

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **224 805** (13) **U1**(51) МПК
[F03B 13/18 \(2006.01\)](#)
[H02K 35/00 \(2006.01\)](#)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: действует (последнее изменение статуса: 10.04.2024)
Пошлина: учтена за 2 год с 23.12.2024 по 22.12.2025. Установленный срок для уплаты пошлины за 3 год: с 23.12.2024 по 22.12.2025. При уплате пошлины за 3 год в дополнительный 6-месячный срок с 23.12.2025 по 22.06.2026 размер пошлины увеличивается на 50%.

(52) СПК

F03B 13/1815 (2024.01); H02K 35/00 (2024.01)(21)(22) Заявка: **2023134557, 22.12.2023**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
22.12.2023Дата регистрации:
05.04.2024

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **22.12.2023**(45) Опубликовано: **05.04.2024** Бюл. № **10**(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 199555 U1, 07.09.2020. RU 2440510 C1, 20.01.2012. RU 2009140591 A, 27.05.2011. CN 205605353 U, 28.09.2016. WO 2011054946 A2, 12.05.2011.**

Адрес для переписки:

190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 67, лит. А, ГУАП, ЦКНИ

(72) Автор(ы):

Мартынов Александр Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

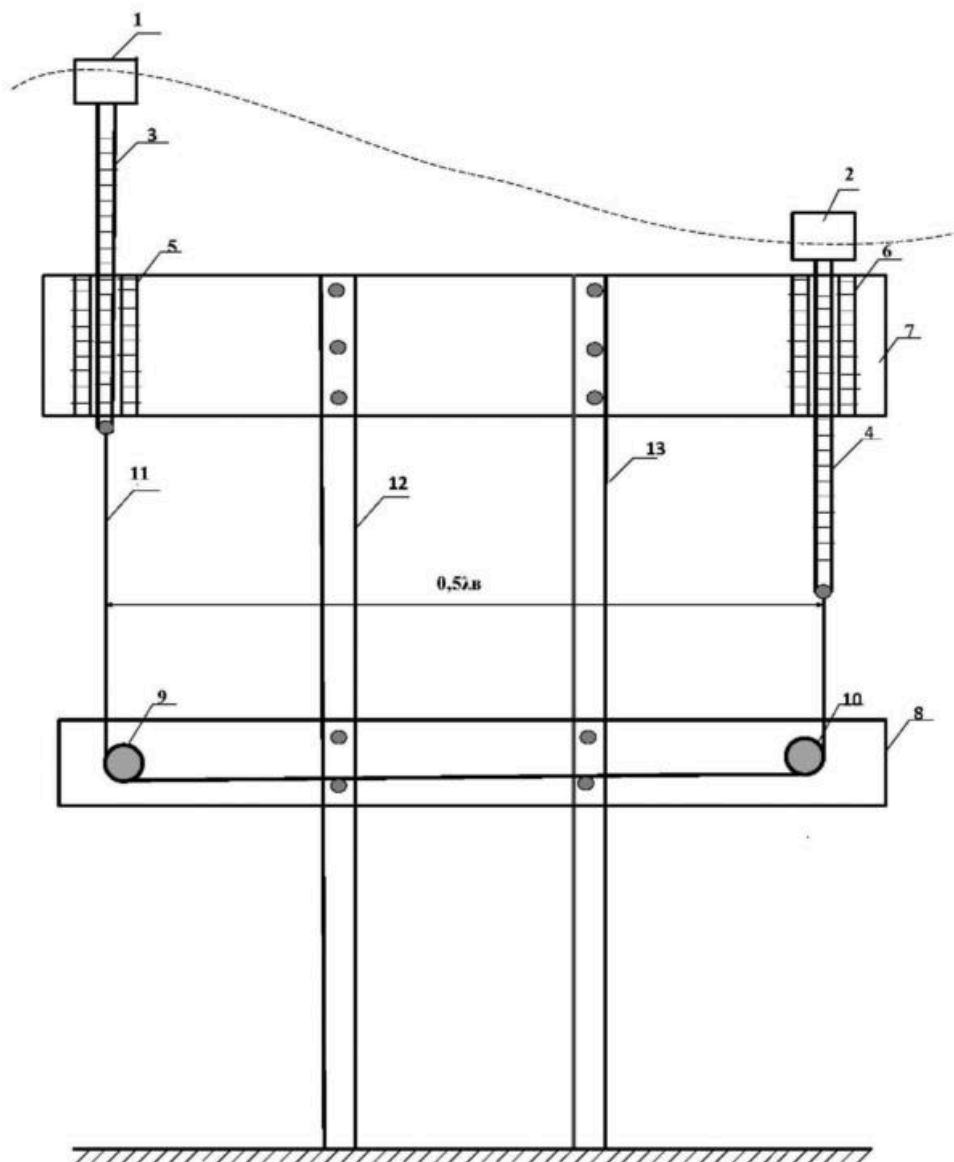
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения" (RU)

(54) Поплавковая волновая электростанция

(57) Реферат:

Полезная модель относится к области электротехники и может быть использована при производстве электрической энергии путем преобразования энергии волн в электрическую энергию, передаваемую в системы электропитания метеобуев, буев связи, маяков, подводных гаражей, доковых станций и т.п. Задачей полезной модели является создание устройства с непрерывным генерированием электрической энергии в течение всего периода морской волны, без пауз. Техническим результатом является повышение эффективности преобразования энергии морских волн в электрическую энергию. Существенные отличия, позволяющие реализовать технический результат: два генератора с поплавками размещены на продольной балке опоры, ориентированной вдоль продольной оси опоры, направление которой совпадает с направлением передвижения морской волны, с пространственным сдвигом относительно друг друга на расстоянии, равном $1/2$ длины морской волны λ ; устройство дополнительно снабжено двумя блоками и тросом, закрепленным к свободным концам штоков обоих генераторов и пропущенным через оба блока, размещенных на второй продольной балке опоры; волновая поплавковая электростанция генерирует электрическую энергию на интервале всего периода морской волны, поскольку каждый из двух генераторов генерирует электрическую

энергию на интервале всего периода морской волны непрерывно, без пауз.



Фиг. 1

Полезная модель относится к области электротехники и может быть использована при производстве электрической энергии путем преобразования энергии волн в электрическую энергию, передаваемую в системы электропитания метеобуев, буев связи, маяков, подводных гаражей, доковых станций и т.п.

Известна «Волновая энергетическая установка» (Патент РФ 2440510, МПК F03B 13/18, опубл. 20.01.2012, Бюл. №2), содержащая линейный электрогенератор тока, состоящий из статора и генерирующего сердечника, способного к вертикальному возвратно - поступательному движению внутри статора, полый поплавков, шток, кинематически связывающий сердечник с поплавком, вертикальные направляющие балки сдвигающимися по ним опорными роликами, демпферами. Установка снабжена вертикальной стойкой и укрепленным на ней корпусом, выполненным в виде пустотелого корпуса из неметаллического материала с центральными отверстиями на своде и на днище, внутри которого размещены статор и генерирующий сердечник, при этом вертикальные направляющие балки жестко закреплены на своде и на днище корпуса, опорные ролики прикреплены к боковой поверхности генерирующего сердечника, а поплавков, имеющий днище, носовую часть, свод и вентиль, связан со штоком через шарнирное устройство, которое жестко присоединено к своду поплавка.

Недостатками устройства являются низкий КПД и неравномерность процесса преобразования механической энергии волн в электрическую, низкая надежность и недостаточная долговечность конструкции. Работу сложной многокомпонентной системы обеспечивают направляющие ролики, подшипники, сальники, шарниры, что усложняет изделие и влияет на надежность, особенно в условиях агрессивной среды морской воды.

Известна «Поплавковая волновая электростанция» (Патент РФ №194378, МПК F03B13/16, опубл. 09.12.2019), выполнена из трех однофазных генераторов, корпуса которых имеют цилиндрическую форму и жестко связаны друг с другом. Шток

каждого генератора жестко соединен с поплавком, общим для трех генераторов, и имеет возможность совершать возвратно-поступательные движения с периодом, равным периоду колебания волны T_B . Электрические обмотки, имеющие форму катушек и размещенные между кольцевыми сердечниками магнитопровода статора каждого генератора, расположены в пространстве строго параллельно друг другу, суммарная высота каждой катушки и кольцевого сердечника равна полюсному делению τ , индукторы трех однофазных генераторов выполнены в виде набора кольцевых магнитов с кольцевыми ферромагнитными вставками между ними, образуя три многополюсные магнитные системы.

Недостатком устройства является то, что генератор генерирует электрическую энергию только на интервале полупериода морской волны от впадины до гребня волны, что существенно снижает эффективность преобразования энергии морских волн в электрическую энергию.

Наиболее близкой к заявляемой полезной модели является «Поплавковая волновая электростанция» (Патент РФ №199555, МПК F03B13/18, опубл. 01.06. 2020).

Поплавковая волновая электростанция, содержит N генераторов, корпуса которых выполнены из ферромагнитного материала, имеют цилиндрическую форму и закреплены на неподвижном фундаменте, поплавок и шток, на котором закреплен поплавок и индуктор с возможностью возвратно- поступательного движения с периодом, равным периоду колебания волны T_B , электрические обмотки генераторов, которые имеют форму катушек и размещены между кольцевыми сердечниками магнитопровода статора генератора, индукторы генераторов, выполненные в виде набора кольцевых магнитов с кольцевыми ферромагнитными вставками между ними, дополнительно снабжена $(N-1)$ поплавком, закрепленным на штоке каждого генератора, а корпуса N генераторов размещены вдоль продольной оси фундамента, ориентированной по направлению передвижения морской волны, и смещены относительно друг друга на расстояние, равное $1/(2N)$ длины морской волны λ . Благодаря этому частота модуляции напряжения волновой поплаковой электростанции возрастает в N раз по сравнению с однофазным генератором, а амплитуда модуляции, уменьшается в $[(2N)^2-1]/3$ раз.

Недостаток устройства заключается в том, что каждый отдельно взятый генератор генерирует электрическую энергию только на участке подъема волны (от впадины до гребня волны), а на участке спуска волны (от гребня до впадины волны), генератор не способен генерировать электрическую энергию, поскольку на этом участке поплавок не обладает энергией, которую можно преобразовать в электрическую энергию. Это существенно понижает эффективность преобразования энергии морских волн в электрическую энергию.

Задачей полезной модели является создание устройства с непрерывным генерированием электрической энергии в течение всего периода морской волны, без пауз.

Техническим результатом является повышение эффективности преобразования энергии морских волн в электрическую энергию.

Технический результат достигается тем, что поплаковая волновая электростанция, содержащая первый и второй поплаковые генераторы, закрепленные на опоре с двумя продольными балками, внутри корпуса каждого генератора размещен статор с электрической обмоткой и индуктор с многополюсной магнитной системой, полюсное деление которой равно τ , и жестко соединенные между собой поплавок и шток, на который закреплен индуктор с возможностью возвратно-поступательного движения с периодом, равным периоду колебания волны T_B , корпуса генераторов выполнены из ферромагнитного материала, имеют цилиндрическую форму, электрические обмотки генераторов, имеющие форму катушек, размещены между кольцевыми сердечниками магнитопровода статора каждого генератора, а суммарная высота каждой катушки и кольцевого сердечника равна полюсному делению τ , корпуса генераторов закреплены на первой продольной балке опоры, ориентированной вдоль продольной оси опоры, направление которой совпадает с направлением передвижения морской волны, при этом в устройство дополнительно введены первый и второй блоки, а также трос, закрепленный на свободных концах штоков первого и второго поплаковых генераторов и пропущенный через первый и второй блоки, размещенные на второй продольной балке опоры, при этом первый и второй поплаковые генераторы закреплены на продольной балке опоры с пространственным сдвигом друг относительно друга на расстоянии, равном $1/2$ длины морской волны λ .

Существенные отличия, позволяющие реализовать технический результат:

два генератора с поплавками размещены на продольной балке опоры, ориентированной вдоль продольной оси опоры, направление которой совпадает с направлением передвижения морской волны, с пространственным сдвигом друг относительно друга на расстоянии, равном $1/2$ длины морской волны λ ;

устройство дополнительно снабжено двумя блоками и тросом, закрепленным к свободным концам штоков обоих генераторов и пропущенным через оба блока, размещенных на второй продольной балке опоры;

волновая поплаковая электростанция генерирует электрическую энергию на интервале всего периода морской волны, поскольку каждый из двух генераторов

генерирует электрическую энергию на интервале всего периода морской волны непрерывно, без пауз.

Суть полезной модели поясняется чертежом, где на фиг. 1 приведена конструктивная схема поплавковой волновой электростанции с двумя генераторами и пространственным сдвигом генераторов относительно друг друга, равным $\Delta=0,5\lambda$,

и введены следующие обозначения:

- 1 - первый поплавковый генератор;
- 2 - второй поплавковый генератор;
- 3 - шток с индуктором первого поплавкового генератора;
- 4 - шток с индуктором второго поплавкового генератора;
- 5 - статор первого поплавкового генератора;
- 6 - статор второго поплавкового генератора;
- 7 - первая продольная балка;
- 8 - вторая продольная балка;
- 9 - первый блок;
- 10 - второй блок;
- 11 - трос;
- 12 - первая стойка опоры;
- 13 - вторая стойка опоры.

Устройство состоит из первого 1 и второго 2 поплавковых генератора, которые содержат шток с индуктором первого поплавкового генератора 3 и шток с индуктором второго поплавкового генератора 4, соответственно, а также статор первого поплавкового генератора 5 и статор второго поплавкового генератора 6, при этом первый 1 и второй 2 поплавковые генератора закреплены на первой продольной балке 7 с пространственным сдвигом, равным $1/2$ длины морской волны λ , и ориентированы вдоль продольной оси опоры, направление которой совпадает с направлением передвижения морской волны, при этом на второй продольной балке 8 размещены первый блок 9 и второй блок 10, через которые пропущен трос 11, закрепленный к свободным концам штоков первого 1 и второго 2 поплавковых генераторов, а первая стойка опоры 12 и вторая стойка опоры 13 одним концом закреплены в фундаменте.

Устройство работает следующим образом.

При накате морской волны поплавок первого поплавкового генератора 1 под воздействием выталкивающей силы совершает перемещение от впадины до гребня волны, и перемещает шток с индуктором первого поплавкового генератора 3 вверх. Эта же выталкивающая сила через трос 11, блоки 9 и 10, перемещает поплавок 2, а также шток с индуктором второго поплавкового генератора 4 вниз от гребня до впадины волны. При перемещении штока с индуктором первого генератора 3 магнитные силовые линии магнитного потока индуктора пересекают проводники обмотки статора первого поплавкового генератора 5 и наводят в них ЭДС. Аналогично, магнитные силовые линии магнитного потока индуктора 4 второго генератора пересекают проводники обмотки статора 6 и так же наводят в них ЭДС. На интервале второго полупериода волны поплавок 2 второго генератора совершает перемещение вверх от впадины до гребня волны, а поплавок 1 совершает перемещение вниз от гребня до впадины волны. Так как статор 5 первого генератора и статор 6 второго генератора закреплены на первой продольной балке 7 с пространственным сдвигом, равным $1/2$ длины морской волны λ , и ориентированы стойками 13 и 14 вдоль продольной оси опоры, направление которой совпадает с направлением передвижения морской волны, то на интервале второго полупериода волны выталкивающая сила поплавок 2 перемещает индуктор 4 второго генератора вверх, а индуктор генератора 1 вниз, и в проводниках обмоток статора 5 первого генератора и статора 6 второго генератора наводятся ЭДС.

Благодаря дополнительному введению механической связи поплавков двух генераторов (с помощью троса) и закрепления их вдоль продольной оси опоры с пространственным сдвигом, равным $1/2$ длины морской волны λ , каждый генератор поплавковой волновой электростанции генерирует электрическую энергию в течение всего периода морской волны без перерывов (пауз), поскольку каждый генератор преобразует энергию морской волны как на интервале подъема, так и на интервале ее спада.

Благодаря этому эффективность преобразования энергии морской волны в электрическую энергию каждого генератора волновой электростанции повышается по сравнению генератором устройства, принятого за прототип, который вырабатывает электрическую энергию только на одном полупериоде волны - от впадины до гребня волны.

Для оценки массогабаритных характеристик устройства определим зависимость объема поплавок от требуемой величины генерируемой мощности. Мощность, создаваемая выталкивающей силой одного поплавок на интервале первого полупериода волны, при движении поплавок от впадины волны до ее гребня:

$$P_{\text{пол.}} = F_{\text{пол.}} v_{\text{в}} = mg4A/T_{\text{в}}, \text{ Вт,}$$

где $F_{\text{пол.}} = mg$ - выталкивающая сила поплавок, Н;

m - масса воды, объем которой равен объему поплавок, кг;

g - ускорение свободного падения, м/с^2 ;

v_B - скорость перемещения волны, м/с ;

$$v_B = 2A / (0,5 T_B) = 4A / T_B.$$

T_B - период волны, с.

A - амплитуда волны, м.

Масса m , выраженная в кг, численно равна объему поплавка $V_{\text{п}}$, выраженному в дм^3 .

Электрическая мощность, вырабатываемая двумя генераторами на интервале первого полупериода волны, $P_{\text{п.в.э}}$:

$$P_{\text{п.в.э}} = P_{\text{попл}} \eta_{\text{п.в.э}}, \text{ Вт},$$

где $\eta_{\text{п.в.э}}$ - КПД поплавковой волновой электростанции.

Используя приведенные выше расчетные соотношения, можно определить объем поплавка $V_{\text{п}}$, необходимый для генерирования поплавковой волновой электростанцией требуемого значения электрической мощности $P_{\text{п.в.э}}$:

$$V_{\text{п}} = P_{\text{п.в.э}} T_B / (4Ag\eta_{\text{п.в.э}}).$$

Пример: необходимо определить объем поплавка при следующих исходных данных: $P_{\text{п.в.э}} = 10000$ Вт; $T_B = 5$ с; $A = 2,5$ м; принимаем ориентировочно значение КПД поплавковой волновой электростанции $\eta_{\text{п.в.э}} = 0,75$.

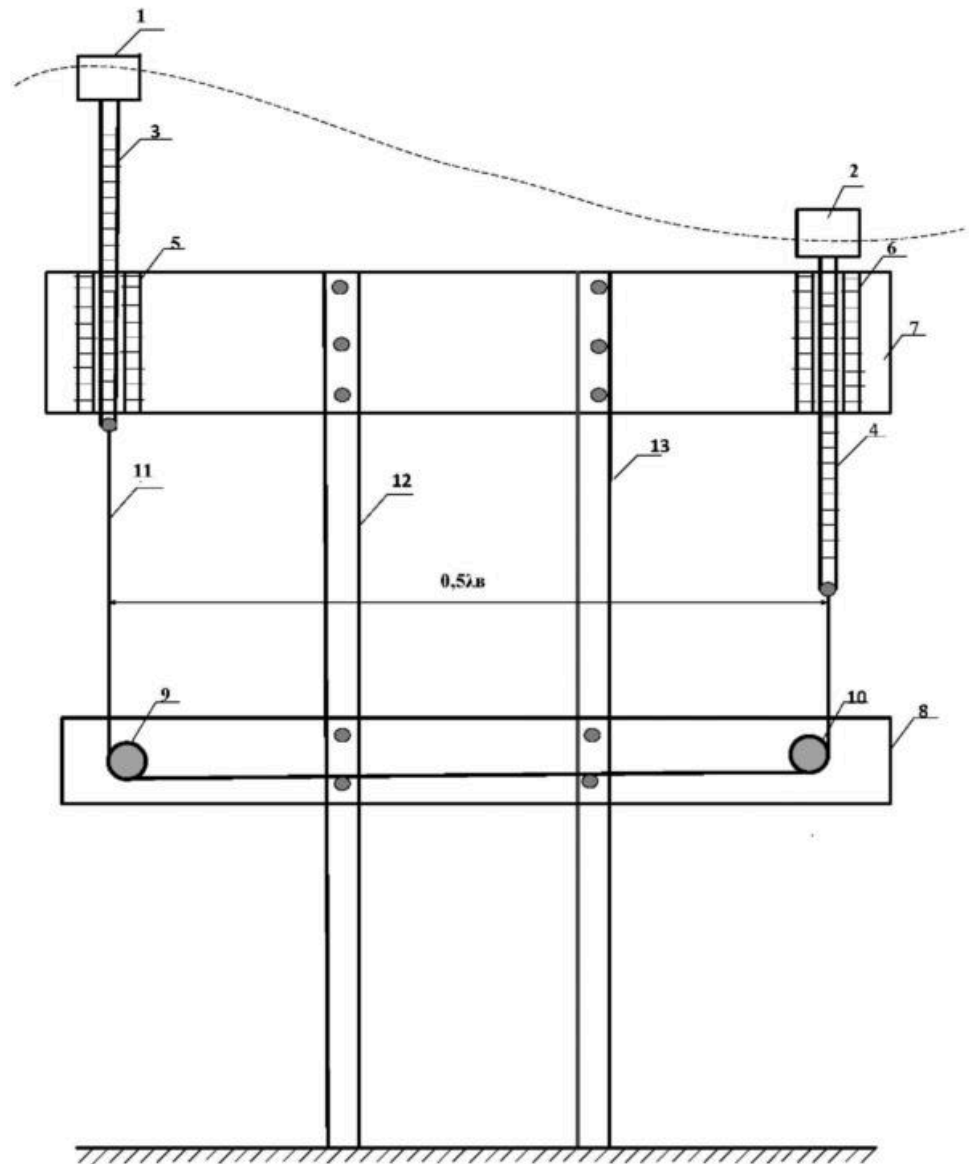
$$V_{\text{п}} = P_{\text{п.в.э}} T_B / (4Ag\eta_{\text{п.в.э}}) = 10000 \cdot 5 / (4 \cdot 2,5 \cdot 9,8 \cdot 0,75) = 680 \text{ дм}^3.$$

Объем 680 дм^3 имеет, например, поплавок, диаметр которого равен 10 дм, а высота равна 8,7 дм.

Сравнительно небольшой объем поплавка для одного генератора поплавковой волновой электростанцией мощностью 10 кВт указывает на хорошие массогабаритные характеристики поплавковой электростанции с двумя генераторами, на возможность ее применения в системах энергообеспечения метеобуев, буев связи, маяков, подводных доковых станций, подводных гаражей достаточно большой мощности.

Формула полезной модели

Поплавковая волновая электростанция, содержащая первый и второй поплавковые генераторы, закрепленные на опоре с двумя продольными балками, внутри корпуса каждого генератора размещен статор с электрической обмоткой и индуктор с многополюсной магнитной системой, полюсное деление которой равно τ , и жестко соединенные между собой поплавок и шток, на который закреплен индуктор с возможностью возвратно-поступательного движения с периодом, равным периоду колебания волны T_B , корпуса генераторов выполнены из ферромагнитного материала, имеют цилиндрическую форму, электрические обмотки генераторов, имеющие форму катушек, размещены между кольцевыми сердечниками магнитопровода статора каждого генератора, а суммарная высота каждой катушки и кольцевого сердечника равна полюсному делению τ , корпуса генераторов закреплены на первой продольной балке опоры, ориентированной вдоль продольной оси опоры, направление которой совпадает с направлением передвижения морской волны, отличающаяся тем, что устройство дополнительно содержит первый и второй блоки, а также трос, закрепленный на свободных концах штоков первого и второго поплавковых генераторов и пропущенный через первый и второй блоки, размещенные на второй продольной балке опоры, при этом первый и второй поплавковые генераторы закреплены на продольной балке опоры с пространственным сдвигом относительно друг друга на расстоянии, равном $1/2$ длины морской волны λ .



Фиг. 1