

PROBLEMY NIEKONWENCJONALNYCH UKŁADÓW ŁOŻYSKOWYCH

Łódź 09-10 maja 1995 roku

Walenty Osipiuk, Jerzy-Andrzej Nowakowski
(*Politechnika Białostocka*)

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA WŁAŚCIWOŚCI REOLOGICZNYCH METALI W ŁOŻYSKOWANIACH

SŁOWA KLUCZOWE

układ łożyskowy, niekonwencjonalny, regulacja napięcia

STRESZCZENIE

Przedstawiono propozycję zastosowania elementów metalowych o określonych charakterystykach reologicznych do współpracy w układach łożyskowych. Podano opis matematyczny modelu fizycznego układu łożysk poprzeczne - wzdłużnych ze stabilizacją napięcia wstępnego.

WPROWADZENIE

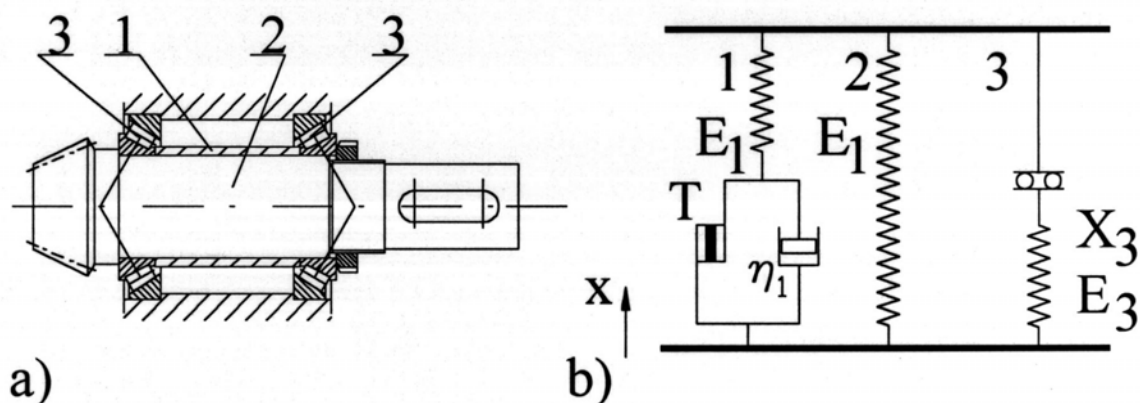
Łożysko stożkowe, aby mogło właściwie przenosić obciążenie poprzeczne, powinno być zabezpieczone przed możliwością wzajemnego osiowego oddalenia się bieżni pierścieni. Oddalanie się bieżni może zaistnieć w wyniku działania obciążenia zewnętrznego a także w wyniku zużywania się elementów współpracujących łożyska. W sytuacji tej w łożysku powstaje luz, zaś obciążenie zaczyna być przenoszone przez zmniejszoną liczbę elementów tocznych. W konsekwencji powoduje to szybkie zużycie łożyska, jak też niepożądaną zmianę położenia osi ułożyskowanych wałów [1]. W wielu rozwiązaniach konstrukcyjnych układów łożyskowych wprowadza się możliwość wywołania osiowego napięcia montażowego, które odpowiednio dobrane zapobiega w pewnym zakresie obciążeń powstawaniu luzu łożyskowego. W czasie pracy łożyska zużywają się. Powoduje to zmniejszanie się napięcia montażowego i w konsekwencji powstawanie luzu osiowego. Układ łożyskowy należałoby w tym wypadku poddać regulacji.

UKŁAD ŁOŻYSK STOŻKOWYCH ZE STABILIZACJĄ NAPIĘCIA WSTĘPNEGO

Konstrukcja układu ze stabilizacją napięcia wstępnego przedstawiona jest na rys. 1a. Istotę rozwiązania stanowi włączona w układ mechaniczny tulejka reologiczna oznaczona na rys. 1 a numerem 1. Właściwości reologiczne oraz wymiary tulejki są dobrane tak, aby w miarę zużywania się łożysk rosnące wówczas ściskające siły powodowały jej pełzanie. Zmniejszanie się długości tulejki na skutek pełzania będzie powodować

likwidację luzu w łożyskach. Wartość odkształcenia pełzania tulejki przy ściskaniu będzie równa wartości zmniejszania się wymiarów osiowych obu łożysk na skutek ich zużywania się w czasie eksploatacji.

Na rys. 1b przedstawiono model fizyczny omawianego układu mechanicznego łożysk.



Rys. 1. Układ łożyskowy ze stabilizacją napięcia: a) konstrukcja, b) model fizyczny.

Dla modelu tego można sformułować dwa następujące warunki, a mianowicie: - warunek równowagi sił

$$P_2 = P_1 + P_3 \quad (1)$$

gdzie: P_2 - siła napięcia montażowego, P_1 - zaciskająca tulejkę, P_3 - napięcia wstępne, - warunek zgodności przemieszczeń

$$x_1 = x_2 = x_3 \quad (2)$$

Przyjmijmy, że człon 1 (reprezentujący tulejkę) zachowuje się zgodnie z mechaniczną hipotezą płynięcia [2], tj.:

$$d\varepsilon_1/dt = B \cdot (\sigma_1 - S_0)^b + \frac{d\sigma_1/dt}{E_1}, \quad (\sigma_1 > S_0) \quad (3)$$

gdzie: $d\varepsilon_1/dt$ - prędkość odkształcenia tulejki, B , b - stałe materiałowe tulejki, σ_1 naprężenie ściskające tulejkę, S_0 - początkowy opór odkształcenia pełzania tulejki, E_1 moduł sprężystości przy ściskaniu, $d\sigma_1/dt$ - prędkość naprężenia ściskającego; zaś człon 3 (reprezentujący łożyska) zgodnie z funkcją

$$dx_3/dt = f_3(n, P_3, D) + \chi_3 \cdot dP_3/dt \quad (4)$$

gdzie: dx_3/dt - prędkość przemieszczenia członu 3, n - obroty łożysk, D - średnica łożysk, χ_3 - współczynnik podatności łożysk, dP_3/dt - prędkość wzrostu siły napięcia wstępnego łożysk.

Funkcja f_3 odzwierciedla sumę prędkości osiowego zużycia obu łożysk układu i wymaga określenia w drodze eksperymentu.

Wykorzystując zróżniczkowany po czasie warunek (2) oraz związki (3) i (4) otrzymamy równanie stanu dla układu przedstawionego na rysunku 1b, a mianowicie:

$$[B \cdot (\sigma_1 - S_0) + \frac{d\sigma_1/dt}{E_1}] \cdot l_1 = \frac{d\sigma_2/dt}{E_2} \cdot l_2 = f_3(n, P_3, D) + \chi_3 \cdot dP_3/dt, \quad (5)$$

gdzie l_1, l_2 - długości członów 1 i 2.

Układ powinien pracować tak, aby człon 1 odkształcał się tylko wtedy, gdy łożyska doznają pewnego zużycia. Wówczas naprężenie σ_1 wzrośnie ponad wartość S_0 , człon 1 ulegnie odkształceniu pełzania zgodnie z (3), a łożyska zostaną naprężone. Pożądaną sytuacją w przypadku zużywania się łożysk jest to, aby w jednostce czasu wartość zmniejszenia się wymiaru liniowego tulejki równała się sumie wartości zużycia wzdłużnego łożysk. Siłę napęcia montażowego układu P2 obliczamy z równania (1) wykorzystując warunek $PZ=T$, który wynika z warunku $\sigma_1=S_0$. Siłę napęcia wstępnego łożysk P3 dobieramy zgodnie z zaleceniami konstruktorów układów łożyskowych podanymi w pracy [3]. Matematyczne rozwiązanie równania (5) opisującego prezentowany model jest dostatecznie skomplikowane i wymaga zastosowania metod numerycznych. W pracy niniejszej ograniczono się do przedstawienia koncepcji rozwiązania konstrukcyjnego oraz do jakościowego analitycznego opisu jej fizycznego modelu.

WNIOSKI

1. Zaproponowano nową koncepcję rozwiązania problemu napęcia wstępnego i rozwiązania technicznego. Opracowano jego model fizyczny. Podano ogólny opis matematyczny modelu. Przedstawiona koncepcja konstrukcyjna stabilizacji napęcia montażowego układu łożysk stożkowych jest prosta w realizacji.
2. Analiza opisu jakościowego modelu zaprezentowanej konstrukcji oraz właściwości reologicznych metali pozwala wyprowadzić wniosek, iż istnieją możliwości takiego dobrania materiału tulejki oraz podziału początkowych obciążeń członów 1, 2, 3, że przy spełnieniu warunku (5) będzie zachodzić stabilizacja napęcia wstępnego łożysk.

LITERATURA

1. Krzemiński-Freda H.: Łożyska toczne. Warszawa: PWN, 1985.
2. Firmie L, Heller W.R.: Pełzanie materiałów konstrukcyjnych. Warszawa, WNT, 1962 (tłumaczenie z angielskiego).
3. Łożyska toczne. Katalog. SWW 0631.FLT. Warszawa, WPM, 1982.

USABILITIES OF REOLOGICAL CHARACTERISTICS OF METALS IN BEARING SYSTEMS

SUMMARY

A proposition of an application of metal elements with specified reological characteristics to operation in bearing systems was presented in the paper. A mathematical description of a physical model of cone bearings system with stabilization of initial stress.