

+ ŁOŻYSKA SUPERPRECYZYJNE



SUBSKRYBUJ BIULETYN NSK 

Wprowadzenie

Wraz z rozwojem technologii udziałem wszystkich producentów staje się globalna odpowiedzialność za poszanowanie i ochronę środowiska. Wyroby firmy NSK Motion and Control odzwierciedlają nasze korporacyjne zobowiązanie do bycia odpowiedzialnym za środowisko. Nasze wyroby nie tylko poprawiają osiągi maszyn w różnych dziedzinach przemysłu, ale także oszczędzają energię i chronią zasoby dzięki zastosowaniu naszych najlepszych technologii obróbki maszynowej.

Aby zaspokoić potrzeby wysoce wyspecjalizowanego przemysłu obrabiarkowego wykorzystaliśmy wszystkie aspekty naszych możliwości w zakresie prac badawczo-rozwojowych prowadzonych w Centrach Technologicznych naszej firmy. Dzięki temu łożyska precyzyjne NSK są wykorzystywane w bardzo wielu branżach, takich jak produkcja półprzewodników i robotów przemysłowych, a także zdobyły uznanie dzięki swoim znakomitym osiągom. Firma NSK produkuje obecnie bardzo dokładne, niezawodne łożyska precyzyjne w Japonii oraz Europie i dostarcza je do odbiorców na całym świecie.

Katalog ten zawiera wyjaśnienia dotyczące materiałów technicznych, w tym naszych najnowszych badań i danych eksperymentalnych, różnych zastosowań, typów dostępnych łożysk precyzyjnych oraz właściwego wykorzystania każdego konkretnego typu łożysk precyzyjnych NSK.



Spis treści

Część 1. Łożyska superprecyzyjne NSK

Wsparcie globalne	6
Rozwój	8
Kontrola jakości i produkcja	10

Część 2. Cechy łożysk precyzyjnych

Technologie metalurgiczne przedłużające trwałość łożysk	14
Ceramiczne elementy toczne	16
Koszki	18
Komponenty łożyska	20
Asortyment wyrobów	22
Osiągi każdego typu łożysk	24

Część 3. Kluczowe znaczenie doboru właściwego łożyska

Dobór łożyska	35
Typowe konstrukcje wrzecion wysokoobrotowych	38
Inne konstrukcje wrzecion	40
Cechy łożysk kulkowych skośnych	42
Cechy łożysk walcowych	44

Część 4. Typy łożysk

1. Łożyska kulkowe skośne

Łożyska kulkowe skośne o wysokiej precyzji (seria Standard)	48-60
---	-------

Cechy
System oznaczeń
Tabele łożyskowe
Seria Miniaturowa, seria BSA do podparcia śrub kulowych
Seria 79
Seria 70
Seria 72

Łożyska kulkowe skośne do ultra wysokich prędkości (seria ROBUST)	62-79
---	-------

Cechy
System oznaczeń
Tabele łożyskowe
Seria BNR19, BER19
Seria BNR10, BER10
Seria BNR19XE/10XE, BER19XE/10XE (Spinshot™ II)
Seria BNR29, BER29 (seria szeroka)
Seria BNR20, BER20 (seria szeroka)

Łożyska kulkowe skośne o ultra wysokiej precyzji (seria BGR)	80-84
--	-------

Cechy
System oznaczeń
Tabele łożyskowe
Seria BGR19
Seria BGR10
Seria BGR02

2. Łożyska walcowe

Łożyska walcowe	88-97
-----------------	-------

Cechy
System oznaczeń
Tabele łożyskowe
Łożyska walcowe dwurzędowe (seria o dużej sztywności)
Seria 30
Seria 39
Seria 49
Łożyska walcowe jednorzędowe (seria Standard)
Seria 10
Łożyska walcowe jednorzędowe do ultra wysokich prędkości (seria ROBUST)
Seria 10
Łożyska walcowe dwurzędowe (seria o niskim generowaniu ciepła)
Seria 30
Łożyska walcowe jednorzędowe do ultra wysokich prędkości (seria o niskim generowaniu ciepła)
Seria 10

3. Łożyska kulkowe skośne wzdłużne

Łożyska kulkowe skośne wzdłużne	100-105
---------------------------------	---------

Cechy
System oznaczeń
Tabele łożyskowe
Łożyska kulkowe skośne wzdłużne do wysokich prędkości (seria ROBUST)
Seria BAR10
Seria BTR10
Łożyska kulkowe skośne wzdłużne dwukierunkowe (seria TAC)
Seria TAC29D
Seria TAC20D

4. Łożyska do podparcia śrub kulowych

Łożyska kulkowe skośne wzdłużne do podparcia śrub kulowych	108-113
--	---------

Cechy
System oznaczeń
Tabele łożyskowe
Do zastosowania w obrabiarkach
Seria TAC B
Do zastosowania we wtryskarkach elektrycznych
Seria TAC02 i 03

Zespoły do podparcia śrub kulowych	114-115
------------------------------------	---------

Cechy
System oznaczeń
Tabele zespołów podparcia

5. Precyzyjne łożyska kulkowe poprzeczne

Precyzyjne łożyska kulkowe poprzeczne	118-120
Cechy	
System oznaczeń	
Tabele łożyskowe	
Typ T1X (koszyk wzmacniany z poliamidu)	
Seria 60, 62 i 63	

6. Wyposażenie dodatkowe

Sprawdziany	124-127
Sprawdziany GR	
Cechy	
System oznaczeń	
Sprawdziany GTR	
Cechy	
System oznaczeń	
Sprawdziany GN	
Cechy	
System oznaczeń	
Monitorowanie łożysk	128
Nagrzewnica do łożysk	129
System uzupełniania smaru	130-131
Smarownica olejowo-powietrzna	132-133
Uszczelnione przekładki precyzyjne do wrzecion obrabiarek	134-135

Część 5. Przewodnik techniczny

1. Trwałość	138-145
Trwałość zmęczeniowa i nośność bazowa	
Nowa teoria trwałości	
2. Statyczna nośność bazowa i statyczne obciążenie równoważne	146-147
3. Układy łożysk kulkowych skośnych	148-151
Cechy każdego układu	
Układy uniwersalne	
4. Napięcie wstępne i sztywność	152-169
Typy napięcia wstępnego i sztywności	
Tabele napięcia wstępnego i sztywności	
5. Prędkości graniczne	170-171
6. Smarowanie	172-175
7. Tolerancje łożysk	176-183
Tolerancje dla łożysk poprzecznych	
Tolerancje dla otworów stożkowych	
Tolerancje dla łożysk kulkowych skośnych wzdłużnych	
8. Konstrukcja wrzecion i obudów	184-188
Pasowanie wrzecion i obudów	
Tolerancje wrzecion i obudów	
Wymiary odsadzeń i zaokrągleń	
Wymiary ścieg	
9. Pierścienie dystansowe (przekładki)	189-193
Wymiary pierścieni dystansowych	
Pozycja dyszy rozpylającej	

Część 6. Obsługa łożysk

1. Montaż	196-209
1. Mycie łożysk i części współpracujących	
2. Sprawdzanie wymiarów części współpracujących	
3. Procedury montażu	
4. Kontrola po montażu	
2. Kontrola podczas pracy	210-211
3. Procedury docierania wstępnego	212-213

Część 7. Diagnostowanie awarii łożysk

1. Awarie łożyska i środki zaradcze	216-219
2. Diagnostowanie na podstawie dźwięku i drgań	220-225

Część 8. Załączniki

Tolerancje średnic wałów	228-229
Tolerancje średnic otworów obudów	230-231
Wartości standardowych tolerancji dla klasy IT	232-233
Tabela przeliczeniowa twardości	234
Fizyczne i mechaniczne właściwości materiału	235-236
Tabela porównawcza starych i nowych numerów	237
Metoda pomiaru luzu osiowego układów łożysk kulkowych skośnych	238
Prośba o zbadanie specyfikacji	240

Łożyska superpre



cyzyjne NSK

Część 1

Spis treści

Część 1. Łożyska superprecyzyjne NSK

Wsparcie globalne	6
Rozwój	8
Kontrola jakości i produkcja	10



Wsparcie globalne

Spójne wsparcie systemowe na całym świecie

Misją firmy NSK jest produkcja i sprzedaż wyrobów o niezmiennie wysokiej jakości w każdym miejscu świata, pod przewodnictwem Centrów Technologicznych zlokalizowanych na czterech głównych globalnych rynkach. Wykwalifikowany personel biur sprzedaży NSK nieustannie bada potrzeby klientów i promuje zarządzanie z wykorzystaniem globalnej sieci, obejmujące zarówno Centra Technologiczne, jak i zakłady produkcyjne. Firma NSK może szybko i efektywnie reagować na różne potrzeby klientów i wspierać rozwój ich przedsiębiorstw w każdym regionie świata.



Zarządzanie z wykorzystaniem globalnej sieci zapewnia optymalne wyroby o najwyższej jakości

Firma NSK stworzyła wysokorozwiniętą sieć informacyjną, skupioną wokół Centrów Technologicznych zlokalizowanych na czterech głównych rynkach świata – w Europie, Stanach Zjednoczonych, Azji i Japonii. Dzięki tej sieci możemy gromadzić w czasie rzeczywistym informacje dotyczące zmian i tendencji na każdym ze światowych rynków. W rezultacie, możemy szybko reagować na zmieniające się potrzeby klientów, dostarczając im optymalne wyroby o najwyższej jakości.

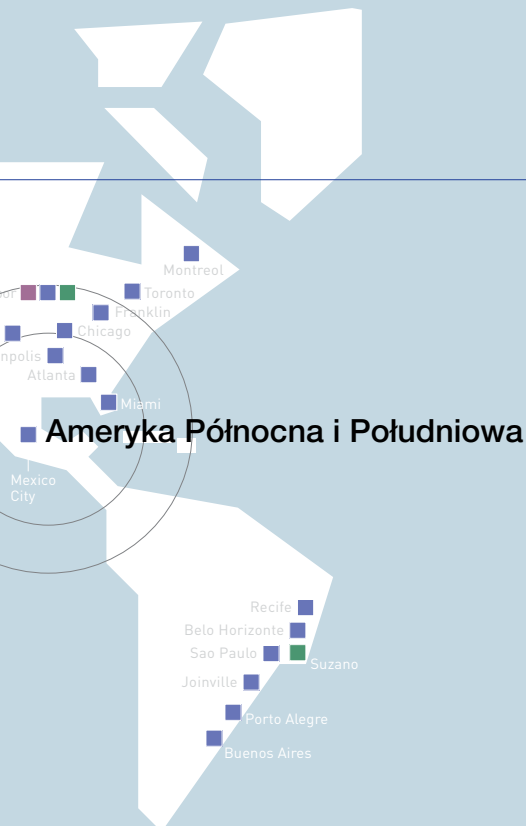


System informacyjny połączony bezpośrednio z klientami

Wsparcie klienta przez Centra Technologiczne

Centra Technologiczne, zlokalizowane na czterech głównych rynkach, zapewniają wsparcie techniczne dla klientów z podlegających im regionów. Wsparcie to umożliwia naszym klientom używanie wyrobów NSK wykorzystując idealnie dobrane warunki, a przez to osiągnięcie najlepszych możliwych wyników.





Ameryka Północna i Południowa



Budynek centrali



Zakład NSK Fujisawa



Amerykańskie Centrum Technologiczne

- Centrala
- Biuro sprzedaży, zakład
- Biuro techniczne

Wyroby wykonywane na zamówienie, zgodnie z potrzebami klienta

Każde Centrum Technologiczne działa w ścisłej współpracy z naszymi klientami, określając precyzyjnie potrzeby związane z zastosowaniami wyrobów. W ten sposób pomagamy klientom w znalezieniu właściwego wyrobu NSK do każdej aplikacji, umożliwiając maksimum efektywności i ekonomiczności. Na życzenie dostarczamy także w pełni indywidualne wyroby, zaspokajające wysoce wyspecjalizowane potrzeby klientów.

Nasza globalna sieć wsparcia jest dostępna wszędzie tam, gdzie są nasi klienci

Nasza szeroka, globalna sieć pozwala na odbieranie zamówień i dostarczanie wyrobów do każdego miejsca na świecie. Dystrybutorzy firmy NSK znajdują się na całym świecie i utrzymują zapasy wszystkich kluczowych wyrobów na każdym ważniejszym rynku i miejscu, co pozwala na dostarczanie wyrobów do klientów bez żadnej zwłoki. NSK zapewnia także na całym świecie wsparcie techniczne, pomagające klientom znaleźć najlepsze rozwiązanie do każdego zastosowania, odpowiadające szybko na każde pytanie i zajmujące się natychmiast każdym problemem, jaki napotkać mogą nasi klienci.



<http://www.nsk.com>

Kluczowe technologie NSK

Kluczową dla NSK nauką techniczną jest trybologia, nauka o tarcu i zużyciu.

Trybologia jest nauką techniczną, która koncentruje się na oszczędzaniu energii i ochronie zasobów poprzez zmniejszanie tarcia i zużycia oraz zapobieganiu awariom maszyn, a przez to zwiększaniu niezawodności.

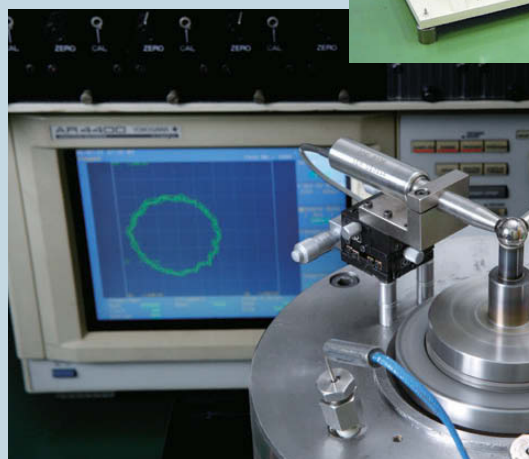
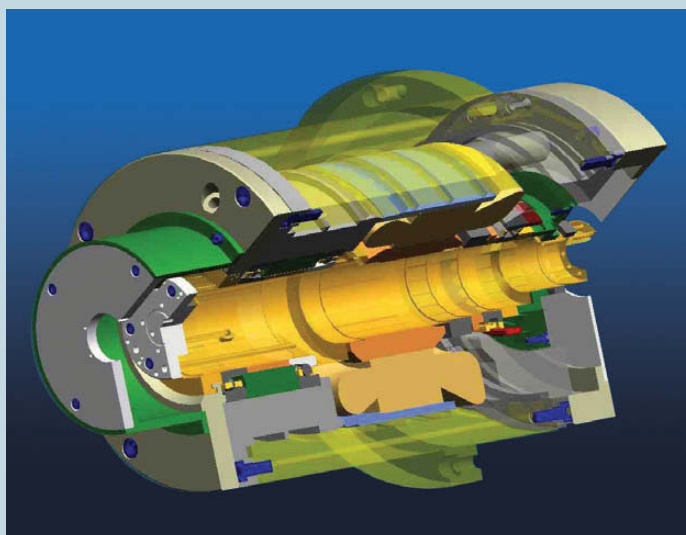
NSK promuje rozwój nowych wyrobów skupiając się na czterech głównych technologiach opartych na trybologii.

Przyjmując trybologię jako podstawę, NSK będzie rozwijać cztery kluczowe technologie: technologię analityczną, gruntownie eliminującą straty energii; technologię oceny w odpowiedzi na wymagające potrzeby rynku; technologię smarowania, redukującą straty energii i zwiększającą funkcjonalność; oraz technologię materiałową wydłużającą żywotność produktu i będzie dążyć do rozwijania produktów przyjaznych dla środowiska, bazując na tych wyżej wymienionych technologiach.

Technologie analityczne

Firma NSK opracowała własne oprogramowanie BRAIN (ang. *Brain Analysis in NSK*) – Analiza łożysk w NSK, które umożliwia tworzenie cyfrowych symulacji ruchów i osiągnięć związanych z tarciem dzięki zastosowaniu trybologii.

Połączenie danych z symulacji oraz metody elementów skończonych (MES) jest wykorzystywane w zaawansowanej inżynierii wspomaganej komputerowo (CAE).



Technologie oceny

Firma NSK opracowała technikę oceny, która obejmuje szeroki zakres zastosowań dzięki wykorzystaniu zaawansowanych technik, takich jak nanometryczny pomiar bicia z użyciem bardzo precyzyjnych instrumentów pomiarowych. Nasza technika oceny przyczynia się do rozwoju nowoczesnych wyrobów, które stanowią odpowiedź na coraz bardziej wyrafinowane potrzeby rynku.

Technologie smarowania

Stałe korzystanie z trybologii, kluczowej dla NSK nauki technicznej, pozwoliło firmie NSK na opracowanie technik smarowania, które pozwalają na uzyskanie maksymalnych osiągnięć maszyn. Osiągnięcia firmy NSK w tej dziedzinie przyczyniają się do oszczędzania energii i zasobów, a przez to do ochrony globalnego środowiska.



Technologie materiałowe

Tworzenie wyrobów o coraz wyższych parametrach możliwe jest dzięki pracom badawczo-rozwojowym prowadzonym dla szerokiego zakresu technologii materiałowych. Wyroby produkowane z opracowanych przez firmę NSK materiałów charakteryzują się dużą trwałością w najtrudniejszych warunkach pracy, są bezobsługowe i są stosowane we wszystkich gałęziach przemysłu.

Kontrola jakości i produkcja

Najwyższa jakość na świecie

Łożyska precyzyjne firmy NSK zapewniają najwyższy poziom dokładności, wynikający z naszych możliwości produkcyjnych, najnowocześniejszego wyposażenia i szerokiej wiedzy eksperckiej z dziedziny produkcji, jak również naszego zobowiązania do stosowania tych samych rygorystycznych procedur kontroli jakości na każdym etapie produkcji w każdym zakładzie NSK.

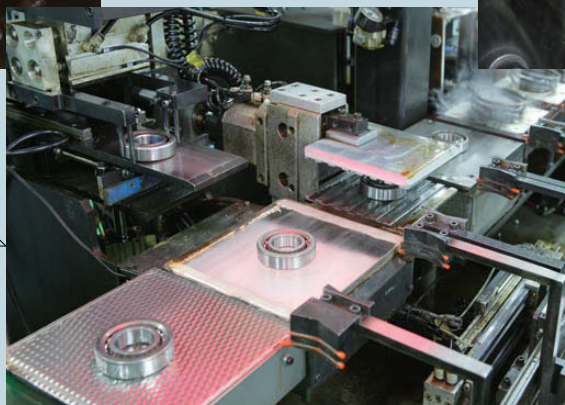
NSK koncentruje swoje wysiłki w zakładach produkcyjnych produkujących na globalny rynek, zlokalizowanych w Japonii i Anglii, na oferowaniu wyrobów o wysokiej dokładności, które szybko zaspokajająby zróżnicowane potrzeby klientów rozsianych na całym świecie.



1 Obróbka cieplna



4 Montaż



5 Kontrola wyrobów gotowych

Technologie produkcji zapewniające wysoką dokładność wyrobów

Dla utrzymania naszej reputacji wynikającej z produkcji łożysk precyzyjnych o najwyższym na świecie stopniu dokładności, wszystkie łożyska precyzyjne są kontrolowane z dokładnością nanometryczną.



Globalna produkcja w Japonii i w Anglii

Łożyska precyzyjne firmy NSK są produkowane w Japonii i w Anglii. Ekspercka wiedza i lokalizacja zakładów pozwalają nam na zaspokojenie każdej potrzeby klienta.



Zakład NSK w Newark



Zakład NSK Fujisawa

2 Szlifowanie



3 Kontrola komponentów



6 Pakowanie



Symbol NSK

Złote pudełko z symbolem NSK gwarantuje najwyższy poziom dokładności.



Pełna kontrola jakości i odpowiedzialność za środowisko

Jako elementy przedsiębiorstwa posiadającego certyfikat ISO 9001, wszystkie zakłady NSK przestrzegają ścisłych międzynarodowych norm dotyczących kontroli jakości. Najwyższy priorytet dla firmy NSK stanowią również sprawy środowiskowe, którym poświęcane są kompleksowe, obejmujące całą firmę działania.



Certyfikat ISO 9001



Certyfikat ISO 14001

Wysokie osiągi w następnej generacji

Firma NSK nieustannie podejmuje wyzwania wykraczające poza istniejący poziom, poszukując nowych możliwości. Ponieważ nasza filozofia projektowania nie pozwala nam na kompromisy dotyczące obniżania jakości w produkcji, staramy się rozwijać całościowe rozwiązania techniczne.

Stosując najnowocześniejsze materiały i technologię analityczną możemy projektować i produkować wyjątkowe łożyska precyzyjne o wysokich osiąгах. Firma NSK zawsze będzie dążyć do uzyskania jakości i osiągow wymaganych od łożysk następnych generacji.



Spis treści

Część 2. Cechy łożysk precyzyjnych

Technologie metalurgiczne przedłużające	
trwałość łożysk	14
Ceramiczne elementy toczne	16
Koszyki	18
Komponenty łożyska	20
Asortyment wyrobów	22
Osiągi każdego typu łożysk	24



Technologie metalurgiczne przedłużające trwałość łożysk

Trzem rodzajom stali zawdzięcza się uzyskanie długiej żywotności i wysokich osiągnięć superprecyzyjnych łożysk NSK

Firma NSK opracowała przełomowe techniki oceny wtrąceń w stali i procesów produkcji stali. Technologie te umożliwiły opracowanie materiałów do produkcji łożysk tocznych o dużej trwałości i wysokich osiągnięciach.

Łożyska superprecyzyjne NSK są wykonywane z trzech rodzajów stali – stali SHX, która wytrzymuje warunki panujące w środowiskach obrotów o ultra wysokich prędkościach, stali EP, która charakteryzuje się dużą niezawodnością w środowiskach dużych obciążeń oraz stali Z, która pozwala na uzyskanie przedłużonej trwałości w warunkach normalnych.

Stal Z jako materiał standardowy do produkcji łożysk superprecyzyjnych

Stal Z

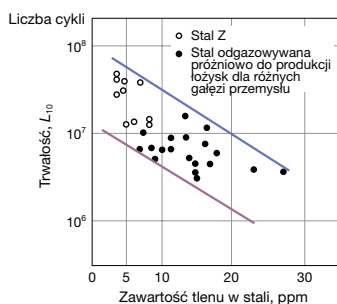
Standardowy materiał o dużej trwałości. 1,8 razy większa trwałość zmęczeniowa w porównaniu z konwencjonalną stalą odgazowywaną próżniowo.

Jak dobrze wiadomo, trwałość zmęczeniowa wysokowęglowej chromowej stali łożyskowej (SAE52100, SUJ2), wykorzystywanej do produkcji łożysk tocznych w dużym stopniu zależy od wtrąceń niemetalicznych. Badania praktyczne pokazały, że tlenkowe wtrącenia niemetaliczne wyjątkowo niekorzystnie wpływają na trwałość zmęczeniową. Stal Z, o mniejszej zawartości tlenkowych wtrąceń niemetalicznych, charakteryzuje się lepszymi osiągnięciami.

Cechy stali Z

Stal Z jest produkowana ze zmniejszoną ilością wtrąceń niemetalicznych, tlenkowych i innych, takich jak Ti lub S*, w stali. Łożyska wykonane z tej stali charakteryzują się znacząco większą trwałością, przedłużoną nawet 1,8-krotnie, w porównaniu do łożysk wykonanych z konwencjonalnej stali odgazowywanej próżniowo.

Zawartość tlenu w stali i trwałość



Wyroby wykonane ze stali Z



Firma NSK używa stali Z jako materiału standardowego

Stal EP zwiększa niezawodność w środowiskach dużych obciążeń

Stal EP

Bardzo duża trwałość i duża niezawodność. 3 razy większa trwałość zmęczeniowa niż stali SUJ2.

Opracowanie innowacyjnych technik oceny wtrąceń niemetalicznych i stworzenie procesów produkcji stali pozwoliło na wyprodukowanie stali EP, osiągając znaczący przełom w niezawodności łożysk.

Cechy stali EP

Łożyska wykonane ze stali EP charakteryzują się zwiększoną niezawodnością dzięki minimalnej zmienności trwałości, wynikającej z nowej techniki oceny i znacząco zmniejszonej ilości zanieczyszczeń.

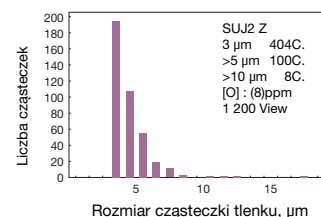
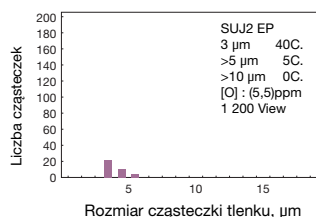
Opracowanie nowej techniki oceny

Firma NSK opracowała metodę NSK-ISD2, system analizy obrazu i specjalną procedurę produkcji stali, aby poprawić ocenę tlenkowych wtrąceń niemetalicznych.

Ulepszenie procesów produkcji stali

Wprowadzenie tej techniki do produkcji stali znacząco poprawiło czystość stali i zmniejszyło ilość wtrąceń niemetalicznych w porównaniu do stali Z. Stal EP zawiera mniej dużych cząsteczek niż stal przetapiana w łukowym piecu próżniowym (VAR) oraz konwencjonalnie oczyszczana stal Z.

Porównanie czystości za pomocą analizy obrazu

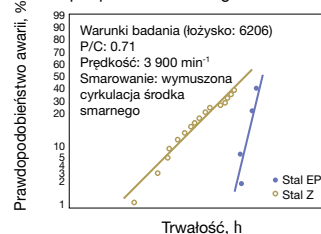


Wyroby wykonane ze stali EP



Łożyska do podparcia śrub kulowych

Trwałość zmęczeniowa Badanie łuszczenia pochodzenia podpowierzchniowego



Stal SHX wytrzymuje warunki środowisk ultra wysokich prędkości

Stal SHX

Stal o dużej odporności termicznej wydłuża żywotność łożysk stosowanych w zastosowaniach o ultra wysokich prędkościach.
4 razy większa trwałość zmęczeniowa niż w przypadku stali SUJ2, przy 20% większej prędkości.

Stal SHX to stal o podwyższonej odporności termicznej, wynikającej z zastosowania specjalnej technologii obróbki cieplnej firmy NSK.

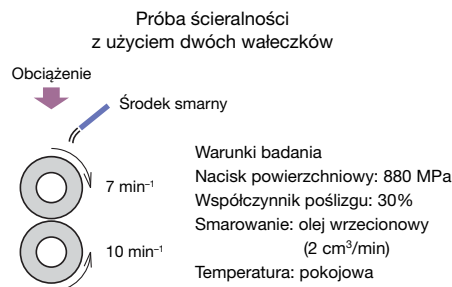
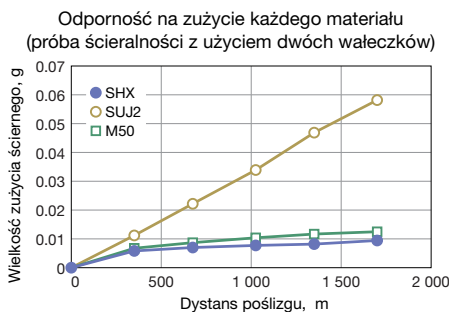
• Cechy stali SHX

Stal SHX charakteryzuje się odpornością termiczną zbliżoną do stali M50, która jest wykorzystywana do produkcji łożysk wałów głównych silników odrzutowych, gdzie temperatury dochodzą do 300°C, oraz niższymi oporami tarcia, jednocześnie przewyższając stal M50 pod względem odporności na zużycie i zatarcie oraz trwałości zmęczeniowej.

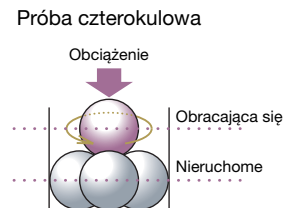
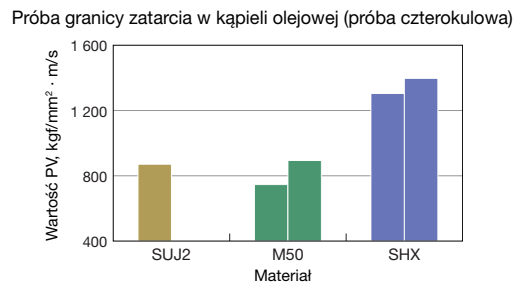
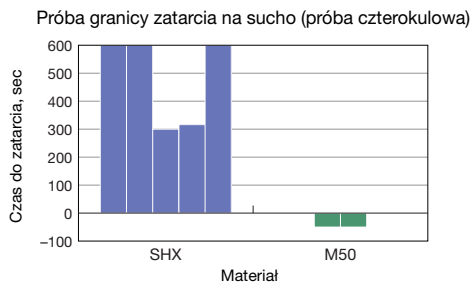
Taki poziom odporności termicznej, niskich oporów tarcia oraz odporności na wgniecenia sprawia, że stal ta nadaje się idealnie do produkcji łożysk przeznaczonych do ultraszybkich obrabiarek.

Numer patentu: 2961768JP.

• Odporność na zużycie

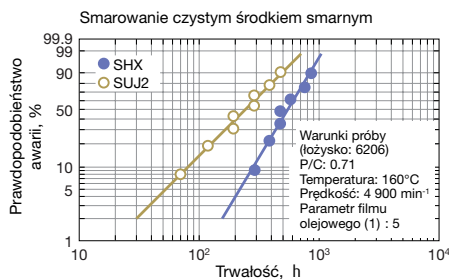


• Odporność na zatarcie

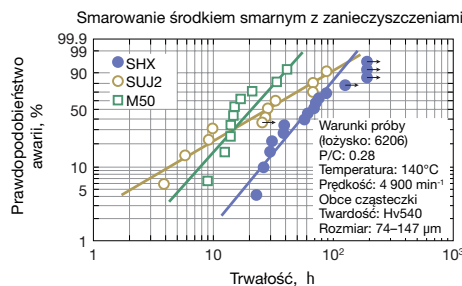


• Trwałość zmęczeniowa

Próba złuszczenia pochodzenia podpowierzchniowego



Próba złuszczenia pochodzenia powierzchniowego



• Wyroby wykonane ze stali SHX



Łożyska do ultra wysokich prędkości serii ROBUST
przeznaczone do wrzecion ultraszybkich obrabiarek

Ceramiczne elementy toczne

Generują mniej ciepła, umożliwiając obroty z ultra wysokimi prędkościami

Hybrydowe łożyska ceramiczne mają wiele znakomitych cech, takich jak odporność na temperaturę, zwiększona trwałość, mały ciężar, mniejsza rozszerzalność cieplna, brak przewodności elektrycznej, dzięki którym mogą być wykorzystywane w nieskończonej liczbie zastosowań jako materiał nowej generacji. Wiedza firmy NSK z dziedziny materiałów i produkcji łożysk bardzo wcześnie pozwoliła nam wykorzystać szczególnie jeden materiał ceramiczny, azotek krzemu (Si_3N_4), na elementy toczne ceramiczne w hybrydowych łożyskach ceramicznych. Łożyska hybrydowe z elementami ceramicznymi zdobyły znakomitą reputację dzięki ultra wysokiej prędkości pracy połączonej z ultra wysoką dokładnością, nieosiągalnymi w przypadku łożysk ze stalowymi elementami tocznymi.



Wysoka prędkość i niewielka ilość generowanego ciepła

• Mały ciężar

Ponieważ gęstość materiału jest o 40% mniejsza niż gęstość stali, siła odśrodkowa działająca na elementy toczne jest mniejsza, co zwiększa trwałość łożyska.

• Mniejszy współczynnik rozszerzalności liniowej

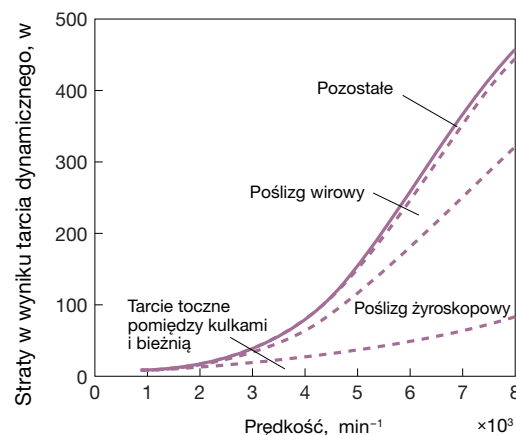
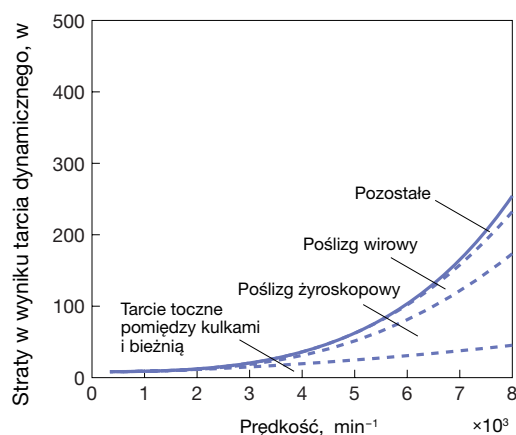
W zastosowaniach wymagających pracy z wysoką prędkością, pomimo wysokiej temperatury łożyska, mały współczynnik rozszerzalności liniowej powoduje mniejsze napięcie wstępne i generowanie mniejszej ilości ciepła.

• Mniejsze tarcie

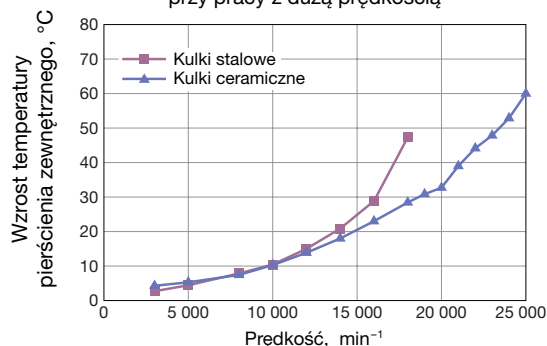
Poślizg elementów tocznych podczas pracy został zmniejszony, co oznacza generowanie mniejszej ilości ciepła.

Generowane jest mniej ciepła, co pozwala na osiągnięcie ultraszybkich obrotów.

Obliczona wartość generowanego ciepła



Wzrost temperatury pierścienia zewnętrznego przy pracy z dużą prędkością

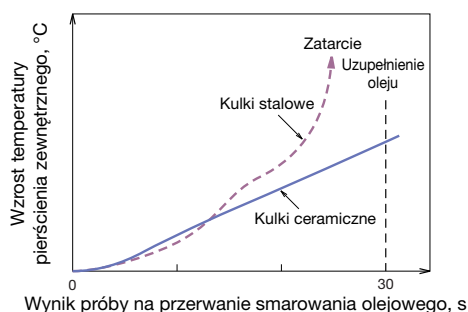


Wrzeczono NSK, które osiągnęło 4 miliony $d_m n$ z użyciem łożysk z ceramicznymi kulkami



Odporność na zatarcia

W porównaniu z kulkami stalowymi, kulki ceramiczne są bardziej odporne na zatarcie.



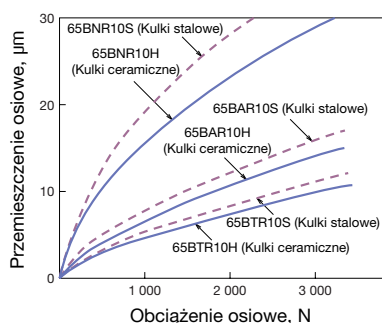
Skrawanie z użyciem wrzeciona NSK, w którym zastosowano łożysko z ceramicznymi kulkami



Frez walcowo-czołowy: $\phi 16$
Materiał obrabiany: A5052
Prędkość obrotowa:
 $20\,000\text{ min}^{-1}$
 $2\,500\text{ cm}^3/\text{min}$

Duża sztywność

Kulki ceramiczne charakteryzują się modułem Younga o 50% wyższym niż kulki stalowe, co czyni z nich idealny materiał do użycia we wrzecionach obrabiarek wymagających dużej sztywności podczas skrawania.



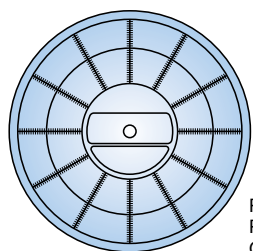
Skrawanie z użyciem wrzeciona NSK, w którym zastosowano łożysko z ceramicznymi kulkami



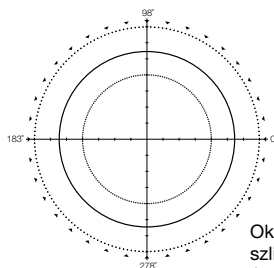
Frez czołowy: $\phi 80$
Materiał obrabiany: S50C
Prędkość obrotowa:
 $1\,200\text{ min}^{-1}$
 $504\text{ cm}^3/\text{min}$

Wysoka dokładność

Ekspertyza firmy NSK w dziedzinie produkcji kulek i wałeczków, zdobyta w ciągu wielu lat, w połączeniu z ulepszeniami dotyczącymi procesu spiekania i gradacją stosowanych materiałów umożliwia firmie NSK wytwarzanie ceramicznych kulek i wałeczków, charakteryzujących się stopniem dokładności wyższym niż stalowe. Łożyska, w których wykorzystywane są te wysoce dokładne elementy toczne, używane są w obrabiarkach wymagających dużej precyzji.



Rozmiar: 9/32"
Powiększenie: 50 000 razy
Okrągłość kulki ceramicznej
w ceramicznym łożysku
kulkowym



Okrągłość materiału
szlifowanego do $0.14\text{ }\mu\text{m}$,
 $1\text{ }\mu\text{m/działkę elementarną}$



Urządzenie do
pomiaru kuliści
przy dużych
powiększeniach
(200 000 razy)



Ceramiczne łożysko
kulkowe



Ceramiczne łożysko
wałeczkowe

Koszyki z modyfikowanego polimeru zapewniające wyższą prędkość i niższe tarcie

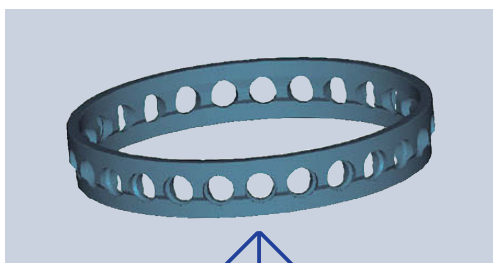
Z uwagi na mały ciężar (gęstość polimeru wynosi 1/6 gęstości mosiądzu), dobrej formowalności i wysokiej odporności na korozję, materiały polimerowe są powszechnie używane do wytwarzania koszyków łożysk. Polimery można modyfikować dla uzyskania mniejszego tarcia, a przez to generowania mniejszej ilości ciepła i wyższych prędkości pracy. Polimery mogą być modyfikowane tak, aby uzyskać małe zużycie, co z kolei pozwala na przedłużenie żywotności smaru. Koszyk z modyfikowanego polimeru nadaje się znakomicie do łożysk stosowanych we wrzecionach obrabiarek.

Koszyki do łożysk kulkowych skośnych

Koszyk poliamidowy prowadzony na kulkach (TYN)

O niskim poziomie szumu

- Specjalna konstrukcja pozwala na obniżenie tarcia i szumu w łożysku.
- Koszyk znakomicie sprawdza się przy smarowaniu smarem. Wewnętrzna wolna przestrzeń łożyska w przypadku tego koszyka jest większa niż w przypadku koszyka prowadzonego na pierścieniu zewnętrznym, dzięki czemu możliwe jest utrzymanie wewnątrz łożyska większej ilości smaru.
- Okres docierania w przypadku łożyska z tym koszykiem jest krótszy niż w przypadku łożyska z koszykiem z żywicy fenolowej.



Łożyska kulkowe skośne serii ROBUST do ultra wysokich prędkości



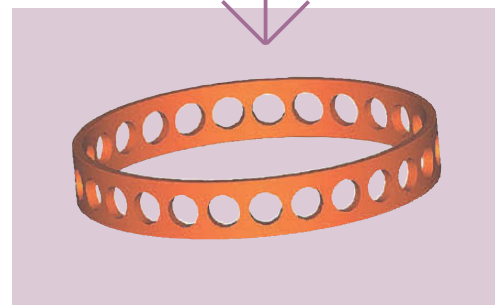
Koszyk z żywicy fenolowej prowadzony na pierścieniu zewnętrznym (T, TR)

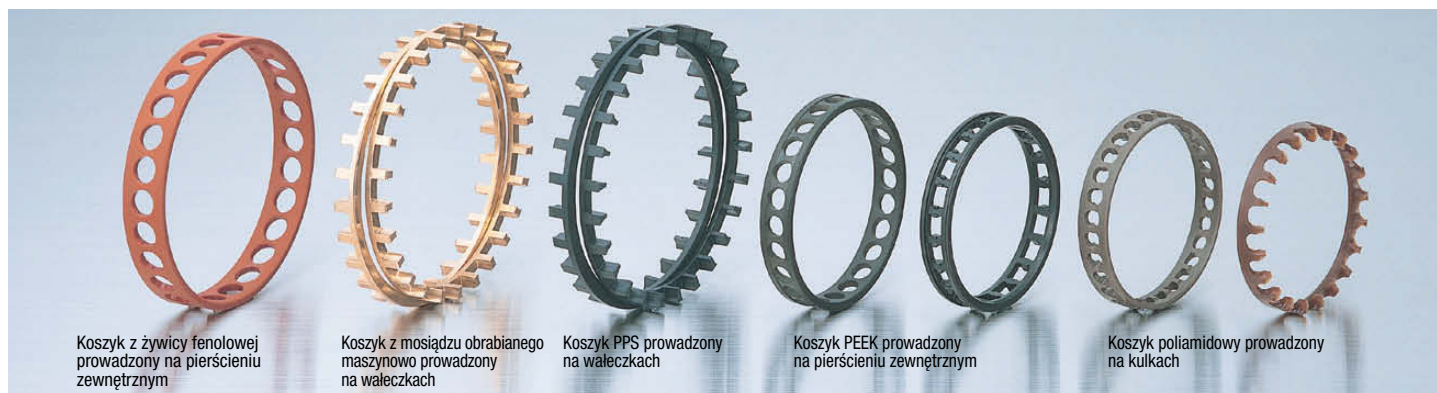
Do ultra wysokich prędkości

- Ruch obrotowy koszyka prowadzonego na pierścieniu zewnętrznym jest stabilniejszy przy pracy z dużą prędkością.



Łożyska kulkowe skośne serii standardowej
Seria standardowa
Łożyska kulkowe skośne serii ROBUST do ultra wysokich prędkości



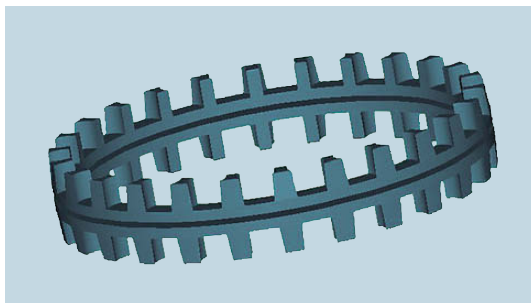


Koszyk do łożysk walcowych dwurzędowych

Koszyk PPS (TB) z modyfikowanego polimeru prowadzony na wałeczkach

Duża sztywność

- Optymalna konstrukcja koszyka prowadzonego na wałeczkach, uwzględniająca sztywność i tarcie.
- Znakomite właściwości fizyczne, obejmujące wytrzymałość, twardość, odporność na zużycie i odporność zmęczeniową wyższe niż w przypadku poliamidu stosowanego obecnie do budowy koszyków.
- Wysoka odporność na temperaturę, maksymalnie do 220°C.



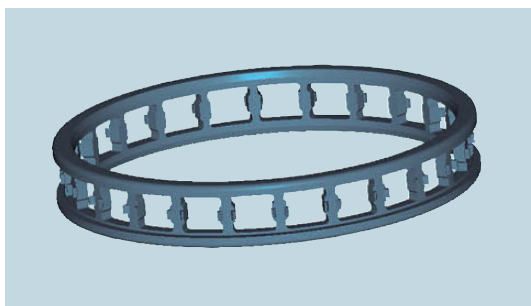
Łożyska walcowe dwurzędowe serii o wysokiej sztywności

Koszyk do łożysk walcowych jednorzędowych

Koszyk PEEK (TP) z modyfikowanego polimeru prowadzony na pierścieniu zewnętrznym

Ultra wysoka prędkość

- Minimalizacja deformacji koszyka pozwala na stabilną pracę z wysoką prędkością obrotową.
- Wysoka odporność na temperaturę, maksymalnie do 240°C.
- Wyjątkowa odporność na zużycie i przystosowanie do minimalnego smarowania olejem.
- Znakomite właściwości fizyczne, obejmujące wytrzymałość, twardość, odporność na zużycie i odporność zmęczeniową.



Łożyska walcowe jednorzędowe serii ROBUST do ultra wysokich prędkości

Koszyk z mosiądku obrabianego maszynowo prowadzony na wałeczkach (MB, MR)

Ogólnego zastosowania

- Koszyk charakteryzuje się wysoką odpornością termiczną, dużą wytrzymałością i dużą sztywnością.

Komponenty łożyska

Łożyska superprecyzyjne NSK wykonane z optymalnych materiałów i o zoptymalizowanej konstrukcji wewnętrznej

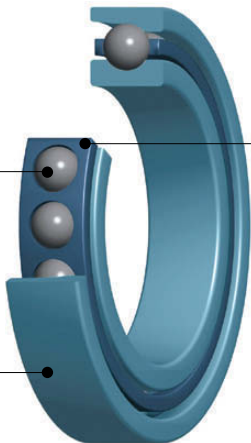
Łożyska kulkowe skośne (seria Standard)

Elementy toczne

Ceramiczne
SUJ2

Pierścienie

SUJ2



Koszyk

Poliamidowy
Z żywicy fenolowej
(tekstolitowy)

Typ	Pierścienie	Elementy toczne	Koszyk
Typ SUJ2	SUJ2	SUJ2	Poliamidowy 46 (TYN) Z żywicy fenolowej (TR)
Typ z ceramicznymi kulkami	SUJ2	Ceramiczne	

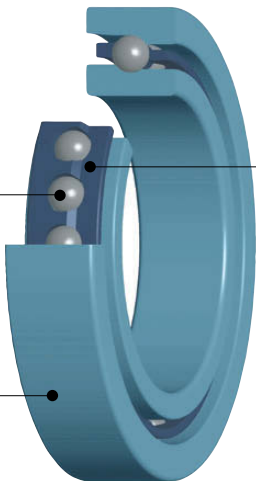
Łożyska kulkowe skośne (seria ROBUST)

Elementy toczne

Ceramiczne
SUJ2

Pierścienie

SHX
SUJ2

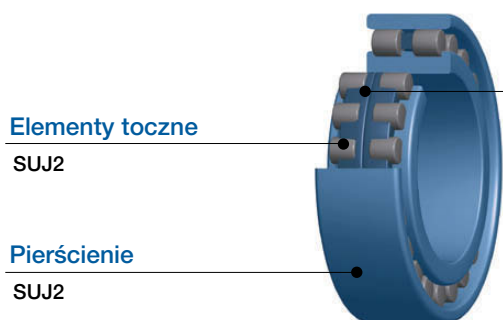


Koszyk

Poliamidowy
Z żywicy fenolowej
PEEK

Typ	Pierścienie	Elementy toczne	Koszyk
S	SUJ2	SUJ2	Poliamidowy 46 (TYN) Z żywicy fenolowej (T) (tekstolitowy) PEEK (T42)
H	SUJ2	Ceramiczne	
X	SHX	Ceramiczne	

Łożyska walcowe

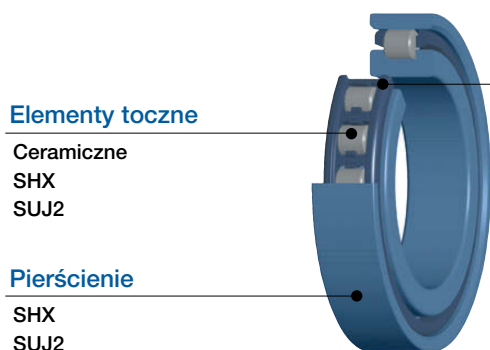


Koszyk

PPS
Mosiężny

NN30

Typ	Pierścienie	Elementy toczne	Koszyk
Standardowy	SUJ2	SUJ2	PPS (TB) / Mosiężny (MR)



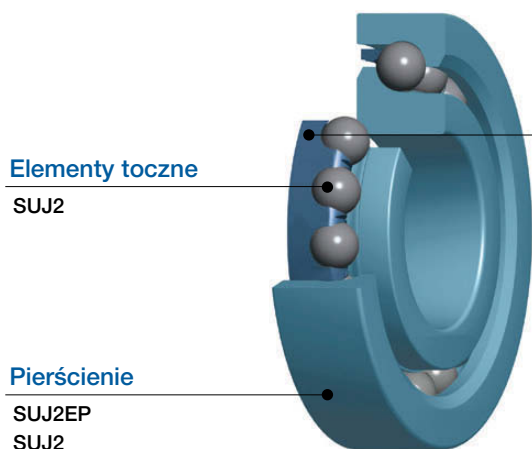
Koszyk

PEEK
Mosiężny

N10

Typ	Pierścienie	Elementy toczne	Koszyk
Standardowy	SUJ2	SUJ2	Mosiężny (MR)
RS	SUJ2	SUJ2	PEEK (TP)
RX	SHX	SHX	
RXH	SHX	Ceramiczne	

Łożyska kulkowe skośne wzdłużne do podparcia śrub kulowych



Koszyk

Poliamidowy
Mosiężny

Typ	Pierścienie	Elementy toczne	Koszyk
Do obrabiarek	SUJ2EP	SUJ2	Poliamidowy 66
Do urządzeń do formowania wtryskowego	SUJ2	SUJ2	Poliamidowy 46 / Mosiężny

Łożyska superprecyzyjne – asortyment

Firma NSK dostarcza kilka rodzajów łożysk superprecyzyjnych, w tym łożyska o wysokich osiąгах serii ROBUST™, serie specjalne łożysk do zastosowań unikatowych i specjalistycznych oraz łożyska serii standardowych.



Łożyska kulkowe skośne o wysokiej precyzji

Seria Standard

Seria Standard

Podstawowe łożyska superprecyzyjne NSK produkowane zgodnie z normą ISO.

- Serie 70xx, 72xx i 79xx
- Trzy kąty działania łożysk: 15° (C), 25° (A5), 30° (A)
- Dwa typy koszyków: z żywicy fenolowej (TR) lub poliamidowy (TYN), w zależności od wymagań zastosowania



Łożyska kulkowe skośne do wysokich prędkości

Seria ROBUST

Seria ROBUST (BNR, BER)

Łożyska o wysokich osiąгах, zaprojektowane do pracy z bardzo wysokimi prędkościami przy niewielkim wzroście temperatury. Odpowiednie do obrabiarek o ultra wysokiej precyzji oraz zastosowań wymagających ultra wysokich prędkości.

- Dwa kąty działania łożysk: 18° (BNR), 25° (BER)
- Dwa typy materiału kulek: stalowe (typ S) i ceramiczne (typ H i X)
- Dwa typy koszyków: z żywicy fenolowej (TR) lub poliamidowy (TYN), w zależności od wymagań zastosowania
- Seria ROBUST może być także wykorzystywana w zastosowaniach wymagających ultra wysokich prędkości, przekraczających 3 miliony $d_m n$



Łożyska kulkowe skośne uszczelnione

Seria specjalna

Seria specjalna

Wstępnie napełnione smarem i uszczelnione dla zmniejszenia problemów z obsługą. Odpowiednie do okresowej konserwacji wrzecion obrabiarek.

- Łożyska kulkowe skośne superprecyzyjne serii Standard
- Łożyska kulkowe skośne do ultra wysokich prędkości serii ROBUST™
- Zakres rozmiaru otworu: ϕ 30 – 100 mm w seriach ISO 10 i 19 (70xx i 79xx)



Łożyska kulkowe skośne wzdłużne do wysokich prędkości

Seria ROBUST

Seria ROBUST (BAR, BTR)

Łożyska wzdłużne o dużej sztywności do tokarek.

- Dwa kąty działania łożysk: 30° (BAR), 40° (BTR)
- Dwa typy materiału kulek: stalowe (typ S) i ceramiczne (typ H i X)



Łożyska kulkowe skośne o ultra wysokiej precyzji

Seria ROBUST

Seria ROBUST (BGR)

Łożyska o wysokich osiąгах, opracowane dla wrzecion szlifierek do otworów lub wysokoobrotowych silników elektrycznych, napinane wstępnie sprężyną.

- Zakres rozmiaru otworu: ϕ 6 – 25 mm, kąt działania łożyska: 15°
- Dwa typy materiału kulek: stalowe (typ S) i ceramiczne (typ H i X)
- Typ nierozbieralny
- Układy uniwersalne (DU i SU)

Seria ROBUST to seria łożysk superprecyzyjnych NSK o wysokich osiągnięciach



Łożyska walcowe jednorzędowe do ultra wysokich prędkości

Seria ROBUST

Seria Standard

Seria ROBUST Seria Standard

Łożyska walcowe o wysokich osiągnięciach, opracowane do zastosowań wymagających ultra wysokich prędkości, takich jak wrzeciona centrów obróbkowych.

- Dwa rodzaje materiału koszyka: mosiądz (MR)⁽¹⁾ i żywica PEEK (TP)
- Trzy rodzaje materiału wałeczków: stalowe, SHX i ceramiczne
- Łożyska serii ROBUST RXH do ultra wysokich prędkości mogą być wykorzystywane aż do prędkości 2,2 milionów $d_m n$

⁽¹⁾ Koszyk MR jest używany w serii standardowej.



Łożyska walcowe dwurzędowe

Seria Standard

Seria o dużej sztywności

Zaprojektowane tak, aby zapewniać dużą sztywność w zastosowaniach wymagających wysokich prędkości, takich jak wrzeciona tokarek.

- Dwa rodzaje materiału koszyka: mosiądz (MB) i żywica PPS (TB)
- Specyfikacja standardowa E44: otwory smarowe i rowek w pierścieniu zewnętrznym



Łożyska kulkowe skośne wzdłużne do podparcia śrub kulowych

Seria specjalna

Do zastosowania w obrabiarkach

Łożyska wzdłużne o dużej sztywności, zaprojektowane specjalnie do podparcia śrub kulowych w obrabiarkach.

- Kąt działania łożyska: 60°
- Możliwość uniwersalnego parowania w zależności od wymaganej specyfikacji sztywności lub trwałości
- Dostępne są również wstępnie wypełnione specjalnym smarem
- Dostępna jest nowa seria, dostarczana z uszczelnieniem stykowym i smarem wodoodpornym



Łożyska kulkowe skośne wzdłużne do podparcia śrub kulowych

Seria specjalna

Do zastosowania we wtryskarkach

Duża zdolność do przenoszenia obciążeń zapewnia pięciokrotnie większą oczekiwaną trwałość w porównaniu do łożysk kulkowych do podparcia śrub kulowych o podobnych wymiarach przeznaczonych do obrabiarek. Możliwe jest także zmniejszenie liczby rzędów w łożysku.

- Łatwiejsza obsługa w porównaniu do łożysk stożkowych lub łożysk baryłkowych wzdłużnych, wynikająca z nierozbieralnej budowy
- Optymalna budowa łożyska kulkowego dająca w rezultacie niższy moment obrotowy
- Możliwość uniwersalnego parowania w zależności od wymaganej specyfikacji sztywności lub trwałości



Łożyska kulkowe poprzeczne o wysokiej precyzji

Seria specjalna

Seria specjalna

Przeznaczona do silników elektrycznych o wysokich prędkościach i wysokiej precyzji.

- Dwa typy koszyka: koszyk poliamidowy prowadzony na kulkach (T1X, TYA)
- Zapewnia cichą pracę i niski poziom drgań

Zaprojektowane, aby zapewnić pracę z wysokimi prędkościami przy niskim generowaniu ciepła – seria ROBUST

Zalety

- 1 Niskie generowanie ciepła
- 2 Duża odporność na zatarcie
- 3 Lepsza stabilność temperaturowa
- 4 Stabilność podczas pracy z wysoką prędkością

Wysokie osiągi



Typ Spinshot™ II XE

Cicha praca dzięki zmniejszeniu szumu powietrza osiągniętemu poprzez specjalnie zaprojektowane smarowanie olejowo-powietrzne.

- Materiał pierścienia zewnętrznego/wewnętrznego: stal „SHX” odporna na wysoką temperaturę
- Kulki ceramiczne
- Wybór koszyków oparty na wymaganiach dotyczących prędkości
- Koszyk z żywicy fenolowej prowadzony na pierścieniu zewnętrznym: do 2,5 miliona $d_m n$
- Koszyk PEEK prowadzony na pierścieniu zewnętrznym: powyżej 2,5 miliona $d_m n$



Seria ROBUST Typ X

Łożyska o wysokich osiągnięciach charakteryzujące się dużą odpornością na zużycie i zatarcie podczas pracy z ultra wysokimi prędkościami.

- Materiał pierścienia wewnętrznego / zewnętrznego: stal „SHX” odporna na wysoką temperaturę
- Kulki ceramiczne
- Koszyk z żywicy fenolowej prowadzony na pierścieniu zewnętrznym



Seria ROBUST Typ H

Łożyska o wysokich osiągnięciach, łączące pracę z wysokimi prędkościami i wydzielanie niewielkich ilości ciepła

- Materiał pierścienia wewnętrznego / zewnętrznego: stal
- Kulki ceramiczne
- Wybór koszyków w zależności od wymagań dotyczących prędkości
- Koszyk poliamidowy prowadzony na kulkach: do 1,4 miliona $d_m n$
- Koszyk z żywicy fenolowej prowadzony na pierścieniu zewnętrznym: powyżej 1,4 miliona $d_m n$



Seria ROBUST Typ S

Stalowe łożyska kulkowe zapewniające optymalny koszt

- Materiał pierścienia wewnętrznego / zewnętrznego: stal
- Kulki stalowe
- Koszyk poliamidowy prowadzony na kulkach

Wysoka prędkość

Cechy serii „XE”

Praca z wysokimi prędkościami (przy napięciu wstępnym pozycyjnym)

Praca z wysokimi prędkościami przy pozycyjnym napięciu wstępnym, do maksymalnie 2,5 miliona $d_m n$ z płaszczem chłodzącym (maks. 2,7 miliona $d_m n$ bez płaszcza chłodzącego).

Cicha praca

Cicha praca, poziom szumów o 3-5 dB niższy niż w przypadku konwencjonalnego smarowania olejowo-powietrznego.

Orientacja

Pozostaje stabilne przy zarówno pionowym, jak i poziomym ustawieniu wrzeciona.

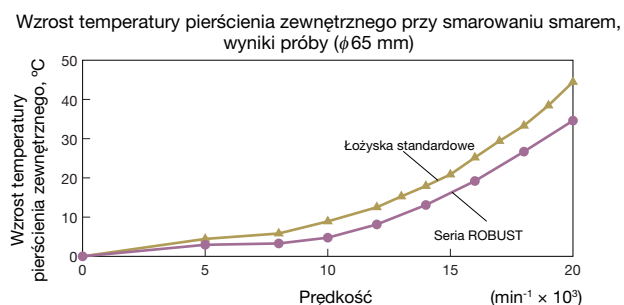
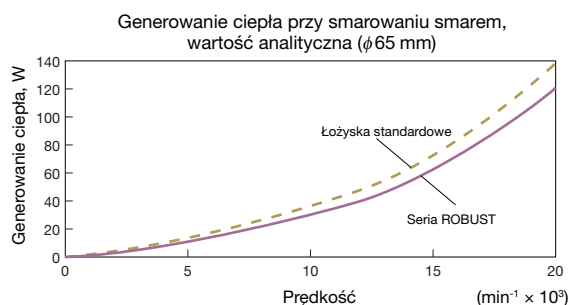
Zmniejszone zużycie powietrza

Zużycie powietrza może być o 1/3 niższe niż w przypadku konwencjonalnego smarowania olejowo-powietrznego.

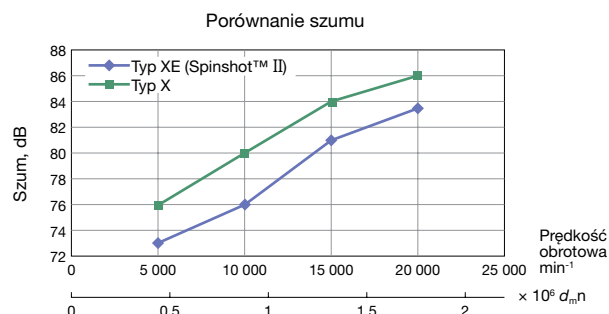
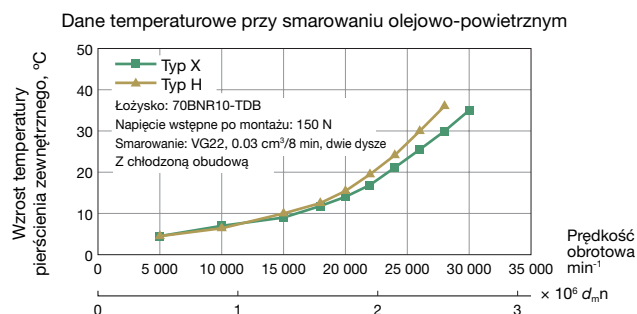
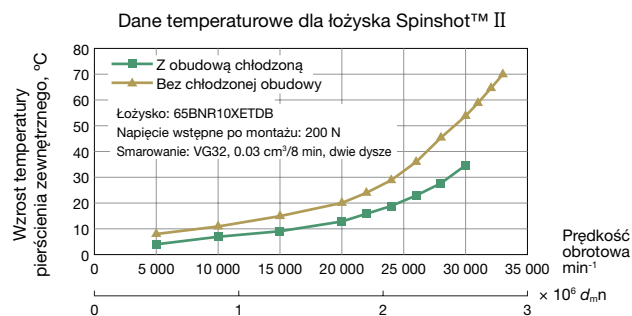
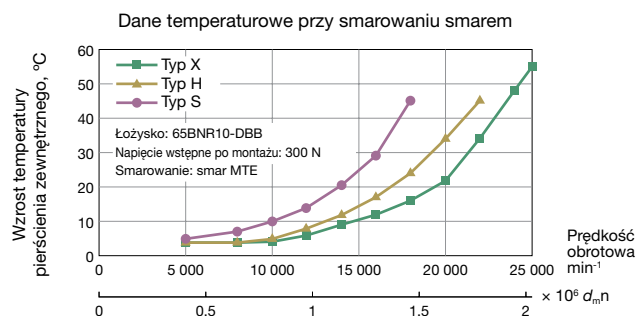


Dane analizy

Zaawansowane oprogramowanie do analizy uwzględnia poślizg wewnątrz łożyska i symuluje wzrost temperatury dla określenia optymalnych cech konstrukcyjnych. Dzięki zmniejszeniu ilości generowanego ciepła, łożyska serii ROBUST pozostają podczas pracy z wysoką prędkością bardziej stabilne niż dotychczasowe łożyska.



Dane próby



Zaprojektowane, aby zapewnić osiągi wysokich prędkości w połączeniu z dużą sztywnością

Zalety

- 1 Niskie generowanie ciepła
- 2 Zwiększona odporność na zatarcie
- 3 Stabilność podczas pracy z ultra wysokimi prędkościami

Wysokie osiągi



Łożyska walcowe jednorzędowe Seria Standardowa

Łożyska typu standardowego z mosiężnym koszykiem

- Materiał pierścienia wewnętrznego / zewnętrznego: stal
- Koszyk mosiężny prowadzony na wałeczkach



Łożyska walcowe jednorzędowe do ultra wysokich prędkości Seria ROBUST Typ RX

Wysokie osiągi przy odporności na zużycie i zatarcie podczas pracy z ultra wysokimi prędkościami

- Materiał pierścienia wewnętrznego / zewnętrznego: stal „SHX” odporna na wysoką temperaturę
- Wałeczki SHX
- Koszyk PEEK prowadzony na pierścieniu zewnętrznym



Łożyska walcowe jednorzędowe do ultra wysokich prędkości Seria ROBUST Typ RXH

Najwyższe osiągi dla optymalnej odporności na zatarcie podczas pracy z ultra wysokimi prędkościami

- Materiał pierścienia zewnętrznego / wewnętrznego: stal „SHX” odporna na wysoką temperaturę
- Wałeczki ceramiczne
- Koszyk PEEK prowadzony na pierścieniu zewnętrznym



Łożyska walcowe jednorzędowe do ultra wysokich prędkości Seria ROBUST Typ RS

Zaprojektowane, aby zapewnić ekonomiczne rozwiązanie do pracy z wysokimi prędkościami

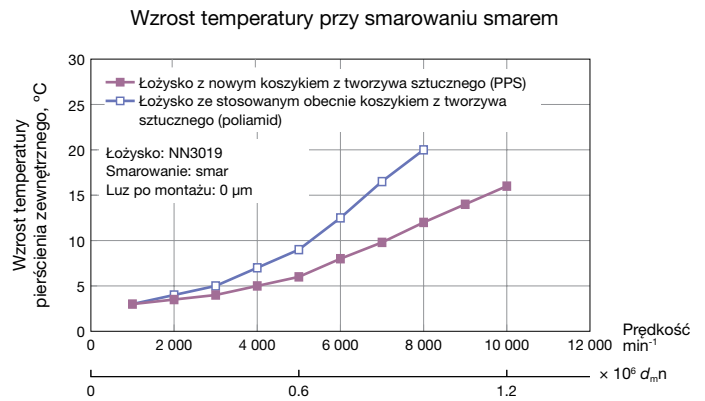
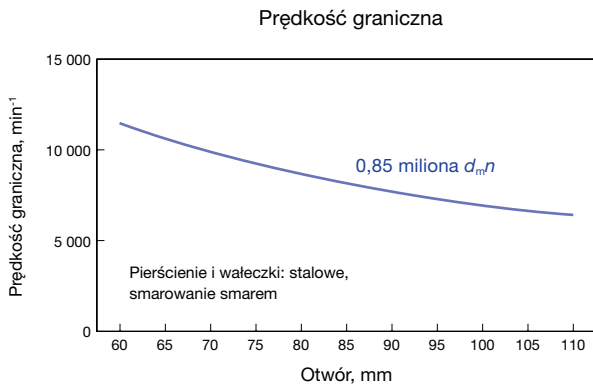
- Materiał pierścienia wewnętrznego / zewnętrznego: stal
- Wałeczki stalowe
- Koszyk PEEK prowadzony na pierścieniu zewnętrznym

Wysoka prędkość

Cechy łożysk walcowych dwurzędowych o wysokiej sztywności

Większa trwałość

Koszyk PPS (z modyfikowanego polimeru) jest odporny na wysoką temperaturę i zapewnia dużą sztywność. W porównaniu do koszyka mosiężnego koszyk PPS eliminuje cząstki powstające na skutek zużycia, pozwalając przedłużyć żywotność smar.



Cechy łożysk walcowych jednorzędowych do ultra wysokich prędkości serii ROBUST

Generowanie małej ilości ciepła

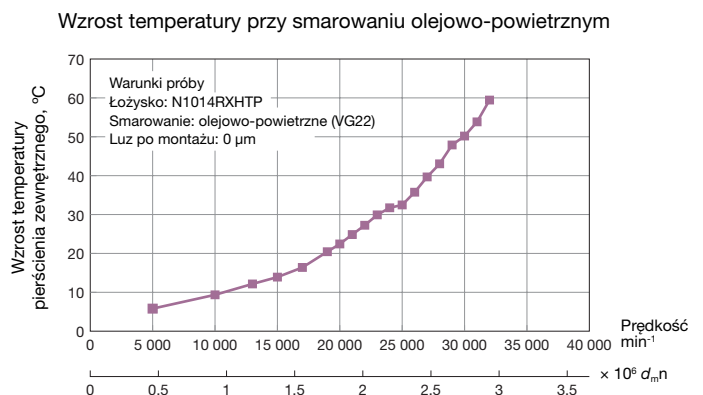
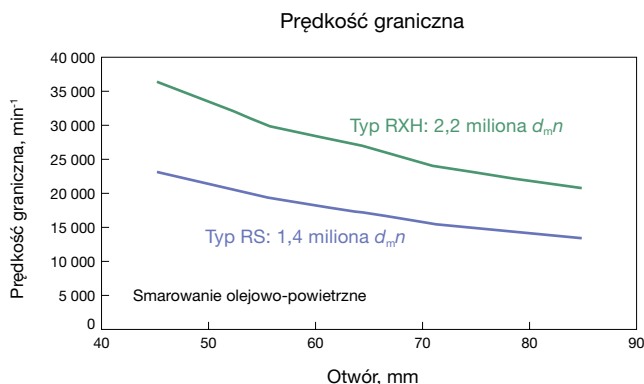
Konstrukcja wewnętrzna i zaawansowany materiał koszyka dają w rezultacie mniej generowanego ciepła.

Odporność na zatarcie

Typy RX i RXH są wykonane ze stali SHX, co poprawia odporność na zatarcie.

Stabilność przy wysokich prędkościach

Typy RS, RX i RXH są wyposażone w koszyki wykonane z odpornego na wysoką temperaturę materiału PEEK, co pozwala na pracę z ultra wysokimi prędkościami (ponad 2,0 miliony $d_m n$).



Łożyska o wysokich osiąгах, łączące możliwość pracy z wysokimi prędkościami i dużą sztywnością – seria ROBUST

Zalety

- 1 Zdolność do pracy z wysokimi prędkościami
- 2 Generowanie małej ilości ciepła
- 3 Wysoka dokładność



Łożyska kulkowe skośne wzdłużne do wysokich prędkości
Seria BTR10

Kąt działania łożyska 40° , duża sztywność osiowa i generowanie małej ilości ciepła. Zamienne z łożyskami serii TAC.



Łożyska kulkowe skośne wzdłużne do wysokich prędkości
Seria BAR10

Kąt działania łożyska 30° zapewnia możliwość pracy z wyższymi prędkościami. Zamienne z łożyskami serii BTR i TAC.



Łożyska kulkowe skośne wzdłużne dwurzędowe
Seria TAC

Kąt działania łożyska 60° , największa sztywność osiowa.

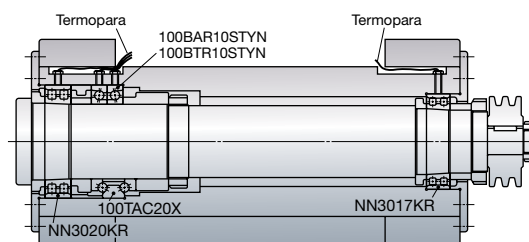
Cechy łożysk kulkowych skośnych wzdłużnych

Wysoka dokładność

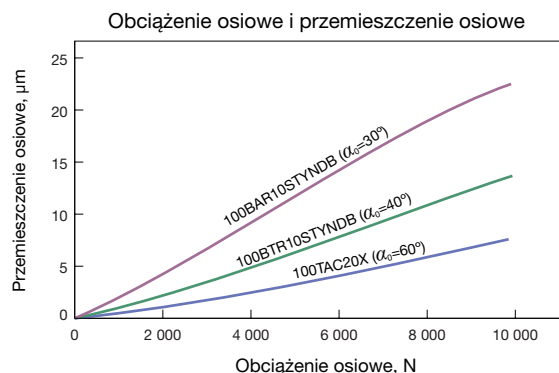
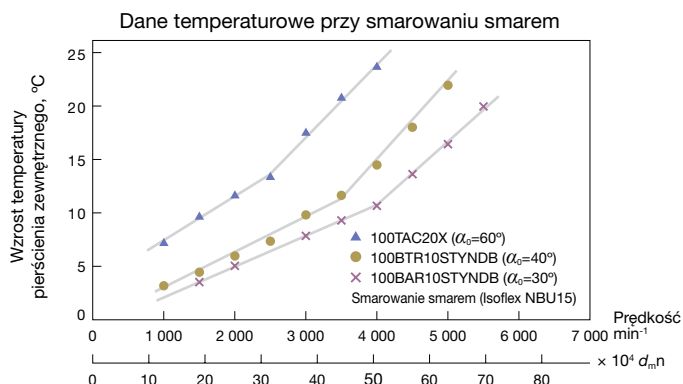
Dzięki wysokiemu stopniowi dokładności łożyska te nadają się znakomicie do stosowania we wrzecionach tokarek.

Zamienność

Aby umożliwić konfigurowanie sztywności wrzeciona, łożyska serii BTR BAR są zamienne z łożyskami serii TAC, z minimalną modyfikacją wrzeciona (patrz rysunek po prawej).



Konstrukcja maszyny do badań



Łożyska dla wrzecion szlifierek do otworów do ultra wysokich prędkości, zapewniające dużą dokładność i trwałość – Seria ROBUST (BGR)

Zalety

- 1 Optymalna konstrukcja wewnętrzna
- 2 Łatwa obsługa dzięki nierozbieralnej budowie
- 3 Swobodny wybór układów dzięki uniwersalnym konfiguracjom



Cechy serii BGR

· Optymalna konstrukcja

Optymalna konstrukcja koszyka prowadzonego na pierścieniu zewnętrznym zapewniająca lepsze smarowanie. Obrzeże pierścienia wewnętrznego obniżone, aby zapewnić stabilność dostarczania oleju.

· Większa trwałość

Stal SHX odporna na wysoką temperaturę zapewniająca większą trwałość.

· Łatwość obsługi

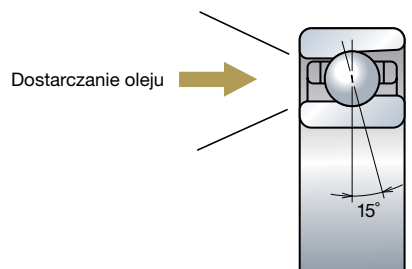
Nierozbieralna budowa ułatwia obsługę.

· Bardzo wysoka dokładność

Standardem jest klasa 2 ISO (ABMA ABEC9).

· Uniwersalne układy

Łożyska mogą być konfigurowane w typowych układach DB/DF/DT, jak również w szeregu innych układów.



Łożyska specjalne o wysokich osiąгах i dużej sztywności – seria TAC B

Zalety

- 1 Dłuższa żywotność
- 2 Niższy moment
- 3 Łatwość obsługi
- 4 Duża dokładność



Cechy łożysk do podparcia śrub kulowych obrabiarek

· Dłuższa żywotność

Elementy wykonane ze stali EP o wysokiej czystości i dłuższej żywotności.

· Duża sztywność

Specjalna konstrukcja (kąt działania łożyska 60°, więcej kulek) zapewnia większą sztywność osiową.

· Niższy moment

Niższy moment startowy niż w przypadku łożysk stożkowych lub walcowych oznacza dużą dokładność obrotu nawet przy niskiej mocy.

· Uniwersalne układy

Łożyska mogą być konfigurowane w typowych układach DB/DF/DT, jak również w szeregu innych konfiguracji.

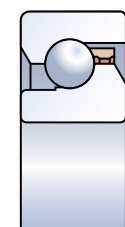
Dostępna jest także opcja łożyska wstępnie napełnionego smarem (Alvania No. 2).

· Łatwość obsługi i zwiększona niezawodność

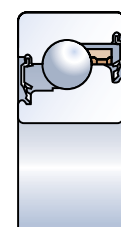
Nowa seria wyposażona w uszczelnienia stykowe i smar wodoodporny charakteryzuje się większą niezawodnością i łatwiejszą obsługą. W serii tej standardem jest łożysko pojedyncze do uniwersalnego parowania (SU).

· Duża dokładność pracy

Nowy poliamidowy koszyk zapewnia dużą dokładność pracy.



Przekrój łożyska
TAC B



Przekrój łożyska TAC B
z uszczelnieniem

Te specjalne łożyska o wysokich osiąгах pozwalają uprościć konstrukcję maszyny i zmniejszyć koszty – serie TAC 02, 03

Zalety

- 1 Oszczędność miejsca, duża nośność
- 2 Duża niezawodność
- 3 Łatwość obsługi
- 4 Zmniejszony moment dzięki zoptymalizowanej konstrukcji



Cechy łożysk do podparcia śrub kulowych wtryskarek

· Duża niezawodność

Budowa zapewniająca dużą nośność przedłuża pięciokrotnie trwałość łożyska w porównaniu do łożysk serii TAC B o podobnych wymiarach.

· Łatwość obsługi

Łatwiejsze w obsłudze i użytkowaniu od łożysk stożkowych lub łożysk barylkowych wzdłużnych dzięki nierozbieralnej budowie.

· Uproszczona konstrukcja prowadzi do zmniejszenia kosztów

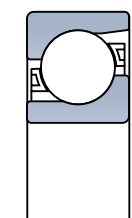
Napięcie wstępne jest już ustawione, dzięki czemu montaż jest szybki i nie wymaga ustawiania napięcia wstępnego. Nie jest konieczne projektowanie specjalnych elementów służących do ustawiania napięcia wstępnego, co pozwala zaoszczędzić czas i pieniądze.

· Niższy moment obrotowy

Optymalna konstrukcja wewnętrzna zapewniająca niższy moment (w przypadkach, gdy łożyska wałeczkowe są aktualnie w użyciu z uwagi na duże obciążenia, łożyska do podparcia śrub kulowych wtryskarek mogą być zastosowane, aby zmniejszyć moment generowany przez łożyska wałeczkowe).



Przekrój łożyska do obrabiarek i urządzeń do formowania wtryskowego



Przekrój łożyska TAC03AT85

Odpowiednie do okresowej konserwacji wrzecion – seria ROBUST i seria Standard

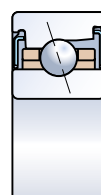
Cechy łożysk kulkowych skośnych uszczelnionych

- Łatwość obsługi

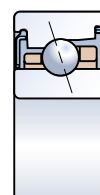
Brak konieczności smarowania łożyska podczas montażu wrzeciona.

- Przyjazne dla środowiska

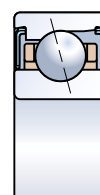
Uszczelnienie zapobiega utracie smaru.



Seria ROBUST
z koszykiem T



Seria ROBUST
z koszykiem TYN



Seria Standard
z koszykiem TR

Inne produkty

Uszczelnione przekładki precyzyjne

Przekładki uszczelnione eliminują możliwość zanieczyszczenia

Przekładki precyzyjne dostępne dla wrzecion obrabiarek

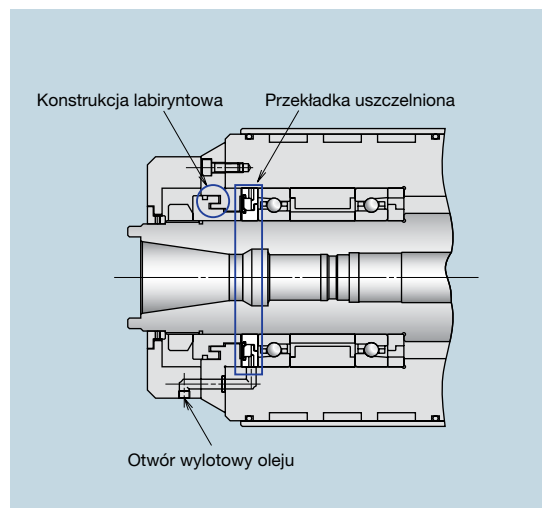
Cechy uszczelnionych przekładek precyzyjnych

- Przyjazne dla środowiska

Uszczelnienie zapobiega utracie smaru.

- Duża niezawodność

Zmniejszenie zanieczyszczenia kurzem lub cieczą chłodzącą we wrzecionach smarowanych smarem.



MTS, MTE, ENS

Cechy smarów do wrzecion obrabiarek

- MTS** Zawiera zagęszczacz mocznikowy i zapewnia wyższą odporność na wysokie temperatury. Zalecany do użytku we wrzecionach obrabiarek pracujących z ultra wysokimi prędkościami.
- MTE** Opracowany, aby zapewnić większą zdolność do przenoszenia obciążeń. Zalecany do użytku w wysokoobrotowych wrzecionach obrabiarek.
- ENS** Przyjazny dla środowiska dzięki biodegradowalności.



Smary MTE i MTS są dostępne w 100 g tubkach i 1 kg puszkach

Cechy smarów

Pozycja	Warunki	MTS	MTE	ENS	Metoda próby
Zagęszczacz	—	Mocznikowy	Barowy kompleksowy	Mocznikowy	—
Olej bazowy	—	Olej estrowy + Mieszanka olei syntetycznych	Olej estrowy	Olej poliolestawy	—
Lepkość kinematyczna oleju bazowego (mm ² /s)	40°C	22	23	32	JIS K2283
Penetracja po ugniataniu	25°C, 60 W	2–3	2	2	JIS K2220 (punkt 7)
Temperatura kroplenia (°C)	—	> 220	> 200	> 260	JIS K2220 (punkt 8)
Parowanie (% masy)	99°C × 22 godz.	0.3	0.4	0.4	JIS K2220 (punkt 10)
Separacja oleju (% masy)	100°C × 24 godz.	0.4	1.0	1.1	JIS K2220 (punkt 11)

Kluczowe znaczenie doboru właściwego łożyska

Łożyska precyzyjne są zaprojektowane tak, aby zapewniać dużą dokładność, wysoką prędkość obrotową oraz dużą sztywność, potrzebne przy wymagających zastosowaniach w obrabiarkach. Ponieważ każde zastosowanie wiąże się ze swoimi unikatowymi wymaganiami i każdy typ łożyska ma inną charakterystykę, kluczowe znaczenie ma dobór właściwego typu łożyska, odpowiadającego szczególnym wymaganiom danego zastosowania.

Wybierając łożyska skorzystaj ze Wsparcia Technicznego NSK

NSK chce pomagać klientom w doborze właściwych łożysk, które zapewnią najwyższe osiągi dla danego zastosowania. Projektując nowe wrzeciona, również wrzeciona do ultra wysokich prędkości, specjalistyczne czy zindywidualizowane, lub wybierając łożyska, nie wahaj się poprosić o pomoc techniczną. Dysponujemy doświadczeniem i ekspercką wiedzą w zakresie najnowocześniejszych technologii wysokoobrotowych wrzecion głównych, dzięki którym możemy zapewnić naszym klientom, że otrzymają łożyska najlepiej pasujące do planowanych zastosowań. Więcej informacji o najnowszych technologiach NSK można znaleźć na naszej witrynie internetowej lub dzwoniąc do nas.

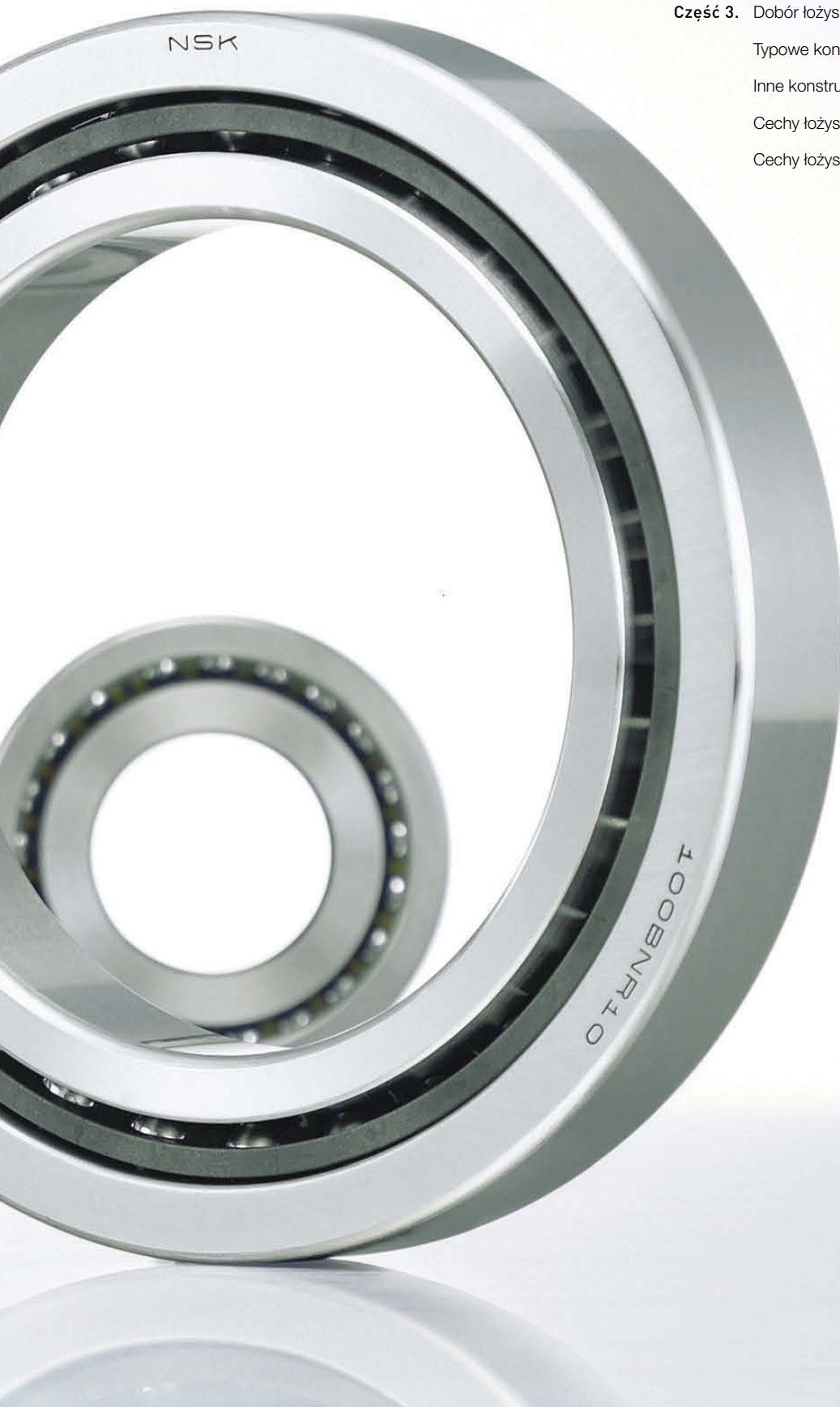
Witryna NSK

<http://www.nsk.com>



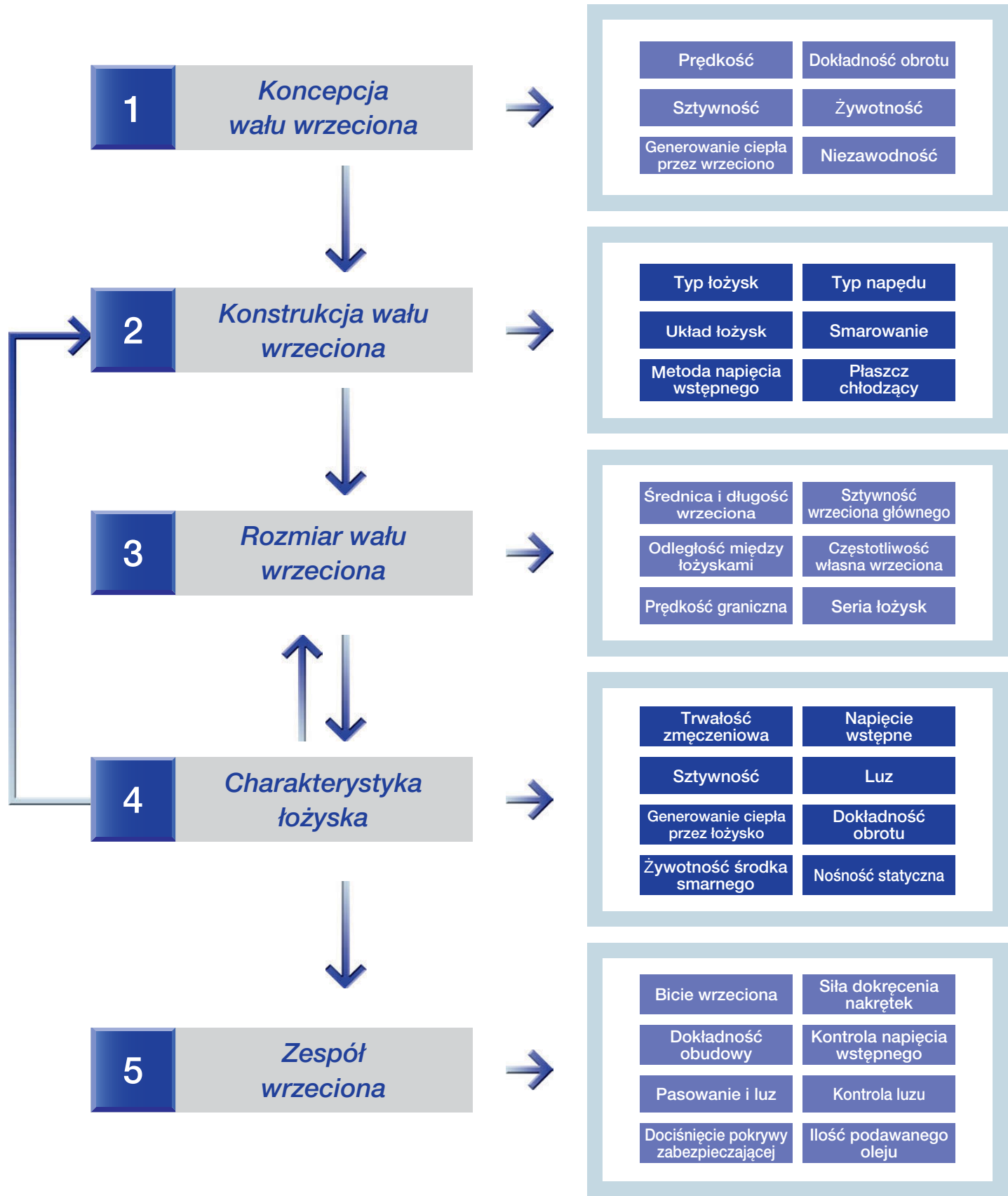
Spis treści

Część 3. Dobór łożyska	36
Typowe konstrukcje wrzecion wysokoobrotowych	38
Inne konstrukcje wrzecion	40
Cechy łożysk kulowych skośnych	42
Cechy łożysk walcowych	44



DOBÓR ŁOŻYSKA

Poniższy schemat pokazuje poprawną, pięcioetapową procedurę doboru właściwego łożyska do typowych wrzecion wysokoobrotowych, uwzględniającą czynniki, jakie należy rozważyć na każdym etapie doboru łożyska.



Prosimy pamiętać, że wsparcie techniczne NSK jest zawsze do Państwa dyspozycji przy projektowaniu nowego wrzeciona, wrzeciona o ultra wysokich prędkościach lub wrzeciona do unikatowego, specjalistycznego zastosowania. Naszym klientom oferujemy doświadczenie i ekspercką wiedzę w zakresie zaawansowanych technologii.



Podczas projektowania nowego wału wrzeciona zalecamy przeprowadzenie dokładnej analizy żądanych osiągnięć wrzeciona przed wybraniem łożyska. Projektując wrzeciono konieczne jest określenie, która z jego cech jest najważniejsza. Na przykład, należy zdecydować, czy prędkość obrotowa jest ważniejsza od sztywności, czy odwrotnie. Po ustaleniu priorytetów można przejść do następnego etapu.



Po przeprowadzeniu analizy osiągnięć wału wrzeciona następnym krokiem jest określenie konstrukcji wału wrzeciona. Aby wybrać optymalną konstrukcję, należy rozważyć każdy poszczególny element: konstrukcję łożysk (łożyska kulkowe lub walcowe), układ łożysk (liczbę rzędów), typ napędu (pasowy, przekładnia zębata, silnik ze sprzęgłem lub silnik zintegrowany) oraz system smarujący (smar, smarowanie olejowo-powietrzne, mgła olejowa lub strumień olejowy). Należy zadbać o zapewnienie zgodności konstrukcji z kryteriami i priorytetami określonymi w analizie osiągnięć wrzeciona. Prosimy o zapoznanie się z rysunkami i wykresami na stronach 38-39, pokazującymi relacje pomiędzy konstrukcją wału wrzeciona i jego sztywnością oraz prędkością.



Część 3



Po określeniu konstrukcji należy określić wymiary wrzeciona, w tym jego średnicę, długość i odległość pomiędzy łożyskami. Rozmiar wału wrzeciona będzie określał prędkość graniczną łożysk, sztywność wrzeciona głównego oraz częstotliwość własną wału wrzeciona. Ponieważ na prędkość graniczną wpływa rozmiar, typ i układ zastosowanych łożysk oraz metoda smarowania, przed podjęciem ostatecznej decyzji prosimy o zapoznanie się z częścią 4 i częścią 5.



Część 4

Część 5



Po wybraniu rozmiaru i typu łożyska należy określić specyfikację łożyska. Aby wybrać odpowiedni luz lub napięcie wstępne łożyska, konieczne jest rozważenie takich czynników, jak trwałość zmęczeniowa, sztywność osiowa i promieniowa oraz ilość generowanego ciepła. Luz lub napięcie wstępne należy wybrać bardzo uważnie, ponieważ czynniki te w największym stopniu wpływają na ogólne osiągi wrzeciona, szczególnie w przypadku pracy z bardzo wysokimi prędkościami. Jeżeli napięcie wstępne będzie nieprawidłowe, może powodować problemy takie jak przedwczesne uszkodzenie lub zatarcie. Czasami konieczne jest powtórzenie etapu 3 lub nawet etapów 2 i 3, zanim uzyska się najwłaściwszą konstrukcję wrzeciona.



Część 5



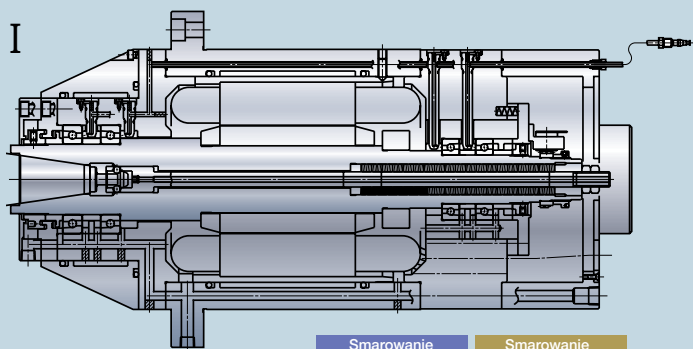
Po określeniu specyfikacji wału wrzeciona należy, w ostatnim etapie, rozważyć specyfikację metody montażu. Ważna jest dokładność wału wrzeciona oraz obudowy w miejscu osadzenia łożysk. Należy wyspecyfikować pasowanie i luz łożysk na wał i w obudowę. Do zamocowania łożysk należy zastosować właściwą siłę dla dokręcenia nakrętek. Po zamontowaniu łożysk należy jeszcze raz sprawdzić napięcie wstępne lub luz.



Część 6

Typowe konstrukcje wrzecion wysokoobrotowych

Prędkość obrotowa ($d_m n$)



Smarowanie olejowo-powietrzne
 $d_m n \nearrow 3.5M$

Smarowanie smarem
 $d_m n \nearrow 2.0M$

Układ łożysk I

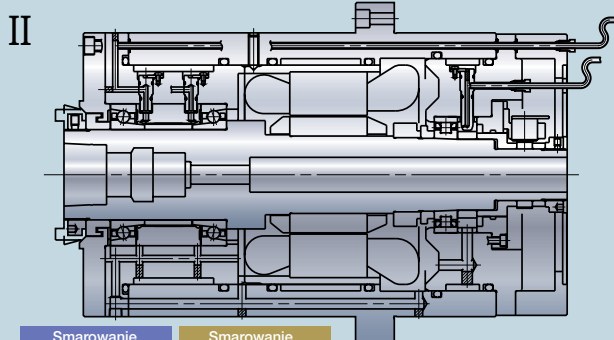
Z przodu: łożyska kulkowe skośne do ultra wysokich prędkości w układzie tandem (DT).

Z tyłu: łożyska kulkowe skośne do ultra wysokich prędkości w układzie tandem (DT).

Wrzeciona o takim układzie są przeznaczone do pracy z ultra wysokimi prędkościami przy wykorzystaniu stałego napięcia wstępnego.

Chociaż wrzeciono to ma mniejszą sztywność, może obracać się z większą prędkością przy mniejszym wzroście temperatury podczas pracy w stosunku do wrzeciona z pozycyjnym napięciem wstępnym.

Zastosowania: centra obróbcze, szlifierki, elektrowrzeciona itp.



Smarowanie olejowo-powietrzne
 $d_m n \nearrow 2.5M$

Smarowanie smarem
 $d_m n \nearrow 1.5M$

Układ łożysk II

Z przodu: łożyska kulkowe skośne do ultra wysokich prędkości w układzie dwójkowym (DB).

Z tyłu: łożysko walcowe jednorzędowe do ultra wysokich prędkości. (W przypadku łożysk kulkowych skośnych zastosowanie pozycyjnego napięcia wstępnego lub stałego napięcia wstępnego).

Wrzeciona o tym układzie, przy zastosowaniu pozycyjnego napięcia wstępnego, dostosowane są do pracy z wyjątkowo wysokimi prędkościami. Wrzeciona o tym układzie będą charakteryzować się większą sztywnością osiową i promieniową w stosunku do układu łożysk I. Możliwe jest zastosowanie z tyłu łożyska walcowego dla osiągnięcia lepszych własności przesuwu strony swobodnej.

Zastosowania: centra obróbcze, szlifierki, elektrowrzeciona itp.

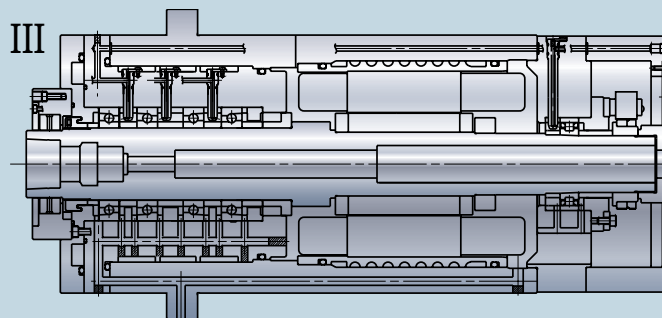
Układ łożysk III

Z przodu: łożyska kulkowe skośne do ultra wysokich prędkości w układzie czwórkowym (DBB).

Z tyłu: łożysko walcowe jednorzędowe do ultra wysokich prędkości. (W przypadku łożysk kulkowych skośnych zastosowanie pozycyjnego napięcia wstępnego lub stałego napięcia wstępnego).

Wrzeciona o tym układzie będą charakteryzowały się mniejszą prędkością i większą sztywnością osiową i promieniową w stosunku do układu łożysk II.

Zastosowania: tokarki sterowane numerycznie, frezarki sterowane numerycznie, centra obróbcze itp.



Smarowanie olejowo-powietrzne
 $d_m n \nearrow 2.2M$

Smarowanie smarem
 $d_m n \nearrow 1.3M$

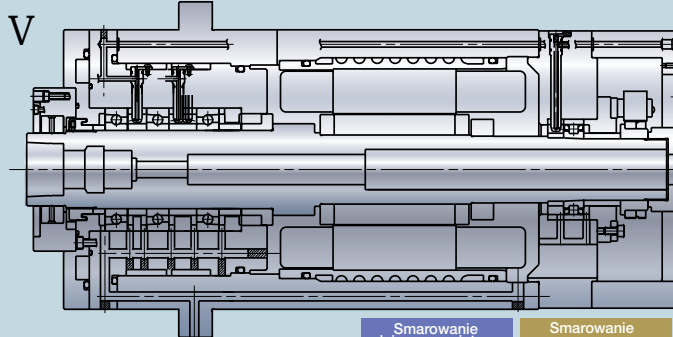
Układ łożysk V

Z przodu: łożyska kulkowe skośne do ultra wysokich prędkości w układzie trójkowym (DBD).

Z tyłu: łożysko walcowe jednorzędowe do ultra wysokich prędkości. (W przypadku łożysk kulkowych skośnych zastosowanie pozycyjnego napięcia wstępnego lub stałego napięcia wstępnego).

Wrzeciona o tym układzie będą charakteryzowały się mniejszą prędkością i większą sztywnością osiową i promieniową w stosunku do układu łożysk II oraz mniejszą prędkością i mniejszą sztywnością w stosunku do układu łożysk III i IV.

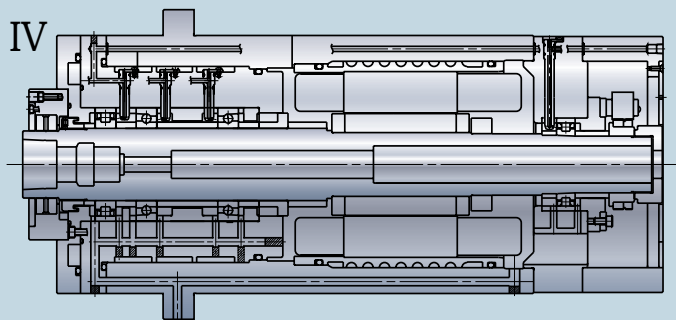
Zastosowania: tokarki sterowane numerycznie, frezarki sterowane numerycznie, centra obróbcze itp.



Smarowanie olejowo-powietrzne
 $d_m n \nearrow 1.8M$

Smarowanie smarem
 $d_m n \nearrow 1.2M$

Sztywność wału wrzeciona



Smarowanie
olejowo-powietrzne
 $d_m n \nearrow 2.2M$

Smarowanie
smarem
 $d_m n \nearrow 1.3M$

Układ łożysk IV

- Z przodu: łożysko walcowe jednorzędowe do ultra wysokich prędkości, łożysko kulkowe skośne w układzie dwójkowym (DB).
Z tyłu: łożysko walcowe jednorzędowe do ultra wysokich prędkości.
(W przypadku łożysk kulkowych skośnych zastosowanie pozycyjnego napięcia wstępnego lub stałego napięcia wstępnego).

Wrzeciona o tym układzie będą charakteryzowały się zbliżoną prędkością do łożysk w układzie III. Z uwagi na umieszczenie z przodu łożyska walcowego, sztywność promieniowa jest duża, co pozwala na osiąganie zarówno dużej prędkości, jak i wykonywanie cięć z dużą siłą.

Zastosowania: tokarki sterowane numerycznie, frezarki sterowane numerycznie, centra obróbcze itp.

Układ łożysk VI

- Z przodu: łożyska walcowe dwurzędowe o dużej sztywności, łożyska kulkowe skośne w układzie dwójkowym (DB).
Z tyłu: łożyska walcowe dwurzędowe o dużej sztywności.

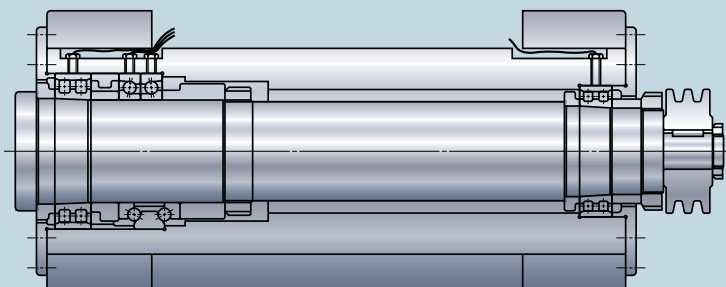
Chociaż wrzeciona o tym układzie będą charakteryzowały się mniejszą prędkością, ich sztywność promieniowa i osiowa są największe.

Zastosowania: tokarki sterowane numerycznie, frezarki sterowane numerycznie, centra obróbcze itp.

VI

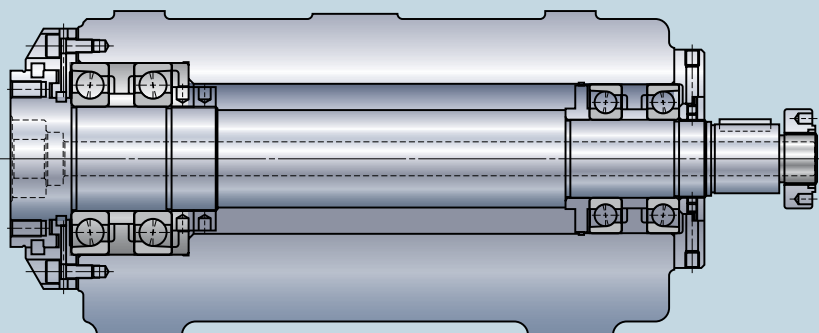
Smarowanie
olejowo-powietrzne
 $d_m n \nearrow 1.0M$

Smarowanie
smarem
 $d_m n \nearrow 0.8M$

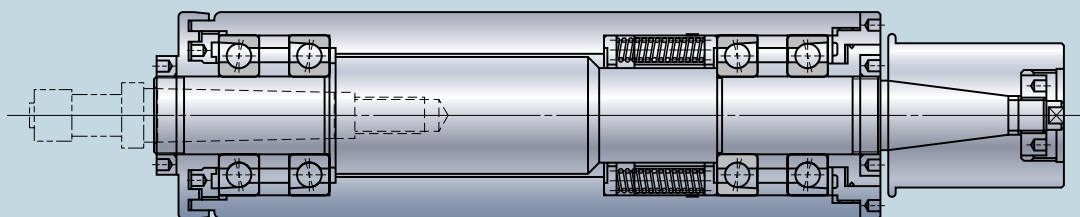


INNE KONSTRUKCJE WRZECION

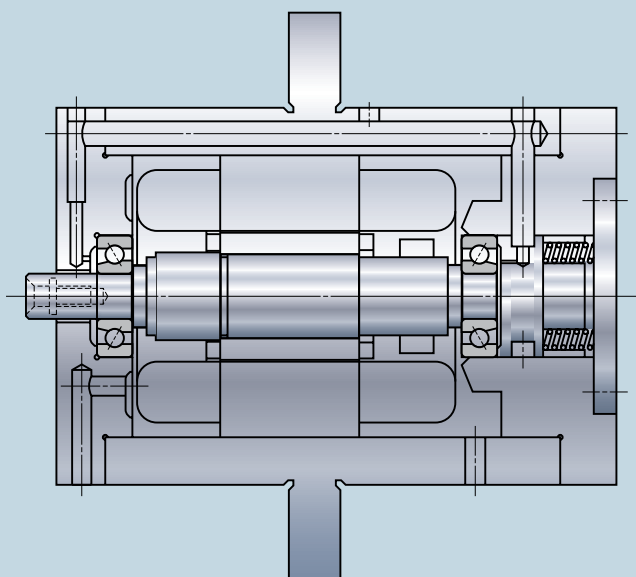
Głowica wytaczarki



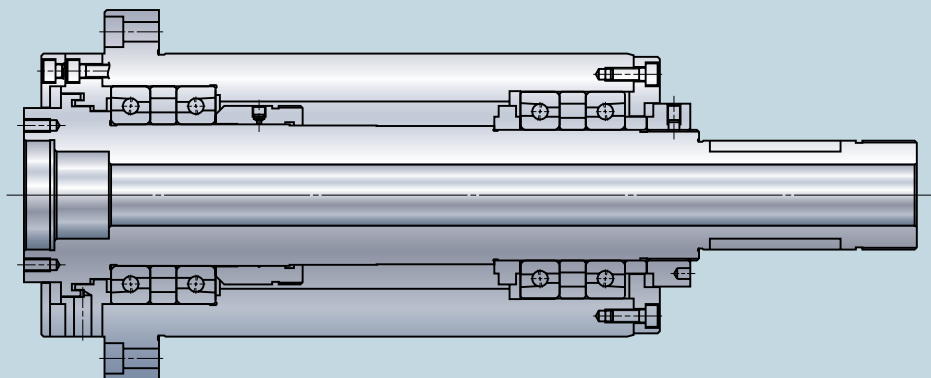
Wrzeciono szlifierki



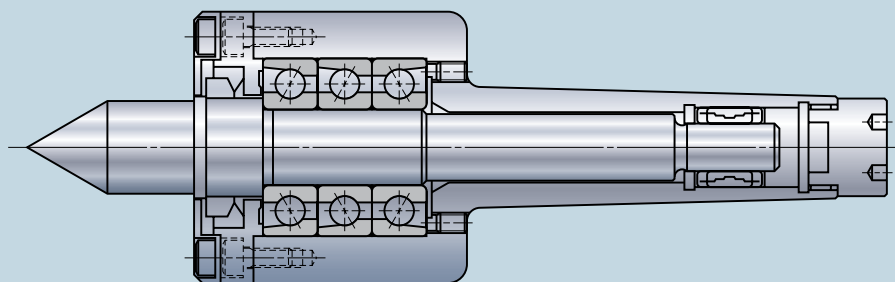
Elektrowrzeciono



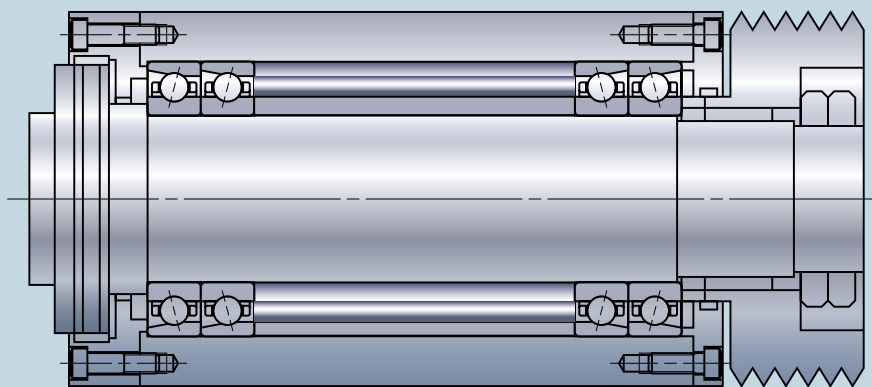
Wrzeciono tokarki o wysokiej precyzji



Kieł obrotowy



Wrzeciono robocze



CECHY ŁOŻYSK KULKOWYCH SKOŚNYCH

Główne cechy łożysk kulkowych skośnych (Angular Contact Ball Bearings – ACBB)

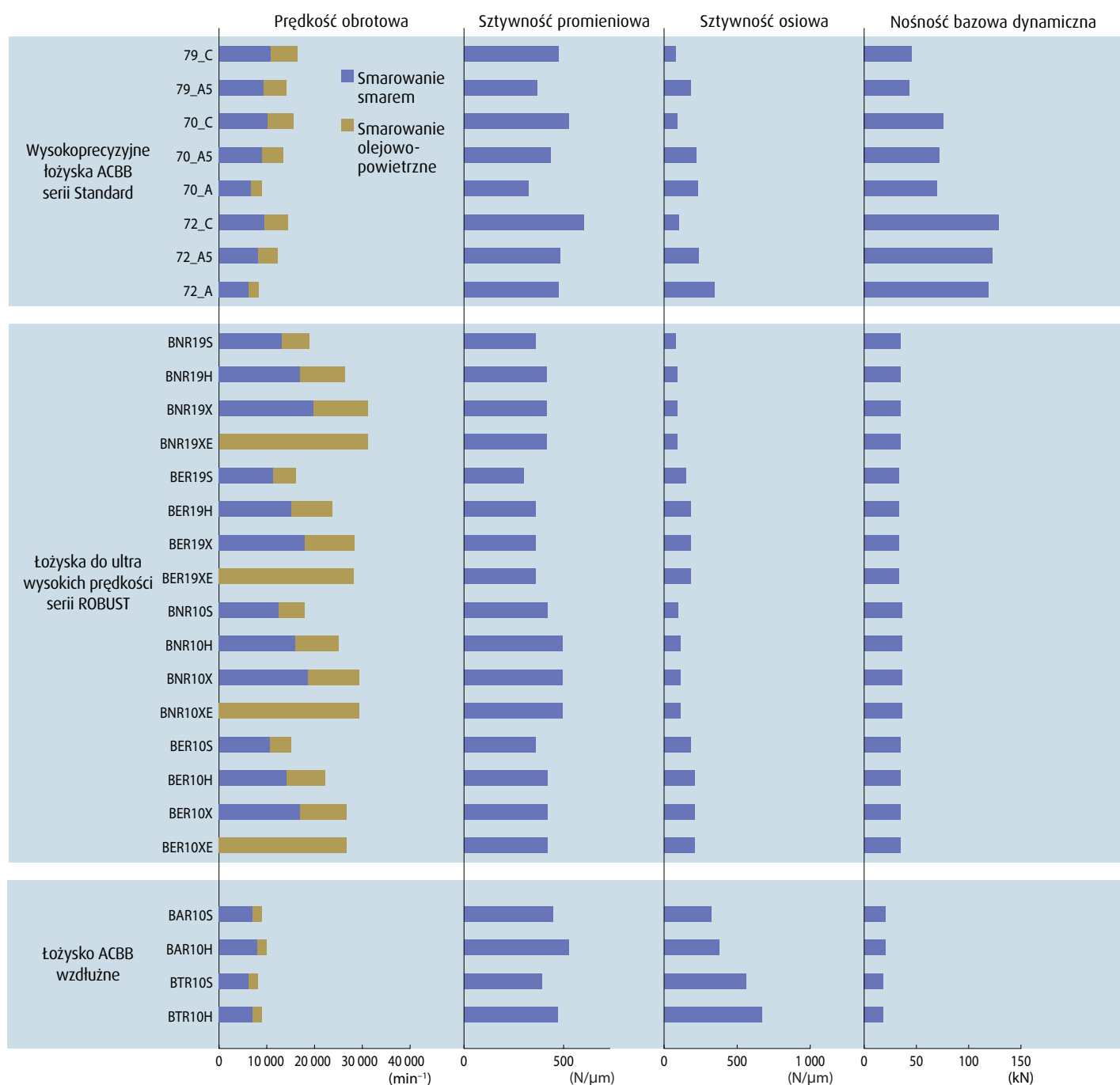
■ Wstępnie zdefiniowany kąt działania

■ Są stosowane w dopasowanych układach z napięciem wstępnym

Przy wyborze łożyska ACBB ważne jest, aby wziąć pod uwagę dwie wymienione obok cechy, ponieważ każde łożysko ACBB ma inne właściwości.

Ważne jest, aby dokładnie rozważyć wpływ zmian kąta działania łożyska oraz napięcia wstępnego na osiągi, tak aby dokonać wyboru łożyska ACBB najbardziej odpowiedniego do danego zastosowania. Przedstawione poniżej wykresy pokazują względne osiągi każdego typu ACBB (tych samych serii wymiarowych) w zależności od kąta działania łożyska, napięcia wstępnego i układu.

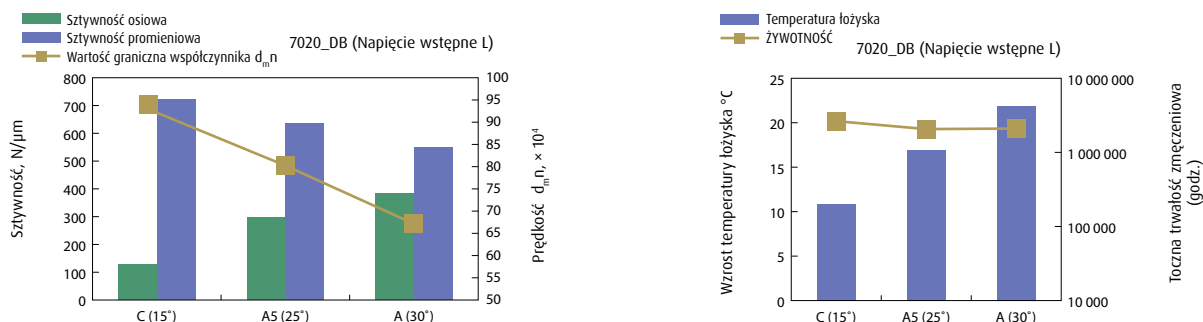
Porównanie osiągnięć każdego typu łożysk (średnica otworu 70 mm, układ DB, napięcie wstępne L)



Wpływ kąta działania łożyska

Wraz ze wzrostem kąta działania w łożyskach kulkowych skośnych zwiększa ich nośność osiowa, ale zmniejsza się prędkość graniczna. Dlatego też łożyska ACBB o mniejszym kącie działania są bardziej odpowiednie do zastosowań wymagających wysokich prędkości i dużych obciążeń promieniowych.

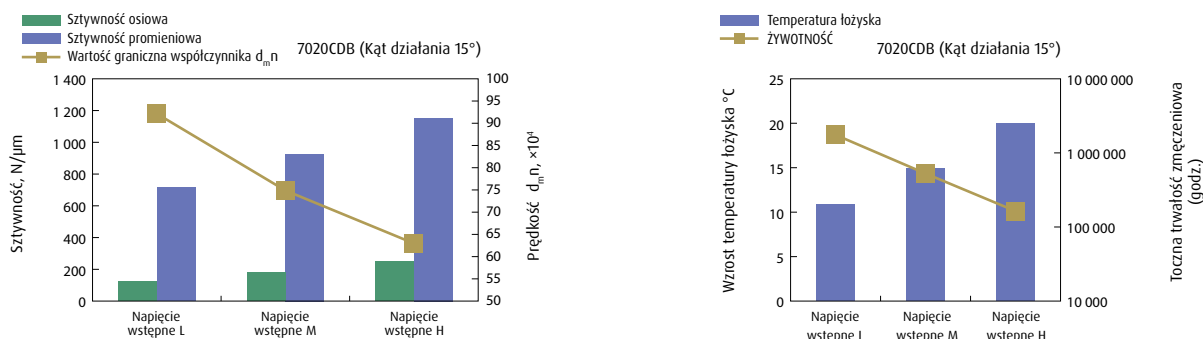
Przedstawione poniżej rysunki porównują sztywność, prędkość graniczną i wzrost temperatury łożyska kulkowego skośnego 7020 z różnymi kątami działania łożyska: kąt C (15°), kąt A5 (25°) i kąt A (30°). Dla tego samego napięcia wstępnego lekkiego (L), łożysko o kącie działania C wykazuje większą sztywność promieniową przy mniejszym wzroście temperatury w stosunku do łożyska o kącie działania A. Łożysko o kącie działania A charakteryzuje się największą sztywnością osiową, trzy razy większą niż ta dla łożyska o kącie działania C, ale jego prędkość graniczna jest niższa niż pozostałych.



Wpływ napięcia wstępnego

Napięcie wstępne wpływa na osiągi łożysk ACBB w prawie taki sam sposób, jak kąt działania. W miarę wzrostu napięcia wstępnego zwiększa się sztywność, ale maleją obroty graniczne. NSK definiuje standardowe poziomy napięcia wstępnego jako ekstra lekkie (EL), lekkie (L), średnie (M) i wysokie (H). Rysunki poniżej porównują osiągi łożyska 7020CDB przy różnych poziomach napięcia wstępnego. Nawet jeżeli kąt działania łożyska będzie taki sam, to przy większym napięciu wstępnym zwiększa się sztywność zarówno osiowa, jak i promieniowa. Rośnie jednakże również temperatura, tak więc obroty graniczne i obliczana trwałość stają się mniejsze.

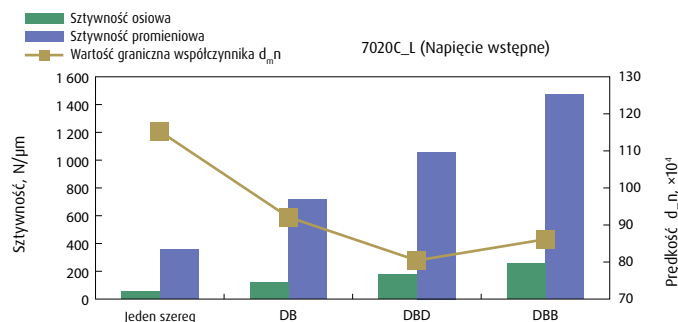
W celu utrzymania wysokiej sztywności konieczne jest poświęcenie wyższej prędkości. Podobnie, dla uzyskania większej prędkości konieczne jest poświęcenie wysokiej sztywności. Należy zachować ostrożność. W przypadku kombinacji dużego napięcia wstępnego z dużą prędkością roboczą istnieje prawdopodobieństwo zatarcia.



Wpływ układu

Łożyska ACBB są zazwyczaj używane jako zestawy kilku łożysk. Istnieją trzy typy układów – tyłem do siebie (DB), przodem do siebie (DF) i tandem (DT).

Najpopularniejsze są zestawy dwurzędowe, trójrzędowe i czterorzędowe. Przy zachowaniu stałego układu i zwiększeniu liczby rzędów rośnie sztywność i nośność, ale spadają obroty graniczne.

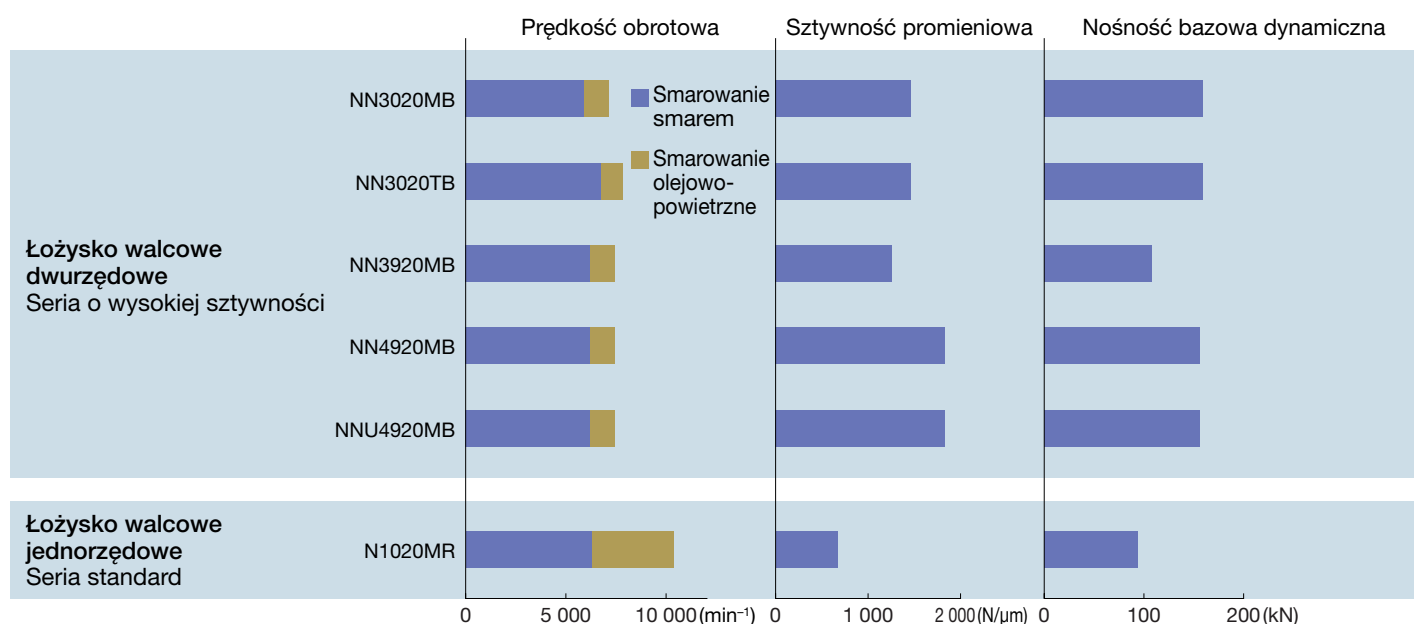


CECHY ŁOŻYSK WALCOWYCH (CRB)

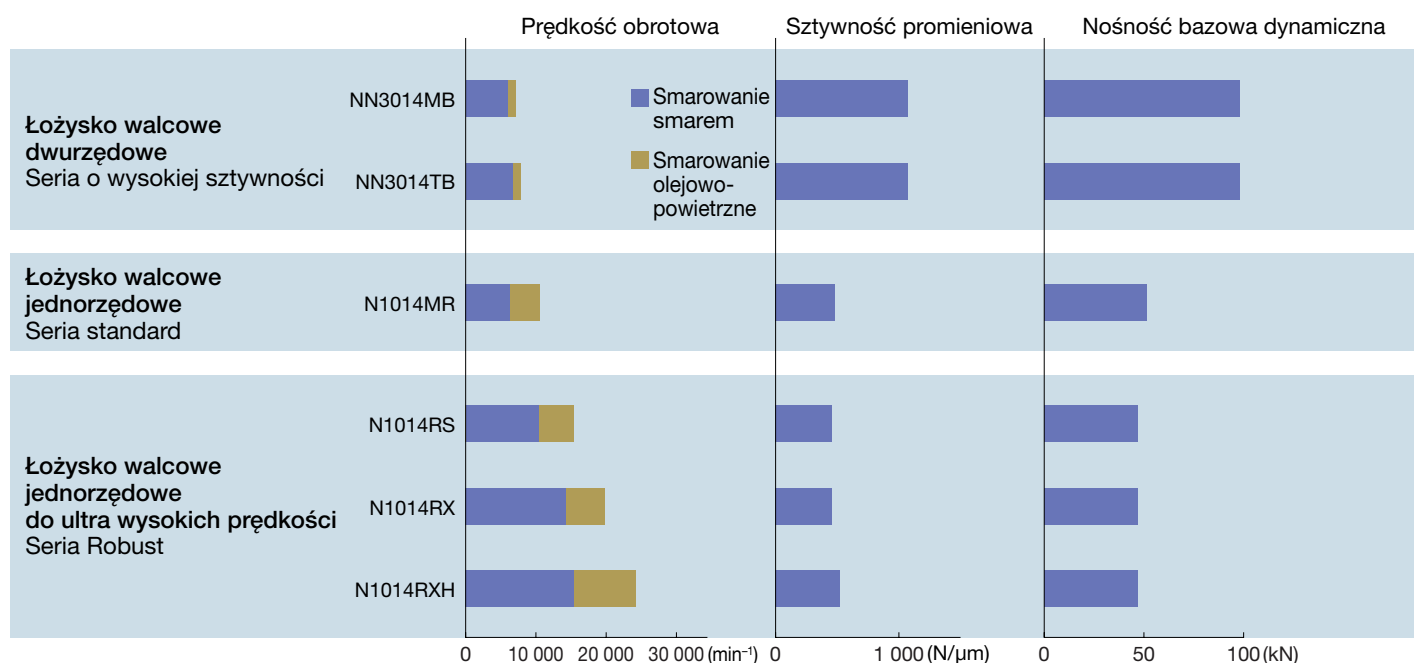
Łożyska walcowe (Cylindrical Roller Bearings – CRB)

Łożyska walcowe przenoszą jedynie obciążenia promieniowe, ale ich bazowa nośność promieniowa jest większa niż w przypadku łożysk kulkowych skośnych. Dostępne są zarówno łożyska CRB dwurzędowe (typu NN lub NNU), jak i jednorzędowe (typu N). Generalnie, łożyska walcowe dwurzędowe są wykorzystywane w zastosowaniach wymagających dużej sztywności takich jak np. w tokarkach, podczas gdy łożyska walcowe jednorzędowe są używane w zastosowaniach wymagających wysokich prędkości, takich jak np. w centrach obróbkowych. Poniższe wykresy przedstawiają osiągi łożysk walcowych w zależności od typu łożyska (wg typu i serii wymiarowych) przy uwzględnieniu luzu promieniowego.

Porównanie osiągnięć każdego typu łożysk walcowych (średnica otworu 100 mm)



Porównanie osiągnięć każdego typu łożysk walcowych (średnica otworu 70 mm)

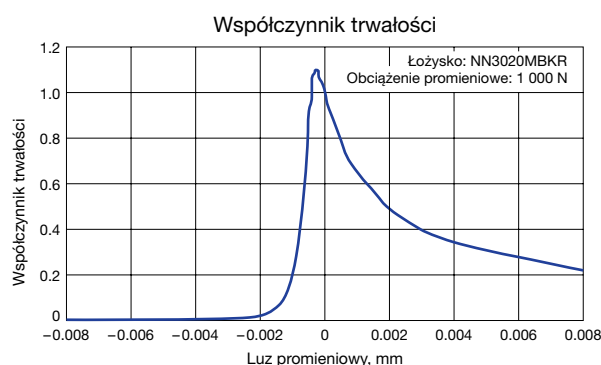
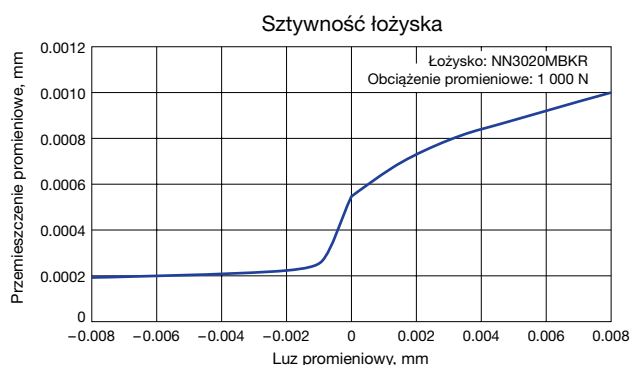


Wpływ luzu promieniowego

Przy stosowaniu łożysk walcowych ważne jest, aby sprawdzić luz promieniowy, ponieważ będzie miał on największy wpływ na osiągi łożyska.

Wraz ze wzrostem luzu promieniowego zmniejszają się zarówno sztywność, jak i obliczana trwałość zmęczeniowa łożyska. Wraz ze wzrostem luzu promieniowego spada także ilość generowanego ciepła podczas pracy. Jak jednak widać z zamieszczonych wykresów, zmniejszenie luzu poniżej $-0,003$ mm powoduje jedynie niewielki wzrost sztywności przy jednoczesnym spadku obliczanej trwałości zmęczeniowej do zera. Dlatego też optymalnym luzem docelowym, który daje dużą sztywność i trwałość jest luz zerowy lub tylko lekko negatywny.

W przypadku zastosowań wymagających wysokich prędkości konieczne jest kontrolowanie luzu podczas pracy. Prawdłowo ustawiony podczas instalacji łożyska luz promieniowy kompensuje efekty pracy z dużą prędkością.



Związek pomiędzy luzem promieniowym i wzrostem temperatury

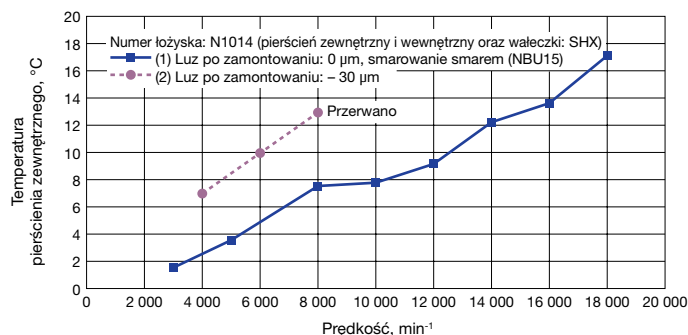
Wykres po prawej stronie pokazuje wyniki testu wzrostu temperatury dla łożyska walcowego.

Luz promieniowy po montażu

Łożysko (1): $0 \mu\text{m}$

Łożysko (2): $-30 \mu\text{m}$

Wzrost temperatury dla łożyska (2) jest większy i prędkość graniczna jest mniejsza niż w przypadku łożyska (1), co jasno wskazuje na istotność prawidłowego kontrolowania luzu.



Łożyska walcowe z otworem stożkowym używane są do kontrolowania luzu promieniowego podczas montażu wrzeciona, ponieważ łatwo jest dzięki niemu ustawić żadaną wartość luzu promieniowego. W przypadku łożysk walcowych z otworem stożkowym popularne klasy luzu promieniowego przed montażem i pierścieniami niezamiennymi to CC9, CC0 i CC1. Konkretnie charakterystyki każdej z nich opisano poniżej.

Luz zalecany przez NSK

• CC0

Zakres luzu dla łożysk z pierścieniami niezamiennymi mniejszy niż CC1. Zakres ten nakłada się na górne wartości CC9 i dolne wartości CC1. Ponieważ luz o wymaganej wielkości jest łatwy do ustawienia przez klientów. Jest to preferowany luz oferowany dla łożysk walcowych o otworze stożkowym.

• Luz CC1

Zakres luzu dla łożysk z pierścieniami niezamiennymi większy niż CC0. Jakkolwiek niestandardowy, luz ten jest bardzo popularny. Należy zachować ostrożność w przypadku maksymalnej wartości luzu, ponieważ przy tej wartości następuje znaczące rozszerzenie pierścienia wewnętrznego. Niezachowanie ostrożności, zwłaszcza w przypadku, gdy przekrój wrzeciona jest niewielki, może skutkować deformacją łożyska lub samego wału.

• Luz CC9

Zakres luzu dla łożysk z pierścieniami niezamiennymi mniejszym niż CC0. Luz ten pomaga unikać potencjalnej deformacji pierścienia wewnętrznego lub wału w przypadku niewielkiej tolerancji dla rozszerzenia pierścienia wewnętrznego. Ponieważ luz promieniowy jest zredukowany do minimum, luz ujemny pomiędzy pierścieniem wewnętrznym i wałem wrzeciona staje się niewielki. W zastosowaniach wymagających wysokiej prędkości może to powodować luzowanie się pierścienia wewnętrznego na wale wrzeciona i w rezultacie uszkodzenie z powodu pełzania.

1. ŁOŻYSKA KULKOWE SKOŚNE



Łożyska kulkowe skośne
o wysokiej precyzji

Seria Standard



Łożyska kulkowe skośne
do ultra wysokich prędkości

Seria ROBUST



Łożyska kulkowe skośne
do ultra wysokich prędkości

Seria Spinshot™ II



Łożyska kulkowe skośne
o ultra wysokiej precyzji

Seria BGR

Łożyska kulkowe

Łożyska kulkowe skośne

Łożyska kulkowe skośne o wysokiej precyzji (seria Standard) 48-60

Cechy

System oznaczeń

Tabele łożysk

Seria Miniaturowa, Seria BSA do podparcia śrub kulowych

Seria 79

Seria 70

Seria 72

Łożyska kulkowe skośne do ultra wysokich prędkości (seria ROBUST) 62-79

Cechy

System oznaczeń

Tabele łożysk

Seria BNR19, BER19

Seria BNR10, BER10

Seria BNR19XE/10XE, BER19XE/10XE (Spinshot™ II)

Seria BNR29, BER29 (seria szeroka)

Seria BNR20, BER20 (seria szeroka)

Łożyska kulkowe skośne o ultra wysokiej precyzji (seria BGR) 80-84

Cechy

System oznaczeń

Tabele łożysk

Seria BGR19

Seria BGR10

Seria BGR02

skośne

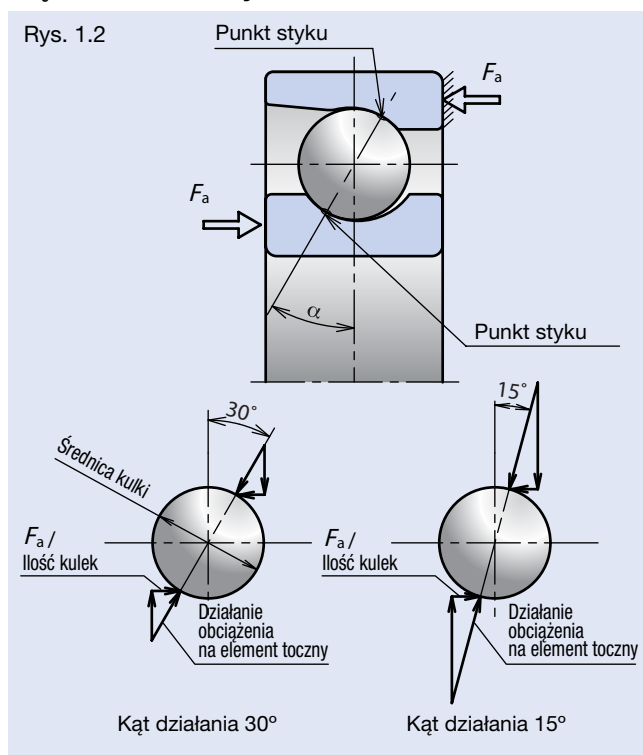
1. ŁOŻYSKA KULKOWE SKOŚNE

Łożyska kulkowe skośne o wysokiej precyzji (seria Standard)

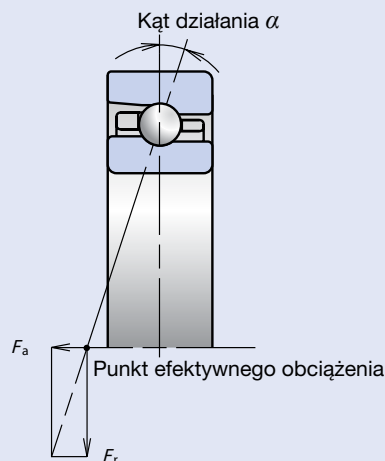
Cechy

Łożyska kulkowe skośne jednorzędowe charakteryzują się kątem działania określonym jako kąt zawarty pomiędzy linią łączącą punkty styku kulki z bieżniami a linią symetryczną łożyska w kierunku promieniowym. Kąt działania sprawia, że łożysko to może przenosić obciążenia promieniowe, jednokierunkowe obciążenia osiowe lub ich kombinację. Ponadto, ponieważ składnik osiowy jest generowany, gdy przykładane jest obciążenie promieniowe, łożyska te są zazwyczaj stosowane w parach, układach trójkowych, czwórkowych lub wielokrotnych.

Kąt działania łożyska



Rys. 1.1



Gdy łożysko kulkowe skośne zostaje obciążone, odkształcenie sprężyste oraz wielkość naprężenia w punktach styku zmieniają się w wyniku zmiennych warunków obciążenia kulek, pierścienia wewnętrznego i pierścienia zewnętrznego.

Rysunek 1.2 ilustruje obciążenia działające na dwa elementy toczne przy kącie działania łożyska 30° i 15° . Związek pomiędzy obciążeniem osiowym przyłożonym do łożyska i wynikowym obciążeniem działającym na element toczny może być określone następującym wzorem:

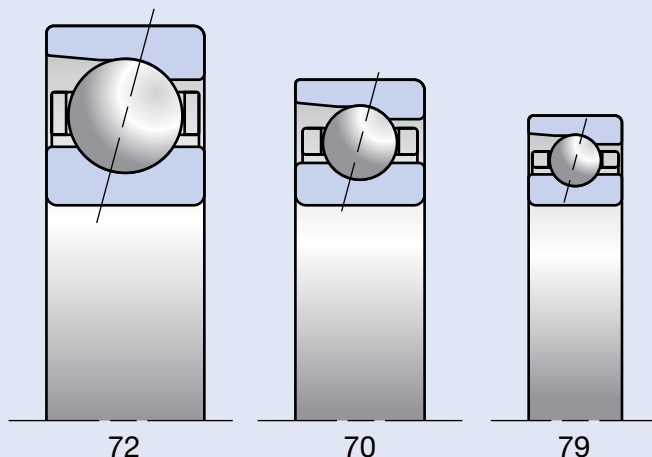
Obciążenie działające na element toczny = $F_a / (\text{liczba kulek} \times \sin \alpha)$.

Stąd, im większy jest kąt działania łożyska, tym mniejsze jest obciążenie działające na element toczny. Obciążenie w punkcie styku i będące jego konsekwencją odkształcenie jest mniejsze, co daje w rezultacie zwiększenie trwałości. Przy przyłożeniu obciążenia promieniowego, im mniejszy jest kąt działania łożyska, tym mniejsze jest obciążenie działające na element toczny, co z kolei skutkuje zmniejszonym obciążeniem w punkcie styku.

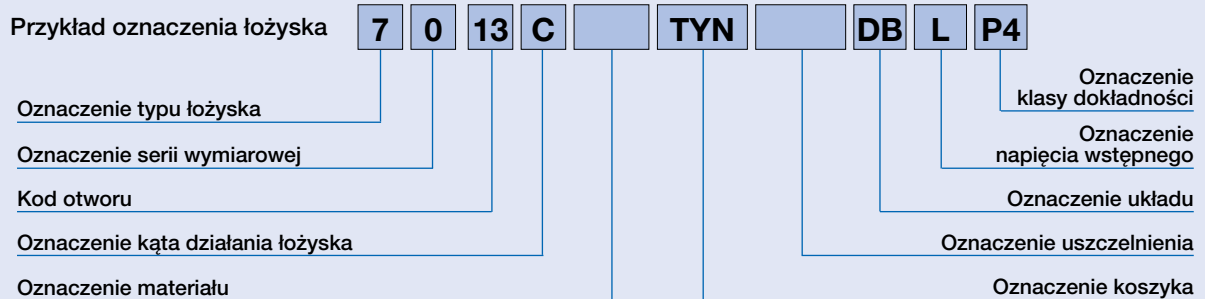
(Omówienie wpływu kąta działania łożyska, patrz strony 42 i 43).

Serie wymiarowe

Rys. 1.3



System oznaczeń łożysk kulkowych skośnych o wysokiej precyzji (seria Standard)



			Strony
7	Typ łożyska	7: jednorzędowe łożysko kulkowe skośne	42-43, 48
0	Serie wymiarowe	9: seria 19, 0: seria 10, 2: seria 02	42-43, 48
13	Kod otworu	Mniej niż 03, Średnica otworu 00: 10 mm, 01: 12 mm 02: 15 mm, 03: 17 mm 04 i wyżej: pomnożyć × 5 dla uzyskania średnicy otworu w mm	50-60
C	Kąt działania łożyska	C: 15° A5: 25° A: 30°	42-43, 48
	Materiał	Brak oznaczenia: stal łożyskowa (SUJ2); SN24: kulki ceramiczne (Si ₃ N ₄) ⁽¹⁾	14-17
TYN	Koszyk	TYN: koszyk poliamidowy prowadzony na kulkach; prędkość graniczna $d_m n = 1\,400\,000$; dopuszczalna temperatura pracy = 120°C TR: koszyk z żywicy fenolowej prowadzony na otworze pierścienia zewnętrznego; dopuszczalna temperatura pracy = 120°C	18-19
	Uszczelnienie	Brak oznaczenia: typu otwartego V1V: uszczelki gumowe bezstykowe ⁽²⁾	32
DB	Układ	SU: pojedyncze uniwersalne; DU: układ uniwersalny (dwurzędowy) DB: dwa łożyska w układzie "0"; DF: dwa łożyska w układzie "X"; DT: układ tandem – jedno za drugim DBD, DFD, DTD, DUD: układ trójkowy; DBB, DFF, DBT, DFT, DTT, QU: układ czwórkowy	42-43 148-151
L	Napięcie wstępne	EL: ekstra lekkie napięcie wstępne; L: lekkie napięcie wstępne; M: średnie napięcie wstępne H: duże napięcie wstępne; CP: specjalne napięcie wstępne, CA: specjalny luz osiowy	42-43 152-160
P4	Klasa dokładności	P2: klasa 2 ISO, P4: klasa 4 ISO, P5: klasa 5 ISO P3: klasa specjalna (dokładność wymiarowa: klasa 4 ISO; dokładność obrotu: klasa 2 ISO) P4Y: dokładność specjalna (średnica otworu i średnica zewnętrzna określane wyłącznie przez NSK. Wszystkie inne klasa 4 ISO)	151 176-179

⁽¹⁾ Oznaczanie łożysk skośnych z kulkami ceramicznymi 79, 70. Średnica otworu = ϕ 10-100 mm.

⁽²⁾ Uszczelnione łożyska kulkowe skośne są normalizowane do układu SU i klasy 3 ISO.

Oznaczanie łożysk kulkowych skośnych uszczelnionych 79, 70. Średnica otworu = ϕ 30-100 mm.

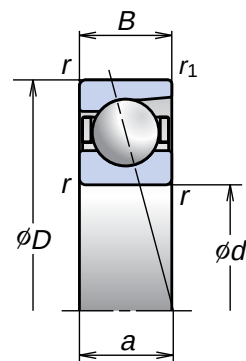
1. ŁOŻYSKA KULKOWE SKOŚNE

Łożyska kulkowe skośne o wysokiej precyzji (seria małogabarytowa)

Seria **70**

Seria **72**

Średnica otworu 5-8 mm



Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Punkt obciążenia efektywnego (mm) a	Masa (g) (przybliżona)	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r1 (min.)	C _r (Dynamiczna)	C _{0r} (Statyczna)				w smarze	w oleju
725C	5	16	5	0.3	0.15	1.700	0.660	0.545	3.91	4.5	110 000	167 000
725A	5	16	5	0.3	0.15	1.610	0.620	0.665	5.53	4.5	72 000	96 000
706C	6	17	6	0.3	0.15	2.150	0.845	0.765	4.54	5.5	100 000	153 000
706A	6	17	6	0.3	0.15	2.030	0.795	0.725	6.32	5.5	66 000	87 000
726C	6	19	6	0.3	0.15	2.390	1.000	0.835	4.67	7.8	92 000	140 000
726A	6	19	6	0.3	0.15	2.240	0.940	0.395	6.61	7.8	60 000	80 000
707C	7	19	6	0.3	0.15	2.390	1.000	0.835	4.67	7.4	89 000	135 000
707A	7	19	6	0.3	0.15	2.240	0.940	0.375	6.61	7.4	58 000	77 000
708C	8	22	7	0.3	0.15	3.550	1.540	1.300	5.51	12.0	77 000	117 000
708A	8	22	7	0.3	0.15	3.350	1.450	1.020	7.84	12.0	50 000	67 000
728C	8	24	8	0.3	0.15	3.600	1.580	1.330	6.14	16.0	72 000	110 000
728A	8	24	8	0.3	0.15	3.350	1.480	0.610	8.62	16.0	47 000	63 000

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.

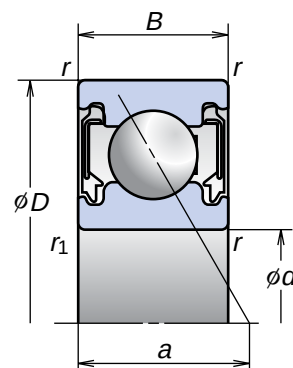
⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170. Przy zastosowaniu kulek ceramicznych wartość prędkości granicznej będzie 1,25 raza większa niż przy zastosowaniu kulek stalowych.

Uwaga: Łożyska oznaczone przyrostkiem „C”: nominalny kąt działania łożyska 15°
Łożyska oznaczone przyrostkiem „A”: nominalny kąt działania łożyska 30°

Łożyska kulkowe skośne o wysokiej precyzji (seria BSA do podparcia śrub kulowych)

Seria **10**

Średnica otworu 8-15 mm



Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Punkt obciążenia efektywnego (mm) a	Masa (g) (przybliżona)	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)
	d	D	B	r (min.)	r1 (min.)	C _r (Dynamiczna)	C _{0r} (Statyczna)				w smarze
8BSA10T1X	8	22	7	0.3	0.15	2.350	0.840	0.805	12.2	11.0	40 000
10BSA10T1X	10	26	8	0.3	0.15	3.250	1.200	0.960	14.4	16.6	33 300
12BSA10T1X	12	28	9	0.3	0.15	3.600	1.430	1.710	16.0	18.7	30 000
15BSA10T1X	15	32	10	0.3	0.15	3.900	1.690	1.950	18.6	27.7	25 500

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170. Przy zastosowaniu kulek ceramicznych wartość prędkości granicznej będzie 1,25 raza większa niż przy zastosowaniu kulek stalowych.

Uwaga: Łożyska BSA: nominalny kąt działania łożyska 30°

Łożyska kulkowe skośne o wysokiej precyzji (seria Standard)

Seria 79

Średnica otworu 10-55 mm

Dodatkowe informacje:

Nr strony

- Dynamiczne obciążenie równoważne139
- Statyczne obciążenie równoważne146
- Napięcie wstępne i sztywność152
- Wymiary odsadzeń i zaokrągleń186
- Pozycja dyszy192
- Dawka napelnienia smarem175

Łożyska kulkowe skośne

Standard

Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Współczynnik f_0	Punkt obciążenia efektywnego (mm) a	Masa (kg) (przybliżona)	Budowa uszczelnienia	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r_1 (min.)	C_r (Dynamiczna)	C_{Or} (Statyczna)						w smarze	w oleju
7900C	10	22	6	0.3	0.15	3.00	1.52	1.23	14.1	5.1	0.010	–	71 900	109 400
7900A5	10	22	6	0.3	0.15	2.88	1.45	1.44	–	6.7	0.009	–	62 500	93 800
7901C	12	24	6	0.3	0.15	3.35	1.86	1.45	14.7	5.4	0.011	–	63 900	97 300
7901A5	12	24	6	0.3	0.15	3.20	1.77	1.71	–	7.2	0.011	–	55 600	83 400
7902C	15	28	7	0.3	0.15	4.75	2.64	1.93	14.5	6.4	0.016	–	53 500	81 400
7902A5	15	28	7	0.3	0.15	4.55	2.53	2.22	–	8.5	0.016	–	46 600	69 800
7903C	17	30	7	0.3	0.15	5.00	2.94	2.09	14.8	6.6	0.017	–	49 000	74 500
7903A5	17	30	7	0.3	0.15	4.75	2.80	2.21	–	9.0	0.017	–	42 600	63 900
7904C	20	37	9	0.3	0.15	6.95	4.25	3.20	14.9	8.3	0.036	–	40 400	61 500
7904A5	20	37	9	0.3	0.15	6.60	4.05	3.55	–	11.1	0.037	–	35 100	52 700
7905C	25	42	9	0.3	0.15	7.85	5.40	3.90	15.5	9.0	0.043	–	34 400	52 300
7905A5	25	42	9	0.3	0.15	7.45	5.15	4.40	–	12.3	0.043	–	29 900	44 800
7906C	30	47	9	0.3	0.15	8.30	6.25	4.40	15.9	9.7	0.049	○	29 900	45 500
7906A5	30	47	9	0.3	0.15	7.85	5.95	4.95	–	13.5	0.050	○	26 000	39 000
7907C	35	55	10	0.6	0.3	12.1	9.15	6.60	15.7	11.0	0.074	○	25 600	38 900
7907A5	35	55	10	0.6	0.3	11.4	8.70	7.20	–	15.5	0.075	○	22 300	33 400
7908C	40	62	12	0.6	0.3	15.1	11.7	8.40	15.7	12.8	0.109	○	22 600	34 400
7908A5	40	62	12	0.6	0.3	14.3	11.2	8.90	–	17.9	0.110	○	19 700	29 500
7909C	45	68	12	0.6	0.3	16.0	13.4	8.55	16.0	13.6	0.129	○	20 400	31 000
7909A5	45	68	12	0.6	0.3	15.1	12.7	9.95	–	19.2	0.130	○	17 700	26 600
7910C	50	72	12	0.6	0.3	16.9	15.0	9.45	16.2	14.2	0.130	○	18 900	28 700
7910A5	50	72	12	0.6	0.3	15.9	14.2	11.0	–	20.2	0.132	○	16 400	24 600
7911C	55	80	13	1.0	0.6	19.1	17.7	11.0	16.3	15.5	0.182	○	17 100	26 000
7911A5	55	80	13	1.0	0.6	18.1	16.8	12.5	–	22.2	0.184	○	14 900	22 300

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.

Przy zastosowaniu kulek ceramicznych wartość prędkości granicznej będzie 1,25 raza większa niż przy zastosowaniu kulek stalowych.

Uwaga: Łożyska oznaczone przyrostkiem „C”: nominalny kąt działania łożyska 15°

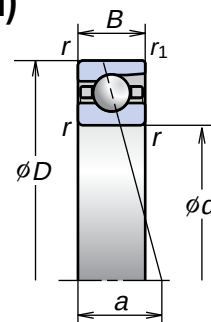
Łożyska oznaczone przyrostkiem „A5”: nominalny kąt działania łożyska 25°

1. ŁOŻYSKA KULKOWE SKOŚNE

Łożyska kulkowe skośne o wysokiej precyzji (seria Standard)

Seria 79

Średnica otworu 60-280 mm



Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Współczynnik f_0	Punkt obciążenia efektywnego (mm) a	Masa (kg) (przybliżona)	Budowa uszczelnienia	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r_1 (min.)	C_r (Dynamiczna)	C_{Or} (Statyczna)						w smarze	w oleju
7912C	60	85	13	1.0	0.6	19.4	18.7	11.5	16.5	16.2	0.195	○	15 900	24 200
7912A5	60	85	13	1.0	0.6	18.3	17.7	13.0	–	23.4	0.198	○	13 800	20 700
7913C	65	90	13	1.0	0.6	20.2	20.5	12.5	16.7	16.9	0.208	○	14 900	22 600
7913A5	65	90	13	1.0	0.6	19.1	19.4	14.2	–	24.6	0.211	○	13 000	19 400
7914C	70	100	16	1.0	0.6	28.1	27.8	17.3	16.4	19.4	0.338	○	13 600	20 600
7914A5	70	100	16	1.0	0.6	26.5	26.3	20.3	–	27.8	0.341	○	11 800	17 700
7915C	75	105	16	1.0	0.6	28.6	29.3	18.0	16.6	20.1	0.358	○	12 800	19 500
7915A5	75	105	16	1.0	0.6	26.9	27.7	21.2	–	29.0	0.355	○	11 200	16 700
7916C	80	110	16	1.0	0.6	29.0	30.5	18.7	16.7	20.7	0.377	○	12 200	18 500
7916A5	80	110	16	1.0	0.6	27.3	29.0	22.1	–	30.2	0.381	○	10 600	15 800
7917C	85	120	18	1.1	0.6	39.0	40.5	25.9	16.5	22.7	0.534	○	11 300	17 100
7917A5	85	120	18	1.1	0.6	36.5	38.5	30.0	–	32.9	0.541	○	9 800	14 700
7918C	90	125	18	1.1	0.6	41.5	46.0	29.1	16.6	23.4	0.568	○	10 700	16 300
7918A5	90	125	18	1.1	0.6	39.5	43.5	33.5	–	34.1	0.560	○	9 400	14 000
7919C	95	130	18	1.1	0.6	42.5	48.0	30.0	16.7	24.1	0.597	○	10 300	15 600
7919A5	95	130	18	1.1	0.6	40.0	45.5	35.0	–	35.2	0.603	○	8 900	13 400
7920C	100	140	20	1.1	0.6	50.0	54.0	33.0	16.5	26.1	0.800	○	9 600	14 600
7920A5	100	140	20	1.1	0.6	47.5	51.5	39.5	–	38.0	0.808	○	8 400	12 500
7921C	105	145	20	1.1	0.6	51.0	57.0	34.5	16.6	26.7	0.831	–	9 200	14 000
7921A5	105	145	20	1.1	0.6	48.0	54.0	41.0	–	39.2	0.820	–	8 000	12 000
7922C	110	150	20	1.1	0.6	52.0	59.5	35.5	16.7	27.4	0.867	–	8 900	13 500
7922A5	110	150	20	1.1	0.6	49.0	56.0	43.0	–	40.3	0.877	–	7 700	11 600
7924C	120	165	22	1.1	0.6	72.0	81.0	50.5	16.5	30.1	1.160	–	8 100	12 300
7924A5	120	165	22	1.1	0.6	67.5	77.0	59.5	–	44.2	1.150	–	7 100	10 600

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.

Przy zastosowaniu kulek ceramicznych wartość prędkości granicznej będzie 1,25 raza większa niż przy zastosowaniu kulek stalowych.

Uwaga: Łożyska oznaczone przyrostkiem „C”: nominalny kąt działania łożyska 15°

Łożyska oznaczone przyrostkiem „A5”: nominalny kąt działania łożyska 25°

Dodatkowe informacje: Nr strony

- Dynamiczne obciążenie równoważne139
- Statyczne obciążenie równoważne146
- Napięcie wstępne i sztywność152
- Wymiary odsadzeń i zaokrągleń186
- Pozycja dyszy192
- Dawka napelnienia smarem175

Seria 79 (ciąg dalszy)

Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Współczynnik f_0	Punkt obciążenia efektywnego (mm) a	Masa (kg) (przybliżona)	Budowa uszczelnienia	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r_1 (min.)	C_r (Dynamiczna)	C_{0r} (Statyczna)						w smarze	w oleju
7926C	130	180	24	1.5	1.0	78.5	91.0	55.0	16.5	32.8	1.500	–	7 500	11 300
7926A5	130	180	24	1.5	1.0	74.0	86.0	63.5	–	48.1	1.540	–	6 500	9 700
7928C	140	190	24	1.5	1.0	79.5	95.5	58.0	16.7	34.1	1.630	–	7 000	10 700
7928A5	140	190	24	1.5	1.0	75.0	90.0	68.0	–	50.5	1.630	–	6 100	9 100
7930C	150	210	28	2.0	1.0	102	122	74.0	16.6	38.1	2.960	–	6 400	9 800
7930A5	150	210	28	2.0	1.0	96.5	115	84.5	–	56.0	2.970	–	5 600	8 400
7932C	160	220	28	2.0	1.0	106	133	80.0	16.7	39.4	3.100	–	6 100	9 300
7932A5	160	220	28	2.0	1.0	100	125	93.5	–	58.3	3.120	–	5 300	7 900
7934C	170	230	28	2.0	1.0	113	148	88.5	16.8	40.8	3.360	–	5 800	8 800
7934A5	170	230	28	2.0	1.0	106	140	103	–	60.6	3.360	–	5 000	7 500
7936C	180	250	33	2.0	1.0	145	184	111	16.6	45.3	4.900	–	5 400	8 200
7936A5	180	250	33	2.0	1.0	137	174	127	–	66.6	4.940	–	4 700	7 000
7938C	190	260	33	2.0	1.0	147	192	115	16.7	46.6	4.980	–	5 200	7 800
7938A5	190	260	33	2.0	1.0	139	182	131	–	69.0	5.120	–	4 500	6 700
7940C	200	280	38	2.1	1.1	189	244	144	16.5	51.2	6.850	–	4 800	7 300
7940A5	200	280	38	2.1	1.1	178	231	169	–	75.0	6.920	–	4 200	6 300
7944C	220	300	38	2.1	1.1	190	256	235	16.7	53.8	6.665	–	4 500	6 800
7944A5	220	300	38	2.1	1.1	179	242	174	–	79.6	6.665	–	3 900	5 800
7948C	240	320	38	2.1	1.1	200	286	260	16.8	56.5	7.224	–	4 200	6 300
7948A5	240	320	38	2.1	1.1	189	270	193	–	84.3	7.224	–	3 600	5 400
7952C	260	360	46	2.1	1.1	256	365	340	16.6	64.5	11.936	–	3 800	5 700
7952A5	260	360	46	2.1	1.1	241	345	252	–	95.3	11.936	–	3 300	4 900
7956C	280	380	46	2.1	1.1	272	410	380	16.7	67.2	12.853	–	3 500	5 400
7956A5	280	380	46	2.1	1.1	256	390	283	–	99.9	12.853	–	3 100	4 600

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.**Uwaga:** Łożyska oznaczone przyrostkiem „C”: nominalny kąt działania łożyska 15°

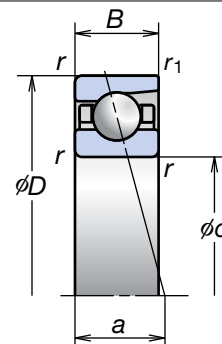
Łożyska oznaczone przyrostkiem „A5”: nominalny kąt działania łożyska 25°

1. ŁOŻYSKA KULKOWE SKOŚNE

Łożyska kulkowe skośne o wysokiej precyzji (seria Standard)

Seria 70

Średnica otworu 10-75 mm



Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Współczynnik f_0	Punkt obciążenia efektywnego (mm) a	Masa (kg) (przybliżona)	Budowa uszczelnienia	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r_1 (min.)	C_r (Dynamiczna)	C_{Or} (Statyczna)						w smarze	w oleju
7000C	10	26	8	0.3	0.15	5.30	2.49	2.16	12.6	6.4	0.019	–	63 900	97 300
7000A5	10	26	8	0.3	0.15	5.15	2.41	2.48	–	8.2	0.019	–	55 600	83 400
7000A	10	26	8	0.3	0.15	5.00	2.34	1.91	–	9.2	0.019	–	41 700	55 600
7001C	12	28	8	0.3	0.15	5.80	2.90	2.40	13.2	6.7	0.021	–	57 500	87 500
7001A5	12	28	8	0.3	0.15	5.60	2.79	2.82	–	8.7	0.021	–	50 000	75 000
7001A	12	28	8	0.3	0.15	5.40	2.71	2.13	–	9.8	0.021	–	37 500	50 000
7002C	15	32	9	0.3	0.15	6.25	3.40	2.63	14.1	7.6	0.030	–	49 000	74 500
7002A5	15	32	9	0.3	0.15	5.95	3.25	3.05	–	10.0	0.030	–	42 600	63 900
7002A	15	32	9	0.3	0.15	5.80	3.15	2.36	–	11.3	0.030	–	32 000	42 600
7003C	17	35	10	0.3	0.15	6.60	3.80	2.85	14.5	8.5	0.039	–	44 300	67 400
7003A5	17	35	10	0.3	0.15	6.30	3.65	3.35	–	11.1	0.040	–	38 500	57 700
7003A	17	35	10	0.3	0.15	6.10	3.50	2.59	–	12.5	0.040	–	28 900	38 500
7004C	20	42	12	0.6	0.3	11.1	6.55	4.80	14.0	10.1	0.067	–	37 100	56 500
7004A5	20	42	12	0.6	0.3	10.6	6.25	5.45	–	13.2	0.067	–	32 300	48 400
7004A	20	42	12	0.6	0.3	10.3	6.10	4.20	–	14.9	0.068	–	24 200	32 300
7005C	25	47	12	0.6	0.3	11.7	7.40	5.20	14.7	10.8	0.078	–	32 000	48 700
7005A5	25	47	12	0.6	0.3	11.1	7.10	5.95	–	14.4	0.077	–	27 800	41 700
7005A	25	47	12	0.6	0.3	10.7	6.85	4.55	–	16.4	0.079	–	20 900	27 800
7006C	30	55	13	1.0	0.6	15.1	10.3	6.85	14.9	12.2	0.114	○	27 100	41 200
7006A5	30	55	13	1.0	0.6	14.4	9.80	8.05	–	16.4	0.114	○	23 600	35 300
7006A	30	55	13	1.0	0.6	13.9	9.45	6.20	–	18.8	0.116	○	17 700	23 600
7007C	35	62	14	1.0	0.6	19.1	13.7	9.35	15.0	13.5	0.151	○	23 800	36 100
7007A5	35	62	14	1.0	0.6	18.2	13.0	11.4	–	18.3	0.151	○	20 700	31 000
7007A	35	62	14	1.0	0.6	17.5	12.6	8.75	–	21.0	0.153	○	15 500	20 700

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.

Przy zastosowaniu kulek ceramicznych wartość prędkości granicznej będzie 1,25 raza większa niż przy zastosowaniu kulek stalowych.

Uwaga: Łożyska oznaczone przyrostkiem „C”: nominalny kąt działania łożyska 15°

Łożyska oznaczone przyrostkiem „A5”: nominalny kąt działania łożyska 25°

Łożyska oznaczone przyrostkiem „A”: nominalny kąt działania łożyska 30°

Dodatkowe informacje: Nr strony

- Dynamiczne obciążenie równoważne139
- Statyczne obciążenie równoważne146
- Napięcie wstępne i sztywność152
- Wymiary odsadzeń i zaokrągleń186
- Pozycja dyszy192
- Dawka napelnienia smarem175

Seria 70 (ciąg dalszy)

Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Współczynnik f_0	Punkt obciążenia efektywnego (mm) a	Masa (kg) (przybliżona)	Budowa uszczelnienia	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r_1 (min.)	C_r (Dynamiczna)	C_{0r} (Statyczna)						w smarze	w oleju
7008C	40	68	15	1.0	0.6	20.6	15.9	10.6	15.4	14.7	0.189	○	21 300	32 500
7008A5	40	68	15	1.0	0.6	19.5	15.1	12.0	–	20.1	0.188	○	18 600	27 800
7008A	40	68	15	1.0	0.6	18.8	14.6	9.15	–	23.1	0.191	○	13 900	18 600
7009C	45	75	16	1.0	0.6	24.4	19.3	12.4	15.4	16.0	0.238	○	19 200	29 200
7009A5	45	75	16	1.0	0.6	23.1	18.3	14.5	–	22.0	0.250	○	16 700	25 000
7009A	45	75	16	1.0	0.6	22.3	17.7	11.1	–	25.3	0.241	○	12 500	16 700
7010C	50	80	16	1.0	0.6	26.0	21.9	13.9	15.7	16.7	0.259	○	17 700	27 000
7010A5	50	80	16	1.0	0.6	24.6	20.8	16.2	–	23.2	0.270	○	15 400	23 100
7010A	50	80	16	1.0	0.6	23.7	20.1	12.5	–	26.8	0.262	○	11 600	15 400
7011C	55	90	18	1.1	0.6	34.0	28.6	18.9	15.5	18.7	0.380	○	15 900	24 200
7011A5	55	90	18	1.1	0.6	32.5	27.2	21.8	–	25.9	0.383	○	13 800	20 700
7011A	55	90	18	1.1	0.6	31.0	26.3	16.6	–	29.9	0.385	○	10 400	13 800
7012C	60	95	18	1.1	0.6	35.0	30.5	19.9	15.7	19.4	0.405	○	14 900	22 600
7012A5	60	95	18	1.1	0.6	33.0	29.1	23.0	–	27.1	0.408	○	13 000	19 400
7012A	60	95	18	1.1	0.6	32.0	28.1	17.6	–	31.4	0.410	○	9 700	13 000
7013C	65	100	18	1.1	0.6	37.0	34.5	22.0	15.9	20.0	0.435	○	14 000	21 300
7013A5	65	100	18	1.1	0.6	35.0	32.5	25.4	–	28.2	0.455	○	12 200	18 200
7013A	65	100	18	1.1	0.6	33.5	31.5	19.5	–	32.8	0.441	○	9 100	12 200
7014C	70	110	20	1.1	0.6	47.0	43.0	26.8	15.7	22.1	0.606	○	12 800	19 500
7014A5	70	110	20	1.1	0.6	44.5	41.0	32.0	–	31.0	0.625	○	11 200	16 700
7014A	70	110	20	1.1	0.6	42.5	39.5	24.6	–	36.0	0.613	○	8 400	11 200
7015C	75	115	20	1.1	0.6	48.0	45.5	28.1	15.9	22.7	0.643	○	12 200	18 500
7015A5	75	115	20	1.1	0.6	45.5	43.5	33.5	–	32.1	0.652	○	10 600	15 800
7015A	75	115	20	1.1	0.6	43.5	41.5	25.9	–	37.4	0.650	○	7 900	10 600

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.

Przy zastosowaniu kulek ceramicznych wartość prędkości granicznej będzie 1,25 raza większa niż przy zastosowaniu kulek stalowych.

Uwaga: Łożyska oznaczone przyrostkiem „C”: nominalny kąt działania łożyska 15°

Łożyska oznaczone przyrostkiem „A5”: nominalny kąt działania łożyska 25°

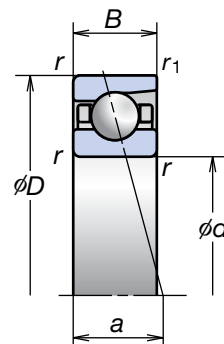
Łożyska oznaczone przyrostkiem „A”: nominalny kąt działania łożyska 30°

1. ŁOŻYSKA KULKOWE SKOŚNE

Łożyska kulkowe skośne o wysokiej precyzji (seria Standard)

Seria 70

Średnica otworu 80-200 mm



Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Współczynnik f_0	Punkt obciążenia efektywnego (mm) a	Masa (kg) (przybliżona)	Budowa uszczelnienia	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r_1 (min.)	C_r (Dynamiczna)	C_{0r} (Statyczna)						w smarze	w oleju
7016C	80	125	22	1.1	0.6	58.5	55.5	34.5	15.7	24.7	0.855	○	11 300	17 100
7016A5	80	125	22	1.1	0.6	55.5	52.5	41.0	–	34.9	0.880	○	9 800	14 700
7016A	80	125	22	1.1	0.6	53.5	50.5	31.5	–	40.6	0.864	○	7 400	9 800
7017C	85	130	22	1.1	0.6	60.0	58.5	38.0	15.9	25.4	0.898	○	10 700	16 300
7017A5	85	130	22	1.1	0.6	57.0	55.5	43.0	–	36.1	0.904	○	9 400	14 000
7017A	85	130	22	1.1	0.6	54.5	53.5	33.0	–	42.0	0.907	○	7 000	9 400
7018C	90	140	24	1.5	1.0	71.5	69.0	44.5	15.7	27.4	1.160	○	10 000	15 300
7018A5	90	140	24	1.5	1.0	68.0	65.5	52.0	–	38.8	1.170	○	8 700	13 100
7018A	90	140	24	1.5	1.0	65.0	63.5	40.5	–	45.2	1.180	○	6 600	8 700
7019C	95	145	24	1.5	1.0	73.5	73.0	47.0	15.9	28.1	1.210	○	9 600	14 600
7019A5	95	145	24	1.5	1.0	69.5	69.5	52.5	–	40.0	1.410	○	8 400	12 500
7019A	95	145	24	1.5	1.0	67.0	67.0	40.5	–	46.6	1.230	○	6 300	8 400
7020C	100	150	24	1.5	1.0	75.5	77.0	49.0	16.0	28.7	1.270	○	9 200	14 000
7020A5	100	150	24	1.5	1.0	71.0	73.5	57.5	–	41.1	1.450	○	8 000	12 000
7020A	100	150	24	1.5	1.0	68.5	70.5	44.5	–	48.1	1.280	○	6 000	8 000
7021C	105	160	26	2.0	1.0	88.0	89.5	57.0	15.9	30.7	1.580	–	8 700	13 300
7021A5	105	160	26	2.0	1.0	83.5	85.0	66.5	–	43.9	1.820	–	7 600	11 400
7021A	105	160	26	2.0	1.0	80.0	81.5	51.0	–	51.2	1.600	–	5 700	7 600
7022C	110	170	28	2.0	1.0	106	104	68.5	15.6	32.7	1.940	–	8 300	12 500
7022A5	110	170	28	2.0	1.0	100	99.0	79.5	–	46.6	2.260	–	7 200	10 800
7022A	110	170	28	2.0	1.0	96.5	95.5	61.0	–	54.4	1.960	–	5 400	7 200
7024C	120	180	28	2.0	1.0	112	117	75.5	15.8	34.1	2.090	–	7 700	11 700
7024A5	120	180	28	2.0	1.0	106	111	87.5	–	49.0	2.430	–	6 700	10 000
7024A	120	180	28	2.0	1.0	102	107	67.5	–	57.3	2.120	–	5 000	6 700

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.

Przy zastosowaniu kulek ceramicznych wartość prędkości granicznej będzie 1,25 raza większa niż przy zastosowaniu kulek stalowych.

Uwaga: Łożyska oznaczone przyrostkiem „C”: nominalny kąt działania łożyska 15°

Łożyska oznaczone przyrostkiem „A5”: nominalny kąt działania łożyska 25°

Łożyska oznaczone przyrostkiem „A”: nominalny kąt działania łożyska 30°

Dodatkowe informacje: Nr strony

- Dynamiczne obciążenie równoważne139
- Statyczne obciążenie równoważne146
- Napięcie wstępne i sztywność152
- Wymiary odsadzeń i zaokrągleń186
- Pozycja dyszy192
- Dawka napelnienia smarem175

Seria 70 (ciąg dalszy)

Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Współczynnik f_0	Punkt obciążenia efektywnego (mm) a	Masa (kg) (przybliżona)	Budowa uszczelnienia	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r_1 (min.)	C_r (Dynamiczna)	C_{0r} (Statyczna)						w smarze	w oleju
7026C	130	200	33	2.0	1.0	129	137	86.0	15.9	38.6	3.220	–	7 000	10 700
7026A5	130	200	33	2.0	1.0	122	130	99.5	–	55.0	3.660	–	6 100	9 100
7026A	130	200	33	2.0	1.0	117	125	76.5	–	64.1	3.260	–	4 600	6 100
7028C	140	210	33	2.0	1.0	132	145	90.0	16.0	39.9	3.410	–	6 600	10 000
7028A5	140	210	33	2.0	1.0	125	138	104	–	57.3	3.870	–	5 800	8 600
7028A	140	210	33	2.0	1.0	120	133	80.5	–	67.0	3.440	–	4 300	5 800
7030C	150	225	35	2.1	1.1	151	168	105	16.0	42.6	4.150	–	6 200	9 400
7030A5	150	225	35	2.1	1.1	143	160	123	–	61.2	4.690	–	5 400	8 000
7030A	150	225	35	2.1	1.1	137	154	95.0	–	71.6	4.190	–	4 000	5 400
7032C	160	240	38	2.1	1.1	171	193	118	16.0	45.8	5.110	–	5 800	8 800
7032A5	160	240	38	2.1	1.1	162	183	138	–	65.6	5.710	–	5 000	7 500
7032A	160	240	38	2.1	1.1	155	176	106	–	76.7	5.160	–	3 800	5 000
7034C	170	260	42	2.1	1.1	205	234	149	15.9	49.8	6.880	–	5 400	8 200
7034A5	170	260	42	2.1	1.1	193	223	168	–	71.1	7.830	–	4 700	7 000
7034A	170	260	42	2.1	1.1	186	214	129	–	83.1	6.940	–	3 500	4 700
7036C	180	280	46	2.1	1.1	228	276	175	15.8	53.8	10.40	–	5 000	7 700
7036A5	180	280	46	2.1	1.1	216	262	195	–	76.6	10.40	–	4 400	6 600
7036A	180	280	46	2.1	1.1	207	252	151	–	89.4	9.270	–	3 300	4 400
7038C	190	290	46	2.1	1.1	247	305	192	15.9	55.2	11.20	–	4 800	7 300
7038A5	190	290	46	2.1	1.1	233	291	222	–	79.0	11.20	–	4 200	6 300
7038A	190	290	46	2.1	1.1	224	280	172	–	92.3	11.30	–	3 200	4 200
7040C	200	310	51	2.1	1.1	265	340	213	15.9	59.7	13.60	–	4 600	6 900
7040A5	200	310	51	2.1	1.1	250	325	245	–	85.0	13.70	–	4 000	5 900
7040A	200	310	51	2.1	1.1	240	310	190	–	99.1	13.70	–	3 000	4 000

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.**Uwaga:** Łożyska oznaczone przyrostkiem „C”: nominalny kąt działania łożyska 15°

Łożyska oznaczone przyrostkiem „A5”: nominalny kąt działania łożyska 25°

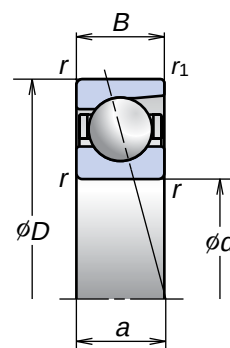
Łożyska oznaczone przyrostkiem „A”: nominalny kąt działania łożyska 30°

1. ŁOŻYSKA KULKOWE SKOŚNE

Łożyska kulkowe skośne o wysokiej precyzji (seria Standard)

Seria 72

Średnica otworu 10-105 mm



Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Współczynnik f_0	Punkt obciążenia efektywnego (mm) a	Masa (kg) (przybliżona)	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r_1 (min.)	C_r (Dynamiczna)	C_{0r} (Statyczna)					w smarze	w oleju
7200C	10	30	9	0.6	0.3	5.40	2.61	2.16	13.2	7.2	0.032	57 500	87 500
7200A5	10	30	9	0.6	0.3	5.20	2.51	2.49	–	9.2	0.031	50 000	75 000
7200A	10	30	9	0.6	0.3	5.05	2.44	1.92	–	10.3	0.032	37 500	50 000
7201C	12	32	10	0.6	0.3	7.90	3.85	3.45	12.5	7.9	0.036	52 300	79 600
7201A5	12	32	10	0.6	0.3	7.65	3.70	3.55	–	10.1	0.036	45 500	68 200
7201A	12	32	10	0.6	0.3	7.45	3.65	2.72	–	11.4	0.030	34 100	45 500
7202C	15	35	11	0.6	0.3	8.65	4.55	3.85	13.2	8.8	0.045	46 000	70 000
7202A5	15	35	11	0.6	0.3	8.35	4.35	3.95	–	11.3	0.044	40 000	60 000
7202A	15	35	11	0.6	0.3	8.10	4.25	3.00	–	12.7	0.045	30 000	40 000
7203C	17	40	12	0.6	0.3	10.9	5.85	4.85	13.3	9.8	0.065	40 400	61 500
7203A5	17	40	12	0.6	0.3	10.4	5.60	5.30	–	12.6	0.064	35 100	52 700
7203A	17	40	12	0.6	0.3	10.1	5.45	4.05	–	14.2	0.065	26 400	35 100
7204C	20	47	14	1.0	0.6	14.6	8.05	6.30	13.3	11.5	0.103	34 400	52 300
7204A5	20	47	14	1.0	0.6	14.0	7.75	7.40	–	14.8	0.102	29 900	44 800
7204A	20	47	14	1.0	0.6	13.6	7.55	5.75	–	16.7	0.104	22 400	29 900
7205C	25	52	15	1.0	0.6	16.6	10.2	7.50	14.0	12.7	0.127	29 900	45 500
7205A5	25	52	15	1.0	0.6	15.9	9.80	9.05	–	16.5	0.130	26 000	39 000
7205A	25	52	15	1.0	0.6	15.4	9.45	6.95	–	18.6	0.129	19 500	26 000
7206C	30	62	16	1.0	0.6	23.0	14.7	10.3	13.9	14.2	0.194	25 000	38 100
7206A5	30	62	16	1.0	0.6	22.1	14.1	12.0	–	18.7	0.194	21 800	32 700
7206A	30	62	16	1.0	0.6	21.3	13.6	9.20	–	21.3	0.197	16 400	21 800
7207C	35	72	17	1.1	0.6	30.5	19.9	14.4	13.9	15.7	0.280	21 500	32 800
7207A5	35	72	17	1.1	0.6	29.1	19.1	16.6	–	21.0	0.277	18 700	28 100
7207A	35	72	17	1.1	0.6	28.2	18.5	12.7	–	23.9	0.284	14 100	18 700
7208C	40	80	18	1.1	0.6	36.5	25.2	17.6	14.1	17.0	0.366	19 200	29 200
7208A5	40	80	18	1.1	0.6	34.5	24.1	20.6	–	23.0	0.362	16 700	25 000
7208A	40	80	18	1.1	0.6	33.5	23.3	15.8	–	26.3	0.370	12 500	16 700
7209C	45	85	19	1.1	0.6	41.0	28.8	19.6	14.2	18.2	0.406	17 700	27 000
7209A5	45	85	19	1.1	0.6	39.0	27.6	23.3	–	24.7	0.402	15 400	23 100
7209A	45	85	19	1.1	0.6	37.5	26.7	18.0	–	28.3	0.410	11 600	15 400
7210C	50	90	20	1.1	0.6	43.0	31.5	21.1	14.5	19.4	0.457	16 500	25 000
7210A5	50	90	20	1.1	0.6	41.0	30.5	25.2	–	26.3	0.453	14 300	21 500
7210A	50	90	20	1.1	0.6	39.5	29.3	19.4	–	30.2	0.462	10 800	14 300

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.

Uwaga: Łożyska oznaczone przyrostkiem „C”: nominalny kąt działania łożyska 15°

Łożyska oznaczone przyrostkiem „A5”: nominalny kąt działania łożyska 25°

Łożyska oznaczone przyrostkiem „A”: nominalny kąt działania łożyska 30°

Dodatkowe informacje: Nr strony

- Dynamiczne obciążenie równoważne139
- Statyczne obciążenie równoważne146
- Napięcie wstępne i sztywność152
- Wymiary odsadzeń i zaokrągleń186
- Pozycja dyszy192
- Dawka napelnienia smarem175

Seria 72 (ciąg dalszy)

Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Współczynnik f_0	Punkt obciążenia efektywnego (mm) a	Masa (kg) (przybliżona)	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r_1 (min.)	C_r (Dynamiczna)	C_{0r} (Statyczna)					w smarze	w oleju
7211C	55	100	21	1.5	1.0	53.0	40.0	27.6	14.5	20.9	0.601	14 900	22 600
7211A5	55	100	21	1.5	1.0	50.5	38.0	32.5	–	28.6	0.596	13 000	19 400
7211A	55	100	21	1.5	1.0	49.0	37.0	25.0	–	32.9	0.609	9 700	13 000
7212C	60	110	22	1.5	1.0	64.0	49.0	34.0	14.4	22.4	0.780	13 600	20 600
7212A5	60	110	22	1.5	1.0	61.0	47.0	40.0	–	30.8	0.773	11 800	17 700
7212A	60	110	22	1.5	1.0	59.0	45.5	30.5	–	35.5	0.789	8 900	11 800
7213C	65	120	23	1.5	1.0	73.0	58.5	40.0	14.6	23.9	1.010	12 500	19 000
7213A5	65	120	23	1.5	1.0	69.5	56.0	46.5	–	33.1	1.000	10 900	16 300
7213A	65	120	23	1.5	1.0	67.5	54.0	36.0	–	38.2	1.020	8 200	10 900
7214C	70	125	24	1.5	1.0	79.5	64.5	43.0	14.6	25.1	1.090	11 800	18 000
7214A5	70	125	24	1.5	1.0	76.0	61.5	49.5	–	34.7	1.080	10 300	15 400
7214A	70	125	24	1.5	1.0	73.0	59.5	38.0	–	40.1	1.100	7 700	10 300
7215C	75	130	25	1.5	1.0	83.0	70.0	46.0	14.8	26.2	1.190	11 300	17 100
7215A5	75	130	25	1.5	1.0	79.0	66.5	53.0	–	36.4	1.180	9 800	14 700
7215A	75	130	25	1.5	1.0	76.0	64.5	40.5	–	42.1	1.200	7 400	9 800
7216C	80	140	26	2.0	1.0	93.0	77.5	54.5	14.7	27.7	1.430	10 500	16 000
7216A5	80	140	26	2.0	1.0	88.5	74.0	62.0	–	38.6	1.420	9 100	13 700
7216A	80	140	26	2.0	1.0	85.5	71.5	47.5	–	44.8	1.450	6 900	9 100
7217C	85	150	28	2.0	1.0	107	90.5	60.5	14.7	29.7	1.790	9 800	14 900
7217A5	85	150	28	2.0	1.0	102	86.5	70.0	–	41.4	1.790	8 600	12 800
7217A	85	150	28	2.0	1.0	98.5	83.5	53.5	–	47.9	1.800	6 400	8 600
7218C	90	160	30	2.0	1.0	123	105	72.0	14.6	31.7	2.200	9 200	14 000
7218A5	90	160	30	2.0	1.0	117	100	83.5	–	44.1	2.310	8 000	12 000
7218A	90	160	30	2.0	1.0	113	96.5	64.5	–	51.1	2.230	6 000	8 000
7219C	95	170	32	2.1	1.1	133	112	76.0	14.6	33.7	2.640	8 700	13 300
7219A5	95	170	32	2.1	1.1	127	107	87.0	–	46.9	2.630	7 600	11 400
7219A	95	170	32	2.1	1.1	122	103	67.0	–	54.2	2.670	5 700	7 600
7220C	100	180	34	2.1	1.1	149	127	88.5	14.5	35.7	3.180	8 300	12 500
7220A5	100	180	34	2.1	1.1	142	121	103	–	49.6	3.160	7 200	10 800
7220A	100	180	34	2.1	1.1	137	117	79.5	–	57.4	3.210	5 400	7 200
7221C	105	190	36	2.1	1.1	162	143	97.5	14.5	37.7	3.780	7 800	11 900
7221A5	105	190	36	2.1	1.1	155	137	111	–	52.4	3.770	6 800	10 200
7221A	105	190	36	2.1	1.1	150	132	85.0	–	60.6	3.820	5 100	6 800

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.**Uwaga:** Łożyska oznaczone przyrostkiem „C”: nominalny kąt działania łożyska 15°

Łożyska oznaczone przyrostkiem „A5”: nominalny kąt działania łożyska 25°

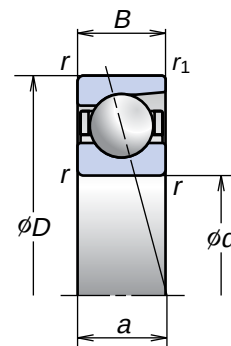
Łożyska oznaczone przyrostkiem „A”: nominalny kąt działania łożyska 30°

1. ŁOŻYSKA KULKOWE SKOŚNE

Łożyska kulkowe skośne o wysokiej precyzji (seria Standard)

Seria 72

Średnica otworu 110-150 mm



Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Współczynnik f_0	Punkt obciążenia efektywnego (mm) a	Masa (kg) (przybliżona)	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r_1 (min.)	C_r (Dynamiczna)	C_{0r} (Statyczna)					w smarze	w oleju
7222C	110	200	38	2.1	1.1	176	160	108	14.5	39.8	4.450	7 500	11 300
7222A5	110	200	38	2.1	1.1	168	153	126	–	55.1	4.450	6 500	9 700
7222A	110	200	38	2.1	1.1	162	148	97.0	–	63.7	4.490	4 900	6 500
7224C	120	215	40	2.1	1.1	199	192	132	14.6	42.4	5.420	6 900	10 500
7224A5	120	215	40	2.1	1.1	189	184	150	–	59.1	5.420	6 000	9 000
7224A	120	215	40	2.1	1.1	183	177	116	–	68.3	5.450	4 500	6 000
7226C	130	230	40	3.0	1.1	206	209	144	14.9	44.1	6.230	6 400	9 800
7226A5	130	230	40	3.0	1.1	196	199	163	–	62.0	6.220	5 600	8 400
7226A	130	230	40	3.0	1.1	189	193	127	–	72.0	6.280	4 200	5 600
7228C	140	250	42	3.0	1.1	238	254	172	14.8	47.1	7.910	5 900	9 000
7228A5	140	250	42	3.0	1.1	226	242	194	–	66.5	7.910	5 200	7 700
7228A	140	250	42	3.0	1.1	218	234	150	–	77.3	7.970	3 900	5 200
7230C	150	270	45	3.0	1.1	270	305	205	14.7	50.6	11.100	5 500	8 400
7230A5	150	270	45	3.0	1.1	258	290	231	–	71.5	11.100	4 800	7 200
7230A	150	270	45	3.0	1.1	248	280	179	–	83.1	11.200	3 600	4 800

(¹) Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.

(²) Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.

Uwaga: Łożyska oznaczone przyrostkiem „C”: nominalny kąt działania łożyska 15°

Łożyska oznaczone przyrostkiem „A5”: nominalny kąt działania łożyska 25°

Łożyska oznaczone przyrostkiem „A”: nominalny kąt działania łożyska 30°

1. ŁOŻYSKA KULKOWE SKOŚNE

Łożyska kulkowe skośne do ultra wysokich prędkości (seria ROBUST)

Cechy

Optymalna konstrukcja

Wytrzymała konstrukcja osiągnięta dzięki opracowanej przez NSK technologii analitycznej.

Optymalna konstrukcja osiągnięta dzięki komputerowej symulacji wzrostu temperatury opartej na analizie poślizgu kulek.

Trwałość

Nowy materiał – stal SHX – zapewnia wyższą wytrzymałość na wysoką temperaturę i zużycie.

Środki zwiększające trwałość obejmują zwiększenie odporności na zatarcie przy słabym smarowaniu i przy pracy z wysokimi prędkościami obrotowymi.

Duża dokładność

Materiał elementów tocznych może być dopasowany w zależności od zastosowania.

Seria Robust oferuje także kulki ceramiczne.

Dostępna jest seria P2 o dużej dokładności.

Doświadczenie oraz *kn* NSK gwarantują specyfikację łożysk o dużym stopniu dokładności.

Wysoka prędkość

Koszyk zaprojektowany do pracy z wysokimi prędkościami.

Korzyści płynące z zastosowania lekkiego, wytrzymałego koszyka wzmacnianego obejmują odporność na wysokie temperatury i dużą sztywność, co powoduje, że koszyk ten jest niezastąpiony przy pracy z wysokimi prędkościami.

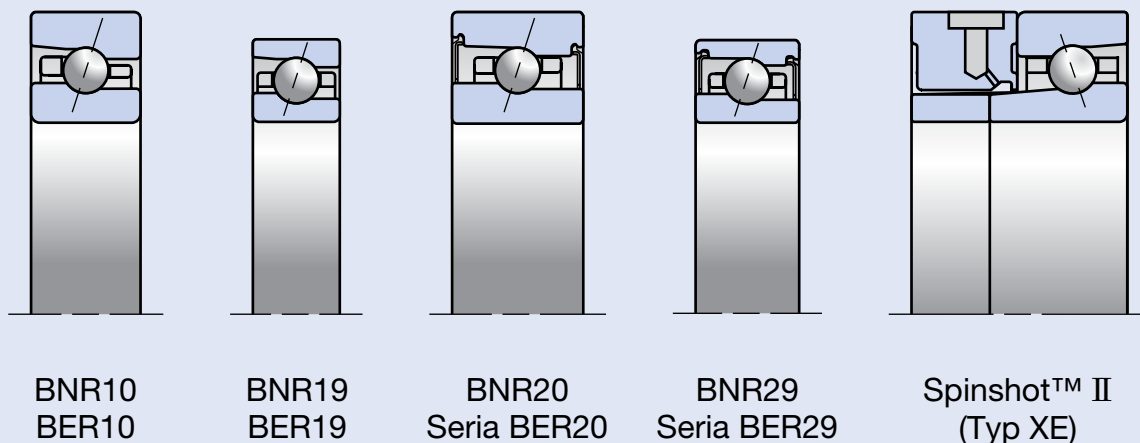
Niski poziom szumu

Cichsza praca wrzecion wysokoobrotowych dzięki systemowi smarowania Spinshot™ II.

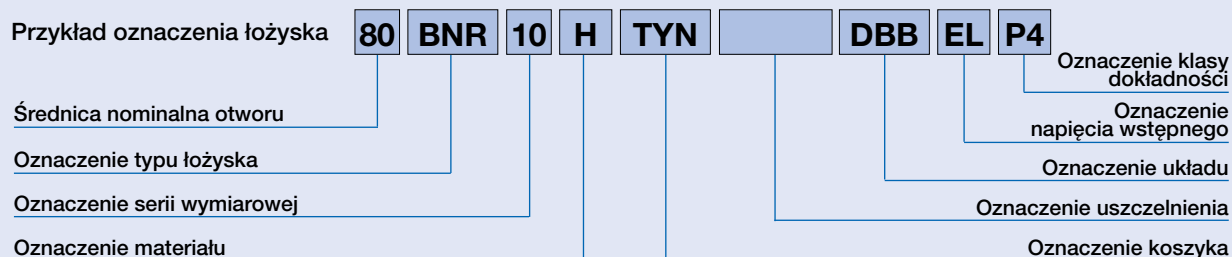
Eliminacja szumów powodowanych przez sprężone powietrze przy powietrzno-olejowym systemie smarowania.

Serie wymiarowe

Rys. 1.4



System oznaczeń łożysk kulkowych skośnych do ultra wysokich prędkości (seria ROBUST)



Strony

80	Średnica nominalna otworu	Średnica otworu (mm)	64–79																	
BNR	Typ łożyska	BNR: kąt działania 18°; BER: kąt działania 25°	42–43, 48																	
10	Seria wymiarowa	10: seria 10, 19: seria 19, 20: seria 20, 29: seria 29 ⁽¹⁾	42–43, 62																	
H	Materiał	<table><tr><th rowspan="2">Typ</th><th colspan="2">Materiał</th></tr><tr><th>Pierścienie</th><th>Elementy toczne</th></tr><tr><td>S</td><td>Stal łożyskowa (SUJ2)</td><td>Stal łożyskowa (SUJ2)</td></tr><tr><td>H</td><td>Stal łożyskowa (SUJ2)</td><td>Ceramiczne (Si₃N₄)</td></tr><tr><td>X</td><td>Stal odporna na temperaturę (SHX)</td><td>Ceramiczne (Si₃N₄)</td></tr><tr><td>XE (Spinshot™ II)</td><td>Stal odporna na temperaturę (SHX)</td><td>Ceramiczne (Si₃N₄)</td></tr></table>	Typ	Materiał		Pierścienie	Elementy toczne	S	Stal łożyskowa (SUJ2)	Stal łożyskowa (SUJ2)	H	Stal łożyskowa (SUJ2)	Ceramiczne (Si ₃ N ₄)	X	Stal odporna na temperaturę (SHX)	Ceramiczne (Si ₃ N ₄)	XE (Spinshot™ II)	Stal odporna na temperaturę (SHX)	Ceramiczne (Si ₃ N ₄)	14–17 24–25
Typ	Materiał																			
	Pierścienie	Elementy toczne																		
S	Stal łożyskowa (SUJ2)	Stal łożyskowa (SUJ2)																		
H	Stal łożyskowa (SUJ2)	Ceramiczne (Si ₃ N ₄)																		
X	Stal odporna na temperaturę (SHX)	Ceramiczne (Si ₃ N ₄)																		
XE (Spinshot™ II)	Stal odporna na temperaturę (SHX)	Ceramiczne (Si ₃ N ₄)																		
TYN	Koszyk	TYN: prowadzony na kulkach wzmacniany koszyk poliamidowy; prędkość graniczna $d_m n = 1\,400\,000$; dopuszczalna temperatura robocza =120°C TR: prowadzony na pierścieniu zewnętrznym koszyk z żywicy fenolowej; dopuszczalna temperatura robocza =120°C	18–19																	
	Uszczelnienie	Brak oznaczenia: typu otwartego V1V: uszczelnienie gumowe bezstykowe ⁽²⁾	32																	
DBB	Układ	SU: pojedyncze uniwersalne; DU: układ uniwersalny dwurzędowy DB: dwa łożyska w układzie "0"; DF: dwa łożyska w układzie "X" (dwurzędowy) DT: układ tandem – jedno za drugim DBD, DFD, DTD, DUD: układ trójkowy; DBB, DFF, DBT, DFT, DTT, QU: układ czwórkowy	42–43 148–151																	
EL	Napięcie wstępne	EL: ekstra lekkie napięcie wstępne; L: lekkie napięcie wstępne; M: średnie napięcie wstępne; H: duże napięcie wstępne; CP: specjalne napięcie wstępne; CA: specjalny luz osiowy	42–43 152–155 161–164																	
P4	Klasa dokładności	P2: klasa 2 ISO; P4: klasa 4 ISO; P5: klasa 5 ISO; P3: klasa specjalna (dokładność wymiarowa: klasa 4 ISO; dokładność obrotu: klasa 2 ISO) P4Y: dokładność specjalna (średnica otworu i średnica zewnętrzna określane wyłącznie przez NSK. Wszystkie inne klasa 4 ISO)	151 176–179																	

⁽¹⁾ Serie 20 i 29 łożysk kulkowych skośnych występują wyłącznie w wersji z uszczelnieniem.⁽²⁾ Uszczelnione łożyska kulkowe skośne są normalizowane do układu SU i klasy 3 ISO.

Oznaczenie łożysk kulkowych skośnych uszczelnionych BNR19, BNR29, BER19, BER29, BNR10, BNR20, BER10 i BER20.

Średnica otworu $\phi = 30\text{--}100\text{ mm}$

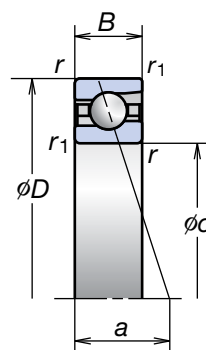
1. ŁOŻYSKA KULKOWE SKOŚNE

Łożyska kulkowe skośne do ultra wysokich prędkości (seria ROBUST)

Seria **BNR19**

Seria **BER19**

Średnica otworu 25-80 mm



Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Punkt obciążenia efektywnego (mm) a	Masa (kg) (przybliżona)	Budowa uszczelnienia	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r ₁ (min.)	C _r (Dynamiczna)	C _{0r} (Statyczna)					w smarze	w oleju
25BNR19S	25	42	9	0.3	0.15	5.95	3.50	4.95	9.9	0.042	–	41 800	59 800
25BNR19H	25	42	9	0.3	0.15			3.25				53 800	83 600
25BNR19X	25	42	9	0.3	0.15							62 700	98 600
25BER19S	25	42	9	0.3	0.15	5.70	3.40	5.90	12.3	0.042	–	35 900	50 800
25BER19H	25	42	9	0.3	0.15			3.95				47 800	74 700
25BER19X	25	42	9	0.3	0.15							56 800	89 600
30BNR19S	30	47	9	0.3	0.15	6.30	4.05	5.75	10.8	0.048	○	36 400	52 000
30BNR19H	30	47	9	0.3	0.15			3.80				46 800	72 800
30BNR19X	30	47	9	0.3	0.15							54 600	85 800
30BER19S	30	47	9	0.3	0.15	6.00	3.90	6.80	13.5	0.048	○	31 200	44 200
30BER19H	30	47	9	0.3	0.15			4.60				41 600	65 000
30BER19X	30	47	9	0.3	0.15							49 400	78 000
35BNR19S	35	55	10	0.6	0.3	9.20	6.00	8.55	12.3	0.072	○	31 200	44 500
35BNR19H	35	55	10	0.6	0.3			5.60				40 000	62 300
35BNR19X	35	55	10	0.6	0.3							46 700	73 400
35BER19S	35	55	10	0.6	0.3	8.80	5.75	10.0	15.5	0.072	○	26 700	37 800
35BER19H	35	55	10	0.6	0.3			6.80				35 600	55 600
35BER19X	35	55	10	0.6	0.3							42 300	66 700
40BNR19S	40	62	12	0.6	0.3	11.5	7.65	10.8	14.3	0.105	○	27 500	39 300
40BNR19H	40	62	12	0.6	0.3			7.10				35 300	55 000
40BNR19X	40	62	12	0.6	0.3							41 200	64 800
40BER19S	40	62	12	0.6	0.3	11.0	7.35	12.8	17.9	0.105	○	23 600	33 400
40BER19H	40	62	12	0.6	0.3			8.65				31 400	49 100
40BER19X	40	62	12	0.6	0.3							37 300	58 900
45BNR19S	45	68	12	0.6	0.3	12.1	8.70	12.4	15.2	0.125	○	24 800	35 400
45BNR19H	45	68	12	0.6	0.3			8.10				31 900	49 600
45BNR19X	45	68	12	0.6	0.3							37 200	58 500
45BER19S	45	68	12	0.6	0.3	11.6	8.35	14.6	19.2	0.125	○	21 300	30 100
45BER19H	45	68	12	0.6	0.3			9.85				28 400	44 300
45BER19X	45	68	12	0.6	0.3							33 700	53 100
50BNR19S	50	72	12	0.6	0.3	12.8	9.75	13.9	15.9	0.127	○	23 000	32 800
50BNR19H	50	72	12	0.6	0.3			9.10				29 600	46 000
50BNR19X	50	72	12	0.6	0.3							34 500	54 100
50BER19S	50	72	12	0.6	0.3	12.3	9.35	16.3	20.2	0.127	○	19 700	27 900
50BER19H	50	72	12	0.6	0.3			11.0				26 300	41 000
50BER19X	50	72	12	0.6	0.3							31 200	49 200

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.

Uwaga: Łożyska typu BNR: nominalny kąt działania łożyska 18°

Łożyska typu BER: nominalny kąt działania łożyska 25°

Dodatkowe informacje: Nr strony

- Dynamiczne obciążenie równoważne139
- Statyczne obciążenie równoważne146
- Napięcie wstępne i sztywność152
- Wymiary odsadzeń i zaokrągleń186
- Pozycja dyszy192
- Dawka napelnienia smarem175

Seria BNR19

Seria BER19

(ciąg dalszy)

Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Punkt obciążenia efektywnego (mm) a	Masa (kg) (przybliżona)	Budowa uszczelnienia	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r ₁ (min.)	C _r (Dynamiczna)	C _{0r} (Statyczna)					w smarze	w oleju
55BNR19S	55	80	13	1.0	0.6	14.4	11.4	16.2	17.5	0.178	○	20 800	29 700
55BNR19H	55	80	13	1.0	0.6			10.6		0.158	○	26 700	41 500
55BNR19X	55	80	13	1.0	0.6					0.158	○	31 200	48 900
55BER19S	55	80	13	1.0	0.6	13.8	10.9	16.1	22.2	0.178	○	17 800	25 200
55BER19H	55	80	13	1.0	0.6			12.9		0.158	○	23 800	37 100
55BER19X	55	80	13	1.0	0.6					0.158	○	28 200	44 500
60BNR19S	60	85	13	1.0	0.6	14.6	12.0	17.1	18.3	0.190	○	19 400	27 600
60BNR19H	60	85	13	1.0	0.6			11.2		0.170	○	24 900	38 700
60BNR19X	60	85	13	1.0	0.6					0.170	○	29 000	45 600
60BER19S	60	85	13	1.0	0.6	14.0	11.5	20.1	23.4	0.190	○	16 600	23 500
60BER19H	60	85	13	1.0	0.6			13.6		0.170	○	22 100	34 500
60BER19X	60	85	13	1.0	0.6					0.170	○	26 300	41 400
65BNR19S	65	90	13	1.0	0.6	15.2	13.2	18.7	19.1	0.204	○	18 100	25 900
65BNR19H	65	90	13	1.0	0.6			12.3		0.181	○	23 300	36 200
65BNR19X	65	90	13	1.0	0.6					0.181	○	27 100	42 600
65BER19S	65	90	13	1.0	0.6	14.5	12.6	22.1	24.6	0.204	○	15 500	22 000
65BER19H	65	90	13	1.0	0.6			14.9		0.181	○	20 700	32 300
65BER19X	65	90	13	1.0	0.6					0.181	○	24 600	38 800
70BNR19S	70	100	16	1.0	0.6	21.3	18.1	26.1	21.8	0.328	○	16 500	23 600
70BNR19H	70	100	16	1.0	0.6			17.1		0.292	○	21 200	33 000
70BNR19X	70	100	16	1.0	0.6					0.292	○	24 800	38 900
70BER19S	70	100	16	1.0	0.6	20.4	17.3	30.5	27.8	0.328	○	14 200	20 000
70BER19H	70	100	16	1.0	0.6			20.7		0.292	○	18 900	29 500
70BER19X	70	100	16	1.0	0.6					0.292	○	22 400	35 300
75BNR19S	75	105	16	1.0	0.6	21.6	19.0	27.5	22.6	0.348	○	15 600	22 300
75BNR19H	75	105	16	1.0	0.6			18.0		0.310	○	20 000	31 200
75BNR19X	75	105	16	1.0	0.6					0.310	○	23 400	36 700
75BER19S	75	105	16	1.0	0.6	20.7	18.2	32.5	29.0	0.348	○	13 400	18 900
75BER19H	75	105	16	1.0	0.6			21.7		0.310	○	17 800	27 800
75BER19X	75	105	16	1.0	0.6					0.310	○	21 200	33 400
80BNR19S	80	110	16	1.0	0.6	22.0	19.9	28.9	23.4	0.366	○	14 800	21 100
80BNR19H	80	110	16	1.0	0.6			18.9		0.326	○	19 000	29 500
80BNR19X	80	110	16	1.0	0.6					0.326	○	22 200	34 800
80BER19S	80	110	16	1.0	0.6	21.0	19.1	34.0	30.1	0.366	○	12 700	17 900
80BER19H	80	110	16	1.0	0.6			22.8		0.326	○	16 900	26 400
80BER19X	80	110	16	1.0	0.6					0.326	○	20 000	31 600

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.Uwaga: Łożyska typu BNR: nominalny kąt działania łożyska 18°
Łożyska typu BER: nominalny kąt działania łożyska 25°

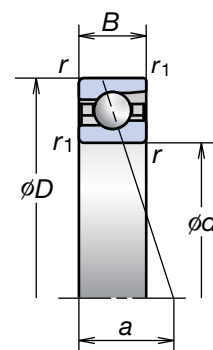
1. ŁOŻYSKA KULKOWE SKOŚNE

Łożyska kulkowe skośne do ultra wysokich prędkości (seria ROBUST)

Seria **BNR19**

Seria **BER19**

Średnica otworu 85-150 mm



Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Punkt obciążenia efektywnego (mm) a	Masa (kg) (przybliżona)	Budowa uszczelnienia	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r ₁ (min.)	C _r (Dynamiczna)	C _{0r} (Statyczna)					w smarze	w oleju
85BNR19S	85	120	18	1.1	0.6	29.4	26.3	38.0	25.7	0.527	○	13 700	19 600
85BNR19H	85	120	18	1.1	0.6			24.8		0.456	○	17 600	27 400
85BNR19X	85	120	18	1.1	0.6					0.456	○	20 500	32 200
85BER19S	85	120	18	1.1	0.6	28.1	25.2	35.5	32.9	0.527	○	11 800	16 600
85BER19H	85	120	18	1.1	0.6			30.0		0.456	○	15 700	24 400
85BER19X	85	120	18	1.1	0.6					0.456	○	18 600	29 300
90BNR19S	90	125	18	1.1	0.6	31.5	29.7	43.0	26.5	0.552	○	13 100	18 700
90BNR19H	90	125	18	1.1	0.6			28.1		0.480	○	16 800	26 100
90BNR19X	90	125	18	1.1	0.6					0.480	○	19 600	30 700
90BER19S	90	125	18	1.1	0.6	30.0	28.5	50.5	34.1	0.552	○	11 200	15 900
90BER19H	90	125	18	1.1	0.6			34.0		0.480	○	14 900	23 300
90BER19X	90	125	18	1.1	0.6					0.480	○	17 700	28 000
95BNR19S	95	130	18	1.1	0.6	32.0	31.0	50.0	28.3	0.571	○	12 500	17 800
95BNR19H	95	130	18	1.1	0.6			32.5		0.497	○	16 000	24 900
95BNR19X	95	130	18	1.1	0.6					0.497	○	18 700	29 400
95BER19S	95	130	18	1.1	0.6	30.5	29.7	58.5	36.7	0.571	○	10 700	15 200
95BER19H	95	130	18	1.1	0.6			39.5		0.497	○	14 300	22 300
95BER19X	95	130	18	1.1	0.6					0.497	○	16 900	26 700
100BNR19S	100	140	20	1.1	0.6	38.0	35.0	50.5	29.5	0.770	○	11 700	16 700
100BNR19H	100	140	20	1.1	0.6			33.0		0.673	○	15 000	23 400
100BNR19X	100	140	20	1.1	0.6					0.673	○	17 500	27 500
100BER19S	100	140	20	1.1	0.6	36.0	33.5	59.5	38.0	0.770	○	10 000	14 200
100BER19H	100	140	20	1.1	0.6			40.0		0.673	○	13 400	20 900
100BER19X	100	140	20	1.1	0.6					0.673	○	15 900	25 000
105BNR19S	105	145	20	1.1	0.6	38.5	36.5	53.0	31.5	0.795	–	11 200	16 000
105BNR19H	105	145	20	1.1	0.6			39.0		0.693	–	14 400	22 400
105BNR19X	105	145	20	1.1	0.6					0.693	–	16 800	26 400
105BER19S	105	145	20	1.1	0.6	37.0	35.0	62.0	40.9	0.795	–	9 600	13 600
105BER19H	105	145	20	1.1	0.6			42.0		0.693	–	12 800	20 000
105BER19X	105	145	20	1.1	0.6					0.693	–	15 200	24 000

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.

Uwaga: Łożyska typu BNR: nominalny kąt działania łożyska 18°

Łożyska typu BER: nominalny kąt działania łożyska 25°

Dodatkowe informacje:

Nr strony

- Dynamiczne obciążenie równoważne139
- Statyczne obciążenie równoważne146
- Napięcie wstępne i sztywność152
- Wymiary odsadzeń i zaokrągleń186
- Pozycja dyszy192
- Dawka napelnienia smarem175

Seria BNR19

Seria BER19

(ciąg dalszy)

Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Punkt obciążenia efektywnego (mm) a	Masa (kg) (przybliżona)	Budowa uszczelnienia	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r ₁ (min.)	C _r (Dynamiczna)	C _{0r} (Statyczna)					w smarze	w oleju
110BNR19S	110	150	20	1.1	0.6	39.0	38.0	55.5	31.1	0.838	–	10 800	15 400
110BNR19H	110	150	20	1.1	0.6			42.0				13 900	21 600
110BNR19X	110	150	20	1.1	0.6							16 200	25 400
110BER19S	110	150	20	1.1	0.6	37.5	36.5	65.0	40.3	0.838	–	9 300	13 100
110BER19H	110	150	20	1.1	0.6			44.0				12 400	19 300
110BER19X	110	150	20	1.1	0.6							14 700	23 100
120BNR19S	120	165	22	1.1	0.6	54.0	52.0	75.0	34.2	1.124	–	9 900	14 100
120BNR19H	120	165	22	1.1	0.6			49.0				12 700	19 700
120BNR19X	120	165	22	1.1	0.6							14 800	23 200
120BER19S	120	165	22	1.1	0.6	51.5	50.0	88.0	44.2	1.124	–	8 500	12 000
120BER19H	120	165	22	1.1	0.6			59.5				11 300	17 600
120BER19X	120	165	22	1.1	0.6							13 400	21 100
130BNR19S	130	180	24	1.5	1.0	59.5	58.5	85.0	37.2	1.477	–	9 100	13 000
130BNR19H	130	180	24	1.5	1.0			56.0				11 700	18 100
130BER19S	130	180	24	1.5	1.0	57.0	56.5	100	48.1	1.477	–	7 800	11 000
130BER19H	130	180	24	1.5	1.0			67.5				10 400	16 200
140BNR19S	140	190	24	1.5	1.0	60.0	61.5	89.5	38.8	1.567	–	8 500	12 200
140BNR19H	140	190	24	1.5	1.0			58.5				11 000	17 000
140BER19S	140	190	24	1.5	1.0	57.5	59.0	105	50.5	1.567	–	7 300	10 400
140BER19H	140	190	24	1.5	1.0			70.5				9 700	15 200
150BNR19S	150	210	28	2.0	1.0	77.0	78.5	114	43.2	2.459	–	7 800	11 200
150BNR19H	150	210	28	2.0	1.0			75.0				10 000	15 600
150BER19S	150	210	28	2.0	1.0	73.5	75.5	134	55.9	2.459	–	6 700	9 500
150BER19H	150	210	28	2.0	1.0			90.5				8 900	13 900

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.

Uwaga: Łożyska typu BNR: nominalny kąt działania łożyska 18°
 Łożyska typu BER: nominalny kąt działania łożyska 25°

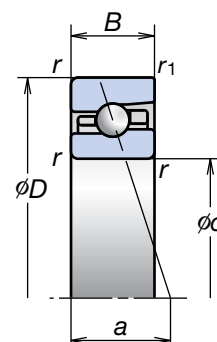
1. ŁOŻYSKA KULKOWE SKOŚNE

Łożyska kulkowe skośne do ultra wysokich prędkości
(seria ROBUST)

Seria **BNR10**

Seria **BER10**

Średnica otworu 30-80 mm



Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Punkt obciążenia efektywnego (mm) a	Masa (kg) (przybliżona)	Budowa uszczelnienia	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r ₁ (min.)	C _r (Dynamiczna)	C _{0r} (Statyczna)					w smarze	w oleju
30BNR10S	30	55	13	1.0	0.6	8.65	5.75	8.20	13.3	0.124	○	33 000	47 100
30BNR10H	30	55	13	1.0	0.6			5.35		0.116	○	42 400	65 900
30BNR10X	30	55	13	1.0	0.6					0.116	○	49 500	77 700
30BER10S	30	55	13	1.0	0.6	8.30	5.50	9.65	16.3	0.124	○	28 300	40 000
30BER10H	30	55	13	1.0	0.6			6.50		0.116	○	37 700	58 900
30BER10X	30	55	13	1.0	0.6					0.116	○	44 800	70 600
35BNR10S	35	62	14	1.0	0.6	10.1	7.10	10.2	14.8	0.164	○	28 900	41 300
35BNR10H	35	62	14	1.0	0.6			6.70		0.154	○	37 200	57 800
35BNR10X	35	62	14	1.0	0.6					0.154	○	43 300	68 100
35BER10S	35	62	14	1.0	0.6	9.70	6.85	12.0	18.2	0.164	○	24 800	35 100
35BER10H	35	62	14	1.0	0.6			8.10		0.154	○	33 000	51 600
35BER10X	35	62	14	1.0	0.6					0.154	○	39 200	61 900
40BNR10S	40	68	15	1.0	0.6	10.6	7.95	11.5	16.2	0.204	○	26 000	37 100
40BNR10H	40	68	15	1.0	0.6			7.50		0.193	○	33 400	51 900
40BNR10X	40	68	15	1.0	0.6					0.193	○	38 900	61 200
40BER10S	40	68	15	1.0	0.6	10.1	7.65	13.5	19.9	0.204	○	22 300	31 500
40BER10H	40	68	15	1.0	0.6			9.10		0.193	○	29 700	46 300
40BER10X	40	68	15	1.0	0.6					0.193	○	35 200	55 600
45BNR10S	45	75	16	1.0	0.6	11.7	9.00	12.7	17.6	0.259	○	23 400	33 400
45BNR10H	45	75	16	1.0	0.6			8.35		0.246	○	30 000	46 700
45BNR10X	45	75	16	1.0	0.6					0.246	○	35 000	55 000
45BER10S	45	75	16	1.0	0.6	11.2	8.60	15.0	21.8	0.259	○	20 000	28 400
45BER10H	45	75	16	1.0	0.6			10.1		0.246	○	26 700	41 700
45BER10X	45	75	16	1.0	0.6					0.246	○	31 700	50 000
50BNR10S	50	80	16	1.0	0.6	12.2	9.90	14.0	18.4	0.281	○	21 600	30 800
50BNR10H	50	80	16	1.0	0.6			9.20		0.266	○	27 700	43 100
50BNR10X	50	80	16	1.0	0.6					0.266	○	32 400	50 800
50BER10S	50	80	16	1.0	0.6	11.6	9.50	16.5	23.0	0.281	○	18 500	26 200
50BER10H	50	80	16	1.0	0.6			11.1		0.266	○	24 700	38 500
50BER10X	50	80	16	1.0	0.6					0.266	○	29 300	46 200

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.

Uwaga: Łożyska typu BNR: nominalny kąt działania łożyska 18°
Łożyska typu BER: nominalny kąt działania łożyska 25°

Dodatkowe informacje: Nr strony

- Dynamiczne obciążenie równoważne139
- Statyczne obciążenie równoważne146
- Napięcie wstępne i sztywność152
- Wymiary odsadzeń i zaokrągleń186
- Pozycja dyszy192
- Dawka napelnienia smarem175

Seria **BNR10** Seria **BER10** (ciąg dalszy)

Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Punkt obciążenia efektywnego (mm) <i>a</i>	Masa (kg) (przybliżona)	Budowa uszczelnienia	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i> (min.)	<i>r</i> ₁ (min.)	<i>C</i> _r (Dynamiczna)	<i>C</i> _{0r} (Statyczna)					w smarze	w oleju
55BNR10S	55	90	18	1.1	0.6	15.1	12.5	17.8	20.6	0.414	○	19400	27600
55BNR10H	55	90	18	1.1	0.6			11.7		0.393	○	24 900	38 700
55BNR10X	55	90	18	1.1	0.6					0.393	○	29 000	45 600
55BER10S	55	90	18	1.1	0.6	14.4	12.0	21.0	25.7	0.414	○	16 600	23 500
55BER10H	55	90	18	1.1	0.6			14.1		0.393	○	22 100	34 500
55BER10X	55	90	18	1.1	0.6					0.393	○	26 300	41 400
60BNR10S	60	95	18	1.1	0.6	15.6	13.7	19.5	21.5	0.443	○	18 100	25 900
60BNR10H	60	95	18	1.1	0.6			12.8		0.419	○	23 300	36 200
60BNR10X	60	95	18	1.1	0.6					0.419	○	27 100	42 600
60BER10S	60	95	18	1.1	0.6	15.0	13.1	22.9	26.9	0.443	○	15 500	22 000
60BER10H	60	95	18	1.1	0.6			15.5		0.419	○	20 700	32 300
60BER10X	60	95	18	1.1	0.6					0.419	○	24 600	38 800
65BNR10S	65	100	18	1.1	0.6	16.2	14.8	21.1	22.3	0.472	○	17 000	24 300
65BNR10H	65	100	18	1.1	0.6			13.9		0.447	○	21 900	34 000
65BNR10X	65	100	18	1.1	0.6					0.447	○	25 500	40 000
65BER10S	65	100	18	1.1	0.6	15.5	14.2	24.9	28.0	0.472	○	14 600	20 700
65BER10H	65	100	18	1.1	0.6			16.8		0.447	○	19 400	30 400
65BER10X	65	100	18	1.1	0.6					0.447	○	23 100	36 400
70BNR10S	70	110	20	1.1	0.6	22.3	19.8	28.6	24.5	0.645	○	15 600	22 300
70BNR10H	70	110	20	1.1	0.6			18.8		0.605	○	20 000	31 200
70BNR10X	70	110	20	1.1	0.6					0.605	○	23 400	36 700
70BER10S	70	110	20	1.1	0.6	21.3	18.9	33.5	30.8	0.645	○	13 400	18 900
70BER10H	70	110	20	1.1	0.6			22.6		0.605	○	17 800	27 800
70BER10X	70	110	20	1.1	0.6					0.605	○	21 200	33 400
75BNR10S	75	115	20	1.1	0.6	22.6	20.7	30.0	25.3	0.679	○	14 800	21 100
75BNR10H	75	115	20	1.1	0.6			19.7		0.638	○	19 000	29 500
75BNR10X	75	115	20	1.1	0.6					0.638	○	22 200	34 800
75BER10S	75	115	20	1.1	0.6	21.6	19.8	35.0	31.9	0.679	○	12 700	17 900
75BER10H	75	115	20	1.1	0.6			23.7		0.638	○	16 900	26 400
75BER10X	75	115	20	1.1	0.6					0.638	○	20 000	31 600
80BNR10S	80	125	22	1.1	0.6	26.5	24.5	35.5	27.5	0.921	○	13 700	19 600
80BNR10H	80	125	22	1.1	0.6			23.4		0.867	○	17 600	27 400
80BNR10X	80	125	22	1.1	0.6					0.867	○	20 500	32 200
80BER10S	80	125	22	1.1	0.6	25.3	23.5	42.0	34.6	0.921	○	11 800	16 600
80BER10H	80	125	22	1.1	0.6			28.2		0.867	○	15 700	24 400
80BER10X	80	125	22	1.1	0.6					0.867	○	18 600	29 300

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.

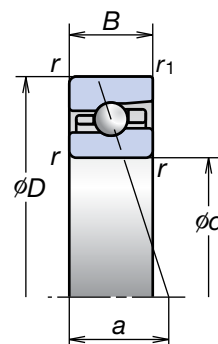
Uwaga: Łożyska typu BNR: nominalny kąt działania łożyska 18°
Łożyska typu BER: nominalny kąt działania łożyska 25°

1. ŁOŻYSKA KULKOWE SKOŚNE

Łożyska kulkowe skośne do ultra wysokich prędkości
(seria ROBUST)

Seria **BNR10**
Seria **BER10**

Średnica otworu 85-150 mm



Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Punkt obciążenia efektywnego (mm) a	Masa (kg) (przybliżona)	Budowa uszczelnienia	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r ₁ (min.)	C _r (Dynamiczna)	C _{0r} (Statyczna)					w smarze	w oleju
85BNR10S	85	130	22	1.1	0.6	26.8	25.7	37.5	28.4	0.962	○	13 100	18 700
85BNR10H	85	130	22	1.1	0.6			24.5		0.906	○	16 800	26 100
85BNR10X	85	130	22	1.1	0.6					0.906	○	19 600	30 700
85BER10S	85	130	22	1.1	0.6	25.6	24.6	43.5	36.1	0.962	○	11 200	15 900
85BER10H	85	130	22	1.1	0.6			29.5		0.906	○	14 900	23 300
85BER10X	85	130	22	1.1	0.6					0.906	○	17 700	28 000
90BNR10S	90	140	24	1.5	1.0	35.0	33.0	48.0	30.7	1.241	○	12 200	17 400
90BNR10H	90	140	24	1.5	1.0			31.5		1.155	○	15 700	24 400
90BNR10X	90	140	24	1.5	1.0					1.155	○	18 300	28 700
90BER10S	90	140	24	1.5	1.0	33.5	31.5	56.0	38.8	1.241	○	10 500	14 800
90BER10H	90	140	24	1.5	1.0			38.0		1.155	○	14 000	21 800
90BER10X	90	140	24	1.5	1.0					1.155	○	16 600	26 100
95BNR10S	95	145	24	1.5	1.0	35.5	34.5	50.0	31.3	1.298	○	11 700	16 700
95BNR10H	95	145	24	1.5	1.0			32.5		1.209	○	15 000	23 400
95BNR10X	95	145	24	1.5	1.0					1.209	○	17 500	27 500
95BER10S	95	145	24	1.5	1.0	34.0	33.0	58.5	39.7	1.298	○	10 000	14 200
95BER10H	95	145	24	1.5	1.0			39.5		1.209	○	13 400	20 900
95BER10X	95	145	24	1.5	1.0					1.209	○	15 900	25 000
100BNR10S	100	150	24	1.5	1.0	36.0	36.0	52.0	32.3	1.245	○	11 200	16 000
100BNR10H	100	150	24	1.5	1.0			34.0		1.253	○	14 400	22 400
100BNR10X	100	150	24	1.5	1.0					1.253	○	16 800	26 400
100BER10S	100	150	24	1.5	1.0	34.5	34.5	61.0	41.2	1.245	○	9 600	13 600
100BER10H	100	150	24	1.5	1.0			41.0		1.253	○	12 800	20 000
100BER10X	100	150	24	1.5	1.0					1.253	○	15 200	24 000
105BNR10S	105	160	26	2.0	1.0	41.0	41.0	59.5	34.5	1.698	—	10 600	15 100
105BNR10H	105	160	26	2.0	1.0			39.0		1.585	—	13 600	21 200
105BNR10X	105	160	26	2.0	1.0					1.585	—	15 900	25 000
105BER10S	105	160	26	2.0	1.0	39.0	39.5	70.0	43.9	1.698	—	9 100	12 900
105BER10H	105	160	26	2.0	1.0			47.5		1.585	—	12 100	18 900
105BER10X	105	160	26	2.0	1.0					1.585	—	14 400	22 700

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.

Uwaga: Łożyska typu BNR: nominalny kąt działania łożyska 18°

Łożyska typu BER: nominalny kąt działania łożyska 25°

Dodatkowe informacje: Nr strony

- Dynamiczne obciążenie równoważne139
- Statyczne obciążenie równoważne146
- Napięcie wstępne i sztywność152
- Wymiary odsadzeń i zaokrągleń186
- Pozycja dyszy192
- Dawka napelnienia smarem175

Seria **BNR10** Seria **BER10** (ciąg dalszy)

Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Punkt obciążenia efektywnego (mm) <i>a</i>	Masa (kg) (przybliżona)	Budowa uszczelnienia	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i> (min.)	<i>r</i> ₁ (min.)	<i>C</i> _r (Dynamiczna)	<i>C</i> _{0r} (Statyczna)					w smarze	w oleju
110BNR10S	110	170	28	2.0	1.0	46.0	47.0	68.0	36.7	2.133	–	10 000	14 300
110BNR10H	110	170	28	2.0	1.0			44.5		1.996	–	12 900	20 000
110BNR10X	110	170	28	2.0	1.0					1.996	–	15 000	23 600
110BER10S	110	170	28	2.0	1.0	44.0	45.0	79.5	46.7	2.133	–	8 600	12 200
110BER10H	110	170	28	2.0	1.0			54.0		1.996	–	11 500	17 900
110BER10X	110	170	28	2.0	1.0					1.996	–	13 600	21 500
120BNR10S	120	180	28	2.0	1.0	47.5	50.5	73.5	38.4	2.286	–	9 400	13 400
120BNR10H	120	180	28	2.0	1.0			48.0		2.139	–	12 000	18 700
120BNR10X	120	180	28	2.0	1.0					2.139	–	14 000	22 000
120BER10S	120	180	28	2.0	1.0	45.5	48.5	86.0	49.0	2.286	–	8 000	11 400
120BER10H	120	180	28	2.0	1.0			58.0		2.139	–	10 700	16 700
120BER10X	120	180	28	2.0	1.0					2.139	–	12 700	20 000
130BNR10S	130	200	33	2.0	1.0	60.0	61.5	89.5	43.0	3.408	–	8 500	12 200
130BNR10H	130	200	33	2.0	1.0			58.5		3.194	–	11 000	17 000
130BER10S	130	200	33	2.0	1.0	57.5	59.0	105	54.6	3.408	–	7 300	10 400
130BER10H	130	200	33	2.0	1.0			70.5		3.194	–	9 700	15 200
140BNR10S	140	210	33	2.0	1.0	62.5	66.5	97.0	44.6	3.647	–	8 000	11 500
140BNR10H	140	210	33	2.0	1.0			63.5		3.419	–	10 300	16 000
140BER10S	140	210	33	2.0	1.0	59.5	64.0	113	56.9	3.647	–	6 900	9 800
140BER10H	140	210	33	2.0	1.0			76.5		3.419	–	9 200	14 300
150BNR10S	150	225	35	2.1	1.0	73.5	78.0	114	47.6	4.405	–	7 500	10 700
150BNR10H	150	225	35	2.1	1.0			74.5		4.129	–	9 600	15 000
150BER10S	150	225	35	2.1	1.0	70.0	75.0	99.5	60.8	4.405	–	6 400	9 100
150BER10H	150	225	35	2.1	1.0			90.0		4.129	–	8 600	13 400

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.

Uwaga: Łożyska typu BNR: nominalny kąt działania łożyska 18°
Łożyska typu BER: nominalny kąt działania łożyska 25°

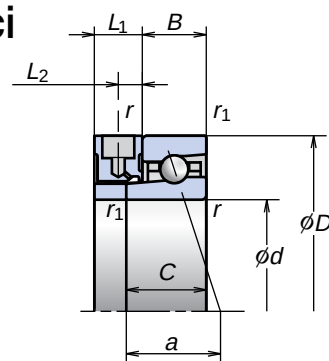
1. ŁOŻYSKA KULKOWE SKOŚNE

Łożyska kulkowe skośne do ultra wysokich prędkości (seria Spinshot™ II)

Seria **BNR19XE**

Seria **BER19XE**

Średnica otworu 40-110 mm



Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)						Wymiar przekładki odległościowej Spinshot™ (mm)		Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Punkt obciążenia efektywnego (mm) a	Masa (kg) (przybliżona)	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹) w oleju
	d	D	B	C	r (min.)	r_1 (min.)	L_1 (przybliżony)	L_2 (przybliżony)	C_r (Dynamiczna)	C_{or} (Statyczna)				
40BNR19XE	40	62	12	17	0.6	0.3	15	7.5	11.5	7.65	7.10	19.3	0.106	64 800
40BER19XE	40	62	12	17	0.6	0.3	15	7.5	11.0	7.35	8.65	22.9	0.106	58 900
45BNR19XE	45	68	12	17	0.6	0.3	15	7.5	12.1	8.70	8.10	20.2	0.128	58 500
45BER19XE	45	68	12	17	0.6	0.3	15	7.5	11.6	8.35	9.85	24.2	0.128	53 100
50BNR19XE	50	72	12	17	0.6	0.3	15	7.5	12.8	9.75	9.10	20.9	0.129	54 100
50BER19XE	50	72	12	17	0.6	0.3	15	7.5	12.3	9.35	11.0	25.2	0.129	49 200
55BNR19XE	55	80	13	18	1.0	0.6	15	7.5	14.4	11.4	10.6	22.5	0.182	48 900
55BER19XE	55	80	13	18	1.0	0.6	15	7.5	13.8	10.9	12.9	27.2	0.182	44 500
60BNR19XE	60	85	13	18	1.0	0.6	15	7.5	14.6	12.0	11.2	23.3	0.196	45 600
60BER19XE	60	85	13	18	1.0	0.6	15	7.5	14.0	11.5	13.6	28.4	0.196	41 400
65BNR19XE	65	90	13	18	1.0	0.6	15	7.5	15.2	13.2	12.3	24.1	0.209	42 600
65BER19XE	65	90	13	18	1.0	0.6	15	7.5	14.5	12.6	14.9	29.6	0.209	38 800
70BNR19XE	70	100	16	21	1.0	0.6	15	7.5	21.3	18.1	17.1	26.8	0.328	38 900
70BER19XE	70	100	16	21	1.0	0.6	15	7.5	20.4	17.3	20.7	32.8	0.328	35 300
75BNR19XE	75	105	16	21	1.0	0.6	15	7.5	21.6	19.0	18.0	27.6	0.348	36 700
75BER19XE	75	105	16	21	1.0	0.6	15	7.5	20.7	18.2	21.7	34.0	0.348	33 400
80BNR19XE	80	110	16	21	1.0	0.6	15	7.5	22.0	19.9	18.9	28.4	0.366	34 800
80BER19XE	80	110	16	21	1.0	0.6	15	7.5	21.0	19.1	22.8	35.1	0.366	31 600
85BNR19XE	85	120	18	23	1.1	0.6	15	7.5	29.4	26.3	24.8	30.7	0.506	32 200
85BER19XE	85	120	18	23	1.1	0.6	15	7.5	28.1	25.2	30.0	37.9	0.506	29 300
90BNR19XE	90	125	18	23	1.1	0.6	15	7.5	31.5	29.7	28.1	31.5	0.532	30 700
90BER19XE	90	125	18	23	1.1	0.6	15	7.5	30.0	28.5	34.0	39.1	0.532	28 000
95BNR19XE	95	130	18	23	1.1	0.6	15	7.5	35.5	34.5	32.5	33.3	0.589	29 400
95BER19XE	95	130	18	23	1.1	0.6	15	7.5	34.0	33.0	39.5	41.7	0.589	26 700
100BNR19XE	100	140	20	25	1.1	0.6	15	7.5	38.0	35.0	33.0	34.5	0.739	27 500
100BER19XE	100	140	20	25	1.1	0.6	15	7.5	36.0	33.5	40.0	43.0	0.739	25 000
105BNR19XE	105	145	20	25	1.1	0.6	15	7.5	41.0	41.0	39.0	36.5	0.758	26 400
105BER19XE	105	145	20	25	1.1	0.6	15	7.5	39.0	39.5	47.5	45.9	0.758	24 000
110BNR19XE	110	150	20	25	1.1	0.6	15	7.5	39.0	38.0	36.5	36.1	0.804	25 400
110BER19XE	110	150	20	25	1.1	0.6	15	7.5	37.5	36.5	44.0	45.3	0.804	23 100

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.

Uwaga: Łożyska typu BNR: nominalny kąt działania łożyska 18°

Łożyska typu BER: nominalny kąt działania łożyska 25°

Seria **BNR10XE**

Seria **BER10XE**

Średnica otworu 40-110 mm

Dodatkowe informacje:

Nr strony

- Dynamiczne obciążenie równoważne139
- Statyczne obciążenie równoważne146
- Napięcie wstępne i sztywność152
- Wymiary odsadzeń i zaokrągleń186

Łożyska kulkowe skośne

ROBUST

Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)						Wymiar przekładki odległościowej Spinslot™ (mm)		Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Punkt obciążenia efektywnego (mm) a	Masa (kg) (przybliżona)	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹) w oleju
	d	D	B	C	r (min.)	r ₁ (min.)	L ₁ (przybliżony)	L ₂ (przybliżony)	C _r (Dynamiczna)	C _{0r} (Statyczna)				
40BNR10XE	40	68	15	20	1.0	0.6	15	7.5	10.6	7.95	7.50	21.2	0.217	61 200
40BER10XE	40	68	15	20	1.0	0.6	15	7.5	10.1	7.65	9.10	24.9	0.217	55 600
45BNR10XE	45	75	16	21	1.0	0.6	15	7.5	11.7	9.00	8.35	22.6	0.273	55 000
45BER10XE	45	75	16	21	1.0	0.6	15	7.5	11.2	8.60	10.1	26.8	0.273	50 000
50BNR10XE	50	80	16	21	1.0	0.6	15	7.5	12.2	9.90	9.20	23.4	0.296	50 800
50BER10XE	50	80	16	21	1.0	0.6	15	7.5	11.6	9.50	11.1	28.0	0.296	46 200
55BNR10XE	55	90	18	23	1.1	0.6	15	7.5	15.1	12.5	11.7	25.6	0.433	45 600
55BER10XE	55	90	18	23	1.1	0.6	15	7.5	14.4	12.0	14.1	30.7	0.433	41 400
60BNR10XE	60	95	18	23	1.1	0.6	15	7.5	15.6	13.7	12.8	26.5	0.463	42 600
60BER10XE	60	95	18	23	1.1	0.6	15	7.5	15.0	13.1	15.5	31.9	0.463	38 800
65BNR10XE	65	100	18	23	1.1	0.6	15	7.5	16.2	14.8	13.9	27.3	0.493	40 000
65BER10XE	65	100	18	23	1.1	0.6	15	7.5	15.5	14.2	16.8	33.0	0.493	36 400
70BNR10XE	70	110	20	25	1.1	0.6	15	7.5	22.3	19.8	18.8	29.5	0.660	36 700
70BER10XE	70	110	20	25	1.1	0.6	15	7.5	21.3	18.9	22.6	35.8	0.660	33 400
75BNR10XE	75	115	22	27	1.1	0.6	15	7.5	22.6	20.7	19.7	30.3	0.697	34 800
75BER10XE	75	115	22	27	1.1	0.6	15	7.5	21.6	19.8	23.7	36.9	0.697	31 600
80BNR10XE	80	125	22	27	1.1	0.6	15	7.5	26.5	24.5	23.4	32.5	0.939	32 200
80BER10XE	80	125	22	27	1.1	0.6	15	7.5	25.3	23.5	28.2	39.6	0.939	29 300
85BNR10XE	85	130	22	27	1.1	0.6	15	7.5	26.8	25.7	24.5	33.4	0.988	30 700
85BER10XE	85	130	22	27	1.1	0.6	15	7.5	25.6	24.6	29.5	41.1	0.988	28 000
90BNR10XE	90	140	24	29	1.5	1.0	15	7.5	35.0	33.0	31.5	35.7	1.250	28 700
90BER10XE	90	140	24	29	1.5	1.0	15	7.5	33.5	31.5	38.0	43.8	1.250	26 100
95BNR10XE	95	145	24	29	1.5	1.0	15	7.5	35.5	34.5	32.5	36.3	1.300	27 500
95BER10XE	95	145	24	29	1.5	1.0	15	7.5	34.0	33.0	39.5	44.7	1.300	25 000
100BNR10XE	100	150	24	29	1.5	1.0	15	7.5	36.0	36.0	34.0	37.3	1.359	26 400
100BER10XE	100	150	24	29	1.5	1.0	15	7.5	34.5	34.5	41.0	46.2	1.359	24 000
105BNR10XE	105	160	26	31	2.0	1.0	15	7.5	41.0	41.0	39.0	39.5	1.707	25 000
105BER10XE	105	160	26	31	2.0	1.0	15	7.5	39.0	39.5	47.5	48.9	1.707	22 700
110BNR10XE	110	170	28	33	2.0	1.0	15	7.5	46.0	47.0	44.5	41.7	2.139	23 600
110BER10XE	110	170	28	33	2.0	1.0	15	7.5	44.0	45.0	54.0	51.7	2.139	21 500

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.**Uwaga:** Łożyska typu BNR: nominalny kąt działania łożyska 18°

Łożyska typu BER: nominalny kąt działania łożyska 25°

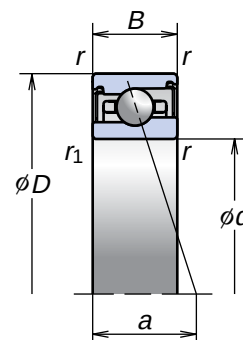
1. ŁOŻYSKA KULKOWE SKOŚNE

Łożyska kulkowe skośne do ultra wysokich prędkości (seria szeroka)

Seria **BNR29**

Seria **BER29**

Średnica otworu 30-80 mm



Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Punkt obciążenia efektywnego (mm) a	Masa (kg) (przybliżona)	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)
	d	D	B	r (min.)	r ₁ (min.)	C _r (Dynamiczna)	C _{0r} (Statyczna)				w smarze
30BNR29SV1V	30	47	11	0.3	0.15	6.30	4.05	5.75	11.8	0.057	36 400
30BNR29HV1V	30	47	11	0.3	0.15			3.80		0.053	46 800
30BNR29XV1V	30	47	11	0.3	0.15					0.053	54 600
30BER29SV1V	30	47	11	0.3	0.15	6.00	3.90	6.80	14.5	0.057	31 200
30BER29HV1V	30	47	11	0.3	0.15			4.60		0.053	41 600
30BER29XV1V	30	47	11	0.3	0.15					0.053	49 400
35BNR29SV1V	35	55	13	0.6	0.3	9.20	6.00	8.55	13.8	0.091	31 200
35BNR29HV1V	35	55	13	0.6	0.3			5.60		0.081	40 000
35BNR29XV1V	35	55	13	0.6	0.3					0.081	46 700
35BER29SV1V	35	55	13	0.6	0.3	8.80	5.75	10.0	17.0	0.091	26 700
35BER29HV1V	35	55	13	0.6	0.3			6.80		0.081	35 600
35BER29XV1V	35	55	13	0.6	0.3					0.081	42 300
40BNR29SV1V	40	62	14	0.6	0.3	11.5	7.65	10.8	15.3	0.120	27 500
40BNR29HV1V	40	62	14	0.6	0.3			7.10		0.107	35 300
40BNR29XV1V	40	62	14	0.6	0.3					0.107	41 200
40BER29SV1V	40	62	14	0.6	0.3	11.0	7.35	12.8	18.9	0.120	23 600
40BER29HV1V	40	62	14	0.6	0.3			8.65		0.107	31 400
40BER29XV1V	40	62	14	0.6	0.3					0.107	37 300
45BNR29SV1V	45	68	14	0.6	0.3	12.1	8.70	12.4	16.2	0.143	24 800
45BNR29HV1V	45	68	14	0.6	0.3			8.10		0.128	31 900
45BNR29XV1V	45	68	14	0.6	0.3					0.128	37 200
45BER29SV1V	45	68	14	0.6	0.3	11.6	8.35	14.6	20.2	0.143	21 300
45BER29HV1V	45	68	14	0.6	0.3			9.85		0.128	28 400
45BER29XV1V	45	68	14	0.6	0.3					0.128	33 700
50BNR29SV1V	50	72	14	0.6	0.3	12.8	9.75	13.9	16.9	0.144	23 000
50BNR29HV1V	50	72	14	0.6	0.3			9.10		0.128	29 600
50BNR29XV1V	50	72	14	0.6	0.3					0.128	34 500
50BER29SV1V	50	72	14	0.6	0.3	12.3	9.35	16.3	21.2	0.144	19 700
50BER29HV1V	50	72	14	0.6	0.3			11.0		0.128	26 300
50BER29XV1V	50	72	14	0.6	0.3					0.128	31 200

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.

Uwaga: Łożyska typu BNR: nominalny kąt działania łożyska 18°

Łożyska typu BER: nominalny kąt działania łożyska 25°

Dodatkowe informacje:

Nr strony

- Dynamiczne obciążenie równoważne139
- Statyczne obciążenie równoważne146
- Napięcie wstępne i sztywność152
- Wymiary odsadzeń i zaokrągleń186
- Pozycja dyszy192
- Dawka napelnienia smarem175

Seria **BNR29** Seria **BER29** (ciąg dalszy)

Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Punkt obciążenia efektywnego (mm) <i>a</i>	Masa (kg) (przybliżona)	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i> (min.)	<i>r</i> ₁ (min.)	<i>C</i> _r (Dynamiczna)	<i>C</i> _{0r} (Statyczna)				w smarze
55BNR29SV1V	55	80	16	1.0	0.6	14.4	11.4	16.2	19.0	0.213	20 800
55BNR29HV1V	55	80	16	1.0	0.6			10.6		0.194	26 700
55BNR29XV1V	55	80	16	1.0	0.6					0.194	31 200
55BER29SV1V	55	80	16	1.0	0.6	13.8	10.9	16.1	23.7	0.213	17 800
55BER29HV1V	55	80	16	1.0	0.6			12.9		0.194	23 800
55BER29XV1V	55	80	16	1.0	0.6					0.194	28 200
60BNR29SV1V	60	85	16	1.0	0.6	14.6	12.0	17.1	19.8	0.228	19 400
60BNR29HV1V	60	85	16	1.0	0.6			11.2		0.208	24 900
60BNR29XV1V	60	85	16	1.0	0.6					0.208	29 000
60BER29SV1V	60	85	16	1.0	0.6	14.0	11.5	20.1	24.9	0.228	16 600
60BER29HV1V	60	85	16	1.0	0.6			13.6		0.208	22 100
60BER29XV1V	60	85	16	1.0	0.6					0.208	26 300
65BNR29SV1V	65	90	16	1.0	0.6	15.2	13.2	18.7	20.6	0.245	18 100
65BNR29HV1V	65	90	16	1.0	0.6			12.3		0.223	23 300
65BNR29XV1V	65	90	16	1.0	0.6					0.223	27 100
65BER29SV1V	65	90	16	1.0	0.6	14.5	12.6	22.1	26.1	0.245	15 500
65BER29HV1V	65	90	16	1.0	0.6			14.9		0.223	20 700
65BER29XV1V	65	90	16	1.0	0.6					0.223	24 600
70BNR29SV1V	70	100	19	1.0	0.6	21.3	18.1	26.1	23.3	0.381	16 500
70BNR29HV1V	70	100	19	1.0	0.6			17.1		0.344	21 200
70BNR29XV1V	70	100	19	1.0	0.6					0.344	24 800
70BER29SV1V	70	100	19	1.0	0.6	20.4	17.3	30.5	29.3	0.381	14 200
70BER29HV1V	70	100	19	1.0	0.6			20.7		0.344	18 900
70BER29XV1V	70	100	19	1.0	0.6					0.344	22 400
75BNR29SV1V	75	105	19	1.0	0.6	21.6	19.0	27.5	24.1	0.403	15 600
75BNR29HV1V	75	105	19	1.0	0.6			18.0		0.365	20 000
75BNR29XV1V	75	105	19	1.0	0.6					0.365	23 400
75BER29SV1V	75	105	19	1.0	0.6	20.7	18.2	32.5	30.5	0.403	13 400
75BER29HV1V	75	105	19	1.0	0.6			21.7		0.365	17 800
75BER29XV1V	75	105	19	1.0	0.6					0.365	21 200
80BNR29SV1V	80	110	19	1.0	0.6	22.0	19.9	28.9	24.9	0.425	14 800
80BNR29HV1V	80	110	19	1.0	0.6			18.9		0.385	19 000
80BNR29XV1V	80	110	19	1.0	0.6					0.385	22 200
80BER29SV1V	80	110	19	1.0	0.6	21.0	19.1	34.0	31.6	0.425	12 700
80BER29HV1V	80	110	19	1.0	0.6			22.8		0.385	16 900
80BER29XV1V	80	110	19	1.0	0.6					0.385	20 000

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.**Uwaga:** Łożyska typu BNR: nominalny kąt działania łożyska 18°

Łożyska typu BER: nominalny kąt działania łożyska 25°

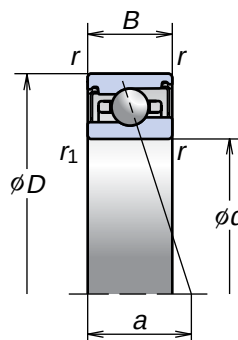
1. ŁOŻYSKA KULKOWE SKOŚNE

Łożyska kulkowe skośne do ultra wysokich prędkości (seria szeroka)

Seria **BNR29**

Seria **BER29**

Średnica otworu 85-100 mm



Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Punkt obciążenia efektywnego (mm) a	Masa (kg) (przybliżona)	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)
	d	D	B	r (min.)	r ₁ (min.)	C _r (Dynamiczna)	C _{0r} (Statyczna)				w smarze
85BNR29SV1V	85	120	22	1.1	0.6	29.4	26.3	38.0	27.7	0.617	13 700
85BNR29HV1V	85	120	22	1.1	0.6			24.8		0.554	17 600
85BNR29XV1V	85	120	22	1.1	0.6					0.554	20 500
85BER29SV1V	85	120	22	1.1	0.6	28.1	25.2	35.5	34.9	0.617	11 800
85BER29HV1V	85	120	22	1.1	0.6			30.0		0.554	15 700
85BER29XV1V	85	120	22	1.1	0.6					0.554	18 600
90BNR29SV1V	90	125	22	1.1	0.6	31.5	29.7	43.0	28.5	0.653	13 100
90BNR29HV1V	90	125	22	1.1	0.6			28.1		0.582	16 800
90BNR29XV1V	90	125	22	1.1	0.6					0.582	19 600
90BER29SV1V	90	125	22	1.1	0.6	30.0	28.5	50.5	36.1	0.653	11 200
90BER29HV1V	90	125	22	1.1	0.6			34.0		0.582	14 900
90BER29XV1V	90	125	22	1.1	0.6					0.582	17 700
95BNR29SV1V	95	130	22	1.1	0.6	32.0	31.0	50.0	29.3	0.758	12 500
95BNR29HV1V	95	130	22	1.1	0.6			32.5		0.684	16 000
95BNR29XV1V	95	130	22	1.1	0.6					0.684	18 700
95BER29SV1V	95	130	22	1.1	0.6	30.5	29.7	58.5	37.2	0.758	10 700
95BER29HV1V	95	130	22	1.1	0.6			39.5		0.684	14 300
95BER29XV1V	95	130	22	1.1	0.6					0.684	16 900
100BNR29SV1V	100	140	24	1.1	0.6	38.0	35.0	50.5	31.5	0.770	11 700
100BNR29HV1V	100	140	24	1.1	0.6			33.0		0.673	15 000
100BNR29XV1V	100	140	24	1.1	0.6					0.673	17 500
100BER29SV1V	100	140	24	1.1	0.6	36.0	33.5	59.5	40.0	0.902	10 000
100BER29HV1V	100	140	24	1.1	0.6			40.0		0.805	13 400
100BER29XV1V	100	140	24	1.1	0.6					0.805	15 900

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.

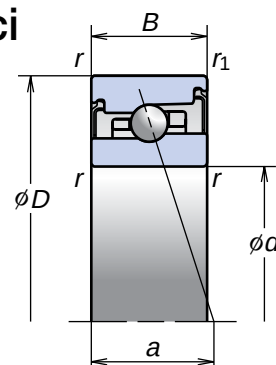
Uwaga: Łożyska typu BNR: nominalny kąt działania łożyska 18°

Łożyska typu BER: nominalny kąt działania łożyska 25°

Łożyska kulkowe skośne do ultra wysokich prędkości (seria szeroka)

Seria **BNR20**
Seria **BER20**

Średnica otworu 30-50 mm



Łożyska kulkowe skośne

ROBUST

Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Punkt obciążenia efektywnego (mm) a	Masa (kg) (przybliżona)	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)
	d	D	B	r (min.)	r ₁ (min.)	C _r (Dynamiczna)	C _{0r} (Statyczna)				w smarze
30BNR20SV1V	30	55	16	1.0	0.6	8.65	5.75	8.20	14.9	0.150	33 000
30BNR20HV1V	30	55	16	1.0	0.6			5.35			42 400
30BNR20XV1V	30	55	16	1.0	0.6						49 500
30BER20SV1V	30	55	16	1.0	0.6	8.30	5.50	9.65	17.9	0.150	28 300
30BER20HV1V	30	55	16	1.0	0.6			6.50			37 700
30BER20XV1V	30	55	16	1.0	0.6						44 800
35BNR20SV1V	35	62	17	1.0	0.6	10.1	7.10	10.2	16.4	0.197	28 900
35BNR20HV1V	35	62	17	1.0	0.6			6.70			37 200
35BNR20XV1V	35	62	17	1.0	0.6						43 300
35BER20SV1V	35	62	17	1.0	0.6	9.70	6.85	12.0	19.8	0.197	24 800
35BER20HV1V	35	62	17	1.0	0.6			8.10			33 000
35BER20XV1V	35	62	17	1.0	0.6						39 200
40BNR20SV1V	40	68	18	1.0	0.6	10.6	7.95	11.5	17.8	0.242	26 000
40BNR20HV1V	40	68	18	1.0	0.6			7.50			33 400
40BNR20XV1V	40	68	18	1.0	0.6						38 900
40BER20SV1V	40	68	18	1.0	0.6	10.1	7.65	13.5	21.6	0.242	22 300
40BER20HV1V	40	68	18	1.0	0.6			9.10			29 700
40BER20XV1V	40	68	18	1.0	0.6						35 200
45BNR20SV1V	45	75	19	1.0	0.6	11.7	9.00	12.7	19.2	0.305	23 400
45BNR20HV1V	45	75	19	1.0	0.6			8.35			30 000
45BNR20XV1V	45	75	19	1.0	0.6						35 000
45BER20SV1V	45	75	19	1.0	0.6	11.2	8.60	15.0	23.5	0.305	20 000
45BER20HV1V	45	75	19	1.0	0.6			10.1			26 700
45BER20XV1V	45	75	19	1.0	0.6						31 700
50BNR20SV1V	50	80	19	1.0	0.6	12.2	9.90	14.0	20.1	0.330	21 600
50BNR20HV1V	50	80	19	1.0	0.6			9.20			27 700
50BNR20XV1V	50	80	19	1.0	0.6						32 400
50BER20SV1V	50	80	19	1.0	0.6	11.6	9.50	16.5	24.7	0.330	18 500
50BER20HV1V	50	80	19	1.0	0.6			11.1			24 700
50BER20XV1V	50	80	19	1.0	0.6						29 300

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.

Uwaga: Łożyska typu BNR: nominalny kąt działania łożyska 18°
Łożyska typu BER: nominalny kąt działania łożyska 25°

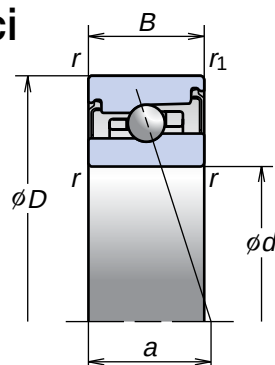
1. ŁOŻYSKA KULKOWE SKOŚNE

Łożyska kulkowe skośne do ultra wysokich prędkości
(seria szeroka)

Seria **BNR20**

Seria **BER20**

Średnica otworu 55-100 mm



Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Punkt obciążenia efektywnego (mm) a	Masa (kg) (przybliżona)	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)
	d	D	B	r (min.)	r ₁ (min.)	C _r (Dynamiczna)	C _{0r} (Statyczna)				w smarze
55BNR20SV1V	55	90	22	1.1	0.6	15.1	12.5	17.8	22.8	0.501	19 400
55BNR20HV1V	55	90	22	1.1	0.6			11.7		0.480	24 900
55BNR20XV1V	55	90	22	1.1	0.6					0.480	29 000
55BER20SV1V	55	90	22	1.1	0.6	14.4	12.0	21.0	27.9	0.501	16 600
55BER20HV1V	55	90	22	1.1	0.6			14.1		0.480	22 100
55BER20XV1V	55	90	22	1.1	0.6					0.480	26 300
60BNR20SV1V	60	95	22	1.1	0.6	15.6	13.7	19.5	23.6	0.535	18 100
60BNR20HV1V	60	95	22	1.1	0.6			12.8		0.512	23 300
60BNR20XV1V	60	95	22	1.1	0.6					0.512	27 100
60BER20SV1V	60	95	22	1.1	0.6	15.0	13.1	22.9	29.1	0.535	15 500
60BER20HV1V	60	95	22	1.1	0.6			15.5		0.512	20 700
60BER20XV1V	60	95	22	1.1	0.6					0.512	24 600
65BNR20SV1V	65	100	22	1.1	0.6	16.2	14.8	21.1	24.4	0.570	17 000
65BNR20HV1V	65	100	22	1.1	0.6			13.9		0.545	21 900
65BNR20XV1V	65	100	22	1.1	0.6					0.545	25 500
65BER20SV1V	65	100	22	1.1	0.6	15.5	14.2	24.9	30.2	0.570	14 600
65BER20HV1V	65	100	22	1.1	0.6			16.8		0.545	19 400
65BER20XV1V	65	100	22	1.1	0.6					0.545	23 100
70BNR20SV1V	70	110	24	1.1	0.6	22.3	19.8	28.6	26.6	0.764	15 600
70BNR20HV1V	70	110	24	1.1	0.6			18.8		0.724	20 000
70BNR20XV1V	70	110	24	1.1	0.6					0.724	23 400
70BER20SV1V	70	110	24	1.1	0.6	21.3	18.9	33.5	33.0	0.764	13 400
70BER20HV1V	70	110	24	1.1	0.6			22.6		0.724	17 800
70BER20XV1V	70	110	24	1.1	0.6					0.724	21 200
75BNR20SV1V	75	115	24	1.1	0.6	22.6	20.7	30.0	27.4	0.806	14 800
75BNR20HV1V	75	115	24	1.1	0.6			19.7		0.764	19 000
75BNR20XV1V	75	115	24	1.1	0.6					0.764	22 200
75BER20SV1V	75	115	24	1.1	0.6	21.6	19.8	35.0	34.1	0.806	12 700
75BER20HV1V	75	115	24	1.1	0.6			23.7		0.764	16 900
75BER20XV1V	75	115	24	1.1	0.6					0.764	20 000
80BNR20SV1V	80	125	27	1.1	0.6	26.5	24.5	35.5	30.2	1.115	13 700
80BNR20HV1V	80	125	27	1.1	0.6			23.4		1.061	17 600
80BNR20XV1V	80	125	27	1.1	0.6					1.061	20 500
80BER20SV1V	80	125	27	1.1	0.6	25.3	23.5	42.0	37.4	1.115	11 800
80BER20HV1V	80	125	27	1.1	0.6			28.2		1.061	15 700
80BER20XV1V	80	125	27	1.1	0.6					1.061	18 600

(¹) Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.

(²) Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.

Uwaga: Łożyska typu BNR: nominalny kąt działania łożyska 18°

Łożyska typu BER: nominalny kąt działania łożyska 25°

Dodatkowe informacje: Nr strony

- Dynamiczne obciążenie równoważne139
- Statyczne obciążenie równoważne146
- Napięcie wstępne i sztywność152
- Wymiary odsadzeń i zaokrągleń186
- Pozycja dyszy192
- Dawka napelnienia smarem175

Seria **BNR20** Seria **BER20** (ciąg dalszy)

Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Punkt obciążenia efektywnego (mm) ^a	Masa (kg) (przybliżona)	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i> (min.)	<i>r</i> ₁ (min.)	<i>C</i> _r (Dynamiczna)	<i>C</i> _{0r} (Statyczna)				w smarze
85BNR20SV1V	85	130	27	1.1	0.6	26.8	25.7	37.5	31.0	1.163	13 100
85BNR20HV1V	85	130	27	1.1	0.6			24.5		1.107	16 800
85BNR20XV1V	85	130	27	1.1	0.6					1.107	19 600
85BER20SV1V	85	130	27	1.1	0.6	25.6	24.6	43.5	38.6	1.163	11 200
85BER20HV1V	85	130	27	1.1	0.6			29.5		1.107	14 900
85BER20XV1V	85	130	27	1.1	0.6					1.107	17 700
90BNR20SV1V	90	140	30	1.5	1.0	35.0	33.0	48.0	33.7	1.521	12 200
90BNR20HV1V	90	140	30	1.5	1.0			31.5		1.436	15 700
90BNR20XV1V	90	140	30	1.5	1.0					1.436	18 300
90BER20SV1V	90	140	30	1.5	1.0	33.5	31.5	56.0	41.8	1.521	10 500
90BER20HV1V	90	140	30	1.5	1.0			38.0		1.436	14 000
90BER20XV1V	90	140	30	1.5	1.0					1.436	16 600
95BNR20SV1V	95	145	30	1.5	1.0	35.5	34.5	50.0	34.5	1.595	11 700
95BNR20HV1V	95	145	30	1.5	1.0			32.5		1.506	15 000
95BNR20XV1V	95	145	30	1.5	1.0					1.506	17 500
95BER20SV1V	95	145	30	1.5	1.0	34.0	33.0	58.5	43.0	1.595	10 000
95BER20HV1V	95	145	30	1.5	1.0			39.5		1.506	13 400
95BER20XV1V	95	145	30	1.5	1.0					1.506	15 900
100BNR20SV1V	100	150	30	1.5	1.0	36.0	36.0	52.0	35.3	1.650	11 200
100BNR20HV1V	100	150	30	1.5	1.0			34.0		1.558	14 400
100BNR20XV1V	100	150	30	1.5	1.0					1.558	16 800
100BER20SV1V	100	150	30	1.5	1.0	34.5	34.5	61.0	44.1	1.650	9 600
100BER20HV1V	100	150	30	1.5	1.0			41.0		1.558	12 800
100BER20XV1V	100	150	30	1.5	1.0					1.558	15 200

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.

Uwaga: Łożyska typu BNR: nominalny kąt działania łożyska 18°
Łożyska typu BER: nominalny kąt działania łożyska 25°

1. ŁOŻYSKA KULKOWE SKOŚNE

Łożyska kulkowe skośne o ultra wysokiej precyzji (seria ROBUST – BGR)

Cechy

Optymalna konstrukcja

Koszyk prowadzony na pierścieniu zewnętrznym używany jest do poprawienia warunków smarowania. Niesymetryczny pierścień wewnętrzny o cieńszym obrzeżu umożliwia lepszy przepływ mgły olejowej, zapewniając stabilność podawania oleju.

Trwałość

Specjalna odporna na wysoką temperaturę stal SHX i ceramiczne kulki znacząco zwiększają trwałość łożyska (łożyska typu X).

Łatwość montażu

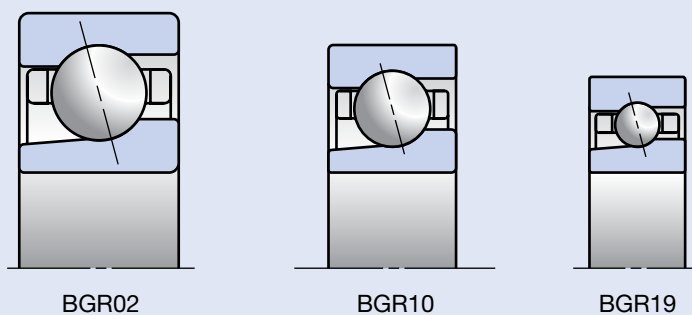
Zastosowanie nierozłącznego pierścienia wewnętrznego upraszcza procedury montażu i demontażu. Zamienność zespołów pozwala na uzyskanie każdego układu dopasowanego do potrzeb klienta.

Duża dokładność

Seria BGR jest znormalizowana zgodnie z klasą 2 ISO (ABMA ABEC 9)

Serie wymiarowe

Rys. 1.5



System oznaczeń łożysk kulkowych skośnych o ultra wysokiej precyzji (seria ROBUST – BGR)

Przykład oznaczenia łożyska

8 BGR 10 S T DU EL P2

Średnica nominalna otworu

Oznaczenie typu łożyska

Oznaczenie serii wymiarowej

Oznaczenie materiału

Oznaczenie klasy dokładności

Oznaczenie napięcia wstępnego

Oznaczenie układu

Oznaczenie koszyka

Strony

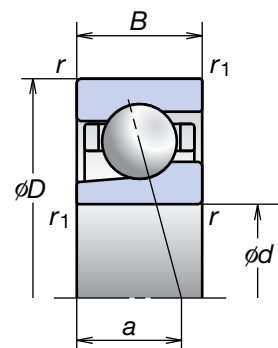
8	Średnica nominalna otworu	Średnica otworu (mm)	82–84														
BGR	Typ łożyska	BGR: kąt działania 15°	42–43, 48														
10	Serie wymiarowe	10: Seria 10, 19: Seria 19, 02: Seria 02	42–43, 80														
H	Materiał	<table><tr><th rowspan="2">Typ</th><th colspan="2">Materiał</th></tr><tr><th>Pierścienie</th><th>Elementy toczne</th></tr><tr><td>S</td><td>Stal łożyskowa (SUJ2)</td><td>Stal łożyskowa (SUJ2)</td></tr><tr><td>H</td><td>Stal łożyskowa (SUJ2)</td><td>Ceramiczne (Si₃N₄)</td></tr><tr><td>X</td><td>Stal odporna na temperaturę (SHX)</td><td>Ceramiczne (Si₃N₄)</td></tr></table>	Typ	Materiał		Pierścienie	Elementy toczne	S	Stal łożyskowa (SUJ2)	Stal łożyskowa (SUJ2)	H	Stal łożyskowa (SUJ2)	Ceramiczne (Si ₃ N ₄)	X	Stal odporna na temperaturę (SHX)	Ceramiczne (Si ₃ N ₄)	14–17 29
Typ	Materiał																
	Pierścienie	Elementy toczne															
S	Stal łożyskowa (SUJ2)	Stal łożyskowa (SUJ2)															
H	Stal łożyskowa (SUJ2)	Ceramiczne (Si ₃ N ₄)															
X	Stal odporna na temperaturę (SHX)	Ceramiczne (Si ₃ N ₄)															
T	Koszyk	T: prowadzony na pierścieniu zewnętrznym koszyk z żywicy fenolowej; dopuszczalna temperatura robocza = 120°C	18–19														
DU	Układ	SU: pojedynczy uniwersalny; DU: układ uniwersalny (dwurzędowy)	42–43 148–151														
EL	Napięcie wstępne	EL: ekstra lekkie napięcie wstępne	42–43 152–155 165														
P2	Klasa dokładności	P2: Klasa 2 ISO, P4: Klasa 4 ISO P3: klasa specjalna (dokładność wymiarów: klasa 4 ISO; dokładność obrotu: klasa 2 ISO)	176–179														

1. ŁOŻYSKA KULKOWE SKOŚNE

Łożyska kulkowe skośne o ultra wysokiej precyzji (seria ROBUST—BGR)

Seria **BGR19**

Średnica otworu 10-25 mm



Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Punkt obciążenia efektywnego (mm) _a	Masa (kg) (przybliżona)	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i> (min.)	<i>r</i> ₁ (min.)	<i>C</i> _r (Dynamiczna)	<i>C</i> _{0r} (Statyczna)				w smarze	w oleju
10BGR19S	10	22	6	0.3	0.15	2.03	0.78	0.93	5.1	0.010	100 000	138 000
10BGR19H	10	22	6	0.3	0.15			0.61			119 000	175 000
10BGR19X	10	22	6	0.3	0.15			0.009			138 000	188 000
12BGR19S	12	24	6	0.3	0.15	2.28	0.95	1.14	5.4	0.011	88 900	123 000
12BGR19H	12	24	6	0.3	0.15			0.74			106 000	156 000
12BGR19X	12	24	6	0.3	0.15			0.010			123 000	167 000
15BGR19S	15	28	7	0.3	0.15	3.25	1.35	1.67	6.4	0.016	74 500	103 000
15BGR19H	15	28	7	0.3	0.15			1.09			88 400	131 000
15BGR19X	15	28	7	0.3	0.15			0.014			103 000	140 000
17BGR19S	17	30	7	0.3	0.15	3.40	1.50	1.86	6.6	0.017	68 100	93 700
17BGR19H	17	30	7	0.3	0.15			1.21			80 900	120 000
17BGR19X	17	30	7	0.3	0.15			0.015			93 700	128 000
20BGR19S	20	37	9	0.3	0.15	4.75	2.16	2.66	8.3	0.036	56 200	77 200
20BGR19H	20	37	9	0.3	0.15			1.73			66 700	98 300
20BGR19X	20	37	9	0.3	0.15			0.033			77 200	106 000
25BGR19S	25	42	9	0.3	0.15	5.40	2.76	3.40	9.0	0.043	47 800	65 700
25BGR19H	25	42	9	0.3	0.15			2.22			56 800	83 600
25BGR19X	25	42	9	0.3	0.15			0.039			65 700	89 600

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.

Uwaga: Łożyska typu BGR: nominalny kąt działania łożyska 15°

Seria **BGR10**

Średnica otworu 6-25 mm

Dodatkowe informacje:

Nr strony

- Dynamiczne obciążenie równoważne139
- Statyczne obciążenie równoważne146
- Napięcie wstępne i sztywność152
- Wymiary odsadzeń i zaokrągleń186
- Pozycja dyszy192
- Dawka napelnienia smarem175

Łożyiska kulkowe skośne

BGR

Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Punkt obciążenia efektywnego (mm) _a	Masa (kg) (przybliżona)	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i> (min.)	<i>r</i> ₁ (min.)	<i>C</i> _r (Dynamiczna)	<i>C</i> _{0r} (Statyczna)				w smarze	w oleju
6BGR10S	6	17	6	0.3	0.15	1.42	0.43	0.51	4.5	0.006	140 000	192 000
6BGR10H	6	17	6	0.3	0.15			0.34		0.005	166 000	244 000
6BGR10X	6	17	6	0.3	0.15			0.34		0.005	192 000	261 000
7BGR10S	7	19	6	0.3	0.15	1.60	0.52	0.62	4.7	0.008	124 000	170 000
7BGR10H	7	19	6	0.3	0.15			0.40		0.007	147 000	216 000
7BGR10X	7	19	6	0.3	0.15			0.40		0.007	170 000	231 000
8BGR10S	8	22	7	0.3	0.15	2.37	0.80	0.97	5.5	0.012	107 000	147 000
8BGR10H	8	22	7	0.3	0.15			0.63		0.011	127 000	187 000
8BGR10X	8	22	7	0.3	0.15			0.63		0.011	147 000	200 000
10BGR10S	10	26	8	0.3	0.15	3.50	1.27	1.55	6.4	0.019	88 900	123 000
10BGR10H	10	26	8	0.3	0.15			1.00		0.016	106 000	156 000
10BGR10X	10	26	8	0.3	0.15			1.00		0.016	123 000	167 000
12BGR10S	12	28	8	0.3	0.15	3.85	1.48	1.80	6.7	0.021	80 000	110 000
12BGR10H	12	28	8	0.3	0.15			1.17		0.018	95 000	140 000
12BGR10X	12	28	8	0.3	0.15			1.17		0.018	110 000	150 000
15BGR10S	15	32	9	0.3	0.15	4.20	1.72	2.12	7.6	0.029	68 100	93 700
15BGR10H	15	32	9	0.3	0.15			1.37		0.026	80 900	120 000
15BGR10X	15	32	9	0.3	0.15			1.37		0.026	93 700	128 000
17BGR10S	17	35	10	0.3	0.15	4.45	1.93	2.39	8.5	0.038	61 600	84 700
17BGR10H	17	35	10	0.3	0.15			1.55		0.035	73 100	108 000
17BGR10X	17	35	10	0.3	0.15			1.55		0.035	84 700	116 000
20BGR10S	20	42	12	0.6	0.3	7.45	3.35	4.10	10.2	0.066	51 700	71 000
20BGR10H	20	42	12	0.6	0.3			2.67		0.059	61 300	90 400
20BGR10X	20	42	12	0.6	0.3			2.67		0.059	71 000	96 800
25BGR10S	25	47	12	0.6	0.3	7.90	3.75	4.65	10.8	0.076	44 500	61 200
25BGR10H	25	47	12	0.6	0.3			3.05		0.068	52 800	77 800
25BGR10X	25	47	12	0.6	0.3			3.05		0.068	61 200	83 400

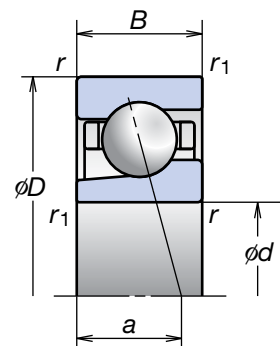
⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.**Uwaga:** Łożyiska typu BGR: nominalny kąt działania łożyska 15°

1. ŁOŻYSKA KULKOWE SKOŚNE

Łożyska kulkowe skośne o ultra wysokiej precyzji (seria ROBUST—BGR)

Seria **BGR02**

Średnica otworu 10-25 mm



Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Punkt obciążenia efektywnego (mm) a	Masa (kg) (przybliżona)	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r ₁ (min.)	C _r (Dynamiczna)	C _{0r} (Statyczna)				w smarze	w oleju
10BGR02S	10	30	9	0.6	0.3	3.60	1.33	1.62	7.2	0.032	80 000	110 000
10BGR02H	10	30	9	0.6	0.3			1.06		0.029	95 000	140 000
10BGR02X	10	30	9	0.6	0.3					0.029	110 000	150 000
12BGR02S	12	32	10	0.6	0.3	5.30	1.99	2.46	7.9	0.036	72 800	100 000
12BGR02H	12	32	10	0.6	0.3			1.60		0.032	86 400	128 000
12BGR02X	12	32	10	0.6	0.3					0.032	100 000	137 000
15BGR02S	15	35	11	0.6	0.3	5.80	2.34	2.90	8.8	0.045	64 000	88 000
15BGR02H	15	35	11	0.6	0.3			1.89		0.040	76 000	112 000
15BGR02X	15	35	11	0.6	0.3					0.040	88 000	120 000
17BGR02S	17	40	12	0.6	0.3	7.25	2.98	3.65	9.8	0.065	56 200	77 200
17BGR02H	17	40	12	0.6	0.3			2.39		0.057	66 700	98 300
17BGR02X	17	40	12	0.6	0.3					0.057	77 200	106 000
20BGR02S	20	47	14	1.0	0.6	9.70	4.10	5.10	11.5	0.103	47 800	65 700
20BGR02H	20	47	14	1.0	0.6			3.30		0.091	56 800	83 600
20BGR02X	20	47	14	1.0	0.6					0.091	65 700	89 600
25BGR02S	25	52	15	1.0	0.6	11.1	5.20	6.45	12.7	0.127	41 600	57 200
25BGR02H	25	52	15	1.0	0.6			4.20		0.112	49 400	72 800
25BGR02X	25	52	15	1.0	0.6					0.112	57 200	78 000

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.

Uwaga: Łożyska typu BGR: nominalny kąt działania łożyska 15°

2. ŁOŻYSKA WALCOWE



Łożyska walcowe dwurzędowe

Seria o dużej sztywności



Łożyska walcowe jednorzędowe

Seria Standard



Łożyska walcowe jednorzędowe
do ultra wysokich prędkości

Seria ROBUST

Łożyska

Łożyska walcowe

Łożyska walcowe. 88-97

Cechy

System oznaczeń

Tabele łożysk

Łożyska walcowe dwurzędowe (seria o dużej sztywności)

Seria 30

Seria 39

Seria 49

Łożyska walcowe jednorzędowe (seria Standard)

Seria 10

Łożyska walcowe do ultra wysokich prędkości (seria ROBUST)

Seria 10

Łożyska walcowe dwurzędowe (seria o niskim generowaniu ciepła)

Seria 30

Łożyska walcowe jednorzędowe do ultra wysokich prędkości
(seria o niskim generowaniu ciepła)

Seria 10

wal owe

2. ŁOŻYSKA WALCOWE

Cechy

Dwurzędowe łożyska walcowe o dużej sztywności firmy NSK stanowią doskonały wybór przy zastosowaniu we wrzecionach obrabiarek. Zazwyczaj jednorzędowe lub dwurzędowe łożyska walcowe mają otwór albo cylindryczny, albo stożkowy. Dwurzędowe łożyska walcowe z otworem stożkowym są często montowane na wale wrzeciona jako łożyska strony swobodnej. Prostota konstrukcji oraz możliwość ustawiania promieniowego luzu wewnętrznego po montażu cały czas czyni te łożyska popularnymi wśród użytkowników obrabiarek.

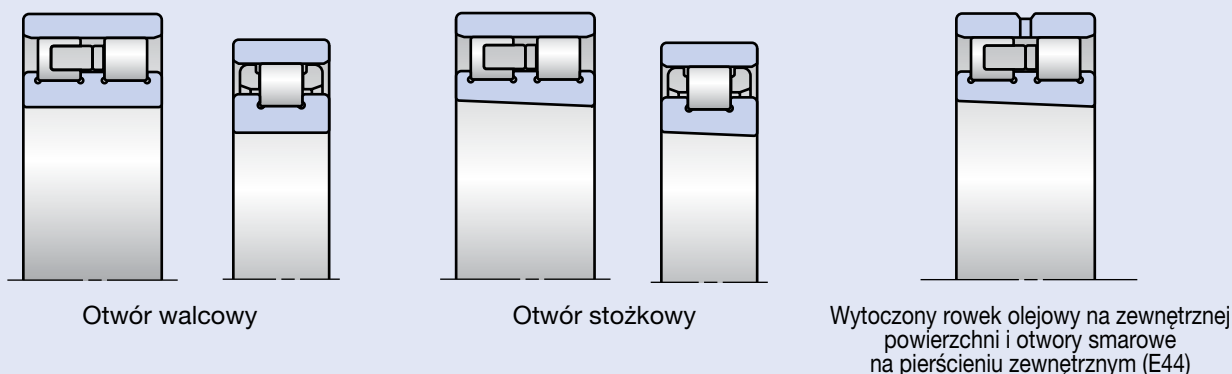
NSK oferuje kilka typów łożysk walcowych. Użytkownicy mogą otrzymać konfigurację E44, która zawiera zarówno otwory smarownicze, jak i wytoczony rowek olejowy na zewnętrznej powierzchni pierścienia zewnętrznego. Typy łożysk obejmują typ NNU, wyposażony w pierścień zewnętrzny z podwójnym obrzeżem i typ NN, charakteryzujący się znakomitą cyrkulacją smaru podczas wstępnego etapu docierania i pomaga zapewnić równomierny przepływ oleju przez łożysko.

Jeśli chodzi o łożyska o cienkim przekroju, węższa seria NN39 jest bardziej odpowiednia od szerszej serii NN49 z uwagi na generowanie mniejszej ilości ciepła i większą stabilność wałeczków. W łożyskach walcowych najbardziej popularne są obrabiane maszynowo koszyki mosiężne. NSK oferuje prowadzony na wałeczkach koszyk z tworzywa PPS (PoliPhenylene Sulfide) dla serii NN30 i koszyk z tworzywa PEEK (PoliEteroEteroKeton) wzmocniony, prowadzony na pierścieniu zewnętrznym, dla serii N10 ultra superszybkich jednorzędowych łożysk walcowych.

Typ łożyska	Oznaczenie koszyka	Specyfikacja	Dostępne serie
NN	MB	Prowadzony na wałeczkach obrabiany maszynowo koszyk mosiężny	NN3005, NN3026-NN3040 NN3920-NN3956 NN4920-NN4940
	TB	Prowadzony na wałeczkach koszyk z tworzywa PPS	NN3006-NN3024
NNU	MB	Prowadzony na wałeczkach obrabiany maszynowo koszyk mosiężny	NNU4920-NNU4940
N	MR	Prowadzony na wałeczkach obrabiany maszynowo koszyk mosiężny	N1006-N1028
	TP	Prowadzony na pierścieniu zewnętrznym koszyk z tworzywa PEEK	N1009-N1017

Specyfikacja otworu i otworów olejowych

Rys. 2.1

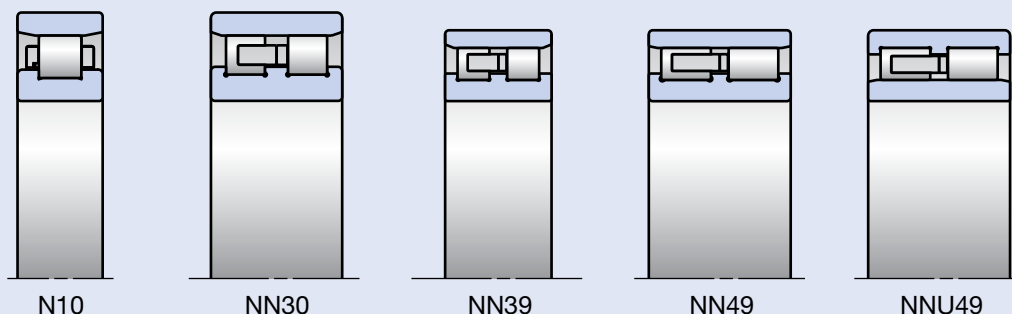


Łożyska dwurzędowe i jednorzędowe dostępne są z otworem walcowym i stożkowym.

Dwurzędowe łożyska walcowe są dostępne z wytoczonym rowkiem olejowym i otworami olejowymi (najlepsze rozwiązanie dla smarowania olejowego).

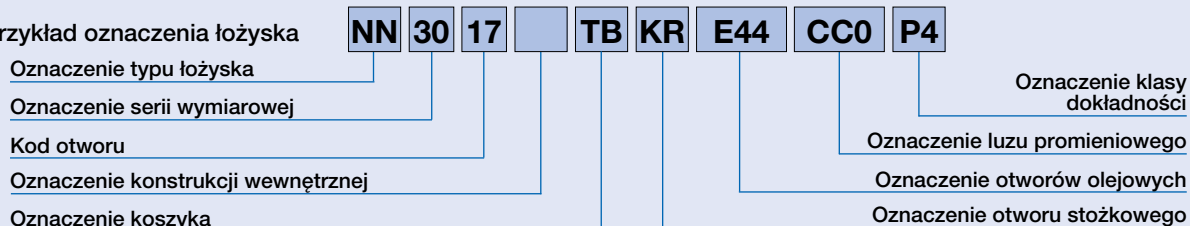
Typy łożysk i serie wymiarowe

Rys. 2.2



System oznaczeń łożysk walcowych dwurzędowych (seria o dużej sztywności)

Przykład oznaczenia łożyska



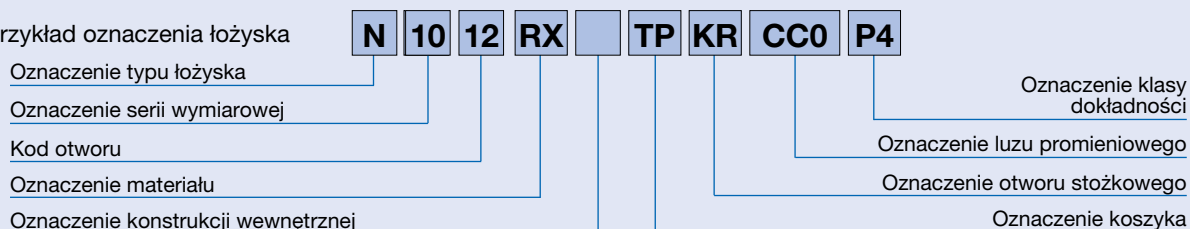
Strony

NN	Typ łożyska	NN: dwurzędowe łożysko walcowe z pierścieniem wewnętrznym o potrójnym obrzeżu; NNU: dwurzędowe łożysko walcowe	44-45, 88
30	Serie wymiarowe	30: seria 30; 39: Seria 39; 49: Seria 49	44-45, 88
17	Kod otworu	Otwór (mm) = kod otworu × 5 (mm)	90-93
	Oznaczenie konstrukcji wewnętrznej	Brak oznaczenia: typ standardowy Z: typ o niskim generowaniu ciepła	96
TB	Koszyk	TB: prowadzony na wałeczkach koszyk z tworzywa PPS; dopuszczalna temperatura robocza = 220°C MB: prowadzony na wałeczkach koszyk mosiężny obrabiany maszynowo; dopuszczalna temperatura robocza = 300°C	18-19 26-27
KR	Otwór stożkowy	KR: otwór stożkowy 1/12 (w przypadku otworu walcowego pozostawić puste miejsce)	180-181
E44	Otworki smarowe	E44: pierścień zewnętrzny z wytoczonym rowkiem olejowym i otworami olejowymi (w przypadku braku otworów olejowych pozostawić puste miejsce)	90-93
CC0	Luz promieniowy	CC1: luz standardowy dla otworu walcowego CC0: luz standardowy dla otworu stożkowego CCG: specjalny luz promieniowy	44-45 169
P4	Dokładność	P2: klasa 2 ISO, P4 = klasa 4 ISO, P4Y: dokładność specjalna (średnica otworu i średnica zewnętrzna określane wyłącznie przez NSK. Wszystkie inne klasa 4 ISO)	151 176-181

Łożyska walcowe

System oznaczeń łożysk walcowych jednorzędowych (seria Standard i seria ROBUST)

Przykład oznaczenia łożyska



Strony

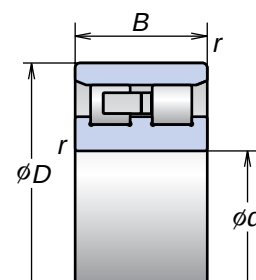
N	Typ łożyska	N: jednorzędowe łożysko walcowe z pierścieniem o podwójnym obrzeżu	44-45, 88														
10	Serie wymiarowe	10: seria 10	44-45, 88														
12	Kod otworu	Otwór (mm) = kod otworu × 5 (mm)	94-95														
RX	Materiał	Brak oznaczenia wskazuje standardowy materiał łożyska walcowego (pierścień i elementy toczne ze stali łożyskowej SUJ2). RS·RX·RXH: ultra superszybkie jednorzędowe łożysko walcowe (seria ROBUST)	14-17 26-27														
		<table><tr><th rowspan="2">Typ</th><th colspan="2">Materiał</th></tr><tr><th>Pierścień</th><th>Elementy toczne</th></tr><tr><td>RS</td><td>Stal łożyskowa (SUJ2)</td><td>Stal łożyskowa (SUJ2)</td></tr><tr><td>RX</td><td>Stal odporna na temperaturę (SHX)</td><td>Stal odporna na temperaturę (SHX)</td></tr><tr><td>RXH</td><td>Stal odporna na temperaturę (SHX)</td><td>Ceramiczne (Si₃N₄)</td></tr></table>		Typ	Materiał		Pierścień	Elementy toczne	RS	Stal łożyskowa (SUJ2)	Stal łożyskowa (SUJ2)	RX	Stal odporna na temperaturę (SHX)	Stal odporna na temperaturę (SHX)	RXH	Stal odporna na temperaturę (SHX)	Ceramiczne (Si ₃ N ₄)
		Typ			Materiał												
				Pierścień	Elementy toczne												
		RS		Stal łożyskowa (SUJ2)	Stal łożyskowa (SUJ2)												
RX	Stal odporna na temperaturę (SHX)	Stal odporna na temperaturę (SHX)															
RXH	Stal odporna na temperaturę (SHX)	Ceramiczne (Si ₃ N ₄)															
	Oznaczenie konstrukcji wewnętrznej	Brak oznaczenia: typ standardowy Z: typ o niskim generowaniu ciepła	97														
TP	Koszyk	TP: prowadzony na otworze koszyk z tworzywa PEEK; dopuszczalna temperatura robocza = 240°C MR: prowadzony na wałeczkach koszyk mosiężny obrabiany maszynowo; dopuszczalna temperatura robocza = 300°C	18-19														
KR	Otwór stożkowy	KR: otwór stożkowy 1/12 (w przypadku otworu walcowego pozostawić puste miejsce)	180-181														
CC0	Luz promieniowy	CC1: luz standardowy dla otworu walcowego CC0: luz standardowy dla otworu stożkowego CCG: specjalny luz promieniowy	44-45 169														
P4	Dokładność	P2: klasa 2 ISO, P4: klasa 4 ISO, P4Y: dokładność specjalna (średnica otworu i średnica zewnętrzna określane wyłącznie przez NSK. Wszystkie inne klasa 4 ISO)	151 176-181														

2. ŁOŻYSKA WALCOWE

Łożyska walcowe dwurzędowe (seria o dużej sztywności)

Seria 30

Średnica otworu 25-200 mm

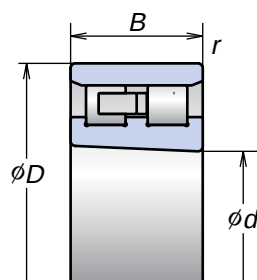


*Otwór walcowy

Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)				Nośność bazowa (kN)		Średnica okręgu opisanego na waleczkach (mm) (teoretyczna)	Masa (kg) (przybliżona)	Prędkość graniczna ⁽¹⁾ (min ⁻¹)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>C_r</i> (Dynamiczna)	<i>C_{0r}</i> (Statyczna)			w smarze	w oleju
NN3005MBKR	25	47	16	0.6	25.8	30.0	41.3	0.127	20 900	25 000
NN3006MBKR	30	55	19	1.0	31.0	37.0	48.5	0.198	17 700	21 200
NN3006TBKR	30	55	19	1.0	31.0	37.0	48.5	0.172	20 000	23 600
NN3007MBKR	35	62	20	1.0	39.5	50.0	55	0.258	15 500	18 600
NN3007TBKR	35	62	20	1.0	39.5	50.0	55	0.224	17 600	20 700
NN3008MBKR	40	68	21	1.0	43.5	55.5	61	0.309	13 900	16 700
NN3008TBKR	40	68	21	1.0	43.5	55.5	61	0.283	15 800	18 600
NN3009MBKR	45	75	23	1.0	52.0	68.5	67.5	0.407	12 500	15 000
NN3009TBKR	45	75	23	1.0	50.0	65.5	67.5	0.373	14 200	16 700
NN3010MBKR	50	80	23	1.0	53.0	72.5	72.5	0.436	11 600	13 900
NN3010TBKR	50	80	23	1.0	53.0	72.5	72.5	0.402	13 100	15 400
NN3011MBKR	55	90	26	1.1	69.5	96.5	81	0.647	10 400	12 500
NN3011TBKR	55	90	26	1.1	69.5	96.5	81	0.592	11 800	13 800
NN3012MBKR	60	95	26	1.1	73.5	106	86.1	0.693	9 700	11 700
NN3012TBKR	60	95	26	1.1	73.5	106	86.1	0.635	11 000	13 000
NN3013MBKR	65	100	26	1.1	77.0	116	91	0.741	9 100	11 000
NN3013TBKR	65	100	26	1.1	77.0	116	91	0.681	10 400	12 200
NN3014MBKR	70	110	30	1.1	94.5	143	100	1.060	8 000	10 000
NN3014TBKR	70	110	30	1.1	94.5	143	100	0.988	9 500	11 200
NN3015MBKR	75	115	30	1.1	96.5	149	105	1.110	7 900	9 500
NN3015TBKR	75	115	30	1.1	96.5	149	105	1.030	9 000	10 600
NN3016MBKR	80	125	34	1.1	119	186	113	1.540	7 400	8 800
NN3016TBKR	80	125	34	1.1	119	186	113	1.440	8 300	9 800
NN3017MBKR	85	130	34	1.1	122	194	118	1.630	7 000	8 400
NN3017TBKR	85	130	34	1.1	122	194	118	1.520	8 000	9 400

⁽¹⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.

*W przypadku otworu walcowego, opuścić oznaczenie „KR” i pozostawić puste miejsce.



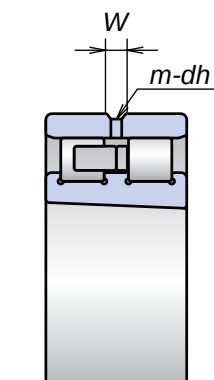
Otwór stożkowy

Seria 30 (ciąg dalszy)

Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)				Nośność bazowa (kN)		Średnica okręgu opisanego na wałeczkach (mm) (teoretyczna)	Masa (kg) (przybliżona)	Prędkość graniczna ⁽¹⁾ (min ⁻¹)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>C_r</i> (Dynamiczna)	<i>C_{0r}</i> (Statyczna)			w smarze	w oleju
NN3018MBKR	90	140	37	1.5	143	228	127	2.090	6 600	7 900
NN3018TBKR	90	140	37	1.5	143	228	127	1.930	7 400	8 700
NN3019MBKR	95	145	37	1.5	146	238	132	2.190	6 300	7 500
NN3019TBKR	95	145	37	1.5	146	238	132	2.030	7 100	8 400
NN3020MBKR	100	150	37	1.5	149	247	137	2.280	6 000	7 200
NN3020TBKR	100	150	37	1.5	149	247	137	2.120	6 800	8 000
NN3021MBKR	105	160	41	2.0	192	310	146	2.880	5 700	6 800
NN3021TBKR	105	160	41	2.0	192	310	146	2.690	6 500	7 600
NN3022MBKR	110	170	45	2.0	222	360	155	3.710	5 400	6 500
NN3022TBKR	110	170	45	2.0	222	360	155	3.440	6 100	7 200
NN3024MBKR	120	180	46	2.0	233	390	165	4.040	5 000	6 000
NN3024TBKR	120	180	46	2.0	233	390	165	3.750	5 700	6 700
NN3026MBKR	130	200	52	2.0	284	475	182	5.880	4 600	5 500
NN3028MBKR	140	210	53	2.0	298	515	192	6.340	4 300	5 200
NN3030MBKR	150	225	56	2.1	335	585	206	7.760	4 000	4 800
NN3032MBKR	160	240	60	2.1	375	660	219	9.410	3 800	4 500
NN3034MBKR	170	260	67	2.1	450	805	236	12.80	3 500	4 200
NN3036MBKR	180	280	74	2.1	565	995	255	16.80	3 300	4 000
NN3038MBKR	190	290	75	2.1	595	1 080	265	17.80	3 200	3 800
NN3040MBKR	200	310	82	2.1	655	1 170	282	22.70	3 000	3 600

⁽¹⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.**Wymiary otworów olejowych (specyfikacja E44)** Jednostka: mm

Szerokość pierścienia zewnętrznego		Średnica otworu olejowego <i>dh</i>	Wytoczony rowek olejowy <i>W</i>	Liczba otworów <i>m</i>
powyżej	włącznie do			
–	30	2	3.5	4
30	40	2.5	5	
40	50	3	6	
50	60	4	8	
60	80	5	9	
80	120	6	12	
120	160	8	15	
160	200	10	18	
200	–	12	20	



Dodatkowe informacje:

Nr strony

- Dynamiczne obciążenie równoważne . . .139
- Statyczne obciążenie równoważne . . .146
- Luz promieniowy169
- Wymiary odsadzeń i zaokrągleń186
- Pozycja dyszy192
- Dawka napełnienia smarem175

2. ŁOŻYSKA WALCOWE

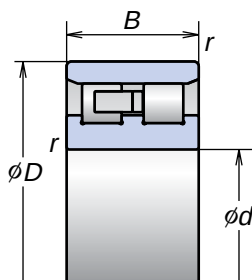
Łożyska walcowe dwurzędowe (seria o dużej sztywności)

Seria 39

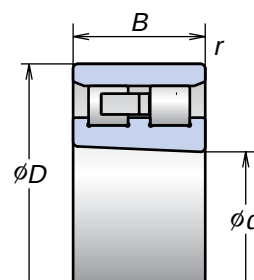
Średnica otworu 100-280 mm

Seria 49

Średnica otworu 100-200 mm



*NN39 Otwór walcowy

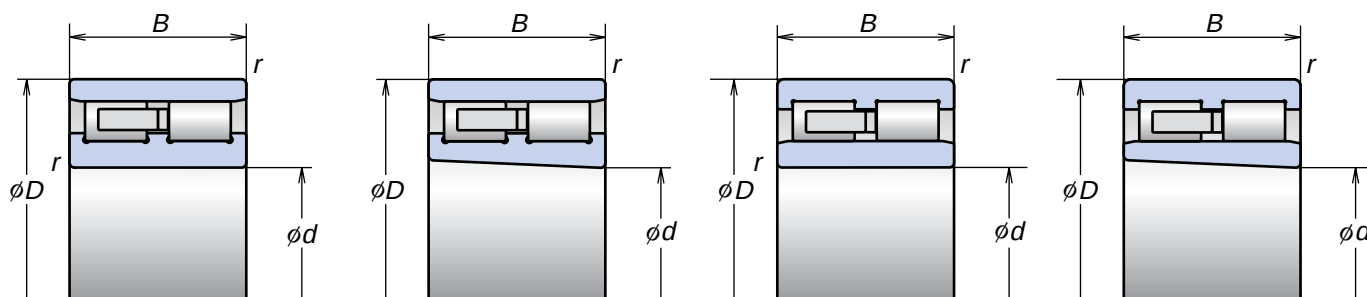


NN39 Otwór stożkowy

Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)				Nośność bazowa (kN)		Średnica okręgu opisanego na walczkach (mm) (teoretyczna)	Masa (kg) (przybliżona)	Prędkość graniczna ⁽¹⁾ (min ⁻¹)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>C_r</i> (Dynamiczna)	<i>C_{0r}</i> (Statyczna)			w smarze	w oleju
NN3920MBKR	100	140	30	1.1	106	182	130	1.32	6 300	7 500
NN3921MBKR	105	145	30	1.1	110	194	135	1.50	6 000	7 200
NN3922MBKR	110	150	30	1.1	114	207	140	1.41	5 800	7 000
NN3924MBKR	120	165	34	1.1	138	251	153.5	1.99	5 300	6 400
NN3926MBKR	130	180	37	1.5	173	325	167	2.64	4 900	5 900
NN3928MBKR	140	190	37	1.5	201	375	178	2.97	4 600	5 500
NN3930MBKR	150	210	45	2.0	262	490	195	4.47	4 200	5 000
NN3932MBKR	160	220	45	2.0	271	520	205	4.75	4 000	4 800
NN3934MBKR	170	230	45	2.0	280	550	215	5.01	3 800	4 500
NN3936MBKR	180	250	52	2.0	340	655	232	7.76	3 500	4 200
NN3938MBKR	190	260	52	2.0	345	680	243.5	7.46	3 400	4 000
NN3940MBKR	200	280	60	2.1	420	815	259	10.60	3 200	3 800
NN3944MBKR	220	300	60	2.1	440	895	279	11.40	2 900	3 500
NN3948MBKR	240	320	60	2.1	460	975	300	12.10	2 700	3 300
NN3952MBKR	260	360	75	2.1	670	1 380	335	21.40	2 500	3 000
NN3956MBKR	280	380	75	2.1	695	1 460	355	22.70	2 300	2 800

⁽¹⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.

*W przypadku otworu walcowego, opuścić oznaczenie „KR” i pozostawić puste miejsce.



*NN49 Otwór walcowy

NN49 Otwór stożkowy

*NNU49 Otwór walcowy

NNU49 Otwór stożkowy

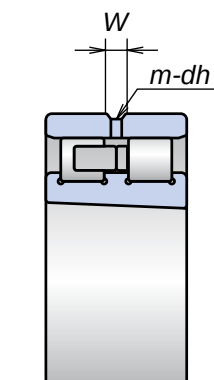
Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)				Nośność bazowa (kN)		Średnica okręgu opisanego na wałeczkach (mm) (teoretyczna)	Masa (kg) (przybliżona)	Prędkość graniczna (1) (min ⁻¹)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>C_r</i> (Dynamiczna)	<i>C_{0r}</i> (Statyczna)			w smarze	w oleju
NN4920MBKR	100	140	40	1.1	155	295	130	1.76	6 300	7 500
NNU4920MBKR	100	140	40	1.1	155	295	112	1.90	6 300	7 500
NN4921MBKR	105	145	40	1.1	161	315	135	2.00	6 000	7 200
NNU4921MBKR	105	145	40	1.1	161	315	117	1.99	6 000	7 200
NN4922MBKR	110	150	40	1.1	167	335	140	2.10	5 800	7 000
NNU4922MBKR	110	150	40	1.1	167	335	122	2.07	5 800	7 000
NN4924MBKR	120	165	45	1.1	183	360	153.5	2.87	5 300	6 400
NNU4924MBKR	120	165	45	1.1	183	360	133.5	2.85	5 300	6 400
NN4926MBKR	130	180	50	1.5	274	545	168	3.84	4 900	5 900
NNU4926MBKR	130	180	50	1.5	274	545	144	3.85	4 900	5 900
NN4928MBKR	140	190	50	1.5	283	585	178	4.07	4 600	5 500
NNU4928MBKR	140	190	50	1.5	283	585	154	4.08	4 600	5 500
NN4930MBKR	150	210	60	2.0	350	715	195	6.36	4 200	5 000
NNU4930MBKR	150	210	60	2.0	350	715	167	6.39	4 200	5 000
NN4932MBKR	160	220	60	2.0	365	760	205	6.77	4 000	4 800
NNU4932MBKR	160	220	60	2.0	365	760	177	6.76	4 000	4 800
NN4934MBKR	170	230	60	2.0	375	805	215	7.13	3 800	4 500
NNU4934MBKR	170	230	60	2.0	375	805	187	7.12	3 800	4 500
NN4936MBKR	180	250	69	2.0	480	1 020	232	10.4	3 500	4 200
NNU4936MBKR	180	250	69	2.0	480	1 020	200	10.4	3 500	4 200
NN4938MBKR	190	260	69	2.0	485	1 060	243.5	10.9	3 400	4 000
NNU4938MBKR	190	260	69	2.0	485	1 060	211.5	10.9	3 400	4 000
NN4940MBKR	200	280	80	2.1	570	1 220	259	15.3	3 200	3 800
NNU4940MBKR	200	280	80	2.1	570	1 220	223	15.3	3 200	3 800

Łożyska walcowe

Dwurzędowe

Wymiary otworów olejowych (specyfikacja E44) Jednostka: mm

Szerokość pierścienia zewnętrznego powyżej	włącznie do	Średnica otworu olejowego <i>dh</i>	Wytoczony rowek olejowy <i>W</i>	Liczba otworów <i>m</i>
–	30	2	3.5	4
30	40	2.5	5	
40	50	3	6	
50	60	4	8	
60	80	5	9	
80	120	6	12	
120	160	8	15	
160	200	10	18	
200	–	12	20	



Dodatkowe informacje:

Nr strony

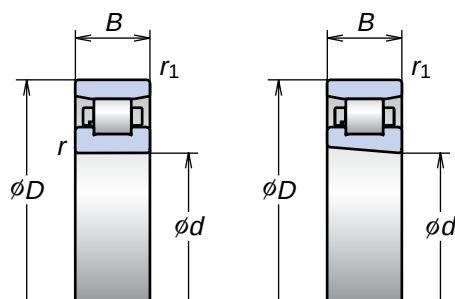
- Dynamiczne obciążenie równoważne . . .139
- Statyczne obciążenie równoważne . . .146
- Luz promieniowy169
- Wymiary odsadzeń i zaokrągleń186
- Pozycja dyszy192
- Dawka napełnienia smarem175

2. ŁOŻYSKA WALCOWE

Łożyska walcowe jednorzędowe (seria Standard)

Seria 10

Średnica otworu 30-140 mm



*Otwór walcowy

Otwór stożkowy

Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Średnica okręgu opisanego na wałeczkach (mm) (teoretyczna)	Masa (kg) (przybliżona)	Prędkość graniczna ⁽¹⁾ (min ⁻¹)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>r</i> ₁	<i>C</i> _r (Dynamiczna)	<i>C</i> _{0r} (Statyczna)			w smarze	w oleju
N1006MR1KR	30	55	13	1.0	0.6	19.7	19.6	48.5	0.133	19 000	31 000
N1007MRKR	35	62	14	1.0	0.6	22.6	23.2	55	0.153	17 000	27 000
N1008MRKR	40	68	15	1.0	0.6	27.3	29.0	61	0.192	15 000	25 000
N1009MRKR	45	75	16	1.0	0.6	32.5	35.5	67.5	0.318	14 000	22 000
N1010MRKR	50	80	16	1.0	0.6	32.0	36.0	72.5	0.339	13 000	20 000
N1011BMR1KR	55	90	18	1.1	1.0	37.5	44.0	81	0.487	12 000	18 000
N1012BMR1KR	60	95	18	1.1	1.0	40.0	48.5	86.1	0.519	11 000	17 000
N1013BMR1KR	65	100	18	1.1	1.0	41.0	51.0	91	0.541	10 000	16 000
N1014BMR1KR	70	110	20	1.1	1.0	50.0	63.0	100	0.752	9 000	15 000
N1015MRKR	75	115	20	1.1	1.0	60.0	74.5	105	0.935	8 500	13 700
N1016BMR1KR	80	125	22	1.1	1.0	63.5	82.0	113	1.038	7 900	12 700
N1017BMR1KR	85	130	22	1.1	1.0	65.0	86.0	118	1.067	7 500	12 100
N1018MRKR	90	140	24	1.5	1.1	88.0	114	127	1.200	7 000	11 400
N1019BMR1KR	95	145	24	1.5	1.1	83.0	114	132	1.260	6 700	10 900
N1020MRKR	100	150	24	1.5	1.1	93.0	126	137	1.320	6 400	10 400
N1021MRKR	105	160	26	2.0	1.1	109	149	145.5	1.670	6 100	9 900
N1022BMR1KR	110	170	28	2.0	1.1	126	173	155	2.070	5 800	9 300
N1024MRKR	120	180	28	2.0	1.1	139	191	165	2.190	5 400	8 700
N1026MRKR	130	200	33	2.0	1.1	172	238	182	3.320	4 900	7 900
N1028BMR1KR	140	210	33	2.0	1.1	164	240	192	3.810	4 600	7 500

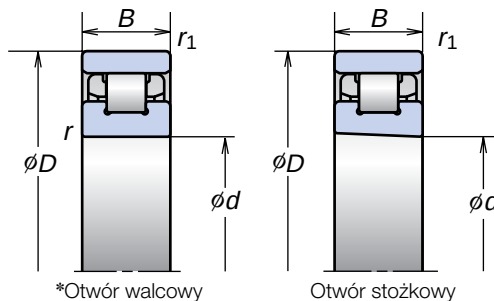
⁽¹⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.

*W przypadku otworu walcowego, opuścić oznaczenie „KR” i pozostawić puste miejsce.

Łożyska walcowe do ultra wysokich prędkości (seria ROBUST)

Seria 10

Średnica otworu 45-85 mm



Dodatkowe informacje:

Nr strony

- Dynamiczne obciążenie równoważne . . .139
- Statyczne obciążenie równoważne . . .146
- Luz promieniowy169
- Wymiary odsadzeń i zaokrągleń186
- Pozycja dyszy192
- Dawka napelnienia smarem175

Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Średnica okręgu opisanego na wałeczkach (mm) (teoretyczna)	Masa (kg) (przybliżona)	Prędkość graniczna ⁽¹⁾ (min ⁻¹)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>r</i> ₁	<i>C</i> _r (Dynamiczna)	<i>C</i> _{0r} (Statyczna)			w smarze	w oleju
N1009RSTPKR	45	75	16	1.0	0.6	24.6	26.1	67.5	0.262	16 000	23 000
N1009RXTPKR	45	75	16	1.0	0.6	24.6	26.1	67.5	0.262	21 000	30 000
N1009RXHTPKR	45	75	16	1.0	0.6	24.6	26.1	67.5	0.228	23 000	36 000
N1010RSTPKR	50	80	16	1.0	0.6	28.8	33.0	72.5	0.283	15 000	21 000
N1010RXTPKR	50	80	16	1.0	0.6	28.8	33.0	72.5	0.283	20 000	27 000
N1010RXHTPKR	50	80	16	1.0	0.6	28.8	33.0	72.5	0.246	21 000	34 000
N1011RSTPKR	55	90	18	1.1	1.0	35.0	39.5	81	0.372	13 000	19 000
N1011RXTPKR	55	90	18	1.1	1.0	35.0	39.5	81	0.372	18 000	25 000
N1011RXHTPKR	55	90	18	1.1	1.0	35.0	39.5	81	0.324	19 000	30 000
N1012RSTPKR	60	95	18	1.1	1.0	37.5	44.0	86.1	0.442	12 000	18 000
N1012RXTPKR	60	95	18	1.1	1.0	37.5	44.0	86.1	0.442	17 000	23 000
N1012RXHTPKR	60	95	18	1.1	1.0	37.5	44.0	86.1	0.385	18 000	28 000
N1013RSTPKR	65	100	18	1.1	1.0	39.5	49.0	91	0.518	11 000	17 000
N1013RXTPKR	65	100	18	1.1	1.0	39.5	49.0	91	0.518	16 000	22 000
N1013RXHTPKR	65	100	18	1.1	1.0	39.5	49.0	91	0.451	17 000	27 000
N1014RSTPKR	70	110	20	1.1	1.0	46.5	57.0	100	0.648	10 000	16 000
N1014RXTPKR	70	110	20	1.1	1.0	46.5	57.0	100	0.648	15 000	20 000
N1014RXHTPKR	70	110	20	1.1	1.0	46.5	57.0	100	0.564	16 000	24 000
N1015RSTPKR	75	115	20	1.1	1.0	49.5	63.0	105	0.672	9 900	15 000
N1015RXTPKR	75	115	20	1.1	1.0	49.5	63.0	105	0.672	14 000	19 000
N1015RXHTPKR	75	115	20	1.1	1.0	49.5	63.0	105	0.585	15 000	23 000
N1016RSTPKR	80	125	22	1.1	1.0	61.5	81.5	113	0.926	9 200	14 000
N1016RXTPKR	80	125	22	1.1	1.0	61.5	81.5	113	0.926	13 000	17 000
N1016RXHTPKR	80	125	22	1.1	1.0	61.5	81.5	113	0.812	14 000	21 000
N1017RSTPKR	85	130	22	1.1	1.0	65.0	86.0	118	0.943	8 800	13 000
N1017RXTPKR	85	130	22	1.1	1.0	65.0	86.0	118	0.943	12 000	17 000
N1017RXHTPKR	85	130	22	1.1	1.0	65.0	86.0	118	0.826	13 000	20 000

⁽¹⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.

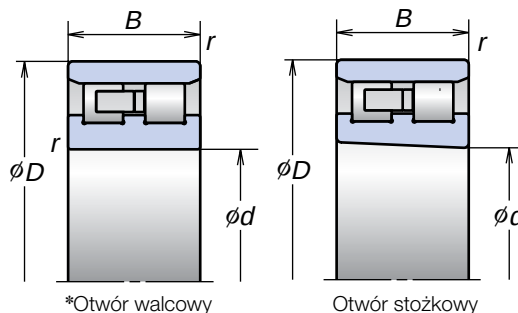
*W przypadku otworu walcowego, opuścić oznaczenie „KR” i pozostawić puste miejsce.

2. ŁOŻYSKA WALCOWE

Łożyska walcowe dwurzędowe (seria o niskim generowaniu ciepła)

Seria 30

Średnica otworu 30-120 mm



Dodatkowe informacje: Nr strony

- Dynamiczne obciążenie równoważne . 139
- Statyczne obciążenie równoważne . . 146
- Luz promieniowy 169
- Wymiary odsadzeń i zaokrągleń . . . 186
- Pozycja dyszy 192
- Dawka napełnienia smarem. 175

Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)				Nośność bazowa (kN)		Średnica okręgu opisanego na waleczkach (mm) (teoretyczna)	Masa (kg) (przybliżona)	Prędkość graniczna ⁽¹⁾ (min ⁻¹)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>C_r</i> (Dynamiczna)	<i>C_{0r}</i> (Statyczna)			w smarze	w oleju
NN3006ZTBKR	30	55	19	1.0	18.3	18.6	48.5	0.154	23 300	27 900
NN3007ZTBKR	35	62	20	1.0	23.3	25.0	55.0	0.198	20 400	24 500
NN3008ZTBKR	40	68	21	1.0	25.7	27.7	61.0	0.250	18 300	22 000
NN3009ZTBKR	45	75	23	1.0	29.7	32.5	67.5	0.331	16 500	19 800
NN3010ZTBKR	50	80	23	1.0	31.5	36.5	72.5	0.356	15 300	18 300
NN3011ZTBKR	55	60	26	1.1	41.0	48.5	81.0	0.523	13 700	16 400
NN3012ZTBKR	60	95	26	1.1	43.5	53.0	86.1	0.560	12 800	15 400
NN3013ZTBKR	65	100	26	1.1	46.0	58.0	91.0	0.600	12 000	14 500
NN3014ZTBKR	70	110	30	1.1	58.0	74.0	100.0	0.873	11 000	13 200
NN3015ZTBKR	75	115	30	1.1	57.5	74.5	105.0	0.915	10 400	12 500
NN3016ZTBKR	80	125	34	1.1	71.0	93.0	113.0	1.282	9 700	11 700
NN3017ZTBKR	85	130	34	1.1	74.5	101	118.0	1.350	9 300	11 100
NN3018ZTBKR	90	140	37	1.5	85.0	114	127.0	1.719	8 600	10 300
NN3019ZTBKR	95	145	37	1.5	89.0	123	132.0	1.803	8 300	9 900
NN3020ZTBKR	100	150	37	1.5	93.5	133	137.0	1.877	7 900	9 500
NN3021ZTBKR	105	160	41	2.0	118	161	146.0	2.342	7 500	9 000
NN3022ZTBKR	110	170	45	2.0	136	188	155.0	3.006	7 100	8 500
NN3024ZTBKR	120	180	46	2.0	142	203	165.0	3.282	6 600	7 900

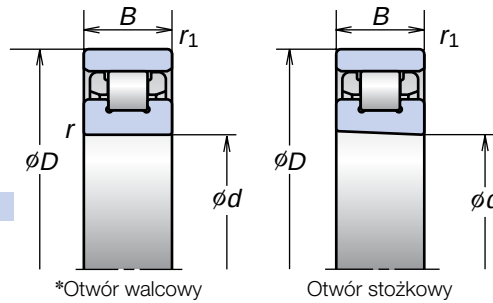
⁽¹⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.

*W przypadku otworu walcowego, opuścić oznaczenie „KR” i pozostawić puste miejsce.

Łożyska walcowe jednorzędowe do ultra wysokich prędkości (seria o niskim generowaniu ciepła)

Seria 10

Średnica otworu 45-85 mm



Dodatkowe informacje:

Nr strony

- Dynamiczne obciążenie równoważne . . . 139
- Statyczne obciążenie równoważne . . . 146
- Luz promieniowy 169
- Wymiary odsadzeń i zaokrągleń 186
- Pozycja dyszy 192
- Dawka napełnienia smarem 175

Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)				Nośność bazowa (kN)		Średnica okręgu opisanego na wałeczkach (mm) (teoretyczna)	Masa (kg) (przybliżona)	Prędkość graniczna ⁽¹⁾ (min ⁻¹)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i>	<i>C_r</i> (Dynamiczna)	<i>C_{0r}</i> (Statyczna)			w smarze	w oleju
N1009RSZTPKR	45	75	16	1.0	16.0	14.7	67.5	0.243	16 000	23 000
N1009RXZTPKR	45	75	16	1.0	16.0	14.7	67.5	0.243	21 000	30 000
N1009RXHZTPKR	45	75	16	1.0	16.0	14.7	67.5	0.220	23 000	36 000
N1010RSZTPKR	50	80	16	1.0	17.1	16.5	72.5	0.262	15 000	21 000
N1010RXZTPKR	50	80	16	1.0	17.1	16.5	72.5	0.262	20 000	27 000
N1010RXHZTPKR	50	80	16	1.0	17.1	16.5	72.5	0.237	21 000	34 000
N1011RSZTPKR	55	90	18	1.1	20.7	19.7	81.0	0.344	13 000	19 000
N1011RXZTPKR	55	90	18	1.1	20.7	19.7	81.0	0.344	18 000	25 000
N1011RXHZTPKR	55	90	18	1.1	20.7	19.7	81.0	0.313	19 000	30 000
N1012RSZTPKR	60	95	18	1.1	22.2	22.1	86.1	0.411	12 000	18 000
N1012RXZTPKR	60	95	18	1.1	22.2	22.1	86.1	0.411	17 000	23 000
N1012RXHZTPKR	60	95	18	1.1	22.2	22.1	86.1	0.372	18 000	28 000
N1013RSZTPKR	65	100	18	1.1	23.6	24.5	91.0	0.484	11 000	17 000
N1013RXZTPKR	65	100	18	1.1	23.6	24.5	91.0	0.484	16 000	22 000
N1013RXHZTPKR	65	100	18	1.1	23.6	24.5	91.0	0.437	17 000	27 000
N1014RSZTPKR	70	110	20	1.1	27.8	28.5	100.0	0.604	10 000	16 000
N1014RXZTPKR	70	110	20	1.1	27.8	28.5	100.0	0.604	15 000	20 000
N1014RXHZTPKR	70	110	20	1.1	27.8	28.5	100.0	0.546	16 000	24 000
N1015RSZTPKR	75	115	20	1.1	29.6	31.5	105.0	0.623	9 900	15 000
N1015RXZTPKR	75	115	20	1.1	29.6	31.5	105.0	0.536	14 000	19 000
N1015RXHZTPKR	75	115	20	1.1	29.6	31.5	105.0	0.565	15 000	23 000
N1016RSZTPKR	80	125	22	1.1	36.5	39.5	113.0	0.859	9 200	14 000
N1016RXZTPKR	80	125	22	1.1	36.5	39.5	113.0	0.859	13 000	17 000
N1016RXHZTPKR	80	125	22	1.1	36.5	39.5	113.0	0.785	14 000	21 000
N1017RSZTPKR	85	130	22	1.1	38.5	43.0	118.0	0.870	8 800	13 000
N1017RXZTPKR	85	130	22	1.1	38.5	43.0	118.0	0.870	12 000	17 000
N1017RXHZTPKR	85	130	22	1.1	38.5	43.0	118.0	0.796	13 000	20 000

⁽¹⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.

*W przypadku otworu walcowego, opuścić oznaczenie „KR” i pozostawić puste miejsce.

3. ŁOŻYSKA KULKOWE SKOŚNE WZDŁUŻNE



Łożyska kulkowe skośne wzdlużne
do wysokich prędkości

Seria ROBUST



Łożyska kulkowe skośne wzdlużne
dwukierunkowe

Seria TAC

Łożyska kulkowe

Łożyska kulkowe skośne wzdłużne

Łożyska kulkowe skośne wzdłużne 100-105

Cechy

System oznaczeń

Tabele łożysk

Łożyska kulkowe skośne wzdłużne do wysokich prędkości

(seria ROBUST)

Seria BAR10

Seria BTR10

Łożyska kulkowe skośne wzdłużne dwukierunkowe (seria TAC)

Seria TAC29D

Seria TAC20D

skośne wzdłużne

3. ŁOŻYSKA KULKOWE SKOŚNE WZDŁUŻNE

Cechy

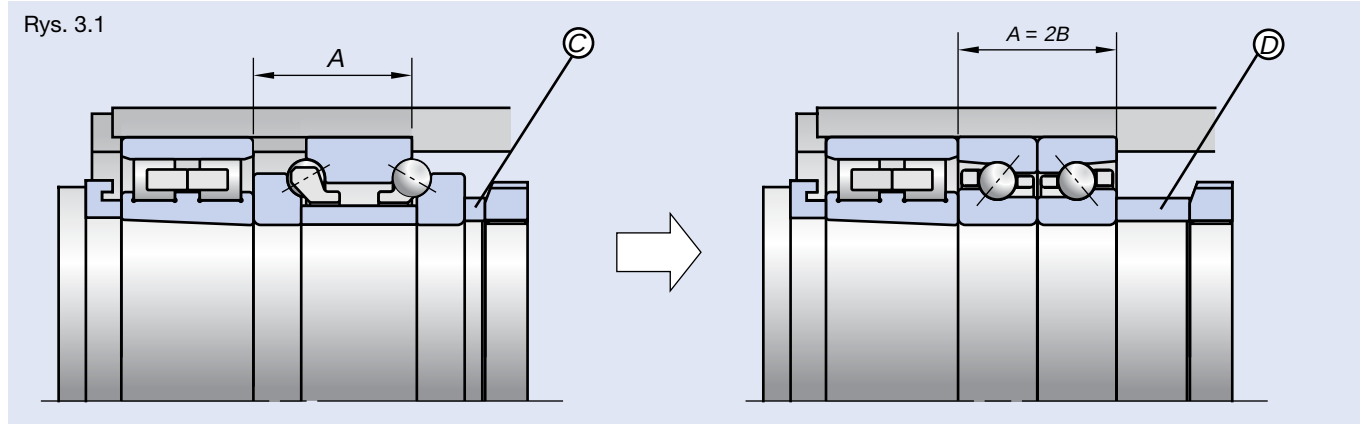
W przypadku wrzecion głównych obrabiarek od łożysk kulkowych używanych razem z łożyskami walcowymi dwurzędowymi wymaga się dobrego działania przy pracy z dużą prędkością obrotową oraz dużej sztywności. Dla takich zastosowań NSK oferuje trzy typy łożysk, umożliwiając w ten sposób dokonanie wyboru odpowiedniego do charakterystyki maszyny.

Wszystkie te łożyska posiadają specjalne tolerancje średnicy zewnętrznej pierścienia zewnętrznego (klasa P4A i P2A), zapewniające luz pomiędzy średnicą zewnętrzną pierścienia zewnętrznego a otworem oprawy w celu uniknięcia jakichkolwiek obciążeń. Seria ROBUST superszybkich łożysk kulkowych skośnych wzdlużnych jest zaprojektowana do pracy z dużą prędkością przy jednoczesnym utrzymaniu dużej sztywności. Średnica kulek i ilość kulek są takie same jak w łożyskach typu TAC. Kąt działania łożysk typu BTR wynosi 40°, zaś łożysk typu BAR 30°. Rezultatem jest znakomite działanie przy dużej prędkości obrotowej, minimalizujące wydzielanie ciepła.

Zamienność

Klienci mogą łatwo zamienić łożyska serii TAC20X na łożyska NSK typu BAR lub BTR bez konieczności wymiany wrzeciona lub oprawy we wrzecienniku obrabiarki. Oba typy łożysk posiadają określone wymiary szerokości, pozwalające na zastosowanie nowego pierścienia dystansowego ④, zastępującej starą ③ (patrz Rys. 3.1).

Rys. 3.1

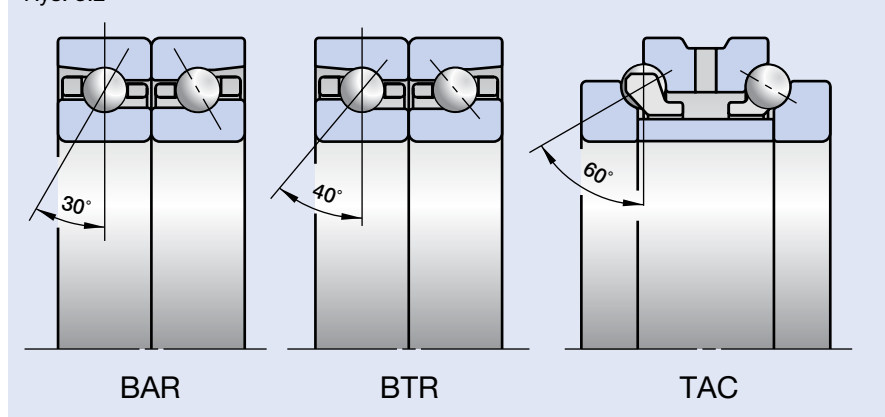


Kąt działania łożyska

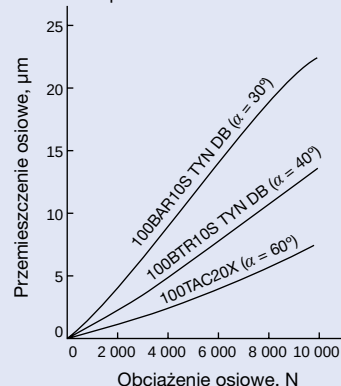
Pośród różnych kątów pracy łożyska, łożyska typu TAC charakteryzują się najwyższą sztywnością; niewiele ustępują im pod tym względem łożyska typu BTR, zaś łożyska typu BAR charakteryzują się najmniejszą sztywnością. Kolejność ta ulega odwróceniu, jeśli weźmiemy pod uwagę wzrost temperatury pierścienia zewnętrznego.

Należy mieć pewność, że wybrany produkt będzie spełniał najlepiej wymagania określonych warunków roboczych.

Rys. 3.2



Rys. 3.3
Obciążenie osiowe i przemieszczenie osiowe



System oznaczeń łożysk kulkowych skośnych wzdłużnych do wysokich prędkości (seria ROBUST)

Przykład oznaczenia łożyska

100	BAR	10	S	TYN	DB	L	P4A	
Średnica nominalna otworu								Oznaczenie klasy dokładności
Oznaczenie typu łożyska								Oznaczenie napięcia wstępnego
Oznaczenie serii wymiarowej								Oznaczenie układu
Oznaczenie materiału								Oznaczenie koszyka

Strony

100	Średnica nominalna	Średnica otworu (mm)	102-104											
BAR	Typ łożyska	BAR: kąt działania 30° BTR: kąt działania 40°	28, 42-43, 100											
10	Seria wymiarowa	10: seria 10 (otwór, średnica zewnętrzna, ale dostępne o wymiarze szerokości określonym przez NSK), w kombinacji z serią NN30	42-43, 100											
S	Materiał	<table><tr><th rowspan="2">Typ</th><th colspan="2">Materiał</th></tr><tr><th>Pierścienie</th><th>Elementy toczne</th></tr><tr><td>S</td><td>Stal łożyskowa (SUJ2)</td><td>Stal łożyskowa (SUJ2)</td></tr><tr><td>H</td><td>Stal łożyskowa (SUJ2)</td><td>Ceramiczne (Si₃N₄)</td></tr></table>	Typ	Materiał		Pierścienie	Elementy toczne	S	Stal łożyskowa (SUJ2)	Stal łożyskowa (SUJ2)	H	Stal łożyskowa (SUJ2)	Ceramiczne (Si ₃ N ₄)	14-17, 28
Typ	Materiał													
	Pierścienie	Elementy toczne												
S	Stal łożyskowa (SUJ2)	Stal łożyskowa (SUJ2)												
H	Stal łożyskowa (SUJ2)	Ceramiczne (Si ₃ N ₄)												
TYN	Koszyk	TYN: prowadzony na kulkach koszyk z poliamidu; obroty graniczne $d_m n = 1\,400\,000$; dopuszczalna temperatura robocza =120°C (seria 10 z maksymalną średnicą otworu = 150 mm) (dla koszyka mosiężnego zostawić puste miejsce)	18-19											
DB	Układ	DB: Dwa łożyska w układzie "0"	42-43, 148-151											
L	Napięcie wstępne	EL: ekstra lekkie napięcie wstępne, L: lekkie napięcie wstępne CP: specjalne napięcie wstępne, CA: specjalny luz osiowy	42-43, 152-155, 166											
P4A	Klasa dokładności	P2A: klasa 2 ISO za wyjątkiem średnicy zewnętrznej P4A: klasa 4 ISO za wyjątkiem średnicy zewnętrznej	182											

System oznaczeń łożysk kulkowych skośnych wzdłużnych dwukierunkowych (seria TAC)

Przykład oznaczenia łożyska

150	TAC	20D	PN7	+L	C6	
Średnica nominalna otworu						Oznaczenie napięcia wstępnego
Oznaczenie typu łożyska						Oznaczenie pierścienia dystansowego
						Oznaczenie klasy dokładności
						Oznaczenie serii wymiarowej

			Strony
100	Średnica nominalna	Średnica otworu (mm)	105
TAC	Typ łożyska	Łożysko kulkowe wzdłużne skośne: kąt działania 60°	28, 42-43, 100
20D	Serie wymiarowe	20D: do kombinacji z serią NN30 29D: do kombinacji z serią NN39 i NN49	42-43, 100
PN7	Klasa dokładności	PN7: Specjalna precyzyjna klasa dokładności	182
+L	Przekładka dystansowa	Wewnętrzny pierścień dystansowy	–
C6	Napięcie wstępne	C6: standardowe napięcie wstępne przy smarowaniu smarem C7: standardowe napięcie wstępne do smarowania olejowego	42-43 152-155 167

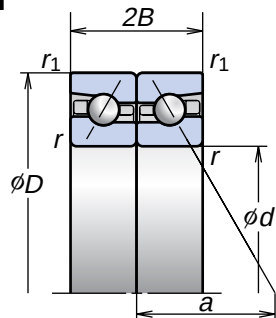
3. ŁOŻYSKA KULKOWE SKOŚNE WZDŁUŻNE

Łożyska kulkowe skośne wzdlużne do wysokich prędkości (seria ROBUST)

Seria **BAR10**

Seria **BTR10**

Średnica otworu 50-105 mm



Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Punkt obciążenia efektywnego (mm) a	Masa (kg) (przybliżona)	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	2B	r (min.)	r ₁ (min.)	C _a (Dynamiczna)	C _{0a} (Statyczna)				w smarze	w oleju
50BAR10S	50	80	28.5	1.0	0.6	14.7	27.7	18.4	25.7	0.272	11 600	14 700
50BAR10H	50	80	28.5	1.0	0.6			12.6		0.257	13 100	16 200
50BTR10S	50	80	28.5	1.0	0.6	17.4	31.5	21.5	34.1	0.272	10 000	13 100
50BTR10H	50	80	28.5	1.0	0.6			15.5		0.257	11 600	14 700
55BAR10S	55	90	33.0	1.1	0.6	18.2	35.0	23.4	28.9	0.412	10 400	13 200
55BAR10H	55	90	33.0	1.1	0.6			16.0		0.391	11 800	14 500
55BTR10S	55	90	33.0	1.1	0.6	21.6	40.0	26.4	38.3	0.412	9 000	11 800
55BTR10H	55	90	33.0	1.1	0.6			19.7		0.391	10 400	13 200
60BAR10S	60	95	33.0	1.1	0.6	18.9	38.0	25.5	30.4	0.420	9 700	12 300
60BAR10H	60	95	33.0	1.1	0.6			17.5		0.397	11 000	13 600
60BTR10S	60	95	33.0	1.1	0.6	22.4	43.5	25.8	40.4	0.420	8 400	11 000
60BTR10H	60	95	33.0	1.1	0.6			21.5		0.397	9 700	12 300
65BAR10S	65	100	33.0	1.1	0.6	19.5	41.5	27.7	31.8	0.447	9 100	11 600
65BAR10H	65	100	33.0	1.1	0.6			19.0		0.406	10 400	12 800
65BTR10S	65	100	33.0	1.1	0.6	23.1	47.0	27.3	42.5	0.447	7 900	10 400
65BTR10H	65	100	33.0	1.1	0.6			23.3		0.406	9 100	11 600
70BAR10S	70	110	36.0	1.1	0.6	26.9	55.0	37.5	34.7	0.601	8 400	10 600
70BAR10H	70	110	36.0	1.1	0.6			25.5		0.561	9 500	11 700
70BTR10S	70	110	36.0	1.1	0.6	32.0	63.0	35.0	46.3	0.601	7 300	9 500
70BTR10H	70	110	36.0	1.1	0.6			31.5		0.561	8 400	10 600
75BAR10S	75	115	36.0	1.1	0.6	27.3	58.0	39.0	36.1	0.634	7 900	10 000
75BAR10H	75	115	36.0	1.1	0.6			26.7		0.592	9 000	11 100
75BTR10S	75	115	36.0	1.1	0.6	32.5	65.5	36.5	48.4	0.634	6 900	9 000
75BTR10H	75	115	36.0	1.1	0.6			33.0		0.592	7 900	10 000

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.

Prędkości graniczne podane na tej stronie dotyczą układu DB (łożyska tyłem do siebie) z ekstra lekkim napięciem wstępnym (EL).

W przypadku wybrania lekkiego napięcia wstępnego (L) ustawić prędkość graniczną na 85% pokazanej wartości.

Uwaga: Łożyska typu BAR10: nominalny kąt działania łożyska 30°

Łożyska typu BTR10: nominalny kąt działania łożyska 40°

Dodatkowe informacje: Nr strony

- Dynamiczne obciążenie równoważne139
- Statyczne obciążenie równoważne146
- Napięcie wstępne i sztywność152
- Wymiary odsadzeń i zaokrągleń186
- Pozycja dyszy192
- Dawka napętnienia smarem175

Seria **BAR10** Seria **BTR10** (ciąg dalszy)

Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Punkt obciążenia efektywnego (mm) a	Masa (kg) (przybliżona)	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	2B	r (min.)	r ₁ (min.)	C _a (Dynamiczna)	C _{0a} (Statyczna)				w smarze	w oleju
80BAR10S	80	125	40.5	1.1	0.6	32.0	68.5	46.5	39.4	0.875	7 400	9 300
80BAR10H	80	125	40.5	1.1	0.6			32.0		0.821	8 300	10 300
80BTR10S	80	125	40.5	1.1	0.6	38.0	78.0	43.0	52.7	0.875	6 400	8 300
80BTR10H	80	125	40.5	1.1	0.6			39.0		0.821	7 400	9 300
85BAR10S	85	130	40.5	1.1	0.6	32.5	71.5	48.5	41.1	0.971	7 000	8 900
85BAR10H	85	130	40.5	1.1	0.6			33.0		0.915	8 000	9 800
85BTR10S	85	130	40.5	1.1	0.6	38.5	81.5	50.5	55.2	0.971	6 100	8 000
85BTR10H	85	130	40.5	1.1	0.6			41.0		0.915	7 000	8 900
90BAR10S	90	140	45	1.5	1.0	42.5	92.5	62.5	44.4	1.198	6 600	8 300
90BAR10H	90	140	45	1.5	1.0			43.0		1.124	7 400	9 200
90BTR10S	90	140	45	1.5	1.0	50.0	105	58.0	59.5	1.198	5 700	7 400
90BTR10H	90	140	45	1.5	1.0			52.5		1.124	6 600	8 300
95BAR10S	95	145	45	1.5	1.0	43.0	96.5	65.0	45.5	1.320	6 300	8 000
95BAR10H	95	145	45	1.5	1.0			44.5		1.231	7 100	8 800
95BTR10S	95	145	45	1.5	1.0	51.0	110	69.0	61.0	1.320	5 500	7 100
95BTR10H	95	145	45	1.5	1.0			55.0		1.231	6 300	8 000
100BAR10S	100	150	45	1.5	1.0	43.5	100	68.0	47.3	1.399	6 000	7 600
100BAR10H	100	150	45	1.5	1.0			46.5		1.307	6 800	8 400
100BTR10S	100	150	45	1.5	1.0	51.5	114	66.5	63.7	1.399	5 200	6 800
100BTR10H	100	150	45	1.5	1.0			57.0		1.307	6 000	7 600
105BAR10S	105	160	49.5	2.0	1.0	49.5	115	78.0	50.6	1.740	5 700	7 200
105BAR10H	105	160	49.5	2.0	1.0			53.5		1.624	6 500	8 000
105BTR10S	105	160	49.5	2.0	1.0	58.5	131	84.0	68.0	1.740	5 000	6 500
105BTR10H	105	160	49.5	2.0	1.0			65.5		1.624	5 700	7 200

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.

Prędkości graniczne podane na tej stronie dotyczą układu DB (łożyska tyłem do siebie) z ekstra lekkim napięciem wstępnym (EL).

W przypadku wybrania lekkiego napięcia wstępnego (L) ustawić obroty graniczne na 85% pokazanej wartości.

Uwaga: Łożyska typu BAR10: nominalny kąt działania łożyska 30°

Łożyska typu BTR10: nominalny kąt działania łożyska 40°

Łożyska kulkowe skóśne wzdluzne

ROBUST

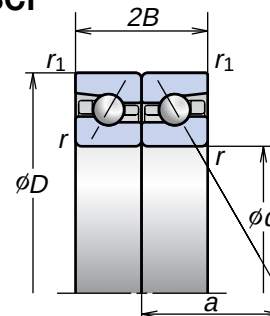
3. ŁOŻYSKA KULKOWE SKOŚNE WZDŁUŻNE

Łożyska kulkowe skośne wzdlużne do wysokich prędkości (seria ROBUST)

Seria **BAR10**

Seria **BTR10**

Średnica otworu 110-200 mm



Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Punkt obciążenia efektywnego (mm) a	Masa (kg) (przybliżona)	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	2B	r (min.)	r ₁ (min.)	C _a (Dynamiczna)	C _{0a} (Statyczna)				w smarze	w oleju
110BAR10S	110	170	54.0	2.0	1.0	55.5	131	89.0	53.9	2.11	5 400	6 800
110BAR10H	110	170	54.0	2.0	1.0			60.5		1.972	6 100	7 500
110BTR10S	110	170	54.0	2.0	1.0	66.0	148	82.5	72.2	2.11	4 700	6 100
110BTR10H	110	170	54.0	2.0	1.0			74.5		1.972	5 400	6 800
120BAR10S	120	180	54.0	2.0	1.0	57.0	141	96.0	56.8	2.262	5 000	6 400
120BAR10H	120	180	54.0	2.0	1.0			65.5		2.114	5 700	7 000
120BTR10S	120	180	54.0	2.0	1.0	68.0	160	88.5	76.4	2.262	4 400	5 700
120BTR10H	120	180	54.0	2.0	1.0			80.5		2.114	5 000	6 400
130BAR10S	130	200	63.0	2.0	1.0	72.5	172	117	63.4	3.362	4 600	5 800
130BAR10H	130	200	63.0	2.0	1.0			79.5		3.148	5 200	6 400
130BTR10S	130	200	63.0	2.0	1.0	86.0	195	106	85.0	3.362	4 000	5 200
130BTR10H	130	200	63.0	2.0	1.0			98.0		3.148	4 600	5 800
140BAR10S	140	210	63.0	2.0	1.0	78.5	200	135	66.2	3.558	4 300	5 500
140BTR10S	140	210	63.0	2.0	1.0	93.0	227	84.0	89.1	3.558	3 800	4 900
150BAR10S	150	225	67.5	2.1	1.1	92.5	234	160	71	4.354	4 000	5 100
150BTR10S	150	225	67.5	2.1	1.1	110	267	104	95.5	4.354	3 500	4 600
160BAR10S	160	240	72.0	2.1	1.1	98.5	250	175	75.7	5.64	3 800	4 800
160BTR10S	160	240	72.0	2.1	1.1	117	284	184	101.9	5.64	3 300	4 300
170BAR10S	170	260	81.0	2.1	1.1	115	295	207	82.3	7.90	3 500	4 500
170BTR10S	170	260	81.0	2.1	1.1	136	335	220	110.5	7.90	3 100	4 000
180BAR10S	180	280	90.0	2.1	1.1	151	385	262	88.8	10.2	3 300	4 200
180BTR10S	180	280	90.0	2.1	1.1	179	440	255	118.9	10.2	2 900	3 700
190BAR10S	190	290	90.0	2.1	1.1	151	390	273	91.8	10.7	3 200	4 000
190BTR10S	190	290	90.0	2.1	1.1	179	445	281	123.2	10.7	2 800	3 600
200BAR10S	200	310	99.0	2.1	1.1	169	444	300	98.3	13.8	3 000	3 800
200BTR10S	200	310	99.0	2.1	1.1	201	505	310	131.7	13.8	2 600	3 400

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 147.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 170.

Prędkości graniczne podane na tej stronie dotyczą układu DB (łożyska tyłem do siebie) z ekstra lekkim napięciem wstępnym (EL).

W przypadku wybrania lekkiego napięcia wstępnego (L) ustawić obroty graniczne na 85% pokazanej wartości.

Uwaga: Łożyska typu BAR10: nominalny kąt działania łożyska 30°

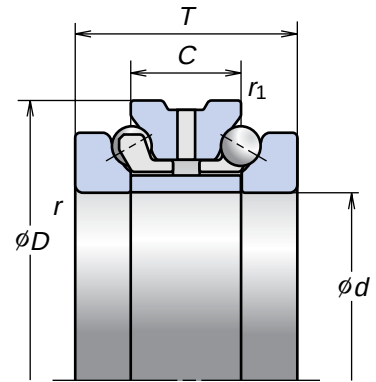
Łożyska typu BTR10: nominalny kąt działania łożyska 40°

Łożyska kulkowe skośne wzdłużne dwukierunkowe (seria TAC)

Seria **TAC29D**

Seria **TAC20D**

Średnica otworu 140-280 mm



Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)						Nośność bazowa (kN)		Masa (kg) (przybliżona)	Prędkość graniczna ⁽¹⁾ (min ⁻¹)	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>T</i>	<i>C</i>	<i>r</i> (min.)	<i>r</i> ₁ (min.)	<i>C</i> _a (Dynamiczna)	<i>C</i> _{0a} (Statyczna)		w smarze	w oleju
140TAC20D+L	140	210	84	42	2.0	1.0	145	525	8.750	2 600	2 900
150TAC29D+L	150	210	72	36	2.0	1.0	116	465	6.600	2 500	2 800
150TAC20D+L	150	225	90	45	2.1	1.1	172	620	10.700	2 400	2 700
160TAC29D+L	160	220	72	36	2.0	1.0	118	490	7.000	2 400	2 700
160TAC20D+L	160	240	96	48	2.1	1.1	185	680	13.000	2 300	2 500
170TAC29D+L	170	230	72	36	2.0	1.0	120	520	7.350	2 300	2 500
170TAC20D+L	170	260	108	54	2.1	1.1	218	810	17.700	2 100	2 400
180TAC29D+L	180	250	84	42	2.0	1.0	158	655	10.700	2 100	2 400
180TAC20D+L	180	280	120	60	2.1	1.1	281	1 020	23.400	2 000	2 200
190TAC29D+L	190	260	84	42	2.0	1.0	161	695	11.200	2 000	2 300
190TAC20D+L	190	290	120	60	2.1	1.1	285	1 060	24.400	1 900	2 100
200TAC29D+L	200	280	96	48	2.1	1.1	204	855	15.700	1 900	2 100
200TAC20D+L	200	310	132	66	2.1	1.1	315	1 180	31.500	1 800	2 000
220TAC29D+L	220	300	96	48	2.1	1.1	210	930	17.000	1 800	2 000
240TAC29D+L	240	320	96	48	2.1	1.1	213	980	18.300	1 700	1 800
260TAC29D+L	260	360	120	60	2.1	1.1	315	1 390	31.500	1 500	1 700
280TAC29D+L	280	380	120	60	2.1	1.1	320	1 470	33.500	1 400	1 600

⁽¹⁾ Prędkości graniczne podane na tej stronie opierają się na zalecanych standardowych napięciach wstępnych (C6 i C7).

Uwaga: Łożyska typu TAC29X: nominalny kąt działania łożyska 60°

Łożyska typu TAC20X: nominalny kąt działania łożyska 60°

4. ŁOŻYSKA DO PODPARCIA ŚRUB KULOWYCH



Do zastosowania w obrabiarkach

Seria TAC B



Do zastosowania we wtryskarkach elektrycznych

Seria TAC02 i 03



Do zastosowania w obrabiarkach

Zespoły do podparcia śrub kulowych

Łożyska o o a a

Łożyska do podparcia śrub kulowych

Łożyska kulkowe skośne wzdłużne
do podparcia śrub kulowych 108-113

Cechy

System oznaczeń

Tabele łożysk

Do zastosowania w obrabiarkach

Seria TAC B

Do zastosowania we wtryskarkach elektrycznych

Seria TAC02 i 03

Zespoły do podparcia śrub kulowych..... 114-115

Cechy

System oznaczeń

Tabele zespołów podparcia

Ś u kulowy

4. ŁOŻYSKA DO PODPARCIA ŚRUB KULOWYCH

Łożyska kulkowe skośne wzdłużne do podparcia śrub kulowych

Cechy

Łożyska kulkowe skośne wzdłużne o wysokiej precyzji przeznaczone do podparcia precyzyjnych śrub kulowych posiadają lepszą charakterystykę pracy niż wcześniejsze kombinacje łożysk kulkowych skośnych lub kombinacje wykorzystujące łożyska wzdłużne. Są one zaprojektowane specjalnie do stosowania w mechanizmach obrabiarek precyzyjnych i podobnych zastosowaniach.

Seria TAC B (do obrabiarek)

Szttywność osiowa jest duża z uwagi na dużą liczbę kulek i kąt działania łożyska wynoszący 60°. W porównaniu z łożyskami stożkowymi lub łożyskami walcowymi, typ ten charakteryzuje się niższym momentem startowym, co pozwala na osiągnięcie płynniejszego ruchu obrotowego przy mniejszej sile napędowej.

Łożyska serii TAC B wyposażone są w opracowany ostatnio przez NSK wtryskiwany koszyk wzmocniony z poliamidu. Ponadto, dzięki zastosowaniu stali o dużej czystości (EP) na pierścienie zewnętrzne i wewnętrzne uzyskano dalsze zwiększenie trwałości. Naszą stal EP produkuje się kontrolując ilości szkodliwych tlenkowych wtrąceń niemetalicznych, eliminując wtrącenia o dużych rozmiarach, co daje w rezultacie wyższą czystość niż czystość osiągalna dla stali przetapianej w łukowym piecu próżniowym (VAR). Ta seria łożysk, wyposażona w uszczelnienie DDG, uszczelnienie stykowe o niskim momencie, smarowana smarem WPH, smarem wodoodpornym, charakteryzuje się większą niezawodnością i zapewnia łatwość obsługi.

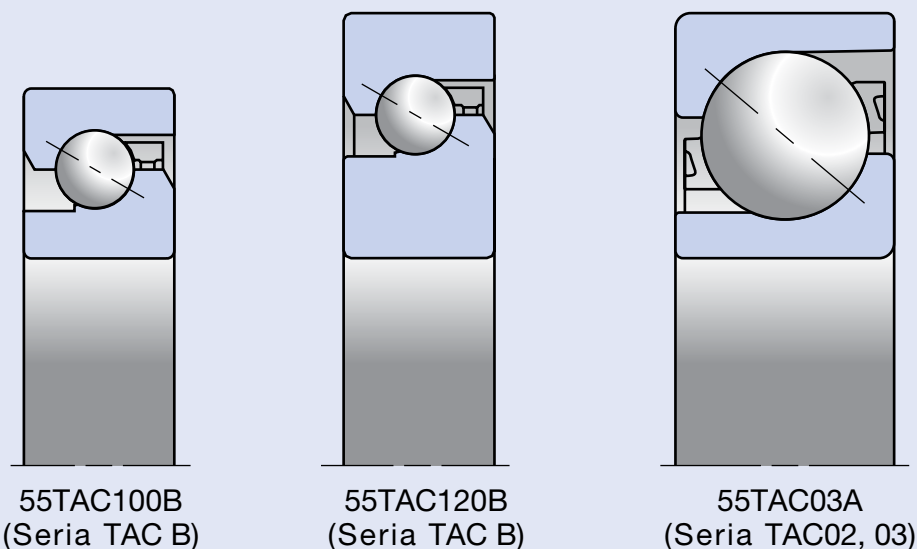
Seria TAC 02 i 03 (do wtryskarek elektrycznych)

Seria TAC 02 i 03 jest serią łożysk kulkowych skośnych przeznaczoną do podparcia dużych śrub kulowych pracujących pod ciężkim obciążeniem, stosowanych w mechanizmach napędowych wtryskarek elektrycznych. Mały moment osiągany jest dzięki optymalnej konstrukcji łożyska kulkowego. Użytkownicy mogą znacząco zmniejszyć moment łożyskowy poprzez zastąpienie łożysk wałeczkowych łożyskami tej serii.

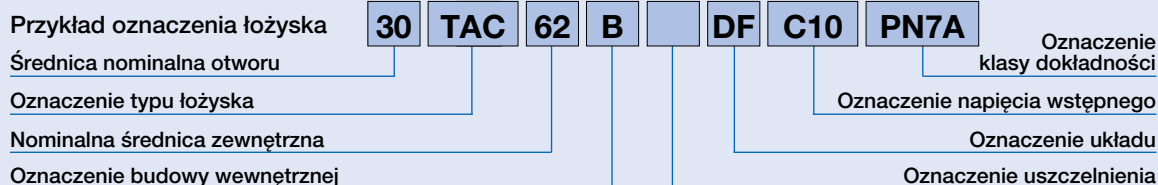
Różnice pomiędzy łożyskami serii TAC B i TAC 02, 03

W przypadku wtryskarek elektrycznych obciążenie łożysk do podparcia śrub kulowych jest większe niż w przypadku obrabiarek. Łożyska serii TAC 02 i 03 są zaprojektowane do pracy w warunkach takiego większego obciążenia. W odróżnieniu od nich łożyska TAC B są zaprojektowane dla przenoszenia zwiększonego obciążenia dopuszczalnego dzięki zwiększeniu liczby kulek i szerokości łożyska.

Rys. 4.1



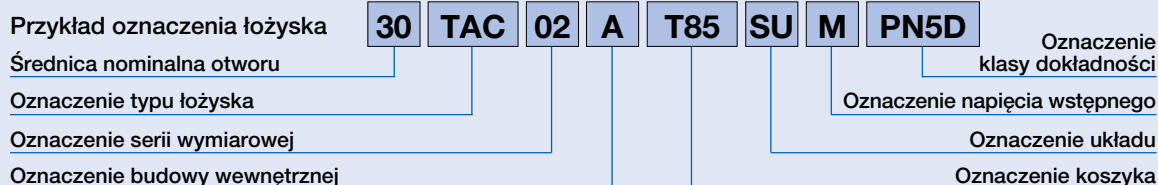
System oznaczeń łożysk kulkowych skośnych wzdłużnych do podparcia śrub kulowych (do obrabiarek)



			Strony
30	Średnica nominalna	Średnica otworu (mm)	110-111
TAC	Typ łożyska	Łożysko kulkowe skośne wzdłużne: kąt działania 60°	30, 108
62	Nominalna średnica zewnętrzna	Średnica zewnętrzna (mm)	110-111
B	Budowa wewnętrzna		–
	Uszczelnienie	Brak oznaczenia: typu otwartego DDG: gumowe uszczelnienie stykowe (¹)	30
DF	Układ	SU: pojedynczy uniwersalny; DU: układ uniwersalny (dwurzędowy); DB: dwa łożyska w układzie "0"; DF: dwa łożyska w układzie "X"; DT: układ jedno za drugim DBD, DFD, DTD, DUD: układ potrójny; DBB, DFF, DBT, DFT, DTT, QU: układ poczwórny	148-151
C10	Napięcie wstępne	C10: napięcie wstępne standardowe; C9: napięcie wstępne lekkie (mały moment)	152-155, 168
PN7A	Klasa dokładności	PN7A: klasa dokładności standardowa (równoważna klasie 4 ISO) PN7B: klasa dokładności specjalna (średnica otworu i średnica zewnętrzna określane wyłącznie przez NSK. Wszystkie inne klasa 4 ISO)	183

(¹) Łożyska kulkowe skośne uszczelnione do podparcia śrub kulowych są standardowo wykonywane jako pojedyncze uniwersalne SU i w klasie dokładności PN7B.

System oznaczeń łożysk kulkowych skośnych wzdłużnych do podparcia śrub kulowych (do wtryskarek elektrycznych)



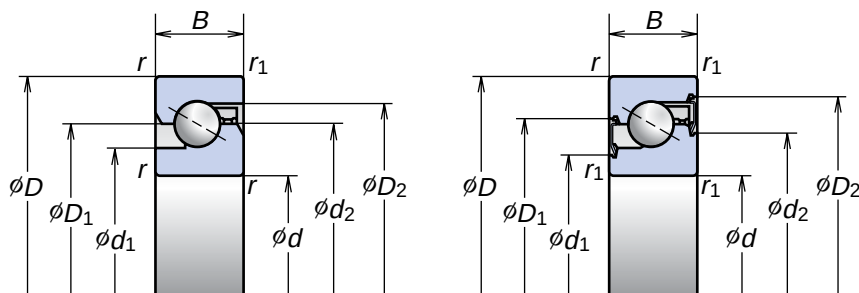
			Strony
30	Średnica nominalna	Średnica otworu (mm)	112-113
TAC	Typ łożyska	Łożysko kulkowe skośne wzdłużne; kąt działania 60°	31, 108
02	Seria wymiarowa	02: seria 02, 03: seria 03	108
A	Budowa wewnętrzna		–
T85	Koszyk	T85: koszyk wzmocniony z poliamidu M: koszyk mosiężny obrabiany maszynowo	18-19
SU	Układ	SU: pojedynczy uniwersalny	148-151
M	Napięcie wstępne	M: napięcie wstępne standardowe	152-155, 168
PN5D	Klasa dokładności	PN5D: klasa dokładności standardowa (równoważna klasie 5 ISO)	183

4. ŁOŻYSKA DO PODPARCIA ŚRUB KULOWYCH

Do zastosowania w obrabiarkach

Seria TAC B

Średnica otworu 15-60 mm



(Typu otwartego)

Typu otwartego

Uszczelnione typu DDG

Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Wymiary orientacyjne (mm)				Zalecana dawka smaru (cm ³)	Prędkość graniczna ⁽¹⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min.)	r ₁ (min.)	d ₁	d ₂	D ₁	D ₂		w smarze	w oleju
15 TAC 47B	15	47	15	1.0	0.6	27.2	34	34	39.6	2.2	6 000	8 000
17 TAC 47B	17	47	15	1.0	0.6	27.2	34	34	39.6	2.2	6 000	8 000
20 TAC 47B	20	47	15	1.0	0.6	27.2	34	34	39.6	2.2	6 000	8 000
25 TAC 62B	25	62	15	1.0	0.6	37	45	45	50.7	3.0	4 500	6 000
30 TAC 62B	30	62	15	1.0	0.6	39.5	47	47	53.2	3.2	4 300	5 600
35 TAC 72B	35	72	15	1.0	0.6	47	55	55	60.7	3.8	3 600	5 000
40 TAC 72B	40	72	15	1.0	0.6	49	57	57	62.7	3.9	3 600	4 800
40 TAC 90B	40	90	20	1.0	0.6	57	68	68	77.2	8.8	3 000	4 000
45 TAC 75B	45	75	15	1.0	0.6	54	62	62	67.7	4.2	3 200	4 300
45 TAC 100B	45	100	20	1.0	0.6	64	75	75	84.2	9.7	2 600	3 600
50 TAC 100B	50	100	20	1.0	0.6	67.5	79	79	87.7	10.2	2 600	3 400
55 TAC 100B	55	100	20	1.0	0.6	67.5	79	79	87.7	10.2	2 600	3 400
55 TAC 120B	55	120	20	1.0	0.6	82	93	93	102.2	12	2 200	3 000
60 TAC 120B	60	120	20	1.0	0.6	82	93	93	102.2	12	2 200	3 000

(Typu uszczelnionego)

Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Wymiary orientacyjne (mm)				Prędkość graniczna ⁽¹⁾ (min ⁻¹)
	d	D	B	r (min.)	r ₁ (min.)	d ₁	d ₂	D ₁	D ₂	
15 TAC 47B DDG	15	47	15	1.0	0.6	25.1	30.8	36	41.8	6 000
17 TAC 47B DDG	17	47	15	1.0	0.6	25.1	30.8	36	41.8	6 000
20 TAC 47B DDG	20	47	15	1.0	0.6	25.1	30.8	36	41.8	6 000
25 TAC 62B DDG	25	62	15	1.0	0.6	34.3	40.5	46.5	52.9	4 500
30 TAC 62B DDG	30	62	15	1.0	0.6	36.8	43	49	55.4	4 300
35 TAC 72B DDG	35	72	15	1.0	0.6	44.3	50.5	56.5	62.9	3 600
40 TAC 72B DDG	40	72	15	1.0	0.6	46.3	52.5	58.5	64.9	3 600
40 TAC 90B DDG	40	90	20	1.0	0.6	54	64	70	79.4	3 000
45 TAC 100B DDG	45	100	20	1.0	0.6	61	71	77	86.4	2 600

⁽¹⁾ Prędkości graniczne podane są dla napięcia wstępnego C10. W przypadku napięcia wstępnego C9 wartości wymienione powyżej należy pomnożyć razy 1,3. Typ układu nie ma wpływu na wartości.

Uwaga: Łożyska typu TAC B: nominalny kąt działania łożyska 60°

Dynamiczna nośność bazowa C_a			Graniczne obciążenie osiowe ⁽²⁾			Masa (kg) (przybliżona)
Jednorzędowe DF, DB	Dwurzędowe DT, DFD, DBD, DFF, DBB	Trójrzędowe DTD, DFT, DBT	Jednorzędowe DF, DB	Dwurzędowe DT, DFD, DBD, DFF, DBB	Trójrzędowe DTD, DFT, DBT	
(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	
21.9	35.5	47.5	26.6	53.0	79.5	0.144
21.9	35.5	47.5	26.6	53.0	79.5	0.144
21.9	35.5	47.5	26.6	53.0	79.5	0.135
28.5	46.5	61.5	40.5	81.5	122	0.252
29.2	47.5	63.0	43.0	86.0	129	0.224
31.0	50.5	67.0	50.0	100	150	0.310
31.5	51.5	68.5	52.0	104	157	0.275
59.0	95.5	127	89.5	179	269	0.674
33.0	53.5	71.0	57.0	114	170	0.270
61.5	100	133	99.0	198	298	0.842
63.0	102	136	104	208	310	0.778
63.0	102	136	104	208	310	0.714
67.5	109	145	123	246	370	1.230
67.5	109	145	123	246	370	1.160

Dynamiczna nośność bazowa C_a			Graniczne obciążenie osiowe ⁽²⁾			Masa (kg) (przybliżona)
Jednorzędowe DF, DB	Dwurzędowe DT, DFD, DBD, DFF, DBB	Trójrzędowe DTD, DFT, DBT	Jednorzędowe DF, DB	Dwurzędowe DT, DFD, DBD, DFF, DBB	Trójrzędowe DTD, DFT, DBT	
(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	
21.9	35.5	47.5	26.6	53.0	79.5	0.144
21.9	35.5	47.5	26.6	53.0	79.5	0.144
21.9	35.5	47.5	26.6	53.0	79.5	0.135
28.5	46.5	61.5	40.5	81.5	122	0.252
29.2	47.5	63.0	43.0	86.0	129	0.224
31.0	50.5	67.0	50.0	100	150	0.310
31.5	51.5	68.5	52.0	104	157	0.275
59.0	95.5	127	89.5	179	269	0.674
61.5	100	133	99.0	198	298	0.842

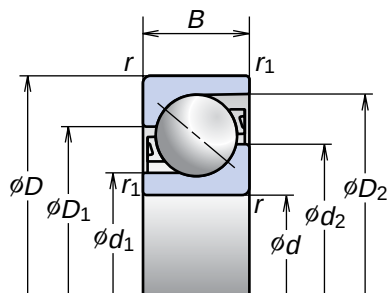
⁽²⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe równa się granicznej wartości obciążenia osiowego pomnożonej przez 0,7.

4. ŁOŻYSKA DO PODPARCIA ŚRUB KULOWYCH

Do zastosowania we wtryskarkach elektrycznych

Seria TAC02 i 03

Średnica otworu 15-120 mm



Oznaczenie łożysk	Wymiary główne (mm)					Wymiary orientacyjne (mm)				Zalecana dawka smaru (cm³)	Kąt pracy (stopnie)	Prędkość graniczna (min⁻¹)
	d	D	B	r (min.)	r₁ (min.)	d₁	d₂	D₁	D₂			
15TAC02AT85	15	35	11	0.6	0.3	19.5	23.5	26.5	31.9	0.98	50	12 000
25TAC02AT85	25	52	15	1.0	0.6	30.5	36.6	40.4	47.4	3	50	7 700
TAC35-2T85	35	90	23	1.5	1.0	49.7	61.4	68.6	81.9	15	50	4 600
40TAC03AT85	40	90	23	1.5	1.0	49.7	61.4	68.6	81.9	15	50	4 600
45TAC03AT85	45	100	25	1.5	1.0	55.8	68.6	76.4	91.0	19	50	4 100
TAC45-2T85	45	110	27	2.0	1.0	60.3	75.6	84.5	100.9	27	50	3 700
50TAC03AT85	50	110	27	2.0	1.0	60.3	75.6	84.5	100.9	27	50	3 700
55TAC03AT85	55	120	29	2.0	1.0	67.1	82.7	92.3	110.1	32	50	3 400
60TAC03AT85	60	130	31	2.1	1.1	72.1	89.8	100.2	119.4	54	50	3 100
80TAC03AM	80	170	39	2.1	1.1	94.0	118.5	131.5	152.5	82	50	2 400
100TAC03CMC	100	215	47	3.0	1.1	122.5	156.9	158.1	188.1	120	55	1 900
120TAC03CMC	120	260	55	3.0	1.1	153.0	189.3	190.7	223.5	170	55	1 500

Dynamiczna nośność bazowa C_a			Graniczne obciążenie osiowe ⁽¹⁾		
Jednorzędowe DF, DB	Dwurzędowe DT, DFD, DBD, DFF, DBB	Trójrzędowe DTD, DFT, DBT	Jednorzędowe DF, DB	Dwurzędowe DT, DFD, DBD, DFF, DBB	Trójrzędowe DTD, DFT, DBT
(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
18.8	30.5	40.5	11.5	22.9	34.5
33.5	54.5	72.0	22.7	45.5	68.0
102	166	220	75.5	151	226
102	166	220	75.5	151	226
120	195	259	91.5	183	274
150	243	325	116	232	350
150	243	325	116	232	350
171	278	370	133	266	400
196	320	425	152	305	455
274	445	590	238	475	715
365	595	795	231	460	690
430	700	930	295	590	885

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe równa się granicznej wartości obciążenia osiowego pomnożonej przez 0,7.

4. ŁOŻYSKA KULKOWE DO PODPARCIA ŚRUB KULOWYCH

Zespoły do podparcia śrub kulowych

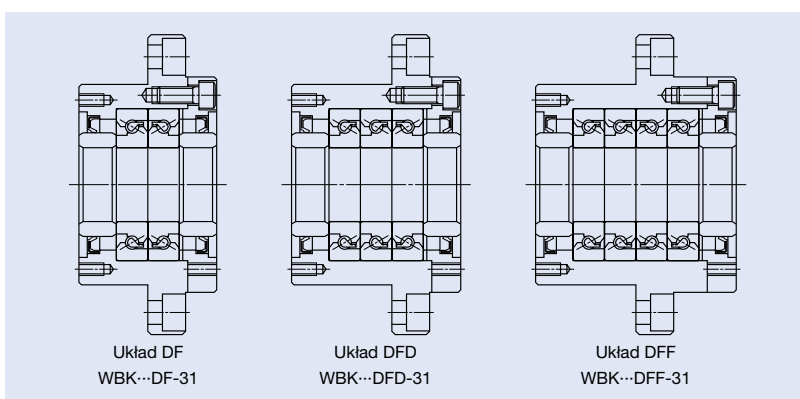
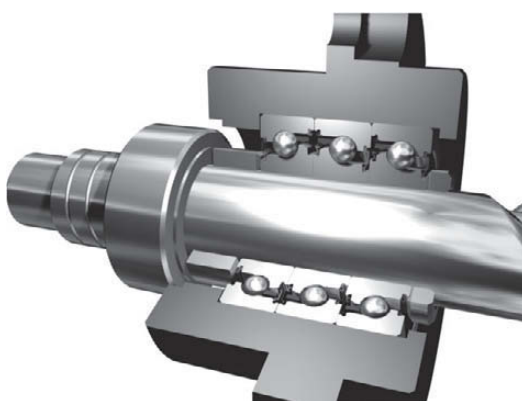


Zespoły podpierające do obrabiarek o ciężkich obciążeniach wykorzystują łożyska kulkowe skośne wzdłużne o dużej precyzji i dużej sztywności do podparcia śrub kulowych (seria TAC), których konstrukcja zapewnia optymalną pracę jako łożysk podpierających śruby kulowe.

Dostępne są trzy typy układów, przedstawione poniżej:

Cechy

- Odporna na pył konstrukcja pozwala użytkownikowi na łatwe zaprojektowanie strony podpierającej śruby kulowe.
- Ponieważ zespół obejmuje łożysko o kontrolowanym napięciu wstępnym, proces montowania łożyska może być pominięty.



Oznaczenie zespołu podpierającego	Części zespołu podpierającego																
	d	D	D_1	D_2	L	L_1	L_2	A	W	X	Y	Z	d_1^*	l^*	V^*	P^*	Q^*
WBK17DF-31	17	70	106	72	60	32	15	80	88	9	14	8.5	45	3	58	M5	10
WBK20DF-31	20	70	106	72	60	32	15	80	88	9	14	8.5	45	3	58	M5	10
WBK25DF-31	25	85	130	90	66	33	18	100	110	11	17.5	11	57	4	70	M6	12
WBK25DFD-31					81	48											
WBK30DF-31	30	85	130	90	66	33	18	100	110	11	17.5	11	57	4	70	M6	12
WBK30DFD-31					81	48											
WBK35DF-31	35	95	142	102	66	33	18	106	121	11	17.5	11	69	4	80	M6	12
WBK35DFD-31					81	48											
WBK35DFF-31					96	48											
WBK40DF-31	40	95	142	102	66	33	18	106	121	11	17.5	11	69	4	80	M6	12
WBK40DFD-31					81	48											
WBK40DFF-31					96	48											

Uwagi: 1. Sztywność:

Wartości sztywności podane w tabeli to teoretyczne wartości obliczone na podstawie elastycznego przemieszczenia pomiędzy bieżniami a kulkami stalowymi.

2. Moment startowy: Moment startowy podany w tabeli to moment startowy wymagany dla łożyska wstępnie napiętego, który nie uwzględnia momentu od uszczelnienia.

3. Tolerancja średnicy zewnętrznej wału w miejscu osadzenia łożyska dla zespołu: dla średnicy zewnętrznej wału w miejscu osadzenia łożysk zespołu zaleca się pasowanie h5.

System oznaczeń zespołów do podparcia łożysk kulowych

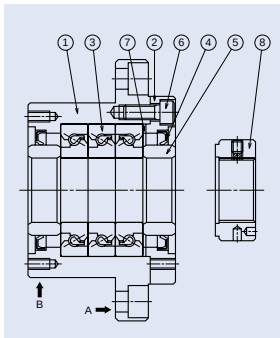
Przykład oznaczenia zespołu podpierającego:

WBK 30 DFD - 31

Symbol zespołu podpierającego

Średnica otworu łożyska

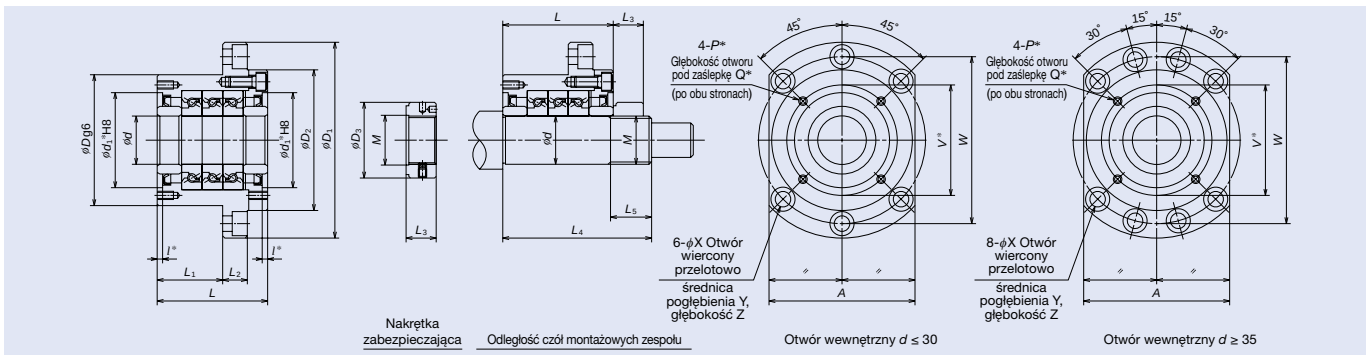
Numery seryjne

Symbol układu łożyska
DF: układ dwurzędowy
DFD: układ trójrzędowy
DFF: układ czterorzędowy

Elementy zespołu podpierającego

Nr części	Nazwa części	Ilość
①	Obudowa	1
②	Pokrywa zabezpieczająca	1
③	Łożysko kulkowe skośne wzdłużne do podparcia łożysk kulowych	1 zestaw
④	Uszczelka przeciwpływowa	2
⑤	Pierścienie	2
⑥	Śruba zabezpieczająca napiecie wstępne	6 lub 8
⑦	Podkładka regulacyjna	1 zestaw
⑧	Nakrętka zabezpieczająca	1

- Należy wykorzystać powierzchnie bazowe A i B, aby zamontować zespół do korpusu maszyny.
- Nie rozmontowywać zespołu, ponieważ jego napięcie wstępne jest ustawione z dużą precyzją, a elementy oznaczone cyframi ①, ②, ③, ④, ⑥ i ⑦ są zintegrowane jako pojedyncza część podzespołu.
- Łożysko jest napelnione smarem.
- Nakrętka zabezpieczająca ⑧ jest zaprojektowana specjalnie dla śrub kulowych; prostokąt jej powierzchni odpowiada gwintowi trójkątnemu śruby. Aby zapobiec luzowaniu, należy dokręcić nakrętkę zabezpieczającą za pomocą wkrętów dociskowych. Nakrętka zabezpieczająca jest również dostępna osobno. Łożyska kulkowe skośne wzdłużne do podparcia łożysk kulowych, patrz strona 110.



Jednostki: mm										
Nośność bazowa dynamiczna C_a (N)	Graniczne obciążenie osiowe (N)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Moment rozruchowy (N·cm)	Nakrętka zabezpieczająca			Gniazdo łożyska		
					M	D_3	L_3	d	L_4	L_5
21 900	26 600	2 150	750	14.0	M17×1	37	18	17	81	23
21 900	26 600	2 150	750	14.0	M20×1	40	18	20	81	23
28 500	40 500	3 150	1 000	23.0	M25×1.5	45	20	25	89	26
46 500	81 500	4 300	1 470	31.0					104	
29 200	43 000	3 350	1 030	24.0	M30×1.5	50	20	30	89	26
47 500	86 000	4 500	1 520	33.0					104	
31 000	50 000	3 800	1 180	28.0	M35×1.5	55	22	35	92	30
50 500	100 000	5 200	1 710	37.0					107	
50 500	100 000	7 650	2 350	55.0					122	
31 500	52 000	3 900	1 230	28.0	M40×1.5	60	22	40	92	30
51 500	104 000	5 300	1 810	38.0					107	
51 500	104 000	7 800	2 400	57.0					122	

Uwagi: 4. Wymiary oznaczone *

Elementy czopów i śrub oznaczone * są używane do montażu uszczelnienia dla standardowego drążonego wału śruby kulowej NSK oraz do montażu pokryw przeciwpływowej i tłumika drgań.

5. Ponieważ łożysko jest napelnione smarem, może być od razu użyte w stanie takim, w jakim je dostarczono.

5. PRECYZYJNE ŁOŻYSKA KULKOWE POPRZECZNE



Precyzyjne łożyska kulkowe poprzeczne

Koszyk wzmacniany z poliamidu

e y y ne ożyska

Precyzyjne łożyska kulkowe poprzeczne

Precyzyjne łożyska kulkowe poprzeczne 118-120

Cechy

System oznaczeń

Tabele łożysk

Typ T1X (koszyk wzmocniony z poliamidu)

Seria 60, 62 i 63

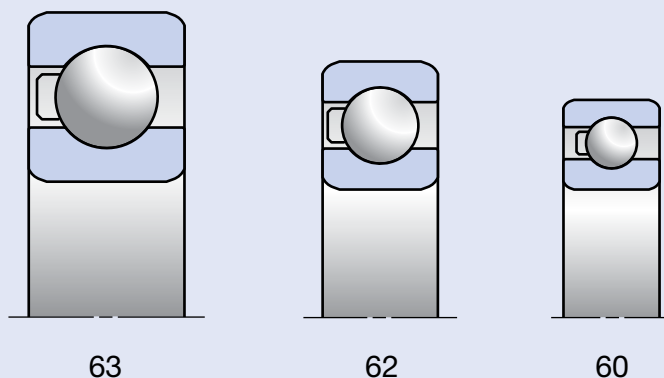
kulkowe o e ne

5. PRECYZYJNE ŁOŻYSKA KULKOWE POPRZECZNE

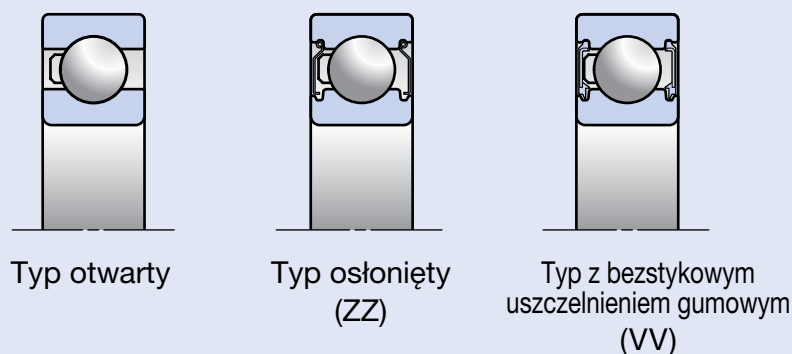
Cechy

- Zdolność do przenoszenia obciążeń nie tylko promieniowych, ale także osiowych w obu kierunkach.
- Niewielki moment tarciowy, co pozwala na wykorzystanie w zastosowaniach wymagających wysokich prędkości oraz niskiego poziomu szumów i drgań.
- Dostępne są trzy typy: typ otwarty, typ osłonięty (blaszki) i typ uszczelniony (uszczelnienie gumowe).

Serie wymiarowe



Konstrukcja

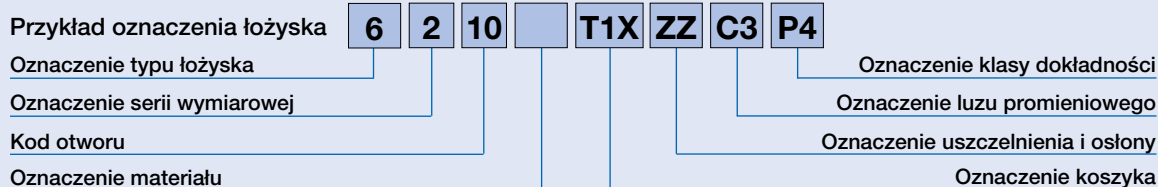


Koszyki

- T1X** Prowadzony na kulkach koszyk wzmocniony poliamidowy: zapewnia wyjątkową odporność na zużycie w silnikach ogólnego zastosowania.
- TYA** Prowadzony na kulkach koszyk wzmocniony poliamidowy: te same koncepcje projektowe, co w łożyskach kulkowych skośnych dla silników wysokoobrotowych.

System oznaczeń precyzyjnych łożysk kulkowych poprzecznych

Przykład oznaczenia łożyska



			Strony
6	Typ łożyska	6: jednorzędowe łożysko kulkowe poprzeczne	118
2	Serie wymiarowe	0: seria 10, 2: seria 02, 3: seria 03	118
10	Kod otworu	00: 10 mm, 01: 12 mm, 02: 15 mm, 03: 17 mm 04 i wyżej: pomnożyć × 5 dla uzyskania średnicy otworu w mm	120
	Materiał	brak oznaczenia: stal łożyskowa (SUJ2), SN24: kulki ceramiczne (Si ₃ N ₄)	14-17
T1X	Koszyk	T1X: prowadzony na kulkach koszyk wzmocniony z poliamidu TYA: superszybki, prowadzony na kulkach koszyk wzmocniony z poliamidu	118
ZZ	Uszczelnione i z blaszkami ochronnymi	Brak oznaczenia: otwarte, ZZ: blaszki ochronne, VV: uszczelka gumowa bezstykowa	118
C3	Luz promieniowy	Brak oznaczenia: luz normalny, C3: luz większy niż normalny, CM: luz specjalny dla silników elektrycznych, CG: specjalny luz promieniowy	–
P4	Klasa dokładności	P2: klasa 2 ISO P4: klasa 4 ISO P5: klasa 5 ISO	176-179

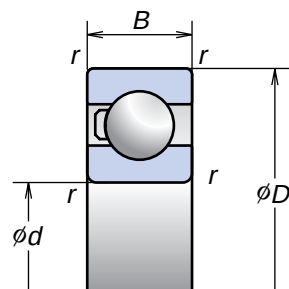
5. PRECYZYJNE ŁOŻYSKA KULKOWE POPRZECZNE

Typ T1X (koszyk wzmacniany z poliamidu)

Seria 60, 62 i 63

Średnica otworu 10-50 mm

Typu otwartego Typu osłoniętego Typu uszczelnionego
6000 ZZ VV



Oznaczenie łożysk ⁽¹⁾	Typ osłonięty	Typ uszczelniony	Wymiary główne (mm)				Nośność bazowa (kN)		Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)
			d	D	B	r	C _r (Dynamiczna)	C _{0r} (Statyczna)	
6000T1X	ZZ	VV	10	26	8	0.3	4.55	1.87	38 900
6200T1X	ZZ	VV	10	30	9	0.6	5.10	2.39	35 000
6001T1X	ZZ	VV	12	28	8	0.3	5.10	2.37	35 000
6201T1X	ZZ	VV	12	32	10	0.6	6.80	3.05	31 900
6301T1X	ZZ	VV	12	37	12	1.0	9.70	4.20	28 600
6002T1X	ZZ	VV	15	32	9	0.3	5.60	2.83	29 800
6202T1X	ZZ	VV	15	35	11	0.6	7.65	3.75	28 000
6302T1X	ZZ	VV	15	42	13	1.0	11.4	5.45	24 600
6003T1X	ZZ	VV	17	35	10	0.3	6.00	3.25	27 000
6203T1X	ZZ	VV	17	40	12	0.6	9.55	4.80	24 600
6303T1X	ZZ	VV	17	47	14	1.0	13.6	6.65	21 900
6004T1X	ZZ	VV	20	42	12	0.6	9.40	5.00	22 600
6204T1X	ZZ	VV	20	47	14	1.0	12.8	6.60	20 900
6005T1X	ZZ	VV	25	47	12	0.6	10.1	5.85	19 500
6205T1X	ZZ	VV	25	52	15	1.0	14.0	7.85	18 200
6305T1X	ZZ	VV	25	62	17	1.5	20.6	11.2	16 100
6006T1X	ZZ	VV	30	55	13	1.0	13.2	8.30	16 500
6206T1X	ZZ	VV	30	62	16	1.0	19.5	11.3	15 300
6306T1X	ZZ	VV	30	72	19	2.0	26.7	14.1	13 800
6007T1X	ZZ	VV	35	62	14	1.0	16.0	10.3	14 500
6207T1X	ZZ	VV	35	72	17	1.0	25.7	15.3	13 100
6307T1X	ZZ	VV	35	80	21	2.5	33.5	18.0	12 200
6008T1X	ZZ	VV	40	68	15	1.0	16.8	11.5	13 000
6208T1X	ZZ	VV	40	80	18	1.0	29.1	17.9	11 700
6308T1X	ZZ	VV	40	90	23	2.5	40.5	22.6	10 800
6009T1X	ZZ	VV	45	75	16	1.0	20.9	15.2	11 700
6209T1X	ZZ	VV	45	85	19	1.0	31.5	20.4	10 800
6010T1X	ZZ	VV	50	80	16	1.0	21.8	16.6	10 800

⁽¹⁾ Koszyk TYA dostępny dla zastosowań w silnikach wysokoobrotowych. W celu uzyskania szczegółów prosimy o skontaktowanie się z NSK.

⁽²⁾ Wartości prędkości granicznej dla T1X.

Dla koszyków TYA zwiększyć wartość prędkości granicznej o 15%.

6. WYPOSAŻENIE DODATKOWE



y osażen e

Wypożyczenie dodatkowe

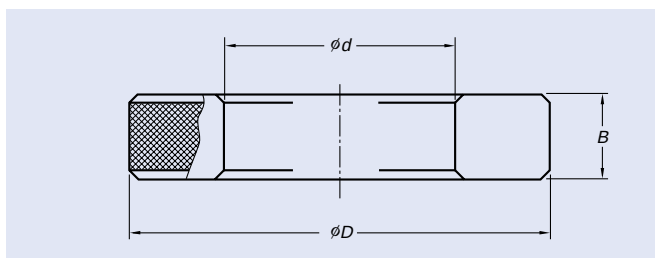
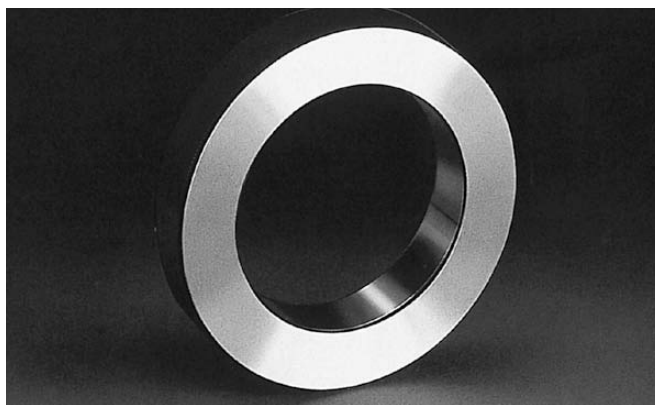
Sprawdziany	124-127
Sprawdziany GR	
Cechy	
System oznaczeń	
Sprawdziany GTR	
Cechy	
System oznaczeń	
Sprawdziany GN	
Cechy	
System oznaczeń	
Monitor łożysk	128
Nagrzewnica do łożysk	129
System uzupełniania smaru	130-131
Smarownica olejowo-powietrzna	132-133
Uszczelnione precyzyjne przekładki do wrzecion obrabiarek	134-135

o a kowe

6. WYPOSAŻENIE DODATKOWE

Sprawdziany pierścieniowe serii GR

Precyzyjne sprawdziany do pomiaru średnicy otworu obudowy



Dla osiągnięcia zadowalającego działania precyzyjnych łożysk tocznych przeznaczonych do wrzecion obrabiarek ważne jest, aby uzyskać dokładne pasowanie z wrzecionem i obudową. Dla osiągnięcia dokładnego pasowania konieczne jest dokładne zmierzenie średnicy zewnętrznej wrzeciona i otworu obudowy. Sprawdziany pierścieniowe serii GR produkowane przez firmę NSK to sprawdziany służące do mierzenia średnic otworów opraw z dokładnością do 0,001 mm.

Cechy

- Konstrukcja pierścienia pozwala na wiarygodne ustawienie średnicówki.
- Grubość pierścienia eliminuje wszelkie deformacje spowodowane przez obciążenia pomiarowe.
- Obróbka cieplna podczas produkcji pierścienia zapobiega wszelkim wpływom starzenia się na wymiary pierścienia.
- Dokładny pomiar jest możliwy z uwagi na precyzyjnie zmierzone wymiary, które są zaznaczone na sprawdzianach w jednostkach 0,001 mm w kierunku zarówno osi X, jak i Y.

Łożysko, do którego stosowany jest sprawdzian					Oznaczenie sprawdzianu	Wymiary główne (mm)			Masa (kg) (przybliżona)
79 69 NN39 NN49	BNR19 BER19	70 60 N10 NN30	BNR10 BER10	72 62 N2		<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	
—	—	00	—	—	GR 26	26	75	20	0.6
02	—	01	—	—	GR 28	28	75	20	0.6
03	—	—	—	00	GR 30	30	80	20	0.7
—	—	02	—	01	GR 32	32	80	20	0.7
—	—	03	—	02	GR 35	35	85	20	0.7
04	—	—	—	—	GR 37	37	85	20	0.7
—	—	—	—	03	GR 40	40	90	20	0.8
05	—	04	—	—	GR 42	42	95	20	0.9
06	—	05	—	04	GR 47	47	95	20	0.8
07	—	—	—	05	GR 52	52	100	20	0.9
—	—	06	30	—	GR 55	55	100	20	0.9
08	—	07	35	06	GR 62	62	100	20	0.8
09	—	08	40	—	GR 68	68	110	20	0.9
10	50	—	—	07	GR 72	72	115	20	1.0
—	—	09	45	—	GR 75	75	115	20	0.9
11	55	10	50	08	GR 80	80	120	25	1.2
12	60	—	—	09	GR 85	85	130	25	1.5
13	65	11	55	10	GR 90	90	135	25	1.5
—	—	12	60	—	GR 95	95	140	25	1.6
14	70	13	65	11	GR 100	100	145	25	1.7
15	75	—	—	—	GR 105	105	150	25	1.8
16	80	14	70	12	GR 110	110	160	25	2.1
—	—	15	75	—	GR 115	115	165	25	2.1
17	85	—	—	13	GR 120	120	170	25	2.2
18	90	16	80	14	GR 125	125	175	25	2.3
19	95	17	85	15	GR 130	130	180	25	2.4
20	100	18	90	16	GR 140	140	190	25	2.5
21	105	19	95	—	GR 145	145	200	30	3.5
22	110	20	100	17	GR 150	150	205	30	3.6
—	—	21	105	18	GR 160	160	215	30	3.8
24	120	—	—	—	GR 165	165	220	30	3.9
—	—	22	110	19	GR 170	170	225	30	4.0
26	130	24	120	20	GR 180	180	230	30	3.8
28	140	—	—	21	GR 190	190	240	30	4.0
—	—	26	130	22	GR 200	200	250	30	4.1

Sprawdziany stożkowe serii GTR30

Sprawdziany do pomiaru stożka wrzeciona



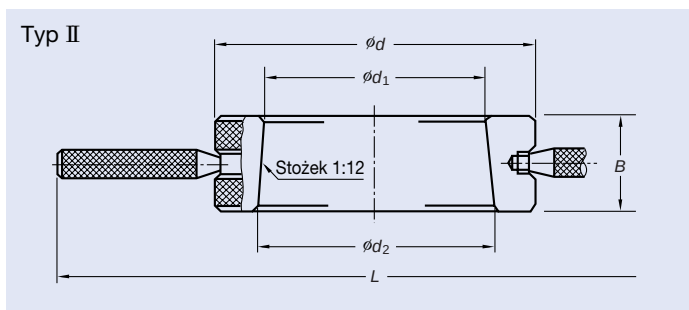
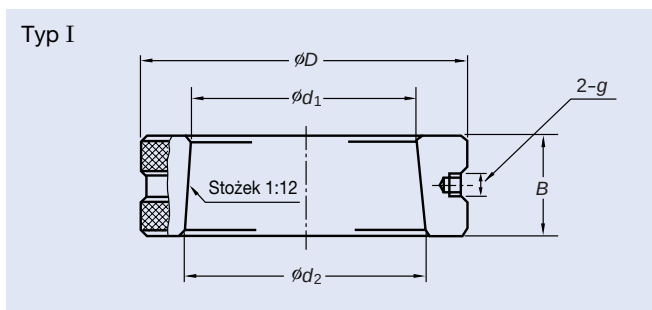
Łożyska NN30XXKR to dwurzędowe łożyska walcowe z otworem stożkowym, charakteryzujące się dużą sztywnością i nadające się do pracy z wysoką prędkością, przez co są często używane we wrzecionach obrabiarek.

Aby móc wykorzystywać te łożyska, ważne jest, aby dokładnie dopasować stożek otworu łożyska do stożka wrzeciona. Stożek łożyska (stożek 1:12) jest precyzyjnie kontrolowany i wytwarzany dla określonej klasy dokładności. Sprawdzian stożkowy GTR30 to sprawdzian o precyzyjnie wykonanym otworze, identycznym z otworem łożyska.

Dopasowując stożek wrzeciona do sprawdzianu stożkowego zapewnia się dokładny kontakt z łożyskiem.

Cechy

- Grubość pierścienia eliminuje wszelkie deformacje spowodowane przez obciążenia pomiarowe.
- Obróbka cieplna podczas produkcji pierścienia zapobiega wszelkim wpływom starzenia się na wymiary pierścienia.

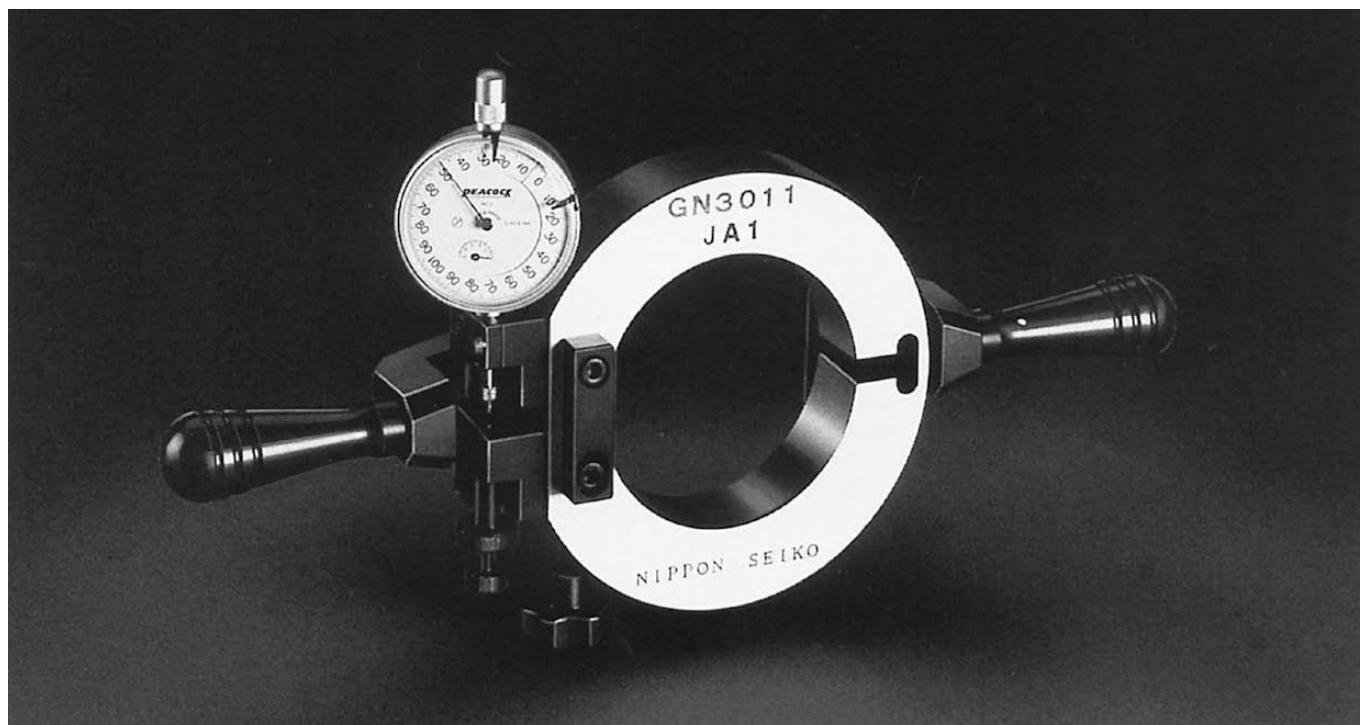


Łożysko, do którego stosowany jest sprawdzian	Oznaczenie sprawdzianu	Typ	Wymiary główne (mm)						Masa (kg) (przybliżona)
			d_1	d_2	D	B	L	g	
NN3006KR	GTR3006	I	30	31.583	70	19	—	M3 × 0.5	0.5
NN3007KR	GTR3007	I	35	36.667	75	20	—	M3 × 0.5	0.5
NN3008KR	GTR3008	I	40	41.750	80	21	—	M3 × 0.5	0.6
NN3009KR	GTR3009	I	45	46.917	85	23	—	M5 × 0.8	0.7
NN3010KR	GTR3010	I	50	51.917	90	23	—	M5 × 0.8	0.8
NN3011KR	GTR3011	I	55	57.167	95	26	—	M5 × 0.8	0.9
NN3012KR	GTR3012	I	60	62.167	100	26	—	M5 × 0.8	1.0
NN3013KR	GTR3013	I	65	67.167	105	26	—	M5 × 0.8	1.0
NN3014KR	GTR3014	I	70	72.500	110	30	—	M5 × 0.8	1.3
NN3015KR	GTR3015	I	75	77.500	115	30	—	M5 × 0.8	1.3
NN3016KR	GTR3016	I	80	82.833	125	34	—	M5 × 0.8	1.8
NN3017KR	GTR3017	I	85	87.833	130	34	—	M5 × 0.8	1.9
NN3018KR	GTR3018	II	90	93.083	140	37	358	—	2.5
NN3019KR	GTR3019	II	95	98.083	145	37	363	—	2.6
NN3020KR	GTR3020	II	100	103.083	150	37	368	—	2.7
NN3021KR	GTR3021	II	105	108.417	160	41	376	—	3.5
NN3022KR	GTR3022	II	110	113.750	165	45	381	—	4.0
NN3024KR	GTR3024	II	120	123.833	170	46	386	—	3.9
NN3026KR	GTR3026	II	130	134.333	180	52	396	—	4.6
NN3028KR	GTR3028	II	140	144.417	190	53	406	—	5.0
NN3030KR	GTR3030	II	150	154.667	210	56	426	—	7.0
NN3032KR	GTR3032	II	160	165.000	220	60	436	—	7.8

6. WYPOSAŻENIE DODATKOWE

Sprawdziany GN Seria GN30

Precyzyjne przyrządy do pomiaru promieniowego luzu szczątkowego dwurzędowych łożysk walcowych (NN30XX)



Przy montażu dwurzędowego łożyska walcowego z otworem stożkowym na wrzeciono ważne jest, aby dokładnie dopasować stożek wrzeciona do stożka łożyska i upewnić się, że po montażu osiągnięty zostanie pożądany szczątkowy luz promieniowy.

W przypadku nadmiernego szczątkowego luzu promieniowego wrzeciono główne będzie miało pewien luz, negatywnie wpływający na dokładność obróbki. Zbyt mały luz powoduje, przy niewielkiej lub żadnej zmianie sztywności, nadmierne nagrzewanie się i skrócenie tocznej trwałości zmęczeniowej (patrz strona 155).

Przy panującej obecnie tendencji do zwiększania prędkości obrotowej i precyzji konieczne jest dokładniejsze kontrolowanie wewnętrznego szczątkowego luzu promieniowego.

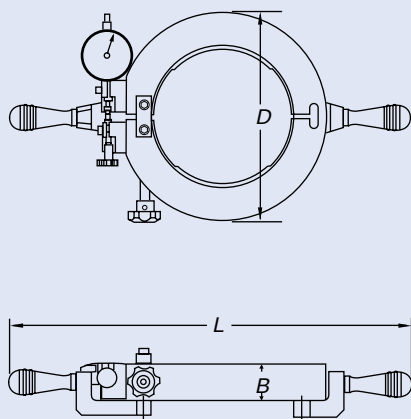
Dawniej metody pomiaru luzu promieniowego były bardzo trudne i wymagały dużych umiejętności.

Sprawdziany GN opracowane przez NSK dla pomiarów szczątkowego luzu promieniowego dwurzędowych łożysk walcowych upraszczają montaż łożyska i poprawiają dokładność montażu. (Zastosowanie sprawdzianów GN wymaga także pomiaru otworu za pomocą średnicówki).

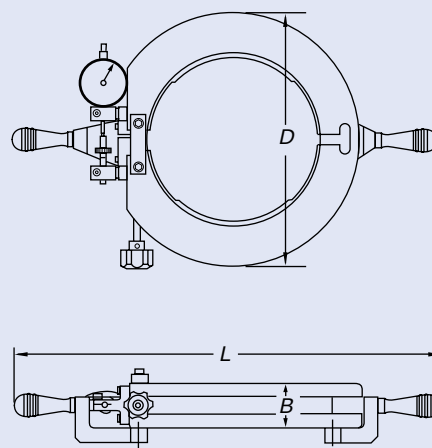
Cechy

- Prosty, rzetelny i dokładny pomiar.
- Żadnych więcej złożonych obliczeń dla korekt opartych na luzie ujemnym pierścienia zewnętrznego i oprawy.
- Możliwość pomiaru zarówno luzu dodatniego, jak i ujemnego (napięcia wstępnego).
- Pomiar jest dokładny, ponieważ wszystkie sprawdziany GN są kalibrowane z uwzględnieniem obciążeń pomiarowych.

Typ I



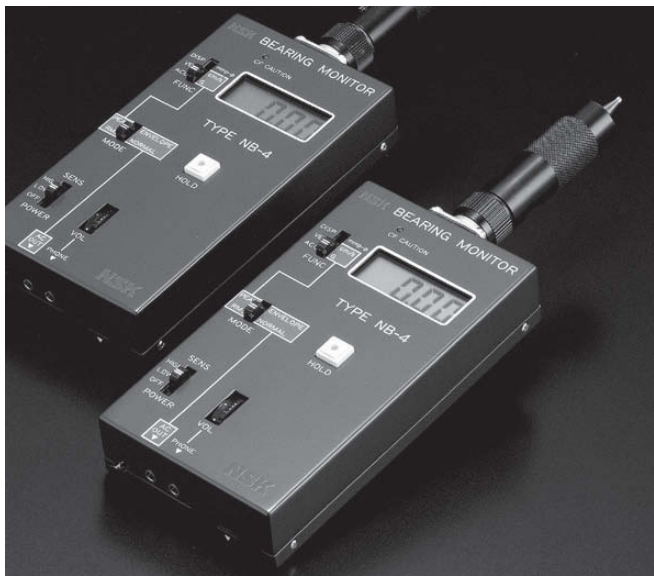
Typ II



Łożysko, do którego stosowany jest sprawdzian	Oznaczenie sprawdzianu	Typ	Wymiary główne (mm)			Masa (kg) (przybliżona)
			D	B	L	
NN3007	GN3007	I	102	23	292	1.3
NN3008	GN3008	I	108	23	297	1.4
NN3009	GN3009	I	115	23	305	1.5
NN3010	GN3010	I	120	23	310	1.6
NN3011	GN3011	I	131	26	324	2.1
NN3012	GN3012	I	138	26	329	2.2
NN3013	GN3013	I	145	26	335	2.4
NN3014	GN3014	I	156	30	347	3.0
NN3015	GN3015	I	162	30	353	3.1
NN3016	GN3016	I	175	33	374	4.2
NN3017	GN3017	I	185	33	381	4.3
NN3018	GN3018	I	195	35	393	5.2
NN3019	GN3019	I	204	35	399	5.6
NN3020	GN3020	I	210	35	411	6.1
NN3021	GN3021	I	224	39	419	7.1
NN3022	GN3022	I	233	44	433	8.5
NN3024	GN3024	II	254	44	470	7.5
NN3026	GN3026	II	280	50	492	9.5
NN3028	GN3028	II	289	50	500	9.5
NN3030	GN3030	II	314	54	520	12
NN3032	GN3032	II	329	54	540	13

6. WYPOSAŻENIE DODATKOWE

Monitor łożysk NB-4



Dzięki mikroelektronice monitor łożysk NB-4 (monitor drgań) ma wygodny, przenośny rozmiar. Jego wysoka czułość i szereg wbudowanych funkcji pozwalają na szybkie i niezawodne wykrywanie nietypowych drgań łożysk i maszyn oraz ostrzeganie o możliwych problemach.

Cechy

- Drgania mogą być mierzone i zapisywane, a następnie wyświetlane w postaci fali (zapis przy pomocy komputera osobistego lub innego urządzenia).
- Funkcja obwiedni monitora NB-4 pozwala na wykrywanie wszelkich uszkodzeń bieżni łożyska.

Główna jednostka monitora NB-4

Ostrzegawcza dioda LED migająca w przypadku występowania izolowanych wad łożyska.

Przełącznik funkcji
Pozwala na wybranie przemieszczenia, prędkości lub przyspieszenia.

Przełącznik trybów
Służy do wyboru średniej kwadratowej lub wartości szczytowej i sygnałów wyjściowych.

Przełącznik czułości
Służy do wyboru wysokiej lub niskiej czułości lub wyłączenia zasilania.

Kabel spiralny
Czujnik drgań można podłączyć do jednostki głównej bezpośrednio lub za pomocą niezapętającego się, rozciągliwego kabla.



Opcjonalny czujnik stały
Mocowany za pomocą magnesu lub wkręta (wodoodporny)

Wyświetlacz ciekłokrystaliczny
Na wyświetlaczu wskazywany jest także niski poziom akumulatora, zbyt wysoki poziom wejściowy oraz wybór trybu PEAK (szczytowego).

Przycisk wstrzymania (HOLD)
Zatrzymuje na wyświetlaczu pokazywane w danej chwili dane drgań.

Wyjście na słuchawki
Hałas powodowany przez drgania można podłuchać przy pomocy słuchawek i regulatora głośności.

Złącze wyjściowe
Przekazuje sygnał fali drgań lub obwiedni fali.

Czujnik typu sonda



Ręczny czujnik drgań
Sygnał wysokiej częstotliwości o najwyższej jakości pozwala na wczesne wykrywanie problemów w łożyskach i innych częściach maszyn.



Jednostka główna NB-4 podłączona do ręcznego czujnika drgań

Nagrzewnica do łożysk



Nagrzewnica do łożysk równomiernie i szybko nagrzewa łożysko, umożliwiając montaż łożyska na wrzecionie, a przez to czysty montaż bez użycia oleju. Nagrzewnica do łożysk może być wykorzystywana do nagrzewania nie tylko łożysk, ale i innych części metalowych o kształcie pierścienia, takich jak koła zębate.

Cechy

- Szybkie i równomierne nagrzewanie.
- Nie jest wymagane stosowanie oleju do nagrzewania, dzięki czemu nie pojawia się tłusty brud.
- Odpowiednia do osadzania skurczowego łożysk i innych części metalowych o kształcie pierścienia.

Przyjazny dla użytkownika panel sterowniczy

W połączeniu z kompaktowym czujnikiem temperatury o wysokiej czułości, nagrzewnica pokazuje precyzyjne, rzeczywiste temperatury na wyświetlaczu cyfrowym, niezależnie od prędkości nagrzewania lub obszaru pomiaru.

Nagrzewnicę uruchamia się i wyłącza jednym przyciskiem.

Zegar sterujący można ustawić na maksymalnie 100 minut.

*Urządzenie jest standardowo wyposażone w końcówki wejścia/wyjścia zewnętrznego, służące do podłączania zdalnego sterowania i pozwalające na automatyzację pracy.

Najwyższy poziom bezpieczeństwa

Nagrzewnica wyłącza się automatycznie i natychmiastowo jeżeli zadaje się nagrzewanie bez ustawienia czujnika temperatury lub w przypadku awarii urządzenia.

Zgodność z różnymi rozmiarami otworów

Wybór rdzenia typu I, odpowiadającego rozmiarowi otworu łożyska, pozwala na wykorzystywanie jednej nagrzewnicy do nagrzewania łożysk o różnych rozmiarach.

Automatyczne nagrzewanie w optymalnych warunkach

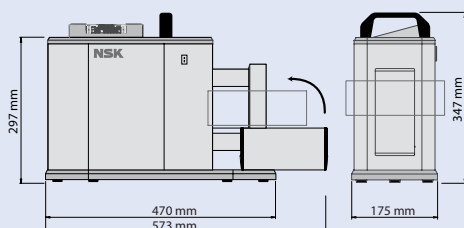
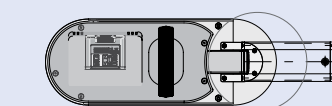
Właściwości elektryczne zmieniają się w zależności od typu łożyska i użytego rdzenia I. Nagrzewnica automatycznie wykrywa te zmiany i dzięki temu zawsze nagrzewa w sposób optymalny.

Ponadto, dzięki możliwości ustawienia mocy grzewczej od 50% do 100%, w krokach co 10%, nagrzewnica idealnie nadaje się do łożysk delikatnych, wymagających stopniowego nagrzewania.



Wymiary

0110/0120

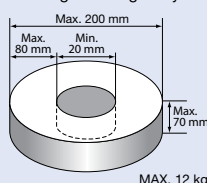


Typ / moc Napięcie zasilania

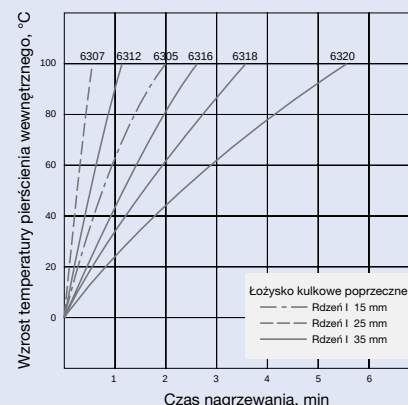
0110
1KVA Wspólne dla 50/60 Hz

0120
1KVA Wspólne dla 50/60 Hz

Rozmiar nagrzewanego łożyska



Krzywa nagrzewania (przykład)



6. WYPOSAŻENIE DODATKOWE

System uzupełniania smaru FINE-LUB II



Do niedawna, we wrzecionach szybkoobrotowych stosowano smarowanie olejowo-powietrzne lub za pomocą mgły olejowej. Troska o środowisko spowodowała, że konieczne stało się stworzenie nowego systemu, zmniejszającego hałas i mgłę olejową, przy jednoczesnym zachowaniu czystego środowiska pracy i zmniejszeniu zużycia energii. Odpowiedzią na te wymagania jest opracowany przez NSK system FINE-LUB II, pierwszy na świecie system uzupełniania smaru dla szybkoobrotowych wrzecion obrabiarek.

System FINE-LUB II podaje niewielką ilość smaru do łożysk szybkoobrotowych w regularnych odstępach czasu i usuwa stary smar, poprzez przekładkę dystansową o optymalnym kształcie, do zbiornika na smar umieszczonego w obudowie. Technologia ta tworzy pierwszy na świecie system smarowania smarem dla szybkoobrotowych wrzecion obrabiarek, zapewniając jednocześnie zwiększenie trwałości. Ten rewolucyjny produkt całkowicie zmienia koncepcję smarowania smarem. FINE-LUB II otwiera drogę dla nowego typu smarowania smarem, czyniąc je szybszym, dokładniejszym i wygodniejszym.

Cechy

Większa trwałość smaru

Czas eksploatacji smaru wynosi kilkaset godzin podczas stałych obrotów z prędkością 1,8 miliona $d_m n$ (stożek 40, 20 000 min⁻¹). System FINE-LUB II został opracowany w celu podawania właściwej ilości smaru w zależności od prędkości obrotowej oraz rozmiaru łożyska, tak aby uniknąć zatarcia, zapewniając w ten sposób ponad 10 000 godzin pracy bez konieczności przeprowadzania prac konserwacyjnych.

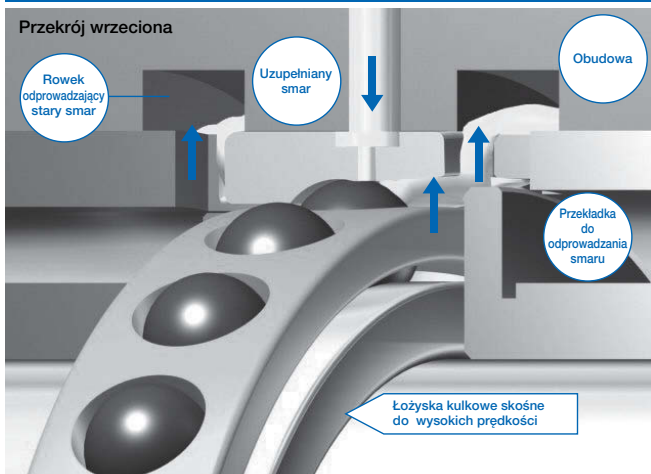
Kontrolowanie odprowadzania smaru dla zapobieżenia wzrostowi temperatury

Podawanie zbyt dużej ilości smaru do wnętrza łożyska może powodować wzrost temperatury z powodu ugniatania smaru. Aby temu zapobiec, system FINE-LUB II jest wyposażony we wbudowane urządzenie zapewniające odprowadzanie odpowiedniej ilości smaru.



Kształt łożyska zaprojektowany specjalnie do uzupełniania smaru

Mechanizm podawania smaru do łożyska



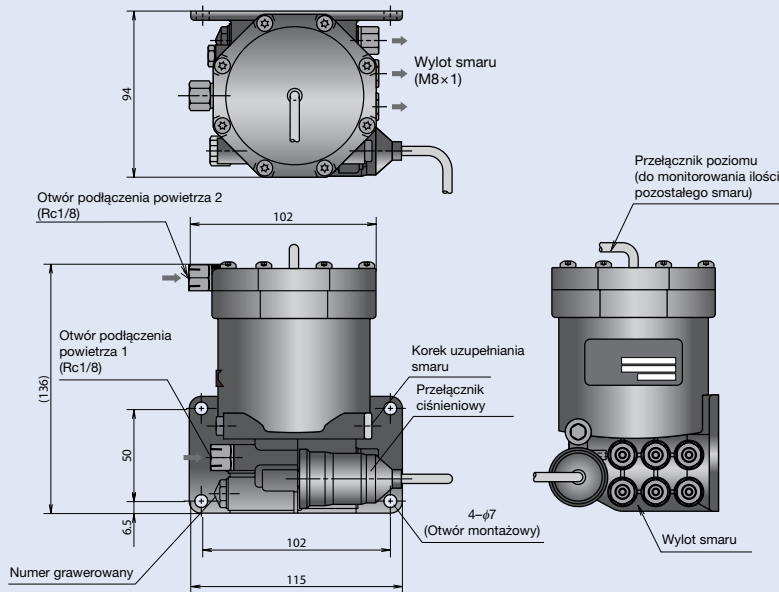
● Metoda uzupełniania smaru

Niewielka ilość smaru jest wprowadzana do obracającego się łożyska w regularnych odstępach czasu poprzez wlot smaru umieszczony w pobliżu bieżni pierścienia zewnętrznego. Smar jest podawany w niewielkich ilościach dla zapobieżenia wzrostowi temperatury łożyska.

● Metoda odprowadzania smaru

Specjalnie ukształtowany pierścień dystansowy służący do odprowadzania smaru, umieszczony po stronie czoła nieoporowego pierścienia zewnętrznego łożyska, kieruje stary smar do rowka zbierającego, zapobiegającego dostawianiu się zużytego smaru z powrotem do łożyska.

Wymiary



Numer modelu

EGU - **2P1** - **4P2**
Dwa otwory P1 Cztery otwory P2

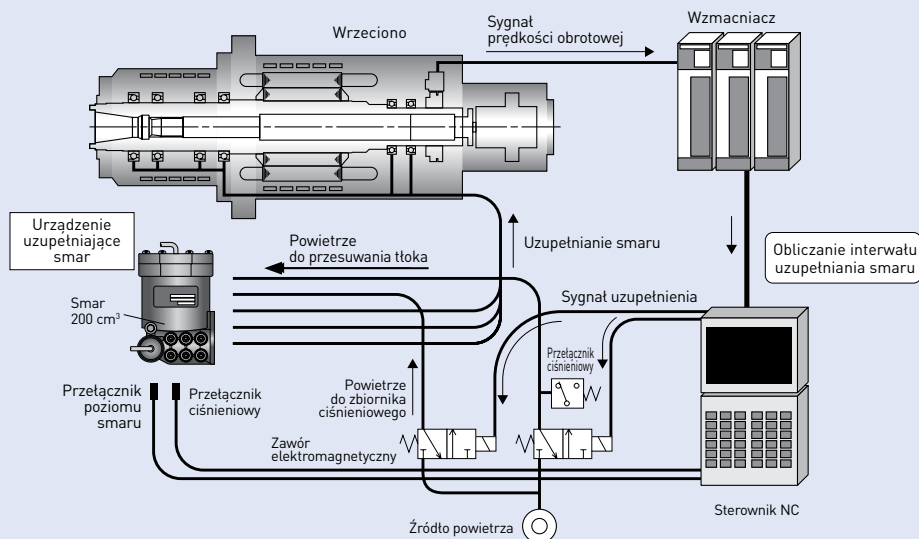
EGU - **6P1**
Sześć otworów P1

Ilość odprowadzanego smaru (cm ³ /cykl)	Numer kodowy
0.01	P1
0.02	P2

Dane techniczne

Pozycja	Dane techniczne
Ciśnienie powietrza zasilającego	0.25 do 0.4 MPa
Ilość odprowadzanego smaru	0.01 lub 0.02 / na rząd łożyska
Pojemność zbiornika	200 cm ³
Funkcja monitorowania	Wykrywanie ilości pozostającego smaru, wykrywanie ciśnienia (kontrola wzrostu ciśnienia)
Długość przewodu rurowego	do 2,5 m lub mniej
Rodzaj smaru	Smar MTE

Schemat systemu



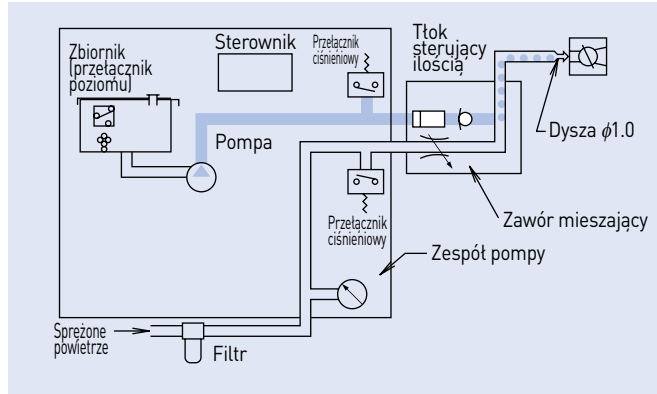
6. WYPOSAŻENIE DODATKOWE

■ Smarownica olejowo-powietrzna FINE-LUBE

Cechy

W dziedzinie produkcji obrabiarek pojawiają się wciąż nowe innowacje technologiczne; w szczególności, wrzeczona jako wirniki silnikowe pracują coraz szybciej. Dlatego też kluczowe znaczenie mają nowe technologie poprawiające łożyskowanie oraz metody smarowania, ułatwiające pracę z dużą prędkością. NSK opracowała wiele rozwiązań dotyczących systemów smarowania olejowo-powietrznego i urządzeń podających olej. W roku 1984 NSK wprowadziła na rynek smarownicę olejowo-powietrzną FINE-LUBE i do tej pory produkt ten wciąż odnosi sukcesy. Smarownica FINE-LUBE ewoluowała wraz z upływem czasu i została przystosowana do wykorzystywania w wielu obrabiarkach, zyskując znakomitą reputację z uwagi na wyjątkowe osiągi i dużą niezawodność.

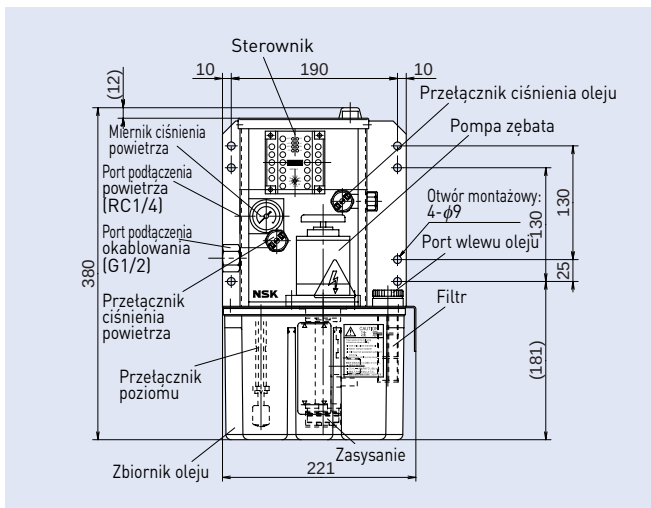
Smarownica olejowo-powietrzna FINE-LUBE zajmuje czołową pozycję na rynku urządzeń do smarowania olejowo-powietrznego. Urządzenie zapewnia smarowanie olejowo-powietrzne za pomocą instalacji składającej się z pompy, zaworu mieszającego oraz jednostki sterującej. Jej niezawodność podnosi zastosowanie urządzeń zabezpieczających.



[Ostrzeżenia]

- Używać czystego, suchego sprężonego powietrza o ciśnieniu 0,2-0,4 MPa.
- Używać świeżego, czystego oleju smarowego o lepkości ISO VG 10 lub wyższej. Prosimy zachować szczególną ostrożność, aby nie zanieczyścić oleju, ponieważ może to spowodować skrócenie okresu żywotności wyposażenia.
- Prosimy zachować szczególną ostrożność przy wyborze jakościowych przewodów olejowych łączących pompę i zawory mieszające. W przypadku, gdy długość jakiegokolwiek przewodu przekracza 5 m, prosimy o skontaktowanie się z NSK.
- Przewody olejowe łączące zawór mieszający i wrzeciono powinny mieć długość 1,5-5 m.

■ Zespół pompy OAEM



Cechy

- Zespół pompy OAEM to nowo opracowana pompa zębata do oleju o niskiej lepkości (zakres roboczy lepkości oleju: 10-68 mm²/s).
- W celu ustawiania interwałów smarowania na 1, 2, 4, 8, 16, 24, 32, 48, 64 lub 128 minut wykorzystywany jest specjalny sterownik.
- Standardowe urządzenia zabezpieczające obejmują:
 - ① Przełącznik poziomu oleju
 - ② Ostrzeżenie o braku zasilania
 - ③ Przełącznik ciśnienia powietrza
 - ④ Przełącznik ciśnienia oleju



Numer modelu:
OAEM (ze sterownikiem)
OAEM-N (bez sterownika)

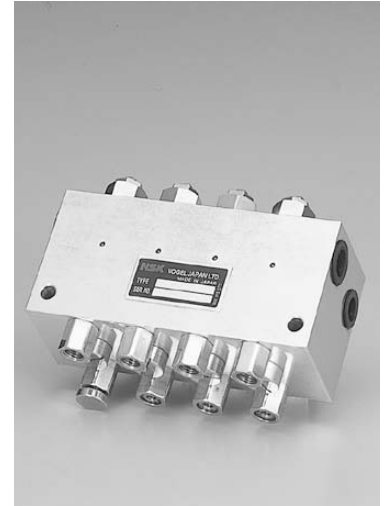
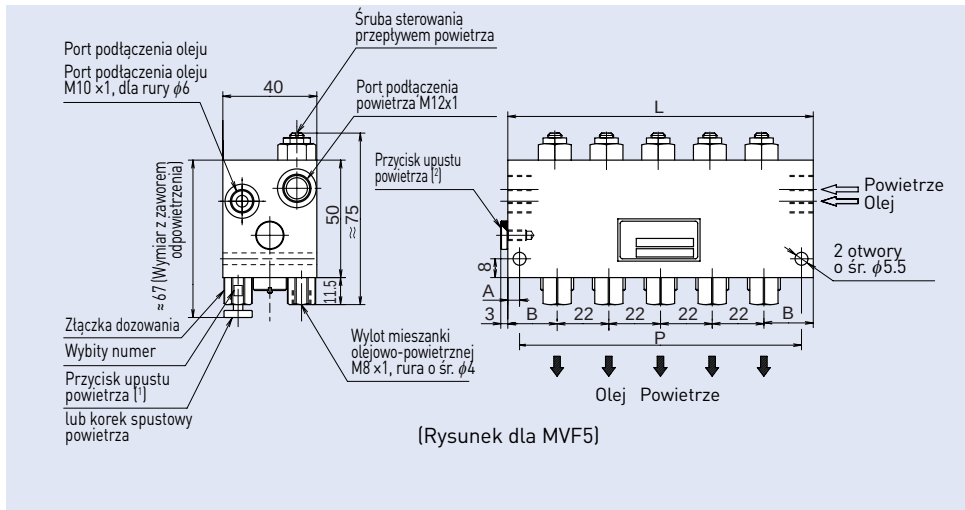
- Smarowanie: olej do wrzecion wysokoobrotowych lub do turbin
- Zasilanie: 100 V
- Pojemność zbiornika: 2,7 L
- Efektywny poziom oleju: 1,7 L

- Elementy zespołu pompy: sterownik, przełącznik ciśnienia powietrza, przełącznik ciśnienia oleju i przełącznik pływakowy.

NSK oferuje także bardziej ekonomiczny zespół pompy, posiadający znak CE.

Pompa ta może być sterowana wyłącznie za pomocą naszego sterownika lub za pomocą sekwensera maszyny.

■ Zawór mieszający MVF



Cechy

- Wykorzystuje sterowanie typu tłokowego do podawania niewielkich, stałych ilości oleju.
- Możliwość wybrania ilości oleju podawanego w jednym suwie: 0,01, 0,03 i 0,06 cm³.
- W zależności od warunków możliwość wybrania liczby wylotów i ilości podawanej mieszanki.

Uwagi: (1) W przypadku ilości podawanej mieszanki wynoszącej 0,01 cm³, zastosować korek spustowy powietrza w celu przeprowadzenia procedury spuszczenia powietrza. W przypadku ilości podawanej mieszanki wynoszącej 0,03 cm³ lub 0,06 cm³, zamiast korka spustowego podłączyć przycisk upustu powietrza i zastosować go w celu przeprowadzenia procedury spuszczenia powietrza.

(2) W przypadku ilości podawanej mieszanki wynoszącej 0,03 cm³ lub 0,06 cm³, podłączyć przycisk upustu powietrza w tym miejscu, podczas pracy.

Numer typu	Liczba zaworów	L	A	P	B
MVF1	1	42	10	22	21
MVF2	2	64	9,5	45	21
MVF3	3	86	8	70	21
MVF4	4	108	6,5	95	21
MVF5	5	130	5	120	21
MVF6	6	155	5	145	22,5

Podawana ilość mieszanki (cm ³ /suw)	Wybity numer	Numer kodowy
0,01	1	P1
0,03	3	P2
0,06	6	P3

■ Części opcjonalne

[Przełącznik ciśnieniowy]

OAG

- Monitoruje wzrost ciśnienia oleju i powietrza i każdy spadek ciśnienia oleju. (Wposażenie OAEM)



[Czujnik olejowo-powietrzny]

- Czujnik monitoruje pracę pompy. Przy pierwszej oznace niewłaściwego smarowania sygnalizowany jest alarm i możliwe jest zatrzymanie wrzeciona obrabiarki.
- Urządzenie może być dołożone później do istniejącego systemu olejowo-powietrznego przez dołączenie urządzenia do rury olejowo-powietrznej.



[Filtr oleju]

OAV-02/03

- Filtry usuwają drobne zanieczyszczenia z oleju. Dostępne są dwa typy: 3 μm i 20 μm.



[Zawór spustowy powietrza]

OAV-01

- Zawory ułatwiają spuszczenie powietrza po odłączeniu węży olejowych dla konserwacji.



6. WYPOSAŻENIE DODATKOWE

Uszczelnione przekładki precyzyjne do wrzecion obrabiarek



Cechy

W przeszłości, do zapobiegania dostawianiu się ciał obcych do łożysk wrzecion stosowano przekładki labiryntowe. Jednakże z uwagi na fakt, że luz pomiędzy wewnętrznym i zewnętrznym pierścieniem przekładki jest duży, niemożliwe jest całkowite powstrzymanie wnikania ciał obcych. Firmie NSK udało się zmniejszyć szczelinę pomiędzy pierścieniami dodając do przekładek uszczelki. Podwójna konstrukcja labiryntowa przekładki i uszczelka zwiększają niezawodność przekładek.

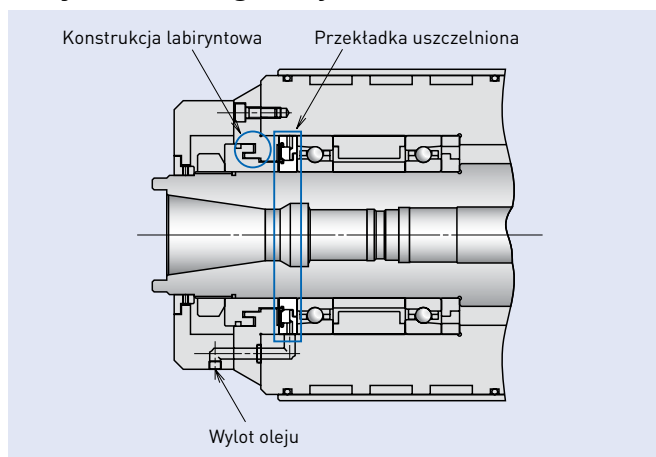
● Przyjazne dla środowiska

Uszczelki zapobiegają wyciekaniu smaru

● Zwiększona niezawodność

W przypadku smarowania smarem, dwuwarstwowa konstrukcja labiryntowa przekładki i uszczelka zapewniają najwyższą odporność na wnikanie pyłu i cieczy chłodzącej.

Przykład konfiguracji

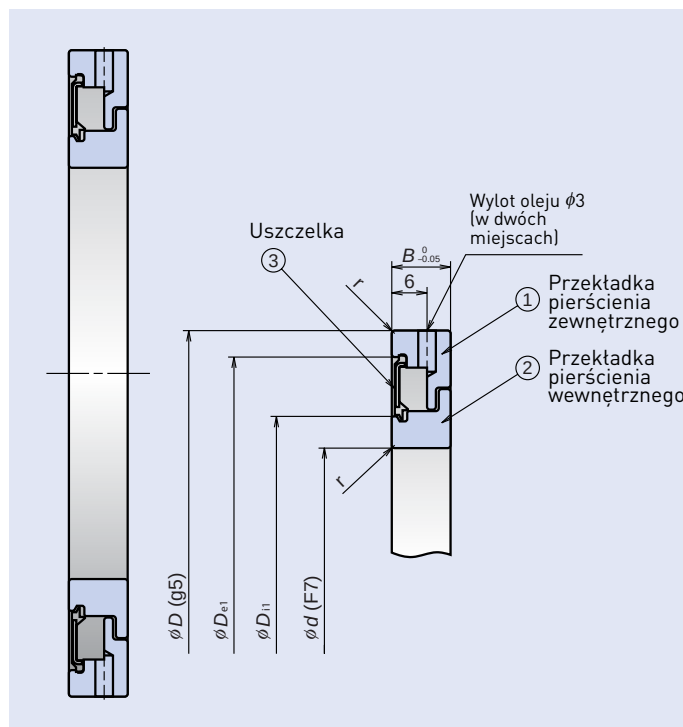


Przykład na rysunku po lewej pokazuje konfigurację z trzema uszczelnieniami – uszczelka labiryntowa, składająca się z pokrywy ustalającej oraz przekładka pierścienia wewnętrznego tworzą pierwsze uszczelnienie, po którym umieszczona jest uszczelniona przekładka precyzyjna, w której również wbudowana jest dodatkowa uszczelka labiryntowa.

Wymiary (seria 19)

Oznaczenie	Średnica otworu ϕd (mm)	Średnica zewnętrzna ϕD (mm)	Szerokość B (mm)	D_{i1} (mm)	D_{e1} (mm)	Promień ścięcia przekładki r (mm)
X30-MTV19	30	47	10	34.3	43	0.3
X35-MTV19	35	55	10	39.2	50.5	0.6
X40-MTV19	40	62	10	46.4	58	0.6
X45-MTV19	45	68	10	50	63.5	0.6
X50-MTV19	50	72	10	55.2	67.4	0.6
X55-MTV19	55	80	10	61.7	74.6	1
X60-MTV19	60	85	10	66	80	1
X65-MTV19	65	90	10	71.7	84	1
X70-MTV19	70	100	10	77.5	93	1
X75-MTV19	75	105	10	82.2	98.5	1
X80-MTV19	80	110	10	87.5	103	1
X85-MTV19	85	120	10	94.8	111.6	1.1
X90-MTV19	90	125	10	98.8	118	1.1
X95-MTV19	95	130	10	103.8	122.8	1.1
X100-MTV19	100	140	10	111	131	1.1
X105-MTV19	105	145	10	116	135.4	1.1
X110-MTV19	110	150	10	121	140.4	1.1

Dane techniczne



Materiał przekładki pierścienia zewnętrznego	SUJ2
Materiał przekładki pierścienia wewnętrznego	SUJ2
Materiał uszczelki	Kauczuk nitylowy, SECC

Uwagi dotyczące obsługi

Prosimy zauważyć, że przekładka pierścienia wewnętrznego i przekładka pierścienia zewnętrznego mogą być rozdzielone – należy zachować ostrożność, aby podczas obsługi nie zgubić lub nie uszkodzić gumowej uszczelki.

Z uszczelnionymi przekładkami precyzyjnymi należy stosować łożyska w układach uniwersalnych (patrz strony 150-151).

System oznaczania

Przykład oznaczania:

X 65 - MTV 10

Wymiary

10: seria 10

19: seria 19

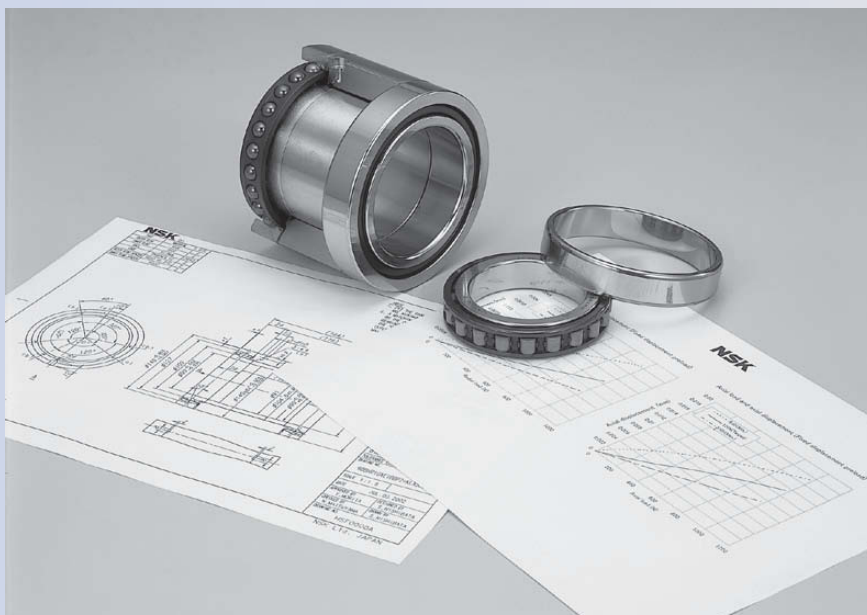
Symbol przekładki

Średnica główna otworu

Oznaczenie typu

Wymiary (seria 10)

Oznaczenie	Średnica otworu ϕd (mm)	Średnica zewnętrzna ϕD (mm)	Szerokość B (mm)	D_{i1} (mm)	D_{e1} (mm)	Promień ścięcia przekładki r (mm)
X30-MTV10	30	55	10	36.8	49.2	0.5
X35-MTV10	35	62	10	41.6	56	0.5
X40-MTV10	40	68	10	47.5	62	0.5
X45-MTV10	45	75	10	53.5	69	0.5
X50-MTV10	50	80	10	58.5	74	0.5
X55-MTV10	55	90	10	64.4	82	0.5
X60-MTV10	60	95	10	69.4	87	0.5
X65-MTV10	65	100	10	73	92	0.5
X70-MTV10	70	110	10	80.8	101	0.5
X75-MTV10	75	115	10	85.8	106	0.5
X80-MTV10	80	125	10	91.4	114.6	0.5
X85-MTV10	85	130	10	96.4	119.6	0.5
X90-MTV10	90	140	10	103	127.8	0.8
X95-MTV10	95	145	10	108.5	134.5	0.8
X100-MTV10	100	150	10	112.5	137.8	0.8
X105-MTV10	105	160	10	120.4	148.5	1
X110-MTV10	110	170	10	124.6	155.5	1
X120-MTV10	120	180	10	134.6	165.5	1



ewo n k

1. Trwałość	138-145
Toczną trwałość zmęczeniową i nośność bazową	
Nowa teoria trwałości	
2. Statyczna nośność bazowa i statyczne obciążenie równoważne	146-147
3. Układy łożysk kulkowych skośnych	148-151
Cechy każdego układu	
Układy uniwersalne	
4. Napięcie wstępne i sztywność	152-169
Typy napięcia wstępnego i sztywności	
Tabele napięcia wstępnego i sztywności	
5. Prędkości graniczne	170-171
6. Smarowanie	172-175
7. Tolerancje łożysk	176-183
Tolerancje dla łożysk poprzecznych	
Tolerancje dla otworów stożkowych	
Tolerancje dla łożysk kulkowych skośnych wzdłużnych	
8. Konstrukcja wrzecion i obudów	184-188
Pasowanie wrzecion i obudów	
Tolerancje wrzecion i obudów	
Wymiary odsadzeń i zaokrągleń	
Wymiary ścięć	
9. Pierścienie dystansowe (przekładki)	189-193
Wymiary pierścieni dystansowych	
Pozycja dyszy rozpylającej	

1. TRWAŁOŚĆ

Toczną trwałość zmęczeniowa i nośność bazowa Trwałość łożyska

Poszczególne funkcje wymagane od łożysk tocznych różnią się w zależności od ich przeznaczenia. Muszą one być spełniane w długim okresie czasu. Nawet, jeśli łożyska są doskonale zamontowane i dobrze obsługiwane, ich parametry pracy mogą się pogorszyć z powodu wzrostu szumu i drgań, spadku precyzji eksploatacji, pogorszenia się jakości smaru lub pęknięcia zmęczeniowego powierzchni tocznych. Trwałość łożyska, w sensie ogólnym, jest okresem, podczas którego łożyska właściwie pracują i spełniają wymagane funkcje. Trwałość łożyska może być zdefiniowana jako trwałość szumu, trwałość tarcia, trwałość smaru czy trwałość zmęczeniowa elementów tocznych w zależności od tego, który z tych czynników spowoduje zaprzestanie właściwej pracy łożyska. Oprócz uszkodzeń z powodu naturalnego zużycia, łożyska mogą zostać uszkodzone na skutek przegrzania, pęknięcia, porysowania pierścienia, zużycia uszczelki lub innych możliwych zniszczeń. Wymieniowe warunki nie powinny być interpretowane jako normalne uszkodzenia łożyska, ponieważ często występują jako rezultat błędów doboru łożyska, niewłaściwej konstrukcji lub wykonania otoczenia łożyska, nieprawidłowego montażu lub nieprawidłowej konserwacji.

Toczną trwałość zmęczeniową i nominalną trwałość zmęczeniową

Kiedy łożyska toczne pracują pod obciążeniem, to bieżnie ich pierścieni wewnętrzny i zewnętrzny oraz elementy toczne narażone są na powtarzający się cykliczny nacisk. Z powodu zmęczenia metalu stykających się powierzchni bieżni i elementów tocznych, częściowo mogą oddzielić się łuszkowate cząsteczki od materiału łożyska; zjawisko to nazywane jest „złuszczeniem”. Toczną trwałość zmęczeniową reprezentowana jest przez łączną liczbę obrotów w czasie do momentu, w którym powierzchnia łożyska zaczęła łuszczyć się z powodu nacisku. Nazywa się to trwałością zmęczeniową. Nawet dla pozornie identycznych łożysk, które są tego samego typu, rozmiaru i z tego samego materiału oraz poddane zostały takiej samej obróbce cieplnej oraz takim samym innym procesom technologicznym, toczna trwałość zmęczeniowa różni się znacznie nawet w identycznych warunkach pracy. Dzieje się tak, ponieważ złuszczenie się materiałów z powodu ich zmęczenia jest wynikiem wielu innych czynników. W rezultacie „nominalna trwałość zmęczeniowa”, w której toczna trwałość zmęczeniowa traktowana jest jako zjawisko statystyczne, stosowana jest zamiast faktycznej tocznej trwałości zmęczeniowej. Przypuśćmy, że określona liczba łożysk tego samego typu pracuje indywidualnie w takich samych warunkach. Po pewnym okresie czasu 10 % z nich uszkadza się w rezultacie złuszczenia, spowodowanego przez zmęczenie toczne. W tym przypadku łączna liczba obrotów definiowana jest jako oszacowanie trwałości zmęczeniowej lub, jeśli prędkość jest stała, oszacowanie trwałości zmęczeniowej często wyrażane jest przez łączną liczbę godzin pracy, do czasu kiedy 10% łożysk przestanie działać z powodu złuszczenia.

W określaniu trwałości łożyska oszacowanie trwałości zmęczeniowej często jest jedynym rozpatrywanym czynnikiem. Jednakże inne czynniki muszą również być brane pod uwagę. Na przykład, trwałość smaru w łożyskach zabezpieczonych smarem może być poddawana oszacowaniu. Ponieważ trwałość wynikająca z szumu oraz tarcia są oceniane w zależności od indywidualnych standardów dla różnych zastosowań, specyficzne wartości dla trwałości wynikającej z szumu i tarcia muszą być określone empirycznie.

Dynamiczna nośność bazowa

Nośność bazowa definiowana jest jako stałe obciążenie zastosowane na łożysku z nieruchomym pierścieniem zewnętrznym, przy którym nie nastąpi zużycie wynikające z trwałości zmęczeniowej przy wykonaniu przez pierścień wewnętrzny jednego miliona obrotów (10^6 obr). Nośność bazowa łożysk poprzecznych to centralne obciążenie promieniowe o stałym kierunku i wielkości, podczas gdy nośność bazowa łożysk wzdłużnych definiowana jest jako obciążenie osiowe o stałej wielkości w tym samym kierunku jak oś główna. Nośności podane są w tabelach wymiarowych pod oznaczeniem C_r dla łożysk poprzecznych i C_a dla łożysk wzdłużnych.

Nominalna trwałość zmęczeniową

Pomiędzy obciążeniem łożyska a obliczeniową trwałością zmęczeniową istnieją następujące relacje:

Dla łożysk kulkowych

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^3$$
$$L_{10} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P} \right)^3 \quad (\text{godz.})$$

Dla łożysk waleczkowych

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^{10/3}$$
$$L_{10} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P} \right)^{10/3} \quad (\text{godz.})$$

gdzie L_{10} : Nominalna trwałość zmęczeniowa (10^6 obr., lub godz.)
 P : Obciążenie łożyska (obciążenie równoważne) (N) (patrz strona 125)
 C : Nośność bazowa (N)
Dla łożysk poprzecznych
 C oznaczone jest jako C_r
Dla łożysk wzdłużnych
 C oznaczone jest jako C_a
 n : Prędkość obrotowa (min^{-1})

W przypadku łożysk, które obracają się ze stałą prędkością, wygodne jest wyrażenie trwałości zmęczeniowej w godzinach.

Dynamiczne obciążenie równoważne

W niektórych przypadkach obciążenia stosowane w łożyskach są czysto promieniowe lub osiowe, jednakże w większości przypadków są kombinacją obydwóch obciążeń. Dodatkowo obciążenia te zwykle zmieniają się zarówno co do wartości, jak i kierunku. W takich przypadkach obciążenia w rzeczywistości oddziałujące na łożyska nie mogą być używane do obliczeń trwałości łożysk. Dlatego też należy oszacować hipotetyczne obciążenie, które posiada stałe wartości i przechodzi przez środek łożyska i które może dawać tę samą trwałość łożyska, jaką osiąga łożysko poddane rzeczywistym warunkom obciążenia i prędkości. To hipotetyczne obciążenie nazywane jest dynamicznym obciążeniem równoważnym.

Przyjmując równoważne obciążenie promieniowe P_r , obciążenie promieniowe F_r , obciążenie osiowe F_a i kąt działania łożyska α , otrzymujemy następujący przybliżony związek pomiędzy równoważnym obciążeniem promieniowym i obciążeniem łożyska:

$$P_r = XF_r + YF_a$$

gdzie X : współczynnik obciążenia promieniowego
 Y : współczynnik obciążenia osiowego } patrz Tablica 1.1

Współczynnik obciążenia osiowego zmienia się zależnie od kąta działania łożyska. W przypadku łożysk wałeczkowych kąt działania pozostaje taki sam niezależnie od wielkości obciążenia osiowego. W przypadku jednorzędowych łożysk kulkowych poprzecznych i łożysk kulkowych skośnych kąt działania łożyska rośnie w miarę wzrostu obciążenia osiowego. Taka zmiana kąta działania może być wyrażona stosunkiem statycznej nośności bazowej C_{0r} i obciążenia osiowego F_a . Tabela 1.1 pokazuje współczynnik obciążenia osiowego przy kącie działania łożyska odpowiadającym temu stosunkowi. W przypadku łożysk kulkowych skośnych wpływ zmiany kąta działania na współczynnik obciążenia może być zignorowany w warunkach normalnych, nawet jeżeli kąt działania łożyska jest tak duży jak 25° , 30° lub 40° .

W przypadku łożysk stożkowych o kącie działania $\alpha \neq 90^\circ$ obciążanych jednocześnie w kierunku promieniowym i osiowym, równoważne obciążenie osiowe P_a wyraża się wzorem:

$$P_a = XF_r + YF_a$$

Tabela 1.1 Wartości współczynników X i Y

Normalny kąt pracy	$\frac{F_a}{C_{0r}}$	e	Pojedyncze, DT				DB lub DF			
			$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$		$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$	
			X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
15	0.178	0.38				1.47		1.65		2.39
	0.357	0.40				1.40		1.57		2.28
	0.714	0.43				1.30		1.46		2.11
	1.070	0.46				1.23		1.38		2.00
	1.430	0.47	1	0	0.44	1.19	1	1.34	0.72	1.93
	2.140	0.50				1.12		1.26		1.82
	3.570	0.55				1.02		1.14		1.66
	5.350	0.56				1.00		1.12		1.63
18	–	0.57	1	0	0.43	1.00	1	1.09	0.70	1.63
25	–	0.68	1	0	0.41	0.87	1	0.92	0.67	1.41
30	–	0.80	1	0	0.39	0.76	1	0.78	0.63	1.24
40	–	1.14	1	0	0.35	0.57	1	0.55	0.57	0.93
50	–	1.49	–	–	0.73	1	1.37	0.57	0.73	1
55	–	1.79	–	–	0.81	1	1.60	0.56	0.81	1
60	–	2.17	–	–	0.92	1	1.90	0.55	0.92	1

*Dla i należy użyć 2 dla DB, DF i 1 dla DT

Tabela 1.2 Nośność bazowa łożysk kulkowych skośnych w zestawach wielołożyskowych

Dwa rzędy		Trzy rzędy		Cztery rzędy	
C_r	C_{0r}	C_r	C_{0r}	C_r	C_{0r}
1.62	2	2.15	3	2.64	4

Współczynnik zwiększający wartość w stosunku do pojedynczego rzędu.

1. TRWAŁOŚĆ

Obliczanie trwałości wielorzędowych układów łożysk

Kiedy w jednej maszynie pracują wielorzędowe układy łożysk, możliwe jest określenie trwałości zmęczeniowej poszczególnych łożysk, jeżeli znane jest obciążenie działające na każde łożysko. Generalnie jednakże maszyna przestaje nadawać się do użytku, jeżeli łożysko w jakiegokolwiek jej części zawiedzie. Dlatego też konieczne może być w pewnych przypadkach poznanie trwałości zmęczeniowej grupy łożysk używanych w maszynie.

Trwałość zmęczeniowa łożysk jest bardzo różna i nasze równanie trwałości zmęczeniowej $L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^3$ stosuje się do trwałości 90% (zwanej także trwałością nominalną, która jest albo przybliżoną wartością całkowitą obrotów, albo liczbą godzin, jakie 90% podobnych łożysk pracujących w podobnych warunkach może osiągnąć).

Innymi słowy, obliczona trwałość zmęczeniowa dla jednego łożyska ma prawdopodobieństwo 90%. Ponieważ prawdopodobieństwo trwałości układu kilku łożysk dla pewnego okresu jest wynikiem prawdopodobieństwa trwałości poszczególnych łożysk dla tego samego okresu, trwałość nominalna układu kilku łożysk nie jest determinowana wyłącznie przez najmniejszą trwałość nominalną indywidualnego łożyska. W rzeczywistości, trwałość układu jest dużo krótsza niż trwałość łożyska o najmniejszej trwałości zmęczeniowej. Przyjmując $L_1, L_2, L_3 \dots L_n$ jako trwałość zmęczeniową poszczególnych łożysk i L jako nominalną trwałość zmęczeniową całej grupy łożysk, uzyskujemy następujące równanie:

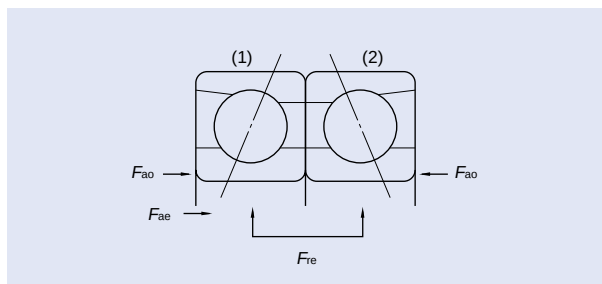
$$\frac{1}{L^e} = \frac{1}{L_1^e} + \frac{1}{L_2^e} + \frac{1}{L_3^e} + \dots + \frac{1}{L_n^e}$$

gdzie, $e = 1.1$ (dla łożysk kulkowych i wałeczkowych).

Obliczenie trwałości dla napiętych wstępnie łożysk kulkowych skośnych

W celu określenia składowej promieniowej (F_r) i osiowej (F_a) obciążenia całkowitego na każdym łożysku w układzie kilku napiętych wstępnie łożysk kulkowych skośnych, należy uwzględnić działające zewnętrznie obciążenie promieniowe (F_{re}) i osiowe (F_{ae}), osiowe napięcie wstępne (F_{ao}) i rozkład obciążenia. Ten ostatni jest funkcją elementu tocznego do ugięcia bieżni, która jest proporcjonalna do (obciążenia)^{2/3}. Procedura obliczania popularnie stosowanych układów montażowych identycznych łożysk jest podana poniżej.

Tyłem do siebie, para łożysk



Przy zewnętrznym obciążeniu promieniowym (F_{re}), całkowite napięcie wstępne (F_{ap}) jest następujące:

$$F_{ap} = \frac{F_{re} \times 1.2 \times \tan \alpha + F_{ao}}{2}$$

Kiedy $F_{ap} > F_{ao}$, należy zastosować $F_{ap} = F_{ao}$

Łączna składowa osiowa (F_{a1}, F_{a2}) przy przyłożonym obciążeniu osiowym na każdym łożysku (1 i 2):

$$F_{a1} = 2/3 F_{ae} + F_{ap}$$

$$F_{a2} = F_{ap} - 1/3 F_{ae}$$

Gdy $F_{a2} \leq 0$ napięcie wstępne jest zwolnione i $F_{a1} = F_{ao}$ oraz $F_{a2} = 0$

Łączna składowa promieniowa obciążenia (F_r) na każdym łożysku jest dostosowywana proporcjonalnie do stosunku obciążenia osiowego na każdym łożysku do całkowitego obciążenia osiowego, przy czym każda składowa jest podnoszona do potęgi 2/3:

$$F_{r1} = \frac{F_{a1}^{2/3}}{F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times F_{re}$$

$$F_{r2} = \frac{F_{a2}^{2/3}}{F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times F_{re}$$

Dynamiczne promieniowe obciążenie równoważne (P_{r1}) i (P_{r2}) dla każdego łożyska jest obliczane z wzoru:

$$P_{r1} = X F_{r1} + Y F_{a1}$$

$$P_{r2} = X F_{r2} + Y F_{a2}$$

Wartości X i Y są uzyskiwane z Tabeli 1.1 (strona 139)

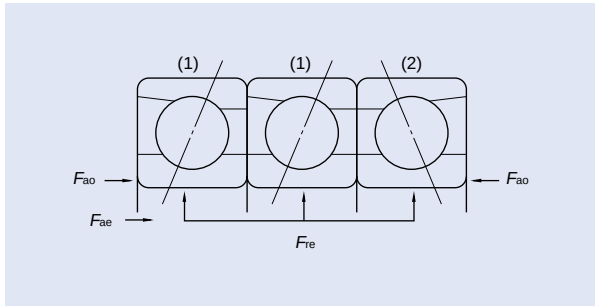
Bazowa trwałość nominalna (L_{10}) każdego łożyska wynosi:

$$L_{10(1)} = \frac{16\,667}{n} \left(\frac{C_r}{P_{r1}} \right)^3 \quad (\text{godzin})$$

$$L_{10(2)} = \frac{16\,667}{n} \left(\frac{C_r}{P_{r2}} \right)^3 \quad (\text{godzin})$$

Dwa łożyska można uznać za zespół i zgodnie z teorią prawdopodobieństwa trwałość zespołu, lub pary łożysk, będzie mniejsza niż najmniejsza trwałość poszczególnych łożysk. Stąd:

$$L_{10} = \frac{1}{\left(\frac{1}{L_{10(1)}^{1.1}} + \frac{1}{L_{10(2)}^{1.1}} \right)^{1.1}} \quad (\text{godzin})$$

Zestaw łożysk DBD

Pod zewnętrznym obciążeniem promieniowym (F_{re}), całkowite napięcie wstępne (F_{ap}) jest następujące:

$$F_{ap1} = \frac{F_{re} \times 1.2 \times \tan \alpha + F_{ao}}{4}$$

$$F_{ap2} = \frac{F_{re} \times 1.2 \times \tan \alpha + F_{ao}}{2}$$

gdy $F_{ap1} < F_{ao}/2$, należy zastosować $F_{ap1} = F_{ao}/2$

i $F_{ap2} < F_{ao}$, należy zastosować $F_{ap2} = F_{ao}$

Całkowita składowa osiowa obciążenia (F_{a1} , F_{a2}) na każdym łożysku przy zastosowanym obciążeniu osiowym:

$$F_{a1} = 0.4F_{ae} + F_{ap1}$$

$$F_{a2} = F_{ap2} - 0.2F_{ae}$$

gdy $F_{a2} \leq 0$ napięcie wstępne jest zwalniane, tak więc

$$F_{a1} = \frac{F_{ae}}{2} \quad \text{i} \quad F_{a2} = 0$$

Całkowita promieniowa składowa obciążenia (F_r) na każdym łożysku:

$$F_{r1} = \frac{F_{a1}^{2/3}}{2F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times F_{re}$$

$$F_{r2} = \frac{F_{a2}^{2/3}}{2F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times F_{re}$$

Dynamiczne równoważne obciążenie promieniowe (P_{r1})

i (P_{r2}) dla każdego łożyska:

$$P_{r1} = XF_{r1} + YF_{a1}$$

$$P_{r2} = XF_{r2} + YF_{a2}$$

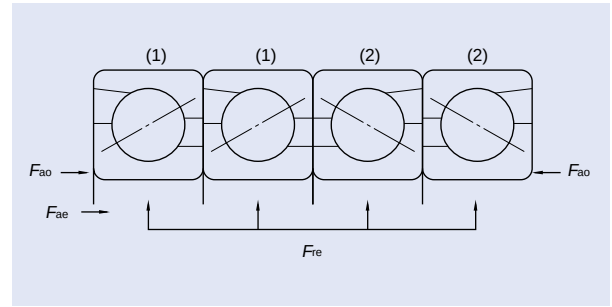
Wartości X i Y są uzyskiwane z Tabeli 1.1 (strona 139).

Bazowa trwałość nominalna (L_{10}) każdego łożyska wynosi:

$$L_{10(1)} = \frac{16\,667}{n} \left(\frac{C_r}{P_{r1}} \right)^3 \quad (\text{godzin})$$

$$L_{10(2)} = \frac{16\,667}{n} \left(\frac{C_r}{P_{r2}} \right)^3 \quad (\text{godzin})$$

$$L_{10} \text{ dla grupy} = \frac{1}{\left(\frac{1}{L_{10(1)}^{1.1}} + \frac{1}{L_{10(2)}^{1.1}} \right)^{1.1}} \quad (\text{godzin})$$

Zestaw łożysk DBB

Pod zewnętrznym obciążeniem promieniowym (F_{re}), całkowite napięcie wstępne (F_{ap}) jest następujące:

$$F_{ap} = \frac{F_{re} \times 1.2 \times \tan \alpha + F_{ao}}{4}$$

gdy $F_{ap} < F_{ao}/2$, należy zastosować $F_{ap} = F_{ao}/2$

Całkowita składowa osiowa obciążenia (F_{a1} , F_{a2}) na każdym łożysku przy zastosowanym obciążeniu osiowym:

$$F_{a1} = 1/3F_{ae} + F_{ap}$$

$$F_{a2} = F_{ap} - 1/6F_{ae}$$

gdy $F_{a2} \leq 0$ napięcie wstępne jest zwalniane, tak więc

$$F_{a1} = \frac{F_{ae}}{2} \quad \text{i} \quad F_{a2} = 0$$

Całkowita promieniowa składowa obciążenia (F_r) na każdym łożysku:

$$F_{r1} = \frac{F_{a1}^{2/3}}{F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times \frac{F_{re}}{2}$$

$$F_{r2} = \frac{F_{a2}^{2/3}}{F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times \frac{F_{re}}{2}$$

Dynamiczne równoważne obciążenie promieniowe (P_{r1})

i (P_{r2}) dla każdego łożyska:

$$P_{r1} = XF_{r1} + YF_{a1}$$

$$P_{r2} = XF_{r2} + YF_{a2}$$

Wartości X i Y są uzyskiwane z Tabeli 1.1 (strona 139).

Bazowa trwałość nominalna (L_{10}) każdego łożyska wynosi:

$$L_{10(1)} = \frac{16\,667}{n} \left(\frac{C_r}{P_{r1}} \right)^3 \quad (\text{godzin})$$

$$L_{10(2)} = \frac{16\,667}{n} \left(\frac{C_r}{P_{r2}} \right)^3 \quad (\text{godzin})$$

$$L_{10} \text{ dla grupy} = \frac{1}{\left(\frac{1}{L_{10(1)}^{1.1}} + \frac{1}{L_{10(2)}^{1.1}} \right)^{1.1}} \quad (\text{godzin})$$

1. TRWAŁOŚĆ

Nowa teoria trwałości

Wprowadzenie

Technologia łożyskowa rozwinęła się gwałtownie w ostatnich latach, szczególnie w obszarach dokładności wymiarowej i czystości materiału. W rezultacie, łożyska mogą mieć teraz większą toczną trwałość zmęczeniową w czystszy środowisku niż trwałość, jaką uzyskuje się z tradycyjnego wzoru ISO na trwałość. Ta zwiększona trwałość jest częściowo wynikiem znaczącego postępu technologicznego dotyczącego zagadnień związanych z łożyskami, takich jak czystość środków smarnych i filtracja.

Konwencjonalny wzór na trwałość łożyska, oparty na teorii G. Lundberga i A. Palmgren (zwanej dalej teorią L-P) dotyczy jedynie płatkowania rozpoczynającego się podpowierzchniowo. Jest to zjawisko, w którym pęknięcia pojawiają się początkowo z powodu dynamicznych naprężeń ścinających występujących bezpośrednio pod powierzchnią toczną, a następnie osiągających stopniowo powierzchnię i ujawniających się w postaci płatkowania.

$$1n \frac{1}{S} \propto \frac{\tau_o^c \cdot N^e \cdot V}{Z_o^h}$$

Nowy wzór obliczania trwałości, opracowany przez NSK, stanowi wyraz teorii, zgodnie z którą toczna trwałość zmęczeniowa jest sumą całkowitych łącznych efektów zarówno płatkowania zapoczątkowywanego podpowierzchniowo, jak i występującego jednocześnie płatkowania pojawiającego się na powierzchni.

Nowy wzór obliczania trwałości opracowany przez NSK

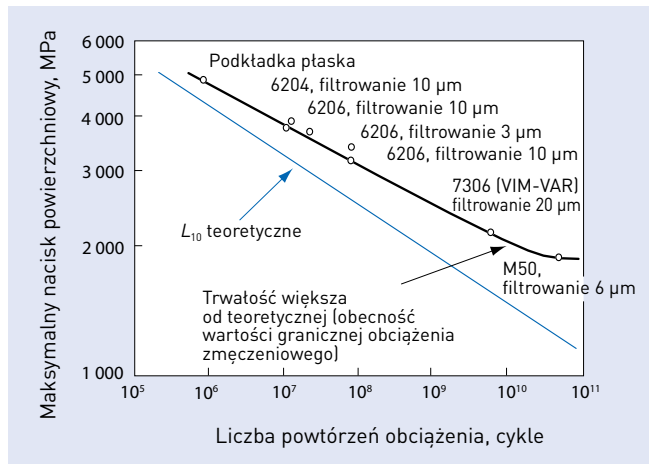
(1) płatkowanie zapoczątkowywane podpowierzchniowo

Warunkiem wstępnym płatkowania zapoczątkowywanego podpowierzchniowo łożysk tocznych jest stykanie się elementów tocznych z bieżnią poprzez wystarczający i ciągły film olejowy przy czystym środku smarnym.

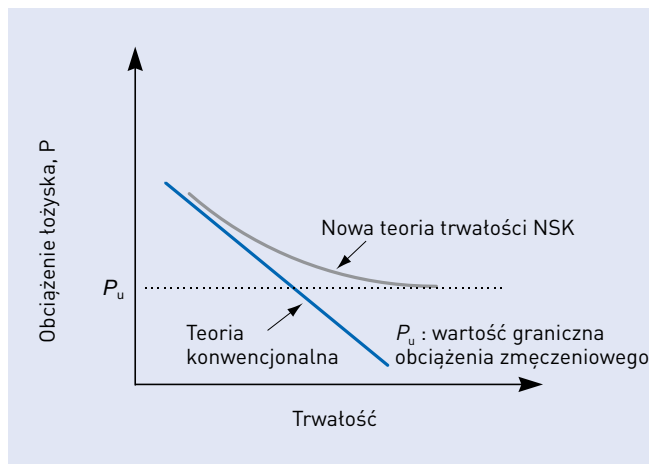
Rys. 1.1 pokazuje wykres trwałości L_{10} dla wszystkich warunków testowych przy maksymalnym nacisku powierzchniowym (P_{max}) oraz liczbą powtórzonych przyłożonych obciążeń na, odpowiednio, osi rzędnych i odciętych.

Na wykresie, linia teoretycznej L_{10} jest teoretyczną linią uzyskaną z konwencjonalnego wzoru na trwałość. W miarę spadku maksymalnego nacisku powierzchniowego, linia faktycznej trwałości oddziela się od linii wykreślonej na podstawie konwencjonalnych obliczeń teoretycznych i przesuwa się w kierunku większej trwałości. Rozdzielenie to sugeruje obecność granicznego obciążenia zmęczeniowego P_u , poniżej którego nie występuje zmęczenie toczne. Zostało to zilustrowane lepiej na Rys. 1.2.

Rys. 1.1 Wyniki badania trwałości przy czystym środku smarnym



Rys. 1.2 Nowa teoria trwałości NSK uwzględniająca wartość graniczną trwałości



(2) Płatkowanie zapoczątkowywane na powierzchni

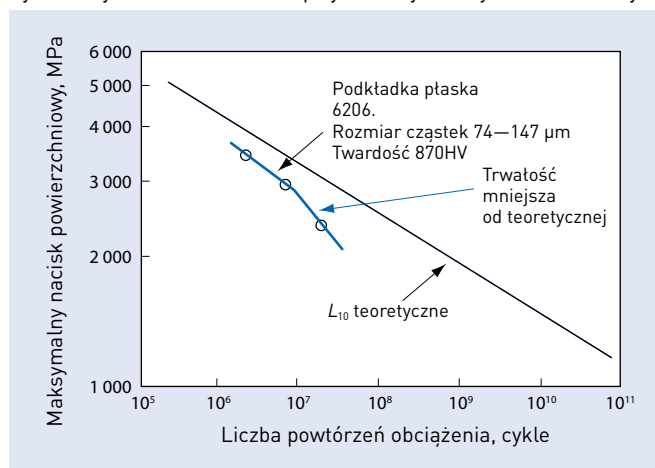
W rzeczywistych warunkach pracy łożyska środek smarny często jest zanieczyszczony ciałami obcymi, takimi jak opiłki metalowe, zadziory, piasek odlewniczy itp. Gdy obce ciała mieszają się ze środkiem smarnym, cząsteczki są wprasowywane w bieżnię przez elementy toczne i na powierzchni bieżni i elementów tocznych pojawiają się wgłębienia. Na krawędziach wgłębień następuje koncentracja naprężeń, powodująca niewielkie pęknięcia, które z czasem przekształcają się w złuszczenia bieżni i elementów tocznych.

Jak pokazano na Rys. 1.3, rzeczywista trwałość jest mniejsza niż trwałość obliczana konwencjonalnie, w sytuacji zanieczyszczenia środka smarnego i przy niewielkim maksymalnym nacisku powierzchniowym. Linia rzeczywistej trwałości oddziela się od linii wykreślonej na podstawie obliczeń trwałości teoretycznej i przesuwa się w kierunku mniejszej trwałości. Wynik ten pokazuje, że rzeczywista trwałość w warunkach zanieczyszczonego środka smarnego ulega dalszemu zmniejszeniu w stosunku do trwałości teoretycznej z powodu spadku maksymalnego nacisku powierzchniowego.

Tabela 1.3 Wartość współczynnika zanieczyszczenia a_c

	Bardzo czysty	Czysty	Normalny	Zanieczyszczony	Bardzo zanieczyszczony
Współczynnik a_c	1	0.8	0.5	0.4–0.1	0.05
Wytyczne dot. zastosowania	filtracja 10 μm	filtracja 10–30 μm	filtracja 30–100 μm	Filtracja powyżej 100 μm lub brak filtracji (kąpiel olejowa, smarowanie cyrkulacyjne itp.)	Brak filtracji, obecność wielu małych cząstek
Przykłady zastosowania	Uszczelnione łożyska smarowane wstępnie smarem do urządzeń elektrycznych oraz urządzeń technologii informacyjnych itp.	Uszczelnione łożyska smarowane wstępnie smarem do silników elektrycznych. Uszczelnione łożyska smarowane smarem do osi wagonów kolejowych i obrabiarek itp.	Zastosowania normalne. Łożyska piast kół samochodowych itp.	Łożyska do układu przekazywania napędu w samochodach. Łożyska do przemysłowych przekładni. Łożyska do maszyn budowlanych itp.	—

Rys. 1.3 Wyniki badania trwałości przy zanieczyszczonym środku smarnym



Nowy wzór obliczania trwałości opracowany przez NSK uwzględnia tendencję wyników badania trwałości w czystym środowisku i w strefie niewielkiego obciążenia. W oparciu o te wyniki nowe równanie trwałości jest funkcją $(P-P_u)/C$, na którą wpływ mają konkretne warunki smarowania określone parametrem smarowania. Ponadto, przyjmuje się, że różne typy i kształty obcych cząstek mogą w dużym stopniu wpływać na obciążenie łożyska i warunki smarowania oraz że taki związek można wyrazić jako funkcję parametru obciążenia. Ta zależność nowego wzoru obliczania trwałości jest definiowany jako $(P-P_u)/C \cdot 1/a_c$.

Wzór obliczania płatkowania powstającego powierzchniowo, oparty na powyższej koncepcji, jest następujący:

$$1n \frac{1}{S} \propto N^e \int_V \frac{(\tau - \tau_u)^c}{Z_o^h} dV \times \left\{ \frac{1}{f(a_c, a_L)} - 1 \right\}$$

V = wielkość obciążenia

Współczynnik zanieczyszczenia w terminach czystości środka smarnego został pokazany w Tabeli 1.3. Wyniki badań łożysk kulkowych i wałeczkowych ze smarowaniem smarem i filtracją pokazują trwałość jako kilkukrotnie większą niż wynikająca z obliczeń dla zanieczyszczonego środka smarnego. Gdy obiekty obce mają twardość przekraczającą 350 HV, twardość staje się istotnym czynnikiem i na bieżni pojawiają się wgłębienia. Uszkodzenia zmęczeniowe powstające z tych wgłębienia mogą w krótkim czasie przerodzić się w łuszczenie. Wyniki badań łożysk kulkowych i wałeczkowych w warunkach zanieczyszczenia obcymi ciałami pokazują trwałość 3 do 10 razy mniejszą niż trwałość obliczona wzorem konwencjonalnym. Opierając się na tych wynikach badań, dla potrzeb nowej teorii trwałości NSK współczynnik zanieczyszczenia a_c został sklasyfikowany w pięciu poziomach.

(3) Nowy wzór obliczania trwałości

Następujący wzór, łączący łuszczenie powstające podpowierzchniowo i łuszczenie powstające powierzchniowo, proponuje się jako nowy wzór obliczania trwałości.

$$1n \frac{1}{S} \propto N^e \int_V \frac{(\tau - \tau_u)^c}{Z_o^h} dV \times \left\{ \frac{1}{f(a_c, a_L)} \right\}$$

$$L_{\text{able}} = a_1 \cdot a_{\text{NSK}} \cdot L_{10}$$

1. TRWAŁOŚĆ

Współczynnik korekcji trwałości a_{NSK}

Współczynnik korekcji trwałości a_{NSK} jest funkcją parametru smarowania $(P - P_u)/C \cdot 1/a_c$ jak niżej:

$$a_{NSK} \propto F \left\{ a_L, \left(\frac{P - P_u}{C a_c} \right) \right\}$$

Nowa teoria trwałości opracowana przez NSK uwzględnia zwiększający trwałość efekt ulepszanego materiału i obróbki cieplnej dzięki zastosowaniu współczynnika korekcji a_c . Teoria wykorzystuje także współczynnik lepkości k ($k = \nu/\nu_1$, gdzie ν to lepkość robocza, a ν_1 lepkość wymagana), ponieważ parametr smarowania a_L zmienia się wraz ze stopniem tworzenia filmu olejowego, w oparciu o rodzaj środka smarnego i temperaturę pracy. Teoria wskazuje, że im lepsze są warunki smarowania (większe k), tym większa jest trwałość.

Rysunki 1.4 i 1.5 pokazują wykresy współczynnika korekcji a_{NSK} jako funkcji nowego wzoru obliczania trwałości. Ponadto, w tym nowym wzorze obliczania trwałości, styk punktowy i styk liniowy są rozpatrywane oddzielnie dla, odpowiednio, łożysk kulkowych i wałeczkowych.

Nowy wzór obliczania trwałości L_{able}

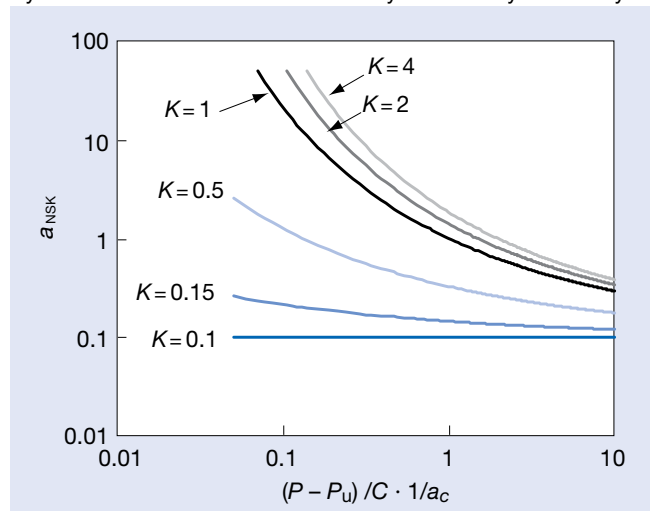
Koncepcja nowego wzoru obliczania trwałości jest uproszczona do jednego czynnika, jak pokazano we wzorze poniżej, w którym konwencjonalny wzór obliczania trwałości (L_{10}) jest pomnożony przez współczynnik korekcji (a_{NSK}) i współczynnik niezawodności (a_1 ; Tabela 1.4):

$$L_{able} = a_1 \cdot a_{NSK} \cdot L_{10}$$

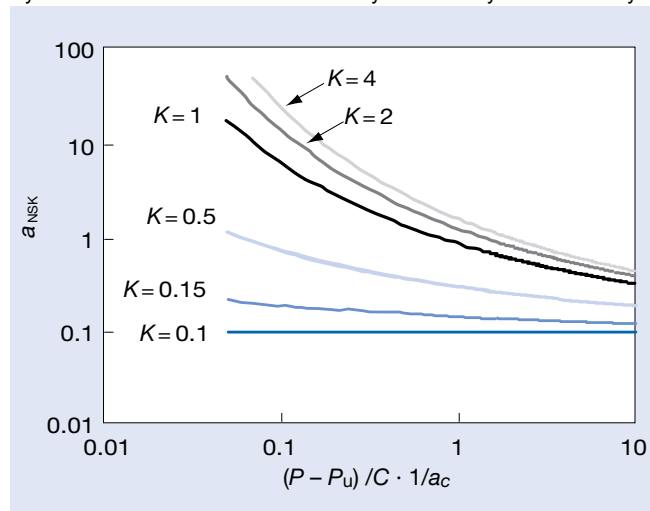
Tabela 1.4 Współczynnik niezawodności

Niezawodność (%)	90	95	96	97	98	99
Współczynnik niezawodności	1,00	0,62	0,53	0,44	0,33	0,21

Rys. 1.4 Nowe obliczanie trwałości – wykres dla łożysk kulkowych



Rys. 1.5 Nowe obliczanie trwałości – wykres dla łożysk wałeczkowych



Dostęp do narzędzi obliczeniowych NSK

Odwiedź naszą witrynę pod adresem <http://www.nsk.com>

Trwałość łożysk wysokoobrotowych

Gdy łożyska pracują z dużą prędkością, konieczne jest uwzględnienie oprócz obciążenia zewnętrznego obciążenia wewnętrznego generowanego przez siłę odśrodkową działającą na elementy toczne.

Dla obliczenia warunków obciążenia dla łożyska pracującego z dużymi prędkościami (przekraczającymi $800\,000\,d_m n$) konieczne jest zastosowanie komputera.

Równowaga pomiędzy siłami działającymi na elementy toczne i pierścienie wewnętrzny / zewnętrzny, jak również zmiany kąta działania łożyska są uzyskiwane za pomocą obliczeń aproksymacyjnych (¹⁾), w oparciu o warunki obciążenia łożyska (obciążenie promieniowe, obciążenie osiowe, siła odśrodkowa działająca na elementy toczne itp.

Trwałość jest początkowo obliczana dla każdego poszczególnego elementu tocznego pod obciążeniem pomiędzy pierścieniem wewnętrznym i zewnętrznym, a następnie uzyskuje się trwałość całego pojedynczego rzędu łożyska.

(¹) Obliczenia aproksymacyjne pozwalają NSK obliczyć z dużą dokładnością siłę odśrodkową działającą na kulki i na faktyczne przeprowadzenie obliczeń dla elementu tocznego.

Dla obliczeń trwałości łożysk używanych w zastosowaniach wymagających dużych prędkości prosimy o skontaktowanie się z NSK.

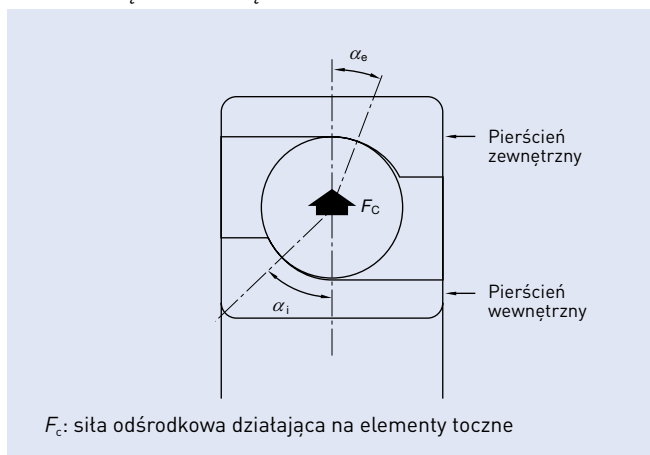
Trwałość ceramicznych łożysk hybrydowych

Wartości C_r , C_{or} i normy L_{10} nie istnieją w normie ISO281 dla łożysk ceramicznych.

Trwałość łożysk ceramicznych jest jednakże zazwyczaj większa niż konwencjonalnych łożysk stalowych w tych samych odpowiednich warunkach roboczych.

Twierdzenie to może być prawdziwe zwłaszcza w sytuacjach, gdy siła odśrodkowa działająca na kulki jest znaczna.

Rys. 1.6 Zmiana kąta działania łożyska spowodowana siłą odśrodkową



2. STATYCZNA NOŚNOŚĆ BAZOWA I STATYCZNE OBCIĄŻENIE RÓWNOWAŻNE

Statyczna nośność bazowa

Łożyska toczne mogą ulec miejscowym trwałym deformacjom elementów tocznych i powierzchni bieżni pod wpływem przyłożenia nadmiernego obciążenia lub silnego obciążenia uderowego. Przekroczona zostanie wówczas granica elastyczności. Deformacje nieelastyczne zwiększają się na powierzchni i w głąb wraz ze zwiększaniem się obciążenia, a kiedy obciążenie przekracza pewną granicę, wówczas utrudniona jest równomierna praca łożyska.

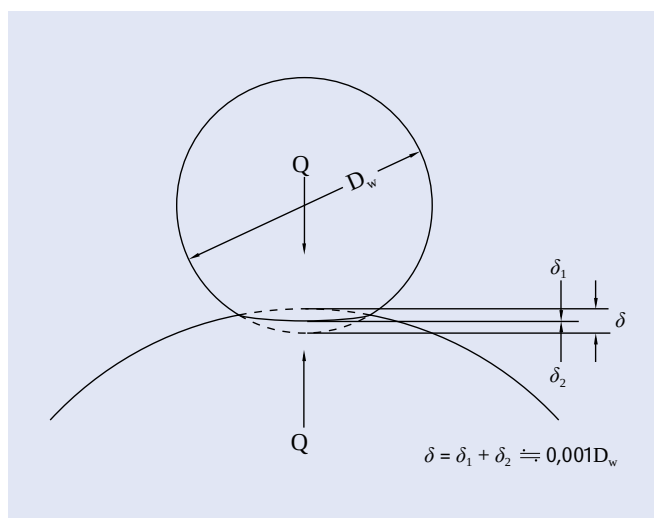
Bazowa nośność statyczna definiowana jest jako statyczne obciążenie, które powoduje następujący obliczony nacisk stykowy w środku powierzchni kontaktu pomiędzy elementem tocznym, wystawionym na maksymalny nacisk, a powierzchnią bieżni.

Dla łożysk kulkowych: 4 200MPa

Dla łożysk wałeczkowych: 4 000MPa

W tej najmocniej naciskanej powierzchni styczności suma trwałej deformacji elementu tocznego i bieżni wynosi prawie 0,0001 średnicy elementu tocznego. W tabelach łożysk nośność statyczna bazowa C_0 jest zapisywana jako C_{0r} dla łożysk poprzecznych, a C_{0a} dla łożysk wzdłużnych.

Rys. 2.1 Relacja pomiędzy wgnieceniem i bazową nośnością statyczną.



Statyczne obciążenia równoważne

Statyczne obciążenie równoważne jest hipotetycznym obciążeniem, które wywołuje napężenie stykowe, równe powyższemu maksymalnemu naciskowi w rzeczywistych warunkach. Statyczne obciążenie promieniowe przechodzące przez środek łożyska uznane jest jako statyczne obciążenie równoważne dla łożysk poprzecznych, podczas gdy statyczne obciążenie w kierunku zgodnym z osią łożyska uznane jest jako statyczne obciążenie równoważne dla łożysk wzdłużnych.

Statyczne obciążenie równoważne w łożyskach poprzecznych. Większa z dwóch wartości obliczonych z następujących równań powinna być przyjęta jako statyczne obciążenie równoważne w łożyskach poprzecznych.

$$P_0 = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

$$P_0 = F_r$$

Statyczne obciążenie równoważne w łożyskach wzdłużnych:

$$P_0 = X_0 F_r + F_a \quad \alpha \neq 90^\circ$$

Tabela 2.1 Statyczne obciążenie równoważne $P_0 = X_0 F_r + Y_0 F_a$

Kąt pracy łożyska	Pojedyncze, DT		DB lub DF	
	X_0	Y_0	X_0	Y_0
15	0.5	0.46	1	0.92
18	0.5	0.42	1	0.84
25	0.5	0.38	1	0.76
30	0.5	0.33	1	0.66
40	0.5	0.26	1	0.52

gdzie

P_0 : Statyczne obciążenie równoważne (N)
 F_r : Obciążenie promieniowe (N)
 F_a : Obciążenie osiowe (N)
 X_0 : Współczynnik statycznego obciążenia promieniowego
 Y_0 : Współczynnik statycznego obciążenia osiowego

W przypadku łożyska pojedynczego lub układu DT

i $F_r > 0.5 F_r + Y_0 F_a$, należy zastosować $P_0 = F_r$

Współczynnik dopuszczalnego obciążenia statycznego

Dopuszczalne statyczne obciążenie równoważne dla łożysk różni się w zależności od bazowej nośności statycznej, jak również od ich zastosowania i warunków pracy. Współczynnik dopuszczalnego obciążenia statycznego jest współczynnikiem bezpieczeństwa, który jest stosowany do bazowej nośności statycznej i jest definiowany przez stosunek z poniższego równania:

$$f_s = (C_0 / P_0)$$

gdzie

C_0 : Bazowa nośność statyczna (N)

P_0 : Statyczne obciążenie równoważne (N)

Tabela 2.2 Wartości współczynnika dopuszczalnego obciążenia statycznego f_s

Warunki pracy	Niższy limit f_s	
	Łożyska kulkowe	Łożyska wałeczkowe
Zastosowania wymagające niskiego poziomu szumu	2,0	3,0
Łożyska narażone na wibracje i obciążenia uderowe	1,5	2,0
Standardowe warunki pracy	1,0	1,5

Dopuszczalne obciążenia osiowe

W celu zoptymalizowania pracy łożyska NSK zdefiniowała dopuszczalne obciążenia osiowe statyczne, w oparciu o dwie następujące sytuacje:

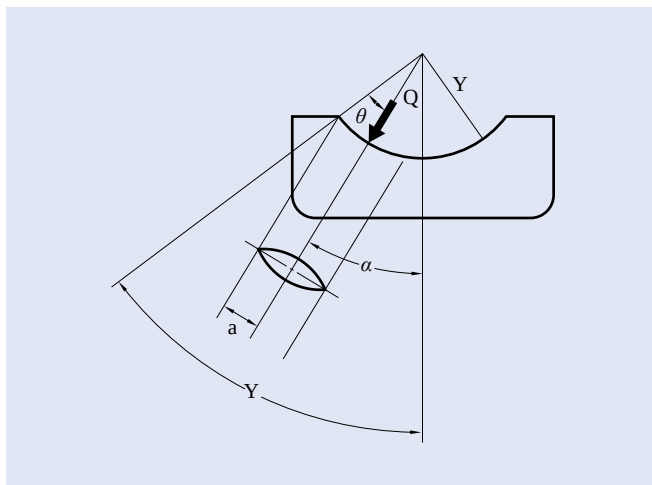
1. Obciążenie graniczne, przy którym tworzy się elipsa stykowa pomiędzy kulkami i bieżnią spowodowana zmianą kąta działania łożyska, gdy łożysko poprzeczne, obciążane osiowo, przemieszcza się po bieżni w kierunku do krawędzi.
2. Wartość statycznego obciążenia równoważnego P_0 , która jest określana na podstawie bazowej nośności statycznej C_0 z zastosowaniem współczynnika obciążenia statycznego Y_0 .

Dopuszczalne obciążenie osiowe jest określane przez mniejszą z dwóch wartości zdefiniowanych powyżej.

Wartość ta została potwierdzona przez doświadczenie i obejmuje współczynnik bezpieczeństwa.

(Dopuszczalne obciążenia osiowe, patrz tabele łożysk).

Rys. 2.2 Elipsa stykowa i graniczne obciążenia osiowe



3. UKŁADY ŁOŻYSK KULKOWYCH SKOŚNYCH

Dostępne układy łożysk kulkowych skośnych

Normalnie NSK dostarcza pasowane superprecyzyjne łożyska kulkowe skośne jako układy dwu-, trzy- i czterorzędowe. Układy dostępne dla końców ustalonych wrzecion to zazwyczaj układy dwurzędowe (DB), trzorzędowe (DBD) i czterorzędowe (DBB). W przypadku jednakże układów trzorzędowych, ponieważ rozkład napięcia wstępnego na każde łożysko nie jest jednakowy, optymalny zakres ustawień napięcia wstępnego jest bardzo ograniczony, co sprawia, że układy takie nie nadają się do zastosowań wymagających wysokich prędkości obrotowych.

Łożyska parowane produkowane są jako zestawy, tak aby po ich zamontowaniu obok siebie automatycznie uzyskiwane było dane napięcie wstępne. Rozrzut średnic otworów i średnic zewnętrznych dla pary pasowanych łożysk wynosi mniej niż 1/3 zakresu dopuszczalnego pola tolerancji.

Tabela 3.1 Właściwości poszczególnych układów

	DB	DF	DT	DBD	DBB
Kierunek obciążenia	↔	↔	→	↔	↔
Sztwność pod obciążeniem momentem	◎	○	△	◎	◎
Prędkość	◎	◎	◎	△	○
Generowanie ciepła	◎	◎	◎	△	○
Sztwność	○	○	△	◎	◎

◎ Znakomita ◎ Bardzo dobra ○ Dobra △ Poprawna → Tylko w jednym kierunku ↔ Dwukierunkowo

Charakterystyka każdego układu

● Układ „O” / DB / (back-to-back)

Możliwość przenoszenia obciążeń osiowych w obu kierunkach i obciążeń promieniowych. Ponieważ odległość pomiędzy punktami obciążenia efektywnego jest duża, typ ten nadaje się do zastosowań, w których występują obciążenia momentem. Jednakże jeżeli dokładność obudowy nie jest wystarczająca i jeżeli występuje niewspółosiowość wrzeciona, obciążenia wewnętrzne łożysk mogą być na tyle duże, że mogą potencjalnie powodować przedwczesne uszkodzenia z uwagi na większą sztywność na obciążenia momentem.

● Układ „X” / DF / (face-to-face)

W porównaniu z typem DB, odległość pomiędzy punktami obciążenia efektywnego jest mała, a więc zdolność do wytrzymywania obciążeń momentem jest mniejsza niż typu DB.

Z drugiej strony, ten typ nadaje się do zastosowania w sytuacjach, gdy obudowa ma mniejszą dokładność lub w przypadku większych ugięć wału wrzeciona, z powodu małej sztywności na ugięcia wału wrzeciona.

● Układ tandem, DT

Możliwość przenoszenia obciążeń osiowych w jednym kierunku i obciążeń promieniowych. Ponieważ sztywność osiowa tego typu jest dwa razy większa od sztywności osiowej pojedynczego rzędu łożysk, układ ten jest stosowany, gdy obciążenie osiowe w jednym kierunku jest duże.

● Układ trójrzędowy, DBD

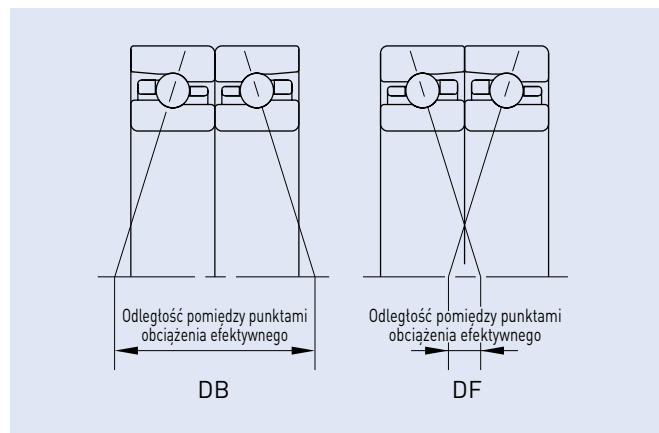
Możliwość przenoszenia obciążeń osiowych w obu kierunkach i obciążeń promieniowych. Jednakże rozkład napięcia wstępnego na każde łożysko nie jest jednakowy i napięcie wstępne po stronie łożyska ustawionego przeciwnie (pojedynczego) jest dwukrotnie większe niż po drugiej stronie. W konsekwencji, typ ten nie nadaje się do pracy z wysoką prędkością z uwagi na duże zwiększenie obciążenia wewnętrznego po stronie pojedynczego łożyska, które może prowadzić do uszkodzenia łożyska.

● Układ czterorzędowy, DBB

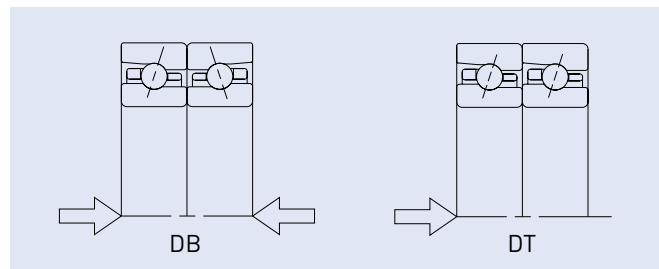
Możliwość przenoszenia obciążeń osiowych w obu kierunkach i obciążeń promieniowych.

W sytuacjach, gdy luz osiowy jest taki sam, jak w układzie DB, napięcie wstępne i sztywność są dwukrotnie większe niż w przypadku układu DB. Ponadto, dopuszczalne obciążenie osiowe układu czterorzędowego jest większe niż układu DB.

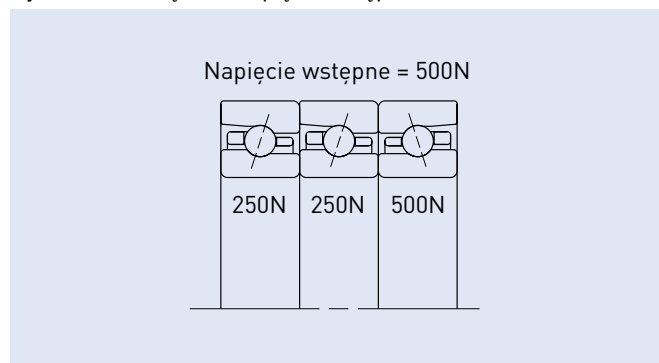
Rys. 3.1 Odległość pomiędzy punktami obciążenia efektywnego w układach „O” i „X”.



Rys. 3.2 Kierunek obciążenia w układach „O” i tandem



Rys. 3.3 Wewnętrzne napięcie wstępne w układzie DBD



Porównanie ugięcia wału w układzie „O” (back-to-back) i „X” (face-to-face)

Szttywność na obciążenie momentem w układach „O” (back-to-back) i „X” (face-to-face) jest różna, co pokazuje poniższe równanie porównawcze ugięcia wału. W przykładzie tym po stronie przedniej zastosowane są łożyska kulkowe skośne (75BNR10XET) i typowe ugięcia wału pokazane są zarówno dla układu DB, jak i DF. Po przyłożeniu obciążenia promieniowego 1000 N na końcówce wrzeciona, przemieszczenie promieniowe końca wrzeciona jest obliczane następująco:

$$\sigma_{DB} = 2.4079 \times 10^{-2}$$

$$\sigma_{DF} = 2.9853 \times 10^{-2}$$

Pokazuje to efekt odległości pomiędzy punktami obciążenia efektywnego na ugięcie wrzeciona.

Instrukcje montażu dla łożysk kulkowych skośnych – metoda dopasowywania

Kierunek dopasowywania

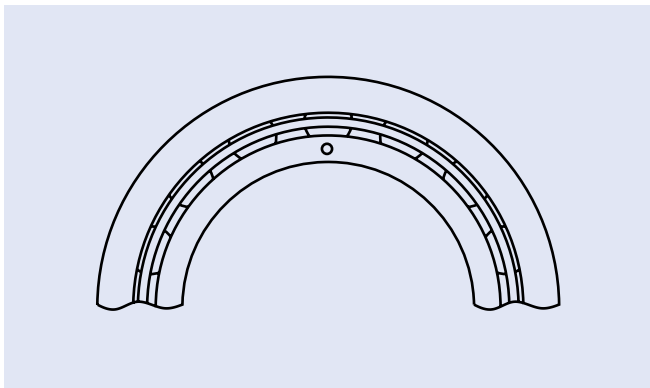
W przypadku łożysk parowanych bardzo ważna jest kolejność montażu i kierunek przykładania obciążenia.

Na powierzchniach zewnętrznych pierścieni łożysk zaznaczony jest znak „V”, tak jak to pokazano na rysunku po prawej stronie. Gdy łożyska zostaną zamontowane tak, aby oznaczenia na nich tworzyły znak „V”, oznacza to, że zostały zamontowane i ustawione poprawnie.

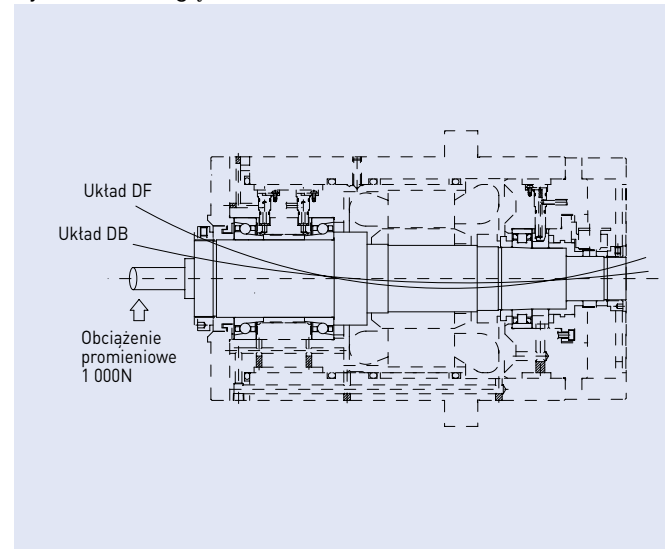
Na powierzchni bocznej lub na powierzchni ściętej pierścieni wewnętrznych zaznaczony jest znak „O” wskazujący pozycję maksymalnego bicia promieniowego. Optymalna dokładność osiągnięta jest wtedy, gdy łożysko jest zamontowane tak, aby symbol „O” znajdował się dokładnie naprzeciw pozycji maksymalnego bicia wału wrzeciona.

Na pierścieniu zewnętrznym pozycja maksymalnego bicia promieniowego jest zaznaczona pozycją „V”.

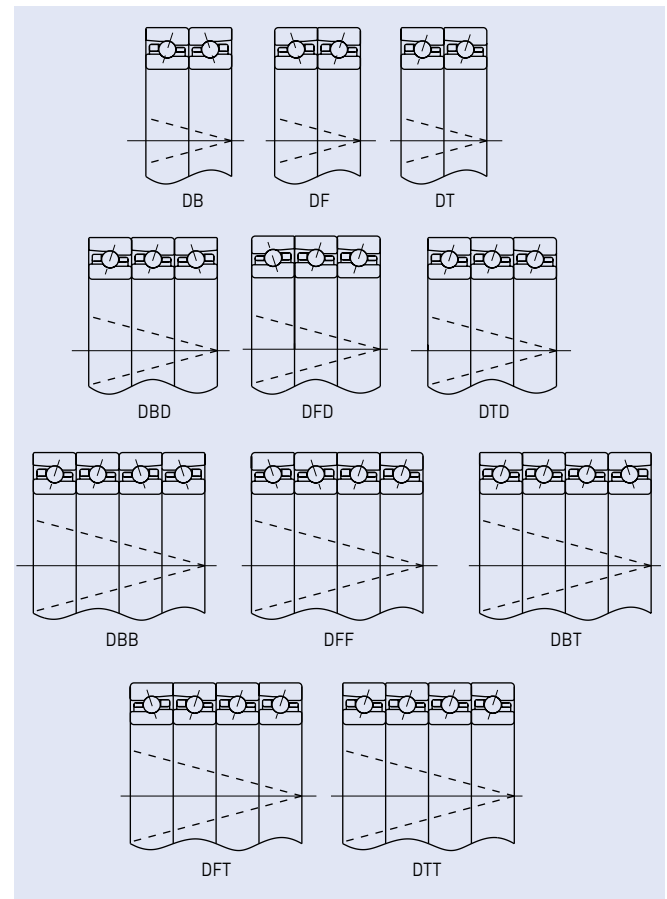
Rys. 3.5 Symbol wskazujący pozycję maksymalnego bicia promieniowego pierścienia wewnętrznego



Rys. 3.4 Linia ugięcia wrzeciona



Rys. 3.6 Układy łożysk kulkowych skośnych



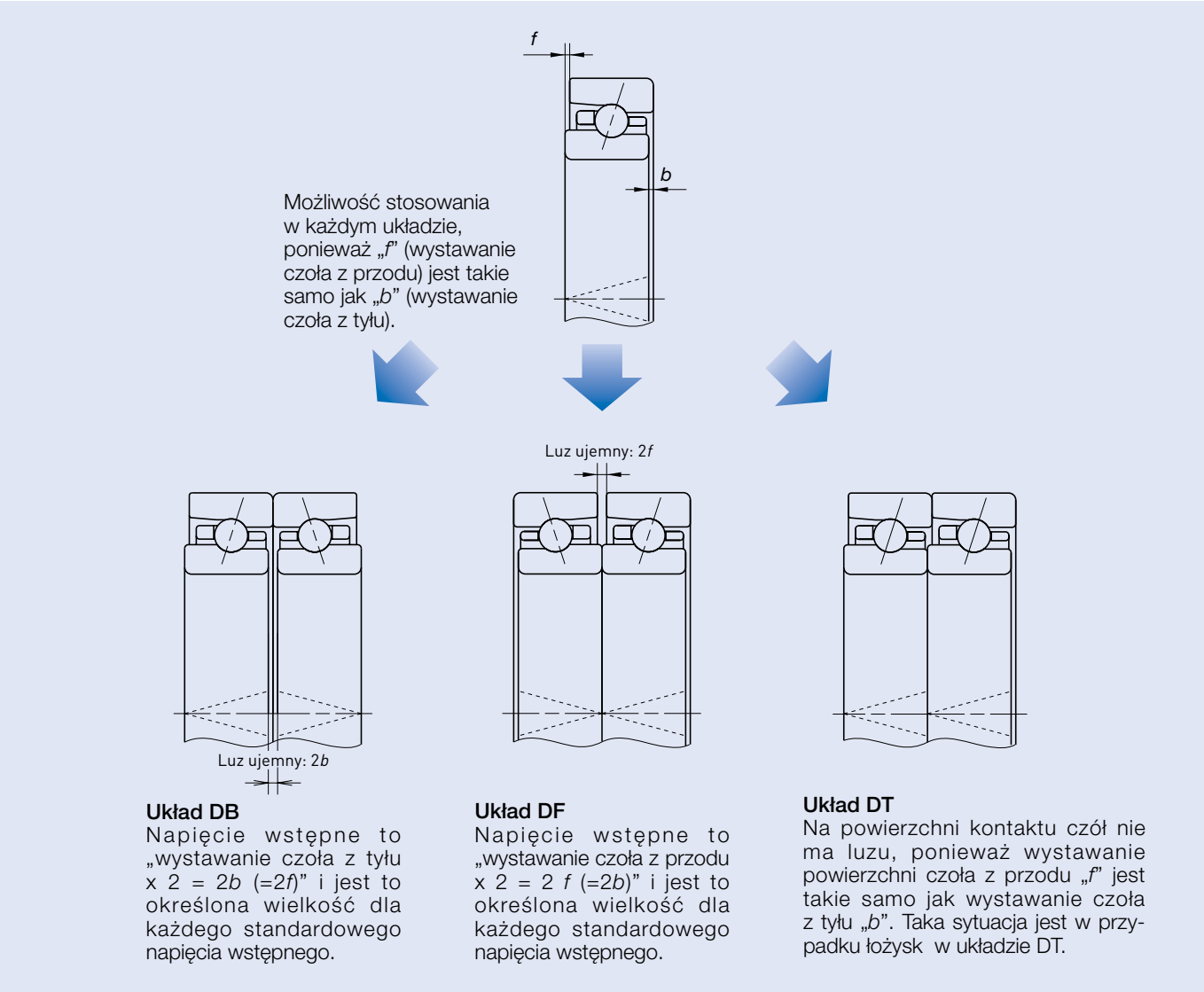
3. UKŁADY ŁOŻYSK KULKOWYCH SKOŚNYCH

Układy uniwersalne

NSK dostarcza łożyska kulkowe skośne do uniwersalnego parowania, które charakteryzują się takim samym wystawianiem czoł pierścieni z przodu, jak i z tyłu. Oznacza to, że gdy parowane są łożyska posiadające ten sam numer referencyjny, posiadają one określoną wielkość dla każdego standardowego napięcia wstępnego.

W przypadku łożysk do układu uniwersalnego, znaki układu „V” na powierzchni pierścienia zewnętrznego zapobiegają błędom „kierunku”, zapewniając poprawne parowanie łożysk przy montażu i wskazując kierunek kąta działania łożyska.

Rys. 3.7 Układ uniwersalny



Różnica pomiędzy łożyskami SU i DU

Istnieją dwa typy łożysk NSK do uniwersalnego parowania, pokazane w tabeli poniżej.

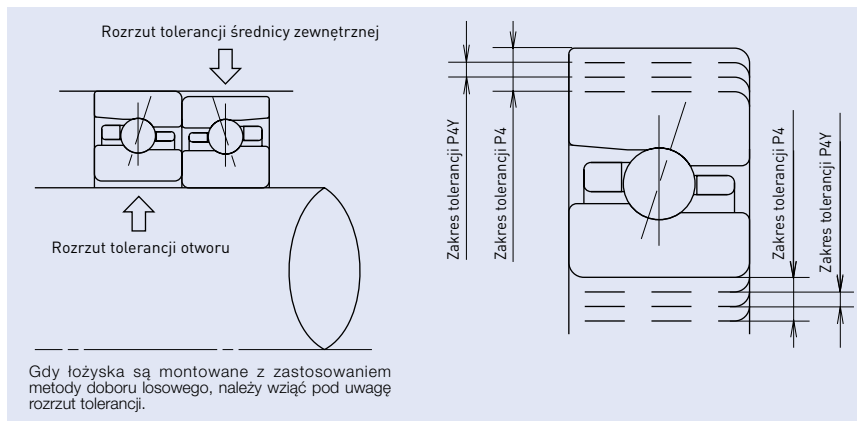
Tabela 3.2 Charakterystyka łożysk SU i DU

	SU	DU
Liczba rzędów łożysk	1	2
Rozrzut tolerancji otworu i średnicy zewnętrznej	–	Kontrolowana w zakresie 1/3 tolerancji

Uwaga dotycząca stosowania pojedynczych łożysk uniwersalnych (SU)

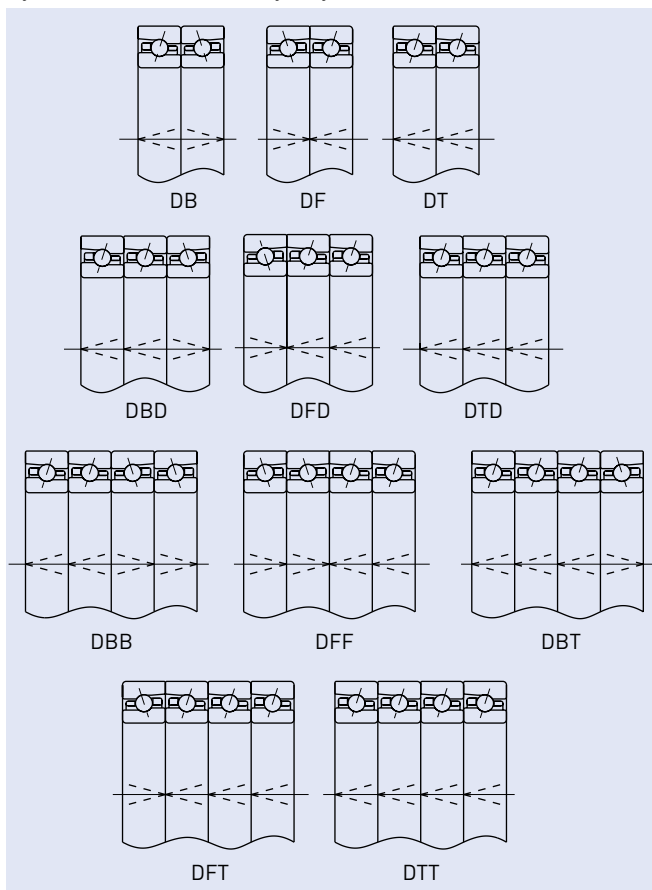
- Gdy łożyska te stosowane są do tworzenia układów wielorzędowych, zaleca się, aby rozrzut tolerancji otworu i średnicy zewnętrznej wynosił 1/3 zakresu tolerancji.
- Istnieją także łożyska o specjalnej klasie dokładności „P4Y”, która dopuszcza niewielki rozrzut tolerancji otworu i średnicy zewnętrznej. Klasa tolerancji „P4Y” posiada taką samą dokładność obrotu, jak klasa P4, ale mniejszy zakres tolerancji otworu i średnicy zewnętrznej w porównaniu do P4. Jest ona odpowiednia dla łożysk do uniwersalnego parowania „metodą doboru losowego”.
- Klasa „P4Y” jest odpowiednia dla łożysk do uniwersalnego parowania „metodą doboru losowego”. Jeżeli jednakże łożyska te pracują z prędkością ponad $1500000 d_m n$, istnieje możliwość, że taki bardzo niewielki rozrzut pasowania z wrzecionem lub z obudową może doprowadzić do uszkodzenia łożyska spowodowanego niezrównoważeniem obciążenia wewnętrznego w każdym z rzędów. Jeżeli łożyska te mają być wykorzystane w takich wymagających dużych prędkości zastosowaniach, należy wziąć ten fakt pod uwagę.

Rys. 3.8 Klasa tolerancji P4 i klasa dokładności P4Y



Znak układu i metoda parowania dla łożysk uniwersalnych.

Rys. 3.9 Układ uniwersalny łożysk



Tolerancja otworu i średnicy zewnętrznej (klasa 4Y)

Tabela 3.3 Tolerancja średnicy otworu pierścienia wewnętrznego

Jednostka: μm

Średnica otworu		Klasa 4		Klasa 4Y (kontrolowana dla wartości średniej)	
Powyżej	Włącznie	Górna	Dolna	Górna	Dolna
30	50	0	-6	-1	-3
50	80	0	-7	-2	-5
80	120	0	-8	-3	-6
120	150	0	-10	-3	-7

*Tolerancje dla łożysk o średnicy otworu poniżej 30 mm są takie same jak wartości dla łożysk o średnicach otworów 30–50 mm.

Tabela 3.4 Tolerancja średnicy zewnętrznej pierścienia zewnętrznego

Jednostka: μm

Średnica zewnętrzna		Klasa 4		Klasa 4Y (kontrolowana dla wartości średniej)	
Powyżej	Włącznie	Górna	Dolna	Górna	Dolna
50	80	0	-7	-2	-6
80	120	0	-8	-2	-6
120	150	0	-9	-3	-7
150	180	0	-10	-3	-7
180	200	0	-11	-4	-9
200	Poniżej 215	0	-11	-2	-9

*Tolerancje dla łożysk o średnicy zewnętrznej poniżej 50 mm są takie same jak wartości dla łożysk o średnicach zewnętrznych 50–80 mm.

4. NAPIĘCIE WSTĘPNE I SZTYWNOŚĆ

Rozpatrując sztywność wrzecion obrabiarek, możemy pomyśleć o łożyskach jako o sprężynach. Przesunięcie osiowe po przyłożeniu obciążenia osiowego do wrzeciona określane jest przez sztywność osiową łożysk końca ustalonego. Gdy wymagana jest wysoka sztywność promieniowa, stosowane są generalnie łożyska walcowe. Obciążenia osiowe są zazwyczaj przenoszone przez łożyska kulkowe skośne. Im większy jest kąt działania łożyska kulkowego skośnego, tym większa jest sztywność osiowa. Łożyska o tym samym rozmiarze otworu, posiadające większą liczbę elementów tocznych (seria wymiarowa 0 lub 9 lub seria BNR10 lub BNR19) mają większą sztywność, nawet jeżeli średnica elementów tocznych jest mniejsza.

Normalnie napięcie wstępne jest stosowane do łożysk w celu zwiększenia sztywności wrzecion obrabiarek. Ale jeżeli napięcie wstępne jest zbyt duże, może powodować łuszczenie się i zatarcie. Wielu użytkowników zwiększa sztywność stosując układ dwóch lub więcej łożysk kulkowych skośnych. Dzieje się tak zwłaszcza w przypadku łożysk do podparcia śrub kulowych, gdzie wymagana jest duża sztywność osiowa, kąt działania jest duży i napięcie wstępne jest większe niż napięcie wstępne dla wrzecion obrabiarek. Obciążenia osiowe są przenoszone przez dwa lub trzy łożyska.

Cel

Główne cele stosowania napięcia wstępnego łożysk we wrzecionach obrabiarek są następujące:

- poprawa i utrzymanie dokładności obrotu wrzeciona,
- zwiększenie sztywności łożyska,
- minimalizacja szumów spowodowanych drganiami wzdłużnymi i rezonansem,
- zapobieganie przed powstawaniem fałszywych odcisków Brinella,
- zapobieganie poślizgom między elementami tocznymi i bieżniami z powodu momentu żyroskopowego,
- utrzymanie elementów tocznych w ich właściwej pozycji.

Zazwyczaj napięcie wstępne stosowane jest do łożysk poprzez zastosowanie dwóch lub więcej łożysk w układach, takich jak łożyska kulkowe skośne lub łożyska stożkowe.

Łożyska walcowe mogą być napinane wstępnie poprzez zastosowanie ujemnego promieniowego luzu wewnętrznego.

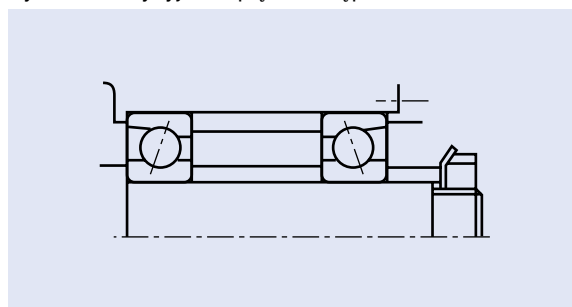
(1) Pozycyjne napięcie wstępne

Napięcie wstępne pozycyjne uzyskiwane jest przez ustawienie dwóch osiowo przeciwstawnych łożysk w pozycji, która pozostaje niezmienną podczas pracy. W praktyce stosowane są generalnie trzy metody uzyskiwania pozycyjnego napięcia wstępnego.

1. Poprzez zainstalowanie zestawu dwójkowego łożysk z uprzednio ustalonymi wymiarami wystawiania pierścieni i luzem osiowym.
2. Poprzez zastosowanie pierścienia ustalającego lub pierścienia dystansowego o właściwym rozmiarze dla uzyskania wymaganego odstępu i napięcia wstępnego.
3. Poprzez zastosowanie śrub lub nakrętek pozwalających na ustawianie osiowego napięcia wstępnego (w tym przypadku moment startowy powinien być zmierzony w celu sprawdzenia właściwego napięcia wstępnego).

Metody tej jednakże nie zaleca się dla wrzecion obrabiarek o dużej precyzji z uwagi na trudność zweryfikowania prawidłowego napięcia wstępnego, co rodzi ryzyko przemieszczenia pionowego (przechylenia) łożyska.

Rys. 4.1 Pozycyjne napięcie wstępne

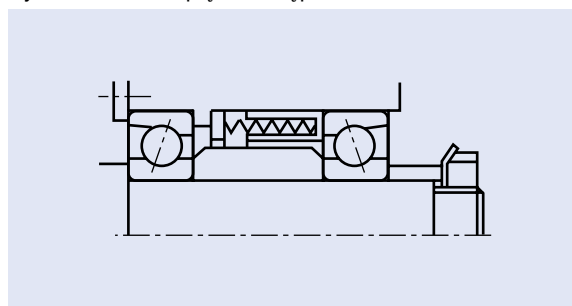


(2) Stałe napięcie wstępne

Napięcie wstępne uzyskuje się poprzez zastosowanie sprężyny zwojowej lub talerzowej.

Nawet jeżeli względna pozycja łożysk zmienia się podczas pracy, wielkość napięcia wstępnego pozostaje względnie stała. Układ łożysk kulkowych skośnych dla zastosowania wymagającego dużej prędkości pokazano na Rys. 4.2.

Rys. 4.2 Stałe napięcie wstępne



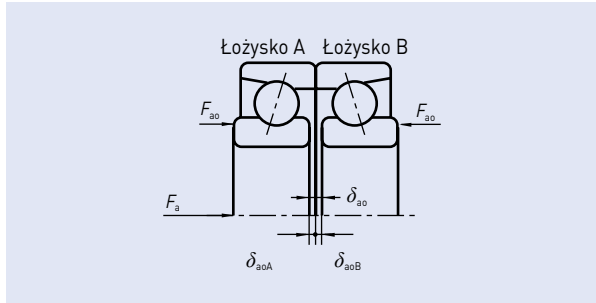
Zmiana sztywności przez napięcie wstępne

Pozycyjne napięcie wstępne i sztywność osiowa

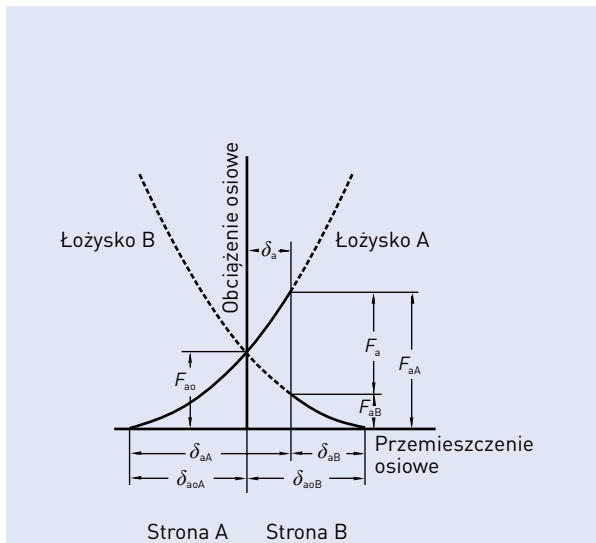
Jeżeli pierścienie wewnętrzne podwójnego łożyska przedstawionego na Rys 4.3 są ustalone osiowo, łożyska A i B są przemieszczone o δ_{aoA} i δ_{aoB} i osiowy odstęp δ_{ao} między pierścieniami wewnętrznymi jest wyeliminowany. W tych warunkach napięcie wstępne F_{ao} jest wymuszone na każdym łożysku. Relacje pomiędzy obciążeniem osiowym F_a i przemieszczaniem w zestawie dwójkowym pokazano na Rys. 4.4. Rysunki 4.5 i 4.6 ilustrują tę samą koncepcję dla układu DBD.

Dwa łożyska w układzie "0" (DB)

Rys. 4.3 Układ DB z napięciem wstępnym



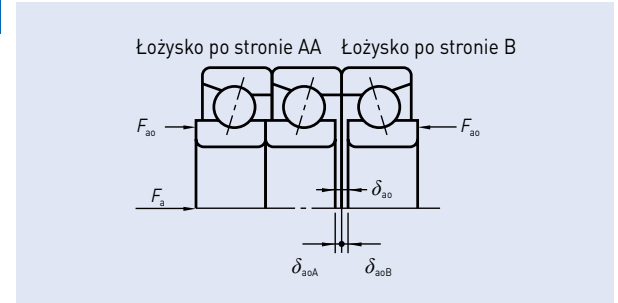
Rys. 4.4 Przeszczenie osiowe z uwagi na napięcie wstępne w układzie DB



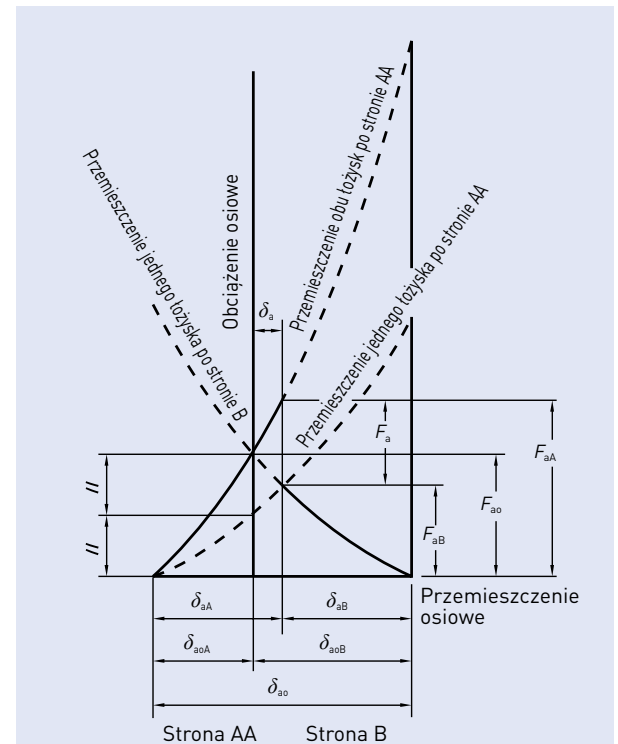
- F_a : Obciążenie osiowe przyłożone z zewnątrz
- F_{aA} : Obciążenie osiowe działające na łożysko A
- F_{aB} : Obciążenie osiowe działające na łożysko B
- δ_a : Przeszczenie zestawu dwóch łożysk
- δ_{aA} : Przeszczenie łożyska A
- δ_{aB} : Przeszczenie łożyska B

Układ DBD

Rys. 4.5 Układ DBD z napięciem wstępnym



Rys. 4.6 Przeszczenie osiowe z uwagi na napięcie wstępne w układzie DBD



- F_a : Obciążenie osiowe przyłożone z zewnątrz
- F_{aA} : Obciążenie osiowe działające na łożysko AA
- F_{aB} : Obciążenie osiowe działające na łożysko B
- δ_a : Przeszczenie zestawu trzech łożysk
- δ_{aA} : Przeszczenie łożyska AA
- δ_{aB} : Przeszczenie łożyska B

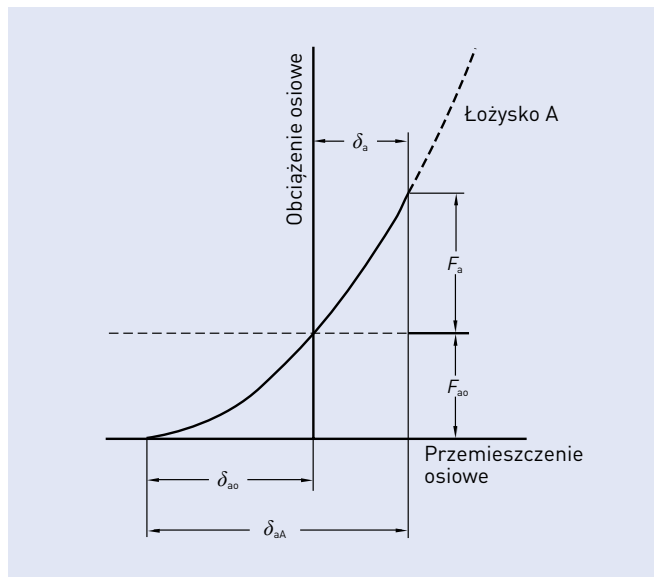
4. NAPIĘCIE WSTĘPNE I SZTYWNOŚĆ

Napięcie wstępne stałe i sztywność

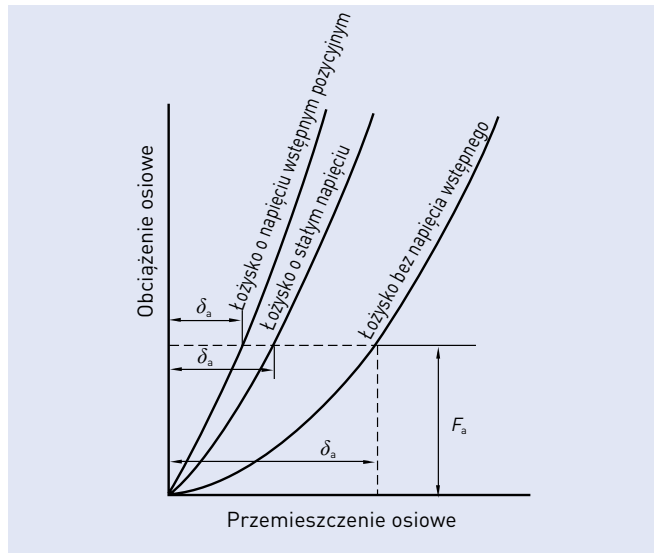
Rys. 4.7 ilustruje dwójkę łożysk pod napięciem wstępnym stałym. Krzywa ugięcia sprężyny jest prawie równoległa do osi poziomej ponieważ sztywność sprężyn jest mała w porównaniu ze sztywnością łożyska. W efekcie sztywność zestawu przy napięciu wstępnym stałym jest w przybliżeniu równa sztywności pojedynczego łożyska z zastosowanym do niego napięciem wstępnym F_{ao} .

Rys. 4.8 przedstawia porównanie sztywności łożysk z napięciem wstępnym pozycyjnym i sztywności łożysk z napięciem wstępnym stałym.

Rys. 4.7 Przesunięcie osiowe przy napięciu wstępnym stałym



Rys. 4.8 Porównanie sztywności i napięcia wstępnego



Porównanie metod napięcia wstępnego

Napięcie wstępne pozycyjne oraz stałe napięcie można porównać następująco:

- (1) W przypadku kiedy obydwa napięcia wstępne są równe, napięcie wstępne pozycyjne zapewnia większą sztywność łożyska. Innymi słowy, przemieszczenie spowodowane zewnętrznymi obciążeniami jest mniejsze dla łożysk z napięciem wstępnym pozycyjnym.
- (2) W przypadku napięcia wstępnego pozycyjnego napięcie wstępne zmienia się w zależności od takich czynników jak różnica w osiowym rozszerzaniu się z powodu różnicy temperatury między wałem wrzecion i obudową, różnica w rozszerzaniu się promieniowym spowodowanym różnicą temperatury między pierścieniami wewnętrznym i zewnętrznym oraz ugięcia z powodu obciążenia. W przypadku napięcia wstępnego stałego, możliwe jest zminimalizowanie wszelkich zmian tego napięcia, ponieważ rozrzut obciążenia sprężyny wraz z rozszerzaniem i kurczeniem się wrzeciona są pomijalne.

Z powyższych wyjaśnień wynika, że napięcia wstępne pozycyjne są generalnie preferowane dla zwiększonych sztywności, a napięcia wstępne stałe są bardziej odpowiednie dla zastosowań wymagających wysokich prędkości obrotowych.

Wielkość napięcia wstępnego

Większe napięcie wstępne skutkuje większą sztywnością. Jeżeli napięcie wstępne jest większe niż konieczne, może się pojawić dodatkowe nadmierne ciepło zmniejszające żywotność zmęczeniową. W ekstremalnych przypadkach może powodować nadmierne zużycie lub nawet zatarcie. Dlatego wielkość napięcia wstępnego powinna być dobrana bardzo ostrożnie dla uniknięcia nadmiernego napięcia wstępnego, z uwzględnieniem zastosowania oraz warunków pracy.

Wysoka prędkość wrzecion i napięcie wstępne

Gdy łożyska pracują z wysoką prędkością, nacisk na powierzchnię styku pomiędzy kulkami a bieżniami pierścienia zewnętrznego i wewnętrznego rośnie ze względu na zwiększanie wewnętrznego obciążenia wzdłużnego powodowanego siłą odśrodkową działającą na kulki oraz różnicą temperatur pomiędzy pierścieniem wewnętrznym i zewnętrznym. W przypadku łożysk z kątem działania, takich jak łożyska kulkowe skośne, może pojawić się czyste toczenie z poślizgiem, powodowane przez momenty spinowy i żyroskopowy na kulkach.

Poślizg zwiększa się w miarę wzrostu obrotów łożyska. W rezultacie, zwiększa się ilość generowanego ciepła w miejscach styku i spada lepkość oleju smarowego. W pewnych przypadkach następuje przerwanie filmu olejowego, skutkujące całkowitym zatarciem łożyska. Innymi słowy jeżeli nacisk powierzchniowy przy pracy z małą prędkością jest taki sam jak w przypadku pracy z wysoką prędkością, wówczas generowanie ciepła, powodowane przez poślizgi przy wysokich prędkościach, staje się bardziej intensywne. Koncepcja ta może być wyrażona ilościowo jako wartość Pv , gdzie P to nacisk powierzchniowy,

a v to stopień poślizgu. Wartość P_v można zastosować do miejsc styku elementów tocznych łożyska. Jeżeli wartość P_v jest stała, poślizg jest większy przy pracy z wysoką prędkością niż przy pracy z małą prędkością. Przy każdym zwiększeniu prędkości konieczne jest zredukowanie nacisku powierzchniowego. NSK potrafi obliczyć nacisk powierzchniowy i stopień poślizgu powstającego podczas pracy z wysokimi prędkościami, przy pomocy komputera. Korzystając z bazy danych badań empirycznych i rzeczywistych wyników pozyskanych z rynku, możemy określić napięcie wstępne odpowiednio do współczynników ograniczających, opartych na metodzie smarowania i prędkości obrotowej. W przypadku pracy z prędkościami przekraczającymi 800 000 $d_m n$, prosimy o skontaktowanie się z NSK.

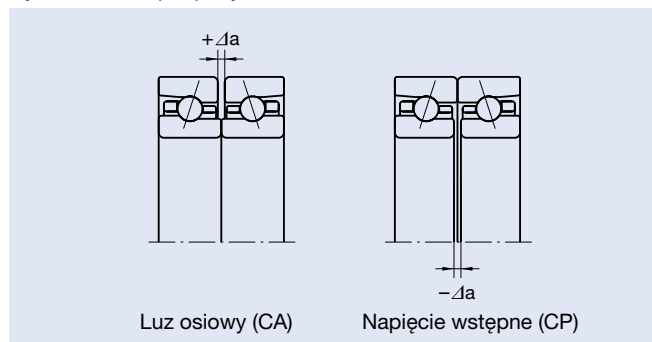
Luz specjalny

Dla luzu specjalnego układów łożysk kulkowych skośnych NSK oferuje luzy CA i CP.

CA: luz osiowy (luz istnieje w kierunku osiowym)

CP: napięcie wstępne (generowanie napięcia wstępnego)

Rys. 4.9 Luz specjalny



Ustawianie napięcia wstępnego

Przy zmianie napięcia wstępnego (na przykład z „EL→L”), prosimy ustawić różnicę zmierzonego luzu osiowego za pomocą pierścienia dystansowego. (Przy zwiększaniu napięcia wstępnego wewnętrzny pierścień dystansowy powinien być węższy, zaś przy zmniejszaniu napięcia wstępnego zewnętrzny pierścień dystansowy powinien być węższy).

Tablice ze zmierzonymi wartościami luzów osiowych, patrz str. 156–166.

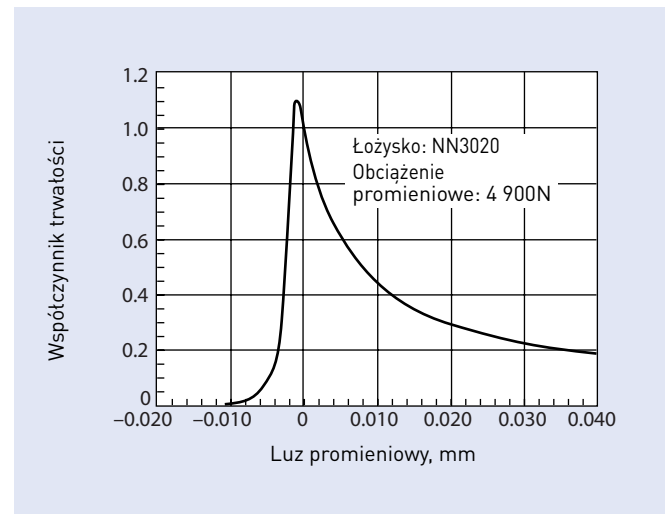
Prosimy odnieść obciążenie pomiarowe luzu osiowego do tabeli 4.1.

Tabela 4.1: Obciążenie pomiarowe luzu osiowego

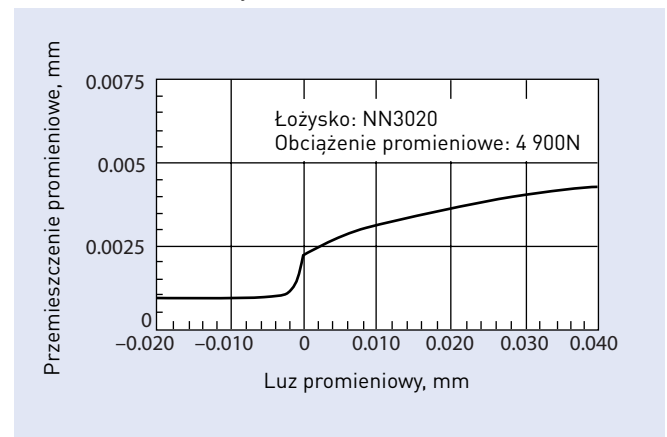
Nominalna średnica zewnętrzna (mm) Powyżej	Włączenie	Obciążenie pomiarowe (N)
10*	50	24.5
50	120	49
120	200	98
200	–	196

* Dotyczy łożysk o średnicy zewnętrznej poniżej 10 mm.

Rys. 4.10 Luz promieniowy w dwurzędowym łożysku walcowym i rozrzut tocznej trwałości zmęczeniowej



Rys. 4.11 Luz promieniowy w dwurzędowym łożysku walcowym i rozrzut sztywności



Napięcie wstępne i sztywność

Luz wewnętrzny w łożyskach walcowych

Dla osiągnięcia dużej dokładności obrotu i sztywności wrzecion obrabiarek stosowane są łożyska o minimalnym luzie wewnętrznym lub napięciu wstępnym po montażu. Stosowane są zazwyczaj łożyska walcowe z otworem stożkowym, co pozwala na łatwiejszą regulację luzu wewnętrznego. Generalnie, łożyska walcowe stosowane z przodu wrzeciona (strona ustalona) są ustawiane tak, aby przyjmowały napięcie wstępne podczas pracy. łożyska z tyłu (strona swobodna) są regulowane przy montażu tak, aby dawały lekki luz podczas pracy. Wielkość wewnętrznego luzu promieniowego po montażu oparta jest na kilku czynnikach, takich jak prędkość, obciążenie, metoda smarowania, rozmiar łożyska, wymagana sztywność, żywotność itp.

Rys. 4.10 pokazuje relację pomiędzy wewnętrznym luzem promieniowym łożyska i trwałością. Rys. 4.11 pokazuje relację pomiędzy wewnętrznym luzem promieniowym łożyska i elastycznym przemieszczeniem promieniowym dla łożyska NN3020 (średnica otworu 100 mm, średnica zewnętrzna 150 mm, szerokość 37 mm).

4. NAPIĘCIE WSTĘPNE I SZTYWNOŚĆ

Napięcie wstępne i sztywność (układ DB i DF)

Łożyska kulkowe skośne o wysokiej precyzji (seria Standard)

Obliczanie sztywności promieniowej
Pomnożyć sztywność osiową przez współczynniki podane w tabeli A

Tabela A

	EL	L	M	H
15°	6.5	6.0	5.0	4.5
18°		4.5		
25°		2.0		
30°		1.4		
40°	0.7			

Seria 79, kąt C

Nominalny kąt działania łożyska 15° Kulki stalowe i kulki ceramiczne*

Kod otworu łożyska	Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	EL		L		M		H	
		Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)
00	10	7	(5) 10	15	(2) 14	29	(-1) 19	59	(-6) 27
01	12	8.6	(4) 12	15	(2) 16	39	(-3) 24	78	(-8) 34
02	15	12	(3) 14	25	(0) 20	49	(-4) 26	100	(-11) 38
03	17	12	(3) 15	25	(0) 20	59	(-5) 30	120	(-12) 43
04	20	19	(1) 19	39	(-3) 26	78	(-8) 35	150	(-15) 48
05	25	19	(1) 21	39	(-2) 28	100	(-9) 43	200	(-17) 61
06	30	24	(0) 25	49	(-3) 33	100	(-9) 45	200	(-16) 65
07	35	34	(2) 29	69	(-2) 39	150	(-9) 55	290	(-18) 78
08	40	39	(1) 32	78	(-3) 42	200	(-12) 63	390	(-22) 88
09	45	50	(0) 37	100	(-5) 50	200	(-12) 66	390	(-21) 94
10	50	50	(0) 39	100	(-4) 51	250	(-14) 78	490	(-24) 111
11	55	60	(-1) 45	120	(-6) 58	290	(-15) 90	590	(-26) 127
12	60	60	(-1) 46	120	(-5) 60	290	(-14) 93	590	(-25) 128
13	65	75	(-2) 53	150	(-7) 71	340	(-16) 104	690	(-27) 146
14	70	100	(-4) 59	200	(-10) 79	490	(-22) 119	980	(-35) 168
15	75	100	(-4) 61	200	(-10) 88	490	(-21) 120	980	(-35) 171
16	80	100	(-4) 62	200	(-9) 80	490	(-21) 124	980	(-34) 173
17	85	145	(-6) 73	290	(-13) 97	640	(-25) 138	1 270	(-41) 191
18	90	145	(-3) 79	290	(-9) 102	740	(-23) 156	1 470	(-39) 219
19	95	145	(-3) 81	290	(-9) 105	780	(-24) 165	1 570	(-40) 231
20	100	195	(-5) 83	390	(-13) 112	880	(-27) 164	1 770	(-46) 231
21	105	195	(-5) 86	390	(-13) 116	880	(-27) 167	1 770	(-45) 235
22	110	195	(-5) 89	390	(-13) 120	930	(-27) 173	1 860	(-45) 244
24	120	270	(-8) 102	540	(-17) 135	1 270	(-35) 200	2 550	(-56) 278
26	130	320	(-10) 108	640	(-20) 148	1 470	(-38) 214	2 940	(-61) 302
28	140	320	(-10) 111	640	(-19) 150	1 470	(-37) 218	2 940	(-60) 309
30	150	395	(-7) 124	790	(-18) 166	1 790	(-38) 239	3 560	(-63) 334
32	160	425	(-8) 134	855	(-19) 179	1 930	(-39) 258	3 840	(-64) 361
34	170	485	(-9) 151	970	(-20) 200	2 180	(-40) 288	4 310	(-65) 403
36	180	595	(-12) 158	1 190	(-25) 211	2 650	(-48) 302	5 340	(-78) 425
38	190	605	(-12) 162	1 210	(-25) 217	2 790	(-49) 315	5 600	(-79) 443
40	200	785	(-16) 183	1 570	(-31) 244	3 570	(-58) 352	7 110	(-92) 493

Seria 79, kąt A5

Nominalny kąt działania łożyska 25° Kulki stalowe i kulki ceramiczne*

Kod otworu łożyska	Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	EL		L		M		H					
		Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)				
00	10	9.8	(2)	24	20	(1)	31	49	(-3)	44	100	(-6)	59
01	12	16	(1)	32	29	(-1)	40	59	(-3)	52	120	(-7)	70
02	15	16	(1)	33	39	(-1)	46	78	(-4)	60	150	(-9)	78
03	17	19	(1)	34	39	(-1)	46	78	(-4)	62	150	(-8)	81
04	20	29	(0)	43	59	(-3)	60	120	(-6)	75	250	(-12)	103
05	25	34	(-1)	56	69	(-3)	70	150	(-7)	95	290	(-12)	123
06	30	39	(-1)	61	78	(-3)	77	150	(-6)	99	290	(-11)	131
07	35	50	(0)	70	100	(-3)	94	250	(-8)	127	490	(-15)	170
08	40	60	(-1)	72	120	(-3)	97	290	(-9)	139	590	(-16)	182
09	45	75	(-1)	87	150	(-4)	114	340	(-10)	160	690	(-17)	207
10	50	75	(-1)	94	150	(-4)	124	390	(-10)	175	780	(-18)	235
11	55	100	(-2)	112	200	(-5)	144	440	(-11)	198	880	(-18)	263
12	60	100	(-2)	117	200	(-5)	150	440	(-10)	198	880	(-18)	267
13	65	100	(-2)	125	200	(-5)	161	490	(-11)	223	980	(-18)	289
14	70	145	(-3)	138	290	(-7)	183	690	(-14)	249	1 370	(-24)	334
15	75	145	(-3)	142	290	(-7)	188	740	(-15)	267	1 470	(-24)	347
16	80	170	(-4)	156	340	(-8)	203	780	(-15)	274	1 570	(-25)	367
17	85	220	(-5)	172	440	(-9)	229	980	(-17)	306	1 960	(-29)	402
18	90	245	(-4)	188	490	(-8)	253	1 080	(-16)	340	2 160	(-27)	449
19	95	245	(-3)	195	490	(-8)	262	1 180	(-17)	363	2 350	(-28)	475
20	100	295	(-5)	197	590	(-10)	266	1 270	(-19)	346	2 550	(-31)	463
21	105	295	(-4)	203	590	(-9)	264	1 370	(-19)	368	2 750	(-32)	490
22	110	320	(-5)	222	640	(-10)	284	1 470	(-20)	391	2 940	(-33)	517
24	120	440	(-7)	244	880	(-13)	328	1 960	(-24)	441	3 920	(-39)	580
26	130	490	(-7)	262	980	(-14)	346	2 160	(-25)	460	4 310	(-41)	611
28	140	490	(-7)	273	980	(-13)	348	2 260	(-26)	479	4 510	(-42)	635
30	150	625	(-7)	308	1 250	(-14)	393	2 880	(-28)	540	5 860	(-47)	719
32	160	665	(-7)	330	1 330	(-14)	422	3 230	(-29)	592	6 290	(-47)	775
34	170	775	(-8)	376	1 550	(-15)	478	3 520	(-29)	653	7 110	(-48)	867
36	180	1 010	(-10)	397	2 020	(-19)	514	4 420	(-35)	693	8 830	(-57)	917
38	190	1 035	(-10)	409	2 070	(-19)	531	4 550	(-35)	717	9 110	(-57)	949
40	200	1 280	(-12)	453	2 560	(-22)	585	5 840	(-41)	801	11 620	(-66)	1 057

* W przypadku stosowania kulek ceramicznych, wartości napięcia wstępnego i sztywności osiowej są 1,2 raza większe niż wartości dla kulek stalowych. Wartość w () pokazuje zmierzony luz osiowy.

Tabela B

	DBD	DBB
Współczynnik napięcia wstępnego	1.36	2
Szywność osiowa	1.48	2
Szywność promieniowa	1.54	2

Seria 70, kat C

Nominalny kąt działania łożyska 15° Kulki stalowe i kulki ceramiczne*

Kod otworu łożyska	Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	EL		L		M		H	
		Napięcie wstępne (N)	Szywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Szywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Szywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Szywność osiowa (N/μm)
00	10	12	(3) 12	25	(0) 17	49	(-5) 23	100	(-12) 32
01	12	12	(3) 14	25	(0) 18	59	(-6) 26	120	(-14) 37
02	15	14	(3) 16	29	(-1) 20	69	(-7) 29	150	(-16) 43
03	17	14	(2) 16	29	(-1) 21	69	(-7) 31	150	(-16) 45
04	20	24	(0) 21	49	(-4) 28	120	(-12) 42	250	(-22) 59
05	25	29	(-1) 24	59	(-5) 32	150	(-14) 48	290	(-24) 68
06	30	39	(1) 29	78	(-3) 39	200	(-13) 59	390	(-24) 83
07	35	60	(-1) 36	120	(-7) 49	250	(-16) 68	490	(-28) 94
08	40	60	(-1) 39	120	(-6) 51	290	(-17) 77	590	(-30) 110
09	45	75	(-3) 43	150	(-8) 58	340	(-19) 85	690	(-33) 121
10	50	75	(-2) 46	150	(-8) 63	390	(-20) 96	780	(-34) 136
11	55	100	(-4) 51	200	(-11) 69	490	(-24) 102	980	(-40) 145
12	60	100	(-4) 53	200	(-11) 70	540	(-26) 110	1 080	(-42) 158
13	65	125	(-6) 61	250	(-13) 82	540	(-24) 117	1 080	(-39) 164
14	70	145	(-7) 68	290	(-14) 88	740	(-30) 135	1 470	(-48) 190
15	75	145	(-7) 70	290	(-14) 92	780	(-31) 144	1 570	(-49) 202
16	80	195	(-6) 76	390	(-14) 103	930	(-31) 152	1 860	(-52) 216
17	85	195	(-6) 78	390	(-14) 106	980	(-32) 161	1 960	(-52) 225
18	90	245	(-8) 87	490	(-18) 117	1 180	(-37) 172	2 350	(-60) 242
19	95	270	(-9) 93	540	(-19) 124	1 180	(-36) 176	2 350	(-58) 246
20	100	270	(-9) 97	540	(-18) 127	1 270	(-37) 187	2 550	(-60) 264
21	105	320	(-11) 103	640	(-21) 134	1 470	(-42) 198	2 940	(-67) 277
22	110	370	(-13) 104	740	(-25) 137	1 770	(-49) 203	3 530	(-78) 286
24	120	415	(-14) 116	830	(-26) 153	1 960	(-50) 225	3 920	(-79) 317
26	130	490	(-16) 126	980	(-29) 167	2 260	(-54) 244	4 510	(-85) 344
28	140	500	(-11) 132	1 000	(-24) 174	2 210	(-47) 248	4 420	(-77) 349
30	150	575	(-13) 141	1 150	(-27) 187	2 560	(-52) 267	5 100	(-84) 374
32	160	625	(-14) 147	1 250	(-29) 197	2 930	(-57) 288	5 840	(-90) 403
34	170	780	(-18) 160	1 560	(-35) 213	3 560	(-66) 309	7 150	(-104) 435
36	180	930	(-21) 179	1 860	(-39) 238	4 160	(-71) 342	8 320	(-111) 479
38	190	1 030	(-23) 188	2 060	(-42) 251	4 640	(-76) 360	9 340	(-119) 507
40	200	1 150	(-25) 198	2 300	(-45) 264	5 170	(-81) 379	10 350	(-126) 533

Napięcie wstępne i sztywność

Seria 70, kät A5

Nominalny kąt działania łożyska 25° Kulki stalowe i kulki ceramiczne*

Kod otworu łożyska	Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	EL		L		M		H	
		Napięcie wstępne (N)	Szywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Szywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Szywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Szywność osiowa (N/μm)
00	10	19	(1) 29	39	(-2) 41	78	(-5) 51	150	(-10) 67
01	12	19	(1) 31	39	(-2) 45	100	(-6) 60	200	(-12) 81
02	15	19	(1) 33	39	(-1) 43	100	(-6) 65	200	(-11) 84
03	17	24	(0) 41	49	(-2) 52	120	(-7) 75	250	(-13) 99
04	20	39	(-1) 51	78	(-4) 68	200	(-10) 97	390	(-17) 128
05	25	50	(-2) 61	100	(-5) 79	200	(-9) 99	390	(-16) 133
06	30	60	(-1) 68	120	(-4) 89	290	(-10) 129	590	(-18) 171
07	35	75	(-1) 78	150	(-5) 107	390	(-12) 149	780	(-21) 198
08	40	100	(-2) 95	200	(-6) 127	440	(-12) 168	880	(-21) 223
09	45	100	(-2) 99	200	(-6) 132	490	(-13) 181	980	(-22) 238
10	50	120	(-3) 118	250	(-7) 154	590	(-14) 208	1 180	(-24) 278
11	55	170	(-4) 127	340	(-9) 170	780	(-18) 235	1 570	(-29) 307
12	60	170	(-4) 134	340	(-9) 179	780	(-17) 241	1 570	(-28) 317
13	65	195	(-5) 157	390	(-9) 196	880	(-18) 272	1 770	(-29) 356
14	70	245	(-6) 170	490	(-11) 218	1 080	(-20) 293	2 160	(-33) 390
15	75	245	(-6) 179	490	(-11) 229	1 180	(-21) 316	2 350	(-34) 418
16	80	320	(-6) 187	640	(-11) 245	1 470	(-23) 343	2 940	(-37) 448
17	85	320	(-5) 196	640	(-11) 257	1 470	(-22) 352	2 940	(-36) 462
18	90	390	(-7) 218	780	(-13) 275	1 770	(-25) 374	3 530	(-41) 494
19	95	415	(-7) 227	830	(-13) 287	1 860	(-25) 392	3 730	(-42) 525
20	100	415	(-7) 235	830	(-13) 299	1 960	(-26) 417	3 920	(-42) 548
21	105	490	(-8) 246	980	(-15) 317	2 260	(-28) 430	4 510	(-46) 571
22	110	590	(-10) 258	1 180	(-18) 330	2 650	(-33) 447	5 300	(-53) 588
24	120	635	(-10) 281	1 270	(-18) 361	2 940	(-33) 491	5 880	(-54) 654
26	130	785	(-12) 305	1 570	(-20) 396	3 430	(-36) 536	6 860	(-58) 710
28	140	785	(-9) 317	1 570	(-18) 413	3 660	(-35) 569	7 270	(-56) 750
30	150	930	(-11) 351	1 850	(-20) 446	4 070	(-37) 601	8 250	(-61) 800
32	160	1 080	(-12) 376	2 160	(-22) 482	4 700	(-40) 649	9 380	(-65) 858
34	170	1 270	(-14) 401	2 550	(-25) 514	5 900	(-47) 707	11 600	(-75) 929
36	180	1 550	(-16) 450	3 100	(-28) 577	6 820	(-50) 779	13 560	(-80) 1 028
38	190	1 660	(-17) 460	3 320	(-29) 599	7 560	(-53) 819	15 130	(-85) 1 084
40	200	1 850	(-18) 493	3 700	(-31) 631	8 360	(-56) 860	16 820	(-90) 1 141

* W przypadku stosowania kulek ceramicznych, wartości napięcia wstępnego i sztywności osiowej są 1,2 raza większe niż wartości dla kulek stalowych. Wartość w () pokazuje zmierzony luz osiowy.

4. NAPIĘCIE WSTĘPNE I SZTYWNOŚĆ

Napięcie wstępne i sztywność (układ DB i DF)

Łożyska kulkowe skośne o wysokiej precyzji (seria Standard)

Obliczanie sztywności promieniowej

Pomnożyć sztywność osiową przez współczynniki podane w tabeli A

Tabela A

	EL	L	M	H
15°	6.5	6.0	5.0	4.5
18°	4.5			
25°	2.0			
30°	1.4			
40°	0.7			

Seria 70, kąt A

Nominalny kąt działania łożyska 30° Kulki stalowe

Kod otworu łożyska	Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	EL		L		M		H					
		Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)				
00	10	25	(0)	44	100	(-5)	71	210	(-10)	94	330	(-15)	115
01	12	25	(0)	48	110	(-5)	78	220	(-10)	104	360	(-15)	127
02	15	25	(0)	50	110	(-5)	85	240	(-10)	113	390	(-15)	139
03	17	25	(0)	52	120	(-5)	91	250	(-10)	122	420	(-15)	151
04	20	25	(0)	58	130	(-5)	103	280	(-10)	139	470	(-15)	170
05	25	25	(0)	61	140	(-5)	111	290	(-10)	149	510	(-15)	183
06	30	50	(0)	85	190	(-5)	138	390	(-10)	180	640	(-15)	217
07	35	50	(0)	92	210	(-5)	150	420	(-10)	196	700	(-15)	237
08	40	50	(0)	100	220	(-5)	168	460	(-10)	220	760	(-15)	267
09	45	50	(0)	103	230	(-5)	175	480	(-10)	230	1 180	(-20)	324
10	50	50	(0)	110	250	(-5)	194	530	(-10)	255	1 270	(-20)	360
11	55	50	(0)	112	250	(-5)	196	880	(-15)	311	1 270	(-20)	360
12	60	50	(0)	116	250	(-5)	205	930	(-15)	327	1 370	(-20)	380
13	65	50	(0)	124	270	(-5)	224	980	(-15)	360	1 470	(-20)	417
14	70	50	(0)	127	270	(-5)	230	1 080	(-16)	370	2 060	(-25)	482
15	75	50	(0)	131	280	(-5)	241	1 080	(-15)	387	2 160	(-25)	505
16	80	100	(0)	168	760	(-10)	340	1 770	(-20)	464	3 040	(-30)	572
17	85	100	(0)	173	780	(-10)	355	1 860	(-20)	486	3 240	(-30)	600
18	90	100	(0)	174	780	(-10)	358	2 450	(-25)	542	3 920	(-35)	650
19	95	100	(0)	180	810	(-10)	372	2 550	(-25)	568	4 120	(-35)	680
20	100	100	(0)	185	840	(-10)	368	2 750	(-25)	595	4 310	(-35)	713
21	105	100	(0)	185	840	(-10)	388	2 750	(-25)	591	4 310	(-35)	707
22	110	100	(0)	180	1 320	(-15)	443	3 330	(-30)	620	5 980	(-45)	774
24	120	100	(0)	193	1 470	(-15)	486	3 630	(-30)	683	6 570	(-45)	853
26	130	100	(0)	200	1 470	(-15)	507	4 710	(-35)	772	7 940	(-50)	942
28	140	200	(0)	206	1 770	(-15)	557	5 300	(-35)	828	8 730	(-50)	1 005
30	150	200	(0)	256	1 830	(-15)	573	5 850	(-37)	876	11 700	(-60)	1 146
32	160	200	(0)	260	1 880	(-15)	591	5 545	(-35)	870	12 070	(-60)	1 143
34	170	200	(0)	262	2 669	(-20)	669	6 024	(-37)	899	12 048	(-60)	1 178
36	180	200	(0)	273	3 580	(-24)	778	7 157	(-40)	1 001	14 314	(-64)	1 311
38	190	200	(0)	276	3 851	(-25)	809	8 081	(-43)	1 060	16 162	(-69)	1 389
40	200	200	(0)	279	5 012	(-30)	902	13 314	(-60)	1 294	26 628	(-95)	1 708

Wartość w () pokazuje zmierzony luz osiowy.

Obliczanie napięcia wstępnego i sztywności osiowej dla układów łożysk
 Pomnożyć przez współczynniki podane w tabeli B.
 Dla sztywności promieniowej, pomnożyć wartość uzyskaną w tabeli A przez współczynniki z tabeli B.

Tabela B

	DBD	DBB
Współczynnik napięcia wstępnego	1.36	2
Sztywność osiowa	1.48	2
Sztywność promieniowa	1.54	2

Seria 72, kąt C**Nominalny kąt działania łożyska 15° Kulki stalowe**

Kod otworu łożyska	Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	EL		L		M		H	
		Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)
00	10	14	(3)	29	(-1)	69	(-8)	150	(-18)
01	12	19	(1)	39	(-3)	100	(-12)	200	(-22)
02	15	19	(1)	39	(-3)	100	(-11)	200	(-21)
03	17	24	(0)	49	(-4)	150	(-16)	290	(-28)
04	20	34	(-2)	69	(-7)	200	(-20)	390	(-33)
05	25	39	(1)	78	(-4)	200	(-15)	390	(-26)
06	30	60	(-1)	120	(-8)	290	(-20)	590	(-35)
07	35	75	(-3)	150	(-10)	390	(-25)	780	(-43)
08	40	100	(-5)	200	(-13)	490	(-29)	980	(-47)
09	45	125	(-7)	250	(-16)	540	(-30)	1 080	(-49)
10	50	125	(-7)	250	(-15)	590	(-31)	1 180	(-50)
11	55	145	(-8)	290	(-17)	780	(-38)	1 570	(-60)
12	60	195	(-11)	390	(-22)	930	(-42)	1 860	(-67)
13	65	220	(-12)	440	(-23)	1 080	(-44)	2 160	(-70)
14	70	245	(-9)	490	(-20)	1 180	(-43)	2 350	(-69)
15	75	270	(-10)	540	(-21)	1 230	(-42)	2 450	(-68)
16	80	295	(-12)	590	(-24)	1 370	(-47)	2 750	(-76)
17	85	345	(-14)	690	(-27)	1 670	(-53)	3 330	(-85)
18	90	390	(-15)	780	(-29)	1 860	(-57)	3 730	(-90)
19	95	440	(-18)	880	(-33)	2 060	(-63)	4 120	(-99)
20	100	490	(-20)	980	(-36)	2 350	(-68)	4 710	(-107)
21	105	540	(-21)	1 080	(-38)	2 650	(-73)	5 300	(-114)
22	110	635	(-24)	1 270	(-43)	2 940	(-78)	5 880	(-121)
24	120	700	(-19)	1 400	(-38)	3 210	(-73)	6 350	(-116)
26	130	760	(-20)	1 520	(-39)	3 400	(-73)	6 740	(-116)
28	140	925	(-24)	1 850	(-45)	4 110	(-82)	8 300	(-131)
30	150	1 110	(-28)	2 220	(-51)	4 960	(-92)	9 970	(-145)

Napięcie wstępne i sztywność

Seria 72, kąt A5**Nominalny kąt działania łożyska 25° Kulki stalowe**

Kod otworu łożyska	Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	EL		L		M		H	
		Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)
00	10	19	(1)	39	(-2)	100	(-7)	200	(-13)
01	12	29	(-1)	59	(-3)	150	(-9)	290	(-16)
02	15	34	(-1)	69	(-4)	200	(-11)	390	(-19)
03	17	39	(-1)	78	(-4)	200	(-11)	390	(-18)
04	20	60	(-3)	120	(-6)	290	(-14)	590	(-24)
05	25	75	(-2)	150	(-5)	340	(-12)	690	(-22)
06	30	100	(-3)	200	(-7)	440	(-15)	880	(-25)
07	35	125	(-4)	250	(-8)	590	(-18)	1 180	(-30)
08	40	145	(-4)	290	(-9)	740	(-20)	1 470	(-33)
09	45	170	(-5)	340	(-10)	880	(-22)	1 770	(-37)
10	50	195	(-6)	390	(-11)	980	(-23)	1 960	(-37)
11	55	245	(-7)	490	(-13)	1 180	(-26)	2 350	(-42)
12	60	295	(-8)	590	(-15)	1 470	(-29)	2 940	(-47)
13	65	345	(-9)	690	(-15)	1 670	(-30)	3 330	(-48)
14	70	390	(-8)	780	(-15)	1 860	(-30)	3 730	(-49)
15	75	415	(-8)	830	(-15)	1 960	(-30)	3 920	(-49)
16	80	465	(-9)	930	(-17)	2 160	(-33)	4 310	(-54)
17	85	540	(-10)	1 080	(-19)	2 450	(-35)	4 900	(-57)
18	90	635	(-12)	1 270	(-21)	2 940	(-39)	5 880	(-64)
19	95	685	(-13)	1 370	(-23)	3 140	(-42)	6 280	(-68)
20	100	785	(-14)	1 570	(-25)	3 530	(-45)	7 060	(-73)
21	105	885	(-15)	1 770	(-27)	3 920	(-48)	7 850	(-77)
22	110	980	(-16)	1 960	(-29)	4 410	(-51)	8 830	(-82)
24	120	1 140	(-15)	2 280	(-28)	5 180	(-52)	10 350	(-85)
26	130	1 200	(-15)	2 410	(-28)	5 500	(-52)	11 000	(-83)
28	140	1 480	(-18)	2 970	(-32)	6 650	(-58)	13 480	(-93)
30	150	1 810	(-21)	3 620	(-36)	7 990	(-64)	16 350	(-104)

Wartość w () pokazuje zmierzony luz osiowy.

4. NAPIĘCIE WSTĘPNE I SZTYWNOŚĆ

Napięcie wstępne i sztywność (układ DB i DF)

Łożyska kulkowe skośne do ultra wysokich prędkości

(seria ROBUST)

Obliczanie sztywności promieniowej
Pomnożyć sztywność osiową przez współczynniki podane w tabeli A

Tabela A		EL	L	M	H
15°	6.5	6.0	5.0	4.5	
18°	4.5				
25°	2.0				
30°	1.4				
40°	0.7				

BNR19H, BNR19X, BNR19XE, BNR29H BNR29X

Nominalny kąt działania łożyska 18° Kulki ceramiczne

Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	EL			L			M		
	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)		Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)		Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	
25	25	(0)	29	105	(-8)	51	210	(-15)	67
30	50	(0)	40	110	(-8)	55	220	(-15)	72
35	50	(0)	41	150	(-8)	64	300	(-16)	83
40	50	(0)	42	160	(-8)	66	320	(-17)	87
45	50	(0)	45	170	(-8)	72	340	(-16)	95
50	50	(0)	49	180	(-8)	78	360	(-16)	103
55	50	(0)	51	180	(-8)	82	360	(-15)	106
60	50	(0)	52	190	(-8)	85	380	(-16)	112
65	50	(0)	55	200	(-8)	91	400	(-16)	120
70	50	(0)	56	200	(-8)	92	400	(-16)	120
75	50	(0)	58	200	(-8)	96	525	(-19)	137
80	50	(0)	59	210	(-8)	99	542	(-19)	142
85	50	(0)	61	210	(-8)	100	744	(-24)	162
90	100	(0)	83	310	(-8)	130	804	(-21)	180
95	100	(0)	85	310	(-8)	130	873	(-22)	190
100	100	(0)	81	360	(-10)	130	994	(-26)	188
105	100	(0)	83	370	(-10)	130	1 026	(-26)	194
110	100	(0)	85	450	(-12)	150	1 058	(-26)	201
120	100	(0)	87	460	(-12)	150	1 469	(-33)	233
130	100	(0)	90	809	(-20)	158	1 625	(-35)	245
140	100	(0)	92	833	(-20)	195	1 744	(-36)	259
150	200	(0)	120	1 040	(-20)	214	2 166	(-38)	284

BER19H, BER19X, BER19XE, BER29H, BER29X

Nominalny kąt działania łożyska 25° Kulki ceramiczne

Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	EL			L			M		
	Napięcie wstępne (N)		Sztywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)		Sztywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)		Sztywność osiowa (N/μm)
25	25	(0)	47	172	(-8)	96	342	(-14)	124
30	50	(0)	65	180	(-8)	100	360	(-14)	134
35	50	(0)	68	240	(-8)	120	480	(-15)	153
40	50	(0)	70	250	(-8)	120	500	(-15)	160
45	50	(0)	75	260	(-8)	140	520	(-15)	174
50	50	(0)	80	280	(-8)	150	560	(-15)	190
55	50	(0)	84	300	(-8)	160	600	(-15)	203
60	50	(0)	87	300	(-8)	160	600	(-14)	209
65	50	(0)	92	320	(-8)	180	640	(-14)	225
70	50	(0)	93	330	(-8)	180	689	(-15)	233
75	50	(0)	96	340	(-8)	190	713	(-15)	243
80	50	(0)	98	350	(-8)	190	738	(-15)	252
85	50	(0)	100	360	(-8)	200	1 032	(-19)	290
90	100	(0)	140	480	(-8)	240	1 110	(-17)	321
95	100	(0)	140	490	(-8)	250	1 143	(-17)	332
100	100	(0)	130	580	(-10)	250	1 302	(-20)	328
105	100	(0)	140	600	(-10)	260	1 346	(-20)	341
110	100	(0)	140	620	(-10)	260	1 390	(-20)	354
120	100	(0)	150	780	(-12)	300	2 023	(-26)	414
130	100	(0)	150	1 115	(-16)	340	2 185	(-27)	434
140	100	(0)	150	1 151	(-16)	353	2 261	(-27)	450
150	200	(0)	198	1 484	(-17)	393	2 948	(-30)	504

Wartość w () pokazuje zmierzony luz osiowy.

Obliczanie napięcia wstępnego i sztywności osiowej dla układów łożysk

Pomnożyć przez współczynniki podane w tabeli B.
Dla sztywności promieniowej, pomnożyć wartość uzyskaną w tabeli A przez współczynniki z tabeli B.

Tabela B

	DBD	DBB
Współczynnik napięcia wstępnego	1.36	2
Sztywność osiowa	1.48	2
Sztywność promieniowa	1.54	2

BNR10S, BNR20S**Nominalny kąt działania łożyska 18° Kulki stalowe**

Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	EL		L		M	
	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)
30	50	(0)	39	110	(-5)	52
35	50	(0)	41	110	(-5)	55
40	50	(0)	44	110	(-5)	60
45	50	(0)	44	110	(-5)	60
50	50	(0)	47	120	(-5)	64
55	50	(0)	48	120	(-5)	67
60	50	(0)	51	130	(-5)	71
65	50	(0)	53	130	(-5)	75
70	50	(0)	53	230	(-10)	93
75	50	(0)	54	240	(-10)	96
80	100	(0)	71	330	(-10)	110
85	100	(0)	73	330	(-10)	110
90	100	(0)	74	340	(-10)	120
95	100	(0)	76	350	(-10)	120
100	100	(0)	78	350	(-10)	120
105	100	(0)	80	420	(-12)	130
110	100	(0)	81	540	(-15)	150
120	100	(0)	85	560	(-15)	160
130	100	(0)	85	732	(-20)	166
140	200	(0)	105	775	(-15)	178
150	200	(0)	110	916	(-18)	190

Napięcie wstępne i sztywność

BER10S, BER20S**Nominalny kąt działania łożyska 25° Kulki stalowe**

Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	EL		L		M	
	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)
30	50	(0)	63	220	(-8)	110
35	50	(0)	67	240	(-8)	120
40	50	(0)	72	250	(-8)	130
45	50	(0)	73	250	(-8)	130
50	50	(0)	77	270	(-8)	140
55	50	(0)	80	350	(-10)	160
60	50	(0)	84	380	(-10)	170
65	50	(0)	88	400	(-10)	180
70	50	(0)	88	400	(-10)	180
75	50	(0)	90	510	(-12)	200
80	100	(0)	120	620	(-12)	220
85	100	(0)	120	640	(-12)	230
90	100	(0)	120	650	(-12)	240
95	100	(0)	130	670	(-12)	240
100	100	(0)	130	690	(-12)	250
105	100	(0)	130	910	(-15)	290
110	100	(0)	130	930	(-15)	290
120	100	(0)	140	980	(-15)	310
130	100	(0)	140	1 002	(-16)	310
140	200	(0)	180	1 098	(-13)	325
150	200	(0)	180	1 274	(-15)	345

Wartość w () pokazuje zmierzony luz osiowy.

Łożyska kulkowe skośne do ultra wysokich prędkości (seria ROBUST – BGR)

Obliczanie napięcia wstępnego i sztywności osiowej dla układów łożysk
 Pomnożyć przez współczynniki podane w tabeli B.
 Dla sztywności promieniowej, pomnożyć wartość uzyskaną w tabeli A przez współczynniki z tabeli B.

Tabela B		DBD	DBB
Współczynnik napięcia wstępnego	1.36	2	
Sztywność osiowa	1.48	2	
Sztywność promieniowa	1.54	2	

BGR19S

Nominalny kąt działania łożyska 15° Kulki stalowe

Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	Napięcie wstępne (N)	EL Sztywność osiowa (N/μm)
10	25	(0) 15.2
12	25	(0) 16.8
15	25	(0) 16.6
17	25	(0) 17.5
20	25	(0) 18.1
25	25	(0) 20.6

BGR19H, BGR19X

Nominalny kąt działania łożyska 15° Kulki ceramiczne

Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	Napięcie wstępne (N)	EL Sztywność osiowa (N/μm)
10	25	(0) 16.8
12	25	(0) 18.5
15	25	(0) 18.4
17	25	(0) 19.3
20	25	(0) 20.1
25	25	(0) 22.9

BGR10S

Nominalny kąt działania łożyska 15° Kulki stalowe

Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	Napięcie wstępne (N)	EL Sztywność osiowa (N/μm)
6	25	(0) 11.0
7	25	(0) 12.0
8	25	(0) 13.0
10	25	(0) 14.0
12	25	(0) 15.0
15	25	(0) 16.0
17	25	(0) 17.0
20	25	(0) 18.0
25	25	(0) 19.0

BGR10H, BGR10X

Nominalny kąt działania łożyska 15° Kulki ceramiczne

Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	Napięcie wstępne (N)	EL Sztywność osiowa (N/μm)
6	25	(0) 12.6
7	25	(0) 13.7
8	25	(0) 14.4
10	25	(0) 15.9
12	25	(0) 16.9
15	25	(0) 18.0
17	25	(0) 19.0
20	25	(0) 20.0
25	25	(0) 21.6

Napięcie wstępne i sztywność

BGR02S

Nominalny kąt działania łożyska 15° Kulki stalowe

Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	Napięcie wstępne (N)	EL Sztywność osiowa (N/μm)
10	25	(0) 14.5
12	25	(0) 15.2
15	25	(0) 16.2
17	25	(0) 16.7
20	25	(0) 17.4
25	50	(0) 25.3

BGR02H, BGR02X

Nominalny kąt działania łożyska 15° Kulki ceramiczne

Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	Napięcie wstępne (N)	EL Sztywność osiowa (N/μm)
10	25	(0) 16.0
12	25	(0) 17.0
15	25	(0) 18.0
17	25	(0) 18.6
20	25	(0) 19.4
25	50	(0) 28.1

Wartość w () pokazuje zmierzony luz osiowy.

4. NAPIĘCIE WSTĘPNE I SZTYWNOŚĆ

Napięcie wstępne i sztywność (układ DB i DF)

Łożyska kulkowe skośne wzdłużne do wysokich prędkości

(seria ROBUST)

BAR10S

Nominalny kąt działania łożyska 30° Kulki stalowe

Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	EL		L	
	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)
40	210	(-5) 150	430	(-10) 200
45	210	(-5) 150	430	(-10) 200
50	220	(-5) 170	460	(-10) 220
55	230	(-5) 180	600	(-12) 250
60	240	(-5) 190	650	(-12) 270
65	250	(-5) 200	690	(-12) 290
70	250	(-5) 200	910	(-15) 320
75	260	(-5) 210	940	(-15) 330
80	340	(-5) 240	1 100	(-15) 360
85	350	(-5) 240	1 130	(-15) 370
90	360	(-5) 250	1 660	(-20) 430
95	360	(-5) 260	1 720	(-20) 450
100	370	(-5) 270	1 770	(-20) 460
105	380	(-5) 280	1 820	(-20) 470
110	390	(-5) 280	1 870	(-20) 490
120	390	(-5) 300	1 980	(-20) 520
130	390	(-5) 300	2 530	(-25) 550
140	580	(-5) 360	3 190	(-25) 655
150	580	(-5) 360	3 690	(-28) 690
160	590	(-5) 370	4 080	(-30) 720
170	600	(-5) 380	4 210	(-30) 750
180	605	(-5) 385	5 200	(-35) 800
190	610	(-5) 390	5 370	(-35) 830
200	610	(-5) 390	5 990	(-38) 860

BAR10H

Nominalny kąt działania łożyska 30° Kulki ceramiczne

Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	EL		L	
	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)
40	230	(-5) 175	485	(-10) 230
45	230	(-5) 180	490	(-10) 235
50	245	(-5) 195	525	(-10) 255
55	255	(-5) 200	690	(-12) 290
60	270	(-5) 220	750	(-12) 320
65	285	(-5) 240	800	(-12) 340
70	285	(-5) 240	1 060	(-15) 375
75	290	(-5) 245	1 090	(-15) 390
80	380	(-5) 275	1 260	(-15) 420
85	390	(-5) 280	1 280	(-15) 430
90	400	(-5) 290	1 930	(-20) 510
95	405	(-5) 300	1 970	(-20) 520
100	420	(-5) 310	2 060	(-20) 550
105	420	(-5) 315	2 090	(-20) 555
110	440	(-5) 330	2 180	(-20) 580
120	455	(-5) 350	2 310	(-20) 620
130	455	(-5) 350	2 960	(-25) 650

BTR10S

Nominalny kąt działania łożyska 40° Kulki stalowe

Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	EL		L	
	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)
40	310	(-5) 260	700	(-10) 350
45	310	(-5) 260	700	(-10) 350
50	330	(-5) 290	760	(-10) 390
55	350	(-5) 310	800	(-10) 410
60	370	(-5) 330	860	(-10) 440
65	390	(-5) 350	910	(-10) 470
70	390	(-5) 350	1 560	(-15) 560
75	400	(-5) 360	1 610	(-15) 590
80	510	(-5) 400	1 820	(-15) 630
85	520	(-5) 420	1 880	(-15) 650
90	530	(-5) 430	2 830	(-20) 770
95	550	(-5) 450	2 930	(-20) 790
100	560	(-5) 460	3 030	(-20) 820
105	570	(-5) 470	3 120	(-20) 850
110	580	(-5) 490	3 210	(-20) 870
120	610	(-5) 520	3 420	(-20) 930
130	610	(-5) 520	4 410	(-25) 980
140	810	(-5) 600	5 310	(-25) 1 140
150	820	(-5) 605	5 370	(-25) 1 160
160	830	(-5) 615	5 480	(-25) 1 180
170	850	(-5) 635	7 280	(-30) 1 330
180	855	(-5) 640	9 080	(-35) 1 450
190	875	(-5) 660	9 390	(-35) 1 500
200	875	(-5) 660	11 290	(-38) 1 600

BTR10H

Nominalny kąt działania łożyska 40° Kulki ceramiczne

Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	EL		L	
	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)
40	350	(-5) 300	800	(-10) 410
45	355	(-5) 310	810	(-10) 415
50	375	(-5) 335	875	(-10) 450
55	395	(-5) 350	915	(-10) 475
60	425	(-5) 390	1 000	(-10) 520
65	450	(-5) 415	1 060	(-10) 560
70	450	(-5) 415	1 830	(-15) 670
75	460	(-5) 430	1 890	(-15) 700
80	570	(-5) 475	2 120	(-15) 745
85	580	(-5) 475	2 160	(-15) 780
90	600	(-5) 505	3 320	(-20) 910
95	605	(-5) 505	3 390	(-20) 940
100	630	(-5) 540	3 560	(-20) 980
105	640	(-5) 540	3 610	(-20) 1 010
110	665	(-5) 575	3 770	(-20) 1 040
120	700	(-5) 615	4 020	(-20) 1 115
130	700	(-5) 615	5 200	(-25) 1 170

Wartość w () pokazuje zmierzony luz osiowy.

Napięcie wstępne i sztywność

Łożyska kulkowe skośne wzdłużne dwukierunkowe

(seria TAC)

Seria TAC20**Nominalny kąt działania łożyska 60° Kulki stalowe**

Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	C6		C7		C8	
	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)
140	980	1 200	3 626	1 900	9 310	2 600
150	980	1 210	4 704	2 060	9 408	2 640
160	1 274	1 370	4 802	2 140	10 780	2 830
170	2 058	1 650	6 762	2 450	13 720	3 120
180	2 940	1 875	6 762	2 475	15 680	3 265
190	3 038	1 940	7 056	2 560	18 620	3 560
200	3 038	1 950	7 056	2 570	18 620	3 570

Seria TAC29**Nominalny kąt działania łożyska 60° Kulki stalowe**

Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	C6		C7		C8	
	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)
150	196	775	4 116	2 150	7 056	2 590
160	196	800	4 410	2 260	7 448	2 720
170	196	800	4 410	2 370	7 742	2 860
180	1 078	1 470	4 410	2 320	9 800	3 040
190	1 078	1 440	4 606	2 440	10 290	3 200
200	1 078	1 500	4 606	2 430	11 760	3 340
220	1 176	1 615	4 900	2 620	12 740	3 615
240	1 176	1 690	5 096	2 750	13 230	3 800
260	1 176	1 670	5 096	2 720	13 230	3 750
280	1 274	1 755	5 390	2 865	13 720	3 950

4. NAPIĘCIE WSTĘPNE I SZTYWNOŚĆ

Napięcie wstępne i sztywność

Łożyska kulkowe skośne wzdłużne do podparcia śrub kulowych

Seria TAC B (do obrabiarek)

Nominalny kąt działania łożyska 60° Kulki stalowe

Napięcie wstępne C9

Oznaczenie łożyska	Układ dwójkowy (DB lub DF)			Układ trójkowy (DBD lub DFD)			Układ czwórkowy (DBB lub DFF)		
	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Moment rozruchowy (N·m)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Moment rozruchowy (N·m)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Moment rozruchowy (N·m)
15TAC47B	1 000	555	0.05	1 370	795	0.07	2 010	1 110	0.11
17TAC47B	1 000	555	0.05	1 370	795	0.07	2 010	1 110	0.11
20TAC47B	1 000	555	0.05	1 370	795	0.07	2 010	1 110	0.11
25TAC62B	1 490	733	0.09	2 030	1 050	0.12	2 980	1 465	0.17
30TAC62B	1 563	772	0.09	2 130	1 105	0.12	3 130	1 545	0.18
35TAC72B	1 785	890	0.10	2 430	1 275	0.14	3 570	1 780	0.21
40TAC72B	1 860	930	0.11	2 530	1 330	0.14	3 720	1 860	0.21
40TAC90B	2 365	1015	0.18	3 220	1 465	0.24	4 730	2 030	0.36
45TAC75B	2 005	1005	0.12	2 730	1 445	0.16	4 015	2 015	0.23
45TAC100B	2 880	1160	0.23	3 920	1 670	0.31	5 760	2 320	0.46
50TAC100B	3 010	1210	0.24	4 095	1 745	0.32	6 020	2 425	0.48
55TAC100B	3 010	1210	0.24	4 095	1 745	0.32	6 020	2 425	0.48
55TAC120B	3 520	1430	0.28	4 790	2 055	0.37	7 040	2 855	0.56
60TAC120B	3 520	1430	0.28	4 790	2 055	0.37	7 040	2 855	0.56

Napięcie wstępne C10

Oznaczenie łożyska	Układ dwójkowy (DB lub DF)			Układ trójkowy (DBD lub DFD)			Układ czwórkowy (DBB lub DFF)		
	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Moment rozruchowy (N·m)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Moment rozruchowy (N·m)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Moment rozruchowy (N·m)
15TAC47B	2 150	750	0.14	2 950	1 080	0.20	4 300	1 470	0.29
17TAC47B	2 150	750	0.14	2 950	1 080	0.20	4 300	1 470	0.29
20TAC47B	2 150	750	0.14	2 950	1 080	0.20	4 300	1 470	0.29
25TAC62B	3 150	1 000	0.23	4 300	1 470	0.31	6 250	1 960	0.46
30TAC62B	3 350	1 030	0.24	4 500	1 520	0.33	6 650	2 010	0.49
35TAC72B	3 800	1 180	0.28	5 200	1 710	0.37	7 650	2 350	0.55
40TAC72B	3 900	1 230	0.28	5 300	1 810	0.38	7 850	2 400	0.57
40TAC90B	5 000	1 320	0.48	6 750	1 960	0.65	10 300	2 650	0.96
45TAC75B	4 100	1 270	0.29	5 600	1 910	0.40	8 250	2 550	0.59
45TAC100B	5 900	1 520	0.58	8 050	2 210	0.78	11 800	3 000	1.16
50TAC100B	6 100	1 570	0.60	8 250	2 300	0.80	12 300	3 100	1.18
55TAC100B	6 100	1 570	0.60	8 250	2 300	0.80	12 300	3 100	1.18
55TAC120B	6 650	1 810	0.64	9 100	2 650	0.86	13 200	3 550	1.27
60TAC120B	6 650	1 810	0.64	9 100	2 650	0.86	13 200	3 550	1.27

Seria TAC 02, 03 (do wtryskarek elektrycznych)

Nominalny kąt działania łożyska 50–55° Kulki stalowe

Napięcie wstępne C8

Oznaczenie łożyska	Układ dwójkowy (DB lub DF)			Układ trójkowy (DBD lub DFD)			Układ czwórkowy (DBT lub DFT)		
	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Moment rozruchowy (N·m)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Moment rozruchowy (N·m)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność osiowa (N/μm)	Moment rozruchowy (N·m)
15TAC02AT85	365	262	0.017	495	385	0.024	575	490	0.027
25TAC02AT85 ⁽¹⁾	1 440	520	0.113	1 960	755	0.153	2 260	950	0.175
TAC35-2T85	2 270	705	0.266	3 100	1 020	0.360	3 550	1 280	0.415
40TAC03AT85	2 270	705	0.266	3 100	1 020	0.360	3 550	1 280	0.415
45TAC03AT85	2 740	775	0.355	3 750	1 120	0.480	4 300	1 410	0.550
TAC45-2T85	3 550	880	0.520	4 850	1 270	0.705	5 600	1 600	0.810
50TAC03AT85	3 550	880	0.520	4 850	1 270	0.705	5 600	1 600	0.810
55TAC03AT85	4 100	945	0.650	5 600	1 370	0.880	6 500	1 720	1.000
60TAC03AT85	4 750	1 020	0.810	6 450	1 480	1.100	7 450	1 850	1.250
80TAC03AM	7 350	1 270	1.550	10 000	1 840	2.100	11 500	2 330	2.450
100TAC03CMC ⁽²⁾	1 000	830	0.105	1 400	1 240	0.147	1 600	1 575	0.166
120TAC03CMC ⁽²⁾	1 100	930	0.120	1 500	1 378	0.163	1 800	1 775	0.196

⁽¹⁾ Wartość dla 25TAC02AT85 jest podana dla napięcia wstępnego H.

⁽²⁾ Wartości dla 100TAC03CMC i 120TAC03CMC są podane dla napięcia wstępnego EL.

Wewnętrzny luz promieniowy łożysk walcowych

Luz w łożyskach z pierścieniami niewymiennymi z otworami stożkowymi

Jednostka: μm

Nominalna średnica otworu łożyska (mm)		Luz w łożyskach z pierścieniami niewymiennymi z otworami stożkowymi															
		CC9 ⁽¹⁾		CC0		CC1		CC2		CC ⁽²⁾		CC3		CC4		CC5	
powyżej	włącznie	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
24	30	5	10	8	15	10	25	25	35	40	50	50	60	60	70	80	95
30	40	5	12	8	15	12	25	25	40	45	55	55	70	70	80	95	110
40	50	5	15	10	20	15	30	30	45	50	65	65	80	80	95	110	125
50	65	5	15	10	20	15	35	35	50	55	75	75	90	90	110	130	150
65	80	10	20	15	30	20	40	40	60	70	90	90	110	110	130	150	170
80	100	10	25	20	35	25	45	45	70	80	105	105	125	125	150	180	205
100	120	10	25	20	35	25	50	50	80	95	120	120	145	145	170	205	230
120	140	15	30	25	40	30	60	60	90	105	135	135	160	160	190	230	260
140	160	15	35	30	50	35	65	65	100	115	150	150	180	180	215	260	295
160	180	15	35	30	50	35	75	75	110	125	165	165	200	200	240	285	320
180	200	20	40	30	50	40	80	80	120	140	180	180	220	220	260	315	355
200	225	20	45	35	60	45	90	90	135	155	200	200	240	240	285	350	395
225	250	25	50	40	65	50	100	100	150	170	215	215	265	265	315	380	430
250	280	25	55	40	70	55	110	110	165	185	240	240	295	295	350	420	475

⁽¹⁾ Dotyczy łożysk walcowych o klasie dokładności ISO 4 i 5 z otworami stożkowymi.

⁽²⁾ Oznacza luz normalny dla dopasowanych łożysk walcowych.

Luz w łożyskach z pierścieniami niewymiennymi z otworami walcowymi

Jednostka: μm

Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	Luz w łożyskach z pierścieniami niewymiennymi z otworami walcowymi											
	CC1		CC2		CC ⁽³⁾		CC3		CC4		CC5	
powyżej włącznie	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
24 30	5	15	10	25	25	35	40	50	50	60	70	80
30 40	5	15	12	25	25	40	45	55	55	70	80	95
40 50	5	18	15	30	30	45	50	65	65	80	95	110
50 65	5	20	15	35	35	50	55	75	75	90	110	130
65 80	10	25	20	40	40	60	70	90	90	110	130	150
80 100	10	30	25	45	45	70	80	105	105	125	155	180
100 120	10	30	25	50	50	80	95	120	120	145	180	205
120 140	10	35	30	60	60	90	105	135	135	160	200	230
140 160	10	35	35	65	65	100	115	150	150	180	225	260
160 180	10	40	35	75	75	110	125	165	165	200	250	285
180 200	15	45	40	80	80	120	140	180	180	220	275	315
200 225	15	50	45	90	90	135	155	200	200	240	305	350
225 250	15	50	50	100	100	150	170	215	215	265	330	380
250 280	20	55	55	110	110	165	185	240	240	295	370	420

⁽³⁾ Oznacza luz normalny dla dopasowanych łożysk walcowych.

5. PRĘDKOŚCI GRANICZNE

Prędkości graniczne

Prędkości graniczne wymienione w tabelach wymiarowych łożysk to wartości wytyczne. Są one podane dla pojedynczego łożyska, które jest lekko napięte za pomocą sprężyny i będące przedmiotem stosunkowo niewielkich obciążeń przy dobrym odprowadzaniu ciepła.

Prędkości graniczne w przypadku smarowania smarem są określane dla łożyska smarowanego smarem wysokiej jakości i w odpowiedniej ilości. Wartości w przypadku smarowania olejowego oparte są na zastosowaniu smarowania olejowo-powietrznego (lub za pomocą mgły olejowej). W sytuacjach, w których olej smarujący jest wykorzystywany do odprowadzania ciepła, możliwe jest osiągnięcie większych prędkości, jednakże konieczne jest wówczas podawanie pod ciśnieniem do łożyska większej ilości oleju, co z kolei prowadzi do znacznego spadku mocy.

Gdy pojedyncze łożysko jest używane w układach dwu-, trzy- lub czterorzędowych lub gdy zwiększane jest napięcie wstępne w celu poprawy sztywności wrzeciona, prędkości graniczne będą niższe od wymienionych.

Współczynniki prędkości

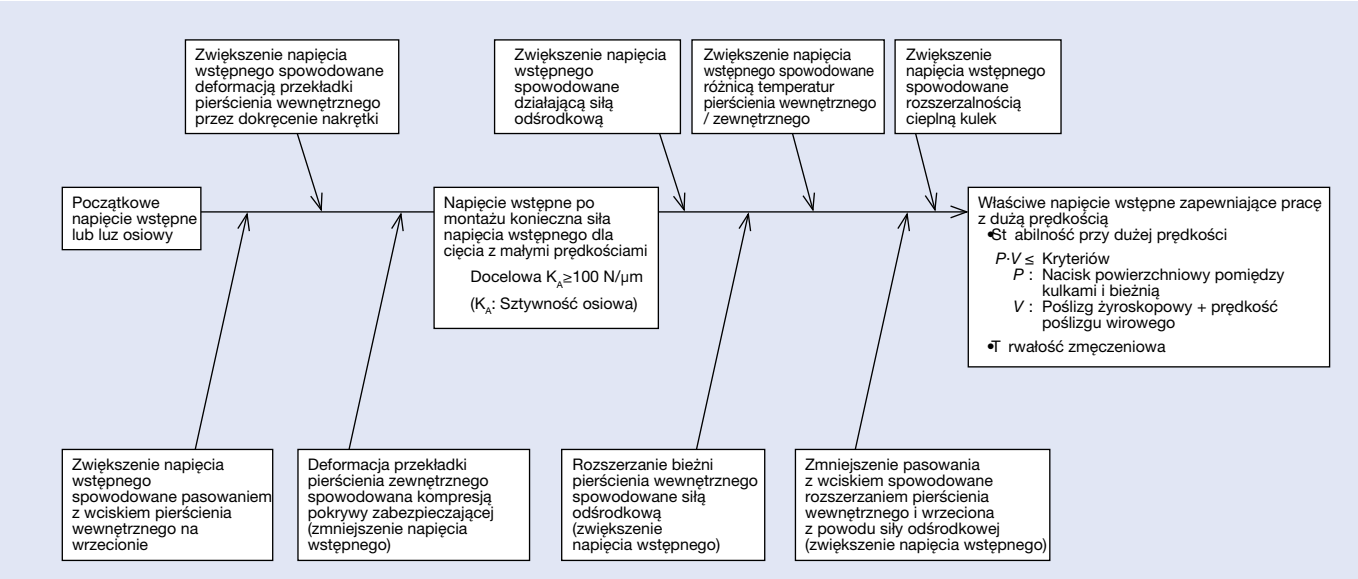
Prędkość graniczna zestawu parowanych łożysk pracujących pod napięciem wstępnym pozycyjnym jest obliczana przez pomnożenie prędkości granicznej pojedynczego łożyska w zestawie przez odpowiedni współczynnik podany w Tabeli 5.1. W tabeli tej napięcia wstępne oznaczają wartości napięć wstępnych po zamocowaniu łożyska na wrzecionie. Wartości napięcia wstępnego po zamontowaniu łożyska na wrzecionie zmieniają się w wyniku wymagań pasowania wrzeciona dla pracy z wysoką prędkością i deformacją przekładek spowodowaną dokręceniem. W takim przypadku, szczególnie przy zastosowaniach wymagających pracy z wysoką prędkością, konieczne jest dostosowanie długości przekładek względem siebie w celu skompensowania zmian napięcia wstępnego po zamontowaniu łożyska. W celu uzyskania pomocy przy regulacjach wymagających obliczeń prosimy o skontaktowanie się z NSK.

Tabela 5.1 Współczynniki prędkości

	Układ	EL	L	M	H
DB		0.85	0.80	0.65	0.55
DBB		0.80	0.75	0.60	0.45
DBD		0.75	0.70	0.55	0.40

Czynniki zmieniające napięcie wstępne

Rys. 5.1 Diagram studium przepływu napięcia wstępnego



Czynniki mające wpływ na prędkości graniczne

Prędkość graniczna łożyska, wewnątrz wrzeciona, podlega wpływowi warunków roboczych opisanych poniżej.

1. Metoda smarowania

Grubość filmu olejowego utworzonego za pomocą metody smarowania olejowo-powietrznego lub mgłą olejową jest większa w porównaniu do grubości filmu w przypadku smarowania smarem. Stąd też prędkość graniczna jest wyższa w przypadku zastosowania metody smarowania mieszanką olejowo-powietrzną lub mgłą olejową.

W przypadku smarowania strumieniowego, duża ilość oleju wprowadzanego do łożyska w celu jego smarowania usuwa także skutecznie ciepło, co powoduje, że możliwe jest osiągnięcie dużo wyższych prędkości granicznych.

2. Układy

Jeżeli łożyska są używane w parach/układach obejmujących kilka łożysk, liczba łożysk w zestawie wpływa na prędkość graniczną. Im więcej jest łożysk w zestawie, tym niższa jest prędkość graniczna z powodu zmniejszenia zdolności do odprowadzania ciepła.

3. Napężenie wstępne

Jeżeli napężenie wstępne po montażu jest duże, nacisk powierzchniowy pomiędzy elementami tocznymi i bieżniami rośnie, co powoduje wydzielanie dodatkowego ciepła. W rezultacie tego ciepła napężenie wstępne podczas pracy zwiększa się jeszcze bardziej, co z kolei powoduje zwiększenie ryzyka uszkodzenia łożyska.

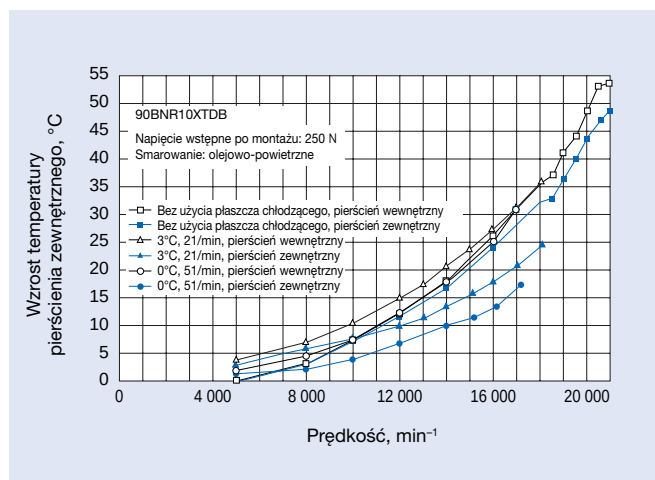
Dla uniknięcia tego typu uszkodzenia łożyska konieczne jest zmniejszenie prędkości granicznej. Podobnie w przypadku łożysk walcowych, gdy następuje zmniejszenie luzu promieniowego i wzrost napężenia wstępnego podczas pracy, prędkość graniczna ulega zredukowaniu.

4. Metoda napędu

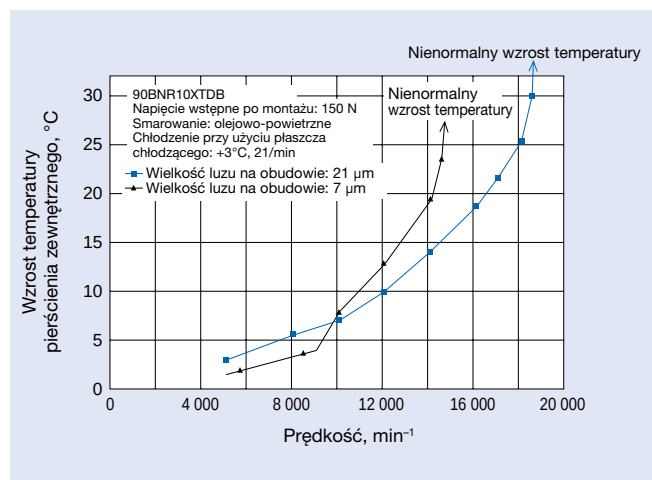
Prędkość graniczna łożyska będzie zależała także od układu napędowego wrzeciona.

W przypadku wrzecion zamontowanych do wirników silników temperatura wewnątrz wrzeciona jest większa. Jeżeli zastosowany zostanie ponadto system chłodzenia poprzez płaszcz chłodzący, różnica temperatur pomiędzy pierścieniem wewnętrznym i zewnętrznym staje się większa, a więc rośnie napężenie wstępne i spada prędkość graniczna (patrz Rys. 5.2). Chłodzenie przy użyciu płaszcza chłodzącego wpływa także na luz pomiędzy łożyskiem i obudową (patrz Rys. 5.3), ponieważ luz pomiędzy łożyskiem i obudową staje się ujemny, a to z kolei powoduje wzrost napężenia wstępnego.

Rys. 5.2 Wpływ chłodzenia przy użyciu płaszcza chłodzącego na prędkość graniczną



Rys. 5.3 Wpływ luzu pomiędzy łożyskiem i obudową na prędkość graniczną



6. SMAROWANIE

Cele smarowania

Głównym celem smarowania jest zmniejszenie tarcia i zużycia wewnątrz łożyska, które mogą powodować przedwczesne uszkodzenie łożyska. Efekty smarowania można krótko wyjaśnić następująco:

(1) Zmniejszenie tarcia i zużycia

Bezpośredni kontaktowi powierzchni metalowych pomiędzy pierścieniami łożyska, elementami tocznymi i koszykiem, stanowiącymi podstawowe elementy łożyska, zapobiega film olejowy redukujący tarcie i zużycie w obszarach styku.

(2) Zwiększenie trwałości zmęczeniowej

Toczną trwałość zmęczeniową łożysk zależy w dużym stopniu od lepkości i grubości filmu pomiędzy tocznymi powierzchniami styku. Film o dużej grubości zwiększa trwałość zmęczeniową, ale trwałość ta ulega zmniejszeniu, jeżeli lepkość oleju jest zbyt mała lub jeżeli grubość filmu jest niewystarczająca.

(3) Odprowadzanie ciepła

Cyrkulujący środek smarny może być stosowany do odprowadzania ciepła powstającego w wyniku tarcia lub ciepła przenieszonego z wewnątrz w celu zapobiegania przegrzewaniu się łożyska i spadku jakości oleju.

(4) Inne

Odpowiednie smarowanie pomaga także w zapobieganiu przedostawaniu się ciał obcych do łożysk oraz zapobiega korozji i rdzewieniu.

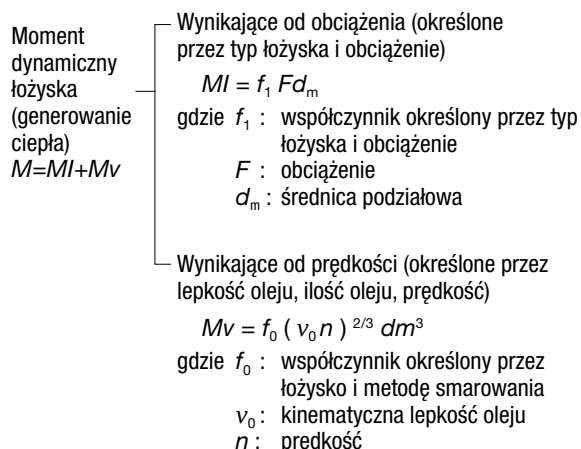
Metody smarowania

W przypadku wrzecion obrabiarek, w których ważna jest duża precyzja, konieczne jest zapobieganie nadmiernemu wzrostowi temperatury wrzeciona w celu zmniejszenia deformacji cieplnej. Generowanie ciepła przez łożyska dzieli się na te wynikające z obciążeń, określane przez typ łożyska i obciążenie, oraz wynikające z prędkości, określane przez metodę smarowania i prędkość. Generalnie, ciepło wydzielane od prędkości jest większe, ale nawet jeśli wybrana zostanie metoda smarowania, która spowoduje, że wydzielane od prędkości ciepło będzie niewielkie, nie można bagatelizować ciepła wydzielanego od obciążeń. Dlatego też, ważne jest, aby wybrać łożysko generujące niewielkie ciepło (ciepło wydzielane od obciążeń) i metodę smarowania (ciepło wydzielane od prędkości).

Jeżeli chodzi o generowanie ciepła, istotny wpływ ma zarówno metoda smarowania, jak i ilość środka smarnego. Rozpowszechnione jest smarowanie z użyciem niewielkiej ilości smaru, ponieważ metoda ta jest ekonomiczna, bezobsługowa i ilość generowanego ciepła jest niewielka. Dla wysokich prędkości w celu utrzymania stałej niskiej temperatury opracowano metodę smarowania olejowo-powietrznego, wymagającą minimalnej ilości oleju.

Relacja pomiędzy ilością oleju a generowaniem ciepła (strata spowodowana tarciami) i wzrostem temperatury jest znana i została pokazana na Rys. 6.1. Dlatego też, dla wrzecion obrabiarek w celu uniknięcia nadmiernego wzrostu temperatury konieczne jest przyjęcie metody smarowania obejmującej strefę A lub B.

Metody smarowania dla strefy A i B zostały podsumowane w Tabeli 6.1.



Rys. 6.1 Ilość oleju i wzrost temperatury

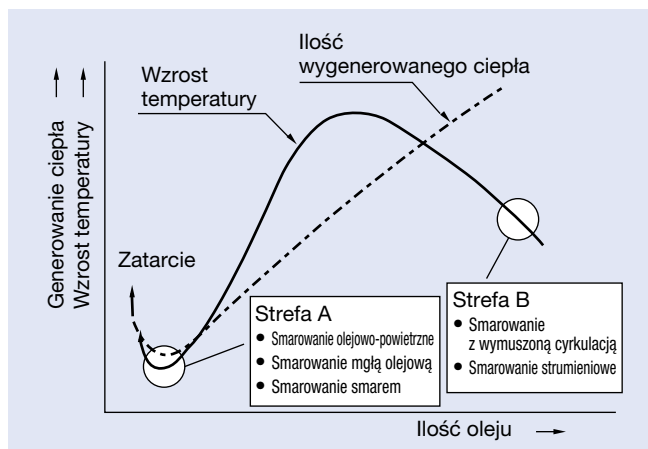


Tabela 6.1 Porównanie metod smarowania

Metody smarowania	Zalety	Wady
Smarowanie smarem	○ Niski koszt. ○ Ograniczenie wzrostu temperatury jest możliwe. ○ Bezobsługowe.	○ Obniżenie właściwości smaru może spowodować zatarcie. ○ Możliwa penetracja pyłu lub cieczy chłodzącej.
Smarowanie mgłą olejową	○ Z uwagi na stałe dostarczanie oleju brak możliwości obniżenia jego właściwości. ○ Utrudniona penetracja pyłu lub cieczy chłodzącej.	○ Zanieczyszczenie środowiska. ○ Ilość dostarczanego oleju jest różna w zależności od lepkości i temperatury oleju, co powoduje trudności w kontrolowaniu podawania oleju w małych ilościach. ○ Trudno jest potwierdzić, że olej jest rzeczywiście podawany.
Smarowanie strumieniem oleju	○ Z uwagi na dużą ilość podawanego oleju brak możliwości penetracji pyłu lub cieczy chłodzącej i skrajnie małe prawdopodobieństwo zatarcia. ○ Z uwagi na chłodzenie olejem możliwość kontrolowania w pewnym zakresie temperatury łożyska.	○ Duże straty spowodowane tarciem. ○ Trudność w stosowaniu we wrzecionach pionowych z uwagi na wyciek oleju. ○ Wysoki koszt.
Smarowanie olejowo-powietrzne	○ Ponieważ możliwe jest kontrolowanie ilości oleju, podawana jest optymalna ilość oleju i generowana jest niewielka ilość ciepła. ○ Oprócz niewielkiego generowania ciepła, występuje efekt chłodzenia powietrzem, a więc temperatura jest niewielka. ○ Ponieważ zawsze podawany jest nowy olej, nie ma ryzyka obniżenia właściwości oleju. ○ Pył i ciecz chłodząca nie ma łatwego dojścia. ○ Niewielkie zanieczyszczenie środowiska.	○ Koszt jest dość wysoki. ○ Trudno jest potwierdzić, że olej jest rzeczywiście podawany.

Smarowanie smarem

(1) Zalecane smary

Smary na bazie litu z olejem mineralnym jako olejem bazowym mają dobrą adhezję i znakomitą charakterystykę dla łożysk tocznych. Nadają się zazwyczaj do stosowania w zakresie temperatur -10°C do $+110^{\circ}\text{C}$.

W przypadku wysokoobrotowych wrzecion obrabiarek, wymagających niewielkiego wzrostu temperatury i dużej trwałości, zaleca się smar o 2-giej klasie konsystencji na bazie oleju syntetycznego (dwustrowy, dwustrowy + olej mineralny itp.).

Tabela 6.2 wymienia nazwy handlowe i właściwości smarów powszechnie używanych w łożyskach wrzecion obrabiarek i w łożyskach do podparcia śrub kulowych.

(2) Trwałość smaru

Trwałość smaru zależy w dużym stopniu od temperatury pracy; dlatego w celu zwiększenia trwałości smaru konieczne jest utrzymanie niższej temperatury łożyska (w tym temperatury otoczenia). Do łożysk wrzecion wysokoobrotowych lub elektrowrzecion używany jest często wysokowydajny smar szerokiego zakresu.

Poniższe równanie pokazuje średnią trwałość smaru szerokiego zastosowania:

$$\log t = 6.12 - 1.4n/N_{\max} - (0.018 - 0.006n/N_{\max}) T$$

gdzie : średnia trwałość smaru (godz.)

$N_{\max}$: prędkość graniczna (min^{-1})

n : prędkość robocza (min^{-1})

: temperatura robocza łożyska ($^{\circ}\text{C}$)

(3) Ilość smaru w łożyskach wrzecion wysokoobrotowych

Dla łożysk pracujących z dużą prędkością, smarowanych smarem, zaleca się stosowanie smaru w ilości wynoszącej 10 do 20% wolnej przestrzeni wewnętrznej. Nałożenie zbyt dużej ilości smaru powoduje wydzielanie się podczas procedury docierania nadmiernej ilości ciepła, co może doprowadzić do obniżenia jakości smaru. Dla uniknięcia tego zagrożenia konieczne jest docieranie wrzecion przez odpowiedni czas.

Opierając się na doświadczeniach NSK określiliśmy ilość potrzebnego smaru zapewniającą łatwość obracania się i odpowiedni poziom smarowania. Ilości smaru, patrz tabele na stronie 157.

Tabela 6.2 Marki smarów i właściwości

Nazwa handlowa	Producent	Zagęszczacz	Olej bazowy	Lepkość oleju bazowego mm^2/s (40°C)	Temperatura kroplenia ($^{\circ}\text{C}$)	Zakres temperatury roboczej ($^{\circ}\text{C}$)	Główne zastosowanie
MTE	NSK	Barowy kompleksowy	Olej estrowy	23	200	-30 do $+120$	Łożyska wrzecion wysokoobrotowych, łożyska walcowe do wysokich prędkości
MTS	NSK	Mocznikowy	Mieszanka olei syntetycznych	22	220	-40 do $+130$	Łożyska wrzecion wysokoobrotowych
Isoflex NBU15	Klüber	Barowy kompleksowy	Olej estrowy + olej mineralny	20	250	-30 do $+120$	Łożyska wrzecion głównych
Multemp PS No.2	Kyodo Yushi	Litowy	Olej dwustrowy + olej mineralny	16	189	-50 do $+110$	Łożyska wrzecion głównych
Mobilux 2	Mobil	Litowy	Olej mineralny	26	196	-10 do $+110$	Łożyska głowic wiertarskich, kół obrotowych
Multemp LRL3	Kyodo Yushi	Litowy	Olej polioleostrowy	37	208	-30 do $+130$	Łożyska wrzecion głównych
Staburags NBU8EP	Klüber	Barowy kompleksowy	Olej mineralny	105	220	-30 do $+130$	Łożyska walcowe o dużej nośności
Alvania 2	Shell	Litowy	Olej mineralny	130	182	-10 do $+110$	Łożyska do śrub kulowych
ENS	NSK	Mocznikowy	Olej polioleostrowy	32	260	-40 do $+160$	Łożyska do silników elektrycznych
WPH	NSK	Dwu-mocznik	Olej poli- α -olefinowy	96	259	-40 do $+150$	Łożyska śrub kulowych

6. SMAROWANIE

Smarowanie olejowe

(1) Smarowanie mgłą olejową i smarowanie olejowo-powietrzne (smarowanie minimalną ilością oleju)

Rozpylanie olejowe jest metodą rozpylania oleju poprzez zamienianie go w mgłę za pomocą sprężonego powietrza. Metoda ta nazywana jest także smarowaniem mgłą olejową. Smarowanie olejowo-powietrzne jest metodą ciągłego podawania oleju przez wtryskiwanie oleju do strumienia sprężonego powietrza za pomocą zaworu mieszającego, który w sposób przerywany podaje minimalną ilość oleju poprzez tłok o stałym skoku. Rys. 6.2 pokazuje zalecane ilości oleju dla opisanych powyżej metod smarowania, każda ilość dla jednego łożyska.

W przypadku smarowania mgłą olejową, konieczne jest wyregulowanie ilości oleju tak, aby uwzględnić wpływ odgałęzień rur i wycieków spod podkładek. W przypadkach, gdy wartość $d_m n$ jest większa niż 1 800 000, prosimy o skontaktowanie się z NSK w celu uzyskania porady o ile powinna być zwiększona ilość oleju.

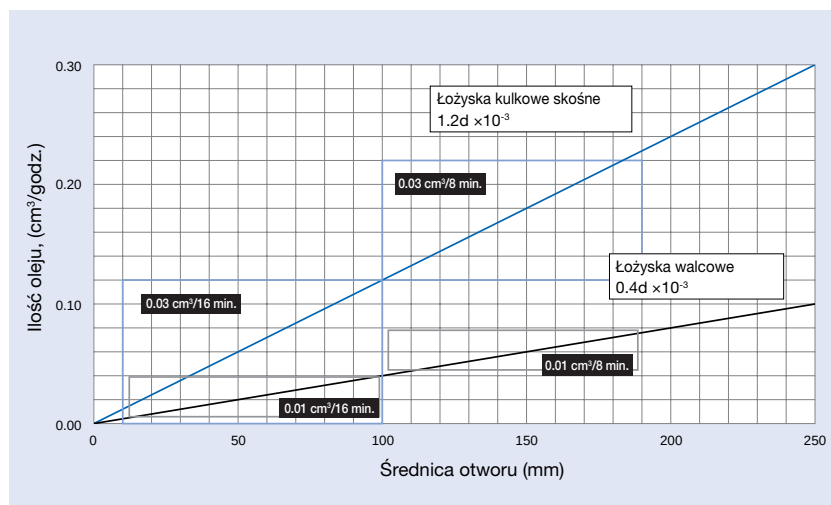
Pozycja dyszy, patrz strona 192.

(2) Smarowanie strumieniowe

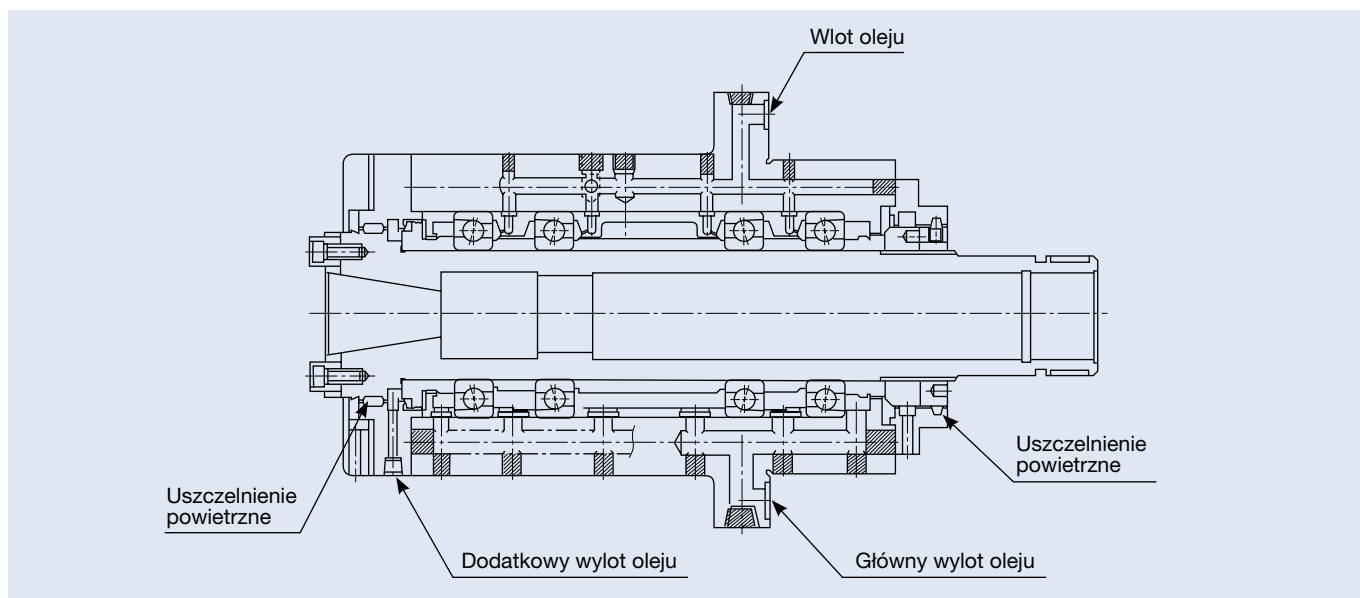
Smarowanie strumieniowe jest wykorzystywane głównie do łożysk wysokobrotowych o wartości $d_m n$ powyżej 100×10^4 . Poprzez jedną lub kilka dyszy strumień oleju smarowego są pod stałym ciśnieniem wtryskiwane do wnętrza łożyska. Przy dużej prędkości powietrze otaczające łożysko obraca się wraz z łożyskiem i tworzy ścianę powietrzną. Prędkość strumienia z każdej dyszy musi być o 20% większa niż prędkość obwodowa zewnętrznej powierzchni pierścienia wewnętrznego. Ponieważ w metodzie smarowania strumieniowego zużywa się duże ilości oleju i istnieją duże opory przepływu, konieczne jest skuteczne odprowadzanie ciepła poprzez odprowadzenia dużej ilości oleju przez główny wylot lub wymuszone odprowadzanie oleju. W przypadku łożysk wrzecion obrabiarek metoda ta jest używana przy pewnych zastosowaniach jako środek zapewniający stabilną pracę z wyjątkowo dużymi prędkościami (patrz Rys. 6.3).

Pozycja dyszy, patrz strona 192.

Rys. 6.2 Zalecana ilość oleju dla każdego rozmiaru otworu łożyska (smarowanie minimalną ilością oleju).



Rys. 6.3 Przekrój wrzeciona ze smarowaniem strumieniowym



Zalecane ilości smaru dla łożysk do wrzecion wysokobrotowychJednostka: cm³/łożysko

Kod otworu łożyska	Średnica otworu (mm)	Łożyska kulkowe skośne : 15% przestrzeni wewnętrznej				Łożyska walcowe : 10% przestrzeni wewnętrznej			
		BNR19 BGR19 79xx	BGR10 70xx	BGR02 72xx	BNR10 BAR10 BTR10	NN49	NN39	NN30	N10
		Ilość	Ilość	Ilość	Ilość	Ilość	Ilość	Ilość	Ilość
5	5	–	–	0.03	–	–	–	–	–
6	6	–	0.04	0.07	–	–	–	–	–
7	7	–	0.07	–	–	–	–	–	–
8	8	–	0.12	0.10	–	–	–	–	–
00	10	0.06	0.13	0.16	–	–	–	–	–
01	12	0.06	0.14	0.23	–	–	–	–	–
02	15	0.11	0.18	0.29	–	–	–	–	–
03	17	0.13	0.24	0.41	–	–	–	–	–
04	20	0.23	0.44	0.68	–	–	–	–	–
05	25	0.27	0.52	0.85	–	–	–	0.4	–
06	30	0.31	0.69	1.2	0.58	–	–	0.6	0.4
07	35	0.48	0.98	1.7	0.78	–	–	0.8	0.6
08	40	0.75	1.2	2.1	0.92	–	–	1.0	0.7
09	45	0.83	1.5	2.6	1.2	–	–	1.3	1.0
10	50	0.91	1.6	3.0	1.2	–	–	1.4	1.1
11	55	1.1	2.4	3.9	1.7	–	–	2.0	1.5
12	60	1.2	2.6	4.8	1.8	–	–	2.1	1.6
13	65	1.3	2.6	5.7	1.9	–	–	2.2	1.6
14	70	2.1	3.6	6.5	2.8	–	–	3.2	2.4
15	75	2.3	3.6	7.0	2.9	–	–	3.5	2.5
16	80	2.4	5.1	8.7	3.8	–	–	4.7	3.5
17	85	3.5	5.3	11	4.0	–	–	4.9	3.7
18	90	3.6	6.6	13	5.5	–	–	6.5	4.5
19	95	3.6	6.8	16	5.7	–	–	6.6	4.7
20	100	4.9	7.2	19	6.1	5.4	4.5	6.8	4.9
21	105	5.1	9.0	23	7.6	5.6	4.6	9.3	5.9
22	110	5.2	12	27	9.1	5.7	4.8	11	7.5
24	120	7.9	12	31	9.8	8.4	6.5	12.5	8.1
26	130	9.0	18	34	15	11	8.5	18	12.4
28	140	9.9	20	42	17	12	9.3	20	12.9
30	150	14	25	53	22	24	14	23	–
32	160	16	34	–	26	20	15	29	–
34	170	14	42	–	33	21	15	38	–
36	180	22	51	–	46	28	23	51	–
38	190	27	47	–	50	30	24	54	–
40	200	39	76	–	61	44	35	69	–
44	220	42	–	–	–	–	37	–	–
48	240	41	–	–	–	–	40	–	–
52	260	77	–	–	–	–	70	–	–
56	280	80	–	–	–	–	75	–	–

Ilość smaru dla „xxTAC20(29)X(D)” powinna być taka sama jak w przypadku łożyska walcowego dwurzędowego, które jest zamontowane razem z tym łożyskiem. Stosować smar wymieniony na stronie 173; aby uzyskać masę smaru, pomnożyć ilość podaną powyżej razy 0,93 (gęstość). Zalecane ilości smaru dla łożysk kulkowych skośnych wzdłużnych do podparcia śrub kulowych podano na stronach 110-113.

7. TOLERANCJE ŁOŻYSK

Tolerancja wymiarów głównych i dokładności obrotu łożysk poprzecznych są określone w normie ISO 492/199/582/1132-1 (dokładności łożysk tocznych) oraz JIS B 1514 (tolerancje łożysk tocznych). Oprócz łożysk mających wskazane wyżej tolerancje, NSK produkuje łożyska kulkowe skośne o klasie dokładności ABEC 5, 7 i 9 zgodnie z normą 20 Amerykańskiego Stowarzyszenia Producentów Łożysk (ABMA). Generalne definicje pozycji wymienionych przy dokładności obrotu i metodach pomiarowych zostały przedstawione na Rys. 7.1 i w Tabeli 7.1. Dalsze szczegóły można znaleźć w ISO 5593, Słowniku Łożysk Tocznych w JIS B 0104 oraz Metodach Pomiaru dla Łożysk Tocznych w JIS B 1515.

Tabela 7.1

Dokładność obrotu	Pierścień wewnętrzny	Pierścień zewnętrzny	Czujnik zegarowy
Bicie poprzeczne bieżni pierścienia wewnętrznego kompletnego łożyska K_{ia}	Obracający się	Nieruchomy	A
Bicie poprzeczne bieżni pierścienia zewnętrznego kompletnego łożyska K_{ea}	Nieruchomy	Obracający się	A
Bicie czoła (czoła oporowego) pierścienia wewnętrznego kompletnego łożyska względem bieżni S_{ia}	Obracający się	Nieruchomy	B ₁
Bicie czoła (czoła oporowego) pierścienia zewnętrznego kompletnego łożyska względem bieżni S_{ea}	Nieruchomy	Obracający się	B ₂
Bicie wzorcowego czoła (czoła oporowego, jeśli występuje) pierścienia wewnętrznego względem bieżni S_d	Obracający się	Nieruchomy	C
Rozrzut nachylenia tworzącej powierzchni zewnętrznej łożyska od wzorcowego czoła (czoła oporowego) pierścienia zewnętrznego S_d	n.d.	Obracający się	D

Tolerancje dla łożysk poprzecznych Pierścień wewnętrzny

Tabela 7.2 Pierścień wewnętrzny (Klasa 5)

Jednostka: μm

Nominalna średnica otworu d (mm)	Odchyłka średniej średnicy otworu w jednej płaszczyźnie $\Delta_{dmp}^{(2)}$		Rozrzut średnicy otworu w pojedynczej płaszczyźnie promieniowej $V_{dp}^{(2)}$		Rozrzut średniej średnicy otworu $V_{dmp}^{(2)}$	Bicie poprzeczne bieżni pierścienia wewnętrznego K_{ia}	Bicie pierścienia wewnętrznego względem otworu S_d	Bicie czoła pierścienia wewnętrznego względem bieżni $S_{ia}^{(4)}$	Odchyłka szerokości pojedynczego pierścienia wewnętrznego ΔB_s			Rozrzut szerokości pierścienia wewnętrznego V_{B_s}
			Serie średnic						Łożyisko pojedyncze Łożyisko parowane	Łożyisko pojedyncze	(1) Łożyisko parowane	
			9	0, 2, 3								
powyżej włącznie	górna	dolna	max		max	max	max	max	górna	dolna		max
2.5 10	0	– 5	5	4	3	4	7	7	0	– 40	–250	5
10 18	0	– 5	5	4	3	4	7	7	0	– 80	–250	5
18 30	0	– 6	6	5	3	4	8	8	0	–120	–250	5
30 50	0	– 8	8	6	4	5	8	8	0	–120	–250	5
50 80	0	– 9	9	7	5	5	8	8	0	–150	–250	6
80 120	0	–10	10	8	5	6	9	9	0	–200	–380	7
120 180	0	–13	13	10	7	8	10	10	0	–250	–380	8
180 250	0	–15	15	12	8	10	11	13	0	–300	–500	10
250 315	0	–18	18	14	9	13	13	15	0	–350	–500	13

Tabela 7.3 Pierścień wewnętrzny (Klasa 4)

Jednostka: μm

Nominalna średnica otworu d (mm)		Odchyłka średniej średnicy otworu w jednej płaszczyźnie $\Delta_{dmp}^{(2)}$		Odchyłka pojedynczej średnicy otworu $\Delta_{ds}^{(2)}$		Rozrzut średnicy otworu w pojedynczej płaszczyźnie promieniowej $V_{dp}^{(2)}$		Rozrzut średniej średnicy otworu $V_{dmp}^{(2)}$	Bicie poprzeczne bieżni pierścienia wewnętrznego K_{ia}	Bicie pierścienia wewnętrznego względem otworu S_d	Bicie czoła pierścienia wewnętrznego względem bieżni $S_{ia}^{(4)}$	Odchyłka szerokości pojedynczego pierścienia wewnętrznego ΔB_s			Rozrzut szerokości pierścienia wewnętrznego V_{B_s}
						Serie średnic						łożysko pojedyncze łożysko parowane	łożysko pojedyncze	(1) łożysko parowane	
						9	0, 2, 3								
powyżej	włącznie	górna	dolna	górna	dolna	max		max	max	max	max	górna	dolna		max
2.5	10	0	− 4	0	− 4	4	3	2	2.5	3	3	0	− 40	−250	2.5
10	18	0	− 4	0	− 4	4	3	2	2.5	3	3	0	− 80	−250	2.5
18	30	0	− 5	0	− 5	5	4	2.5	3	4	4	0	−120	−250	2.5
30	50	0	− 6	0	− 6	6	5	3	4	4	4	0	−120	−250	3
50	80	0	− 7	0	− 7	7	5	3.5	4	5	5	0	−150	−250	4
80	120	0	− 8	0	− 8	8	6	4	5	5	5	0	−200	−380	4
120	180	0	−10	0	−10	10	8	5	6	6	7	0	−250	−380	5
180	250	0	−12	0	−12	12	9	6	8	7	8	0	−300	−500	6

(1) Dotyczy pojedynczych pierścieni wyprodukowanych dla łożysk parowanych.

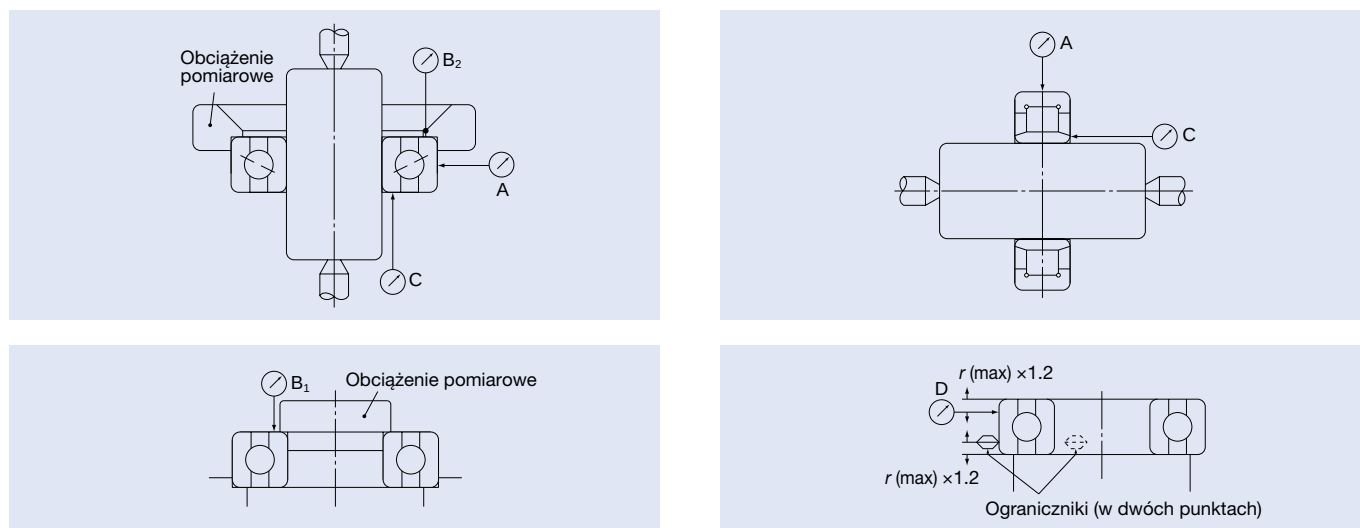
(2) Dotyczy łożysk z otworem walcowym.

(3) Klasa 3 to oryginalna klasa dokładności NSK. Tolerancja średnicy otworu łożyska i średnicy pierścienia zewnętrznego: Klasa 4. Inne tolerancje: Klasa 2.

(4) Dotyczy łożysk kulkowych.

- Uwagi:
1. Granica (górna) średnicy otworu walcowego dla strony nieprzebieżnej sprawdzianu trzpieniowego wyszczególnione w tej tabeli nie obowiązują na dystansie określonym od czoła pierścienia i równym wymiarowi ścicia montażowego r (maks.) pomnożonemu przez 1,2.
 2. Normy ABMA ABEC5, ABEC7 i ABEC9 są równoważne odpowiednio klasom ISO (JIS) 5, 4 i 2. Normy ABMA dotyczą łożysk kulkowych skośnych.

Rys. 7.1 Metody pomiaru dokładności obrotu

Tabela 7.4 Pierścień wewnętrzny (Klasa 3) ⁽³⁾Jednostka: μm

Nominalna średnica otworu d (mm)		Odchyłka średniej średnicy otworu w jednej płaszczyźnie $\Delta_{dmp}^{(2)}$		Odchyłka pojedynczej średnicy otworu $\Delta_{ds}^{(2)}$		Rozrzut średnicy otworu w pojedynczej płaszczyźnie promieniowej $V_{dp}^{(2)}$	Rozrzut średniej średnicy otworu $V_{dmp}^{(2)}$	Bicie poprzeczne bieżni pierścienia wewnętrznego K_{ia}	Bicie pierścienia wewnętrznego względem otworu S_d	Bicie czoła pierścienia wewnętrznego względem bieżni $S_{ia}^{(4)}$	Odchyłka szerokości pojedynczego pierścienia wewnętrznego ΔB_s			Rozrzut szerokości pierścienia wewnętrznego V_{B_s}
											łożysko pojedyncze łożysko parowane	łożysko pojedyncze	(¹) łożysko parowane	
powyżej	włącznie	górna	dolna	górna	dolna	max	max	max	max	max	górna	dolna		max
2.5	10	0	– 4	0	– 4	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	– 40	–250	1.5
10	18	0	– 4	0	– 4	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	– 80	–250	1.5
18	30	0	– 5	0	– 5	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5	0	–120	–250	1.5
30	50	0	– 6	0	– 6	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5	0	–120	–250	1.5
50	80	0	– 7	0	– 7	4	2	2.5	1.5	2.5	0	–150	–250	1.5
80	120	0	– 8	0	– 8	5	2.5	2.5	2.5	2.5	0	–200	–380	2.5
120	150	0	–10	0	–10	7	3.5	2.5	2.5	2.5	0	–250	–380	2.5
150	180	0	–10	0	–10	7	3.5	5	4	5	0	–250	–380	4
180	250	0	–12	0	–12	8	4	5	5	5	0	–300	–500	5

Tabela 7.5 Pierścień wewnętrzny (Klasa 2)

Jednostka: μm

Nominalna średnica otworu d (mm)		Odchyłka średniej średnicy otworu w jednej płaszczyźnie $\Delta_{dmp}^{(2)}$		Odchyłka pojedynczej średnicy otworu $\Delta_{ds}^{(2)}$		Rozrzut średnicy otworu w pojedynczej płaszczyźnie promieniowej $V_{dp}^{(2)}$	Rozrzut średniej średnicy otworu $V_{dmp}^{(2)}$	Bicie poprzeczne bieżni pierścienia wewnętrznego K_{ia}	Bicie pierścienia wewnętrznego względem otworu S_d	Bicie czoła pierścienia wewnętrznego względem bieżni $S_{ia}^{(4)}$	Odchyłka szerokości pojedynczego pierścienia wewnętrznego ΔB_s			Rozrzut szerokości pierścienia wewnętrznego V_{Bs}
											łożysko pojedyncze łożysko parowane	łożysko pojedyncze	(¹) łożysko parowane	
powyżej	włącznie	górna	dolna	górna	dolna	max	max	max	max	max	górna	dolna		max
2.5	10	0	-2.5	0	-2.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	- 40	-250	1.5
10	18	0	-2.5	0	-2.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	- 80	-250	1.5
18	30	0	-2.5	0	-2.5	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5	0	-120	-250	1.5
30	50	0	-2.5	0	-2.5	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5	0	-120	-250	1.5
50	80	0	-4	0	-4	4	2	2.5	1.5	2.5	0	-150	-250	1.5
80	120	0	-5	0	-5	5	2.5	2.5	2.5	2.5	0	-200	-380	2.5
120	150	0	-7	0	-7	7	3.5	2.5	2.5	2.5	0	-250	-380	2.5
150	180	0	-7	0	-7	7	3.5	5	4	5	0	-250	-380	4
180	250	0	-8	0	-8	8	4	5	5	5	0	-300	-500	5

Pierścień wewnętrzny (Klasa 4Y)

[Jeśli chodzi o klasę 4Y (P4Y), dokładność wymiarowa średnicy otworu i średnicy zewnętrznej są specjalne.]

Tabela 7.6 Tolerancja średnicy otworu dla pierścienia wewnętrznego
Jednostka: μm

Średnica otworu (mm)		Klasa 4		Klasa 4Y (kontrolowana do wartości średniej)	
powyżej	włącznie	górna	dolna	górna	dolna
30	50	0	- 6	-1	-3
50	80	0	- 7	-2	-5
80	120	0	- 8	-3	-6
120	150	0	-10	-3	-7

* Tolerancje dla łożysk o średnicy otworu poniżej 30 mm otworu są takie same jak wartości podane dla łożysk o średnicy otworów 30–50 mm. Klasa 4Y jest standardem dokładności NSK, w którym tolerancje średnicy otworu i średnicy pierścienia zewnętrznego są w specjalnej klasie (kontrolowana do średniej wartości) a pozostałe tolerancje są w klasie 4. Klasa 4Y ma te same dokładności obrotu co klasa 4 ale posiada węższy zakres tolerancji średnicy otworu i średnicy pierścienia zewnętrznego niż klasa 4. Jest to odpowiednie dla uniwersalnych układów łożysk.

7. TOLERANCJE ŁOŻYSK

Tolerancje dla łożysk poprzecznych

Pierścień zewnętrzny

Tabela 7.6 Pierścień zewnętrzny (Klasa 5)

Jednostka: μm

Nominalna średnica zewnętrzna D (mm)		Odchyłka średniej średnicy zewnętrznej w jednej płaszczyźnie Δ_{Dmp}		Rozrzut średnicy zewn. w jednej płaszczyźnie V_{Dp}		Rozrzut średniej średnicy zewnętrznej V_{Dmp}	Bicie poprzeczne bieżni pierścienia zewnętrznego K_{ea}	Rozrzut nachylenia tworzącej powierzchni zewnętrznej względem czoła S_D	Bicie czoła pierścienia zewnętrznego względem bieżni $S_{ea}(^{\circ})$	Odchyłka szerokości pojedynczego pierścienia zewnętrznego Δ_{Cs}	Rozrzut szerokości pierścienia zewnętrznego V_{Cs}
				Seria średnic							max
				9	0, 2						
powyżej	włącznie	górna	dolna	max		max	max	max	max	Równa wartości dla pierścienia wewnętrznego (Δ_{Bs}) łożyska o tym samym numerze	max
6	18	0	– 5	5	4	3	5	8	8		5
18	30	0	– 6	6	5	3	6	8	8		5
30	50	0	– 7	7	5	4	7	8	8		5
50	80	0	– 9	9	7	5	8	8	10		6
80	120	0	– 10	10	8	5	10	9	11		8
120	150	0	– 11	11	8	6	11	10	13		8
150	180	0	– 13	13	10	7	13	10	14		8
180	250	0	– 15	15	11	8	15	11	15		10
250	315	0	– 18	18	14	9	18	13	18		11
315	400	0	– 20	20	15	10	20	13	20		13

Tabela 7.7 Pierścień wewnętrzny (Klasa 4)

Jednostka: μm

Nominalna średnica zewnętrzna D (mm)		Odchyłka średniej średnicy zewnętrznej w jednej płaszczyźnie Δ_{Dmp}		Odchyłka pojedynczej średnicy zewnętrznej Δ_{DS}		Rozrzut średnicy zewn. w jednej płaszczyźnie V_{Dp}		Rozrzut średniej średnicy zewnętrznej V_{Dmp}	Bicie poprzeczne bieżni pierścienia zewnętrznego K_{ea}	Rozrzut nachylenia tworzącej powierzchni zewnętrznej względem czoła S_D	Bicie czoła pierścienia zewnętrznego względem bieżni $S_{ea}(^\circ)$	Odchyłka szerokości pojedynczego pierścienia zewnętrznego Δ_{Cs}	Rozrzut szerokości pierścienia zewnętrznego
						Seria średnic							V_{Cs}
						9	0, 2						max
powyżej	włącznie	górna	dolna	górna	dolna	max		max	max	max	max	Równa wartości dla pierścienia wewnętrznego (Δ_{Bs}) łożyska o tym samym numerze	max
6	18	0	− 4	0	− 4	4	3	2	3	4	5		2.5
18	30	0	− 5	0	− 5	5	4	2.5	4	4	5		2.5
30	50	0	− 6	0	− 6	6	5	3	5	4	5		2.5
50	80	0	− 7	0	− 7	7	5	3.5	5	4	5		3
80	120	0	− 8	0	− 8	8	6	4	6	5	6		4
120	150	0	− 9	0	− 9	9	7	5	7	5	7		5
150	180	0	−10	0	−10	10	8	5	8	5	8		5
180	250	0	−11	0	−11	11	8	6	10	7	10		7
250	315	0	−13	0	−13	13	10	7	11	8	10		7
315	400	0	−15	0	−15	15	11	8	13	10	13	8	

(¹) Dotyczy łożysk kulkowych.

(²) Klasa 3 to oryginalna klasa dokładności NSK. Tolerancja średnicy otworu łożyska i średnicy pierścienia zewnętrznego: Klasa 4. Inne tolerancje: Klasa 2.

- Uwagi:
1. Granica (górna) średnicy otworu walcowego dla strony nieprzechodniej sprawdzianu trzpieniowego wyszczególnione w tej tabeli nie obowiązują na dystansie określonym od czoła pierścienia i równym wymiarowi ścięcia montażowego r (maks.) pomnożonemu przez 1,2.
 2. Normy ABMA ABEC5, ABEC7 i ABEC9 są równoważne odpowiednio klasom ISO (JIS) 5, 4 i 2. Normy ABMA dotyczą łożysk kulkowych skośnych.

Tabela 7.8 Pierścień zewnętrzny (Klasa 3) ⁽²⁾Jednostka: μm

Nominalna średnica zewnętrzna D (mm)		Odchyłka średniej średnicy zewnętrznej w jednej płaszczyźnie Δ_{Dmp}		Odchyłka pojedynczej średnicy zewnętrznej Δ_{Ds}		Rozrzut średnicy zewn. w jednej płaszczyźnie V_{Dp}	Rozrzut średniej średnicy zewnętrznej V_{Dmp}	Bicie poprzeczne bieżni pierścienia zewnętrznego K_{ea}	Rozrzut nachylenia tworzącej powierzchni zewnętrznej względem czola S_D	Bicie czola pierścienia zewnętrznego względem bieżni $S_{ea}(')$	Odchyłka szerokości pojedynczego pierścienia zewnętrznego Δ_{Cs}	Rozrzut szerokości pierścienia zewnętrznego V_{Cs}
powyżej	włącznie	górna	dolna	górna	dolna	max	max	max	max	max		max
6	18	0	- 4	0	- 4	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	Równa wartości dla pierścienia wewnętrznego (Δ_{Bs}) łożyska o tym samym numerze	1.5
18	30	0	- 5	0	- 5	4	2	2.5	1.5	2.5		1.5
30	50	0	- 6	0	- 6	4	2	2.5	1.5	2.5		1.5
50	80	0	- 7	0	- 7	4	2	4	1.5	4		1.5
80	120	0	- 8	0	- 8	5	2.5	5	2.5	5		2.5
120	150	0	- 9	0	- 9	5	2.5	5	2.5	5		2.5
150	180	0	-10	0	-10	7	3.5	5	2.5	5		2.5
180	250	0	-11	0	-11	8	4	7	4	7		4
250	315	0	-13	0	-13	8	4	7	5	7		5
315	400	0	-15	0	-15	10	5	8	7	8		7

Tabela 7.9 Pierścień wewnętrzny (Klasa 2)

Jednostka: μm

Nominalna średnica zewnętrzna D (mm)		Odchyłka średniej średnicy zewnętrznej w jednej płaszczyźnie Δ_{Dmp}		Odchyłka pojedynczej średnicy zewnętrznej Δ_{Ds}		Rozrzut średnicy zewn. w jednej płaszczyźnie V_{Dp}	Rozrzut średniej średnicy zewnętrznej V_{Dmp}	Bicie poprzeczne bieżni pierścienia zewnętrznego K_{ea}	Rozrzut nachylenia tworzącej powierzchni zewnętrznej względem czola S_D	Bicie czola pierścienia zewnętrznego względem bieżni $S_{ea}(')$	Odchyłka szerokości pojedynczego pierścienia zewnętrznego Δ_{Cs}	Rozrzut szerokości pierścienia zewnętrznego V_{Cs}
powyżej	włącznie	górna	dolna	górna	dolna	max	max	max	max	max		max
6	18	0	- 2.5	0	- 2.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	Równa wartości dla pierścienia wewnętrznego (Δ_{Bs}) łożyska o tym samym numerze	1.5
18	30	0	- 4	0	- 4	4	2	2.5	1.5	2.5		1.5
30	50	0	- 4	0	- 4	4	2	2.5	1.5	2.5		1.5
50	80	0	- 4	0	- 4	4	2	4	1.5	4		1.5
80	120	0	- 5	0	- 5	5	2.5	5	2.5	5		2.5
120	150	0	- 5	0	- 5	5	2.5	5	2.5	5		2.5
150	180	0	- 7	0	- 7	7	3.5	5	2.5	5		2.5
180	250	0	- 8	0	- 8	8	4	7	4	7		4
250	315	0	- 8	0	- 8	8	4	7	5	7		5
315	400	0	-10	0	-10	10	5	8	7	8		7

Pierścień zewnętrzny (Klasa 4Y)

Tabela 7.11 Tolerancja średnicy zewnętrznej pierścienia zewnętrznego

Jednostka: μm

Średnica zewnętrzna (mm)		Klasa 4		Klasa 4Y (kontrolowana do wartości średniej)	
powyżej	włącznie	górna	dolna	górna	dolna
50	80	0	- 7	-2	-6
80	120	0	- 8	-2	-6
120	150	0	- 9	-3	-7
150	180	0	-10	-3	-7
180	200	0	-11	-4	-9
200	215 i poniżej	0	-11	-2	-9

* Tolerancje dla łożysk o średnicy otworu poniżej 50 mm otworu są takie same jak wartości podane dla łożysk o średnicy otworów 50–80 mm. Klasa 4Y jest standardem dokładności NSK, w którym tolerancje średnicy otworu i średnicy pierścienia zewnętrznego są w specjalnej klasie (kontrolowana do średniej wartości) a pozostałe tolerancje są w klasie 4. Klasa 4Y ma te same dokładności obrotu co klasa 4 ale posiada węższy zakres tolerancji średnicy otworu i średnicy pierścienia zewnętrznego niż klasa 4. Jest to odpowiednie dla uniwersalnych układów łożysk.

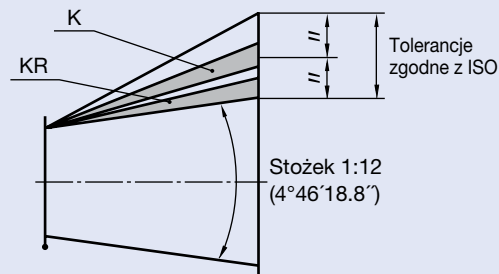
7. TOLERANCJE ŁOŻYSK

Tolerancje dla otworów stożkowych łożysk walcowych

Tolerancje dla otworów stożkowych

Dokładność otworu łożysk walcowych z otworem stożkowym jest określona normą ISO. W normie tej jednakże tolerancje są dość szerokie. W przypadku precyzyjnych łożysk walcowych NSK opracowała własne, węższe tolerancje. Zwyczajowo jednakże dostępne są dwa kąty stożka o tolerancjach określonych normą ISO (patrz Rys. 7.2).

Rys. 7.2 Tolerancje

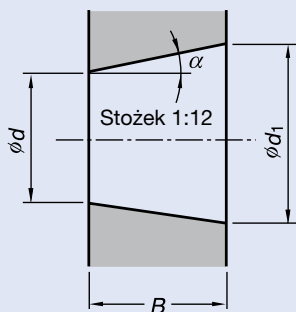


KR : Oryginalna tolerancja dla otworów stożkowych ma bardzo wąski zakres, który mieści się w okolicy dolnej granicy zakresu normy ISO. Ta tolerancja NSK jest węższa niż tolerancja ISO i zwiększa łatwość montażu.

K : Oryginalna tolerancja NSK dla otworu stożkowego ma bardzo wąski zakres, który mieści się w środkowym zakresie normy ISO. Tolerancje wymiarowe otworu są identyczne z ISO.

Rys. 7.3 Tolerancje dla otworu stożkowego

Nominalny otwór stożkowy



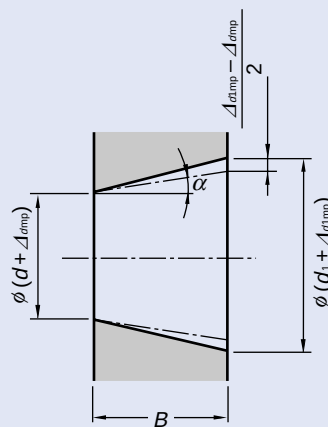
d : Średnica nominalna otworu

d_1 : Teoretyczna średnica większej średnicy otworu stożkowego $d_1 = d + \frac{1}{12} B$

Δ_{dmp} : Odchyłka średniej średnicy otworu w płaszczyźnie promieniowej dla teoretycznej mniejszej średnicy otworu

Δ_{d1mp} : Odchyłka średniej średnicy otworu w płaszczyźnie promieniowej dla teoretycznej większej średnicy otworu

Otwór stożkowy z odchyłką średniej średnicy otworu w pojedynczej płaszczyźnie od podstawowej średnicy otworu



B : Nominalna szerokość pierścienia wewnętrznego

α : Połowa kąta stożka otworu stożkowego

$\alpha = 2^\circ 23' 9.4''$

$= 2.38594^\circ$

$= 0.041643 \text{ rad}$

Tabela 7.10 Otwory stożkowe KR

Jednostka: μm

d (mm)		Δ_{dmp}		(Odniesienie) ⁽²⁾ $\Delta_{d1mp} - \Delta_{dmp}$		V_{dp} ⁽¹⁾
powyżej	włącznie	górna	dolna	górna	dolna	max.
18	30	+13	0	+3	0	4
30	50	+16	0	+3	0	5
50	80	+19	0	+4	0	6
80	120	+22	0	+5	0	7
120	180	+25	0	+7	0	9
180	250	+29	0	+9	0	12

⁽¹⁾ Rozrzut średnicy otworu w pojedynczej płaszczyźnie promieniowej ma zastosowanie do wszystkich płaszczyzn promieniowych otworów stożkowych.

⁽²⁾ Tolerancja kątowa stożka, $4^{\circ}46'18.8''$ $\pm 25''$

Tabela 7.11 Otwory stożkowe K

Jednostka: μm

d (mm)		Δ_{dmp}		$\Delta_{d1mp} - \Delta_{dmp}$		V_{dp} ⁽¹⁾
powyżej	włącznie	górna	dolna	górna	dolna	max.
18	30	+21	0	+21	0	4
30	50	+25	0	+25	0	5
50	80	+30	0	+30	0	6
80	120	+35	0	+35	0	7
120	180	+40	0	+40	0	9
180	250	+46	0	+46	0	12
250	315	+52	0	+52	0	14
315	400	+57	0	+57	0	16
400	500	+63	0	+63	0	18

⁽¹⁾ Rozrzut średnicy otworu w pojedynczej płaszczyźnie promieniowej ma zastosowanie do wszystkich płaszczyzn promieniowych otworów stożkowych.

7. TOLERANCJE ŁOŻYSK

Tolerancje dla łożysk kulkowych skośnych wzdłużnych

Tolerancje dla łożysk kulkowych skośnych wzdłużnych do wysokich prędkości {Klasa 4A ⁽¹⁾ dla typu BAR i BTR}

Tabela 7.14 Pierścień wewnętrzny

Jednostka: μm

Nominalna średnica otworu d (mm)	Odchyłka średniej średnicy otworu w jednej płaszczyźnie Δ_{dmp}		Odchyłka pojedynczej średnicy otworu Δ_{ds}		Rozrzut średnicy otworu w pojedynczej płaszczyźnie promieniowej V_{dp}		Rozrzut średniej średnicy otworu V_{dmp}	Bicie poprzeczne bieżni pierścienia wewnętrznego K_{ia}	Bicie pierścienia wewnętrznego względem otworu S_d	Bicie czoła pierścienia wewnętrznego względem bieżni S_{ia}	Rozrzut szerokości pierścienia wewnętrznego V_{Bs}	Odchyłka szerokości pojedynczego pierścienia wewnętrznego $\Delta_{Bs} (\Delta_{Cs})$	
					Seria średnic								
					9	0							
powyżej włącznie	górna dolna	górna dolna	max	max	max	max	max	max	max	max	górna dolna		
– 50	0 – 6	0 – 6	6	5	3	4	4	4	3	0 – 300			
50 80	0 – 7	0 – 7	7	5	3.5	4	5	5	4	0 – 500			
80 120	0 – 8	0 – 8	8	6	4	5	5	5	4	0 – 500			
120 150	0 –10	0 –10	10	8	5	6	6	7	5	0 – 750			
150 180	0 –10	0 –10	10	8	5	6	6	7	5	0 – 750			
180 250	0 –12	0 –12	12	9	6	8	7	8	6	0 –1 000			

Tabela 7.15 Pierścień zewnętrzny

Jednostka: μm

Nominalna średnica zewnętrzna D (mm)		Odchyłka średniej średnicy zewnętrznej w jednej płaszczyźnie Δ_{Dmp}		Odchyłka pojedynczej średnicy zewnętrznej Δ_{Ds}		Rozrzut średnicy zewnętrznej w pojedynczej płaszczyźnie promieniowej V_{Dp}		Rozrzut średniej średnicy zewnętrznej V_{Dmp}	Bicie poprzeczne bieżni pierścienia zewnętrznego K_{ea}	Rozrzut nachylenia tworzącej powierzchni zewnętrznej względem czoła S_D	Bicie czoła pierścienia zewnętrznego względem bieżni S_{ea}	Rozrzut szerokości pierścienia zewnętrznego V_{Cs}
						Seria średnic						
						9	0					
powyżej	włącznie	górna	dolna	górna	dolna	max	max	max	max	max	max	max
–	80	–30	–37	–30	–37	7	5	3.5	5	4	5	3
80	120	–40	–48	–40	–48	8	6	4	6	5	6	4
120	150	–50	–59	–50	–59	9	7	5	7	5	7	5
150	180	–50	–60	–50	–60	10	8	5	8	5	8	5
180	250	–50	–61	–50	–61	11	8	6	10	7	10	7
250	315	–60	–73	–60	–73	13	10	7	11	8	10	7

(¹) Specyfikacja NSK. Równoważna Klasie 4 ISO za wyjątkiem tolerancji średnicy zewnętrznej pierścienia zewnętrznego.

Tolerancja dla łożysk kulkowych skośnych wzdłużnych dwukierunkowych {Klasa 7 ⁽²⁾ dla typu TAC}

Tabela 7.16 Tolerancja pierścienia wewnętrznego, zewnętrznego i wysokości łożyska

Jednostka: μm

Nominalna średnica otworu d (mm)		Odchyłka pojedynczej średnicy otworu		Odchyłka rzeczywistej wysokości łożyska		Bicie poprzeczne bieżni pierścienia wewnętrznego (zewnętrznego) kompletnego łożyska	Bicie pierścienia wewnętrznego względem otworu	Bicie czoła pierścienia wewnętrznego (zewnętrznego) względem bieżni
		Δ_{ds}		Δ_{rs}		$K_{ia} (K_{ea})$	S_d	$S_{ia} (S_{ea})$
powyżej	włącznie	górna	dolna	górna	dolna	max	max	max
–	30	0	– 5	0	– 300	5	4	3
30	50	0	– 5	0	– 400	5	4	3
50	80	0	– 8	0	– 500	6	5	5
80	120	0	– 8	0	– 600	6	5	5
120	180	0	–10	0	– 700	8	8	5
180	250	0	–13	0	– 800	8	8	6
250	315	0	–15	0	– 900	10	10	6
315	400	0	–18	0	–1200	10	12	7

(²) Specyfikacja NSK.

Tabela 7.17 Tolerancja pierścienia zewnętrznego

Jednostka: μm

Nominalna średnica zewnętrzna D (mm)		Odchyłka pojedynczej średnicy zewnętrznej Δ_{Ds}	
powyżej	włącznie	górna	dolna
30	50	–25	– 41
50	80	–30	– 49
80	120	–36	– 58
120	180	–43	– 68
180	250	–50	– 79
250	315	–56	– 88
315	400	–62	– 98
400	500	–68	–108
500	630	–76	–120

Tolerancje dla łożysk kulkowych skośnych wzdłużnych do podparcia śrub kulowych

Obrabiarki

Tabela 7.18 Seria TAC B

Jednostka: μm

Nominalna średnica otworu lub średnica zewnętrzna (mm)		Odchyłka średnicy otworu				Odchyłka średnicy zewnętrznej				Odchyłka szerokości pierścienia wewnętrznego		Bicie pierścienia wewn. lub zewn. względem bieżni
		Klasy tolerancji				Klasy tolerancji				Klasy tolerancji		Klasy tolerancji
		PN7A		PN7B		PN7A		PN7B		PN7A PN7B		PN7A PN7B
powyżej	włącznie	górna	dolna	górna	dolna	górna	dolna	górna	dolna	górna	dolna	max
10	18	0	-4	0	-4	-	-	-	-	0	-120	2.5
18	30	0	-5	0	-4	-	-	-	-	0	-120	2.5
30	50	0	-6	0	-4	0	-6	0	-4	0	-120	2.5
50	80	0	-7	0	-5	0	-7	0	-5	0	-150	2.5
80	120	0	-8	0	-6	0	-8	0	-6	0	-200	2.5

Uwaga: Rozrzut szerokości pierścienia zewnętrznego jest taki sam jak dla pierścienia wewnętrznego tego samego łożyska.

Klasa PN7A stanowi tolerancję standardową dla tych łożysk. Odpowiada ona Klasie 4 ISO dla łożysk kulkowych poprzecznych, ale dla bicia pierścieni wewnętrznego i zewnętrznego zastosowano bardziej restrykcyjne wartości.

Ostrzejsza Klasa PN7B dotyczy tolerancji wymiarowych otworów i średnic zewnętrznych jednorzędowych łożysk do układów uniwersalnych (SU).

Wtryskarki elektryczne

Tabela 7.19 Seria TAC 02 i 03

Jednostka: μm

Nominalna średnica otworu lub średnica zewnętrzna (mm)		Odchyłka średnicy otworu		Odchyłka średnicy zewnętrznej		Odchyłka szerokości pierścienia wewnętrznego		Bicie pierścienia wewn. lub zewnętrzn. względem bieżni
		Klasy tolerancji						
		PN5D						
powyżej	włącznie	górna	dolna	górna	dolna	górna	dolna	max
10	18	0	– 5	–	–	0	– 80	5
18	30	0	– 6	–	–	0	–120	5
30	50	0	– 8	0	– 7	0	–120	8
50	80	0	– 9	0	– 9	0	–150	8
80	120	0	–10	0	–10	0	–200	8
120	150	–	–	0	–11	–	–	–
150	180	–	–	0	–13	–	–	–
180	250	–	–	0	–15	–	–	–
250	315	–	–	0	–18	–	–	–

Uwaga: Rozrzut szerokości pierścienia zewnętrznego jest taki sam jak dla pierścienia wewnętrznego tego samego łożyska.

Klasa PN5D stanowi tolerancję standardową dla tych łożysk. Odpowiada ona Klasie 5 ISO dla łożysk kulkowych poprzecznych, ale dla bicia pierścieni wewnętrznego i zewnętrznego zastosowano bardziej restrykcyjne wartości.

8. KONSTRUKCJA WRZECION I OBUDÓW

Pasowanie wrzecion i obudów

Dokładne i precyzyjne dopasowanie wrzecion i obudów ma najwyższe znaczenie dla pełnego wykorzystania możliwości łożysk precyzyjnych, które obejmują dokładność obrotu, możliwość pracy z wysoką prędkością oraz generowanie niewielkiej ilości ciepła. Gdy pierścień wewnętrzny lub zewnętrzny są montowane na wrzecionie lub w obudowie z pewnym wciskiem, kształt wrzeciona lub obudowy (odbiegający od okrągłego) jest przenoszony na powierzchnie bieżni łożyska i wpływa na dokładność obrotu. W przypadku zastosowania kilku łożysk kulkowych skośnych, cylindryczność wpływa na rozłożenie napięcia wstępnego dla każdego z łożysk. Dlatego też należy starać się, aby dopasowanie części było jak najdokładniejsze. Niedokładne dopasowanie części może powodować powstawanie grzbietów lub nierówności poprzecznych wzdłuż wału wrzeciona tokarki precyzyjnej, które mogą prowadzić do obniżenia jakości końcowej obróbki.

Tabela 8.1 Pasowania na wał wrzeciona ⁽¹⁾

Typ łożyska	Średnica zewnętrzna wału wrzeciona (mm)		Tolerancja średnicy zewnętrznej wrzeciona ⁽²⁾ (mm)		Docelowy wcisk ⁽²⁾ ⁽⁴⁾ (mm)	
	powyżej	włącznie	min.	max.	min.	max.
Łożyska w obrabiarkach ⁽³⁾	10	18	-0.003	0	0	0.002 T
	18	50	-0.004	0	0	0.0025T
	50	80	-0.005	0	0	0.003 T
	80	120	-0.003	0.003	0	0.004 T
	120	180	-0.004	0.004	0	0.004 T
	180	250	-0.005	0.005	0	0.005 T
Łożyska kulkowe skośne wzdłużne do podparcia śrub kulowych	10	18	-0.008	0	-	-
	18	30	-0.009	0	-	-
	30	50	-0.011	0	-	-
	50	80	-0.013	0	-	-
	80	120	-0.015	0	-	-

Tabela 8.2 Pasowania w obudowę ⁽¹⁾

Typ łożyska	Średnica otworu obudowy (mm)		Tolerancja średnicy otworu obudowy ⁽²⁾ (mm)		Docelowy luz ⁽²⁾ ⁽⁴⁾ (mm)	
	powyżej	włącznie	min.	max.	min.	max.
Łożyska kulkowe skośne (strona ustalona)	18	50	-0.002	0.002	0.002L	0.006L
	50	80	-0.0025	0.0025	0.002L	0.006L
	80	120	-0.003	0.003	0.003L	0.008L
	120	180	-0.004	0.004	0.003L	0.008L
	180	250	-0.005	0.005	0.005L	0.010L
Łożyska kulkowe skośne (strona swobodna)	18	50	0	0.004	0.006L	0.011L
	50	80	0	0.005	0.006L	0.011L
	80	120	0	0.006	0.009L	0.015L
	120	180	0	0.008	0.009L	0.015L
	180	250	0	0.010	0.015L	0.022L
Łożyska walcowe	18	50	-0.006	0	0.002L	0.002T
	50	80	-0.007	0	0.002L	0.002T
	80	120	-0.008	0	0.002L	0.002T
	120	180	-0.009	0	0.002L	0.002T
	180	250	-0.011	0	0.002L	0.002T
Łożyska kulkowe skośne wzdłużne do podparcia śrub kulowych	10	18	-	-	-	-
	18	30	-	-	-	-
	30	50	0	0.016	-	-
	50	80	0	0.019	-	-
	80	120	0	0.022	-	-

⁽¹⁾ Dane dotyczące pasowania przedstawione powyżej to ogólne zalecenia dla wrzecion obrabiarek pracujących w normalnych warunkach i dla wartości $d_m n$ poniżej 800 000. W przypadku większych prędkości, dużych obciążeń lub obrotu pierścienia zewnętrznego, prosimy o skontaktowanie się z NSK w celu uzyskania pomocy.

⁽²⁾ W przypadku możliwości dopasowania łożyska do wału wrzeciona lub w obudowę zaleca się zastosowanie docelowego wcisku. W przeciwnym przypadku dla dopasowania losowego należy zastosować wartości minimalne i maksymalne średnicy zewnętrznej wału wrzeciona i otworu obudowy.

⁽³⁾ Dotyczy łożysk kulkowych skośnych: 70XX, 79XX, 72XX, BNR i BER

Łożysk kulkowych skośnych wzdłużnych: BAR, BTR i TAC

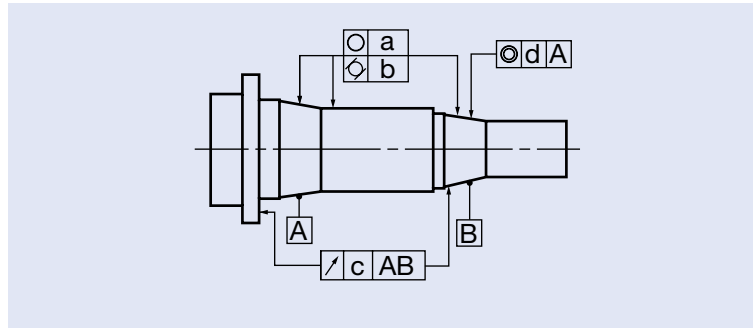
Łożysk walcowych: N10XX, NN30XX, NN39XX, NN49XX i NNU49XX.

⁽⁴⁾ T = Wcisk lub ciasne pasowanie

L = Luz lub luźne pasowanie.

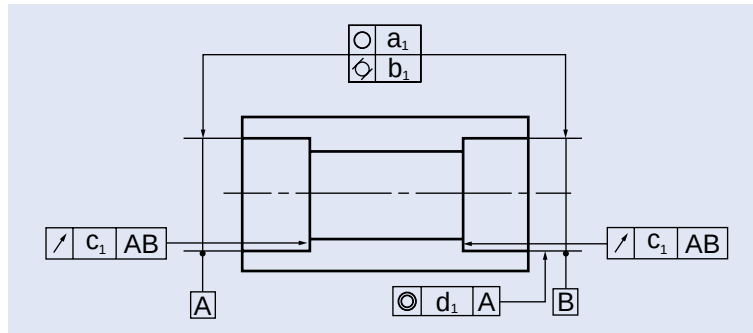
W przypadku, gdy stożek pierścienia wewnętrznego dwurzędowego łożyska walcowego z otworem stożkowym nie pasuje do stożka wału, luz szczątkowy będzie różny dla każdego z dwóch rzędów. Z tego powodu obciążenie nie będzie przenoszone normalnie, co negatywnie wpłynie na sztywność lub spowoduje nierówność ruchu wałeczków powodowaną stożkowatością bieżni pierścienia wewnętrznego. Zaleca się przeprowadzenie pomiaru części stożkowych, które będą dopasowywane z łożyskiem. Powierzchnia styku powinna przekraczać 80% całkowitej zatuszowanej powierzchni. Zalecaną dokładność i chropowatość powierzchni osadzenia łożysk wrzecion i obudów przedstawiono w poniższych tabelach:

Tabela 8.3 Tolerancja i średnia chropowatość powierzchni wrzecion



Średnica wrzeciona (mm)		Klasy tolerancji i średnia chropowatość (μm)									
		Nieokrągłość (○)		Walcowość (⌢)		Bicie (↗)		Współosiowość (◎)		Chropowatość	
		a		b		c		d		R _a	
		Dokładność łożyska		Dokładność łożyska		Dokładność łożyska		Dokładność łożyska		Dokładność łożyska	
powyżej	włącznie	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2
–	10	0.7	0.5	0.7	0.5	2	1.2	4	2.5	0.2	0.1
10	18	1	0.6	1	0.6	2.5	1.5	5	3	0.2	0.1
18	30	1.2	0.7	1.2	0.7	3	2	6	4	0.2	0.1
30	50	1.2	0.7	1.2	0.7	3.5	2	7	4	0.2	0.1
50	80	1.5	1	1.5	1	4	2.5	8	5	0.2	0.1
80	120	2	1.2	2	1.2	5	3	10	6	0.4	0.2
120	180	2.5	1.7	2.5	1.7	6	4	12	8	0.4	0.2
180	250	3.5	2.2	3.5	2.2	7	5	14	10	0.4	0.2
250	315	4	3	4	3	8	6	16	12	0.4	0.2

Tabela 8.4 Tolerancja i średnia chropowatość powierzchni obudów



Średnica otworu obudowy (mm)		Klasy tolerancji i średnia chropowatość (μm)									
		Nieokrągłość (○)		Walcowość (⌢)		Bicie (↗)		Współosiowość (◎)		Chropowatość	
		a ₁		b ₁		c ₁		d ₁		R _a	
		Dokładność łożyska		Dokładność łożyska		Dokładność łożyska		Dokładność łożyska		Dokładność łożyska	
powyżej	włącznie	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2
10	18	1	0.6	1	0.6	2.5	1.5	5	3	0.4	0.2
18	30	1.2	0.7	1.2	0.7	3	2	6	4	0.4	0.2
30	50	1.2	0.7	1.2	0.7	3.5	2	7	4	0.4	0.2
50	80	1.5	1	1.5	1	4	2.5	8	5	0.4	0.2
80	120	2	1.2	2	1.2	5	3	10	6	0.8	0.4
120	180	2.5	1.7	2.5	1.7	6	4	12	8	0.8	0.4
180	250	3.5	2.2	3.5	2.2	7	5	14	10	0.8	0.4
250	315	4	3	4	3	8	6	16	12	1.6	0.8
315	400	4.5	3.5	4.5	3.5	9	6.5	18	13	1.6	0.8

8. KONSTRUKCJA WRZECION I OBUDÓW

Wymiary odsadzeń i zaokrągleń

Tabela 8.5 Wymiary odsadzeń i zaokrągleń dla łożysk kulkowych skośnych

Jednostka: mm

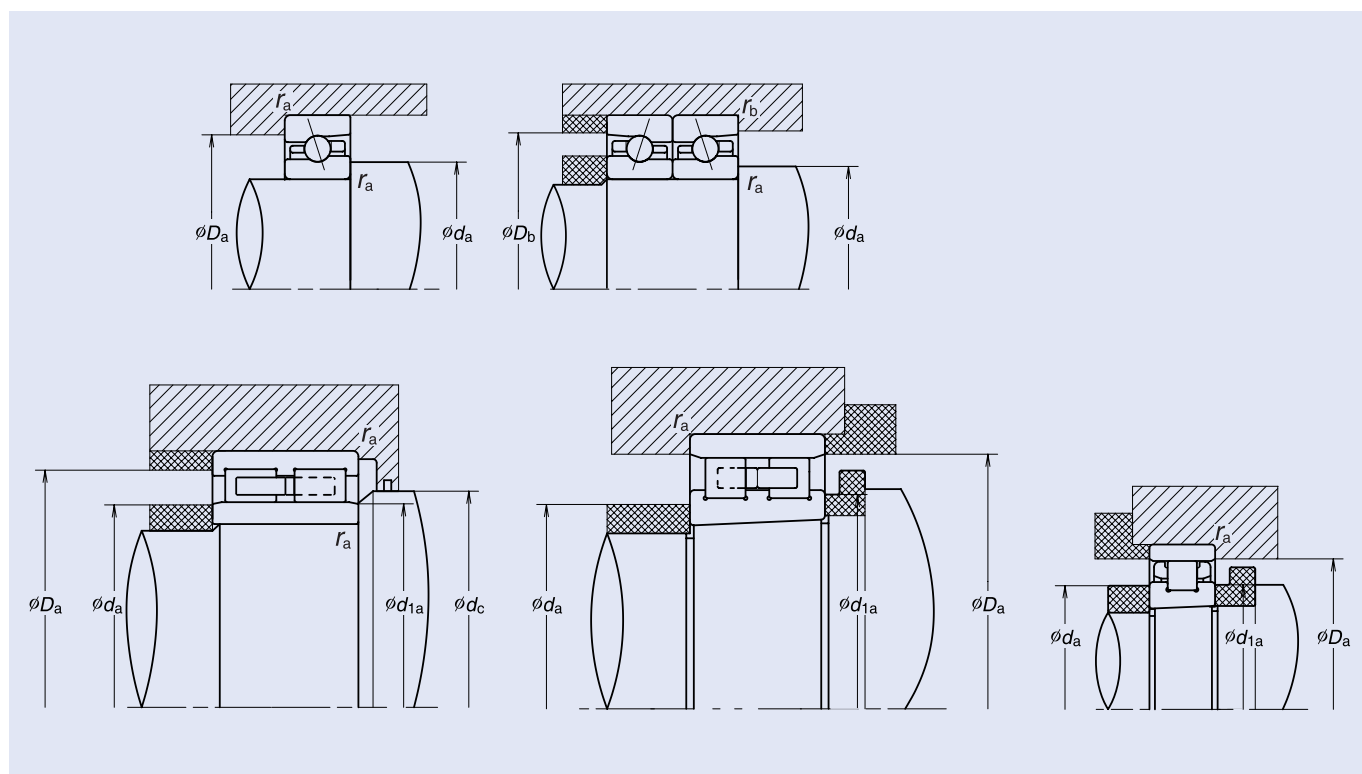
Nominalna średnica otworu	Seria wymiarowa 19 79XX, BNR19, BER19, BAR19, BTR19, BGR19, TAC29X					Seria wymiarowa 10 70XX, BNR10, BER10, BAR10, BTR10, BGR10, TAC20X					Seria wymiarowa 02 72XX, BGR02				
	d_a (min.)	D_a (max.)	D_b (max.)	r_a (max.)	r_b (max.)	d_a (min.)	D_a (max.)	D_b (max.)	r_a (max.)	r_b (max.)	d_a (min.)	D_a (max.)	D_b (max.)	r_a (max.)	r_b (max.)
5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	7.5	13.5	–	0.3	–
6	–	–	–	–	–	8.5	14.5	–	0.3	–	8.5	16.5	–	0.3	–
7	–	–	–	–	–	9.5	16.5	–	0.3	–	–	–	–	–	–
8	–	–	–	–	–	10.5	19.5	–	0.3	–	10.5	21.5	–	0.3	–
10	12.5	19.5	20.8	0.3	0.15	12.5	23.5	24.8	0.3	0.15	15	25	27.5	0.6	0.3
12	14.5	21.5	22.8	0.3	0.15	14.5	25.5	26.8	0.3	0.15	17	27	29.5	0.6	0.3
15	17.5	25.5	26.8	0.3	0.15	17.5	29.5	30.8	0.3	0.15	20	30	32.5	0.6	0.3
17	19.5	27.5	28.8	0.3	0.15	19.5	32.5	33.8	0.3	0.15	22	35	37.5	0.6	0.3
20	22.5	34.5	35.8	0.3	0.15	25	37	39.5	0.6	0.3	26	41	42	1.0	0.5
25	27.5	39.5	40.8	0.3	0.15	30	42	44.5	0.6	0.3	31	46	47	1.0	0.5
30	32.5	44.5	45.8	0.3	0.15	36	49	50	1.0	0.5	36	56	57	1.0	0.5
35	40	50	52.5	0.6	0.3	41	56	57	1.0	0.5	42	65	67	1.0	0.6
40	45	57	59.5	0.6	0.3	46	62	63	1.0	0.5	47	73	75	1.0	0.6
45	50	63	65.5	0.6	0.3	51	69	70	1.0	0.5	52	78	80	1.0	0.6
50	55	67	69.5	0.6	0.3	56	74	75	1.0	0.5	57	83	85	1.0	0.6
55	61	74	75	1.0	0.5	62	83	85	1.0	0.6	64	91	94	1.5	0.8
60	66	79	80	1.0	0.5	67	88	90	1.0	0.6	69	101	104	1.5	0.8
65	71	84	85	1.0	0.5	72	93	95	1.0	0.6	74	111	114	1.5	0.8
70	76	94	95	1.0	0.5	77	103	105	1.0	0.6	79	116	119	1.5	0.8
75	81	99	100	1.0	0.5	82	108	110	1.0	0.6	84	121	124	1.5	0.8
80	86	104	105	1.0	0.5	87	118	120	1.0	0.6	90	130	134	2.0	1.0
85	92	113	115	1.0	0.6	92	123	125	1.0	0.6	95	140	144	2.0	1.0
90	97	118	120	1.0	0.6	99	131	134	1.5	0.8	100	150	154	2.0	1.0
95	102	123	125	1.0	0.6	104	136	139	1.5	0.8	107	158	163	2.0	1.0
100	107	133	135	1.0	0.6	109	141	144	1.5	0.8	112	168	173	2.0	1.0
105	112	138	140	1.0	0.6	115	150	154	2.0	1.0	117	178	183	2.0	1.0
110	117	143	145	1.0	0.6	120	160	164	2.0	1.0	122	188	193	2.0	1.0
120	127	158	160	1.0	0.6	130	170	174	2.0	1.0	132	203	208	2.0	1.0
130	139	171	174	1.5	0.8	140	190	194	2.0	1.0	144	216	223	2.5	1.0
140	149	181	184	1.5	0.8	150	200	204	2.0	1.0	154	236	243	2.5	1.0
150	160	200	204	2.0	1.0	162	213	218	2.0	1.0	164	256	263	2.5	1.0
160	170	210	214	2.0	1.0	172	228	233	2.0	1.0	174	276	283	2.5	1.0
170	180	220	224	2.0	1.0	182	248	253	2.0	1.0	188	292	301	3.0	1.5
180	190	240	244	2.0	1.0	192	268	273	2.0	1.0	198	302	311	3.0	1.5
190	200	250	254	2.0	1.0	202	278	283	2.0	1.0	208	322	331	3.0	1.5
200	212	268	273	2.0	1.0	212	298	303	2.0	1.0	218	342	351	3.0	1.5
220	242	282	287	2.0	1.0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
240	263	301	306	2.0	1.0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
260	283	341	345	2.0	1.0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
280	304	360	365	2.0	1.0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabela 8.6 Wymiary odsadzeń i zaokrągleń dla łożysk walcowych

Jednostka: mm

Nominalna średnica otworu	Seria wymiarowa 19 NN39, NN49, NNU49						Seria wymiarowa 10 (dwurzędowe) NN30XX					Seria wymiarowa 10 (jedorzędowe) N10XX				
	d_a (min.)	d_{1a} (min.)	d_c (min.)	D_a (max.)	D_a (min.)	r_a (max.)	d_a (min.)	d_{1a} (min.)	D_a (max.)	D_a (min.)	r_a (max.)	d_a (min.)	d_{1a} (min.)	D_a (max.)	D_a (min.)	r_a (max.)
25	—	—	—	—	—	—	29	29	43	42	0.6	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	—	—	35	36	50	50	1.0	35	36	51	49	0.5
35	—	—	—	—	—	—	40	41	57	56	1.0	40	41	57	56	0.5
40	—	—	—	—	—	—	45	46	63	62	1.0	45	46	63	62	0.6
45	—	—	—	—	—	—	50	51	70	69	1.0	50	51	70	69	0.6
50	—	—	—	—	—	—	55	56	75	74	1.0	55	56	75	74	0.6
55	—	—	—	—	—	—	61.5	62	83.5	83	1.0	61.5	61	83.5	83	1.0
60	—	—	—	—	—	—	66.5	67	88.5	88	1.0	66.5	66	88.5	88	1.0
65	—	—	—	—	—	—	71.5	72	93.5	93	1.0	71.5	71	93.5	93	1.0
70	—	—	—	—	—	—	76.5	77	103.5	102	1.0	76.5	76	103.5	102	1.0
75	—	—	—	—	—	—	81.5	82	108.5	107	1.0	81.5	81	108.5	107	1.0
80	—	—	—	—	—	—	86.5	87	118.5	115	1.0	86.5	86	118.5	115	1.0
85	—	—	—	—	—	—	91.5	92	123.5	120	1.0	91.5	91	123.5	120	1.0
90	—	—	—	—	—	—	98	99	132	129	1.5	98	97	132	129	1.0
95	—	—	—	—	—	—	103	104	137	134	1.5	103	102	137	134	1.0
100	106.5	108	115	133.5	131	1.0	108	109	142	139	1.5	108	107	142	139	1.0
105	111.5	113	120	138.5	136	1.0	114	115	151	148	2.0	114	114	151	148	1.0
110	116.5	118	125	143.5	141	1.0	119	121	161	157	2.0	119	119	161	157	1.0
120	126.5	128	137	158.5	154.5	1.0	129	131	171	167	2.0	129	129	171	167	1.0
130	138	140	148	172	169	1.5	139	141	191	185	2.0	139	140	191	185	1.0
140	148	150	158	182	180	1.5	149	151	201	195	2.0	149	150	203.5	194	1.0
150	159	162	171	201	197	2.0	161	162	214	209	2.0	—	—	—	—	—
160	169	172	182	211	207	2.0	171	172	229	222	2.0	—	—	—	—	—
170	179	182	192	221	217	2.0	181	183	249	239	2.0	—	—	—	—	—
180	189	193	205	241	234	2.0	191	193	269	258	2.0	—	—	—	—	—
190	199	203	217	251	245.5	2.0	201	203	279	268	2.0	—	—	—	—	—
200	211	214	228	269	261	2.0	211	214	299	285	2.0	—	—	—	—	—
220	231	234	—	289	281	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
240	251	254	—	309	302	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
260	271	275	—	349	338	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
280	291	295	—	369	358	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

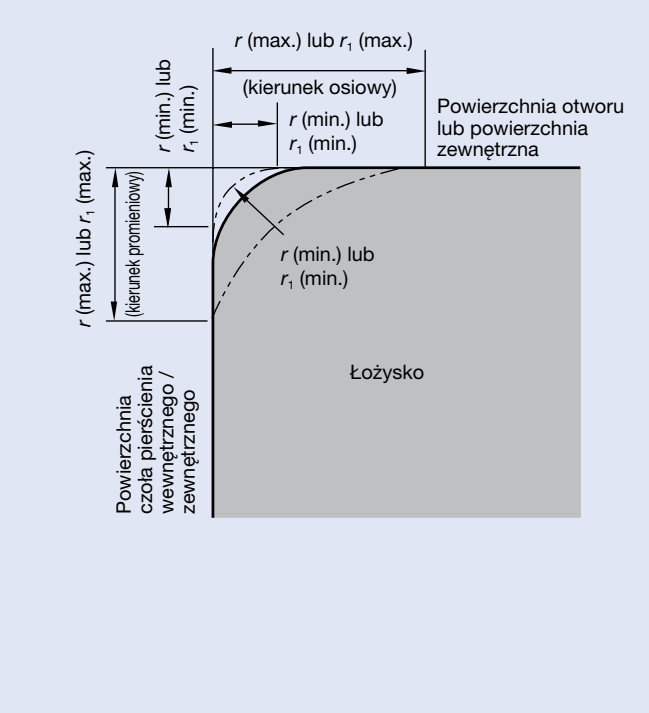
Rys. 8.1 Rysunek wymiarów odsadzeń i zaokrągleń



8. KONSTRUKCJA WRZECION I OBUDÓW

Wartości graniczne wymiarów ścięć i promieni zaokrągleń wałów wrzecion i obudów

Rys. 8.2 Wymiary ścięć



Uwagi: Precyzyjny kształt powierzchni ścięcia nie został określony, ale jego profil w płaszczyźnie osiowej nie powinien przecinać łuku promienia r (min.) lub r_1 (min.) dotykającego czoła pierścienia wewnętrznego i powierzchni otworu lub czoła pierścienia zewnętrznego i powierzchni zewnętrznej.

Tabela 8.7 Wartości graniczne ścięcia Jednostka: mm

Dopuszczalne wymiary ścięcia dla pierścienia wewn./zewn. r (min.) lub r_1 (min.)	Nominalna średnica otworu d		Dopuszczalne wymiary ścięcia dla pierścienia wewn./zewn. r (max.) lub r_1 (max.)		Odniesienie
	powyżej	włącznie	Kierunek promieniowy	Kierunek osiowy ⁽¹⁾	
					max.
0.05	–	–	0.1	0.2	0.05
0.08	–	–	0.16	0.3	0.08
0.1	–	–	0.2	0.4	0.1
0.15	–	–	0.3	0.6	0.15
0.2	–	–	0.5	0.8	0.2
0.3	–	40	0.6	1	0.3
0.3	40	–	0.8	1	0.3
0.6	–	40	1	2	0.6
0.6	40	–	1.3	2	0.6
1	–	50	1.5	3	1
1	50	–	1.9	3	1
1.1	–	120	2	3.5	1
1.1	120	–	2.5	4	1
1.5	–	120	2.3	4	1.5
1.5	120	–	3	5	1.5

Jednostka: mm

Dopuszczalne wymiary ścięcia dla pierścienia wewn./zewn. r (min.) lub r_1 (min.)	Nominalna średnica otworu d		Dopuszczalne wymiary ścięcia dla pierścienia wewn./zewn. r (max.) lub r_1 (max.)		Odniesienie
	powyżej	włącznie	Kierunek promieniowy	Kierunek osiowy ⁽¹⁾	
					max.
2	–	80	3	4.5	2
2	80	220	3.5	5	2
2	220	–	3.8	6	2
2.1	–	280	4	6.5	2
2.1	280	–	4.5	7	2
2.5	–	100	3.8	6	2
2.5	100	280	4.5	6	2
2.5	280	–	5	7	2
3	–	280	5	8	2.5
3	280	–	5.5	8	2.5
4	–	–	6.5	9	3
5	–	–	8	10	4
6	–	–	10	13	5
7.5	–	–	12.5	17	6
9.5	–	–	15	19	8
12	–	–	18	24	10
15	–	–	21	30	12
19	–	–	25	38	15

⁽¹⁾ Dla łożysk o szerokościach nominalnych poniżej 2 mm wartość r (maks.) w kierunku osiowym jest taka sama, jak w kierunku promieniowym.

9. PIERŚCIEŃ DYSTANSOWY (PRZEKŁADKI)

Część 1 | Część 2 | Część 3 | Część 4 | **Część 5** | Część 6 | Część 7 | Część 8

Wymiary standardowych pierścieni dystansowych

Wymiary standardowych pierścieni dystansowych dla łożysk kulkowych skośnych (seria 19, 10 i 02) wymieniono poniżej.

Informacje dodatkowe:

Materiał pierścienia dystansowego: stal (SUJ2) lub stal S **: C

Przy stosowaniu pierścieni dystansowych równoległość powierzchni czołowych przekładki nie powinna przekraczać 0,003 mm.

Seria 19 lub 29

Standardowe pierścienie dla serii wymiarowej 19 lub 29 (79, BNR19, BER19, BNR29, BER29, BGR19)

Jednostka: mm

Kod otworu	Średnica otworu	Średnica zewnętrzna	Przekładka pierścienia zewnętrznego		Przekładka pierścienia wewnętrznego		Ścięcie przekładki
			Średnica zewnętrzna (¹)	Otwór	Średnica zewnętrzna	Otwór (²)	
00	10	22	21.5	17.5	14.5	10.5	0.2
01	12	24	23.5	19.5	16.5	12.5	0.2
02	15	28	27.5	23.5	19.5	15.5	0.2
03	17	30	29.5	25.5	21.5	17.5	0.2
04	20	37	36.5	31.5	26	20.5	0.2
05	25	42	41.5	36	31	25.5	0.2
06	30	47	46.5	41	36	30.5	0.2
07	35	55	54.5	48	42	35.5	0.3
08	40	62	61.5	54.5	47.5	40.5	0.3
09	45	68	67.5	60	53	45.5	0.3
10	50	72	71.5	66	56	50.5	0.3
11	55	80	79.5	72	64	55.5	0.5
12	60	85	84.5	77	68	60.5	0.5
13	65	90	89.5	82	73	65.5	0.5
14	70	100	99.5	91.5	79	70.5	0.5
15	75	105	104.5	96.5	84	75.5	0.5
16	80	110	109.5	101.5	89.5	80.5	0.5
17	85	120	119.5	110	95	85.5	0.5
18	90	125	124.2	116	100	90.5	0.5
19	95	130	129.2	120	106	95.5	0.5
20	100	140	139.2	129	112	100.5	0.5
21	105	145	144.2	133	117	105.5	0.5
22	110	150	149.2	138	122	110.5	0.5
24	120	165	164.2	152	133	120.5	0.5
26	130	180	179.2	166	144	130.8	0.8
28	140	190	189.2	176	154	140.8	0.8
30	150	210	209.2	193	167	150.8	1.0
32	160	220	219.2	213	175	160.8	1.0
34	170	230	229.2	214	188	170.8	1.0
36	180	250	249.2	231	200	180.8	1.0
38	190	260	259.2	242	206	190.8	1.0
40	200	280	279.2	255	225	200.8	1.0

(¹) Dla pierścienia zewnętrznego przy smarowaniu za pomocą mgły olejowej lub strumieniowym, średnica zewnętrzna przekładki pierścienia zewnętrznego jest taka sama, jak średnica zewnętrzna łożyska; zaleca się utrzymanie tolerancji g5 lub wyższej.

(²) Dla pracy z prędkościami przekraczającymi wartość $d_m n 70 \times 10^4$, średnica otworu przekładki pierścienia wewnętrznego jest taka sama, jak średnica otworu łożyska; zaleca się utrzymanie tolerancji F6 lub wyższej.

9. PIERŚCIEŃ DYSTANSOWE (PRZEKŁADKI)

Informacje dodatkowe:

Materiał pierścienia dystansowego: Stal (SUJ2) lub stal S *** C

Przy stosowaniu pierścieni dystansowych równoległość powierzchni czołowych przekładki nie powinna przekraczać 0.003 mm.

Seria 10 lub 20

Standardowe pierścienie dla serii wymiarowej 10 lub 20 (70, BNR10, BER10, BNR20, BER20, BGR10)

Jednostka: mm

Kod otworu	Średnica otworu	Średnica zewnętrzna	Przekładka pierścienia zewnętrznego		Przekładka pierścienia wewnętrznego		Ścięcie przekładki
			Średnica zewnętrzna ⁽¹⁾	Otwór	Średnica zewnętrzna	Otwór ⁽²⁾	
00	10	26	25.5	21.5	14.5	10.5	0.2
01	12	28	27.5	23.5	17	12.5	0.2
02	15	32	31.5	27	20	15.5	0.2
03	17	35	34.5	29.5	23	17.5	0.2
04	20	42	41.5	35	27	20.5	0.3
05	25	47	46.5	40.5	32	25.5	0.3
06	30	55	54.5	47.5	38	30.5	0.5
07	35	62	61.5	54	43	35.5	0.5
08	40	68	67.5	60	48	40.5	0.5
09	45	75	74.5	66	55	45.5	0.5
10	50	80	79.5	71	60	50.5	0.5
11	55	90	89.5	81	66	55.5	0.5
12	60	95	94.5	86	69	60.5	0.5
13	65	100	99.5	91	74	65.5	0.5
14	70	110	109.5	98	83	70.5	0.5
15	75	115	114.5	105	85	75.5	0.5
16	80	125	124.2	112	93	80.5	0.5
17	85	130	129.2	117	99	85.5	0.5
18	90	140	139.2	126	104	90.5	0.8
19	95	145	144.2	131	109	95.5	0.8
20	100	150	149.2	136	114	100.5	0.8
21	105	160	159.2	144	121	105.5	1.0
22	110	170	169.2	153	128	110.5	1.0
24	120	180	179.2	166	136	120.5	1.0
26	130	200	199.2	177	150	130.8	1.0
28	140	210	209.2	190	160	140.8	1.0
30	150	225	224.2	203	172	150.8	1.2
32	160	240	239.2	217	183	160.8	1.2
34	170	260	259.2	230.5	199.5	170.8	1.2
36	180	280	279.2	250	210	180.8	1.2
38	190	290	289.2	261	221	190.8	1.2
40	200	310	309.2	278	232	200.8	1.2

⁽¹⁾ Dla pierścienia zewnętrznego przy smarowaniu za pomocą mgły olejowej lub strumieniowym, średnica zewnętrzna przekładki pierścienia zewnętrznego jest taka sama, jak średnica zewnętrzna łożyska; zaleca się utrzymanie tolerancji g5 lub wyższej.

⁽²⁾ Dla pracy z prędkościami przekraczającymi wartość $d_m n 70 \times 10^4$, średnica otworu przekładki pierścienia wewnętrznego jest taka sama, jak średnica otworu łożyska; zaleca się utrzymanie tolerancji F6 lub wyższej.

Seria 02**Standardowe pierścienie dla serii wymiarowej 02 (72, BGR02)**

Jednostka: mm

Kod otworu	Średnica otworu	Średnica zewnętrzna	Przekładka pierścienia zewnętrznego		Przekładka pierścienia wewnętrznego		Ścięcie przekładki
			Średnica zewnętrzna ⁽¹⁾	Otwór	Średnica zewnętrzna	Otwór ⁽²⁾	
00	10	30	29.5	25	17	10.5	0.3
01	12	32	31.5	27	18	12.5	0.3
02	15	35	34.5	29	21	15.5	0.3
03	17	40	39.5	33	24	17.5	0.3
04	20	47	46.5	39	28	20.5	0.5
05	25	52	51.5	44	33	25.5	0.5
06	30	62	61.5	53	40	30.5	0.5
07	35	72	71.5	62	46	35.5	0.5
08	40	80	79.5	68	52	40.5	0.5
09	45	85	84.5	75	56	45.5	0.5
10	50	90	89.5	80	60	50.5	0.5
11	55	100	99.5	90	65	55.5	0.8
12	60	110	109.5	95	75	60.5	0.8
13	65	120	119.5	105	80	65.5	0.8
14	70	125	124.2	110	85	70.5	0.8
15	75	130	129.2	115	90	75.5	0.8
16	80	140	139.2	125	95	80.5	1.0
17	85	150	149.2	135	105	85.5	1.0
18	90	160	159.2	140	110	90.5	1.0
19	95	170	169.2	150	115	95.5	1.0
20	100	180	179.2	160	125	100.5	1.0
21	105	190	189.2	170	132	105.5	1.0
22	110	200	199.2	175	135	110.5	1.0
24	120	215	214.2	190	145	120.5	1.0
26	130	230	229.2	203	157	130.8	1.2
28	140	250	249.2	220	170	140.8	1.2
30	150	270	269.2	233	189	150.8	1.2

⁽¹⁾ Dla pierścienia zewnętrznego przy smarowaniu za pomocą mgły olejowej lub strumieniowym, średnica zewnętrzna przekładki pierścienia zewnętrznego jest taka sama, jak średnica zewnętrzna łożyska; zaleca się utrzymanie tolerancji g5 lub wyższej.

⁽²⁾ Dla pracy z prędkościami przekraczającymi wartość $d_m n$ 70×10^4 , średnica otworu przekładki pierścienia wewnętrznego jest taka sama, jak średnica otworu łożyska; zaleca się utrzymanie tolerancji F6 lub wyższej.

9. PIERŚCIEŃ DYSTANSOWE (PRZEKŁADKI)

Pozycja dyszy rozpylającej

W poniższej tabeli przedstawiono pozycje dyszy rozpylającej dla systemów smarowania olejowo-powietrznego, mgłą olejową i strumieniowego.

Jednostka: mm

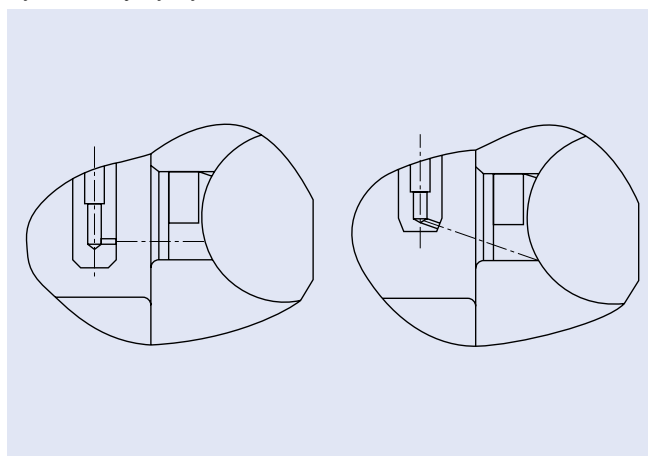
Kod otworu	Nominalna średnica otworu	Seria 79		Seria 70		Seria 72		N10XXMR (Seria Standard)		N10XXR (Seria ROBUST)	
		ϕA (¹)	B	ϕA (¹)	B	ϕA (¹)	B	ϕA	B	ϕA	B
00	10	14.5	0.4	16.1	0.5	18.1	0.5	–	–	–	–
01	12	16.5	0.4	18.3	0.5	19.6	0.5	–	–	–	–
02	15	20.0	0.5	21.3	0.5	22.6	0.7	–	–	–	–
03	17	21.8	0.5	23.5	1.0	25.9	0.7	–	–	–	–
04	20	26.1	0.5	28.2	1.0	30.5	1.0	–	–	–	–
05	25	31.1	0.5	32.9	1.0	35.5	1.0	–	–	–	–
06	30	36.1	0.5	39.5	1.0	42.4	1.0	39.7	1.2	–	–
07	35	42.6	0.5	44.6	1.0	49.2	0.7	45.4	1.5	–	–
08	40	47.9	0.5	50.0	1.0	55.5	0.7	50.6	1.5	–	–
09	45	53.4	0.5	55.6	1.0	60.2	0.7	56.5	2.0	60.0	0.6
10	50	57.9	0.5	60.6	1.0	65.2	1.0	61.5	2.0	64.5	1.3
11	55	64.0	0.5	67.3	1.0	72.0	1.0	69.2	2.5	71.0	1.2
12	60	69.0	0.5	72.5	1.0	79.0	0.7	74.3	2.5	76.5	1.2
13	65	74.0	0.5	77.5	1.0	86.2	0.7	79.2	2.5	81.5	1.2
14	70	80.9	0.7	83.7	1.0	90.9	0.7	86.6	3.0	89.0	1.5
15	75	85.5	0.7	89.4	1.0	95.9	0.7	90.0	2.5	94.5	1.5
16	80	90.5	0.7	96.5	1.0	102.8	0.7	98.5	3.0	101.0	2.0
17	85	98.8	0.7	101.5	1.0	109.8	1.0	103.5	3.0	106.0	2.0
18	90	102.8	0.7	108.6	1.0	116.7	1.0	109.0	3.0	–	–
19	95	107.7	0.7	113.3	1.0	123.6	1.0	115.5	2.5	–	–
20	100	116.0	0.7	118.6	1.0	130.6	1.0	119.0	2.5	–	–
21	105	119.5	0.7	125.1	0.7	137.4	1.0	125.5	3.0	–	–
22	110	124.5	0.7	131.9	0.7	144.4	1.0	134.0	3.0	–	–
24	120	136.3	0.7	142.3	0.7	156.3	1.0	142.0	3.0	–	–
26	130	149.3	0.7	156.2	1.0	168.9	1.0	156.0	4.5	–	–
28	140	158.1	0.7	165.7	2.5	182.6	1.0	168.0	4.5	–	–
30	150	171.8	0.7	178.1	2.5	196.5	1.0	–	–	–	–
32	160	181.8	0.7	190.4	2.5	–	–	–	–	–	–
34	170	191.8	0.7	203.4	2.5	–	–	–	–	–	–
36	180	205.6	0.7	217.1	2.5	–	–	–	–	–	–
38	190	215.4	0.7	227.1	2.5	–	–	–	–	–	–
40	200	229.0	0.7	240.9	2.5	–	–	–	–	–	–

(¹) Zgodnie z normą DIN 628-6

Uwaga

- W przypadku łożysk pracujących z normalnymi prędkościami właściwe smarowanie można uzyskać poprzez umieszczenie otworu dyszy z boku łożyska i skierowania go bezpośrednio do wnętrza łożyska na poziomie pierścienia wewnętrznego. W przypadku pracy ze stałą, wysoką prędkością, dobrze jest umieścić otwór dyszy tak, aby środek smary był kierowany bezpośrednio do wnętrza łożyska pod kątem około 15° lub 20°. W celu uzyskania dalszych szczegółów prosimy o skontaktowanie się z NSK.
- Konieczne jest właściwe zapewnienie spływu oleju do zbiornika olejowego aby zapobiec poważnym tarciom oleju, które w rezultacie mogą powodować zniszczenie bieżni w części ślizgowej.
- Zaleca się zastosowanie filtra maks. 5 mikronów, zapewniającego filtrację oleju wprowadzanego do systemu smarującego.

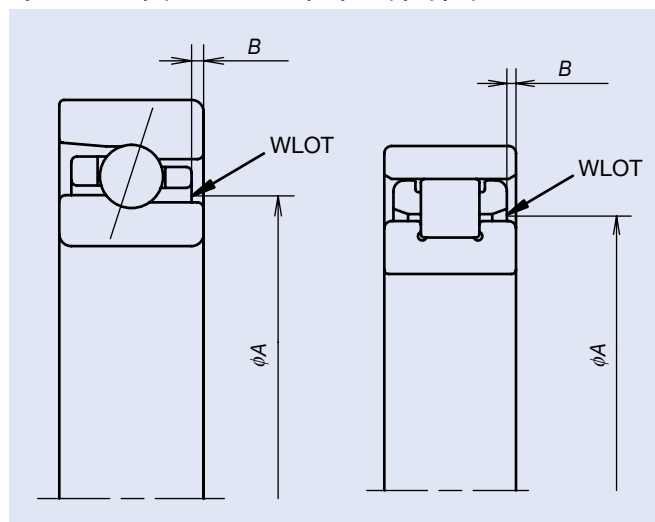
Rys. 9.1 Kąt dyszy



Jednostka: mm

Nominalna średnica otworu	BNR19 BER19		BNR10 BER10		BGR19		BGR10		BGR02		BAR10 BTR10	
	ϕA	B	ϕA	B	ϕA	B	ϕA	B	ϕA	B	ϕA	B
6	–	–	–	–	–	–	9.0	0.4	–	–	–	–
7	–	–	–	–	–	–	10.5	0.4	–	–	–	–
8	–	–	–	–	–	–	12.0	0.5	–	–	–	–
10	–	–	–	–	13.5	0.4	14.5	0.5	17.0	1.0	–	–
12	–	–	–	–	15.5	0.4	16.5	0.5	18.0	0.5	–	–
15	–	–	–	–	18.5	0.5	20.0	1.0	21.0	1.0	–	–
17	–	–	–	–	20.5	0.5	22.5	1.5	24.0	0.5	–	–
20	–	–	–	–	25.0	0.8	26.5	0.8	28.3	0.5	–	–
25	31.0	0.5	–	–	30.0	0.8	31.5	0.8	33.2	1.0	–	–
30	35.5	0.5	39.0	1.0	–	–	–	–	–	–	–	–
35	42.0	0.5	44.5	1.2	–	–	–	–	–	–	–	–
40	48.0	0.5	50.0	1.5	–	–	–	–	–	–	–	–
45	53.0	0.5	55.5	1.7	–	–	–	–	–	–	–	–
50	57.5	0.5	60.5	1.7	–	–	–	–	–	–	60.5	0.9
55	63.5	0.5	67.5	1.5	–	–	–	–	–	–	67.5	0.7
60	68.5	0.5	73.0	1.5	–	–	–	–	–	–	73.5	0.7
65	73.5	0.5	77.5	1.5	–	–	–	–	–	–	77.5	0.7
70	80.5	0.7	84.0	1.7	–	–	–	–	–	–	84.0	0.7
75	85.0	0.7	89.0	1.7	–	–	–	–	–	–	89.0	0.7
80	90.5	0.7	96.0	1.7	–	–	–	–	–	–	96.0	0.9
85	98.5	0.7	102.0	1.7	–	–	–	–	–	–	102.0	0.9
90	102.0	0.7	109.0	1.7	–	–	–	–	–	–	108.5	1.2
95	107.0	0.7	112.0	1.7	–	–	–	–	–	–	112.5	1.2
100	113.5	0.7	118.5	2.5	–	–	–	–	–	–	118.5	1.7
105	119.0	0.7	125.0	1.7	–	–	–	–	–	–	126.0	1.4
110	124.0	0.7	132.5	1.7	–	–	–	–	–	–	132.5	1.2
120	136.0	0.7	143.0	1.7	–	–	–	–	–	–	142.5	1.2
130	149.0	0.7	156.5	1.7	–	–	–	–	–	–	155.5	1.7
140	157.5	0.7	166.0	1.7	–	–	–	–	–	–	167	1.7
150	171.5	0.7	178.5	1.7	–	–	–	–	–	–	179.5	1.9
160	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	190	2.0
170	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	205	1.7
180	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	218	2.0
190	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	228	2.0
200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	242	2.2

Rys. 9.2 Pozycja i kierunek dyszy rozpylającej





s u a

Obsługa łożysk

1. Montaż 196-209
 1. Mycie łożysk i części współpracujących
 2. Sprawdzenie wymiarów części współpracujących
 3. Procedury montażu
 4. Kontrola po montażu
2. Kontrola podczas pracy 210-211
3. Procedury docierania wstępnego 212-213

łożysk

Wstęp

Procedura montażu

Metoda montażu łożysk tocznych ma duży wpływ na ich późniejszą dokładność, żywotność oraz pracę. Zaleca się, aby procedura montażu łożyska była w całości przeanalizowana przez projektantów i inżynierów, aby opracowane zostały normy uwzględniające następujące punkty:

1. Mycie łożysk oraz części współpracujących
2. Sprawdzenie wymiarów części współpracujących
3. Procedury montażu
4. Kontrola po montażu

Łożyska powinny pozostawać w opakowaniu oryginalnym aż do momentu tuż przed montażem. Jednakże, łożyska stosowane do przyrządów pomiarowych lub do pracy przy wysokich prędkościach muszą być najpierw wymyte za pomocą przefiltrowanego czystego oleju w celu usunięcia środka antykorozyjnego.

Po wymyciu łożyska powinno być ono ponownie zabezpieczone przed korozją. Łożyska napelnione środkiem smarnym przez producenta nie powinny być myte przed montażem.

Procedury montażu łożyska różnią się w zależności od typu łożyska oraz jego pasowania. Ponieważ zazwyczaj łożyska osadzone są na czopach obrotowych, ich pierścienie wewnętrzne wymagają ciasnego pasowania.

Łożyska z otworami cylindrycznymi są zwykle montowane poprzez wciskanie na zimno (pasowanie z wciskiem) lub osadzone po uprzednim ich podgrzaniu w celu zwiększenia średnicy otworu (osadzanie skurczowe). Pierścień zewnętrzny jest zwykle osadzany w obudowie z pasowaniem luźnym. Jednakże w przypadkach, gdy pierścień zewnętrzny jest ciasno pasowany, może być użyta prasa.

Środki ostrożności dotyczące właściwego postępowania z łożyskami

Łożyska toczne są precyzyjnymi częściami maszyn i urządzeń dlatego muszą być prawidłowo użytkowane.

Nawet w przypadku łożysk o wysokiej jakości wykonania, jeżeli nie będzie się właściwie z nimi postępować, to oczekiwana od nich niezawodność może nie być uzyskana. Poniżej podajemy główne zalecenia dotyczące prawidłowej obsługi łożysk:

■ Utrzymywanie w czystości łożysk i ich otoczenia

Obce ciała, nawet jeśli nie widać ich gołym okiem, mają niekorzystny wpływ na łożyska. Należy zapobiegać dostawaniu się kurzu i brudu do wnętrza poprzez utrzymanie otoczenia w jak największej czystości.

■ Ostrożna obsługa łożysk

Unikać silnych uderzeń podczas obsługi. Obciążenia udarowe mogą spowodować zadrapania lub inne uszkodzenia, które w rezultacie przyczynią się do zniszczenia łożyska. Nadmiernie silne uderzenia mogą spowodować wgniecenia (odciski Brinella), złamania lub pęknięcia.

■ Stosowanie właściwych narzędzi

Do obsługi łożysk zawsze należy używać odpowiednich narzędzi. Unikać stosowania narzędzi ogólnego zastosowania.

■ Zapobieganie korozji

Dotykanie łożysk gołymi rękami może spowodować korozję powierzchni łożysk, spowodowaną przez wilgoć o kwaśnym odczynie lub inne zanieczyszczenia występujące na dłoniach. Dlatego też podczas obsługi łożyska ręce powinny być czyste i jeśli to możliwe należy stosować rękawice ochronne. Należy zwrócić uwagę na korozję łożyska spowodowaną przez gazy korozyjne.

Metoda przechowywania

■ Jakkolwiek łożyska pokryte są środkiem antykorozyjnym, a następnie zawinięte i zapakowane, nie jest możliwe, aby całkowicie uniknąć narażenia ich na działanie powietrza otaczającego łożyska. Łożyska należy przechowywać w suchym miejscu i unikać wystawiania ich na działanie wilgoci.

■ Łożyska powinny być przechowywane w czystym, suchym i dobrze wentylowanym miejscu, które zapewnić będzie także ochronę przed bezpośrednim działaniem promieni słonecznych. Łożyska należy przechowywać w szafkach lub na półkach znajdujących się co najmniej 30 cm nad podłogą.

■ W przypadku rozpakowania łożyska w celu przeprowadzenia kontroli odbiorczej należy podjąć kroki w celu zapobieżenia rdzewieniu i zanieczyszczeniu. Po zakończeniu kontroli w celu zapewnienia właściwego przechowywania należy przestrzegać wytycznych podanych powyżej.

1. Mycie łożysk i części współpracujących

Dostarczane przez NSK łożyska są pokryte środkiem antykorozyjnym w celu zabezpieczenia przed kurzem i korozją podczas transportu.

Po otwarciu opakowania łożyska należy wymyć w celu usunięcia środka antykorozyjnego. Niektóre łożyska, takie jak łożyska uszczelniane lub fabrycznie napełnione smarem, mogą być używane bez mycia.

■ Metoda mycia

1. Do mycia łożysk używać nafty lub lekkiego oleju.
2. Stosować oddzielne zbiorniki do mycia wstępnego i końcowego. Każdy zbiornik powinien być wyposażony w kosz z drutu zapobiegający bezpośredniemu kontaktowi łożyska z zanieczyszczeniami, które mogą osadzać się na dnie zbiornika.
3. W zbiorniku do mycia wstępnego należy unikać obracania łożysk. Po wymyciu powierzchni zewnętrznych za pomocą szczotki należy przełożyć łożyska do zbiornika mycia końcowego.
4. W zbiorniku mycia końcowego należy delikatnie obracać łożyska ręką. Należy upewnić się, że płyn myjący w zbiorniku mycia końcowego jest czysty.
5. Po zakończeniu mycia usunąć nadmiar płynu myjącego z łożysk. Łożyska smarowane zwyczajnym smarem wymagają ponownego nałożenia smaru. Łożyska smarowane olejem należy zamontować na wale obrabiarki; podczas montażu należy uważać, aby nie obrócić łożyska. Przed montażem należy delikatnie pokryć wewnętrzne i zewnętrzne powierzchnie łożyska cienką warstwą oleju smarującego.

2. Sprawdzenie wymiarów części współpracujących

Kontrola wrzeciona i obudowy

- Współpracujące powierzchnie obudowy i wału należy oczyścić i sprawdzić pod kątem występowania skaz lub zadziorów.
- Należy sprawdzić wymiary wałów i otworów obudów w celu potwierdzenia dopasowania do średnicy otworu i średnicy zewnętrznej łożyska. Zalecane pasowania dla wałów i otworów obudów podane są na stronie 184.

- Pomiar i montaż łożysk należy przeprowadzać w pomieszczeniu o stabilizowanej temperaturze. Części należy pozostawić do chwili osiągnięcia przez nie stałej i stabilnej temperatury. Używając mikrometru i średnicówki można dokonać pomiaru w kilku różnych punktach, potwierdzających brak znaczących różnic mierzonych wartości. Zalecane pomiary dokładności wałów i otworów obudów podane są na stronie 185.

Kontrola przekładek

W przypadku wału głównego zalecana jest równoległość przekładki nie przekraczająca 0,003 mm. Równoległość o większej wartości będzie powodować pochylenie łożyska, co z kolei prowadzić będzie do niedokładności i hałaśliwości łożyska.

3. Procedury montażu

Łożyska smarowane smarem i mieszkanką olejowo-powietrzną (mgłą olejową), które zostały wymyte, należy zamontować na wrzecionie i w otworze obudowy. Procedury montażu różnią się w zależności od wymogów pasowania pierścienia wewnętrznego i zewnętrznego. Przede wszystkim, pierścień łożyska, który się obraca, to pierścień wewnętrzny, tak więc łożyska z otworami cylindrycznymi są zazwyczaj montowane poprzez ogrzanie ich w celu zwiększenia średnicy pierścienia wewnętrznego (osadzanie na gorąco).

Łożyska o otworach stożkowych mogą być montowane bezpośrednio na wrzecionie stożkowym. W przypadku pracy z dużymi prędkościami zaleca się stosowanie sprawdzianów GN w celu osiągnięcia dokładnego luzu promieniowego podczas montażu. Szczegóły dotyczące używania sprawdzianu GN podane są na stronie 202.

Pierścienie zewnętrzne są montowane z pewnym luzem, tak więc narzędzia montażowe nie są zazwyczaj wymagane. Dla ułatwienia montażu można ogrzać obudowę.

3.1. Montaż łożysk z otworem walcowym

(1) Wciskanie za pomocą prasy

Wciskanie łożysk za pomocą prasy jest szeroko stosowane w przypadku łożysk o małych gabarytach. Przed założeniem łożyska, w celu ułatwienia montażu, należy posmarować powierzchnię montażową wrzecioną cienką warstwą oleju. Następnie umieścić tuleję montażową na pierścieniu wewnętrznym w sposób pokazany na Rysunku 1.1. Przykładając stałą siłę wciskać łożysko na wrzecionie aż do momentu, gdy czoło pierścienia wewnętrznego spocznie pewnie na odsadzeniu wrzeciona.

Tuleja montażowa przy montowaniu na wcisk nie może być umieszczona na pierścieniu zewnętrznym ponieważ łożysko może ulec uszkodzeniu. W przypadku łożysk rozłącznych, takich jak łożyska walcowe, pierścienie zewnętrzny i wewnętrzny można montować na wrzecionie i w obudowie niezależnie. Montaż pierścienia zewnętrznego i wewnętrznego powinien być wykonywany bardzo ostrożnie, aby zachować prawidłową współosiowość pierścieni. Nieostrożny lub wymuszony montaż spowoduje zadrapania na powierzchniach elementów tocznych.

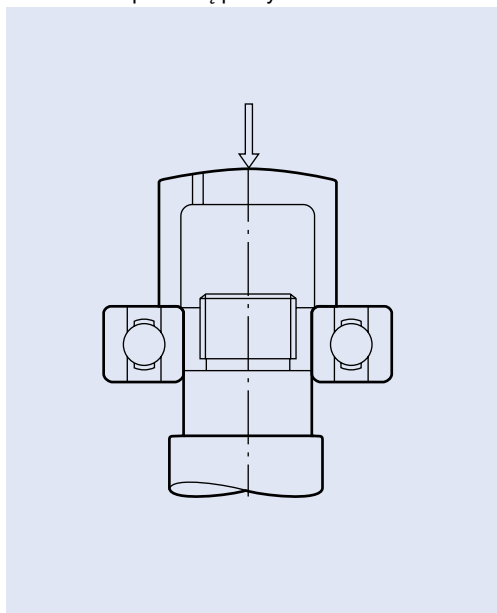
(2) Osadzanie na gorąco (skurczowe)

Ponieważ wciskanie za pomocą prasy łożysk o większych gabarytach wymaga dużej siły wciskającej, często stosowane jest pasowanie na gorąco. Łożysko przed montażem jest podgrzewane w celu rozszerzenia pierścienia wewnętrznego. Metoda ta umożliwia uniknięcie zastosowania nadmiernej siły wciskającej i pozwala na szybki montaż. Rozszerzalność cieplna pierścienia wewnętrznego dla różnych temperatur i rozmiarów łożyska została przedstawiona na Rysunku 1.2.

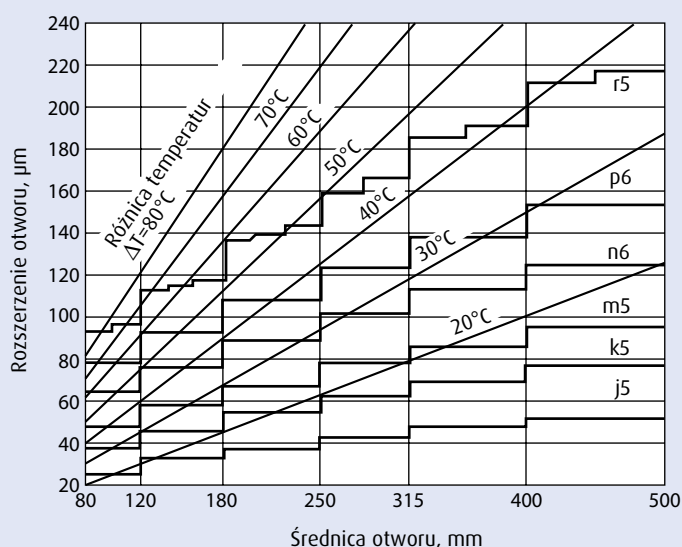
Środki ostrożności przy zakładaniu łożysk metodą osadzania na gorąco są następujące:

1. Łożyska nie powinny być podgrzewane do temperatury przekraczającej 120°C.
2. Podgrzać łożysko do temperatury o 20°C do 30°C wyższej od najmniejszej temperatury wymaganej dla montowania bez wcisku, ponieważ pierścień wewnętrzny ulegnie lekkiemu wystudzeniu podczas montażu.
3. Po zamontowaniu łożyska w trakcie stygnięcia kurczą się zarówno w kierunku osiowym jak i promieniowym. Dlatego też należy docisnąć łożysko tak, żeby mocno oparło się o odsadzenie wałka stosując metody ustalające dla uniknięcia luzu pomiędzy łożyskiem a odsadzeniem wrzeciona.

Rys. 1.1 Wciskanie pierścienia wewnętrznego za pomocą prasy



Rys. 1.2 Temperatura i rozszerzalność cieplna pierścienia wewnętrznego

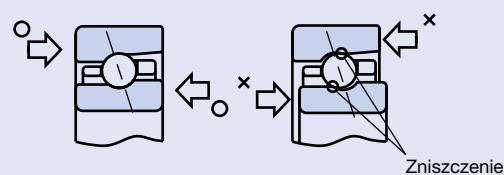


3.2. Środki ostrożności dotyczące montażu łożysk kulkowych skośnych

Z uwagi na ograniczenia konstrukcyjne, łożyska kulkowe skośne mogą przenosić obciążenia tylko w jednym kierunku. Dlatego też, podczas montażu łożysk kulkowych skośnych na wrzecionie lub w obudowie nie należy przykładać obciążenia w niewłaściwym kierunku.

W przypadku łożysk w układach należy zwrócić szczególną uwagę na kolejność montażu. Kolejność montażu jest inna dla układu tyłem do siebie (DB) i przodem do siebie (DF).

Rys. 1.3 Kierunek obciążenia dla łożysk kulkowych skośnych

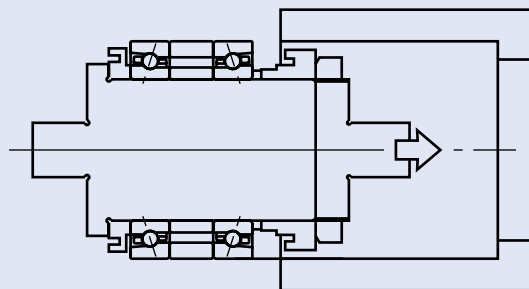


Obciążenie działające w kierunku „X” spowoduje zniszczenie łożyska.

Dwa łożyska w układzie "0" (DB), (O):

- ① Wcisnąć łożysko na wał wrzeciona.
- ② Dokręcić nakrętkę zabezpieczającą łożyska w celu uzyskania napięcia wstępnego.
- ③ Włożyć wrzeciono z łożyskami do obudowy i zamocować pokrywę zabezpieczającą.

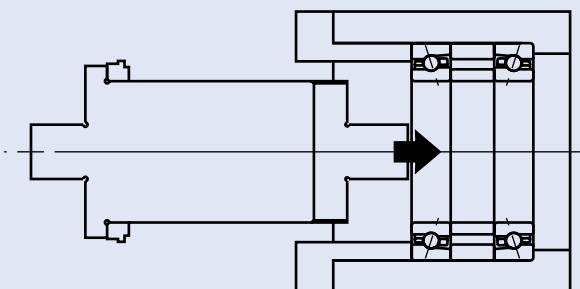
Rys. 1.4 Montaż w układzie tyłem do siebie (DB)



Dwa łożyska w układzie "X" (DF), (X):

- ① Wcisnąć łożysko do obudowy.
- ② Zamocować pokrywę zabezpieczającą w celu uzyskania napięcia wstępnego.
- ③ Włożyć wrzeciono do pierścieni wewnętrznych i dokręcić nakrętkę zabezpieczającą łożyska.

Rys. 1.5 Montaż w układzie przodem do siebie (DF)



W celu demontażu odwrócić kolejność czynności.

1. MONTAŻ

3.3. Mocowanie łożyska

(1) Mocowanie pierścienia wewnętrznego

Pierścień wewnętrzny jest zazwyczaj mocowany na wale wrzeciona poprzez dokręcenie nakrętki zabezpieczającej łożyska, co wyjaśnia, dlaczego prostopadłość gwintów i czoła oporowego jest tak ważna. Nawet jeżeli dokładność jednego elementu jest dobra, szczelina pomiędzy wrzecionem i nakrętką zabezpieczającą może spowodować bicie nakrętki zabezpieczającej, prowadzące do ugięcia wrzeciona i łożyska (patrz Rys. 1.21, strona 207). Dlatego też, dla zapewnienia stałej dokładności obrotu konieczne jest dokonywanie regulacji.

Ważne jest także, aby nakrętka zabezpieczająca była dokręcona do oporu, tak aby wyeliminować wszelką możliwość jej poluzowania się. Informacje o momentach dokręcania nakrętek łożysk zostały podane w Tabeli 1.1.

Istnieje ryzyko niewyważenia spowodowanego przez czoło i bicie nakrętki zabezpieczającej lub niewielkie niedokładności części współpracujących. Z tego względu we wrzecionach wysokoobrotowych i superprecyzyjnych obrabiarek szeroko stosowane są tuleje zabezpieczające łożysko na wrzecionie dzięki ciasnemu pasowaniu z wciskiem pomiędzy wrzecionem i otworem tulei. Tuleje mają jednakże tendencję do luzowania się po pewnym okresie pracy, dlatego należy je co pewien czas kontrolować.

W przypadku stosowania przekładki pomiędzy łożyskami kulkowymi skośnymi w układach i zastosowaniu nadmiernego momentu dokręcania nakrętki zabezpieczającej istnieje możliwość zdeformowania przekładki pierścienia wewnętrznego i zmiany napięcia wstępnego na wyższe od oczekiwanego. Przy określaniu napięcia wstępnego konieczne jest wzięcie tej deformacji pod uwagę.

(2) Mocowanie pierścienia zewnętrznego

Do osiowego zabezpieczenia pierścienia zewnętrznego stosowana jest zazwyczaj pokrywa zabezpieczająca mocowana śrubami. W przypadku nadmiernego dokręcenia śrub lub nierównomiernego dokręcenia śrub istnieje możliwość zdeformowania pierścienia zewnętrznego łożyska.

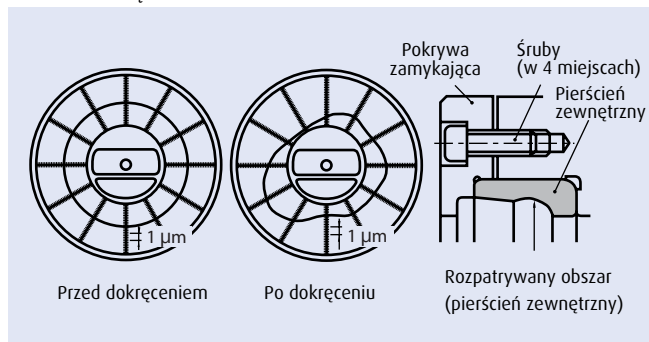
Na przykład, Rys. 1.6 pokazuje możliwą deformację bieżni pierścienia zewnętrznego spowodowaną przez nierównomierne dokręcenie pokrywy zamykającej, gdy czoło pierścienia zewnętrznego jest dociskane jako pierścień prowadzący.

Rys. 1.7 pokazuje przykład nadmiernego dokręcenia pokrywy zamykającej łożyska ustalającego, którego skutkiem jest deformacja pierścienia zewnętrznego.

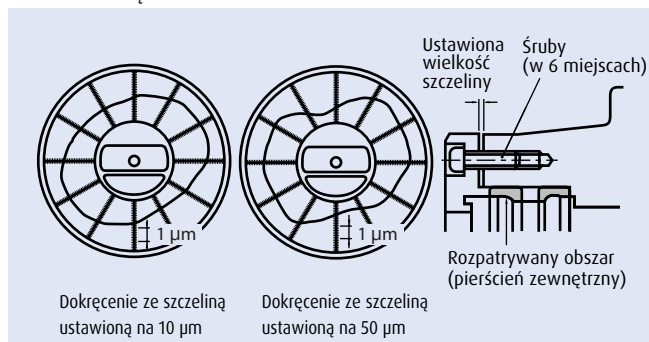
Rys. 1.8 pokazuje deformację bieżni pierścienia zewnętrznego spowodowaną przez dokręcenie dwurzędowego łożyska walcowego.

Wielkość deformacji zależy od luzu pomiędzy częściami współpracującymi. Zaleca się, aby luz pomiędzy pokrywą zamykającą a czołem obudowy wynosił 0,01 do 0,05 mm (δ) przed dokręceniem śrub do oporu.

Rys. 1.6 Deformacja powierzchni bieżni spowodowana nierównomiernym dokręceniem



Rys. 1.7 Deformacja powierzchni bieżni spowodowana nadmiernym dokręceniem



Rys. 1.8 Deformacja pierścienia zewnętrznego dwurzędowego łożyska walcowego spowodowana nadmiernym dokręceniem

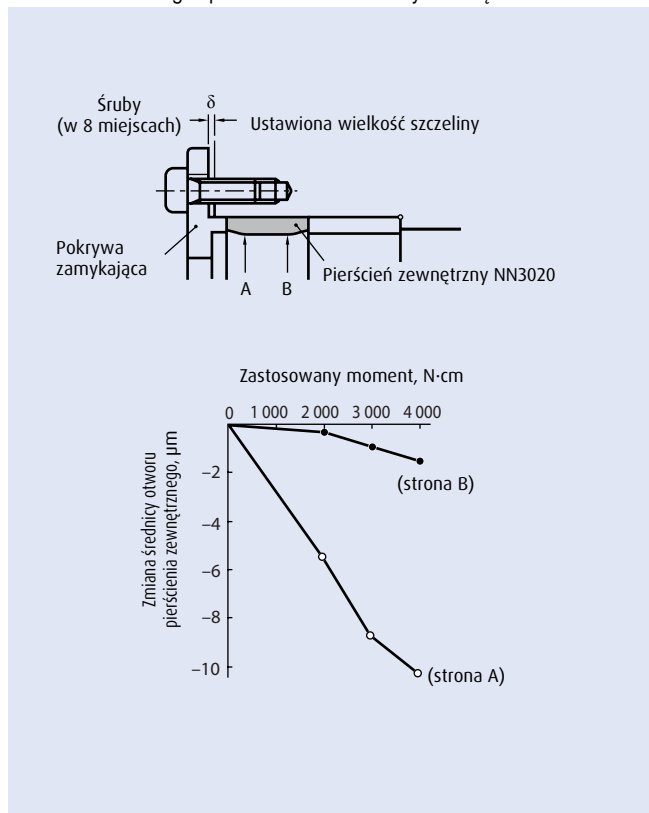


Tabela 1.1 Moment dokręcania nakrętki zabezpieczającej łożyska i luz pomiędzy pokrywą zamykającą a obudową

Nominalna średnica otworu (mm)	Siła dokręcania nakrętki zabezpieczającej (N)	Wzorcowy moment dokręcania nakrętki zabezpieczającej (N·m)	Luz pomiędzy pokrywą zamykającą i obudową (mm)
6	1 500	2	0.01 -0.03
8		2	
10		3	
12	3 000	7	
15		8	
17		9	
20	4 900	17	
25		21	
30		25	
35	9 800	57	
40		64	
45		72	
50	14 700	80	
55		132	
60		142	
65	19 600	153	
70		166	
75		176	
80	29 400	251	0.03 -0.05
85		267	
90		281	
95	39 200	296	
100		311	
105		327	
110		343	
120		371	
130		403	
140		649	
150		695	
160		745	
170		796	
180		841	
190		886	
200		932	
220		–	
240		–	
260		–	
280		–	
300		–	

Gdy pasowanie z wciskiem wału wrzeczona zwiększa się przy pracy z wysoką prędkością, należy także zwiększyć moment dokręcania nakrętki zabezpieczającej.

Siła dokręcania dla łożysk kulkowych skośnych poprzecznych do podparcia śrub kulkowych powinna być 2,5–3,0 razy większa od napięcia wstępnego.

■ Równanie przeliczeniowe momentu dokręcania nakrętki zabezpieczającej

$$T = 0.5F \{ d_p \cdot \tan(p^* + \beta) + d_w \cdot \mu_w \} \quad [\text{N} \cdot \text{mm}]$$

Wartości momentu dokręcania nakrętki zabezpieczającej podane w tabeli są obliczane dla współczynnika tarcia wynoszącego 0,15.

T : moment dokręcania nakrętki [N·mm]
 F : siła dokręcania nakrętki [N]
 d_p : średnica podziałowa nakrętki zabezpieczającej [mm]
 p^* : kąt tarcia powierzchni nakrętki zabezpieczającej $p^* = \tan^{-1} \mu_s$
 μ_s : współczynnik tarcia powierzchni nakrętki zabezpieczającej
 d_w : średnica równoważna momentu tarcowego na powierzchni nakrętki zabezpieczającej [mm]
 μ_w : współczynnik tarcia nakrętki zabezpieczającej
 β : kąt wzniosu gwintu nakrętki $\beta = \tan^{-1} (\text{skok gwintu} / (3,142 \cdot d_p))$

■ Równanie siły nacisku

$$K = \mu \cdot p_m \cdot \pi \cdot d \cdot B \quad [\text{N}]$$

$$p_m = \frac{E}{2} \frac{\Delta d}{d} \frac{(1-k^2)(1-k_0^2)}{1-k^2 k_0^2}$$

μ : współczynnik tarcia powierzchni pasowania [=0.12]
 p_m : nacisk powierzchni [MPa]
 d : średnica wału [mm]
 B : szerokość łożyska [mm]
 Δd : wcisk efektywny [mm]
 E : moduł Younga dla stali [MPa]
 k : współczynnik grubości ścianki ($k = d/D_i$)
 D_i : średnica bieżni pierścienia wewnętrznego [mm]
 k_0 : współczynnik grubości ścianki wału drążonego ($k_0 = d_0/d$)
 d_0 : średnica otworu wału drążonego [mm]

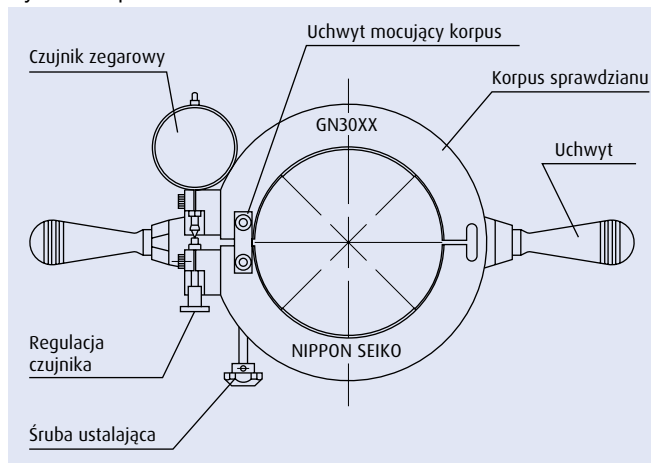
3.4. Montaż łożysk walcowych

(1) Pomiar luzu promieniowego łożyska walcowego

Sprawdzian GN jest przyrządem do dopasowania części stożkowej wału z otworem stożkowym łożyska podczas montażu łożyska walcowego z otworem stożkowym na wrzecionie obrabiarki. Po montażu sprawdzian GN jest używany do precyzyjnej kontroli wewnętrznego luzu promieniowego łożyska. Ten przyrząd jest szczególnie efektywny kiedy stosowane jest łożysko walcowe z napięciem wstępnym promieniowym.

Rys. 1.9 opisuje elementy sprawdzianu GN.

Rys. 1.9 Sprawdzian GN



Jak używać sprawdzianu GN

① Włożyć pierścień zewnętrzny do obudowy

Zalecane pasowanie pomiędzy pierścieniem zewnętrznym a obudową wynosi:

Luz 2 μm – wcisk 2 μm

② Zerowanie średnicówki

Sprawdzić, czy temperatury pierścienia zewnętrznego (włożonego do obudowy), wewnętrznego i wału wrzeciona są takie same. Następnie zmierzyć średnicę otworu pierścienia zewnętrznego w czterech różnych miejscach. Określić średnią pomiarów, ustawić i wyzerować średnicówkę.

③ Ustawienie średnicy wpisanej sprawdzianu GN

Odkręcić uchwyt mocujący korpus sprawdzianu GN. Ustalić średnicówkę na powierzchni średnicy wpisanej sprawdzianu GN i ustawić śrubę ustalającą tak, aby czujnik zegarowy średnicówki pokazał zero (zobacz krok ②) [Używać sprawdzianu GN w pozycji pionowej w celu uniknięcia niedokładności spowodowanych jego własnym ciężarem.]

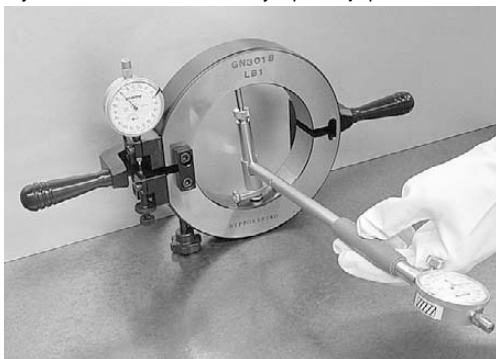
④ Korekta ustawiania sprawdzianu GN

Wykorzystując wyniki z kroku ③, należy ustawić regulację czujnika zegarowego na czerwonym znaku zaznaczonym na sprawdzianie GN w celu dokonania korekty ustawień. Potwierdzić, że krótka igła znajduje się przy 2 na zegarze (korekta sprawdzianu pozwala uwzględnić elastyczne odkształcenie wałeczków spowodowane naciskiem pomiarowym sprawdzianu. Wielkość korekty dla każdego pojedynczego sprawdzianu ustalana jest przez NSK).

Rys. 1.10 Zerowanie średnicówki



Rys. 1.11 Ustawianie średnicy wpisanej sprawdzianu GN



⑤ Montaż pierścienia wewnętrznego

Zamontować pierścień wewnętrzny na wale i dokręcić lekko nakrętkę zabezpieczającą. W tym momencie łożyska powinny być wymyte, ale nie pokryte smarem.

⑥ Ustawianie sprawdzianu GN

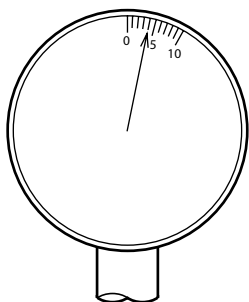
Wyregulować śrubę ustalającą sprawdzianu GN (0,2 mm do 0,3 mm na tarczy z podziałką), aby rozszerzyć korpus sprawdzianu GN. Sprawdzian GN należy następnie umieścić na środku pierścienia wewnętrznego i wyluzować śrubę ustalającą.

⑦ Odczyt wskazań zegara

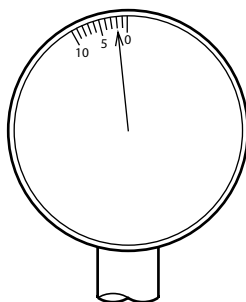
W tym momencie można odczytać wskazania czujnika zegarowego sprawdzianu GN.

Przykład 1: Przesunięcie wskazówki od zera w kierunku zgodnym z kierunkiem ruchu zegara wskazuje luz dodatni.

Przykład 2: Przesunięcie od zera w kierunku przeciwnym do kierunku ruchu wskazówek zegara wskazuje luz ujemny.



Przykład 1: Wskazanie wartości „4” w kierunku zgodnym z kierunkiem ruchu wskazówek zegara oznacza luz promieniowy wynoszący +0,002 mm.



Przykład 2: Wskazanie wartości „2” w kierunku przeciwnym do kierunku ruchu wskazówek zegara oznacza luz promieniowy wynoszący - 0,001 mm.

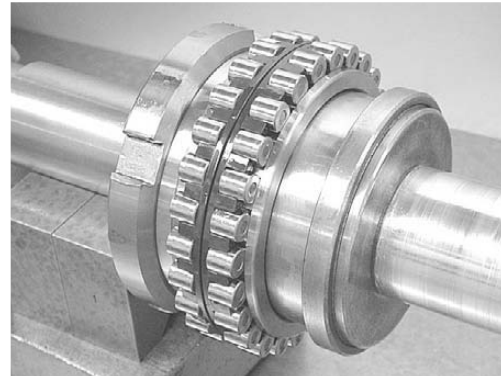
⑧ Regulacja

Oprócz procedur podanych w kroku ⑥, można użyć śruby do rozszerzenia korpusu sprawdzianu GN. Zdjąć sprawdzian z pierścienia wewnętrznego i dokręcić nakrętkę zabezpieczającą. Powtarzać kroki ⑥ do ⑧ do momentu pokazania przez czujnik zegarowy docelowej wartości luzu/napięcia.

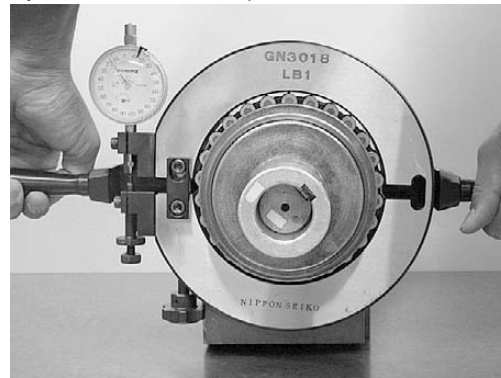
☒ Ustalanie grubości/szerokości przekładki

Zmierzyć szczelinę pomiędzy kołnierzem wrzeciona i czołem oporowym łożyska NN30XXKR za pomocą płytki wzorcowej. Zmierzyć wartość w więcej niż trzech miejscach na obwodzie i obliczyć średnią, następnie obrobić przekładkę do takiej samej szerokości.

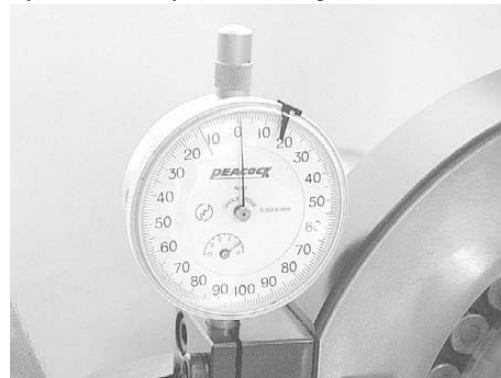
Rys. 1.12 Zakładanie pierścienia wewnętrznego



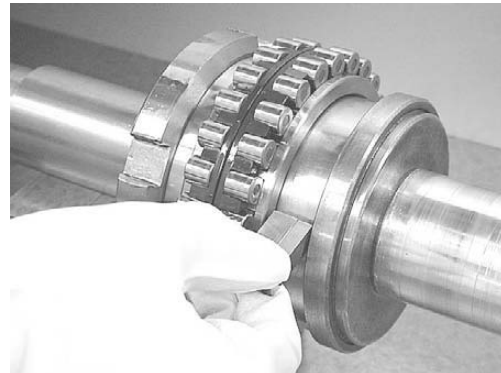
Rys. 1.13 Ustawianie sprawdzianu GN



Rys. 1.14 Odczyt wskazań zegara



Rys. 1.5 Pomiar szerokości przekładki



1. MONTAŻ

(2) Pomiar luzu promieniowego łożysk walcowych (sprawdzian GN nie jest używany)

Gdy sprawdzian GN nie jest używany, konieczne jest dostosowanie grubości przekładki poprzez rozważenie następujących zagadnień:

- zmniejszenie średnicy bieżni pierścienia zewnętrznego spowodowane pasowaniem w obudowie (Δr_e)
- zwiększenie średnicy bieżni pierścienia wewnętrznego, które uwzględnia proporcję wału drążonego (Δr_i)

■ Obliczanie Δr

Ostateczny wymiar (L_a) przekładki, który jest stosowany do ustalenia luzu promieniowego po montażu Δr , można obliczyć następująco:

$$L_a = L - K (\Delta r_m - \Delta r + \Delta r_e)$$

Tabela 1.2 Proporcja wału drążonego i współczynnik K

Proporcja wału drążonego k_0	Współczynnik K
45–55%	14
55–65%	15
65–75%	16

■ Obliczanie Δr_e

$$\Delta r_e = (D_h - D) \times h$$

gdy $\Delta r_e \geq 0$ należy przyjąć $\Delta r_e = 0$

L_a : Ostateczny wymiar przekładki dla ustalenia luzu promieniowego po montażu

L : Szerokość płytki wzorcowej (zmierzony wynik z kroku ⑤ na stronie 205.)

Δr_m : Zwiększenie bieżni pierścienia wewnętrznego w kierunku promieniowym (zmierzony wynik z kroku ④ na stronie 205.)

Δr : Luz promieniowy po montażu

Δr_e : Zmniejszenie średnicy bieżni pierścienia zewnętrznego spowodowane pasowaniem

K : Współczynnik (wartość przeliczeniowa obejmująca skurcz wału drążonego o otworze stożkowym 1/12)

k_0 : $A/B \times 100$

A: średnica otworu wału

B: średnica zewnętrzna wału

D_h : Średnica otworu obudowy

D : Średnica zewnętrzna pierścienia zewnętrznego (patrz karta kontrolna łożyska)

h : Zmniejszenie średnicy bieżni pierścienia zewnętrznego (0.62 dla łożysk serii NN30 i N10)
(0.7 dla łożysk serii NN39 i NN49)

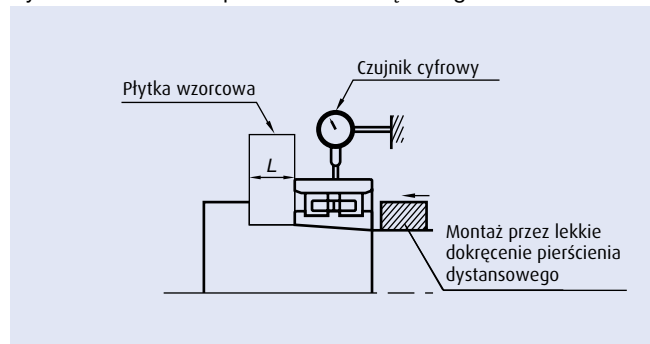
Pomiar luzu promieniowego Δr_m

- ① Umieścić pierścień wewnętrzny na stożkowym odcinku wału. (W tym momencie odtłuścić stożkowy odcinek wału i powierzchnię wewnętrzną pierścienia wewnętrznego rozpuszczalnikiem organicznym).
- ② Umieścić pierścień zewnętrzny na wałeczkach i przyłożyć czujnik zegarowy do średnicy zewnętrznej pierścienia zewnętrznego.
- ③ Dokręcić pierścień dystansowy i nakrętkę zabezpieczającą, powodując rozszerzenie pierścienia wewnętrznego (Rys. 1.16).
- ④ Poruszać pierścieniem zewnętrznym w górę i w dół i zmierzyć ruch promieniowy pierścienia zewnętrznego za pomocą czujnika zegarowego (*¹). Powtarzać kroki ③ i ④ do momentu, gdy luz pierścienia zewnętrznego (Δr_m) osiągnie około 0,005 mm (*²) (Rys. 1.17).
- ⑤ Gdy wartość Δr_m zostanie ustawiona na około 0,005 mm, zmierzyć odległość od kołnierza wału do czoła pierścienia wewnętrznego (wymiar L) za pomocą płytki wzorcowej i grubościomierza (*³) (zob. Rys. 1.18).

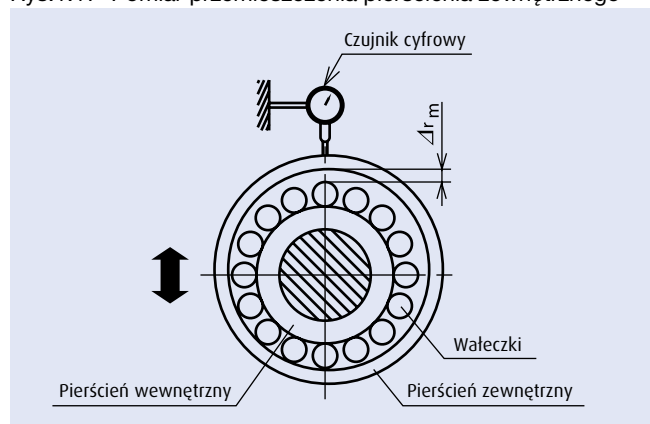
Uwagi

- (*¹) Jeżeli pomiar będzie trwał zbyt długo, temperatura pierścienia zewnętrznego może wzrosnąć do temperatury ciała (dłoni), co spowoduje błędny pomiar. Dla wykonania szybkiego pomiaru zaleca się stosowanie rękawic.
- (*²) W przypadku nadmiernego luzu pierścień zewnętrzny może zostać zdeformowany do elipsy pod naciskiem ręki. Spowoduje to błędny pomiar. Dlatego też akceptowalny jest luz 0,005 mm (0,005 mm to wartość założona, ale akceptowalne są także wartości 0,001 do 0,002 mm).
- (*³) W przypadku pomiaru wymiaru L , wartość uzyskuje się poprzez wprowadzenie płytki wzorcowej do lewej połowy strefy pokazanej na Rys. 1.18 (z uwagi na przechylenie występujące pomiędzy kołnierzem wału i czołem pierścienia wewnętrznego).

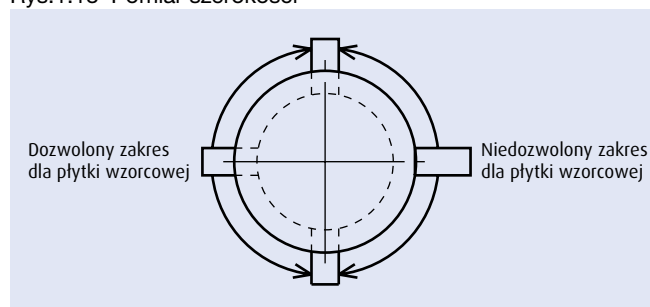
Rys.1.16 Wkładanie pierścienia zewnętrznego



Rys.1.17 Pomiar przemieszczenia pierścienia zewnętrznego



Rys.1.18 Pomiar szerokości



(Przykład obliczeń)

Ustawienie luzu promieniowego na $\Delta r = -0.002$ mm dla łożyska NN3020MBKR po montażu.

Zmniejszenie średnicy bieżni pierścienia zewnętrznego spowodowane pasowaniem:

$$\Delta r_e = -0.004 \text{ (luz ujemny)} \quad (\text{Gdy } \Delta r_e \geq 0 \text{ należy przyjąć } \Delta r_e = 0)$$

Ruch pierścienia zewnętrznego (wartość zmierzona w kroku ④): $\Delta r_m = 0.007$ mm

Szerokość płytki wzorcowej (wartość zmierzona w kroku ⑤): $L = 20.55$ mm

Ostateczna szerokość przekładki:

$$\begin{aligned} L_a &= 20.55 - 15 \times (0.007 - (-0.002) - 0.004) \\ &= 20.55 - 0.075 \\ &= 20.475 \end{aligned}$$

Uwaga na znaki!

3.5. Nakładanie smaru

Procedura nakładania smaru po wymyciu łożysk

Przy początkowym uruchomieniu urządzenia może nastąpić gwałtowny wzrost temperatury łożyska, spowodowany niewłaściwym nałożeniem smaru. Może to spowodować przedłużenie okresu docierania lub doprowadzić do zatarcia i uszkodzenia łożyska. Podane poniżej procedury nakładania smaru i zastosowania właściwej ilości smaru zasługują na szczególną uwagę. Zalecane procedury są następujące:

1. Kontrola wstępna

Sprawdzić, czy w środku łożyska nie ma obcych cząstek. Łożyska przeznaczone do wysokoobrotowych wrzecion obrabiarek powinny zostać wymyte, odtłuszczone i nasmarowane. W przypadku innych zastosowań, należy usunąć środek antykorozyjny nałożony na wewnętrznych powierzchniach łożysk.

2. Dozownik smaru

W celu precyzyjnego nałożenia smaru zastosować dozownik smaru, taki jak plastikowa strzykawka. Jeżeli jest to możliwe, do nałożenia właściwej ilości smaru użyć dozownika dostarczonego ze sprawdzianem.

3. Ilość smaru

Zalecane ilości smaru dla łożysk precyzyjnych:

Łożyska kulkowe skośne do wysokoobrotowych wrzecion obrabiarek: 15% – 2% przestrzeni wewnętrznej.

Łożyska walcowe do wysokoobrotowych wrzecion obrabiarek: 10% – 2% przestrzeni wewnętrznej.

Łożyska kulkowe do silników: 20% do 30% przestrzeni wewnętrznej.

Zalecane ilości smaru dla różnych typów i numerów łożysk podane są na stronie 175.

■ Metoda nakładania smaru do łożysk kulkowych

- (1) Nałożyć smar równo pomiędzy kulkami. Jeżeli używany jest koszyk prowadzony na pierścieniu zewnętrznym, taki jak koszyk z żywicy fenolowej, nałożyć cienką warstwę smaru na powierzchnię prowadzoną.
- (2) Obrócić łożysko ręką, aby rozprowadzić smar równo na powierzchniach bieżni, kulek i koszyka.

■ Metoda nakładania smaru do łożysk walcowych

- (1) Nałożyć około 80% smaru równo na powierzchni tocznej wałeczków. Unikać nakładania zbyt dużej ilości smaru do otworu koszyka. Smar wprowadzony do otworu koszyka jest trudny do rozprowadzenia w okresie docierania, co może powodować gwałtowny wzrost temperatury lub przedłużenie okresu docierania.
- (2) Pokryć powierzchnie wałeczków cienką warstwą smaru, w tym również powierzchnie czołowe wałeczków, punkty styku koszyka wałeczków oraz krawędzie czoła każdej kieszeni koszyka.
- (3) Pozostałe 20% smaru nałożyć cienką warstwą na powierzchnię bieżni pierścienia zewnętrznego.

Rys. 1.19 Łożysko kulkowe skośne
nasmarowane smarem



Rys. 1.20 Łożysko walcowe
nasmarowane smarem



4. Kontrola po montażu

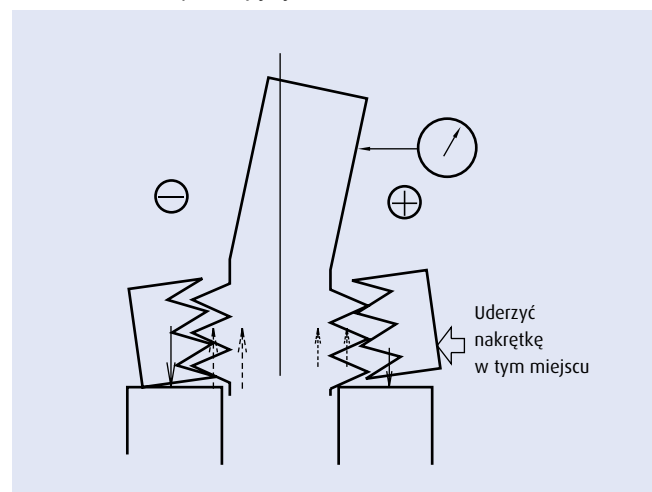
4.1. Dokładność bicia

Dokładny montaż łożyska i części współpracujących są warunkiem precyzji i dokładności wrzeciona obrabiarki.

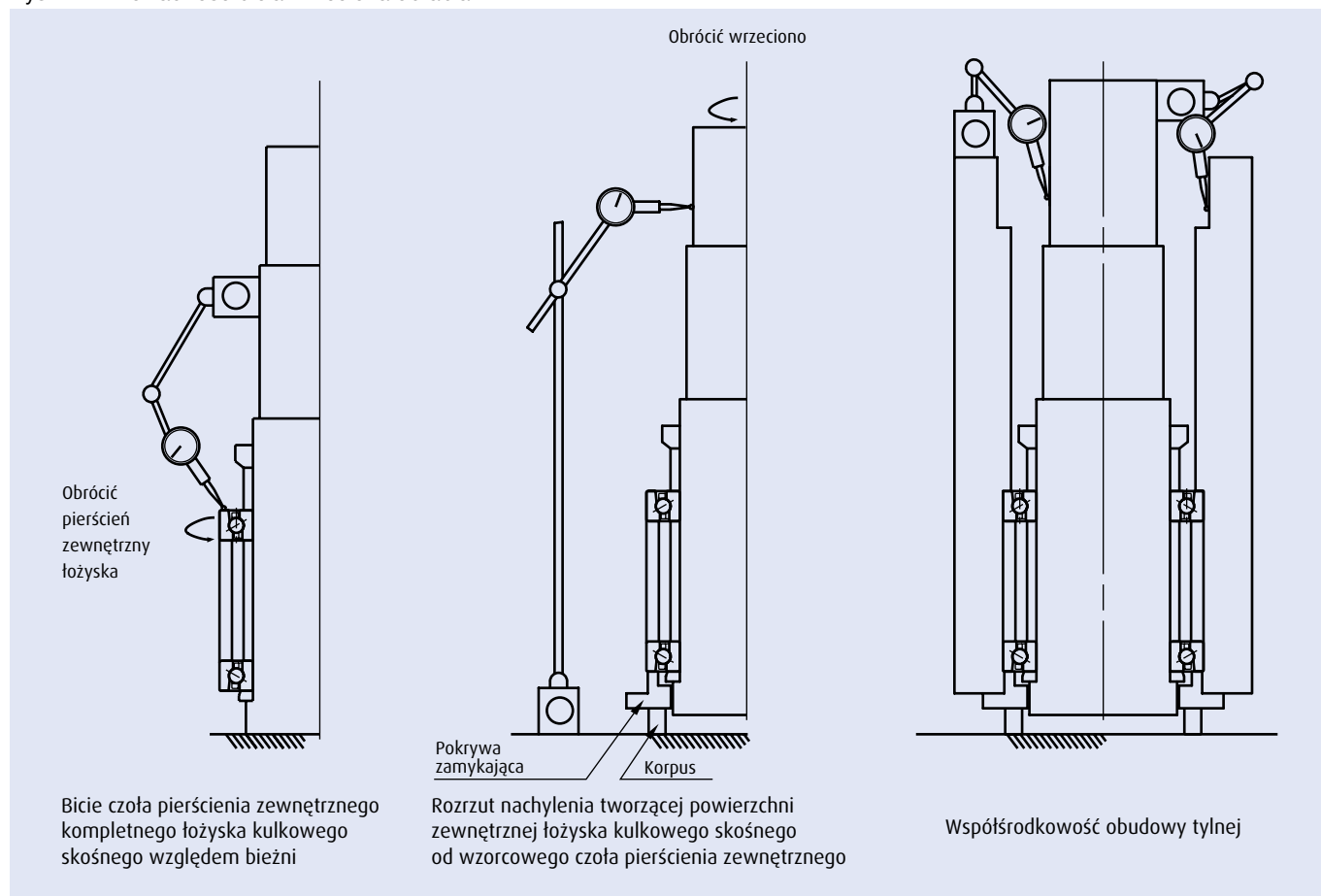
- 1: Bicie czoła pierścienia zewnętrznego kompletnego łożyska kulowego skośnego względem bieżni
Ustawić na 0,002 mm lub mniej uderzając w czoło pierścienia zewnętrznego.
- 2: Rozrzut nachylenia tworzącej powierzchni zewnętrznej łożyska kulowego skośnego od wzorcowego czoła pierścienia zewnętrznego.
Ustawić na 0,005 mm lub mniej przechylając nakrętkę zabezpieczającą.
(Patrz Rys. 1.21)

- 3: Współoskowość obudowy tylnej 0,010 mm lub mniej.
Jeżeli osiągnięcie tych dokładności nie jest możliwe, zdemontować łożysko i ponownie sprawdzić dokładność części.

Rys. 1.21 Przechylenie się wału od dokręcenia nakrętką zabezpieczającą



Rys. 1.22 Dokładność bicia wrzeciona obrabiarki



1. MONTAŻ

4.2. Kontrola napięcia wstępnego po zamontowaniu łożyska

Jeżeli napięcie wstępne łożyska tocznego zostanie ustawione na wyższą wartość, wzrośnie sztywność łożyska, ale wzrośnie także ilość generowanego przez nie ciepła i, w ekstremalnych sytuacjach, może nastąpić jego zatarcie. Dlatego też konieczne jest dokładne sprawdzenie optymalnego napięcia wstępnego, dostosowanego do warunków pracy. Metody pomiaru napięcia wstępnego łożysk kulkowych skośnych zostały przedstawione poniżej. W przypadku napięcia wstępnego łożysk walcowych zaleca się skontrolowanie napięcia wstępnego za pomocą sprawdzianu GN w trakcie procedury montażu (strona 202).

Pomiar napięcia wstępnego łożysk kulkowych skośnych

Istnieją trzy metody sprawdzania napięcia wstępnego łożysk po zamontowaniu na wale, takie jak metoda momentu startowego, metoda statycznej sztywności osiowej i metoda częstotliwości własnej.

Charakterystyki tych metod przedstawione zostały w Tabeli 1.3.

Tabela 1.3

	Metoda momentu startowego	Metoda statycznej sztywności osiowej	Metoda częstotliwości własnej
Zalety	Stosowana przy dużych napięciach wstępnych. Jeżeli moment startowy jest duży, błąd pomiaru jest niewielki.	Stosowana przy niewielkich napięciach wstępnych.	Dokładność pomiaru jest duża. Duża powtarzalność.
Wady	Niezbyt dobrze nadaje się do niewielkich napięć wstępnych. Jeżeli moment startowy jest mały, zmienność pomiaru jest duża.	Niezbyt dobrze nadaje się do dużych napięć wstępnych. Duży wpływ deformacji innych części współpracujących niż łożysko.	Nie powinno ignorować się wpływu warunków mocowania wrzeciona.

(1) Metoda momentu startowego

[Charakterystyka]

Łożyska wysokoobrotowych wrzecion mają często niewielkie napięcie wstępne, dlatego też moment startowy jest niewielki, zaś błąd pomiaru duży.

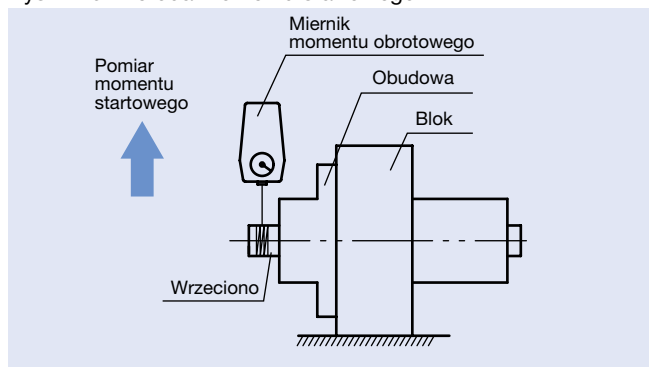
[Metoda]

Moment startowy uzyskuje się głównie poprzez pomiar siły stycznej (patrz Rys. 1.23).

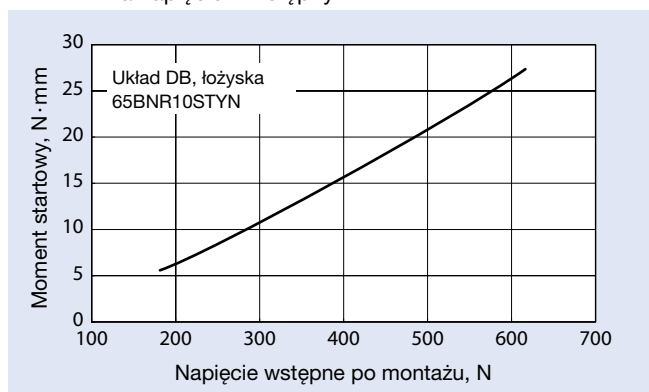
Napięcie wstępne uzyskuje się z relacji pomiędzy zmierzonym momentem startowym i napięciem wstępnym (patrz Rys. 1.24).

Gdy w trakcie pomiaru niestabilna jest warstwa filmu olejowego na stykających się powierzchniach tocznych, pojawia się zakleszczanie (obróć nie rozpoczyna się równomiernie po przyłożeniu siły stycznej, a rozpoczyna się gwałtownie przy stopniowym zwiększaniu siły stycznej). W takich warunkach moment jest zazwyczaj wyższy niż przewidywany moment obliczeniowy. Dlatego też, zbyt duże wyniki pomiarów należy wykluczyć.

Rys. 1.23 Metoda momentu startowego



Rys. 1.24 Relacja pomiędzy momentem startowym a napięciem wstępnym



(2) Metoda statycznej sztywności osiowej

[Charakterystyka]

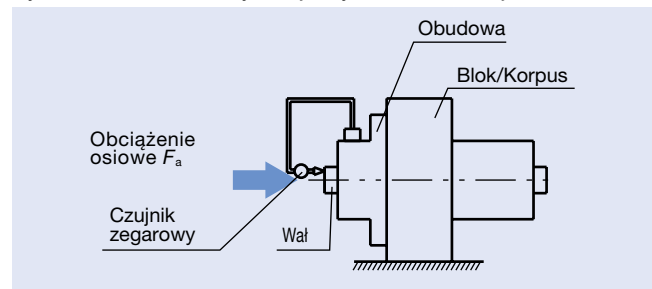
Gdy sztywność osiowa łożyska jest duża, siła osiowa potrzebna do pomiaru staje się bardzo duża i konieczne jest zastosowanie sprzętu obciążającego (przykład: jeżeli sztywność osiowa wynosi 200 N/μm, do spowodowania przemieszczenia równego 10 μm konieczna jest siła 2 000 N). Gdy obciążenie pomiarowe jest duże, oprócz odkształcenia sprężystego wnętrza łożyska pojawiają się efekty odkształcenia powierzchni i odkształcenia sprężystego innych części współpracujących.

Zmierzona sztywność bywa zazwyczaj niższa niż wartość teoretyczna i często pojawia się błąd.

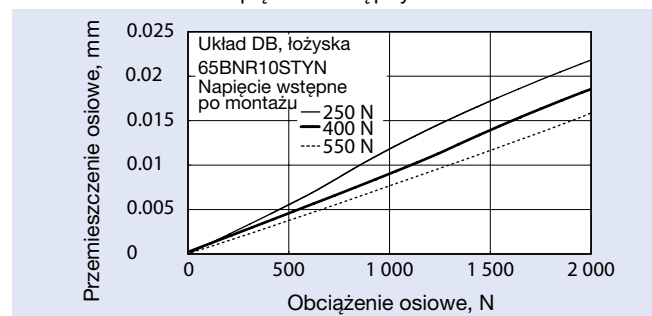
[Metoda]

W celu uzyskania wartości napięcia wstępnego do wrzeciona przykładane jest obciążenie osiowe i mierzony jest przemieszczenie osiowe wrzeciona (patrz Rys. 1.25 i 1.26).

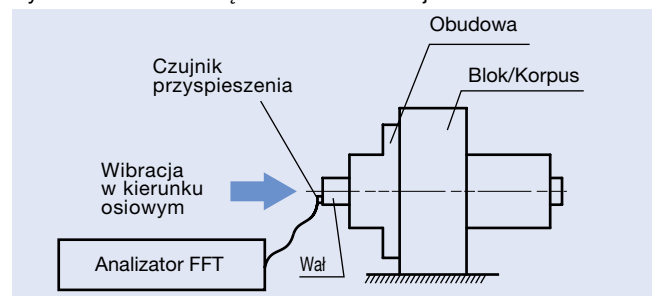
Rys. 1.25 Metoda statycznej sztywności osiowej



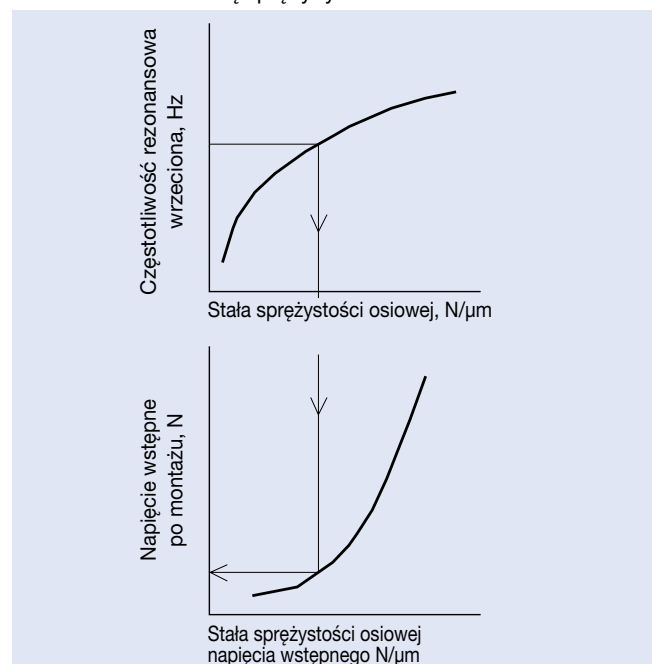
Rys. 1.26 Relacja pomiędzy przemieszczeniem osiowym i napięciem wstępnym



Rys. 1.27 Metoda częstotliwości własnej



Rys. 1.28 Relacja pomiędzy częstotliwością rezonansową wału i stałą sprężyny



(3) Metoda częstotliwości własnej

[Charakterystyka]

Czułość pomiaru jest najwyższa i dobra jest powtarzalność, ale istnieje tendencja do zniekształcania wyniku przez sposób zamocowania wrzeciona.

[Metoda]

Wzbudzone są drgania wrzeciona w kierunku osiowym i mierzona jest jednocześnie częstotliwość rezonansowa wału. Napięcie wstępne uzyskuje się ze wzoru na częstotliwość rezonansową (patrz Rys. 1.27 i 1.28).

Pomiar częstotliwości rezonansowej (F_z) dla wału w kierunku osiowym



Przetwarzanie

Stała sprężyny osiowej wrzeciona



Przetwarzanie

Napięcie wstępne po montażu

$$F_z = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K_a}{m}} \times 1\,000$$

K_a : stała sprężystości osiowej łożyska (N/μm)
 F_z : częstotliwość rezonansowa (Hz)
 m : masa obracającego się ciała (kg)

2. KONTROLA PODCZAS PRACY

Kontrola podczas pracy

Po zakończeniu montażu należy sprawdzić prawidłowość pracy łożyska w ruchu, aby potwierdzić, że łożysko zostało zamontowane poprawnie. Urządzenia małe mogą być poruszane ręcznie dla sprawdzenia płynności obrotu. Do punktów, jakie należy sprawdzić podczas próby należą: zakleszczanie się łożyska przez obce cząstki, widoczne wady, zmienne momenty obrotowe spowodowane niewłaściwym montażem lub niewłaściwą powierzchnią montażową. Inne punkty obejmują nadmierny moment obrotowy spowodowany przez nieodpowiedni luz, błędy podczas montażu lub tarcie uszczelki.

W przypadku, gdy nie występują żadne nienormalne zjawiska można rozpocząć próbę rozruchową przy włączonym napędzie. W przypadku urządzeń wysokoobrotowych, przed próbą rozruchową z napędem należy przeprowadzić procedurę docierania (strony 212-213). W początkowej fazie rozruchu należy uruchamiać urządzenie powoli i bez obciążenia. Należy prowadzić ciągłą obserwację w celu stwierdzenia występowania oznak nienormalnej pracy. Jeżeli wszystko wygląda zadowalająco, wówczas należy stopniowo zwiększać prędkość, obciążenie itd. aż do osiągnięcia ich normalnych warunków pracy.

Podczas próby rozruchowej należy sprawdzać nienormalny szum, nadmierny wzrost temperatury łożyska, wyciek i zanieczyszczenie środkami smarnymi itp. W przypadku stwierdzenia jakiegokolwiek nienormalnej pracy zaleca się przerwanie próby rozruchowej i skontrolowanie maszyny. Jeśli to konieczne, należy wymontować łożysko w celu przeprowadzenia badania. Jakkolwiek temperatura łożyska ustalana może być generalnie jako temperatura powierzchni zewnętrznej obudowy, to bardziej właściwy jest bezpośredni pomiar temperatury pierścienia zewnętrznego poprzez otwory smarownicze umożliwiające dostęp.

Temperatura łożyska powinna stopniowo wzrastać przez okres jednej do dwóch godzin od rozpoczęcia pracy aż do osiągnięcia stałego poziomu. W przypadku, gdy występują problemy z łożyskiem lub popełniono błąd przy montażu, temperatura łożyska może wzrosnąć gwałtownie i stać się nienormalnie wysoka. Przyczyną tej nienormalnej temperatury może być nadmierna dawka środka smarnego, niewystarczający luz wewnętrzny, niepoprawne zamontowanie łożyska lub zbyt duże tarcie w uszczelnieniach. W przypadku wysokiej prędkości obrotowej, nieprawidłowy dobór typu łożyska lub metody smarowania może również spowodować nienormalny wzrost temperatury. Dźwięk łożyska kontroluje się za pomocą szumomierza lub innych instrumentów pomiarowych. Nienormalne warunki pracy można rozpoznać dzięki głośnemu metalicznemu dźwiękowi lub innym nieregularnym hałasom. Możliwą przyczyną nienormalnej pracy może być też niewłaściwy dobór środka smarnego, niewłaściwa współosiowość wału i obudowy lub obecność obcych cząstek we wnętrzu łożyska.

Możliwe przyczyny i działania korygujące dla nieprawidłowości podane są w Tabeli 2.1.

Tabela 2.1 Przyczyny nieprawidłowej pracy i środki zaradcze

Nieprawidłowości		Możliwe przyczyny	Środki zaradcze
Szum	Głośnie metaliczne dźwięki (¹)	Nienormalne obciążenie	Poprawić pasowanie, luz wewnętrzny, napięcie wstępne, pozycję obrzeża obudowy, itp.
		Nieprawidłowy montaż	Poprawić współosiowość wału i obudowy, dokładność metody montażu
		Niewystarczająca ilość lub niewłaściwy środek smarny	Uzupełnić środek smarny lub wybrać właściwy środek smarny
		Stykane się obracających się części	Poprawić uszczelkę labiryntową itd.
	Głośnie, regularne dźwięki	Wgniecenia powstałe od obcych cząstek, skazy, korozja lub rysy na bieżniach	Wymienić lub wymyć łożysko, poprawić uszczelki oraz użyć czystego środka smarnego
		Odciski Brinella	Wymienić łożysko i ostrożnie je obsługiwać
		Złuszczenie na bieżniach	Wymienić łożysko
	Nieregularne dźwięki	Nadmierny luz wewnętrzny	Poprawić pasowanie i luz wewnętrzny oraz napięcie wstępne
		Przedostanie się obcych cząsteczek do wnętrza łożyska	Wymienić lub wymyć łożysko, poprawić uszczelki oraz użyć czystego środka smarnego
		Odkształcenia lub złuszczenia na powierzchni kulek	Wymienić łożysko
Nienormalny wzrost temperatury		Nadmierna ilość środka smarnego	Zmniejszyć ilość środka smarnego lub wybrać twardszy, o wyższej klasie konsystencji
		Niewystarczająca ilość środka smarnego lub niewłaściwy środek smarny	Uzupełnić lub wybrać właściwy środek smarny
		Nienormalne obciążenie	Poprawić pasowanie, luz wewnętrzny, obciążenie wstępne, pozycję ramienia obudowy, itp.
		Nieprawidłowy montaż	Poprawić współosiowość wału i obudowy, dokładność montażu lub metodę montażu
		Pelzanie pasowanych powierzchni, nadmierne tarcie uszczelki	Poprawić uszczelki, wymienić łożysko, poprawić pasowanie lub montaż
Drgania (bicie promieniowe wału)		Odciski Brinella	Wymienić łożysko i ostrożnie się z nim obchodzić
		Złuszczenie	Wymienić łożysko
		Nieprawidłowy montaż	Poprawić prostopadłość pomiędzy wałem a odsadzeniem obudowy lub czołem pierścienia dystansowego
		Przedostanie się obcych zanieczyszczeń do wnętrza łożyska	Wymienić lub wyczyścić łożysko, poprawić uszczelki
Wyciek lub przebarwienie środka smarnego		Nadmierna ilość środka smarnego. Przedostanie się obcych zanieczyszczeń lub wiórów od wytarcia do wnętrza łożyska	Zmniejszyć ilość środka smarnego, wybrać twardszy Wymienić łożysko lub środek smarny Wyczyścić obudowę i sąsiednie części

Uwaga ⁽¹⁾ W przypadku smarowania smarem łożysk walcowych lub kulkowych (o średnich i dużych rozmiarach) mogą występować świst. Dotyczy to zwłaszcza okresu zimowego, gdy temperatura jest niska. Generalnie, nawet kiedy pojawi się to zjawisko, temperatura łożyska nie wzrośnie i nie będzie oddziaływać na zmęczenie materiału oraz smaru. W konsekwencji takie łożysko może w dalszym ciągu być używane. W przypadku pytań dotyczących świstów, prosimy o skontaktowanie się z NSK.

3. PROCEDURY DOCIERANIA WSTĘPNEGO

Przygotowania

Po prawidłowym zamontowaniu łożysk konieczne jest przeprowadzenie następujących procedur docierania.

■ Wyważenie wrzeciona i zespołu

Każde niewyważenie obracających się elementów będzie powodować powtarzające się naprężenia lub nadmierne wibracje spowodowane siłą odśrodkową. Dotyczy to zwłaszcza wrzecion osiągających podczas pracy wartość d_{nn} równą 1 000 000 lub wyższą. Dlatego też konieczne jest dobre wyważenie zespołu wrzeciona.

■ Zespół wrzeciona

W zespołach wrzecion napędzanych pasem klinowym niewspółosiowość środka koła pasowego wrzeciona i środka koła pasowego silnika powinna wynosić docelowo 0,1 mm lub mniej. W połączeniach sprzęganych niewspółosiowość środka wału i środka wału napędowego powinna wynosić docelowo 0,01 mm lub mniej.

Metoda docierania wstępnego

Jeżeli po zamontowaniu łożyska prędkość robocza zostanie gwałtownie zwiększona, nastąpi gwałtowny wzrost temperatury i możliwe jest uszkodzenie łożyska. Zwłaszcza łożyska smarowane smarem wymagają zastosowania prawidłowej procedury docierania. Prędkość roboczą należy zwiększać stopniowo, tak aby całkowicie rozprowadzić smar, którym łożysko zostało wypełnione, na wszystkich powierzchniach kontaktowych bieżni. Docieranie należy przeprowadzać w średniej temperaturze otoczenia (15°C do 25°C) monitorując jednocześnie temperaturę łożyska / temperaturę obudowy. Maksymalna docelowa temperatura robocza zewnętrznej powierzchni obudowy wrzeciona powinna wynosić około 50°C. Nie należy przekraczać temperatury 55°C. W przypadku gwałtownego wzrostu temperatury należy na chwilę przerwać docieranie lub zwolnić tak, aby obniżyć temperaturę. Niektóre zespoły wrzeciona zawierają zarówno łożyska walcowe, jak i łożyska kulkowe skośne. Ponieważ łożyska walcowe zazwyczaj nagrzewają się szybciej niż łożyska kulkowe, tempo podnoszenia prędkości należy dostosować do łożysk wałeczkowych.

[Ostrzeżenie]

Zespoły wrzecion smarowane mgłą olejową lub mieszkanką olejowo-powietrzną mogą nagrzewać się gwałtownie podczas wstępnego uruchomienia lub po dłuższej przerwie w pracy. Nadmierna ilość oleju zgromadzona w przewodach olejowych systemu smarowania może nagle zalać wnętrze łożyska powodując skokowy wzrost temperatury. Przeprowadzenie procedury docierania dla łożysk smarowanych tymi metodami wymaga dużo więcej czasu niż docieranie łożysk smarowanych smarem stałym i jest wyraźnie zalecane.

(1) Procedura docierania w pracy ciągłej

[Charakterystyka]

Praca ciągła polega na stopniowym zwiększaniu prędkości pracy, począwszy od bardzo niewielkiej. Jakkolwiek czasochłonna, procedura ta pomaga operatorowi maszyny w wykryciu potencjalnych problemów dotyczących wrzeciona, a przez to w uniknięciu kosztownych uszkodzeń łożyska.

[Metoda]

Maksymalna prędkość pracy osiągana jest poprzez powtórzenie kilku kroków w cyklu.

Krok 1. Rozpoczęcie z odpowiednio niską prędkością pracy.

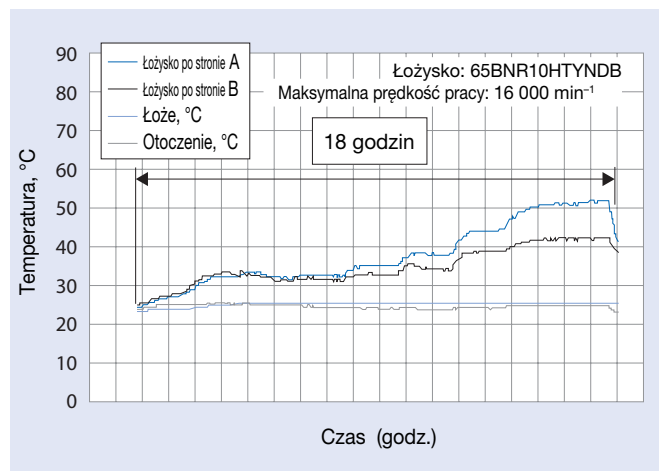
Krok 2. Monitorowanie wzrostu temperatury.

Krok 3. Osiągnięcie stabilnej temperatury.

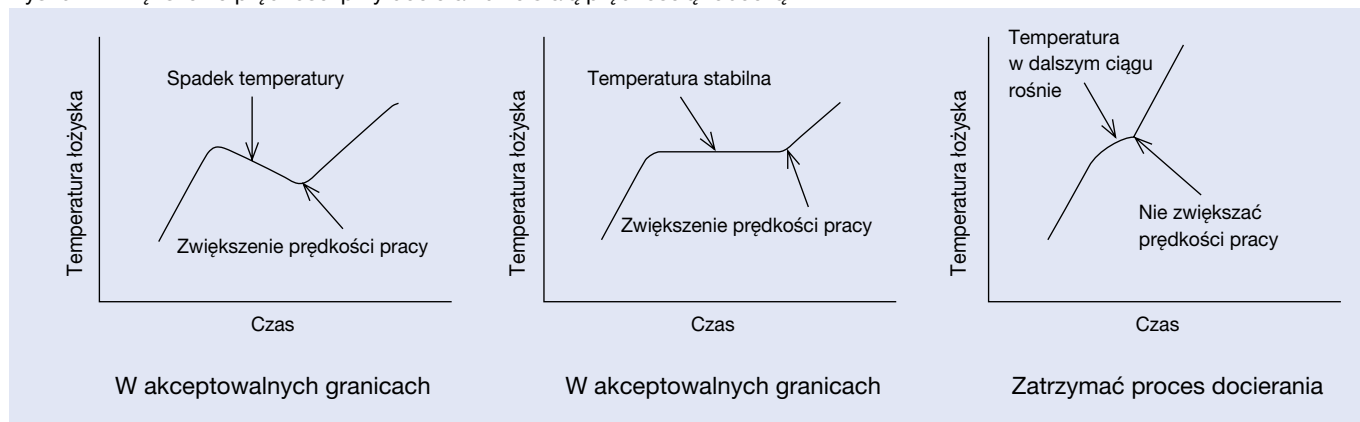
Krok 4. Kontynuowanie stopniowego podnoszenia prędkości pracy do coraz wyższych wartości.

Powyższy cykl należy powtarzać do momentu osiągnięcia stabilnej temperatury przy maksymalnej prędkości pracy, przy czym procedurę należy podzielić na dziesięć etapów w celu określenia prędkości docelowej dla każdego etapu. Następnie należy powtarzać powyższy cykl przez jedną lub dwie godziny do momentu osiągnięcia prędkości docelowej dla danego etapu. Przejść do następnego etapu i powtarzać powyższy cykl do chwili osiągnięcia następnej prędkości docelowej.

Rys. 3.1 Zmiana temperatury przy docieraniu ze stałą prędkością pracy



Rys. 3.2 Zwiększenie prędkości przy docieraniu ze stałą prędkością roboczą



Zwiększyć prędkość pracy, gdy wzrost temperatury mieści się w wyznaczonych granicach.

(2) Procedura docierania z przerwami

[Charakterystyka]

Docieranie z przerwami polega na zatrzymywaniu urządzenia i stabilizowaniu temperatur przed wystąpieniem gwałtownego wzrostu temperatury, powodowanego szybkim podaniem smaru do wnętrza łożyska podczas uruchomienia wstępnego. Procedura ta skraca czas potrzebny na docieranie. Procedury docierania z przerwami są różne w zależności od maszyny, której dotyczy, oraz układu łożysk. Należy potwierdzić układ łożysk dla każdego zastosowania.

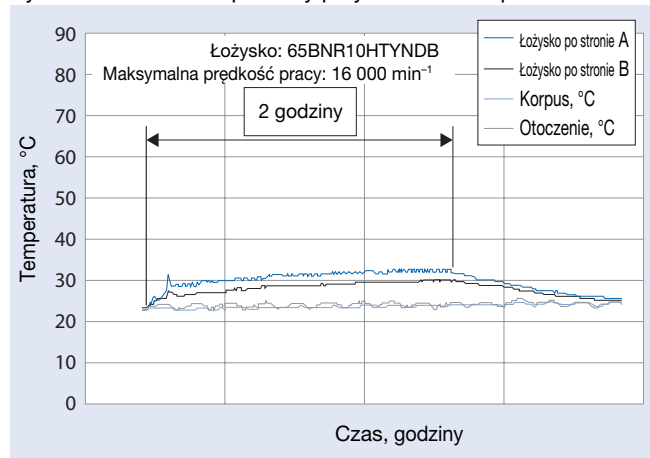
[Metoda]

Najpierw należy wziąć maksymalną prędkość pracy i podzielić ją na osiem lub dziesięć etapów w celu określenia maksymalnej prędkości docelowej dla każdego etapu. Każdy etap dzieli się na 10 cykli, z których każdy trwa około 1 minuty.

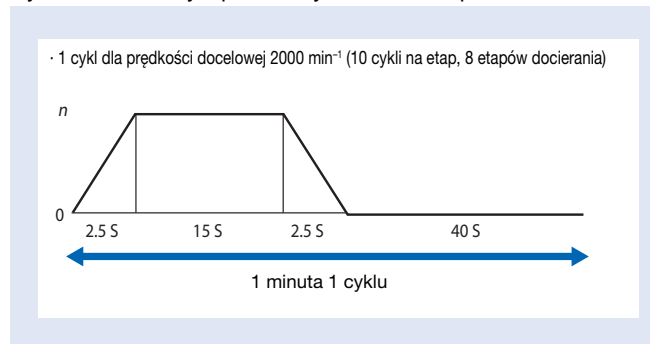
Podczas każdego cyklu należy gwałtownie przyspieszyć zespół wrzeciona do prędkości docelowej dla danego cyklu, a następnie zwolnić z powrotem do zera. Cykl taki należy powtórzyć około 10 razy. Następnie należy przejść do następnego etapu i powtórzyć powyższy cykl około 10 razy dla prędkości docelowej etapu. Rys. 3.3 pokazuje dane dotyczące wzrostu temperatury dla łożyska o maksymalnej prędkości pracy wynoszącej 16 000 min⁻¹. Prędkość maksymalna została podzielona na osiem etapów po 10 cykli gwałtownego przyspieszania i zwalniania każdy. Rys. 3.4 pokazuje przykład 1 cyklu. Przed rozpoczęciem procedury zalecane jest powolne obracanie wrzeciona (500 min⁻¹) przez 15 min.; ma to na celu sprawdzenie, czy nie występują żadne poważne problemy i umożliwienie ułożenia się smaru na powierzchniach tocznych łożyska.

Na zakończenie procedury docierania zaleca się pracę z maksymalną prędkością przez około 1 godzinę.

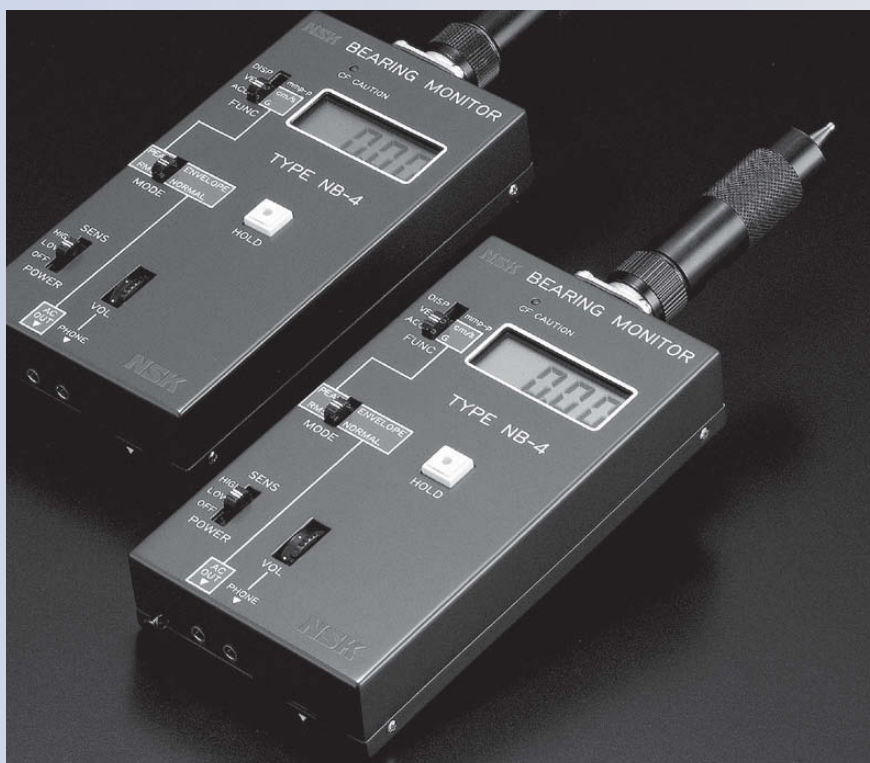
Rys. 3.3 Zmiana temperatury przy docieraniu z przerwami



Rys. 3.4 Jeden cykl procedury docierania z przerwami



DIAGNOZOWANIE AWARII ŁOŻYSK



a no owan e

Diagnozowanie awarii łożysk

1. Awarie łożysk i środki zaradcze 216-219
2. Diagnozowanie na podstawie dźwięku i drgań 220-223

awa ożysk

1. AWARIE ŁOŻYSK I ŚRODKI ZARADCZE

Konserwacja, kontrola i korygowanie nieregularności

Warunkiem zachowania przez łożysko jego oryginalnych cech eksploatacyjnych przez jak najdłuższy czas jest właściwa konserwacja i kontrola. Stosowanie prawidłowych procedur pozwala uniknąć wielu problemów z łożyskami, a niezawodność, produktywność oraz koszty eksploatacji urządzeń, w których pracują łożyska, ulegają poprawie. Zalecane jest, aby okresowa konserwacja była wykonywana według określonej procedury. Ta konserwacja okresowa obejmuje nadzorowanie warunków eksploatacyjnych, uzupełnianie lub wymianę środków smarnych i regularne okresowe przeglądy. Do punktów, które powinny być stale kontrolowane podczas eksploatacji łożyska zalicza się szum, drgania, temperaturę i smarowanie. Jeżeli podczas eksploatacji wykryta zostanie jakakolwiek nieprawidłowość, należy określić przyczynę oraz podjąć właściwe działania korygujące, zgodnie z tabelą 1.1.

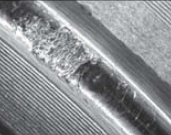
W razie konieczności, łożysko powinno być zdemonstrowane i szczegółowo zbadane.

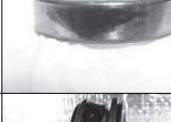
Awarye łożyska i środki zaradcze

Generalnie, jeśli łożyska toczne eksploatowane są w prawidłowy sposób, powinny przetrwać przewidywany okres ich trwałości zmęczeniowej.

Jednakże bardzo często zdarza się, że ulegają one przedwczesnej awarii z powodu błędów, których można byłoby uniknąć. W odróżnieniu od trwałości zmęczeniowej, te przedwczesne awarye łożysk powstają wskutek niewłaściwego montażu, użytkowania lub smarowania, dostawania się obcych cząstek lub generowania nienormalnej ilości ciepła. Na przykład, zarysowania obrzeży, jako jeden z symptomów przedwczesnej awarii łożyska, może być wywołane przez niewłaściwie dobrany środek smarny, wadliwy system smarowania, obecność obcych cząstek (zanieczyszczeń), błędny montaż, nadmierne odkształcenie wrzeciona lub jakąkolwiek kombinację tych czynników. W związku z tym bardzo trudno jest określić rzeczywistą przyczynę przedwczesnych awarii łożyska. Jeżeli wszystkie warunki przed i w trakcie awarii są znane, w tym zastosowanie, warunki eksploatacyjne oraz warunki otoczenia, to istnieje możliwość znacznego ograniczenia podobnych błędów w przyszłości dzięki dokładnemu przestudiowaniu natury awarii oraz jej przypuszczalnych przyczyn. W tabeli 1.1 podane są przykłady najczęściej występujących awarii wraz z ich przyczynami i działaniami korygującymi.

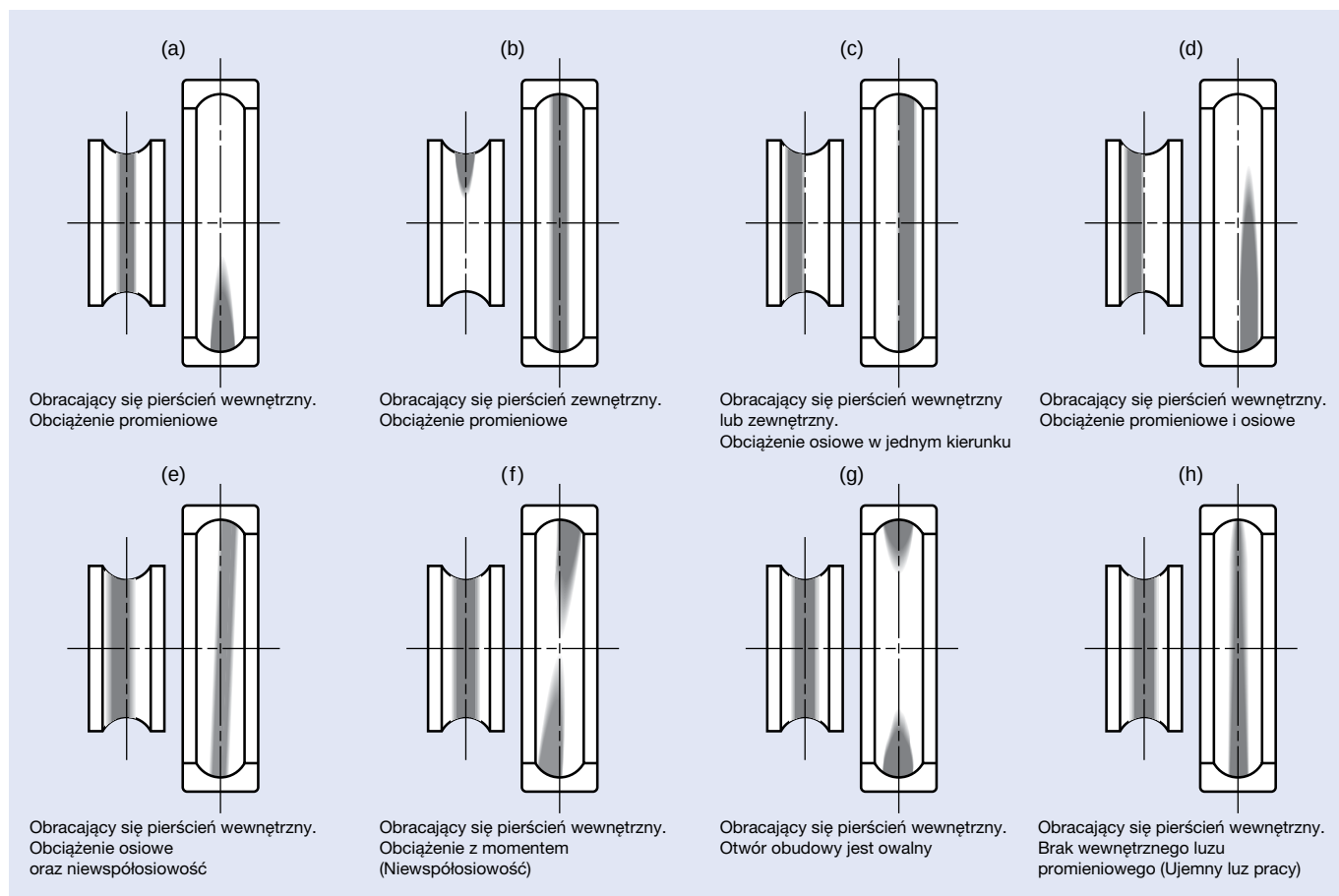
Tabela 1.1 Przyczyny awarii łożysk i metody zapobiegania

Rodzaj uszkodzeń	Nieregularności	Zdjęcie	Możliwe przyczyny	Środki zaradcze
Złuszczenie	Złuszczenie jednej strony bieżni łożyska promieniowego.		Nienormalne obciążenie osiowe (uszkodzenie poślizgowe łożysk końca swobodnego).	Podczas zakładania pierścienia zewnętrznego powinno się stosować luźne pasowanie łożysk końca swobodnego, aby pozwolić na osiowe wydłużanie się wału.
	Wzór złuszczenia nachylony względem bieżni w łożyskach kulkowych promieniowych. Złuszczenie blisko krawędzi bieżni i powierzchni tocznych w łożyskach wałeczkowych.		Niewłaściwy montaż, odkształcenie wału, nieodpowiednie tolerancje wału i obudowy.	Wykazać staranność przy montażu i centrowaniu, dobrać łożysko z większym luzem oraz skorygować odsadzenie wału i obudowy.
	Złuszczenia bieżni w tych samych odstępach jak elementy toczne.		Duże obciążenie udarowe podczas montażu, korozja, gdy łożysko nie pracuje przez dłuższy czas, wady montażowe w przypadku łożysk wałeczkowych.	Zachować staranność w trakcie zakładania łożyska oraz stosować odpowiednie zabezpieczenie antykorozyjne, gdy maszyna jest zatrzymana na dłuższy okres czasu.
	Przedwczesne złuszczenie bieżni lub elementów tocznych.		Zbyt mały luz, nadmierne obciążenie, niewłaściwe smarowanie, korozja itd.	Dobrac odpowiednie pasowanie, luz łożyska oraz środek smarny.
	Zbyt wczesne złuszczenie układu łożysk.		Zbyt duże napięcie wstępne.	Wyregulować napięcie wstępne.
Zatarcie/ Zarysowanie	Zatarcie lub przytarcia smugowe bieżni i powierzchni tocznych.		Nieodpowiednie smarowanie wstępne, zbyt twardy smar i zbyt duże przyspieszenie podczas rozruchu.	Stosować bardziej miękki smar i unikać nagłych przyspieszeń.

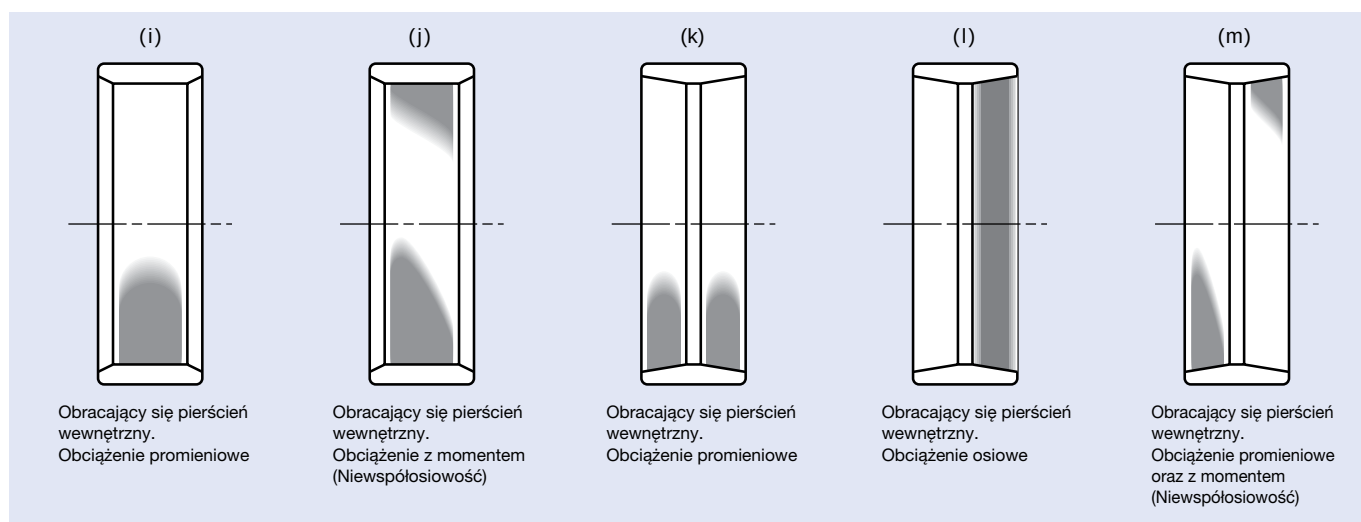
Rodzaj uszkodzeń	Nieregularności	Zdjęcie	Możliwe przyczyny	Środki zaradcze
Zatarcie/ Zarysowanie	Zatarcie lub zarysowanie pomiędzy czołem rolek a obrzeżem prowadzącym.		Nieodpowiednie smarowanie, niepoprawny montaż oraz duże obciążenie osiowe.	Dobrać nowy środek smarny, lub zmienić sposób montażu.
Pęknięcia	Pęknięcie w pierścieniu zewnętrznym lub wewnętrznym.		Zbyt duże obciążenie udarowe, zbyt ciasne pasowanie, zbyt mała cylindryczność wrzeciona, niewłaściwy stożek tulei wciskanej, zbyt duży promień zaokrąglenia, rozwój pęknięć termicznych oraz zwiększone łuszczenie.	Przebadать warunki obciążenia, zmienić pasowanie łożyska i tulei, poprawić dokładność obróbki wrzeciona i tulei, dopasować promień zaokrąglenia (promień zaokrąglenia musi być mniejszy niż ścięcie montażowe łożyska).
	Pęknięcie w elemencie tocznym lub pęknięcie oparcie boczne wałeczka.		Zwiększone łuszczenie, uderzenie w obrzeże w trakcie zakładania łożyska lub upuszczenie podczas obsługi.	Zachować ostrożność podczas obsługi i montażu łożyska.
	Przełom koszyka.		Nienormalne obciążenie koszyka spowodowane niewłaściwym montażem łożyska. Niewłaściwe smarowanie.	Wyeliminować błąd montażu i sprawdzić metodę smarowania i środek smarny.
Wgniecenia	Wgniecenia w bieżni o tym samym odstępie jak elementy toczne (odciski Brinella).		Obciążenie udarowe podczas montowania lub zbyt duże obciążenie, gdy łożysko nie obraca się.	Podczas obsługi łożyska zachować ostrożność.
	Wgniecenia w bieżni i elementach tocznych.		Obce cząstki zanieczyszczeń jak wióry metalowe lub piasek.	Wymyć obudowę, poprawić uszczelnienia oraz użyć czystego środka smarnego.
Nienormalne zużycie	Fałszywe odciski Brinella (zjawisko podobne do odcisków Brinella).		Wibracja łożyska bez obrotów, gdy nie pracuje, na przykład podczas transportu lub ruchu wahadłowy o małej amplitudzie.	Zabezpieczyć wrzeciono i obudowę, zastosować olej jako środek smarny i zmniejszyć drgania przez zastosowanie napięcia wstępnego.
	Zużycie cierno-korozyjne, ograniczone zużycie z czerwono-brązowym pyłem na powierzchniach pasowanych.		Zużycie poślizgowe powierzchni pasowania.	Zwiększyć wcisk i zastosować olej.
	Zużycie bieżni, elementów tocznych, obrzeży, koszyka.		Obecność obcych cząstek zanieczyszczeń, niewłaściwe smarowanie i rdza.	Poprawić uszczelnienia, wyczyścić obudowę oraz zastosować czysty środek smarny.
	Pelzanie, zarysowania powierzchni pasowanych.		Zbyt mały wcisk, zbyt słabe dokręcenie tulei.	Zmienić pasowanie i dokręcić odpowiednio tuleję.
Zatarcie	Odbarwienie i stopienie bieżni, elementów tocznych i obrzeży.		Zbyt mały luz, nieprawidłowe smarowanie lub niewłaściwy montaż.	Sprawdzić pasowanie oraz luz wewnętrzny łożyska, dostarczyć odpowiednią ilość właściwego środka smarnego i sprawdzić metodę montażu łożyska i jakość części współpracujących.
Korozja i rdza	Korozja i rdza na powierzchniach pasowanych i wewnątrz łożyska.		Skroplenie pary wodnej lub zużycie cierno-korozyjne, wnikanie substancji powodujących korozję (szczególnie benzyna lakiernicza).	Zachować ostrożność podczas przechowywania w klimacie wilgotnym lub gorącym, zastosować zabezpieczenie antykorozyjne na wypadek dłuższej przerwy w eksploatacji i dobrać odpowiedni rodzaj rozpuszczalnika i smaru.

1. AWARIE ŁOŻYSK I ŚRODKI ZARADCZE

Ścieżki pracy i przyłożone obciążenia



Rys. 1.1 Typowe ścieżki pracy dla łożysk kulkowych poprzecznych



Rys. 1.2 Typowe ścieżki pracy łożysk wałeczkowych

Tabela 1.2 Karta diagnozowania łożysk

Nazwa uszkodzenia	Umiejscowienie (zjawisko)	Przyczyna												Uwagi		
		Przemieszczanie i obsługa		Otoczenie łożyska			Smarowanie		Obciążenie			Prędkość				
		Przechowywanie, transport	Montaż	Wąż, obudowa	Uszczelnienie, woda – drobiny	Temperatura	Środek smary	Metoda smarowania	Nadmierne obciążenie	Udarowe obciążenie	Obciążenie momentem	Ultra małe obciążenie	Wysoka prędkość Duże przyspieszenie i opóźnienie			Wstrząsy – wibracje Łożysko nie obraca się
1. Złuszczenie	Bieżnia, powierzchnia toczna		○	○	○		○	○	○	○					○	
2. Mikrozłuszczenie	Bieżnia, powierzchnia toczna				○		○	○				○	○			
	Wewnętrzna powierzchnia łożyska (kontakt toczny)			○*	○		○	○								* Współpracujące części toczne
3. Zarysowania	Powierzchnia czołowa wałeczka		○	○	○		○	○	○	○			○			
	Powierzchnia obrzeża		○		○		○	○								
	Powierzchnia prowadząca koszyka		○		○		○	○								
	Powierzchnia kieszeni		○		○		○	○								
4. Przytarcia smugowe	Bieżnia, powierzchnie toczne				○		○	○				○	○			
5. Odłamania	Obrzeża bieżni, wałeczki	○	○	○					○	○						
6. Pęknięcia	Pierścienie bieżni, elementy toczne		○	○		○			○	○						
	Pow. obrzeża, pow. czoła wałeczka, powierzchnia prowadząca koszyka (pęknięcia termiczne)			○				○	○	○						
7. Uszkodzenia koszyka	(Deformacja), (odłamanie)		○	○					○	○						
	(Zużycie)		○		○		○	○	○	○			○			
8. Wgniecenia	Bieżnia, powierzchnie toczne (niezliczone małe wgniecenia)				○			○								
	Bieżnia (drobiny na średnicy podziałowej elementów tocznych)	○	○						○					○		
9. Wżery korozyjne	Bieżnia, powierzchnie toczne				○		○	○								
10. Ścieranie	Bieżnia, powierzchnie toczne powierzchnie obrzeży, powierzchnie czoł wałeczków		○		○		○	○								
11. Korozja cierna	Bieżnia, powierzchnie toczne	○	○	○			○	○	○				○	○		
	Pow. zewnętrzna i otworu łożyska, powierzchnia boczna (kontakt z obudową i wałem)		○	○					○							
12. Falszywe odciski Brinella	Bieżnia, powierzchnie toczne	○					○	○						○		
13. Pełzanie	Powierzchnie pasowane		○	○		○	○*	○*	○				○			* Luźne pasowanie
14. Zatarcia zakleszczenia	Bieżnie pierścieni, elementy toczne, koszyk		○	○	○		○	○	○	○			○		○	
15. Korozja elektryczna	Bieżnia, powierzchnie toczne		○*	○*												* Prąd elektryczny przechodzi przez elementy toczne
16. Rdza i korozja	Bieżnie pierścieni, elementy toczne, koszyk	○	○		○	○	○	○								
17. Odształcenia montażowe	Bieżnia, powierzchnie toczne		○	○												
18. Przebarwienia	Bieżnie pierścieni, elementy toczne, koszyk					○	○	○								

Uwaga: Karta ta nie jest wyczerpująca. Podaje ona tylko najbardziej powszechnie występujące uszkodzenia, przyczyny i umiejscowienia.

2. DIAGNOZOWANIE NA PODSTAWIE DŹWIĘKU I DRGAŃ

Klasyfikacja dźwięków i drgań

Obracaniu się łożysk tocznych towarzyszą dźwięki i drgania. Ton i amplituda tych dźwięków i drgań zmienia się w zależności od rodzaju łożyska, warunków montażu, warunków pracy itp. Dźwięk i drgania łożyska tocznego można sklasyfikować zgodnie z poniższymi czterema głównymi kategoriami, zaś każdą kategorię można dalej podzielić na kilka podkategorii, zgodnie z zamieszczoną poniżej tabelą 2.1. Granice pomiędzy poszczególnymi grupami nie są jednakże określone. Nawet jeżeli pewne rodzaje dźwięku lub drgań występują w łożyskach zawsze, ich poziom może być związany z procesem produkcji, podczas gdy niektóre rodzaje dźwięku lub drgań, nawet jeżeli wynikają z produkcji, nie mogą być wyeliminowane nawet w warunkach normalnych.

Rejestrując dźwięki i drgania maszyny wirującej i analizując je można wnioskować o ich przyczynie. Jak pokazano na rysunku na następnej stronie, mechanicznie poprawne łożysko daje falę stałą. Jednakże łożysko zarysowane, dla przykładu, daje falę o dużych wzniesieniach, wskazującą na występowanie dźwięków o dużej amplitudzie w regularnych odstępach. NSK produkuje urządzenie do monitorowania łożysk (monitor łożysk NB-4), służące do pomiaru drgań, które pozwala na diagnozowanie nieregularności w pracy maszyn wirujących oraz wnioskowanie o ich przyczynach przy wykorzystaniu urządzenia NB-4 i urządzeń rejestrujących, takich jak komputer osobisty.

Tabela 2.1 Klasyfikacja dźwięków i drgań w łożysku tocznym

	Dźwięk		Drgania		Cechy
Konstrukcyjne	Szum bieżni		Drgania swobodne bieżni pierścienia		Ciągły szum, podstawowy nieusuwalny szum generowany przez wszystkie łożyska
	Klikanie		Drgania swobodne bieżni pierścienia Drgania swobodne koszyka		Regularny szum o określonym odstępie, występuje w dużych łożyskach z poziomym wrzecionem, przy obciążeniu promieniowym i niskich obrotach
	Pisk		Drgania swobodne bieżni pierścienia		Przerywany lub ciągły, występuje najczęściej w łożyskach walcowych, przy obciążeniu promieniowym, smarowaniu smarem, przy określonej prędkości
	Szum koszyka	Szum „CK”	Drgania swobodne koszyka		Regularny szum o określonym odstępie, generowany przez wszystkie typy łożysk
		Szum „CG”	Drgania koszyka		Przerywany lub ciągły, związany ze smarowaniem określonym smarem
		Stukanie	Drgania swobodne koszyka		O określonym odstępie, ale lekko nieregularny przy obciążeniu promieniowym i na etapie początkowym
	—		Drgania przy przemieszczaniu się elementów tocznych		Ciągłe, wszystkie rodzaje łożysk przy obciążeniu promieniowym
Produkcyjne	Szum wynikający z falistości		Drgania spowodowane falistością powierzchni	Pierścień wewnętrzny	Ciągły szum
				Pierścień zewnętrzny	Ciągły szum
				Element toczny	Ciągły w przypadku wałeczków, okazjonalny w przypadku kulek
Obsługowe	Szum wynikający z wady lub defektu		Drgania spowodowane wadą	Pierścień wewnętrzny	Regularny szum o określonym interwale
				Pierścień zewnętrzny	
				Element toczny	
	Szum od zanieczyszczeń		Drgania spowodowane zanieczyszczeniami		Nieregularny
Pozostałe	Szum uszczelnienia		Drgania swobodne uszczelnienia		Uszczelnienie kontaktowe
	Szum środka smarnego		—		Nieregularny
	—		Bicie	f_r	Ciągły
				f_c	Ciągły
				$f_r - 2 f_c$	Ciągły

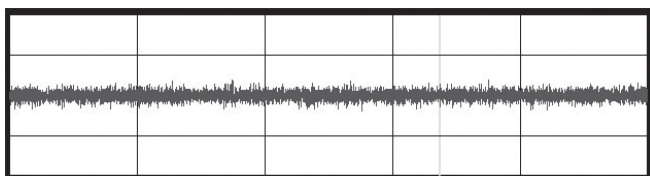
n : Dodatnia liczba całkowita (1, 2, 3...)

Z : Liczba elementów tocznych

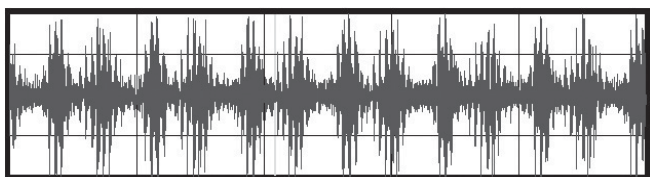
f_{rev} : Częstotliwość własna pierścienia w trybie zginania promieniowego, Hz

f_{in} : Częstotliwość drgań własnych w trybie drgań kątowych (skośnych) od bezwładności układu pierścienia zewnętrznego-sprężyna

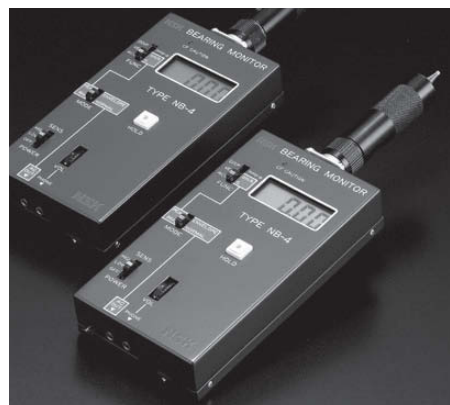
f_r : Częstotliwość obrotów pierścienia wewnętrznego, Hz



Kształt fali dźwiękowej dla normalnego łożyska



Kształt fali dźwiękowej dla łożyska z rysą



Urządzenie do pomiaru drgań,
monitor łożysk NB-4 (patrz strona 128)

Generowana częstotliwość (analiza częstotliwości)		FFT dla obwiedni (podstawowa liczba)	Źródło	Środki zaradcze
FFT oryginalnej fali				
Kierunek promieniowy (skośny)	Kierunek osiowy			
f_{RIN} , f_{MI}	f_{AIN} , f_{AM}	—	Wybiórczy rezonans falistości (tarcie toczne)	Poprawić sztywność łożysk, zastosować odpowiedni luz promieniowy, smar o wysokiej lepkości, łożyska o wysokiej jakości
f_{RIN} , f_{MI} Częstotliwość własna koszyka	f_{AIN} , f_{AM}	$Z f_c$	Kolizje elementów tocznych z pierścieniem wewnętrznym lub koszykiem	Zmniejszyć luz promieniowy, zastosować napięcie wstępne, olej o wysokiej lepkości
(f_{R2N} , f_{R3N})	—	?	Samowzbudzone drgania spowodowane tarcieniem poślizgowym na powierzchni tocznej	Zmniejszyć luz promieniowy, zastosować napięcie wstępne, zmienić smar, wymienić łożyska na inne
Częstotliwość własna koszyka		f_c	Kolizje koszyka z elementami tocznymi lub pierścieniami	Zastosować napięcie wstępne, środek smarny o wysokiej lepkości, zredukować błędy montażowe
Częstotliwość własna koszyka		?	Samowzbudzone drgania spowodowane tarcieniem na powierzchni prowadzenia koszyka	Wymienić smar na inny, wymienić koszyk na inny
Częstotliwość własna koszyka		$Z f_c$	Kolizje koszyka i elementów tocznych spowodowane oporem smaru	Zmniejszyć luz promieniowy, zastosować napięcie wstępne, środek smarny o niskiej lepkości
$Z f_c$	—	—	Przemieszczenie pierścienia wewnętrznego spowodowane przemieszczeniem się elementów tocznych	Zmniejszyć luz promieniowy, zastosować napięcie wstępne
$nZ f_i \pm f_r (nZ \pm 1 \text{ szczytów-falistości})$	$nZ f_i (nZ \text{ szczytów-falistości})$	—	Falistość bieżni pierścienia wewnętrznego, nieregularność zewnętrznej powierzchni wału	Zastosować łożyska o wysokiej jakości, poprawić dokładność wrzeciona
$nZ f_c (nZ \pm 1 \text{ szczytów-falistości})$	$nZ f_c (nZ \text{ szczytów-falistości})$	—	Falistość bieżni pierścienia zewnętrznego, nieregularność otworu obudowy	Zastosować łożyska o wysokiej jakości, poprawić dokładność otworu obudowy
$2n f_b \pm f_c (2n \text{ szczytów-falistości})$	$2n f_b (2n \text{ szczytów-falistości})$	—	Falistość elementów tocznych	Zastosować łożyska o wysokiej jakości
f_{RIN} , f_{MI}	f_{AIN} , f_{AM}	$Z f_i$	Wyszczerbienia, wgniecenia, rdza, złuszczenia na bieżni pierścienia wewnętrznego	Wymiana i ostrożne obchodzenie się z łożyskami
		$Z f_c$	Wyszczerbienia, wgniecenia, rdza, złuszczenia na bieżni pierścienia wewnętrznego	Wymiana i ostrożne obchodzenie się z łożyskami
		$2 f_b$	Wyszczerbienia, wgniecenia, rdza, złuszczenia na elementach tocznych	Wymiana i ostrożne obchodzenie się z łożyskami
f_{RIN} , f_{MI}	f_{AIN} , f_{AM}	Nieregularne	Przedostanie się brudu i zanieczyszczeń	Umyć, poprawić uszczelnienie
Częstotliwość własna uszczelki		(f_r)	Samowzbudzone drgania spowodowane tarcieniem na powierzchni kontaktowej uszczelki	Zmienić uszczelkę, zmienić smar
?	?	Nieregularne	Środek smarny lub pęcherze środka smarnego zgniatane pomiędzy elementami tocznymi i bieżnią	Zmienić smar
f_r	—	—	Nieregularność przekroju pierścienia wewnętrznego	Zastosować łożyska o wysokiej jakości
f_c	—	—	Nierówność kulek w łożysku, nierównomierne rozmieszczenie elementów tocznych	Zastosować łożyska o wysokiej jakości
$f_r - 2f_c$	—	—	Drgania nieliniowe w wyniku zmian sztywności spowodowanych nierównomiernym rozmieszczeniem kulek	Zastosować łożyska o wysokiej jakości

f_c : Częstotliwość obrotów orbitalnych elementów tocznych, Hz
 f_{AIN} : Częstotliwość własna pierścienia w trybie zginania osiowego, Hz
 f_{AM} : Częstotliwość drgań własnych w trybie drgań osiowych od masy układu pierścienia zewnętrznego-sprężyna, Hz
 f_i : $f_i = f_r - f_c$, Hz
 f_b : Częstotliwość obrotów elementu tocznego wokół jego osi, Hz

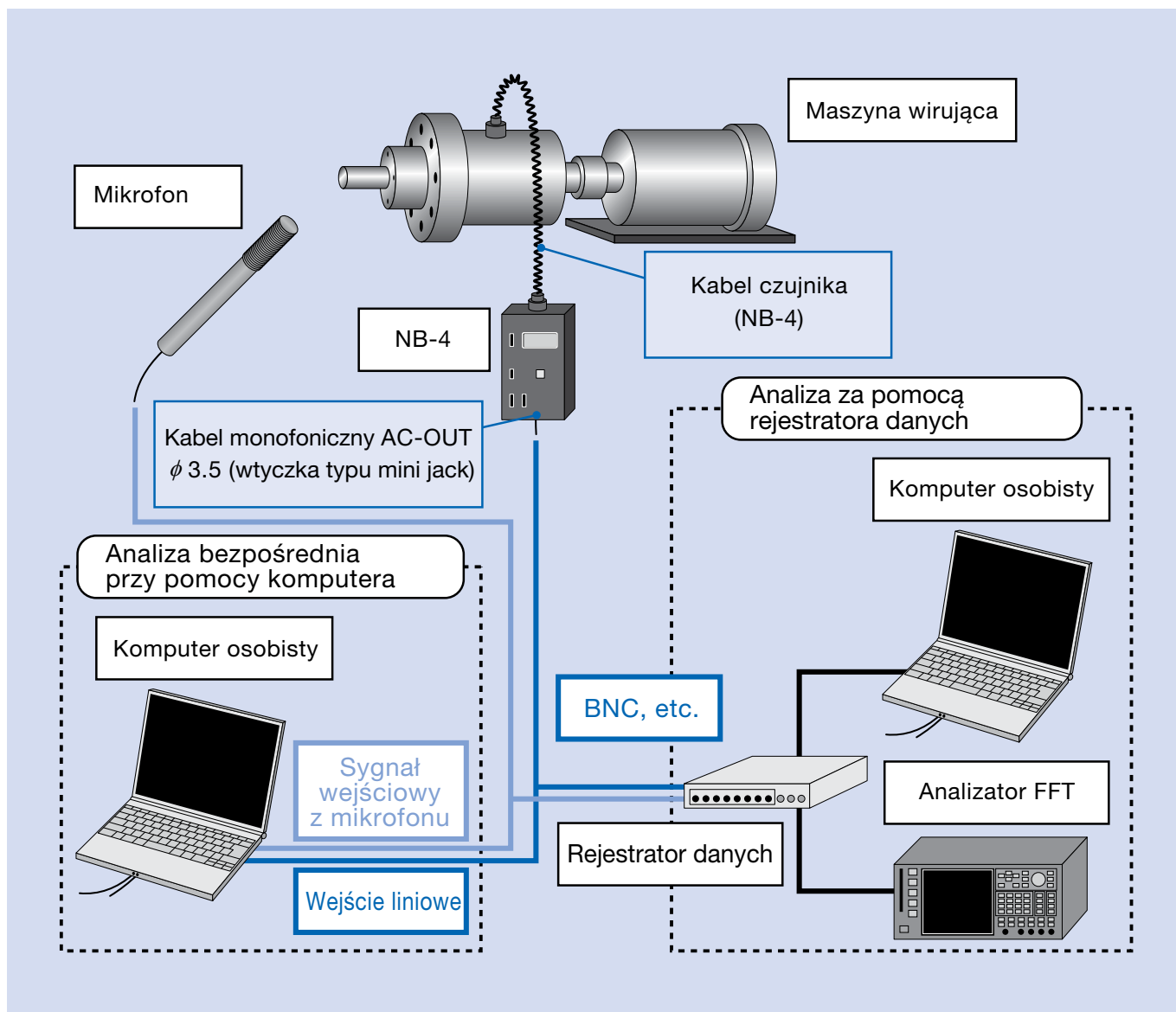
2. DIAGNOZOWANIE NA PODSTAWIE DŹWIĘKU I DRGAŃ

Jak rejestrować kształt fali dla dźwięku i drgań

Dzięki analizie częstotliwości dźwięku lub drgań maszyny wirującej można znaleźć przyczynę nienormalnych drgań. Poniżej opisano sposób rejestrowania drgań przy pomocy monitora łożysk NB-4 (patrz strona 128) i rejestrowania dźwięku przy pomocy mikrofonu.

Dźwięki i drgania powinny zostać zarejestrowane zarówno w normalnych, jak i nienormalnych warunkach pracy, aby umożliwić określenie przyczyny nieregularności.

Rys. 2.1 Konfiguracja rejestracji kształtu fali dla dźwięku i drgań



Ostrzeżenia dotyczące rejestracji kształtu fali dźwięku i drgań

Analiza danych po zarejestrowaniu jest łatwa pod warunkiem spełnienia następujących środków ostrożności:

- 1) Należy wyłączyć sąsiednie maszyny, aby wyeliminować szумы i drgania z otoczenia;
- 2) Pobrać, zapisać dane dźwięku i drgań w warunkach normalnych i nienormalnych;
- 3) Odsłuchać zarejestrowany dźwięk, aby wyszukać nieregularności;
- 4) Pobrać, zapisać dane dźwięku i drgań zmieniając prędkość obrotową maszyny (na przykład: 100 min⁻¹, 800 min⁻¹ i 2 000 min⁻¹).

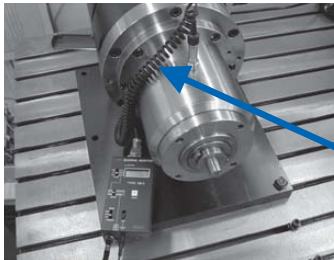
Jak rejestrować drgania, gdy kształt fali jest rejestrowany bezpośrednio przez komputer

Wymagane wyposażenie:

Monitor łożysk NB-4

Komputer osobisty (z wejściem liniowym i oprogramowaniem do rejestracji kształtu fali)

Kabel monofoniczny do rejestracji danych kształtu fali (z wtyczką typu mini jack o $\phi 3.5$ na jednym końcu)



Kabel czujnika

Podłączyć kabel czujnika do monitora łożysk NB-4, a następnie zamocować końcówkę czujnika do maszyny, która będzie badana. Aby zmierzyć drgania, najlepiej jest zamocować końcówkę czujnika blisko łożyska w maszynie.



AC-OUT



Wejście liniowe

Podłączyć NB-4 (AC-OUT) i urządzenie rejestrujące (na zdjęciu po lewej pokazano wejście mikrofonowe komputera osobistego*) za pomocą kabla monofonicznego (wtyczka typu mini jack o $\phi 3.5$ po stronie NB-4).

*1 Zamiennie można użyć wejścia mikrofonowego, jakkolwiek w zależności od wielkości drgań, wejście to może nie być w stanie przyjąć sygnału wejściowego wykraczające poza określony zakres.



Rejestrowanie drgań od obrotów (NORMAL)



Rejestrowanie drgań spowodowanych przez rysę wewnątrz łożyska (ENVELOPE)

Ustawić NB-4 na tryb ACC-NORMAL przy pomiarze drgań od obrotów maszyny. Ustawić NB-4 na tryb ACC-ENVELOPE (analiza obwiedni*) przy pomiarze drgań spowodowanych przez rysę wewnątrz łożyska.

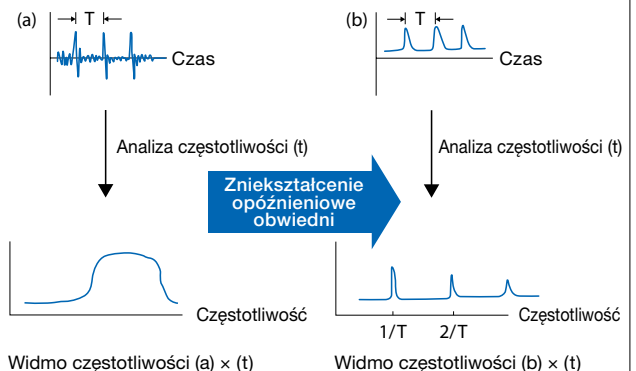
Rozpocząć rejestrację kształtu fali dla drgań za pomocą oprogramowania do rejestracji dźwięku. Ustawić poziom rejestracji komputera osobistego dla utrzymania sygnałów wejściowych w określonym zakresie. Zaleca się rejestrowanie przez przynajmniej 20 sekund.

Zapisać zarejestrowane dane kształtu fali dla drgań. (Uwaga: niektóre dane mogą zostać utracone w zależności od formatu pliku).

Przeprowadzić analizę zarejestrowanych danych kształtu fali dla drgań, aby sprawdzić drgania nieregularne.

*2 Analiza obwiedni

Uszkodzenie powierzchni bieżni lub elementu tocznego może powodować drgania uderzeniowe o regularnym odstępie. Analiza FFT kształtu fali dla drgań nie jest w stanie wykryć składowych częstotliwości generowanych przez takie uszkodzenie. W takim przypadku składowe te jest w stanie wykryć analiza obwiedni, która przedstawia zniekształcenie opóźnieniowe obwiedni w stosunku do oryginalnego kształtu fali dla analizy częstotliwości. Analiza obwiedni wymaga urządzenia wyposażonego w funkcję przetwarzania obwiedni.



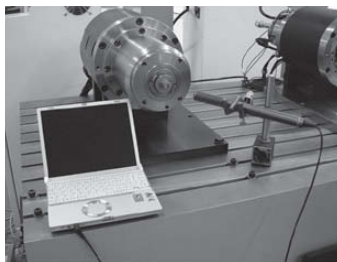
2. DIAGNOZOWANIE NA PODSTAWIE DŹWIĘKU I DRGAŃ

Jak rejestrować dźwięk przy rejestracji bezpośrednio przez komputer

Wymagane wyposażenie:

Mikrofon do pomiaru dźwięku

Komputer osobisty (z wejściem mikrofonowym i oprogramowaniem do rejestracji dźwięku)



Podłączyć mikrofon do urządzenia rejestrującego. Zalecamy mikrofon o charakterystyce częstotliwościowej^{*3} pozwalającej na efektywne rejestrowanie dźwięków maszyny. Należy użyć mikrofonu do pomiaru dźwięku, ponieważ mikrofon wbudowany do komputera osobistego nadaje się do rejestrowania ludzkich głosów, ale często jest nieodpowiedni do rejestrowania dźwięków maszyny.

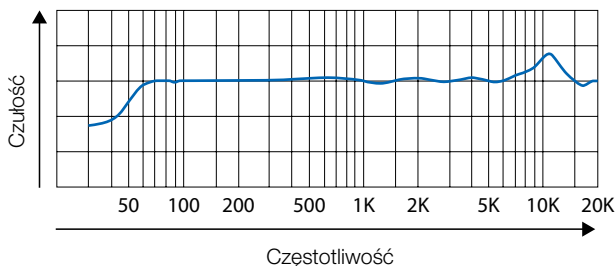


Przytrzymać mikrofon we właściwej odległości od badanej maszyny wirującej. (Jeżeli mikrofon będzie trzymany za blisko, zarejestrowany zostanie dźwięk powietrza poruszanego przez maszynę, jeżeli za daleko – poziom dźwięku będzie zbyt niski). Zaleca się zatrzymanie sąsiednich maszyn dla wyeliminowania szumu z otoczenia, który utrudnia analizę zarejestrowanego dźwięku. Dla wyeliminowania dźwięków otoczenia można użyć mikrofonu kierunkowego, jeżeli taki mikrofon jest dostępny.

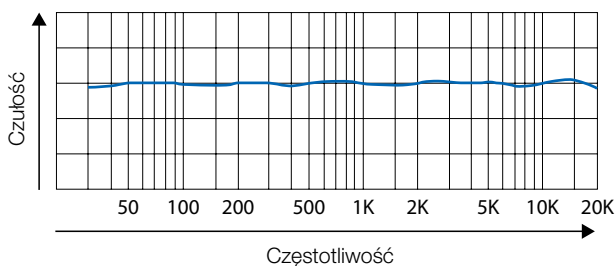
^{*3} Charakterystyka częstotliwościowa mikrofonu

Charakterystyka częstotliwościowa jest różna dla różnych mikrofonów. Na przykład, przy częstotliwości do 60 Hz mikrofon (patrz rys. 2.2) charakteryzuje się niską czułością, podczas gdy inny mikrofon (patrz rys. 2.3) ma stabilną charakterystykę i utrzymuje równie dobrą czułość w szerokim zakresie widma częstotliwości. W związku z tym mikrofon z rys. 2.3 nadaje się do pomiaru dźwięku maszyny dzięki swojej stabilnej charakterystyce w szerokim zakresie widma częstotliwości.

Rys. 2.2



Rys. 2.3



Rozpocząć rejestrowanie za pomocą urządzenia rejestrującego. Ustawić poziom nagrywania w komputerze osobistym tak, aby utrzymać sygnały wejściowe w odpowiednim zakresie.

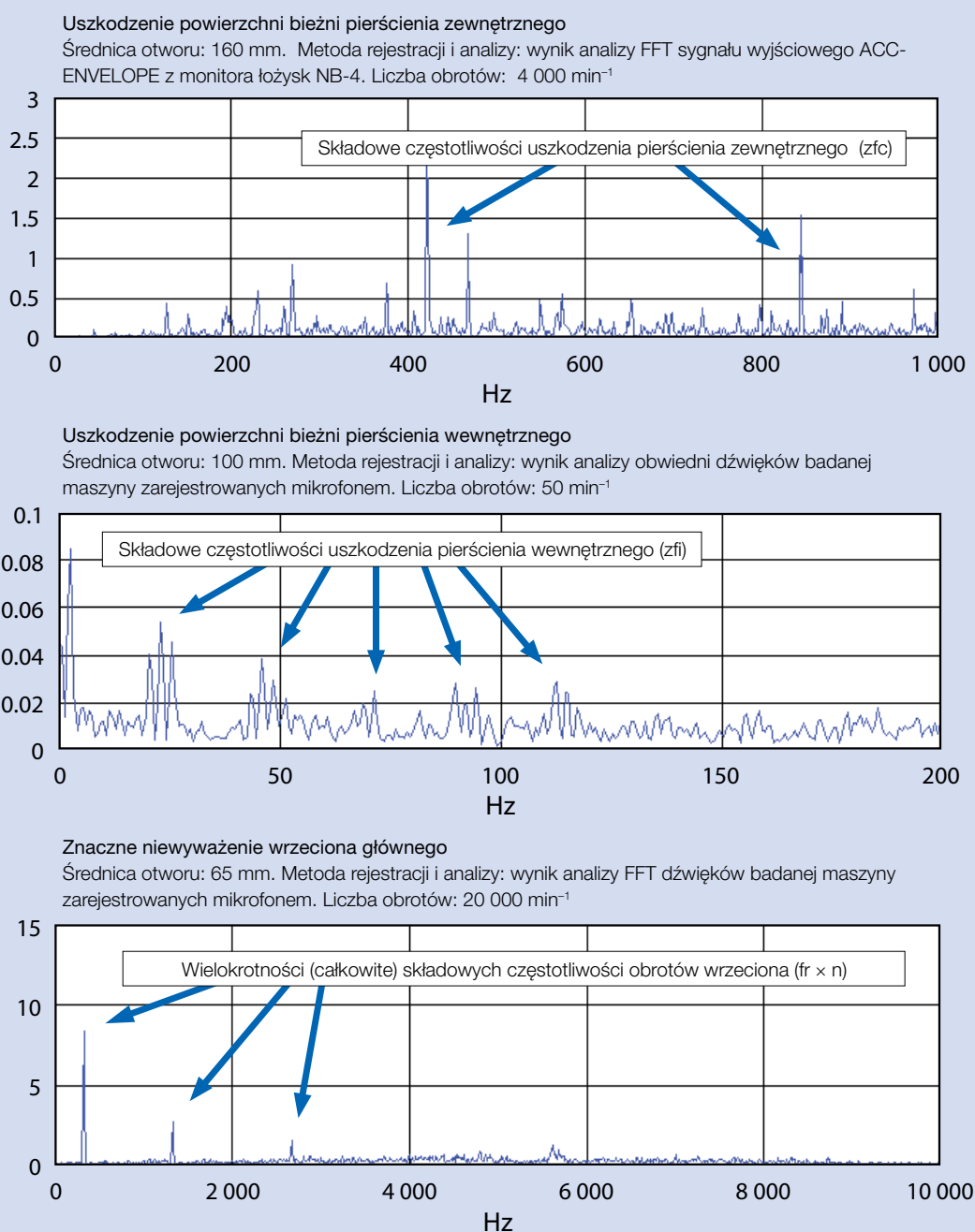
Zapisać zarejestrowane dane dźwiękowe. (Uwaga: niektóre dane mogą zostać utracone w zależności od formatu pliku).

Odsłuchać nagranie, aby znaleźć nieregularne dźwięki.

Dźwięki rejestrowane w ten sposób i zapisane jako plik WAV mogą być analizowane pod względem częstotliwości za pomocą dostępnego komercyjnego oprogramowania FFT. Możliwe jest odnotowanie częstotliwości drgań lub dźwięku związanych z uszkodzeniem, takim jak zarysowanie lub falistość powierzchni bieżni łożyska, tak jak pokazano na rys. 2.4. Znalezienie tych składowych częstotliwości w wyniku analizy częstotliwości przepro-

wadzonej z użyciem oprogramowania FFT może wskazywać na uszkodzenie powierzchni łożyska. Na żądanie NSK może dokonać analizy dźwięków zapisanych jako plik WAV. W takim przypadku NSK musi otrzymać dźwięk zarejestrowany w warunkach normalnych i nienormalnych. Uwaga: w przypadku niedostatecznego spełnienia warunków rejestracji analiza częstotliwości dźwięku i drgań dla maszyny wirującej może nie być możliwa.

Rys. 2.4 Przykłady wyników analizy częstotliwości dźwięku i drgań przeprowadzonej za pomocą oprogramowania FFT



a

n k

Załączniki

Tolerancje średnic wałów	228-229
Tolerancje średnic otworów obudów	230-231
Wartości standardowych tolerancji dla klasy IT	232-233
Tabela przeliczeniowa twardości	234
Fizyczne i mechaniczne właściwości materiału	235-236
Tabela porównawcza starych i nowych numerów	237
Metoda pomiaru luzu osiowego układów łożysk kulkowych skośnych	238
Prośba o zbadanie specyfikacji	240

Tolerancje średnic wałów

Średnica nominalna (mm) powyżej włącznie		d6	e6	f6	g5	g6	h5	h6	h7	h8	h9	h10	js5	js6
3	6	-30 -38	-20 -28	-10 -18	-4 -9	-4 -12	0 -5	0 -8	0 -12	0 -18	0 -30	0 -48	± 2.5	± 4
6	10	-40 -49	-25 -34	-13 -22	-5 -11	-5 -14	0 -6	0 -9	0 -15	0 -22	0 -36	0 -58	± 3	± 4.5
10	18	-50 -61	-32 -43	-16 -27	-6 -14	-6 -17	0 -8	0 -11	0 -18	0 -27	0 -43	0 -70	± 4	± 5.5
18	30	-65 -78	-40 -53	-20 -33	-7 -16	-7 -20	0 -9	0 -13	0 -21	0 -33	0 -52	0 -84	± 4.5	± 6.5
30	50	-80 -96	-50 -66	-25 -41	-9 -20	-9 -25	0 -11	0 -16	0 -25	0 -39	0 -62	0 -100	± 5.5	± 8
50	80	-100 -119	-60 -79	-30 -49	-10 -23	-10 -29	0 -13	0 -19	0 -30	0 -46	0 -74	0 -120	± 6.5	± 9.5
80	120	-120 -142	-72 -94	-36 -58	-12 -27	-12 -34	0 -15	0 -22	0 -35	0 -54	0 -87	0 -140	± 7.5	± 11
120	180	-145 -170	-85 -110	-43 -68	-14 -32	-14 -39	0 -18	0 -25	0 -40	0 -63	0 -100	0 -160	± 9	± 12.5
180	250	-170 -199	-100 -129	-50 -79	-15 -35	-15 -44	0 -20	0 -29	0 -46	0 -72	0 -115	0 -185	± 10	± 14.5
250	315	-190 -222	-110 -142	-56 -88	-17 -40	-17 -49	0 -23	0 -32	0 -52	0 -81	0 -130	0 -210	± 11.5	± 16
315	400	-210 -246	-125 -161	-62 -98	-18 -43	-18 -54	0 -25	0 -36	0 -57	0 -89	0 -140	0 -230	± 12.5	± 18
400	500	-230 -270	-135 -175	-68 -108	-20 -47	-20 -60	0 -27	0 -40	0 -63	0 -97	0 -155	0 -250	± 13.5	± 20
500	630	-260 -304	-145 -189	-76 -120	-	-22 -66	-	0 -44	0 -70	0 -110	0 -175	0 -280	-	± 22
630	800	-290 -340	-160 -210	-80 -130	-	-24 -74	-	0 -50	0 -80	0 -125	0 -200	0 -320	-	± 25
800	1 000	-320 -376	-170 -226	-86 -142	-	-26 -82	-	0 -56	0 -90	0 -140	0 -230	0 -360	-	± 28
1 000	1 250	-350 -416	-195 -261	-98 -164	-	-28 -94	-	0 -66	0 -105	0 -165	0 -260	0 -420	-	± 33
1 250	1 600	-390 -468	-220 -298	-110 -188	-	-30 -108	-	0 -78	0 -125	0 -195	0 -310	0 -500	-	± 39
1 600	2 000	-430 -522	-240 -332	-120 -212	-	-32 -124	-	0 -92	0 -150	0 -230	0 -370	0 -600	-	± 46

Jednostka: μm

j5	j6	j7	k5	k6	k7	m5	m6	n6	p6	r6	r7	Średnica nominalna (mm)	
												powyżej	włącznie
+ 3 - 2	+ 6 - 2	+ 8 - 4	+ 6 + 1	+ 9 + 1	+13 + 1	+ 9 + 4	+ 12 + 4	+ 16 + 8	+ 20 + 12	+ 23 + 15	+ 27 + 15	3	6
+ 4 - 2	+ 7 - 2	+10 - 5	+ 7 + 1	+10 + 1	+16 + 1	+12 + 6	+ 15 + 6	+ 19 + 10	+ 24 + 15	+ 28 + 19	+ 34 + 19	6	10
+ 5 - 3	+ 8 - 3	+12 - 6	+ 9 + 1	+12 + 1	+19 + 1	+15 + 7	+ 18 + 7	+ 23 + 12	+ 29 + 18	+ 34 + 23	+ 41 + 23	10	18
+ 5 - 4	+ 9 - 4	+13 - 8	+11 + 2	+15 + 2	+23 + 2	+17 + 8	+ 21 + 8	+ 28 + 15	+ 35 + 22	+ 41 + 28	+ 49 + 28	18	30
+ 6 - 5	+11 - 5	+15 -10	+13 + 2	+18 + 2	+27 + 2	+20 + 9	+ 25 + 9	+ 33 + 17	+ 42 + 26	+ 50 + 34	+ 59 + 34	30	50
+ 6 - 7	+12 - 7	+18 -12	+15 + 2	+21 + 2	+32 + 2	+24 +11	+ 30 + 11	+ 39 + 20	+ 51 + 32	+ 60 + 41	+ 71 + 41	50	65
+ 6 - 7	+12 - 7	+18 -12	+15 + 2	+21 + 2	+32 + 2	+24 +11	+ 30 + 11	+ 39 + 20	+ 51 + 32	+ 62 + 43	+ 73 + 43	65	80
+ 6 - 9	+13 - 9	+20 -15	+18 + 3	+25 + 3	+38 + 3	+28 +13	+ 35 + 13	+ 45 + 23	+ 59 + 37	+ 73 + 51	+ 86 + 51	80	100
+ 6 - 9	+13 - 9	+20 -15	+18 + 3	+25 + 3	+38 + 3	+28 +13	+ 35 + 13	+ 45 + 23	+ 59 + 37	+ 76 + 54	+ 89 + 54	100	120
+ 7 -11	+14 -11	+22 -18	+21 + 3	+28 + 3	+43 + 3	+33 +15	+ 40 + 15	+ 52 + 27	+ 68 + 43	+ 88 + 63	+103 + 63	120	140
+ 7 -11	+14 -11	+22 -18	+21 + 3	+28 + 3	+43 + 3	+33 +15	+ 40 + 15	+ 52 + 27	+ 68 + 43	+ 90 + 65	+105 + 65	140	160
+ 7 -11	+14 -11	+22 -18	+21 + 3	+28 + 3	+43 + 3	+33 +15	+ 40 + 15	+ 52 + 27	+ 68 + 43	+ 93 + 68	+108 + 68	160	180
+ 7 -13	+16 -13	+25 -21	+24 + 4	+33 + 4	+50 + 4	+37 +17	+ 46 + 17	+ 60 + 31	+ 79 + 50	+106 + 77	+123 + 77	180	200
+ 7 -13	+16 -13	+25 -21	+24 + 4	+33 + 4	+50 + 4	+37 +17	+ 46 + 17	+ 60 + 31	+ 79 + 50	+109 + 80	+126 + 80	200	225
+ 7 -13	+16 -13	+25 -21	+24 + 4	+33 + 4	+50 + 4	+37 +17	+ 46 + 17	+ 60 + 31	+ 79 + 50	+113 + 84	+130 + 84	225	250
+ 7 -16	+16 -16	+26 -26	+27 + 4	+36 + 4	+56 + 4	+43 +20	+ 52 + 20	+ 66 + 34	+ 88 + 56	+126 + 94	+146 + 94	250	280
+ 7 -16	+16 -16	+26 -26	+27 + 4	+36 + 4	+56 + 4	+43 +20	+ 52 + 20	+ 66 + 34	+ 88 + 56	+130 + 98	+150 + 98	280	315
+ 7 -18	+18 -18	+29 -28	+29 + 4	+40 + 4	+61 + 4	+46 +21	+ 57 + 21	+ 73 + 37	+ 98 + 62	+144 +108	+165 +108	315	355
+ 7 -18	+18 -18	+29 -28	+29 + 4	+40 + 4	+61 + 4	+46 +21	+ 57 + 21	+ 73 + 37	+ 98 + 62	+150 +114	+171 +114	355	400
+ 7 -20	+20 -20	+31 -32	+32 + 5	+45 + 5	+68 + 5	+50 +23	+ 63 + 23	+ 80 + 40	+108 + 68	+166 +126	+189 +126	400	450
+ 7 -20	+20 -20	+31 -32	+32 + 5	+45 + 5	+68 + 5	+50 +23	+ 63 + 23	+ 80 + 40	+108 + 68	+172 +132	+195 +132	450	500
- -	- -	- -	- -	+44 0	+70 0	- -	+ 70 + 26	+ 88 + 44	+122 + 78	+194 +150	+220 +150	500	560
- -	- -	- -	- -	+44 0	+70 0	- -	+ 70 + 26	+ 88 + 44	+122 + 78	+199 +155	+225 +155	560	630
- -	- -	- -	- -	+50 0	+80 0	- -	+ 80 + 30	+100 + 50	+138 + 88	+225 +175	+255 +175	630	710
- -	- -	- -	- -	+50 0	+80 0	- -	+ 80 + 30	+100 + 50	+138 + 88	+235 +185	+265 +185	710	800
- -	- -	- -	- -	+56 0	+90 0	- -	+ 90 + 34	+112 + 56	+156 +100	+266 +210	+300 +210	800	900
- -	- -	- -	- -	+56 0	+90 0	- -	+ 90 + 34	+112 + 56	+156 +100	+276 +220	+310 +220	900	1 000
- -	- -	- -	- -	+66 0	+105 0	- -	+106 + 40	+132 + 66	+186 +120	+316 +250	+355 +250	1 000	1 120
- -	- -	- -	- -	+66 0	+105 0	- -	+106 + 40	+132 + 66	+186 +120	+326 +260	+365 +260	1 120	1 250
- -	- -	- -	- -	+78 0	+125 0	- -	+126 + 48	+156 + 78	+218 +140	+378 +300	+425 +300	1 250	1 400
- -	- -	- -	- -	+78 0	+125 0	- -	+126 + 48	+156 + 78	+218 +140	+408 +330	+455 +330	1 400	1 600
- -	- -	- -	- -	+92 0	+150 0	- -	+150 + 58	+184 + 92	+262 +170	+462 +370	+520 +370	1 600	1 800
- -	- -	- -	- -	+92 0	+150 0	- -	+150 + 58	+184 + 92	+262 +170	+492 +400	+550 +400	1 800	2 000

Tolerancje średnic otworów obudów

Średnica nominalna (mm)		E6	F6	F7	G6	G7	H6	H7	H8	J6	J7	JS6	JS7
powyżej	włącznie												
10	18	+ 43 + 32	+ 27 + 16	+ 34 + 16	+ 17 + 6	+ 24 + 6	+ 11 0	+ 18 0	+ 27 0	+ 6 - 5	+10 - 8	± 5.5	± 9
18	30	+ 53 + 40	+ 33 + 20	+ 41 + 20	+ 20 + 7	+ 28 + 7	+ 13 0	+ 21 0	+ 33 0	+ 8 - 5	+12 - 9	± 6.5	±10.5
30	50	+ 66 + 50	+ 41 + 25	+ 50 + 25	+ 25 + 9	+ 34 + 9	+ 16 0	+ 25 0	+ 39 0	+10 - 6	+14 -11	± 8	±12.5
50	80	+ 79 + 60	+ 49 + 30	+ 60 + 30	+ 29 + 10	+ 40 + 10	+ 19 0	+ 30 0	+ 46 0	+13 - 6	+18 -12	± 9.5	±15
80	120	+ 94 + 72	+ 58 + 36	+ 71 + 36	+ 34 + 12	+ 47 + 12	+ 22 0	+ 35 0	+ 54 0	+16 - 6	+22 -13	±11	±17.5
120	180	+110 + 85	+ 68 + 43	+ 83 + 43	+ 39 + 14	+ 54 + 14	+ 25 0	+ 40 0	+ 63 0	+18 - 7	+26 -14	±12.5	±20
180	250	+129 +100	+ 79 + 50	+ 96 + 50	+ 44 + 15	+ 61 + 15	+ 29 0	+ 46 0	+ 72 0	+22 - 7	+30 -16	±14.5	±23
250	315	+142 +110	+ 88 + 56	+108 + 56	+ 49 + 17	+ 69 + 17	+ 32 0	+ 52 0	+ 81 0	+25 - 7	+36 -16	±16	±26
315	400	+161 +125	+ 98 + 62	+119 + 62	+ 54 + 18	+ 75 + 18	+ 36 0	+ 57 0	+ 89 0	+29 - 7	+39 -18	±18	±28.5
400	500	+175 +135	+108 + 68	+131 + 68	+ 60 + 20	+ 83 + 20	+ 40 0	+ 63 0	+ 97 0	+33 - 7	+43 -20	±20	±31.5
500	630	+189 +145	+120 + 76	+146 + 76	+ 66 + 22	+ 92 + 22	+ 44 0	+ 70 0	+110 0	-	-	±22	±35
630	800	+210 +160	+130 + 80	+160 + 80	+ 74 + 24	+104 + 24	+ 50 0	+ 80 0	+125 0	-	-	±25	±40
800	1 000	+226 +170	+142 + 86	+176 + 86	+ 82 + 26	+116 + 26	+ 56 0	+ 90 0	+140 0	-	-	±28	±45
1 000	1 250	+261 +195	+164 + 98	+203 + 98	+ 94 + 28	+133 + 28	+ 66 0	+105 0	+165 0	-	-	±33	±52.5
1 250	1 600	+298 +220	+188 +110	+235 +110	+108 + 30	+155 + 30	+ 78 0	+125 0	+195 0	-	-	±39	±62.5
1 600	2 000	+332 +240	+212 +120	+270 +120	+124 + 32	+182 + 32	+ 92 0	+150 0	+230 0	-	-	±46	±75
2 000	2 500	+370 +260	+240 +130	+305 +130	+144 + 34	+209 + 34	+110 0	+175 0	+280 0	-	-	±55	±87.5

Jednostka: μm

K5	K6	K7	M5	M6	M7	N5	N6	N7	P6	P7	Średnica nominalna (mm)	
											powyżej	włącznie
+ 2 - 6	+ 2 - 9	+ 6 - 12	- 4 -12	- 4 - 15	0 - 18	- 9 -17	- 9 - 20	- 5 - 23	- 15 - 26	- 11 - 29	10	18
+ 1 - 8	+ 2 - 11	+ 6 - 15	- 5 -14	- 4 - 17	0 - 21	-12 -21	- 11 - 24	- 7 - 28	- 18 - 31	- 14 - 35	18	30
+ 2 - 9	+ 3 - 13	+ 7 - 18	- 5 -16	- 4 - 20	0 - 25	-13 -24	- 12 - 28	- 8 - 33	- 21 - 37	- 17 - 42	30	50
+ 3 -10	+ 4 - 15	+ 9 - 21	- 6 -19	- 5 - 24	0 - 30	-15 -28	- 14 - 33	- 9 - 39	- 26 - 45	- 21 - 51	50	80
+ 2 -13	+ 4 - 18	+ 10 - 25	- 8 -23	- 6 - 28	0 - 35	-18 -33	- 16 - 38	- 10 - 45	- 30 - 52	- 24 - 59	80	120
+ 3 -15	+ 4 - 21	+ 12 - 28	- 9 -27	- 8 - 33	0 - 40	-21 -39	- 20 - 45	- 12 - 52	- 36 - 61	- 28 - 68	120	180
+ 2 -18	+ 5 - 24	+ 13 - 33	-11 -31	- 8 - 37	0 - 46	-25 -45	- 22 - 51	- 14 - 60	- 41 - 70	- 33 - 79	180	250
+ 3 -20	+ 5 - 27	+ 16 - 36	-13 -36	- 9 - 41	0 - 52	-27 -50	- 25 - 57	- 14 - 66	- 47 - 79	- 36 - 88	250	315
+ 3 -22	+ 7 - 29	+ 17 - 40	-14 -39	- 10 - 46	0 - 57	-30 -55	- 26 - 62	- 16 - 73	- 51 - 87	- 41 - 98	315	400
+ 2 -25	+ 8 - 32	+ 18 - 45	-16 -43	- 10 - 50	0 - 63	-33 -60	- 27 - 67	- 17 - 80	- 55 - 95	- 45 -108	400	500
-	0 - 44	0 - 70	-	- 26 - 70	- 26 - 96	-	- 44 - 88	- 44 -114	- 78 -122	- 78 -148	500	630
-	0 - 50	0 - 80	-	- 30 - 80	- 30 -110	-	- 50 -100	- 50 -130	- 88 -138	- 88 -168	630	800
-	0 - 56	0 - 90	-	- 34 - 90	- 34 -124	-	- 56 -112	- 56 -146	-100 -156	-100 -190	800	1 000
-	0 - 66	0 -105	-	- 40 -106	- 40 -145	-	- 66 -132	- 66 -171	-120 -186	-120 -225	1 000	1 250
-	0 - 78	0 -125	-	- 48 -126	- 48 -173	-	- 78 -156	- 78 -203	-140 -218	-140 -265	1 250	1 600
-	0 - 92	0 -150	-	- 58 -150	- 58 -208	-	- 92 -184	- 92 -242	-170 -262	-170 -320	1 600	2 000
-	0 -110	0 -175	-	- 68 -178	- 68 -243	-	-110 -220	-110 -285	-195 -305	-195 -370	2 000	2 500

Wartości standardowych tolerancji dla klasy IT

Wymiar podstawowy (mm)		Klasa standardowa								
		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9
powyżej	włącznie	Tolerancje (µm)								
-	3	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25
3	6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30
6	10	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36
10	18	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43
18	30	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52
30	50	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62
50	80	2	3	5	8	13	19	30	46	74
80	120	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87
120	180	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100
180	250	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115
250	315	6	8	12	16	23	32	52	81	130
315	400	7	9	13	18	25	36	57	89	140
400	500	8	10	15	20	27	40	63	97	155
500	630	9	11	16	22	32	44	70	110	175
630	800	10	13	18	25	36	50	80	125	200
800	1 000	11	15	21	28	40	56	90	140	230
1 000	1 250	13	18	24	33	47	66	105	165	260
1 250	1 600	15	21	29	39	55	78	125	195	310
1 600	2 000	18	25	35	46	65	92	150	230	370
2 000	2 500	22	30	41	55	78	110	175	280	440
2 500	3 150	26	36	50	68	96	135	210	330	540

Uwagi: 1. Standardowe klasy tolerancji IT14 do IT18 nie powinny być stosowane do podstawowych wymiarów mniejszych lub równych 1mm.
2. Wartości dla standardowych klas tolerancji IT1 do IT5 dla podstawowych wymiarów powyżej 500 mm załączono w celu użycia eksperymentalnego.

Klasa standardowa									Wymiar podstawowy (mm)
IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18	
Tolerancje (μm)									powyżej włącznie
40	60	0.10	0.14	0.25	0.40	0.60	1.00	1.40	– 3
48	75	0.12	0.18	0.30	0.48	0.75	1.20	1.80	3 6
58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.90	1.50	2.20	6 10
70	110	0.18	0.27	0.43	0.70	1.10	1.80	2.70	10 18
84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.30	2.10	3.30	18 30
100	160	0.25	0.39	0.62	1.00	1.60	2.50	3.90	30 50
120	190	0.30	0.46	0.74	1.20	1.90	3.00	4.60	50 80
140	220	0.35	0.54	0.87	1.40	2.20	3.50	5.40	80 120
160	250	0.40	0.63	1.00	1.60	2.50	4.00	6.30	120 180
185	290	0.46	0.72	1.15	1.85	2.90	4.60	7.20	180 250
210	320	0.52	0.81	1.30	2.10	3.20	5.20	8.10	250 315
230	360	0.57	0.89	1.40	2.30	3.60	5.70	8.90	315 400
250	400	0.63	0.97	1.55	2.50	4.00	6.30	9.70	400 500
280	440	0.70	1.10	1.75	2.80	4.40	7.00	11.00	500 630
320	500	0.80	1.25	2.00	3.20	5.00	8.00	12.50	630 800
360	560	0.90	1.40	2.30	3.60	5.60	9.00	14.00	800 1 000
420	660	1.05	1.65	2.60	4.20	6.60	10.50	16.50	1 000 1 250
500	780	1.25	1.95	3.10	5.00	7.80	12.50	19.50	1 250 1 600
600	920	1.50	2.30	3.70	6.00	9.20	15.00	23.00	1 600 2 000
700	1 100	1.75	2.80	4.40	7.00	11.00	17.50	28.00	2 000 2 500
860	1 350	2.10	3.30	5.40	8.60	13.50	21.00	33.00	2 500 3 150

Tabela przeliczeniowa twardości (referencyjna)

Twardość wg skali C Rockwella (1471N)	Twardość wg Vickersa	Twardość wg Brinella		Twardość wg Rockwella		Twardość wg Shore'a
		Kulka standardowa	Kulka z węgla wolframu	Skala A Obciążenie 588,4 N Wgłębnik diamentowy stożkowy	Skala B Obciążenie 980,7 N Kulka 1,588 mm	
68	940	–	–	85.6	–	97
67	900	–	–	85.0	–	95
66	865	–	–	84.5	–	92
65	832	–	739	83.9	–	91
64	800	–	722	83.4	–	88
63	772	–	705	82.8	–	87
62	746	–	688	82.3	–	85
61	720	–	670	81.8	–	83
60	697	–	654	81.2	–	81
59	674	–	634	80.7	–	80
58	653	–	615	80.1	–	78
57	633	–	595	79.6	–	76
56	613	–	577	79.0	–	75
55	595	–	560	78.5	–	74
54	577	–	543	78.0	–	72
53	560	–	525	77.4	–	71
52	544	500	512	76.8	–	69
51	528	487	496	76.3	–	68
50	513	475	481	75.9	–	67
49	498	464	469	75.2	–	66
48	484	451	455	74.7	–	64
47	471	442	443	74.1	–	63
46	458	432	432	73.6	–	62
45	446	421	421	73.1	–	60
44	434	409	409	72.5	–	58
43	423	400	400	72.0	–	57
42	412	390	390	71.5	–	56
41	402	381	381	70.9	–	55
40	392	371	371	70.4	–	54
39	382	362	362	69.9	–	52
38	372	353	353	69.4	–	51
37	363	344	344	68.9	–	50
36	354	336	336	68.4	(109.0)	49
35	345	327	327	67.9	(108.5)	48
34	336	319	319	67.4	(108.0)	47
33	327	311	311	66.8	(107.5)	46
32	318	301	301	66.3	(107.0)	44
31	310	294	294	65.8	(106.0)	43
30	302	286	286	65.3	(105.5)	42
29	294	279	279	64.7	(104.5)	41
28	286	271	271	64.3	(104.0)	41
27	279	264	264	63.8	(103.0)	40
26	272	258	258	63.3	(102.5)	38
25	266	253	253	62.8	(101.5)	38
24	260	247	247	62.4	(101.0)	37
23	254	243	243	62.0	100.0	36
22	248	237	237	61.5	99.0	35
21	243	231	231	61.0	98.5	35
20	238	226	226	60.5	97.8	34
(18)	230	219	219	–	96.7	33
(16)	222	212	212	–	95.5	32
(14)	213	203	203	–	93.9	31
(12)	204	194	194	–	92.3	29
(10)	196	187	187	–	90.7	28
(8)	188	179	179	–	89.5	27
(6)	180	171	171	–	87.1	26
(4)	173	165	165	–	85.5	25
(2)	166	158	158	–	83.5	24
(0)	160	152	152	–	81.7	24

Fizyczne i mechaniczne właściwości materiału

Zastosowanie	Kod materiału	Obróbka cieplna	Gęstość g/cm ³	Ciepło właściwe KJ/(kg·K)	Przewodność cieplna W/(m·K)	Oporność elektryczna μΩ·cm	Współczynnik rozszerzalności liniowej (0°–100°C) ×10 ⁻⁶ /°C	Moduł Younga MPa	Granica plastyczności MPa	Wytrzymałość na rozciąganie MPa	Wydłużenie %	Twardość HB	Uwagi
Łożysko	SUJ2	Utwardzanie, odpuszczanie	7.83	0.47	46	22	12.5	208 000	1 370	1 570 –1 960	Max. 0.5	650 –740	Łożyskowa stal wysokowęglowa chromowa typu 2
	SUJ2	Odpuszczanie sferoidyzujące	7.86				11.9		420	647	27	180	
	SCr420	Utwardzanie, odpuszczanie niskie	7.83		48	21	12.8		882	1 225	15	370	Stal chromowa
	SAE4320 (SNCM420)	Utwardzanie, odpuszczanie niskie			44	20	11.7		902	1 009	16	**293 –375	Stal niklowo-chromowo-molibdenowa
	SNCM815	Utwardzanie, odpuszczanie niskie	7.89	40	35	–	–	Min. *1 080	Min. *12	*311 –375	Stal niklowo-chromowo-molibdenowa		
	SUS440C	Utwardzanie, odpuszczanie niskie	7.68	0.46	24	60	10.1	200 000	1 860	1 960	–	**580	Stal nierdzewna martenzytyczna
	SPCC	Wyżarzanie	7.86	0.47	59	15	11.6	206 000	–	Min. *275	Min. *32	–	Stal walcowana na zimno
	S25C	Wyżarzanie		0.48	50	17	11.8		323	431	33	120	Stal węglowa do zastosowań w konstrukcji maszyn
		HB _s C1		8.5	0.38	123	6.2	19.1	103 000	–	Min. *431	Min. *20	–

Uwagi *Wartość standardowa JIS lub wartość referencyjna.

**Twardość jest zazwyczaj wyrażana w skali C Rockwella, ale dla porównania została przeliczona do skali twardości wg Brinella.

Odniesienie: Granice proporcjonalności dla SUJ2 i Scr420 wynoszą odpowiednio 833MPa (85kgf/mm²) i 440MPa (45kgf/mm²).

Fizyczne i mechaniczne właściwości materiału

Zastosowanie	Kod materiału	Obróbka cieplna	Gęstość g/cm ³	Ciepło właściwe KJ/(kg·K)	Przewodność cieplna W/(m·K)	Oporność elektryczna μΩ·cm	Współczynnik rozszerzalności liniowej (0°-100°C) ×10 ⁻⁶ /°C	Moduł Younga MPa	Granica plastyczności MPa	Wytrzymałość na rozciąganie MPa	Wydłużenie %	Twardość HB	Uwagi
Wrzeciono	S45C	Utwardzanie, 650 odpuszczanie	7.83	0.48	47	18	12.8	207 000	440	735	25	217	Stal węglowa do zastosowań w konstrukcji maszyn
	SCr430	Utwardzanie, 520-620 oziębianie				22	12.5	208 000	Min. *637	Min. *784	Min. *18	*229 -293	Stal chromowa
	SCr440	Utwardzanie, 520-620 oziębianie			45	23			Min. *784	Min. *930	Min. *13	*269 -331	Stal chromowa
	SCM420	Utwardzanie, 150-200 oziębianie		0.47	48	21	12.8		-	Min. *930	Min. *14	*262 -352	Stal chromowo-molibdenowa
	SNCM439	Utwardzanie, 650 odpuszczanie			38	30	11.3	207 000	920	1 030	18	320	Stal niklowo-chromowo-molibdenowa
	SC46	Normalizowanie	-	-	-	-	-	206 000	294	520	27	143	Stal niskowęglowa
	SUS420J2	1038 chłodzenie w oleju 400 chłodzenie w powietrzu	7.75	0.46	22	55	10.4	200 000	1 440	1 650	10	400	Stal nierdzewna martenzytyczna
Obudowa	FC200	nie dotyczy	7.3	0.50	43	-		98 000	-	Min. *200	-	Max. *217	Żeliwo szare
	FCD400	nie dotyczy	7.0	0.48	20	-			Min. *250	Min. *400	Min. *12	Max. *201	Żeliwo sferoidalne
	A1100	Wyżarzanie	2.69	0.90	222	3.0	23.7	70 000	34	78	35	-	Czyste aluminium techniczne
	AC4C	nie dotyczy	2.68	0.88	151	4.2	21.5	72 000	88	167	7	-	Stop aluminium odlewany do form piaskowych
	ADC10	nie dotyczy	2.74	0.96	96	7.5	22.0	71 000	167	323	4	-	Stop aluminium odlewany ciśnieniowo
	SUS304	Wyżarzanie	8.03	0.50	15	72	15.7-16.8	193 000	245	588	60	150	Stal nierdzewna austenityczna

Uwagi: *Wartość standardowa JIS lub wartość referencyjna.

**Twardość jest zazwyczaj wyrażana w skali C Rockwella, ale dla porównania została przeliczona do skali twardości wg Brinella.

Odniesienie: Granice proporcjonalności dla SUJ2 i Scr420 wynoszą odpowiednio 833MPa (85kgf/mm²) i 440MPa (45kgf/mm²).

Tabela porównawcza starych i nowych numerów

Łożysko	Nowa nazwa	Stara nazwa	Uwagi
Łożyska kulkowe skośne o wysokiej precyzji	79xxCTYNDBL	79xxCTYDBC7	TYN: koszyk z żywicy poliamidowej 46 prowadzony na kulkach TY: koszyk z żywicy poliamidowej 66 prowadzony na kulkach EL←C2, L←C7 M←C8, H←C9
	70xxCTYNDBL	70xxCTYDBC7	
	72xxCTYNDBL	72xxCTYDBC7	
	70xxATYNDBL	70xxATYDBC7	
	72xxATYNDBL	72xxATYDBC7	
	79xxA5TYN	79xxA5TY	TYN: koszyk z żywicy poliamidowej 46 prowadzony na kulkach TY: koszyk z żywicy poliamidowej 66 prowadzony na kulkach
	70xxA5TYN	70xxA5TY	
	72xxA5TYN	72xxA5TY	
Łożyska kulkowe skośne do ultra wysokich prędkości	xxBNR19STYN	xxBNC19TY	TYN: koszyk z żywicy poliamidowej 46 prowadzony na kulkach TY: koszyk z żywicy poliamidowej 66 prowadzony na kulkach
	xxBNR10STYN	xxBNC10TY	
	xxBNR19HTYN	xxBNC19SN24TY	
	xxBNR10HTYN	xxBNC10SN24TY	
Łożyska kulkowe skośne o ultra wysokiej precyzji	xxBGR10S	xxBNT10F	BGR: typ nierozdzielny BNT: typ rozdzielny
	xxBGR10H	xxBNT10FSN24	
Łożyska walcowe dwurzędowe	NN30xxTB	NN30xxT	TB: Koszyk z żywicy PPS prowadzony na wałeczkach TP: Koszyk z żywicy PEEK prowadzony na pierścieniu zewnętrznym T: Koszyk z żywicy poliamidowej 66 prowadzony na wałeczkach
Łożyska walcowe jednorzędowe do ultra wysokich prędkości	N10xxRSTP	N10xxBT	
Łożyska kulkowe skośne wzdłużne	xxBAR10STYN	xxBA10XTY	TYN: koszyk z żywicy poliamidowej 46 prowadzony na kulkach TY: koszyk z żywicy poliamidowej 66 prowadzony na kulkach
	xxBTR10STYN	xxBT10XTY	
	xxBAR10S	xxTAC20	TAC20(29): dwukierunkowe łożyska kulkowe skośne wzdłużne
	xxBT19x	xxTAC29	BTR10S, BT19x: łożyska kulkowe skośne wzdłużne

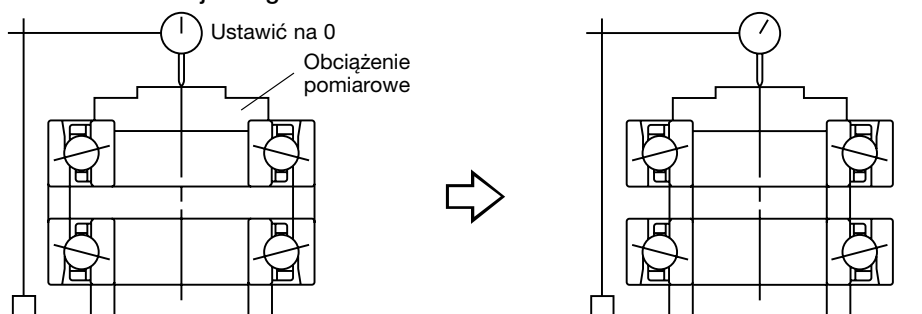
W przypadku innych numerów prosimy o skontaktowanie się z NSK.

Metoda pomiaru luzu osiowego układów łożysk kulkowych skośnych

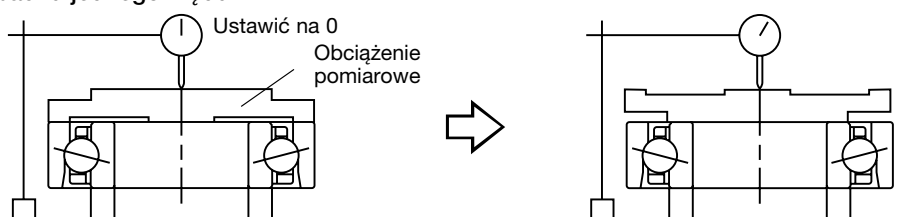
W przypadku układów DB, umieścić łożyska na płycie oporowej, z pierścieniem pomiędzy płytą oporową a czołem pierścienia wewnętrznego, tak jak pokazano na rysunku poniżej. Rozdzielić parę łożysk za pomocą pierścienia dystansowego pomiędzy pierścieniami zewnętrznymi i umieścić płytę obciążającą na czołe pierścienia wewnętrznego najwyższego łożyska, obrócić delikatnie pierścień zewnętrzny i przed ustawieniem wskaźnika w pozycji zero upewnić się, że czujnik zegarowy jest stabilny. W drugim etapie wyjąć pierścień dystansowy pierścienia zewnętrznego i włożyć pierścień dystansowy pierścienia wewnętrznego pomiędzy parę łożysk, następnie powtórzyć pomiar. Zmiana we wskazaniach miernika pokazuje zmierzony luz osiowy. (Wartości dodatnie oznaczają luz dodatni CA, tzn. szczelinę; wartości ujemne oznaczają luz ujemny CP, który generuje napięcie wstępne). W przypadku układów DF, powtórzyć powyższą procedurę z tym wyjątkiem, że łożyska należy umieścić na płycie oporowej z pierścieniem dystansowym pomiędzy płytą i czołem pierścienia zewnętrznego, ustawiając wskaźnik czujnika zegarowego na zero przy rozdzieleniu pary łożysk pierścieniem dystansowym pierścienia wewnętrznego i umieszczeniem płyty obciążającej na pierścieniu zewnętrznym najwyższego łożyska. W przypadku pomiaru dla jednego rzędu, możliwe jest zmierzenie luzu osiowego łożysk układu dwójkowego poprzez dodatnie wartości z każdego rzędu. Procedura ustawiania, patrz rysunek poniżej. Informacje o obciążeniach pomiarowych, patrz strona 155, Tabela 4.1.

Układ DB

W przypadku układu dwójkowego

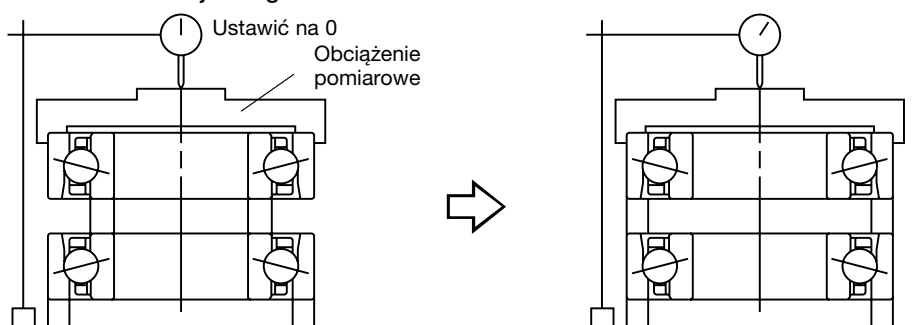


W przypadku jednego rzędu

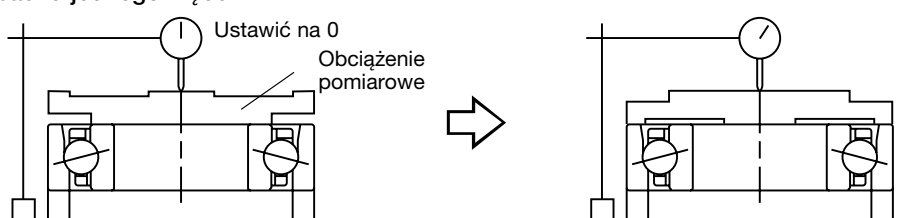


Układ DF

W przypadku układu dwójkowego



W przypadku jednego rzędu



[illegible]

Prośba o zbadanie specyfikacji

W celu złożenia prośby o zbadanie specyfikacji prosimy o skontaktowanie się z najbliższym biurem NSK i dostarczenie nam następujących informacji:

Prośba o zbadanie specyfikacji dotycząca łożysk precyzyjnych

☒ **Warunki pracy**

Nazwa firmy _____

Maszyny [Obrabiarka wielooperacyjna, Tokarka, Szlifierka do otworów, Silnik, Inne ()]

Numer modelu _____

Pozycja łożyska [Wrzeciono , Śruba kulowa] [Koniec ustalony, Koniec swobodny]

Pozycja wrzeciona [Pionowa, Pozioma, Inna ()]

Typ łożyska Właściwe zakreślić

Łożysko kulkowe skośne	[Seria Standard, Seria ROBUST BNR, Seria ROBUST BER, Seria ROBUST BGR]
Łożysko walcowe	[łożysko walcowe jednorzędowe, łożysko serii ROBUST do ultra wysokich prędkości, łożysko walcowe dwurzędowe]
Łożysko kulkowe skośne wzdłużne	[łożysko wrzeciona głównego TAC, seria ROBUST BAR, seria ROBUST BTR]
Łożysko kulkowe poprzeczne	[łożysko kulkowe poprzeczne o wysokiej precyzji do silników napędzających wrzeciona]
Łożysko do śrub kulowych	[do obrabiarek, do elektrycznych urządzeń do formowania wtryskowego]

Układ [DB · DBD · DBB · DF · DFD · DFF · Inny ()]

Numer łożyska NSK _____

Numer innego producenta _____

Otwór _____ mm Średnica zewnętrzna _____ mm Szerokość całkowita _____ mm

Szerokość pierścienia zewnętrznego _____ mm Szerokość pierścienia wewnętrznego _____ mm

Klasa dokładności _____ Klasa Luz _____

☒ **Warunki obciążenia**

Prędkość obrotowa _____ min⁻¹ Obciążenie promieniowe _____ N Obciążenie osiowe _____ N

Moment _____ N · mm Siła odmocowania _____ N

☒ **Wrzeciono i obudowa**

Tolerancja wrzeciona _____ Tolerancja otworu obudowy _____ Średnica zewnętrzna obudowy _____ mm

Materiał wrzeciona _____ Materiał obudowy _____ Średnica otworu wrzeciona drążonego _____ mm

Metoda napędzania _____ (chłodzenie z cylindrem zewnętrznym: Tak , Nie) Metoda chłodzenia _____ (pozycyjne lub stałe) Typ napięcia wstępnego _____

Długość pierścienia dystansowego _____ mm Temperatura otoczenia _____ °C

☒ **Wartości wymagane**

Sztywność _____ N/μm Napięcie wstępne _____ N Trwałość _____ godzin

☒ **Uwagi**

Proszę wskazać wszelkie specjalne życzenia, pytania lub uwagi:

Załączniki: (Tak) (Nie)

NSK LTD.-HEADQUARTERS, TOKYO, JAPAN**www.nsk.com**

Nissei Bldg., 1-6-3 Ohsaki, Shinagawa-ku, Tokyo 141-8560, Japan

INDUSTRIAL MACHINERY BUSINESS DIVISION-HEADQUARTERS

P: 03-3779-7227 F: 03-3779-7644 C: 81

GLOBAL AFTERMARKET DEPARTMENT

P: 03-3779-7253 F: 03-3779-7644 C: 81

PRECISION MACHINERY DEPARTMENT

P: 03-3779-7163 F: 03-3779-7644 C: 81

MECHATRONICS BUSINESS DEPARTMENT

P: 0466-21-3027 F: 0466-21-3206 C: 81

AUTOMOTIVE BUSINESS DIVISION-HEADQUARTERS

P: 03-3779-7189 F: 03-3779-7917 C: 81

●Africa**South Africa:****NSK SOUTH AFRICA (PTY) LTD.**

JOHANNESBURG 25 Galaxy Avenue, Linbro Business Park, Sandton, Gauteng, P.O. Box 1157,

Kelvin, 2054, South Africa

P: 011-458-3600 F: 011-458-3608 C: 27

●Asia and Oceania**Australia:****NSK AUSTRALIA PTY. LTD. www.au.nsk.com**

MELBOURNE 11 Dalmore Drive, Scoresby, Victoria 3179, Australia

P: 03-9764-8302 F: 03-9764-8304 C: 61

SYDNEY 24-28 River Road West, Parramatta, New South Wales 2150, Australia

P: 02-8843-8100 F: 02-9893-8406 C: 61

BRISBANE 1/69 Selhurst Street, Coopers Plains, Queensland 4108, Australia

P: 07-3347-2600 F: 07-3345-5376 C: 61

PERTH Unit 1, 71 Tacoma Circuit, Canning Vale, Western Australia 6155, Australia

P: 08-9256-5000 F: 08-9256-1044 C: 61

China:**NSK HONG KONG LTD.**

HONG KONG Suite 814, World Commerce Centre, Harbour City, T.S.T, KLN, Hong Kong

P: 2739-9933 F: 2739-9323 C: 852

SHENZHEN Room 8B08-09, Jueshi Tower, Jiabing Road, Luohu, Shenzhen, China (518001)

P: 0755-25904886 F: 0755-25904883 C: 86

KUNSHAN NSK CO., LTD.

OFFICE/PLANT 258 South Huang Pu Jiang Rd., Kunshan Economic & Technical Development

Zone, Jiang Su, China (215335)

P: 0512-5771-5654 F: 0512-5771-5689 C: 86

CHANGSHU NSK NEEDLE BEARING CO., LTD.

OFFICE/PLANT No. 66 Dongnan Road, Changshu Southeast Economic Development Zone,

Changshu City, Jiangsu, China (215500)

P: 0512-5230-1111 F: 0512-5230-6011 C: 86

NSK STEERING SYSTEMS DONGGUAN CO., LTD.

OFFICE/PLANT High-tech Park, Shilong Road, Guanlong Section, Dongguan, Guangdong, China (523119)

P: 0769-2262-0960 F: 0769-2316-2867 C: 86

ZHANGJIAGANG NSK PRECISION MACHINERY CO., LTD.

OFFICE/PLANT No. 34 Zhenxing Road, Zhangjiagang Economic Development Zone, Zhangjiagang City,

Jiangsu Province, China (215600)

P: 0512-5867-6496 F: 0512-5818-0970 C: 86

SUZHOU NSK BEARINGS CO., LTD.

OFFICE/PLANT No. 22 Taishan Road, Suzhou New District, Jiangsu, China (215129)

P: 0512-6665-5666 F: 0512-6665-9138 C: 86

NSK (CHINA) RESEARCH & DEVELOPMENT CO., LTD.

JIANGSU No.1 NSK Rd., Huaqiao Economic Development Zone, Kunshan, Jiangsu, China

P: 0512-5796-3000 F: 0512-5796-3300 C: 86

NSK (SHANGHAI) TRADING CO., LTD.

JIANGSU No.1 NSK Rd., Huaqiao Economic Development Zone, Kunshan, Jiangsu, China

P: 0512-5796-3000 F: 0512-5796-3300 C: 86

NSK (CHINA) INVESTMENT CO., LTD. www.nsk.com.cn

JIANGSU No.1 NSK Rd., Huaqiao Economic Development Zone, Kunshan, Jiangsu, China

P: 0512-5796-3000 F: 0512-5796-3300 C: 86

BEIJING Room 2116, Beijing Fortune Bldg., 5 Dong San Huan Bei Lu, Chao Yang District,

Beijing, China (100004)

P: 010-6590-8161 F: 010-6590-8166 C: 86

GUANGZHOU Room 3101/3102/3106A, Guangdong Telecom Plaza, 18 Zhongshan Er Road,

Guangzhou, Guangdong, China (510080)

P: 020-3786-4833 F: 020-3786-4501 C: 86

CHENGDU Room1901, Green Land Hotel, No.99 Zhonglieci Xi Street, Chengdu, Sichuan Province,

China (610016)

P: 028-8661-4200 F: 028-8661-4343 C: 86

NSK CHINA SALES CO., LTD.

SHANGHAI Room 01-03, Tower B 27F, Far East International Plaza, No.317 Xianxia Road,

Shanghai, China (200051)

P: 021-6235-0198 F: 021-6235-1858 C: 86

CHANGCHUN Room 1001, Building A, Zhongyin Building, 727 Xi'an Road, Changchun, Jilin Province,

China (130061)

P: 0431-8898-8682 F: 0431-8898-8670 C: 86

TIAN JIN Room 06, 09F The Exchange Tower 2, No. 189 NanJing Road, Heping District,

Tianjin, China (300050)

P: 022-8319-5030 F: 022-8319-5033 C: 86

NANJING A1 22F, Golden Eagle International Plaza, No.89 Hanzhong Road, Nanjing,

Jiangsu Province, China (210029)

P: 025-8472-6671 F: 025-8472-6687 C: 86

CHONGQING Room 2306, Unit B, No.137, Keyuan 2nd Road, Jiulongpo District, Chongqing,

China (400039)

P: 023-6806-5310 F: 023-6806-5292 C: 86

NSK-WARNER (SHANGHAI) CO., LTD.

PLANT No. 2518 Huancheng Road (West) Fengxian District, Shanghai, China (201401)

P: 021-3365-5757 F: 021-3365-5262 C: 86

AKS PRECISION BALL (HANGZHOU) CO., LTD.

PLANT No. 189 Hongda Road, Xiaoshan Area of Economic & Technological Development Zone,

Hangzhou, Zhejiang, China (311231)

P: 0571-2280-1288 F: 0571-2280-1268 C: 86

NSK-YAGI PRECISION FORGING (ZHANGJIAGANG) CO., LTD.

PLANT No. 34 Zhenxing Road, Zhangjiagang Economic Development Zone, Zhangjiagang City,

Jiangsu Province, China (215600)

P: 0512-5867-6496 F: 0512-5818-0970 C: 86

NSK-WANDA ELECTRIC POWER ASSISTED STEERING SYSTEMS CO.,LTD.

OFFICE/PLANT 1833 Yatai Road, Wenyan Town, Xiaoshan, Hangzhou, Zhejiang, China (311258)

P: 0571-8230-2735 F: 0571-8230-2692 C: 86

India:**RANE NSK STEERING SYSTEMS LTD.**

CHENNAI 14, Rajagopalan Salai, Vallancherry, Guduvancherry, Tamil Nadu-603 202, India

P: 044-474-06017 F: 044-274-66001 C: 91

BAWAL

Plot No.28A, Sector 6, HSIIDC Growth Centre Bawal, District Rewari, Haryana

-123 501, India

P: 01284-264281 F: 01284-264280 C: 91

NSK INDIA SALES CO.PVT.LTD.

CHENNAI New No.7, Old No.5, Boat Club Road, Chennai-600 028, India

P: 044-2433-1161 F: 044-2433-1160 C: 91

GURGAON

311, JMD Pacific Square, Sector 15 (II), 32nd Milestone, National Highway-8,

Gurgaon, Haryana-122 001, India

P: 0124-4104-530 F: 0124-4104-532 C: 91

KOLKATA

502, Trinity Towers, 83, Topsia Road, Kolkata-700 046, India

P: 033-4001-2062 F: 033-4001-2064 C: 91

MUMBAI

321, A Wing, Ahura Centre, 82, Mahakali Caves Road, Andheri East, Mumbai

-400 093, India

P: 022-2838-7787 F: 022-2838-5191 C: 91

NSK-ABC BEARINGS LTD.

OFFICE/PLANT Plot No.A2, SIPCOT Growth Centre, Oragadam, Mathur Village, Sriperumbudur Taluk,

Kancheepuram District, Tamil Nadu-602 105, India

P: 044-2714-3000 F: 044-2714-3099 C: 91

Indonesia:**PT. NSK BEARINGS MANUFACTURING INDONESIA**

JAKARTA PLANT Blok M4, Kawasan Berikat MM2100 Industrial Town Cikarang Barat, Bekasi

17520, Indonesia

P: 021-898-0155 F: 021-898-0156 C: 62

PT. NSK INDONESIA www.id.nsk.com

JAKARTA Summitas II, 6th Floor, Jl. Jend Sudirman Kav. 61-62, Jakarta 12190, Indonesia

P: 021-252-3458 F: 021-252-3223 C: 62

PT. NSK-WARNER INDONESIA

BEKASI MM2100 Industrial Town, Cikarang Barat, Bekasi 17520, Indonesia

P: 021-8998-3216 F: 021-8998-3218 C: 62

Korea:**NSK KOREA CO., LTD. www.kr.nsk.com**

SEOUL Posco Center (West Wing) 9F, 892, Daechi-4Dong, Kangnam-Ku, Seoul, 135-777, Korea

P: 02-3287-0300 F: 02-3287-0345 C: 82

CHANGWON

60, Seongsan-Dong, Changwon, Kyungsangnam-Do, 641-315, Korea

P: 055-287-6001 F: 055-285-9982 C: 82

Malaysia:**NSK BEARINGS (MALAYSIA) SDN. BHD. www.my.nsk.com**

HEAD OFFICE No. 2, Jalan Pemaju, U1/15, Seksyen U1, Hicom Glenmarie Industrial Park,

40150 Shah Alam, Selangor, Malaysia

P: 03-7803-8859 F: 03-7806-5982 C: 60

PRAI

No.36, Jalan kikik, Taman Inderawasih, 13600 Prai, Penang, Malaysia

P: 04-3902275 F: 04-3991830 C: 60

JOHOR BAHRU

88 Jalan Ros Merah 2/17, Taman Johor Jaya, 81100 Johor Bahru, Johor, Malaysia

P: 07-3546290 F: 07-3546291 C: 60

KOTA KINABALU

Lot 10, Lrg Kurma 4, Likas Ind. Centre, 5/12 Miles Jln Tuaran, 88450 Inanam,

Sabah, Malaysia

P: 088-421260 F: 088-421261 C: 60

IPOH

Gr. Floor, 89 Jalan Bendahara, 31650 Ipoh, Perak, Malaysia

P: 05-2555000 F: 05-2553373 C: 60

NSK MICRO PRECISION (M) SDN. BHD. www.my.nsk.com

MALAYSIA PLANT No.43 Jalan Taming Dua, Taman Taming Jaya 43300 Balakong, Selangor Darul Ehsan,

Malaysia

P: 03-8961-3960 F: 03-8961-3968 C: 60

New Zealand:**NSK NEW ZEALAND LTD. www.nsk-rhp.co.nz**

AUCKLAND 3 Te Apunga Place, Mt. Wellington, Auckland, New Zealand

P: 09-276-4992 F: 09-276-4082 C: 64

Philippines:**NSK REPRESENTATIVE OFFICE**

MANILA 8th Floor The Salcedo Towers 169 H.V. dela Costa St.,

Salcedo Village Makati City, Philippines 1227

P: 02-893-9543 F: 02-893-9173 C: 63

Singapore:**NSK INTERNATIONAL (SINGAPORE) PTE LTD.**

SINGAPORE 238A, Thomson Road, #24-01/05, Novena Square Tower A, Singapore 307684

P: 6496-8000 F: 6250-5845 C: 65

NSK SINGAPORE (PRIVATE) LTD. www.nsk-singapore.com.sg

SINGAPORE 238A, Thomson Road, #24-01/05, Novena Square Tower A, Singapore 307684

P: 6496-8000 F: 6250-5845 C: 65

Taiwan:**TAIWAN NSK PRECISION CO., LTD.**

TAIPEI 11F., No.87, Song Jiang Rd., Jhongshan District, Taipei City 104, Taiwan R.O.C.

P: 02-2509-3305 F: 02-2509-1393 C: 886

TAICHUNG

107-7, Sec. 3, Wen Xing Rd., Taichung City 407, Taiwan R.O.C.

P: 04-2311-7978 F: 04-2311-2627 C: 886

TAINAN

No.8 Daye 1st Rd., Southern Taiwan Science Park, Tainan County 741, Taiwan R.O.C.

P: 06-505-5861 F: 06-505-5061 C: 886

NSK Ltd. has a basic policy not to export any products or technology designated as controlled items by export-related laws. When exporting the products in this brochure, the laws of the exporting country must be observed. Specifications are subject to change without notice and without any obligation on the part of the manufacturer. Every care has been taken to ensure the accuracy of the data contained in this brochure, but no liability can be accepted for any loss or damage suffered through errors or omissions. We will gratefully acknowledge any additions or corrections.

TAIWAN NSK TECHNOLOGY CO., LTD.

TAIPEI 11F., No. 87, Songjiang Rd., Jhongshan District, Taipei City 104, Taiwan R.O.C.
P: 02-2509-3305 F: 02-2509-1393 C: 886

Thailand:

NSK BEARINGS (THAILAND) CO.,LTD.

BANGKOK No.26, Auan Nuch Soi 55/1, Pravetch, Bangkok 10250, Thailand
P: 02320-2555 F: 02320-2826 C: 66

NSK BEARINGS MANUFACTURING (THAILAND) CO., LTD.

OFFICE/PLANT 700/430 Moo 7, Amata Nakorn Industrial Estate, T.Donhualor, A.Muangchonburi, Chonburi 20000, Thailand
P: 038-454-010 F: 038-454-017 C: 66

SIAM NSK STEERING SYSTEMS CO., LTD.

OFFICE/PLANT 90 Moo 9, Wellgrow Industrial Estate, Km.36 Bangna-Trad Rd., Bangwao, Bangkok, Chachoengsao 24180, Thailand
P: 038-522-343 F: 038-522-351 C: 66

NSK ASIA PACIFIC TECHNOLOGY CENTRE (THAILAND) CO., LTD.

CHONBURI 700/430 Moo 7, Amata Nakorn Industrial Estate, T.Donhualor, A.Muangchonburi, Chonburi 20000, Thailand
P: 038-454-631 F: 038-454-634 C: 66

Vietnam:

NSK VIETNAM CO., LTD.

HEAD OFFICE Techno Center, Room 204-205, Thang Long Industrial Park, Dong Anh District, Hanoi, Vietnam
P: 04-3955-0159 F: 04-3955-0158 C: 84

NSK REPRESENTATIVE OFFICE

HO CHI MINH CITY Suite 307, Metropolitan Building, 235 Dong Khoi Street, District 1, HCMC, Vietnam
P: 08-3822-7907 F: 08-3822-7910 C: 84

●Europe

NSK EUROPE LTD. (EUROPEAN HEADQUARTERS) www.eu.nsk.com

MAIDENHEAD Belmont Place, Belmont Road, Maidenhead, Berkshire SL6 6TB, U.K.
P: 01628-509-800 F: 01628-509-808 C: 44

France:

NSK FRANCE S.A.S.

PARIS Quartier de l'Europe, 2 Rue Georges Guynemer, 78283 Guyancourt, France
P: 01-30-57-39-39 F: 01-30-57-00-01 C: 33

Germany:

NSK DEUTSCHLAND GMBH

HEAD OFFICE Harkortsrasse 15, D-40880 Ratingen, Germany
P: 02102-4810 F: 02102-4812-290 C: 49
STUTTGART Liebknechtstrasse 33, DE-70565 Stuttgart-Vahingen, Germany
P: 0711-79082-0 F: 0711-79082-289 C: 49
WOLFSBURG Heinrich-Nordhoff-Strasse 101, D-38440 Wolfsburg, Germany
P: 05361-27647-10 F: 05361-27647-70 C: 49
INGOLDSTADT Ingoldstadt, D-85055 Ingoldstadt, Germany
P: 0841-901-4640 F: 0841-901-4642 C: 49

NSK PRECISION EUROPE GMBH

DÜSSELDORF Harkortsrasse 15, D-40880 Ratingen, Germany
P: 02102-4810 F: 02102-4812-290 C: 49

NEUWEG FERTIGUNG GMBH

OFFICE/PLANT Ehinger Strasse 5, D-89597 Munderkingen, Germany
P: 07393-540 F: 07393-5414 C: 49

Italy:

NSK ITALIA S.P.A.

MILANO Via Garibaldi 215, Garbagnate Milanese (Milano) 20024, Italy
P: 0299-5191 F: 0299-028373 C: 39

INDUSTRIA CUSCINETTI S.P.A.

TORINO PLANT Via Giotto 4, I-10080, S. Benigno C. se (Torino), Italy
P: 011-982-4811 F: 011-988-0284 C: 39

Netherlands:

NSK EUROPEAN DISTRIBUTION CENTRE B.V.

De Kroonstraat 38, 5048 AP Tilburg, Netherlands
P: 013-4647647 F: 013-4647648 C: 31

Poland:

NSK EUROPE LTD. REPRESENTATIVE OFFICE

WARSAW Ul. Migdalowa 4/73, 02-796, Warsaw, Poland
P: 022-645-1525 F: 022-645-1529 C: 48

NSK BEARINGS POLSKA S.A.

OFFICE/PLANT Ul. Jagiellonska 109, 25-734 Kielce, Poland
P: 041-366-5001 F: 041-367-0500 C: 48

NSK EUROPEAN TECHNOLOGY CENTER, POLAND OFFICE

Ul. Jagiellonska 109, 25-734 Kielce, Poland
P: 041-366-5812 F: 041-366-5206 C: 48

NSK STEERING SYSTEMS EUROPE (POLSKA) SP.ZO.O.

CORPORATE Ul. Mariana Jachimowicza 17, 58-306 Walbrzych, Poland
OFFICE/PLANT P: 074-664-4101 F: 074-664-4104 C: 48

NSK NEEDLE BEARING POLAND SP.ZO.O.

OFFICE/PLANT Ul. Jagiellonska 109, 25-734 Kielce, Poland
P: 041-345-2469 F: 041-345-0361 C: 48

NSK POLSKA SP.ZO.O.

KIELCE Ul. Karczowskowska 41, 25-711 Kielce, Poland
P: 041-347-5110 F: 041-347-5101 C: 48

Spain:

NSK SPAIN S.A.

BARCELONA C/Tarragona 161, 2a Planta, 08014, Barcelona, Spain
P: 093-433-5775 F: 093-433-5776 C: 34

Turkey:

NSK RULMANLARI ORTA DOGU TIC. LTD. STI.

ISTANBUL 19 Mayis Mah. Ataturk Cad. Ulya Engin Is Merkezi No. 68 Kat. 6, Kozyatagi 34734, Istanbul, Turkey
P: 0216-355-0398 F: 0216-355-0399 C: 90

United Kingdom:

NSK BEARINGS EUROPE LTD.

PETERLEE 3 Brindley Road, South West Industrial Estate, Peterlee, Co. Durham SR8 2JD, U.K.
PLANT P: 0191-586-6111 F: 0191-586-3482 C: 44

NEWARK

Northern Road, Newark, Nottinghamshire NG24 2JF, U.K.

PLANT

P: 01636-605-123 F: 01636-605-000 C: 44

NSK EUROPEAN TECHNOLOGY CENTRE

Northern Road, Newark, Nottinghamshire NG24 2JF, U.K.

NSK UK LTD.

NEWARK Northern Road, Newark, Nottinghamshire NG24 2JF, U.K.

PLANT

P: 01636-605-123 F: 01636-605-000 C: 44

NSK PRECISION UK LTD.

Northern Road, Newark, Nottinghamshire NG24 2JF, U.K.

PLANT

P: 01636-605-123 F: 01636-605-000 C: 44

NSK STEERING SYSTEMS EUROPE LTD.

HEAD OFFICE Belmont Place, Belmont Road, Maidenhead, Berkshire SL6 6TB, U.K.

PETERLEE

6/7 Duxford Drive, South West Industrial Estate, Peterlee, Co. Durham SR8 2PP, U.K.

PLANT

P: 0191-518-6400 F: 0191-518-6421 C: 44

●North and South America

NSK AMERICAS, INC. (AMERICAN HEADQUARTERS)

ANN ARBOR 4200 Goss Road, Ann Arbor, Michigan 48105, U.S.A.
P: 734-913-7500 F: 734-913-7511 C: 1

Argentina:

NSK ARGENTINA SRL

BUENOS AIRES Garcia del Rio 2477 Piso 7 Oficina "A" (1429) Buenos Aires-Argentina
P: 11-4704-5100 F: 11-4704-0033 C: 54

Brazil:

NSK BRASIL LTDA. www.br.nsk.com

HEAD OFFICE Rua 13 de Maio, 1633-14th Andar-Bela Vista-CEP 01327-905 São Paulo, SP, Brazil
P: 011-3269-4786 F: 011-3269-4720 C: 55

SUZANO PLANT

Av. Vereador Joao Batista Fitipaldi, 66, CEP 08685-000, Vila Maluf, Suzano, SP, Brazil

BELO HORIZONTE

Rua Ceara 1431-4th andar-sala 405-Funcionarios Belo Horizonte-MG, Brazil

JOINVILLE

Rua Blumenau, 178-sala 910-Centro Joinville-SC, Brazil 89204-250

PORTO ALEGRE

Av. Cristovão Colombo, 1694-sala 202-Floresta Porto Alegre-RS, Brazil 90560 001

RECIFE

Av. Conselheiro Aguiar, 2738-6th andar-conj. 604-Boa Viagem Recife-PE, Brazil 51020-020

Canada:

NSK CANADA INC. www.ca.nsk.com

HEAD OFFICE 5585 McAdam Road, Mississauga, Ontario, Canada L4Z 1N4

TORONTO

5585 McAdam Road, Mississauga, Ontario, Canada L4Z 1N4

MONTREAL

2150-32E Avenue, Lachine, Quebec, Canada H8T 3H7

VANCOUVER

3353 Wayburne Drive, Burnaby, British Columbia, Canada V5G 4L4

Mexico:

NSK RODAMIENTOS MEXICANA, S.A. DE C.V. www.mx.nsk.com

MEXICO CITY Av. Presidente Juarez No.2007 Lote 5, Col. San Jeronimo Tepetlalcualco,

Tlalneapantla, Estado de Mexico, Mexico, C.P.54090

P: 55-3682-2900

F: 55-3682-2937

C: 52

United States of America:

NSK CORPORATION www.us.nsk.com

HEAD OFFICE 4200 Goss Road, Ann Arbor, Michigan 48105, U.S.A.

NSK AMERICAN

TECHNOLOGY CENTER P: 734-913-7500 F: 734-913-7511 C: 1

CLARINDA PLANT

1100 N. First Street, Clarinda, Iowa 51632, U.S.A.

FRANKLIN PLANT

3400 Bearing Drive, Franklin, Indiana 46131, U.S.A.

LIBERTY PLANT

1112 East Kitchel Road, Liberty, Indiana 47353, U.S.A.

NSK PRECISION AMERICA, INC. www.npa.nsk.com

OFFICE/PLANT 3450 Bearing Drive, Franklin, Indiana 46131, U.S.A.

SAN JOSE

780 Montague Expressway, Suite 508, San Jose, California 95131, U.S.A.

NSK STEERING SYSTEMS AMERICA, INC. www.nssa.nsk.com

OFFICE/PLANT 110 Shields Drive, Bennington, Vermont 05201, U.S.A.

ANN ARBOR

802-442-5448 F: 802-442-2253 C: 1

ANN ARBOR

4200 Goss Road, Ann Arbor, Michigan 48105, U.S.A.

NSK-WARNER U.S.A., INC.

TROY 3001 West Big Beaver Road, Suite 701, Troy, Michigan 48084, U.S.A.

NSK LATIN AMERICA, INC. www.la.nsk.com

MIAMI 2500 NW 107th Avenue, Suite 300, Miami, Florida 33172, U.S.A.

P: 305-477-0605

F: 305-477-0377

C: 1

<As of July 2009>

For the latest information, please refer to the NSK website.

NSK Ltd. has a basic policy not to export any products or technology designated as controlled items by export-related laws. When exporting the products in this brochure, the laws of the exporting country must be observed. Specifications are subject to change without notice and without any obligation on the part of the manufacturer. Every care has been taken to ensure the accuracy of the data contained in this brochure, but no liability can be accepted for any loss or damage suffered through errors or omissions. We will gratefully acknowledge any additions or corrections.

Biura sprzedaży NSK – Europa, Bliski Wschód i Afryka

Polska i Europa Środkowo-Wschodnia

NSK Polska Sp. z o.o.
Warsaw Branch
Ul. Migdałowa 4/73
02-796 Warszawa
Tel. +48 22 645 15 25
Fax +48 22 645 15 29
info-pl@nsk.com

Bliski Wschód

NSK Bearings Gulf Trading Co.
JAFZA View 19, Floor 24 Office 2/3
Jebel Ali Downtown,
PO Box 262163
Dubai, UAE
Tel. +971 (0) 4 804 8202
Fax +971 (0) 4 884 7227
info-me@nsk.com

Francja

NSK France S.A.S.
Quartier de l'Europe
2, rue Georges Guynemer
78283 Guyancourt Cedex
Tel. +33 (0) 1 30573939
Fax +33 (0) 1 30570001
info-fr@nsk.com

Hiszpania

NSK Spain, S.A.
C/ Tarragona, 161 Cuerpo Bajo
2ª Planta, 08014 Barcelona
Tel. +34 932 89 27 63
Fax +34 934 33 57 76
info-es@nsk.com

Niemcy, Austria, Szwajcaria, kraje Beneluksu, Skandynawia

NSK Deutschland GmbH
Harkortstraße 15
40880 Ratingen
Tel. +49 (0) 2102 4810
Fax +49 (0) 2102 4812290
info-de@nsk.com

Republika Południowej Afryki

NSK South Africa (Pty) Ltd.
27 Galaxy Avenue
Linbro Business Park
Sandton 2146
Tel. +27 (011) 458 3600
Fax +27 (011) 458 3608
nsk-sa@nsk.com

Rosja

NSK Polska Sp. z o.o.
Russian Branch
Office I 703, Bldg 29,
18th Line of Vasilievskiy Ostrov,
Saint-Petersburg, 199178
Tel. +7 812 3325071
Fax +7 812 3325072
info-ru@nsk.com

Turcja

NSK Rulmanları Orta Doğu Tic. Ltd. Şti
19 Mayıs Mah. Atatürk Cad.
Ulya Engin İş Merkezi No: 68/3 Kat. 6
P.K.: 34736 - Kozyatağı - İstanbul
Tel. +90 216 4777111
Fax +90 216 4777174
turkey@nsk.com

Wielka Brytania

NSK UK LTD.
Northern Road, Newark
Nottinghamshire NG24 2JF
Tel. +44 (0) 1636 605123
Fax +44 (0) 1636 643276
info-uk@nsk.com

Włochy

NSK Italia S.p.A.
Via Garibaldi, 215
20024 Garbagnate
Milanese (MI)
Tel. +39 02 995 191
Fax +39 02 990 25 778
info-it@nsk.com

Zapraszamy na naszą stronę internetową: www.nskeurope.pl | Global NSK: www.nsk.com

