

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **038961**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2021.11.15**

(51) Int. Cl. **F03B 13/18** (2006.01)

(21) Номер заявки  
**201892240**

(22) Дата подачи заявки  
**2017.04.05**

---

(54) **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ВОЛНОВОЙ ЭНЕРГИИ В  
ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ЭНЕРГИЮ И СПОСОБ ЕГО РАЗВЕРТЫВАНИЯ В МЕСТЕ  
ЭКСПЛУАТАЦИИ**

---

(31) **P-2016/0217**

(56) WO-A1-2012010518  
WO-A1-2007139395  
EP-A2-2009278  
US-A1-2010259047  
KR-A-20140093426

(32) **2016.04.06**

(33) **RS**

(43) **2019.03.29**

(86) **PCT/RS2017/000001**

(87) **WO 2017/176142 2017.10.12**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и  
патентовладелец:

**ДРАГИЧ МИЛЕ (RS)**

(74) Представитель:  
**Медведев В.Н. (RU)**

---

(57) Устройство преобразования волновой энергии в электрическую энергию и способ его разворачивания в месте эксплуатации, при этом устройство содержит опорную конструкцию (50), состоящую из элементов (52) плавучести и имеющую опорную трубу (51), прикрепленную на верхней стороне. Устройство содержит соединительную передачу (30), скользящим образом соединенную на внутренней периферии с наружной поверхностью опорной трубы (51), и сферу (32), с которой шарнирно соединено плавающее тело (20). Устройство имеет две передачи, первую гибкую передачу (1) для соединения плавающего тела (20) со второй передачей и вторую передачу для соединения гибкой передачи (1) с генератором. Гибкая передача (1) состоит из шкивов (6а, 6б, 6с) и гибкого элемента, например троса или стального каната, а вторая передача может быть выполнена с несколькими подходящими формами, например с жесткими элементами в виде набора шестерни (4) и зубчатой рейки (2), расположенного внутри нижней опорной трубы (53), или с гибким элементом, например набором из цепи (3) и звездочки (5) в элементе (52) плавучести. Опорная конструкция (50) соединена тросами (63) с якорным грузом (67), который изготовлен в форме сферического сегмента либо непосредственно, либо через роликовые элементы, помещенные в сферическую выемку якорного основания (61). Изобретение содержит способ разворачивания устройства в месте эксплуатации, который особенно подходит благодаря устойчивой транспортировке с низкой осадкой.

**B1**

**038961**

**038961**

**B1**

### **Область техники, к которой относится настоящее изобретение**

Настоящее изобретение относится к устройству для преобразования волновой энергии в электрическую энергию и к способу его развертывания в месте эксплуатации с характеристиками устройства, приспособленными к способу развертывания. Устройство отличается от предыдущих решений, в частности, в области передачи энергии от плавающего тела, которое движется вверх и вниз, к электрогенератору, который вырабатывает электричество. Способ развертывания основан на конструкции системы, подходящей для дешевой транспортировки в место постановки на якорь и адаптации системы постановки на якорь на морском дне в месте развертывания устройства для преобразования волновой энергии в электрическую энергию и имеющей систему безопасности для предотвращения случайного повреждения. Согласно IPC (Международной Патентной Классификации) устройство классифицировано как силовые машины, которые используют энергию морских волн, и соответствует классификационному индексу F03B 13/12.

### **Техническая задача**

Технической задачей, решаемой с помощью представленного изобретения, является способ построения устройства для преобразования волновой энергии в электрическую энергию с максимальной эффективностью, т.е. степенью использования, долговечностью относительно рабочих условий, которое в то же время можно изготавливать из доступных материалов и из доступного количества подузлов, чтобы соответствовать экономическим требованиям, т.е. быть экономически эффективным.

Эти проблемы хорошо известны в предшествующем уровне техники. Трудно найти экономически эффективное решение. Рациональное решение для устройства преобразования волновой энергии в электрическую энергию требует максимальной эффективности устройства и в то же время минимального количества материалов и минимального количества узлов, чтобы система была надежной, безопасной в эксплуатации и недорогой. Силы волн, воздействующие на плавающее тело, движущееся вверх-вниз, могут быть очень большими, как это известно в предшествующем уровне техники, что требует прочной опорной конструкции и прочной цепи элементов, вовлеченных в передачу сил от плавающего тела, например, к электрогенератору. Как известно специалистам в этой области, еще одной существенной особенностью устройства для преобразования волновой энергии в электрическую энергию, которая вносит вклад в максимальную степень использования, является минимальное ограничение движения плавающего тела, связанного с опорной конструкцией устройства. Учитывая требование подвижности плавающего тела, похоже, что оно противоречит необходимости, что конструкция должна быть достаточно прочной для противодействия большим силам волн, которые используются для генерирования энергии, и в то же время быть достаточно прочной для противодействия условиям открытого моря.

Настоящее изобретение также решает задачу развертывания устройства в месте эксплуатации.

### **Предшествующий уровень техники**

Существует множество известных решений, основанных на возобновляемых источниках энергии. Если смотреть в перспективе очевидных климатических изменений на Земле, представляется необходимым как можно скорее избегать использования электростанций, которые выбрасывают в окружающую среду вредные газы. В европейском патенте EP 2183478 автора изобретения этой заявки показано устройство, которое решает некоторые базовые проблемы, связанные с передачей энергии от волн к плавающему телу, которое движется вверх и вниз. Величина энергии, получаемая от волн, которая может быть дополнительно преобразована в электрическую энергию, как описано в EP 2183478, является максимальной, но необходимо, чтобы это устройство было конкурентоспособным с другими известными устройствами для преобразования энергии и было способно заменить вырабатывающие энергию устройства, которые выбрасывают в атмосферу большие количества вредных газов перед усилением климатических изменений.

Относительно упомянутого выше предшествующего уровня техники настоящее изобретение в частности отличается характеристикой, что не нужны колонны, прикрепленные к морскому дну, их заменяет постановка на якорь, а также за счет комбинации двух передач получается более компактное и более надежное устройство с более хорошим использованием. Компактная и надежная конструкция достигается за счет конструктивного решения, которое заключается в шарнирном соединении плавающего тела и опорной конструкции. Механизм передачи механического движения более простой и дешевле за счет использования комбинации первой, гибкой передачи и второй передачи, сделанной в виде передачи, изготовленной из жестких элементов или передачи, изготовленной из гибких элементов. Его не нагружают до прогиба, и также можно использовать только гибкую передачу и, таким образом, значительно уменьшить отрицательные колебания, имеющиеся в длинных гибких передачах. За счет точного расчета движущихся масс систему можно легко переводить в резонансную зону, тем самым увеличивая колебание плавающего тела, приводящее к получению более больших количеств электроэнергии. Это обеспечивает генерирование одинакового количества энергии независимо от того, движется ли плавающее тело вверх или вниз. Масса передающего элемента уменьшается и обеспечивается защита от случайного повреждения вследствие ударов огромных волн.

Конструкция устройства является усовершенствованной, более легкой, более дешевой и более простой, тем самым увеличивая эффективность и производительность системы.

### Раскрытие настоящего изобретения

Устройство преобразования волновой энергии согласно изобретению содержит опорную конструкцию, состоящую из элементов плавучести, с опорной трубой, прикрепленной к верхней части опорной конструкции. Устройство содержит соединительную передачу, имеющую скользящее соединение на внутренней периферии с наружной поверхностью опорной трубы, при этом на наружной периферии опорной трубы к плавающему телу прикреплена сфера.

Устройство имеет две передачи, первую гибкую передачу для соединения плавающего тела со второй передачей, при этом гибкая передача содержит гибкий элемент и по меньшей мере два шкива, при этом два шкива прикреплены к опорной трубе посредством их опор над концевой точкой рабочего хода плавающего тела, а средний шкив посредством своей опоры прикреплен ко второй передаче, которая соединяет гибкую передачу с электрогенератором, имеющим дополнительный груз, соединенный скользящим образом с нижней трубой опорной конструкции, тогда как гибкий элемент гибкой передачи на одном конце соединен с плавающим телом, затем проходит по первому шкиву и по среднему шкиву внутри трубы и по второму шкиву, а другим концом снова связан с плавающим телом, и состоит из двух идентичных гибких элементов, имеющих один конец, прикрепленный к плавающему телу, и один гибкий элемент передачи проходит по первому шкиву, тогда как другой гибкий элемент передачи проходит по второму шкиву и другим концом они взаимно соединены рычагом, шарнирно прикрепленным к одному концу второй жесткой передачи, и точки соединения гибкой передачи и плавающего тела, а также два верхних шкива, являются взаимно противоположными, и при этом на конце элемента плавучести, на стороне верхней трубы помещен кожух, и гибкие тросы на одном конце прикреплены к элементу плавучести, а на другом конце - к плавающему телу, при этом опорная конструкция соединена тросами с якорным грузом. Гибкая передача может быть монолитной или состоять из нескольких типов гибких передач, например синтетического троса, каната или цепи, тогда как вторая передача может быть выполнена несколькими удобными способами, в виде жесткой передачи, например, набора из шестерни и зубчатой рейки, винтового домкрата и гайки и т.д., или в виде гибкой передачи, например цепи и звездочки. Для передачи движения плавающего тела на генератор кроме гибкой передачи или жесткой передачи устройство содержит опорные элементы, которые обеспечивают правильное функционирование применяемой передачи. В случае когда вторую передачу изготавливают из жестких элементов, их помещают в нижнюю опорную трубу. Когда вторая передача представляет собой гибкую передачу, например цепь и звездочку, ее можно поместить в элементы плавучести, т.е. в опорную конструкцию, значительно уменьшая глубину устройства без крепежных элементов. Опорную конструкцию связывают с якорным грузом якорными тросами, выполненными в виде сферических сегментов, помещенных либо непосредственно, либо через роликовые элементы, в сферическую выемку якорного основания, или в виде груза, поддерживаемого опорным основанием.

Согласно одному варианту осуществления устройства для уравнивания с массой плавающего тела и регулировки движения плавающего тела на волнах на нижней стороне находится дополнительный груз, прикрепленный ко второй передаче.

Согласно одному варианту осуществления устройства устройство содержит устройство торможения плавающего тела, состоящее из гибкого элемента, сделанного монолитным или составным из синтетических материалов, причем один конец прикреплен к дну плавающего тела, а другой конец прикреплен к элементу плавучести.

Согласно одному варианту осуществления устройства якорный груз образован из бетона и помещен в якорное основание, выполненное в форме полый конструкции, заполненной водой, когда якорное основание находится в месте стоянки на якоре.

Согласно одному варианту осуществления устройства плавающее тело состоит из стальной рамы и имеет закрытую камеру, которая покрыта вспененным покрытием.

Согласно одному варианту осуществления устройства вспененное покрытие состоит из внешнего слоя, сделанного из материала с сопротивлением растягивающему натяжению, и внутреннего слоя, сделанного из материала, который поглощает удары.

Согласно одному варианту осуществления устройства дополнительный груз удерживает плавающее тело на поверхности воды и регулирует глубину его осадки.

Согласно одному варианту осуществления устройства вторая передача, соединенная на одном конце с гибкой передачей, на другом конце - с генератором электроэнергии, выполнена из элементов типа шестерни и зубчатой рейки, или винтового домкрата и гайки, или звездочки и цепи, расположенных в нижней опорной трубе, прикрепленной к опорной конструкции.

Согласно одному варианту осуществления устройства дополнительно содержит подвижный магнит, соединенный с гибкой передачей, и закрепленную, неподвижную катушку, расположенную в нижней несущей трубе, прикрепленной к опорной конструкции.

Согласно одному варианту осуществления устройства вторая передача, связанная с одной стороны с гибкой передачей, а с другой стороны - с электрогенератором, состоит из жестких элементов в качестве типа передачи, содержащей винтовой домкрат и гайку с циркулирующими по замкнутой траектории шариками, и расположена в нижней опорной трубе и прикреплена к опорной конструкции.

Согласно одному варианту осуществления устройства гайка непосредственно вращает ротор генератора.

Согласно одному варианту осуществления устройства вторая передача, связанная с одной стороны с гибкой передачей, а с другой стороны - с электрогенератором, состоит из гибкого элемента, состоящего из цепи и звездочки, помещенных в элемент плавучести опорной конструкции.

Согласно одному варианту осуществления устройства вторая передача соединена с дополнительным грузом через талевую систему, причем гибкий элемент проходит шкивы тали для соединения с дополнительным грузом.

Согласно одному варианту осуществления устройство содержит автоматическую систему для активации мер безопасности устройства.

Согласно одному варианту осуществления устройства автоматическая система управляет генератором, который переходит в режим двигателя при активации мер безопасности и увеличивает дополнительный груз в верхнем конечном положении, закрепляя его и таким образом приводя к самопогружению плавающего тела, которое входит в кожух и остается там до выключения мер безопасности.

Согласно одному варианту осуществления устройства гибкие элементы обеспечивают, чтобы плавающее тело не ударило верхнюю часть опорной трубы.

Согласно одному варианту осуществления устройства плавающее тело перекрывает кожух, и плавающее тело замедляется и за счет гидродинамического сопротивления предотвращается его столкновение с опорной конструкцией.

Настоящее изобретение содержит опорную конструкцию с элементами плавучести. Опорная конструкция проходит через центральное отверстие плавающего тела, соединенного таким образом, чтобы оно могло двигаться вверх и вниз в продольном направлении опорной конструкции благодаря действию волн, при этом движение плавающего тела передается в механизм, который преобразует движение волн в электрическую энергию, а передача движения происходит за счет подвижной соединительной передачи, помещенной внутри центрального отверстия плавающего тела. Подвижная соединительная передача состоит из скользящего шарнира, который в центральной части выполнен в форме сферической поверхности с опирающимися на него кольцами, и кольца соответствуют конфигурации центрального отверстия в плавающем теле по их внешнему диаметру, тогда как на внутреннем диаметре сферической поверхности имеется сегмент в форме сферической поверхности, геометрически и пространственно соответствующий центральной части скользящего шарнира, который выполнен в форме сферической поверхности. Соединение между плавающим телом и соединительной передачей достигается за счет закрепления плавающего тела между двумя кольцами.

Сферический шарнир можно отменить, и тогда плавающее тело прикрепляют к скользящей трубе, по которой оно имеет возможность вертикального движения относительно опорной трубы.

Система передачи движения состоит из первой, гибкой передачи и второй передачи, которую можно изготовить с несколькими разными формами и дополнительным грузом, и которая при преобразовании поступательного колебательного движения плавающего тела преобразуется во вращательное движение генератора, обеспечивая, чтобы вторая передача была всегда напряжена при натяжении.

Согласно одному варианту осуществления изобретения на сферической поверхности соединительной передачи имеются два кольца, которые во время движения соединительной передачи благодаря действию волн ограничивают относительное движение относительно продольной оси опорной конструкции, при этом ограничения движения связаны с относительным шарнирным движением вокруг двух взаимно перпендикулярных осей в горизонтальной плоскости.

Настоящее изобретение может быть выполнено таким образом, чтобы устройство можно было использовать в электрической сети, электричество, вырабатываемое с помощью этого изобретения, можно распределять конечным пользователям, или его можно использовать в распределительной системе электрических сетей, или его можно использовать в международных электрических распределительных сетях.

Настоящее изобретение также включает в себя способ развертывания устройства в месте эксплуатации устройства для преобразования волновой энергии в электрическую энергию, при этом способ включает следующие этапы, на которых:

собирают элементы плавучести на опорной конструкции и размещают дополнительный груз, а также собирают части устройства, опускают совмещенную часть опорной конструкции в воду посредством использования крана и прикрепляют ее к причалу верфи;

соединяют остальные элементы с опорной конструкцией для окончательного образования устройства;

транспортируют устройство по воде в место развертывания, причем устойчивость транспортировки достигается за счет увеличения дополнительного груза;

транспортируют якорный груз с якорным основанием по воде таким образом, чтобы якорное основание плыло, выступая в качестве понтона для транспортировки якорного груза в место развертывания устройства;

закрепляют столбы или конструкцию бетонного основания для якорного основания;

опускают якорное основание путем открывания клапанов и заполнения его водой; соединяют якорное основание с опорной конструкцией с использованием тросов; регулируют глубину устройства, т.е. регулируют его расстояние от дна моря.

Когда движение плавающего тела передается генератору посредством гибкой передачи (без использования жесткой передачи), гибкий элемент передачи между генератором и дополнительным грузом исполняют в виде дифференциального элемента гибкой передачи, поэтому упомянутая выше фаза транспортировки происходит в виде транспортировки с мелкой сеткой.

Согласно еще одному аспекту изобретения предложено устройство для преобразования волновой энергии в электрическую энергию при применении в водном объекте, имеющем поверхность и дно, причем устройство содержит: опорную трубу, имеющую первый конец и второй конец, причем опорная труба имеет линейную ось и выполнена с возможностью ориентации в основном вертикально при применении устройства; элемент плавучести, который находится в фиксированной взаимосвязи с опорной трубой, причем элемент плавучести выполнен с возможностью позиционирования под поверхностью воды и над дном водного объекта при применении устройства, причем один из элемента плавучести или опорной трубы закреплен якорем к дну водного объекта; плавающее тело, которое плавает на поверхности воды над элементом плавучести, причем плавающее тело выполнено с возможностью линейного перемещения вдоль опорной трубы к и от элемента плавучести в ответ на действие волн на поверхности воды при применении устройства; по меньшей мере один гибкий элемент, который соединен с плавающим телом и проходит по первому и второму шкивам, расположенным на верхнем конце опорной трубы, и зубчатую рейку, которая соединена с гибким элементом посредством третьего шкива в опорной трубе, причем гибкий элемент выполнен с возможностью перемещения зубчатой рейки вдоль линейной оси опорной трубы, когда плавающее тело перемещается в ответ на действие волн; груз, расположенный в элементе плавучести и соединенный с зубчатой рейкой и выполненный с возможностью перемещения с зубчатой рейкой; и электрогенератор, расположенный в элементе плавучести и выполненный с возможностью преобразования линейного перемещения зубчатой рейки в электроэнергию.

Базовые признаки изобретения определены в независимых пунктах 1, 18 и 20 формулы изобретения, тогда как дополнительные характеристики и различные конструктивные возможности определены в зависимых пунктах формулы изобретения. Пример изобретения, описанный на фигурах, которые следуют далее, не является ограничением в том смысле, что он представляет собой только конструкцию изобретения, потому что, как было сказано, объем правовых притязаний изобретения определен в приложенной формуле изобретения.

#### **Краткое описание фигур**

Ниже более подробно со ссылкой на сопровождающие фигуры будет описано устройство преобразования волновой энергии в электрическую энергию согласно изобретению. Также приложены фигуры, и их используют для более хорошего понимания способа согласно изобретению, т.е. конструктивных характеристик устройства, обеспечиваемых описанным изобретением, и фаз транспортировки устройства. На фигурах показаны примеры вариантов осуществления изобретения, и их не следует истолковывать, как ограничение других возможных вариантов осуществления, которые находятся в пределах объема защиты, определяемого формулой изобретения. Технические характеристики согласно формуле изобретения можно взаимно объединить в других примерах вариантов осуществления конструкции. На фигурах показано следующее.

На фиг. 1 представлен изометрический вид примера варианта осуществления изобретения.

На фиг. 2 схематично представлен вид спереди примера варианта осуществления изобретения.

На фиг. 3 схематично представлен вид спереди примера варианта осуществления изобретения.

На фиг. 4 схематично представлен вид спереди примера варианта осуществления изобретения.

На фиг. 5 схематично представлен вид спереди примера варианта осуществления изобретения.

На фиг. 6а представлен график функции передачи вертикального колебания ненагруженного устройства и волн.

На фиг. 6б представлен график функций передачи вертикального колебания нагруженного устройства и волн.

На фиг. 6с представлены функции передачи вертикального колебания нагруженного устройства и волн в резонансном поле.

На фиг. 7 представлен изометрический вид примера варианта осуществления изобретения.

На фиг. 8 представлен изометрический вид примера варианта осуществления изобретения.

На фиг. 8а представлен изометрический вид примера варианта осуществления изобретения.

На фиг. 8б представлен изометрический вид примера варианта осуществления изобретения.

На фиг. 9 и 9а представлена деталь А фиг. 8б.

На фиг. 10 представлен пример варианта осуществления в поперечном разрезе плавающего тела согласно изобретению.

На фиг. 11 представлена механическая модель имитации ответа системы при амортизации (поглощении) ударного напряжения.

На фиг. 12 представлен график усилия на поверхности сферы с вспененным покрытием и без него.

На фиг. 13 представлен изометрический вид режима транспортировки устройства с судовой палубы в место развертывания.

На фиг. 14 схематично представлен один вариант осуществления якорного основания для якорного груза.

На фиг. 15 представлен изометрический вид примера варианта осуществления изобретения, где якорный груз образован из двух частей, т.е. из груза и якорного основания.

#### **Подробное раскрытие настоящего изобретения**

На фиг. 1 представлено устройство преобразования волновой энергии в электрическую энергию согласно изобретению. Как показано, согласно этому варианту осуществления устройство состоит из узлов. Представленный вариант осуществления изобретения состоит из частично погруженной опорной конструкции 50, содержащей элементы 52 плавучести, которые могут принимать форму звезды, цилиндра или любую другую подходящую форму замкнутой конструкции, имеющей прочно закрепленную опорную трубу 51 на верхней стороне, и в некоторых вариантах осуществления, опорную трубу 53 - на нижней стороне. Соединительная передача 30 прикреплена на своей внутренней периферии к опорной трубе 51, тогда как на внешней периферии посредством шарового шарнира она связана с плавающим телом 20 таким образом, чтобы обеспечить подвешенное соединение плавающего тела 20 относительно опорной конструкции 50. Вертикальное движение плавающего тела 20 передает действие волн посредством гибкой передачи 1, прикрепленной обоими концами к плавающему телу 20, а в центральной части, соединенной со второй передачей, расположенной внутри опорной конструкции 50 или опорной трубы 53, электрогенератору, который также может быть расположен внутри опорной конструкции 50 или на части опорной конструкции 50, находящейся над водой, или в опорной трубе 53. Упомянутый выше термин гибкая передача 1 использован потому, что передача имеет гибкий, упругий элемент (например, трос, стальной канат и тому подобное), проходящий поверх соответствующих вращающихся опорных элементов (например, шкивов 6a, 6b, 6c), а также потому, что передача регулирует движение плавающего тела 20.

Опорная конструкция 50 закреплена тросами 63, которые на одном конце соединены с опорной конструкцией 50, тогда как другой конец прочно прикреплен к якорному грузу 67. Якорный груз 67 может быть выполнен разными путями, например в виде трех отдельных грузов. В проиллюстрированном варианте осуществления якорный груз 67 изготовлен в виде одного сегмента в форме треугольной пластины. На фиг. 14 и 15 представлен еще один вариант осуществления якорного груза 67, расположенного в якорном основании 61. В этом варианте осуществления якорный груз 67 представлен в форме сферического сегмента и расположен в якорном основании 61 подходящей формы (см. фиг. 15).

Опорная конструкция 50 выполнена таким образом, что она имеет положительную плавучесть (т.е. стремится подниматься на поверхность воды) против якорных тросов 63, обеспечивая тем самым устойчивое положение опорной конструкции 50.

На фиг. 1 показано плавающее тело 20 с цилиндрической формой. Специалистам в данной области хорошо известно, что подобная форма плавающего тела 20 имеет равномерное гидродинамическое давление на всех сторонах плавающего тела 20 и, вследствие этого, нет необходимости позволять плавающему телу 20 вращаться вокруг своей оси. Также описанная ранее система крепления гибкой передачи 1 направлена на то, чтобы освободить соединительную передачу 30 при передаче вертикальных нагрузок способом, когда гибкая передача 1 прикреплена непосредственно к плавающему телу 20.

Соединительная передача 30 изготовлена таким образом, что она содержит сферу, позволяющую плавающему телу 20 вращаться вокруг всех осей и поступательно перемещаться вдоль опорной трубы 51. Соединительная передача 30 может иметь контакт с несущей трубой 51 посредством элементов, которые уменьшают силы трения и позволяют соединительной передаче 30 плавно перемещаться по опорной трубе 51. Этими элементами являются колеса, подшипники и тому подобное.

На фиг. 2 показан один вариант осуществления устройства для преобразования волновой энергии в электрическую энергию, при этом требуемая жесткость системы достигается за счет комбинации второй передачи (которой в этом варианте осуществления является передача из жестких элементов) и первой, гибкой передачи 1. Гибкая передача 1 связана с плавающим телом 20 обоими своими концами, разгружая соединительную передачу 30, которая в этом случае не передает большие усилия вертикального движения плавающего тела 20, но это достигается посредством гибкой передачи 1, которая непосредственно прикреплена к плавающему телу 20. Специалистам в этой области известно, что гибкие элементы обладают своей собственной жесткостью, т.е. перед приемом полной нагрузки они упруго деформируются, при расчете их размеров следует учитывать упругую деформацию подобных передач.

Так как стальной канат чувствителен к разрывам, и большая часть изгиба происходит на шкиве 6a, для работы в зоне большого количества разрывов гибкой передачи 1 на шкиве 6a в этой части можно установить цепь, и тогда процесс можно осуществлять с помощью стального троса или другого варианта осуществления гибкой передачи.

Гибкая передача 1 (например, стальной канат, трос, изготовленный из композитных материалов или их комбинации) проходит поверх шкивов 6b, 6a, 6c. Шкив 6a шарнирно прикреплен к одному элементу второй передачи, в этом случае жесткой передачи, в этом примере варианта осуществления к зубчатой

рейке 2, которая соединена с шестерней 4, которая дополнительно шарнирно прикреплена к электрогенератору посредством шестерни мультипликатора вращательного движения. На другом конце второй, в этом случае жесткой передачи прочно прикреплен дополнительный груз 12, который движется внутри несущей трубы 53. Шкивы 6b и 6c помещены на конце опорной трубы 51, находящейся над водой и прочно соединенной с опорной трубой 51 с помощью опоры шкивов 6a, 6c, за счет чего при движении гибкой передачи 1 шкивы 6b, 6c сами вращаются вокруг своей оси.

Во время работы, когда плавающее тело 20 начинает движение вверх под влиянием волн, первая, гибкая передача 1 остается напряженной, потому что ее тянет дополнительный груз 12, и потому что она связана с дополнительным грузом 12 посредством второй передачи, и зубчатая рейка 2 связана со второй передачей. Зубчатая рейка 2 передает вращательное движение генератору, который вырабатывает электричество через соответствующую шестерню 4 и мультипликатор. Введение дополнительного груза 12 и гибкой передачи 1 обеспечивает вращение генератора, когда плавающее тело 20 движется как вверх, так и вниз. Это значительно более элегантная и более эффективная конструкция, обеспечивающая генерирование большего количества электричества, большой ход плавающего тела 20 и более дешевый режим передачи движения плавающего тела 20 генератору по сравнению с предыдущими решениями, где это достигалось с помощью жесткой передачи или гибкой передачи 1 для обоих направлений движения плавающего тела 20. В предыдущих решениях жесткую передачу нагружали до прогиба, что требовало более крупной, более тяжелой, более дорогой и более сложной конструкции.

При движении вниз плавающее тело 20 натягивает гибкую передачу 1 и через шкивы 6b и 6c натягивает ее таким образом, что она поднимает зубчатую рейку 2 на шкиве 6a вместе с дополнительным грузом 12, снова получая вращение шестерни 4, при этом с помощью электрогенератора вырабатывается электроэнергия.

Подобная комбинация гибкой передачи 1 и второй, жесткой передачи вместе с дополнительным грузом 12 обеспечивает постоянную нагрузку для натяжения жесткой передачи, тем самым избегая нежелательного возникновения прогиба жесткой передачи. С другой стороны, гибкая передача 1 имеет возможность амортизации шоковых нагрузок, которые возникают в результате беспорядочных волн.

Поскольку вторая, в этом случае жесткая передача всегда нагружена для натягивания, имеется возможность ее замены передачей с упругими, т.е. гибкими элементами, такими как, например, цепь с соответствующими звездочками, или другими гибкими элементами (ремнем) и соответствующими элементами для осуществления кругового движения. Пример подобного варианта осуществления будет описан ниже, так что общим названием узла передачи, который соединяет первую, гибкую передачу 1 с генератором, является вторая передача.

Если сферический шарнир исключен, получается более простая конструкция, но труба 51 подвергается большим нагрузкам, и получается более низкая степень эффективности. Упрощение конструкции за счет исключения сферического шарнира обеспечивает исключение шкива 6a, и из-за просвета между скользящей трубой и опорной трубой 51 для уравнивания сил в обоих канатах вместо шкива необходимо поместить балансир.

На фиг. 3 показан следующий вариант осуществления устройства для преобразования волновой энергии в электричество. В этом варианте осуществления в качестве второй передачи используют линейный генератор, состоящий из движущегося магнита 8 и неподвижной катушки 10. При движении плавающего тела 20 движение передается на жесткую передачу через гибкую передачу 1 и шкивы 6a, 6b и 6c. Жесткая передача имеет магнит 8 линейного генератора в основной части. Отличие этого варианта осуществления устройства согласно изобретению состоит в том, что в качестве дополнительного груза теперь используется магнит 8 с большой массой в качестве определяющей характеристики, поэтому теперь дополнительный груз 12 можно уменьшить или полностью исключить.

Это самое простое решение, которое может обеспечить минимальный постоянный просвет между магнитом 8 и катушкой 10, таким образом повышается эффективность, и за счет правильного выбора масс увеличивается амплитуда колебания. Это решение является самым дешевым для технического обслуживания, а применение усовершенствованных и более сложных линейных генераторов обеспечивает превосходные технические и экономические результаты.

Это решение выделяется по сравнению со всеми предыдущими решениями с линейными генераторами тем, что катушка 10 и магнит 8 расположены внутри защищенной зоны, так что наведение движущейся части, т.е. магнита 8 генератора, можно обеспечивать самым легким и безопасным способом, обеспечивая минимальный просвет между магнитом 8 и катушкой 10 с минимальным риском проникновения воды, которая являлась дефектом во всех предыдущих патентных решениях предшествующего уровня техники. Это решение также обеспечивает создание очень мощных линейных генераторов.

На фиг. 4 показан один вариант осуществления устройства для преобразования волновой энергии в электричество. В этом варианте осуществления используют винтовой домкрат 9 и гайка 7 с циркулирующей шариков по замкнутой траектории, посредством чего поступательное движение преобразуется во вращательное движение и передается дальше непосредственно генератору с мультипликатором или без него.

Использование дополнительного груза 12 на конце винтового домкрата 9 обеспечивает одинаковую эффективность в обоих направлениях вертикального движения винтового домкрата 9, и обеспечивает,

что винтовой домкрат 9 может иметь меньшее поперечное сечение. По этим причинам винтовой домкрат 9 является более легким и более дешевым, поскольку он не подвергается нагрузке до прогиба.

Выбор угла резьбы 9 винтового домкрата может определять требуемую скорость вращения гайки 7 с циркуляцией шариков по замкнутой траектории таким образом, что гайка 7 может быть непосредственно связана с генератором, или она может иметь такую конструкцию, чтобы ротор генератора располагался непосредственно на гайке 7. Это решение упрощает конструкцию, потери системы передачи уменьшаются, эффективность увеличивается, и уменьшаются затраты на техническое обслуживание.

На фиг. 5 показан еще один вариант осуществления устройства для преобразования волновой энергии в электричество. В этом варианте осуществления цепь 3 и звездочку 5 используют в качестве второй передачи, через которое поступательное движение преобразуется во вращательное движение и ведет дальше непосредственно на генератор. Также регулировка скорости вращения генератора может достигаться с помощью системы параллельных передач. Вместо цепи 3 для преобразования прямолинейного движения во вращательное движение можно применить любой другой гибкий элемент передачи (например, ремень) с относящимися к нему элементами (например, ременными шкивами).

Еще одна важная особенность варианта осуществления, проиллюстрированного на фиг. 5, состоит в том, что применение дифференциальных звездочек делает необязательной нижнюю опорную трубу 53 (труба 53 проиллюстрирована на предыдущих фигурах 1, 2, 3, 4, 5). Это достигается за счет применения дифференциальной передачи, которая обеспечивает уменьшение дополнительного груза 12 и, вследствие этого, ее скорости при увеличении дополнительного груза 12, пропорционально уменьшению дополнительного груза 12.

Еще одна очень важная особенность этого варианта осуществления устройства согласно изобретению, проиллюстрированного на фиг. 2, 3, 4 и 5, состоит в том, что комбинация размера дополнительного груза 12 и массы плавающего тела 20 может регулировать естественную частоту колебательной механической системы, приводя ее ближе к резонансным условиям колебания в штормовых волнах.

А именно, один известный дефект устройств точечного типа для преобразования волновой энергии состоит в том, что они, как правило, имеют естественную частоту колебания значительно выше частоты преобладающих (типичных) штормовых волн, которые являются существенными для преобразования энергии. Вот почему устройства работают далеко в докритической области колебания, значительно уменьшая их эффективность.

На фиг. 6а показан типичный пример колебания плавающего тела 20 или буя без генератора. Заданная функция передачи вертикального колебания - погружение плавающего тела 20 (соотношение амплитуды погружения и амплитуды волн)  $P_c$  (показанная пунктирной линией) и спектр  $S_w$  волн (показанный точками и тире) в функции частоты  $\omega$  волн. Резонансный шаг (крайнее, максимальное значение, подъем) колебания находится значительно правее пика спектра волн, а амплитуда колебания в шторме приблизительно равна амплитуде волн.

На фиг. 6б показан типичный пример взаимосвязанного спектра плавающего тела 20, когда генератор вырабатывает электричество, где точки и тире обозначают спектр волн, а линия обозначает спектр погружения плавающего тела 20, когда устройство вырабатывает электричество. Благодаря сильному глушению генератора, резонансный шаг колебания больше не возникает, но соотношение амплитуды колебания и амплитуды волн находится все еще близко к значению 1.

С устройством с дополнительным грузом 12 масса системы, которая выполняет колебание, значительно увеличивается, а естественная частота системы уменьшается. В принципе это возможно для регулировки дополнительного груза 12 и массы плавающего тела 20 таким образом, чтобы система находилась в резонансе с типичными волнами шторма без изменения размеров плавающего тела 20 (диаметра и осадки). На фиг. 6с показан подобный пример для случая плавающего тела 20, когда устройство вырабатывает электричество, где спектр волн отмечен точками и тире, а спектр буя - линией. Функция передачи колебания устройства с подобным тяжелым дополнительным грузом 12 имеет резонансный шаг несмотря на сильное глушение, создаваемое генератором. Резонансный шаг практически перекрывает пик спектра волн, вызывает (как показывают расчеты) до двух раз более высокую эффективность, чем в случае без дополнительного груза 12. Применение дополнительного груза 12, а также любое увеличение массы, уменьшает естественную частоту колебательной системы и полезно для эффективности устройства.

За счет применения дополнительного груза 12 получается, что он регулирует осадку плавающего тела 20 (высоту плавающего тела 20, погруженного в воду), т.е. дополнительный груз 12 тянет плавающее тело 20 из воды. Плавающее тело 20 имеет отрицательную плавучесть, поэтому буй утонул бы, если бы он не имел части, которую тянет дополнительный груз 12.

Подобная конструкция устройства для преобразования волновой энергии в электричество обеспечивает хорошие характеристики с точки зрения ударных нагрузок, которые можно передавать на комплект шестерни 4 и зубчатой рейки 2. С другой стороны, потери вследствие большой длины гибкой передачи 1 максимально уменьшаются, с каждым изменением направления движения плавающего тела 20 гибкая передача 1 должна подвергаться некоторой упругой деформации, а затем начинать передавать энергию, за счет чего вышеупомянутая упругая деформация непосредственно связана с длиной гибкой

передачи 1. С уменьшением длины гибкой передачи 1 избегают возникновения неблагоприятных вибраций, которые возникают в длинных гибких передачах, увеличивая уровень использования устройства для преобразования волновой энергии в электричество.

Один сегмент гибкой передачи 1, который проходит через катушку 6а (фиг. 2), может быть изготовлен из композитных материалов или цепи для того, чтобы увеличить ее срок действия вследствие чередования изгиба вследствие колебательного движения плавающего тела 20.

На фиг. 7 показана тормозная система плавающего тела 20, содержащая гибкие тросы 71, изготовленные, например, из стали или цепей или Dynemme (полиэтилена высокой плотности), связанные на одном конце с дном плавающего тела 20, а на другом конце, прикрепленные к элементу 52 плавучести.

При приближении волн большой амплитуды плавающее тело 20 движется вверх и натягивает гибкие тросы 71. После натягивания гибких тросов 71 и продолжения движения плавающего тела 20 вверх оно начинает стремиться полностью поднять опорную конструкцию 50 и якорный груз 67.

Систему безопасности вводят для того, чтобы получить более дешевую конструкцию и избежать повреждения системы в ответ на экстремальные волны. Электронное устройство для плавающего тела 20 отслеживает, чтобы при максимальном значении разрешенного движения плавающего тела, устройство переходило в безопасный режим.

Режим безопасности активирует систему безопасности, такую как тросы безопасности плавающего тела 20, используемые для обеспечения того, чтобы плавающее тело не ударилось о верхнюю часть опорной конструкции, предохранительный подшипник, который принимает плавающее тело и предотвращает его столкновение с дном опорной конструкции, и наиболее важную меру безопасности, т.е. самопогружение буя.

При экстремальных штормах с волнами, которые имеют амплитуду выше, чем прогнозируемый рабочий ход устройства WEC (преобразователя волновой энергии), остановка плавающего тела 20 предотвращает повреждение опорной конструкции 50 способом, описанным на фиг. 7, когда плавающее тело 20 движется вверх.

Также при возникновении волн большой амплитуды имеется риск удара плавающего тела 20 о часть элемента 52 плавучести опорной конструкции 50, которая находится близко к свободной поверхности воды.

Это задача решается, как показано на фиг. 8: на опорную конструкцию 50, т.е. на элемент 52 плавучести устанавливают кожух 80.

Когда плавающее тело 20 движется вниз (в направлении дна), его торможение и остановка происходит посредством гидродинамического сопротивления. Когда плавающее тело 20 движется вниз, оно входит в кожух 80, который имеет маленький просвет относительно плавающего тела 20, через который стремится выходить вода, которая находится внутри кожуха 80, т.е. плавающее тело 20 вытесняет ее. Благодаря маленьким просветам возникает большое гидродинамическое сопротивление и торможение плавающего тела 20. Определения размеров кожуха 80 выполняют таким образом, чтобы плавающее тело 20, а также опорная конструкция 50 не имели повреждений.

На фиг. 8а показан случай, когда плавающее тело 20 приближается к кожуху 80 под произвольным углом. В этом варианте осуществления WEC устройства край плавающего тела 20 необходимо усилить для того, чтобы уменьшить сопротивление во время контакта плавающего тела 20 и дна кожуха 80. После достижения контакта между плавающим телом 20 и корпусом 80 плавающее тело 20 начинает вращаться вокруг центра сферического шарнира 30 таким образом, что плавающее тело 20 переходит в параллельное положение с дном кожуха 80, обеспечивая тем самым равное распределение усилия в элементе 52 плавучести, которое передается через кожух 80.

На фиг. 8b представлен уже показанный случай, когда вода вследствие образования экстремальных волн переносит плавающее тело 20 в контакт с кожухом 80. На фиг. 9 показана деталь А фиг. 8.

Кожух 80 имеет еще одну очень важную особенность, он выполнен таким образом, что он обеспечивает удержание воды, захваченной в камерах плавающего тела 20, функция которых подробно описана в Европейском патенте EP 2,183,478 автора этого изобретения.

Обеспечение удержания воды внутри камеры плавающего тела 20 достигается созданием кожуха 80 с ободками по периферии (фиг. 9) таким образом, что он напоминает противень. При уходе воды и остановке плавающего тела 20 маленькое количество воды между ободками кожуха 80 и плавающего тела 20 предотвращает утечку воды из камеры плавающего тела 20, которая необходима для правильной и эффективной работы WEC устройства.

На фиг. 9 и 9а показана деталь А фиг. 8 в момент немедленно после прихода большой волны. Вода ушла, и в кожухе 80 осталось плавающее тело 20. В следующий момент приближается новая волна, стремящаяся поднять плавающее тело 20, и для того, чтобы предотвратить столкновение плавающего тела 20, вызывающее ударные нагрузки на конструкцию 50, за счет просвета х между плавающим телом 20 и кожухом 80 обеспечивается, чтобы плавающее тело 20 поднималось медленно, не быстро.

Вертикальная скорость волны выше, чем способность воды протекать через кольцо просвета х и заполнять окружающую область кольца ниже плавающего тела 20, за счет чего плавающее тело остается приставшим ко дну кожуха 80.

Плавающее тело 20 имеет еще одну важную особенность, которая вносит вклад в безопасность WEC устройства. Плавающее тело 20 не обладает способностью независимо плавать на свободной поверхности воды. При независимом погружении в воду оно тонет, т.е. масса плавающего тела больше чем масса вытесненной жидкости.

Эта особенность плавающего тела 20 очень важна в случае экстремальных штормов, которые развиваются постепенно в интервале нескольких часов и могут быть спрогнозированы метеорологическими обсерваториями, как известно экспертам в этой области. Вследствие этого, при ожидаемом шторме предпринимают меры безопасности для защиты WEC устройства, которые могут ухудшить интенсивность WEC устройства. В качестве меры безопасности используют особенность плавающего тела 20, состоящую в том, что оно тонет.

Плавающее тело 20 имеет отрицательную плавучесть, поскольку масса вытесненной жидкости меньше, чем общая масса плавающего тела 20, когда оно не в воде.

На фиг. 8b показан случай погружения плавающего тела 20 в ответ на экстремальный шторм. За счет использования автоматического регулирования электрогенератор переключается из режима генерирования в режим работы двигателя, и с помощью передачи 2 дополнительный груз 12 поднимается в заблокированное положение, которое обеспечивается внутри элемента 52 плавучести. Во время процесса подъема груза 12 плавающее тело 20 тонет и входит в контакт с кожухом 80, где оно может быть закреплено за счет автоматического регулирования. Таким образом, все WEC устройство содержит компактный блок, находящийся под водой, т.е. в зоне более медленного движения частиц воды, что приводит к значительно меньшим получающимся в результате силам, воздействующим на конструкцию. Эта мера безопасности обеспечивает, что конструкция в экстремальных штормах остается неповрежденной.

Внутренние тормоза, которые удерживают дополнительный груз 12 (фиг. 8b), освобождают груз после завершения экстремального шторма, тогда дополнительный груз 12 медленно тянет плавающее тело 20, и вода проходит через просвет x (фиг. 9 и 9a) и заполняет пространство под плавающим телом 20, которое образуется за счет поднимания плавающего тела, обеспечивая тем самым медленное смещение плавающего тела 20 вверх, и несет его на поверхность воды, т.е. в рабочее положение. На поверхности контакта с кожухом 80 должен быть канал или просвет между ободом плавающего тела 20 для того, чтобы уравнивать давление в камере плавающего тела.

На поверхности трубы 51 помещают герметичную защиту, предотвращающую поступление воды в трубу 51.

При устройствах меньших размеров и, вследствие этого, с более низкой энергией средство автоматического регулирования помещают поверх трубы 51 таким образом, чтобы оно было легко доступно для обслуживания, потому что оно относительно уязвимо для повреждений. При устройствах больших размеров и с большей энергией средство автоматического регулирования помещают внутри элемента 52 плавучести, где обслуживание обеспечивается через верхнюю трубу 51, которую в этом случае герметично закрывают.

На фиг. 10 показан пример плавающего тела 20 согласно описанному изобретению, содержащего стальную раму 21, замкнутую плавучую камеру 22, помещенную над стальной рамой 21, за счет чего вспененное покрытие 23 помещают на внешних стенках плавучей камеры 22. При эксплуатации плавающего тела 20 стальная рама 21 находится частично ниже свободной поверхности воды, отмеченной волнистой сплошной линией, так что часть плавающего тела 20, составляющая плавучую камеру 22, и вспененное покрытие 23 находится одной частью ниже свободной поверхности воды, а другой частью - выше свободной поверхности воды. В случае, когда волны разбиваются, и вследствие внезапного движения воды на плавающее тело 20 возникает шоковая нагрузка, вспененное покрытие 23 амортизирует удар воды на поверхность плавучей камеры 22, предотвращая пластичную деформацию плавающего тела 20 и значительно уменьшая силу, которая передается на сферический шарнир 32.

Вспененное покрытие 23 может состоять из одного или более слоев 24, 25 композитного материала, чтобы обеспечить более хорошую амортизацию ударных сил, предотвращая любое повреждение плавающего тела 20. Комбинация слоев 24, 25 должна быть такой, чтобы слои 24, которые сперва подвергаются удару воды, имели хорошие механические свойства при натяжении, тогда как слои 25, которые находятся ближе к стенкам плавучих камер 22, должны иметь хорошие упругие характеристики, т.е. хорошее рассеивание энергии.

На фиг. 11 показана механическая модель итоговых элементов реакции моделирования системы при амортизации (поглощении) ударной нагрузки. Двухмерная механическая модель состоит из вспененного покрытия 23, приклеенного к внешней поверхности плавучей камеры 22 плавающего тела 20. При моделировании (расчете) реакции подобной модели полученный результат показан на фиг. 12, где пунктирная линия показывает силу на поверхности сферического шарнира, с помощью которого получено соединение между плавающим телом 20 и передачей 30 (фиг. 2), при отсутствии амортизации вспененного покрытия 23, тогда как сплошная линия показывает силу реакции на поверхности сферы 32 (фиг. 2) при наличии вспененного покрытия 23. Из графиков, показанных на фиг. 12, можно видеть, что вспененное покрытие 23 оказывает очень большое влияние на амортизацию шоковой нагрузки, и ее можно ослабить так, чтобы реакция была до 10 раз меньше, приводя к более легкой и более дешевой конструкции,

которая может противостоять суровым условиям океана.

Вследствие относительно маленькой глубины на судовой поверхности, известной специалистам в этой области, необходимо найти режим транспортировки к месту развертывания устройства с большими размерами, которое является очень тяжелым и имеет большую осадку. По этой причине настоящее изобретение также относится к способу развертывания устройства для преобразования волновой энергии в электричество в месте его эксплуатации. Этот способ развертывания включает отличительные стадии сборки и транспортировки. Хотя устройство можно установить способом, известным в предшествующем уровне техники, сама конструкция обеспечивает новый режим установки, т.е. стадии сборки и транспортировки, которые по своим характеристикам отличаются от режимов установки устройства из этой области, известных на сегодняшний момент.

В системах с жесткой передачей под местом передачи крутящего момента необходимо обеспечить защищенное пространство, обычно на уровне генератора. Опорная труба 53 должна быть с такой же минимальной длиной как жесткая передача 4 (фиг. 2).

Все это требует более высокой стоимости изготовления и транспортировки в место развертывания.

На фиг. 13 показан режим транспортировки опорной конструкции 50, который обеспечивает относительно недорогую транспортировку к требуемому месту без дополнительных больших кораблей, которые являются очень дорогими, затем подходящую транспортировку устройства на мелкой воде. Таким образом, энергию воды (гидростатическое давление) используют для взятия большой массы, и для манипулирования устройством нет необходимости в кранах большой производительности, таким образом конструкция устройства для преобразования энергии волн в электричество является значительно более дешевой.

Для того чтобы получить более дешевую конструкцию и более дешевую транспортировку системы в место развертывания внедрено новое техническое решение, где второй передачей от шкива ба к дополнительной массе 12 (фиг. 5), представленной в форме груза, также является гибкая передача (например, цепь и звездочка). Дополнительный груз 12 может быть изготовлен из дешевых материалов, таких как камень, бетон и тому подобное, а для уменьшения смещения второй, гибкой передачи 4 используют талевую систему. Таким образом, избегают длинной трубы 53 под генератором, которая должна иметь такую же длину, как опорная труба 51. Решение, показанное на фиг. 5, обеспечивает более дешевую конструкцию, поскольку после сборки элемента 52 плавучести, его легко опускать за счет использования крана и крепить к пирсу судовой поверхности, где продолжают сборку других частей конструкции.

В этом случае строительство может происходить почти на каждой судовой поверхности, потому что оно не требует большой глубины воды рядом с пирсом.

Дополнительный груз 12 вследствие более короткого хода должен иметь увеличенную массу, которая обеспечивает низкий центр тяжести системы, обеспечивая устойчивую транспортировку к месту установки с относительно маленькой осадкой. При использовании увеличенного дополнительного груза 12 центр тяжести конструкции будет ближе к свободной поверхности воды или ниже ее, что вносит значительный вклад в устойчивость конструкции во время ее транспортировки к месту постановки на якорь.

Во время строительства устройство устанавливают в море на судовой поверхности после завершения нижней части конструкции, т.е. элемента 52 плавучести, немедленно размещают дополнительный груз 12, и работу по строительству продолжают до его окончательного формирования. Концепция строительства, реализуемая таким образом, состоит в том, что оно может постоянно плавать по поверхности воды во время транспортировки в требуемое место развертывания устройства.

На фиг. 14 показано аналогичное поперечное сечение якорного груза 67 с относящимся к нему основанием 61 (см. также фиг. 15). При отплытии с судовой поверхности якорное основание 61 плавает, выступая в качестве понтона, на котором якорный груз 67 транспортируют к месту развертывания устройства. После прибытия в место развертывания устройства в случае необходимости удаления груза 67 морское дно необходимо подготовить. В зависимости от качества морского дна (если оно песчаное, покрыто илом или каменистое), столбы 62 могут быть неподвижными, или бетонное основание для размещения якорного основания 61 якорного груза 67 делают таким образом, чтобы при необходимости груз и/или основание можно было поднять со дна моря. Способ погружения якорного основания 61 выполняют таким образом, чтобы равномерно затопить его на морское дно в устойчивом положении, это достигается посредством клапанов 64a, 64b, 64c и 64d и перегородок 68a и 68b. Якорное основание 61 выполнено с соответствующей полостью, которая соответствует форме якорного груза 67, который падает в него и может по нему катиться. Якорное основание 61 выполнено таким образом, что в случае подъема якорного груза 67 оно обеспечивает плавный возврат в назначенное положение. Размер  $\alpha$  на фиг. 12 определяют таким образом, чтобы в случае экстремальной волны якорный груз 67 никогда полностью не выходил из якорного основания 61.

После транспортировки якорных оснований 61 и груза 67 опорную конструкцию 50 и груз 67 соединяют тросами 63 на якорном основании 61.

На фиг. 15 показан изометрический вид устройства, помещенного в месте, где якорный груз 67 и якорное основание 61 имеют сферическую форму, так что в экстремальные штормы, когда груз 67 пере-

мещается из якорного основания 61, он сам может возвращаться в первоначальное положение, поскольку он выполнен в форме сегмента сферы.

Способ разворачивания устройства в месте эксплуатации включает среди прочего следующие фазы:

сборку элементов (52) плавучести на опорную конструкцию (50) и размещение дополнительного груза (12), а также монтаж некоторых частей устройства, опускание совмещенной части опорной конструкции (50) в воду за счет использования крана и прикрепление ее к причалу судовой верфи;

соединение остальных элементов с опорной конструкцией (50) для окончательного образования устройства;

транспортировку по воде устройства в место разворачивания, причем устойчивость транспортировки достигается с помощью дополнительного груза (12);

транспортировку по воде якорного груза (67) с якорным основанием (61) таким образом, что якорное основание (61) плавает, выступая в качестве понтона для транспортировки якорного груза (67) в место разворачивания устройства;

закрепление столбов (62) или конструкции бетонного основания для якорного основания (61);

опускание якорного основания (61) путем открывания клапанов (64a, 64b, 64c, 64d) и заполнения его водой;

соединение якорного основания (67) с опорной конструкцией (50) за счет использования тросов (63),

регулировку глубины устройства, т.е. регулировку его расстояния от дна моря.

Способ отличается тем, что транспортировку выполняют с низкой осадкой и с относительно дешевым буксирным судном.

Поскольку это описание включает множество подробностей, их не следует истолковывать в качестве ограничения объема правовых притязаний изобретения или объекта изобретения, для которого испрашивают защиту, но они представляют собой описание характеристик, специфичных для различных вариантов осуществления. Некоторые признаки, которые описаны в этом описании в контексте конкретных вариантов осуществления, можно применять в комбинации с другим вариантом осуществления. Это также справедливо и наоборот, различные признаки, которые описаны в контексте одного варианта осуществления, можно применять в нескольких вариантах осуществления, отдельно или в любой подходящей комбинации выбранных характеристик. Для специалистов в данной области должно быть понятно, что некоторые технические элементы или узлы не только могут быть объектом изменений и модификаций предшествующего уровня техники, но они могут быть заменены на известные технические эквиваленты, не выходя из объема защиты, определяемого формулой изобретения.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для преобразования волновой энергии в электрическую энергию, при этом устройство содержит опорную конструкцию (50), состоящую из элементов (52) плавучести, с опорной трубой (51), прикрепленной к верхней части опорной конструкции (50), при этом оно содержит соединительную передачу (30), имеющую скользящее соединение на внутренней периферии с наружной поверхностью опорной трубы (51), при этом на наружной периферии опорной трубы (51) к плавающему телу (20) прикреплена сфера (32), посредством чего устройство имеет две передачи, первую, гибкую передачу (1), используемую для соединения плавающего тела (20) со второй передачей, при этом гибкая передача (1) содержит гибкий элемент и по меньшей мере два шкива (6b, 6c), при этом два шкива (6b, 6c) прикреплены к опорной трубе (51) посредством их опор над концевой точкой рабочего хода плавающего тела (20), а средний шкив (6a) посредством своей опоры прикреплен ко второй передаче, которая соединяет гибкую передачу (1) с электрогенератором, имеющим дополнительный груз (12), соединенный скользящим образом с нижней трубой (53) опорной конструкции (50), тогда как гибкий элемент гибкой передачи (1) на одном конце соединен с плавающим телом (20), затем проходит по шкиву (6b) и по шкиву (6a) внутри трубы (51) и по шкиву (6c), а другим концом снова связан с плавающим телом (20), и состоит из двух идентичных гибких элементов, имеющих один конец, прикрепленный к плавающему телу (20), и один гибкий элемент передачи (1) проходит по шкиву (6b), тогда как другой гибкий элемент передачи (1) проходит по шкиву (6c) и другим концом они взаимно соединены рычагом, шарнирно прикрепленным к одному концу второй жесткой передачи, и точки соединения гибкой передачи (1) и плавающего тела (20), а также два верхних шкива (6b, 6c), являются взаимно противоположными, и при этом на конце элемента (52) плавучести, на стороне (51) верхней трубы помещен кожух (80), и гибкие тросы (71) на одном конце прикреплены к элементу (52) плавучести, а на другом конце - к плавающему телу (20), при этом опорная конструкция (50) соединена тросами (63) с якорным грузом (67).

2. Устройство по п.1, в котором для уравнивания с массой плавающего тела (20) и регулировки движения плавающего тела (20) на волнах на нижней стороне находится дополнительный груз (12), прикрепленный ко второй передаче.

3. Устройство по одному или более предыдущим пунктам, при этом оно содержит устройство торможения плавающего тела (20), состоящее из гибкого элемента (71), сделанного монолитным или со-

ставным из синтетических материалов, причем один конец прикреплен к дну плавающего тела (20), а другой конец прикреплен к элементу (52) плавучести.

4. Устройство по одному или более предыдущим пунктам, при этом якорный груз (67) образован из бетона и помещен в якорное основание (61), выполненное в форме полый конструкции, заполненной водой, когда якорное основание (61) находится в месте стоянки на якорю.

5. Устройство по одному или более предыдущим пунктам, при этом плавающее тело (20) состоит из стальной рамы (21) и имеет закрытую камеру (22), которая покрыта вспененным покрытием (23).

6. Устройство по п.5, в котором вспененное покрытие (23) состоит из внешнего слоя (24), сделанного из материала с сопротивлением растягивающему натяжению, и внутреннего слоя (25), сделанного из материала, который поглощает удары.

7. Устройство по п.1 или 2, в котором дополнительный груз (12) удерживает плавающее тело (20) на поверхности воды и регулирует глубину его осадки.

8. Устройство по одному или более предыдущим пунктам, в котором вторая передача (2, 3, 8, 9), соединенная на одном конце с гибкой передачей (1), на другом конце - с генератором электроэнергии, выполнена из элементов типа шестерни (4) и зубчатой рейки (2), или винтового домкрата (9) и гайки (7), или звездочки (5) и цепи (3), расположенных в нижней опорной трубе (53), прикрепленной к опорной конструкции (50).

9. Устройство по одному или более из пп.1-8, дополнительно содержащее подвижный магнит (8), соединенный с гибкой передачей (1), и закрепленную неподвижную катушку (10), расположенную в нижней несущей трубе (53), прикрепленной к опорной конструкции (50).

10. Устройство по одному или более из пп.1-8, в котором вторая передача, связанная с одной стороны с гибкой передачей (1), а с другой стороны - с электрогенератором, состоит из жестких элементов в качестве типа передачи, содержащей винтовой домкрат (9) и гайку (7) с циркулирующими по замкнутой траектории шариками, и расположена в нижней опорной трубе (53) и прикреплена к опорной конструкции (50).

11. Устройство по п.10, в котором гайка (7) непосредственно вращает ротор генератора.

12. Устройство по одному или более из пп.1-8, в котором вторая передача, связанная с одной стороны с гибкой передачей (1), а с другой стороны - с электрогенератором, состоит из гибкого элемента, состоящего из цепи (3) и звездочки (5), помещенных в элемент (52) плавучести опорной конструкции (50).

13. Устройство по п.12, в котором вторая передача соединена с дополнительным грузом (12) через талевую систему, причем гибкий элемент проходит шкивы тали для соединения с дополнительным грузом (12).

14. Устройство по одному из пп.1-13, при этом устройство содержит автоматическую систему для активации мер безопасности устройства.

15. Устройство по п.14, в котором автоматическая система управляет генератором, который переходит в режим двигателя при активации мер безопасности и увеличивает дополнительный груз (12) в верхнем конечном положении, закрепляя его и таким образом приводя к самопогружению плавающего тела (20), которое входит в кожух (80) и остается там до выключения мер безопасности.

16. Устройство по одному или более из пп.1-14, в котором гибкие элементы (71) обеспечивают, чтобы плавающее тело (20) не ударяло верхнюю часть опорной трубы (51).

17. Устройство по одному или более из пп.1-14, в котором плавающее тело (20) перекрывает кожух (80), и плавающее тело (20) замедляется и за счет гидродинамического сопротивления предотвращается его столкновение с опорной конструкцией (50).

18. Способ развертывания на месте эксплуатации устройства для преобразования волновой энергии в электрическую энергию, выполненного по одному из предыдущих пунктов, при этом способ включает следующие этапы, на которых:

собирают элементы (52) плавучести на опорной конструкции (50) и размещают дополнительный груз (12), а также собирают части устройства, опускают совмещенную часть опорной конструкции (50) в воду посредством использования крана и прикрепляют ее к причалу верфи;

соединяют остальные элементы с опорной конструкцией (50) для окончательного образования устройства;

транспортируют устройство по воде в место развертывания, причем устойчивость транспортировки достигается за счет увеличения дополнительного груза (12);

транспортируют якорный груз (67) с якорным основанием (61) по воде таким образом, чтобы якорное основание (61) плыло, выступая в качестве понтона для транспортировки якорного груза (67) в место развертывания устройства;

закрепляют столбы (62) или конструкцию бетонного основания для якорного основания (61);

опускают якорное основание (61) путем открывания клапанов (64a, 64b, 64c, 64d) и заполнения его водой;

соединяют якорное основание (67) с опорной конструкцией (50) с использованием тросов (63);

регулируют глубину устройства, т.е. регулируют его расстояние от дна моря.

19. Способ развертывания на месте эксплуатации по п.18 устройства для преобразования волновой

энергии в электрическую энергию по п.11 или 12, при этом этап транспортировки выполняют в виде транспортировки с низкой осадкой.

20. Устройство для преобразования волновой энергии в электрическую энергию при применении в водном объекте, имеющем поверхность и дно, причем устройство содержит:

опорную трубу (51), имеющую первый конец и второй конец, причем опорная труба имеет линейную ось и выполнена с возможностью ориентации в основном вертикально при применении устройства;

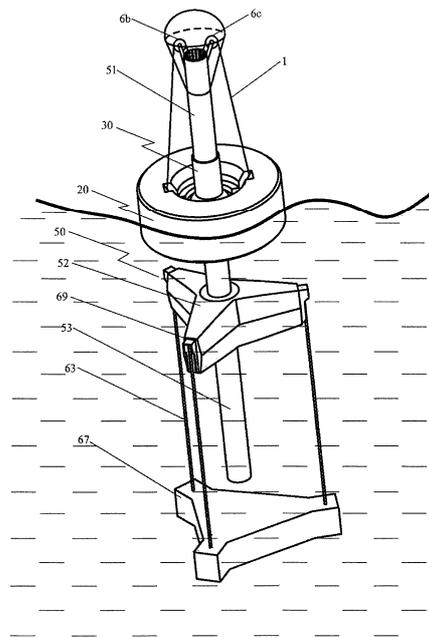
элемент (52) плавучести, который находится в фиксированной взаимосвязи с опорной трубой (51), причем элемент (52) плавучести выполнен с возможностью позиционирования под поверхностью воды и над дном водного объекта при применении устройства, причем один из элемента (52) плавучести или опорной трубы (51) закреплен якорем к дну водного объекта;

плавающее тело (20), которое плавает на поверхности воды над элементом (52) плавучести, причем плавающее тело (20) выполнено с возможностью линейного перемещения вдоль опорной трубы (51) к и от элемента (52) плавучести в ответ на действие волн на поверхности воды при применении устройства;

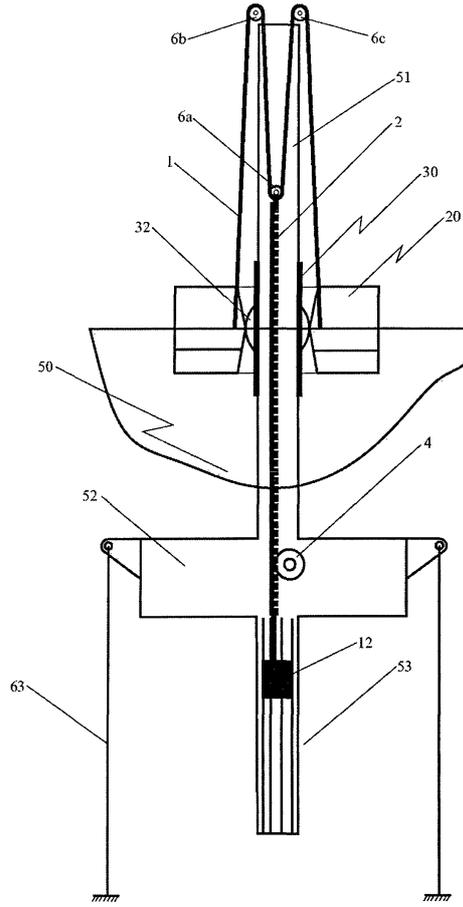
по меньшей мере один гибкий элемент (1), который соединен с плавающим телом (20) и проходит по первому и второму шкивам (6b, 6c), расположенным на верхнем конце опорной трубы (51), и зубчатую рейку (2), которая соединена с гибким элементом (1) посредством третьего шкива (6a) в опорной трубе, причем гибкий элемент (1) выполнен с возможностью перемещения зубчатой рейки (2) вдоль линейной оси опорной трубы (51), когда плавающее тело (20) перемещается в ответ на действие волн;

груз (12), расположенный в элементе (52) плавучести и соединенный с зубчатой рейкой (2) и выполненный с возможностью перемещения с зубчатой рейкой (2); и

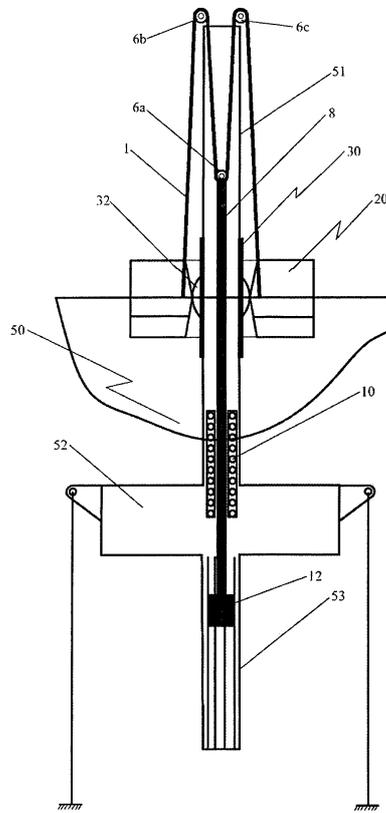
электрогенератор (4), расположенный в элементе (52) плавучести и выполненный с возможностью преобразования линейного перемещения зубчатой рейки (2) в электроэнергию.



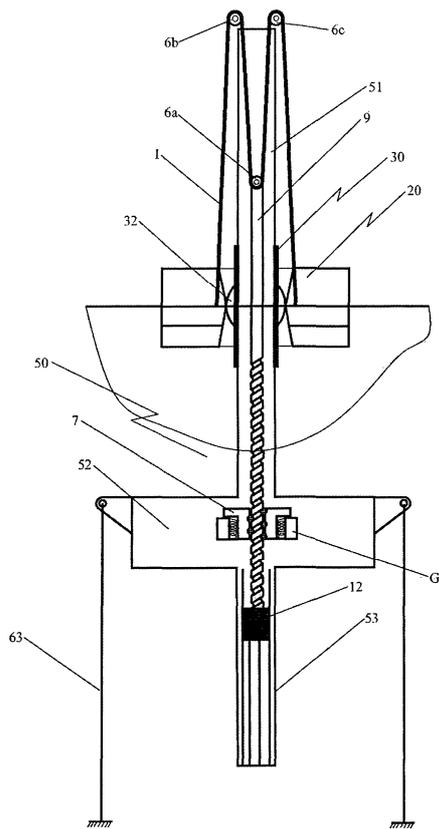
Фиг. 1



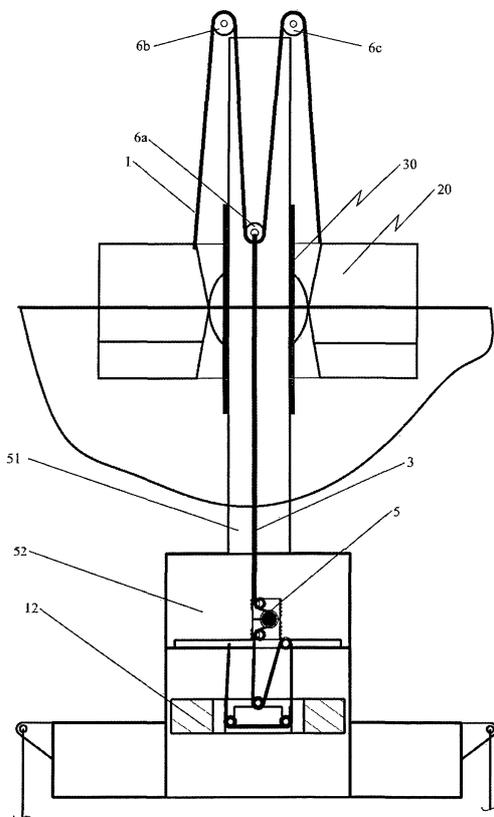
Фиг. 2



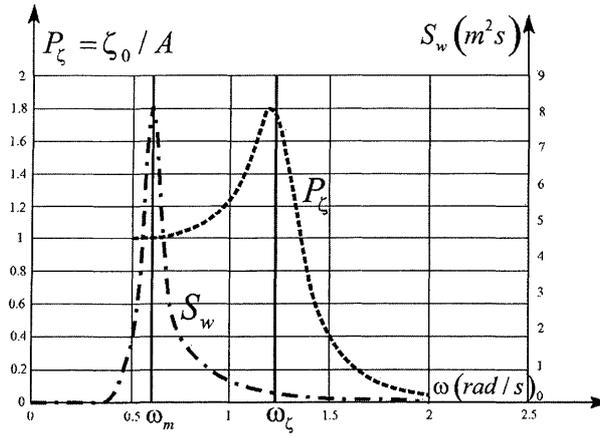
Фиг. 3



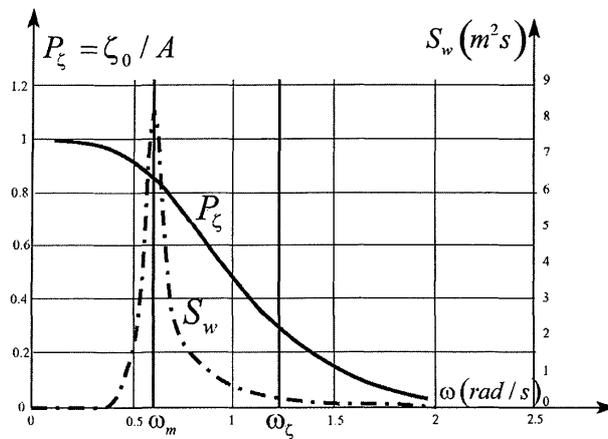
Фиг. 4



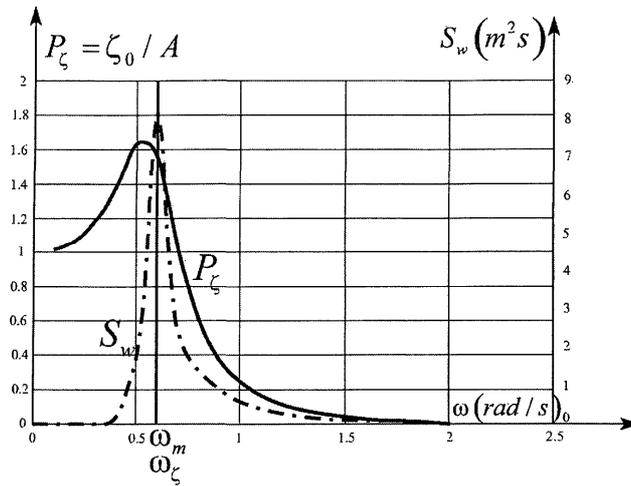
Фиг. 5



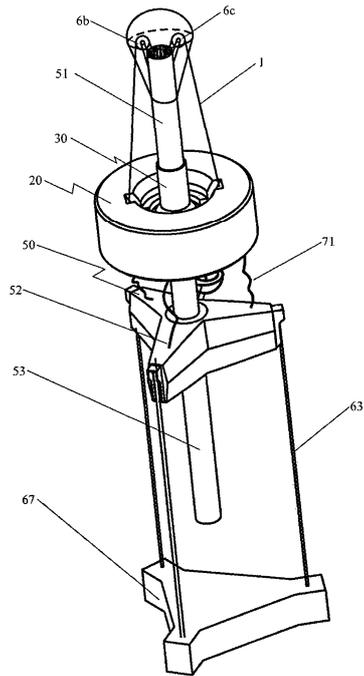
Фиг. 6а



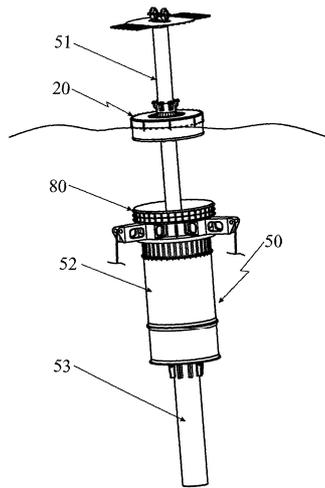
Фиг. 6б



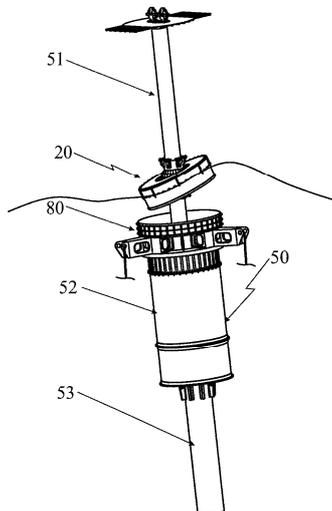
Фиг. 6с



Фиг. 7

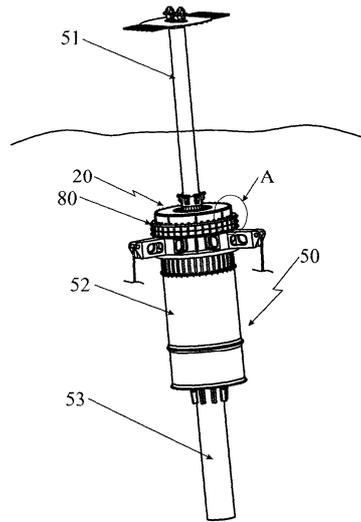


Фиг. 8

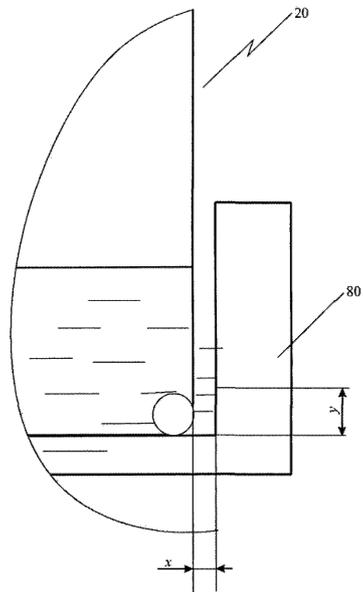


Фиг. 8а

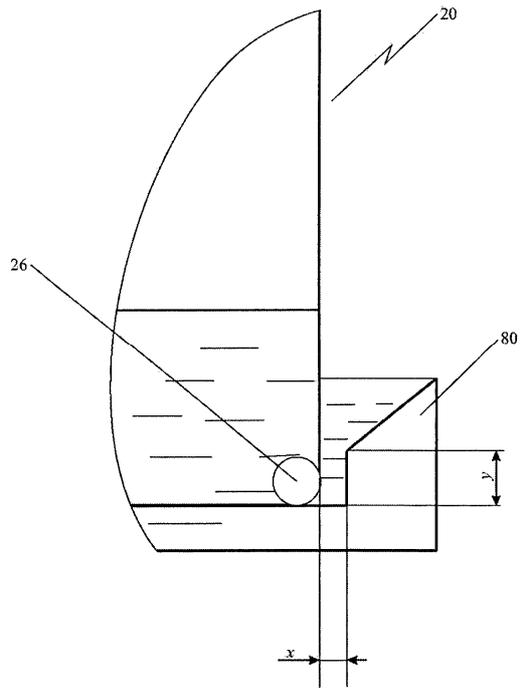
038961



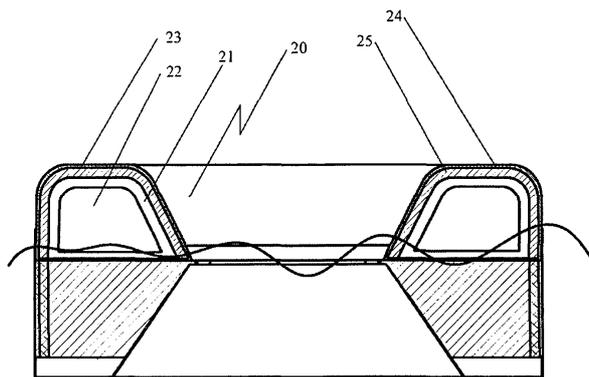
Фиг. 8b



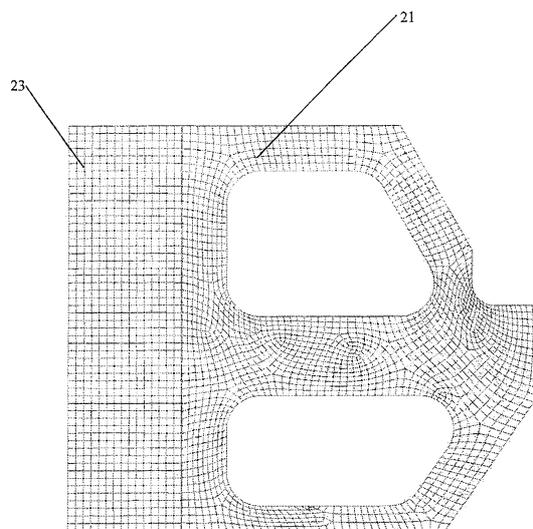
Фиг. 9



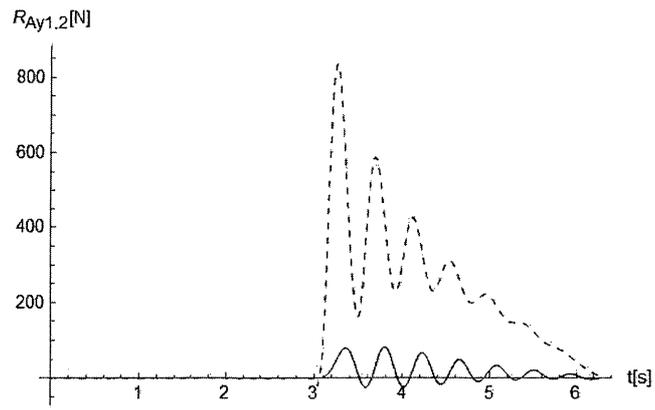
Фиг. 9а



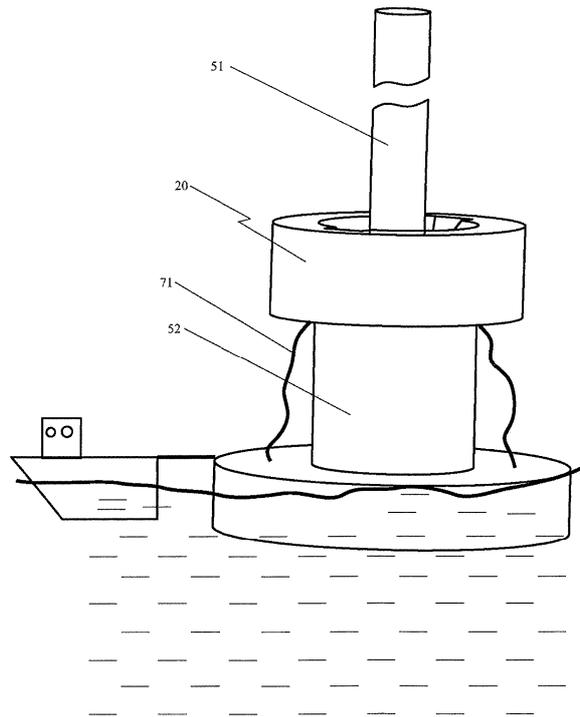
Фиг. 10



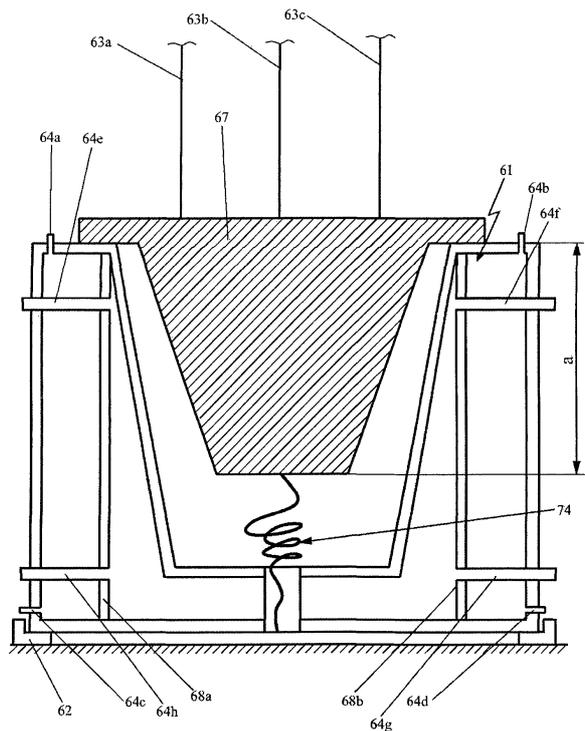
Фиг. 11



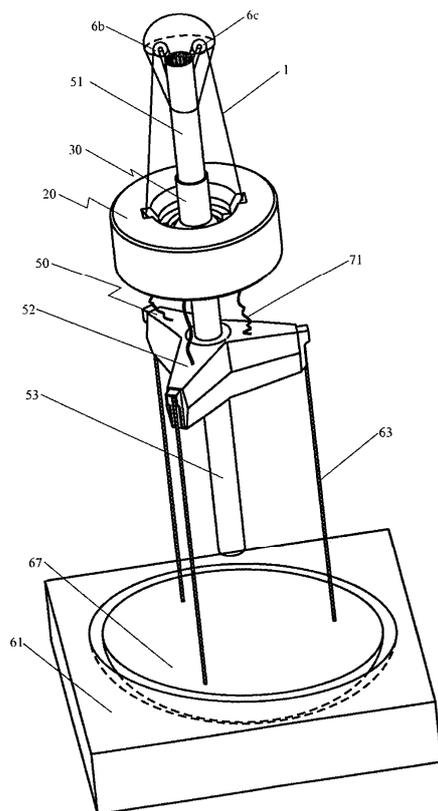
Фиг. 12



Фиг. 13



Фиг. 14



Фиг. 15