(19) URZĄD PATENTOWY RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

(10) **PL 244634 B1**

(12) # Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **432101**
(22) Data zgłoszenia: **2019.12.06**
(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2021.06.14 BUP 12/2021**
(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.02.19 WUP 08/2024**

(51) MKP:
B63H 1/36 *(2006.01)*

(73) Uprawniony z patentu:
AKADEMIA MARYNARKI WOJENNEJ IM. BOHATERÓW WESTERPLATTE, Gdynia, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:
PIOTR SZYMAK, Barniewice, PL
PAWEŁ PISKUR, Gdańsk, PL

(54) Tytuł:
Wielopłetwowy pędnik falowy z redukcją oporu w cyklu powrotnym, zwłaszcza dla biomimetycznego pojazdu podwodnego

PL 244634 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest wielopłetwowy pędnik falowy z redukcją oporu w cyklu powrotnym, zwłaszcza dla biomimetycznego pojazdu podwodnego.

Obszar zastosowań przedmiotu wynalazku to głównie oceanotechnika i oceanologia w zakresie wykonywania inspekcji wybranych akwenów wodnych, oraz przeszukiwanie obszarów wodnych przez służby policyjne, wojskowe i straży pożarnej, a także straże ochrony parków narodowych i inne instytucje porządkowe.

Obecnie znanych jest dużo rozwiązań konstrukcyjnych urządzeń napędowych dla różnego rodzaju pojazdów podwodnych, począwszy od klasycznych z typową śrubą napędową, aż po urządzenia generujące siłę naporu w formie falowej. Znaczna ilość tych rozwiązań to wynalazki. Jednym z takich rozwiązań jest opisane w dokumencie patentowym PL215828- „Sposób falowego napędu jednostek pływających". Innym rozwiązaniem jest opisany w dokumencie patentowym EP0903288- „Submersible vehicle having swinging wings" oraz EP2222550- „A fin propulsion aparatus". W pierwszym przypadku, powierzchniowy element parcia, poruszany ramionami, generuje falę lokomotoryczną o zmiennej charakterystyce- przypominającą kształtem ruchu, płynącą sinusoidę. W przypadku dwóch pozostałych rozwiązań dotyczą one konstrukcji płetwowych co do zasady umieszczanych po bokach kadłuba jednostki pływającej, bezpośrednio na kadłubie albo w poprzecznym bądź wzdłużnym- kanale. Znane są także inne konstrukcje, których elementy wykonawcze wykonują ruch oscylacyjny zarówno jedno płaszczyznowy jak i dwupłaszczyznowy. Skutkuje to generowaniem ruchu falowego w istocie swojej zasady. Wśród tych rozwiązań można wskazać na następujące: US5374207- "Device for setting the propulsion means of watercraft in various angular positions", US7267587- "Steering system of outboard motor", US2010151751- "Propulsion device for propelling a floating watercraft, a conversion kit forreplacing a propeller where the kit comprises such a propulsion device, a watercraft comprising such a propulsion device and a method for increasing the efficiency by using such a conversion kit", US894412- "Boat propelling device", US2507205- "Boat propelling device", US3980039- "Electrically operated bow mount for trolling motor". Znane są także starsze rozwiązania konstrukcyjne opisane w dokumentach patentowych: US343580- "Marine propulsion system", US3620651- „Fluid flow apparatus" oraz RU2009958- „Ships propeller". Także w literaturze fachowej można znaleźć informacje dotyczące biomimetycznych pojazdów podwodnych ze szczególnym uwzględnieniem rozwiązań konstrukcyjnych układów napędowych. Przykładem jest artykuł opublikowany w periodyku EKSPLOATACJA I TESTY – AUTOBUSY nr 12/2016 r. autorstwa P. Szymak i T. Praczyk pt. „Sterowanie biomimetycznym pojazdem podwodnym na płaszczyźnie poziomej – badania symulacyjne". W aktualnym stanie techniki napęd biomimetycznych pojazdów podwodnych, co do zasady, stosowany jest napęd falowy generujący, oscylacyjny, przypominający falę sinusoidalną, wykonywany ruch. Realizowane jest to z wykorzystaniem jednej lub kilku płetw. Podobnie jak w przypadku morskich organizmów żywych, płetwy mogą być usytuowane w przedniej albo tylnej części kadłuba, bądź zarówno w przedniej jak i tylnej części kadłuba biomimetycznego pojazdu podwodnego i wykonywać ruch oscylacyjny w płaszczyźnie pionowej i/lub poziomej. Każda z płetw wykonana jest z jednego lub kilku członów sztywnych zakończonych elastycznym materiałem. Elastyczna końcówka płetwy zapewnia laminarny charakter opływu na krawędzi spływu. Ruch oscylacyjny płetwy odbywa się wokół jednej względnie kilku, wzajemnie równoległych osi obrotu. Kinematyka płetwy kilkuczłonowej jest wzorowana na podstawie żywych organizmów morskich, głównie ryb. Powierzchnia boczna płetwy oddziałuje na wodę w obu cyklach pracy, tzn. podczas generowania naporu – ruch roboczy oraz podczas ruchu powrotnego. Przy wykorzystaniu dwóch płetw tylnych wykonujących ruch synchroniczny w przeciwnej fazie na płaszczyźnie poziomej uzyskuje się ruch podobny do obserwowanego u foki lub żaby. W tym przypadku ruch obu płetw od pozycji neutralnej, czyli pozycji w której obie płetwy usytuowane są w wzdłużnej osi symetrii biomimetycznego pojazdu podwodnego do maksymalnego kąta wychylenia prawej i lewej płetwy odpowiednio na prawą i lewą burtę nazywa się ruchem powrotnym, natomiast ruch od maksymalnego kąta wychylenia do pozycji neutralnej ruchem roboczym. Obecnie znane są również napędy płetwowe kilku- przegubowe, naśladujące poruszanie się w wodzie żółwia. Jednak płetwy są zamontowane po bokach kadłuba pojazdu a ruch roboczy i powrotny wymuszany jest za pomocą odpowiednio sterowanych układów napędowych.

Celem wynalazku jest stworzenie pędnika o zmniejszonym oporze hydrodynamicznym podczas ruchu powrotnego płetwy, zwiększeniem sprawności energetycznej napędu falowego oraz zwiększeniem zasięgu operacyjnego biomimetycznego pojazdu podwodnego.

Przedmiotem wynalazku jest wielopłetwowy pędnik falowy z redukcją oporu w cyklu powrotnym, zwłaszcza dla biomimetycznego pojazdu podwodnego, będący w istocie napędem falowym tylnym z dwoma, wzajemnie prostopadłymi osiami obrotu dla każdej z płetw, czyli z płetwami zdolnymi do wykonywania ruchu zarówno w płaszczyźnie poziomej jak i pionowej. Prawy przegub pionowy, będący jednocześnie elementem przeniesienia napędu, zawiera osadzone w górnej swojej części, gniazdo z umieszczonym w nim przegubem poziomym do którego zainstalowany jest element osadowczy płetwy, zaś jej tylna krawędź dochodzi do płytki- sworznia. Równolegle symetrycznie względem osi wzdłużnej biomimetycznego pojazdu podwodnego, zainstalowany jest taki sam przegub lewy wraz z pozostałymi analogicznymi elementami składowymi. Zespół prawej płetwy i zespół płetwy lewej, synchronicznie, do położenia symetrycznego względem osi pojazdu, wykonują ruch i jest to faza ruchu powrotnego podczas którego płaty płetw przyjmują położenie poziome, zaś podczas ruchu przeciwnego obie płetwy są w pozycji pionowej blokowanej płytką- sworzniem. Ruch w obu płaszczyznach jest realizowany za pomocą jednego napędu dla pionowej osi obrotu. Tego typu napęd, co do zasady, umożliwia ruch płetw tylko i wyłącznie w płaszczyźnie poziomej. W wyniku zastosowaniu dwóch wzajemnie prostopadłych przegubów dla prawej płetwy oraz dla lewej płetwy możliwe jest wykonywanie ruchu obu płetw zarówno w płaszczyźnie poziomej jak i pionowej. Na początku ruchu powrotnego powierzchnie obu płetw usytuowane są w płaszczyźnie pionowej.

Po włączeniu napędu przegubów pionowych następuje ruch powrotny obu płetw od pozycji neutralnej do maksymalnego kąta wychylenia płetw. W wyniku działania oporu hydrodynamicznego ośrodka oraz połączeń ruchomych przegubów poziomych, powierzchnie płetw zmieniają położenie z płaszczyzny pionowej do poziomej. Ruch powrotny zostaje zakończony poprzez zatrzymanie napędu przegubów pionowych po uzyskaniu przez te przeguby maksymalnego kąta wychylenia płetw. Stopień zbliżenia położenia płaszczyzny płetw do płaszczyzny poziomej na zakończenie ruchu powrotnego zależy od gęstości płetw w stosunku do gęstości ośrodka, prędkości kątowej przegubów pionowych oraz maksymalnego kata wychylenia płetw. W trakcie ruchu roboczego napędy przegubów pionowych uruchamiane są w przeciwnym kierunku, to jest w kierunku uzyskania pozycji neutralnej. W trakcie tego ruchu płaszczyzny płetw przemieszczają się z płaszczyzny poziomej lub zbliżonej do poziomej do płaszczyzny pionowej z powodu oporu hydrodynamicznego ośrodka i siły ciężkości oddziałującej na płaszczyzny płetw. Po przemieszczeniu płaszczyzny płetwy prawej i lewej do płaszczyzny pionowej następuje ich blokowanie przy użyciu ograniczników ruchu odpowiednio.

Przedmiot wynalazku przedstawiony jest na rysunku w formie schematu. Fig. 1 obrazuje zestawienie całościowe wielopłetwowego pędnika, Fig. 2 – ustawienie płetwy w pozycji powrotnej, Fig. 3 – ustawienie płetwy w położeniu roboczym oraz Fig. 4 – lokalizację wielopłetwowego pędnika w strukturze biomimetycznego pojazdu podwodnego.

Wielopłetwowy pędnik falowy, będący przedmiotem wynalazku, w przykładzie wykonania, jest nowym typem napędu biomimetycznych pojazdów podwodnych, który naśladuje w swoim działaniu ruch płetw- zazwyczaj tylnych, obserwowany u żywych organizmów takich, jak foka, żaba i im podobne. Dla zapewnienia ruchu postępowego pojazdu podwodnego, dwie płetwy **4a** i **4b**, zamontowane na jego rufie do pionowych osi obrotowych, wychylane są synchronicznie w płaszczyźnie poziomej najczęściej za pomocą napędów z silnikami elektrycznymi w następujący sposób: od położenia startowego, czyli płetw ustawionych równolegle do wzdłużnej osi symetrii pojazdu podwodnego, obie płetwy wychylane są na zewnątrz do osiągnięcia ustalonej wartości maksymalnego wychylenia kątowego względem wzdłużnej osi symetrii pojazdu podwodnego. Następnie obie płetwy **4a** i **4b** są wychylane z powrotem do pozycji startowej. Taki ruch dwupłetwowego pędnika falowego powtarzany cyklicznie powoduje wypychanie wody zawartej pomiędzy płetwami do tyłu- w kierunku od dziobu do rufy pojazdu podwodnego i w konsekwencji generuje ruch postępowy pojazdu podwodnego do przodu. Całość tak działającego mechanizmu ruchu dwóch płetw **4a** i **4b** osadzonych górną tylną sekcja obrotowo w poziomych przegubach **2a** i **2b**, zainstalowanych w górnej części przegubów pionowych **1a** i **1b** stanowiących prostopadłe osie obrotu dla każdej z nich, pozwala przede wszystkim na zmniejszenie oporów hydrodynamicznych podczas ruchu powrotnego. Obrót płetwy wokół osi przegubów poziomych nie wymaga stosowania dodatkowych układów wykonawczych. Zastosowany przegub umożliwia swobodny obrót płetwy podczas ruchu powrotnego. W trakcie ruchu roboczego płetwa blokowana jest przez nieruchomy sworzeń **3a** i **3b** będący w istocie ogranicznikiem zakresu ruchu.

Pędnik według wynalazku skutkuje zmniejszeniem oporu hydrodynamicznego podczas ruchu powrotnego płetwy, zwiększeniem kątów roboczych napędu falowego, zwiększeniem sprawności energe-

tycznej napędu falowego oraz zwiększeniem zasięgu biomimetycznego pojazdu podwodnego. Zastosowanie przegubów w napędzie falowym naśladującym fokę umożliwia poprawę sprawności i efektywności napędu poprzez wychylenie obu płetw napędowych o większy kąt niż dotychczas.

Zastrzeżenia patentowe

1. Wielopłetwowy pędnik falowy z redukcją oporu w cyklu powrotnym, zwłaszcza dla biomimetycznego pojazdu podwodnego zawierający płetwy mogące wykonywać ruch oscylacyjny o zdefiniowanym kierunku oraz stosowne urządzenie napędowe, **znamienny tym**, że prawy przegub pionowy (**1a**), będący jednocześnie elementem przeniesienia napędu, zawiera osadzone w górnej swojej części, gniazdo z umieszczonym w nim przegubem poziomym (**2a**) do którego zainstalowany jest element osadowczy płetwy (**4a**), zaś jej tylna krawędź dochodzi do płytki- sworznia (**3a**), natomiast, równolegle do przegubu (**1a**), symetrycznie względem osi wzdłużnej biomimetycznego pojazdu podwodnego, zainstalowany jest taki sam przegub pionowy lewy (**1b**) wraz z pozostałymi analogicznymi elementami oznakowanymi jako (**2b**), (**4b**) oraz (**3b**), przy czym zespół prawej płetwy (**4a**) i zespół płetwy lewej (**4b**), synchronicznie do położenia symetrycznego względem osi pojazdu wykonują ruch i jest to faza ruchu powrotnego podczas którego płaty płetw, odpowiednio (**4a**) i (**4b**) przyjmują położenie poziome, zaś podczas ruchu przeciwnego płetwy (**4a**) i (**4b**) są w pozycji pionowej blokowanej płytką- sworzniem (**3a**) i (**3b**).
2. Wielopłetwowy pędnik falowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że położenie neutralne płetw (**4a**) i (**4b**) to ułożenie ich wzdłużnie względem osi symetrii pojazdu oraz jednocześnie płetwy, odpowiednio (**4a**) i (**4b**), posiadają krawędzie spływowe- tylne wykonane z materiału elastycznego, zaś pozostała część płatów jest sztywna.

Rysunki

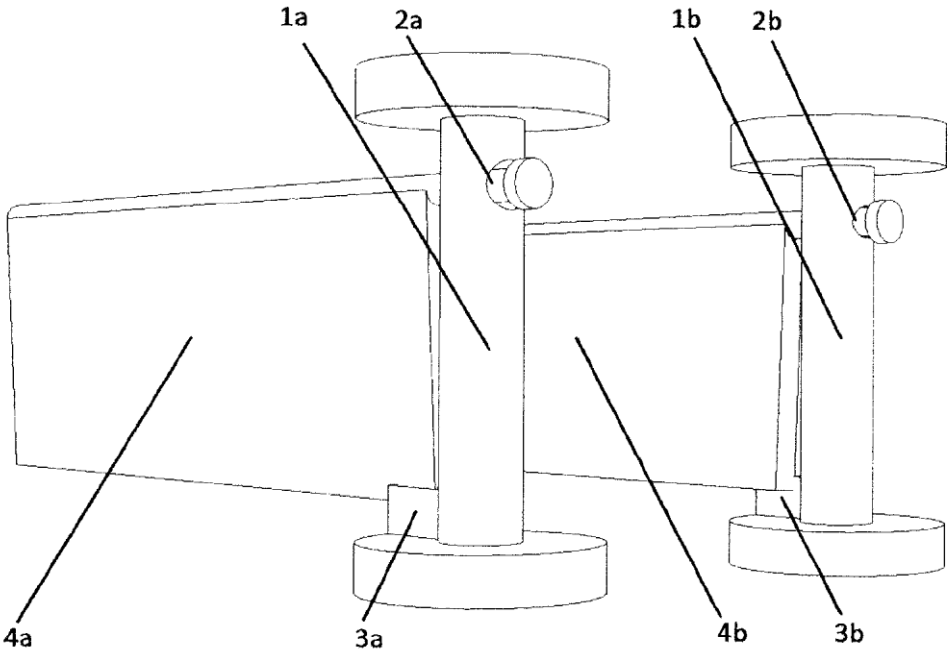

Fig. 1

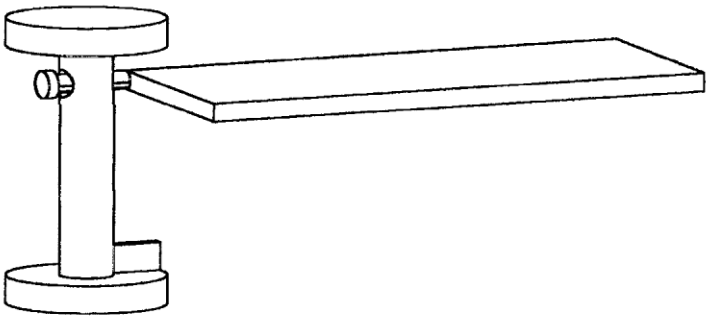

Fig. 2

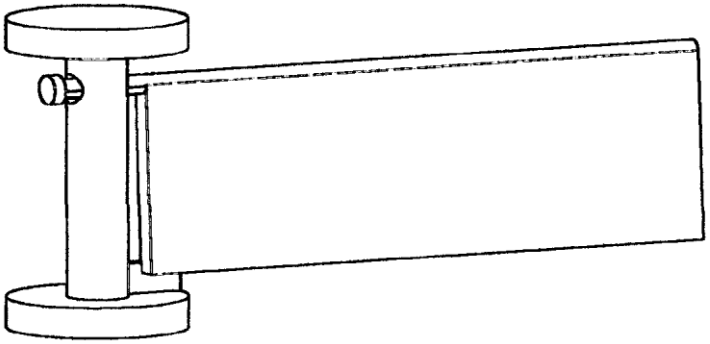

Fig. 3

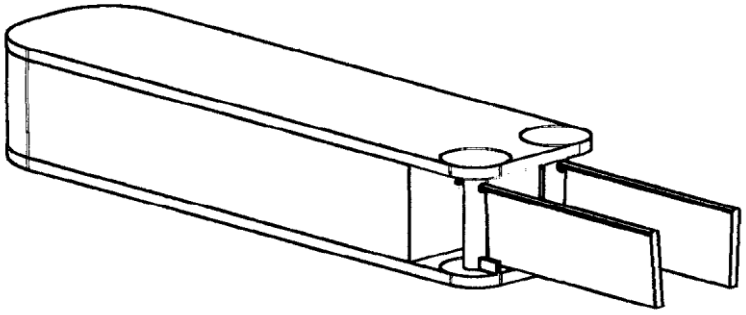

Fig. 4