

Zbigniew STANIK, Mirosław WITASZEK

## ZUŻYCIE I DIAGNOSTYKA SAMOCHODOWYCH ŁOŻYSK TOCZNYCH W EKSPLOATACJI

**Streszczenie.** Łożyska toczne są szeroko rozpowszechnionymi elementami wywierającymi znaczący wpływ na bezpieczeństwo jazdy samochodów. W eksploatacji występuje szereg odmian ich uszkodzeń oraz zużycia. Są one przyczyną utraty właściwości użytkowych łożysk i całego samochodu. W pracy przedstawiono wyniki obserwacji makro- i mikroskopowych powierzchni bieżni i elementów tocznych łożysk wykazujących typowe uszkodzenia eksploatacyjne, tj. przegrzanie i pitting. Przeprowadzono również ocenę możliwych przyczyn zaobserwowanych uszkodzeń i dostępnych metod ich diagnozowania.

## WEAR AND DIAGNOSTICS OF AUTOMOTIVE ROLLING BEARINGS IN SERVICE

**Summary.** Rolling bearings are widespread elements of automotive vehicles that significant influence safety of transport. There are a number of types of wear and failures of automotive rolling bearings, which cause deterioration of their technical state. In this work results of macroscopic and optical microscopic observations of worn surfaces of bearing races and rolling elements of bearings with typical service failures, i.e. overheating and pitting have been presented. Possible causes and diagnostic methods of these failures have been discussed.

### 1. WPROWADZENIE

Łożyska toczne należą do najbardziej rozpowszechnionych elementów konstrukcyjnych większości podzespołów występujących w pojazdach samochodowych. Znaczenie łożysk jest coraz większe, chociażby ze względu na stosowanie coraz większej liczby urządzeń pomocniczych, takich jak: kompresory, pompy różnego typu, elektryczne układy wspomagania itp.

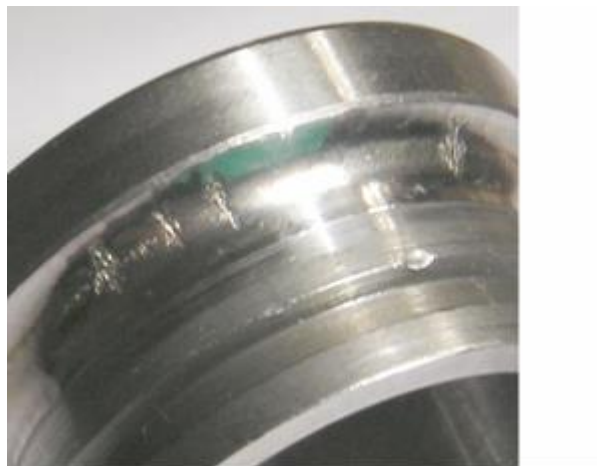
Dobór, montaż i smarowanie łożyska są podstawowymi warunkami wpływającymi na jego prawidłową i długotrwałą pracę. Temperatura prawidłowo zamontowanych i smarowanych łożysk nie powinna przekraczać 70°C, a w czasie eksploatacji powinna ustalić się na niższym poziomie [1].

Pracujące łożyska powinny wydawać regularny i niski dźwięk (tzw. pomruk). Jakiegokolwiek gwizdy i piski łożysk mogą świadczyć o zbyt małych luzach roboczych lub niedostatecznym smarowaniu. Z kolei grzechotanie, nierównomierny szum, dudnienie mogą oznaczać zbyt duży luz lub uszkodzenie bieżni i elementów tocznych [1].

Uszkodzenie łożyska może nastąpić na skutek zbyt dużego jego obciążenia, nieskutecznych uszczelnień lub za ciasnych pasowań, powodujących zbyt mały luz łożyska. Powyższe przyczyny powodują konkretne uszkodzenia, pozostawiając specyficzny ślad w uszkodzonym łożysku. Badając i prowadząc szczegółowe oględziny uszkodzonego łożyska można wyciągnąć wnioski co do przyczyny uszkodzenia i podjąć właściwe działania zapobiegawcze [1].

Do najbardziej istotnych uszkodzeń łożysk samochodowych zalicza się [2]:

- złuszczenia (łuszczenie),
- pełzanie,
- blokowanie,
- uszkodzenie koszyka,
- koliste ślady wytarcia,
- zacieranie się,
- korozja (w tym elektrolityczna),
- wgniecenia,
- zmatowienie,
- pitting (rys. 1).



Rys. 1. Pitting na wewnętrznej bieżni łożyska kulkowego [3]

Fig. 1. Pitting on the surface of a inner Ball race [3]

Uszkodzenia te wywierają wpływ na bezpieczeństwo i komfort jazdy, a także na własności trakcyjne pojazdu. W przypadku ich wystąpienia konieczna jest natychmiastowa wymiana uszkodzonych łożysk. Istotne jest więc wczesne wykrycie wystąpienia uszkodzeń. Wymaga to doskonalenia metod diagnostycznych.

## 2. BADANIA WŁASNE

W pracy zebrano i opisano przykłady uszkodzeń i zużycia łożysk tocznych występujących w węzłach łożyskowych kół jezdnych pojazdów samochodowych osobowych i dostawczych (rys. 2). Łożyska te mają znaczny wpływ na bezpieczeństwo jazdy. Badano zarówno łożyska stożkowe jak i łożyska kulkowe skośne dwurzędowe.



Rys. 2. Przykłady badanych łożysk tocznych  
Fig. 2. Examples of investigated rolling bearings

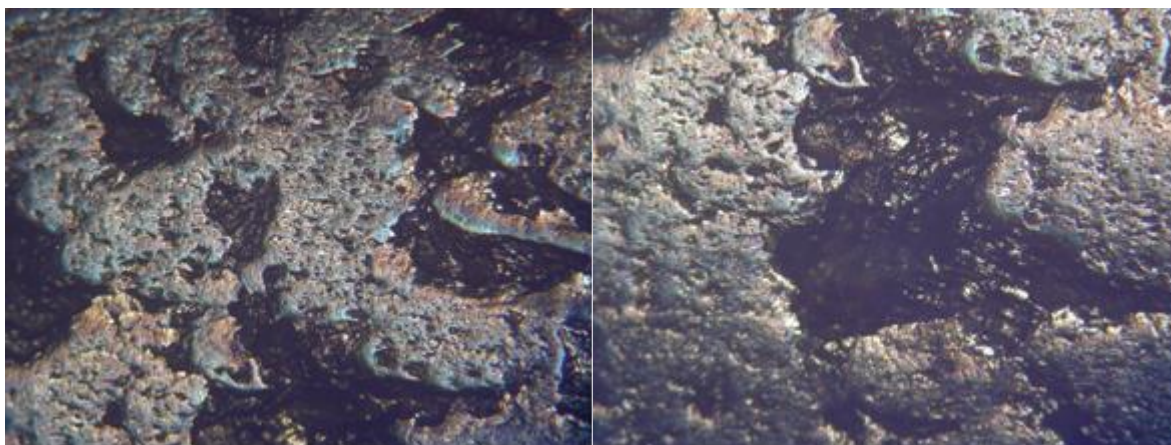
Na rysunku 3 przedstawiono wewnętrzną bieżnię łożyska stożkowego węzła łożyskowego samochodu dostawczego. Wykazuje ona zużycie zmęczeniowe typu pitting. W górnej części tej bieżni widoczne są ślady nadmiernego zużycia (ubytku materiału). W pracy przeprowadzono jego obserwacje na mikroskopie świetlnym (rys. 4). Wyniki obserwacji pozwoliły na stwierdzenie, że uszkodzona powierzchnia nie jest gładka i występują na niej liczne jamki o zróżnicowanej wielkości i kształcie. Pitting oraz nadmierne zużycie (ubytek materiału) występował również na elementach tocznych omawianego łożyska (rys. 5 i 6).



Rys. 3. Bieżnia wewnętrzna łożyska stożkowego z pittingiem  
Fig. 3. Inner Toller race with pitting

Położenie obszarów z nadmiernym zużyciem i pittingiem na bieżni wewnętrznej wskazuje na występowanie nierównomiernego jej obciążenia na obwodzie. Jego przyczyną może być

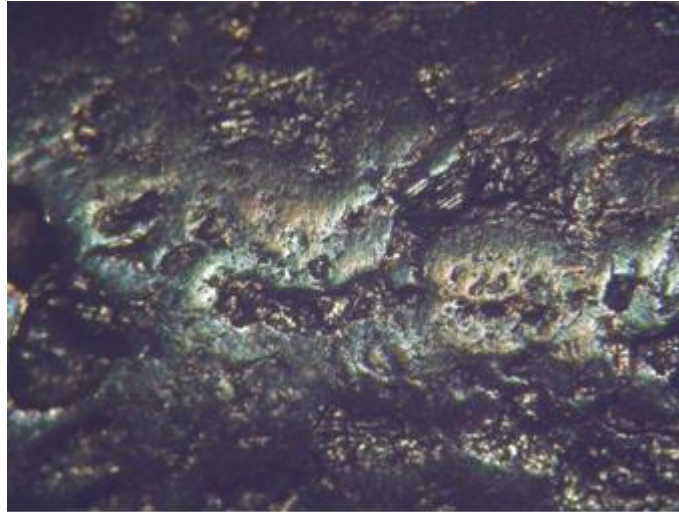
przekoszenie bieżni wewnętrznej w stosunku do elementów tocznych oraz bieżni zewnętrznej, spowodowane niewłaściwym montażem łożyska lub zbyt dużym jego luzem. Nadmierne zużycie występuje w obszarze największego nacisku. Na powierzchni współpracującej z elementami tocznymi przy mniejszym nacisku występuje pitting. W czasie pracy łożyska z takim uszkodzeniem powstają duże obciążenia dynamiczne, powodujące rozprzestrzenianie się pęknięć, drgania elementów węzła łożyskowego, które przenoszą się na inne podzespoły układu jezdnego. Może to wywierać niekorzystny wpływ na ich trwałość. Prócz tego drgania te są źródłem hałasu odczuwalnego w przestrzeni pasażerskiej pojazdu, obniżającego komfort jazdy. W przypadku samochodów osobowych hałas ten jest ważnym sygnałem diagnostycznym, informującym kierowcę o wystąpieniu uszkodzenia łożyska i wynikającej stąd konieczności naprawy. W samochodach ciężarowych, ze względu na duży hałas generowany przez silnik i wytłumienie kabiny, kierowca na ogół nie ma możliwości usłyszenia niekorzystnych symptomów akustycznych towarzyszących uszkodzeniu łożysk tocznych kół jezdnych. Dlatego wskazane byłoby zastosowanie innych metod monitorowania stanu technicznego łożysk, np. diagnostyki drganiowej.



Rys. 4. Pitting na wewnętrznej bieżni łożyska stożkowego, mikroskop świetlny, powiększenie 50x  
Fig. 4. Pitting on the surface of the inner roller race, optical micrograph, magnification 50x



Rys. 5. Elementy toczne łożyska stożkowego z pittingiem  
Fig. 5. Rolling elements of bearing with pitting



Rys. 6. Pitting na elementach tocznych łożyska stożkowego, mikroskop świetlny, powiększenie 50x  
Fig. 6. Pitting on the surface of the Bering roller, optical micrograph, magnification 50x

Innym uszkodzeniem łożysk tocznych kół jezdnych samochodów, które często występuje w eksploatacji, jest przegrzanie. Jego efektem jest zmatowienie i zmiana barwy powierzchni bieżni i elementów tocznych (rys. 7). Obserwacje mikroskopowe powierzchni bieżni zewnętrznej przegrzanego łożyska (rys. 8) ujawniły występowanie znacznych nierówności. Współpraca toczna takich powierzchni prowadzi do powstawania obciążeń dynamicznych, mogących być przyczyną innych uszkodzeń łożyska, jak np. pitting wraz ze wszystkimi ich niekorzystnymi skutkami.



Rys. 7. Przegrzana bieżnia zewnętrzna i elementy toczne łożyska stożkowego  
Fig. 7. Overheated outer roller race and rolling elements of bearing

Przegrzanie łożysk może wystąpić wskutek zbyt małego luzu między elementami tocznymi a bieżniami czy brakiem środka smarnego lub utratą jego własności użytkowych wskutek starzenia.

### 3. METODY DIAGNOZOWANIA ŁOŻYSK TOCZNYCH STOSOWANYCH W MOTORYZACJI

W praktyce warsztatowej stosuje się metody organoleptyczne, takie jak osłuchiwanie łożyska, kontrola temperatury oraz obserwacja wzrokowa. Niewłaściwa praca łożyska może być wykryta za pomocą tradycyjnego lub elektronicznego stetoskopu. Poprawnie pracujące łożysko wywołuje miękki, czysty szum. Nietypowe dźwięki o charakterze mielenia, gwizdania lub innym wskazują najczęściej na pogorszenie stanu łożyska. Metaliczne dźwięki mogą świadczyć o zbyt małym luzie na łożysku. Nierównomierny czysty ton może być wynikiem wgłębień na bieżni łożyska. Z kolei niewystarczająca ilość smaru w łożyskach będzie słyszalna jako gwizd. Następujące okresowo hałasy mogą wskazywać na uszkodzenie elementu tocznego. Zanieczyszczone łożysko wywołuje hałas jak przy mieleniu. Znaczne uszkodzenie łożyska powoduje nieregularny i wysoki poziom hałasu [1].



Rys. 8. Powierzchnia przegrzanej bieżni zewnętrznej łożyska stożkowego, mikroskop świetlny, powiększenie 50x

Fig. 8. Surface of overheated outer roller race, optical micrograph, magnification 50x

Jak już wspomniano, monitorowanie stanu technicznego łożysk przy wykorzystaniu hałasu ma ograniczone zastosowanie, zwłaszcza podczas użytkowania samochodu. Stąd wskazane byłoby zastosowanie innych metod, jak np. diagnostyki drganiowej. Metody diagnostyki drganiowej stanów łożysk tocznych nie znalazły szerszego zastosowania w diagnostyce samochodowej między innymi ze względu na wysokie koszty aparatury pomiarowej. Najprostszą metodą diagnozowania łożysk są okresowe lub ciągłe pomiary szerokopasmowych poziomów drgań. Przedstawione metody są stosowane przeważnie w przemyśle i służą do monitorowania pracy bardzo odpowiedzialnych kosztownych urządzeń lub ich podzespołów.

### 4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Badania przeprowadzone w pracy pozwoliły na stwierdzenie, że w przypadku łożysk kół jezdnych samochodów najczęściej występującymi uszkodzeniami są: przegrzanie i pitting. Ich skutkiem jest zwiększenie nierówności powierzchni bieżni i elementów tocznych. Współpraca toczna powierzchni z nierównościami powoduje powstawanie dodatkowych obciążeń

dynamicznych łożysk, które przenoszą się na inne elementy układu jezdnego i nadwozia samochodu. Skutkiem tego jest zmniejszenie ich trwałości oraz obniżenie komfortu jazdy.

Wykrywanie uszkodzenia łożyska przez jego osłuchiwanie najczęściej znajduje zastosowanie w przypadku zaawansowanych uszkodzeń, które mogą być niebezpieczne dla dalszej eksploatacji pojazdu i wymagają szybkiej wymiany łożyska. Metoda diagnozowania łożysk przez osłuchiwanie wydaje się nie do końca zadowalająca, gdyż może być obciążona subiektywnymi odczuciami osłuchującego, jego aktualnym stanem zdrowia oraz wpływem czynników zewnętrznych. Ze względu na powyższy stan rzeczy celowe wydaje się zastosowanie metody diagnostyki drganiowej łożysk tocznych, gdyż jest ona bardziej obiektywna.

### **Bibliografia**

1. Katalog „Łożyska toczne” firmy CX, Warszawa 2005.
2. <http://www.albeco.com.pl>
3. Łazarz B., Wojnar G., Stanik Z.: Wykrywanie zużycia i uszkodzenia łożyska kół jezdnych pojazdu samochodowego. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Transport, z. 57, Gliwice 2005, s. 223 – 229.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Zbigniew Dąbrowski

*Praca wykonana w ramach BW-510/RT1/2008*