

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ  
№ 2818558

### ГАЗИФИКАТОР ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДОГО НИЗКОСОРТНОГО УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II" (RU)*

Автор(ы): *Белоглазов Илья Ильич (RU)*

Заявка № 2023126562

Приоритет изобретения 17 октября 2023 г.

Дата государственной регистрации  
в Государственном реестре изобретений  
Российской Федерации 02 мая 2024 г.

Срок действия исключительного права  
на изобретение истекает 17 октября 2043 г.

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

*Ю.С. Зубов*







ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
C10J 3/22 (2024.01)

(21)(22) Заявка: 2023126562, 17.10.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
17.10.2023

Дата регистрации:  
02.05.2024

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 17.10.2023

(45) Опубликовано: 02.05.2024 Бюл. № 13

Адрес для переписки:  
190106, Санкт-Петербург, 21 линия, В.О., 2,  
Санкт-Петербургский горный университет,  
Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Белоглазов Илья Ильич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Санкт-Петербургский горный  
университет императрицы Екатерины II"  
(RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 112195 U1, 10.01.2012. RU 165402  
U1, 20.10.2016. RU 2193591 C2, 27.11.2002. RU  
125305 U1, 27.02.2013. US 4343626 A, 19.02.1980.

## (54) ГАЗИФИКАТОР ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДОГО НИЗКОСОРТНОГО УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к химической технологии и теплоэнергетике. Газификатор переработки твердого низкосортного углеродсодержащего сырья, содержащий вертикальный футерованный корпус, тангенциальные сопла для подачи топливно-кислородной смеси и материала, реактор кипящего слоя, установленный над реактором неподвижного слоя, при этом они и объединены в единый футерованный корпус, который выполнен снизу-вверх с нарастающими диаметром, верхняя часть реактора неподвижного слоя и нижняя часть реактора кипящего слоя выполнена в виде разделительной конусообразной перегородки, снаружи в нижней части реактора с неподвижным слоем установлен зольный шлюз для отвода золы, в нижней

боковой части выполнено отверстие, в которое установлено сопло подачи вторичных компонентов газификации, которое соединено с вращающейся решеткой, закрепленной на дне реактора, в верхней части реактора в центре закреплен выходной патрубок в форме трубы круглого сечения, при этом выходной патрубок соединен со входом теплообменника горячих газов, выход которого через патрубок соединен со входом фильтра горячего газа, первый выход которого соединен со входом дымососа, а второй - со входом дозатора, выход которого через патрубок подачи возвратной пыли жестко соединен с соплом для подачи материала. Технический результат - повышение конверсии углеродсодержащих компонентов, состоящих из пылевидных и газифицирующих веществ. 1 ил.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*C10J 3/22 (2024.01)*

(21)(22) Application: **2023126562, 17.10.2023**

(24) Effective date for property rights:  
**17.10.2023**

Registration date:  
**02.05.2024**

Priority:

(22) Date of filing: **17.10.2023**

(45) Date of publication: **02.05.2024** Bull. № 13

Mail address:

**190106, Sankt-Peterburg, 21 liniya, V.O., 2, Sankt-Peterburgskij gornyj universitet, Patentno-litsenzionnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Beloglazov Ilya Ilich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj universitet imperatritsy Ekateriny II" (RU)**

(54) **GASIFIER FOR PROCESSING SOLID LOW-GRADE CARBON-CONTAINING RAW MATERIAL**

(57) Abstract:

FIELD: chemistry; heat power engineering.

SUBSTANCE: invention relates to chemical engineering and heat engineering. Gasifier for processing solid low-grade carbon-containing raw material, comprising a vertical lined housing, tangential nozzles for supplying a fuel-oxygen mixture and material, a fluidised bed reactor installed above the fixed bed reactor, wherein they are combined into a single lined housing, which is made from bottom to top with increasing diameter, fixed bed reactor upper part and fluidized bed reactor lower part is made in form of separating cone-shaped partition, outside in lower part of reactor with fixed bed there is ash gate for ash removal, in the lower side part there is an opening in which a nozzle for supplying secondary gasification components is installed, which is connected to a rotating

grid fixed at the bottom of the reactor, in the upper part of the reactor in the centre there is an outlet branch pipe in the form of a pipe of round section, wherein the outlet branch pipe is connected to the inlet of the hot gases heat exchanger, the outlet of which is connected through the branch pipe to the inlet of the hot gas filter, the first outlet of which is connected to the inlet of the smoke exhauster, and the second one is connected to the inlet of the dispenser, the outlet of which is rigidly connected to the material supply nozzle through the return dust supply branch pipe.

EFFECT: high conversion of carbon-containing components consisting of dusty and gasifying substances.

1 cl, 1 dwg

**RU 2 818 558 C1**

**RU 2 818 558 C1**

Изобретение относится к химической технологии и теплоэнергетике и основано на переработке твердого низкосортного углеродсодержащего сырья, в том числе битуминозного (древесины, торфа, бурых углей, различных отходов), путем газификации с получением генераторного газа, содержащего оксид углерода и водород, для последующего использования в качестве силового газа в транспортных и энергетических установках.

Известно устройство газификатор углеродсодержащего сырья (патент RU №187978, опубл. 26.03.2019), содержащий вертикальный футерованный корпус, по всей высоте которого равномерно расположены тангенциальные сопла, установленные в несколько ярусов, каждый из которых содержит по две диаметрально-противоположных тангенциальных амбразуры для подачи топливно-кислородной смеси с одинаковым направлением крутки, отличающийся тем, что оси амбразур направлены между стыками лопастей лопаточных завихрителей с полый вставкой, установленных внутри корпуса и выполненных из перфорированных полуколец, причем полые вставки выполнены снизу-вверх с нарастающими диаметрами и заведены одна в другую с образованием кольцевых зазоров.

Недостатком является наличие одного реактора сгорания, что приводит к неполной конверсии исходного материала.

Известно устройство газификации твердого топлива и отходов (патент RU №112195, опубл. 10.01.2012 г.), содержащее реактор вращающегося типа, угол наклона которого к горизонту предусматривает продольное перемещение засыпки сырья, устройство подачи измельченной горючей массы в реактор, устройство ввода окислителя, устройство подвода пара в реактор и вывод продукта - газа, отличающееся тем, что вводы газифицирующих сред - окислителя, пара подключены к реактору со стороны подачи сырья в реактор на газификацию, а вывод продукта - газа находится на противоположной стороне реактора, и дополнительно на стороне тракта вывода продукта - газа подключена линия отбора части горючего газа на регенерацию к паровому эжектору, из которого эжектируемые газы в смеси с эжектирующим паром направляются на вход в реактор, притом реактор выполнен с пережимами сечения винтовой или кольцевой геометрии.

Недостатком данного устройства является использование парового эжектора, что приводит к необходимости использования водяного пара.

Известно устройство газификации органических веществ (патент RU №62926, опубл. 10.05.2007 г.), которое включает пиролизную камеру, причем устройство также включает бункер для входного сырья, камеру сушки с коллектором для сбора пара, шнек для сушки исходного сырья, бункер для приема сухого сырья, шнек подачи топлива в пиролизную камеру, шнековый пиролизер, коллектор для сбора пиролизного газа, камеру приема газа и полукокса, снабженную водоохлаждаемым шнеком, и дымоход.

Недостатком данного устройства является сложность конструкции, содержащей шнек сушки сырья, шнек подачи топлива в пиролизную камеру и шнековый пиролизер, что приводит к существенному снижению производительности установки.

Известно устройство для переработки конденсированного топлива (патент РФ №2322641, опубл. 20.04.2008), включающее вращающийся цилиндрический реактор, установленный под углом к горизонту в пределах от 22 до 65°, привод вращения реактора, загрузочное устройство и вывод продукт-газа в верхней части реактора, разгрузочное устройство и устройство подачи газифицирующего агента - в нижней части реактора, уплотнения, обеспечивающие газоплотность реактора при вращении.

Недостатком данного устройства является наличие одного реактора сгорания, что

приводит к неполной конверсии исходного материала.

Известен мультифазный газификатор кипящего слоя (патент RU №202426, опуб. 17.02.2021), принятый за прототип. Устройство для газификации содержит вертикальный футерованный корпус, тангенциальные сопла для подачи топливно-кислородной смеси и материала, отличающийся тем, что реактор кипящего слоя установлен над реактором неподвижного слоя, при этом они и объединены в единый футерованный корпус, который выполнен снизу-вверх с нарастающими диаметром, верхняя часть реактора неподвижного слоя и нижняя часть реактора кипящего слоя выполнена в виде разделительной конусообразной перегородки, снаружи в нижней части реактора с неподвижным слоем установлен зольный шлюз для отвода золы, в нижней боковой части выполнено отверстие, в которое установлено сопло подачи вторичных компонентов газификации, которое соединено с вращающейся решеткой, закрепленной на дне ректора, в верхней части реактора кипящего слоя установлено сопло для подачи воды, а в центре закреплен выходной патрубок в форме трубы круглого сечения, который подключен к циклону, соединенному с дымососом через теплообменник.

Недостатком данного устройства является использование циклона для сбора отходящих газов с твердыми частицами, что не предусматривает возврат углесодержащей пыли обратно в реактор, а также наличие сопла для подачи воды, это приводит к необходимости отвода и утилизации тепла получаемого в результате закалки отходящих газов.

Техническим результатом является повышение конверсии углеродсодержащих компонентов, состоящих из пылевидных и газифицирующих веществ.

Технический результат достигается тем, что выходной патрубок соединен со входом теплообменника горячих газов, выход которого через патрубок соединен со входом фильтра горячего газа, первый выход которого соединен со входом дымососа, а второй - со входом дозатора, выход которого, через патрубок подачи возвратной пыли жестко соединен с соплом для подачи материала.

Газификатор переработки твердого низкосортного углеродсодержащего сырья поясняется следующей фигурой:

- фиг. 1 - общий вид устройства;
- 1 - футерованный корпус
  - 2 - внешняя рубашка высокого давления
  - 3 - водяное пространство
  - 4 - внутренняя рубашка
  - 5 - футеровка газификатора
  - 6 - выходной патрубок
  - 7 - вращающаяся решетка
  - 8 - неподвижный слой
  - 9 - разделительная перегородка
  - 10 - кипящий слой
  - 11 - поверхность неподвижного слоя
  - 12 - сопло для подачи материала
  - 13 - сопло для подачи газифицирующих компонентов
  - 14 - теплообменник горячих газов
  - 15 - фильтр горячего газа
  - 16 - дымосос
  - 17 - дозатор
  - 18 - патрубок возвратной пыли

## 19 - сопло вторичных газифицирующих компонентов

Газификатор переработки твердого низкосортного углеродсодержащего сырья, выполненный снизу-вверх с нарастающими диаметром. состоит из двух реакторов неподвижного 8 и кипящего слоя 10, которые объединены в один футерованный 5 корпус 1 с внешней 2 и внутренней 4 рубашкой высокого давления, между которыми расположено водяное пространство 3. В нижней части реактора с неподвижным слоем 8 установлен выходной патрубок кубового продукта для отвода золы 6. В отверстие, которое выполнено в нижней боковой части реактора с неподвижным слоем 8 установлено сопло подачи вторичных компонентов газификации 19 соединенное с 10 вращающейся решеткой 7. Вращающейся решетка 7 закреплена на дне внутри ректора неподвижного слоя 2. Верхняя часть реактора неподвижного слоя 8 выполнена в виде разделительной конусообразной перегородки 9 которая является нижней частью реактора кипящего слоя 10. В нижней части реактора кипящего слоя установлено диаметрально-противоположное тангенциальное сопло для подачи материала 12, и 15 сопло для подачи газифицирующих компонентов 13. В верхней части реактора кипящего слоя в центре закреплена выходной патрубок 6 в форме трубы круглого сечения, который соединен со входом теплообменника горячих газов 14, выход которого через патрубок соединен со входом фильтра горячего газа 15, первый выход которого соединен со входом дымососа 16, а второй - со входом дозатора 17. Выход дозатора 17 через 20 патрубок подачи возвратной пыли 18 жестко соединен с соплом для подачи материала 12.

Газификатор переработки твердого низкосортного углеродсодержащего сырья работает следующим образом. Смесь кислорода и пара, представляющая собой окислитель, подводится в реактор неподвижного слоя 8 через сопло вторичных 25 газифицирующих компонентов 19 и вращающуюся решетку 7. Сухая зола выводится через вращающуюся решетку 7 и попадает в выходной патрубок кубового продукта 6. Над неподвижным слоем расположена конусообразная разделительная зона где происходит разделение частиц по массе. Более крупные частицы движутся вниз и падают на поверхность неподвижного слоя. Более мелкие частицы направляются вверх, в 30 реактор кипящего слоя 10. Лишь небольшая часть материала остается более длительное время в этой зоне, с образованием кипящего слоя. Процесс сепарации частиц зависит от диаметра реактора, который расширяется к его верхней части. Над разделительной конусообразной перегородкой расположен реактор кипящего слоя 10. В этой зоне газификатора через диаметрально-противоположные тангенциальные сопло для подачи 35 материала 12 и сопло для подачи газифицирующих компонентов 13, подводится соответственно кислород в качестве первичного окислителя, и свежие порции материала с добавлением возвратной пыли, которые вступают в контакт с окислителем. Ввиду экзотермической реакции окисления угля, кипящий слой характеризуется наиболее высокой температурой внутри реактора. В этой зоне газификатора температура 40 возрастает до 2000°C. После достижения определенного уровня конверсии углерода, зола смягчается и подвергается парциальному переходу в жидкое состояние. Ввиду этого поверхность частиц золы становится липкой, что приводит к образованию агломератов. Частицы золы, ставшие слишком тяжелыми, выпадают из кипящего слоя и опускаются на дно реактора в неподвижный слой. В ректоре кипящего слоя 10 45 происходит осушка кусков угля и выход летучих веществ из угля. Часть летучих веществ, прежде всего высшие углеводороды, подвергаются реакциям крекинга, ввиду относительно высокой температуры реактора. Вследствие этого качество полученного синтез-газа значительно увеличивается. В верхней части реактора кипящего слоя

скорость потока газа наиболее высокая, так как конверсия угля сопровождается выделением газообразных продуктов. Образуется зона кипящего слоя с высокоскоростным псевдооживлением, характеристики которого лежат между циркулирующим кипящим слоем и поточной газификацией. В этой зоне больше нет остаточного кислорода, протекают лишь эндотермические реакции газификации. Температура газа опускается до 1000-1200°C. При необходимости, температура газа на выходе из реактора может быть дополнительно понижена до 900-950°C.

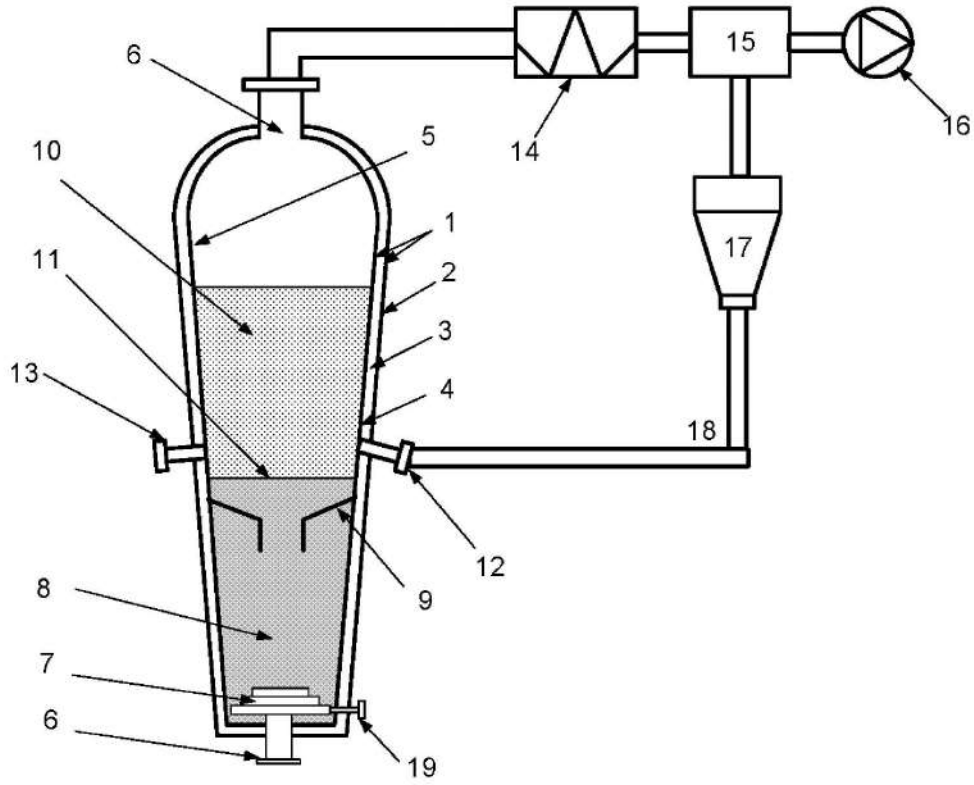
Газифицирующие компоненты, через сопло для подачи газифицирующих компонентов 13 и возвратная пыль из сопла для подачи материала 12, используются для противоточного охлаждения окисленных реакционных продуктов, которые состоят из кислорода и диоксида углерода. Температура данных компонентов максимально близка к температуре окружающей среды, что с одной стороны позволяет использовать тепло окисленных продуктов для процесса газификации и с другой стороны, отказаться от дополнительного охлаждения, необходимого для переработки золы. Преимущества использования углекислого газа в качестве охладителя становятся очевидными из того факта, что температура выхода шлака составляет приблизительно 500°C в случае использования кислорода и пара в качестве второго газифицирующего компонента. Однако эта температура может быть понижена до 300°C в случае использования диоксида углерода вместо водяного пара. В результате полученные окисленные продукты (практически не содержащие углерод) в виде шлака могут быть в последующем легко утилизированы или переработаны.

Неочищенный газ, выделяющийся в результате процесса газификации засасывается в выходной патрубок 6 и поступает в теплообменник горячих газов 14, а затем на фильтре горячего газа 15 происходит очистка от углерод содержащей пыли, которая посыпает в дозатор 17, который транспортирует угольную пыли по патрубку возвратной пыли 18 обратно в зону кипящего слоя 10. Очищенный синтез-газ из фильтра горячего газа 15 через дымосос 16 поступает на дальнейшую переработку.

Повышение конверсии углеродсодержащих компонентов в газификаторе достигается за счет установки фильтра горячего газа, дымососа, дозатора, и системы патрубков.

#### (57) Формула изобретения

Газификатор переработки твердого низкосортного углеродсодержащего сырья, содержащий вертикальный футерованный корпус, тангенциальные сопла для подачи топливно-кислородной смеси и материала, реактор кипящего слоя, установленный над реактором неподвижного слоя, при этом они и объединены в единый футерованный корпус, который выполнен снизу-вверх с нарастающими диаметром, верхняя часть реактора неподвижного слоя и нижняя часть реактора кипящего слоя выполнена в виде разделительной конусообразной перегородки, снаружи в нижней части реактора с неподвижным слоем установлен зольный шлюз для отвода золы, в нижней боковой части выполнено отверстие, в которое установлено сопло подачи вторичных компонентов газификации, которое соединено с вращающейся решеткой, закрепленной на дне ректора, в верхней части реактора в центре закреплен выходной патрубок в форме трубы круглого сечения, отличающийся тем, что выходной патрубок соединен со входом теплообменника горячих газов, выход которого через патрубок соединен со входом фильтра горячего газа, первый выход которого соединен со входом дымососа, а второй - со входом дозатора, выход которого через патрубок подачи возвратной пыли жестко соединен с соплом для подачи материала.



Фиг.1