

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **235914**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **409435**

(22) Data zgłoszenia: **09.09.2014**

(51) Int.Cl.

G01L 15/00 (2006.01)

G01L 19/00 (2006.01)

G01M 10/00 (2006.01)

(54) **Zestaw pomiarowy rozkładu ciśnień na powierzchniach budowli hydrotechnicznych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

14.03.2016 BUP 06/16

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

16.11.2020 WUP 18/20

(73) Uprawniony z patentu:

UNIWERSYTET MORSKI W GDYNI, Gdynia, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

TERESA ABRAMOWICZ-GERIGK, Gdynia, PL

ZBIGNIEW BURCIU, Kosakowo, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Jacek Czabajski

PL 235914 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest mobilny zestaw do prowadzenia pomiarów rozkładu ciśnień występujących na podwodnych powierzchniach budowli hydrotechnicznych, zwłaszcza na podwodnych powierzchniach nabrzeży portowych, kanałów i basenów portowych. Urządzenie ma za zadanie realizację pomiaru rozkładu ciśnień dynamicznych występujących na wymienionych powierzchniach, powstających zwłaszcza podczas manewrowania statków.

Pionowe, ale także i poziome ściany, w tym dna kanałów i basenów portowych poddawane są zjawisku erozji na skutek ruchów wody, związanych ze sztormami, pływami, a przede wszystkim związanych z ruchami statków wpływających i wypływających z portu. Im większy rozmiar i nośność statku, tym większe są prędkości strumieni zaśrubowych śrub napędowych napędu wzdłużnego i napędu poprzecznego statku podczas manewrów. Dotyczy to również prędkości strumieni zaśrubowych jednostek holowniczych, używanych jako pomocnicze przy manewrach statku w porcie.

Erozja nabrzeży, prowadząca do poważnych uszkodzeń, jest przyczyną, dla której stosuje się szereg rozwiązań w zakresie umocnień części podwodnej tego rodzaju portowych budowli hydrotechnicznych. Według rozwiązania znanego z polskiego opisu patentowego nr PL 124635, ściana odbojowa nabrzeża wyposażona jest w odbojnicę, ściana odbojowa ma wzdłuż swojej górnej części tarasowy uskok, na którym usytuowane są leżące podłużne odbojnice przymocowane do dolnej, bocznej ściany uskoku, przy czym odbojnice swoją szerokością wystają poza pionową płaszczyznę ściany odbojowej nabrzeża.

W kolejnym rozwiązaniu znanym z opisu patentowego USA nr US 4,073,145 przedstawiono strukturę ściany nabrzeża morskiego. Zgodnie z tym rozwiązaniem, struktura dostosowana jest do przeciwdziałania zjawiskom erozji, zawiera perforowane ściany usytuowane wzdłuż linii brzegowej. W ścianach znajdują się otwory skierowane do napływającej wody. Każdy otwór w ścianie tworzy dla napływającej wody krętą drogę, tak, że energia wody jest rozpraszana w opisanej ścianie, zmniejszając zagrożenie erozji materiału ściany. Ściana odporna na erozję składa się z zestawionych opisanych wyżej perforowanych bloków.

Inne znane rozwiązanie przedstawiono w amerykańskim opisie patentowym nr US 5,536,111. W tym opisie patentowym przedstawiono nastawną ścianę odporną na erozję. Pionowa ściana budowli hydrotechnicznej zawiera szereg indywidualnych paneli, z których każdy na jednej bocznej krawędzi zawiera wystającą krawędź, zaś na drugiej bocznej krawędzi zawiera wzdłużne gniazdo, do którego może być wsunięta wymieniona wystająca krawędź następnego panelu. Pióro i wpust według tego rozwiązania mają kształt cylindryczny, co powoduje, że połączenie jest nierozłączne. Według tego rozwiązania kolejne panele są połączone ze sobą bocznymi krawędziami. Przez tę ścianę budowli hydrotechnicznej woda może przepływać, lecz jest ona szczelna dla gruntu stałego.

Kolejne rozwiązanie znane z opisu patentowego zgłoszenia międzynarodowego nr WO 02/36890 dotyczy umocnienia dna kanału lub basenu portowego. Według tego znanego rozwiązania system przeciwdziałania erozji dna zawiera odpowiednią liczbę elementów gromadzenia piasku, które zawierają stożkową pokrywę oraz sześciokątną podstawę. Stożkowa pokrywa każdego elementu zawiera w szczycie otwór do gromadzenia wewnątrz piasku niesionego przez prąd wody. Sąsiednie elementy są do siebie przyległe tak, że całe dno kanału lub basenu jest nimi pokryte. Jeśli okaże się to konieczne, sześciokątne podstawy są zakotwiczone w dnie basenu.

Inne znane rozwiązanie przeciwdziałania erozji dna kanału lub basenu portowego przedstawiono w opisie patentowym zgłoszenia międzynarodowego nr WO 2007/146408. W tym znanym rozwiązaniu elementem przeciwdziałającym erozji dna kanału lub basenu portowego jest zespół worków ułożonych na dnie jeden obok drugiego. Worki wykonane z odpowiedniej tkaniny technicznej, na przykład z tkaniny geotekstylnej, wypełnione są żwirem lub kamieniami i tworzą na dnie akwenu stabilną warstwę obciążającą dno i przeciwdziałającą erozji piasku na skutek naturalnych prądów wody lub na skutek ruchów wody wywołanych urządzeniami napędowymi statków manewrujących w kanale lub basenie portowym. Dodatkowo wzmocnienie może być tu zastosowane w postaci warstwy tkaniny technicznej pod workami i/lub nad workami. Również w miejsce jednej warstwy worków może być zastosowane więcej warstw. Opisane rozwiązanie zapewnia zwiększenie odporności dna na erozję oraz umożliwia swobodny przepływ wody.

W dalszym rozwiązaniu znanym z opisu patentowego zgłoszenia międzynarodowego nr WO 98/49400, zaproponowano system wzmocnienia ścian w postaci rozmieszczonych jeden obok drugiego stosów opon samochodowych. Opony mogą być zamocowane do ściany nabrzeża i stanowią element odbojowy i jednocześnie rozpraszający energię prądów wodnych.

Przedstawione rozwiązania, znane ze stanu techniki, nie zapewniają całkowitej odporności na erozję ścian i dna kanału lub basenu portowego lub innej budowli hydrotechnicznej. Po pewnym okresie czasu następuje degradacja wymienionych zabezpieczeń. Jest to zazwyczaj spowodowane nadmiernym w stosunku do projektowanego, obciążeniem wymienionych powierzchni prądami wodnymi wywołanymi w szczególności przez zespoły napędowe statków wykonujących przy nabrzeżach manewry podejścia i odejścia od kei. Zwłaszcza dotyczy to statków o znacznej nośności, zawierających zespoły napędowe o dużej mocy, wywołujące prądy podwodne o znacznej sile. Prądy te wywołują erozję pionowych ścian oraz dna kanałów i basenów portowych. W wielu przypadkach konieczne jest diagnozowanie tych obciążeń, aby z odpowiednim wyprzedzeniem zmienić technologię podejścia statku do kei albo przeprowadzić z odpowiednim wyprzedzeniem naprawę nabrzeża lub dna zbiornika wodnego, aby nie zagrażało to katastrofą obiektu hydrotechnicznego na skutek znacznego postępu erozji.

Umocnienia dna i ścian kanałów i basenów portowych podlegają stopniowej degradacji, zależnej od zastosowanej technologii. Właściwa eksploatacja umocnień oznacza nieprzekraczanie granicznych wartości projektowych oraz przestrzeganie reżimu częstotliwości inspekcji stanu technicznego tych części budowli hydrotechnicznej. Okres pomiędzy inspekcjami jest przewidywany na podstawie modelu degradacji konstrukcji.

Zadaniem wynalazku jest opracowanie urządzenia mobilnego do pomiaru ciśnień oddziałujących na ściany budowli hydrotechnicznej, zwłaszcza na pionowe ściany nabrzeża kanału lub basenu portowego. Rozwiązania takie nie są znane ze stanu techniki.

Przedstawiono zestaw pomiarowy rozkładu ciśnień na powierzchniach budowli hydrotechnicznych.

Według wynalazku, zestaw pomiarowy rozkładu ciśnień na powierzchniach budowli zawiera rejestrator danych, oraz od strony zbiornika wodnego, co najmniej dwa czujniki ciśnienia, które połączone są za pośrednictwem przewodu transmisji danych z rejestratorem danych.

Zestaw pomiarowy według wynalazku charakteryzuje się tym, że zawiera ramę mocującą, przeznaczoną do zamocowania na ścianie budowli hydrotechnicznej, przy czym każdy element nośny ramy mocującej zawiera na swojej długości połączenia przegubowe. Czujniki ciśnienia zamocowane są na elementach nośnych za pośrednictwem zacisków mocujących. Pomiedzy zaciskiem mocującym a podstawą czujnika ciśnienia znajduje się zawias.

W korzystnej wersji zestawu, na poszczególnych pionowych elementach nośnych zamocowany jest więcej niż jeden czujnik ciśnienia.

Oś obrotu zawiasu podstawy czujnika ciśnienia jest korzystnie prostopadła do osi symetrii elementu nośnego.

Zestaw zawiera ramę mocującą przeznaczoną do zamocowania na ścianie budowli hydrotechnicznej oraz zamocowane do tej ramy co najmniej dwa czujniki ciśnienia, przy czym wymienione czujniki ciśnienia połączone są za pośrednictwem przewodu transmisji danych z rejestratorem danych.

Czujniki ciśnienia zamocowane są na elementach pionowych i/lub na elementach poziomych ramy nośnej za pośrednictwem obejm, od strony zbiornika wodnego. Wymienione czujniki ciśnienia zamocowane są więc na ramie nośnej w ten sposób, że powierzchnie czynne czujników skierowane są w stronę wnętrza akwenu wodnego.

Na poszczególnych elementach ramy nośnej zamocowane są szeregi czujników ciśnienia. Poszczególne czujniki ciśnienia zamocowane są do elementów składowych ramy nośnej jeden obok drugiego. Odległości między czujnikami ciśnienia są dostosowane do powierzchni pomiarowej nabrzeża, przy czym zaleca się, aby ramy zestawów według wynalazku mocować szczególnie w tych miejscach akwenu wodnego, na przykład kanału portowego, gdzie szerokość tego akwenu lub kanału jest najmniejsza.

Poszczególne czujniki ciśnienia mogą być wyposażone w zespoły ustawiania kierunku głowicy czujnika. Pozwala to na korektę powierzchni pomiarowej, w zależności od przewidywanych zmian kierunku naporu wody, będącego rezultatem ruchu obiektów pływających lub zmiennych kierunków działania ich strumieni zastrubowych pochodzących od urządzeń napędowych statków, na przykład od kierunków działania ich sterów strumieniowych.

Według wynalazku opracowano zestaw pomiarowy do pomiaru rozkładu ciśnień na ścianach lub na dnie budowli hydrotechnicznej. Zestaw jest przeznaczony do wykorzystania przy nabrzeżu portowym, zwłaszcza przy analizie obciążeń nabrzeża w czasie manewrów cumowania i odchodzenia od nabrzeża. Rejestrator współpracujący z czujnikami rozmieszczonymi na ramie zamocowanej do nabrzeża zawiera komputer z oprogramowaniem do obsługi zestawu. Rejestrator zawiera znany układ zasilania oraz osprzęt do komunikacji z czujnikami oraz rejestracją danych. Zestaw zawiera składane

elementy nośne i po przeprowadzeniu pomiarów może być złożony i wykorzystany do pomiarów ciśnienia dynamicznego wody w innych miejscach budowli hydrotechnicznej.

Przedmiot wynalazku pokazano w przykładach wykonania na załączonych rysunkach, na których poszczególne figury rysunku ilustrują:

Fig. 1 – złożony w pozycji do transportu zestaw zawierający ramę w postaci czterech elementów nośnych.

Fig. 2 – szczegół B z rysunku fig. 1.

Fig. 3 – ramę według fig. 1 w fazie rozkładania.

Fig. 4 – ramę rozłożoną przygotowaną do mocowania do nabrzeża w układzie pionowym.

Fig. 5 – ramę według fig. 4 w widoku z boku.

Fig. 6 – szczegół D mocowania ramy z rysunku fig. 4.

Fig. 7 – szczegół E łączenia elementów składowych ramy.

Fig. 8 – szczegół D mocowania ramy z rysunku fig. 4 w widoku perspektywicznym.

Fig. 9 – szczegół D z rysunku fig. 4 w widoku z góry.

Fig. 10 – czujnik w widoku z góry.

Fig. 11 – czujnik w widoku z dołu.

Fig. 12 – przykładowe rozmieszczenie czujników.

Na rysunkach przedstawiono zestaw pomiarowy rozkładu ciśnień według wynalazku zawierający ramę mocującą 1, zestawioną z 4 odcinków rur stanowiących pionowe elementy nośne 2. Poszczególne odcinki tych elementów nośnych 2 połączone są ze sobą jeden z drugim, za pośrednictwem łączników 3. Rama mocująca 1 przeznaczona jest do zamocowania na ścianie nabrzeża. W tym przykładzie wykonania elementy nośne pionowe 2 stanowią rury połączone jedna z drugą.

Na rysunku fig. 1 pokazano zestaw według wynalazku zawierający w tym przykładzie wykonania cztery pionowe elementy nośne 2. Każdy z pionowych elementów nośnych 2 stanowi rura o długości dwóch metrów. Łącznik 3 łączący kolejne pionowe elementy nośne 2 pokazano na rysunku fig. 2. Łącznik 3 ma postać ceownika, którego odległość wewnętrzna między ramionami jest co najmniej taka, jak średnica rur stanowiących pionowe elementy nośne 2. W tym przykładzie wykonania końcówka elementu nośnego 2 jest wspawana prostopadle w środkowej części długości łącznika 3. W pobliżu obu końców łącznika 3 wykonane są przez oba ramiona otwory mocujące 4. Jak to pokazano na rysunku fig. 2, jeden łącznik ma większy rozstaw ramion, zaś sąsiadujący łącznik 3 ma mniejszy rozstaw ramion. Dzięki takiej konstrukcji obu sąsiadujących łączników 3, w stanie rozłożonym, jeden łącznik chowa się w drugim i można je w tej pozycji ustalić za pośrednictwem śrub ustalających 5. Tą drogą można uzyskać zgodnie z wynalazkiem układ prostoliniowy, który może być zamocowany na nabrzeżu, najkorzystniej w układzie pionowym. Po dokonaniu pomiarów, demontuje się jedną śrubę z każdego segmentu, a następnie wokół drugiej śruby obraca się jeden element nośny 2 w stosunku do drugiego elementu nośnego 2, aż do ustawienia wszystkich elementów nośnych 2 równolegle do siebie w złożony pakiet o długości około 2 metrów. Po ustawieniu każdego elementu nośnego 2 równolegle do sąsiednich elementów nośnych 2 ponownie łączy się elementy łączące 3 śrubami ustalającymi 5 w pakiet o długości około 2 metrów, co znacznie ułatwia transport na kolejne miejsce pomiarów. Dla rozłożenia tego pakietu należy zdemontować po jednej śrubie 5, a następnie obrócić kolejne elementy nośne 2 wobec sąsiednich elementów nośnych na pozostałych śrubach 5, doprowadzając wszystkie elementy nośne 2 do układu prostoliniowego, a następnie zamocować taki układ prostoliniowy do zasadniczo pionowej lub ukośnej ściany nabrzeża. Pośrednią fazę rozkładania takiego zestawu pokazano na rysunku fig. 3. Jak widać na tym rysunku, cztery elementy nośne 2 po rozprostowaniu i zabezpieczeniu prostoliniowej konfiguracji uzyskują długość $4 \times 2 \text{ m} = 8 \text{ m}$ całkowitej długości. Elementy nośne 2 po rozprostowaniu do układu prostoliniowego pokazano schematycznie na rysunku fig. 4, w widoku na powierzchnie czynne czujników ciśnienia 6. Ten sam zestaw pokazano na rysunku fig. 5, jednakże tu pokazano ten sam zestaw w widoku z boku. Na obu rysunkach, fig. 4 oraz fig. 5 pokazano zestaw według wynalazku rozłożony, w pozycji roboczej.

Na rysunku fig. 5 pokazano także zespół mocujący 7, za pomocą którego mocuje się kompletny zestaw do nabrzeża 8. Zamocowany do nabrzeża za pośrednictwem zespołu mocującego 7 górny element nośny 2 utrzymuje zwisające poniżej dalsze elementy nośne 2. W innych przykładach wykonania również dalsze elementy nośne 2 mogą być także mocowane do nabrzeża 8. Zespół mocujący 7 pokazano na rysunkach fig. 6, fig. 8 oraz fig. 9. Zespół mocujący 7 zawiera podstawę 9 wraz z otworami ustalającymi 10 oraz korpus 11 osadzonym na szpilce 12. Korpus 11 zawiera przelotowy otwór do

umieszczenia elementu nośnego 2 oraz dwie śruby 13 do zamocowania w tym korpusie 11 wymienionego elementu nośnego 2. W tym przykładzie wykonania element nośny 2 ma postać rury, jednak nie wyklucza się wykonania tych elementów w innych przykładach wykonania, z innych rodzajów kształowników zamkniętych lub półzamkniętych. Na rysunku fig. 7 pokazano łącznik 3 w widoku na krawędzie obu ceowników stanowiących łącznik. Jak to powiedziano powyżej, we współpracujących ze sobą ceownikach łącznika 3, ceownik jednego elementu nośnego 3 ma większy rozstaw ramion, zaś współpracujący z nim ceownik drugiego elementu nośnego 2 ma mniejszy rozstaw ramion tak, że ramiona jednego ceownika wchodzą pomiędzy ramiona drugiego ceownika i w tej pozycji oba ceowniki łącznika 3 w każdym węźle połączenia dwóch elementów nośnych 2 zostają połączone dwoma śrubami 12 łącznika, zapewniając prostoliniowość zestawu. Pokazano to schematycznie na rysunku fig. 3.

Na rysunku fig. 10 oraz fig. 11 pokazano czujnik ciśnienia 6. Na rysunku fig. 10 czujnik ciśnienia 6 pokazany jest w widoku z góry, z uwidocznioną płytką czujnika 14 oraz z głowicą regulacyjną 15. Na rysunku fig. 11 pokazano ten sam czujnik ciśnienia 6 w widoku z dołu. Pokazano tu zespół mocowania 16 tego czujnika na elemencie nośnym. Zespół mocowania 16 zawiera szczegółowy zacisk mocujący 17 przewidziany do współpracy z rurą elementu nośnego 2 oraz zawias 18, przy czym oś obrotu zawiasu 18 jest prostopadła do osi rury elementu nośnego 2.

Na rysunku fig. 12 pokazano schematycznie przekrój akwenu portowego w widoku na pionową ścianę tego akwenu w postaci nabrzeża 8. Na tle tego nabrzeża schematycznie zaznaczono denną część kadłuba statku, wraz z gruszką dziobową 19. Na tle kadłuba zaznaczono schematycznie wyloty tuneli sterów strumieniowych 20. Na nabrzeżu 8 rozmieszczonych jest 9 zespołów czujników ciśnienia 6 w postaci pionowych szeregów. Te szeregi czujników ciśnienia 6 są zasadniczo równoległe do siebie, choć nie jest to warunek niezbędny do prawidłowego odwzorowania ciśnień wywoływanych przez manewry statków. W skrajnym szeregu elementów nośnych 2 zamocowanych jest tylko sześć czujników ciśnienia 6. W każdym szeregu znajduje się 8 czujników ciśnienia 6. Jak widać z rysunku, najwyższego naporu wody, a więc i najwyższych ciśnień na ścianę nabrzeża należy spodziewać się na wysokości wylotów strumienia wody ze sterów strumieniowych 20.

Czujniki połączone są znaną instalacją elektryczną. Czujniki 6 zamocowane na jednym szeregu elementów nośnych 2 połączone są elektrycznie szeregowo punkt do punktu. Najwyższy czujnik zawiera kabel komunikacyjny do rejestratora danych 21 oraz kabel zasilania. W tym przykładzie wykonania w zestawie znajduje się dziewięć rur po 8 metrów długości każda. W innych przykładach wykonania ilość szeregów elementów nośnych 2 można zwiększyć. W tym przykładzie wykonania ściana nabrzeża 8 jest umocniona ścianką szczelną Larsena. Korpusy 11 szpilek 12 mocuje się najkorzystniej do grzbietów ścianki Larsena. Szeregi elementów nośnych 2, gdzie każdy pionowy szereg ma około 8 metrów długości mocuje się do ścianki Larsena co 2 metry, jeden szereg od drugiego. W przykładzie wykonania pokazanym na rysunku fig. 12, znajduje się 70 czujników ciśnienia 6.

Wartości ciśnień zapisywane są w pamięci komputera stanowiącego jednocześnie rejestrator danych 21, pracującego w znanym układzie połączeń. W innym przykładzie wykonania przewiduje się, że układ elektryczny może być alternatywnie zasilany energią elektryczną o napięciu 12 V.

Wykaz oznaczeń na rysunkach

1. Rama mocująca.
2. Element nośny.
3. Łącznik.
4. Otwór mocujący.
5. Śruba ustalająca.
6. Czujnik ciśnienia.
7. Zespół mocujący.
8. Nabrzeże.
9. Podstawa szpilki.
10. Otwór ustalający.
11. Korpus.
12. Szpilka.
13. Śruba korpusu.
14. Płytkę czujnika.
15. Głowica regulacyjna.
16. Zespół mocowania.

- 17. Zacisk mocujący.
- 18. Zawias.
- 19. Gruszka dziobowa.
- 20. Ster strumieniowy.
- 21. Rejestrator danych.

Zastrzeżenia patentowe

1. Zestaw pomiarowy rozkładu ciśnień na powierzchniach budowli hydrotechnicznych, zawierający rejestrator danych, oraz od strony zbiornika wodnego, co najmniej dwa czujniki ciśnienia, które połączone są za pośrednictwem przewodu transmisji danych z rejestratorem danych, **znamienny tym**, że zawiera ramę mocującą (1) przeznaczoną do zamocowania na ścianie budowli hydrotechnicznej, przy czym każdy element nośny (2) ramy mocującej (1) zawiera na swojej długości połączenia przegubowe, gdzie czujniki ciśnienia (6) zamocowane są na elementach nośnych (2) za pośrednictwem zacisków mocujących (17), zaś pomiędzy zaciskiem mocującym (17), a podstawą (9) czujnika ciśnienia (6) znajduje się zawias (18).
2. Zestaw pomiarowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że na poszczególnych pionowych elementach nośnych (2) zamocowany jest więcej niż jeden czujnik ciśnienia (6).
3. Zestaw pomiarowy według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że oś obrotu zawiasu (18) jest prostopadła do osi symetrii elementu nośnego (2).

Rysunki

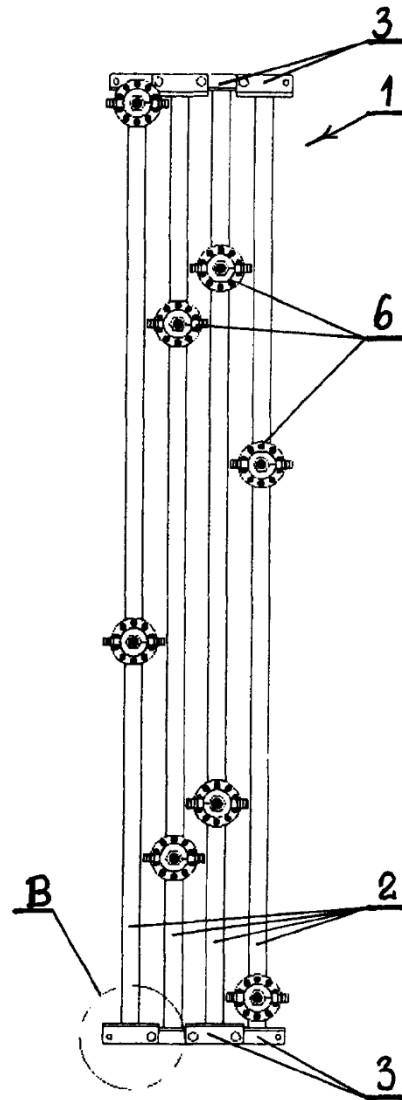


Fig. 1

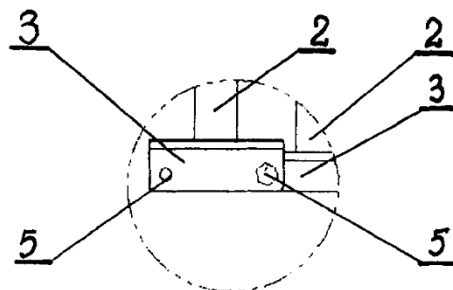


Fig. 2

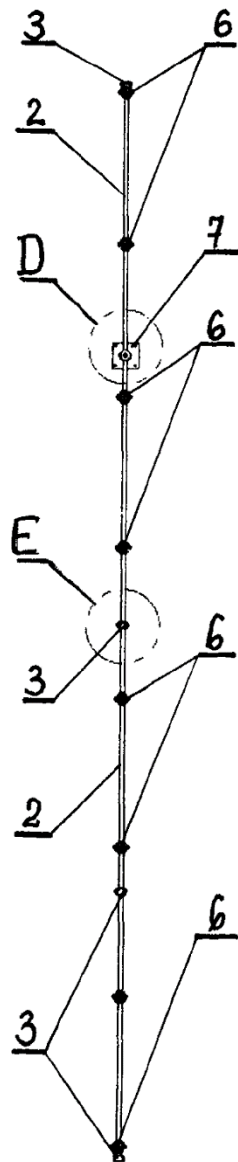


Fig. 4

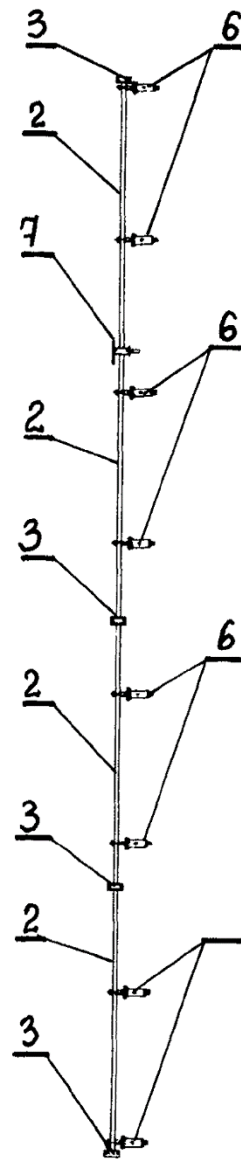


Fig. 5

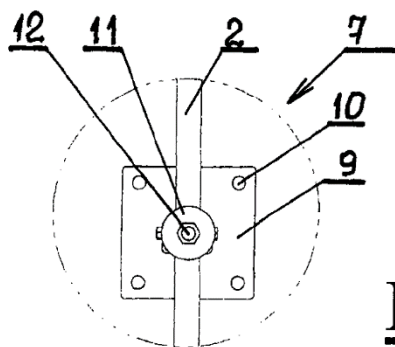


Fig. 6

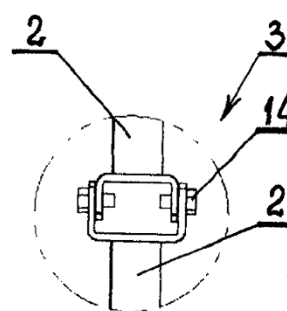
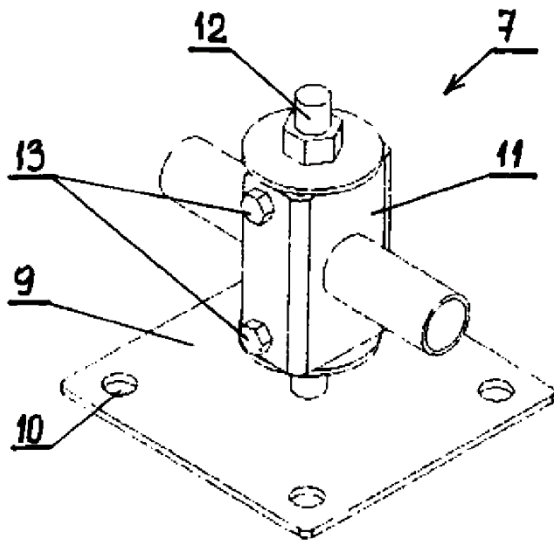
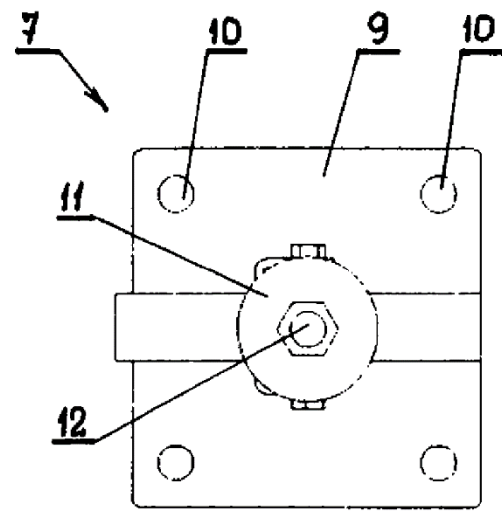
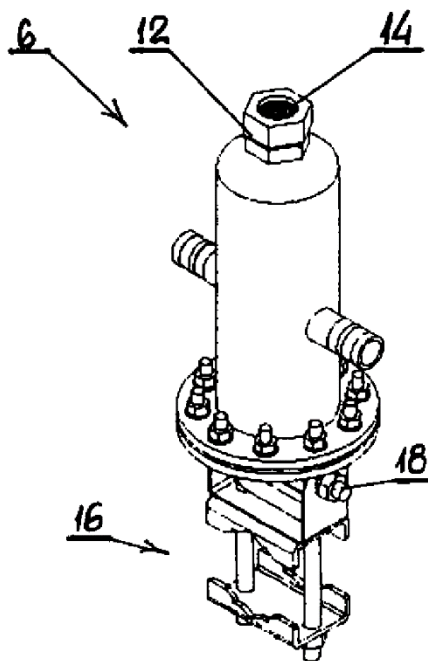
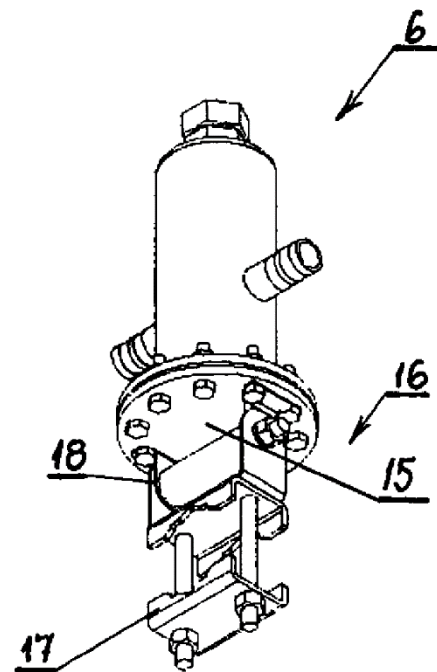


Fig. 7

**Fig. 8****Fig. 9****Fig. 10****Fig. 11**

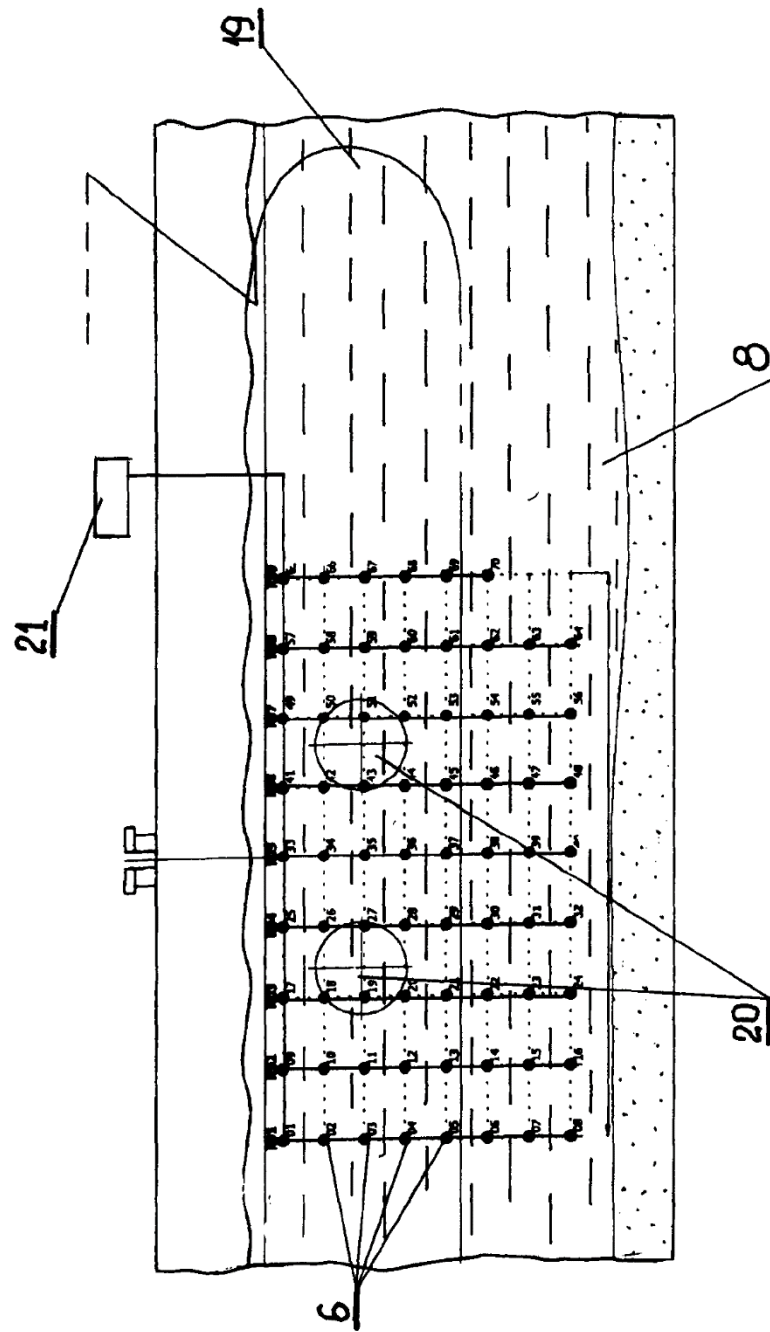


Fig. 12