, 1.21, 1.23:
High pressure oil- Olej pod ciśnieniem
Metal block- tu:Odbijak



Rys. 1.23 Demontaż metodą hydrauliczną

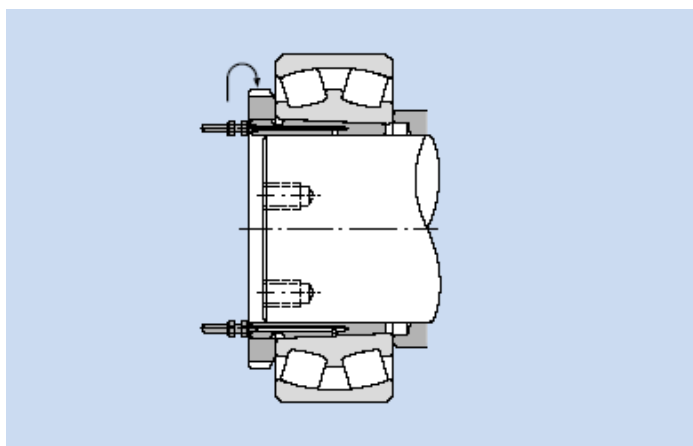
Na **Rys. 1.24** przedstawiono metody demontażu za pomocą nakrętek hydraulicznych, a na **Rys. 1.25** metody demontażu za pomocą tulei hydraulicznych.



Rys. 1.24 Demontaż za pomocą nakrętki hydraulicznej

a) Nakrętka hydrauliczna i tuleja wciągana

b) Nakrętka hydrauliczna i tuleja wciskana



Rys. 1.25 Demontaż za pomocą tulei hydraulicznej