

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **229 888** (13) **U1**(51) МПК
[F03B 13/18 \(2006.01\)](#)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: действует (последнее изменение статуса: 10.11.2024)
 Пошлина: учтена за 5 год с 03.07.2028 по 02.07.2029. Установленный срок для уплаты пошлины за 6 год: с 03.07.2028 по 02.07.2029. При уплате пошлины за 6 год в дополнительный 6-месячный срок с 03.07.2029 по 02.01.2030 размер пошлины увеличивается на 50%.

(52) СПК
F03B 13/186 (2024.01)

(21)(22) Заявка: **2024118378, 02.07.2024**
 (24) Дата начала отсчета срока действия патента:
02.07.2024
 Дата регистрации:
31.10.2024
 Приоритет(ы):
 (22) Дата подачи заявки: **02.07.2024**
 (45) Опубликовано: **31.10.2024** Бюл. № **31**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **KR 101684144 B1, 07.12.2016. GB 2037899 A, 16.07.1980. GB 2239293 A, 26.06.1991. ES 2638838 B2, 23.01.2018. SU 1320497 A1, 30.06.1987. RU 2803563 C1, 15.09.2023.**

Адрес для переписки:
190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 67, лит. А, ФГБОУ ВО ГУАП, ЦКНИ

(72) Автор(ы):
Маргьнов Александр Александрович (RU)
 (73) Патентообладатель(и):
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения" (RU)

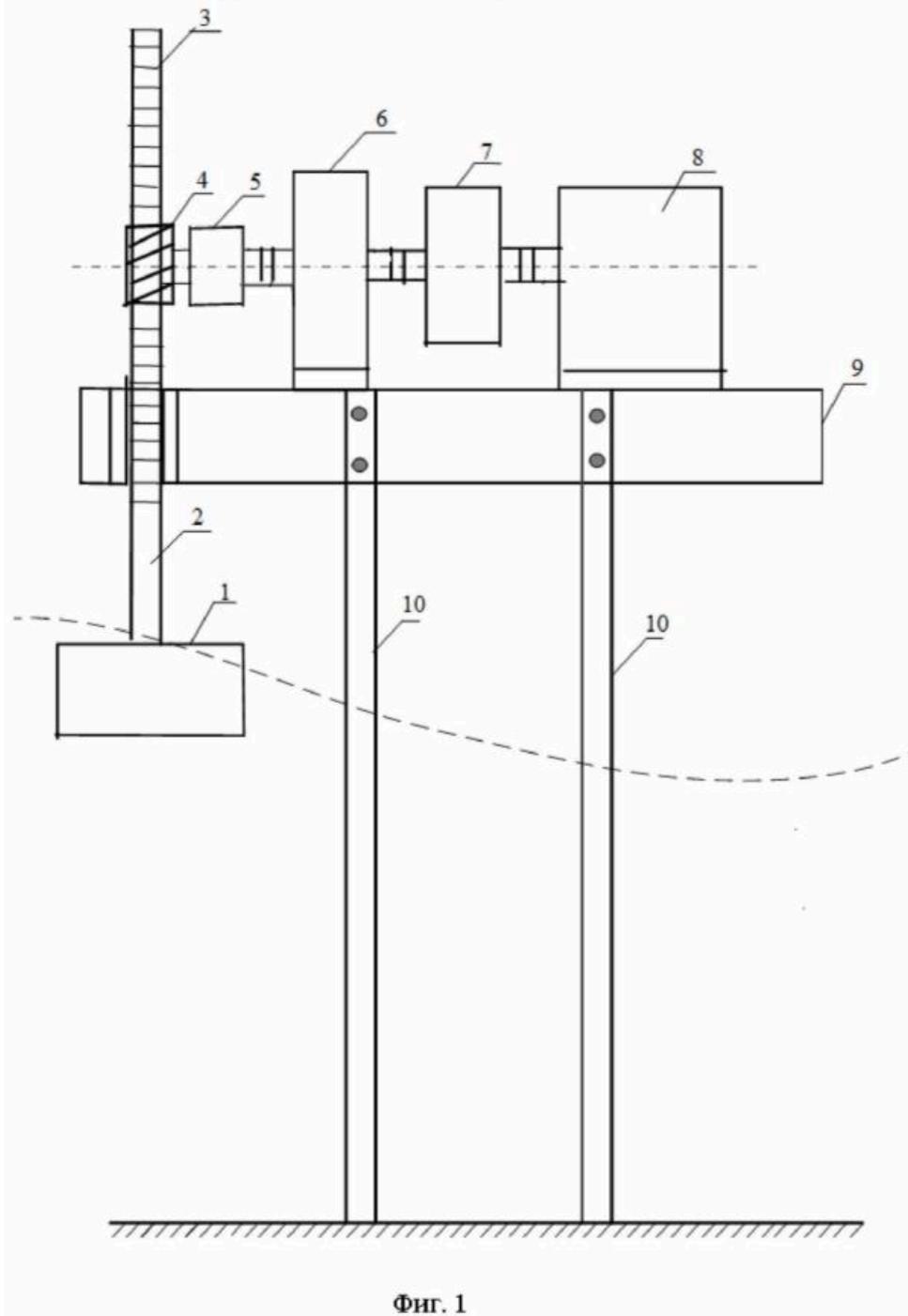
(54) Поплавковая волновая электростанция

(57) Реферат:

Полезная модель относится к области электротехники и может использоваться при производстве электрической энергии путем преобразования механической энергии волн в электрическую энергию, передаваемую в системы электропитания метеобуев, буйев связи, маяков, подводных гаражей, доковых станций и т.п. и применяться как составная часть группы электростанций, объединенных в одну сеть для питания систем освещения пирсов, набережных и других потребителей. Техническим результатом является повышение эффективности работы поплавковой волновой электростанции за счет обеспечения непрерывности преобразования энергии морских волн в электрическую энергию независимо от изменения амплитуды и периода волны. Существенные отличия, позволяющие реализовать технический результат:

- поплавок, шток и рейка с зубьями совершают возвратно-поступательные перемещения и приводят во вращение шестерню и входной вал обгонной муфты;
- выходной вал обгонной муфты вращается всегда в направлении, которое реализуется при движении поплавка снизу вверх;
- однонаправленное вращение выходного вала передается через мультипликатор маховику и электрическому генератору;
- при движении поплавка снизу вверх маховик запасает кинетическую энергию;
- при движении поплавка сверху вниз маховик передает электрическому генератору часть запасенной кинетической энергии, обеспечивая непрерывность генерирования электрической энергии на всем периоде волны;
- скорость вращения ротора электрического генератора зависит от скорости перемещения поплавка и общего коэффициента редукции, определяемого как произведение коэффициента редукции кинематической пары зубчатая рейка-шестерня

и коэффициента редукции мультипликатора.



Фиг. 1

Полезная модель относится к области электротехники и может использоваться при производстве электрической энергии путем преобразования механической энергии волн в электрическую энергию, передаваемую в системы электропитания метеобуев, буев связи, маяков, подводных гаражей, доковых станций и т.п. и применяться как составная часть группы электростанций, объединенных в одну сеть для питания систем освещения пирсов, набережных и других потребителей.

Известна «Поплавковая волновая электростанция» (Патент РФ №2513070, МПК F03B 13/18, опубл. 20.04.2014 г., БИ №11), которая содержит обтекаемый герметичный поплавок и вертикально расположенный внутри поплавка цилиндрический корпус с размещенным в нем маятником. Маятник подвешен к концу троса, который переброшен через блок, установленный на вращающейся оси. Другой конец троса прикреплен к якорю, установленному на дне. К вращающейся оси блока присоединен ротор электрического генератора с постоянными магнитами. Статор генератора закреплен на корпусе. Обмотка статора генератора присоединена к входу зарядного устройства, а выход устройства присоединен к аккумулятору, который вместе с устройством находится в приборном отсеке в верхней части поплавка.

Недостатками устройства является низкая эффективность преобразования механической энергии волн в электрическую энергию, вызванная малой величиной амплитуды и частоты ЭДС, наводимой в обмотке генератора, поскольку преобразование линейного перемещения поплавка во вращательное движение ротора

электрического генератора осуществляется без редукции, необходимой для достижения требуемого уровня скорости вращения ротора генератора.

Известна «Поплавковая волновая электростанция (Патент РФ №205664, МПК F03 13/18, опубл. 22.07.2021), содержащая два поплавка, два штока, электрический генератор, два блока, два барабана, закрепленные на общем валу с двумя свободными концами, а также мультипликатор и стойку с подшипником. На каждый барабан намотан трос. Направление намотки тросов на первый и второй барабаны противоположное. Свободный конец каждого троса соединен с концом штока. Второй конец штока жестко соединен с поплавком. Возвратно-поступательные движения поплавков приводят в движение барабаны, размещенные на одном валу, соединенном механически с входным валом мультипликатора. Выходной вал мультипликатора соединен механически с валом электрического генератора и приводит его во вращение.

Барабаны и ротор электрического генератора меняют направление вращения два раза за один период волны. В результате этого амплитуда напряжения электрического генератора не остается постоянной на интервале периода морской волны, а промодулирована огибающей кривой, частота которой вдвое превышает частоту следования морской волны, что приводит к понижению эффективности преобразования энергии морских волн в электрическую энергию и ухудшению массогабаритных показателей поплавокной волновой электростанции.

Наиболее близким к заявляемой полезной модели является «Высокоэффективный генератор энергии волн с использованием бесступенчатой передачи» (Патент KR 101684144 B1, 07.12.2016, МПК F03B 13/18) содержащий бесступенчатую автоматическую коробку передач, поплавков, электрический генератор, мультипликатор, маховик, рейку с зубьями, шестерню, шток, один конец которого жестко соединен с поплавком, а другой с рейкой с зубьями, причем рейка с зубьями образует с шестерней кинематическую пару «зубчатая рейка - шестерня», а выходной вал мультипликатора соединен с первым концом вала маховика.

Недостатком устройства является сложность технической реализации однонаправленного вращения ротора генератора с постоянной скоростью вращения и понижение КПД за счет использования бесступенчатой автоматической коробки передач и, как следствие этого, снижение надежности и снижение массогабаритных и энергетических показателей.

Задачей является создание поплавокной волновой электростанции с улучшенными энергетическими и массогабаритными показателями.

Техническим результатом является повышение эффективности работы и улучшение массогабаритных показателей поплавокной волновой электростанции.

Технический результат достигается тем, что поплавокная волновая электростанция, содержащая поплавок, электрический генератор, мультипликатор и шток, один конец которого жестко соединен с поплавком, рейку с зубьями, шестерню, причем рейка с зубьями жестко закреплена на штоке и образует с шестерней кинематическую пару «зубчатая рейка - шестерня», а также маховик при этом выходной вал мультипликатора соединен с первым концом вала маховика дополнительно содержит обгонную муфту, при этом шестерня установлена на входном валу обгонной муфты, выходной вал которой соединен с входным валом мультипликатора, второй конец вала маховика соединен с валом электрического генератора, а длина рейки с зубьями равна двум максимальным амплитудам волны.

Существенные отличия, позволяющие реализовать технический результат:

- поплавок, шток и рейка с зубьями совершают возвратно-поступательные перемещения и приводят во вращение шестерню и входной вал обгонной муфты;
- выходной вал обгонной муфты вращается всегда в направлении, которое реализуется при движении поплавка снизу вверх;
- скорость вращения ротора электрического генератора зависит от скорости перемещения поплавка и общего коэффициента редукции, определяемого как произведение коэффициента редукции кинематической пары «зубчатая рейка-шестерня» и коэффициента редукции мультипликатора;

- при длине рейки с зубьями, равной двум максимальным амплитудам волны, волновая электростанция работает при широком диапазоне изменении амплитуды волны, обеспечивая эффективное преобразование энергии волны в электрическую энергию без перерывов в работе поплавокной волновой электростанции.

Благодаря перечисленным выше существенным отличиям обеспечивается улучшение конструкции, улучшение массогабаритных показателей, повышение надежности поплавокной волновой электростанции и повышение эффективности преобразования энергии морских волн в электрическую энергию за счет однонаправленного и непрерывного вращения ротора генератора с высокой скоростью в широком диапазоне изменении амплитуды и периода морской волны без перерывов в работе поплавокной волновой электростанции.

Сущность полезной модели поясняется чертежом, где на фиг. 1 приведена конструктивная схема поплавокной волновой электростанции и введены следующие обозначения:

1. поплавок;
2. шток;

3. рейка с зубьями;
4. шестерня;
5. обгонная муфта;
6. мультипликатор;
7. маховик;
8. электрический генератор;
9. основание электростанции;
10. опорные стойки.

Устройство содержит поплавок 1, шток 2, рейку с зубьями 3, шестерню 4, соединенную с входным валом обгонной муфты 5, выходной вал которой соединен с входным валом мультипликатора 6. Выходной вал мультипликатора 6 соединен с первым концом вала маховика 7. Вторым концом вала маховика 7 соединен с валом электрического генератора 8. Электростанция размещена на основании 9, которое закреплено на стойках 10, которые закреплены в фундаменте. При этом длина рейки с зубьями равна двум максимальным амплитудам волны.

Устройство работает следующим образом. При движении поплавка 1, например, от впадины волны до ее вершины (снизу вверх), в том же направлении перемещаются шток 2 с рейкой с зубьями 3 и приводят во вращение шестерню 4, которая в свою очередь приводит во вращение входной вал обгонной муфты 5. Вращательное движение входного вала обгонной муфты 5 передается на выходной вал обгонной муфты 5. Вращение выходного вала обгонной муфты 5 передается входному валу мультипликатора 6, который в свою очередь через первый конец вала передает вращение маховику 7. Вращение маховика 7 передается через второй конец вала маховика на вал электрического генератора 8, который преобразует механическую энергию в электрическую энергию.

Передаточное отношение кинематической пары рейка-шестерня i_1 , равно отношению длины зубчатой части рейки, равной двум амплитудам волны, к длине делительной окружности шестерни, равной $2\pi R_{ш}$, где $R_{ш}$ - радиус делительной окружности шестерни т.е.

$$i_1 = A / (\pi R_{ш}).$$

Передаточное отношение мультипликатора i_2 равно отношению скорости вращения выходного вала мультипликатора n_2 к скорости вращения входного вала мультипликатора n_1 , т.е.:

$$i_2 = n_2 / n_1.$$

Результирующее передаточное отношение механической передачи рейка - выходной вал мультипликатора $i_p = i_1 \cdot i_2$.

Скорость вращения вала электрического генератора равна скорости вращения выходного вала мультипликатора, т.е. n_2 .

Угловая скорость вращения входного вала мультипликатора Ω_1 :

$$\Omega_1 = v_B / R_{ш} = 4\pi i_1 / T_B = 4\pi i_1 f_B.$$

Поскольку $n_1 = 60\Omega_1 / 2\pi$, то с учетом значения угловой скорости вращения Ω_1 , скорость вращения $n_1 = 120 f_B i_1$.

Приведенные расчетные соотношения позволяют рассчитать требуемые значения передаточных отношений i_1 и i_2 при заданных значениях параметров волны-амплитуды A и периода волны T_B , а также номинального значения скорости вращения электрического генератора n_{2N} .

Приведем пример расчета передаточных отношений механической передачи поплавок-волновой электростанции для двух вариантов параметров морской волны с учетом того, что при уменьшении амплитуды волны также уменьшается и период волны:

Вариант 1: Амплитуда волны $A_1 = 2,5$ м; период волны $T_{B1} = 10$ с.

Вариант 2: Амплитуда волны $A_2 = 1$ м; период волны $T_{B2} = 4$ с.

Принимаем номинальное значение скорости вращения электрического генератора $n_{2N} = 12000$ об/мин, а радиус делительной окружности шестерни $R_{ш} = 5$ см.

Решение для варианта 1: Передаточное отношение $i_1 = A_1 / (\pi R_{ш}) = 2,5 / (\pi \cdot 0,05) = 15,915$.

Скорость вращения $n_1 = 120 f_B i_1 = 120 \cdot 0,1 \cdot 15,915 = 190,98$ об/мин.

Передаточное отношение мультипликатора $i_2 = n_2 / n_1 = 12000 / 190,98 = 62,83$.

Решение для варианта 2: Передаточное отношение $i_1 = A_2 / (\pi R_{ш}) = 1,0 / (\pi \cdot 0,05) = 6,366$.

Скорость вращения $n_1 = 120 f_B i_1 = 120 \cdot 0,25 \cdot 6,366 = 190,98$ об/мин.

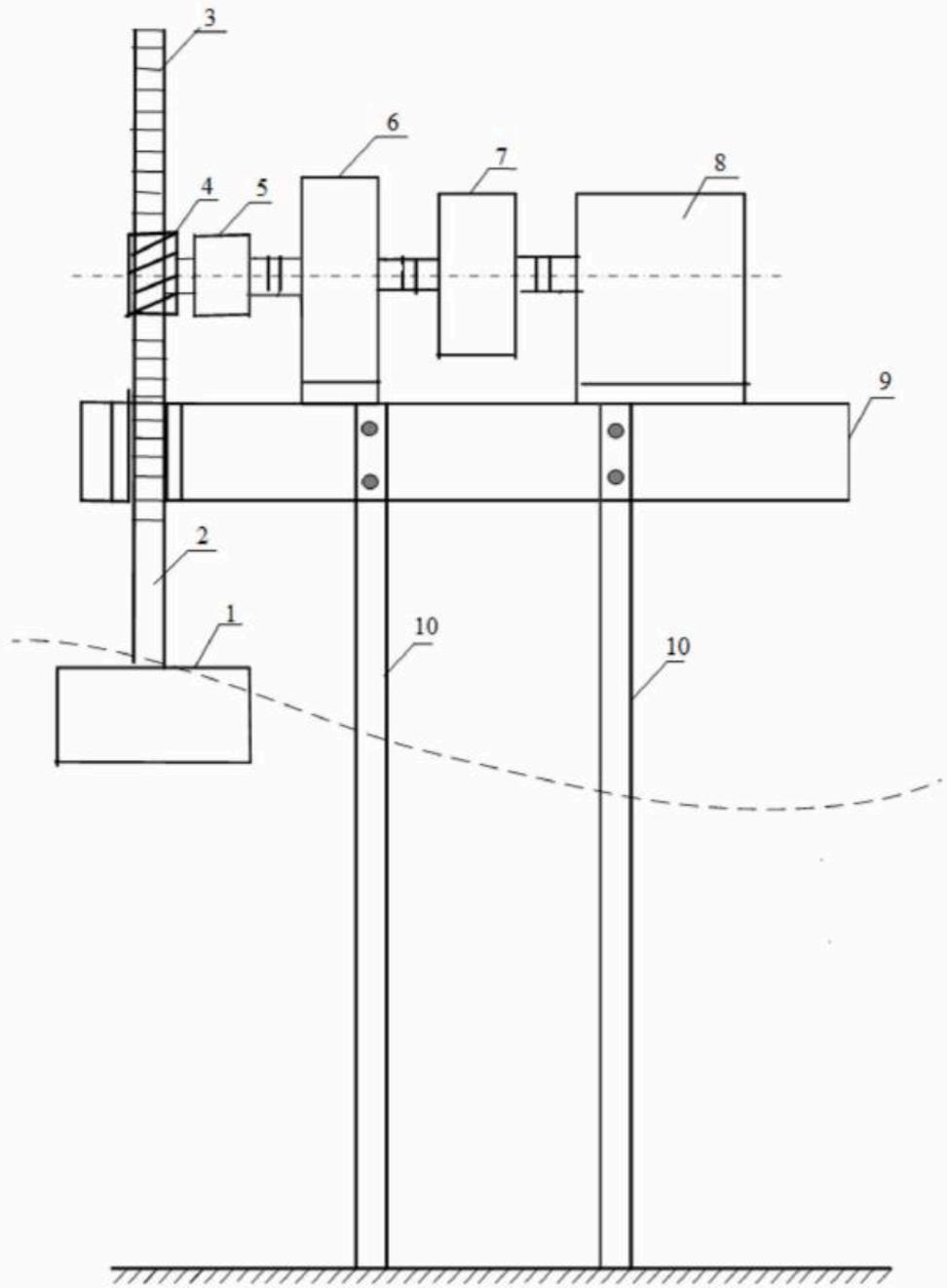
Скорость вращения $n_2 = n_1 \cdot i_2 = 62,83 \cdot 190,98 = 12000$ об/мин.

Из приведенных расчетов видно, что при уменьшении амплитуды волны в 2,5 раза и уменьшении периода волны в 2,5 раза электрический генератор работает без перерывов с прежней скоростью вращения 12000/об/мин, а значит генерирует одинаковую мощность.

Из рассмотренного выше следует, что заявляемая поплачковая волновая электростанция преобразует энергию морских волн в электрическую энергию с высоким уровнем эффективности и отличается упрощенной конструкцией, лучшими массогабаритными показателями, повышенной надежностью по сравнению с поплачковой волновой электростанцией, принятой за прототип.

Формула полезной модели

Поплачковая волновая электростанция, содержащая поплавок, электрический генератор, мультипликатор и шток, один конец которого жестко соединен с поплавком, рейку с зубьями, шестерню, причем рейка с зубьями жестко закреплена на штоке и образует с шестерней кинематическую пару «зубчатая рейка - шестерня», а также маховик, при этом выходной вал мультипликатора соединен с первым концом вала маховика, отличающаяся тем, что в устройство дополнительно введена обгонная муфта, при этом шестерня установлена на входном валу обгонной муфты, выходной вал которой соединен с входным валом мультипликатора, второй конец вала маховика соединен с валом электрического генератора, а длина рейки с зубьями равна двум максимальным амплитудам волны.



Фиг. 1