

Ćwiczenie 1

WYZNACZANIE WARTOŚCI WSPÓŁCZYNNIKA TARCIA ORAZ SPRAWNOŚCI ŚRUB MECHANIZMOWYCH

1.1. WSTĘP

Jednym ze sposobów wyznaczania sprawności mechanizmu śrubowego jest doświadczalne określenie wartości współczynnika tarcia w danych warunkach pracy. Sprawność mechanizmu śrubowego jest bowiem funkcją geometrycznych parametrów gwintu oraz kąta tarcia ρ :

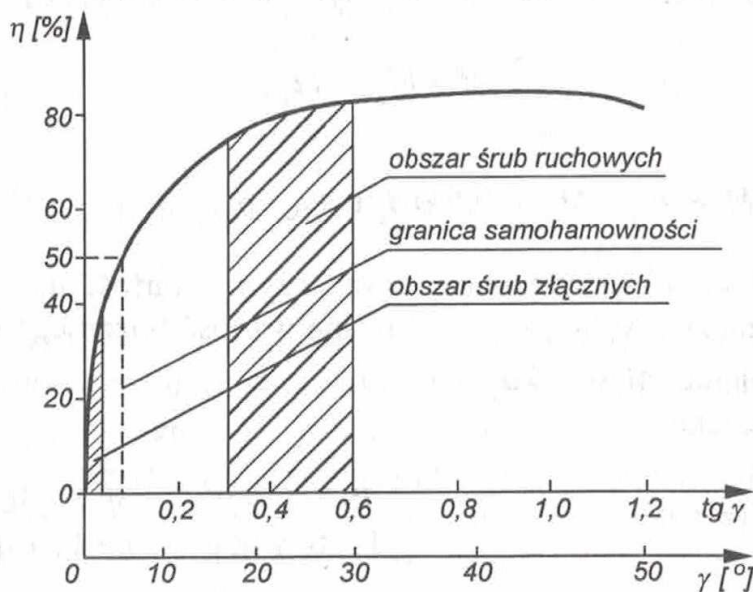
$$\eta = \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg}(\gamma + \rho')}, \quad (1.1)$$

gdzie: γ – kąt pochylenia linii śrubowej gwintu,
 ρ' – pozorny kąt tarcia,

$$\operatorname{tg} \rho' = \frac{\operatorname{tg} \rho}{\cos \alpha_r}, \quad (1.2)$$

α_r – roboczy kąt zarysu gwintu.

Kąt pochylenia linii śrubowej ma decydujący wpływ na sprawność mechanizmu śrubowego. Zależność $\eta = f(\gamma)$ dla $\mu = 0,1$ ($\rho = 5^\circ 40'$) i $\alpha_r = 15^\circ$ została przedstawiona na rys. 1.1.

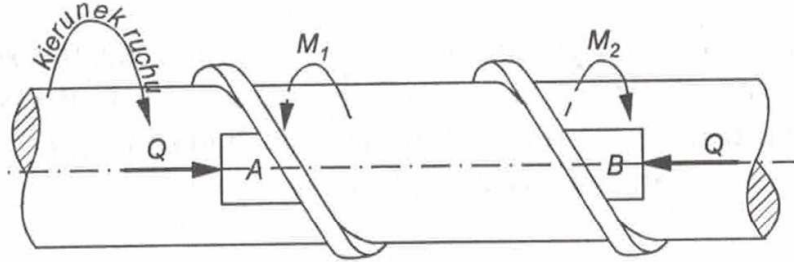


Rys. 1.1. Sprawność mechanizmu śrubowego w zależności od kąta pochylenia linii śrubowej

Wpływ kąta zarysu na sprawność jest znacznie mniejszy. Różnica sprawności pewnego gwintu prostokątnego oraz trapezowego o kącie zarysu $0,52 \text{ rad}$ (30°), przy zachowaniu analogicznych pozostałych parametrów obu gwintów, wynosi około 1%.

1.2. METODA WYZNACZANIA WSPÓLCZYNNIKA TARCIA

Na rys. 1.2 została przedstawiona śruba o prawoskrętnym gwincie, z dwiema nakrętkami A i B .



Rys. 1.2. Schemat badanego mechanizmu śrubowego

Przy zamierzonym ruchu śruby, zgodnym z kierunkiem zaznaczonym na rysunku, na śrubę działa pochodzący od nakrętki A moment:

$$M_1 = 0,5 \Theta d_s \operatorname{tg}(\gamma + \rho'), \quad (1.3)$$

przeciwdziałający obrotowi śruby oraz moment od nakrętki B zgodny z kierunkiem ruchu:

$$M_2 = 0,5 \Theta d_s \operatorname{tg}(\gamma - \rho'). \quad (1.4)$$

Warunkiem wystąpienia ruchu śruby w żądanym kierunku jest przyłożenie dodatkowego momentu M takiego, aby była spełniona nierówność:

$$M + M_2 > M_1, \quad (1.5)$$

stąd:

$$M > M_1 - M_2 = 0,5 \Theta d_s [\operatorname{tg}(\gamma + \rho') - \operatorname{tg}(\gamma - \rho')]. \quad (1.6)$$

Jeżeli w sposób eksperymentalny wyznaczymy wartość momentu M , to ze związku (1.6) można wyliczyć poszukiwaną wartość pozornego kąta tarcia ρ' .

Po podstawieniu $M/0,5 \Theta d_s = c$, $\operatorname{tg} \gamma = a$, $\operatorname{tg} \rho' = x$, otrzymamy zależność (1.6) w postaci:

$$\begin{aligned} c = \operatorname{tg}(\gamma + \rho') - \operatorname{tg}(\gamma - \rho') &= \frac{\operatorname{tg} \gamma + \operatorname{tg} \rho'}{1 - \operatorname{tg} \gamma \operatorname{tg} \rho'} - \frac{\operatorname{tg} \gamma - \operatorname{tg} \rho'}{1 + \operatorname{tg} \gamma \operatorname{tg} \rho'} = \\ &= \frac{a + x}{1 - ax} - \frac{a - x}{1 + ax}. \end{aligned} \quad (1.7)$$

Po przekształceniu otrzymamy równanie kwadratowe:

$$ca^2x^2 + (2 + 2a^2)x - c = 0, \quad (1.8)$$

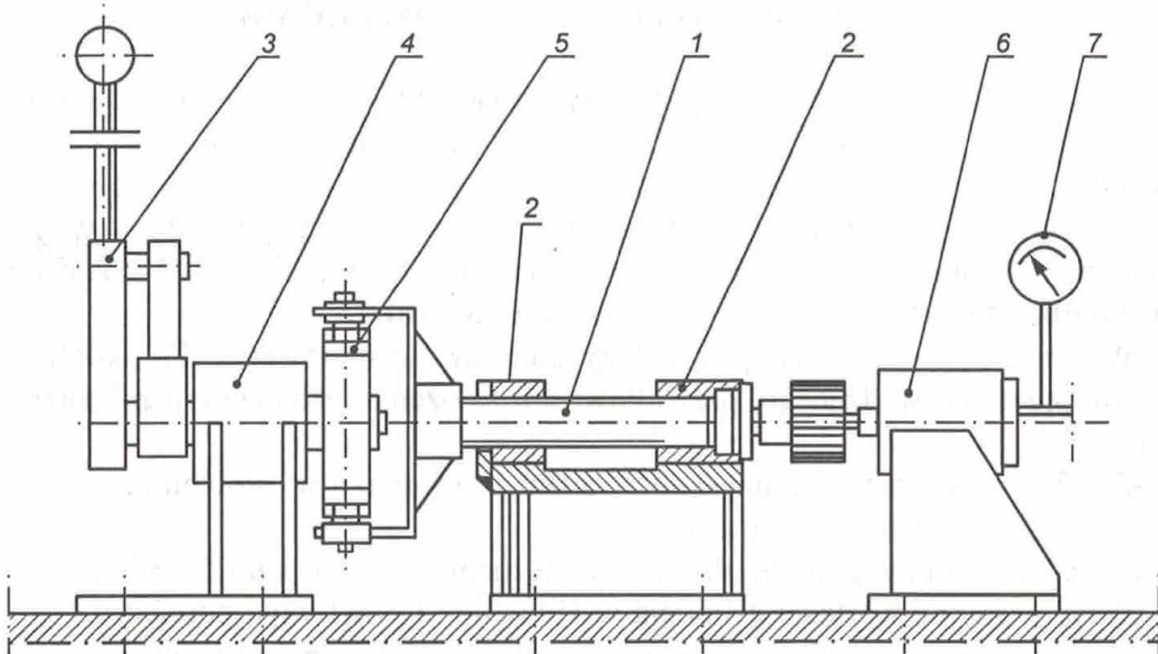
którego rozwiązania mają postać:

$$x_{1,2} = \frac{-(2 + 2a^2) \pm \sqrt{(2 + 2a^2)^2 + 4a^2c^2}}{2a^2c} = \operatorname{tg} \rho' = \mu'. \quad (1.9)$$

Oczywiście sens fizyczny może mieć tylko rozwiązanie dodatnie.

1.3. STANOWISKO BADAWCZE DO WYZNACZANIA WSPÓŁCZYNNIKA TARCIA MECHANIZMU ŚRUBOWEGO

Schemat stanowiska badawczego przedstawia rys. 1.3.



Rys. 1.3. Stanowisko badawcze: 1 – badana śruba, 2 – nakrętka, 3 – dźwignia z układem pomiarowym momentu, 4 – wałek pośredni, 5 – sprzęgło, 6 – siłownik hydrauliczny, 7 – manometr

Do pomiaru wartości momentu M zastosowano metodę tensometrii oporowej. Sygnał elektryczny z czujników tensometrycznych, umieszczonych na ramce sprzężonej z dźwignią (3), przekazywany jest na mostek tensometryczny, a następnie na rejestrator, za pomocą którego dokonywany jest zapis wartości momentu M .

Zastosowanie wałka pośredniego oraz sprzęgła (5) zapewnia możliwość wywoływania ruchu śruby poprzez przykładanie momentu skręcającego. W tym celu należy przed pomiarem uzyskać styk obu łożysk tocznych sprzęg-

ła z jarzmem śruby. Otrzymuje się to poprzez regulację mimośrodowych osadzeń łożysk w ramionach sprzęgła.

1.4. PRZEDMIOT I CEL BADAŃ

Przedmiotem badań są mechanizmy złożone ze śruby oraz dwóch nakrętek (rys. 1.2). Mechanizmy te różnią się liczbą nitek gwintu (krotnością gwintu), co – przy zachowaniu stałej wartości podziałki – daje różne wartości skoku linii śrubowej. Pozostałe parametry geometryczne badanych mechanizmów, takie jak zarys gwintu i jego średnice, są identyczne.

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie wartości momentu M (1.6), potrzebnego do obrócenia badanych śrub dla różnych wartości ich obciążenia. Pozwala to w dalszej kolejności na obliczenie wartości współczynnika tarcia oraz sprawności poszczególnych mechanizmów i ich wzajemne porównanie. Końcowym efektem badań jest ustalenie zależności sprawności mechanizmu śrubowego jako funkcji zmian pochylenia linii śrubowej.

1.5. SPOSÓB WYKONANIA ĆWICZENIA

Mostek tensometryczny powinien być włączony około pół godziny przed rozpoczęciem pomiarów. Bezpośrednio przed pomiarami mostek należy wyzerować.

Przewidziane do badań mechanizmy śrubowe należy pomierzyć w celu ustalenia podstawowych parametrów geometrycznych gwintów. **W żadnym przypadku nie wolno zdejmować nakrętek ze śrub.**

Wybraną śrubę z nakrętkami należy umieścić w stanowisku. Po skontrolowaniu przez prowadzącego prawidłowości założenia badanego mechanizmu, należy:

- a) obciążyć nakrętki przez uzyskanie żadanego ciśnienia w siłowniku,
- b) uruchomić rejestrator momentu,
- c) pociągnąć za dźwignię, aż do uzyskania ruchu śruby (o kąt $25 \div 30^\circ$),
- d) zadać następane wartości ciśnienia w siłowniku i powtórzyć pomiary.

Wszystkie pomiary należy wykonywać dla zbliżonych wartości prędkości ruchu dźwigni. W przypadku konieczności wykonania ruchu powrotnego dźwigni trzeba wcześniej odciążyć nakrętki poprzez obniżenie ciśnienia w siłowniku. Pomiary należy wykonać dla wszystkich przewidzianych do badań mechanizmów śrubowych.

1.6. OPRACOWANIE WYNIKÓW

Na podstawie zapisanych wskazań mostka tensometrycznego należy za pomocą znanej charakterystyki użytej ramki tensometrycznej określić wartości momentu M . Następnie należy obliczyć wartości współczynników tarcia oraz

sprawności badanych mechanizmów śrubowych przy zadanych obciążeniach. Ze względu na znaczną pracochłonność obliczeń oraz konieczność zapewnienia odpowiedniej ich dokładności, należy przy opracowywaniu wyników posłużyć się oprogramowanym kalkulatorem.

Wyniki obliczeń należy zamieścić w tablicy sprawozdania oraz przedstawić w formie graficznej na wykresach.

Opracowanie powinno zawierać krótkie omówienie otrzymanych wyników.

1.7. OBOWIĄZUJĄCY ZAKRES WIADOMOŚCI DO ZALICZENIA ĆWICZENIA

1. Rodzaje gwintów.
2. Parametry geometryczne gwintów.
3. Pozorny współczynnik tarcia.
4. Rozkład sił na gwincie.
5. Moment tarcia mechanizmu śrubowego.
6. Sprawność mechanizmu śrubowego.

LITERATURA

- [1] Osiński Z., Bajon W., Szucki T.: Podstawy konstrukcji maszyn. PWN, Warszawa 1986.
[2] Korewa W., Zygmunt K.: Podstawy konstrukcji maszyn cz.II. WNT, Warszawa 1975.