



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: **2012100790/06**, **11.01.2012**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
11.01.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **11.01.2012**

(43) Дата публикации заявки: **20.07.2013** Бюл. № 20

(45) Опубликовано: **27.10.2013** Бюл. № 30

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2276758 C2**, **20.05.2006**. **RU 2221192 C2**, **10.01.2004**. **BY 8383 C1**, **30.08.2006**. **JP 8121699 A**, **17.05.1996**. **US 4359871 A**, **23.11.1982**.

Адрес для переписки:

**199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
ФГБОУ ВПО "Национальный минерально-сырьевой университет "Горный", отдел интеллектуальной собственности и трансфера технологий (отдел ИС и ТТ)**

(72) Автор(ы):

**Козярук Анатолий Евтихиевич (RU),
Васильев Богдан Юрьевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Национальный минерально-сырьевой университет "Горный" (RU)

(54) ОБРАТИМАЯ ЭЛЕКТРОТУРБОДЕТАНДЕРНАЯ УСТАНОВКА

(57) Реферат:

Изобретение относится к области газовой промышленности и энергетики, в частности к установкам перекачки природного газа и энергетическим установкам, утилизирующим энергию избыточного давления природного газа. Обратимая электротурбодетандерная установка содержит электрическую машину, турбодетандер, установленный перед ним электрический нагреватель, подключенный к аккумуляторной батарее, установленной с возможностью подзарядки от электрической машины, дополнительную систему подогрева природного газа. Она снабжена центробежным нагнетателем и газовой турбиной, кинематически связанной с турбодетандером, с центробежным нагнетателем и с электрической машиной, снабженной полупроводниковым

преобразователем. Дополнительная система подогрева выполнена в виде рекуператора тепла, установленного в газовой турбине, и соединенного через водяной насос с водяным нагревателем, установленным перед электрическим нагревателем, а аккумуляторная батарея соединена с электрической машиной через полупроводниковый преобразователь. Электрическая машина выполнена в виде синхронного электродвигателя с возможностью его работы в режиме генератора электроэнергии или в режиме регулируемого электродвигателя. Техническим результатом является расширение возможностей устройства и повышение надежности работы. 1 з.п. ф-лы, 5 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
F25B 11/04 (2006.01)
F17D 1/04 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2012100790/06, 11.01.2012**

(24) Effective date for property rights:
11.01.2012

Priority:

(22) Date of filing: **11.01.2012**

(43) Application published: **20.07.2013 Bull. 20**

(45) Date of publication: **27.10.2013 Bull. 30**

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 linija, 2,
FGBOU VPO "Natsional'nyj mineral'no-syr'evoj
universitet "Gornyj", otdel intelektual'noj
sobstvennosti i transfera tekhnologij (otdel IS i TT)**

(72) Inventor(s):

**Kozjaruk Anatolij Evtikhievich (RU),
Vasil'ev Bogdan Jur'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovanija "Natsional'nyj
mineral'no-syr'evoj universitet "Gornyj" (RU)**

(54) REVERSIBLE ELECTRIC TURBO-EXPANDER PLANT

(57) Abstract:

FIELD: power engineering.

SUBSTANCE: reversible electric turbo-expander plant comprises an electric machine, a turbo-expander, an electric heater installed upstream and connected to an accumulator battery, installed as capable of recharging from an electric machine, an additional system of natural gas heating. It is equipped with a centrifugal supercharger and a gas turbine, kinematically connected with a turbo-expander, with a centrifugal supercharger and with an electric machine equipped with a semiconductor converter. The additional heating system is made in

the form of a heat recuperator installed in the gas turbine, and connected via a water pump with a water heater, installed upstream the electric heater, and the accumulator battery is connected with the electric machine via a semiconductor converter. The electric machine is made in the form of a synchronous electric motor as capable of its operation in the mode of an electric energy generator or in the mode of a controlled electric motor.

EFFECT: expansion of device capabilities and increased operational reliability.

2 cl, 5 dwg

Изобретение относится к области газовой промышленности и энергетики, в частности к установкам перекачки природного газа и энергетическим установкам, утилизирующим энергию избыточного давления природного газа.

5 Известна турбодетандерная установка, содержащая турбодетандер, электрогенератор, линию высокого давления природного газа, газопаровый теплообменник и электропарогенератор, соединенный с противодавленческой турбиной (патент RU 2403406, опубл. 10.11.2010 г.).

10 Недостатками установки являются узкая область применения, наличие газопарового теплообменника и электропарогенератора, что повышает себестоимость и снижает надежность установки.

15 Известна теплотурбодетандерная установка в системе ГРС (патент RU 2330968, опубл. 10.08.2008), содержащая компрессор, камеру сгорания, турбину, подогреватель цикловой воды, дымовую трубу, газопровод высокого давления, подогреватель газа, гидротурбину, электродвигатель, циркуляционный насос, гидромфту, турбодетандер, электрогенератор, распределительные коллекторы, причем, циркуляционный насос, подогреватель цикловой воды, подогреватель газа, гидротурбина образуют замкнутый контур цикловой воды, при этом турбина соединена с подогревателем 20 цикловой воды, который подключен через магистраль воды к подогревателю газа, а магистралью отработавшего газа к дымовой трубе, магистраль природного газа высокого давления через подогреватель соединена с турбодетандером, который на своем выхлопе через систему газопроводов подключен к распределительным коллекторам.

25 Недостатками установки является ее привязка к ГРС, что существенно снижает область применения, а также неэкологичность эксплуатации, поскольку происходит сжигание природного газа, и выброс продуктов сгорания в атмосферу.

30 Известна газотурбодетандерная установка для утилизации энергии сжатого природного газа (патент RU 2276758, опубл. 20.05.2006), принятая за прототип. Она содержит последовательно установленные на магистрали природного газа высокого давления электрический нагреватель для подогрева газа, турбодетандер, кинематически связанный с электрогенератором, и аккумуляторную батарею с возможностью подзарядки последней от электрогенератора при работающем в 35 режиме турбодетандера и подключении к нагревателю в начальный момент работы установки с последующим отключением от нагревателя при выходе турбодетандера на режимную работу.

40 Недостатками установки являются узкая область применения и низкая надежность, т.к. отсутствует дублирующая система подогрева газа на входе турбодетандера.

Техническим результатом изобретения является расширение возможностей устройства и повышение надежности работы.

45 Технический результат достигается тем, что обратимая электротурбодетандерная установка, содержащая электрическую машину, турбодетандер, установленный перед ним электрический нагреватель, подключенный к аккумуляторной батарее, установленной с возможностью подзарядки от электрической машины, 50 дополнительную систему подогрева природного газа, снабжена центробежным нагнетателем и газовой турбиной, кинематически связанной с турбодетандером, с центробежным нагнетателем и с электрической машиной, снабженной полупроводниковым преобразователем, при этом дополнительная система подогрева выполнена в виде рекуператора тепла, установленного в газовой турбине, и соединенного через водяной насос с водяным нагревателем, установленным перед

электрическим нагревателем, а аккумуляторная батарея соединена с электрической машиной через полупроводниковый преобразователь.

В системе подогрева природного газа, перед турбодетандером, электрический нагреватель является основным, а водяной нагреватель - дополнительным.

5 Структурная схема обратимой электротурбодетандерной установки представлена на фиг.1. Установка содержит электрическую машину 8, снабженную полупроводниковый преобразователем 9, турбодетандер 3, установленный перед ним электрический нагреватель 2, подключенный к аккумуляторной батарее 4, 10 центробежный нагнетатель 7, дополнительную систему подогрева природного газа, газовую турбину 6. Дополнительная система подогрева выполнена в виде рекуператора тепла 11, установленного в газовой турбине 6, и соединенного через водяной насос 12 с водяным нагревателем 13, установленным перед электрическим нагревателем 2. Рекуператор тепла 11 служит для утилизации тепла и использования 15 его в дополнительном водном нагревателе 13 природного газа на входе в турбодетандер 3. В качестве теплоносителя используется вода. Водяной насос 12 используют для обеспечения циркуляции воды. Электрический нагреватель 2 для подогрева природного газа, турбодетандер 3 и центробежный нагнетатель 7 20 установлены на магистрали природного газа высокого давления 1. Газовая турбина 6 кинематически связана с турбодетандером 3, с центробежным нагнетателем 7 и с электрической машиной 8. Турбодетандер 3 также кинематически связан с электрической машиной 8. Аккумуляторная батарея 4 установлена с возможностью подзарядки от электрической машины 8 и соединена с ней через полупроводниковый преобразователь 9. 25

Обратимая электротурбодетандерная установка работает следующим образом. Из магистрали высокого давления 1 природный газ поступает в турбодетандер 3, 30 расходует энергию на его вращение и теряет давление (фиг.2). На выходе турбодетандера 3 начинается магистраль природного газа низкого давления 5. Таким образом, за счет турбодетандерного эффекта, происходит снижение давления природного газа. При снижении давления природного газа происходит снижение его температуры. Для избежания обмерзания турбодетандера 3 температуру природного газа повышают электрическим нагревателем 2. При вращении турбодетандера 3 35 вращается кинематически связанная с ним электрическая машина 8. Электрическая машина 8 работает в генераторном режиме и через полупроводниковый преобразователь 9 заряжает аккумуляторную батарею 4 и питает электрический нагреватель 2. Таким образом, обратимая электротурбодетандерная установка 40 работает в турбодетандерном режиме.

При неисправности электрического нагревателя 2 или электрической машины 8, запускают газовую турбину 6 (фиг.3). В результате, работает дополнительная система подогрева. В рекуператоре тепла 11 происходит нагрев воды, которую с помощью водяного насоса 12 перекачивают в водяной нагреватель 13 и подогревают 45 природный газ на входе в турбодетандер 3. Этим достигают надежность работы установки.

При работе на повышение давления за счет центробежного нагнетателя 7 (фиг.4), последний может приводиться во вращательное движение со стороны газовой 50 турбины 6, при отсутствии электроэнергии. При этом, одновременно с вращением центробежного нагнетателя 7, происходит вращение электрической машины 8. При этом электрическая машина 8 работает в генераторном режиме, а выработанная энергия направляют в аккумуляторную батарею 4 и внешнюю сеть. Таким образом,

обратимая электротурбодетандерная установка обеспечивает комбинированный режим работы.

При работе на повышение давления за счет центробежного нагнетателя 7 (фиг.5), последний может приводиться во вращательное движение также со стороны электрической машины 8. При этом она работает в двигательном режиме, а управление ею осуществляют с помощью полупроводникового преобразователя 9.

Обратимая электротурбодетандерная установка работает в режиме газового компрессора центробежного нагнетателя 7 магистрали высокого давления 1.

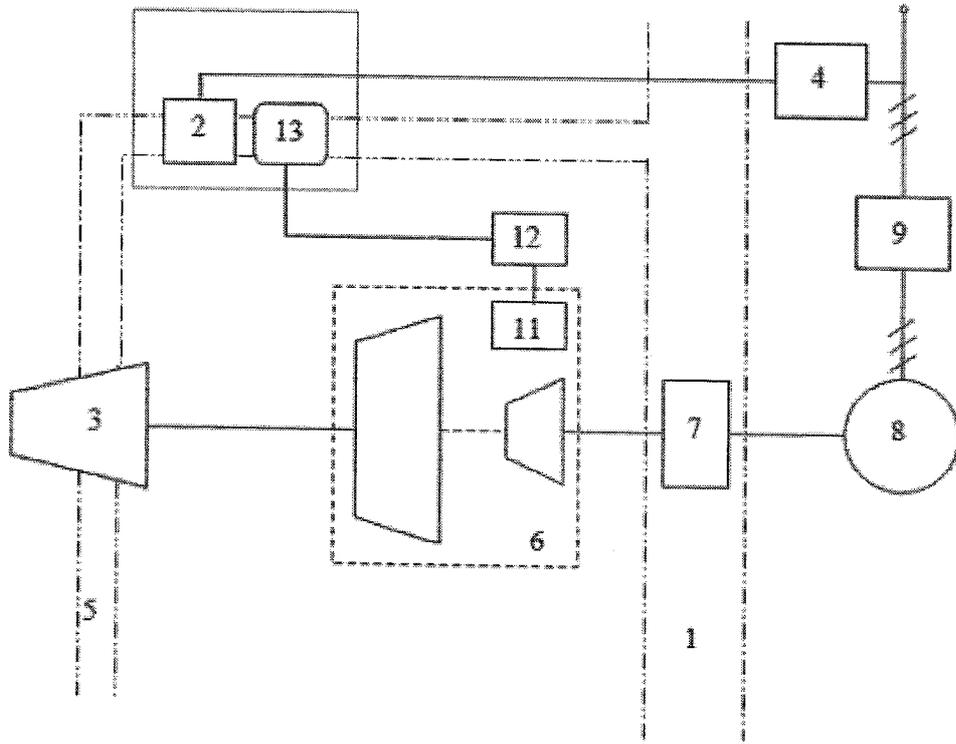
Установка работает в турбодетандерном режиме, в режиме газового компрессора магистрального газопровода с приводом от газовой турбины или электрической машины и в комбинированном режиме работы при использовании газовой турбины в качестве привода центробежного нагнетателя для компремирования природного газа, и электрической машины для генерации электроэнергии.

Таким образом, расширяются возможности использования установки и повышается надежность ее работы.

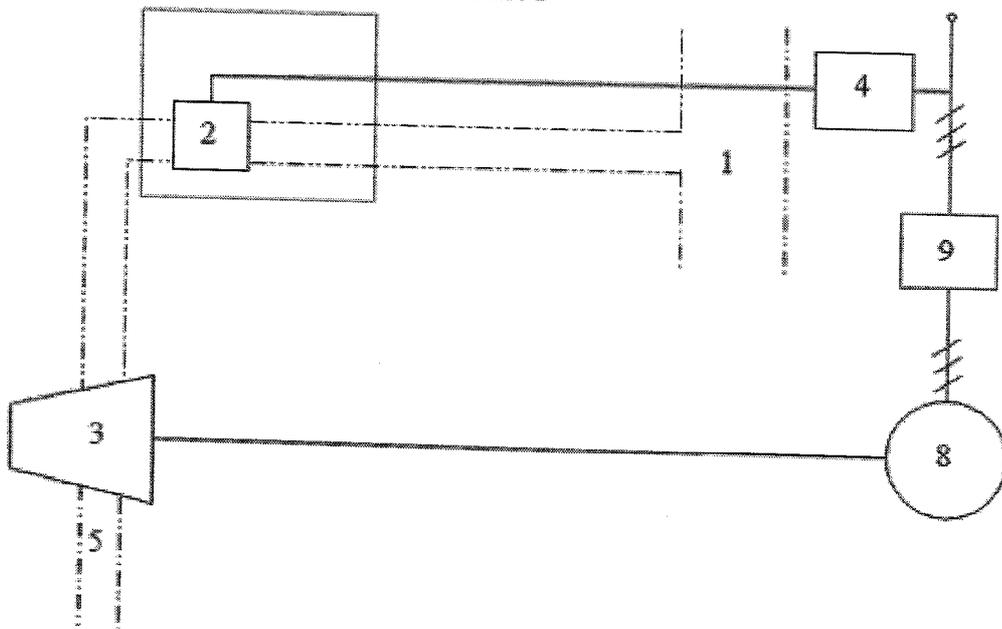
Формула изобретения

1. Обратимая электротурбодетандерная установка, содержащая электрическую машину, турбодетандер, установленный перед ним электрический нагреватель, подключенный к аккумуляторной батарее, установленной с возможностью подзарядки от электрической машины, дополнительную систему подогрева природного газа, отличающаяся тем, что она снабжена центробежным нагнетателем и газовой турбиной, кинематически связанной с турбодетандером, с центробежным нагнетателем и с электрической машиной, снабженной полупроводниковым преобразователем, при этом дополнительная система подогрева выполнена в виде рекуператора тепла, установленного в газовой турбине и соединенного через водяной насос с водяным нагревателем, установленным перед электрическим нагревателем, а аккумуляторная батарея соединена с электрической машиной через полупроводниковый преобразователь.

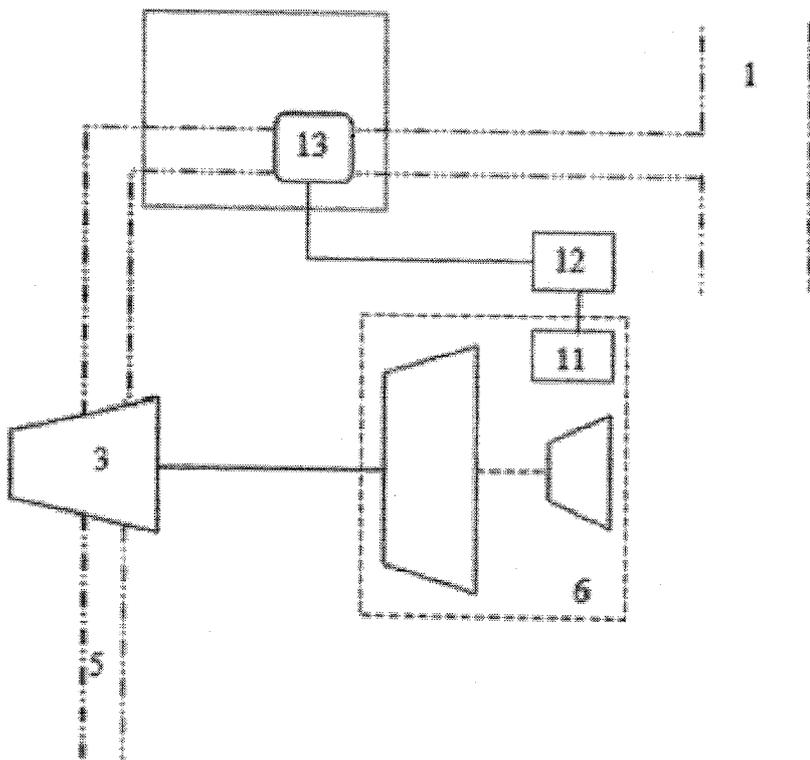
2. Обратимая электротурбодетандерная установка по п.1, отличающаяся тем, что электрическая машина выполнена в виде синхронного электродвигателя с возможностью его работы в режиме генератора электроэнергии или в режиме регулируемого электродвигателя.



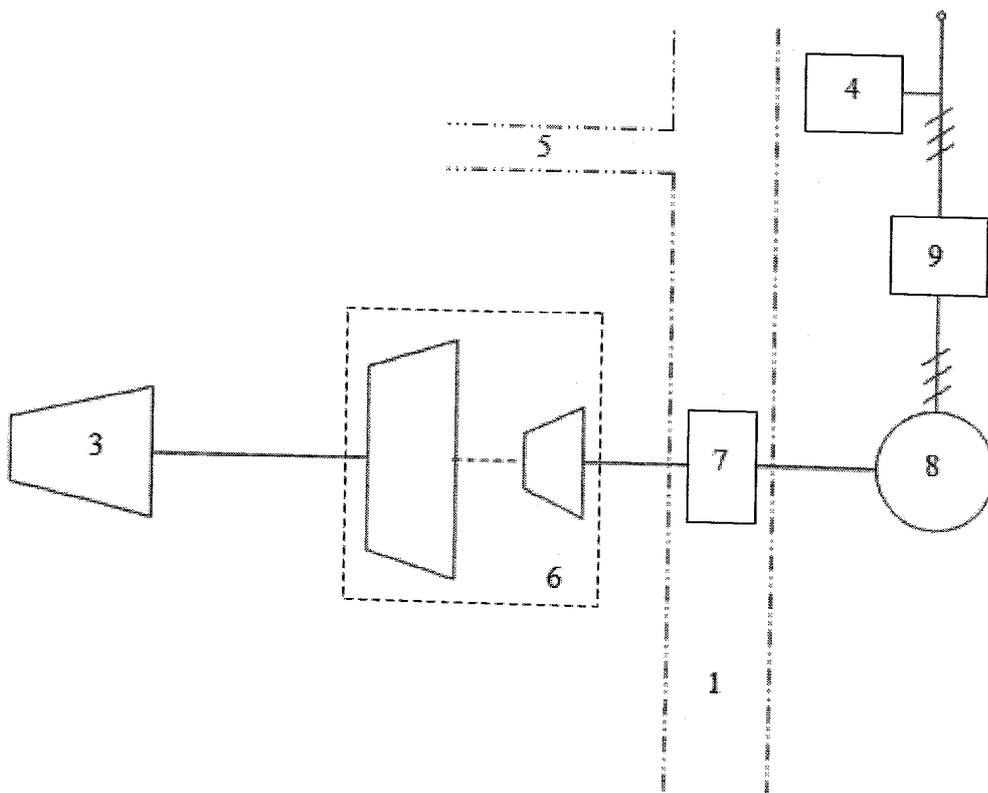
Фиг. 1



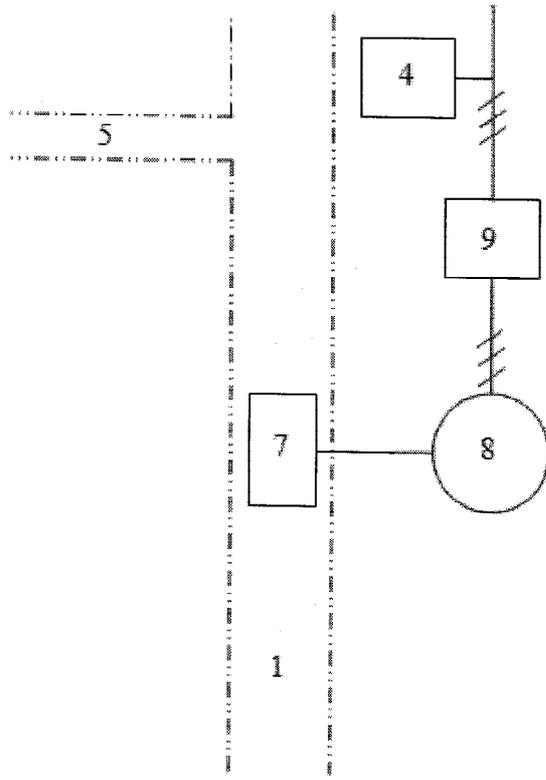
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5