

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 245838 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **439909**

(22) Data zgłoszenia: **2021.12.20**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.06.26 BUP 26/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.10.21 WUP 43/2024**

(51) MKP:

G09B 23/18 (2006.01)

G09B 23/24 (2006.01)

H02K 44/08 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

UNIwersytet Łódzki, Łódź, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:

STANISŁAW BEDNAREK, Łódź, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Wojciech Zajączkowski, Łódź, PL

(54) Tytuł:

Silnik magnetohydrodynamiczny

PL 245838 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest silnik magnetohydrodynamiczny, mający zastosowanie w laboratoriach fizycznych do celów badawczych i edukacyjnych.

Z opisu patentowanego US2997013A zatytułowanego „System napędowy” i wydanego przez Urząd Patentowy Stanów Zjednoczonych, jest znany silnik magnetohydrodynamiczny, przeznaczony do napędu jednostek pływających przy zachowaniu laminarnego przepływu cieczy. Znany silnik składa się z korpusu w kształcie rury o przekroju spłaszczonego walca. Wewnątrz tej rury znajdują się dwa magnesy trwałe, z których każdy ma kształt litery U. Magnesy przylegają do rury i są zwrócone ramionami litery U ku sobie. Między końcami tych ramion są umieszczone przekładki izolacyjne, a między przekładkami znajdują się elektrody o przekroju prostokątnym. Silnik jest zanurzony w ciekłym przewodniku jonowym, np. w słonej wodzie. Zasada działania znanego silnika polega na tym, że do elektrod przykłada się siłę elektromotoryczną, powodującą przepływ prądu elektrycznego w przewodniku jonowym w kierunku prostopadłym do linii pola magnetycznego, wytwarzanego przez magnesy trwałe. W tej sytuacji na przewodnik działa siła elektrodynamiczna, a na silnik siła reakcji, zwrócona przeciwnie i napędzająca jednostkę pływającą, do której jest przymocowany korpus silnika.

Inny, znany z cytowanego opisu patentowego silnik magnetohydrodynamiczny, składa się z czterech magnesów trwałych o przekroju prostokątnym, rozmieszczonych symetrycznie wewnątrz rury zewnętrznej, stanowiącej korpus silnika. Magnesy są zwrócone ku sobie biegunami różnoimiennymi i w środkowej części między magnesami znajduje się rura wewnętrzna, współosiowa z rurą zewnętrzną. Między magnesami są wolne przestrzenie w kształcie wycinków cylindra. Obie rury są wykonane z różnych metali, np. rura wewnętrzna ze srebra, a rura zewnętrzna z magnezu. Ponadto między magnesami i rurą wewnętrzną znajdują się przekładki izolacyjne. Podobnie jak poprzednio, silnik magnetohydrodynamiczny jest zanurzony w ciekłym przewodniku jonowym, np. w słonej wodzie. Zasada działania znanego silnika polega na tym, że między rurami wykonanymi z różnych metali i zanurzonymi w przewodniku jonowym, a więc stanowiącymi ogniwo galwaniczne, jest wytwarzana siła elektromotoryczna, która powoduje przepływ prądu elektrycznego w kierunku radialnym w wolnych przestrzeniach między magnesami, wypełnionych przewodnikiem jonowym. Jednocześnie ten przewodnik znajduje się w polu magnetycznym, skierowanym prostopadle do kierunku przepływu prądu elektrycznego. W wyniku tego na przewodnik jonowy działa siła elektrodynamiczna, skierowana wzdłuż rur i powodująca jego przepływ. Skutkiem tego na silnik i połączoną z nim jednostkę pływającą działa siła reakcji, zwrócona przeciwnie i powodująca jej napęd.

Z tego samego opisu patentowego jest też znany silnik magnetohydrodynamiczny, składający się ze współosiowych rur, wykonanych z różnych metali i stanowiących elektrody. W wewnętrznej rurze jest umieszczony, wzdłuż jej średnicy, magnes trwały w kształcie dwóch liter T połączonych ze sobą dolnymi częściami. Ten magnes wytwarza pole magnetyczne w przestrzeni między rurami. Linie tego pola są skierowane stycznie do powierzchni rur. Ten silnik jest również zanurzony w ciekłym przewodniku jonowym, np. w słonej wodzie. Zasada działania znanego silnika magnetohydrodynamicznego jest analogiczna, jak silnika opisanego wcześniej z tą różnicą, że prąd elektryczny płynie w kierunku radialnym w przestrzeni między współosiowymi rurami.

Istota rozwiązania według wynalazku polega na tym, że silnik magnetohydrodynamiczny zawiera prostokątne, przezroczyste, otwarte od góry naczynie, wykonane z materiału kwasoodpornego i przezroczystego, korzystnie z polimetakrylanu metylu i do dna tego naczynia jest przyklejona podstawa w kształcie prostokąta, zaopatrzona na dwóch przeciwległych bokach w pionowe ramiona i w górnych częściach tych ramion są osadzone łożyska ślizgowe w kształcie krążków, mających od strony wewnętrznej stożkowe zagłębienia, w których znajdują się wierzchołki stożkowych końcówek poziomej osi i na tej osi są osadzone symetrycznie dwie piasty. Po stronie wewnętrznej do jednej z tych piast jest przyklejona anoda w kształcie koła z centralnym otworem, zaopatrzonego na obwodzie w symetrycznie rozmieszczone wskaźniki obrotu w kształcie trójkątnych występow i wykonana z blachy miedzianej z kolei do drugiej piasty, też po stronie wewnętrznej, jest przyklejona katoda o takim samym kształcie jak anoda, ale wykonana z blachy cynkowej. Między anodą i katodą są osadzone cztery magnesy trwałe w kształcie prostokątów, rozmieszczone symetrycznie i ustawione biegunami N, S w kierunku radialnym, przy czym po stronie zewnętrznej znajdują bieguny jednoimienne wszystkich magnesów, ponadto wszystkie magnesy trwałe są wykonane korzystnie ze spieku żelazo-neodym-bor i pokryte warstwą ochronną niklu. Prostokątne naczynie jest napełnione elektrolitem w postaci wodnego roztworu kwasu siarkowego $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ o stężeniu 33% i górny poziom tego roztworu znajduje się poniżej

dolnej krawędzi najniżej znajdującego magnesu trwałego. Ponadto nad dnem prostopadłościennego naczynia 1 w jego bocznej ścianie jest wykonany otwór spustowy, zamknięty korkiem, wykonanym z materiału kwasoodpornego, korzystnie z silikonu. Połączenia sklepane podstawy z dnem prostopadłościennego naczynia i połączenia piast z anodą i katodą są wykonane klejem silikonowym. Osadzenia łożysk w ramionach podstawy i piast na poziomej osi są wykonane na wcisk. Oprócz tego podstawa z ramionami, łożyska ślizgowe i oś są wykonane z metalu nieferromagnetycznego, korzystnie ze stali austenitycznej, przy czym górna powierzchnia podstawy i części ramion zanurzone w elektrolicie, są pokryte ochronną warstwą parafiny, natomiast piasty są wykonane z materiału elektroizolacyjnego i nieferromagnetycznego, korzystnie z tekstolitu.

Główną zaletą rozwiązania według wynalazku jest bezpośrednie przetwarzanie przez silnik magnetohydrodynamiczny energii wewnętrznej, uwalnianej podczas reakcji chemicznych, zachodzących między elektrodami i elektrolitem na energię kinetyczną ruchu obrotowego. Dodatkowymi zaletami rozwiązania są prosta i pogładowa konstrukcja oraz niezawodność działania.

Przedmiot wynalazku jest pokazany w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia przekrój pionowy silnika magnetohydrodynamicznego płaszczyzną symetrii A-A, fig. 2 jest widokiem silnika z boku, zaś fig. 3 pokazuje widok tego silnika z góry.

Silnik magnetohydrodynamiczny zawiera prostopadłościennie, przezroczyste, otwarte od góry naczynie 1, wykonane z polimetakrylanu metylu i do dna tego naczynia jest przyklejona podstawa 2 w kształcie prostokąta, zaopatrzona na dwóch przeciwległych bokach w pionowe ramiona 3. W górnych częściach tych ramion są osadzone łożyska ślizgowe 4 w kształcie krążków, mających od strony wewnętrznej stożkowe zagłębienia, w których znajdują się wierzchołki stożkowych końcówek 5 poziomej osi 6 i na tej osi są osadzone symetrycznie dwie piasty 7, 8. Po stronie wewnętrznej do jednej z piast 7 jest przyklejona anoda 9 w kształcie koła z centralnym otworem, zaopatrzonego na obwodzie w symetrycznie rozmieszczone wskaźniki obrotu w kształcie trójkątnych występow 10 i wykonana z blachy miedzianej. Z kolei do drugiej piasty 8, też po stronie wewnętrznej, jest przyklejona katoda 11 o takim samym kształcie jak anoda 9, ale wykonana z blachy cynkowej. Między anodą 9 i katodą 11 są osadzone cztery magnesy trwałe 12 w kształcie prostopadłościanów, rozmieszczone symetrycznie i ustawione biegunami N, S w kierunku radialnym, przy czym po stronie zewnętrznej znajdują bieguny jednoimienne wszystkich magnesów. Ponadto wszystkie magnesy trwałe 12 są wykonane ze spieku żelazo-neodym-bor i pokryte warstwą ochronną niklu. Prostopadłościennie naczynie 1 jest napełnione elektrolitem 13 w postaci wodnego roztworu kwasu siarkowego $H_2SO_4 \cdot H_2O$ o stężeniu 33% i górny poziom tego roztworu znajduje się poniżej dolnej krawędzi najniżej znajdującego magnesu trwałego 12. Ponadto nad dnem prostopadłościennego naczynia 1 w jego bocznej ścianie jest wykonany otwór spustowy, zamknięty korkiem 14, wykonanym z silikonu. Połączenie sklepane podstawy 2 z dnem prostopadłościennego naczynia 1 i połączenia piasty 7 z anodą 9 i piasty 8 z katodą 11 są wykonane klejem silikonowym. Osadzenia łożysk 4 w ramionach 2 podstawy 3 i piast 7, 8 na poziomej osi 6 są wykonane na wcisk. Oprócz tego podstawa 2 z ramionami 3, łożyska ślizgowe 4 i oś 6 są wykonane ze stali austenitycznej, przy czym górna powierzchnia podstawy 2 i części ramion 3, zanurzone w elektrolicie 13, są pokryte ochronną warstwą parafiny, natomiast piasty 7, 8 są wykonane z tekstolitu.

Zasada działania silnika magnetohydrodynamicznego polega na tym, że anoda 9, wykonana z blachy miedzianej i katoda 11, wykonana z blachy cynkowej, będąc zanurzone częściowo w elektrolicie 13, którym jest wodny roztwór kwasu siarkowego $H_2SO_4 \cdot H_2O$, stanowią ogniwo galwaniczne. Skutkiem tego między anodą 9 i katodą 11 jest wytwarzana siła elektromotoryczna o wartości ok. 1 V. Ta siła elektromotoryczna, powoduje przepływ prądu elektrycznego o natężeniu I przez anodę 9, elektrolit 13, katodę 11 oraz ochronne warstwy niklu na magnesach trwałych 12. Ponieważ elektrolit 13, zawarty między anodą 9 i katodą 11 znajduje się w polu magnetycznym, wytwarzanym przez te z magnesów trwałych 12 które w danym momencie znajdują się w dolnej części silnika i kierunek indukcji magnetycznej B tego pola jest prostopadły do kierunku przepływu prądu elektrycznego I , to na elektrolit 13, zawarty między anodą 9 i katodą 11, działa siła elektromotoryczna F . Ta siła jest skierowana prostopadle do kierunków prądu I oraz indukcji B i powoduje przepływ elektrolitu 13. Jednocześnie na anodę 9, katodę 11 oraz połączone z nimi piasty 7, 8, oś 6 i magnesy trwałe 12 działa siła reakcji zwrócona przeciwnie do siły F i powodująca obrót tych elementów. Korek 14 jest przeznaczony do spuszczenia elektrolitu 13 z naczynia 1 podczas jego wymiany.

Zastosowanie magnesów trwałych 12, wykonanych korzystnie ze spieku żelazo-neodym-bor, umożliwia wytworzenie pola magnetycznego o dużej wartości indukcji B i osiągnięcie większej mocy silnika. Ochronna warstwa niklu zabezpiecza magnesy przed utlenianiem się w powietrzu, natomiast

warstwa ochronna parafiny na górnej powierzchni podstawy 2 i części ramion 3, zanurzonych w elektrolicie 13, chroni te elementy przed żrącym działaniem elektrolitu 13 i zapobiega przepływowi prądów błądzących. Zastosowanie elektrolitu 18 o stężeniu 33% pozwala zminimalizować jego rezystywność i również zwiększyć moc silnika. Wykonanie naczynia 1 z materiału przezroczystego, korzystnie z polimetakrylanu metylu, umożliwia bezpośrednią obserwację zachowania się elektrolitu 13 i zapewnia jego odpowiednią odporność chemiczną i mechaniczną. Wykonanie piast 7, 8 z materiału elektroizolacyjnego chroni przed niekorzystnym przepływem prądu elektrycznego przez oś 6. Ponadto wykonanie wszystkich elementów silnika, oprócz magnesów trwałych 12, z materiałów nieferromagnetycznych zapobiega namagnesowaniu tych elementów, które utrudnia pracę silnika.

Zastrzeżenia patentowe

1. Silnik magnetohydrodynamiczny mający prostopadłościennie, przezroczyste, otwarte od góry naczynie wykonane z materiału kwasoodpornego i przezroczystego, korzystnie z polimetakrylanu metylu, **znamienny tym**, że do dna tego naczynia jest przyklejona podstawa (2) w kształcie prostokąta, zaopatrzona na dwóch przeciwległych bokach w pionowe ramiona (3) i w górnych częściach tych ramion są osadzone łożyska ślizgowe (4) w kształcie krążków, mających od strony wewnętrznej stożkowe zagłębienia, w których znajdują się wierzchołki stożkowych końcówek (5) poziomej osi (6) i na tej osi są osadzone symetrycznie dwie piasty (7), (8), a ponadto po stronie wewnętrznej do jednej z piast (7) jest przyklejona anoda (9) w kształcie koła z centralnym otworem, zaopatrzonego na obwodzie w symetrycznie rozmieszczone wskaźniki obrotu w kształcie trójkątnych występow (10) i wykonana z blachy miedzianej, a z kolei do drugiej piasty (8), też po stronie wewnętrznej, jest przyklejona katoda (11) o takim samym kształcie jak anoda (9), ale wykonana z blachy cynkowej, a oprócz tego między anodą (9) i katodą (11) są osadzone cztery magnesy trwałe (12) w kształcie prostopadłościanów, rozmieszczone symetrycznie i ustawione biegunami (N), (S) w kierunku radialnym, przy czym po stronie zewnętrznej znajdują się bieguny jednoimienne wszystkich magnesów, a ponadto wszystkie magnesy trwałe (12) są wykonane korzystnie ze spieku żelazo-neodym-bor i pokryte warstwą ochronną niklu, poza tym prostopadłościennie naczynie (1) jest napełnione elektrolitem (13) w postaci wodnego roztworu kwasu siarkowego $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$ o stężeniu 33% i górny poziom tego roztworu znajduje się poniżej dolnej krawędzi najniższej znajdującego magnesu trwałego (12), a ponadto nad dnem prostopadłościennego naczynia (1) w jego bocznej ścianie jest wykonany otwór spustowy, zamknięty korkiem (14), wykonanym z materiału kwasoodpornego, korzystnie z silikonu, a ponadto połączenie sklejące podstawy (2) z dnem prostopadłościennego naczynia (1) i połączenia piasty (7) z anodą (9) i piasty (8) z katodą (11) są wykonane klejem silikonowym, a oprócz tego osadzenia łożysk (4) w ramionach (2) podstawy (3) i piast (7), (8) na poziomej osi (6) są wykonane na wcisk, a poza tym podstawa (2) z ramionami (3), łożyska ślizgowe (4) i oś (6) są wykonane z metalu nieferromagnetycznego, przy czym górna powierzchnia podstawy (2) i części ramion (3), zanurzone w elektrolicie (13), są pokryte ochronną warstwą parafiny, natomiast piasty (7), (8) są wykonane z materiału elektroizolacyjnego i nieferromagnetycznego.
2. Silnik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że magnesy trwałe (12) w kształcie prostopadłościanu są wykonane ze spieku żelazo-neodym-bor oraz pokryte warstwą ochronną niklu.
3. Silnik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że podstawa (2) z ramionami (3), łożyska ślizgowe (4) i oś (6) są wykonane ze stali austenitycznej.
4. Silnik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że piasty (7), (8) są wykonane z tekstolitu.

Rysunki

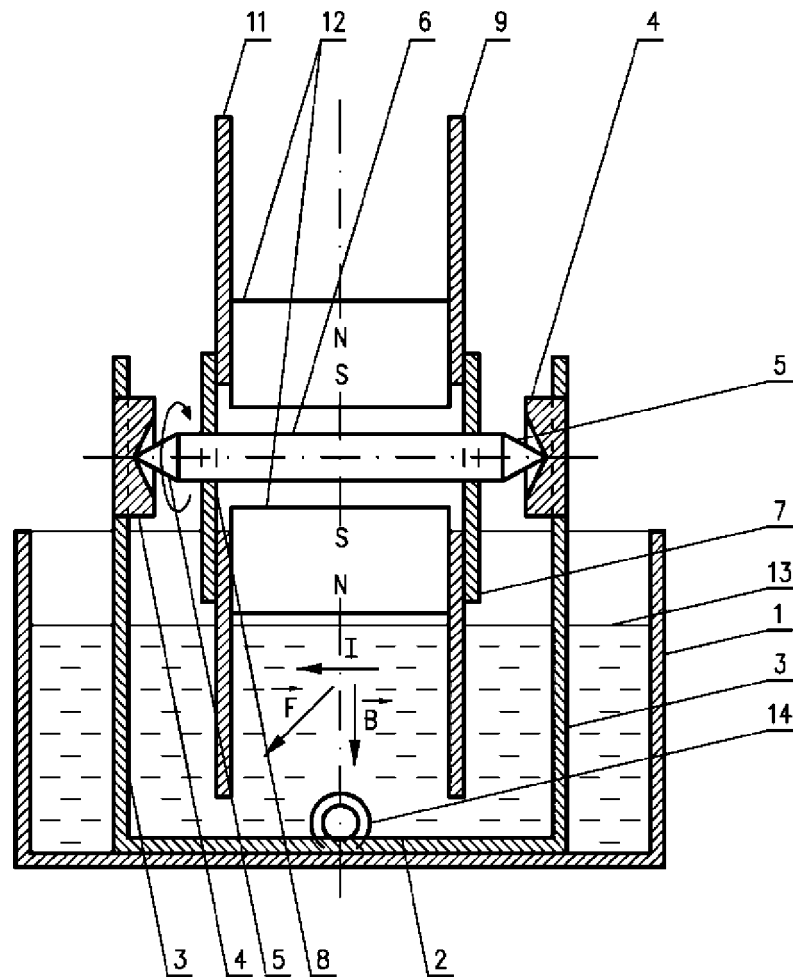
A-A

Fig.1

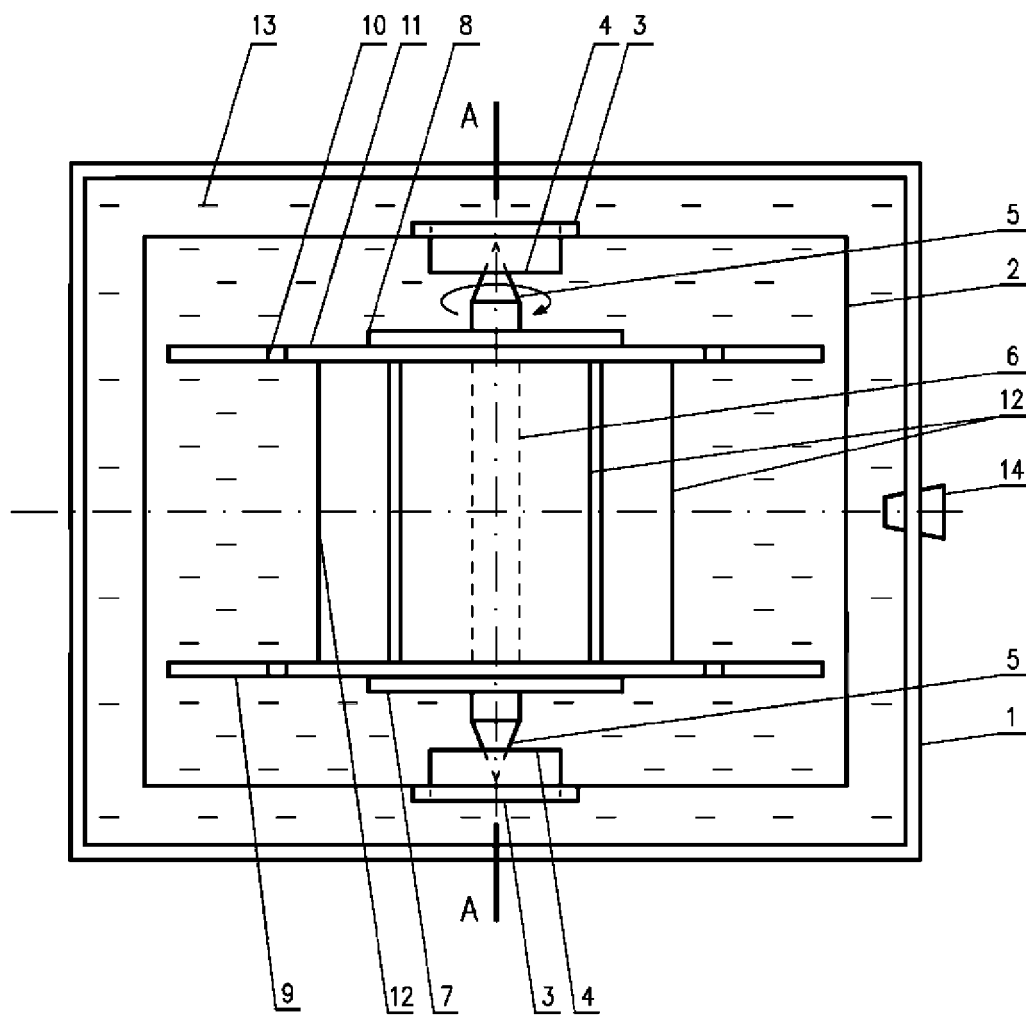


Fig.3