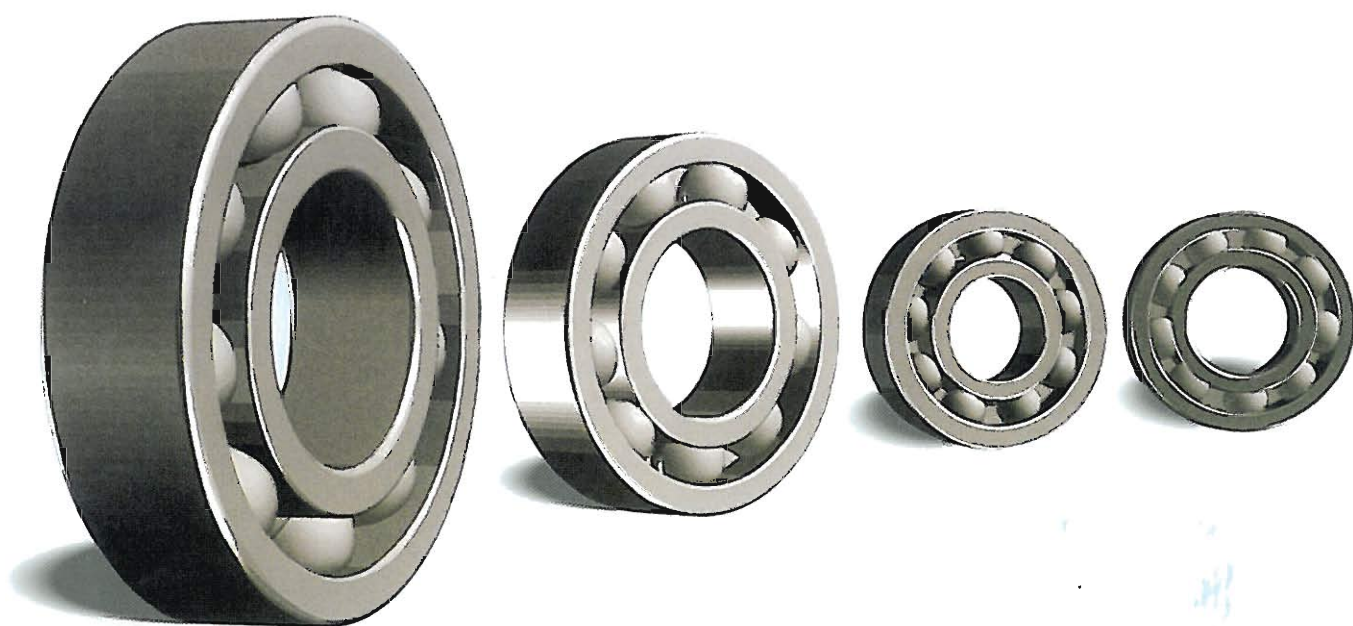


NSK

NEW BEARING DOCTOR

Diagnozowanie problemów łożyskowych. Cel: Spokojne i niezawodne działanie.



Z okazji opublikowania broszury „New Bearing Doctor” chcielibyśmy wyrazić nasze szczerze podziękowania za nieustannie zainteresowanie ze strony Państwa naszymi produktami.

Broszura ta została opracowana celem uniknięcia przedwczesnego uszkodzenia łożysk. Zawiera ona objaśnienia na temat właściwej obsługi, montażu, smarowania i konserwacji łożysk oraz kolorowe fotografie uszkodzeń łożysk i ich elementów. W przypadku potrzeby uzyskania dalszych szczegółów dotyczących obsługi, konserwacji itp. prosimy o korzystanie z Katalogu Łożysk Toczyńskich NSK (Kat. Nr E1101).

Łożyska stają się niezdatne do użytku jeżeli podlegają przedwczesnemu uszkodzeniu spowodowanemu brakiem właściwej uwagi przy obsłudze i / lub konserwacji. Przedwczesne uszkodzenie różni się całkowicie od zużycia wynikającego ze zmęczenia materiałowego (żywność). Broszura ta jest użyteczna do określenia przypadków i sposobów przeciwdziałania przedwczesnym uszkodzeniom. Z prawdziwą przyjemnością oferujemy Państwu tą broszurę.



Index „New Bearing Doctor”

Temat	Strona
1. Wprowadzenie	3
2. Obsługa łożysk	4
2.1. Środki ostrożności przy obsłudze	4
2.2. Montaż	4
2.3. Kontrola działania	4
3. Konserwacja łożysk	5
4. Wskaźniki pracy łożysk	5
4.1. Szum łożyska	5
4.2. Drgania łożyska	5
4.3. Temperatura łożyska	5
4.4. Skutki smarowania	5
4.5. Dobór smarowania	6
4.6. Uzupełnianie i wymiana smaru	7
5. Kontrola łożysk	7
6. Ślady pracy a stosowane obciążenia	8
7. Uszkodzenia łożysk oraz środki zaradcze	9
7.1. Płatkowanie	10
7.2. Zluszczanie	12
7.3. Rysy i plamy	13
7.4. Przytarcia smugowe	15
7.5. Odłamania	17
7.6. Pęknięcia	18
7.7. Uszkodzenia kosza	20
7.8. Wgniecenia	22
7.9. Wżery korozyjne	23
7.10. Ścieranie	24
7.11. Korozja cierna	25
7.12. Falszywe odciski Brinella	26
7.13. Pelzanie	27
7.14. Zatarcia	28
7.15. Korozja elektryczna	29
7.16. Rdza i korozja	30
7.17. Odkształcenia montażowe	31
7.18. Przebarwienia	32
Dodatek: Diagram diagnostyki łożysk	33

1. Wprowadzenie

Jeżeli łożysko toczne uszkodzi się podczas pracy maszyny, wnętrze maszyny lub wyposażenie może się zatrzc lub przestać działać. Ponieważ przyczyną problemów jest przedwczesne lub nieoczekiwane 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 znaczące zmniejszenie smarowania, niewłaściwa obsługa, niewłaściwy dobór łożyska

lub niewystarczająca kontrola wału czy obudowy. Zwykle przyczyna może być określona, wzięwszy pod uwagę pracę łożyska przed uszkodzeniem, poprzez zbadanie warunków smarowania oraz warunków montażu, a także poprzez uważne obserwowanie uszkodzenia samego łożyska.

Czasami łożyska uszkadzają się i zawodzą szybko i nieoczekiwanie. Takie przedwczesne uszkodzenie jest różne od normalnego zużycia zmęczeniowego. Żywotność łożyska może być rozdzielona i określona na dwa rodzaje: przedwczesne uszkodzenie i normalne zmęczenie wskutek kontaktu tocznego.

2. Obsługa łożysk

2.1 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 bród, 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 takiej czystości jak tylko to jest możliwe.

(2) Uważne przemieszczanie: Ciężkie wstrząsy podczas przemieszczania mogą spowodować porysowania lub spowodować inne uszkodzenia łożyska, które mogą spowodować jego zniszczenie. 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) Unikanie korozji: Ponieważ pot na rękach oraz różne inne zanieczyszczenia mogą spowodować korozję, należy podczas pracy z łożyskami utrzymywać ręce w czystości. Jeżeli to możliwe załóż rękawiczki.

2.2 Montaż

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

- (1) Czyszczenie łożyska i współpracujących części.
- (2) Sprawdzenie wymiarów i ostatecznego stanu współpracujących części.
- (3) Postępowanie zgodne z procedurą montażu.
- (4) Sprawdzenie czy łożysko jest właściwie zamontowane.
- (5) Wprowadzenie właściwego rodzaju i ilości smaru.

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

2.3 Sprawdzenie działania

Bardzo ważne jest aby po zamontowaniu łożyska przeprowadzić test działania celem potwierdzenia, że łożysko jest prawidłowo zamontowane. Tabela 2.1 przedstawia metody testowania działania. Jeżeli stwierdzone zostaną nieprawidłowości należy natychmiast zaprzestać testowania i sprawdzić w Tabeli 2.2, która przedstawia odpowiednie przeciwdziałania dla specyficznych problemów łożyskowych.

Tabela 2.1 Metody sprawdzania działania

Gabaryty maszyny	Procedura działania	Sprawdzanie stanu łożyska
Mała maszyna	Działanie ręczne. Obróć łożysko ręcznie. Jeżeli nie stwierdzi się problemów należy kontynuować procedurę badania działania maszyny.	Drgania cierne (Zanieczyszczenia, pęknięcia, wgniecenia). Nierównomierny moment obrotowy (Wadliwy montaż). Nadmierny moment obrotowy. (Błąd w montażu lub niewystarczający wewnętrzny luz promieniowy).
	Działanie pod obciążeniem. 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	Działanie na biegu jałowym. Należy włączyć maszynę i pozwolić jej obracać się powoli. Należy wyłączyć maszynę i pozwolić aby łożysko obracało się rozpędem aż do zatrzymania. Jeżeli nie stwierdzono nieprawidłowości w trakcie testu należy kontynuować test obrotów pod obciążeniem.	Drgania, Szum, itp.
	Działanie pod obciążeniem. Należy postępować tak samo jak przy testowaniu działania pod obciążeniem dla małych maszyn.	Należy sprawdzić te same punkty jak przy testowaniu małej maszyny.

Tabela 2.2 Przyczyny i przeciwdziałanie nieprawidłowościom w pracy

Nieprawidłowości	Możliwa przyczyna	Przeciwdziałania	
Szum	Głośny metaliczny dźwięk	Nienormalne obciążenie	Poprawić pasowanie, luz wewnętrzny, obciążenie wstępne, pozycję obudowy itp.
		Niewłaściwy montaż	Poprawić dokładność maszyny i współosiowość wału i obudowy, dokładność metody montażu.
		Niewystarczające lub niewłaściwe smarowanie	Uzupełnić smar lub dobrać inny smar.
	Głośne regularne dźwięki	Kontakt obracających się części	Zmodyfikować uszczelnienie labiryntowe itp.
		Skazy, korozja lub rysy na bieżniach	Wymienić lub wyczyścić łożysko, poprawić uszczelki oraz użyć czystego smaru.
		Fałszywe odciski Brinella	Wymienić łożysko oraz postępować ostrożnie przy przemieszczaniu łożyska.
Nie-regularne dźwięki	Złuszczenia na bieżni	Wymienić łożysko.	
	Nadmierny luz wewnętrzny	Poprawić pasowanie, luz i obciążenie wstępne.	
	Przedostanie się obcych cząsteczek	Wymienić lub wyczyścić łożysko, poprawić uszczelnienia oraz zastosować czysty smar.	
Nienormalny wzrost temperatury	Skazy lub złuszczenia na kulkach	Wymienić łożysko.	
	Nadmierna ilość smaru	Zmniejszyć ilość smaru, dobrać lepkość smaru.	
	Niewystarczające lub niewłaściwe smarowanie	Wymienić smar lub dobrać lepszy.	
	Nienormalne obciążenie	Poprawić pasowanie, luz wewnętrzny, napięcie wstępne, powierzchnię oporową obudowy.	
Drgania (osiowe)	Niewłaściwy montaż	Poprawić dokładność obróbki oraz współosiowość wału i obudowy, dokładność montażu lub metod montażowych.	
	Pelzanie na powierzchni pasowanej, nadmierne tarcie uszczelki	Poprawić uszczelnienie, wymienić łożysko, poprawić pasowanie lub montaż.	
	Fałszywe odciski Brinella	Wymienić łożysko oraz postępować ostrożnie przy przemieszczaniu łożysk.	
	Złuszczenia	Wymienić łożysko.	
Wypływ lub przebarwienie smaru	Niewłaściwy montaż	Skorygować prostopadłość między osią wału a odsadzeniem obudowy lub boczną stroną pierścienia dystansowego.	
	Przedostanie się obcych cząsteczek	Wymienić lub wyczyścić łożysko, poprawić uszczelnienia.	
Wpływ lub przebarwienie smaru	Zbyt dużo smaru.	Zmniejszyć ilość smaru, dobrać smar o wyższej lepkości.	
	Przedostanie się obcej substancji lub elementów ściernych	Wymienić łożysko lub smar. Wyczyścić obudowę oraz współpracujące części.	

3. Konserwacja łożysk

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 4 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 5 gdzie podano więcej szczegółów.)

4. Czynniki związane z pracą łożysk

Kluczowymi czynnikami działania łożyska podczas jego pracy są głośność łożyska, drgania, temperatura oraz stan smaru. Zaleca się wykorzystanie informacji z Tabeli 2.2 jeżeli stwierdzone zostaną jakiegokolwiek nieprawidłowości podczas pracy.

4.1 Głośność łożyska

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

4.2 Drgania łożysk

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 umożliwi określenie prawdopodobnych przyczyn nieprawidłowości pracy łożyska. Dane pomiarowe różnią się w zależności od warunków pracy łożyska oraz od lokalizacji czujnika drgań. Dlatego też metoda wymaga określenia standardów ocenianych parametrów dla każdej badanej maszyny. Dobrze jest mieć możliwość odróżnienia drgań wynikających z nieprawidłowości od drgań podczas normalnego działania. Zaleca się wykorzystanie broszury Pr. No.410 (Monitorowanie łożysk) celem uzyskania więcej informacji na ten temat.

4.3 Temperatura łożysk

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 stałego stanu po jednej lub dwóch godzinach pracy. Stała temperatura pracy łożyska zależy od obciążenia, prędkości obrotowej oraz zdolności maszyny do odprowadzania ciepła. Niewystarczające smarowanie lub niewłaściwy montaż mogą być przyczyną szybkiego wzrostu temperatury łożyska. W takim przypadku należy zatrzymać maszynę i zastosować właściwe środki zaradcze.

4.4 Efekty smarowania

Dwa główne powody stosowania smarowania to minimalizacja tarcia oraz zmniejszenie zużycia wewnętrznego łożyska bez czego następowaloby przedwczesne uszkodzenie. Smarowanie zapewnia

następujące korzyści:

(1) Zmniejszenie tarcia i zużycia.

Cienka warstewka 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. (2) Przedłużenie żywotności wynikającej ze zmęczenia.

Żywotność zmęczeniowa łożysk zależy w dużym stopniu od lepkości smaru i grubości warstewki między stykającymi się obrotowo powierzchniami. Większa grubość warstewki przedłuża żywotność zmęczeniową a jest ona skracana jeżeli lepkość oleju jest zbyt niska, ponieważ grubość warstewki jest niewystarczająca. (3) Odprowadzanie ciepła tarcia i chłodzenie.

Smarowanie obiegowe może być wykorzystywane do odprowadzania ciepła wynikającego z tarcia jak i ciepła przenoszonego z wewnątrz maszyny i zabezpiecza łożysko przed przegrzaniem, a olej przed pogorszeniem jego własności.

(4) Uszczelnienie i zabezpieczenie przed korozją.

Właściwe smarowanie zabezpiecza przed przedostaniem się do środka łożyska materiałów obcych oraz zabezpiecza przed korozją i rdzewieniem.

4.5 Dobór smarowania.

Metody smarowania łożysk dzielą się na dwie główne kategorie: smarowanie smarem stałym i smarowanie olejowe. Rodzaj zastosowanego smarowania odpowiada warunkom i celom zastosowania, tak aby uzyskać najlepsze warunki pracy łożyska. Tabela 4.1 pokazuje porównanie między smarowaniem smarem stałym a smarowaniem olejowym.

Tabela 4.1 Porównanie między smarowaniem smarem stałym, a smarowaniem olejowym.

Pozycja	Smarowanie smarem stałym	Smarowanie olejowe
Konstrukcja obudowy i metoda uszczelnienia	Proste	Może być złożona. 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	Przenoszenie 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 środowiska z powodu wycieków	Środowisko rzadko jest zanieczyszczane przez wycieki.	Częste wycieki jeżeli nie są podjęte odpowiednie środki zaradcze. Nieodpowiednie jeżeli konieczne jest uniknięcie zanieczyszczenia środowiska.

(1) Smarowanie smarem stałym

Smar jest środkiem smarującym, który jest zrobiony na bazie oleju, środka zagęszczającego i dodatków. Przy doborze smaru, należy kierować się warunkami pracy łożyska. Istnieją duże różnice w zastosowaniach smarów nawet o tym samym typie, a różnej marki. Dlatego należy zwrócić szczególną uwagę przy doborze smaru. Tabela 4.2 podaje przykłady zastosowań smaru i jego konsystencji.

(2) Smarowanie olejowe

Istnieje wiele różnych metod smarowania olejowego: smarowanie zanurzeniowe, smarowanie kropłowe, smarowanie rozbryzgowo, smarowanie obiegowe, smarowanie strumieniowe, smarowanie mgłą olejową i smarowanie powietrzno olejowe. Metody smarowania olejowego są bardziej odpowiednie dla wyższych prędkości obrotowych i wyższych temperatur niż metody smarowania smarem stałym. Smarowanie olejowe jest szczególnie efektywne w przypadkach gdzie konieczne jest odprowadzanie ciepła na zewnątrz.

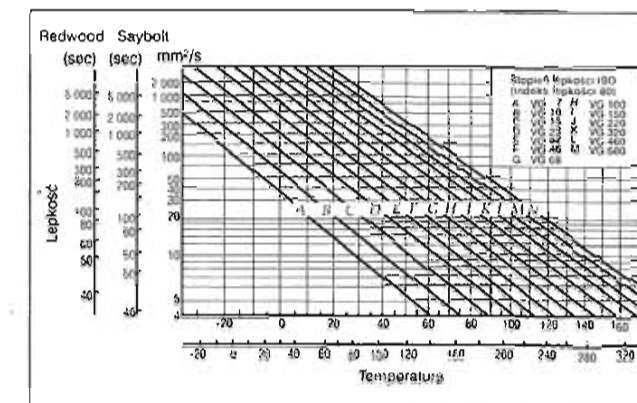
Upewnij się czy wybrany olej ma odpowiednią do temperatury pracy łożyska lepkość. Generalnie olej o niskiej lepkości jest stosowany przy wysokiej prędkości obrotowej łożysk podczas gdy olej z wysoką lepkością stosowany jest przy pracy łożyska w warunkach dużych obciążeń. Tabela 4.3 podaje właściwy zakres lepkości w temperaturze pracy dla zastosowań w warunkach normalnych.

Rysunek 4.1 podaje zależność między temperaturą, a lepkością dla oleji smarujących. (Do wykorzystania przy doborze oleju). Tabela 4.4 podaje przykłady jak dobrać olej smarujący dla smarowania łożysk pracujących w różnych warunkach.

Tabela 4.3 Lepkości wymagane przy różnych typach łożysk

Typ łożyska	Lepkość w temperaturze pracy
Łożyska kulkowe, łożyska wałeczkowe	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 Stoks)



Rys. 4.1 Zależność między lepkością oleju a temperaturą

Tabela 4.2 Przykłady zastosowań i konsystencji smaru

Stopień konsystencji	#0	#1	#2	#3	#4
Konsystencja *(1/10 mm)	355 – 385	310 – 340	265 – 295	220 – 250	175 – 205
Zastosowanie	Zastosowane smarowanie centralne	Zastosowane smarowanie centralne, niska temperatura	Ogólne smarowanie	Ogólne smarowanie, wysoka temperatura	Wysoka temperatura
	Tam gdzie łatwo powstaje korozja cierna	Tam gdzie łatwo powstaje korozja cierna	Łożyska kulkowe z uszczelkami	Łożyska kulkowe z uszczelkami	Tam gdzie smar stosowany jest jako uszczelnienie

*mierzona zagłębieniem się wzorcowego stożka w smarze

Tabela 4.4 Dobór oleju smarującego dla różnych zastosowań łożysk

Temperatura pracy	Prędkość obrotowa	Obciążenie lekkie lub normalne	Obciążenie ciężkie lub udarowe
-30 – 0°C	Poniżej prędkości granicznej	ISO VG 15, 22, 32 (Olej chłodniczy)	-
	Poniżej 50% prędkości granicznej	ISO VG 32, 46, 68 (Olej łożyskowy, olej turbinowy)	ISO VG 46, 68, 100 (Olej łożyskowy, olej turbinowy)
0 – 50°C	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 – 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)
80 – 100°C	Powyżej prędkości granicznej	ISO VG 32, 46, 68 (Olej łożyskowy, olej turbinowy)	-
	Poniżej 50% prędkości granicznej	ISO VG 320, 460 (Olej łożyskowy)	ISO VG 460, 680 (Olej łożyskowy, olej przekładniowy)
80 – 100°C	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:

- Jako prędkości graniczne należy zastosować wartości podane w kolumnie smarowanie olejowe w Tabelach wymiarowych łożysk w katalogu "Łożyska toczne NSK" (Nr. E140).
- Zaleca się stosować olej chłodniczy (JIS K2211), olej łożyskowy (JIS K2239), olej turbinowy (JIS K2213), olej przekładniowy (JIS K2219).
- Zakres temperatur podany został w lewej kolumnie tabeli powyżej. Dla temperatur pracy wyższych niż podane zaleca się stosować olej smarujący o wyższej lepkości.

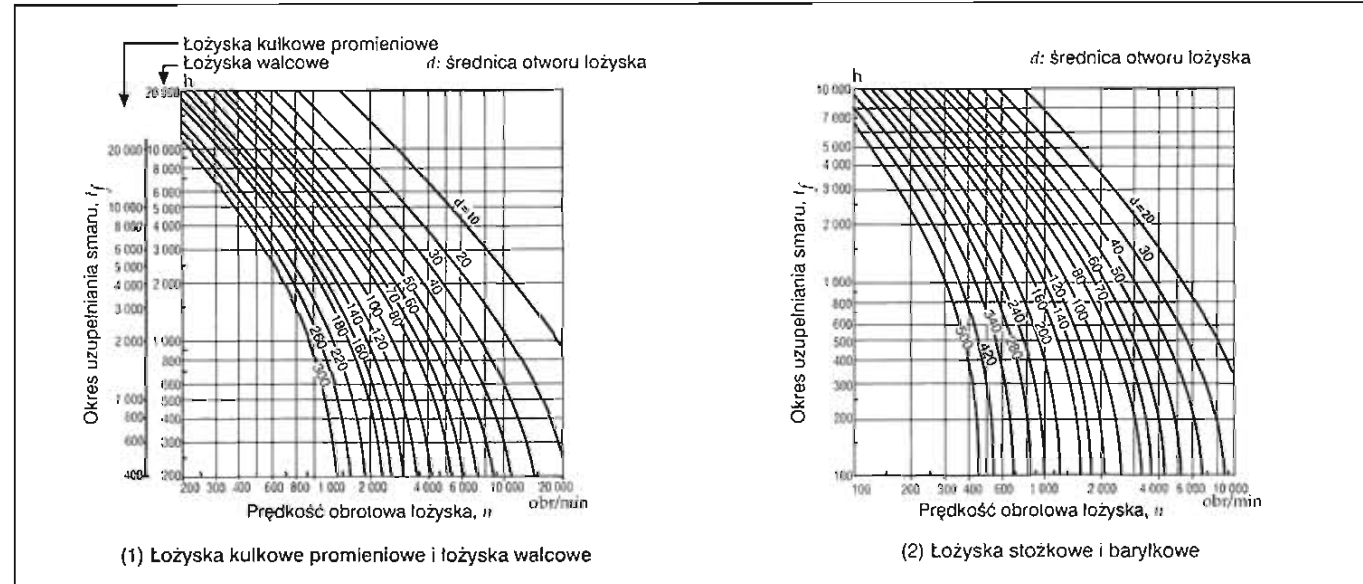
4.6 Uzupelnienie i wymiana czynnika smarujacego

(1) Okresy uzupelniania smaru.

Z uplywem czasu, smar pogarsza sie i obnizaja sie jego zdolnosci smarne. Nalezy zapewnic uzupelnienie smaru w odpowiednim czasie. Okresy uzupelniania smaru zaleza od typu lozyska, jego wymiarow, predkosci obrotowej. Rys. 4.2 podaje przyblizone okresy uzupelniania smaru jako funkcje czasu pracy i predkosci obrotowej. Jako ogolna zasade nalezy przyjac, ze okres uzupelnienia smaru powinien byc skrocony o polowe dla kazdych 15°C temperatury lozyska powyzej 70°C.

(2) Okresy wymiany oleju smarujacego.

Okres wymiany oleju smarujacego zalezy od warunkow pracy i ilosci oleju. Generalnie dla temperatury pracy ponizej 50°C i przy czystym srodowisku okres wymiany wynosi 1 rok. Jezeli temperatura oleju wynosi powyzej 100°C, olej powinien byc wymieniany przynajmniej raz na trzy miesiace.



Rys. 4.2 Okresy uzupelniania smaru

5. Kontrola lozysk

Kiedy kontrolujemy lozyska podczas okresowej kontroli wyposazenia, kontroli operacyjnych lub podczas wymiany sasiodajacych czesci nalezy ocenic stan lozysk oraz czy wskazany jest ich dalszy serwis.

Protokoly z kontroli oraz opis zewnetrznego wygladu demontowanych lozysk powinny byc przechowywane. Lozysko powinno byc wyczyszczone po pobraniu probki smaru oraz po zmierzenu ilosci pozostalego w nim smaru. Nalezy takze okreslic czy wystepuja jakies nienormalnosci lub uszkodzenia kosza, pasowanych powierzchni, powierzchni elementow tocnych oraz powierzchni biezn. Zalecane jest wykorzystanie rozdzialu 6 do porownania obserwacji sladow pracy na powierzchniach biezn.

Przy ocenie czy lozysko moze byc uzyte ponownie lub nie, nalezy brac pod uwage nastepujace punkty: stopien zuzycia lozyska, parametry pracy maszyny, czy miejsce zainstalowania lozyska jest punktem krytycznym dla maszyny, warunki pracy, okres przegladu. Jezeli kontrola ujawni uszkodzenie lub jakies nienormalnosci nalezy porownac przypadki i okreslic srodki zaradcze wykorzystujac rozdzial 7, a nastepnie wdrozyc te srodki zaradcze.

Jezeli kontrola wykaże jakikolwiek z nastepujacych rodzajow uszkodzenia, ktore nie pozwala na ponowne zastosowanie lozyska, lozysko powinno byc wymienione

na nowe.

- (1) Pęknięcia i wykruszenia kosza, elementow tocnych lub biezn pierścienia
- (2) Zluszczania na elementach tocnych lub biezn pierścienia
- (3) Zauwazalne zatarcia na elementach tocnych, oparciu bocznym waleczkow (kolnierzu) lub na powierzchni biezn.
- (4) Zauwazalne zuzycie kosza lub luzno umieszczone nity.
- (5) Skazy lub rdza na elementach tocnych lub na powierzchni biezn.
- (6) Zauwazalne wgniecenia na elementach tocnych lub na powierzchni biezn.
- (7) Zauwazalne slady pelzania na powierzchni zewnetrzej pierścienia zewnetrznego lub na powierzchni otworu pierścienia wewnetrznego.
- (8) Przebarwienia spowodowane przegrzaniem.
- (9) Powazne uszkodzenia blaszki lub uszczelki ochronnej lozysk wypelnionych smarem.

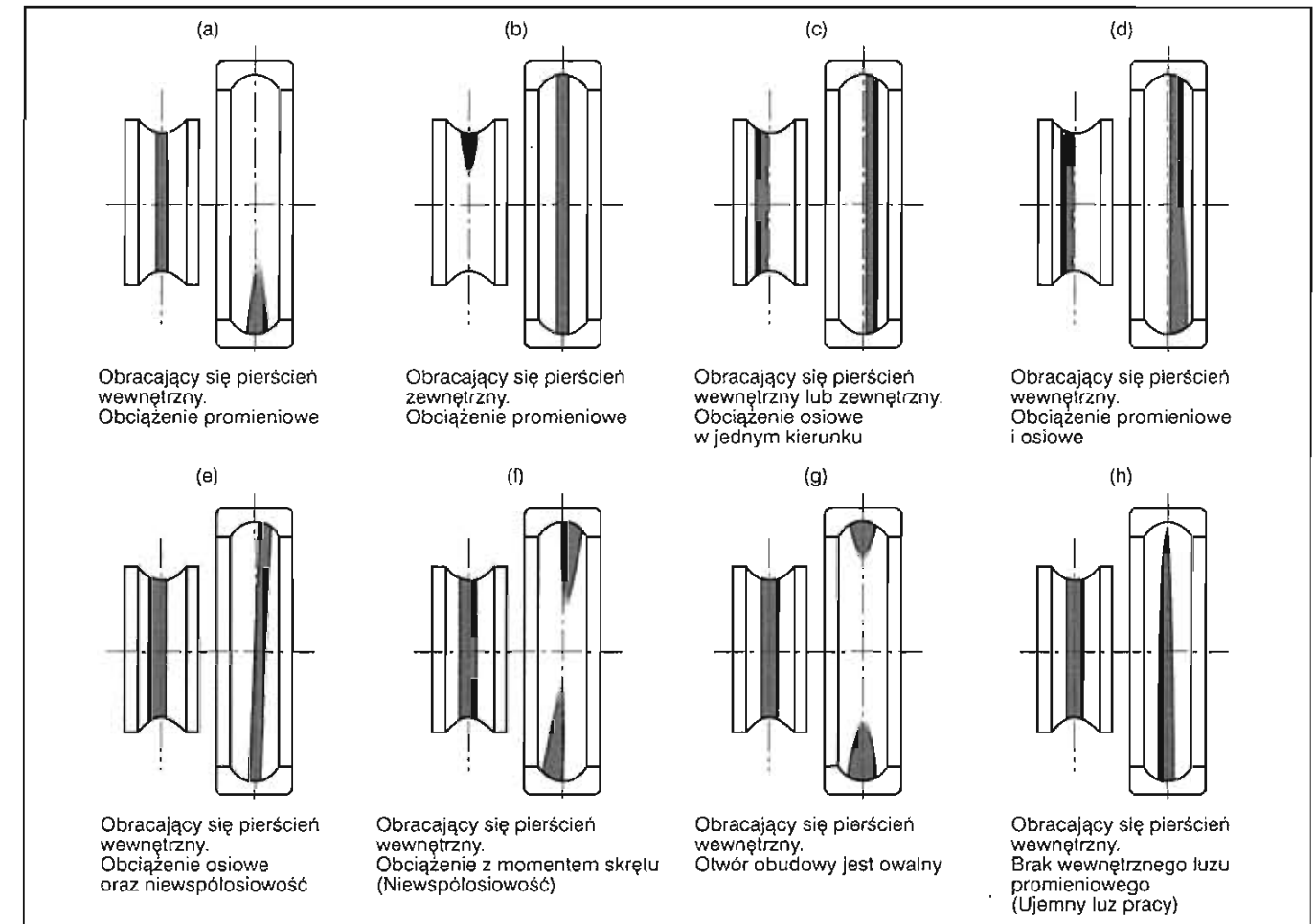
6. Slady pracy a stosowane obciazenia

Kiedy lozysko obraca sie bieźnie pierścieni wewnetrznego i zewnetrznego posiadaja kontakt z elementami tocnymi. Powoduje to powstanie sladki zuzycia zarowno na elementach tocnych jak i na bieznach. Slady pracy sa przydatne do wskazania warunkow obciazenia i moga byc dokladnie analizowane po zdemontowaniu lozyska.

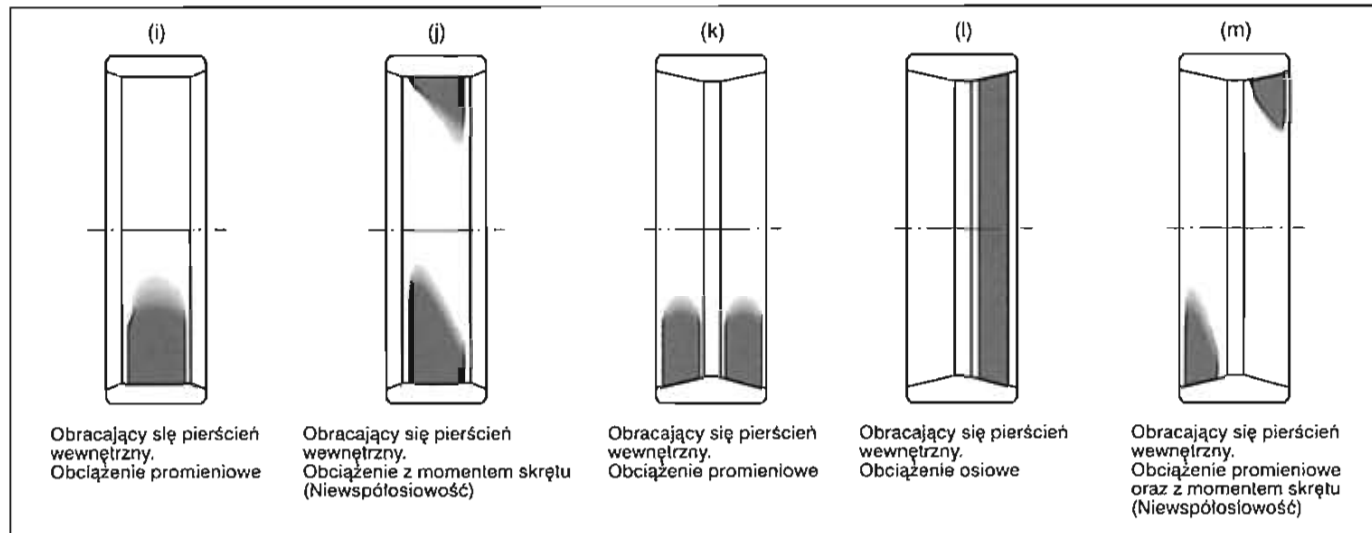
Jezeli slady pracy sa wyraźnie okreslone mozliwe jest okreslenie jakiemu obciazeniu poddane jest lozysko promieniowemu, osiowemu lub z momentem skretu. Moze byc takze okreslona okraglosc lozyska. Mozliwe jest sprawdzenie czy nie pojawily sie nieprzewidywane obciazenia lozyska lub duze bledy montazowe. Mozliwe jest takze okreslenie prawdopodobnej przyczyny uszkodzenia lozyska.

Rys 6.1 pokazuje slady pracy powstajace w lozyskach glęboko rowkowych w warunkach roznych obciazen. Rys 6.1 (a) pokazuje najczesciej wystepujace slady pracy powstajace kiedy pierścien wewnetrzny obraca sie przy obciazeniu tylko promieniowym. Rysunki 6.1 (e) do (h) pokazuja kilka roznych sladow pracy, przy powstaniu ktorych wystapilo skrocenie zywotnosci lozyska wskutek niekorzystnych oddzialywan na lozyska.

Podobnie Rys 6.2 pokazuje rozne slady pracy lozysk rolkowych: Rys 6.2 (i) pokazuje slad pracy na pierścieniu zewnetrznym dla przypadku kiedy obciazenie promieniowe jest wlasciwie zastosowane w lozysku walcowym dla ktorego obciazenie wystepowalo na obracajacym sie pierścieniu wewnetrznym. Rys 6.2 (j) pokazuje slad pracy dla przypadku kiedy walec jest wygiety lub wystepuje nachylenie wzgledne miedyz pierścieniami wewnetrznym i zewnetrznym. Ta niewspolosiowosc prowadzi do generowania slabo zacienionych pasm (zaciemniez) w kierunku szerokosci. Slady sa diagonalne (wystepuja po przekatnej) na poczatku i koncu strefy obciazenia. Dla lozysk stożkowych dwurzedowych dla ktorych zastosowano pojedyncze obciazenie na obracajacy sie pierścien wewnetrzny Rys. 6.2 (k) pokazuje slad pracy kiedy pierścien zewnetrzny jest pod obciazeniem promieniowym a Rys. 6.2 (l) sladki pracy gdy pierścien zewnetrzny jest pod obciazeniem osiowym. Kiedy istnieje niewspolosiowosc miedyz pierścieniami wewnetrznym i zewnetrznym wtedy zastosowanie obciazenia promieniowego powoduje powstanie sladu pracy na pierścieniu zewnetrznym takiego jak pokazano na Rys. 6.2 (m).



Rys. 6.1 Typowe sladki pracy lozysk kulkowych glęboko rowkowych



Rys. 6.2 Typowe ślady pracy łożysk rolkowych.

7. 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 uszkadzają się przedwcześnie 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 nienormalne wytwarzanie ciepła.

Dla przykładu jedną z przyczyn przedwczesnego uszkodzenia jest zatarcie, które jest spowodowane niewystarczającym smarowaniem, zastosowaniem niewłaściwego smarowania, 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.

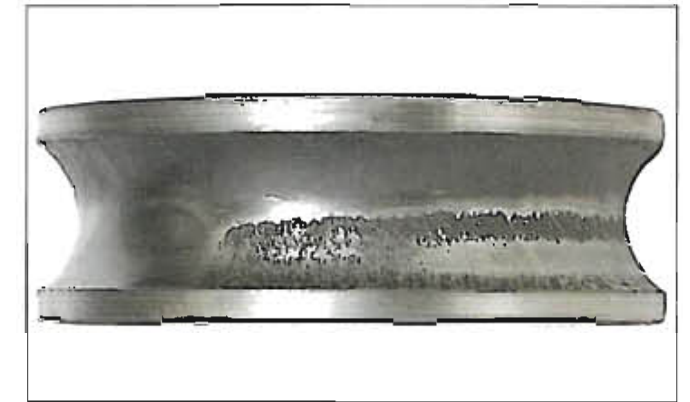
Rozdziały 7.1 do 7.18 podają przykłady uszkodzeń łożysk oraz sposoby im przeciwdziałania. Informacje zawarte w tych rozdziałach należy wykorzystywać podczas określania przyczyn uszkodzenia łożysk. Tabela diagnostyki łożysk umieszczona w załączniku może być wykorzystywana jako podręczny poradnik.

7.1 Płatkowanie

Możliwe uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Płatkowania pojawiają się kiedy małe części materiału łożyska są odrywane z gładkiej powierzchni bieżni lub elementów tocznych z powodu zmęczenia wskutek toczenia, tym samym tworząc rejonny posiadające chropowatą i szorstką teksturę.	Nadmierne obciążenie Zły montaż (niewspółosiowość) Obciążenie z momentem skrętu Przedostanie się obcych zanieczyszczeń, przeniknięcie wody Skąpe smarowanie, niewłaściwy czynnik smarujący Nieodpowiedni luz wewnętrzny łożyska Niewłaściwa dokładność wału lub obudowy, nierównomierność sztywności obudowy, duże ugięcie wału	<ul style="list-style-type: none"> ● Potwierdź zastosowanie łożyska sprawdź warunki obciążenia ● Popraw metodę montażu ● Popraw mechanizm uszczelnienia, zabezpiecz przed rdzewieniem podczas postoju ● Zastosuj czynnik smarujący o właściwej lepkości, popraw metodę smarowania ● Sprawdź dokładność wału i obudowy ● Sprawdź luz wewnętrzny łożyska



Fotografia 7-1-1
Część: Pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego skośnego
Symptom: Płatkowanie pojawia się na powierzchni bieżni na połowie obwodu pierścienia
Przyczyna: Skąpe smarowanie z powodu przedostania się chłodziwa do wnętrza łożyska



Fotografia 7-1-2
Część: Pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego skośnego
Symptom: Płatkowanie pojawia się diagonalnie wzdłuż bieżni
Przyczyna: Złe ustawienie współosiowości wału i obudowy podczas montażu



Fotografia 7-1-3
Część: Pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego głęboko rowkowego
Symptom: Płatkowanie bieżni w odległości podziałowej kulek
Przyczyna: Wgniecenie z powodu uderzeniowego obciążenia podczas montażu



Fotografia 7-1-4
Część: Pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego skośnego
Symptom: Płatkowanie bieżni w odległości podziałowej kulek
Przyczyna: Wgniecenie z powodu uderzeniowego obciążenia podczas postoju



Fotografia 7-1-5
Część: Pierścień zewnętrzny łożyska z fotografii 7-1-4
Symptom: Płatkowanie bieżni w odległości podziałowej kulek
Przyczyna: Wgniecenie z powodu uderowego obciążenia podczas postoju



Fotografia 7-1-6
Część: Kulki łożyska z fotografii 7-1-4
Symptom: Płatkowanie powierzchni kulek
Przyczyna: Wgniecenie z powodu uderowego obciążenia podczas postoju



Fotografia 7-1-7
Część: Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego
Symptom: Płatkowanie tylko jednej bieżni na całym obwodzie pierścienia
Przyczyna: Nadmierne obciążenie osiowe



Fotografia 7-1-8
Część: Pierścień zewnętrzny łożyska z fotografii 7-1-7
Symptom: Płatkowanie tylko jednej bieżni na całym obwodzie pierścienia
Przyczyna: Nadmierne obciążenie osiowe



Fotografia 7-1-9
Część: Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego
Symptom: Płatkowanie tylko jednego rzędu bieżni
Przyczyna: Złe smarowanie



Fotografia 7-1-10
Część: Rolki łożyska walcowego
Symptom: Przedwczesne płatkowanie pojawia się osiowo na powierzchniach rolek
Przyczyna: Rysy powstałe podczas niewłaściwego montażu

7.2 Złuszczenie

Możliwe uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Ciemne lub mętne plamy ukazują się na powierzchni wraz z jasnymi śladami zużycia. Pod takimi ciemnymi plamami powstają cienkie pęknięcia wgłęb 5~10 μm. Drobne cząsteczki odrywają się i pojawiają się szeroko drobne złuszczenia.	Nieodpowiednie smarowanie. Przedostanie się zanieczyszczeń do czynnika smarującego. 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 7-2-1
Część: Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego
Symptom: Pojawia się wzór złuszczenia o kształcie okrągłym na środku powierzchni bieżni
Przyczyna: Skąpe smarowanie



Fotografia 7-2-2
Część: Powiększenie wzoru z fotografii 7-2-1



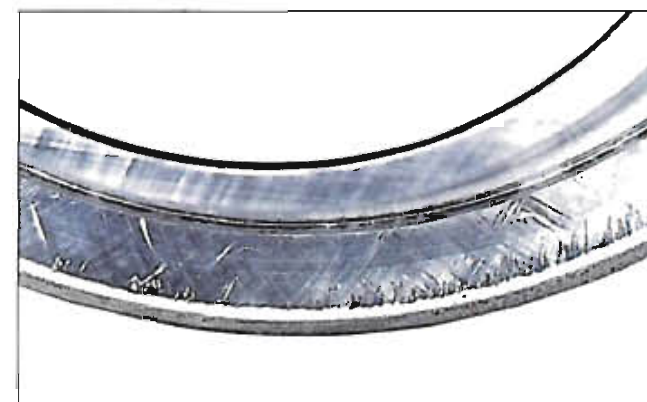
Fotografia 7-2-3
Część: Baryłki łożyska z fotografii 7-2-1
Symptom: Pojawia się wzór złuszczenia o kształcie okrągłym na środku powierzchni baryłki
Przyczyna: Skąpe smarowanie



Fotografia 7-2-4
Część: Pierścień zewnętrzny łożyska baryłkowego
Symptom: Złuszczenia pojawiają się na poboczu bieżni na całym obwodzie pierścienia
Przyczyna: Skąpe smarowanie

7.3 Rysy i plamy

Możliwe uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Rysy i plamy są uszkodzeniem powierzchni z powodu nagromadzenia się małych zatorów spowodowanych poślizgiem przy niewłaściwym smarowaniu lub wskutek ciężkich warunków pracy. Liniowe uszkodzenia pojawiają się obwodowo na powierzchni bieżni i powierzchniach toczyń. Uszkodzenia o cykloidalnym kształcie na czołach rolek. Rysy i plamy na powierzchni kontaktowej czoł rolek.	Nadmierne obciążenie, nadmierne obciążenie wstępne. Ubogie smarowanie. Cząsteczki przechwytywane są na powierzchni. 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 7-3-5
Część: Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego wzdłużnego
Symptom: Rysy na występie czołowym pierścienia wewnętrznego
Przyczyna: Zanieczyszczenia, które gromadzą się na powierzchni i nadmierne obciążenie wzdłużne



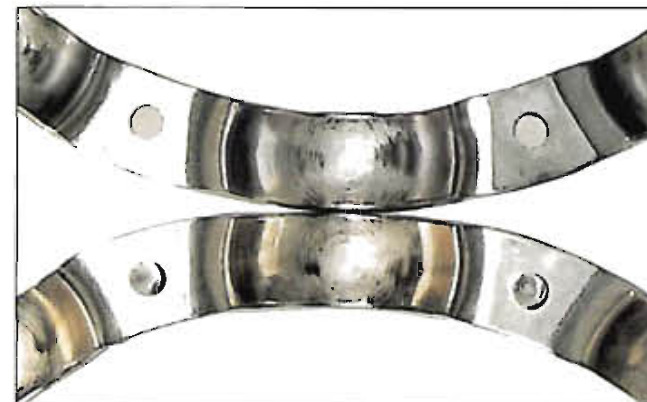
Fotografia 7-3-6
Część: Baryłka łożyska z fotografii 7-3-5
Symptom: Plamy na czołach rolek
Przyczyna: Zanieczyszczenia, które gromadzą się na powierzchni i nadmierne obciążenie wzdłużne



Fotografia 7-3-1
Część: Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego
Symptom: Rysy i plamy na dużym występie czołowym pierścienia wewnętrznego
Przyczyna: Ślizganie się rolek z powodu nagłego przyspieszenia lub opóźnienia



Fotografia 7-3-2
Część: Baryłki łożyska z fotografii 7-3-1
Symptom: Rysy i plamy na czołach baryłek
Przyczyna: Ślizganie się rolek z powodu nagłego przyspieszenia lub opóźnienia



Fotografia 7-3-7
Część: Kosz łożyska kulkowego głęboko rowkowego
Symptom: Rysy i plamy we wgłębieniach kosza stalowego
Przyczyna: Przedostanie się zanieczyszczeń



Fotografia 7-3-3
Część: Pierścień wewnętrzny łożyska stożkowego wzdłużnego
Symptom: Rysy na występie czołowym pierścienia wewnętrznego
Przyczyna: Zużyte cząsteczki zostały zmieszane z czynnikiem smarowym i powoduje to przerwy w warstwie oleju wskutek nadmiernego obciążenia.



Fotografia 7-3-4
Część: Rolki łożyska walcowego dwurzędowego
Symptom: Plamy na czołach rolek
Przyczyna: Słabe smarowanie i nadmierne obciążenie osiowe

7.4 Przytarcia smugowe

Możliwe uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Przytarcie smugowe jest uszkodzeniem powierzchni, które powstaje w wyniku nagromadzenia się małych zatarć między elementami łożyska z powodu zerwania się warstewki oleju i / lub poślizgu. Powierzchnia staje się chropowata równocześnie z topieniem się. Zatarcia na powierzchni kontaktowej czół rolek.	Wysoka prędkość obrotowa i słabe obciążenie. Nagle przyspieszanie / zwalnianie. Niewłaściwe smarowanie. Przedostanie się wody.	<ul style="list-style-type: none"> ● Popraw obciążenie wstępne ● Popraw luz wewnętrzny łożyska ● Zastosuj olej z dobrą zdolnością tworzenia warstwy olejowej ● Popraw metodę smarowania ● Popraw mechanizm uszczelnienia



Fotografia 7-4-5

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego
Symptom: Częściowe przytarcia smugowe pojawiają się obwodowo na powierzchni bieżni
Przyczyna: Słabe (ubogie) smarowanie



Fotografia 7-4-6

Część: Pierścień zewnętrzny łożyska z fotografii 7-4-5
Symptom: Częściowe przytarcia smugowe pojawiają się obwodowo na powierzchni bieżni
Przyczyna: Słabe (ubogie) smarowanie



Fotografia 7-4-1

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska walcowego
Symptom: Przytarcia smugowe pojawiają się obwodowo na powierzchni bieżni
Przyczyna: Poślizg rolki z powodu nadmiernego wypełnienia smarem



Fotografia 7-4-2

Część: Pierścień zewnętrzny łożyska z fotografii 7-4-1
Symptom: Przytarcia smugowe pojawiają się obwodowo na powierzchni bieżni
Przyczyna: Poślizg rolki z powodu nadmiernego wypełnienia smarem



Fotografia 7-4-7

Część: Baryłki łożyska z fotografii 7-4-5
Symptom: Przytarcia smugowe pojawiają się na centralnej powierzchni baryłki
Przyczyna: Słabe (ubogie) smarowanie



Fotografia 7-4-3

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego
Symptom: Przytarcia smugowe pojawiają się obwodowo na powierzchni bieżni
Przyczyna: Słabe (ubogie) smarowanie



Fotografia 7-4-4

Część: Pierścień zewnętrzny łożyska z fotografii 7-4-3
Symptom: Przytarcia smugowe pojawiają się obwodowo na powierzchni bieżni
Przyczyna: Słabe (ubogie) smarowanie

7.5 Odlamania

Możliwe uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Odlamania dotyczą małych kawałków, które zostały odlamane z powodu nadmiernego obciążenia lub udarowego miejscowego obciążenia na część narożną elementu tocznego lub ograniczenia bieżni pierścienia.	Uderzenia podczas montażu Nadmierne obciążenie Upuszczenie w trakcie nieuważnego przemieszczania	<ul style="list-style-type: none"> ● Popraw metody montażowe (Zastosuj wciskanie na gorąco, zastosuj właściwe narzędzia) ● Przeanalizuj warunki obciążenia ● Zapewnij wystarczające podparcie i podstawę dla obrzeża bieżni łożyska



Fotografia 7-5-1
Część: Pierścień wewnętrzny łożyska walcowego dwurzędowego
Symptom: Wykruszenia pojawiają się na obrzeżu środkowym
Przyczyna: Nadmierne obciążenie podczas montażu



Fotografia 7-5-2
Część: Pierścień wewnętrzny łożyska stożkowego
Symptom: Odlamania pojawiają się na obrzeżu prowadzącym pierścienia wewnętrznego
Przyczyna: Duży uder podczas montażu



Fotografia 7-5-3
Część: Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego wzdłużnego
Symptom: Odlamania pojawiają się na dużym obrzeżu
Przyczyna: Powtarzalne obciążenie



Fotografia 7-5-4
Część: Pierścień zewnętrzny łożyska igielkowego typu maszynowego
Symptom: Odlamania pojawiają się na obrzeżu zewnętrznym pierścienia
Przyczyna: Pochylenie igiełek z powodu nadmiernego obciążenia (Rolki igielkowe są zbyt długie w porównaniu do ich średnicy. Pod wpływem nadmiernego lub nierównomiernego obciążenia igielki są pochylane i popychane w kierunku obrzeży.)

7.6 Pęknięcia

Możliwe uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Pęknięcia bieżni pierścienia i elementów tocznych. Stała praca w tych warunkach prowadzi do większych pęknięć lub odlamań.	Nadmierny wcisk Nadmierne obciążenie, udarowe obciążenie Postępujące zluszczenie Generowanie ciepła i korozja cierna spowodowana kontaktem montowanych części i bieżni pierścienia. Generacja ciepła spowodowana pelzaniem. Zły kąt stożka wału stożkowego. Zła okrągłość wału. Nacisk ścięcia montażowego łożyska z powodu dużego promienia naroża wału.	<ul style="list-style-type: none"> ● Skoryguj wcisk ● Sprawdź warunki obciążenia ● Popraw metody montażu ● Zastosuj właściwy kształt wału



Fotografia 7-6-1
Część: Pierścień zewnętrzny łożyska walcowego dwurzędowego
Symptom: Pęknięcia termiczne pojawiają się na powierzchni pierścienia zewnętrznego
Przyczyna: Nadmierne ciepło generowane z powodu kontaktu ślizgowego między współpracującą częścią a czolem pierścienia zewnętrznego



Fotografia 7-6-2
Część: Rolka łożyska stożkowego wzdłużnego
Symptom: Pęknięcia termiczne pojawiają się na dużym końcu czoła rolki
Przyczyna: Ciepło generowane z powodu ślizgania się po obrzeżu pierścienia wewnętrznego przy słabym smarowaniu.



Fotografia 7-6-3
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: Luszczenie rozpoczynające się od skazy powstałej wskutek uderzenia



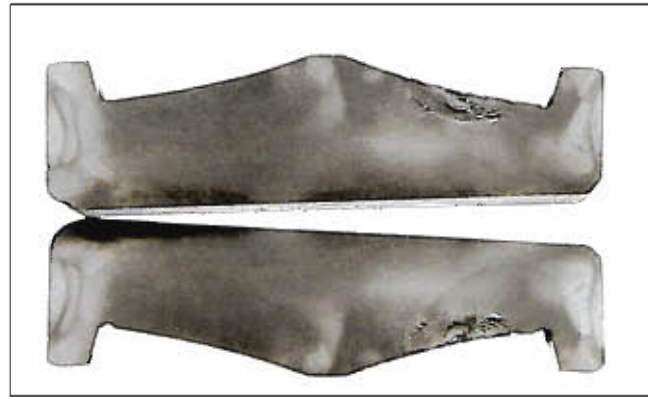
Fotografia 7-6-4
Część: Pierścień zewnętrzny łożyska walcowego dwurzędowego stosowany jako obracający się (obraca się pierścień zewnętrzny)
Symptom: Pęknięcia pojawiają się na powierzchni zewnętrznej
Przyczyna: Plaskie zużycie i generacja ciepła z powodu nieobracania się pierścienia zewnętrznego



Fotografia 7-6-5
Część: Powierzchnia bieżni pierścienia zewnętrznego z fotografii 7-6-4
Symptom: Pęknięcie powierzchni zewnętrznej rozwijające się na bieżni



Fotografia 7-6-6
Część: Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego
Symptom: Pęknięcia osiowe pojawiają się na powierzchni bieżni
Przyczyna: Duże napięcie pasowania z powodu różnicy temperatury między wałem i pierścieniem wewnętrznym



Fotografia 7-6-7
Część: Przekrój wykruszonego pierścienia wewnętrznego z fotografii 7-6-6
Symptom: Przyczyna jest bezpośrednio pod powierzchnią bieżni



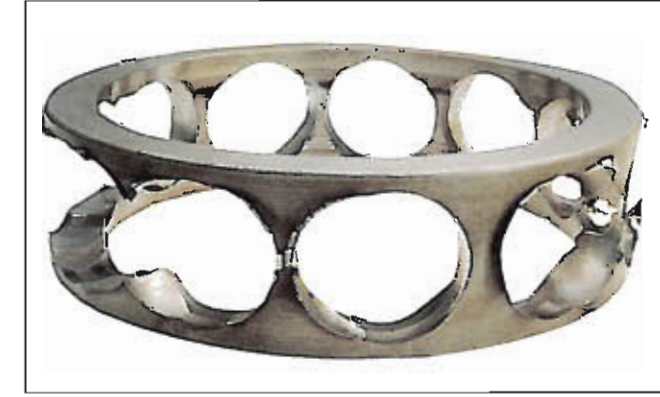
Fotografia 7-6-8
Część: Baryłka łożyska baryłkowego
Symptom: Osiowe pęknięcia pojawiają się na powierzchni baryłki

7.7 Uszkodzenia koszy

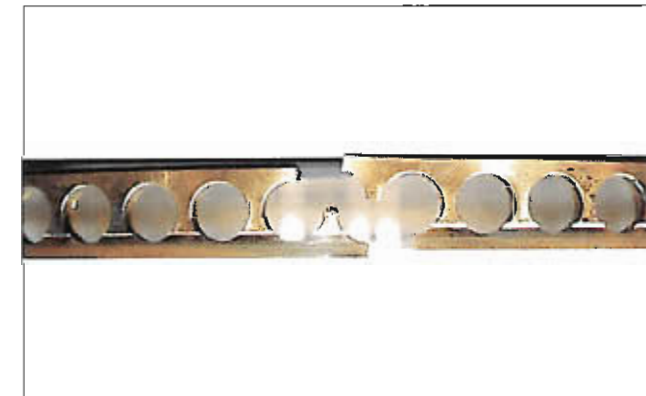
Możliwe uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Uszkodzenie kosza włączając jego deformacje, wykruszenia i zużycie. Wykruszenia żeberek kosza. Odkształcenia powierzchni czołowych. Zużycie powierzchni gniazdowych. Zużycie powierzchni prowadzących.	Zły montaż (Niewspółosiowość łożyska) Złe przemieszczanie Duży moment obciążenia Duże i uderowe drgania Nadmierna prędkość obrotowa, nagłe przyspieszenia i opóźnienia Słabe smarowanie Wzrost temperatury	<ul style="list-style-type: none"> ● Sprawdź metodę montażu ● Sprawdź temperaturę, obroty i warunki obciążenia ● Zredukuj drgania ● Dobierz typ kosza ● Dobierz metodę smarowania i czynnik smarujący



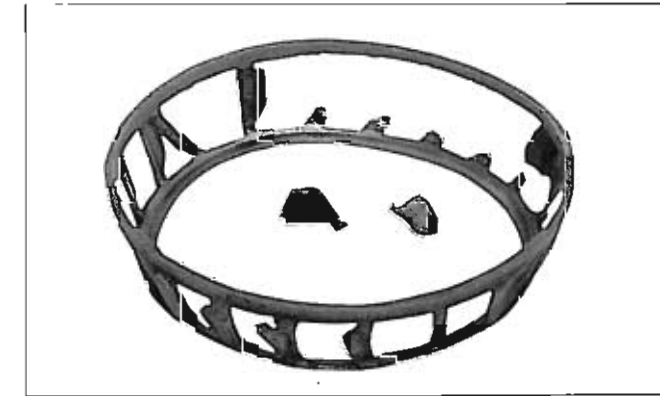
Fotografia 7-7-1
Część: Kosz łożyska kulkowego głęboko rowkowego.
Symptom: Wykruszenia powierzchni kosza ze stali tłoczzonej.



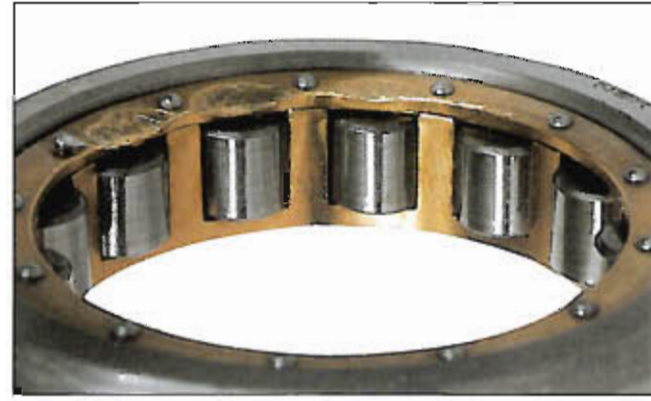
Fotografia 7-7-2
Część: Kosz łożyska kulkowego skośnego
Symptom: Wykruszenia żeberek gniazdowych kosza odlewanego i obrabianego
Przyczyna: Nienormalne obciążenie działające na kosz z powodu niewspółosiowości montażu między pierścieniami wewnętrznym i zewnętrznym



Fotografia 7-7-3
Część: Kosz łożyska kulkowego skośnego
Symptom: Wykruszenia kosza obrabianego z brązu



Fotografia 7-7-4
Część: Kosz łożyska stożkowego
Symptom: Wykruszenia żeberek kosza ze stali tłoczzonej

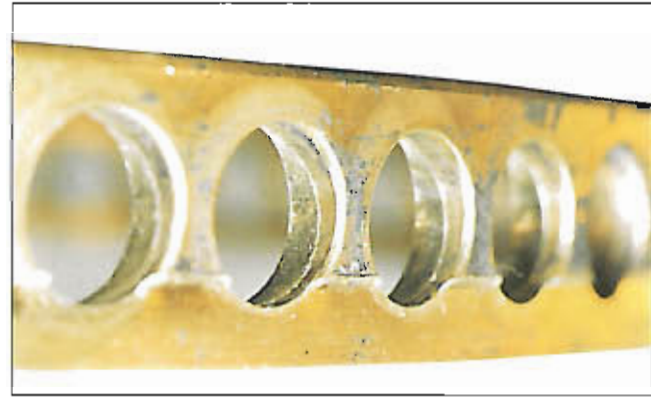
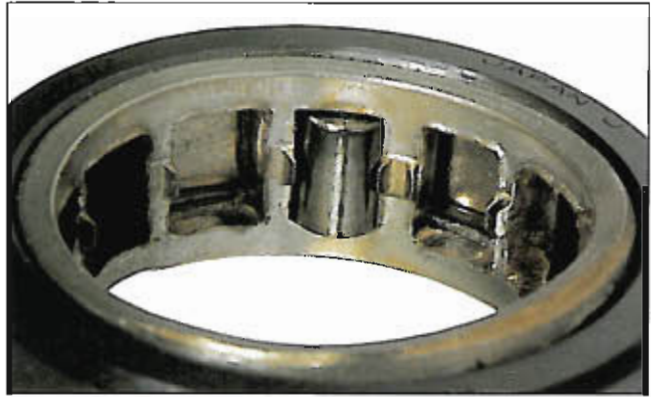


Fotografia 7-7-5

Część: Kosz łożyska kulkowego skośnego
Symptom: Odształcenia kosza ze stali tłoczonej
Przyczyna: Obciążenie udarowe z powodu złego przemieszczania

Fotografia 7-7-6

Część: Kosz łożyska walcowego
Symptom: Odształcenia powierzchni bocznej kosza z brązu
Przyczyna: Duży udar podczas montażu



Fotografia 7-7-7

Część: Kosz łożyska walcowego
Symptom: Odształcenia i zużycie kosza z brązu

Fotografia 7-7-8

Część: Kosz łożyska kulkowego skośnego
Symptom: Postępujące zużycie na zewnętrznej i gniazdowej powierzchni kosza z brązu obrabianego maszynowo

7.8 Wgniecenia

Możliwe uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Jeżeli zanieczyszczenia, takie jak małe cząsteczki metaliczne, dostają się do strefy kontaktu obrotowego pojawiają się wgniecenia na powierzchni bieżni lub elementów tocznych. Wgniecenia mogą pojawić się w odstępach elementów tocznych co jest wynikiem uderzenia podczas montażu (Falszywe odciski Brinella).	Zanieczyszczenia, takie jak cząsteczki metaliczne, dostały się na powierzchnię. Nadmierne obciążenie Uderzenia podczas transportu lub montażu.	<ul style="list-style-type: none"> ● Umyj obudowę ● Popraw mechanizm uszczelnienia ● Przetnij olej smarujący ● Popraw metody montażu i przemieszczania



Fotografia 7-8-1

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska stożkowego dwurzędowego
Symptom: Zmatowiona powierzchnia bieżni
Przyczyna: Zanieczyszczenia przechwytywane na powierzchni



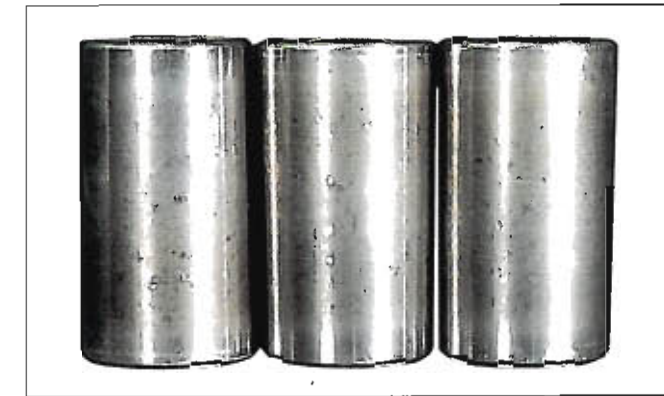
Fotografia 7-8-2

Część: Pierścień zewnętrzny łożyska stożkowego dwurzędowego
Symptom: Wgniecenia na powierzchni bieżni
Przyczyna: Zanieczyszczenia przechwytywane na powierzchni



Fotografia 7-8-3

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska stożkowego
Symptom: Małe i duże wgniecenia pojawiają się na całej powierzchni bieżni
Przyczyna: Zanieczyszczenia przechwytywane na powierzchni

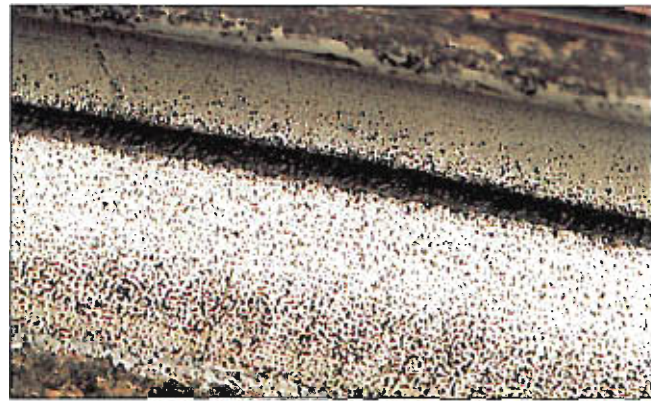


Fotografia 7-8-4

Część: Rolki łożyska stożkowego z fotografii 7-8-3
Symptom: Małe i duże wgniecenia pojawiają się na całej powierzchni tocznej
Przyczyna: Zanieczyszczenia przechwytywane na powierzchni

7.9 Wżery korozyjne

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



Fotografia 7-9-1

Część: Pierścień zewnętrzny łożyska żurawia obrotowego
Symptom: Wżery korozyjne pojawiają się na powierzchni bieżni
Przyczyna: Rdza w dnach wgłębień



Fotografia 7-9-2

Część: Kulka łożyska z fotografii 7-9-1
Symptom: Wżery korozyjne pojawiają się na powierzchni elementów tocznych

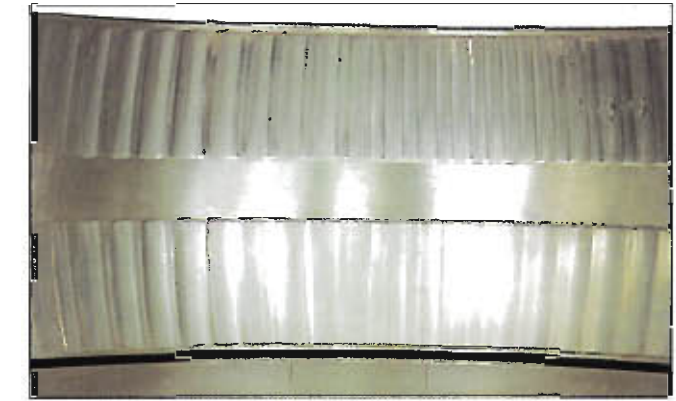
7.10 Ścieranie

Możliwe uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Ścieranie jest pogorszeniem stanu bieżni z powodu tarcia poślizgowego na powierzchni bieżni, elementów tocznych, powierzchniach czołowych rolek, powierzchniach czołowych obrzeży, gniazdach koszy itp.	Przedostanie się zanieczyszczeń Wynik postępującego rdzewienia i korozji elektrycznej Niewystarczające smarowanie Ślizganie spowodowane nieregularnym ruchem elementów tocznych	<ul style="list-style-type: none"> ● Popraw mechanizm uszczelnienia ● Wyczyść obudowę ● Gruntownie przefiltruj olej smarujący ● Sprawdź czynnik smarujący i metodę smarowania ● Zabezpiecz przed niewspółosiowością



Fotografia 7-10-1

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska walcowego
Symptom: Wiele wżerów występujących z powodu korozji elektrycznej oraz ślady ścierania w kształcie fali
Przyczyna: Korozja elektryczna



Fotografia 7-10-2

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 7-10-3

Część: Pierścień wewnętrzny łożyska stożkowego dwurzędowego
Symptom: Ścieranie w postaci korozji czarnej bieżni i schodkowe zużycie na powierzchni obrzeża
Przyczyna: Ścieranie w postaci korozji czarnej postępujące wskutek nadmiernego obciążenia podczas postoju



Fotografia 7-10-4

Część: Rolki stożkowe z fotografii 7-10-3
Symptom: Schodkowe zużycie na czołowej powierzchni rolki
Przyczyna: Ścieranie w postaci korozji czarnej postępujące wskutek nadmiernego obciążenia podczas postoju

7.11 Korozja cierna

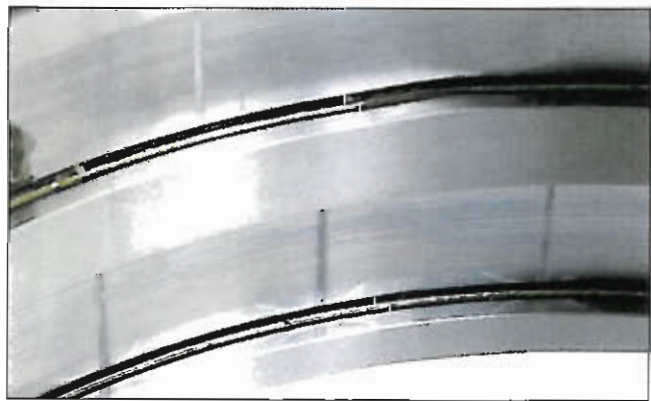
Możliwe uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Zużycie pojawia się na skutek powtarzającego się ślizgania dwóch powierzchni. Korozja cierna pojawia się na powierzchniach pasowanych, a także na powierzchniach styku pomiędzy bieżniami pierścieni i elementów tocznych. Korozja cierna jest terminem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



Fotografia 7-11-1
Część: Pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego głęboko rowkowego
Symptom: Korozja cierna pojawia się na powierzchni otworu
Przyczyna: Drgania



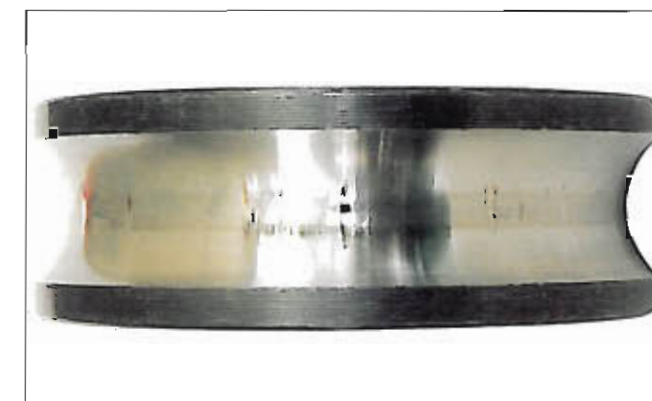
Fotografia 7-11-2
Część: Pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego skośnego
Symptom: Wyraźna korozja cierna pojawia się na całym obwodzie powierzchni otworu
Przyczyna: Niewystarczające pasowanie na wcisk



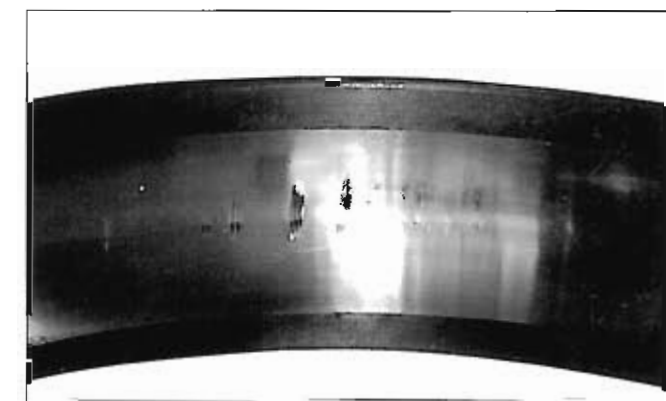
Fotografia 7-11-3
Część: Pierścień zewnętrzny łożyska walcowego dwurzędowego
Symptom: Korozja cierna pojawia się na powierzchni bieżni w odstępach średnicy podziałowej rolek

7.12 Falszywe odciski Brinella

Możliwe uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Spośród różnych typów korozji cierniej, powstają także falszywe odciski Brinella jako pojawiające się zagłębione miejsca przypominające wgniecenia Brinella powstałe z powodu zużycia spowodowanego drganiami i kołysaniem bocznym w punktach styku między bieżnią, a elementami tocznymi.	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 czynnik smarny



Fotografia 7-12-1
Część: Pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego głęboko rowkowego
Symptom: Falszywe odciski Brinella pojawiają się na bieżni
Przyczyna: Drgania z zewnętrznego źródła podczas postoju



Fotografia 7-12-2
Część: Pierścień zewnętrzny łożyska z fotografii 7-12-1
Symptom: Falszywe odciski Brinella pojawiają się na bieżni
Przyczyna: Drgania z zewnętrznego źródła podczas postoju



Fotografia 7-12-3
Część: Pierścień zewnętrzny łożyska kulkowego wzdłużnego
Symptom: Falszywe odciski Brinella na powierzchni bieżni pojawiają się na średnicy podziałowej kulek
Przyczyna: Powtarzające się drgania z małym kątem oscylacji



Fotografia 7-12-4
Część: Rolki łożyska walcowego
Symptom: Falszywe odciski Brinella pojawiają się na powierzchni tocznej
Przyczyna: Drgania z zewnętrznego źródła podczas postoju

7.13 Pelzanie

Możliwe uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
<p>Pelzanie jest zjawiskiem powstającym w łożyskach kiedy pojawia się ślizganie pasowanych powierzchni i przez to powstaje luz między pasowanymi powierzchniami. Pelzanie powoduje lśniący wygląd, czasami z zatarciem lub zużyciem.</p>	<p>Niewystarczające pasowanie na wcisk lub pasowanie suwliwe. Niewystarczające napięcie spowodowane tuleją.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Sprawdź wcisk i zabezpiecz przed obracaniem się ● Skoryguj napięcie tulei ● Sprawdź dokładność wału i obudowy ● Obciążenie wstępne w kierunku osiowym ● Dociśnij powierzchnie czołową pierścienia z bieżnią ● Zastosuj klej na powierzchniach pasowanych ● Zastosuj warstwę czynnika smarnego na powierzchniach pasowanych



Fotografia 7-13-1
Część: Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego
Symptom: Pelzanie towarzyszące zatarciu powierzchni otworu
Przyczyna: Niewystarczający wcisk



Fotografia 7-13-2
Część: Pierścień zewnętrzny łożyska baryłkowego
Symptom: Pelzanie pojawiające się na całym obwodzie powierzchni zewnętrznej
Przyczyna: Pasowanie suwliwe między pierścieniem zewnętrznym a obudową

7.14 Zatarcia

Możliwe uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
<p>Kiedy nieoczekiwanie pojawia się przegrzanie podczas obrotów, łożysko staje się przebarwione. Następnie pierścienie, elementy toczne i kosz stają się miękkie, topią się i deformują gdy uszkodzenie kumuluje się.</p>	<p>Niewystarczające smarowanie Nadmierne obciążenie (nadmierne obciążenie wstępne) Nadmierna prędkość obrotowa Zbyt mały luz wewnętrzny Przedostanie się wody i zanieczyszczeń Niezbyt duża precyzja wału i obudowy, nadmierne ugięcie wału.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Zbadaj czynnik smarny oraz metodę smarowania ● Przeanalizuj czy zostało dobrane właściwe łożysko ● Sprawdź obciążenie wstępne, luz wewnętrzny łożyska oraz pasowanie ● Popraw mechanizm uszczelnienia ● Sprawdź dokładność wału i obudowy ● Popraw metody montażu



Fotografia 7-14-1
Część: Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego
Symptom: Bieżnia jest przebarwiona i podtopiona. Starte z kosza cząsteczki zostały wwalcowane i połączone z bieżnią
Przyczyna: Niewystarczające smarowanie



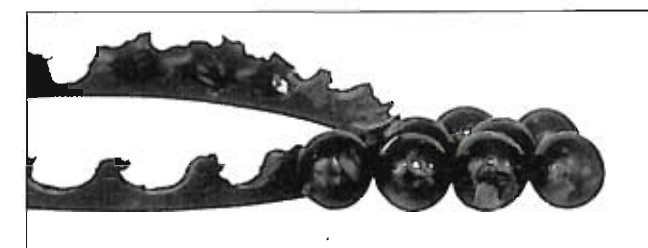
Fotografia 7-14-2
Część: Baryłki łożyska baryłkowego z fotografii 7-14-1
Symptom: Przebarwienia i stopienia powierzchni tocznej rolek, przyleganie zużytych cząsteczek kosza
Przyczyna: Niewystarczające smarowanie



Fotografia 7-14-3
Część: Pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego poprzecznego
Symptom: Przebarwienia bieżni, stopienia pojawiają się w odstępach równych odstępom kulek
Przyczyna: Nadmierne obciążenie wstępne



Fotografia 7-14-4
Część: Pierścień zewnętrzny łożyska z fotografii 7-14-3
Symptom: Przebarwienia bieżni, stopienia pojawiają się w odstępach równych odstępom kulek
Przyczyna: Nadmierne obciążenie wstępne



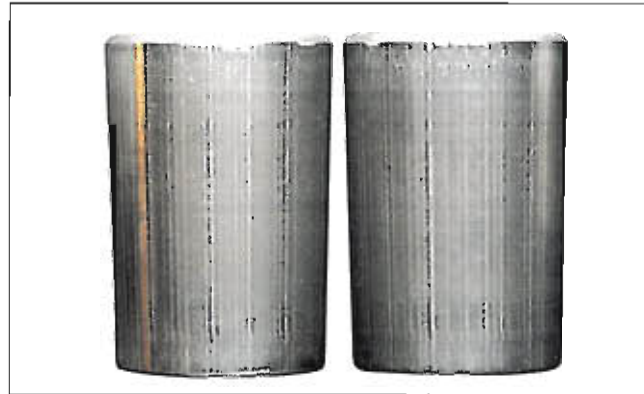
Fotografia 7-14-5
Część: Kulki i kosz łożyska z fotografii 7-14-3
Symptom: Przebarwienia bieżni, stopienia pojawiają się w odstępach równych odstępom kulek
Przyczyna: Nadmierne obciążenie wstępne

7.15 Korozja elektryczna

Możliwe uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Kiedy przepływa przez łożysko prąd elektryczny, w punktach kontaktu bieżni i elementów tocznych pojawiają się iskrzenia i przypalenia poprzez cienką warstwę oleju. Punkty kontaktu są lokalnie wytapiane i powstają żłobkowe i rowkowe pofalowania, które widoczne są gołym okiem. Rowki te w powiększeniu pokazują obniżenia podobne do kraterów co wskazuje na wytapianie łukiem.	Różnica potencjału elektrycznego między pierścieniami wewnętrznym i zewnętrznym.	<ul style="list-style-type: none"> ● Zaprojektuj obwód elektryczny, który zabezpieczy przed przepływem prądu przez łożyska. ● Odizoluj łożysko.



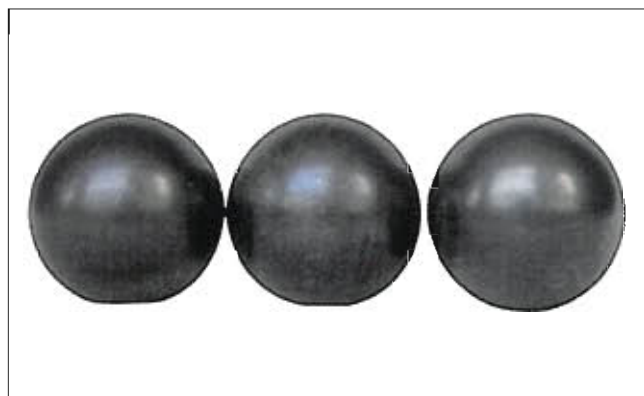
Fotografia 7-15-1
Część: Pierścień wewnętrzny łożyska stożkowego
Symptom: Na powierzchni bieżni pojawia się korozja o wzorze paskowym



Fotografia 7-15-2
Część: Rolki stożkowe łożyska stożkowego z fotografii 7-15-1
Symptom: Na powierzchni bieżni pojawia się korozja o wzorze paskowym



Fotografia 7-15-3
Część: Pierścień wewnętrzny łożyska walcowego
Symptom: Na powierzchni bieżni pojawia się korozja w kształcie pasa z towarzyszącą mu korozją punktową



Fotografia 7-15-4
Część: Kulki łożyska kulkowego głęboko rowkowego
Symptom: Korozja elektryczna ma ciemny kolor i pokrywa całą powierzchnię kulki.

7.16 Rdza i korozja

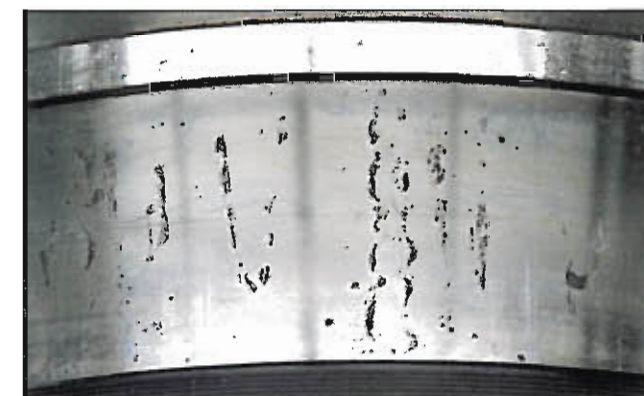
Możliwe uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Na powierzchniach pierścieni i elementów tocznych są wżery rdzy i korozji, które mogą pojawiać się w odstępach elementów tocznych na pierścieniach lub na całych powierzchniach łożyska.	Przedostanie się do środka łożyska gazu korozyjnego lub wody.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



Fotografia 7-16-1
Część: Pierścień zewnętrzny łożyska walcowego.
Symptom: Rdza na powierzchniach bieżni i obrzeża.
Przyczyna: Niewystarczające smarowanie podczas gdy do wnętrza przedostaje się woda



Fotografia 7-16-2
Część: Pierścień zewnętrzny pierścienia obrotowego.
Symptom: Rdza na powierzchni bieżni w odstępach kulek.
Przyczyna: Kondensacja wilgoci podczas okresów postojowych.



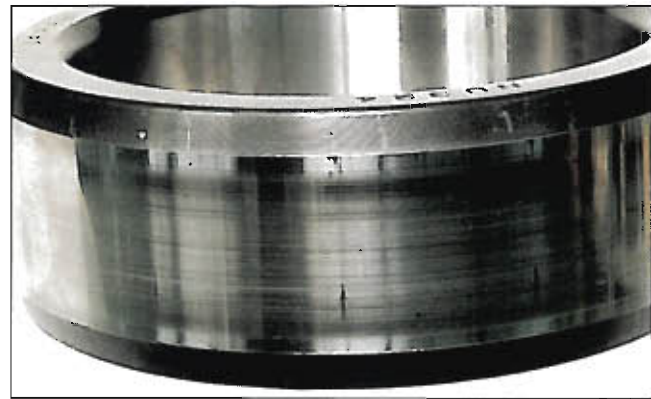
Fotografia 7-16-3
Część: Pierścień wewnętrzny łożyska walcowego.
Symptom: Rdza na powierzchni bieżni w odstępach rolek.
Przyczyna: Przedostanie się wody do czynnika smarnego.



Fotografia 7-16-4
Część: Barylki łożyska barylkowego.
Symptom: Wżery rdzy na powierzchni kontaktowej. Miejscami skorodowane.
Przyczyna: Kondensacja wilgoci podczas magazynowania.

7.17 Odształcenia montażowe

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



Fotografia 7-17-1
Część: Pierścień wewnętrzny łożyska walcowego
Symptom: Osiowe rysy na powierzchni bieżni.
Przyczyna: Pochylenie między pierścieniem zewnętrznym a wewnętrznym podczas montażu.



Fotografia 7-17-2
Część: Pierścień zewnętrzny dwurzędowego łożyska walcowego
Symptom: Osiowe rysy na powierzchni bieżni w odstępach rolek
Przyczyna: Pochylenie między pierścieniem zewnętrznym a wewnętrznym podczas montażu.



Fotografia 7-17-3
Część: Roleki łożyska walcowego
Symptom: Osiowe rysy na powierzchni tocznej
Przyczyna: Pochylenie między pierścieniem zewnętrznym a wewnętrznym podczas montażu.

7.18 Przebarwienia

Możliwe uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Przebarwienia kosza, elementów tocznych i bieżni pierścieni pojawiają się wskutek reakcji z czynnikiem smarnym i wysokiej temperatury.	Słabe smarowanie Zabarwienia olejowe na skutek reakcji z czynnikiem smarnym. Wysoka temperatura	<ul style="list-style-type: none"> ● Poprawienie metody smarowania.



Fotografia 7-18-1
Część: Pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego skośnego
Symptom: Niebieskawe i purpurowe przebarwienia na powierzchni bieżni.
Przyczyna: Wytwarzanie ciepła z powodu słabego smarowania.



Fotografia 7-18-2
Część: Pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego 4-stykowego
Symptom: Niebieskawe i purpurowe przebarwienia na powierzchni bieżni.
Przyczyna: Wytwarzanie ciepła z powodu słabego smarowania.

Dodatek Tabela diagnostyczna łożysk

Informacje podane w tej broszurze podlegają uaktualnieniu bez wcześniejszego powiadomienia. Daliśmy wszelkich starań, aby informacje zawarte w broszurze były ścisłe, ale nie możemy ponosić odpowiedzialności jeżeli z powodu błędu lub pominięcia jakiegoś szczegółu wyniknie jakkolwiek szkoda. Z wdzięcznością przyjmujemy wszelkie uzupełnienia i korekty.

Nazwa uszkodzenia	Lokalizacja (Zjawisko)	Przyczyna											Uwagi	
		Przemieszczenie		Środowisko łożyska		Smarowanie		Obciążenie		Prędkość				
		Magazynowanie - Transport	Montaż	Wał, Obudowa	Uszczelnienie urządzenia; woda - drobiny	Temperatura	Czynnik smarujący	Metoda smarowania	Nadmierne obc. - Udarowe obc	Moment	Ultra małe obciążenie	Wysoka prędkość Duże przyspieszenie i opóźnienie		Wstrząsy, wibracje stacjonarne
1. Płatkowanie	Bieżnia, powierzchnie toczne													
2. Złuszczenia	Bieżnia, powierzchnie toczne													
	Zewnętrzne powierzchnie łożyska (Kontakt obrotowy)			*										* Parowane części obrotowe
3. Zatarcia	Powierzchnia czołowa rolki													
	Powierzchnia obrzeża													
	Powierzchnia prowadząca kosza Powierzchnia gniazda													
4. Przytarcia smugowe	Bieżnia, powierzchnie toczne													
5. Odlamania	Pierścień mocujący bieżni, rolki													
6. Pęknięcia	Bieżnie pierścieni, elementy toczne													
	Pow. obrzeża, pow. czoła rolki, powierzchnia prowadząca kosza (Pęknięcia termiczne)													
7. Uszkodzenia kosza	(Deformacja), (złamanie)													
	(Zużycie)													
8. Wgniecenia	Bieżnia, powierzchnie toczne (niezliczone małe wgniecenia)													
	Bieżnia (Zanieczyszczenia na podzielnicy elementów tocznych)													
9. Wżery korozyjne	Bieżnia, powierzchnie toczne													
10. Ścieranie	Bieżnia, powierzchnie toczne pow. obrzeży, pow. czoł rolek													
11. Korozja ciemna	Bieżnia, powierzchnie toczne													
	Pow. zewnętrzna, otworu i boczne (Kontakt z obudową i wałem)													
12. Falszywe odciski Brinella	Bieżnia, powierzchnie toczne													
13. Pełzanie	Powierzchnie pasowane						*	*						* Pasowanie ruchowe
14. Zatarcia, zakleszczenia	Bieżnie pierścieni, elementy toczne, kosz													
15. Korozja elektryczna	Bieżnia, powierzchnie toczne		*	*										* Prąd elektryczny przechodzi przez elementy toczne
16. Rdza i korozja	Bieżnie pierścieni, elementy toczne, kosz													
17. Odkształcenia montażowe	Bieżnia, powierzchnie toczne													
18. Przebarwienia	Bieżnie pierścieni, elementy toczne, kosz													

Uwaga: Tabela ta nie jest wyczerpująca. Podaje ona tylko najbardziej powszechne uszkodzenia, przyczyny i lokalizacje.

