



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

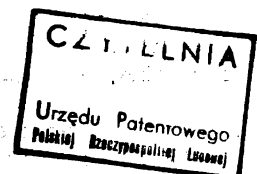
Zgłoszono: 14. 11. 77 (P. 202 126)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 04. 06. 79

Opis patentowy opublikowano: 15. 03. 1983

Int. Cl.³ G01B 7/04



Twórcy wynalazku: Vladimir Petrovič Nikolaev, Leopold Iosifovič Čajka, Ivan Vasil'evič Ivanov

Uprawniony z patentu: Vladimir Petrovič Nikolaev, Kolpino; Leopold Iosifovič Čajka, Kolpino; Ivan Vasil'evič Ivanov, Tosno (Związek Socjalistycznych Republik Radzieckich)

Czujnik położenia ciała przemieszczającego się liniowo

1

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do określania położenia obiektów ruchomych, a zwłaszcza czujnik położenia ciała przemieszczającego się liniowo, przeznaczony przede wszystkim do określania położenia ciała znajdującego się w naczyniu hermetycznym, na przykład do kontroli położenia i przemieszczania organów regulacyjnych reaktorów jądrowych.

Znany jest, na przykład, czujnik położenia przemieszczającego się ciała z opisu patentowego Stanów Zjednoczonych nr 3108213, który zawiera cewki z podwójnymi uzwojeniami, wewnątrz których przemieszcza się rdzeń z materiału magnetycznego i elementy stykowe.

Jedną z wad takiego czujnika jest obecność elementów stykowych wykonanych w postaci ślizgowych styków rozwiernych, co powoduje konieczność regularnej ich konserwacji, co, z kolei, jest trudne do realizowania, ponieważ elementy te umieszczone są w niebezpiecznej strefie promieniowania lub w strefie trudno dostępnej.

Inną wadą czujnika jest obniżanie się dokładności pomiarów przy dużych przemieszczeniach (rzędu kilku metrów), zwłaszcza na końcowych odcinkach przemieszczeń, jak również przy dużych prędkościach przemieszczeń, z powodu niemożności otrzymania równomiernego rozkładu strumienia magnetycznego na całej długości przemieszczania.

Wady te są wyeliminowane w czujniku opisanym w opisie patentowym RFN nr 1281597, zgodnie

2

z którym czujnik zawiera łączniki gazowe umieszczone wzdłuż drogi przemieszczenia organu regulacyjnego oraz magnes stały połączony z organem regulacyjnym i przemieszczający się w pobliżu łączników gazowych. Styki łączników gazowych umieszczone są w hermetycznych przestrzeniach, wypełnionych gazem obojętnym i nie wymagają konserwacji. Dokładność określenia położenia organu regulacyjnego takiego czujnika jest jednakowa na długości całego przemieszczania i nie zależy od jego szybkości.

Wadą takiego czujnika jest stosowanie magnesu stałego, ponieważ magnes stały z czasem zmienia swoje parametry magnetyczne, a w reaktorach pod wpływem promieniowania radioaktywnego zmiany te są jeszcze większe, co prowadzi do znacznego obniżenia dokładności czujnika z biegiem czasu.

Wada ta jest wyeliminowana w czujniku opisanym w opisie patentowym Francji nr 2169437 zawierającym uzwojenie pierwotne, dużą liczbę par uzwojeń wtórnych umieszczonych wewnątrz lub na zewnątrz uzwojenia pierwotnego i ruchomy element w postaci rdzenia, przemieszczający się wewnątrz uzwojeń, wykonany z materiału magnetycznego.

Przy przemieszczaniu elementu ruchomego sprzężenie indukcyjne pomiędzy uzwojeniem pierwotnym i uzwojeniami wtórnymi zmienia się i na wyjściu uzwojeń wtórnych pojawia się sygnał, niosący informację o położeniu elementu ruchomego. Uzwo-

jenie pierwotne i pary uzwojeń wtórnych umieszczone są wzdłuż drogi przemieszczania się elementu ruchomego. Taki czujnik pozwala na osiągnięcie wysokiej dokładności określania położenia przemieszczającego się ciała, niezmiennej w czasie. Jednakowoż i ten czujnik ma szereg wad.

W celu zbudowania takiego czujnika mającego dużą dokładność przy dużych przemieszczeniach (kilka metrów) wymagana jest ogromna liczba uzwojeń wtórnych, ponieważ dla otrzymania wysokiej dokładności pomiaru uzwojenia te powinny być umieszczone w małych odstępach jedna od drugiej, czyli tym samym konieczne jest użycie materiałów deficytowych (miedź, izolacja) w dużych ilościach.

Uzwojenie pierwotne powinno być umieszczone na całej długości przemieszczania elementu ruchomego, a wykonywanie uzwojeń o takiej długości jest niesłychanie trudne i poza tym z powodu dużej liczby uzwojeń wtórny układ urządzenia odbiorczego (wskaźnika położenia) bardzo się komplikuje.

Zadaniem technicznym wynalazku jest opracowanie takiego obwodu magnetycznego czujnika położenia ciała przemieszczającego się liniowo, który zapewniłby wysoką dokładność pomiaru w całym zakresie przemieszczeń.

Zadanie techniczne rozwiązane jest w czujniku położenia ciała przemieszczającego się liniowo, zawierającym cewki indukcyjne z otwartymi obwodami magnetycznymi, umieszczone współosiowo kolejno jedna po drugiej, oraz połączonym z przemieszczającym się ciałem element bocznikujący, umieszczony z zapewnieniem możliwości przemieszczania się wzdłuż osi cewek indukcyjnych, po ich zewnętrznej stronie wykonany z materiału magnetycznego, w wyniku czego przy przemieszczaniu się tego elementu wzdłuż osi cewek następuje bocznikowanie otwartych obwodów magnetycznych, a w obwodzie wyjściowym cewek pojawia się sygnał, zawierający informacje o położeniu ciała.

Według wynalazku element bocznikujący ma rozmieszczone wzdłuż osi przemieszczenia grupy otworów, przy czym w każdej grupie otwory rozmieszczone są na obwodzie elementu bocznikującego, a jedna z cewek indukcyjnych ma przynajmniej dwie pary biegunów, przy czym odległość między skrajnymi biegunami tej cewki określa się wzorem

$$L = n(a+b) - \frac{1}{2}(a+3b),$$

gdzie:

a — szerokość otworu elementu bocznikującego mierzona w kierunku osi przemieszczenia tego elementu,

b — odległość między grupami otworów elementu bocznikującego,

n — liczba naturalna ciągu liczb naturalnych począwszy od 3.

Element bocznikujący jest wykonany w postaci rury zaopatrzonej w rowki prostokątne rozmieszczone grupami.

Korzystnym jest, gdy element bocznikujący składa się z dużej liczby pierścieni z materiału magnetycznego umieszczonych z pozostawieniem szczelin

między nimi wzdłuż osi przemieszczania i połączonych wzajemnie ze sobą za pomocą mostków, wykonanych z materiału magnetycznego.

Jedną z zalet niniejszego wynalazku polega na zapewnieniu wysokiej dokładności pomiarów, która jest określona przede wszystkim wymiarami otworów i odległościami między grupami otworów, a zachowanie odpowiednich tolerancji przy obróbce mechanicznej jest stosunkowo łatwe. Poza tym należy wziąć pod uwagę, że ponieważ dokładność pomiaru określona jest wymiarami otworów elementu bocznikującego, odległościami między grupami otworów elementu bocznikującego i wymiarami cewki indukcyjnej, to liczba cewek indukcyjnych jest stosunkowo niewielka, a więc zmniejsza się zużycie materiałów, deficytowych. I wreszcie niewielka liczba uzwojeń umożliwia wykorzystanie prostego urządzenia pomiarowego w obwodzie wyjściowym czujnika.

Przykład wykonania czujnika położenia według wynalazku jest przedstawiony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schematycznie czujnik położenia ciała przemieszczającego się liniowo według wynalazku, w przekroju, fig. 2 — element bocznikujący czujnika, fig. 3 — układ połączeń uzwojeń cewek indukcyjnych, fig. 4 — cewkę indukcyjną z dwiema parami biegunów wewnątrz elementu bocznikującego, w większej skali, fig. 5 — wykres zależności napięcia wyjściowego cewki indukcyjnej z dwiema parami biegunów w funkcji przemieszczenia elementu bocznikującego.

Czujnik (fig. 1), zgodnie z niniejszym wynalazkiem zawiera obudowę 1 ze stali niemagnetycznej, składającą się z dwóch współosiowo umieszczonych rur 2 i 3, połączonych w górnej części mostkiem, cewki indukcyjne 4, 5, 6 i 7, umieszczone współosiowo jedna pod drugą na rurze wewnętrznej 3, w pewnej od siebie odległości, oraz element bocznikujący 8 (pokazany również na fig. 2) umieszczony między rurami 2 i 3. Element bocznikujący 8 wykonany jest z materiału przewodzącego magnetycznie z umieszczony z możliwością przemieszczania się wzdłuż rur 2 i 3. Ten element 8 połączony jest z ciałem, którego położenie ma być określone.

Cewki indukcyjne 4, 5 i 6 wykonane są jako jednakowe i mają otwarte obwody magnetyczne z jedną parą biegunów 9—10, 11—12 i 13—14 odpowiednio po dwa uzwojenia: pierwotne 15, 16 i 17 oraz wtórne 18, 19 i 20 odpowiednio. Cewki indukcyjne 4, 5 i 6 umieszczone są w pewnych odległościach od siebie i służą do zgrubnego określania położenia przemieszczającego się ciała.

Odległość pomiędzy cewkami 4, 5 i 6 określa się zależnie od dokładności określania położenia przemieszczającego się ciała przy odczycie zgrubnym.

Liczba cewek 4, 5 i 6 zależy od długości kontrolowanego przemieszczania. Do dokładniejszego określania przemieszczenia służy cewka 7.

Cewka indukcyjna 7 (pokazana dokładniej na fig. 4) ma otwarty obwód magnetyczny z dwiema parami biegunów 21—22 i 23—24 oraz cztery uzwojenia: dwa pierwotne 25 i 26, dwa wtórne 27 i 28. Szczegółowe połączenie uzwojeń przedstawione jest na fig. 3.

Uzwojenia pierwotne 15, 16, 17, 25 i 26 połączone są szeregowo i zasilane są prądem zmiennym.

Wtórne uzwojenia 27 i 28 połączone są szeregowo i przeciwnie (różnicowe połączenie uzwojeń). Uzwojenia 25, 26, 27 i 28 mogą tworzyć również układ mostkowy zapewniający sygnał wyjściowy dwa razy większy niż układ różnicowy, ale przy wahanach temperatury uzwojeń dokładność układu mostkowego jest znacznie niższa niż układu różnicowego, na który wahania temperatury nie wpływają. Dlatego tam, gdzie możliwe są wahania temperatury, jak to ma miejsce w reaktorach jądrowych, różnicowe połączenie uzwojeń jest korzystniejsze.

Element bocznikujący na fig. 2 wykonany jest w postaci rury, na której całej długości znajdują się grupy otworów 33 rozmieszczone w jednakowych odległościach od siebie, wzdłuż elementu bocznikującego, przy czym w każdej grupie otwory rozmieszczone są na obudowie rury.

Odległość L między skrajnymi biegunami 21 i 24 cewki 7 jest równa

$$L = 3(a+b) - \frac{1}{2}(a+3b),$$

a odległość l między biegunami 21, 22 i 23, 24 w jednej parze jest równe a , gdzie:

- a — szerokość otworu elementu bocznikującego,
- b — odległość między grupami otworów elementu bocznikującego.

Jeżeli położenie przemieszczającego się ciała trzeba określić z większą dokładnością, a wymiary a i b są bardzo małe, to w ogólnym przypadku rozmieszczenia uzwojeń odległość między skrajnymi biegunami 21, 24 cewki 7 określa się według wzoru:

$$L = n(a+b) - \frac{1}{2}(a+3b)$$

a odległość l między biegunami 21, 22, 23, 24 w jednej parze określa się według wzoru:

$$l = \frac{n}{2}(a+b) - b,$$

gdzie:

n jest liczbą ciągu liczb naturalnych, poczynając od $n = 3$, ($n = 3, 4, 5$ itd.).

Odległość pomiędzy biegunami 9, 10, 11, 12 i 13, 14 nie jest ograniczona i określona jest możliwościami rozmieszczenia uzwojeń.

Czujnik według wynalazku działa w następujący sposób.

Przy włączeniu zasilania uzwojeń pierwotnych 15, 16 i 17, czujnika, na uzwojeniach wtórnych 18, 19 i 20 (patrz fig. 3) pojawia się napięcie. W uzwojeniach tych cewek 4, 5 i 6 odczytu zgrubnego, które są bocznikowane elementem bocznikującym napięcie jest kilka razy większe niż w uzwojeniach nie bocznikujących cewek.

Znając rozmieszczenie cewek indukcyjnych w czujniku i zmierzwszy napięcie na uzwojeniach wtórnych można określić położenie krawędzi czołowej 29 elementu bocznikującego, a mianowicie: górna krawędź czołowa 29 będzie się znajdowała pomiędzy określonymi dwiema spośród cewek 4, 5 i 6, na którym uzwojeniu jednej z których napięcie jest kilkakrotnie większe niż na drugiej.

Jeżeli cewki 4, 5 i 6 rozmieszczone są w znacznej odległości od siebie, to takie określenie położenia

elementu bocznikującego będzie zgrubne (o niedużej dokładności).

Dla dokładniejszego określenia położenia krawędzi czołowej elementu bocznikującego wykorzystywana jest cewka 7 (patrz fig. 4).

Dla dalszego objaśnienia zasady działania złożymy, że element bocznikujący jest usunięty.

Wtedy przy włączeniu zasilania na uzwojenia pierwotne 25 i 26 (fig. 3), na uzwojeniach wtórnych 27 i 28 pojawiają się jednakowe co wielkości napięcia. Ale ponieważ uzwojenia wtórne 27 i 28 połączone są różnicowo, to napięcia te będą się kompensować i na wyjściach 30 i 31 napięcia będą równe zeru.

Jeżeli na cewkę indukcyjną 7 nasuwa się element bocznikujący 8 i ustawi go w położeniu przedstawionym na fig. 4 (górna para biegunów 21 i 22 na przeciwko grup otworów elementu bocznikującego 8, a dolna para biegunów 23 i 24 na przeciwko jednolitej części elementu bocznikującego), to strumień magnetyczny przechodzący przez dolną parę biegunów 23 i 24 i zamykający się przez element bocznikujący będzie większy niż strumień magnetyczny przechodzący przez górną parę biegunów 21 i 22, ponieważ element bocznikujący w takim położeniu zapewnia większą przewodność dla strumienia magnetycznego przechodzącego przez dolną parę biegunów 23 i 24 niż dla strumienia przechodzącego przez górną parę biegunów. Dlatego napięcie na dolnym uzwojeniu wtórnym 28 będzie większe niż napięcie na górnym uzwojeniu wtórnym 27 i na wyprowadzeniach 31 i 30 pojawi się napięcie.

Jeżeli teraz element bocznikujący przesunie się z tego położenia w górę, to przewodność dla strumieni magnetycznych przechodzących przez górną parę biegunów 21 i 22 i przez dolną parę biegunów 23 i 24 z początku będą się wyrównywać, wskutek czego wyrównywać się będą również napięcia powstające na uzwojeniach, a napięcie na wyprowadzeniach 30 i 31 będzie się zmniejszać do zera.

Następnie przy dalszym przemieszczaniu elementu bocznikującego 8 przewodność dla strumienia magnetycznego przechodzącego przez górną parę biegunów 21 i 22 stanie się większa niż przewodność dla strumienia dolnej pary biegunów 23 i 24 wskutek czego również napięcie na wyprowadzeniach 30 i 31 zacznie wzrastać.

Maksymalna wielkość napięcia wyjściowego wystąpi wtedy, kiedy jedna para biegunów (na przykład 21, 22) znajdzie się naprzeciwko jednolitych odcinków elementu bocznikującego 8, a druga para biegunów (23, 24) znajduje się naprzeciwko grup otworów elementu bocznikującego 8.

Przy przemieszczaniu elementu bocznikującego maksymalne napięcie będą występować w odstępach,

równych $\frac{a+b}{2}$ gdzie:

- a — szerokość otworów elementu bocznikującego,
- b — odległość pomiędzy grupami otworów (fig. 5).

Na osi rzędnych odłożono wielkość napięcia wyjściowego (napięcie sygnału), na osi odciętych — wielkość przemieszczenia. W ten sposób położenie górnej krawędzi czołowej 29 elementu bocznikującego 8 określa się zgrubnie na podstawie napięć

sąsiednich cewek indukcyjnych 4, 5 i 6, a dokładnie na podstawie liczby maksimów napięcia, mierzonego na wyprowadzeniach 30 i 31.

Powyżej opisano korzystny przykład wykonania wynalazku, w którym mogą być wprowadzone różne modyfikacje. Tak więc na przykład element bocznikujący może być złożony z większej liczby pierścieni z materiału magnetycznego, rozmieszczonych z pozostawieniem szczelin pomiędzy nimi wzdłuż osi przemieszczenia i połączonych między sobą magnetycznymi mostkami.

Zastosowanie czujnika według wynalazku pozwala na określenie położenia ciała przemieszczającego się liniowo z dużą dokładnością.

Zastrzeżenia patentowe

1. Czujnik położenia ciała przemieszczającego się liniowo, zawierający cewki indukcyjne z otwartymi obwodami magnetycznymi, umieszczone kolejno jedna po drugiej współosiowo, oraz połączony z przemieszczającym się ciałem element bocznikujący, umieszczony z zapewnieniem możliwości przemieszczania się wzdłuż osi cewek indukcyjnych po ich zewnętrznej stronie, wykonany z materiału magnetycznego, w wyniku czego przy przemieszczaniu się tego elementu wzdłuż osi cewek następuje bocznikowanie otwartych obwodów magnetycznych a w obwodzie wyjściowym cewek pojawia się sygnał, zawierający informację o położeniu ciała, **znamienny** tym, że element bocznikujący (8) ma rozmieszczone wzdłuż osi przemieszczenia grupy otworów (33), przy czym w każdej grupie otwory (33) są rozmieszczone na obwodzie elementu bocznikującego (8), a jedna z cewek indukcyjnych (7) ma co najmniej dwie pary biegunów (21—22; 23—24), przy czym odległość między biegunami skrajnymi (21, 24) tej cewki (7), określa się według wzoru

$$L = n(a+b) - \frac{1}{2}(a+3b)$$

gdzie:

- a — szerokość otworu (33) elementu bocznikującego mierzona w kierunku osi przemieszczenia tego elementu (8),
- b — odległość między grupami otworów (33) elementu bocznikującego (8),
- n — liczba naturalna ciągu liczb naturalnych rozpoczynającego się od liczby 3.

2. Czujnik według zastrz. 1, **znamienny** tym, że element bocznikujący (8) jest wykonany w postaci rury zaopatrzonej w rowki prostokątne rozmieszczone grupami.

3. Czujnik według zastrz. 1, **znamienny** tym, że element bocznikujący (8) składa się z dużej liczby pierścieni z materiału magnetycznego umieszczonych z pozostawieniem szczelin między nimi wzdłuż osi przemieszczania i połączonych wzajemnie ze sobą za pomocą mostków, wykonanych z materiału magnetycznego.

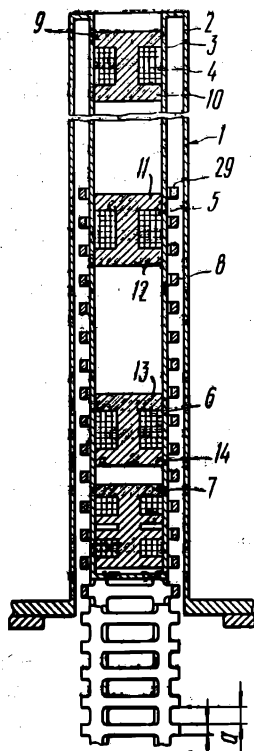


FIG. 1

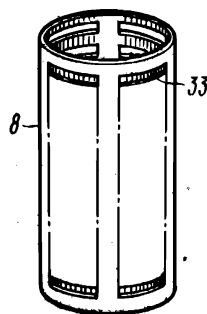


FIG. 2

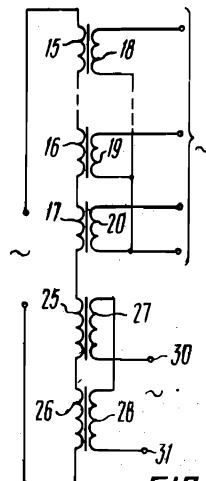


FIG. 3

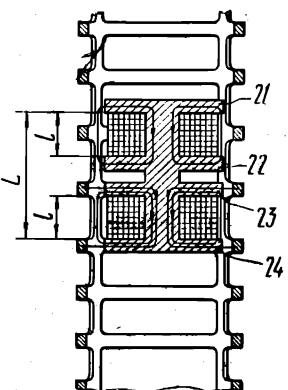


FIG. 4

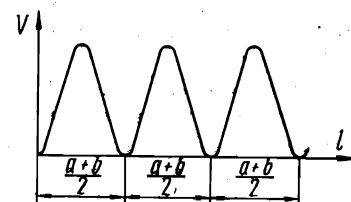


FIG. 5