

MOTION & CONTROL

NSK

SUPER PRECISION BEARINGS



ŁOŻYSKA SUPERPRECYZYJNE

Wprowadzenie

W miarę rozwoju technologii udziałem wszystkich producentów staje się globalna odpowiedzialność za poszanowanie i ochronę środowiska. Produkty NSK Motion and Control stanowią odzwierciedlenie naszego korporacyjnego zobowiązania do bycia odpowiedzialnymi wobec środowiska. Nasze wyroby nie tylko poprawiają osiągi maszyn w szeregu przemysłów, ale także oszczędzają energię i chronią zasoby dzięki naszym wyjątkowo precyzyjnym technologiom obróbki maszynowej.



Dla realizacji potrzeb wysoce wyspecjalizowanego przemysłu obrabiarkowego wykorzystaliśmy wszystkie i każde aspekty naszych możliwości w zakresie badań i rozwoju, którymi dysponują nasze Centra Technologiczne. W rezultacie, łożyska precyzyjne NSK są wykorzystywane także w szeregu rozmaitych branż, takich jak produkcja półprzewodników czy robotów przemysłowych i zyskały reputację ze względu na swoje znakomite działania.

Zakupienie przez NSK firmy RHP (Europe) pozwoliło nam na połączenie naszych wspólnych doświadczeń i wiedzy eksperckiej oraz na ujednoczenie naszych silnych stron w projektowaniu. W rezultacie, nasze łożyska są znane ze swojej wyjątkowej dokładności i niezawodności.

Katalog ten wyjaśnia materiały techniczne, w tym także nasze najnowsze badania i dane eksperymentalne, rozmaite zastosowania, typy dostępnych łożysk precyzyjnych oraz właściwe wykorzystanie każdego określonego typu łożyska.

Nasze zobowiązanie do Badań i Rozwoju jako środków opracowywania wiodącej technologii uczyniło z NSK jedną z wiodących firm produkujących łożyska i przeniosiło koncepcję jakości na nowy, wyższy poziom, z korzyścią dla naszych klientów.

ŁOŻYSKA SUPERPRECYZYJNE

Spis treści

	Strona
Część 1. Superprecyzyjne łożyska NSK	4–9
Globalna sieć	4
Badania i rozwój	6
Kontrola jakości i technologia wytwarzania	8
Część 2. Charakterystyka łożysk precyzyjnych	10–29
Technologia metalurgiczna zwiększająca trwałość łożysk.	12
Ceramiczne elementy toczne	14
Koszyki	16
Asortyment wyrobów	18
Charakterystyka pracy każdego typu łożyska.	20–29
Część 3. Wybór łożysk precyzyjnych.	30–41
Część 4. Typy łożysk	42–117
1. Łożyska kulkowe skośne (ACBB)	42–74
2. Łożyska walcowe (CRB)	76–85
3. Łożyska kulkowe wzdłużne skośne.	86–95
4. Łożyska kulkowe wzdłużne skośne dla śrub kulkowych	96–103
5. Precyzyjne łożyska kulkowe głębokorowkowe	104–109
6. Przyrządy pomiarowe i lubrykatory powietrzno-olejowe	110–117
Część 5. Przewodnik techniczny	118–175
Część 6. Obsługa łożysk	176–197
Część 7. Załączniki	198–210

Globalna sieć

Nasza globalna sieć jest kluczem do naszej możliwości rozwijania innowacyjnych wyrobów, które wykorzystują najnowsze technologie.

Sieć łączy każdą gałąź sprzedaży, centrum dystrybucyjne, zakład produkcyjny i centrum technologiczne, a także umożliwia nam gromadzenie najnowszych informacji z każdej lokalizacji. Dane są natychmiast dostępne w każdej części sieci, czego rezultatem są wyroby o najwyższej jakości.

Nasz globalny system obejmuje także działania takie jak odbieranie i przetwarzanie zamówień, wysyłka wyrobów i dostarczanie wsparcia technicznego.

Globalna sieć NSK oznacza doskonałe wyroby i najwyższej jakości obsługę klienta.



NSK stworzyła system komunikacyjny, który łączy główne światowe rynki w Europie, Azji, Japonii i obu Amerykach. Wykorzystujemy ten wysokorozwinięty system do dzielenia się informacjami,

w czasie rzeczywistym, dotyczącymi zmian i tendencji na każdym z rynków. W rezultacie, możemy błyskawicznie reagować na zmieniające się potrzeby klientów dostarczając im najlepsze, wysokiej jakości wyroby. Nasza globalna sieć czyni z NSK prawdziwie globalną firmę. Jesteśmy zdatni do przekraczania granic, aby zaspokoić potrzeby naszych globalnych klientów.

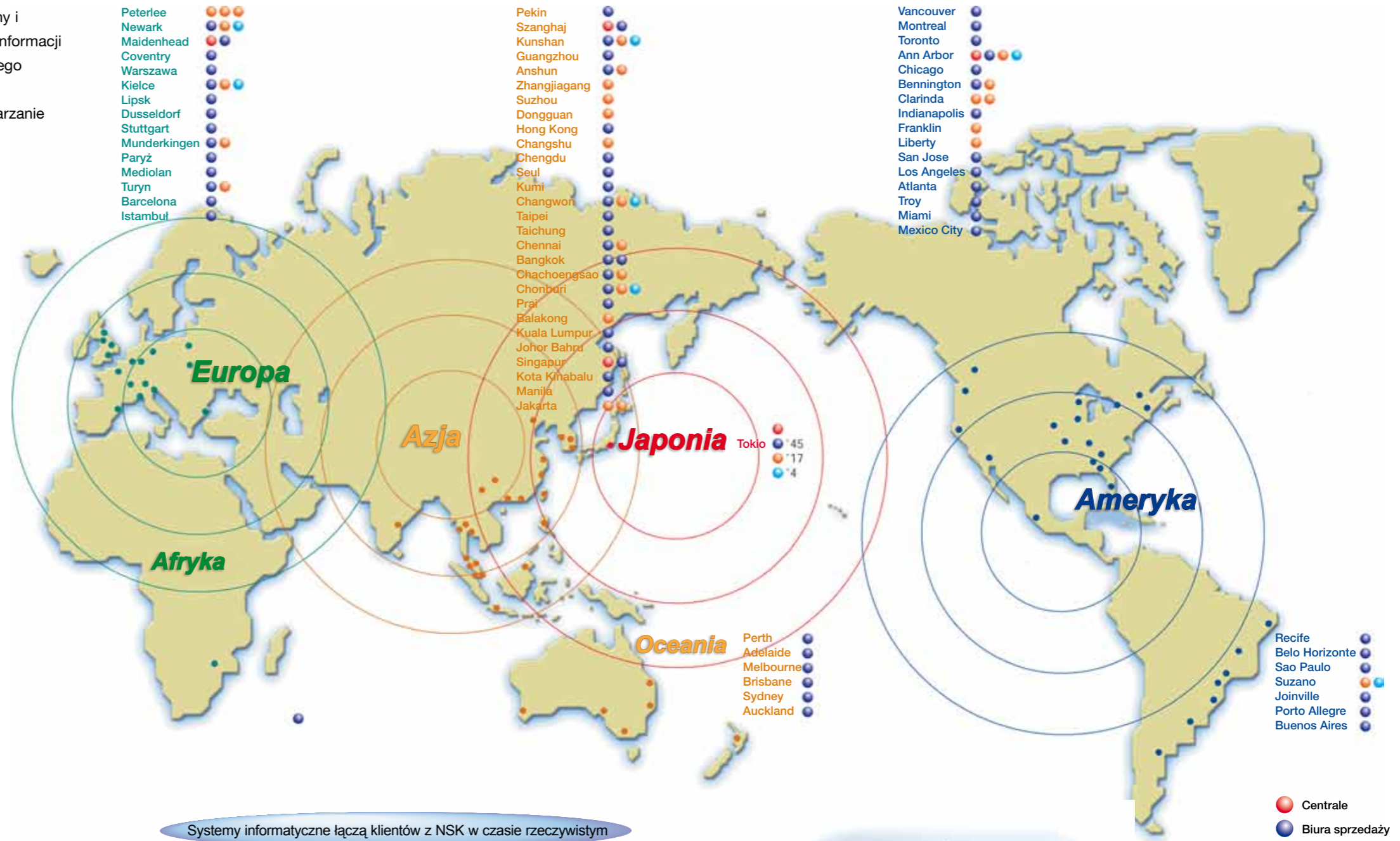


Gdziekolwiek na świecie jest nasz klient, tam jest też nasza globalna sieć wsparcia.

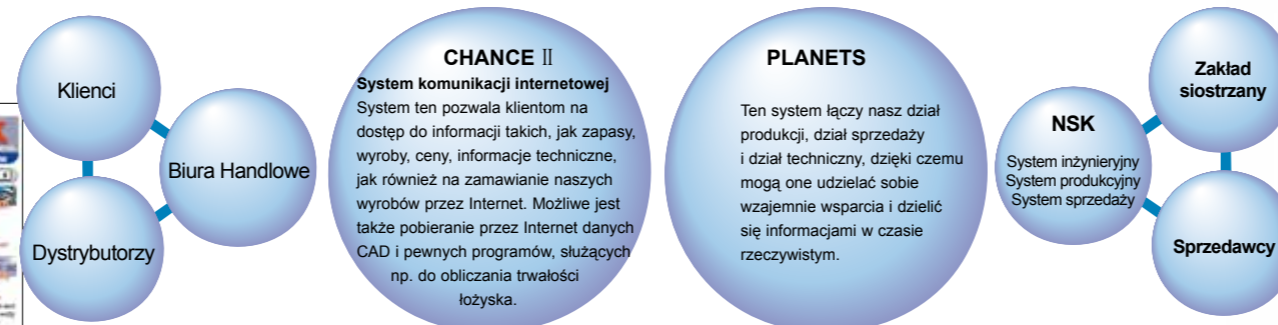
Nasza szeroka globalna sieć jest zdolna do przyjmowania zamówień i dostarczania wyrobów w dowolnym miejscu na świecie. Dystrybutorzy NSK pokrywają świat i utrzymują zapasy wyrobów o krytycznym znaczeniu we wszystkich głównych rynkach i lokalizacjach, umożliwiając bezzwłoczne dostarczanie wyrobów do klientów. NSK zapewnia również globalnie wsparcie klienta, pomagające określić klientom najlepsze łożyska dla każdego zastosowania i reagujące szybko na wszelkie pytania i zajmujące się natychmiast wszelkimi problemami, jakie mogą mieć nasi klienci.



<http://www.nsk.com>



Systemy informatyczne łączą klientów z NSK w czasie rzeczywistym



CHANCE II
System komunikacji internetowej
System ten pozwala klientom na dostęp do informacji takich, jak zapasy, wyroby, ceny, informacje techniczne, jak również na zamawianie naszych wyrobów przez Internet. Możliwe jest także pobieranie przez Internet danych CAD i pewnych programów, służących np. do obliczania trwałości łożyska.

CHANCEII
Wygodne, pomocne środowisko dostępne dla NSK Communication Exchange II.

PLANETS
Ten system łączy nasz dział produkcji, dział sprzedaży i dział techniczny, dzięki czemu mogą one udzielać sobie wzajemnie wsparcia i dzielić się informacjami w czasie rzeczywistym.

PLANETS
Praktyczne połączenie poprzez system technologiczny e-business NSK



Badania i rozwój

Komunikując się przez naszą globalną sieć, Centra Technologiczne w Europie, Amerykach i Japonii biorą udział w ciągłej wymianie idei, odzwierciedlającej zobowiązanie NSK do badań i rozwoju.

Kluczową technologią NSK jest trybologia: badanie tarcia i zużycia.

Zmniejszając tarcie i zużycie się można oszczędzać energię i chronić zasoby, w ten sposób zapobiegając awariom maszyn i zwiększając ich niezawodność. NSK prowadzi Centra Technologiczne zlokalizowane w Europie, Stanach Zjednoczonych i Japonii. Koncentrują się one na trybologii jako środku opracowywania innowacyjnych nowych technologii. Każde z Centrów Technologicznych udziela wsparcia klientom w regionie i wszystkie komunikują się nieustannie poprzez naszą globalną sieć, wymieniając się nowymi informacjami i odkryciami. Centrum Technologiczne w Japonii działa jak bezpośrednie wsparcie dla klientów z Azji. Stanowi ono także centrum, które systematycznie zbiera informacje dotyczące potrzeb rynkowych w Europie, Azji i Amerykach w celu identyfikacji potrzeb i tendencji rynkowych, po to, by umożliwić NSK agresywne opracowywanie produktów następnej generacji.

Proponowanie nowego podejścia do wartości Rozwój nowych technologii

NSK rozwija cztery podstawowe technologie:

analizę, materiały, smarowanie i oceny zdatności.

Wykorzystując te technologie, NSK tworzy nowe wyroby spełniające unikatowe wymagania każdego zastosowania. Podejście to zapewnia prawdziwą wartość dla klientów.

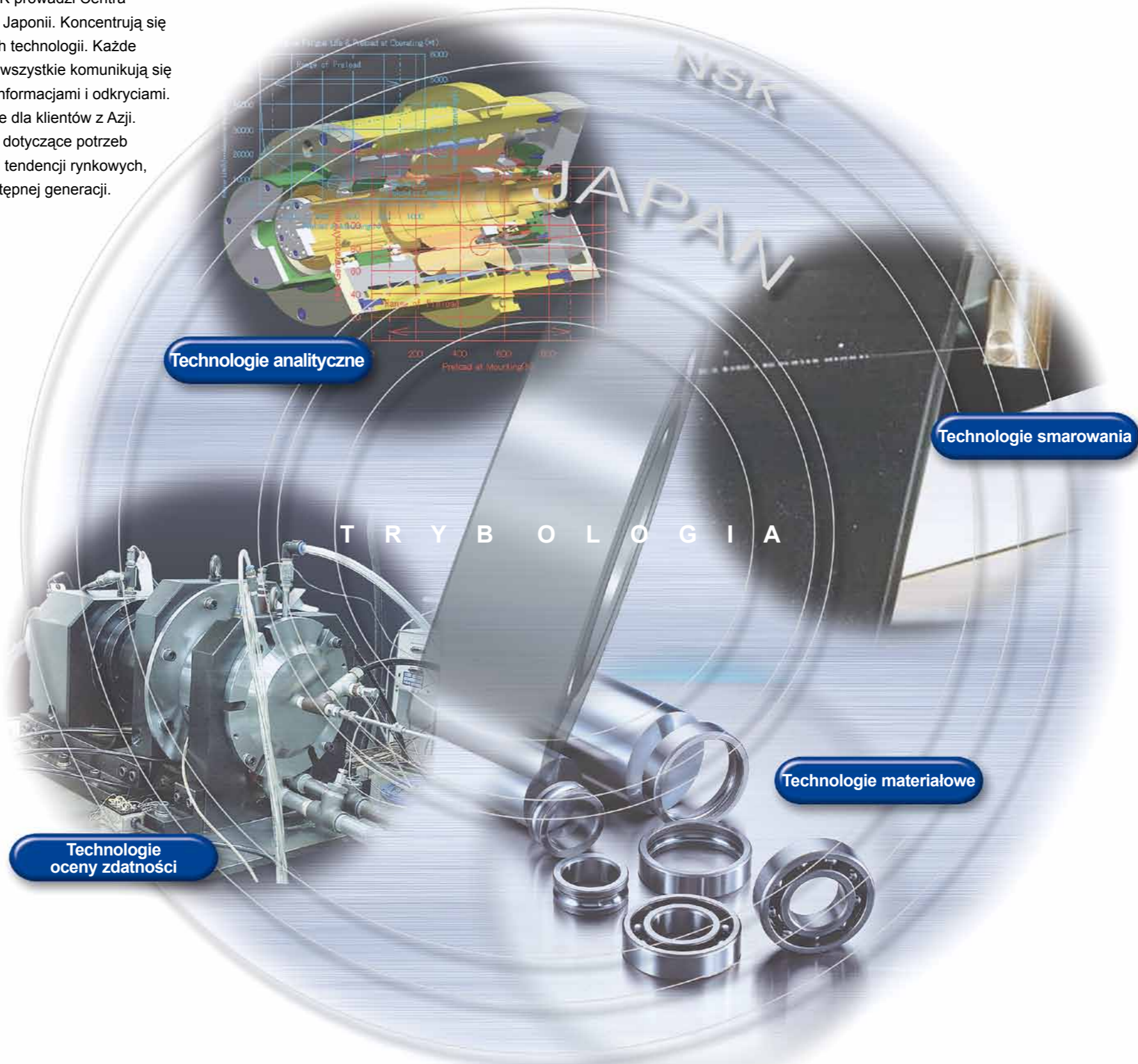
Zindywidualizowane wyroby dla unikatowych zastosowań klientów

Każde Centrum Technologiczne pracuje w ścisłej współpracy z klientami, określając dokładnie potrzeby związane z zastosowaniami. Dzięki temu możemy im pomagać w znalezieniu właściwego wyrobu NSK dla każdego zastosowania, co maksymalizuje wydajność i efektywność kosztową.

Na żądanie możemy także dostarczyć w pełni zindywidualizowane wyroby, spełniające wysoko wyspecjalizowane potrzeby klienta.

Wsparcie klienta zapewniane przez Centrum Technologiczne

Oprócz badań podstawowych, każde Centrum Technologiczne zapewnia wsparcie techniczne dla klientów w swoim regionie. Dzięki temu wsparciu nasi klienci mogą używać wyrobów NSK tak, aby wykorzystać je jak najlepiej.



Technologie analityczne

Technologie smarowania

Technologie materiałowe

Technologie oceny zdatności



Centrum Technologiczne Łożysk
(Japonia)



Europejskie Centrum Technologiczne
(Anglia)



Amerykańskie Centrum Technologiczne
(Stany Zjednoczone)

Jakość i produkcja

Wykorzystujemy najnowsze technologie wytwarzania i techniki kontroli jakości w celu wyprodukowania wyrobów, które cieszą się opinią najdokładniejszych na świecie.

Łożyska precyzyjne NSK zapewniają najwyższy stopień jakości z uwagi na nasze możliwości produkcyjne, najnowocześniejsze wyposażenie, szeroką wiedzę ekspercką w dziedzinie produkcji oraz nasze zobowiązanie do stosowania takich samych rygorystycznych procedur kontroli jakości na każdym etapie procesu produkcji w każdym zakładzie NSK.

Technologie wytwarzania dające wyroby o najwyższej dokładności

Dla podtrzymania naszej reputacji związanej z wytwarzaniem łożysk precyzyjnych o najwyższej dokładności na świecie, wszystkie łożyska precyzyjne są sprawdzane z dokładnością nanometryczną.



Produkcja globalna w Anglii i Japonii

Łożyska precyzyjne NSK są produkowane w Anglii i Japonii. Połączona wiedza ekspercka obu tych zakładów produkcyjnych oraz ich globalne lokalizacje pozwalają nam zaspokoić każdą potrzebę klientów.



Zakład produkcyjny NSK w Newark

Zakład produkcyjny NSK w Fujisawa

Pełna kontrola jakości i odpowiedzialność za środowisko

Każdy zakład produkcyjny NSK przestrzega tych samych ścisłych standardów kontroli jakości, co potwierdza certyfikat ISO 9001 przyznany firmie. Częste kontrole jakości stanowią część procesu produkcyjnego dla zapewnienia, że wszystkie nasze produkty utrzymują ten sam wysoki poziom jakości. Nasza firma posiada także certyfikat ISO 14001 i wszystkie nasze zakłady działają na najwyższym poziomie odpowiedzialności za środowisko.



Certyfikat ISO 14001

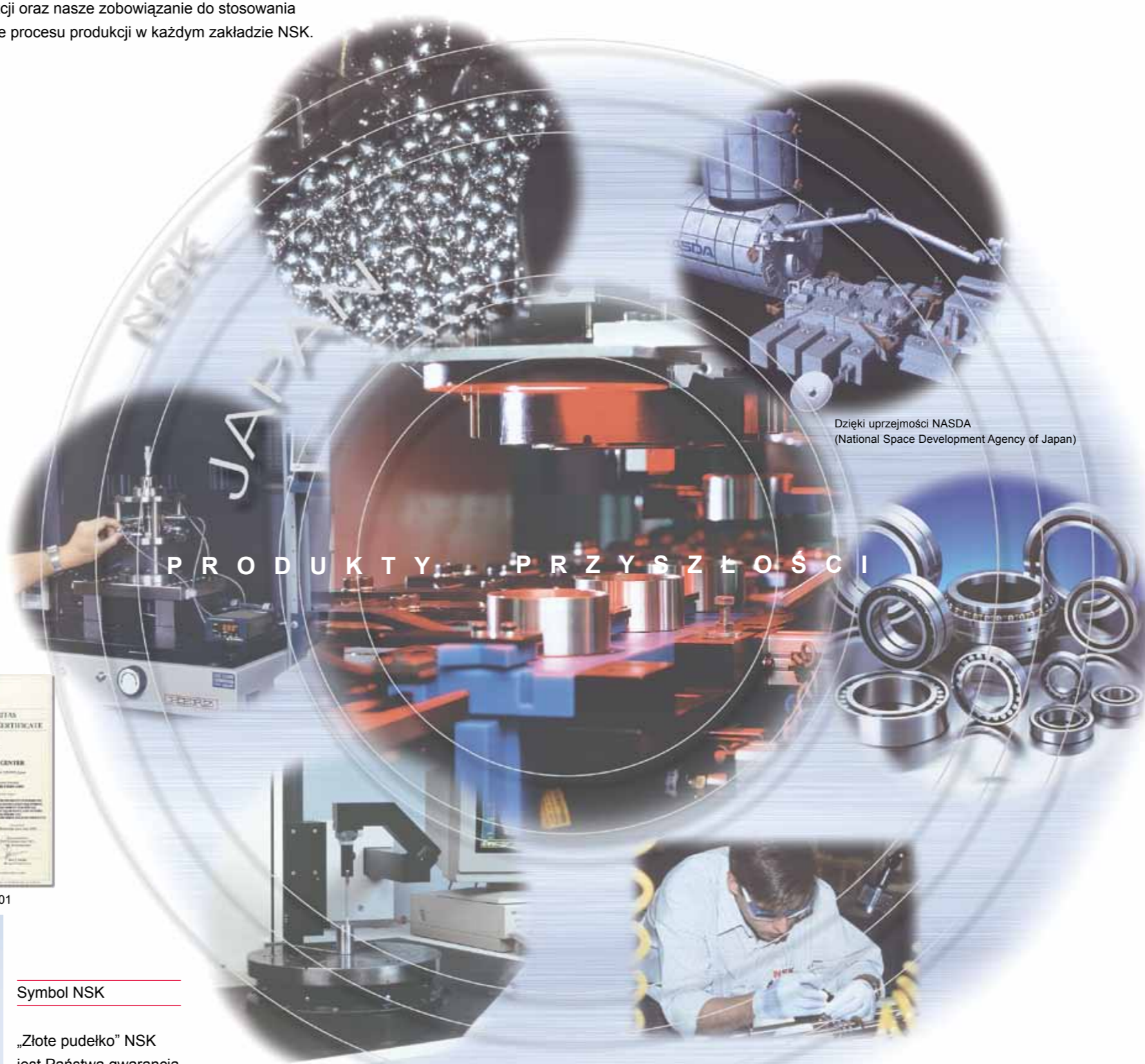


Certyfikat ISO 9001



Symbol NSK

„Złote pudełko” NSK jest Państwa gwarancją absolutnie najwyższego poziomu jakości.



Dzięki uprzejmości NASDA (National Space Development Agency of Japan)



Zakład produkcyjny w Newark



Produkcja łożysk (zakład w Newark)



Proces kontroli (zakład w Fujisawa)



Obróbka maszynowa (zakład w Fujisawa)

KONCEPCJA

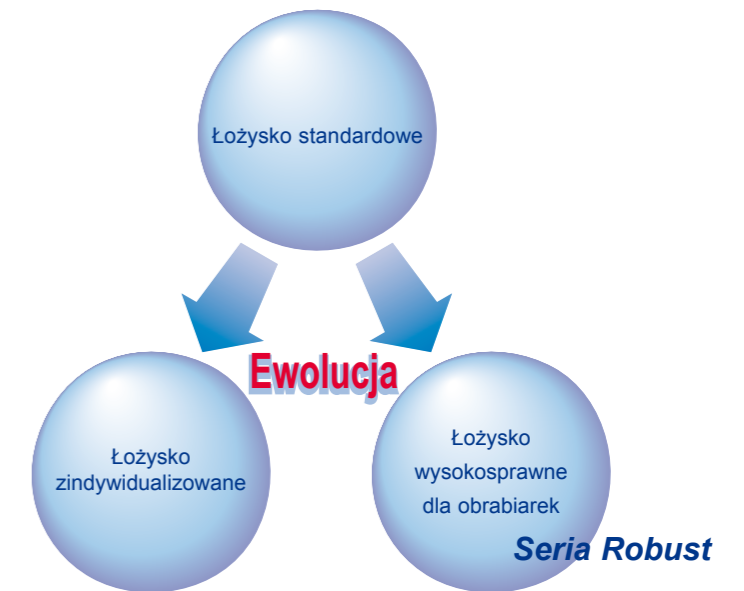
Wysokie osiągi dla następnej generacji: technologia wysokosprawna

Naszym celem jest perfekcja

NSK nieustannie rzuca wyzwanie status quo poszukując nowych możliwości. Ponieważ nasza filozofia projektowania nie pozwala nam na obniżanie jakości w produkcji, staramy się opracowywać całościowe rozwiązania technologiczne. Używając najnowszych technologii materiałowych i analitycznych możemy zaprojektować i wytworzyć wyjątkowe, wysokosprawne łożyska precyzyjne. NSK będzie zawsze dążyć do osiągnięcia jakości i osiągnięć, które będą wymagane od następnej generacji łożysk.



Trwałe i wysokosprawne łożyska precyzyjne NSK



W zależności od każdego zastosowania i warunków pracy mu towarzyszących możliwe są następujące wybory:

Standardowe łożyska precyzyjne NSK

Seria standardowych łożysk precyzyjnych NSK obejmuje szeroki asortyment rozmiarów i jest zgodna z normami ISO. Łożyska są wykonywane ze stali Z, stali łożyskowej o dużej czystości SUJ2, która powoduje zwiększenie trwałości łożyska.

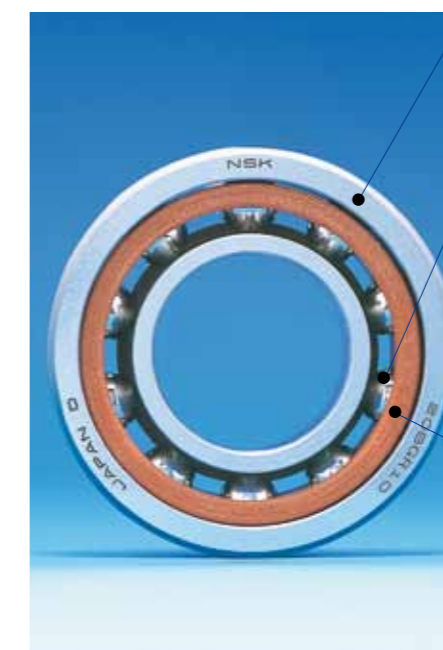
Wysokosprawne łożyska dla obrabiarek

Wykorzystując nowe technologie materiałowe i analityczne dla zoptymalizowania budowy pod kątem pracy z dużą prędkością, NSK opracowała serię ROBUST wysokosprawnych łożysk dla wrzecion obrabiarek.

Łożyska zindywidualizowane

NSK dostarcza łożyska zindywidualizowane wykorzystując zaawansowane materiały i optymalną budowę, dopasowane do każdego zastosowania i warunków pracy.

Elementy łożysk NSK o kontrolowanej jakości



Materiał bieżni

NSK wykorzystuje jedynie wybrane materiały, takie jak stal Z lub stal EP, dla zwiększenia długowieczności łożysk. Stal SHX zapewnia działanie odporne na zatarcia przy wyjątkowo dużych obrotach łożyska.

Materiał elementów tocznych

Łożyska NSK zapewniają wysokie osiągi przy wyjątkowo dużych prędkościach roboczych dzięki zastosowaniu kulek stalowych o wyjątkowo dużej dokładności lub wysokosprawnych, lekkich ceramicznych elementów tocznych.

Koszyk

Koszyki NSK, wykonane z materiałów takich, jak żywica fenolowa, poliamid i nowo opracowany polimer, oferują korzyści w postaci odporności na wysoką temperaturę, niskiej wagi i wysokiej sztywności. Koszyki NSK zapewniają niezawodną pracę w szeregu zastosowań.

Technologie materiałowe zwiększające trwałość łożyska

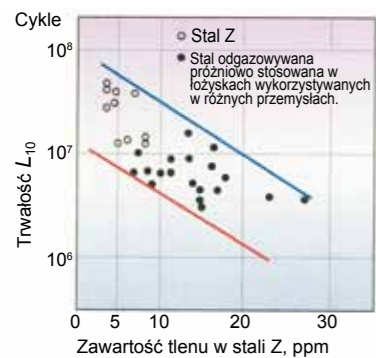
Zaawansowane materiały połączone ze ścisłą kontrolą jakości pozwalają łożyskom NSK na uzyskanie dużej trwałości i wysokich osiągnięć

Jest faktem dobrze znanym, że zmęczenie toczne wysokowęglowej chromowej stali łożyskowej (SAE52100, SUJ2) używanej do produkcji łożysk tocznych w dużym stopniu zależy od wtrąceń niemetalicznych. Próby trwałości pokazują, że tlenkowe wtrącenia niemetaliczne wywierają wyjątkowo niekorzystny wpływ na trwałość wynikającą ze zmęczenia tocznego. Firma NSK we współpracy z dostawcą stali poprawiła proces wytwarzania stali i warunki robocze w celu istotnego zredukowania zanieczyszczeń, osiągając w ten sposób zmniejszenie ilości tlenkowych wtrąceń niemetalicznych. Rezultatem jest długowieczna stal Z i stal EP.

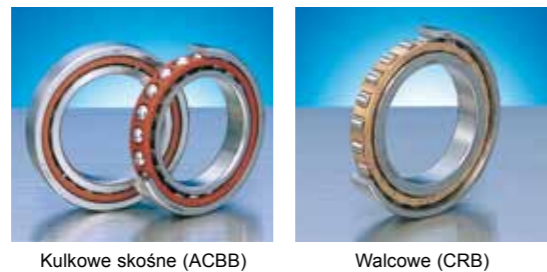
Materiał o dużej trwałości **Stal Z**

Charakterystyka stali Z

Stal Z jest produkowana poprzez zmniejszenie liczby wtrąceń niemetalicznych, tlenków i innych wtrąceń, takich jak Ti lub S, w stali. Łożyska wykonane z tej stali charakteryzują się znacząco zwiększoną trwałością w porównaniu do konwencjonalnej stali odgazowywanej próżniowo (zwiększenie do 1,8 raza).



NSK wykorzystuje stal Z jako materiał standardowy



Stal o wyjątkowo dużej trwałości i niezawodności **Stal EP**

Charakterystyka stali EP

Łożyska wykonane ze stali EP charakteryzują się zwiększoną niezawodnością z powodu minimalnej zmienności czasu życia wynikającej z zastosowania nowej techniki oceny zdatności i znaczącego zmniejszenia ilości zanieczyszczeń.

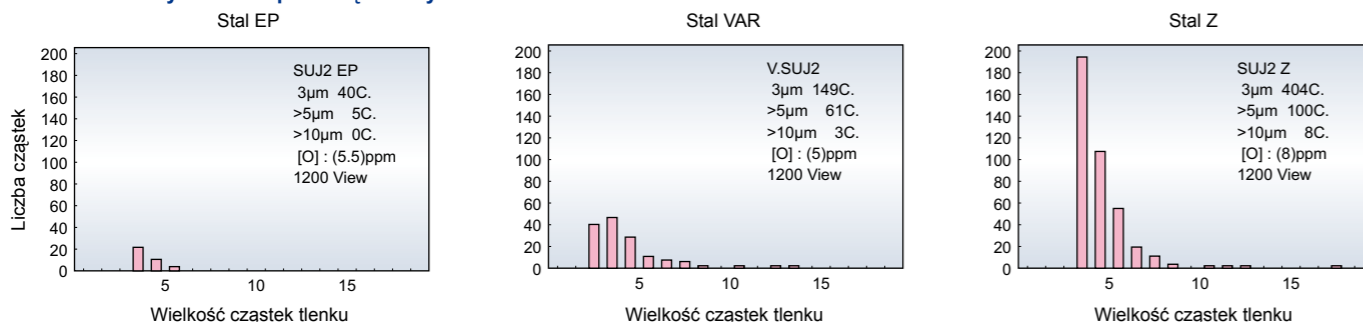
Nowa technika oceny zdatności

W celu poprawienia oceny zdatności tlenkowych wtrąceń niemetalicznych firma NSK opracowała metodę NSK-ISD2 – system analizy obrazu i specjalna procedura produkcji stali.

Ulepszenie procedur produkcji stali

Wprowadzenie tej nowej techniki do technologii produkcji stali dało w rezultacie znaczącą poprawę czystości i zmniejszenie ilości wtrąceń niemetalicznych w porównaniu do stali Z. Stal EP charakteryzuje się mniejszą ilością dużych cząstek w porównaniu do stali przetapianej w łukowym piecu próżniowym (VAR) lub konwencjonalnie oczyszczanej stali Z.

Porównanie czystości za pomocą analizy obrazu



Łożyska do śrub kulkowych wykonane ze stali EP do zastosowań w obrabiarkach

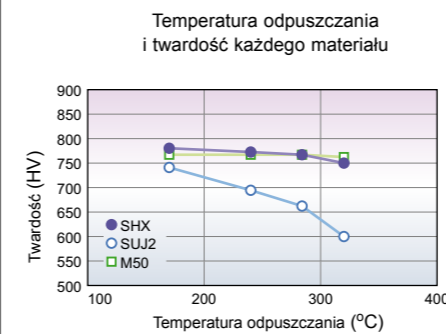
Specjalna stal odporna na temperaturę, zwiększa trwałość łożysk używanych w zastosowaniach wymagających wyjątkowo dużych obrotów

Stal SHX

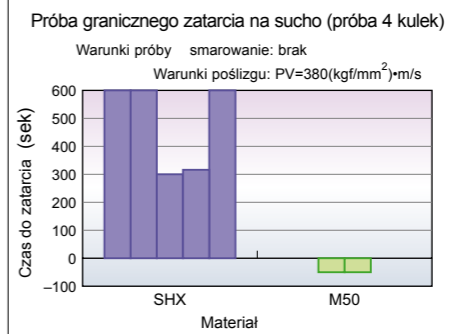
Charakterystyka stali SHX

SHX to specjalna stal odporna na wysoką temperaturę, powstała w wyniku zastosowania specjalnej technologii obróbki cieplnej opracowanej przez firmę NSK. Stal SHX ma zbliżoną odporność na temperaturę jak stal M50, która jest używana do produkcji łożysk wykorzystywanych w wałach głównych silników odrzutowych, gdzie temperatura dochodzi do 300°C. Ta odporność na temperaturę w połączeniu z mniejszym tarcieniem i odpornością na wgniatanie dają charakterystykę stali doskonale pasującej do łożysk stosowanych w wysokoobrotowych obrabiarkach. Numer patentu: 2961768JP

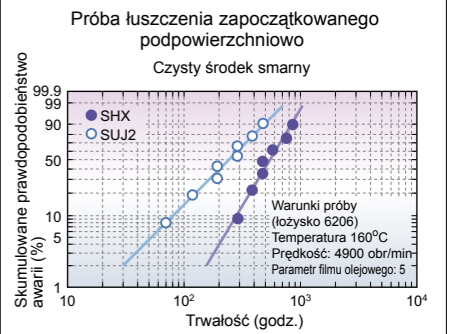
Odporność na temperaturę



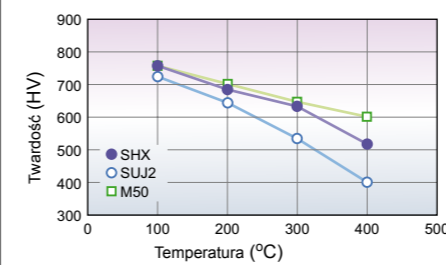
Odporność na zatarcie



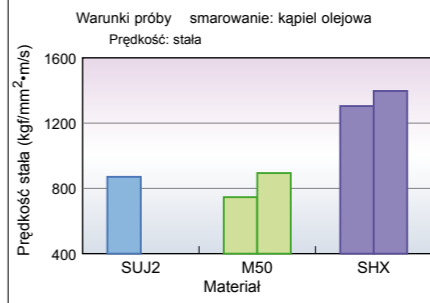
Trwałość zmęczeniowa



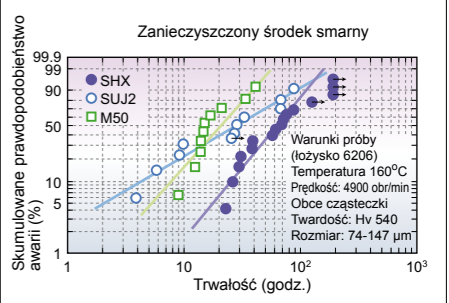
Twardość wysokotemperaturowa każdego materiału



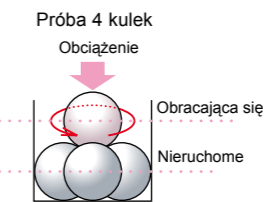
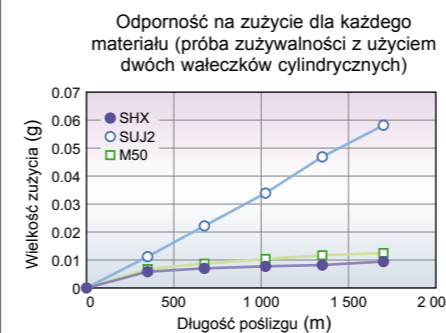
Próba granicznego zatarcia w kapie oleju (próba 4 kulek)



Próba łuszczenia zapoczątkowanego powierzchniowo

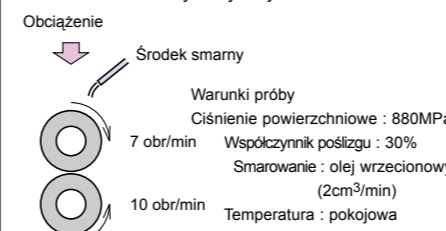


Odporność na zużycie



Łożyska wykonane ze stali SHX mają znacząco zwiększoną trwałość w porównaniu do łożysk ze stali SUJ2 (4 razy większą)

Próba zużywalności z użyciem dwóch wałeczków cylindrycznych



Wyroby wykonane ze stali SHX



Superszybkie kulkowe skośne (ACBB) Seria ROBUST typ X, XE



Superszybkie jednorzędowe walcowe (CRB) Seria ROBUST typ RX, RXH

Technologia materiałowa Ceramiczne elementy toczne

Duża szybkość, sztywność i niezawodność osiągane są dzięki zastosowaniu ceramicznych elementów tocznych

Hybrydowe łożyska ceramiczne mają wiele znakomych cech roboczych, takich jak odporność na temperaturę, zwiększona trwałość, niska waga, mniejsza rozszerzalność cieplna, brak przewodności elektrycznej i dlatego mogą być używane w nieskończonej liczbie zastosowań jako materiał nowej generacji. Doświadczenia firmy NSK w produkcji materiałów i łożysk doprowadziło nas do wykorzystania szczególnie jednego materiału ceramicznego, azotku krzemu (Si_3N_4), na elementy toczne w hybrydowych łożyskach ceramicznych. Te łożyska hybrydowe zdobyły sobie znakomitą reputację z uwagi na bardzo dużą prędkość roboczą połączoną z wysoką dokładnością; połączenie takie nie jest osiągalne w łożyskach, w których zastosowano stalowe elementy toczne.



Precyzyjne ceramiczne łożysko kulkowe skośne



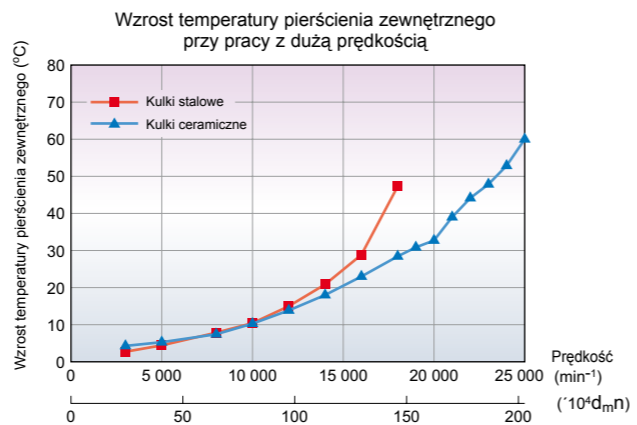
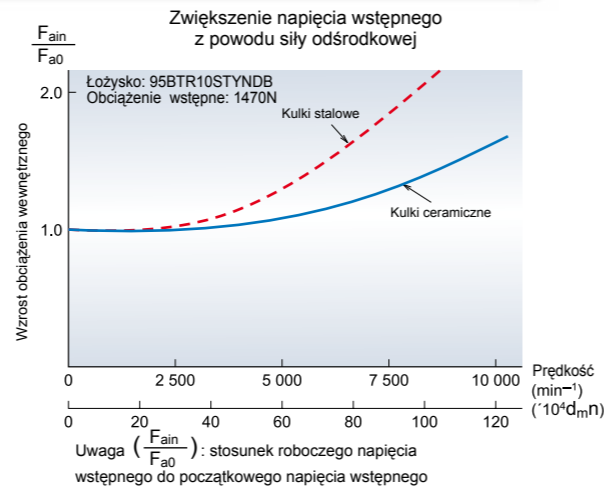
Znakomita praca z dużą prędkością

Niska waga
Ponieważ gęstość materiału jest 40% niższa od gęstości stali, siła odśrodkowa wywołwana przez elementy toczne jest mniejsza, co zwiększa trwałość łożyska.

Niski współczynnik rozszerzalności liniowej
W zastosowaniach wymagających pracy z dużą prędkością, pomimo wysokiej temperatury łożyska, dzięki temu niskiemu współczynnikowi możliwe jest mniejsze napięcie wstępne i mniejsze nagrzewanie się łożyska.

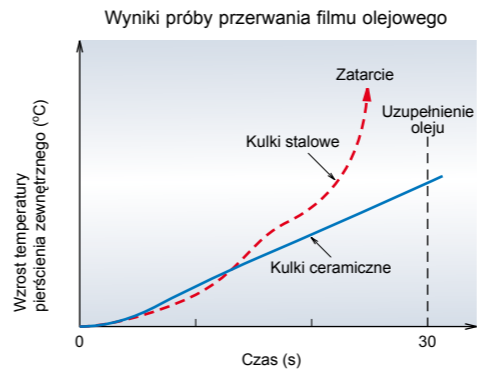
Niskie tarcie
Poślizg elementów tocznych podczas pracy jest zredukowany, co daje w rezultacie mniejsze nagrzewanie się łożyska.

Łożysko: 65BNR10XTDB+KL144
Smarowanie: smar (Isoflex NBU15)
Napięcie wstępne pozycyjne (brak chłodzenia przeponowego)
Napięcie wstępne po montażu: 300 (N)



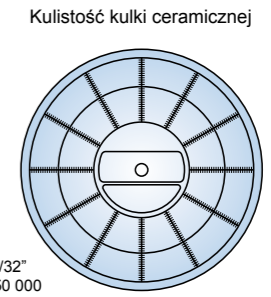
Odporność na zatarcie

W porównaniu do elementów stalowych, elementy ceramiczne mają wyższą odporność na zatarcie



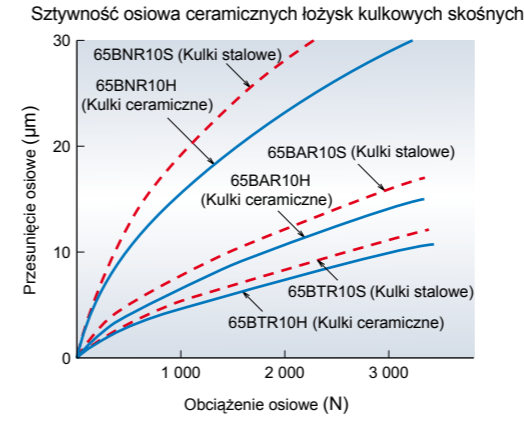
Wysoka dokładność dzięki technologii produkcji

Ekspertka wiedza NSK w dziedzinie produkcji kulek i wałeczków, ulepszenia procesu spiekania oraz klasa materiałów umożliwiają firmie NSK produkowanie kulek i wałeczków o większej dokładności.



Wysoka sztywność

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



Wysoka jakość dzięki wyborowi najlepszych materiałów

Dzięki włączeniu zakupu materiałów do systemu zapewniania jakości, łożyska NSK z ceramicznymi elementami tocznymi są doskonale akceptowane przez użytkowników jako łożyska o najwyższej jakości.

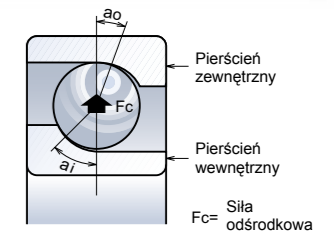
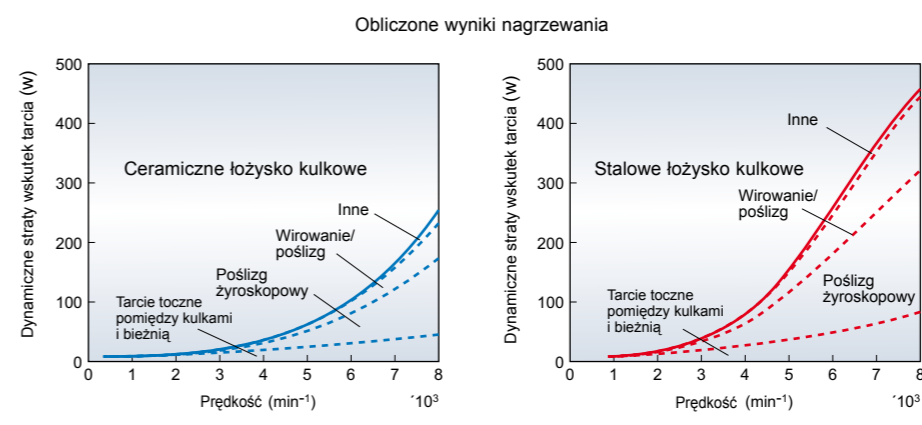


Wysoka prędkość robocza kulek i wałeczków

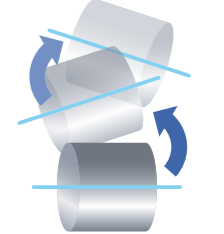
Zastosowanie ceramicznych elementów tocznych w:

Kulkowe skośne (ACBB): małe siły odśrodkowe zmniejszają moment żyroskopowy i wirowanie/poślizg podczas pracy z dużą prędkością.

Wałcowe (CRB): małą gęstość materiału zmniejsza nagrzewanie powodowane zukosowaniem wałeczków.



Kulkowe skośne (ACBB): Różnice kąta działania łożyska przy pracy z dużą prędkością



Wałcowe (CRB): Zukosowanie wałeczków przy pracy z dużą prędkością

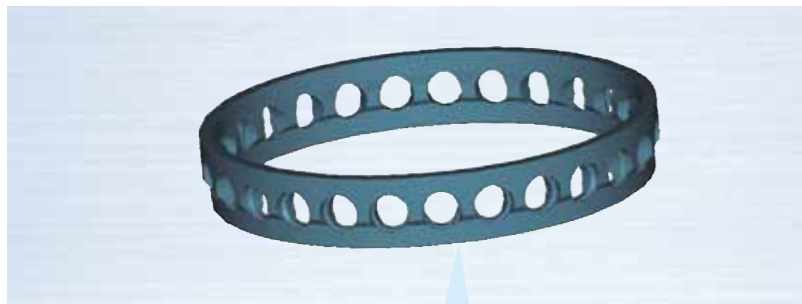
Koszyki z polimeru modyfikowanego przeznaczone do pracy z dużą prędkością

Materiały polimerowe są szeroko używane do wytwarzania koszyków łożyskowych z uwagi na ich mały ciężar (1/6 gęstości w porównaniu do mosiądzu), dobrą formowalność i dużą odporność na korozję. Polimery mogą być modyfikowane w celu osiągnięcia mniejszego tarcia, a przez to mniejszego nagrzewania i umożliwienia pracy z większą prędkością. Polimery mogą być modyfikowane dla zwiększenia trwałości, co z kolei przedłuża trwałość smaru. Koszyk z polimeru modyfikowanego jest doskonale dopasowany do łożysk wykorzystywanych we wrzecionach obrabiarek.

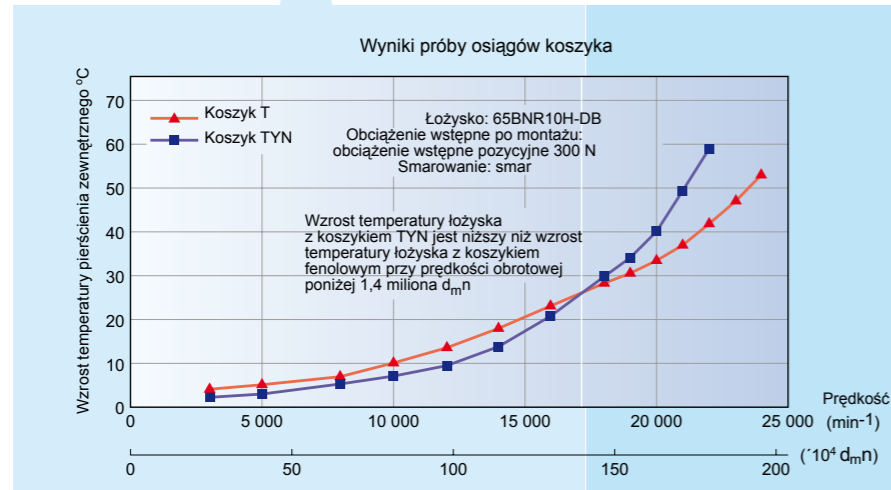
Koszyki do łożysk kulkowych skośnych

Koszyk poliamidowy prowadzony na kulkach z polimeru modyfikowanego (TYN)

- Specjalna budowa daje mniejsze tarcie i hałas.
- Koszyk jest wyjątkowo skuteczny w przypadku smarowania smarem. Wewnętrzna wolna przestrzeń łożyska w tym koszyku jest większa niż w przypadku koszyka prowadzonego na pierścieniu zewnętrznym, dzięki czemu możliwe jest nałożenie większej ilości smaru do łożyska.
- Łożysko z tym koszykiem i smarowane smarem ma krótszy czas docierania niż łożysko z koszykiem fenolowym (tekstolitowym).



Superszybkie łożysko kulkowe skośne (ACBB) serii ROBUST



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

- Ruch obrotowy koszyka prowadzonego na pierścieniu zewnętrznym jest bardziej stabilny w przypadku pracy z dużą prędkością.



Standardowe łożysko kulkowe skośne (ACBB) serii STANDARD
Superszybkie łożysko kulkowe skośne (ACBB) serii ROBUST

Koszyk łożyska walcowego

Koszyk prowadzony na wałeczkach o wysokiej wytrzymałości z PPS (PolyPhenyleneSulfide), polimer modyfikowany (TB)

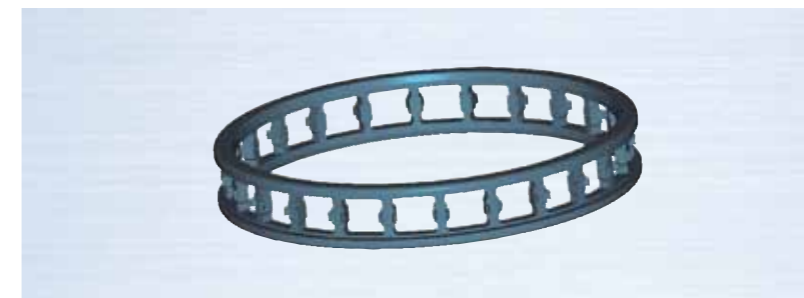
- Odporność na wysoką temperaturę do maksimum 220°C.
- Pełna odporność chemiczna na większość kwasów, zasad i związków organicznych.
- Właściwości fizyczne obejmują dużą wytrzymałość, twardość, odporność na zużycie i zmęczenie w porównaniu do obecnego materiału wykorzystywanego w koszykach poliamidowych.



Dwurzędowe łożysko walcowe (CRB) serii High Rigidity

Koszyk prowadzony na pierścieniu zewnętrznym o wysokiej wytrzymałości na temperaturę z PEEK (PoliEteroEteroKeton), polimer modyfikowany (TP)

- Odporność na wysoką temperaturę do maksimum 240°C.
- Znakomita odporność na zużycie i dostosowanie do minimalnego smarowania olejowego.
- Właściwości fizyczne obejmują dużą wytrzymałość, twardość, odporność na zużycie i zmęczenie.
- Stateczność wymiarowa daje minimalną deformację podczas pracy z dużą prędkością.



Superszybkie jednorzędowe łożysko walcowe (CRB) serii ROBUST

Koszyk prowadzony na wałeczkach, obrabiany maszynowo, mosiężny (MB, MR)

- Koszyk ten charakteryzuje się dużą odpornością na temperaturę, dużą wytrzymałością i sztywnością.

Różne koszyki



Koszyk fenolowy prowadzony na pierścieniu zewnętrznym

Koszyk mosiężny obrabiany maszynowo prowadzony na wałeczkach

Koszyk PPS prowadzony na wałeczkach

Koszyk PEEK prowadzony na pierścieniu zewnętrznym

Koszyk poliamidowy prowadzony na kulkach

Superprecyzyjne łożyska NSK – asortyment wyrobów

NSK dostarcza kilka typów łożysk superprecyzyjnych, w tym serię ROBUST łożysk wysokosprawnych, specjalne serie łożysk dla unikatowych i specjalistycznych zastosowań oraz standardowe serie łożysk.

Seria ROBUST stanowi wysokosprawną serię superprecyzyjnych łożysk NSK.



Seria Standard Łożyska kulkowe skośne o dużej precyzji **Seria Standard**
 Podstawowe łożyska superprecyzyjne NSK produkowane zgodnie z normą ISO.

- Serie 70xx, 72xx, 79xx
- Trzy typy kąta działania łożyska : 15° (C), 25° (A5), 30° (A)
- Dwa typy koszyków: fenolowy (TR) lub poliamidowy (TYN), zależnie od wymagań zastosowania
- Dwa typy materiału kulek: stalowe lub ceramiczne (SN24)



Seria Robust **Seria Standard** **Seria ROBUST** **Seria Standard**
 Ultraszybkie jednorzędowe łożyska walcowe
 Wysokosprawne łożyska walczkowe zaprojektowane do zastosowań wymagających wyjątkowo dużej prędkości, takich jak wrzeciona główne obrabiarek.

- Dwa typy materiału koszyka: mosiądz (MR)⁽¹⁾ i żywica PEEK (TP).
- Trzy typy materiału walczków: stalowe, SHX i ceramiczne
- Budowa typu RHX ROBUST dostosowana do wysokich prędkości, możliwość stosowania przy prędkościach do 3 milionów $d_m n$

(1) MR – koszyk używany w standardowych seriach



Seria Robust Ultraszybkie łożyska kulkowe skośne **Seria BNR, BER**
 Wysokosprawne łożyska opracowane do pracy z dużą prędkością przy małym wzroście temperatury. Odpowiednie do zastosowań w ultra precyzyjnych obrabiarkach i do pracy z wyjątkowo dużymi prędkościami.

- Dwa typy kąta działania łożyska: 18° (BNR), 25° (BER)
- Dwa typy materiału kulek: stalowe (typ S) lub ceramiczne (typ H i X)
- Dwa typy koszyków: fenolowy (TR) lub poliamidowy (TYN), zależnie od wymagań zastosowania
- Seria Robust może być także używana do zastosowań wymagających wyjątkowo dużych prędkości, przekraczających 3 miliony $d_m n$



Seria Standard Dwurzędowe łożyska walcowe **Seria High Rigidity**
 Zaprojektowane dla zapewnienia dużej sztywności w zastosowaniach wymagających dużej prędkości, takich jak wrzeciona tokarek.

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



Seria Robust Łożyska kulkowe skośne wzdłużne o dużej prędkości **Seria BAR, BTR**
 Łożyska skośne o dużej sztywności do tokarek.

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



Seria Special Łożyska kulkowe skośne wzdłużne do śrub kulkowych do obrabiarek
 Łożyska wzdłużne o dużej sztywności zaprojektowane specjalnie dla śrub kulkowych w obrabiarkach.

- Kąt działania łożyska: 60°
- Możliwość uniwersalnego dopasowania do każdej żądanej sztywności, specyfikacji lub cyklu życia
- Dostępna jest także linia ze smarowaniem wstępnym za pomocą specjalnego smaru
- Dostępna jest nowa seria, dostarczana z uszczelnieniem kontaktowym i smarem wodoodpornym



Seria BGR Łożyska kulkowe skośne o ultra dużej precyzji **Seria BGR**
 Łożyska wysokosprawne opracowane specjalnie dla szlifierek do otworów lub silników wysokoobrotowych ze stałym napięciem wstępnym.

- Zakres rozmiarów otworu: średnica 6–25 mm, kąt 15°
- Dwa typy materiału kulek: stalowe (typ S) lub ceramiczne (typ H i X)
- Typ nierozbieralny
- Kombinacje uniwersalne (DU i SU)



Seria Special Łożyska kulkowe skośne wzdłużne do śrub kulkowych do wtryskarek
 Budowa zapewniająca dużą nośność zwiększyła pięciokrotnie oczekiwaną trwałość w porównaniu do łożysk kulkowych do śrub kulkowych stosowanych w obrabiarkach o podobnym rozmiarze. Możliwe jest także zmniejszenie liczby rzędów.

- Łatwiejsza obsługa niż w przypadku łożysk kulkowych stożkowych lub łożysk baryłkowych wzdłużnych w wyniku nierozbieralnej budowy
- Optymalna budowa łożyska kulkowego skutkująca mniejszym momentem obrotowym
- Możliwość uniwersalnego dopasowania do każdej żądanej sztywności, specyfikacji lub cyklu życia



Seria Special Łożyska kulkowe skośne uszczelnione **Seria Special**
 Wstępnie nasmarowane i uszczelnione dla zmniejszenia problemów z obsługą. Odpowiednie do wrzecion obrabiarek.

- Superprecyzyjne łożyska kulkowe skośne serii Standard
- Ultraszybkie łożyska kulkowe skośne serii Robust
- Zakres rozmiarów otworu: średnica 30–100 mm w serii ISO 10 i 19 (70xx i 79xx)



Seria Special Łożyska kulkowe głębokorowkowe o dużej precyzji **Seria Special**
 Odpowiednie do silników wysokoobrotowych i precyzyjnych.

- Trzy typy koszyków: koszyk poliamidowy prowadzony na kulkach (T1X, TYA) i koszyk fenolowy prowadzony na pierścieniu wewnętrznym (T), wybór zależnie od zastosowania.
- Odpowiednie do pracy wymagającej niskiego poziomu hałasu lub wibracji.

Korzyści

- 1 Niewielkie nagrzewanie się
- 2 Duża odporność na zatarcie
- 3 Większa stabilność temperaturowa „zwarta konstrukcja”
- 4 Trwałość podczas pracy z dużą prędkością

Wysokie osiągi



Typ Spinshot™ II XE

Odpowiednie do cichej pracy dzięki redukcji szumu powietrza osiągniętej dzięki odpowiedniemu smarowaniu olejowo-powietrznemu.

- Materiał pierścienia zewnętrznego/wewnętrznego: stal odporna na temperaturę „SHX”
- Kulki ceramiczne
- Wybór koszyka w zależności od zastosowania
Koszyk fenolowy 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 wysokosprawne demonstrujące wysoką odporność na zużycie i zatarcie podczas pracy z wyjątkowo dużymi prędkościami

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



Seria ROBUST Typ H

Łożyska wysokosprawne łączące dużą prędkość pracy z niewielkim nagrzewaniem się.

- Materiał pierścienia zewnętrznego/wewnętrznego: stal
- Kulki ceramiczne
- Wybór koszyka w zależności od zastosowania
Koszyk poliamidowy prowadzony na kulkach: do 1,4 miliona $d_m n$
Koszyk fenolowy prowadzony na pierścieniu zewnętrznym: powyżej 1,4 miliona $d_m n$



Seria ROBUST Typ S

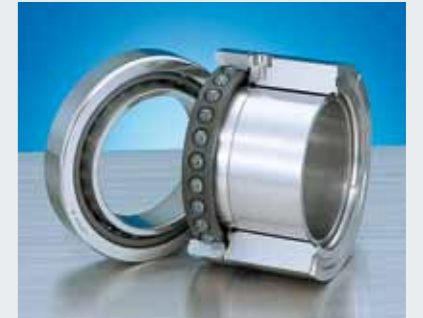
Stalowe łożyska kulkowe o optymalnym koszcie.

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

Wysoka prędkość

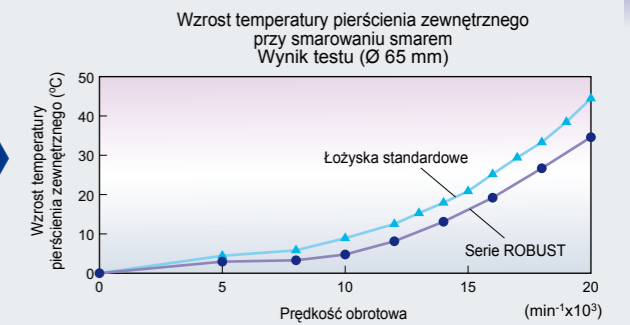
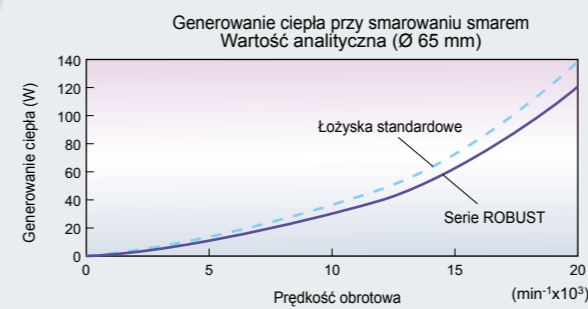
Charakterystyka serii „XE”

- Wysoka sprawność (przy napięciu wstępnym pozycyjnym)
Praca z dużą prędkością maksymalnie do 2,5 miliona $d_m n$ z chłodzeniem przeponowym (maksymalnie 2,7 miliona $d_m n$ bez chłodzenia przeponowego)
 - Cicha praca
Hałas podczas pracy o 3-5 dB mniejszy niż w przypadku konwencjonalnego smarowania olejowo-powietrznego.
- Orientacja**
Pozostaje stabilne zarówno przy pionowej, jak i poziomej orientacji wrzeczona.
- Zmniejszony pobór powietrza
Pobór powietrza może wynosić 1/3 w stosunku do konwencjonalnego smarowania olejowo-powietrznego.

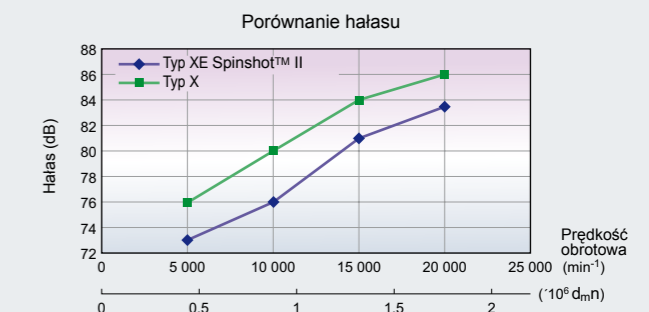
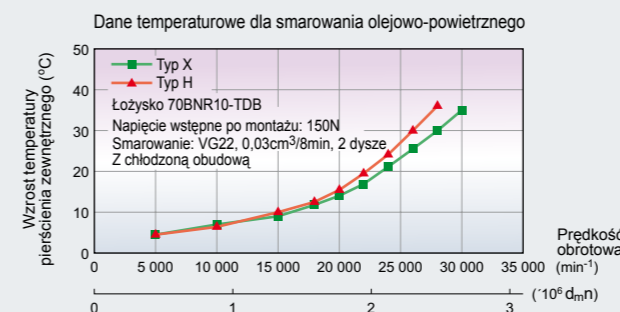
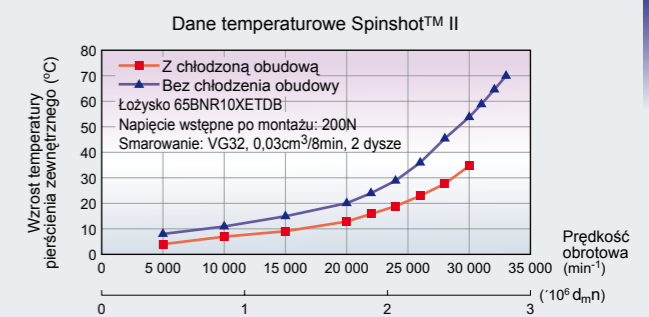
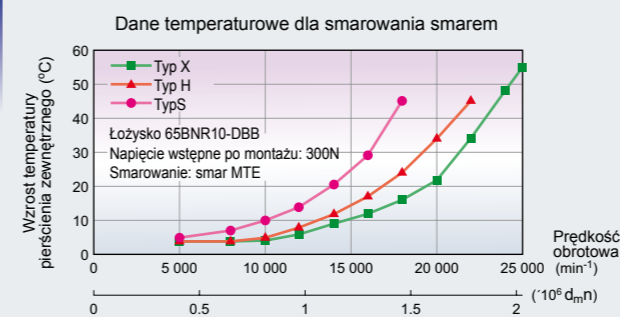


Dane analityczne

Zaawansowane oprogramowanie analityczne uwzględnia poślizg wewnątrz łożyska i symuluje wzrost temperatury w celu określenia optymalnej specyfikacji projektowej. Poprzez zmniejszenie ilości generowanego ciepła łożyska serii ROBUST osiągają podczas pracy z dużą prędkością większą stabilność niż obecne serie łożysk.



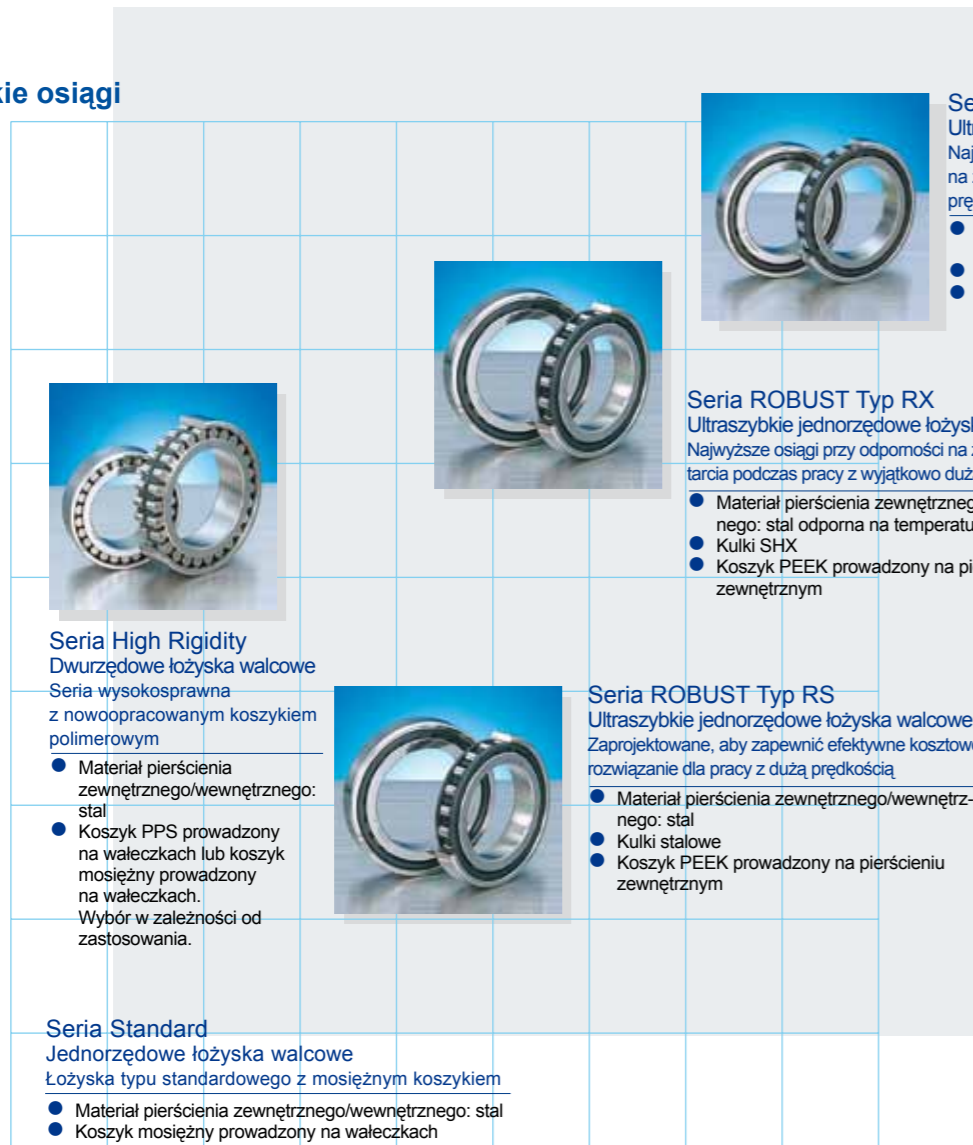
Dane testowe



Korzyści

- 1 Niewielkie nagrzewanie się
- 2 Duża odporność na zatarcie
- 3 Stabilność podczas pracy z wyjątkowo dużą prędkością

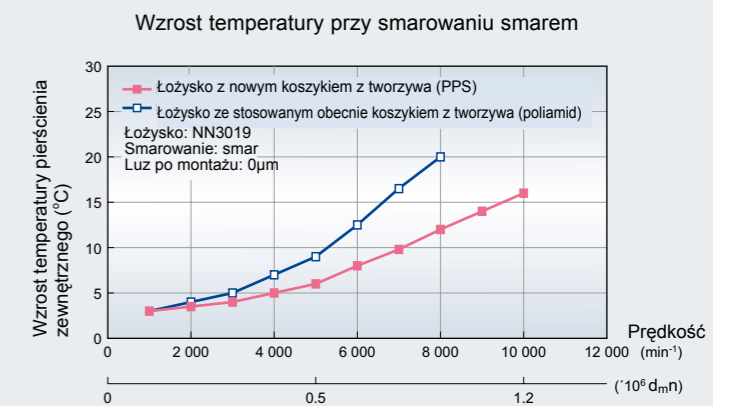
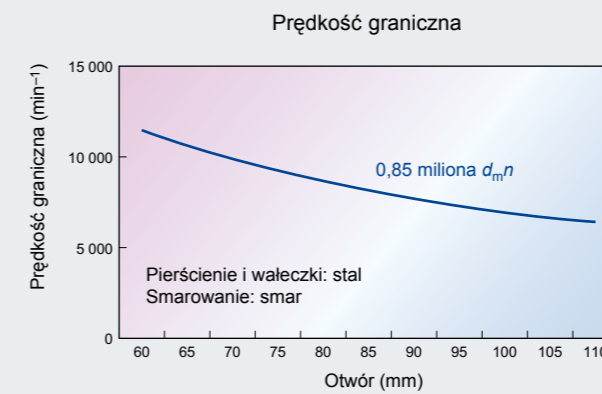
Wysokie osiągi



Wysoka prędkość

Charakterystyka dwurzędowych łożysk walcowych serii High Rigidity

- Większa trwałość łożyska
- Koszyk PPS (polimer modyfikowany) jest odporny na temperaturę i zapewnia wysoką sztywność. W porównaniu do koszyka mosiężnego koszyk ten eliminuje wszelkie cząstki powstające w wyniku ścierania, **przedłużając trwałość smaru.**

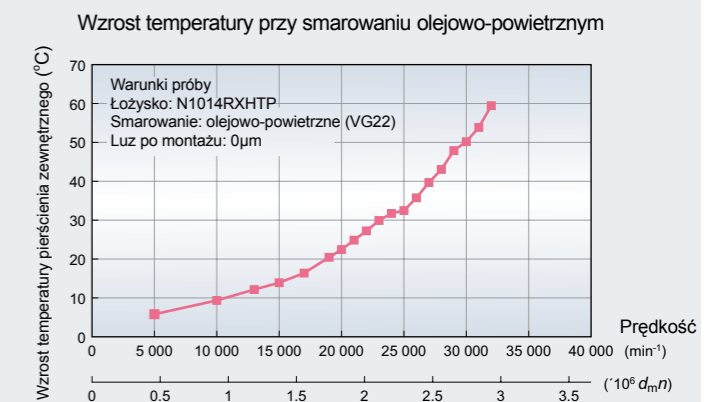
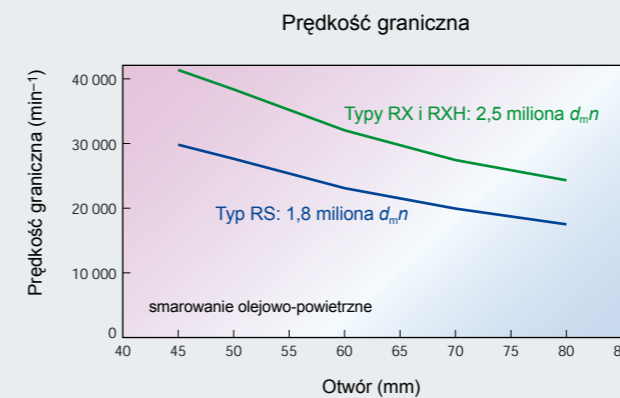


Charakterystyka ultraszybkich jednorzędowych łożysk walcowych serii ROBUST

- Niewielkie nagrzewanie się
- Budowa wewnętrzna i zaawansowany materiał koszyka powodują generowanie **małej ilości ciepła.**
 - Odporność na zatarcie

Typy RX i RXH są wykonane ze stali SHX, **co poprawia odporność na zatarcie.**
 - Możliwość pracy z dużą prędkością

Typy RS, RX i RXH są wyposażone w koszyki wykonane z odpornego na temperaturę materiału PEEK, co pozwala na prace z wyjątkowo dużą prędkością (**powyżej 2.5 miliona $d_m n$**).





Szybkie łożyska kulkowe wzdłużne skośne

Wysokosprawne łożyska łączące pracę z dużą prędkością z wysoką sztywnością – seria ROBUST

Korzyści

- 1 Praca z dużą prędkością
- 2 Niewielkie nagrzewanie się
- 3 Duża dokładność

Dwurzędowe łożysko kulkowe wzdłużne skośne	Szybkie łożysko wzdłużne kulkowe skośne	Szybkie łożysko kulkowe wzdłużne skośne
Seria TAC	Seria BTR10	Seria BAR10
Kąt działania łożyska 60° z najwyższą sztywnością osiową.	Kąt działania łożyska 40° z dużą sztywnością osiową i generowaniem niewielkiej ilości ciepła. Zamienność z łożyskami serii TAC.	Kąt działania łożyska 30° zapewnia możliwość pracy z większą prędkością. Zamienność z łożyskami serii BTR i TAC.



Ultraprecyzyjne łożyska kulkowe skośne

Ultraszybkie łożyska do wrzecion szlifierek do otworów zapewniające dużą dokładność i większą trwałość – seria BGR

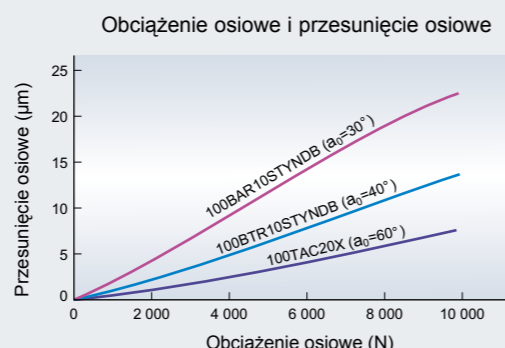
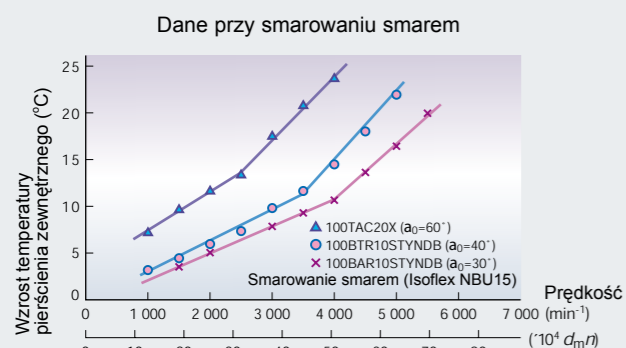
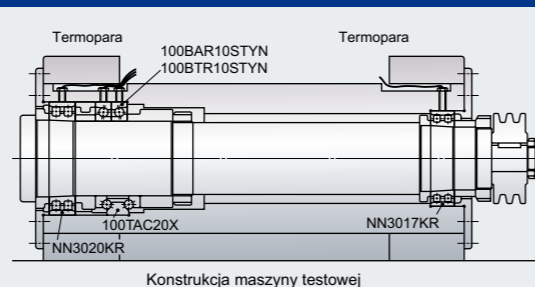
Korzyści

- 1 Optymalna budowa wewnętrzna
- 2 Łatwość obsługi dzięki nierozbieralności
- 3 Swobodny wybór układów i uniwersalnych kombinacji



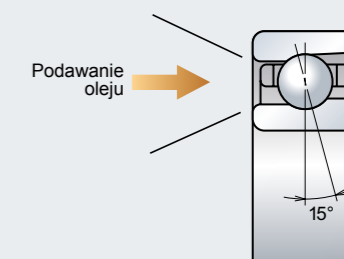
Charakterystyka łożysk kulkowych wzdłużnych skośnych

- Duża dokładność**
Ze względu na dużą dokładność nadają się szczególnie do zastosowań we wrzecionach tokarek.
- Zamienność**
Dla dostosowania charakterystyki sztywności wrzeciona istnieje możliwość zamiany łożysk serii BTR i BAR na łożyska serii TAC przy minimalnej modyfikacji wrzeciona (patrz rysunek po prawej).



Charakterystyka serii BGR

- Optymalna budowa**
Optymalna budowa koszyka prowadzonego na pierścieniu zewnętrznym zapewniająca lepsze smarowanie. Czoło pierścienia wewnętrznego zataczane dla zapewnienia stabilnego napływu oleju do łożyska.
- Większa trwałość**
Zwiększająca trwałość stal SHX odporna na temperaturę (4 razy większa trwałość).
- Łatwość obsługi**
Nierozbieralność czyni obsługę łatwą.
- Bardzo wysoka precyzja**
Klasa 2 ISO (ABMA ABEC9) jako standard.
- Uniwersalne kombinacje**
Łożyska mogą być skonfigurowane w spotykanych zazwyczaj układach DB/DF/DT, jak również w szeregu innych układów.



Optymalna budowa przy nierozbieralnej konstrukcji.

Seria
Special

Łożyska kulkowe wzdłużne skośne do śrub kulkowych (do obrabiarek)

Wysokosprawne łożyska specjalne o dużej sztywności – seria TAC B

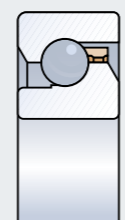
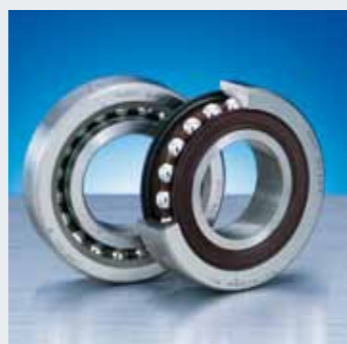
Korzyści

- 1
Większa trwałość
- 2
Mniejszy moment
- 3
Łatwość obsługi
- 4
Duża dokładność



Charakterystyka łożysk do śrub kulkowych dla obrabiarek

- **Większa trwałość**
Elementy wytworzone ze stali o podwyższonej trwałości EP (wyjątkowo czystej) (3 razy większa trwałość).
Wysoka sztywność
Specjalna budowa wewnętrzna (kąt działania łożyska 60o i większa liczba kulek) zwiększająca sztywność osiową.
- **Mniejszy moment**
Mniejszy moment rozruchowy niż w łożyskach stożkowych lub walcowych oznacza dużą dokładność biegu nawet przy niewielkiej mocy napędowej.
- **Uniwersalne kombinacje**
Łożyska mogą być skonfigurowane w spotykanych zazwyczaj układach DB/DF/DT, jak również w szeregu innych układów.
Dostępne są także jako opcja łożyska wstępnie nasmarowane.
Łatwość obsługi i zwiększona niezawodność
Nowa seria wyposażona w uszczelnienia kontaktowe i smar wodoodporny jest bardziej niezawodna i łatwiejsza w obsłudze.
Standardem w tej serii jest kombinacja uniwersalna (SU).
- **Duża dokładność biegu**
Nowy poliamidowy koszyk zapewnia dużą dokładność biegu.



Przekrój łożyska TAC B

Seria
Special

Łożyska kulkowe wzdłużne skośne do śrub kulkowych (do wtryskarek)

Wysokosprawne łożyska specjalne upraszczają konstrukcję maszyny i redukują koszty – seria TAC 02, 03

Korzyści

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



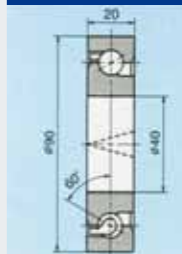
Charakterystyka łożysk do śrub kulkowych dla wtryskarek

- **Większa niezawodność**
Budowa o dużej nośności zapewnia pięciokrotnie większą trwałość niż w przypadku serii TAC B o podobnych wymiarach.
- **Łatwość obsługi**
Łatwiejsza obsługa i stosowanie niż w przypadku łożysk stożkowych lub łożysk baryłkowych wzdłużnych z uwagi na nierozbieralność.
- **Uproszczona budowa prowadząca do redukcji kosztów**
Napięcie wstępne jest wstępnie ustawione, przez co montaż jest szybki i nie wymaga regulacji napięcia wstępnego. Projektowanie specjalnych części pod regulację napięcia wstępnego nie jest konieczne, co oszczędza czas i koszty.
- **Mniejszy moment obrotowy**
Optymalna budowa wewnętrzna zapewnia mniejszy moment obrotowy (tj. w przypadkach, gdy z uwagi na duże obciążenia stosowane są obecnie łożyska walczkowe, możliwe jest zastosowanie tych łożysk dla zmniejszenia momentu generowanego przez łożyska walczkowe).

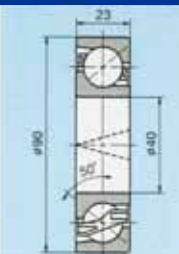


Przekrój łożyska dla obrabiarek i wtryskarek

Dla obrabiarek
40TAC90B



Dla wtryskarek
40TAC03AT85



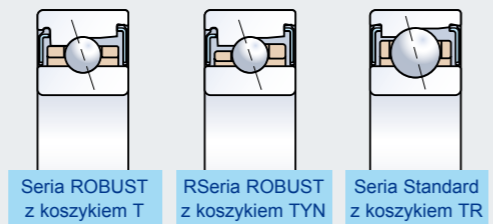


Uszczelnione łożyska kulkowe skośne

Odpowiednie przy konserwacji wrzeciona – seria ROBUST i seria Standard

Charakterystyka uszczelnionych łożysk kulkowych skośnych

- Łatwość obsługi
Nie ma potrzeby smarowania łożyska podczas montażu wrzeciona.
- Przyjazne dla środowiska
Uszczelnienie pozwala na unikanie strat smaru.



Seria ROBUST z koszykiem T RSeria ROBUST z koszykiem TYN Seria Standard z koszykiem TR

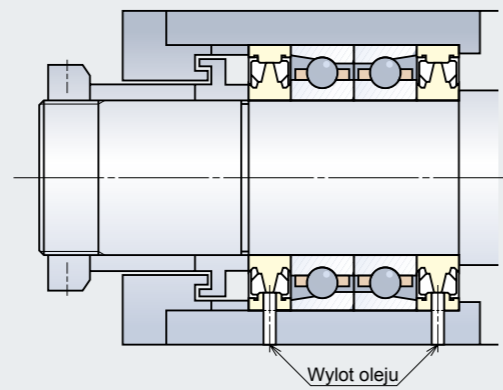


Uszczelnione przekładki precyzyjne

Przekładki uszczelnione eliminują możliwość zanieczyszczenia
Przekładki precyzyjne dostępne dla wrzecion obrabiarek

Charakterystyka uszczelnionych przekładek precyzyjnych

- Przyjazne dla środowiska
Uszczelnienie pozwala na unikanie strat smaru.
- Duża niezawodność
Zmniejszone zanieczyszczanie wrzecion smarowanych smarem przez kurz lub środek chłodzący.



Wysokosprawne smary do wrzecion obrabiarek

MTS, MTE, ENS

Charakterystyka smarów do wrzecion obrabiarek

- MTS** Zawiera zagęszczacz mocznikowy i zapewnia wysoką odporność na temperaturę. Zalecany do stosowania w ultra wysokoobrotowych wrzecionach obrabiarek.
- MTE** Opracowany dla większych obciążeń. Zalecany do stosowania w wysokoobrotowych wrzecionach obrabiarek.
- ENS** Przyjazny dla środowiska dzięki zdolności do biodegradacji.



Smary MTE i MTS są dostępne w tubach 100 g oraz puszkach 1 kg, smar ENS dostępny jest w puszkach 2,5 kg.

Charakterystyki smarów

Pozycja	Stan	MTS	MTE	ENS	Metoda badania
Zagęszczacz	—	Mocznik	Barowy kompleksowy	Mocznik	—
Olej bazowy	—	Mieszanka olejów syntetycznych	Olej estrowy	Olej estrowy	—
Lepkość kinematyczna oleju bazowego (mm ² /s)	40°C	22	20	32	JIS K 2220 5.19
Penetracja po ugniataniu	25°C, 60W	2-3	2	2	JIS K 2220 5.3
Temperatura kroplenia (°C)	—	>220	>200	>260	JIS K 2220 5.4
Parowanie (% masy)	99°Cx22H	0,3	0,4	0,4	JIS K 2220 5.6B
Separacja oleju (% masy)	100°Cx24H	0,4	1,0	1,1	JIS K 2220 5.7

Wybór właściwego łożyska ma kluczowe znaczenie

Łożyska precyzyjne są zaprojektowane tak, aby zapewnić dużą dokładność, dużą prędkość obrotową i dużą sztywność potrzebne w wymagających zastosowaniach obrabiarkowych. Ponieważ każde zastosowanie cechuje się swoimi unikatowymi wymaganiami i każdy typ łożyska ma inną charakterystykę, bardzo ważne jest wybranie typu łożyska w oparciu o te specyficzne wymagania.

Wybierając łożyska skorzystaj ze wsparcia technicznego NSK

Firma NSK zobowiązała się do pomagania swoim klientom w wyborze właściwych łożysk, które zapewnią najlepsze osiągi w oparciu o zastosowanie, w którym zostaną wykorzystane.

Projektując nowe wrzeciono, w tym także ultra wysokoobrotowe, wyspecjalizowane lub zindywidualizowane rozwiązania, nie wahaj się poprosić nas o pomoc techniczną. Mamy doświadczenie i wiedzę ekspercką w dziedzinie najnowocześniejszej technologii wysokoobrotowych wrzecion głównych, dzięki którym możemy zapewnić, że dopasujemy do zastosowania najlepsze możliwe łożyska.

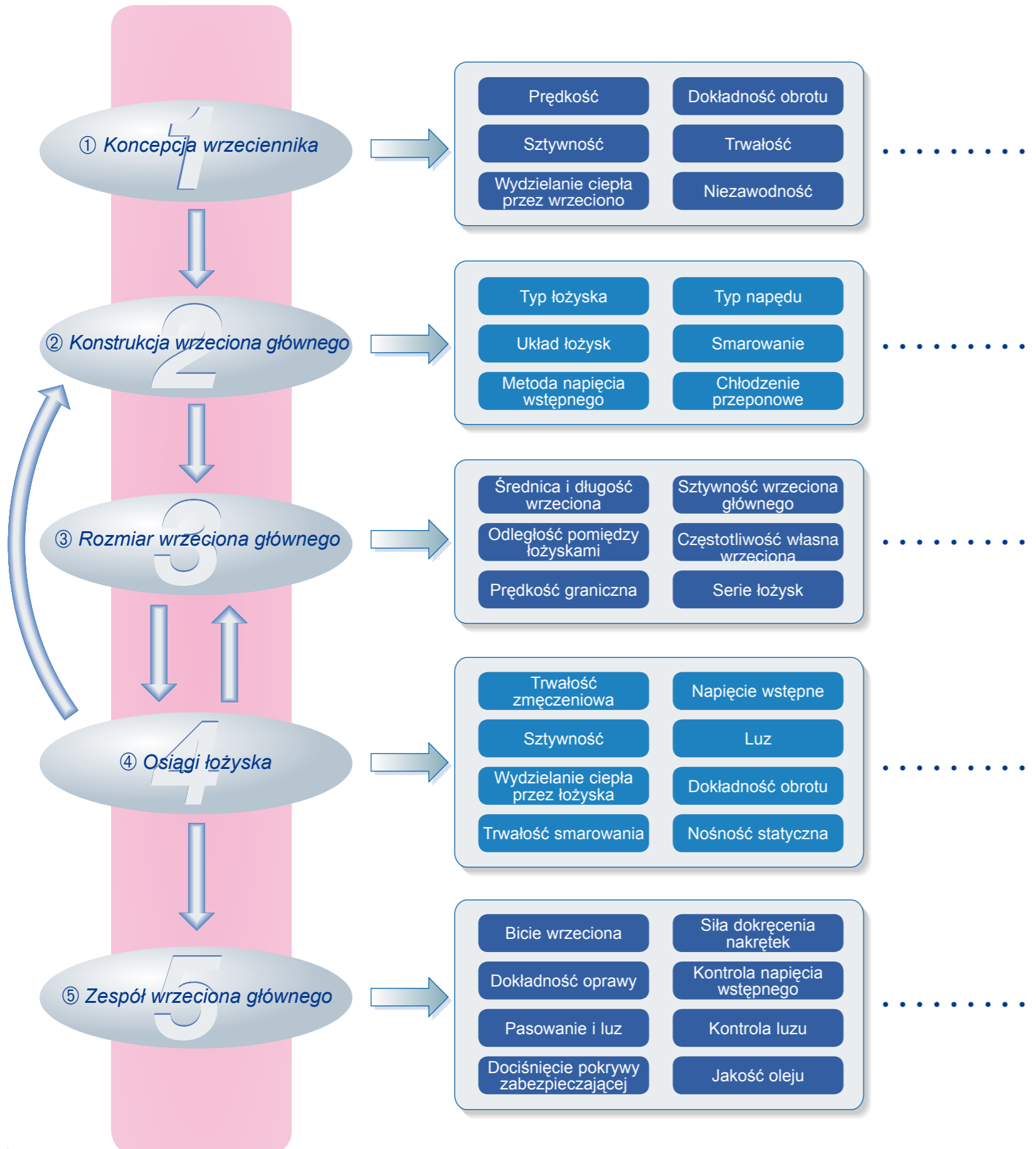
Więcej informacji o najnowszych technologiach NSK można znaleźć na naszej witrynie internetowej lub telefonicznie.

Witryna NSK
<http://www.nsk.com>

Wybór łożyska	32
Typowe wrzecienniki wysokoobrotowe	34
Inne konstrukcje wrzecienników	36
Charakterystyka łożysk kulkowych skośnych	38
Charakterystyka łożysk walcowych	40



Poniższy rysunek określa prawidłową pięciostopniową procedurę służącą do wybierania właściwego łożyska dla typowego zastosowania we wrzecionie wysokoobrotowym, z uwzględnieniem czynników, które należy rozważyć na każdym etapie procedury wyboru.



Pamiętaj, wsparcie techniczne firmy NSK jest zawsze do Twojej dyspozycji podczas projektowania nowego wrzeciona, ultra wysokoobrotowego wrzeciona lub wrzeciona do unikatowego, wyspecjalizowanego zastosowania. Oferujemy naszym klientom nasze doświadczenie i wiedzę ekspercką w zakresie zaawansowanej technologii.

Podczas projektowania nowego wrzeciona zalecamy przeprowadzenie przed wybraniem łożyska gruntownej analizy pożądanych osiągnięć wrzeciona. Podczas projektowania wrzeciona konieczne jest określenie, który czynnik ma największe znaczenie. Na przykład, zdecydowanie, że prędkość obrotowa jest ważniejsza od sztywności, albo odwrotnie. Po określeniu priorytetów można przejść do następnego kroku.

Po przeprowadzeniu analizy osiągnięć wrzeciona głównego następnym krokiem jest określenie optymalnej konstrukcji wrzeciona głównego. Należy zwrócić uwagę na każdy pojedynczy element: budowę łożyska (łożysko kulkowe lub wałeczkowe); kombinację (liczbę rzędów); typ napędu (pas, koło zębate, silnik ze sprzęgłem lub zintegrowany); system smarowania (smar, olejowo-powietrzne, mgła olejowa, strumień olejowy). Należy zwrócić uwagę na to, aby konstrukcja była zgodna z kryteriami i priorytetami określonymi w analizie osiągnięć wrzeciona. Patrz rysunek na stronach 34–35, pokazujący związek pomiędzy konstrukcją wrzeciona głównego i jego sztywnością i prędkością. [Patrz Część 3](#)

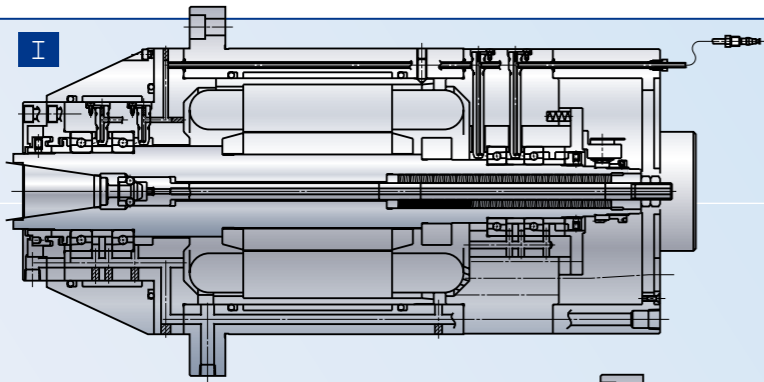
Następnie należy określić wymiary wrzeciona, w szczególności średnicę, długość i odległość pomiędzy łożyskami. Rozmiar wrzeciona głównego wpływa na prędkość graniczną łożysk, sztywność wrzeciona głównego i częstotliwość własną wrzeciona głównego. Ponieważ na obroty graniczne wpływa rozmiar, typ i kombinacja zastosowanych łożysk oraz metoda smarowania, przed podjęciem ostatecznej decyzji należy zapoznać się z Częścią 4 i Częścią 5. [Patrz Część 4 i Część 5](#)

Po określeniu rozmiaru i typu łożyska należy określić pełną specyfikację łożyska. W celu wybrania odpowiedniego luzu lub napięcia wstępnego łożyska konieczne jest rozważenie takich czynników, jak trwałość zmęczeniowa, sztywność osiowa i promieniowa oraz wydzielanie ciepła. Należy uważnie dokonać wyboru luzu lub napięcia wstępnego, ponieważ te czynniki mają duży wpływ na ogólne osiągnięcia wrzeciona, zwłaszcza podczas pracy z dużą prędkością. Jeżeli napięcie wstępne jest niewłaściwe, może powodować problemy takie, jak przedwczesne uszkodzenie lub zatarcie. Czasami konieczne jest powtórzenie kroku 3 lub nawet kroków 2 i 3 przed określeniem najbardziej odpowiedniej konstrukcji wrzeciona. [Patrz Część 5](#)

Po określeniu specyfikacji wrzeciona głównego należy rozważyć metodę montażu. Duże znaczenie ma dokładność wrzeciona i oprawy w miejscu osadzenia łożyska. Należy dokładnie sprawdzić pasowanie łożysk na wrzecionie i oprawie. Do zamocowania łożysk należy użyć właściwej siły dokręcenia nakrętek. Należy dokonać ponownej kontroli napięcia wstępnego lub luzu po zamontowaniu łożyska. [Patrz Część 6](#)

(Prędkości powyżej 0.7 miliona $d_m n$)

Prędkość obrotowa ($d_m n$)



I

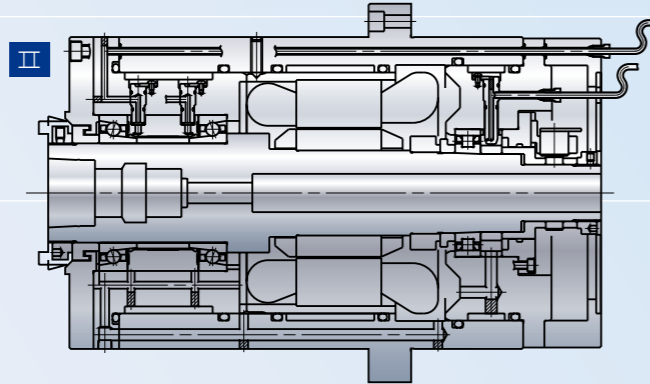
Smarowanie olejowo-powietrzne	Smarowanie smarem
$d_m n$ 3.5M	$d_m n$ 2.0M

Układ łożysk I

Z przodu: ultra wysokoobrotowe łożyska kulkowe skośne w układzie podwójnym (DT).
Z tyłu: ultra wysokoobrotowe łożyska kulkowe skośne w układzie podwójnym (DT).

Wrzeciona o tym układzie dostosowane są do pracy z wyjątkowo dużymi prędkościami i zastosowania stałego napięcia wstępnego. Chociaż wrzeciono ma mniejszą sztywność, może obracać się z większą prędkością przy mniejszym wzroście temperatury podczas pracy w stosunku do wrzeciona z napięciem wstępnym pozycyjnym.

Zastosowania: obrabiarki wielooperacyjne, szlifierki, wrzeciona wysokoobrotowe itp.



II

Smarowanie olejowo-powietrzne	Smarowanie smarem
$d_m n$ 2.5M	$d_m n$ 1.5M

Układ łożysk II

Z przodu: ultra wysokoobrotowe łożyska kulkowe skośne w układzie podwójnym (DB) (zastosowanie napięcia wstępnego pozycyjnego lub o stałym napięciu).
Z tyłu: ultra wysokoobrotowe jednorzędowe łożysko walcowe.

Wrzeciona o tym układzie dostosowane są do pracy z wyjątkowo dużymi prędkościami i zastosowania pozycyjnego napięcia wstępnego. 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 lepszego prowadzenia.

Zastosowania: obrabiarki wielooperacyjne, szlifierki, wrzeciona wysokoobrotowe itp.

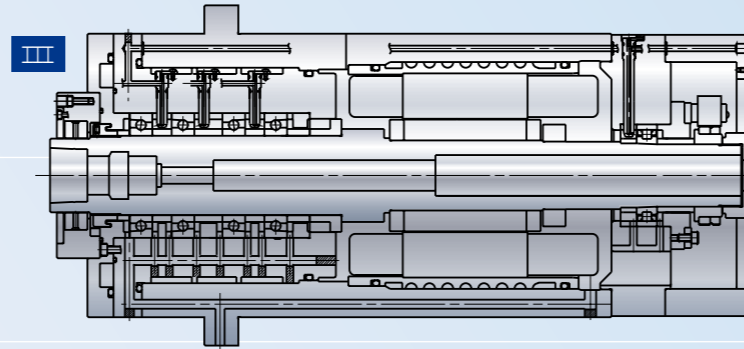
Układ łożysk III

Z przodu: ultra wysokoobrotowe łożyska kulkowe skośne w układzie czwórkowym (DBB) (zastosowanie napięcia wstępnego pozycyjnego lub o stałym napięciu).
Z tyłu: ultra wysokoobrotowe jednorzędowe łożysko walcowe.

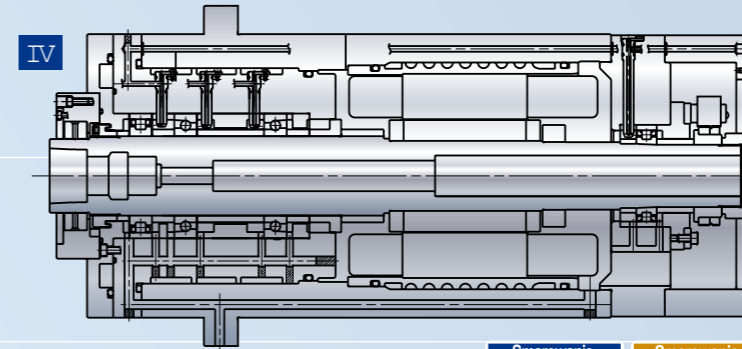
Wrzeciona o tym układzie będą charakteryzować się mniejszą prędkością obrotową i większą sztywnością osiową i promieniową w stosunku do układu łożysk II.

Zastosowania: tokarki sterowane numerycznie, frezarki sterowane numerycznie, obrabiarki wielooperacyjne itp.

Smarowanie olejowo-powietrzne	Smarowanie smarem
$d_m n$ 2.2M	$d_m n$ 1.3M



III



IV

Układ łożysk IV

Z przodu: ultra wysokoobrotowe jednorzędowe łożysko walcowe, łożysko kulkowe skośne w układzie podwójnym (DB) (w przypadku łożyska kulkowego skośnego zastosowanie napięcia wstępnego pozycyjnego lub o stałym napięciu).
Z tyłu: ultra wysokoobrotowe jednorzędowe łożysko walcowe.

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

Zastosowania: tokarki sterowane numerycznie, frezarki sterowane numerycznie, obrabiarki wielooperacyjne itp.

Smarowanie olejowo-powietrzne	Smarowanie smarem
$d_m n$ 2.2M	$d_m n$ 1.3M

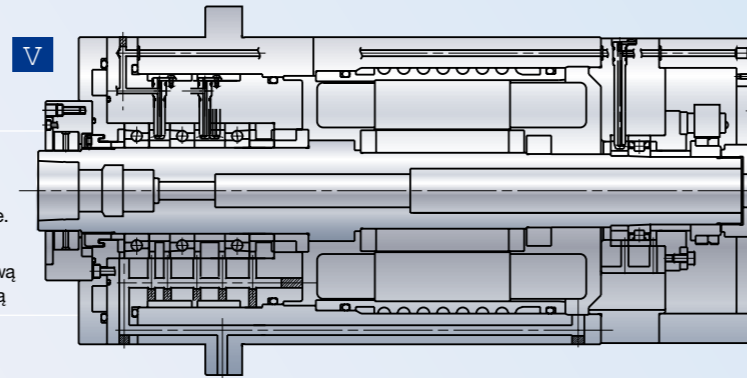
Układ łożysk V

Z przodu: ultra wysokoobrotowe łożyska kulkowe skośne w układzie potrójnym (DBD) (zastosowanie napięcia wstępnego pozycyjnego lub o stałym napięciu).
Z tyłu: ultra wysokoobrotowe jednorzędowe łożysko walcowe.

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

Zastosowania: tokarki sterowane numerycznie, frezarki sterowane numerycznie, obrabiarki wielooperacyjne itp.

Smarowanie olejowo-powietrzne	Smarowanie smarem
$d_m n$ 1.8M	$d_m n$ 1.2M



V

Układ łożysk VI

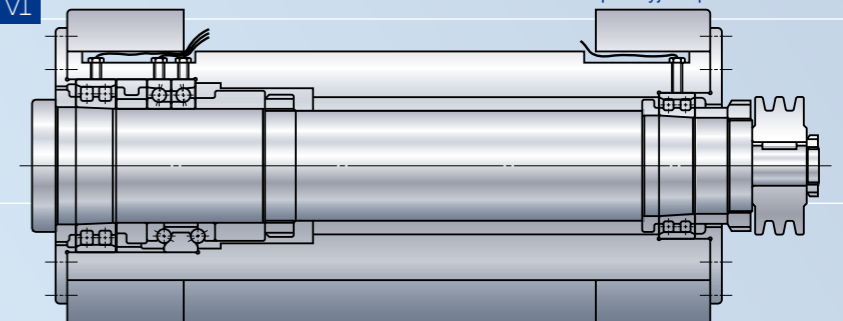
Z przodu: dwurzędowe łożyska walcowe o dużej sztywności, łożyska kulkowe skośne w układzie podwójnym (DB)
Z tyłu: dwurzędowe łożyska walcowe o dużej sztywności.

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

Zastosowania: tokarki sterowane numerycznie, frezarki sterowane numerycznie, obrabiarki wielooperacyjne itp.

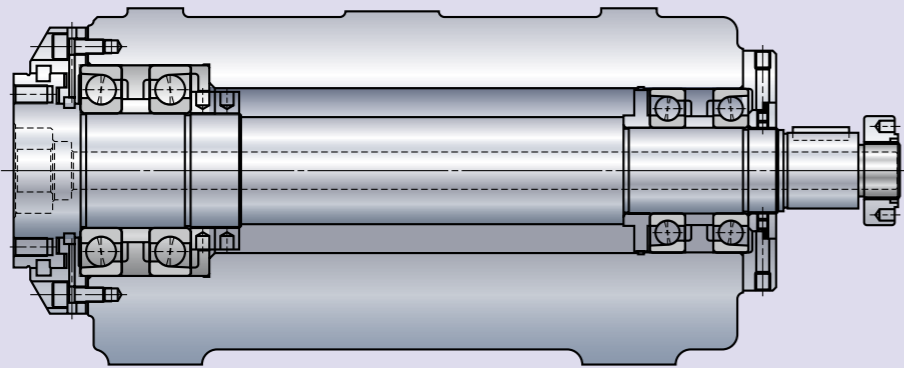
Smarowanie olejowo-powietrzne	Smarowanie smarem
$d_m n$ 1.0M	$d_m n$ 0.8M

VI

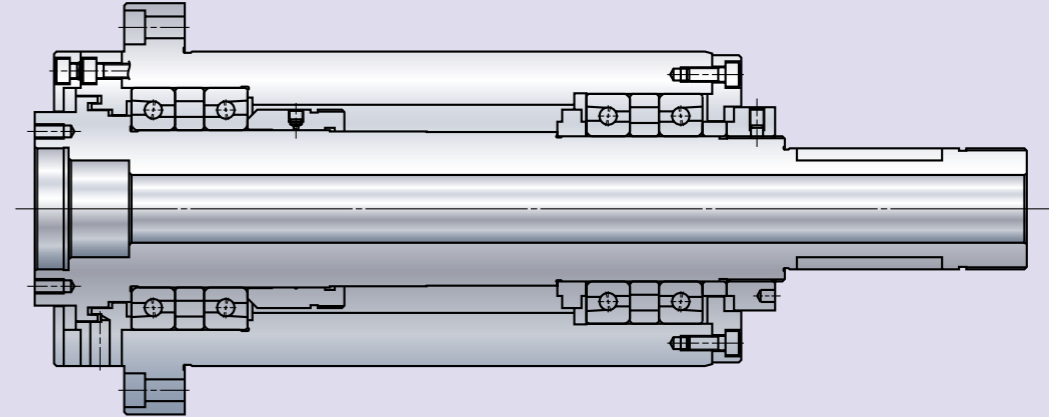


Sztywność wału głównego

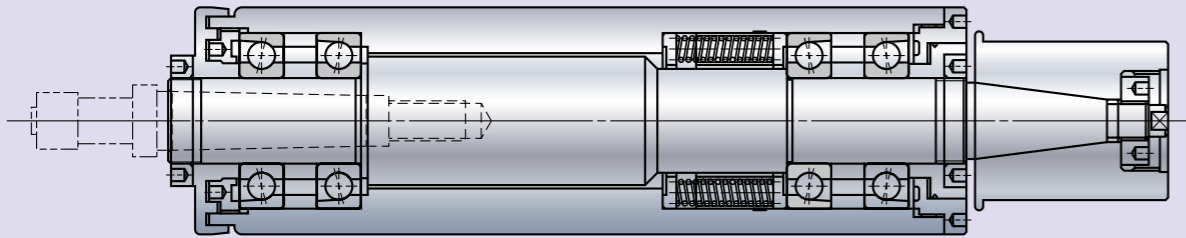
Głowica wytaczarska



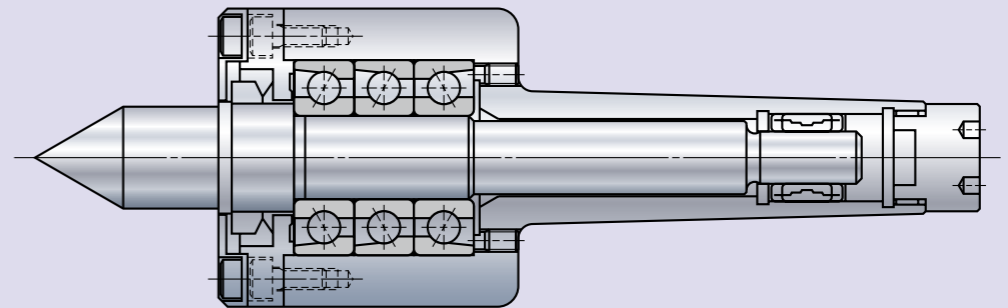
Wrzeciono tokarskie o wysokiej precyzji



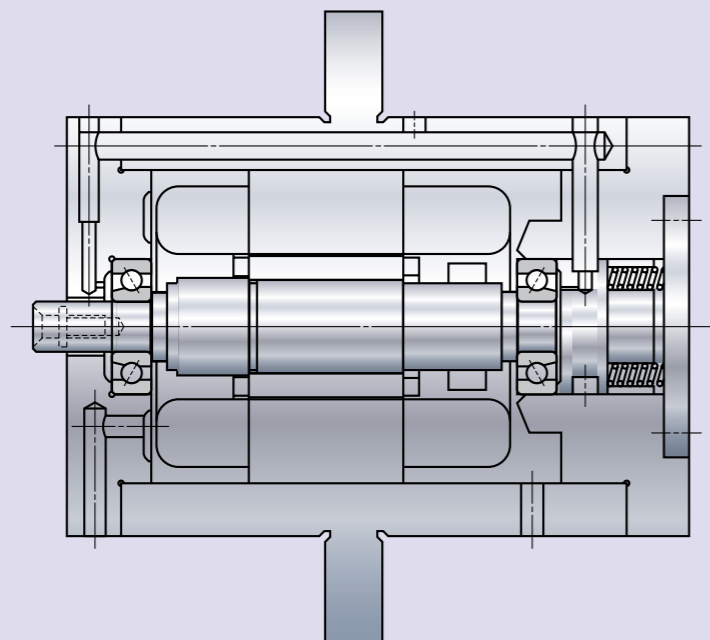
Wrzeciono szlifierki



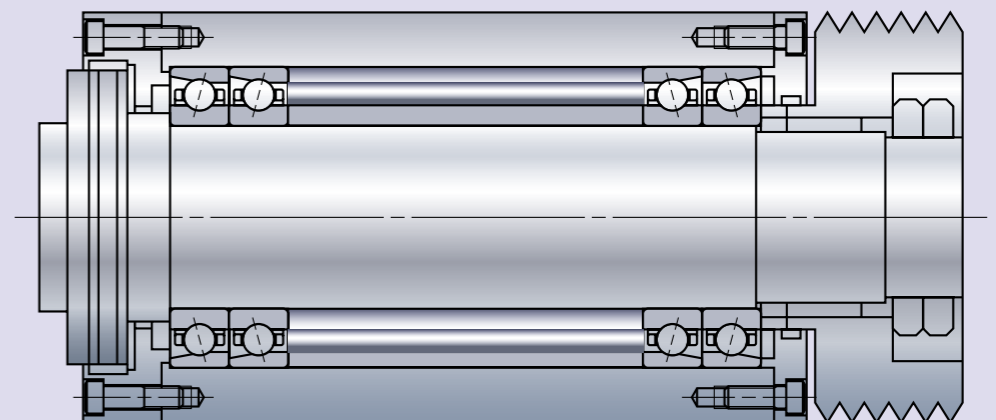
Kieł obrotowy



Elektrowrzeciono



Wrzeciono robocze



Główne cechy łożysk ACBB to (1) wstępnie kąt działania łożyska oraz (2) stosowanie w dopasowanych kombinacjach z napięciem wstępnym.

Przy wyborze łożyska ACBB ważne jest, aby wziąć pod uwagę te cechy, ponieważ każde łożysko ACBB ma inną charakterystykę roboczą. Ważne jest, aby rozumieć wpływ zmian kąta działania łożyska oraz napięcia wstępnego na osiągi, tak aby dokonać wyboru łożyska najbardziej odpowiedniego do danego zastosowania.

Przedstawiony poniżej wykres pokazuje względne osiągi każdego typu (w zależności od kąta działania łożyska) dla tego samego rozmiaru, napięcia wstępnego i kombinacji.

Porównanie osiągnięć każdego typu łożyska (średnica otworu 70 mm, kombinacja DB, napięcie wstępne L).

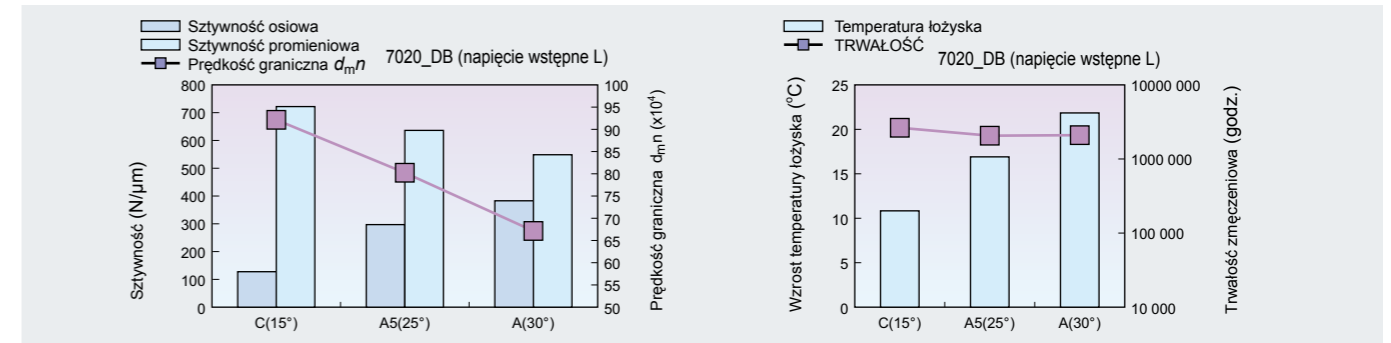


Wpływ kąta działania łożyska

W miarę wzrostu kąta działania łożyska, łożyska kulkowe skośne mają coraz większą nośność osiową, ale zmniejszają się ich obroty graniczne. Dlatego też łożyska ACBB o mniejszym kącie działania nadają się bardziej do zastosowań wymagających dużej prędkości i dużego obciążenia promieniowego.

Przedstawione poniżej rysunki porównują sztywność, obroty graniczne i wzrost temperatury dla łożyska kulkowego skośnego 7020 dla różnych kątów działania łożyska: kąta C (15°), kąta A5 (25°) i kąta A (30°).

Przy tym samym niewielkim napięciu wstępnym (L), łożysko o kącie działania C charakteryzuje się większą sztywnością promieniową przy mniejszym wzroście temperatury w stosunku do łożyska o kącie działania A. Łożysko o kącie działania A charakteryzuje się największą sztywnością promieniową, trzy razy większą niż sztywność promieniowa łożyska o kącie działania C, ale jego obroty graniczne są niższe niż pozostałych.

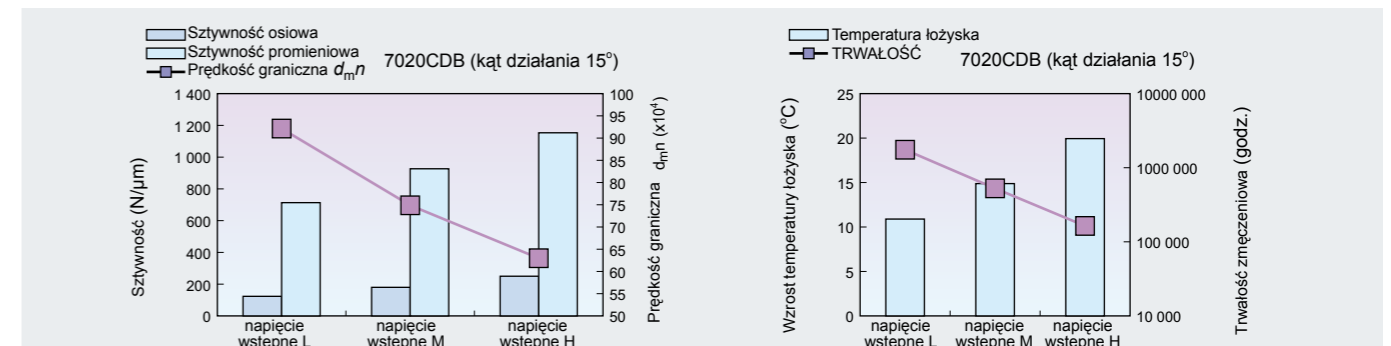


Wpływ napięcia wstępnego

Napięcie wstępne wpływa na łożyska 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.

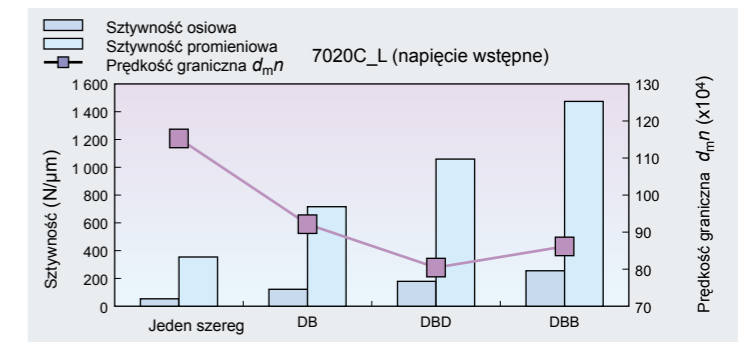
W celu utrzymania wysokiej sztywności konieczne jest poświęcenie wyższej prędkości. Podobnie, dla uzyskania większej prędkości konieczne jest poświęcenie wysokiej sztywności. Należy zachować ostrożność. W przypadku kombinacji dużego napięcia wstępnego z dużą prędkością roboczą istnieje prawdopodobieństwo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



Wpływ kombinacji

Łożyska ACBB są zazwyczaj używane jako zestawy kilku łożysk. Istnieją trzy typy kombinacji – tyłem do siebie, przodem do siebie i jedno za drugim.

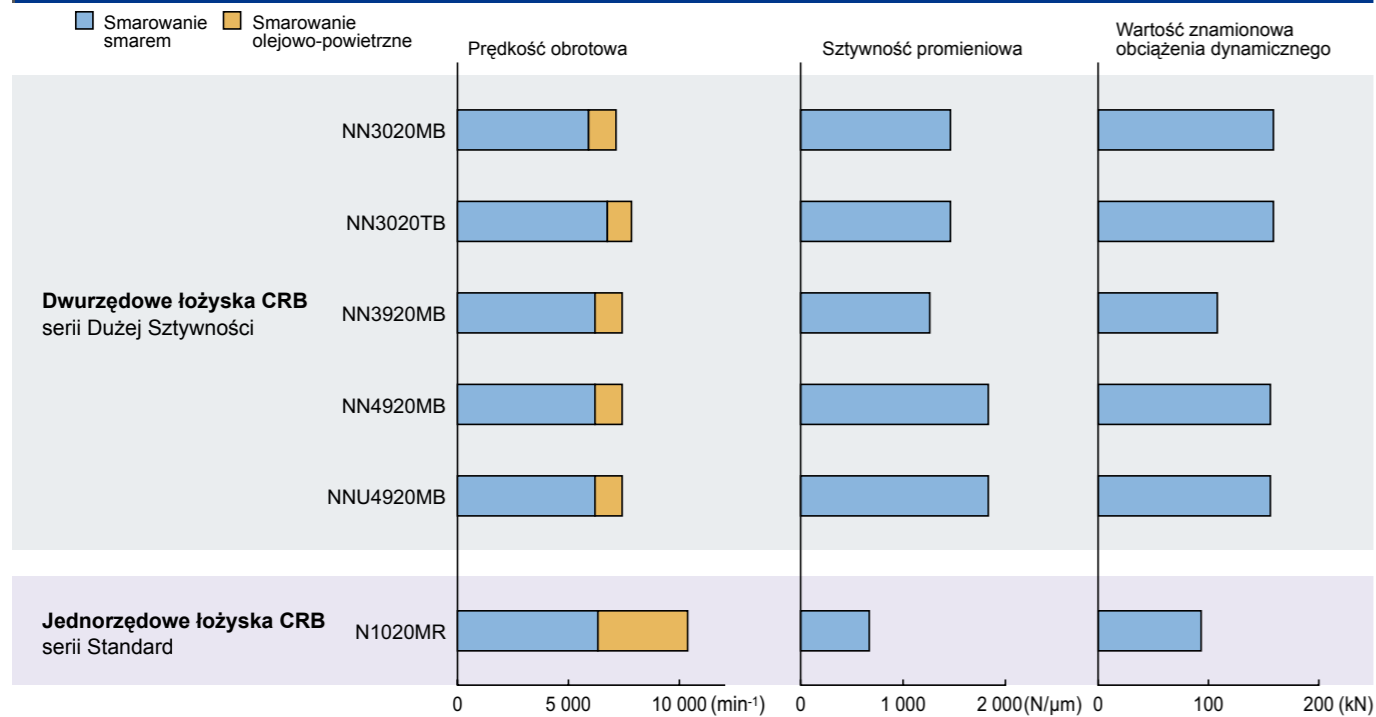
Najpopularniejsze są zestawy dwurzędowe, trójrzędowe i czterorzędowe. Przy zachowaniu stałej kombinacji i zwiększeniu liczby rzędów rośnie sztywność i nośność, ale spadają obroty graniczne.



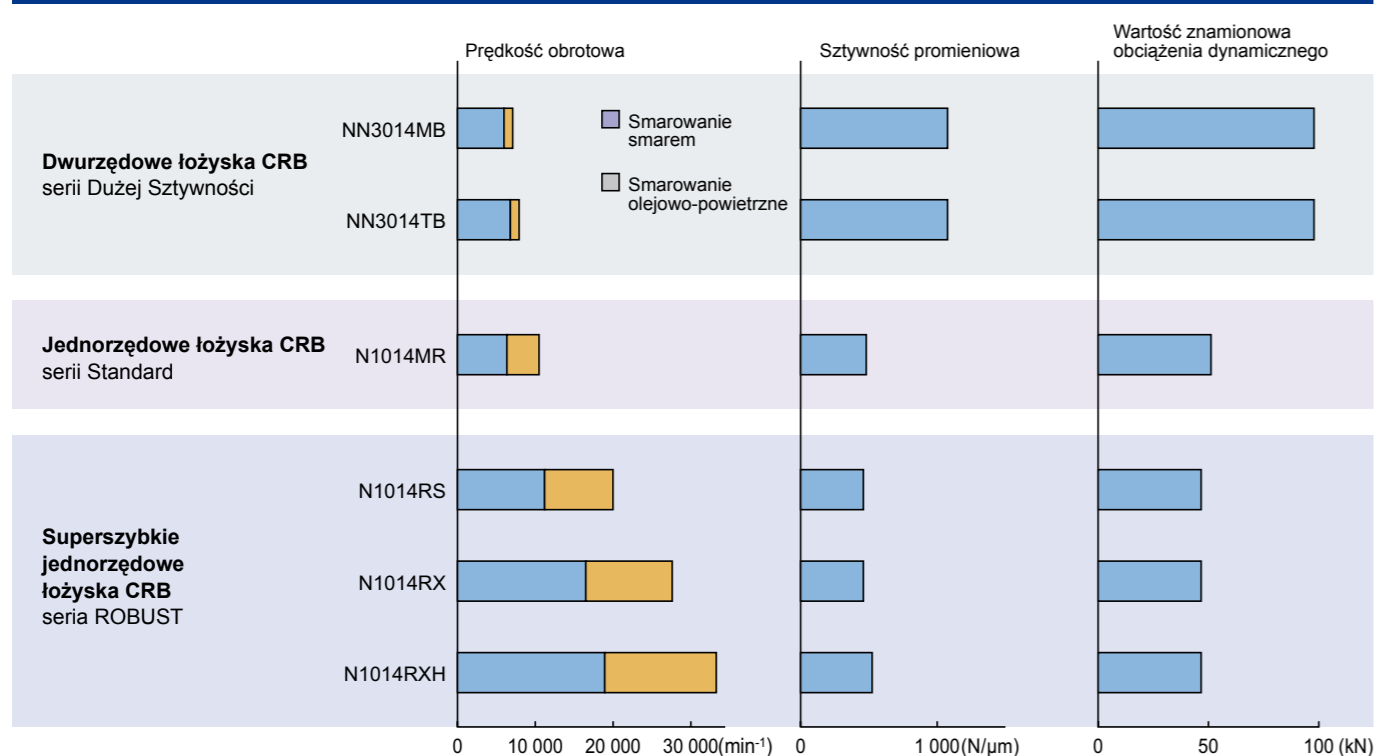
Inaczej niż łożyska kulkowe skośne, które przenoszą zarówno obciążenia osiowe, jak i promieniowe, łożyska walcowe przenoszą jedynie obciążenia promieniowe. Nominalna nośność promieniowa jest jednakże większa niż w przypadku łożysk ACBB.

W zależności od zastosowania wykorzystywane są albo dwurzędowe łożyska CRB (typu NN lub NNU), albo jednorzędowe (typu N). Generalnie, dwurzędowe łożyska walcowe są wykorzystywane w zastosowaniach wymagających dużej sztywności, np. w tokarkach, podczas gdy jednorzędowe łożyska walcowe są używane w zastosowaniach wymagających dużej prędkości, np. w obrabiarkach wielooperacyjnych. Poniższe wykresy przedstawiają osiągi łożysk walcowych w zależności od typu łożyska (jedno lub dwurzędowe) oraz odpowiadającego im luzu promieniowego.

Porównanie osiągu odpowiednio do typu łożyska CRB (średnica otworu 100 mm)



Porównanie osiągu odpowiednio do typu łożyska CRB (średnica otworu 70 mm)

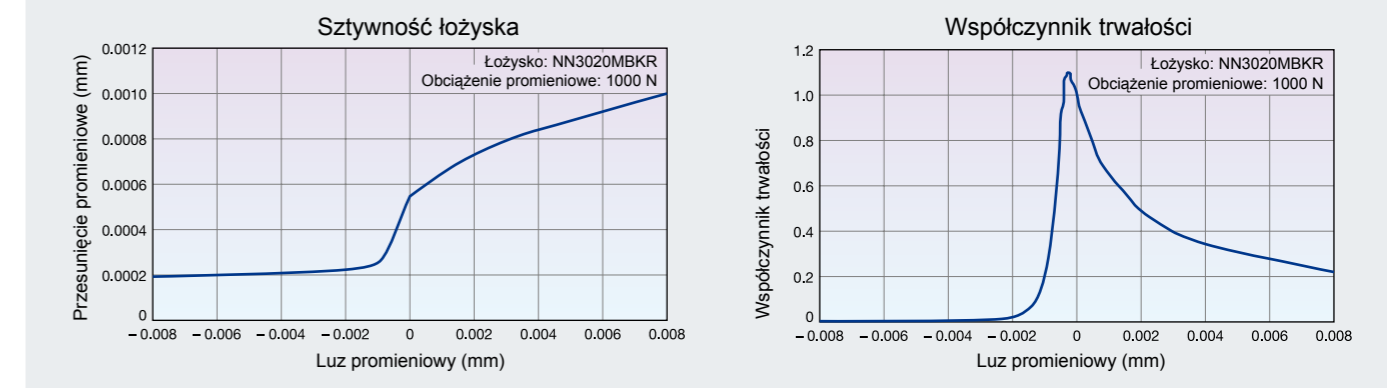


Wpływ luzu promieniowego

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

W miarę wzrostu luzu promieniowego zmniejszają się zarówno sztywność, jak i obliczana trwałość zmęczeniowa łożyska. W miarę wzrostu luzu promieniowego spada także ilość ciepła generowanego podczas pracy. Jak jednak widać z wykresów zamieszczonych poniżej, spadek 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.

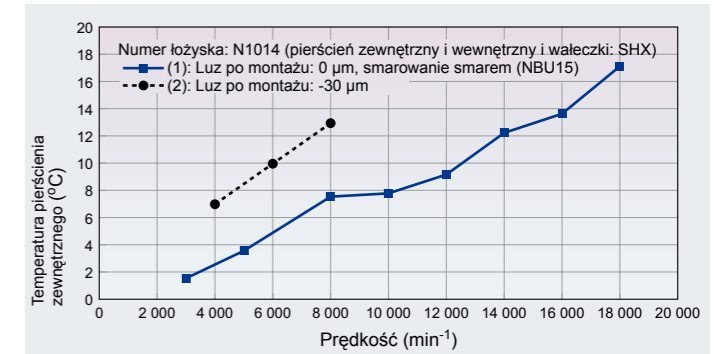
W przypadku zastosowań wymagających dużej prędkości konieczne jest sprawdzanie luzu podczas pracy. Prawidłowo ustawiony podczas instalacji łożyska luz promieniowy kompensuje efekty pracy z dużą prędkością.



Związek pomiędzy luzem promieniowym i wzrostem temperatury

Wykres po prawej stronie pokazuje wyniki próby wzrostu temperatury dla łożyska CRB

Luz promieniowy po montażu
 Łożysko (1): 0 μm
 Łożysko (2): -30 μm



Wzrost temperatury dla łożyska (2) jest większy i obroty graniczne są mniejsze niż w przypadku łożyska (1), co jasno wskazuje na istotność prawidłowego kontrolowania luzu.

Łożysko CRB z otworem stożkowym używane jest do kontrolowania luzu promieniowego podczas montażu wrzeciona, ponieważ łatwo jest dzięki niemu ustawić żądaną wartość luzu promieniowego. W przypadku łożyska CRB z otworem stożkowym popularne klasy luzu promieniowego łożysk nierozbieralnych niezamiennych to CC9, CC0 i CC1. Konkretnie charakterystyki każdej z nich opisano poniżej:

Luz CC0 (luz zalecany przez NSK)

Zakres luzu z pasowaniem mniejszy niż CC1. Zakres ten nakłada się na górne wartości CC0 i dolne wartości CC1. Ponieważ luz ten jest łatwy do osiągnięcia przez klientów w tym zakresie, jest to preferowany luz oferowany dla łożysk CRB o otworze stożkowym.

● Luz CC1

Zakres luzu z pasowaniem większy niż CC0. Jakkolwiek niestandardowy, luz ten jest bardzo popularny. Należy zachować ostrożność w przypadku maksymalnej wartości luzu. Przy tej wartości następuje znaczące rozszerzenie pierścienia wewnętrznego, co może czasami powodować deformację łożyska lub samego wrzeciona, zwłaszcza w przypadku, gdy grubość ścianki wrzeciona jest niewielka.

● Luz CC9

Zakres luzu z pasowaniem mniejszym niż CC0. Luz ten pomaga unikać potencjalnej deformacji pierścienia wewnętrznego lub wrzeciona w przypadku niewielkiej tolerancji dla rozszerzenia pierścienia wewnętrznego. Ponieważ luz promieniowy jest zredukowany do minimum, luz ujemny pomiędzy pierścieniem wewnętrznym i wrzecionem staje się niewielki.

W zastosowaniach wymagających dużej prędkości może to powodować luzowanie się pierścienia wewnętrznego na wrzecionie i w rezultacie uszkodzenie z powodu pełzania.



Łożyska kulkowe skośne o dużej precyzji

Seria Standard



Ultra superszybkie łożyska kulkowe skośne

Seria ROBUST



Ultra superszybkie łożyska kulkowe skośne

Seria Spinshot™



Łożyska kulkowe skośne o ultra dużej precyzji

Seria BGR

Łożyska kulkowe skośne

Łożyska kulkowe skośne o dużej precyzji (Seria Standard) 44–56

Charakterystyka

System oznaczeń

Tabele łożysk

Seria Małogabarytowe

Seria 79

Seria 70

Seria 72

Ultra superszybkie łożyska kulkowe skośne (Seria ROBUST) 58–69

Charakterystyka

System oznaczeń

Tabele łożysk

Seria BNR19, BER19

Seria BNR10, BER10

Seria BNR19XE, BER19XE (Spinshot™ II)

Seria BNR10XE, BER10XE (Spinshot™ II)

Łożyska kulkowe skośne o ultra dużej precyzji (Seria BGR) 70–74

Charakterystyka

System oznaczeń

Tabele łożysk

Seria BGR19

Seria BGR10

Seria BGR02

Łożyska kulkowe skośne

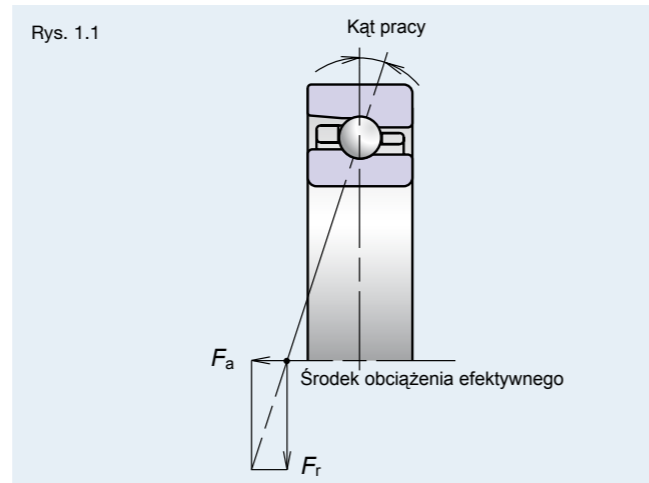
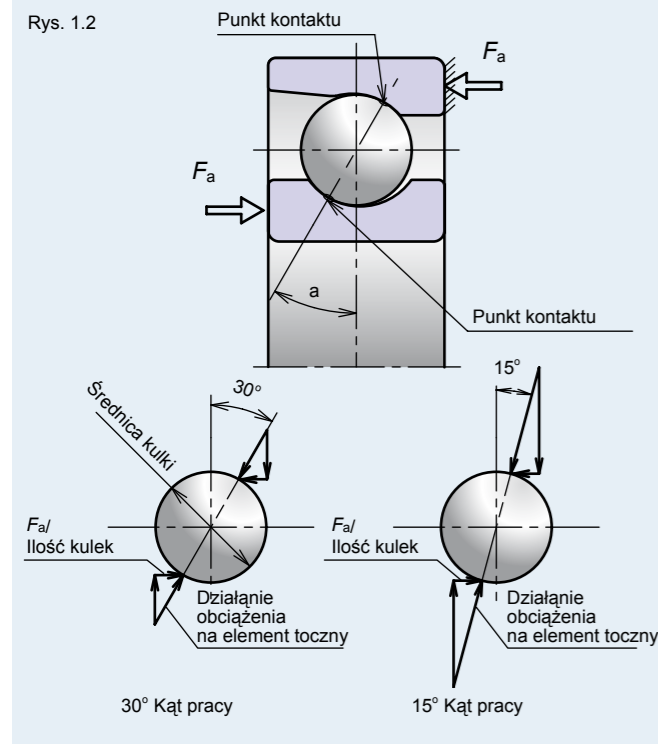
Łożyska kulkowe skośne

Łożyska kulkowe skośne o dużej precyzji (Seria Standard)

Charakterystyka

Jednorzędowe łożyska kulkowe skośne charakteryzują się linią łączącą punkty styku biegnącą w kierunku promieniowym, która zwana jest kątem działania łożyska. Kąt działania sprawia, że łożysko to może przenosić obciążenia promieniowe, jednokierunkowe obciążenia wzdłużne lub połączenie tych obciążeń. Ponadto, ponieważ składnik wzdłużny jest generowany, gdy przykładane jest obciążenie promieniowe, łożyska te są zazwyczaj stosowane w parach, układach potrójnych, poczwórnych lub wielokrotnych.

Kąt działania łożyska



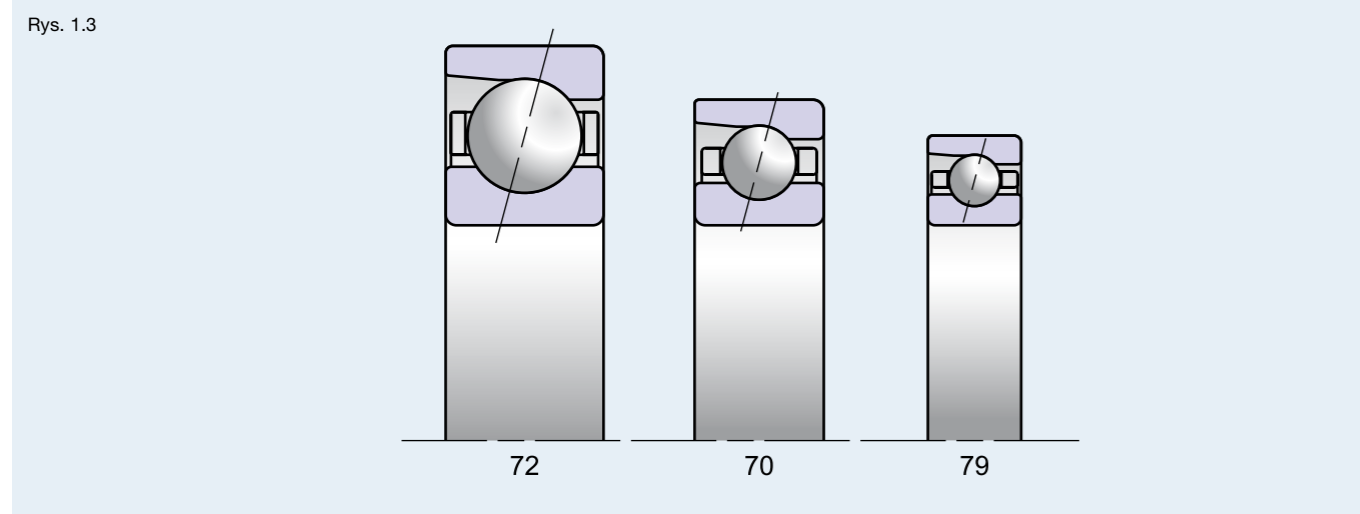
Gdy łożysko kulkowe skośne zostaje obciążone, odkształcenie sprężyste oraz wielkość naprężenia w punktach styku zmieniają się w wyniku zmiennych warunków obciążenia kulek, pierścienia wewnętrznego i pierścienia zewnętrznego.

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 = $F_a / (\text{liczba kulek} \times \sin \alpha)$.

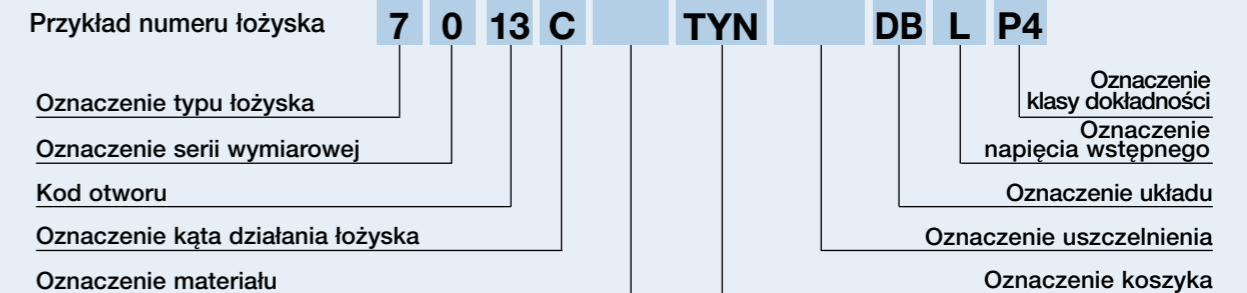
Stąd, im większy jest kąt działania łożyska, tym mniejsze jest obciążenie działające na element toczny. Obciążenie w punkcie styku i będące jego konsekwencją odkształcenie jest mniejsze, co daje w rezultacie zwiększenie trwałości. Przy przyłożeniu obciążenia promieniowego, im mniejszy jest kąt działania 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 38 i 39).

Serie wymiarowe



System oznaczeń łożysk kulkowych skośnych o dużej precyzji (Seria Standard)



Symbol	Opis	Wartości	Strony
7	Typ łożyska	7: jednorzędowe łożysko kulkowe skośne	Patrz 38–39, 44
0	Wymiar	9 = seria 19 ISO; 0 = seria 10 ISO; 2 = seria 02 ISO	38–39, 44
13	Kod otworu	00 = 10mm 01 = 12mm 02 = 15mm 03 = 17mm 04 i wyżej: pomnożyć x 5 dla uzyskania średnicy otworu w mm	46–56
C	Kąt działania łożyska	C = 15° ; A5 = 25° ; A = 30°	38–39, 44
	Materiał	Brak oznaczenia: stal łożyskowa; SN24 = kulki ceramiczne (Si_3N_4) ⁽¹⁾	12–15
TYN	Koszyk	prowadzony na kulkach koszyk z żywicy poliamidowej; obroty graniczne $d_m n = 1,400,000$; operational temperature limit = 120°C	16–17
	Uszczelnienie	Brak oznaczenia: typu otwartego V1V = uszczelki gumowe bezkontaktowe ⁽²⁾	28
DB	Układ	SU: pojedyncze uniwersalne; DU: układ uniwersalny (dwurzędowy) DB: układ tyłem do siebie; DF: układ przodem do siebie DT: układ jedno za drugim DBD, DFD, DTD, DUD: układ potrójny; DBB, DFF, DBT, DFT, DTT, QU: układ poczwórny	38–39 130–133
L	Obciążenie 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 wzdłużny	38–39 134–142
P4	Klasa dokładności	P2: klasa 2 ISO; P4: klasa 4 ISO; P5: klasa 5 ISO; P3: klasa specjalna (dokładność wymiarowa: klasa 4 ISO; dokładność biegu: klasa 2 ISO) P4Y: dokładność specjalna (średnica otworu i średnica zewnętrzna określane wyłącznie przez NSK. Wszystkie inne klasa 4 ISO)	133 158–161

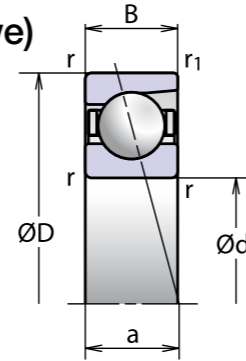
⁽¹⁾ Numery łożysk kulkowych ceramicznych skośnych 79, 70. Średnica otworu $\varnothing = 10\text{--}100\text{ mm}$.

⁽²⁾ Uszczelnione łożyska kulkowe skośne są normalizowane do układu SU i klasy 3 ISO. Numery łożysk kulkowych skośnych uszczelnionych 79, 70. Średnica otworu $\varnothing = 30\text{--}100\text{ mm}$.

Łożyska kulkowe skośne o dużej precyzji (Seria Małogabarytowe)

Seria 70 Seria 72

Średnica otworu 5–8 mm



Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Środek obciążenia efektywnego (mm) a	Ciężar (g) (przybliżony)	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min)	r ₁ (min)	C _r (Dynamiczna)	C _{or} (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 129.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.

Uwaga: Łożyska o numerach z przyrostkiem „C”: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=15^\circ$
Łożyska o numerach z przyrostkiem „A”: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=30^\circ$

Łożyska kulkowe skośne o dużej precyzji (Seria Standard)

Seria 79

Średnica otworu 10–55 mm

Dodatkowe informacje	Nr strony
● Dynamiczne obciążenie równoważne	121
● Statyczne obciążenie równoważne	128
● Napięcie wstępne i sztywność	134
● Wymiary oparcia i zaokrąglenia	168
● Pozycja dyszy	174
● Ilość smaru wypełniającego	157

Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Współczynnik (kg) f ₀	Środek obciążenia efektywnego (mm) a	Ciężar (kg) (przybliżony)	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	7	29 900	45 500
7906A5	30	47	9	0.3	0.15	7.85	5.95	4.95	–	13.5	0.050	7	26 000	39 000
7907C	35	55	10	0.6	0.30	12.10	9.15	6.60	15.7	11.0	0.074	7	25 600	38 900
7907A5	35	55	10	0.6	0.30	11.40	8.70	7.20	–	15.5	0.075	7	22 300	33 400
7908C	40	62	12	0.6	0.30	15.10	11.70	8.40	15.7	12.8	0.109	7	22 600	34 400
7908A5	40	62	12	0.6	0.30	14.30	11.20	8.90	–	17.9	0.110	7	19 700	29 500
7909C	45	68	12	0.6	0.30	16.00	13.40	8.55	16.0	13.6	0.129	7	20 400	31 000
7909A5	45	68	12	0.6	0.30	15.10	12.70	9.95	–	19.2	0.130	7	17 700	26 600
7910C	50	72	12	0.6	0.30	16.90	15.00	9.45	16.2	14.2	0.130	7	18 900	28 700
7910A5	50	72	12	0.6	0.30	15.90	14.20	11.00	–	20.2	0.132	7	16 400	24 600
7911C	55	80	13	1.0	0.60	19.10	17.70	11.00	16.3	15.5	0.182	7	17 100	26 000
7911A5	55	80	13	1.0	0.60	18.10	16.80	12.50	–	22.2	0.184	7	14 900	22 300

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 129.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.

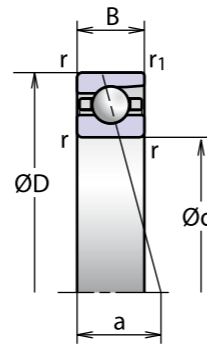
Uwaga: Łożyska o numerach z przyrostkiem „C”: nominalny kąt działania łożyska $\alpha = 15^\circ$
Łożyska o numerach z przyrostkiem „A5”: nominalny kąt działania łożyska $\alpha = 25^\circ$

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

Łożyska kulkowe skośne o dużej precyzji (Seria Standard)

Seria 79

Średnica otworu 60-280 mm



Dodatkowe informacje: Nr strony

- Dynamiczne obciążenie równoważne . 121
- Statyczne obciążenie równoważne . 128
- Napięcie wstępne i sztywność 134
- Wymiary oparcia i zaokrąglenia 168
- Pozycja dyszy 174
- Ilość smaru wypełniającego 157

Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Współczynnik (kg) f_0	Środek obciążenia efektywnego (mm) a	Ciężar (kg) (przybliżony)	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	7	15 900	24 200
7912A5	60	85	13	1.0	0.6	18.3	17.7	13.0	-	23.4	0.198	7	13 800	20 700
7913C	65	90	13	1.0	0.6	20.2	20.5	12.5	16.7	16.9	0.208	7	14 900	22 600
7913A5	65	90	13	1.0	0.6	19.1	19.4	14.2	-	24.6	0.211	7	13 000	19 400
7914C	70	100	16	1.0	0.6	28.1	27.8	17.3	16.4	19.4	0.338	7	13 600	20 600
7914A5	70	100	16	1.0	0.6	26.5	26.3	20.3	-	27.8	0.341	7	11 800	17 700
7915C	75	105	16	1.0	0.6	28.6	29.3	18.0	16.6	20.1	0.358	7	12 800	19 500
7915A5	75	105	16	1.0	0.6	26.9	27.7	21.2	-	29.0	0.355	7	11 200	16 700
7916C	80	110	16	1.0	0.6	29.0	30.5	18.7	16.7	20.7	0.377	7	12 200	18 500
7916A5	80	110	16	1.0	0.6	27.3	29.0	22.1	-	30.2	0.381	7	10 600	15 800
7917C	85	120	18	1.1	0.6	39.0	40.5	25.9	16.5	22.7	0.534	7	11 300	17 100
7917A5	85	120	18	1.1	0.6	36.5	38.5	30.0	-	32.9	0.541	7	9 800	14 700
7918C	90	125	18	1.1	0.6	41.5	46.0	29.1	16.6	23.4	0.568	7	10 700	16 300
7918A5	90	125	18	1.1	0.6	39.5	43.5	33.5	-	34.1	0.560	7	9 400	14 000
7919C	95	130	18	1.1	0.6	42.5	48.0	30.0	16.7	24.1	0.597	7	10 300	15 600
7919A5	95	130	18	1.1	0.6	40.0	45.5	35.0	-	35.2	0.603	7	8 900	13 400
7920C	100	140	20	1.1	0.6	50.0	54.0	33.0	16.5	26.1	0.800	7	9 600	14 600
7920A5	100	140	20	1.1	0.6	47.5	51.5	39.5	-	38.0	0.808	7	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 129.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.

Uwaga: Łożyska o numerach z przyrostkiem „C”: nominalny kąt działania łożyska $\alpha = 15^\circ$

Łożyska o numerach z przyrostkiem „A5”: nominalny kąt działania łożyska $\alpha = 25^\circ$

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

Seria 79 (ciąg dalszy)

Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Współczynnik (kg) f_0	Środek obciążenia efektywnego (mm) a	Ciężar (kg) (przybliżony)	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
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	102.0	122.0	74.0	16.6	38.1	2.960	-	6 400	9 800
7930A5	150	210	28	2.0	1.0	96.5	115.0	84.5	-	56.0	2.970	-	5 600	8 400
7932C	160	220	28	2.0	1.0	106.0	133.0	80.0	16.7	39.4	3.100	-	6 100	9 300
7932A5	160	220	28	2.0	1.0	100.0	125.0	93.5	-	58.3	3.120	-	5 300	7 900
7934C	170	230	28	2.0	1.0	113.0	148.0	88.5	16.8	40.8	3.360	-	5 800	8 800
7934A5	170	230	28	2.0	1.0	106.0	140.0	103.0	-	60.6	3.360	-	5 000	7 500
7936C	180	250	33	2.0	1.0	145.0	184.0	111.0	16.6	45.3	4.900	-	5 400	8 200
7936A5	180	250	33	2.0	1.0	137.0	174.0	127.0	-	66.6	4.940	-	4 700	7 000
7938C	190	260	33	2.0	1.0	147.0	192.0	115.0	16.7	46.6	4.980	-	5 200	7 800
7938A5	190	260	33	2.0	1.0	139.0	182.0	131.0	-	69.0	5.120	-	4 500	6 700
7940C	200	280	38	2.1	1.1	189.0	244.0	144.0	16.5	51.2	6.850	-	4 800	7 300
7940A5	200	280	38	2.1	1.1	178.0	231.0	169.0	-	75.0	6.920	-	4 200	6 300
7944C	220	300	38	2.1	1.1	190.0	256.0	235.0	16.7	53.8	6.665	-	4 500	6 800
7944A5	220	300	38	2.1	1.1	179.0	242.0	174.0	-	79.6	6.665	-	3 900	5 800
7948C	240	320	38	2.1	1.1	200.0	286.0	260.0	16.8	56.5	7.224	-	4 200	6 300
7948A5	240	320	38	2.1	1.1	189.0	270.0	193.0	-	84.3	7.224	-	3 600	5 400
7952C	260	360	46	2.1	1.1	256.0	365.0	340.0	16.6	64.5	11.936	-	3 800	5 700
7952A5	260	360	46	2.1	1.1	241.0	345.0	252.0	-	95.3	11.936	-	3 300	4 900
7956C	280	380	46	2.1	1.1	272.0	410.0	380.0	16.7	67.2	12.853	-	3 500	5 400
7956A5	280	380	46	2.1	1.1	256.0	390.0	283.0	-	99.9	12.853	-	3 100	4 600

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 129.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.

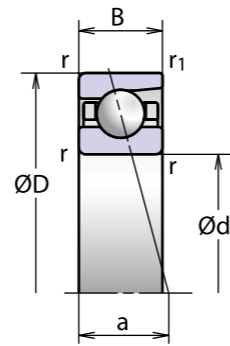
Uwaga: Łożyska o numerach z przyrostkiem „C”: nominalny kąt działania łożyska $\alpha = 15^\circ$

Łożyska o numerach z przyrostkiem „A5”: nominalny kąt działania łożyska $\alpha = 25^\circ$

Łożyska kulkowe skośne o dużej precyzji (Seria Standard)

Seria 70

Średnica otworu 10-75 mm



Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Współczynnik (kg) f ₀	Środek obciążenia efektywnego (mm) a	Ciężar (kg) (przybliżony)	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	0.30	11.10	6.55	4.80	14.0	10.1	0.067	-	37 100	56 500
7004A5	20	42	12	0.6	0.30	10.60	6.25	5.45	-	13.2	0.067	-	32 300	48 400
7004A	20	42	12	0.6	0.30	10.30	6.10	4.20	-	14.9	0.068	-	24 200	32 300
7005C	25	47	12	0.6	0.30	11.70	7.40	5.20	14.7	10.8	0.078	-	32 000	48 700
7005A5	25	47	12	0.6	0.30	11.10	7.10	5.95	-	14.4	0.077	-	27 800	41 700
7005A	25	47	12	0.6	0.30	10.70	6.85	4.55	-	16.4	0.079	-	20 900	27 800
7006C	30	55	13	1.0	0.60	15.10	10.30	6.85	14.9	12.2	0.114	7	27 100	41 200
7006A5	30	55	13	1.0	0.60	14.40	9.80	8.05	-	16.4	0.114	7	23 600	35 300
7006A	30	55	13	1.0	0.60	13.90	9.45	6.20	-	18.8	0.116	7	17 700	23 600
7007C	35	62	14	1.0	0.60	19.10	13.70	9.35	15.0	13.5	0.151	7	23 800	36 100
7007A5	35	62	14	1.0	0.60	18.20	13.00	11.40	-	18.3	0.151	7	20 700	31 000
7007A	35	62	14	1.0	0.60	17.50	12.60	8.75	-	21.0	0.153	7	15 500	20 700

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 129.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.

Uwaga: Łożyska o numerach z przyrostkiem „C”: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=15^\circ$

Łożyska o numerach z przyrostkiem „A5”: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=25^\circ$

Łożyska o numerach z przyrostkiem „A”: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=30^\circ$

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

Seria 70 (ciąg dalszy)

Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Współczynnik (kg) f ₀	Środek obciążenia efektywnego (mm) a	Ciężar (kg) (przybliżony)	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
7008C	40	68	15	1.0	0.6	20.6	15.9	10.60	15.4	14.7	0.189	7	21 300	32 500
7008A5	40	68	15	1.0	0.6	19.5	15.1	12.00	-	20.1	0.188	7	18 600	27 800
7008A	40	68	15	1.0	0.6	18.8	14.6	9.15	-	23.1	0.191	7	13 900	18 600
7009C	45	75	16	1.0	0.6	24.4	19.3	12.40	15.4	16.0	0.238	7	19 200	29 200
7009A5	45	75	16	1.0	0.6	23.1	18.3	14.50	-	22.0	0.250	7	16 700	25 000
7009A	45	75	16	1.0	0.6	22.3	17.7	11.10	-	25.3	0.241	7	12 500	16 700
7010C	50	80	16	1.0	0.6	26.0	21.9	13.90	15.7	16.7	0.259	7	17 700	27 000
7010A5	50	80	16	1.0	0.6	24.6	20.8	16.20	-	23.2	0.270	7	15 400	23 100
7010A	50	80	16	1.0	0.6	23.7	20.1	12.50	-	26.8	0.262	7	11 600	15 400
7011C	55	90	18	1.1	0.6	34.0	28.6	18.90	15.5	18.7	0.380	7	15 900	24 200
7011A5	55	90	18	1.1	0.6	32.5	27.2	21.80	-	25.9	0.383	7	13 800	20 700
7011A	55	90	18	1.1	0.6	31.0	26.3	16.60	-	29.9	0.385	7	10 400	13 800
7012C	60	95	18	1.1	0.6	35.0	30.5	19.90	15.7	19.4	0.405	7	14 900	22 600
7012A5	60	95	18	1.1	0.6	33.0	29.1	23.00	-	27.1	0.408	7	13 000	19 400
7012A	60	95	18	1.1	0.6	32.0	28.1	17.60	-	31.4	0.410	7	9 700	13 000
7013C	65	100	18	1.1	0.6	37.0	34.5	22.00	15.9	20.0	0.435	7	14 000	21 300
7013A5	65	100	18	1.1	0.6	35.0	32.5	25.40	-	28.2	0.455	7	12 200	18 200
7013A	65	100	18	1.1	0.6	33.5	31.5	19.50	-	32.8	0.441	7	9 100	12 200
7014C	70	110	20	1.1	0.6	47.0	43.0	26.80	15.7	22.1	0.606	7	12 800	19 500
7014A5	70	110	20	1.1	0.6	44.5	41.0	32.00	-	31.0	0.625	7	11 200	16 700
7014A	70	110	20	1.1	0.6	42.5	39.5	24.60	-	36.0	0.613	7	8 400	11 200
7015C	75	115	20	1.1	0.6	48.0	45.5	28.10	15.9	22.7	0.643	7	12 200	18 500
7015A5	75	115	20	1.1	0.6	45.5	43.5	33.50	-	32.1	0.652	7	10 600	15 800
7015A	75	115	20	1.1	0.6	43.5	41.5	25.90	-	37.4	0.650	7	7 900	10 600

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 129.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.

Uwaga: Łożyska o numerach z przyrostkiem „C”: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=15^\circ$

Łożyska o numerach z przyrostkiem „A5”: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=25^\circ$

Łożyska o numerach z przyrostkiem „A”: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=30^\circ$

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

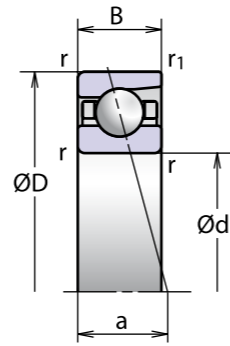
Dodatkowe informacje: Nr strony

- Dynamiczne obciążenie równoważne . . . 121
- Statyczne obciążenie równoważne . . . 128
- Napięcie wstępne i sztywność 134
- Wymiary oparcia i zaokrąglenia 168
- Pozycja dyszy 174
- Ilość smaru wypełniającego 157

Łożyska kulkowe skośne o dużej precyzji (Seria Standard)

Seria 70

Średnica otworu 80-200 mm



Dodatkowe informacje: Nr strony

- Dynamiczne obciążenie równoważne . 121
- Statyczne obciążenie równoważne . 128
- Napięcie wstępne i sztywność 134
- Wymiary oparcia i zaokrąglenia 168
- Pozycja dyszy 174
- Ilość smaru wypełniającego 157

Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Współczynnik (kg) f_0	Środek obciążenia efektywnego (mm) a	Ciężar (kg) (przybliżony)	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
7016C	80	125	22	1.1	0.6	58.5	55.5	34.5	15.7	24.7	0.855	7	11 300	17 100
7016A5	80	125	22	1.1	0.6	55.5	52.5	41.0	-	34.9	0.880	7	9 800	14 700
7016A	80	125	22	1.1	0.6	53.5	50.5	31.5	-	40.6	0.864	7	7 400	9 800
7017C	85	130	22	1.1	0.6	60.0	58.5	38.0	15.9	25.4	0.898	7	10 700	16 300
7017A5	85	130	22	1.1	0.6	57.0	55.5	43.0	-	36.1	0.904	7	9 400	14 000
7017A	85	130	22	1.1	0.6	54.5	53.5	33.0	-	42.0	0.907	7	7 000	9 400
7018C	90	140	24	1.5	1.0	71.5	69.0	44.5	15.7	27.4	1.160	7	10 000	15 300
7018A5	90	140	24	1.5	1.0	68.0	65.5	52.0	-	38.8	1.170	7	8 700	13 100
7018A	90	140	24	1.5	1.0	65.0	63.5	40.5	-	45.2	1.180	7	6 600	8 700
7019C	95	145	24	1.5	1.0	73.5	73.0	47.0	15.9	28.1	1.210	7	9 600	14 600
7019A5	95	145	24	1.5	1.0	69.5	69.5	52.5	-	40.0	1.410	7	8 400	12 500
7019A	95	145	24	1.5	1.0	67.0	67.0	40.5	-	46.6	1.230	7	6 300	8 400
7020C	100	150	24	1.5	1.0	75.5	77.0	49.0	16.0	28.7	1.270	7	9 200	14 000
7020A5	100	150	24	1.5	1.0	71.0	73.5	57.5	-	41.1	1.450	7	8 000	12 000
7020A	100	150	24	1.5	1.0	68.5	70.5	44.5	-	48.1	1.280	7	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	106.0	104.0	68.5	15.6	32.7	1.940	-	8 300	12 500
7022A5	110	170	28	2.0	1.0	100.0	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	112.0	117.0	75.5	15.8	34.1	2.090	-	7 700	11 700
7024A5	120	180	28	2.0	1.0	106.0	111.0	87.5	-	49.0	2.430	-	6 700	10 000
7024A	120	180	28	2.0	1.0	102.0	107.0	67.5	-	57.3	2.120	-	5 000	6 700

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 129.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.

Uwaga: Łożyska o numerach z przyrostkiem „C”: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=15^\circ$

Łożyska o numerach z przyrostkiem „A5”: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=25^\circ$

Łożyska o numerach z przyrostkiem „A”: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=30^\circ$

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

Seria 70 (ciąg dalszy)

Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Współczynnik (kg) f_0	Środek obciążenia efektywnego (mm) a	Ciężar (kg) (przybliżony)	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
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	104.0	-	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	105.0	16.0	42.6	4.150	-	6 200	9 400
7030A5	150	225	35	2.1	1.1	143	160	123.0	-	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	118.0	16.0	45.8	5.110	-	5 800	8 800
7032A5	160	240	38	2.1	1.1	162	183	138.0	-	65.6	5.710	-	5 000	7 500
7032A	160	240	38	2.1	1.1	155	176	106.0	-	76.7	5.160	-	3 800	5 000
7034C	170	260	42	2.1	1.1	205	234	149.0	15.9	49.8	6.880	-	5 400	8 200
7034A5	170	260	42	2.1	1.1	193	223	168.0	-	71.1	7.830	-	4 700	7 000
7034A	170	260	42	2.1	1.1	186	214	129.0	-	83.1	6.940	-	3 500	4 700
7036C	180	280	46	2.1	1.1	228	276	175.0	15.8	53.8	10.400	-	5 000	7 700
7036A5	180	280	46	2.1	1.1	216	262	195.0	-	76.6	10.400	-	4 400	6 600
7036A	180	280	46	2.1	1.1	207	252	151.0	-	89.4	9.270	-	3 300	4 400
7038C	190	290	46	2.1	1.1	247	305	192.0	15.9	55.2	11.200	-	4 800	7 300
7038A5	190	290	46	2.1	1.1	233	291	222.0	-	79.0	11.200	-	4 200	6 300
7038A	190	290	46	2.1	1.1	224	280	172.0	-	92.3	11.300	-	3 200	4 200
7040C	200	310	51	2.1	1.1	265	340	213.0	15.9	59.7	13.600	-	4 600	6 900
7040A5	200	310	51	2.1	1.1	250	325	245.0	-	85.0	13.700	-	4 000	5 900
7040A	200	310	51	2.1	1.1	240	310	190.0	-	99.1	13.700	-	3 000	4 000

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 129.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.

Uwaga: Łożyska o numerach z przyrostkiem „C”: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=15^\circ$

Łożyska o numerach z przyrostkiem „A5”: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=25^\circ$

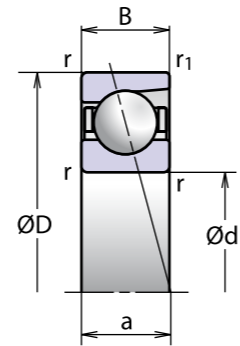
Łożyska o numerach z przyrostkiem „A”: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=30^\circ$

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

Łożyska kulkowe skośne o dużej precyzji (Seria Standard)

Seria 72

Średnica otworu 10-105 mm



Dodatkowe informacje: Nr strony

- Dynamiczne obciążenie równoważne . 121
- Statyczne obciążenie równoważne . 128
- Napięcie wstępne i sztywność 134
- Wymiary oparcia i zaokrąglenia 168
- Pozycja dyszy 174
- Ilość smaru wypełniającego 157

Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Współczynnik (kg) f_0	Środek obciążenia efektywnego (mm) a	Ciężar (kg) (przybliżony)	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min)	r ₁ (min)	C _r (Dynamiczna)	C _{or} (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	10.90	5.85	4.85	13.3	9.8	0.065	40 400	61 500
7203A5	17	40	12	0.6	0.3	10.40	5.60	5.30	-	12.6	0.064	35 100	52 700
7203A	17	40	12	0.6	0.3	10.10	5.45	4.05	-	14.2	0.065	26 400	35 100
7204C	20	47	14	1.0	0.6	14.60	8.05	6.30	13.3	11.5	0.103	34 400	52 300
7204A5	20	47	14	1.0	0.6	14.00	7.75	7.40	-	14.8	0.102	29 900	44 800
7204A	20	47	14	1.0	0.6	13.60	7.55	5.75	-	16.7	0.104	22 400	29 900
7205C	25	52	15	1.0	0.6	16.60	10.20	7.50	14.0	12.7	0.127	29 900	45 500
7205A5	25	52	15	1.0	0.6	15.90	9.80	9.05	-	16.5	0.130	26 000	39 000
7205A	25	52	15	1.0	0.6	15.40	9.45	6.95	-	18.6	0.129	19 500	26 000
7206C	30	62	16	1.0	0.6	23.00	14.70	10.30	13.9	14.2	0.194	25 000	38 100
7206A5	30	62	16	1.0	0.6	22.10	14.10	12.00	-	18.7	0.194	21 800	32 700
7206A	30	62	16	1.0	0.6	21.30	13.60	9.20	-	21.3	0.197	16 400	21 800
7207C	35	72	17	1.1	0.6	30.50	19.90	14.40	13.9	15.7	0.280	21 500	32 800
7207A5	35	72	17	1.1	0.6	29.10	19.10	16.60	-	21.0	0.277	18 700	28 100
7207A	35	72	17	1.1	0.6	28.20	18.50	12.70	-	23.9	0.284	14 100	18 700
7208C	40	80	18	1.1	0.6	36.50	25.20	17.60	14.1	17.0	0.366	19 200	29 200
7208A5	40	80	18	1.1	0.6	34.50	24.10	20.60	-	23.0	0.362	16 700	25 000
7208A	40	80	18	1.1	0.6	33.50	23.30	15.80	-	26.3	0.370	12 500	16 700
7209C	45	85	19	1.1	0.6	41.00	28.80	19.60	14.2	18.2	0.406	17 700	27 000
7209A5	45	85	19	1.1	0.6	39.00	27.60	23.30	-	24.7	0.402	15 400	23 100
7209A	45	85	19	1.1	0.6	37.50	26.70	18.00	-	28.3	0.410	11 600	15 400
7210C	50	90	20	1.1	0.6	43.00	31.50	21.10	14.5	19.4	0.457	16 500	25 000
7210A5	50	90	20	1.1	0.6	41.00	30.50	25.20	-	26.3	0.453	14 300	21 500
7210A	50	90	20	1.1	0.6	39.50	29.30	19.40	-	30.2	0.462	10 800	14 300

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 129.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.

Uwaga: Łożyska o numerach z przyrostkiem „C”: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=15^\circ$

Łożyska o numerach z przyrostkiem „A5”: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=25^\circ$

Łożyska o numerach z przyrostkiem „A”: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=30^\circ$

Seria 72 (ciąg dalszy)

Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Współczynnik (kg) f_0	Środek obciążenia efektywnego (mm) a	Ciężar (kg) (przybliżony)	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min)	r ₁ (min)	C _r (Dynamiczna)	C _{or} (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	107.0	90.5	60.5	14.7	29.7	1.790	9 800	14 900
7217A5	85	150	28	2.0	1.0	102.0	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	123.0	105.0	72.0	14.6	31.7	2.200	9 200	14 000
7218A5	90	160	30	2.0	1.0	117.0	100.0	83.5	-	44.1	2.310	8 000	12 000
7218A	90	160	30	2.0	1.0	113.0	96.5	64.5	-	51.1	2.230	6 000	8 000
7219C	95	170	32	2.1	1.1	133.0	112.0	76.0	14.6	33.7	2.640	8 700	13 300
7219A5	95	170	32	2.1	1.1	127.0	107.0	87.0	-	46.9	2.630	7 600	11 400
7219A	95	170	32	2.1	1.1	122.0	103.0	67.0	-	54.2	2.670	5 700	7 600
7220C	100	180	34	2.1	1.1	149.0	127.0	88.5	14.5	35.7	3.180	8 300	12 500
7220A5	100	180	34	2.1	1.1	142.0	121.0	103.0	-	49.6	3.160	7 200	10 800
7220A	100	180	34	2.1	1.1	137.0	117.0	79.5	-	57.4	3.210	5 400	7 200
7221C	105	190	36	2.1	1.1	162.0	143.0	97.5	14.5	37.7	3.780	7 800	11 900
7221A5	105	190	36	2.1	1.1	155.0	137.0	111.0	-	52.4	3.770	6 800	10 200
7221A	105	190	36	2.1	1.1	150.0	132.0	85.0	-	60.6	3.820	5 100	6 800

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 129.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.

Uwaga: Łożyska o numerach z przyrostkiem „C”: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=15^\circ$

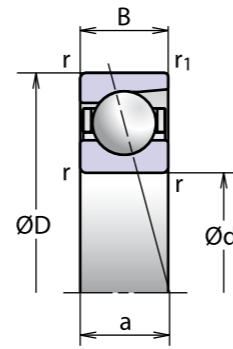
Łożyska o numerach z przyrostkiem „A5”: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=25^\circ$

Łożyska o numerach z przyrostkiem „A”: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=30^\circ$

Łożyska kulkowe skośne o dużej precyzji (Seria Standard)

Seria 72

Średnica otworu 110–150 mm



Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Współczynnik (kg) f_0	Środek obciążenia efektywnego (mm) a	Ciężar (kg) (przybliżony)	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min)	r_1 (min)	C_r (Dynamiczna)	C_{or} (Statyczna)					w smarze	w oleju
7222C	110	200	38	2.1	1.1	176	160	108.0	14.5	39.8	4.450	7 500	11 300
7222A5	110	200	38	2.1	1.1	168	153	126.0	–	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	132.0	14.6	42.4	5.420	6 900	10 500
7224A5	120	215	40	2.1	1.1	189	184	150.0	–	59.1	5.420	6 000	9 000
7224A	120	215	40	2.1	1.1	183	177	116.0	–	68.3	5.450	4 500	6 000
7226C	130	230	40	3.0	1.1	206	209	144.0	14.9	44.1	6.230	6 400	9 800
7226A5	130	230	40	3.0	1.1	196	199	163.0	–	62.0	6.220	5 600	8 400
7226A	130	230	40	3.0	1.1	189	193	127.0	–	72.0	6.280	4 200	5 600
7228C	140	250	42	3.0	1.1	238	254	172.0	14.8	47.1	7.910	5 900	9 000
7228A5	140	250	42	3.0	1.1	226	242	194.0	–	66.5	7.910	5 200	7 700
7228A	140	250	42	3.0	1.1	218	234	150.0	–	77.3	7.970	3 900	5 200
7230C	150	270	45	3.0	1.1	270	305	205.0	14.7	50.6	11.100	5 500	8 400
7230A5	150	270	45	3.0	1.1	258	290	231.0	–	71.5	11.100	4 800	7 200
7230A	150	270	45	3.0	1.1	248	280	179.0	–	83.1	11.200	3 600	4 800

(1) Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 129.

(2) Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.

Uwaga: Łożyska o numerach z przyrostkiem „C”: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=15^\circ$

Łożyska o numerach z przyrostkiem „A5”: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=25^\circ$

Łożyska o numerach z przyrostkiem „A”: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=30^\circ$

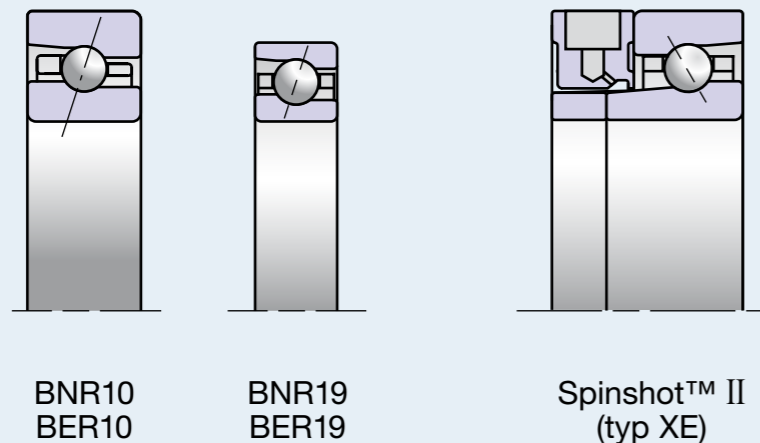
Ultra superszybkie łożyska kulkowe skośne (Seria ROBUST)

Charakterystyka

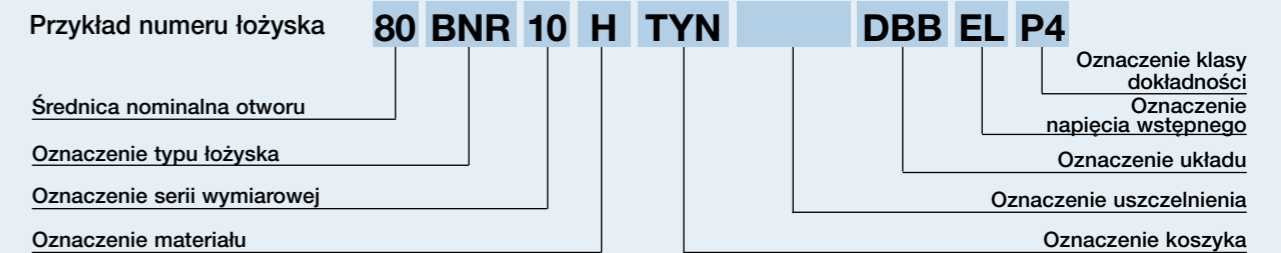
- Optymalna budowa** Wytrzymała budowa osiągnięta dzięki opracowanej przez NSK technologii analitycznej. Optymalna budowa osiągnięta dzięki komputerowej symulacji wzrostu temperatury opartej na analizie ruchu kulek.
- Trwałość** Nowy materiał – stal SHX – ma wyższą wytrzymałość na wysoką temperaturę i działanie wody. Środki zwiększające trwałość obejmują zwiększenie odporności na zatarcie przy słabym smarowaniu i przy pracy z dużą prędkością obrotową.
- Duża dokładność** Materiał elementów tocznych może być dopasowany do zastosowania. Seria Robust oferuje także ceramiczne elementy toczne o dużej dokładności. Dostępna jest seria P2 o dużej dokładności. Produkty te mogą być wykorzystane w zastosowaniach wymagających wyjątkowo dużej prędkości.
- Duża prędkość** Koszyk dostosowany do pracy z dużą prędkością. Korzyści płynące z zastosowania lekkiego, wytrzymałego koszyka z żywicy obejmują odporności na wysokie temperatury i dużą sztywność, co powoduje, że koszyk ten jest niezastąpiony przy pracy z dużą prędkością.
- Niski poziom hałasu** Cichsza praca wrzecion wysokoobrotowych dzięki systemowi smarowania Spinshot™. Eliminacja hałasów powodowanych przez sprężone powietrze w powietrzno-olejowym systemie smarowania.

Serie wymiarowe

Rys. 1.4



System oznaczeń ultra superszybkich łożysk kulkowych skośnych (Seria ROBUST)



			Patrz																	
80	Średnica nominalna otworu	Średnica otworu (mm)	60–69																	
BNR	Typ łożyska	BNR: kąt działania 18°; BER: kąt działania 25°	38–39, 44																	
10	Seria wymiarowa	10 = seria 10 ISO 19 = seria 19 ISO	38–39, 58																	
H	Materiał	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Typ</th> <th colspan="2">Materiał</th> </tr> <tr> <th>Pierścienie</th> <th>Elementy toczne</th> </tr> </thead> <tbody> <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> </tbody> </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)	12–15, 20–21
		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 koszyk z żywicy poliamidowej; obroty graniczne $d_m n = 1,400,000$; graniczna temperatura robocza = 120°C TR: prowadzony na pierścieniu zewnętrznym koszyk z żywicy fenolowej; graniczna temperatura robocza	16–17																	
	Uszczelnienie	Brak oznaczenia: typu otwartego V1V: uszczelnienie gumowe bezkontaktowe (1)	28																	
DBB	Układ	SU: pojedyncze uniwersalne; DU: układ uniwersalny dwurzędowy DB: układ tyłem do siebie; DF: układ przodem do siebie (dwurzędowy) DT: układ jedno za drugim DBD, DFD, DTD, DUD: układ potrójny; DBB, DFF, DBT, DFT, DTT, QU: układ poczwórny	38–39, 130–133																	
EL	Obciążenie 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 wzdłużny	38–39, 134–142, 143–146																	
P4	Klasa dokładności	P2: klasa 2 ISO; P4: klasa 4 ISO; P5: klasa 5 ISO; P3: klasa specjalna (dokładność wymiarowa: klasa 4 ISO; dokładność biegu: klasa 2 ISO) P4Y: dokładność specjalna (średnica otworu i średnica zewnętrzna określane wyłącznie przez NSK. Wszystkie inne klasa 4 ISO)	133, 158–161																	

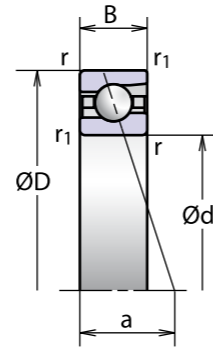
(1) Uszczelnione łożyska kulkowe skośne są normalizowane do układu SU i klasy 3 ISO.

Numery łożysk kulkowych skośnych uszczelnionych BNR19, BNR10, BER10. Średnica otworu $\varnothing = 30-100$ mm.

Ultra superszybkie łożyska kulkowe skośne (Seria ROBUST)

Seria BNR 19 Seria BER 19

Średnica otworu 25–80 mm



Dodatkowe informacje: Nr strony

- Dynamiczne obciążenie równoważne . 121
- Statyczne obciążenie równoważne . 128
- Napięcie wstępne i sztywność 134
- Wymiary oparcia i zaokrąglenia 168
- Pozycja dyszy 174
- Ilość smaru wypełniającego 157

Seria BNR 19 Seria BER 19 (ciąg dalszy)

Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Środek obciążenia efektywnego (mm) a	Ciężar (kg) (przybliżony)	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
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							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							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	7	36 400	52 000
30BNR19H	30	47	9	0.3	0.15							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	7	31 200	44 200
30BER19H	30	47	9	0.3	0.15							41 600	65 000
30BER19X	30	47	9	0.3	0.15							49 400	78 000
35BNR19S	35	55	10	0.6	0.30	9.20	6.00	8.55	12.3	0.072	7	31 200	44 500
35BNR19H	35	55	10	0.6	0.30							40 000	62 300
35BNR19X	35	55	10	0.6	0.30							46 700	73 400
35BER19S	35	55	10	0.6	0.30	8.80	5.75	10.00	15.5	0.072	7	26 700	37 800
35BER19H	35	55	10	0.6	0.30							35 600	55 600
35BER19X	35	55	10	0.6	0.30							42 300	66 700
40BNR19S	40	62	12	0.6	0.30	11.50	7.65	10.80	14.3	0.105	7	27 500	39 300
40BNR19H	40	62	12	0.6	0.30							35 300	55 000
40BNR19X	40	62	12	0.6	0.30							41 200	64 800
40BER19S	40	62	12	0.6	0.30	11.00	7.35	12.80	17.9	0.105	7	23 600	33 400
40BER19H	40	62	12	0.6	0.30							31 400	49 100
40BER19X	40	62	12	0.6	0.30							37 300	58 900
45BNR19S	45	68	12	0.6	0.30	12.10	8.70	12.40	15.2	0.125	7	24 800	35 400
45BNR19H	45	68	12	0.6	0.30							31 900	49 600
45BNR19X	45	68	12	0.6	0.30							37 200	58 500
45BER19S	45	68	12	0.6	0.30	11.60	8.35	14.60	19.2	0.125	7	21 300	30 100
45BER19H	45	68	12	0.6	0.30							28 400	44 300
45BER19X	45	68	12	0.6	0.30							33 700	53 100
50BNR19S	50	72	12	0.6	0.30	12.80	9.75	13.90	15.9	0.127	7	23 000	32 800
50BNR19H	50	72	12	0.6	0.30							29 600	46 000
50BNR19X	50	72	12	0.6	0.30							34 500	54 100
50BER19S	50	72	12	0.6	0.30	12.3	9.35	16.30	20.2	0.127	7	19 700	27 900
50BER19H	50	72	12	0.6	0.30							26 300	41 000
50BER19X	50	72	12	0.6	0.30							31 200	49 200

(1) Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 129.

(2) Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.

Uwaga: Łożyska typu BNR: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=18^\circ$

Łożyska typu BER: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=25^\circ$

Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Środek obciążenia efektywnego (mm) a	Ciężar (kg) (przybliżony)	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
55BNR19S	55	80	13	1.0	0.6	14.4	11.4	16.2	17.5	0.178	7	20 800	29 700
55BNR19H	55	80	13	1.0	0.6							26 700	41 500
55BNR19X	55	80	13	1.0	0.6							31 200	48 900
55BER19S	55	80	13	1.0	0.6	13.8	10.9	16.1	22.2	0.178	7	17 800	25 200
55BER19H	55	80	13	1.0	0.6							23 800	37 100
55BER19X	55	80	13	1.0	0.6							28 200	44 500
60BNR19S	60	85	13	1.0	0.6	14.6	12.0	17.1	18.3	0.190	7	19 400	27 600
60BNR19H	60	85	13	1.0	0.6							24 900	38 700
60BNR19X	60	85	13	1.0	0.6							29 000	45 600
60BER19S	60	85	13	1.0	0.6	14.0	11.5	20.1	23.4	0.190	7	16 600	23 500
60BER19H	60	85	13	1.0	0.6							22 100	34 500
60BER19X	60	85	13	1.0	0.6							26 300	41 400
65BNR19S	65	90	13	1.0	0.6	15.2	13.2	18.7	19.1	0.204	7	18 100	25 900
65BNR19H	65	90	13	1.0	0.6							23 300	36 200
65BNR19X	65	90	13	1.0	0.6							27 100	42 600
65BER19S	65	90	13	1.0	0.6	14.5	12.6	22.1	24.6	0.204	7	15 500	22 000
65BER19H	65	90	13	1.0	0.6							20 700	32 300
65BER19X	65	90	13	1.0	0.6							24 600	38 800
70BNR19S	70	100	16	1.0	0.6	21.3	18.1	26.1	21.8	0.328	7	16 500	23 600
70BNR19H	70	100	16	1.0	0.6							21 200	33 000
70BNR19X	70	100	16	1.0	0.6							24 800	38 900
70BER19S	70	100	16	1.0	0.6	20.4	17.3	30.5	27.8	0.328	7	14 200	20 000
70BER19H	70	100	16	1.0	0.6							18 900	29 500
70BER19X	70	100	16	1.0	0.6							22 400	35 300
75BNR19S	75	105	16	1.0	0.6	21.6	19.0	27.5	22.6	0.348	7	15 600	22 300
75BNR19H	75	105	16	1.0	0.6							20 000	31 200
75BNR19X	75	105	16	1.0	0.6							23 400	36 700
75BER19S	75	105	16	1.0	0.6	20.7	18.2	32.5	29.0	0.348	7	13 400	18 900
75BER19H	75	105	16	1.0	0.6							17 800	27 800
75BER19X	75	105	16	1.0	0.6							21 200	33 400
80BNR19S	80	110	16	1.0	0.6	22.0	19.9	28.9	23.4	0.366	7	14 800	21 100
80BNR19H	80	110	16	1.0	0.6							19 000	29 500
80BNR19X	80	110	16	1.0	0.6							22 200	34 800
80BER19S	80	110	16	1.0	0.6	21.0	19.1	34.0	30.1	0.366	7	12 700	17 900
80BER19H	80	110	16	1.0	0.6							16 900	26 400
80BER19X	80	110	16	1.0	0.6							20 000	31 600

(1) Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 129.

(2) Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.

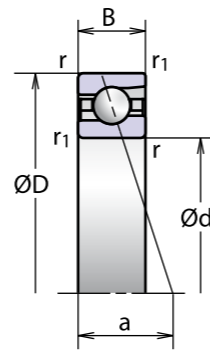
Uwaga: Łożyska typu BNR: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=18^\circ$

Łożyska typu BER: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=25^\circ$

Ultra superszybkie łożyska kulkowe skośne (Seria ROBUST)

Seria BNR 19 Seria BER 19

Średnica otworu 85–150 mm



Dodatkowe informacje: Nr strony

- Dynamiczne obciążenie równoważne . . . 121
- Statyczne obciążenie równoważne . . . 128
- Napięcie wstępne i sztywność 134
- Wymiary oparcia i zaokrąglenia 168
- Pozycja dyszy 174
- Ilość smaru wypełniającego 157

Seria BNR 19 Seria BER 19 (ciąg dalszy)

Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Środek obciążenia efektywnego (mm) a	Ciężar (kg) (przybliżony)	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	
85BNR19S	85	120	18	1.1	0.6	29.4	26.3	38.0	25.7	0.527	7	13 700	19 600	
85BNR19H	85	120	18	1.1	0.6							24.8	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	7	11 800	16 600	
85BER19H	85	120	18	1.1	0.6							30.0	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	7	13 100	18 700	
90BNR19H	90	125	18	1.1	0.6							28.1	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	7	11 200	15 900	
90BER19H	90	125	18	1.1	0.6							34.0	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	7	12 500	17 800	
95BNR19H	95	130	18	1.1	0.6							32.5	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	7	10 700	15 200	
95BER19H	95	130	18	1.1	0.6							39.5	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	0.571	7	11 700	16 700	
100BNR19H	100	140	20	1.1	0.6							33.0	15 000	23 400
100BNR19X	100	140	20	1.1	0.6							0.497	17 500	27 500
100BER19S	100	140	20	1.1	0.6	36.0	33.5	59.5	38.0	0.770	7	10 000	14 200	
100BER19H	100	140	20	1.1	0.6							40.0	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	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	12 800	20 000
105BER19X	105	145	20	1.1	0.6							0.693	15 200	24 000

Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Środek obciążenia efektywnego (mm) a	Ciężar (kg) (przybliżony)	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	
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							0.733	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							0.733	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							0.949	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							0.949	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
130BNR19X	130	180	24	1.5	1.0							100.0	7 800	11 000
130BER19S	130	180	24	1.5	1.0	57.0	56.5	67.5	48.1	1.265	-	10 400	16 200	
130BER19H	130	180	24	1.5	1.0							60.0	11 000	17 000
130BER19X	130	180	24	1.5	1.0							58.5	11 000	17 000
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
140BNR19X	140	190	24	1.5	1.0							70.5	9 700	15 200
140BER19S	140	190	24	1.5	1.0	57.5	59.0	105.0	50.5	1.567	-	7 300	10 400	
140BER19H	140	190	24	1.5	1.0							77.0	10 000	15 600
140BER19X	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	114.0	43.2	2.459	-	7 800	11 200	
150BNR19H	150	210	28	2.0	1.0							75.0	10 000	15 600
150BNR19X	150	210	28	2.0	1.0							134.0	6 700	9 500
150BER19S	150	210	28	2.0	1.0	73.5	75.5	134.0	55.9	2.459	-	6 700	9 500	
150BER19H	150	210	28	2.0	1.0							90.5	8 900	13 900
150BER19X	150	210	28	2.0	1.0							90.5	8 900	13 900

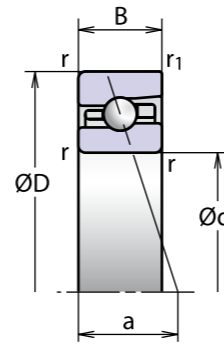
⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 129.
⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.
Uwaga: łożyska typu BNR: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=18^\circ$
 łożyska typu BER: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=25^\circ$

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 129.
⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.
Uwaga: łożyska typu BNR: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=18^\circ$
 łożyska typu BER: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=25^\circ$

Ultra superszybkie łożyska kulkowe skośne (Seria ROBUST)

Seria BNR 10 Seria BER 10

Średnica otworu 30–80 mm



Dodatkowe informacje: Nr strony

- Dynamiczne obciążenie równoważne . 121
- Statyczne obciążenie równoważne . 128
- Napięcie wstępne i sztywność 134
- Wymiary oparcia i zaokrąglenia 168
- Pozycja dyszy 174
- Ilość smaru wypełniającego 157

Seria BNR 10 Seria BER 10 (ciąg dalszy)

Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Środek obciążenia efektywnego (mm) a	Ciężar (kg) (przybliżony)	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
30BNR10S	30	55	13	1.0	0.6	8.65	5.75	8.20	13.3	0.124	7	33 000	47 100
30BNR10H	30	55	13	1.0	0.6			5.35				42 400	65 900
30BNR10X	30	55	13	1.0	0.6							49 500	77 700
30BER10S	30	55	13	1.0	0.6	8.30	5.50	9.65	16.3	0.124	7	28 300	40 000
30BER10H	30	55	13	1.0	0.6			6.50				37 700	58 900
30BER10X	30	55	13	1.0	0.6							44 800	70 600
35BNR10S	35	62	14	1.0	0.6	10.10	7.10	10.20	14.8	0.164	7	28 900	41 300
35BNR10H	35	62	14	1.0	0.6			6.70				37 200	57 800
35BNR10X	35	62	14	1.0	0.6							43 300	68 100
35BER10S	35	62	14	1.0	0.6	9.70	6.85	12.00	18.2	0.164	7	24 800	35 100
35BER10H	35	62	14	1.0	0.6			8.10				33 000	51 600
35BER10X	35	62	14	1.0	0.6							39 200	61 900
40BNR10S	40	68	15	1.0	0.6	10.60	7.95	11.50	16.2	0.204	7	26 000	37 100
40BNR10H	40	68	15	1.0	0.6			7.50				33 400	51 900
40BNR10X	40	68	15	1.0	0.6							38 900	61 200
40BER10S	40	68	15	1.0	0.6	10.10	7.65	13.50	19.9	0.204	7	22 300	31 500
40BER10H	40	68	15	1.0	0.6			9.10				29 700	46 300
40BER10X	40	68	15	1.0	0.6							35 200	55 600
45BNR10S	45	75	16	1.0	0.6	11.70	9.00	12.70	17.6	0.259	7	23 400	33 400
45BNR10H	45	75	16	1.0	0.6			8.35				30 000	46 700
45BNR10X	45	75	16	1.0	0.6							35 000	55 000
45BER10S	45	75	16	1.0	0.6	11.20	8.60	15.00	21.8	0.259	7	20 000	28 400
45BER10H	45	75	16	1.0	0.6			10.10				26 700	41 700
45BER10X	45	75	16	1.0	0.6							31 700	50 000
50BNR10S	50	80	16	1.0	0.6	12.20	9.90	14.00	18.4	0.281	7	21 600	30 800
50BNR10H	50	80	16	1.0	0.6			9.20				27 700	43 100
50BNR10X	50	80	16	1.0	0.6							32 400	50 800
50BER10S	50	80	16	1.0	0.6	11.60	9.50	16.50	23.0	0.281	7	18 500	26 200
50BER10H	50	80	16	1.0	0.6			11.10				24 700	38 500
50BER10X	50	80	16	1.0	0.6							29 300	46 200

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 129.
⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.
 Uwaga: łożyska typu BNR: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=18^\circ$
 łożyska typu BER: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=25^\circ$

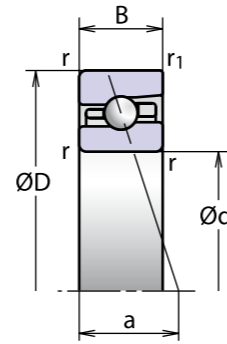
Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Środek obciążenia efektywnego (mm) a	Ciężar (kg) (przybliżony)	Budowa uszczelnienia	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min)	r ₁ (min)	C _r (Dynamiczna)	C _{or} (Statyczna)					w smarze	w oleju
55BNR10S	55	90	18	1.1	0.6	15.1	12.5	17.8	20.6	0.414	7	19 400	27 600
55BNR10H	55	90	18	1.1	0.6			11.7				24 900	38 700
55BNR10X	55	90	18	1.1	0.6							29 000	45 600
55BER10S	55	90	18	1.1	0.6	14.4	12.0	21.0	25.7	0.414	7	16 600	23 500
55BER10H	55	90	18	1.1	0.6			14.1				22 100	34 500
55BER10X	55	90	18	1.1	0.6							26 300	41 400
60BNR10S	60	95	18	1.1	0.6	15.6	13.7	19.5	21.5	0.443	7	18 100	25 900
60BNR10H	60	95	18	1.1	0.6			12.8				23 300	36 200
60BNR10X	60	95	18	1.1	0.6							27 100	42 600
60BER10S	60	95	18	1.1	0.6	15.0	13.1	22.9	26.9	0.443	7	15 500	22 000
60BER10H	60	95	18	1.1	0.6			15.5				20 700	32 300
60BER10X	60	95	18	1.1	0.6							24 600	38 800
65BNR10S	65	100	18	1.1	0.6	16.2	14.8	21.1	22.3	0.472	7	17 000	24 300
65BNR10H	65	100	18	1.1	0.6			13.9				21 900	34 000
65BNR10X	65	100	18	1.1	0.6							25 500	40 000
65BER10S	65	100	18	1.1	0.6	15.5	14.2	24.9	28.0	0.472	7	14 600	20 700
65BER10H	65	100	18	1.1	0.6			16.8				19 400	30 400
65BER10X	65	100	18	1.1	0.6							23 100	36 400
70BNR10S	70	110	20	1.1	0.6	22.3	19.8	28.6	24.5	0.645	7	15 600	22 300
70BNR10H	70	110	20	1.1	0.6			18.8				20 000	31 200
70BNR10X	70	110	20	1.1	0.6							23 400	36 700
70BER10S	70	110	20	1.1	0.6	21.3	18.9	33.5	30.8	0.645	7	13 400	18 900
70BER10H	70	110	20	1.1	0.6			22.6				17 800	27 800
70BER10X	70	110	20	1.1	0.6							21 200	33 400
75BNR10S	75	115	20	1.1	0.6	22.6	20.7	30.0	25.3	0.679	7	14 800	21 100
75BNR10H	75	115	20	1.1	0.6			19.7				19 000	29 500
75BNR10X	75	115	20	1.1	0.6							22 200	34 800
75BER10S	75	115	20	1.1	0.6	21.6	19.8	35.0	31.9	0.679	7	12 700	17 900
75BER10H	75	115	20	1.1	0.6			23.7				16 900	26 400
75BER10X	75	115	20	1.1	0.6							20 000	31 600
80BNR10S	80	125	22	1.1	0.6	26.5	24.5	35.5	27.5	0.921	7	13 700	19 600
80BNR10H	80	125	22	1.1	0.6			23.4				17 600	27 400
80BNR10X	80	125	22	1.1	0.6							20 500	32 200
80BER10S	80	125	22	1.1	0.6	25.3	23.5	42.0	34.6	0.921	7	11 800	16 600
80BER10H	80	125	22	1.1	0.6			28.2				15 700	24 400
80BER10X	80	125	22	1.1	0.6							18 600	29 300

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 129.
⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.
 Uwaga: łożyska typu BNR: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=18^\circ$
 łożyska typu BER: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=25^\circ$

Ultra superszybkie łożyska kulkowe skośne (Seria ROBUST)

Seria BNR 10 Seria BER 10

Średnica otworu 85–150 mm



Dodatkowe informacje: Nr strony

- Dynamiczne obciążenie równoważne . . . 121
- Statyczne obciążenie równoważne . . . 128
- Napięcie wstępne i sztywność 134
- Wymiary oparcia i zaokrąglenia 168
- Pozycja dyszy 174
- Ilość smaru wypełniającego 157

Seria BNR 10 Seria BER 10 (ciąg dalszy)

Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Środek obciążenia efektywnego (mm) a	Ciężar (kg) (przybliżony)	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
85BNR10S	85	130	22	1.1	0.6	26.8	25.7	37.5	28.4	0.962	7	13 100	18 700
85BNR10H	85	130	22	1.1	0.6			24.5				16 800	26 100
85BNR10X	85	130	22	1.1	0.6							19 600	30 700
85BER10S	85	130	22	1.1	0.6	25.6	24.6	43.5	36.1	0.962	7	11 200	15 900
85BER10H	85	130	22	1.1	0.6			29.5				14 900	23 300
85BER10X	85	130	22	1.1	0.6							17 700	28 000
90BNR10S	90	140	24	1.5	1.0	35.0	33.0	48.0	30.7	1.241	7	12 200	17 400
90BNR10H	90	140	24	1.5	1.0			31.5				15 700	24 400
90BNR10X	90	140	24	1.5	1.0							18 300	28 700
90BER10S	90	140	24	1.5	1.0	33.5	31.5	56.0	38.8	1.241	7	10 500	14 800
90BER10H	90	140	24	1.5	1.0			38.0				14 000	21 800
90BER10X	90	140	24	1.5	1.0							16 600	26 100
95BNR10S	95	145	24	1.5	1.0	35.5	34.5	50.0	31.3	1.298	7	11 700	16 700
95BNR10H	95	145	24	1.5	1.0			32.5				15 000	23 400
95BNR10X	95	145	24	1.5	1.0							17 500	27 500
95BER10S	95	145	24	1.5	1.0	34.0	33.0	58.5	39.7	1.298	7	10 000	14 200
95BER10H	95	145	24	1.5	1.0			39.5				13 400	20 900
95BER10X	95	145	24	1.5	1.0							15 900	25 000
100BNR10S	100	150	24	1.5	1.0	36.0	36.0	52.0	32.3	1.245	7	11 200	16 000
100BNR10H	100	150	24	1.5	1.0			34.0				14 400	22 400
100BNR10X	100	150	24	1.5	1.0							16 800	26 400
100BER10S	100	150	24	1.5	1.0	34.5	34.5	61.0	41.2	1.245	7	9 600	13 600
100BER10H	100	150	24	1.5	1.0			41.0				12 800	20 000
100BER10X	100	150	24	1.5	1.0							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				13 600	21 200
105BNR10X	105	160	26	2.0	1.0							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				12 100	18 900
105BER10X	105	160	26	2.0	1.0							14 400	22 700

Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Środek obciążenia efektywnego (mm) a	Ciężar (kg) (przybliżony)	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					
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				12 900	20 000					
110BNR10X	110	170	28	2.0	1.0							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				11 500	17 900					
110BER10X	110	170	28	2.0	1.0							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				12 000	18 700					
120BNR10X	120	180	28	2.0	1.0							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				10 700	16 700					
120BER10X	120	180	28	2.0	1.0							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				11 000	17 000					
130BNR10X	130	200	33	2.0	1.0			105.0				7 300	10 400					
130BER10S	130	200	33	2.0	1.0	57.5	59.0	70.5	54.6	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				10 300	16 000
140BER10S	140	210	33	2.0	1.0	59.5	9 200		14 300									
150BNR10S	150	225	35	2.1	1.0	73.5	78.0	114.0	47.6	4.405	-	7 500	10 700					
150BNR10H	150	225	35	2.1	1.0			74.5				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	8 600		13 400									

(1) Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 129.
 (2) Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.
 Uwaga: Łożyska typu BNR: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=18^\circ$
 Łożyska typu BER: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=25^\circ$

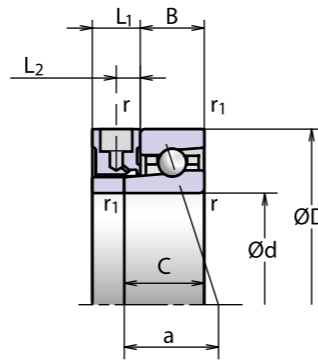
(1) Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 129.
 (2) Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.
 Uwaga: Łożyska typu BNR: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=18^\circ$
 Łożyska typu BER: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=25^\circ$

1. ŁOŻYSKA KULKOWE SKOŚNE

Ultra superszybkie łożyska kulkowe skośne (Seria Spinshot™^[1])

Seria BNR 19XE
Seria BER 19XE

Średnica otworu 40–110 mm



Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)						Wymiar przekładki odległościowej Spinshot™		Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Środek obciążenia efektywnego (mm) a	Ciężar (kg) (przybliżony)	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹) w oleju
	d	D	B	C	r (min)	r ₁ (min)	L ₁ (przybliżony)	L ₂ (przybliżony)	C _r (Dynamiczny)	C _{or} (Statyczny)				
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	11.00	25.2	0.129	49 200
55BNR19XE	55	80	13	18	1.0	0.6	15	7.5	14.4	11.40	10.60	22.5	0.182	48 900
55BER19XE	55	80	13	18	1.0	0.6	15	7.5	13.8	10.90	12.90	27.2	0.182	44 500
60BNR19XE	60	85	13	18	1.0	0.6	15	7.5	14.6	12.00	11.20	23.3	0.196	45 600
60BER19XE	60	85	13	18	1.0	0.6	15	7.5	14.0	11.50	13.60	28.4	0.196	41 400
65BNR19XE	65	90	13	18	1.0	0.6	15	7.5	15.2	13.20	12.30	24.1	0.209	42 600
65BER19XE	65	90	13	18	1.0	0.6	15	7.5	14.5	12.60	14.90	29.6	0.209	38 800
70BNR19XE	70	100	16	21	1.0	0.6	15	7.5	21.3	18.10	17.10	26.8	0.328	38 900
70BER19XE	70	100	16	21	1.0	0.6	15	7.5	20.4	17.30	20.70	32.8	0.328	35 300
75BNR19XE	75	105	16	21	1.0	0.6	15	7.5	21.6	19.00	18.00	27.6	0.348	36 700
75BER19XE	75	105	16	21	1.0	0.6	15	7.5	20.7	18.20	21.70	34.0	0.348	33 400
80BNR19XE	80	110	16	21	1.0	0.6	15	7.5	22.0	19.90	18.90	28.4	0.366	34 800
80BER19XE	80	110	16	21	1.0	0.6	15	7.5	21.0	19.10	22.80	35.1	0.366	31 600
85BNR19XE	85	120	18	23	1.1	0.6	15	7.5	29.4	26.30	24.80	30.7	0.506	32 200
85BER19XE	85	120	18	23	1.1	0.6	15	7.5	28.1	25.20	30.00	37.9	0.506	29 300
90BNR19XE	90	125	18	23	1.1	0.6	15	7.5	31.5	29.70	28.10	31.5	0.532	30 700
90BER19XE	90	125	18	23	1.1	0.6	15	7.5	30.0	28.50	34.00	39.1	0.532	28 000
95BNR19XE	95	130	18	23	1.1	0.6	15	7.5	35.5	34.50	32.50	33.3	0.589	29 400
95BER19XE	95	130	18	23	1.1	0.6	15	7.5	34.0	33.00	39.50	41.7	0.589	26 700
100BNR19XE	100	140	20	25	1.1	0.6	15	7.5	38.0	35.00	33.00	34.5	0.739	27 500
100BER19XE	100	140	20	25	1.1	0.6	15	7.5	36.0	33.50	40.00	43.0	0.739	25 000
105BNR19XE	105	145	20	25	1.1	0.6	15	7.5	41.0	41.00	39.00	36.5	0.758	26 400
105BER19XE	105	145	20	25	1.1	0.6	15	7.5	39.0	39.50	47.50	45.9	0.758	24 000
110BNR19XE	110	150	20	25	1.1	0.6	15	7.5	39.0	38.00	36.50	36.1	0.804	25 400
110BER19XE	110	150	20	25	1.1	0.6	15	7.5	37.5	36.50	44.00	45.3	0.804	23 100

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 129.
⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.
Uwaga: łożyska typu BNR: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=18^\circ$
łożyska typu BER: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=25^\circ$

Seria BNR 10XE
Seria BER 10XE

Średnica otworu 40–110 mm

Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)						Wymiar przekładki odległościowej Spinshot™		Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Środek obciążenia efektywnego (mm) a	Ciężar (kg) (przybliżony)	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹) w oleju
	d	D	B	C	r (min)	r ₁ (min)	L ₁ (przybliżony)	L ₂ (przybliżony)	C _r (Dynamiczny)	C _{or} (Statyczny)				
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	10.10	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	11.10	28.0	0.296	46 200
55BNR10XE	55	90	18	23	1.1	0.6	15	7.5	15.1	12.50	11.70	25.6	0.433	45 600
55BER10XE	55	90	18	23	1.1	0.6	15	7.5	14.4	12.00	14.10	30.7	0.433	41 400
60BNR10XE	60	95	18	23	1.1	0.6	15	7.5	15.6	13.70	12.80	26.5	0.463	42 600
60BER10XE	60	95	18	23	1.1	0.6	15	7.5	15.0	13.10	15.50	31.9	0.463	38 800
65BNR10XE	65	100	18	23	1.1	0.6	15	7.5	16.2	14.80	13.90	27.3	0.493	40 000
65BER10XE	65	100	18	23	1.1	0.6	15	7.5	15.5	14.20	16.80	33.0	0.493	36 400
70BNR10XE	70	110	20	25	1.1	0.6	15	7.5	22.3	19.80	18.80	29.5	0.660	36 700
70BER10XE	70	110	20	25	1.1	0.6	15	7.5	21.3	18.90	22.60	35.8	0.660	33 400
75BNR10XE	75	115	22	27	1.1	0.6	15	7.5	22.6	20.70	19.70	30.3	0.697	34 800
75BER10XE	75	115	22	27	1.1	0.6	15	7.5	21.6	19.80	23.70	36.9	0.697	31 600
80BNR10XE	80	125	22	27	1.1	0.6	15	7.5	26.5	24.50	23.40	32.5	0.939	32 200
80BER10XE	80	125	22	27	1.1	0.6	15	7.5	25.3	23.50	28.20	39.6	0.939	29 300
85BNR10XE	85	130	22	27	1.1	0.6	15	7.5	26.8	25.70	24.50	33.4	0.988	30 700
85BER10XE	85	130	22	27	1.1	0.6	15	7.5	25.6	24.60	29.50	41.1	0.988	28 000
90BNR10XE	90	140	24	29	1.5	1.0	15	7.5	35.0	33.00	31.50	35.7	1.250	28 700
90BER10XE	90	140	24	29	1.5	1.0	15	7.5	33.5	31.50	38.00	43.8	1.250	26 100
95BNR10XE	95	145	24	29	1.5	1.0	15	7.5	35.5	34.50	32.50	36.3	1.300	27 500
95BER10XE	95	145	24	29	1.5	1.0	15	7.5	34.0	33.00	39.50	44.7	1.300	25 000
100BNR10XE	100	150	24	29	1.5	1.0	15	7.5	36.0	36.00	34.00	37.3	1.359	26 400
100BER10XE	100	150	24	29	1.5	1.0	15	7.5	34.5	34.50	41.00	46.2	1.359	24 000
105BNR10XE	105	160	26	31	2.0	1.0	15	7.5	41.0	41.00	39.00	39.5	1.707	25 000
105BER10XE	105	160	26	31	2.0	1.0	15	7.5	39.0	39.50	47.50	48.9	1.707	22 700
110BNR10XE	110	170	28	33	2.0	1.0	15	7.5	46.0	47.00	44.50	41.7	2.139	23 600
110BER10XE	110	170	28	33	2.0	1.0	15	7.5	44.0	45.00	54.00	51.7	2.139	21 500

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 129.
⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.
Uwaga: łożyska typu BNR: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=18^\circ$
łożyska typu BER: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=25^\circ$

- Dodatkowe informacje: Nr strony
- Dynamiczne obciążenie równoważne . . . 121
 - Statyczne obciążenie równoważne . . . 128
 - Napięcie wstępne i sztywność 134
 - Wymiary oparcia i zaokrąglenia 168

Łożyska kulkowe skośne

Robust

Łożyska kulkowe skośne o ultra dużej precyzji (Seria BGR)

Charakterystyka

Optymalna budowa

Koszyk prowadzony na pierścieniu zewnętrznym używany jest do poprawienia warunków smarowania. Pierścień wewnętrzny z pogłębieniem czołowym poprawia przepływ mgły olejowej w celu zapewnienia stabilnego podawania oleju.

Trwałość

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

Łatwość montażu

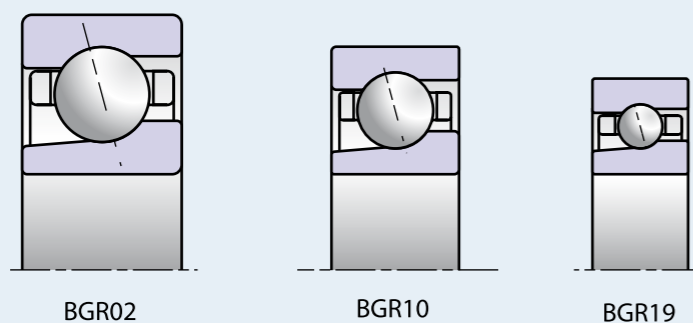
Zastosowanie nierozbieralnego pierścienia wewnętrznego upraszcza procedury montażu i demontażu. Zamienność zespołów pozwala na uzyskanie każdego układu dopasowanego do potrzeb klienta.

Duża dokładność

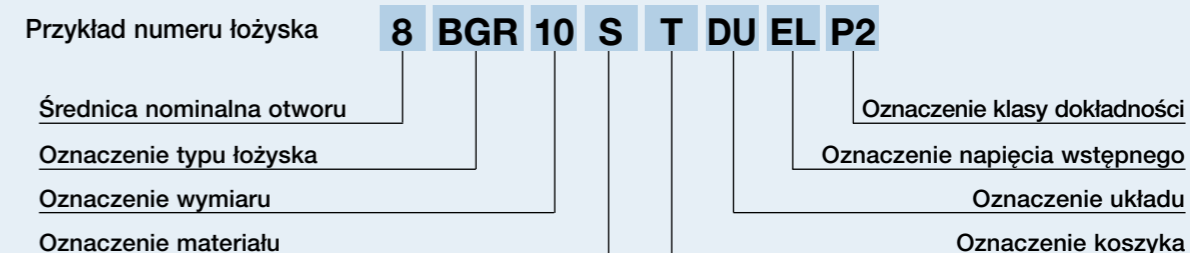
Seria BGR jest znormalizowana zgodnie z klasą 2 ISO (ABMA ABEC 9)

Serie wymiarowe

Rys.1.5



System oznaczeń łożysk kulkowych skośnych o ultra dużej precyzji (Seria BGR)

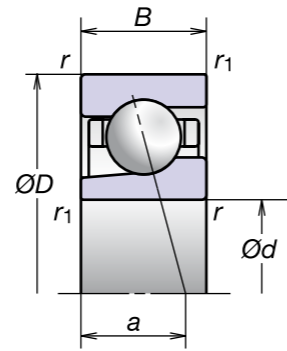


8	Średnica nominalna otworu	Średnica otworu (mm)	Patrz 72-74														
BGR	Typ łożyska	BGR: kąt działania 15°	38-39, 44														
10	Wymiar	10 = Seria 10 ISO, 19 = Seria 19 ISO, 02 = Seria 02 ISO	38-39, 70														
H	Materiał	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Typ</th> <th colspan="2">Materiał</th> </tr> <tr> <th>Pierścienie</th> <th>Elementy toczne</th> </tr> </thead> <tbody> <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> </tbody> </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)	12-15, 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)															
T	Koszyk	T: prowadzony na pierścieniu zewnętrznym koszyk z żywicy fenolowej; graniczna temperatura robocza = 120°C	16-17														
DU	Układ	SU: pojedynczy uniwersalny; DU: układ uniwersalny (dwurzędowy)	38-39, 130-133														
EL	Obciążenie wstępne	EL: ekstra lekkie napięcie wstępne	38-39, 134-137, 147														
P2	Klasa dokładności	P2: Klasa 2 ISO	158-161														

Łożyska kulkowe skośne o ultra dużej precyzji (Seria BGR)

Seria BGR 19

Średnica otworu 10–25 mm



Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Środek obciążenia efektywnego (mm) a	Ciężar (kg) (przybliżony)	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min)	r ₁ (min)	C _r (Dynamiczna)	C _{or} (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						119 000	175 000
10BGR19X	10	22	6	0.3	0.15						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						106 000	156 000
12BGR19X	12	24	6	0.3	0.15						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						88 400	131 000
15BGR19X	15	28	7	0.3	0.15						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						80 900	120 000
17BGR19X	17	30	7	0.3	0.15						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						66 700	98 300
20BGR19X	20	37	9	0.3	0.15						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						56 800	83 600
25BGR19X	25	42	9	0.3	0.15						65 700	89 600

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 129.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.

Uwaga: Łożyska typu BGR: nominalny kąt działania łożyska $\alpha = 15^\circ$

Seria BGR 10

Średnica otworu 6–25 mm

Dodatkowe informacje: Nr strony

- Dynamiczne obciążenie równoważne . . . 121
- Statyczne obciążenie równoważne . . . 128
- Napięcie wstępne i sztywność 134
- Wymiary oparcia i zaokrąglenia 168
- Pozycja dyszy 174
- Ilość smaru wypełniającego 157

Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Środek obciążenia efektywnego (mm) a	Ciężar (kg) (przybliżony)	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r (min)	r ₁ (min)	C _r (Dynamiczna)	C _{or} (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						166 000	244 000
6BGR10X	6	17	6	0.3	0.15						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						147 000	216 000
7BGR10X	7	19	6	0.3	0.15						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						127 000	187 000
8BGR10X	8	22	7	0.3	0.15						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						106 000	156 000
10BGR10X	10	26	8	0.3	0.15						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						95 000	140 000
12BGR10X	12	28	8	0.3	0.15						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						80 900	120 000
15BGR10X	15	32	9	0.3	0.15						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						73 100	108 000
17BGR10X	17	35	10	0.3	0.15						84 700	116 000
20BGR10S	20	42	12	0.6	0.30	7.45	3.35	4.10	10.2	0.066	51 700	71 000
20BGR10H	20	42	12	0.6	0.30						61 300	90 400
20BGR10X	20	42	12	0.6	0.30						71 000	96 800
25BGR10S	25	47	12	0.6	0.30	7.90	3.75	4.65	10.8	0.076	44 500	61 200
25BGR10H	25	47	12	0.6	0.30						52 800	77 800
25BGR10X	25	47	12	0.6	0.30						61 200	83 400

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 129.

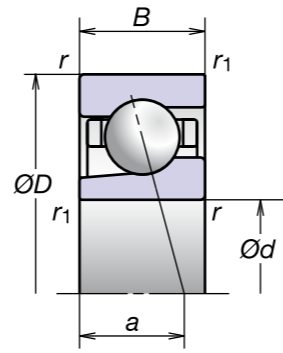
⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.

Uwaga: Łożyska typu BGR: nominalny kąt działania łożyska $\alpha = 15^\circ$

Łożyska kulkowe skośne o ultra dużej precyzji (Seria BGR)

Seria BGR 02

Średnica otworu 10–25 mm



Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Środek obciążenia efektywnego (mm) a	Ciężar (kg) (przybliżony)	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)		
	d	D	B	r (min)	r ₁ (min)	C _r (Dynamiczna)	C _{or} (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	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	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	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	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	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	11.10	5.20	6.45	12.7	0.127	41 600	57 200	
25BGR02H	25	52	15	1.0	0.6						4.20	49 400	72 800
25BGR02X	25	52	15	1.0	0.6						0.112	57 200	78 000

⁽¹⁾ Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 129.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.

Uwaga: Łożyska typu BGR: nominalny kąt działania łożyska $\alpha = 15^\circ$



Dwurzędowe łożyska walcowe

Seria Dużej Sztywności



Jednorzędowe łożyska walcowe

Seria Standard



Ultra superszybkie jednorzędowe łożyska walcowe

Seria ROBUST

Łożyska walcowe

Łożyska walcowe 78–85

Charakterystyka

System oznaczeń

Tabele łożysk

Dwurzędowe łożyska walcowe (seria Dużej Sztywności)

Seria 30

Seria 39

Seria 49

Jednorzędowe łożyska walcowe (seria Standard)

Seria 10

Ultra superszybkie jednorzędowe łożyska walcowe (seria ROBUST)

Seria 10

Łożyska walcowe

Charakterystyka

Dwurzędowe łożyska walcowe o dużej sztywności firmy NSK stanowią doskonałe rozwiązanie do wykorzystania 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 wrzecionie głównym jako łożysko końca ustalonego. Prostota budowy oraz możliwość ustawiania promieniowego luzu wewnętrznego po montażu w dalszym ciągu czyni te łożyska popularnymi wśród użytkowników obrabiarek.

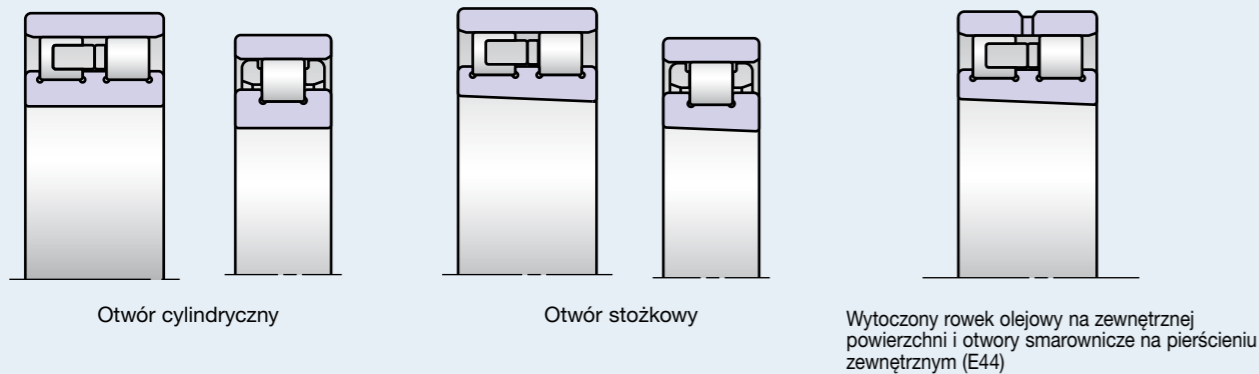
NSK oferuje kilka typów łożysk walcowych. Użytkownicy mogą otrzymać konfigurację E44, która obejmuje zarówno otwory smarownicze, jak i wytoczony rowek olejowy na zewnętrznej powierzchni pierścienia zewnętrznego. Typy łożysk obejmują typ NNU, wyposażony w pierścień zewnętrzny z podwójnym obrzeżem i typ NN, charakteryzujący się znakomitym wpływem smaru podczas wstępnego okresu 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 wytwarzanie mniejszej ilości ciepła i większą stabilność wałeczków. W łożyskach walcowych najbardziej popularne są obrabiane maszynowo koszyki mosiężne. NSK oferuje prowadzony na wałeczkach koszyk z żywicy PPS (PoliPhenylene Sulfide) dla serii NN30 i koszyk z żywicy PEEK (PoliEteroEteroKeton), prowadzony na pierścieniu zewnętrznym, dla serii N10 ultra superszybkich jednorzędowych łożysk walcowych.

Typ łożyska	Oznaczenie koszyka	Specyfikacja	Dostępne rozmiary
NN	MB	Prowadzony na wałeczkach obrabiany maszynowo koszyk mosiężny	NN3005-NN3040 NN3920-NN3956 NN4920-NN4940
	TB	Prowadzony na wałeczkach koszyk z żywicy PPS	NN3006-NN3026
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 żywicy PEEK	N1009-N1017

Specyfikacja otworu i otworów smarowniczych

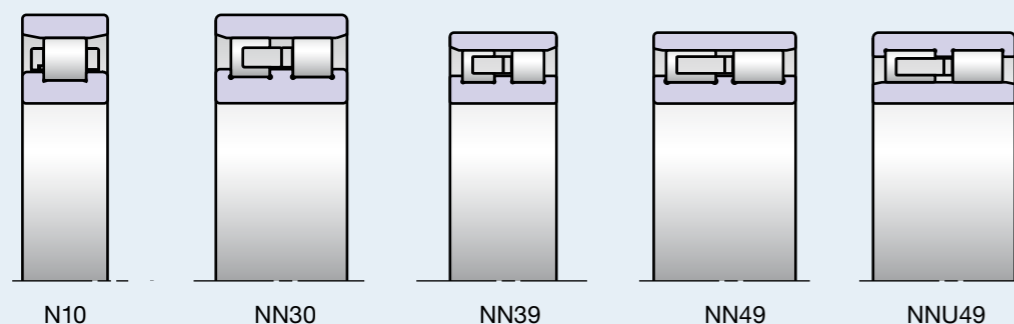
Rys. 2.1



Łożyska dwurzędowe i jednorzędowe dostępne są z otworem cylindrycznym i stożkowym. Dwurzędowe łożyska walcowe są dostępne z wytoczonym rowkiem olejowym i otworami smarowniczymi (najlepsze rozwiązanie dla smarowania olejowego).

Typy łożysk i serie wymiarowe

Rys. 2.2

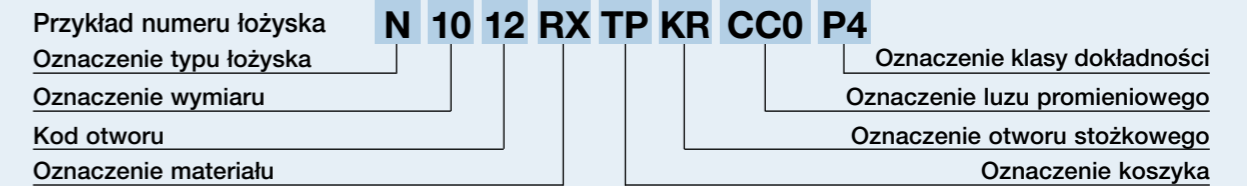


System oznaczeń dwurzędowych łożysk walcowych (Seria High Rigidity)



			Patrz
NN	Typ łożyska	NN: dwurzędowe łożysko walcowe z pierścieniem wewnętrznym z potrójnym obrzeżem; NNU: dwurzędowe łożysko walcowe	40-41, 78
30	Wymiar	30 = seria 30 ISO; 39 = Seria 39 ISO; 49 = Seria 49 ISO	40-41, 78
17	Kod otworu	Otwór (mm) = kod otworu x 5	80-83
MB	Koszyk	TB: prowadzony na wałeczkach koszyk z żywicy PPS; graniczna temperatura robocza = 220°C MB: prowadzony na wałeczkach koszyk obrabiany maszynowo mosiężny; graniczna temperatura robocza = 300°C	16-17, 22-23
KR	Otwór stożkowy	KR: otwór stożkowy 1/12 (w przypadku otworu cylindrycznego pozostawić puste miejsce)	162-163
E44	Lubrication holes	E44: pierścień zewnętrzny z wytoczonym rowkiem smarowniczym i otworami smarowniczymi (w przypadku braku otworów smarowniczych pozostawić puste miejsce)	80-83
CC0	Luz promieniowy	CC1: luz standardowy dla otworu cylindrycznego CC0: luz standardowy dla otworu stożkowego CCG: specjalny luz promieniowy	40-41, 151
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)	133, 158-163

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

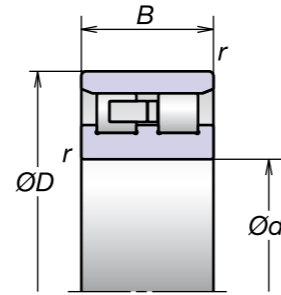


			Patrz															
N	Typ łożyska	N: jednorzędowe łożysko walcowe z pierścieniem	40-41, 78															
10	Wymiar	10 = seria 10 ISO	40-41, 78															
12	Kod otworu	Otwór (mm) = kod otworu x 5	84-85															
RX	Materiał	Brak oznaczenia wskazuje standardowy materiał łożyska walcowego (pierścienie i elementy toczne ze stali łożyskowej SUJ2). RS•RX•RXH: ultra superszybkie jednorzędowe łożysko walcowe (seria ROBUST)	12-15, 22-23															
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Typ</th> <th colspan="2">Materiał</th> </tr> <tr> <td></td> <th>Pierścienie</th> <th>Elementy toczne</th> </tr> </thead> <tbody> <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> </tbody> </table>	Typ	Materiał			Pierścienie	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																	
	Pierścienie	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)																
TP	Koszyk	TP: outer ring-guided PEEK resin cage; operational temperature limit = 240°C MR: roller-guided machined brass cage; operational temperature limit = 300°C	16-17															
KR	Otwór stożkowy	KR: otwór stożkowy 1/12 (w przypadku otworu cylindrycznego pozostawić puste miejsce)	162-163															
CC0	Luz promieniowy	CC1: luz standardowy dla otworu cylindrycznego CC0: luz standardowy dla otworu stożkowego CCG: specjalny luz promieniowy	40-41, 151															
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)	133, 158-163															

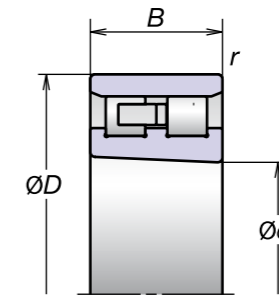
Dwurzędowe łożyska walcowe (Seria o dużej sztywności)

Seria 30

Średnica otworu 25–200 mm



* Otwór cylindryczny



Otwór cylindryczny

Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)				Nośność bazowa (kN)		Ciężar (kg) (przybliżony)	Prędkość graniczna ⁽¹⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r	C _r (dynamiczna)	C _{or} (statyczna)		w smarze	w oleju
NN3005MBKR	25	47	16	0.6	25.8	30.0	0.127	20 900	25 000
NN3006MBKR	30	55	19	1.0	31.0	37.0	0.198	17 700	21 200
NN3006TBKR	30	55	19	1.0	31.0	37.0	0.172	20 000	23 600
NN3007MBKR	35	62	20	1.0	39.5	50.0	0.258	15 500	18 600
NN3007TBKR	35	62	20	1.0	39.5	50.0	0.224	17 600	20 700
NN3008MBKR	40	68	21	1.0	43.5	55.5	0.309	13 900	16 700
NN3008TBKR	40	68	21	1.0	43.5	55.5	0.283	15 800	18 600
NN3009MBKR	45	75	23	1.0	52.0	68.5	0.407	12 500	15 000
NN3009TBKR	45	75	23	1.0	52.0	68.5	0.373	14 200	16 700
NN3010MBKR	50	80	23	1.0	53.0	72.5	0.436	11 600	13 900
NN3010TBKR	50	80	23	1.0	53.0	72.5	0.402	13 100	15 400
NN3011MBKR	55	90	26	1.1	69.5	96.5	0.647	10 400	12 500
NN3011TBKR	55	90	26	1.1	69.5	96.5	0.592	11 800	13 800
NN3012MBKR	60	95	26	1.1	73.5	106.0	0.693	9 700	11 700
NN3012TBKR	60	95	26	1.1	73.5	106.0	0.635	11 000	13 000
NN3013MBKR	65	100	26	1.1	77.0	116.0	0.741	9 100	11 000
NN3013TBKR	65	100	26	1.1	77.0	116.0	0.681	10 400	12 200
NN3014MBKR	70	110	30	1.1	94.5	143.0	1.060	8 400	10 000
NN3014TBKR	70	110	30	1.1	94.5	143.0	0.988	9 500	11 200
NN3015MBKR	75	115	30	1.1	96.5	149.0	1.110	7 900	9 500
NN3015TBKR	75	115	30	1.1	96.5	149.0	1.030	9 000	10 600
NN3016MBKR	80	125	34	1.1	119.0	186.0	1.540	7 400	8 800
NN3016TBKR	80	125	34	1.1	119.0	186.0	1.440	8 300	9 800
NN3017MBKR	85	130	34	1.1	122.0	194.0	1.630	7 000	8 400
NN3017TBKR	85	130	34	1.1	122.0	194.0	1.520	8 000	9 400

⁽¹⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.

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

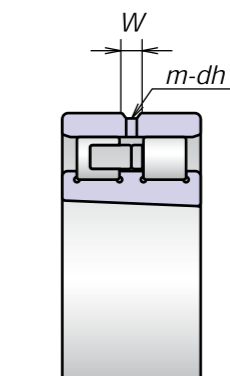
Seria 30 (ciąg dalszy)

Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)				Nośność bazowa (kN)		Ciężar (kg) (przybliżony)	Prędkość graniczna ⁽¹⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r	C _r (dynamiczna)	C _{or} (statyczna)		w smarze	w oleju
NN3018MBKR	90	140	37	1.5	143	228	2.090	6 600	7 900
NN3018TBKR	90	140	37	1.5	143	228	1.930	7 400	8 700
NN3019MBKR	95	145	37	1.5	146	238	2.190	6 300	7 500
NN3019TBKR	95	145	37	1.5	146	238	2.030	7 100	8 400
NN3020MBKR	100	150	37	1.5	149	247	2.280	6 000	7 200
NN3020TBKR	100	150	37	1.5	149	247	2.120	6 800	8 000
NN3021MBKR	105	160	41	2.0	192	310	2.880	5 700	6 800
NN3021TBKR	105	160	41	2.0	192	310	2.690	6 500	7 600
NN3022MBKR	110	170	45	2.0	222	360	3.710	5 400	6 500
NN3022TBKR	110	170	45	2.0	222	360	3.440	6 100	7 200
NN3024MBKR	120	180	46	2.0	233	390	4.040	5 000	6 000
NN3024TBKR	120	180	46	2.0	233	390	3.750	5 700	6 700
NN3026MBKR	130	200	52	2.0	284	475	5.880	4 600	5 500
NN3026TBKR	130	200	52	2.0	284	475	5.470	5 200	6 100
NN3028MBKR	140	210	53	2.0	298	515	6.340	4 300	5 200
NN3030MBKR	150	225	56	2.1	335	585	7.760	4 000	4 800
NN3032MBKR	160	240	60	2.1	375	660	9.410	3 800	4 500
NN3034MBKR	170	260	67	2.1	450	805	12.800	3 500	4 200
NN3036MBKR	180	280	74	2.1	565	995	16.800	3 300	4 000
NN3038MBKR	190	290	75	2.1	595	1 080	17.800	3 200	3 800
NN3040MBKR	200	310	82	2.1	655	1 170	22.700	3 000	3 600

⁽¹⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.

Wymiary otworów smarowniczych (specyfikacja E44) Jednostka: mm

Szerokość pierścienia zewnętrznego	Otwór smarowniczy	Wytoczony rowek olejowy	Liczba otworów	
				Powyżej
-	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

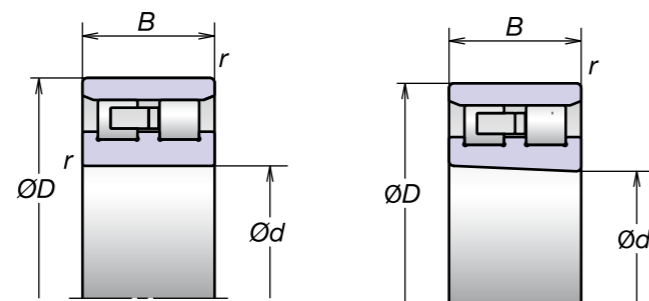
- Dynamiczne obciążenie równoważne . 121
- Statyczne obciążenie równoważne . 128
- Luz promieniowy 151
- Wymiary oparcia i zaokrąglenia . . . 168
- Pozycja dyszy 174
- Ilość smaru wypełniającego 157

Łożyska walcowe Dwurzędowe

Dwurzędowe łożyska walcowe (Seria o dużej sztywności)

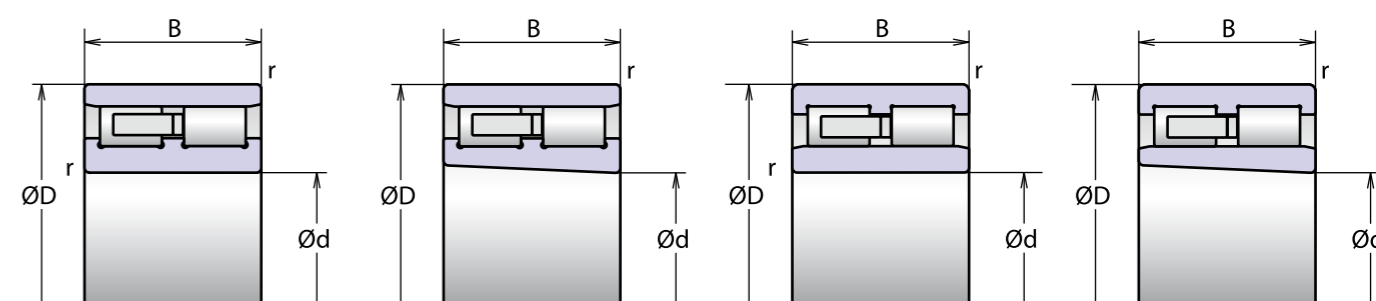
Seria 39

Średnica otworu 100–200 mm



*NN39 Otwór cylindryczny

NN39 Otwór stożkowy



*NN49 Otwór cylindryczny

NN49 Otwór stożkowy

*NNU49 Otwór cylindryczny

NNU49 Otwór stożkowy

Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)				Nośność bazowa (kN)		Ciężar (kg) (przybliżony)	Prędkość graniczna ⁽¹⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r	C _r (dynamiczna)	C _{or} (statyczna)		w smarze	w oleju
NN3920MBKR	100	140	30	1.1	106	182	1.32	6 300	7 500
NN3921MBKR	105	145	30	1.1	110	194	1.50	6 000	7 200
NN3922MBKR	110	150	30	1.1	114	207	1.41	5 800	7 000
NN3924MBKR	120	165	34	1.1	138	251	1.99	5 300	6 400
NN3926MBKR	130	180	37	1.5	173	325	2.64	4 900	5 900
NN3928MBKR	140	190	37	1.5	201	375	2.97	4 600	5 500
NN3930MBKR	150	210	45	2.0	262	490	4.47	4 200	5 000
NN3932MBKR	160	220	45	2.0	271	520	4.75	4 000	4 800
NN3934MBKR	170	230	45	2.0	280	550	5.01	3 800	4 500
NN3936MBKR	180	250	52	2.0	340	655	7.76	3 500	4 200
NN3938MBKR	190	260	52	2.0	345	680	7.46	3 400	4 000
NN3940MBKR	200	280	60	2.1	420	815	10.60	3 200	3 800
NN3944MBKR	220	300	60	2.1	440	895	11.40	2 900	3 500
NN3948MBKR	240	320	60	2.1	460	975	12.10	2 700	3 300
NN3952MBKR	260	360	75	2.1	670	1 380	21.40	2 500	3 000
NN3956MBKR	280	380	75	2.1	695	1 460	22.70	2 300	2 800

⁽¹⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.

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

Seria 49

Średnica otworu 100–200 mm

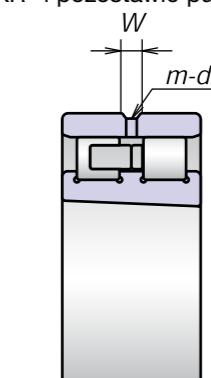
Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)				Nośność bazowa (kN)		Ciężar (kg) (przybliżony)	Prędkość graniczna ⁽¹⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r	C _r (dynamiczna)	C _{or} (statyczna)		w smarze	w oleju
NN4920MBKR	100	140	40	1.1	155	295	1.76	6 300	7 500
NNU4920MBKR	100	140	40	1.1	155	295	1.90	6 300	7 500
NN4921MBKR	105	145	40	1.1	161	315	2.00	6 000	7 200
NNU4921MBKR	105	145	40	1.1	161	315	1.99	6 000	7 200
NN4922MBKR	110	150	40	1.1	167	335	2.10	5 800	7 000
NNU4922MBKR	110	150	40	1.1	167	335	2.07	5 800	7 000
NN4924MBKR	120	165	45	1.1	183	360	2.87	5 300	6 400
NNU4924MBKR	120	165	45	1.1	183	360	2.85	5 300	6 400
NN4926MBKR	130	180	50	1.5	274	545	3.84	4 900	5 900
NNU4926MBKR	130	180	50	1.5	274	545	3.85	4 900	5 900
NN4928MBKR	140	190	50	1.5	283	585	4.07	4 600	5 500
NNU4928MBKR	140	190	50	1.5	283	585	4.08	4 600	5 500
NN4930MBKR	150	210	60	2.0	350	715	6.36	4 200	5 000
NNU4930MBKR	150	210	60	2.0	350	715	6.39	4 200	5 000
NN4932MBKR	160	220	60	2.0	365	760	6.77	4 000	4 800
NNU4932MBKR	160	220	60	2.0	365	760	6.76	4 000	4 800
NN4934MBKR	170	230	60	2.0	375	805	7.13	3 800	4 500
NNU4934MBKR	170	230	60	2.0	375	805	7.12	3 800	4 500
NN4936MBKR	180	250	69	2.0	480	1 020	10.40	3 500	4 200
NNU4936MBKR	180	250	69	2.0	480	1 020	10.40	3 500	4 200
NN4938MBKR	190	260	69	2.0	485	1 060	10.90	3 400	4 000
NNU4938MBKR	190	260	69	2.0	485	1 060	10.90	3 400	4 000
NN4940MBKR	200	280	80	2.1	570	1 220	15.30	3 200	3 800
NNU4940MBKR	200	280	80	2.1	570	1 220	15.30	3 200	3 800

⁽¹⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.

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

Wymiary otworów smarowniczych (specyfikacja E44) Jednostka: mm

Szerokość pierścienia zewnętrznego	Otwór smarowniczy	Wytoczony rowek olejowy	Liczba otworów
Powyżej	Włącznie do	W	m
-	30	2	4
30	40	2	
40	50	3	
50	60	4	
60	80	5	
80	120	6	
120	160	8	
160	200	10	
200	-	12	
200	-	20	



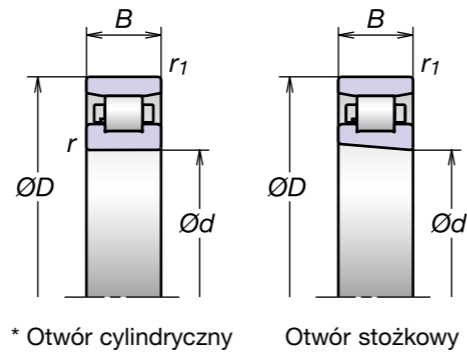
Dodatkowe informacje: Nr strony

- Dynamiczne obciążenie równoważne . 121
- Statyczne obciążenie równoważne . 128
- Luz promieniowy 151
- Wymiary oparcia i zaokrąglenia . . . 168
- Pozycja dyszy 174
- Ilość smaru wypełniającego 157

Jednorzędowe łożyska walcowe (Seria Standard)

Seria 10

Średnica otworu 30–140 mm



* Otwór cylindryczny Otwór stożkowy

Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Ciężar (kg) (przybliżony)	Prędkość graniczna ⁽¹⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r ₁	r	C _r (dynamiczna)	C _{or} (statyczna)		w smarze	w oleju
N1006MR1KR	30	55	13	1.0	0.6	19.7	19.6	0.133	19 000	31 000
N1007MRKR	35	62	14	1.0	0.6	22.6	23.2	0.153	17 000	27 000
N1008MRKR	40	68	15	1.0	0.6	27.3	29.0	0.192	15 000	25 000
N1009MRKR	45	75	16	1.0	0.6	32.5	35.5	0.318	14 000	22 000
N1010MRKR	50	80	16	1.0	0.6	32.0	36.0	0.339	13 000	20 000
N1011BMR1KR	55	90	18	1.1	1.0	37.5	44.0	0.487	12 000	18 000
N1012BMR1KR	60	95	18	1.1	1.0	40.0	48.5	0.519	11 000	17 000
N1013BMR1KR	65	100	18	1.1	1.0	41.0	51.0	0.541	10 000	16 000
N1014BMR1KR	70	110	20	1.1	1.0	50.0	63.0	0.752	9 000	15 000
N1015MRKR	75	115	20	1.1	1.0	60.0	74.5	0.935	8 500	13 700
N1016BMR1KR	80	125	22	1.1	1.0	63.5	82.0	1.038	7 900	12 700
N1017BMR1KR	85	130	22	1.1	1.0	65.0	86.0	1.067	7 500	12 100
N1018MRKR	90	140	24	1.5	1.1	88.0	114.0	1.200	7 000	11 400
N1019BMR1KR	95	145	24	1.5	1.1	83.0	114.0	1.260	6 700	10 900
N1020MRKR	100	150	24	1.5	1.1	93.0	126.0	1.320	6 400	10 400
N1021MRKR	105	160	26	2.0	1.1	109.0	149.0	1.670	6 100	9 900
N1022BMR1KR	110	170	28	2.0	1.1	126.0	173.0	2.070	5 800	9 300
N1024MRKR	120	180	28	2.0	1.1	139.0	191.0	2.190	5 400	8 700
N1026MRKR	130	200	33	2.0	1.1	172.0	238.0	3.320	4 900	7 900
N1028BMR1KR	140	210	33	2.0	1.1	164.0	240.0	3.810	4 600	7 500

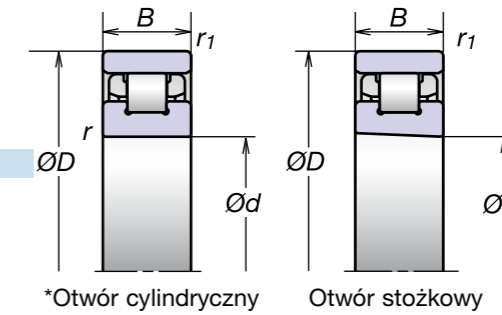
⁽¹⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.

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

Ultra superszybkie łożyska walcowe (Seria ROBUST)

Seria 10

Średnica otworu 45–85 mm



* Otwór cylindryczny Otwór stożkowy

- Dodatkowe informacje: Nr strony
- Dynamiczne obciążenie równoważne . . . 121
 - Statyczne obciążenie równoważne . . . 128
 - Luz promieniowy 151
 - Wymiary oparcia i zaokrąglenia . . . 168
 - Pozycja dyszy. 174
 - Ilość smaru wypełniającego. 157

Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Ciężar (kg) (przybliżony)	Prędkość graniczna ⁽¹⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	B	r	r ₁	C _r (dynamiczna)	C _{or} (statyczna)		w smarze	w oleju
N1009RSTPKR	45	75	16	1.0	0.6	24.6	26.1	0.262	22 000	30 000
N1009RXTPKR	45	75	16	1.0	0.6	24.6	26.1	0.262	25 000	42 000
N1009RXHTPKR	45	75	16	1.0	0.6	24.6	26.1	0.228	29 000	50 000
N1010RSTPKR	50	80	16	1.0	0.6	26.6	29.7	0.283	20 000	28 000
N1010RXTPKR	50	80	16	1.0	0.6	26.6	29.7	0.283	24 000	39 000
N1010RXHTPKR	50	80	16	1.0	0.6	26.6	29.7	0.246	27 000	47 000
N1011RSTPKR	55	90	18	1.1	1.0	35.0	39.5	0.372	18 000	25 000
N1011RXTPKR	55	90	18	1.1	1.0	35.0	39.5	0.372	21 000	35 000
N1011RXHTPKR	55	90	18	1.1	1.0	35.0	39.5	0.324	24 000	42 000
N1012RSTPKR	60	95	18	1.1	1.0	37.5	44.0	0.442	17 000	24 000
N1012RXTPKR	60	95	18	1.1	1.0	37.5	44.0	0.442	20 000	33 000
N1012RXHTPKR	60	95	18	1.1	1.0	37.5	44.0	0.385	22 000	39 000
N1013RSTPKR	65	100	18	1.1	1.0	39.5	49.0	0.518	16 000	22 000
N1013RXTPKR	65	100	18	1.1	1.0	39.5	49.0	0.518	19 000	31 000
N1013RXHTPKR	65	100	18	1.1	1.0	39.5	49.0	0.451	21 000	37 000
N1014RSTPKR	70	110	20	1.1	1.0	46.5	57.0	0.648	15 000	20 000
N1014RXTPKR	70	110	20	1.1	1.0	46.5	57.0	0.648	17 000	28 000
N1014RXHTPKR	70	110	20	1.1	1.0	46.5	57.0	0.564	19 000	34 000
N1015RSTPKR	75	115	20	1.1	1.0	49.5	63.0	0.672	14 000	19 000
N1015RXTPKR	75	115	20	1.1	1.0	49.5	63.0	0.585	16 000	27 000
N1015RXHTPKR	75	115	20	1.1	1.0	49.5	63.0	0.585	18 000	32 000
N1016RSTPKR	80	125	22	1.1	1.0	61.5	81.5	0.926	13 000	18 000
N1016RXTPKR	80	125	22	1.1	1.0	61.5	81.5	0.926	15 000	25 000
N1016RXHTPKR	80	125	22	1.1	1.0	61.5	81.5	0.812	17 000	30 000
N1017RSTPKR	85	130	22	1.1	1.0	65.0	86.0	0.943	13 000	17 000
N1017RXTPKR	85	130	22	1.1	1.0	65.0	86.0	0.943	14 000	24 000
N1017RXHTPKR	85	130	22	1.1	1.0	65.0	86.0	0.826	16 000	28 000

⁽¹⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.

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

Łożyska walcowe Jednorzędowe



Superszybkie łożyska kulkowe wzdłużne skośne

(Seria ROBUST)



Dwukierunkowe łożyska kulkowe wzdłużne skośne

(Seria TAC)

Łożyska kulkowe wzdłużne skośne

Łożyska kulkowe wzdłużne skośne88-95

Charakterystyka

System oznaczeń

Tabele łożysk

Superszybkie łożyska kulkowe wzdłużne skośne (Seria ROBUST)

Seria BAR10

Seria BTR10

Dwukierunkowe łożyska kulkowe wzdłużne skośne (Seria TAC)

Seria TAC29X

Seria TAC20X

Wzdłużne ACBB

Łożyska kulkowe wzdłużne skośne

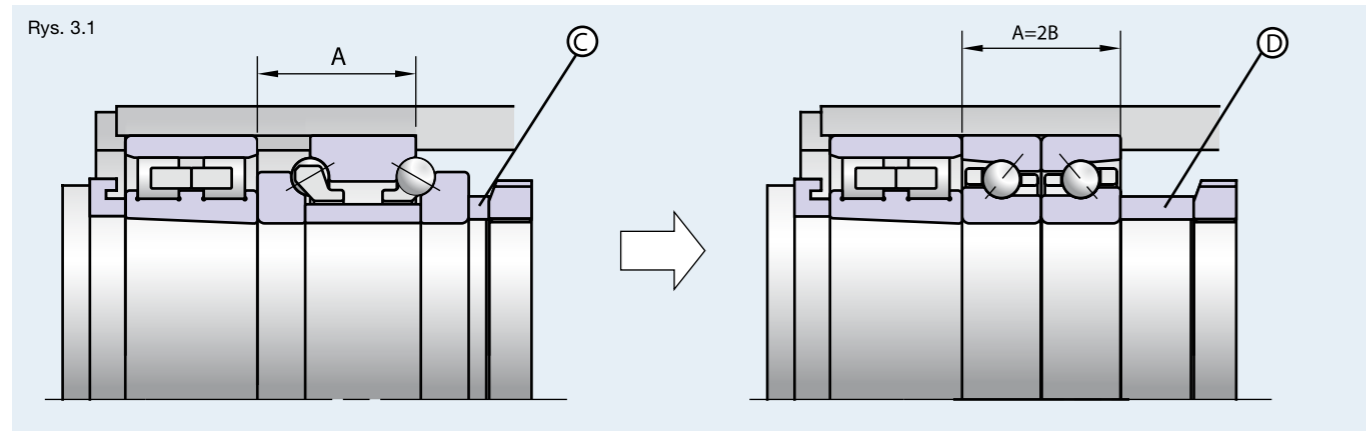
Charakterystyka

W przypadku wrzecion głównych obrabiarek od łożysk kulkowych używanych razem z dwurzędowymi łożyskami walcowymi 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 i otworem oprawy w celu uniknięcia jakichkolwiek obciążeń. Seria ROBUST superszybkich łożysk kulkowych wzdluznych skośnych 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.

Zamiennosc

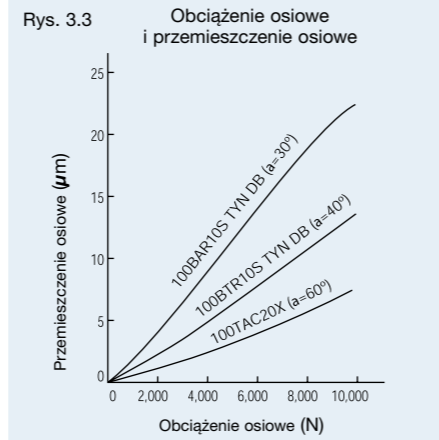
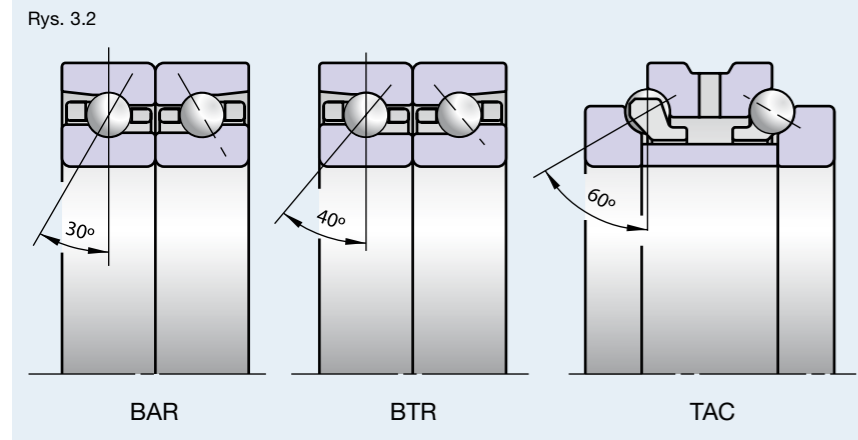
Klienci mogą łatwo zamienić łożyska serii TAC20X na łożyska NSK typu BAR lub BTR bez konieczności wymiany wrzeciona lub oprawy we wrzecienniku obrabiarki. Oba typy łożysk posiadają określone wymiary szerokości, pozwalające na zastosowanie nowej przekładki dystansowej (D), zastępującej starą (C) (patrz Rys. 3.1).



Kąt działania łożyska

Dla różnych kątów działania 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.



System oznaczeń superszybkich łożysk kulkowych wzdluznych skośnych (Seria ROBUST)

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

100	Średnica nominalna	Średnica otworu (mm)	Patrz
BAR	Typ łożyska	BAR: kąt działania 30° BTR: kąt działania 40°	24, 38-39, 88
10	Wymiar	10: seria 10 (otwór, średnica zewnętrzna, ale dostępne o wymiarze szerokości określonym przez NSK), w kombinacji z serią NN30	38-39, 88
S	Materiał	S: stal łożyskowa (SUJ2) H: kulki ceramiczne (Si ₃ N ₄)	12-15, 24
TYN	Koszyk	TYN: prowadzony na kulkach koszyk z żywicy poliamidowej; obroty graniczne d _m n = 1,400,000; graniczna temperatura robocza = 120°C (dla koszyka mosiężnego zostawić puste miejsce)	16-17
DB	Układ	DB: układ tyłem	38-39, 130-133
L	Obciążenie wstępne	EL: ekstra lekkie napięcie wstępne; L: lekkie napięcie wstępne; CP: specjalne napięcie wstępne; CA: specjalny luz wzdluzny	38-39, 134-137, 148
P4A	Klasa dokładności	P2A: (klasa 2 ISO za wyjątkiem średnicy zewnętrznej) P4A: (klasa 4 ISO za wyjątkiem średnicy zewnętrznej)	164

Wzdluzne ACBB

System oznaczeń dwukierunkowych łożysk kulkowych wzdluznych skośnych (Seria TAC)

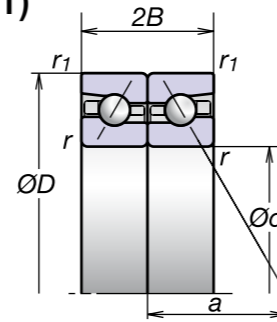
Przykład numeru łożyska	100	TAC	20X	PN7	+L	C6	Oznaczenie napięcia wstępnego
Średnica nominalna otworu							Oznaczenie przekładki dystansowej
Oznaczenie typu łożyska							Oznaczenie dokładności
							Oznaczenie wymiaru

100	Średnica nominalna	Średnica otworu (mm)	Patrz
TAC	Typ łożyska	Łożysko kulkowe wzdluzne skośne: kąt działania 60°	24, 38-39, 88
20X	Wymiar	20X: w kombinacji z serią NN30 29X: w kombinacji z serią NN39 i NN49	38-39, 88
PN7	Dokładność	PN7: dokładność superprecyzyjna	164
+L	Przekładka dystansowa	Wewnętrzny pierścień dystansowy	-
C6	Obciążenie wstępne	C6: standardowe napięcie wstępne do smarowania smarem C7: standardowe napięcie wstępne do smarowania olejowego	38-39, 134-137, 149

Superszybkie łożyska kulkowe wzdluzne skośne (Seria ROBUST)

Seria BAR 10 Seria BTR 10

Średnica otworu 50–105 mm



Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Środek obciążenia efektywnego (mm) a	Ciężar (kg) (przybliżony)	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	2B	r (min)	r ₁ (min)	C _r (Dynamiczna)	C _{or} (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 129.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.

Prędkość graniczna 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 $\alpha=30^\circ$

Łożyska typu BTR10: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=40^\circ$

Dodatkowe informacje: Nr strony

- Dynamiczne obciążenie równoważne121
- Statyczne obciążenie równoważne128
- Napięcie wstępne i sztywność134
- Wymiary oparcia i zaokrąglenia.168
- Pozycja dyszy.174
- Ilość smaru wypełniającego.157

Seria BAR 10 Seria BTR 10 (ciąg dalszy)

Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Środek obciążenia efektywnego (mm) a	Ciężar (kg) (przybliżony)	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	2B	r (min)	r ₁ (min)	C _r (Dynamiczna)	C _{or} (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	45.0	1.5	1.0	42.5	92.5	62.5	44.4	1.198	6 600	8 300
90BAR10H	90	140	45.0	1.5	1.0			43.0		1.124	7 400	9 200
90BTR10S	90	140	45.0	1.5	1.0	50.0	105.0	58.0	59.5	1.198	5 700	7 400
90BTR10H	90	140	45.0	1.5	1.0			52.5		1.124	6 600	8 300
95BAR10S	95	145	45.0	1.5	1.0	43.0	96.5	65.0	45.5	1.320	6 300	8 000
95BAR10H	95	145	45.0	1.5	1.0			44.5		1.231	7 100	8 800
95BTR10S	95	145	45.0	1.5	1.0	51.0	110.0	69.0	61.0	1.320	5 500	7 100
95BTR10H	95	145	45.0	1.5	1.0			55.0		1.231	6 300	8 000
100BAR10S	100	150	45.0	1.5	1.0	43.5	100.0	68.0	47.3	1.399	6 000	7 600
100BAR10H	100	150	45.0	1.5	1.0			46.5		1.307	6 800	8 400
100BTR10S	100	150	45.0	1.5	1.0	51.5	114.0	66.5	63.7	1.399	5 200	6 800
100BTR10H	100	150	45.0	1.5	1.0			57.0		1.307	6 000	7 600
105BAR10S	105	160	49.5	2.0	1.0	49.5	115.0	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	131.0	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 129.

⁽²⁾ Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.

Prędkość graniczna 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.

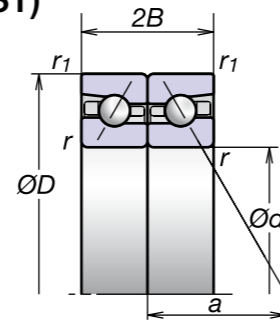
Uwaga: Łożyska typu BAR10: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=30^\circ$

Łożyska typu BTR10: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=40^\circ$

Superszybkie łożyska kulkowe wzdłużne skośne (Seria ROBUST)

Seria BAR 10
Seria BTR 10

Średnica otworu 110–200 mm



Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)					Nośność bazowa (kN)		Dopuszczalne obciążenie osiowe ⁽¹⁾ (kN)	Środek obciążenia efektywnego (mm) a	Ciężar (kg) (przybliżony)	Prędkość graniczna ⁽²⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	2B	r (min)	r ₁ (min)	C _r (Dynamiczna)	C _{or} (Statyczna)				w smarze	w oleju
110BAR10S	110	170	54.0	2.0	1.0	55.5	131	89.0	53.9	2.110	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	2.110	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	117.0	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	106.0	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	135.0	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	160.0	71.0	4.354	4 000	5 100
150BTR10S	150	225	67.5	2.1	1.1	110.0	267	104.0	95.5	4.354	3 500	4 600
160BAR10S	160	240	72.0	2.1	1.1	98.5	250	175.0	75.7	5.640	3 800	4 800
160BTR10S	160	240	72.0	2.1	1.1	117.0	284	184.0	101.9	5.640	3 300	4 300
170BAR10S	170	260	81.0	2.1	1.1	115.0	295	207.0	82.3	7.900	3 500	4 500
170BTR10S	170	260	81.0	2.1	1.1	136.0	335	220.0	110.5	7.900	3 100	4 000
180BAR10S	180	280	90.0	2.1	1.1	151.0	385	262.0	88.8	10.200	3 300	4 200
180BTR10S	180	280	90.0	2.1	1.1	179.0	440	255.0	118.9	10.200	2 900	3 700
190BAR10S	190	290	90.0	2.1	1.1	151.0	390	273.0	91.8	10.700	3 200	4 000
190BTR10S	190	290	90.0	2.1	1.1	179.0	445	281.0	123.2	10.700	2 800	3 600
200BAR10S	200	310	99.0	2.1	1.1	169.0	444	300.0	98.3	13.800	3 000	3 800
200BTR10S	200	310	99.0	2.1	1.1	201.0	505	310.0	131.7	13.800	2 600	3 400

(1) Dopuszczalne obciążenie osiowe, patrz strona 129.

(2) Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.

Prędkość graniczna 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.

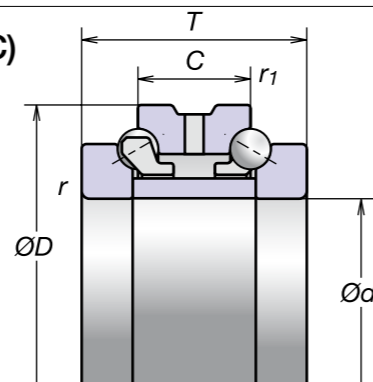
Uwaga: Łożyska typu BAR10: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=30^\circ$

Łożyska typu BTR10: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=40^\circ$

Dwukierunkowe łożyska kulkowe wzdłużne skośne (Seria TAC)

Seria TAC 29X
Seria TAC 20X

Srednica otworu 35–280 mm



Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)						Nośność bazowa (kN)		Ciężar (kg) (przybliżony)	Prędkość graniczna ⁽¹⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	T	C	r (min)	r ₁ (min)	C _r (Dynamiczna)	C _{or} (Statyczna)		w smarze	w oleju
35TAC20X+L	35	62	34	17	1.0	0.6	22.8	53.5	0.375	10 000	11 000
40TAC20X+L	40	68	36	18	1.0	0.6	23.6	59.0	0.460	9 000	10 000
45TAC20X+L	45	75	38	19	1.0	0.6	26.3	67.5	0.580	8 000	9 000
50TAC20X+L	50	80	38	19	1.0	0.6	27.2	74.0	0.625	7 000	8 000
55TAC20X+L	55	90	44	22	1.1	0.6	33.5	94.0	0.945	6 300	6 900
60TAC20X+L	60	95	44	22	1.1	0.6	35.0	102.0	1.000	5 900	6 500
65TAC20X+L	65	100	44	22	1.1	0.6	36.0	110.0	1.080	5 500	6 100
70TAC20X+L	70	110	48	24	1.1	0.6	49.5	146.0	1.460	5 000	5 600
75TAC20X+L	75	115	48	24	1.1	0.6	50.0	152.0	1.550	4 800	5 300
80TAC20X+L	80	125	54	27	1.1	0.6	59.0	181.0	2.110	4 400	4 900
85TAC20X+L	85	130	54	27	1.1	0.6	59.5	189.0	2.210	4 200	4 700
90TAC20X+L	90	140	60	30	1.5	1.0	78.5	246.0	2.930	4 000	4 400
95TAC20X+L	95	145	60	30	1.5	1.0	79.5	256.0	3.050	3 800	4 200
100TAC29X+L	100	140	48	24	1.1	0.6	55.0	196.0	1.950	3 800	4 200
100TAC20X+L	100	150	60	30	1.5	1.0	80.5	267.0	3.200	3 600	4 000
105TAC29X+L	105	145	48	24	1.1	0.6	56.5	208.0	2.040	3 600	4 000
105TAC20X+L	105	160	66	33	2.0	1.0	91.5	305.0	4.100	3 400	3 800
110TAC29X+L	110	150	48	24	1.1	0.6	57.0	215.0	2.120	3 500	3 900
110TAC20X+L	110	170	72	36	2.0	1.0	103.0	350.0	5.150	3 300	3 600
120TAC29X+L	120	165	54	27	1.1	0.6	66.5	256.0	2.940	3 200	3 600
120TAC20X+L	120	180	72	36	2.0	1.0	106.0	375.0	5.500	3 000	3 400
130TAC29X+L	130	180	60	30	1.5	1.0	79.5	315.0	3.950	3 000	3 300
130TAC20X+L	130	200	84	42	2.0	1.0	134.0	455.0	8.200	2 800	3 100

Seria TAC 29X
Seria TAC 20X (ciąg dalszy)

Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)						Nośność bazowa (kN)		Ciężar (kg) (przybliżony)	Prędkość graniczna ⁽¹⁾ (min ⁻¹)	
	d	D	T	C	r (min)	r ₁ (min)	C _r (Dynamiczna)	C _{or} (Statyczna)		w smarze	w oleju
140TAC29D+L	140	190	60	30	1.5	1.0	91.5	365	4.200	2 800	3 100
140TAC20D+L	140	210	84	42	2.0	1.0	145.0	525	8.750	2 600	2 900
150TAC29D+L	150	210	72	36	2.0	1.0	116.0	465	6.600	2 500	2 800
150TAC20D+L	150	225	90	45	2.1	1.1	172.0	620	10.700	2 400	2 700
160TAC29D+L	160	220	72	36	2.0	1.0	118.0	490	7.000	2 400	2 700
160TAC20D+L	160	240	96	48	2.1	1.1	185.0	680	13.000	2 300	2 500
170TAC29D+L	170	230	72	36	2.0	1.0	120.0	520	7.350	2 300	2 500
170TAC20D+L	170	260	108	54	2.1	1.1	218.0	810	17.700	2 100	2 400
180TAC29D+L	180	250	84	42	2.0	1.0	158.0	655	10.700	2 100	2 400
180TAC20D+L	180	280	120	60	2.1	1.1	281.0	1 020	23.400	2 000	2 200
190TAC29D+L	190	260	84	42	2.0	1.0	161.0	695	11.200	2 000	2 300
190TAC20D+L	190	290	120	60	2.1	1.1	285.0	1 060	24.400	1 900	2 100
200TAC29D+L	200	280	96	48	2.1	1.1	204.0	855	15.700	1 900	2 100
200TAC20D+L	200	310	132	66	2.1	1.1	315.0	1 180	31.500	1 800	2 000
220TAC29D+L	220	300	96	48	2.1	1.1	210.0	930	17.000	1 800	2 000
240TAC29D+L	240	320	96	48	2.1	1.1	213.0	980	18.300	1 700	1 800
260TAC29D+L	260	360	120	60	2.1	1.1	315.0	1 390	31.500	1 500	1 700
280TAC29D+L	280	380	120	60	2.1	1.1	320.0	1 470	33.500	1 400	1 600

- Dodatkowe informacje: Nr strony
- Dynamiczne obciążenie równoważne121
 - Statyczne obciążenie równoważne128
 - Napięcie wstępne i sztywność134
 - Wymiary oparcia i zakrąglenia.168
 - Pozycja dyszy.174
 - Ilość smaru wypełniającego.157

⁽¹⁾ Prędkość graniczna podane na tej stronie opierają się na zalecanych standardowych napięciach wstępnych (C6 i C7).
Uwagi: Łożyska typu TAC29X: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=60^\circ$
Łożyska typu TAC20X: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=60^\circ$

⁽¹⁾ Prędkość graniczna podane na tej stronie opierają się na zalecanych standardowych napięciach wstępnych (C6 i C7).
Uwagi: Łożyska typu TAC29X: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=60^\circ$
Łożyska typu TAC20X: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=60^\circ$



Do zastosowania w obrabiarkach

Seria TAC B



Do zastosowania we wtryskarkach elektrycznych

Seria TAC 02 i 03

Łożyska kulkowe wzdłużne skośne do śrub kulkowych

Łożyska kulkowe wzdłużne skośne do śrub kulkowych98–103

Charakterystyka

System oznaczeń

Tabele łożysk

Do obrabiarek

Seria TAC B

Do wtryskarek elektrycznych

Seria TAC 02 i 03

Kulkowe wzdłużne skośne do śrub

Łożyska kulkowe wzdłużne skośne do śrub kulkowych

Charakterystyka

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

Seria TAC B

Sztynność wzdluzna 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 rozruchowym, co pozwala na osiągnięcie równomierniejszego ruchu obrotowego przy mniejszej sile napędowej.

Łożyska serii TAC B wyposażone są w opracowany ostatnio przez NSK wtryskiwany koszyk z żywicy poliamidowej. Ponadto, dzięki zastosowaniu stali o dużej czystości (EP) na pierścieni zewnętrzny i wewnętrzny uzyskano dalsze zwiększenie trwałości. Nasza stal EP jest produkowana z kontrolą ilości szkodliwych tlenkowych wtrąceń niemetalicznych, eliminującą wtrącenia o dużych rozmiarach i dającą w rezultacie wyższą czystość niż czystość osiągalna dla stali przetapianej w łukowym piecu próżniowym (VAR).

Ta seria łożysk, wyposażona w uszczelnienie DDG, uszczelnienie kontaktowe o niskim momencie, smarowana smarem WPH, smarem wodoodpornym, charakteryzuje się większą niezawodnością i zapewnia łatwość obsługi.

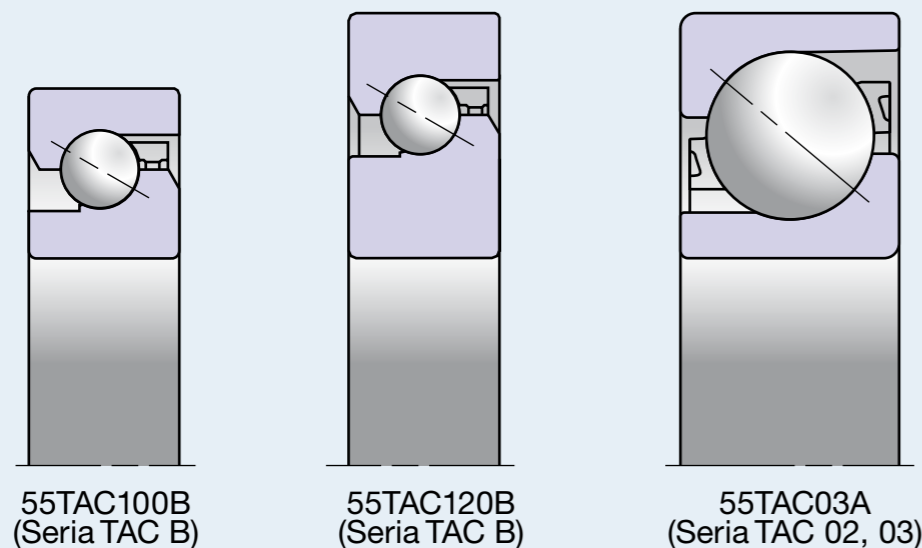
Seria TAC 02 & 03

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

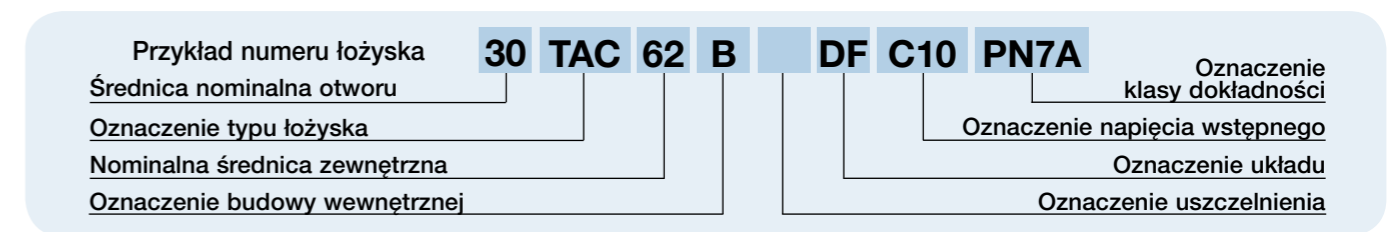
Różnice pomiędzy łożyskami serii TAC B i TAC 02, 03

W przypadku wtryskarek elektrycznych obciążenie łożysk śrub kulkowych 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



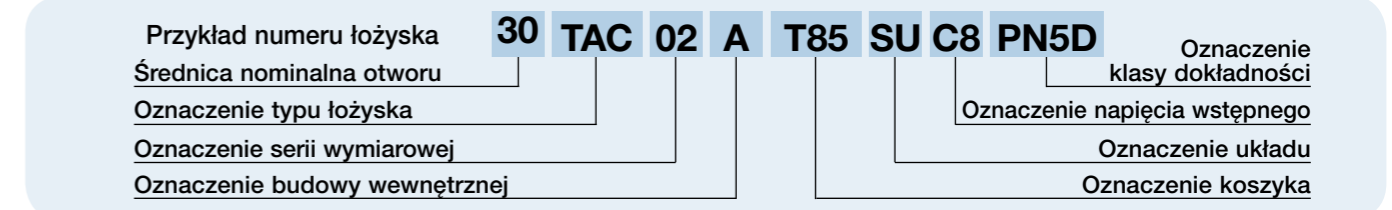
System oznaczeń łożysk kulkowych wzdluznych skośnych do śrub kulkowych (do obrabiarek)



30	Średnica nominalna	Średnica otworu (mm)	Patrz 100–101
TAC	Typ łożyska	Łożysko kulkowe wzdluzne skośne: kąt działania 60°	26, 98
62	Nominalna średnica zewnętrzna	Średnica zewnętrzna (mm)	100–101
B	Budowa wewnętrzna		–
	Uszczelnienie	Brak oznaczenia: typu otwartego DDG: gumowe uszczelnienie kontaktowe (1)	26
DF	Układ	SU: pojedynczy uniwersalny; DU: układ uniwersalny (dwurzędowy); DB: układ tyłem do siebie; DF: układ przodem do siebie DT: układ jedno za drugim DBD, DFD, DTD, DUD: układ potrójny; DBB, DFF, DBT, DFT, DTT, QU: układ poczwórny	130–133
C10	Obciążenie wstępne	C10: napięcie wstępne standardowe; C9: napięcie wstępne lekkie (mały moment)	134–137, 150
PN7A	Klasa dokładności	PN7A: dokładność standardowa (równoważna klasie 4 ISO) PN7B: dokładność specjalna (średnica otworu i średnica zewnętrzna określane wyłącznie przez NSK. Wszystkie inne klasa 4 ISO)	165

(1) Łożyska kulkowe skośne uszczelnione do śrub tocznych są standardem dla SU i dokładności PN713.

System oznaczeń łożysk kulkowych wzdluznych skośnych do śrub kulkowych (do wtryskarek elektrycznych)



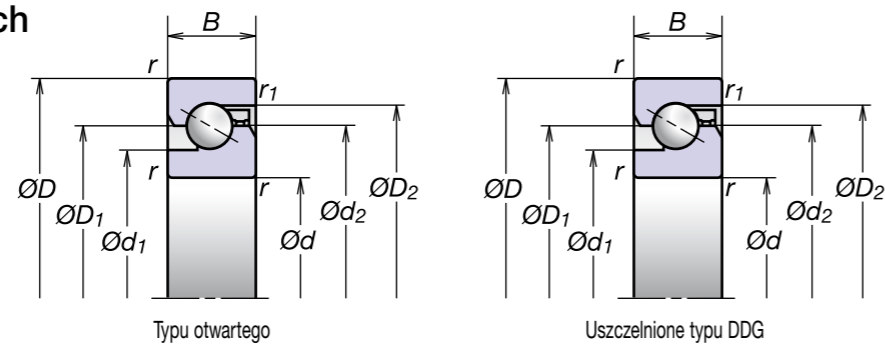
30	Średnica nominalna	Średnica otworu (mm)	Patrz 102–103
TAC	Typ łożyska	Łożysko kulkowe skośne wzdluzne	27, 98
02	Seria wymiarowa	02: seria 02 03: seria 03	98
A	Budowa wewnętrzna		–
T85	Koszyk	T85: koszyk z żywicy poliamidowej M: koszyk obrabiany maszynowo mosiężny	16–17
SU	Układ	SU: pojedynczy uniwersalny	130–133
C8	Obciążenie wstępne	C8: napięcie wstępne standardowe	134–137, 150
PN5D	Klasa dokładności	PN5D: dokładność standardowa (równoważna klasie 5 ISO)	165

Kulkowe wzdluzne skośne do śrub

Do zastosowania w obrabiarkach

Seria TAC B

Średnica otworu 15–60 mm



Typu otwartego

Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)					Wymiary orientacyjne (mm)				Zalecane ilości smaru (cc)	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	34.0	34.0	39.6	2.2	6 000	8 000
17 TAC 47B	17	47	15	1.0	0.6	27.2	34.0	34.0	39.6	2.2	6 000	8 000
20 TAC 47B	20	47	15	1.0	0.6	27.2	34.0	34.0	39.6	2.2	6 000	8 000
25 TAC 62B	25	62	15	1.0	0.6	37.0	45.0	45.0	50.7	3.0	4 500	6 000
30 TAC 62B	30	62	15	1.0	0.6	39.5	47.0	47.0	53.2	3.2	4 300	5 600
35 TAC 72B	35	72	15	1.0	0.6	47.0	55.0	55.0	60.7	3.8	3 600	5 000
40 TAC 72B	40	72	15	1.0	0.6	49.0	57.0	57.0	62.7	3.9	3 600	4 800
40 TAC 90B	40	90	20	1.0	0.6	57.0	68.0	68.0	77.2	8.8	3 000	4 000
45 TAC 75B	45	75	15	1.0	0.6	54.0	62.0	62.0	67.7	4.2	3 200	4 300
45 TAC 100B	45	100	20	1.0	0.6	64.0	75.0	75.0	84.2	9.7	2 600	3 600
50 TAC 100B	50	100	20	1.0	0.6	67.5	79.0	79.0	87.7	10.2	2 600	3 400
55 TAC 100B	55	100	20	1.0	0.6	67.5	79.0	79.0	87.7	10.2	2 600	3 400
55 TAC 120B	55	120	20	1.0	0.6	82.0	93.0	93.0	102.2	12.0	2 200	3 000
60 TAC 120B	60	120	20	1.0	0.6	82.0	93.0	93.0	102.2	12.0	2 200	3 000

Typu uszczelnionego

Numery łożysk	Wymiary graniczne (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	36.0	41.8	6 000
17 TAC 47B DDG	17	47	15	1.0	0.6	25.1	30.8	36.0	41.8	6 000
20 TAC 47B DDG	20	47	15	1.0	0.6	25.1	30.8	36.0	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	43.0	49.0	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	54.0	64.0	70.0	79.4	3 000
45 TAC 100B DDG	45	100	20	1.0	0.6	61.0	71.0	77.0	86.4	2 600

⁽¹⁾ Prędkość graniczna podane są dla napięcia wstępnego C10. W przypadku napięcia wstępnego C9 wartości wymienione powyżej należy pomnożyć razy 1,3.

Uwaga: Łożyska typu TAC B: nominalny kąt działania łożyska $\alpha=60^\circ$

Dynamiczna nośność bazowa C _a			Dopuszczalne obciążenie osiowe			Ciężar (kg) (przybliżony)
Jednorzędowe DF (kN)	Dwurzędowe DT, DFD, DBD, DFF, DBB (kN)	Trójrzędowe DTD, DFT, DBT (kN)	Jednorzędowe DF, DB (kN)	Dwurzędowe DT, DFD, DBD, DFF, DBB (kN)	Trójrzędowe DTD, DFT, DBT (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	0.252
29.2	47.5	63.0	43.0	86.0	129.0	0.224
31.0	50.5	67.0	50.0	100.0	150.0	0.310
31.5	51.5	68.5	52.0	104.0	157.0	0.275
59.0	95.5	127.0	89.5	179.0	269.0	0.674
33.0	53.5	71.0	57.0	114.0	170.0	0.270
61.5	100.0	133.0	99.0	198.0	298.0	0.842
63.0	102.0	136.0	104.0	208.0	310.0	0.778
63.0	102.0	136.0	104.0	208.0	310.0	0.714
67.5	109.0	145.0	123.0	246.0	370.0	1.230
67.5	109.0	145.0	123.0	246.0	370.0	1.160

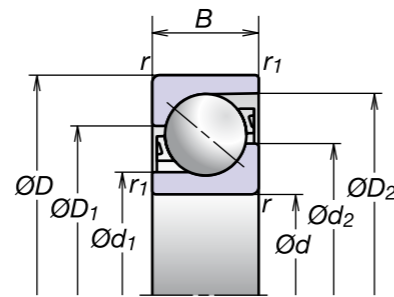
Podane obroty graniczne dotyczą wszystkich powyższych kombinacji

DF, DB (kN)	DT, DFD, DBD, DFF, DBB (kN)	DTD, DFT, DBT (kN)	DF, DB (kN)	DT, DFD, DBD, DFF, DBB (kN)	DTD, DFT, DBT (kN)	(kg)
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	0.252
29.2	47.5	63.0	43.0	86.0	129.0	0.224
31.0	50.5	67.0	50.0	100.0	150.0	0.310
31.5	51.5	68.5	52.0	104.0	157.0	0.275
59.0	95.5	127.0	89.5	179.0	269.0	0.674
61.5	100.0	133.0	99.0	198.0	298.0	0.842

Do wtryskarek elektrycznych

Seria TAC 02 i 03

Średnica otworu 15–120 mm



Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)					Wymiary orientacyjne (mm)				Kąt działania (stopnie)	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
15TAC02AT85	15	35	11	0.6	0.3	19.5	23.5	26.5	31.9	50	8 000	10 000
25TAC02AT85	25	52	15	1.0	0.6	30.5	36.6	40.4	47.4	50	5 100	7 000
TAC35-2T85	35	90	23	1.5	1.0	49.7	61.4	68.6	81.9	50	3 000	4 100
40TAC03AT85	40	90	23	1.5	1.0	49.7	61.4	68.6	81.9	50	3 000	4 100
45TAC03AT85	45	100	25	1.5	1.0	55.8	68.6	76.4	91.0	50	2 700	3 700
TAC45-2T85	45	110	27	2.0	1.0	60.3	75.6	84.5	100.9	50	2 500	3 300
50TAC03AT85	50	110	27	2.0	1.0	60.3	75.6	84.5	100.9	50	2 500	3 300
55TAC03AT85	55	120	29	2.0	1.0	67.1	82.7	92.3	110.1	50	2 200	3 000
60TAC03AT85	60	130	31	2.1	1.1	72.1	89.8	100.2	119.4	50	2 100	2 800
80TAC03AM	80	170	39	2.1	1.1	94.0	118.5	131.5	152.5	50	1 500	2 100
100TAC03CMC	100	215	47	3.0	1.1	122.5	156.9	158.1	188.1	55	1 200	1 600
120TAC03CMC	120	260	55	3.0	1.1	153.0	189.3	190.7	223.5	55	1 000	1 300

⁽¹⁾ Prędkość graniczna podane na tej stronie są oparte na standardowym napięciu wstępnym (C8).

Dynamiczna nośność bazowa C _p			Dopuszczalne obciążenie osiowe		
Jednorzędowe DF, DB (kN)	Dwurzędowe DT, DFD, DBD, DFF, DBB (kN)	Trójrzędowe DTD, DFT, DBT (kN)	Jednorzędowe DF, DB (kN)	Dwurzędowe DT, DFD, DBD, DFF, DBB (kN)	Trójrzędowe DTD, DFT, DBT (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
102.0	166.0	220.0	75.5	151.0	226.0
102.0	166.0	220.0	75.5	151.0	226.0
120.0	195.0	259.0	91.5	183.0	274.0
150.0	243.0	325.0	116.0	232.0	350.0
150.0	243.0	325.0	116.0	232.0	350.0
171.0	278.0	370.0	133.0	266.0	400.0
196.0	320.0	425.0	152.0	305.0	455.0
274.0	445.0	590.0	238.0	475.0	715.0
365.0	595.0	795.0	231.0	460.0	690.0
430.0	700.0	930.0	295.0	590.0	885.0

Podane obroty graniczne dotyczą wszystkich powyższych kombinacji



Precyzyjne łożyska kulkowe głębokorowkowe

Silnik ogólnego zastosowania, silnik wrzecion wysokoobrotowych

Silnik wrzecion obrabiarek do drewna

Precyzyjne łożyska kulkowe głębokorowkowe

Precyzyjne łożyska kulkowe głębokorowkowe106–109

Charakterystyka

System oznaczeń

Tabele łożysk

Seria 60, 62 i 63 Series (Typ T1X i TYA)

Seria 60 i 62

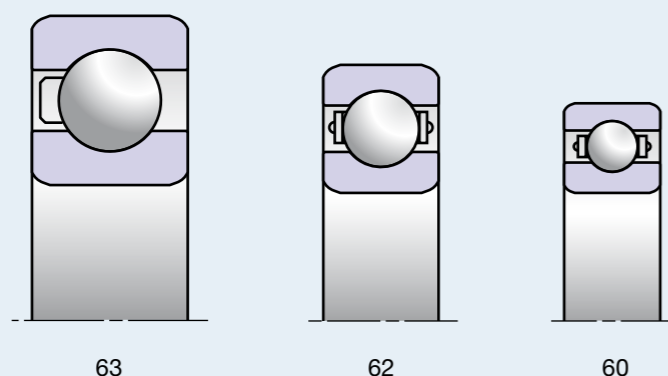
Precyzyjne łożyska kulkowe głębokorowkowe

Łożyska kulkowe głębokorowkowe

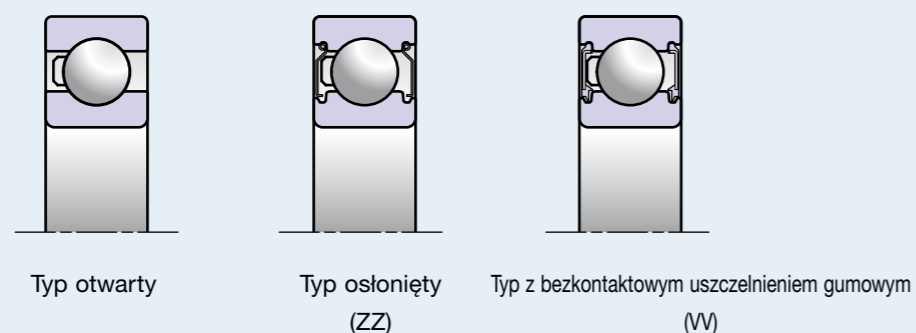
Charakterystyka

- Zdolność do przenoszenia obciążeń nie tylko promieniowych, ale także osiowych w obu kierunkach.
- Niewielki moment tarciowy, co pozwala na wykorzystanie w zastosowaniach wymagających dużej prędkości, małego hałasu i niewielkich wibracji.
- Dostępne są trzy typy: typ otwarty, typ osłonięty (osłona stalowa) i typ uszczelniony (uszczelnienie gumowe).

Serie wymiarowe



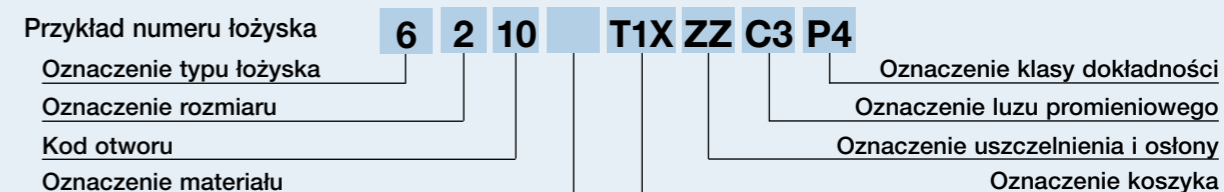
Konstrukcja



Koszyki

- T1X** Prowadzony na kulkach koszyk z żywicy poliamidowej; zapewnia wyjątkową odporność na zużycie w silnikach ogólnego zastosowania.
- TYA** Prowadzony na kulkach koszyk z żywicy poliamidowej; te same koncepcje projektowe, co w łożyskach kulkowych skośnych dla silników wysokoobrotowych.
- T** Prowadzony na pierścieniu wewnętrznym koszyk z żywicy fenolowej; o dobrze zrównoważonej symetrii, oferujący wyjątkową odporność na wysoką temperaturę w przypadku wysokoobrotowych wrzecion obrabiarek do drewna.

System oznaczeń precyzyjnych łożysk kulkowych głębokorowkowych



Symbol	Opis	Wartości	Patrz
6	Typ łożyska	6: jednorzędowe łożysko kulkowe głębokorowkowe	106
2	Wymiar	0: Seria 10, 2: Seria 02, 3: Seria 03	106
10	Kod otworu	00 = 10mm 01 = 12mm 02 = 15mm 03 = 17mm 04 i wyżej: pomnożyć x 5 dla uzyskania średnicy otworu w mm	108–109
	Materiał	brak oznaczenia: stal łożyskowa (SUJ2) SN24: kulki ceramiczne (Si ₃ N ₄)	12–15, 25
T1X	Koszyk	T1X: prowadzony na kulkach koszyk z żywicy poliamidowej TYA: superszybki, prowadzony na kulkach koszyk z żywicy poliamidowej T: prowadzony na pierścieniu wewnętrznym koszyk z żywicy fenolowej	106
ZZ	Uszczelnione i z blaszkami ochronnymi	Brak oznaczenia: otwarte ZZ: blaszki ochronne VV: uszczelka gumowa bezkontaktowa	106
C3	Luz promieniowy	Brak oznaczenia: luz normalny C3: luz większy niż normalny CM: luz specjalny dla silnika elektrycznego CG: specjalny luz promieniowy	—
P4	Klasa dokładności	P2: klasa 2 ISO P4: klasa 4 ISO P5: klasa 5 ISO	158–161

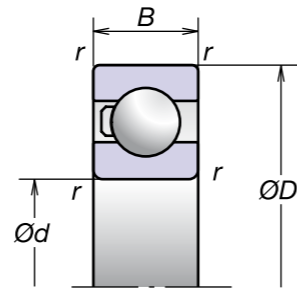
Typ T1X (Koszyk z żywicy poliamidowej)

Typ T (koszyk z żywicy fenolowej)

Seria 60, 62 i 63

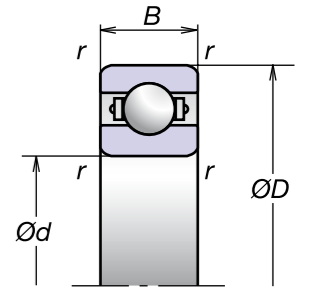
Średnica otworu 10–50 mm

Typu otwartego 6000 Typu osłoniętego ZZ Typu uszczelnionego VV



Seria 60 i 62

Średnica otworu 20–120 mm



Numery łożysk (1)	Typ osłonięty	Typ uszczelniony	Wymiary graniczne (mm)				Nośność bazowa (kN)		Prędkość graniczna (2) (min ⁻¹) w smarze
			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	11.40	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	13.60	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	12.80	6.60	20 900
6005T1X	ZZ	VV	25	47	12	0.6	10.10	5.85	19 500
6205T1X	ZZ	VV	25	52	15	1.0	14.00	7.85	18 200
6305T1X	ZZ	VV	25	62	17	1.5	20.60	11.20	16 100
6006T1X	ZZ	VV	30	55	13	1.0	13.20	8.30	16 500
6206T1X	ZZ	VV	30	62	16	1.0	19.50	11.30	15 300
6306T1X	ZZ	VV	30	72	19	2.0	26.70	14.10	13 800
6007T1X	ZZ	VV	35	62	14	1.0	16.00	10.30	14 500
6207T1X	ZZ	VV	35	72	17	1.0	25.70	15.30	13 100
6307T1X	ZZ	VV	35	80	21	2.5	33.50	18.00	12 200
6008T1X	ZZ	VV	40	68	15	1.0	16.80	11.50	13 000
6208T1X	ZZ	VV	40	80	18	1.0	29.10	17.90	11 700
6308T1X	ZZ	VV	40	90	23	2.5	40.50	22.60	10 800
6009T1X	ZZ	VV	45	75	16	1.0	20.90	15.20	11 700
6209T1X	ZZ	VV	45	85	19	1.0	31.50	20.40	10 800
6010T1X	ZZ	VV	50	80	16	1.0	21.80	16.60	10 800

Numery łożysk	Wymiary graniczne (mm)				Nośność bazowa (kN)		Prędkość graniczna (1) (min ⁻¹)	
	d	D	B	r	C _r (Dynamiczna)	C _{0r} (Statyczna)	w smarze	w oleju
6004T	20	42	12	0.6	9.38	5.03	32 000	48 000
6204T	20	47	14	1.0	12.80	6.58	35 000	44 000
6005T	25	47	12	0.6	10.10	5.85	27 000	45 200
6205T	25	52	15	1.0	14.00	7.83	26 000	42 800
6006T	30	55	13	1.0	13.20	8.27	23 000	40 000
6206T	30	62	16	1.0	19.50	11.30	21 000	37 300
6007T	35	62	14	1.0	16.00	10.30	22 000	35 800
6207T	35	72	17	1.0	25.70	15.30	18 500	32 700
6008T	40	68	15	1.0	16.80	11.50	21 000	32 400
6208T	40	80	18	1.0	29.10	17.90	16 600	26 700
6009T	45	75	16	1.0	19.90	14.00	18 800	29 000
6209T	45	85	19	1.0	32.70	20.40	15 300	26 000
6010T	50	80	16	1.0	20.80	15.40	17 300	26 700
6210T	50	90	20	1.0	35.10	23.20	14 300	24 200
6011T	55	90	18	1.0	28.30	21.20	16 700	23 800
6211T	55	100	21	1.5	43.40	29.20	12 000	21 900
6012T	60	95	18	1.0	29.40	23.20	15 700	21 900
6212T	60	110	22	1.5	52.50	36.00	11 700	19 700
6013T	65	100	18	1.0	29.20	23.50	13 300	20 600
6213T	65	120	23	1.5	57.50	40.00	10 800	17 800
6014T	70	110	20	1.0	38.10	30.90	11 900	18 400
6214T	70	125	24	1.5	62.00	44.00	10 200	16 700
6015T	75	115	20	1.0	37.80	31.20	11 100	17 200
6215T	75	130	25	1.5	66.00	49.00	10 100	15 600
6016T	80	125	22	1.0	47.60	39.70	10 200	15 700
6216T	80	140	26	2.0	72.50	53.00	9 200	14 300
6017T	85	130	22	1.0	47.50	40.00	9 500	14 700
6217T	85	150	28	2.0	84.00	62.00	8 500	13 100
6018T	90	140	24	1.5	58.20	49.60	8 700	13 500
6019T	95	145	24	1.5	58.00	50.00	8 100	12 600
6020T	100	150	24	1.5	60.00	54.00	7 800	12 000
6022T	110	170	28	2.0	85.00	73.00	6 500	10 100
6024T	120	180	28	2.0	88.00	80.00	6 100	9 400

(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%.

(1) Zastosowanie prędkości granicznej, patrz strona 152.



Przyrządy pomiarowe i lubrykator olejowo-powietrzny

Przyrządy pomiarowe	112-115
Sprawdziany GR	
Charakterystyka	
System numerowania	
Sprawdziany GTR	
Charakterystyka	
System numerowania	
Sprawdziany GN	
Charakterystyka	
System numerowania	
Lubrykator olejowo-powietrzny	116-117

Przyrządy pomiarowe i lubrykator olejowo-powietrzny

Sprawdziany pierścieniowe serii GR

Precyzyjne przyrządy do pomiaru średnicy otworu oprawy

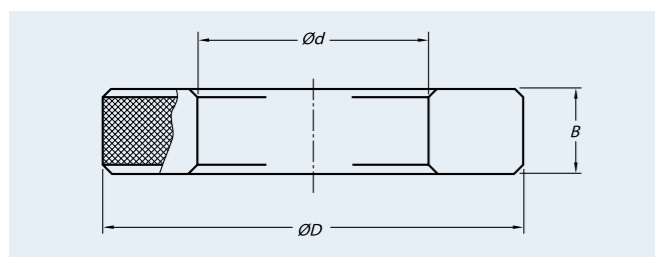


Dla osiągnięcia zadowalającego działania precyzyjnych łożysk tocznych przeznaczonych do wrzecion obrabiarek ważne jest, aby uzyskać dokładne pasowanie pomiędzy wrzecionem i oprawą. Dla osiągnięcia dokładnego pasowania konieczne jest dokładne zmierzenie średnicy zewnętrznej wrzeciona i otworu oprawy.

Sprawdziany pierścieniowe serii GR produkowane przez firmę NSK to przeciw sprawdziany służące do mierzenia średnic otworów opraw z dokładnością do 0,001 mm.

Charakterystyka

- Konstrukcja pierścienia pozwala na pewne 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 miernikach w jednostkach 0,001 mm w kierunku zarówno osi X, jak i Y.



Łożysko, do którego stosowany jest przyrząd					Numer przyrządu	Wymiary graniczne (mm)			Ciężar (kg) (przybliżony)
79 NN39 NN49	BNR19 BER19	70 60 N10 NN30	BNR10 BER10	72 62 N2		d	D	B	
-	-	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

Przyrządy do pomiaru stożka wrzeciona



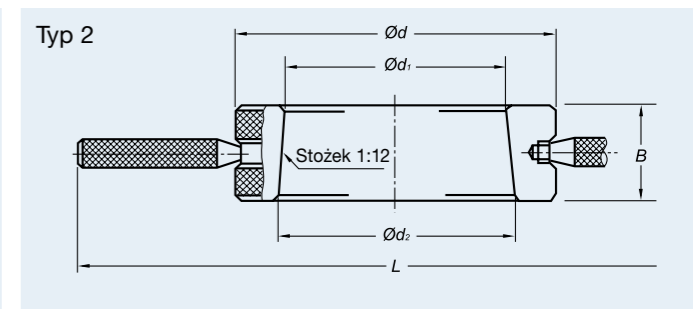
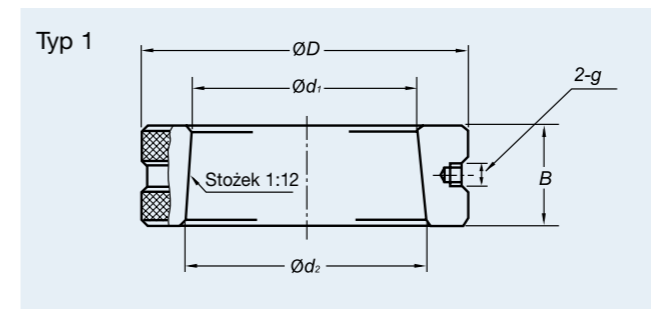
Łożyska NN30XXKR to dwurzędowe łożyska walcowe z otworem stożkowym, charakteryzujące się dużą sztywnością i nadające się do pracy z dużą prędkością, przez co są często używane we wrzecionach obrabiarek.

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.

Charakterystyka

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

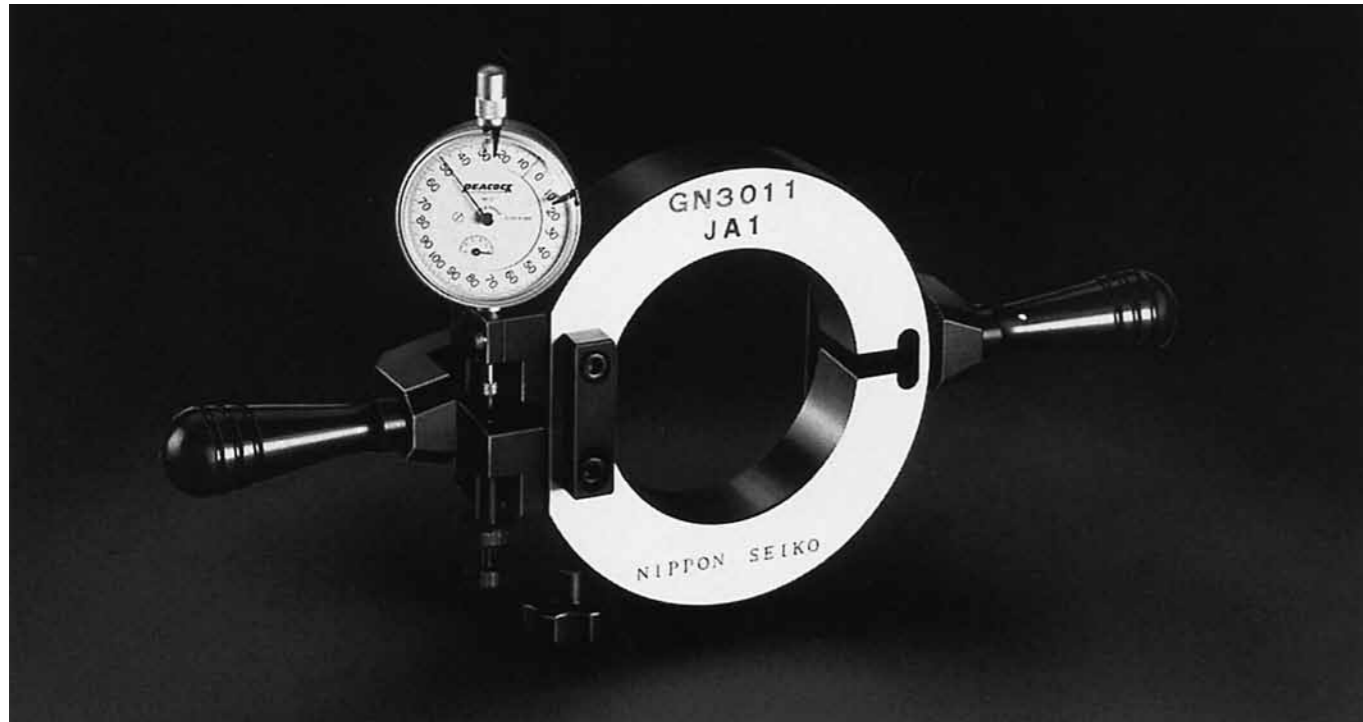


Łożysko, do którego stosowany jest przyrząd	Numer przyrządu	Typ	Wymiary graniczne (mm)					Ciężar (kg) (przybliżony)	
			d ₁	d ₂	D	B	L		g
NN3006KR	GTR3006	1	30	31.583	70	19	-	M3x0.5	0.5
NN3007KR	GTR3007	1	35	36.667	75	20	-	M3x0.5	0.5
NN3008KR	GTR3008	1	40	41.750	80	21	-	M3x0.5	0.6
NN3009KR	GTR3009	1	45	46.917	85	23	-	M5x0.8	0.7
NN3010KR	GTR3010	1	50	51.917	90	23	-	M5x0.8	0.8
NN3011KR	GTR3011	1	55	57.167	95	26	-	M5x0.8	0.9
NN3012KR	GTR3012	1	60	62.167	100	26	-	M5x0.8	1.0
NN3013KR	GTR3013	1	65	67.167	105	26	-	M5x0.8	1.0
NN3014KR	GTR3014	1	70	72.500	110	30	-	M5x0.8	1.3
NN3015KR	GTR3015	1	75	77.500	115	30	-	M5x0.8	1.3
NN3016KR	GTR3016	1	80	82.833	125	34	-	M5x0.8	1.8
NN3017KR	GTR3017	1	85	87.833	130	34	-	M5x0.8	1.9
NN3018KR	GTR3018	2	90	93.083	140	37	358	-	2.5
NN3019KR	GTR3019	2	95	98.083	145	37	363	-	2.6
NN3020KR	GTR3020	2	100	103.083	150	37	368	-	2.7
NN3021KR	GTR3021	2	105	108.417	160	41	376	-	3.5
NN3022KR	GTR3022	2	110	113.750	165	45	381	-	4.0
NN3024KR	GTR3024	2	120	123.833	170	46	386	-	3.9
NN3026KR	GTR3026	2	130	134.333	180	52	396	-	4.6
NN3028KR	GTR3028	2	140	144.417	190	53	406	-	5.0
NN3030KR	GTR3030	2	150	154.667	210	56	426	-	7.0
NN3032KR	GTR3032	2	160	165.000	220	60	436	-	7.8

Przyrządy pomiarowe i lubrykator olejowo-powietrzny

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 aby zapewnić, 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 137).

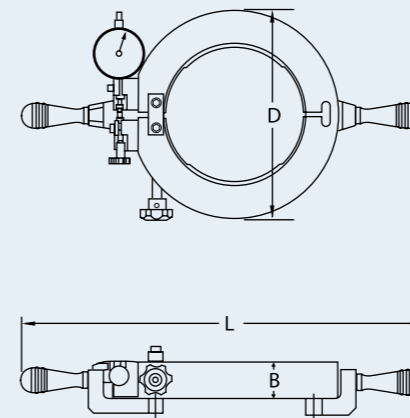
Przy panującej obecnie tendencji do zwiększania prędkości obrotowej i precyzji konieczne jest dokładniejsze kontrolowanie wewnętrznego szczątkowego luzu promieniowego. Dawniej metody pomiaru luzu promieniowego były bardzo trudne i wymagały dużych umiejętności.

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).

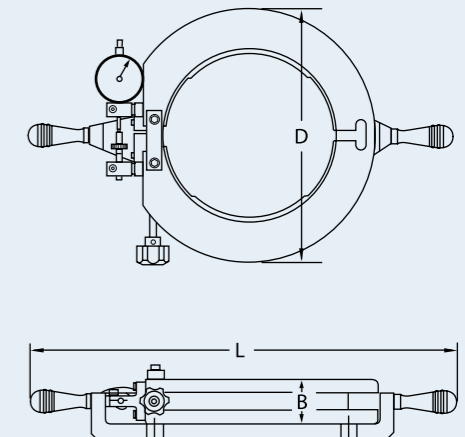
Charakterystyka

- Prosty, rzetelny i dokładny pomiar.
- Nigdy 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 1



Typ 2



Łożysko, do którego stosowany jest przyrząd	Numer przyrządu	Typ	Wymiary graniczne (mm)			Ciężar (kg) (przybliżony)
			D	B	L	
NN3007	GN3007	1	102	23	292	1.3
NN3008	GN3008	1	108	23	297	1.4
NN3009	GN3009	1	115	23	305	1.5
NN3010	GN3010	1	120	23	310	1.6
NN3011	GN3011	1	131	26	324	2.1
NN3012	GN3012	1	138	26	329	2.2
NN3013	GN3013	1	145	26	335	2.4
NN3014	GN3014	1	156	30	347	3.0
NN3015	GN3015	1	162	30	353	3.1
NN3016	GN3016	1	175	33	374	4.2
NN3017	GN3017	1	185	33	381	4.3
NN3018	GN3018	1	195	35	393	5.2
NN3019	GN3019	1	204	35	399	5.6
NN3020	GN3020	1	210	35	411	6.1
NN3021	GN3021	1	224	39	419	7.1
NN3022	GN3022	1	233	44	433	8.5
NN3024	GN3024	2	254	44	470	7.5
NN3026	GN3026	2	280	50	492	9.5
NN3028	GN3028	2	289	50	500	9.5
NN3030	GN3030	2	314	54	520	12.0
NN3032	GN3032	2	329	54	540	13.0

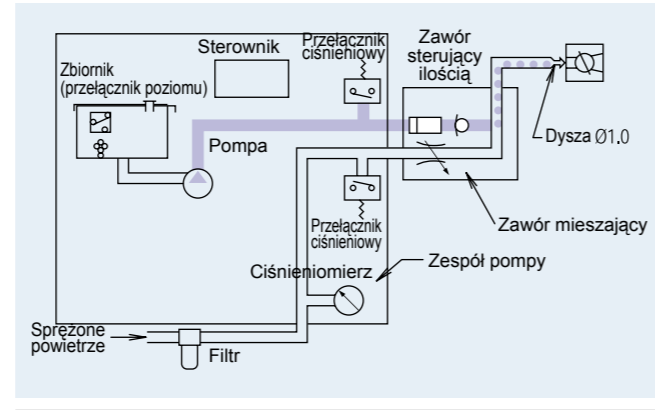
Lubrykator olejowo-powietrzny FINE-LUBE

Charakterystyka

W dziedzinie produkcji obrabiarek pojawiają się wciąż nowe innowacje technologiczne; w szczególności, silniki wrzecion 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 lubrykator olejowo-powietrzny FINE-LUBE i do tej pory produkt ten wciąż odnosi sukcesy. Lubrykator FINE-LUBE ewoluował wraz z upływem czasu i został przystosowany do wykorzystywania w wielu obrabiarkach, zyskując znakomitą reputację z uwagi na wyjątkowe osiągi i dużą niezawodność.

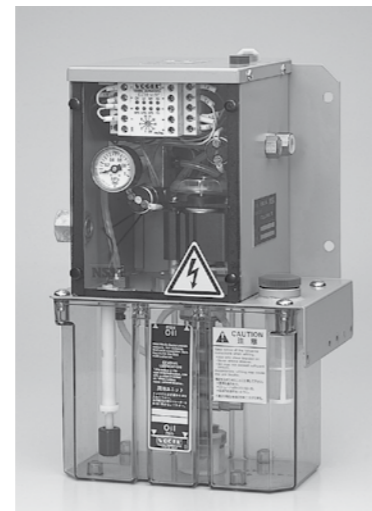
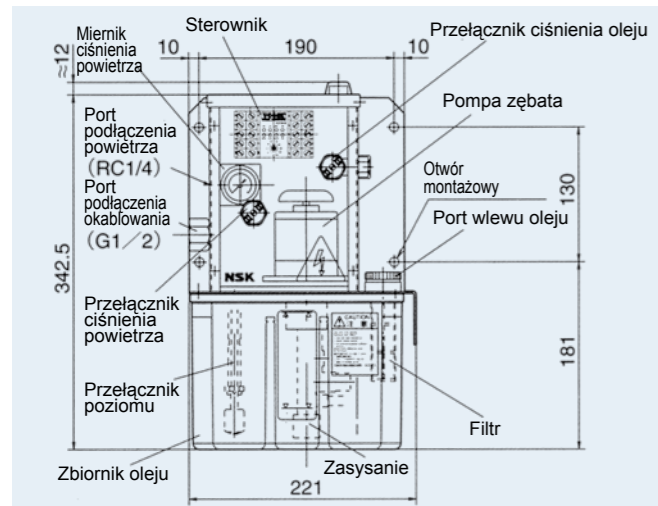
Lubrykator olejowo-powietrzny FINE-LUBE zajmuje czołową pozycję na rynku urządzeń do smarowania olejowo-powietrznego. Urządzenie zapewnia smarowanie olejowo-powietrzne za pomocą instalacji składającej się z pompy, zaworu mieszającego oraz jednostki sterującej. Niezawodność podnosi zastosowanie urządzeń 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 życia 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 OAEG



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

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

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

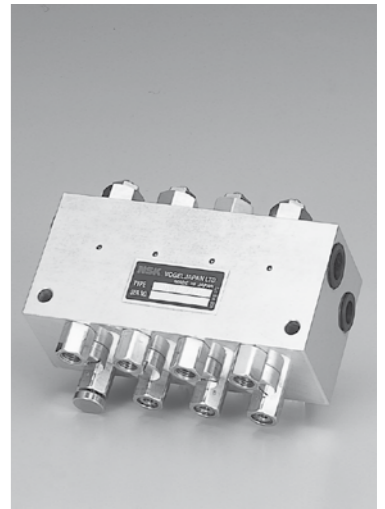
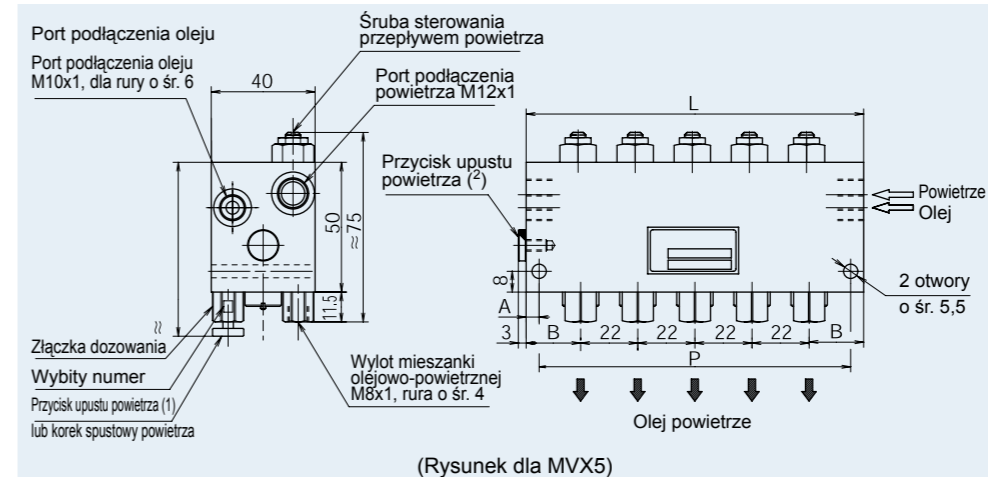
NSK oferuje także bardziej ekonomiczny zespół pompy, posiadający znak CE.

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

Charakterystyka

- Zespół pompy OAEG to nowo opracowana pompa zębata do oleju o niskiej lepkości (zakres roboczy lepkości oleju: 10-68 cst).
- W celu ustawiania interwałów smarowania na 1, 2, 4, 8, 16, 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

Zawór mieszający MVX



Charakterystyka

- Wykorzystuje sterowanie tłokowe 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
MVX1	1	42	10.0	22	21.0
MVX2	2	64	9.5	45	21.0
MVX3	3	86	8.0	70	21.0
MVX4	4	108	6.5	95	21.0
MVX5	5	130	5.0	120	21.0
MVX6	6	155	5.0	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

Sterownik

- Sterownik monitoruje pracę pompy. Przy pierwszej oznace niewłaściwego smarowania sygnalizowany jest alarm i możliwe jest zatrzymanie wrzeciona obrabiarki.
- Wyświetlacz LED pomaga użytkownikowi znaleźć jeden z siedmiu różnych trybów awarii.

(Wyposażenie OAEG)

Przełącznik ciśnieniowy

OAG

- Monitoruje wzrost ciśnienia oleju i powietrza i każdy spadek ciśnienia oleju.

(Wyposażenie OAEG)



Filtr oleju

OAV-02/03

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

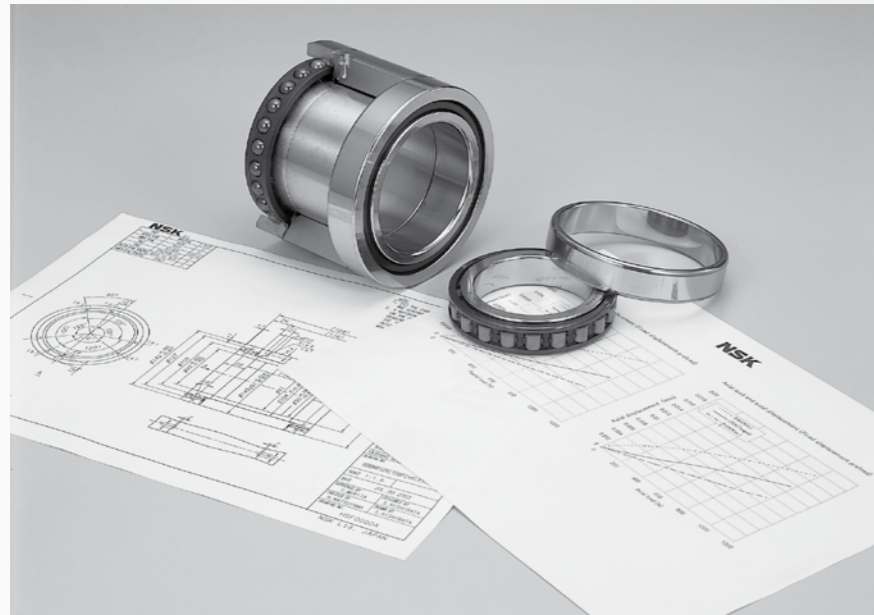


Zawór spustowy powietrza

OAV-01

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





Przewodnik techniczny

1. Trwałość	120-127
Trwałość zmęczeniowa toczna i nośność nominalna	
Nowa teoria trwałości	
2. Statyczna nośność nominalna i statyczne obciążenie równoważne	128-129
3. Kombinacje łożysk kulkowych skośnych	130-133
Charakterystyka każdej kombinacji	
Kombinacja uniwersalna	
4. Napięcie wstępne i sztywność	134-151
Typy napięcia wstępnego i sztywności	
Tabele – napięcie wstępne i sztywność	
5. Obroty graniczne	152-153
6. Smarowanie	154-157
7. Dokładność łożyska	158-165
Dokładność promieniowa łożyska	
Dokładność otworu stożkowego	
Dokładność łożysk kulkowych wzdłużnych skośnych	
8. Konstrukcja wrzeciona i obudów	166-170
Pasowanie wrzeciona i obudowy	
Dokładność wrzeciona i obudowy	
Wymiary graniczne	
Wymiary ścięcia	
9. Podkładki dystansowe	171-175
Wymiary podkładek dystansowych	
Pozycja dyszy rozpylającej	

Przewodnik techniczny

Trwałość

Statyczna nośność nominalna i statyczne obciążenie równoważne

Kombinacje łożysk kulkowych skośnych

Napięcie wstępne i sztywność

Obroty graniczne

Smarowanie

Dokładność łożyska

Konstrukcja wrzeciona i obudów

Podkładka dystansowa

Toczna 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 wibracji, 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 zmęczenia 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.

Toczna trwałość zmęczeniowa i trwałość nominalna

Kiedy łożyska toczne pracują pod obciążeniem, to bieżnie ich pierścieni wewnętrznych i zewnętrznych 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”. Toczna trwałość zmęczeniowa reprezentowana jest przez łączną liczbę obrotów w czasie do momentu, w którym powierzchnia łożyska zaczęła złuszczyć 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 uszkodza 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.

Trwałość nominalna

Pomiędzy obciążeniem łożyska a obliczeniową trwałością zmęczeniową istnieją następujące relacje:

Dla łożysk kulkowych

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

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

Dla łożysk wałeczkowych

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

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

gdzie L_{10} : Nominalna trwałość zmęczeniowa (10^6 obr.)
 P : Obciążenie łożyska (obciążenie równoważne) (N) (patrz strona 121)
 C : Nośność bazowa (N)
 Dla łożysk poprzecznych
 C oznaczone jest jako C_r
 Dla łożysk wzdłużnych
 C oznaczone jest jako C_a

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 trwałości 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 } patrz Tablica 1.1
 Y : współczynnik obciążenia wzdłużnego }

Współczynnik obciążenia wzdłużnego zmienia się zależnie od kąta działania łożyska. W przypadku łożysk wałeczkowych kąt styku pozostaje taki sam niezależnie od wielkości obciążenia wzdłużnego. W przypadku jednorzędowych głębokorowkowych łożysk kulkowych i łożysk kulkowych skośnych kąt działania łożyska rośnie w miarę wzrostu obciążenia wzdłużnego. Taka zmiana kąta działania może być wyrażona stosunkiem statycznej nośności bazowej C_{or} i obciążenia wzdłużnego F_a . Tabela 1.1 pokazuje współczynnik obciążenia wzdłużnego 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 wzdłużnym, równoważne obciążenie wzdłużne P_a wyraża się wzorem:

$$P_a = XF_r + YF_a$$

Tabela 1.1 Wartości współczynników X i Y

Normalny kąt działania	if α F $_{a^*}$ C $_{or}$	e	Pojedyncze, DT				DB lub DF			
			F $_a$ /F $_r^*e$		F $_a$ /F $_r > e$		F $_a$ /F $_r^*e$		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	1.00	1.34	0.72	1.93
	2.140	0.50				1.12		1.26		1.82
18	3.570	0.55				1.02		1.14		1.66
	5.350	0.56				1.00		1.12		1.63
25	-	0.57	1	0	0.43	1.00	1.00	1.09	0.70	1.63
30	-	0.68	1	0	0.41	0.87	1.00	0.92	0.67	1.41
40	-	0.80	1	0	0.39	0.76	1.00	0.78	0.63	1.24
50	-	1.14	1	0	0.35	0.57	1.00	0.55	0.57	0.93
60	-	1.49	-	-	0.73	1.00	1.37	0.57	0.73	1.00
75	-	1.79	-	-	0.81	1.00	1.60	0.56	0.81	1.00
90	-	2.17	-	-	0.92	1.00	1.90	0.55	0.92	1.00

* Dla i, użyć 2 dla DB, DF i 1 dla DT

Tabela 1.2 Nośność bazowa łożysk ACBB w zestawach wielołożyskowych

Dwa rzędy		Trzy rzędy		Cztery rzędy	
C $_r$	C $_{or}$	C $_r$	C $_{or}$	C $_r$	C $_{or}$
1.62	2	2.15	3	2.64	4

Współczynnik zwiększający wartość w stosunku do pojedynczego rzędu.

Obliczanie trwałości wielu łożysk stanowiących grupę

Kiedy w jednej maszynie używane jest wiele 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 wartością brutto 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 grupy kilku łożysk dla pewnego okresu jest iloczynem prawdopodobieństwa trwałości poszczególnych łożysk dla tego samego okresu, trwałość nominalna grupy kilku łożysk nie jest determinowana wyłącznie przez najmniejszą trwałość nominalną indywidualnego łożyska. W rzeczywistości, trwałość grupy 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:

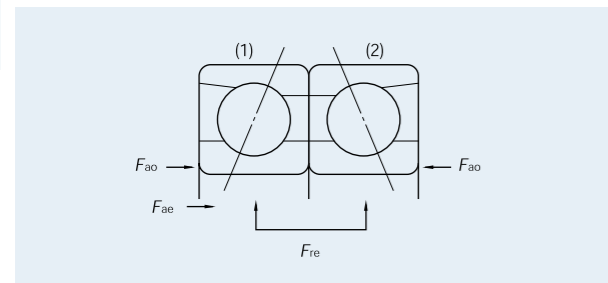
$$\frac{1}{L^e} = \frac{1}{L_1^e} + \frac{1}{L_2^e} + \frac{1}{L_3^e} + \dots + \frac{1}{L_n^e}$$

gdzie $e = 1,1$ (dla łożysk kulkowych i wałeczkowych)

Obliczenie trwałości dla obciążonych wstępnie łożysk kulkowych skośnych

W celu określenia składowej promieniowej (F_r) i wzdłużnej (F_a) obciążenia całkowitego na każdym łożysku w układzie kilku napiętych wstępnie łożysk kulkowych skośnych, należy uwzględnić działające zewnętrznie obciążenie promieniowe (F_{re}) i wzdłużne (F_{ae}), wzdłużne napięcie wstępne (F_{ao}) i rozkład obciążenia. Ten ostatni jest funkcją elementu toczonego do odchylenia 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 obciążenie wstępne (F_{ap}) jest następujące,

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

gdzie $F_{ap} < F_{ao}$, należy zastosować $F_{ap} = F_{ao}$

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

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

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

gdzie $F_{a2} < 0$ obciążenie wstępne jest zwolnione i $F_{a1} = F_{ao}$, i $F_{a2} = 0$

Łączna składowa promieniowa obciążenia (F_r) na każdym łożysku jest dostosowywana proporcjonalnie do stosunku obciążenia wzdłużnego na każdym łożysku do całkowitego obciążenia wzdłużnego, 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 121).

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

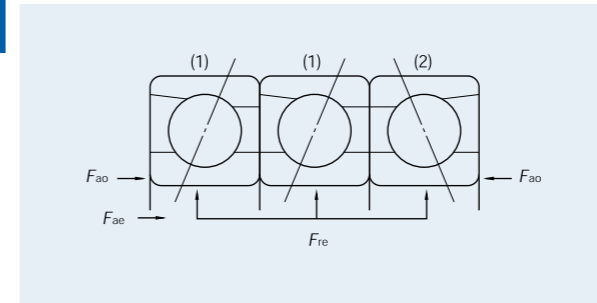
$$L_{10(1)} = \frac{16667}{n} \left(\frac{C_r}{P_{r1}}\right)^3 \text{ (godzin)}$$

$$L_{10(2)} = \frac{16667}{n} \left(\frac{C_r}{P_{r2}}\right)^3 \text{ (godzin)}$$

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

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

Zestaw łożysk DBD



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

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

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

gdzie $F_{ap1} < F_{ao}/2$, należy zastosować $F_{ap1} = F_{ao}/2$ i $F_{ap2} < F_{ao}$, należy zastosować $F_{ap2} = F_{ao}$

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

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

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

gdzie $F_{a2} < 0$ obciążenie wstępne jest zwalniane, tak więc

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

Całkowita promieniowa składowa obciążenia (F_r) na każdym łożysku:

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

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

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

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

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

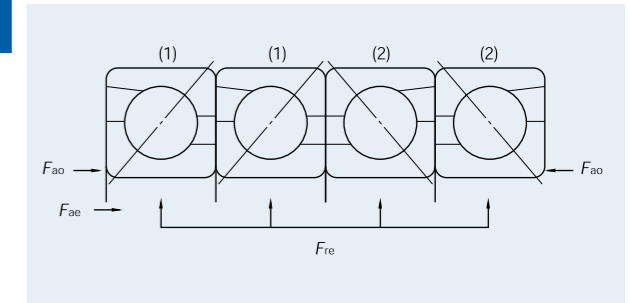
Wartości X i Y są uzyskiwane z Tabeli 1.1 (strona 121). Bazowa trwałość nominalna (L_{10}) każdego łożyska wynosi:

$$L_{10(1)} = \frac{16667}{n} \left(\frac{C_r}{P_{r1}}\right)^3 \text{ (godzin)}$$

$$L_{10(2)} = \frac{16667}{n} \left(\frac{C_r}{P_{r2}}\right)^3 \text{ (godzin)}$$

$$L_{10} \text{ dla zespołu} = \frac{1}{\left(\frac{2}{L_{10(1)}^{1.1}} + \frac{1}{L_{10(2)}^{1.1}}\right)^{0.9}} \text{ (godzin)}$$

Zestaw łożysk DBB



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

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

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

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

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

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

gdzie $F_{a2} < 0$ obciążenie wstępne jest zwalniane, tak więc

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

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:

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

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

Wartości X i Y są uzyskiwane z Tabeli 1.1 (strona 121). Bazowa trwałość nominalna (L_{10}) każdego łożyska wynosi:

$$L_{10(1)} = \frac{16667}{n} \left(\frac{C_r}{P_{r1}}\right)^3 \text{ (godzin)}$$

$$L_{10(2)} = \frac{16667}{n} \left(\frac{C_r}{P_{r2}}\right)^3 \text{ (godzin)}$$

$$L_{10} \text{ dla zespołu} = \frac{1}{\left(\frac{2}{L_{10(1)}^{1.1}} + \frac{2}{L_{10(2)}^{1.1}}\right)^{0.9}} \text{ (godzin)}$$

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 czystszej 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. Palmgrena (zwanej dalej teorią L-P) dotyczy jedynie łuszczenia rozpoczynającego się podpowierzchniowo. Jest to zjawisko, w którym pęknięcia pojawiają się początkowo z powodu dynamicznych naprężeń ścinających występujących bezpośrednio pod powierzchnią toczną, a następnie osiagających stopniowo powierzchnię i ujawniających się w postaci łuszczenia.

$$1n \frac{1}{S} \propto \frac{\tau_0 \cdot N^e \cdot V}{Z_0^h}$$

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

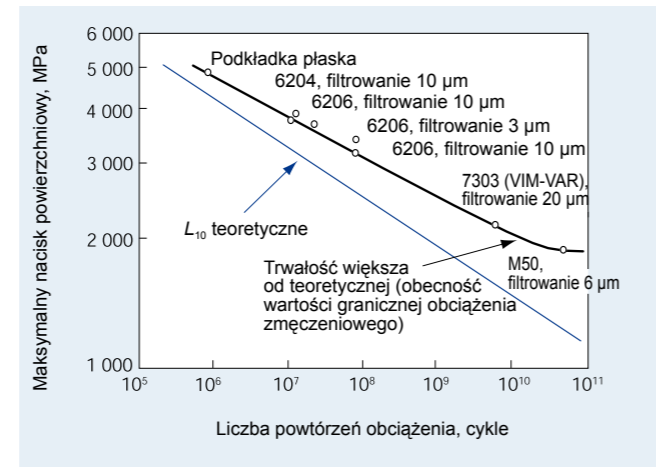
Nowy wzór obliczania trwałości opracowany przez NSK

(1) Łuszczenie zapoczątkowywane podpowierzchniowo
Warunkiem wstępnym łuszczenia zapoczątkowywanego podpowierzchniowo łożysk tocznych jest stykanie się elementów tocznych z bieżnią poprzez wystarczający i ciągły film olejowy przy czystym środku smarnym.

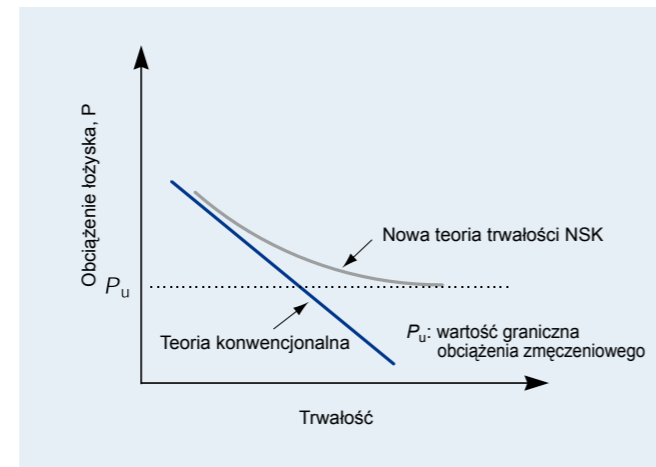
Rys. 1.1 pokazuje wykres trwałości L_{10} dla wszystkich warunków testowych przy maksymalnym nacisku powierzchniowym (P_{max}) oraz liczbą powtórzonych przyłożonych obciążeń na, odpowiednio, osi rzędnych i odciętych.

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

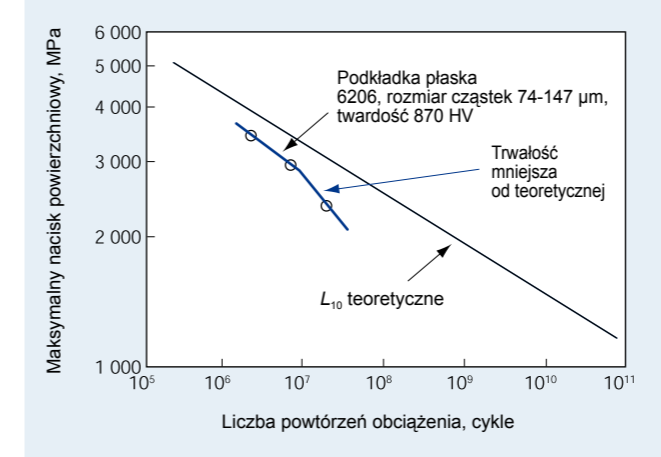


(2) Łuszczenie zapoczątkowywane na powierzchni
W rzeczywistych warunkach pracy łożyska środek smary często jest zanieczyszczony ciałami obcymi, takimi jak opiłki metalowe, zadziory, piasek odlewniczy itp. Gdy obce ciała zmieszają się ze środkiem smarnym, cząsteczki są wprasowywane w bieżnię przez elementy toczne i na powierzchni bieżni i elementów tocznych pojawiają się wgłębienia. Na krawędziach wgłębienia 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 i urządzeń informatycznych 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 skrzyń przekładniowych. 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 cząsteczek 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 łuszczenia powstającego powierzchniowo, oparty na powyższej koncepcji, jest następujący:

$$1n \frac{1}{S} \propto N^e \int_v \frac{(\tau - \tau_u)^c}{Z_0^h} dV \times \left\{ \frac{1}{f(a_c, a_L)} \right\} - 1$$

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.

$$1n \frac{1}{S} \propto N^e \int_v \frac{(\tau - \tau_u)^c}{Z_0^h} dV \times \left\{ \frac{1}{f(a_c, a_L)} \right\}$$

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

Współczynnik korekcji trwałości a_{NSK}

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

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

Nowa teoria trwałości opracowana przez NSK uwzględnia zwiększający trwałość efekt ulepszonego 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 roboczą. 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 walczkowych.

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

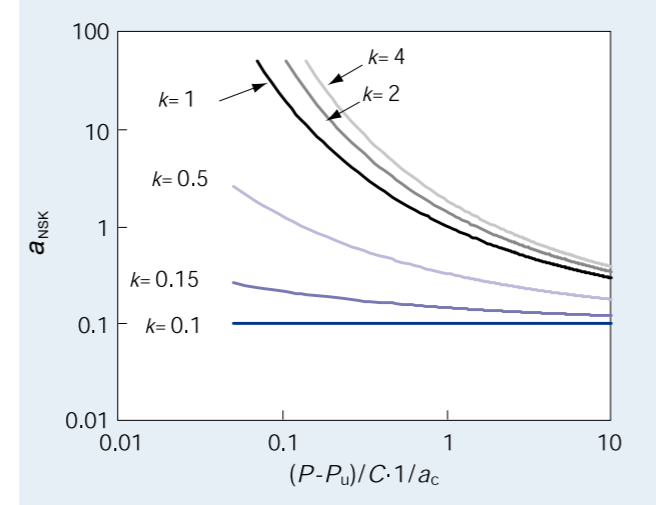
Niezawodność (%)	90.00	95.00	96.00	97.00	98.00	99.00
Współczynnik niezawodności	1.00	0.62	0.53	0.44	0.33	0.21

Nowa teoria trwałości zastosowana do precyzyjnych łożysk do obrabiarek

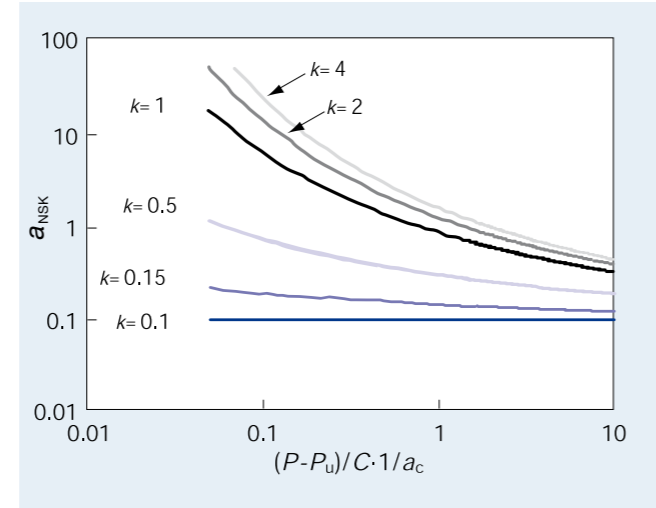
Przy zastosowaniu nowej teorii trwałości do łożysk precyzyjnych, a_{NSK} musi wynosić:

$$a_{NSK} \doteq 14$$

Rys. 1.4 Nowy wykres obliczania trwałości dla łożysk kulkowych



Rys. 1.5 Nowy wykres obliczania trwałości dla łożysk walczkowych



Dotyczy to łożysk precyzyjnych NSK wykonanych ze standardowej stali Z, ze smarowaniem smarem lub środkiem smarnym o lepkości VG22-VG68, w czystym środowisku.

Dostęp do narzędzi obliczeniowych NSK

Odwiedź naszą witrynę pod adresem <http://home2.jp.nsk.com/jp/index.html>

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.

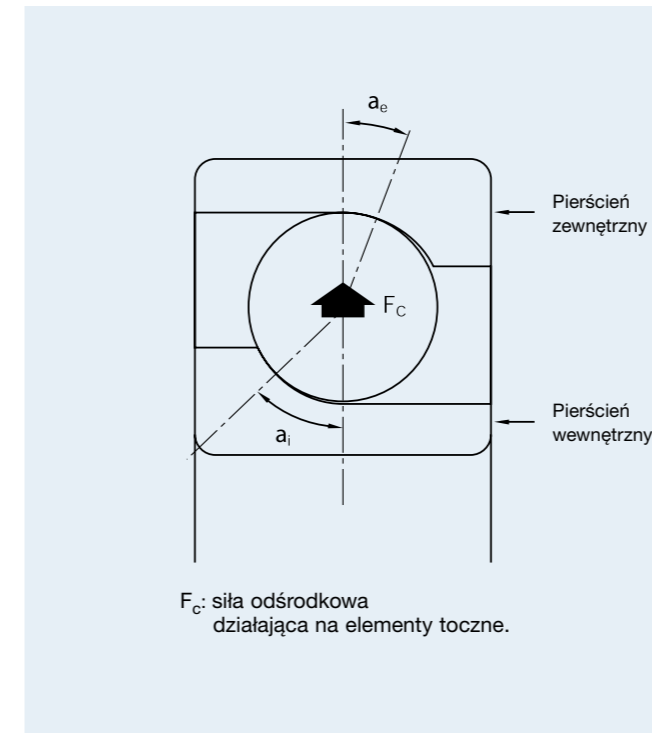
Równowaga pomiędzy siłami działającymi na elementy toczne i pierścienie wewnętrzny / zewnętrzny, jak również zmiany kąta działania łożyska są uzyskiwane za pomocą obliczeń aproksymacyjnych (1), w oparciu o warunki obciążenia łożyska (obciążenie promieniowe, obciążenie osiowe, siła odśrodkowa działająca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

Rys. 1.6 Zmiana kąta działania łożyska spowodowana siłą odśrodkową.



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.

Bazowa nośność statyczna

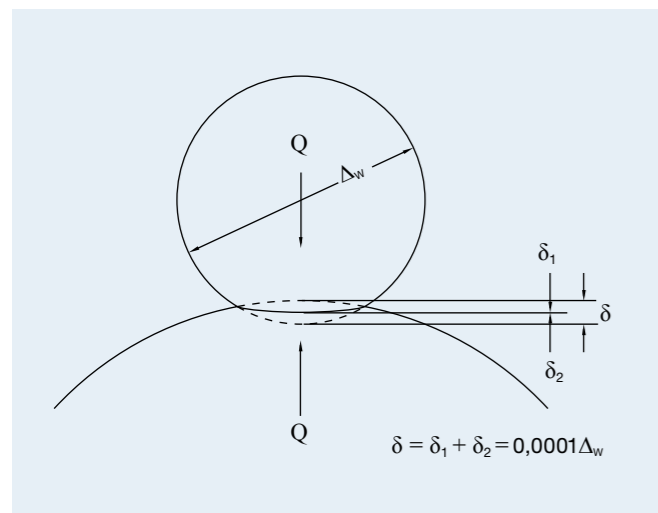
Łożyska toczne mogą ulec miejscowym trwałym deformacjom elementów tocznych i powierzchni bieżni pod wpływem przyłożenia nadmiernego obciążenia lub silnego obciążenia udarowego. Przekroczona zostanie wówczas granica elastyczności. Deformacje nieelastyczne zwiększają się na powierzchni i w głąb wraz ze 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: 4200MPa
Dla łożysk wałeczkowych: 4000MPa

W tej najmocniej naciskanej powierzchni stykności suma trwałych deformacji elementu tocznego i bieżni wynosi prawie 0,0001 średnicy elementu tocznego. W tabelach łożysk nośność statyczna bazowa C_o jest zapisywana jako C_{or} dla łożysk poprzecznych, a C_{oa} dla łożysk wzdłużnych.

Rys. 2.1 Relacja pomiędzy wgnieciem i bazową nośnością statyczną.



Statyczne obciążenia równoważne

Statyczne obciążenie równoważne jest hipotetycznym obciążeniem, które wywołuje naprężenie 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.

$$P_o = X_o F_r + Y_o F_a$$

$$P_o = F_r$$

Statyczne obciążenie równoważne w łożyskach wzdłużnych.

$$P_o = X_o F_r + F_a \quad \alpha \neq 90^\circ$$

Tabela 2.1 Statyczne obciążenie równoważne $P_o = X_o F_r + Y_o F_a$

Kąt działania łożyska	Pojedyncze, DT		DB lub DF	
	X_o	Y_o	X_o	Y_o
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_o : Statyczne obciążenie równoważne (N)
 F_r : Obciążenie promieniowe (N),
 F_a : Obciążenie osiowe (N)
 X_o : Współczynnik statycznego obciążenia promieniowego
 Y_o : Współczynnik statycznego obciążenia osiowego

W przypadku łożyska pojedynczego lub układu DT i $F_r > 0.5F_{r1} + Y_o F_a$, należy zastosować $P_o = F_r$

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 roboczych. Współczynnik dopuszczalnego obciążenia statycznego jest współczynnikiem bezpieczeństwa, który jest stosowany do bazowej nośności statycznej i jest definiowany przez stosunek z poniższego równania.

$$f_s = (C_o / P_o)$$

gdzie

C_o : Bazowa nośność statyczna (N)
 P_o : 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 hałasu	2.0	3.0
Łożyska narażone na wibracje i obciążenia udarowe	1.5	2.0
Standardowe warunki robocze	1.0	1.5

Dopuszczalne obciążenia wzdłużne

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

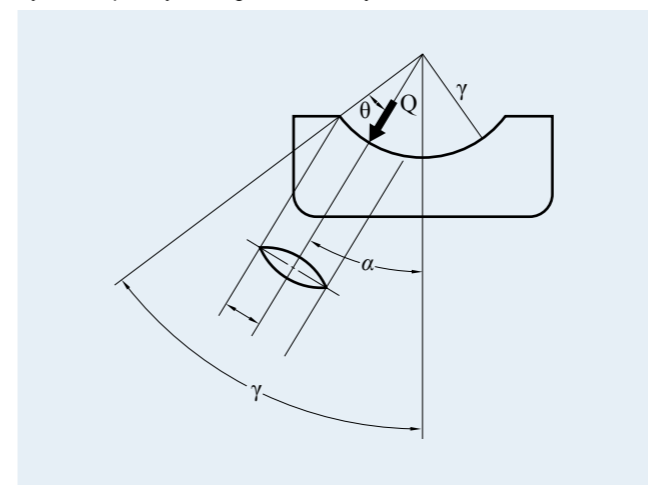
- 1 – Obciążenie graniczne, przy którym tworzy się elipsa stykowa pomiędzy kulkami i bieżnią spowodowana zmianą kąta działania łożyska, gdy łożysko poprzeczne, obciążane wzdłużnie, przemieszcza się po bieżni w kierunku do krawędzi.
- 2 – Wartość statycznego obciążenia równoważnego P_o , która jest określana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

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

Wartość ta została potwierdzona przez doświadczenie i obejmuje współczynnik bezpieczeństwa.

(Dopuszczalne obciążenia wzdłużne, patrz tabele łożysk).

Rys. 2.2 Elipsa stykowa i graniczne obciążenia wzdłużne.



Dostępne kombinacje łożysk kulkowych skośnych

Normalnie NSK dostarcza dopasowane superprecyzyjne łożyska kulkowe skośne jako kombinacje dwu, trzy i czterorzędowe. Kombinacje dostępne dla końców ustalonych wrzecion to zazwyczaj układy dwurzędowe (DB), trójrzędowe (DBD) i czterorzędowe (DBB). W przypadku jednakże kombinacji trójrzędowych, ponieważ rozkład obciążenia wstępnego na każde łożysko nie jest jednakowy, optymalny zakres ustawień obciążenia wstępnego jest bardzo ograniczony, co sprawia, że kombinacje takie nie nadają się do zastosowań wymagających dużych prędkości obrotowych.

Łożyska dopasowane produkowane są jako zestawy, tak aby po ich zamontowaniu obok siebie automatycznie uzyskiwane było dane napięcie wstępne. Zmienność średnic otworów i średnich zewnętrznych dla pary dopasowanych łożysk wynosi mniej niż 1/3 dopuszczalnej tolerancji.

Tabela 3.1 Właściwości poszczególnych kombinacji

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

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

Charakterystyka każdej kombinacji

● Układ "O" / DB / (back-to-back)

Możliwość przenoszenia obciążeń wzdłużnych w obu kierunkach i obciążeń promieniowych.

Ponieważ odległość pomiędzy środkami obciążenia efektywnego jest duża, typ ten nadaje się do zastosowań, w których występują momenty. 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 momentową.

● Układ "X" / DF / (face-to-face)

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

Z drugiej strony, ten typ nadaje się do zastosowania w sytuacjach, gdy obudowy mają mniejszą dokładność lub w przypadku większych odchyień wrzecion, z uwagi na mniejszą sztywność ugięcia wrzeciona.

● Układ tandem, DT

Możliwość przenoszenia obciążeń wzdłużnych w jednym kierunku i obciążeń promieniowych. Ponieważ sztywność wzdłużna tego typu jest dwa razy większa od sztywności wzdłużnej pojedynczego rzędu łożysk, układ ten jest stosowany, gdy obciążenie wzdłużne w jednym kierunku jest duże.

● Układ trójrzędowy, DBD

Możliwość przenoszenia obciążeń wzdłużnych w obu kierunkach i obciążeń promieniowych.

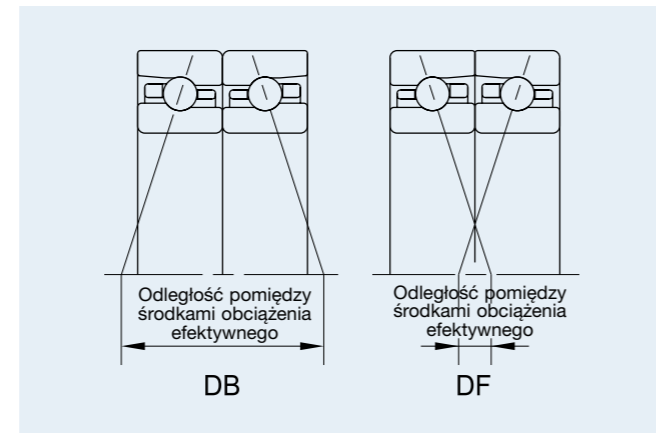
Jednakże rozkład obciążenia wstępnego na każde łożysko nie jest jednakowy i obciążenie wstępne po stronie łożyska ustawionego przeciwnie (pojedynczego) jest dwukrotnie większe niż po drugiej stronie. W konsekwencji, typ ten nie nadaje się do pracy z dużą prędkością z uwagi na duże zwiększenie obciążenia wewnętrznego po stronie pojedynczego łożyska, które może prowadzić do uszkodzenia łożyska.

● Układ czterorzędowy, DBB

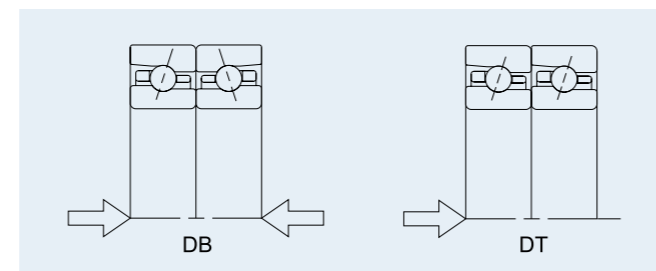
Możliwość przenoszenia obciążeń wzdłużnych w obu kierunkach i obciążeń promieniowych.

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

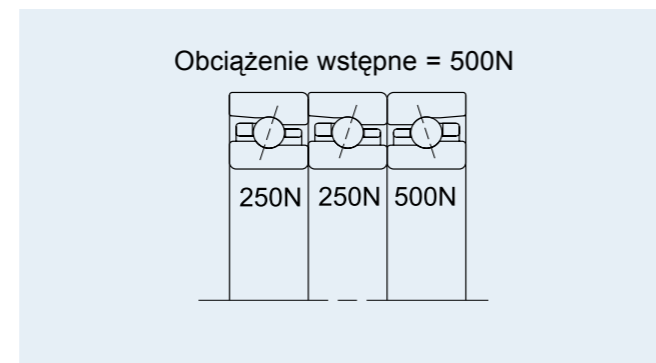
Rys. 3.1 Odległość pomiędzy środkami obciążenia efektywnego w układach "O" i "X".



Rys. 3.2 Kierunek obciążenia w układach "O" i tandem



Rys. 3.3 Wewnętrzne obciążenie wstępne w układzie DBD



Porównanie zginania wału w układzie "O" (back-to-back) i "X" (face-to-face)

Sztwywność momentowa w układach "O" (back-to-back) i "X" (face-to-face) jest różna, co pokazuje poniższe równanie porównawcze ugięcia wrzeciona. W przykładzie tym po stronie przedniej zastosowane są łożyska kulkowe skośne (75BNR10XET) i typowe ugięcia wrzecion pokazane są zarówno dla układu DB, jak i DF. Po przyłożeniu obciążenia promieniowego 1000 N na końcówce wrzeciona, przesunięcie promieniowe końcówki wrzeciona jest obliczane następująco:

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

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

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

Instrukcje montażu dla łożysk kulkowych skośnych – metoda dopasowywania

Kierunek dopasowywania

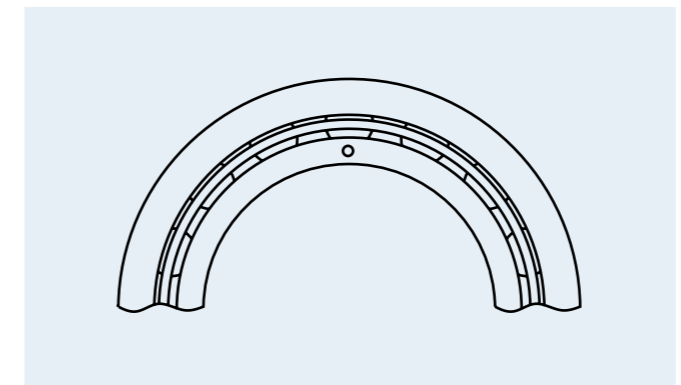
W przypadku łożysk dopasowywanych bardzo ważna jest kolejność montażu i kierunek przykładania obciążenia.

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

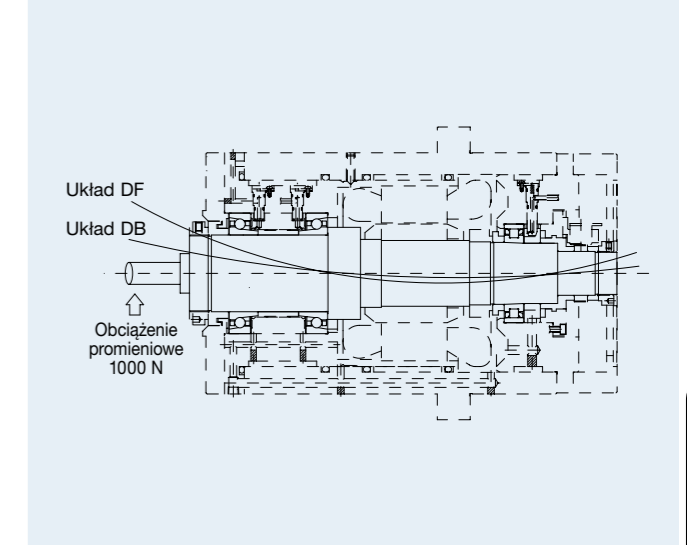
Na powierzchni bocznej lub na powierzchni ściętej pierścieni wewnętrznych zaznaczony jest znak "○" wskazujący pozycję maksymalnego bicia promieniowego. Optymalna dokładność osiągnięta jest wtedy, gdy łożysko jest zamontowane tak, aby symbol "○" znajdował się dokładnie naprzeciw pozycji maksymalnego bicia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

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

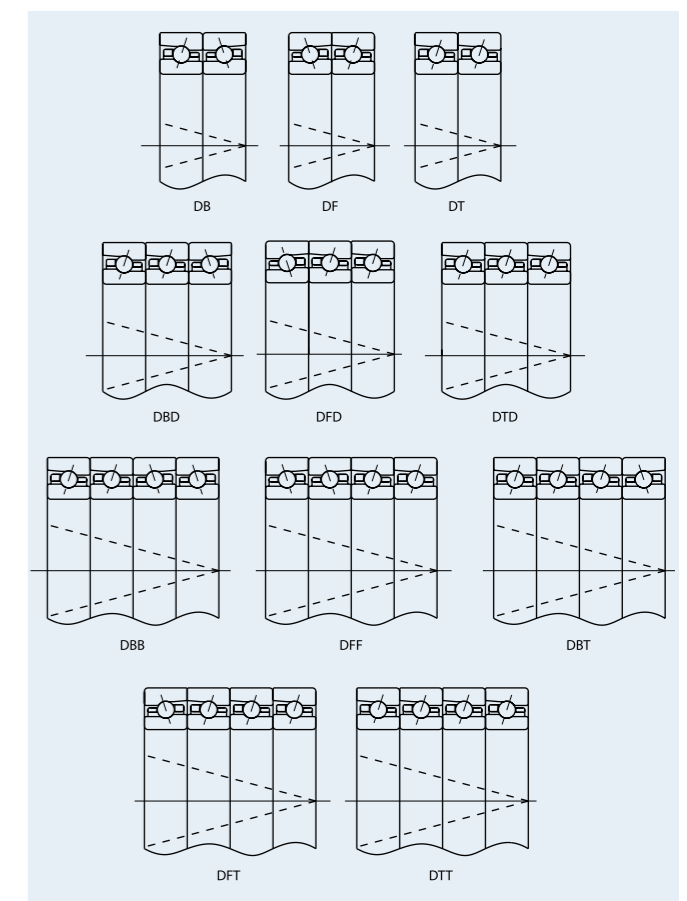
Rys. 3.5 Symbol wskazujący pozycję maksymalnego bicia promieniowego pierścienia wewnętrznego.



Rys. 3.4 Linia ugięcia wrzeciona



Rys. 3.6 Kombinacje łożysk kulkowych skośnych

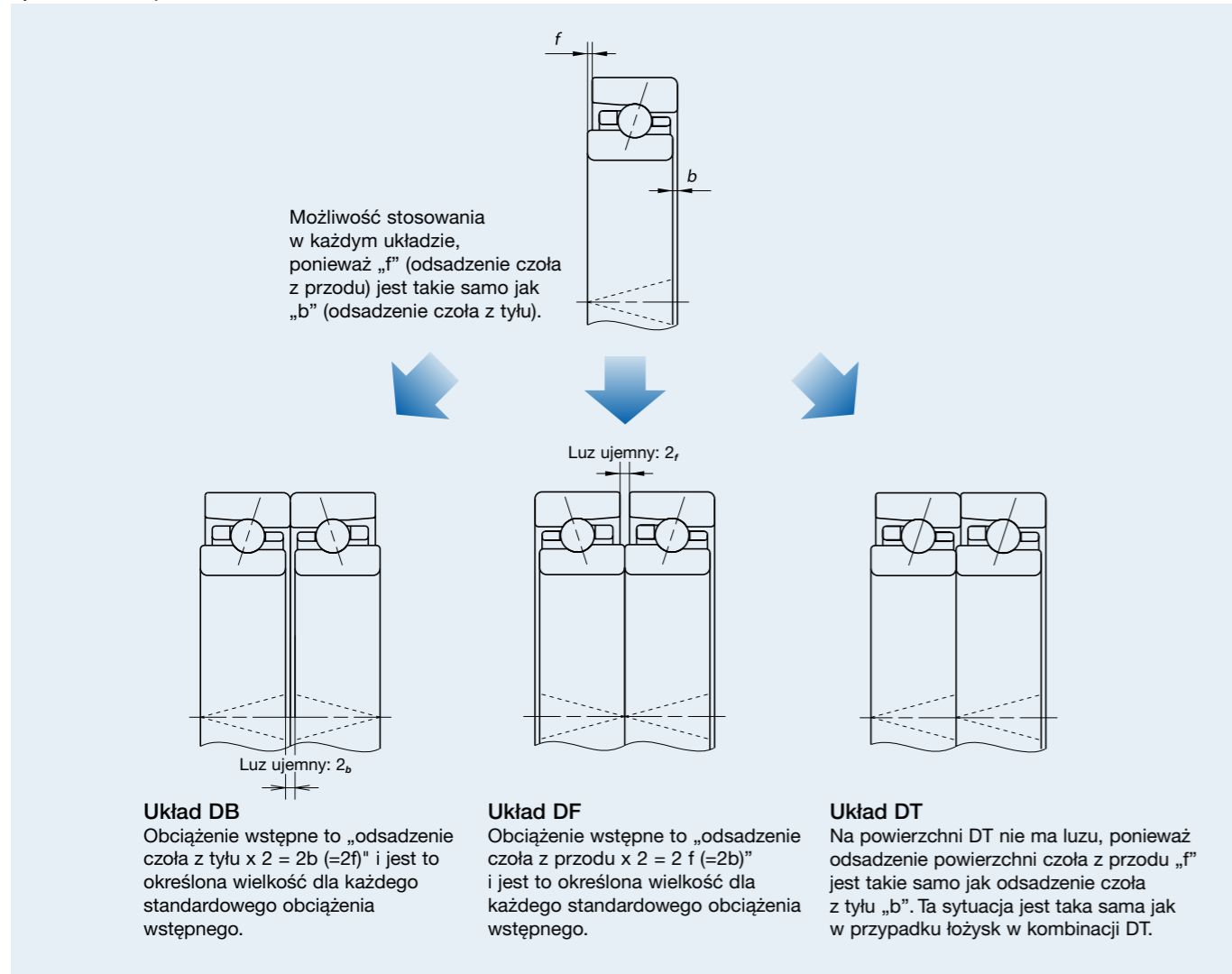


Kombinacja uniwersalna

NSK dostarcza łożyska kulkowe skośne do kombinacji uniwersalnej, które charakteryzują się takim samym odsadzeniem czoła z tyłu i z przodu. Oznacza to, że gdy łączone są łożyska posiadające ten sam numer referencyjny, posiadają one określoną wielkość dla każdego standardowego napięcia wstępnego.

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

Rys. 3.7 Kombinacja uniwersalna



Różnica pomiędzy łożyskami SU i DU

Istnieją dwa typy łożysk NSK do kombinacji uniwersalnej, pokazane w tabeli poniżej.

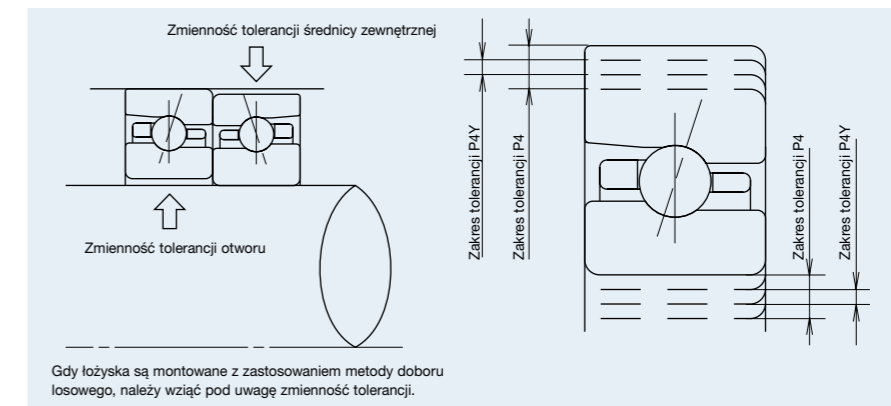
Tabela 3.2 Charakterystyka łożysk SU i DU

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

Uwaga dotycząca stosowania pojedynczych łożysk uniwersalnych (SU)

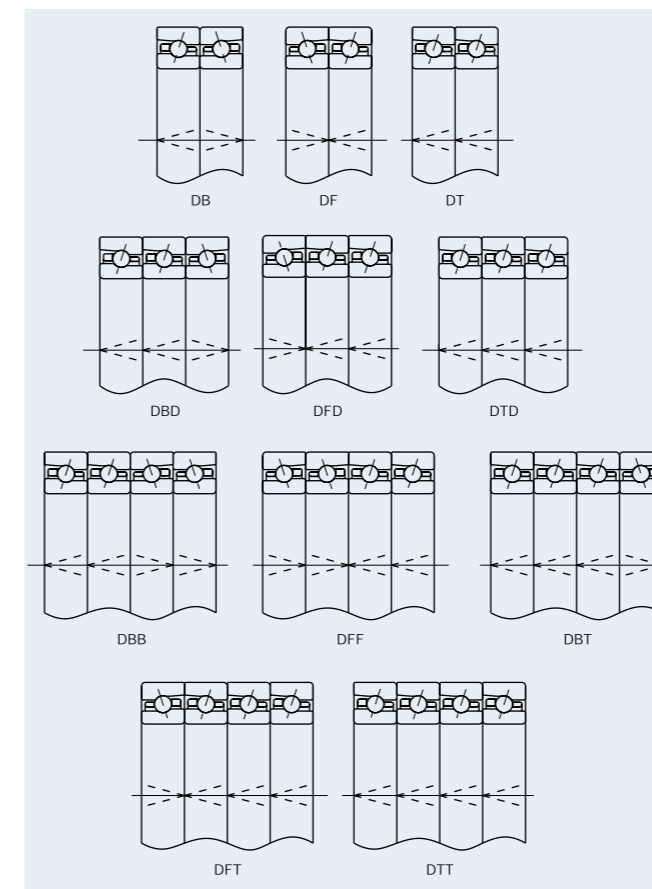
- Gdy łożyska te są stosowane jako część kombinacji kilku łożysk, zaleca się, aby zmienność tolerancji otworu i średnicy zewnętrznej wynosiła 1/3 zakresu tolerancji.
- Istnieją także łożyska specjalne o specjalnej klasie dokładności „P4Y”, która dopuszcza niewielką zmienność tolerancji otworu i średnicy zewnętrznej. Klasa tolerancji „P4Y” posiada taką samą dokładność biegu, jak klasa P4, ale mniejszy zakres tolerancji otworu i średnicy zewnętrznej w porównaniu do P4. Jest ona odpowiednia dla łożysk dla kombinacji uniwersalnej dobieranych „metodą dopasowywania losowego”.
- Klasa „P4Y” jest odpowiednia dla łożysk dla kombinacji uniwersalnej dobieranych „metodą dopasowywania losowego”. Jeżeli jednakże łożyska te pracują z prędkością ponad $1500000 d_{m,n}$, istnieje możliwość, że taka bardzo niewielka zmienność 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 kombinacji i metoda dopasowywania dla łożysk dla kombinacji uniwersalnej.

Rys. 3.9 Kombinacje uniwersalne łożysk



Tolerancja otworu i średnicy zewnętrznej (klasa dokładności P4Y)

Tabela 3.3 Tolerancja średnicy otworu pierścienia wewnętrznego Jednostka: μm

Średnica otworu	P4	P4Y (kontrolowana dla wartości średniej)	
		Górna	Dolna
Powyżej 30	Włącznie 50	0	-6
50	80	0	-7
80	120	0	-8
120	150	0	-10

* 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	P4	P4Y (kontrolowana dla wartości średniej)	
		Górna	Dolna
50	80	0	-7
80	120	0	-8
120	150	0	-9
150	180	0	-10
180	200	0	-11
200	do 215	0	-11

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

Rozpatrując sztywność wrzecion obrabiarek, możemy pomyśleć o łożyskach jako o sprężynach. Przesunięcie wzdłużne po przyłożeniu obciążenia wzdłużnego do wrzeciona determinowane jest sztywnością wzdłużną łożysk końca ustalonego. Gdy wymagana jest wysoka sztywność promieniowa, stosowane są generalnie łożyska walcowe. Obciążenia wzdłużne są zazwyczaj przenoszone przez łożyska kulkowe skośne. Im większy jest kąt działania łożyska kulkowego skośnego, tym większa jest sztywność wzdłużna. 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 kombinację dwóch lub więcej łożysk kulkowych skośnych. Dzieje się tak zwłaszcza w przypadku łożysk śrub kulkowych, gdzie wymagana jest duża sztywność wzdłużna, kąt działania jest duży i napięcie wstępne jest większe niż napięcie wstępne dla wrzecion obrabiarek. Obciążenia wzdłużne są przenoszone przez dwa lub trzy łożyska.

Cel

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

- poprawa i utrzymanie dokładności biegu wrzeciona,
- zwiększenie sztywności łożyska,
- minimalizacja hałasu spowodowanego wibracją wzdłużną i rezonansem,
- niedopuszczenie do powstawania fałszywych odcisków Brinella,
- niedopuszczenie do poślizgu między elementami tocznymi i bieżniami,
- utrzymanie elementów tocznych w ich właściwej pozycji.

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

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

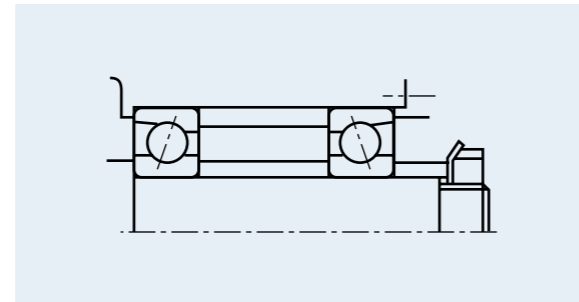
(1) Napięcie wstępne pozycyjne

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 podwójnego łożysk z uprzednio ustalonymi wymiarami odsadzenia i luzem wzdłużnym.
2. Poprzez zastosowanie pierścienia ustalającego lub podkładki dystansowej o właściwym rozmiarze dla uzyskania wymaganego odstępu i napięcia wstępnego.
3. Poprzez zastosowanie śrub lub nakrętek pozwalających na ustawianie wzdłużnego 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

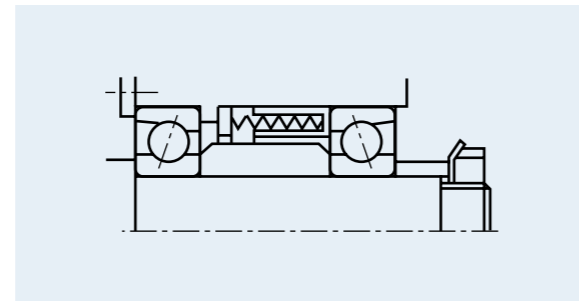


(2) Napięcie wstępne o stałym napięciu

Napięcie wstępne o stałym napięciu osiągane jest 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 Napięcie wstępne o stałym napięciu



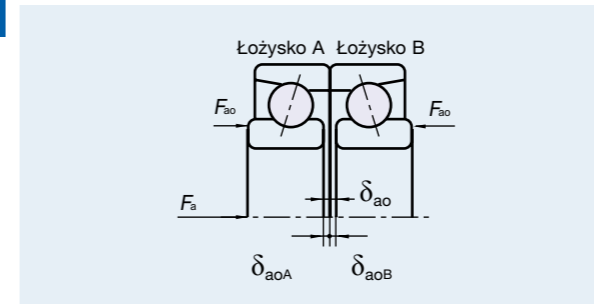
Zmiana sztywności przez napięcie wstępne

Pozycyjne napięcie wstępne i sztywność wzdłużna

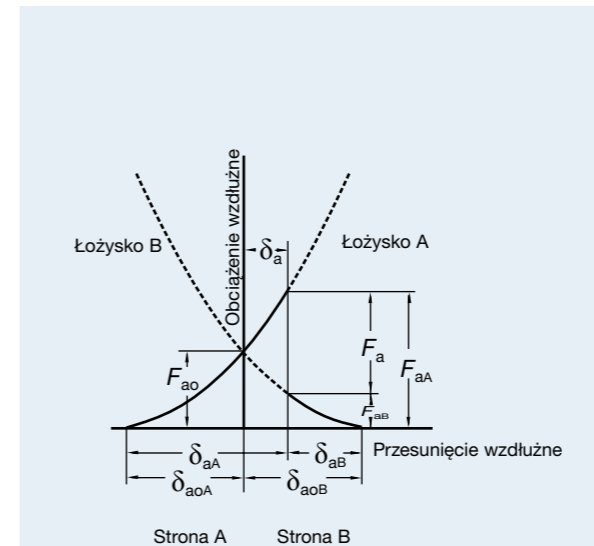
Jeżeli pierścienie wewnętrzne podwójnego łożyska przedstawionego na Rys. 4.3 są ustalone wzdłużnie, łożyska A i B są przemieszczone o δ_{aoA} i δ_{aoB} i wzdłużny odstęp δ_{ao} między pierścieniami wewnętrznymi jest wyeliminowany. W tych warunkach napięcie wstępne F_{ao} jest wymuszone na każdym łożysku.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

Układ tyłem do siebie (DB)

Rys. 4.3 Układ DB z napięciem wstępnym



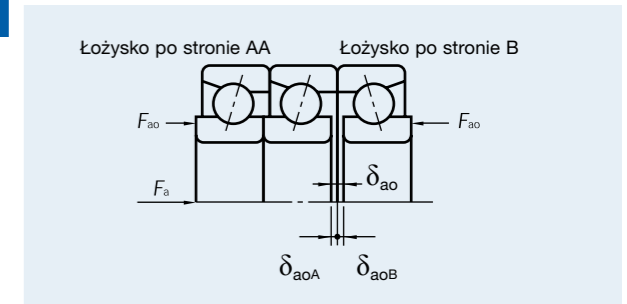
Rys. 4.4 Przesunięcia wzdłużne z uwagi na napięcie wstępne w układzie DB



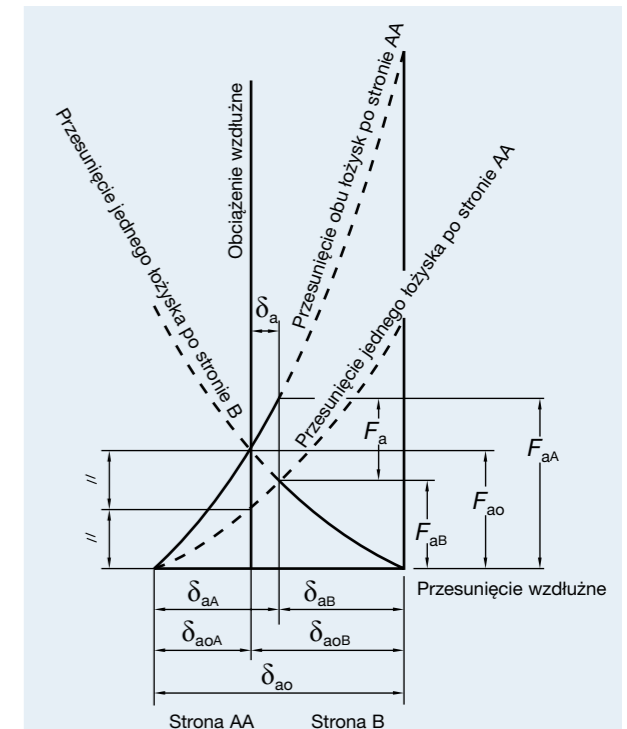
- F_a : Obciążenie wzdłużne przyłożone z zewnątrz
- F_{aA} : Obciążenie wzdłużne działające na łożysko A
- F_{aB} : Obciążenie wzdłużne działające na łożysko B
- δ_a : Przesunięcie zestawu dwóch łożysk
- δ_{aA} : Przesunięcie łożyska A
- δ_{aB} : Przesunięcie łożyska B

Układ DBD

Rys. 4.5 Układ DBD z napięciem wstępnym



Rys. 4.6 Przesunięcia wzdłużne z uwagi na napięcie wstępne w układzie DBD



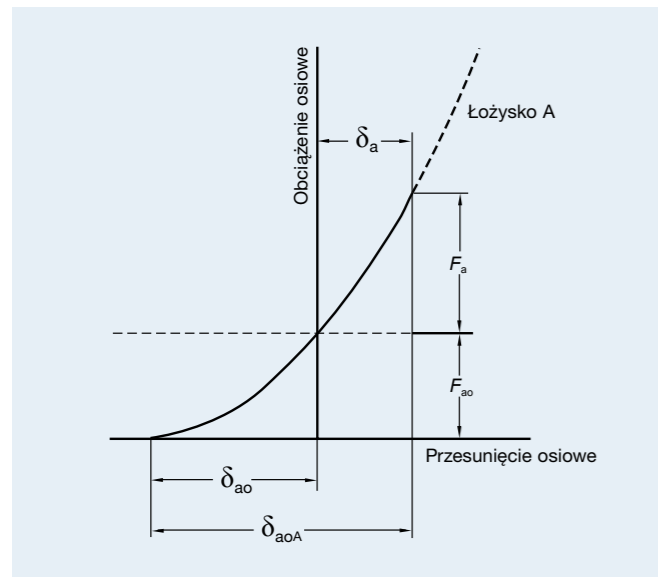
- F_a : Obciążenie wzdłużne przyłożone z zewnątrz
- F_{aA} : Obciążenie wzdłużne działające na łożysko AA
- F_{aB} : Obciążenie wzdłużne działające na łożysko B
- δ_a : Przesunięcie zestawu trzech łożysk
- δ_{aA} : Przesunięcie łożyska AA
- δ_{aB} : Przesunięcie łożyska B

Napięcie wstępne stałe i sztywność

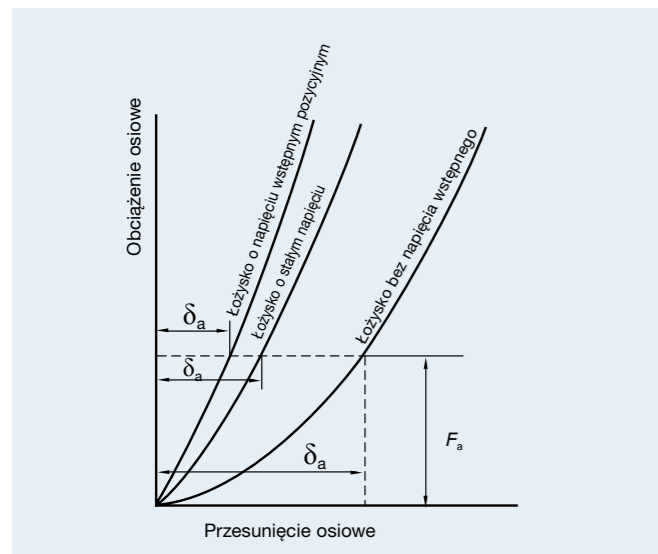
Rys. 4.7 ilustruje łożysko podwójne pod napięciem wstępnym stałym. Krzywa ugięcia sprężyny jest prawie równoległa do osi poziomej ponieważ sztywność sprężyn jest mała w porównaniu ze sztywnością łożyska. W efekcie sztywność zestawu przy napięciu wstępnym stałym jest w przybliżeniu równa sztywności pojedynczego łożyska z zastosowanym do niego napięciem wstępnym F_{a0} .

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

Rys. 4.7 Przesunięcie wzdluzne 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, przesunięcie 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 we wzdluznym rozszerzaniu się pod wpływem różnicy temperatury między wrzecionem a 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 zmiany obciążenia sprężyny wraz z rozszerzaniem i kurczeniem się wrzeciona są pomijalne.

Z powyższych objaśnień 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. Dlatego wielkość napięcia wstępnego powinna być określana bardzo ostrożnie dla uniknięcia nadmiernego napięcia wstępnego, z uwzględnieniem zastosowania oraz warunków pracy.

Wysoka prędkość wrzecion i napięcie wstępne

Gdy łożyska pracują z dużą prędkością, nacisk na powierzchnię styku pomiędzy kulkami a bieżniami pierścienia zewnętrznego i wewnętrznego rośnie z uwagi na powstawanie obciążenia wewnętrznego powodowanego siłą odśrodkową działającą na kulki oraz różnicą temperatur pomiędzy pierścieniem wewnętrznym i zewnętrznym. W przypadku łożysk kątowych, takich jak łożyska kulkowe skośne, może pojawić się toczenie czyste z poślizgiem, powodowane przez momenty wirowy i żyroskopowy na kulkach.

Poślizg zwiększa się w miarę wzrostu obrotów łożyska. W rezultacie, zwiększa się ilość ciepła generowanego w obszarach 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 dużą prędkością, wówczas generowanie ciepła, powodowane przez poślizgi przy dużych 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 PV można zastosować do obszaru styku elementów tocznych łożyska. Jeżeli wartość PV jest stała, poślizg jest większy przy pracy z dużą 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 dużą prędkością, stosując komputer. Korzystając z bazy danych badań empirycznych i rzeczywistych wyników rynkowych, możemy określić napięcie wstępne odpowiednio do współczynników ograniczających, opartych na metodzie smarowania i prędkości obrotowej. W przypadku pracy z prędkościami przekraczającą $800\ 000\ d_m n$, prosimy o skontaktowanie się z NSK.

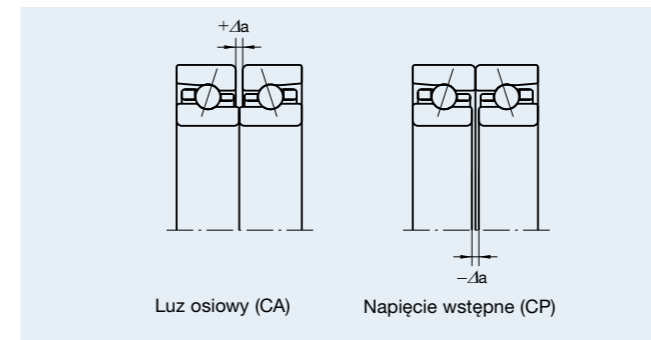
Luz specjalny

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

CA: luz wzdluzny (luz istnieje w kierunku wzdluznym)

CP: napięcie wstępne (generowanie napięcia wstępnego)

Rys. 4.9 Luz specjalny



Ustawianie napięcia wstępnego

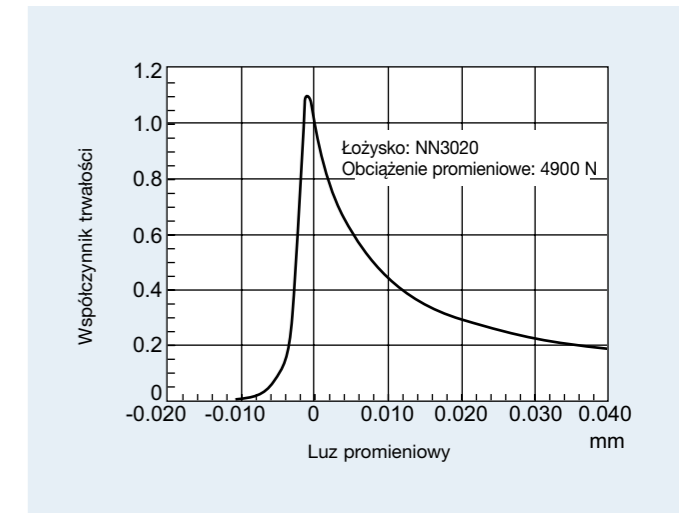
Przy zmianie napięcia wstępnego (na przykład z EL na L), prosimy dostosować różnicę zmierzonego luzu wzdluznego za pomocą podkładki dystansowej. (Przy zwiększaniu napięcia wstępnego wewnętrzną podkładką dystansową powinna być węższa, zaś przy zmniejszaniu napięcia wstępnego zewnętrzna podkładka dystansowa powinna być węższa). Różnica w pomiarach luzów wzdluznych, patrz str. 138–146.

Prosimy odnieść obciążenie pomiarowe luzu wzdluznego do tabeli 4.1.
Tabela 4.1: Obciążenie pomiarowe luzu wzdluznego

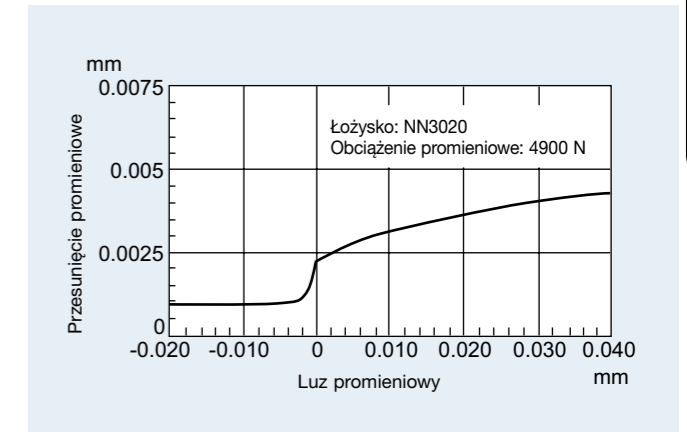
Nominalna średnica zewnętrzna D (mm)		Obciążenie pomiarowe (N)
Powyżej	Włącznie	
* 10	50	24.5
50	120	49.0
120	200	98.0
200	–	196.0

(*) Dotyczy łożysk o średnicy zewnętrznej poniżej 10 mm.

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



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



Luz wewnętrzny w łożyskach walcowych

Dla osiągnięcia dużej dokładności i sztywności wrzecion obrabiarek stosowane są łożyska o minimalnym luzie wewnętrznym lub napięciu wstępnym po montażu. Stosowane są zazwyczaj łożyska walcowe o otworze stożkowym, co pozwala na łatwiejszą regulację luzu wewnętrznego. Generalnie, łożyska walcowe stosowane z przodu wrzeciona (na końcu ustalonym) są regulowane tak, aby przyjmowały napięcie podczas pracy. łożyska na drugim końcu (swobodnym) 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, trwałość itp. Rys. 4.10 pokazuje relację pomiędzy wewnętrznym luzem promieniowym łożyska i trwałością. Rys. 4.11 pokazuje relację pomiędzy wewnętrznym luzem promieniowym łożyska i promieniowym przesunięciem elastycznym dla łożyska NN3020 (średnica otworu 100 mm, średnica zewnętrzna 150 mm, szerokość 37 mm).

Napięcie wstępne i sztywność

4. NAPIĘCIE WSTĘPNE I SZTYWNOŚĆ

Napięcie wstępne i sztywność (układ DB i DF)

Superprecyzyjne łożyska kulkowe skośne (seria Standard)

Seria 79, kąt C

Nominalny kąt działania łożyska $\alpha=15^\circ$ kulki stalowe i kulki ceramiczne*

Numer łożyska	Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	EL		L		M		H	
		Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)
00	10	7.0	(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	12.0	(3) 14	25	(0) 20	49	(-4) 26	100	(-11) 38
03	17	12.0	(3) 15	25	(0) 20	59	(-5) 30	120	(-12) 43
04	20	19.0	(1) 19	39	(-3) 26	78	(-8) 35	150	(-15) 48
05	25	19.0	(1) 21	39	(-2) 28	100	(-9) 43	200	(-17) 61
06	30	24.0	(0) 25	49	(-3) 33	100	(-8) 45	200	(-16) 65
07	35	34.0	(2) 29	69	(-2) 39	150	(-9) 55	290	(-18) 78
08	40	39.0	(1) 32	78	(-3) 42	200	(-12) 63	390	(-22) 88
09	45	50.0	(0) 37	100	(-5) 50	200	(-11) 66	390	(-21) 94
10	50	50.0	(0) 39	100	(-5) 51	250	(-13) 78	490	(-24) 111
11	55	60.0	(-1) 45	120	(-6) 58	290	(-15) 90	590	(-26) 127
12	60	60.0	(-1) 46	120	(-5) 60	290	(-15) 93	590	(-25) 128
13	65	75.0	(-2) 53	150	(-7) 71	340	(-16) 104	690	(-27) 146
14	70	100.0	(-4) 59	200	(-10) 79	490	(-22) 119	980	(-36) 168
15	75	100.0	(-4) 61	200	(-9) 79	490	(-21) 120	980	(-35) 171
16	80	100.0	(-4) 62	200	(-9) 80	490	(-21) 124	980	(-34) 173
17	85	145.0	(-6) 73	290	(-14) 98	640	(-25) 138	1 270	(-41) 191
18	90	145.0	(-6) 79	290	(-14) 102	740	(-23) 156	1 470	(-39) 219
19	95	145.0	(-6) 81	290	(-14) 105	780	(-24) 165	1 570	(-40) 231
20	100	195.0	(-5) 83	390	(-13) 112	880	(-28) 164	1 770	(-46) 231
21	105	195.0	(-5) 86	390	(-13) 116	880	(-27) 167	1 770	(-45) 235
22	110	195.0	(-5) 89	390	(-13) 120	930	(-27) 173	1 860	(-45) 244
24	120	270.0	(-8) 102	540	(-17) 135	1 270	(-35) 200	2 550	(-56) 278
26	130	320.0	(-10) 108	640	(-20) 148	1 470	(-38) 214	2 940	(-61) 302
28	140	320.0	(-10) 111	640	(-19) 150	1 470	(-37) 218	2 940	(-60) 309
30	150	395.0	(-7) 124	790	(-19) 168	1 790	(-41) 248	3 560	(-68) 351
32	160	425.0	(-8) 134	855	(-19) 179	1 930	(-39) 258	3 840	(-64) 361
34	170	485.0	(-9) 151	970	(-20) 200	2 180	(-40) 288	4 310	(-65) 403
36	180	595.0	(-12) 158	1 190	(-25) 211	2 650	(-48) 302	5 340	(-78) 425
38	190	605.0	(-12) 162	1 210	(-25) 217	2 790	(-49) 315	5 600	(-79) 443
40	200	785.0	(-16) 183	1 570	(-31) 244	3 570	(-58) 352	7 110	(-92) 493

Seria 79, kąt A5

Nominalny kąt działania łożyska $\alpha=25^\circ$ kulki stalowe i kulki ceramiczne*

Numer łożyska	Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	EL		L		M		H	
		Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)
00	10	9.8	(2) 24	20	(1) 31	49	(-3) 44	100	(-6) 59
01	12	16.0	(1) 32	29	(0) 38	59	(-3) 52	120	(-7) 70
02	15	16.0	(1) 33	39	(-1) 46	78	(-4) 60	150	(-9) 78
03	17	19.0	(1) 34	39	(-1) 46	78	(-4) 62	150	(-8) 81
04	20	29.0	(0) 43	59	(-3) 60	120	(-6) 75	250	(-12) 103
05	25	34.0	(-1) 56	69	(-3) 70	150	(-7) 95	290	(-12) 123
06	30	39.0	(-1) 61	78	(-3) 77	150	(-6) 99	290	(-11) 131
07	35	50.0	(0) 70	100	(-3) 94	250	(-8) 127	490	(-15) 170
08	40	60.0	(-1) 72	120	(-3) 97	290	(-9) 139	590	(-16) 182
09	45	75.0	(-1) 87	150	(-4) 114	340	(-10) 160	690	(-17) 207
10	50	75.0	(-1) 94	150	(-4) 124	390	(-10) 175	780	(-18) 235
11	55	100.0	(-2) 112	200	(-5) 144	440	(-11) 198	880	(-18) 263
12	60	100.0	(-2) 117	200	(-5) 150	440	(-10) 198	880	(-18) 267
13	65	100.0	(-2) 125	200	(-5) 161	490	(-11) 223	980	(-18) 289
14	70	145.0	(-3) 138	290	(-7) 183	690	(-14) 249	1 370	(-24) 334
15	75	145.0	(-3) 142	290	(-7) 188	740	(-15) 267	1 470	(-24) 347
16	80	170.0	(-4) 156	340	(-8) 203	780	(-15) 274	1 570	(-25) 367
17	85	220.0	(-5) 172	440	(-9) 229	980	(-17) 306	1 960	(-28) 396
18	90	245.0	(-4) 188	490	(-8) 253	1 080	(-16) 340	2 160	(-27) 449
19	95	245.0	(-4) 195	490	(-8) 262	1 180	(-17) 363	2 350	(-28) 475
20	100	295.0	(-5) 197	590	(-10) 266	1 270	(-18) 346	2 550	(-31) 463
21	105	295.0	(-4) 203	590	(-9) 264	1 370	(-19) 368	2 750	(-32) 490
22	110	320.0	(-5) 222	640	(-10) 284	1 470	(-20) 391	2 940	(-33) 517
24	120	440.0	(-7) 244	880	(-13) 328	1 960	(-24) 441	3 920	(-39) 580
26	130	490.0	(-7) 262	980	(-14) 346	2 160	(-25) 460	4 310	(-41) 611
28	140	490.0	(-7) 273	980	(-13) 348	2 260	(-25) 479	4 510	(-41) 635
30	150	625.0	(-7) 308	1 250	(-14) 393	2 880	(-28) 540	5 860	(-47) 719
32	160	665.0	(-7) 330	1 330	(-14) 422	3 230	(-29) 592	6 290	(-47) 775
34	170	775.0	(-8) 376	1 550	(-15) 478	3 520	(-29) 653	7 110	(-48) 867
36	180	1 010.0	(-10) 397	2 020	(-19) 514	4 420	(-35) 693	8 830	(-57) 917
38	190	1 035.0	(-10) 409	2 070	(-19) 531	4 550	(-35) 717	9 110	(-57) 949
40	200	1 280.0	(-12) 453	2 560	(-22) 585	5 840	(-41) 801	11 620	(-66) 1 057

Obliczenie sztywności promieniowej
Pomnożyć sztywność wzdłużną 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			

Obliczenie napięcia wstępnego i sztywności wzdłużnej dla kombinacji 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 wzdłużna	1,48	2
Sztywność promieniowa	1,54	2

Seria 70, kąt C

Nominalny kąt działania łożyska $\alpha=15^\circ$ kulki stalowe i kulki ceramiczne*

Numer łożyska	Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	EL		L		M		H	
		Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (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	(-10) 70	540	(-25) 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	(-49) 254	4 420	(-81) 361
30	150	575	(-13) 141	1 150	(-27) 187	2 560	(-55) 276	5 100	(-88) 386
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

Seria 70, kąt A5

Nominalny kąt działania łożyska $\alpha=25^\circ$ kulki stalowe i kulki ceramiczne*

Numer łożyska	Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	EL		L		M		H	
		Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)
00	10	19	(1) 29</						

4. NAPIĘCIE WSTĘPNE I SZTYWNOŚĆ

Napięcie wstępne i sztywność (układ DB i DF)

Superprecyzyjne łożyska kulkowe skośne (seria Standard)

Obliczenie sztywności promieniowej

Pomnożyć sztywność wzdłużną 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 $\alpha=30^\circ$ kulki stalowe

Numer łożyska	Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	EL		L		M		H					
		Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (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)	129
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	(-15)	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	100	(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 wzdłużny.

Obliczenie napięcia wstępnego i sztywności wzdłużnej dla kombinacji 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 wzdłużna	1,48	2
Sztywność promieniowa	1,54	2

Seria 72, kąt C

Nominalny kąt działania łożyska $\alpha=15^\circ$ kulki stalowe

Numer łożyska	Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	EL		L		M		H					
		Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)				
00	10	14	(3)	13	29	(-1)	18	69	(-8)	27	150	(-18)	38
01	12	19	(1)	16	39	(-3)	21	100	(-12)	33	200	(-22)	46
02	15	19	(1)	17	39	(-3)	23	100	(-11)	34	200	(-21)	48
03	17	24	(0)	19	49	(-4)	25	150	(-16)	42	290	(-28)	59
04	20	34	(-2)	23	69	(-7)	30	200	(-20)	49	390	(-33)	70
05	25	39	(1)	26	78	(-4)	36	200	(-14)	53	390	(-26)	76
06	30	60	(-1)	32	120	(-8)	43	290	(-20)	66	590	(-35)	94
07	35	75	(-3)	37	150	(-10)	50	390	(-25)	75	780	(-43)	108
08	40	100	(-5)	44	200	(-13)	60	490	(-29)	90	980	(-47)	126
09	45	125	(-7)	49	250	(-16)	67	540	(-30)	94	1 080	(-49)	132
10	50	125	(-7)	52	250	(-15)	69	590	(-31)	102	1 180	(-50)	143
11	55	145	(-8)	56	290	(-17)	74	780	(-38)	117	1 570	(-60)	163
12	60	195	(-11)	64	390	(-22)	86	930	(-42)	126	1 860	(-67)	179
13	65	220	(-12)	71	440	(-23)	95	1 080	(-44)	141	2 160	(-70)	200
14	70	245	(-9)	75	490	(-20)	100	1 180	(-43)	148	2 350	(-69)	210
15	75	270	(-10)	81	540	(-21)	108	1 230	(-42)	157	2 450	(-68)	220
16	80	295	(-12)	83	590	(-24)	109	1 370	(-47)	159	2 750	(-76)	224
17	85	345	(-14)	88	690	(-27)	120	1 670	(-53)	177	3 330	(-85)	251
18	90	390	(-15)	97	780	(-29)	126	1 860	(-57)	187	3 730	(-90)	263
19	95	440	(-18)	98	880	(-33)	130	2 060	(-63)	192	4 120	(-99)	271
20	100	490	(-20)	101	980	(-36)	137	2 350	(-68)	202	4 710	(-107)	285
21	105	540	(-21)	108	1 080	(-38)	144	2 650	(-73)	216	5 300	(-114)	305
22	110	635	(-24)	117	1 270	(-43)	156	2 940	(-78)	228	5 880	(-121)	321
24	120	700	(-19)	128	1 400	(-38)	170	3 210	(-73)	247	6 350	(-116)	345
26	130	760	(-20)	138	1 520	(-39)	183	3 400	(-73)	262	6 740	(-116)	367
28	140	925	(-24)	152	1 850	(-45)	202	4 110	(-82)	288	8 300	(-131)	406
30	150	1 110	(-28)	167	2 220	(-51)	222	4 960	(-92)	318	9 970	(-145)	447

Seria 72, kąt A5

Nominalny kąt działania łożyska $\alpha=25^\circ$ kulki stalowe

Numer łożyska	Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	EL		L		M		H					
		Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)				
00	10	19	(1)	29	39	(-2)	41	100	(-7)	58	200	(-13)	73
01	12	29	(-1)	36	59	(-3)	49	150	(-9)	70	290	(-16)	92
02	15	34	(-1)	43	69	(-4)	57	200	(-11)	83	390	(-19)	111
03	17	39	(-1)	46	78	(-4)	60	200	(-11)	87	390	(-19)	116
04	20	60	(-3)	59	120	(-6)	73	290	(-14)	104	590	(-24)	140
05	25	75	(-2)	68	150	(-5)	90	340	(-12)	124	690	(-22)	167
06	30	100	(-3)	85	200	(-7)	107	440	(-15)	147	880	(-25)	192
07	35	125	(-4)	95	250	(-8)	118	590	(-18)	167	1 180	(-30)	218
08	40	145	(-4)	104	290	(-9)	136	740	(-20)	195	1 470	(-33)	258
09	45	170	(-5)	115	340	(-10)	147	880	(-22)	212	1 770	(-36)	280
10	50	195	(-6)	129	390	(-11)	163	980	(-23)	233	1 960	(-37)	306
11	55	245	(-7)	141	490	(-13)	181	1 180	(-26)	255	2 350	(-42)	337
12	60	295	(-8)	155	590	(-15)	202	1 470	(-29)	281	2 940	(-47)	374
13	65	345	(-9)	177	690	(-15)	221	1 670	(-30)	314	3 330	(-48)	414
14	70	390	(-8)	188	780	(-15)	238	1 860	(-30)	331	3 730	(-49)	438
15	75	415	(-8)	199	830	(-15)	253	1 960	(-30)	352	3 920	(-49)	466
16	80	465	(-9)	200	930	(-17)	258	2 160	(-33)	356	4 310	(-54)	472
17	85	540	(-10)	217	1 080	(-19)	283	2 450	(-35)	383	4 900	(-57)	507
18	90	635	(-12)	239	1 270	(-21)	304	2 940	(-39)	416	5 880	(-64)	556
19	95	685	(-13)	240	1 370	(-23)	308	3 140	(-42)	419	6 280	(-68)	557
20	100	785	(-14)	251	1 570	(-25)	325	3 530	(-45)	441	7 060	(-73)	587
21	105	885	(-15)	267	1 770	(-27)	348	3 920	(-48)	471	7 850	(-77)	624
22	110	980	(-16)	280	1 960	(-29)	368	4 410	(-51)	496	8 830	(-85)	667
24	120	1 140	(-15)	315	2 280	(-28)	409	5 180	(-52)	559	10 350	(-83)	736
26	130	1 200	(-15)	334	2 410	(-28)	435	5 500	(-52)	595	11 000	(-83)	788
28	140	1 480	(-18)	373	2 970	(-32)	481	6 650	(-58)	654	13 480	(-93)	870
30	150	1 810	(-21)	416	3 620	(-36)	532	7 990	(-64)	719	16 350	(-104)	960

Wartość w () pokazuje zmierzony luz wzdłużny.

Napięcie wstępne i sztywność

4. NAPIĘCIE WSTĘPNE I SZTYWNOŚĆ

Napięcie wstępne i sztywność (układ DB i DF)

Superprecyzyjne łożyska kulkowe skośne (seria Standard)

Obliczenie sztywności promieniowej
 Pomnożyć sztywność wzdłużną 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 72, kąt A

Nominalny kąt działania łożyska $\alpha=30^\circ$, kulki stalowe

Numer łożyska	Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	EL		L		M		H					
		Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/ μ m)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/ μ m)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/ μ m)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/ μ m)				
00	10	25	(0)	44	100	(-5)	71	210	(-10)	94	—	—	
01	12	25	(0)	47	110	(-5)	78	220	(-10)	103	360	(-15)	125
02	15	25	(0)	50	110	(-5)	85	240	(-10)	114	390	(-15)	139
03	17	25	(0)	52	190	(-5)	90	250	(-10)	120	410	(-15)	145
04	20	25	(0)	55	260	(-10)	128	440	(-15)	155	650	(-20)	180
05	25	50	(0)	79	350	(-10)	160	580	(-15)	193	840	(-20)	223
06	30	50	(0)	85	380	(-10)	175	630	(-15)	210	910	(-20)	423
07	35	50	(0)	88	400	(-10)	184	660	(-15)	220	1 270	(-25)	285
08	40	50	(0)	95	440	(-10)	205	730	(-15)	246	1 470	(-25)	318
09	45	50	(0)	98	450	(-10)	212	1 080	(-20)	292	1 860	(-30)	363
10	50	50	(0)	103	480	(-10)	227	1 180	(-20)	314	2 060	(-30)	390
11	55	50	(0)	106	490	(-10)	235	1 670	(-26)	364	2 650	(-35)	438
12	60	50	(0)	110	510	(-10)	246	1 670	(-25)	380	2 750	(-35)	455
13	65	50	(0)	117	550	(-10)	270	1 860	(-25)	416	3 040	(-35)	500
14	70	100	(0)	150	1 080	(-15)	345	2 650	(-30)	480	3 920	(-40)	562
15	75	100	(0)	157	1 080	(-15)	366	2 750	(-30)	512	4 220	(-40)	598
16	80	100	(0)	154	1 080	(-15)	355	2 650	(-30)	494	4 020	(-40)	575
17	85	100	(0)	160	1 180	(-15)	370	3 430	(-35)	560	5 790	(-50)	678
18	90	100	(0)	162	1 670	(-20)	434	4 310	(-40)	615	5 980	(-50)	697
19	95	360	(-5)	248	1 670	(-20)	421	4 220	(-40)	595	6 670	(-55)	710
20	100	370	(-5)	252	1 670	(-20)	430	5 100	(-45)	645	7 650	(-60)	758
21	105	380	(-5)	260	2 260	(-25)	493	5 200	(-45)	665	8 920	(-65)	818
22	110	380	(-5)	266	2 350	(-25)	504	6 180	(-50)	720	10 200	(-70)	871
24	120	550	(-5)	320	2 840	(-25)	570	8 140	(-55)	843	11 570	(-70)	964
26	130	560	(-5)	340	3 730	(-30)	660	9 810	(-60)	942	13 530	(-75)	1 068
28	140	580	(-5)	352	5 000	(-36)	750	11 470	(-65)	1 022	15 490	(-80)	1 150
30	150	600	(-5)	366	5 000	(-35)	772	12 100	(-65)	1 063	16 500	(-81)	1 194

Małe łożyska kulkowe skośne

Numer łożyska	EL		L		M		H					
	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/ μ m)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/ μ m)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/ μ m)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/ μ m)				
725C	1.3	(10)	4.0	5.5	(7)	7.3	12.1	(4)	10.3	24.2	(0)	14.4
725A	5.0	(3)	18.5	10.3	(2)	23.8	24.5	(0)	32.6	49.0	(-3)	42.5
706C	1.5	(10)	4.3	7.9	(6)	8.3	15.1	(3)	11.1	30.3	(-2)	15.4
706A	4.9	(3)	18.6	16.8	(1)	28.7	24.4	(0)	32.8	48.8	(-3)	42.4
726C	1.8	(9)	5.1	9.2	(5)	9.6	17.6	(2)	12.8	35.2	(-3)	27.8
726A	3.7	(3)	18.4	16.2	(1)	30.8	34.0	(-1)	40.3	68.0	(-4)	52.4
707C	1.8	(9)	5.1	9.2	(5)	9.6	17.6	(2)	12.8	35.2	(-3)	17.8
707A	3.7	(3)	18.4	16.2	(1)	30.8	34.0	(-1)	40.3	68.0	(-4)	52.4
708C	4.2	(7)	7.5	14.1	(3)	12.2	28.6	(-1)	16.7	57.1	(-7)	23.3
708A	8.1	(2)	26.3	24.5	(0)	38.8	46.4	(-2)	48.9	92.8	(-5)	63.4
728C	4.2	(7)	7.5	14.1	(3)	12.2	28.5	(-1)	16.7	57.0	(-7)	23.3
728A	8.1	(2)	26.3	24.5	(0)	38.8	46.4	(-2)	48.9	92.9	(-5)	63.4

Wartość w () pokazuje zmierzony luz wzdłużny.

Ultra superszybkie łożyska kulkowe skośne (seria ROBUST)

Obliczenie napięcia wstępnego i sztywności wzdłużnej dla kombinacji 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 wzdłużna	1,48	2
Sztywność promieniowa	1,54	2

BNR19S

Nominalny kąt działania łożyska $\alpha=18^\circ$, kulki stalowe

Numer łożyska	EL		L		M				
	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/ μ m)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/ μ m)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/ μ m)			
25	25	(0)	26	94	(-8)	43	188	(-16)	57
30	25	(0)	28	100	(-8)	48	200	(-15)	63
35	50	(0)	37	140	(-8)	55	280	(-17)	73
40	50	(0)	38	140	(-8)	57	280	(-16)	74
45	50	(0)	41	150	(-8)	62	300	(-16)	82
50	50	(0)	44	160	(-8)	68	320	(-16)	89
55	50	(0)	46	170	(-8)	71	340	(-16)	94
60	50	(0)	47	170	(-8)	74	340	(-16)	97
65	50	(0)	50	180	(-8)	79	360	(-16)	104
70	50	(0)	50	180	(-8)	80	360	(-16)	104
75	50	(0)	52	180	(-8)	83	460	(-19)	117
80	50	(0)	53	190	(-8)	86	474	(-19)	121
85	50	(0)	54	190	(-8)	88	646	(-24)	138
90	100	(0)	75	280	(-8)	110	709	(-21)	154
95	100	(0)	76	290	(-8)	110	768	(-22)	163
100	100	(0)	72	330	(-10)	110	871	(-26)	161
105	100	(0)	74	330	(-10)	120	898	(-26)	166
110	100	(0)	76	400	(-12)	130	925	(-26)	172
120	100	(0)	78	410	(-12)	130	1 275	(-33)	198
130	100	(0)	80	712	(-20)	160	1 408	(-35)	209
140	100	(0)	82	732	(-20)	160	1 508	(-36)	220
150	200	(0)	110	930	(-20)	185	1 894	(-38)	242

BER19S

Nominalny kąt działania łożyska $\alpha=25^\circ$, kulki stalowe

Numer łożyska	EL		L		M				
	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/ μ m)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/ μ m)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/ μ m)			
25	25	(0)	42	150	(-8)	80	300	(-14)	105
30	25	(0)	47	160	(-8)	90	320	(-14)	116
35	50	(0)	61	210	(-8)	100	420	(-15)	132
40	50	(0)	63	220	(-8)	110	440	(-15)	137
45	50	(0)	67	240	(-8)	120	480	(-15)	152
50	50	(0)	72	250	(-8)	130	500	(-15)	164
55	50	(0)	75	260	(-8)	140	520	(-15)	174
60	50	(0)	78	270	(-8)	140	540	(-15)	181
65	50	(0)	82	290	(-8)	150	580	(-15)	196
70	50	(0)	83	290	(-8)	150	598	(-15)	198
75	50	(0)	86	300	(-8)	160	619	(-15)	206
80	50	(0)	88	310	(-8)	170	639	(-15)	214
85	50	(0)	90	310	(-8)	170	889	(-19)	245
90	100	(0)	120	430	(-8)	210	968	(-17)	273
95	100	(0)	130	440	(-8)	210	996	(-17)	282
100	100	(0)	120	520	(-10)	210	1 131	(-20)	279
105	100	(0)	120	530	(-10)	220	1 169	(-20)	290
110	100	(0)	130	550	(-10)	230	1 206	(-20)	301
120	100	(0)	130	680	(-12)	250	1 743	(-26)	351
130	100	(0)	135	972	(-16)	289	1 880	(-27)	368
140	100	(0)	135	1 002	(-16)	300	1 944	(-27)	381
150	200	(0)	175	1 308	(-17)	336	2 555	(-30)	428

Wartość w () pokazuje zmierzony luz wzdłużny.

Napięcie wstępne i sztywność

Napięcie wstępne i sztywność (układ DB i DF)

Ultra superszybkie łożyska kulkowe skośne (seria ROBUST)

Obliczenie sztywności promieniowej
Pomnożyć sztywność wzdłużną 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

Nominalny kąt działania łożyska $\alpha=18^\circ$, kulki ceramiczne

Numer łożyska	EL		L		M		
	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	
25	25	(0)	29	105 (-8)	51	210 (-16)	67
30	25	(0)	32	110 (-8)	55	220 (-15)	72
35	50	(0)	41	150 (-8)	64	310 (-17)	86
40	50	(0)	42	160 (-8)	66	320 (-16)	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 (-16)	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

Nominalny kąt działania łożyska $\alpha=25^\circ$, kulki ceramiczne

Numer łożyska	EL		L		M		
	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	
25	25	(0)	47	172 (-8)	96	342 (-14)	124
30	25	(0)	52	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	650 (-15)	232
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 wzdłużny.

Obliczenie napięcia wstępnego i sztywności wzdłużnej dla kombinacji łożysk
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 wzdłużna	1,48	2
Sztywność promieniowa	1,54	2

BNR10S

Nominalny kąt działania łożyska $\alpha=18^\circ$, kulki stalowe

Numer łożyska	EL		L		M		
	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	
30	50	(0)	39	110 (-5)	52	220 (-13)	69
35	50	(0)	41	110 (-5)	55	220 (-12)	73
40	50	(0)	44	110 (-5)	60	220 (-11)	77
45	50	(0)	44	110 (-5)	60	220 (-11)	77
50	50	(0)	47	120 (-5)	64	249 (-12)	85
55	50	(0)	48	120 (-5)	67	302 (-14)	95
60	50	(0)	51	130 (-5)	71	345 (-15)	104
65	50	(0)	53	130 (-5)	75	364 (-15)	111
70	50	(0)	53	230 (-10)	93	505 (-20)	125
75	50	(0)	54	240 (-10)	96	520 (-20)	129
80	100	(0)	71	330 (-10)	110	606 (-19)	141
85	100	(0)	73	330 (-10)	110	622 (-19)	145
90	100	(0)	74	340 (-10)	120	823 (-24)	163
95	100	(0)	76	350 (-10)	120	846 (-24)	168
100	100	(0)	78	350 (-10)	120	870 (-24)	174
105	100	(0)	80	420 (-12)	130	1 054 (-27)	195
110	100	(0)	81	540 (-15)	150	1 144 (-29)	200
120	100	(0)	85	560 (-15)	160	1 208 (-29)	213
130	100	(0)	85	732 (-20)	166	1 508 (-36)	220
140	200	(0)	105	775 (-15)	178	1 606 (-31)	236
150	200	(0)	110	916 (-18)	190	1 917 (-35)	253

BER10S

Nominalny kąt działania łożyska $\alpha=25^\circ$, kulki stalowe

Numer łożyska	EL		L		M		
	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/μm)	
30	50	(0)	63	220 (-8)	110	440 (-15)	140
35	50	(0)	67	240 (-8)	120	480 (-15)	153
40	50	(0)	72	250 (-8)	130	500 (-15)	165
45	50	(0)	73	250 (-8)	130	500 (-15)	166
50	50	(0)	77	270 (-8)	140	540 (-15)	180
55	50	(0)	80	350 (-10)	160	700 (-18)	205
60	50	(0)	84	380 (-10)	170	760 (-18)	222
65	50	(0)	88	400 (-10)	180	800 (-18)	235
70	50	(0)	88	400 (-10)	180	800 (-18)	235
75	50	(0)	90	510 (-12)	200	1 020 (-21)	263
80	100	(0)	120	620 (-12)	220	1 240 (-22)	290
85	100	(0)	120	640 (-12)	230	1 280 (-22)	300
90	100	(0)	120	650 (-12)	240	1 300 (-22)	305
95	100	(0)	130	670 (-12)	240	1 340 (-22)	316
100	100	(0)	130	690 (-12)	250	1 380 (-22)	327
105	100	(0)	130	910 (-15)	290	1 820 (-26)	369
110	100	(0)	130	930 (-15)	290	1 860 (-26)	379
120	100	(0)	140	980 (-15)	310	1 960 (-26)	403
130	100	(0)	140	1 002 (-16)	310	2 004 (-27)	389
140	200	(0)	180	1 098 (-13)	325	2 196 (-25)	421
150	200	(0)	180	1 274 (-15)	345	2 562 (-28)	444

Wartość w () pokazuje zmierzony luz wzdłużny.

4. NAPIĘCIE WSTĘPNE I SZTYWNOŚĆ

Napięcie wstępne i sztywność (układ DB i DF)

Ultra superszybkie łożyska kulkowe skośne (seria ROBUST)

BNR10H, BNR10X, BNR10XE
Nominalny kąt działania łożyska $\alpha=18^\circ$, kulki ceramiczne

Numer łożyska	EL		L		M		
	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/ μ m)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/ μ m)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/ μ m)	
30	50	(0)	43	110 (-5)	59	220 (-13)	81
35	50	(0)	46	120 (-5)	63	240 (-12)	83
40	50	(0)	49	120 (-5)	68	240 (-11)	88
45	50	(0)	49	120 (-5)	69	240 (-11)	88
50	50	(0)	52	130 (-5)	73	279 (-12)	99
55	50	(0)	54	130 (-5)	76	341 (-14)	110
60	50	(0)	57	140 (-5)	82	391 (-15)	121
65	50	(0)	60	140 (-5)	87	413 (-15)	130
70	50	(0)	59	260 (-10)	110	578 (-20)	147
75	50	(0)	61	270 (-10)	110	597 (-20)	151
80	100	(0)	80	360 (-10)	130	684 (-19)	164
85	100	(0)	82	370 (-10)	130	703 (-19)	169
90	100	(0)	83	370 (-10)	130	938 (-24)	191
95	100	(0)	85	380 (-10)	140	965 (-24)	197
100	100	(0)	87	390 (-10)	140	993 (-24)	204
105	100	(0)	89	470 (-12)	160	1 209 (-27)	229
110	100	(0)	91	600 (-15)	170	1 315 (-29)	235
120	100	(0)	95	630 (-15)	180	1 391 (-29)	250
130	100	(0)	95	833 (-20)	195	1 745 (-36)	260
140	200	(0)	125	860 (-15)	206	1 829 (-37)	276
150	200	(0)	125	1 025 (-18)	221	2 194 (-35)	297

BER10H, BER10X, BER10XE

Nominalny kąt działania łożyska $\alpha=25^\circ$, kulki ceramiczne

Numer łożyska	EL		L		M		
	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/ μ m)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/ μ m)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/ μ m)	
30	50	(0)	71	250 (-8)	130	500 (-15)	163
35	50	(0)	75	260 (-8)	140	520 (-15)	175
40	50	(0)	80	280 (-8)	150	560 (-15)	191
45	50	(0)	81	280 (-8)	150	590 (-15)	197
50	50	(0)	86	300 (-8)	160	630 (-15)	213
55	50	(0)	89	400 (-10)	190	800 (-18)	240
60	50	(0)	94	430 (-10)	200	860 (-18)	260
65	50	(0)	99	450 (-10)	210	950 (-18)	280
70	50	(0)	98	450 (-10)	210	950 (-18)	280
75	50	(0)	100	580 (-12)	240	1 160 (-21)	306
80	100	(0)	130	700 (-12)	260	1 400 (-22)	343
85	100	(0)	130	720 (-12)	270	1 510 (-22)	355
90	100	(0)	140	740 (-12)	280	1 540 (-22)	362
95	100	(0)	140	760 (-12)	290	1 590 (-22)	375
100	100	(0)	150	780 (-12)	300	1 640 (-22)	388
105	100	(0)	150	1 040 (-15)	330	2 080 (-26)	430
110	100	(0)	150	1 060 (-15)	340	2 120 (-26)	440
120	100	(0)	160	1 120 (-15)	370	2 240 (-26)	469
130	100	(0)	160	1 150 (-16)	370	2 302 (-27)	469
140	200	(0)	200	1 240 (-13)	380	2 476 (-25)	489
150	200	(0)	200	1 444 (-15)	403	2 957 (-28)	552

Wartość w () pokazuje zmierzony luz wzdłużny.

Obliczenie sztywności promieniowej
Pomnożyć sztywność wzdłużną 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			

Ultra superprecyzyjne łożyska kulkowe skośne (seria BGR)

BGR19S
Nominalny kąt działania łożyska $\alpha=15^\circ$, kulki stalowe

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

BGR10S
Nominalny kąt działania łożyska $\alpha=15^\circ$, kulki stalowe

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

BGR02S
Nominalny kąt działania łożyska $\alpha=15^\circ$, kulki stalowe

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

Obliczenie napięcia wstępnego i sztywności wzdłużnej dla kombinacji 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 wzdłużna	1,48	2
Sztywność promieniowa	1,54	2

BGR19H, BGR19X
Nominalny kąt działania łożyska $\alpha=15^\circ$, kulki ceramiczne

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

BGR10H, BGR10X
Nominalny kąt działania łożyska $\alpha=15^\circ$, kulki ceramiczne

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

BGR02H, BGR02X
Nominalny kąt działania łożyska $\alpha=15^\circ$, kulki ceramiczne

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

Napięcie wstępne i sztywność

Napięcie wstępne i sztywność (układ DB i DF)

Superszybkie łożyska kulkowe wzdłużne skośne (seria ROBUST)

BAR10S Nominalny kąt działania łożyska $\alpha=30^\circ$, kulki stalowe

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

BAR10H Nominalny kąt działania łożyska $\alpha=30^\circ$, kulki ceramiczne

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

BTR10S Nominalny kąt działania łożyska $\alpha=40^\circ$, kulki stalowe

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

BTR10H Nominalny kąt działania łożyska $\alpha=40^\circ$, kulki ceramiczne

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

Napięcie wstępne i sztywność

Dwukierunkowe łożyska kulkowe wzdłużne skośne (seria TAC)

Seria TAC20 Nominalny kąt działania łożyska $\alpha=60^\circ$, kulki stalowe

Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	C6		C7		C8	
	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/ μ m)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/ μ m)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/ μ m)
35	-	-	343	470	588	570
40	-	-	343	510	588	620
45	-	-	343	530	784	700
50	-	-	392	570	882	760
55	-	-	588	680	1 176	865
60	-	-	588	730	1 274	935
65	-	-	588	790	1 274	1 005
70	-	-	882	850	1 568	1 050
75	-	-	882	880	1 568	1 090
80	-	-	980	965	2 156	1 240
85	-	-	980	1 000	2 156	1 285
90	-	-	1 372	1 110	2 646	1 380
95	10	200	1 372	1 150	2 646	1 435
100	10	200	1 470	1 190	2 744	1 485
105	98	500	1 764	1 320	3 234	1 610
110	245	700	1 862	1 365	3 822	1 740
120	490	900	1 960	1 460	4 018	1 860
130	686	980	2 548	1 530	5 194	1 940
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 $\alpha=60^\circ$, kulki stalowe

Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	C6		C7		C8	
	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/ μ m)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/ μ m)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdłużna (N/ μ m)
100	-	-	1 176	1 150	2 156	1 410
105	-	-	1 274	1 215	2 254	1 490
110	-	-	1 274	1 250	2 254	1 530
120	98	550	1 274	1 310	2 842	1 700
130	98	580	1 764	1 415	3 528	1 915
140	98	750	2 254	1 700	5 194	2 260
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

Napięcie wstępne i sztywność

Łożyska kulkowe skośne do śrub kulkowych

Seria TAC B (do obrabiarek)
Nominalny kąt działania łożyska $\alpha=60^\circ$, kulki stalowe

Napięcie wstępne C9

Numer łożyska	Układ podwójny (DB lub DF)			Układ potrójny (DBD lub DFD)			Układ poczwórny (DBB lub DFF)		
	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdluzna (N/ μ m)	Moment startowy (N.m)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdluzna (N/ μ m)	Moment startowy (N.m)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdluzna (N/ μ m)	Moment startowy (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	1 560	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	2 390	1015	0.18	3 220	1 465	0.24	4 730	2 030	0.36
45TAC75B	2 010	1005	0.12	2 730	1 445	0.16	4 020	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	4 100	1 745	0.32	6 020	2 425	0.48
55TAC100B	3 010	1210	0.24	4 100	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

Numer łożyska	Układ podwójny (DB lub DF)			Układ potrójny (DBD lub DFD)			Układ poczwórny (DBB lub DFF)		
	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdluzna (N/ μ m)	Moment startowy (N.m)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdluzna (N/ μ m)	Moment startowy (N.m)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdluzna (N/ μ m)	Moment startowy (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 $\alpha=50\sim 55^\circ$

Napięcie wstępne C8

Numer łożyska	Układ podwójny (DB lub DF)			Układ potrójny (DBD lub DFD)			Układ poczwórny (DBT lub DFT)		
	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdluzna (N/ μ m)	Moment startowy (N.m)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdluzna (N/ μ m)	Moment startowy (N.m)	Napięcie wstępne (N)	Sztywność wzdluzna (N/ μ m)	Moment startowy (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 oparta na napięciu wstępnym C9.

⁽²⁾ Wartości dla 100TAC03CMC i 120TAC03CMC są oparte na napięciu wstępnym C2.

Wewnętrzny luz promieniowy łożysk walcowych

Luz w łożyskach dopasowanych z otworem stożkowym

Jednostka: μ m

Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	Luz w łożyskach dopasowanych z otworem stożkowym																
	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 dopasowanych z otworem cylindrycznym

Jednostka: μ m

Nominalna średnica otworu łożyska (mm)	Luz w łożyskach dopasowanych z otworem cylindrycznym												
	CC1		CC2		CC ⁽²⁾		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

⁽²⁾ Oznacza luz normalny dla dopasowanych łożysk walcowych.

Napięcie wstępne i sztywność

Prędkości graniczne

Prędkości graniczne wymienione w tabelach wymiarowych łożysk to wartości wytyczne. Są one podane dla pojedynczego łożyska przy lekkim napięciu wstępnym za pomocą sprężyny i będące przedmiotem stosunkowo niewielkich obciążeń przy dobrym odprowadzaniu ciepła.

Prędkości graniczne w przypadku smarowania smarem są określone 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 kombinacjach dwu, trzy lub czterorzędowych lub gdy zwiększane jest napięcie wstępne w celu poprawy sztywności wrzeciona, prędkości graniczne będą niższe od wymienionych.

Współczynnik prędkość

Prędkość graniczna zestawu dopasowanych łożysk pracujących pod pozytywnym napięciem wstępnym jest obliczana przez pomnożenie prędkości granicznej pojedynczego łożyska w zestawie przez odpowiedni współczynnik podany w Tabeli 5.1.

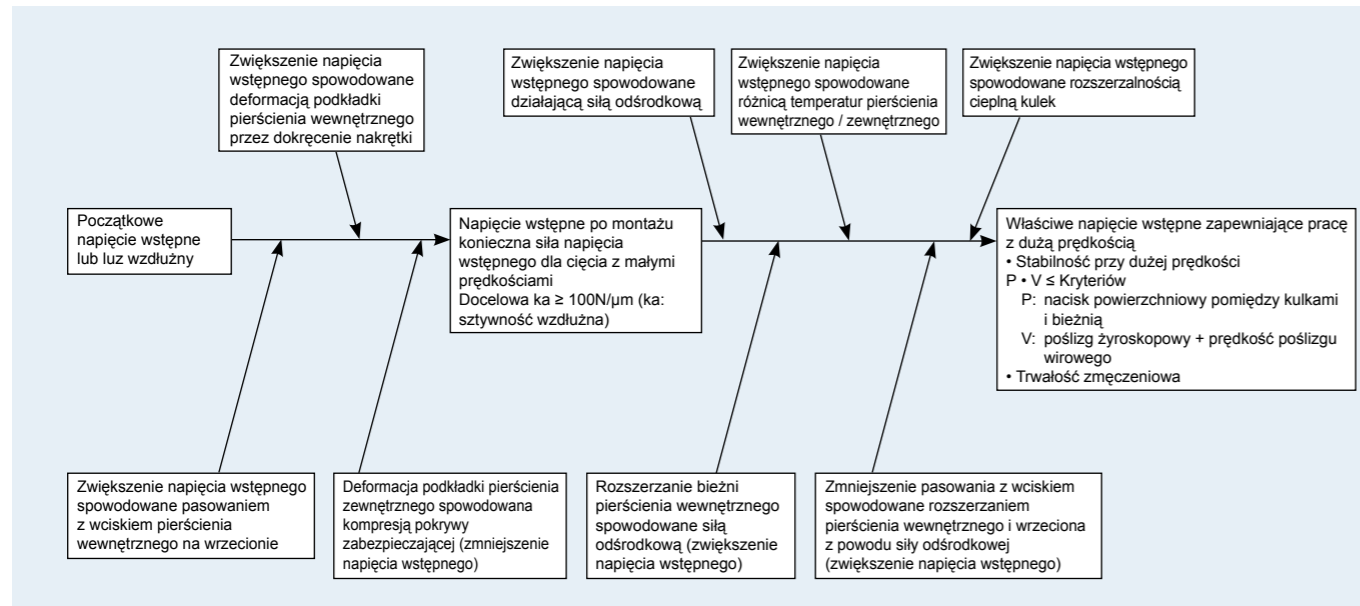
W tabeli tej napięcia wstępne oznaczają wartości napięć wstępnych po zamocowaniu łożyska na wrzecionie. Wartości napięcia wstępnego po zamontowaniu łożyska na wrzecionie zmieniają się w wyniku wymagań pasowania wrzeciona dla pracy z dużą prędkością i deformacją podkładek spowodowaną dokręceniem. W takim przypadku, szczególnie przy zastosowaniach wymagających pracy z dużą prędkością, konieczne jest dostosowanie długości podkładek 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 następujących warunków roboczych.

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 mieszką 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. Kombinacja

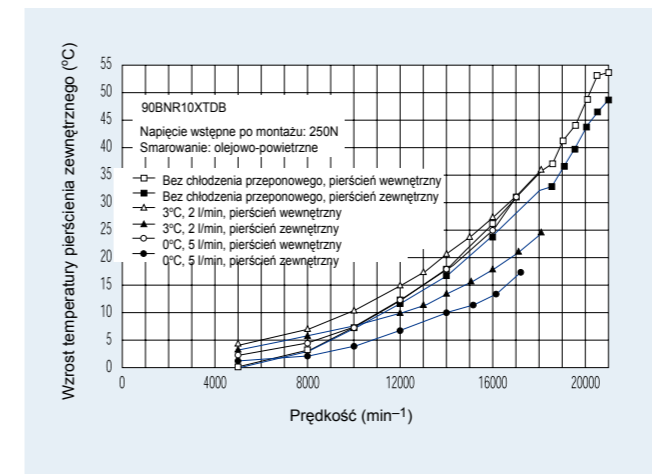
Jeżeli łożyska są używane w zestawach obejmujących kilka łożysk, liczba łożysk w zestawie wpływa na prędkość graniczną. Im więcej jest łożysk w zestawie, tym niższa jest prędkość graniczna z powodu zmniejszenia zdolności do odprowadzania ciepła.

3. Napięcie wstępne

Jeżeli napięcie wstępne po montażu jest duże, nacisk powierzchniowy pomiędzy elementami tocznymi i bieżniami rośnie, co powoduje wydzielanie dodatkowego ciepła. W rezultacie tego ciepła napięcie 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 promienowego i wzrost napięcia wstępnego podczas pracy, prędkość graniczna ulega zredukowaniu.

Rys. 5.2 Wpływ chłodzenia przeponowego na prędkość graniczną

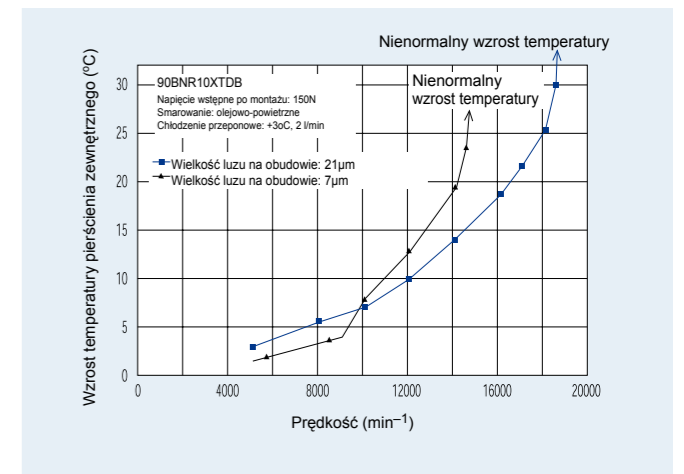


4. Metoda napędu

Prędkość graniczna łożyska będzie zależała także od układu napędowego wrzeciona.

W przypadku wrzecion z wbudowanym silnikiem temperatura wewnątrz wrzeciona jest większa. Jeżeli zastosowany zostanie ponadto system chłodzenia przeponowego, różnica temperatur pomiędzy pierścieniem wewnętrznym i zewnętrznym staje się większa, a więc rośnie napięcie wstępne i spada prędkość graniczna (patrz Rys. 5.2). Chłodzenie przeponowe 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 napięcia wstępnego.

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



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

Toczna trwałość zmęczeniowa 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

Cyrkujący środek smarny może być stosowany do odprowadzania ciepła powstającego w wyniku tarcia lub ciepła przeniesionego z wewnątrz w celu zapobieżenia przegrzaniu się łożyska i spadku jakości oleju.

(4) Inne

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

Metody smarowania

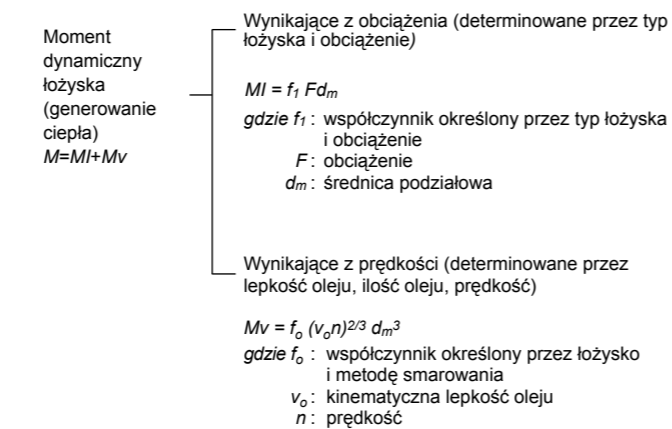
W przypadku wrzecion obrabiarek, w których ważna jest duża precyzja, konieczne jest zapobieganie nadmiernemu wzrostowi temperatury wrzeciona w celu zmniejszenia deformacji cieplnej. Generowanie ciepła przez łożyska dzieli się na wynikające z obciążenia, determinowane przez typ łożyska i obciążenie, oraz wynikające z prędkości, determinowane przez metodę smarowania i prędkość. Generalnie, ciepło wynikające z prędkości jest większe, ale jeżeli wybrana zostanie metoda smarowania, której wynikiem będzie niewielkie ciepło wynikające z prędkości, nie można zaniedbać ciepła wynikającego z obciążenia. Dlatego też, ważne jest, aby wybrać generujące niewielkie ciepło łożysko (ciepło wynikające z obciążenia) i metodę smarowania (ciepło wynikające z 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 dużych 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

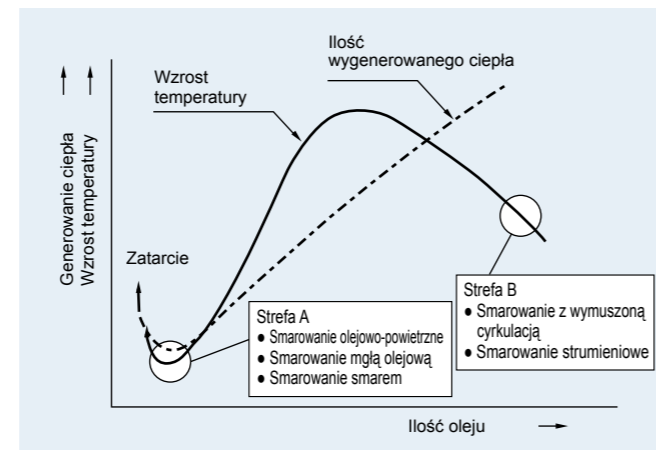


Tabela 6.1 Porównanie metod smarowania

Metody smarowania	Zalety	Wady
Smarowanie smarem	<ul style="list-style-type: none"> ☆ Niski koszt ☆ Możliwość ograniczenia wzrostu temperatury. ☆ Bezobsługowość. 	<ul style="list-style-type: none"> ☆ W przypadku spadku jakości smaru może wystąpić zatarcie. ☆ Możliwość penetracji przez kurz i płyn obróbkowy.
Smarowanie mgłą olejową	<ul style="list-style-type: none"> ☆ Ponieważ zawsze podawany jest nowy olej, nie ma ryzyka obniżenia jakości oleju. ☆ Ograniczenie możliwości zabrudzenia kurzem i płynem obróbkowym. 	<ul style="list-style-type: none"> ☆ Zanieczyszczenie środowiska. ☆ Ilość podawanego oleju jest różna w zależności od jego lepkości i temperatury, przez co kontrolowanie małej prędkości przepływu jest trudne. ☆ Trudno jest sprawdzić, czy olej jest faktycznie podawany.
Smarowanie strumieniowe	<ul style="list-style-type: none"> ☆ Ponieważ prędkość przepływu oleju jest duża, możliwości zabrudzenia kurzem i płynem obróbkowym i zatarcia łożyska. ☆ Dzięki chłodzeniu olejem możliwość kontrolowania do pewnego stopnia temperatury łożyska. 	<ul style="list-style-type: none"> ☆ Duże straty z powodu tarcia. ☆ Z powodu wycieku oleju trudno jest zastosować tę metodę do wrzecion pionowych. ☆ Wysoki koszt.
Smarowanie olejowo-powietrzne	<ul style="list-style-type: none"> ☆ Ponieważ możliwe jest kontrolowanie ilości oleju, podawana jest optymalna ilość oleju i generowanie ciepła jest niewielkie. ☆ Oprócz niewielkiego generowania ciepła, występuje efekt chłodzenia powietrzem, a więc temperatura jest niewielka. ☆ Ponieważ zawsze podawany jest nowy olej, nie ma ryzyka obniżenia jakości oleju. ☆ Kurz nie ma łatwego dościa ☆ Niewielkie zanieczyszczenie środowiska. 	<ul style="list-style-type: none"> ☆ Koszt jest dość wysoki. ☆ Trudno jest sprawdzić, czy olej jest faktycznie 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 to $+110^{\circ}\text{C}$.

W przypadku wysokoobrotowych wrzecion obrabiarek, wymagających niewielkiego wzrostu temperatury i dużej trwałości, zaleca się smar o gęstości nr 2 na bazie oleju syntetycznego (diester, diester + olej mineralny itp.).

Tabela 6.2 wymienia nazwy handlowe i właściwości smarów powszechnie używanych w łożyskach wrzecion obrabiarek i śrub kulkowych.

(2) Trwałość smaru

Trwałość smaru zależy w dużym stopniu od temperatury roboczej; dlatego też, konieczne jest utrzymanie niższej temperatury łożyska (w tym temperatury otoczenia) w celu zwiększenia trwałości smaru.

Tabela 6.2 Marki smarów i właściwości

Nazwa handlowa	Producent	Zagęszczacz	Olej bazowy	Lepkość oleju bazowego $\text{mm}^2/\text{s}(40^{\circ}\text{C})$	Temperatura krzepnięcia ($^{\circ}\text{C}$)	Zakres temperatury roboczej ($^{\circ}\text{C}$)	Główne zastosowanie
MTE	NSK	Barowy kompleksowy	Olej estrowy	20	200	-30 – $+120$	Łożyska wrzecion wysokoobrotowych, superszybkie łożyska walcowe
MTS	NSK	Mocznik	Ester+syntetyczny olej węglowodorowy	22	220	-40 – $+130$	Łożyska wrzecion wysokoobrotowych
Isoflex NBU15	Klüber	Barowy kompleksowy	Olej dwustrowy + olej mineralny	20	250	-30 – $+120$	Łożyska wrzecion głównych
Isoflex NCA15	Klüber	Specjalny Ca	Olej estrowy	23	180	-40 – $+130$	Łożyska wrzecion głównych
Mobilux 2	Mobil	Lit	Olej mineralny	26	190	-10 – $+110$	Łożyska głowic wiertarskich, kłów obrotowych
Multemp LRL3	Kyodo Yushi	Lit	Olej czteroestrowy	37	208	-30 – $+130$	Łożyska wrzecion głównych
Staburags NBU8EP	Klüber	Barowy kompleksowy	Olej mineralny	105	220	-30 – $+130$	Łożyska walcowe dla dużych obciążeń
Alvania 2	Shell	Lit	Olej mineralny	130	182	-10 – $+110$	Łożyska śrub kulkowych
ENS	NSK	Mocznik	Olej czteroestrowy	32	260	-40 – $+160$	Łożyska silników

Do łożysk wrzecion wysokoobrotowych lub wrzecion silników używany jest często wysokowydajny smar szerokiego zastosowania. Poniższe równanie pokazuje średnią trwałość smaru szerokiego zastosowania.

$$\log t = 6.12 - 1.4n/N_{\max} - (0.018 - 0.006n/N_{\max}) T$$

- gdzie t : średnia trwałość smaru (godz.)
 N_{\max} : prędkość graniczna (min^{-1})
 n : prędkość robocza (min^{-1})
 T : 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% przestrzni wewnętrznej. Nałożenie zbyt dużej ilości smaru powoduje wydzielanie się podczas pracy 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.

Smarowanie olejowe

(1) Smarowanie mgłą olejową i smarowanie olejowo-powietrzne (smarowanie minimalną ilością oleju)

Smarowanie aerozolem jest metodą rozpylania smaru poprzez obracanie 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 przekroju.

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, ilość oleju należy zwiększyć. W celu uzyskania porady prosimy o skontaktowanie się z NSK.

Pozycja dyszy, patrz strona 174.

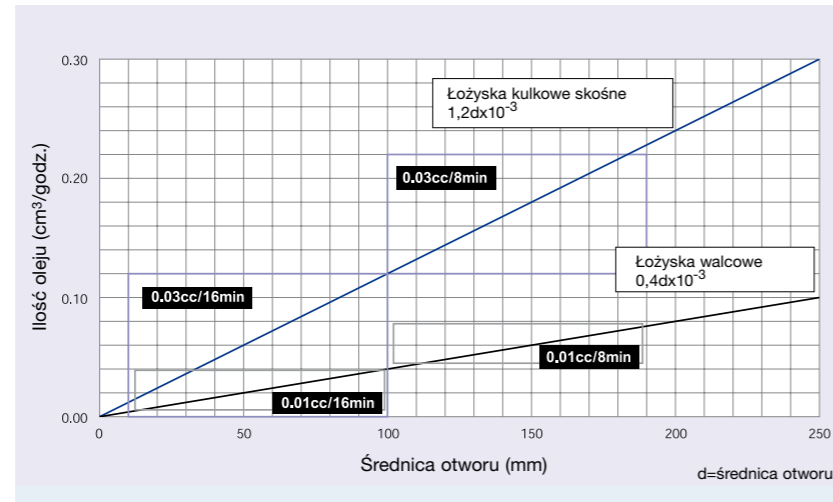
(2) Smarowanie strumieniowe

Smarowanie strumieniowe jest wykorzystywane głównie do łożysk wysokoobrotowych o wartości $d_m n$ powyżej jednego miliona. Poprzez jedną lub kilka dyszy strumienie oleju smarnego są pod stałym ciśnieniem wtryskiwane do wnętrza łożyska

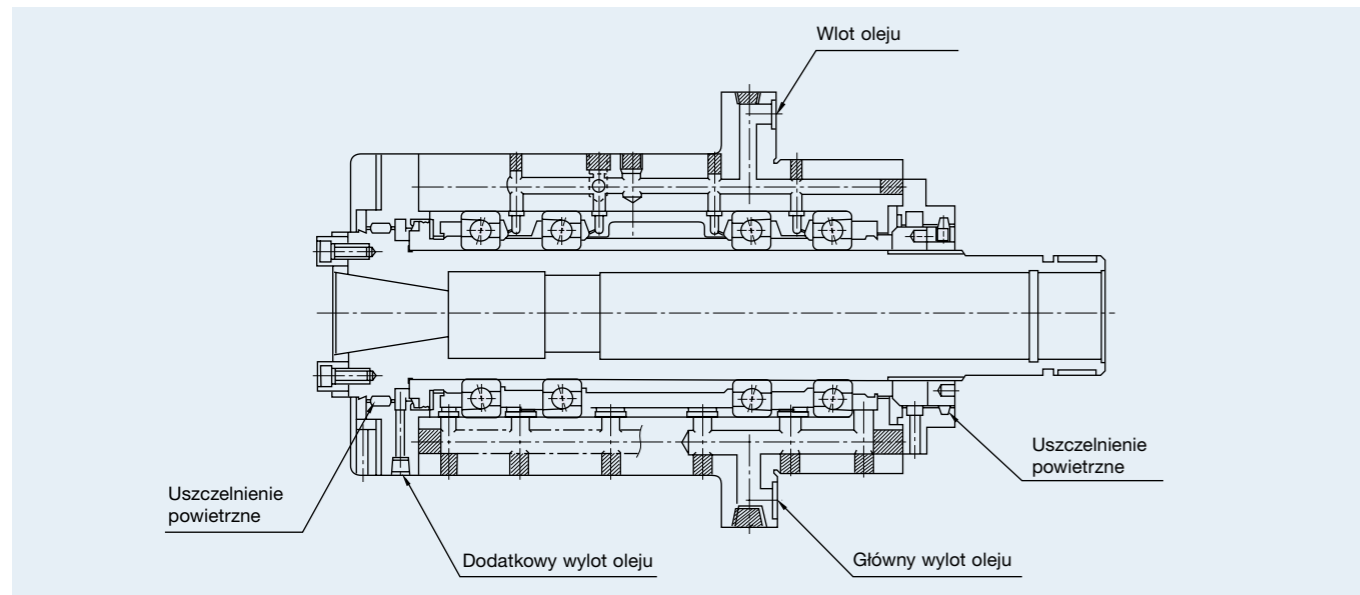
Przy dużej prędkości powietrze otaczające łożysko obraca się wraz z łożyskiem i tworzy ścianę powietrzną. Prędkość strumienia z każdej dyszy musi być o 20% większa niż prędkość obrotowa zewnętrznej powierzchni pierścienia wewnętrznego. Ponieważ w metodzie smarowania strumieniowego zużywa się duże ilości oleju i istnieją duże opory przepływu, konieczne jest skuteczne odprowadzanie ciepła poprzez odprowadzenia dużej ilości oleju i 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 174.

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 wysokoobrotowych

Jednostka: $\text{cm}^3/\text{łożysko}$

Numer łożyska	Średnica otworu (mm)	ACBB: 15% przestrzeni wewnętrznej (kod NSK: X)				CRB: 10% przestrzeni wewnętrznej (kod NSK: X)			
		BNR19 BER19 BGR19 79xx	BGR10 70xx	BGR02 72xx	BNR10 BER10 BAR10 BTR10	NN49	NN39	NN30	N10
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	-	-	-	4.0	-
06	30	0.31	0.69	1.20	0.58	-	-	6.0	4.0
07	35	0.48	0.98	1.70	0.78	-	-	8.0	6.0
08	40	0.75	1.20	2.10	0.92	-	-	1.0	7.0
09	45	0.83	1.50	2.60	1.20	-	-	1.3	1.0
10	50	0.91	1.60	3.00	1.20	-	-	1.4	1.1
11	55	1.10	2.40	3.90	1.70	-	-	2.0	1.5
12	60	1.20	2.60	4.80	1.80	-	-	2.1	1.6
13	65	1.30	2.60	5.70	1.90	-	-	2.2	1.6
14	70	2.10	3.60	6.50	2.80	-	-	3.2	2.4
15	75	2.30	3.60	7.00	2.90	-	-	3.5	2.5
16	80	2.40	5.10	8.70	3.80	-	-	4.7	3.5
17	85	3.50	5.30	11.00	4.00	-	-	4.9	3.7
18	90	3.60	6.60	13.00	5.50	-	-	6.5	4.5
19	95	3.60	6.80	16.00	5.70	-	-	6.6	4.7
20	100	4.90	7.20	19.00	6.10	5.4	4.5	6.8	4.9
21	105	5.10	9.00	23.00	7.60	5.6	4.6	9.3	5.9
22	110	5.20	12.00	27.00	9.10	5.7	4.8	11.0	7.5
24	120	7.90	12.00	31.00	9.80	8.4	6.5	12.0	8.1
26	130	9.00	18.00	34.00	15.00	11.0	8.5	18.0	12.4
28	140	9.90	20.00	42.00	17.00	12.0	9.3	20.0	12.9
30	150	14.00	25.00	53.00	22.00	24.0	14.0	23.0	-
32	160	16.00	34.00	-	26.00	20.0	15.0	29.0	-
34	170	14.00	42.00	-	33.00	21.0	15.0	38.0	-
36	180	22.00	51.00	-	46.00	28.0	23.0	51.0	-
38	190	27.00	47.00	-	50.00	30.0	24.0	54.0	-
40	200	39.00	76.00	-	61.00	44.0	35.0	69.0	-
44	220	42.00	-	-	-	-	37.0	-	-
48	240	41.00	-	-	-	-	40.0	-	-
52	260	77.00	-	-	-	-	70.0	-	-
56	280	80.00	-	-	-	-	75.0	-	-

Ilość smaru dla „xxTAC20(29)X(D)” powinna być taka sama jak dla dwurzędowego łożyska walcowego, które jest montowane razem z tym łożyskiem. Dla uzyskania wagi smaru pomnożyć powyższe ilości razy 0,93 (gęstość). Zalecane ilości smaru dla łożysk kulkowych wzdłużnych skośnych do śrub kulkowych, patrz strona 100.

Smarowanie

Tolerancja wymiarów granicznych 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 czola (czola oporowego) pierścienia wewnętrznego kompletnego łożyska względem bieżni S_{ia}	Obracający się	Nieruchomy	B_1
Bicie czola (czola oporowego) pierścienia zewnętrznego kompletnego łożyska względem bieżni S_{ea}	Nieruchomy	Obracający się	B_2
Bicie wzorcowego czola (czola oporowego, jeśli występuje) pierścienia wewnętrznego względem bieżni S_d	Obracający się	Nieruchomy	C
Rozrzut nachylenia tworzącej powierzchni zewnętrznej łożyska od wzorcowego czola (czola 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 $V_{dp}^{(2)}$		Odchyłka średniej średnicy otworu $V_{dmp}^{(2)}$	Bicie poprzeczne bieżni pierścienia wewnętrznego K_{ia}	Bicie pierścienia wewnętrznego względem otworu S_d	Bicie czola pierścienia wewnętrznego względem bieżni $S_{ia}^{(4)}$	Odchyłka szerokości pojedynczego pierścienia wewnętrznego ΔB_s			Rozrzut szerokości pierścienia wewnętrznego V_{B_s}		
		Otwór						Łożysko pojedyncze	Łożysko kombinowane	Łożysko kombinowane ⁽¹⁾			
		9	0, 2, 3										
Powyżej	Włącznie	górna	dolna	max	max	max	max	górna	dolna	max	max		
2.5	10	0	-5	5	4	3	4	7	7	0	-40	-250	5
10.0	18	0	-5	5	4	3	4	7	7	0	-80	-250	5
18.0	30	0	-6	6	5	3	4	8	8	0	-120	-250	5
30.0	50	0	-8	8	6	4	5	8	8	0	-120	-250	5
50.0	80	0	-9	9	7	5	5	8	8	0	-150	-250	6
80.0	120	0	-10	10	8	5	6	9	9	0	-200	-380	7
120.0	180	0	-13	13	10	7	8	10	10	0	-250	-380	8
180.0	250	0	-15	15	12	8	10	11	13	0	-300	-500	10
250.0	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 zewnętrznej $\Delta_{ds}^{(2)}$		Rozrzut średnicy otworu w pojedynczej płaszczyźnie promieniowej $V_{dp}^{(2)}$	Odchyłka średniej średnicy otworu $V_{dmp}^{(2)}$	Bicie poprzeczne bieżni pierścienia wewnętrznego K_{ia}	Bicie pierścienia wewnętrznego względem otworu S_d	Bicie czola pierścienia wewnętrznego względem bieżni $S_{ia}^{(4)}$	Odchyłka szerokości pojedynczego pierścienia wewnętrznego ΔB_s			Rozrzut szerokości pierścienia wewnętrznego V_{B_s}		
		otwór							Łożysko pojedyncze	Łożysko kombinowane	Łożysko kombinowane ⁽¹⁾			
		9	0, 2, 3											
Powyżej	Włącznie	górna	dolna	górna	dolna	max	max	max	max	górna	dolna	max		
2.5	10	0	-4	0	-4	4	3	2.0	2.5	3	0	-40	-250	2.5
10.0	18	0	-4	0	-4	4	3	2.0	2.5	3	0	-80	-250	2.5
18.0	30	0	-5	0	-5	5	4	2.5	3.0	4	0	-120	-250	2.5
30.0	50	0	-6	0	-6	6	5	3.0	4.0	4	0	-120	-250	3.0
50.0	80	0	-7	0	-7	7	5	3.5	4.0	5	0	-150	-250	4.0
80.0	120	0	-8	0	-8	8	6	4.0	5.0	5	0	-200	-380	4.0
120.0	180	0	-10	0	-10	10	8	5.0	6.0	6	0	-250	-380	5.0
180.0	250	0	-12	0	-12	12	9	6.0	8.0	7	0	-300	-500	6.0

(1) Dotyczy pojedynczych pierścieni wyprodukowanych dla łożysk kombinowanych.

(2) Dotyczy łożysk z otworem cylindrycznym.

(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 (górną) średnicy otworu cylindrycznego dla strony nieprzechodniej sprawdzianu trzpieniowego wyszczególnione w tej tabeli nie obowiązują na dystansie określonym od czola 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.

Rys. 7.1 Metody pomiaru dokładności obrotu

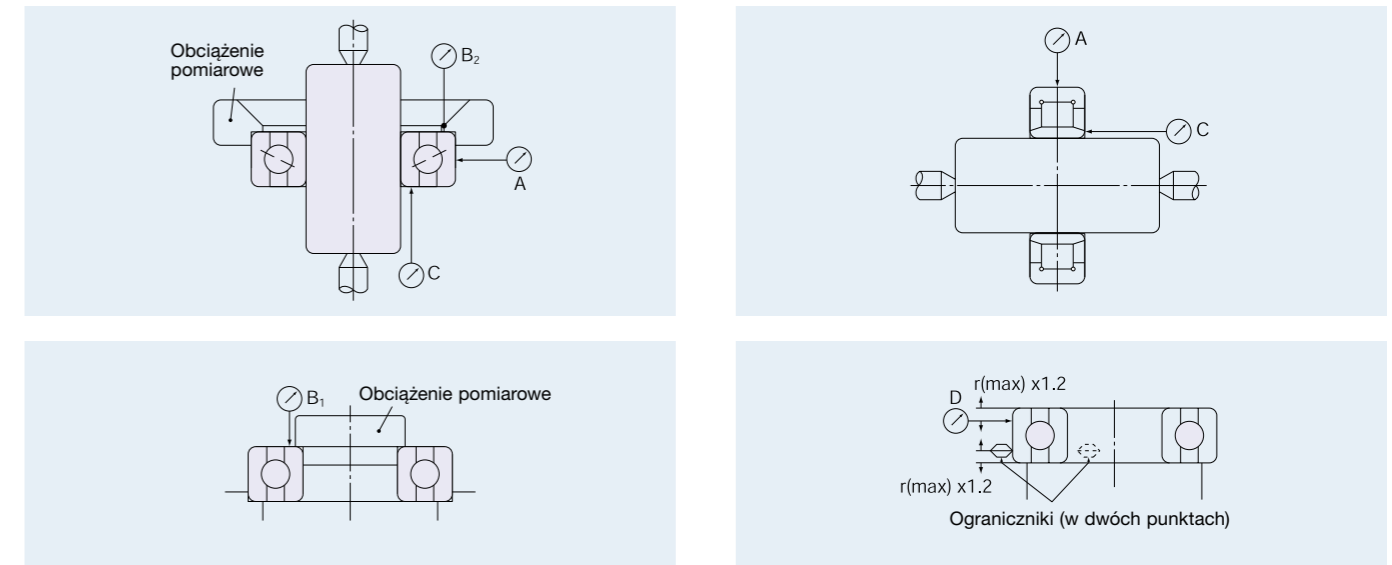


Tabela 7.4 Pierścień wewnętrzny (Klasa 3) ⁽³⁾

Jednostka: μm

Nominalna średnica otworu d (mm)	Odchyłka średniej średnicy otworu w jednej płaszczyźnie $\Delta_{dmp}^{(2)}$	Odchyłka pojedynczej średnicy zewnętrznej $\Delta_{ds}^{(2)}$		Rozrzut średnicy otworu w pojedynczej płaszczyźnie promieniowej $V_{dp}^{(2)}$	Odchyłka średniej średnicy otworu $V_{dmp}^{(2)}$	Bicie poprzeczne bieżni pierścienia wewnętrznego K_{ia}	Bicie pierścienia wewnętrznego względem otworu S_d	Bicie czola pierścienia wewnętrznego względem bieżni $S_{ia}^{(4)}$	Odchyłka szerokości pojedynczego pierścienia wewnętrznego ΔB_s			Rozrzut szerokości pierścienia wewnętrznego V_{B_s}		
		Łożysko pojedyncze	Łożysko kombinowane						Łożysko kombinowane ⁽¹⁾					
										górna	dolna		max	
Powyżej	Włącznie	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
10.0	18	0	-4	0	-4	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	-80	-250	1.5
18.0	30	0	-5	0	-5	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5	0	-120	-250	1.5
30.0	50	0	-6	0	-6	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5	0	-120	-250	1.5
50.0	80	0	-7	0	-7	4.0	2.0	2.5	1.5	2.5	0	-150	-250	1.5
80.0	120	0	-8	0	-8	5.0	2.5	2.5	2.5	2.5	0	-200	-380	2.5
120.0	150	0	-10	0	-10	7.0	3.5	2.5	2.5	2.5	0	-250	-380	2.5
150.0	180	0	-10	0	-10	7.0	3.5	5.0	4.0	5.0	0	-250	-380	4.0
180.0	250	0	-12	0	-12	8.0	4.0	5.0	5.0	5.0	0	-300	-500	5.0

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 zewnętrznej $\Delta_{ds}^{(2)}$		Rozrzut średnicy otworu w pojedynczej płaszczyźnie promieniowej $V_{dp}^{(2)}$	Odchyłka średniej średnicy otworu $V_{dmp}^{(2)}$	Bicie poprzeczne bieżni pierścienia wewnętrznego K_{ia}	Bicie pierścienia wewnętrznego względem otworu S_d	Bicie czola pierścienia wewnętrznego względem bieżni $S_{ia}^{(4)}$	Odchyłka szerokości pojedynczego pierścienia wewnętrznego ΔB_s			Rozrzut szerokości pierścienia wewnętrznego V_{B_s}		
		Łożysko pojedyncze	Łożysko kombinowane						Łożysko kombinowane ⁽¹⁾					
										górna	dolna		max	
Powyżej	Włącznie	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
10.0	18	0	-2.5	0	-2.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	-80	-250	1.5
18.0	30	0	-2.5	0	-2.5	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5	0	-120	-250	1.5
30.0	50	0	-2.5	0	-2.5	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5	0	-120	-250	1.5
50.0	80	0	-4.0	0	-4.0	4.0	2.0	2.5	1.5	2.5	0	-150	-250	1.5
80.0	120	0	-5.0	0	-5.0	5.0	2.5	2.5	2.5	2.5	0	-200	-380	2.5
120.0	150	0	-7.0	0	-7.0	7.0	3.5	2.5	2.5	2.5	0	-250	-380	2.5
150.0	180	0	-7.0	0	-7.0	7.0	3.5	5.0	4.0	5.0	0	-250	-380	4.0
180.0	250	0	-8.0	0	-8.0	8.0	4.0	5.0	5.0	5.0	0	-300	-500	5.0

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}		Odchyłka pojedynczej średnicy zewnętrznej V_{Dp}		Odchyłka średniej średnicy otworu V_{Dmp}	Bicie poprzeczne bieżni pierścienia zewnętrznego K_{ea}	Rozrzut nachylenia tworzącej powierzchni zewnętrznej od czoła S_D	Bicie czoła pierścienia zewnętrznego względem bieżni $S_{ea}^{(1)}$	Odchyłka szerokości pojedynczego pierścienia wewnętrznego Δ_{Cs}	Rozrzut szerokości pierścienia wewnętrznego V_{Cs}
				9	0, 2						
Powyżej	Włącznie	górną	dolną	max		max	max	max	max	max	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 V_{Dp}		Odchyłka średniej średnicy otworu V_{Dmp}	Bicie poprzeczne bieżni pierścienia zewnętrznego K_{ea}	Rozrzut nachylenia tworzącej powierzchni zewnętrznej od czoła S_D	Bicie czoła pierścienia zewnętrznego względem bieżni $S_{ea}^{(1)}$	Odchyłka szerokości pojedynczego pierścienia wewnętrznego Δ_{Cs}	Rozrzut szerokości pierścienia wewnętrznego V_{Cs}
				9	0, 2						
Powyżej	Włącznie	górną	dolną	górną	dolną	max	max	max	max	max	max
6	18	0	- 4	0	- 4	4	3	2.0	3	4	5
18	30	0	- 5	0	- 5	5	4	2.5	4	4	5
30	50	0	- 6	0	- 6	6	5	3.0	5	4	5
50	80	0	- 7	0	- 7	7	5	3.5	5	4	5
80	120	0	- 8	0	- 8	8	6	4.0	6	5	6
120	150	0	- 9	0	- 9	9	7	5.0	7	5	7
150	180	0	-10	0	-10	10	8	5.0	8	5	8
180	250	0	-11	0	-11	11	8	6.0	10	7	10
250	315	0	-13	0	-13	13	10	7.0	11	8	10
315	400	0	-15	0	-15	15	11	8.0	13	10	13

(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 (górną) średnicy otworu cylindrycznego 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 otworu w pojedynczej płaszczyźnie promieniowej V_{Dp}	Odchyłka średniej średnicy otworu V_{Dmp}	Bicie poprzeczne bieżni pierścienia zewnętrznego K_{ea}	Rozrzut nachylenia tworzącej powierzchni zewnętrznej od czoła S_D	Bicie czoła pierścienia zewnętrznego względem bieżni $S_{ea}^{(1)}$	Odchyłka szerokości pojedynczego pierścienia wewnętrznego Δ_{Cs}	Rozrzut szerokości pierścienia wewnętrznego V_{Cs}
				9	0, 2							
Powyżej	Włącznie	górną	dolną	górną	dolną	max	max	max	max	max	max	max
6	18	0	- 4	0	- 4	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5		1.5
18	30	0	- 5	0	- 5	4.0	2.0	2.5	1.5	2.5	Równa	1.5
30	50	0	- 6	0	- 6	4.0	2.0	2.5	1.5	2.5	wartości dla	1.5
50	80	0	- 7	0	- 7	4.0	2.0	4.0	1.5	4.0	pierścienia	1.5
80	120	0	- 8	0	- 8	5.0	2.5	5.0	2.5	5.0	wewnętrznego	2.5
120	150	0	- 9	0	- 9	5.0	2.5	5.0	2.5	5.0	(Δ_{Bs}) łożyska	2.5
150	180	0	-10	0	-10	7.0	3.5	5.0	2.5	5.0	o tym samym	4.0
180	250	0	-11	0	-11	8.0	4.0	7.0	4.0	7.0	numerze	5.0
250	315	0	-13	0	-13	8.0	4.0	7.0	5.0	7.0		7.0
315	400	0	-15	0	-15	10.0	5.0	8.0	7.0	8.0		7.0

Tabela 7.9 Pierścień wewnętrzny (Klasa 2)

Jednostka: μm

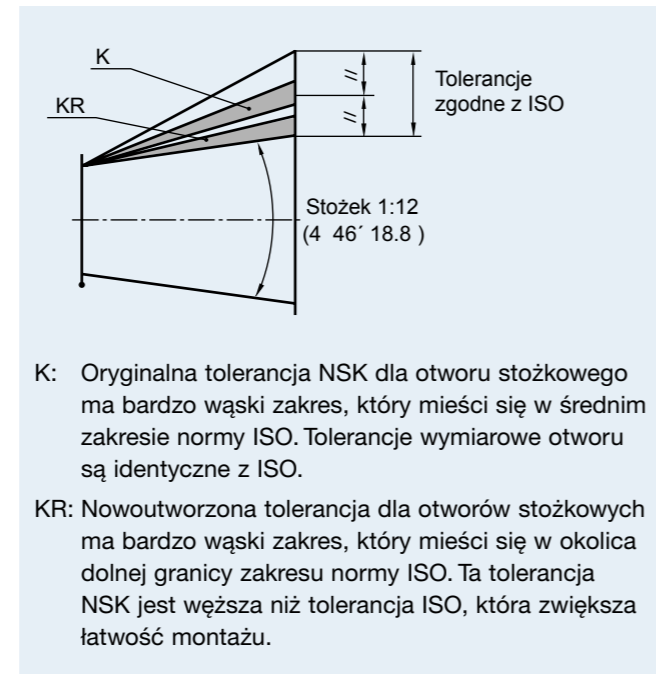
Nominalna średnica zewnętrzna D (mm)		Odchyłka średniej średnicy zewnętrznej w jednej płaszczyźnie Δ_{Dmp}		Odchyłka pojedynczej średnicy zewnętrznej Δ_{Ds}		Rozrzut średnicy otworu w pojedynczej płaszczyźnie promieniowej V_{Dp}	Odchyłka średniej średnicy otworu V_{Dmp}	Bicie poprzeczne bieżni pierścienia zewnętrznego K_{ea}	Rozrzut nachylenia tworzącej powierzchni zewnętrznej od czoła S_D	Bicie czoła pierścienia zewnętrznego względem bieżni $S_{ea}^{(1)}$	Odchyłka szerokości pojedynczego pierścienia wewnętrznego Δ_{Cs}	Rozrzut szerokości pierścienia wewnętrznego V_{Cs}
				9	0, 2							
Powyżej	Włącznie	górną	dolną	górną	dolną	max	max	max	max	max	max	max
6	18	0	- 2.5	0	- 2.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5		1.5
18	30	0	- 4.0	0	- 4.0	4.0	2.0	2.5	1.5	2.5	Równa	1.5
30	50	0	- 4.0	0	- 4.0	4.0	2.0	2.5	1.5	2.5	wartości dla	1.5
50	80	0	- 4.0	0	- 4.0	4.0	2.0	4.0	1.5	4.0	pierścienia	1.5
80	120	0	- 5.0	0	- 5.0	5.0	2.5	5.0	2.5	5.0	wewnętrznego	2.5
120	150	0	- 5.0	0	- 5.0	5.0	2.5	5.0	2.5	5.0	(Δ_{Bs}) łożyska	2.5
150	180	0	- 7.0	0	- 7.0	7.0	3.5	5.0	2.5	5.0	o tym samym	4.0
180	250	0	- 8.0	0	- 8.0	8.0	4.0	7.0	4.0	7.0	numerze	5.0
250	315	0	- 8.0	0	- 8.0	8.0	4.0	7.0	5.0	7.0		7.0
315	400	0	-10.0	0	-10.0	10.0	5.0	8.0	7.0	8.0		7.0

Tolerancje dla otworów stożkowych łożysk walcowych

Tolerancje 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



Rys. 7.3 Tolerancje dla otworu stożkowego

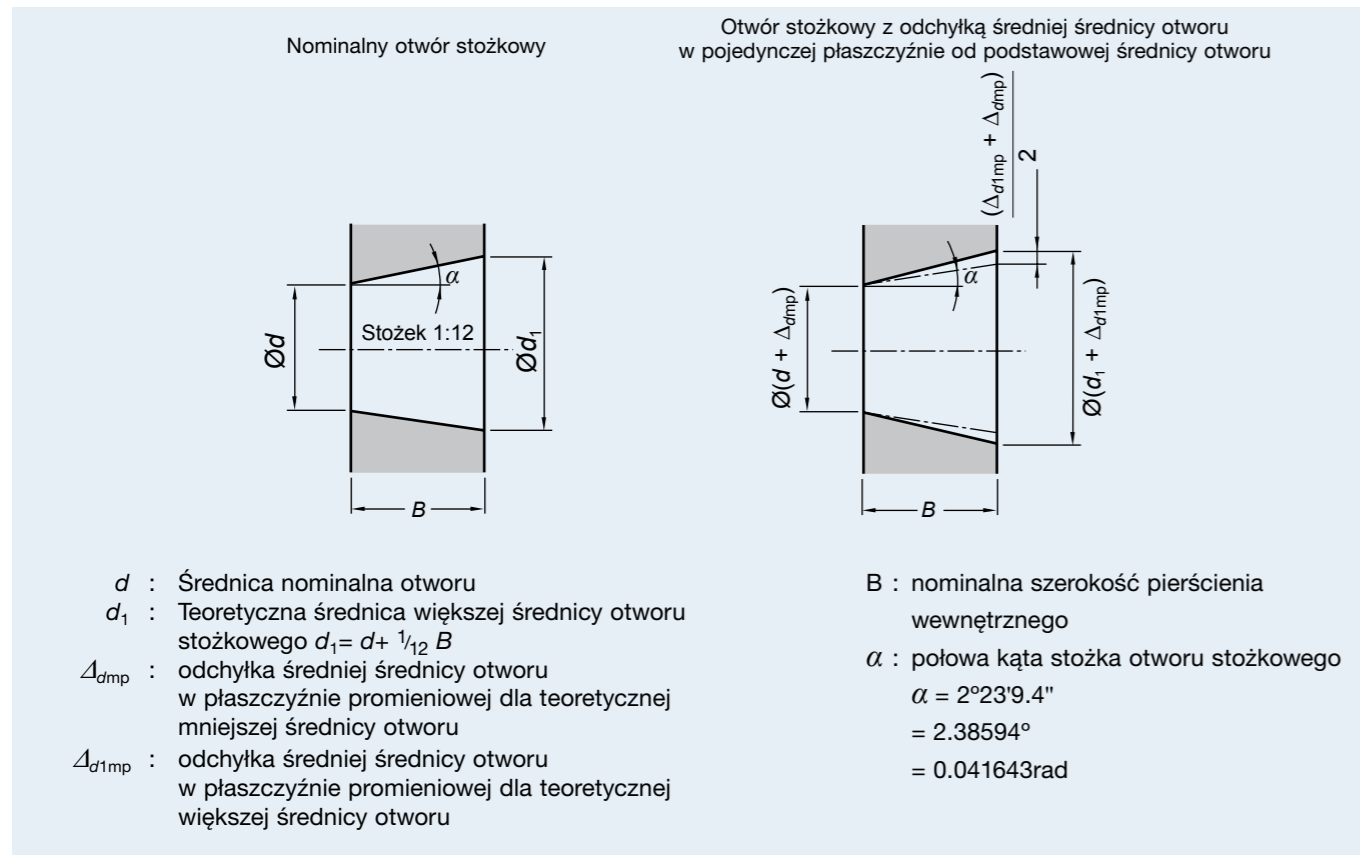


Tabela 7.10 Otwory stożkowe KR

Jednostka: μm

d (mm)		Δ_{dmp}		(Odniesienie) ⁽²⁾ $\Delta_{d1mp} - \Delta_{dmp}$		V_{dp} ⁽¹⁾
powyżej	włącznie	górną	dolną	górną	dolną	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	górną	dolną	górną	dolną	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.

Tolerancje dla łożysk kulkowych wzdłużnych skośnych

Tolerancje dla superszybkich łożysk kulkowych wzdłużnych skośnych (Klasa 4A⁽¹⁾) dla typu BAR i BTR

Tabela 7.12 Pierścieni wewnętrzny

Jednostka: μm

Nominalna średnica otworu d (mm)	Odchyłka średnicy otworu w jednej płaszczyźnie Δ_{dmp}		Odchyłka pojedynczej średnicy otworu Δ_{ds}		Rozrzut średnicy otworu w pojedynczej płaszczyźnie promieniowej V_{dp}		Odchyłka średnicy otworu wewnętrznego V_{dmp}	Bicie poprzeczne bieżni pierścienia wewnętrznego K_{ia}	Bicie pierścienia wewnętrznego względem otworu S_d	Bicie czola pierścienia wewnętrznego względem bieżni S_{ia}	Rozrzut szerokości pierścienia wewnętrznego V_{Bs}	Odchyłka szerokości pojedynczego pierścienia wewnętrznego $\Delta_{Bs} (\Delta_{Cs})$	
					Otwór							górna	dolna
					9	0							
Powyżej	Włącznie	górna	dolna	górna	dolna	max	max	max	max	max	max	górna	dolna
- 50	0	- 6	0	- 6	6	5	3.0	4	4	4	3	0	- 300
50	80	0	- 7	0	- 7	7	5	3.5	4	5	4	0	- 500
80	120	0	- 8	0	- 8	8	6	4.0	5	5	4	0	- 500
120	150	0	-10	0	-10	10	8	5.0	6	6	7	0	- 750
150	180	0	-10	0	-10	10	8	5.0	6	6	7	0	- 750
180	250	0	-12	0	-12	12	9	6.0	8	7	8	0	-1000

Tabela 7.13 Pierścieni zewnętrzny

Jednostka: μm

Nominalna średnica zewnętrzna d (mm)	Odchyłka średnicy otworu w jednej płaszczyźnie Δ_{dmp}		Odchyłka pojedynczej średnicy otworu Δ_{Ds}		Rozrzut średnicy otworu w pojedynczej płaszczyźnie promieniowej V_{Dp}		Odchyłka średnicy otworu V_{Dmp}	Bicie poprzeczne bieżni pierścienia zewnętrznego K_{ea}	Rozrzut nachylenia tworzącej powierzchni zewnętrznej od czola S_D	Bicie czola pierścienia zewnętrznego względem bieżni S_{ea}	Rozrzut szerokości pierścienia wewnętrznego V_{Cs}	
					Otwór							
					9	0						
Powyżej	Włącznie	górna	dolna	górna	dolna	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	4.0	6	5	6	4
120	150	-50	-59	-50	-59	9	7	5.0	7	5	7	5
150	180	-50	-60	-50	-60	10	8	5.0	8	5	8	5
180	250	-50	-61	-50	-61	11	8	6.0	10	7	10	7
250	315	-60	-73	-60	-73	13	10	7.0	11	8	10	7

Tolerancja dla dwukierunkowych łożysk kulkowych wzdłużnych skośnych (Klasa 7⁽²⁾) dla typu TAC

Tabela 7.14 Tolerancja pierścienia wewnętrznego, zewnętrznego i wysokości łożyska

Jednostka: μm

Nominalna średnica otworu d (mm)	Odchyłka pojedynczej średnicy otworu Δ_{ds}		Odchyłka rzeczywistej wysokości łożyska Δ_{Ts}		Bicie poprzeczne bieżni pierścienia wewnętrznego (zewnętrznego) kompletnego łożyska $K_{ia} (K_{ea})$	Bicie pierścienia wewnętrznego względem otworu S_d	Bicie czola pierścienia wewnętrznego (zewnętrznego) względem bieżni $S_{ia} (S_{ea})$			
								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		

Tabela 7.15 Tolerancja pierścienia zewnętrznego

Jednostka: μm

Nominalna średnica zewnętrzna D (mm)	Odchyłka pojedynczej średnicy zewnętrznej Δ_{Ds}		
	górna	dolna	
			Powyżej
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

(¹) Specyfikacja NSK. Równoważna Klasie 4 ISO za wyjątkiem tolerancji średnicy zewnętrznej pierścienia zewnętrznego.

(²) Specyfikacja NSK.

Tolerancje dla łożysk kulkowych wzdłużnych skośnych do śrub kulkowych

Obrabiarki

Tabela 7.16 Seria TAC B

Jednostka: μm

Nominalna średnica otworu lub średnica zewnętrzna (mm)	Odchyłka średnicy otworu				Odchyłka średnicy zewnętrznej				Odchyłka szerokości pierścienia wewnętrznego		Bicie pierścienia wewnętrznego lub zewnętrznego względem bieżni	
	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 poprzecznych łożysk kulkowych, 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 7.17 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 wewnętrznego lub zewnętrznego względem bieżni
	Klasy tolerancji								
	PN5D		PN5D		PN5D		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 poprzecznych łożysk kulkowych, ale dla bicia pierścieni wewnętrznego i zewnętrznego zastosowano bardziej restrykcyjne wartości.

Wymiary odsadzeń i zaokrągleń

Tabela 8.5 Wymiary odsadzeń i zaokrągleń dla łożysk kulkowych skośnych

Jednostka: μm

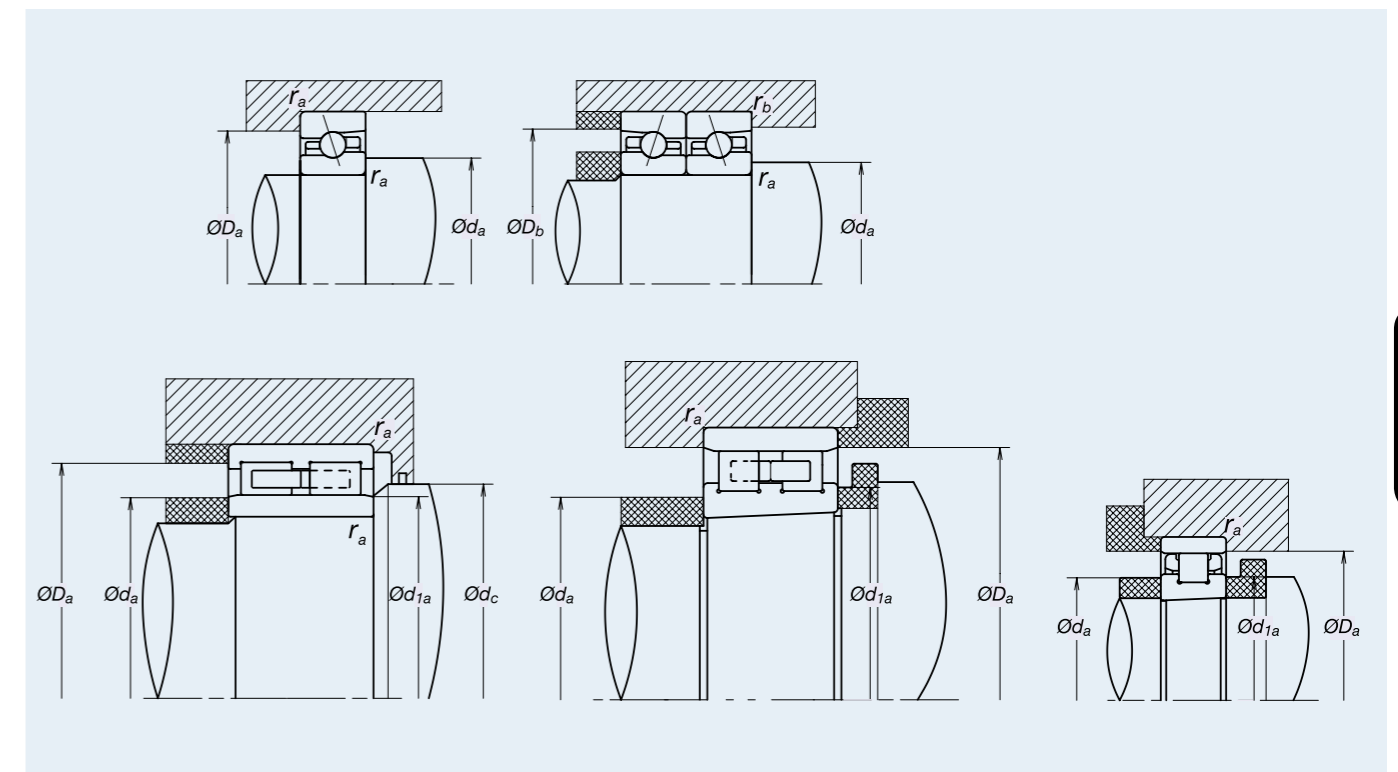
Nominalna średnica otworu	Seria wymiarowa 19 79XX, BNR19, BER19, BAR19, BTR19, BGR19, TAC29X					Seria wymiarowa 10 70XX, BNR10, BER10, BAR10, BTR10, BGR10, TAC20X					Seria wymiarowa 02 72XX, BGR02				
	d_a (min)	D_a (max)	D_b (max)	r_a (max)	r_b (max)	d_a (min)	D_a (max)	D_b (max)	r_a (max)	r_b (max)	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	15.0	25.0	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	17.0	27.0	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	20.0	30.0	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	22.0	35.0	37.5	0.6	0.3
20	22.5	34.5	35.8	0.3	0.15	25.0	37.0	39.5	0.6	0.30	26.0	41.0	42.0	1.0	0.5
25	27.5	39.5	40.8	0.3	0.15	30.0	42.0	44.5	0.6	0.30	31.0	46.0	47.0	1.0	0.5
30	32.5	44.5	45.8	0.3	0.15	36.0	49.0	50.0	1.0	0.50	36.0	56.0	57.0	1.0	0.5
35	40.0	50.0	52.5	0.6	0.30	41.0	56.0	57.0	1.0	0.50	42.0	65.0	67.0	1.0	0.6
40	45.0	57.0	59.5	0.6	0.30	46.0	62.0	63.0	1.0	0.50	47.0	73.0	75.0	1.0	0.6
45	50.0	63.0	65.5	0.6	0.30	51.0	69.0	70.0	1.0	0.50	52.0	78.0	80.0	1.0	0.6
50	55.0	67.0	69.5	0.6	0.30	56.0	74.0	75.0	1.0	0.50	57.0	83.0	85.0	1.0	0.6
55	61.0	74.0	75.0	1.0	0.50	62.0	83.0	85.0	1.0	0.60	64.0	91.0	94.0	1.5	0.8
60	66.0	79.0	80.0	1.0	0.50	67.0	88.0	90.0	1.0	0.60	69.0	101.0	104.0	1.5	0.8
65	71.0	84.0	85.0	1.0	0.50	72.0	93.0	95.0	1.0	0.60	74.0	111.0	114.0	1.5	0.8
70	76.0	94.0	95.0	1.0	0.50	77.0	103.0	105.0	1.0	0.60	79.0	116.0	119.0	1.5	0.8
75	81.0	99.0	100.0	1.0	0.50	82.0	108.0	110.0	1.0	0.60	84.0	121.0	124.0	1.5	0.8
80	86.0	104.0	105.0	1.0	0.50	87.0	118.0	120.0	1.0	0.60	90.0	130.0	134.0	2.0	1.0
85	92.0	113.0	115.0	1.0	0.60	92.0	123.0	125.0	1.0	0.60	95.0	140.0	144.0	2.0	1.0
90	97.0	118.0	120.0	1.0	0.60	99.0	131.0	134.0	1.5	0.80	100.0	150.0	154.0	2.0	1.0
95	102.0	123.0	125.0	1.0	0.60	104.0	136.0	139.0	1.5	0.80	107.0	158.0	163.0	2.0	1.0
100	107.0	133.0	135.0	1.0	0.60	109.0	141.0	144.0	1.5	0.80	112.0	168.0	173.0	2.0	1.0
105	112.0	138.0	140.0	1.0	0.60	115.0	150.0	154.0	2.0	1.00	117.0	178.0	183.0	2.0	1.0
110	117.0	143.0	145.0	1.0	0.60	120.0	160.0	164.0	2.0	1.00	122.0	188.0	193.0	2.0	1.0
120	127.0	158.0	160.0	1.0	0.60	130.0	170.0	174.0	2.0	1.00	132.0	203.0	208.0	2.0	1.0
130	139.0	171.0	174.0	1.5	0.80	140.0	190.0	194.0	2.0	1.00	144.0	216.0	223.0	2.5	1.0
140	149.0	181.0	184.0	1.5	0.80	150.0	200.0	204.0	2.0	1.00	154.0	236.0	243.0	2.5	1.0
150	160.0	200.0	204.0	2.0	1.00	162.0	213.0	218.0	2.0	1.00	164.0	256.0	263.0	2.5	1.0
160	170.0	210.0	214.0	2.0	1.00	172.0	228.0	233.0	2.0	1.00	174.0	276.0	283.0	2.5	1.0
170	180.0	220.0	224.0	2.0	1.00	182.0	248.0	253.0	2.0	1.00	188.0	292.0	301.0	3.0	1.5
180	190.0	240.0	244.0	2.0	1.00	192.0	268.0	273.0	2.0	1.00	198.0	302.0	311.0	3.0	1.5
190	200.0	250.0	254.0	2.0	1.00	202.0	278.0	283.0	2.0	1.00	208.0	322.0	331.0	3.0	1.5
200	212.0	268.0	273.0	2.0	1.00	212.0	298.0	303.0	2.0	1.00	218.0	342.0	351.0	3.0	1.5
220	242.0	282.0	287.0	2.0	1.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
240	263.0	301.0	306.0	2.0	1.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
260	283.0	341.0	345.0	2.0	1.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
280	304.0	360.0	365.0	2.0	1.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabela 8.6 Wymiary odsadzeń i zaokrągleń dla łożysk walcowych

Jednostka: μm

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)	r_a (max)	r_b (max)	d_a (max)	d_{1a} (min)	D_a (max)	r_a (max)	r_b (max)	d_a (min)	d_{1a} (min)	D_a (max)	r_a (max)	
25	—	—	—	—	—	—	29.0	29	43.0	42	0.6	—	—	—	—	
30	—	—	—	—	—	—	35.0	36	50.0	50	1.0	35.0	36	51.0	49	0.5
35	—	—	—	—	—	—	40.0	41	57.0	56	1.0	40.0	41	57.0	56	0.5
40	—	—	—	—	—	—	45.0	46	63.0	62	1.0	45.0	46	63.0	62	0.6
45	—	—	—	—	—	—	50.0	51	70.0	69	1.0	50.0	51	70.0	69	0.6
50	—	—	—	—	—	—	55.0	56	75.0	74	1.0	55.0	56	75.0	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	—	—	—	—	—	—	98.0	99	132.0	129	1.5	098.0	97	132.0	129	1.0
95	—	—	—	—	—	—	103.0	104	137.0	134	1.5	103.0	102	137.0	134	1.0
100	106.5	108	115	133.5	131.0	1.0	108.0	109	142.0	139	1.5	108.0	107	142.0	139	1.0
105	111.5	113	120	138.5	136.0	1.0	114.0	115	151.0	148	2.0	114.0	114	151.0	148	1.0
110	116.5	118	125	143.5	141.0	1.0	119.0	121	161.0	157	2.0	119.0	119	161.0	157	1.0
120	126.5	128	137	158.5	154.5	1.0	129.0	131	171.0	167	2.0	129.0	129	171.0	167	1.0
130	138.0	140	148	172.0	169.0	1.5	139.0	141	191.0	185	2.0	139.0	140	191.0	185	1.0
140	148.0	150	158	182.0	180.0	1.5	149.0	151	201.0	195	2.0	149.0	150	203.5	194	1.0
150	159.0	162	171	201.0	197.0	2.0	161.0	162	214.0	209	2.0	—	—	—	—	—
160	169.0	172	182	211.0	207.0	2.0	171.0	172	229.0	222	2.0	—	—	—	—	—
170	179.0	182	192	221.0	217.0	2.0	181.0	183	249.0	239	2.0	—	—	—	—	—
180	189.0	193	205	241.0	234.0	2.0	191.0	193	269.0	258	2.0	—	—	—	—	—
190	199.0	203	217	251.0	245.5	2.0	201.0	203	279.0	268	2.0	—	—	—	—	—
200	211.0	214	228	269.0	261.0	2.0	211.0	214	299.0	285	2.0	—	—	—	—	—
220	231.0	234	—	289.0	281.0	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
240	251.0	254	—	309.0	302.0	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
260	271.0	275	—	349.0	338.0	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
280	291.0	295	—	369.0	358.0	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

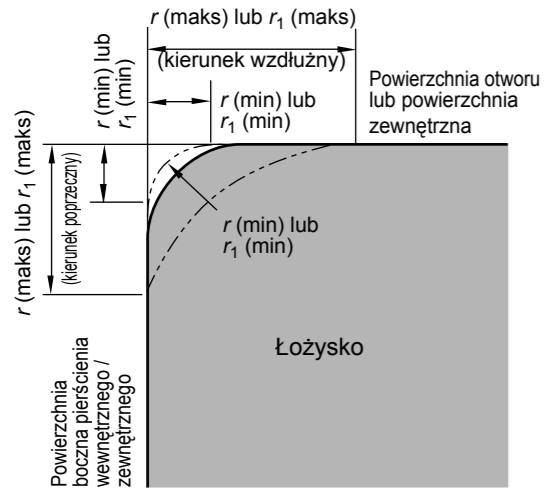
Rys. 8.1 Rysunek wymiarów odsadzeń i zaokrągleń



Konstrukcja wałów i obudów

Wartości graniczne wymiarów ścięć i promieni zaokrągleń wrzecion i obudów

Rys. 8.2 Wymiary ścięć



r : wymiar ścięcia pierścienia wewnętrznego / zewnętrznego
 r_1 : wymiar zaokrąglenia pierścienia wewnętrznego / zewnętrznego (z przodu)

Uwagi: Precyzyjny kształt powierzchni ścięcia nie został określony, ale jego profil w płaszczyźnie wzdłużnej nie powinien przecinać łuku promienia r (min) lub r_1 (min) dotykającego czoła pierścienia wewnętrznego i powierzchni otworu lub powierzchni bocznej pierścienia zewnętrznego i powierzchni zewnętrznej.

Tabela 8.7 Wartości graniczne ścięcia Jednostka: mm

Dopuszczalne wymiary ścięcia dla pierścienia wewnętrznego / zewnętrznego r (min) lub r_1 (min)	Nominalna średnica otworu d		Dopuszczalne wymiary ścięcia dla pierścienia wewnętrznego / zewnętrznego r (maks) lub r_1 (maks)		Odniesienie Promień zaokrąglenia wrzeciona lub obudowy r_a
	powyżej	włącznie	Kierunek poprzeczny	Kierunek osiowy (1)	
0.05	—	—	0.10	0.2	0.05
0.08	—	—	0.16	0.3	0.08
0.10	—	—	0.20	0.4	0.10
0.15	—	—	0.30	0.6	0.15
0.20	—	—	0.50	0.8	0.20
0.30	—	40	0.60	1.0	0.30
0.30	40	—	0.80	1.0	0.30
0.60	—	40	1.00	2.0	0.60
0.60	40	—	1.30	2.0	0.60
1.00	—	50	1.50	3.0	1.00
1.00	50	—	1.90	3.0	1.00
1.10	—	120	2.00	3.5	1.00
1.10	120	—	2.50	4.0	1.00
1.50	—	120	2.30	4.0	1.50
1.50	120	—	3.00	5.0	1.50

Jednostka: mm

Dopuszczalne wymiary ścięcia dla pierścienia wewnętrznego / zewnętrznego r (min) lub r_1 (min)	Nominalna średnica otworu d		Dopuszczalne wymiary ścięcia dla pierścienia wewnętrznego / zewnętrznego r (maks) lub r_1 (maks)		Odniesienie Promień zaokrąglenia wrzeciona lub obudowy r_a
	powyżej	włącznie	Kierunek poprzeczny	Kierunek osiowy (1)	
2.0	—	80	3.0	4.5	2.0
2.0	80	220	3.5	5.0	2.0
2.0	220	—	3.8	6.0	2.0
2.1	—	280	4.0	6.5	2.0
2.1	280	—	4.5	7.0	2.0
2.5	—	100	3.8	6.0	2.0
2.5	100	280	4.5	6.0	2.0
2.5	280	—	5.0	7.0	2.0
3.0	—	280	5.0	8.0	2.5
3.0	280	—	5.5	8.0	2.5
4.0	—	—	6.5	9.0	3.0
5.0	—	—	8.0	10.0	4.0
6.0	—	—	10.0	13.0	5.0
7.5	—	—	12.5	17.0	6.0
9.5	—	—	15.0	19.0	8.0
12.0	—	—	18.0	24.0	10.0
15.0	—	—	21.0	30.0	12.0
19.0	—	—	25.0	38.0	15.0

Uwaga (1) Dla łożysk o szerokościach nominalnych poniżej 2 mm wartość r (maks.) w kierunku wzdłużnym jest taka sama, jak w kierunku poprzecznym.

Wymiary standardowych podkładek

Wymiary standardowych podkładek dla łożysk kulkowych skośnych (seria 19, 10 i 02) wymieniono poniżej:

Informacje dodatkowe:

Materiał podkładki: stal (SUJ2) lub stal S##C

Przy stosowaniu podkładek równoległość powierzchni czołowych podkładki nie powinna przekraczać 0,003 mm.

Seria 19 Podkładki standardowe dla serii wymiarowej 19 (79, BNR19, BER19, BGR19) Jednostka: mm

Numer otworu	Średnica otworu	Średnica zewnętrzna	Podkładka pierścienia zewnętrznego		Podkładka pierścienia wewnętrznego		Ścięcia podkładki
			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	26.0	20.5	0.2
05	25	42	41.5	36.0	31.0	25.5	0.2
06	30	47	46.5	41.0	36.0	30.5	0.2
07	35	55	54.5	48.0	42.0	35.5	0.3
08	40	62	61.5	54.5	47.5	40.5	0.3
09	45	68	67.5	60.0	53.0	45.5	0.3
10	50	72	71.5	66.0	56.0	50.5	0.3
11	55	80	79.5	72.0	64.0	55.5	0.5
12	60	85	84.5	77.0	68.0	60.5	0.5
13	65	90	89.5	82.0	73.0	65.5	0.5
14	70	100	99.5	91.5	79.0	70.5	0.5
15	75	105	104.5	96.5	84.0	75.5	0.5
16	80	110	109.5	101.5	89.5	80.5	0.5
17	85	120	119.5	110.0	95.0	85.5	0.5
18	90	125	124.2	116.0	100.0	90.5	0.5
19	95	130	129.2	120.0	106.0	95.5	0.5
20	100	140	139.2	129.0	112.0	100.5	0.5
21	105	145	144.2	133.0	117.0	105.5	0.5
22	110	150	149.2	138.0	122.0	110.5	0.5
24	120	165	164.2	152.0	133.0	120.5	0.5
26	130	180	179.2	166.0	144.0	130.8	0.8
28	140	190	189.2	176.0	154.0	140.8	0.8
30	150	210	209.2	193.0	167.0	150.8	1.0
32	160	220	219.2	213.0	175.0	160.8	1.0
34	170	230	229.2	214.0	188.0	170.8	1.0
36	180	250	249.2	231.0	200.0	180.8	1.0
38	190	260	259.2	242.0	206.0	190.8	1.0
40	200	280	279.2	255.0	225.0	200.8	1.0

(1) W przypadku podkładek pierścienia zewnętrznego smarowanych za pomocą mgły olejowej lub strumieniowo, średnica zewnętrzna podkładki pierścienia zewnętrznego jest taka sama, jak średnica zewnętrzna łożyska; zaleca się utrzymanie tolerancji g5 lub wyższej.

(2) Dla pracy z prędkościami przekraczającymi wartość $d_m n$ 700 000 średnica otworu podkładki pierścienia wewnętrznego jest taka sama, jak średnica otworu łożyska; zaleca się utrzymanie tolerancji F6 lub wyższej.

Informacje dodatkowe:

Materiał podkładki: stal (SUJ2) lub stal S##C

Przy stosowaniu podkładek równoległość powierzchni czołowych podkładki nie powinna przekraczać 0.003 mm.

Seria 10 Podkładki standardowe dla serii wymiarowej 10 (70, BNR10, BER10, BGR10) Jednostka: mm

Numer otworu	Średnica otworu	Średnica zewnętrzna	Podkładka pierścienia zewnętrznego		Podkładka pierścienia wewnętrznego		Ścięcie podkładki
			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	17.0	12.5	0.2
02	15	32	31.5	27.0	20.0	15.5	0.2
03	17	35	34.5	29.5	23.0	17.5	0.2
04	20	42	41.5	35.0	27.0	20.5	0.3
05	25	47	46.5	40.5	32.0	25.5	0.3
06	30	55	54.5	47.5	38.0	30.5	0.5
07	35	62	61.5	54.0	43.0	35.5	0.5
08	40	68	67.5	60.0	48.0	40.5	0.5
09	45	75	74.5	66.0	55.0	45.5	0.5
10	50	80	79.5	71.0	60.0	50.5	0.5
11	55	90	89.5	81.0	66.0	55.5	0.5
12	60	95	94.5	86.0	69.0	60.5	0.5
13	65	100	99.5	91.0	74.0	65.5	0.5
14	70	110	109.5	98.0	83.0	70.5	0.5
15	75	115	114.5	105.0	85.0	75.5	0.5
16	80	125	124.2	112.0	93.0	80.5	0.5
17	85	130	129.2	117.0	99.0	85.5	0.5
18	90	140	139.2	126.0	104.0	90.5	0.8
19	95	145	144.2	131.0	109.0	95.5	0.8
20	100	150	149.2	136.0	114.0	100.5	0.8
21	105	160	159.2	144.0	121.0	105.5	1.0
22	110	170	169.2	153.0	128.0	110.5	1.0
24	120	180	179.2	166.0	136.0	120.5	1.0
26	130	200	199.2	177.0	150.0	130.8	1.0
28	140	210	209.2	190.0	160.0	140.8	1.0
30	150	225	224.2	203.0	172.0	150.8	1.2
32	160	240	239.2	217.0	183.0	160.8	1.2
34	170	260	259.2	230.5	199.5	170.8	1.2
36	180	280	279.2	250.0	210.0	180.8	1.2
38	190	290	289.2	261.0	221.0	190.8	1.2
40	200	310	309.2	278.0	232.0	200.8	1.2

(1) W przypadku podkładek pierścienia zewnętrznego smarowanych za pomocą mgły olejowej lub strumieniowo, średnica zewnętrzna podkładki pierścienia zewnętrznego jest taka sama, jak średnica zewnętrzna łożyska; zaleca się utrzymanie tolerancji g5 lub wyższej.

(2) Dla pracy z prędkościami przekraczającymi wartość $d_m n$ 700 000 średnica otworu podkładki pierścienia wewnętrznego jest taka sama, jak średnica otworu łożyska; zaleca się utrzymanie tolerancji F6 lub wyższej.

Seria 02 Podkładki standardowe dla serii wymiarowej 02 (72, BGR02) Jednostka: mm

Numer otworu	Średnica otworu	Średnica zewnętrzna	Podkładka pierścienia zewnętrznego		Podkładka pierścienia wewnętrznego		Ścięcie podkładki
			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	085	150	149.2	135	105	85.5	1.0
18	090	160	159.2	140	110	90.5	1.0
19	095	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) W przypadku podkładek pierścienia zewnętrznego smarowanych za pomocą mgły olejowej lub strumieniowo, średnica zewnętrzna podkładki pierścienia zewnętrznego jest taka sama, jak średnica zewnętrzna łożyska; zaleca się utrzymanie tolerancji g5 lub wyższej.

(2) Dla pracy z prędkościami przekraczającymi wartość $d_m n$ 700 000 średnica otworu podkładki pierścienia wewnętrznego jest taka sama, jak średnica otworu łożyska; zaleca się utrzymanie tolerancji F6 lub wyższej.

Pozycja dyszy rozpylającej

W poniższej tabeli przedstawiono pozycje dyszy rozpylającej dla systemów smarowania olejowo-powietrznego, mgłą olejową i strumieniowego.

Jednostka: mm

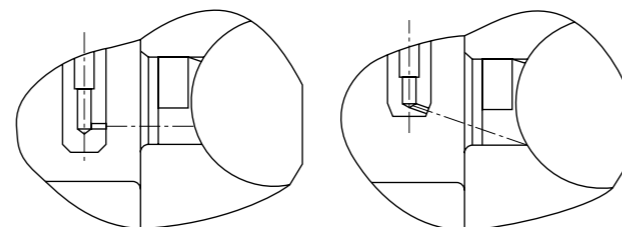
Numer otworu	Nominalna średnica otworu	Seria 79		Seria 70		Seria 72		N10XXMR (Seria Standard)		N10XXR (Seria ROBUST)	
		ØA (1)	B	ØA (1)	B	ØA (1)	B	ØA	B	ØA	B
00	10	14.5	0.4	16.1	0.5	18.1	0.5	—	—	—	—
01	12	16.5	0.4	18.3	0.5	19.6	0.5	—	—	—	—
02	15	20.0	0.5	21.3	0.5	22.6	0.7	—	—	—	—
03	17	21.8	0.5	23.5	1.0	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 roboczymi 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, dużą prędkością, dobrze jest umieścić otwór dyszy tak, aby środek smarowy był kierowany bezpośrednio do wnętrza łożyska pod kątem około 15° lub 20°. W celu uzyskania dalszych szczegółów prosimy o skontaktowanie się z NSK.
- Konieczna jest właściwa ocena splotu do zbiornika olejowego aby zapobiec poważnym skutkom tarcia w wyniku odcięcia dopływu oleju, które mogą spowodować zniszczenie bieżni w części ślizgowej.
- Zaleca się zastosowanie filtra maks. 5 mikronów, zapewniającego filtrację oleju wprowadzanego do systemu smarującego.

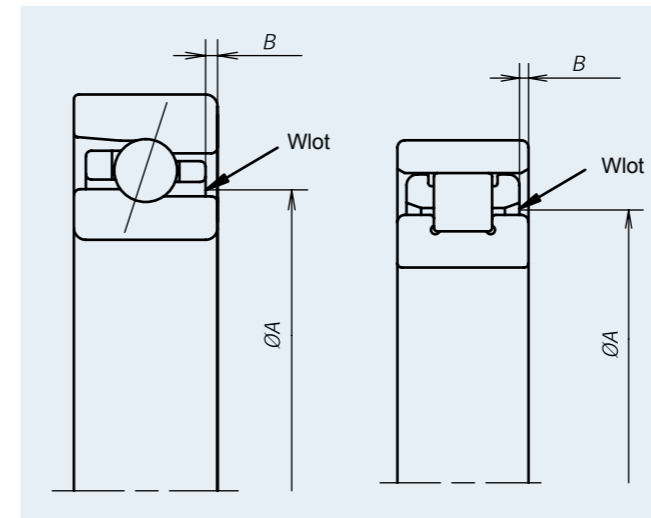
Rys. 9.1 Kąt dyszy



Jednostka: mm

Nominalna średnica otworu	BNR19 BER19		BNR10 BER10		BGR19		BGR10		BGR02		BAR10 BTR10	
	ØA	B	ØA	B	ØA	B	ØA	B	ØA	B	ØA	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	—	—	—	—	—	—	167.0	1.7
150	171.5	0.7	178.5	1.7	—	—	—	—	—	—	179.5	1.9
160	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	190.0	2.0
170	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	205.0	1.7
180	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	218.0	2.0
190	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	228.0	2.0
200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	242.0	2.2

Rys. 9.2 Pozycja i kierunek dyszy rozpylającej





Obsługa łożysk

1. Montaż	178-191
1. Czyszczenie łożysk i części współpracujących	
2. Sprawdzenie wymiarów części współpracujących	
3. Procedury montażu	
4. Kontrola po montażu	
2. Procedury rozruchu wstępnego	192-193
3. Konserwacja i kontrola	194-197

Obsługa łożysk

Wstęp

Mounting Procedure

Metoda zakładania 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, węzłów łożyskowym i aby opracowane zostały normy uwzględniające następujące punkty:

1. Oczyszczenie 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 montażu. Jednakże, łożyska stosowane do przyrządów pomiarowych lub do pracy przy wysokich prędkościach muszą być najpierw wyczyszczone za pomocą przefiltrowanego czystego oleju w celu usunięcia środka antykorozyjnego.

Po wymyciu łożyska powinno być ono ponownie zabezpieczone przed korozją.

Łożyska napełnione środkiem smarnym przez producenta nie powinny być czyszczone przed montażem.

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 (pasowanie 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 (fałszywe 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. 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 zapewni 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. Czyszczenie łożysk

Dostarczane przez NSK łożyska są pokryte środkiem antykorozyjnym w celu zabezpieczenia przed kurzem i korozją podczas transportu.

Po otwarciu opakowania łożyska należy wyczyścić w celu usunięcia środka antykorozyjnego. Niektóre łożyska, takie jak łożyska uszczelniane lub fabrycznie napełnione smarem, mogą być używane bez czyszczenia.

- **Metoda czyszczenia**

1. Do czyszczenia łożysk używać nafty lub lekkiego oleju.
2. Stosować oddzielne zbiorniki do czyszczenia 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 czyszczenia wstępnego należy unikać obracania łożysk. Po oczyszczeniu powierzchni zewnętrznych za pomocą szczotki należy przełożyć łożyska do zbiornika czyszczenia końcowego.
4. W zbiorniku czyszczenia końcowego należy obracać łożyska ręką. Należy upewnić się, że płyn czyszczący w zbiorniku czyszczenia końcowego jest czysty.
5. Po zakończeniu czyszczenia usunąć nadmiar płynu czyszczącego z łożysk.
Łożyska smarowane zwyczajnie smarem wymagają 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 smarnego.

2. Sprawdzenie wymiarów części współpracujących

Kontrola wrzeciona i obudowy

- Współpracujące powierzchnie obudowy i wału należy oczyścić i sprawdzić pod kątem występowania skaz lub zadziarów.
- 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 166.
- Pomiar i montaż łożysk należy przeprowadzać w pomieszczeniu o stabilizowanej temperaturze. Części należy pozostawić w niej 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 167.

Kontrola podkładek

W przypadku wału głównego zalecana jest równoległość podkładki nie przekraczająca 0,003 mm. Równoległość o większej wartości będzie powodować pochylenie łożyska, co z kolei prowadzi do niedokładności i hałaśliwości łożyska.

3. Procedury montażu

Łożyska smarowane smarem i mieszanką olejowo-powietrzną (mgłą olejową), które zostały wyczyszczone, należy zamontować na wale 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 wale 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 184.

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 cylindrycznym

(1) Wciskanie za pomocą prasy

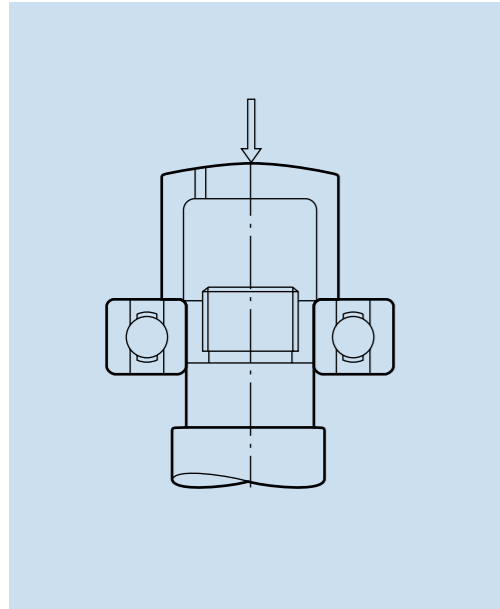
Wciskanie łożysk za pomocą prasy jest szeroko stosowane w przypadku łożysk o małych gabarytach. Przed założeniem łożyska, w celu ułatwienia montażu, należy posmarować powierzchnię montażową wału cienką warstwą oleju.

Następnie umieścić tuleję montażową na pierścieniu wewnętrznym w sposób pokazany na Rysunku 1.1. Przykładając stałą siłę wciskać łożysko na wał aż do momentu, gdy czoło pierścienia wewnętrznego spocznie pewnie na odsadzeniu wału.

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 wale 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.

Rys. 1.1 Wciskanie pierścienia wewnętrznego za pomocą prasy



(2) Osadzanie na gorąco

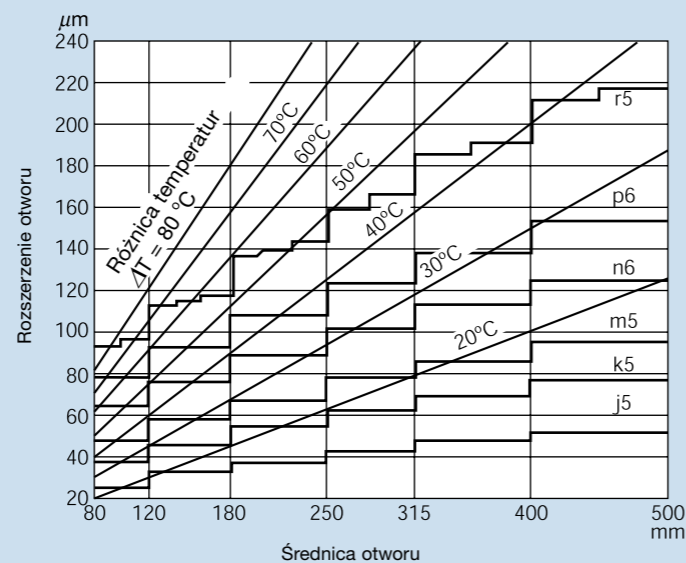
Ponieważ wciskanie za pomocą prasy łożysk o większych gabarytach wymaga dużej siły wciskającej, szeroko stosowane jest pasowanie na gorąco. Łożysko przed montażem jest podgrzewane w celu rozszerzenia pierścienia wewnętrznego. Metoda ta umożliwia uniknięcie zastosowania nadmiernej siły wciskającej i pozwala 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 wzdłużnym 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 wału.

Rys. 1.2 Temperatura i rozszerzalność cieplna pierścienia wewnętrznego

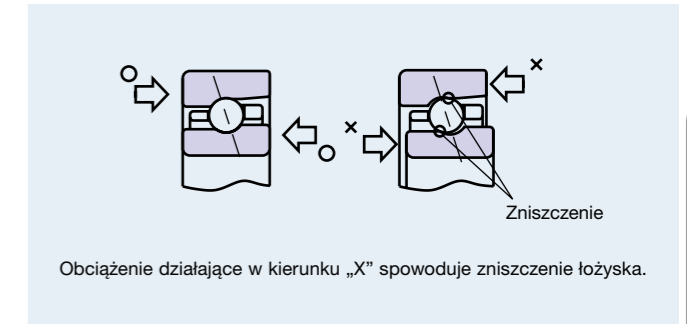


3.2 Środki ostrożności dotyczące montażu łożysk kulkowych skośnych

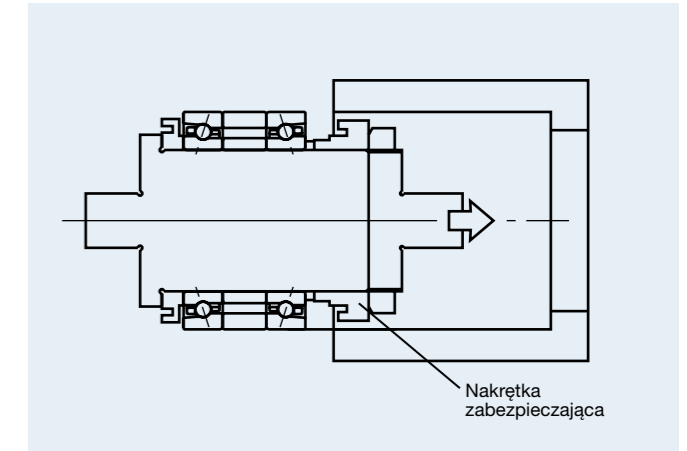
Z uwagi na ograniczenia konstrukcyjne, łożyska kulkowe skośne mogą przenosić obciążenia tylko w jednym kierunku. Dlatego też, podczas montażu łożysk kulkowych skośnych na wale lub w obudowie nie należy przykładać obciążenia w niewłaściwym kierunku.

W przypadku łożysk w kombinacjach należy zwrócić szczególną uwagę na kolejność montażu. Kolejność montażu jest inna dla układu tyłem do siebie (DB) i przodem do siebie (DF).

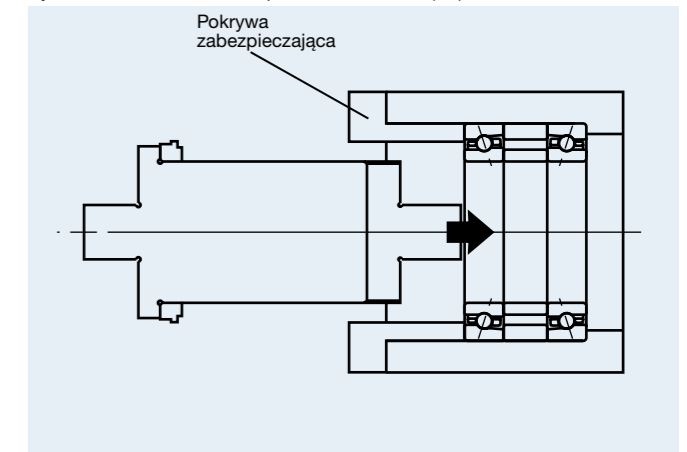
Rys. 1.3 Kierunek obciążenia dla łożysk kulkowych skośnych



Rys. 1.4 Montaż w układzie tyłem do siebie (DB)



Rys. 1.5 Montaż w układzie przodem do siebie (DF)



Układ tyłem do siebie (DB), (O)

- (1) Wcisnąć łożysko na wał.
- (2) Dokręcić nakrętkę zabezpieczającą łożyska w celu uzyskania napięcia wstępnego.
- (3) Włożyć łożysko i wał do obudowy i zamocować pokrywę zabezpieczającą.

Układ przodem do siebie (DF), (X)

- (1) Wcisnąć łożysko do obudowy.
- (2) Zamocować pokrywę zabezpieczającą w celu uzyskania napięcia wstępnego.
- (3) Włożyć wał do pierścienia wewnętrznego i dokręcić nakrętkę zabezpieczającą łożyska.

W celu demontażu odwrócić kolejność czynności.

3.3 Mocowanie łożyska

(1) Mocowanie pierścienia wewnętrznego

Pierścień wewnętrzny jest zazwyczaj mocowany na wale 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 wałem i nakrętką zabezpieczającą może spowodować bicie nakrętki zabezpieczającej, prowadzące do zginania wału i łożyska (patrz Rys. 1.21, strona 189). 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 braku równowagi 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 mocujące łożysko na wale dzięki ciasnemu pasowaniu z wciskiem pomiędzy wałem i otworem tulei. Tuleje mają jednakże tendencję do luzowania się po okresie pracy ciągłej, dlatego należy je co pewien czas kontrolować.

W przypadku stosowania podkładki pomiędzy łożyskami kulkowymi skośnymi w kombinacji i zastosowaniu nadmiernego momentu dokręcania nakrętki zabezpieczającej istnieje możliwość zdeformowania podkładki pierścienia wewnętrznego i zmiany napięcia wstępnego na wyższe od spodziewanego. Przy określaniu napięcia wstępnego konieczne jest wzięcie tej deformacji pod uwagę.

(2) Mocowanie pierścienia zewnętrznego

Do osiowego mocowania pierścienia zewnętrznego stosowana jest zazwyczaj pokrywa zabezpieczająca przytrzymywana śrubami. W przypadku nadmiernego dokręcenia śrub lub nierównomiernego dokręcenia śrub istnieje możliwość zdeformowania pierścienia zewnętrznego łożyska.

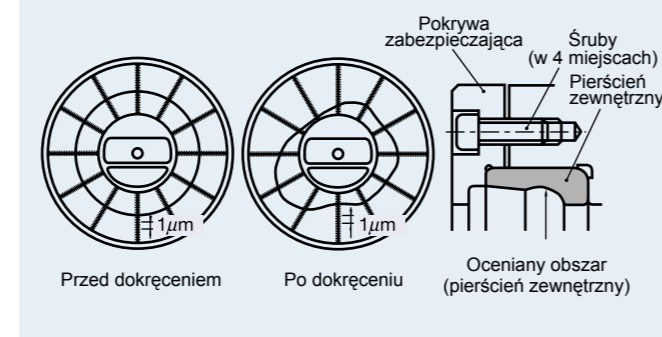
Na przykład, Rys. 1.6 pokazuje możliwą deformację bieżni pierścienia zewnętrznego spowodowaną przez nierównomierne dokręcenie pokrywy zabezpieczającej, gdy czoło oporowe pierścienia zewnętrznego jest dociskane jako pierścień prowadzący.

Rys. 1.7 pokazuje przykład nadmiernego dokręcenia pokrywy zabezpieczającej łożyska ustalającego, którego skutkiem jest deformacja pierścienia zewnętrznego.

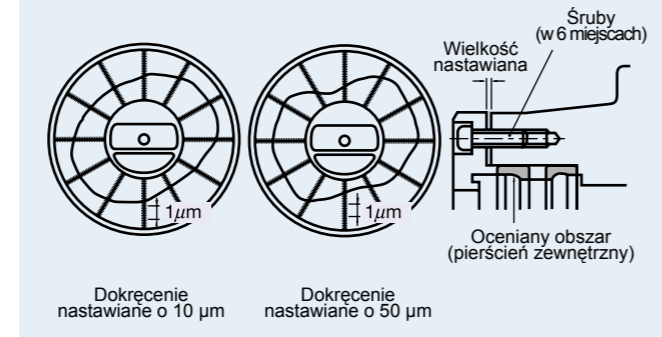
Rys. 1.8 pokazuje deformację bieżni pierścienia zewnętrznego spowodowaną przez dokręcenie dwurzędowego łożyska walcowego.

Wielkość deformacji zależy od luzu pomiędzy częściami współpracującymi. Zaleca się, aby luz pomiędzy pokrywą zabezpieczającą a czołem oporowym oprawy wynosił 0,01 do 0,05 mm 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

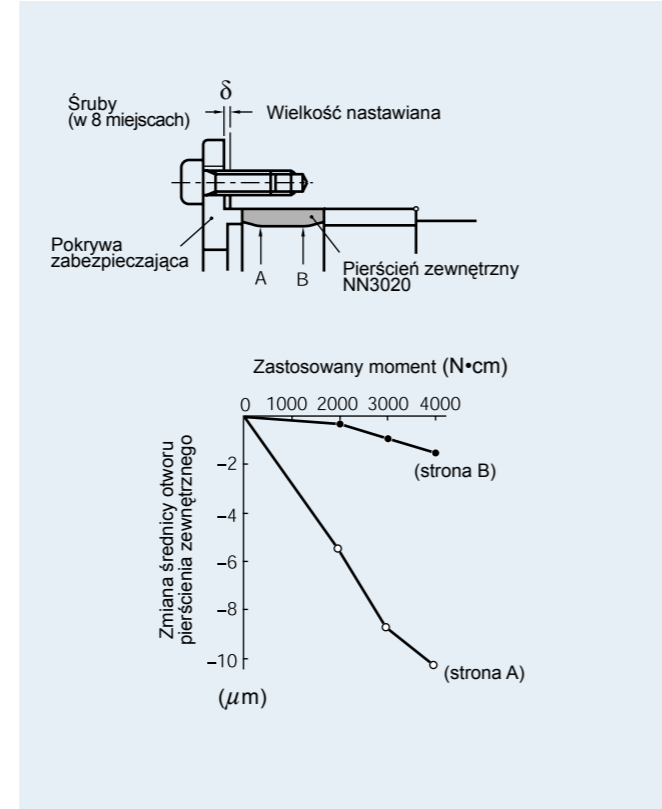


Tabela 1.1 Moment dokręcania nakrętek zabezpieczających łożysk i luz pomiędzy pokrywą zabezpieczającą a obudową

Nominalna średnica otworu (mm)	Siła dokręcania nakrętki zabezpieczającej (N)	Wzorcowy moment dokręcania nakrętki zabezpieczającej (N·m)	Luz pomiędzy pokrywą zabezpieczającą i obudową (mm)
6	1500	2	0,01 ~0,03
8		2	
10		3	
12	3000	7	
15		8	
17		9	
20	4 900	17	
25		21	
30		25	
35		57	
40		64	
45		72	
50	80		
55	14 700	132	0,03 ~0,05
60		142	
65		153	
70		166	
75		176	
80		251	
85		267	
90		281	
95		296	
100		19 600	
105	327		
110	343		
120	371		
130	403		
140	649		
150	695		
160	745		
170	796		
180	841		
190	886		
200	932		
220	39 200	-	
240		-	
260		-	
280		-	
300		-	

Gdy wybrane pasowanie z wciskiem wału zwiększa się w przypadku pracy z dużą prędkością, należy także zwiększyć moment dokręcania nakrętki zabezpieczającej.

Siła dokręcania dla łożysk kulkowych wzdłużnych skośnych do śrub kulkowych powinna być 2,5–3,0 razy większa od napięcia wstępnego.

- Równanie przeliczeniowe momentu dokręcania nakrętki zabezpieczającej

$$T = 0.5F \{ d_p \cdot \tan(\rho^* + \beta) + d_w \cdot \mu_w \} \quad [\text{N} \cdot \text{mm}]$$

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]
- ρ^* : kąt tarcia powierzchni nakrętki zabezpieczającej $\rho^* = \tan^{-1} \mu_s$
- μ_s : współczynnik tarcia powierzchni nakrętki zabezpieczającej
- d_w : średnica równoważna momentu tarcia 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]

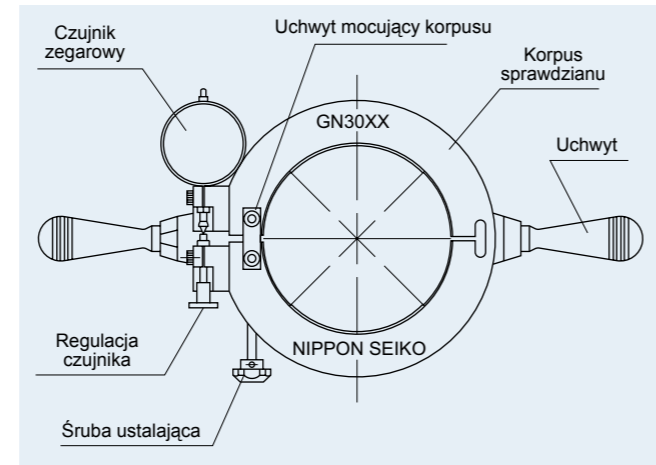
3.4 Montaż łożysk walcowych

(1) Pomiar luzu promieniowego łożyska walcowego

Sprawdzian GN jest przyrządem do dopasowania stożka wrzeciona z otworem stożkowym łożyska podczas montażu łożyska walcowego z otworem stożkowym na wrzecionie obrabiarki. Po montażu sprawdzian GN jest stosowany do precyzyjnej kontroli wewnętrznego luzu poprzecznego łożyska. Ten przyrząd jest szczególnie efektywny kiedy łożysko walcowe jest stosowane z napięciem wstępnym poprzecznym.

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 $2\mu\text{m}$ – wcisk $2\mu\text{m}$

(2) Zerowanie średnicówki

Sprawdzić, czy temperatury pierścienia zewnętrznego (włożonego do obudowy), wewnętrznego i wału są takie same. Następnie zmierzyć średnicę otworu pierścienia zewnętrznego w czterech różnych miejscach. Określić średnią pomiarów i ustawić i wyzerować średnicówkę.

(3) Nastawianie średnicy wpisania sprawdzianu GN

Odkręcić uchwyt mocujący korpusu sprawdzianu GN. Ustalić za pomocą średnicówki średnicę powierzchni wpisania sprawdzianu GN i ustawić śrubę ustalającą tak, aby czujnik zegarowy średnicówki pokazał zero lub użyć sprawdzianu GN w pozycji pionowej w celu uniknięcia niedokładności spowodowanych jego własnym ciężarem.

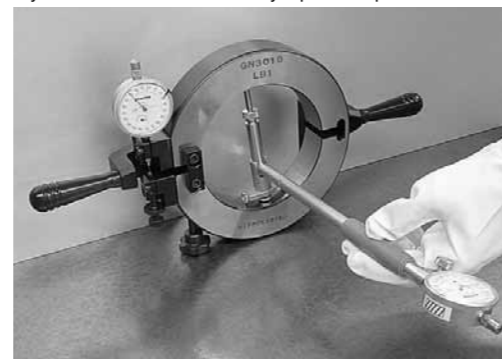
(4) Korekta nastawiania sprawdzianu GN

Wykorzystując wyniki z kroku (3) 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 wałeczka spowodowane naciskiem pomiarowym sprawdzianu. Wielkość korekty dla każdego pojedynczego sprawdzianu ustalana jest przez NSK.

Rys. 1.10 Zerowanie średnicówki



Rys. 1.11 Nastawianie średnicy wpisania sprawdzianu GN



(5) Montaż pierścienia wewnętrznego

Zamontować pierścień wewnętrzny na wrzecionie i dokręcić lekko nakrętkę zabezpieczającą. W tym momencie łożyska powinny być wyczyszczone, ale nie pokryte smarem.

(6) Nastawianie sprawdzianu GN

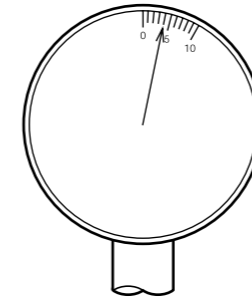
Wyregulować śrubę ustalającą sprawdzianu GN (0,2 mm do 0,3 mm na tarczy z podziałką), aby rozszerzyć korpus sprawdzianu GN. Sprawdzian GN należy następnie umieścić na środku pierścienia wewnętrznego i wyluzować śrubę ustalającą.

(7) Odczyt wskazań zegara

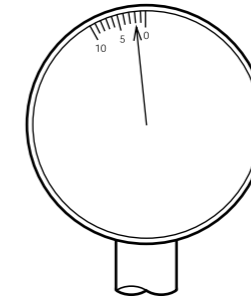
W tym momencie można odczytać wskazania czujnika zegarowego sprawdzianu GN.

Przykład 1: przesunięcie od zera wskazówki 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 poprzeczny wynoszący +0,002 mm.



Przykład 2: Wskazanie wartości „2” w kierunku przeciwnym do kierunku ruchu wskazówek zegara oznacza luz poprzeczny wynoszący - 0,001 mm.

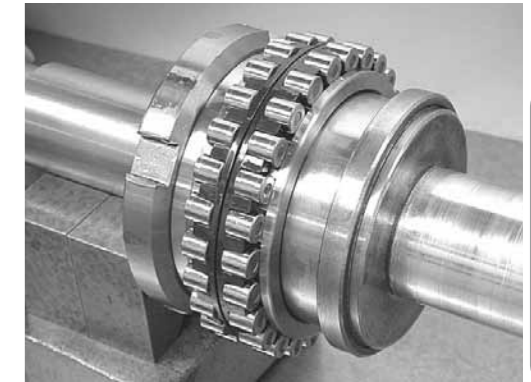
(8) Regulacja

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.

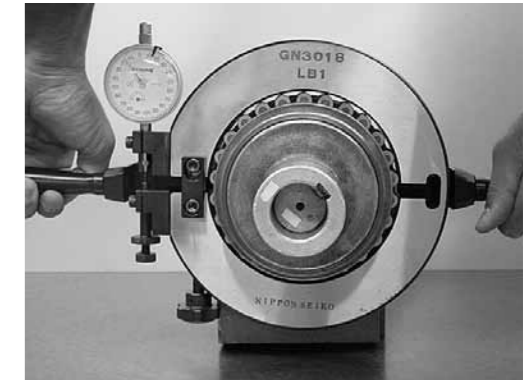
(9) Ustalanie grubości/szerokości podkładki

Zmierzyć szczelinę pomiędzy kołnierzem wału i czołem oporowym łożyska NN30XXKR za pomocą płytki wzorcowej. Zmierzyć wartość w więcej niż trzech miejscach na obwodzie i obliczyć średnią, następnie obrobić podkładkę do takiej samej szerokości.

Rys. 1.12 Zakładanie pierścienia wewnętrznego



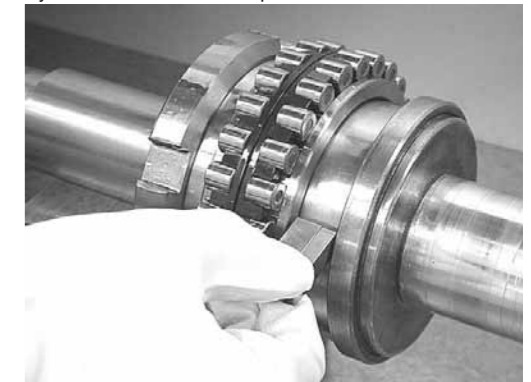
Rys. 1.3 Nastawianie sprawdzianu GN



Rys. 1.14 Odczyt wskazań zegara



Rys. 1.5 Pomiar szerokości podkładki



2) Pomiar luzu poprzecznego łożysk walcowych (sprawdzian GN nie jest używany)

Gdy sprawdzian GN nie jest używany, konieczne jest dostosowanie grubości podkładki 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) podkładki, który jest stosowany do ustalenia luzu poprzecznego 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

- L_a : Ostateczny wymiar podkładki dla ustalenia luzu poprzecznego po montażu
- L : Szerokość płytki wzorcowej (zmierzony wynik z kroku (5) na stronie 187)
- Δr_m : Przesunięcie pierścienia wewnętrznego w kierunku poprzecznym (zmierzony wynik z kroku (4) na stronie 187)
- Δr : luz poprzeczny po montażu
- Δr_e : zmniejszenie średnicy bieżni pierścienia zewnętrznego spowodowane pasowaniem
- K : współczynnik (wartość przeliczeniowa obejmująca skurcz wrzeciona drążonego o otworze stożkowym 1/12)
- k_0 : $A/B \times 100$
A: średnica otworu wrzeciona
B: średnica zewnętrzna wrzeciona

- D_h : średnica otworu korpusu (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)

● Obliczanie Δr_e

$$\Delta r_e = (D_h - D) \times h$$

gdy $\Delta r_e \geq 0$ przyjąć $\Delta r_e = 0$

Pomiar luzu poprzecznego Δr_m

- (1) Umieścić pierścień wewnętrzny na stożkowym odcinku wrzeciona. (W tym momencie odtłuścić stożkowy odcinek wrzeciona i powierzchnię wewnętrzną pierścienia wewnętrznego rozpuszczalnikiem organicznym).
- (2) Umieścić pierścień zewnętrzny na wałeczkach i przyłożyć czujnik zegarowy do średnicy zewnętrznej pierścienia zewnętrznego.
- (3) Dokręcić podkładkę i nakrętkę zabezpieczającą, powodując rozszerzenie pierścienia wewnętrznego (Rys. 1.16).
- (4) Poruszać pierścieniem zewnętrznym w górę i w dół i zmierzyć ruch poprzeczny 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 wrzeciona do czoła oporowego pierścienia wewnętrznego (wymiar L) za pomocą płytki wzorcowej i grubościomierza (*3). (Rys. 1.18).

Uwagi

- (*1) Jeżeli pomiar będzie trwał zbyt długo, temperatura pierścienia zewnętrznego może wzrosnąć do temperatury obudowy, 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 oporowym pierścienia wewnętrznego).

(Przykład obliczeń)

Ustawienie luzu poprzecznego na $\Delta r = -0.002\text{mm}$ dla łożyska NN3020MBKR po montażu.

Zmniejszenie średnicy bieżni pierścienia zewnętrznego spowodowane pasowaniem:

$$\Delta r_e = -0.004 \text{ (luz ujemny)} \quad (\text{gdy } \Delta r_e \geq 0 \text{ przyjąć } \Delta r_e = 0)$$

Ruch pierścienia zewnętrznego (wartość zmierzona w kroku (4)) $\Delta r_m = 0.007\text{mm}$

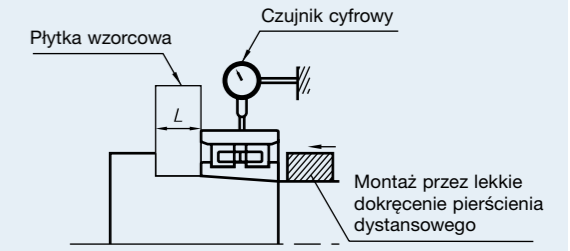
Szerokość płytki wzorcowej (wartość zmierzona w kroku (5)) $L = 20.55\text{mm}$

Ostateczna szerokość podkładki

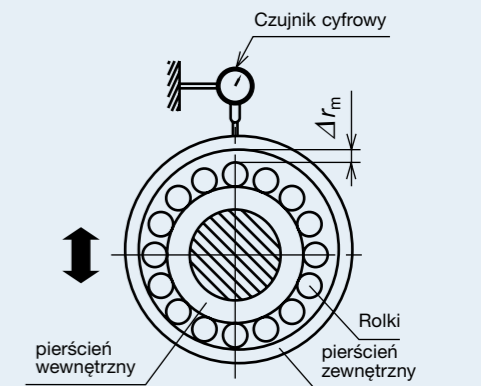
$$\begin{aligned} L_a &= 20.55 - 15 \times (0.007 - (-0.002) - 0.004) \\ &= 20.55 - 0.075 \\ &= 20.475 \end{aligned}$$

Uwaga na znaki

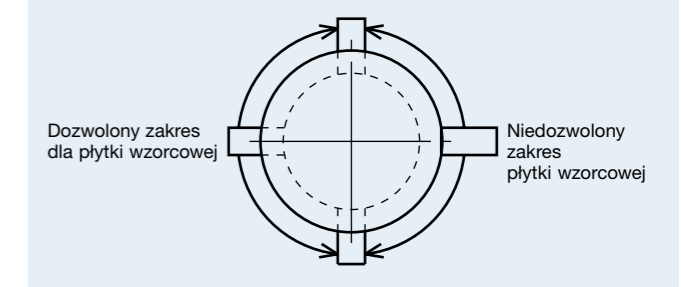
Rys.1.16 Umieszczanie pierścienia zewnętrznego



Rys.1.17 Pomiar przemieszczenia pierścienia zewnętrznego



Rys.1.18 Pomiar szerokości



3.5 Nakładanie smaru

Procedura nakładania smaru po czyszczeniu 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 ciał. Łożyska przeznaczone do wysokoobrotowych wrzecion obrabiarek powinny zostać oczyszczone, 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 wałów obrabiarek: $15\% \pm 2\%$ przestrzeni wewnętrznej.

Łożyska walcowe do wysokoobrotowych wałów obrabiarek: $10\% \pm 2\%$ przestrzeni wewnętrznej.

Łożyska kulkowe do silników: 20% do 30% przestrzeni wewnętrznej.

Zalecane ilości smaru dla różnych typów i numerów łożysk podane są na stronie 157.

● 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.

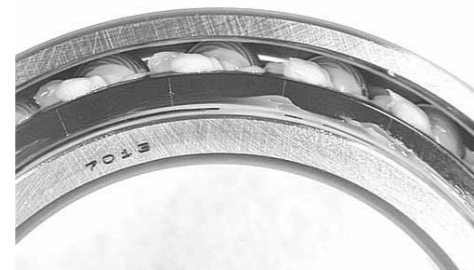
● Metoda nakładania smaru do łożysk walcowych

(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 jest warunkiem precyzji i dokładności wrzeciona obrabiarki.

1: Bicie czoła pierścienia zewnętrznego kompletnego łożyska kulkowego skośnego względem bieżni

Ustawić na 0,002 mm lub mniej uderzając w czoło pierścienia zewnętrznego.

2: Rozrzut nachylenia tworzącej powierzchni zewnętrznej łożyska kulkowego skośnego od wzorcowego czoła pierścienia zewnętrznego.

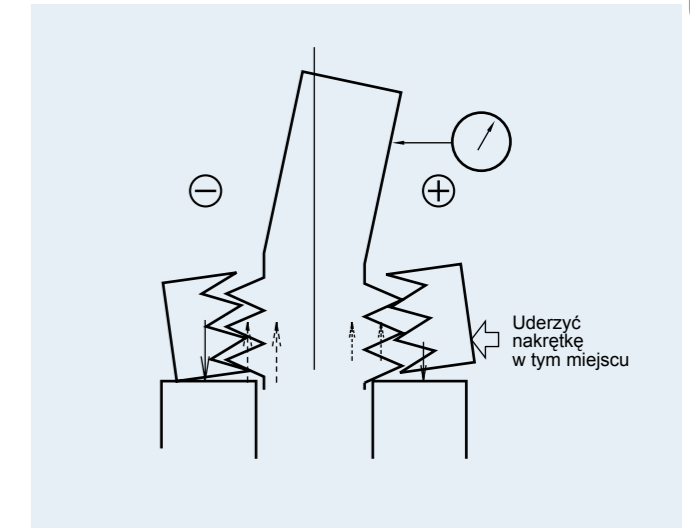
Ustawić na 0,005 mm lub mniej przechylając nakrętkę zabezpieczającą.

(Patrz Rys. 1.21)

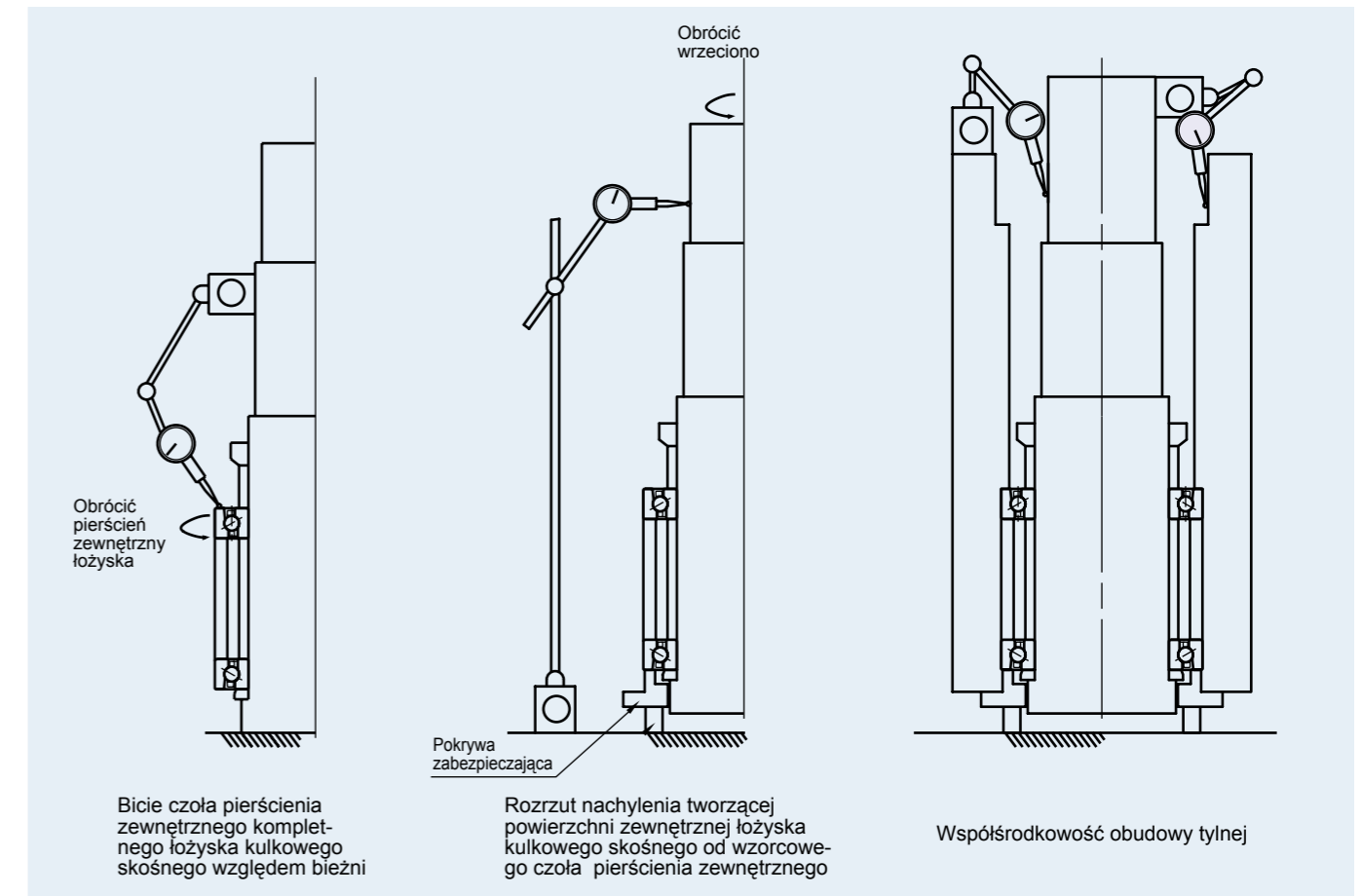
3. Współoskowość obudowy tylnej 0,010 mm lub mniej.

Jeżeli osiągnięcie tych dokładności nie jest możliwe, zdemontować łożysko i ponownie sprawdzić dokładność części.

Rys. 1.21 Przechylenie nakrętki zabezpieczającej



Rys. 1.22 Dokładność bicia wrzeciona obrabiarki



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 184).

Pomiar napięcia wstępnego łożysk kulkowych skośnych

Istnieją trzy metody sprawdzania napięcia wstępnego łożysk po zamontowaniu na wrzecionie, takie jak metoda momentu startowego, metoda statycznej sztywności wzdłużnej i metoda częstotliwości własnej.

Charakterystyki tych metod przedstawione zostały w Tabeli 1.3.

Tabela 1.3

	Metoda momentu startowego	Metoda statycznej sztywności wzdłużnej	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 głównych mają często niewielkie napięcie wstępne, dlatego też moment startowy jest niewielki, zaś błąd pomiaru duży.

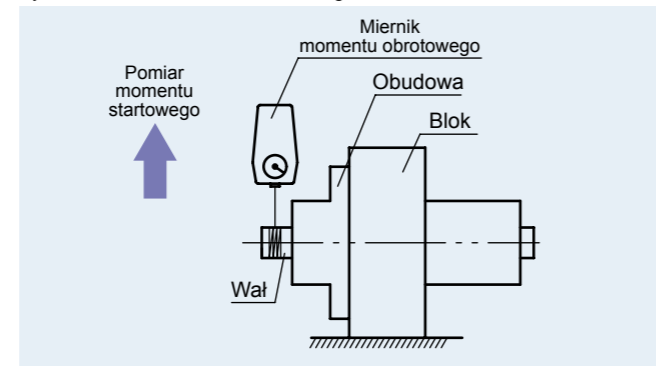
[Metoda]

Moment startowy uzyskuje się głównie poprzez pomiar siły stycznej (patrz Rys. 1.23).

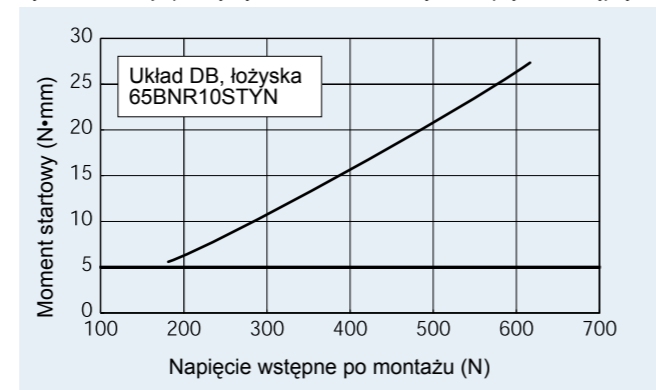
Napięcie wstępne uzyskuje się z relacji pomiędzy zmierzonym momentem startowym i napięciem wstępnym (patrz Rys. 1.24).

Gdy w trakcie pomiaru niestabilna jest warstwa filmu olejowego na stykających się powierzchniach tocznych, następuje zakleszczanie (obrót nie rozpoczyna się równomiernie po przyłożeniu siły stycznej i 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 wzdłużnej

[Charakterystyka]

Gdy sztywność wzdłużna łożyska jest duża, siła wzdłużna potrzebna do pomiaru staje się bardzo duża i konieczne jest zastosowanie sprzętu obciążającego (przykład: jeżeli sztywność wzdłużna wynosi 200 N/μm, do spowodowania przesunięcia równego 10μm konieczna jest siła 2000 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 wzdłużne i mierzone jest przesunięcie wzdłużne wrzeciona (patrz Rys. 1.25 i 1.26).

(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 wzdłużnym i mierzona jest jednocześnie częstotliwość rezonansowa wrzeciona. Napięcie wstępne uzyskuje się ze wzoru na częstotliwość rezonansową (patrz Rys. 1.27 i 1.28).

Pomiar częstotliwości rezonansowej (F_z) dla wrzeciona głównego w kierunku wzdłużnym

$$F_z = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K_a}{m}} \times 1000$$

$$m = \frac{W}{g}$$

Przekształcenie

Stała sprężyny wzdłużnej wrzeciona głównego

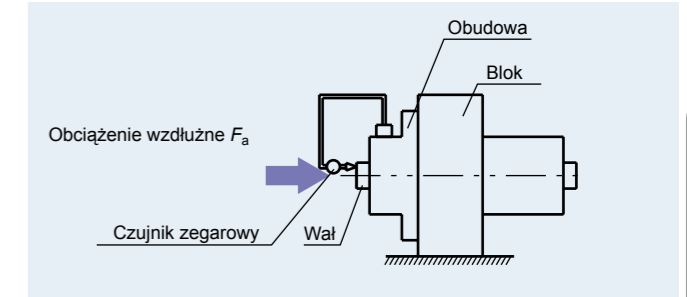
Przekształcenie

Napięcie wstępne po montażu

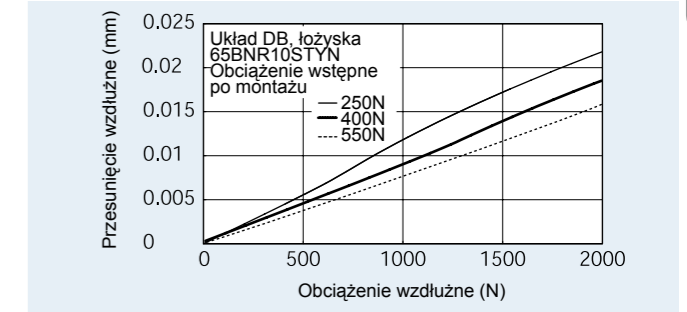
K_a : stała sprężyny wzdłużnej łożyska ($N/m=10^6 \times N/\mu m$)
 F_z : częstotliwość rezonansowa (Hz)
 m : masa obracającego się ciała (kg)
 W : ciężar wrzeciona (kg)
 g : stała przyspieszenia 9.806 ms^{-2}

Dane techniczne dla metod (1), (2) i (3) można uzyskać od NSK.

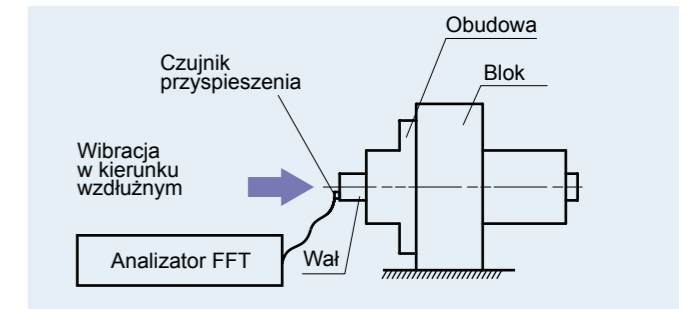
Rys. 1.25 Metoda statycznej sztywności wzdłużnej



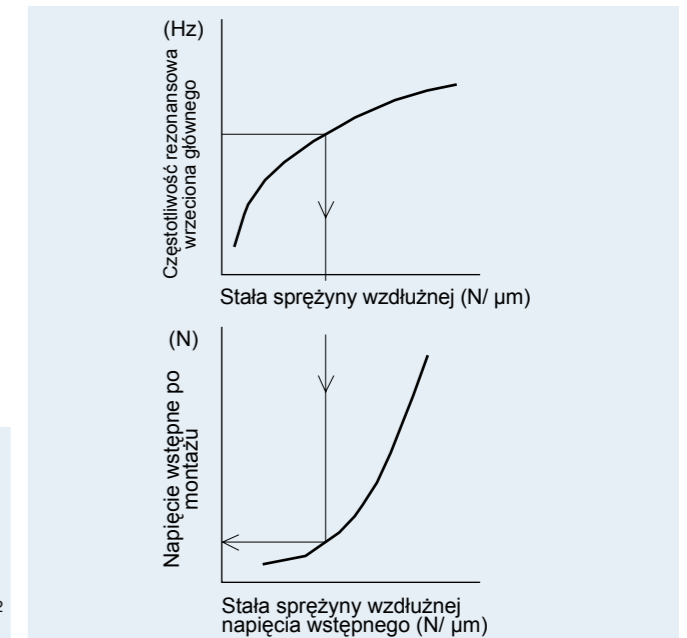
Rys. 1.26 Relacja pomiędzy przesunięciem wzdłużnym i napięciem wstępnym



Rys. 1.27 Metoda częstotliwości własnej



Rys. 1.28 Relacja pomiędzy częstotliwością rezonansową wrzeciona głównego i stałą sprężyny



Przygotowania

Po prawidłowym zamontowaniu łożyska konieczne jest przeprowadzenie następujących procedur docierania.

Wyważenie wrzeciona i zespołu

Każde niewyważenie obracających się elementów będzie powodować powtarzające się naprężenia lub nadmierne vibracje spowodowane siłą odśrodkową. Dotyczy to zwłaszcza wrzecion osiągających podczas pracy wartość d_{mn} 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 wrzeciona i środka wału napędowego powinna wynosić docelowo 0,01 mm lub mniej.

Metoda rozruchu 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 mieszanką 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 zalecane.

(1) Procedura pracy ciągłej

[Charakterystyka]

Praca ciągła polega na stopniowym zwiększaniu prędkości roboczej, począwszy od bardzo niewielkiej. Jakkolwiek czasochłonna, procedura ta pomaga operatorowi maszyny w wykryciu potencjalnych problemów dotyczących wrzeciona głównie, a przez to w uniknięciu kosztownych uszkodzeń łożyska.

[Metoda]

Maksymalna prędkość robocza osiągana jest poprzez powtórzenie kilku kroków w cyklu.

Krok 1. Rozpoczęcie z odpowiednio niską prędkością roboczą.

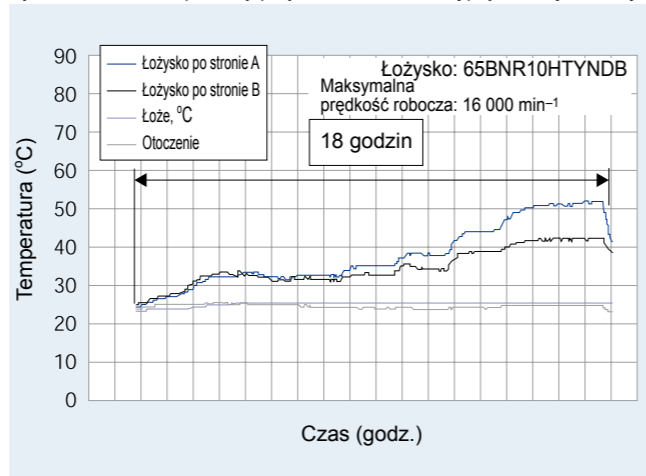
Krok 2. Monitorowanie wzrostu temperatury.

Krok 3. Osiągnięcie stabilnej temperatury.

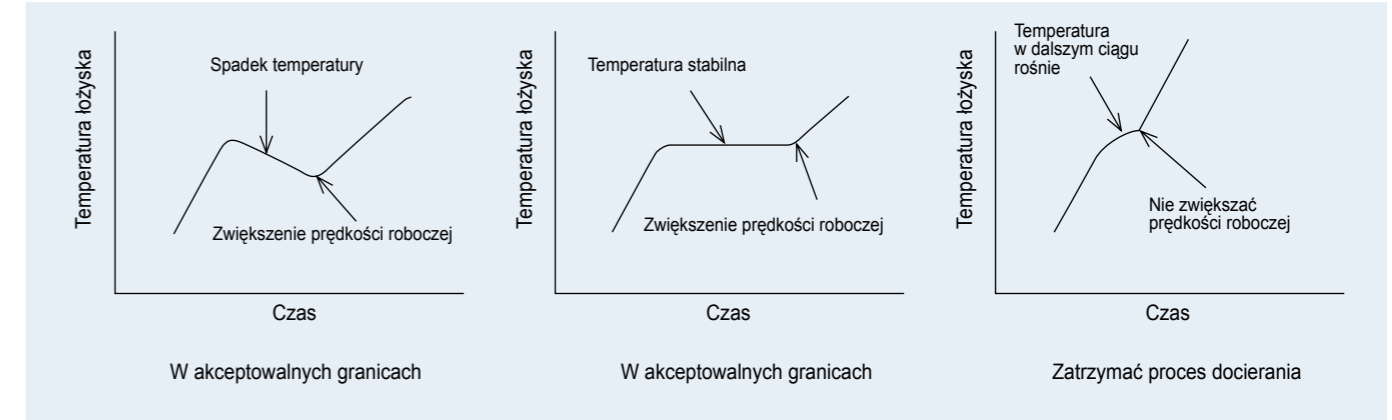
Krok 4. Kontynuowanie stopniowego podnoszenia prędkości roboczej do coraz wyższych wartości.

Powyższy cykl należy powtarzać do momentu osiągnięcia stabilnej temperatury przy maksymalnej prędkości roboczej, 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. 2.1 Zmiana temperatury przy docieraniu ze stałą prędkością roboczą.



Rys. 2.2 Zwiększenie prędkości przy docieraniu ze stałą prędkością roboczą



Zwiększyć prędkość roboczą, 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 dotyczą, oraz układu łożysk. Należy potwierdzić układ łożysk dla każdego zastosowania.

[Metoda]

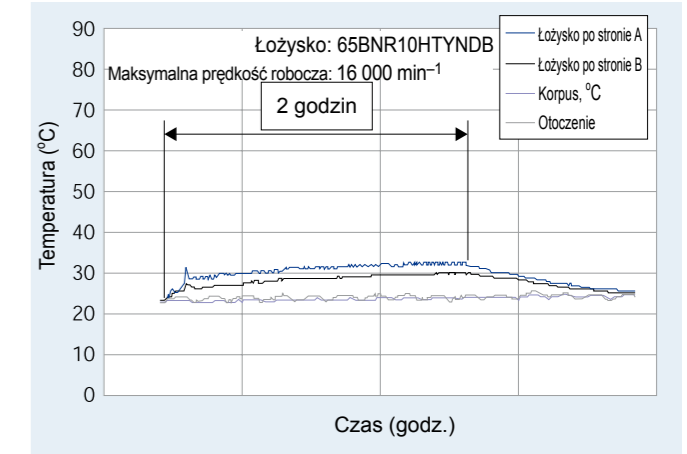
Najpierw należy wziąć maksymalną prędkość roboczą i podzielić ją na osiem lub dziesięć etapów w celu określenia maksymalnej prędkości docelowej dla każdego etapu. Każdy etap dzieli się na 10 cykli, z których każdy trwa około 1 minuty.

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.

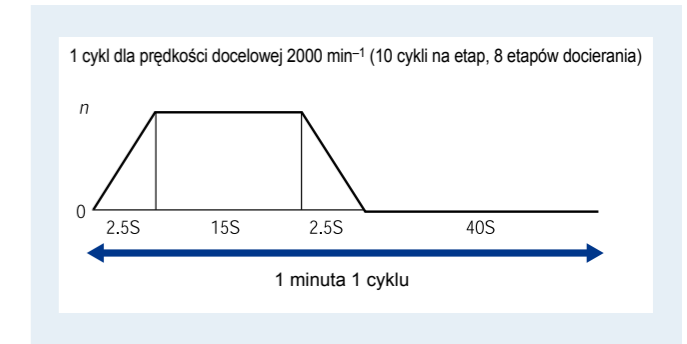
Rys. 2.3 pokazuje dane dotyczące wzrostu temperatury dla łożyska o maksymalnej prędkości roboczej wynoszącej 16 000 min⁻¹. Prędkość maksymalna została podzielona na osiem etapów po 10 cykli gwałtownego przyspieszania i zwalniania każdy. Rys. 2.4 pokazuje przykład 1 cyklu. Przed rozpoczęciem procedury pożądane jest powolne obracanie wrzeciona (500 min⁻¹) przez pewien czas; ma to na celu sprawdzenie, czy nie występują żadne poważne problemy i umożliwienie ułożenia się smaru na powierzchniach tocnych łożyska.

Na zakończenie procedury docierania zaleca się pracę z maksymalną prędkością przez około 1 godzinę.

Rys. 2.3 Zmiana temperatury przy docieraniu z przerwami



Rys. 2.4 Jeden cykl procedury docierania z przerwami



Kontrola działania

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 biegu. Do punktów, jakie należy sprawdzić podczas próby należą: zakleszczanie łożyska przez obce ciała, 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 ruchową przy włączonym napędzie. W przypadku urządzeń wysokoobrotowych, przed próbą ruchową z napędem należy przeprowadzić procedurę docierania (strony 192-193). 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 poziomów roboczych.

Podczas próby ruchowej należy sprawdzać nienormalny szum, nadmierny wzrost temperatury łożyska, wyciek i zanieczyszczenie środkami smarnymi itp. W przypadku stwierdzenia jakiegokolwiek nienormalnej pracy zaleca się przerwanie próby ruchowej 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 pożądanym jest bezpośredni pomiar temperatury pierścienia zewnętrznego poprzez otwory smarownicze. 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 głośnieemu metalicznemu dźwiękowi lub innym nieregularnym hałasom. Możliwą przyczyną nienormalnej pracy może być też niewłaściwy dobór środka smarnego, nieodpowiednia współosiowość wrzeciona i obudowy lub obecność obcych ciał we wnętrzu łożyska. Możliwe przyczyny i działania korygujące dla nieprawidłowości podane są w Tabeli 3.1

Tabela 3.1 Przyczyny nieprawidłowości i środki zapobiegawcze

Nieprawidłowości		Możliwe przyczyny	Środki zapobiegawcze
Hałas	Głośnie metaliczny dźwięk (1)	Nienormalne obciążenie	Poprawić pasowanie, luz wewnętrzny, napięcie wstępne, pozycję odsadzenia obudowy itd.
		Niewłaściwy montaż	Poprawić dokładność wykonania oraz współosiowość wrzeciona obudowy oraz dokładność metody montażu łożyska.
		Niewystarczające lub niewłaściwe smarowanie	Napełnić ponownie lub zmienić środek smarny na inny.
	Głośnie regularny dźwięk	Kontakt części obracających się	Zmodyfikować uszczelnienie labiryntowe itd.
		Wgniecenia spowodowane obcymi ciałami, korozja, skazy lub zadrapania na bieżniach	Wymienić lub wymyć łożysko, ulepszyć sposób uszczelnienia, oraz zastosować czysty środek smarny.
		Falszywe odciski Brinella	Wymienić łożysko i zwrócić szczególną uwagę podczas obsługi i montażu łożyska.
	Nieregularny dźwięk	Łuszczenie się bieżni	Wymienić łożysko.
		Zbyt duży luz	Poprawić pasowanie, luz oraz napięcie wstępne.
		Wnikanie obcych cząstek	Wymienić lub wymyć łożysko, ulepszyć uszczelnienie, oraz zastosować czysty środek smarny.
Nienormalny wzrost temperatury	Skazy lub łuszczenie powierzchni kulek	Wymienić łożysko.	
	Zbyt duża ilość środka smarnego	Zmniejszyć ilość środka smarnego, dobrać sztywniejszy smar.	
	Niewystarczające lub niewłaściwe smarowanie	Wymienić środek smarny lub dobrać lepszy.	
	Nienormalne obciążenie	Poprawić pasowanie, luz wewnętrzny, napięcie wstępne, położenie odsadzenia obudowy.	
	Nieprawidłowe osadzenie	Poprawić dokładność wykonania oraz współosiowość wrzeciona i obudowy, dokładność montażu, metodę montażu.	
Wibracja (bicie poprzeczne wrzeciona)	Pełzanie na pasowanych powierzchniach lub nadmierne tarcie uszczelnień	Poprawić uszczelnienie, wymienić łożysko, skorygować pasowanie lub osadzenie.	
	Falszywe odciski Brinella	Wymienić łożysko i zwrócić szczególną uwagę podczas obsługi i montażu łożyska.	
	Łuszczenie	Wymienić łożysko.	
	Nieprawidłowy montaż	Poprawić prostotałość pomiędzy wrzecionem i odsadzeniem obudowy lub czola pierścienia dystansowego.	
Wycieki albo zabarwienie środka smarującego	Penetracja obcych cząstek	Wymienić lub wyczyścić łożysko, ulepszyć uszczelnienie.	
	Zbyt dużo środka smarnego. Penetracja obcych cząstek lub wióry ściernie	Zmniejszyć ilość środka smarnego, dobrać sztywniejszy smar. Wymienić łożysko lub środek smarny. Wymyć obudowę i części współpracujące.	

Uwaga (1) W przypadku smarowania smarem łożysk walcowych lub kulkowych (o średnich i dużych rozmiarach) mogą występować piski. 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 pisków, prosimy o skontaktowanie się z NSK.

MONITOR ŁOŻYSK NSK

(Wykrywacz nieprawidłowości łożysk)

Ważną sprawą podczas eksploatacji łożyska jest wcześniejsze wykrywanie oznak nieprawidłowości, zanim spowodują one powstanie groźniejszego uszkodzenia. Monitor Łożysk NSK jest przyrządem, który monitoruje stan łożyska i przekazuje ostrzeżenie o nieprawidłowości. Zapobiega on poważniejszym kłopotom. Dodatkowo pomaga prowadzić lepszą konserwację i obniżyć koszty.

Konserwacja, kontrola i korygowanie nieregularności

Warunkiem zachowania przez łożysko jego oryginalnych cech eksploatacyjnych przez jak najdłuższy czas, jest 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 ustalonej procedury. Konserwacja obejmuje nadzorowanie warunków eksploatacyjnych, uzupełnianie lub wymianę środka smarnego i regularne okresowe przeglądy. Do punktów, które powinny być stale kontrolowane podczas eksploatacji łożyska zalicza się szum, wibrację, temperaturę oraz smarowanie. Jeżeli podczas eksploatacji wykryta zostanie jakakolwiek nieprawidłowość, należy określić przyczynę oraz przedsięwziąć właściwe działania korygujące zgodne z podanymi w Tabeli 3.1. Jeśli jest to konieczne, łożysko powinno być zdemontowane i szczegółowo przebadane.

Uszkodzenie 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 przedwczesnemu uszkodzeniu z powodu błędów, których można byłoby uniknąć. W odróżnieniu od trwałości zmęczeniowej, te przedwczesne uszkodzenia łożysk powstają wskutek niewłaściwego montażu, użytkowania lub smarowania, dostawiania się obcych ciał lub generowanie nienormalnej ilości ciepła. Na przykład, zatarcie oparcia bocznego wałeczka, jako jeden z symptomów przedwczesnego uszkodzenia łożyska, może być wywołany przez niewłaściwie dobrany środek smarny, wadliwy system smarowania, obecność obcych ciał, błędny montaż, nadmierne odkształcenie wrzeciona lub jakakolwiek kombinację tych czynników. W ten sposób, jest bardzo trudno określić rzeczywistą przyczynę przedwczesnych uszkodzeń łożyska. Jeżeli wszystkie warunki przed i w trakcie uszkodzenia są znane, w tym zastosowanie, warunki eksploatacyjne oraz warunki otoczenia, to istnieje możliwość znacznego ograniczenia podobnych błędów w przyszłości dzięki dokładnemu przestudiowaniu natury uszkodzenia oraz przypuszczalnych przyczyn. W Tabeli 3.2 podane są przykłady najczęściej występujących uszkodzeń wraz z ich przyczynami i działaniami korygującymi.

Tabela 3.2 Przyczyny uszkodzeń łożyska i środki zaradcze

Rodzaj uszkodzenia	Przypuszczalna przyczyna	Środki zaradcze
Złuszczenie Złuszczenie jednej strony bieżni łożyska poprzecznego.	Nienormalne obciążenie wzdłużne.	Powinno się stosować luźne pasowanie podczas zakładania pierścienia zewnętrznego łożysk końca swobodnego, aby pozwolić na wzdłużne wydłużanie się wrzeciona.
Wzór złuszczenia nachylony względem bieżni w łożyskach kulkowych. Złuszczenie blisko krawędzi bieżni i powierzchni tocznych w łożyskach walcowych.	Niewłaściwy montaż, odkształcenie wrzeciona, nieodpowiednie tolerancje wrzeciona i obudowy.	Wykazać staranność przy montażu i centrowaniu, dobrać łożysko z większym luzem oraz skorygować odsadzenie wrzeciona i obudowy.
Złuszczenia bieżni w tych samych odstępach jak elementy toczne	Duże obciążenie udarowe podczas montażu, korozja, gdy łożysko nie pracuje przez dłuższy czas.	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.	Dobrać odpowiednie pasowanie, luz łożyska oraz środek smarny.
Zbyt wczesne złuszczenie łożysk podwójnych.	Zbyt duże napięcie wstępne.	Wyregulować napięcie wstępne.
Zatarcie 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.
Zatarcie lub zarysowanie pomiędzy czołem rolek a obrzeżem prowadzącym.	Nieodpowiednie smarowanie, niepoprawny montaż łożyskowania oraz duże obciążenie wzdłużne.	Dobrać nowy środek smarny, lub zmienić sposób montażu.

Rodzaj uszkodzenia	Przypuszczalna przyczyna	Środki zaradcze
Pęknięcia Pęknięcie w pierścieniu zewnętrznym lub wewnętrznym	Zbyt duże obciążenie udarowe, zbyt ciasne pasowanie, zbyt mała cylindryczność powierzchni, niewłaściwy stożek tulei wciskanej, zbyt duży promień zaokrąglenia, rozbudowa pęknięć termicznych oraz postępowanie łuszczenia	Przebadac warunki obciążenia, zmienić pasowanie łożyska i tulei. Promień zaokrąglenia musi być mniejszy niż ścięcie montażowe łożyska
Pęknięcie w elemencie tocznym pęknięte oparcie boczne wałeczka	Rozwój złuszczeń, uderzenie w obrzeże w trakcie zakładania łożyska lub upuszczenie podczas obsługi	Zachować ostrożność podczas obsługi i montażu łożyska.
Przełom kosza	Nienormalne obciążenie kosza spowodowane niewłaściwym montażem łożyska oraz niewłaściwym smarowaniem	Wyeliminować błąd w trakcie montażu i dokonać przeglądu metody smarowania oraz dobrać właściwy środek smarny.
Wgniecenia Wgniecenia w bieżni o tym samym kształcie jak elementy toczne	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 ciała 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 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 częściowe z czerwono-brązowym pyłem na powierzchniach współpracujących, powstałym w wyniku zużycia)	Lekkie zużycie powierzchni pasowania	Zwiększyć wcisk i zastosować olej.
Zużycie bieżni, elementów tocznych, obrzeży, koszyka	Obecność obcych ciał, niewłaściwe smarowanie oraz rdza	Udoskonalic uszczelnienia, wyczyścić obudowę oraz zastosować świeży środek smarny.
Pełzanie Zarysowania powierzchni pasowanych	Zbyt mały wcisk, zbyt słabe dokręcenie tulei	Zmienić pasowanie lub dokręcić tuleję.
Zakleszczenie Odarwienie i stopienie bieżni, elementów tocznych i obrzeży	Zbyt mały luz, nieprawidłowe smarowanie lub niewłaściwy montaż	Sprawdzić luz promieniowy oraz pasowanie łożyska, dostarczyć odpowiednią ilość środka smarnego i udoskonalic metodę montażu łożyska i części współpracujących.
Korozja i rdza Korozja i rdza na powierzchniach pasowanych i wewnątrz łożyska	Skroplenie pary wodnej lub zużycie cierno-korozyjne. Obecność substancji powodujących korozję (szczególnie benzyna lakiernicza itp.)	Zachować ostrożność podczas przechowywania przy wysokiej wilgotności, konieczne jest zabezpieczenie antykorozyjne na wypadek dłuższej przerwy w eksploatacji. Dobrać odpowiedni rodzaj rozpuszczalnika i smaru.

Załączniki

Tolerancje średnic wałów	200
Tolerancje otworów obudów	202
Wartości tolerancji standardowych dla klasy IT (...)	204
Tabela konwersji twardości	206
Fizyczne i mechaniczne właściwości materiału	207
Prośba o zbadanie specyfikacji	209
Tabela porównawcza starych i nowych numerów	210

Załączniki

Tolerancje średnic wałów

Klasa średnicy (mm)		d6	e6	f6	g5	g6	h5	h6	h7	h8	h9	h10	js5	js6
powyżej	włącznie													
3	6	-30 -38	-20 -28	-10 -18	-4 -9	-4 -12	0 -5	0 -8	0 -12	0 -18	0 -30	0 -48	6 2.5	6 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	6 3	6 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	6 4	6 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	6 4.5	6 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	6 5.5	6 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 6.5	6 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	6 7.5	6 11.0
120	180	-145 -170	-85 -110	-43 -68	-14 -32	-14 -39	0 -18	0 -25	0 -40	0 -63	0 -100	0 -160	6 9	6 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	6 10	6 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	6 11.5	6 16.0
315	400	-210 -246	-125 -161	-62 -98	-18 -43	-18 -54	0 -25	0 -36	0 -57	0 -89	0 -140	0 -230	6 12.5	6 18.0
400	500	-230 -270	-135 -175	-68 -108	-20 -47	-20 -60	0 -27	0 -40	0 -63	0 -97	0 -155	0 -250	6 13.5	6 20.0
500	630	-260 -304	-145 -189	-76 -120	—	-22 -66	—	0 -44	0 -70	0 -110	0 -175	0 -280	—	6 22.0
630	800	-290 -340	-160 -210	-80 -130	—	-24 -74	—	0 50	0 -80	0 -125	0 -200	0 -320	—	6 25.0
800	1 000	-320 -376	-170 -226	-86 -142	—	-26 -82	—	0 -56	0 -90	0 -140	0 -230	0 -360	—	6 28.0
1 000	1 250	-350 -416	-195 -261	-98 -164	—	-28 -94	—	0 -66	0 -105	0 -165	0 -260	0 -420	—	6 33.0
1 250	1 600	-390 -468	-220 -298	-110 -188	—	-30 -108	—	0 -78	0 -125	0 -195	0 -310	0 -500	—	6 39.0
1 600	2 000	-430 -522	-240 -332	-120 -212	—	-32 -124	—	0 -92	0 -150	0 -230	0 -370	0 -600	—	6 46.0

Jednostka : μm

j5	j6	j7	k5	k6	k7	m5	m6	n6	p6	r6	r7	Klasa średnicy (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	+70	—	+70	+88	+122	+194	+220	500	560
—	—	—	—	0	0	—	+26	+44	+78	+150	+150	560	630
—	—	—	—	+44	+70	—	+70	+88	+122	+199	+225	630	710
—	—	—	—	0	0	—	+26	+44	+78	+155	+155	710	800
—	—	—	—	+50	+80	—	+80	+100	+138	+225	+255	800	900
—	—	—	—	0	0	—	+30	+50	+88	+175	+175	900	1 000
—	—	—	—	+50	+80	—	+80	+100	+138	+235	+265	1 000	1 120
—	—	—	—	0	0	—	+30	+50	+88	+185	+185	1 120	1 250
—	—	—	—	+56	+90	—	+90	+112	+156	+266	+300	1 250	1 400
—	—	—	—	0	0	—	+34	+56	+100	+210	+210	1 400	1 600
—	—	—	—	+56	+90	—	+90	+112	+156	+276	+310	1 600	1 800
—	—	—	—	0	0	—	+34	+56	+100	+220	+220	1 800	2 000
—	—	—	—	+66	+105	—	+106	+132	+186	+316	+355	2 000	2 250
—	—	—	—	0	0	—	+40	+66	+120	+250	+250	2 250	2 500
—	—	—	—	+66	+105	—	+106	+132	+186	+326	+365	2 500	2 800
—	—	—	—	0	0	—	+40	+66	+120	+260	+260	2 800	3 150
—	—	—	—	+78	+125	—	+126	+156	+218	+378	+425	3 150	3 500
—	—	—	—	0	0	—	+48	+78	+140	+300	+300	3 500	3 900
—	—	—	—	+78	+125	—	+126	+156	+218	+408	+455	3 900	4 300
—	—	—	—	0	0	—	+48	+78	+140	+330	+330	4 300	4 700
—	—	—	—	+92	+150	—	+150	+184	+262	+462	+520	4 700	5 100
—	—	—	—	0	0	—	+58	+92	+170	+370	+370	5 100	5 500
—	—	—	—	+92	+150	—	+150	+184	+262	+492	+550	5 500	5 900
—	—	—	—	0	0	—	+58	+92	+170	+400	+400	5 900	6 300

Tolerancje otworów obudów

Klasa średnicy (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	± 9.0
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	± 8.0	± 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	± 15.0
80	120	+ 94 + 72	+ 58 + 36	+ 71 + 36	+ 34 + 12	+ 47 + 12	+ 22 0	+ 35 0	+ 54 0	+ 16 - 6	+ 22 - 13	± 11.0	± 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	± 20.0
180	250	+129 +100	+ 79 + 50	+ 96 + 50	+ 44 + 15	+ 61 + 15	+ 29 0	+ 46 0	+ 72 0	+ 22 - 7	+ 30 - 16	± 14.5	± 23.0
250	315	+142 +110	+ 88 + 56	+108 + 56	+ 49 + 17	+ 69 + 17	+ 32 0	+ 52 0	+ 81 0	+ 25 - 7	+ 36 - 16	± 16.0	± 26.0
315	400	+161 +125	+ 98 + 62	+119 + 62	+ 54 + 18	+ 75 + 18	+ 36 0	+ 57 0	+ 89 0	+ 29 - 7	+ 39 - 18	± 18.0	± 28.5
400	500	+175 +135	+108 + 68	+131 + 68	+ 60 + 20	+ 83 + 20	+ 40 0	+ 63 0	+ 97 0	+ 33 - 7	+ 43 - 20	± 20.0	± 31.5
500	630	+189 +145	+120 + 76	+146 + 76	+ 66 + 22	+ 92 + 22	+ 44 0	+ 70 0	+110 0	—	—	± 22.0	± 35.0
630	800	+210 +160	+130 + 80	+160 + 80	+ 74 + 24	+104 + 24	+ 50 0	+ 80 0	+125 0	—	—	± 25.0	± 40.0
800	1 000	+226 +170	+142 + 86	+176 + 86	+ 82 + 26	+116 + 26	+ 56 0	+ 90 0	+140 0	—	—	± 28.0	± 45.0
1 000	1 250	+261 +195	+164 + 98	+203 + 98	+ 94 + 28	+133 + 28	+ 66 0	+105 0	+165 0	—	—	± 33.0	± 52.5
1 250	1 600	+298 +220	+188 +110	+235 +110	+108 + 30	+155 + 30	+ 78 0	+125 0	+195 0	—	—	± 39.0	± 62.5
1 600	2 000	+332 +240	+212 +120	+270 +120	+124 + 32	+182 + 32	+ 92 0	+150 0	+230 0	—	—	± 46.0	± 75.0
2 000	2 500	+370 +260	+240 +130	+305 +130	+144 + 34	+209 + 34	+110 0	+175 0	+280 0	—	—	± 55.0	± 87.5

Jednostka : μm

Klasa średnicy (mm)		K5	K6	K7	M5	M6	M7	N5	N6	N7	P6	P7	Klasa średnicy (mm)	
powyżej	włącznie												powyżej	włącznie
10	18	+ 2 - 6	+ 2 - 9	+ 6 - 12	- 4 - 12	- 4 - 15	0 - 18	- 9 - 17	- 9 - 20	- 5 - 23	- 15 - 26	- 11 - 29	10	18
18	30	+ 1 - 8	+ 2 - 11	+ 6 - 15	- 5 - 14	- 4 - 17	0 - 21	- 12 - 21	- 11 - 24	- 7 - 28	- 18 - 31	- 14 - 35	18	30
30	50	+ 2 - 9	+ 3 - 13	+ 7 - 18	- 5 - 16	- 4 - 20	0 - 25	- 13 - 24	- 12 - 28	- 8 - 33	- 21 - 37	- 17 - 42	30	50
50	80	+ 3 - 10	+ 4 - 15	+ 9 - 21	- 6 - 19	- 5 - 24	0 - 30	- 15 - 28	- 14 - 33	- 9 - 39	- 26 - 45	- 21 - 51	50	80
80	120	+ 2 - 13	+ 4 - 18	+ 10 - 25	- 8 - 23	- 6 - 28	0 - 35	- 18 - 33	- 16 - 38	- 10 - 45	- 30 - 52	- 24 - 59	80	120
120	180	+ 3 - 15	+ 4 - 21	+ 12 - 28	- 9 - 27	- 8 - 33	0 - 40	- 21 - 39	- 20 - 45	- 12 - 52	- 36 - 61	- 28 - 68	120	180
180	250	+ 2 - 18	+ 5 - 24	+ 13 - 33	- 11 - 31	- 8 - 37	0 - 46	- 25 - 45	- 22 - 51	- 14 - 60	- 41 - 70	- 33 - 79	180	250
250	315	+ 3 - 20	+ 5 - 27	+ 16 - 36	- 13 - 36	- 9 - 41	0 - 52	- 27 - 50	- 25 - 57	- 14 - 66	- 47 - 79	- 36 - 88	250	315
315	400	+ 3 - 22	+ 7 - 29	+ 17 - 40	- 14 - 39	- 10 - 46	0 - 57	- 30 - 55	- 26 - 62	- 16 - 73	- 51 - 87	- 41 - 98	315	400
400	500	+ 2 - 25	+ 8 - 32	+ 18 - 45	- 16 - 43	- 10 - 50	0 - 63	- 33 - 60	- 27 - 67	- 17 - 80	- 55 - 95	- 45 - 108	400	500
500	630	—	0 - 44	0 - 70	—	- 26 - 70	- 26 - 96	—	- 44 - 88	- 44 - 114	- 78 - 122	- 78 - 148	500	630
630	800	—	0 - 50	0 - 80	—	- 30 - 80	- 30 - 110	—	- 50 - 100	- 50 - 130	- 88 - 138	- 88 - 168	630	800
800	1 000	—	0 - 56	0 - 90	—	- 34 - 90	- 34 - 124	—	- 56 - 112	- 56 - 146	- 100 - 156	- 100 - 190	800	1 000
1 000	1 250	—	0 - 66	0 - 105	—	- 40 - 106	- 40 - 145	—	- 66 - 132	- 66 - 171	- 120 - 186	- 120 - 225	1 000	1 250
1 250	1 600	—	0 - 78	0 - 125	—	- 48 - 126	- 48 - 173	—	- 78 - 156	- 78 - 203	- 140 - 218	- 140 - 265	1 250	1 600
1 600	2 000	—	0 - 92	0 - 150	—	- 58 - 150	- 58 - 208	—	- 92 - 184	- 92 - 242	- 170 - 262	- 170 - 320	1 600	2 000
2 000	2 500	—	0 - 110	0 - 175	—	- 68 - 178	- 68 - 243	—	- 110 - 220	- 110 - 285	- 195 - 305	- 195 - 370	2 000	2 500

Wartości tolerancji standardowych dla klasy IT

Rozmiar podstawowy (mm)		Klasa standardowa								
		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9
powyżej	włącznie	Tolerancje (μm)								
—	3	0.8	1.2	2.0	3	4	6	10	14	25
3	6	1.0	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30
6	10	1.0	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36
10	18	1.2	2.0	3.0	5	8	11	18	27	43
18	30	1.5	2.5	4.0	6	9	13	21	33	52
30	50	1.5	2.5	4.0	7	11	16	25	39	62
50	80	2.0	3.0	5.0	8	13	19	30	46	74
80	120	2.5	4.0	6.0	10	15	22	35	54	87
120	180	3.5	5.0	8.0	12	18	25	40	63	100
180	250	4.5	7.0	10.0	14	20	29	46	72	115
250	315	6.0	8.0	12.0	16	23	32	52	81	130
315	400	7.0	9.0	13.0	18	25	36	57	89	140
400	500	8.0	10.0	15.0	20	27	40	63	97	155
500	630	9.0	11.0	16.0	22	30	44	70	110	175
630	800	10.0	13.0	18.0	25	35	50	80	125	200
800	1 000	11.0	15.0	21.0	29	40	56	90	140	230
1 000	1 250	13.0	18.0	24.0	34	46	66	105	165	260
1 250	1 600	15.0	21.0	29.0	40	54	78	125	195	310
1 600	2 000	18.0	25.0	35.0	48	65	92	150	230	370
2 000	2 500	22.0	30.0	41.0	57	77	110	175	280	440
2 500	3 150	26.0	36.0	50.0	69	93	135	210	330	540

- Uwagi:
- Standardowych klas tolerancji IT14 do IT18 nie należy stosować do rozmiarów podstawowych mniejszych lub równych 1 mm.
 - Wartości standardowych klas tolerancji IT1 do IT5 dla rozmiaru podstawowego powyżej 500 mm włączono dla zastosowań eksperymentalnych.

Klasa standardowa									Rozmiar podstawowy (mm)	
IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18		
Tolerancje (μm)									powyżej	włącznie
40	60	100	140	260	400	600	1 000	1 400	—	3
48	75	120	180	300	480	750	1 200	1 800	3	6
58	90	150	220	360	580	900	1 500	2 200	6	10
70	110	180	270	430	700	1 100	1 800	2 700	10	18
84	130	210	330	520	840	1 300	2 100	3 300	18	30
100	160	250	390	620	1 000	1 600	2 500	3 900	30	50
120	190	300	460	740	1 200	1 900	3 000	4 600	50	80
140	220	350	540	870	1 400	2 200	3 500	5 400	80	120
160	250	400	630	1 000	1 600	2 500	4 000	6 300	120	180
185	290	460	720	1 150	1 850	2 900	4 600	7 200	180	250
210	320	520	810	1 300	2 100	3 200	5 200	8 100	250	315
230	360	570	890	1 400	2 300	3 600	5 700	8 900	315	400
250	400	630	970	1 550	2 500	4 000	6 300	9 700	400	500
280	440	700	1 100	1 750	2 800	4 400	7 000	11 000	500	630
320	500	800	1 250	2 000	3 200	5 000	8 000	12 500	630	800
360	560	900	1 400	2 300	3 600	5 600	9 000	14 000	800	1 000
420	660	1 050	1 650	2 600	4 200	6 600	10 500	16 500	1 000	1 250
500	780	1 250	1 950	3 100	5 000	7 800	12 500	19 500	1 250	1 600
600	920	1 500	2 300	3 700	6 000	9 200	15 000	23 000	1 600	2 000
700	1 100	1 750	2 800	4 400	7 000	11 000	17 500	28 000	2 000	2 500
860	1 350	2 100	3 300	5 400	8 600	13 500	21 000	33 000	2 500	3 150

Tabela konwersji 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 Węglanik 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) x10 ⁻⁶ /°C	Moduł Younga MPa	Granica plastyczności MPa	Wytrzymałość na rozciąganie MPa	Wydłużenie %	Twardość HB	Uwagi		
Ł o s z o	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						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 zastosowaniach w konstrukcji maszyn
	HB _s C1		8.50		0.38	123	6.2		19.1	103 000	—	Min. *431	Min. *20	—	Odlew mosiężny o dużej wytrzymałości

Uwagi: *Wartość standardowa JIS lub wartość referencyjna.

**Twardość jest zazwyczaj wyrażana w skali C Rockwella, ale dla porównania została przekształcona do skali twardości wg Brinella.

Referencyjne: Granice proporcjonalności dla SUJ2 i Scr420 wynoszą odpowiednio 833MPa (85kgf/mm²) i 440MPa (45kgf/mm²).

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) x10 ⁻⁶ /°C	Moduł Younga MPa	Granica plastyczności MPa	Wytrzymałość na rozciąganie MPa	Wydłużenie %	Twardość HB	Uwagi
W a t e k	S45C	Utwardzanie, 650 odpuszczanie	7.83	0.48	47	18	12.8	207 000	440	735	25	217	Stal węglowa do zastosowaniach w konstrukcji maszyn
	SCr430	Utwardzanie, 520-620 oziębienie											22
	SCr440	Utwardzanie, 520-620 oziębienie			45	23	12.5	208 000	Min. *784	Min. *930	Min. *13	*269 ~331	Stal chromowa
	SCM420	Utwardzanie, 150-200 oziębienie	0.47	48	21	12.8	-	Min. *930	Min. *14	*262 ~352	-	-	Stal chromowo-molibdenowa
	SNCM439	Utwardzanie, 650 odpuszczanie											38
	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	-	200 000	1 440	1 650	10	400	Stal nierdzewna martenzytyczna
	O b u d o w a	FC200	n.d.	7.30	0.50	43	-	10.4	98 000	-	Min. *200	-	Max. *217
FCD400		n.d.	7.00	0.48	20	-	11.7	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		n.d.	2.68	0.88	151	4.2	21.5	72 000	88	167	7	-	Stop aluminium odlewany do form piaskowych
ADC10		n.d.	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 przekształcona do skali twardości wg Brinella.

Referencyjne: Granice proporcjonalności dla SUJ2 i Scr420 wynoszą odpowiednio 833MPa (85kgf/mm²) i 440MPa (45kgf/mm²).

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

Nazwa firmy _____

● **Warunki pracy**
 Maszyny [Obrabiarka wieloperacyjna, Tokarka, Szlifierka do otworów, Silnik, Inne ()]
 Numer modelu _____
 Pozycja łożyska [Wrzeciono główne, Śruba kulkowa] [Koniec ustalony, Koniec swobodny]
 Pozycja wrzeciona głównego [Pionowa, Pozioma, Inna ()]
 Typ łożyska Właściwe zakreślić
 Łożysko kulkowe skośne [Seria Standard, Seria ROBUST BNR, Seria ROBUST BER, Seria ROBUST BGR]
 Łożysko walcowe [jednorzędowe łożysko walcowe, ultra superszybkie łożysko serii ROBUST, dwurzędowe łożysko walcowe wału głównego TAC, seria ROBUST BAR, seria ROBUST BTR]
 Łożysko kulkowe [superprecyzyjne głębokorowkowe łożysko kulkowe do silników wrzecion]
 Głębokorowkowe łożysko kulkowe [do obrabiarek, do wtryskarek elektrycznych]
 Łożysko do śrub kulkowych [do obrabiarek, do wtryskarek elektrycznych]

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 _____ Luz _____

● **Warunki obciążenia**
 Prędkość obrotowa _____ min⁻¹ Obciążenie poprzeczne _____ N Obciążenie wzdłużne _____ N
 Moment _____ N · mm Siła odmocowania _____ N

● **Wał i obudowa**
 Tolerancja wału _____ Tolerancja obudowy _____ Średnica zewnętrzna obudowy _____ mm
 Materiał wału _____ Materiał obudowy _____ Średnica otworu wału drążonego _____ mm

Metoda napędzania _____ (chłodzenie z cylindrem zewnętrznym: Tak, Nie) (obciążenie wstępne pozycyjne lub obciążenie wstępne o stałym napięciu)
 _____ Metoda chłodzenia _____ Typ obciążenia wstępnego _____

Długość podkładki _____ mm Temperatura otoczenia _____ °C

● **Wartości wymagane**
 Sztywność _____ N/μm Obciążenie wstępne _____ N Trwałość _____ godzin

● **Uwagi**
 Proszę wskazać wszelkie specjalne życzenia, pytania lub uwagi: _____
 Załączniki: (Tak) (Nie)

Tabela porównawcza starych i nowych numerów

Łożysko	Nowa nazwa	Stara nazwa	Uwagi
Superprecyzyjne łożyska kulkowe skośne	79xxCTYNDBL	79xxCTYDBC7	TYN: koszyk z żywicy poliamidowej 46 prowadzony na kulkach TY: koszyk z żywicy poliamidowej 66 prowadzony na kulkach
	70xxCTYNDBL	70xxCTYDBC7	
	72xxCTYNDBL	72xxCTYDBC7	EL←C2, L←C7
	70xxATYNDBL	70xxATYDBC7	M←C8, H←C9
	72xxATYNDBL	72xxATYDBC7	
	79xxA5TYN	79xxA5TY	
Ultra superszybkie łożyska kulkowe skośne	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		
Ultra superprecyzyjne łożyska kulkowe skośne	xxBGR10S	xxBNT10F	BGR: typ nierozbieralny
	xxBGR10H	xxBNT10FSN24	BNT: typ rozbieralny
Dwurzędowe łożyska walcowe	NN30xxTB	NN30xxT	TB: Koszyk z żywicy PPS prowadzony na waleczkach TP: Koszyk z żywicy PEEK prowadzony na pierścieniu zewnętrznym
Ultra superszybkie jednorzędowe łożyska walcowe	N10xxRSTP	N10xxBT	T: Koszyk z żywicy poliamidowej 66 prowadzony na waleczkach
Superszybkie wzdłużne łożyska kulkowe skośne	xxBAR10STYN	xxBA10XTY	TYN: koszyk z żywicy poliamidowej 46 prowadzony na kulkach TY: koszyk z żywicy poliamidowej 66 prowadzony na kulkach
	xxBTR10STYN	xxBT10XTY	

W przypadku zmiany na nowy numer, jeżeli nie jest on uwzględniony powyżej, prosimy o skontaktowanie się z NSK.

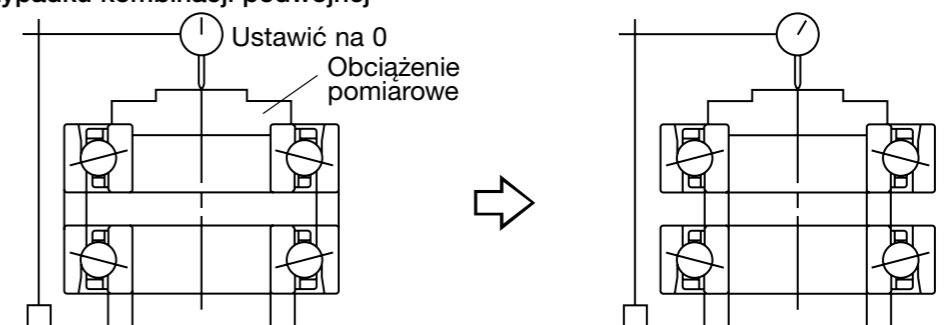
W przypadku układów DB, umieścić łożyska na płycie oporowej, z podkładką pomiędzy płytą oporową a czołem pierścienia wewnętrznego, tak jak pokazano na rysunku poniżej. Rozdzielić parę łożysk za pomocą podkładki pomiędzy pierścieniami zewnętrznymi i umieścić płytę obciążającą na czołe pierścienia wewnętrznego najwyższego łożyska, obrócić delikatnie pierścień zewnętrzny i przed ustawieniem wskaźnika w pozycji zero upewnić się, że czujnik zegarowy jest stabilny. W drugim etapie wyjąć podkładkę pierścienia zewnętrznego i włożyć podkładkę pierścienia wewnętrznego pomiędzy parę łożysk, następnie powtórzyć pomiar. Zmiana we wskazaniach miernika pokazuje zmierzony luz wzdłużny. (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 podkładką pomiędzy płytą i czołem pierścienia zewnętrznego, ustawiając miernik na zero przy rozdzielaniu pary łożysk podkładką pierścienia wewnętrznego i umieszczeniem płyty obciążającej na pierścieniu zewnętrznym najwyższego łożyska.

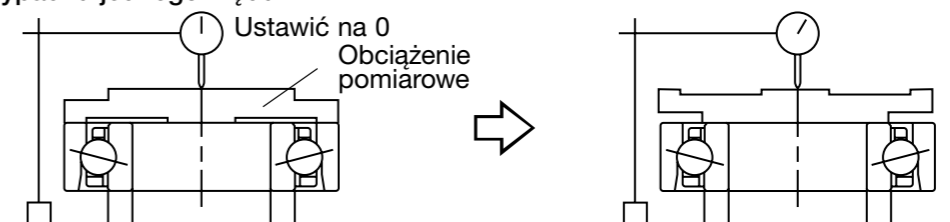
W przypadku pomiaru dla jednego rzędu, możliwe jest zmierzenie luzu wzdłużnego łożyska podwójnego poprzez dodatnie wartości z każdego rzędu. Procedura ustawiania, patrz rysunek poniżej.

(Informacje o obciążeniach pomiarowych, patrz strona 137, tabela 4.1).

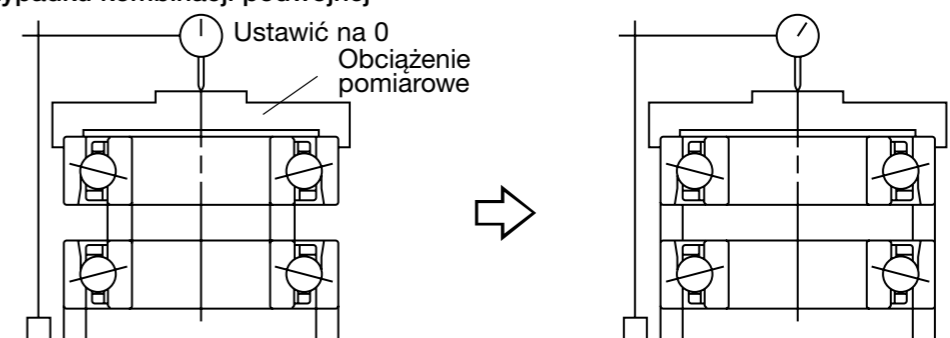
Układ DB
W przypadku kombinacji podwójnej



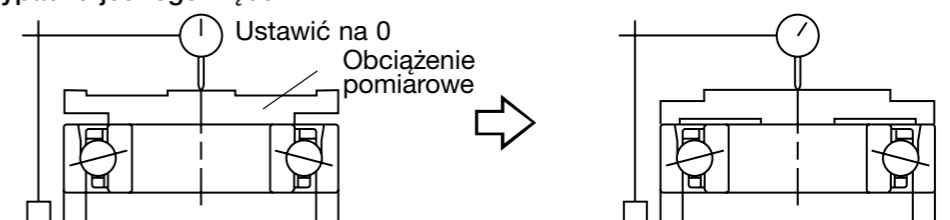
W przypadku jednego rzędu



Układ DF
W przypadku kombinacji podwójnej



W przypadku jednego rzędu



Światowa sieć biur sprzedaży i zakładów produkcyjnych

NSK LTD.-HEADQUARTERS TOKYO, JAPAN **www.nsk.com**
Nissei Bldg, 1-4-3, OHSAKI SHINJAWA-KU, TOKYO 141-8560, JAPAN
ASIA BUSINESS STRATEGIC DIVISION-HEADQUARTERS
P: 03-3779-7145 F: 03-3779-7433 C: 81
INDUSTRIAL MACHINERY BEARINGS DIVISION-HEADQUARTERS
P: 03-3779-7227 F: 03-3779-7644 C: 81
AUTOMOTIVE DIVISION-HEADQUARTERS
P: 03-3779-7189 F: 03-3779-7917 C: 81
NEEDLE ROLLER BEARINGS STRATEGIC DIVISION-HEADQUARTERS
P: 03-5487-2563 F: 03-3779-7917 C: 81
PRECISION MACHINERY & PARTS DIVISION-HEADQUARTERS
P: 03-3779-7219 F: 03-3779-7644 C: 81

Afryka

Republika Południowej Afryki:

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

Azja i Oceania

Australia:

NSK AUSTRALIA PTY. LTD. www.nskaustralia.com.au

MELBOURNE 11 Dalmore Drive, Scoresby, Victoria 3179, Australia
P: 03 9764-8302 F: 03 9764-8304 C: 61
SYDNEY Unit 1, Riverside Centre, 24-28 River Road West, Parramatta, N.S.W. 2150, Australia
P: 02-9939-8322 F: 02-9939-8406 C: 61
BRISBANE 91 Wellington Road, East Brisbane, Queensland 4169, Australia
P: 07-3393-1388 F: 07-3393-1236 C: 61
ADELAIDE 84 Greenhill Road, Wayville, South Australia 5034, Australia
P: 08-8373-4811 F: 08-8373-1053 C: 61
PERTH Unit 4, 36 Port Kembla Drive, Bibra Lake, Western Australia 6163, Australia
P: 089-434-1311 F: 089-434-1318 C: 61

Chiny:

NSK HONG KONG LTD.

HONG KONG Room 512, Wing On Plaza, Tsim Sha Tsui East, Kowloon, Hong Kong
P: 2739-9933 F: 2739-9323 C: 852

KUNSHAN NSK CO., LTD.

KUNSHAN PLANT 258 South Huang Pu Jiang Rd Kunshan E&T Development Zone Jiang Su 215335, China
P: 0512-5771-5654 F: 0512-5771-5689 C: 86

GUIZHOU HS NSK BEARINGS CO., LTD.

ANSHUN PLANT Dongjiao, Anshun, Guizhou 561000, China
P: 0853-3521505 F: 0853-3522722 C: 86

NSK STEERING SYSTEMS DONGGUAN CO., LTD.

DONGGUAN PLANT High-tech Park, Shilong Road, Guanlong Section, Dongguan, Guanlong, 523119, China
P: 0769-242-7230 F: 0769-242-7637 C: 86

ZHANGJIAGANG NSK PRECISION MACHINERY CO., LTD.

JIANGSU PLANT Zhenxing Rd., Guota North Rd., Zhangjiagang Economic Development Zone., Zhangjiagang City Jiangsu 215600, China
P: 0512-5867-6496 F: 0512-5818-0970 C: 86

TIMKEN-NSK BEARINGS (SUZHOU) CO., LTD.

JIANGSU PLANT Taishan Road 22 Suzhou New District, Jiangsu 215129, China
P: 0512-6665-6666 F: 0512-6665-9108 C: 86

NSK CHINA TECHNOLOGY CENTER

JIANGSU 258 South Huang Pujiang Road, Kunshan Economic & Technical Development Zone., Jiangsu 215335, China
P: 0512-5771-5654 F: 0512-5771-0748 C: 86

NSK (SHANGHAI) TRADING CO., LTD.

SHANGHAI 10th Fl. Buidng No. A, Shanghai Far East International Plaza Bldg. A 319 Xian Xia Road, Shanghai 200051, China
P: 021-6235-0198 F: 021-6235-1033 C: 86

NSK REPRESENTATIVE OFFICES www.nsk.com.cn

BEIJING Room 1001, Beijing Fortune Bldg. 5 Dong san Huan Bei Lu, Chao Yang District, Beijing 100004, China
P: 010-6590-8161 F: 010-6590-8166 C: 86

SHANGHAI 10th Fl. Buidng No. A, Shanghai Far East International Plaza 319 Xian Xia Road, Shanghai 200051, China
P: 021-6235-0198 F: 021-6235-1033 C: 86

GUANGZHOU Room 2701-02, Guangzhou International Electronics Tower 403, Huan Shi Rd East, Guangzhou 510005, China
P: 020-8732-0583 F: 020-8732-0574 C: 86

ANSHUN Dongjiao, Anshun, Guizhou 561000, China
P: 0853-3522522 F: 0853-3522592 C: 86

CHENGDU Room1901, Green Land Hotel, No.99 Zhongjieci Xi Street, Chengdu, 610016, China
P: 028-8661-4200 F: 028-8661-4343 C: 86

NSK (CHINA) INVESTMENT CO., LTD

SHANGHAI 10th Fl. Buidng No. A, Shanghai Far East International Plaza, 319 Xian Xia Road, Shanghai 200051, China
P: 021-6235-0198 F: 021-6235-1033 C: 86

Indie:

RANE NSK STEERING SYSTEMS LTD.

CHENNAI PLANT 14, Rajagopalan Salai, Vallancherry Guduvancherry, Pin-603 202, India
P: 044-2433-4732, 044-2434-3036, 3067 F: 044-2433-4733 C: 91

NSK LTD. INDIA BRANCH OFFICE

CHENNAI 2A, First Street, Cenotaph Road, Chennai, 600 018, India
P: 044-2433-4732, 044-2434-3036, 3067 F: 044-2433-4733 C: 91

PT. NSK BEARINGS MANUFACTURING INDONESIA

JAKARTA PLANT Blok M-4, Kawasan Benikat, MM2100, Industrial Town, Cikarang Barat, Bekasi 17520, Jawa Barat, Indonesia
P: 021-898-0155 F: 021-898-0156, 021-898-0183 C: 62

PT. NSK INDONESIA

JAKARTA Summitmas II 6th Fl., Jl. Jend. Sudirman Kav. 61-62, Jakarta 12190 Indonesia
P: 021-252-3458 F: 021-252-3223 C: 62

Korea:

NSK KOREA CO., LTD. www.kr.nsk.com

SEOUL 9F (West Wing), Posco Center 892, Deachi 4 Dong Kangnam-Ku, Seoul, Krea
P: 02-3687-0300 F: 02-3687-0345, 0445 C: 82

CHANGWON 60, Seongsan-Dong, Changwon, Kyungsangnam-Do, Korea
P: 055-287-6001 F: 055-285-9982 C: 82

Malezja:

NSK BEARINGS (MALAYSIA) SDN. BHD.

KUALA LUMPUR 1001, Level 10, Uptown 2, 2 Jalan SS21/37, Damansara Uptown, 47400 Petaling Jaya, Selangor Darul Ehsan, Malaysia
P: 03-7722-3273 F: 03-7728-3543, 7728-7450 C: 60

PRAI 10, Lengkok Kikik 1, Taman Inderawasih, 13600 Prai, Penang, Malaysia
P: 04-3991763 F: 04-3991830 C: 60

JOHOR BAHRU Ground Floor, No. 27, Jalan Bakawali 50, 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 1/2 Miles, Jalan Tuaran, 88450 Inanam Sabah, Malaysia
P: 088-421260 F: 088-421261 C: 60

NSK MICRO PRECISION (M) SDN. BHD.

MALAYSIA PLANT No 43 Jalan Taming Dua, Taman Taming Jaya, 43300 Balakong, Selangor Darul Ehsan, Malaysia
P: 03-8961-6288 F: 03-8961-6488 C: 60

Nowa Zelandia:

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

Filipiny:

NSK REPRESENTATIVE OFFICE

MANILA Unit 910 Philippine AXA Life Centre, 1286 Seno Gil Puyat Avenue, Makati City 1200, Metro Manila, Philippines
P: 02-759-6246 F: 02-759-6249 C: 63

Singapur:

NSK INTERNATIONAL (SINGAPORE) PTE LTD.

SINGAPORE 2 Toh Guan Road East #02-02 Singapore 608837
P: 6273-0357 F: 6275-8937 C: 65

NSK SINGAPORE (PTE) LTD.

SINGAPORE 2 Toh Guan Road East #02-03 Singapore 608837
P: 6278-1711 F: 6273-0253 T: RS24058 C: 65

Tajwan

TAIWAN NSK PRECISION CO., LTD.

TAIPEI 9th Fl., 34, Chung Shan N. Rd., Sec. 3, Taipei, Taiwan R.O.C.
P: 02-2591-0656 F: 02-2597-3101 C: 886

TAICHUNG 107-6, SEC. 3, Wenxin Rd., Taichung, Taiwan R.O.C.
P: 04-2311-7978 F: 04-2311-2862 C: 886

TAINAN No.48, Lane 62, Fusing Rd., Sinsin Township, Tainan County 744, Taiwan, R.O.C.
P: 06-589-2703 F: 06-589-2719 C: 886

Tajlandia:

NSK BEARINGS (THAILAND) CO., LTD.

BANGKOK 25th Fl. RS Tower, 12176-77 Rachadaphisek Road, Dindaeng, Bangkok 10320, Thailand
P: 02-6412-150-58 F: 02-6412-161 C: 66

NSK BEARINGS MANUFACTURING (THAILAND) CO., LTD.

CHONBURI PLANT 709430 Moo 7, Amata Nakorn Industrial Estate T. Donhuaior, A. Muangchonburi, Chonburi 20000 Thailand
P: 038-454010-454016 F: 038-454017, 454020 C: 66

SIAM NSK STEERING SYSTEMS CO., LTD.

CHACHOENGSAO 90 Moo 9, Wellgrov Industrial Estate, Km. 36 Bangna-Trad Road, Bangwao, Bangkokong, Chachoengsao 24180, Thailand
P: 038-522-343-350 F: 038-522-351 C: 66

NSK ASIA PACIFIC TECHNOLOGY CENTRE (THAILAND) CO., LTD.

CHONBURI 709430 Moo 7, Amata Nakorn Industrial Estate T. Donhuaior, A. Muangchonburi, Chonburi 20000 Thailand
P: 038-454631-454633 F: 038-454633, 454634 C: 66

Europa

NSK EUROPE LTD. (EUROPEAN HEADQUARTERS) www.eu.nsk.com

MAIDENHEAD, UK Belmont Place, Belmont Road, Maidenhead, Berkshire SL6 6TB U.K.
P: 01628-509800 F: 01628-509808 C: 44

Francja:

NSK FRANCE SAS

PARIS Quartier de l'Europe, 2 Rue Georges Guynemer, 78283 Guyancourt Cedex, France
P: 01-30-57-39-39 F: 01-30-57-00-01 C: 33

Niemcy:

NSK DEUTSCHLAND GMBH

DUSSELDORF Harkortstrasse 15, 40880 Ratingen, Germany
P: 02102-481-0 F: 02102-481-2290 C: 49

STUTTGART

Sielminger Str. 65, 70771 Leinfelden-Echterdingen, Germany
P: 0711-79082-0 F: 0711-79082-289 C: 49

LEIPZIG

Zschortauer Str. 76, 04129 Leipzig, Germany
P: 0341-5631241 F: 0341-5631243 C: 49

NSK PRECISION EUROPE GMBH

DUSSELDORF Harkortstrasse 15, 40880 Ratingen, Germany
P: 02102-481-0 F: 02102-481-2290 C: 49

NSK STEERING SYSTEMS EUROPE LTD.

STUTTGA RT Sielminger Strasse 65 D-70771 Leinfelden-Echterdingen, Germany
P: 0771-79082-277 F: 0771-79082-289 C: 49

NEUWEG FERTIGUNG GMBH

CORPORATE Ehinger Strasse 5, D-89597 Munderkingen, Germany
OFFICE/PLANT P: 07393-540 F: 07393-5414 C: 49

Włochy:

NSK ITALIA S.p.A.

MILANO Via Garibaldi, 215, I-20024 Garbagnate Milanese (MI), Italy
P: 02-99-5-19-1 F: 02-990-25-778, 02-990-28-373 C: 39

INDUSTRIA CUSCINETTI S.p.A.

TORINO PLANT Via Giotto 4, 10080, S. Benigno C. se, Torino, Italy
P: 0119824811 F: 0119880284 C: 39

Holandia:

NSK EUROPEAN DISTRIBUTION CENTRE B.V.

De Kroonstraat 38, 5048 AP Tilburg, Nederland
P: 013-4647647 F: 013-4647648 C: 31

Polska:

NSK POLSKA Sp. z o.o.

CORPORATE ul. Warszawska146, 25-547 Kielce, Poland
P: 041-330-3807 F: 041-330-3830 C: 48

WARSAW BRANCH ul. Magdalenowa 4 lok. 73, 02-796 Warsaw, Poland
P: 022-645-1525 F: 022-645-1529 C: 48

NSK Bearings Polska S.A.

CORPORATE ul. Jagiellońska109, 25-734 Kielce, Poland
OFFICE/PLANT P: 041-3670-777 F: 041-345-4599 C: 48

NSK EUROPEAN TECHNOLOGY CENTER, POLAND OFFICE

ul. Jagiellońska109, 25-734 Kielce, Poland
P: 041-3670-936 F: 041-3670-930 C: 48

Hiszpania:

NSK SPAIN S.A.

BARCELONA Calle de la Hidráulica, 5, P.I. "La Ferreria" 08110 Montcada i Reixac (Barcelona), Spain
P: 093-575-4041 F: 093-575-0520 C: 34

Turcja:

NSK BEARINGS MIDDLE EAST TRADING CO., LTD.

ISTANBUL Fevzi Cakmak Caddesi, No.11/4, Maltepe 34844, Istanbul, Turkey
P: 0216-442-7106 F: 0216-305-5505 C: 90

Wielka Brytania:

NSK BEARINGS EUROPE LTD.

PETERLEE 3 Brimley Road, South West Industrial Estate, Peterlee, Co. Durham, SR8 2JD U.K.
PLANT P: 0191-586-6111 F: 0191-586-3482 C: 44

PETERLEE (FORGE) Davy Drive, North West Industrial Estate, Peterlee, Co. Durham, SR8 2PW U.K.
PLANT P: 0191-518-0777 F: 0191-518-0303 C: 44

NEWARK Northern Road, Newark, Nottinghamshire, NG24 2JF U.K.
PLANT P: 01636-605123 F: 01636-643072 C: 44

NSK EUROPEAN TECHNOLOGY CENTRE

NEWARK, UK Northern Road, Newark, Notts, NG24 2JF U.K.
P: 01636-605123 F: 01636-643050 C: 44

NSK STEERING SYSTEMS EUROPE LTD.

CORPORATE Silverstone Drive, Rowley's Green, Coventry, Warwickshire CV6 6PA U.K.
OFFICE P: 024-76-588588 F: 024-76-588599 C: 44

PETERLEE 6/7 Doxford Drive, South West Industrial Estate, Peterlee, Co. Durham, SR8 2RL U.K.
PLANT P: 0191-518-6400 F: 0191-518-6440 C: 44

Ameryka Północna i Ameryka Południowa

NSK AMERICAS, INC. (AMERICAN HEADQUARTERS)

ANN ARBOR 4200 Goss Road, Ann Arbor, Michigan 48105-2703, U.S.A.
P: 734-913-7500 F: 734-913-7511 C: 1

Argentyna:

NSK ARGENTINA SRL

BUENOS AIRES Garcia del Rio 2477 PISO 7º OF. " A " C1429DEA-Buenos Aires-Argentina
P: 11-4704-5100 F: 11-4704-0033 C: 54

Brazylia:

NSK BRASIL LTDA. www.br.nsk.com

SAO PAULO Rua Treze de Maio, 1633-14 Andar-Bela Vista São Paulo-SP, Brazil 01327-905
P: 011-3269-4723 F: 011-3269-4720 C: 55

SUZANO PLANT Av. Vereador João Batista Filipaldi, 66-Vila Maluf Suzano-SP, Brazil 08685-000
P: 011-4714-4090 F: 011-448-2355 C: 55

BELO HORIZONTE Rua Ceará, 1431-4º andar-sala 405-Funcionários Belo Horizonte-MG, Brazil 30150-311
P: 031-3274-2477 F: 031-3273-4408 C: 55

JOINVILLE Rua Blumenau, 178-sala 910-Centro Joinville-SC, Brazil 89204-250
P: 047-422-9445/433-8627 F: 047-422-2817 C: 55

PORTO ALEGRE Av. Cristóvão Colombo, 1694-sala 202-Floresta Porto Alegre-RS, Brazil 90560 001
P: 051-3222-1324/3346-7651 F: 051-3222-2599 C: 55

RECIFE Av. Conselheiro Aguiar, 2738-6º andar-conj. 604-Boa Viagem Recife-PE, Brazil 51020-020
P: 081-3326-3781 F: 081-326-5047 C: 55

Kanada:

NSK CANADA INC. www.ca.nsk.com

HEAD OFFICE 5585 McAdam Road, Mississauga, Ontario, Canada L4Z 1N4
P: 905-890-0740 F: 905-890-0488 C: 1

MONTREAL 2150-32E Avenue, Lachine, Quebec, Canada H8T 3H7
P: 514-633-1220 F: 514-633-8164 C: 1

TORONTO 5585 McAdam Road, Mississauga, Ontario, Canada L4Z 1N4
P: 905-890-0561 F: 905-890-1938 C: 1

VANCOUVER 3353 Wayburne Drive, Burnaby, British Columbia, Canada V5G 4L4
P: 604-294-1151 F: 604-294-1407 C: 1

Meksyk:

NSK RODAMIENTOS MEXICANA, S.A. DE C.V. www.mx.nsk.com
MEXICO CITY Minas Palacio No.42-C, Col. San Antonio Zome

