

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10)

PL 245013 B1

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **443763**

(22) Data zgłoszenia: **2023.02.13**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.09.18 BUP 38/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.04.15 WUP 16/2024**

(51) MKP:

F03G 3/00 (2006.01)

H02J 15/00 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**JEŻEWSKA ELŻBIETA PROMET-PLAST
SPÓŁKA CYWILNA, Gaj Oławski, PL
JEŻEWSKI ANDRZEJ PROMET-PLAST
SPÓŁKA CYWILNA, Gaj Oławski, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**ANDRZEJ JEŻEWSKI, Oława, PL
ELŻBIETA JEŻEWSKA, Oława, PL
WOJCIECH JEŻEWSKI, Oława, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Paweł Górnicki, Poznań, PL

(54) Tytuł:

Grawitacyjny magazyn energii

PL 245013 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest grawitacyjny magazyn energii oparty na betonowej konstrukcji cylindrycznej, który obejmuje strefę przechowywania ładunków w górnej części, system przenoszenia ładunku z położenia niskiego do wysokiego i z położenia wysokiego do niskiego oraz system transformacji mocy, wykorzystujący ideę wytwarzania energii kinetycznej do napędzania urządzeń wytwarzających energię elektryczną, która jest połączona z systemem przetwarzania i przesyłu energii oraz wykorzystywana w sieci publicznej lub bezpośrednio przez odbiorniki albo magazynowana w akumulatorach litowo-jonowych. Wykorzystuje zasadę, że kiedy zapotrzebowanie klienta końcowego na energię elektryczną jest niskie, odbywa się załadunek magazynu poprzez transport ładunku od położenia niskiego do wysokiego; zaś gdy jest wysoki popyt, odbywa się transport ładunku od wysokiego do niskiego, wykorzystujący ciężar ładunku do napędzania mechanizmu przekładni lub koła zamachowego podczas procesu opadania, a następnie napędzania generatora energii elektrycznej.

Z publikacji WO2020018329A2 znany jest system magazynowania energii działający w celu przekształcania energii elektrycznej w energię potencjalną do przechowywania oraz do przekształcania energii potencjalnej w energię elektryczną, na przykład w celu dostarczenia do sieci elektrycznej. W jednym z wariantów może wykorzystywać energię słoneczną do wytwarzania energii elektrycznej następnie działać w celu rozłożenia bloków w nocy, aby napędzać generator wytwarzający energię elektryczną dostarczaną do sieci energetycznej. System składa się z wielu bloków i dźwigu zawierającego ramę, generator silnika elektrycznego, jeden lub więcej wózków połączonych ruchomo z ramą oraz kabel ruchomo połączony z jednym lub większą liczbą wózków i roboczo połączony z generatorem silnika elektrycznego. Każdy z wielu bloków ma ten sam rozmiar i kształt lub mają różne rozmiary. Kabel jest skonfigurowany do funkcjonalnego łączenia z jednym lub większą liczbą bloków. Żuraw może układać jeden lub więcej bloków jeden na drugim, przesuwając wspomniane bloki z niższej wysokości na wyższą w celu przechowywania i ilości energii elektrycznej we wspomnianych blokach odpowiadającej potencjalnej ilości energii wspomnianych bloków. Żuraw jest ponadto przystosowany do zdejmowania jednego lub więcej bloków ze stosu poprzez przemieszczanie wspomnianych bloków z wyższego wzniesienia na niższą wysokość pod wpływem siły grawitacji w celu wytworzenia ilości energii elektrycznej odpowiadającej ilości energii kinetycznej wspomnianego jednego lub większej liczby bloków po przeniesieniu z wyższej wysokości na niższą wysokość. Dźwig umieszczony jest na wieży i posiada jeden lub więcej wysięgników biegnących poprzecznie do wieży. Opcjonalnie wysięgniki mogą obracać się wokół wieży. Dwa wysięgniki umieszczone po przeciwnych stronach wieży równoważą się wzajemnie. Silniko-generator jest jednostką, która może działać zarówno jako silnik elektryczny, jak i generator. W innym przykładzie silniko-generator ma oddzielną jednostkę silnika elektrycznego i jednostkę generatora energii elektrycznej. Stos bloków wyznacza wieżę mającą ogólnie kształt cylindryczny. Wieża zawiera wiele bloków opcjonalnie rozmieszczonych w celu utworzenia konstrukcji chroniącej przed wiatrem, która może mieć kształt cylindryczny, z bloków lub monolityczna. Bloki mogą być również podnoszone lub opuszczane w celu przechowywania energii potencjalnej lub generowania energii elektrycznej. W innej opcji dźwig znajduje się na mostach z szynami umieszczonym na szczycie konstrukcji chroniącej przed wiatrem, które poruszają się lub obracają wokół środka wieży. Stos bloków wyznacza wieżę mającą ogólnie kwadratowy kształt przekroju poprzecznego, patrząc z góry, zaś konstrukcja chroniąca przed wiatrem ma ogólnie kwadratowy, prostokątny lub kształt litery C z otwartym końcem.

Kolejnym rozwiązaniem jest magazyn energii oparty na modułowej konstrukcji szkieletowej w formie prostopadłościanu, której przykładem może być Energy Vault Resiliency Center™. Górne poziome regały są miejscem przechowywania balastów umieszczonych na wózkach transportowych każdy, aby mogły być przemieszczane do wind transportowych znajdujących się jedynie w skrajnych polach magazynu i poruszających się po pionowych zewnętrznych jego ścianach. Windy połączone są z silniko-generatorami, które mogą być zasilane z odnawialnych źródeł energii.

Z opisu wynalazku P.440068 znany jest grawitacyjny magazyn energii oparty na konstrukcji szkieletowej, który obejmuje strefę przechowywania ładunków w górnej części, system przenoszenia ładunku z położenia niskiego do wysokiego i z położenia wysokiego do niskiego oraz system transformacji mocy, składający się z żelbetowej konstrukcji cylindrycznej posadowionej na fundamencie oraz umieszczonej w niej centralnie wieży szkieletowej, którą stanowią sekcje modułowe wieży szkieletowej, zawierające co najmniej dwa moduły szkieletu umieszczone jeden na drugim, wewnątrz których poruszają się wertykalnie ładunki złożone co najmniej z jednego balastu zawieszone na linach podnoszących. Sekcje modułowe wieży szkieletowej łączone są poprzez dostawianie obok, zaś w najniższym module szkieletu

znajduje się zespół przetwarzania energii, który to zespół połączony jest poprzez przekładnię i układ podnoszący, z odpowiednim balastem, przy czym wysokość żelbetowej konstrukcji cylindrycznej, równa jest co najmniej wysokości sekcji modułowej wieży szkieletowej.

Niedogodności stanu techniki objawiają się w tym, że przy konstrukcji szkieletowej na której spoczywają balasty zachodzi konieczność zabudowania konstrukcją przestrzeni wewnątrz magazynu, która mogłaby zostać wykorzystana do umieszczenia w tej przestrzeni balastów wytwarzających energię elektryczną. Takie rozwiązanie generuje dodatkowe koszty materiałów, zwłaszcza stali na powstanie szkieletu, jest kłopotliwe również pod względem utrzymania stabilności przemieszczanych balastów, sztywności konstrukcji i jej dokładności wykonania. Blok przesuwany w takim rozwiązaniu stwarza duże szanse jego zakleszczenia.

Niedogodności wynikające ze stanu techniki zostały przewyżczone w przedmiotowym rozwiązaniu. Celem wynalazku było zatem opracowanie takiej konstrukcji magazynu energii, który będzie pozbawiony wad wynikających ze stanu techniki, jednocześnie będzie zawierał powierzchnię do ekspozycji paneli fotowoltaicznych, zwłaszcza powłok fotowoltaicznych elastycznych, takich jak przykładowo perowskitowe.

Istotą wynalazku jest to, że żelbetowa konstrukcja cylindryczna, obejmuje cylindryczny trzon zewnętrzny, na którego obwodzie wewnętrznym, na całej wysokości, znajdują się pionowe wewnętrzne żebra usztywniające, oraz umieszczony w nim centralnie cylindryczny trzon wewnętrzny, na którego obwodzie zewnętrznym, na całej wysokości, znajdują się pionowe zewnętrzne żebra usztywniające, stanowiące zabezpieczające przed przewróceniem belek balastowych. Wewnętrzne żebra i zewnętrzne żebra w górnej części zawierają równomiernie rozmieszczone na swojej długości półki spoczynkowe, parami zwrócone w stronę sąsiedniego żebra. Na każdej parze półek z ożebrowania zewnętrznego i wewnętrznego spoczywa belka balastowa, natomiast nad każdą sekcją belek balastowych, znajduje się dźwigar główny, na którym zamontowany jest układ przeniesienia mocy. Układ taki zawiera co najmniej silniko-generator prądu z przekładnią i kołem zamachowym oraz liną podnoszącą. Na jednym jej końcu której znajduje się karetką z systemem chwytającym a na drugim przeciwwaga. Wewnętrzne żebra i zewnętrzne żebra na całej swojej długości zawierają prowadnice liniowe zwrócone w stronę sąsiedniego żebra. Cylindryczny trzon zewnętrzny na zewnętrznej powierzchni posiada konstrukcję z zamontowanymi panelami fotowoltaicznymi.

Korzystnie jest, gdy zespół przetwarzania energii zawiera co najmniej silniko-generator z co najmniej jednym motoreduktorem, układ wałów naciągowych dla lin podnoszących, stację transformatorową, kable.

Korzystnie również jest, gdy zewnętrzna powierzchnia cylindrycznego trzonu zewnętrznego, pokryta jest powłokami fotowoltaicznymi elastycznymi.

W innym wariantcie wynalazku na szczycie magazynu powyżej dźwigarów głównych znajduje się taras techniczno-widokowy z systemem gromadzenia i odprowadzenia wody wykorzystywanej do elektrolizy.

Korzystnie jest, gdy na jego szczycie zamocowane są turbiny wiatrowe o pionowej i/lub poziomej osi obrotu.

Także korzystnie jest, gdy na płycie fundamentowej znajduje się obrotnica poruszająca się po torowisku w kształcie okręgu, wpuszczonym w płytę fundamentową a którego promień równy jest dwukrotnej odległości środka belki balastowej od środka cylindrycznego trzonu zewnętrznego.

Korzystnie również jest, gdy wzdłuż bocznej ściany cylindrycznego trzonu zewnętrznego, w przestrzeni pomiędzy miejscem składowania sąsiadujących sekcji belek balastowych zamocowana jest winda techniczna.

Korzystnie także jest, gdy karetką z systemem chwytającym belki balastowe zawiera belkę karetki wzdłużną z dwiema belkami karetki poprzecznymi, po których przemieszczają się wózki poziome zasilane, zaś na obu końcach belek karetki poprzecznych znajdują się wózki pionowe elementami tocznymi oparte na prowadnicach liniowych.

Również korzystnie jest, gdy systemem chwytającym jest system twist-lock zawierający trzpień twist-lock współpracujący z gniazdem twist-lock w belce balastowej.

Korzystnie także jest, gdy cylindryczny trzon wewnętrzny podzielony jest wewnątrz stropami usztywniającymi.

W kolejnym wariantcie wynalazku wewnątrz cylindrycznego trzonu wewnętrznego, znajduje się co najmniej jeden rurowy pionowy przewód wodny centralnie osadzony i połączony z układem przetwarza-

jącym energię słupa wody w energię elektryczną, zaś ten z układem magazynowania energii elektrycznej i/lub z siecią energetyczną. Gdy jest więcej niż jeden rurowy pionowy przewód wodny, w dolnej części połączone są ze sobą spinkami regulującymi przepływ wody pomiędzy nimi.

W innym korzystnym wariantcie wynalazku wewnątrz cylindrycznego trzonu wewnętrznego, znajduje się układ przetwarzania energii ze skroplonego powietrza, którego zbiorniki rozmieszczone są na co najmniej jednym poziomie wyznaczonym wewnątrz cylindrycznego trzonu wewnętrznego, zaś układ przetwarzania energii ze skroplonego powietrza połączony jest z układem magazynowania energii elektrycznej i/lub z siecią energetyczną.

Korzystnie jest, gdy zespoły przetwarzania energii połączone są z kolektorem mocy.

Również korzystnie jest, gdy płyta fundamentowa spoczywa na palach fundamentu.

Dla znawcy oczywistym jest, że wszystkie wymagane podzespoły połączone są z inteligentnym systemem zarządzania i sterowania, aby optymalizować pracę magazynu. System taki zawiera co najmniej stację pogody, oprogramowanie i sterowniki.

Podstawowe elementy składające się na konstrukcję magazynu, jego ładunki, czy stanowiące zespół do przetwarzania energii (wraz z układem podnoszącym), jak i formy zasilania energią odnawialną, zostały odzwierciedlone i zdefiniowane. Jednak detale rysunków oraz konfiguracja parametrów poszczególnych środków technicznych podana w przykładach wykonania, wymagają uwzględnienia zapotrzebowania klienta i innych ograniczeń oraz warunków terenowych, w jakich znajdować się będzie magazyn według wynalazku.

Podobnie, zasada magazynowania energii potencjalnej jak w magazynie według wynalazku, pozwala na wykorzystanie wiele już opracowanych rozwiązań czy elementów znanych ze stanu techniki, co pozwoliło pewne rysunki i szczegóły w niniejszym opisie pominąć lub uprościć.

Zaletą konstrukcji według wynalazku jest możliwość niezależnego sterowania podnoszeniem i opuszczaniem pojedynczych balastów co znacznie wpływa na wydajność magazynu. Dodatkowo, zastosowany w wynalazku charakteryzuje się stabilnością balastów w trakcie ich przemieszczania. Opływowy kształt żelbetowej konstrukcji cylindrycznej, otaczającej konstrukcję magazynu energii, wpływa korzystnie na przepływ wiatru co ma znaczenie gdy magazyn znajduje się w pobliżu siłowni wiatrowych. Straty energii są niższe dzięki wyeliminowaniu układu bloczków przy każdej sekcji belek balastowych.

Dzięki temu, że żelbetowa konstrukcja cylindryczna ma kształt cylindra, panele fotowoltaiczne umieszczone na jej powierzchni zewnętrznej w całości wykorzystują czas nasłonecznienia w ciągu dnia.

Jeśli chodzi o wysokość, geometria magazynu jest nieograniczona, ponieważ parametry projektowe można zmieniać uwzględniając wymagania dotyczące fundamentów.

Ze względu na możliwość alternatywnego zasilania zarówno z sieci jak i z odnawialnych źródeł energii, takich jak słońce czy wiatr, ładowanie magazynu jest niezależne od niesprzyjających warunków pogodowych. Magazyn według rozwiązania zawartego w niniejszym wynalazku, pozwala na zainstalowanie w ramach jego obszaru, po zmianach adaptacyjnych nie wpływających na konstrukcję podstawową a jedynie na rozmieszczenie poszczególnych elementów zespołów, znanych systemów przetwarzania energii pozyskiwanych z odnawialnych źródeł na energię elektryczną, która może być magazynowana w peryferyjnych magazynach bądź przekazywana bezpośrednio do sieci.

Zgromadzona energia może być utrzymywana przez nieograniczony czas, dopóki nie zostanie wykorzystana.

Wymiary magazynu, jego elementów konstrukcyjnych, układu podnoszenia oraz parametry techniczne zastosowanych zespołów elektrycznych dobierane są każdorazowo adekwatnie do wymagań i możliwości lokalizacyjnych.

Wynalazek bliżej opisany jest w przykładach oraz przedstawiony na figurach rysunku:

fig. 1. Widok grawitacyjnego magazynu, od góry na poziomie dźwigarów głównych.

fig. 2. Widok grawitacyjnego magazynu, od góry na poziomie górnego załadunku belek balastowych, z widocznymi przewodami wodnymi w cylindrycznym trzonie wewnętrznym.

fig. 3. Widok grawitacyjnego magazynu, od góry na poziomie dolnego spoczynku belek balastowych, z widocznymi przewodami wodnymi w cylindrycznym trzonie wewnętrznym.

fig. 4. Rzut z góry na pojedynczą sekcję balastową z silniko-generatorem, przekładnią i kołem zamachowym spoczywającymi na fragmencie dźwigam głównego oraz z systemem przenoszącym belki balastowe.

fig. 5. Rzut z boku na system podnoszący w położeniu skrajnym z przeciwwagą znajdującą się u góry.

fig. 6. Widok od strony cylindrycznego trzonu wewnętrznego na pojedynczą sekcję belek balastowych znajdujących się na półkach spoczynkowych, z układem podniesienia w położeniu jałowym.

fig. 7. Widok układu podnoszenia w trakcie opuszczania drugiej pary belek balastowych.

fig. 8. Widok pojedynczej sekcji belek balastowych od strony cylindrycznego trzonu wewnętrznego z wózkami poziomymi zasilanymi karetki w położeniu skrajnym środkowym.

fig. 9. Widok pojedynczej sekcji belek balastowych od strony cylindrycznego trzonu wewnętrznego z wózkami poziomymi zasilanymi karetki w położeniu skrajnym zewnętrznym.

fig. 10. Widok pojedynczej sekcji belek balastowych od strony cylindrycznego trzonu wewnętrznego z wózkami poziomymi zasilanymi karetki w trakcie poziomego transportu pary belek balastowych.

fig. 11. Widok pojedynczej sekcji belek balastowych od strony cylindrycznego trzonu wewnętrznego z wózkami poziomymi zasilanymi karetki w położeniu skrajnym środkowym w trakcie pionowego transportu.

fig. 12. Przekrój magazynu na poziomie dolnym, gdy wszystkie belki balastowe znajdują się na górze, z widocznym wewnątrz cylindrycznego trzonu wewnętrznego układem skroplonego powietrza.

fig. 13. Przekrój magazynu pionowy, gdy wszystkie belki balastowe znajdują się na górze, z widocznym wewnątrz cylindrycznego trzonu wewnętrznego układem skroplonego powietrza.

Fig. 14. Przekrój magazynu pionowy, gdy wszystkie belki balastowe znajdują się na górze, z widocznym wewnątrz cylindrycznego trzonu wewnętrznego układem układem przewodów wodnych z niewidocznymi turbinami elektrycznymi poniżej przewodów.

Przykład 1:

Grawitacyjny magazyn energii w swojej konstrukcji podstawowej zawiera cylindryczny trzon zewnętrzny **1** oraz umieszczony w nim centralnie cylindryczny trzon wewnętrzny **2**. Oba trzony **1**, **2** współosiowo posadowione są na płycie fundamentowej **24**. Na wieńcach obu trzonów **1**, **2** osadzone są promieniowo na całym ich obwodzie, w równych odstępach dźwigary główne **7**. Na każdym dźwigarze głównym **7** znajduje się część zespołu przetwarzania energii, składająca się z silniko-generatora **16**, połączonej z nim przekładni **17** oraz kołem zamachowym **18**. Z kołem zamachowym **18** współpracuje lina podnosząca **12**, na której jednym końcu podwieszona jest przeciwwaga **15** natomiast na drugim belka karetki wzdłużna **8**, z wózkami poziomymi zasilany **10** na końcach, które przemieszczają się po dwóch belkach karetek poprzecznych **9**. Każda belka poprzeczna **9** na swoim końcu posiada wózek pionowy **11**, przemieszczający się po prowadnicach liniowych **19**. Wzdłuż belki karetki poprzecznej **9** przemieszcza się wózek poziomy zasilany **10** realizujący przemieszczanie w celu chwycenia przez parę trzpieni twist-lock **13** belek balastowych **3** w znajdujących się w nich gniazd twist lock **14**, będącymi jednym z wariantów systemu chwytającego. Wewnętrzne żebra **5** i zewnętrzne żebra **4** w górnej części zawierają równomiernie rozmieszczone na swojej długości półki spoczynkowe **6**, parami zwrócone w stronę sąsiedniego żebra, zaś na każdej parze półek z ożebrowania zewnętrznego i wewnętrznego spoczywa belka balastowa **3**.

Wózki poziome zasilane **10** po chwyceniu belek balastowych **3** przemieszczają się do wewnątrz belek karetki poprzecznych **9** po czym wózki pionowe **11** przemieszczają się pionowo w dół, wówczas lina podnosząca **12** napędza koło zamachowe **18**, które poprzez przekładnię **17** motoreduktorową obraca silniko-generator **16** prądotwórczy czyli jednostkę napędowo wytwórczą energię elektryczną, generuje energię elektryczną i przekazuje ją systemem sterowania, poprzez inwerter do magazynu lub bezpośrednio do sieci.

Grawitacyjny magazyn energii na szczycie żelbetowej konstrukcji cylindrycznej ma zamontowane cztery turbiny wiatrowe o pionowej osi obrotu. Wewnątrz cylindrycznego trzonu zewnętrznego **1**, w przestrzeni między promieniowo rozmieszczonymi sekcjami belek balastowych **3**, znajdują się turbiny wiatrowe o poziomej osi obrotu, których działanie oparte jest na termodynamicznym przepływie mas powietrza, które z kanałów wlotowych przemieszcza się pionowo w górę wprawiając łopaty turbin wiatrowych w ruch i generując energię elektryczną. Energia wytworzona z pracy turbin wiatrowych wieży lub turbin zewnętrznych, paneli fotowoltaicznych zewnętrznych zasila silniki w kolejnym zespole przetwarzania energii.

W chwili w której układ ma za zadanie oddać zmagazynowaną i przetworzoną energię (elektryczną w kinetyczną) układ otrzymuje sygnał o konieczności opuszczeniu belek balastowych **3** tym samym wymuszając ruch na układzie napędowym, który staje się generatorem. Energia elektryczna wytwarzana jest na całym etapie drogi pokonywanej przez belki balastowe **3** i oddawana z generatorów do sieci. Belki balastowe **3** układane są bezpośrednio jedna na drugiej na płycie fundamentowej **24**. Również na płycie fundamentowej **24** z obrotnicą **22** poruszającą się po torowisku **21** w kształcie okręgu, wpuszczonym w płytę fundamentową **24** a którego promień równy jest dwukrotnej odległości środka belki balastowej od środka cylindrycznego trzonu zewnętrznego **1**.

Parametry techniczne:

Moc zainstalowanych silniko-generatorów: 5 MW

Czas ładowania (podnoszenia) wszystkich bloków obciążeniowych 7 h (25 200 s)

Czas rozładowania (opuszczania) wszystkich bloków obciążeniowych 7 h (25 200 s)

Pojemność Magazynu Energii: 5 MW x 7 h = 35 MWh

Masa wszystkich bloków obciążeniowych: 85 627 000 kg

Wysokość bezwzględna podnoszenia bloków obciążeniowych: 150 m

Ilość żelbetowych balastów: 1415 szt

Masa jednego balastu: 60 000 kg

Wymiary 1 balastu: 21 x 1,5 x 0,8 m

Wymiary całkowite magazynu:

- wysokość 212 m
- średnica trzonu zewnętrznego 76 m
- średnica trzonu wewnętrznego 29 m

Belki balastowe wykonane są z betonu o wysokich parametrach użytkowych o wytrzymałości na ściskanie od 10 do 60 MPa.

Przykład 2: Grawitacyjny magazyn energii, jak w przykładzie 1, przy czym płyta fundamentowa posadowiona jest na palach fundamentowych **23** wbitych pionowo w grunt. Na płycie fundamentowej **24** znajduje się obrotnica **22** poruszająca się po torowisku **21** w kształcie okręgu, wpuszczonym w płytę fundamentową **24**. Promień torowiska równy jest dwukrotnej odległości środka belki balastowej **3** od środka cylindrycznego trzonu zewnętrznego **1**. Obrotnica **22** w początkowej fazie budowania magazynu służy do transportu belek balastowych **3** do kolejnych stref pod dźwigarami głównymi **7**, z których są podnoszone w górne położenie. W trakcie eksploatacji magazynu, obrotnica **22** służy celom serwisowym i remontowym.

Przykład 3: Grawitacyjny magazyn energii jak w przykładzie 1, przy czym wewnątrz cylindrycznego trzonu wewnętrznego **2**, znajdują się rurowe pionowe przewody wodne **20**, w dolnej części połączone są ze sobą spinkami **27** regulującymi przepływ wody pomiędzy nimi. Pod każdym przewodem wodnym **20** znajduje się turbina wodna, będąca częścią układu przetwarzającego energię słupa wody w energię elektryczną, zaś ten z układem magazynowania energii elektrycznej i/lub z siecią energetyczną. Turbina wodna pełni jednocześnie funkcję pompy do napełniania opróżnionych zbiorników, przy czym przewodami zewnętrznymi woda jest podnoszona na górne poziomy przewodów wodnych **20** systemem pomp rozmieszczonych co 30 m.

Przykład 4: Grawitacyjny magazyn energii jak w przykładzie 1, przy czym wewnątrz cylindrycznego trzonu wewnętrznego **2** na dolnych poziomach, znajduje się układ przetwarzania energii ze skroplonego powietrza **25**, którego zbiorniki rozmieszczone są na dwóch poziomach wyznaczonym wewnątrz cylindrycznego trzonu wewnętrznego **2**, zaś ten połączony jest z układem magazynowania energii elektrycznej i/lub z siecią energetyczną.

Wykaz oznaczeń

1. cylindryczny trzon zewnętrzny
2. cylindryczny trzon wewnętrzny
3. belka balastowa
4. zewnętrzne żebro usztywniające
5. wewnętrzne żebro usztywniające
6. półka spoczynkowa
7. dźwigar główny
8. belka karetki wzdłużna
9. belka karetki poprzeczna
10. wózek poziomy zasilany
11. wózek pionowy
12. lina podnosząca
13. trzpień twist-lock
14. gniazdo twist-lock
15. przeciwwaga
16. silniko-generator
17. przekładnia
18. koło zamachowe

19. prowadnica liniowa
20. rurowy pionowy przewód wodny
21. torowisko
22. obrotnica
23. pal fundamentu
24. płyta fundamentowa
25. system przetwarzania skroplonego powietrza w energię elektryczną
26. system przetwarzania słupa wody w energię elektryczną
27. spinka

Zastrzeżenia patentowe

1. Grawitacyjny magazyn energii, który jest żelbetową konstrukcją cylindryczną posadowioną na fundamencie, obejmujący strefę przechowywania ładunków w górnej części, system przeniesienia ładunku z położenia niskiego do wysokiego i z położenia wysokiego do niskiego oraz system transformacji mocy, **znamienny tym**, że żelbetowa konstrukcja cylindryczna, obejmuje cylindryczny trzon zewnętrzny (1), na którego obwodzie wewnętrznym, na całej wysokości, znajdują się pionowe wewnętrzne żebra usztywniające (5), oraz umieszczony w nim centralnie cylindryczny trzon wewnętrzny (2), na którego obwodzie zewnętrznym, na całej wysokości, znajdują się pionowe zewnętrzne żebra usztywniające (4), które to wewnętrzne żebra (5) i zewnętrzne żebra (4) w górnej części zawierają równomiernie rozmieszczone na swojej długości półki spoczynkowe (6), parami zwrócone w stronę sąsiedniego żebra, zaś na każdej parze półek z ożebrowania zewnętrznego i wewnętrznego spoczywa belka balastowa (3), natomiast nad każdą sekcją belek balastowych (3), znajduje się dźwigar główny (7), na którym zamontowany jest układ przeniesienia mocy stanowiący co najmniej silnik-generator (16) prądu z przekładnią (17) i kołem zamachowym (18) oraz liną podnoszącą (12), na końcu której znajduje się karetką z systemem chwytającym a na drugim przeciwwaga (15), zaś wewnętrzne żebra (5) i zewnętrzne żebra (4) na całej swojej długości zawierają prowadnice liniowe (19) zwrócone w stronę sąsiedniego żebra, przy czym cylindryczny trzon zewnętrzny (1) na zewnętrznej powierzchni posiada konstrukcję z zamontowanymi panelami fotowoltaicznymi.
2. Grawitacyjny magazyn energii według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zespół przetwarzania energii zawiera co najmniej silnik-generator (16) z co najmniej jednym motoreduktorem, układ wałów naciagowych dla lin podnoszących (12), stację transformatorową, kable.
3. Grawitacyjny magazyn energii według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zewnętrzna powierzchnia cylindrycznego trzonu zewnętrznego (1), pokryta jest powłokami fotowoltaicznymi elastycznymi.
4. Grawitacyjny magazyn energii według zastrz. 1, **znamienny tym**, że na jego szczycie powyżej dźwigarów głównych (3) znajduje się taras techniczno-widokowy z systemem gromadzenia i odprowadzenia wody wykorzystywanej do elektrolizy.
5. Grawitacyjny magazyn energii według zastrz. 1, **znamienny tym**, że na jego szczycie zamocowane są turbiny wiatrowe o pionowej i/lub poziomej osi obrotu.
6. Grawitacyjny magazyn energii według zastrz. 1, **znamienny tym**, że na płycie fundamentowej (24) znajduje się obrotnica (22) poruszająca się po torowisku (21) w kształcie okręgu, wpuszczonym w płytę fundamentową (24) a którego promień równy jest dwukrotnej odległości środka belki balastowej od środka cylindrycznego trzonu zewnętrznego (1).
7. Grawitacyjny magazyn energii według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wzdłuż bocznej ściany cylindrycznego trzonu zewnętrznego (1), w przestrzeni pomiędzy miejscem składowania sąsiadujących sekcji belek balastowych (3) zamocowana jest winda techniczna.
8. Grawitacyjny magazyn energii, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że karetką z systemem chwytającym belki balastowe (3) zawiera belkę karetki wzdłużną (8) z dwiema belkami karetki poprzecznymi (9), po których przemieszczają się wózki poziome zasilane (10), zaś na obu końcach belek karetki poprzecznych (9) znajdują się wózki pionowe (11) elementami tocznymi oparte na prowadnicach liniowych (19).

9. Grawitacyjny magazyn energii, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że systemem chwytającym jest system twist-lock zawierający trzpień twist-lock (13) współpracujący z gniazdem twist-lock (14) w belce balastowej (3).
10. Grawitacyjny magazyn energii, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że cylindryczny trzon wewnętrzny (2) podzielony jest wewnątrz stropami usztywniającymi.
11. Grawitacyjny magazyn energii według któregośkolwiek z poprzednich zastrzeżeń, **znamienny tym**, że wewnątrz cylindrycznego trzonu wewnętrznego (2), znajduje się co najmniej jeden rurowy pionowy przewód wodny (20) centralnie osadzony i połączony z układem przetwarzającym energię słupa wody w energię elektryczną, zaś ten z układem magazynowania energii elektrycznej i/lub z siecią energetyczną.
12. Grawitacyjny magazyn energii według zastrz. 12, **znamienny tym**, że gdy wewnątrz cylindrycznego trzonu wewnętrznego (2), znajduje się więcej niż jeden rurowy pionowy przewód wodny (20), w dolnej części połączone są ze sobą spinkami (27) regulującymi przepływ wody pomiędzy nimi.
13. Grawitacyjny magazyn energii według któregośkolwiek z poprzednich zastrzeżeń **znamienny tym**, że wewnątrz cylindrycznego trzonu wewnętrznego (2), znajduje się układ przetwarzania energii ze skroplonego powietrza (25), którego zbiorniki rozmieszczone są na co najmniej jednym poziomie wyznaczonym wewnątrz cylindrycznego trzonu wewnętrznego (2), zaś układ przetwarzania energii ze skroplonego powietrza (25) połączony jest z układem magazynowania energii elektrycznej i/lub z siecią energetyczną.
14. Grawitacyjny magazyn energii według zastrz. 1 albo 11 albo 13, **znamienny tym**, że zespoły przetwarzania energii połączone są z kolektorem mocy.
15. Grawitacyjny magazyn energii według zastrz. 1 albo 11 albo 13, **znamienny tym**, że płyta fundamentowa (24) spoczywa na palach fundamentu (23).

Rysunki

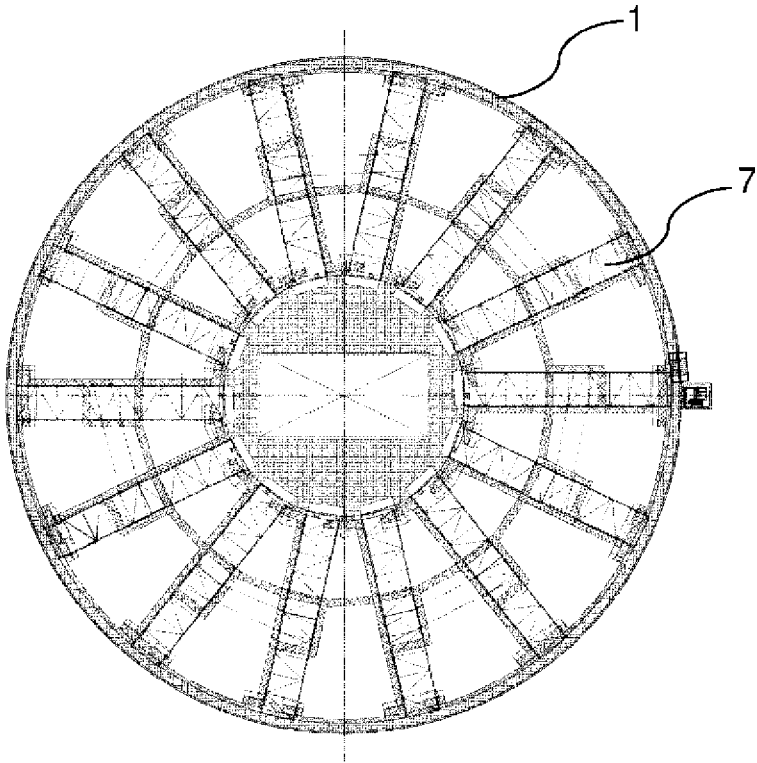


Fig.1

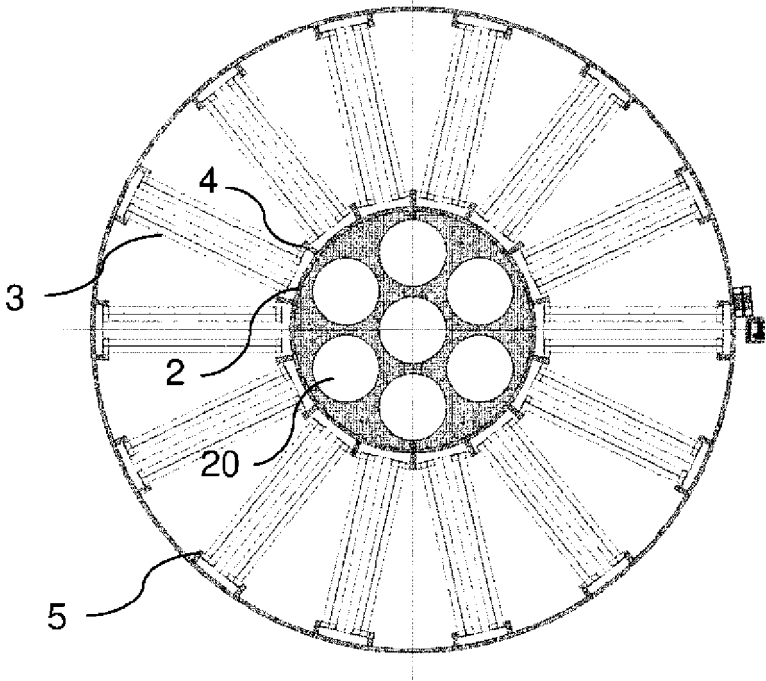


Fig.2

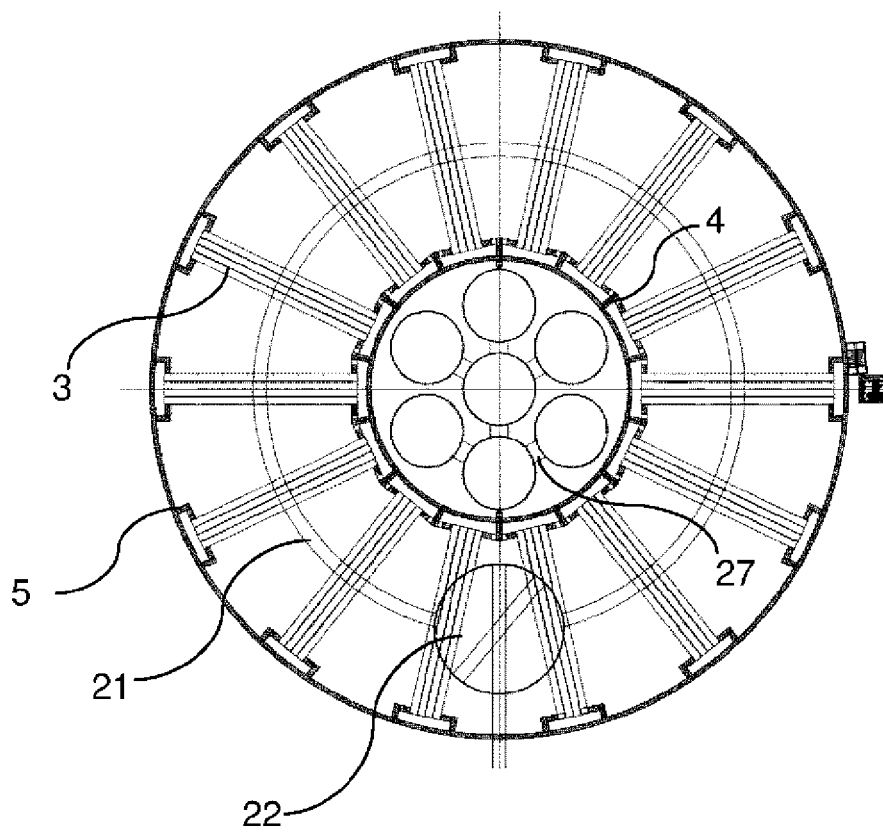


Fig.3

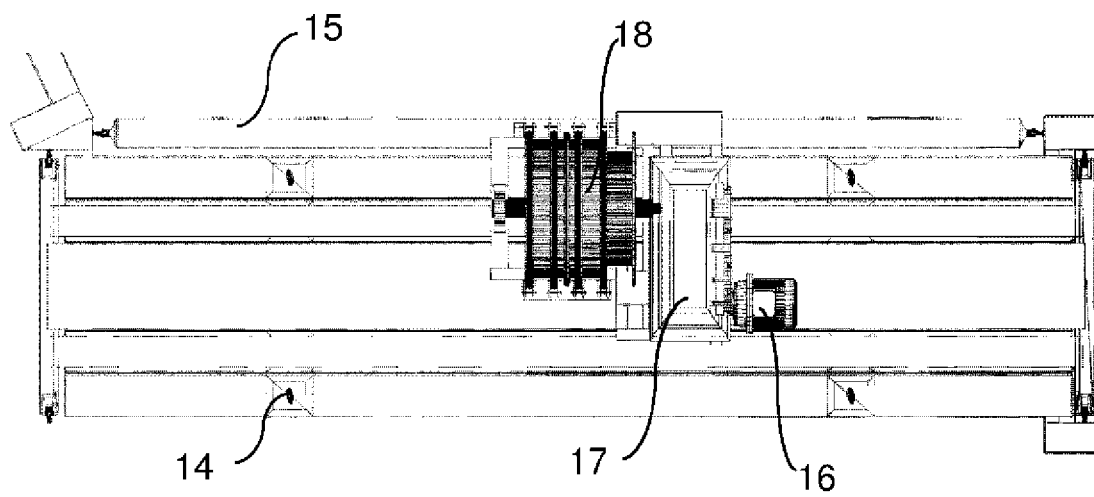


Fig.4

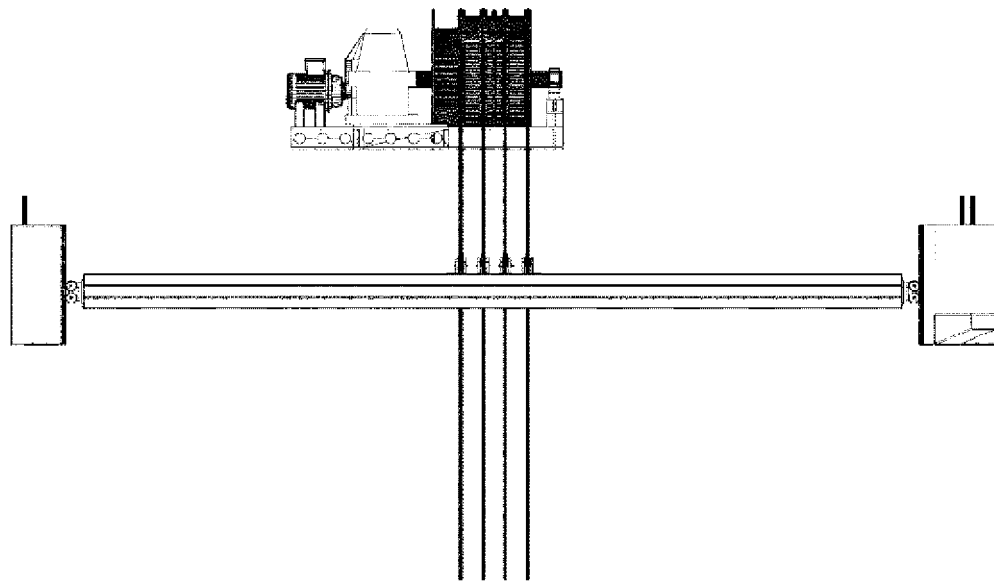


Fig.5

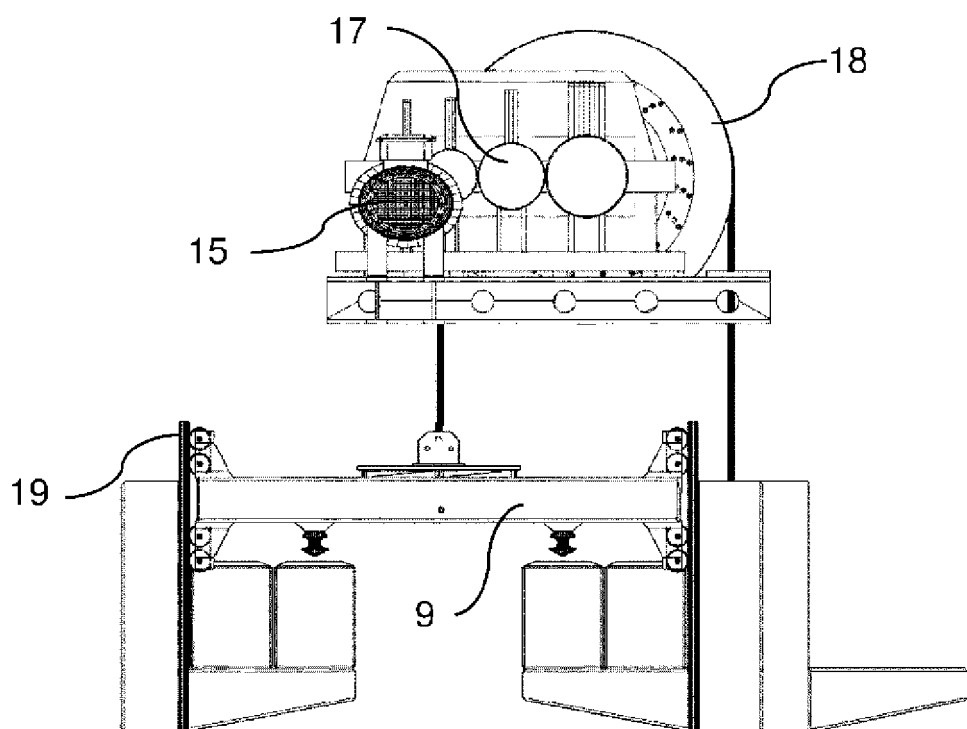


Fig.6

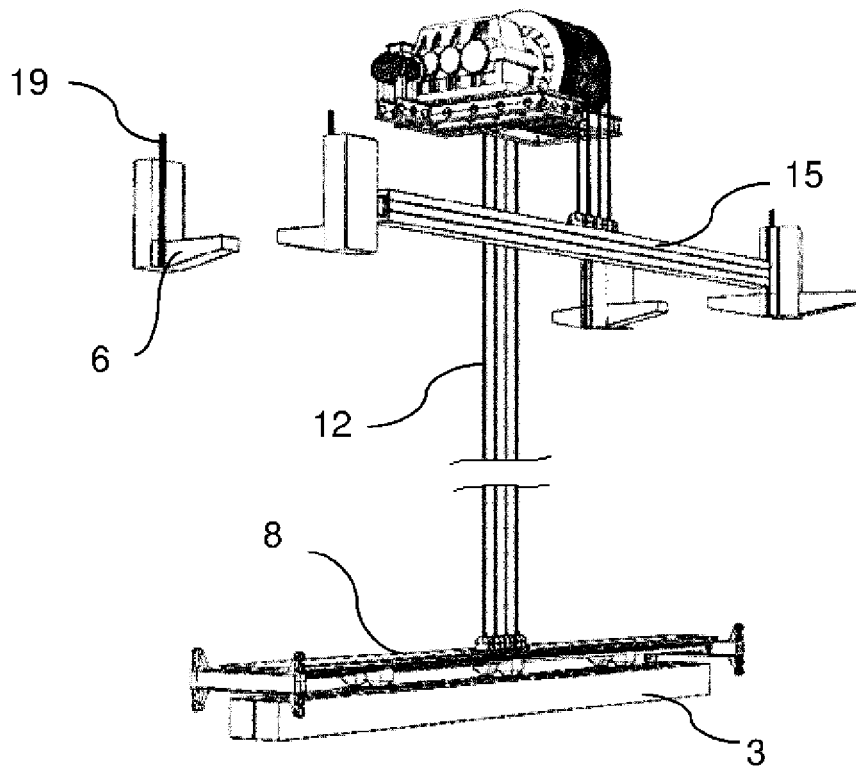


Fig. 7

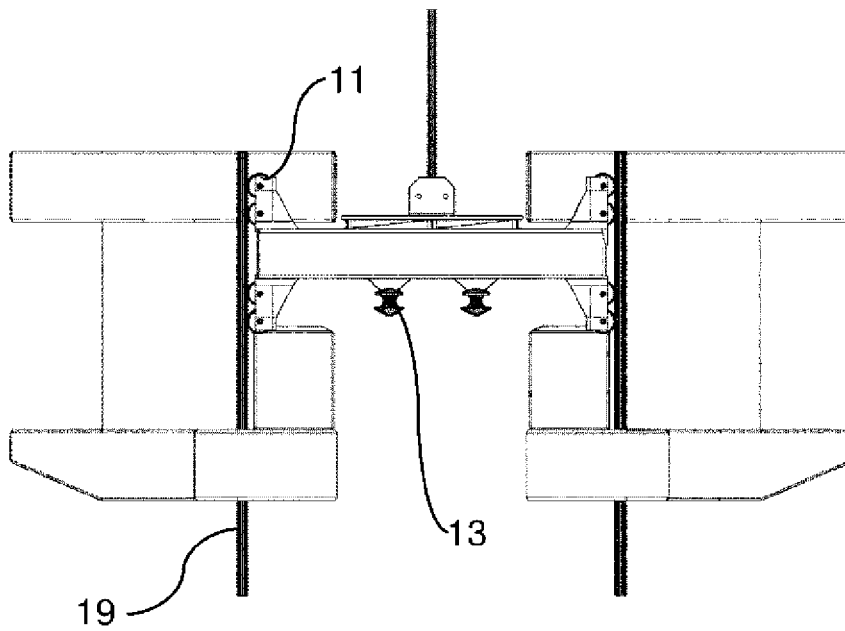


Fig. 8

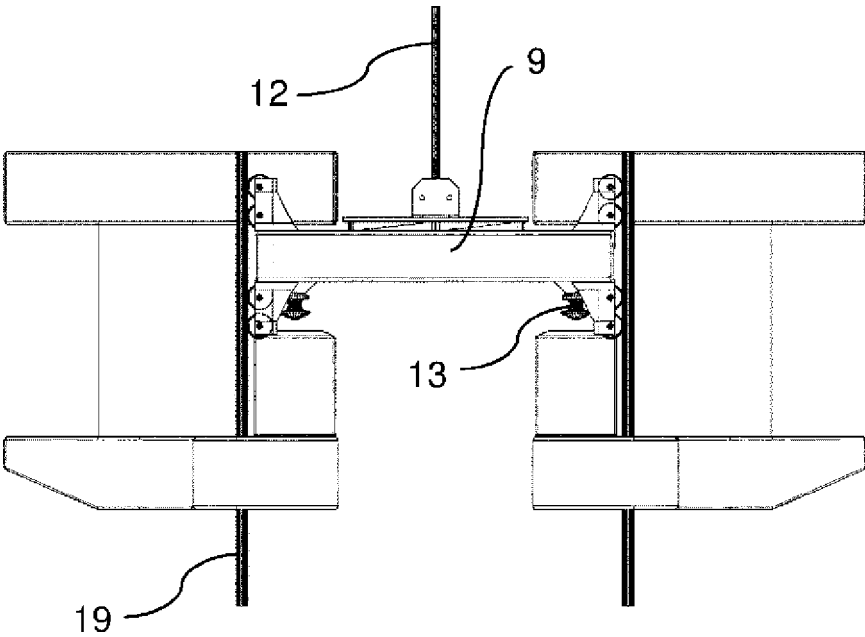


Fig.9

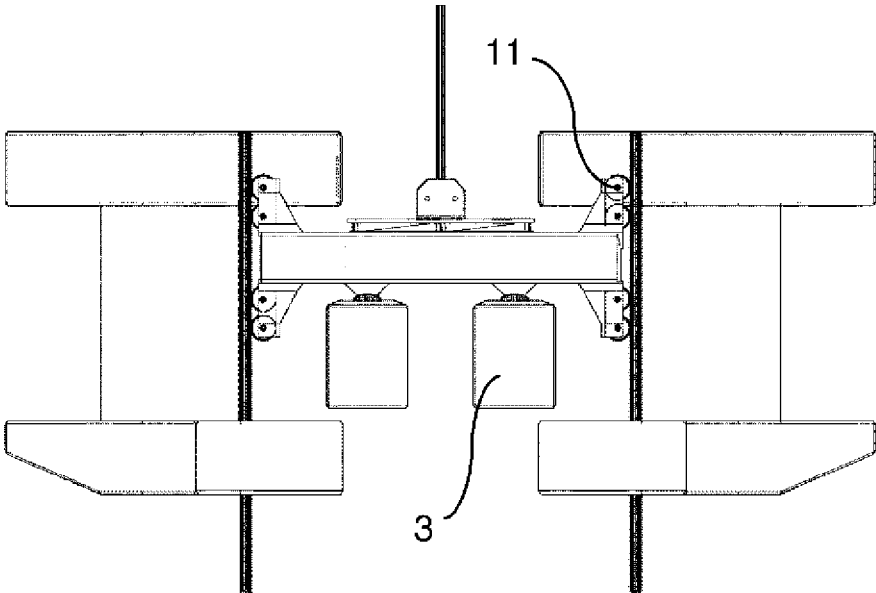


Fig.10

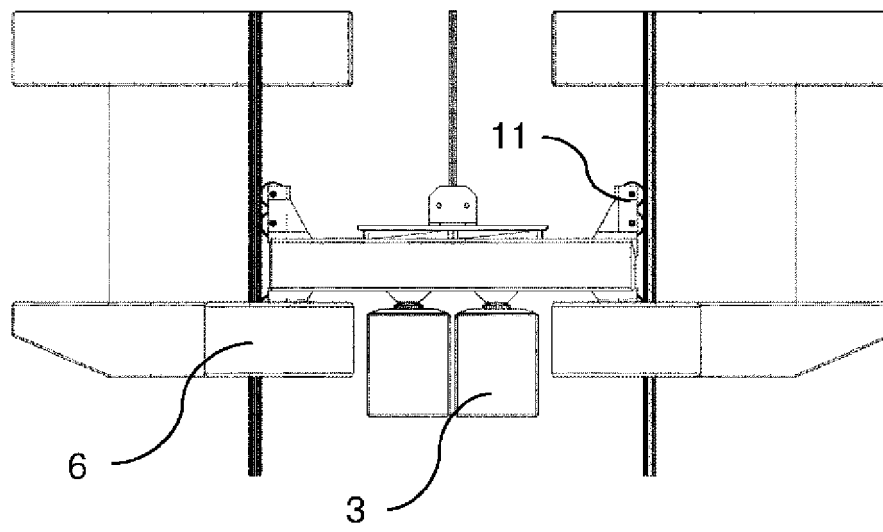


Fig.11

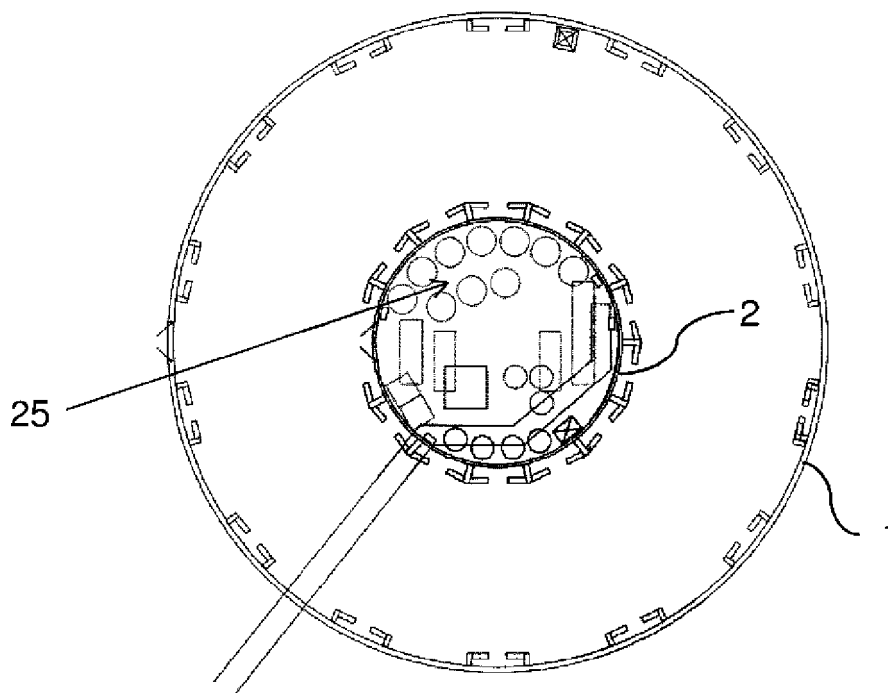


Fig.12

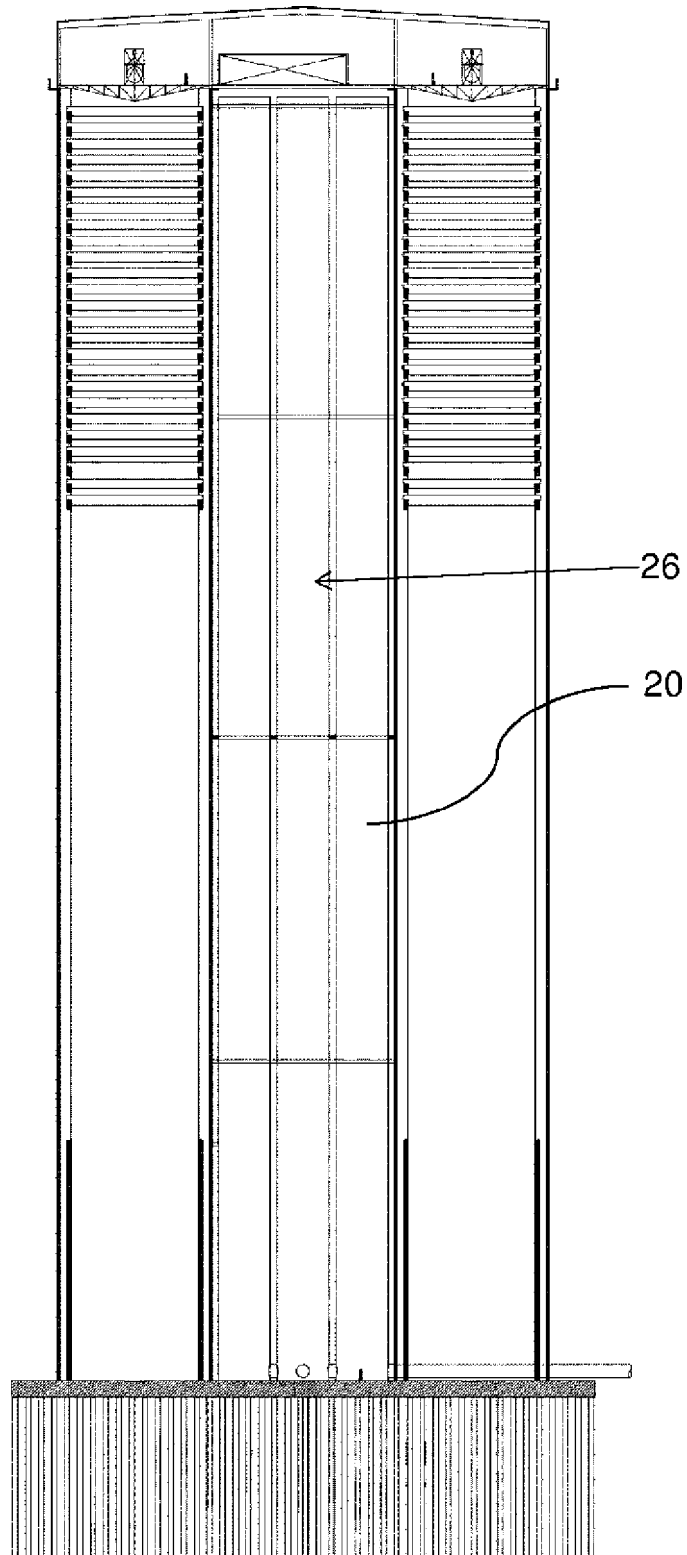


Fig.14