

ĆWICZENIE LABORTORYJNE

BADANIE ZAKRĘTOMIERZA LOTNICZEGO

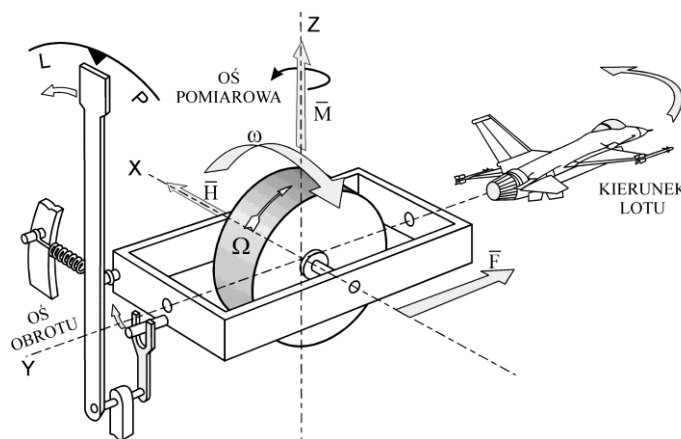
1. Wiadomości teoretyczne

Zakrętomierz to przyrząd giroskopowy przeznaczony do wskazywania zmiany kierunku lotu i przybliżonej prędkości kątowej samolotu w zakręcie.

W zakręcie płaskim dla zakrętomierza EUP-53 (elektryczeskiej ukazatel poworota) zaznaczone na skali działki, oznaczają prędkość kątową zakrętu odpowiednio: 1, 1; 2, 3 i 4 [stopnie/sek.].

W ściśle określonych warunkach lotu, tzn. w zakręcie prawidłowym z prędkością liniową skalowania (500km/h)– wskazania zakrętomierza EUP-53 odpowiadają kątowi przechylenia samolotu - 15, 30 lub 45 stopni.

Zakrętomierz początkowo nazywany był „wskaznikiem lotu prostoliniowego” i jest najstarszym (z ponad 100-letnią historią) lotniczym giroskopowym przyrządem pomiarowym.



W zakrętomierzach wykorzystuje się giroskopy o 2 stopniach swobody. Oś obrotów własnych wirnika jest równoległa do osi poprzecznej samolotu, a oś obrotu ramki zawieszenia- równoległa do osi podłużnej SP. Osią pomiarową jest więc oś prostopadła do płaszczyzny wyznaczonej przez ww. osie. Jest ona z kolei równoległa do osi normalnej samolotu.

Ramka, w locie prostoliniowym horyzontalnym, utrzymywana jest w płaszczyźnie horyzontu za pomocą sprężyn korekcyjnych o współczynniku sztywności K.

W zakręcie, na wirujący giroskop, poprzez łożyska wirnika oddziałuje moment obrotowy, który powoduje ruch precesyjny wirnika z ramką zawieszenia wokół jej osi obrotu. Ramka z wirnikiem obraca się do chwili zrównoważenia momentu giroskopowego momentem od ściskanej sprężyny.

Kąt wychylenia ramki względem obudowy przyrządu określa wzór:

$$\alpha = \frac{J\Omega\omega_{zakr}}{K} \cos \varphi$$

Kąt wychylenia ramki jest więc proporcjonalny do prędkości kątowej zakrętu i do cosinusa kąta przechylenia. Tylko w zakręcie płaskim (bez przechylenia) wskazania są proporcjonalne do prędkości kątowej zakrętu. W zakręcie z przechyleniem, wskazania dla tych samych prędkości kątowych zakrętu zmniejszają się wraz ze zwiększaniem się kąta przechylenia.

W związku z tym, że wychylenie ramki (wskazania zakrętomierza) są również zależne od kąta przechylenia, zakrętomierz nie jest na ogół wyskalowany, a wskazania są jedynie traktowane jako informacja jakościowa o tym, że samolot zmienia kierunek lotu, ze wskazaniem w którą stronę.

Zakrętomierze mają dość wysoki próg czułości – tzn zauważalne wychylenie ramki (zmiana wskazań) wynika z konieczności pokonania przez moment giroskopowy momentu „oporowego” uginanej sprężyny.

CEL ĆWICZENIA

Celem ćwiczenia jest zaznajomienie słuchaczy z zasadą działania zakrętomierza lotniczego.

STANOWISKO LABORATORYJNE

Stanowisko laboratoryjne do badania właściwości zakrętomierza lotniczego składa się ze stołu obrotowego z regulacją prędkości oraz badanego zakrętomierza lotniczego.

PRZEBIEG ĆWICZENIA

1. Przygotowanie urządzeń stanowiska laboratoryjnego do pracy

Badany zakrętomierz lotniczy należy zamocować do stołu obrotowego w położeniu poziomym oraz w statywie z podziałką kątową. Po właściwym podłączeniu stołu obrotowego do źródła zasilania należy sprawdzić prawidłowość jego działania.



GRUPA LABORATORYJNA:

Nazwa grupy Data wykonania ćwiczenia:

Skład grupy:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.
- 11.
- 12.
- 13.
- 14.

2. Pomiar czułości zakrętomierza

Przy prędkościach obrotowych stołu: 0,6 %/s i 1,5 %/s dla ruchu w lewo i w prawo należy określić wychylenie wskazówki zakrętomierza według skali znajdującej się na statywie. Wskazania zakrętomierza podczas płaskiego zakrętu z ww. prędkościami obrotowymi powinny wynosić odpowiednio: $4^{\circ} \pm 2^{\circ}$ i $12^{\circ} \pm 2^{\circ}$. Wyniki pomiaru zanotować w tabeli 1.

Tabela 1.

Kierunek obrotów	W lewo	W prawo	Wartość średnia
Prędkość obrotowa ω [%/s]			
0,6			
1,5			

3. Pomiar błędu wskazań zakrętomierza przy przechyleniach

Błąd wskazań zakrętomierza lotniczego będzie badany przy przechyleniach przyrządu 15° , 30° i 45° . Określa się go dla prędkości obrotowych 1,1%/s, 2,3%/s i 4%/s. Dla odpowiednich prędkości obrotowych stanowiska i danych przechylenia należy sprawdzić zgodność pokrycia się wskazówki kolejno z pierwszą, drugą i trzecią działką skali przy obrocie stołu w lewo i w prawo. Błąd wskazań nie powinien być większy niż $\pm 1,5^{\circ}$. Otrzymane wyniki należy umieścić w tabeli 2.

Tabela 2.

Prędkość obrotowa ω [%/s]	Przechylenie przyrządu [°]	W lewo	W prawo	Wartość średnia
1,1	15			
	30			
	45			
2,3	15			
	30			
	45			
4	15			
	30			
	45			

4. Pomiar wpływu przechylenia na wskazania zakrętomierza

Przy prędkościach obrotowych 1,1%/s, 2,3%/s i 4%/s należy określić wychylenie wskazówki zakrętomierza dla różnych wartości przechylenia w zakresie 0° - 90° . Prędkości obrotowe stołu należy ustawić przy pomocy

regulatora obrotów. Przyjmując dla wybranej prędkości obrotowej i przechylenia 0° wychylenie wskazówki za 100% należy obliczyć procentowe wychylenie wskazówki dla różnych kątów przechylenia. Pomiar wykonuje się przy ruchu stołu w jedną (dowolną) stronę. Wyniki należy umieścić w tabeli 3, a obliczenia w tabeli 4.

Tabela 3.

Prędkość obrotowa ω [°/s]	1,1	2,3	4
Przechylenie przyrządu [°]			
0			
10			
20			
30			
40			
50			
60			
70			
80			
90			

Tabela 4.

Prędkość obrotowa ω [°/s]	1,1	2,3	4
Przechylenie przyrządu [°]			
0	100%	100%	100%
10			
20			
30			
40			
50			
60			
70			
80			
90			

5. Pomiar położenie wskazówki zakrętomierza na zerowe działce skali

W tym punkcie zrealizowane zostaną dwa badania:

- pomiar czasu powrotu wskazówki zakrętomierza do położenia zerowego ze skrajnych położeń;
- pomiar odchylenia wskazówki zakrętomierza do podziałki zerowej.

Dla pierwszego pomiaru stół obrotowy wraz z zamontowanym na nim w położeniu poziomym zakrętomierzem obraca się w lewo i w prawo z prędkości obrotową $6^\circ/\text{s}$. Po około pół obrotu stołu należy go zatrzymać wyłączając sprzęgło i włączając sekundomierz. Następnie notuje się czas ustawienia wskazówki z zerową podziałką skali.

W drugim przypadku odchylenie wskazówki od podziałki zerowej skali zakrętomierza określa się obracając ruchomy pierścień statywu wraz z przyrządem w prawo i w lewo o 90° . Odchylenie wskazówki zerowej działki skali określa się według skali na statywie.

SPRAWOZDANIE

W sprawozdaniu należy zamieścić:

- protokół z ćwiczenia laboratoryjnego;
- tabele pomiarowe wraz z dokonanymi obliczeniami;
- wnioski dotyczące otrzymanych wyników.

Ponadto sprawozdanie powinno zawierać wykres wpływu przechyleń przyrządu na wskazania dla badanych prędkości obrotowych stołu w zakresie przechyleń $0 \div 90^\circ$.