

PROBLEMY NIEKONWENCJONALNYCH UKŁADÓW ŁOŻYSKOWYCH

Łódź 09-10 maja 1995 roku

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

PROBLEMY REALIZACJI NAPIĘCIA WSTĘPNEGO JEDNORZĘDOWYCH ŁOŻYSK TOCZNYCH POPRZECZNO - WZDŁUŻNYCH

SŁOWA KLUCZOWE

łożyska toczne poprzeczno-wzdłużne, napięcie wstępne, podatność

STRESZCZENIE

Zasadniczym warunkiem prawidłowej pracy jednorzędowych łożysk poprzeczno-wzdłużnych jest zapewnienie odpowiedniego stosunku obciążenia wzdłużnego do poprzecznego. Obciążenie wzdłużne jest funkcją obciążenia zewnętrznego, napięcia wstępnego i podatności elementów układu. W referacie przedstawiono problemy realizacji napięcia wstępnego dla wybranych układów łożyskowych.

WPROWADZENIE

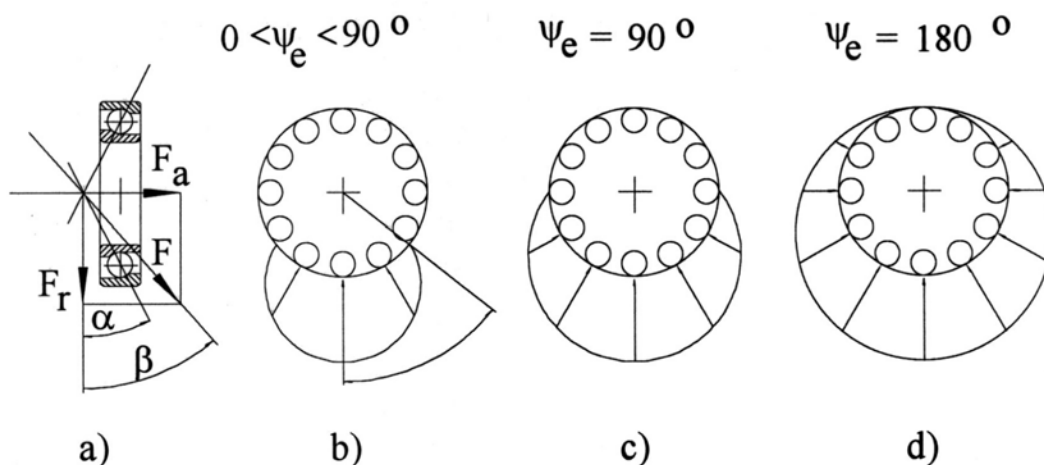
Łożyska jednorzędowe toczne poprzeczno-wzdłużne montowane są z reguły parami, ponieważ do przenoszenia obciążenia poprzecznego wymagane jest istnienie siły osiowej. Sposób doboru tych łożysk i obliczeń siły ich napięcia wstępnego określa zwykle producent łożysk, w Polsce Centralne Biuro Konstrukcji Łożysk Tocznych. Wydany przez to biuro Katalog Łożysk Tocznych [I] zawiera podstawowe dane o łożyskach i podaje wzory pozwalające obliczyć wymagane wartości napięć wstępnych. Sposób obliczania napięcia wstępnego zalecany przez CBKŁT nie uwzględnia podatności łożysk i innych elementów układu. W wielu przypadkach powoduje to niewłaściwy dobór napięcia, co wpływa niekorzystnie na pracę łożysk. W niniejszej pracy przedstawiono nową propozycję obliczania napięcia wstępnego.

OBLICZENIA SKŁADOWYCH OBCIĄŻEŃ ŁOŻYSK WEDŁUG ZALECEŃ CBKŁT

Jeżeli na łożysko poprzeczno-wzdłużne działa obciążenie poprzeczne F_r i wzdłużne F_a to środek pierścienia tego łożyska, przy zachowaniu równoległości obu pierścieni, doznaje przemieszczeń δ_r w kierunku poprzecznym i δ_a w kierunku wzdłużnym. Prawidłowa praca łożyska uzależniona jest od spełnienia warunku: $\delta_a/\delta_r \geq 0$. Dla łożyska z luzem wewnętrznym równym zeru stan ten określony jest zachowaniem stosunku:

$$\operatorname{tg}\alpha/\operatorname{tg}\beta = \operatorname{tg}\alpha/(F_a/F_r) \leq 0.8 = 1.25 \quad (1)$$

Stan ten odpowiada rozkładowi obciążenia o kącie $\psi_e \geq 90^\circ$. Układ sił działających na łożysko i wybrane rozkłady obciążenia pokazano na rysunku 1. Rozkład określony kątem $\psi_e = 90^\circ$ pokazany na rys. 1c odpowiada ściśle promieniowemu przemieszczeniu pierścieni, a więc $\delta_a = 0$. Wartość siły F_a dla tego rozkładu wyznaczona z (1) określa takie minimalne obciążenie wzdłużne łożyska $S = 1,25F_r \operatorname{tg} \alpha = 0,5 F_r/Y$, jakie jest potrzebne do jego prawidłowej pracy. Wartość S określa więc wymagane napięcie łożyska poprzeczno-wzdłużnego obciążonego siłą poprzeczną F_r . Parametr Y jest współczynnikiem obciążenia wzdłużnego dla łożyska.



Rys. 1. Rozkład obciążeń elementów toczyń łożyska: a) siły działające na łożysko, b, c, d) wybrane rozkłady obciążenia elementów toczyń [2, 3].

Wymaganą wartość napięcia wstępnego S_0 dla układu dwóch łożysk 1 i 2 obciążonych siłami promieniowymi F_{r1} , F_{r2} i siłą osiową Q_a obliczamy w sposób określony w algorytmie przedstawionym na rys.2. Indeks "1" oznaczono parametry dotyczące łożyska przenoszącego siłę Q_a .

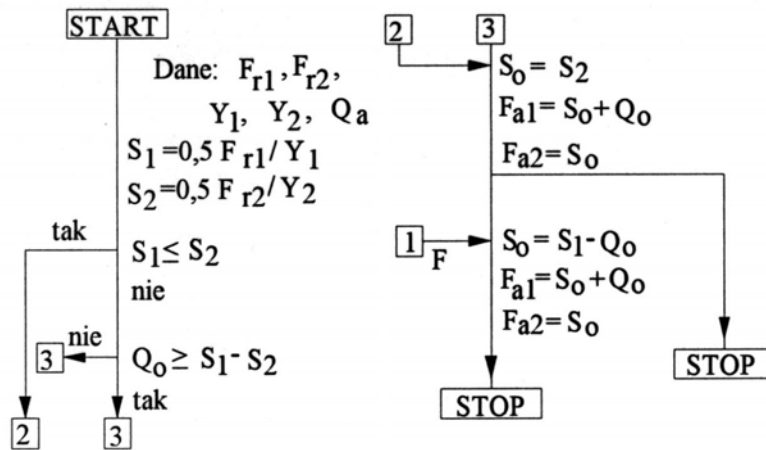
OBLICZANIE SKŁADOWYCH OBCIĄŻEŃ PARY ŁOŻYSK Z UWZGLĘDNIENIEM PODATNOŚCI ELEMENTÓW

Przedstawiona metoda obliczeń napięcia wstępnego S_0 i wzdłużnych składowych obciążeń F_{a1} , F_{a2} nie uwzględnia podatności łożysk i innych elementów układu. Zagadnienie rozważymy na przykładzie przedstawionym na rysunku 3. Rozwiązanie przedstawimy w trzech etapach.

Etap 1: Napinamy wstępnie układ łożysk siłą osiową S_0 . Wał W rozciągany na długości l ulega wydłużeniu o wartość λ_1 (rys.4), zaś łożyska 1 i 2, oraz fragmenty K i M obudowy łożysk zostają ściśnięte o wartość λ_2 . Ustala się nowy stan równowagi określony punktem A przecięcia się charakterystyk $KM12$ i W na wykresie (rys.4).

Etap 2: Układ łożyskowy obciążamy zewnętrzną siłą osiową Q_a (składowa obciążenia zewnętrznego). Siła ta zostaje przejęta przez łożysko 1 i przez fragment K obudowy

łożysk. Wszystkie elementy układu należy podzielić na dwie grupy: 1) elementy o odkształceniach wzrastających pod obciążeniem, w rozpatrywanym przypadku będą to elementy K i 1 (charakterystyka K1). 2) elementy o odkształceniach malejących pod obciążeniem, w rozpatrywanym przypadku są to elementy W, M i 2 (charakterystyka WM2).



Rys.2. Algorytm obliczeń zgodnie z [1] napięcia wstępnego S_o i obciążeń wzdłużnych F_{a1} i F_{a2} dla układu dwóch łożysk w układzie zbieżnym lub rozbieżnym obciążonego siłami poprzecznymi F_{r1} i F_{r2} oraz siłą osiową Q_a .

Etap 3: Układ łożyskowy obciążamy siłami poprzecznymi F_{r1} i F_{r2}

Dla charakterystyk liniowych wydłużenie λ , spowodowane obciążeniem Q_a będzie $\lambda = \Delta Q * c_{K1} = (Q_a - \Delta Q) * c_{WM2}$; skąd określimy: $\Delta Q = (Q_a / (1 + c_{K1} / c_{WM2}))$.

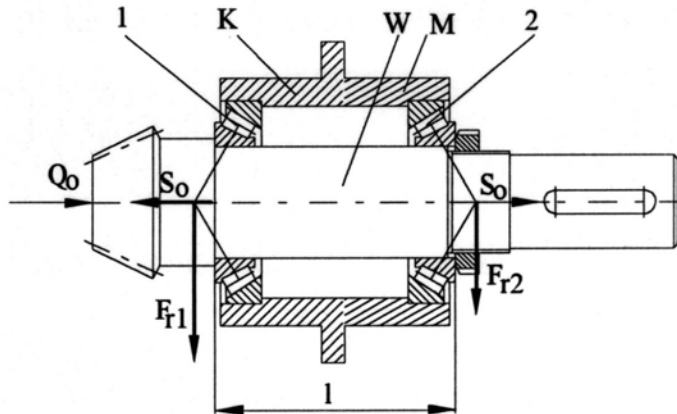
Wartości składowych wzdłużnych obciążeń F_{a1} i F_{a2} będą: $F_{a1} = S_o + \Delta Q$ - dla łożyska 1 i $F_{a2} = S_o - (Q_a - \Delta Q)$ - dla łożyska 2.

Z przedstawionego na rysunku 4 wykresu wynika, że obciążenia wzdłużne łożysk: F_{a1} i F_{a2} są mniejsze od wyliczonych w algorytmie przedstawionym wyżej. Warunek prawidłowej pracy łożysk nie będzie spełniony. Należy dobrać taką nową wartość S_o jaka zapewni dla każdego z łożysk spełnienie warunku:

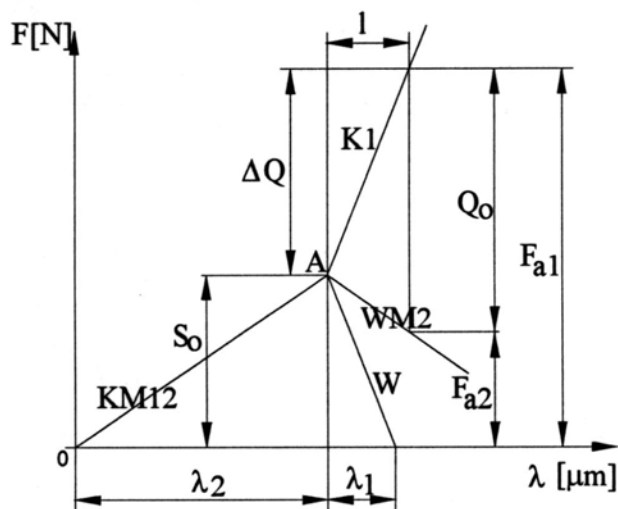
$$F_{a1,2} \geq 0.5 \cdot F_{r1,2} / Y_{1,2} \quad (2)$$

Operacje umożliwiające dobranie wartości S_o spełniającej warunek (8) przedstawia algorytm - rysunek 5. Indeks "1" dotyczy łożyska przenoszącego siłę wzdłużną Q_a .

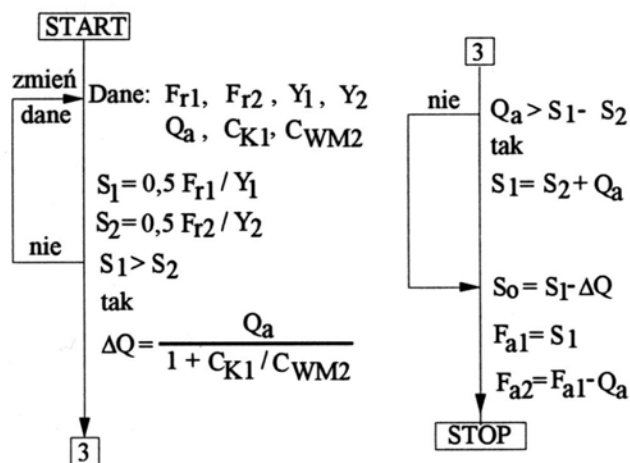
Rys.3. Szkic łożyskowania z zaznaczeniem elementów o uwzględnionej podatności.



Rys.4. Charakterystyka podatnościowa układu łożysk poprzeczno-wzdłużnych.



Rys.5. Algorytm obliczeń napęcia wstępnego S_0 i obciążeń wzdłużnych F_{a1} i F_{a2} dla układu dwóch łożysk w układzie zbieżnym lub rozbieżnym obciążonego siłami poprzecznymi F_{r1} i F_{r2} oraz siłą osiową Q_a przy uwzględnieniu podatności elementów.



WNIOSKI

Na podstawie analizy warunków pracy łożysk stożkowych oraz doboru napęcia wstępnego można przedstawić następujące wnioski

1. metoda obliczeń obciążeń wzdłużnych zalecana przez CBKŹT daje wyniki zawyżone i wymaga uściślenia;

2. przy doborze wartości siły napięcia wstępnego należy uwzględnić podatność łożysk oraz innych elementów układu;
3. w dalszych obliczeniach należałoby uwzględnić nieliniowość charakterystyk przedstawiających podatność łożysk;
4. łożysko 1 przeznaczone do przeniesienia siły osiowej Q_a powinno mieć znacznie większą sztywność od łożyska 2.

LITERATURA 1. Łożyska toczne. Katalog. SWW 0631. FŁT. Warszawa, 1982.
2. Palmgren A.: Łożyska toczne. Warszawa, PWN 1951. (tłumaczenie z angielskiego) 3.
Krzemiński-Freda H.: Łożyska toczne. Warszawa: PWN, 1985.

PROBLEMS OF AN ASSEMBLY STRESSING OF CONE ROLLING

SUMMARY

A fundamental condition of a correct work of a cone rolling bearing is to guarantee a suitable proportion between an axial and a transverse load. The axial load is the function of the load, the assembly stress and the flexibility of the elements of the system. In this paper the problem of the assembly stressing of the selecting bearing system has been stated.

Recenzja: prof. dr hab. inż. Marek Wiśniewski