



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012145927/06, 29.10.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
29.10.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 29.10.2012

(45) Опубликовано: 20.05.2014 Бюл. № 14

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2353787 C1, 27.04.2009. US 4041697
A, 16.08.1977. US 4354345 A, 19.10.1982. SU
1495415 A1, 23.07.1989. US 4104873 A,
08.08.1978. US 3874168 A, 01.04.1975

Адрес для переписки:

111250, Москва, ул. Красноказарменная, 14,
ФГБОУ ВПО "Национальный
исследовательский университет "МЭИ", НИЧ,
патентный отдел, Т.А. Лобзовой

(72) Автор(ы):

Буров Валерий Дмитриевич (RU),
Дудолин Алексей Анатольевич (RU),
Сойко Геннадий Васильевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Национальный исследовательский
университет "МЭИ" (ФГБОУ ВПО "НИУ
МЭИ") (RU)

(54) ГАЗОТУРБИНАЯ УСТАНОВКА С ТЕПЛОВЫМ НАСОСОМ

(57) Реферат:

Газотурбинная установка содержит газотурбинный двигатель с компрессором, устройство воздухоподготовки газотурбинного двигателя, топливную систему с камерами сгорания, устройством подачи и регулирования топлива, масляную систему узлов трения газотурбинного двигателя и исполнительных агрегатов с теплообменником охлаждения масла, нагнетающим насосом, теплообменником подогрева топлива, выполненными в отдельном регулируемом циркуляционном контуре. Газотурбинная установка дополнительно снабжена тепловым насосом, содержащим последовательно соединенные, по меньшей мере, один испарительный теплообменник, одно устройство повышения давления, один

конденсаторный теплообменник, одно устройство понижения давления. Вход испарительного теплообменника подключен к выходу устройства воздухоподготовки газотурбинного двигателя. Выход испарительного теплообменника соединен с входом компрессора. Вход конденсаторного теплообменника соединен с устройством подачи топлива, а выход - с теплообменником подогрева топлива. Изобретение направлено на повышение экономичности газотурбинной установки с различными газовыми и жидкими топливами, на снижение влияния параметров атмосферного воздуха на параметры ее работы, а также на повышение безопасности системы подогрева топлива газотурбинной установки. 1 ил.

RU 2 515 910 C1

RU 2 515 910 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

F02C 7/224 (2006.01)*F02C 7/06* (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2012145927/06, 29.10.2012**(24) Effective date for property rights:
29.10.2012

Priority:

(22) Date of filing: **29.10.2012**(45) Date of publication: **20.05.2014** Bull. № 14

Mail address:

111250, Moskva, ul. Krasnokazarmennaja, 14,
FGBOU VPO "Natsional'nyj issledovatel'skij
universitet "MEhI", NICH, patentnyj otdel, T.A.
Lobzovoj

(72) Inventor(s):

**Burov Valerij Dmitrievich (RU),
Dudolin Aleksej Anatol'evich (RU),
Sojko Gennadij Vasil'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovanija "Natsional'nyj
issledovatel'skij universitet "MEhI" (FGBOU
VPO "NIU MEhI") (RU)**

(54) **GAS TURBINE PLANT WITH HEAT PUMP**

(57) Abstract:

FIELD: engines and pumps.

SUBSTANCE: proposed plant comprises gas turbine engine with compressor, gas turbine air preparation device, fuel system with combustion chamber, fuel feed and adjustment device, engine and actuator oil lubing system with oil cooling heat exchanger, pressure pump, fuel heating heat exchanger, all being arranged in separate adjustable circulation circuit. Additionally, said plant incorporated a heat pump. The latter comprises at least one heat exchanger, one pressure booster, one

condenser heat exchanger and one pressure reducer. Evaporator heat exchanger inlet is connected to gas turbine air preparation device outlet. Evaporator heat exchanger outlet is connected to compressor inlet. Condenser heat exchange inlet is connected with fuel feed device while its outlet is connected with fuel heating heat exchanger.

EFFECT: higher efficiency, reduced influence of atmospheric air parameters, higher safety.

1 dwg

Предлагаемое изобретение относится к области теплоэнергетики, энергомашиностроения и может быть использовано в конструкциях и схемах установок, преобразующих тепло в механическую или электрическую энергию.

Известна газотурбинная установка (ГТУ) с газомасляным теплообменником (патент на полезную модель РФ №77912, публикация описания 10.11.2008), работающая на природном газе, содержащая газотурбинный двигатель с масляной системой, системой топливопитания, и приводимый агрегат, например, нагнетатель газа или электрогенератор. Установка снабжена газомасляным теплообменником с полостью масла и полостью топливного газа, при этом вход в масляную полость теплообменника соединен с каналом отвода масла из газотурбинного двигателя.

Недостатком данной установки можно считать малую тепловую мощность газомасляного подогревателя, ограниченную общим количеством тепла, отводимым из масляной системы. Сильное влияние параметров атмосферного воздуха на мощность и эффективность ГТУ. Следует также отметить, что данная установка имеет низкий КПД.

Известна газотурбинная установка (патент РФ №2353787, публикация описания 27.04.2009), выбранная в качестве прототипа, предназначенная для использования на газотурбовозах, передвижных и стационарных электрических станциях, отличающаяся использованием криогенного газового топлива. Масляные системы газотурбинного двигателя и исполнительных агрегатов выполнены по отдельным регулируемым циркуляционным контурам со своими топливомасляными теплообменниками, охлаждающей средой которых является криогенное газовое топливо, нагнетающим насосом и баком для масла. Охлаждающие полости топливомасляных теплообменников соединены топливным трубопроводами на входе с устройством подачи и регулирования топлива, а на выходе они соединены с подогревателем топлива, установленным в выхлопном патрубке газотурбинного двигателя.

Недостатками прототипа являются: ограниченные возможности ее применения (только для установок с криогенным газовым топливом), применение в качестве подогревателя топлива теплообменника, установленного в выхлопном патрубке газотурбинного двигателя, увеличивающего пожаро- и взрывоопасность установки, а также данная газотурбинная установка чувствительна к параметрам атмосферного воздуха, влияющего на ее мощность и эффективность (КПД).

Техническая задача, решаемая предлагаемым изобретением, состоит в повышении экономичности ГТУ, в универсализации предлагаемого схемного решения для газотурбинных установок, для установок с различными газовыми и жидкими топливами, в снижении влияния параметров атмосферного воздуха на параметры работы газотурбинной установки (мощность и эффективность (КПД)), а также в повышении безопасности системы подогрева топлива газотурбинной установки.

Технический результат, заключающийся в повышении экономичности газотурбинной установки, достигается путем расширения системы подогрева топлива дополнительной ступенью в виде теплового насоса и увеличения подогрева топлива, подаваемого в камеру сгорания газотурбинной установки.

Технический результат, заключающийся в повышении экономичности газотурбинной установки, достигается за счет уменьшения потребляемой мощности компрессора ГТУ. Уменьшение потребляемой мощности компрессора ГТУ происходит за счет понижения температуры воздуха на входе в компрессор, вызванного отбором части тепловой энергии от воздуха и передачей ее топливному газу.

Технический результат, заключающийся в универсализации предлагаемого схемного

решения для газотурбинных установок с различным газовым и жидкими топливами, достигается за счет применения промежуточного теплоносителя в ступенях подогрева топлива.

5 Технический результат, заключающийся в снижении влияния параметров атмосферного воздуха на параметры работы ГТУ, достигается за счет применения в качестве второй ступени подогрева топлива теплонасосной установки, позволяющей отбирать тепловую энергию от потока воздуха, поддерживая температуру воздуха на входе в компрессор ГТУ на постоянном уровне.

10 Технический результат, заключающийся в повышении безопасности системы подогрева топлива газотурбинной установки, достигается за счет отказа от теплообменника подогрева топлива в тракте уходящих газов, где возможен контакт топлива с кислородосодержащими газами с температурой выше точки воспламенения, и применения промежуточного (не содержащего кислород и негорючего) теплоносителя в контурах подогрева топлива.

15 Поставленная техническая задача решается тем, что известная газотурбинная установка, содержащая газотурбинный двигатель с компрессором, устройство воздухоподготовки газотурбинного двигателя, топливную систему с камерами сгорания, устройством подачи и регулирования топлива, масляную систему узлов трения газотурбинного двигателя и исполнительных агрегатов с теплообменником охлаждения
20 масла, нагнетающим насосом, теплообменником подогрева топлива, выполненными в отдельном регулируемом циркуляционном контуре согласно изобретению, дополнительно снабжена тепловым насосом, содержащим последовательно соединенные, по меньшей мере, один испарительный теплообменник, одно устройство повышения давления, один конденсаторный теплообменник, одно устройство понижения
25 давления, при этом вход испарительного теплообменника подключен к выходу устройства воздухоподготовки газотурбинного двигателя, выход испарительного теплообменника соединен с входом компрессора, вход конденсаторного теплообменника соединен с устройством подачи топлива, а выход - с теплообменником подогрева топлива.

30 На чертеже изображена функциональная схема газотурбинной установки с предлагаемой схемой подогрева топлива.

Газотурбинная установка, содержит, по крайней мере, одно устройство воздухоподготовки 1, компрессор 2, устройство подачи и регулирования топлива 3, камеру сгорания 4, газовую турбину 5, тракт уходящих газов 6, масляную систему узлов трения газотурбинного двигателя 7, и масляную систему узлов трения исполнительных агрегатов 8, отдельный регулируемый циркуляционный контур 9, состоящий по меньшей мере из одного теплообменника охлаждения масла 10, нагнетающего насоса 11 и теплообменник подогрева топлива 12, также ГТУ содержит тепловой насос 13, содержащий последовательно соединенные, по меньшей мере, один испарительный
40 теплообменник 14, одно устройство повышения давления 15, конденсаторный теплообменник 16, одно устройство понижения давления 17.

Работа предлагаемой газотурбинной установки с тепловым насосом осуществляется следующим образом.

45 Атмосферный воздух забирают через комплексное устройство воздухоподготовки 1 и подают по воздухопроводу, содержащему испарительный теплообменник 14, в котором воздух отдает тепло кипящему теплоносителю контура ТНУ. После прохождения испарительного теплообменника 14 охлажденный воздух подается на вход в компрессор 3. После прохождения компрессора ГТУ 3 воздух с высоким

давлением и высокой температурой подается в камеры сгорания ГТУ 4, в которые также подается топливо (газовое или жидкое), прошедшее через регулируемый циркуляционный контур 9 и конденсаторный теплообменник 16 теплового насоса 13. В камере сгорания ГТУ 4 происходит процесс горения топлива в подаваемом из компрессора воздухе, в результате чего образуются продукты сгорания с очень высокой температурой и высоким давлением. После камеры сгорания продукты горения с высокой температурой и давлением направляются в газовую турбину ГТУ 5, где потенциальная энергия продуктов сгорания (давление и температура) преобразуются в механическую энергию вращения ротора газотурбинной установки. На выходе из газовой турбины ГТУ 5 продукты сгорания имеют давление, близкое к атмосферному, и высокую температуру. Уходящие газы после прохождения газовой турбины ГТУ 5 удаляются в атмосферу через тракт уходящих газов 6. Топливо (газообразное или жидкое), подаваемое для работы газотурбинной установки в камеры сгорания 4, поступает из устройства подачи и регулирования топлива 3 и проходит последовательно через конденсаторный теплообменник 16 теплового насоса 13 и регулируемый циркуляционный контур 9. Топливо (газообразное или жидкое) подогревается в тепловом насосе за счет передачи тепловой энергии от воздуха к топливу (газообразному или жидкому) посредством его работы. Промежуточный теплоноситель ТНУ, входящий в испарительный теплообменник 14, находится в жидком агрегатном состоянии и обладает определенным давлением. Температура насыщения промежуточного теплоносителя ТНУ при этом давлении ниже температуры воздуха, входящего в испарительный теплообменник ТНУ 14. Это условие позволяет промежуточному теплоносителю ТНУ испаряться (кипеть), отбирая тепловую энергию от воздуха через стенку теплообменника, охлаждая его. В испарительном теплообменнике 14 промежуточный теплоноситель ТНУ и воздух разделены стенкой. На выходе из испарительного теплообменника ТНУ 14 промежуточный теплоноситель находится в газообразном агрегатном состоянии (пар). После испарительного теплообменника ТНУ 14 промежуточный теплоноситель подается устройством повышения давления 15 в конденсаторный теплообменник ТНУ 16, при этом давление промежуточного теплоносителя ТНУ повышается. В конденсаторном теплообменнике ТНУ 16 происходит конденсация промежуточного теплоносителя ТНУ, в результате чего тепловая энергия передается через стенку теплообменника от промежуточного теплоносителя к нагреваемой среде (топливу). Давление промежуточного теплоносителя в конденсаторном теплообменнике ТНУ 16 поддерживается устройством повышения давления (компрессором) 15 на постоянном уровне, при котором температура насыщения промежуточного теплоносителя ТНУ выше температуры нагреваемой среды (топлива) на выходе из конденсаторного теплообменника ТНУ 16. После прохождения через конденсаторный теплообменник ТНУ 16, промежуточный теплоноситель ТНУ имеет жидкое агрегатное состояние и направляется в устройство понижения давления 17. Устройство понижения давления 17 понижает давление промежуточного теплоносителя ТНУ до уровня давления в испарительном теплообменнике ТНУ 14. Таким образом цикл передачи тепловой энергии от воздуха к промежуточному теплоносителю ТНУ и от промежуточного теплоносителя ТНУ к топливу (жидкому или газообразному) замыкается. Регулируемый циркуляционный контур 9 представляет собой замкнутый контур циркуляции промежуточного теплоносителя. Промежуточный теплоноситель нагнетающим насосом 11 подается в параллельно подключенные теплообменники охлаждения масла 10, где он нагревается, охлаждая смазочное масло системы узлов трения ГТУ 7 и системы узлов трения

исполнительных агрегатов 8. После прохождения теплообменников охлаждения масла 10, промежуточный теплоноситель направляется в теплообменник подогрева топлива 12, в котором он охлаждается, нагревая топливо (газообразное или жидкое). После теплообменника подогрева топлива 12 промежуточный теплоноситель поступает к
5 нагнетающему насосу и контур циркуляции замыкается.

Таким образом, благодаря наличию теплового насоса, происходит одновременное охлаждение воздуха на входе в компрессор ГТУ и подогрев топлива ГТУ. Это позволяет увеличить экономичность работы ГТУ (КПД) и позволяет снизить влияние изменения температуры атмосферного воздуха на параметры работы ГТУ за счет появившейся
10 возможности регулирования температуры воздуха на входе в ГТУ посредством изменения нагрузки парокompрессионного теплового насоса. Благодаря наличию в предлагаемой схеме подогрева топлива промежуточных контуров теплообмена между легковоспламеняющимися и взрывоопасными средами повышается безопасность работы основного оборудования.

15 Формула изобретения

Газотурбинная установка, содержащая газотурбинный двигатель с компрессором, устройство воздухоподготовки газотурбинного двигателя, топливную систему с камерами сгорания, устройством подачи и регулирования топлива, масляную систему
20 узлов трения газотурбинного двигателя и исполнительных агрегатов с теплообменником охлаждения масла, нагнетающим насосом, теплообменником подогрева топлива, выполненными в отдельном регулируемом циркуляционном контуре, отличающаяся тем, что она дополнительно снабжена тепловым насосом, содержащим последовательно соединенные, по меньшей мере, один испарительный теплообменник, одно устройство
25 повышения давления, один конденсаторный теплообменник, одно устройство понижения давления, при этом вход испарительного теплообменника подключен к выходу устройства воздухоподготовки газотурбинного двигателя, выход испарительного теплообменника соединен с входом компрессора, вход конденсаторного теплообменника соединен с устройством подачи топлива, а выход - с теплообменником подогрева
30 топлива.

35

40

45

