



(51) МПК
C10G 47/00 (2006.01)
C01B 3/02 (2006.01)
C01B 3/32 (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011152015/04, 20.12.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 20.12.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 20.12.2011

(43) Дата публикации заявки: 10.04.2012 Бюл. № 10

(45) Опубликовано: 10.04.2013 Бюл. № 10

(56) Список документов, цитированных в отчете о
 поиске: RU 2269486 C2, 10.02.2006. RU 2055269
 C1, 27.02.1996. RU 81786 U1, 27.03.2009. SU
 939380 A, 30.06.1982. FR 2796078 A1,
 12.01.2001. GB 2111602 A, 06.07.1983.

Адрес для переписки:

127015, Москва, А-15, А/Я 33, И.Б. Зеленову

(72) Автор(ы):

**Аракелян Гамлет Гургенович (RU),
 Аракелян Артур Гамлетович (RU),
 Аракелян Грант Гамлетович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Закрытое акционерное общество Научно-
 проектное производственно-строительное
 объединение "Грантстрой" (ЗАО НППСО
 "Грантстрой") (RU)**

**(54) МНОГОСТАДИЙНЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДОСОДЕРЖАЩЕГО
 ГАЗООБРАЗНОГО ТОПЛИВА И ТЕПЛОГАЗОГЕНЕРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ЕГО
 РЕАЛИЗАЦИИ (СПОСОБ АРАКЕЛЯНА Г.Г.)**

(57) Реферат:

Изобретение относится к способу получения водородосодержащего газообразного топлива в турбогенераторной установке. Изобретение касается многостадийного способа получения водородосодержащего газообразного топлива с замкнутым циклом, включающего запуск процесса в режиме принудительного разогрева и осуществление процесса в штатном режиме саморазогрева, включающем ввод нагнетанием под давлением углеводородного компонента и воды, нагревание, возврат топлива в зону поджига для образования огневого факела. Процесс получения топлива осуществляют многостадийно с отдельным вводом углеводородного компонента и воды в разогреваемый огневым факелом технологический цилиндр, разделенный на изолированные ступени по числу стадий

процесса получения топлива, на первой стадии вводят воду, нагревают ее до образования водяного пара, на последующих стадиях вводят углеводородный компонент и перемешивают его с водяным паром, затем пароуглеводородную смесь дополнительно нагревают и разогревают до температуры образования водородосодержащего газообразного топлива, поток которого направляют на возврат в зону поджига для обеспечения горения огневого факела. Изобретение также касается теплогазогенераторной установки для получения водородосодержащего газообразного топлива. Технический результат - стабильность и безопасность процессов получения водородосодержащего газообразного топлива, снижение энергоемкости и расхода углеводородного компонента в топливе. 2 н. и 9 з.п. ф-лы, 6 ил., 1 табл.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
C10G 47/00 (2006.01)
C01B 3/02 (2006.01)
C01B 3/32 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2011152015/04, 20.12.2011**

(24) Effective date for property rights:
20.12.2011

Priority:

(22) Date of filing: **20.12.2011**

(43) Application published: **10.04.2012 Bull. 10**

(45) Date of publication: **10.04.2013 Bull. 10**

Mail address:

127015, Moskva, A-15, A/Ja 33, I.B. Zelenovu

(72) Inventor(s):

**Arakeljan Gamlet Gurgenovich (RU),
Arakeljan Artur Gamletovich (RU),
Arakeljan Grant Gamletovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Zakrytoe aktsionernoe obshchestvo Nauchno-
proektnoe proizvodstvenno-stroitel'noe
ob"edinenie "Grantstroj" (ZAO NPPSO
"Grantstroj") (RU)**

(54) MULTISTAGE METHOD FOR OBTAINING HYDROGEN-BEARING GASEOUS FUEL, AND HEAT GAS GENERATOR PLANT FOR ITS IMPLEMENTATION (ARAKELYAN METHOD)

(57) Abstract:

FIELD: oil and gas industry.

SUBSTANCE: invention refers to the method for obtaining hydrogen-bearing gaseous fuel in a turbine-generator plant. The invention refers to a multistage method for obtaining hydrogen-bearing gaseous fuel with a closed cycle, which involves start-up of the process in a forced warm-up mode and implementation of the process in a standard self-heating mode involving the introduction of hydrocarbon component and water by pressure injection, heating, fuel return to the ignition zone for formation of flame. The fuel obtaining process is performed at many stages with separate introduction of hydrocarbon component and water to a process cylinder heated with the flame and separated into isolated steps as per the number of stages of the

fuel obtaining process; water is introduced at the first stage, heated till water vapour is formed; at further stages, hydrocarbon component is introduced and mixed with water vapour; then, vapour and hydrocarbon mixture is heated additionally and warmed up to the temperature of formation of hydrogen-bearing gaseous fuel, the flow of which is returned to the ignition zone to provide flame combustion. The invention also deals with heat gas generator plant to obtain hydrogen-bearing gaseous fuel.

EFFECT: stable and safe processes of obtaining hydrogen-bearing gaseous fuel is aimed at reducing power consumption and flow rate of hydrocarbon component in fuel.

11 cl, 6 dwg, 1 tbl

1. Область техники

Изобретение относится к энергосберегающим технологиям, в основном, к способам и установкам для преобразования воды H_2O в водородсодержащий газ в сочетании среды катализатора из ряда C_nH_{2n+2} (дизельное топливо, мазут) в непрерывной тепловой огневой среде при температуре горения свыше $500^\circ C$. Чаще всего такие способы относятся к системам, в которых получение газообразного топлива и его реализация сжиганием совмещены в единый цикл, но может быть использовано и для накопления водородосодержащего газового топлива.

2. Уровень техники.

Известен способ генерации водородосодержащего газа (SU Пат. №1144977, 1985), при котором в процессе получения водородосодержащего газа компоненты сжигают в высокотемпературном режиме.

Недостатком этого способа является высокая энергоемкость.

Известен способ получения газа из углеводородного сырья (SU Пат. №939380, 1982), в котором осуществляют перемешивание перегретого до 430 градусов водяного пара с углеводородами с последующим подогревом парогазовой смеси.

Недостатком способа является использование дополнительного энергоносителя для получения перегретого пара и последующего подогрева.

Известно применение водяного пара в различных его фазовых состояниях, каждое из которых характеризуется различными равновесными состояниями (Советский энциклопедический словарь. М.: 1985, - с.962, Реф. «Пар»).

Известен также принятый заявителем за наиболее близкий аналог «Способ получения водородосодержащего газа в турбогенераторной установке» (RU Пат. №2269486, 2006). Известный способ и устройство его реализации имеют то же назначение, что и заявленное техническое решение, при этом способ характеризуется последовательностью выполнения операций по стадиям, совмещенных в единый замкнутый цикл, а устройство - соответствующим этим стадиям ступеням.

В части способа в известном техническом решении осуществляют многостадийный способ получения водородосодержащего газообразного топлива с замкнутым циклом, включающий запуск процесса в режиме принудительного разогрева и осуществление процесса саморазогрева в штатном режиме саморазогрева, включающем перемешивание углеводородного компонента и воды, их ввод нагнетанием под давлением, нагревание, возврат топлива и поджиг.

В известном решении первичное перемешивание в жидкой фазе воды и углеводородного компонента при нормальной (20 градусов) температуре компонентов не обеспечивает стабильности дисперсного состава смеси, направляемой в дальнейшем на нагрев для получения топлива. С момента прекращения воздействия по перемешиванию (т.е. с момента подачи смеси на нагревание) начинается обратный процесс - происходит расслоение смеси, обусловленное разными плотностями воды и углеводородного компонента. Последнее приводит к неоднородности смеси по дисперсному составу. При последующем нагреве смеси наблюдается также неоднородность ее по температуре. Эти неоднородности сохраняются в конечном продукте - топливной смеси, направляемой на поджиг факела, вызывают нестабильность горения факела, обусловленную, с одной стороны, образованием в составе смеси локальных очагов (по составу) не возгораемой смеси, что вызывает срывы поджига и угасание факела (что характерно для тяжелых углеводородных компонентов), с другой стороны, образование в составе смеси локальных очагов (по составу) быстрого горения, что вызывает несанкционированные вспышки пламени в

факеле, что характерно для легких углеводородных компонентов.

В части известного устройства оно включает соответствующие элементы реализации способа, присущие также заявляемому техническому решению, теплогазогенераторная установка выполнена в виде единого устройства, имеющего
 5 сложный многозвенный корпус, включает горелочную систему, огневую камеру, устройство для перемешивания компонентов, запальное импульсное устройство, трубопроводы и систему запуска, включающую горелку запуска с подводом горючего топлива.

10 Устройству присущи недостатки реализованного способа, в том числе возникновение срывов в процессе получения топлива, обусловленных неоднородностью смеси.

3. Сущность изобретения

3.1. Результат решения технической задачи

15 Техническая задача - устранение недостатков, присущих известному техническому решению, обеспечение стабильности процессов получения водородосодержащего газообразного топлива, снижение энергоемкости и расхода углеводородного компонента.

20 Технический результат - получение однородного фазового состояния смеси в процессе получения топлива для обеспечения стабильности и постоянства огневого технологического факела горения и горения рабочего факела, а также повышенный уровень безопасности получения водородосодержащего топлива, в том числе за счет снижения расхода углеводородного компонента.

25 Решение поставленной технической задачи обеспечивается многостадийностью процесса получения топлива, каждой стадии которого соответствует наиболее безопасное, стабильное и однородное фазовое состояние компонентов и смеси путем изменения направлений технологических потоков с разделением ввода
 30 углеводородного компонента и воды и перемешивания углеводородного компонента с водой в измененном фазовом состоянии последней.

3.2. Перечень фигур чертежей

На фиг.1 представлена блок-схема алгоритма способа: а) обобщенная блок-схема алгоритма, б) детализация блок-схемы с основными элементами; на фиг.2 - схема
 35 теплогазогенераторной трехступенчатой установки; на фиг.3 - сечение I-I на фиг.2; на фиг.4 - сечение II-II на фиг.2; на фиг.5 - схема смесителя инжекторного типа; на фиг.6 - тепловой температурный режим в технологическом цилиндре,

где 1 - расходная емкость для воды; 2 - расходная емкость для углеводородного
 40 компонента C_nH_{2n+2} ; 3 - рабочая горелка; 4 - горелка запуска; 5 - внешний независимый источник-генератор с искровым импульсным устройством зажигания; 6 - устройство турбонаддува; 7 - индукционный (контактный) нагреватель запуска турбогенератора; 8 - смеситель инжекторного типа; 9 - огневая камера; 10 - первая ступень технологического цилиндра; 11 - вторая ступень технологического цилиндра,
 45 12 - третья ступень технологического цилиндра; 13 - зона поджига, воспламенения и образования огневого факела; 14 - зона технологического горения огневого факела; 15 - устройство формирования рабочего факела; 16 - зона рабочего факела; 17 - технологический трубопровод подачи воды нагнетанием из расходной емкости (1) в первую ступень (10) технологического цилиндра; 18 - технологический трубопровод
 50 подачи углеводородного компонента C_nH_{2n+2} нагнетанием из расходной емкости (2) в смеситель (8) инжекторного типа; 19 - технологический трубопровод подачи пара из первой ступени (10) технологического цилиндра в смеситель (8) инжекторного типа;

20 - технологический трубопровод подачи пароуглеводородной смеси из смесителя (8) во вторую ступень (11) технологического цилиндра; 21 - технологический трубопровод подачи пароуглеводородной смеси из второй ступени (11) технологического цилиндра в третью ступень (12) технологического цилиндра; 22 - технологический трубопровод подачи пароуглеводородной смеси из второй ступени (11) технологического цилиндра в горелку запуска (4) (возврат топлива в режиме принудительного разогрева), 23 - технологический трубопровод подачи топлива из третьей ступени (12) технологического трубопровода в рабочую горелку (3) (возврат топлива в штатном режиме саморазогрева); 24 - трубопровод отбора топлива внешнему потребителю; 25 - регулировочный клапан; 26 - место загрузки воды в расходную емкость (1); 27 - место загрузки углеводородного топлива в расходную емкость (2); 28 - приборы, контролирующие напор и давление на технологических трубопроводах, 29 - парообразование, 30 - формирование огневого факела, 31 - перемешивание и нагревание пароуглеводородной смеси, 32 - осуществление процесса разогрева пароуглеводородной смеси для получения топлива, 33 - внутренний цилиндр теплогазогенератора; 34 - наружный цилиндр теплогазогенератора; а - подвод для запуска пароуглеводородной смеси от второй ступени (11) технологического цилиндра; б - подвод для запуска горючей смеси от внешнего источника; с - подвод для запуска углеводородного компонента; 35 - нагрев технологического цилиндра.

3.3. Отличительные признаки

В способе, в отличие от известного, процесс получения топлива осуществляют многостадийно с отдельным вводом углеводородного компонента и воды в разогреваемый огневым факелом технологический цилиндр, разделенный на изолированные ступени по числу стадий процесса получения топлива, на первой стадии вводят воду, нагревают ее до образования водяного пара, на последующих стадиях вводят углеводородный компонент и перемешивают его с водяным паром, затем пароуглеводородную смесь дополнительно нагревают и разогревают до температуры образования водородосодержащего газообразного топлива, поток которого направляют на возврат в зону поджига для обеспечения горения огневого факела.

В штатном режиме саморазогрева процессы образования водородосодержащего газообразного топлива могут осуществляться с нагревом не менее чем в три стадии, соответствующие процессу парообразования в первой стадии, где вводят воду нагнетанием под давлением 0,3-0,5 МПа и нагревают ее до образования водяного пара с температурой 500-550°C, соответствующим процессу перемешивания и дальнейшего нагрева во второй стадии, где вводят нагнетанием в смеситель под давлением 0,3-0,5 МПа углеводородный компонент, его перемешивают с водой инжектированием водяным паром давлением 0,06-0,25 МПа при соотношении воды к углеводородному компоненту от 10,5:1 до 8:1 и смесь нагревают до температуры 1000-1100°C, на третьей и последующих стадиях, соответствующих процессу получения водородосодержащего газообразного топлива, смесь разогревают до температуры 1300-2000°C.

В штатном режиме саморазогрева поджиг может осуществляться от огневого факела и/или запальным импульсным устройством с внешним источником-генератором искрообразования, работающим с частотой 1-2 Гц, поток топлива на возврат для поджига и образования огневого факела может частично направляться на хранение или/и внешнее потребление, а процесс образования и поддержания огневого

факела для повышения качества и эффективности горения может осуществляться с турбонаддувом.

При запуске процесса в режиме принудительного разогрева предварительное нагнетание воды целесообразно выполнять в количестве 40-50% от максимально допустимого штатного рабочего объема под давлением 0,3-0,5 МПа, изменение фазового состояния воды осуществлять нагреванием до образования водяного пара с температурой 450-500°C от независимого источника тепла, например индуктивным нагревателем, а поджиг пароуглеводородной смеси или иного топливного компонента осуществлять от независимого источника запальным искровым импульсным устройством с независимым источником искрообразования, работающим с частотой 40-50 Гц.

Теплогазогенераторная установка выполнена в виде единого устройства, имеющего сложный многозвенный корпус, в отличие от известного устройства имеет сложный корпус, выполненный в виде двух вложенных друг в друга цилиндрических труб с зазором, образующим технологический цилиндр, разделенный на изолированные ступени технологического цилиндра по числу стадий процесса приготовления топливной смеси, огневую камеру образует емкость внутренней трубы, устройство для перемешивания выполнено в виде инжектора с отдельным вводом воды в виде пара и ввода углеводородного компонента, выход последней ступени технологического цилиндра соединен трубопроводом со входом огневой камеры, где установлена горелочная система с запальным устройством с искровым импульсным источником зажигания, рабочей горелкой, горелкой запуска, на выходе огневой камеры установлен элемент формирования рабочего факела в виде сужающего устройства, устройство снабжено топливными емкостями, выполненными в виде герметичных отдельных расходных емкостей для воды и углеводородного компонента.

Устройство может быть выполнено в виде трехступенчатого технологического цилиндра, в котором 1-я ступень реализует стадию парообразования, выполнена с независимыми индукционным источником тепла, 2-я ступень реализует стадии перемешивания компонентов и нагревания парогазовой смеси, 3-я ступень обеспечивает стадию разогревания для получения топливной смеси, при этом в устройстве расходная емкость для воды соединена трубопроводом со входом 1-й ступени технологического цилиндра, выход которой соединен трубопроводом с первым входом инжектора, второй вход инжектора соединен трубопроводом с расходной емкостью углеводородного компонента, выход инжектора соединен трубопроводом со 2-й ступенью технологического цилиндра, соединенной трубопроводом с третьей ступенью технологического цилиндра.

Соотношении радиусов труб, образующих технологический цилиндр для приготовления топливной смеси, может составлять:

$$0,3 > (R1/r2) > 0,1;$$

где R1 - наружный диаметр внутренней трубы,
r2 - внутренний диаметр наружной трубы,

а на входе турбинной горелочной системы может быть установлено устройство турбонаддува, в расходных емкостях целесообразно поддерживать постоянное избыточное давление 0,3-0,5 МПа.

3.4. Описание способа и установки его реализации

Способ и устройство реализуют зависимость $H_2O + C_n H_{2n+2} = H_2 + CO_2$ в высокотемпературном многостадийном режиме. Тепловая способность углерода

утилизируется наилучшим образом при водяном газе. На парообразование водяного газа углерода требуется 8% его собственных ресурсов, при этом водяной газ состоит главным образом из CO (40-60%) и H₂ (30-50%).

5 Процесс образования водяного газа представляет собой сложный минимально двухстадийный процесс - при 500°C происходит полное разложение на водород и углекислоту ($C+2H_2O=2H_2+CO_2$), при 1000-1200°C - разложение на водород и окись углерода ($CO_2+C=2CO$). Если вода взята в состоянии пара, то разложение водяного пара ($C+H_2O=CO+H_2$) сопровождается тепловыми потерями, а потому ведет к
10 охлаждению, в связи с чем для компенсации тепловых потерь температура первой стадии нагрева должна быть выше, окончательной стадии - не менее чем 1300°C. Наличие турбоподдува (воздухом, кислородом или иным дополнительным окислителем) позволяет получать так называемый генераторный газ с температурой горения смеси 1935°C при практическом отсутствии на выходе экологически вредных
15 компонентов.

Сущность способа представлена на блок-схеме алгоритма способа (фиг.1). Способ включает (фиг.1а) формирование огневого факела и обеспечение технологического горения (30) для нагревания компонентов и смеси (35). Для обеспечения процесса и
20 поставленной технической задачи предусматривается разделение технологических потоков с раздельной подачей (17-18) компонентов (воды (1) и углеводородного компонента (2)). Вода подается для нагревания и парообразования (29) для последующей подачи пара (19) на перемешивание с углеводородным компонентом и последующего нагрева пароуглеводородной смеси (31), которая уже на этом этапе
25 может представлять возгораемую смесь. Эту смесь используют на этапе запуска системы (22). Затем смесь направляют на последующие стадии (32) на доразогрев (20-21). Полученное топливо направляют на вход системы на поджиг (23), а также используется для создания рабочего факела на выходе установки. Нагрев
30 компонентов и смеси (35) в штатном режиме осуществляют с помощью технологического цилиндра, имеющего несколько ступеней по числу стадий для реализации способа.

Компоненты - вода и углеводородный компонент загружают в герметичные сосуды (1, 2) под постоянным давлением 0,3-0,5 МПа для обеспечения их
35 бесперебойной подачи в систему нагнетанием через регулировочные клапаны (25) (фиг.1а, фиг.2). Загрузка может осуществляться как периодически по мере расходования компонентов, так и непрерывно.

При принятом за основу трехстадийном процессе на первой стадии в штатном
40 режиме саморазогрева воду нагревают до образования перегретого пара с температурой 500-550°C, в режиме запуска с принудительным разогревом - до температуры 450-500°C. Образующийся перегретый пар направляют на перемешивание с углеводородным компонентом. Перемешивание обеспечивается инжектированием (8) паром (фиг.5). Затем пароуглеводородную смесь дополнительно
45 нагревают во второй ступени технологического цилиндра (11) и в третьей ступени (12) разогревают до температуры образования газового топлива, которое в штатном режиме саморазогрева направляют на возврат (23) для поджига и образования огневого факела. В режиме запуска с принудительным разогревом (7)
50 пароуглеводородную смесь направляют (22) на поджиг со второй ступени (11).

Установка включает соответствующие элементы реализации способа, выполнена в виде единого устройства, имеющего сложный многозвенный корпус, включает горелочную систему (30), огневую камеру (9), устройство инжекторного типа для

перемешивания компонентов (8), запальное импульсное устройство (5), трубопроводы и систему запуска, включающую горелку запуска (4) с подводом горючего топлива (а, б или с).

5 Корпус выполнен единым в виде двух вложенных друг в друга цилиндрических труб (33, 34) с зазором, образующим технологический цилиндр. Технологический цилиндр разогревается огневом факелом и разделен на герметично изолированные ступени (10, 11, 12) - по числу стадий процесса приготовления топливной смеси, первая ступень (10) устройства соответствует стадии парообразования и снабжена
10 независимым индукционным источником тепла (7) для осуществления процесса запуска, вторая ступень - соответствующая стадии перемешивания компонентов и нагревания парогазовой смеси - включает ступень 11 технологического цилиндра и смеситель инжекторного типа (8) и 3-я ступень (12) служит для окончательного
15 разогревания смеси и получения топлива. Емкость внутренней трубы (9) с внутренним диаметром r_1 образует огневую камеру формирования огневого факела (13, 14) для нагрева технологического цилиндра. Устройство для перемешивания (8) 2-й ступени выполнено в виде инжектора с отдельным вводом (19) воды в виде пара и ввода (18)
20 углеводородного компонента, устройство снабжено топливными емкостями, выполненными в виде герметичных отдельных расходных емкостей для воды (1) и углеводородного компонента (2), расходная емкость (1) для воды соединена трубопроводом (17) со входом первой ступени технологического цилиндра камеры (10) парообразования, выход камеры парообразования соединен
25 трубопроводом с первым входом инжектора, со вторым входом которого соединена расходная емкость для углеводородного компонента, выход инжектора соединен трубопроводом с камерой (11) нагрева парогазовой смеси, камера нагрева парогазовой смеси (11) соединена трубопроводом (21) с камерой разогрева (12) для образования топливной смеси, которая своим выходом соединена трубопроводом (23)
30 со входом огневой камеры (9), где установлена турбинная горелочная система с запальным устройством с искровым импульсным источником зажигания (5), рабочей горелкой (3), горелкой запуска (4), на выходе огневой камеры установлен элемент формирования рабочего факела (16) в виде сужающего устройства (15). Соотношение радиусов труб, образующих технологический цилиндр для приготовления топливной
35 смеси, составляет:

$$0,3 < (r_2/R_1) < 0,1;$$

где R_1 - наружный диаметр внутренней трубы,

r_2 - внутренний диаметр наружной трубы.

40 На входе турбинной горелочной системы установлено устройство турбонаддува (6), а в расходных емкостях (1, 2) поддерживается постоянное избыточное давление 0,3-0,5 МПа.

На графике фиг.6 представлена зависимость температуры в технологическом цилиндре по его ступеням.

45 4. Возможность осуществления изобретения

В таблице представлены сопоставительные характеристики известного технического решения и рассматриваемого способа, подтверждающие, что реализация способа решает поставленные технические задачи - имеет место повышение
50 стабильности процессов получения водородосодержащего газообразного топлива (существенное снижение числа отказов), снижение энергоемкости и расхода углеводородного компонента (повышение показателя отношения вода/дизельное топливо).

Пример конкретной реализации способа и технические характеристики теплогазогенераторных установок, реализующих способ Аракеяна Г.Г.			
Техническая характеристика	Единица измерения	Установка «Гранстрой» типа ВТПГУ-1 серии 2009 (реализация прототипа)	Установка «Гранстрой» типа ВТПГУ-700 серии 2011 (реализация заявленного решения)
Расход воды H ₂ O	л/час	20-25	20-25
Расход дизельного топлива в штатном режиме	л/час	3,0-3,1	2,4-2,5
Соотношение вода/дизельное топливо		(6,5:1)-(8,0:1) Среднее (7,25:1) (87,9:12,1)%	(8,0:1)-(10,4:1) Среднее (9,5:1) (90,5:9,5)%
Наружный диаметр установки	мм	203	203
Тепловая мощность	Гкал	1,0	1,0
Средняя частота срыва пламени по наработке за 1000 часов	шт./час	0,1	0,01

Формула изобретения

1. Многостадийный способ получения водородосодержащего газообразного топлива с замкнутым циклом, включающий запуск процесса в режиме принудительного разогрева и осуществление процесса в штатном режиме саморазогрева, включающем ввод нагнетанием под давлением углеводородного компонента и воды, нагревание, возврат топлива в зону поджига для образования огневого факела, отличающийся тем, что процесс получения топлива осуществляют многостадийно с отдельным вводом углеводородного компонента и воды в разогреваемый огнем факелом технологический цилиндр, разделенный на изолированные ступени по числу стадий процесса получения топлива, на первой стадии вводят воду, нагревают ее до образования водяного пара, на последующих стадиях вводят углеводородный компонент и перемешивают его с водяным паром, затем пароуглеводородную смесь дополнительно нагревают и разогревают до температуры образования водородосодержащего газообразного топлива, поток которого направляют на возврат в зону поджига для обеспечения горения огневого факела.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что в штатном режиме саморазогрева процессы образования водородосодержащего газообразного топлива осуществляют с нагревом в три стадии, в первой стадии вводят воду нагнетанием под давлением 0,3-0,5 МПа и нагревают ее до образования водяного пара с температурой 500-550°С, во второй стадии вводят нагнетанием в смеситель под давлением 0,3-0,5 МПа углеводородный компонент, его перемешивают в смесителе инжектированием с водяным паром давлением 0,06-0,25 МПа при соотношении воды к углеводородному компоненту от 10,5:1 до 8:1 и смесь нагревают до температуры 1000-1100°С, на третьей смеси разогревают до температуры 1300-2000°С.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что в штатном режиме саморазогрева поджиг осуществляют запальным импульсным устройством с внешним источником - генератором искрообразования, работающим с частотой 1÷2 Гц.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что в штатном режиме саморазогрева поток газообразного топлива разделяют на возврат в зону поджига для образования огневого факела и на хранение или/и внешнее потребление.

5. Способ по п.1, отличающийся тем, что процесс образования и поддержания огневого факела осуществляют с турбонаддувом.

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что при запуске в режиме принудительного разогрева осуществляют предварительное нагнетание воды в количестве 40-50% от максимально допустимого штатного рабочего объема под давлением 0,3-0,5 МПа, нагревание на первой стадии осуществляют до образования водяного пара с температурой 450-500°С от независимого источника тепла, например, индуктивным нагревателем.

7. Способ по п.1., отличающийся тем, что при запуске в режиме принудительного разогрева процесса осуществляют поджиг пароуглеводородной смеси или иного топливного компонента от независимого источника запальным искровым импульсным устройством с независимым источником искрообразования, работающим с частотой 40÷50 Гц.

8. Теплогазогенераторная установка для получения водородосодержащего газообразного топлива с замкнутым циклом, выполненная в виде единого устройства, имеющего сложный многозвенный корпус, включает горелочную систему, огневую камеру, устройство для перемешивания компонентов, запальное импульсное устройство, трубопроводы и систему запуска, включающую независимый индукционный источник тепла, горелку запуска с подводом горючего топлива, отличающаяся тем, что сложный корпус выполнен единым в виде двух вложенных друг в друга цилиндрических труб с зазором, образующим технологический цилиндр, разделенный на изолированные ступени технологического цилиндра по числу стадий процесса приготовления топливной смеси, огневую камеру образует емкость внутренней трубы, устройство для перемешивания выполнено в виде инжектора с раздельным вводом воды в виде пара и ввода углеводородного компонента, выход последней ступени технологического цилиндра соединен трубопроводом со входом огневой камеры, где установлена горелочная система с запальным устройством с искровым импульсным источником зажигания, рабочей горелкой, горелкой запуска, на выходе огневой камеры установлен элемент формирования рабочего факела в виде сужающего устройства, устройство снабжено топливными емкостями, выполненными в виде герметичных раздельных расходных емкостей для воды и углеводородного компонента, технологический цилиндр выполнен трехступенчатым по числу стадий процесса приготовления топливной смеси, включающим 1-ю ступень стадии парообразования с независимыми индукционным источником тепла, 2-ю ступень стадии перемешивания компонентов и нагревания парогазовой смеси, 3-ю ступень стадии разогревания для получения топливной смеси, расходная емкость для воды соединена трубопроводом со входом 1-й ступени технологического цилиндра, выход которой соединен трубопроводом с первым входом инжектора, второй вход инжектора соединен трубопроводом с расходной емкостью углеводородного компонента, выход инжектора соединен трубопроводом со 2-й ступенью технологического цилиндра, соединенной трубопроводом с третьей ступенью технологического цилиндра.

9. Устройство по п.8, отличающееся тем, что соотношение радиусов труб, образующих технологический цилиндр для приготовления топливной смеси, составляет $0,3 > (R1/r2) > 0,1$,

где R1 - наружный диаметр внутренней трубы,

r2 - внутренний диаметр наружной трубы,

10. Устройство по п.8, отличающееся тем, что на входе горелочной системы установлено устройство турбонаддува,

11. Устройство по п.8, отличающееся тем, что в расходных емкостях

поддерживается постоянное избыточное давление 0,3-0,5 МПа.

5

10

15

20

25

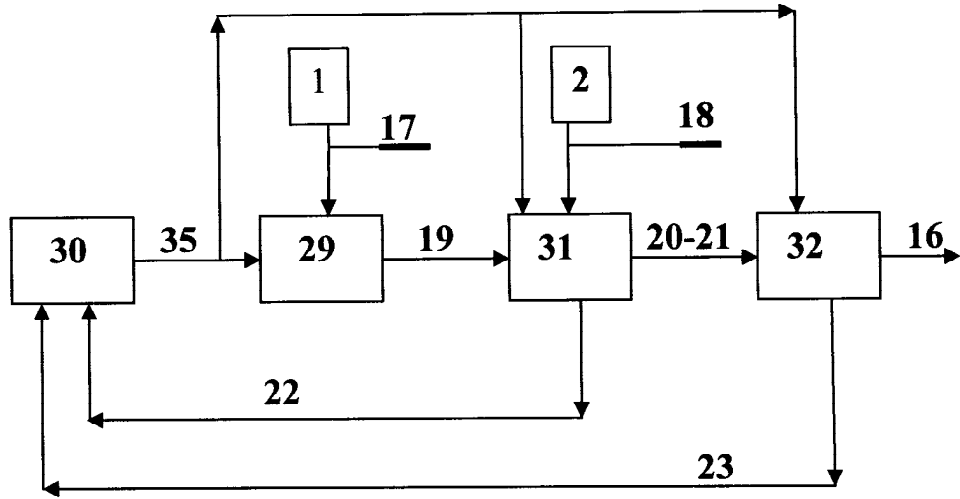
30

35

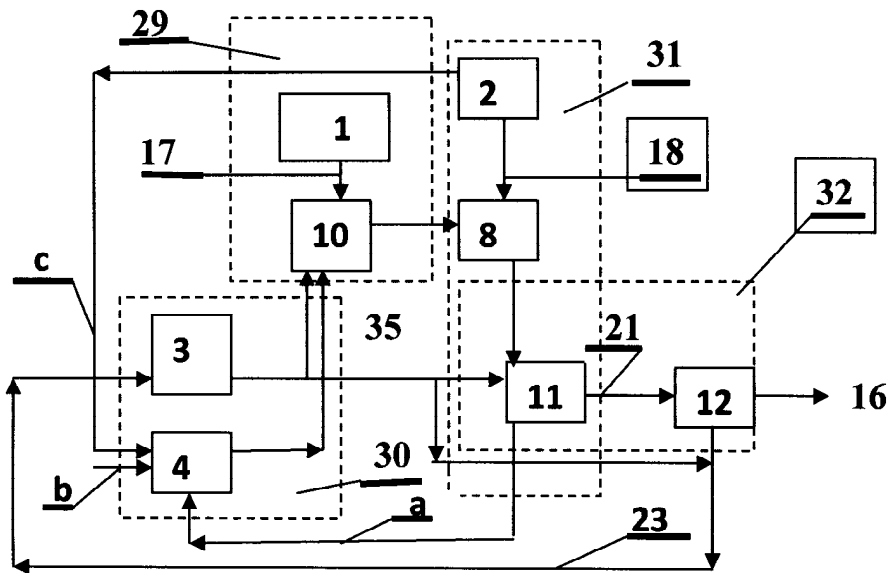
40

45

50

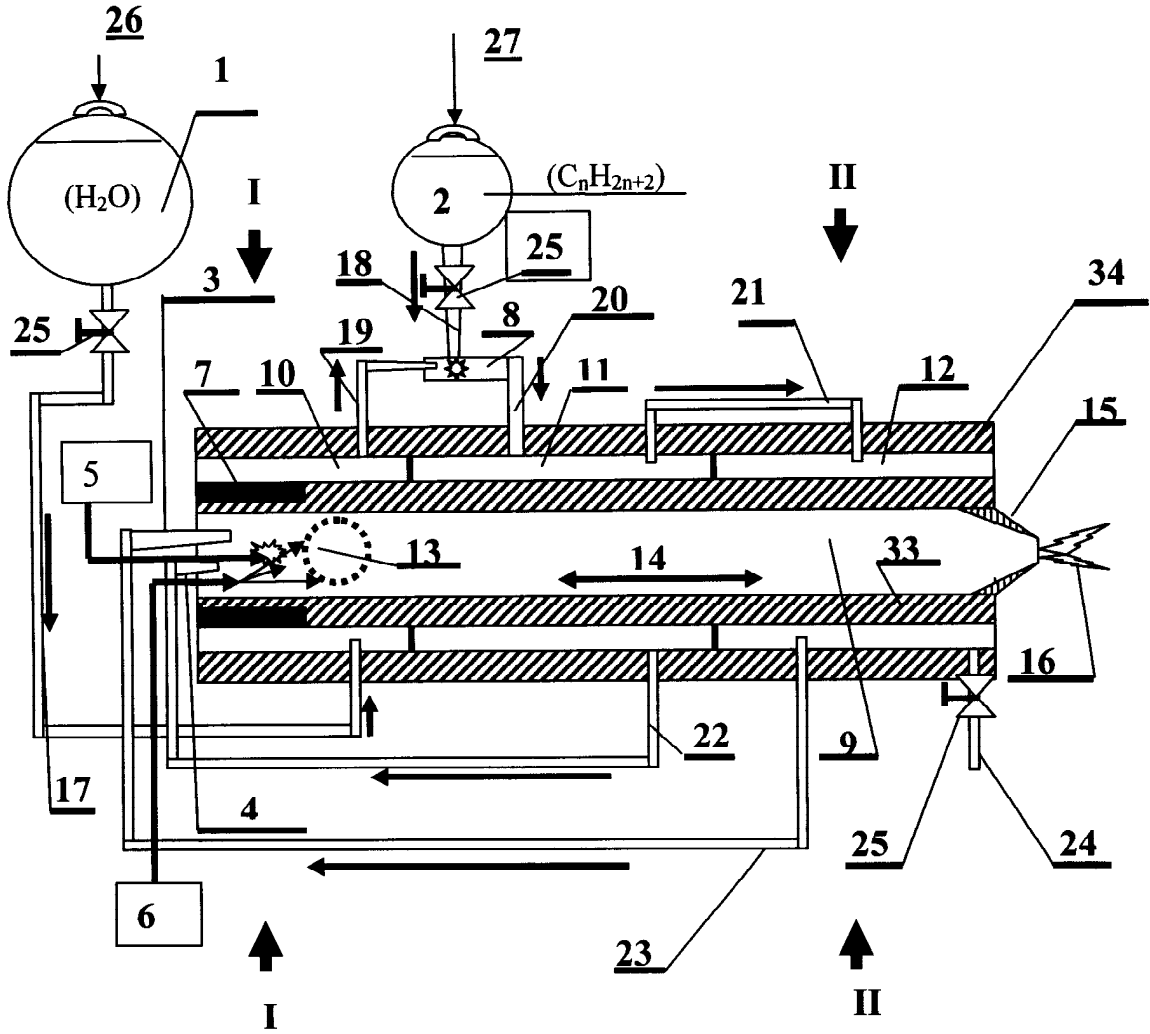


a)



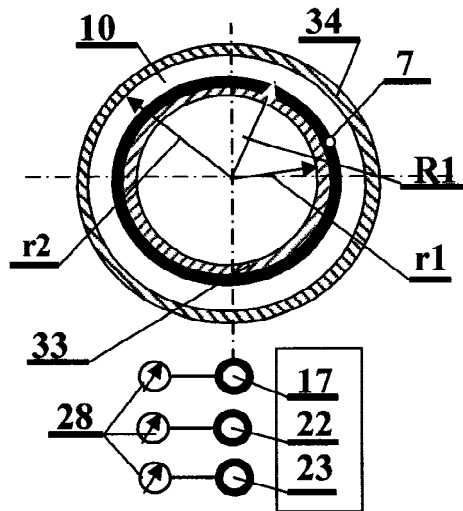
b)

Фиг. 1

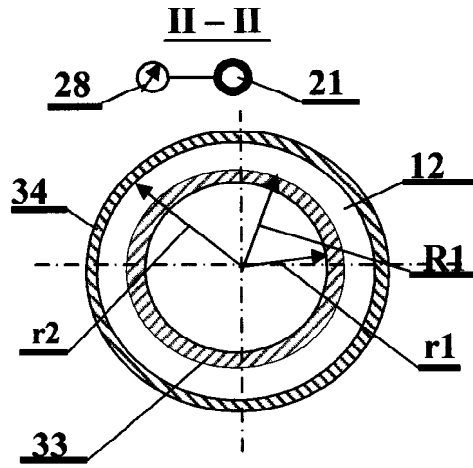


Фиг. 2

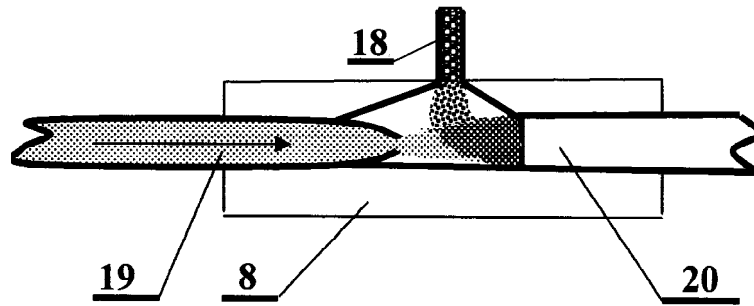
I-I



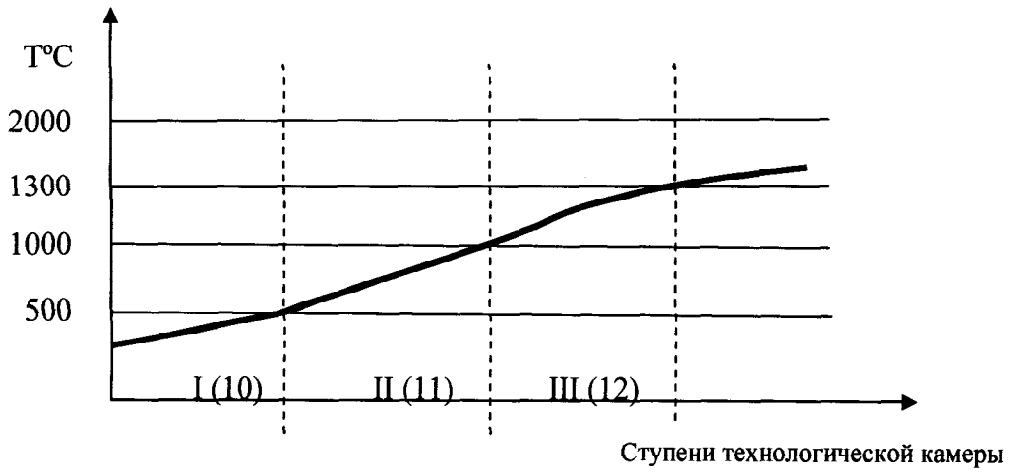
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6