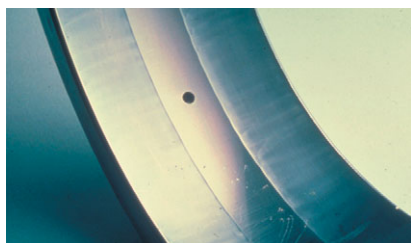


Uszkodzenia łożysk i ich przyczyny

Część V

Nieskuteczne uszczelnienia

Jedną z przyczyn uszkodzeń łożysk może być nieskuteczne uszczelnienie. Kiedy zanieczyszczenia dostaną się do wnętrza łożyska, jego trwałość eksploatacyjna zostanie zmniejszona. Dlatego nadzwyczaj ważna jest ochrona łożysk za pomocą albo wbudowanych w łożysko uszczelnień lub blaszek ochronnych, albo za pomocą uszczelnień zewnętrznych. W szczególności mocno zanieczyszczonych środowiskach korzystne może być zastosowanie obu typów uszczelnień.



Rys. 1. Zużycie na pierścieniu zewnętrznym łożyska barytkowego; klasyfikacja ISO: zużycie ścierne



Rys. 2. Zaawansowane zużycie na nieruchomym pierścieniu wewnętrznym łożyska barytkowego; klasyfikacja ISO: zużycie ścierne

Gdy stałe cząstki zanieczyszczeń wnikną do łożyska, środek smary może stracić swoją skuteczność i może wystąpić zużycie. Jest to przyspieszający proces, ponieważ nadal będzie się pogarszał stan środka smarnego, a zużycie zniszczy mikrogeometrię łożyska. Szybkość tego procesu w dużym stopniu jest uzależniona od typu zanieczyszczeń i od tego, czy cząstki pochodzące ze zużycia pozostają w łożysku czy też są usuwane (wymiana smaru). Przez większą część czasu skutkiem zużycia są matowe powierzchnie (rys. 1 – 3).

Na rys. 1 przedstawiony został pierścień zewnętrzny łożyska barytkowego z dwoma pasmami zużycia w strefie obciążenia. Widoczna jest także falistość powierzchni spowodowana drganiami podczas pracy. Na rys. 2 pokazano pierścień wewnętrzny łożyska barytkowego w aplikacji z wirującym pierścieniem zewnętrznym. Zużycie jest zaawansowane na obu bieżniach i rozpoczęło się łuszczenie. Pierścień wew-



Rys. 3. Bardzo zaawansowane zużycie na nieruchomym pierścieniu wewnętrznym dużego łożyska barytkowego; klasyfikacja ISO: zużycie ścierne

nętrzny dużego łożyska barytkowego w zastosowaniu z obracającym się pierścieniem zewnętrznym widać na rys. 3. Zużycie jest bardzo rozwinięte i rozpoczęło się łuszczenie. Na każdej bieżni są dwie strefy zużycia. Najpierw doszło do zużycia w jednej strefie obciążenia. Potem, z powodu pełzania pierścienia wewnętrznego (obrotu), zużycie rozpoczęło się w drugiej strefie obciążenia.

Czasami cząstki będące efektem zużycia lub inne zanieczyszczenia stałe będą działały jak środek polerski, a powierzchnie styku staną się niezwykle połyskujące. Stopień tego procesu zależy od wielkości cząstek zanieczyszczeń, ich twardości oraz czasu.

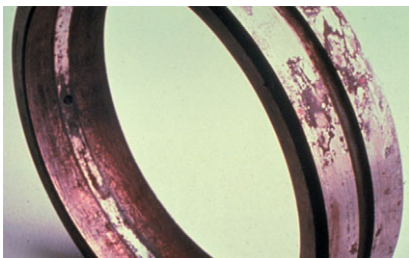


Rys. 4. Łuszczenie w łożysku kulkowym zwykłym spowodowane wgnieceniami; klasyfikacja ISO: wgniecenie cząstek zanieczyszczeń



Rys. 5. Kwas wytworzony przez wilgoć w łożysku barytkowym; klasyfikacja ISO: korozja od wilgoci

Zanieczyszczenia stałe, które dostaną się do wnętrza łożyska, powodują wgniecenia w bieżniach, gdy przetoczą się po nich elementy toczne. Uszkodzenie bieżni zależy od rodzaju zanieczyszczenia. Bardzo twarde cząstki powodują wgniecenia z ostrymi nożami, które wywołują wysokie naprężenia w miejscu uszkodzenia. Miękkie zanieczyszczenia, jak kawałek cienkiego papieru lub nitka z tkaniny bawełnianej także mogą spowodować szkodliwe wgniecenia. Każde wgniecenie jest potencjalnie miejscem, w którym rozpocznie się przedwczesne zużycie zmęczeniowe. Na rys. 4 widać łożysko kulkowe zwykle z wgnieceniami. Łus-



Rys. 6. Rdza na pierścieniu zewnętrznym łożyska baryłkowego spowodowana wilgocią podczas długiego postoju; klasyfikacja ISO: korozja od wilgoci



Rys. 7. Rdza na elemencie tocznym łożyska baryłkowego spowodowana wilgocią podczas długiego postoju; klasyfikacja ISO: korozja od wilgoci

czenie rozpoczęło się w dwóch miejscach zaznaczonych kółkami i rozwinęło się od tych miejsc.

Korozja jest kolejnym problemem, który występuje jako efekt nieskutecznego uszczelnienia, zwłaszcza w stanie spoczynku. Woda, kwas i wiele środków czyszczących powodują pogorszenie stanu środka smarnego, czego skutkiem jest korozja powodowana negatywnym wpływem tych czynników na zdolność ochrony powierzchni stalowych przed utlenianiem. W rezultacie, gdy maszyna jest w stanie spoczynku, łatwo tworzy się głęboko osadzona rdza. Z biegiem czasu nadmierna wilgoć wytworzy kwas w środku smarnym i wytrawi powierzchnie na czarno, jak to pokazano na rys. 5.

W obecności wody i z powodu efektu kapilarnego, obszar położony wokół strefy styku elementu tocznego może skorodować. Ta korozja występuje w postaci szarocząrnym smug w poprzek bieżni, których położenie jest zwykle zgodne z odległościami między elementami tocznymi.

Kiedy woda, kwas lub środki czyszczące spowodują pogorszenie zdolności środka smarnego do ochrony powierzchni stalowych, a postój maszyny się przedłuży, skorodować mogą całe powierzchnie pierścieni i elementów tocznych (rys. 6 i 7).

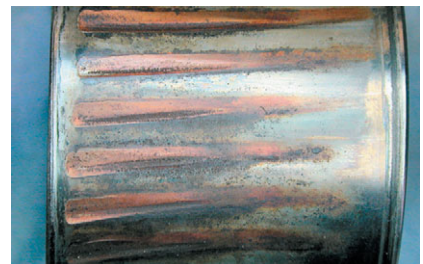
Drgania (fałszywe odciski Brinella)

Drgania, występujące głównie podczas postoju maszyny, są kolejną przyczyną uszkodzeń łożysk. W przypadku urządzeń pomoc-

niczych i urządzeń pozostających w stanie spoczynku, uszkodzenie w wyniku drgań może być spowodowane przez stojące w pobliżu maszyny, które pracują. W zależności od tego, jak blisko pracującego urządzenia (pracujących urządzeń) znajduje się jednostka pozostająca w bezruchu, wibracje wywołane przez pracujący sprzęt powodują różnej wielkości drgania elementów tocznych w łożysku maszyny nieruchomej. W łożysku dochodzi do kombinacji uszkodzeń w wyniku korozji i zużycia, które powodują tworzenie się płytkich



Rys. 8. Uszkodzenie spowodowane drganiami w łożysku kulkowym wahliwym w urządzeniu pozostającym w stanie spoczynku; klasyfikacja ISO: fałszywe odciski Brinella



Rys. 9. Uszkodzenie spowodowane drganiami w łożysku CARB w urządzeniu pozostającym w stanie spoczynku przez długi czas; klasyfikacja ISO: fałszywe odciski Brinella

wgłębień w bieżniach; stopień uszkodzenia zależy od intensywności i częstotliwości drgań, stanu środka smarnego i wielkości obciążenia.

Wgłębienia, których rozstaw odpowiada odległościom między elementami tocznymi, są często przebarwione (czerwonawe) lub połyskujące (kuliste wgłębienia w przypadku łożysk kulkowych, linie w przypadku łożysk wałeczkowych). Przykłady tych uszkodzeń znajdują się na rys. 8 i 9.

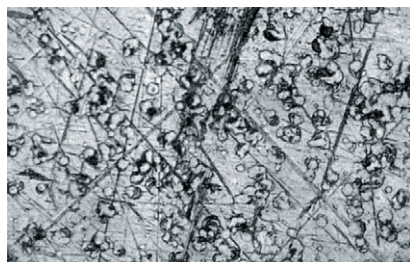
Wielkość i czas trwania drgań oraz luz wewnętrzny w łożysku mają wpływ na uszkodzenie. Łożyska wałeczkowe są bardziej podatne na ten typ uszkodzenia niż łożyska kulkowe.

Niewspółosiowość podczas pracy

Przyczyny niewspółosiowości obejmują ugięcia wału spowodowane wysokimi obciążeniami lub zmianami amplitudy obciążenia podczas pracy (obciążenie od niewyważenia). Kiedy występuje niewspółosiowość robocza, strefy obciążenia nie są równoległe do rowków bieżni. W rezultacie zostają wywołane obciążenia osiowe, które mogą być niebezpieczne, gdyż mogą prowadzić do pęknięcia zmęczeniowego.

Przepływ prądu elektrycznego przez łożysko

Do uszkodzeń prądowych może dojść nawet wtedy, gdy natężenie prądu jest stosunkowo niskie. Elektryczne prądy błądzące mogą zostać wywołane przez jedną z następujących przyczyn: przemienniki częstotliwości, asymetria strumienia, konstrukcja silnika, niesymetryczne okablowanie, uziemienie i maszyna napędzana. Początkowo



Rys. 10. Upływ prądu: można zauważyć małe kraterki w powiększeniu 500 x; klasyfikacja ISO: upływ prądu

dochodzi do uszkodzenia powierzchni w postaci płytkich kraterów położonych blisko siebie i tak małych, że można je dostrzec dopiero w powiększeniu (rys. 10).

Wielkość uszkodzenia zależy od wielu czynników: rodzaju łożyska, natężenia prądu, czasu trwania, obciążenia łożyska, luzu w łożysku, prędkości i środka smarnego. Po pewnym czasie z kraterów powstają rowki, zwane także sfalowaniem powierzchni, równoległe do osi obrotu. Te rowki mogą mieć znaczną głębokość i wywoływać hałas oraz drgania podczas pracy. Ostatecznie łożysko ulegnie awarii na skutek zmęczenia metalu. Oprócz rowkowania na pierścieniach i elementach tocznych łożyska, istnieją jeszcze dwa objawy wskazujące na uszkodzenia spowodowane elektrycznymi prądami błądzącymi: ciemnoszare matowe przebarwienia elementów tocznych, razem

z ciemnoszarą matową powierzchnią strefy obciążenia. Smar na poprzeczkach koszyka i wokół nich będzie czarny (zwęglony).

Uszkodzenie prądowe może być także spowodowane elektrycznością statyczną wydzielaną przez naładowane pasy lub będącą efektem procesu produkcji obejmującego skórę, papier, tkaninę lub gumę. Te prądy błądzące przepływają przez wał i łożysko do uziemienia. Kiedy prąd przeniknie przez film smarny, między elementami tocznymi a bieżniami dochodzi do powstania mikroskopijnych wyładowań łukowych.

Aby uniknąć problemów związanych z uszkodzeniami spowodowanymi upływem prądu, SKF zaleca stosowanie łożysk, które zapewniają izolację: łożysk hybrydowych lub łożysk typu INSOCOAT.

SKF Polska S.A.