

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **035787**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.08.11

(21) Номер заявки
201290947

(22) Дата подачи заявки
2011.03.09

(51) Int. Cl. **F01K 23/04** (2006.01)
F01K 23/08 (2006.01)
F22B 1/16 (2006.01)
F01K 7/02 (2006.01)
F22B 1/00 (2006.01)

**(54) УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ, ОСНОВАННАЯ НА
ОРГАНИЧЕСКОМ ЦИКЛЕ РЕНКИНА**

(31) **BG2010A000015**

(32) **2010.03.25**

(33) **IT**

(43) **2013.04.30**

(86) **PCT/EP2011/053527**

(87) **WO 2011/117074 2011.09.29**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ЭнЭрДжи ГРИН ЭНД РИКАВЕРИ
ПАУЭР СИСТЕМС СпА (IT)**

(72) Изобретатель:
**Перико Костанцо, Назини Эрнесто,
Роттоли Марко (IT)**

(74) Представитель:
**Хмара М.В., Рыбаков В.М.,
Новоселова С.В., Дощечкина В.В.,
Липатова И.И. (RU)**

(56) **US-A-6035643
US-A-5860279
US-A1-2006112692
DE-A1-10355782
US-A1-2002047267**

(57) Предлагается установка для производства энергии, которая основана на органическом цикле Ренкина (ОЦР). Установка содержит первую систему, основанную на ОЦР, содержащую первую рабочую органическую текучую среду, циркулирующую в следующем порядке: первый испаритель, находящийся в условиях теплообмена с источником тепла; первая область расширения в турбине, оперативно соединенной с генератором; первый испаритель/конденсатор и первый насос для возвращения указанной первой рабочей органической текучей среды в указанный первый испаритель. Указанная турбина представляет собой турбину, выполненную с возможностью управления входным расходом, и содержит средства для управления входным расходом указанной рабочей органической текучей среды, причем указанные средства предназначены для управления входным расходом с целью поддержания постоянной скорости вращения указанной турбины.

035787 B1

035787

B1

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к установке для производства энергии, основанной на органическом цикле Ренкина (ОЦР), в частности к установке для производства энергии, содержащей множество расположенных каскадом систем, основанных на ОЦР, которые используют собственные турбины.

Предшествующий уровень техники

Как известно, установки, основанные на ОЦР, представляют собой системы, обычно используемые для одновременного производства электрической и тепловой энергии, причем последняя доступна в форме воды, имеющей температуру 60-90°C. Органические циклы Ренкина подобны циклам, которые используются в стандартных паровых турбинах, но отличаются от них рабочей текучей средой, которая обычно представляет собой органическую текучую среду с высокой молекулярной массой.

Стандартная установка, основанная на ОЦР, по существу, состоит из насоса, турбины и нескольких теплообменников. Рабочая органическая текучая среда испаряется путем использования источника тепла в испарителе. Пар органической текучей среды расширяется в турбине, а затем конденсируется обычно с использованием потока воды в теплообменнике. Сконденсированная текучая среда, в конечном счете, отправляется посредством насоса в испаритель, замыкая цикл. Для повышения производительности установки возможно использование регенератора. В этом случае текучая среда, покидающая турбину, проходит через регенератор перед конденсацией, а после конденсации нагнетается в регенератор, где она предварительно нагревается текучей средой, покидающей турбину, после чего отправляется в испаритель.

Обычно эти установки используются для производства энергии с применением отходных текучих сред, поступающих от широкого разнообразия производственного оборудования и генерирующего энергию оборудования (двигатели и турбины комбинированного производства тепловой и электрической энергии, печи всех типов, трубы нефтехимических предприятий, геотермальные источники и т.д.), которые (текучие среды) характеризуются потенциально высокой температурой, но расходами, которые, в среднем, являются ограниченными или, во всяком случае, могут варьироваться во времени, либо, в других случаях, большими расходами, но низкой температурой.

Энергоноситель, используемый для испарения органической текучей среды, представляет собой обычно теплопроводное масло (минеральное масло или синтетическое масло для температур выше 300°C) или воду, в то время как для конденсации используется вода. Использование теплопроводного масла устраняет необходимость в использовании котлов высокого давления.

Рабочая текучая среда обычно представляет собой органическое соединение или смесь органических соединений, которое или которая характеризуется высокой молекулярной массой. Выбор органической текучей среды, которая должна быть использована для оптимизации производительности термодинамического цикла, делают в соответствии с температурой имеющегося источника тепла. Кроме того, также турбина должна, как правило, быть выполнена в соответствии с характеристиками органической текучей среды и с рабочими условиями.

Таким образом, очевидно, что применение систем, основанных на ОЦР, имеет ограничения и критические аспекты, обусловленные тепловой мощностью, доступной в качестве первичного источника, уровнем/уровнями температуры (качеством источника) и стабильностью и/или относительной изменчивостью тепловой нагрузки во времени.

Кроме того, очевидно, что существующие системы, основанные на ОЦР, являются далеко не гибкими и далеко не адаптируемыми к различным рабочим условиям, поскольку выбор рабочей органической текучей среды и характеристики турбины в значительной степени зависят от рабочих условий.

Сущность изобретения

Задачей изобретения, следовательно, является создание установки для производства электрической энергии, основанной на органическом цикле Ренкина (ОЦР), которая способна устранить или уменьшить названные выше недостатки.

В частности, задачей изобретения является создание установки, основанной на ОЦР, для производства электрической энергии, которая обеспечивает возможность доведения до максимума производства электрической энергии.

Еще одной задачей изобретения является создание установки, основанной на ОЦР, для производства электрической энергии, которая обладает способностью с легкостью адаптироваться к разным рабочим условиям.

Еще одной задачей изобретения является создание установки, основанной на ОЦР, для производства электрической энергии, которая обеспечивает возможность поддержания оптимальной производительности даже при резком ухудшении характеристик потока, являющегося источником тепловой энергии.

Еще одной задачей изобретения является создание установки, основанной на ОЦР, для производства электрической энергии, которая содержит малое количество частей, и которую легко изготавливать при конкурентоспособных издержках.

Согласно изобретению названные выше задачи решены установкой для производства энергии, основанной на органическом цикле Ренкина (ОЦР), которая отличается тем, что она содержит первую сис-

тему, основанную на ОЦР, содержащую первую рабочую органическую текучую среду, циркулирующую в следующем порядке: первый испаритель, находящийся в условиях теплообмена с источником тепла, первая область расширения в турбине, оперативно соединенной с генератором, первый испаритель/конденсатор и первый насос для возвращения указанной первой рабочей органической текучей среды в указанный первый испаритель. Кроме того, установка согласно изобретению отличается тем, что указанная турбина представляет собой турбину, выполненную с возможностью управления входным расходом, содержащую средства для управления входным расходом указанной рабочей органической текучей среды, причем указанные средства предназначены для управления входным расходом с целью поддержания постоянной скорости вращения указанной турбины.

Предпочтительно установка для производства энергии согласно изобретению содержит вторую систему, основанную на ОЦР, которая содержит вторую рабочую органическую текучую среду, циркулирующую в следующем порядке: указанный первый испаритель/конденсатор; вторая область расширения в турбине, оперативно соединенной с генератором; второй испаритель/конденсатор и второй насос для возвращения указанной второй рабочей органической текучей среды в указанный первый испаритель/конденсатор, причем указанные турбины содержат для каждой из указанных областей расширения средства для управления входным расходом указанных органических текучих сред.

Установка согласно изобретению обеспечивает ряд значительных преимуществ по сравнению с известными системами, основанными на ОЦР.

На практике многоэтапная установка, основанная на ОЦР, характеризуется рядом последовательных энтальпических скачков, осуществляемых не одной текучей средой внутри различных ротор-статорных агрегатов турбины (например, водяным паром, который расширяется при различных уровнях давления в областях турбины), а несколькими текучими средами, каждая из которых работает на собственных уровнях давления и температуры в собственной турбине, которая (турбина) соединена, соосна или параллельна с турбинами для других текучих сред, которые вместе с ней составляют систему. Установка, таким образом, содержит так называемую "первую" текучую среду, которая взаимодействует с источником тепла, и подходящее количество вторых текучих сред, расположенных в таком порядке, что конденсация предыдущей текучей среды вызывает испарение следующей текучей среды с тем, чтобы извлекалось максимально возможное количество энергии, доступной из источника, и чтобы минимальная доля этой энергии уходила в окружающую среду.

Предел качества источника (т.е. низкий энтальпический уровень), очевидно, определяет пределы применения установки. Наличие и температура охлаждающей текучей среды определяет наличие этапа более низкого уровня; теоретически, имеется возможность путем использования органических текучих сред и двухкомпонентных смесей, предназначенных для работы с низкими температурами, довести температуру веществ, выходящих из последней турбины, до уровней ниже нуля.

В качестве примера чаще всего источник мощности имеет высокую температуру и малый расход; в этих случаях является предпочтительным, чтобы рабочая текучая среда первого контура обладала довольно большой молекулярной массой с тем, чтобы полностью использовать высокие температуры источника тепла (обычно 500-900°C). Расход указанной текучей среды, однако, в этом случае ограничен действительно доступной тепловой мощностью, и это обстоятельство является первым ограничивающим фактором для мощности, производимой первой рабочей текучей средой.

Второй фактор, который не менее важен, - это сама молекулярная масса текучей среды. Высокая молекулярная масса выгодна с точки зрения использования высоких температур источника тепла, но не выгодна с точки зрения энтальпического скачка в турбине и температуры конденсации. Например, если эта текучая среда в испарителе способна преобразовываться в пар, обладающий не чрезмерно высоким давлением (20-40 бар) и довольно высокой температурой (250-350°C), то в конденсаторе она имеет давление значительно выше 1 бар и по-прежнему довольно высокую температуру, примерно 160-250°C. Таким образом, если первая рабочая текучая среда имеет малый расход и ограниченный энтальпический скачок, в турбине извлекается, как правило, мало мощности - примерно 15% от мощности, доступной от источника тепла.

Однако по-прежнему высокие температуры испытывающей конденсацию первой рабочей текучей среды и ее выбранная для теплообмена фаза с очень высокими коэффициентами передачи позволяют использовать вторую рабочую текучую среду, которая будет полностью или частично вбирать в себя тепло конденсации первой рабочей текучей среды и будет образовывать, по существу, независимый цикл Ренкина, производя дополнительно значительное количество электрической мощности. Фактически, приняв, что на входе первая текучая среда вбирает в себя 100 кВт, и что, как было сказано выше, она отдает 15% этой мощности, получим, что 85 кВт доступны для второй рабочей текучей среды. Если выбрать последнюю с такими характеристиками, которые оптимальны для работы при более низких рабочих температурах и с таким же диапазоном давлений, что и для первой рабочей текучей среды, указанная вторая рабочая текучая среда будет работать на более низких изотермах, гарантируя, по меньшей мере, такую же производительность. Приняв, что вторая рабочая текучая среда тоже отдает 15% из 85 кВт, извлекается еще 12,75 кВт, а в сумме с первой рабочей текучей средой - 27,75 кВт, что является теоретической производительностью установки, которая работает с двумя расположенными "каскадом" текучи-

ми средами.

Таким образом, экстраполируя эту концепцию, можно с легкостью рассмотреть возможность использования третьей рабочей текучей среды или, в целом, n рабочих текучих сред, которые, работая в каскадном расположении (т.е. как было описано, с испарением одной рабочей текучей среды за счет конденсации предыдущей рабочей текучей среды), оптимизируют весь процесс, сводя к минимуму тепло, высвобождаемое последней конденсацией, которое (тепло) представляет собой тепло, выбрасываемое в окружающую среду, и, таким образом, доводят до максимума общую производительность.

В установке для производства энергии согласно изобретению предпочтительно указанные средства для управления входным расходом указанных рабочих органических текучих сред содержат для каждой из указанных областей расширения гидравлическое устройство, приводимое в действие соответствующей рабочей органической текучей средой.

Кроме того, предпочтительно указанная турбина, выполненная с возможностью управления входным расходом, представляет собой турбину с несколькими областями расширения, с одним валом или отдельными соосными или параллельными валами.

В варианте осуществления установки для производства энергии согласно изобретению источник тепла содержит аккумулирующие тепло средства.

Например, указанные аккумулирующие тепло средства могут содержать аккумулирующую тепло систему на основе огнеупорной массы или аккумулирующую тепло систему на солевом расплаве с замкнутым контуром.

В еще одном предпочтительном варианте осуществления установки для производства энергии согласно настоящему изобретению указанный источник тепла содержит средства для внедрения доступной энергии.

Например, указанные средства для внедрения доступной энергии содержат солнечную энергетическую систему с термодинамическим циклом.

В конкретном варианте осуществления установки для производства энергии согласно настоящему изобретению имеется устройство для механического соединения между указанной турбиной и указанным генератором.

Указанное устройство для механического соединения между турбиной и генератором может, например, содержать редуктор, регулирующий маховик и тормоз, установленные между валом указанной турбины и валом генератора.

В альтернативном варианте осуществления установки для производства энергии согласно изобретению указанная турбина непосредственно соединена с указанным генератором, и указанная установка дополнительно содержит электронные средства для преобразования выходного напряжения генератора.

Перечень чертежей

Другие характеристики и преимущества изобретения станут понятны из описания предпочтительных, но не единственно возможных вариантов осуществления установки для производства энергии, основанной на органическом цикле Ренкина (ОЦР), иллюстрируемых в качестве неограничивающего примера на прилагаемых чертежах, на которых

фиг. 1 показывает схему общего варианта осуществления установки согласно настоящему изобретению,

фиг. 2 - схему первого конкретного варианта осуществления установки согласно настоящему изобретению,

фиг. 3 - схему второго конкретного варианта осуществления установки согласно настоящему изобретению,

фиг. 4 - схематичное представление первого варианта осуществления механического соединения между турбиной и генератором в установке согласно изобретению,

фиг. 5 - схематичное представление варианта осуществления соединения установки согласно настоящему изобретению с электрической сетью.

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

Рассмотрим прилагаемые чертежи. Установка для производства энергии, основанная на органическом цикле Ренкина (ОЦР), согласно настоящему изобретению, в целом обозначенная позицией 1, в ее более общем варианте осуществления изображенная на фиг. 1, содержит по меньшей мере одну первую систему 10, основанную на ОЦР.

Указанная первая система 10, основанная на ОЦР, в свою очередь, содержит первую рабочую органическую текучую среду, циркулирующую в следующем порядке: первый испаритель 11, находящийся в условиях теплообмена с источником 2 тепла; первая область 12 расширения в турбине, оперативно соединенной с генератором 4; первый испаритель/конденсатор 13 и первый насос 14 для возвращения указанной первой рабочей органической текучей среды в указанный первый испаритель 11.

Предпочтительно, как показано на фиг. 2, установка 1 для производства энергии согласно настоящему изобретению содержит вторую систему 20, основанную на ОЦР, которая, в свою очередь, содержит вторую рабочую органическую текучую среду, которая циркулирует в следующем порядке: указанный первый испаритель/конденсатор 13; вторая область 22 расширения в турбине, оперативно соединен-

ной с генератором 5; второй испаритель/конденсатор 23 и второй насос 24 для возвращения указанной второй рабочей органической текучей среды в указанный первый испаритель/конденсатор 13, причем турбины содержат для каждой из указанных областей 12 и 22 расширения средства для управления входным расходом указанных рабочих органических текучих сред.

По существу, как уже было сказано, установка содержит по меньшей мере две рабочие органические текучие среды, которые, работая "каскадом" (т.е. с испарением второй рабочей органической текучей среды за счет конденсации первой рабочей органической текучей среды), оптимизируют весь процесс, сводя к минимуму тепло, высвобождаемое последней конденсацией.

Иными словами, при такой схеме замкнутый органический цикл Ренкина использует первичный источник энергии для преобразования первой рабочей органической текучей среды в пар, расширение в турбине преобразует тепло, аккумулированное паром, в кинетическую энергию, которая, в свою очередь, преобразуется в электрическую энергию. В каскаде конденсатор первой рабочей органической текучей среды становится первичным источником тепла для второй рабочей органической текучей среды и так далее для, возможно, третьего и последующего этапов.

Используя принцип, изображенный на прилагаемой фиг. 2, можно расширить установку третьей системой, основанной на ОЦР, включающей третью рабочую органическую текучую среду, которая циркулирует в следующем порядке: указанный второй испаритель/конденсатор; третья область расширения в турбине, оперативно соединенной с соответствующим генератором; третий испаритель/конденсатор и третий насос для возвращения указанной третьей рабочей органической текучей среды в указанный второй испаритель/конденсатор. Используя этот принцип, можно расширить установку до n систем, основанных на ОЦР.

Одним из отличительных признаков установки 1 согласно настоящему изобретению является тот факт, что указанная турбина представляет собой турбину, выполненную с возможностью управления входным расходом, и содержит средства для управления входным расходом указанной рабочей органической текучей среды. В частности, указанные средства для управления входным расходом предназначены для управления указанным входным расходом с целью поддержания постоянной скорости вращения указанной турбины.

Очевидно, что, используя турбину описанного выше типа, можно поддерживать оптимальные характеристики производительности даже при резком ухудшении характеристик потока, являющегося источником тепловой энергии. Благодаря автоматическому управлению входным расходом скорость вращения турбины, фактически, поддерживается постоянной, что является исключительно важным аспектом для достижения максимальной производительности.

На практике управление входным расходом турбины посредством регулировки входного расхода с целью поддержания постоянной скорости вращения вала турбины обеспечивает поддержание постоянного уровня электрической производительности вне зависимости от того, каковы температура и давление рабочей органической текучей среды, что способствует максимальной эксплуатации источника тепловой мощности при любых условиях, которые возникают в технологических процессах, служащих источником тепла.

Конструкция оборудования для воплощения каскадного процесса зависит от самой природы теплообмена и характеристик переносящей мощность текучей среды. По существу, именно первый теплообменник системы, являющийся испарителем первой рабочей органической текучей среды и обладающий наивысшей энтальпией, является наиболее важным в связи с тем, что он взаимодействует с отходными текучими средами, которые каждый раз имеют низкие коэффициенты теплообмена, высокую коррозионную активность и непостоянство расхода.

При использовании каскадной системы можно сосредоточить процесс извлечения тепла из источника тепла в этом первом теплообменнике, который представляет собой центральный элемент всей установки как с точки зрения эффективности, так и с точки зрения издержек на его производство.

Последующие конденсаторы/испарители, благодаря каскадному принципу работы и природе используемых рабочих органических текучих сред, являются более выгодными как с точки зрения эффективности теплообмена, так и с точки зрения их конструкции и используемых в их производстве материалов, поэтому они имеют малые поверхности теплообмена и, соответственно, низкие производственные издержки.

Предпочтительно указанные средства для управления входным расходом указанных рабочих органических текучих сред содержат гидравлическое устройство, приводимое в действие соответствующей рабочей органической текучей средой. Иными словами, на входе в турбину расход указанных рабочих органических текучих сред регулируется путем использования изменений давления самих рабочих органических текучих сред.

Кроме того, что является выгодным, указанная турбина, выполненная с возможностью управления входным расходом, может представлять собой турбину с несколькими областями расширения, с одним валом либо с отдельными соосными или параллельными валами.

Конкретный вариант осуществления установки 1 для производства энергии согласно настоящему изобретению, изображенный на фиг. 3, отличается тем, что указанный источник 2 тепла содержит аккумуля

мулирующие тепло средства 6.

В случае, когда установка согласно настоящему изобретению потребляет тепло от производственных процессов, характеризующихся периодическим производством несущих тепло отходов в течение коротких периодов, может возникать необходимость стабилизации теплового потока на уровнях, пригодных для работы предлагаемой установки, содержащей несколько систем, основанных на ОЦР.

В этих случаях возможны два сценария действия:

целесообразность ограничения количества тепла, изымаемого из источника, и использование остаточной части тепла источника для оптимизации потребления в согласовании с процессами, служащими источниками тепла,

целесообразность, если не острая необходимость, изъятия и использования части энергии, вырабатываемой системами, основанными на ОЦР, и использование параллельных доступных источников тепла для удержания теплового потока на неизменных уровнях.

Путем использования аккумулирующих тепло средств 6, которые содержат, например, аккумулирующую тепло систему на основе огнеупорной массы или аккумулирующую тепло систему на солевом расплаве с замкнутым контуром, можно поддерживать средний гарантированный тепловой уровень источника 2 тепла, тем самым оптимально разрешая ситуации, описанные выше.

Для низких тепловых мощностей аккумулирующая тепло система на основе огнеупорной массы, имеющая низкие издержки на производство и обслуживание, является предпочтительной. В этом случае горячая отходная (т.е. служащая источником тепла) текучая среда проходит через огнеупорный материал, отдает часть тепла, после чего входит в высокотемпературный (т.е. первый) испаритель. Когда расход указанной отходной текучей среды снижается и/или почти прекращается, активируется циркуляция горячего воздуха (или иного газа) в замкнутом контуре между камерой аккумуляции и испарителем. Для аккумулирующих тепло систем этого типа оптимальным диапазоном аккумулируемой температуры является 200-400°C.

Для высоких тепловых мощностей аккумулирующая тепло система может предпочтительно быть основана на аккумулирующей тепло системе на солевом расплаве с замкнутым контуром, что тоже обусловлено экономическими факторами, а именно инвестициями в аккумулирующий резервуар, требуемыми для обеспечения эффективной аккумуляции тепла и возвращения этого тепла, а, следовательно, для соответствующего производства электрической энергии.

Агрессивность солевого расплава требует ограничения температуры солевых смесей (нитратов и нитридов натрия, калия и кальция) значениями 400-450°C для обеспечения возможности использования дешевых материалов для теплообменников и резервуаров. Кроме того, для предотвращения сочетания эффектов агрессивности солевого расплава и текучей среды, используемой в качестве источника тепла, целесообразно использовать между ними теплопроводную текучую среду-посредник. Наконец, выбор технологий теплообменников, которые обеспечивают малые потери напора для вязких текучих сред (технология EM-Baffle® и подобные) дополняют требования к системе.

В еще одном конкретном варианте осуществления установки 1 для производства энергии согласно настоящему изобретению, тоже изображенном на фиг. 3, указанный источник 2 тепла содержит средства 7 для внедрения доступной энергии.

Использование как аккумулирующей тепло системы на основе огнеупорной массы, так и аккумулирующей тепло системы на солевом расплаве с замкнутым контуром, равно как и других систем аккумуляции, по существу, возможно для внедрения доступной энергии с целью обеспечения энтальпического скачка в органическом цикле Ренкина. Указанное внедрение может быть обеспечено путем повторного использования части производимой электрической энергии для стабилизации цикла и/или достижения его максимальной термодинамической производительности. Также возможно увеличение абсолютной мощности путем использования параллельных источников с учетом времени суток и спроса. В частности, технологии, применяемые в солнечных энергетических системах с термодинамическим циклом, могут, например, быть использованы для адекватного повышения доступной тепловой мощности в периоды пикового спроса.

Соединение средств для внедрения доступной энергии с аккумулирующими энергию средствами обеспечивает максимальную гибкость всей установки и надлежащую эксплуатацию расположенных друг за другом турбин, как описано выше при раскрытии расположенных каскадом органических циклов Ренкина. Как аккумулирующие тепло средства 6, так и средства 7 для внедрения доступной энергии могут, по существу, быть с удобством применены к установкам, содержащим множество органических циклов Ренкина, такого типа, что изображен на фиг. 2.

Установка 1 для производства энергии согласно настоящему изобретению может также содержать средства для электрического преобразования, а именно для преобразования кинетической энергии, вырабатываемой турбиной, в электрическую энергию.

Например, рассмотрим фиг. 4. Установка 1 для производства энергии согласно настоящему изобретению может, что является выгодным, содержать устройство 8 для механического соединения между указанной турбиной и указанным генератором 4, 5.

Указанное устройство 8 для механического соединения может, например, содержать редуктор 81,

расположенный между валом 84 указанной турбины и валом 85 указанного генератора 4, 5. Указанный редуктор 81 может, например, представлять собой планетарный редуктор, обеспечивающий преобразование от скорости вращения турбины к скорости вращения генератора (генератора переменного тока) и, таким образом, поддерживающий правильную частоту выходной электрической энергии, поступающей в электрическую сеть.

Кроме того, редуктор 81, что является удобным, содержит все элементы (например, регулирующий маховик 82 и тормоз 83), которые обеспечивают возможность поддержания правильных рабочих режимов всей системы преобразования кинетической энергии в электрическую энергию. Соединение с электрической сетью может быть выполнено через трансформатор 86 и/или другие средства для синхронизации с указанной сетью.

Альтернативно, как изображено на фиг. 5, указанная турбина непосредственно соединена с указанным генератором 4, 5. Например, турбина может быть непосредственно соединена с (синхронным или асинхронным) электродвигателем, тем самым устраняя весь механический блок, описанный выше. В этом случае указанный электродвигатель может использоваться в четырех квадрантах ($V \times I > 0$; $V \times I < 0$) как в качестве двигателя для поддержания вращения турбины в ее переходных состояниях, так и в качестве электрогенератора.

В этом случае имеются электронные средства 9, например, включающие преобразователь переменного тока в постоянный ток для непрерывного преобразования высокочастотного напряжения (с частотами, значительно превышающими 50 Гц), обусловленного непосредственным соединением с турбиной, и преобразователь постоянного тока в переменный ток для получения правильного выходного напряжения с надлежащей синхронизацией для вывода в электрическую сеть. Кроме того, могут иметься, что является удобным, трансформаторные средства 91.

Из приведенного выше описания понятно, что установка для производства энергии согласно настоящему изобретению полностью решает поставленные задачи.

Управление входным расходом турбины выполняется, по существу, в случае варьирования тепловой нагрузки в соответствии с вышестоящими технологическими процессами, когда имеются дополнительные опции использования мощности, или, более непосредственно, для адаптации к снижению спроса, какой бы ни была причина этого снижения.

Указанное оборудование, следовательно, представляет собой эффективное решение, например, в случаях, когда наряду с генераторами электрической энергии, выполненными с возможностью управления входным расходом, имеются средства производства тепловой энергии, которые потребляют тепло из систем, основанных на ОЦР, входящих в установку (до 50% имеющейся тепловой энергии), и/или для обеспечения возможности увеличения общего производства электрической энергии, когда требуется направить все доступное тепло на это производство (например, при отсутствии или уменьшении использования горячей воды/пара в незимние периоды, когда отопительные задачи не имеют первостепенной важности).

Соединение с вторичным источником тепла (например, концентратором солнечной энергии), кроме того, обеспечивает возможность эксплуатации турбины на ее максимальном уровне мощности, возможность снижения потребления из первичного источника тепла или просто возможность увеличения общего производства электрической энергии в периоды повышения спроса.

Наконец, аккумуляция мощности обеспечивает возможность уравнивания производства электрической энергии во времени и доведения до максимума производства электрической энергии внутри пределов, определенных действительно доступной тепловой мощностью, в периоды повышения спроса.

На основании вышесказанного можно, таким образом, заявить, что установка для производства энергии согласно настоящему изобретению, в частности, когда она сочетает расположенные каскадом органические циклы Ренкина, следующие за средствами для аккумуляции и/или интеграции доступной энергии, и турбины, выполненные с возможностью управления входным расходом, идеальна с технической и экономической точек зрения для доведения до максимума производства электрической энергии с использованием тепловых отходов и/или источников тепла, несущих среднее или малое абсолютное количество мощности.

На основании приведенного выше описания другие характеристики, модификации или усовершенствования возможны и очевидны для специалиста, обладающего средним уровнем знаний в данной области. Указанные характеристики, модификации и усовершенствования, следовательно, следует считать частью настоящего изобретения. На практике используемые материалы, а также размеры и формы могут быть выбраны в соответствии с требованиями современного уровня техники.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Установка (1) для производства энергии, основанная на органическом цикле Ренкина (ОЦР), содержащая первую систему (10), основанную на ОЦР, содержащую первую рабочую органическую текущую среду, циркулирующую последовательно между первым испарителем (11), находящимся в условиях теплообмена с источником (2) тепла, первой областью (12) расширения в турбине, функционально со-

единенной с генератором (4), первым испарителем/конденсатором (13) и первым насосом (14) для вращения первой рабочей органической текучей среды в первый испаритель (11), отличающаяся тем, что указанная турбина представляет собой турбину, выполненную с возможностью управления входным расходом, и содержит средства для управления входным расходом указанной рабочей органической текучей среды, при этом указанные средства выполнены с возможностью управления входным расходом таким образом, чтобы поддерживать постоянную скорость вращения указанной турбины, причем указанные средства для управления входным расходом рабочей органической текучей среды содержат гидравлическое устройство, приводимое в действие рабочей органической текучей средой, при этом данное гидравлическое устройство регулирует входной расход рабочей органической текучей среды путем использования изменений давления самой этой органической текучей среды.

2. Установка по п.1, отличающаяся тем, что содержит вторую систему (20), основанную на ОЦР, содержащую вторую рабочую органическую текучую среду, циркулирующую последовательно между первым испарителем/конденсатором (13), второй областью (22) расширения в турбине, функционально соединенной с генератором (5), вторым испарителем/конденсатором (23) и вторым насосом (24) для вращения указанной второй рабочей органической текучей среды в первый испаритель/конденсатор (13), причем указанная турбина содержит для каждой из указанных областей (12, 22) расширения средства для управления входным расходом указанных рабочих органических текучих сред.

3. Установка по одному из предшествующих пунктов, отличающаяся тем, что указанная турбина, выполненная с возможностью управления входным расходом, представляет собой турбину с несколькими областями расширения, с одним валом либо с отдельными соосными или параллельными валами.

4. Установка по одному из предшествующих пунктов, отличающаяся тем, что указанный источник (2) тепла содержит средства (6) аккумулирования тепла.

5. Установка по п.4, отличающаяся тем, что средства (6) аккумулирования тепла содержат аккумулирующую тепло систему на основе огнеупорной массы или аккумулирующую тепло систему на солевом расплаве с замкнутым контуром.

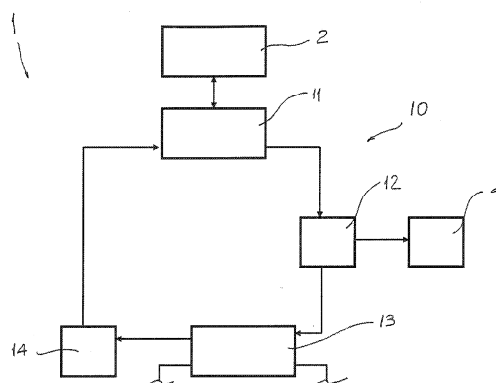
6. Установка по одному из предшествующих пунктов, отличающаяся тем, что источник (2) тепла содержит средства (7) для внедрения доступной энергии.

7. Установка по п.6, отличающаяся тем, что средства (7) для внедрения доступной энергии содержат солнечную энергетическую систему с термодинамическим циклом.

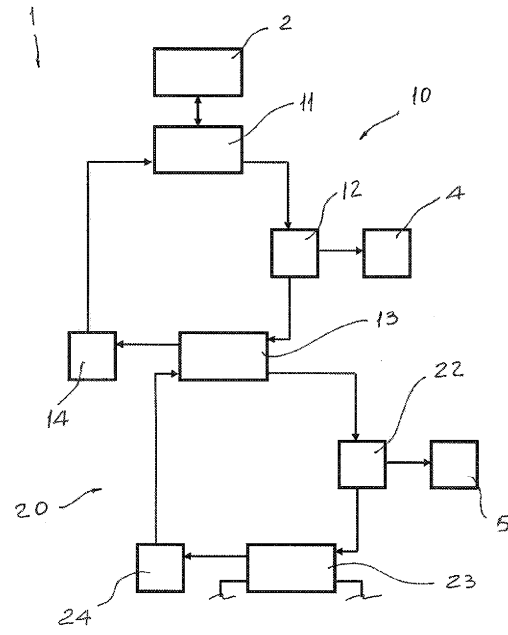
8. Установка по одному из предшествующих пунктов, отличающаяся тем, что содержит устройство (8) для механического соединения между указанной турбиной и указанным генератором (4, 5).

9. Установка по п.8, отличающаяся тем, что устройство (8) для механического соединения между указанной турбиной и указанным генератором (4, 5) содержит редуктор (81), регулирующий маховик (82) и тормоз (83), установленные между валом (84) указанной турбины и валом (85) указанного генератора (4, 5).

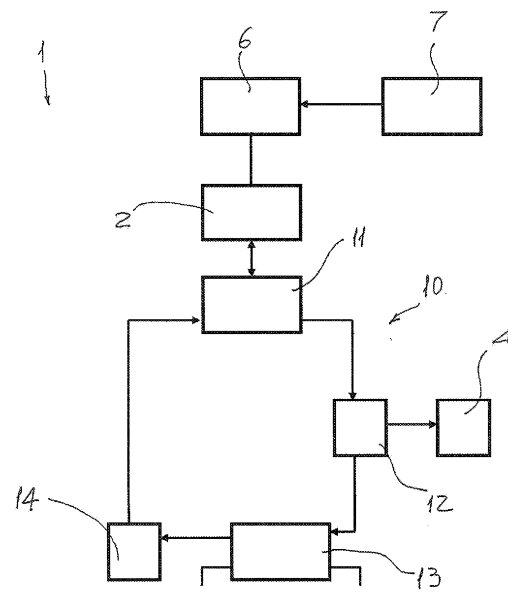
10. Установка по одному из пп.1-7, отличающаяся тем, что указанная турбина непосредственно соединена с указанным генератором (4, 5), а установка (1) содержит электронные средства (9) для преобразования выходного напряжения указанного генератора (4, 5).



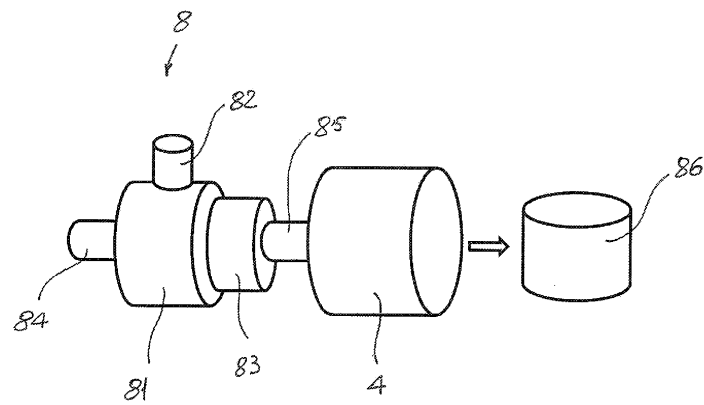
Фиг. 1



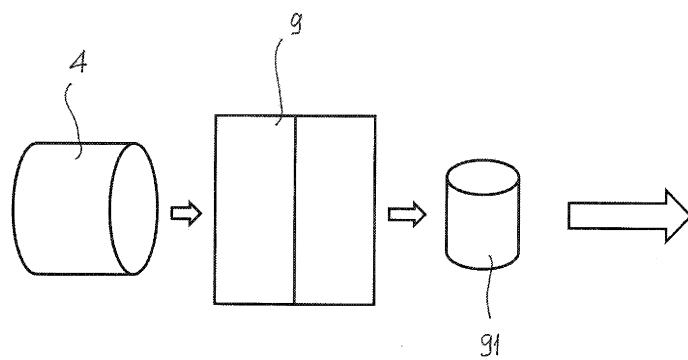
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

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