

# **PROBLEMY NIEKONWENCJONALNYCH UKŁADÓW ŁOŻYSKOWYCH**

## **Łódź 15-16 maja 1997 roku**

Jan Burcan, Łukasz Wiktorek  
*Politechnika Łódzka*

### **POMIARY MOMENTU TARCIA ŁOŻYSKOWANIA LAMPY CHIRURGICZNEJ**

#### **SŁOWA KLUCZOWE**

łożyskowanie, tarcie, pomiary, pozycjonowanie, moment tarcia, łatwość obsługi, niezawodność

#### **STRESZCZENIE**

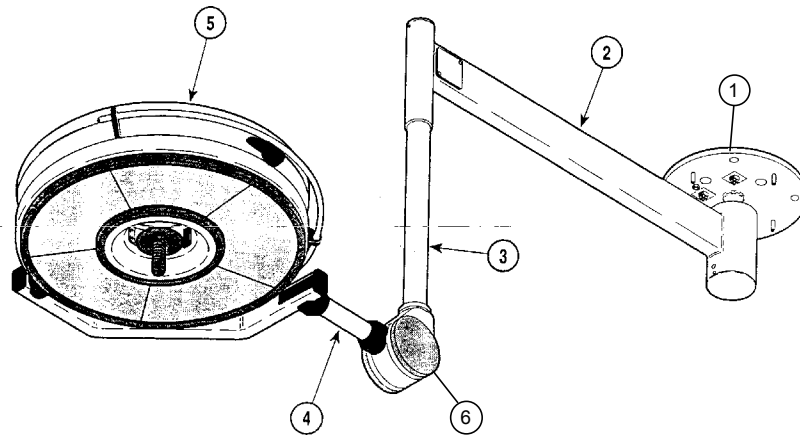
Problemy większości konstrukcji stosowanych w technikach medycznych są typowe dla mechatroniki, nowej, interdyscyplinarnej nauki, zajmującej się zagadnieniami z pogranicza budowy maszyn, elektroniki i informatyki. W referacie omówiono sposób przeprowadzenia pomiarów momentu tarcia łożyskowania lampy chirurgicznej, oraz jego wpływ na parametry związane z mobilnością układu.

#### **WPROWADZENIE**

Aparatura i sprzęt medyczny powinny zapewniać wymaganą precyzję działania, uzyskanie dokładnego pozycjonowania oraz zaufanie i pewność pacjenta korzystającego ze sprzętu i obsługującego ten sprzęt personelu. Wszystkie urządzenia powinny wykazywać niezawodność i poprawność działania w warunkach "szpitalnej eksploatacji" oraz brak szkodliwości urządzenia dla pacjenta. Specyficzne warunki eksploatacyjne wymagają stosowania nietypowych materiałów. Węzły tarcia często pracują w zmiennych warunkach termicznych, w środowisku o różnej wilgotności. Czynniki te, w przypadku bardzo starannie wykonanych czopów i panewek, zmontowanych z niewielkimi wartościami luzu, mogą istotnie oddziaływać na ich pracę. Z uwagi na potrzebę odkażania elementów a niekiedy całych układów aparatury medycznej, pożądana jest odporność na zanieczyszczenia roboczych powierzchni cieciami sterylizującymi i utratę własności przeciwciernych. Uzyskanie w sposób powtarzalny wymienionych cech wymaga systemowej analizy warunków pracy układów łożyskowych.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu obciążenia łożysk na zachowanie się układu lampa chirurgiczna-zawiesie (rys. 1): podczas spoczynku, w momencie rozpoczęcia ruchu i podczas trwania ruchu. Zaprojektowanie dobrego zawiesia wymaga doboru odpowiednich materiałów współpracujących części, doboru mas poruszających się zespołów, zastosowania odpowiedniego napięcia wstępnego w układzie łożyskowania oraz prawidłowego montażu i wypoziomowania układu z uwagi na opory

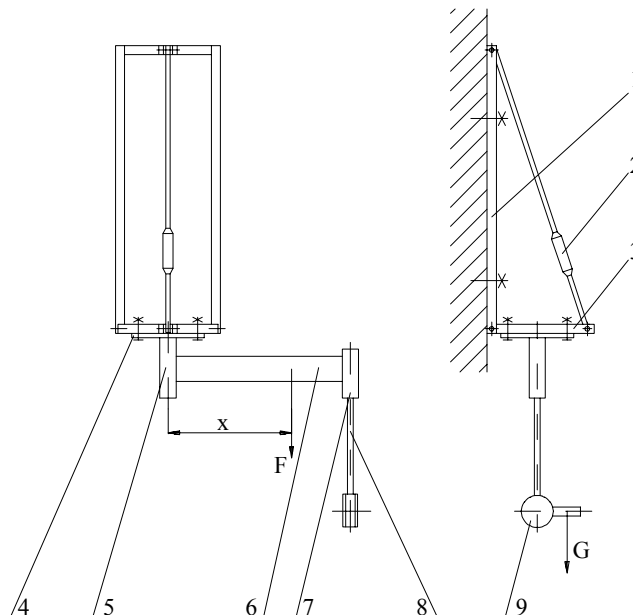
tarcia. Wszystkie te czynniki mają bezpośredni wpływ na łatwość obsługi, dokładność pozycjonowania i niezawodną pracę łożyskowanych elementów, bez drgań i przerw w ruchu.



Rys. 1. Schemat pojedynczej lampy operacyjnej mocowanej do sufitu,  
1 - uchwyt mocowany do sufitu, 2, 3, 4 - ramiona zawieszenia, 5 - lampa, 6- przegub

## STANOWISKO BADAWCZE

Przedmiotem badań jest zespół pozycjonujący lampy chirurgicznej. Dla potrzeb badawczych uchwyt 5 (rys. 2), przy pomocy którego lampa mocowana jest do sufitu został połączony ze specjalnie zaprojektowaną ramą [1], [2]. Dzięki temu lampa może być dokładnie wypoziomowana, a zastosowanie nakrętki rzymskiej 2 pozwala na zmianę kąтового położenia zawiesia lampy w sposób ciągły i płynny, co jest konieczne dla prawidłowego przeprowadzenia pomiarów.



Rys. 2. Schemat stanowiska pomiarowego; 1 - rama mocująca do ściany,  
2 - nakrętka rzymska, 3 - płyta mocująca uchwyt lampy, 4 - uchwyt lampy, 5,7 - zespół łożysk,  
6 - ramię poziome, 8 - ramię pionowe. 9 - przegub

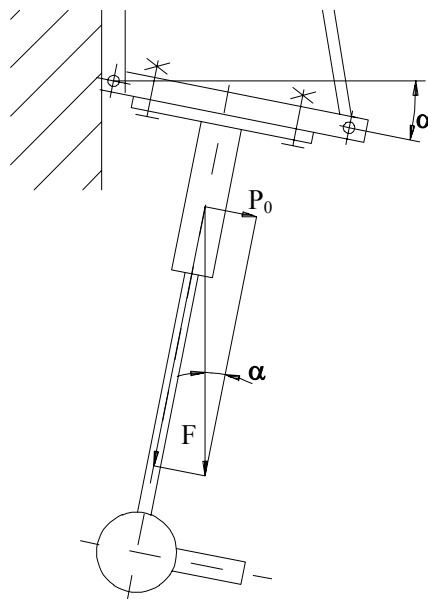
Rama 1 przymocowana jest bezpośrednio do ściany. Rama ta łączy się z poziomą płytą 3, mocującą uchwyt lampy oraz śrubą rzymską 2, której zmiana długości powoduje zmianę położenia kąтового płyty 3 i całego zawiesia lampy. Zawiesie lampy składa się z bardzo wielu elementów, połączonych między sobą tak, że tworzą one szczególny układ dźwigniowy zapewniający przestrzenne pozycjonowanie lampy. Uzyskanie dowolnego położenia w płaszczyźnie poziomej możliwe jest dzięki obrotowi wokół dwu osi: 6 - wokół osi pionowej uchwyty mocującego zawiesie do ramy, 8 - wokół osi ramienia pionowego oznaczonego nr 9. Lampa może także przemieszczać się w kierunku „górną-dół” dzięki przegubowi 4. Przegub ten jest bardzo odpowiedzialnym elementem, gdyż musi zapewnić stałość położenia nastawionego przez operatora [3].

## WYNIKI POMIARÓW

W badaniach określono wpływ obciążenia łożysk na moment tarcia łożyskowania lampy chirurgicznej.

Przystąpienie do pomiarów zostało poprzedzone precyzyjnym wypoziomowaniem zawiesia, gdyż ma to istotny wpływ na dokładność i wiarygodność otrzymanych wyników.

Pomiary polegały na zaobserwowaniu momentu ruchu ramienia lampy, podczas płynnej zmiany kątowej położenia płyty mocującej uchwyt lampy. Zmianę położenia płyty mocującej dokonywano przy pomocy nakrętki rzymskiej. Następnym etapem było sprawdzenie dla jakiej granicznej wartości kąta niewypoziomowania zawiesia lampy  $\alpha$  następuje przejście ze stanu spoczynku do ruchu (rys.3.).



Rys. 3. Szkic rozkładu sił

Opisany cykl pomiarów powtarzano dla różnych obciążeń zawiesia. Są to następujące przypadki obciążenia:

- zawiesie bez lamp,
- z małą lampą,
- z dużą lampą,
- z dwoma lampami jednocześnie.

Masy dla każdego z przypadków zestawiono w tabeli 1.

Poziomowanie zostało przeprowadzone przy pomocy poziomnicy koincydencyjnej, która posłużyła także do określania kątów niewypoziomowania w następnym etapie pomiarowym. Ze względu na mały zakres poziomnicy  $\pm 10\text{mm/m} \approx \pm 34'$  skorzystano z płytek wzorcowych podkładanych pod przyrząd pomiarowy w celu dokonywania odczytów w zakresie pomiarowym przyrządu. Dla zapewnienia powtarzalności odczytów, pomiar poziomnicą przeprowadzono na poziomym ramieniu zawiesia, zawsze w tym samym miejscu [4].

W tabeli 1 zostały zestawione końcowe wyniki otrzymane na podstawie przeprowadzonego badania.

Tabela 1. Parametry zawiesia podczas prowadzenia badań.

| Obciążenie zawiesia | Ciężar zawiesia<br>F [N] | Odległość środka ciężkości<br>x [m] | Kąt niewypoziomowania<br>$\alpha$ [°] | Siła graniczna<br>P <sub>0</sub> [N] | Moment tarcia<br>M <sub>T</sub> [Nm] |
|---------------------|--------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Bez lamp            | 295                      | 0.62                                | 1.51                                  | 7.77                                 | 4.82                                 |
| Mała lampa          | 411                      | 0.73                                | 1.09                                  | 7.82                                 | 5.71                                 |
| Duża lampa          | 489                      | 0.79                                | 0.99                                  | 8.45                                 | 6.68                                 |
| Dwie lampy          | 605                      | 0.82                                | 0.91                                  | 9.61                                 | 7.88                                 |

## WNIOSKI KOŃCOWE

Rozpatrując otrzymane wyniki można zauważyć wyraźne, że wraz ze wzrostem obciążenia zawiesia rośnie moment tarcia w węźle łożyskowania lampy chirurgicznej. Jednocześnie maleje kąt niewypoziomowania, przy którym następuje samoczynny obrót ramienia lampy. Oznacza to, że im cięższa jest lampa, tym wymagania dotyczące poziomicowania stają się bardziej znaczące.

Moment tarcia można obniżyć przez zmniejszenie współczynnika tarcia w łożyskach. Uzyskuje się to np., przez zastosowanie odpowiednich środków smarnych lub też przez zmianę napięcia wstępnego w węźle łożyskowym. Obniżony moment tarcia powoduje łatwiejszą zmianę pozycji lampy, ale też może być przyczyną jej niestabilności w zadanym położeniu. W takich wypadkach niejednokrotnie konieczne jest stosowanie specjalnych układów hamujących.

Jednym z podstawowych problemów konstruowania systemu łożyskowań jest prawidłowy dobór parametrów konstrukcyjno-materiałowych umożliwiających uzyskiwanie, w sposób powtarzalny, odpowiednio dobranych oporów ruchu.

Złe wypoziomowanie, oraz nieodpowiedni dobór momentu tarcia mogą być przyczyną:

- kłopotliwego pozycjonowania lampy, związanego z oporami ruchu
- niestabilnego ruchu związanego z drganiami układu
- braku zapewnienia powtarzalności pozycjonowania
- samoczynnej zmiany położenia lampy
- zagrożenia dla pacjenta, operatora, a także innych urządzeń znajdujących się w polu działania lampy.

Wyniki uzyskane z badań pozwalają na systemowe wyeliminowanie niekorzystnych zjawisk opisanych powyżej, przy jednoczesnym zwiększeniu mobilności i funkcjonalności układów łożyskowych lamp operacyjnych, dzięki czemu będą one spełniać warunki zaufania i komfortu dla obsługującego personelu. Jednocześnie, pomiary pozwalają określić zakres

błędów poziomowania, przy pozostawieniu których możliwe jest stabilne pozostawanie lampy w nastawionym położeniu.

#### LITERATURA

1. J. Burcan (1993o): *Bio-ergonomiczne uwarunkowania pracy węzłów tarcia aparatury i sprzętu rehabilitacyjnego*, Konferencja nt.:Problemy Niekonwencjonalnych Układów Łożyskowych, Łódź, 6-7 grudnia 1993, publikowane: materiały konferencyjne, s 74-80,
2. J. Burcan (1994l): Tribologiczno ergonomiczne uwarunkowania pracy zespołów pozycjonujących lampy chirurgiczne, 2 *Mechanika w Medycynie*. Zbiór prac seminarium naukowego. [T.] 2. Rzeszów 1994 s 105-114
3. J. Burcan, L. Jankowski (1995q): Pozycjonowanie zespołów urządzeń medycznych w aspekcie oporów ruchu w ich węzłach ciernych, *XVII Sympozjon PKM*, Lublin - Nałęczów, 18-23 09 1995, Referaty Naukowe T. 2, Cz 1, s 150-155
4. Ł. Wiktor: Badania stateczności zawiesia lamp chirurgicznych w funkcji wypoziomowania i oporów tarcia w ich węzłach łożyskowych, Praca przejściowa wykonana w roku akademickim 1996/97.

### THE MEASUREMENTS OF THE MOMENT OF FRICTION OF A SURGICAL LAMP

#### Summary:

The aim of the conducted research was to determine the influence of the loading of bearings on the functioning of the surgical lamp - lifting sling system during rest, at the beginning of the motion and during the motion. In order to design a good lifting sling it is necessary to select appropriate materials of mating parts, the mass of the moving systems, to apply proper input voltage in the bearing system as well as proper assembling and levelling of the system considering friction resistance.

The paper describes the way of taking measurements of the moment of friction of a surgical lamp and its influence on the parameters connected with the mobility of the system.

**Recenzent: dr n. med. Janusz Cwanek**