

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **038741**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.10.13

(51) Int. Cl. **C10J 3/24** (2006.01)
C10J 3/60 (2006.01)

(21) Номер заявки
201991794

(22) Дата подачи заявки
2017.05.05

**(54) СПОСОБ И КОМБИНИРОВАННЫЙ ГАЗИФИКАТОР ТВЕРДОГО ТОПЛИВА ДЛЯ
ГАЗИФИКАЦИИ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА**

(31) **a201702177**

(32) **2017.03.07**

(33) **UA**

(43) **2019.12.30**

(86) **PCT/UA2017/000055**

(87) **WO 2018/164651 2018.09.13**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и
патентовладелец:

**ФЕДОРОВ САВЕЛИЙ
ДМИТРИЕВИЧ (UA)**

(74) Представитель:

**Ловцов С.В., Левчук Д.В., Вилесов
А.С., Коптева Т.В., Ясинский С.Я.,
Стукалова В.В., Гавриков К.В. (RU)**

(56) **WO-A2-2007102032
DE-A1-102010018197**

BLINDERMAN ET AL.: "Forward and reverse
combustion linking in underground coal gasification",
ENERGY, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL, vol.
33, no. 3, 14 November 2007 (2007-11-14), pages
446-454, XP022452268, ISSN: 0360-5442, DOI:
10.1016/J.ENERGY.2007.10.004 the whole document

CUI YONG ET AL.: "Forward and reverse
combustion gasification of coal with production
of high-quality syngas in a simulated pilot
system forin situgasification", APPLIED ENERGY,
ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS, GB, vol.
131, 28 June 2014 (2014-06-28), pages 9-19,
XP029015932, ISSN: 0306-2619, DOI: 10.1016/
J.APENERGY.2014.06.001 the whole document

(57) В документе раскрыт способ газификации твердого топлива и газификатор для его осуществления, обладающие повышенной эффективностью процесса газификации, пониженным расходом окислителя для процесса газификации и повышенной стабильностью состава получаемого генераторного газа. Газификатор предполагает преобразование химической энергии различных видов твердого органического топлива в химическую энергию генераторного газа и, таким образом, эффективный контроль процесса газификации путем определения последовательности термохимических реакций, которые, в свою очередь, влияют на количественные и качественные параметры вырабатываемого таким образом газа.

038741
B1

038741
B1

Область техники

Настоящее изобретение относится к способам газификации для преобразования химической энергии различных твердых, предпочтительно органических видов топлива в химическую энергию генераторного газа и к устройствам-газификаторам для выполнения такого преобразования.

Уровень техники

Из уровня техники известны различные способы газификации твердого топлива и устройства-газификаторы ("газификаторы") для его осуществления, в том числе следующие.

Один такой газификатор, известный из уровня техники и предназначенный для газификации твердого топлива, предпочтительно органического происхождения, например древесины, содержит вытянутый по вертикали полый внутренний корпус, предназначенный для загрузки топливом, и газонепроницаемый внешний корпус, предназначенный для отвода продуктов сгорания. Днище корпуса содержит решетку и зольник под ними. Внутри внешнего корпуса нижняя часть внутреннего корпуса выполнена в виде двойного конического или цилиндрического расширения. Расширение имеет распределенные по периметру отверстия для подачи газообразных продуктов пиролиза в указанный выше канал, который окружает внутренний корпус с топливом и снабжен отверстиями для отвода нагретого газа (см. заявку на выдачу патента DE 3411822 A1, опубликованную 03.10.1985).

Другой традиционный газификатор описан в заявке на выдачу патента DE 102007017859 A1, опубликованной 23.10.2008, и содержит камеру для прямого процесса газификации в верхней части и всасывающую камеру для неочищенного газа, ориентированную вниз для выгрузки продуктов сгорания через средство удаления. Средство подачи окислителя содержит патрубки, которые с одной стороны соединены с обеими камерами, а с другой - с источником подачи окислителя.

Также известен способ газификации твердого топлива, включающий термообработку слоя топлива в вертикальном аппарате шахтного типа при подаче воздуха через слой топлива, разгоряченный со стороны, противоположной подаче воздуха (обращенный процесс газификации). Термообработку слоя топлива проводят в две последовательные стадии. Первая стадия включает пиролиз твердого топлива, а на второй стадии осуществляют газификацию углеродного остатка после пиролиза, так что массовое соотношение расхода воздуха на первой и второй стадиях находится в пределах 0,03...0,3 (см. патент UA 41146 U, опубликованный 12.05.2009).

В уровне техники также раскрыты способ и устройство для газификации сжигаемого материала, описанные в заявке DE 10010358 A1, опубликованной 27.09.2001. В указанном способе пиролиз происходит в первом реакторе при первой температуре, а газообразные продукты пиролиза подают из первого реактора во второй реактор для реакции при второй температуре, которая выше первой, для обеспечения частичного окисления продуктов пиролиза путем подачи кислорода. Пиролиз происходит в первом реакторе без кислорода и тепловую энергию вводят в первый реактор путем подачи части газообразных продуктов реакции из второго реактора. Первая температура ниже температуры плавления золы предпочтительно от 600 до 900°C. Вторая температура лежит в области разложения длинных углеводородных цепей преимущественно свыше 1000°C. Пиролиз в первом реакторе и/или реакцию во втором реакторе осуществляют в псевдооживленном состоянии.

В уровне техники также раскрыты способ газификации конденсированного и твердого топлива для выработки энергии и газификатор для его осуществления, описанные в патенте RU 2520450 C2, заявка на который опубликована 20.04.2014. Способ получения свободного от пиролизных смол горючего газа при газификации конденсированного топлива включает подачу топлива через средство загрузки, расположенное в верхней части газификатора, и загрузку твердого негорючего материала через отдельное средство загрузки, которое обеспечивает пребывание материала в противотоке газообразных продуктов. Затем в нижнюю часть газификатора подают кислородсодержащий газ, где происходит пиролиз и сжигание топлива в противотоке газа. Из нижней части газификатора осуществляют выгрузку твердого остатка горения. Отвод газообразных продуктов из верхней части газификатора осуществляют из слоя твердого негорючего материала, не смешанного с топливом. Из слоя топлива отбирают газообразные продукты пиролиза и сушки и затем их подают в зону горения, расположенную ниже зоны смешивания топлива и твердого негорючего материала. Газификатор для осуществления способа выполнен в виде многоподовой печи, шахтного реактора или барабана.

В уровне техники также раскрыт способ термической переработки твердых отходов и газификатор для его осуществления, описанные в патенте RU 2476770 C2, заявка на который опубликована 27.09.2012. Согласно указанному способу переработку твердых отходов осуществляют путем загрузки отходов в камеру газификации с последующими нагреванием, сушкой, пиролизом и сжиганием с последующим образованием продуктов переработки в виде пиролизного газа и твердого остатка и вывода продуктов переработки из камеры газификации. Нагревание, сушку и пиролиз проводят при абсолютном давлении от 0,08 до 0,095 МПа. Весь полученный пиролизный газ используют в качестве топлива путем его сжигания в камере дожигания. Подачу тепла к отходам осуществляют непосредственно через верхнюю торцевую поверхность, образованную отходами и/или через всю боковую поверхность отходов с последующей газификацией агентом в виде нагретых продуктов сгорания и/или воздуха. Нагретые про-

дукты сгорания получают путем сжигания топливовоздушной смеси, образованной из топлива и воздуха из внешних источников. Перед сжиганием осуществляют эжекцию пиролизного газа в камере дожигания путем подачи активной струи воздуха и/или продуктов сгорания топливовоздушной смеси, образованной из внешних источников топлива и воздуха.

Также известна система, предназначенная для полного преобразования углеводородного сырья в синтез-газ и шлак, которая описана в евразийской заявке ЕА 201001377 А1, опубликованной 29.04.2011. Система содержит первичную камеру для удаления летучих соединений из углеводородного сырья, в которой генерируется газ первичной камеры (отходящий газ), и вторичную камеру для дальнейшего преобразования обработанного углеводородного сырья в газ вторичной камеры (синтез-газ) и остаточное вещество, зону реформулирования газа для обработки газа, полученного в одной или более камерах, и камеру плавления, в которой остаточное вещество преобразуется до стекловидного состояния. Первичная камера обеспечивает возможность прямой или непрямой подачи добавок, необходимых для регулирования содержания углерода в сырьевом материале. Система также содержит средство управления для слежения за различными этапами процесса в системе газификации и упорядочивает их так, чтобы обеспечить эффективное и полное преобразование углеводородного сырья в синтез-газ.

Одним существенным недостатком различных технологий и устройств для газификации, описанных выше, является относительно большой процент "грязного" генераторного газа, т.е. генераторного газа, имеющего в своем составе относительно высокую концентрацию образующих смолу примесей, таких как тяжелые углеводороды. Этот недостаток особенно отмечается при газификации топлива с высокой влажностью и обогащенного золой, что обусловлено работой газификатора с использованием прямого процесса газификации и/или невозможностью работы газификатора с использованием обращенного процесса газификации на влажном топливе.

Раскрытие сущности изобретения

Целью изобретения является предложение способа газификации твердого топлива и газификатора для его осуществления с повышенной эффективностью процесса газификации, уменьшенным расходом окислителя для процесса газификации и повышенной стабильностью состава полученного генераторного газа путем изменения последовательности протекания термохимических реакций с последующим воздействием как на количественные, так и на качественные характеристики вырабатываемого таким образом газа. Дополнительной целью является повышение чистоты генераторного газа и выработка генераторного газа, по существу, без содержания тяжелых углеводородов, образующих смолы. Другой целью является создание способа и газификатора для его осуществления, в котором может быть использовано топливо с высокой влажностью и зольностью без предварительной подготовки. Еще одной целью является достижение экологически чистой утилизации химических веществ в любом состоянии (твердом, жидком или газообразном), в том числе вредных отходов и т.д., путем термического разложения.

Следовательно, в одном аспекте изобретения раскрыт способ газификации твердого топлива в газификаторе, содержащем расположенные по ходу движения топлива топливный отсек, газогенераторный отсек с обращенным процессом газификации и газогенераторный отсек с прямым процессом газификации и отсек для сбора и удаления золы, при этом способ включает:

- а) загрузку твердого топлива в топливный отсек,
 - б) подачу твердого топлива и окислителя в газогенераторный отсек с обращенным процессом газификации с образованием кольцевого пространства, свободного от наполнения твердым топливом,
 - в) подачу углеродных частиц, полученных в газогенераторном отсеке с обращенным процессом газификации, в газогенераторный отсек с прямым процессом газификации,
 - г) подачу окислителя в газогенераторный отсек с прямым процессом газификации, тем самым вырабатывая генераторный газ,
 - д) отвод генераторного газа из газогенераторного отсека с прямым процессом газификации в смешительный отсек в верхней части газогенераторного отсека с обратным процессом газификации и
 - е) смешивание отведенного генераторного газа с твердым топливом перед подачей топлива газогенераторный отсек с обращенным процессом газификации,
- подачу окислителя в газогенераторный отсек с обращенным процессом газификации ограничивают количеством, необходимым для полного сжигания смеси генераторного газа и летучих, вышедших из твердого топлива, поступившего из смешительного отсека, при этом в адсорбционно-фильтрационном отсеке между газогенераторным отсеком с обращенным процессом газификации и газогенераторным отсеком с прямым процессом газификации охлаждают углеродные частицы, поступившие из газогенераторного отсека с обращенным процессом газификации, до температуры, которая не превышает температуру конденсации смол в углеродных частицах, выходящих из газогенераторного отсека с обращенным процессом газификации, а генераторный газ, выработанный в газогенераторном отсеке с обращенным процессом газификации, отводят на утилизацию через адсорбционно-фильтрационный отсек за счет разряжения, образованного в полости газификатора над газогенераторным отсеком с прямым процессом газификации.

Согласно другому варианту реализации способа могут предварительно определять содержание влаги в твердом топливе для регулирования по меньшей мере одного из:

- а) количества топлива, подлежащего подаче в газогенераторный отсек с обращенным процессом газификации,
- б) количества окислителя, подаваемого в газогенераторный отсек с обращенным процессом газификации, и
- в) количества окислителя, подаваемого в газогенераторный отсек с прямым процессом газификации.

Согласно еще одному другому варианту реализации способа в зависимости от предварительно определенного содержания влаги в диапазоне предварительно определенных пределов могут изменять соотношение окислителя, подаваемого в газогенераторный отсек с обращенным процессом газификации, к таковому в газогенераторном отсеке с прямым процессом газификации для достижения, по существу, полного потребления генераторного газа и его летучих частиц в газогенераторном отсеке с обращенным процессом газификации.

Согласно еще одному другому варианту реализации способа в процессе образования адсорбционно-фильтрационного отсека топлива, полученное после газогенераторного отсека с обращенным процессом газификации, могут охладить до температуры, которая не превышает температуру конденсации смол в топливе, выходящем из газогенераторного отсека с обращенным процессом газификации.

Согласно еще одному другому варианту реализации способа в полости газификатора могут проводить разрежение.

Согласно еще одному другому варианту реализации способа разрежение могут проводить путем отвода генераторного газа на утилизацию.

Согласно еще одному другому варианту реализации способа топливный отсек газификатора могут загружать твердым топливом путем смешивания предварительно измельченного топлива с низкой температурой плавления золы и твердого топлива в топливном отсеке.

Согласно еще одному другому варианту реализации способа твердое топливо дополнительно могут подвергать рыхлению в топливном отсеке.

Согласно еще одному другому варианту реализации способа при возможном смешивании генераторного газа, отведенного из газогенераторного отсека с прямым процессом газификации, с твердым топливом в газогенераторном отсеке с обращенным процессом газификации добавляют по меньшей мере одно химическое вещество для последующего термического разложения.

В целом, в другом аспекте настоящее изобретение относится к комбинированному газификатору твердого топлива, который особенно пригоден для реализации описанного выше способа. Комбинированный газификатор твердого топлива содержит корпус с полостью и дополнительно содержит расположенные внутри полости:

- а) топливный отсек по меньшей мере с одним средством подачи топлива и дозатором топлива,
- б) второй газогенераторный отсек с обращенным процессом газификации, снабженный средством подачи окислителя и смесительным отсеком в верхней части,
- в) первый газогенераторный отсек с прямым процессом газификации, снабженный средством подачи окислителя,
- г) отсек для сбора и удаления золы и
- д) адсорбционно-фильтрационный отсек, расположенный между первым газогенераторным отсеком и вторым газогенераторным отсеком и содержащий цилиндрические охлаждающие рубашки внутри полости адсорбционно-фильтрационного отсека, при этом первый газогенераторный отсек и второй газогенераторный отсек соединены между собой с помощью по меньшей мере одного средства отвода генераторного газа из первого газогенераторного отсека в смесительный блок второго газогенераторного отсека, а адсорбционно-фильтрационный отсек снабжен средством отвода генераторного газа на утилизацию и датчиками, предназначенными для определения количественного и качественного состава вырабатываемого генераторного газа, а также температурных параметров, расположенными перед средством отвода генераторного газа на утилизацию, при этом второй газогенераторный отсек содержит внутреннее кольцевое пространство, между адсорбционно-фильтрационным отсеком и первым генераторным отсеком расположено средство герметизации для герметизации участка внутри корпуса газификатора над первым газогенераторным отсеком, выполненное в виде герметизирующего отсека, который содержит корпус в форме усеченного конуса, расположенного большим основанием вверх, который соединен с первым газогенераторным отсеком, и средство отвода генераторного газа на утилизацию соединено со средством создания разрежения внутри полости газификатора.

Согласно еще одному другому варианту реализации газификатор может дополнительно содержать средство определения содержания влаги перед топливным отсеком или внутри топливного отсека, соединенного со средством регулирования количества окислителя, подаваемого в первый газогенераторный отсек и во второй газогенераторный отсек.

Согласно еще одному другому варианту реализации второй газогенераторный отсек может быть снабжен средством подачи дополнительных веществ в смесительный отсек.

Согласно еще одному другому варианту реализации топливный отсек может содержать по меньшей мере два средства подачи топлива, соединенные параллельно с топливным отсеком.

Согласно еще одному другому варианту реализации каждое средство подачи топлива может содержать шнек для подачи топлива на дозатор топлива.

Согласно еще одному другому варианту реализации дозатор топлива может содержать по меньшей мере один привод.

Газификатор может дополнительно содержать средство рыхления твердого топлива, расположенное внутри топливного отсека и соединенное с приводом дозатора топлива.

Краткое описание чертежей

Представленные далее фигуры предназначены для содействия в понимании изобретения, и на них изображены и разъяснены его основные принципы и сущность функционирования, а не для ограничения его объема или сущности. Его неограничивающие и неисчерпывающие аспекты и варианты реализации описаны со ссылкой на представленные далее фигуры, на которых

на фиг. 1 показан общий вид газификатора в соответствии с некоторыми вариантами реализации изобретения;

фиг. 2 представляет собой вид в разрезе газификатора, показанного на фиг. 1; и

фиг. 3 представляет собой схематический вид в разрезе газификатора с загруженным твердым топливом и движения продуктов сгорания (ровные линии) и пиролизных газов (волнистые линии).

Подробное описание предпочтительных вариантов реализации изобретения

Раскрытый в настоящем документе газификатор предполагает преобразование химической энергии различных видов твердого органического топлива в химическую энергию генераторного газа и, таким образом, эффективное управление процессом газификации путем определения последовательности термохимических реакций, которые, в свою очередь, влияют на количественные и качественные параметры вырабатываемого таким образом газа. Проведенные автором изобретения исследования показывают, что при использовании заявленного способа состав генераторного газа был стабилен и содержал только смесь CO в пределах 28...32%, H₂ в пределах 20...24% и N₂ в пределах 46...48%.

Достижимый таким образом результат, т.е. получение чистого генераторного газа, по существу, свободного от вредных компонентов, образующих смолы путем газификации топлива окислителем (например, воздухом), может быть обусловлен следующим.

Подобно традиционным подходам, процесс газификации осуществляют путем подачи окислителя в оба газогенераторных отсека. Последовательно-параллельная работа газогенераторных отсеков, являющихся частью газогенератора, способствует одновременному протеканию следующих термохимических реакций:

- окислительные реакции (интенсивное горение),
- окислительный пиролиз,
- паровая конверсия и
- реакция восстановления.

При осуществлении способа в раскрытом в настоящем документе газификаторе второй газогенераторный отсек (с обращенным процессом газификации) принимает исходное топливо с содержанием влаги W^P, например, не более 50%, и зольностью A^P не более 40%, а первый газогенераторный отсек (с прямым процессом газификации) принимает топливо, которое является "недогазифицированным" во втором газогенераторном отсеке.

Расположение обоих газогенераторных отсеков сначала с обращенным процессом газификации, а затем с прямым процессом газификации, и расположение всех других отсеков в описанной выше последовательности и точно в специально предназначенных для них местах позволяет осуществлять процесс газификации по технологии, которая обеспечивает одновременное прохождение указанных термохимических реакций.

Проведенные автором изобретения исследования указанной технологии с использованием описанного выше комбинированного газификатора демонстрируют возможность газификации различных видов топлива, качество которых является недостаточным с точки зрения газификации и которые как таковые не могут быть использованы во многих известных из уровня техники конструкциях твердотопливных агрегатов. Эти преимущества достигаются благодаря нескольким факторам.

Во-первых, осуществляется поэтапная газификация начального топлива по замкнутому циклу (в том числе с рециркуляцией) за счет параллельной (синхронной) работы обоих газогенераторных отсеков, входящих в состав газификатора. Эффективность технологического процесса при такой газификации топлива может быть дополнительно достигнута аппаратно-программным средством автоматического управления процессом газификации. В этом случае программная часть такого средства содержит программные модули, разработанные для газификации определенного типа топлива, то есть твердого топлива с определенными параметрами. Данные для функционирования таких модулей получают для каждого типа топлива индивидуально на основе статистических данных в процессе промышленного испытания газификатора на разных видах топлива. Важно то, что весь выработанный генераторный газ производится только вторым газогенераторным отсеком (с обращенным процессом газификации), что значительно упрощает процесс контроля за качеством вырабатываемого газа.

Во-вторых, заявленный способ позволяет осуществлять газификацию второсортных видов топлива

с высоким содержанием влаги и золы за счет использования и конструкции второго газогенераторного отсека с обращенным процессом газификации. Это достигается за счет того, что в этом отсеке газификация первоначального топлива традиционным способом - его частичным или полным окислением - не производится. Вместо этого подают "грязный" генераторный газ, полученный в первом газогенераторном отсеке, в смесительный отсек второго газогенераторного отсека, где "грязный" генераторный газ смешивают с первоначальным топливом, которое подают через топливный отсек с помощью средства подачи топлива, и получают таким образом обогащенную смесь, которую затем подают в зону окисления (интенсивного горения) второго газогенераторного отсека. Количество окислителя (например, воздуха), который подается в зону окисления второго газогенераторного отсека, ограничивают количеством, которое необходимо для достижения полного сжигания "грязного" генераторного газа и летучих частиц, исходящих из такого газа. Сам процесс окисления (горения) происходит как в кольцевом пространстве второго газогенераторного отсека, которое не заполнено топливом, так и между частицами первоначального топлива в глубине слоя топлива во втором газогенераторном отсеке. Таким образом, полностью сжигают "грязный" генераторный газ и летучие частицы, входящие в состав топлива, с преобразованием их в обычные продукты сжигания (дымовые газы): CO_2 , H_2O и NO_x . Кроме того, при воздействии высоких температур с ограниченным количеством окислителя частицы первоначального топлива преобразуются в однородную смесь горячих частиц углерода и золы, более конкретно свежего полукокса, который формирует восстановительный слой. Кольцевое пространство во втором газогенераторном отсеке необходимо для улучшения разжигания и сгорания твердого топлива в процессе термического преобразования путем замены ряда горелок, расположенных по периметру корпуса второго газогенераторного отсека, одним кольцевым пространством, которое предназначено для заполнения окислителем и в котором происходит окисление (горение) твердого топлива.

Полученный в результате процесс сжигания "грязного" генераторного газа и летучих частиц первоначального топлива помогает увеличить первоначальную мощность (толщину) восстановительного слоя в 10-15 раз по сравнению с таковой у известных газификаторов, в частности известных из уровня техники. Увеличенная мощность восстановительной зоны второго газогенераторного отсека повышает эффективность сжигания топлива в качестве окончательной стадии работы всего газификатора. Восстановительная зона окончательно формирует состав генераторного газа, который получают за счет термических реакций, перечисленных в табл. 1.

Таблица 1
Термохимические реакции и соответствующие тепловые эффекты

№ п/п	Реакция	Тепловой эффект реакции Q, МДж/кмоль
1	$\text{C} + \text{CO}_2 = 2 \text{CO}$	- 162,4
2	$\text{C} + \text{H}_2\text{O} (\text{пар}) = \text{CO} + \text{H}_2$	- 118,8

Эти восстановительные реакции являются эндотермическими, то есть реакциями, которые проходят с обязательным отбором тепла, так что мощность (толщина) восстановительной зоны имеет очень большое значение, особенно при газификации топлива с высокой влажностью. В известных из уровня техники газификаторах лишняя влага является причиной торможения или остановки процесса газификации в отличие от настоящего изобретения, в котором влага становится основным источником водорода.

В-третьих, возможно полное восстановление соединения азота с кислородом (NO_x), образованных в процессе окисления азота, элемента первоначального топлива, а также азота, подаваемого в зоны окисления (горения) топлива обоих газогенераторных отсеков вместе с окислителем, до молекулярного азота N_2 . Даже при температуре 1000 К константа равновесия реакции $2 \text{NO} + \text{C} = \text{N}_2 + \text{CO}_2$ является достаточно большой и равна $6,86 \times 10^{28}$, то есть равновесие реакции существенно смещено вправо, поэтому содержание NO в равновесии с углеродом для реакции при температуре 1000 К будет составлять 10^{-13} г/м³.

Кроме того, активными восстановительными агентами являются CO и H_2 , так что NO_x , являющийся элементом генераторного газа, будет полностью восстановлен до молекулярного азота N_2 из горячего полукокса после восстановительной зоны.

В-четвертых, возможно преобразование всего объема полукокса, который прореагировал в высокотемпературной восстановительной зоне, в наполнитель для адсорбционно-фильтрационного отсека, который постоянно восстанавливается за счет газификации свежего первоначального топлива. С этой целью полукокс охлаждается до температуры, которая может не превышать температуру конденсации смол, вышедших из топлива и попавших в зону окисления и восстановительную зону, образуя адсорбционно-фильтрационную зону.

Образование такой зоны помогает получить своего рода внутренний "противогаз" в газификаторе для прохождения через весь генераторный газ, вырабатываемый газификатором. Постоянно возобновляемое содержание этого "противогаза" выполняет функцию не только мощного фильтра, но также и высокоэффективного адсорбера. Кроме того, адсорбирующий "противогаз" полностью очищает генераторный газ от всех вредных и токсичных примесей, образовавшихся в процессе термического разложения различных химических веществ, попавших в топливо случайно или с целью их утилизации.

Поэтому генераторный газ, полученный раскрытым и заявленным в настоящем документе способом, имеет очень высокую степень очистки от любых химических примесей. После отвода из газификатора генераторный газ может иметь незначительное загрязнение твердыми частицами, занесенными из слоя полукокса во время выхода генераторного газа из этого слоя и его попадания в бак-накопитель газа во втором газогенераторном отсеке. Газ может быть очищен от таких частиц, а также лишняя влага в нем может быть снижена после отвода генераторного газа на утилизацию.

Кроме того, раскрытый в настоящем документе подход помогает повысить стабильность химического состава генераторного газа при газификации различных видов твердого топлива независимо от характеристик такого топлива ($\text{CO}+\text{H}_2+\text{N}_2$). Кроме этого, соотношение между элементами генераторного газа поддерживается автоматически для обеспечения теплотворной способности на стабильно низком уровне $Q_{\text{H}}^{\text{P}} \approx 1500$ ккал/нм³. Доля каждого компонента на 1,0 нм³ генераторного газа (%) напрямую зависит как от количества топлива, воздуха и воды (влаги), подаваемых в газификатор, так и от температуры в реакционных зонах обоих газогенераторных отсеков.

Например, чем выше содержание влаги в топливе, тем выше содержание водорода (H_2) в генераторном газе. Даже учитывая то, что избыточная влага является нежелательным (внутренним и внешним) балластом для любого вида топлива, которое подлежит сжиганию или газификации с помощью известных из уровня техники газификаторов, влажное топливо повышает эффективность работы заявленного в настоящем документе газификатора и помогает обеспечить стабильность состава вырабатываемого генераторного газа. Оптимальная влажность первоначального топлива составляет $W^{\text{P}} \approx 50\%$. Таким образом, в определенных случаях первоначальное топливо необходимо дополнительно увлажнять. Однако топливо с влажностью $W^{\text{P}} > 50\%$ по-прежнему пригодно для газификации и для достижения его эффективного сжигания повышают расход топлива и окислителя (воздуха) в автоматическом режиме, что обеспечивается аппаратно-программным средством автоматического управления процессом газификации, содержащим программные модули с индивидуальными параметрами газификации для каждого типа топлива. Исследования показали, что влажность $W^{\text{P}} \leq 60\%$ является пороговой для предложенного газификатора.

Температурный режим в зонах окисления (горения) обоих газогенераторных отсеков также автоматически контролируется и поддерживается на нужном уровне в соответствии с программным модулем газификации каждого типа топлива и может изменяться в пределах 600...1300°C в зависимости от температуры плавления золы первоначального топлива. Процесс регулирования температурных параметров осуществляется путем изменения соотношения между топливом и окислителем (воздухом).

Исследования предложенного способа и газификатора показали возможность вырабатывания генераторного (воздушного) газа с содержанием балластного азота N_2 менее 50%, в частности, со следующим приблизительным химическим составом: CO - 28-32%, H_2 - 20-24% и N_2 - 46-48%. Количество азота (N_2) в генераторном газе зависит от количества окислителя (воздуха), подаваемого в реакционные зоны обоих газогенераторов с помощью любых известных из уровня техники средств подачи воздуха, например вентиляторов. Конструкция предложенного газификатора помогает сократить объемы окислителя, подаваемого для газификации, за счет предварительного нагрева первоначального топлива, которое подают через топливный отсек со средством подачи топлива. Нагрев осуществляют горячим "грязным" газом, который подают в смесительный отсек второго газогенераторного отсека через средство отвода генераторного газа (газопровод) от первого газогенераторного отсека. Таким образом, в зону окисления (горения) второго газогенераторного отсека первоначальное топливо поступает из смесительного отсека уже нагретым с частичной потерей своей влаги и летучих частиц в нем. Это помогает частично сократить расход окислителя (воздуха) и соответственно уменьшить количество азота (N_2) в зоне окисления (горения) второго газогенераторного отсека.

В первом газогенераторном отсеке количество азота (N_2) в генераторном газе сокращается за счет сверхадиабатического протекания процесса фильтрационного горения в реакционной зоне этого отсека, так как окислитель (воздух) и продукты сгорания движутся навстречу движению топлива. Эффект сверхадиабатического нагрева достигается благодаря внутреннему теплообмену между продуктами газификации и первоначальными реагентами (топливо и воздух), интенсивность которого обеспечивает описанная выше конструкция газификатора. На различных стадиях процесса газификации тепловые потоки оптимизируются путем простых изменений концентрации реагентов - углеводородного топлива или окислителя (воздуха), которые непосредственно влияют и определяют форму тепловой структуры волны горения углеводородной системы. Предложенный газификатор позволяет полностью использовать описанный выше эффект взаимозависимости содержания реагентов с целью достижения максимального сверхадиабатического нагрева во время процессов фильтрационного горения в адсорбционно-фильтрационном отсеке между газогенераторным отсеком с обращенным процессом газификации и газогенераторным отсеком с прямым процессом газификации.

Также с помощью заявленного в настоящем документе газификатора возможна утилизация высокотоксичных химических веществ: ядов, гербицидов и пестицидов, отходов медицинской отрасли, отходов фармацевтической отрасли и просроченных фармацевтических продуктов. Термическое разложение любых химических веществ в любом состоянии осуществляется при температуре до 1300°C. Процесс тер-

мического разложения является экологически чистым, что обусловлено работой газификатора под вакуумом в полости газификатора и упрощает процесс загрузки химических веществ в твердом, жидком и газообразном состоянии через средство подачи дополнительных материалов в смесительный отсек, которым может быть резервный патрубок, расположенный на боковой поверхности смесительного отсека. Следует отметить, что внутренняя полость корпуса газификатора работает не под давлением, поэтому создаваемое в ней разрежение предотвращает выход опасного для человека угарного газа CO , образующегося в процессе газификации, через корпус газификатора до его попадания на повторное окисление, и поэтому это повышает безопасность обслуживающего персонала во время работы газификатора.

Кроме того, герметизация зоны между адсорбционно-фильтрационным отсеком и газогенераторным отсеком с прямым процессом газификации с помощью средства герметизации, расположенного точно между адсорбционно-фильтрационным отсеком и первым генераторным отсеком, помогает создать разрежение требуемого уровня, то есть тягу, необходимую для того, чтобы обеспечить поток полученного генераторного газа из газогенераторного отсека с прямым процессом газификации в газогенераторный отсек с обратным процессом газификации с прохождением генераторного газа через адсорбционно-фильтрационный отсек под действием средства разрежения, соединенного со средством отвода генераторного газа на утилизацию. При отсутствии герметизации зоны между адсорбционно-фильтрационным отсеком и газогенераторным отсеком с прямым процессом газификации нужное разрежение не может быть создано ввиду увеличения объема внутренней полости первого газогенераторного отсека (прямого процесса газификации) и отсека для сбора и удаления золы.

В зависимости от химического состава веществ, предназначенных для утилизации, и профиля первоначального топлива определяют соотношение химических веществ и первоначального топлива. Это соотношение может колебаться в следующих пределах: химические вещества в пределах 0,5...1,5: 10 мас. единиц и полностью зависит от количества и качества углеводородов в первоначальном топливе, так как углеводороды наполняют внутренний "противогаз" газификатора в виде кокса и вместе с золой образуют мощный адсорбционно-фильтрационный отсек.

Химические вещества, проходя через высокотемпературную зону (окисления) второго газогенераторного отсека в форме продуктов разложения, вместе с генераторным газом поступают в адсорбционно-фильтрационный отсек, где они адсорбируются пористым полукоксом и фильтруются полукоксом в этом отсеке. Кроме того, охлажденный полукокс адсорбционно-фильтрационного отсека служит в качестве так называемой зоны "закаливания" газообразных продуктов, которая препятствует протеканию обратных реакций.

Далее адсорбированные и отфильтрованные полукоксом продукты разложения химических веществ подвергаются повторной термической обработке в зоне окисления (горения) первого газогенераторного отсека, в который полукокс попадает в качестве рабочего топлива. После повторной термической обработки продукты разложения химических веществ превращаются в нейтральные соединения, которые вступают в контакт с химическими элементами золы или в виде отдельных элементов вместе с золой топлива проходят через отсек для сбора и удаления золы, который охлаждается. Зола может быть удалена шнеком во внешний сборник золы.

Если зола первоначального топлива не содержит химические элементы, которые могут связывать и нейтрализовать продукты разложения химических веществ, подлежащих утилизации, такие химические элементы и их соединения подают в газификатор в необходимом количестве вместе с химическими веществами через второе (резервное) средство подачи топлива, которое параллельно соединено с топливным отсеком вместе с другим средством подачи топлива. Если такие элементы содержатся в золе в недостаточном количестве, то затем подают их недостаточное количество. В частности, это может касаться связывания и нейтрализации соединений хлора, фосфора, серы и подобных.

Материалы и вещества, которые не могут быть использованы в качестве топлива или если такое использование считается проблематичным, также могут быть подвергнуты утилизации путем домешивания их в первоначальное топливо. К таким материалам и веществам могут относиться отходы картонно-бумажного и бумажного производства ("скоп"), отходы типографий, загрязненные клеєм, отходы полимерных материалов, подлежащих вторичной переработке, измельченная полимерная тара, которая была использована для транспортировки и хранения ядовитых, токсичных или загрязняющих окружающую среду веществ. Кроме того, в качестве добавок могут быть использованы отходы производства с жирокOMBинатов, измельченные отходы продукции животноводства и птицеводства, отложения на фильтрах и осадок отстойников очистных сооружений на предприятиях по переработке мясных и рыбных продуктов и так далее.

Газификации также могут быть подвергнуты виды топлива с низкой температурой плавления золы и "спекающиеся" виды топлива. Ими может быть как солома с температурой плавления золы $800^{\circ}C$, так и некоторые марки каменного угля, которые спекаются (шлакуются) при температуре $1100-1300^{\circ}C$. Для достижения эффективной газификации, такие виды топлива должны быть предварительно измельчены и смешаны с первоначальным топливом в определенном соотношении, которое зависит от профиля каждого вида топлива.

В частности, использование энергетического каменного угля марок Д, Г, Ж, ОС и Т в качестве пер-

воначального топлива в любом газификаторе является проблематичным ввиду возможного частичного спекания частиц угля и образования так называемых "лепешек", которые полностью останавливают процесс газификации и требуют аварийной остановки газификатора и полной выгрузки топлива. Поэтому такой уголь необходимо смешивать в определенном соотношении с такими видами топлива, которое повторно рассредоточит частицы угля для предотвращения перегруппировки частиц и спекания при газификации. Такими видами топлива-растворителя может быть: бурый уголь, иловый осадок городских канализационных стоков, свиной навоз, куриный помет, лузга подсолнечника, солома, стружка, древесная щепа, силос кукурузы и тому подобное.

Первоначальное топливо и дополнительное предварительно измельченное топливо с низкой температурой плавления золы подают в газификатор через по меньшей мере два средства подачи топлива, которые параллельно соединены с топливным отсеком и выполнены, например, в виде патрубков. Оба вида топлива смешивают непосредственно в топливном отсеке с помощью средства рыхления твердого топлива, которое имеет приводом вращения от дозатора подачи топлива. Шнековый вал такого привода может быть снабжен лопатками, которые при вращении этого вала одновременно перемещают и разрыхляют топливо в топливном отсеке, предотвращая уплотнение и слеживание топлива. Особенно это важно для видов топлива с высоким содержанием влаги, образующих смолу компонентов, жиров и тому подобного.

Эффективность способа и газификатора для его осуществления в соответствии с настоящим изобретением подтверждается экспериментальными результатами газификации некоторых видов топлива при номинальном режиме работы заявленного в настоящем документе газификатора, приведенном в табл. 2.

Пояснения к табл. 2. В табл. 2 использованы следующие обозначения:

W^P - влажность первоначального топлива, %,

A^P - зольность первоначального топлива, %,

$Q_{H^P}^P$ (мм рт. ст.) - низшая теплота сгорания рабочего топлива, ккал/кг,

$V_{\text{генераторного газа}}^P$ - производительность по генераторному газу, $\text{нм}^3/\text{ч}$,

$M_{T^P}^P$ - расход топлива, кг/ч,

$M_{T^P}^P$ (удельный) - удельный расход топлива, $\text{кг}/\text{нм}^3$ (на основе генераторного газа),

$Q_{H^P}^P$ (генераторного газа) - низшая теплота сгорания генераторного газа, $\text{ккал}/\text{нм}^3$,

P_T - тепловая мощность газификатора при работе в номинальном режиме, Гкал/час (МВт),

$Q_{H^P}^P$ (CH_4) - низшая теплота сгорания природного газа, принятая для расчетов, $\text{ккал}/\text{нм}^3$,

K_n - коэффициент, используемый для пересчета генераторного газа в эквивалент природного газа,

K ,

V_{CH_4} - мощность по эквиваленту природного газа, $\text{нм}^3/\text{ч}$,

S_T - стоимость 1,0 т рабочего (первоначального) топлива (включая затраты на доставку и предварительную обработку топлива), доллар США/тонна,

O_e - эксплуатационные расходы (включая зарплату обслуживающего персонала, расходы на электрическую энергию, пропан-бутан, технологическую воду, средства индивидуальной защиты и тому подобное), доллар США/ч,

S_p - суммарные расходы, доллар США/ч,

η_G - коэффициент полезного действия газификации (коэффициент полезного действия преобразования),

η_T - термический коэффициент полезного действия газификатора.

Основными показателями эффективности работы газификатора согласно настоящему изобретению являются коэффициент полезного действия газификации η_G и термический коэффициент полезного действия газификатора η_T .

Коэффициент полезного действия газификации η_G или коэффициент полезного действия преобразования определяет пропорцию химической энергии топлива, которая перешла в химическую энергию газа, и вычисляется по приведенной ниже формуле

$$\eta_G = V_{\text{генераторного газа}} Q_{H^P}^P (\text{генераторного газа}) / Q_{H^P}^P (\text{рабочего топлива}) M_{T^P}^P.$$

Термический коэффициент полезного действия газификатора η_T определяется как соотношение всего полученного полезного тепла к суммарному количеству тепла, введенного в газификатор

$$\eta_T = (V_{\text{генераторного газа}} Q_{H^P}^P (\text{генераторного газа}) + Q_{p.o.} M_B) / (Q_{H^P}^P (\text{рабочего топлива}) M_{T^P}^P + Q_B),$$

где $Q_{p.o.}$ - энтальпия воды, подогреваемой в рубашках охлаждения воды (теплоносителя), ккал/кг,

Q_B - энтальпия окислителя (воздуха), который подается в газификатор для газификации топлива, ккал/ нм^3 .

M_B - масса (вес) воды (теплоносителя), циркулирующей в замкнутом контуре системы охлаждения газификатора.

В табл. 2 приведены результаты газификации на примере таких видов топлива, как стружка из древесины различных пород, торф фрезерный и бурый уголь марки Б2. Как показано в табл. 2, работающий в номинальном режиме газификатор вырабатывает 3000 нм^3 генераторного газа в час со стабильной низ-

шей теплотой сгорания на уровне 1500 ккал/кг независимо от вида или профиля топлива. Это один из основных показателей эффективной работы газификатора согласно изобретению, особенно если учитывать, что вырабатывают воздушный генераторный газ. Таким образом, исследования демонстрируют то, что выработка генераторного газа является стабильной на достаточно высоком уровне (по сравнению с известными аналогами) и не зависит от использования различных видов твердого топлива, которые меняются в части влажности и зольности, что достигается указанными выше признаками предложенного способа и газификатора.

Переходя теперь к фиг. 1, во множестве вариантов реализации комбинированный газификатор твердого топлива (фиг. 1) содержит корпус с полостью, в которой последовательно расположены топливный отсек по меньшей мере с одним средством 1 подачи топлива, смесительный отсек 2, второй газогенераторный отсек (с обращенным процессом газификации) 3, адсорбционно-фильтрационный отсек 4, герметизирующий отсек 5, первый газогенераторный отсек (с прямым процессом газификации) 6 и отсек 7 для сбора и удаления золы.

Топливный отсек по меньшей мере с одним средством 1 подачи топлива содержит крышку 8 топливного отсека, патрубок 9 приема первоначального топлива, шнековый вал 10, привод 11 шнекового вала, шнек 12 подачи первоначального топлива, гильзу 13 шнека подачи первоначального топлива, сборник 14 топлива, бак-накопитель 15 топлива, датчик 16 нижнего уровня топлива, датчик 17 верхнего уровня топлива и дозатор 18 подачи топлива, содержащий привод. Если предусмотрено два средства подачи топлива, которые соединены параллельно с топливным отсеком 1, последний содержит дополнительный шнековый вал 19, привод 20 дополнительного шнекового вала, дополнительный шнек 21 подачи топлива, гильзу 22 дополнительного шнека подачи топлива и дополнительный патрубок 23 приема топлива. Патрубок 9 приема первоначального топлива может быть выполнен для соединения с выходным патрубком ленточного транспортера со скребками для автоматизации подачи первоначального топлива.

Топливный отсек 1 соединен со смесительным отсеком 2 фланцевым соединением 24.

Смесительный отсек 2 содержит газораспределитель 25, датчик 26 нижнего уровня топлива в смесительном отсеке, датчик 27 верхнего уровня топлива в смесительном отсеке, средство 28 подачи дополнительных веществ в смесительный отсек (резервный патрубок) и взрывные клапаны 29.

Второй газогенераторный отсек 3 содержит воздухораспределитель 30, средство 31 подачи окислителя, горелку 32 и датчик 33 температуры.

Второй газогенераторный отсек 3 соединен с адсорбционно-фильтрационным отсеком 4 фланцевым соединением 34.

Адсорбционно-фильтрационный отсек 4 содержит бак-накопитель 35 газа, патрубок 36 выхода генераторного газа, патрубок 37, на котором установлен датчик 38 посредством фланцевого соединения 39, и взрывные клапаны 40. Датчики 38 предназначены для определения количественного и качественного состава вырабатываемого генераторного газа, а также соответствующих температурных параметров, перед отводом генераторного газа через патрубок 36 выхода генераторного газа. Фланцевое соединение 39, помимо расположения датчиков, также обеспечивает персоналу доступ к полости адсорбционно-фильтрационного отсека 4 для обслуживания.

Патрубок 36 выхода генераторного газа в этом случае соединен со средством создания разрежения внутри полости, которым может быть внешний вентилятор (на фигурах не показан).

Герметизирующий отсек 5 содержит корпус 41 в форме усеченного конуса, расположенного большим основанием вверх, который соединен с первым газогенераторным отсеком 6 фланцевым соединением 42. Средством герметизации может быть любое известное средство, такое как шлюзовой затвор (как показано на фиг. 2, 3). Также в качестве средства герметизации возможно использование самого герметизирующего отсека 5 с расположенным внутри слоем топлива, которое находится под давлением для движения частиц топлива в этом отсеке и создания герметизирующего слоя непосредственно из частиц топлива.

Первый газогенераторный отсек 6 содержит бак-накопитель 43 газа, горелку 44, датчик 45 температуры и взрывные клапаны 46.

Первый газогенераторный отсек 6 соединен с отсеком 7 для сбора и удаления золы фланцевым соединением 47.

Отсек 7 для сбора и удаления золы содержит средство 48 подачи окислителя, воздухораспределитель 49 и сборник 50 золы, снабженный шнеком 51 удаления золы с приводом 52. Отсек 7 для сбора и удаления золы также содержит люки 53 и 54 доступа для обслуживания внутреннего пространства.

Первый генераторный отсек 6 и второй газогенераторный отсек 3 соединены между собой параллельно с помощью средства отвода генераторного газа - газопровода 55. Средство 55 отвода генераторного газа соединено со вторым газогенераторным отсеком 3 посредством патрубка 56 подачи "грязного" генераторного газа, а с первым генераторным отсеком 6 - посредством патрубка 57 выхода "грязного" генераторного газа.

В корпусе второго газогенераторного отсека 3 выполнено внутреннее кольцевое пространство 58.

Способ газификации твердого топлива с помощью описанного выше комбинированного газификатора твердого топлива проиллюстрирован на следующем примере.

Сначала твердое топливо 59 загружают в топливный отсек 1 газификатора через патрубок 9 приема первоначального топлива. Когда смешанное топливо газифицируется (различные виды топлива или твердое топливо, смешанное с топливом с другими параметрами для повышения эффективности процесса газификации, как описано выше) другое топливо 60, например предварительно измельченное топливо с низкой температурой плавления золы, подают в топливный отсек 1 газификатора через дополнительный патрубок 23 приема топлива.

С помощью шнекового вала 10, привода 11 шнекового вала, шнека 12 подачи первоначального топлива, привода 20 дополнительного шнекового вала, дополнительного шнека 21 подачи топлива первоначальное топливо 59 и другое топливо 60 подают через сборник 14 топлива в бак-накопитель 15 топлива, где эти виды топлива смешиваются.

Твердое топливо подают из бака-накопителя 15 топлива в смесительный отсек 2 и затем подают во второй газогенераторный отсек 3. Окислитель 61 (преимущественно воздух) подают через средство 31 подачи окислителя во внутреннюю полость второго газогенераторного отсека 3 с последующим поджиганием смеси твердого топлива и окислителя с помощью горелки 32 и проведения обращенной газификации полученного твердого топлива. Кольцевое пространство 58 в зоне с обращенным процессом газификации является свободным от наполнения твердым топливом для образования зоны поджигания и горения во всем объеме второго газогенераторного отсека 3. Углеродные частицы, полученные в зоне с обращенным процессом газификации, затем подают через адсорбционно-фильтрационный отсек 4 и герметизирующий отсек 5 в первый газогенераторный отсек 6 в зону с прямым процессом газификации. Окислитель 62 подают в зону с прямым процессом газификации через средство 49 подачи окислителя.

Топливо и твердые продукты газификации проходят от верхней части к нижней части корпуса газификатора за счет силы тяжести.

Во время прямого процесса газификации вырабатывается генераторный газ 63, который отводят из первого газогенераторного отсека 6 через газопровод 55 с последующим его смешиванием с твердым топливом, которое подается во второй газогенераторный отсек 3 в зону обращенного процесса газификации и подачей смеси твердого топлива и генераторного газа 63 обратно во второй газогенераторный отсек 3.

Прохождение всего генераторного газа, выработанного газификатором, через адсорбционно-фильтрационный отсек 4 обеспечивает описанную выше работу внутреннего "противогаза" газификатора (осуществление процессов адсорбции и фильтрации) с помощью бака-накопителя 35 газа и патрубка 36 выхода генераторного газа с последующим отводом генераторного газа 64, полученного в зоне с обращенным процессом газификации, через патрубок 36 выхода генераторного газа с помощью разрежения, созданного в полости газификатора.

Зола, которая поступает из первого газогенераторного отсека 6, может быть удалена посредством шнека 51 удаления золы с приводом 52 из сборника 50 золы во внешний бак-накопитель золы.

При необходимости утилизации вредных химических веществ, как описано выше, такие химические вещества подают в любом состоянии через резервный патрубок 28 в смесительный отсек 2 с последующим термическим разложением вместе с твердым топливом.

Предварительно может быть определена влажность топлива с последующим регулированием количества топлива для подачи в зону с обращенным процессом газификации и/или количества окислителя для подачи в зону с обращенным процессом газификации и зону с прямым процессом газификации с помощью дозирующего устройства 18.

Кроме того, в адсорбционно-фильтрационном отсеке 4 топливо охлаждается после газогенераторного отсека с обращенным процессом газификации до температуры, не превышающей температуру конденсации смол в топливе, которое выходит из газогенераторного отсека с обращенным процессом газификации. Охлаждение может быть осуществлено любым известным способом, в частности через цилиндрические охлаждающие рубашки 65, имеющие разный диаметр и расположенные внутри адсорбционно-фильтрационного отсека 4.

При прохождении через бак-накопитель 15 топлива, твердое топливо подвергают рыхлению с помощью средства 66 рыхления твердого топлива - лопастей на валу шнека подачи топлива, расположенных внутри бака-накопителя 15 топлива.

Параметры подачи твердого топлива и окислителя, влажность и температуру контролируют с помощью датчика 16 нижнего уровня топлива, датчика 17 верхнего уровня топлива, датчика 26 нижнего уровня топлива в смесительном отсеке, датчика 27 верхнего уровня топлива в смесительном отсеке, датчика 33 температуры, датчика 38, датчика 45 температуры, а также датчиков измерения влаги первоначального топлива и дополнительного топлива, которые могут быть расположены перед отсеком для сгорания (например, на ленточном транспортере, который на фигурах не показан) с последующей передачей полученных данных на аппаратно-программное средство автоматического управления процессом газификации, которое с помощью указанных выше программных модулей изменяет параметры подачи первоначального и/или дополнительного топлива, окислителя, химических веществ и т.д.

Безопасность работы каждого элемента газификатора обеспечивают взрывные клапаны 29, 40 и 46.

Таким образом, заявленный в настоящем документе способ газификации твердого топлива и газифи-

фикатор для его осуществления помогают повысить эффективность процесса газификации, снизить расходы окислителя на процесс газификации и повысить стабильность состава полученного генераторного газа, повысить чистоту генераторного газа без содержания тяжелых углеводородов, образующих смолы, без предварительной обработки и обеспечить экологически чистую утилизацию химических веществ в любом состоянии (твердом, жидком и газообразном), в частности вредных отходов и т.д.

Несмотря на то, что в настоящем документе было описано и проиллюстрировано несколько вариантов реализации настоящего изобретения, специалистам в данной области техники будет легко представить множество других средств и/или конструкций для выполнения функций и/или получения результатов и/или одного или более из описанных в настоящем документе преимуществ, при этом каждое из таких изменений и/или модификаций следует рассматривать в качестве входящего в объем вариантов реализации изобретения, описанных в настоящем документе. В более широком смысле специалистам в данной области техники будет легко понять, что все параметры, размеры, материалы и конфигурации, описанные в настоящем документе, приведены в качестве примера, и что фактические параметры, измерения, материалы и/или конфигурации будут зависеть от конкретного применения или применений, для которых используются/используются решение/решения по настоящему изобретению. Специалисты в данной области техники узнают или смогут установить, используя не более чем рутинные эксперименты, широкий ряд эквивалентов конкретных вариантов реализации изобретения, описанных в настоящем документе. Таким образом, следует понимать, что вышеприведенные варианты реализации представлены только в качестве примера и что в рамках объема прилагаемой формулы изобретения и ее эквивалентов изобретения могут быть реализованы на практике иным образом, отличным от того, который конкретно описан и заявлен. Варианты реализации изобретения, раскрытые в данном описании, относятся к каждому отдельному признаку, системе, изделию, материалу, набору и/или способу, описанным в настоящем документе. Кроме того, любая комбинация двух или более таких признаков, систем, изделий, материалов, наборов и/или способов, в случае если такие функции, системы, изделия, материалы, наборы и/или способы не являются взаимно несовместимыми, включена в объект настоящего изобретения.

Таблица 2

Результаты газификации некоторых видов твердого топлива
в газификаторе при номинальном режиме работы и показатели
эффективности способа газификации, заявленного в изобретении

№ п/ п	Топливо	Показатели				Расходы										η _г	η _т
		W _г , %	A _г , %	Q _г ^р (работос топливо), ккал/кг	V _{генераторного газа} , нм ³ /час	M _г ^р , кг/час	M _г ^р (о), кг/нм ³	Q _г ^р (генераторный газ), ккал/нм ³	P _г , Гкал/час (МВт)	Q _г ^р (сн), ккал/нм ³	K _г	V _{сн} , нм ³ /час	S _г , долларов США/тонна	O _г , долларов США/час	S _г , долларов США/час		
1	Стружка древесины разных пород (размер частиц d=6...12 мм)	35	4	2760,0	3000+ (3...5) %	1918,16+ (2...3) %	0,64	1500+3 %	4,5 (5,23)	8500,0	5,67 (0,176)	529,1	20,0	34,7	73,06	0,85 (85%)	0,95 (95%)
2	Торф фрезерный (размер частиц d=6...12 мм)	48	16	2661,0	3000+ (3...5) %	1989,52+ (2...3) %	0,66	1500+3 %	4,5 (5,23)	8500,0	5,67 (0,176)	529,1	25,0	34,7	84,45	0,85 (85%)	0,95 (95%)
3	Бурый уголь марки Б2 (размер частиц d=6...12 мм)	33	23,5	2551,4	3000+ (3...5) %	2074,98+ (2...3) %	0,69	1500+3 %	4,5 (5,23)	8500,0	5,67 (0,176)	529,1	30,0	34,7	96,92	0,85 (85%)	0,95 (95%)

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Комбинированный газификатор твердого топлива, содержащий корпус с полостью и дополнительно содержащий расположенные внутри полости:

- топливный отсек по меньшей мере с одним средством подачи топлива и дозатором топлива,
- второй газогенераторный отсек с обращенным процессом газификации, снабженный средством подачи окислителя и смесительным отсеком в верхней части,
- первый газогенераторный отсек с прямым процессом газификации, снабженный средством подачи окислителя,
- отсек для сбора и удаления золы и
- адсорбционно-фильтрационный отсек, расположенный между первым газогенераторным отсеком и вторым газогенераторным отсеком и содержащий цилиндрические охлаждающие рубашки внутри по-

лости адсорбционно-фильтрационного отсека, при этом первый газогенераторный отсек и второй газогенераторный отсек соединены между собой с помощью по меньшей мере одного средства отвода генераторного газа из первого газогенераторного отсека в смесительный блок второго газогенераторного отсека, а адсорбционно-фильтрационный отсек снабжен средством отвода генераторного газа на утилизацию и датчиками, предназначенными для определения количественного и качественного состава вырабатываемого генераторного газа, а также температурных параметров, расположенными перед средством отвода генераторного газа на утилизацию, при этом

второй газогенераторный отсек содержит внутреннее кольцевое пространство,

между адсорбционно-фильтрационным отсеком и первым генераторным отсеком расположено средство герметизации для герметизации участка внутри корпуса газификатора над первым газогенераторным отсеком, выполненное в виде герметизирующего отсека, который содержит корпус в форме усеченного конуса, расположенного большим основанием вверх, который соединен с первым газогенераторным отсеком, и средство отвода генераторного газа на утилизацию соединено со средством создания разрежения внутри полости газификатора.

2. Газификатор по п.1, отличающийся тем, что газификатор дополнительно содержит средство определения содержания влаги перед топливным отсеком или внутри топливного отсека, соединенного со средством регулирования количества окислителя, подаваемого в первый газогенераторный отсек и во второй газогенераторный отсек.

3. Газификатор по п.1, отличающийся тем, что второй газогенераторный отсек снабжен средством подачи дополнительных веществ в смесительный отсек.

4. Газификатор по п.1, отличающийся тем, что топливный отсек содержит по меньшей мере два средства подачи топлива, соединенные параллельно с топливным отсеком.

5. Газификатор по п.4, отличающийся тем, что каждое средство подачи топлива содержит шнек для подачи топлива на дозатор топлива.

6. Газификатор по п.1, отличающийся тем, что дозатор топлива содержит по меньшей мере один привод.

7. Газификатор по п.6, отличающийся тем, что газификатор дополнительно содержит средство рыхления твердого топлива, расположенное внутри топливного отсека и соединенное с приводом дозатора топлива.

8. Способ газификации твердого топлива в комбинированном газификаторе по п.1, содержащем расположенные по ходу движения топлива топливный отсек, газогенераторный отсек с обращенным процессом газификации, газогенераторный отсек с прямым процессом газификации и отсек для сбора и удаления золы, при этом способ включает:

а) загрузку твердого топлива в топливный отсек,

б) подачу твердого топлива и окислителя в газогенераторный отсек с обращенным процессом газификации с образованием кольцевого пространства, свободного от наполнения твердым топливом,

в) подачу углеродных частиц, полученных в газогенераторном отсеке с обращенным процессом газификации, в газогенераторный отсек с прямым процессом газификации,

г) подачу окислителя в газогенераторный отсек с прямым процессом газификации, тем самым вырабатывая генераторный газ, отличающийся тем, что

генераторный газ из газогенераторного отсека с прямым процессом газификации отводят в смесительный отсек в верхней части газогенераторного отсека с обратным процессом газификации, где смешивают отведенный генераторный газ с твердым топливом перед подачей топлива в газогенераторный отсек с обращенным процессом газификации,

подачу окислителя в газогенераторный отсек с обращенным процессом газификации ограничивают количеством, необходимым для полного сжигания смеси генераторного газа и летучих, вышедших из твердого топлива, поступившего из смесительного отсека, при этом

в адсорбционно-фильтрационном отсеке между газогенераторным отсеком с обращенным процессом газификации и газогенераторным отсеком с прямым процессом газификации охлаждают углеродные частицы, поступившие из газогенераторного отсека с обращенным процессом газификации, до температуры, которая не превышает температуру конденсации смол в углеродных частицах, выходящих из газогенераторного отсека с обращенным процессом газификации, а генераторный газ, выработанный в газогенераторном отсеке с обращенным процессом газификации, отводят на утилизацию через адсорбционно-фильтрационный отсек за счет разряжения, образованного в полости газификатора над газогенераторным отсеком с прямым процессом газификации.

9. Способ по п.8, отличающийся тем, что содержание влаги в твердом топливе предварительно определяют для регулирования по меньшей мере одного из:

а) количества топлива, подлежащего подаче в газогенераторный отсек с обращенным процессом газификации,

б) количества окислителя, подаваемого в газогенераторный отсек с обращенным процессом газификации, и

в) количества окислителя, подаваемого в газогенераторный отсек с прямым процессом газификации.

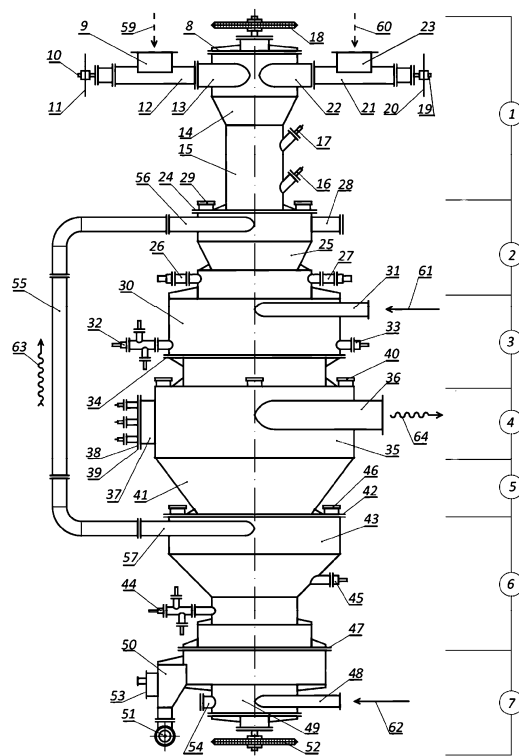
ции.

10. Способ по п.9, отличающийся тем, что в зависимости от предварительно определенного содержания влаги в диапазоне предварительно определенных пределов изменяют соотношение окислителя, подаваемого в газогенераторный отсек с обращенным процессом газификации, к таковому в газогенераторном отсеке с прямым процессом газификации для достижения, по существу, полного потребления генераторного газа и летучих в газогенераторном отсеке с обращенным процессом газификации.

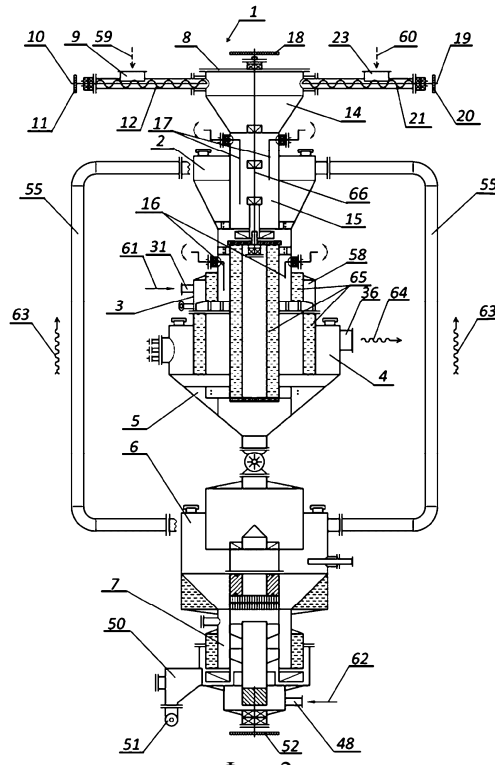
11. Способ по п.8, отличающийся тем, что топливный отсек газификатора загружают твердым топливом путем смешивания предварительно измельченного топлива с низкой температурой плавления золы и твердого топлива в топливном отсеке.

12. Способ по п.8, отличающийся тем, что твердое топливо дополнительно подвергают рыхлению в топливном отсеке.

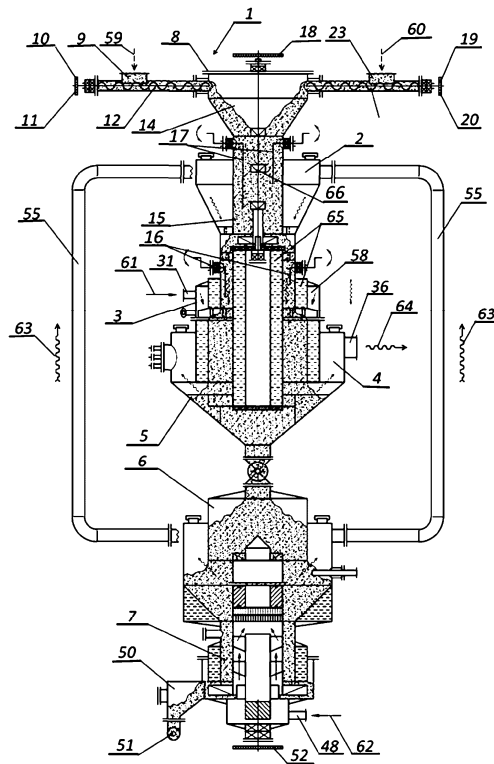
13. Способ по п.8, отличающийся тем, что при смешивании генераторного газа, отведенного из газогенераторного отсека с прямым процессом газификации, с твердым топливом в газогенераторном отсеке с обращенным процессом газификации добавляют по меньшей мере одно химическое вещество для последующего термического разложения.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

