

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **181 126** (13) **U1**

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
(51) МПК  
[C10J 3/20 \(2006.01\)](#)

**(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ**

Статус: может прекратить свое действие (последнее изменение статуса: 07.11.2018)

(21)(22) Заявка: [2017141463](#), 28.11.2017(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
28.11.2017Дата регистрации:  
04.07.2018Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: 28.11.2017(45) Опубликовано: [04.07.2018](#) Бюл. № 19(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 2510414 C1, 27.03.2014. RU  
2631294 C1, 20.09.2017. RU 137552 U1,  
20.02.2014. RU 169609 U1, 24.03.2017. EP  
3078727 A1, 12.10.2016. US 20110036014 A1,  
17.02.2011.Адрес для переписки:  
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19,  
УрФУ, Центр интеллектуальной  
собственности, Марк Т.В.

(72) Автор(ы):

Никитин Александр Дмитриевич (RU),  
Худякова Галина Ивановна (RU),  
Рыжков Александр Филиппович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Уральский федеральный  
университет имени первого Президента  
России Б.Н. Ельцина" (RU)

**(54) ВИХРЕВОЙ ГАЗОГЕНЕРАТОР**

(57) Реферат:

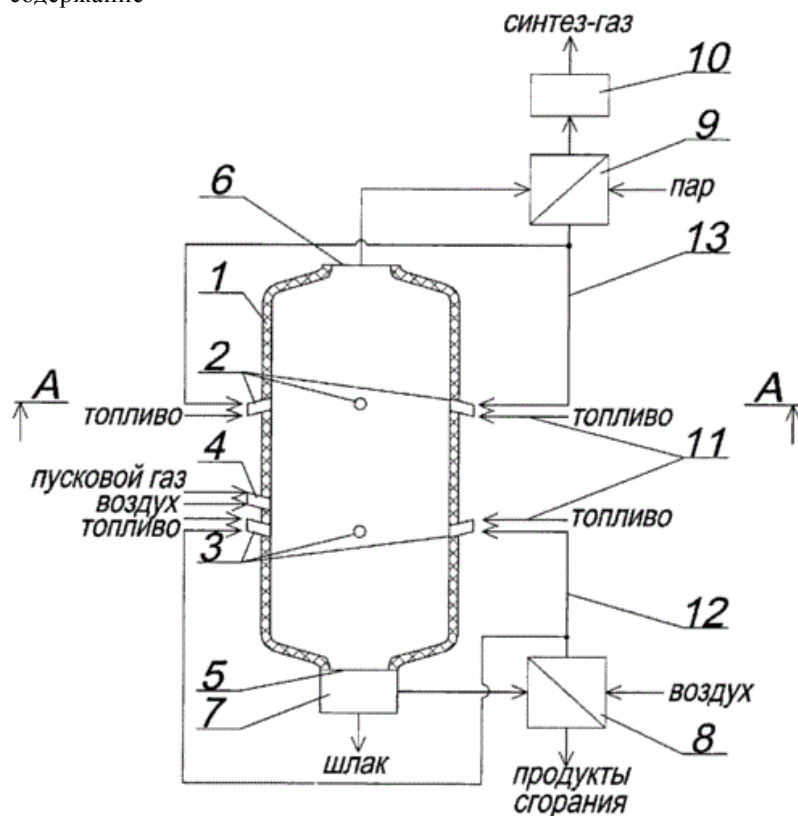
Использование: в энергетике и химической промышленности для получения синтез-газа из твердого топлива.

Сущность полезной модели:

Газогенератор включает камеру газификации, линии подачи топлива и окислителя с регенеративными теплообменниками, две группы рабочих форсунок и пусковую форсунку, отдельные выходные отверстия для синтез-газа и продуктов сгорания топлива, расположенные в противоположных торцах камеры газификации. Группа форсунок для подачи топлива и воздуха для горения и группа форсунок для подачи топлива и водяного пара для газификации расположены в центральной части камеры на расстоянии между группами 0,5-1,0 диаметра камеры, оси форсунок наклонены по отношению к поперечному сечению камеры на угол 15-20°, наклон направлен от центра камеры в сторону выходных отверстий.

В камере образуется два не смешивающихся между собой вихря, в одном происходит полное сгорание топлива, выделяющаяся теплота передается излучением второму вихрю, где осуществляется паровая газификация топлива.

Предлагаемый вихревой газогенератор позволяет с высокой эффективностью и без применения обогащенного кислородом дутья получать из низкосортных твердых топлив качественный синтез-газ, имеющий высокую теплоту сгорания и значительное



Фиг. 1

Полезная модель относится к устройствам для получения из твердого топлива синтез-газа, содержащего водород и монооксид углерода, и может быть использована в энергетике для выработки тепла и электроэнергии, производства энергетического бытового газа, в химической промышленности для получения сырья для производства различных химических продуктов на основе углерода и водорода.

Полезная модель относится к подтипу поточных газогенераторов, в которых мелкие частицы топлива (пыль) реагируют в потоке газообразной среды.

Известна установка для получения синтез-газа автора Лjungгрена Р. по патенту РФ №2509052, МПК С10J 3/20 [1], включающая реактор с расположенными внутри горелками, которые в свою очередь находятся внутри труб радиационного теплообмена. Частицы твердого топлива вводятся потоком технологического газа, представляющего собой водяной пар либо очищенные от смол продукты сгорания топлива, через устройство подачи внутрь реактора, где протекает процесс газификации этих частиц топлива за счет подвода теплоты излучением от труб радиационного теплообмена.

Недостатками данной установки являются повышенные тепловые потери и пониженная эффективность из-за передачи теплоты через стенку труб, ограниченная удельная производительность за счет ограниченной скорости теплообмена через стенку труб, высокая стоимость материала и малый срок службы труб, работающих при высоких температурах в химически агрессивной среде.

Также известна установка для получения синтез-газа из водоугольного топлива авторов Кондратьева А.С., Наумовой Е.А., Петракова А.П. по патенту РФ №2217477, МПК С10J 3/46 [2], содержащая бункер для дробленого угля, резервуар для воды и сообщенный с ними диспергатор для получения водоугольного топлива, вертикально установленный газогенератор с камерой газификации для водоугольного топлива и соединенный с ним сепаратор для разделения газообразных продуктов газификации и минеральных отходов. Камера газификации для водоугольного топлива выполнена в виде полого цилиндра с закрепленными на оси завихрителями потока, в нижней части которого размещены горелки для распыла водоугольного топлива, воды и углекислого газа, и снабжена снаружи коаксиально размещенным цилиндрическим кожухом с образованием камеры сжигания для водоугольного топлива, при этом кожух выполнен с крышкой с равномерно установленным на ней по периметру камеры сжигания горелками для подачи и распыла водоугольного топлива и с патрубком для подачи воздуха в камеру сжигания. Реакции к камере газификации осуществляются за счет подвода теплоты через стенку цилиндра из камеры сгорания.

Недостатками установки являются сложность конструкции, повышенные тепловые потери и пониженная эффективность из-за передачи теплоты через стенку камеры газификации, ограниченная удельная производительность за счет ограниченной скорости теплообмена через стенку, высокая стоимость материала и малый срок

службы камер сгорания и газификации, работающих при высоких температурах в химически агрессивной среде.

Известен вихревой газогенератор для газификации мелкодисперсного растительного сырья по патенту №170200 РФ, МПК F23B 10/00, автор Долищай Г.Д [3], включающий теплоизолирующий корпус, в котором по ходу движения рабочей среды расположены первая, вторая и третья камеры и выходное осевое окно. Камеры выполнены по форме тел вращения и сообщаются между собой через первое и второе осевые окна. Каждая камера снабжена, по меньшей мере, одной парой каналов тангенциальной и нормальной подачи воздуха, расположенных в плоскости, перпендикулярной оси газогенератора. В камерах образуются вихри, в которых происходит сжигание и газификация растительного сырья, при этом все продукты реакций из всех камер и балластный азот, содержащийся в подаваемом воздухе, входят в состав синтез-газа.

Принципиальным недостатком данного устройства является низкая теплота сгорания вырабатываемого синтез-газа из-за содержания в нем большого количества азота (более половины по объемному составу) и продуктов полного сгорания топлива. Газ с низкой теплотой сгорания требует специальных устройств для использования, сложно поджигается, значительно снижает мощность работающих на нем горелок и двигателей внутреннего сгорания. Также недостатком является сложность в эксплуатации, связанная с трудностью очистки камер от шлака.

Существует также ряд вихревых газогенераторов (патент №2594210 РФ, МПК C10J 3/72. Вихревой газогенератор для получения газа из высокозольного топлива. Авторы: Костюнин В.В., Бороздин А.Н., Потапов В.Н. и др.; патент №153890 РФ, МПК C10J 3/20. Вихревой газогенератор для газификации мелкодисперсного растительного сырья. Автор: Ефисько О.О.; патент №67582 РФ, МПК C10J 3/20. Газификатор углеродсодержащего сырья. Авторы: Тоболкин А.С., Макаров П.А. Усачев Н.Я. и др.; Pat. appl. US 4773917, US, Int. Cl. C10J 3/48. Coal Gasifier. Inventors: Morihara et al. [4-7]), включающих вихревые камеры для сжигания и газификации топлива и только одно выходное отверстие для газов. Все эти устройства обладают тем же принципиальным недостатком - производят синтез-газ с низкой теплотой сгорания.

Ближайшим аналогом (прототипом) является газогенератор по патенту №2510414 РФ, МПК C10J 3/48 авторов Жигалова А.Е., Исаева Э.А. и др. Газогенератор выполнен в виде единой камеры с футеровкой, несколькими группами двухкомпонентных форсунок пневматического типа и отверстиями встречного вдува воздуха. При такой конструкции зона горения и зона газификации организованы внутри единого объема.

Недостатками прототипа являются получение синтез-газа с низкой теплотой сгорания, так как продукты сгорания из зоны горения и балластный азот поступают в зону газификации и в результате входят в состав синтез-газа, а также сложность в эксплуатации, связанная с сильным шлакованием горелок зоны горения, расположенных в нижнем торце камеры газогенератора.

Задачей предлагаемого технического решения является повышение теплового КПД установки, увеличение теплоты сгорания вырабатываемого синтез-газа и улучшение условий отвода шлака.

Технический результат данной полезной модели заключается в следующем:

- получение синтез-газа с высокой теплотой сгорания, в составе которого присутствуют только горючие компоненты (монооксид углерода и водород) и практически полностью отсутствуют азот и продукты полного сгорания топлива (углекислый газ и водяной пар);
- повышении теплового КПД газогенератора за счет использования теплоты продуктов сгорания и синтез-газа для нагрева подаваемых воздуха и водяного пара;
- упрощение удаления шлака за счет стекания его в шлаковую ванну.

Технический результат достигается за счет того, что в газогенераторе, включающем камеру газификации с футеровкой и отверстием для выхода синтез-газа, линии подачи топлива и окислителя, две группы рабочих форсунок и пусковую форсунку, дополнительно выполнено отверстие для выхода продуктов сгорания топлива, расположенное в противоположном отверстию для выхода синтез-газа торце камеры газификации, а группа форсунок для подачи топлива и воздуха для горения и группа форсунок для подачи топлива и водяного пара для газификации расположены в центральной части камеры на некотором расстоянии друг от друга, например, на расстоянии равном 0,5...1,0 диаметра камеры, причем оси форсунок наклонены по отношению к поперечному сечению камеры на угол 15...20°, наклон направлен от центра камеры в сторону выходных отверстий. Кроме этого, ниже отверстия для выхода продуктов сгорания из камеры газификации расположена шлаковая ванна для сбора шлака, в линии подачи воздуха расположен теплообменник для использования теплоты продуктов сгорания, а в линии подачи пара расположен теплообменник для использования тепловой энергии, выделяющейся при охлаждении синтез-газа.

В результате поиска по источникам патентной и технической информации совокупность признаков, характеризующих описываемый вихревой газогенератор не обнаружена. Таким образом, по мнению авторов, предлагаемое техническое решение соответствует критерию «новое».

На основании сравнительного анализа предложенного решения с известным уровнем техники можно утверждать, что между совокупностью отличительных признаков, выполняемых ими функций и достигаемой задачи предложенное техническое решение не следует явным образом из уровня техники и соответствует критерию охраноспособности «изобретательский уровень».

На фиг. 1 приведена конструкция вихревого газогенератора в разрезе, на фиг. 2 - разрез по А-А на фиг. 1.

Вихревой газогенератор содержит камеру 1 с футеровкой, группу форсунок 2 для подачи топлива и водяного пара в зону газификации, группу форсунок 3 для подачи топлива и воздуха в зону горения, пусковую форсунку 4, отверстие 5 для выхода продуктов сгорания и шлака, отверстие 6 для выхода синтез-газа, ванну 7 для шлака, теплообменник 8 для нагрева воздуха за счет теплоты продуктов сгорания, теплообменник 9 для нагрева пара за счет охлаждения синтез-газа, циклон 10 для очистки синтез-газа от твердых частиц, линию 11 подачи топлива, линию 12 подачи воздуха и линию 13 подачи пара (на чертеже показаны стрелками). Группы форсунок 2 и 3 расположены в центральной части камеры 1 на расстоянии друг от друга равном  $0,5 \dots 1,0$  диаметра камеры. Форсунки группы 2 имеют отклонение  $15 \dots 20^\circ$  от поперечного сечения камеры в сторону отверстия 6 для выхода синтез-газа. Форсунки группы 3 и пусковая форсунка 4 имеют отклонение  $15 \dots 20^\circ$  от поперечного сечения камеры в сторону отверстия 5 для выхода продуктов сгорания и шлака.

Вихревой газогенератор работает следующим образом. При запуске в пусковую форсунку 4 подается газ и воздух, в расположенной в нижней части камеры 1 зоне горения образуется вихрь, в котором газ сгорает, продукты сгорания выходят в отверстие 5 и направляются в теплообменник 8 для нагрева воздуха. В группу форсунок 3 подается топливо в виде мелких частиц (пыли) и нагретый продуктами сгорания в теплообменнике 8 воздух, при этом топливо сгорает в вихре, образованном в зоне горения. При достижении устойчивого горения основного топлива пусковая форсунка 4 отключается. Затем, при прогреве стенок камеры 1 до рабочей температуры (порядка  $1100-1300^\circ\text{C}$ ) в группу форсунок 2 подается топливо и водяной пар, которые образуют вихрь в зоне газификации - верхней части камеры 1. За счет передачи теплоты излучением из зоны горения, в зоне газификации происходит реакция взаимодействия углерода топлива с водяным паром, и образуется синтез-газ, который выходит в отверстие 6. Таким образом, в камере 1 образуется два не смешивающихся между собой вихря, при этом в первом вихре происходит полное сгорание топлива и выделяется теплота, передающаяся излучением второму вихрю, в котором осуществляется паровая газификация топлива. Синтез-газ после выхода из газогенератора направляется в теплообменник 9 для нагрева пара, затем в циклон 10 для очистки от твердых частиц (образующейся в зоне газификации золы) и далее к потребителю. В зоне горения образуется жидкий шлак, который собирается на стенках камеры 1 и через отверстие 5 стекает в ванну 7 для шлака.

Предлагаемый вихревой газогенератор может найти широкое применение в энергетике и химической промышленности, так как он позволяет с высокой эффективностью и без применения обогащенного кислородом дутья получать из низкосортных топлив качественный синтез-газ, состоящий только из горючих компонентов, имеющий высокую теплоту сгорания и значительное содержание водорода.

#### ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

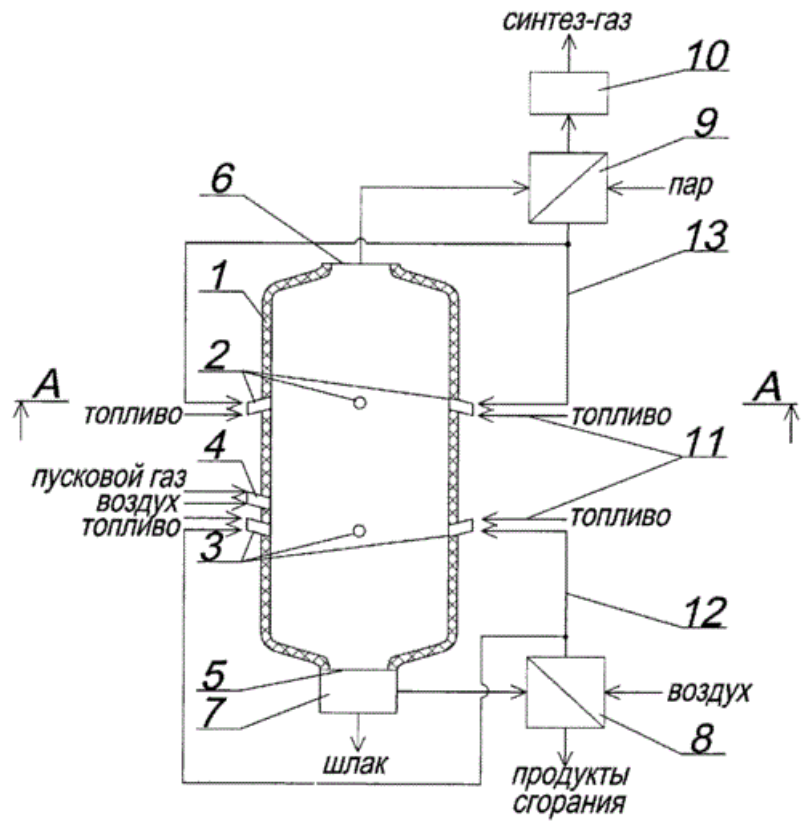
1. Люнггрен Р. Способ и установка для получения синтез-газа. Патент №2509052 РФ, МПК С10J 3/20. Патентообладатель Кортус АБ (SE). - №2010152436/02, заявл. 11.06.2009, опубл. 20.07.2012 Бюл. №20 (аналог).
2. Кондратьев А.С., Наумова Е.А., Петраков А.П. Установка для получения синтез-газа из водоугольного топлива. Патент РФ №2217477, МПК С10J 3/46. Патентообладатель ГУП НПО «Гидротрубопровод». - №2002133531/12, заявл. 16.12.2002, опубл. 27.11.2003 Бюл. №33 (аналог).
3. Долищай Г.Д. Вихревой газогенератор для газификации мелкодисперсного растительного сырья. Патент №170200 РФ, МПК F23B 10/00. Патентообладатель ООО «Научно-производственное предприятие Экологическое природопользование». - №2017106329, заявл. 28.02.2017, опубл. 18.04.2017 Бюл. №11 (аналог).
4. Костюнин В.В., Бороздин А. Н., Потапов В. Н. и др. Вихревой газогенератор для получения газа из высокозольного топлива. Патент №2594210 РФ, МПК С10J 3/72. Патентообладатель ООО «Турбопоток». - №2015111071/05, заявл. 26.03.2015, опубл. 10.08.2016 Бюл. №22 (аналог).
5. Ефисько О.О. Вихревой газогенератор для газификации мелкодисперсного растительного сырья. Патент №153890 РФ, МПК С10J 3/20. Патентообладатель ООО «Рисовые высокие технологии». - №2014150925/06, заявл. 16.12.2014, опубл. 10.08.2015 Бюл. №22 (аналог).
6. Тоболкин А.С., Макаров П.А. Усачев Н.Я. и др. Газификатор углеродсодержащего сырья. Патент №67582 РФ, МПК С10J 3/20. Патентообладатели: Тоболкин А.С., Макаров П.А. Усачев Н.Я. - №2007123733/22, заявл. 26.06.2007, опубл. 27.10.2007 Бюл. №30 (аналог).
7. Morihara et al. Coal Gasifier. Pat. appl. US 4773917, US, Int. Cl. C10J 3/48. Applicant Hitachi Ltd. - №908907, filed 18.09.1986; publ. 27.09.1987 (аналог).

8. Жигалов А.Е., Исаев Э.А., Пиунов В. Ю. и др. Газогенератор. Патент №2510414 РФ, МПК С10J 3/48. Патентообладатель ФГУП «Государственный космический научно-производственный центр имени М.В. Хруничева». - №2012143427/05, заявл. 10.10.2012, опубл. 27.03.2014 Бюл. №9 (прототип).

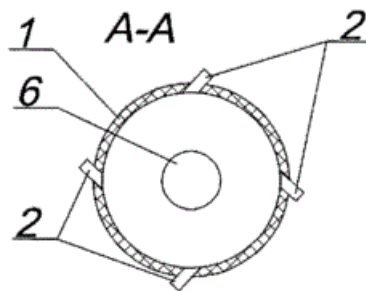
#### Формула полезной модели

Вихревой газогенератор, содержащий камеру газификации с футеровкой и отверстием для выхода синтез-газа, линии подачи топлива и окислителя, две группы рабочих форсунок и пусковую форсунку, отличающийся тем, что дополнительно выполнено отверстие для выхода продуктов сгорания топлива, расположенное в противоположном отверстию для выхода синтез-газа торце камеры газификации, пусковая форсунка установлена в центральной части камеры газификации, группа форсунок для подачи топлива и воздуха для горения и группа форсунок для подачи топлива и водяного пара для газификации размещены в центральной части камеры на расстоянии 0,5-1,0 диаметра камеры друг от друга, оси всех форсунок наклонены от центра камеры в сторону выходных отверстий на угол 15-20° по отношению к поперечному сечению камеры, ниже отверстия для выхода продуктов сгорания из камеры газификации расположена ванна для сбора шлака, в линии подачи воздуха размещен теплообменник для использования теплоты продуктов сгорания, а в линии подачи пара установлен теплообменник для использования теплоты охлаждаемого синтез-газа.

## ВИХРЕВОЙ ГАЗОГЕНЕРАТОР



Фиг. 1



Фиг. 2