

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 202426

МУЛЬТИЗОННЫЙ ГАЗИФИКАТОР КИПЯЩЕГО СЛОЯ

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» (RU)*

Авторы: *Белоглазов Илья Ильич (RU), Савченков Сергей Анатольевич (RU), Малыгин Руслан Дмитриевич (RU), Бекенёв Кирилл Дмитриевич (RU)*

Заявка № 2020138368

Приоритет полезной модели 24 ноября 2020 г.

Дата государственной регистрации в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 17 февраля 2021 г.

Срок действия исключительного права на полезную модель истекает 24 ноября 2030 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности

 Г.П. Ивлиев





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
C10J 3/22 (2021.01)

(21)(22) Заявка: 2020138368, 24.11.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
24.11.2020

Дата регистрации:
17.02.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 24.11.2020

(45) Опубликовано: 17.02.2021 Бюл. № 5

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ, Патентно-
лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Белоглазов Илья Ильич (RU),
Савченков Сергей Анатольевич (RU),
Малыгин Руслан Дмитриевич (RU),
Бекенёв Кирилл Дмитриевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Санкт-Петербургский горный
университет» (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 187978 U1, 26.03.2019. RU 67582
U1, 27.10.2007. RU 2261891 C1, 10.10.2005. US
6139722 A, 31.10.2000.

(54) МУЛЬТИЗОННЫЙ ГАЗИФИКАТОР КИПЯЩЕГО СЛОЯ

(57) Реферат:

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

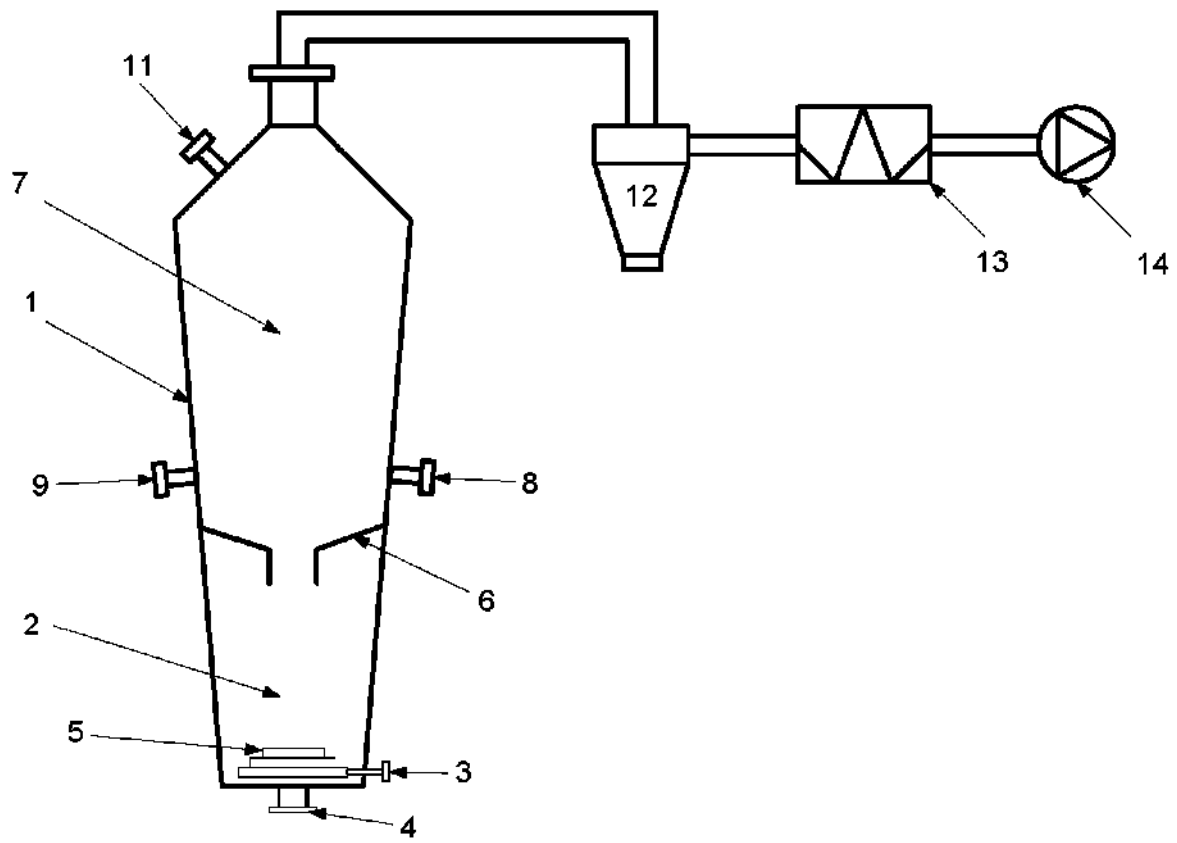
Техническим результатом является оптимальная утилизация тепла внутри реактора, а также высокая степень конверсии углерода и, как следствие, повышение удельного выхода

синтез-газа.

Оптимальная утилизация тепла, в свою очередь, обеспечивает высокую степень конверсии углерода и, как следствие, повышение удельного выхода синтез-газа. Этот результат достигается за счет экзотермических реакций крекинга в зоне с относительно высокой температурой реактора кипящего слоя. Кроме того, вследствие относительно низкой температуры газа на выходе из реактора, также будет наблюдаться повышенный выход синтез-газа.

RU 202426 U1

RU 202426 U1



Фиг.1

Полезная модель относится к химической технологии и теплоэнергетике на основе переработки низкосортного углеродсодержащего сырья, в том числе битуминозного (древесины, торфа, бурых углей, различных отходов), путем газификации с получением горючего газа, содержащего оксид углерода и водород, для последующего

5 использования в качестве силового газа в транспортных и энергетических установках.

Известно устройство газификации твердого топлива и отходов (патент РФ №112195, опубл. 10.01.2012), содержащее реактор вращающегося типа, угол наклона которого к горизонту предусматривает продольное перемещение засыпки сырья, устройство подачи измельченной горючей массы в реактор, устройство ввода окислителя,

10 устройство подвода пара в реактор и вывод продукта - газа, причем вводы газифицирующих сред – окислителя пара подключены к реактору со стороны подачи сырья в реактор на газификацию, а вывод продукта - газа находится на

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

Известно устройство для газификации топливной биомассы в виде твердого измельченного биотоплива в плотном слое (патент РФ №2631811, опубл. 26.09.2017), включающее загрузочное устройство, установленный под углом к горизонту в пределах от 22 до 65° цилиндрический реактор, выполненный с возможностью вращения вокруг своей оси таким образом, что положение активной зоны окисления/восстановления

25 остается постоянным, разгрузочное устройство, устройство подачи газифицирующего агента - воздуха в нижнюю часть реактора, привод вращения реактора, уплотнения, обеспечивающие герметичность реактора при вращении, датчики температуры в реакторе, причем реактор оснащен поясом пароводяной завесы, встроенным в пространство внутри двойной боковой стенки реактора, состоящей из внешней стенки

30 - кожуха и внутренней стенки рабочей камеры. Пояс пароводяной завесы включает в себя кольцевой резервуар для воды, подающейся извне под давлением через обратный клапан, и соединенные с ним через напорно-переливные клапаны испарительные полости, образующие ячеистую, в частности, сотовую структуру на внутренней стенке рабочей камеры, которая перфорирована либо имеет пористую структуру по длине

35 активной зоны окисления/восстановления реактора для обеспечения прохождения пара из испарительных полостей в пристеночную область рабочей камеры реактора.

Недостатком устройства является наличие одного реактора с противоточной подачей исходного материала и воздуха что приводит к высокому потреблению кислорода и водяного пара.

Известно устройство для получения синтез-газа и полукокса пиролизом биомассы (патент РФ №62926, опубл. 10.05.2007), включающее пиролизную камеру, 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

45 полукокса, снабженную водоохлаждаемым шнеком, и дымоход, при этом все шнековые устройства снабжены приводами, а шнек пиролизера, шнек подачи топлива и шнек отвода полукокса, с целью предотвращения обратного прорыва газов, снабжены разрывами витка (газовыми пробками).

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.

5 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.

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

Известно устройство для газификации твердого топлива в виде предварительно подготовленного - измельченного, уплотненного - твердого биотоплива и/или твердого низкосортного ископаемого углеродсодержащего сырья (торф, бурые угли) в плотном слое (патент РФ 2663144, опубл. 01.08.2018), включающее загрузочное устройство, установленный под углом к горизонту в пределах от 22 до 65° цилиндрический реактор, выполненный с возможностью вращения вокруг своей оси и оснащенный пароводяной рубашкой, встроенной в пространство внутри двойной боковой стенки реактора, разгрузочное устройство, устройство подачи газифицирующего агента - воздуха - в нижнюю часть реактора, привод вращения реактора, уплотнения, обеспечивающие герметичность реактора при вращении, причем устройство - газификатор - состоит из двух одинаковых реакторов, работающих совместно в двухтактном рабочем цикле газификатора, один реактор - в фазе/режиме обращенного процесса газификации, другой реактор - в фазе/режиме прямого процесса газификации, с возможностью синхронной смены фаз работы реакторов на каждом очередном такте работы газификатора посредством поворота реактора в вертикальной плоскости с обеспечением реверсивного движения газифицируемого твердого топлива внутри реактора.

Недостатком устройства является наличие двух реакторов, работающих в плотном слое, что значительно затрудняет использование высокозольных углей, а так же приводит к высокому потреблению кислорода и водяного пара.

Известен газификатор углеродсодержащего сырья (Патент РФ № 187978, опубл. 26.03.2019), принятый за прототип, 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, причем 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 известного технического решения является не эффективная утилизация тепла и не высокая степень конверсии углерода из-за использования в реакторе только зоны кипящего слоя.

Техническим результатом является оптимальная утилизация тепла внутри реактора, а также высокая степень конверсии углерода и как следствие повышение удельного выхода синтез-газа.

Технический результат достигается 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 закреплённой на дне ректора, в верхней части реактора кипящего слоя установлено сопло для подачи воды, а в центре закреплён выходной патрубок в форме трубы круглого сечения, который подключен к циклону, соединенному с дымососом через теплообменник.

Мультизонный газификатор кипящего слоя поясняется следующей фигурой:

фиг.1 – общий вид устройства;

1 – футерованный корпус;

2 – реактор неподвижного слоя;

3 – сопло подачи вторичных компонентов газификации;

4 – зольный шлюз для отвода золы;

5 – вращающаяся решетка

6 – разделительная конусообразная перегородка

7 – реактор кипящего слоя

8 – сопло для подачи топливно-кислородной смеси;

9 – сопло для подачи материала;

10 – выходной патрубок

11 – сопло для подачи воды

12 – циклон;

13 – теплообменник.

14 – дымосос

Мультизонный газификатор кипящего слоя состоит из реактора неподвижного слоя 2 и установленного на него реактора кипящего слоя 7, объединённых в один футерованный корпус 1, выполненный снизу-вверх с нарастающими диаметром. Верхняя часть реактора неподвижного слоя 2 выполнена в виде разделительной конусообразной перегородки 6, которая так же является нижней частью реактора кипящего слоя 7.

Снаружи в нижней части реактора с неподвижным слоем 2 установлен зольный шлюз для отвода золы 4. В отверстие, которое выполнено в нижней боковой части реактора с неподвижным слоем 2 установлено сопло подачи вторичных компонентов газификации 3 соединённое с вращающейся решеткой 5. Вращающейся решетка 5 закреплена на дне внутри ректора неподвижного слоя 2. В нижней части реактора кипящего слоя 7 установлены диаметрально-противоположные тангенциальные сопла для подачи топливно-кислородной смеси 8 и для подачи материала 9. В верхней части реактора кипящего слоя 7 установлено сопло для подачи воды 11, в центре закреплён выходной патрубок 10 в форме трубы круглого сечения, который подключен к циклону 12, соединенному с дымососом 13 через теплообменник 14.

Мультизонный газификатор кипящего слоя работает следующим образом.

Смесь кислорода и пара, представляющая собой окислитель, подводится в реактор неподвижного слоя 2 через сопло 3 и вращающуюся решетку 5. Сухая зола выводится через вращающуюся решетку 5 и попадает в отводной шлюз золы 4. Над подвижным слоем расположена конусообразная разделительная зона где происходит разделение частиц по массе. Более большие куски (агломераты, куски исходного угля) движутся вниз и падают на поверхность неподвижного слоя. Более мелкие частицы направляются вверх, в реактор кипящего слоя 7. Лишь небольшая часть остается более длительное

время в этой зоне, с образованием кипящего слоя. Процесс сепарации частиц зависит от диаметра реактора, который увеличивается к его верхней части. Над разделительной зоной расположен реактор кипящего слоя 7. В этой зоне газогенератора через диаметрально-противоположные тангенциальные сопла в качестве первичного окислителя подводится кислород 8, и свежие порции угля 9, которые вступают в контакт с окислителем. Ввиду экзотермической реакции окисления угля, струйный кипящий слой отличается наиболее высокой температурой внутри реактора. В горячей зоне пламени температура лежит выше 2000 °С. 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 подвижный слой. В реакторе кипящего слоя 7 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. По этой причине 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 °С. При необходимости, температура газа на выходе из реактора может быть дополнительно понижена до 900-950 °С посредством вбрызгивания воды через сопло 11 (водного квенча) в головной части реактора. Газы, выделяющиеся в результате процесса засасываются на выходном патрубке 10 в циклон 12, подключенный к дымососу 13 через теплообменник 14, который используется для нагрева кислорода, подаваемого в газификатор.

Оптимальная утилизация тепла внутри реактора достигается за счет использования реактора неподвижного слоя совместно кипящем слоем. В нижней части реактора устанавливается зона окисления, в которой происходит полная конверсия кислорода. Над ней находится зона газификации, где проходят эндотермические процессы конверсии кокса. Полученный синтез-газ направляется в верхнюю часть газогенератора и нагревает на своем пути куски угля, находящиеся в зоне осушки и подачи свежих порций угля, который в свою очередь вступает в контакт с окислителем и осуществляется экзотермическая реакция окисления угля. Далее в зоне с высокоскоростным псевдооживлением при отсутствии кислорода протекают лишь эндотермические реакции газификации, и температура процесса понижается. Таким образом, происходит равномерная утилизация тепла, выделенного при парциальном окислении угля.

Оптимальная утилизация тепла в свою очередь обеспечивает высокую степень конверсии углерода и как следствие повышение удельного выхода синтез-газа. Этот результат достигается за счет экзотермических реакций крекинга в зоне с относительно высокой температурой реактора кипящего слоя. Кроме того, вследствие относительно низкой температуры газа на выходе из реактора, так же будет наблюдаться повышенный выход синтез-газа.

(57) Формула полезной модели

Мультифазный газификатор кипящего слоя, содержащий 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
5 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, закреплённой на дне ректора, в верхней части реактора кипящего слоя установлено сопло для подачи
10 воды, а в центре закреплён выходной патрубок в форме трубы круглого сечения, который подключен к циклону, соединенному с дымососом через теплообменник.

15

20

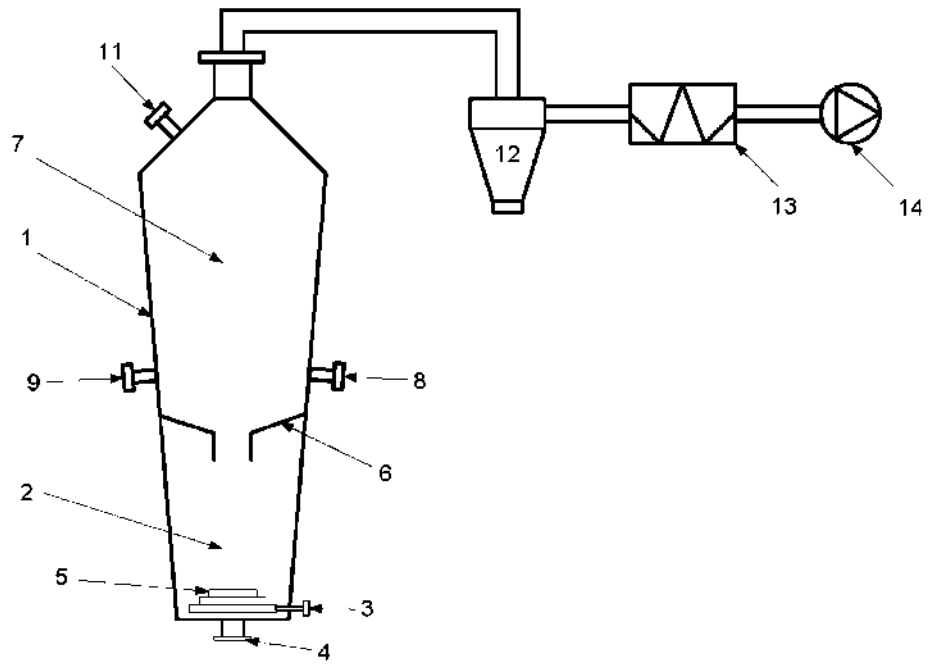
25

30

35

40

45



Фиг.1