

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

OPIS PATENTOWY

82831

Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 23.05.1972 (P. 155551)

Pierwszeństwo: 24.05.1971 Japonia

Zgłoszenie ogłoszono: 25.04.1973

Opis patentowy opublikowano: 31.07.1976

**MKP B63h 23/24
H02k 51/00**

**Int. Cl.² B63H 23/24
H02K 51/00**

Twórca wynalazku: _____

Uprawniony z patentu: Kawasaki Jukogyo Kabushiki Kaisha, Hyogo
(Japonia)

Układ napędowy statku

1

Przedmiotem wynalazku jest układ napędowy statku, znajdujący zastosowanie tam, gdzie trzeba przekazywać napęd z pierwotnego źródła napędu, takiego jak na przykład silnik wysokoprężny, na śrubę statku.

Jako pierwotne źródło napędu są stosowane również inne źródła niż przykładowo wymieniony silnik wysokoprężny, takie jak turbina parowa, turbina gazowa itp.

Układ napędowy statku według wynalazku złożony jest ze sprzęgła elektromagnetycznego, połączonego z maszyną elektryczną.

W podobnych znanych układach napędowych stosowany jest zespół sprzęgła elektromagnetycznego, połączonego z silnikiem, jak pokazano na przykład w publikacji T. A. Szczetininina „Elektroprivod indukcyjnymi muftami i termozami” wydawnictwo „Maszynostrojienie”, Moskwa 1971. Jednakże sprzęgło elektromagnetyczne przedstawione w tej publikacji przeznaczone jest do działania tylko jako sprzęgło, nie może ono działać jako urządzenie do redukcji i prędkości lub jako urządzenie do zmieniania momentu obrotowego, podobnie jak nie działa tak przekładnia zębata.

W pewnych układach przenoszenia napędu stosowany jest zespół sprzęgła elektromagnetycznego połączonego z silnikiem elektrycznym, w którym to zespole sprzęgło działa nie tylko jako sprzęgło ale także jako generator, jak pokazano w patencie RFN nr 1 070 282, fig. 3 która pokazuje przy-

2

kład takiej konstrukcji. Jednakże układu napędowego o takiej konstrukcji nie można zbudować wówczas, gdy nominalna moc maszyny staje się bardzo duża, np. 10 000 kW, 30 000 kW itp., ponieważ każdy z dwu wirników sprzęgła elektromagnetycznego jest odpowiednio podparty tylko w jednym łożysku a te dwa wirniki mają wspornikową konstrukcję.

W konstrukcji z patentu RFN nr 1 070 282 cylindryczna część nie jest członem elektromagnetycznym sprzęgła ale jest członem maszyny synchronicznej. W przypadku tego patentu magnetyczny człon sprzęgła elektromagnetycznego jest oddzielony od magnetycznego członu maszyny synchronicznej. Dlatego też nie można w dużym stopniu ograniczyć osiowej długości całej maszyny, gdy tymczasem bardzo jest pożądane znaczne ograniczenie osiowej długości napędowej przekładni w maszynowni statku, szczególnie w przypadku przekładni większej o 30 000 kW.

W przypadku gdy maszyna synchroniczna stosowana jest jako maszyna o wirującym polu magnetycznym, tak jak w patencie RFN nr 1 070 282, wówczas wirnik połączony z urządzeniem odbiorczym nie może ruszyć ze stanu spoczynkowego, podczas gdy pierwotne źródło napędu śruby obraca się z pewną prędkością. Jednakże ważną sprawą jest rozpoczęcie obrotu śruby statku ze stanu spoczynku, gdy pierwotne źródło napędu śruby napędzane jest z pewną prędkością lub należy zmie-

niać kierunek obrotu wału śruby gdy kierunek obrotu pierwotnego źródła napędu utrzymywany jest na stałym poziomie. Ponadto, gdy układ przenoszenia napędu zasilany jest prądem wzbudzenia z generatora prądu stałego, jak pokazano w patencie RFN nr 1 070 282, wówczas układ wzbudzenia staje się bardzo skomplikowany i kosztowny. W maszynowni statku konieczne jest doprowadzanie mocy wzbudzenia dla uzwojenia wzbudzenia przekładni ze źródła prądu przemiennego.

Podstawowym celem wynalazku jest zbudowanie układu przenoszenia napędu z pierwotnego źródła napędu statku bardzo dużej mocy na jego śrubę, układu który może być zbudowany ekonomicznie i w prosty sposób przy dużej niezawodności konstrukcji i jej działania. Dalszym celem wynalazku jest zbudowanie układu przenoszenia napędu z pierwotnego źródła napędu na śrubę statku o dużej mocy, który będzie sprawny w działaniu i którego osiowa długość będzie znacznie zmniejszona. Dodatkowym celem wynalazku jest zbudowanie układu przenoszenia napędu z pierwotnego źródła napędu na śrubę statku o dużej mocy, który może łatwo uruchomić śrubę ze stanu spoczynku przy utrzymaniu pewnej prędkości napędowej pierwotnego źródła napędu lub który może zmieniać kierunek obrotu wału śruby przy zachowaniu kierunku obrotu pierwotnego źródła napędu.

Innym celem wynalazku jest zbudowanie układu przenoszenia napędu z pierwotnego źródła napędu na śrubę statku o dużej mocy, którego moc wzbudzenia dla uzwojenia wzbudzenia może być doprowadzana z dowolnego źródła prądu przemiennego.

Cel ten został osiągnięty dzięki temu, że według wynalazku układ napędowy statku służący do przenoszenia energii mechanicznej z pierwotnego źródła napędu na śrubę statku, zawiera sprzęgło elektromagnetyczne z dwoma wirnikami obrotowymi względem siebie, przy czym jeden wirnik jest wyposażony w uzwojenie twornikowe a drugi wirnik jest wyposażony w uzwojenie wzbudzenia i w pierścieniu ślizgowe, układ zawiera ponadto maszynę synchroniczną ze stojanem wyposażonym w uzwojenie twornikowe, a której wirnik jest wyposażony w uzwojenie wzbudzenia i w uzwojenie tłumiące. Połączenia elektryczne pomiędzy uzwojeniem twornikowym maszyny synchronicznej z uzwojeniem twornikowym sprzęgła elektromagnetycznego są dokonane poprzez urządzenia przełączające, oraz prostowniki połączone elektrycznie z wymienionymi pierścieniami ślizgowymi sprzęgła elektromagnetycznego, tak że uzwojenie wzbudzenia sprzęgła elektromagnetycznego może być zasilane prądem stałym.

Charakterystycznym dla układu według wynalazku jest to, że jeden z wirników sprzęgła elektromagnetycznego napędza śrubę, a drugi wirnik sprzęgła elektromagnetycznego jest napędzany przez pierwotne źródło napędu, przy czym jeden wirnik ma obwodową, wewnętrzną część cylindryczną wyposażoną w człon magnetyczny, tworzący obwód magnetyczny dla sprzęgła elektromagnetycznego, oraz obwodową cylindryczną część zewnętrzną, któ-

ra jest wyposażona w człon magnetyczny tworzący obwód magnetyczny dla maszyny synchronicznej, a pierwszy wirnik sprzęgła elektromagnetycznego i wirnik maszyny synchronicznej tworzą wspólny wirnik, który wiruje w przestrzeni między stojanem maszyny synchronicznej a drugim wirnikiem sprzęgła elektromagnetycznego.

Charakterystycznym układu napędowego statku jest również to, że uzwojenie twornikowe sprzęgła elektromagnetycznego jest uzwojeniem zmiennobiegunowym, a uzwojenie twornikowe maszyny synchronicznej jest uzwojeniem zmiennobiegunowym.

W układzie według wynalazku połączenie elektryczne uzwojenia twornikowego maszyny synchronicznej z zaciskami układu podwójnej gwiazdy zmiennobiegunowego uzwojenia twornikowego sprzęgła elektromagnetycznego jest zmieniane na połączenie elektryczne uzwojenia twornikowego maszyny synchronicznej z zaciskami układu trójkąta zmiennobiegunowego uzwojenia twornikowego sprzęgła elektromagnetycznego przez urządzenie przełączające kolejność faz.

Układ napędowy według wynalazku może pracować jako urządzenie do redukcji prędkości lub jako urządzenie do zmieniania momentu obrotowego. Innymi słowy, stosunek prędkości wału zdawczego do wału napędzanego układu napędowego może być ustawiany na pewną wartość mniejszą od jedności, a przenoszony moment obrotowy wału zdawczego w stosunku do wału napędzanego może być ustawiany na pewną wartość większą niż jedność. Zastosowane według wynalazku sprzęgło elektromagnetyczne działa nie tylko jako sprzęgło, lecz również jako generator.

Oczywiście sprawność układu jest utrzymana na wysokim poziomie. Ponadto istotne jest, że śruba statku zaczyna się obracać ze stanu spoczynku, podczas gdy pierwotne źródło napędu śruby pracuje z pewną prędkością, lub też może być dokonane zmianianie kierunku obrotów wału śruby, podczas gdy kierunek obrotów pierwotnego źródła napędu pozostaje stały.

Przedmiot wynalazku przedstawiony jest w przykładach wykonania, pokazanych na rysunku na którym fig. 1 i 2 przedstawiają schemat układu, fig. 3 — schemat wykonania części układu, fig. 4 — konstrukcję części układu, fig. 5 — schemat części przykładu wykonania wynalazku, a fig. 6 przedstawia charakterystykę dynamiczną układu.

Jak pokazano na fig. 1 i fig. 4 układ do przenoszenia energii mechanicznej z pierwotnego źródła napędu na śrubę statku stanowi połączenie elektromagnetycznego sprzęgła 1 posiadającego dwa wirniki 2, 3, które są obrotowe względem siebie, przy czym jeden wirnik 2 jest wyposażony w uzwojenie 33 a drugi wirnik 3 jest wyposażony w uzwojenie wzbudzenia 32 i w pierścieniu ślizgowym 5, maszyny synchronicznej 7 ze stojanem 45 wyposażonym w uzwojenie twornika 35 i wirnikiem 2 wyposażonym w uzwojenie wzbudzenia 36 i uzwojenie tłumiące, połączenia elektrycznego 11 pomiędzy uzwojeniem twornika 35 maszyny synchronicznej 7 pracującej jako silnik z uzwojeniem

twornika 33, sprzęgła elektromagnetycznego 1 włączonego poprzez urządzenie przełączające 9, oraz prostowników 10, które są połączone elektrycznie z pierścieniami ślizgowymi 5 sprzęgła elektromagnetycznego 1, tak że uzwojenie wzbudzenia 32 sprzęgła elektromagnetycznego 1 może być zasilane prądem stałym, z dowolnego źródła przy czym jeden z wirników to jest wirnik 2, sprzęgła elektromagnetycznego 1 jest przeznaczony do napędzania śruby 8 a drugi wirnik 3 sprzęgła elektromagnetycznego 1 jest napędzany przez pierwotne źródło napędu 6, przy czym pierwszy wirnik 2 ma cylindryczną część wewnątrz której umieszczone jest uzwojenie twornikowe 33 sprzęgła elektromagnetycznego 1 oraz magnetyczny człon 1 tworzący magnetyczny obwód sprzęgła elektromagnetycznego 1 a na zewnątrz której umieszczone jest uzwojenie tłumiące oraz uzwojenie wzbudzające 46 maszyny synchronicznej 7 i magnetyczny człon 42 tworzący magnetyczny obwód maszyny synchronicznej 7, zaś pierwszy wirnik sprzęgła elektromagnetycznego 1 oraz wirnik maszyny synchronicznej 7 stanowią wspólny wirnik 2, który wiruje w przestrzeni pomiędzy stojanem maszyny synchronicznej 7 a drugim wirnikiem 3 sprzęgła elektromagnetycznego 1.

Przynajmniej jedno z uzwojeń twornikowych 33, 35, (przedstawionych na fig. 4), może być uzwojeniem zmiennobiegunowym, które może być przełączane z układu gwiazdy, zaciski T4, T5, T6 połączone z zaciskami linii, a T1, T2, T3 połączone razem z sobą (fig. 5) na układ trójkąta zaciski T4, T5, T6 — odpowiednio zawarte, T1, T2, T3 połączone z zaciskami linii. Wał zdawczy 47 wirnika 2 jest podparty przez łożysko 40, które jest zamocowane w części nieruchomej, na przykład w skrzyni stojana 36, a wał napędzany 48 drugiego wirnika 3 jest podparty przez drugie łożysko 39 jak przedstawia to fig. 4. Jak pokazano na fig. 1, fig. 2 i fig. 4 wirnik 2 jest wyposażony w uzwojenie wzbudzenia 32 i w pierścienie ślizgowe 5, połączone elektrycznie z prostownikami 10.

Na ogół prawie wszystkie współczesne statki mają generatory prądu zmiennego, dlatego łatwo jest zasilac uzwojenie wzbudzenia 32 sprzęgła elektromagnetycznego 1 prądem wzbudzenia ze źródeł prądu zmiennego, których przykładami są generatory prądu zmiennego, oczywiście może nim być i samo sprzęgło elektromagnetyczne. W układzie według wynalazku nie trzeba zatem stosować przewidzianych wyłącznie do tego celu generatorów wzbudzenia prądu stałego. Dzięki temu cały układ jest skonstruowany jako prosty i ekonomiczny.

Przedstawiony na fig. 1 lub 2 układ jest tak zrealizowany, że kierunek obrotów wirnika maszyny synchronicznej 7 może być przeciwny do kierunku obrotu wirnika 2 sprzęgła elektromagnetycznego 1, napędzanego bezpośrednio przez pierwotne źródło napędu 6, na skutek przełączenia kolejności faz maszyny 7 za pomocą urządzenia przełączającego 9.

Jeżeli prędkości obrotowe wirników 2 i 3 sprzęgła elektromagnetycznego 1 pokazanego na fig. 1 są odpowiednio N_2 i N_3 a $N_2 > N_3$, możemy otrzymać

$$N_2 \pm N_3 = N_0 \quad (1)$$

gdzie N_0 oznacza prędkość obrotową wirnika 2 w stosunku do wirnika 3.

Gdy kierunek obrotów wirnika 3 jest taki sam jak wirnika 2, znak przed N_3 w równaniu (1) jest ujemny, a gdy kierunek obrotów wirnika 3 jest przeciwny do kierunku obrotów wirnika 2, znak przed N_3 w równaniu (1) jest dodatni. Niezależnie od tego czy kierunek obrotów wirnika 3 jest taki sam jak wirnika 2 czy nie, sprzęgło elektromagnetyczne 1 działa nie tylko jako sprzęgło lecz również jako generator.

W takim przypadku układ łączący sprzęgło elektromagnetyczne 1 z maszyną synchroniczną 7 przenosi napęd z pierwotnego źródła napędu 6 na śrubę statku 8, a ponadto kierunek obrotów śruby 8 może być zmieniany, przy równoczesnym utrzymaniu stałego kierunku obrotów pierwotnego źródła napędu 6.

Jeżeli ilość biegunów sprzęgła elektromagnetycznego 1 i maszyny synchronicznej 7 wynoszą odpowiednio P_1 i P_7 , a częstotliwość prądu zmiennego płynącego w obwodzie pomiędzy maszyną synchroniczną 7 a sprzęgłem elektromagnetycznym 1 jest f , otrzymuje się

$$N_0 = 120 f/p_1 \quad (2)$$

$$N_s = 120 f/p_7 \quad (3)$$

skąd

$$N_0/N_3 = p_7/p_1 \quad (4)$$

z równań (1) i (4) wynika

$$N_2 \pm N_s = N_s \cdot p_7/p_1$$

A zatem

$$N_2 = \left(\frac{p_7}{p_1} \pm 1 \right) N_s \quad (5)$$

Jeżeli $p_7 > p_1$, kierunek obrotów wirnika maszyny synchronicznej 7 może być przeciwny do kierunku obrotów wirnika sprzęgła elektromagnetycznego 1 sprzężonego mechanicznie z pierwotnym źródłem prądu 6. Jeżeli uzwojenie twornika maszyny synchronicznej 7 jest uzwojeniem ze zmiennymi biegunami, a połączenie elektryczne 11 jest wykonane pomiędzy uzwojeniem twornika sprzęgła elektromagnetycznego 1 a zmiennobiegunowym uzwojeniem twornika maszyny synchronicznej 7 poprzez urządzenie przełączenia kolejności faz, pokazane na fig. 2, prędkość obrotowa śruby 8, gdy kierunek obrotów wirnika maszyny synchronicznej 7 jest przeciwny do kierunku pierwotnego źródła napędu 6, może być dla śruby 8 dobrana korzystnie, niezależnie od prędkości obrotowej śruby 8 gdy kierunek obrotów wirnika maszyny synchronicznej 7 jest taki sam jak pierwotnego źródła napędu 6.

Podobny efekt działania układu jak wyżej można według wynalazku uzyskać, gdy uzwojenie twornika sprzęgła elektromagnetycznego jest uzwojeniem zmiennobiegunowym, a połączenie elektryczne pomiędzy zmiennobiegunowym uzwojeniem twornika sprzęgła elektromagnetycznego 1 a uzwojeniem twornikowym maszyny synchronicznej 7 jest wykonane przez urządzenie przełącznika kolejności faz 9 pokazane na fig. 3. Jak wynika z powyższego wyjaśnienia układ według wynalazku, utworzony przez połączenie sprzęgła elektromagnetycz-

nego 1 z maszyną synchroniczną 7 pracuje jako urządzenie podobne do przekładni redukcyjnej. Prędkość wirującego wału wirnika napędzanego sprzęgła elektromagnetycznego 1 jest zmniejszana w stosunku do prędkości wału wirnika zdawczego sprzęgła elektromagnetycznego 1.

Działanie układu według wynalazku w charakterze przekładni redukcyjnej można ulepszyć przez zastosowanie przełącznika kolejności faz, włączanego w obwód pomiędzy uzwojenie twornikowe 33 sprzęgła elektromagnetycznego 1 a uzwojenie twornikowe maszyny synchronicznej 7. Innymi słowy, kierunek obrotów śruby 8 może być zmieniany, przy równoczesnym utrzymywaniu niezmiennego kierunku obrotów pierwotnego źródła napędu 6. Działanie podobne do przekładni redukcyjnej można uzyskać również wtedy, gdy kierunek obrotów śruby 8 jest przeciwny do kierunku obrotów pierwotnego źródła napędu 6. Zmiana biegunów staje się ważna, gdy kierunek obrotów wirnika maszyny synchronicznej 7 jest zmieniany na przeciwny w stosunku do kierunku obrotów wirnika sprzęgła elektromagnetycznego 1, jak wyjaśniono powyżej.

Przykładowo, jeżeli prędkość obrotowa wirnika 2 sprzęgła elektromagnetycznego 1 lub pierwotnego źródła napędu 6 jest 400 obrotów na minutę, a ilości biegunów sprzęgła elektromagnetycznego 1 i maszyny synchronicznej 7 wynoszą odpowiednio 4 i 8, prędkość obrotowa wirnika 3 sprzęgła elektromagnetycznego 1 lub śruby 8 jest równa 133,3 obrotów na minutę na zasadzie równania (5) $N_2 = /p7/p1 + 1/N_3$, gdy kierunek obrotów śruby 8 jest taki sam jak kierunek obrotów pierwotnego źródła napędu 6. W przypadku, w którym ilość biegunów sprzęgła elektromagnetycznego 1 i maszyny synchronicznej 7 wynosi odpowiednio 4 i 16, albo 2 i 6 a kierunek obrotów śruby 8 jest przeciwny kierunkowi obrotów maszyny napędzającej 6 to prędkość śruby 8 staje się 133,3 obrotów na minutę na zasadzie równania (5) $N_2 = /p7/p1 - 1/N_3$.

Prędkość obrotowa śruby 8 gdy kierunek obrotów śruby 8 jest przeciwny do kierunku obrotów pierwotnego źródła napędu 6, może być zatem taka sama jak wtedy, gdy kierunek obrotów śruby 8 jest taki sam jak kierunek obrotów pierwotnego źródła napędu 6 a to dzięki zmianie biegunów albo maszyny synchronicznej 7, albo sprzęgła elektromagnetycznego 1. Dlatego zmiana biegunów jest istotną cechą wynalazku.

Jak pokazano na fig. 4 człon magnetyczny 44, tworzący obwód magnetyczny dla maszyny synchronicznej 7, a człon magnetyczny 43 tworzący obwód magnetyczny dla sprzęgła elektromagnetycznego 1 są zwrócone odpowiednio dla członów magnetycznych 42 i 41. Wirnik 3 wyposażony w uzwojenie wzbudzenia 32 sprzęgła elektromagnetycznego 1, wirnik 2 wyposażony w uzwojenie wzbudzenia 46 maszyny synchronicznej 7 oraz stojan 45 wyposażony w uzwojenie twornikowe 35 maszyny synchronicznej 7, sprzężonej ze sprzęgłem elektromagnetycznym 1, są zakryte przez skrzynię stojana 36. Innymi słowami wewnątrz cylindrycznej części zewnętrznego wirnika 2 umieszczone jest uzwojenie twornikowe 33 sprzęgła elektromagnetycznego 1 oraz

magnetyczny człon 41 tworzący magnetyczny obwód sprzęgła elektromagnetycznego 1, natomiast na zewnątrz cylindrycznej części zewnętrznego wirnika 2 umieszczone jest uzwojenie tłumiące oraz uzwojenie wzbudzenia 46 maszyny synchronicznej 7 i magnetyczny człon 42 tworzący magnetyczny obwód maszyny synchronicznej 7 a ponadto wewnętrzny wirnik 3 zaopatrzony jest w uzwojenie wzbudzenia 32 sprzęgła elektromagnetycznego 1. Tak więc każdy z tych dwóch wirników 2 i 3 może być podparty w dwóch łożyskach, które umieszczone są zarówno po stronie urządzenia obciążającego jak i po stronie pierwotnego źródła napędu. W ten sposób wirniki 2 i 3 mogą być podparte pewnie i niezawodnie a ponadto osiowa długość może być zmniejszona co wynika z konstrukcji.

Przez 37 i 38 oznaczono łożyska, wirnik 3, którego wał napędzany 48 jest sprzężony mechanicznie z pierwotnym źródłem napędu 6, jest podparty przez łożysko 39 przy wale napędzanym 48 i przez łożysko 37 przy wale 47. Wirnik 3 może zatem obracać się zachowując równowagę mechaniczną i niezawodność konstrukcji, nawet jeżeli układ przenoszenia napędu jest zastosowany do napędzania statku o dużej mocy napędu, na przykład rzędu 10 000 kW, 20 000 kW itd.

Ponieważ stojan 45 jest wyposażony w uzwojenie twornikowe 35, a wirnik 2 jest wyposażony w uzwojenie wzbudzenia 46 i w uzwojenie tłumiące maszyny synchronicznej 7, konstrukcja jest zwarta i wytrzymała. Ponieważ wirnik 2 wyposażony w uzwojenie wzbudzenia 46 i stojan 45 wyposażony w uzwojenie twornikowe 35 tworzą maszynę synchroniczną 7, długość szczeliny powietrznej pomiędzy członkami magnetycznymi 42 i 44 może być zaprojektowana i wykonana jako stosunkowo duża, na przykład 10 mm.

Ogólnie na statkach instalowane są generatory prądu przemiennego. Tak więc na statkach istnieje duża rezerwa mocy prądu przemiennego. Dlatego też zapasowa moc prądu przemiennego może być zastosowana do zasilania uzwojenia wzbudzenia 32 sprzęgła elektromagnetycznego 1 poprzez prostowniki 10.

Fig. 2 jest pokazana w celu zilustrowania urządzenia przyłączania kolejności faz z fig. 1. Na fig. 1, 2, i 3 pokazano, że wirnik wyposażony w uzwojenie twornikowe sprzęgła elektromagnetycznego 1 może być sprzężony mechanicznie albo z pierwotnym źródłem napędu 6, albo z maszyną synchroniczną 7. Na fig. 3 pokazane jest sprzęgło elektromagnetyczne 1 wyposażone w uzwojenie zmiennobiegunowe, a przez 26 oznaczono urządzenie przełączające do zmieniania biegunów sprzęgła elektromagnetycznego 1.

Na fig. 3 pokazano, że kierunek obrotów wirnika maszyny synchronicznej 7 może być taki sam jak kierunek obrotów wirnika sprzęgła elektromagnetycznego 1, napędzanego przez pierwotne źródło napędu 6, na skutek połączenia elektrycznego uzwojenia twornikowego maszyny synchronicznej 7 z jednym zmiennobiegunowym połączeniem twornikowym sprzęgła elektromagnetycznego 1 poprzez urządzenie przełączające 9 do zmiany kolejności faz, a kierunek obrotów wirnika maszyny syn-

chronicznej 7 może być przeciwny do kierunku obrotów wirnika sprzęgła elektromagnetycznego 1, napędzanego przez pierwotne źródło napędu 6, na skutek elektrycznego połączenia uzwojenia twornikowego maszyny synchronicznej 7 z drugim zmiennobiegowym połączeniem twornikowym sprzęgła elektromagnetycznego 1 poprzez urządzenie przełączające 9 do zmiany kolejności faz.

Układ przedstawiony na fig. 1 lub 2 może być taki, że kierunek obrotów wirnika maszyny synchronicznej 7 jest taki sam jak kierunek obrotów wirnika sprzęgła elektromagnetycznego 1, napędzanego przez pierwotne źródło napędu 6, na skutek elektrycznego połączenia uzwojenia twornikowego sprzęgła elektromagnetycznego 1 z jednym z połączeń zmiennobiegowego uzwojenia twornikowego maszyny synchronicznej 7 poprzez urządzenie przełączające 9 do zmieniania kolejności faz, a kierunku obrotów wirnika maszyny synchronicznej 7 jest przeciwny w stosunku do kierunku obrotów wirnika sprzęgła elektromagnetycznego 1, napędzanego przez pierwotne źródło napędu 6, na skutek elektrycznego połączenia uzwojenia twornikowego sprzęgła elektromagnetycznego 1 z drugim z połączeń zmiennobiegowego uzwojenia twornikowego maszyny synchronicznej 7 poprzez urządzenie przełączające 9 do zmieniania kolejności faz.

Jeżeli maszyna synchroniczna 7 zostanie zastąpiona silnikiem indukcyjnym (fig. 4), całkowita sprawność układu przenoszenia napędu obniża się, na skutek tego, że prąd zmienny wzbudzenia silnika indukcyjnego wzrasta, gdy powiększa się szczelina powietrzna pomiędzy członami magnetycznymi 42 i 44, taki układ przenoszenia napędu jest stosowany do napędu statków o dużej mocy. Sprawność układu przenoszenia napędu z maszyną synchroniczną 7 jest jednakże duża, ponieważ uzwojenie wzbudzenia maszyny synchronicznej 7 jest wzbudzone przez prąd stały.

Fig. 5 pokazuje przykład połączeń twornikowych typu zmiennie-biegunowego. Kiedy zaciski T1, T2 i T3 są połączone ze sobą, a zaciski T4, T5 i T6 są użyte jako zaciski linii, to połączenie uzwojenia twornika staje się połączeniem w układzie podwójnej gwiazdy. Kiedy zaciski T4, T5 i T6 są rozwarne, a T1, T2 i T3 są użyte jako zaciski linii, połączenie uzwojenia twornika staje się połączeniem w układzie trójkąta. Kiedy układ jest taki, że liczba biegunów tworzonych przez uzwojenie połączone w układ podwójnej gwiazdy może być uczyniona dwukrotnie większa niż liczba biegunów utworzonych przez uzwojenie połączone w układzie trójkąta, to uzwojenie można zastosować jako uzwojenie twornikowe sprzęgła elektromagnetycznego.

Jeżeli uzwojenie jest zastosowane jako uzwojenie twornikowe sprzęgła elektromagnetycznego, charakterystyki przenoszenia momentu obrotowego sprzęgła elektromagnetycznego przebiegają tak jak pokazano to na fig. 6. Krzywa a jest krzywą momentu obrotowego sprzęgła elektromagnetycznego 1 gdy uzwojenie twornikowe jest połączone w układzie podwójnej gwiazdy. Krzywe b i c pokazują krzywe momentu obrotowego sprzęgła elektromagnetycznego, gdy uzwojenie twornikowe jest połą-

czone w układzie trójkąta. Gdy pierwotne źródło napędu obraca się z prędkościami odpowiadającymi punktom A i B, krzywe momentu obrotowego sprzęgła elektromagnetycznego w przypadku połączenia w układzie trójkąta stają się krzywymi b i c.

Kiedy wirnik sprzęgła elektromagnetycznego 1 połączony ze śrubą statku jest w stanie spoczynku i ma zacząć się obracać w kierunku przeciwnym do kierunku obrotów pierwotnego źródła napędu 6, korzystne jest, by maksymalna krzywa przenoszenia momentu obrotowego sprzęgła elektromagnetycznego 1 przebiegała możliwie jak najniżej. To też z równania (5) wynika, że uzwojenie można korzystnie zastosować jako uzwojenie twornika sprzęgła elektromagnetycznego 1, kiedy liczba biegunów tworzonych przez uzwojenie połączone w układzie podwójnej gwiazdy jest dwukrotnie większa niż liczba biegunów tworzonych przez uzwojenie połączone w układzie trójkąta.

Jako uzwojenie twornikowe maszyny synchronicznej może być również stosowane uzwojenie, które ma taką konstrukcję, że liczba biegunów tworzonych przez to uzwojenie połączone w układzie podwójnej gwiazdy może być dwukrotnie większa niż liczba biegunów tworzonych przez uzwojenie połączone w układzie trójkąta. W takim przypadku fig. 6 można również traktować jako rysunek objaśniający działanie układu. Krzywa charakterystyczna a w tym przypadku jest krzywą momentu obrotowego maszyny synchronicznej 7, kiedy uzwojenie twornikowe jest połączone w układzie trójkąta. Krzywa b przedstawia krzywą momentu obrotowego maszyny synchronicznej 7, kiedy uzwojenie twornikowe jest połączone w układzie gwiazdy. Maszyna synchroniczna 7 jest wyposażona w uzwojenie tłumiące, przez które maszyna ta może być napędzana jako silnik indukcyjny z wirnikiem klatkowym.

Uzwojenie tłumiące działa tylko dorywczo na przykład w przypadku rozpoczynania napędzania śruby. Śruba 8 może być uruchamiana przez przepływ prądu w uzwojeniu tłumiącym, podczas gdy pierwotne źródło napędu 6 obraca się już z pewną prędkością. Kierunek obrotów śruby 8 można zmienić przez użycie uzwojenia tłumiącego, podczas gdy kierunek obrotów pierwotnego źródła napędu 6 jest utrzymywany jako niezmienny.

Kiedy wirnik sprzęgła elektromagnetycznego 1 po stronie obciążenia jest w stanie spoczynku, i ma zacząć się obracać w kierunku przeciwnym do kierunku obrotów pierwotnego źródła napędu, korzystne jest by początkowy moment napędowy maszyny synchronicznej 7 był możliwie jak największy. W tym przypadku jak to wynika z równania (5) uzwojenie może być korzystnie zastosowane jako uzwojenie twornikowe maszyny synchronicznej 7, gdy liczba biegunów tworzonych przez uzwojenie połączone w układzie podwójnej gwiazdy jest dwukrotnie większa niż liczba biegunów tworzonych przez to uzwojenie połączone w układzie trójkąta.

Z powyższego wyjaśnienia i równania (5) wynika, że uzwojenie twornikowe musi być połączone w układzie podwójnej gwiazdy, gdy kierunek obrotów wirnika maszyny synchronicznej jest taki sam

jak kierunek obrotów wirnika sprzęgła elektromagnetycznego, napędzanego przez pierwotne źródło napędu 6, a uzwojenie twornikowe musi być połączone w układzie trójkąta, kiedy kierunek obrotów wirnika maszyny synchronicznej jest przeciwny do kierunku obrotów wirnika sprzęgła elektromagnetycznego napędzanego przez pierwotne źródło napędu, jeżeli uzwojenie twornikowe typu zmiennobiegunowego jest zastosowane jako uzwojenie twornikowe sprzęgła elektromagnetycznego 1. Ponadto z powyższego wyjaśnienia i z równania (5) wynika, że uzwojenie twornikowe powinno być połączone w układzie trójkąta, kiedy kierunek obrotów wirnika maszyny synchronicznej jest taki sam jak kierunek obrotów wirnika sprzęgła elektromagnetycznego, napędzanego przez pierwotne źródło napędu 6, a uzwojenie twornikowe musi być połączone w układzie podwójnej gwiazdy, gdy kierunek obrotów wirnika maszyny synchronicznej jest przeciwny do kierunku obrotów wirnika sprzęgła elektromagnetycznego napędzanego przez pierwotne źródło napędu, jeżeli powyższe uzwojenie twornikowe typu zmiennobiegunowego jest zastosowane jako uzwojenie twornikowe maszyny synchronicznej 7.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ napędowy statku do przenoszenia energii mechanicznej z pierwotnego źródła napędu statku na jego śrubę zawierający sprzęgło elektromagnetyczne z dwoma wirnikami, które są obrotowe względem siebie, przy czym jeden z wirników jest wyposażony w uzwojenie twornikowe, a drugi wirnik jest wyposażony, w uzwojenie wzbudzenia i pierścienie ślizgowe, maszynę synchroniczną, działającą jako silnik, której stojan jest wyposażony w uzwojenie twornikowe, a wirnik jest wyposażony w uzwojenie wzbudzenia i uzwojenie tłumiące, połączenie elektryczne pomiędzy uzwojeniem twornikowym maszyny synchronicznej i uzwojeniem twornikowym sprzęgła elektromagnetycznego poprzez urządzenie przełączające oraz prostowniki, które są połączone elektrycznie z wymienionymi pierścieniami ślizgowymi sprzęgła elektromagnetycznego tak, że uzwojenie wzbudzenia sprzęgła elektromagnetycznego, może być zasilane prądem stałym z dowolnego źródła prądu przemiennego, **znamienny tym**, że jeden z wirników (2) sprzęgła elektromagnetycznego (1) jest przystosowany do napędzania

śruby (8) statku a drugi wirnik (3) sprzęgła elektromagnetycznego (1) jest przystosowany do napędzania go przez pierwotne źródło napędu (6), przy czym jeden wirnik ma cylindryczną część, wewnątrz której umieszczone jest uzwojenie twornikowe (33) sprzęgła elektromagnetycznego (1) oraz magnetyczny człon (41) tworzący magnetyczny obwód sprzęgła elektromagnetycznego (1) a na zewnątrz której umieszczone jest uzwojenie tłumiące oraz uzwojenie wzbudzenia (46) maszyny synchronicznej (7) i magnetyczny człon (42) tworzący magnetyczny obwód maszyny synchronicznej (7), zaś pierwszy wirnik sprzęgła elektromagnetycznego (1) oraz wirnik maszyny synchronicznej (7) stanowią wspólny wirnik (2), który wiruje w przestrzeni pomiędzy stojanem maszyny synchronicznej (7) a drugim wirnikiem (3) sprzęgła elektromagnetycznego (1).

2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że uzwojenie twornikowe (33) sprzęgła elektromagnetycznego (1) jest uzwojeniem zmiennobiegunowym.

3. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że uzwojenie twornikowe (35) maszyny synchronicznej (7) jest uzwojeniem zmiennobiegunowym.

4. Układ według zastrz. 2, **znamienny tym**, że elektryczne połączenie uzwojenia twornikowego (35) maszyny synchronicznej (7) z zaciskami układu podwójnej gwiazdy zmiennobiegunowego uzwojenia twornikowego (33) sprzęgła elektromagnetycznego (1) jest zamieniane na połączenie elektryczne uzwojenia twornikowego (35) maszyny synchronicznej (7) z zaciskami układu trójkąta zmiennobiegunowego uzwojenia twornikowego (33) sprzęgła elektromagnetycznego (1) przez urządzenie (9) przełączające kolejność faz.

5. Układ według zastrz. 3, **znamienny tym**, że połączenie elektryczne uzwojenia twornikowego (33) sprzęgła elektromagnetycznego (1) z zaciskami układu trójkąta zmiennobiegunowego uzwojenia twornikowego (35) maszyny synchronicznej (7) jest zamieniane na połączenie elektryczne uzwojenia twornikowego (33) sprzęgła elektromagnetycznego (1) z zaciskami układu podwójnej gwiazdy zmiennobiegunowego uzwojenia twornikowego (35) maszyny synchronicznej (7) przez urządzenie (9) przełączające kolejność faz.

6. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że pierwotne źródło napędu (6) stanowi silnik wysokoprężny.

Errata

Nr ramu	wiersza	Jest	Powinno być
5	18	uzwojenie wzbudzające	uzwojenie wzbudzenia
6	40	źródłem prądu 6.	źródłem napędu 6.
8	62	urządzenie przełącznika	urządzenie przełączania

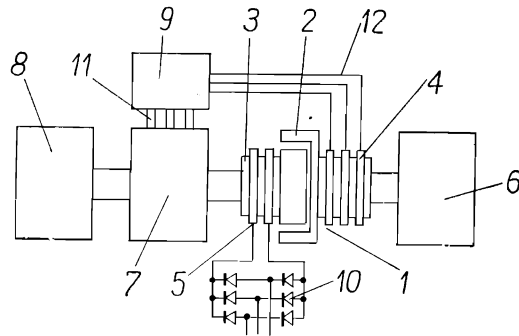


Fig. 1

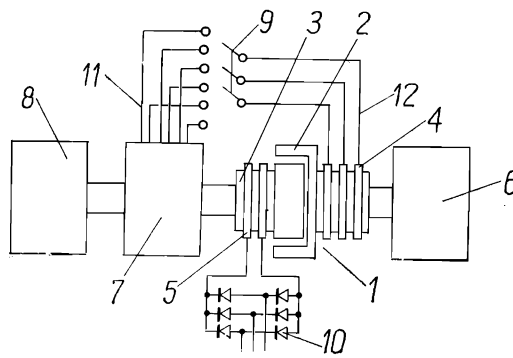


Fig. 2

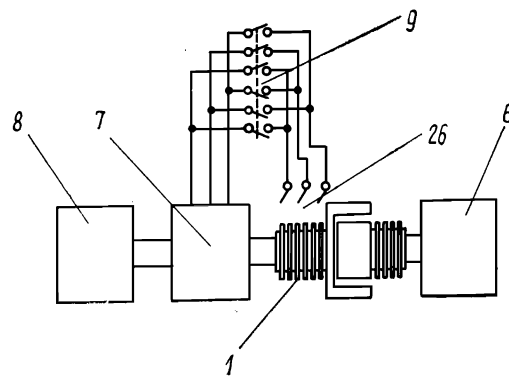


Fig. 3

