

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **035496**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.06.25

(21) Номер заявки
201600441

(22) Дата подачи заявки
2016.07.04

(51) Int. Cl. **C10J 3/02** (2006.01)
C10J 3/20 (2006.01)
C10J 3/82 (2006.01)

(54) ГАЗИФИКАЦИЯ ДРЕВЕСИНЫ

(43) **2018.01.31**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ГЛОК ЭКОЭНЕРГИ ГМБХ (АТ)

(72) Изобретатель:
Глок Гастон (АТ)

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(56) WO-A1-1995024591
US-A1-20080127824
RU-U1-94574

(57) Изобретение относится к устройству и способу газификации древесины с газогенератором (1), в который подают подлежащий газификации материал и кислород по большей части в виде воздуха, причем газификация протекает в реакторе с неподвижным слоем. Продуктовый газ отбирают по линии (8) продуктового газа и вводят в фильтр (2) горячего газа, где фильтром, предпочтительно снабженным фильтровальными патронами (7), отделяются твердые вещества, такие как еще не газифицированные частицы, зола и инородные тела, тогда как чистый газ проходит через фильтр и отбирается по линии (8) чистого газа. Для отвода оставшихся твердых веществ вблизи дна фильтра (2) горячего газа предусмотрен отвод (10). Для повышения выхода согласно изобретению предусмотрено подавать в среднюю по высоте зону фильтра (2) горячего газа между дном (13) фильтра и отводом (10) кислород по линии (12) предпочтительно в виде воздуха.

B1**035496****035496****B1**

Изобретение относится к устройству и способу газификации древесины или другого углеродсодержащего материала в соответствии с ограничительной частью п.1 и ограничительной частью п.3 формулы изобретения и заявки WO 95/24591.

Эта публикация раскрывает сжигание в реакторе с кипящим слоем для теплоэлектростанций и предусматривает, что реактор содержит канал подачи вторичного воздуха и канал подачи третичного воздуха, которые входят в реактор на разной высоте.

Заявка US 2008/0127824 A1 описывает регенерационный фильтр для установки газификации угля, в которой несгоревший материал сжигают благодаря подводу кислорода, который осуществляют в виде смеси азота и воздуха.

Для этого же в патенте US 6077490 предусматривается два фильтровальных патрона.

Вообще говоря, из уровня техники можно вывести следующее: древесина с точки зрения химии состоит из трех основных компонентов:

целлюлоза;
гемицеллюлоза;
лигнин;
остатки.
Целлюлоза.

Основным компонентом всех деревянистых растений является целлюлоза, составляющая около 50%. Целлюлоза представляет собой молекулу цепной структуры из отдельных глюкозных звеньев. Собственно структурным элементом целлюлозы является дисахарид целлобиоза.

Гемицеллюлоза.

Гемицеллюлоза состоит из полимерных углеводов, компоненты которых образованы из пентоз и гексоз. Как и целлюлоза, гемицеллюлоза является полисахаридом.

Лигнин.

Третьим компонентом древесины является лигнин, составляющий около 25-30% ее массы, лигнин представляет собой полимер со звеньями фенилпропана.

Остатки.

Помимо целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина в древесине присутствуют также жиры, смолы, терпены, красящие и дубильные вещества, а также минеральные компоненты.

Элементный состав.

Суммарная формула древесины: $C_{6,1}H_9O_{4,2}$ (1.2)

Для сравнения, потребительский сахар: $C_{12}H_{22}O_{11}$ (2.2)

Тип древесины	C масс. %	H масс. %	O масс. %	N масс. %	Cl масс. %	Зола масс. %
Бук	49	6	44	0,1	0,001	0,9
Ель	50	6	43	0,05	0,001	0,95

Термохимическое превращение.

В результате термохимического процесса обогащения (газификация) твердые носители биоэнергии превращаются, в первую очередь под действием тепла, в газообразные вторичные носители энергии. При газификации биомассу при высоких температурах как можно более полно превращают в горючие газы (т.е. в так называемый синтез-газ). При этом в процесс подают в подстехиометрическом количестве кислородсодержащий агент газификации (воздух), посредством которого можно, кроме прочего, превратить содержащийся в биомассе углерод в монооксид углерода. Одновременно в результате частичного сгорания сырья обеспечивается необходимое для процесса тепло, чтобы процесс газификации вообще мог протекать (автотермическая газификация). Образующийся низкокалорийный газ можно применять в горелках для создания теплоты и, наряду с прочим, в газовых двигателях и турбинах для производства электроэнергии.

Прямоточная газификация в неподвижном слое.

При таком типе газификации твердые частицы (древесина) не движутся в газовом потоке. Топливо перемещается в форме насыпного материала через газогенератор. Остатки газификации улавливают в нижней зоне газогенератора. Топливо и газ перемещаются по одному маршруту.

Нагревание и сушка.

Первая фаза характеризуется тем, что древесина медленно нагревается снаружи внутрь. Несвязанная вода отдается в виде водяного пара. Этот процесс является эндотермическим (требуется энергия).

Дегазация и термическое разложение (пиролиз).

Температура в фазе или зоне пиролиза лежит в интервале от 200 до 400°C. При таких температурах удаляются кислород (O_2) и водород (H_2). На этой фазе происходит газификация названных в предыдущем разделе структурных элементов древесины. При пиролизе из целлюлозы и гемицеллюлозы образуются диоксид углерода (CO_2) и монооксид углерода (CO), а также уксусная кислота (CH_3COOH), ацетон (C_3H_6O), фенол (C_6H_5OH) и вода (H_2O). Образующиеся при пиролизе длинноцепочечные углеводороды называются дегтем.

При термическом разложении лигнина образуются метанол (CH_3OH) и ароматические углеводороды (например, бензол (C_6H_6)).

В качестве твердых веществ при пиролизе образуется древесный уголь.

Окисление.

Энергия, необходимая для сушки, пиролиза и восстановления, образуется в этой зоне. Углерод и водород сгорают с выделением энергии (экзотермическая реакция). В этой зоне температура составляет от 650 до 1100°C и образуются CO_2 , H_2O и CH_4 (далее без использования подстрочных знаков).

Восстановление.

В зоне восстановления возможно образование горючих газов. Здесь происходит собственно газификация твердого углерода. В зоне восстановления промежуточные продукты, образовавшиеся при протекавшем ранее окислении, такие как CO_2 и H_2O , восстанавливаются на раскаленном древесном угле. При этом образуются CO , H_2 и высшие углеводороды. Это происходит при температуре примерно 1100 – 650°C .

Восстановление протекает в зависимости от установившейся температуры. При этом конверсия водорода и углерода в метан резко снижается при температуре в диапазоне от 400 до 600°C . При температуре выше 1000°C метан больше не образуется. Реакция Будуара при высоких температурах достигает хорошего выхода монооксида углерода. Эта реакция протекает относительно медленно.

Существует обратно пропорционально зависящая от температуры конкуренция между высокопроизводительным образованием CO и высокопроизводительным образованием водорода. Кроме того, образование водорода снижается в пользу образования метана. Оба компонента вызывают повышение теплотворной способности. Высокое содержание водорода усиливает также проблему детонации двигателя. Недетонирующий метан является хорошим горючим газом, однако имеются сведения, что производство газа, проводимое при высоком содержании метана, влечет за собой также образование большого количества смол в газе.

Ход процесса газификации.

Сначала древесину нагревают путем подвода тепла, при этом вода, имеющаяся в газифицируемом сырье, испаряется. Необходимое количество теплоты создается в результате частичного сжигания образующихся при этом полукоксовых газов и окисления углерода и водорода.

Образовавшийся в результате древесный уголь служит реакционной поверхностью для окисления и восстановления углерода, монооксида углерода, диоксида углерода и водорода. При этом древесный уголь измельчается, т.е. поверхность частиц становится больше, тем самым скорость реакции повышается.

При этом ясно, что если реакционную зону рассматривать в целом, восстановление или окисление протекают одновременно.

Так как восстановление диоксида углерода через древесный уголь является эндотермическим, температура падает при движении снизу вверх, вследствие чего реакции затухают. Нет четкого разделения между зоной восстановления и зоной окисления.

Предполагается, что углерод в зоне окисления сгорает до CO_2 , так как при царящих там высоких температурах 1000 – 1300°C больше CO_2 больше не является стойким.

Затем часть монооксида углерода будет сгорать в присутствии кислорода с образованием CO_2 . Однако CO_2 неустойчив при высоких температурах и на раскаленном углероде восстанавливается до CO . Если кислород сгорает полностью, CO больше не горит и сохраняет стабильную концентрацию, несмотря на снижающуюся температуру. Однако согласно последнему соображению здесь также следует исходить из реакций восстановления, так как сначала имеется CO_2 .

Из вышеизложенного четко следует, что при газификации образуется смесь горючих и негорючих газов, которые можно распределить следующим образом:

1) горючие газы:

монооксид углерода CO ;

водород H_2 ;

метан CH_4 ;

высокомолекулярные углеводородные соединения;

2) негорючие газы:

диоксид углерода CO_2 ;

азот N_2 ;

водяной пар H_2O ;

небольшие количества кислорода O_2 .

Компоненты	Объемная доля	Теплотворная способность	Минимальная масса воздуха	Метановое число
	[об. %]	[МДж/м ³]	[м ³ воздух/м ³ газ]	
водород Н ₂	17,1-19,8	10,8	2,36	0
кислород О ₂	0,4-0,6	0	-	-
азот N ₂	45	0	-	-
моноксид углерода СО	20-23,8	12,6	2,41	75-100
диоксид углерода СО ₂	8,5-16,2	0	-	-
метан СН ₄	1,5-2,9	35,9	9,57	100
Высшие углеводороды С _n H _n	0,2	≈50-90	переменная	-

На состав древесного газа влияют режим процесса, время пребывания, температура и вид топлива, гранулометрический состав и влажность. Типичные значения теплотворной способности для древесины составляют по порядку величины 3,5-5,5 МДж/м³, в соответствии с чем древесный газ является низкокалорийным газом.

Так как 5-10 вес.% исходного материала остается в виде золы, а также главным образом как негазифицированные древесные остатки, которые необходимо соответствующим образом утилизировать, представляет интерес как с экономической, так и с экологической точки зрения в максимально высокой степени газифицировать эти компоненты древесины, остающиеся несгоревшими при газификации древесины согласно уровню техники. Это также является задачей настоящего изобретения.

Изобретение решает поставленную задачу посредством устройства с признаками, указанными в отличительной части п.1, и посредством способа с признаками, указанными в отличительной части п.3 формулы изобретения. Другими словами, скапливающийся в нижней зоне газогенератора негазифицированный древесный уголь, по меньшей мере, в преобладающей части переводят с потоком газа в установленный дальше фильтр горячего газа. Это можно осуществить соответствующим выбором скорости потока типа пневматического транспорта, который давно известен в области транспортировки сыпучих грузов. В фильтре горячего газа древесный уголь, а также угольная пыль и увлеченная зола отделяются на поверхности фильтра, предпочтительно на фильтровальных патронах. В зависимости от потери давления на фильтре выше фильтровальных патронов вводят кислород (по большей части в виде воздуха), по возможности импульсами, вследствие чего фильтровальный осадок отрывается от фильтровальных патронов, и при поддержке температуры и импульсов давления осуществляется второй этап газификации, в результате которого преобладающая часть увлеченного древесного угля или угольной пыли дополнительно газифицируется. Все еще не газифицированная часть окончательно газифицируется с помощью кислорода, подаваемого (опять же предпочтительно в виде воздуха) в нижнюю часть фильтра. В зависимости от технологических параметров, которые, если они вообще не были до этого известны, легко могут быть установлены разработчиками и пользователями оборудования, можно осуществить, по существу, полную газификацию древесины до минеральной золы.

На фиг. 1 чисто схематически показана установка согласно изобретению. При этом на фиг. 1 опущены все детали, не имеющие причинно-следственной связи с изобретением. В частности, многочисленные измерительные приборы, регулирующие устройства и запорная арматура, управление, конструктивные узлы, находящиеся до и после установки, такие как хранилища, сушилка, окончательная очистка продуктового газа и передача потребителю, прекрасно известны специалисту в области установок газификации древесины и поэтому не нуждаются в более подробном пояснении в связи с изобретением.

На фиг. 2 показаны дегазация и термическое разложение (пиролиз).

Предлагаемая изобретением установка с ее необходимыми для изобретения элементами и узлами, но без измерительных приборов и т.д., схематически показана на фиг. 1. Она содержит в основном газогенератор 1 и фильтр 2 горячего газа. Древесная щепа, гранулы, уголь и т.п. надлежащим образом подаются из непоказанного накопительного бункера по линии 3 в голову газогенератора 1, в котором осуществляют известные из уровня техники и указанные во введении этапы сушки, полукоксования, окисления и восстановления, причем в нижнюю зону, показанную как встроенный элемент 4, подводят воздух по трубопроводу и распределяющей системе 5. Речь идет о классической прямоточной установке газификации древесины с неподвижным слоем. В нижней зоне после окисления происходит восстановление, и несгоревшие части и зола отбираются вместе с продуктовым газом по линии 6 снизу газогенератора и вводятся в среднюю зону фильтра 2 горячего газа.

В нижнюю зону фильтра 2 горячего газа из дна 13 фильтра выдаются направленные вниз фильтровальные патроны 7. Хотя в известных условиях достаточно одного фильтровального патрона, для непрерывной работы благоприятно, если не необходимо, предусмотреть по меньшей мере два таких фильтро-

вальных патрона 7. Продуктовый газ проходит через фильтровальные патроны и поступает, в данном случае как продукт, называемый чистым газом, в верхнюю зону фильтра 2 горячего газа, откуда он отбрасывается по линии 8 чистого газа и проводится на дальнейшую обработку или применение.

Фильтровальные патроны 7 регулируемо соединены с источником 9 сжатого воздуха, они могут посредством этого источника сжатого воздуха импульсами подвергаться на стороне чистого газа действию избыточного давления, чтобы можно было откалывать скапливающийся на стороне чистого газа фильтровальный осадок и, по меньшей мере, частично газифицировать его. В нижней зоне фильтра 2 горячего газа предусмотрен отвод 10 для негазифицированных компонентов и соответствующая бочка 11 для золы.

Теперь же согласно изобретению, как уже упоминалось, по линии 12 в зону ниже дна 13 фильтра (примерно на нижнем конце фильтровальных патронов) подают кислород, например в виде воздуха, при необходимости нагретый и/или высушенный, благодаря чему в зоне неочищенного газа фильтра 2 горячего газа происходит дальнейшая максимально полная газификация еще не газифицированных компонентов древесины.

Таким образом, оставшуюся негазифицированную часть древесины можно восстановить, по существу, до минеральной золы, что оказывает очень заметный результат как с точки зрения экологии, так и с экономической точки зрения: согласно уровню техники 5-10 вес.% используемого топлива невозможно превратить в газ и поэтому требуется соответствующая утилизация; в результате изобретения эта доля снижается до менее 1 вес.% используемого топлива, так что благодаря изобретению происходит повышение выхода с 90-95% до 99%, вследствие чего количество отходов снижается на 10-20% по сравнению с накапливающимися до сих пор отходами. Этому противопоставляются несущественные дополнительные расходы на усиление тяги в линии 6 и расходы на вдувание реакционного воздуха через линию 12 в фильтр 2 горячего газа, которые не имеют большого значения.

Изобретение не ограничено показанным примером осуществления, но может быть модифицировано различным образом. Так, в случае больших установок можно подходящим образом комбинировать друг с другом несколько газогенераторов и/или несколько фильтров горячего газа, чтобы и в условиях технического обслуживания можно было работать в непрерывном режиме. Можно в газогенераторе для частей древесины, которые являются слишком тяжелыми и для увеличенной тяги, предусмотреть выгрузку таких частей, причем то, подаются ли они затем снова в газогенератор или же утилизируются, зависит от качества исходного материала и возможности возвращения в поток продукта.

Изобретение можно комбинировать с различными другими вариантами осуществления способа или устройства, если только это не нарушает реакцию в фильтре горячего газа или не нарушает другие варианты процесса фильтрования.

Из-за проведения двух этапов газификации в фильтре горячего газа имеющиеся там условия изменяются не настолько существенно, чтобы потребовалось изменять или адаптировать материалы, тем самым можно применять все конструктивные узлы и материалы, которые предусматриваются для этого специалистами в случае обычных фильтров горячего газа.

Высоту входа форсунок или других отверстий подводящей линии 12 в фильтр 2 горячего газа при наличии фильтровальных патронов 7 удобно установить у их нижнего конца. Мимо них при отрыве фильтровального осадка пройдет весь материал, точно так же, как при нормальном режиме работы проходит еще не газифицированный материал. Рабочие параметры, такие как избыточное давление и объемный поток, легко установить в результате небольшого числа опытов. Если газифицируют разные материалы, при определенных обстоятельствах может быть выгодным предусмотреть форсунки на разных высотах, которые могут снабжаться по отдельности или группами.

Благодаря наклонному расположению форсунок можно также получить особую картину течения, которая способствует дополнительной газификации.

Подводя итог, можно сказать, что изобретение предлагает устройство для газификации углеродсодержащего материала, в частности древесины, содержащее газогенератор 1, в верхнюю зону которого подается подлежащий газификации материал, а в среднюю зону подается кислород по большей части в виде воздуха, причем в нижней зоне газогенератора в реакторе с неподвижным слоем происходит газификация большей части материала, причем из самой нижней зоны газогенератора 1 отбирается продуктивный газ по линии 6 продуктового газа и вводится в нижнюю зону фильтра 2 горячего газа, где фильтром, предпочтительно снабженным фильтровальными патронами 7, отделяются твердые вещества, такие как еще не газифицированные частицы, зола и инородные тела, тогда как чистый газ проходит через него и отводится по линии 8 чистого газа, причем для отвода оставшихся твердых веществ в нижней зоне фильтра 2 горячего газа предусмотрен отвод 10. При этом в фильтр 2 горячего газа в его среднем диапазоне высоты между дном 13 фильтра 13 и отводом 10 подают по линии 12 кислород предпочтительно в виде воздуха.

Изобретение относится также к способу газификации углеродсодержащего материала, в частности древесины, с газогенератором 1 и установленным ниже по потоку продукта фильтром 2 горячего газа, согласно указанному способу в фильтр 2 горячего газа подают по потоку продукта перед фильтром кислород предпочтительно в виде воздуха, и тем самым осуществляют дальнейший процесс газификации.

Следует также указать, что такие указания, как "большая часть" означает количество материалов более 50 вес.%, предпочтительно более 80 вес.% и особенно предпочтительно более 95 вес.%; под "нижней зоной" реактора, фильтра, конструкции или устройства или, обобщенно, объекта понимается нижняя половина и, в частности, нижняя четверть габаритной высоты.; "самая нижняя зона" означает нижнюю четверть и, в частности, еще меньшую часть, тогда как "средняя зона" означает среднюю треть габаритной высоты. Все эти указания, как и выражения "выше", "ниже" и т.д., имеют их общепринятое значение, применяемое к надлежащему положению рассматриваемого объекта.

Выражение "по существу" может устанавливать границу отклонения в 10% от указанного значения как вниз, так и вверх, если это физически возможно, в иных случаях только в имеющем смысл направлении.

Список позиций для ссылок.

- 01 - газогенератор,
- 02 - фильтр горячего газа,
- 03 - подача,
- 04 - встроенный элемент,
- 05 - распределяющая система,
- 06 - линия продукта,
- 07 - фильтровальный(е) патрон(ы),
- 08 - линия чистого газа,
- 09 - источник сжатого воздуха,
- 10 - отвод,
- 11 - бочка для золы,
- 12 - подводящая линия,
- 13 - дно фильтра.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство газификации углеродсодержащего материала с газогенератором (1), выполненным с возможностью подачи в его верхнюю зону подлежащего газификации материала, а в его среднюю зону - кислорода, при этом нижняя зона газогенератора (1) выполнена с возможностью газификации большей части материала в реакторе с неподвижным слоем, причем предусмотрена линия (6) продуктового газа, выполненная с возможностью отбора из самой нижней зоны газогенератора (1) продуктового газа и введения его в нижнюю зону фильтра (2) горячего газа, причем в фильтре (2) горячего газа предусмотрен фильтр с дном (13) фильтра, выполненный с возможностью отделения твердых веществ и прохождения через него чистого газа с его отбором по линии (8) чистого газа, причем для отвода оставшихся твердых веществ в донной зоне фильтра (2) горячего газа предусмотрен отвод (10), отличающееся тем, что предусмотрена дополнительная линия (12) для подвода кислорода в фильтр (2) горячего газа в зону ниже дна (13) фильтра.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что тяга в линии (6) продуктового газа благодаря газодувке настолько велика, что частицы, не газифицированные в газогенераторе, увлекаются, по существу, в фильтр (2) горячего газа.

3. Устройство по п.1 или 2, отличающееся тем, что выполнено с возможностью газификации древесины.

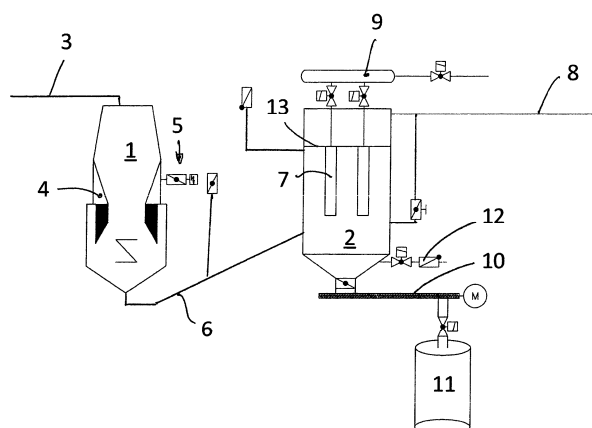
4. Устройство по любому из пп.1-3, отличающееся тем, что выполнено с возможностью подачи кислорода в виде воздуха.

5. Устройство по любому из пп.1-4, отличающееся тем, что дно (13) фильтра снабжено фильтровальными патронами (7).

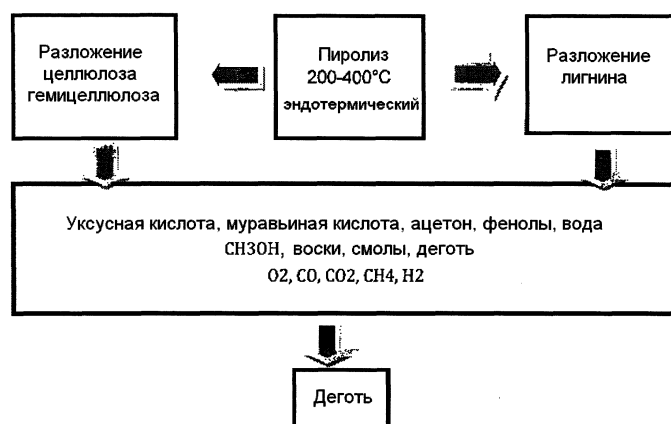
6. Устройство по п.5, отличающееся тем, что дополнительная линия (12) выполнена с возможностью подвода кислорода примерно у нижнего конца фильтровальных патронов (7).

7. Устройство по любому из пп.1-6, отличающееся тем, что фильтр с дном (13) фильтра выполнен с возможностью отделения еще не газифицированных частиц, золы и инородных тел.

8. Способ газификации углеродсодержащего материала, в котором используют устройство по любому из пп.1-7 с газогенератором (1) и установленным после него по потоку продукта фильтром (2) горячего газа, причем в поток продукта перед фильтром подают кислород и тем самым осуществляют дальнейший процесс газификации, отличающийся тем, что подачу осуществляют в фильтре (2) горячего газа.



Фиг. 1



Фиг. 2

