

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **034879**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.04.01

(51) Int. Cl. *C10J 3/26* (2006.01)
C10J 3/40 (2006.01)

(21) Номер заявки
201791272

(22) Дата подачи заявки
2015.12.07

(54) **ПРЯМОТОЧНЫЙ ГАЗИФИКАТОР С НЕПОДВИЖНЫМ СЛОЕМ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГЕНЕРАТОРНОГО ГАЗА ИЗ ЧАСТИЦ СЫПУЧЕЙ БИОМАССЫ**

(31) **102014225166.4**

(72) Изобретатель:

(32) **2014.12.08**

**Зенгер Марко, Хофмайстер Михаэль,
Дресслер Хорст, Улиг Юлиен (DE)**

(33) **DE**

(43) **2017.11.30**

(74) Представитель:

(86) **PCT/EP2015/078888**

Медведев В.Н. (RU)

(87) **WO 2016/091835 2016.06.16**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ЭНТРАДЕ ЭНЕРГИЗЮСТЕМЕ АГ
(DE)**

(56) **WO-A2-2010114400
WO-A2-2008006049
WO-A1-2008059109
DE-U1-202010013745**

(57) Представлены прямоточный газификатор с неподвижным слоем для получения генераторного газа из частиц сыпучей биомассы, способ эксплуатации такого прямоточного газификатора с неподвижным слоем, способ пуска такого прямоточного газификатора с неподвижным слоем и способ остановки такого прямоточного газификатора с неподвижным слоем. Благодаря тому, что подача воздуха производится через засыпку частиц биомассы в трубообразном элементе газификатора, обеспечивается равномерное распределение воздуха. Благодаря этому равномерному распределению в зоне окисления почти не имеет место разность температур. Результатом является то, что пиролизные газы, которые образуются над зоной окисления, равномерно протекают через зону окисления. Благодаря этой равномерности потоки газа и воздуха могут образовывать генераторный газ с незначительными количествами смол. Удержание зоны окисления в стационарном положении достигается из-за резкого изменения поперечного сечения между элементом газификатора и резервуаром газификатора у открытого конца вставного элемента газификатора, в результате которого получаются различные скорости течения. Благодаря расширению поперечного сечения, в отличие от традиционных газификаторов с неподвижным слоем, скорость течения снижается. Благодаря различным скоростям течения внутри и снаружи трубообразного элемента газификатора зона окисления в известной степени фиксируется перед открытым концом трубообразного элемента газификатора. Дополнительное преимущество расширения поперечного сечения состоит в том, что пиролизные газы при протекании через зону окисления не ограничиваются стенкой трубы. На стенках трубы не доминируют никакие равномерные условия обтекания и тем самым никакие равномерно высокие температуры. Если пиролизный газ протекает через зону окисления на краю стенки трубы, как это происходит в прототипе, длинноцепочечные углеводороды разлагаются не полностью. Вследствие того, что стенка трубы отсутствует, длинноцепочечные углеводородные соединения дополнительно разлагаются, что приводит к улучшению коэффициента полезного действия двигателя при использовании генераторного газа.

B1**034879****034879****B1**

Изобретение относится к прямоточному газификатору с неподвижным слоем для получения генераторного газа из частиц сыпучей биомассы согласно п.1 формулы изобретения, к способу эксплуатации такого прямоточного газификатора с неподвижным слоем согласно п.14 формулы изобретения, к способу пуска такого прямоточного газификатора с неподвижным слоем согласно п.18 формулы изобретения и к способу остановки такого прямоточного газификатора с неподвижным слоем согласно п.19 формулы изобретения.

Газификаторы с неподвижным слоем для получения горючего генераторного газа из гранул биомассы, в частности из щепы или древесных гранул, отличаются сравнительно простой конструкцией. Различают противоточные газификаторы и прямоточные газификаторы. В противоточном газификаторе направление потоков воздуха для горения и генераторного газа, с одной стороны, и направление подачи частиц биомассы являются противоположными, и в прямоточном газификаторе направление введения частиц биомассы совпадает с направлением течения воздуха для горения и генераторного газа. В газификаторах с неподвижным слоем выделяются различные реакционные зоны, а именно, зоны сушки, пиролиза, окисления и восстановления, в которых протекают различные термохимические реакции.

Обзор темы газификации в неподвижном слое частиц биомассы известен из доклада "Festbett-Vergasung-Stand der Technik (Überblick)" ("Уровень техники газификации в неподвижном слое (обзор)" авторов Lettner, Haselbacher и Timmerer на конференции "Thermo-chemische Biomasse-Vergasung für eine effiziente Strom/Kraftstoffbereitstellung - Erkenntnisstand 2007" ("Термохимическая газификация биомассы для эффективного производства тока/топлива - уровень знаний на 2007 год") в феврале 2007 года в Лейпциге (http://www.holzgasjournal.de/download/2_Stufen_vergaser_1.pdf).

В этом обзоре разъясняется прямоточный шахтный газификатор, в котором частицы биомассы подаются в резервуар газификатора сверху под действием силы тяжести. Воздух для горения вводится в средней области через сопла, и генераторный газ выводится из нижней области резервуара газификатора. В этом известном газификаторе с неподвижным слоем зоны сушки, пиролиза, окисления и восстановления сформированы сверху вниз. Зона окисления образована в области подачи воздуха, и отграниченной от этой зоны должна оставаться зона восстановления под ней, непосредственно над колосниковой решеткой. Выпуск генераторного газа производится из области резервуара газификатора под колосниковой решеткой, в которой также собираются падающие через колосниковую решетку мелкие частицы золы.

Для выдерживания стабильного технологического режима стремятся к тому, чтобы эти различные зоны были почти неподвижными в резервуаре газификатора. При прямоточной газификации положение зоны окисления устанавливается положением подачи воздуха с помощью сопел. Введение воздуха с использованием сопел имеет тот недостаток, что в области зоны окисления не происходит равномерное распределение воздуха, и могут возникать локальные разности температур до 400°C. Это может приводить к отложениям остатков от сжигания (шлака) в нежелательных местах камеры газификатора, это оказывает вредное влияние на перемещение частиц биомассы и обуславливает неравномерное течение газа, которое ведет к повышенным уровням содержания смол в генераторном газе.

Исходя из газификатора с неподвижным слоем и нисходящим потоком согласно докладу "Festbett-Vergasung-Stand der Technik (Überblick)", задача настоящего изобретения состоит в разработке прямоточного газификатора с неподвижным слоем, а также способа эксплуатации такого газификатора, в котором предотвращаются вредные температурные градиенты в области зоны окисления. Кроме того, задачей изобретения является разработка способа пуска и остановки такого реактора с неподвижным слоем.

Решение этой задачи достигается согласно признакам пунктов 1, 14, 18 и соответственно 19 формулы изобретения.

Благодаря тому, что подача воздуха производится через засыпку частиц биомассы в трубообразном элементе газификатора, обеспечивается равномерное распределение воздуха. Благодаря этому равномерному распределению в зоне окисления почти не имеет место разность температур. Результатом является то, что пиролизные газы, которые образуются над зоной окисления, равномерно протекают через зону окисления. Благодаря этой равномерности потоки газа и воздуха могут образовывать генераторный газ с незначительными количествами смол.

В результате введения воздуха сверху и выведения генераторного газа снизу под колосниковой решеткой поток проходит через газификатор с неподвижным слоем только сверху вниз. При этом зона сушки и зона пиролиза образуются в элементе газификатора, который выдается внутрь резервуара газификатора, зона окисления формируется под открытым концом элемента газификатора с последующей зоной восстановления над колосниковой решеткой. Удерживание зоны окисления в стационарном положении достигается благодаря течению газа сверху вниз и вследствие резкого изменения поперечного сечения между элементом газификатора и резервуаром газификатора у открытого конца элемента газификатора, в результате которого получаются различные скорости течения. Благодаря расширению поперечного сечения, в отличие от традиционных газификаторов с неподвижным слоем, скорость течения снижается. Традиционные газификаторы с неподвижным слоем под зоной окисления имеют сужение, которое повышает скорость течения газа. Благодаря различным скоростям течения внутри и снаружи трубообразного элемента газификатора зона окисления в известной степени фиксируется перед открытым концом трубообразного элемента газификатора.

Дополнительное преимущество расширения поперечного сечения состоит в том, что пиролизные газы при протекании через зону окисления не ограничиваются стенкой трубы. На стенках трубы не доминируют никакие равномерные условия обтекания и тем самым никакие равномерно высокие температуры. Если пиролизный газ протекает через зону окисления на краю стенки трубы, как это происходит в прототипе, длинноцепочечные углеводороды разлагаются не полностью. Вследствие того, что стенка трубы отсутствует, длинноцепочечные углеводородные соединения дополнительно разлагаются, что приводит к улучшению коэффициента полезного действия двигателя при использовании генераторного газа.

Предпочтительный вариант осуществления изобретения согласно пп.2-4 формулы изобретения упрощает конструкцию газификатора с неподвижным слоем и нисходящим потоком, и равномерное течение воздуха, а также генераторного газа в имеющей однородную температуру зоне окисления позволяет разрушать большую часть длинноцепочечных углеводородных соединений и, тем самым, образовывать высококачественный генераторный газ.

Благодаря предпочтительному варианту исполнения согласно п.5 формулы изобретения затрудняется засорение колосниковой решетки, а также достигается сокращение агломерирования остатков, что обеспечивает возможность выведения золы через колосниковую решетку в виде частиц, содержащихся в генераторном газе.

Согласно предпочтительному варианту осуществления изобретения соответственно п.6 формулы изобретения промежуток h от открытого конца элемента газификатора примерно соответствует диаметру d элемента газификатора. Это оптимальное соотношение было найдено экспериментальным путем. Если промежуток h является меньшим, чем это оптимальное соотношение, зона восстановления уменьшается, что оказывает негативное влияние на качество генераторного газа. Если же промежуток h превышает это оптимальное соотношение, зона восстановления увеличивается, что также неблагоприятно сказывается на качестве генераторного газа. Прямоточный газификатор с неподвижным слоем еще функционирует даже при 40%-ном отклонении ($h=d\pm 40\%$) от оптимального соотношения, однако качество и выход генераторного газа ухудшаются.

Чем меньше внутренний диаметр d элемента газификатора по сравнению с внутренним диаметром D резервуара газификатора, тем больше разность скоростей течения газа внутри и снаружи трубообразного элемента газификатора. Если разность скоростей слишком велика, снижается эффективность использования горючего и материала, если разность скоростей слишком мала, скорость течения снаружи элемента газификатора является слишком высокой. В дополнение, внутренний диаметр d трубообразного элемента должен быть настолько большим, чтобы в элементе газификатора могла образовываться засыпка частиц биомассы. Приведенный в п.7 формулы изобретения найденный опытным путем интервал отношений внутреннего диаметра D резервуара газификатора к внутреннему диаметру d элемента газификатора обеспечивает пригодность прямоточного газификатора с неподвижным слоем к работе.

Сообразно предпочтительному варианту осуществления изобретения согласно п.10 формулы изобретения используется устройство подачи частиц биомассы в виде шлюза для введения частиц биомассы в трубообразный элемент газификатора. Этот вариант исполнения также может быть использован независимо от настоящего изобретения в других газификаторах с неподвижным слоем.

Образованный в прямоточном газификаторе с неподвижным слоем генераторный и соответственно древесный газ предпочтительно используется на теплоэлектростанции (ВНКУ) с двигателем внутреннего сгорания или с топливным элементом для выработки электрической и тепловой энергии. Образованный в газификаторе с неподвижным слоем и нисходящим потоком генераторный газ охлаждается и очищается в присоединенном ниже по потоку устройстве газоподготовки. В канале приготовления газовой смеси двигателя внутреннего сгорания этот охлажденный и очищенный генераторный газ смешивается с воздухом для горения, более холодным по сравнению с генераторным газом из устройства газоподготовки, вследствие чего происходит дополнительное охлаждение. Это дополнительное охлаждение может обуславливать нежелательное осаждение твердых веществ или жидкостей, в особенности смолы. С помощью сепаратора конденсата, предусмотренного после смешения воздуха для горения и генераторного газа или соответственно древесного газа, также непосредственно перед сгоранием в газовом двигателе эти твердые и/или жидкие выделения осаждаются и, тем самым, не могут причинить вред газовому двигателю - п.11 формулы изобретения. Этот вариант исполнения также независимо от настоящего изобретения может быть использован в других газификаторах с неподвижным слоем.

Согласно предпочтительному варианту осуществления изобретения по п.12 формулы изобретения генераторный газ охлаждается до таких температур, что, например, может быть использован на ВНКУ в качестве топлива.

Сообразно предпочтительному варианту осуществления изобретения по п.13 формулы изобретения обеспечивается то, что засыпка частиц биомассы в элементе газификатора является достаточно высокой, чтобы количество протекающего через засыпку частиц биомассы воздуха в достаточной мере и равномерно распределялось перед первой реакционной зоной по всему поперечному сечению. Благодаря непрерывной подаче воздуха для горения через засыпку частиц биомассы и непрерывному выведению генераторного газа различные реакционные зоны прямоточного газификатора с неподвижным слоем оста-

ются стационарными по месту и формируются заданные соотношения.

В качестве частиц биомассы предпочтительным является применение гранул биомассы - п.16 формулы изобретения.

В результате добавления каолина к гранулам биомассы при их изготовлении повышается температура плавления получающейся при газификации биомассы золы, так что засорение колосниковой решетки становится менее вероятным и, соответственно, предотвращается - п.17 формулы изобретения. Подобные гранулы также независимо от настоящего изобретения могут быть благоприятным образом использованы в других газификаторах древесины.

Способ пуска прямоточного газификатора с неподвижным слоем согласно п.18 формулы изобретения относится к простому и предпочтительному образу действий при старте заполненного частицами биомассы прямоточного газификатора с неподвижным слоем. Зажигание частиц биомассы производится предпочтительным образом путем вдувания горячего воздуха в область под открытым концом трубообразного элемента газификатора. Температура горячего воздуха выбирается так, чтобы частицы биомассы надежно воспламенились.

Ввиду того, что в способе остановки прямоточного газификатора с неподвижным слоем согласно п.19 формулы изобретения после завершения подачи частиц биомассы газификация биомассы продолжается, уровень засыпки частиц биомассы в трубообразном элементе газификатора снижается и остается по возможности малое количество несгоревших частиц биомассы. Если бы после завершения подачи воздуха в трубообразном элементе газификатора оставалась большая доля несгоревших частиц биомассы, то это газообразование и влажный газ приводили бы к набуханию находящихся выше частиц биомассы. Тогда это набухание при повторном пуске может приводить к закупориванию трубообразного элемента газификатора.

Остальные зависимые пункты формулы изобретения относятся к дополнительным предпочтительным вариантам осуществления изобретения.

Дополнительные подробности, признаки и преимущества изобретения явствуют из нижеследующего описания предпочтительных вариантов исполнения со ссылкой на фигуры.

Как показано:

фиг. 1 представляет схематическое изображение в разрезе примерного варианта осуществления изобретения с существенными компонентами;

фиг. 2 представляет схематическое изображение комбинации прямоточного газификатора с неподвижным слоем согласно фиг. 1 с газоподготовкой и ВНКW;

фиг. 3 показывает засыпку частиц биомассы в газификаторе и различные реакционные зоны.

Фиг. 1 показывает схематическое изображение примерного варианта осуществления изобретения. Прямоточный газификатор с неподвижным слоем согласно настоящему изобретению включает трубообразный резервуар 2 газификатора, концы которого закрыты верхней крышкой 4 и нижней крышкой 5. Трубообразный элемент 6 газификатора с открытым концом 8 и закрытым концом 9 выступает открытым концом 8 внутрь резервуара 2 газификатора. Закрытый конец 9 элемента 6 газификатора выступает наружу из резервуара 2 газификатора через верхнюю крышку 4. Открытый конец 8 элемента 6 газификатора располагается примерно в середине резервуара 2 газификатора. На расстоянии h под открытым концом 8 элемента 6 газификатора размещается вращающаяся колосниковая решетка, которая с помощью моторного привода 12, который проходит через нижнюю крышку 5, может периодически поворачиваться. К выступающему из резервуара 2 газификатора закрытому концу 9 элемента 6 газификатора присоединены подводящий трубопровод для подачи 14 частиц биомассы, подводящий трубопровод 16 для подачи воздуха L для горения в резервуар 2 газификатора и датчик 18 уровня заполнения, с помощью которого можно определять и контролировать состояние заполнения частицами биомассы трубообразного вставного элемента газификатора. В области открытого конца 8 элемента 6 газификатора предусматривается запальное устройство 20 и закрытый смотровой люк 22, которые проходят сквозь наружную стенку резервуара 2 газификатора. Запальное устройство 20 служит для получения горячего воздуха в температурном диапазоне между 300 и 600°C, чтобы при пуске прямоточного газификатора с неподвижным слоем зажигать частицы биомассы в области под открытым концом 8 элемента 6 газификатора, т.е. в области зоны окисления. Запальное устройство 20 включает воздушное сопло 21 для горячего воздуха, которое выступает в резервуар 2 газификатора. Воздушным соплом 21 из керамического материала части запального устройства 20, которые размещены внутри резервуара 2 газификатора, термически изолированы от частей снаружи резервуара 2 газификатора. Через смотровой люк 22 при остановленном реакторе могут проводиться работы по техническому обслуживанию, работы по очистке внутренности резервуара реактора. В области под колосниковой решеткой 10 через канал 24 для выпуска генераторного газа из резервуара 2 газификатора выводится генераторный газ PG.

Падающая через колосниковую решетку 10 зола выносится потоком PG генераторного газа через канал 24 для выпуска генераторного газа.

Как трубообразный резервуар 2 газификатора, так и трубообразный элемент 6 газификатора имеют кольцевидное поперечное сечение и размещаются концентрически относительно друг друга. Трубообразный элемент 6 газификатора имеет внутренний диаметр d , который является меньшим, чем внутрен-

ний диаметр D трубообразного резервуара 2 газификатора.

Трубопровод 14 для подачи частиц биомассы через первый шлюзовой затвор 28 соединен с устройством 30 подачи частиц биомассы в форме шнекового транспортера. Шнековый транспортер 30 газонепроницаемо соединен с бункером 32 для хранения частиц биомассы, который снаружи через второй шлюзовой затвор 34 газонепроницаемо изолирован от окружающей среды. Благодаря непосредственному герметичному соединению бункера 32 для хранения частиц биомассы со шнековым транспортером 30 эти оба компонента между обоими шлюзовыми затворами 28, 34 действуют как шлюз для подведения частиц биомассы в газификатор с неподвижным слоем.

Фиг. 2 иллюстрирует комбинацию газификатора с неподвижным слоем согласно фиг. 1 с присоединенным ниже по потоку устройством газоподготовки и теплоэлектростанцией (ВНКВ). Генераторный газ, выходящий из канала 24 для выпуска генераторного газа, подается в устройство 36 газоподготовки. В устройстве 36 газоподготовки генераторный газ охлаждается в теплообменнике, и по возможности осаждаются твердые и жидкие загрязнения.

Через трубопровод 38 для генераторного газа охлажденный и подготовленный генераторный газ из устройства 36 для подготовки генераторного газа подается в канал 40 для приготовления газовой смеси газового двигателя 42. Канал 40 для приготовления газовой смеси включает также трубопровод 44 для подведения воздуха для горения. В результате смешения сравнительно холодного наружного воздуха и сравнительно горячего генераторного газа из устройства 36 для подготовки генераторного газа в трубопроводе 46 для газовой смеси образованная газовая смесь дополнительно охлаждается так, что могут дополнительно выделяться жидкие загрязнения. Эти жидкие загрязнения осаждаются в сепараторе 48 конденсата на конце трубопровода 46 для газовой смеси непосредственно перед подачей газовой смеси в газовый двигатель 42 и могут быть выведены через шлюз. В результате этого повышается качество газовой смеси и устраняются вредные загрязнения в газовом двигателе.

Фиг. 3 показывает проточный газификатор с неподвижным слоем в стационарном эксплуатационном состоянии с засыпкой 50 частиц биомассы в резервуаре 2 газификатора и в элементе 6 газификатора и положение различных реакционных зон. Непосредственно под открытым концом 8 элемента 6 газификатора сформирована зона OZ окисления. Под зоной OZ окисления находится зона RZ восстановления, которая простирается до колосниковой решетки 10. Над зоной OZ окисления находится зона PZ пиролиза, и в завершение образована зона TZ сушки.

При пуске проточного газификатора с неподвижным слоем резервуар 2 газификатора через подводящий трубопровод 14 сначала заполняется частицами биомассы до заданного уровня SP так, что образуются засыпка 50 биомассы. Вдуванием горячего воздуха с помощью запального устройства 20 частицы биомассы зажигаются непосредственно под открытым концом 8 элемента 6 газификатора так, что может формироваться зона OZ окисления. Как только горение частиц биомассы в зоне OZ окисления становится самоподдерживающимся, запальное устройство 20 отключается, и уже перед этим через воздуховод 16 теперь подается воздух L для горения. Под действием выделяющегося в зоне OZ окисления тепла постепенно формируются остальные реакционные зоны. Поток генераторного газа из канала 24 для выпуска генераторного газа подается в устройство 36 газоподготовки. В устройстве 36 газоподготовки контролируется качество генераторного газа. Во время пуска поток генераторного газа из канала 24 для выпуска генераторного газа вследствие его плохого качества подается в факел отходящего газа (не показан) и сжигается. Как только устанавливается достаточно высокое качество генераторного газа, генераторный газ охлаждается в устройстве 36 газоподготовки и, насколько возможно, освобождается от твердых и жидких загрязнений. Во время стационарной работы заданный уровень SP частиц биомассы во вставном элементе газификатора отслеживается датчиком 18 уровня заполнения и в случае необходимости пополняется частицами биомассы через устройство 30 подачи частиц биомассы через первый шлюзовой затвор 28 и подводящий трубопровод 14.

При остановке газификатора с неподвижным слоем прежде всего прекращается подача частиц биомассы так, что уровень частиц биомассы в элементе 6 газификатора опускается ниже заданного уровня. Если бы после завершения подачи воздуха в трубообразном элементе газификатора оставалась большая доля несгоревших частиц биомассы, то это газообразование и влажный газ приводили бы к набуханию находящихся выше частиц биомассы. Тогда это набухание при повторном пуске может приводить к закупориванию трубообразного элемента газификатора. Если достигается минимальный уровень MP частиц биомассы, подача воздуха и образование газа прекращаются. Этот минимальный уровень MP приблизительно соответствует верхней границе зоны PZ пиролиза в стационарном эксплуатационном состоянии. Тем самым в резервуаре 2 газификатора и в элементе 6 газификатора остаются по возможности малые количества несгоревших частиц биомассы.

Согласно настоящему изобретению особенно пригодными для газификатора с неподвижным слоем являются древесные гранулы или гранулы биомассы. К гранулам биомассы при изготовлении добавляется каолин так, что готовые гранулы имеют содержание каолина от 1 до 5 мас.% и предпочтительно от 1,5 до 3 мас.%. При добавлении каолина повышается температура плавления образующейся при газификации биомассы золы, так что становится менее вероятным и, соответственно, предотвращается засорение колосниковой решетки 10 или нежелательное отложение золы на прочих компонентах газификатора с

неподвижным слоем.

Список условных обозначений:

- L - воздух,
- PG - генераторный газ,
- SP - заданный уровень частиц биомассы,
- MP - минимальный уровень частиц биомассы при остановке,
- d - внутренний диаметр вставного элемента 6 газификатора,
- D - внутренний диаметр резервуара 2 газификатора,
- TZ - зона сушки,
- PZ - зона пиролиза,
- OZ - зона окисления,
- RZ - зона восстановления,
- 2 - резервуар газификатора,
- 4 - верхняя крышка,
- 5 - нижняя крышка,
- 6 - элемент газификатора,
- 8 - открытый конец элемента 6,
- 9 - закрытый конец элемента 6,
- 10 - колосниковая решетка,
- 12 - моторный привод колосниковой решетки,
- 14 - подводящий трубопровод для частиц биомассы,
- 16 - подводящий трубопровод для воздуха,
- 18 - датчик уровня заполнения,
- 20 - запальное устройство,
- 21 - воздушное сопло из керамического материала,
- 22 - смотровой люк,
- 24 - канал для выпуска генераторного газа,
- 28 - первый шлюзовый затвор,
- 30 - устройство подачи частиц биомассы, шнековый транспортер,
- 32 - бункер для хранения частиц биомассы,
- 34 - второй шлюзовый затвор,
- 36 - устройство газоподготовки,
- 38 - трубопровод для генераторного газа,
- 40 - канал для приготовления газовоздушной смеси,
- 42 - газовый двигатель,
- 44 - подача воздуха для горения,
- 46 - трубопровод для газовой смеси,
- 48 - сепаратор конденсата,
- 50 - засыпка частиц биомассы.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Прямоточный газификатор с неподвижным слоем для получения генераторного газа из частиц сыпучей биомассы (50), содержащий резервуар (2) газификатора; подводящий трубопровод (14) для частиц биомассы в верхней области резервуара (2) газификатора; размещенную в нижней области резервуара (2) газификатора колосниковую решетку (10) для поддержания частиц биомассы (50); подводящий трубопровод (16) для воздуха для подачи воздуха для горения в резервуар (2) газификатора, причем внутри резервуара (2) газификатора выступает трубообразный элемент (6) газификатора; трубообразный элемент (6) газификатора имеет открытый конец (8), который находится в резервуаре (2) газификатора; трубообразный элемент (6) газификатора имеет закрытый конец (9), который выступает из резервуара (2) газификатора; внутренний диаметр (d) трубообразного вставного элемента (6) газификатора является меньшим, чем внутренний диаметр (D) резервуара (2) газификатора; трубообразный элемент (6) газификатора размещен в резервуаре (2) газификатора таким образом, что между открытым концом (8) трубообразного вставного элемента (6) газификатора и колосниковой решеткой (10) остается промежуток (h); подводящий трубопровод (14) для частиц биомассы входит в закрытый конец (9) трубообразного элемента (6) газификатора,

отличающийся тем, что

прямоточный газификатор с неподвижным слоем имеет выходящий из резервуара (2) газификатора из области под колосниковой решеткой (10) канал (24) для выведения генераторного газа из резервуара газификатора и

подводящий трубопровод (16) для воздуха входит в закрытый конец (9) трубообразного элемента (6) газификатора, выступающий из резервуара газификатора, так что происходит подведение воздуха сверху, а выведение генераторного газа снизу, и поток проходит через газификатор с неподвижным слоем только сверху вниз.

2. Прямоточный газификатор с неподвижным слоем по п.1, отличающийся тем, что резервуар (2) газификатора и/или трубообразный элемент (6) газификатора имеют круглое поперечное сечение.

3. Прямоточный газификатор с неподвижным слоем по п.2, отличающийся тем, что трубообразный элемент (6) газификатора с круглым поперечным сечением размещен соосно с резервуаром (2) газификатора с круглым поперечным сечением.

4. Прямоточный газификатор с неподвижным слоем по п.2 или 3, отличающийся тем, что трубообразный элемент (6) газификатора и/или резервуар (2) газификатора имеют постоянный диаметр.

5. Прямоточный газификатор с неподвижным слоем по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что колосниковая решетка (10) выполнена подвижной, в частности вращающейся.

6. Прямоточный газификатор с неподвижным слоем по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что для промежутка (h) между открытым концом (8) трубообразного элемента (6) газификатора и колосниковой решеткой (10) и внутренним диаметром (d) трубообразного вставного элемента (6) газификатора справедливо следующее соотношение: $h=d\pm 10\%$.

7. Прямоточный газификатор с неподвижным слоем по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что внутренний диаметр (d) трубообразного элемента (6) газификатора составляет от 80 до 50% внутреннего диаметра (D) резервуара газификатора.

8. Прямоточный газификатор с неподвижным слоем по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что в резервуар (2) газификатора в области верхнего конца (8) трубообразного элемента (6) газификатора врезано запальное устройство (20).

9. Прямоточный газификатор с неподвижным слоем по п.8, отличающийся тем, что запальное устройство (20) включает в себя устройство для нагнетания горячего воздуха.

10. Прямоточный газификатор с неподвижным слоем по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что включает в себя бункер (32) для хранения частиц биомассы, который соединен с устройством (30) для подачи частиц биомассы, причем устройство (30) для подачи частиц биомассы соединено с подводящим трубопроводом (14) для частиц биомассы через газонепроницаемое запорное устройство (28), и причем бункер (32) для хранения частиц биомассы включает в себя газонепроницаемое загрузочное отверстие (34).

11. Прямоточный газификатор с неподвижным слоем по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что к каналу (24) для выпуска генераторного газа ниже по потоку присоединено устройство (36) газоподготовки, причем устройство (36) газоподготовки соединено с двигателем (42) внутреннего сгорания через трубопровод (38) для генераторного газа с каналом (40) для приготовления газовой смеси, канал (40) для приготовления газовой смеси включает трубопровод (44) для подведения воздуха для горения, и в трубопроводе (46) для газовой смеси из воздуха (L) для горения и генераторного газа (PG) размещен сепаратор (48) конденсата.

12. Прямоточный газификатор с неподвижным слоем по п.11, отличающийся тем, что устройство (36) газоподготовки включает в себя теплообменник для охлаждения генераторного газа (PG).

13. Прямоточный газификатор с неподвижным слоем по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что предусмотрено управляющее устройство, которое управляет устройством (30) подачи частиц биомассы и имеет датчик (18) уровня заполнения для регистрации состояния (SP) заполнения частицами биомассы (50) в трубообразном элементе (6) газификатора.

14. Способ эксплуатации прямоточного газификатора с неподвижным слоем по одному из предшествующих пунктов, включающий следующие технологические стадии:

установление и поддержание определенного уровня (SP) заполнения частицами биомассы в трубообразном элементе (6) газификатора;

непрерывная подача воздуха (L) через подводящий трубопровод (16) для воздуха;

непрерывное выведение генераторного газа (PG) через канал (24) для выпуска генераторного газа.

15. Способ по п.14, отличающийся тем, что колосниковую решетку (10) периодически перемещают.

16. Способ по п.14 или 15, отличающийся тем, что в качестве частиц биомассы используют гранулы биомассы.

17. Способ по п.16, отличающийся тем, что частицы биомассы содержат каолин в количестве от 1 до 5 мас.% и предпочтительно от 1,5 до 3 мас.%.

18. Способ пуска прямоточного газификатора с неподвижным слоем по одному из пп.1-13, включающий следующие технологические стадии:

заполнение трубообразного элемента (6) газификатора частицами биомассы до предварительно за-

данной высоты (SP);

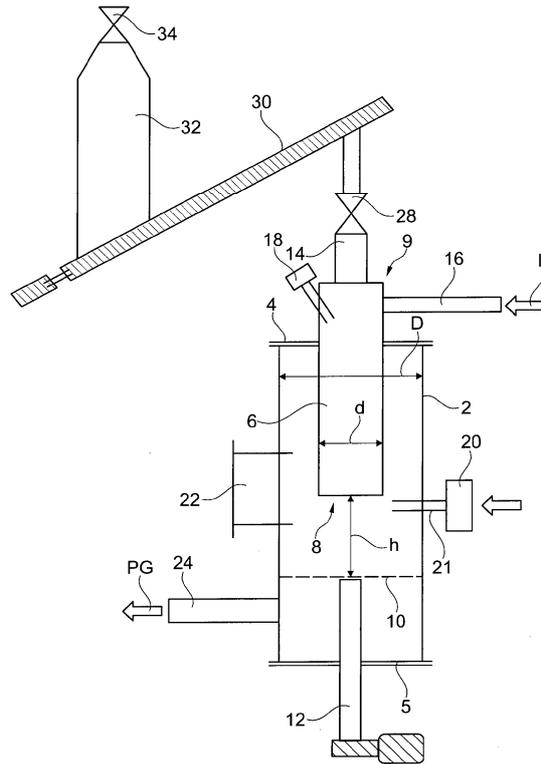
зажигание частиц биомассы вдуванием горячего воздуха с температурой выше 300°C в область за-
сыпки частиц биомассы (50) под открытым концом (8) трубообразного элемента (6) газификатора.

19. Способ остановки проточного газификатора с неподвижным слоем по одному из пп.1-13, включающий следующие технологические стадии:

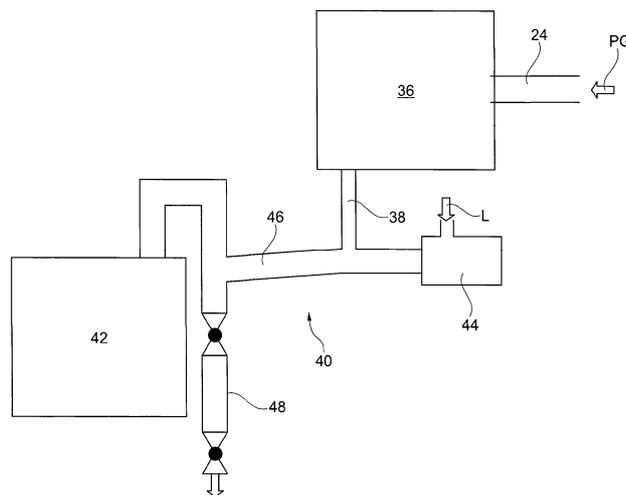
прекращение подачи частиц биомассы;

продолжение подачи воздуха (L) для горения в течение предварительно заданного промежутка времени или до тех пор, пока уровень заполнения частицами биомассы не опустится до установленного минимального положения; и

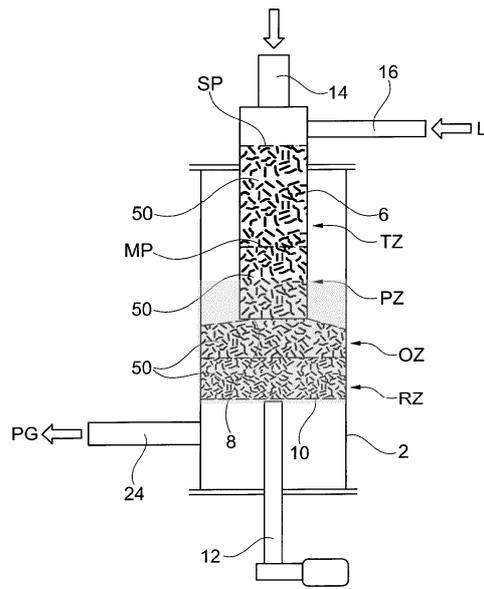
прекращение подачи воздуха (L) для горения.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3