

PROBLEMY NIEKONWENCJONALNYCH UKŁADÓW ŁOŻYSKOWYCH

Łódź, 15–16 maja 1997 r.

Tadeusz Kałdoński^{*)}, Karol Krzemiński^{**)}

^{*)}Wojskowa Akademia Techniczna, ^{**)}Politechnika Warszawska

WŁAŚCIWOŚCI EKSPLOATACYJNE ŁOŻYSK KONWENCJONALNYCH I POROWATYCH ZASILANYCH OLEJEM Z DODATKIEM AZOTKU BORU

SŁOWA KLUCZOWE

Łożyska ślizgowe, nośność, tarcie

STRESZCZENIE

W pracy przedstawiono wyniki badań dwóch typów łożysk ślizgowych, tj.: z panwią litą wykonaną z brązu oraz z tuleją porowatą spiekaną z proszku żelaza. Łożyska pracowały w warunkach zasilania olejem doprowadzonym z zewnątrz pod ciśnieniem atmosferycznym. Jako środek smary używany był olej Transformatorowy z dodatkiem azotku boru.

WSTĘP

Przedstawione w pracach [1, 2, 3] wyniki badań wpływu dodatku azotku boru na pracę łożysk porowatych pracujących w warunkach samosmarowania wykazały, że azotek boru dodany do oleju, którym nasączono tuleje porowate, w istotny sposób wpływały na poprawę charakterystyk pracy tych łożysk. W porównaniu do łożysk porowatych smarowanych olejem bez dodatku α -BN, łożyska smarowane olejem z 2% dodatkiem α -BN przenosiły ponad dwukrotnie wyższe obciążenia po dotarciu oraz pracowały przy znacznie mniejszych współczynnikach tarcia. Celem niniejszych badań było określenie wpływu stężenia α -BN na pracę łożysk konwencjonalnych i porowatych pracujących w warunkach zasilania olejem doprowadzonym z zewnątrz do szczeliny smarnej. W obu przypadkach używany był olej Transformatorowy, do którego dodawano azotek boru. Stosowano krajowy azotek boru (produkcji Wojskowej Akademii Technicznej [4]) dodawany do oleju w stężeniu 0–0,5–2% (mas.).

REALIZACJA BADAŃ

Badania przeprowadzono na stanowisku, którego szczegółowy opis podano w pracach [1, 2]. Tuleje porowate spiekane były z proszku żelaza, natomiast panew lita wykonana była

z brązu B101. W obu przypadkach badane tuleje miały te same wymiary $\phi 25/\phi 36 \times 20$ mm. Tuleje porowate przed pracą nasączone były olejem o tym samym stężeniu α -BN jaki był później doprowadzany z zewnątrz w trakcie pracy łożyska. Badane tuleje współpracowały ze stalowym hartowanym czopem, którego twardość powierzchniowa wynosiła 60...62 HRC. Przed rozpoczęciem badań mierzono średnicę czopa oraz badanych tulei po ich wciśnięciu w obejmę. Badania przeprowadzono dla dwóch prędkości obwodowych czopa: $v = 1$ m/s i $v = 2$ m/s. W trakcie badań mierzono temperaturę łożyska, współczynnik tarcia i wydatek oleju.

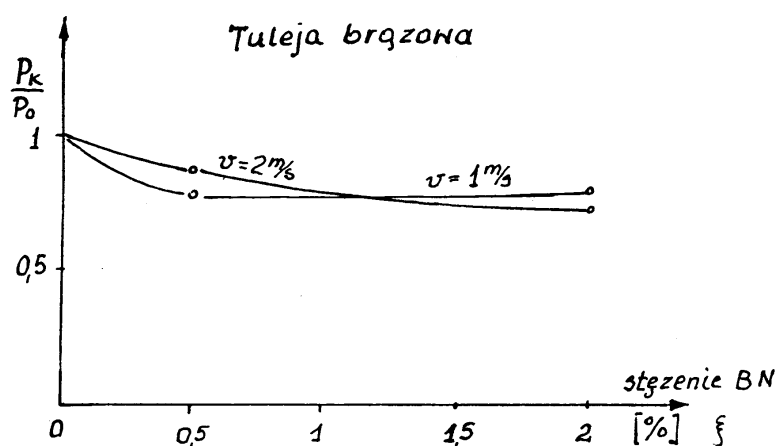
Obciążenie łożysk zmieniane było skokowo w trakcie pracy łożyska. Początkowe obciążenie dobrano tak, aby nie spowodowało przerwania filmu smarnego, co objawiało się nagłym wzrostem współczynnika tarcia i mogło doprowadzić do zatarcia łożyska, zwłaszcza konwencjonalnego. Łożyska z panwią porowatą mogą pracować nawet przy $\varepsilon = 1$ i nie prowadzi to do zatarcia łożyska, o ile obciążenie nie przekroczy obciążenia dopuszczalnego [5, 6]. Parametrem, który odzwierciedla warunki pracy łożyska był współczynnik tarcia. W przypadku, gdy łożysko z tuleją brązową pracowało w warunkach tarcia płynnego, wartość współczynnika tarcia zawierała się w zakresie $\mu \leq 0,01$. Gdy dochodziło do przerwania filmu smarnego jego wartość gwałtownie wzrastała.

WPLYW STĘŻENIA AZOTKU BORU W OLEJU NA WARUNKI PRACY ŁOŻYSK

Przeprowadzone badania porównawcze charakterystyk pracy łożyska konwencjonalnego z tuleją brązową zasilanego olejem o różnym stężeniu α -BN wykazały, że wraz ze wzrostem stężenia azotku boru maleje nośność łożyska.

W przypadku smarowania czystym olejem Transformatorowym łożysko pod koniec pracy, przy skokowo zmienianym obciążeniu, dla prędkości $v = 2$ m/s przenosiło obciążenie $P = 1400$ N, przy współczynniku tarcia $\mu = 0,0027$. Temperatura łożyska wynosiła $T = 30^\circ\text{C}$, przy temperaturze otoczenia $T = 17^\circ\text{C}$.

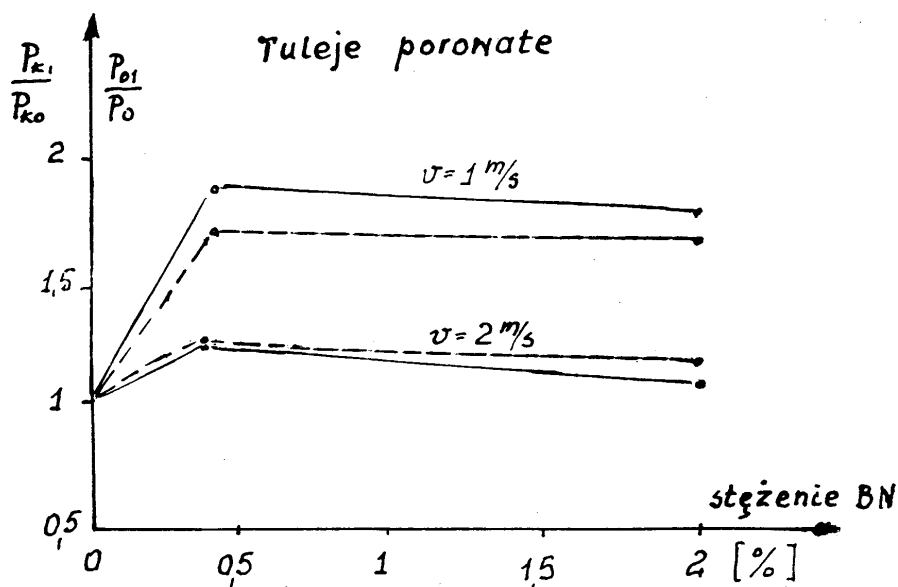
W przypadku gdy środkiem smarnym był olej Transformatorowy z dodatkiem 0,5% α -BN łożysko pod koniec pracy przenosiło obciążenie $P = 1250$ N, przy współczynniku tarcia $\mu = 0,0075$ i temperaturze 42°C . Przy wzroście stężenia do 2% α -BN w oleju następowało dalsze zmniejszenie nośności łożyska, co pokazano na rys. 1.



Rys. 1. Zmiana nośności łożyska z tuleją brązową w funkcji stężenia α -BN w oleju Transformatorowym: P_0 – końcowa nośność łożyska dla 0% α -BN, P_k – końcowa nośność łożyska smarowanego olejem Transformatorowym z dodatkiem α -BN

Ze wzrostem stężenia α -BN, łożysko zaczęło wykazywać objawy niestabilnej pracy (wahania współczynnika tarcia i wydatku oleju) powodowane „zatykaniem” się szczeliny smarnej wywołane odkładaniem się drobin α -BN na powierzchniach panwi i czopa.

Nieco inne efekty uzyskano, gdy badania dotyczyły łożysk porowatych pracujących przy dodatkowym zasilaniu olejem. Tutaj dodatek 0,5% α -BN spowodował wzrost nośności łożysk, natomiast dalszy wzrost stężenia do 2% α -BN w oleju Transformatorowym nie wpływał już na poprawę nośności łożysk (rys. 2).



Rys. 2. Przebiegi P_{k1}/P_{k0} i P_{01}/P_0 w funkcji stężenia α -BN w oleju Transformatorowym dla łożysk z tuleją porowatą: P_{k0} – końcowe obciążenie dla 0% α -BN, P_{k1} – końcowe obciążenie dla łożyska smarowanego olejem z dodatkiem α -BN, P_0 i P_{01} – linia przerywana, początkowe obciążenia dla stężenia $\xi = 0\%$ i $\xi > 0$

WNIOSKI

- Badania potwierdziły wcześniej publikowane [1, 2, 3] rezultaty mówiące o pozytywnym wpływie azotku boru na właściwości smarowości oleju stosowanego do smarowania łożysk porowatych.
- Lepsze efekty smarowania z dodatkowym zasilaniem z zewnątrz uzyskuje się dla łożysk porowatych niż dla łożysk konwencjonalnych, jednak tylko przy małym stężeniu azotku boru (0,5%) w oleju dostarczanym do szczeliny smarnej.

LITERATURA

1. Kałdoński T., Krzemiński K., Szczawnicka E., Włodarczyk E.: Charakterystyki pracy łożysk porowatych smarowanych olejem z dodatkiem azotku boru. Tribologia 6/95, str. 702-714.
2. Kałdoński T., Krzemiński K., Kulczycki A., Włodarczyk E.: Wpływ stężenia azotku boru w oleju na własności tribologiczne łożyska porowatego. Tribologia 6/95, str. 715...725.
3. Kałdoński T., Krzemiński K.: Własności smarne azotku boru w zastosowaniu do łożysk ślizgowych. III Konferencja „Inżynieria łożyskowania”. Gdańsk 4–5.06.1996.
4. Patenty polskie: 153588–31.10.1991, 155646–31.07.1992.

5. Krzemiński K.: Rozkład ciśnień i nośność hydrodynamicznego filmu w łożyskach porowatych. *Mechanika Teoretyczna i Stosowana* 2/76.
6. Krzemiński K.: Film smarny w samosmarujących łożyskach porowatych w okresie docierania. *Tribologia* 2/93.

**THE EXPLOATATION PROPERTIES OF CONVENTIONAL AND POROUS BEARINGS
WHICH ARE FEEDING THE OIL
WITH THE BORON NITRIDE ADDITIVE**

Summary:

The test results of two types of plain bearings, that is with solid bronze bearing sleeves and porous bearing sleeves, which are sintered iron dust, are presented in this work. The bearings worked under conditions of oil outer feeding at atmospheric pressure. The transformer oil with the boron nitride additive was used as lubricant.

Pracę zrealizowano w ramach projektu badawczego Grant - PB OTOOA01408, finansowanego przez Komitet Badań Naukowych.

Recenzent: Prof. dr inż. Zbigniew Lawrowski