

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10)

PL 246767 B1

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **425482**

(22) Data zgłoszenia: **2018.05.09**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2019.11.18 BUP 24/2019**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2025.03.03 WUP 09/2025**

(51) MKP:

E21C 50/00 (2006.01)

E02F 7/00 (2006.01)

B66F 19/00 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE,
Kraków, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**KRZYSZTOF BRODA, Kraków, PL
WIKTOR FILIPEK, Giebułtów, PL**

(54) Tytuł:

Sposób transportu i autonomiczne urządzenie do transportu ładunku w wodzie, zwłaszcza z dużych głębokości

PL 246767 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie transportujące ładunek w wodzie, zwłaszcza z dużych głębokości. Wynalazek znajduje między innymi zastosowanie w górnictwie morskim do transportu ładunku z dużych głębokości, przykładowo z głębokości większych niż 200 m.

Znane są rozwiązania, których zasada działania oparta jest o zmianę średniej gęstości transportowanego obiektu, w stosunku do gęstości otaczającej go cieczy. W przypadku kiedy średnia gęstość modułu jest większa niż otaczającego go medium następuje opadanie, natomiast w przeciwnym przypadku wynurzenie. Sposób ten, używany w łodziach podwodnych, oparty jest na zastosowaniu zbiorników balastowych, które w zależności od potrzeby są napełniane lub opróżniane. Metoda ta jest wykorzystywana w przypadku kiedy głębokość zanurzenia nie jest duża i nie przekracza kilkuset metrów. Poniżej tej głębokości, z przyczyn technicznych, używa się metody polegającej na zanurzaniu z balastem, a wynurzeniu po zrzuceniu balastu. Balast jest bezpowrotnie tracony osiadając na dnie eksploataowanego zbiornika wodnego.

Znane jest również rozwiązanie przedstawione w opisie EP0188924. Jest to sposób podnoszenia surowców podwodnych, wydobytych na dużych głębokościach, polegający na zastosowaniu zestawu złożonego z elastycznego balonu zbiornika połączonego z wydobywanym ciężarem za pomocą długiej liny. Balon napełniony powietrzem w środowisku o ciśnieniu atmosferycznym ma znaczną objętość, natomiast zanurzony w warunkach dużego ciśnienia hydrostatycznego panującego na głębokości, ulega znacznemu skurczeniu pozostając w głębinie. Dzięki wyposażeniu balonu w dodatkowe urządzenie, które jest w stanie zwiększyć ciśnienie w balonie, a więc jego objętość startową, możliwa jest zmiana stanu równowagi tak by zestaw wraz z połączonym liną ciężarem zaczął przemieszczać się w górę ku mniejszym głębokościom. Przy malejącym ciśnieniu wzrasta objętość balonu i tym samym wzrasta jego siła nośna. Pozwala to na podnoszenie ciężkich ładunków jak na przykład metalicznych kęsów rud.

Znane są rozwiązania patentowe PAT 228529 Sposób transportu i urządzenie transportujące ładunek w wodzie, zwłaszcza z dużych głębokości i PAT 228530 Sposób transportu i urządzenie transportujące ładunek w środowisku płynnym, zwłaszcza z dużych głębokości opisujące zastosowanie nowej metody polegającej na wykorzystaniu materiałów pirotechnicznych jako źródła energii w transporcie z dna morskiego z dużych głębokości. Istotą tych urządzeń, jest to że element nośny składa się z zamkniętego zbiornika oraz z reaktora zawierającego materiał pirotechniczny, połączonych szczelnie rurą. Obudowa reaktora, rura łącząca tę obudowę ze zbiornikiem oraz część zbiornika stanowią przestrzeń gazową, a pozostała część zbiornika tworzy przestrzeń wodną. Co najmniej jeden zawór wodny połączony jest z przestrzenią wodną. Proces pirotechniczny wywołujący przejście fazowe z ciała stałego lub cieczy w gaz wywołuje wzrost objętości przestrzeni gazowej a zmniejszenie objętości przestrzeni wodnej zamkniętego zbiornika tego urządzenia, a zatem zmianę gęstości urządzenia względem ośrodka płynnego.

Wynalazek rozwiązuje problem techniczny jakim jest transport ładunku z dużych głębokości wody i autonomiczne urządzenie do realizacji tego sposobu.

Sposób transportu ładunku w wodzie, zwłaszcza z dużych głębokości, według wynalazku, polega na zmianie średniej gęstości urządzenia transportującego, bez ładunku lub z ładunkiem, w stosunku do gęstości otaczającej wody. Źródło energii rozprężania ulokowane jest wewnątrz modułu nośnego urządzenia transportującego. Istotą rozwiązania jest to, że tym źródłem energii jest reakcja chemiczna substratu B z wodą, w obecności substratu A regulującego szybkość zachodzenia reakcji. Substraty umieszcza się w komorze reakcji modułu nośnego. Podczas opadania urządzenia transportującego, gdy woda poprzez otwory w ścianach dostaje się do komory roboczej modułu nośnego i wykrapla za pomocą kapilar do substratów w komorze reakcji doprowadzając do reakcji, pomiędzy substratami. Wywołuje to wydzielanie gazów oraz narastanie ciśnienia wewnątrz modułu nośnego i wypieranie wody z jego wnętrza aż do osiągnięcia średniej gęstości urządzenia transportującego, mniejszej od gęstości otaczającej wody. Urządzenie transportujące wynurza się i za pomocą zmian ustawienia zaworu sterującego, wynikających ze zmiany ciśnienia hydrostatycznego, doprowadza się do stanu wyjściowego. Substraty A i B reakcji chemicznych dobiera się takie, które nie reagują ze sobą tylko z wodą, a skład ich oraz proporcje dobiera się zależnie od przewidywanej głębokości transportowania.

Korzystne jest gdy w substracie A, rozpuszcza się woda, zwłaszcza morska.

Korzystne jest gdy ze substratem B, woda, zwłaszcza morska reaguje intensywnie dając gazowe produkty reakcji.

Korzystne jest gdy substrat B ma silniejsze właściwości higroskopijne od substratu A.

Istotą urządzenia transportującego mającego moduł nośny oraz elementy mocujące ładunek jest to, że podstawowym elementem modułu nośnego jest komora robocza o największej pojemności i mająca otwory w dolnej części ścian bocznych. Wewnątrz komory roboczej usytuowana jest komora reakcji przylegająca do dna komory roboczej i nie przesłaniająca otworów w ścianach bocznych. W pokrywie komory reakcji umieszczona jest kapilara lub pęk kapilar łączących przestrzeń komory roboczej z przestrzenią komory reakcji. Ponadto w pokrywie tej komory umieszczona jest rura robocza transportu gazu z komory reakcji do komory roboczej. Powyżej komory roboczej usytuowana jest komora sterująca nakryta od góry kielichem, który zapobiega dostawianiu się wody do modułu nośnego. Komora sterująca zawiera wewnątrz pływak wyposażony w trzpień, który wraz z otworem w pokrywie komory sterującej tworzy zawór sterujący. Poprzez górną ścianę komory roboczej, a dolną ścianę komory sterującej, przechodzi rura sterująca wchodząca luźno do wnętrza pływaka. Oprócz pływaka, wykonującego ruch podnoszenia i opadania, wszystkie elementy modułu nośnego są sztywno połączone.

Korzystne jest montowanie części urządzenia rozłącznie. Umożliwia to ich rozłączenie, wyczyszczenie i ewentualne napełnienie, a następnie złożenie w całość.

Szczegółowo sposób transportowania za pomocą autonomicznego urządzenia przedstawiono poniżej.

W pierwszej fazie transportu autonomiczne urządzenie jest bez ładunku, komora reakcyjna wypełniona jest substratami A i B. Gdy urządzenie zanurza się, woda do komory roboczej dostaje się przez otwory w ścianach bocznych komory i trwa to aż zwierciadło wody wewnątrz komory roboczej osiągnie poziom tych otworów. Poziom wody w komorze roboczej jest stały na wysokości dolnej krawędzi rury sterującej, urządzenie zanurza się w miarę zalewania komory sterującej, aż osiągnie punkt krytyczny i zacznie opadać na dno. Punkt krytyczny musi być zsynchronizowany z zamknięciem się zaworu sterującego. Zawór sterujący jest zamknięty, poziom wody w komorze roboczej na skutek kompresji powietrza ponad zwierciadłem swobodnym cieczy, może przekroczyć dolną krawędź rury sterującej. W komorze reakcji panuje nadciśnienie wynikające ze zjawiska pochłaniania pary wodnej / gazu przez substraty i rozpoczęcie reakcji substratu B z wodą pochłoniętą z pary wodnej. Proces jest bardzo powolny jednak na tyle intensywny aby wygenerować nadciśnienie w komorze reakcyjnej uniemożliwiające dostanie się wody do komory reakcyjnej. Urządzenie osiąga głębokość docelową, rozpoczyna się wykraplanie wody do komory reakcji. Zostaje dołączony ładunek. Proces wynurzania się autonomicznego urządzenia transportowego musi się rozpocząć gdy poziom zwierciadła swobodnego wody w komorze roboczej osiągnie poziom otworów w ścianie bocznej. W trakcie rozprężania się gazu w komorze roboczej jego nadmiar ulatnia się do środowiska zewnętrznego. Po wynurzeniu się kielicha ponad wodę i otwarciu zaworu sterującego może nastąpić rozładunek. Konstrukcja elementu mocującego ładunek zależna jest od wielkości i przeznaczenia autonomicznego urządzenia, między innymi od wielkości ładunku i nie ma wpływu na budowę modułu nośnego.

Wynalazek charakteryzuje się prostotą konstrukcji, części są tylko mechaniczne bez elektronicznych, oraz wykorzystaniem zjawisk fizycznych towarzyszących procesom zanurzania i wynurzania oraz zachodzącym reakcjom chemicznym. Odpowiednie dobranie parametrów umożliwia autonomiczną pracę modułu transportowego, a mianowicie samodzielne zanurzenie się na wymaganą głębokość oraz po jej osiągnięciu na automatyczne rozpoczęcie procesu wynurzania bez ingerencji z zewnątrz. Jako źródło energii można zastosować różne reakcje chemiczne i pirotechniczne. Tak przyjęta koncepcja powinna w zasadniczy sposób obniżyć koszty budowy i eksploatacji modułu transportującego duże ładunki z głębín morskich.

Przedmiot wynalazku został objaśniony na przykładzie rozwiązania, pokazanym schematycznie na rysunku. Pokazano urządzenia z komorą reakcji wewnątrz komory roboczej.

Urządzenia do transportu ładunku w wodzie, zwłaszcza z dużych głębokości, składa się z modułu nośnego 1 oraz elementu mocującego ładunek 2, którym jest hak. W module nośnym 1 podstawowym elementem modułu nośnego 1 jest komora robocza 3 o największej pojemności. Przykładowa walcowa komora robocza 3 w dolnej części poboczniczy ma rozmieszczone równomiernie otwory 5. Wewnątrz komory roboczej, przylegająca do jej dna, ale nie przesłaniająca otworów 5, usytuowana jest komora reakcji 4. W pokrywie komory reakcji 4 zamontowany jest pęk kapilar 6 łączących przestrzeń komory roboczej 3 z przestrzenią komory reakcji 4. Ponadto w pokrywie tej usytuowana jest rura robocza 12 transportu gazu z komory reakcji 4 do komory roboczej 3. W komorze reakcji 4, przed rozpoczęciem eksploatacji umieszcza się substraty 13 reakcji chemicznych. W przykładzie zastosowano jako substrat A alkohol etylowy, a jako substrat B węgiel wapnia. Powyżej komory roboczej 3

usytuowana jest komora sterująca 7, o ścianach w kształcie walca, nakryta od góry kielichem 8. Komora sterująca 7 zawiera wewnątrz pływak 10 wyposażony w trzpień, który wraz z otworem w pokrywie komory sterującej 7 tworzy zawór sterujący 11. Poprzez górną ścianę komory roboczej 3, a dolną ścianę komory sterującej 7 przechodzi rura sterująca 9 wchodząca luźno do wnętrza pływaka 10, umożliwiając przepływ wody pomiędzy komorą sterującą 7 a pływakiem 10. Części urządzenia są rozłączne, a po zmontowaniu w całość są sztywno połączone, za wyjątkiem pływaka poruszającego się pionowo wewnątrz komory sterującej (7).

Wykaz oznaczeń

1	moduł nośny
2	element mocujący ładunek
3	komora robocza
4	komora reakcji
5	otwory w komorze roboczej
6	kapilara lub pęk kapilar
7	komora sterująca
8	kielich
9	rura sterująca
10	pływak
11	zawór sterujący
12	rura robocza
13	substraty reakcji chemicznych

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób transportu ładunku w wodzie, zwłaszcza z dużych głębokości, polegający na zmianie średniej gęstości urządzenia transportującego, bez ładunku lub z ładunkiem, w stosunku do gęstości otaczającej wody, a wykorzystujący źródło energii rozprężania ulokowane wewnątrz modułu nośnego urządzenia transportującego, **znamienny tym**, że źródłem energii rozprężania jest reakcja chemiczna substratu B z wodą w obecności substratu A regulującego szybkość zachodzenia reakcji, przy czym substraty (13) umieszcza się w komorze reakcji (4) modułu nośnego (1), następnie podczas opadania urządzenia transportującego, gdy woda poprzez otwory (5) w ścianach bocznych w dolnej części komory roboczej (3) modułu nośnego (1) dostaje się do tej komory i doprowadza się do wykraplania wody za pomocą kapilar (6), do substratów (13) w komorze reakcji (4), i wówczas doprowadza się do reakcji chemicznej wywołującej wydzielanie gazów oraz narastanie ciśnienia wewnątrz modułu nośnego (1) i wypieranie

wody z jego wnętrza aż do osiągnięcia średniej gęstości urządzenia transportującego, mniejszej od gęstości otaczającej wody i wynurzenia się urządzenia transportującego, a za pomocą zmian ustawienia zaworu sterującego (11), wynikających ze zmiany ciśnienia hydrostatycznego doprowadza się urządzenie transportujące do stanu wyjściowego, a skład ich oraz proporcje substratów dobiera się zależnie od przewidywanej głębokości transportowania ładunku, przy czym gaz z komory reakcji (4) do komory roboczej (3) transportuje się za pomocą rury roboczej (12) usytuowanej w pokrywie komory reakcji (4).

2. Sposób transportu, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w substracie A, rozpuszcza się woda, zwłaszcza morska.
3. Sposób transportu ładunku, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że ze substratem B, woda, zwłaszcza morska, reaguje intensywnie dając gazowe produkty reakcji.
4. Sposób transportu ładunku, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że substrat B ma silniejsze właściwości higroskopijne od substratu A.
5. Autonomiczne urządzenie do transportu ładunku w wodzie, zwłaszcza z dużych głębokości, mające moduł nośny oraz mające elementy mocujące ładunek, **znamiennie tym**, że podstawowym elementem modułu nośnego (1) jest komora robocza (3) o największej pojemności i mająca otwory (5) w dolnej części bocznych ścian, przy czym wewnątrz komory roboczej (3) usytuowana jest komora reakcji (4) przylegająca do dna komory roboczej (3), sztywno połączona i nie przesłaniająca otworów (5), a w pokrywie komory reakcji (4) usytuowana jest kapilara lub pęk kapilar (6) łączących przestrzeń komory reakcji (4) z przestrzenią komory roboczej (3), ponadto w pokrywie komory reakcji (4) usytuowana jest rura robocza (12) transportu gazu z komory reakcji (4) do komory roboczej (3), poza tym powyżej komory roboczej (3) usytuowana jest komora sterująca (7), nakryta od góry kielichem (8) i zawierająca wewnątrz pływak (10) wyposażony w trzpień, który wraz z otworem w pokrywie komory sterującej (7) tworzy zawór sterujący (11), natomiast poprzez górną ścianę komory roboczej (3) i dolną ścianę komory sterującej (7) przechodzi rura sterująca (9) wchodząca luźno do wnętrza pływaka (10), przy czym otwory (5) w dnie komory roboczej (3) rozmieszczone są równomiernie.
6. Autonomiczne urządzenie do transportu, według zastrz. 5, **znamiennie tym**, że części urządzenia są rozłączne.

Rysunek

