



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2010111755/06, 13.08.2008

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
13.08.2008

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
27.08.2007 EP 07016780.4

(43) Дата публикации заявки: 10.10.2011 Бюл. № 28

(45) Опубликовано: 27.12.2012 Бюл. № 36

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 2004/0011057 A1, 22.01.2004. EP 1277920
A1, 22.01.2003. US 2004/0011057 A1, 01.01.2004.
US 5562754 A, 08.10.1996. RU 2138730 C1,
27.09.1999. RU 2280925 C2, 27.07.2006.(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 29.03.2010(86) Заявка РСТ:
EP 2008/060616 (13.08.2008)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2009/027230 (05.03.2009)

Адрес для переписки:

109012, Москва, ул. Ильинка, 5/2, ООО
"Союзпатент", И.М.Захаровой, рег.№ 646

(72) Автор(ы):

**ГРЭБЕР Карстен (DE),
ЦИММЕРМАНН Герхард (DE)**

(73) Патентообладатель(и):

СИМЕНС АКЦИЕНГЕЗЕЛЛЬШАФТ (DE)**(54) СПОСОБ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ С ИНТЕГРИРОВАННОЙ
ГАЗИФИКАЦИЕЙ, А ТАКЖЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА**

(57) Реферат:

Изобретение относится к способу эксплуатации энергетической установки интегрированным газифицирующим устройством. Углеводородсодержащее топливо газифицируют и в виде синтез-газа подают на сжигание к приданной газовой турбине горелке, причем при температуре процесса посредством мембраны от воздуха отделяют кислород, получают обедненный кислородом воздух, отделенный кислород подают к

газифицирующему устройству для реакции с ископаемым топливом, для поддержания требуемой температуры процесса к мембране подводят энергию нагрева, энергию нагрева частично получают из синтез-газа, а частично - из кислорода и/или из обедненного кислородом воздуха в теплообмене с воздухом и нагретый воздух подают к мембране. Изобретение позволяет повысить эффективность нагрева воздуха, подаваемого к мембране. 2 н. и 20 з.п. ф-лы, 5 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2010111755/06, 13.08.2008**

(24) Effective date for property rights:
13.08.2008

Priority:

(30) Convention priority:
27.08.2007 EP 07016780.4

(43) Application published: **10.10.2011 Bull. 28**

(45) Date of publication: **27.12.2012 Bull. 36**

(85) Commencement of national phase: **29.03.2010**

(86) PCT application:
EP 2008/060616 (13.08.2008)

(87) PCT publication:
WO 2009/027230 (05.03.2009)

Mail address:

**109012, Moskva, ul. Il'inka, 5/2, OOO
"Sojuzpatent", I.M.Zakharovoj, reg.№ 646**

(72) Inventor(s):

**GREhBER Karsten (DE),
TsIMMERMANN Gerhard (DE)**

(73) Proprietor(s):

SIMENS AKT'sIENGEZELL'ShAFT (DE)

(54) METHOD TO OPERATE POWER PLANT WITH INTEGRATED GASIFICATION, AND ALSO POWER PLANT

(57) Abstract:

FIELD: power engineering.

SUBSTANCE: carbon-containing fuel is gasified and in the form of a synthetic gas is supplied for burning to a burner attached to a gas turbine, besides, at the process temperature, oxygen is separated from air by means of a membrane, oxygen-depleted air is produced, separated oxygen is supplied to a gasifying device for reaction with a

fossil fuel, to maintain the required temperature of the process, heating energy is supplied to the membrane, heating energy is partially received from the synthesis gas, and partially - from oxygen and/or oxygen-depleted air in heat exchange with air, and the heated air is supplied to the membrane.

EFFECT: invention makes it possible to increase efficiency of heating air supplied to a membrane.

22 cl, 5 dwg

RU 2 471 080 C2

RU 2 471 080 C2

Изобретение относится к способу эксплуатации энергетической установки с интегрированной газификацией и к энергетической установке.

Такая установка IGCC (комбинированный цикл с интегрированной газификацией) известна, например, из WO 03/008768. Она содержит газифицирующее устройство, в котором, например, уголь в виде частиц вместе с кислородом и паром превращается в синтез-газ (частичное окисление). После нескольких этапов подготовки синтез-газ в виде газообразного топлива подается в камеру сгорания газовой турбины. В WO 03/008768 для получения кислорода в установку IGCC встроена криогенная воздуходелительная установка. Она разделяет воздух в термодинамическом процессе на его основные составные части - азот и кислород. Полученный в воздуходелительной установке кислород подается в газифицирующее устройство.

В качестве альтернативы криогенным воздуходелительным установкам для отделения кислорода были предложены агрегаты на основе мембран. Мембраны, пропускающие кислородные ионы, приводят, по меньшей мере, к частичному отделению кислорода от воздуха. Замена криогенной воздуходелительной установки мембраной рассматривается как возможная опция для повышения к.п.д. традиционных энергетических установок IGCC. Кроме того, использование мембраны позволяет ожидать компенсации потери к.п.д. свободных от CO₂ конструкций энергетических установок.

Пример основанного на мембране отделения кислорода раскрыт в публикации US 2004/0011057 A1, в которой описывается установка IGCC для получения богатого кислородом газа посредством мембраны, причем транспортировка кислорода внутри мембраны осуществляется за счет диффузии оксидных ионов, а мембрана посредством теплообменника доводится горячими отходящими газами турбины до рабочей температуры или поддерживается на ней.

В US 5562754 описан способ отделения кислорода, при котором содержащий кислород газ (воздух) за счет сжигания топлива непосредственно нагревается в газовом потоке, в результате чего возникает горячий содержащий кислород продукт сгорания, подаваемый к мембране. В качестве альтернативы содержащий кислород газ нагревается за счет косвенного теплообмена с продуктом сгорания, который возникает в результате сжигания с топливом оставшегося при отделении кислорода, бедного кислородом воздуха.

Основанные на мембране устройства для отделения кислорода имеют, однако, тот недостаток, что приходится поддерживать сравнительно высокую рабочую температуру мембранного агрегата, чтобы он мог выполнять свою функцию. Поэтому к мембранному агрегату приходится постоянно подводить энергию нагрева, чтобы он имел требуемую температуру процесса для отделения кислорода от воздуха.

Задачей изобретения является создание способа и энергетической установки, которые были бы лишены вышеназванных недостатков при основанном на мембране отделении кислорода.

Эта задача решается согласно изобретению посредством соответственно признаков пунктов 1 и 9 формулы изобретения.

Другие предпочтительные варианты осуществления изобретения приведены в зависимых пунктах.

В предложенном способе для поддержания требуемой температуры процесса к мембране подводится энергия нагрева, причем энергия нагрева вырабатывается из синтез-газа и горячего кислорода или горячего обедненного кислородом воздуха в теплообмене с воздухом, и нагретый воздух подается к мембране.

За счет теплообменного процесса и его предпочтительной связи с высоким температурным уровнем полученного в газифицирующем устройстве синтез-газа (неочищенного газа) и возникающих при отделении кислорода потоков кислорода и обедненного кислородом воздуха возникает особенно эффективный способ нагрева воздуха до требуемой температуры процесса, а затем подачи нагретого воздуха нужной температуры к мембранному агрегату.

Благодаря этому можно особенно простым образом довести мембрану до рабочей температуры, обычно от 700 до 1000°C, и поддерживать ее. Часть энергии нагрева, введенной в воздух перед отделением кислорода, после отделения кислорода отдается кислородом и обедненным кислородом воздухом соответственно в процессе косвенного теплообмена последующему воздуху. За счет теплообмена синтез-газа и воздуха последующий воздух полностью нагревается тогда до рабочей температуры мембраны.

При этом целесообразно расположить теплообменники подходящим образом по отношению друг к другу. За счет более высокой температуры синтез-газа по сравнению с температурой кислорода или обедненного кислородом воздуха предпочтительно расположить теплообменник кислород/воздух или теплообменник обедненный кислородом воздух/воздух перед теплообменником синтез-газ/воздух. В другом предпочтительном устройстве три теплообменника включены параллельно, а воздушные потоки после нагрева в теплообменниках подаются к мембране сообща в виде общего воздушного потока.

Чтобы довести мембрану в начале процесса до рабочей температуры, целесообразно получить энергию нагрева из отходящего газа от отдельного сжигания в теплообмене с воздухом. Охлажденный после теплообмена с воздухом отходящий газ предпочтительным образом используется в парогенераторе-утилизаторе для выработки водяного пара.

Также предпочтительно использовать для выработки водяного пара охлажденный после теплообмена с воздухом синтез-газ в расположенном за теплообменником синтез-газ/воздух парогенераторе-утилизаторе.

Далее предпочтительно дополнительно подготовить синтез-газ после теплообмена с воздухом, в частности очистить, прежде чем он будет подвергнут CO-Shift-реакции. После этого основные составные части CO₂ и водород предпочтительно отделяются. При необходимости водород разбавляется инертной средой, преимущественно водяным паром (H₂O), прежде чем он будет сожжен в газовой турбине.

Необходимый для отделения кислорода сжатый воздух целесообразно в виде отбираемого у компрессора воздуха отбирается у соответствующего газовой турбине компрессора, причем отбор воздуха осуществляется предпочтительным образом после конечной ступени на выходе из компрессора или на выбор при меньшем уровне давления воздуха компрессора.

«Оставшийся» после отделения кислорода обедненный кислородом воздух, охлажденный при теплообмене с идущим от компрессора воздухом, предпочтительным образом в качестве воздуха для горения подается к горелке газовой турбины, в результате чего температура горения предпочтительным образом понижается. Иначе, чем в криогенных воздухоразделительных установках, после отделения кислорода посредством мембраны в распоряжении отсутствует достаточно чистый азот в качестве продукта, к которому можно было бы подмешать синтез-газ, чтобы улучшить характеристику горения. Подмешивание воздуха исключается из-за доли кислорода.

Отходящие газы газовой турбины целесообразно используются в расположенном за ней парогенераторе-утилизаторе для выработки водяного пара. Перегретый водяной пар может затем предпочтительным образом использоваться в паровой турбине или в качестве разбавителя топлива, или для инертизации топлива, а также в качестве газаносителя при транспортировке к газифицирующему устройству. Если CO_2 отделяется от синтез-газа, то целесообразно инертзировать топливо с помощью CO_2 или использовать CO_2 в качестве газаносителя, а выработанный пар - предпочтительным образом в паровой турбине.

Предложенная энергетическая установка включает в себя газовую турбину, которой соответствует камера сгорания, по меньшей мере, с одной горелкой, предвключенную камере сгорания топливоподготовительную систему, содержащую газифицирующее устройство с магистралью подачи ископаемого топлива и ответвляющуюся от газифицирующего устройства, впадающую в камеру сгорания газовую магистраль, мембранный блок для отделения кислорода от воздуха, причем мембранный блок своей стороной отбора кислорода посредством кислородной магистрали присоединен к газифицирующему устройству (возможно, кислород требуется также для процесса обессеривания). Ответвляющаяся от газифицирующего устройства газовая магистраль первичной стороной присоединена к первому теплообменнику, так что с вторичной стороны подаваемый к теплообменнику воздух нагревается до температуры процесса и подается к мембранному блоку. Вторым теплообменником первичной стороной включен в кислородную магистраль, а вторичной стороной предвключен мембранному блоку, так что подаваемый ко второму теплообменнику воздух нагревается, и/или третий теплообменник первичной стороной включен в ответвляющуюся от мембранного блока магистраль отходящего воздуха, а вторичной стороной предвключен мембранному блоку, так что подаваемый к третьему теплообменнику воздух нагревается.

Второй и/или третий теплообменники могут быть включены с первым теплообменником последовательно или параллельно.

Если отходящее тепло синтез-газа не находится на достаточно высоком энергетическом уровне, например, при включении газификатора, то предпочтительно, если к газовой магистрали перед первым теплообменником включена горелка, а газовая магистраль перед горелкой выполнена с возможностью перекрытия, чтобы довести мембрану до рабочей температуры за счет косвенного теплообмена с отходящим газом от отдельного сжигания (с природным газом, синтез-газом и т.д.).

Целесообразно, если охлажденные отходящие газы горелки, как и отходящие газы газотурбинной установки, подаются к парогенератору-утилизатору для выработки пара.

Парогенератор-утилизатор предпочтителен также для использования тепла синтез-газа после прохождения через первый теплообменник. Предпочтительным образом предложенная энергетическая установка включает в себя также устройство для очистки синтез-газа, CO-Shift -реактор для конвертирования CO в синтез-газ ($\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$), а также устройство для отделения CO_2 , посредством которого CO_2 отделяется от синтез-газа.

В случае некриогенных установок для отделения кислорода, в которых при отделении кислорода не возникает достаточно чистого азота, улучшенное сжигание достигается за счет ввода водяного пара в синтез-газ или за счет подачи обедненного кислородом воздуха в камеру сгорания.

В случае традиционной электростанции IGCC предпочтительно, если перегретый

водяной пар подается на подготовку топлива в качестве газа-носителя и для инертизации, а также к газифицирующему устройству.

В случае процесса ZEIGCC, т.е. IGCC с отделением CO₂, предпочтительно, если в нормальном режиме соответственно сжатый, отделенный CO₂ используется в качестве инертизирующей среды или газа-носителя. Если отделения CO₂ не происходит, как, например, при запуске или в случае сбоя, то целесообразно, если, как в случае традиционной электростанции, перегретый водяной пар подается на подготовку топлива.

Предпочтительным образом мембрана является мембраной, пропускающей кислородные ионы.

Преимущественно энергетическая установка включает в себя компрессорную часть для выработки сжатого воздуха как для установки для отделения кислорода, так и для камеры сгорания.

Изобретение более подробно поясняется на примерах его осуществления, изображенных на чертежах, на которых представляют:

- фиг.1: концепцию интегрирования основанной на мембране установки для отделения кислорода в процесс IGCC;

- фиг.2: концепцию интегрирования основанной на мембране установки для отделения кислорода в процесс IGCC с дополнительной горелкой;

- фиг.3: расположение теплообменников, как на фиг.1;

- фиг.4: параллельное расположение всех трех теплообменников;

- фиг.5: вариант магистрали для синтез-газа на первом теплообменнике.

На фиг.1 изображена энергетическая установка 1 с интегрированным газифицирующим устройством 6 (установка IGCC) и установкой 33 для отделения кислорода.

Энергетическая установка 1 содержит газотурбинную установку 29, включающую в себя компрессорную часть 25, камеру сгорания 3, по меньшей мере, с одной горелкой 4 и газовую турбину 2. Со стороны отходящих газов после газовой турбины 2 расположен парогенератор-утилизатор 22. Он включен в пароводяной контур паротурбинной установки (не показана), благодаря чему реализован комбинированный цикл или газопаротурбинная установка. Горячие отходящие газы 30 или дымовые газы из газовой турбины 2 нагревают и испаряют в парогенераторе-утилизаторе 22 воду в пар 23, который используется в паровой турбине или для инертизации при подготовке 27 топлива или для его транспортировки к газифицирующему устройству 6.

Топливоподготовительная система 5 включает в себя газифицирующее устройство 6, содержащее подающую магистраль 7 для ископаемого топлива и кислородную магистраль 12, впадающую в газифицирующее устройство 6. В газифицирующем устройстве 6 ископаемое топливо 26 частично сжигается вместе с кислородом 19, в результате чего образуется низкокалорийный горючий газ, синтез-газ 17, подаваемый по газовой магистрали 8 на сжигание к горелке 4, соответствующей газовой турбине 2.

При температуре процесса в мембранном блоке 9 посредством мембраны 10 от воздуха 18 отделяется кислород 19, причем отделенный кислород 19 подается по кислородной магистрали 12 со стороны 11 отбора кислорода мембранного блока 9 к газифицирующему устройству 6 для реакции с ископаемым топливом 26.

Для поддержания требуемой температуры процесса к мембране 10 подводится энергия нагрева. Ее получают из синтез-газа 17 и дополнительно из горячих потоков

кислорода 19 и обедненного кислородом воздуха 20 в теплообмене с воздухом 18. Нагретый воздух 18 подается к мембране 10. На фиг.1 первый теплообменник 13 (синтез-газ/воздух) расположен за параллельно включенными вторым теплообменником 14 (кислород/воздух) и третьим теплообменником 15 (обедненный кислородом воздух/воздух).

5 Подаваемый к мембране 10 воздух 18 при теплообмене с кислородом 19, обедненным кислородом воздухом 20 и синтез-газом 17 нагревается от 700 до 1000°C, преимущественно от 800 до 900°C, чтобы обеспечить достаточную рабочую
10 температуру мембранного блока 9.

 После теплообмена с воздухом 18 обедненный кислородом воздух 20 подается по магистрали 27 для отходящего воздуха в качестве охлаждающего воздуха к газовой турбине 2 и/или в качестве воздуха для горения к горелке 4.

15 До подачи к горелке 3 синтез-газ 17 проходит через устройство 31 использования его отходящего тепла, газоочистительное устройство 32 и опционное устройство 28 отделения CO₂. Отделенный CO₂ 24 может подаваться для инертизирующих целей и в качестве газа-носителя топливоподготовительного устройства 37. В случае традиционной энергетической установки IGCC (без отделения CO₂) для этого
20 используется перегретый водяной пар 23 с соответствующим уровнем давления.

 На фиг.2 в качестве примера предложенной энергетической установки 1 изображен принцип основанной на мембране установки 33 для отделения кислорода с дополнительной горелкой 16 на тот случай, когда тепла недостаточно, например при запуске установки 1 или в случае сбоя. Нижеследующие рассуждения ограничены, в основном, отличиями от примера, представленного на фиг.1, на который ссылка дана в отношении одинаковых признаков и функций. В основном, одинаковые конструктивные элементы обозначены, в принципе, теми же ссылочными позициями.

 Нагрев воздуха 18, подаваемого к мембране 10, происходит за счет косвенного теплообмена воздуха 18 с отходящим газом 21 от отдельного сжигания, например, природного газа 38. Для этой цели в газовую магистраль 8 между газифицирующим устройством 6 и первым теплообменником 13 встроена горелка 16. Пока горелка 16 функционирует, газовая магистраль 8 между нею и газифицирующим устройством 6 закрыта.

35 На фиг.3 еще раз изображено уже поясненное с помощью фиг.1 соединение теплообменников. При этом воздух 18 сначала разделяется на два частичных потока и протекает через включенные параллельно друг другу второй 14 и третий 15 теплообменники, причем они поглощают тепло горячего кислорода и горячего
40 обедненного кислородом воздуха. Для дальнейшего нагрева воздух протекает через включенный последовательно со вторым 14 и третьим 15 теплообменниками первый теплообменник 13, где он в теплообмене с синтез-газом нагревается до необходимой рабочей температуры мембраны 10 (фиг.1).

 На фиг.4 в качестве примера предложенной энергетической установки 1 с процессом IGCC изображен принцип основанной на мембране установки 33 для отделения кислорода с параллельно включенными теплообменниками 13, 14, 15. Воздух 18 разделяется на три частичных потока и нагревается соответственно в косвенном теплообмене с горячим синтез-газом в первом теплообменнике 13, и/или с горячим кислородом во втором теплообменнике 14, и/или с горячим обедненным
50 кислородом воздухом в третьем теплообменнике 15. После нагрева частичные потоки объединяются.

 На фиг.5 изображено альтернативное расположение газовой магистрали 8 для

5 синтез-газа 17 в зоне первого теплообменника 13. Для более простого регулирования температуры нагретого в теплообмене с синтез-газом 17 воздуха газовая магистраль 8 разделяется на две линии 34, 35, причем первая линия 34 ведет к первому теплообменнику 13, а вторая линия 35 в качестве байпаса - вокруг него. Клапаны 36 регулируют распределение синтез-газа 17 по обеим линиям 34, 35.

Формула изобретения

10 1. Способ эксплуатации энергетической установки (1) с интегрированным газифицирующим устройством (6), при котором углеводородсодержащее топливо (26) газифицируют и в виде синтез-газа (17) подают на сжигание к соответствующей газовой турбине (2) горелке (4), причем при температуре процесса посредством мембраны (10) от воздуха (18) отделяют кислород (19), получают обедненный кислородом воздух (20), отделенный кислород (19), по меньшей мере, частично
15 подают к газифицирующему устройству (6) для реакции с ископаемым топливом и для поддержания требуемой температуры процесса к мембране (10) подводят энергию нагрева, отличающийся тем, что энергию нагрева частично получают из синтез-газа (17), а частично - из кислорода (19) и/или из обедненного кислородом воздуха (20) при теплообмене с воздухом (18) и нагретый воздух (18) подают к мембране (10).

2. Способ по п.1, при котором теплообмен между кислородом (19) и воздухом (18) и/или между обедненным кислородом воздухом (20) и воздухом (18) осуществляют последовательно с теплообменом между синтез-газом (17) и воздухом (18).

25 3. Способ по п.2, при котором воздух (18) нагревают сначала при теплообмене с кислородом (19) и/или с обедненным кислородом воздухом (20), а затем при теплообмене с синтез-газом (17).

30 4. Способ по п.1, при котором теплообмен между кислородом (19) и воздухом (18) и/или между обедненным кислородом воздухом (20) и воздухом (18) осуществляют параллельно теплообмену между синтез-газом (17) и воздухом (18).

5. Способ по п.1, при котором воздух нагревают при теплообмене от 700 до 1000°C, преимущественно от 800 до 900°C.

35 6. Способ по п.1, при котором для приведения в действие мембраны (10) энергию нагрева получают из отходящего газа от отдельного сжигания в теплообмене с воздухом (18).

7. Способ по п.6, при котором охлажденный после теплообмена с воздухом (18) отходящий газ (21) используют в подключенном парогенераторе-утилизаторе (22) для выработки водяного пара (23).

40 8. Способ по п.1, при котором охлажденный после теплообмена с воздухом (18) синтез-газ (17) используют в подключенном парогенераторе-утилизаторе (22) для выработки водяного пара (23).

45 9. Энергетическая установка (1), в частности для осуществления способа по одному из пп.1-8, содержащая газовую турбину (2), снабженную камерой сгорания (3), по меньшей мере, с одной горелкой (4), предвключенную камеру сгорания (3) топливную систему (5), содержащую газифицирующее устройство (6) с магистралью (7) для подачи ископаемого топлива (26) и ответвляющуюся от газифицирующего устройства (6), впадающую в камеру сгорания (3) газовую магистраль (8), мембранный блок (9) с мембраной (10) для отделения кислорода (19) от воздуха (18),
50 причем мембранный блок (9) своей стороной (11) отбора кислорода посредством кислородной магистрали (12) присоединен к газифицирующему устройству (6), отличающаяся тем, что ответвляющаяся от газифицирующего устройства (6) газовая

магистраль (8) первичной стороной присоединена к первому теплообменнику (13), так что с вторичной стороны подаваемый к теплообменнику (13) воздух (18) нагревается до температуры процесса и подается к мембранному блоку (9), при этом второй теплообменник (14) первичной стороной включен в кислородную магистраль (12), а вторичной стороной предвключен мембранному блоку (9), так что подаваемый ко второму теплообменнику (14) воздух (18) нагревается, и/или третий теплообменник (15) первичной стороной включен в ответвляющуюся от мембранного блока (9) магистраль (27) отходящего воздуха, а вторичной стороной предвключен мембранному блоку (9), так что подаваемый к третьему теплообменнику (15) воздух (18) нагревается.

10. Установка по п.9, у которой второй (14) и/или третий (15) теплообменники включены последовательно с первым теплообменником (13).

11. Установка по п.10, у которой второй (14) и/или третий (15) теплообменники предвключены первому теплообменнику (13).

12. Установка по п.9, у которой второй (14) и/или третий (15) теплообменники включены параллельно первому теплообменнику (13).

13. Установка по п.9, у которой к газовой магистрали (8) присоединена горелка (16).

14. Установка по п.13, у которой ответвляющаяся от газифицирующего устройства (6) газовая магистраль (8) выполнена с возможностью перекрытия перед горелкой (16).

15. Установка по п.13, у которой возникающие на горелке (16) горячие отходящие газы (21) подаются к первому теплообменнику (13).

16. Установка по п.15, у которой охлажденные в первом теплообменнике (13) отходящие газы (21) подаются к подключенному к первому теплообменнику (13) парогенератору-утилизатору (22) для выработки пара.

17. Установка по п.9, у которой охлажденный в первом теплообменнике (13) синтез-газ (17) подается к устройству для использования его отходящего тепла.

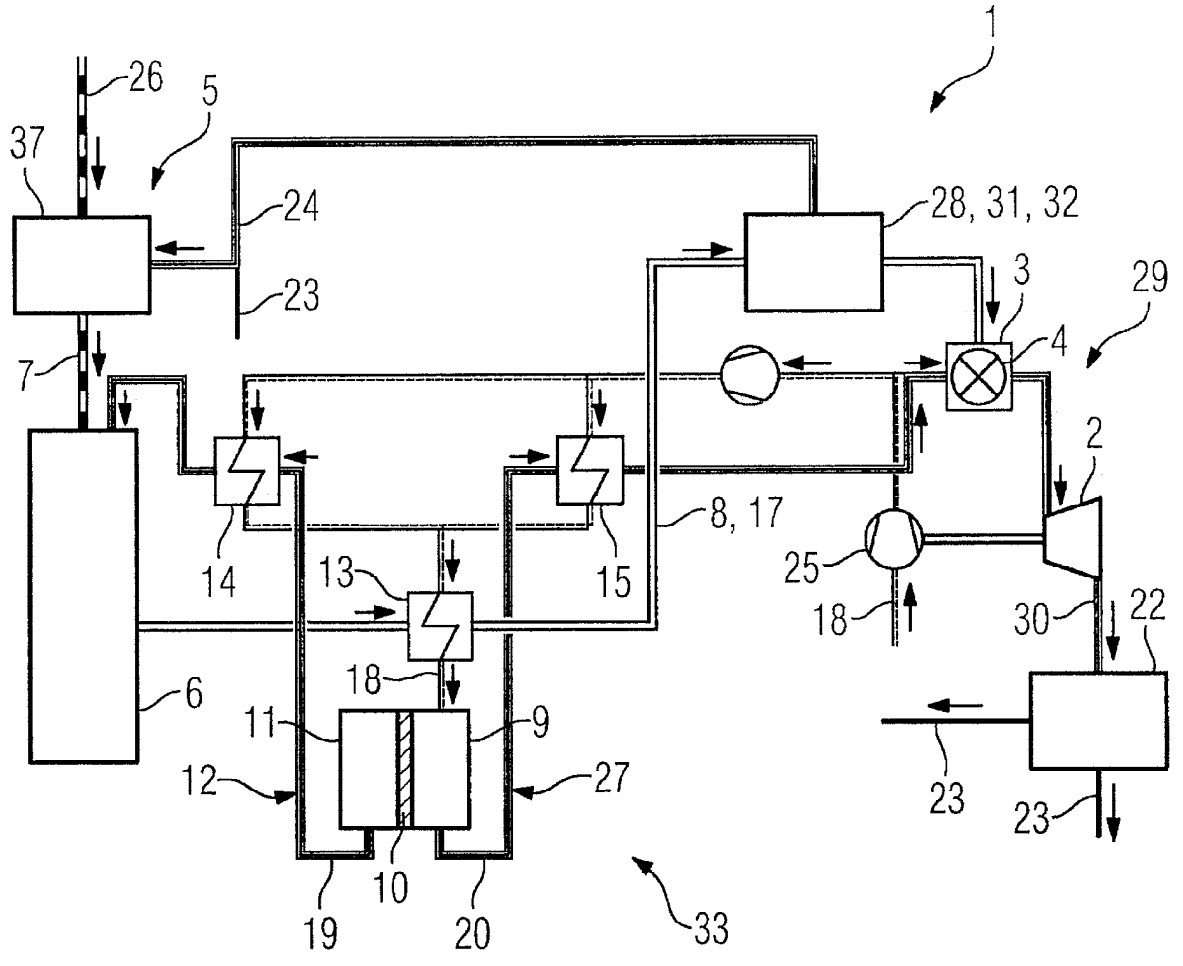
18. Установка по п.9, включающая в себя компрессорную часть (25) для выработки сжатого воздуха (18).

19. Установка по п.18, у которой компрессорная часть (25) предвключена мембранному блоку (9).

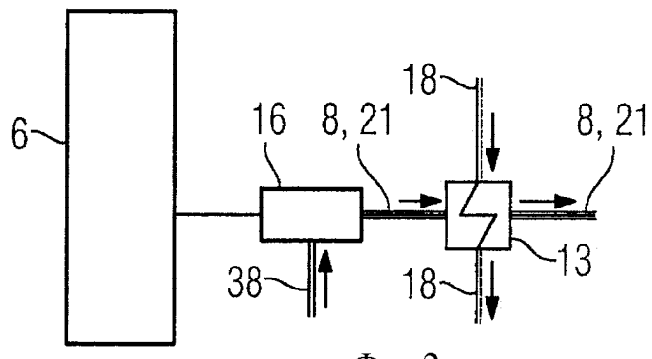
20. Установка по п.18, у которой компрессорная часть (25) предвключена камере сгорания (3).

21. Установка по п.9, у которой обедненный кислородом воздух (20) подается к камере сгорания (3).

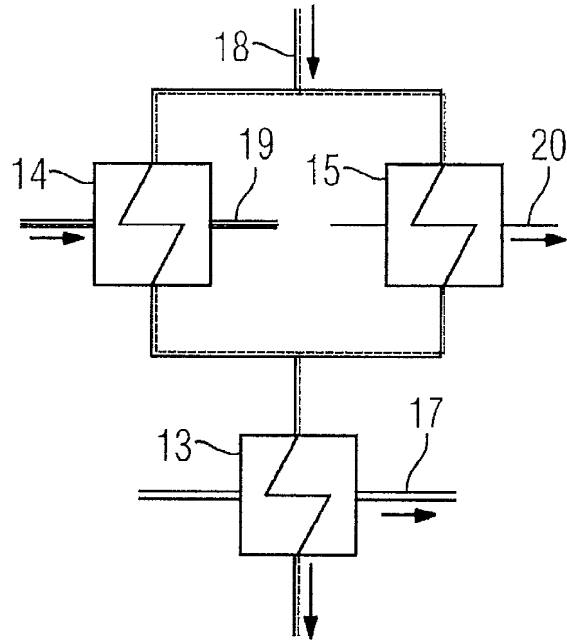
22. Установка по п.9, у которой мембрана является мембраной, пропускающей кислородные ионы.



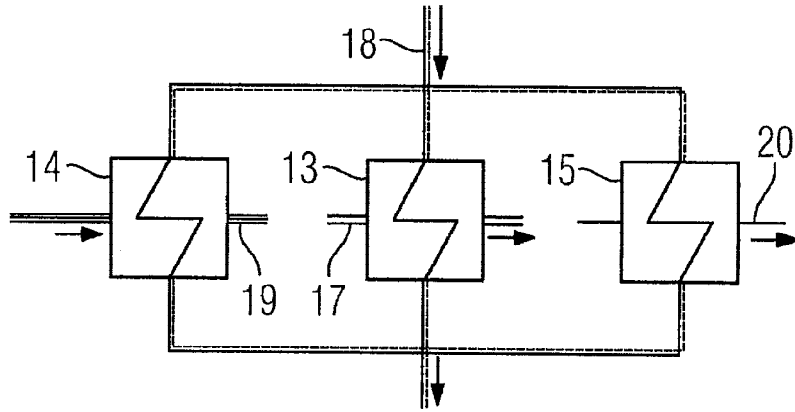
Фиг.1



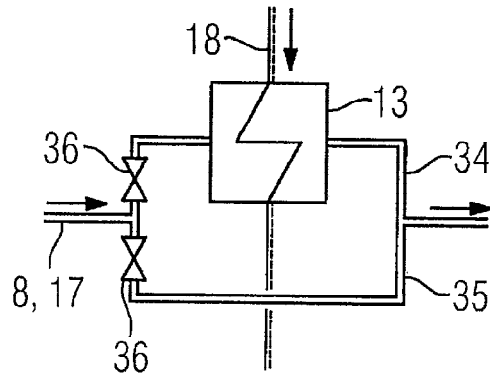
Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4



Фиг.5