



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2002113470/11, 23.05.2002

(24) Дата начала действия патента: 23.05.2002

(43) Дата публикации заявки: 27.01.2004

(45) Опубликовано: 20.08.2005 Бюл. № 23

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **Multiple unit floating offshore wmdfarm/Wmd Engineering - 1993, vol.17, №4, p.183-188. RU 2173280 C2, 10.09.2001. US 4068131 A, 10.01.1978. RU 2024783 C1, 15.12.1994.**

Адрес для переписки:

690059, г.Владивосток, ул. Верхнепортовая,
50а, МГУ им. адм.Г.И.Невельского, пат. пов.
Ю.Ю.Кравцовой

(72) Автор(ы):

Радченко П.М. (RU)

(73) Патентообладатель(ли):

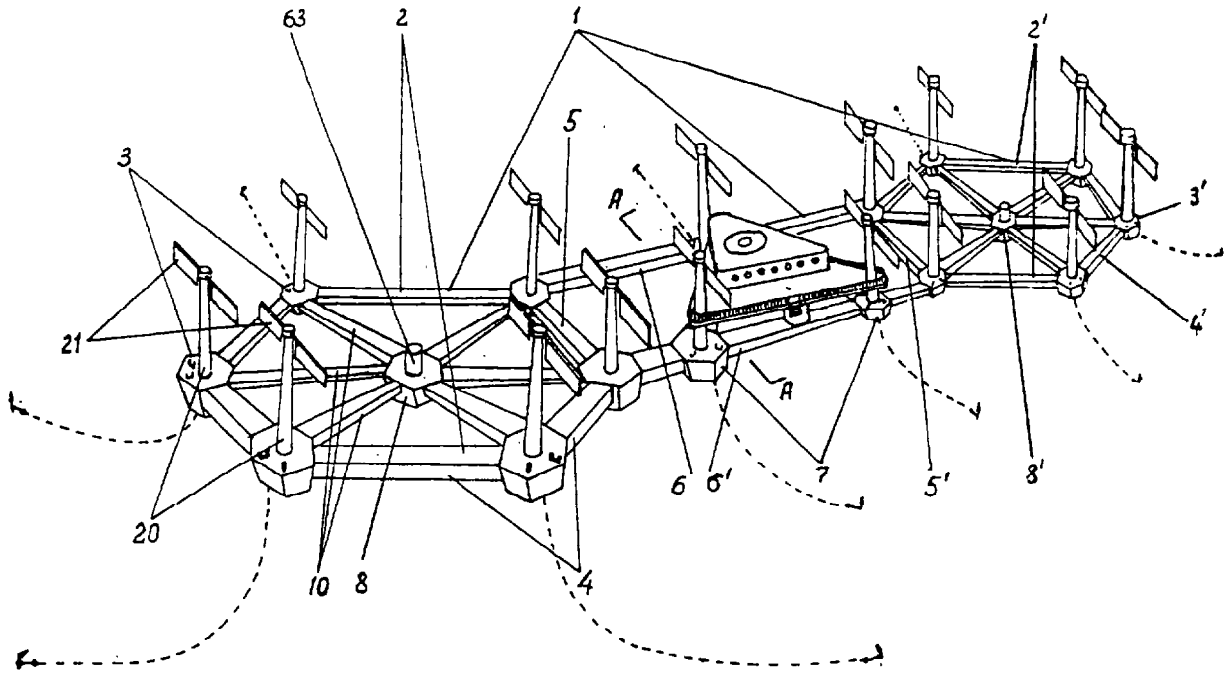
Федеральное государственное
образовательное учреждение "Морской
государственный университет имени адмирала
Г.И. Невельского" (RU)

(54) МНОГОАГРЕГАТНАЯ ПЛАВУЧАЯ ПРИБРЕЖНАЯ ВЕТРОФЕРМА

(57) Реферат:

Изобретение относится к области электроэнергетики, в частности к ветроэлектрическим установкам. Многоагрегатная плавучая прибрежная ветроферма представляет собой вытянутое в одну цепь многозвенное плавучее полупогружаемое разборное сооружение. Одно звено состоит из фермы-понтон (1), образованной двумя многоугольными фигурами-понтонными (2, 2') и четырехугольной фигурой-понтонном (5-6-5'-6'). В вершинах фигур (2, 2'), в отдельных точках длинных сторон фигуры (5-6-5'-6') и в их центрах расположены соответственно угловые (3, 3'), линейные (7) и центральные (8, 8') водоизмещающие усеченные пирамиды-поплавки, опрокинутые вершинами вниз. Последние соединены друг с другом полыми радиальными (10), раскосными и межраскосными элементами жесткости. На угловых (3, 3') и линейных (7) пирамидах-поплавках установлены на опорных башнях (20) ветротурбины (21), вращающие электрогенераторы. На элементы жесткости и пирамиду-поплавков фигуры (5-6-5'-6') опирается посредством цилиндрических опор надводная площадка с надстройкой. В пирамидах-

поплавках (8, 8') в их герметичных выгородках и в надстройке расположено технологическое оборудование, связанное с береговой энергосистемой подводным кабелем. Погружение фермы-понтон (1) осуществляют приемом самотеком забортной воды в балластные полости пирамид-поплавков (3, 3', 7, 8, 8') через их кингстоны. Для всплытия фермы-понтон (1) служит балластно-осушительная система, состоящая из осушительных насосов пирамид-поплавков (8, 8'), осушительных эжекторов пирамид-поплавков (3, 3' и 7) отливных кингстонов и соединительных трубопроводов с арматурой. Для позиционирования ветрофермы и съемки с якорей служат брашпили с якорными звездочками, установленные на палубе каждой линейной (7) и угловой (3, 3') пирамиды-поплавка в герметичной выгородке. Герметичные полости всех пирамид-поплавков (3, 3', 7, 8, 8') выполнены сообщающимися посредством полых элементов жесткости через внутренние люки, лазы и проемы. Достигается увеличение суммарной мощности энергоустановки, улучшение эксплуатационных характеристик и ремонтпригодности. 2 з.п. ф-лы, 12 ил.



Фиг. 1

RU 2 2 5 8 5 3 3 2

RU 2 2 5 8 6 3 3 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 2002113470/11, 23.05.2002

(24) Effective date for property rights: 23.05.2002

(43) Application published: 27.01.2004

(45) Date of publication: 20.08.2005 Bull. 23

Mail address:

690059, g.Vladivostok, ul. Verkhneportovaja,
50a, MGU im. adm.G.I.Nevel'skogo, pat. pov.
Ju.Ju.Kravtsovoj

(72) Inventor(s):

Radchenko P.M. (RU)

(73) Proprietor(s):

Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe
uchrezhdenie "Morskoj gosudarstvennyj
universitet imeni admirala G.I. Nevel'skogo" (RU)

(54) MULTI-UNIT FLOATING COASTAL WIND-OPERATED TRUSS

(57) Abstract:

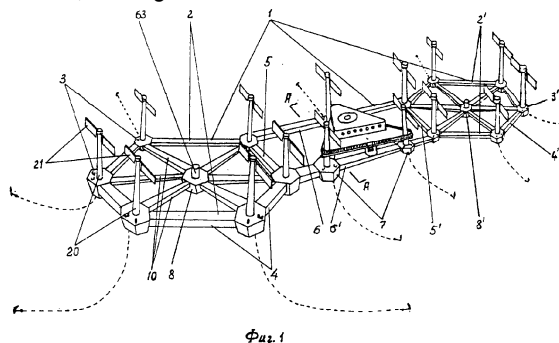
FIELD: electric power engineering; windmill power generating plants.

SUBSTANCE: proposed floating coastal wind-operated truss is made in form of multi-link floating semi-submersible detachable structure forming one extended chain. One link consists of truss-pontoon (1) formed by two polygonal figures-pontoons (2,2') and tetragonal figure-pontoon (5-6-5'-6'). In vertices of figures (2,2'), in separate points of longer sides of figure (5-6-5'-6') and in their centers there are angular (3,3'), linear (7) and central (8,8') displacement-type truncated pyramids-floats with their vertices downward. They are connected with one another by means of hollow radial (10), bracing and inter-brace stiffening members. Mounted on angular (3,3') and linear (7) pyramids-floats on bearing shoes (20) of wind-operated turbine (21) are rotating electrical generators. Above-water platform with superstructure is supported by stiffening members and pyramid-float of figure (5-6-5'-6') by means of cylindrical supports. Arranged in pyramids-floats (8,8') and in their hermetic recesses and in superstructure is technological equipment connected with shore power system by means of underwater cable. Submergence of truss-pontoon (1) is performed by admitting sea water into ballast cavities of

pyramids-floats (3,3', 7, 8, 8') through their kingston valves by gravity. For surfacing of truss-pontoon (1), use is made of ballast drainage system which consists of drainage pumps of pyramids-floats (8,8'), drainage ejectors of pyramid-floats (3,3' and 7) of discharge kingston valves and connecting pipe lines with fittings. For positioning the wind-operated truss and weighing the anchor, use is made of windlasses with anchor sprockets mounted on deck of each linear (7) and angular (3,3') pyramid-float in hermetic recess. Hermetic cavities of all pyramids-floats (3,3',7,8,8') are brought into communication through hollow stiffening members and internal hatches, access holes and apertures.

EFFECT: increased total power of plant; improved operating characteristics and maintainability.

3 cl, 12 dwg



Изобретение относится к областям электроэнергетики, энерго-, ресурсосбережения и экологии, использующим нетрадиционные и возобновляемые источники энергии, в частности ветроэлектрические установки. Оно может быть использовано для: экологичного электроснабжения приморских городов, крупных населенных пунктов, промышленных районов, энергоемких объектов, в том числе нефтегазовых промыслов на морском шельфе; для рекреации погибающих прибрежных акваторий, восстановления и увеличения популяций морских животных, рыб и растительного мира; возрождения и подъема прибрежного рыболовства и марикультуры до промышленных объемов; развития туризма.

Известна плавучая ветроэлектрическая установка в единичном (модульном) исполнении, представляющая собой полупогружаемую платформу, состоящую из понтона в форме многогранной усеченной пирамиды, опрокинутой вершиной вниз; надводной площадки, опирающейся на понтон посредством четырех полых цилиндрических колонн, усиленных элементами жесткости, пропеллерной ветротурбины с наклоненной к горизонту осью вращения, установленной на надводной площадке на невысокой цилиндрической опорной башне и способной поворачиваться вокруг нее на 360°, и якорной системы, содержащей четыре якорных устройства, размещенные по периметру надводной площадки и удерживающие полупогружаемую платформу неподвижно. Ветроэлектрическая установка снабжена автоматическими подсистемами управления наведением ветротурбины на ветер, изменением осадки платформы, изменением шага лопастей ветротурбины, подсистемами регулирования крена платформы, длин вытравленных якорных цепей и подводного кабеля, подсистемой защиты от штормовых ветров, подсистемой контроля рабочих и предельных параметров установки, которые позволяют ей функционировать в автоматическом режиме (патент №2173280, Россия, МПК⁶ В 63 В 35/44, F 03 D 9/00, F 03 D 7/00).

Известна другая плавучая ветроустановка для прибрежных вод, в которой группа ветроэлектрических преобразователей установлена на стоящей на якоре плавучей платформе, свободно ориентирующейся по направлению ветра вокруг точки установки на якоре. Платформа собрана из нескольких модулей, на каждом из них установлен один ветроэлектрический преобразователь. Модули собраны между собой таким образом, что сохраняют постоянным свое взаимное положение. Платформа соединена с установленными под ней поплавками и с помощью системы заполнения может быть установлена в полупогруженном или опущенном на дно моря состоянии. Поплавки установлены по замкнутому кольцу параллельно платформе. Они разделены на камеры, связанные с системой заполнения, и имеют демпфирующие устройства. Установка платформы на ветер осуществляется с помощью связанных с ней якорных тросов.

Установка имеет систему автоматического управления (Заявка 19727330, Германия, МПК⁶ F 03 D 11/04, В 63 В 35/50; Реферативный журнал "Нетрадиционные и возобновляющиеся источники энергии", 2000, №2, 12.90.64 П).

Преимуществом данных известных полупогружаемых ветроэлектрических установок является их устойчивость на волне в широком диапазоне скоростей ветра, включая и штормовой, в сравнении с аналогами, водоизмещающие корпуса которых плавают на поверхности воды; их мобильность, позволяющая перемещать установку с одного места на другое с учетом сезонных изменений направления потока ветра и спроса на энергию. Недостатком данных известных полупогружаемых единичных ветромодулей является более высокая удельная металлоемкость полупогружаемой платформы, повышенная стоимость якорной системы и системы автоматического управления ветроэлектрической установкой в целом. Кроме того, недостатком второй известной ветроустановки является неустойчивость к ледоходу, отсюда ограниченная область применения (незамерзающие акватории), низкое быстродействие системы наведения ветроустановки на ветер из-за необходимости разворота всей платформы посредством якорных тросов, что делает также невозможным его осуществление в период ледостава; невысокая надежность подводного кабеля вследствие внешних воздействий - скручивания, натяжения, волочения по дну - в период наведения платформы на ветер.

Известна также многоагрегатная плавучая прибрежная ветроферма, являющаяся

наиболее близкой к заявляемой и содержащая собственно несущую полую ферму-понтон, выполненную в плане в форме замкнутой посредством полых периметрических связей многоугольной фигуры, имеющей постоянное по всему периметру сечение и расположенное внутри нее вспомогательное оборудование, систему якорных устройств, равномерно распределенных по периметру понтона-многоугольника и удерживающих его в подводном положении неподвижно, угловые ветроэлектрические установки, опирающиеся на понтон-многоугольник в его вершинах и состоящие каждая из многолопастной ветротурбины, поддерживаемой опорной башней, содержащей среднюю коническую и нижнюю цилиндрическую части, балластно-осушительную систему и электрический кабель, проложенный по дну моря (Multiple unit floating offshore windfarm//Wind Engineering - 1993, vol.17, №4, p.183-188).

Преимуществом этой известной плавучей ветрофермы по сравнению с известными аналогами является отсутствие у нее надводной площадки, за исключением ребер жесткости, установленных по периметру фермы-понтона между опорными башнями ветроэлектрических установок прототипа на уровне их ватерлинии; использование самонаводимых на ветер ветротурбин, исключая необходимость разворота фермы-понтона и упрощающее систему наведения на ветер. Неподвижность фермы-понтона повышает надежность работы и долговечность подводного кабеля.

Недостатком данной известной ветрофермы является, как и у первого аналога, ее высокая удельная металлоемкость, несмотря на отсутствие надводной площадки. Это объясняется тем, что ферма-понтон, не имеющая в подводной части ребер жесткости, для обеспечения прочности должна иметь толстостенный корпус, усиленный изнутри поперечным и продольным набором. Учитывая необходимость размещения в этом корпусе не только балластных отсеков, но и оборудования вспомогательных систем, а также проходов в рост человека по всему периметру фермы-понтона (это несколько тысяч метров), сечение корпуса, постоянное по всему периметру, получается внушительным, а сам корпус металлоемким. Общая длина трубопроводов балластно-осушительной системы, других коммуникаций и общий расход металла на их прокладку по всему периметру фермы-понтона также характеризуются высокими значениями. По этой причине максимальная суммарная мощность электростанции ветрофермы ограничена экономически разумными пределами. Попытка наращивания суммарной мощности плавучей ветроэлектростанции за счет каскадного размещения на прибрежной акватории нескольких отдельных ветроферм описанной конструкции неизбежно связана с неоправданным ростом расходов на прокладку и установку нескольких дорогостоящих подводных кабелей и средств их сопряжения с береговой энергосистемой. Также существенно увеличиваются суммарные расходы на отдельные системы якорных устройств. Ветроферма-прототип не способна противостоять напору льда при ее использовании на замерзающих акваториях. В полупогруженном состоянии ветрофермы в период ледохода опорные башни ветроэлектрических установок при том направлении ребер жесткости, что проходят на уровне ватерлинии по периметру ветрофермы, не могут противостоять напору сплошного ледяного поля в начальный период ледохода. В надводном положении фермы-понтона линия соприкосновения возможной напираемой массы льда с понтоном будет равна диаметру понтона-многоугольника (это несколько сотен метров). Поэтому для противостояния внешнему воздействию сил от напора такой массы льда потребуется настолько мощная якорная система, что ее реализация оказывается нецелесообразной экономически. Следующим недостатком ветрофермы-прототипа является невысокая ремонтпригодность, так как доставка столь громоздкого сооружения к ремонтному заводу, не говоря о постановке в док, затруднена, а извлечение оборудования агрегатно из подводного положения с целью ремонта в заводских условиях технически сложно. Техобслуживание на месте также затруднено, так как, чтобы перейти по периметру от одной ветроэлектрической установки к другой, расположенной на другой стороне ветрофермы, необходимо пройти сотни метров.

Задачей, на решение которой направлено заявляемое изобретение, является

устранение указанных недостатков, а именно: расширение суммарной мощности ветрофермы до произвольных значений при одновременном снижении удельной металлоемкости, расходов на систему сопряжения, обеспечивающую передачу электроэнергии в береговую энергосистему, балластно-осушительную систему и на систему позиционирования; обеспечение льдоустойчивости ветрофермы; повышение ремонтпригодности. Кроме того, поставлена задача расширения функций плавучей ветрофермы в направлении ее использования в частных случаях для: рекреации морской среды; увеличения видов и численности популяций промысловых рыб, морских животных и марикультуры в прибрежных водах до промышленных объемов; развития туризма в регионе; рекламы и пропаганды наукоемких ресурсосберегающих и экологических технологий.

Поставленная техническая задача достигается за счет того, что в известной многоагрегатной плавучей прибрежной ветроферме, содержащей: несущую полую ферму-понтон, выполненную в плане в форме замкнутой посредством полых периметрических связей многоугольной фигуры и имеющую расположенное внутри нее вспомогательное оборудование; систему якорных устройств, распределенных равномерно по периметру многоугольной фигуры, для удержания ее неподвижно; угловые ветроэлектрические установки, расположенные на поверхности многоугольной фигуры в ее вершинах и включающие каждая многолопастную ветротурбину, поддерживаемую опорной башней, содержащей среднюю коническую и нижнюю цилиндрическую части; балластно-осушительную систему и подводный электрокабель, проложенный по дну моря, в отличие от нее заявляемая несущая ферма-понтон представляет собой вытянутое в одну цепь многозвенное понтонное разъемное сооружение, каждое звено которого состоит из двух одинаковых и по форме замкнутых многоугольных фигур-понтонных, соединенных друг с другом каждая по двум своим вершинам, прилегающим к одной и той же стороне многоугольной фигуры, посредством фланцев полыми линейными параллельными связями с образованием таким путем между многоугольными фигурами промежуточной четырехугольной понтонной фигуры, у которой боковые стороны являются общими как для нее, так и для смежных с ней многоугольных фигур-понтонных. В полые линейные параллельные связи встроены рассредоточенные относительно друг друга в шахматном порядке дополнительные ветроэлектрические установки. Вершины всех фигур-понтонных, а также участки линейных параллельных связей, на которых установлены дополнительные ветроэлектрические установки, выполнены в виде водоизмещающих фундаментов-поплавков, соответственно угловых и линейных, имеющих форму усеченных пирамид, опрокинутых вершинами вниз и с числом граней, равным числу сторон многоугольной понтонной фигуры.

В центре каждой из фигур-понтонных, а у многоугольных фигур еще и симметрично их вышеуказанным угловым фундаментам-поплавкам, размещена внешне аналогичная последним центральная водоизмещающая пирамида-поплавков. При этом обращенные друг к другу грани угловых и центральных, аналогичных внешне им, пирамид-поплавков многоугольных фигур, а также обращенные друг к другу грани фундаментов-поплавков линейных параллельных связей четырехугольной фигуры-понтонной скреплены между собой посредством фланцев и с возможностью сообщения между собой полостей пирамид полыми межпоплавковыми элементами жесткости, соответственно радиальными и раскосными. Полые межпоплавковые раскосные элементы жесткости и обращенная в сторону их общего фундамента-поплавка линейная параллельная связь по нормали к ним и с возможностью внутреннего сообщения скреплены таким же путем с обращенными к ним гранями центральной пирамиды-поплавка четырехугольной фигуры-понтонной посредством межраскосных элементов жесткости. Диаметр межпоплавковых и межраскосных элементов жесткости, так же как и равный ему по величине диаметр периметрических и линейных связей многоугольных и четырехугольной фигур-понтонных, составляет не более половины высоты водоизмещающей пирамиды-поплавка, а все полые межпоплавковые и межраскосные элементы жесткости, а также и все полые периметрические и линейные

связи скреплены с гранями пирамид-поплавков посредством фланцев в их верхней части.

На межпоплавковые раскосные элементы жесткости четырехугольной фигуры-понтонна установлена посредством полых опор надводная площадка, центральная часть которой посредством дополнительной полых опор установлена на центральную водоизмещающую пирамиду-поплавков этой четырехугольной фигуры. Надводная площадка имеет причальные устройства, а на ее поверхности размещена надстройка, разделенная на обслуживающие помещения и имеющая на крыше площадку для вертолета.

Угловые и линейные водоизмещающие фундаменты-поплавки, несущие на себе ветроэлектрические установки, усилены каждый по высоте и ширине пересекающимися внутренними полыми элементами жесткости, горизонтальные из которых с возможностью внутреннего сообщения сопряжены по торцам на гранях фундаментов-поплавков с линейными связями, с радиальными и раскосными полыми межпоплавковыми элементами жесткости. Во внутренней герметичной полости вертикального элемента жесткости каждого фундамента-поплавка установлен осушительный эжектор балластно-осушительной системы, соединенный своими полостями соответственно с приемником сточного колодца данного фундамента-поплавка и трубопроводами рабочей и откачиваемой воды. На поверхности фундамента-поплавка каждой фигуры-понтонна под опорной башней, соответственно на поверхности его внутреннего горизонтального элемента жесткости и в плоскости сопряжения этого горизонтального элемента жесткости с внутренней гранью и вертикальным внутренним элементом жесткости фундамента-поплавка, расположены проемы для доступа обслуживающего персонала к вспомогательному оборудованию.

В днище каждого фундамента-поплавка установлен приемный кингстон заборной воды с дистанционным приводом для затопления его внутренней полости водой, а сама эта внутренняя полость через полость опорной башни выполнена с возможностью управляемого сообщения с атмосферой.

Центральная водоизмещающая пирамида-поплавков каждой многоугольной и четырехугольной фигуры-понтонна разделена по высоте жесткой перегородкой на сообщающиеся между собой ярусы, в верхнем из которых осесимметрично пирамиде-поплавку и симметрично ее граням встроена жесткая граненая, с тем же, что и у пирамиды-поплавка, числом граней герметичная выгородка, в которой размещено преобразовательное электрооборудование ветроэлектрических установок данной фигуры-понтонна. Все грани этой выгородки внутренними горизонтальными полыми жесткостями и с возможностью внутреннего сообщения сопряжены, причем также с возможностью внутреннего сообщения и по их торцам на стенках гранях пирамиды-поплавка, с полыми межпоплавковыми радиальными и межраскосными элементами жесткости. Упомянутая разделительная перегородка центральной пирамиды-поплавка в каждой многоугольной и четырехугольной фигуре-понтонне установлена на размещенную в нижнем ярусе пирамиды осесимметрично полую цилиндрическую опору, в верхней герметичной полости которой размещен балластно-осушительный насос, сообщенный своей приемной полостью с приемником сточного колодца данной центральной пирамиды-поплавка, а выходным трубопроводом с отливным кингстоном этой пирамиды-поплавка и с коллектором балластно-осушительной системы, установленным вокруг этой цилиндрической опоры, от которого к угловым и линейным соответственно фундаментам-поплавкам отведены расходящиеся лучи-трубопроводы, проложенные внутри межпоплавковых радиальных, раскосных и межраскосных элементов жесткости и сообщенные каждый с входной полостью рабочей жидкости осушительного эжектора соответствующего углового или линейного фундамента-поплавка. В днище центральной пирамиды-поплавка установлен приемный кингстон с дистанционным приводом, сама внутренняя полость центральной пирамиды-поплавка любой фигуры-понтонна выполнена с возможностью управляемого сообщения с атмосферой. На поверхности центральной пирамиды-поплавка многоугольной фигуры-понтонна и по ее оси установлена шахта сообщения, выполненная с возможностью сообщения с нижнего торца с граненой выгородкой верхнего яруса центральной пирамиды-поплавка, а со стороны верхнего торца и нижней части боковой поверхности - с

атмосферой. Верхняя полость цилиндрической опоры имеет сообщение с граненой выгородкой через проем, выполненный в горизонтальной разделительной перегородке центральной пирамиды-поплавка.

5 Система якорных устройств фермы-понтонa характеризуется тем, что брашпиль соответствующего углового и линейного водоизмещающих фундаментов-поплавков установлен в герметичном помещении, размещенном на поверхности данного фундамента-поплавка со стороны его внешней грани, а якорные звездочки брашпиля расположены с наружной стороны данного герметичного помещения. Нагруженные ветви якорь-цепей выведены под днище фундамента-поплавка через каналы, выходы-кюзы которых 10 расположены вблизи его внешних бортов-граней, а ненагруженные ветви якорь-цепей уложены в цепные ящики, размещенные непосредственно под якорными звездочками в полости фундамента-поплавка, заполняемой водяным балластом. Угловые и линейные фундаменты-поплавки, ориентированные в сторону преобладающих ветров, морских и приливно-отливных течений, а также в сторону, противостоящую напору ледяных полей в период ледохода, оборудованы брашпилями со сдвоенной якорной звездочкой, а угловые водоизмещающие фундаменты-поплавки, расположенные в вершинах боковых сторон 15 четырехугольной фигуры-понтонa, выполнены свободными от якорных устройств.

Балластно-осушительная система фермы-понтонa состоит из независимых друг от друга частей, равных числу ее понтонных фигур, каждая из которых содержит балластные отсеки 20 соответствующей фигуры-понтонa и обслуживающую их осушительную подсистему. В состав балластных отсеков соответствующей фигуры-понтонa входят заполняемые водой через приемные кингстоны полости ее соответственно угловых, линейных и центральных водоизмещающих пирамид-поплавков, а также полости межпоплавковых периметрических связей, оборудованных шпигатами и воздухопроводными отверстиями. Обслуживающая их 25 осушительная подсистема содержит балластно-осушительный насос, установленный в центральной пирамиде-поплавке, осушительные эжекторы, расположенные соответственно в каждом из угловых и линейных фундаментов-поплавков, и трубопроводы с арматурой дистанционного привода. Приемная полость каждого из осушительных средств соединена с приемником сточного колодца соответствующей пирамиды-поплавка, выходной патрубком 30 балластно-осушительного насоса соединен с отливным кингстоном данной центральной пирамиды-поплавка и коллектором балластно-осушительной подсистемы, установленном в этой центральной пирамиде-поплавке, от которого к патрубкам рабочей жидкости каждого из осушительных эжекторов отведены лучи-трубопроводы, проложенные к эжекторам внутри соответствующих радиальных, раскосных и межраскосных элементов жесткости, а 35 нагнетательная полость каждого из осушительных эжекторов соединена с отливным кингстоном данного фундамента-поплавка.

Предлагаемую ветроферму целесообразно оборудовать системой рекреации морской среды, содержащей центробежные воздухонагнетатели, их воздухопроводы с арматурой электрического привода и придонные воздухораспределители. Воздухонагнетатели 40 размещены по одному во всех угловых, линейных и центральных водоизмещающих пирамидах-поплавках многоугольных и четырехугольной фигур-понтонov таким образом, что в каждом из угловых и линейных водоизмещающих фундаментов-поплавков воздухонагнетатель установлен в герметичной полости его горизонтального элемента жесткости со стороны внутреннего борта-грани, а в каждой из центральных 45 водоизмещающих пирамид-поплавков воздухонагнетатель установлен в ее герметичной граненой выгородке верхнего яруса пирамиды наряду с преобразовательным оборудованием ветроэлектроустановок. Приемные воздухопроводы всех воздухонагнетателей выведены в атмосферу не ниже уровня волноотбоя каждой водоизмещающей пирамиды-поплавка. Каждый из напорных воздушных трубопроводов 50 соединен посредством трехходового электроуправляемого клапана с атмосферой и через днище каждой водоизмещающей пирамиды-поплавка - с забортным патрубком, расположенным вблизи ее днища и сообщенным посредством гибкого шланга с придонным воздухораспределителем, выполненным в виде раздаточного коллектора, опирающегося

посредством плоской опоры на морское дно и соединенного радиальными расходящимися полыми отводами с несколькими перфорированными концентрическими воздухопроводами, раскрепленными на растяжках. Сама система рекреации морской среды плавучей ветрофермы в целом образована совокупностью множества независимых друг от друга подсистем рекреации, каждая из которых содержит перечисленные

5 воздуходвигатели, воздухопроводы и воздухораспределители.

Надводную площадку четырехугольной фигуры-понтон предлагаемой ветрофермы целесообразно оборудовать средствами для массовых развлечений в виде экскурсионной платформы, которая включает посадочно-прогулочную террасу, занимающую пространство

10 вокруг обслуживающих помещений и ограниченную по периметру надводной площадки перилами, примыкающие к посадочно-прогулочной террасе трапы, ведущие соответственно к катеру и к вертолетной площадке, прилегающие по периметру к террасе зрительный зал, надводный бар-кафе с примыкающим к нему открытым салоном-верандой, ресторанное и санитарно-гигиеническое сооружения, а центральную водоизмещающую

15 пирамиду-поплавок четырехугольной фигуры-понтон дополнительно снабдить в нижней части третьим ярусом, выполненным в форме многогранника с тем же числом вертикальных граней, что и у двух верхних ярусов данной центральной пирамиды-поплавка, и в котором размещен подводный ресторан-океанариум, сообщенный с граненой выгородкой спиральным трапом, а с надводной площадкой - служебным и пассажирским

20 лифтами, шахты которых примыкают к боковой поверхности дополнительной полкой опоры данной центральной пирамиды-поплавка, причем стенки-грани третьего яруса выполнены прозрачными.

Ограничительные и отличительные признаки заявляемого изобретения обеспечивают в совокупности решение поставленной задачи с получением следующих технических

25 результатов: возможность наращивания суммарной мощности ветрофермы в одной жесткой конструкции до произвольных значений; улучшение удельных показателей по металлоемкости фермы-понтон, по стоимости якорной системы, кабельной продукции, системы сопряжения с береговой энергосистемой и балластно-осушительной системы; обеспечение льдоустойчивости в период ледохода; повышение ремонтпригодности и

30 упрощение технического обслуживания; дополнительное использование для: рекреации экологически неблагополучных водных акваторий; увеличения промысловых видов и воспроизводства популяций морских животных, рыб и марикультуры до промышленных квот; развития туризма в регионе; пропаганды наукоемких экологических и ресурсосберегающих технологий.

35 1. Так, многозвенная разборно-сборная структура предлагаемой ветрофермы позволяет собирать ее из произвольного числа однотипных звеньев, каждое из которых состоит из двух одинаковых и по форме замкнутых многоугольных фигур-понтон, соединенных друг с другом каждая по двум своим вершинам, прилегающим к одной и той же стороне многоугольной фигуры, полыми линейными параллельными связями с образованием таким

40 путем между многоугольными фигурами промежуточной четырехугольной фигуры. Сочлененные посредством фланцев звенья выстраивают вдоль береговой черты в одну либо несколько параллельных многокилометровых цепей, или из этих звеньев выстраивают замкнутые многоугольные фигуры, охватывающие акватории площадью в несколько квадратных километров. В общем случае суммарная мощность ветрофермы определяется

45 выражением

$$P_{ВФ} = kP_3 = k \cdot (n+m)P_{ВУ},$$

где $P_{ВФ}$, P_3 , $P_{ВУ}$ - соответственно мощности ветрофермы, одного ее звена и единичная мощность одной ветроустановки; k , n , m - соответственно количество звеньев в составе ветрофермы, количество угловых и линейных ветроустановок в составе одного звена.

50 Следовательно, многозвенная структура несущей фермы-понтон предлагаемой ветрофермы позволяет сравнительно просто увеличивать или уменьшать суммарную мощность электростанции, если это вызвано сезонными изменениями спроса на электроэнергию либо развитием экономики данного региона.

2. В отличие от ветрофермы-прототипа, в которой периметр фермы-понтон выполнен в виде фигуры с постоянной и большой площадью поперечного сечения и развитым поперечным и продольным набором, многоугольные и четырехугольные понтонные фигуры предлагаемой ветрофермы имеют водоизмещающие пирамиды-поплавки только в вершинах и центрах указанных понтонных фигур, а также на отдельных участках параллельных линейных связей. Периметрические связи этих понтонных фигур, так же как и усиливающие их прочность радиальные, раскосные и межраскосные элементы жесткости, имеют диаметр, примерно в два раза меньший высоты указанных пирамид-поплавков. Причем все перечисленные связи и элементы жесткости сопрягаются с пирамидами-поплавками в их верхней части. Это обуславливает то, что в период ледостава и ледохода, когда ветроферма находится в надводном положении, зимняя ватерлиния проходит ниже нижней поверхности указанных связей и элементов жесткости. Следовательно, последние не будут иметь непосредственного контакта со льдом, и для обеспечения общей прочности фермы-понтон достаточно их изготовить из стандартных (трубообразных) конструкционных профилей без внутреннего набора.

Следовательно, благодаря выполнению участков фермы-понтон, на которые опираются ветроэлектрические установки, и центров понтонных фигур, образующих звено ветрофермы, в виде водоизмещающих пирамид-поплавков, а также благодаря применению межпоплавковых периметрических линейных, радиальных, раскосных и межраскосных связей и элементов жесткости между ними, имеющих сравнительно небольшие площади поперечного сечения и не содержащие внутреннего набора, достигается уменьшение абсолютной и удельной металлоемкости и упрощение технологии изготовления фермы-понтон.

3. В предлагаемой плавучей ветроферме угловые водоизмещающие фундаменты-поплавки, расположенные в вершинах боковых сторон четырехугольной понтонной фигуры, выполнены свободными от якорных устройств. Исходя из этого, сравнение общего числа якорных устройств у прототипной и предлагаемой ветроферм при одинаковых суммарных мощностях их ветроэлектрических установок, например 16 и 24 МВт, показывает, что для ветроэлектростанций суммарной мощностью 16 и 24 МВт по прототипному варианту требуется соответственно две и три независимые восьмиугольные фермы-понтон с 16-ю и 24-мя якорными устройствами. Для ветроэлектростанций такой же мощности по предлагаемому варианту требуются соответственно одно- и полтора развенные структуры фермы-понтон, состоящие из шестиугольных фигур (двух и трех соответственно), соединенных одной четырехугольной фигурой (для 16 МВт) с четырьмя линейными водоизмещающими фундаментами-поплавками и двумя четырехугольными фигурами (для 24 МВт) с тремя линейными фундаментами-поплавками в составе каждой из этих четырехугольных фигур. Для таких структур ветрофермы имеют соответственно 12 и 16 якорных устройств. Из-за меньшей массы ветрофермы по предлагаемому варианту мощность каждого якорного устройства в отдельности также получается меньшей по сравнению с ветрофермой-прототипом одинаковой суммарной мощности.

Следовательно, предлагаемая ветроферма характеризуется меньшими удельными расходами на создание якорной системы (системы позиционирования). Этот показатель будет тем ниже, чем выше суммарная мощность плавучей ветроэлектростанции.

4. Нарращивание суммарной мощности плавучей ветроэлектростанции за счет увеличения числа отдельных ветроферм-прототипов требует прокладки дорогостоящего подводного кабеля на берег от каждой ветрофермы при напряжении 6-35 кВ. Естественно, для каждой ветрофермы в этих условиях необходим свой комплект оборудования для сопряжения с береговой энергосистемой. Передача тех же мощностей с предлагаемой ветрофермы, которая представляет собой вытянутое в цепь единое многозвенное понтонное сооружение, осуществляется только одним подводным кабелем при напряжении 35-110 кВ. Для подсоединения этого кабеля к береговой энергосистеме необходим только один сопрягающий комплект оборудования. С увеличением напряжения передающего кабеля снижается, как известно, его сечение и стоимость. Естественно, что

пропорционально уменьшению числа линий электропередач и их сечения снижаются расходы на их прокладку, монтаж и эксплуатацию.

Следовательно, предлагаемая плавучая ветроферма характеризуется меньшими удельными расходами на передачу электроэнергии в береговую энергосистему, количественные показатели которых тем ниже, чем выше суммарная мощность плавучей ветроэлектростанции.

5. В ветроферме-прототипе периметр ее многоугольной фермы-понтонa разделен на балластные отсеки, число которых равно числу сторон этой фигуры. Каждый балластный отсек имеет автономную осушительную подсистему, включающую каждая независимый осушительный насос, трубопроводы и арматуру. В предлагаемой ветроферме балластно-осушительная система фермы-понтонa состоит из независимых друг от друга частей, равных числу ее понтонных фигур, каждая из которых содержит балластные отсеки соответствующей фигуры-понтонa и обслуживающую их осушительную подсистему. В состав балластных отсеков соответствующей фигуры-понтонa входят заполняемые забортной водой через приемные кингстоны полости ее соответственно угловых, линейных и центральных водоизмещающих пирамид-поплавков, а также полости межпоплавковых периметрических связей, оборудованных шпигатами и воздухопроводными отверстиями. Осушительная подсистема каждой из фигур-понтонoв содержит балластно-осушительный насос, установленный в центральной пирамиде-поплавке, осушительные эжекторы, расположенные соответственно в каждом из угловых и линейных фундаментов-поплавков, и трубопроводы с арматурой дистанционного привода. Таким образом, совокупности нескольких автономных осушительных подсистем одной многоугольной фигуры-понтонa в ветроферме-прототипе противопоставляется централизованная осушительная подсистема такой же многоугольной фигуры-понтонa с одним осушительным насосом, мощность которого значительно меньше суммарной мощности насосов прототипной осушительной системы, и несколькими осушительными эжекторами, которые при невысокой стоимости надежны, неприхотливы в обслуживании и эффективны в работе. Разность в суммарных мощностях осушительных насосов сравниваемых вариантов достигается, во-первых, за счет известного усилительного эффекта струйных насосов, используемых в предлагаемой ветроферме. Во-вторых, за счет того, что принудительному осушению при всплытии фермы-понтонa подвергаются балластные отсеки только водоизмещающих пирамид-поплавков, а водозаполняемые полости межпоплавковых периметрических связей освобождаются от воды самотеком через шпигаты. Дополнительный выигрыш в соотношении указанных потребляемых мощностей может быть обеспечен за счет возможности использования последовательно-перекрестного способа управления работой данной системы эжекторов в предлагаемой ветроферме (не является предметом притязаний). Суммарный положительный эффект складывается из снижения как первоначальных затрат, так и расхода на эксплуатацию (затрат на энергию, текущий ремонт, уход) балластно-осушительной системы.

Следовательно, предлагаемая плавучая ветроферма характеризуется меньшими первоначальными и эксплуатационными затратами на балластно-осушительную систему.

6. Из-за отмеченных выше конструктивных недостатков известная ветроферма не может использоваться на замерзающих акваториях. В предлагаемой плавучей ветроферме льдоустойчивость достигается совокупностью заявленных признаков. Так, на период ледостава ветроферма-понтон всплывает в надводное положение, соответствующее ее зимней осадке, за счет полного опорожнения всех ее балластных отсеков. При этом зимняя ватерлиния проходит ниже нижней поверхности полых периметрических и линейных связей, а также полых межпоплавковых радиальных, раскосных и межраскосных элементов жесткости, так как диаметр межпоплавковых и межраскосных элементов жесткости, так же как и равный ему по величине диаметр периметрических и линейных связей многоугольных и четырехугольной фигур-понтонoв, составляет не более половины высоты водоизмещающей пирамиды-поплавка, а все полые межпоплавковые и межраскосные элементы жесткости, а также и все полые периметрические и линейные

связи скреплены с гранями пирамид-поплавков в их верхней части. По этой причине ферма-понтон вмержает в лед только своими водоизмещающими пирамидами-поплавками, получая за счет этого многократно уменьшенную линию соприкосновения с льдом по сравнению с фермой-понтонном у прототипа. Этим решением в период ледохода резко
5 снижается нагрузка на якорные устройства. Кроме того, вершины всех фигур-понтонных, а также участки параллельных линейных связей, на которых установлены дополнительные ветроэлектрические установки, выполнены в виде водоизмещающих фундаментов-поплавков, соответственно угловых и линейных, имеющих форму усеченных пирамид, опрокинутых вершинами вниз и с числом граней, равным числу сторон многоугольной
10 понтонной фигуры. В центре каждой из фигур-понтонных, а у многоугольных фигур еще и симметрично их вышеуказанным угловым фундаментам-поплавкам размещена внешне аналогичная последним центральная водоизмещающая пирамида-поплавков. Благодаря таким скошенным внешним обводам вмержающих в лед пирамид-поплавков в период ледохода напирательный лед (к началу ледохода он имеет рыхлую структуру) легко колется
15 под действием сил реакции, приложенных по нормали к кромкам льда со стороны бортовых граней. Расколотый лед под напором задних масс льда обтекает борта-границы и частично соскальзывает под днища пирамид-поплавков. Для удержания фермы-понтонной от сползания в период ледохода угловые и линейные фундаменты-поплавки, ориентированные в сторону преобладающих ветров, морских и приливно-отливных
20 течений, а также в сторону, противостоящую напору ледяных полей в период ледохода, оборудованы брашпилями со сдвоенной якорной звездочкой. Дополнительной (эксплуатационной) мерой, увеличивающей держащую силу якорей, является, как известно, управление ими: потравливание якорных цепей вышеуказанными брашпилями под контролем системы автоматического управления якорной системой (не является
25 предметом притязаний).

Следовательно, совокупность таких технических решений, как вкрапление в вершины и в центры понтонных фигур водоизмещающих пирамид-поплавков в виде усеченных пирамид, расположенных вершинами вниз, соединение их верхних частей межпоплавковыми
30 периметрическими, линейными, радиальными, раскосными и межраскосными связями и элементами жесткости уменьшенного диаметра и подкрепление этих решений мерами технологического характера, как всплытие в надводное положение перед ледоставом, управление якорной системой в период ледохода, обеспечивают предлагаемой ветроферме необходимую льдоустойчивость и круглогодичное безаварийное ее использование на замерзающих акваториях.

7. Ремонтопригодность предлагаемой ветрофермы достигается тем, что несущая ферма-понтон представляет собой вытянутое в цепь многозвенное понтонное сооружение, каждое звено которого состоит из двух одинаковых и по форме замкнутых многоугольных
35 фигур-понтонных, соединенных друг с другом каждая по двум своим вершинам, прилегающим к одной и той же стороне многоугольной фигуры, посредством фланцев полыми линейными параллельными связями с образованием таким путем между многоугольными фигурами промежуточной понтонной фигуры, у которой боковые стороны являются общими как для нее, так и многоугольных фигур-понтонных. Это позволяет для выполнения капитального ремонта разъединять многозвенную ветроферму на отдельные
40 звенья, а звенья - на отдельные понтонные фигуры и доставлять их с помощью буксира на судоремонтный завод, не прекращая функционирование других звеньев и частей ветрофермы. Аналогичным образом обеспечивается возможность доставки на судоремзавод отдельных фундаментов-поплавков с установленными на них ветроэлектрическими установками для выполнения среднего ремонта по известному агрегатному методу. Для этого обращенные друг к другу грани усеченных угловых и
45 центральных пирамид-поплавков многоугольных фигур, а также обращенные друг к другу грани фундаментов-поплавков линейных параллельных связей четырехугольной фигуры-понтонной скреплены между собой посредством фланцев и с возможностью сообщения между собой полостей пирамид полыми межпоплавковыми элементами жесткости,

соответственно радиальными и раскосными. На место отсоединенного для ремонта фундамента-поплавка всегда можно установить уже отремонтированный аналогичный фундамент-поплавков. Если среднему ремонту подлежит только ветротурбина одной из ветроэлектрических установок, демонтажу подлежит только верхняя часть опорной башни в

5 месте ее фланцевого соединения со средней конусной частью.

Для ремонта на заводе вспомогательного оборудования, размещенного в центральных водоизмещающих пирамидах-поплавках, его несложно поднять посредством грузоподъемных средств судна обслуживания. Для этого на поверхности центральной водоизмещающей пирамиды-поплавка многоугольной фигуры-понтонна и по ее оси

10 установлена шахта сообщения, выполненная с возможностью сообщения с нижнего торца с граненой выгородкой верхнего яруса центральной пирамиды-поплавка, а со стороны верхнего торца и нижней боковой поверхности - с атмосферой.

Текущий ремонт возможно выполнять прямо на месте силами ремонтной бригады. Для доступа последней к ремонтируемым объектам ветрофермы помимо полых радиальных и

15 раскосных элементов жесткости, соединяющих полости угловых и линейных фундаментов-поплавков с полостями центральных пирамид-поплавков соответствующих понтонных фигур, предусмотрено, что полые межпоплавковые раскосные элементы жесткости и обращенная в сторону их общего фундамента-поплавка линейная параллельная связь по нормали к ним и с возможностью внутреннего сообщения скреплены таким же путем с

20 обращенными к ним гранями центральной пирамиды-поплавка четырехугольной фигуры-понтонна посредством межраскосных элементов жесткости. Для попадания в помещения опорной башни ветроустановки, брашпиля и осушительного эжектора на поверхности фундамента-поплавка каждой фигуры-понтонна под опорной башней, соответственно на поверхности его внутреннего горизонтального элемента жесткости и в плоскости

25 сопряжения этого горизонтального элемента жесткости с внутренней гранью и с вертикальным внутренним элементом жесткости фундамента-поплавка, расположены проемы для доступа обслуживающего персонала к оборудованию.

Благодаря перечисленным конструктивным признакам предлагаемая ветроферма характеризуется достаточно высокой ремонтпригодностью и простотой техобслуживания.

30 8. В случае оборудования предлагаемой ветрофермы системой рекреации морской среды, содержащей центробежные воздухонагнетатели, их воздухопроводы с арматурой электрического привода и придонные воздухораспределители, она способна выполнять дополнительные функции: рекреации морской среды, активизации за счет этого роста подводной растительности, следствием чего является увеличение видов и численности

35 популяций промысловых рыб, морских животных и марикультуры, развитие на базе этого прибрежного рыболовства, а в итоге расширение в регионе ассортимента продовольственного рынка за счет даров моря.

9. В случае оборудования предлагаемой ветрофермы средствами для массовых развлечений (экскурсионная платформа) из заявленных элементов становится возможным

40 проведение экскурсий на ветроферму для пропаганды и рекламы высоких наукоемких энерго- и ресурсосберегающих технологий, развития туризма в регионе, расширения сферы досуга и отдыха местного населения.

Заявляемое изобретение иллюстрируется следующими графическими материалами.

Фиг.1 демонстрирует общий аксонометрический вид одного звена многоагрегатной

45 плавучей прибрежной ветрофермы; фиг.2 - вид сверху на четырехугольную фигуру фермы-понтонна из-под надводных строений; фиг.3 и 4 - общие виды на ветроферму в районе миделя четырехугольной фигуры; фиг.5 и 6 - то же, но при оборудовании ветрофермы экскурсионной платформой; фиг.7 и 8 - устройство углового водоизмещающего фундамента-поплавка; фиг.9 и 10 - устройство центральной водоизмещающей пирамиды-

50 поплавка многоугольной понтонной фигуры; фиг.11 - схема балластно-осушительной подсистемы одной понтонной фигуры; фиг.12 - придонное воздухораспределительное устройство.

Многоагрегатная плавучая прибрежная ветроферма представляет собой выстроенное в

цепь вдоль береговой черты многозвенное полупогружаемое понтонное сооружение, одно звено которого показано (фиг.1). Это звено содержит ферму-понтон 1, образованную двумя многоугольными, например шестиугольными, понтонными фигурами 2 и 2', у которых вершины 3 и 3' выполнены в виде водоизмещающих фундаментов-поплавков угловых, соединенных по всему периметру фигуры полыми межпоплавковыми периметрическими связями 4, 5 и 4' 5', образующими внешние стороны понтонов-многоугольников. Угловые водоизмещающие фундаменты-поплавки выполнены в виде усеченных пирамид, опрокинутых вершинами вниз и имеющих такое же число бортов-граней, что и у многоугольных понтонных фигур 2 и 2', т.е. шесть. Вершины, прилегающие к противоположащим периметрическим связям 5 и 5' разных многоугольных понтонных фигур этого звена, соединены посредством фланцев (не показаны) параллельными линейными связями 6 и 6'. Вследствие этого средняя часть фермы-понтонна 1 образует четырехугольную понтонную фигуру 5-6-5'-6', у которой боковые стороны 5 и 5' являются одновременно внешними сторонами смежных с ней понтонов-многоугольников 2 и 2'. Параллельные линейные связи четырехугольной понтонной фигуры поделены на равные части, между которыми встроены рассредоточенные относительно друг друга в шахматном порядке дополнительные водоизмещающие фундаменты-поплавки 7 линейные, аналогичные по форме угловым водоизмещающим фундаментам-поплавкам 3 и 3'.

В центре каждой из фигур-понтонных, а у многоугольных фигур еще и симметрично их вышеуказанным угловым фундаментам-поплавкам размещена центральная водоизмещающая пирамида-поплавков 8, 8', 9 (фиг.1 и 2), аналогичная по форме угловым и линейным водоизмещающим фундаментам-поплавкам. Обращенные друг к другу усеченные борта-грани угловых 3, 3' и центральных 8, 8' пирамид-поплавков многоугольных понтонных фигур соединены межпоплавковыми полыми радиальными элементами жесткости в виде элементов 10, а обращенные друг к другу борта-грани линейных фундаментов-поплавков 7 четырехугольной понтонной фигуры соединены между собой межпоплавковыми полыми раскосными элементами жесткости 11. Последние, а также линейная связь 6' соединены по нормали к ним с обращенными в их сторону бортовыми гранями центральной водоизмещающей пирамиды-поплавка 9 посредством таких же полых межраскосных радиальных элементов 12 жесткости. Диаметры всех межпоплавковых 10, 10', раскосных 11 и межраскосных 12 полых элементов жесткости, а также диаметры межпоплавковых периметрических и линейных связей многоугольных и четырехугольной понтонных фигур равны между собой и составляют половину высоты водоизмещающей пирамиды-поплавка. Все межпоплавковые полые элементы жесткости 10, 10' 11, 12 и все межпоплавковые полые периметрические и линейные связи 4, 4', 5, 5', 6, 6' сопряжены посредством фланцев (не показаны) с бортовыми гранями соответствующих пирамид-поплавков в их верхней части.

На межпоплавковые раскосные элементы 11 жесткости четырехугольной понтонной фигуры (фиг.3, 4) установлена посредством полых опор 13 надводная площадка 14. По центру эта площадка опирается через дополнительную полую опору 15 на поверхность центральной водоизмещающей пирамиды-поплавка 9 четырехугольной понтонной фигуры. На надводной площадке 14 сооружена надстройка 16, разделенная на обслуживающие помещения: производственные и служебные (не показаны). Надводная площадка 14 оборудована причальными устройствами 17, а на крыше ее надстройки 16 предусмотрена площадка 18 для вертолета. По периметру надводной площадки установлено ограждение 19 из перил.

На угловые 3, 3' и линейные 7 водоизмещающие фундаменты-поплавки установлены опорные башни 20 (фиг.1, 3), нагруженные многолопастными ветротурбинами 21. Опорные башни состоят из нижней цилиндрической 22, средней конусной 23 и верхней трубообразной 24 частей (фиг.7). В нижней цилиндрической части опорной башни в брызгозащищенном кожухе (не показан) установлен ветроэлектрический генератор 25, сочлененный посредством соединительных муфт 26 с валом 27 ветротурбины 21. Ветрогенератор 25 охлаждается независимым центробежным электровентилятором 28,

установленным на верхнем подшипниковом щите 29 ветрогенератора 25. Для забора охлаждающего воздуха вентилятором 28 служат жалюзи (не показаны) в нижнем подшипниковом щите 30 ветрогенератора, а для выброса горячего воздуха - нагнетательный воздуховод 31. Для поступления и выхода атмосферного воздуха внутрь опорной башни 20 служат отверстия (не показаны) в конусной части в районе ее стыка с верхней трубообразной частью 24. От попадания атмосферных осадков и морской воды эти отверстия предохранены соответственно козырьком 32 и волноотбойным листом 33. Для входа в опорную башню 20 в надводном положении фермы-понтон 1 служит герметичный люк 34 с крышкой. На поверхности каждого углового и линейного водоизмещающего фундамента-поплавка установлено со стороны его внешней бортовой грани герметичное помещение 35 брашпиля 36 и буксирные кнехты 37 (фиг.7 и 8).

Внутри корпуса каждого углового 3, 3' и линейного 7 водоизмещающего фундамента-поплавка по его вертикальной оси установлен внутренний полый вертикальный элемент 38 жесткости, воспринимающий суммарный вес его верхних строений. Под этим элементом жесткости по его оси устроен сточный колодец 39 фундамента-поплавка, днище которого выполнено с уклоном в сторону сточного колодца. Полость внутреннего вертикального элемента жесткости 38 разделена герметичной перегородкой 40 на нижнюю водопроницаемую и верхнюю герметичную полости. В герметичной полости элемента 38 жесткости установлен осушительный эжектор (струйный насос) 41, соединенный своей всасывающей полостью (не показана) с приемником 42 откачиваемой воды, установленным в сточном колодце 39. Нагнетательная полость (не показана) эжектора соединена посредством отливного трубопровода 43 и магнитоуправляемого запорного клапана 44 с отливным кингстоном 45. Для подачи рабочей воды к каждому эжектору 41 служит радиальный луч-трубопровод 46, проложенный по соответствующему межпоплавковому 10, 10', 11 и межраскосному 12 элементам жесткости и снабженный аналогичным запорным клапаном 44.

Внутри корпуса каждого углового 3, 3' и линейного 7 фундамента-поплавка в горизонтальной плоскости между его бортами проходят внутренние пересекающиеся полые горизонтальные элементы 47 жесткости, являющиеся внутренним продолжением линейной связи 6, 6' и межпоплавкового (наружного) элемента жесткости: соответственно радиального 10, 10' для углового и раскосного 11 для линейного фундамента-поплавка. В местах стыка внутреннего горизонтального элемента жесткости 47 с наружным элементом жесткости в бортовой стенке фундамента-поплавка имеется люк 48. Аналогичные лазы 49 имеются в месте пересечения внутреннего горизонтального элемента 47 с внутренним вертикальным элементом 38 жесткости для прохода из внутренней половины элемента 47 в его наружную половину и в герметичную верхнюю полость внутреннего вертикального элемента 38 жесткости, где установлен осушительный эжектор 41. Во внутренней половине горизонтального элемента 47 жесткости установлен центробежный воздухоманетатель 50 системы рекреации (в случае ее установки), соединенный приемным вентиляционным трубопроводом 51 с раструбом 52, имеющим заслонку с магнитным приводом (не показана), расположенным выше волноотбойного листа 33. Выходной патрубок (не показан) воздухоманетателя 50 снабжен трехходовым воздушным клапаном-заслонкой (не показана) с электроприводом, соединяющим этот патрубок с атмосферным воздуховодом (не показан) и нагнетательным воздуховодом 53 системы рекреации. Последний выведен наружу и соединен с забортным патрубком 54. Из наружной половины горизонтального элемента 47 жесткости имеется выход 55 в герметичное помещение 35 брашпиля, а также люк 56 для выхода внутрь опорной башни 20. Все внутреннее пространство каждого фундамента-поплавка за исключением герметичных полостей внутренних горизонтального 47 и вертикального 38 элементов жесткости является водозаполняемым балластным отсеком. Для приема балластной морской воды в днище фундамента-поплавка имеется приемный магнитоуправляемый кингстон 57, а для стравливания из него воздуха в атмосферу через полость опорной башни на поверхность установлен электроуправляемый клапан вентиляции (не показан) непосредственно под

электрогенератором 25.

Центральная водоизмещающая пирамида-поплавков 8, 8' и 9 соответственно многоугольной и четырехугольной понтонных фигур разделена горизонтальной перегородкой 58 (фиг.9, 10) на верхний и нижний сообщающиеся между собой ярусы. В верхнем ярусе симметрично вертикальной оси и бортовым граням пирамиды-поплавка
5 встроена шестигранная жесткая герметичная выгородка 59 (с таким же числом граней, что и у самой пирамиды-поплавка). В этой выгородке размещено типовое преобразовательное электрооборудование 60 всех ветроэлектрических установок данной понтонной фигуры. Между каждой стенкой-гранью выгородки и обращенным к ней бортом-гранью пирамиды-
10 поплавка установлены полые внутренние горизонтальные жесткости 61, являющиеся продолжением наружных межпоплавковых 10, 10' и межраскосных 12 радиальных элементов жесткости (фиг.2, 9 и 10). По обоим торцам внутренних горизонтальных жесткостей в стенках-гранях выгородки 59 и бортах-гранях пирамиды-поплавка устроены проходы 62. Они служат для сообщения выгородки 59 соответствующей центральной
15 пирамиды-поплавка со всеми угловыми 3, 3' и линейными 7 водоизмещающими фундаментами-поплавками соответствующей понтонной фигуры. На поверхность центральной пирамиды-поплавка 8, 8' многоугольной понтонной фигуры (фиг.1) установлена полая цилиндрическая шахта 63 сообщения (фиг.9), закрытая съемной герметичной крышкой 64. В нижней части шахты сообщения на боковой ее поверхности
20 имеется люк с герметичной крышкой 65. Полости шахты 63 и выгородки 59 имеют свободное сообщение между собой через проем 66 на поверхности пирамиды-поплавка. Для возможности естественной вентиляции шахты сообщения 63 и выгородки 59 в верхней части шахты выше волноотбойного листа 67 устроены жалюзи 68.

Днище центральной пирамиды-поплавка любой понтонной фигуры выполнено с уклоном
25 3-5° к сточному колодцу 69, размещенному по ее вертикальной оси. Таким же путем в центре нижнего яруса центральной пирамиды-поплавка любой понтонной фигуры установлена цилиндрическая полая опора 70. Она разделена перегородкой 71 на верхнюю герметичную и нижнюю водопроницаемую полости. В верхней полости размещен электроприводной центробежный осушительный насос 72, соединенный своей
30 всасывающей полостью (не показана) с приемником 73 сточного колодца 69, а нагнетательными трубопроводами 74 и 75 - соответственно с коллектором 76 и отливным кингстоном 77 пирамиды-поплавка. От коллектора 76 отведены лучи-трубопроводы 46, которые по соответствующим межпоплавковым радиальным 10, 10', межраскосным 12 и раскосным 11 элементам жесткости (фиг.2, 7, 8, 9, 10) подведены к входным полостям
35 (не показаны) рабочей воды эжекторов 41 (фиг.7) угловых 3, 3' и линейных 7 водоизмещающих фундаментов-поплавков. Верхняя полость цилиндрической опоры 70 (фиг.9) имеет свободное сообщение с выгородкой через лаз 78 (фиг.10) в горизонтальной перегородке 58. В нижней полости опоры 70, боковые поверхности которой перфорированы (не показано), установлен приемный магнитоуправляемый кингстон 79, а в верхней части
40 стенки-границы выгородки 59 установлены электроуправляемые клапаны вентиляции (не показаны).

На подволоке выгородки 59 закреплен центробежный воздухонагнетатель 80 системы рекреации морской среды (если она установлена), соединенный приемным патрубком (не показан) с всасывающим воздухопроводом 81. Выходной патрубком (не показан)
45 воздухонагнетателя 80 снабжен трехходовым электроуправляемым клапаном-заслонкой (не показан), соединяющим этот патрубок с атмосферным воздухопроводом (не показан) и нагнетательным воздухопроводом 82, который выведен наружу к забортному патрубку 83. Все внутреннее пространство каждой центральной пирамиды-поплавка, за исключением
50 граненой выгородки 59, внутренних горизонтальных жесткостей 61 и цилиндрической полой опоры 70, составляет балластную полость.

Якорная система фермы-понтонна 1 состоит из совокупности независимых якорных устройств, которыми оборудованы угловые 3 и линейные 7 водоизмещающие фундаменты-поплавки. Отдельное якорное устройство содержит электроприводной брашпиль 36 (фиг.7,

8), установленный в герметичном помещении 35 на поверхности соответствующего водоизмещающего фундамента-поплавка. Приводной вал (не показан) брашпиля 36 выведен через стенки герметичного помещения 35 к якорным звездочкам 84, расположенным с наружной стороны стенок герметичного помещения 35. Нагруженные ветви 85 якорных цепей выведены под днище водоизмещающего фундамента-поплавка по его наклонным каналам 86, выходные отверстия-клюзы 87 которых расположены вблизи внешнего борта-границы. Нагруженные ветви 88 якорных цепей уложены в цепные ящики 89, размещенные в водозаполняемой полости балластного отсека данного водоизмещающего фундамента-поплавка непосредственно под якорными звездочками. Угловые и линейные водоизмещающие фундаменты-поплавки, которые обращены навстречу преобладающим ветрам в данной местности, морским и приливно-отливным течениям, а также противостоящие напоры ледяных полей в период ледохода, оборудованы брашпилями с двумя якорными звездочками 84 с соответствующими якорными цепями 85 и якорями (не показаны). Те из угловых водоизмещающих фундаментов-поплавков многочисленных понтонных фигур, которые расположены в вершинах боковых сторон 5 и 5' (фиг.1) четырехугольной понтонной фигуры, выполнены свободными от якорных устройств. Брашпили остальных угловых и линейных водоизмещающих фундаментов-поплавков оборудованы брашпилями 36 с одинарными якорными звездочками 84 (фиг.7, 8).

Каждая из многоугольных и четырехугольной понтонных фигур оборудована независимой балластно-осушительной системой. В ее состав входят осушительная подсистема (фиг.11) и обслуживаемые ею балластные отсеки соответствующей понтонной фигуры. У многоугольной понтонной фигуры балластными отсеками являются водозаполняемые полости центральной 8, 8' и угловых 3, 3' водоизмещающих пирамид-поплавков (фиг.1 и 2), а также полости межпоплавковых периметрических связей 4, 5, 4', 5'. У четырехугольной понтонной фигуры балластными отсеками являются водозаполняемые полости центральной 9 и линейных 7 водоизмещающих пирамид-поплавков. В днище каждой из водоизмещающих пирамид-поплавков встроен приемный кингстон 57 (фиг.7) и 79 (фиг.9) с дистанционным магнитным управлением для приема забортной воды. Кроме того, они оборудованы клапанами вентиляции с дистанционным электрическим управлением (не показаны), установленными попарно соответственно под электрогенератором 25 на поверхности фундаментов-поплавков 3, 3' и 7 и в верхней части стенки-границы шестигранной выгородки 59 центральных пирамид-поплавков 8, 8' и 9, а также датчиками уровня воды, крена и дифференциала (не показаны).

Водозаполняемые периметрические межпоплавковые связи 4, 5, 4', 5' выполнены водонепроницаемыми, для чего по нижней образующей их поверхности они имеют шпигаты, а по верхней образующей - отверстия для вентиляции (не показаны).

Осушительная подсистема (фиг.11) каждой из понтонных фигур содержит: сточные колодцы 69 и 39 соответственно водоизмещающих центральной и угловых (либо линейных) пирамид-поплавков (фиг.7, 9, 11), расположенных в их днищах по центру; осушительный насос 72 (фиг.11, 9), установленный в центральной водоизмещающей пирамиде-поплавке; осушительные эжекторы 41 (фиг.11,7), расположенные в каждом из угловых 3, 3' (или линейных 7) водоизмещающих фундаментов-поплавков. Приемники 42 и 73 сточных колодцев соответствующих пирамид-поплавков соединены с всасывающими полостями (не показаны) осушительного насоса 72 (фиг.11, 9) и осушительных эжекторов 41 (фиг.11, 7). Нагнетательный патрубок 74 осушительного насоса 72 соединен посредством магнитоуправляемой запорной арматуры 90, коллектора 76 и расходящихся от него лучей-трубопроводов 46 (фиг.11, 9, 7) с патрубками (не показаны) рабочей воды осушительных эжекторов 41, а нагнетательные полости последних (не показаны) соединены посредством отливных трубопроводов 43 с отливными кингстонами 45 (фиг.11, 7) угловых и линейных фундаментов-поплавков. Указанные трубопроводы 43 и 46 снабжены каждый запорной арматурой 44 с дистанционным магнитным управлением. Осушительный насос 72, кроме того, своим нагнетательным патрубком 75 соединен посредством магнитоуправляемой запорной арматуры 91 с отливным кингстоном 77, установленным в днище

соответствующей центральной водоизмещающей пирамиды-поплавка (фиг.11, 9).

Многоагрегатная плавучая прибрежная ферма в частном случае может быть оборудована системой рекреации морской среды, состоящей из совокупности независимых подсистем, которые установлены на каждой угловой, линейной и центральной пирамиде-поплавке каждой из многоугольных и четырехугольной понтонных фигур. Отдельная подсистема содержит центробежный воздухонагнетатель 50 (фиг.7) или 80 (фиг.9), всасывающий 51 (фиг.7) или 81 (фиг.9) и нагнетательный 53 (фиг.7) или 82 (фиг.9) воздухопроводы с их арматурой (не показана), забортный патрубок 54 (фиг.7) или 83 (фиг.9) и приданный воздухораспределитель 92 (фиг.6). Воздухонагнетатель 50 в каждом из угловых и линейных водоизмещающих фундаментах-поплавков установлены в полостях герметичных горизонтальных элементов 47 жесткости (фиг.7) со стороны внутреннего борта-границы, а воздухонагнетатель 80 в каждой из центральных водоизмещающих пирамид-поплавков установлен в ее герметичной шестигранной выгородке 59 (фиг.9) верхнего яруса наряду с преобразовательным электрооборудованием ветроустановок. Приемные растробы 52 (фиг.7, 9) воздухопроводов всех воздухонагнетателей выведены в атмосферу выше волноотбойных листов 33 (фиг.7) опорных башен ветроустановок на угловых и линейных фундаментах-поплавках 3, 3', 7 и 67 шахт сообщения (фиг.9) на центральных пирамидах-поплавках 8, 8'. Нагнетательный воздухопровод 53 (фиг.7) или 82 (фиг.9) каждого воздухонагнетателя каждой пирамиды-поплавка соединен через трехходовой электроуправляемый запорный клапан-заслонку (не показан) с атмосферным трубопроводом (не показан) и забортным патрубком 54 (фиг.7) или 83 (фиг.9). Забортный патрубок соответствующей пирамиды-поплавка установлен вблизи ее днища. Гибким шлангом-воздуховодом 93 (фиг.6) забортный патрубок соединен с приданным воздухораспределителем 92. Последний выполнен в виде приемного жесткого патрубка 94 (фиг.12), раздаточного коллектора 95, плоской опоры 96, радиальных полых отводов 97, соединяющих раздаточный коллектор 95 с несколькими перфорированными воздухораспределительными трубопроводами 98, концентрически опоясывающими указанный коллектор и поддерживаемыми на весу посредством растяжек 99.

В частном случае надводная площадка 14 (фиг.5, 6) многоагрегатной плавучей прибрежной ветрофермы и поддерживающая ее центральная водоизмещающая пирамида-поплавков 9 четырехугольной понтонной фигуры могут быть выполнены в исполнении, пригодном для обслуживания туристов-экскурсантов. В этом исполнении обслуживающие помещения надстройки 16 надводной площадки 14 разделены на производственные 100 и служебные 101 помещения, а надводная площадка 14 оборудована средствами для массовых развлечений в виде экскурсионной платформы 102. В экскурсионную платформу входят: посадочно-прогулочная терраса 103, занимающая пространство вокруг обслуживаемых помещений и ограниченная по периметру надводной площадки перилами 19; примыкающие к посадочно-прогулочной террасе трапы 17 и 104, ведущие соответственно к катеру (не показан) и к вертолетной площадке 18 на посадку; прилегающие по периметру к террасе зрительный зал 105, надводный бар-кафе 106 с примыкающим к нему открытым салоном-верандой 107, сооружения ресторанного блока 108 и санитарно-гигиенического блока 109. Центральная водоизмещающая пирамида-поплавков в частном исполнении содержит дополнительный (третий) ярус 110, расположенный ниже ее водозаполняемого балластного отсека и имеющий форму многогранника с таким же числом вертикальных граней, что и у двух верхних ярусов данной пирамиды-поплавка. В нижнем ярусе 110 размещен подводный ресторан-океанариум, у которого наружные бортовые стенки-границы выполнены из высокопрочного прозрачного материала. Ресторан-океанариум сообщен с граненой выгородкой спиральным трапом (не показан), а с надводной площадкой - посредством двух лифтов (служебного и пассажирского), герметичные шахты 111 и 112 которых расположены на наружных противоположных боковых поверхностях дополнительной полой опоры 15.

Электрическая энергия, произведенная ветроустановками, со сборного щита, находящегося в надстройке 16, передается в береговую энергосистему по подводному кабелю 113.

Многоагрегатную плавучую прибрежную ветроферму используют следующим образом.

Буксировка ветрофермы и ее позиционирование. Начинают операцию со сборки многоугольных 2 и 2' и четырехугольной 5-6-5'-6' понтонных фигур (фиг.1) по отдельности на стапелях судостроительного завода (не показано). Затем их доставляют поочередно посредством буксира-толкача (не показан) на место якорной стоянки в надводном положении этих понтонных фигур. При буксировке указанных частей используют буксирные кнехты 37 (фиг.7, 8), закрепленные на угловых 3 и линейных 7 водоизмещающих фундаментах-поплавках (фиг.1, 7, 8). Отбуксированные понтонные фигуры позиционируют посредством буксиров-толкачей так, чтобы навстречу преобладающим ветрам, течениям и движению ледяных полей в период ледохода противостояли водоизмещающие фундаменты-поплавки, оборудованные брашпилями 36 с двойными якорными звездочками 84 (фиг.7, 8). В таком положении указанные понтонные фигуры соединяют посредством фланцев (не показаны) в звенья (фиг.1), которые устанавливают на якоря (не показано). Эту операцию выполняют поэтапно. Первоначально якоря заводят на места их залегания (не показано) с помощью этого буксира, потравливая при этом якорные цепи 85, 88 брашпилями 36 (фиг.7). После заводки всех якорей ферму-понтон 1 окончательно раскрепляют, выбирая одни и потравливая другие якорные цепи посредством брашпелей разных водоизмещающих фундаментов-поплавков. Электроэнергия на этот период может быть подведена к брашпилям по временному гибкому кабелю (не показано) с буксира-толкача. По окончании позиционирования первого звена ветрофермы нагруженные ветви 85 якорных цепей закрепляют стопорами (не показаны). Если ветроферма имеет многозвенное исполнение, в аналогичной последовательности производят буксировку и сборку ее второго и последующих звеньев, которые в собранном виде причаливают посредством буксира-толкача к первому звену, соединяют их посредством фланцев и также устанавливают на якоря.

На следующем этапе закрепленную на якорях ветроферму соединяют с заранее проложенным по морскому дну высоковольтным подводным кабелем 113, который заводят на ветроферму в районе надводной площадки 14 четырехугольной понтонной фигуры (фиг.6). Прокладку кабеля по дну моря производят, используя судно-кабелеукладчик или иное приспособленное для этой цели плавсредство (не показаны).

После завершения операции позиционирования всех звеньев ветрофермы выполняют при необходимости монтаж системы рекреации. При этом используют судно обслуживания, оборудованное грузоподъемным механизмом (не показано). Перемещаясь на этом судне от одного водоизмещающего фундамента-поплавка 3, 3', 7 к другому, опускают на дно моря с помощью грузоподъемного механизма придонные воздухораспределители 92 (фиг.6) так, чтобы они опорами 96 (фиг.12) опирались на морское дно. Затем эти воздухораспределители их патрубками 94 соединяют посредством гибких шлангов-воздуховодов 93 (фиг.6) с забортными патрубками 54 (фиг.6, 7) угловых (также линейных) и 83 (фиг.6, 9) центральных пирамид-поплавков фермы-понтонна 1.

После завершения всех монтажных работ ветроферму переводят в полупогруженное положение до уровня ее летней ватерлинии, проходящей по среднему сечению конусной части 23 (фиг.3, 6, 7) опорных башен 20 ветротурбин 21 (фиг.1, 3, 6) ниже их волноотбойных листов 33 (фиг.7) и 67 (фиг.9). Эту операцию выполняют посредством одновременного приема забортной воды в балластные отсеки всех угловых 3, 3', линейных 7 и центральных 8, 8', 9 пирамид-поплавков фермы-понтонна (фиг.1 и 2). Для этого, используя систему автоматизированного дистанционного управления (не показана), открывают одновременно кингстоны 57 (фиг.7) и 79 (фиг.9) соответственно в угловых (также линейных) и центральных пирамидах-поплавках, а также их клапаны вентиляции (не показаны). Забортная вода заполняет самотеком балластные отсеки указанных пирамид-поплавков. Вытесняемый при этом воздух, используя датчики уровня воды, регулируемо стравливают внутрь опорных башен 20 ветротурбин (фиг.1, 3, 6, 7), дополнительной опорной башни 15 центральной пирамиды-поплавка 9 (фиг.3, 6) и шахт сообщения 63 (фиг.9) центральных пирамид-поплавков 8 и 8' (фиг.1, 2). Отсюда воздух уходит в

атмосферу в последних случаях через жалюзи 68 (фиг.9) шахт сообщения 63 и опорных башен 15, в первом случае - через отверстия (оба не показаны) опорных башен 20 ветротурбин 21, расположенные в обоих случаях выше волноотбойных листов 33 (фиг.7) и 67 (фиг.9) указанных пирамид-поплавков. Когда ферма-понтон 1 погрузится до уровня нижней поверхности периметрических связей 4, 4', 5, 5' (фиг.1, 2), заборная вода поступает в их полости самотеком через шпигаты (не показаны), вытесняя при этом воздух в атмосферу через отверстия (не показаны) в верхней поверхности указанных связей. Глубину погружения фермы-понтонa 1 регулируют посредством вышеупомянутых управляемых кингстонов и клапанов вентиляции по сигналам датчиков уровня воды (не показаны), датчиков крена и дифферента (не показаны). В полупогруженном состоянии ветрофермы внутренние полости опорных башен 20 ветротурбин предохраняют от попадания морской воды и атмосферных осадков соответственно волноотбойными листами 33 и козырьками 32 (фиг.7), а у шахт сообщения 63 центральных пирамид-поплавков 8 и 8' это делают посредством волноотбойных листов 67 и жалюзи 63 (фиг.9).

Эксплуатация ветрофермы в весенне-летний период. В этот период ферма-понтон 1 (фиг.1, 3 и 6) находится в полупогруженном положении по летнюю ватерлинию. Над поверхностью воды возвышаются только трубообразные части 24 опорных башен с их ветротурбинами 21, верхушки шахт 63 сообщения и надводная площадка 14 с ее надстройкой 16, расположенной в районе миделя четырехугольной понтонной фигуры 5-6-5'-6'. Благодаря тому что ветроферма занимает значительную площадь, имеет достаточную массу и, прежде всего, что ее подводные строения находятся ниже возмущенного слоя воды, ферма-понтон 1 даже при самом сильном волнении не испытывает колебаний от действия волн. Этим почти исключаются волновые динамические нагрузки на конструкции фермы-понтонa и обеспечивается нормальное функционирование ветроэлектрических установок. Тем не менее из-за нестабильности ветровых потоков и переменной частоты вращения ветрогенераторов 25 (фиг.7) последние вырабатывают "грязную" электроэнергию, т.е. имеющую напряжение и частоту тока, непригодные для ее потребителей. Поэтому эту продукцию преобразуют в "чистую" электроэнергию со стабильными и номинальными значениями ее параметров посредством известного преобразовательного электрооборудования 60 (фиг.9, 10), установленного в герметичных выгородках 59 центральных пирамид-поплавков 8, 8' и 9. Затем стабилизированное напряжение 6-10 кВ чистой электроэнергии повышают посредством типового трансформатора (не показан), расположенного в надстройке 16 (фиг.3, 6) до 35-110 кВ (в зависимости от суммарной мощности ветрофермы), и передают по высоковольтному подводному кабелю 113 на ближайшую береговую трансформаторную подстанцию (не показана) соответствующего напряжения. Часть чистой электроэнергии напряжением 0,4-10 кВ подводится к типовому распределительному щиту собственных нужд (не показан), установленному в надстройке 16. С этого щита, в частности, получают электропитание осушительные насосы 72 (фиг.9 и 11), размещенные в центральных пирамидах-поплавках 8, 8' и 9 в герметичных полостях их вертикальных опор 70, вентиляторы 28 (фиг.7, 8) независимого воздушного охлаждения ветрогенераторов 25, брашпили 36, воздухонагнетатели 50 (фиг.7) и 80 (фиг.9) системы рекреации морской среды, размещенные в герметичных полостях всех пирамид-поплавков: угловых, линейных, центральных. Кабельные трассы (не показаны) от ветрогенераторов 25 (фиг.7) к преобразовательному электрооборудованию 60 (фиг.9), расположенному в выгородках 59 центральных пирамид-поплавков 8, 8', 9 и надстройке 16 (фиг.3, 6) четырехугольной понтонной фигуры, проходят по герметичным полостям межпоплавковых элементов жесткости.

Ветроферма работает в автоматическом режиме. Функции обслуживающего персонала, работающего по вахтовому методу, сводятся к наблюдению за работой оборудования ветрофермы. В базовом варианте суточная вахта состоит из двух человек: инженера-электромеханика и его помощника, которые поочередно несут вахту в центральном посту управления ЦПУ (не показан), расположенном в надстройке 16, отдыхают и выполняют

регламентные работы. Между собой они поддерживают связь по мобильному радиотелефону. При необходимости выполнения текущих ремонтно-профилактических работ вахтенная команда вызывает через берегового диспетчера ремонтную бригаду, прибывающую на служебном катере, который швартуют к причальному устройству 17. При сильном волнении ремонтную бригаду доставляют вертолетом, который принимают на вертолетную площадку 18. В период смены дежурств сдающая и принимающая вахты делают обход всех ветроэлектрических установок. Пешеходный маршрут из ЦПУ в сторону многоугольных понтонных фигур проходит следующим образом. По служебному лифту 111 (фиг.5, 6) обходчики опускаются в выгородку 59 (фиг.9, 10) центральной пирамиды-поплавка 9 четырехугольной понтонной фигуры. Затем через проходы 62 и горизонтальные жесткости 61 маршрут пролегает по межраскосным 12 и межпоплавковым раскосным 11 элементам жесткости (стрелки на фиг.2) в сторону любого линейного водоизмещающего фундамента-поплавка 7 и через люки 48 (фиг.7, 8) во внутренние полости последнего. Из этого, например левого, фундамента-поплавка 7 к левой многоугольной понтонной фигуре 2 (фиг.1, 2) в ее центральную пирамиду-поплавков 8 маршрут проходит через люк 48 этого линейного фундамента-поплавка, аналогично по линейной связи 6', аналогично через угловой фундамент-поплавков, лежащий на пересечении связей 5 и 6', и далее по межпоплавковому радиальному элементу 10 жесткости в центральную пирамиду-поплавков 8. Из выгородки 59 пирамиды-поплавка 8 по другим межпоплавковым радиальным элементам 10 жесткости и через люки 48 (фиг.7, 8) обходчики проходят в любой другой угловой водоизмещающий фундамент-поплавков 3. Через их герметичные горизонтальные элементы 47 жесткости они попадают в смежные полости и помещения: через лаз 55 - в помещение 35 брашпиля 36; через люк 56 - в цилиндрическое помещение 22 ветрогенератора 25; через лаз 49 - в герметичную полость вертикального элемента 38 жесткости к осушительному эжектору 41.

К правой многоугольной фигуре 2' (фиг.1 и 2) из выгородки 59 центральной пирамиды-поплавка 9 маршрут аналогичен (показан стрелками на фиг.2 через линейную связь 6).

Чтобы избежать возникновения механических напряжений в узлах фермы-понтонна 1, вызываемых возможным образованием крена, дифферента из-за возможного неодинакового уровня воды в отсеках водоизмещающих пирамид-поплавков, и обеспечить нормальное положение ветротурбин 21 относительно направления потока ветра, горизонтальное положение фермы-понтонна контролируют посредством датчиков уровня воды (не показаны) в балластных отсеках всех водоизмещающих пирамид-поплавков, и датчиков крена и дифферента (не показаны) фермы-понтонна, расположенных в выгородках 59 центральных пирамид-поплавков 8, 8' и 9. При повышении уровня воды в балластном отсеке какой-либо пирамиды-поплавка относительно заданного значения система автоматического кренования и дифферентировки (не показана) запускает автоматически осушительный насос 72 (фиг.9, 11) соответствующей балластно-осушительной подсистемы, включает в работу осушительный эжектор 41 (фиг.7, 11) соответствующего фундамента-поплавка и выравнивает давление в его балластном отсеке открытием клапана вентиляции (не показан). При восстановлении заданного уровня воды в балластном отсеке эта система работающий эжектор выключает, а осушительный насос останавливает, перекрывая также соответствующую арматуру.

Эксплуатация ветрофермы в осенне-зимний период. Этот период характерен усилением муссонных ветров вплоть до штормовых и установлением отрицательных температур воздуха. До покрытия водной акватории льдом сильное волнение поверхности моря вызывает обледенение опорных башен 20 (фиг.1, 7) ветроустановок и шахт сообщения 63 (фиг.1, 9) центральных пирамид-поплавков. Масса ветрофермы увеличивается, равно как и ее осадка. Для поддержания осадки по летнюю отметку часть балласта откачивают, сохраняя горизонтальное положение фермы-понтонна 1 и не допуская перенапряжений в ее узлах. Для этого запускают в режиме дистанционного автоматизированного управления балластно-осушительной системой осушительные насосы 72 (фиг.9, 11), включают посредством запорной арматуры 44 (фиг.7, 11) осушительные эжекторы 41 и откачивают

через отливные кингстоны 45 балластную воду за борт, восстанавливая летнюю осадку. Образующиеся в балластных отсеках пустоты заполняют атмосферным воздухом через клапаны вентиляции. Чтобы ограничить процесс обледенения и вызвать таяние льда на обледенелых участках фетрофермы в тихую погоду, периодически включают типовое
5 противообледенительное устройство, например встроенные плоские тепловыделяющие кабели (не показаны), опоясывающие конусную часть опорных башен 20 выше уровня летней ватерлинии до волноотбойных листов 33 и нижнюю поверхность этих листов.

С появлением первых признаков образования ледяного покрова вокруг ветрофермы балластно-осушительной системе подают команду на полное всплытие фермы-понтон до
10 уровня зимней ватерлинии, проходящей несколько ниже нижней поверхности ее периметрических 4, 4', 5, 5' и линейных 6, 6' связей, а также межпоплавковых радиальных 10, раскосных 11 и межраскосных 12 элементов жесткости многоугольных 2, 2' и четырехугольной фигур 5-6-5'-6' (фиг.1 и 2). По этой команде вводят в действие осушительные насосы 72 и осушительные эжекторы 41 (фиг.7, 11) всех балластно-
15 осушительных подсистем на полную мощность. Ферма-понтон всплывает и при указанной осадке вмержает в лед, превращаясь в монолитный полностью неподвижный фундамент для надводных строений, которому не страшны самые сильные буревые ветры. После всплытия балластные отсеки полностью опорожнены вследствие того, что днище у всех пирамид-поплавков имеет уклон 3-5° к их сточному колодцу 39 (фиг.7, 11) или 69
20 (фиг.9, 11) и вода самотеком стекает в этот сточный колодец, из которого эжектором она полностью удаляется за борт через отливные кингстоны 45. Когда будут осушены сточные колодцы у всех фундаментов-поплавков соответствующей многоугольной или четырехугольной понтонной фигуры, ее запорную арматуру 44 и 90 закрывают, тогда как запорный клапан 91 открывают. Осушительный насос 72, который переводят на
25 пониженные обороты, осушает сточный колодец 69 через отливной кингстон 77. Во избежание размораживания трубопроводов 43, 46 и коллекторов 76 центральных пирамид-поплавков их продувают сжатым воздухом от вспомогательной пневматической системы (не показана).

Весной в ледоход противостояние ветрофермы напору льда обеспечивают, прежде
30 всего, тем, что водоизмещающие фундаменты-поплавки фермы-понтон, подверженные напору льда, оборудованы брашпилями 36 с двойными якорными звездочками 84, двойными якорными цепями 85, 88, присоединенными к двум якорям (не показаны). Кроме того, сама ветроферма имеет льдоустойчивое исполнение за счет, во-первых, того, что ее зимняя ватерлиния проходит ниже нижней поверхности ее элементов жесткости,
35 параметрических и линейных связей, чем уменьшается общая линия соприкосновения фермы-понтон с ледяным покровом. Во-вторых, все пирамиды-понтон, вмержшие в лед, имеют скошенные борта-границы, подобно форштевню ледокольного судна. Благодаря этому сила реакции со стороны бортов-граней, возникающая в момент напора массы льда на них, направлена по нормали к кромке льда. К началу ледохода весенний лед имеет рыхлую
40 структуру и указанная сила реакции легко раскалывает этот лед. Образующиеся куски льда под напором задней линии льда обтекают борта-границы пирамид-поплавков и уходят под их днища. Для страховки непосредственно перед началом ледохода лед вокруг ветрофермы обкалывают, используя портовый ледокол.

По окончании ледохода ферму-понтон 1 переводят повторно в подводное положение по
45 летнюю ватерлинию, как описано выше.

Ремонтные работы. Текущий ремонт ветроустановок, преобразовательного и вспомогательного оборудования ветрофермы выполняют на месте силами ремонтной бригады. В ее распоряжении имеются слесарно-токарная и электрическая мастерские (не показаны), сварочный участок со стационарным и переносным сварочными агрегатами (не
50 показаны), расположенными в надстройке 16. Текущий ремонт облегчен тем, что основное оборудование ветрофермы, исключая ветротурбины 21 (фиг.3, 6, 7), расположено в ее внутренних отсеках и помещениях, чем исключается влияние погодных условий на производство работ.

Средний ремонт ветрофермы выполняют в условиях судоремонтного завода по известному агрегатному методу. Подлежащую ремонту ветроэлектрическую установку в комплекте со своим водоизмещающим фундаментом-поплавком отсоединяют от фланцев соответствующих периметрических (либо линейных) связей и ребер жесткости, а на ее место устанавливают уже отремонтированный ветроэлектрический модуль. Эту работу выполняют в надводном положении фермы-понтон 1. Демонтированный модуль буксируют на судоремонтный завод. Если ремонту подлежит не весь модуль, а только ветротурбина какой-либо ветроустановки, демонтажу подлежит с помощью кранового судна (не показано) только трубообразная часть 24 опорной башни 20 (фиг.7). Если на судоремзаводе следует доставить преобразовательное электрооборудование 60, осушительный насос 72 (фиг.9), воздухонагнетатель 80 или другие вспомогательные узлы и механизмы, расположенные в центральных водоизмещающих пирамидах-поплавках 8, 8', многоугольных фигур-понтонных 2, 2', их поднимают наружу посредством кранового судна (не показано) через люк 66 шахты 63 сообщения при снятой крышке 64. При этом всплытия ветрофермы в надводной положение не требуется.

Капитальный ремонт ветрофермы также производят на судоремзаводе, доставляя туда не отдельные модули ветроустановок, а целиком демонтированные многоугольную 2, 2' или четырехугольную 5-6-5'-6' понтонные фигуры (фиг.1). На время ремонта одной понтонной фигуры другие части ветрофермы этого звена продолжают свое функционирование.

Перед началом демонтажа подлежащих ремонту частей ветрофермы выполняют подъем их якорей. Эту операцию выполняют с помощью вспомогательного судна (не показано). Посредством грузоподъемного устройства последнего производят поочередно отрыв и подъем каждого якоря до поверхности воды. После этого подают команду на ветроферму начать выбирание якорной цепи 85, 88 (фиг.7) брашпилем 36 соответствующего фундамента-поплавка. Вместе с поднятым якорем подтягивают и вспомогательное судно, удерживающее этот якорь на весу. Выбираемую якорь-цепь укладывают в цепной ящик 89, а якорь (не показан) втягивают в клюз 87. По завершении операции съёмки одного якоря приступают к съёмке следующего якоря, действуя в указанной последовательности. После втягивания в соответствующий клюз последнего якоря у подлежащей ремонту части ветрофермы приступают к ее демонтажу.

Использование системы рекреации морской среды. В случае использования системы рекреации морской среды реализуют известную технологию рекреационных процессов, которая основана на усилении естественной биологической активности морских микроорганизмов за счет принудительной подачи к придонным слоям воды, обедненных кислородом, атмосферного воздуха. Для этого на каждой водоизмещающей пирамиде-поплавке каждой из многоугольных 2,2' и четырехугольной 5-6-5'-6' понтонных фигур (фиг.1, 2) в частном случае использования установлен центробежный воздухонагнетатель 50 (фиг.7) и 80 (фиг.9). Электропитание к этим воздухонагнетателям подают с распределителя собственных нужд (не показан), установленного в надстройке 16 (фиг.3-6). У неработающих нагнетателей все их воздухопроводы перекрыты запорной арматурой (не показана). Пуск воздухонагнетателей производят поочередно по командам, посылаемым из ЦПУ. По команде "пуск" открывают воздушную заслонку раструба 52 (фиг.7, 9) и трехходовой клапан-заслонку, соединяющий выходной патрубок (не показаны) воздухонагнетателей 50 и 80 с атмосферой. Включают электродвигатель воздухонагнетателя и при достижении номинальной частоты вращения синхронно прикрывают посредством трехходового клапана-заслонки атмосферный воздухопровод и открывают нагнетательный воздухопровод 53 (фиг.7) и 82 (фиг.9), ведущий к забортному патрубку 54 (фиг.7) и 83 (фиг.9). Нарастающим давлением вытесняют воду из гибкого шланга-воздуховода 93 (фиг.6), раздаточного коллектора 95 (фиг.12), радиальных отводов 97 и воздухораспределительных трубопроводов 98 через их отверстия. После опорожнения от воды всего воздухораспределителя 92 (фиг.6) давление в нагнетательном воздухопроводе стабилизируется и процесс ввода в действие воздухонагнетателя

завершается.

В обогащенных кислородом придонных слоях воды активизируется аэробная биологическая очистка загрязнений органического происхождения, поступающих в море (залив) с канализационными и промышленными стоками. В результате обычный морской ил постепенно превращается в активный ил, насыщенный бактериями и простейшими микроорганизмами. Первые минерализуют органические вещества, растворенные в воде, вторые - вещества, находящиеся во взвешенном состоянии. В итоге прозрачность воды улучшается, а вместе с этим и ее светопроницаемость. Обилие света и кислорода вызывают бурный рост подводной растительности, являющейся питательной средой морских микроорганизмов (планктона), животных и рыб. Наличие разнообразной и обильной пищи вызывает увеличение их видов, рост видовых популяций, включая и тех, что имеют промысловое значение. Этим обуславливается развитие прибрежного любительского и промышленного рыболовства и марикультуры и пополнение продовольственного рынка свежей недорогой продукцией. Богатый и разнообразный подводный мир создает благоприятные условия для организации морских видов отдыха местного населения и привлечения иногородних и зарубежных туристов.

Роль заявленной системы рекреации приобретает особое значение в период ледостава, когда ледяной покров препятствует естественному процессу насыщения морской воды кислородом. В это время растительный и животный мир испытывает кислородное голодание. Животные и рыбы мигрируют, и эффективность прибрежного рыболовства зимой падает. Практически прекращаются и процессы биологической очистки.

Искусственная подача атмосферного воздуха под лед делает эту очистку круглогодичной и исключает кислородное голодание, по крайней мере, в районе расположения ветрофермы.

В зимний период этот район явится излюбленным местом отдыха рыбаков-любителей и работы промысловиков.

Частный случаи использования ветрофермы. С целью привлечения в данный дорогостоящий проект широких инвестиций, повышения его коммерческой привлекательности и сокращения срока окупаемости предусмотрено расширение функций ветрофермы, в частности использование ее как объекта туристической достопримечательности. Такая функция является вполне оправданной и закономерной, поскольку перед земным сообществом назрела задача сохранения природных органических ресурсов для потомков и удовлетворения энергетических потребностей за счет новых, в том числе нетрадиционных и возобновляющихся источников энергии. Однако к их использованию, по крайней мере деловой мир, имеющий все возможности, относится сдержанно. Содействовать успеху поможет широкая информация и пропаганда практических шагов в этой области посредством убедительной демонстрации реальных достижений и возможностей осуществленных проектов. Сама по себе прибрежная плавучая ветроферма может представлять интерес как уникальное наукоемкое и высокотехнологичное инженерное сооружение, достойное для показа широким слоям населения, включая зарубежных туристов.

Это демонстрируют следующим путем. Непосредственно посещению ветрофермы предшествует морская прогулка на экологичном пассажирском катере, например приводимом в движение ветросолнечной энергией, вокруг ветрофермы, периметр которой составляет несколько километров, с обзором панорамы города со стороны моря (залива). В период прогулки производят одиночное и групповое фотографирование и видеосъемку туристов с катера на фоне ветрофермы на первом плане и панорамы города на втором плане. После прогулки катер причаливает к причальному устройству 17 (фиг.5, 6) и экскурсантов приглашают подняться на посадочно-прогулочную террасу 103 и пройти в зрительный зал 105, где им демонстрируют короткометражные видеофильмы о конструктивной, ресурсосберегающей, экологичной и социальной эффективности плавучей ветрофермы. После этого экскурсантам предлагают пешеходный маршрут по ветроферме. Он проходит по периметру надводной площадки 14 с посещением производственных помещений 100 надстройки 16. Затем по пассажирскому лифту 112 экскурсантов опускают

в граненую выгородку 59 (фиг.9, 10) центральной пирамиды-поплавка 9 (фиг.2), откуда начинается подводная часть пешеходного маршрута. Из граненой выгородки 59 маршрут пролегает через межраскосные 12 и межпоплавковые раскосные 11 (фиг.2) элементы жесткости в герметичные полости одного из линейных, например на связи 6, фундаментов-поплавков 7, включая помещения 35 брашпиля и 22 ветрогенератора (фиг.7). Из посещенного линейного фундамента-поплавка по другим раскосным и межраскосным ребрам жесткости экскурсанты снова попадают в граненую выгородку 59 упомянутой центральной пирамиды-поплавка. Отсюда маршрут ведет по спиральному трапу (не показан) в нижний ярус 110 (фиг.6) пирамиды-поплавка, где расположен ресторан-океанариум с прозрачными бортами-гранями, оформленный изнутри и снаружи под подводный грот. Здесь на фоне естественного подводного мира в сопровождении музыкальных произведений из известных кинофильмов утомленным туристам предлагают отдохнуть и продегустировать дары моря и освежающие лечебно-оздоровительные напитки местных фармацевтических предприятий. После отдыха экскурсию организованно поднимают по пассажирскому лифту на посадочно-прогулочную террасу и делают групповой фотоснимок на память о посещении ветрофермы. После приобретения сувениров туристов приглашают на посадку на пассажирский катер и доставляют на берег.

В свежую погоду морскую прогулку заменяют прогулкой на вертолете с его посадкой на вертолетную площадку 18. Прибывших таким способом туристов приглашают спуститься по трапу 104 на посадочно-прогулочную террасу 103, откуда и начинается экскурсия. Для неорганизованных туристов, прибывших на ветроферму частными плавсредствами, экскурсионные группы формируют непосредственно на самой ветроферме. В ожидании начала экскурсии отдыхающие прогуливаются по посадочно-прогулочной террасе, фотографируются, просматривают в зрительном зале 105 развлекательные видеопрограммы, проводят время в верхнем баре-кафе 106 либо на открытой салон-веранде 107 с видом на городской пейзаж.

В зимнее время организованные экскурсионные группы доставляют на ветроферму на экскурсионных автобусах по твердому льду, а когда лед еще непрочен - то также на вертолете.

Формула изобретения

1. Многоагрегатная плавучая прибрежная ветроферма, содержащая полую несущую ферму-понтон, выполненную в плане в форме замкнутой посредством полых периметрических связей многоугольной фигуры и имеющую расположенное внутри нее вспомогательное оборудование, систему якорных устройств, распределенных равномерно по периметру многоугольной фигуры для удержания ее неподвижно, угловые ветроэлектрические установки, расположенные на поверхности многоугольной фигуры в ее вершинах и включающие каждая многолопастную ветротурбину, поддерживаемую опорной башней, содержащей среднюю коническую и нижнюю цилиндрическую части, а также и балластно-осушительную систему и подводный электрокабель, проложенный по дну моря, отличающаяся тем, что несущая ферма-понтон представляет собой вытянутое в цепь многозвенное понтонное разъемное сооружение, каждое звено которого состоит из двух одинаковых и по форме замкнутых многоугольных фигур-понтонных, соединенных друг с другом каждая по двум своим вершинам, прилегающим к одной и той же стороне многоугольной фигуры, посредством фланцев полыми линейными параллельными связями с образованием таким путем между многоугольными фигурами промежуточной четырехугольной понтонной фигуры, у которой боковые стороны являются общими как для нее, так и для смежных с ней многоугольных фигур-понтонных, причем в полые линейные параллельные связи встроены рассредоточенные относительно друг друга в шахматном порядке дополнительные ветроэлектрические установки; вершины всех фигур-понтонных, а также участки линейных параллельных связей, на которых установлены дополнительные ветроэлектрические установки, выполнены в виде водоизмещающих фундаментов-поплавков, соответственно угловых и линейных, имеющих форму усеченных пирамид,

опрокинутых вершинами вниз, и с числом граней, равным числу сторон многоугольной понтонной фигуры, причем в центре каждой из фигур-пontoнов, а у многоугольных фигур еще и симметрично их вышеуказанным угловым фундаментам-поплавкам, размещена внешне аналогичная последним центральная водоизмещающая пирамида-поплавков, при этом обращенные друг к другу грани угловых и центральных, аналогичных внешне им, пирамид-поплавков многоугольных фигур, а также обращенные друг к другу грани фундаментов-поплавков линейных параллельных связей четырехугольной фигуры-пontoна скреплены между собой посредством фланцев и с возможностью сообщения между собой полостей пирамид полыми межпоплавковыми элементами жесткости, соответственно радиальными и раскосными, а полые межпоплавковые раскосные элементы жесткости и обращенная в сторону их общего фундамента-поплавка линейная параллельная связь по нормали к ним и с возможностью внутреннего сообщения скреплены таким же путем с обращенными к ним гранями центральной пирамиды-поплавка четырехугольной фигуры-пontoна посредством межраскосных элементов жесткости, причем диаметр межпоплавковых и межраскосных элементов жесткости, также как и равный ему по величине диаметр периметрических и линейных связей многоугольных и четырехугольной фигур-пontoнов, составляет не более половины высоты водоизмещающей пирамиды-поплавка, а все полые межпоплавковые и межраскосные элементы жесткости, а также и все полые периметрические и линейные связи скреплены с гранями пирамид-поплавков посредством фланцев в их верхней части; на межпоплавковые раскосные элементы жесткости четырехугольной фигуры-пontoна установлена посредством полых опор надводная площадка, центральная часть которой посредством дополнительной полой опоры установлена на центральную водоизмещающую пирамиду-поплавков этой четырехугольной фигуры, надводная площадка имеет причальные устройства, а на ее поверхности размещена надстройка, разделенная на обслуживающие помещения и имеющая на крыше площадку для вертолета; угловые и линейные водоизмещающие фундаменты-поплавки, несущие на себе ветроэлектрические установки, усилены каждый по высоте и ширине пересекающимися внутренними полыми элементами жесткости, горизонтальные из которых с возможностью внутреннего сообщения сопряжены по торцам на гранях фундаментов-поплавков с линейными связями, с радиальными и раскосными полыми межпоплавковыми элементами жесткости, причем во внутренней герметичной полости вертикального элемента жесткости каждого фундамента-поплавка установлен осушительный эжектор балластно-осушительной системы, соединенный своими полостями соответственно с приемником сточного колодца данного фундамента-поплавка и трубопроводами рабочей и откачиваемой воды; на поверхности фундамента-поплавка каждой фигуры-пontoна под опорной башней, соответственно на поверхности его внутреннего горизонтального элемента жесткости и в плоскости сопряжения этого горизонтального элемента жесткости с внутренней гранью и вертикальным внутренним элементом жесткости фундамента-поплавка расположены проемы для доступа обслуживающего персонала к вспомогательному оборудованию, причем в днище каждого фундамента-поплавка установлен приемный кингстон забортной воды с дистанционным приводом для затопления его внутренней полости водой, а сама эта внутренняя полость через полость опорной башни выполнена с возможностью управляемого сообщения с атмосферой; центральная водоизмещающая пирамида-поплавков каждой многоугольной и четырехугольной фигуры-пontoна разделена по высоте жесткой перегородкой на сообщающиеся между собой ярусы, в верхнем из которых осесимметрично пирамиде-поплавку и симметрично ее граням встроена жесткая граненая с тем же, что и у пирамиды-поплавка, числом граней герметичная выгородка, в которой размещено преобразовательное электрооборудование ветроэлектрических установок данной фигуры-пontoна, при этом все грани этой выгородки внутренними горизонтальными полыми жесткостями и с возможностью внутреннего сообщения сопряжены, причем также с возможностью внутреннего сообщения и по их торцам на стенке грани пирамиды-поплавка, с полыми межпоплавковыми радиальными и межраскосными элементами жесткости,

причем упомянутая разделительная перегородка центральной пирамиды-поплавка в каждой многоугольной и четырехугольной фигуре-понтоне установлена на размещенную в нижнем ярусе пирамиды осесимметрично полую цилиндрическую опору, в верхней герметичной полости которой размещен балластно-осушительный насос, сообщенный 5 своей приемной полостью с приемником сточного колодца данной центральной пирамиды-поплавка, а выходным трубопроводом с отливным кингстоном этой пирамиды-поплавка и коллектором балластно-осушительной системы, установленным вокруг этой цилиндрической опоры, от которого к угловым и линейным соответственно фундаментам-поплавкам отведены расходящиеся лучи-трубопроводы, проложенные внутри 10 межпоплавковых радиальных, раскосных и межраскосных элементов жесткости и сообщенные каждый с входной полостью рабочей жидкости осушительного эжектора соответствующего углового или линейного фундамента-поплавка, в днище центральной пирамиды-поплавка установлен приемный кингстон с дистанционным приводом, сама внутренняя полость центральной пирамиды-поплавка любой фигуры-понтонна выполнена с 15 возможностью управляемого сообщения с атмосферой, на поверхности центральной пирамиды-поплавка многоугольной фигуры-понтонна и по ее оси установлена шахта сообщения, выполненная с возможностью сообщения с нижнего торца с граненой выгородкой верхнего яруса центральной пирамиды-поплавка, а со стороны верхнего торца и нижней части боковой поверхности - с атмосферой, а верхняя полость цилиндрической 20 опоры имеет сообщение с граненой выгородкой через проем, выполненный в горизонтальной разделительной перегородке центральной пирамиды-поплавка; система якорных устройств фермы-понтонна характеризуется тем, что брашпиль соответствующего углового и линейного водоизмещающих фундаментов-поплавков установлен в герметичном помещении, размещенном на поверхности данного фундамента-поплавка со стороны его 25 внешней грани, а якорные звездочки брашпиля расположены с наружной стороны данного герметичного помещения, при этом нагруженные ветви якорь-цепей выведены под днище фундамента-поплавка через каналы, выходы-ключзы которых расположены вблизи его внешних бортов-граней, а ненагруженные ветви якорь-цепей уложены в цепные ящики, размещенные непосредственно под якорными звездочками в полости фундамента- 30 поплавка, заполняемой водяным балластом, причем угловые и линейные фундаменты-поплавки, ориентированные в сторону преобладающих ветров, морских и приливно-отливных течений, а также в сторону, противостоящую напору ледяных полей в период ледохода, оборудованы брашпилями со сдвоенной якорной звездочкой, а угловые водоизмещающие фундаменты-поплавки, расположенные в вершинах боковых сторон 35 четырехугольной фигуры-понтонна, выполнены свободными от якорных устройств; балластно-осушительная система фермы-понтонна состоит из независимых друг от друга частей, равных числу ее понтонных фигур, каждая из которых содержит балластные отсеки соответствующей фигуры-понтонна и обслуживающую их осушительную подсистему, при этом в состав балластных отсеков соответствующей фигуры-понтонна входят заполняемые 40 водой через приемные кингстоны полости ее соответственно угловых, линейных и центральных водоизмещающих пирамид-поплавков, а также полости межпоплавковых периметрических связей, оборудованных шпигатами и воздухопроходными отверстиями, а обслуживающая их осушительная подсистема содержит балластно-осушительный насос, установленный в центральной пирамиде-поплавке, осушительные эжекторы, 45 расположенные соответственно в каждом из угловых и линейных фундаментов-поплавков, и трубопроводы с арматурой дистанционного привода, причем приемная полость каждого из осушительных средств соединена с приемником сточного колодца соответствующей пирамиды-поплавка, выходной патрубком балластно-осушительного насоса соединен с отливным кингстоном данной центральной пирамиды-поплавка и коллектором 50 осушительной подсистемы, установленном в этой центральной пирамиде-поплавке, от которого к патрубкам рабочей жидкости каждого из осушительных эжекторов отведены лучи-трубопроводы, проложенные к эжекторам внутри соответствующих радиальных, раскосных и межраскосных элементов жесткости, а нагнетательная полость каждого из

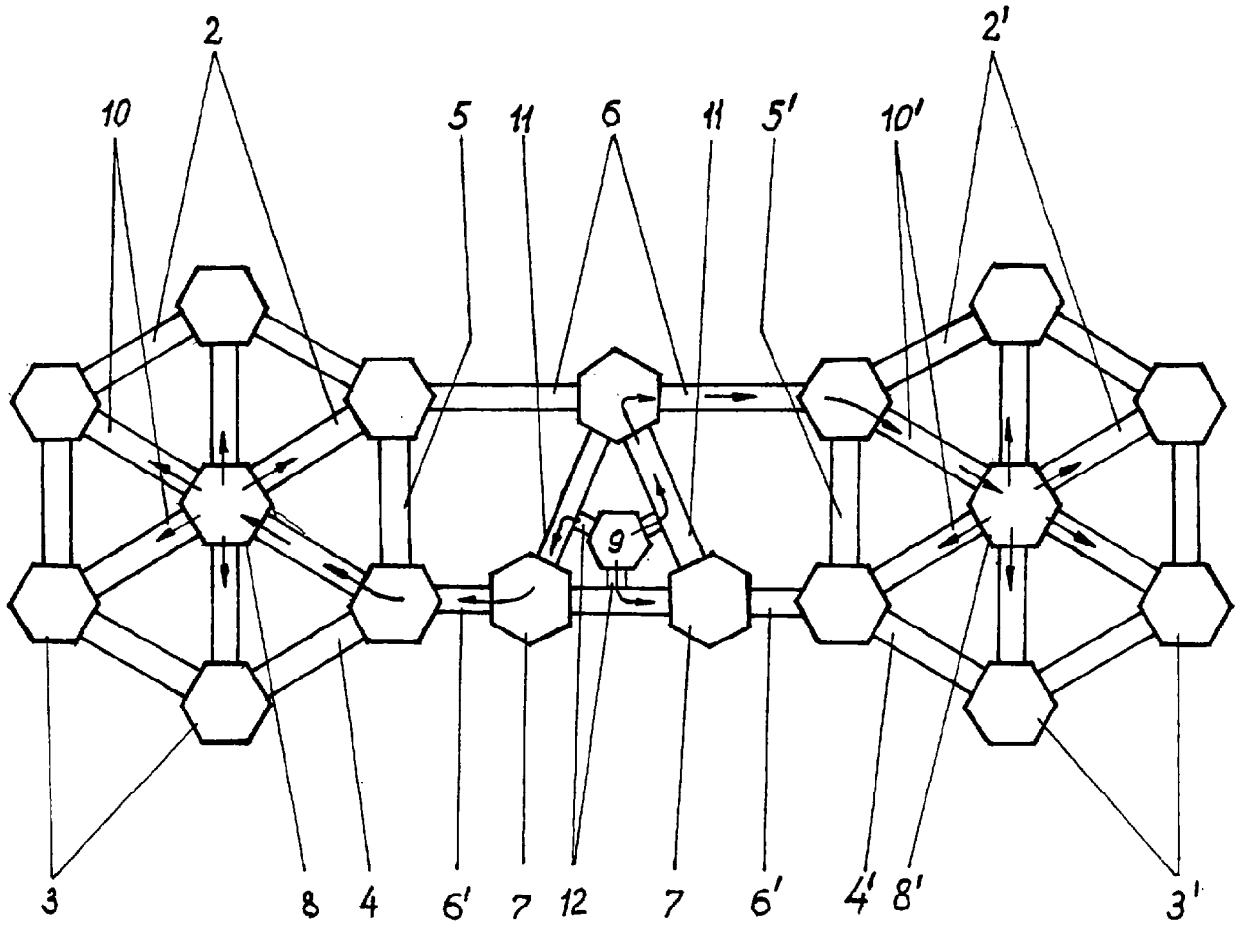
осушительных эжекторов соединена с отливным кингстоном данного фундамента-поплавка.

2. Многоагрегатная плавучая прибрежная ветроферма по п.1, отличающаяся тем, что она оборудована системой рекреации морской среды, содержащей центробежные
5 воздухонагнетатели, их воздухопроводы с арматурой электрического привода и придонные воздухораспределители, при этом воздухонагнетатели размещены по одному во всех угловых, линейных и центральных водоизмещающих пирамидах-поплавках каждой из многоугольных и четырехугольной фигур-понтонных таким образом, что в каждом из угловых и линейных водоизмещающих фундаментов-поплавков воздухонагнетатель установлен в
10 герметичной полости его горизонтального элемента жесткости со стороны внутреннего борта-границы, а в каждой из центральных водоизмещающих пирамид-поплавков воздухонагнетатель установлен в ее герметичной граненой выгородке верхнего яруса пирамиды наряду с преобразовательным оборудованием ветроэлектроустановок, причем приемные воздухопроводы всех воздухонагнетателей выведены в атмосферу не ниже
15 уровня волноотбоя каждой водоизмещающей пирамиды-поплавка, каждый из их напорных воздушных трубопроводов соединен посредством трехходового электроуправляемого клапана с атмосферой и через днище каждой водоизмещающей пирамиды-поплавка - с забортным патрубком, расположенным вблизи ее днища и сообщенным посредством гибкого шланга с придонным воздухораспределителем, выполненным в виде раздаточного
20 коллектора, опирающегося посредством плоской опоры на морское дно и соединенного радиально расходящимися полыми отводами с несколькими перфорированными концентрическими воздухопроводами, раскрепленными на растяжках, а сама система рекреации морской среды плавучей ветрофермы в целом образована совокупностью множества независимых друг от друга подсистем рекреации, каждая из которых содержит
25 перечисленные воздухонагнетатели, воздухопроводы и воздухораспределители.

3. Многоагрегатная плавучая прибрежная ветроферма по п.1, отличающаяся тем, что надводная площадка четырехугольной фигуры-понтонна оборудована средствами для массовых развлечений в виде экскурсионной платформы, которая включает посадочно-прогулочную террасу, занимающую пространство вокруг обслуживаемых помещений и
30 ограниченную по периметру надводной площадки перилами, примыкающие к посадочно-прогулочной террасе трапы, ведущие соответственно к катеру и к вертолетной площадке, прилегающие по периметру к террасе зрительный зал, надводный бар-кафе с примыкающим к нему открытым салоном-верандой, ресторанный и санитарно-гигиенический сооружения, а центральная водоизмещающая пирамида-поплавков
35 четырехугольной фигуры-понтонна дополнительно содержит в нижней части третий ярус, выполненный в форме многогранника с тем же числом вертикальных граней, что и у двух верхних ярусов данной центральной пирамиды-поплавка, и в котором размещен подводный ресторан-океанариум, сообщенный с граненой выгородкой спиральным трапом, а надводной площадкой - служебным и пассажирским лифтами, шахты которых примыкают к
40 боковой поверхности дополнительной полкой опоры данной центральной пирамиды-поплавка, причем стенки-границы третьего яруса выполнены прозрачными.

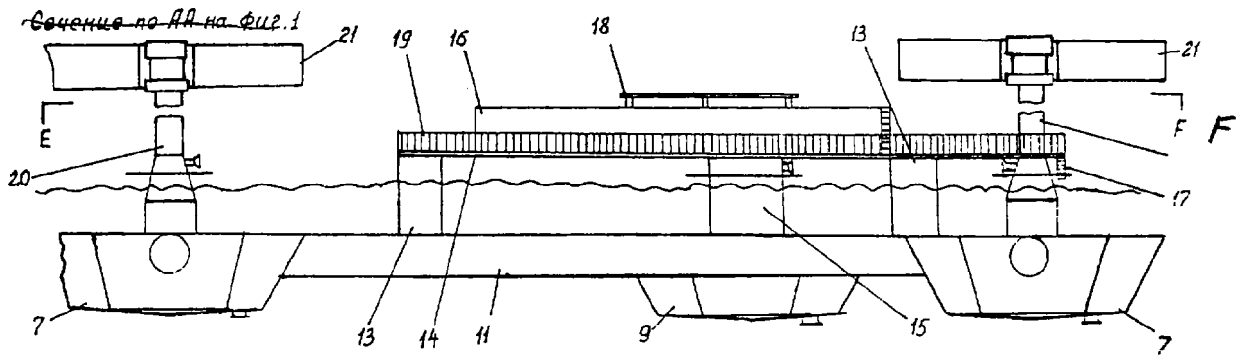
45

50



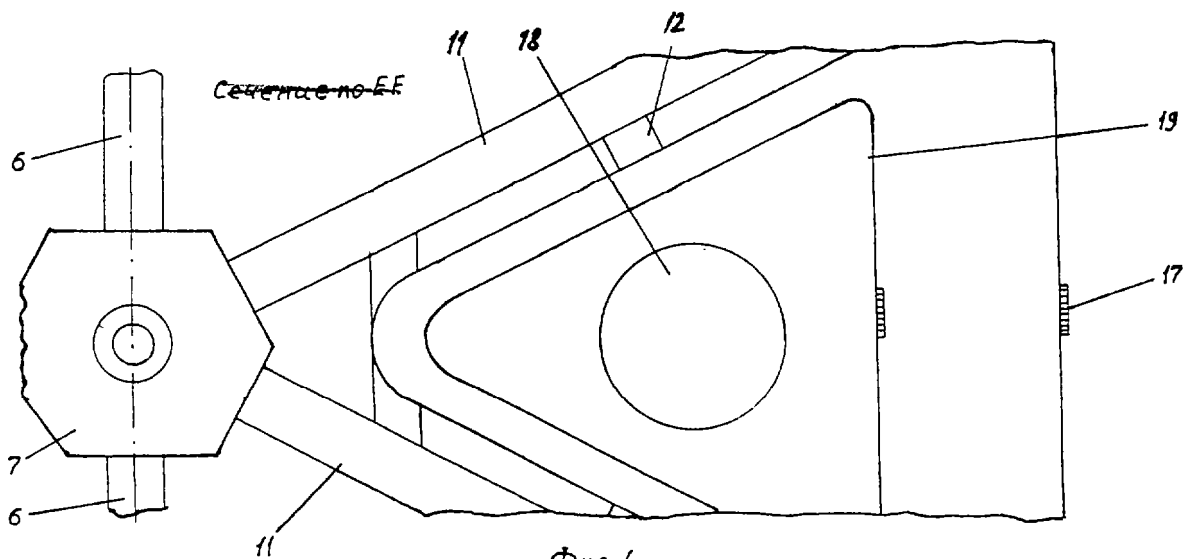
Фиг. 2

A-A



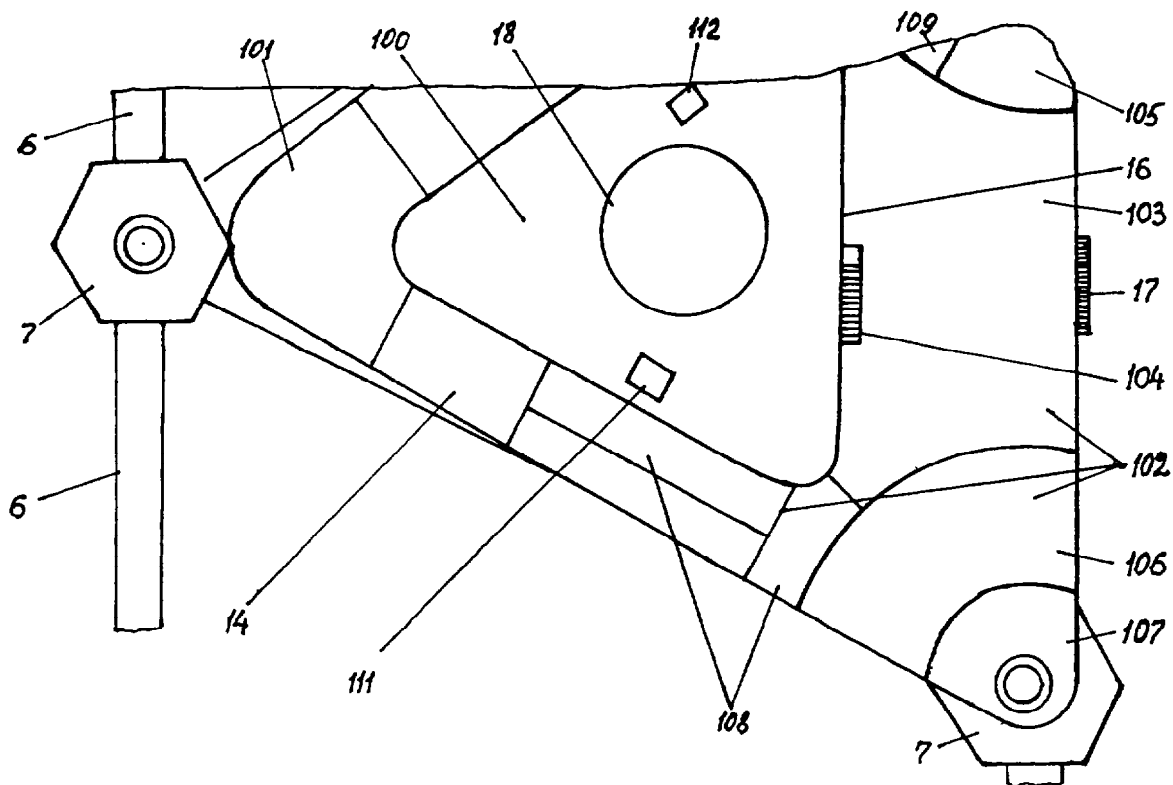
Фиг. 3

E-F



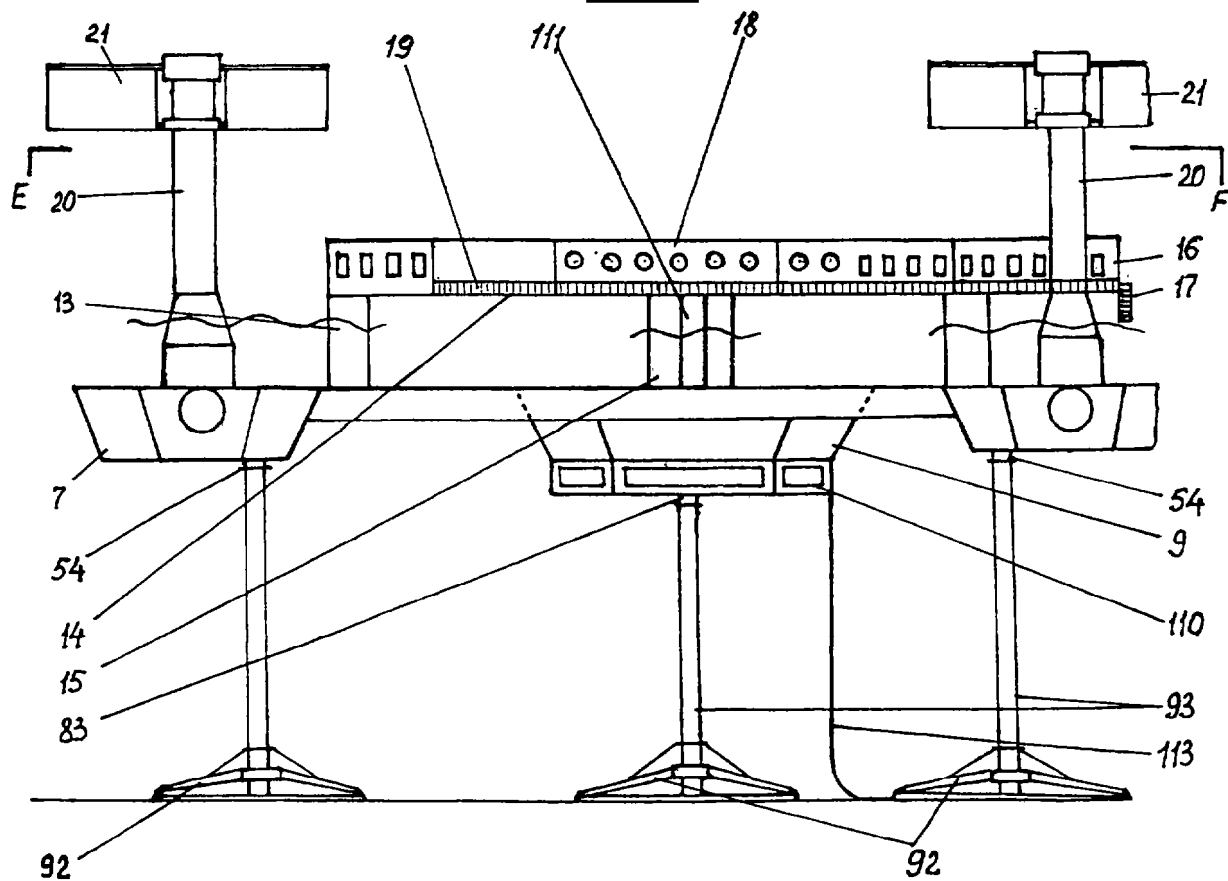
Фиг. 4

E-F



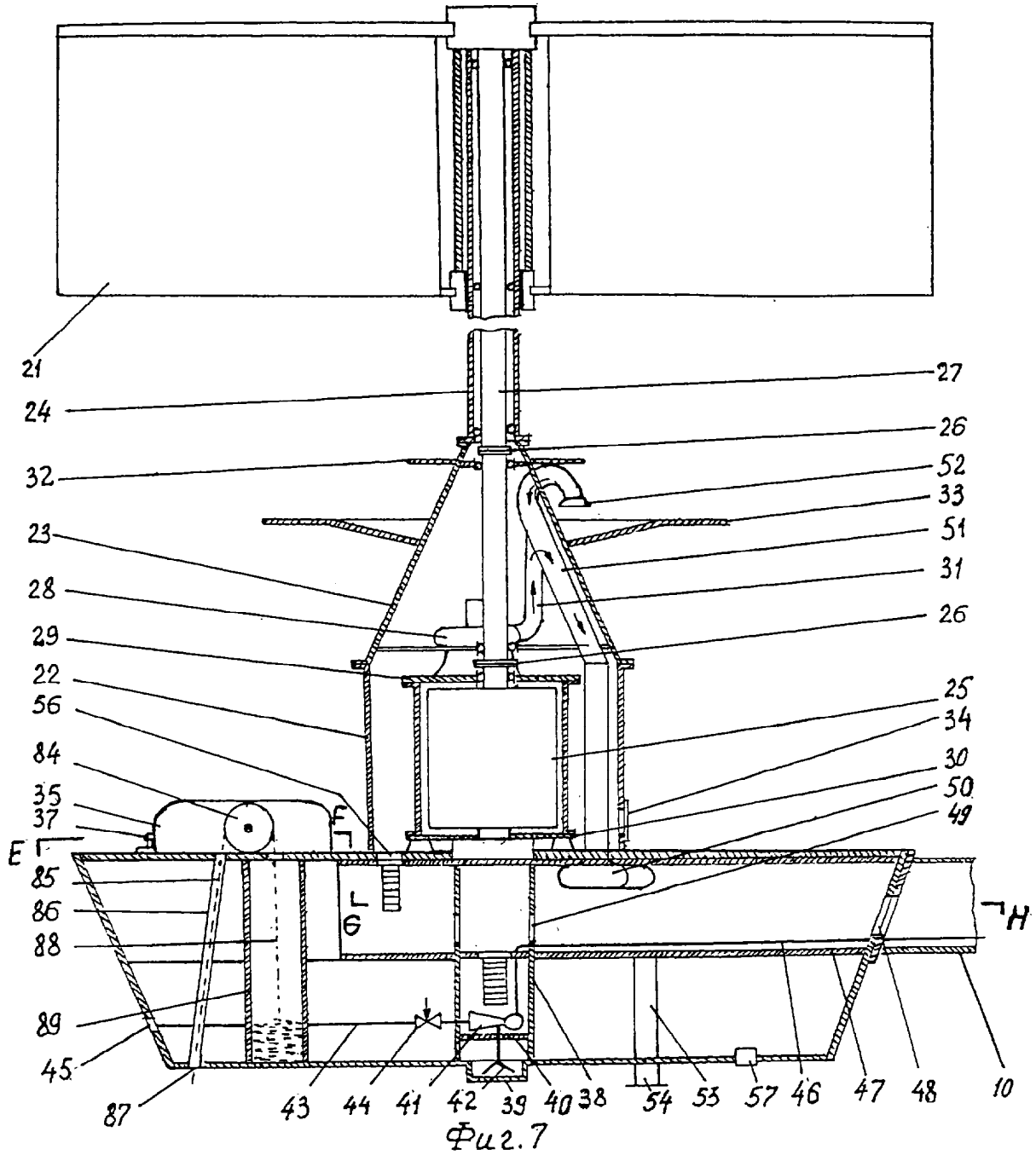
Фиг. 5

Вид А

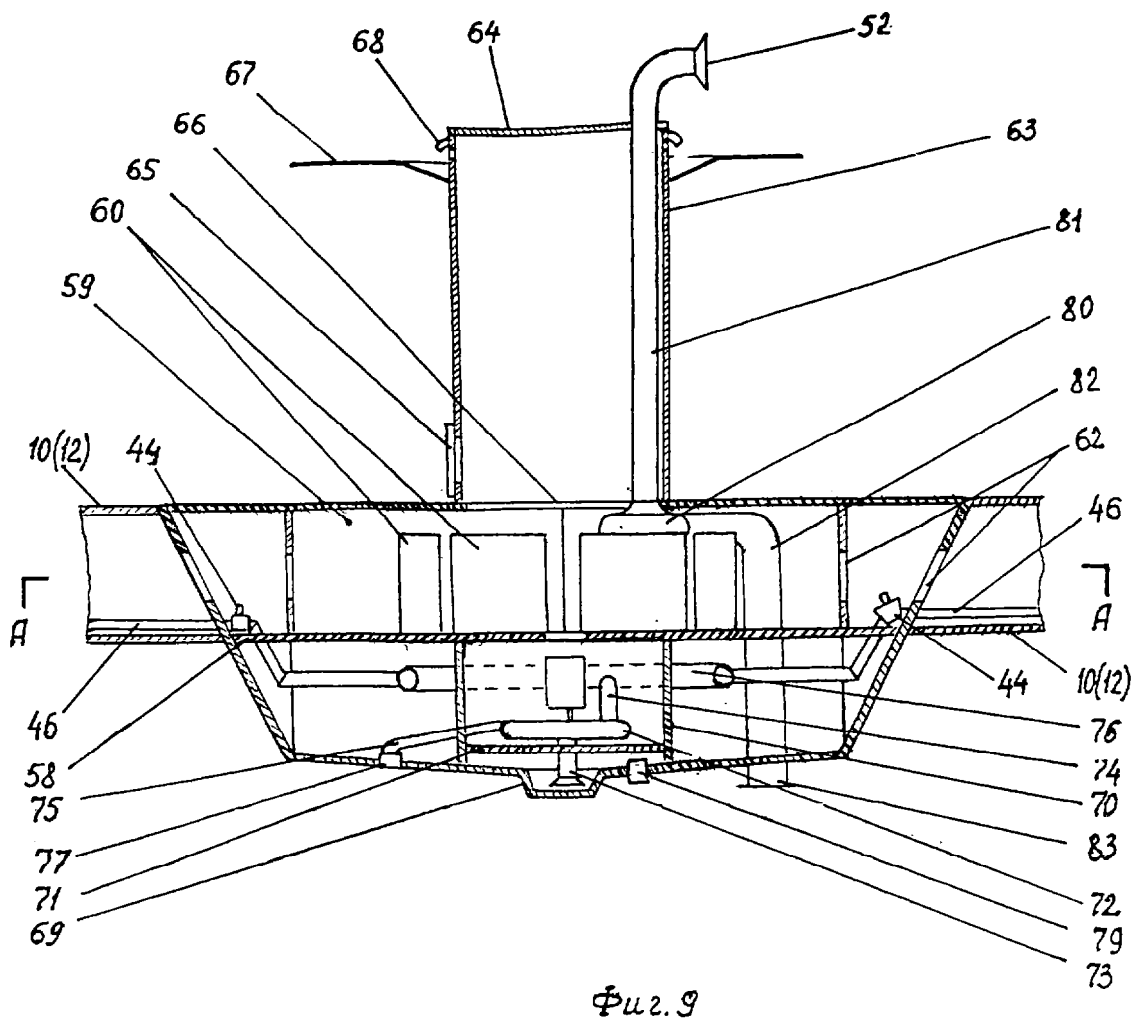
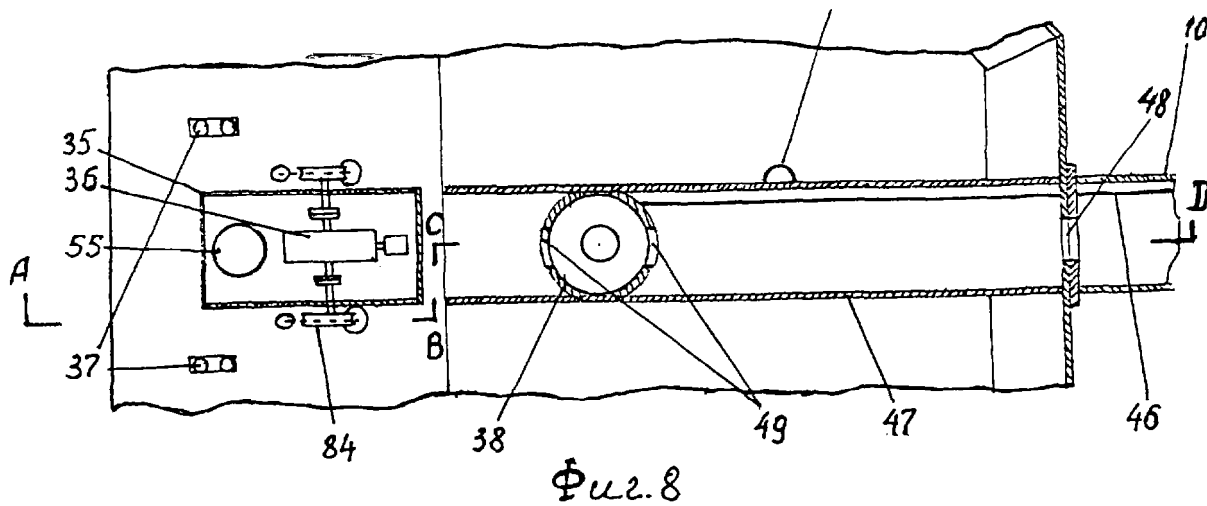


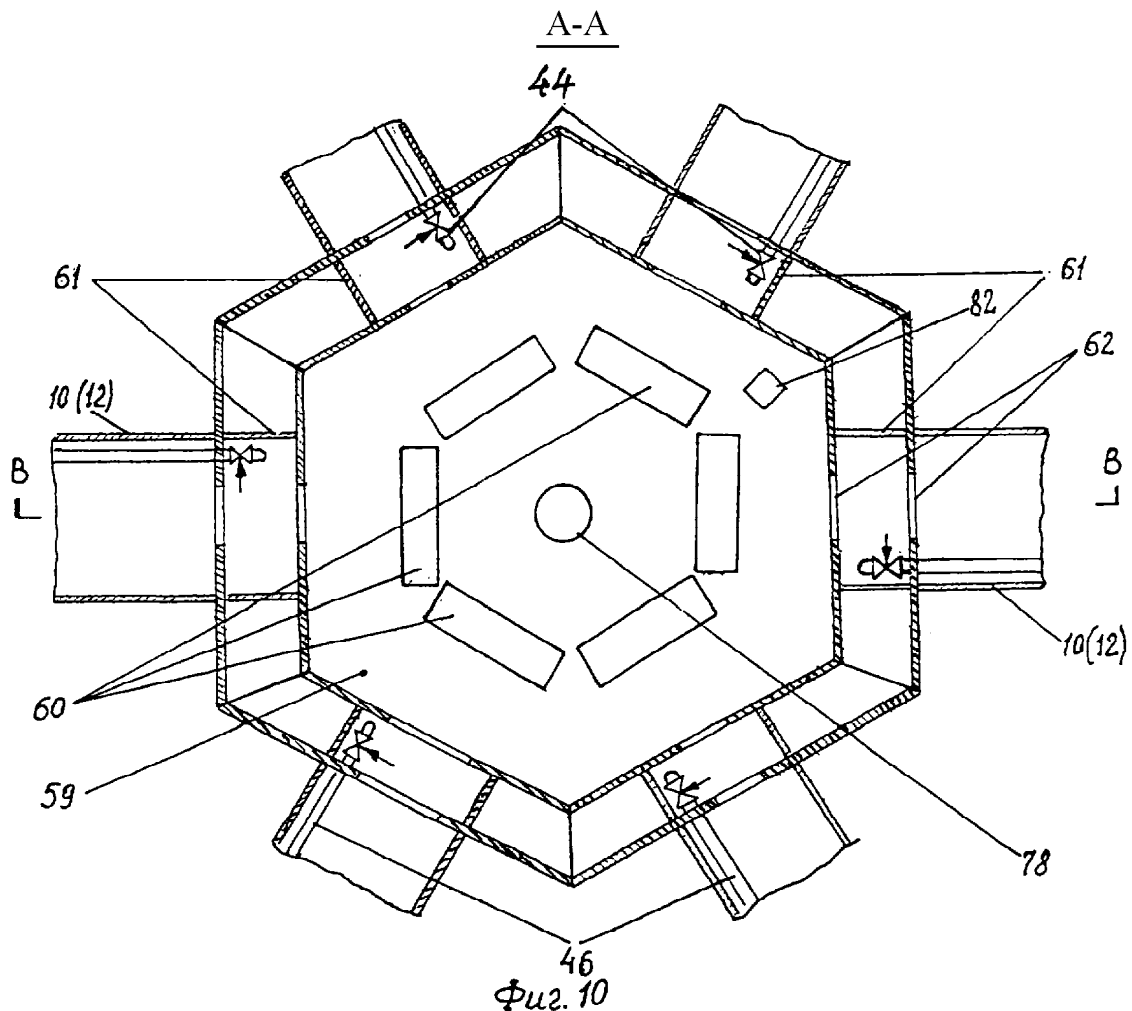
Фиг. 6

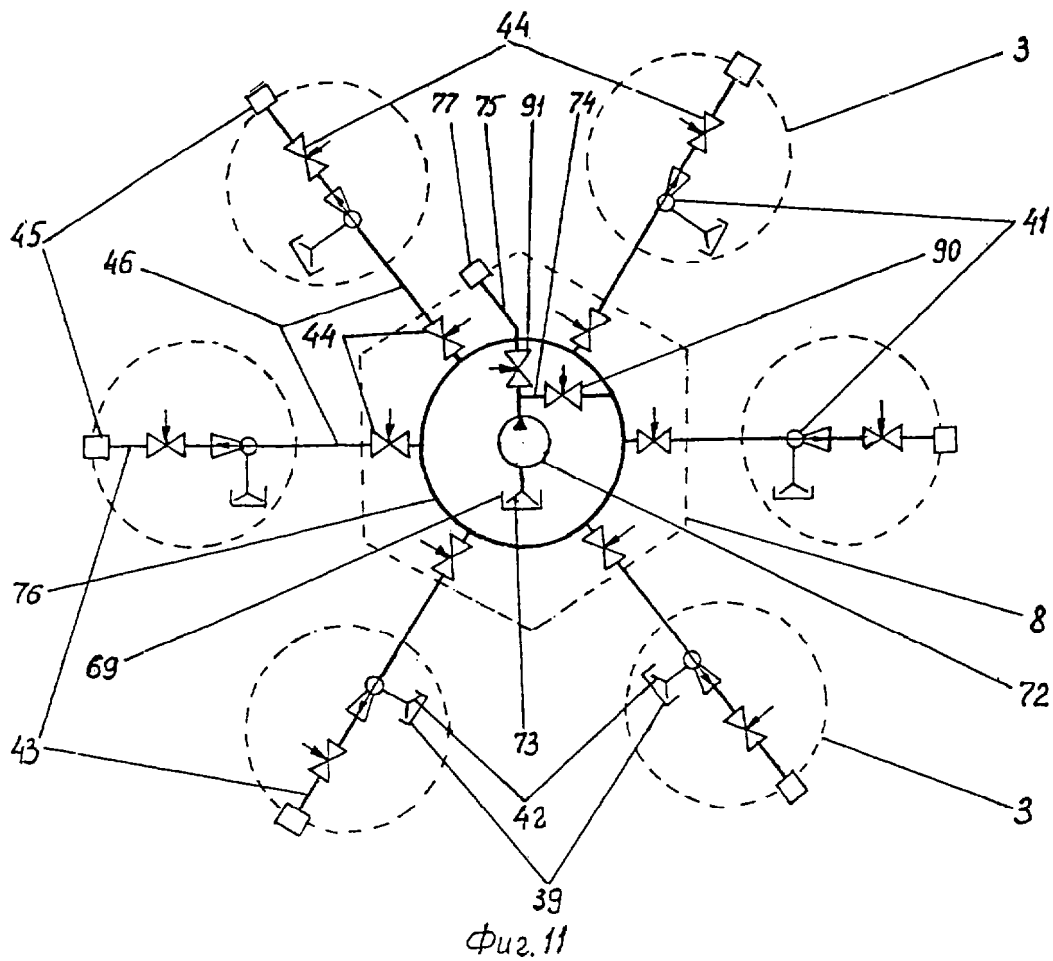
A-B-C-D



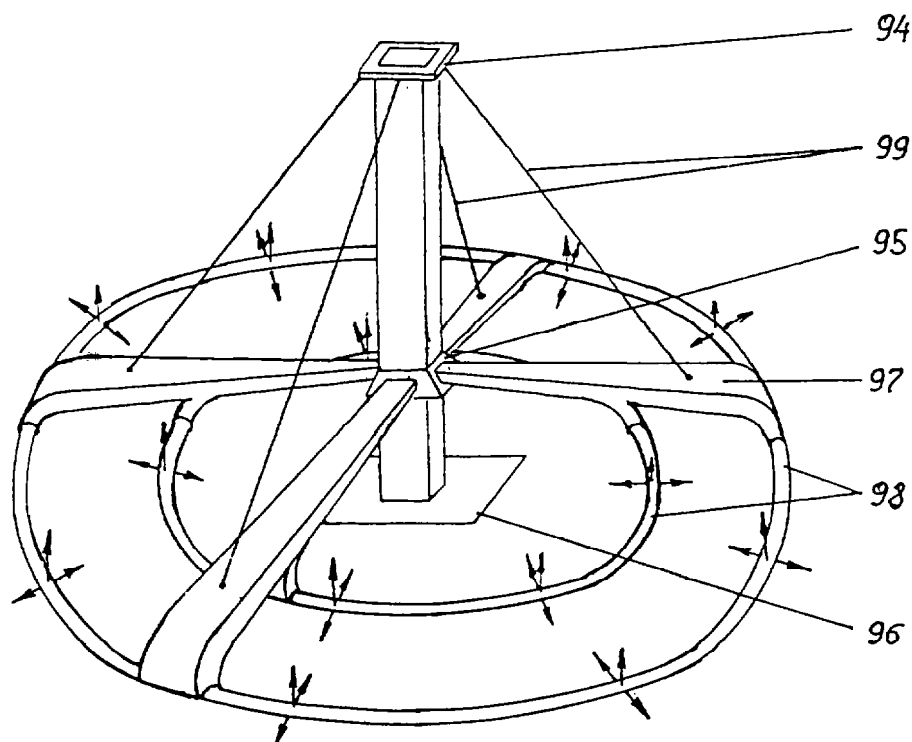
E-F-G-H







Фиг. 11



Фиг. 12