



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*F03B 13/20* (2023.08); *G01C 13/00* (2023.08)

(21)(22) Заявка: 2023100880, 17.01.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
17.01.2023

Дата регистрации:  
05.02.2024

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 17.01.2023

(45) Опубликовано: 05.02.2024 Бюл. № 4

Адрес для переписки:

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,  
Центр интеллектуальной собственности,  
Маркс Т.В.

(72) Автор(ы):

Попов Александр Ильич (RU),  
Щеклеин Сергей Евгеньевич (RU),  
Велькин Владимир Иванович (RU),  
Сипана Правинкумар (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Уральский федеральный  
университет имени первого Президента  
России Б.Н. Ельцина" (RU)

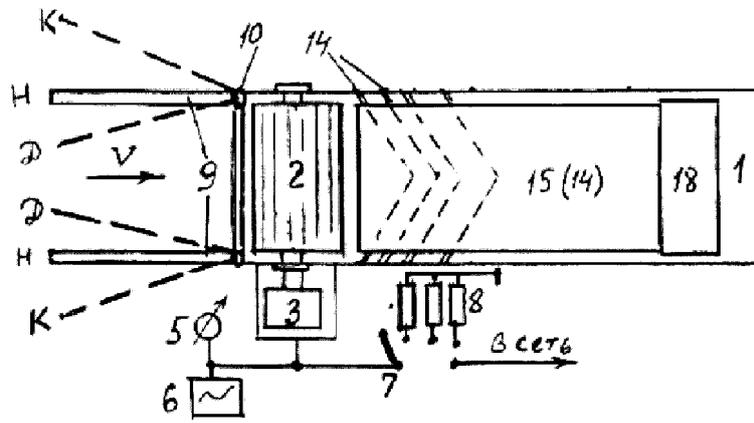
(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2410566 C2, 27.01.2011. RU  
2689713 C1, 28.05.2019. RU 2661974 C2,  
23.07.2018. US 2022390231 A1, 08.12.2022. CN  
108444455 A, 24.08.2018.

## (54) ВОЛНОГРАФ-ВОЛНОВОЙ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОР

(57) Реферат:

Изобретение относится к измерительной аппаратуре в гидроэнергетике и может быть использовано для измерения параметров волнового движения и выработки электрической энергии. Волнограф-волновой электрогенератор содержит понтон 1 с регулируемой плавучестью, на котором размещены рабочее колесо 2 с электрическим генератором 3 и коробообразный волноприемник, расположенный за колесом 2 по направлению движения волн. К выходу генератора 3 подключены измерительные приборы, через переключатель 7 подсоединены балластные сопротивления 8. На входе понтона 1 со стороны движения волн установлен конфузорный откос из переставляемых щитов 9. Верхняя плоскость понтона 1 размещена на

уровне невозмущенной воды и на ней установлены после колеса 2 по направлению движения волн угловые сливные пороги 14. Над волноприемником 4 установлена с опорой на понтоне 1 нижняя часть сливного коробообразного желоба 15, имеющего на своем верхнем конце поворотную на шарнире откидную пластину-клапан, опирающуюся на верхнюю часть волноприемника, и общую накопительную емкость 18, подключенную к верхней части волноприемника. Нижний конец желоба 15 расположен выше центра колеса 2 и направлен на его лопасти. Изобретение направлено на совмещение функций волнографа с волновым электрическим генератором. 4 ил.



Фиг. 2

RU 2812899 C1

RU 2812899 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11)**2 812 899**<sup>(13)</sup> **C1**

(51) Int. Cl.  
*F03B 13/20* (2006.01)  
*G01C 13/00* (2006.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*F03B 13/20* (2023.08); *G01C 13/00* (2023.08)

(21)(22) Application: **2023100880, 17.01.2023**(24) Effective date for property rights:  
**17.01.2023**Registration date:  
**05.02.2024**

Priority:

(22) Date of filing: **17.01.2023**(45) Date of publication: **05.02.2024** Bull. № 4

Mail address:

**620002, g. Ekaterinburg, ul. Mira, 19, UrFU, Tsentr  
intellektualnoj sobstvennosti, Marks T.V.**

(72) Inventor(s):

**Popov Aleksandr Ilich (RU),  
Shcheklein Sergei Evgenevich (RU),  
Velkin Vladimir Ivanovich (RU),  
Sipana Pravinkumar (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal State Autonomous Educational  
Institution of Higher Education Ural Federal  
University named after the first President of  
Russia B.N.Yeltsin (RU)****(54) WAVE RECORDER-WAVE ELECTRIC GENERATOR**

(57) Abstract:

FIELD: hydropower engineering.

SUBSTANCE: measuring equipment in hydropower engineering used to measure parameters of wave motion and generation of electrical energy. A wave recorder-wave electric generator contains a pontoon 1 with adjustable buoyancy, on which an impeller 2 with an electric generator 3 and a box-shaped wave receiver located behind the wheel 2 in the direction of wave movement are located. Measuring instruments are connected to the output of generator 3, and ballast resistors 8 are connected through switch 7. At the entrance of pontoon 1, on the side of wave movement, a confuser slope made of adjustable shields 9 is installed. The upper plane of the pontoon 1 is located

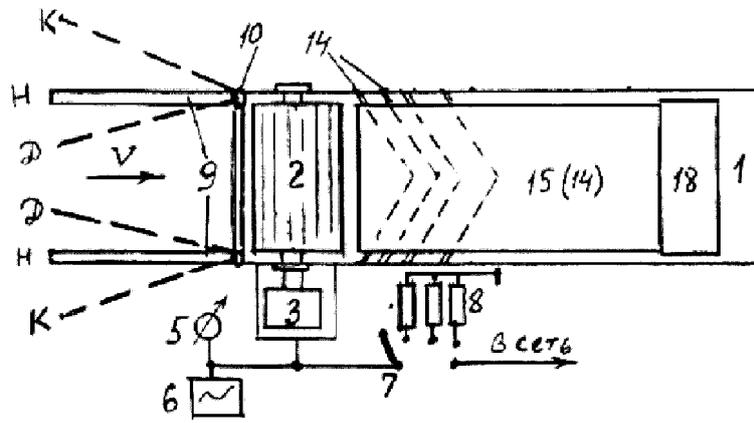
at the level of undisturbed water and angular drain thresholds 14 are installed on it after the wheel 2 in the direction of wave movement. Above the wave receiver 4, the lower part of the drain box-shaped chute 15 is installed with support on the pontoon 1, which has at its upper end a hinged plate-valve resting on the upper part of the wave receiver, and a common storage tank 18 connected to the upper part of the wave receiver. The lower end of the chute 15 is located above the centre of the wheel 2 and is directed towards its blades.

EFFECT: combining the functions of a wave recorder with a wave electric generator.

1 cl, 4 dwg

RU 2 812 899 C1

RU 2 812 899 C1



Фиг. 2

RU 2812899 C1

RU 2812899 C1

Настоящее изобретение относится к измерительной аппаратуре в гидроэнергетике и может быть использовано как в режиме волнографа для измерения параметров волнения водной поверхности, так и в режиме генератора для выработки этим же устройством электрической энергии. Известны устройства аналогичного назначения, например, «Инерциальный волнограф» авторов Дубинского Ю. В, Колодина В. Н. и др. по изобретению СССР №1673833, МПК G01C 13/00, содержащий поплавков, датчик вертикальных ускорений, схему обработки сигналов методом двойного интегрирования, регистратор, штангу, груз, нижние и верхние пластины демпфера.

Недостатком данного устройства является сложность его конструктивного исполнения и решение при этом задачи обеспечения стабильного положения поплавка при ударах гребня волны путем подбора пластин демпферов. Известен так же «Гидроакустический автономный волнограф» авторов Балакина Р. А. и Тимец В. М. по патенту РФ №2484428, МПК G01C 13/00; G01F 23/26, содержащий пьезокерамический излучатель, генератор мощных импульсов и резонансный контур. Отраженные от поверхности воды акустические сигналы принимаются обратимыми пьезокерамическими излучателями, преобразуются в цифровую форму и обрабатываются микропроцессорным анализатором.

Данное устройство так же чрезвычайно сложно в изготовлении и при эксплуатации. Результаты произведенных измерений не представляется возможным наблюдать непосредственно, поскольку они считываются из блока памяти в компьютер только после подъема прибора на поверхность. Известен так же «Сканирующий лазерный волнограф с регистрацией мгновенной формы поверхности» автора Стерлядкина В.В. по патенту РФ №2749727, МПК G01B 11/24; G01C 13/00, основанный на способе измерения высоты волнения и углов наклона поверхности воды относительно ее равновесного состояния. Лазерный луч направляют по поверхности вниз, верхнюю границу засветки поверхности лазерным лучом регистрируют с помощью цифровой видеокамеры и границу засветки с учетом калибровки переводят в аппликаты волнения. Далее лазерный луч сканирует поверхность с частотой видеосъемки, а мгновенный профиль поверхности вдоль траектории сканирования рассчитывают с учетом пространственно-временного закона сканирования.

Недостаток подобных устройств так же в их узкоспециальных назначениях и отсутствие возможности непосредственно наблюдать за волновой обстановкой и сразу получать результаты измерений. Кроме того, отсутствует возможность выработки электрической энергии для собственных нужд. Для практических целей часто нет необходимости применять специальные высокоточные волнографы, а оценить параметры волнового движения можно другими способами, например, с помощью волновых энергетических установок.

Известны, например, многочисленные конструкции волновых установок, вырабатывающие электрическую энергию по параметрам которой (величина мощности, расстояние между импульсами и так далее) можно оценивать состояние волнового движения в конкретном районе.

Известна, например, «Волновая установка для получения электрической энергии» автора Фам Ван Диепа по патенту РФ №2410566, МПК F03B 13/22; F03B 7/00, содержащая рабочее колесо, генератор и волноприемник, расположенный за рабочим колесом по направлению движения волн, причем волноприемник соединен с понтоном, а рабочее колесо с помощью держателей так же закреплено на понтоне.

Приходящая волна поднимается с помощью понтона на рабочее колесо и приводит его во вращение, причем возвратная часть волны с волноприемника так же полезно

воздействует на рабочее колесо. По значениям вырабатываемой мощности данной волновой установки с большой погрешностью можно оценить параметры волнового движения.

Недостатком данной конструкции является необходимость закреплять другой конец волноприемника за неподвижную опору на берегу, а ограниченный по размерам понтон перемещается по амплитудам волн только с рабочим колесом. Таким расположением узлов установки объясняются нестабильные параметры электрической энергии, вырабатываемые генератором, поскольку волны будут забрасывать (захлестывать) весь диаметр колеса, а выходное напряжение будет зависеть от разности полезного давления воды на верхнюю и, одновременно, вредного давления на нижнюю часть лопастей рабочего колеса относительно направления движения волн. Кроме того, данное устройство изначально не предполагалось использовать для оценки параметров волнового движения. Доработанное данное устройство может являться прототипом предлагаемого изобретения.

Задачей предлагаемого изобретения является создание универсального прибора нового типа, выполняющего как функцию волнографа так и функцию электрического генератора, работающего от воздействия энергии волн. Технической проблемой, которую решает настоящее изобретение, является расширение арсенала технических средств, обеспечивающих совмещение функций волнографа с волновым электрическим генератором, входящим в состав единой волновой установки, и создание таким образом нового технического средства определенного назначения.

Технический результат заключается в следующем. В волнограф-волновой электрогенератор, содержащий понтон, на котором на своих опорах размещены рабочее колесо с электрическим генератором и волноприемник, расположенный за рабочим колесом по направлению движения волн, к выходу генератора подключены измерительные приборы, через переключатель подсоединены несколько балластных сопротивлений, на входе понтона со стороны движения волн установлен конфузорный откос из переставляемых щитов на своих поворотных опорах с механическими фиксаторами угла разворота щитов, верхняя плоскость понтона с регулируемой плавучестью размещена на уровне не возмущенной воды и на ней установлены после рабочего колеса по направлению движения волн угловые сливные пороги для возвратного потока воды, причем на понтоне размещен коробообразный волноприемник, нижняя часть которого оснащена поворотной штангой, шарнирно закрепленной на понтоне, над волноприемником установлена с опорой на понтоне нижняя часть сливного коробообразного желоба, имеющего на своем верхнем конце поворотную на шарнире откидную пластину-клапан, опирающуюся на верхнюю часть волноприемника и общую накопительную емкость для воды, подключенную к верхней части волноприемника, а нижний конец сливного желоба расположен выше центра рабочего колеса и направлен на его лопасти.

«Волнограф-волновой электрогенератор, далее «Устройство» представлен на чертежах, где на Фиг. 1 - вид сбоку, а на Фиг. 2 - вид сверху устройства, работающего в режиме волнографа, на Фиг. 3 - вид сбоку устройства, функционирующего в режиме электрогенератора, на Фиг. 4 условно показано сечение угловых сливных порогов.

Устройство содержит понтон 1 с регулируемой плавучестью за счет заполнения водой ее полостей, на котором на своих опорах размещены рабочее колесо 2 с электрогенератором 3 (Фиг. 2), коробообразный волноприемник 4, расположенный за рабочим колесом по направлению V движения волн, к выходу электрогенератора подключены измерительные приборы, например, вольтметр 5, самописец или

осциллограф 6, переключатель 7 с набором балластных сопротивлений 8, причем на входе понтона со стороны движения V волн установлен конфузурный откос из переставляемых щитов 9 на своих поворотных опорах 10 с механическими фиксаторами углов разворота щитов, нижняя часть волноприемника оснащена шарниром 11 на своей опоре, поворотной штангой 12, закрепленной на понтоне с помощью шарнира 13, на поверхности понтона после рабочего колеса по движению волн установлены угловые сливные пороги 14 (Фиг. 2, 4), выше волноприемника на уровне центра рабочего колеса установлен с опорой на понтоне сливной коробообразный желоб 15, оснащенный на своем верхнем конце поворотной на шарнире 16 откидной пластиной-клапаном 17, опирающаяся на верхнюю часть волноприемника, имеющего с верхним концом желоба общую накопительную емкость 18. Устройство в режиме волнографа (Фиг. 1) работает следующим образом. Поворотом штанги 12 на своей опоре 13 приподнимаем относительно плоскости понтона 1 нижний конец волноприемника 4, который поворачивается на шарнире 11. Это позволяет волнам после рабочего колеса 2 свободно прокатываться по поверхности понтона и через сливные пороги 14 удаляться в море, что исключает воздействие на рабочее колесо обратного потока воды и повышает точность измерений. Для каждого щита 9 конфузурного откоса устанавливается (Фиг. 2), например, три фиксированных положения: «Ненормальное, когда щиты 9 параллельны сторонам понтона, «К» - конфузурное расширенное, «Д» - дифузурное сходящееся положение щитов относительно направления потока волн. «Н» положение щитов применяется для средних по величине амплитуды волн, «К» - для малых и «Д» - для больших по амплитуде волн, гидравлическую мощность которых при измерении требуется ограничить.

Понтон 1 с регулируемой плавучестью путем заполнения водой его полостей устанавливается таким образом, чтобы его верхняя плоскость была на уровне невозмущенного уровня воды при отсутствии волн по аналогии с патентом «Мобильная волновая электростанция» авторов Щеклеина С.Е. и Попова А.И. по патенту РФ №2580251, МПК F03B 13/24. Движущиеся волны последовательно проходят между щитами 9, ударяют по лопастям нижней половины рабочего колеса 2, заставляя его вращаться и вращать генератор 3. Оператор, обслуживающий устройство, наблюдает на осциллографе или самописце 6 несколько всплесков сигнала от каждой проходящей волны. Для увеличения точности измерения амплитуды и времени между гребнями волн, оператор переключателем 7 выбирает нагрузочное сопротивление 8, гасящее выходную мощность генератора 3 таким образом, чтобы рабочее колесо 2 реагировало только на единичную волну и совершало пульсирующее движение в пределах одного оборота. Таким образом на самописце или осциллографе 6 расстояние между гребнями и амплитуды соседних волн будут отображаться в соответствующем масштабе, как расстояние между единичными импульсами, или между пачками импульсов. При отсутствии самописца или осциллографа, визуально можно использовать вольтметр 5, измеряя амплитуду и паузы между импульсами ручным секундомером.

До проведения конкретных измерений предлагаемое устройство в режиме волнографа должно пройти тарировку на соответствие эталонным образцам более высокого класса измерений параметров волн, например, с помощью «Регистратора высоты волн и водного уровня MIDAS WTR» [электронный ресурс] [www.demetra5.kiev.ua/ru/katalog/volnografu/MIDASWTR](http://www.demetra5.kiev.ua/ru/katalog/volnografu/MIDASWTR).

В зависимости от параметров волнового движения для каждого фиксированного положения «Н», «К» и «Д» щитов 9 и величины балластного сопротивления на основе показаний эталонного образца составляются таблицы или графики реальных полученных

величин, которыми в дальнейшем пользуются в практической работе. Для повышения точности измерений число фиксированных положений щитов 9 может быть не три, а больше, например пять.

Устройство в режиме выработки энергии для ее использования в хозяйственных целях потребителями, работает следующим образом (Фиг. 3). Поворотом штанги 12 на ее опоре 13 в обратном направлении отпускают нижнюю часть волноприемника 4 на плоскость понтона 1. Выбирают расположение щитов 9 в зависимости от волнового движения. Для малых по амплитуде волн суммируем их энергию, увеличивая амплитуду волн с помощью конфузорного откоса максимально раскрывая щиты 9. В работе авторов Волшаник В.В. и Орехов Г.В. Низконапорные гидравлические двигатели, М. 2009, с. 327 указывается, что «... морская волна высотой 1, 1 метра, собранная по волновому фронту длиной 350 метров при концентрации в 12-ти метровом канале, может привести к возникновению стоячей волны с амплитудой 17 метров...». В тех случаях, когда волны чрезмерно высоки для нормальной работы предлагаемого устройства, следует щиты 9 повернуть на своих опорах 10 в одно из положений диффузора «Д». Таким образом, выбирается такое положение щитов 9, чтобы добиться стабильного вращения рабочего колеса 2 и связанного с ним электрогенератора 3.

Волны, прошедшие нижние лопасти рабочего колеса 2, перемещаются дальше вверх по коробообразному волноприемнику 4, откидывают легкую пластину-клапан 16, частично накапливаются в общей накопительной емкости 18 и перемещаются в верхнюю часть более узкого сливного желоба 15, скатываясь с которого, ударяют по верхним лопастям рабочего колеса 2, заставляя его согласно вращаться в ту же сторону. На выходе генератора 3 для удобства потребителя могут быть подключены выпрямитель, аккумулятор и инвертор (не показаны на чертеже). С выхода генератора электроэнергия через переключатель 7 передается в сеть потребителей. Некоторая часть обратного потока, не вошедшая в волноприемник 4, отражается сливными порогами 14 и удаляется с поверхности понтона. На открытом водном пространстве предлагаемое устройство крепится за понтон двумя канатами к опоре, что позволяет ему само ориентироваться по направлению на встречу движения волн, аналогично выше приведенной схеме крепления «Мобильная волновая установка».

Предлагаемое устройство простое по конструкции и не сложное в изготовлении, что позволяет поставить его на массовое производство для последующего использования гидрологическими лабораториями или потребителями энергии, проживающими на побережьях, лишенными централизованных сетей электроснабжения, как для оценки состояния волнового движения, так и для выработки электроэнергии.

#### (57) Формула изобретения

Волнограф-волновой электрогенератор, содержащий понтон, на котором на своих опорах размещены рабочее колесо с электрическим генератором и волноприемник, расположенный за рабочим колесом по направлению движения волн, отличающийся тем, что к выходу генератора подключены измерительные приборы, через переключатель подсоединены несколько балластных сопротивлений, на входе понтона со стороны движения волн установлен конфузорный откос из переставляемых щитов на своих поворотных опорах с механическими фиксаторами угла разворота щитов, верхняя плоскость понтона с регулируемой плавучестью размещена на уровне невозмущенной воды и на ней установлены после рабочего колеса по направлению движения волн угловые сливные пороги для возвратного потока воды, причем на понтоне размещен коробообразный волноприемник, нижняя часть которого оснащена

поворотной штангой, шарнирно закрепленной на понтоне, над волноприемником установлена с опорой на понтоне нижняя часть сливного коробообразного желоба, имеющего на своем верхнем конце поворотную на шарнире откидную пластину-клапан, опирающуюся на верхнюю часть волноприемника, и общую накопительную емкость  
5 для воды, подключенную к верхней части волноприемника, а нижний конец сливного желоба расположен выше центра рабочего колеса и направлен на его лопасти.

10

15

20

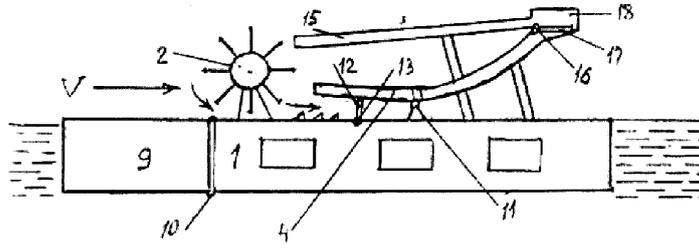
25

30

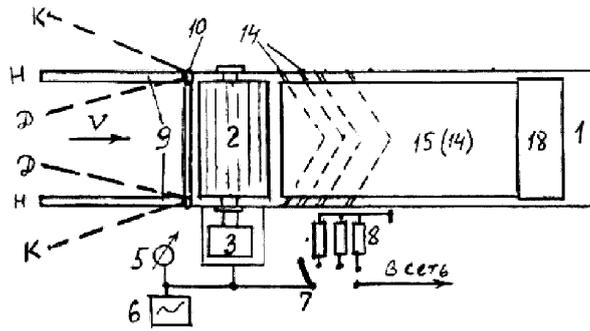
35

40

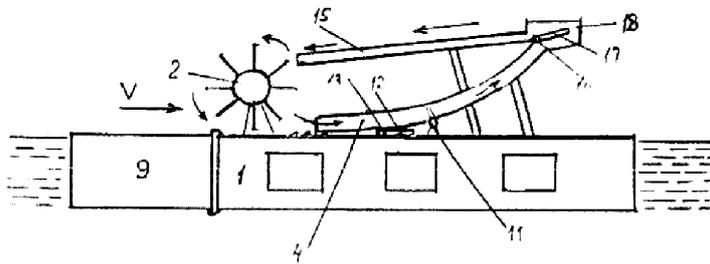
45



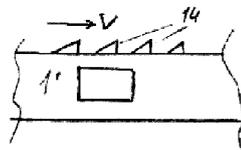
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4