PCT

ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
Международное бюро

МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ С ДОГОВОРОМ О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (PCT)

(51) Международная классификация изобретения 5: F03B 13/18	A1	(11) Номер международной публикации: WO 91/00962 (43) Дата международной публикации: 24 января 1991 (24.01.91)

(21) Номер международной заявки: PCT/SU90/00131

(22) Дата международной подачи: 22 мая 1990 (22.05.90)

(30) Данные о приоритете:

4708041/29	6 июля 1989 (06.07.89)	SU
4752620/29	2 ноября 1989 (02.11.89)	SU

(71)(72) Заявители и изобретатели: ВАЛИЕВ Байдар Гарифович [SU/SU]; Миасс 456322, Челябинская обл., пр. Макеева, д. 41, кв. 17 (SU) [VALIEV, Baidar Garifovich, Miass (SU)]. КОЛП Альберт Яковлевич [SU/SU]; Миасс 456324, Челябинская обл., ул. Жуковского, д. 12, кв. 20 (SU) [KOLP, Albert Yakovlevich, Miass (SU)]. МАРЬИНА Наиля Байдаровна [SU/SU]; Камышлов 623530, Свердловская обл., ул. Молодогвардейская, д. 8, кв. 4 (SU) [MARINA, Nailya Baidarovna, Kamyshlov (SU)]. КОЛП Яков Альбертович [SU/SU]; Долгопрудный 141700, Московская обл., МФТИ, общежитие №3, комн. 111 (SU) [KOLP, Yakov Albertovich, Dolgoprudny (SU)].

ПЕЧЁНКИН Леонид Александрович [SU/SU]; Миасс 456322, Челябинская обл., ул. Циолковского, д. 18, кв. 60 (SU) [PECHENKIN, Leonid Alexandrovich, Miass (SU)].

(74) Агент: ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА СССР; Москва 103735, ул. Куйбышева, д. 5/2 (SU) [THE USSR CHAMBER OF COMMERCE AND INDUSTRY, Moscow (SU)].

(81) Указанные государства: AT (европейский патент), AU, BE (европейский патент), BR, CH (европейский патент), DE (европейский патент)*, DK, DK (европейский патент), ES (европейский патент), FI, FR (европейский патент), GB (европейский патент), HU, IT (европейский патент), JP, KR, LU (европейский патент), NL (европейский патент), NO, RO, SE (европейский патент), US.

Опубликована

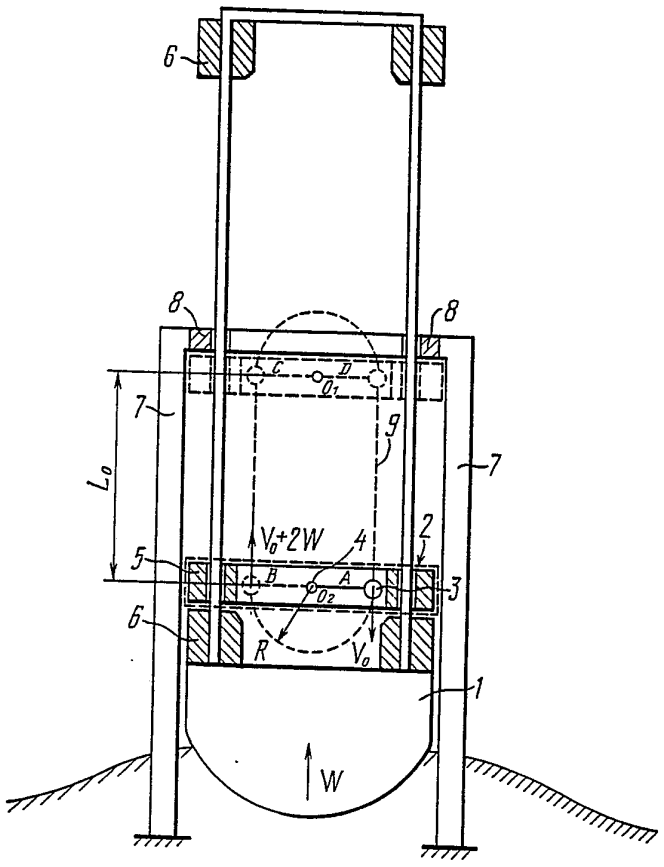
С отчетом о международном поиске.

(54) Title: METHOD AND WAVE-ENERGY INSTALLATION FOR TRANSFORMATION OF WAVE ENERGY

(54) Название изобретения: СПОСОБ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ВОЛН И ВОЛНОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Abstract

A method for transformation of wave energy is implemented by means of a wave-energy transformation installation comprising a floating device (1) in whose vicinity are mounted vertical guides (7) minimally susceptible to oscillations, and an oscillation generator (2) with unbalanced weights (3) moving with an acceleration along a given trajectory. The interaction of the oscillation generator with the floating device (1) and with the guides (7) is provided in such a manner, that at each rising and lowering movement of the floating device (1) on the wave the unbalanced weights (3) turn more than once around their axle (4), whereas the rotation axle (4) of the unbalanced weights (3) moves more than once under the influence and in the direction of influence of the floating device (1), so that at each full rotation of the unbalanced weights (3) around the axle (4) at least one movement of the axle (4) is effected, and at each change between the rising and lowering movements of the floating device (1) the movement direction of the rotation axle (4) of the unbalanced weights (3) is reversed while maintaining the energy accumulated by the unbalanced weights. The energy transfer from the unbalanced weights (3) is effected during the rising and lowering movements of the floating device (1) on the wave. The invention may be used in the power industry for effective transformation of the wave-energy into electrical energy.



* Впредь до нового объявления, указание «DE» в международных заявках с датой международной подачи до 3 октября 1990г. будет иметь эффект на территории Федеративной Республики Германии, исключая территорию бывшей ГДР.

(57) Реферат

Способ преобразования энергии волн осуществляют с помощью волновой энергетической установки, содержащей плавсредство /I/, вблизи которого установлены вертикальные направляющие /7/, минимально воспринимающие колебания волн, и имеется генератор /2/ колебаний с дебалансами /3/, перемещающимися с ускорением по заданной траектории. Взаимодействие генератора /2/ колебаний с плавсредством /I/ и направляющими /7/ осуществляется таким образом, что в каждый период подъема и опускания плавсредства /I/ на волне дебалансы /3/ больше одного раза поворачиваются вокруг своей оси /4/, а ось /4/ вращения дебалансов /3/ многократно перемещается под действием и в направлении воздействия плавсредства /I/, при этом за каждый полный поворот дебалансов /3/ вокруг оси /4/ в заданные интервалы времени осуществляют по меньшей мере одно перемещение оси /4/; а при каждой смене периодов подъема и опускания плавсредства /I/ направление перемещения оси /4/ вращения дебалансов /3/ изменяют на противоположное при сохранении дебалансами /3/ накопленной энергии. Съем энергии с дебалансов /3/ осуществляют в период подъема и опускания плавсредства /I/ на волне.

Изобретение может быть использовано в энергетике для эффективного преобразования энергии волн в электрическую энергию.

ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ

Коды, используемые для обозначения стран-членов PCT на титульных листах брошюр, в которых публикуются международные заявки в соответствии с PCT.

AT	Австрия	**ES**	Испания	**MG**	Мадагаскар
AU	Австралия	**FI**	Финляндия	**ML**	Мали
BB	Барбадос	**FR**	Франция	**MR**	Мавритания
BE	Бельгия	**GA**	Габон	**MW**	Малави
BF	Буркина Фасо	**GB**	Великобритания	**NL**	Нидерланды
BG	Болгария	**GR**	Греция	**NO**	Норвегия
BJ	Бенин	**HU**	Венгрия	**PL**	Польша
BR	Бразилия	**IT**	Италия	**RO**	Румыния
CA	Канада	**JP**	Япония	**SD**	Судан
CF	Центральноафриканская Республика	**KP**	Корейская Народно-Демократическая Республика	**SE**	Швеция
				SN	Сенегал
CG	Конго	**KR**	Корейская Республика	**SU**	Советский Союз
CH	Швейцария	**LI**	Лихтенштейн	**TD**	Чад
CM	Камерун	**LK**	Шри Ланка	**TG**	Того
DE	Германия	**LU**	Люксембург	**US**	Соединённые Штаты Америки
DK	Дания	**MC**	Монако		

СПОСОБ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ВОЛН И ВОЛНОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Область техники

Настоящее изобретение относится к преобразованию одного вида энергии в другой, а более точно - к способу преобразования энергии волн в полезный вид энергии и волновой энергетической установке для осуществления этого способа.

Предшествующий уровень техники

В настоящее время получение энергии экологически чистыми способами весьма актуально.

Существующие способы получения энергии приводят к изменению экологической обстановки планеты, в частности, тепловые электростанции приводят к загрязнению и перегреву атмосферы, атомные электростанции - к перегреву атмосферы и повышению радиационного фона, гидроэлектростанции - к отчуждению полезных площадей, пригодных для промышленного и сельскохозяйственного использования. Одним из возможных путей решения указанных проблем является использование альтернативных источников энергии, в частности, увеличение эффективности отбора энергии от морских волн в широком диапазоне их частот.

Использование традиционных принципов преобразования энергии, основанных на преобразовании колебательного движения морских волн посредством различного рода кулачково-рычажных механизмов, поплавков, гидро- и пневматических систем не позволяет, ввиду малой эффективности, создать энергетические установки с приемлемой мощностью и массо-габаритными параметрами, и использовать их для установки на существующие плавсредства.

Известны волновые энергоустановки, работающие по способу, основанному на преобразовании потенциальной энергии воды, поднятой волной, в кинетическую энергию вращения гидротурбины, взаимодействующей с электрогенератором. Подобные волновые энергоустановки реализованы, например, в двигателе, приводимом в действие энергией волн / US , A, 4I52895/.

Двигатель выполнен в виде стационарно установленного

/относительно дна моря/ сферического купола, верхняя часть которого находится на поверхности воды. Купол снабжен вертикальной шахтой /трубой / с рефракционным ковшом над ней. В нижней части шахты на вертикальном валу закреплены гидротурбина, а в верхней части на этом же валу - электрогенератор.

Принципиальная схема выработки электроэнергии описанным волновым двигателем напоминает гидроэлектростанцию, с той лишь разницей, что у последней специально создают перепад высот воды для увеличения скоростного напора. По понятным причинам перепад высот у описанного устройства целиком и полностью зависит от высоты подъема воды волной. Это обуславливает низкую эффективность устройства. Кроме того, наличие подвижных узлов, омываемых морской водой, в инженерном плане реализуемо, однако требует применения специальных материалов, стойких к коррозии, и специальных устройств, предотвращающих налипание на трущиеся поверхности морских организмов и растений.

Вышеизложенное показывает, что техническая эффективность такой установки и подобных ей гидравлических волновых энергоустановок значительно уступает технической эффективности традиционных электростанций.

Известны также волновые энергетические установки, работающие по способу, основанному на преобразовании энергии колебания плавсредств, находящихся на поверхности воды - поплавков, плотов и тому подобных устройств с помощью известных преобразующих устройств /рычажных, кривошипно-шатунных, зубчатых и реечных зацеплений/, в энергию вращения электрогенератора. Данные установки характеризуются изменением положения в пространстве механического тела относительно устройства, инертного к воздействию волн, либо совершающего движение в противофазе.

Известно устройство /US , A, 4300871/, которое использует принцип колеблющегося крыла. Устройство состоит из нескольких крыльев, колеблющихся на одной общей оси. Внутри каждого крыла размещены гироскопы, соединенные с крылом и осью. Относительное перемещение крыла и оси вызывает

усилие прецессии гироскопа, которое используется для получения электроэнергии. Способ заключается в последовательном преобразовании колебаний волн в угловые перемещения крыла, далее в прецессию гироскопа и, наконец, в полезный вид энергии.

Известные устройства, выполненные на основе "утки" Солтера / GB , A, I482085/, чувствительны к направлению движения волн. Наибольшая эффективность у устройства - когда волна набегает со стороны "носа" утки, наименьшая - при угле атаки волны 90° и более.

При этих углах атаки устройство практически не работает. Кроме того, устройство слабо реагирует на вертикальную составляющую колебаний волн, так как имеет неподвижную общую для "уток" ось. Все сказанное выше не позволяет создать эффективную волновую энергоустановку на основе "уток" Солтера.

Известны также волновые энергетические установки, работающие по способу, основанному на использовании в качестве рабочего тела воздуха, сжимаемого энергией волн и приводящего во вращение пневмотурбину, соединенную с электрогенератором. Устройства близки к системе цилиндр - поршень, при этом поршнем является вода. Типичной волновой энергетической установкой этого класса можно считать установку / US , A, 4405866/, содержащую воздушную камеру, днище которой открыто со стороны поверхности воды, и систему каналов, связывающих воздушную камеру с турбинногенераторным блоком. Последний представляет собой две турбины одного направления вращения, имеющие общий вал, соединенный с электрогенератором. Одна турбина вращает генератор при сжатии воздуха в камере установки, а вторая - при подаче атмосферного воздуха в камеру при спаде волны. Таким образом, при перемещении поверхности воды под действием волн вверх и вниз внутри воздушной камеры создаются потоки воздуха в противоположных направлениях, которые поочередно проходят через соответствующие турбины одного направления вращения.

Одной из проблем при разработке указанных установок

является создание воздушных турбин, в которых сжатие воздуха происходит циклически, а вращение турбины должно быть непрерывным. Это противоречие вынуждает использовать аккумуляторы давления, сглаживающие колебания воздуха на входе в турбину.

Однако наличие дополнительных устройств усложняет конструкцию волновой энергетической установки и ухудшает ее экономические показатели. Кроме того, гидропневматические волновые энергетические установки используют для привода турбины морской воздух, насыщенный парами морской воды с активными ионами солей, исключительно агрессивными к материалам, с которыми они находятся в непосредственном контакте при длительной эксплуатации, что приводит к преждевременному выходу из строя элементов установки.

Кроме того, описанные установки, работающие на вышерассмотренных способах, имеют низкую удельную мощность.

Известны также волновые энергетические установки, работа которых основана на принципе преобразования колебаний механизма, размещенного на плавсредстве - генератора колебаний, воспринимающего энергию колебаний волн, в электроэнергию. Особенностью волновых энергетических установок этого класса является отсутствие прямого контакта водной среды с рабочими органами энергетической установки. Накачка энергии волн в генератор колебаний установки происходит в результате взаимодействия волн только с корпусом энергетической установки, то есть с плавсредством.

Одной из таких энергетических установок является установка /JP , A, 53-24578/, включающая корпус, в центре качания которого размещена опора рычага, а сам рычаг снабжен обкатной дорожкой. По дорожке в процессе движения корпуса перемещается обкатное тело. На концах рычага установлены тяги, перемещающиеся относительно корпуса под воздействием обкатного тела. Энергия перемещения тяг преобразуется в традиционную энергию, например, электрическую. В этой установке прямолинейное движение обкатного тела преобразуется в возвратно-поступательное. Однако установки данного типа имеют низкую удельную мощность.

Известен также способ преобразования колебательного движения волн во вращательное, основанный на явлении вибрационного поддержания вращения /И.И.Блехман "Синхронизация в природе и технике", I98I, "Наука" Москва, с.I42, I43, рис.I9/, при котором вибрация оси вращения дебаланса с некоторой частотой ω может привести к тому, что дебаланс будет вращаться с частотой ω или кратно ей. Это явление названо вибрационным поддержанием вращения. Однако вибрационное вращение дебаланса будет осуществляться только, если колебания будут изменяться по гармоническому закону с заданной частотой ω . Учитывая, что движение морских волн подчиняется узкополосному случайному процессу, это затрудняет использование рассматриваемого явления для преобразования колебательного движения морских волн во вращательное из-за сложности согласования частоты вращения дебаланса с частотой колебания оси дебаланса под действием колебания морских волн.

Кроме того, этот способ является не резонансным, поэтому эффективность съема энергии в устройствах, работающих по данному способу невелика.

Вместе с тем, известно устройство /журнал "Вестник машиностроения", № II, I976, с.54,55, статья "Механизм для преобразования возвратно-поступательного движения во вращательное без жесткой кинематической связи"/, работа которого основана на явлении управляемого динамического резонанса. Условием, обеспечивающим резонанс, является создание управляемой связи между вращающимся дебалансом и источником внешних колебаний и подстройкой параметров колебаний внешней среды или частоты вращения дебаланса. Это дает возможность реализации непрерывной "перекачки" энергии колебаний во вращательное движение дебаланса.

Известен также способ преобразования возвратно-поступательного перемещения дебаланса во вращательное движение дебаланса / SU , A, I285I83/, заключающийся в дополнительном согласовании частоты вращения дебаланса с частотой колебаний его оси под действием волн, путем изменения эксцентриситета центра масс дебаланса, причем при

уменьшении частоты колебаний эксцентриситет увеличивают, а при увеличении частоты - уменьшают, и установку для его осуществления, содержащую опору, на которой размещен дебаланс с телами качения, установленный на опоре с возможностью радиального перемещения. Тела качения взаимодействуют с расположенными соосно дебалансу кольцевыми направляющими, выполненными в виде двух усеченных конусов, обращенных большими основаниями друг к другу, и имеющих на боковых поверхностях плоские участки, расположенные параллельно оси дебаланса, а также содержащее датчик параметров волны, счетно-решающий блок и механизм перемещения тел качения вдоль оси дебаланса.

Разработка такой установки, реализующей этот способ, сопряжена со значительными конструктивно технологическими трудностями.

Известен способ преобразования энергии волн на основе явления управляемого динамического резонанса, реализованный в установке / JP , A, 62-II06/, содержащей размещенный на плавсредстве генератор колебаний, имеющий два вращающихся в противофазе дебаланса и регулятор скорости, соединенный посредством валов с дебалансами, в котором синхронизируют частоту вращения дебалансов с частотой колебаний плавсредства таким образом, чтобы действие инерционных сил вращающихся дебалансов оказывалось в противофазе с колебаниями плавсредства. Причем, при уменьшении частоты колебаний плавсредства, уменьшается частота вращения дебалансов, и наоборот.

Указанный способ предполагает равенство частоты вращения дебаланса с частотой f колебаний морских волн.

То есть $f = \frac{V_o}{2\pi R}$, /I/

где: V_o - линейная скорость движения центра масс дебаланса при вращении;

R - радиус вращения центра масс дебаланса.

Откуда можно определить линейную скорость V_o движения дебаланса, при которой возможна синхронизация

$$V_o = 2\pi \cdot Rf \qquad /2/$$

Вместе с тем есть другое условие, без выполнения которого невозможно вращение дебаланса.

Для вращения дебаланса в гравитационном поле Земли необходимо, чтобы кинетическая энергия дебаланса массой M превышала потенциальную, необходимую для подъема центра масс дебаланса на высоту, равную двум радиусам R вращения его центра масс, то есть

$$\frac{M V^2}{2} \geqslant M\, 2 g R, \qquad /3/$$

откуда

$$V = /4 g R/^{1/2} \qquad /4/$$

С другой стороны, линейная скорость центра масс дебаланса при вращении должна быть равна линейной скорости вращения центра масс дебаланса при резонансе, то есть

$$2\pi R f = /4 g R/^{1/2} \qquad /5/$$

Откуда радиус R вращения центра масс дебаланса будет равен

$$R = \frac{g}{\pi^2 \cdot f^2} \qquad /6/$$

Это условие определяет габаритные размеры дебалансов генератора колебаний.

Например, оценим габариты дебаланса при интенсивности волнения моря 5 баллов:

T = 6 с - период волны / f = 1/6 Гц/;

H = 3 м - высота волны /высота волны трехпроцентной обеспеченности 2,0-3,5 м/.

$$R = \frac{9,8}{3,14^2\ /1/6/^2} = 35 \text{ м}$$

Создание дебалансов таких размеров представляет значительные технические трудности. К тому же такое увеличение размеров дебалансов ведет к существенному увеличению массы энергоустановки.

Возможно уменьшение размеров дебалансов при использовании для вращения дебалансов маховиков с предварительно накопленной механической энергией, многократно превышающей кинетическую энергию дебаланса. Это возможно в маховиках по массе, многократно превышающих массу дебалансов,

что ведет к существенному утяжелению энергетической установки и значительному снижению ее удельной мощности.

Кроме того, известен способ преобразования энергии волн с помощью размещенного на плавсредстве генератора колебаний /PCT/ SU 89/00303 /, имеющего по меньшей мере один дебаланс, установленный на оси с возможностью поворота вокруг этой оси. Ось с дебалансом поднимают над плавсредством на заданную высоту, обеспечивают свободное падение с этой высоты оси с дебалансом до касания оси с плавсредством при горизонтальном по отношению к плавсредству положении дебаланса и накоплению дебалансом энергии, затем при повороте дебаланса вокруг своей оси на 180^{0} и последующем подъеме оси с дебалансом при горизонтальном положении последнего осуществляют съем энергии, при этом свободное падение оси с дебалансом до касания с плавсредством и поворот дебаланса осуществляют в период подъема плавсредства на волне, обеспечивая в момент поворота дебаланса суммирование энергии, накопленной дебалансом при его свободном падении, с энергией волны, передаваемой через плавсредство дебалансу, а подъем оси с дебалансом на заданную высоту и размещение дебаланса в исходном положении осуществляют в период опускания плавсредства на волне, причем при уменьшении частоты колебаний плавсредства на волне высоту подъема оси с дебалансом увеличивают, а при увеличении уменьшают.

Указанный способ позволяет существенно увеличить количество накапливаемой в дебалансе энергии и довести ее до уровня 180-200 джоулей на килограмм /Дж/кг/ массы дебаланса при каждом периоде колебаний дебаланса.

Известна также волновая энергетическая установка /PCT/ SU89/00303 /, реализующая данный способ, включающая плавсредство, находящееся на плаву и раскачивающееся под действием волн, полый корпус, закрепленный на плавсредстве, в котором установлен генератор колебаний с дебалансами, электрический генератор, обеспечивающий съем энергии с дебалансов и датчик инерционный сил. Кроме того, установка содержит размещенные в корпусе вертикаль-

ные направляющие, на которых с возможностью перемещения установлен генератор колебаний, представляющий собой опору, на которой с возможностью поворота вокруг оси установлены дебалансы. Опора смонтирована на вертикальных направляющих с возможностью возвратно-поступательного перемещения по ним. Кроме того, установка снабжена механизмом фиксации и ограничения перемещения опоры, связанным с датчиком инерционных сил.

Возможен вариант выполнения волновой энергетической установки, в которой в качестве дебалансов использованы электрические генераторы, установленные на двух водилах с возможностью поворота вокруг их осей, причем продольные оси водил, закрепленных на опоре, параллельны друг другу и продольной оси опоры, а на выходных валах роторов электрических генераторов установлены муфты свободного хода и ведомые шестерни, которые кинематически связаны с шестернями, закрепленными на опоре генератора колебаний.

Такая волновая энергетическая установка, реализующая данный способ, имеет более высокий КПД, чем известные установки, однако съем энергии с дебаланса в установке осуществляется только в период подъема плавсредства на волне и не реализуется энергия падающей волны.

Раскрытие изобретения

В основу изобретения положена задача создать способ преобразования энергии волн и экологически чистую; компактную волновую энергетическую установку для его осуществления, в которых за счет изменения принципа взаимодействия плавсредства с генератором колебаний в каждый из периодов подъема и опускания плавсредства на волне и соответствующего изменения конструкции волновой энергетической установки, обеспечивалось бы увеличение количества накапливаемой энергии генератором колебаний при одновременном упрощении конструкции установки.

Поставленная задача решается тем, что в способе преобразования энергии волн с помощью размещенного на плавсредстве генератора колебаний по меньшей мере с одним

дебалансом, имеющим ось вращения, заключающемся в том, что дебалансу задают начальную скорость движения, обеспечивают движение дебаланса с ускорением по заданной траектории для накопления им энергии, включающее полный поворот дебаланса вокруг своей оси вращения при прохождении заданной траектории и перемещение оси вращения дебаланса в плоскости по существу перпендикулярной плавсредству под воздействием плавсредства в период подъема последнего на волне, а съем накопленной дебалансом энергии осуществляют в период подъема плавсредства на волне, согласно изобретению, в каждый период подъема и опускания плавсредства на волне дебаланс более одного раза поворачивается вокруг своей оси, а ось вращения дебаланса перемещают многократно под действием и в направлении воздействия плавсредства, при этом за каждый полный поворот дебаланса вокруг своей оси в заданные интервалы времени осуществляют по меньшей мере одно перемещение оси вращения дебаланса, а при каждой смене периодов подъема и опускания плавсредства на волне направление перемещения оси вращения дебаланса изменяют на противоположное при сохранении дебалансом накопленной энергии, причем съем энергии с дебаланса осуществляют дополнительно в период опускания плавсредства на волне.

Целесообразно при каждом полном повороте дебаланса вокруг своей оси однократное перемещение оси вращения дебаланса в период подъема плавсредства на волне осуществлять в интервал времени, соответствующий повороту дебаланса преимущественно на угол от 0 до 180°, а в период опускания плавсредства на волне - повороту дебаланса преимущественно на угол от 180 до 360°, при этом ось вращения дебаланса по существу неподвижна в интервал времени, соответствующий повороту дебаланса в период подъема плавсредства на волне преимущественно на угол от 180 до 360°, а в период опускания плавсредства на волне - преимущественно на угол от 0 до 180°.

Такой способ, в котором за счет многократного взаимодействия оси вращающегося дебаланса генератора колебаний с плавсредством в каждый из периодов его подъема и опус-

кания, а также сохранения при каждой смене периодов подъема и опускания плавсредства накопленной дебалансом энергии в предыдущем периоде, обеспечивает существенное увеличение запаса энергии дебалансом по сравнению с известными аналогами и прототипом, приводящее к увеличению количества снимаемой энергии с генератора колебаний.

Также поставленная задача решается тем, что волновая энергетическая установка для осуществления способа преобразования энергии волн, содержащая плавсредство, находящееся на плаву и раскачивающееся под действием волн, раму, закрепленную на плавсредстве в плоскости по существу перпендикулярной плавсредству и ограниченную сверху и снизу упорами, генератор колебаний, на подвижной опоре которого установлены дебалансы с возможностью вращения вокруг своей оси в плоскости по существу перпендикулярной плавсредству, и закрепленный на раме с возможностью возвратно-поступательного перемещения по ней в плоскости по существу перпендикулярной плавсредству, а также электрический генератор для съема энергии с дебалансов, согласно изобретению, снабжена по меньшей мере одной направляющей, установленной вблизи плавсредства по существу перпендикулярно последнему и минимально воспринимающей колебания волн, и на направляющей с возможностью перемещения в плоскости перпендикулярной раме, установлено средство для ограничения перемещения подвижной опоры генератора колебаний, делящее расстояние между упорами на раме по существу пополам.

Такое конструктивное выполнение волновой энергетической установки позволяет при воздействии плавсредства на генератор колебаний обеспечить многократное перемещение подвижной опоры генератора колебаний с установленными на ней осями вращения дебалансов, в результате чего накопление энергии дебалансами осуществляется при каждом повороте дебаланса вокруг своей оси. При этом, средства для ограничения перемещения подвижной опоры, установленные на вертикальных направляющих, минимально воспринимающие колебания волн, периодически взаимодействуя с подвижной опорой, позволяют в оба периода подъема и опускания сохранить при смене пе-

риодов подъема и опускания плавсредства на волне накопленную дебалансом энергию в предыдущем периоде. Такое конструктивное выполнение волновой энергетической установки, в которой накопление и съем энергии осуществляется как в период подъема, так и в период опускания плавсредства на волне, позволяет существенно увеличить по сравнению с известными техническими решениями количество энергии, снимаемой с генератора колебаний.

Также поставленная задача решается тем, что волновая энергетическая установка для осуществления способа преобразования энергии волн, содержащая плавсредство, находящееся на плаву и раскачивающееся под действием волн, генератор колебаний, разъемно соединенный с плавсредством, возвратно-поступательно перемещающийся относительно него в плоскости по существу перпендикулярной плавсредству и имеющий подвижную опору, на которой с возможностью поворота вокруг осей установлены дебалансы, а также электрический генератор для съема энергии с дебалансов, согласно изобретению, она снабжена по меньшей мере двумя вертикальными направляющими, охватывающими плавсредство, установленными в плоскости по существу перпендикулярной плавсредству и контактирующими с водной средой при минимальном восприятии колебаний волн, причем между вертикальными направляющими с возможностью возвратно-поступательного перемещения по ним установлен генератор колебаний, и кроме того имеется средство для ограничения перемещения подвижной опоры генератора колебаний, включающее по меньшей мере два гидравлических цилиндра, соединенных с подвижной опорой генератора колебаний, поршень одного из которых соединен с плавсредством, а поршень другого - с вертикальными направляющими, и полости каждого гидравлического цилиндра соединены золотниковым распределителем, кинематически связанным с осями вращения дебалансов.

Такое конструктивное выполнение волновой энергетической установки позволяет накапливать энергию дебалансами при каждом повороте дебалансов вокруг своей оси. При этом средство для ограничения перемещения подвижной опоры, пе-

риодически осуществляющее фиксацию и разъединение подвижной опоры с плавсредством и с вертикальными направляющими минимально воспринимающими колебания волн, позволяет по существу исключить прямолинейные участки траектории движения дебалансов при взаимодействии оси вращения дебалансов с плавсредством, и повысить частоту вращения дебалансов и число взаимодействий подвижной опоры генератора колебаний с плавсредством, при сохранении после каждой смены периодов подъема и опускания плавсредства на волне энергии, накопленной дебалансами в предыдущем периоде.

Такое конструктивное выполнение волновой энергетической установки, осуществляющей накопление и съем энергии как в период подъема,так и в период опускания плавсредства на волне, позволяет существенно увеличить по сравнению с известными техническими решениями количество энергии, снимаемой с генератора колебаний.

Краткий перечень чертежей

В дальнейшем изобретение поясняется на примерах выполнения со ссылками на прилагаемые чертежи, на которых:

фиг.I,2,3,4,5,6 схематично изображает волновую энергетическую установку, поясняющую способ преобразования волн;

фиг.7 - один из возможных вариантов выполнения волновой энергетической установки, согласно изобретению;

фиг.8 - разрез УШ-УШ фиг.7;

фиг.9 - еще один из возможных вариантов выполнения волновой энергетической установки.

Лучшие варианты осуществления изобретения

Способ преобразования энергии волн в полезный вид энергии заключается в том, что на плавсредстве I /фиг.I/ размещают генератор 2 колебаний /на чертеже показан пунктирными линиями/ с дебалансом 3, установленным с возможностью поворота вокруг собственной оси 4. Ось 4 установлена на подвижной опоре 5, которая имеет возможность возвратно-поступательного перемещения относительно неподвижной опоры 6; а в водной среде размещают по меньшей мере две вертикальные направляющие 7 с возможностью минимального

восприятия колебаний волн и взаимодействующие с генератором 2 колебаний. Кроме того, на направляющих 7 устанавливают средство 8 для ограничения перемещения подвижной опоры 5 генератора колебаний.

Рассмотрим физические процессы, происходящие при преобразовании энергии волн в кинетическую энергию вращения дебаланса 3.

Средство 8 для периодического ограничения подвижной опоры выдвинуто.

Согласно изобретению, ось 4 /фиг.I/ с дебалансом 3 поднимают над плавсредством I на заданную высоту L_o /то есть задают дебалансу 3 энергию для начального движения/ и подвижная опора 5 упирается в средство 8, при этом дебаланс 3 располагают горизонтально по отношению к плавсредству I. В этом положении потенциальная энергия дебаланса 3 равна

$$E_p = M \cdot g \cdot L_o \quad , \qquad /7/$$

где: M - масса дебаланса 3;

g - ускорение свободного падения тела.

В момент подъема на волне плавсредства I обеспечивают свободное падение дебаланса 3 с высоты L_o до касания подвижной опоры 5 с неподвижной опорой 6, установленной на плавсредстве I /положение дебаланса 3 показано сплошной линией А/. При падении дебаланса 3 с высоты L_o происходит накопление энергии дебалансом 3. При этом накопленная потенциальная энергия дебаланса 3 переходит в кинетическую энергию $E_к$, равную

$$E_к = E_I = \frac{M V_o^2}{2} \qquad /8/$$

где: V_o - начальная линейная скорость центра масс дебаланса 3, равная

$$V_o = /2L_o \cdot g \quad /^{I/2},$$

E_I - величина энергии дебаланса 3, перед началом его поворота вокруг оси 4 /линия А/,

В связи с тем, что плавсредство I совместно с неподвижной опорой 6 движется со скоростью W навстречу падаю-

щему дебалансу 3, его линейная скорость V_1 в момент касания неподвижной опоры 6 с осью 4 будет равна

$$V_1 = V_o + W \qquad /I0/$$

С этой же скоростью начинается поворот дебаланса 3 вокруг оси 4 по радиусу R. При повороте дебаланса 3 вокруг своей оси 4 на угол от 0 до $I80^o$, под воздействием плавсредства I, поднимающегося на волне, осуществляется перемещение оси 4 вращения дебаланса 3, дебаланс 3 занимает горизонтальное положение с противоположной по отношению к оси 4 стороны /пунктирная линия В положения дебаланса 3/. Учитывая, что неподвижная опора 6 с плавсредством I движутся со скоростью W, абсолютная линейная скорость V_2 центра масс дебаланса 3 будет равна

$$V_2 = V_o + 2W \qquad /II/$$

Величина энергии E_2 дебаланса 3 после перехода его из одного горизонтального положения /сплошная линия А/ в другое горизонтальное положение /пунктирная линия В/, будет равна

$$E_2 = \frac{M/V_o + 2W/^2}{2} \qquad /I2/$$

Суммированная энергия E_3, накопленная дебалансом 3 при его свободном падении до касания подвижной опоры 5 с плавсредством I с энергией волны, передаваемой через плавсредство I дебалансу 3, при его повороте вокруг своей оси 4 на $I80^o$, будет равна

$$E_3 = \frac{M/V_o + 2W/^2 - M V_o^2}{2}, \qquad /I3/$$

откуда

$$E_3 = 2M W / V_o + W / \qquad /I4/$$

Далее за счет сил инерции обеспечивается подъем оси 4 с дебалансом 3 при горизонтальном положении последнего до контакта подвижной опоры 5 генератора 2 колебаний со средством 8 ограничения его перемещения вверх.

В связи с тем, что плавсредство I продолжает подниматься вверх, а средство 8 органичения движения генератора 2 колебаний остается неподвижным расстояние L_o между верхним и нижним положением /O_I, O_2/ оси 4 вращения деба-

ланса 3 уменьшается. При этом, за счет уменьшения длины прямолинейных участков движения центра масс дебаланса 3 сокращается время полного поворота дебаланса 3 вокруг своей оси 4, то есть возрастает частота вращения дебаланса 3 вокруг своей оси 4, а следовательно и общее число оборотов дебаланса за период подъема плавсредства I на волне.

По достижении подвижной опорой 5 с дебалансом 3 средства 8 ограничения движения подвижной опоры 5 /пунктирная линия С/, дебаланс 3 за счет сил инерции поворачивается на угол от I80 до 360° вокруг оси 4 и занимает исходное положение с противоположной по отношению к оси 4 стороны /пунктирная линия Д/, откуда вновь начинается его падение.

Таким образом, за время подъема плавсредства I на волне цикл, включающий перемещение оси 4 вращения дебаланса 3 под воздействием плавсредства I, подъем оси 4 вращения дебаланса 3 на заданную высоту, размещение дебаланса 3 в исходном положении и последующее его падение повторяют многократно. При этом центр масс дебаланса 3 двигается по данной траектории 9.

Найдем изменение скорости центра масс дебаланса 3 и энергии дебаланса 3 при уменьшении расстояния L между верхним и нижним положением O_1 и O_2 оси 4 вращения дебаланса 3 в верхней и нижней точках поворота дебаланса 3 за период подъема плавсредства I на волне. Максимальное значение L соответствует амплитуде L_o колебания плавсредства I. Поскольку при каждом цикле поворота дебаланса 3 на угол от 0 до I80° дебаланс 3 получает приращение скорости за счет перемещения оси 4 дебаланса 3 под воздействием плавсредства I, равное $\Delta V = 2W$, а при каждом цикле поворота дебаланса 3 на угол от I80 до 360° скорость центра масс дебаланса 3 не изменяется, то изменение скорости центра масс дебаланса 3 будет пропорционально числу поворотов дебаланса 3 на угол от 0 до 360° за период подъема плавсредства I:

$$dv = 2W \cdot \frac{Vdt}{2L} \qquad /I5/$$

Используя связь между скоростью подъема плавсредства I и расстоянием между точками O_I и O_2 поворота дебаланса 3, имеем

$$W = - \frac{dL}{dt}, \qquad /I6/$$

$$\frac{dv}{dt} = - \frac{dL}{L} \qquad /I7/$$

Интегрируя уравнение /I7/, получим уравнение для скорости и кинетической энергии дебаланса 3

$$\frac{V}{V_o} = \frac{L_o}{L} \qquad /I8/$$

$$\frac{E}{E_o} = / \frac{L_1}{L} /^2 \qquad /I9/$$

где: L_o - начальное /максимальное/ расстояние между верхним и нижним положением оси 4 вращения дебаланса 3;

V_o - начальная скорость центра масс дебаланса 3;

E_o - начальная кинетическая энергия дебаланса 3.

Отсюда следует, что при достаточно большом уменьшении расстояния между верхним и нижним положением оси 4 вращения дебаланса 3 /$L << L_o$/, энергия E дебаланса 3 может достичь весьма большой величины /$E \gg E_o$/.

При последующем спаде фронта волны направление движения плавсредства I меняется на противоположное. Плавсредство I опускается вниз со скоростью W и расстояние между верхним и нижним положением оси 4 дебаланса 3 начинает увеличиваться. Это может привести к обратной передаче энергии от дебаланса 3 к плавсредству I.

Для исключения этого отрицательного эффекта в момент подъема дебаланса 3 /фиг.2/ вверх, средство 8 для ограничения перемещения подвижной опоры 5 с дебалансом 3 убирается, и подвижная опора 5 с дебалансом 3 при горизонтальном положении последнего поднимается вверх до достижения подвижной опорой 5 генератора 2 колебаний верхней неподвижной опоры 6 плавсредства I /пунктирная линия E/.

После достижения подвижной опорой 5 неподвижной опоры 6 дебаланс 3 за счет сил инерции поворачивается на угол

от I80 до 360° вокруг оси 4 и занимает исходное положение с противоположной по отношению к оси 4 стороны /сплошная линия F/, откуда вновь начинается его падение.

В связи с тем, что неподвижная опора 6 вместе с плавсредством I опускается вниз со скоростью W , то центр масс дебаланса 3, к моменту занятия исходного положения /сплошная линия F/ получает приращение скорости $\Delta V = 2W$.

К моменту поворота дебаланса 3 вокруг оси 4 на угол от I80 до 360° средство 8 для ограничения перемещения подвижной опоры 5 выдвигается. В результате чего подвижная опора 5 генератора 2 колебаний после свободного падения упирается в средство 8 для ограничения перемещения подвижной опоры 5 /пунктирная линия G /

Далее дебаланс 3 за счет сил инерции поворачивается на угол от 0 до I80° вокруг оси 4 и занимает горизонтальное положение с противоположной по отношению оси 4 стороны /пунктирная линия J /.

В связи с тем, что плавсредство I с неподвижной опорой 6 продолжает опускаться вниз, а средство 8 для ограничения перемещения подвижной опоры 5 генератора 2 колебаний не воспринимает колебаний волн, то расстояние L_0 между верхним и нижним положением оси 4 дебаланса 3 уменьшается.

Далее дебаланс 3 из горизонтального положения /пунктирная линия J / под воздействием сил инерции начинает двигаться вверх до контакта подвижной опоры 5 генератора 2 колебаний с неподвижной опорой 6 /пунктирная линия E/.

Таким образом, за время опускания плавсредства I цикл подъема оси 4 с дебалансом 3 на заданную высоту, размещение дебаланса 3 в исходном положении и его падение повторяются многократно. При этом центр масс дебаланса 3 движется по замкнутой траектории I0.

Таким образом при каждой смене периодов подъема и опускания плавсредства I на волне дебаланс 3 генератора 2 колебаний будет сохранять энергию, накопленную в предыдущем периоде, и последовательно накапливать энергию при каждом последующем перемещении оси 4 вращения дебаланса 3 под

воздействием плавсредства I как в период подъема, так и в период опускания последнего на волне.

Эффективность предложенного технического решения можно проиллюстрировать на конкретном примере при следующих исходных параметрах. Массу M дебаланса 3 выбирают равной I000 кг, радиус R вращения центра масс дебаланса 3 на оси 4 равны I м, начальное расстояние между верхним и нижним положением оси 4 дебаланса 3 равное 5 м, конечное расстояние между верхним и нижним положением оси 4 дебаланса 3 равное 2 м. Исходную линейную скорость центра масс дебаланса 3, при достижении которой начинается съем энергии с дебаланса 3, причем равной 50 м/с, а среднюю высоту подъема волны при интенсивности волнения моря 5 баллов - равной 3 м.

Величину накопленной дебалансом 3 энергии для одного периода подъема плавсредства I на волне определим из соотношения /I9/

$$E_0 = \frac{M V_0^2}{2} = \frac{I \cdot I0^3 /50/^2}{2} = I,25\ I0^6 \text{ Дж},$$

$$\frac{L_0}{L} = \frac{5}{2} = 2,5,$$

$$E = E_0 / \frac{L_0}{L} /^2 = I,25 \cdot I0^6 \cdot /2,5/^5 = 7,8 \cdot I0^6 \text{ Дж}$$

Тогда величина энергии накопленной дебалансом 3 за оба периода /подъема и опускания/ плавсредства I на волне удвоится и составит

$$2E = 2 \cdot 7,8 \cdot I0^6 = I5,6 \cdot I0^6 \text{ Дж}$$

Таким образом, из приведенных материалов и аналитических соотношений видно, что использование эффекта многократного перемещения оси 4 вращения дебаланса 3 под действием плавсредства I в заданные интервалы времени в каждый период подъема и опускания плавсредства I на волне, позволяет существенно увеличить по сравнению с известными решениями величину накапливаемой энергии. А изменение направления перемещения оси 4 вращения дебаланса 3 на противоположное,

при каждой смене периодов подъема и опускания плавсредства I на волне, позволяет сохранить накопленную дебалансом 3 энергию в предыдущем периоде и обеспечить увеличение количества энергии, снимаемой с генератора 2 колебаний.

Другой вариант реализации способа преобразования энергии волн в полезный вид энергии заключается в том, что на плавсредстве I /фиг.3/ размещают генератор 2 колебаний /на чертеже показан пунктирными линиями/, с дебалансом 3, установленным на подвижной опоре 5 с возможностью вращения вокруг оси 4. А в водной среде вне плавсредства I размещают по меньшей мере две вертикальные направляющие 7 с возможностью минимального восприятия колебаний волн и взаимодействующие с генератором 2 колебаний. Кроме того, на вертикальных направляющих и плавсредстве I устанавливают соответственно механизм II и I2 фиксации подвижной опоры 5 для периодического соединения и разъединения подвижной опоры 5 с вертикальными направляющими 7 и плавсредством I.

Рассмотрим физические процессы, происходящие при преобразовании энергии волн в кинетическую энергию движения дебаланса 3 при перемещении оси 4 вращения дебаланса 3 под воздействием плавсредства I и соответствующую ему схему накопления энергии /фиг.3,4,5,6/.

Согласно изобретению, центру масс дебаланса 3 задают начальную скорость V_0 движения.

Затем в период подъема плавсредства I на волне /фиг.3/, в момент начала поворота дебаланса 3 на угол от 0° /сплошная линия К/ до 180°, механизмом I2 фиксации подвижной опоры 5 фиксируют подвижную опору 5 на плавсредстве I, и одновременно механизмом II фиксации разъединяют жесткую механическую связь подвижной опоры 5 с вертикальными направляющими 7. В результате произведенных действий подвижная опора 5 с плавсредством I поднимается вверх со скоростью подъема плавсредства I на волне, равной W. При этом линейная скорость центра масс дебаланса 3 возрастает на величину 2 /описано ранее/ и становится равной величине $V_0 + 2W$ при повороте дебаланса 3 на угол 180° /пунктирная линия N /.

При дальнейшем повороте дебаланса 3 /фиг.4/ вокруг

оси 4 на угол от I80° до 360° в момент начала поворота /сплошная линия U / механизмом I2 фиксации разъединяют жесткую механическую связь подвижной опоры 5 с плавсредством I и одновременно механизмом II фиксации фиксируют подвижную опору 5 на вертикальных направляющих 7.

В результате произведенных действий в данном временном интервале исключается совместное движение подвижной опоры 5 с плавсредством I и передаче энергии от вращающегося дебаланса 3 обратно плавсредству I.

Вследствие того, что подвижная опора 5 в данный временной интервал зафиксирована на вертикальных направляющих 7, которые установлены в водной среде с возможностью минимального восприятия колебаний волн, дебаланс 3 поворачивается вокруг оси 4 на угол от I80 до 360° /пунктирная линия P/ с постоянной скоростью равной $V_o + 2W$.

При дальнейшем повороте дебаланса 3 на угол от 0 до I80° и далее на угол от I80 до 360° все описанные выше операции и их последовательность повторяются многократно.

Таким образом, за период подъема плавсредства I на волне дебаланс 3 совершает многократные полные повороты вокруг оси 4, которая многократно перемещается под воздействием плавсредства I, при этом линейная скорость центра масс дебаланса 3 получает приращения за каждый полный поворот и достигает величины, равной $V = V_o + 2W \cdot n$,

где: n - число полных поворотов дебаланса 3 вокруг оси 4.

В период опускания плавсредства I /фиг.5/ на волне процесс накопления энергии дебалансом 3 осуществляют аналогично.

Так, в момент начала поворота дебаланса 3 на угол от 0 /сплошная линия S / до I80° механизмом II фиксации, фиксируют подвижную опору 5 на вертикальных направляющих 7 и одновременно механизмом I2 фиксации разъединяют жесткую механическую связь подвижной опоры 5 с плавсредством I.

В результате произведенных действий в данном временном интервале исключается совместное движение подвижной опоры 5 с плавсредством I и передача энергии от вращаю-

щегося дебаланса 3 обратно плавсредству I.

Вследствие того, что подвижная опора 5 в данном временном интервале зафиксирована на вертикальных направляющих 7, которые установлены в водной среде с возможностью минимального восприятия колебаний волн, дебаланс 3 поворачивается вокруг оси 4 на угол от I80 до 360° /пунктирная линия T/ с постоянной скоростью, равной. $V_o = V_o + 2Wn$.

При дальнейшем повороте дебаланса 3 /фиг.6/ на угол от I80 до 360° вокруг оси 4 в момент начала поворота /сплошная линия Q/ механизмом I2 фиксации подвижной опоры 5 фиксируют подвижную опору 5 на плавсредстве I и одновременно механизмом II фиксации разъединяют жесткую механическую связь подвижной опоры 5 с вертикальными направляющими 7.

В результате произведенных действий подвижная опора 5 с плавсредством I в данном временном интервале опускается вниз со скоростью опускания плавсредства I, равной W При этом линейная скорость центра масс дебаланса 3 возрастает на величину 2W и становится равной $V + 2W$.

Таким образом, при многократном повторении этих операций при каждом повороте дебаланса 3 на угол от 0 до 360° линейная скорость центра масс дебаланса 3 возрастает на величину $2W$. Суммарное приращение линейной скорости центра масс дебаланса 3 за один период подъема или опускания плавсредства I составит величину

$$\Delta V = 2nW \quad , \qquad /20/$$

где: n – число оборотов дебаланса 3 вокруг оси 4 за один период подъема или опускания плавсредства I на волне.

Величина накапливаемой дебалансом 3 энергии при этом составит

$$E = E_K - E_O \quad , \qquad /2I/$$

где: $E_C = \frac{MV_o^2}{2}$ – начальная кинетическая энергия дебаланса 3;

$E_K = \frac{M(V_o + 2W \cdot n)^2}{2}$ – конечная кинетическая энергия дебаланса 3; M – масса дебаланса 3.

Откуда $\Delta E = \frac{M(V_o + 2Wn)^2}{2} - \frac{MV_o^2}{2} =$

$$= 2M \cdot W \cdot n (V_o + Wn) \qquad /22/$$

Представленный вариант реализации способа преобразования энергии волн позволяет под воздействием плавсредства I осуществлять перемещения оси 4 дебаланса 3 строго в заданные интервалы времени, соответствующие определенным участкам траектории 9,I0' /фиг.3,4,5,6/ движения дебаланса 3 вокруг оси 4, что позволило исключить прямолинейные участки траектории 9,I0 движения центра масс дебаланса 3, а значит сократить время полного оборота дебаланса 3 вокруг оси 4, и увеличить по сравнению с известными техническими решениями частоту вращения дебаланса 3. Это в свою очередь приводит к увеличению числа перемещений оси 4 вращения дебаланса 3 на расчетных участках траектории движения дебаланса 3 вокруг оси 4, под воздействием плавсредства I, и к увеличению количества накапливаемой энергии дебалансом 3 генератора 2 колебаний, и соответственно к увеличению снимаемой энергии с генератора 2 колебаний в каждый период подъема и опускания плавсредства I на волне.

В представленных выше схемах преобразования энергии волн во вращательное движение дебаланса для упрощения понимания физических процессов рассмотрение производилось на примере одного дебаланса. Однако следует отметить, что осуществление способа преобразования энергии волн с помощью размещенного на плавсредстве I генератора 2 колебаний, имеющего один дебаланс /особенно большой массы/, может привести к нарушению равновесия плавсредства, в связи с чем используется четное число дебалансов, движущихся по заданной траектории, и вращающиеся в противофазе друг с другом, при этом каждая последующая пара дебалансов будет повышать устойчивость плавсредства. Поэтому в дальнейшем при описании конструкций волновых энергетических установок выбирается четное число дебалансов.

В случае использования в генераторе колебаний трех дебалансов, массу двух дебалансов из них выбирают равной массе третьего дебаланса, причем свободное падение и подъем на заданную высоту дебаланса с большей массой осуществляют близко к синхронному с двумя другими дебалансами, а поворот

дебаланса с большей массой вокруг оси осуществляют в противофазе с двумя другими дебалансами.

В дальнейшем рассмотрим конкретные варианты волновых энергетических установок, реализующих данные способы.

Волновая энергетическая установка, согласно изобретению, содержит плавсредство I /фиг.7/, находящееся на плаву и раскачивающееся под действием волн. На плавсредстве I в плоскости перпендикулярной ему закреплена рама I3, на которой с возможностью возвратно-поступательного перемещения в плоскости перпендикулярной плавсредству I установлен генератор 2 колебаний. Генератор 2 колебаний выполнен в виде подвижной опоры 5, перемещающейся по вертикальным стенкам рамы I3, и двух дебалансов 3, установленных на оси 4 с возможностью вращения. На раме I3 в ее верхней и нижней частях расположены неподвижные относительно рамы I3 упоры 6а, ограничивающие перемещение подвижной опоры 5 генератора 2 колебаний. Кроме того,установка снабжена двумя вертикальными направляющими 7, установленными в плоскости перпендикулярной плавсредству I, охватывающими плавсредство I, с размещенной на плавсредстве рамой I3. Рама I3 перемещается по направляющим 7 в плоскости перпендикулярной плавсредству I. Вертикальные направляющие 7 при установке их на движущихся судах закрепляются с помощью приспособлений, обеспечивающих минимальное восприятие колебаний волн, а в стационарных волновых энергетических установках направляющие 7 непосредственно закрепляются в грунте. Направляющие 7 снабжены средством 8 для ограничения перемещения подвижной опоры 5 генератора 2 колебаний, представляющих собой упоры, установленные на направляющих 7 с возможностью перемещения в плоскости, перпендикулярной плоскости рамы I3, при этом упоры средств 8 установлены на расстоянии по существу равном половине высоты рамы I3. Перемещение упоров средств 8 осуществляется с помощью механизма I4. Волновая энергетическая установка содержит также водило I5, установленное соосно с рамой I3. Водило I5 с двух сторон подпружинено относительно рамы I3 пружинами I6,I7 и имеет пазы I8 /фиг.8/ для перемещения оси 4 дебалансов 3 совместно

с подвижной опорой 5 в этих пазах I8 относительно рамы I3. Пазы I8 водила I5 в верхней и нижней части имеют опорные поверхности I9,20, периодически контактирующие с осью 4 вращения дебалансов 3 в крайнем верхнем и нижнем положениях подвижной опоры 5. Причем, в период подъема плавсредства I на волне, с осью 4 контактирует опорная поверхность 20, а в период опускания плавсредства I на волне, с осью 4 контактирует опорная поверхность I9. Длину паза I8 водила I5 выбирают такой, что при перемещении подвижной опоры 5, ось 4 вращения дебалансов 3 контактирует с опорными поверхностями 20,I9, в периоды подъема и опускания плавсредства I на волне соответственно, раньше, чем подвижная опора 5 контактирует с неподвижными упорами 6а /на фигуре 8 опорные поверхности I9,20 изображены в своих крайних положениях/.

Посредством водила I5, подпружиненного относительно рамы I3 пружинами I6,I7, передается возвратно-поступательное движение линейному электрическому генератору 2I, размещенному на плавсредстве I, и осуществляется съем энергии с дебалансов 3, при этом величина перемещения водила I5 выбирается в соответствии с технической характеристикой генератора 2I.

Работа волновой энергетической установки осуществляется следующим образом.

Генератор 2 колебаний /фиг.7/ с дебалансами 3 в горизонтальном положении устанавливают над упорами средства 8 для ограничения перемещения подвижной опоры 5. В момент подъема плавсредства I на волне убирают упоры средства 8 и генератор 2 колебаний начинает свободное падение вниз по раме I3. При касании подвижной опорой 5 нижнего упора 6а дебалансы 3, продолжая движение, поворачиваются вокруг оси 4 на угол от 0 до $I80^{0}$. За указанный интервал времени поворота дебалансов 3 плавсредство I, поднимаясь на волне, посредством упора 6а перемещает подвижную опору 5 с осью 4 вращения дебалансов 3 со скоростью W вверх, при этом дебалансы 3 получают приращение энергии, и линейная скорость центра масс дебалансов 3 увеличивается.

Затем дебалансы 3 вместе с подвижной опорой 5 за счет сил инерции начинают подниматься вверх, сохраняя при этом свое горизонтальное положение. В этот момент упоры средства 8 выдвигаются из направляющих 7. При достижении подвижной опорой 5 упоров средства 8, дебалансы 3 за счет остаточной кинетической энергии поворачиваются вокруг оси 4 на угол от 180 до 360°, и при горизонтальном положении дебалансов 3, вновь начинают движение вниз. Поскольку направляющие 7 не воспринимают колебания волн, то линейная скорость центра масс дебаланса 3 в этот интервал времени не изменяется. По достижении подвижной опорой 5 нижнего упора 6а, дебалансы 3 вновь поворачиваются вокруг оси 4 на угол от 0 до 180°, при этом ось 4 вращения дебалансов 3 вновь перемещается под воздействием плавсредства 1, поднимающегося на волне вверх, и вновь увеличивается линейная скорость центра масс дебалансов 3.

Число циклов и величина накопленной энергии в дебалансы 3 за период подъема плавсредства 1 определяется линейной скоростью движения по траектории центра масс дебалансов 3, и скоростью W подъема плавсредства 1 на волне.

В момент смены периодов подъема и опускания плавсредства 1 на волне, за счет поступления управляющего сигнала с датчика инерционных сил /на чертеже не показан/ на механизм 14, упоры средства 8 убираются, в результате чего подвижная опора 5 с дебалансами 3 при их горизонтальном положении поднимается вверх. По достижении подвижной опорой 5 верхних упоров 6а рамы 13, дебалансы 3 за счет кинетической энергии поворачиваются вокруг оси 4 на угол от 180 до 360°, при этом ось 4 дебалансов 3 под воздействием плавсредства 1 в период опускания последнего на волне перемещается вниз, дебалансы 3 получают приращение энергии и линейная скорость центра масс дебалансов 3 увеличивается. Далее дебалансы 3, при горизонтальном положении, начинают движение вниз. В этот момент упоры средства 8 выдвигаются.

При касании подвижной опорой 5 упоров средства 8 дебалансы 3, продолжая движение, поворачиваются вокруг оси 4 на угол от 0 до 180°.

Поскольку направляющие 7 не воспринимают колебания волн, то линейная скорость центра масс дебаланса 3 в этот интервал времени не изменяется.

Затем дебалансы 3 вместе с подвижной опорой 5 за счет сил инерции начинают подниматься снова вверх, сохраняя при этом свое горизонтальное положение. По достижении подвижной опорой 5 верхних упоров 6а рамы I3, дебалансы 3 за счет кинетической энергии поворачиваются вновь вокруг оси 4 на угол от I80 до 360°, при этом ось 4 совместно с дебалансами 3 вновь перемещается под воздействием плавсредства I вниз и дебалансы 3 вновь получают приращение энергии.

Далее дебалансы 3, при горизонтальном положении, вновь начинают движение вниз. Таким образом, дебалансы 3 в период опускания плавсредства I на волне многократно ускоряются и накапливают энергию аналогично периоду подъема плавсредства I на волне.

Процесс накопления энергии в дебалансах 3 продолжают до тех пор, пока линейная скорость центра масс дебалансов 3 не достигнет величины, при которой начинается съем энергии с дебалансов 3. Передача возвратно-поступательного движения генератору 2I посредством водила I5 осуществляется следующим образом. В период подъема плавсредства I на волне при падении подвижной опоры 5 вниз, ось 4, перемещаясь в пазах I8, контактирует с опорной поверхностью 20 и перемещает водило I5 относительно рамы I3 вниз. Такое совместное движение водила I5 и оси 4 происходит до контакта подвижной опоры 5 с неподвижным упором 6а /фиг.7/ рамы I3, при этом пружина I6 сжимается, а пружина I7 растягивается /величина перемещения водила I5 определяется технической характеристикой генератора 2I /фиг.8/. После поворота дебалансов на угол от 0 до I80°, подвижная опора 5 с осью 4 и дебалансами 3 поднимается вверх, при этом пружины I6,I7, возвращаясь в исходное положение, поджимают опорную поверхность 20 водила I5 к оси 4 и перемещают водило I5 вверх совместно с осью 4 до начального положения водила I5. Пружины I6,I7 обеспечивают заданное положение водила I5 относительно рамы I3 при отсутствии контакта водила I5 через опорную поверх-

ность 20 с осью 4. При последующем падении подвижной опоры 5 вниз, цикл перемещения водила I5 относительно рамы I3 повторяется.

В период опускания плавсредства I на волне упоры средства 8 убираются, и подвижная опора 5 поднимается вверх, при этом ось 4, перемещаясь в пазах I8, контактирует с опорной поверхностью I9, и перемещает водило I5 вверх относительно рамы I3 до контакта подвижной опоры 5 с верхним неподвижным упором 6а, при этом пружина I7 сжимается, а пружина I6 растягивается.

После поворота дебалансов на угол от I80 до 360^{o} подвижная опора 5 падает вниз, а пружины I6,I7, возвращаясь в исходное положение, поджимают опорную поверхность I9 к оси 4, и водило I5 перемещается совместно с осью 4 до начального положения водила I5.

В каждый из периодов подъема и опускания плавсредства I на волне осуществляется передача возвратно-поступательного движения водила I5 генератору 2I, и осуществляется съем энергии с вращающихся дебалансов 3 с преобразованием ее в электрический ток.

Таким образом волновая энергетическая установка для осуществления способа преобразования энергии волн:

- позволяет использовать направляющие 7 /фиг.7/ и упор средства 8 для осуществления многократного перемещения оси 4 дебалансов 3 под воздействием плавсредства I в направлении воздействия последнего в каждый из периодов подъема и опускания плавсредства I на волне, для изменения направления перемещения оси 4 вращения дебалансов 3 при смене периодов подъема и опускания плавсредства I на волне, с сохранением накопленной дебалансом 3 энергии в предыдущем периоде, для обеспечения перемещения оси 4 вращения дебалансов 3 в заданные промежутки времени, что приводит к существенному накоплению энергии дебалансами 3;

- позволяет использовать датчик инерционных сил и механизм I4 для реализации динамического резонанса генератора 2 колебаний с колебаниями плавсредства I, обеспечивая максимальный съем энергии с волновой энергетической уста-

новки.

Возможен еще один вариант выполнения волновой энергетической установки для осуществления способа преобразования энергии волн.

Волновая энергетическая установка, согласно изобретению, содержит плавсредство I /фиг.9/, находящееся на плаву и раскачивающееся под действием волн, а также по меньшей мере две вертикальных направляющих 7, установленных в плоскости перпендикулярной плавсредству I, охватывающих плавсредство I и скрепленных между собой в верхней части перекладиной 22. Вертикальные направляющие 7 при установке их на судах закрепляются с помощью приспособлений, обеспечивающих минимальное восприятие колебаний волн, а для стационарных волновых энергетических установок закрепляются непосредственно в грунте. Между направляющими 7 с возможностью возвратно-поступательного перемещения по ним установлена подвижная опора 23 генератора 24 колебаний /на фигуре показан пунктирной замкнутой линией/. На подвижной опоре 23 установлены валы 25 и 26 с закрепленными на них дебалансами 27 и 28 и зубчатыми колесами 29,30, находящимися в зацеплении. Дебалансы 27,28 установлены таким образом, что полный поворот вокруг своих осей O_5, O_6 и O_7, O_8 вращения совместно с зубчатыми колесами 29,30 могут осуществлять только в противофазе. Волновая энергетическая установка содержит размещенное на генераторе 24 колебаний средство для ограничения перемещения подвижной опоры 23 генератора 24 колебаний по направляющим 7, которое выполнено в виде двух гидравлических цилиндров 31,32 с поршнями 33,34 и штоками 35,36 соответственно. Гидравлические цилиндры 31,32 соединены с подвижной опорой 23. Поршень 33 гидравлического цилиндра 31 посредством штока 35 кинематически соединен с перекладиной 22 направляющих 7, а поршень 34 гидравлического цилиндра 32 посредством штока 36кинематически соединен с плавсредством I.

Полости "а" и "в" гидравлического цилиндра 31, разделенные поршнем 33, соединены между собой гидравлической

магистралью 37, в которую включен золотниковый распределитель 38. Золотниковый распределитель 38 размещен на подвижной опоре 23. Гидравлическая магистраль 37 на входе в золотниковый распределитель 38 разделяется на две параллельные гидравлические магистрали 39,40, а на выходе за золотниковым распределителем 38, соединена гидравлическими магистралями 41, 42 с поворотным вентилем-переключателем 43. По углу поворота вала 25 вход магистрали 39 относительно входа магистрали 40 в золотниковый распределитель 38 сдвинут на 180°. Вентиль-переключатель 43 предназначен для изменения направления движения жидкости на магистрали 41 или по магистрали 42 и имеет два положения поворота /на фигуре второе положение показано пунктирными линиями/.

Полости "c" и "d" гидравлического цилиндра 32, разделенные поршнем 34, соединены между собой гидравлической магистралью 44, в которую включен золотниковый распределитель 45. Золотниковый распределитель 45 размещается на подвижной опоре 23. Гидравлическая магистраль 44 на входе в золотниковый распределитель 45 разделяется на две параллельные гидравлические магистрали 46,47, а на выходе за золотниковым распределителем 45 соединена гидравлическими магистралями 48,49 с поворотным вентилем-переключателем 50. По углу поворота вала 25 вход магистрали 46 относительно входа магистрали 47 в золотниковый распределитель 45 сдвинут на 180°. Вентиль-переключатель 50 предназначен для изменения направления движения жидкости по магистрали 49 или по магистрали 48 и имеет два положения поворота /на фигуре второе положение показано пунктирными линиями/.

Золотниковые распределители 38 и 45 кинематически связаны с валом 25, а повторные вентили-переключатели 43,50 связаны со следящим за колебаниями плавсредства 1 устройством 51 управляющей связью 52 /на фигуре показана пунктирными линиями/. Для осуществления съема энергии с вращающихся дебалансов 27,28, закрепленных на валах 25 и 26, волновая энергетическая установка снабжена генератором 53 электрического тока, размещенного на перекладине 22 вертикальных направляющих 7 и соединенного кинематической связью

54 /на фигуре показана пунктирными линиями/ с валом 25.

Работа волновой энергетической установки осуществляется следующим образом.

Установку предварительно заполняют рабочим телом-жидкостью и устанавливают таким образом, чтобы при незначительном волнении водной поверхности подвижная опора 23 генератора 24 колебаний находилась по существу на равноудаленном расстоянии от плавсредства I и перекладины 22 направляющих 7.

Плавсредство I раскачивается под действием волн. Затем валы 25,26 с зубчатыми колесами 29,30, находящимися в зацеплении дебалансами 27,28 и золотниковыми распределителями 38 и 45, раскручивают до частоты вращения более, чем один оборот на 360° за время периода подъема или опускания плавсредства I на волне. /Устройство для раскрутки валов 25,26 на фигуре 9 не показано/. При этом, в период подъема плавсредства I, положение поворотных вентилей-переключателей 43,50 соответствует положению, показанному на фигуре 9. При повороте дебалансов 27,28 в интервале времени на угол от 0 до 180° вокруг осей O_5O_6 и O_7O_8 вращения, что соответствует нижней полуокружности траектории центров масс дебалансов 27,28, посредством вала 25 поворачиваются золотниковые распределители 38,45 на угол от 0 до 180°. При этом, золотниковый распределитель 38, в соответствии с указанным на фигуре 9 положением поворотного вентиля-переключателя 43 в указанный интервал времени открывает магистраль 37 для свободного перетекания рабочего тела /жидкости/ по магистралям 41,39 из нижней полости "в" гидравлического цилиндра 31 в его верхнюю полость "а", а золотниковый распределитель 45, в соответствии с указанным на фигуре 9 положением вентиля-переключателя 50 в тот же интервал времени закрывает магистраль 44 для движения жидкости по магистралям 47,49 и 46,48. Рабочее тело /жидкость/ из одной полости "с" гидравлического цилиндра 32 в другую полость " d " не имеет возможности перетекать. Между плавсредством I и подвижной опорой 23 генератора 24 колебаний с размещенными на ней вращающимися в противофазе дебалансами 27,28 устанавливается жесткая механическая связь /используется фи-

зическое свойство несжимаемости жидкости как рабочего тела/. Плавсредство I, поднимаясь на волне, через шток 36, поршень 34 гидравлического цилиндра 32 взаимодействует с подвижной опорой 23 и перемещает подвижную опору 23 совместно с осями $0_5 0_6$ и $0_7 0_8$ вращения валов 25,26 и дебалансов 27,28 вверх по направляющим 7 в течение этого интервала времени поворота дебалансов 27,28, при этом дебалансы 27,28 получают приращение энергии и центры масс дебалансов 27,28 увеличивают свою линейную скорость на величину 2 -удвоенной скорости подъема плавсредства I.

В тот же интервал времени, одновременно с установлением жесткой механической связи между плавсредством I и подвижной опорой 23, жесткая механическая связь между подвижной опорой 23 и направляющими 7 устраняется, поскольку магистраль 37 открыта для перетекания жидкости по магистралям 41,39 из нижней полости "b " гидравлического цилиндра 31 в его верхнюю полость "a". При этом взаимодействие штока 35, поршня 33 с перекладиной 22 направляющих 7 не препятствует перемещению подвижной опоры 23 совместно с плавсредством I вверх по направляющим 7.

В период подъема плавсредства I на волне, в интервал времени поворота дебалансов 27,28 на угол от 180 до 360° вокруг осей $0_5 0_6$ и $0_7 0_8$ вращения, что соответствует верхней полуокружности траектории центров масс дебалансов 27, 28, посредством вала 25 поворачиваются золотниковые распределители 38,45 на угол от 180 до 360°. При этом золотниковый распределитель 38 в соответствии с указанным на фигуре 9 положением поворотного вентиля-переключателя 43, в указанный интервал времени закрывает магистраль 37 для перетекания жидкости по магистралям 41,39,40,42 из нижней полости " b " гидравлического цилиндра 31 в его верхнюю полость "a", а золотниковый распределитель 45, в соответствии с указанным на фигуре 9 положением вентиля-переключателя 50, в тот же интервал времени открывает магистраль 44 для свободного перетекания жидкости по магистралям 49,47 из верхней полости "c" гидравлического цилиндра 32 в его нижнюю полость " d ". Между подвижной опорой 23 генератора

24 колебаний с размещенными на ней вращающимися в противофазе дебалансами 27,28 и перекладиной 22 направляющих 7 устанавливается жесткая механическая связь, а между плавсредством I и подвижной опорой 23 жесткая механическая связь отсутствует. Ввиду того, что направляющие 7 установлены в водной среде с возможностью минимального восприятия колебаний волн, при повороте дебалансов 27,28 в этот же интервал времени оси $0_5 0_6$, $0_7 0_8$ вращения дебалансов 27,28 остаются неподвижными относительно направляющих 7, дебалансы 27,28 не взаимодействуют с плавсредством I и не теряют своей энергии.

Плавсредство I в интервал времени поворота дебалансов 27,28 на угол от I80 до 360° свободно перемещается вверх относительно направляющих 7, поскольку взаимодействуя со штоком 36, поршень 34 гидравлического цилиндра 32 не воздействует на подвижную опору 23. Жидкость, при перемещении поршня 34 совместно с плавсредством I, свободно перетекает из верхней полости "с" гидравлического цилиндра 32 в нижнюю полость " d " по магистралям 37,49, 47.

Такой цикл ускорения вращения дебалансов 27,28 при их дальнейшем повороте осуществляется в течение всего периода подъема плавсредства I на волне, причем независимо от частоты вращения дебалансов 27,28 посредством вала 25 золотниковых распределителей 38,45, дебалансы 27,28 управляют процессом многократного приращения своей скорости и накоплением энергии вращения.

При смене периодов подъема и опускания плавсредства на волне, когда возможна обратная передача энергии от дебалансов 27,28 плавсредству I, следящее за колебаниями плавсредства I устройство 5I, посредством управляющей связи 52 /на фигуре 9 показана пунктирными линиями/, осуществляет поворот вентилей-переключателей 43,50 в направлении стрелок, указанных на фигуре 9, до положения, указанного на фигуре 9 пунктирными линиями.

В период опускания плавсредства I на волне, в интервале времени поворота дебалансов 27,28 на угол от 0 до

180° вокруг осей $0_5 0_6$ и $0_7 0_8$ вращения, что соответствует нижней полуокружности траектории центров масс дебалансов 27,28 посредством вала 25 золотниковые распределители 38,45 поворачиваются на угол от 0 до 180°.

При этом золотниковый распределитель 38 в соответствии с указанным на фигуре 9 положением поворотного вентиля-переключателя 43 /на фигуре 9 указано пунктирными линиями/ закрывает магистраль 37 для движения жидкости по магистралям 39,41 и 40,42, а золотниковый распределитель 45, в соответствии с указанным на фигуре 9 положением поворотного вентиля-переключателя 50 /на фигуре 9 указано пунктирными линиями/, открывает магистраль 44 для свободного перетекания жидкости по магистралям 46,48 из нижней полости " d " гидравлического цилиндра 32 в его верхнюю полость "c". Между подвижной опорой 23 генератора 24 колебаний с размещенными на ней вращающимися в противофазе дебалансами 27,28 и перекладиной 22 направляющих 7 устанавливается жесткая механическая связь, а между плавсредством I и подвижной опорой 23 жесткая механическая связь отсутствует. Поскольку направляющие 7 установлены в водной среде с возможностью минимального восприятия колебания волн, то в интервале времени поворота дебалансов 27, 28 на угол от 0 до 180°, оси $0_5 0_6$, $0_7 0_8$ вращения дебалансов 27,28 остаются неподвижными относительно направляющих 7, и дебалансы 27,28 не взаимодействуют с плавсредством I и не теряют своей энергии.

Плавсредство I в указанный интервал времени поворота дебалансов 27,28 на угол от 0 до 180° свободно перемещается вниз относительно направляющих 7, поскольку жидкость при перемещении поршня 34 штока 36 совместно с плавсредством I свободно перетекает из нижней полости " d " гидравлического цилиндра 32 в его верхнюю полость "c" по магистралям 44,46,48.

В период опускания плавсредства I на волне, в интервал времени поворота дебалансов 27,28 на угол от 180 до 360° вокруг осей $0_5 0_6$ и $0_7 0_8$ вращения, что соответствует

верхней полуокружности траектории центра масс дебалансов 27,28, посредством вала 25, золотниковые распределители 38,45 поворачиваются на угол от 180 до 360°. При этом золотниковый распределитель 38, в соответствии с указанным на фигуре 9 положением поворотного вентиля-переключателя 43 /на фигуре 9 показано пунктирными линиями/, в указанный интервал времени открывает магистраль 37 для свободного перетекания жидкости по магистралям 37,40,42 из верхней полости "a" гидравлического цилиндра 31 в его нижнюю полость " b ", а золотниковый распределитель 45, в соответствии с указанным на фигуре 9 положением вентиля-переключателя 50 /на фигуре 9 показано пунктирными линиями/, в тот же интервал времени закрывает магистраль 44 для движения жидкости по магистралям 46,48 из нижней полости " d " гидравлического цилиндра 32 в его верхнюю полость "c". Между подвижной опорой 23 генератора 24 колебаний с размещенными на ней вращающимися в противофазе дебалансами 27,28 и плавсредством I устанавливается жесткая механическая связь, а между перекладиной 22, направляющими 7 и подвижной опорой 23 жесткая механическая связь отсутствует. Плавсредство I, опускаясь на волне, через шток 36, поршень 34 гидравлического цилиндра 32 взаимодействует с подвижной опорой 23 и перемещает подвижную опору 23 совместно с осями O_5O_6 и O_7O_8 вращения валов 25,26 и дебалансов 27,28 вниз по направляющим 7 в течение интервала времени поворота дебалансов 27,28 на угол от 180 до 360°, при этом дебалансы 27, 28 получают приращение энергии, и центр масс дебалансов 27, 28 увеличивает свою линейную скорость на величину 2 W удвоенной скорости опускания плавсредства I. При этом взаимодействие штока 35, поршня 33 с перекладиной 22 направляющих 7 не препятствует перемещению подвижной опоры 23 совместно с плавсредством I вниз по направляющим 7, поскольку магистраль 37 открыта для перетекания жидкости по магистралям 40,42 из верхней полости "a" гидравлического цилиндра 31 в его нижнюю полость " b ".

Такой цикл ускорения вращения дебалансов 27,28 при их дальнейшем повороте осуществляется на всем периоде опуска-

ния плавсредства I на волне. При каждой смене периодов подъема и опускания плавсредства I на волне следящее за колебаниями плавсредства I устройство 5I посредством управляющей связи 52 осуществляет поворот вентилей-переключателей 43,50, тем самым обеспечивается изменение направления воздействия на оси $0_5 0_6$, $0_7 0_8$ дебалансов 27,28 и накопление энергии вращения в дебалансах 27,28 в каждом периоде подъема и опускания плавсредства I.

Съем энергии с дебалансов 27,28 осуществляется при достижении расчетной скорости вращения дебалансов 27,28 генератором 53 электрического тока посредством кинематической связи генератора 53 с валом 25 отбора мощности, в любой из периодов подъема или опускания плавсредства I на волне.

Таким образом, волновая энергетическая установка для осуществления способа преобразования энергии волн:

- позволяет использовать направляющие 7 для обеспечения многократного взаимодействия вращающихся дебалансов 27,28 с плавсредством I как в период подъема, так и в период опускания плавсредства I на волне, что приводит к дополнительному существенному накоплению энергии на дебалансах 27,28;

- позволяет использовать устройство 5 с поворотными вентилями-переключателями 43,50 для реализации динамического резонанса генератора 24 колебаний с колебаниями плавсредства I, обеспечивая максимальный съем энергии с волновой энергетической установки;

- позволяет использовать средства для ограничения перемещения подвижной опоры 23 в виде гидравлических цилиндров 3I,32 с поршнями 33,34 штоками 35,36, кинематически связанными как с плавсредством I, так и с направляющими 7 для увеличения числа оборотов дебалансов 27,28, при каждом цикле подъема и опускания плавсредства I, что приводит к дополнительному накоплению энергии на дебалансах 27,28;

- позволяет использовать золотниковые распределители 38,45, кинематически связанные с валом 25 для управления процессом многократного приращения энергии дебалансов 27, 28 независимо от частоты вращения дебалансов 27,28 в каж-

дый из периодов подъема и опускания плавсредства на волне, что обеспечивает высокую скорость накопления энергии на дебалансах 27,28.

Таким образом, предлагаемый способ преобразования энергии волн и волновые энергетические установки позволяют более эффективно преобразовывать энергию морских волн в электрическую с высоким КПД. Предлагаемая волновая энергетическая установка экологически чиста, не происходит дополнительного теплового нагрева атмосферы и загрязнения водных пространств планеты.

Изобретение позволяет создавать мощные морские и океанские волновые электростанции с подачей электроэнергии на берег или использования ее для обеспечения энергоемких производств на морских предприятиях /например, для выработки водорода, метанола, высокочистых металлов, или получения расплавленных солей /электролитов/ галогенидов лития/.

Предлагаемые волновые энергетические установки большой мощности могут быть использованы как энергоустановки для движителя судов.

Промышленная применимость

Изобретение может найти применение на всех видах водного транспорта, а также на специально спроектированных плавсредствах любого водоизмещения и класса для получения энергии от морских волн в широком диапазоне их частот.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

I. Способ преобразования энергии волн с помощью размещенного на плавсредстве /I/ генератора /2,24/ колебаний по меньшей мере с одним дебалансом /3,27,28/, имеющим ось /4, $0_5 0_6$, $0_7 0_8$/ вращения, заключающийся в том, что дебалансу /3,27,28/ задают начальную скорость движения, обеспечивают движение дебаланса /3,27,28/ с ускорением по заданной траектории /9,I0, 9,I0/ для накопления им энергии, включающее полный поворот дебаланса /3,27,28/ вокруг своей оси /4, $0_5 0_6$, $0_7 0_8$/ вращения при прохождении заданной траектории /9,I0/ и перемещение оси /4, $0_5 0_6$, $0_7 0_8$/ вращения дебаланса /3,27,28/ в плоскости по существу перпендикулярной плавсредству /I/ под воздействием плавсредства /I/ в период подъема последнего на волне, а съем накопленной дебалансом /3,27,28/ энергии осуществляют в период подъема плавсредства /I/ на волне, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что в каждый период подъема и опускания плавсредства /I/ на волне дебаланс /3,27,28/ больше одного раза поворачивается вокруг своей оси /4, $0_5 0_6$, $0_7 0_8$/, а ось /4, $0_5 0_6$, $0_7 0_8$/ вращения дебаланса /3,27,28/ перемещают многократно под действием и в направлении воздействия плавсредства /I/, при этом за каждый полный поворот дебаланса /3,27,28/ вокруг своей оси /4, $0_5 0_6$, $0_7 0_8$/ в заданные интервалы времени осуществляют по меньшей мере одно перемещение оси /4, $0_5 0_6$, $0_7 0_8$/ вращения дебаланса /3,27,28/, а при каждой смене периодов подъема и опускания плавсредства /I/ на волне направление перемещения оси /4, $0_5 0_6$, $0_7 0_8$/ вращения дебаланса /3,27,28/ изменяют на противоположное при сохранении дебалансом /3,27,28/ накопленной энергии, причем съем энергии с дебаланса /3,27,28/ осуществляют дополнительно в период опускания плавсредства /I/ на волне.

2. Способ преобразования энергии волн по п.I, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что при каждом полном повороте дебаланса /3,28,27/ вокруг своей оси /4, $0_5 0_6$, $0_7 0_8$/ однократное перемещение оси /4, $0_5 0_6$, $0_7 0_8$/ вращения дебаланса /3,27,28/ в период подъема плавсредства /I/ на волне осуществляют в интервал времени, соответствующий повороту дебаланса /3,27,28/ преимущественно на угол от 0 до 180°

а в период опускания плавсредства /I/ на волне - повороту дебаланса /3,27,28/ преимущественно на угол от I80 до 360°, при этом ось /4, $0_5 0_6$, $0_7 0_8$/ вращения дебаланса /3,27,28/ по существу неподвижна в интервал времени, соответствующий повороту дебаланса /3,27,28/ в период подъема плавсредства /I/ на волне преимущественно на угол от I80 до 360°, а в период опускания плавсредства /I/ на волне - преимущественно на угол от 0 до I80°.

3. Волновая энергетическая установка для осуществления способа преобразования энергии волн, содержащая плавсредство /I/, находящееся на плаву и раскачивающееся под действием волн, раму /I3/, закрепленную на плавсредстве в плоскости по существу перпендикулярной плавсредству /I/ и ограниченную сверху и снизу упорами /6а/, генератор /2/ колебаний, на подвижной опоре /5/ которого установлены дебалансы /3/ с возможностью вращения вокруг своей оси /4/ в плоскости по существу перпендикулярной плавсредству /I/, и закрепленный на раме /I3/ с возможностью возвратно-поступательного перемещения по ней в плоскости по существу перпендикулярной плавсредству /I/, а также электрический генератор /2I/ для съема энергии с дебалансов /3/, о т л и ч а ю щ а я с я тем, что она снабжена по меньшей мере одной направляющей /7/, установленной вблизи плавсредства /I/ по существу перпендикулярно последнему и минимально воспринимающей колебания волн, и на направляющей /7/ с возможностью перемещения в плоскости перпендикулярной раме /I3/ установлено средство /8/ для ограничения перемещения подвижной опоры /5/ генератора /2/ колебаний, делящее расстояние между упорами /6а/ на раме /I3/ по существу пополам.

4. Волновая энергетическая установка для преобразования энергии волн, содержащая плавсредство /I/, находящееся на плаву и раскачивающееся под действием волн, генератор /24/ колебаний, разъемно соединенный с плавсредством /I/, возвратно-поступательно перемещающийся относительно него в плоскости по существу перпендикулярной плавсредству /I/ и имеющий подвижную опору /23/, на которой с возможностью поворота вокруг осей /$0_5 0_6$, $0_7 0_8$/ установлены деба-

лансы /27,28/, а также электрический генератор /53/ для съема энергии с дебалансов /27,28/, о т л и ч а ю щ а я - с я тем, что она снабжена по меньшей мере двумя вертикальными направляющими /7/, охватывающими плавсредство /I/, установленными в плоскости по существу перпендикулярной плавсредству /I/ и контактирующими с водной средой при минимальном восприятии колебаний волн, причем между вертикальными направляющими /7/ с возможностью возвратно-поступательного перемещения по ним установлен генератор /24/ колебаний, и кроме того имеется средство для ограничения перемещения подвижной опоры генератора колебаний, включающее по меньшей мере два гидравлических цилиндра /3I,32/, соединенных с подвижной опорой /23/ генератора /24/ колебаний, поршень /34/ одного из которых соединен с плавсредством /I/, а поршень /33/ другого - с вертикальными направляющими /7/ и полости каждого гидравлического цилиндра /3I,32/ соединены золотниковым распределителем /38,45/ кинематически связанным с осями /$0_5 0_6$, $0_7 0_8$/ вращения дебалансов /27,28/.

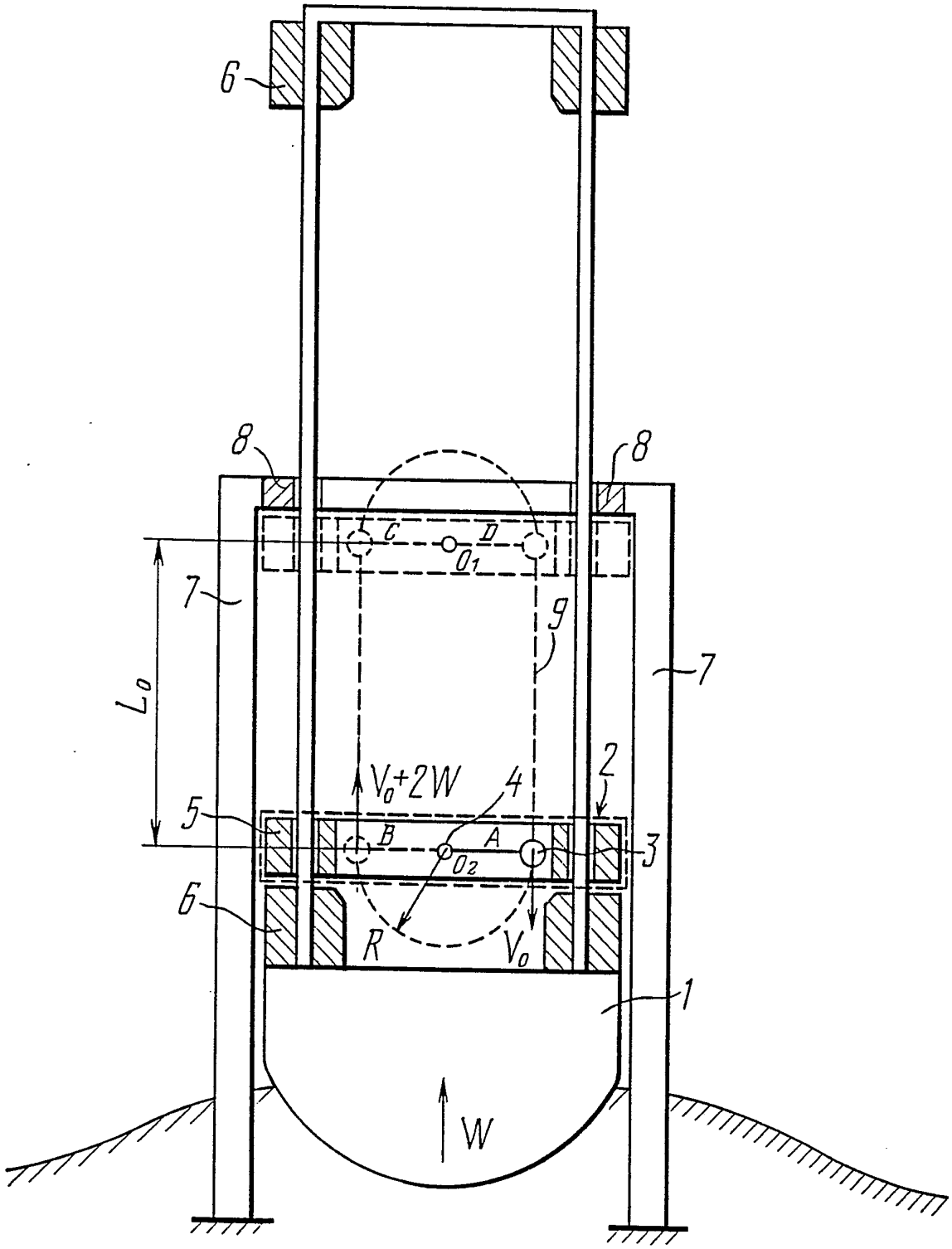


FIG. 1

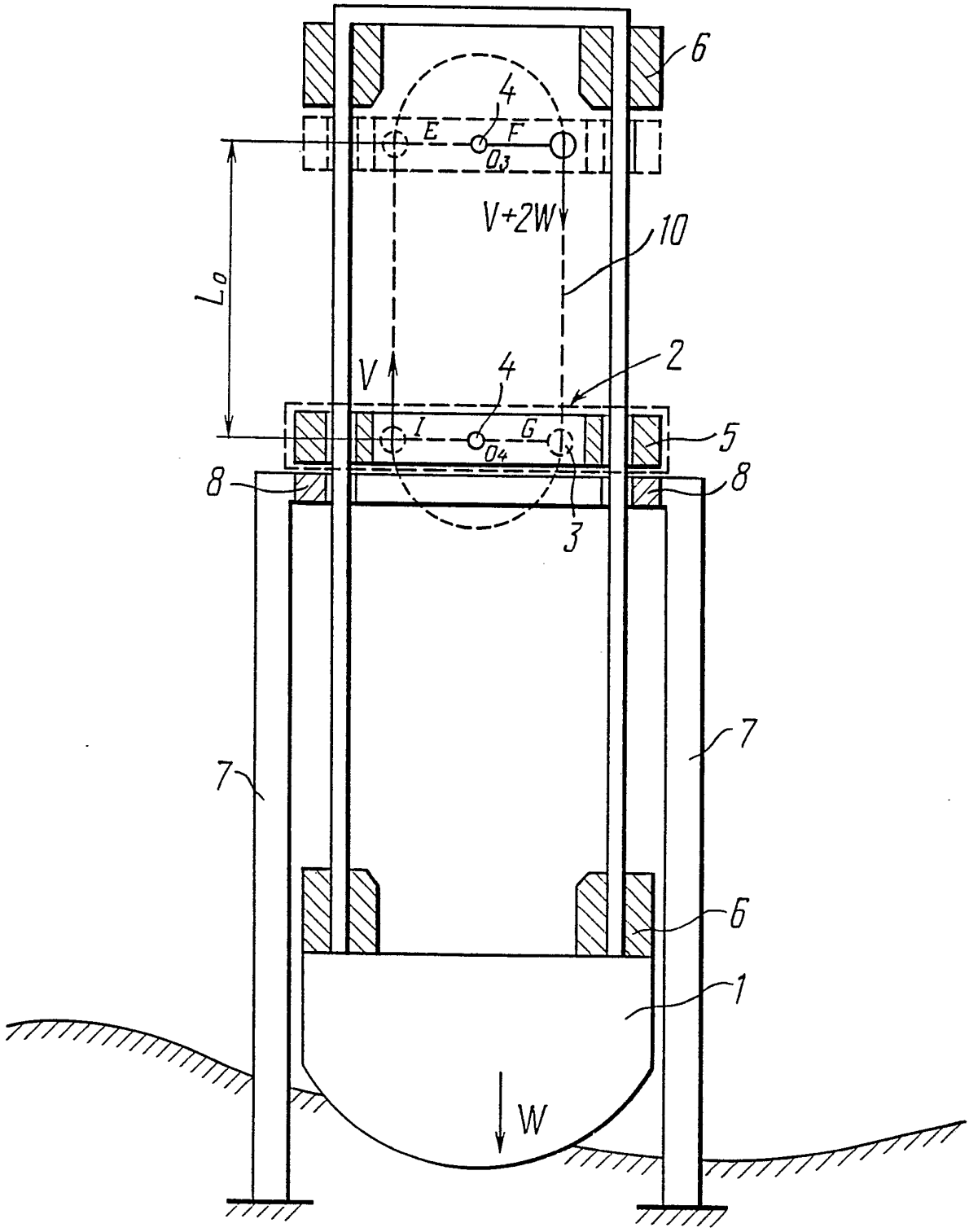


FIG. 2

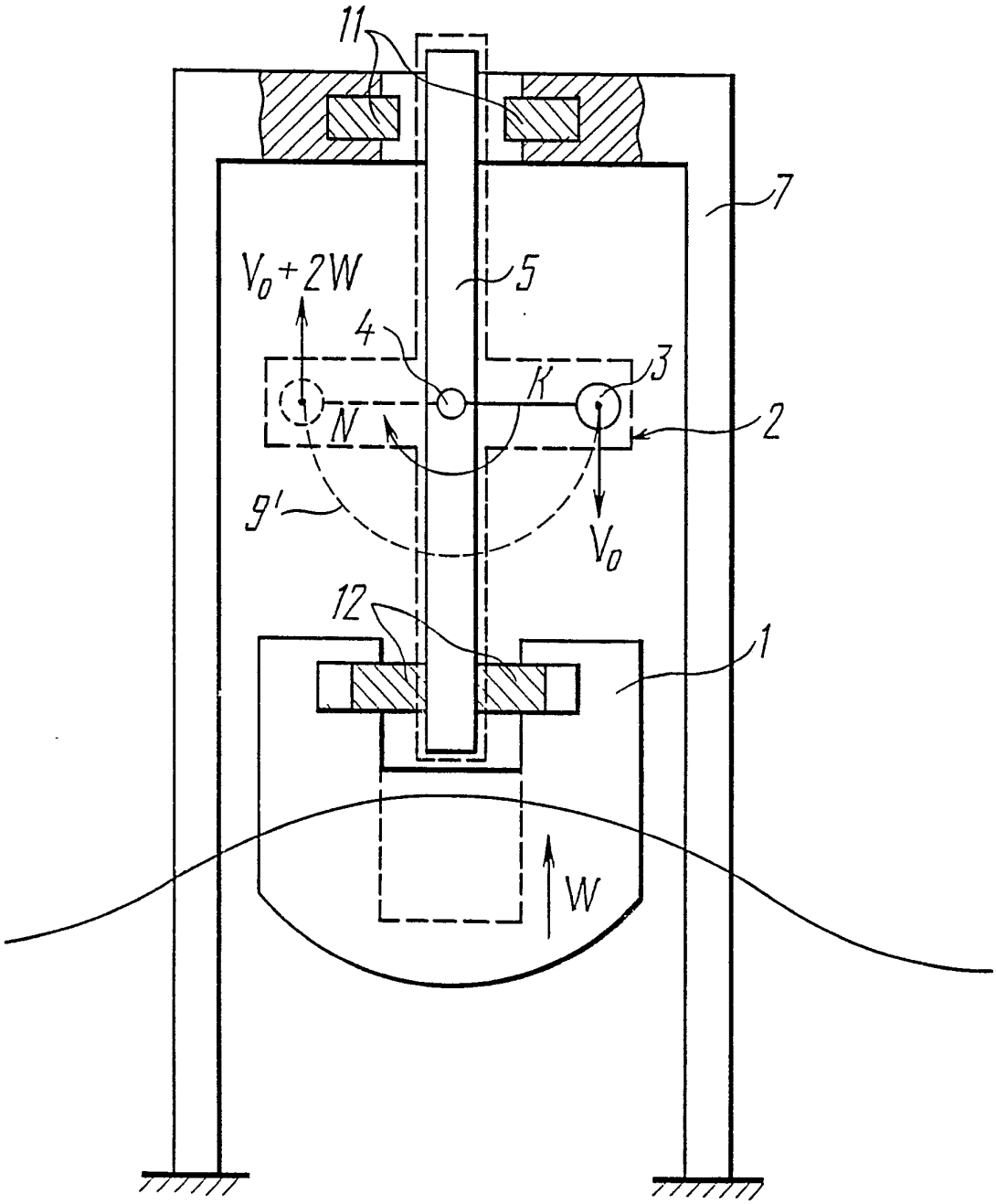


FIG. 3

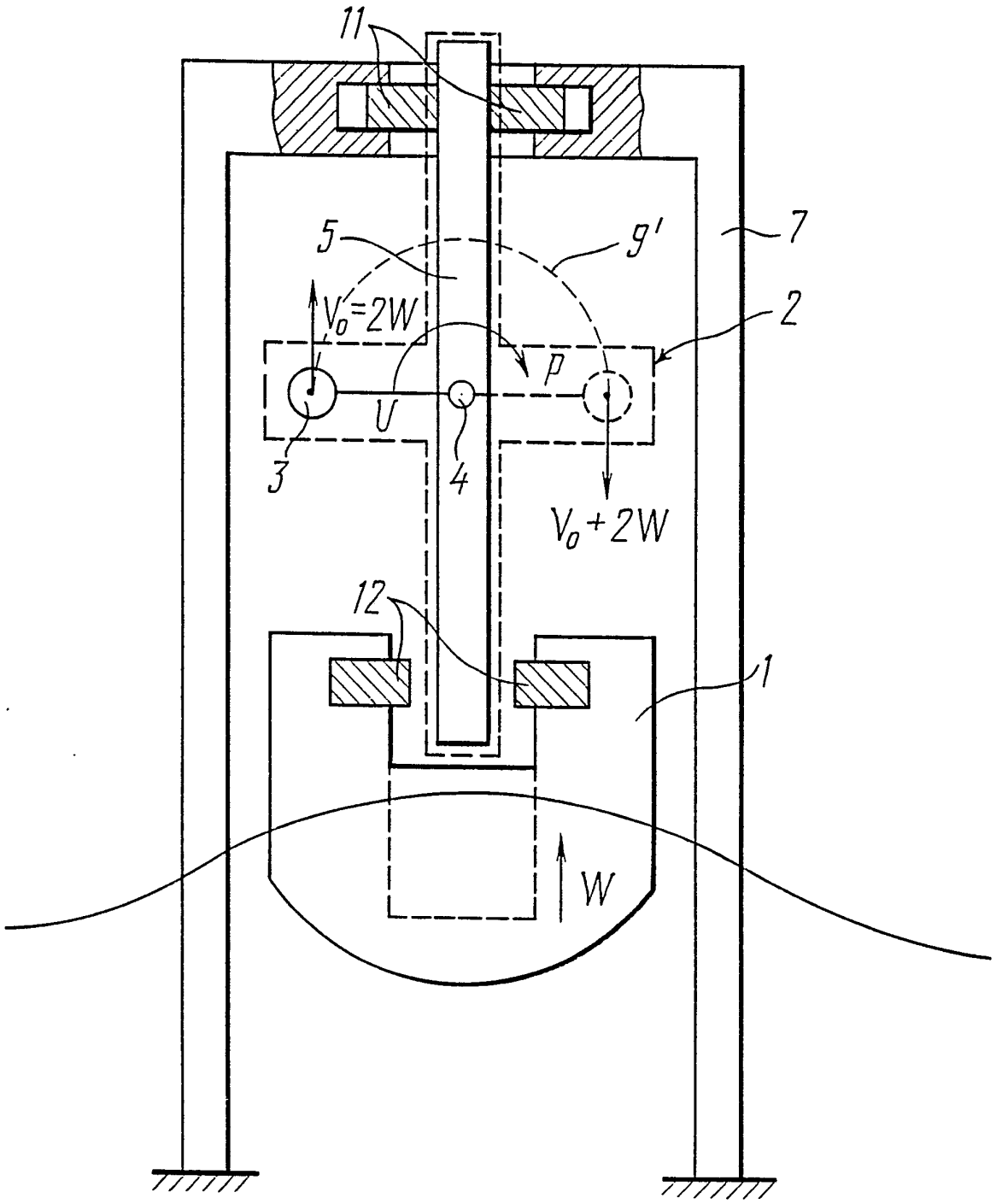


FIG. 4

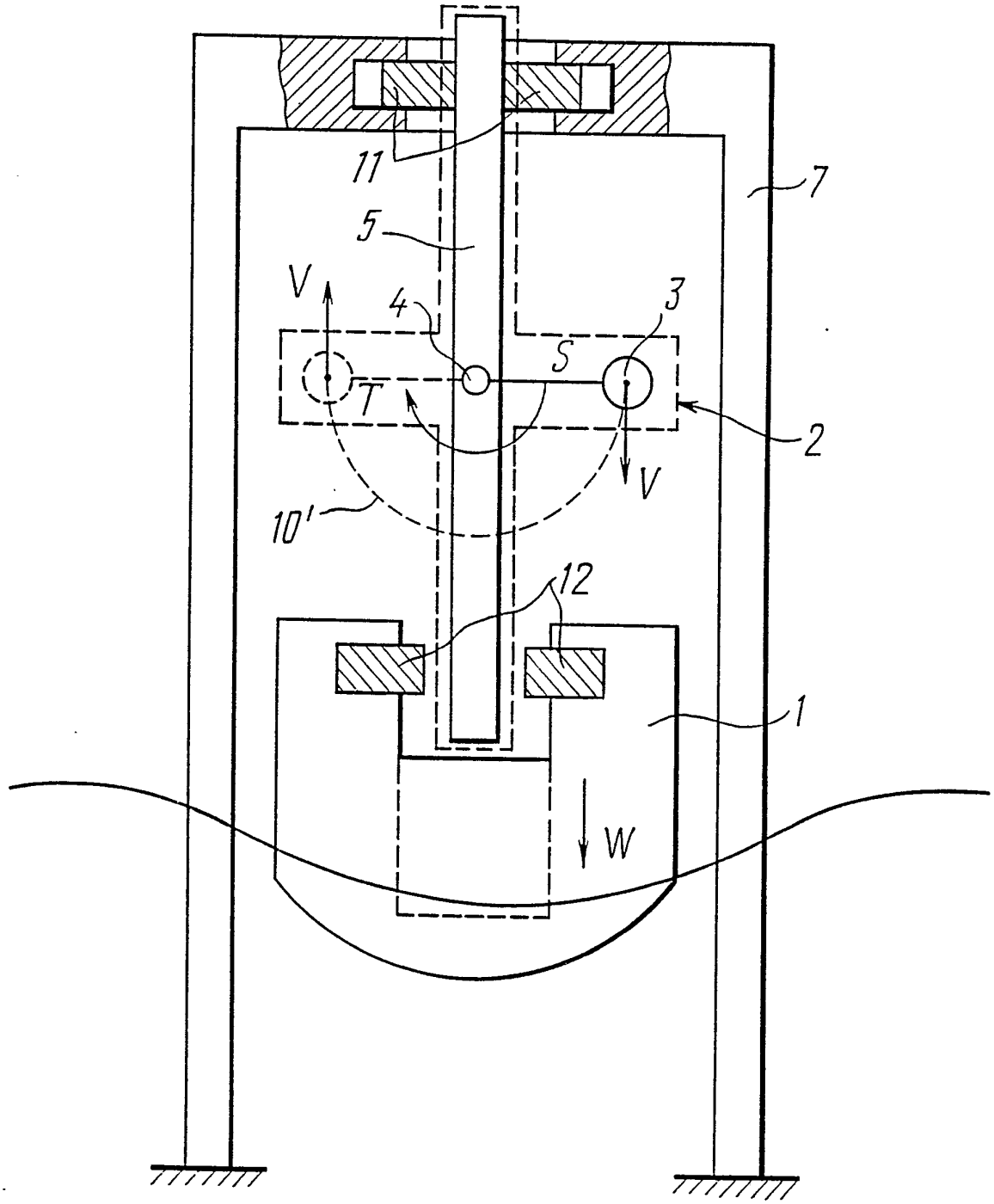


FIG. 5

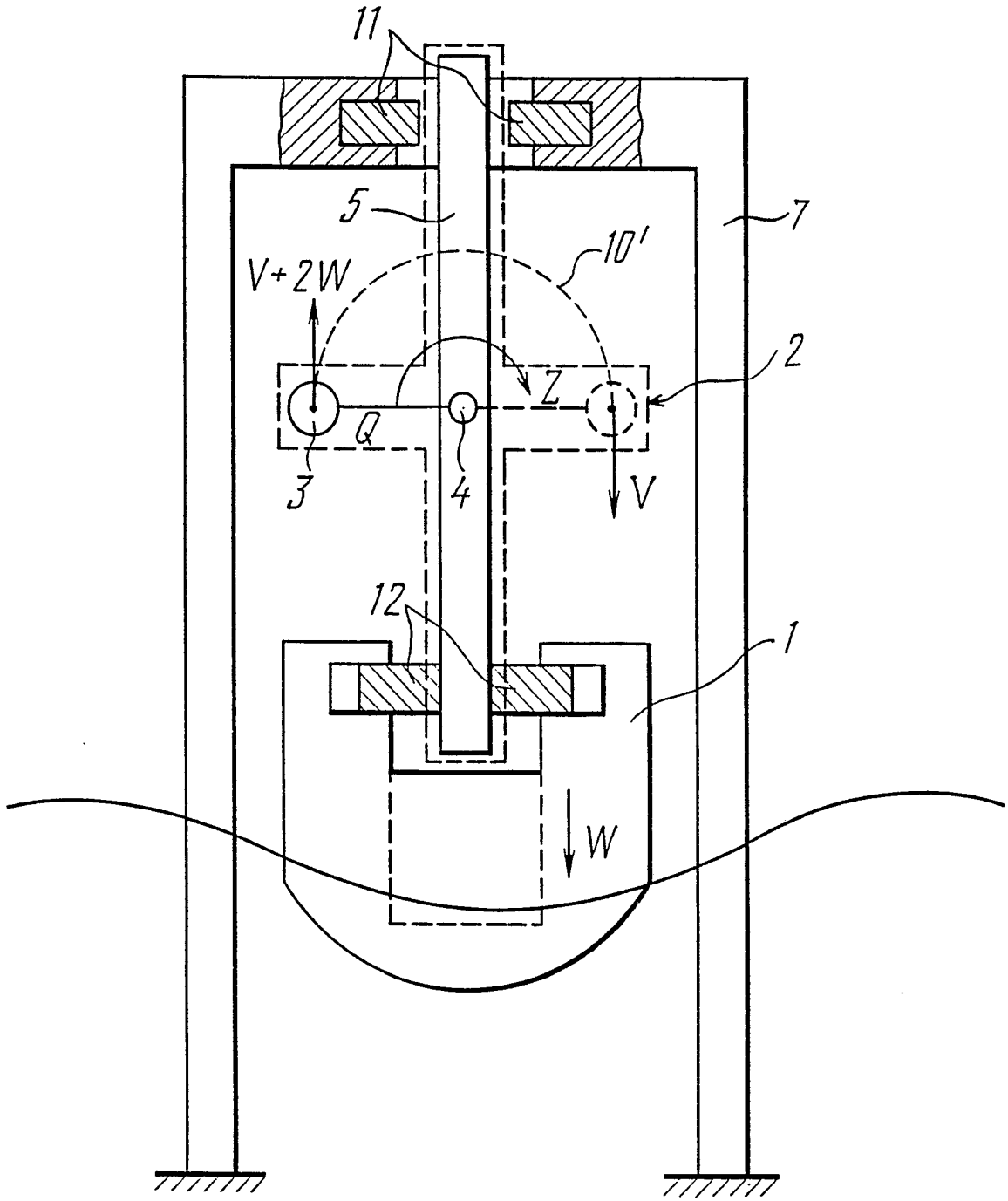


FIG.6

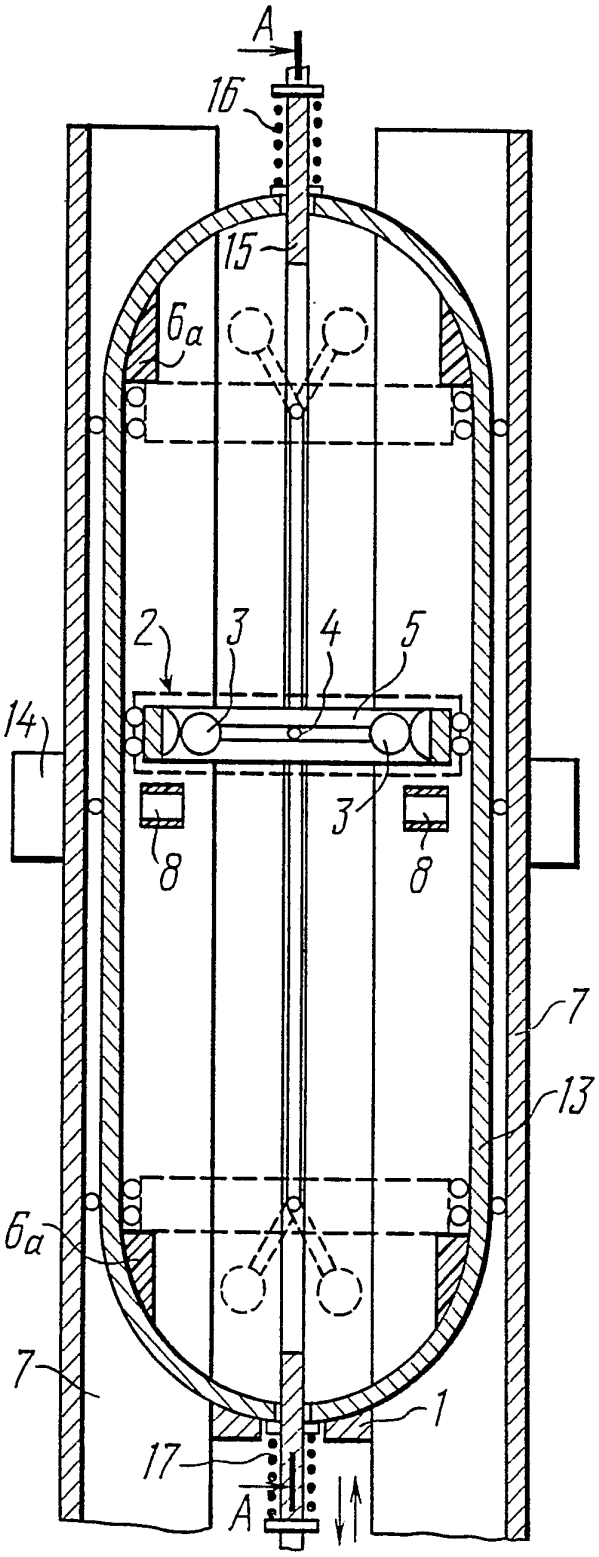


FIG. 7

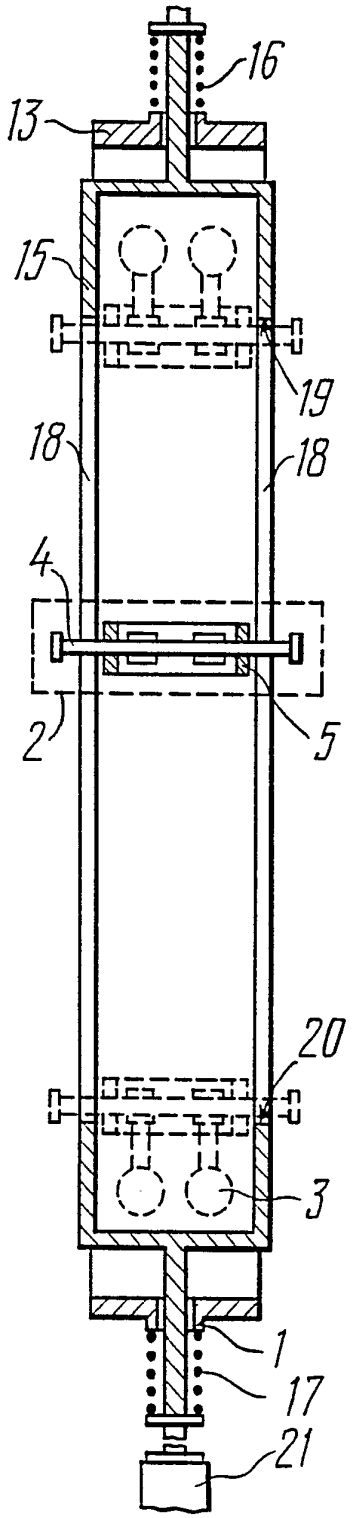


FIG.8

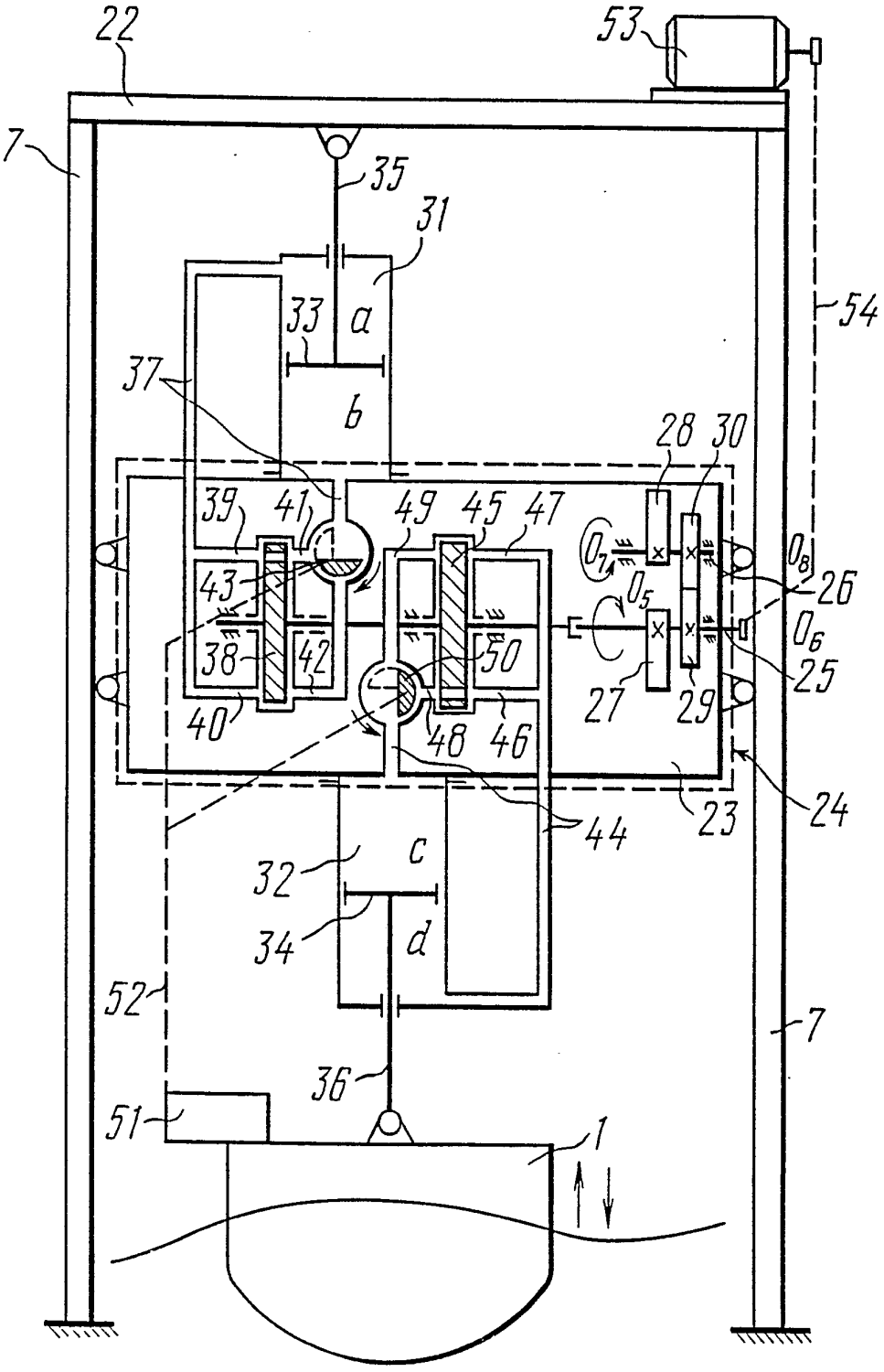

22
53
7
35
31
54
33
a
37
b
28
30
39
41
49
45
47
O_7
O_8
26
43
O_5
O_6
38
42
50
25
27
29
40
48
46
24
23
44
32
c
34
d
52
7
36
51
1

FIG.9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/SU 90/00131

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) [6]

According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC

Int.Cl.[5] F 03 B 13/18

II. FIELDS SEARCHED

Minimum Documentation Searched [7]	
Classification System	Classification Symbols
Int.Cl.[5]	F 03 B 13/12-24

Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched [8]

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT [9]

Category *	Citation of Document, [11] with indication, where appropriate, of the relevant passages [12]	Relevant to Claim No. [13]
A	SU, A1, 1285183 (B.G. VALIEV et al.), 23 January 1987 (23.01.87)	1-2,3-4
A	SU, A1, 1363393 (STAVROPOLSKY POLITEKHNICHESKY INSTITUT et al.), 30 December 1987 (30.12.87)	1-2,3-4
A	SU, A1, 1260555 (KIEVSKY POLITEKHNICHESKY INSTITUT IM. 50-LETIA VELIKOI OKTYABRSKOI SOTSIALISTI-CHESKOI REVOLJUTSII), 30 September 1986 (30.09.86)	1-2
A	SU, A1, 1260556 (KIEVSKY POLITEKHNICHESKY INTITUT IM. 50-LETIA VELIKOI OKTYABRSKOI SOTSIALISTI-CHESKOI REVOLJUTSII), 30 September 1986 (30.09.86)	1-2

* Special categories of cited documents: [10]

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

IV. CERTIFICATION

Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report
17 July 1990 (17.07.90)	4 October 1990 (04.10.90)
International Searching Authority	**Signature of Authorized Officer**
ISA/SU	

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 1985)

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка № PCT/SU 90/00131

I. КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТА ИЗОБРЕТЕНИЯ (если применяются несколько классификационных индексов, укажите все)[6]

В соответствии с Международной классификацией изобретений (МКИ) или как в соответствии с национальной классификацией, так и с МКИ 5 F 03B 13/18

II. ОБЛАСТИ ПОИСКА

Минимум документации, охваченной поиском[7]

Система классификации	Классификационные рубрики
МКИ[5]	F 03B 13/12-24

Документация, охваченная поиском и не входившая в минимум документации, в той мере, насколько она входит в область поиска[8]

III. ДОКУМЕНТЫ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ПРЕДМЕТУ ПОИСКА[9]

Категория*	Ссылка на документ[11], с указанием, где необходимо, частей, относящихся к предмету поиска[12]	Относится к пункту формулы №[13]
A	SU,AI,1285183 (Б.Г.ВАЛИЕВ и другие), 23 января 1987 (23.01.87)	1-2, 3-4
A	SU,AI,1363393 (СТАВРОПОЛЬСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ и другие), 30 декабря 1987 (30.12.87)	1-2,3-4
A	SU,AI,1260555 (КИЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. 50-ЛЕТИЯ ВЕЛИКОЙ ОКТЯБРЬСКОЙ СОЦИАЛИСТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ), 30 сентября 1986 (30.09.86)	1-2
A	SU,AI,1260556 (КИЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ.50-ЛЕТИЯ ВЕЛИКОЙ ОКТЯБРЬСКОЙ	1-2

.../...

* Особые категории ссылочных документов[10]:

„A" документ, определяющий общий уровень техники, который не имеет наиболее близкого отношения к предмету поиска.

„E" более ранний патентный документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее.

„L" документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано).

„O" документ, относящийся к устному раскрытию, применению, выставке и т. д.

„P" документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета.

„T" более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или даты приоритета и не порочащий заявку, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение.

„X" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной и изобретательским уровнем.

„Y" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; документ в сочетании с одним или несколькими подобными документами порочит изобретательский уровень заявленного изобретения, такое сочетание должно быть очевидно для лица, обладающего познаниями в данной области техники.

& документ, являющийся членом одного и того же патентного семейства.

IV. УДОСТОВЕРЕНИЕ ОТЧЕТА

Дата действительного завершения международного поиска	Дата отправки настоящего отчета о международном поиске
17 июля 1990 (17.07.90)	4 октября 1990 (04.10.90)
Международный поисковый орган	**Подпись уполномоченного лица**
ISA/SU	В.В.Белов

ПРОДОЛЖЕНИЕ ТЕКСТА, НЕ ПОМЕСТИВШЕГОСЯ НА ВТОРОМ ЛИСТЕ

.../...

СОЦИАЛИСТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ), 30 сентября 1986 (30.09.86)

V. ☐ ЗАМЕЧАНИЯ, КАСАЮЩИЕСЯ ВЫЯВЛЕННЫХ ПУНКТОВ ФОРМУЛЫ, НЕ ПОДЛЕЖАЩИХ ПОИСКУ[1]

Настоящий отчет о международном поиске не охватывает некоторых пунктов формулы в соответствии со статьей 17(2)(a) по следующим причинам:

1. ☐ Пункты формулы №№ ....., т. к. они относятся к объектам, по которым настоящий Орган не проводит поиск, а именно :

2. ☐ Пункты формулы №№ ....., т. к. они относятся к частям международной заявки, настолько не соответствующим предписанным требованиям, что по ним нельзя провести полноценный поиск, а именно:

3. Пункты формулы №№....., т.к. они являются зависимыми пунктами и не составлены в соответствии со вторым и третьим предложениями правила 6.4(a)PCT.

VI. ☐ ЗАМЕЧАНИЯ, КАСАЮЩИЕСЯ ОТСУТСТВИЯ ЕДИНСТВА ИЗОБРЕТЕНИЯ[2]

В настоящей международной заявке Международный поисковый орган выявил несколько изобретений:

1. ☐ Т. к. все необходимые дополнительные пошлины (тарифы) были уплачены своевременно, настоящий отчет о международном поиске охватывает все пункты формулы изобретения, по которым можно провести поиск.

2. ☐ Т. к. не все необходимые дополнительные пошлины (тарифы) были уплачены своевременно, настоящий отчет о международном поиске охватывает лишь те пункты формулы изобретения, за которые были уплачены пошлины (тарифы), а именно:

3. ☐ Необходимые дополнительные пошлины (тарифы) не были уплачены своевременно. Следовательно, настоящий отчет о международном поиске ограничивается изобретением, упомянутым первым в формуле изобретения; оно охвачено пунктами:

4. ☐ Т. к. все пункты формулы, по которым проводится поиск, могут быть рассмотрены без затрат, оправдываемых дополнительной пошлиной, Международный поисковый орган не предлагает уплатить какой-либо дополнительной пошлины.

Замечания по возражению

☐ Уплата дополнительных пошлин (тарифов) за поиск сопровождалась возражением заявителя

☐ Уплата дополнительных пошлин (тарифов) за поиск не сопровождалась возражением заявителя