

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY PATENTU TYMCZASOWEGO

83279

Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 26.02.1972 (P. 153916)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 31.05.1974

Opis patentowy opublikowano: 15.06.1976

MKP G01p 3/36

Int. Cl.² G01P 3/36

GZYTELNIA

Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Twórcy wynalazku: Paweł Osiennik, Adam Dubik

Uprawniony z patentu tymczasowego: Wojskowa Akademia Techniczna im. Jarosława Dąbrowskiego
Warszawa (Polska)

Sposób pomiaru położenia kąтового i prędkości kąto- wej wałów oraz układ do stosowania tego sposobu

Przedmiotem wynalazku jest sposób pomiaru położenia kąto-
wego i prędkości kąto-
wej wałów oraz układ
do stosowania tego sposobu.

Znany jest sposób pomiaru położenia kąto-
wego wałów polegający na wyznaczeniu charakterystyk
sygnałów wyjściowych urządzenia pomiarowego, które są funkcją położenia kąto-
wego wału. Urządzenie
pozwalające wyznaczyć takie charakterystyki, stanowi na przykład transformator obrotu zwany także transfor-
matorem położenia kąto-
wego.

Wirnik takiego transformatora posiada dwa uzwojenia przesunięte względem siebie o kąt 90° i jest
sprzęgnięty z badanym wałem.

Na uzwojenie stojana podaje się napięcie przemienne $U(t) = U_m \sin \omega t$, które wytwarza przemienne pole
magnetyczne, indukujące SEM w uzwojeniach wirnika.

Zmiana położenia wirnika powoduje zmianę, odbieranych z uzwojeń wirnika, sygnałów wyjściowych
określonych funkcjami:

$$U_1 = U_m \sin \omega t \cdot \sin \alpha$$

$$U_2 = U_m \sin \omega t \cdot \cos \alpha$$

gdzie α — jest kątem położenia badanego wału.

Urządzenie to ma jednak szereg wad. Wymaga mechanicznego połączenia jego części obrotowej z badanym
wałem co powoduje także dodatkowe obciążenie badanego wału zwiększając jego moment bezwładności i tarcia.
Posiada ograniczony zakres pomiaru przy dużych prędkościach obrotowych wału ze względu na ograniczoną
przez materiał magnetyczny, wartość częstotliwości nośnej. Urządzenie to posiada duży stopień zużywalności
a technologia jego wykonania jest skomplikowana i trudna, gdyż od prawidłowego rozmieszczenia uzwojeń
wirnika i stojana zależy w dużym stopniu dokładność wskazań. Ponadto transformator taki daje bezpośredni
pomiar jedynie położenia kąto-
wego wału i chcąc mierzyć jednocześnie prędkość obrotową wału, trzeba
stosować dodatkowe urządzenie w postaci prądnicy tachometrycznej, stroboskopu lub podobnego urządzenia.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu pomiaru położenia kąowego wału, pozwalającego mierzyć równocześnie jego prędkość obrotową i liczbę obrotów, oraz układ do stosowania tego sposobu nie posiadającego wad znanych urządzeń służących dotychczas do tego typu pomiarów. Cel ten osiągnięto przez wykorzystanie spolaryzowanego strumienia światła jako nośnika informacji o położeniu kątowym badanego wału.

Istota wynalazku polega na tym, że co najmniej jedną wiązkę światła spolaryzowanego liniowo, o stałym natężeniu, skierowaną pod dowolnym kątem różnym od zera w stosunku do płaszczyzny czołowej wału przepuszcza się przez analizator polaryzacyjny, którego płaszczyzna czynna jest prostopadła do osi obrotu wału i który jest połączony sztywno z wałem, a następnie wiązkę podaje się na fotodetektor, bezpośrednio lub jako wiązkę odbitą od zwierciadła. Fotodetektor przetwarza wiązkę światła na sygnał elektryczny, który podaje się na urządzenie pomiarowe.

Układ do stosowania tego sposobu zawiera źródło światła spolaryzowanego liniowo i o stałym natężeniu, analizator polaryzacyjny połączony sztywno z badanym wałem tak, aby płaszczyzna czynna analizatora była prostopadła do osi wału. Blok światłodzielący światło spolaryzowane wysyłane przez źródło na n wiązek i przesuwający o kąt $\frac{\pi}{n}$ płaszczyzny polaryzacji tych wiązek, umieszczony między źródłem światła i analizatorem polaryzacyjnym. Blok fotodetektorów umieszczony tak, aby wiązki, o zmodulowanym natężeniu światła przez położenie kątowne wału, poprzez nieruchome analizatory polaryzujące i elementy skupiające podawane były na fotodetektor bezpośrednio lub po odbiciu od zwierciadła, przy czym płaszczyzny polaryzacji nieruchomych analizatorów przesunięte są o kąt $\frac{\pi}{2}$ w stosunku do płaszczyzn polaryzacji odpowiednio każdej z wiązek padających na analizator polaryzacyjny połączony z wałem. Ponadto układ zawiera urządzenia pomiarowe, na które podawane są sygnały elektryczne z bloku fotodetektorów, pozwalające mierzyć położenie kątowne wału i/lub jego prędkość obrotową i/lub liczbę obrotów badanego wału.

Sposób i układ według wynalazku umożliwiają bezdotykowy pomiar zarówno położenia kątownego wału jak również jego prędkość kątowną oraz liczbę obrotów; pomiar położenia kątownego wałów może być dokonywany przy znacznie większych prędkościach kątowych niż to było możliwe za pomocą dotychczas znanych urządzeń. Ponadto sposób ten pozwala wykonywać pomiary dla wałów mikromechanizmów i wałów znajdujących się w stanach nie ustalonych oraz pozwala na wyeliminowanie czynników zewnętrznych na dokładność pomiaru, takich jak na przykład temperatura, zewnętrzne pola magnetyczne. Urządzenia pracujące według tego sposobu posiadają małe gabaryty oraz dłuższy czas eksploatacji niż znane urządzenia służące do tego typu pomiarów.

Sposób według wynalazku zostanie poniżej szczegółowo objaśniony na podstawie rysunku przedstawiającego schematycznie przykład układu do stosowania tego sposobu, w którym wykorzystano dwie wiązki światła.

Układ według wynalazku zawiera analizator polaryzacyjny 5, sklejoną ze zwierciadłem płaskim 6, które przyklejone jest do płaszczyzny czołowej badanego wału 7. Blok 2 światłodzielący i przesuwający płaszczyzny polaryzacji wiązek 3 i 4 światła wysyłanego przez źródło 1, umieszczony między źródłem 1 i analizatorem polaryzacyjnym 5. Ponadto urządzenie zawiera blok fotodetektorów 10 zawierający dwa fotodetektory, na które padają wiązki 3 i 4 po odbiciu od zwierciadła 6 i przejściu przez nieruchome analizatory polaryzacyjne 8 i urządzenie skupiające stanowiące dwa obiektywy lub dwie soczewki 9.

Urządzenie pomiarowe do pomiaru położenia kątownego wału 7 stanowi oscylograf 11 z pamięcią, do pomiaru prędkości kątownej stanowi na przykład cyfrowy częstotściomierz 13, a do pomiaru liczby obrotów elektronowy licznik impulsów 14. Sygnały z bloku 10 na przyrządy 13 i 14 podawane są przez sumator 12. Analizatory polaryzacyjne 8 umieszczone są tak, że płaszczyzna polaryzacji każdego analizatora przesunięta jest o kąt $\frac{\pi}{2}$ w stosunku do płaszczyzny polaryzacji odpowiednio każdej z wiązek padających na analizator 5.

Sposób według wynalazku polega na tym, że strumień światła liniowo spolaryzowanego, o stałym natężeniu wysyłany ze źródła 1, podawany jest na blok 2 dzielący strumień na wiązki 3 i 4 i przesuwający ich płaszczyzny polaryzacji o kąt $\varphi = \frac{\pi}{2}$. Następnie wiązki 3 i 4 podawane są na analizator polaryzacyjny 5 i zwierciadło 6. Wiązki 3 i 4 odbite od zwierciadła 6, posiadają natężenie zmodulowane położeniem kątowym wału 7, i podawane są poprzez analizatory 8 i soczewki 9 na blok fotodetektorów 10. Fotodetektory przetwarzają otrzymywane impulsy świetlne o zmodulowanym natężeniu na sygnały elektryczne, które podawane są na przyrządy pomiarowe.

Sygnały wyjściowe z fotodetektorów I_1 i I_2 w funkcji położenia kątownego badanego wału wyrażają się zależnościami:

$$I_1 = I_0 \sin \omega t = I_0 \sin^2 \alpha$$

$$I_2 = I_0 \sin^2 \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right) = I_0 \cos^2 \alpha$$

gdzie

ω — prędkość kątowna badanego wału

t — czas

I_0 — natężenie źródła światła

Wybór kąta $\varphi = \frac{\pi}{n}$, gdzie n jest ilością wiązek, jest uwarunkowany potrzebą eliminacji stref zmniejszonej czułości analizatora polaryzacyjnego 5.

Przez zastosowanie analizatorów 8, zwiększa się dwukrotnie częstotliwość sygnału wyjściowego z fotodetektorów przez co zwiększa się czułość pomiarową układu. Przesunięcie ich płaszczyzn polaryzacji względem płaszczyzn polaryzacji odpowiednio wiązek 3 i 4 jest warunkiem otrzymania jednakowych sygnałów wyjściowych.

Ilość fotodetektorów zawartych w bloku 10 jest równa ilości wiązek padających na analizator 5.

Soczewki 9 pozwalają na stosowanie fotodetektorów o niewielkiej powierzchni czynnej oraz eliminują niedokładność montażu jaka może wystąpić przy spełnianiu warunku prostopadłości osi badanego wału 7 do płaszczyzny analizatora 5.

Zastosowanie zwierciadła 6 pozwala na zmniejszenie gabarytów urządzenia i pozwala stosować źródła o mniejszym natężeniu światła.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób pomiaru położenia kątownego i prędkości kątowej wałów, z n a m i e n n y t y m, że co najmniej jedną wiązkę światła spolaryzowanego liniowo, o stałym natężeniu, skierowaną pod dowolnym kątem różnym od zera w stosunku do płaszczyzny czołowej wału, przepuszcza się przez analizator polaryzacyjny, którego płaszczyzna czynna jest prostopadła do osi obrotu wału i który jest połączony sztywno z wałem, po czym wiązkę podaje się na fotodetektor, bezpośrednio lub jako wiązkę odbitą od zwierciadła, który przetwarza wiązkę światła na sygnał elektryczny i podaje go na urządzenie pomiarowe.

2. Układ do stosowania sposobu według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że zawiera źródło (1) światła spolaryzowanego liniowo i o stałym natężeniu, analizator polaryzacyjny (5) połączony sztywno z badanym wałem (7) tak, aby płaszczyzna czynna analizatora była prostopadła do osi wału oraz blok (2) dzielący światło spolaryzowane na n wiązek i przesuwający o kąt $\frac{\pi}{n}$ płaszczyzny polaryzacji tych wiązek, umieszczony między źródłem (1) i analizatorem (5), a ponadto zawiera blok (10) z fotodetektorami na które, poprzez analizatory polaryzacyjne (8) i elementy skupiające (9), padają wiązki światła o natężeniu zmodulowanym położeniem kątowym wału (7) i przyrządy pomiarowe takie jak oscylograf (11) i/lub częstotściomierz (13) i/lub licznik impulsów (14) oraz zawiera zwierciadło (6) umieszczone na powierzchni analizatora (5) od strony powierzchni czołowej badanego wału lub w dowolnym miejscu układu tak, aby wiązki światła odbite od zwierciadła (6) padały na fotodetektory.

