

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(11) 029238

(13) B1

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента  
2018.02.28

(51) Int. Cl. C10J 3/02 (2006.01)  
C02F 1/42 (2006.01)  
C02F 1/44 (2006.01)

(21) Номер заявки  
201401126

(22) Дата подачи заявки  
2013.04.23

---

### (54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ГАЗИФИКАЦИИ ТВЕРДЫХ ВЕЩЕСТВ

---

(31) 10 2012 013 139.9

(56) US-A1-2011259014

(32) 2012.07.03

US-A1-2009188867

(33) DE

US-A1-2010172819

(43) 2015.01.30

GB-A-2198744

(86) PCT/EP2013/058337

US-A1-2009178338

(87) WO 2014/005738 2014.01.09

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

Л'ЭР ЛИКИД СОСЬЕТ АНОНИМ  
ПУР Л'ЭТЮД Э Л'ЭКСПЛУТАСЬОН  
ДЕ ПРОСЕД ЖОРЖ КЛОД (FR)

(72) Изобретатель:

Юдас Фредерик, Арумугам Ганеш,  
Зауэр Михаэль (DE)

(74) Представитель:

Веселицкая И.А., Кузенкова Н.В.,  
Веселицкий М.Б., Каксис Р.А.,  
Белоусов Ю.В., Кулников А.В.,  
Кузнецова Е.В., Соколов Р.А.,  
Кузнецова Т.В. (RU)

029238  
B1

(57) При газификации содержащих углерод твердых веществ с помощью кислорода и/или пара на первом технологическом шаге твердые вещества, по меньшей мере, частично превращают в CO и H<sub>2</sub>. На втором технологическом шаге поток, содержащий воду, отдаляют от полученного смешанного продукта. Наконец, на третьем технологическом шаге поток, содержащий воду, подвергают водоочистке. Водоочистку проводят так, что получают три потока (31, 36, 37) с разной степенью чистоты, по меньшей мере один из которых рециркулируют в процесс.

B1

029238

Данное изобретение относится к способу и устройству для газификации содержащих углерод твердых веществ, причем на первом шаге способа твердые вещества, по меньшей мере, частично в процессе газификации превращают в CO и H<sub>2</sub>, причем на втором шаге способа отделяют содержащий воду пар и причем на третьем шаге способа полученный на втором шаге содержащий воду пар подвергают процессу водоочистки.

Газификацией называется химико-физический процесс, в котором по меньшей мере часть твердого вещества превращается в газообразный конечный продукт. Газообразный конечный продукт является смесью, которая состоит главным образом из монооксида углерода (CO) и водорода (H<sub>2</sub>). Одновременно протекают многие реакции, которые до сих пор были известны не полностью.

Фактическая газификация происходит благодаря экзотермическому сгоранию твердых веществ. Продукты этой реакции могут затем реагировать с твердыми веществами и дополнительно введенным паром или друг с другом. За исключением реакции горения, все основные реакции являются равновесными реакциями, так что превращение может также идти в обратном направлении. При сравнительно высоких температурах при газификации угля (от 600 до 1600°C) состав газообразного продукта обычно является близким к равновесному.

В принципе, известны три разных типа способа газификации твердых веществ: газификация в псевдоожженном слое, газификация в неподвижном слое, образованном твердыми веществами, и, наконец, газификация в реакторе с газификацией в потоке.

Независимо от того, как протекает реакция газификации, полученный в ней синтез-газ из CO и H<sub>2</sub> должен быть затем очищен. Поскольку во время реакции в качестве исходного реагента требуется пар, и вода является одним из возможных продуктов реакции, вода, среди прочего, должна быть удалена из потока газа.

В потоке выделенной воды также содержатся примеси, такие как твердые вещества, аммиак, фенолы и т.п., так что поток воды должен очищаться.

Такой способ известен, например, из DE 4107109 C1. Твердые топлива газифицируют при давлении в диапазоне от 10 до 100 бар с помощью содержащей кислород и пар газифицирующей среды для выработки сырого газа. Выходящий из процесса газификации сырой газ охлаждают до температур от 20 до 200°C, посредством чего получается богатый водой конденсат. Конденсат отделяют и, по меньшей мере, частично выпаривают, при этом пар конденсата и содержащий соль рассол отводят отдельно. Содержащий соль рассол сжигают, пар конденсата частично добавляют к очищенному сырому газу.

DE 3515484 описывает, что конденсат, полученный при ступенчатом охлаждении газообразного продукта, охлаждается в устройстве для промывки и охлаждения, в который подается циркулирующая вода, посредством чего галогены в значительной степени вымываются. Использованная промывочная вода, которая имеет температуру от 120 до 220°C, расширяется до более низкого давления, посредством чего получаются выпар и жидкую фазу. Выпар, практически свободный от галогенов, отводится, основная часть жидкой фазы снова подается в устройство для промывки и охлаждения, и остаточная жидкую фазу подается на утилизацию.

DE 3207779 A1 описывает, что конденсат, полученный из синтетического газа, расширяется и подается к разделительному устройству, из которого отбирается конденсатная фаза, в значительной степени состоящая из воды. Конденсатная фаза охлаждается при прямом контакте с более холодным газом, прежде чем она используется для охлаждения потока сырого газа. Нагретый, содержащий пар охлаждающий газ подается на сжигание и используется, например, для нагревания реактора.

DD 147679 описывает рециркуляцию потока, состоящего в основном из воды, который происходит из гидроклона, в котором богатый твердыми веществами поток отделяется от бедного твердыми веществами потока. Поток из верхнего слива, бедный твердыми веществами, подмешивается к исходному потоку газификатора и служит как источник требуемого в реакции пара. Поток из нижнего слива, богатый твердыми веществами, перегоняется при атмосферном давлении для дальнейшей очистки.

GB 2198744 A, наконец, описывает газификацию угля в неподвижном слое, в которой после отделения газов поток сточной воды направляется в устройство для выпаривания. Оттуда газообразный компонент рециркулируется в реактор как газификационная среда.

Рециркуляция потока воды, который частично содержит значительные количества твердых веществ, иначе известна из совершенно разных процессов. Например, US 5586510 описывает производство цемента во вращающейся печи, причем шлам, который получается при производстве цемента, рециркулируется во вращающуюся печь, распыляется там и обжигается.

Все способы имеют общим то, что большие количества сточной воды не могут быть далее использованы в способе. Поэтому необходима дорогостоящая последующая очистка сточной воды для обработки потока или потоков так, чтобы при утилизации соблюдались нормы по охране окружающей среды.

Поэтому целью изобретения является уменьшение выработки сточной воды при газификации твердых веществ.

Согласно изобретению эта цель решена способом с признаками п.1 формулы изобретения. Содержащее углерод твердое вещество газифицируется и, по меньшей мере, частично преобразуется в монооксид углерода и водород в присутствии кислорода и пара. Затем выработанная газовая смесь подается к

разделительному устройству, в котором жидкые фракции отделяются от газовых фракций, посредством чего получаются поток так называемого сырого газа и поток, содержащий воду. Жидкий поток, содержащий воду, в заключение подвергается водоочистке.

Согласно изобретению водоочистка проводится так, что получаются три потока с разной степенью чистоты. Первый поток имеет наибольшую степень чистоты, почти полностью состоит из воды и имеет следующий состав:

Таблица 1. Соединения, содержащиеся в первом потоке

pH		7-8
Общее количество железа (Fe)	мкг/л	< 200, предпочтительно < 20
Общее количество меди (Cu)	мкг/л	< 30, предпочтительно < 3
Общее количество двуокиси кремния (SiO <sub>2</sub> )	мкг/л	< 200, предпочтительно < 20
Общее количество натрия (Na)	мкг/л	< 100, предпочтительно < 10
Органические компоненты (химическое потребление кислорода, сокращенно COD)	мкг/л	< 2000, предпочтительно < 200
Электропроводность	мкСм/см	< 0,2-2, предпочтительно < 2
Кислород (O <sub>2</sub> )	мкг/л	50-1000, предпочтительно 50-250

Таким образом, подобный поток пригоден для использования для выработки пара. Если поток не достигает этих предельных значений, то первый поток может быть использован как охлаждающая вода внутри предприятия. Второй поток имеет среднюю степень чистоты.

Таблица 2. Соединения, содержащиеся во втором потоке

Органические компоненты (химическое потребление кислорода, сокращенно COD)	мг/л	100 - 10000
Органические компоненты (биохимическое потребление кислорода, сокращенно BOD)	мг/л	10 - 1000
Аммонийный азот (сокращенно NH <sub>4</sub> -N)	мг/л	5 - 500
Нитратный азот (сокращенно NO <sub>3</sub> -N)	мг/л	5 - 1000
Фосфатный фосфор (сокращенно PO <sub>4</sub> -P)	мг/л	2 - 100
Общее содержание взвешенных веществ (сокращенно TSS)	мг/л	5 - 1000
Общее содержание растворенных веществ (сокращенно TDS)	мг/л	100 - 25000

Третий поток имеет наименьшую степень чистоты и имеет высокое содержание твердых веществ.

Таблица 3. Соединения, содержащиеся в третьем потоке

Органические соединения	% по массе	5 - 80
Азот- и/или фосфорсодержащие соединения	% по массе	1 - 5
Гидроксиды металлов	% по массе	5 - 15

Процедура согласно изобретению предусматривает рециркуляцию каждого из этих трех потоков. Поток воды, который имеет наибольшую степень чистоты, подается к впуску воды парогенератора; поток воды, который имеет среднюю степень чистоты, подается на дальнейшую обработку золы, полученной в реакторе газификации; и/или поток воды, который имеет наименьшую степень чистоты и богат твердыми веществами, направляется назад в реактор газификации.

Является особо предпочтительным, когда все три потока рециркулируют в самой установке газификации. Количество сточной воды, полученной в процессе, таким образом не только может быть значительно снижено, но может быть полностью снижено до нуля.

В то же время потоки со средней и самой низкой степенью чистоты также могут быть совместно рециркулированы в зону газификации, посредством чего может быть осуществлена особо высокое использование содержащихся органических соединений.

Частично, степень чистоты первого потока не достигает чистоты, необходимой для выработки пара. При одной и той же величине pH он тогда имеет состав, при котором отдельные компоненты присутствуют в концентрации в три раза или частично даже в шесть раз выше по сравнению концентрацией, указанной в табл. 1. Поток с этим составом может быть использован как поток охлаждающей воды в любой точке процесса без выпаривания охлаждающей воды или может быть добавлен к охлаждающей башне установки газификации.

В одном предпочтительном аспекте изобретения поток с наименьшей степенью чистоты отделяется декантацией на первом шаге. Можно еще уменьшить содержание воды, например выпариванием. На втором шаге оставшийся поток затем подается к установке обратного осмоса. Обратный осмос является физическим процессом для концентрирования веществ, растворенных в жидкостях, в котором естественный процесс осмоса обращен с помощью давления. Среда, в которой должна быть уменьшена концентрация определенного вещества, отделяется от среды, в которой концентрация должна быть увеличена, посредством полупроницаемой мембранны. В данном случае концентрация твердых веществ во входящем

потоке воды должна быть уменьшена, и увеличена в выходящем потоке с наименьшей степенью чистоты. Та среда, в которой концентрация должна быть увеличена, подвергается давлению, которое должно быть выше, чем давление, которое получается при осмотическом требовании для выравнивания концентраций. Это приводит к миграции частиц против направления распространения. В данном процессе получающийся очищенный первый поток, предпочтительно, снова подвергается второму обратному осмосу для получения потока с самой высокой и потока со средней степенью чистоты.

Части потока со средней степенью чистоты также могут быть получены посредством ионообменной установки, размещенной вверх по течению от устройства обратного осмоса. Два частичных потока со средней степенью чистоты из ионообменной установки и установки обратного осмоса затем смешиваются.

Перед выделением трех потоков и/или между выделением потока с самой низкой степенью чистоты, содержание воды в котором лежит ниже 80 мас.%, предпочтительно ниже 50 мас.% и особо предпочтительно ниже 30 мас.%, и обратным осмосом могут быть предусмотрены дальнейшие шаги очистки, такие как денитрификация, нитрификация и/или удаление органические соединений.

Под денитрификацией понимают превращение азота, связанного в нитрат ( $\text{NO}_3^-$ ), в молекулярный азот ( $\text{N}_2$ ) посредством гетеротрофных и некоторых автотрофных бактерий, которые закреплены на мембране. В этом процессе, который служит для выработки бактерией энергии, различные окисляемые вещества (донары электронов), такие как органические вещества, водород, сульфид водорода ( $\text{H}_2\text{S}$ ) и молекулярный водород, окисляются нитратом как окислителем (окисляющим агентом) в отсутствие молекулярного кислорода ( $\text{O}_2$ ) (бескислородные условия).

Нитрификация обозначает бактериальное окисление аммиака ( $\text{NH}_3$ ) до нитрата ( $\text{NO}_3$ ). Он состоит из двух связанные частичных процессов: в первой части аммиак окисляется до нитрита, во втором частичном процессе он окисляется до нитрата.

Удаление органических соединений предпочтительно осуществляется анаэробной обработкой бактериями в бескислородном окружении. Кроме того, было найдено выгодным использовать пар, выработанный в процессе выработки пара, внутри системы подачи пара для процесса газификации, например, для предварительного нагрева исходных материалов, например, в процессе дистилляции и/или использовать пар для выработки электрической энергии, например для приведения в действие турбины. Таким образом может быть уменьшена потребность процесса в воде.

Прежде всего, когда газификация осуществляется в реакторе с неподвижным слоем, полученная там зола должна промываться. Для этой цели согласно усовершенствованию изобретения используется поток воды со средней степенью чистоты.

При газификации в неподвижном слое эта зола получается в результате реакции содержащих углерод веществ, таких как уголь или биомасса, и падает через колосниковую решетку, предусмотренную в донной области неподвижного слоя. Для дальнейшей транспортировки золы вводится вода и, таким образом, зола вымывается.

В способе газификации, который осуществляется в псевдоожиженном слое, было найдено особо выгодным рециркулировать поток со средней степенью чистоты в реактор.

При газификации в потоке является рекомендуемым подмешивать поток со средней степенью чистоты или к исходным веществам, подаваемым в реактор как шлам, и/или после резкого охлаждения к шламу/потоку сточной воды.

Кроме того, может быть необходимым подвергать поток воды, который имеет наивысшую степень чистоты, и/или тот поток воды, который имеет среднюю степень чистоты, дальнейшей очистке перед рециркуляцией в устройство для выработки пара или дальнейшей обработкой золы. Такая дальнейшая очистка обеспечивает значительную рециркуляцию потоков сточной воды даже когда, когда большое количество загрязнений вводится в процесс используемым твердым исходным материалом.

Возможными процессами дальнейшей очистки могут быть химические процессы, такие как реакция Фентона (окисление органических субстратов перекисью водорода в кислой среде, катализируемое солями железа), озонирование (стерилизация путем ввода озона), использование активированного угля (как адсорбента) и/или добавление гидроксида кальция (для снижения жесткости воды путем ионообмена). Возможно также использование осаждающих или коагулирующих агентов. В дополнение, могут быть использованы сепараторы и/или установки для обработки сточных вод.

Один предпочтительный аспект изобретения в дополнение предусматривает, что твердые вещества газифицируются в неподвижном слое.

При газификации в неподвижном слое было найдено выгодным вводить поток воды, которая имеет наименьшую степень чистоты, над неподвижным слоем, причем поток впрыскивается так тонко распределенным, насколько это возможно.

Когда используется реактор с газификацией в потоке, является возможным подавать поток воды с самой низкой степенью чистоты напрямую через питающие трубопроводы в пламя горелки. В реакторе с псевдоожиженным слоем должно также приниматься во внимание распыление над псевдоожиженным слоем. Когда топливо при газификации в потоке подается как шлам, рекомендуется подмешивать поток к этому шламу перед входом в область реактора.

Как твердое вещество, с одной стороны, может быть использован уголь. Процессы газификации угля используются в течение десятилетий. С другой стороны, биомасса также может служить как исходный материал, посредством чего возобновляемое сырье может быть преобразовано в синтез-газ. Прежде всего, при газификации биомасс вышеописанный способ может представлять интерес, поскольку основное количество несгоревшего материала выгружается потоком воды.

Кроме того, изобретением предлагается установка для газификации содержащего углерод твердого вещества с признаками п.9 формулы изобретения. Соответственно установка содержит реактор газификации, в котором твердые вещества, по меньшей мере, частично превращаются в монооксид углерода и водород, разделительное устройство, в котором сырой газ отделяется от жидкого водного потока, и устройство для очистки воды, в котором водный жидккий поток полученный в разделительном устройстве, очищается. При очистке воды водяной поток разделяется на три потока с разной степенью чистоты. Через первый трубопровод поток воды, который имеет наивысшую степень чистоты, подается к патрубку подвода воды устройства для выработки пара; через второй трубопровод этот поток воды, который имеет среднюю степень чистоты, подается к устройству для дальнейшей обработки золы из реактора газификации; и/или через третий трубопровод тот поток воды, который имеет самую низкую степень чистоты, направляется назад в реактор газификации.

Предпочтительно, устройство для отделения газовой фракции от жидкого потока выполнено в виде конденсатора или в виде каплеотделителя. Конструкция в виде конденсатора имеет преимущество, что одновременно газовый поток далее охлаждается. Когда используется каплеотделитель, газовый поток может быть уже предварительно охлажден и тепловая энергия, отобранная при охлаждении, может быть использована в каком-нибудь другом месте.

Установка согласно изобретению предпочтительно также включает в себя устройство для охлаждения газа между реактором газификации и разделительным устройством, что рекомендуется, прежде всего, когда газожидкостный сепаратор выполнен в виде каплеотделителя и, таким образом, охлаждение должно осуществляться в способе в каком-нибудь другом месте.

Кроме того, установка согласно изобретению предпочтительно включает в себя устройство для извлечения аммиака между разделительным устройством и устройством для обработки золы.

При разделении газа и жидкости полученный из устройства для охлаждения газа поток жидкости далее разделяется путем декантации, причем в значительной степени отделяются смолы, масла, фенолы и аммиак ( $\text{NH}_3$ ).

Дальнейшая очистка воды может осуществляться вниз по течению процессом "феносолван" (Phenosolvan®). В процессе "феносолван" содержащая фенол вода тщательно смешивается с феносолваном (коммерческое название дизопропилового эфира) в многоступенчатом экстракторе в соответствии с принципом миксера-сепаратора. После последующего разделения фаз большая часть фенолов присутствует в растворителе. Этот процесс повторяется несколько раз, причем фенолсодержащая вода и растворитель направляются в противотоке. Растворитель отделяется от фенолов дистилляцией и снова течет назад в экстрактор для вымывания фенолов.

После процесса "феносолван" может быть осуществлен процесс CLL (Chemie Linz-Lurqi®). В этом процессе кислые газы и аммиак удаляются из конденсата процесса "феносолван" избирательной отгонкой.

Благодаря этой конструкции установки, особо в связи с все более и более ограничительными требованиям в защите окружающей среды, инвестиционные затраты и эксплуатационные затраты могут быть заметно снижены, поскольку дорогостоящая очистка подлежащей утилизации сточной воды может быть полностью или частично исключена. Путем введения потока, содержащего основную долю твердых веществ, назад в процесс газификации, может быть исключено отделение твердых веществ от воды с помощью энергоемкой операции сушки.

Когда поток воды со средней степенью чистоты используется для вымывания золы, можно сэкономить на стоимости дополнительной свежей воды и стоимости дальнейшей очистки воды со средней степенью чистоты.

Другие признаки, преимущества и возможные применения изобретения могут быть также взяты из нижеследующего описания приведенного в качестве примера варианта осуществления и рисунков. Все признаки, описанные или проиллюстрированные, образуют предмет изобретения сами по себе или в любом сочетании, независимо от их включения в пункты формулы изобретения или их обратных ссылок.

На рисунках

фиг. 1 показывает схему последовательности операций обычного способа газификации с последующей обработкой сточной воды согласно известному уровню техники;

фиг. 2 показывает схему последовательности операций способа согласно изобретению.

В обычном способе, как показано на фиг. 1, твердые вещества вводятся в реактор 10 газификации через трубопровод 1, и кислород вводится через трубопровод 2. Через эти трубопроводы или не показанный другой трубопровод в реактор 10 подается пар. Через трубопровод 14 газовая смесь, образованная в результате реакции, подается из реактора 10 к устройству 20 охлаждения газа. Из этого устройства охла-

ждения газа сырой синтез-газ отбирается через трубопровод 21. Через трубопровод 22 полученный жидкий поток подается к газожидкостному сепаратору 23. Оттуда он вводится в устройство 25 для извлечения аммиака через трубопровод 24. Между газожидкостным сепаратором 23 и устройством 25 для извлечения аммиака может быть предусмотрен процесс "феносолван" (на фиг. 1 не показан).

Из устройства 25 для извлечения аммиака жидкий поток, содержащий воду, передается в устройство 30 обработки воды через трубопровод 26. Из устройства обработки воды сточная вода, с одной стороны, выгружается через трубопровод 31 и по возможности обрабатывается так, что сточные воды могут быть утилизированы. Через трубопровод 32 отбирается поток, который содержит большую часть твердых частиц и поэтому называется также потоком шлама.

Поток, содержащий твердые вещества, подается к сушилке 33, в которой содержащаяся вода выпаривается путем подвода энергии и выделяется в атмосферу. Высушенный шлам затем, например, может быть доставлен к месту свалки.

Из реактора 10 газификации, в особости, если имеет место газификация в неподвижном слое, зола выгружается через трубопровод 11 и подается на устройство 12 для дальнейшей обработки золы. Текущая зола затем выводится через трубопровод 13.

В этом способе вода, полученная из устройства обработки сточной воды, утилизируется как сточная вода, но не рециркулируется в процесс. Вместо этого, в некотором месте способа вводится свежая вода.

На фиг. 2 показана конфигурация способа согласно изобретению в виде схемы последовательности операций, причем подлежащие газификации твердые вещества также подаются к реактору 10 газификации через трубопровод 1, и кислород подается через трубопровод 2. Из реактора 10 газификации зола выводится через трубопровод 11 и подается на устройство 12 для дальнейшей обработки золы. Из этого устройства для дальнейшей обработки зола затем выводится через трубопровод 13.

В показанном варианте осуществления газификатор 10 спроектирован как реактор с неподвижным слоем и включает в себя в основном цилиндрический вертикальный реактор с наружной водяной рубашкой. Уголь или биомасса подаются сверху через шлюз в распределитель твердых веществ, имеющийся внутри реактора, посредством чего образуется неподвижный слой, который покоятся на вращающейся колосниковой решетке, расположенной в нижней области реактора 10. Из этой нижней области также вводятся кислород и пар. Благодаря поднимающимся горячим газам, в верхней части газификатора 10 происходит высушивание использованного угля или биомассы, а также десорбция физически адсорбированных газов. Ниже зоны сушки расположена реакционная зона, в верхней части которой происходит дегазация угля или биомассы. Внутри реакционной зоны за дегазацией следует фактическая газификация угля или биомассы в соответствии с реакцией Буда. В следующей, самой низкой зоне происходит сгорание угля или биомассы, а также реакция образования водяного газа и реакция конверсии водяного газа. Получающийся газ падает через колосниковую решетку и оттуда выгружается. Горячие газы, которые направляются в противотоке относительно угля или биомассы, падающих сверху, выводятся через выхлопную трубу, расположенную выше неподвижного слоя.

Через трубопровод 14 газовая смесь, полученная реакцией газификации, выводится из реактора 10 и подается к холодильнику 20. В результате охлаждения получается сырой синтез-газ, который выводится через трубопровод 21. Через трубопровод 22 жидкий поток, содержащий воду, течет в газожидкостный сепаратор (разделительное устройство) 23. Также возможно, что разделение газа и жидкости вызывается исключительно конденсацией в газовом холодильнике 20.

Из газожидкостного сепаратора 23, который может быть оформлен как конденсатор или каплеотделитель, полученный жидкий поток рециркулируется в устройство 25 для извлечения аммиака через трубопровод 24. Между газожидкостным сепаратором 23 и устройством 25 для извлечения аммиака может быть предусмотрен процесс "феносолван" (на фиг. 2 не показан). От устройства 25 извлечения аммиака трубопровод 26 затем ведет к устройству 30 обработки воды. Полученный там водный поток разделяется на три потока. Тот поток, который имеет наивысшую степень чистоты, подается через трубопровод 31 к не показанному парогенератору. Выработанный там пар может быть затем использован как теплоноситель в текущем способе газификации, например, для нагревания исходных веществ, или использован для выработки энергии в турбине. В принципе также представляется возможным подавать поток воды как охлаждающую жидкость в охлаждающий контур. Возможно, потребуется не показанная очистка этого потока.

Поток со средней степенью чистоты через трубопровод 37 направляется на дальнейшую обработку 12 золы и служит там в качестве ожигающего агента. Таким образом может быть полностью исключено введение подпиточной воды. Возможно, может быть также предусмотрена дальнейшая очистка 38 воды для потока в трубопроводе 37.

Через трубопровод 36 тот поток, который содержит большую часть твердых веществ, наконец транспортируется назад в газификацию. Когда реактор 10 спроектирован как реактор с неподвижным слоем, рекомендуется распылять поток, содержащий твердые вещества, на неподвижный слой сверху. Таким образом можно избежать потребляющей много энергии и поэтому дорогостоящей сушки твердых веществ. В дополнение, ценные продукты, все еще в нем содержащиеся, могут таким образом подаваться на газификацию.

С помощью этого способа можно обеспечить газификацию твердых веществ, при которой не получается никакая сточная вода.

Перечень ссылочных обозначений

- 1, 2 трубопровод
- 10 реактор газификации
- 11 трубопровод
- 12 дальнейшая обработка золы
- 13, 14 трубопровод
- 20 холодильник
- 21, 22 трубопровод
- 23 разделительное устройство
- 24 трубопровод
- 25 извлечение амиака
- 26 трубопровод
- 30 последующая обработка воды
- 31, 32 трубопровод
- 33 сушка твердых веществ
- 34-37 трубопровод
- 38 последующая обработка воды
- 40 трубопровод

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ газификации твердых углеродсодержащих веществ, включающий следующие стадии: первая стадия - по меньшей мере, частичное превращение твердых углеродсодержащих веществ в CO и H<sub>2</sub> с получением газового потока, содержащего пар;

вторая стадия - выделение из полученного газового потока жидкого потока, содержащего воду; и третья стадия - водоочистка потока, содержащего воду, полученного на предыдущей стадии,

отличающийся тем, что при водоочистке поток, содержащий воду, разделяют на три потока с разной степенью чистоты,

причем первый поток воды, который имеет наивысшую степень чистоты, направляют на выработку пара,

второй поток воды, который имеет среднюю степень чистоты, направляют на вымывание образующейся золы из реактора газификации или в специальное устройство для обработки золы в качестве ожигающего агента с последующим образованием в нем шлама, выводимого из системы,

третий поток воды, который имеет самую низкую степень чистоты, рециркулируют в реактор газификации твердых веществ.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что третий поток воды отделяют декантацией, а затем первый и второй потоки воды получают способом обратного осмоса.

3. Способ по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что пар, выработанный в парогенераторе, используют для обеспечения процесса газификации паром и/или для выработки электрической энергии.

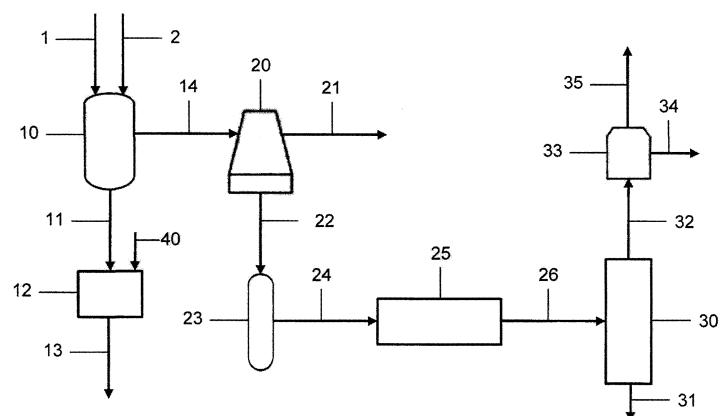
4. Способ по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что первый поток воды, который имеет наивысшую степень чистоты, и/или второй поток воды, который имеет среднюю степень чистоты, подвергают дальнейшей очистке перед рециркуляцией.

5. Способ по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что газификацию твердых веществ осуществляют в неподвижном слое.

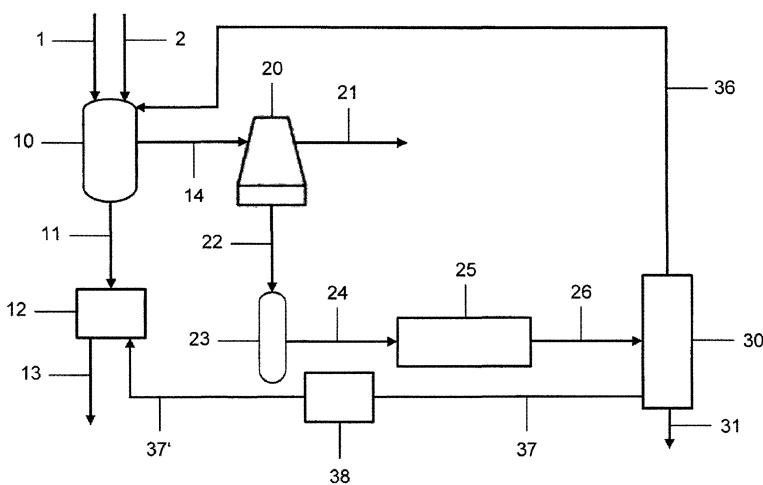
6. Способ по п.5, отличающийся тем, что третий поток воды, который имеет самую низкую степень чистоты, распыляют в реактор газификации твердых веществ над неподвижным слоем.

7. Установка для газификации твердых углеродсодержащих веществ способом по любому из предшествующих пунктов, содержащая реактор (10) газификации, в котором обеспечивается, по меньшей мере, частичное превращение твердых углеродсодержащих веществ в CO и H<sub>2</sub> с получением газового потока, содержащего пар, разделительное устройство (20), в котором обеспечивается выделение из сырого синтез-газа, полученного в процессе указанной газификации, жидкого потока, содержащего воду, и устройство (30) водоочистки, в котором обеспечивается очистка полученного потока, содержащего воду, отличающаяся тем, что устройство (30) водоочистки выполнено с возможностью разделения потока, содержащего воду, на три потока с разной степенью чистоты и устройство (30) водоочистки через трубопровод (31) для потока, имеющего наивысшую степень чистоты, соединено с устройством выработки пара и через трубопровод (37) для потока, имеющего среднюю степень чистоты, с устройством (12) для обработки золы, включающим ожигание золы и превращение ее в шлам, или с реактором (10) для вымывания золы из реактора газификации твердых веществ и через трубопровод (36) с реактором (10) газификации.

8. Установка по п.7, отличающаяся тем, что разделительное устройство (20) является конденсатором или каплеотделителем.



Фиг. 1



Фиг. 2



Евразийская патентная организация, ЕАПО

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2