

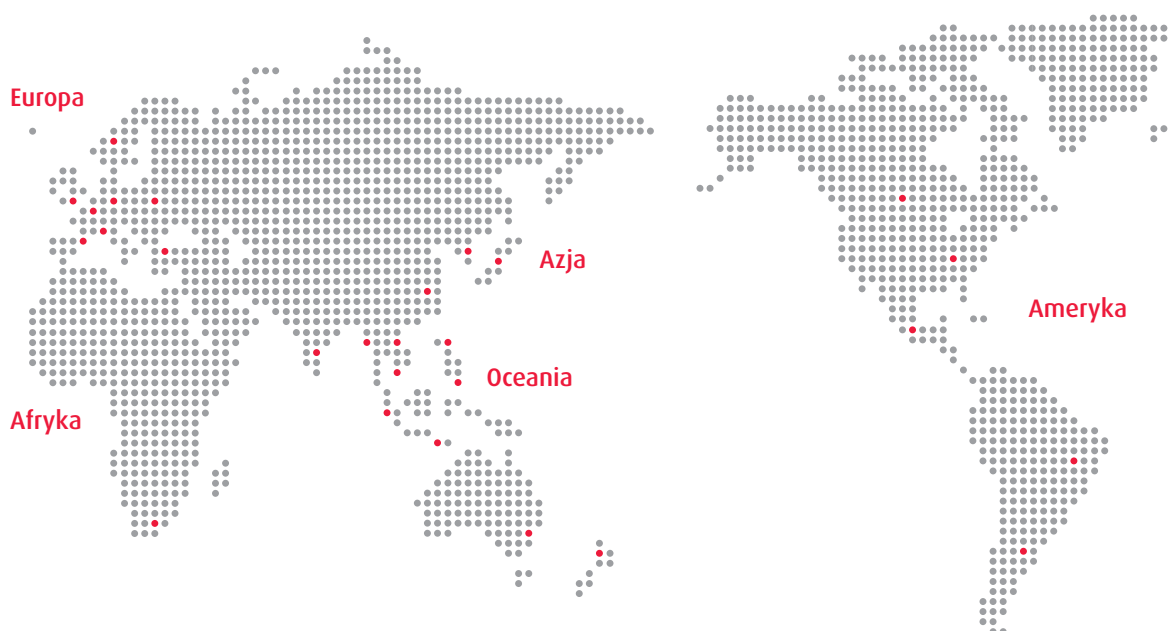
NEW BEARING DOCTOR

DIAGNOZOWANIE PROBLEMÓW ŁOŻYSKOWYCH



SUBSKRYBUJ BIULETYN NSK 

Jako jeden z wiodących światowych producentów łożysk tocznych, komponentów technologii liniowej i układów kierowniczych, jesteśmy obecni prawie na każdym kontynencie – w zakładach produkcyjnych, biurach sprzedaży i centrach technologicznych – ponieważ nasi klienci doceniają krótkie kanały decyzyjne, sprawne dostawy i lokalny dostęp do naszych usług.



Firma NSK

NSK rozpoczęła swoją działalność w 1916 r. jako pierwszy japoński producent łożysk tocznych. Od tamtego czasu stale rozbudowujemy i ulepszamy nie tylko gamę naszych produktów, lecz również zakres usług dla różnych sektorów przemysłu. Z myślą o nich rozwijamy technologie w dziedzinie łożysk tocznych, systemów liniowych, komponentów dla branży motoryzacyjnej i systemów mechatronicznych. Nasze ośrodki badawcze i produkcyjne w Europie, Ameryce i Azji są ze sobą powiązane w globalnej sieci

technologicznej. Koncentrujemy się nie tylko na rozwoju nowych technologii, ale również na stałej optymalizacji jakości – na każdym etapie procesów.

Nasze działania badawcze obejmują m.in. projektowanie produktu, aplikacje symulacyjne z wykorzystaniem różnorodnych systemów analitycznych, a także opracowywanie nowych typów stali i środków smarnych dla naszych łożysk tocznych.

Partnerstwo oparte na zaufaniu, zaufanie oparte na jakości

Kompleksowa Jakość NSK: współdzielenie naszej globalnej sieci Centrów Technologicznych NSK. Oto jeden z przykładów na to, jak spełniamy wymagania wysokiej jakości.

NSK jest jedną z czołowych firm szczycących się długą tradycją opatentowanych rozwiązań dla części mechanicznych. W naszych centrach badawczych na całym świecie skupiamy się nie tylko na rozwijaniu nowych technologii, ale także na stałym ulepszaniu jakości w oparciu o zintegrowaną platformę

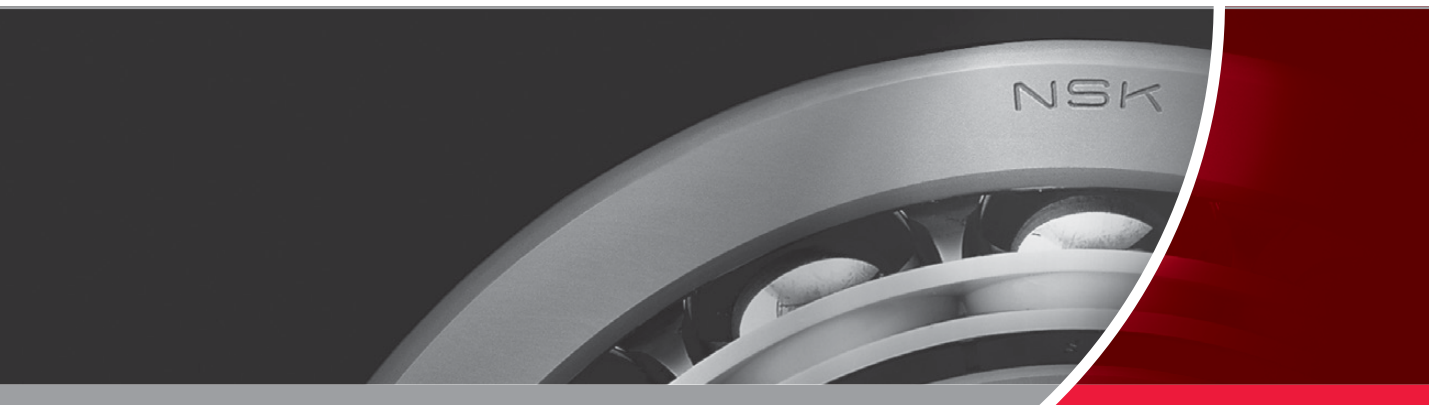
technologiczną: trybologii, technologii materiałowej, analizy i mechatroniki.

Więcej o NSK na stronie internetowej
www.nskeurope.pl lub pod numerem telefonu
+48 22 645 15 25



New Bearing Doctor





Spis treści

Wprowadzenie	6
Obsługa i konserwacja łożysk	7
Środki ostrożności przy obsłudze	7
Montaż	8
Sprawdzenie działania	8
Wskaźniki pracy łożysk	10
Szum łożyska	10
Drgania łożyska	10
Temperatura łożyska	10
Efekty smarowania	10
Dobór smarowania	11
Uzupełnianie i wymiana środka smarnego	12
Kontrola łożysk	14
Ślady pracy a stosowane obciążenia	16
Uszkodzenia łożysk oraz środki zaradcze.....	18
Złuszczenie.....	19
Mikrozłuszczenie.....	21
Zarysowania.....	22
Przytarcia smugowe.....	24
Odłamania	26
Pęknięcia.....	27
Uszkodzenia koszyka.....	29
Wgniecenia	31
Wżery korozyjne	32
Ścieranie	33
Korozja cierna	34
Fałszywe odciski Brinella	35
Pełzanie	36
Zatarcia.....	37
Korozja elektryczna	38
Rdza i korozja	39
Odkształcenia montażowe.....	40
Przebarwienia	41
Załącznik – Karta diagnostyki łożysk	42

Wprowadzenie

Jeżeli łożysko ulegnie uszkodzeniu podczas pracy maszyny, wewnątrz maszyny lub jej wyposażenie może się zatrzeć lub przestać działać. Ponieważ przyczyną problemów jest przedwczesne lub niespodziewane uszkodzenie łożysk, bardzo ważne jest, o ile to możliwe, określenie i przewidzenie uszkodzenia zanim ono się zdarzy, a więc powinny być zastosowane pomiary profilaktyczne.

Generalnie, kontrola łożyska lub obudowy umożliwia określenie przyczyny problemu. Często przyczynę stanowi niewystarczające smarowanie, nieprawidłowa obsługa, niewłaściwy dobór łożyska lub niewystarczająca kontrola wału czy obudowy. Zwykle przyczyna może być określona, wzięwszy pod uwagę pracę łożyska przed uszkodzeniem, poprzez badanie warunków smarowania oraz warunków montażu, a także poprzez uważne obejrzenie samego łożyska.

Czasami łożyska ulegają uszkodzeniu, zawodzą szybko i nieoczekiwanie. Takie przedwczesne uszkodzenie różni się od normalnego zużycia zmęczeniowego powodowanego złuszczeniem. Żywotność łożyska może być podzielona i określona na dwa rodzaje: przedwczesne uszkodzenie i normalne zmęczenie wskutek kontaktu tocznego.



Obsługa i konserwacja łożysk

Środki ostrożności przy obsłudze

Ponieważ łożyska toczne są częściami maszyn o wysokiej precyzji, muszą być obsługiwane bardzo uważnie. Nawet jeżeli stosowane są łożyska o wysokiej jakości, nie uzyskamy ich przewidywanej żywotności i działania jeżeli stosowane są niewłaściwie. Główne środki ostrożności jakie powinny być stosowane to:

(1) Utrzymywanie łożyska i otaczającej je przestrzeni w czystości: Kurz i brud, nawet jeżeli jest niewidoczny dla gołego oka posiada szkodliwy wpływ na łożyska. Konieczne jest zabezpieczenie przed dostawaniem się kurzu i brudu poprzez utrzymywanie łożysk i ich otoczenia w możliwie największej czystości.

(2) Uważne przemieszczanie: Ciężkie wstrząsy podczas przemieszczania mogą spowodować zarysowania lub inne uszkodzenia łożyska, prowadzące do jego zniszczenia. Silne uderzenia mogą powodować fałszywe odciski Brinella, złamania lub pęknięcia.

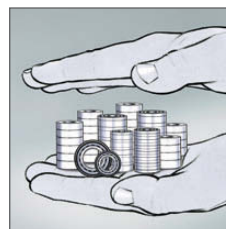
(3) Stosowanie odpowiednich narzędzi: W czasie pracy przy łożyskach należy zawsze stosować odpowiednie narzędzia a unikać narzędzi ogólnego stosowania.

(4) Zabezpieczanie łożyska przed korozją:

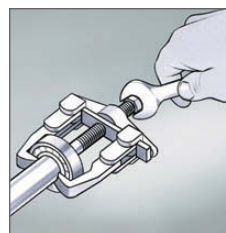
Pot na rękach oraz różne inne zanieczyszczenia mogą spowodować korozję, należy podczas pracy z łożyskami utrzymywać ręce w czystości. Jeżeli to możliwe zakładać rękawiczki.



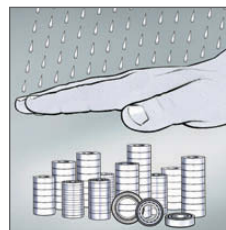
Utrzymuj łożyska i ich otoczenie w czystości!



Obchodź się z nimi ostrożnie!



Używaj właściwych narzędzi!



Zabezpiecz łożyska przed korozją!

Obsługa i konserwacja łożysk

Montaż

Zaleca się gruntowną analizę montażu łożyska, ponieważ jakość montażu łożyska wpływa na dokładność obrotu łożyska, żywotność i jego pracę. Zaleca się aby metoda montażu zawierała następujące etapy.

- › Czyszczenie łożyska i współpracujących części.
- › Sprawdzenie wymiarów i ostatecznego stanu współpracujących części.
- › Postępowanie zgodne z procedurą montażu.
- › Sprawdzenie czy łożysko jest właściwie zamontowane.
- › Wprowadzenie właściwego rodzaju i ilości smaru.

Ponieważ większość łożysk obraca się wraz z wałem, generalnie łożysko montuje się z zastosowaniem pasowania z wciśnięciem między pierścieniem wewnętrznym a wałem oraz pasowania z luzem dla pierścienia zewnętrznego i obudowy.

Sprawdzenie działania

Bardzo ważne jest aby po zamontowaniu łożyska przeprowadzić test działania celem potwierdzenia, że łożysko jest prawidłowo zamontowane.

Tabela 1 przedstawia metody testowania działania. Jeżeli stwierdzone zostaną nieprawidłowości należy natychmiast zaprzestać testowania i sprawdzić **Tabelę 2**, która przedstawia odpowiednie przeciwdziałania dla specyficznych problemów łożyskowych.

Aby maksymalnie zwiększyć żywotność łożysk konieczna jest ich okresowa kontrola i konserwacja oraz kontrola ich warunków pracy. Generalnie stosowane są następujące metody.

(1) Kontrola podczas pracy

Celem określenia okresów wymiany łożysk oraz terminów uzupełniania smaru, konieczne jest badanie własności smaru i uwzględnianie takich czynników jak temperatura pracy, drgania czy szum łożysk (patrz rozdział „Wskaźniki pracy łożysk”, gdzie podano więcej szczegółów).

(2) Kontrola łożyska

Należy zapewnić gruntowne badanie łożysk podczas okresowej kontroli maszyny oraz podczas wymiany części. Należy sprawdzić stan bieżni, sprawdzić czy powstały jakiegokolwiek uszkodzenia. Należy zdecydować czy łożysko może być dalej użytkowane czy powinno być wymienione (patrz rozdział „Kontrola łożysk” gdzie podano więcej szczegółów).



Tabela 1 Metody sprawdzania działania

Wielkość maszyny	Procedura działania	Sprawdzanie stanu łożyska
Mała maszyna	Praca przy wymuszeniu ręcznym. Obróć łożysko ręcznie. Jeżeli nie stwierdzi się problemów należy kontynuować procedurę badania działania maszyny.	<ul style="list-style-type: none"> › Drgania cierne (zanieczyszczenia, pęknięcia, wgniecenia). › Nierównomierny moment obrotowy (wadliwy montaż). › Nadmierny moment obrotowy. (Błąd w montażu lub niewystarczający wewnętrzny luz promieniowy).
	Praca z włączonym napięciem zasilania. Wstępnie należy rozpocząć przy niskiej prędkości obrotowej i bez obciążenia. Stopniowo należy zwiększać prędkość obrotową i obciążenie do uzyskania znamionowego.	Należy sprawdzić szum. Sprawdzić wzrost temperatury łożyska. Sprawdzić wyciek smaru. Sprawdzić przebarwienia.
Duża maszyna	Praca na wybiegu. Należy włączyć maszynę i pozwolić jej obracać się powoli. Należy wyłączyć maszynę i pozwolić aby łożysko obracało się aż do zatrzymania. Jeżeli nie stwierdzono nieprawidłowości w trakcie testu należy kontynuować test obrotów pod obciążeniem.	Drgania, szum itp.
	Praca z włączonym napięciem zasilania. Należy postępować tak samo jak przy testowaniu działania pod obciążeniem dla małych maszyn.	Należy sprawdzić te same punkty jak przy testowaniu małej maszyny.

Tabela 2 Przyczyny nieprawidłowej pracy i środki zaradcze

Nieprawidłowości	Możliwe przyczyny	Środki zaradcze	
Szum	Głośnie metaliczne dźwięki	Nienormalne obciążenie	Poprawić pasowanie, luz wewnętrzny, obciążenie wstępne, pozycję odsadzenia obudowy, itp.
		Nieprawidłowy montaż	Poprawić współosiowość wału i obudowy, dokładność metody montażu
		Niewystarczająca ilość lub niewłaściwy środek smarny	Uzupełnić środek smarny lub wybrać właściwy środek smarny
		Stykanie się obracających się części	Poprawić uszczelkę labiryntową itd.
	Głośnie, regularne dźwięki	Skazy, korozja lub rysy na bieżniach	Wymienić łożysko, wymyć łożysko, poprawić uszczelnienia i użyć czystego środka smarnego
		Odciski Brinella	Wymienić łożysko i ostrożnie je obsługiwać
		Złuszczenie na bieżniach	Wymienić łożysko
	Nieregularne dźwięki	Nadmierny luz wewnętrzny	Poprawić pasowanie i luz wewnętrzny oraz obciążenie wstępne
		Wnikanie obcych cząsteczek do wnętrza łożyska	Wymienić łożysko, wymyć łożysko, poprawić uszczelnienia i użyć czystego środka smarnego
		Odkształcenia lub złuszczenia na powierzchniach kulek	Wymienić łożysko
Nienormalny wzrost temperatury	Nadmierna ilość środka smarnego	Zmniejszyć ilość środka smarnego, wybrać twardszy smar (o wyższej klasie konsystencji)	
	Niewystarczająca ilość środka smarnego lub niewłaściwy środek smarny	Uzupełnić lub wybrać właściwy środek smarny	
	Nienormalne obciążenie	Poprawić pasowanie, luz wewnętrzny, obciążenie wstępne, pozycję odsadzenia obudowy, itp.	
	Nieprawidłowy montaż	Poprawić współosiowość wału i obudowy, dokładność montażu lub metodę montażu	
	Pełzanie pasowanych powierzchni, nadmierne tarcie uszczelki	Poprawić uszczelnienia, wymienić łożysko, poprawić pasowanie lub montaż	
Drgania (osiowe)	Falszywe odciski Brinella	Wymienić łożysko i ostrożnie je obsługiwać	
	Złuszczenie	Wymienić łożysko	
	Nieprawidłowy montaż	Poprawić prostopadłość pomiędzy wałem a odsadzeniem obudowy lub czołem pierścienia dystansowego	
	Wnikanie obcych zanieczyszczeń do wnętrza łożyska	Wymienić łożysko, wymyć łożysko, poprawić uszczelnienia	
Wyciek lub przebarwienie środka smarnego	Nadmierna ilość środka smarnego. Przedostanie się obcych zanieczyszczeń lub startych drobinek metalu do wnętrza łożyska	Zmniejszyć ilość środka smarnego, wybrać twardszy smar Wymienić łożysko lub środek smarny. Wymyć obudowę i sąsiednie części	

Wskaźniki pracy łożysk

Kluczowymi wskaźnikami działania łożyska podczas jego pracy są szum łożyska, drgania, temperatura oraz stan smaru. Zaleca się wykorzystanie informacji z Tabeli 2, jeżeli stwierdzone zostaną jakiegokolwiek nieprawidłowości podczas pracy.

Szum łożyska

Celem zbadania wielkości i charakterystyk szumu obrotowego łożyska podczas jego pracy mogą być stosowane urządzenia detekcji dźwięku (stetoskop, monitor łożyskowy NSK itp.). Możliwe jest rozróżnienie takich uszkodzeń łożyska jak niewielkie złuszczenia poprzez stwierdzenie innych niż zwykle parametrów głośności.

Drgania łożyska

Nieprawidłowości w działaniu łożyska mogą być analizowane poprzez pomiar drgań pracującej maszyny. Do pomiaru amplitudy drgań oraz rozkładu częstotliwości stosowany jest analizator widma częstotliwości. Analiza wyników umożliwia określenie prawdopodobnych przyczyn nieprawidłowości pracy łożyska. Dane pomiarowe różnią się w zależności od warunków pracy łożyska oraz od lokalizacji czujnika drgań. Dlatego też metoda ta wymaga określenia standardów oceny dla każdej badanej maszyny. Dobrze jest mieć możliwość odróżnienia drgań wynikających z nieprawidłowości od drgań podczas normalnego działania. Zaleca się wykorzystanie broszury Nr ref. E410 (Bearing Monitor), aby uzyskać więcej informacji na ten temat.

Temperatura łożyska

Generalnie temperatura łożyska może być określona na podstawie temperatury zewnętrznej powierzchni obudowy, lecz preferowaną metodą jest uzyskiwanie bezpośredniego pomiaru temperatury pierścienia zewnętrznego łożyska przez zastosowanie czujnika umieszczonego w otworze olejowym. Zwykle temperatura łożyska po rozpoczęciu pracy stopniowo wzrasta do uzyskania stanu ustalonego po jednej lub dwóch godzinach pracy. Ta ustalona temperatura łożyska zależy od obciążenia, prędkości obrotowej oraz właściwości przekazywania ciepła przez maszynę.

Niewystarczające smarowanie lub niewłaściwy montaż mogą być przyczyną szybkiego wzrostu temperatury łożyska. W takim przypadku należy zatrzymać maszynę i zastosować właściwe środki zaradcze.

Efekty smarowania

Dwoma głównymi celami stosowania smarowania są: minimalizacja tarcia oraz zmniejszenie zużycia wewnątrz łożysk, które prowadziłyby do ich przedwczesnych awarii. Smarowanie zapewnia następujące korzyści:

› Zmniejszenie tarcia i zużycia

Cienka warstewka filmu oleju zabezpiecza przed bezpośrednim metalicznym kontaktem pierścieni łożyskowych, elementów tocznych oraz koszyka, które są podstawowymi elementami łożyska, co powoduje zmniejszenie tarcia i zużycia na powierzchniach styku.

› Przedłużenie żywotności zmęczeniowej

Żywotność toczna zmęczeniowa łożysk zależy w dużym stopniu od lepkości smaru i grubości filmu olejowego między powierzchniami kontaktu tocznego. Większa grubość filmu olejowego generalnie przedłuża żywotność zmęczeniową, ale skraca ją jeśli lepkość oleju jest zbyt niska, istotnie wpływając na grubość filmu olejowego.

› Odprowadzanie ciepła tarcia i chłodzenie

Smarowanie obiegowe może być wykorzystywane do odprowadzania ciepła wynikającego z tarcia jak i ciepła przeniesionego z zewnątrz, aby zabezpieczać łożysko przed przegrzaniem, a olej przed pogorszeniem jego własności.

› Uszczelnienie i zabezpieczenie przed korozją

Właściwe smarowanie zabezpiecza również przed wnikaniem do łożysk materiałów obcych oraz zabezpiecza przed korozją i rdzewieniem.

Tabela 3 Porównanie między smarowaniem smarem i olejem

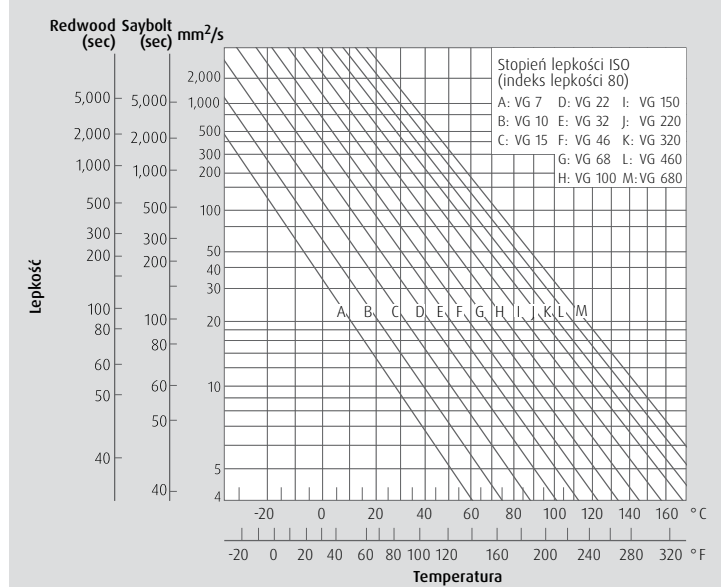
Pozycja	Smarowanie smarem	Smarowanie olejowe
Konstrukcja obudowy i metoda uszczelnienia	Proste	Może być złożone. Wymagana uważna konserwacja i obsługa.
Prędkość obrotowa	Graniczna prędkość obrotowa stanowi 65% ~ 80% prędkości obrotowej przy smarowaniu olejowym.	Wysoka graniczna prędkość obrotowa.
Efekt chłodzenia	Słaby	Przekazywanie ciepła możliwe jest przy zastosowaniu wymuszonego obiegu oleju.
Płynność	Słaba	Dobra
Wymiana środka smarnego	Czasami trudna	Łatwa
Usuwanie ciał obcych	Usunięcie cząstek ze smaru nie jest możliwe	Łatwe
Zanieczyszczenie otoczenia z powodu wycieków	Otoczenie rzadko zanieczyszczane przez wycieki	Częste wycieki, jeżeli nie są podjęte odpowiednie środki zaradcze. Nieodpowiednie, jeżeli konieczne jest uniknięcie zanieczyszczenia otoczenia.

Tabela 4 Lepkości wymagane przy różnych typach łożysk

Typ łożyska	Lepkość w temperaturze pracy
łożyska kulkowe, łożyska walcowe	13 mm ² /s lub więcej
łożyska stożkowe, łożyska baryłkowe	20 mm ² /s lub więcej
łożyska baryłkowe wzdłużne	32 mm ² /s lub więcej

Uwaga: 1 mm²/s = 1 cSt (Centi-Stokes)

Rys. 1 Zależność między lepkością oleju a temperaturą



Dobór smarowania

Metody smarowania łożysk dzielą się na dwie główne kategorie: smarowanie smarem i smarowanie olejowe. Rodzaj metody smarowania odpowiada warunkom i celom zastosowania, tak aby uzyskać najlepsze warunki pracy łożyska.

Tabela 3 pokazuje porównanie między smarowaniem smarem a smarowaniem olejowym.

› Smarowanie smarem

Smar jest środkiem smarnym, który jest zrobiony na bazie oleju, środka zagęszczającego i dodatków. Przy doborze smaru, należy kierować się warunkami pracy łożyska. Istnieją duże różnice właściwości smarów nawet tego samego typu, ale różnej marki. Dlatego należy zwrócić szczególną uwagę przy doborze smaru.

Tabela 5 (strona 12) podaje przykłady zastosowań smaru i jego konsystencji.

› Smarowanie olejowe

Istnieje wiele różnych metod smarowania olejowego: smarowanie w kąpeli olejowej, smarowanie kropłowe, smarowanie rozbryzgowo, smarowanie obiegowe, smarowanie strumieniowe, smarowanie mgłą olejową i smarowanie olejowo-powietrzne. Metody smarowania olejowego są bardziej odpowiednie dla wyższych prędkości obrotowych i wyższych temperatur niż metody smarowania smarem. Smarowanie olejowe jest szczególnie efektywne w przypadkach gdzie konieczne jest odprowadzanie ciepła na zewnątrz. Upewnij się czy wybrany olej ma odpowiednią lepkość dla temperatury pracy łożyska. Generalnie olej o niskiej lepkości jest stosowany przy wysokiej prędkości obrotowej łożysk, podczas gdy olej z wysoką lepkością stosowany jest przy pracy łożysk w warunkach ciężkich obciążeń.

Tabela 4 podaje właściwy zakres lepkości dla temperatury pracy. **Rysunek 1** podaje zależność między temperaturą, a lepkością dla oleju smarującego (do wykorzystania przy doborze oleju).

Tabela 6 (strona 13) podaje przykłady jak dobrać olej smarujący dla smarowania łożysk pracujących w różnych warunkach.

Wskaźniki pracy łożysk

Uzupełnianie i wymiana środka smarnego

(1) Okresy uzupełniania smarem

Nawet gdy użyty jest smar wysokiej jakości, z czasem następuje pogorszenie jego właściwości – dlatego wymagane jest jego okresowe uzupełnianie.

Rysunki 2. (1) i (2) pokazują przedziały czasu uzupełnień dla różnych typów łożysk pracujących z różnymi prędkościami.

Rysunki 2. (1) i (2) mają zastosowanie dla wysokiej jakości smaru z mydłem litowym i olejem mineralnym w łożysku o temperaturze 70°C i standardowym obciążeniu ($P/C=0.1$).

› Temperatura

Jeżeli temperatura łożyska przekracza 70°C, to okres uzupełniania smarem musi być zmniejszony o połowę dla każdorazowego przyrostu temperatury łożyska o 15°C.

› Smar

Szczególnie w przypadku łożysk kulkowych okres uzupełniania smarem może być wydłużony w zależności od typu użytego smaru. Na przykład wysokiej jakości smar z mydłem litowym i olejem syntetycznym może wydłużyć okres uzupełniania smarem (pokazany na **Rys. 2.(1)**) około 2 razy. Jeżeli temperatura łożyska jest niższa niż 70°C, użycie smaru z mydłem litowym i olejem syntetycznym jest właściwe. Zaleca się konsultacje z NSK.

› Obciążenie

Okres uzupełniania smarem zależy od wielkości obciążenia łożyska. Prosimy odnieść się do **Rysunku 2.(3)** i pomnożyć okres uzupełniania przez współczynnik obciążenia. Jeżeli P/C przekracza 0,16, to zaleca się konsultacje z NSK.

(2) Okresy wymiany oleju smarującego

Okresy wymiany oleju smarującego zależą od warunków pracy i ilości oleju. Generalnie dla temperatury pracy poniżej 50°C i przy czystym środowisku okres wymiany wynosi 1 rok. Jeżeli temperatura oleju wynosi powyżej 100°C, olej powinien być wymieniany przynajmniej raz na trzy miesiące.

Tabela 5

Przykłady zastosowań i konsystencji smaru

Klasa konsystencji	Konsystencja (1/10 mm)	Zastosowanie	
#0	355 do 385	Smarowanie centralne	Tam gdzie łatwo powstaje korozja cierna
#1	310 do 340	Smarowanie centralne, niska temperatura	Tam gdzie łatwo powstaje korozja cierna
#2	265 do 295	Ogólne zastosowanie	łożyska kulkowe uszczelnione
#3	220 do 250	Ogólne zastosowanie, wysoka temperatura	łożyska kulkowe uszczelnione
#4	175 do 205	Wysoka temperatura	Tam gdzie smar stosowany jest jako uszczelnienie

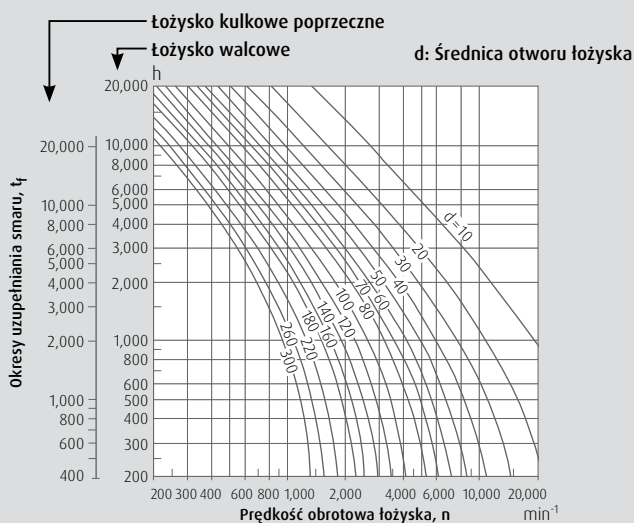
Tabela 6 Dobór oleju smarującego dla różnych zastosowań łożysk

Temperatura pracy	Prędkość obrotowa	Obciążenie lekkie lub normalne	Obciążenie ciężkie lub udarowe
-30 do 0°C	Poniżej prędkości granicznej	ISO VG 15, 22, 32 (Olej maszyn chłodniczych)	—
0 do 50°C	Poniżej 50% prędkości granicznej	ISO VG 32, 46, 68 (Olej łożyskowy, olej turbinowy)	ISO VG 46, 68, 100 (Olej łożyskowy, olej turbinowy)
	Pomiędzy 50% a 100% prędkości granicznej	ISO VG 15, 22, 32 (Olej łożyskowy, olej turbinowy)	ISO VG 22, 32, 46 (Olej łożyskowy, olej turbinowy)
	Powyżej prędkości granicznej	ISO VG 10, 15, 22 (Olej łożyskowy)	—
50 do 80°C	Poniżej 50% prędkości granicznej	ISO VG 100, 150, 220 (Olej łożyskowy)	ISO VG 150, 220, 320 (Olej łożyskowy)
	Pomiędzy 50% a 100% prędkości granicznej	ISO VG 46, 68, 100 (Olej łożyskowy, olej turbinowy)	ISO VG 68, 100, 150 (Olej łożyskowy, olej turbinowy)
	Powyżej prędkości granicznej	ISO VG 32, 46, 68 (Olej łożyskowy, olej turbinowy)	—
80 do 110°C	Poniżej 50% prędkości granicznej	ISO VG 320, 460 (Olej łożyskowy)	ISO VG 460, 680 (Olej łożyskowy, olej przekładniowy)
	Pomiędzy 50% a 100% prędkości granicznej	ISO VG 150, 220 (Olej łożyskowy)	ISO VG 220, 320 (Olej łożyskowy)
	Powyżej prędkości granicznej	ISO VG 68, 100 (Olej łożyskowy, olej turbinowy)	—

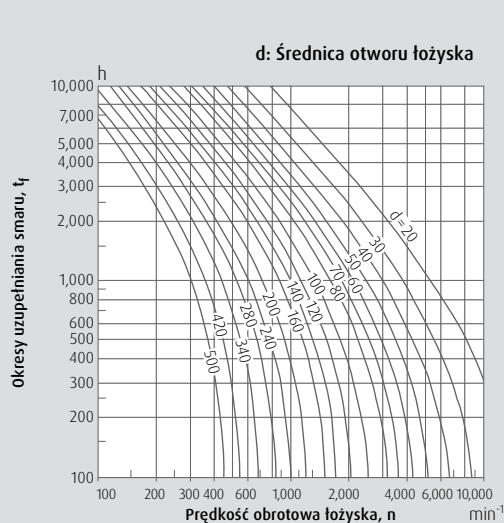
Uwagi: 1. Jako prędkości graniczne należy zastosować wartości podane w kolumnie smarowanie olejowe w Tabelach wymiarowych łożysk w katalogu „łożyska toczne” (Nr. E1102).
 2. Zaleca się stosować olej maszyn chłodniczych (JIS K2211), olej łożyskowy (JIS K2239), olej turbinowy (JIS K2213), olej przekładniowy (JIS K2219).
 3. Zakresy temperatur podane zostały w lewej kolumnie tabeli powyżej. Dla temperatur pracy wyższych niż podane zaleca się stosować olej smarujący o wyższej lepkości.

Rys. 2 Okresy uzupełniania smaru

(1) łożyska kulkowe poprzeczne i łożyska walcowe



(2) łożyska stożkowe i łożyska baryłkowe



(3) Współczynnik obciążenia

P/C	≤0.06	0.1	0.13	0.16
Współczynnik obciążenia	1.5	1	0.65	0.45

Uwagi:
 P: Obciążenie równoważne
 C: Nośność nominalna

Kontrola łożysk



Kiedy dokonujemy kontroli łożyska podczas okresowej kontroli urządzeń, kontroli podczas pracy lub w przypadku wymiany sąsiadujących części należy ocenić stan łożysk oraz to, czy wskazany jest ich dalszy serwis.

Protokoły z kontroli oraz opisy zewnętrznego wyglądu zdemontowanych łożysk powinny być przechowywane. łożysko powinno być wyczyszczone dopiero po pobraniu próbki smaru oraz po zmierzeniu ilości pozostałego w nim smaru. Należy także określić czy występują jakieś nienormalności lub uszkodzenia koszyka, pasowanych powierzchni, powierzchni elementów tocznych oraz powierzchni bieżni. Zalecane jest wykorzystanie rozdziału „Ścieżki pracy a stosowane obciążenia” do porównania obserwacji ścieżek pracy na powierzchniach bieżni.

Przy ocenie czy łożysko może być użyte ponownie lub nie, należy brać pod uwagę następujące punkty: stopień zużycia łożyska, parametry pracy maszyny, czy miejsce zainstalowania łożyska jest punktem krytycznym dla maszyny, warunki pracy, okresy przeglądu. Jeżeli kontrola ujawni uszkodzenie lub jakieś nieprawidłowości należy potwierdzić przyczyny i określić środki zaradcze wykorzystując rozdział „Uszkodzenia łożysk oraz środki zaradcze”, a następnie wdrożyć te środki zaradcze. Jeżeli kontrola wykaże jakiegokolwiek z następujących rodzajów uszkodzenia, który nie pozwala na ponowne zastosowanie łożyska, łożysko powinno być wymienione na nowe.

- (1) Pęknięcia i wykruszenia koszyka, elementów tocznych lub bieżni pierścienia.
- (2) Złuszczenia na elementach tocznych lub bieżni pierścienia.
- (3) Zauważalne zatarcia na elementach tocznych, czołach obrzeży (pierścieni) lub na powierzchni bieżni.
- (4) Zauważalne zużycie koszyka lub luźne nity.
- (5) Skazy lub rdza na elementach tocznych lub na powierzchni bieżni.
- (6) Zauważalne wgniecenia na elementach tocznych lub na powierzchni bieżni.
- (7) Zauważalne ślady pełzania na powierzchni zewnętrznej pierścienia zewnętrznego lub na powierzchni otworu pierścienia wewnętrznego.
- (8) Przebarwienia spowodowane przegrzaniem.
- (9) Poważne uszkodzenia blaszki lub uszczelki ochronnej łożysk wypełnionych smarem.

Ścieżki pracy a stosowane obciążenia

Kiedy łożysko obraca się bieżni pierścieni wewnętrznego i zewnętrznego posiadają kontakt z elementami tocznymi. Powoduje to powstanie ścieżki śladów zużycia zarówno na elementach tocznych jak i na bieżniach. Ścieżki pracy są przydatne do wskazania warunków obciążenia i powinny być dokładnie obejrzone po zdemontowaniu łożyska.

Jeżeli ścieżki pracy są wyraźnie określone możliwe jest podanie czy łożysko przenosi obciążenie promieniowe, osiowe lub obciążenie momentem. Może być także określony stan okrągłości łożyska. Należy sprawdzić czy nie pojawiły się nieprzewidywane obciążenia łożyska lub duże błędy montażowe. Należy także określić prawdopodobne przyczyny uszkodzenia łożyska.

Rys. 3 pokazuje ścieżki pracy powstałe w łożyskach kulkowych poprzecznych w warunkach różnych obciążeń.

Rys. 3 (a) pokazuje najczęściej występujące ścieżki pracy powstające kiedy pierścień wewnętrzny obraca się przy obciążeniu tylko promieniowym.

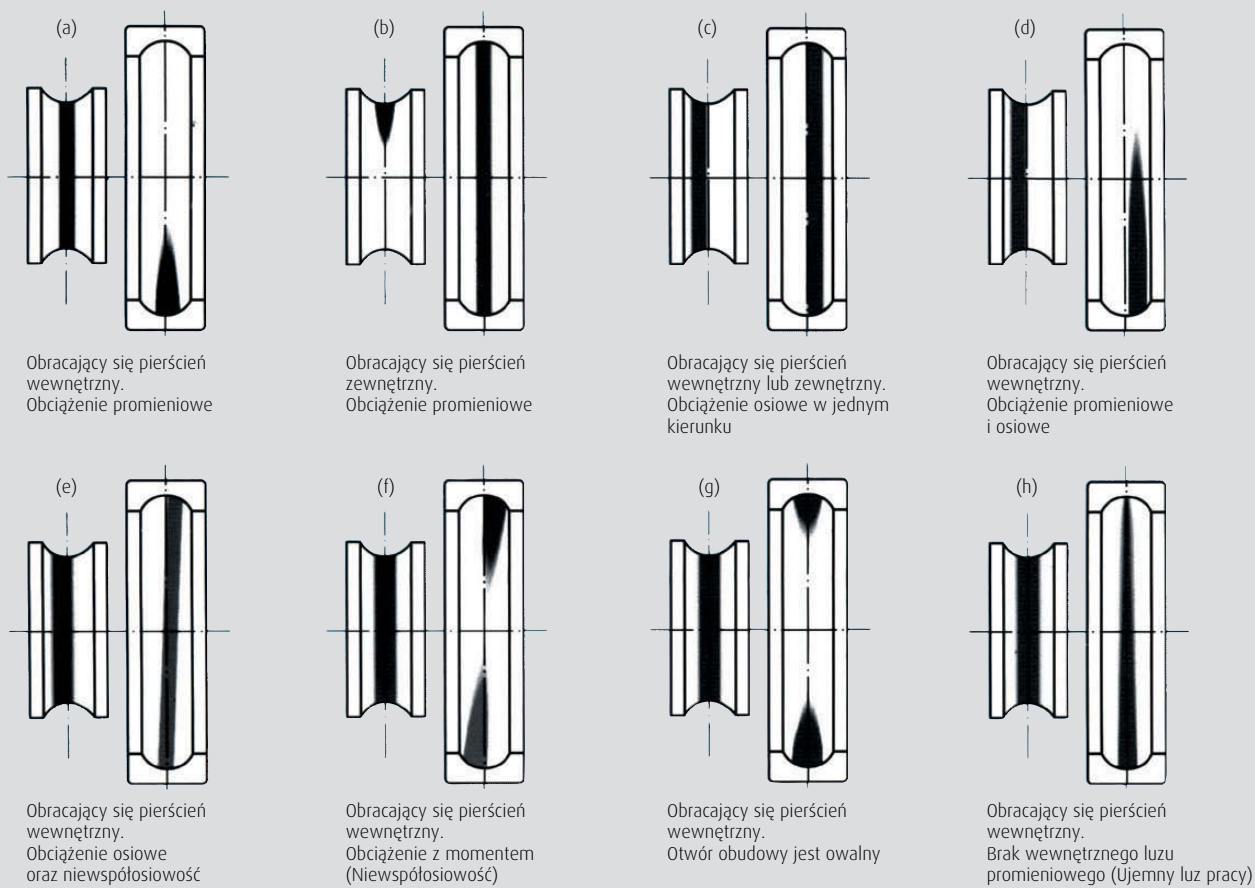
Rys. 3 (e) do (h) pokazują kilka różnych ścieżek pracy, przy powstaniu których wystąpiło skrócenie żywotności łożyska wskutek niekorzystnych oddziaływań na łożyska.

Podobnie **Rys. 4** pokazuje różne ścieżki pracy łożysk wałeczkowych:

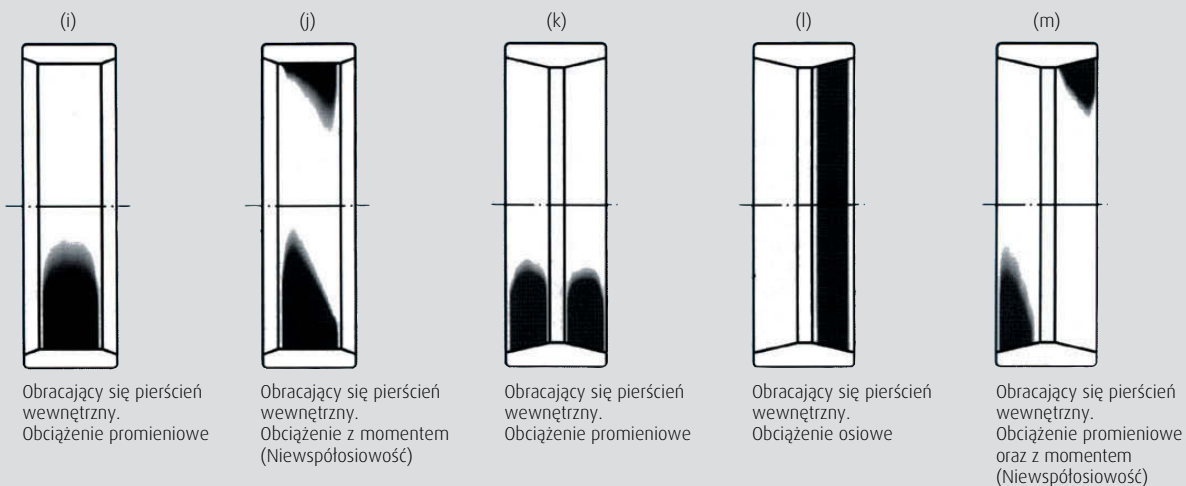
Rys. 4 (i) pokazuje ścieżki pracy na pierścieniu zewnętrznym dla przypadku kiedy obciążenie promieniowe jest właściwie zastosowane w łożysku walcowym dla którego obciążenie występowało na obracającym się pierścieniu wewnętrznym.

Rys. 4 (j) pokazuje ścieżkę pracy dla przypadku kiedy wał jest wygięty lub występuje nachylenie względne między pierścieniami wewnętrznym i zewnętrznym. Ta niewspółosiowość prowadzi do generowania słabo zacięzionych pasm (zaciemnień) w kierunku szerokości. Ślady są diagonalne (występują po przekątnej) na początku i końcu strefy obciążenia. Dla łożysk stożkowych dwurzędowych dla których zastosowano pojedyncze obciążenie na obracający się pierścień wewnętrzny, **Rys. 4 (k)** pokazuje ścieżkę pracy kiedy pierścień zewnętrzny jest pod obciążeniem promieniowym a **Rys. 4 (l)** ścieżkę pracy gdy pierścień zewnętrzny jest pod obciążeniem osiowym. Kiedy istnieje niewspółosiowość między pierścieniami wewnętrznym i zewnętrznym wtedy zastosowanie obciążenia promieniowego powoduje powstanie ścieżki pracy na pierścieniu zewnętrznym, takie jak pokazano na **Rys. 4 (m)**.

Rys. 3 Typowe ścieżki pracy łożysk kulkowych poprzecznych



Rys. 4 Typowe ścieżki pracy łożysk wałeczkowych



Uszkodzenia łożysk oraz środki zaradcze

Generalnie, jeżeli łożyska toczne używane są w sposób właściwy, powinny one przepracować przewidywany czas pracy wynikający z ich żywotności zmęczeniowej. Jednakże łożyska często ulegają przedwczesnym uszkodzeniom wskutek błędów, których można uniknąć. W przeciwieństwie do żywotności zmęczeniowej te przedwczesne uszkodzenia powodowane są przez niewłaściwy montaż, nieuwagę przy przemieszczaniu, niewystarczające smarowanie, przedostawanie się obcych substancji lub nienormalna generacja ciepła.

Dla przykładu jedną z przyczyn przedwczesnego uszkodzenia jest zatarcie obrzeża, które jest spowodowane niewystarczającym smarowaniem, zastosowaniem niewłaściwego środka smarnego, wadliwym systemem smarowania, przedostaniem się obcych substancji, błędami w montażu łożysk, nadmiernym ugięciem wału lub kombinacjami tych przyczyn. Jeżeli znane są wszystkie warunki przed i po uszkodzeniu włączając rodzaj zastosowania, warunki pracy oraz otoczenia to środki zaradcze mogą być określone po przeanalizowaniu natury uszkodzenia i jego prawdopodobnych przyczyn. Skuteczne środki zaradcze zredukują podobne uszkodzenia oraz zabezpieczą przed ponownym ich wystąpieniem.

Kolejne rozdziały (str. 19–41) podają przykłady uszkodzeń łożysk oraz sposoby przeciwdziałania im. Informacje zawarte w tych rozdziałach należy wykorzystywać podczas określania przyczyn uszkodzenia łożysk. Tabela diagnostyki łożysk umieszczona w Załączniku (str. 42) może być pomocna jako podręczny poradnik.

Złuszczenie

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Złuszczenie pojawia się kiedy małe części materiału łożyska są odrywane z gładkiej powierzchni bieżni lub elementów tocznych z powodu zmęczenia tocznego, tym samym tworząc rejonu posiadające chropowatą i szorstką teksturę.	<ul style="list-style-type: none"> › Nadmierne obciążenie › Zły montaż (niewspółosiowość) › Obciążenie z momentem skrętu › Przedostanie się obcych zanieczyszczeń, przenikanie wody › Niewystarczające smarowanie, niewłaściwy środek smarny › Nieodpowiedni luz wewnętrzny łożyska › Niewłaściwa dokładność wału lub obudowy, nierównomierność sztywności obudowy, duże ugięcie wału › Postępująca rdza, wżery korozyjne, przytarcia smugowe, wgniecenia (Brinelling) 	<ul style="list-style-type: none"> › Potwierdź zastosowanie łożyska sprawdź warunki obciążenia › Popraw metodę montażu › Popraw mechanizm uszczelnienia, zabezpiecz przed rdzewieniem podczas postoju › Zastosuj środek smarny o właściwej lepkości, popraw metodę smarowania › Sprawdź dokładność wału i obudowy › Sprawdź luz wewnętrzny łożyska



Fotografia 1.1

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego skośnego
Symptom: Złuszczenie pojawia się na powierzchni bieżni na połowie obwodu pierścienia
Przyczyna: Niewystarczające smarowanie z powodu przedostania się chłodziwa do wewnątrz łożyska



Fotografia 1.2

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego skośnego
Symptom: Złuszczenie pojawia się diagonalnie wzdłuż bieżni
Przyczyna: Złe ustawienie współosiowości wału i obudowy podczas montażu



Fotografia 1.3

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego poprzecznego
Symptom: Złuszczenie bieżni w odległości podziałowej kulek
Przyczyna: Wgniecenie z powodu uderowego obciążenia podczas montażu



Fotografia 1.4

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego skośnego
Symptom: Złuszczenie bieżni w odległości podziałowej kulek
Przyczyna: Wgniecenie z powodu uderowego obciążenia podczas postoju

Złuszczenie



Fotografia 1.5

Część: Pierścień zewnętrzny łożyska z fotografii 1.4

Symptom: Złuszczenie bieżni w odległości podziałowej kulek

Przyczyna: Wgniecenie z powodu uderowego obciążenia podczas postoju



Fotografia 1.6

Część: Kulki łożyska z fotografii 1.4

Symptom: Złuszczenie powierzchni kulek

Przyczyna: Wgniecenie z powodu uderowego obciążenia podczas postoju



Fotografia 1.7

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego

Symptom: Złuszczenie tylko jednej bieżni na całym obwodzie pierścienia

Przyczyna: Nadmierne obciążenie osiowe



Fotografia 1.8

Część: Pierścień zewnętrzny łożyska z fotografii 1.7

Symptom: Złuszczenie tylko jednej bieżni na całym obwodzie pierścienia

Przyczyna: Nadmierne obciążenie osiowe



Fotografia 1.9

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego

Symptom: Złuszczenie tylko jednego rzędu bieżni

Przyczyna: Niewystarczające smarowanie



Fotografia 1.10

Część: Rolki łożyska walcowego

Symptom: Przedwczesne złuszczenie pojawia się osiowo na powierzchniach rolek

Przyczyna: Rysy powstałe podczas niewłaściwego montażu

Mikrozłuszczenie

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
<p>Ciemne lub matowe plamy ukazują się wzdłuż powierzchni lekkiego zużycia. Takie ciemne plamy początkują powstawanie drobnych pęknięć o głębokości 5 – 10 µm. Drobne cząsteczki odrywają się i rozwijają się drobne złuszczenia – mikrozłuszczenia.</p>	<ul style="list-style-type: none"> › Nieodpowiednie smarowanie › Przedostanie się zanieczyszczeń do środka smarnego › Chropowata powierzchnia z powodu słabego smarowania › Chropowatość powierzchni obracających się części współpracujących 	<ul style="list-style-type: none"> › Dobierz właściwy czynnik smarujący › Popraw mechanizm uszczelnienia › Popraw wykończenie powierzchni obracających się części współpracujących



Fotografia 2.1

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego

Symptom: Pojawia się wzór złuszczenia o kształcie okrągłym na środku powierzchni bieżni

Przyczyna: Niewystarczające smarowanie



Fotografia 2.2

Część: Powiększenie wzoru z fotografii 2.1



Fotografia 2.3

Część: Baryłki łożyska z fotografii 2.1

Symptom: Pojawia się wzór złuszczenia o kształcie okrągłym na środku powierzchni baryłki

Przyczyna: Niewystarczające smarowanie



Fotografia 2.4

Część: Pierścień zewnętrzny łożyska baryłkowego

Symptom: Złuszczenia pojawiają się w pobliżu obrzeża bieżni na całym obwodzie pierścienia

Przyczyna: Niewystarczające smarowanie

Zarysowania

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Zarysowania są uszkodzeniem powierzchni w wyniku nagromadzenia się małych zatarć spowodowanych poślizgiem przy niewłaściwym smarowaniu lub w surowych warunkach pracy. Liniowe uszkodzenia pojawiają się obwodowo na powierzchniach bieżni i elementów tocznych. Uszkodzenia o cykloidalnym kształcie na czołach wałeczków. Zarysowania na powierzchni obrzeży stykających się z czołami elementów tocznych.	<ul style="list-style-type: none"> › Nadmierne obciążenie, nadmierne obciążenie wstępne › Niewystarczające smarowanie › Częsteczki przechwytywane są na powierzchnię › Nachylenie pierścieni wewnętrznego i zewnętrznego › Wygięcie wału › Zbyt mała precyzja wału i obudowy 	<ul style="list-style-type: none"> › Sprawdź rozmiar obciążenia › Ustaw obciążenie wstępne › Popraw czynnik smarujący i zmień metodę smarowania › Sprawdź dokładność wału i obudowy



Fotografia 3.1

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego

Symptom: Zarysowania na czole szerokiego obrzeża pierścienia wewnętrznego

Przyczyna: Ślizganie się wałeczka z powodu nagłego przyspieszenia lub opóźnienia



Fotografia 3.2

Część: Baryłki łożyska z fotografii 3.1

Symptom: Zarysowania na czołach baryłek

Przyczyna: Ślizganie się baryłek z powodu nagłego przyspieszenia lub opóźnienia



Fotografia 3.3

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska stożkowego wzdłużnego

Symptom: Zarysowania na czole obrzeża pierścienia wewnętrznego

Przyczyna: Zużyte cząsteczki zostały zmieszane ze środkiem smarowym i pojawia się przerwanie filmu olejowego wskutek nadmiernego obciążenia.



Fotografia 3.4

Część: Wałeczki łożyska walcowego dwurzędowego

Symptom: Zarysowania na czołach wałeczków

Przyczyna: Niewystarczające smarowanie i nadmierne obciążenie osiowe



Fotografia 3.5

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego wzdłużnego
Symptom: Rysy na czole obrzeża pierścienia wewnętrznego
Przyczyna: Cząstki stałe, które gromadzą się na powierzchni i nadmierne obciążenie osiowe



Fotografia 3.6

Część: Baryłka łożyska z fotografii 3.5
Symptom: Zarysowania na czołach baryłek
Przyczyna: Cząstki stałe, które gromadzą się na powierzchni i nadmierne obciążenie osiowe



Fotografia 3.7

Część: Koszyk łożyska kulkowego poprzecznego
Symptom: Zarysowania na kieszeniach koszyka ze stali tłoczonej
Przyczyna: Wnikanie cząstek stałych

Przytarcia smugowe

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
<p>Przytarcie smugowe jest uszkodzeniem powierzchni, które pojawia się w wyniku nagromadzenia się małych zatarć między elementami łożyska z powodu przzerwania filmu olejowego i / lub poślizgu. Powierzchnia staje się chropowata równocześnie z topieniem się.</p>	<ul style="list-style-type: none"> › Wysoka prędkość obrotowa i lekkie obciążenie › Nagłe przyspieszenia / opóźnienia › Niewłaściwy środek smarny › Wnikanie wody 	<ul style="list-style-type: none"> › Skoryguj obciążenie wstępne › Skoryguj luz wewnętrzny łożyska › Zastosuj środek smarny z dobrą zdolnością tworzenia filmu olejowego › Popraw metodę smarowania › Popraw mechanizm uszczelnienia



Fotografia 4.1

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska walcowego

Symptom: Przytarcia smugowe pojawiają się obwodowo na powierzchni bieżni

Przyczyna: Poślizg wałeczka z powodu nadmiernego wypełnienia smarem



Fotografia 4.2

Część: Pierścień zewnętrzny łożyska z fotografii 4.1

Symptom: Przytarcia smugowe pojawiają się obwodowo na powierzchni bieżni

Przyczyna: Poślizg wałeczka z powodu nadmiernego wypełnienia smarem



Fotografia 4.3

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego

Symptom: Przytarcia smugowe pojawiają się obwodowo na powierzchni bieżni

Przyczyna: Niewystarczające smarowanie



Fotografia 4.4

Część: Pierścień zewnętrzny łożyska z fotografii 4.3

Symptom: Przytarcia smugowe pojawiają się obwodowo na powierzchni bieżni

Przyczyna: Niewystarczające smarowanie

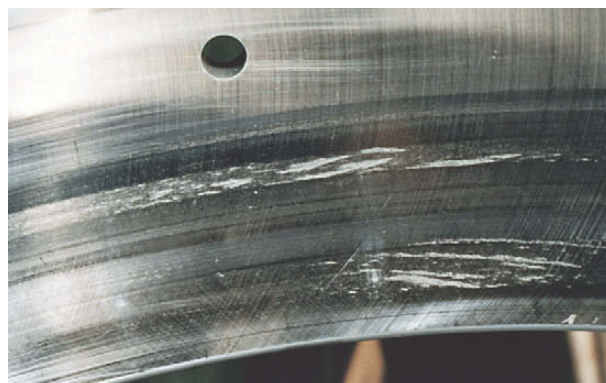


Fotografia 4.5

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego

Symptom: Częściowe przytarcia smugowe pojawiają się obwodowo na powierzchni bieżni

Przyczyna: Niewystarczające smarowanie



Fotografia 4.6

Część: Pierścień zewnętrzny łożyska z fotografii 4.5

Symptom: Częściowe przytarcia smugowe pojawiają się obwodowo na powierzchni bieżni

Przyczyna: Niewystarczające smarowanie



Fotografia 4.7

Część: Baryłki łożyska z fotografii 4.5

Symptom: Przytarcia smugowe pojawiają się na środkowej powierzchni baryłki

Przyczyna: Niewystarczające smarowanie

Odlamania

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
<p>Odlamania dotyczą małych kawałków, które wykruszyły się z powodu nadmiernego obciążenia lub obciążenia udarowego, działających miejscowo na część narożną wałeczka lub obrzeża bieżni pierścienia.</p>	<ul style="list-style-type: none"> › Uderzenia podczas montażu › Nadmierne obciążenie › Upuszczenie w trakcie nieuważnego przemieszczania 	<ul style="list-style-type: none"> › Popraw metodę montażową [zastosuj pasowanie skurczowe (na gorąco), zastosuj właściwe narzędzia] › Przeanalizuj warunki obciążenia › Zapewnij wystarczające podparcie dla obrzeża łożyska



Fotografia 5.1

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska walcowego dwurzędowego

Symptom: Wykruszenia pojawiają się na obrzeżu środkowym

Przyczyna: Nadmierne obciążenie podczas montażu



Fotografia 5.2

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska stożkowego

Symptom: Odlamania pojawiają się na czole tylnym obrzeża stożka (pierścienia wewnętrznego)

Przyczyna: Duży udar podczas montażu



Fotografia 5.3

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego wzdłużnego

Symptom: Odlamania pojawiają się na większym obrzeżu

Przyczyna: Powtarzalne obciążenie



Fotografia 5.4

Część: Pierścień zewnętrzny łożyska igielkowego z obrzeżami

Symptom: Odlamania pojawiają się na obrzeżu zewnętrznym pierścienia

Przyczyna: Pochylenie igiełek z powodu nadmiernego obciążenia (wałeczki igielkowe są długie w porównaniu do ich średnicy. Pod wpływem nadmiernego lub nierównomiernego obciążenia igielki są pochylane i popychane w kierunku obrzeży.)

Pęknięcia

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Pęknięcia bieżni pierścienia i elementów tocznych. Stała praca w tych warunkach prowadzi do większych pęknięć lub odlamań.	<ul style="list-style-type: none"> › Nadmierny wcisk › Nadmierne obciążenie, uderowe obciążenie › Postępujące zluszczenie › Generowanie ciepła i korozja cieńka spowodowana kontaktem montowanych części i bieżni pierścienia › Generacja ciepła spowodowana pełzaniem › Mało dokładny kąt stożka wału stożkowego › Niedokładna walcowość wału › Nacisk na ścieżkę montażowe łożyska z powodu dużego promienia naroża wału 	<ul style="list-style-type: none"> › Skoryguj wcisk › Sprawdź warunki obciążenia › Popraw metody montażu › Zastosuj wał o właściwym kształcie



Fotografia 6.1

Część: Pierścień zewnętrzny łożyska walcowego dwurzędowego

Symptom: Pęknięcia termiczne pojawiają się na czole pierścienia zewnętrznego

Przyczyna: Nienormalna generacja ciepła z powodu kontaktu ślizgowego między współpracującą częścią a czolem pierścienia zewnętrznego



Fotografia 6.2

Część: Wałeczek łożyska stożkowego wzdłużnego

Symptom: Pęknięcia termiczne pojawiają się na większym czole wałeczka

Przyczyna: Ciepło generowane z powodu ślizgania się po obrzeżu pierścienia wewnętrznego przy niewystarczającym smarowaniu



Fotografia 6.3

Część: Pierścień zewnętrzny łożyska walcowego dwurzędowego

Symptom: Pęknięcia powiększające się na zewnątrz w kierunkach osiowym i obwodowym, a rozpoczynające się na zluszczeniach powierzchni bieżni

Przyczyna: Zluszczenie rozpoczynające się od skazy powstałej wskutek uderzenia



Fotografia 6.4

Część: Pierścień zewnętrzny łożyska walcowego dwurzędowego pracujący jako pierścień zewnętrzny toczący (obracający się pierścień zewnętrzny)

Symptom: Pęknięcia pojawiają się na powierzchni zewnętrznej

Przyczyna: Płaskie zużycie i generacja ciepła z powodu nieobracania się pierścienia zewnętrznego

Pęknięcia



Fotografia 6.5

Część: Powierzchnia bieżni pierścienia zewnętrznego z fotografii 6.4
Symptom: Pęknięcie powierzchni zewnętrznej rozwijające się na bieżni



Fotografia 6.6

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego
Symptom: Pęknięcia osiowe pojawiają się na powierzchni bieżni
Przyczyna: Duże naprężenie od pasowania z powodu różnicy temperatury między wałem i pierścieniem wewnętrznym



Fotografia 6.7

Część: Przekrój wykruszonego pierścienia wewnętrznego z fotografii 6.6
Symptom: Początek uszkodzenia leży bezpośrednio pod powierzchnią bieżni



Fotografia 6.8

Część: Baryłka łożyska baryłkowego
Symptom: Osiowe pęknięcia pojawiają się na powierzchni tocznej

Uszkodzenia koszyka

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
<ul style="list-style-type: none"> › Uszkodzenie koszyka włączając jego deformacje, wykruszenia i zużycie › Wykruszenia żeberk koszyków › Odształcenia powierzchni bocznych › Zużycie powierzchni gniazda › Zużycie powierzchni prowadzących 	<ul style="list-style-type: none"> › Nieodpowiedni montaż (niewspółosiowość łożyska) › Nieodpowiednie przemieszczanie i obsługa › Duży moment obciążenia › Duże i uderowe drgania › Nadmierna prędkość obrotowa, nagłe przyspieszenia i opóźnienia › Niewystarczające smarowanie › Wzrost temperatury 	<ul style="list-style-type: none"> › Sprawdź metodę montażu › Sprawdź temperaturę, obroty i warunki obciążenia › Zredukuj drgania › Dobierz typ koszyka › Dobierz metodę smarowania i środek smarny



Fotografia 7.1

Część: Koszyk łożyska kulkowego poprzecznego

Symptom: Pęknięcia kieszeni koszyka stalowego tłoczonego



Fotografia 7.2

Część: Koszyk łożyska kulkowego skośnego

Symptom: Wykruszenia żeberk kieszeni koszyka żeliwnego obrabianego maszynowo

Przyczyna: Nienormalne obciążenie działające na koszyk z powodu niewspółosiowego montażu między pierścieniami wewnętrznym i zewnętrznym



Fotografia 7.3

Część: Koszyk łożyska kulkowego skośnego

Symptom: Pęknięcie koszyka z wysokogatunkowego mosiądzu obrabianego maszynowo



Fotografia 7.4

Część: Koszyk łożyska stożkowego

Symptom: Wykruszenia żeberk koszyka stalowego tłoczonego

Uszkodzenia koszyka



Fotografia 7.5

Część: Koszyk łożyska kulkowego skośnego

Symptom: Odształcenia koszyka stalowego tłoczonego

Przyczyna: Obciążenie udarowe z powodu niewłaściwej obsługi



Fotografia 7.6

Część: Koszyk łożyska walcowego

Symptom: Odształcenia powierzchni bocznej koszyka mosiężnego obrabianego maszynowo o wysokiej wytrzymałości

Przyczyna: Duży uder podczas montażu



Fotografia 7.7

Część: Koszyk łożyska walcowego

Symptom: Odształcenia i zużycie koszyka o wysokiej wytrzymałości z mosiądzu obrabianego maszynowo



Fotografia 7.8

Część: Koszyk łożyska kulkowego skośnego

Symptom: Uskokowe zużycie na zewnętrznej powierzchni i powierzchni kieszeni koszyka o wysokiej wytrzymałości z mosiądzu obrabianego maszynowo

Wgniecenia

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Jeżeli zanieczyszczenia, takie jak małe cząstki metaliczne, trafiają do strefy kontaktu tocznego, wtedy na powierzchni bieżni i na powierzchni elementów tocznych pojawiają się wgniecenia. Wgniecenia mogą pojawić się w odstępach elementów tocznych co jest wynikiem uderzenia podczas montażu (Odciski Brinella).	<ul style="list-style-type: none"> › Zanieczyszczenia, takie jak cząstki metaliczne, trafiają na powierzchnię › Nadmierne obciążenie › Wstrząsy i uderzenia podczas transportu lub montażu 	<ul style="list-style-type: none"> › Umyj obudowę › Popraw mechanizm uszczelnienia › Przetnij olej smarujący › Popraw metody montażu i obsługi



Fotografia 8.1

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska stożkowego dwurzędowego

Symptom: Zmatowiona powierzchnia bieżni

Przyczyna: Zanieczyszczenia przechwytywane na powierzchni



Fotografia 8.2

Część: Pierścień zewnętrzny łożyska stożkowego dwurzędowego

Symptom: Wgniecenia na powierzchni bieżni

Przyczyna: Zanieczyszczenia przechwytywane na powierzchni



Fotografia 8.3

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska stożkowego

Symptom: Małe i duże wgniecenia pojawiają się na całej powierzchni bieżni

Przyczyna: Zanieczyszczenia przechwytywane na powierzchni



Fotografia 8.4

Część: Wałeczki stożkowe z fotografii 8.3

Symptom: Małe i duże wgniecenia pojawiają się na całej powierzchni tocznej

Przyczyna: Zanieczyszczenia przechwytywane na powierzchni

Wżery korozyjne

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Powierzchnia z wżerami korozyjnymi posiada matowy połysk, który pojawia się na powierzchni elementów tocznych lub na powierzchni bieżni.	<ul style="list-style-type: none">› Zanieczyszczenia dostały się do środka smarnego› Wystawienie na działanie wilgoci z atmosfery› Niewystarczające smarowanie	<ul style="list-style-type: none">› Popraw mechanizm uszczelnienia› Gruntownie przefiltruj olej smarujący› Zastosuj właściwy środek smarny



Fotografia 9.1

Część: Pierścień zewnętrzny łożyska do obrotnic

Symptom: Wżery korozyjne pojawiają się na powierzchni bieżni

Przyczyna: Rdza na dnie wgnieceń



Fotografia 9.2

Część: Kulka łożyska z fotografii 9.1

Symptom: Wżery korozyjne pojawiają się na powierzchni elementów tocznych

Ścieranie

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Ścieranie jest pogorszeniem stanu powierzchni z powodu tarcia ślizgowego na powierzchni bieżni, elementów tocznych, powierzchniach czołowych wałeczków, powierzchniach czołowych obrzeży, powierzchni gniazd koszyków itp.	<ul style="list-style-type: none"> › Wnikanie zanieczyszczeń › Postępująca rdza i korozja elektryczna › Niewystarczające smarowanie › Ślizganie spowodowane nieregularnym ruchem elementów tocznych 	<ul style="list-style-type: none"> › Popraw mechanizm uszczelnienia › Wyczyść obudowę › Gruntownie przefiltruj olej smarujący › Sprawdź środek smarny i metodę smarowania › Zapobiegaj niewspółosiowości



Fotografia 10.1

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska walcowego

Symptom: Wiele wżerów występujących z powodu korozji elektrycznej oraz ślady ścierania w kształcie fali na powierzchni bieżni

Przyczyna: Korozja elektryczna



Fotografia 10.2

Część: Pierścień zewnętrzny łożyska baryłkowego

Symptom: Ślady ścierania posiadają wzór fali lub wklęsło-wypukłą fakturę na obciążonej stronie powierzchni bieżni

Przyczyna: Przedostanie się zanieczyszczeń w trakcie powtarzających się wibracji podczas postoju



Fotografia 10.3

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska stożkowego dwurzędowego

Symptom: Ścieranie w postaci korozji ciernej bieżni i uskokowe zużycie na powierzchni obrzeża

Przyczyna: Korozja cierna postępująca wskutek nadmiernego obciążenia podczas postoju



Fotografia 10.4

Część: Wałeczki stożkowe łożyska z fotografii 10.3

Symptom: Uskokowe zużycie na czołowej powierzchni wałeczka

Przyczyna: Korozja cierna postępująca wskutek nadmiernego obciążenia podczas postoju

Korozja cierna

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Zużycie pojawia się na skutek powtarzającego się ślizgania dwóch powierzchni. Korozja cierna pojawia się na powierzchniach pasowanych, a także na powierzchniach styku pomiędzy bieżniami pierścieni i elementów tocznych. Korozja cierna jest też terminem stosowanym do opisania czerwono-brązowych i czerwono-czarnych wytartych cząstek.	<ul style="list-style-type: none">› Niewystarczające smarowanie› Drgania o małej amplitudzie› Niedostateczny wcisk	<ul style="list-style-type: none">› Zastosuj właściwy środek smarny› Zastosuj obciążenie wstępne› Sprawdź jakość pasowania z wciskiem› Zastosuj warstewkę filmu środka smarnego na powierzchni pasowane



Fotografia 11.1

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego poprzecznego

Symptom: Korozja cierna pojawia się na powierzchni otworu

Przyczyna: Drgania

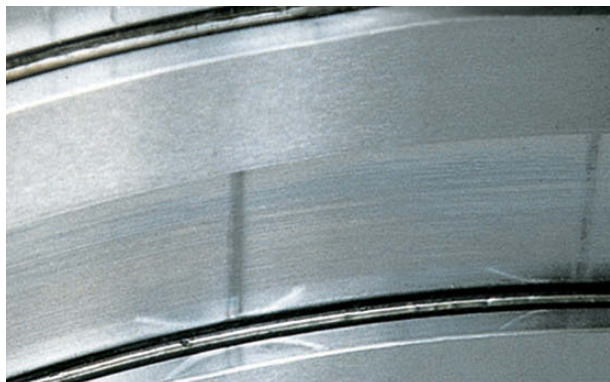


Fotografia 11.2

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego skośnego

Symptom: Wyraźna korozja cierna pojawia się na całym obwodzie powierzchni otworu

Przyczyna: Niedostateczne pasowanie z wciskiem



Fotografia 11.3

Część: Pierścień zewnętrzny łożyska walcowego dwurzędowego

Symptom: Korozja cierna pojawia się na powierzchni bieżni w odstępach elementów tocznych

Fałszywe odciski Brinella

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
<p>Spośród różnych typów korozji cieier, powstają także fałszywe odciski Brinella jako pojawiające się zagłębione miejsca przypominające odciski Brinella powstałe z powodu zużycia spowodowanego drganiami i kołysaniem bocznym w punktach styku między bieżnią a elementami tocznymi.</p>	<ul style="list-style-type: none"> › Oscylacje i drgania nie pracującego łożyska w takich momentach jak transport › Ruch oscylacyjny o małej amplitudzie › Niewystarczające smarowanie 	<ul style="list-style-type: none"> › Zabezpiecz wał i obudowę podczas transportu › Transportuj oddzielnie zapakowane pierścienie zewnętrzny i wewnętrzny › Zredukuj drgania przez zastosowanie obciążenia wstępnego › Zastosuj właściwy środek smarny



Fotografia 12.1

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego poprzecznego
Symptom: Fałszywe odciski Brinella pojawiają się na bieżni
Przyczyna: Drgania z zewnętrznego źródła działające na niepracujące łożysko



Fotografia 12.2

Część: Pierścień zewnętrzny łożyska kulkowego z fotografii 12.1
Symptom: Fałszywe odciski Brinella pojawiają się na bieżni
Przyczyna: Drgania z zewnętrznego źródła działające na niepracujące łożysko



Fotografia 12.3

Część: Pierścień zewnętrzny łożyska kulkowego wzdłużnego
Symptom: Fałszywe odciski Brinella na powierzchni bieżni pojawiają się w odstępach elementów tocznych
Przyczyna: Powtarzające się drgania o małej oscylacji



Fotografia 12.4

Część: Wałeczki łożyska walcowego
Symptom: Fałszywe odciski Brinella pojawiają się na powierzchni tocznej
Przyczyna: Drgania z zewnętrznego źródła działające na niepracujące łożysko

Pełzanie

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Pełzanie jest zjawiskiem powstającym w łożyskach kiedy pojawia się względny poślizg pasowanych powierzchni i przez to powstaje luz między pasowanymi powierzchniami. Pełzanie powoduje lśniący wygląd, czasami z zarysowaniem lub zużyciem.	<ul style="list-style-type: none">› Niewystarczające pasowanie z wciśkiem lub pasowanie luźne› Niewystarczające dokręcenie tulei	<ul style="list-style-type: none">› Sprawdź wciśk i zabezpiecz przed obracaniem się› Skoryguj dokręcenie tulei› Sprawdź dokładność wału i obudowy› Obciążenie wstępne w kierunku osiowym› Dociśnij czoło pierścienia z bieżnią› Zastosuj klej na powierzchniach pasowanych› Zastosuj warstewkę filmu środka smarnego na powierzchniach pasowanych



Fotografia 13.1

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego

Symptom: Pełzanie towarzyszące zarysowaniu powierzchni otworu

Przyczyna: Niewystarczający wciśk



Fotografia 13.2

Część: Pierścień zewnętrzny łożyska baryłkowego

Symptom: Pełzanie pojawiające się na całym obwodzie powierzchni zewnętrznej

Przyczyna: Pasowanie luźne między pierścieniem zewnętrznym a obudową

Zatarcia

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Kiedy nieoczekiwanie pojawia się przegrzanie podczas obrotów, następuje przebarwienie łożyska. Następnie bieżnie pierścieni, elementy toczne i koszyk stają się miękkie, topią się i deformują w wyniku kumulacji uszkodzeń.	<ul style="list-style-type: none"> › Niewystarczające smarowanie › Nadmierne obciążenie (nadmierne obciążenie wstępne) › Nadmierna prędkość obrotowa › Zbyt mały luz wewnętrzny › Wnikanie wody i zanieczyszczeń › Niezbyt duża precyzja wykonania wału i obudowy, nadmierne ugięcie wału 	<ul style="list-style-type: none"> › Zbadaj środek smarny oraz metodę smarowania › Przeanalizuj czy zostało dobrane właściwe łożysko › Sprawdź obciążenie wstępne, luz wewnętrzny łożyska oraz pasowanie › Popraw mechanizm uszczelnienia › Sprawdź dokładność wykonania wału i obudowy › Popraw metodę montażu



Fotografia 14.1

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego
Symptom: Bieżnia jest przebarwiona i nadtopiona. Starte z koszyka cząsteczki zostały wwalcowane i połączone z bieżnią
Przyczyna: Niewystarczające smarowanie



Fotografia 14.2

Część: Baryłki łożyska baryłkowego z fotografii 14.1
Symptom: Przebarwienia i nadtopienia powierzchni tocznej baryłek, przyleganie zużytych cząsteczek koszyka
Przyczyna: Niewystarczające smarowanie



Fotografia 14.3

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego skośnego
Symptom: Przebarwienia bieżni, nadtopienia pojawiają się w odstępach równych odstępom kulek
Przyczyna: Nadmierne obciążenie wstępne



Fotografia 14.4

Część: Pierścień zewnętrzny łożyska z fotografii 14.3
Symptom: Przebarwienia bieżni, nadtopienia pojawiają się w odstępach równych odstępom kulek
Przyczyna: Nadmierne obciążenie wstępne



Fotografia 14.5

Część: Kulki i koszyk łożyska z fotografii 14.3
Symptom: Uszkodzenie koszyka w wyniku stopienia, kulki zostały przebarwione i nadtopione
Przyczyna: Nadmierne obciążenie wstępne

Korozja elektryczna

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
<p>Kiedy przepływa przez łożysko prąd elektryczny, a pomiędzy cienką warstwą filmu olejowego powstaje łuk elektryczny, w punktach styku bieżni i elementów tocznych pojawiają się przypalenia. Punkty styku są miejscowo wytapiane w formie żłobków lub pofałdowań rowkowych, które widoczne są gołym okiem. Powiększenia tych rowków ukazują obniżenia podobne do kraterów, co wskazuje na wytapianie łukiem.</p>	<ul style="list-style-type: none"> › Różnica potencjału elektrycznego między pierścieniami wewnętrznym i zewnętrznym › Różnica potencjału elektrycznego o wysokiej częstotliwości generowana przez instrumenty lub ich podłoża, używane blisko łożyska 	<ul style="list-style-type: none"> › Zaprojektuj obwód elektryczny, który zabezpieczy przed przepływem prądu przez łożyska › Odizoluj łożysko



Fotografia 15.1

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska stożkowego

Symptom: Na powierzchni bieżni pojawia się korozja o wzorze paskowym



Fotografia 15.2

Część: Wałeczki stożkowe łożyska stożkowego z fotografii 15.1

Symptom: Na powierzchni tocznej pojawia się korozja o wzorze paskowym



Fotografia 15.3

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska walcowego

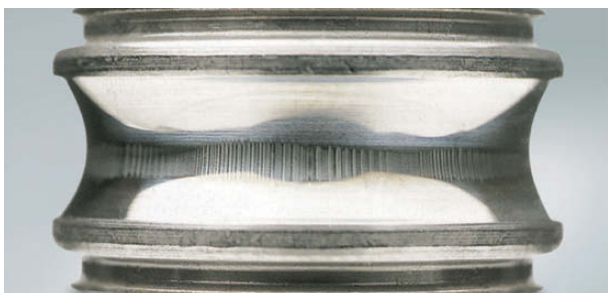
Symptom: Na powierzchni bieżni pojawia się korozja w kształcie pasa z towarzyszącą mu korozją punktową



Fotografia 15.4

Część: Kulki łożyska kulkowego poprzecznego

Symptom: Korozja elektryczna ma ciemny kolor i pokrywa całą powierzchnię kulki



Fotografia 15.5

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego poprzecznego

Symptom: Żłobienie pojawia się na powierzchni bieżni (wysoka częstotliwość)



Fotografia 15.6

Część: Pierścień zewnętrzny łożyska kulkowego poprzecznego

Symptom: Żłobienie pojawia się na powierzchni bieżni (wysoka częstotliwość)

Rdza i korozja

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
<p>Na powierzchniach pierścieni i elementów tocznych są wżery rdzy i korozji, które mogą pojawiać się w odstępach elementów tocznych na pierścieniach lub na całych powierzchniach łożyska.</p>	<ul style="list-style-type: none"> › Przedostanie się do środka łożyska gazu korozyjnego lub wody › Niewłaściwe smarowanie › Powstawanie kropli wody z powodu kondensacji wilgoci › Wysoka temperatura i wilgotność podczas postoju › Słabe zabezpieczenie antykorozyjne podczas transportu › Niewłaściwe warunki przechowywania › Niewłaściwe obchodzenie się z łożyskiem 	<ul style="list-style-type: none"> › Popraw mechanizm uszczelnienia › Przeanalizuj metodę smarowania › Zastosuj ochronę antykorozyjną podczas okresów postojowych › Popraw warunki przechowywania › Popraw metodę obchodzenia się z łożyskiem



Fotografia 16.1

Część: Pierścień zewnętrzny łożyska walcowego

Symptom: Rdza na powierzchniach czoł obrzeży i na powierzchni bieżni

Przyczyna: Niewystarczające smarowanie spowodowane wnikaniem wody



Fotografia 16.2

Część: Pierścień zewnętrzny pierścienia obrotowego

Symptom: Rdza na powierzchni bieżni w odstępach kulek

Przyczyna: Kondensacja wilgoci podczas okresów postojowych



Fotografia 16.3

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego

Symptom: Rdza na powierzchni bieżni w odstępach baryłek

Przyczyna: Wnikanie wody do środka smarnego



Fotografia 16.4

Część: Baryłki łożyska baryłkowego

Symptom: Wżery rdzy na powierzchni styku tocznego. Miejscami skorodowane

Przyczyna: Kondensacja wilgoci podczas magazynowania

Odształcenia montażowe

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Proste linie zarysowane na powierzchniach bieżni pierścieni lub elementów tocznych powstałe podczas montażu lub demontażu łożyska.	<ul style="list-style-type: none"> › Pochylenie/skoszenie pierścieni wewnętrznego i zewnętrznego podczas montażu lub demontażu › Obciążenie udarowe podczas montażu lub demontażu 	<ul style="list-style-type: none"> › Zastosuj odpowiednie przyrządy i narzędzia › Unikaj obciążenia udarowego stosując prasy › Podczas montażu centruj odpowiednio sparowane części



Fotografia 17.1

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska walcowego

Symptom: Osiowe rysy na powierzchni bieżni

Przyczyna: Pochylenie między pierścieniem zewnętrznym a wewnętrznym podczas montażu



Fotografia 17.2

Część: Pierścień zewnętrzny łożyska walcowego dwurzędowego

Symptom: Osiowe rysy na powierzchni bieżni w odstępach wałeczków

Przyczyna: Pochylenie między pierścieniem zewnętrznym a wewnętrznym podczas montażu



Fotografia 17.3

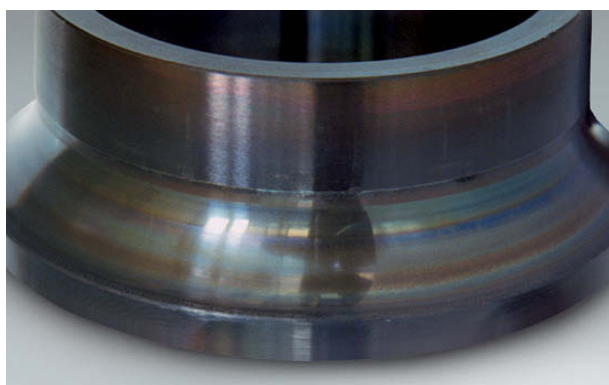
Część: Wałeczki łożyska walcowego

Symptom: Osiowe rysy na powierzchni tocznej

Przyczyna: Pochylenie między pierścieniem zewnętrznym a wewnętrznym podczas montażu

Przebarwienia

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Przebarwienia koszyka, elementów tocznych i bieżni pierścieni pojawiają się wskutek reakcji ze środkiem smarnym i wysokiej temperatury.	<ul style="list-style-type: none">› Niewystarczające smarowanie› Plamy olejowe na skutek reakcji ze środkiem smarnym› Wysoka temperatura	<ul style="list-style-type: none">› Poprawienie metody smarowania



Fotografia 18.1

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego skośnego

Symptom: Niebieskawe i purpurowe przebarwienia na powierzchni bieżni

Przyczyna: Generowanie ciepła z powodu niewystarczającego smarowania



Fotografia 18.2

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego 4-punktowego

Symptom: Niebieskawe i purpurowe przebarwienia na powierzchni bieżni

Przyczyna: Generowanie ciepła z powodu niewystarczającego smarowania

Załącznik – Karta diagnostyki łożysk

Nazwa uszkodzenia	Umiejscowienie (Zjawisko)	Przyczyna											Uwagi			
		Przemieszczenie i obsługa		Otoczenie łożyska			Smarowanie		Obciążenie			Prędkość				
		Magazynewanie – Transport	Montaż	Wał, Obudowa	Uszczelnienie woda – drobiny	Temperatura	Środek smarny	Metoda smarowania	Nadmierne obciążenie	Udarowe obciążenie	Obciążenie momentem	Ultra małe obciążenie		Wysoka prędkość	Duże przyspieszenie i opóźnienie	Wstrząsy – wibracje łożysko nie obraca się
1. Zluszczanie	Bieżnia, powierzchnia toczna		●	●	●		●	●	●	●					●	
2. Mikrozluszczanie	Bieżnia, powierzchnia toczna				●		●	●				●	●			
	Wewnętrzna powierzchnia łożyska (kontakt toczny)			●*	●		●	●								* Współpracujące części toczne
3. Zarysowania	Powierzchnia czołowa wałeczka		●	●	●		●	●	●	●		●				
	Powierzchnia obrzeża		●													
	Powierzchnia prowadząca koszyka Powierzchnia kieszeni		●		●		●	●								
4. Przytarcia smugowe	Bieżnia, powierzchnie toczne				●		●	●			●	●				
5. Odlamania	Obrzeża bieżni, wałeczki	●	●	●					●	●						
6. Pęknięcia	Bieżnie pierścieni, elementy toczne		●	●		●			●	●						
	Pow. obrzeża, pow. czoła wałeczka, powierzchnia prowadząca koszyka (pęknięcia termiczne)			●				●	●	●						
7. Uszkodzenia koszyka	(deformacja), (odłamanie)		●	●					●	●						
	(zużycie)		●		●		●	●	●	●		●				
8. Wgniecenia	Bieżnia, powierzchnie toczne (niezliczone małe wgniecenia)				●			●								
	Bieżnia (drobiny na średnicy podziałowej elementów tocznych)	●	●						●				●			
9. Wżery korozyjne	Bieżnia, powierzchnie toczne				●		●	●								
10. Ścieranie	Bieżnia, powierzchnie toczne pow. obrzeży, pow. czoł wałeczków		●		●		●	●								
11. Korozja cierna	Bieżnia, powierzchnie toczne	●	●	●			●	●	●			●	●			
	Pow. zewnętrzna i otworu łożyska, pow. boczna (kontakt z obudową i wałem)		●	●					●							
12. Fałszywe odciski Brinella	Bieżnia, powierzchnie toczne	●					●	●					●			
13. Pełzanie	Powierzchnie pasowane		●	●		●	●*	●*	●			●				* Pasowanie luźne
14. Zatarcia, zakleszczenia	Bieżnie pierścieni, elementy toczne, koszyk		●	●	●		●	●	●	●		●		●		
15. Korozja elektryczna	Bieżnia, powierzchnie toczne		●*	●*												* Prąd elektryczny przechodzi przez elementy toczne
16. Rdza i korozja	Bieżnie pierścieni, elementy toczne, koszyk	●	●		●	●	●	●								
17. Odształcenia montażowe	Bieżnia, powierzchnie toczne		●	●												
18. Przebarwienia	Bieżnie pierścieni, elementy toczne, koszyk					●	●	●								

Uwaga: Karta ta nie jest wyczerpująca. Podaje ona tylko najbardziej powszechnie występujące uszkodzenia, przyczyny i umiejscowienia.



Biura sprzedaży NSK – Europa, Bliski Wschód i Afryka

Polska i Europa Środkowo-Wschodnia

NSK Polska Sp. z o.o.
Warsaw Branch
Ul. Migdałowa 4/73
02-796 Warszawa
Tel. +48 22 645 15 25
Fax +48 22 645 15 29
info-pl@nsk.com

Bliski Wschód

NSK Bearings Gulf Trading Co.
JAFZA View 19, Floor 24 Office 2/3
Jebel Ali Downtown,
PO Box 262163
Dubai, UAE
Tel. +971 (0) 4 804 8202
Fax +971 (0) 4 884 7227
info-me@nsk.com

Francja

NSK France S.A.S.
Quartier de l'Europe
2, rue Georges Guynemer
78283 Guyancourt Cedex
Tel. +33 (0) 1 30573939
Fax +33 (0) 1 30570001
info-fr@nsk.com

Hiszpania

NSK Spain, S.A.
C/ Tarragona, 161 Cuerpo Bajo
2ª Planta, 08014 Barcelona
Tel. +34 932 89 27 63
Fax +34 934 33 57 76
info-es@nsk.com

Niemcy, Austria, Szwajcaria, kraje Beneluksu, Skandynawia

NSK Deutschland GmbH
Harkortstraße 15
40880 Ratingen
Tel. +49 (0) 2102 4810
Fax +49 (0) 2102 4812290
info-de@nsk.com

Republika Południowej Afryki

NSK South Africa (Pty) Ltd.
27 Galaxy Avenue
Linbro Business Park
Sandton 2146
Tel. +27 (011) 458 3600
Fax +27 (011) 458 3608
nsk-sa@nsk.com

Rosja

NSK Polska Sp. z o.o.
Russian Branch
Office I 703, Bldg 29,
18th Line of Vasilievskiy Ostrov,
Saint-Petersburg, 199178
Tel. +7 812 3325071
Fax +7 812 3325072
info-ru@nsk.com

Turcja

NSK Rulmanları Orta Doğu Tic. Ltd. Şti
19 Mayıs Mah. Atatürk Cad.
Ulya Engin İş Merkezi No: 68/3 Kat. 6
P.K.: 34736 - Kozyatağı - İstanbul
Tel. +90 216 4777111
Fax +90 216 4777174
turkey@nsk.com

Wielka Brytania

NSK UK LTD.
Northern Road, Newark
Nottinghamshire NG24 2JF
Tel. +44 (0) 1636 605123
Fax +44 (0) 1636 643276
info-uk@nsk.com

Włochy

NSK Italia S.p.A.
Via Garibaldi, 215
20024 Garbagnate
Milanese (MI)
Tel. +39 02 995 191
Fax +39 02 990 25 778
info-it@nsk.com

Zapraszamy na naszą stronę internetową: www.nskeurope.pl

Global NSK: www.nsk.com

