

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **037428**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2021.03.26**

(21) Номер заявки  
**201900125**

(22) Дата подачи заявки  
**2019.03.11**

(51) Int. Cl. **F02G 1/043** (2006.01)  
**F03G 7/06** (2006.01)  
**F25B 11/02** (2006.01)

---

(54) **ТЕРМОЭЛЕКТРОТРАНСФОРМАТОР**

---

(31) **2018111581**

(32) **2018.03.30**

(33) **RU**

(43) **2019.12.30**

(96) **2019000011 (RU) 2019.03.11**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**БАЯКИН СЕРГЕЙ ГЕННАДЬЕВИЧ  
(RU)**

(72) Изобретатель:  
**Баякин Сергей Геннадьевич,  
Гавриков Андрей Викторович (RU)**

(56) **US-A1-20170130702  
EA-A1-201390828  
RU-C1-2164614  
RU-C2-2172421**

(57) Изобретение относится к области энергетики, в частности теплоэлектрогенерации. Сущность изобретения заключается в том, что устройство предусматривает когенерацию тепловой и электрической мощности за счет низкотемпературных источников - вода, воздух, грунт, солнечное излучение, для чего в теплонасосе дополнительно предусмотрены регулятор подачи тепловой энергии, контроллер и электромотор-генератор, вход которого подключен к источнику электрической энергии, а выход подключен к потребителю электрической энергии, управляющий канал мотор-генератора подключен к контроллеру, второй управляющий канал которого подключен к регулятору подачи тепловой энергии, вход которого подключен к конденсатору, а выход подключен к потребителю тепловой энергии, при этом дроссель выполнен в виде сопла турбины, вал которой соединен с валом компрессора, вал которого соединен с валом электромотор-генератора. Конструкция устройства позволяет генерировать тепловую и электрическую мощность в зависимости от пропорций, задаваемых потребителем.

**B1**

**037428**

**037428**

**B1**

Изобретение относится к области энергетики, в частности к теплоэлектрогенерации.

Известны и широко применяются тепловые насосы, использующие низкотемпературные источники тепла для термотрансформации мощности низкотемпературных источников - вода, воздух, грунт, солнечное излучение, в мощность более высокой температуры, пригодной для отопления жилых и производственных помещений.

Недостатком указанных устройств является низкий коэффициент трансформации электрической мощности в тепловую мощность - COP. Коэффициент COP показывает во сколько раз количество тепловой мощности, передаваемой потребителю, превышает количество электрической мощности необходимой для переноса тепловой энергии от низкотемпературного источника высокотемпературному потребителю. Реальные значения эффективности современных тепловых насосов составляют порядка COP=2.0 при температуре источника (испарителя) -20°C и порядка COP=4.0 при температуре источника +7°C.

Известны способы и устройства позволяющие трансформировать тепловую мощность низкотемпературных источников в электрическую. Наиболее близким является двигатель Стирлинга (<https://electrosam.ru/glavnaja/jelektrooborudovanie/jelektropitanie/dvigatel-stirlinga/>, ЭЛЕКТРОСАМ.РУ, 2018), который имеет следующие преимущества:

как и все двигатели внешнего сгорания двигатель Стирлинга может работать от почти любого перепада температур, например между разными слоями воды в океане, от солнца, от ядерного или изотопного нагревателя, угольной или дровяной печи и т.д.;

двигатель Стирлинга позволяет обеспечить недостижимый для других двигателей запас работоспособности в десятки и сотни тысяч часов непрерывной работы;

для трансформации некоторых видов тепловой энергии, особенно при небольшой разнице температур, двигатели Стирлинга являются наиболее эффективными видами двигателей. Например, в случае преобразования в электричество мощность солнечной энергии двигателя Стирлинга дают больший КПД (до 31,25%), чем паровые тепловые машины;

двигатель Стирлинга экологически чист, не расходует рабочее тело. Экологическая чистота двигателя обусловлена экологической чистотой источника тепла.

Недостатками двигателей Стирлинга, в том числе роторных (RU 2451811 C2, F02G 1/043, F02G 1/053, F01C 1/344, 27.05.2012 Бюл. № 15), являются сложность конструкции, большее количество деталей конструкции, чем у турбины, низкие обороты вала, переменный момент на валу, что вызывает вибрацию, все это обуславливает повышенные тепловые потери и соответственно низкий КПД трансформации тепловой энергии в механическую.

Известно устройство - Тепловой электрогенератор Capstone WHG125 <http://ngee.ru/catalog-kompanii?id=264&type=11&view=object>, который состоит из испарителя, турбины с электрогенератором, конденсатора и компрессора (насоса). В указанном устройстве применяется органический цикл Ренкина (ORC).

Устройство работает следующим образом. Рабочее тело R245fa в ресивере находится в жидком состоянии при температуре и давлении конденсации. Насос перекачивает R245fa в испаритель, повышая давление. Рабочее тело проходит через экономайзер, нагреваясь теплом пара из электросилового модуля. Далее рабочее тело попадает в испаритель, где происходит переход в паровую фазу за счет передачи тепла от внешнего источника. Затем оно в виде пара попадает в турбину в электросиловом блоке, на которой давление пара снижается до давления конденсации, приводя в движение ротор с электрогенератором. Выполнив работу в электросиловом блоке, рабочее тело все еще содержит большое количество тепла, часть которого передается жидкой фазе в экономайзере для повышения эффективности работы системы в целом. Рабочее тело в парообразном состоянии попадает в охладитель, где конденсируется в жидкость, после чего стекает в ресивер для повторного использования в цикле. Устройство обладает герметичным силовым блоком с турбиной на магнитных подшипниках, работающей на 26 500 об./мин. Уровень эффективности преобразования тепловой энергии в электрическую энергию составляет 38%.

Недостатками указанного устройства являются отсутствие возможности работать в режиме теплового насоса, наличие потерь мощности, необходимой для работы насоса (компрессора) посредством электропривода, соответственно низкий коэффициент полезного действия.

Задача заявляемого изобретения - создание генератора тепловой и электрической мощности, использующего низкотемпературные источники тепла, позволяющего обеспечить высокоэффективный процесс когенерации тепловой и электрической мощности.

Технический результат достигается тем, что заявленное устройство, состоящее из испарителя, конденсатора, компрессора, дросселя, регулятора подачи тепловой мощности, электромотор-генератора и контроллера, предназначенное для генерации как тепловой, так и электрической мощности. При этом, с целью повышения коэффициента трансформации - COP и генерации электрической энергии из тепловой энергии, устройство выполнено таким образом, что вход электромотор-генератора подключен к источнику электрической мощности, а выход подключен к потребителю электрической мощности, вход регулятора подачи тепловой мощности подключен к конденсатору, а выход подключен к потребителю тепловой мощности, при этом дроссель выполнен в виде сопла турбины, вал которой соединен с валом компрессора, вал которого соединен с валом электромотор-генератора.

Принцип работы устройства основан на том, что количество механической (либо электрической с учетом высокого КПД преобразования) мощности, требуемой для работы теплового насоса, составляет до 25% ( $COP=4.0$ ) от количества тепловой мощности, передаваемой от низкотемпературного источника высокотемпературному потребителю. В то же время уровень эффективности преобразования тепловой мощности в электрическую мощность посредством турбины в тепловом электрогенераторе Capstone WHG125 составляет=38%. Таким образом, эффективность преобразования тепловой мощности в электрическую мощность посредством турбины 38% превышает существующую эффективность тепловых насосов 25% ( $COP=4.0$ ), что позволяет использовать часть тепловой мощности высокой температуры рабочего тела для создания механической мощности, необходимой для переноса рабочим телом тепловой мощности от низкотемпературного источника тепла испарителя высокотемпературному конденсатору и далее потребителю. Указанный принцип аналогичен принципу работы двигателя Стирлинга.

Схема устройства представлена на чертеже.

Устройство работает следующим образом.

Потребитель посредством регулятора 5 устанавливает количество потребляемой тепловой мощности. Рабочее тело находится в испарителе 2 при температуре источника тепловой мощности (грунт, вода, воздух). Контроллер 6 включает электромотор-генератор 7 в режим электромотора, соединенный с валом электромотор-генератора компрессор 4 перекачивает рабочее тело в конденсатор 1. Рабочее тело за счет повышения давления нагревается и передает тепловую мощность от конденсатора через регулятор 5 потребителю. Далее рабочее тело поступает в сопло турбины 3, вал которой соединен с валом компрессора 4 и валом электромотор-генератора. Сопло турбины одновременно выполняет функцию дросселя, понижающего давление рабочего тела и функцию преобразователя тепловой мощности в механическую мощность путем вращения турбины. При прохождении через сопло турбины рабочее тело охлаждается ниже температуры испарителя, при этом часть тепловой мощности рабочего тела, не направленная потребителю, трансформируется в турбине в механическую мощность на валу компрессора и соответственно электромотор-генератора. Далее рабочее тело, охлажденное ниже температуры испарителя, поступает в испаритель, где нагревается до температуры испарителя, получая от источника тепла тепловую мощность, необходимую для работы устройства. Таким образом, потребление электрической мощности от внешнего источника электромотор-генератором снижается за счет мощности, создаваемой турбиной, а коэффициент трансформации электрической мощности в тепловую мощность -  $COP$  возрастает. При снижении тепловой мощности, направляемой потребителю, избыточная часть тепловой мощности трансформируется посредством турбины в механическую мощность на валу турбины, достаточную для работы компрессора, потребление электрической мощности от внешнего источника электромотор-генератором прекращается, контроллер 6 переключает электромотор-генератор в режим генератора, часть мощности свыше необходимой для работы компрессора трансформируется в электрическую мощность посредством электромотор-генератора и направляется потребителю. В таком режиме устройство генерирует электрическую мощность за счет источника тепловой энергии аналогично двигателю Стирлинга.

Преимуществом заявленного устройства является возможность когенерации тепловой и электрической мощности из низкотемпературных источников тепла в широком диапазоне пропорций задаваемых потребителем, высокий КПД, компактность, высокий коэффициент трансформации -  $COP$  низкая материалоемкость, низкий уровень вибраций.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Термоэлектротрансформатор - генератор тепловой и электрической мощности, использующий низкотемпературные источники тепла, представляющий собой тепловой насос с испарителем, конденсатором, компрессором и дросселем, отличающийся тем, что дополнительно к теплому насосу предусмотрены регулятор подачи тепловой мощности, контроллер и электромотор-генератор, вход которого подключен к источнику электрической энергии, а выход подключен к потребителю электрической энергии, управляющий канал мотор-генератора подключен к контроллеру, второй управляющий канал которого подключен к регулятору подачи тепловой энергии, вход которого подключен к конденсатору, а выход подключен к потребителю тепловой энергии, при этом дроссель выполнен в виде сопла турбины, вал которой соединен с валом компрессора, вал которого соединен с валом электромотор-генератора.

