

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040761**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.07.25

(21) Номер заявки
202091572

(22) Дата подачи заявки
2019.02.01

(51) Int. Cl. **F03B 13/00** (2006.01)
E02B 9/08 (2006.01)
F03B 13/26 (2006.01)
F03B 17/06 (2006.01)
F03B 3/00 (2006.01)

(54) **УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

(31) **2993857**

(32) **2018.02.02**

(33) **СА**

(43) **2020.11.18**

(86) **PCT/CA2019/050125**

(87) **WO 2019/148285 2019.08.08**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**УЭЙТРОТОР ЭНЕРДЖИ
ТЕКНОЛОДЖИЗ ИНК. (СА)**

(72) Изобретатель:
Фергюсон Фредерик Д. (СА)

(74) Представитель:
**Поликарпов А.В., Соколова М.В.,
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатьев
А.В., Билык А.В., Дмитриев А.В.,
Бучака С.М., Бельтюкова М.В. (RU)**

(56) CN-A-104787280
FR-2976979
CN-A-104533699
CN-U-202273812
EP-A1-2927476
CN-A-106917717
CN-U-202055980
KR-A-2011013184

(57) В документе описаны вертикальная двухроторная гидравлическая турбина и способ извлечения энергии из потока воды. Описанная турбина обеспечивает благоприятные рабочие характеристики благодаря новой конфигурации центральных элементов по меньшей мере с одним лопастным элементом, отходящим от каждого центрального элемента, и приспособлениям для направления потока для повышения эффективности и КПД указанного устройства.

B1

040761

**040761
B1**

Область изобретения

Настоящее изобретение относится к области производства электрической энергии, а точнее - к системам и способам производства электрической энергии с использованием вертикальной двухроторной гидравлической турбины.

Уровень техники

Мировой спрос на энергию постоянно растет, что вызывает необходимость в развитии и постоянном улучшении технологий извлечения энергии. Возобновляемые источники энергии являются предпочтительными из-за их относительно низкого воздействия на окружающую среду. Одним из примеров возобновляемого источника энергии является гидрэнергостановка, обычно называемая гидравлической турбиной.

Существуют различные конфигурации гидравлических турбин для извлечения энергии из потока воды. Однако такие устройства могут быть трудными в обслуживании, поскольку они обычно погружены ниже поверхности воды, что создает тяжелые условия работы для механических компонентов, необходимых для жизнеспособности устройств. Кроме того, необходимо постоянное давление для повышения эффективности и КПД этих устройств и снижения требований к минимальной скорости потока для их работоспособности, так что большая часть проточных источников воды на нашей планете может использоваться для получения энергии.

Эти и другие недостатки устраняются с помощью различных вариантов выполнения, описанных в настоящем изобретении.

Сущность изобретения

В одном аспекте настоящего изобретения предложено устройство для извлечения энергии из потока воды, содержащее центральные элементы, каждый из которых поддерживается на первом и втором концах и выполнен с возможностью вращения вокруг по существу вертикальной оси; по меньшей мере один лопастной элемент, отходящий от каждого из центральных элементов для взаимодействия с потоком воды для создания вращения центральных элементов; и по меньшей мере одно основное приспособление для направления потока, расположенное на переднем конце устройства и предназначенное для направления набегающего потока воды в заданную область вдоль каждого из указанного по меньшей мере одного лопастного элемента, причем центральные элементы расположены позади указанного по меньшей мере одного основного приспособления для направления потока.

В другом аспекте настоящего изобретения предложена лопасть для использования с энергогенерирующей турбиной, имеющей центральный вращающийся элемент, причем лопасть имеет ударную поверхность и подъемную поверхность, при этом лопасть содержит внутреннюю часть, расположенную рядом с центральным вращающимся элементом, центральную часть, начинающуюся от дистального конца внутренней части, и наружную часть, начинающуюся от дистального конца центральной части и оканчивающуюся острым кончиком, причем центральная часть искривлена для создания подъема стороны, противоположной ударной стороне лопасти; причем кривизна наружной части на кончике по существу соответствует кривизне круговой траектории, по которой проходит кончик лопасти во время вращения центрального вращающегося элемента.

В другом аспекте настоящего изобретения предложен способ извлечения энергии из потока воды, включающий следующие этапы: размещение в водной массе устройства, содержащего центральные элементы, каждый из которых поддерживается на первом и втором концах и вращается вокруг по существу вертикальной оси; по меньшей мере один лопастной элемент, отходящий от каждого из центральных элементов для взаимодействия с потоком воды для создания вращения центральных элементов; и по меньшей мере одно основное приспособление для направления потока, расположенное на переднем конце устройства, для направления набегающего потока воды в заданную область вдоль каждого из указанного по меньшей мере одного лопастного элемента, причем центральные элементы расположены за указанным по меньшей мере одним основным приспособлением для направления потока; приведение в действие устройства для извлечения энергии из потока воды и передача энергии для питания электрического устройства.

Краткое описание чертежей

Последующие чертежи служат для иллюстрации различных вариантов выполнения признаков изобретения. Эти чертежи являются иллюстративными и не предназначены для ограничения.

Фиг. 1 изображает вид сверху устройства для извлечения энергии в соответствии с одним вариантом выполнения настоящего изобретения.

Фиг. 2 изображает вид в аксонометрии устройства для извлечения энергии, показанного на фиг. 1.

Фиг. 3 изображает вид сверху основного приспособления для направления потока, центральных элементов, крыловидной части и дополнительных приспособлений для направления потока устройства для извлечения энергии, показанного на фиг. 1.

Фиг. 3А изображает вид сверху основного приспособления для направления потока, крыловидной части, дополнительных приспособлений для направления потока и варианта центральных элементов устройства для извлечения энергии, показанного на фиг. 1.

Фиг. 4 изображает вид сверху отдельных центральных элементов и лопастных элементов устройст-

ва для извлечения энергии, показанного на фиг. 1.

Фиг. 5 изображает вид в аксонометрии еще одного варианта выполнения настоящего изобретения.

Фиг. 6 изображает поперечный разрез лопастного элемента в соответствии с другим вариантом выполнения настоящего изобретения.

Фиг. 7 изображает вид в аксонометрии центрального элемента, имеющего два лопастных элемента, как описано в варианте выполнения, показанном на фиг. 6.

Фиг. 8 изображает вид в аксонометрии центрального элемента, имеющего три лопастных элемента, как описано в варианте выполнения, показанном на фиг. 6.

Фиг. 9 изображает вид в аксонометрии центрального элемента с четырьмя лопастными элементами, как описано в варианте выполнения, показанном на фиг. 6.

Фиг. 10 изображает вид в аксонометрии центрального элемента, имеющего шесть лопастных элементов, как описано в варианте выполнения, показанном на фиг. 6.

Фиг. 11 изображает вид в аксонометрии центрального элемента с восемью лопастными элементами, как описано в варианте выполнения, показанном на фиг. 6.

Фиг. 12 изображает вид в аксонометрии центрального элемента с десятью лопастными элементами, как описано в варианте выполнения, показанном на фиг. 6.

Фиг. 13 изображает вид спереди устройства для извлечения энергии с двугранными пластинами в соответствии с другим вариантом выполнения настоящего изобретения.

Фиг. 14 изображает вид сбоку устройства для извлечения энергии, имеющего двугранные пластины, в соответствии с другим вариантом выполнения настоящего изобретения.

Фиг. 15 изображает вид сверху устройства для извлечения энергии, описанного в варианте выполнения, показанном на фиг. 14.

Фиг. 16 изображает вид в аксонометрии устройства для извлечения энергии, погруженного в толщу воды, как описано в варианте выполнения, показанном на фиг. 14.

Фиг. 17 изображает вид сбоку устройства для извлечения энергии, погруженного в толщу воды, как описано в варианте выполнения, показанном на фиг. 14.

Фиг. 18 изображает вид спереди в аксонометрии устройства для извлечения энергии, имеющего двугранные пластины и заднюю пластину, в соответствии с еще одним вариантом выполнения настоящего изобретения.

Фиг. 19 изображает вид сзади в аксонометрии устройства для извлечения энергии, описанного в варианте выполнения, показанном на фиг. 18.

Фиг. 20 изображает вид сзади устройства для извлечения энергии, описанного в варианте выполнения, показанном на фиг. 18.

Фиг. 21 изображает вид сбоку устройства для извлечения энергии, описанного в варианте выполнения, показанном на фиг. 18.

Фиг. 22 изображает вид сзади в аксонометрии устройства для извлечения энергии, частично погруженного в толщу воды, как описано в варианте выполнения, показанном на фиг. 18.

Фиг. 23 изображает вид спереди в аксонометрии устройства для извлечения энергии, предназначенного для мелководья, в соответствии с другим вариантом выполнения настоящего изобретения.

Фиг. 24 изображает вид спереди в аксонометрии в частичном разрезе устройства для извлечения энергии, описанного в варианте выполнения, показанном на фиг. 23.

Фиг. 25 изображает вид сверху переднего приспособления для направления потока устройства для извлечения энергии, описанного в варианте выполнения, показанном на фиг. 23.

Фиг. 26 изображает вид сверху в частичном разрезе устройства для извлечения энергии, описанного в варианте выполнения, показанном на фиг. 23.

Фиг. 27 изображает вид сверху в частичном разрезе одного из центральных элементов устройства для извлечения энергии, описанного в варианте выполнения, показанном на фиг. 23.

Фиг. 28 изображает вид спереди в аксонометрии устройства для извлечения энергии, описанного в варианте выполнения, показанном на фиг. 23, и прикрепленного к стабилизатору потока.

Фиг. 29 изображает вид сбоку устройства для извлечения энергии, описанного в варианте выполнения, показанном на фиг. 28, и прикрепленного к дну.

Фиг. 30 изображает вид сверху конфигурации переднего приспособления для направления потока, центральных элементов и дополнительных приспособлений для направления потока, когда вода течет в направлении Y, в соответствии с одним вариантом выполнения настоящего изобретения.

Фиг. 30А изображает вид сверху конфигурации переднего приспособления для направления потока, центральных элементов и дополнительных приспособлений для направления потока, когда вода течет в направлении Y', в соответствии с одним вариантом выполнения настоящего изобретения.

Фиг. 30В изображает вид сверху конфигурации переднего приспособления для направления потока, центральных элементов и дополнительных приспособлений для направления потока в соответствии с одним вариантом выполнения настоящего изобретения, причем переднее приспособление для направления потока и дополнительные приспособления для направления потока имеют стопоры.

Фиг. 30С изображает вид сверху конфигурации переднего приспособления для направления потока,

дополнительных приспособлений для направления потока и центральных элементов по существу в V-образной конфигурации в соответствии с одним вариантом выполнения настоящего изобретения.

Фиг. 31 изображает вид сверху в аксонометрии устройства для извлечения энергии, предназначенного для мелководья, в соответствии с еще одним вариантом выполнения настоящего изобретения.

Фиг. 32 изображает вид в аксонометрии сверху в разрезе устройства для извлечения энергии, как показано на фиг. 31, причем поперечный разрез проходит через центр устройства для извлечения энергии.

Фиг. 33 изображает вид в аксонометрии в разрезе устройства для извлечения энергии, описанного на фиг. 31, причем поперечный разрез проходит через экран.

Фиг. 34 изображает вид сверху в разрезе устройства для извлечения энергии, показанного на фиг. 31.

Фиг. 35 изображает вид сверху в аксонометрии устройства для извлечения энергии, предназначенного для мелководья, в соответствии с еще одним вариантом выполнения настоящего изобретения.

Фиг. 36 изображает вид в аксонометрии в разрезе устройства для извлечения энергии, показанного на фиг. 35, причем поперечный разрез проходит через центр устройства для извлечения энергии.

Фиг. 37 изображает вид в аксонометрии в разрезе устройства для извлечения энергии, показанного на фиг. 35, причем поперечный разрез проходит через экран.

Фиг. 38 изображает вид сверху в разрезе устройства для извлечения энергии, показанного на фиг. 35.

Фиг. 39А изображает вид сверху конфигурации переднего приспособления для направления потока и центральных элементов в соответствии с другим вариантом выполнения настоящего изобретения.

Фиг. 39В изображает вид сверху конфигурации переднего приспособления для направления потока и центральных элементов в соответствии с другим вариантом выполнения настоящего изобретения.

Фиг. 39С изображает вид сверху конфигурации переднего приспособления для направления потока и центральных элементов в соответствии с другим вариантом выполнения настоящего изобретения.

Фиг. 39D изображает вид сверху конфигурации переднего приспособления для направления потока и центральных элементов в соответствии с другим вариантом выполнения настоящего изобретения.

Фиг. 39Е изображает вид сверху конфигурации переднего приспособления для направления потока и центральных элементов в соответствии с другим вариантом выполнения настоящего изобретения.

Фиг. 39F изображает вид сверху конфигурации переднего приспособления для направления потока и центральных элементов в соответствии с другим вариантом выполнения настоящего изобретения.

Фиг. 40 изображает вид сверху в аксонометрии устройства для извлечения энергии, предназначенного для мелководья без верхней рамы, в соответствии с еще одним вариантом выполнения настоящего изобретения.

Фиг. 41 изображает вид сверху в аксонометрии устройства для извлечения энергии, предназначенного для мелководья, в соответствии с еще одним вариантом выполнения настоящего изобретения.

Фиг. 42 изображает вид сбоку устройства для извлечения энергии, предназначенного для мелководья и показанного на фиг. 41.

Фиг. 43 изображает вид в аксонометрии устройства для извлечения энергии, предназначенного для мелководья и показанного на фиг. 41, без экрана 6035.

Фиг. 44 изображает вид сверху в разрезе лопастного центрального элемента, в соответствии с другим вариантом выполнения настоящего изобретения.

Фиг. 45 изображает вид в аксонометрии в разрезе лопастного центрального элемента, показанного на фиг. 44.

Фиг. 46 изображает вид сверху в разрезе одной лопасти лопастного центрального элемента, показанного на фиг. 44.

Фиг. 47 изображает блок-схему, иллюстрирующую этапы способа извлечения энергии из потока воды с использованием вариантов выполнения устройства, описанных в настоящем документе, в соответствии с одним вариантом выполнения настоящего изобретения.

Подробное описание

Следующие ниже варианты выполнения являются просто иллюстративными и не предназначены для ограничения. Следует принимать во внимание, что различные модификации и/или изменения вариантов выполнения, описанных в настоящем документе, могут быть выполнены без отхода от изобретения, причем любые такие модификации и/или изменения находятся в пределах предполагаемого объема изобретения.

На фиг. 1 и 2 показано устройство 10 для извлечения энергии в соответствии с одним вариантом выполнения настоящего изобретения. В этом варианте выполнения устройство 10 содержит два центральных элемента 15, 17. Каждый из центральных элементов 15, 17 поддерживается на противоположных концах, так что они могут свободно вращаться вокруг своих соответствующих центральных осей Z1, Z2. Во время работы центральные элементы 15, 17 расположены так, что их оси вращения являются вертикальными или по существу вертикальными. В проиллюстрированном варианте выполнения два центральных элемента 15, 17 поддерживаются подходящими подшипниками (не показаны) и рамой 12. Спе-

специалисты в данной области техники понимают, что опорная рама 12 может иметь различные конфигурации при условии, что она служит для поддержания необходимой пространственной взаимосвязи между различными компонентами устройства 10.

Каждый центральный элемент 15, 17 имеет лопастные элементы 20, 22, которые отходят радиально от центра центральных элементов 15, 17. В предпочтительном варианте выполнения устройство 10 показано как имеющее три лопасти в каждом центральном элементе 15, 17; однако специалисту в данной области техники должно быть понятно, что можно использовать меньшее или большее число лопастей в каждом центральном элементе без отступления от сущности изобретения. Когда вода протекает в направлении Y к устройству 10 и через него, силы, приложенные водой к лопастным элементам 20, 22, вызывают вращение центральных элементов 15, 17. В проиллюстрированном варианте выполнения и с точки зрения наблюдения, показанной на фиг. 1, вода, протекающая в направлении Y , заставляет центральный элемент 15 вращаться против часовой стрелки, а центральный элемент 17 - по часовой стрелке. Результирующая энергия вращения центральных элементов 15, 17 затем может быть преобразована в электричество с использованием, при необходимости, комбинации редукторов и генераторов, которые широко известны в данной области техники. Для большей простоты редукторы и генераторы на чертежах не показаны.

Для обеспечения синхронизации вращения центральных элементов 15, 17 и предотвращения физического контакта между лопастными элементами 20, 22 может использоваться подходящая комбинация элементов передачи мощности. Например, для достижения синхронизации центральных элементов 15, 17 с лопастями в противоположных направлениях может быть использована комбинация цепи и звездочек. Специалистам в данной области техники должно быть понятно, что для синхронизации вращения центральных элементов 15, 17 могут быть использованы другие подходящие комбинации элементов передачи мощности.

Устройство 10 содержит большое количество элементов, которые помогают увеличить общий коэффициент мощности системы. Эти элементы описаны ниже со ссылкой на фиг. 1-3. Основное приспособление 30 для направления потока расположено на переднем конце 35 устройства 10. Как показано, основное приспособление 30 для направления потока удерживается на месте рамой 12. Основное приспособление 30 служит для направления набегающего потока воды таким образом, чтобы свести к максимуму результирующую энергию вращения центральных элементов 15, 17. Предпочтительно набегающий поток воды направляется в точку торможения потока центрального элемента 15, 17 с лопастями. Как известно из уровня техники, когда статический объект помещен на пути потока жидкости, точка торможения потока представляет собой точку вдоль объекта, которая разделяет жидкость, протекающую по одну сторону объекта, и жидкость, протекающую по другую сторону объекта. В случае вращающихся центральных элементов 15, 17 и лопастных элементов 20, 22, описанных в настоящем документе, точка торможения потока будет изменяться в зависимости от положения вращения лопастных элементов 20, 22, а также с изменениями направления потока жидкости. Таким образом, точка торможения потока во время работы устройства 10 будет постоянно меняться. Проведя эксперименты, заявитель обнаружил, что желательно направлять набегающий поток жидкости к области вдоль лопастных элементов 20, 22 внутри закрашенной области, обозначенной на фиг. 4 как В. Границы области В состоят из двух практически параллельных плоскостей. Первая плоскость P1 представляет собой плоскость, которая содержит ось вращения рассматриваемого центрального элемента (в этом примере центрального элемента 15) и по существу параллельна направлению Y свободного потока. Вторая плоскость P2 представляет собой плоскость, которая образуется в результате поперечного смещения плоскости P1 на расстояние $0,5R$ в направлении, перпендикулярном оси Z1 рассматриваемого центрального элемента 15, к оси Z2 другого центрального элемента (в этом примере центрального элемента 17). Расстояние R определяется как радиус окружного пути, по которому во время вращения проходят кончики лопастей 20 центрального элемента 15.

Все также со ссылкой на фиг. 1-3 дополнительные приспособления 40, 42 для направления потока показаны прикрепленными к раме 12 и расположенными рядом и с внешней стороны периферии вращения каждого из центральных элементов 15, 17 с лопастями. Дополнительные приспособления 40, 42 для направления потока служат для того, чтобы захватить периферийный набегающий поток текучей среды (поверхностями 95, 97) и направить его к лопастным элементам 20, 22, чтобы увеличить вызывающие вращение силы, испытываемые лопастными элементами 20, 22. Дополнительные приспособления 40, 42 также служат для сдерживания потока текучей среды (посредством поверхностей 96, 98), выходящей из зоны вращения лопастных элементов 20, 22 ниже по потоку от осей вращения. Сдерживание потока текучей среды, выходящего из устройства 10, помогает уменьшить сопротивление устройства 10 потоку благодаря облегчению повторного присоединения потока ниже по потоку от устройства. Повторное присоединение потока ниже по потоку от устройства может быть дополнительно обеспечено элементом повторного присоединения, такого как крыловидная часть 50. Крыловидная часть 50 представляет собой конструктивный элемент, имеющий по существу такую же высоту, что и центральные элементы 15, 17 и лопастные элементы 20, 22. Крыловидная часть 50 расположена на заднем конце 55 устройства 10 (ниже по потоку относительно центральных элементов 15, 17) и служит для повторного присоединения текучей

среды, вытекающей из лопастных элементов 20, 22, тем самым уменьшая сопротивление потоку и увеличивая мощностной коэффициент системы. Заявитель определил, что предпочтительна каплевидная геометрия, приводящая к симметричному аэродинамическому профилю. Тем не менее специалисту в данной области техники должно быть понятно, что уменьшение сопротивления потоку в хвостовой части устройства может быть достигнуто с помощью аналогичных конструкций различной геометрии, отличных от каплевидной формы, показанной в предпочтительных вариантах выполнения.

Как показано на фиг. 2, каждый центральный элемент 15, 17 устройства 10 может быть соединен с генератором (не показан) посредством валов 60, 62, проходящих вдоль осей вращения Z1, Z2 элементов 15, 17. Валы 60, 62 могут быть соединены с центральными элементами 15, 17 с использованием, например, различных конфигураций соединения, бесшпоночных устройств блокировки или других подходящих средств, известных специалистам. Генераторы (не показаны) служат для преобразования энергии вращения центральных элементов 15, 17 в электричество. Специалисту должно быть понятно, что, хотя валы 60, 62 описаны здесь как компоненты, отдельные от элементов 15, 17, последние, в качестве альтернативы могут быть изготовлены со встроеными выступающими валами (например, каждый центральный элемент и выступающий вал представляет собой цельную сформованную часть).

Описанные варианты выполнения устройства для извлечения энергии на практике могут быть выполнены преимущественным образом, который позволяет одному или многим механическим компонентам устройства не контактировать постоянно с водой. Например, устройство 10 может быть подвешено на одной или нескольких плавучих конструкциях 66, 68, так что генераторы и редукторы (не показаны) расположены над уровнем поверхности текучей среды, а центральные элементы 15, 17 и соответствующие лопастные элементы 20, 22 расположены под поверхностью текучей среды. Редукторы и генераторы могут быть размещены внутри плавучих конструкций 66, 68, и в этом случае плавучие конструкции 66, 68 также будут служить для защиты этих компонентов от указанных элементов. Вариант выполнения, показанный на фиг. 1 и 2, изображает верхнюю часть рамы 12, включая средство для синхронизации вращения центральных элементов 15, 17 и любые необходимые опорные подшипники и механизмы сцепления, расположенные в непосредственной близости от центральных элементов 15, 17. Однако верхняя рама 12 может в качестве альтернативы служить в качестве плавучей конструкции и может быть выполнена так, что подшипники, муфты, средство синхронизации и другие механические компоненты находятся еще дальше от поверхности текучей среды. На фиг. 13 показан такой альтернативный вариант устройства для извлечения энергии, который будет также описан ниже.

На фиг. 3 показано относительное расположение и поперечные сечения центральных элементов 15, 17, основного приспособления 30 для направления потока, дополнительных приспособлений 40, 42 для направления потока и крыловидной части 50. Для простоты иллюстрации рама 12 и другие компоненты устройства не показаны. Предпочтительное поперечное сечение основного приспособления 30 имеет форму полумесяца с выпуклой передней поверхностью 70 и вогнутой задней поверхностью 75. Выпуклая передняя поверхность 70 основного приспособления 30 служит для разделения набегающего потока жидкости, обозначенного стрелкой Y, и направления его к желаемой заданной части (более подробно описанной выше) лопастных элементов 20, 22. Заявитель определил, что наличие выступов 80 на боковых концах основного приспособления для направления потока является желательным, поскольку выступы помогают ослабить адгезию потока на концах изогнутых краев приспособления для направления потока, направляя поток в лопастные элементы 20, 22, оптимизируя мощность, направляя поток немного наружу непосредственно на поверхность лопасти, тем самым повышая производительность устройства. Основное приспособление 30 расположено на переднем конце 35 устройства, перед центральными элементами 15, 17 и лопастными элементами 20, 22. Специалист должен понимать, что, несмотря на то, что настоящее изобретение описывает единственное приспособление 30 для направления потока, которое обычно имеет форму полумесяца, количество, форму и размер основного приспособления 30 можно изменять при условии, что оно служит для направления набегающего потока текучей среды в заданное место вдоль лопастных элементов. Центральная пунктирная линия X показана для обозначения положения самой нижней по потоку точки изогнутых передних поверхностей 95, 97 относительно центральных элементов 15, 17. Размещение дополнительных приспособлений 40, 42 для направления потока таким образом, что передние поверхности 95, 97 оканчиваются в точке, расположенной выше по потоку относительно осей вращения Z1, Z2 элементов 15, 17, оказывает, как было обнаружено, положительное влияние на мощностной коэффициент устройства.

Как показано на фиг. 3А, компоненты (основное приспособление 30, дополнительные приспособления 40, 42 и крыловидная часть 50), которые описаны выше со ссылкой на фиг. 3, показаны с альтернативным вариантом выполнения центральных элементов 15а, 17а с лопастями. В этом альтернативном варианте выполнения центральный элемент 15а содержит ровно две лопасти 20а, 20б, и центральный элемент 17а также содержит ровно две лопасти 22а, 22б. Как показано, центральные элементы 15а, 17а предпочтительно синхронизированы, так что лопасти 20а, 20б расположены по существу в горизонтальной плоскости, а лопасти 22а, 22б расположены по существу в вертикальной плоскости. Другими словами, центральные элементы 15а, 17а смещены приблизительно на 90°. Это относительное смещение на 90° одного центрального элемента 15а относительно другого центрального элемента 17а гарантирует, что

лопасти 20a, 20b и 22a, 22b не задевают друг друга во время вращения. В этом варианте выполнения дополнительные приспособления 40, 42 для направления потока расположены позади центра элементов 15a, 17a, как показано горизонтальной пунктирной линией "А", и помогают захватить периферийный набегающий поток текучей среды и направить его к лопастным элементам. 20a, 20b, 22a, 22b, чтобы увеличить силы, вызывающие вращение, испытываемые элементами 20a, 20b, 22a, 22b.

Ниже со ссылкой на фиг. 4 описано относительное расположение центральных элементов 15, 17 в предпочтительном варианте выполнения. Концы лопастных элементов каждого вращающегося центрального элемента 15, 17 создают круговой путь. Как показано, элементы 15, 17 расположены относительно друг друга так, что их круговые траектории перекрываются. Предпочтительный диапазон кругового перекрытия между каждым из центральных элементов с лопастями составляет от 50 до 80% от радиуса R (т.е. было определено, что предпочтительный диапазон расстояния между осями вращения центральных элементов Z1, Z2 имеет значения от 1,5R до 1,2R).

На фиг. 5 показан альтернативный вариант выполнения настоящего изобретения, в котором для "замыкания с обоих концов" центральных элементов (не показаны) и лопастных элементов (не показаны) используются закрывающие пластины 67, 69. Использование этих пластин помогает увеличить до максимума энергию, извлекаемую из поступающей текучей среды, которая вступает в контакт с лопастными элементами (не показаны), предотвращая утечку текучей среды из верхних и нижних концов устройства 10. Пластины 67, 69 могут иметь форму двух расположенных бок о бок круглых дисков, объединенных вместе, с получением формы арахиса. Диаметр дисковых частей пластин может быть разным; однако использование дисков с радиусом не менее 125% от радиуса R показало благоприятные результаты в отношении мощностного коэффициента устройства 10. Несмотря на то, что настоящий вариант выполнения раскрывает два центральных элемента, специалисту должно быть понятно, что комбинация нескольких систем с двумя центральными элементами аналогичным образом попадает в объем настоящего изобретения.

На фиг. 6 показана геометрия лопасти в поперечном сечении, которая, как было обнаружено, проявляет требуемые свойства, наподобие лопатки турбины. То есть, лопасть 85 с проиллюстрированным поперечным сечением, как было показано, при размещении на пути потока текучей среды вызывает меньшее сопротивление, обусловленное скоростным напором, и большую подъемную силу. Поперечное сечение лопасти 85 обычно состоит из центральной части 87, имеющей точку, которая задает центр вращения лопасти, и лопастной части 90. Лопастная часть 90 в целом ограничена криволинейной ударной стороной 92 и криволинейной задней стороной 94, причем обе они начинаются от центральной части 87 и сходятся к точке, иногда называемой кончиком 96, на расстоянии от центра вращения. Угол между двумя сторонами лопасти 90 на кончике 96 сведен к минимуму, сводя, тем самым, к минимуму и толщину лопастной части 90 на ее кончике 96 и получая лопасть 85 с заостренной законцовкой в виде лезвия ножа. Задняя сторона 94 лопастной части 90 лопасти 85 на большей своей части является плоской, что увеличивает подъемную силу, испытываемую лопастью 85 во время вращения. Лопастная часть 90 в этом варианте выполнения дополнительно выполнена так, что кончик 96 лопастной части 90 близко соответствует окружной траектории, определяемой перемещением кончика 96 вращающейся лопасти 85. Другими словами, первая линия, определяемая точкой на кончике 96 лопастной части 90 и точкой вдоль ударной стороны 92 непосредственно перед кончиком 96 лопасти, настолько коллинеарна касательной к окружной траектории на кончике 96 лопастной части 90, насколько это возможно. Точно так же, вторая линия, определяемая точкой на кончике 96 лопастной части 90 и точкой вдоль задней стороны 94 непосредственно перед кончиком 96, настолько коллинеарна касательной к окружной траектории на кончике 96 лопасти 85, насколько это возможно.

На фиг. 7-12 показаны виды в разрезе альтернативных вариантов выполнения центральных элементов, имеющих две, три, четыре, шесть, восемь и десять лопастных частей, показанных соответственно на фиг. 7.

На фиг. 13-17 и в соответствии с другим вариантом выполнения настоящего изобретения показано устройство 210 для извлечения энергии, которое содержит двугранные стабилизирующие пластины 215, 220. Стабилизирующие пластины 215, 220 расположены на нижнем конце устройства 210, закреплены с помощью рамы 212 и расположены под углом вверх и наружу относительно устройства 210. Таким образом, стабилизирующие пластины 215, 220 помогают поддерживать устройство в требуемой ориентации относительно направления Y потока воды и оптимизируют работу устройства 210. Аналогично варианту выполнения, показанному на фиг. 1 и 2, устройство 210 имеет крыловидную часть 222, расположенную на заднем конце устройства 210. Крыловидная часть 222 также может служить для поддержания оптимальной ориентации устройства относительно потока воды. Стабилизирующие пластины 215, 220 и крыловидная часть 222 также могут служить для уменьшения нежелательного потряхивания устройства 210 во время работы, вызванного незначительными изменениями направления потока воды. Чтобы зафиксировать устройство 210 в потоке воды, устройство 210 можно, например, привязать к океаническому дну с помощью троса 230, прикрепленного одним концом к точке 225 соединения устройства 210, а другим концом - к тяжелому объекту 235 (как конкретно показано на фиг. 16), например бетонному блоку, лежащему на океаническом дне. В этом варианте выполнения все устройство 210 выполнено плавучим и,

следовательно, выталкивается в направлении поверхности воды. Плавучесть может быть достигнута, например, путем выбора подходящего материала для конструкции рамы или путем включения специальных элементов, создающих плавучесть (например, 263, 264), которые могут быть расположены на верхнем конце устройства 210 и под генераторами (не показаны).

В качестве части альтернативной конфигурации устройство может быть выполнено таким образом, что основной корпус (т.е. центральные элементы с лопастями) не является плавучими, при этом устройство подвешивают сверху на неподвижной конструкции, такой как, например, буровая установка, аналогичная той, которую обычно используют в шельфовом бурении. Описанное здесь устройство для извлечения энергии может быть подвешено к такой конструкции с использованием одного или нескольких тросов. В альтернативной конфигурации этого типа также могут использоваться элементы 263, 264, вызывающие плавучесть, которые могут быть выполнены таким образом, что они создают плавучесть для генераторов, расположенных на верхнем конце устройства, но не для остальной части устройства. Такая обеспечивающая плавучесть конфигурация вместе с механизмом, обеспечивающим возможность вертикального перемещения генераторов независимо от остальной части устройства, помогает предотвратить погружение генераторов в воду, которое может быть вызвано приливной активностью или большими волнами в воде. Свобода к перемещению генераторов в вертикальном направлении может быть достигнута, например, путем выполнения части рамы (260, 262 на фиг. 13), проходящей от верха центральных элементов с лопастями к генераторам на подходящее расстояние со способностью телескопического выдвигания. Способность телескопического выдвигания может быть обеспечена, например, благодаря использованию квадратного вала с сопряженной квадратной полый рамой для частей 260, 262 рамы, проходящих между центральными элементами с лопастями устройства и генераторами. В качестве альтернативы, чтобы обеспечить требуемую степень вертикальной свободы для генераторов, можно использовать широко доступный приводной вал отбора мощности с двойным телескопированием. При такой конфигурации прилив не затопляет генераторы, поскольку элементы, вызывающие плавучесть, заставляют генераторы подниматься вместе с приливом.

На фиг. 18-22 и в соответствии с еще одним вариантом выполнения настоящего изобретения показано устройство 310 для извлечения энергии с двугранными пластинами 315, 320 и задней стабилизирующей пластиной 323. Двугранные пластины 315, 320 имеют конфигурацию, аналогичную конфигурации двугранных пластин 215, 220, которая описана выше со ссылкой на фиг. 13-17. Задняя стабилизирующая пластина 323 расположена на заднем конце устройства 310, проходит от него назад и имеет по существу плоскую лопастную часть 333. Концептуально аналогично флюгеру, когда устройство 310 расположено в толще воды, стабилизирующая пластина 323 может использоваться для уменьшения нежелательного рыскания устройства 310, а также для дальнейшего поддержания требуемой ориентации устройства по отношению к направлению потока воды. Устройство 310 также содержит раму 328 в форме усеченной конусной башни, выступающей вверх из верхней части центральных элементов. Рама 328 в форме башни может быть выполнена с возможностью обеспечения плавучести устройства для выталкивания устройства 310 к поверхности воды. Устройство 310 может быть привязано к якорю 335 с помощью троса 330. На фиг. 22 показан пример устройства 310, выталкиваемого к поверхности в толще воды и прикрепленного тросом к земле. Длину троса 330 можно выбирать так, чтобы генератор или генераторы в верхней части устройства находились в целом выше поверхности воды.

Ниже со ссылкой на фиг. 23 и 24 описан другой вариант выполнения настоящего изобретения. Устройство 1010 обычно содержит раму 1012, причем рама 1012 предпочтительно прикреплена по меньшей мере к двум центральным элементам 1015, 1017 и к основному приспособлению 1030 для направления потока. Каждый из двух центральных элементов 1015, 1017 также содержит по меньшей мере один лопастной элемент 1020a, 1022a, который проходит в радиальном направлении от центра центральных элементов 1015, 1017. В этом варианте выполнения изображено устройство 1010, имеющее три лопасти (например, 1020a, 1020b, 1020c, 1022a, 1022b, 1022c) в каждом центральном элементе; однако специалисту должно быть понятно, что может быть использовано больше или меньше трех лопастей. Когда вода протекает в направлении Y к устройству 1010 и через него, силы, создаваемые водой на ударной (или напорной) поверхности лопастных элементов 1020a, 1020b, 1020c, 1022a, 1022b, 1022c, вызывают вращение центральных элементов 1015, 1017. Дополнительные силы, действующие на лопасти 1020a, 1020b, 1020c, 1022a, 1022b, 1022c, которые описаны ниже, также способствуют возникновению вращения центральных элементов. В варианте выполнения, показанном на фиг. 23 и 24, вода, протекающая в направлении Y, заставляет центральный элемент 1015 вращаться против часовой стрелки, а центральный элемент 1017 - по часовой стрелке. Результирующая энергия вращения центральных элементов 1015, 1017 затем может быть преобразована в электричество с использованием комбинации механических компонентов (например, редукторов и генераторов) так, как это необходимо. Такие механические компоненты могут содержать ременные или цепные приводы, устройства отбора мощности или другие подходящие компоненты, обычно известные в данной области техники. Для простоты редукторы и генераторы на чертежах не показаны.

Устройство 1010 содержит множество элементов, которые помогают увеличить общий мощностной коэффициент системы. Например, основное приспособление 1030 для направления потока может быть

расположено на переднем конце 1035 устройства 1010. Основное приспособление 1030 может быть прикреплено к раме 1012 для обеспечения ее надлежащего положения относительно центральных элементов 1015, 1017 с лопастями. Приспособление 1030 служит для направления набегающего потока воды таким образом, чтобы увеличить до максимума результирующую энергию вращения центральных элементов 1015, 1017. Основное приспособление 1030 также содержит два выступа 1080, расположенные на боковых концах основного приспособления 1030. Эти выступы 1080 помогают ослабить адгезию потока на концах искривленных краев приспособления для направления потока, направляя поток в лопасти 1020a, 1020b, 1020c, 1022a, 1022b, 1022c, что способствует увеличению мощностного коэффициента устройства. Предпочтительно набегающий поток воды направляется в точку торможения потока центральных элементов 1015, 1017, как аналогичным образом описано выше в отношении варианта выполнения, показанного на фиг. 1-4.

На фиг. 25 показан вид сверху основного приспособления 1030, изображенного на фиг. 24. Основное приспособление 1030 показано в целом имеющим стреловидную форму с V-образной передней частью 1040 и выступами 1080, служащими для перенаправления набегающего потока Y воды наружу и по направлению к требуемой точке на лопастных элементах, как описано выше. Как показано на фиг. 24, центральная часть 1037 основного приспособления 1030 может иметь кривизну, комплементарную кривизне пути, проходимого кончиками лопастей. На фиг. 39A показан вид сверху лопастных центральных элементов 2015, 2017 и переднего приспособления 2030 для направления потока, аналогичный показанному в варианте выполнения на фиг. 24. На фиг. 39B-39F показаны альтернативные варианты выполнения с возможными вариантами для центральной части и заднего конца переднего приспособления для направления потока, включая форму линии, как показано на фиг. 39B, форму дуги, как показано на фиг. 39C, форму треугольника, как показано на фиг. 39D, форму квадрата, как показано на фиг. 39E, или заднюю часть в форме воронки, как показано на фиг. 39F.

Предпочтительная пространственная конфигурация лопастных центральных элементов этого варианта выполнения описана далее со ссылкой на фиг. 26 и 27. Аналогично варианту выполнения, показанному на фиг. 4, расстояние "R" определяется радиусом кругового пути, проходимого кончиками (например, 1050 или 1052) лопастных элементов центральных элементов. Периферийные траектории вершин лопастей соседних центральных элементов с лопастями (показанных на фиг. 26 пунктирными кругами 1051 и 1053) разделены расстоянием "D", как показано на фиг. 26. В предпочтительном варианте выполнения центральные элементы отстоят друг от друга таким образом, что расстояние "D" между траекториями кончиков лопастей в 1-4 раза больше радиуса "R".

На фиг. 28 и 29 показано, как вариант выполнения, изображенный на фиг. 23 и 24, может быть прикреплен к дну под толщей воды с использованием стабилизатора 1060 для дна. Стабилизатор 1060 дна имеет ножки 1062 переменной длины, предназначенные для прикрепления к дну 1065 под водой для обеспечения устойчивости устройства 1010 на мелководье. Регулируемость ножек 1062 позволяет приспособиться к неровному дну под толщей воды и помогает обеспечить поддержание устройства 1010 в ровном горизонтальном положении, как конкретно показано на фиг. 29.

Как показано на фиг. 30, 30A и 30B и в соответствии с альтернативным вариантом выполнения настоящего изобретения, основное приспособление 2030 для направления потока может быть выполнено поворотным регулируемым, например, вокруг поворотной оси 2050. Поворотная ось 2050 расположена на первом конце (или переднем конце) основного приспособления 2030. Благодаря своей возможности поворота переднее приспособление 2030 может адаптироваться к условиям набегающего потока воды и вращению центрального элемента, чтобы помочь обеспечить постоянное благоприятное направление воды при изменении положения точки торможения потока. В частности, точка торможения потока лопастей в любой заданной точке, которая является целевой точкой для направления набегающего потока воды, как было описано выше, изменяется в зависимости от скорости потока воды и скорости вращения центрального элемента. Поворотное переднее приспособление 2030 позволяет изменять точку выпуска воды из приспособления для направления потока, так что точка выпуска может изменяться в ответ на изменения точки торможения потока на протяжении всей работы устройства. Свойства естественной гидродинамики системы во время работы таковы, что кончики 2085 переднего приспособления 2030 будут естественным образом следовать за изменяющейся точкой торможения потока во время работы (т.е. для поддержания требуемой ориентации поворотного переднего приспособления для направления потока не требуется никакого внешнего вмешательства).

Поворотное переднее приспособление для направления потока также делает варианты выполнения настоящего изобретения подходящими для двунаправленного (или приливного) потока. На фиг. 30A показано, как сегменты 2055, 2057 переднего приспособления 2030 могут поворачиваться вокруг поворотной точки 2050 для изменения направления V-образного отверстия, чтобы позволить обратному потоку проходить через приспособление 2030, когда направление потока воды изменяется с Y на Y'. Также предусмотрены два передних стопора 2080, 2082, специально показанные на фиг. 30B, для предотвращения поворота каждого сегмента 2055, 2057 переднего приспособления 2030 за пределы требуемого положения, что может препятствовать вращению центральных элементов 2015, 2017 в требуемом направлении. Точно так же первое дополнительное приспособление 2040 для направления потока также содержит два

задних стопора 2090, 2092, тогда как второе дополнительное приспособление 2042 для направления потока также содержит два задних стопора 2094, 2096. Такие стопоры 2090, 2092, 2094, 2096 также предотвращают поворот дополнительных приспособлений 2040, 2042 за пределы требуемого положения, что может снизить эффективность устройства.

Несмотря на то, что пара центральных элементов 2015, 2017 показана во многих иллюстративных вариантах выполнения настоящего изобретения, могут быть предусмотрены дополнительные центральные элементы, чтобы помочь извлекать остаточную энергию от воды, выходящей из боковых сторон вариантов выполнения, описанных в настоящем документе. Например, как показано на фиг. 30С, дополнительные центральные элементы 2015, 2017, 2020, 2022, 2025, 2027 могут быть расположены в конфигурации снаружи сзади, так что устройство будет образовывать по существу V-образную конфигурацию центральных элементов.

Во время работы вариантов выполнения, содержащих центральные элементы с лопастями и переднее приспособление для направления потока, как показано на фиг. 30, нежелательное давление может нарастать позади переднего приспособления 2030 для направления потока в области, обозначенной пунктирным кружком Р. Для содействия уменьшению нарастания этого обратного давления элементы сброса давления, которые описаны ниже со ссылкой на фиг. 31-34, могут быть включены в различные описанные здесь варианты выполнения. Устройство 3010 в целом содержит раму 3012, причем рама 3012 предпочтительно закрепляет по меньшей мере два центральных элемента 3015, 3017 и основное приспособление 3030 для направления потока. В этом варианте для сброса давления рама 3012 имеет отверстие 3039 (фиг. 33). Наличие отверстия 3039 приводит к тому, что существует путь потока, позволяющий возвратной воде, создающей давление за передним приспособлением для направления потока в общей окрестности Р (фиг. 34), выходить изнутри устройства 3010. Экран 3035, прикрепленный к раме, способствует отведению воды, протекающей через устройство, немного дальше вверх и в сторону от отверстия 3039, тем самым создавая область низкого давления на нижней стороне экрана 3035. Область низкого давления, в свою очередь, способствует потоку воды высокого давления из задней стороны переднего приспособления 3030 для направления потока. Конструкция экрана 3035 лучше всего проиллюстрирована на фиг. 33, на котором показано устройство 3010, изображенное на фиг. 31, с показанным вырезом экрана 3035 немного выше рамы 3012.

На фиг. 35-38 показан альтернативный вариант выполнения, изображающий вариант средства сброса давления, показанного на фиг. 31-34. В этом варианте переднее приспособление для направления потока имеет заднюю пластину 4031. Поскольку возвратная вода в этом варианте выполнения эффективно разделяется на две области (Р и Р' на фиг. 38), то имеются два отверстия 4038 и 4039. Таким образом, может быть получен соответствующим образом разделенный экран 4035 для создания градиентов давления и требуемых путей потоков текучей среды, аналогичных тем, что описаны со ссылкой на фиг. 31-34. Конструкция экрана 4035 лучше всего проиллюстрирована на фиг. 37, на котором показано устройство 4010, изображенное на фиг. 35, с показанным вырезом экрана 4035 немного выше рамы 4012.

На фиг. 40 показан вариант переднего приспособления 5030 для направления потока, которое обеспечивает дополнительные средства для сброса создаваемого давления позади переднего приспособления 5030. Для простоты иллюстрации верхняя панель рамы в варианте выполнения, изображенном на фиг. 40, не показана. Приспособление 5030 в этом варианте выполнения выполнено таким образом, чтобы позволить воде протекать от задней стороны переднего приспособления 5030 в набегающий поток воды. В частности, переднее приспособление 5030 имеет решетчатую конфигурацию, которая одновременно поддерживает по существу гладкую поверхность пути потока для набегающего потока воды и всасывает воду под высоким давлением, накопившуюся за передним приспособлением 5030. Аналогично области низкого давления, создаваемой под экраном в варианте выполнения, показанном на фиг. 31, набегающий поток воды через пазы 5036 переднего приспособления 5030 также создает область более низкого давления, что вызывает поток воды из задней стороны переднего приспособления 5030 для соединения с набегающим потоком воды. Расположение пазов 5036 может поддерживаться, например, путем механического прикрепления множества компонентов переднего приспособления для направления потока к раме (верхняя панель рамы не показана); путем прикрепления компонентов переднего приспособления для направления потока друг к другу с помощью жестких соединений для сохранения расстояния между пазами; другими способами, которые должны быть понятны для специалистов, или любой их комбинацией.

На фиг. 41-43 показан еще один вариант выполнения настоящего изобретения. В этом варианте выполнения изобретения переднее приспособление для направления потока с жалюзи сочетается с вариантом экрана для сброса давления, показанным на фиг. 35. В этом варианте выполнения устройство 6010 содержит раму 6012, два центральных элемента 6015, 6017 с лопастями, переднее приспособление 6030 для направления потока с жалюзи и экран 6035. Рама 6012 меньше, чем рама 4012 (фиг. 35), и не охватывает все устройство 6010. Переднее приспособление 6030 с жалюзи имеет боковые панели 6040, 6042, 6044, помогающие сдерживать набегающий поток воды. Переднее приспособление 6030 может быть самым широким у своего входа и может сужаться по мере приближения к центральным элементам с лопастями, чтобы вызывать ускорение набегающего потока воды в центральные элементы 6015, 6017. Путь

потока, позволяющий воде скапливаться позади переднего приспособления 6030, обеспечивается отверстием 6092, образованным относительным расстоянием между рамой 6012 и панелями 6044, 6046 корпуса переднего приспособления 6030 (отверстие 6092 лучше всего показано на фиг. 43).

На фиг. 44-46 показан вариант центрального элемента с лопастями, который может использоваться для замены в различных вариантах выполнения устройства, описанных в настоящем документе. Показанный альтернативный центральный элемент 7015 имеет две лопасти 7020, 7022, проходящие наружу от центра центрального элемента 7015. В этом варианте, касающемся конфигурации лопасти и центрального элемента, лопасти по существу являются бескорпусными в том смысле, что лопасти имеют пластинчатую конструкцию, а не более объемное тело. Например, лопасть в соответствии с этим вариантом выполнения может быть выполнена из листового металла или другого подходящего тонкого плоского материала, достаточно прочного, чтобы выдерживать различные силы, приложенные потоком воды к системе во время работы. Каждый лопастной элемент 7020, 7022 оканчивается острым кончиком (например, 7053). Во время вращения кончики 7053 образуют круговой путь 7060. В любой момент с течением времени лопасти оканчиваются на своих кончиках 7053 в точке, которая находится вдоль кругового пути 7060 перемещения. Лопасти в этом варианте выполнения выполнены таким образом, что касательная линия на вершине 7053 лопасти по существу совпадает с касательной линией вдоль круговой траектории 7060 в точке, где находится кончик 7053.

Конкретно на фиг. 46 показана одна лопасть варианта выполнения, описанного со ссылкой на фиг. 44 и 45. Лопасти этого варианта выполнения в целом можно описать как имеющие три смежные части и две поверхности. Три части (внутренняя часть 7050, центральная часть 7055 и наружная часть 7060) и две поверхности (ударная поверхность или напорная поверхность 7070 и подъемная поверхность или ненапорная поверхность 7075) показаны на фиг. 46. Внутренняя часть 7050 находится ближе всего к центральному элементу 7015 и прикреплена к нему. Центральная часть 7055 лопасти 7055 начинается на конце внутренней части 7050 и имеет конфигурацию, аналогичную аэродинамической поверхности, для создания низкого давления и, следовательно, подъемных сил на подъемной поверхности 7075 лопасти 7020. Наружная часть 7060 начинается на дистальном конце центральной части 7055, выходит наружу изогнутым образом и оканчивается острым концом 7080. Наружная часть 7060 отличается тем, что ее конец 7080 имеет ориентацию, описанную выше (т.е. при этом касательная линия на вершине лопасти по существу совпадает с касательной линией к круговой траектории движения лопасти в точке пересечения между концом 7080 лопасти и круговой траекторией). Было обнаружено, что при выработке электроэнергии такая комбинация характеристик лопастей дает хорошие результаты.

Все еще со ссылкой на фиг. 44-46, лопастные элементы 7020, 7022 могут, как вариант, иметь один или несколько механизмов перепуска текучей среды, таких как, например, заслонки 7070, которые могут открываться и закрываться, чтобы обеспечивать прохождение текучей среды через лопасти 7020, 7022 на определенных этапах вращения лопастных центральных элементов. Вращение лопастей можно разделить на два цикла. Лопасть испытывает на себе первый цикл, который мы будем называть напорным циклом, когда набегающий поток воды воздействует непосредственно на ударную сторону лопасти (как описано выше со ссылкой на элемент 92 на фиг. 6); этот цикл также может быть описан как "когда ударная поверхность лопасти подвергается напору". Когда набегающий поток воды больше не воздействует непосредственно на ударную сторону лопасти (т.е. лопасть больше не подвергается напору), лопасть находится во втором цикле, который будем называть ненапорным циклом. Когда лопасть находится в напорном цикле, набегающий поток воды вызывает закрытие заслонок 7070, тем самым создавая по существу непрерывную поверхность лопасти, на которую может воздействовать вода. Как только лопасть переходит в ненапорный цикл, заслонки открываются (или опускаются), создавая обходные пути для воды перед вращением лопасти, чтобы та протекала через лопасть (в отличие от того, чтобы в противном случае она захватывалась и перемещалась лопастью). Таким образом, во время ненапорного цикла лопасти испытывают меньшее сопротивление вращению, тем самым усиливая вращение центральных элементов с генерированием энергии.

На фиг. 47 проиллюстрированы этапы способа извлечения энергии из потока воды с использованием описанных здесь вариантов выполнения устройства. Этапы способа могут выполняться в любом практическом порядке, и их не следует ограничивать порядком, предлагаемым в иллюстративных вариантах выполнения, описанных в настоящем документе. На одном этапе 1070 устройство для извлечения энергии, выполненное в соответствии с любым из описанных здесь вариантов выполнения, размещают или развертывают в толще воды. Как описано выше, это может быть достигнуто путем привязывания аппарата к дну под толщей воды (в случае плавучего устройства) или подвешивания устройства с опорной конструкцией в одной или нескольких точках над поверхностью воды (в случае устройства, которое хотя бы частично не является плавучим). В любом случае устройство располагают так, что части центрального элемента погружены в воду, так что протекающая вода вызывает вращение центральных элементов. На другом этапе 1072 устройство работает так, что механическая энергия вращения центральных элементов устройства преобразуется в электричество. Это может быть достигнуто, например, благодаря использованию генераторов, сообщающихся с вращающимися центральными элементами либо напрямую, либо через различные компоненты передачи механической энергии, обычно известные в данной области тех-

ники (как описано выше). На другом этапе 1074 сгенерированная электрическая энергия передается для использования в запитывании любого количества электрических устройств и/или может быть использована для создания или дополнения одной или нескольких электрических сетей.

Многие модификации описанных здесь вариантов выполнения, а также других вариантов выполнения могут быть очевидны для специалиста в данной области техники, пользующегося преимуществами идей, представленных в предшествующем описании и на соответствующих чертежах. Следует понимать, что любые такие модификации и дополнительные варианты выполнения охватываются объемом предполагаемого изобретения, которое не должно ограничиваться каким-либо из конкретных раскрытых вариантов выполнения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для извлечения энергии из потока воды, содержащее центральные элементы, каждый из которых поддерживается на первом конце и втором конце и выполнен с возможностью вращения вокруг по существу вертикальной оси; по меньшей мере один лопастной элемент, отходящий от каждого из центральных элементов для взаимодействия с потоком воды для создания вращения центральных элементов, причем указанный по меньшей мере один лопастной элемент имеет напорную поверхность и подъемную поверхность; и по меньшей мере одно основное приспособление для направления потока, расположенное на переднем конце устройства и предназначенное для направления набегающего потока воды в заданную область вдоль каждого из указанного по меньшей мере одного лопастного элемента, причем центральные элементы расположены позади указанного по меньшей мере одного основного приспособления для направления потока, и при этом указанный по меньшей мере один лопастной элемент содержит внутреннюю часть, расположенную рядом с центральным вращающимся элементом, от которого отходит указанный по меньшей мере один лопастной элемент; центральную часть, начинающуюся от дистального конца внутренней части; и наружную часть, начинающуюся от дистального конца центральной части и оканчивающуюся острым кончиком, причем центральная часть искривлена для создания подъема в сторону подъемной поверхности лопасти указанного по меньшей мере одного лопастного элемента, и причем кривизна наружной части на кончике по существу соответствует кривизне круговой траектории, по которой проходит кончик наружной части указанного по меньшей мере одного лопастного элемента во время вращения центральных элементов.
2. Устройство по п.1, содержащее дополнительные приспособления для направления потока, расположенные с обеих сторон устройства и предназначенные для направления дополнительного потока воды к лопастным элементам.
3. Устройство по п.1, содержащее два центральных элемента, причем при вращении каждого центрального элемента его соответствующие лопасти проходят по круговой траектории с радиусом "R", при этом центральные элементы отстоят друг от друга так, что круговая траектория, по которой проходят лопасти одного центрального элемента, и круговая траектория, по которой проходят лопасти другого центрального элемента, разделены расстоянием "X", причем $R \leq X \leq 4R$.
4. Устройство по п.1, в котором указанное по меньшей мере одно основное приспособление для направления потока является поворотным регулируемым.
5. Устройство по п.1, в котором указанное по меньшей мере одно основное приспособление для направления потока имеет по существу V-образный первый конец.
6. Устройство по п.1, в котором указанное по меньшей мере одно основное приспособление для направления потока имеет второй конец, поперечное сечение которого имеет форму, выбранную из группы, состоящей из квадрата, линии, дуги, ромба и стрелки.
7. Устройство по п.1, в котором указанное по меньшей мере одно основное приспособление для направления потока также содержит регулирующие давление пазы для сброса давления, создаваемого за передним концом указанного по меньшей мере одного основного приспособления.
8. Устройство по п.1, которое содержит по меньшей мере один канал для обеспечения возможности выхода жидкости из устройства за основным приспособлением для направления потока.
9. Устройство по п.2, в котором по меньшей мере одно из дополнительных приспособлений для направления потока выполнено поворотным регулируемым.
10. Устройство по п.1, в котором указанное по меньшей мере одно основное приспособление для направления потока выполнено поворотным регулируемым вокруг оси вращения.
11. Устройство по п.1, в котором указанный по меньшей мере один лопастной элемент вращается в напорном и ненапорном циклах, причем лопастной элемент содержит по меньшей мере один проточный механизм для снижения давления, приложенного к лопастному элементу во время вращения в ненапорном цикле.

12. Устройство по п.1, в котором указанное по меньшей мере одно основное приспособление для направления потока содержит по меньшей мере один выступ на своем заднем конце, причем указанный по меньшей мере один выступ способствует ослаблению адгезии потока на основном приспособлении для направления потока.

13. Устройство по п.1, в котором указанные центральные элементы содержат два центральных элемента, причем по существу вертикальные оси указанных двух центральных элементов отделены расстоянием "Y", при этом основное приспособление для направления потока имеет общую поперечную ширину "Z", и причем расстояние "Y" больше поперечной ширины "Z".

14. Устройство по п.1, также содержащее закрывающую пластину на каждом продольном конце указанного по меньшей мере одного лопастного элемента, причем закрывающие пластины предназначены для предотвращения утечки текучей среды из продольных концов устройства.

15. Способ извлечения энергии из потока воды, включающий следующие этапы:

размещение в водной массе устройства, содержащего

центральные элементы, каждый из которых поддерживается на первом конце и втором конце и выполнен с возможностью вращения вокруг по существу вертикальной оси,

по меньшей мере один лопастной элемент, отходящий от каждого из центральных элементов и предназначенный для взаимодействия с потоком воды для обеспечения вращения центральных элементов, причем указанный по меньшей мере один лопастной элемент имеет напорную поверхность и подъемную поверхность, и

по меньшей мере одно основное приспособление для направления потока, расположенное на переднем конце устройства и предназначенное для направления набегающего потока воды в заданную область вдоль каждого из указанного по меньшей мере одного лопастного элемента,

причем центральные элементы расположены позади указанного по меньшей мере одного основного приспособления для направления потока,

при этом указанный по меньшей мере один лопастной элемент содержит

внутреннюю часть, расположенную рядом с центральным вращающимся элементом, от которого отходит указанный по меньшей мере один лопастной элемент,

центральную часть, начинающуюся от дистального конца внутренней части, и

наружную часть, начинающуюся от дистального конца центральной части и оканчивающуюся острым кончиком,

причем центральная часть искривлена для создания подъема в сторону подъемной поверхности лопасти указанного по меньшей мере одного лопастного элемента, и

причем кривизна наружной части на кончике по существу соответствует кривизне круговой траектории, по которой проходит кончик наружной части указанного по меньшей мере одного лопастного элемента во время вращения центральных элементов;

приведение в действие указанного устройства для извлечения энергии из потока воды и

передача энергии для запитывания электрического устройства.

16. Устройство для извлечения энергии из потока воды, содержащее

центральные элементы, каждый из которых поддерживается на первом конце и втором конце и выполнен с возможностью вращения вокруг по существу вертикальной оси;

по меньшей мере один лопастной элемент, отходящий от каждого из центральных элементов для взаимодействия с потоком воды для создания вращения центральных элементов; и

по меньшей мере одно основное приспособление для направления потока, расположенное на переднем конце устройства и предназначенное для направления набегающего потока воды в заданную область вдоль каждого из указанного по меньшей мере одного лопастного элемента,

причем центральные элементы расположены позади указанного по меньшей мере одного основного приспособления для направления потока, и

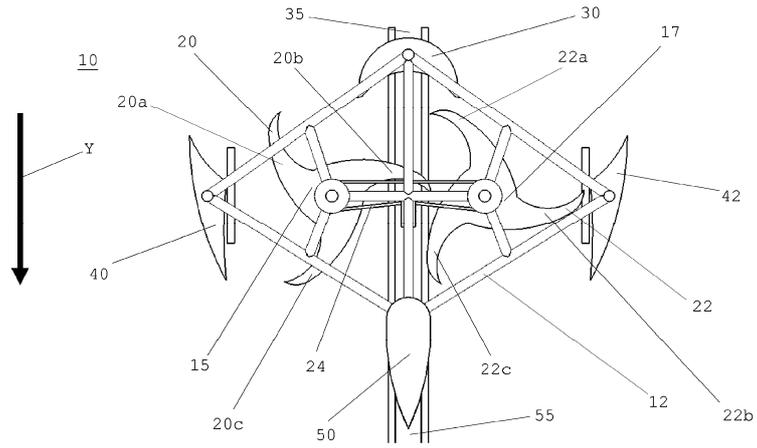
при этом указанный по меньшей мере один лопастной элемент по существу является бескорпусным и оканчивается кончиком, причем кривизна лопастного элемента на его кончике по существу совпадает с кривизной круговой траектории, по которой проходит кончик при вращении центрального элемента.

17. Устройство по п.16, в котором указанное по меньшей мере одно основное приспособление для направления потока является поворотным регулируемым.

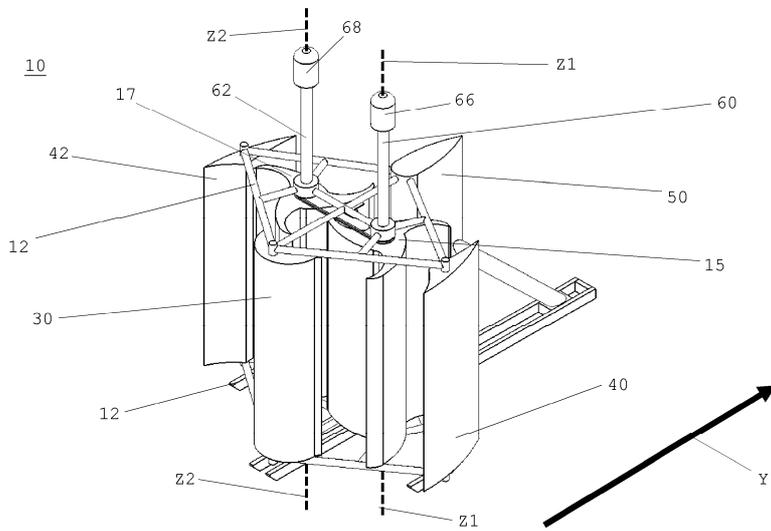
18. Устройство по п.16, в котором указанное по меньшей мере одно основное приспособление для направления потока также содержит регулирующие давление пазы для сброса давления, создаваемого за передним концом указанного по меньшей мере одного основного приспособления.

19. Устройство по п.16, также содержащее по меньшей мере один канал для обеспечения возможности выхода жидкости из устройства за основным приспособлением для направления потока.

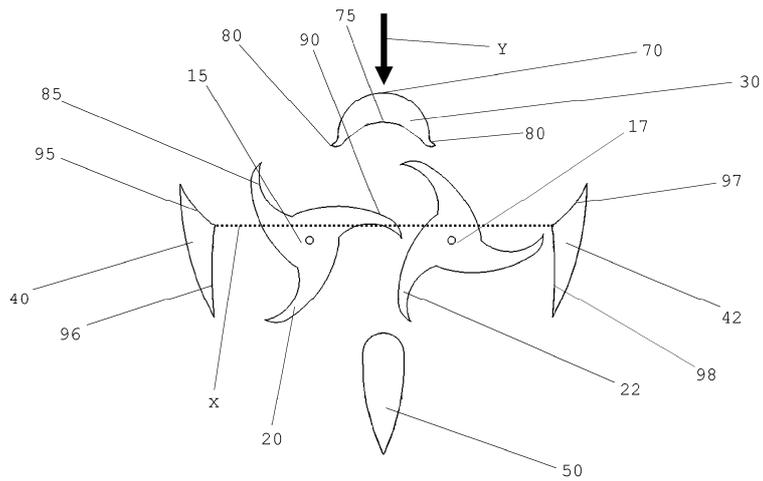
20. Устройство по п.16, в котором указанный по меньшей мере один лопастной элемент вращается в напорном и ненапорном циклах, причем лопастной элемент содержит по меньшей мере один проточный механизм для снижения давления, приложенного к лопастному элементу во время вращения в ненапорном цикле.



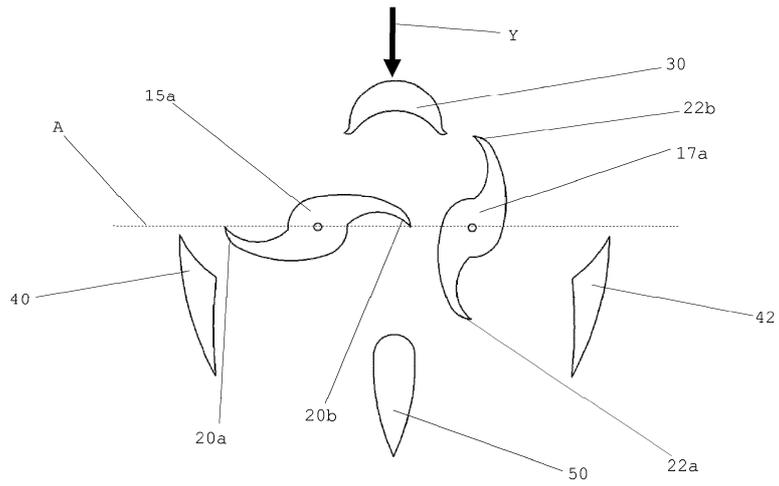
Фиг. 1



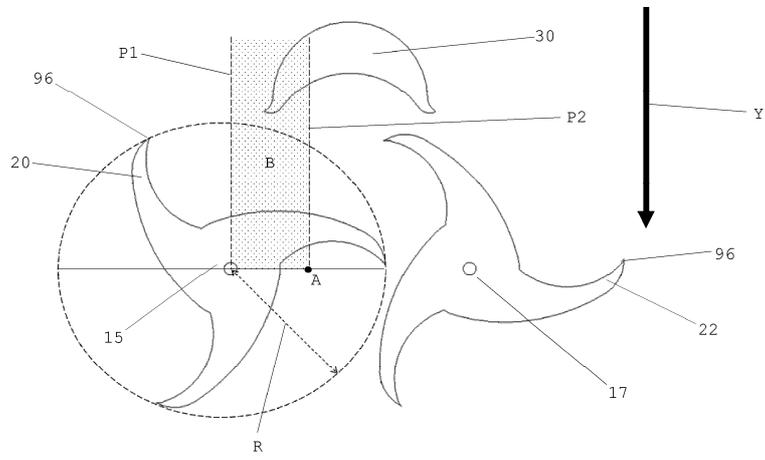
Фиг. 2



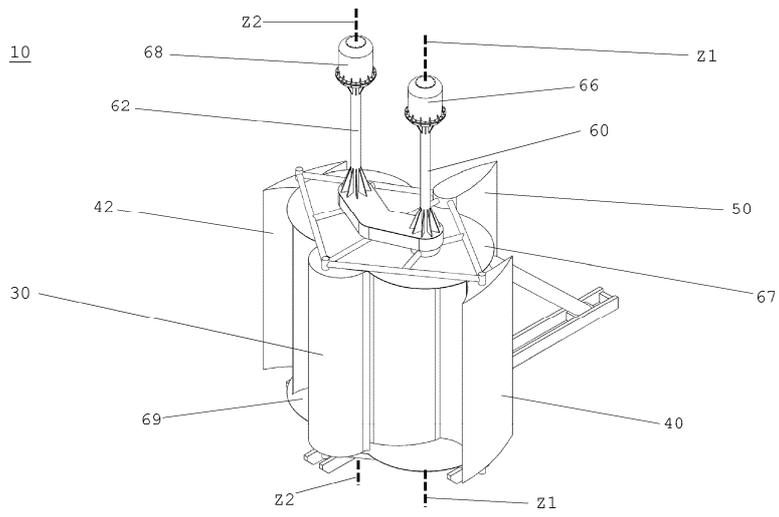
Фиг. 3



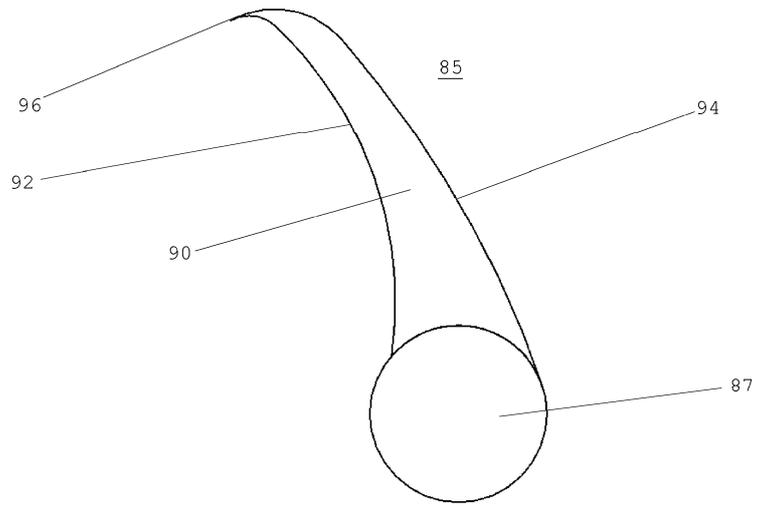
Фиг. 3А



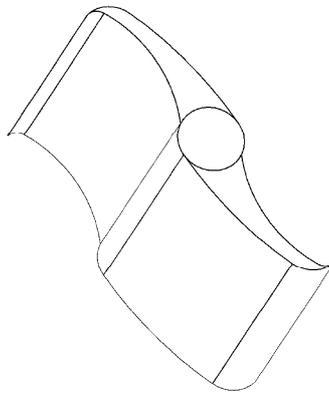
Фиг. 4



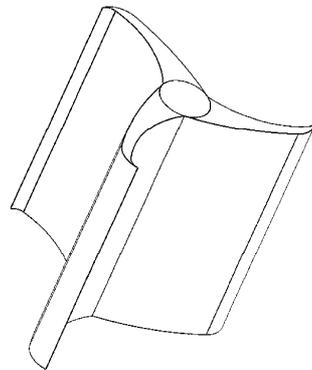
Фиг. 5



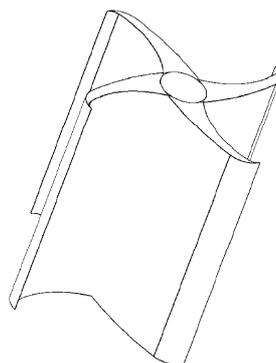
Фиг. 6



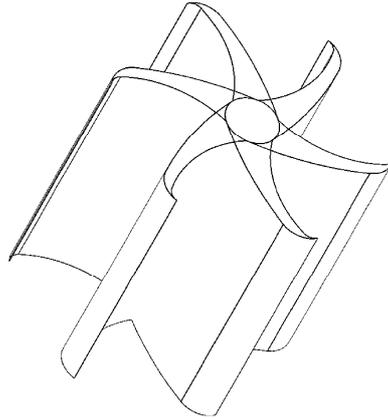
Фиг. 7



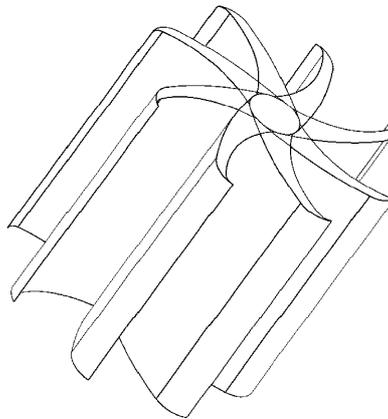
Фиг. 8



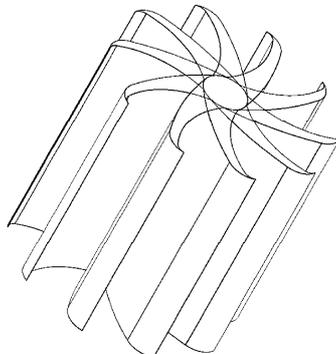
Фиг. 9



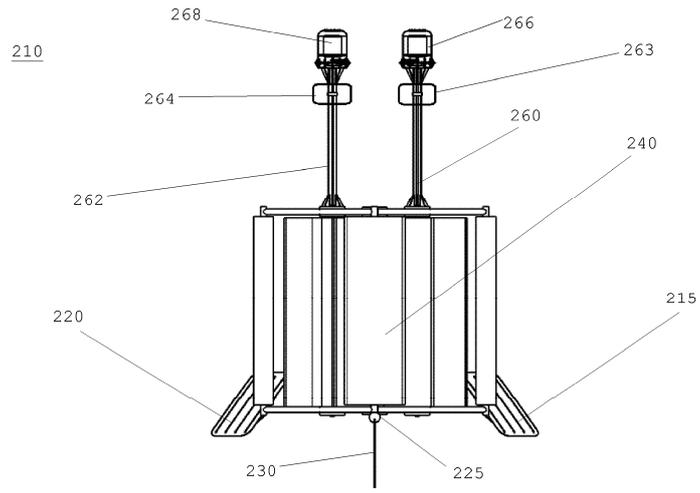
Фиг. 10



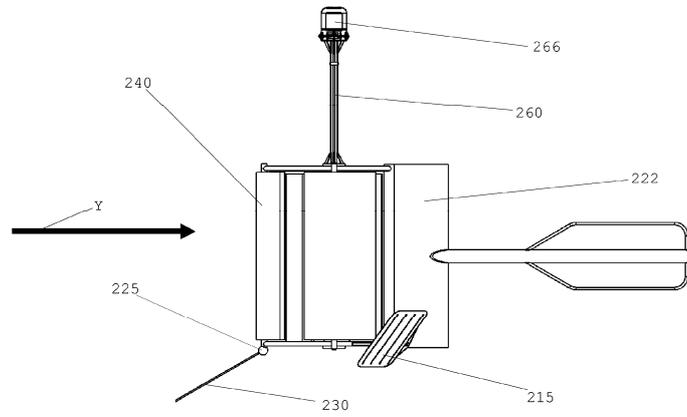
Фиг. 11



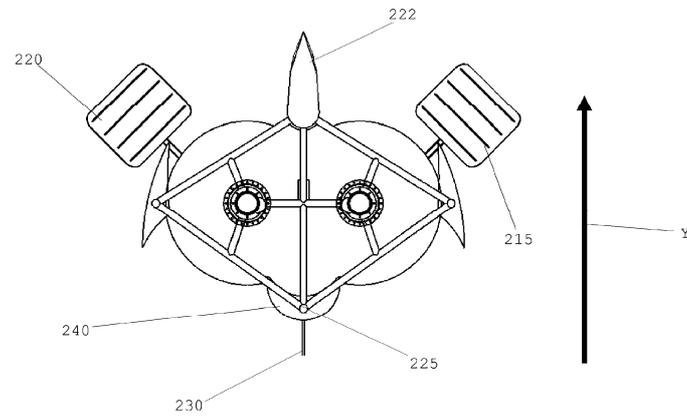
Фиг. 12



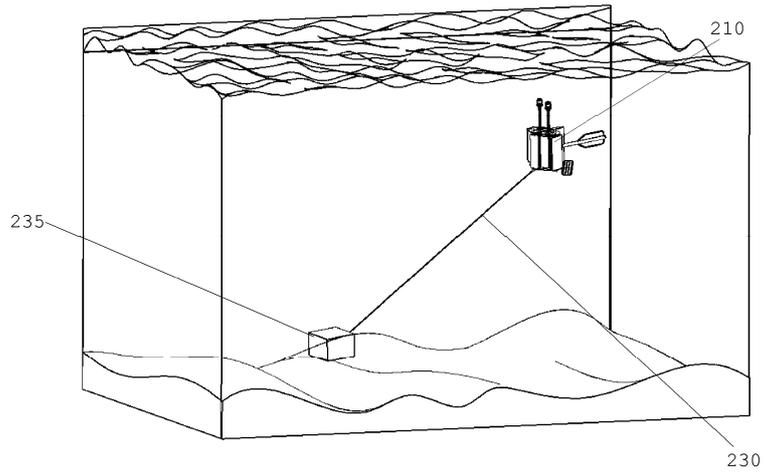
Фиг. 13



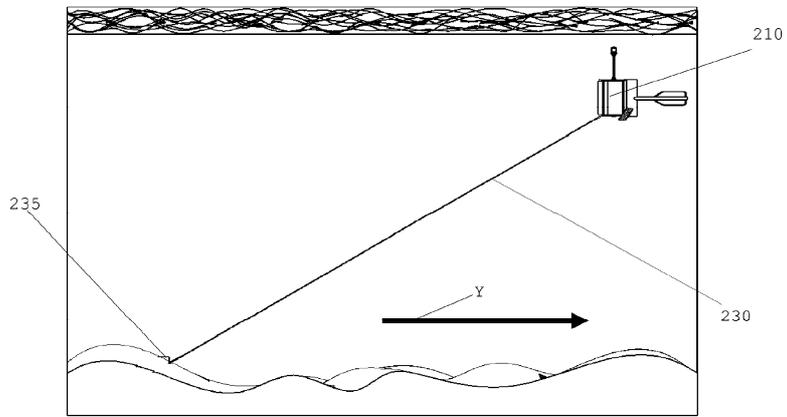
Фиг. 14



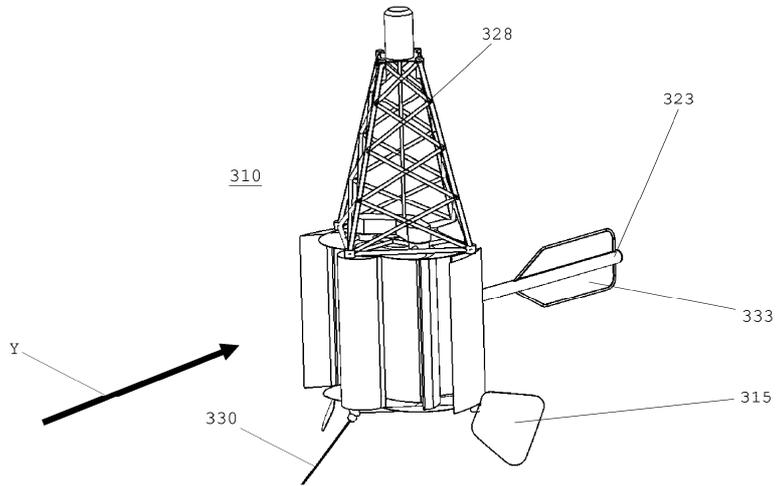
Фиг. 15



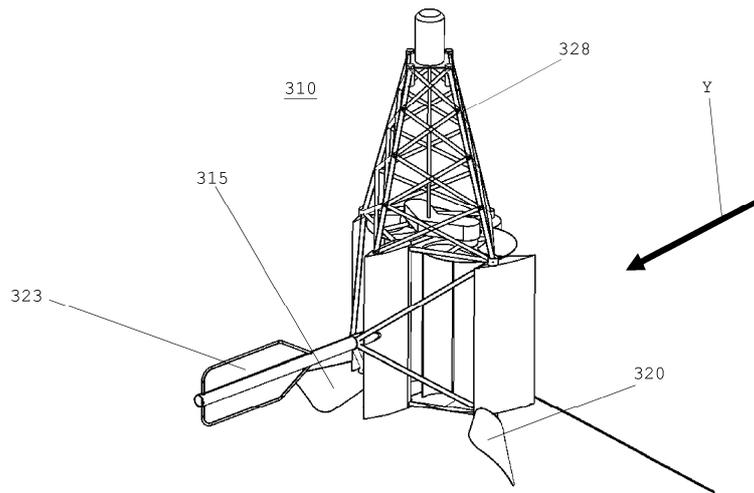
Фиг. 16



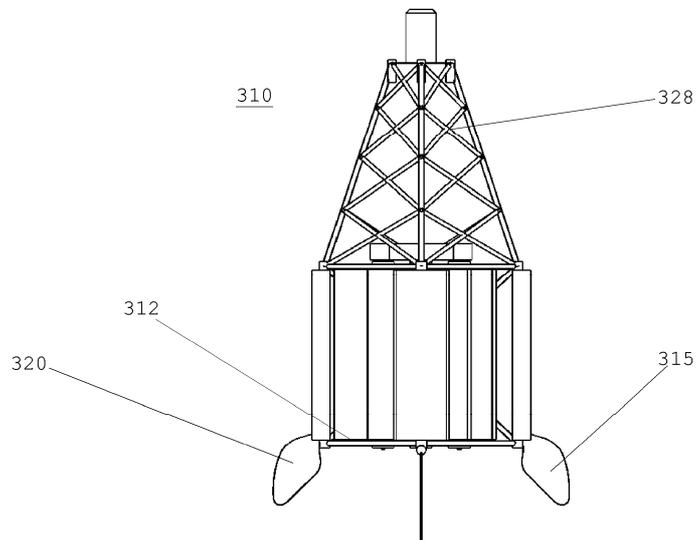
Фиг. 17



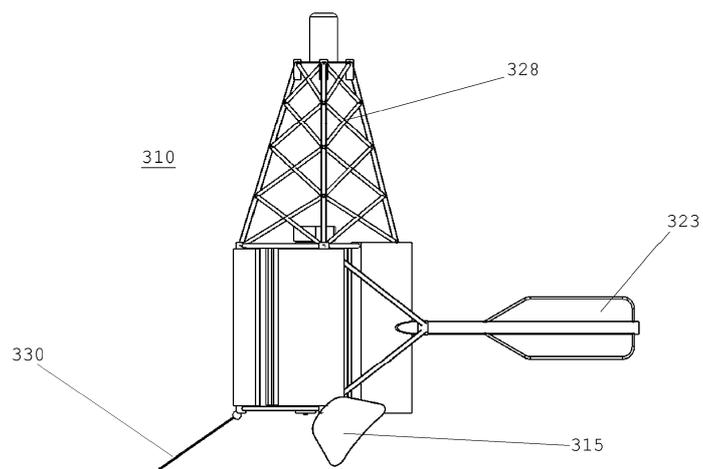
Фиг. 18



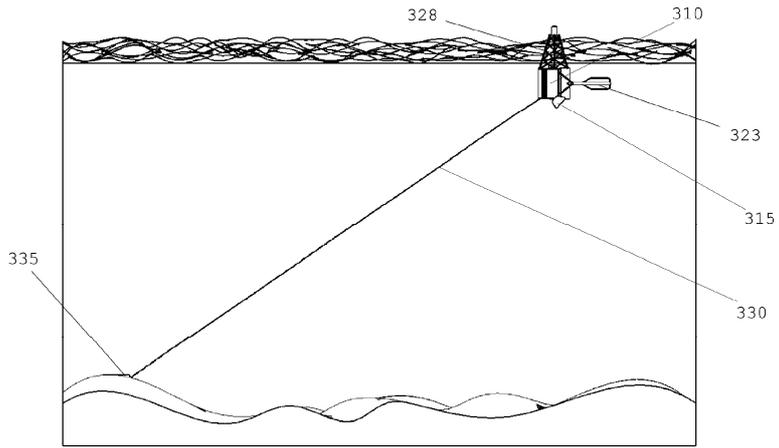
Фиг. 19



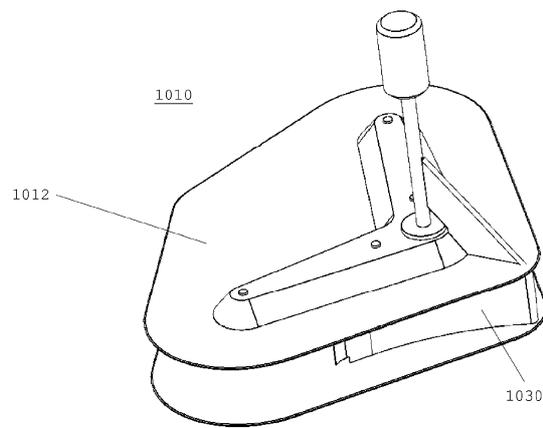
Фиг. 20



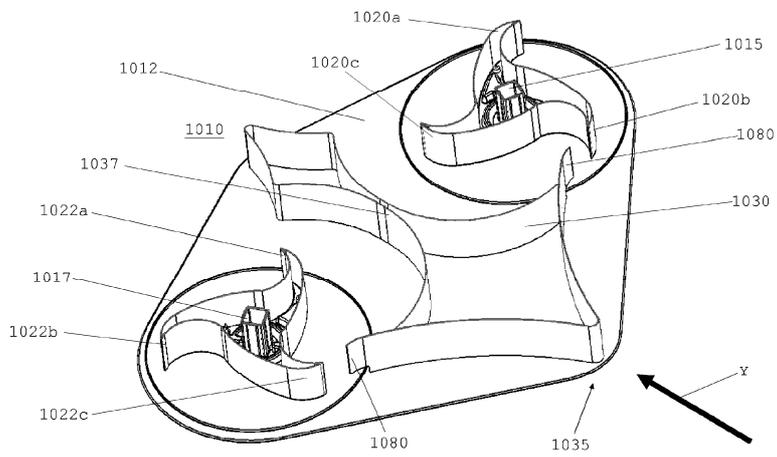
Фиг. 21



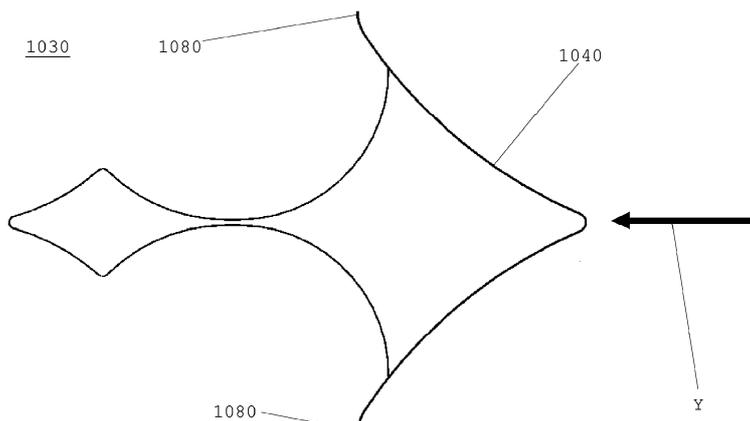
Фиг. 22



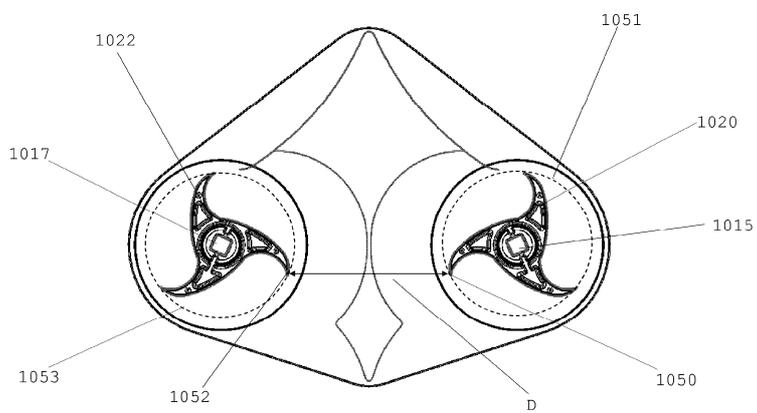
Фиг. 23



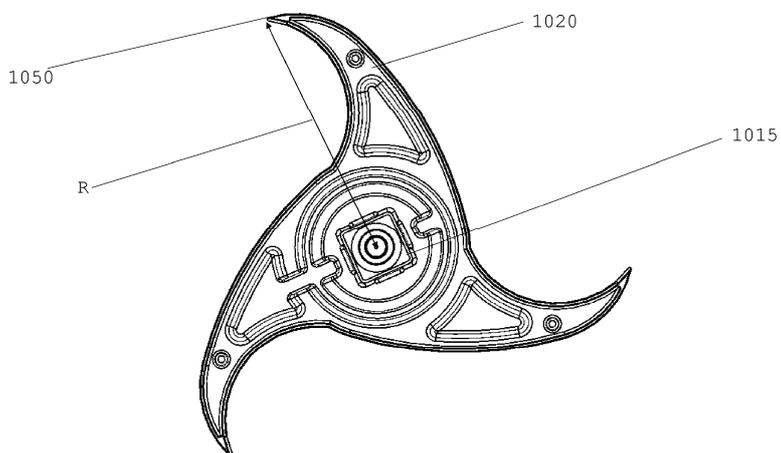
Фиг. 24



Фиг. 25

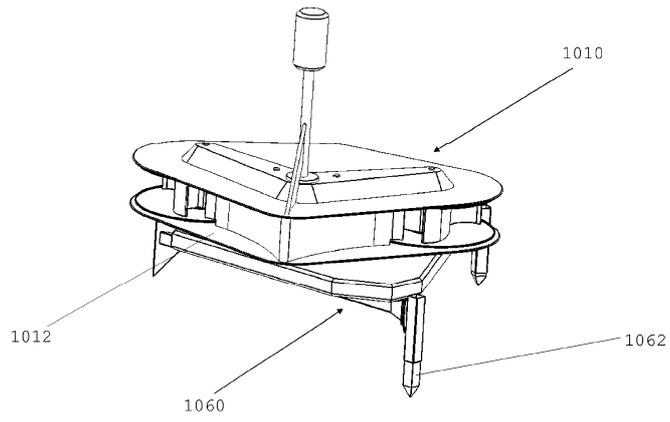


Фиг. 26

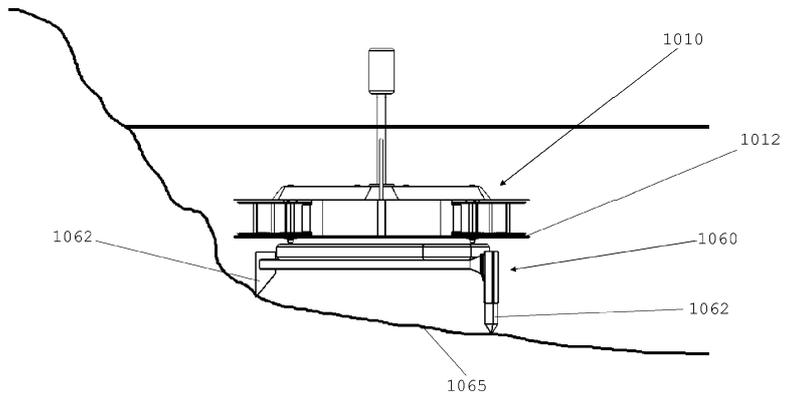


Фиг. 27

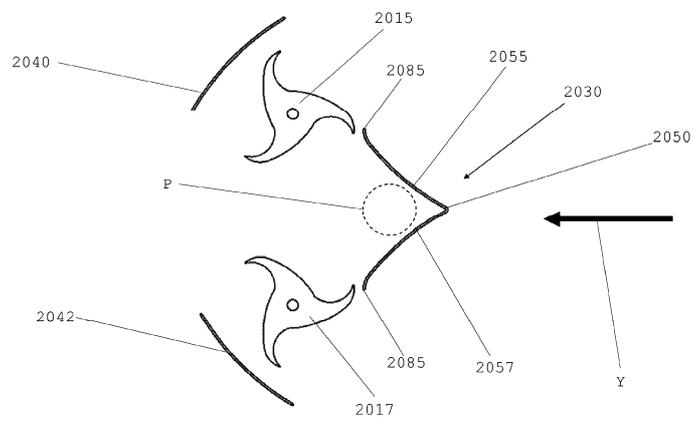
040761



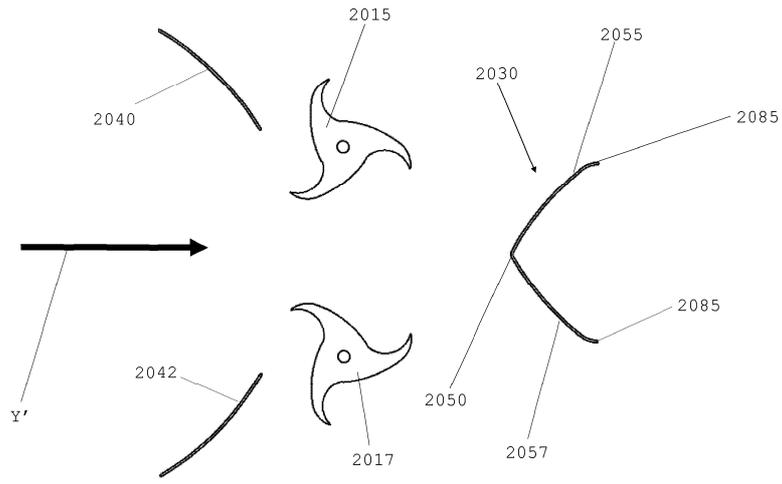
Фиг. 28



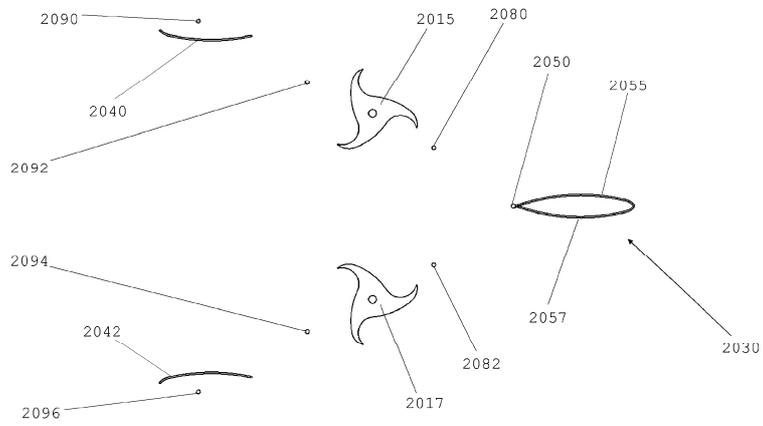
Фиг. 29



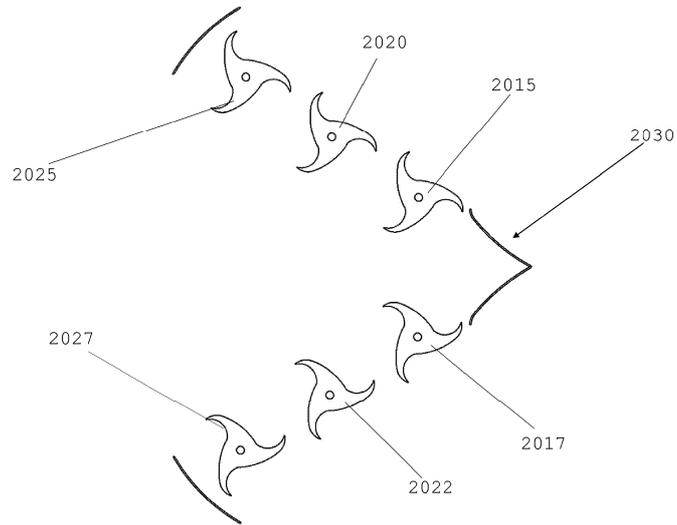
Фиг. 30



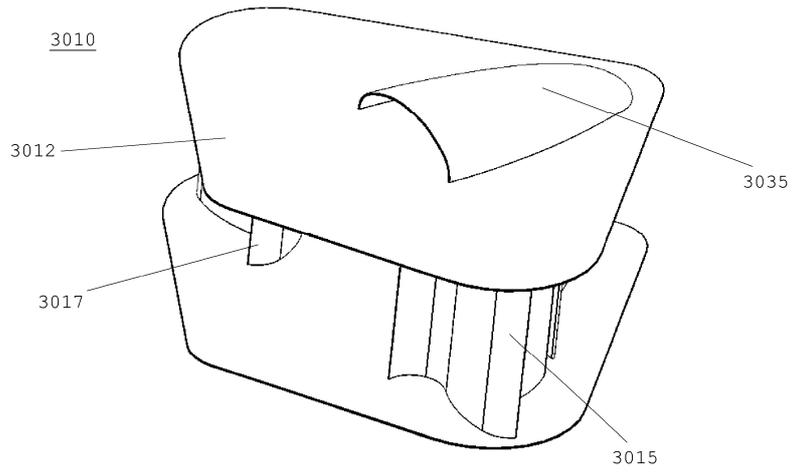
Фиг. 30А



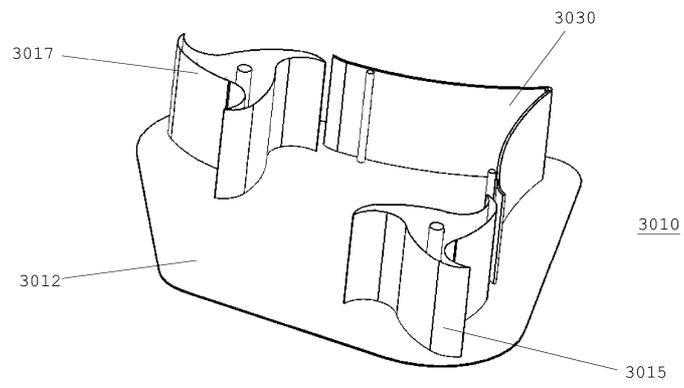
Фиг. 30В



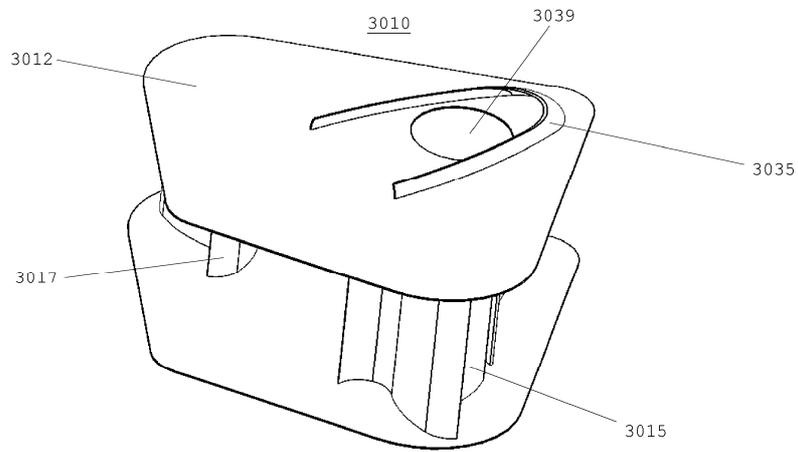
Фиг. 30С



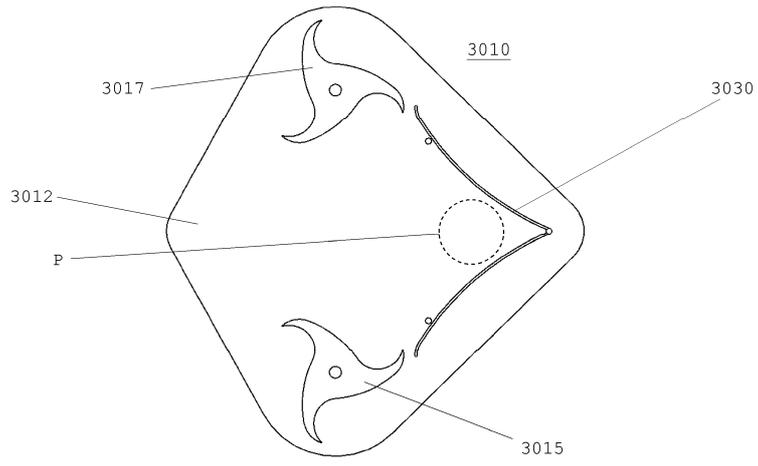
Фиг. 31



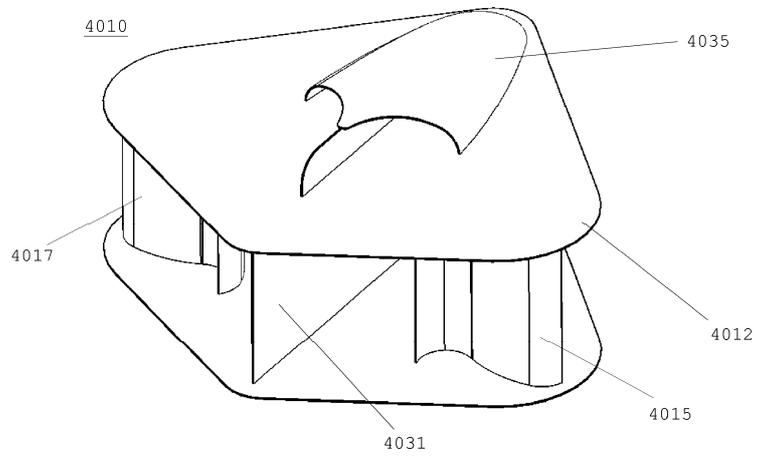
Фиг. 32



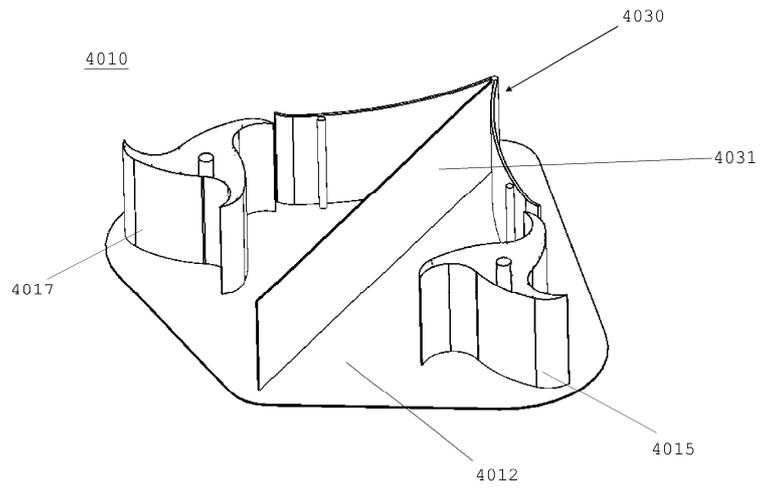
Фиг. 33



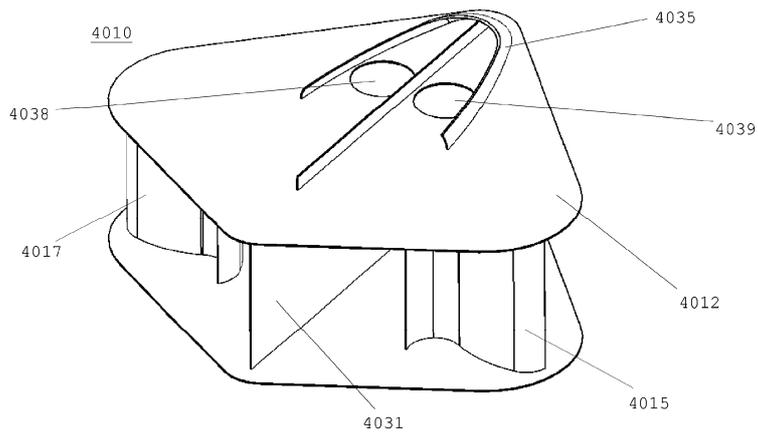
Фиг. 34



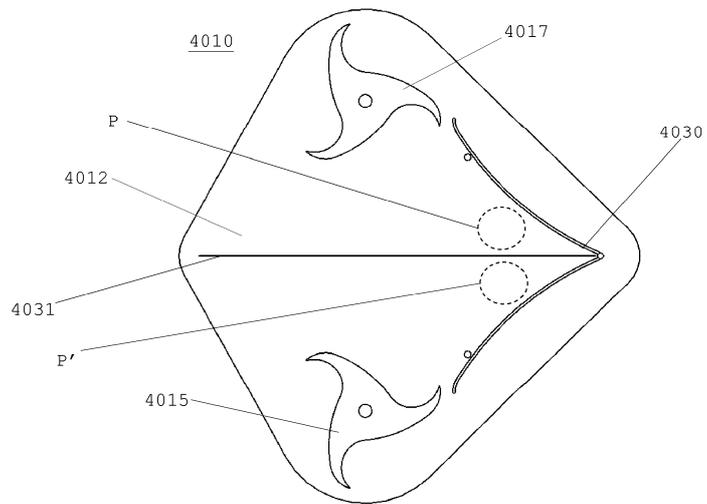
Фиг. 35



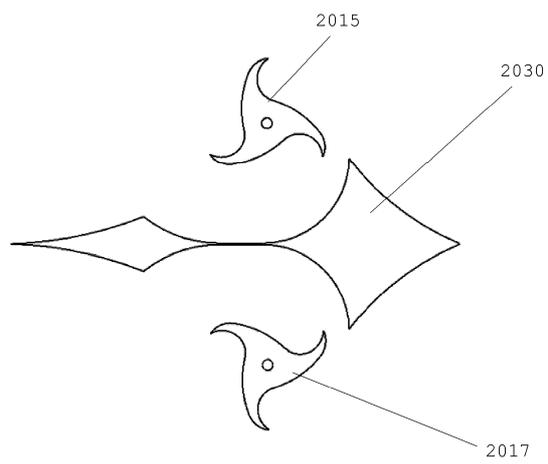
Фиг. 36



Фиг. 37

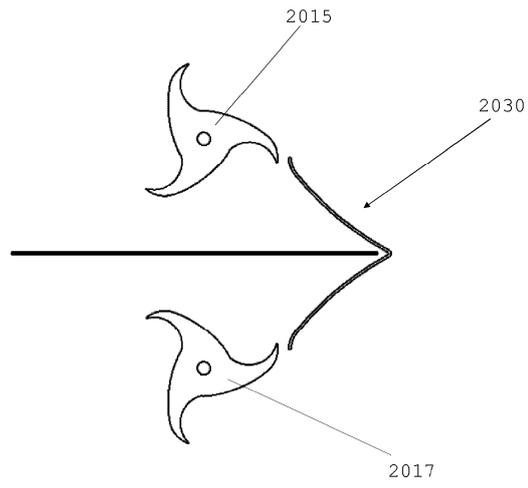


Фиг. 38

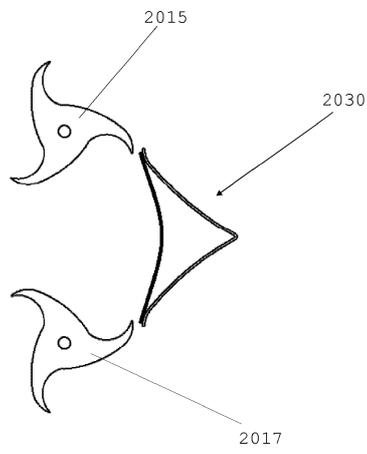


Фиг. 39А

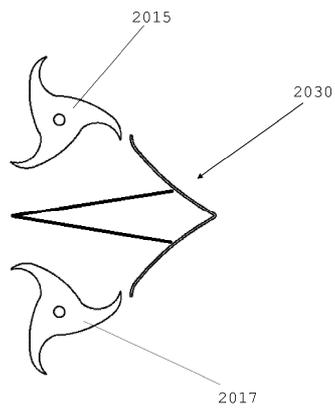
040761



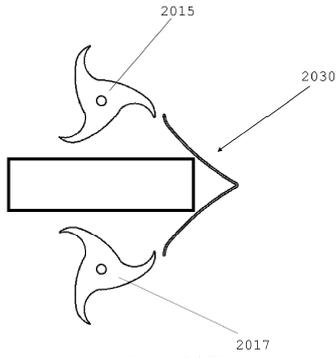
Фиг. 39В



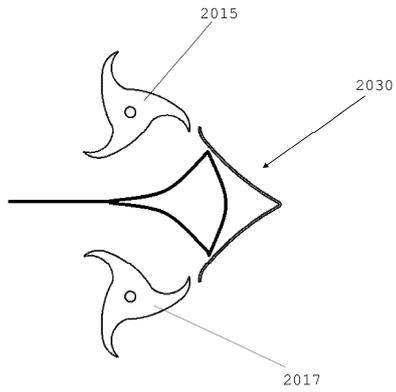
Фиг. 39С



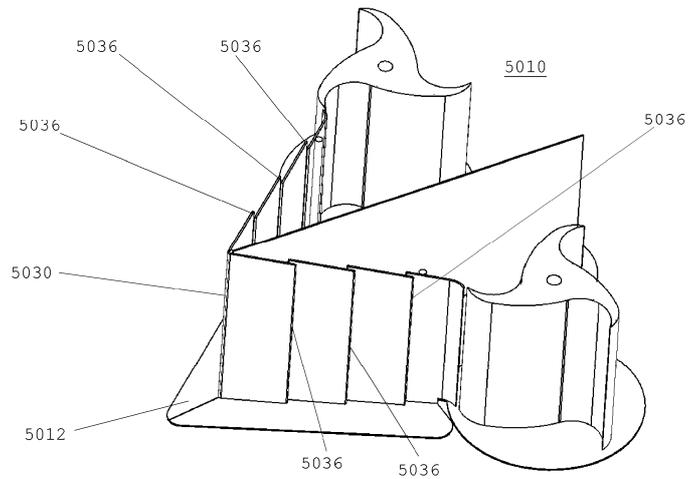
Фиг. 39D



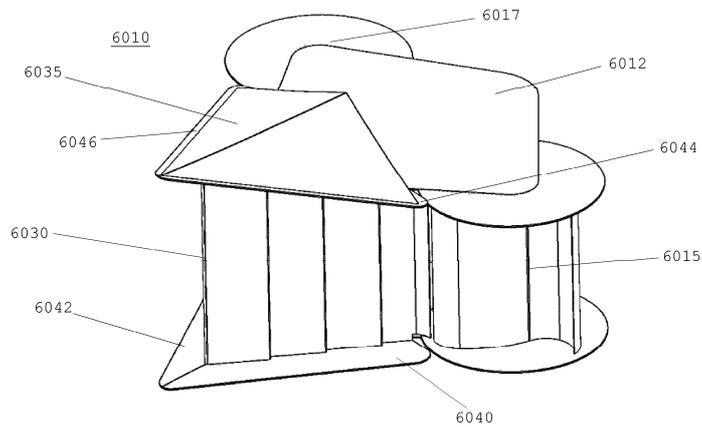
Фиг. 39Е



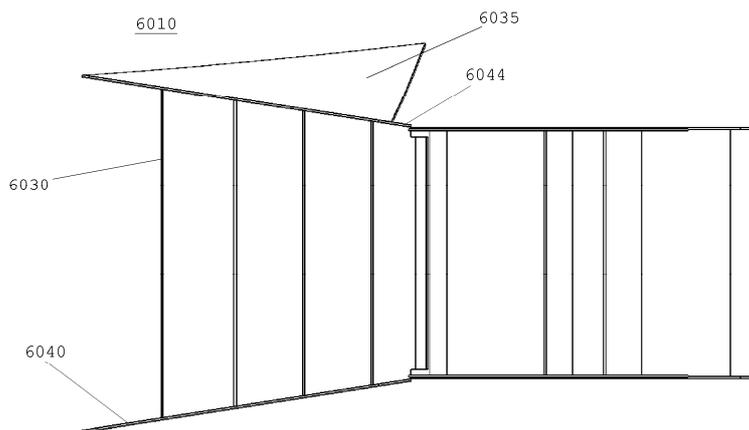
Фиг. 39F



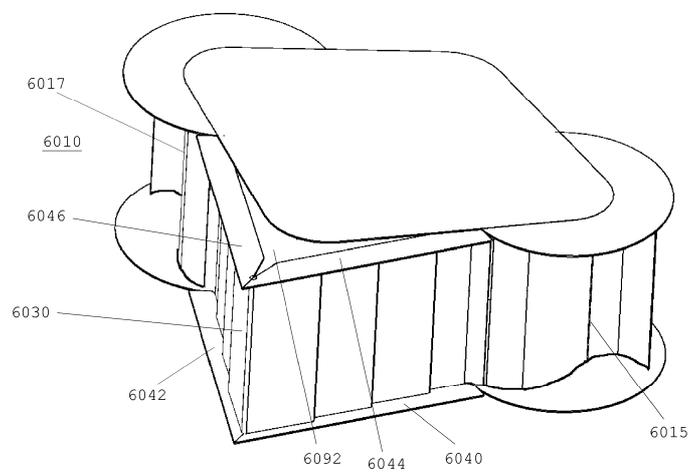
Фиг. 40



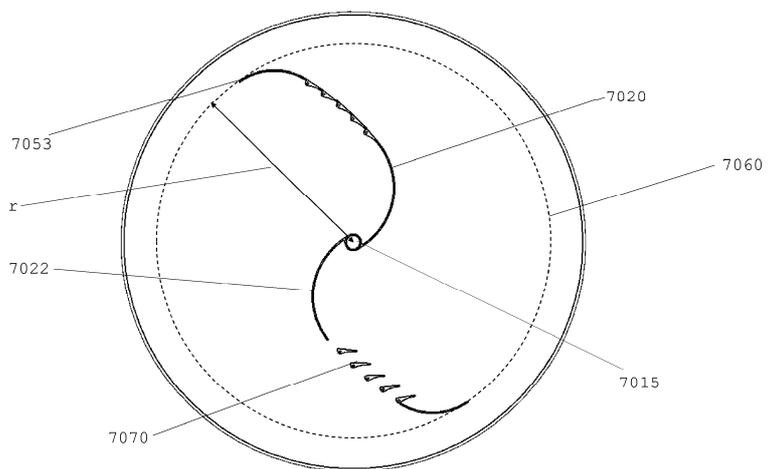
Фиг. 41



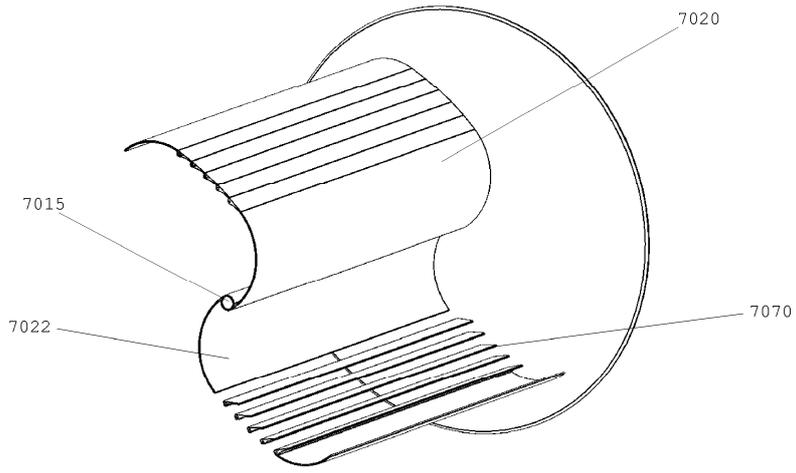
Фиг. 42



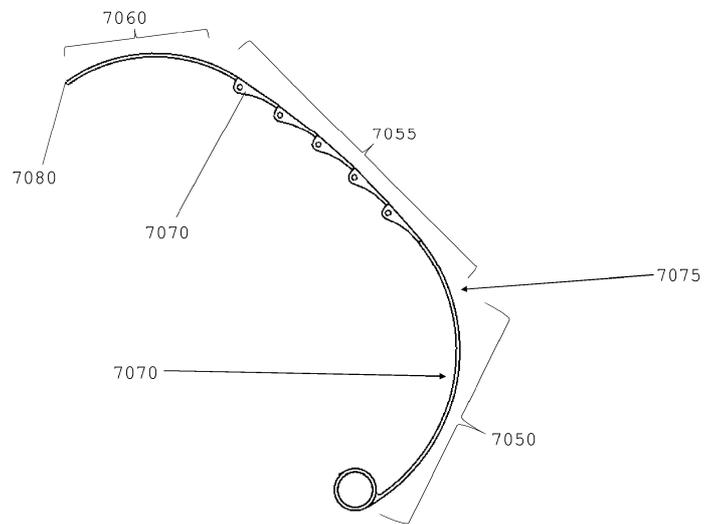
Фиг. 43



Фиг. 44



Фиг. 45



Фиг. 46



Фиг. 47

