

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **044395**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.08.24

(51) Int. Cl. **F03G 7/10 (2006.01)**
F03G 7/04 (2006.01)

(21) Номер заявки
202000115

(22) Дата подачи заявки
2018.09.20

(54) **СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛЕЗНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И УСТРОЙСТВО
ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**

(31) а **2017 09334**

(32) **2017.09.25**

(33) **UA**

(43) **2020.06.09**

(86) **PCT/UA2018/000103**

(87) **WO 2019/059878 2019.03.28**

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

(56) **EA-B1-21678**

**A.V. PERYSHKIN: "Fizika. Uchebnik dlya
7 klassov obscheobrazovatelnykh uchrezhdeny",
Moscow, "Drofa", 2006, p. 90.**

**Fizicheskaya entsiklopediya/gl. red. A.M.
Prokhorov, V 5-ti kn. - M.: Sovetskaya entsiklopediya,
1988-1998, p. 262.**

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

(74) Представитель:
Балуков В.В. (RU)

(57) Объект изобретения - способ и устройство для получения полезной электрической энергии. Изобретение относится к области машиностроения, в частности к разработке экологически чистых, энергосберегающих технологий генерации энергии и созданию вакуумно-атмосферных усилителей мощности. Способ включает использование силы атмосферного давления для обеспечения возвратно-поступательного перемещения подвижного рабочего элемента линейного генератора. При этом осуществляют передачу линейному генератору дополнительной мощности через дополнительное кинематическое звено, с обеспечением соосности всех элементов компоновочной схемы. Устройство содержит рабочий механизм, содержащий неподвижную опорную поверхность с внутренней полостью, к противоположным внешним сторонам которой жестко подсоединены основания вакуумных рабочих камер с изменяемыми объемами. Боковые и торцевые поверхности обеих камер выполнены подвижными. Торцевые поверхности камер выполнены в виде тяговых платформ, жестко связанных между собой дополнительными тягами в единую силовую пару. Одна из тяговых платформ жестко связана штоком с подвижным рабочим элементом линейного генератора. А противоположная ей тяговая платформа жестко связана дополнительным штоком с КШМ инерционного накопителя энергии. Камеры соединены через впускные и выпускные клапаны с системами напуска и вакуумной откачки рабочей среды, выполненными в полости неподвижной опорной поверхности устройства. Изобретение позволит создать экономичные вакуумно-атмосферные генераторы чистой электроэнергии с КПД до 85%.

B1

044395

044395

B1

Изобретение относится к области энергетического машиностроения, в частности, двигателестроения, и касается вопросов разработки экологически чистых, энергосберегающих технологий генерации энергии. И может быть использовано, в частности, при создании вакуумно-атмосферных усилителей мощности (далее - ВАУМ), в которых используется внешний подвод атмосферы для производства механической работы, с последующим ее преобразованием в полезную электрическую энергию.

Изобретение может быть использовано в гибридных силовых установках, а также в автономных энергетических агрегатах малой и средней мощности.

Известно, что альтернативой широко используемых двигателей внутреннего сгорания (ДВС), с присутствующими им общеизвестными недостатками, основным из которых есть использование органического топлива для их работы и, соответственно, токсичные выбросы и необходимость системы их отвода, являются сегодня экологически чистые атмосферные двигатели, работающие за счет перепада атмосферного давления и вакуума.

Известно устройство, реализующее технологию вакуумно-атмосферного 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, 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, вакуумной рабочей камеры с рабочей средой, выполненной в виде сильфона с эластичной боковой поверхностью. Камера жестко соединена своим верхним основанием с опорной поверхностью, а нижним основанием - с грузовой платформой. Рабочая камера также соединена со средствами откачки через выпускной клапан, а с системой напуска рабочей среды - через впускной клапан. При этом к нижнему основанию рабочей камеры жестко подсоединен кривошипно-шатунный механизм с вращающимся валом (далее - КШМ).

Наряду с описанными с данным патенте преимуществами устройства, основанными на модификации схемы напуска и откачки рабочей среды, недостатком его является наличие КШМ, в котором возвратно-поступательное движение подвижной торцевой поверхности сильфона - тяговой платформы переводится во вращательное посредством коленчатого вала, который вращает генератор.

Наличие КШМ на участке кинематической схемы между приводным механизмом, в данном случае подвижной тяговой платформой, и генератором, ограничивает отдаваемую мощность и КПД устройства. Что, в свою очередь, не позволяет полностью использовать основное преимущество технологии ВАУМ, заключающееся в постоянно действующей силе, неизменной по величине, во время рабочего хода. В отличие, к примеру, от принципа работы ДВС, в котором сила действия на поршень во время рабочего хода переменна.

Поэтому в определенных случаях в данном устройстве, возможна потеря практически 50% мощности на КШМ.

Известен способ работы вакуумного двигателя и вакуумный двигатель, включающий блок цилиндров с поршнями, заключающийся в создании разрежения в рабочей камере, путем сообщения ее с вакуумной камерой для перемещения поршня к верхней мертвой точке, и подачу в рабочую камеру газа для перемещения поршня к нижней мертвой точке (патент RU № 2329383, 2008 г.). Блок цилиндров с поршнями вакуумного двигателя образуют в цилиндрах рабочие камеры. Двигатель также содержит вакуумную камеру, коленчатый вал, компрессор и распределительный вал с кулачками и толкателями. Каждый цилиндр снабжен пружинным клапаном, а в корпусе каждого пружинного клапана выполнено отверстие с возможностью сообщения рабочей камеры с атмосферой.

Установка на крышке цилиндра пружинного клапана со штоком обеспечивает возможность сообщения рабочей камеры с атмосферой и позволяет использовать атмосферный воздух в качестве рабочей среды для перемещения поршня к нижней мертвой точке. Создание разрежения в рабочей камере двигателя с помощью компрессора исключает применение каких-либо токсичных газов и обеспечивает безопасность работы двигателя.

Однако недостатком данного способа и вакуумного двигателя на его основе, также является наличие КШМ на участке кинематической схемы между приводным и исполнительными механизмами данного устройства. Что ведет к нерациональной потере порядка 50% мощности. К тому же, применение компрессора ведет к значительному увеличению диаметров поршней для обеспечения приемлемой мощности при его практическом использовании.

Известны способы (и устройства их реализующие) для исключения негативного влияния КШМ, связанного с отбором мощности для работы устройств в целом, основанные на использовании в качестве исполнительного механизма возвратно-поступательного (линейного) генератора. При этом обеспечивается непосредственное воздействие подвижных элементов рабочих камер (поршневых или сильфонных) устройств (тепловых или вакуумно-атмосферных двигателей) на движущийся возвратно-поступательно рабочий элемент линейного генератора.

Такой принцип реализован, в частности, в электростанции возвратно-поступательного движения, которая содержит тепловой поршневой двигатель (состоящий из двух поршневых групп с противофаз-

ными поршнями), линейный генератор с магнитопроводами и подвижным индуктором, систему автоматического регулирования теплосодержания топливовоздушной смеси. Поршни теплового двигателя соединены непосредственно со штоком индуктора линейного генератора (патент RU № 2211932, 2003 г.).

Однако устройство содержит дополнительный КШМ с маховиком, основным назначением которого является перевод поршня через "мертвые" точки при 4-тактном термодинамическом цикле. При этом поршни одновременно соединены непосредственно со штоком индуктора линейного генератора и с шатуном дополнительного КШМ, расположенного на консоли между поршнями и индуктором.

Назначением КШМ является жесткое ограничение рабочего хода и обеспечение плавного перехода мертвых точек катушек индуктивности (соленоида) в магнитном поле. Однако, в данной кинематической схеме устройства, когда, линейный генератор расположен между оппозитными рабочими камерами, размещение КШМ конструктивно возможно только на боковой консоли относительно основной силовой оси кинематической цепи устройства. Что значительно усложняет конструкцию, резко уменьшает ресурс работы за счет вибраций, и не дает возможности использовать совместно с коленчатым валом КШМ дополнительные устройства с силовой нагрузкой.

Предложенная кинематическая схема устройства значительно усложняет практическое применение данного способа прохождения "мертвых" точек и производит дополнительный отбор мощности для работы устройства в целом. Что, в свою очередь, нивелирует основное преимущество линейного генератора. И снижает КПД устройства в целом.

Известны дополнительные способы повышения КПД преобразователей подводящей энергии в полезную работу, предполагающие создание в устройствах (тепловых или вакуумно-атмосферных двигателях) силовых пар рабочих камер с переменным объемом (поршневых или сильфонных). При этом, дополнительную камеру располагают оппозитно первой, соединяя их подвижные элементы между собой жесткой тягой или через шатуны, подсоединенные к единой эксцентричной оси коленвала КШМ.

Наличие в устройстве силовых пар рабочих камер позволяет производить повышенную (удвоенную) работу в течение одного однократного цикла.

Так, известна силовая установка, действие которой основано на принципе преобразования механической энергии теплового двигателя в электрическую энергию (патент RU № 2213236, 2003 г.). Рабочий механизм устройства состоит из нескольких силовых пар оппозитных рабочих камер с изменяемыми объемами, выполненными в виде сильфонов. Подвижные торцы камер жестко соединены между собой тягами, объединенными подвижной прочной рамой. Внутри рамы между оппозитными камерами расположен линейный генератор с неподвижным статором и ротором, кинематически связанным посредством жесткой тяги с приводным звеном двигателя.

Однако в данном устройстве рабочие камеры выполнены в виде тонкостенных сильфонов. Работа сильфонов происходит при высокочастотных перепадах температур и давлений. Это резко ограничивает ресурс работы устройства и требует постоянной замены сильфонов.

Наиболее близким к заявляемому является способ получения полезной электрической энергии, включающий использование в качестве приводного двигателя подвижных частей преобразователя энергии (исполнительного механизма) вакуумно-атмосферного двигателя (ВАД).

При этом ВАД содержит, как минимум, одну пару соосных, расположенных оппозитно друг другу, вакуумных рабочих камер с изменяемым объемом, в которые циклично напускают и откачивают атмосферу так, что напуск атмосферы в одну из камер осуществляют одновременно с ее откачкой из второй камеры.

Обе рабочие камеры могут быть жестко соединены между собой в единую силовую пару общим штоком/штангой, которая, в свою очередь, жестко соединена с подвижным элементом исполнительного механизма, в частности, линейного генератора (патент UA № 102562, 2013 г., а также патент EA № 021678, 2015 г.).

В ином случае обе рабочие камеры могут быть соединены между собой в единую силовую пару через шатуны, закрепленные на одной эксцентричной оси коленвала КШМ, который расположен между ними (патент UA № 89894, 2010 г.).

Оба устройства, описанные в указанных патентах, обладают всеми преимуществами технологии ВАУМ (в частности, экономичностью, экологичностью и пр.), а также преимуществами от использования силовых пар рабочих камер. Как упоминалось выше, наличие силовых пар рабочих камер с возможностью их одновременного синхронного движения в обоих направлениях, обеспечивает постоянное действие удвоенной силы на подвижный элемент исполнительного механизма в процессе двухтактного цикла. Что позволяет производить повышенную работу в режиме двухтактного цикла, в котором каждый ход есть рабочий.

Однако, каждому из этих устройств присущи недостатки. Как упоминалось выше, наличие КШМ в устройстве (по патенту № 89894) на участке кинематической схемы между приводным двигателем и исполнительным механизмом ограничивает отдаваемую мощность и КПД устройства в целом. К тому же компоновочная схема данного устройства обуславливает наличие двух вакуумных насосов и ресиверов, что усложняет устройство.

Негативное влияние КШМ, расположенного на участке кинематической схемы между приводным

двигателем и исполнительным механизмом, на КПД устройства, исключено в схеме, описанной в патенте № 102S62. Однако, данная кинематическая схема включает расположение общего подвижного штока рабочих камер исполнительного механизма в полости одной из них, с обеспечением скользящего вакуумного уплотнения штока. Сложность обеспечения скользящих вакуумных уплотнений, а также необходимость использования двух вакуумных насосов в таком устройстве, значительно усложняет конструкцию, уменьшает ее надежность и сокращает ресурс работы устройства в целом.

Общим недостатком обоих, близких к заявляемому, устройств является наличие КШМ, назначением которого является жесткое ограничение рабочего хода и обеспечение плавного перехода мертвых точек катушек индуктивности (соленоида) в магнитном поле. При этом, коленвал КШМ и линейный генератор расположены между оппозитными рабочими камерами, что предопределяет потерю до 50% мощности устройства.

Целью заявляемого изобретения является осуществление технологии ВАУМ с прямым преобразованием потенциальной энергии атмосферы в полезную электрическую энергию, с возможностью дополнительной компенсации кратковременных пиковых изменений отбора мощности при переменных нагрузках в устройствах, создаваемых с применением этого способа. И как следствие - увеличение КПД таких устройств, при одновременном увеличении надежности их работы, продуктивности и экономичности.

Поставленная цель достигается тем, что способ получения полезной электрической энергии включает использование силы атмосферного давления для обеспечения возвратно-поступательного перемещения подвижного рабочего элемента линейного генератора электрической энергии, кинематически связанного одновременно с подвижными элементами двух соосных вакуумных рабочих камер с изменяемым объемом, в которые циклично напускают и откачивают атмосферу так, что напуск атмосферы в одну из камер осуществляют одновременно с ее откачкой из второй камеры.

Новым в способе является то, что наряду с этим осуществляют передачу линейному генератору дополнительной мощности от инерционного накопителя энергии, воздействуя одновременно на подвижные элементы обеих вакуумных рабочих камер с изменяемым объемом, посредством кривошипно-шатунного механизма, через дополнительное кинематическое звено, с обеспечением соосности всех элементов компоновочной схемы.

При этом длину кривошипа l кривошипно-шатунного механизма выбирают из соотношения $l = L/2$, где L - длина хода подвижного рабочего элемента линейного генератора. А площадь сечения рабочего элемента линейного генератора и эффективную площадь подвижного элемента каждой вакуумной рабочей камеры выбирают равными между собой.

Поставленная цель достигается также тем, что, устройство для получения полезной электрической энергии содержит рабочий механизм, состоящий из двух соосных вакуумных рабочих камер с изменяемыми объемами, боковые и торцевые поверхности которых выполнены подвижными, с возможностью возвратно-поступательного движения под действием давления атмосферы, соединенных через впускные и выпускные клапаны с системами напуска и вакуумной откачки рабочей среды. А также, исполнительный механизм, содержащий движущийся возвратно-поступательно рабочий элемент линейного генератора.

Новым в устройстве является то, что устройство дополнительно содержит инерционный накопитель энергии с кривошипно-шатунным механизмом, а рабочий механизм дополнительно включает неподвижную опорную поверхность с внутренней полостью, к противоположным внешним сторонам которой жестко подсоединены основания вакуумных рабочих камер с изменяемыми объемами. А подвижные торцевые поверхности камер выполнены в виде тяговых платформ, жестко связанных между собой дополнительными тягами в единую силовую пару.

При этом одна из тяговых платформ жестко связана штоком с подвижным рабочим элементом исполнительного механизма, расположенным на одной оси с подвижными элементами обеих соосных вакуумных рабочих камер.

А противоположная ей тяговая платформа жестко связана дополнительным штоком с КШМ инерционного накопителя энергии, при этом, коленчатый вал КШМ расположен на одной оси с подвижными элементами обеих соосных вакуумных рабочих камер.

При этом впускные и выпускные клапаны выполнены в основаниях рабочих камер, а каналы напуска и откачки рабочей среды выполнены в полости неподвижной опорной поверхности устройства.

Боковые поверхности обеих вакуумных рабочих камер с изменяемыми объемами могут быть выполнены в виде сильфонов с размещенными противоположно, относительно опорной поверхности, подвижными замкнутыми торцами, выполняющими роль тяговых платформ.

Каждая вакуумная рабочая камера с изменяемым объемом также может быть выполнена в виде цилиндропоршневой группы с неподвижным поршнем и подвижным полым цилиндром с одним замкнутым торцом, выполняющим роль тяговой платформы, который герметично прикреплен к поршню с возможностью скользящего возвратно-поступательного движения относительно него. При этом поршни жестко закреплены на противоположных сторонах неподвижной опорной поверхности, а впускные и выпускные клапаны выполнены в основаниях поршней.

Исполнительный механизм устройства может быть выполнен в виде катушки индуктивности (соленоида), движущейся в магнитном поле, площадь сечения S_k которой равна $S_k = S_p \pm \Delta S_p$, где S_p - эффективная площадь подвижной тяговой платформы, а ее объем V_k равен $V_k = V_p \pm \Delta V_p$, где V_p - максимальный объем вакуумной рабочей камеры.

Исполнительный механизм устройства также может быть выполнен в виде постоянных магнитов, совершающих возвратно-поступательное движение в неподвижной катушке индуктивности, площадь сечения которой равна эффективной площади каждой подвижной тяговой платформы, а ее внутренний объем равен максимальному объему каждой вакуумной рабочей камеры.

Катушка индуктивности, при этом, может состоять из набора отдельных катушек, расположенных на магнитопроводе, общий суммарный внутренний объем которых равен максимальному объему каждой вакуумной рабочей камеры.

Таким образом, в заявляемом способе получения полезной электрической энергии с использованием технологии ВАУМ, заложен принципиально иной физический механизм применения КШМ, в котором он выводится из кинематической схемы между приводным механизмом, в данном случае подвижной тяговой платформой, и линейным генератором, и включается в кинематическую схему между инерционным накопителем и противоположной тяговой платформой приводного механизма, на одной оси всей кинематической схемы.

В предлагаемом способе КШМ выводится из кинематики генерации энергии на нагрузку, где он играет отрицательную роль, и вводится в кинематику между генератором и инерционным накопительным механизмом, где КШМ начинает играть положительную роль для повышения КПД устройства, в котором применяется технология ВАУМ до 80-85%.

Прежде всего он жестко ограничивает рабочий ход и обеспечивает плавный переход мертвых точек катушек индуктивности (соленоида) в магнитном поле, но при этом не участвует в передаче усилия сопротивлению движения катушек и не снижает отдаваемую мощность катушек на нагрузку.

Кроме этого он обеспечивает передачу дополнительной мощности от инерционного накопителя линейному генератору, обеспечивая дополнительное механическое усилие и автоматическую компенсацию пиковых максимальных потреблений энергии индуктивной нагрузкой, например пусковых токов электродвигателей.

Чтобы получать в течение длительного времени положительную механическую работу устройства, в котором применен способ получения полезной электрической энергии с использованием технологии ВАУМ, необходимо обеспечить цикличность движения тяговых платформ относительно опоры.

Например, тяговая платформа площадью $S_{эфф} = 1 \text{ м}^2$, при прохождении расстояния $l = 1 \text{ м}$ под действием силы F_a атмосферного давления P_a (далее - САД) атмосферного столба воздуха, который давит на эффективную площадь внешней стороны тяговой платформы, произведет работу

$$A = F_a l = 101 \text{ кН} \times 1 \text{ м} = 101 \text{ [кДж]} \quad (1)$$

и может обеспечивать в секунду получение 101 кВт полезной мощности:

$$N = F_a l / t = P_a S_{эфф} l / t = 101 \text{ [кВт]} \quad (2)$$

Очевидно, что исходя из формул (1) и (2), мощность определяется скоростью откачки вакуумной полости с максимальным объемом $V = S_{эфф} l$.

Для возврата платформы в исходное положение необходимо естественным путем (напуском) заполнить вакуумную полость атмосферным воздухом для компенсации действия САД на внешнюю сторону платформы. Таким образом, система может работать как двухтактный вакуумно-атмосферный механический силовой блок с заданной регулируемой частотой и вакуумно-атмосферным замкнутым циклом "откачка - напуск".

Жесткое соединение данного двухтактного вакуумно-атмосферного механического силового блока с линейным генератором, в котором катушка индуктивности совершает в магнитном поле возвратно-поступательное движение по замкнутому циклу, обеспечивает прямую конвертацию механической работы, произведенной тяговой платформой, в электрическую энергию, генерируемую катушкой индуктивности в магнитном поле.

Таким образом, заявляемый способ получения полезной электрической энергии с использованием технологии ВАУМ, обеспечивает прямое преобразование потенциальной энергии атмосферы в полезную электрическую энергию, которое осуществляется с помощью заявляемого устройства.

С учетом формул (1) и (2), при $P_a = \text{const}$, мощность такого генерирующего устройства составляет 100 Вт при максимальном объеме рабочей камеры один литр. А если вакуумно-атмосферный цикл, при заданных в примере параметрах, будет происходить с частотой 10 Гц (600 об/мин), то посредством рабочей камеры можно обеспечить за счет потенциальной энергии атмосферы 1 МВт мощности для осуществления механической работы.

В случае стандартного преобразования поступательного движения платформы во вращение коленчатого вала при помощи КШМ, при преобразовании поступательного движения платформы во вращение коленвала, крутящий момент, с учетом формулы (1), будет равен

$$M_{кр} = F_a r = P_a S_{эфф} l / 2 \text{ [Нм]} \quad (3)$$

а мощность этого устройства с применением КШМ равна

$$N = nP_a S_{эфф} r \quad [Вт] \quad (4)$$

где

n - число оборотов силового вала;

P_a - атмосферное давление, Па;

$S_{эфф}$ - эффективная площадь внешней поверхности платформы, м²;

r - радиус точки приложения силы, м.

Эта формула определяет основные параметры силовой имплозивной энергетической установки, работающей по вакуумно-атмосферному циклу, с преобразованием возвратно-поступательного движения платформы во вращение коленвала, в которой, в качестве внешнего источника нетепловой энергии, используется потенциальная энергия внешней среды - атмосферы.

Например, при нормальном атмосферном давлении $P_a = 1,013 \cdot 10^5$ Па, крутящий момент для рассматриваемого случая равен

$$M_{кр} = 1,013 \cdot 10^5 S_{эфф} l / 2 = 50650 \quad [Нм] \quad (5)$$

а отдаваемая мощность при $n=10$ будет равна

$$N_{отд} = 1,013 \cdot 10^5 n S_{эфф} r = 506 \quad [кВт] \quad (6)$$

В данном случае отдаваемая мощность в два раза меньше, чем может произвести механический блок силовой энергетической установки. Согласно формуле (2) при частоте 10 Гц, мощность, которую может генерировать устройство, будет 1МВт, однако отдаваемая мощность на выходном силовом валу, согласно формуле (6) составляет 0.5 МВт.

Сила F_a не меняется по величине в процессе рабочего хода и, при наличии двух, оппозитно расположенных рабочих камер, жестко связанных в силовую пару механического блока, будет постоянна во время всего двухтактного цикла, т.к. каждый ход - рабочий. Т.о., отсутствие КШМ позволит исключить потери мощности до 50%.

Потенциальная энергия атмосферы в гравитационном поле, которая используется посредством создания вакуумной полости в виде рабочей камеры с переменным объемом и подвижной тяговой платформой выражается формулой

$$W_{рк} = P_a S_{эфф} l = P_a V_{рк} \quad (7)$$

где

l - длина (м) хода платформы при сокращении объема рабочей камеры от максимального до минимального, что определяет ее рабочий объем $V_{рк}$ м³;

$S_{эфф}$ - площадь поперечного сечения (м²) тяговой платформы.

Известно, что энергия магнитного поля соленоида равна

$$W_c = \mu \mu_0 H^2 S_c L / 2 = B H V_c / 2 \quad (8)$$

где

S_c - площадь поперечного сечения соленоида, м²;

L - длина соленоида, м;

V_c - объем соленоида, м³;

H - напряженность магнитного поля, А/м;

B - магнитная индукция, Т;

μ_0 - магнитная проницаемость.

Из приведенных формул (7) и (8), очевидно, что энергия, полученная с помощью рабочей камеры, прямо пропорциональна её объёму и атмосферному давлению, а энергия соленоида прямо пропорциональна его объёму, магнитной индукции и напряженности магнитного поля, в котором он находится.

В общем виде, если рабочая камера находится в другой среде, например в воде, то необходимо учитывать плотность среды ρ , находящейся в гравитационном поле, что в данном случае, есть полная аналогия магнитной проницаемости μ_0 .

Жесткое соединение подвижной торцевой поверхности тяговой платформы с соленоидом, находящимся в магнитном поле, приводит к тому, что они движутся под постоянным действием САД с одинаковой скоростью по возвратно-поступательному вакуумно-атмосферному циклу. При этом работа, производимая тяговой платформой, будет в соленоиде конвертироваться в работу силы Лоренца, которая будет генерировать ЭДС индукции, пропорциональную работе, произведенной тяговой платформой.

Соленоид движется за счет постоянно действующей, неизменной по величине САД, которая прямо пропорциональна эффективной площади тяговой платформы.

А создающая движению соленоида сопротивление (магнитное торможение) сила Ампера $F_{амп}$, прямо пропорциональна силе тока, который генерируется соленоидом для работы на нагрузку, и так же прямо пропорционально зависит от площади сечения соленоида. Таким образом, именно равенство эффективной площади тяговой платформы $S_{эфф}$ и площади сечения соленоида S_c позволяет получить максимальный КПД устройства.

Если площадь $S_{эфф}$ будет больше сечения площади соленоида S_c , то сила F_k будет больше силы $F_{амп}$, и в этом случае будет затрачиваться больше энергии на откачку рабочей камеры, чем может генериро-

вать соленоид.

Если же сечение соленоида больше эффективной площади $S_{эфф}$, то невозможно будет получить максимальный ток, на который рассчитаны параметры соленоида.

Очевидно, что, исходя из формул (2) и (7), объем рабочей полости V_k и объем соленоида V_c также должны быть равны для оптимальной генерации электрической энергии.

Таким образом, в заявляемом способе получения полезной электрической энергии и в устройстве для его осуществления должны соблюдаться следующие соотношения:

$$S_k = S_c \pm \Delta S_c \quad (9)$$

$$V_k = V_c \pm \Delta V_c \quad (10)$$

Предложенное техническое решение устройства позволяет реализовать все вышеуказанные преимущества заявленного способа.

Основной особенностью конструкции является такое расположение соосных оппозитных рабочих камер, когда их рабочие подвижные элементы расположены не навстречу друг другу, а развернуты в противоположные стороны относительно неподвижной опорной поверхности. В отличие от устройств ДВС и схем вышеописанных аналогов, включая наиболее близкие.

При этом жесткое соединение подвижных элементов, выполненных в виде тяговых платформ, между собой дополнительными тягами, расположенными за пределами оппозитных рабочих камер, позволяет им двигаться одновременно в одну и ту же сторону. Образуя при этом единый жесткий силовой блок, обеспечивающий постоянное и неизменное по величине действие силы атмосферного давления на подвижный элемент линейного генератора, при его возвратно-поступательном движении.

Предложенная схема устройства также позволяет расположить на одной оси с тяговыми платформами оппозитных рабочих камер и линейный генератор и инерционный накопитель энергии, разнесенные относительно силового блока.

Заявленное техническое решение устройства, обеспечивающее соосность всех элементов его компоновочной схемы, обуславливает очень высокую прочность и жесткость всей конструкции и, как следствие, надежность ее работы.

В отличие от вышеописанных аналогов, в конструкциях которых линейные генераторы расположены между оппозитными рабочими камерами, что снижает прочность всей конструкции в целом, и, как следствие, надежность ее работы, а также ограничивается возможность применения дополнительных устройств.

Жесткое соединение тяговых платформ рабочих камер позволяет силовой паре работать в режиме однократного вакуумно-атмосферного цикла, при котором каждый ход силовой пары есть рабочий, в отличие, к примеру, от классических двух и четырехтактных циклов двигателей внутреннего сгорания, в которых поршни соединены карданным валом, и движутся в оппозитной паре на встречу друг к другу.

В данном случае, любое движение силовой пары в обе стороны является рабочим, соответственно каждый ход катушки индуктивности в магнитном поле линейного генератора так же является рабочим, что позволяет получать на выходе устройства стабильное напряжение в виде синусоиды без потери мощности на холостом ходу.

Подсоединение к противоположному концу штока линейного генератора инерционного накопителя энергии посредством КШМ позволяет жестко ограничить рабочий ход и обеспечить плавный переход мертвых точек катушками индуктивности в магнитном поле, при этом не снижать отдаваемую мощность катушек на нагрузку.

Кроме этого, КШМ обеспечивает передачу дополнительной мощности от инерционного накопителя линейному генератору при необходимости компенсации пиковых максимальных потреблений энергии индуктивной нагрузкой, а так же повысить КПД устройства до 80-85%.

Заявленный способ образования силовой пары с инерционным накопителем энергии обеспечивает в устройстве равномерную силовую нагрузку сильфонов при конвертации ее в полезную работу катушки индуктивности, что способствует надежности и увеличению ресурса его работы.

Таким образом, совокупность признаков заявляемого изобретения является необходимой и достаточной для достижения поставленной цели.

На чертеже представлена схема заявляемого устройства для случая, когда устройство содержит одну силовую пару, состоящую из двух сильфонов 1, 2; подвижные торцы сильфонов - тяговые платформы 3 и 4, а также вакуумные полости сильфонов находятся в среднем положении рабочего хода/холостого хода; стрелками показано направление движения рабочей среды через полость опорной поверхности/силовую пару;

система откачки/напуска рабочей среды (атмосферного воздуха) не показана;

R - радиус/длина кривошипа коленвала; 2R - длина соленоида/подвижного элемента линейного генератора.

Сильфоны 1, 2 содержат клапаны напуска, соответственно, 5 и 6 рабочей среды (атмосферного воздуха), и клапаны, соответственно 7 и 8 вакуумной системы откачки. Тяговые платформы 3 и 4 - подвиж-

ные торцы сильфонов жестко соединены тягами 9 и движутся синхронно в обе стороны. Неподвижные торцы сильфонов жестко закреплены на опорной поверхности 10 корпуса устройства.

Правая тяговая платформа 4 жестко соединена линейным генератором посредством штока 11, на котором находятся катушки индуктивности 12, находящиеся в магнитном поле, создаваемом постоянными магнитами (на чертеже не показаны).

Левая тяговая платформа 3 жестко соединена с инерционным накопителем энергии 13 посредством штока 14. Все три узла компоновочной схемы устройства жестко зафиксированы на базовой плите 15.

Вакуумная система откачки содержит стандартный набор элементов, обеспечивающую работу технологии ВАУМ, в том числе и по замкнутому контуру без выхода в атмосферу, поэтому на чертеже не показаны.

Устройство работает следующим образом.

В начальном положении (на чертеже показана кинематическая схема устройства в среднем положении рабочего/холостого хода) клапан напуска 6 левого сильфона открыт, а клапан откачки 8 закрыт. При этом вакуумная полость левого сильфона наполнена компенсирующей рабочей средой под атмосферным давлением и САД не оказывает давления на его тяговую платформу 3, т.е. левый сильфон осуществляет холостой ход.

В это время клапан напуска 5 правого сильфона закрыт, а клапан откачки 7 открыт, при этом, вакуумная полость правого сильфона откачана до давления P_0 и САД действует на его тяговую платформу 4, сжимая сильфон и одновременно двигая влево катушку индуктивности, т.е. правый сильфон осуществляет рабочий ход.

Так как подвижные тяговые платформы жестко связаны тягами 9, то левая тяговая платформа также движется влево и передает усилие САД посредством КИМ на инерционный накопитель энергии 13.

При прохождении левой мертвой точки в левом сильфоне клапан напуска 6 закрывается, а клапан откачки 8 открывается. При этом левый сильфон выполняет рабочий ход, одновременно двигая вправо катушку индуктивности, а правый сильфон выполняет холостой ход.

При прохождении правой мертвой точки клапаны снова синхронно переключаются и цикл возвратно-поступательного движения повторяется.

Таким образом, в устройстве производится работа по замкнутому вакуумно-атмосферному циклу, в котором каждый ход является рабочим.

Обеспечение возможности быстрого изменения давления в рабочей камере позволяет получить непрерывный циклический процесс движения тяговых платформ, которые жестко соединены тягами и представляют собой единую конструкцию - силовую пару, совершающую работу по однократному вакуумно-атмосферному циклу.

При этом действующая на тяговые платформы САД постоянна по величине по всей длине рабочего хода и определяется только площадью торцевой поверхности сильфона и разницей внешнего и внутреннего давлений в сильфоне.

При первоначальном запуске устройство должно проработать на холостом ходу, пока инерционный накопитель не наберет необходимую кинетическую энергию для механического сглаживания возможного торможения движения системы линейного генератора при подключении пиковых нагрузок.

Применение данного устройства, реализующего заявленный способ получения полезной электрической энергии позволит создать экономичные вакуумно-атмосферные генераторы чистой электроэнергии с КПД до 85%.

А также мощные двигатели с малым потреблением топлива, что даст значительную экономию топлива для комбинированных автономных бензиновых и дизельных электростанций при той же отдаваемой мощности.

Замкнутый контур движения рабочего тела в заявляемом устройстве исключает выбросы в атмосферу, чем обеспечивается его экологически чистая работа.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ получения полезной электрической энергии, включающий использование силы атмосферного давления для обеспечения возвратно-поступательного перемещения подвижного рабочего элемента линейного генератора электрической энергии, кинематически связанного одновременно с подвижными элементами двух соосных вакуумных рабочих камер с изменяемыми объемами, в которые циклично напускают и откачивают атмосферу так, что напуск атмосферы в одну из камер осуществляют одновременно с ее откачкой из второй камеры, отличающийся тем, что наряду с этим осуществляют передачу линейному генератору дополнительной мощности от инерционного накопителя энергии, воздействуя одновременно на подвижные элементы обеих вакуумных рабочих камер с изменяемыми объемами, посредством кривошипно-шатунного механизма, через дополнительное кинематическое звено, с обеспечением соосности всех элементов компоновочной схемы.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что длину кривошипа/кривошипно-шатунного механизма выбирают из соотношения $l = L/2$, где L - длина хода подвижного рабочего элемента линейного генератора,

а площадь сечения рабочего элемента линейного генератора и эффективную площадь подвижного элемента каждой вакуумной рабочей камеры выбирают равными между собой.

3. Устройство для получения полезной электрической энергии для осуществления способа по пп.1, 2, содержащее рабочий механизм, состоящий из двух соосных вакуумных рабочих камер с изменяемыми объемами, боковые и торцевые поверхности которых выполнены подвижными, с возможностью возвратно-поступательного движения под действием давления атмосферы, соединенных через впускные и выпускные клапаны с системами напуска и вакуумной откачки рабочей среды, и исполнительный механизм, содержащий движущийся возвратно-поступательно рабочий элемент линейного генератора, отличающееся тем, что устройство дополнительно содержит инерционный накопитель энергии с кривошипно-шатунным механизмом, а рабочий механизм дополнительно включает неподвижную опорную поверхность с внутренней полостью, к противоположным внешним сторонам которой жестко подсоединены основания вакуумных рабочих камер с изменяемыми объемами, подвижные торцевые поверхности которых выполнены в виде тяговых платформ, жестко связанных между собой дополнительными тягами в единую силовую пару, при этом одна из тяговых платформ жестко связана штоком с подвижным рабочим элементом исполнительного механизма, расположенным на одной оси с подвижными элементами обеих соосных вакуумных рабочих камер, а противоположная ей тяговая платформа жестко связана дополнительным штоком с кривошипно-шатунным механизмом, коленчатый вал которого расположен на одной оси с подвижными элементами обеих соосных вакуумных рабочих камер, при этом впускные и выпускные клапаны выполнены в основаниях рабочих камер, а каналы напуска и откачки рабочей среды выполнены в полости неподвижной опорной поверхности устройства.

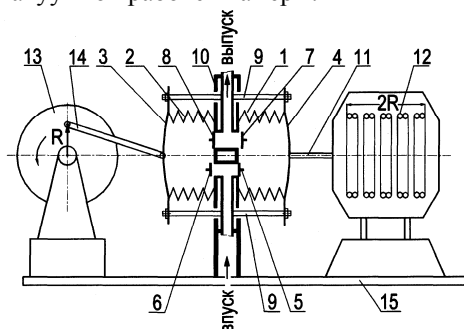
4. Устройство по п.3, отличающееся тем, что боковые поверхности обеих вакуумных рабочих камер с изменяемыми объемами выполнены в виде сильфонов с размещенными противоположно, относительно опорной поверхности, подвижными замкнутыми торцами, выполняющими роль тяговых платформ.

5. Устройство по п.3, отличающееся тем, что каждая вакуумная рабочая камера с изменяемым объемом выполнена в виде цилиндропоршневой группы с неподвижным поршнем и подвижным полым цилиндром с одним замкнутым торцом, выполняющим роль тяговой платформы, который герметично прикреплен к поршню с возможностью скользящего возвратно-поступательного движения относительно него, при этом поршни, жестко закреплены на противоположных сторонах неподвижной опорной поверхности, а впускные и выпускные клапаны выполнены в основаниях поршней.

6. Устройство по пп.3-5, отличающееся тем, что исполнительный механизм устройства выполнен в виде катушки индуктивности, движущейся в магнитном поле, площадь сечения S_k которой равна $S_k = S_p \pm \Delta S_p$, где S_p - эффективная площадь подвижной тяговой платформы, а ее объем V_k равен $V_k = V_p \pm \Delta V_p$, где V_p - максимальный объем вакуумной рабочей камеры.

7. Устройство по пп.3-5, отличающееся тем, что исполнительный механизм выполнен в виде постоянных магнитов, совершающих возвратно-поступательное движение в неподвижной катушке индуктивности, площадь сечения которой равна эффективной площади каждой подвижной тяговой платформы, а ее внутренний объем равен максимальному объему каждой вакуумной рабочей камеры.

8. Устройство по пп.6, 7, отличающееся тем, что катушка индуктивности состоит из набора отдельных катушек, расположенных на магнитопроводе, общий суммарный внутренний объем которых равен максимальному объему каждой вакуумной рабочей камеры.



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

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