



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 075 501** <sup>(13)</sup> **C1**  
(51) МПК<sup>6</sup> **С 10 J 3/00, С 10 В 53/02**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

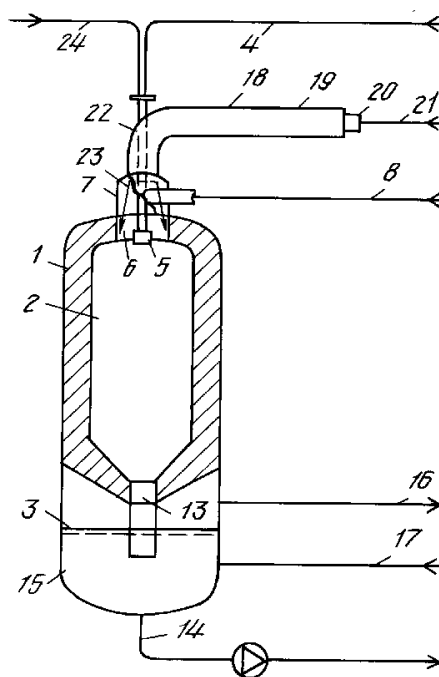
(21), (22) Заявка: 5053212/04, 04.02.1991  
(30) Приоритет: 07.02.1990 SE 9000434-2  
(46) Дата публикации: 20.03.1997  
(56) Ссылки: Патент США N 4704137, кл. С 10 J 3/46, 1987.  
(86) Заявка РСТ:  
SE 91/00075 (04.02.91)

(71) Заявитель:  
Кемрек Актиболаг (SE)  
(72) Изобретатель: Нилссон Бенгт[SE]  
(73) Патентообладатель:  
Кемрек Актиболаг (SE)

(54) СПОСОБ ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩЕГО НЕОБРАБОТАННОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ГАЗА И РЕАКТОР ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Использование: способ термического разложения углеродсодержащего необработанного материала для получения восстановительного газа, имеющего промышленную ценность в качестве топлива или исходного материала для получения химических веществ, а также неорганических компонентов в твердом и/или расплавленном состоянии, и реактор для его осуществления. Сущность изобретения: необработанное сырье подают в камеру 2, расположенную в реакторе 1, и осуществляют термическое разложение при давлении от атмосферного приблизительно до 150 бар и при температуре от 500 до 1600°C. Термическое разложение осуществляют при воздействии звуком низкой частоты без подачи или с подачей кислорода или газа, содержащего кислород, в количестве ниже стехиометрически необходимого для полного сгорания необработанного материала. 2 с. и 8 з. п. ф-лы, 1 ил.



RU 2 075 501 C1

RU 2 075 501 C1



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 075 501** <sup>(13)</sup> **C1**  
(51) Int. Cl.<sup>6</sup> **C 10 J 3/00, C 10 B 53/02**

RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 5053212/04, 04.02.1991

(30) Priority: 07.02.1990 SE 9000434-2

(46) Date of publication: 20.03.1997

(86) PCT application:  
SE 91/00075 (04.02.91)

(71) Applicant:  
**Kemrek Aktibolag (SE)**

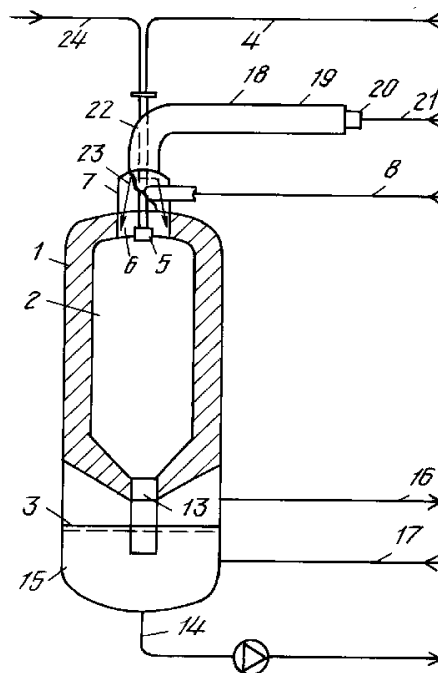
(72) Inventor: **Nilsson Bengt[SE]**

(73) Proprietor:  
**Kemrek Aktibolag (SE)**

(54) **PROCESS AND REACTOR FOR THERMAL DECOMPOSITION OF CARBON-CONTAINING RAW MATERIAL TO PRODUCE REDUCING GAS**

(57) Abstract:

FIELD: gas fuel production. SUBSTANCE: raw material is fed into chamber 2 disposed in reactor 1 and thermally decomposed at 500-1600 C under pressure from atmospheric to 150 bar with simultaneously applying low-frequency sound without or with entering oxygen or oxygen-containing gas in amount below stoichiometric amount required for complete burning away of raw material. Produced gas is fit as fuel and also as starting material for synthesis of chemicals. EFFECT: increased consumer's validity of carbon-containing material.



RU 2 075 501 C1

RU 2 075 501 C1

Настоящее изобретение относится к способу термического разложения необработанного углеродсодержащего материала для получения восстановительного газа, имеющего промышленную ценность в качестве топлива или исходного материала для получения химических продуктов, а также неорганических компонентов в твердом или расплавленном состоянии и к реактору для осуществления данного способа.

Сжигание ископаемых видов топлива, таких как уголь, нефть и природный газ, составляет значительную долю в получении энергии и тепла. Однако неископаемые виды топлива, такие как торф и биомасса, представляющая собой лес, остающийся после повала, также находят применение.

Получение энергии и тепла может основываться на сгорании газа после газификации неочищенного материала. Хотя газификация является дополнительной ступенью в производстве энергии или тепла, она оказывается целесообразной с точки зрения окружающей среды и эффективности, что оправдывает ее применение.

В некоторых случаях термическое разложение необработанного материала с добавлением кислорода ниже стехиометрического приводит к получению продуктов химического состава, представляющего собой неорганическую золу, которую целесообразно восстановить и заново использовать, в противном случае она является загрязняющим веществом для окружающей среды, что бывает часто при сгорании. Органическая часть необработанного материала газифицируется по существу с образованием  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$  и  $\text{CH}_4$ , поэтому остаток в основном состоит из неорганических компонентов необработанного материала в твердом или расплавленном состоянии.

При такой газификации остаток негазифицированного углерода обычно получают в количестве, которое зависит от времени реакции, температуры реакции, соотношения кислорода и необработанного материала, от способа подачи.

При использовании кислорода в количестве ниже стехиометрического температура реакции обычно недостаточна для достижения полного превращения органических веществ сырья в горючий газ, что приводит к образованию недопустимо высокого количества негазифицированного остатка углерода. С точки зрения технологии конструкция реактора для способа существенна в особенности в отношении давления, температуру, времени реакции, турбулентности и атомизации неочищенного /необработанного/ материала. Низкое соотношение кислорода и необработанного материала снижает генерирование газа по сравнению с полным процессом сгорания, таким образом, также мешая сохранению высокой турбулентности в зоне реакции. В случаях потока образуются ламинарные слои из воздуха, окисленного кислородом, и продуктов газовой реакции, которые собираются вокруг частиц, в результате чего соблюдение оптимальных параметров становится сложным. При увеличении давления в газифицирующей камере увеличивается плотность газа, что также

приводит к ограничению возможности создания сильной турбулентности в газифицирующей камере.

Условия для оптимального процесса сгорания и условия для оптимального процесса газификации таким образом, различны. Сгорание подразумевает полное окисление органических компонентов топлива. Сгорание топлива происходит обязательно при некотором переизбытке воздуха и поэтому существенно отличается от термического разложения, которое происходит в условиях ограниченной подачи воздуха, то есть ниже стехиометрического количества газификация или совсем без подачи воздуха пиролиз. В последнем случае тепло подается извне.

Известен способ термического разложения углеродсодержащего необработанного материала для получения восстановительного газа, включающий подачу необработанного материала в камеру и термическое разложение его путем нагрева при давлении до 200 ат до 1649°C с подачей кислорода или газа, содержащего кислород, в количестве, которое ниже стехиометрически необходимого для полного сгорания необработанного материала.

Известен реактор для термического разложения углеродсодержащего материала для получения восстановительного газа, включающий камеру термического разложения и камеру охлаждения, расположенную под ней, средства для подачи материала и кислородсодержащего газа, расположенные в верхней части камеры термического разложения, средство для отвода продуктов термического разложения в камеру охлаждения, расположенное в нижней части камеры термического разложения, средство для отвода расплава шлака, расположенное в нижней части камеры охлаждения, и средство для отвода восстановительного газа, расположенное в камере охлаждения выше уровня расплава шлака.

Недостатком известных технических решений является невысокая интенсивность процесса.

Задачей настоящего изобретения является усовершенствование технологии термического разложения с тем, чтобы интенсифицировать реакции процесса по возможности в более низких стехиометрических условиях и чтобы газ затем генерировался с наивысшей степенью превращения органических компонентов необработанного сырья в газ, имеющий промышленную ценность в качестве топлива или исходного материала для химической промышленности. Эта задача решается тем, что согласно изобретению термическое разложение необработанного материала проводится под действием звука низкой частоты и без подачи или с подачей кислорода или газа, содержащего кислород в количестве ниже того стехиометрического, которое необходимо для полного сгорания необработанного сырья.

Необработанное сырье желательно подавать в мелко размельченном виде.

Предел температур от 500 до 1600°C относится к температуре газа у выхода камеры. Воздействие звуком низкой частоты дает некоторые преимущества, например

увеличивает макро- и микро-турбулентность, в результате чего разрушаются ламинарные слои вокруг частиц и постоянно образуются новые реакционные поверхности для диффузионно управляемых процессов, интенсифицирует наиболее медленную стадию реакции, то есть окончательное окисление остаточного кокса, обеспечивает максимальную конверсию углерода при возможно наиболее низкой температуре, способствует получению газа с наивысшим содержанием энергии.

Изобретение в дальнейшем описывается в подробностях со ссылкой на прилагаемый чертеж, на котором схематично изображен один вариант выполнения газификационного реактора для осуществления способа согласно изобретению.

Ссылаясь на чертеж, позиция 1 обозначает вертикальный реактор газификации, содержащий газификационную камеру 2 с кирпичной облицовкой и охлаждательную камеру 3, расположенную под ней. Трубопровод 4 для подачи необработанного материала сырья соединен с верхней частью реактора, причем его впускное отверстие 5 находится внутри газификационной камеры 2.

Газифицирующая среда, такая как водяной пар или газ, например воздух или кислородный газ, поступает по трубопроводу 24, который совмещен с трубопроводом 4 для подачи сырья таким образом, что он заканчивается в том же месте, где заканчивается труба 4.

Реактор 1 снабжен верхним отверстием 6, которое закрыто выступающим участком 7, через который проходит указанный трубопровод 4 для подачи необработанного материала. Труба 8 для подачи, например, воздуха, обогащенного кислородом газа или чистого кислорода, соединена с участком 7. Этот газ может быть предварительно нагрет до заданной температуры. Газификационная камера 2 имеет выход 13, конец которого находится в охлаждающей камере 3. Имеется трубопровод 14 для удаления любого полученного химического раствора 15, причем этот трубопровод подсоединен к дну реактора 1, а также трубопровод 16 для удаления восстановительного газа, подсоединенный к реактору 1 в месте внутри охлаждающей камеры 3, расположенном выше уровня жидкости в ней.

К дну реактора также подсоединен трубопровод 17 для добавления жидкости и циркуляции образующегося химического раствора.

Описываемый способ охлаждения газа из реактора 1 и отделения неорганической золы является одним из нескольких возможных вариантов способа.

Газ, полученный в результате газификации, поступает на стадию очистки и затем может быть использован для производства энергии или может служить исходным материалом в химической промышленности, например, для получения аммиака, метанола и синтетического газа метана.

В соответствии с настоящим изобретением реактор 1 также включает средство 18, которое генерирует и поддерживает звук низкой частоты в газификационной камере 2 так, что

атомизированный распыленный необработанный материал, который вбрасывается через впускное отверстие 5 в присутствии газа, и разложение вещества подвергаются воздействию звука низкой частоты. В показанном варианте изобретения указанное генерирующее звук средство включает трубчатый резонатор 19, имеющий длину, предпочтительно равную одной четвертой длины волны генерируемого звука, и узел подачи 20, расположенный на одном конце резонатора 19 и образующий генератор низкой частоты. Узел подачи 20 соединен с трубопроводом 21 для подачи топливного газа, например воздуха. Резонатор 19 образует участок 22, изогнутый под углом 90° и заканчивается в диффузоре 23, который вместе с изогнутым участком 22 входит в четвертьволновый генератор. Диффузор 23 находится внутри и окружен корпусом указанного участка 7.

Генератор низкой частоты может находиться в других местах, чем показано, например на боковых стенках или на дне газификационной камеры 2. При необходимости реактор может быть снабжен несколькими звуковыми генераторами, создающими звук низкой частоты в различных точках газификационной камеры 2.

Высокая отражательная способность инфразвука способствует заполнению звуком большого пространства с помощью одного генератора. Звукотени отсутствуют, и уровень звука не меняется и действует по всей газификационной камере 2. В реакторе 2 имеется оборудование для регулирования процесса /не показано/, которое поддерживает соответствие в работе системы: резонансная трубка газификационной камеры, даже если рабочие условия меняются, например при изменениях температуры и давления. Инфразвук вызывает колебания газа и частиц, находящихся в нем во взвешенном состоянии, и разрушает ламинарные слои газа вокруг частиц периодически повторяющимися компрессиями и декомпрессиями, тем самым улучшая контакт частиц с окружающим газом в результате развития макро- и также микро-турбулентности под воздействием низкочастотного звука, что способствует непрерывности химических реакций.

Применение звука низкой частоты значительно улучшает газификацию, в том числе перенос реакционных веществ с помощью низкочастотного звука. Скорость молекулы кислорода на ее пути к частицам необработанного сырья, содержащего углерод и другие органические вещества, зависит от диффузионного сопротивления ламинарных слоев газа, наиболее близких к поверхности каждой частицы. Способ в соответствии с настоящим изобретением дает возможность ускорить реакцию путем создания сильной турбулентности в ламинарном слое.

Наиболее замедленная стадия процесса газификации окончательное окисление остаточного кокса. Эта стадия также находится в зависимости от доступа молекул кислорода и водяного пара через ламинарные газовые слои, окружающие частицы. Реагенты в газовой фазе должны войти в раскаленную частицу кокса через окружающий ее слой газа. Степень конверсии углерода таким

образом улучшается. Описание, приведенное выше, касается процесса, применяемого в случае подачи кислорода ниже стехиометрической, а именно процесса газификации.

Термическое разложение также происходит в описанной установке в процессе регулируемой подачи кислорода или газа, содержащего кислород в количестве ниже того стехиометрического, которое необходимо для полного окисления сырья. Это количество кислорода соответственно 20-80% предпочтительно 30-60% количества кислорода, стехиометрически необходимого для полного окисления. Термическое разложение может осуществляться пиролизом, то есть без участия кислорода. Давление в реакторе может быть от атмосферного до 150 бар /предпочтительно 15-35 бар/.

Неорганические компоненты, получаемые в результате, могут состоять из химических веществ или содержать химические вещества, которые имеют промышленную ценность в зависимости от типа сырья, проходящего термическое разложение. Примером может служить отходящая жидкость в производстве пульпы. При газификации сульфатных отработанных жидкостей в производстве, например, целлюлозы восстановлению подлежат как органические, так и неорганические вещества, то есть древесный лигнин, выделяемый в результате сульфатной варки целлюлозы, и химические вещества, применяемые при варке в виде соединений натрия и серы. Сера восстанавливается в виде сульфида, и процесс требует сильно пониженных стехиометрических условий в температурных пределах, которые зависят от способа, выбранного для газификации отработанной жидкости. Это может быть сухой метод, который проводится при температуре от 500 до 800°C, где по существу, образуется  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в твердой форме и  $\text{H}_2\text{S}$  в виде газа, метод плавления проводится в температурных пределах от 800 до 1000°C с образованием расплавленных капель  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{Na}_2\text{S}$ , а также газа, содержащего небольшие количества  $\text{H}_2\text{S}$ , метод плавления без каустификации, который проводится при температуре от 1000 до 1500°C и заканчивается прямой конверсией неорганического материала в активные вещества для варки в виде  $\text{Na}_2\text{S}$  и  $\text{NaOH}$ . Восстановительные химические вещества заново используются в процессе производства пульпы.

В сравнительном испытании термическое разложение проводилось сначала без, а потом при воздействии звуком низкой частоты 20 Гц в реакторе, имеющем конструкцию согласно изобретению. В других отношениях условия реакции были идентичными, например температура 910°C и давление, равное 0,5 бар избыточного давления, при этом сырьем являлся концентрированный черный щелок, атомизированный аналогичным образом.

Воздействие звуком низкой частоты указанной величины привело к улучшению на 11% степени конверсии углерода и соответственно к увеличению на 8% количества энергии получаемого газа.

Дополнительные испытания показали, что та же степень конверсии углерода и количество энергии получаемого газа могут быть достигнуты при температуре реакции на 75°C ниже при газификации с воздействием звуком низкой частоты, чем при газификации без такого звука.

#### Формула изобретения:

5 1. Способ термического разложения углеродсодержащего необработанного материала для получения восстановительного газа, имеющего промышленную ценность в качестве топлива или исходного материала для производства химических веществ, а также неорганических компонентов в твердом и/или расплавленном состоянии, включающий подачу необработанного материала в камеру и термическое разложение его при давлении от атмосферного приблизительно до 150 бар и при температуре 500-1600°C без подачи или с подачей кислорода или газа, содержащего кислород в количестве, которое ниже стехиометрически необходимого для полного сгорания необработанного материала, отличающийся тем, что термическое разложение осуществляют при воздействии звуком низкой частоты.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что звук низкой частоты имеет большую частоту 150 Гц, предпочтительно 40 Гц, а еще предпочтительнее 20 Гц.

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что кислород или газ, содержащий кислород, подают в количестве, соответствующем приблизительно 20-80% предпочтительно 30-60% от стехиометрического количества, необходимого для полного сгорания необработанного материала.

4. Способ по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что звук низкой частоты подают вблизи места подачи необработанного материала.

5. Способ по любому из пп.1-4, отличающийся тем, что звук низкой частоты генерируют по меньшей мере одним генерирующим звук средством.

6. Способ по любому из пп.1-5, отличающийся тем, что необработанный материал и окислительный газ предварительно нагревают до заданной температуры.

7. Способ по любому из пп.1-6, отличающийся тем, что в качестве необработанного материала используют отработанную жидкость, состоящую из остаточных продуктов, содержащих натрий и серу, производства сульфатной пульпы или остаточных продуктов производства сульфитной пульпы.

8. Реактор для термического разложения углеродсодержащего материала для получения восстановительного газа, имеющего промышленную ценность в качестве топлива или исходного материала для производства химических веществ, а также неорганических компонентов в твердом и/или жидком состоянии, включающий камеру термического разложения и камеру охлаждения, расположенную под ней, средства для подачи материала и углеродсодержащего газа, расположенные в верхней части камеры термического разложения, средство для отвода продуктов термического разложения в камеру

охлаждения, расположенное в нижней части камеры термического разложения, средство для отвода расплава шлака, расположенное в нижней части камеры охлаждения, и средство для отвода восстановительного газа, расположенное в камере охлаждения выше уровня расплава шлака, отличающийся тем, что реактор снабжен по меньшей мере одним средством для генерирования звука низкой частоты.

9. Реактор по п.8, отличающийся тем, что

в качестве средства для генерирования звука используют средство для генерирования звука низкой частоты, самое большее 150 Гц, предпочтительно 40 Гц, а еще предпочтительнее 20 Гц.

5 10. Реактор по п.8 или 9, отличающийся тем, что средство для генерирования звука расположено так, чтобы звук низкой частоты подавался вблизи места подачи необработанного материала.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60