



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** (11) **2 544 669** (13) **C1**

(51) МПК
C10B 49/02 (2006.01)
C10J 3/72 (2006.01)
F23G 5/027 (2006.01)
C10B 53/00 (2006.01)
C10B 57/00 (2006.01)
B09B 3/00 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014103344/05, 03.02.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
03.02.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 03.02.2014

(45) Опубликовано: 20.03.2015 Бюл. № 8

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2385343 C1, 27.03.2010; . RU 2062284 C1, 20.06.1996. RU 2079051 C1, 10.05.1997; . RU 2272064 C2, 20.03.2006; . WO 2008034424 A1, 27.03.2008. EP 1371714 A2, 17.12.2003

Адрес для переписки:

300001, г.Тула, ул. Епифанская, 29-211, пат.пов.
РФ Курчакову В.И.

(72) Автор(ы):

Анигуркин Максим Викторович (RU),
Важненко Алексей Алексеевич (RU),
Гопоненко Евгений Трофимович (RU),
Ерусланов Алексей Васильевич (RU),
Рассохин Игорь Васильевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Закрытое акционерное общество Научно-производственная компания "Интергаз" (RU)

(54) СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ ГОРЮЧИХ УГЛЕРОД- И/ИЛИ УГЛЕВОДОРОДСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ И РЕАКТОР ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

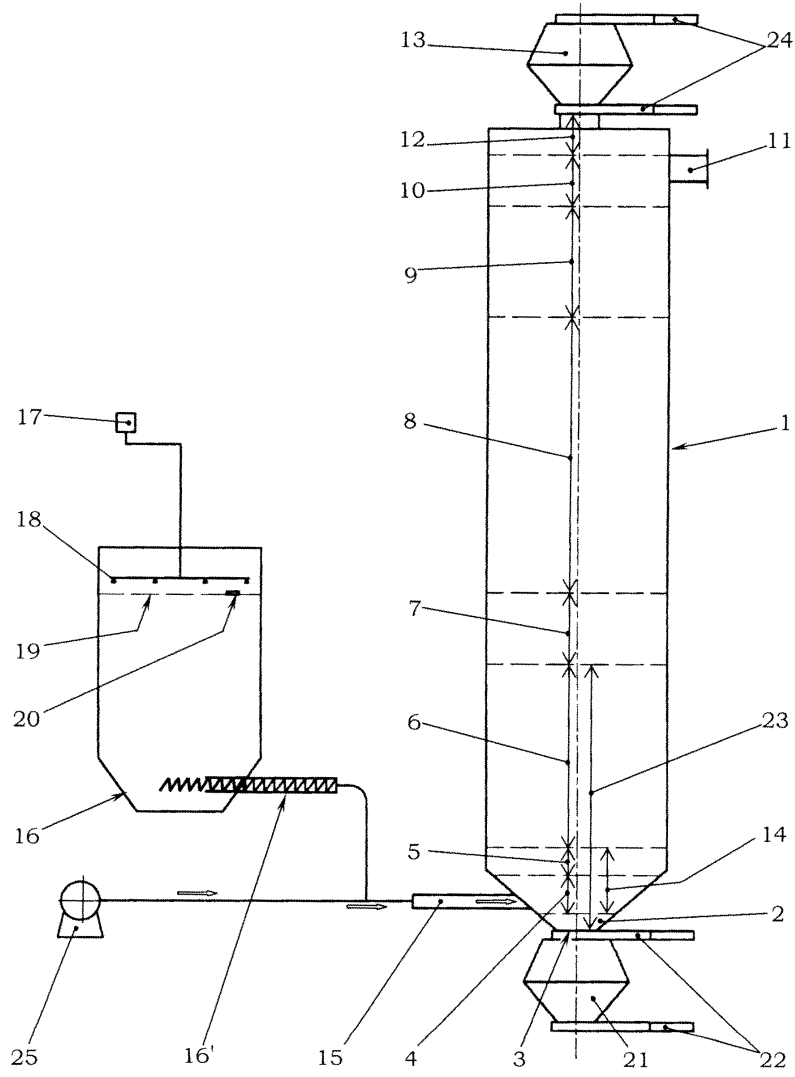
Изобретения могут быть использованы в области промышленной переработки горючих углерод- и углеводородсодержащих продуктов. Способ переработки горючих углерод- и/или углеводородсодержащих продуктов включает последовательную послойную переработку шихты в реакторе в присутствии катализатора. В реакторе шихта сверху вниз проходит зоны нагрева продуктов переработки (9), пиролиза (8), коксования (7), горения (6) с образованием твердого остатка, который выгружают из зоны выгрузки твердых остатков переработки (2) с выгрузным окном (3) из рабочего пространства реактора циклически с сохранением его герметичности. Герметичная рабочая камера (1) реактора содержит зону подвода влажных мелких частиц отходов твердых топлив и их пиролиза и коксования (14), совмещенную с зонами подвода

(4) и нагрева (5) кислородсодержащего агента. Канал подвода кислородсодержащего агента (15) соединен с бункером-дозатором (16) влажных мелких частиц отходов твердых топлив, из которых в зоне (14) реактора формируется псевдооживленный поток. В реактор вводят дополнительное количество кислородсодержащего агента в составе основного потока, необходимое для последующего горения мелких частиц отходов твердых топлив, прошедших зоны пиролиза (8) и коксования (7), и перевода их влаги в перегретый пар. Изобретения осуществляют полную утилизацию мелких фракций продуктов переработки, позволяют получить высококалорийный газ и увеличить выход и качество готовых продуктов. 2 н. и 4 з.п. ф-лы, 1 ил., 2 табл., 1 пр.

RU 2 544 669 C1

RU 2 544 669 C1

RU 2544669 C1



RU 2544669 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
C10B 49/02 (2006.01)
C10J 3/72 (2006.01)
F23G 5/027 (2006.01)
C10B 53/00 (2006.01)
C10B 57/00 (2006.01)
B09B 3/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2014103344/05, 03.02.2014

(24) Effective date for property rights:
03.02.2014

Priority:

(22) Date of filing: 03.02.2014

(45) Date of publication: 20.03.2015 Bull. № 8

Mail address:

300001, g.Tula, ul. Epifanskaja, 29-211, pat.pov. RF
Kurchakovu V.I.

(72) Inventor(s):

**Anigurkin Maksim Viktorovich (RU),
Vazhnenkov Aleksej Alekseevich (RU),
Goponenko Evgenij Trofimovich (RU),
Eruslanov Aleksej Vasil'evich (RU),
Rassokhin Igor' Vasil'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Zakrytoe aktsionernoe obshchestvo Nauchno-
produzvodstvennaja kompanija "Intergaz" (RU)**

(54) **METHOD FOR PROCESSING COMBUSTIBLE CARBON- AND/OR HYDROCARBON-CONTAINING PRODUCTS, AND REACTOR FOR IMPLEMENTING IT**

(57) Abstract:

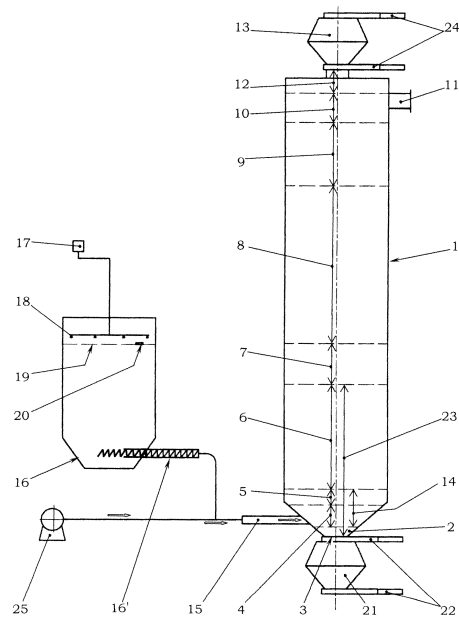
FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: method for processing combustible carbon- and/or hydrocarbon-containing products involves sequential layered furnace-charge processing in a reactor in the presence of a catalyst. In the reactor, the furnace charge drives top down through heating zones of refinement (9), pyrolysis (8), carbonisation (7), burning (6) products to generate a solid residue unloaded from a solid residue unload zone (2) with an unload window (3) from a working chamber of the reactor in cycles paying attention to keep it sealed. The sealed working chamber (1) of the reactor comprises a supply zone of wet fine particles of waste solid fuel including pyrolysis and carbonisation (14) integrated with oxygen agent supply (4) and heating (5) zones. An oxygen agent supply channel (15) is coupled with a dosage tank (16) of wet fine particles of waste solid fuel, which are used to generate a fluid flow in the zone (14) of the reactor. An additional amount of the oxygen agent is additionally supply into the reactor as a part of the basic flow; the amount is expected to be adequate to make fine particles of waste solid fuel burn in the following after the pyrolysis (8) and carbonisation (7) zones and transform their moisture into overheated

vapour.

EFFECT: inventions provide the complete recycling of fine fractions of processing products, enable producing high-calorie gas and increasing yield and quality of the finished products.

6 cl, 1 dwg, 2 tbl, 1 ex



RU 2 544 669 C1

RU 2 544 669 C1

Изобретения относятся к области промышленной переработки горючих углерод- и углеводородсодержащих продуктов и могут быть использованы, в частности, для переработки разнообразных техногенных и бытовых отходов, в том числе отходов твердых топлив типа древесных опилок, угольной крошки, мелочи и пыли, отходов пивоваренной промышленности типа пивной дробины, а также для переработки низкокачественных горючих полезных ископаемых, таких, например, как бурые угли, горючие сланцы и им подобные.

Известен способ пиролиза и газификации твердых органических веществ или смесей органических веществ, включающий ввод сырья в один или несколько реакторов сушки и пиролиза, состоящих из одного или нескольких реакторов с подвижным слоем, или из одного или нескольких вращающихся реакторов, или из одного или нескольких вращающихся реакторов и реакторов с подвижным слоем, для контакта с материалом псевдооживленного слоя сгорания, в результате чего образуется водяной пар и продукты пиролиза, состоящие из газов с конденсируемыми веществами и твердых углеродистых остатков; подаче твердых углеродистых остатков или твердых углеродистых остатков и части водяного пара и пиролизного газа с конденсируемыми веществами и материалом псевдооживленного слоя обратно в псевдооживленный слой сгорания, в котором углеродистый остаток органических веществ сгорает, материал псевдооживленного слоя нагревается и вновь направляется в пиролизный реактор, в котором сгорают остатки пиролиза, работающие как стационарный псевдооживленный слой, при этом водяной пар после сушки и пиролизные газы с конденсируемыми веществами обрабатывают в дополнительной реакционной зоне косвенного теплообменника с добавлением пара, кислорода, воздуха или их смеси в пиролизный газ или в теплообменник, для того чтобы получить газообразный продукт с высокой теплотворной способностью, в котором отходящие газы, образовавшиеся при сгорании, и материал псевдооживленного слоя из псевдооживленного слоя сгорания контактируют в реакционной зоне теплообменника, используя их теплосодержание для взаимодействия пиролизных газов с паром, кислородом, воздухом или их смесью [Описание изобретения к патенту РФ №2272064 от 27.06.2000, МПК C10G 9/32, C10J 3/54, C10J 3/56, C10B 49/16, C10B 49/10, C10B 49/22, C10K 3/00, опубл. 20.03.2006].

Процесс разработан так, чтобы исключить зонный принцип переработки отходов в одном аппарате из-за размытости (неопределенности) границ зон. Поэтому для получения газа с высокой теплотворной способностью и при высоких температурах (500-900°C) вместо одного аппарата (реактора) предлагается несколько:

- реактор пиролиза в псевдооживленном слое;
- реактор сгорания углеродистого остатка в псевдооживленном слое;
- реактор-теплообменник с катализатором.

Аппараты по газовой фазе обвязаны встречными потоками. Это может вызвать трудности при их эксплуатации, т.к. необходимо соблюдать равенство материальных потоков и скорости псевдооживления в каждом аппарате. Приборы КИПиА, работающие в указанных условиях, должны специально разрабатываться для этого процесса.

Присутствие азота, имеющегося в составе подаваемого воздуха и, соответственно, в составе получаемого газа ведет к снижению его теплотворной способности и к снижению скорости каталитических процессов в реакционной зоне (реактор-теплообменник). Смолистые продукты, поступающие в реактор-теплообменник с катализатором, могут его дезактивировать, что будет приводить к снижению теплотворной способности получаемого газа и замене катализатора.

Известен способ переработки угля с получением термообработанного твердого

топлива и тепловой энергии, включающий термоокислительную обработку
измельченного до 10 мм угля в кипящем слое, при этом переработку осуществляют
путем одновременной термоокислительной обработки угля при температуре 700-950°C
за счет частичного окисления угля воздухом и сепарации минеральной части угля, более
5 тяжелой, чем уголь, со снижением зольности получаемого термообработанного
твердого топлива, а в качестве исходного сырья используется измельченный уголь,
причем дутьевой воздух на псевдоожижение слоя подают в количестве 2500-4200 м³/(м²·ч)
[Описание изобретения к патенту РФ №2401295 от 26.08.2009, МПК C10B 49/10, опубл.
10.10.2010]. В результате повышается эффективность и упрощается переработка угля
10 за счет исключения стадии предварительного обогащения исходного рядового угля.

Для реализации способа необходима предварительная подготовка угля, чтобы его
размеры не превышали установленного размера - 10 мм. Это требует специального
оборудования, и в результате обработки могут получаться неперерабатываемые отходы
в виде угольной пыли и крошки.

15 Получаемый при сгорании в псевдоожиженном слое продуктов пиролиза и уносимых
частиц угля газ в основном состоит из CO₂, H₂O и N₂ и не может являться энергетическим
топливом, т.к. имеет практически нулевую теплотворную способность. Кроме того,
локально частицы угля в смеси с основным и дополнительным воздухом могут
20 образовывать взрывоопасные смеси.

Также известен способ переработки горючих углерод- и/или углеводородсодержащих
продуктов, включающий их послойную высокотемпературную обработку в реакторе
в присутствии насадки при подаче кислородсодержащего агента и водяного пара,
сжигание, коксование и пиролиз горючих составляющих, образование парогазовой
25 смеси и твердых остатков, их охлаждение, отвод и выведение из рабочего пространства
реактора, при этом непосредственно за зоной коксования и пиролиза формируют зону
синтеза и гидрирования углеводородов с температурой 250-400°C, в зоне горения
поддерживают температуру 850-1300°C, в зоне коксования и пиролиза выделяют
химически несвязанный углерод и в зоне горения обрабатывают его водяным паром с
30 образованием свободного водорода, который подают в зону синтеза и гидрирования,
последовательно осуществляя синтез и гидрирование углеводородов, при этом внутри
рабочего пространства реактора формируют разрежение и процесс ведут в присутствии
катализатора, который входит в состав насадки [Описание изобретения к патенту РФ
№2385343 от 10.12.2008, МПК C10B 49/02, F23G 5/027]. В результате решается задача
35 снижения энергетической емкости процесса, расширения технологических возможностей
в части управления химическим составом и увеличения выхода готовых к дальнейшему
использованию продуктов, а также улучшение их качества.

Недостатком настоящего способа является все-таки высокая энергетическая емкость
процесса из-за высокой стоимости вводимого водорода, необходимость использования
40 для поддержания процесса горения большого количества перерабатываемого материала,
что в случае с отходами типа древесины резко снижает рентабельность их переработки,
недостаточно широкие технологические возможности в части управления химическим
составом и увеличением выхода готовых к дальнейшему использованию продуктов, а
также нереализованные возможности по улучшению их качества.

45 Соответственно, существуют специализированные устройства для переработки
горючих углерод- и/или углеводородсодержащих продуктов.

В частности, известно устройство, содержащее пиролизный шахтный или
вращающийся реактор, псевдоожиженный слой сгорания для пиролизного остатка,
реакционную зону для пиролизных газов, причем предусмотрена циркуляция материала

псевдооживленного слоя между псевдооживленным слоем сгорания и пиролизным реактором, при этом реактор, имеющий газонепроницаемое устройство подачи применяемого материала и входное отверстие для подачи материала псевдооживленного слоя из псевдооживленного слоя сгорания, расположен вблизи к псевдооживленному слою сгорания, при этом пиролизный реактор содержит на его нижнем конце винтовой элемент для переноса псевдооживленного слоя сгорания, который содержит перелив для передачи материала псевдооживленного слоя в указанный реактор, причем топочные газы псевдооживленного слоя сгорания могут подаваться в реакционную зону передачи тепла, который соединен с реактором для пиролизных газов [см. описание изобретения к патенту РФ №2272064].

Настоящему устройству присущи недостатки способа, для реализации которого он предназначен.

Также известен реактор для переработки горючих углерод- и/или углеводородсодержащих продуктов, включающий герметичную рабочую камеру с расположенными в технологической последовательности рабочими зонами: выгрузки твердых остатков переработки с выгрузным окном, подачи воздуха и водяного пара через соответствующие каналы, нагрева воздуха и водяного пара, горения, коксования и пиролиза, нагрева продуктов переработки, отбора парогазовой смеси с, по меньшей мере, одним каналом отбора, и зоной загрузки продуктов переработки со шлюзом, причем каждая зона снабжена, по меньшей мере, одним температурным датчиком, а зоны нагрева воздуха и водяного пара, и отбора парогазовой смеси снабжены датчиками давления, при этом рабочая камера содержит оснащенную дополнительными температурными датчиками зону синтеза и гидрирования углеводородов, расположенную непосредственно за зоной коксования и пиролиза [см. описание изобретения к патенту РФ №2385343].

Настоящему реактору также присущи недостатки способа, для реализации которого он предназначен.

Задача, решаемая настоящими изобретениями, и достигаемый технический результат заключаются в расширении технологических возможностей процесса переработки горючих углерод- и/или углеводородсодержащих продуктов, следствием чего будут более полная утилизация продуктов переработки, включая их мелкие фракции, увеличение калорийности парогазовой смеси, дополнительный подвод тепла в зону горения и упрощение процесса подвода воды в реакционную зону, минуя стадию подготовки перегретого пара. В результате энергетическая емкость процесса поддерживается за счет более дешевых, ранее практически неперерабатываемых отходов, появляется возможность управления химическим составом и увеличением выхода готовых к дальнейшему использованию продуктов, а также достигается их максимально возможное при таком способе переработки качество.

Для решения поставленной задачи и достижения заявленного технического результата в способе переработки горючих углерод- и/или углеводородсодержащих продуктов, включающем подготовку шихты из продуктов переработки и их последовательную послойную переработку в реакторе в присутствии катализатора, входящего в состав насадки, при движении шихты и насадки сверху вниз и при подаче в реактор снизу вверх кислородсодержащего агента и водяного пара и включающем стадии разогрева шихты, пиролиза горючих составляющих, коксования, горения, образования твердого остатка, который выгружают из рабочего пространства реактора, образования парогазовой смеси, охлаждения парогазовой смеси и ее выведения из рабочего пространства реактора, при этом внутри рабочего пространства реактора формируют разрежение, причем при

подаче кислородсодержащего агента в реактор снизу вверх в его поток вводят влажные мелкие частицы отходов твердых топлив с их переводом в псевдооживленное состояние, при этом в реактор вводят дополнительное количество кислородсодержащего агента в составе основного потока, необходимое для последующего горения мелких частиц отходов твердых топлив, прошедших стадии пиролиза и коксования, и перевода их влаги в перегретый пар, а выгрузку твердого остатка, из рабочего пространства реактора осуществляют циклически с сохранением герметичности рабочего пространства реактора.

Кроме этого:

- 10 - в качестве насадки используют кольца из жаропрочной стали, содержащей никель;
- в качестве отходов твердых топлив используют древесные опилки или крахмал, или угольную мелочь, или им подобные материалы.

В реакторе для переработки горючих углерод- и/или углеводородсодержащих продуктов, включающем герметичную рабочую камеру с расположенными в технологической последовательности рабочими зонами: выгрузки твердых остатков переработки с выгрузным окном, подачи кислородсодержащего агента, нагрева кислородсодержащего агента, горения, коксования и пиролиза, нагрева продуктов переработки, отбора парогазовой смеси с, по меньшей мере, одним каналом отбора, и зоной загрузки продуктов переработки со шлюзом, рабочая камера содержит зону подвода влажных мелких частиц отходов твердых топлив и их пиролиза и коксования, совмещенную с зонами подвода и нагрева кислородсодержащего агента, при этом канал его подвода соединен с бункером-дозатором влажных мелких частиц отходов твердых топлив с возможностью формирования из них в соответствующей зоне внутри реактора псевдооживленного потока.

25 Кроме этого:

- дозатор влажных мелких частиц отходов твердых топлив бункера выполнен шнековым, при этом бункер оснащен дозатором воды, связанным с форсунками, установленными в верхней части бункера, и включает уровнемер и датчик влажности;
- зона выгрузки твердых остатков переработки выполнена в виде шлюза с двумя затворами.

Изобретения иллюстрируются чертежом, на котором схематично представлен реактор для переработки горючих углерод- и/или углеводородсодержащих продуктов, реализующий соответствующий способ.

Способ переработки горючих углерод- и/или углеводородсодержащих продуктов реализован в соответствующем реакторе (футеровка и приборы КИП условно не показаны), который включает герметичную рабочую камеру (корпус) 1 с расположенными в технологической последовательности рабочими зонами: выгрузки твердых остатков переработки - 2 с выгрузным окном 3, подачи (подвода) кислородсодержащего агента (и воды) - 4, нагрева кислородсодержащего агента (и воды) - 5, горения - 6, коксования - 7 и пиролиза - 8, нагрева продуктов переработки - 9, отбора парогазовой смеси - 10 с, по меньшей мере, одним каналом отбора - 11 и зоной загрузки продуктов переработки - 12 со шлюзом 13, при этом рабочая камера 1 содержит зону подвода влажных мелких частиц отходов твердых топлив и их пиролиза и коксования - 14, совмещенную с зонами подвода (поддачи) кислородсодержащего агента (и воды) - 4 и нагрева - 5, при этом канал 15 его подвода соединен с бункером-дозатором влажных мелких частиц отходов твердых топлив - 16 с возможностью формирования из них в соответствующей зоне 14 внутри реактора 1 псевдооживленного потока. Дополнительно дозатор 16' влажных мелких частиц отходов твердых топлив

бункера 16 выполнен шнековым, при этом бункер 16 оснащен дозатором воды 17, связанным с форсунками 18, установленными в верхней части бункера 16, и включает уровнемер 19 и датчик влажности 20, а зона выгрузки твердых остатков переработки - 2 выполнена в виде шлюза 21 с двумя затворами 22.

5 Способ переработки горючих углерод- и/или углеводородсодержащих продуктов включает подготовку шихты из продуктов переработки и их последовательную
10 послынную переработку в реакторе в присутствии катализатора, входящего в состав насадки, при движении шихты и насадки сверху вниз и при подаче в реактор снизу вверх кислородсодержащего агента и водяного пара и включает стадии разогрева шихты,
15 пиролиза горючих составляющих, коксования, горения, образования твердого остатка, который выгружают из рабочего пространства реактора, образования парогазовой смеси, охлаждения парогазовой смеси и ее выведения из рабочего пространства реактора (рабочей камеры 1), при этом внутри рабочего пространства реактора формируют разрежение, а при подаче кислородсодержащего агента в реактор снизу вверх в его
20 поток вводят влажные мелкие частицы отходов твердых топлив с их переводом в псевдоожиженное состояние, при этом в реактор вводят дополнительное количество кислородсодержащего агента в составе основного потока, необходимое для последующего горения мелких частиц отходов твердых топлив, прошедших стадии пиролиза и коксования, и перевода их влаги (а при необходимости и дополнительной
25 воды - в случае недостаточной влажности мелких частиц отходов твердых топлив) в перегретый пар, а выгрузку твердого остатка, из рабочего пространства реактора осуществляют циклически с сохранением герметичности рабочего пространства реактора. Дополнительно в качестве насадки используют кольца (условно не показаны) из жаропрочной стали, содержащей никель, а в качестве отходов твердых топлив используют древесные опилки, или крахмал, или угольную мелочь (в т.ч. крошку, пыль), или им подобные материалы.

Проанализируем существенные признаки изобретений.

При подаче кислородсодержащего агента в реактор снизу вверх в его поток вводят влажные мелкие частицы отходов твердых топлив с их переводом в псевдоожиженное
30 состояние, при этом в реактор вводят дополнительное количество кислородсодержащего агента в составе основного потока, необходимое для последующего горения мелких частиц отходов твердых топлив, прошедших стадии пиролиза и коксования, и перевода их влаги в перегретый пар. Таким образом, нижняя часть 23 реактора становится самостоятельным (вторым) реактором с нижней подачей продуктов переработки и
35 общей зоной горения 6 - в едином корпусе 1. Это требует дополнительной герметизации рабочего пространства реактора, поэтому выгрузку твердого остатка из него осуществляют циклически. Этого вполне достаточно, чтобы с минимальными затратами обеспечить экологическую безопасность процесса.

Для улучшения показателей работы реактора, реализующего способ, требуется катализатор, входящий в состав насадки. Одно из основных требований к нему -
40 долговечность. Этим требованиям удовлетворяет никель, входящий в состав колец из жаропрочной стали.

Так называемый «второй реактор» работает на самом дешевом, практически не перерабатываемом в промышленных объемах сырье - отходах твердых топлив, в
45 качестве которых используют древесные опилки, или крахмал, или угольную мелочь (в т.ч. крошку, пыль), или им подобные материалы, например пивную дробину. При этом следует учесть, что переработка таких отходов по новой технологии становится рентабельной.

Что касается реактора, то его рабочая камера 1 содержит зону подвода влажных мелких частиц отходов твердых топлив и их пиролиза и коксования 14, совмещенную с зоной подвода кислородсодержащего агента (и воды) - 4 и нагрева кислородсодержащего агента и воды - 5. С технической точки зрения такое решение рабочей камеры 1 считается конструктивно неверным, поскольку «засоряет» кислородсодержащий агент. А соединение его канала 15 с бункером-дозатором 16 влажных мелких частиц отходов твердых топлив усугубляет это положение. Налицо - техническое противоречие. Однако формирование из влажных мелких частиц отходов твердых топлив в соответствующей зоне 14 внутри реактора псевдоожиженного потока позволяет говорить о том, что «традиционный» реактор с верхней загрузкой шихты из продуктов переработки стал включать подачу дополнительных продуктов переработки, но с их нижней загрузкой. Это позволило (см. выше) получить ряд технологических преимуществ, характерных для двух самостоятельных устройств, конструктивно простыми методами - за счет параметрического резерва реактора. Для получения оптимальных параметров работы реактора дозатор 16' влажных мелких частиц отходов твердых топлив бункера 16 выполнен шнековым, при этом бункер-дозатор 16 содержит уровнемер 19 и датчик влажности 20, связанный с оснащенными форсунками 18 дозатором воды 17. В остальном реактор остался прежним, за исключением того, что зона выгрузки твердых остатков переработки 2 дополнена шлюзом 21 с двумя затворами 22. Это позволило обеспечить необходимую герметичность рабочей камеры (корпуса) 1.

Суть изобретения заключается в проведении «двойной газификации» в одном аппарате, когда сверху подается углеводород и/или углеродсодержащее сырье в виде брикетов, или пеллет, или в кусках, или как щепа, а именно торф, уголь, древесина, мусор (возможно, в качестве орошения - жидкие углеводороды), а снизу вместе с воздухом или обогащенным кислородом воздухом в псевдоожиженном виде подаются влажные опилки или угольная крошка. Каждый вид сырья и сверху и снизу проходят зоны нагрева 9 и 5, пиролиза и коксования 8, 7 и 14. Зона горения 6 (окисления) общая для верхнего и нижнего потоков сырья. Влажные опилки и/или угольная крошка (мелочь), пивная дробина или им подобные материалы одновременно являются носителями углерода и водяного пара.

При нагреве и испарении отделяется вода, при пиролизе выделяются уксусная кислота, пиролизная вода, смолы, основной составляющей смол являются фенолы. Фенолы и уксусная кислота окисляются кислородом воздуха до CO_2 и H_2O . Вода и диоксид углерода в зоне горения участвуют в реакциях с углеродом $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$.

Водяной пар при температурах выше 850°C взаимодействует с углеродом по реакции $\text{C} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + \text{H}_2$.

Протекание этих реакций до конца обеспечивается наличием нагретой до 1000°C поверхности колец, по форме напоминающих кольца Рашига из жаропрочной нержавеющей стали, содержащей до 23-30% никеля, являющегося катализатором для этих процессов. Такая насадка, имеющая большой свободный объем и развитую поверхность, позволяет:

- интенсифицировать все вышеупомянутые процессы нагрева, испарения, пиролиза, коксования и горения (окисления);
- перерабатывать сырье с повышенной зольностью при сухом шлакоудалении.

Поскольку горючая часть отходов (опилок или других) в псевдоожиженном слое воздуха в реакторе окисляется до CO_2 и H_2O , это способствует выделению тепла для

поддержания температурного режима в реакторе и проведения эндотермических реакций $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$ - 41 ккал/моль и $\text{C} + \text{H}_2\text{O}$ - 31 ккал/моль, в том числе с некоторой частью углерода, получаемого из подаваемого сверху сырья. Полученные CO и H_2 увеличивают калорийность выходящего из реактора газа, который, в частности, может использоваться в котельных аппаратах для получения горячей воды или водяного пара. Таким образом, обеспечивается полнота переработки отходов без дополнительных энергетических затрат.

Безусловно, выходящий из реактора газ при переработке автопокрышек, гудронов, битумов, нефтяных пеков, богхедов, сланцев и др. может быть использован для синтеза различных топлив, получения сырья для специальных химических производств, что является параметрическим резервом разработанной технологии.

Изобретения иллюстрируются следующим примером.

Для реализации способа использовали соответствующий реактор непрерывного действия с рабочим диаметром 1500 мм, высотой цилиндрической части 10000 мм, рабочим объемом 18 м^3 . В качестве горючих продуктов для переработки использовали древесные брикеты с влажностью 15% вес. и древесные опилки с влажностью 50% вес.

Подготовленную шихту из брикетов, включающую насадку в виде колец из жаропрочной стали, через герметичные шлюзовые затворы 24 загружали в верхнюю часть рабочей камеры 1 реактора, где поддерживалось небольшое, но стабильное разрежение.

Одновременно, в реактор снизу вверх по специальному каналу 15 подавали кислородсодержащий агент и влажные древесные опилки, которые брали из бункера-дозатора 16 с их переводом в псевдооживленное состояние потоком воздуха специальным устройством 25 (вентилятор, воздуходувка и пр.), а также дополнительное количество кислородсодержащего агента в составе основного потока, необходимое для последующего горения опилок, прошедших стадии пиролиза и коксования, и перевода их влаги в перегретый пар.

По мере движения шихты (основного потока перерабатываемых продуктов) сверху вниз происходил ее разогрев, пиролиз горючих составляющих, коксование, горение и образование твердого остатка, который выгружался из рабочего пространства реактора циклически с сохранением его герметичности. Твердый остаток на ситах освобождался от жаропрочных колец, которые повторно направлялись на приготовление шихты - для смешивания с древесными брикетами.

При переработке древесных опилок, происходящей при их движении снизу вверх происходили химические процессы, сопровождающиеся выделением дополнительного тепла, что в итоге оптимизировало тепловые и химические процессы, происходящие при послышной переработке основного потока шихты.

В итоге получалась парогазовая смесь с температурой от 150°C до 220°C , которую выводили из рабочего пространства реактора для дальнейшей утилизации.

Ниже приведен сравнительный анализ переработки древесных брикетов с влажностью 15% вес. в присутствии насадки из жаропрочной стали в двух вариантах.

1-й вариант. Перерабатываются 2000 кг/час древесных брикетов без подачи опилок снизу с воздухом. В таблице 1 приведен состав газа на выходе из реактора.

| Таблица 1 | | |
|-------------------------|--------------------|----------------|
| Наименование компонента | Количество, кг/час | Проценты, вес. |
| Пары воды | 725 | 15,5 |
| Диоксид углерода | 272 | 5,8 |

| | | | |
|---|---------------------------|------|------|
| | Оксид углерода | 1208 | 25,8 |
| | Смесь фенолов | 212 | 4,5 |
| | Уксусная кислота, метанол | 85 | 1,8 |
| | Метан | 70 | 1,5 |
| | Водород | 16 | 0,3 |
| 5 | Азот | 2098 | 44,8 |
| | Итого | 4685 | 100 |

Калорийность газа 1322 ккал/кг

2-й вариант. Перерабатываются 2000 кг/час древесных брикетов с подачей вместе с воздухом 200 кг/час опилок с влажностью 50% вес. при создании псевдоожигенного слоя внутри реактора. В таблице 2 приведен состав газа на выходе из реактора.

| | | | |
|-----------|---------------------------|--------------------|----------------|
| Таблица 2 | | | |
| | Наименование компонента | Количество, кг/час | Проценты, вес. |
| | Пары воды | 725 | 15,1 |
| 15 | Диоксид углерода | 272 | 5,6 |
| | Оксид углерода | 1383 | 28,7 |
| | Смесь фенолов | 212 | 4,4 |
| | Уксусная кислота, метанол | 85 | 1,8 |
| | Метан | 70 | 1,5 |
| | Водород | 33 | 0,7 |
| 20 | Азот | 2033 | 42,2 |
| | Итого | 4813 | 100 |

Калорийность газа 1479 ккал/кг.

Таким образом, при переработке древесных брикетов с «нижней» подачей влажных опилок на выходе из реактора через канал отбора 11 был получен более калорийный газ (примерно на 11,9%).

С таким же успехом в качестве продуктов переработки для верхней загрузки реактора можно использовать брикетированные бытовые и промышленные отходы, автопокрышки, некоксуемые угли, торф, сланцы, бурые угли и пр. Для нижней загрузки реактора - также можно использовать угольную крошку (мелочь), пивную дробину, крахмал и им подобные материалы, т.е. продукты, ранее не перерабатываемые в промышленных масштабах. В результате процентное соотношение наиболее важных компонентов будет незначительно меняться, при сохранении выраженной тенденции увеличения калорийности газа.

При реализации изобретений расширились технологические возможности процесса переработки горючих углерод- и/или углеводородсодержащих продуктов, следствием чего стала более полная утилизация продуктов переработки, включая их мелкие фракции, увеличилась калорийность парогазовой смеси, в зону горения было подведено дополнительное тепло, упростился процесс подвода воды в реакционную зону, минуя стадию подготовки перегретого пара. Кроме того, появилась возможность поддержания энергетической емкости процесса за счет дешевых, практически неперерабатываемых отходов. Также появилась возможность управления химическим составом и увеличением выхода готовых к дальнейшему использованию продуктов, и было достигнуто их максимально возможное при таком способе переработки качество.

Формула изобретения

1. Способ переработки горючих углерод- и/или углеводородсодержащих продуктов, включающий подготовку шихты из продуктов переработки и их последовательную послойную переработку в реакторе в присутствии катализатора, входящего в состав насадки, при движении шихты и насадки сверху вниз и при подаче в реактор снизу вверх

кислородсодержащего агента и водяного пара и включающий стадии разогрева шихты, пиролиза горючих составляющих, коксования, горения, образования твердого остатка, который выгружают из рабочего пространства реактора, образования парогазовой смеси, охлаждения парогазовой смеси и ее выведения из рабочего пространства реактора, при этом внутри рабочего пространства реактора формируют разрежение, отличающийся тем, что при подаче кислородсодержащего агента в реактор снизу вверх в его поток вводят влажные мелкие частицы отходов твердых топлив с их переводом в псевдоожиженное состояние, при этом в реактор вводят дополнительное количество кислородсодержащего агента в составе основного потока, необходимое для последующего горения мелких частиц отходов твердых топлив, прошедших стадии пиролиза и коксования, и перевода их влаги в перегретый пар, а выгрузку твердого остатка из рабочего пространства реактора осуществляют циклически с сохранением герметичности рабочего пространства реактора.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве насадки используют кольца из жаропрочной стали, содержащей никель.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве отходов твердых топлив используют древесные опилки, или крахмал, или угольную мелочь (в т.ч. крошку, пыль), или им подобные материалы.

4. Реактор для переработки горючих углерод- и/или углеводородсодержащих продуктов, включающий герметичную рабочую камеру с расположенными в технологической последовательности рабочими зонами: выгрузки твердых остатков переработки с выгрузным окном, подвода кислородсодержащего агента, нагрева кислородсодержащего агента, горения, коксования и пиролиза, нагрева продуктов переработки, отбора парогазовой смеси с, по меньшей мере, одним каналом отбора, и зоной загрузки продуктов переработки со шлюзом, отличающийся тем, что рабочая камера содержит зону подвода влажных мелких частиц отходов твердых топлив и их пиролиза и коксования, совмещенную с зонами подвода и нагрева кислородсодержащего агента, при этом канал его подвода соединен с бункером-дозатором влажных мелких частиц отходов твердых топлив с возможностью формирования из них в соответствующей зоне внутри реактора псевдоожиженного потока.

5. Реактор по п.4, отличающийся тем, что дозатор влажных мелких частиц отходов твердых топлив бункера выполнен шнековым, при этом бункер оснащен дозатором воды, связанным с форсунками, установленными в верхней части бункера, и включает уровнемер и датчик влажности.

6. Реактор по п.4, отличающийся тем, что зона выгрузки твердых остатков переработки выполнена в виде шлюза с двумя затворами.

40

45