

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **036646**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.12.03

(51) Int. Cl. **F01C 1/356** (2006.01)
F01B 29/02 (2006.01)
F01B 21/04 (2006.01)

(21) Номер заявки
201800145

(22) Дата подачи заявки
2015.10.19

**(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ОТ ИСТОЧНИКА
НЕТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ (ВАРИАНТЫ)**

(31) а **2015 08452**

(56) US-B2-6468061
US-A-398988
RU-C2-2329383
US-A-2328451
RU-C2-2175100
US-A-2200198
US-A-5501586

(32) **2015.08.28**

(33) **UA**

(43) **2018.07.31**

(86) **PCT/UA2015/000097**

(87) **WO 2017/039560 2017.03.09**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ДУБИНСКИЙ АНДРЕЙ ИГОРЕВИЧ
(RU)

(72) Изобретатель:
Дубинский Игорь Николаевич (UA),
Дубинский Андрей Игоревич (RU)

(57) Объект изобретения - устройство для получения механической работы от источника нетепловой энергии (варианты). Изобретение относится к области машиностроения, в частности к разработке роторных двигателей, в которых используется внешний подвод нетепловой энергии. Устройство содержит цилиндрический корпус, в котором расположен силовой вал; ротор, закрепленный на валу в корпусе устройства и снабженный как минимум двумя лопастями обтекаемой формы. Устройство также содержит подвижные элементы, разделяющие полость, образованную внешней поверхностью ротора с лопастями и внутренней поверхностью корпуса, на равные части. Устройство также содержит системы регулируемого подвода и отвода рабочей среды, включающие впускные и выпускные отверстия соответственно. Новым в устройстве согласно первому заявленному варианту является то, что устройство содержит вакуумную полость, при этом вал ротора и лопасти ротора выполнены полыми, а системы подвода рабочей среды расположены во внутренних их полостях. При этом отверстия для напуска рабочей среды выполнены в поверхностях лопастей ротора. Новым в устройстве согласно второму заявленному варианту является то, что устройство содержит вакуумную полость, при этом вал ротора и лопасти ротора выполнены полыми, а во внутренних их полостях расположены системы подвода и отвода рабочей среды. Впускные и выпускные отверстия выполнены в поверхностях лопастей ротора. При этом к торцу вала для отбора мощности ротора подсоединена силовая нагрузка.

B1

036646

036646
B1

Изобретение относится к области машиностроения, в частности к разработке роторных двигателей, в которых используется внешний подвод энергии для генерирования механической работы, и может быть использовано для создания двигателей, комбинированных автономных электрогенераторов, а также в качестве вакуумно-атмосферного роторного усилителя мощности (далее - ВАРУМ) в силовых установках судов и локомотивов.

Известны атмосферные двигатели, принцип действия которых основан на использовании атмосферного давления в качестве внешнего источника нетепловой энергии, которая преобразуется в механическую работу.

Известно устройство, в котором для получения механической работы в качестве внешнего источника энергии используется атмосферное давление (патентная заявка DE 4131627 A1, F01B 29/02, 1993).

Такое устройство состоит из неподвижного цилиндра, в котором возвратно-поступательно движется поршень, связанный с кривошипом посредством шатуна. Напуск и откачка атмосферы производится через каналы в закрытом торце цилиндра.

Недостатком данного устройства является то, что, как показали стендовые испытания аналогичного устройства, проводимые авторами заявляемого технического решения, при повышении частоты возвратно-поступательного движения поршня выше 3 Герц (180 об/мин) в области открытой части цилиндра, где поршень соприкасается с воздушной средой, давление атмосферы на внешнюю сторону торцевой поверхности поршня начинает падать, что приводит к резкому уменьшению КПД устройства. Это связано с турбулентными процессами, происходящими с воздушной средой в колодце открытой части цилиндра.

Известно устройство, реализующее вакуумно-атмосферный цикл подвода нетепловой внешней энергии, в котором для получения механической работы (в частности, перемещения груза относительно опорной и подстилающей поверхностей) в качестве внешнего источника энергии используется атмосферное давление (патент UA № 89112, B65G 7/00, 2009 г., а также патент EA № 013312, 2010 г.).

Такое устройство состоит из опоры, установленной на подстилающей поверхности, несущей платформы с опорной поверхностью, грузовой платформы, жестко связанной с перемещаемым грузом, рабочей камеры с рабочей средой, выполненной в виде сильфона с эластичной боковой поверхностью, которая жестко соединена своим верхним основанием с опорной поверхностью, а нижним основанием с грузовой платформой. Рабочая камера соединена со средствами откачки через выпускной клапан, а с системой напуска рабочей среды - через впускной клапан. В устройстве также обеспечен замкнутый цикл движения рабочей среды. При этом к нижнему основанию рабочей камеры жестко подсоединен кривошипно-шатунный механизм с вращающимся валом.

Близким к изобретению по конструктивному исполнению является обращенный асимметричный роторный двигатель с непрерывно действующим крутящим моментом, который относится к двигателям внутреннего сгорания (заявка WO 2004/007926).

Данный роторный двигатель внутреннего сгорания (ДВС) содержит один или более подвижных профилей с вогнутой формой и неподвижную выпуклую поверхность эллиптической формы. Подвижные профили ограничены в перемещении вокруг неподвижной выпуклой поверхности для образования рабочего объема между ними. Роторный двигатель содержит камеру, ограниченную наружной стенкой камеры, задней стенкой камеры и внутренней стенкой камеры, окружающую обособленную часть. Камера имеет впускное отверстие, выпускное отверстие и отверстие для зажигания. Профиль с вогнутой формой выполнен с возможностью перемещения внутри камеры и способен взаимодействовать с возможностью скольжения с одной или более из наружной стенки камеры и внутренней стенки камеры. Палец кривошипа расположен на профиле с вогнутой формой. Кривошипный диск способен принимать палец кривошипа и приводиться им в движение. Коленчатый вал расположен так, что он проходит через обособленную часть, и соединен с кривошипным диском. Торцевая пластина, профиль с вогнутой формой, задняя стенка камеры и внутренняя стенка камеры образуют камеру с рабочим объемом.

Способ создания непрерывно действующего крутящего момента в такте расширения роторного двигателя включает в себя образование рабочего объема и перемещение профиля с вогнутой формой вокруг неподвижной выпуклой внутренней стенки камеры путем плавного смещения профиля вдоль наружной стенки камеры.

Недостатками двигателя являются сложная форма его основных сопрягаемых уплотняющих поверхностей и, как следствие, уменьшение герметичности и удельной мощности из-за утечек рабочего тела через вредные зазоры.

Основным недостатком всех вышеописанных устройств является необходимость преобразования возвратно-поступательного движения во вращательное посредством кривошипно-шатунного механизма (КШМ). Это приводит к потере 50% мощности на силовом валу устройства. В отличие от двигателя внутреннего сгорания, в котором сила давления рабочего тела быстро уменьшается по ходу движения поршня, в вакуумно-атмосферном двигателе (ВАД) во время рабочего хода действие силы атмосферного давления на торец поршня или сильфона всегда постоянно и не меняется по абсолютной величине, поэтому потеря 50% мощности в устройствах данного типа недопустима.

Наиболее близким к изобретению по конструктивному исполнению является модифицированный роторный двигатель Панченко (патент RU 2289701, МПК F02B 53/00). Данный двигатель внутреннего

сгорания является четырехтактным, содержащим две или несколько секций, каждая из которых включает в себя цилиндрический корпус и ротор, причем роторы всех секций установлены на одном валу и смещены на определенный угол, элементы подвода и отвода рабочего тела, камеру сжатия. Двигатель также содержит две разделительные заслонки, контактирующие с поверхностью ротора, разделяющие элементы подвода рабочего тела и отвода отработавшего рабочего тела и делящие роторную полость на две камеры. Ротор выполнен с двумя лопастями обтекаемой формы поверхностей, контактирующих с наконечниками обеих заслонок и делящих роторную полость на четыре камеры, при этом каждая лопасть ротора содержит рабочую камеру с клапаном и выдвижным окошком.

Недостатком данной конструкции является расположение рабочих камер с клапанами и выдвижными окошками, выполняющих роль разделительных заслонок, между секциями сжатия и расширения, которые плотно соприкасаются с поверхностью подвижного ротора и неподвижного корпуса, что значительно усложнило конструкцию двигателя и ухудшило технологичность и срок службы устройства. Кроме того, любой прорыв топливной смеси в камеру сжатия при заедании разделительной заслонки или течи в системе подачи топлива может привести к взрыву, что однозначно делает двигатель взрывоопасным.

Остальные четыре варианта устройства двигателя предлагают разные варианты привода заслонок и разных типов рабочего тела, что не меняет принцип работы данного устройства. В своей основе данная конструкция может работать только в режиме двигателя внутреннего сгорания, что не дает возможности применить вакуумно-атмосферный цикл подвода нетепловой внешней энергии.

Целью настоящего изобретения является устранение указанных недостатков, значительное повышение мощности и КПД устройства, его экономичности и экологической безопасности при одновременном упрощении его конструкции.

Для достижения поставленной цели заявлено два варианта устройства, реализующего вакуумно-атмосферный цикл подвода нетепловой внешней энергии для получения механической работы.

Заявляемое устройство содержит цилиндрический корпус, в котором расположен силовой вал; ротор, закрепленный на валу в корпусе устройства и снабженный, как минимум, двумя лопастями обтекаемой формы, концы которых соприкасаются с внутренней поверхностью корпуса с возможностью скольжения по этой поверхности.

Устройство также содержит подвижные элементы, установленные диаметрально противоположно в корпусе устройства, разделяющие полость, образованную внешней поверхностью ротора с лопастями и внутренней поверхностью корпуса, на равные части и соприкасающиеся своими торцами с внешней поверхностью ротора с возможностью одновременного скольжения по этой поверхности.

Устройство также содержит системы регулируемого подвода и отвода рабочей среды, включающие впускные и выпускные отверстия соответственно.

Новым в устройстве согласно первому заявленному варианту является то, что для обеспечения возможности работы устройства от внешнего источника нетепловой энергии устройство содержит вакуумную полость, при этом вал ротора и лопасти ротора выполнены полыми, а во внутренних их полостях расположены системы регулируемого подвода рабочей среды. При этом отверстия для напуска рабочей среды в каждую из половин полости устройства, образованных подвижными элементами, выполнены в поверхностях лопастей ротора.

Впускные и выпускные отверстия снабжены форсунками и выполнены щелевидной формы так, что в процессе вращения ротора они вакуумноплотно перекрываются торцами подвижных пластин и лопастей ротора соответственно.

При этом к приводному торцу вала ротора подсоединен приводной двигатель, а к торцу вала для отбора мощности ротора подсоединена нагрузка в виде электрогенератора или иного объекта силовой нагрузки.

Новым в устройстве согласно второму заявленному варианту является то, что для обеспечения возможности работы устройства от внешнего источника нетепловой энергии устройство содержит вакуумную полость, при этом вал ротора и лопасти ротора выполнены полыми, а во внутренних их полостях расположены системы регулируемого подвода и отвода рабочей среды.

Впускные и выпускные отверстия для напуска/отвода рабочей среды в каждую из половин полости устройства, образованных подвижными элементами, выполнены в поверхностях лопастей ротора и могут снабжаться форсунками, ускоряющими поток рабочей среды в объеме.

Впускные и выпускные отверстия выполнены щелевидной формы так, что в процессе вращения ротора они вакуумноплотно перекрываются торцами подвижных пластин.

При этом к торцу вала для отбора мощности ротора подсоединена нагрузка в виде электрогенератора или иного объекта силовой нагрузки.

При этом корпус устройства дополнительно содержит впускные и выпускные отверстия байпасного регулируемого напуска/отвода рабочей среды в каждую из половин полости устройства, образованных подвижными элементами, предназначенные для стартового запуска устройства.

В обоих заявленных вариантах конструкции устройства для увеличения отдаваемой мощности и более равномерной работы устройства корпус может содержать дополнительные вакуумные полости, расположенные последовательно на одном валу ротора и разделенные между собой неподвижными ва-

куумноплотными перегородками.

А в каждой полости вдоль оси симметрии расположены дополнительные лопасти и подвижные пластины, разделяющие их на равные части, при этом лопасти в каждой последующей полости закреплены на роторе с аксиально симметричным радиальным смещением относительно лопастей, расположенных в предыдущей полости.

Таким образом, для получения силы давления для вращения ротора от нетеплового источника энергии в соответствии с заявленной конструкцией устройства обеспечивается разность давлений между поверхностью лопасти со стороны вакуумной полости, где создается вакуум, и противоположной поверхностью лопасти со стороны вакуумной полости, в которую напускается атмосфера или другая газообразная рабочая среда под атмосферным или другим давлением.

Разделительные элементы (к примеру, в виде пластин) имеют возможность перемещаться таким образом, что при вращении ротора обеспечивают свободное последовательное прохождение лопастей из одной части вакуумной полости в другую.

Лопасты, которые движутся между подвижными разделительными пластинами, в свою очередь разделяют каждую половину вакуумной полости, в которой они находятся, на две части - вакуумные полости с переменными объемами. Например, если ротор вращается по часовой стрелке, то объем одной части полости между левой подвижной пластиной и левой поверхностью движущейся от нее лопасти будет увеличиваться, а объем другой части между правой подвижной пластиной и набегающей на нее лопастью будет уменьшаться.

Вторая, диаметрально противоположно расположенная лопасть при вращении ротора будет увеличивать и уменьшать переменные объемы между правой и левой пластинами соответственно.

Чтобы создать разность давлений на противоположных сторонах лопастей производится напуск атмосферы в расширяющиеся объемы и одновременная откачка рабочей среды из уменьшающихся объемов.

В соответствии с первым вариантом конструкции заявленного устройства напуск атмосферы или другого газа производится через полость вала и полулопасть, в поверхности которой со стороны расширяющегося объема расположены отверстия, через которые производится напуск рабочей среды в расширяющийся объем. Такой подвод рабочей среды позволяет полностью исключить клапаны напуска и до минимума уменьшить паразитные объемы системы напуска, что значительно повышает отдаваемую мощность и КПД устройства. Одновременно с напуском производится отвод рабочей среды через регулируемые клапаны, которые расположены в корпусе устройства перед подвижной пластиной в сужающемся объеме, в котором постоянно создается пониженное давление за счет откачки рабочей среды вакуумным насосом.

В соответствии со вторым вариантом конструкции заявленного устройства напуск и отвод/откачка рабочей среды производятся непосредственно через отверстия в плоскостях полых лопастей и полый вал ротора, что позволяет полностью отказаться от клапанов напуска и отвода рабочего тела, обеспечивая при этом максимально возможный КПД устройства. Управление потоками напуска и отвода рабочей среды из вакуумной полости производится в любом оптимальном месте данной конфигурации устройства.

Таким образом, в заявленной конструкции на обе лопасти ротора со стороны расширяющихся объемов постоянно действует сила атмосферного давления, которая и вращает ротор.

Мощность и крутящий момент устройства зависят от объема вакуумной полости и скорости ее откачки, суммарной площади поверхности диаметрально расположенных на валу лопастей, на которые действует атмосферное давление, а также среднего диаметра вакуумной полости.

Важное преимущество предложенной схемы и принципа работы устройства заключается в том, что во время вращения ротора лопасти постоянно находятся под действием силы атмосферного давления, создавая постоянный крутящий момент на силовую нагрузку, в отличие от прототипа, в котором использован четырехтактный цикл, в котором три четверти цикла являются холостыми.

Таким образом, в заявляемом устройстве в качестве движущей силы используется внешняя потенциальная энергия атмосферы, которая преобразуется в механическую работу и является практически постоянным, доступным в любое время суток и в любом месте источником чистой энергии. В данном случае в качестве естественного источника энергии изначально используется солнечная энергия, которая создает атмосферу Земли и кинетическая энергия которой в виде ветра широко используется в ветроэнергетике. Работа заявляемого устройства, как и ветрогенераторов, происходит в открытой энергетической системе и не противоречит законам сохранения.

Следствием того, что движущей силой в заявляемом устройстве является внешний нетепловой источник энергии - атмосферное давление, в нем исключен процесс сгорания рабочей среды и, как следствие, выброс вредных веществ в атмосферу. Что, в свою очередь, способствует экономичности и экологической безопасности заявляемого устройства.

Таким образом, перечисленные признаки заявленного устройства являются необходимыми и достаточными для достижения поставленной цели изобретения.

На фиг. 1-4 представлены схемы вариантов конструкции заявляемого устройства.

На фиг. 1 представлена схема конструкции в соответствии с первым вариантом заявляемого устройства. Для примера показаны две вакуумные полости, расположенные последовательно на одном валу.

Правая вакуумная полость выполнена цилиндрической формы, а корпус левой части выполнен, как вариант, сферической формы, что может быть предпочтительно при создании скользящих вакуумных уплотнений при больших объемах вакуумной полости.

На фиг. 2 представлен разрез по А-А на фиг. 1.

На фиг. 3 представлена схема конструкции в соответствии со вторым вариантом заявляемого устройства. Для примера также показаны две вакуумные полости различной конфигурации, расположенные последовательно на одном валу.

На фиг. 4 представлен разрез по А-А на фиг. 3.

На всех чертежах стрелками показаны схемы движения потоков напуска и откачки рабочей среды в корпусе устройства.

Заявляемое устройство содержит корпус 1, расположенный в корпусе силовой полый вал 2 и закрепленный на валу ротор с лопастями 3, которые соприкасаются с полированной внутренней поверхностью корпуса 1 с возможностью скольжения по этой поверхности.

Подвижные элементы 4 (фиг. 2 и 4), установленные диаметрально противоположно в корпусе 1 устройства, разделяющие его полость на равные части и соприкасающиеся своими торцами с внешней поверхностью лопастей 3 ротора с возможностью одновременного скольжения по этой поверхности. Подвижные элементы 4 расположены в корпусе 1 с возможностью продольного перемещения внутри выступов 5 в корпусе.

Отверстия 6 (фиг. 1 и 2) для отвода рабочей среды выполнены в корпусе 1 устройства.

Лопастями 3 ротора разделяют каждую половину полости корпуса 1 на две рабочие камеры 7 и 8 (фиг. 2 и 4) с циклично изменяющимися объемами в процессе вращения ротора. В противоположных относительно вала 2 поверхностях лопастей 3 выполнены отверстия 9.

К торцу вала для отбора мощности 10 может быть подсоединен любой объект силовой нагрузки - генератор или гребной винт, в зависимости от поставленной задачи.

Силовой вал 2 установлен в корпусе 1 устройства на вакуумноплотных подшипниках 11 (фиг. 1 и 3).

Система подвода рабочей среды устройства включает (фиг. 1 и 3)

отверстие 12 для подвода (напуска) рабочей среды в полость вала 2;

канал "напуск", выполненный во внутренней полости вала 2 ротора и соединенный с внутренними полостями лопастей 3;

отверстия 9 для напуска рабочей среды в каждую половину полости устройства, образованную подвижными элементами 4.

Система отвода рабочей среды устройства включает

для первого варианта конструкции заявленного устройства (фиг. 1 и 2) отверстия 6 для отвода рабочей среды, выполненные в корпусе 1 устройства в каждой половине его полости, образованной подвижными элементами 4; подсоединенные к этим отверстиям клапаны и отводящие трубопроводы к вакуумному насосу, расположенные с внешней стороны корпуса устройства (на схемах не показаны);

для второго варианта конструкции заявленного устройства (фиг. 3 и 4) отверстия 9 для отвода рабочей среды; каналы отвода (откачка) и подвода (напуск) рабочей среды, выполненные во внутренних полостях вала 2 ротора и тела лопастей 3, соединенные с внешними устройствами через отверстия 12 (напуск, фиг. 1 и 3) и 13 (откачка, фиг. 3).

Корпус устройства, выполненного по второму заявленному варианту (фиг. 3 и 4), дополнительно содержит впускные 14 и выпускные 15 отверстия байпасного регулируемого напуска/отвода рабочей среды в каждую из половин полости устройства, образованных подвижными элементами. Данные отверстия (14 и 15) соединены байпасными трубопроводами со стартовым ресивером и системой откачки для стартового запуска устройства (на схемах не показаны). Это вспомогательные элементы конструкции, облегчающие запуск устройства и вывода его на рабочий режим.

Как указывалось выше, для возможности обеспечения работы устройства от внешнего источника нетепловой энергии корпус 1 устройства снабжен вакуумной полостью, которая разделена на две равные половины, образованные подвижными элементами 4 в виде, к примеру, пластин, которые могут подниматься и опускаться в пазах-выступах 5, расположенных в корпусе.

Проход лопастей 3 в другую половину вакуумной полости осуществляется вакуумно-плотным подъемом разделительных пластин 4 за счет наклонной поверхности лопастей или посредством направляющих 5, по которым синхронно с лопастями движутся опорные подшипники разделительных пластин (на схемах не показаны).

На разделительные пластины действует достаточно высокая сила, направленная перпендикулярно движению пластин, поэтому важно использовать направляющие необходимого профиля для подъема пластин с использованием подшипников, что значительно уменьшит трение лопастей о поверхность пластин.

Разделительные пластины со стороны корпуса могут быть подпружинены для обеспечения вакуумно-плотного скольжения их торцов по поверхности лопастей.

При вращении ротора разделительные пластины скользят по криволинейным поверхностям лопастей и входят в выступы в корпусе, пропуская лопасти в следующую часть вакуумной полости.

При этом разделительные пластины постоянно сохраняют вакуумно-плотное разделение двух час-

тей вакуумной полости при прохождении лопастей, которое обеспечивается любыми стандартными способами вакуумно-плотного движения скользящих поверхностей. Лопастей, которые прошли в следующую половину вакуумной полости, разделяют ее вакуумноплотно на две рабочие камеры 7 и 8 с циклично изменяющимися объемами.

В первом варианте конструкции устройства (фиг. 1 и 2) в расширяющийся объем камеры 7 между поверхностью лопасти и разделительной пластиной, от которой лопасть удаляется, через впускные отверстия 9 напускается атмосфера или рабочий газ, как минимум под атмосферным давлением. В отверстиях 9 могут располагаться форсунки, направленные в сторону расширяющегося объема. При этом на поверхность лопасти постоянно действует сила атмосферного давления до ее перехода в следующую половину 8 вакуумной полости. Движение напуска рабочей среды в полости лопасти и силового вала 2 показано стрелками.

Отверстия 9 могут иметь щелевую форму и последовательно перекрываются, когда лопасти проходят в другую часть вакуумной полости.

Одновременно с напуском вакуумным насосом производится откачка газа/атмосферы из части полости с уменьшающимся объемом через расположенное в корпусе выпускное отверстие 6.

В следующей половине вакуумной полости процесс напуска - откачки повторяется, только откачка газа производится из соответствующего отверстия 6 этой половины.

При этом на обе лопасти ротора со стороны расширяющихся объемов постоянно действует сила атмосферного давления, которая вращает ротор.

Таким образом, заявляемая конструкция обеспечивает постоянно действующий рабочий цикл устройства с удвоенным крутящим моментом на его силовом валу. Действие движущей силы прекращается только в момент прохождения лопасти разделительной пластины, что составляет не более 5-10° полного оборота ротора. Для устранения этого разрыва действия движущей силы на одном валу располагается, как минимум, вторая вакуумная камера, в которой лопасти ротора расположены под 90° относительно лопастей первой камеры, что обеспечивает равномерный непрерывный крутящий момент силового вала и позволяет увеличить отдаваемую мощность.

Оптимальное применение первого варианта конструкции заявляемого устройства возможно в качестве вакуумно-атмосферного роторного усилителя мощности (ВАРУМ) приводного двигателя (фиг. 1), что будет описано ниже.

Во втором варианте конструкции устройства (фиг. 3 и 4) в расширяющийся объем 7 между поверхностью лопасти и разделительной пластиной, от которой лопасть удаляется, напускается атмосфера или рабочий газ, как минимум под атмосферным давлением через впускные отверстия 9. В отверстиях 9 располагаются форсунки, направленные в сторону расширяющегося объема и ускоряющие напуск/откачку рабочей среды (на чертеже не показаны). А из сужающегося объема производится откачка через выпускные отверстия 9, расположенные на поверхности лопасти со стороны сужающегося объема, в которых могут располагаться форсунки, направленные в сторону канала откачки, расположенного в полости лопасти и силового вала.

Устройство, выполненное в соответствии со вторым заявленным вариантом, может быть успешно использовано в качестве автономного источника электропитания (электрогенератора).

В этом варианте в устройстве дополнительно используются впускные 14 и выпускные 15 отверстия байпасного регулируемого напуска/отвода рабочей среды, соединенные байпасными трубопроводами со стартовым ресивером и системой откачки для стартового запуска устройства (на схемах не показаны). Байпасные отверстия 14 и 15 служат для параллельной подачи и откачки рабочей среды через байпасные магистрали из стартового ресивера (дополнительного под давлением).

В обоих вариантах конструкции заявленного устройства для обеспечения практически максимального действия силы атмосферного давления на лопасти достаточно поддерживать в объемах, которые уменьшаются и откачиваются, давление на уровне 1000-10000 Па, что обеспечивается откачкой газа из сужающихся объемов вакуумными насосами. При этом сила атмосферного давления F_{at} со стороны расширяющихся объемов будет пропорциональна общей площади S двух поверхностей лопастей:

$$F_{at} = P_{at} S = 2P_{at}h(D_1 - D_2) \quad [H] \quad (1)$$

при этом

$$S = 2(D_1 - D_2)h \quad [M^2],$$

где

P_{at} - давление атмосферы [Па];

D_1 - диаметр окружности внутренней поверхности корпуса [м];

D_2 - диаметр внешней поверхности ротора [м];

h - длина лопасти вдоль оси симметрии ротора [м].

Работа A_{rot} , которую производит ротор, определяется длиной пути лопастей между разделительными пластинами:

$$A_{rot} = \varphi/8 P_{at} h (D_2 - D_1)^2 \quad [Дж] \quad (2)$$

где φ - угол поворота (рад).

Мощность, которую можно получить на силовом валу ротора, без учета потерь на трение и при нормальном атмосферном давлении, определяется числом оборотов в минуту n и равна

$$N = \pi/4 P_{at} h (D_2 - D_1)^2 n \quad [\text{Вт}] \quad (3)$$

При этом откачка производится постоянно вакуумным насосом.

Для мощных устройств могут быть применены роторы с четырьмя, шестью и более лопастями, расположенными на одном валу 2, которые могут быть смещены относительно друг друга под радиальным углом и разделены вакуумноплотными перегородками таким образом, что создают совместно с дополнительными подвижными пластинами дополнительные вакуумные полости вдоль оси симметрии ротора (фиг. 1 и 3).

При этом соответственно возрастает количество разделительных пластин и систем напуска/откачки из разделенных частей вакуумной полости на дополнительные рабочие камеры с переменным объемом и вакуумные полости.

Каждая дополнительная полость может иметь свою систему откачки и вакуумный насос, обеспечивающий необходимую скорость откачки рабочего газа/атмосферы из разделенной части вакуумной полости, что позволит увеличивать скорость оборотов ротора. При этом система напуска может быть одна: через полость силового вала.

Радиально расположенных на роторе лопастей может быть больше, что определяется конструктивными особенностями для получения необходимых параметров устройства.

Это позволяет увеличить отдаваемую мощность устройства без увеличения диаметра корпуса, при этом увеличивается длина ротора, однако улучшается равномерность вращения и обеспечивается равномерность потока откачиваемой среды вакуумными насосами. При этом количество регулирующих клапанов не увеличивается, т.к. напуск/откачка производится через полость силового вала, что значительно упрощает конструкцию устройства.

Пример расчета отдаваемой мощности устройства со следующими параметрами:

диаметр ротора $D_1=0,3$ м;

внутренний диаметр корпуса $D_2=1,3$ м;

длина лопасти вдоль оси симметрии ротора $h=1$ м.

При этом общая площадь поверхностей двух лопастей ротора будет $S=1\text{ м}^2$. Подставляя эти параметры в (3), получаем отдаваемую мощность устройства при 60 об/мин:

$$N = \pi/2 P_{at} S n = 3,14/4 * 101300 * 1 * 1 = 159\text{ кВт} \quad (4)$$

Для получения требуемой разности давлений необходимо обеспечить откачку вакуумной полости и постоянно поддерживать давление в откачиваемых частях вакуумной полости примерно 100-10000 Па. Общий объем вакуумной полости с рассчитываемыми параметрами и с учетом объема лопастей составляет $0,4 \text{ м}^3$. Чтобы обеспечить такое давление в вакуумной полости, необходим вакуумный насос со скоростью откачки не менее 400 л/с ($1500 \text{ м}^3/\text{ч}$), для работы которого необходимо затратить энергию, потребление которой зависит от типа вакуумного насоса. Баланс между генерируемой энергией ротором и затраченной энергией на откачку вакуумной полости будет составлять КПД устройства.

Оптимальное применение заявляемого устройства возможно в качестве вакуумно-атмосферного роторного усилителя мощности (ВАРУМ) в магистральных локомотивах и судовых силовых агрегатах. Например, если увеличить число оборотов ротора в рассматриваемом случае до 120 об/мин, то отдаваемая мощность на силовом валу винта составит с учетом потерь примерно $N=318$ кВт. А крутящий момент будет равен

$$M = 2Fr = 2F((D_2+D_1)*1/2) = 101300*2*0,8 = 162080 \quad [\text{Нм}] \quad (5)$$

В связи с тем, что крутящий момент не зависит от частоты вращения ротора и практически отсутствуют тепловые и механические потери, то предложенная силовая установка с данными параметрами может обеспечить необходимую скорость судна с достаточно большим водоизмещением.

Расчетные параметры устройства и его габариты определяются формулами (3) и (5).

Чтобы обеспечить данные расчетные параметры необходимо увеличить скорость откачки вакуумной полости до 1000 л/с или $3600 \text{ м}^3/\text{ч}$. Промышленные вакуумные насосы типа Рутс обеспечивают такую скорость откачки при скорости вращения электродвигателем его валов 1500-3000 об/мин, потребляя при этом 15-25 кВт.

Для обеспечения автономности работы силового агрегата судна совместно с ВАРУМ электродвигатель вакуумного насоса заменяется на вспомогательный дизель мощностью 25-40 кВт, который вращает валы вакуумного насоса со скоростью 600-3500 об/мин. При этом на силовом валу гребного винта вакуумно-атмосферного роторного усилителя мощности можно получить среднюю отдаваемую мощность примерно 250-400 кВт при крутящем моменте 160000 Нм. Т.е. будет получено десятикратное усиление мощности.

В данном случае ротор вращается со средней скоростью 120 об/мин, поэтому силовой вал с гребным винтом может быть соединен с ротором напрямую, без потерь мощности на трансмиссии. Скорость вращения и остановка ротора регулируется клапанами и скоростью оборотов коленвала приводного дизеля посредством изменения скорости напуска и откачки атмосферы в части вакуумной полости с изме-

няющимися объемами.

Очевидно, что с применением ВАРУМ в судовой силовой установке можно получить при прочих равных условиях экономию топлива примерно в 10 раз, что весьма существенно при длительном автономном плавании. При этом, ВАРУМ обеспечит минимальную вибрацию и шум силового агрегата.

Экономию топлива можно увеличить при сохранении заданной мощности на силовом валу, используя каскадный вариант исполнения силового агрегата с ВАРУМ, который заключается в следующем. В первом каскаде применяется дизель-генератор, в котором между дизелем и генератором встроен разгонный ВАРУМ.

Например, дизель мощностью 10-15 КВт обеспечивает с помощью генератора первого каскада ВАРУМ на выходе первого каскада 50-100 КВт для питания электродвигателя ВАРУМ второго каскада, на силовом валу которого можно получить 500-1000 КВт отдаваемой мощности на винт судна.

Заявляемое устройство выгодно отличается от существующих в настоящее время источников энергии с внешним подводом энергии по следующим характеристикам:

экологически чистый ВАРУМ, работающий от внешнего постоянного источника нетепловой энергии, не требующий для работы сжигания органического и других видов топлива и, как следствие, не выделяющий вредных выбросов в атмосферу;

практически непрерывная бесшумная работа, отсутствие вибраций;

при примерно одинаковых весогабаритных характеристиках с ДВС, ВАРУМ имеет значительно выше крутящий момент и достаточно свободное варьирование им при заданной мощности в зависимости от назначения устройства;

стабильно, неограниченно долго работает в любое время суток и при любой погоде;

обеспечивает потребление в 5-10 раз меньше топлива автономными силовыми агрегатами судов или другого назначения.

Вакуумное оборудование, которое удовлетворяет необходимым требованиям создания ВАРУМ для использования в автономных энергетических установках малой и средней мощности, существует и не требует специальной разработки.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для получения механической работы от источника нетепловой энергии, содержащее цилиндрический корпус, в котором расположен силовой вал; ротор, закрепленный на валу в корпусе устройства и снабженный как минимум двумя лопастями обтекаемой формы, концы которых соприкасаются с внутренней поверхностью корпуса с возможностью скольжения по этой поверхности; полость, образованную внешней поверхностью ротора с лопастями и внутренней поверхностью корпуса; подвижные элементы, установленные диаметрально противоположно в корпусе устройства, разделяющие его полость на равные части и соприкасающиеся своими торцами с внешней поверхностью ротора с возможностью одновременного скольжения по этой поверхности; систему регулируемого отвода рабочей среды, включающую выпускные отверстия, выполненные в корпусе устройства в каждой половине его полости, образованной подвижными элементами, а также систему регулируемого подвода рабочей среды, включающую впускные отверстия, отличающееся тем, что, устройство содержит вакуумную полость, при этом вал ротора и лопасти ротора выполнены полыми, во внутренних их полостях расположены системы регулируемого подвода рабочей среды, а отверстия для напуска рабочей среды в каждую из половин полости устройства, образованных подвижными элементами, выполнены в поверхностях лопастей ротора, при этом к приводному торцу вала ротора подсоединен приводной двигатель, а к торцу вала для отбора мощности ротора подсоединена нагрузка в виде электрогенератора или иного объекта силовой нагрузки.

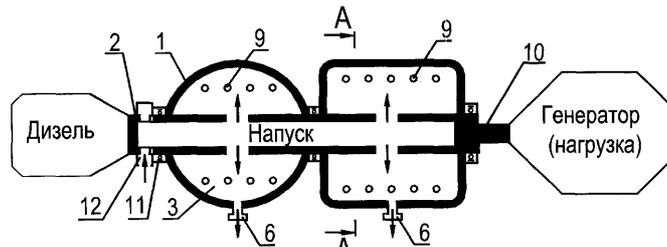
2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что впускные и выпускные отверстия снабжены форсунками и выполнены щелевидной формы так, что в процессе вращения ротора они вакуумноплотно перекрываются торцами подвижных пластин и лопастей ротора соответственно.

3. Устройство для получения механической работы от источника нетепловой энергии, содержащее цилиндрический корпус, в котором расположен силовой вал; ротор, закрепленный на валу в корпусе устройства и снабженный как минимум двумя лопастями обтекаемой формы, концы которых соприкасаются с внутренней поверхностью корпуса с возможностью скольжения по этой поверхности; полость, образованную внешней поверхностью ротора с лопастями и внутренней поверхностью корпуса; подвижные элементы, установленные диаметрально противоположно в корпусе устройства, разделяющие его полость на равные части и соприкасающиеся своими торцами с внешней поверхностью ротора с возможностью одновременного скольжения по этой поверхности; систему регулируемого подвода и отвода рабочей среды, включающую впускные и выпускные отверстия, отличающееся тем, что устройство содержит вакуумную полость, при этом вал ротора и лопасти ротора выполнены полыми, во внутренних полостях которых расположены системы регулируемого подвода и отвода рабочей среды, а впускные и выпускные отверстия для напуска/отвода рабочей среды в каждую из половин полости устройства, образованных подвижными элементами, выполнены в поверхностях лопастей ротора, при этом к торцу вала для отбора мощности ротора подсоединена нагрузка в виде электрогенератора или иного объекта силовой нагрузки.

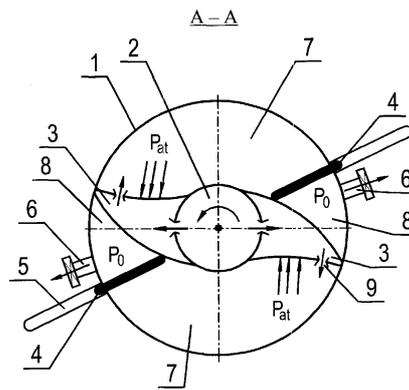
4. Устройство по п.3, отличающееся тем, что впускные и выпускные отверстия снабжены форсунками и выполнены щелевидной формы так, что в процессе вращения ротора они вакуумноплотно перекрываются торцами подвижных пластин.

5. Устройство по пп.3, 4, отличающееся тем, что корпус устройства дополнительно содержит впускные и выпускные отверстия байпасного регулируемого напуска/отвода рабочей среды в каждую из половин полости устройства, образованных подвижными элементами.

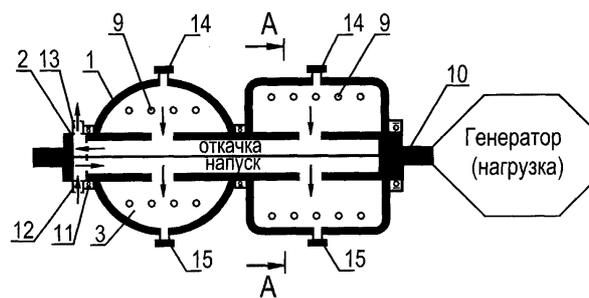
6. Устройство по пп.1-5, отличающееся тем, что корпус содержит дополнительные вакуумные полости, расположенные последовательно на одном валу ротора и разделенные между собой неподвижными вакуумно-плотными перегородками, а в каждой полости вдоль оси симметрии расположены дополнительные лопасти и подвижные пластины, разделяющие их на равные части, при этом лопасти в каждой последующей полости закреплены на роторе с аксиально симметричным радиальным смещением относительно лопастей, расположенных в предыдущей полости.



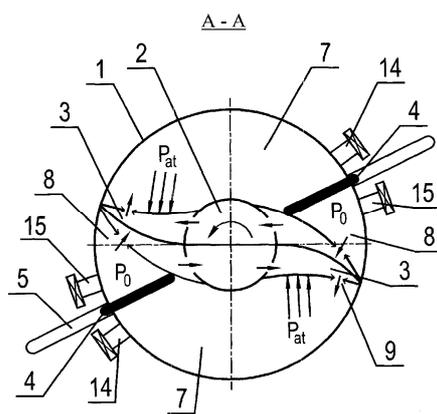
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2
