

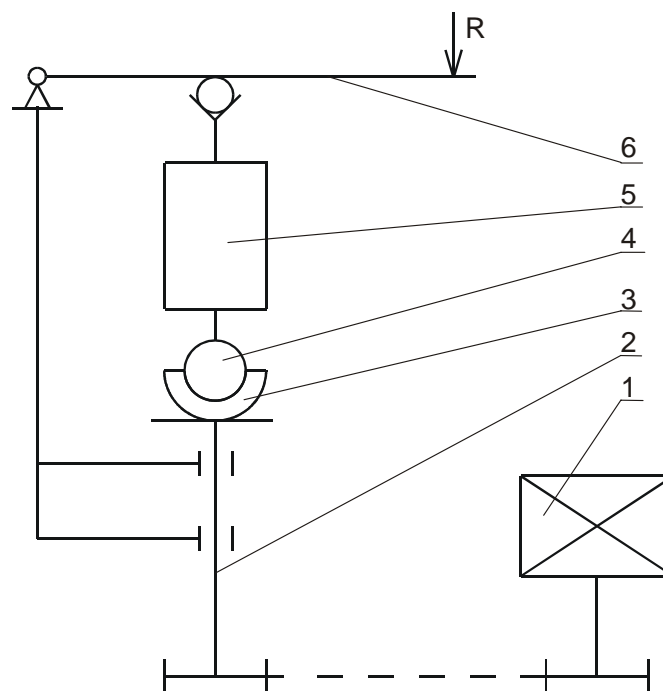
Jan BURCAN, Piotr WITOSŁAWSKI  
Katedra Konstrukcji Precyzyjnych  
Politechnika Łódzka

## **BADANIA WSTĘPNE MOMENTU TARCIA W ENDOPROTEZACH STAWU BIODROWEGO**

**Streszczenie:** W referacie podano uzyskane eksperymentalnie przebiegi momentu tarcia pomiędzy panewką i głową endoprotezy stawu biodrowego w ruchu rewersyjnym. Dla wyjaśnienia zjawisk podczas zmiany kierunku ruchu rozwiązano równanie ruchu panewki względem głowy endoprotezy, występującego podczas pomiarów na stanowisku modelowym.

### **WPROWADZENIE**

Określenie własności tarciovych występujących podczas eksploatacji endoprotez jest bardzo trudne. Pary cierne stosowane w endoprotezach są poddawane badaniom eksperymentalnym w warunkach zbliżonych do naturalnych. Przykładem takich badań jest pomiar wartości oporów ruchu w styku głowa endoprotezy - panewka na stanowisku zaprojektowanym i wykonanym w Katedrze Konstrukcji Precyzyjnych Politechniki Łódzkiej (rys. 1).



Rys. 1. Schemat kinematyczny stanowiska [1]. 1 – silnik, 2 – wałek napędowy, 3 – panewka, 4 – główka endoprotezy, 5 – blok pomiarowy, 6 – dźwignia

Do badań wykorzystuje się elementy endoprotez o naturalnych wymiarach i kształcie. Panewka wykonuje ruch obrotowo zwrotny względem głowy endoprotezy

o stałym okresie lub płynnie regulowanym poprzez zmianę wartości napięcia zasilającego  $U_{zas}$  układu napędowego.

Stanowisko pozwala na ciągły pomiar momentu tarcia  $M_T$  z częstotliwością próbkowania 2kHz występującego pomiędzy główką endoprotezy a panewką, przy zadawanym stałym obciążeniu  $R$ . Na wałku napędowym umieszczony jest czujnik optoelektroniczny pozwalający na rejestrację chwilowej wartości prędkości kątowej  $\omega$  wałka napędowego.

### RÓWNANIE RUCHU

Moment napędowy  $M_N$  pozwala na pokonanie oporów ruchu w łożyskach tocznych  $M_{TL}$ , w których umieszczony jest wałek napędowy, momentu tarcia  $M_T$  pomiędzy główką endoprotezy a panewką i momentów bezwładności pochodzących od wałka napędowego  $J_N$ , badanej panewki  $J_{pan}$  i pokrywki dociskającej panewkę  $J_{pokr}$ . Równanie ruchu można zapisać w postaci:

$$M_T + \dot{\omega}(J_N + J_{pokr} + J_{pan}) = M_N - M_{TL} \quad (1)$$

Chwilowa wartość momentu napędowego można obliczyć z zależności (2).

$$M_N = \frac{N_{zas}}{\omega} * \eta \quad (2)$$

gdzie  $N_{zas}$  – moc elektryczna pobrana przez układ napędowy,  $\eta$  – sprawność układu napędowego

Do obliczenia wartości momentów bezwładności wałka napędowego  $J_N$ , pokrywki  $J_{pokr}$  wykorzystano wymiary geometryczne przy założeniu jednorodności materiału. Moment tarcia  $M_{TL}$  obliczany jest ze wzorów empirycznych podanych w katalogu łożysk tocznych [2]. Podstawiając równanie (2) do (1), oraz obliczone wartości momentów bezwładności można oszacować wartość momentu tarcia pary panewka głowa endoprotezy z zależności (3).

$$M_T = \frac{N_{zas}}{\omega} \eta - M_{TL} - \dot{\omega}(J_{pan} + 1160,76) \quad (3)$$

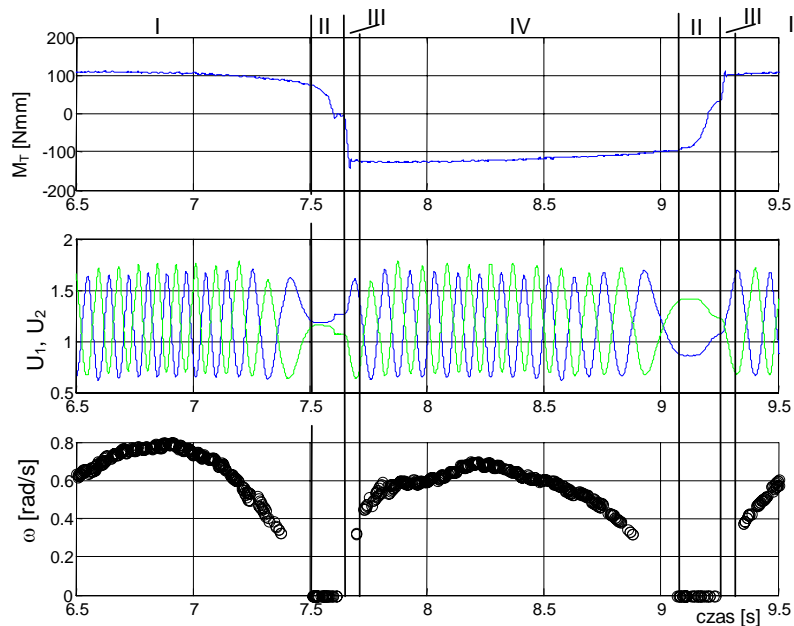
### BADANIA WSTĘPNE

Jednak, chwilowe wartości momentu tarcia  $M_T$  dokładniej wyznacza się na stanowisku do badań modelowych. Na uzyskanym z pomiarów przebiegu zaobserwować 4 fazy cyklu (rys 2).

I, IV – fazy, w których występuje tarcie rozwinięte, wiertne. Panewka obraca się w jednym kierunku: dla I okresu – w prawo, dla IV okresu – w lewo,

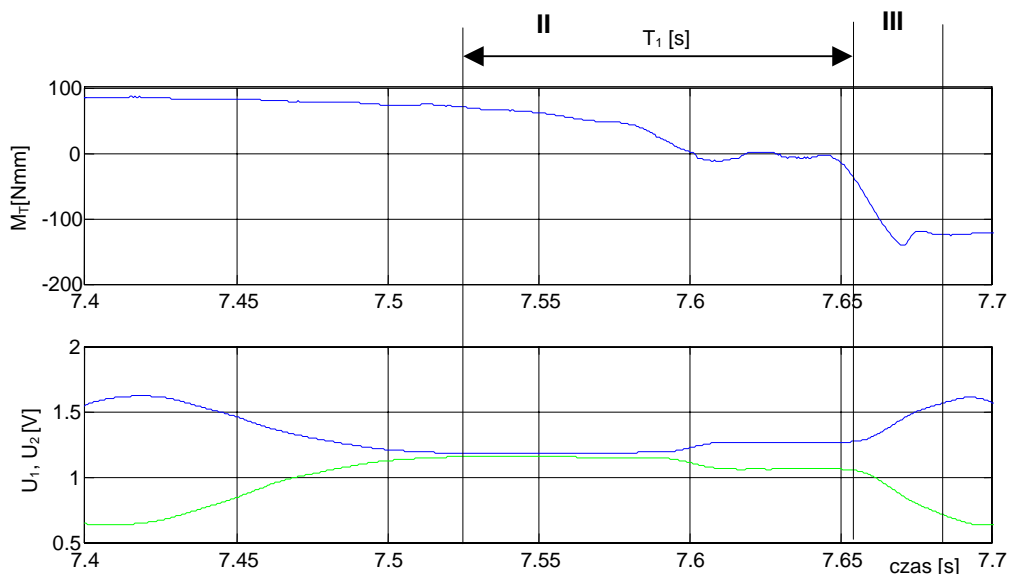
II – faza spoczynku układu,

III – faza zmiany kierunku obrotów panewki. Zarejestrowane przebiegi pozwalają na ich obróbkę.



Rys. 2. Przykładowe przebiegi momentu tarcia  $M_T$ , napięć  $U_1$ ,  $U_2$  z czujnika optoelektronicznego, prędkości kątowej  $\omega$  w czasie 1 cyklu pracy stanowiska, para tarcia: cyrkon-UHMWPE,  $U_{zas} = 9V$ ,  $P = 68,46N$

Procesy tarciove zachodzące w II i III fazie cyklu są bardzo złożone dlatego celem jest analizowanie zarejestrowanych przebiegów w znacznym powiększeniu. Pozwala to precyzyjnie określić czas zatrzymania układu  $T_1$  (rys. 3)



Rys. 3. Przykładowe przebiegi momentu tarcia  $M_T$ , napięć  $U_1$ ,  $U_2$  z czujnika optoelektronicznego przy zmianie kierunku obrotów z lewych na prawe, para tarcia: cyrkon-UHMWPE,  $U_{zas} = 9V$ ,  $P = 68,46N$

## WNIOSKI

Przeprowadzone badania układu napędowego wykazują dużą powtarzalność uzyskanych charakterystyk. Pozwala to stwierdzić bezpośredni wpływ momentu bezwładności układu napędowego na czas zatrzymania układu  $T_1$ .

Uzyskane charakterystyki momentu tarcia  $M_T$  w czasie zatrzymania układu  $T_1$ , pokazują wpływ obciążenia na ich przebieg. Przy obciążeniu większym od 68N występuje skok wartości momentu tarcia w czasie ok. 0,1 s od chwili zatrzymania układu.

## LITERATURA

- [1] J. Burcan, P. Witosławski: Stanowisko do badań momentu tarcia układu ciernego endoprotezy, 4 konferencja nt. Problemy Niekonwencjonalnych Układów Łożyskowych, Łódź 12 – 14 maja 1999, str. 66-68
- [2] PREMA: „Łożyska toczne – informator”, Wydawnictwa Przemysłowe WEMA Sp. z o.o., Warszawa 2002, str. 101-104
- [3] J. Burcan, P. Witosławski: Model rozkładu nacisków w stawie biodrowym, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej Zbiór prac seminarium naukowego nt: ”Mechanika w Medycynie 7”, Rzeszów 2004, s. 323-328

## THE RESEARCH ON THE MOMENT OF FRICTION IN ENDOPROSTHESES OF A HIP JOINT

**Summary:** The paper presents the experimentally obtained course of the moment of friction between the bearing bush and the head of an endoprosthesis of a hip joint in reverse motion.

In order to explain the phenomena occurring during the change of motion direction, an equation of motion of the bearing in relation to the head of an endoprosthesis was solved; the measurements were taken on a model stand.