

Sylwester MARKUSIK, Tadeusz OPASIAK

WPLYW BŁĘDÓW MONTAŻOWYCH WSPÓLPRACUJĄCYCH WAŁÓW ŁĄCZONYCH SPRZĘGLAMI PODATNYMI OPONOWYMI NA ICH WSPÓLCZYNNIK TŁUMIENIA

Streszczenie. Artykuł przedstawia wyniki badań wpływu błędów montażowych, sprzęgieł podatnych oponowym typu ASO, na zmianę ich współczynnika tłumienia. Badania przeprowadzono na stanowisku laboratoryjnym umożliwiającym symulowanie błędów montażowych, współpracujących wałów.

AN INFLUENCE OF ASSEMBLY FAULT ON COEFICIENT DAMPING OF TIRE FLEXIBLE COUPLING ITS DRIVE SYSTEM

Summary. In this paper is presented result of research work flexible coupling type ASO and an influence of assembly fault on coefficient damping of tire flexible couplings its drive system. Those characteristics describe of flexible coupling in driving. It presented result of research influence angular misalignment to dynamic characteristics of researched flexible coupling.

1. WSTĘP

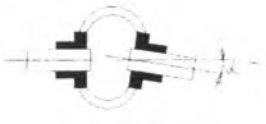
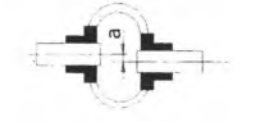
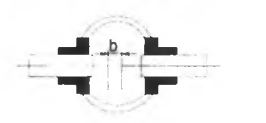
Utrzymanie w sprawności układu napędowego w czasie eksploatacji wymaga bardzo dokładnego ustawienia współpracujących wałów układu napędowego, jak i ich okresową kontrolę. W wyniku długotrwałej eksploatacji maszyny roboczej mogą nastąpić zmiany w ustawieniu tych zespołów (np. wyniku deformacji fundamentu pod maszyną roboczą). Na sprzęgle podatnym kumuluje się wtedy efekt błędów montażu. Pod wpływem błędu montażowego element podatny ulega deformacji, w wyniku czego następuje zmiana współczynnika jego tłumienia.

2. RODZAJE I PRZYCZYNY BŁĘDÓW MONTAŻOWYCH W UKŁADACH NAPIĘDOWYCH

2.1. Rodzaje błędów motażowych w napędach maszyn roboczych

Przy połączeniu współpracujących ze sobą wałów za pomocą sprzęgła podatnego mogą wystąpić błędy w ich montażu. Czynności związane z osiowaniem wałów są przeprowadzane na samych maszynach. Silniki są dosuwane do reduktorów maszyny roboczej, a następnie

łączone za pomocą tych sprzęgieł. Błędy montażowe mogą polegać na niewspółosiowości wałów: promieniowej (1), osiowej (2), kątowej (3) (rys.1).

1.		Przemieszczenie kątowe (α - wartość odchylenia kątoowego)
2.		Przemieszczenie promieniowe (a - wartość przemieszczenia)
3.		Przemieszczenie osiowe (b - wartość odsunięcia)

Rys.1. Niewspółosiowość wałów napędowych łączonych sprzęgłami podatnymi oponowymi
Fig.1. Misalignment of drive shafts connected by tire flexible coupling

2.2. Przyczyny błędów montażowych w warunkach przemysłowych

Modułowa budowa poszczególnych zespołów maszynowych pociąga za sobą konieczność dokładnego ustawienia tych zespołów w miejscu pracy maszyny roboczej, polegającego na dokładnym ustawieniu współpracujących zespołów względem siebie za pomocą laserowych przyrządów do osiowania wałów [3].

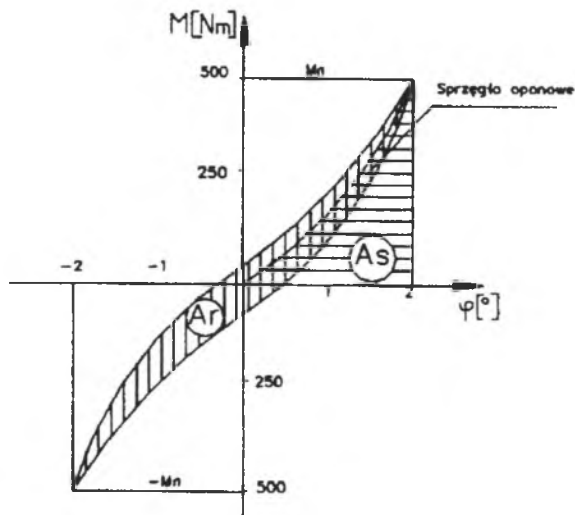
Występowanie błędów montażowych w układach napędowych maszyn roboczych może wynikać z: błędów w ustawieniu wałów na stanowisku pracy maszyny roboczej, błędów konstrukcyjnych maszyny roboczej, złej obróbki mechanicznej poszczególnych elementów zespołów napędowych, odkształceń cieplnych w czasie pracy, osiadania fundamentów pod maszyną roboczą po dłuższym okresie jej eksploatacji.

Precyjne pomiary w ustawieniu maszyny roboczej, wykonane w warunkach przemysłowych, nigdy nie dorównają ustawieniu maszyny w warunkach laboratoryjnych, gdzie wpływ czynników zewnętrznych jest praktycznie wyeliminowany. W warunkach przemysłowych na prawidłowo ustawioną maszynę w czasie eksploatacji ma wpływ wiele czynników zewnętrznych zależnych od: konstrukcji zespołów maszyny roboczej, jakości fundamentu, rozkładu temperatur w elementach maszyny roboczej. Wadliwa konstrukcja fundamentu może powodować jego obsuwanie się lub wygięcie pod wpływem obciążenia maszyną roboczą. Na przykład, w przypadku transportu przez pompy gorącego medium będzie się to charakteryzować zmianą geometrii osiowania, począwszy od stanu zimnego do stanu gorącego układu napędowego.

3. PARAMETRY CHARAKTERYZUJĄCE SPRZĘGŁA PODATNE

Tłumienie jest zjawiskiem, które obrazuje stratę energii, jednak ze względu na złożoną budowę wewnętrzną łącznika gumowego sprzęgła podatnego oponowego typu ASO można je wyznaczyć jedynie na podstawie badań laboratoryjnych. Punktem wyjścia jest wyznaczenie pętli histerezy (rys.2) badanego sprzęgła i na jej podstawie wyznaczenie współczynnika tłumienia z zależności (1) [2].

Przy dobieraniu sprzęgła podatnego do układu napędowego niezbędna jest znajomość jego cech określających warunki pracy napędu oraz znajomość charakterystyki sprężystej i tłumiącej zastosowanego sprzęgła podatnego (rys.2). Własności te można odczytać tylko z jego charakterystyk dynamicznych, wyznaczanych na specjalnych stanowiskach badawczych (rys.3) [3,4,5].



Rys. 2. Przykłady histerezy w sprzęgłach podatnych oponowego typu ASO [4]

Fig. 2. Example of hysteresis in tire flexible coupling type ASO

3.1. Współczynnik tłumienia sprzęgła „ ψ ”

$$\psi = \frac{A_r}{A_s} \quad (1)$$

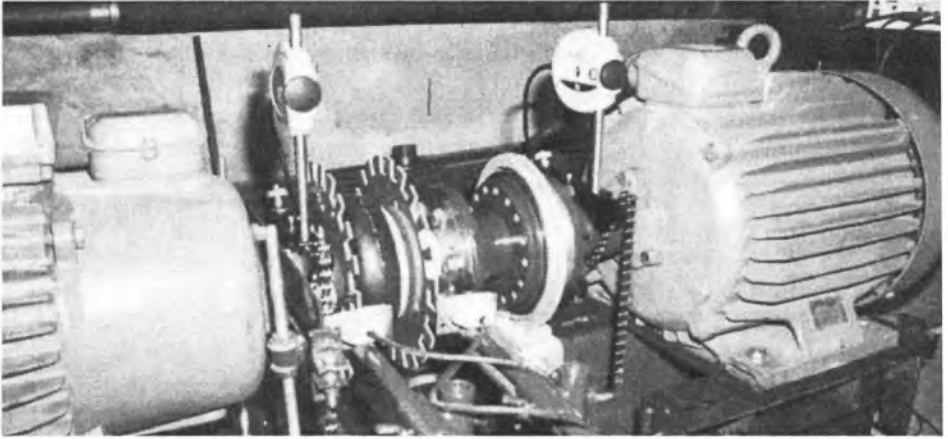
gdzie: A_r - praca tłumienia podczas jednego cyklu obciążenia, A_s - praca odkształcenia sprężystego podczas jednego cyklu obciążenia.

3.2. Sztywność skrętna sprzęgła „C”

$$C = \frac{M_s}{\varphi} \quad (2)$$

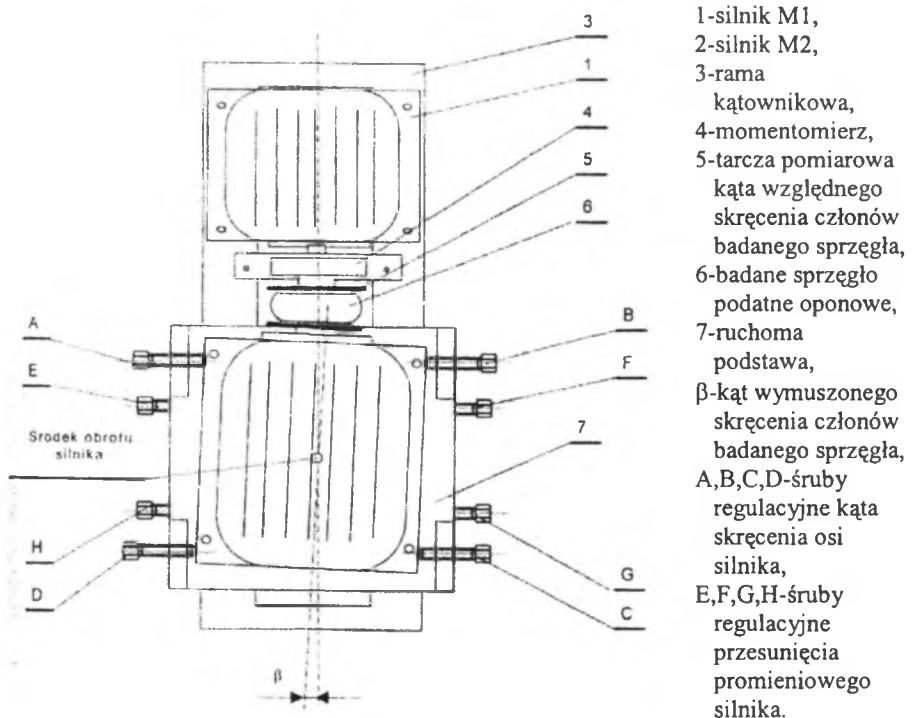
gdzie: M_s - przenoszony moment obrotowy, φ - kąt względnego skręcenia członów sprzęgła.

Powyższe parametry charakterystyki określają cechy konstrukcyjne sprzęgła podatnego i mogą być miarą do oceny jego jakości oraz przydatności sprzęgieł podatnych do napędu.



Rys. 3. Stanowisko laboratoryjne do wyznaczania charakterystyk dynamicznych sprzęgieł podatnych

Fig. 3. Test stand for determination of dynamic characteristics of flexible coupling



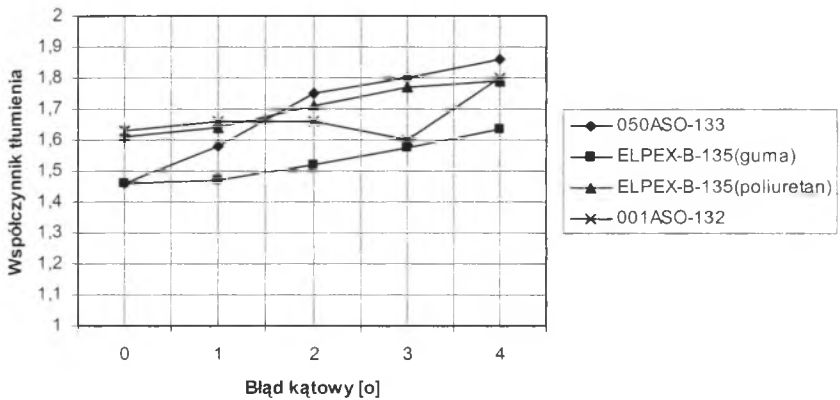
Rys. 4. Sposób wywołania błędu montażowego na stanowisku laboratoryjnym

Fig. 4. Method of simulation of assembly misalignment on test stand

4. BADANIA SPRZĘGIEŁ PODATNYCH OPONOWYCH Z SYMULOWANYMI BŁĘDAMI MONTAŻOWYMI

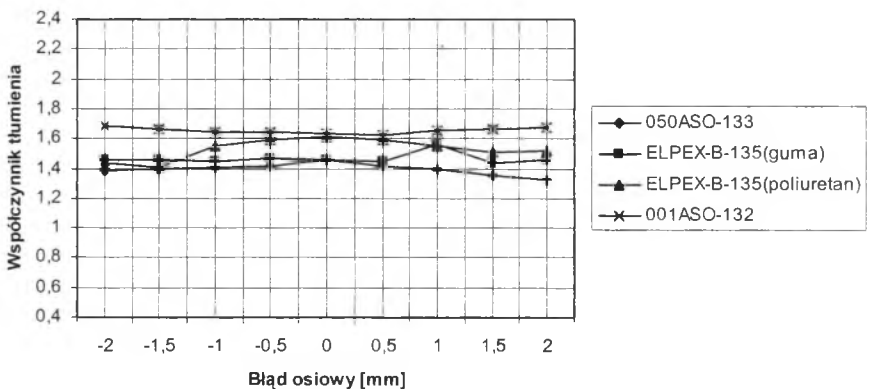
Przeprowadzone badania pozwalają uzyskać współczynniki tłumienia sprzęgieł w funkcji zmiennych ich błędów montażowych typu: kąтового, promieniowego i osiowego. Przedstawione wykresy prezentują przebieg współczynnika tłumienia jako efekt symulowanego łączonych wałów błędu montażowego dla charakterystyki statycznej i dynamicznej sprzęgła.

4.1. Wyniki badania współczynnika tłumienia w sposób statyczny



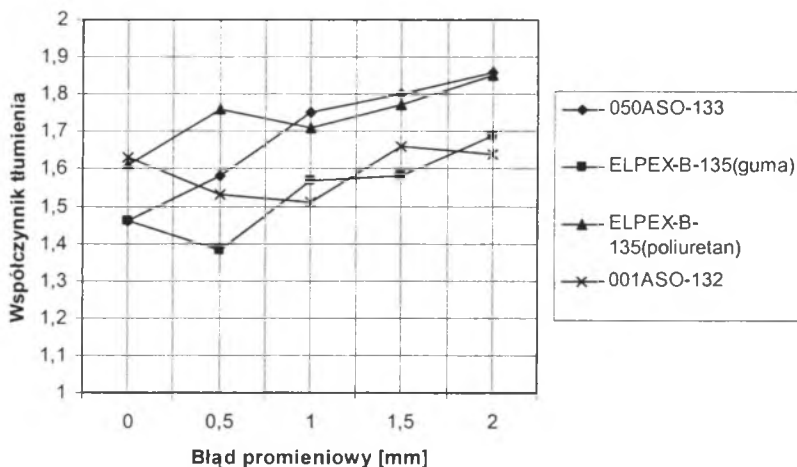
Rys. 5. Wpływ błęd kątowego ustawienia wałów na wartość współczynnika tłumienia dla charakterystyki statycznej sprzęgła

Fig. 5. An influence of angular misalignment on value of damping coefficient for static characteristic of coupling



Rys. 6. Wpływ błęd osiowego ustawienia wałów na wartość współczynnika tłumienia dla charakterystyki statycznej sprzęgła

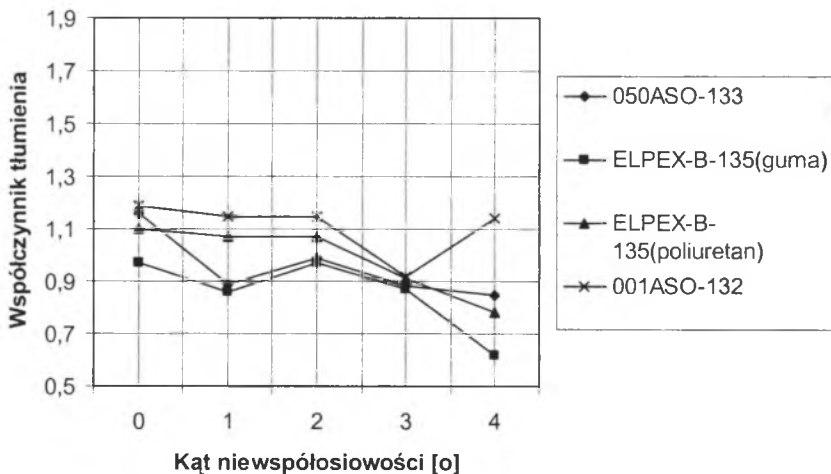
Fig. 6. An influence of axial movement on value of damping coefficient for static characteristic of coupling



Rys. 7. Wpływ błędu promieniowego ustawienia wałów na wartość współczynnika tłumienia dla charakterystyki statycznej sprzęgła

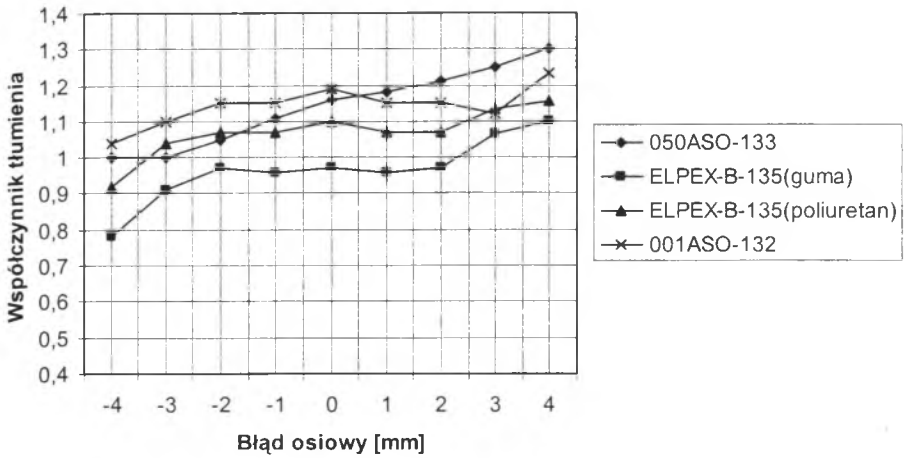
Fig. 7. An influence of parallel offset misalignment on value of damping coefficient for static characteristic of coupling

4.2. Wyniki badania współczynników tłumienia w sposób dynamiczny



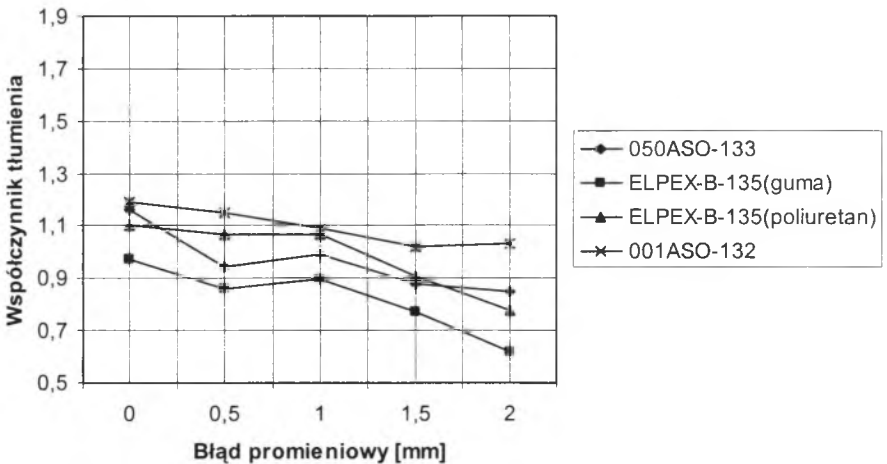
Rys. 8. Wpływ błędu kąowego ustawienia wałów na wartość współczynnika tłumienia dla charakterystyki dynamicznej sprzęgła

Fig. 8. An influence of angular misalignment on value of damping coefficient for dynamic characteristic of couplings



Rys. 9. Wpływ błędu osiowego ustawienia wałów na wartość współczynnika tłumienia dla charakterystyki dynamicznej sprzęgła

Fig. 9. An influence of axial movement on value of damping coefficient for dynamic characteristic of coupling



Rys. 10. Wpływ błędu promieniowego ustawienia wałów na wartość współczynnika tłumienia dla charakterystyki dynamicznej sprzęgła

Fig. 10. An influence of parallel offset misalignment on value of damping coefficient for dynamic characteristic of coupling

WNIOSKI

Badania przeprowadzono na reprezentatywnej grupie sprzęgieł podatnych oponowych, czterech różnych producentów, dla których współczynnik tłumienia wyznaczony w sposób statyczny wynosił $\psi=1,4\div 1,7$, natomiast dla charakterystyki dynamicznej wyniósł $\psi=0,9\div 1,2$ dla prawidłowo ustawionych sprzęgieł bez błędów montażowych. Badania te wykazały, że błędy w montażu łączonych wałów sprzęgłami podatnymi oponowymi mają wpływ na ich współczynnik tłumienia. Wykazały też, że największy wpływ na zmianę współczynnika tłumienia powoduje błąd montażowy typu kąтового i promieniowego zarówno dla badań charakterystyki statycznej, jak i dynamicznej. Natomiast błędy montażowe wałów typu osiowego nie powodują tak dużych zmian współczynnika tłumienia. Przeprowadzone badania wykazały również, że pogłębiający się błąd montażowy typu kąтового i promieniowego powoduje dla charakterystyki statycznej wzrost współczynnika tłumienia, a dla charakterystyki dynamicznej obniżenie się tego współczynnika.

Literatura

1. Markusik S.: *Charakterystyki sprzęgieł podatnych*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria: Transport, z.34, Gliwice 1998.
2. Markusik S.: *Sprzęgła mechaniczne*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1979.
3. Opasiak T.: *Wpływ błędów montażu sprzęgieł skrętnie podatnych na ich stabilność dynamiczną*. Maszyny Dźwigowo-Transportowe, Bytom, nr 4/2002.
4. Opasiak T.: *Metody wyznaczania charakterystyk statycznych i dynamicznych sprzęgieł podatnych*, Maszyny Dźwigowo-Transportowe nr 2/2000.
5. Chmurawa M.: *Metody i stanowisko do wyznaczania statycznych charakterystyk sprzęgieł podatnych*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria: Transport, z.34, Gliwice 1998.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Jerzy Antoniak

Abstract

Fundamental task of machine drives designers is assuring reliability operation of designed machine. Each drive unit should transfer static load at minimal dynamic load in determined limits. To meet these requirement it is necessary to know the dynamic processes influencing designing of drive systems. Unknown of dynamic phenomence can meaningly change operational properties of machine which enable proper operation in required conditions. Regarding modular construction of machines important role in revolving joints play mechanical couplings especially flexible coupling. Application of that kind of couplings implies reducing unprofitable dynamic phenomena. That reduction follows as result of proper damping properties of the flexible element. It eliminates in certain level unevenness of transmitted torque.