



(19) KG (11) 2033 (13) C1  
(51) C10B 49/04 (2017.01)

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ И  
ИННОВАЦИЙ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ к патенту Кыргызской Республики под ответственность заявителя (владельца)**

(21) 20170010.1

(22) 26.01.2017

(46) 30.03.2018. Бюл. № 3

(71) (73) Кыргызско - Российский Славянский университет (KG)

(72) Токарев А. В.; Юданов В. А.; Богданов А. С. (KG)

(56) KZ № 17760, кл. C10B 49/02, 49/04, 2006

**(54) Способ непрерывного коксования угля**

(57) Изобретение относится к способам переработки угля с целью получения кокса и горючего газа.

Задачей изобретения является создание способа непрерывного получения кокса во фронте горения за счет частичного выгорания летучих компонентов самого угля с максимальным использованием теплоты горения топлива для получения кокса и горючего газа.

Поставленная задача решается в способе непрерывного коксования угля, включающем загрузку твёрдого углеродсодержащего сырья в вертикальную шахтную печь и его однократный розжиг с перемещением фронта горения навстречу потока окислителя, при этом охлаждение кокса происходит путём подачи окислителя, где подачу сырья из загрузочного бункера в шахту производят на наклонную плоскость контактного теплообменника, нижняя часть которого подогревается теплом отходящих газов, с последующим большим разогревом загруженного сырья горячим потоком окислителя, нагретого за счёт его полного прохождения через рабочую камеру снизу-вверх навстречу фронту горения, при этом, тепло окислителя, получаемое при его прохождении через зону охлаждения кокса, направляют в зону горения, а газ, образующийся при разложении паров воды в зоне эндотермических реакций, направляют в зону горения либо потребителю, при этом пары воды, выделяющиеся при сушке, используют для проведения эндотермических реакций в зоне охлаждения кокса, где в качестве окислителя используют кислород и/или воздух с естественной или повышенной влажностью и также используют фракции твёрдого углеродсодержащего сырья от 2,5 до 5 мм, причем скорость перемещения фронта горения равна и противоположно направлена средней скорости прохода твердого углеродсодержащего сырья через шахту горения печи, с учетом расхода окислителя.

1 н. п. ф., 4 з. п. ф., 1 фиг.

Изобретение относится к способам переработки угля с целью получения кокса и горючего газа.

Известен способ получения синтез газа, путем ведения процесса в блоке из пары газификаторов, состоящим из цилиндрических аппаратов шахтного типа, включающий загрузку твёрдого углеродсодержащего сырья в газификаторы, последовательную подачу в каждый из них газифицирующего агента и розжиг сырья со стороны, противоположной подаче газифицирующего агента, при одновременном отслеживании движения фронта горения. Первоначально процесс ведут в одном из аппаратов, в процессе розжига в него подают газифицирующий агент в количестве 100-350 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>ч), а после прохождения фронтом горения более 2/3 высоты аппарата, удельный расход газифицирующего агента увеличивают в 1,5-2 раза. Затем ведут процесс одновременно в обоих аппаратах, путём розжига сырья во втором аппарате при увеличении в нём расхода газифицирующего агента с одновременным уменьшением расхода газифицирующего агента в первом аппарате (заявка RU № 2011126833, кл. C10J 3/00, 2011).

Недостатком известного способа является периодичность загрузки - разгрузки газификаторов твёрдого углеродсодержащего сырья, обусловленная необходимостью отслеживать движение фронта горения и постоянно согласовывать работу двух аппаратов.

За прототип выбран способ получения кокса, путём периодической загрузки твёрдого углеродсодержащего сырья в вертикальную шахтную печь и его розжиг с перемещением фронта горения навстречу потоку окислителя, согласно изобретению, температуру в зоне фронта горения устанавливают равной 700-1100 °С и охлаждают кокс в печи после прекращения горения путем подачи окислителя. В шахтной печи выполняют осевую и/или наружную камеру сгорания, а к окислителю добавляют коксовый газ и подают полученную смесь в осевую и/или наружную камеру сгорания (KZ № 17760, кл. C10B 49/02, 49/04, 2006).

Недостатками прототипа являются низкая производительность и повышенная себестоимость, обусловленные затягиванием по времени технологического цикла, а также тем, что тепло, отбираемое от нагретого кокса, при его охлаждении теряется бесполезно.

Задачей изобретения является создание способа непрерывного получения кокса во фронте горения за счет частичного выгорания летучих компонентов самого угля с максимальным использованием теплоты горения топлива для получения кокса и горючего газа.

Поставленная задача решается в способе непрерывного коксования угля, включающем загрузку твёрдого углеродсодержащего сырья в вертикальную шахтную печь и его однократный розжиг с перемещением фронта горения навстречу потоку окислителя, при этом охлаждение кокса происходит путём подачи окислителя, где подачу сырья из загрузочного бункера в шахту производят на наклонную плоскость контактного теплообменника, нижняя часть которого подогревается теплом отходящих газов, с последующим большим разогревом загруженного сырья горячим потоком окислителя, нагретого за счёт его полного прохождения через рабочую камеру снизу-вверх навстречу фронту горения, при этом, тепло окислителя, получаемое при его прохождении через зону охлаждения кокса, направляют в зону горения, а газ, образующийся при разложении паров воды в зоне эндотермических реакций, направляют в зону горения либо потребителю, при этом пары воды, выделяющиеся при сушке, используют для проведения эндотермических реакций в зоне охлаждения кокса, где в качестве окислителя используют кислород и/или воздух с естественной или повышенной влажностью и также используют фракции твёрдого углеродсодержащего сырья от 2,5 до 5 мм, причем скорость перемещения фронта горения равна и противоположно направлена средней скорости прохода твёрдого углеродсодержащего сырья через шахту горения печи, с учетом расхода окислителя.

Способ непрерывного коксования угля демонстрируется на устройстве, показанный на фиг. 1. Устройство состоит из вертикально расположенного теплоизолированного корпуса - шахты 1, цилиндрической или слегка расширяющейся вниз конусообразной формы, чтобы уголь мог свободно и не застревая сыпаться сверху вниз. В верхней части шахты расположена зона сушки и первичного подогрева угля I. Ниже расположена зона вторичного подогрева угля окислителем II. Еще ниже расположена зона горения угля III. Далее расположена зона эндотермических реакций продуктов горения IV. После нее зона эндотермических реакций за счет паров воды V. В самой нижней части расположена зона охлаждения кокса окислителем VI. В качестве окислителя может быть использован воздух, воздух обогащенный кислородом или технический кислород с естественной или специально повышенной влажностью. Направление движения угля или кокса показывается белыми стрелками. Направление движения окислителя или горючего газа показывается черными стрелками.

Устройство для непрерывного коксования угля состоит: 1 - корпус шахты; 2 - бункер с углем; 3 - шнек, вталкивающий уголь в печь; 4 - наклонная плоскость - контактный теплообменник; 5 - газопровод отходящих газов; 6 - газопровод подогретого окислителя; 7 - кольцевой ввод подогретого окислителя; 8 - кольцевой вывод продуктов горения; 9 и 10 - дозирующее устройство в виде цилиндрических валков с лопастями, вращающихся навстречу друг другу; 11 - нижняя плоскость шлюзов; 12 - верхняя плоскость шлюзов; 13 - горка кокса, накопленная на нижней плоскости шлюзов; 14 - выступ стены шахты; 15 - паропровод; 16 - вентилятор высокого давления паров воды; 17 - вентиль ввода - вывода паров воды; 18 - кольцевой ввод паров воды; 19 - окно вывода синтез - газа; 20 - газопровод синтез - газа; 21 - трехходовой кран; 22 - вентилятор высокого давления холодного окислителя; 23 - кольцевой ввод холодного окислителя; 24 - кольцевой вывод подогретого окислителя; 25 - дифференциальный манометр; 26 - шнек вывода кокса из шахты печи.

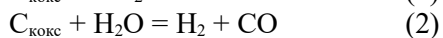
Способ непрерывного коксования угля на данном устройстве осуществляют следующим образом.

Предварительно раздробленный, про-сеянный для получения монодисперсного размера уголь засыпают в бункер 2 и с помощью шнека 3 вводят внутрь шахты 1, где он попадает в зону сушки и первичного подогрева угля I на наклонную плоскость 4 с углом наклона менее угла естественного скатывания угля. Поэтому частицы угля, скользя по наклонной плоскости 4 за счет толкания их вновь вводимыми порциями угля, постепенно перемещаются до края этой наклонной плоскости 4 и далее ссыпаются внутрь шахты 1. Наклонная плоскость 4 представляет собой контактный теплообменник, который подогревают с нижней стороны образующимися при коксовании угля высокотемпературными газами, поступающими по газопроводу отходящих газов 5. Далее горючий газ отдает свое остаточное тепло потребителю тепла и направляется потребителю газа. Таким образом, на контактном теплообменнике 4 уголь предварительно подогревается и сушится.

Попав в шахту, частицы угля постепенно опускаются вниз и попадают в зону вторичного подогрева окислителем II, где за счет горячего окислителя их температура повышается еще больше, но не выше, чем температура самовоспламенения. Этот окислитель подают к шахте 1 по газопроводу подогретого окислителя 6 и равномерно вводят со всех сторон внутрь шахты через кольцевой ввод подогретого окислителя 7, представляющий собой решетку типа "жалюзи", через которую газ из газопровода подогретого окислителя 6 сверху вниз через решетки проходит, а частицы угля из шахты в газопровод подогретого окислителя 6 снизу вверх не проникают, т. к. тоже перемещаются сверху вниз.

Далее постепенно опускаясь частицы газа попадают в зону горения III, где они воспламеняются, и за счет сильного прогрева из них выделяются летучие компоненты разложения угля, которые частично окисляются до углекислого газа и паров воды, а частично выносятся из зоны горения без окисления. Как только весь окислитель вблизи частиц угля поглощается и превращается в продукты горения, процесс горения заканчивается. При этом, чем крупнее размер частиц угля, тем дольше эти частицы прогреваются и выделяют из себя продукты пиролиза и превращаются в кокс, тем медленнее должен проходить уголь зону горения. С другой стороны при этом и размер пустот в промежутке между частицами угля также больше и поэтому больше окислителя с меньшим гидравлическим сопротивлением может протекать через зону горения в единицу времени и потому шире будет зона горения. Поэтому, в зависимости от размеров частиц и качества угля, скорость прохода угля через шахту 1 должна меняться. При этом скорость движения фронта горения по углю, направленная навстречу движения окислителя, т. е. снизу вверх, должна совпадать со средней скоростью просыпания угля и кокса, направленная сверху вниз. Поэтому с точки зрения внешнего наблюдателя плоскость фронта горения стоит в шахте неподвижно.

Опускаясь ниже зоны горения, кокс оказывается в зоне эндотермических реакций продуктов горения IV. В этой зоне на раскаленном коксе идут эндотермические реакции:



За счет этих реакций температура кокса снижается, а возникающие газы поступают в кольцевой вывод газов 8 и далее в газопровод 5.

Опускаясь ниже, частицы кокса проходят через дозирующее устройство в виде, например, двух цилиндрических валков с лопастями 9 и 10, вращающимися навстречу друг другу, либо в виде бункера 2 со шнеком 3. Это не принципиально. Пройдя дозирующее устройство, кокс попадает на нижнюю плоскость шлюзов 11. Как только объем этого кокса достигнет желаемой величины, верхняя плоскость шлюзов 12 вдвигается в шахту по фиг. 1 слева направо и перекрывает ее для прохода газов, а затем нижняя плоскость шлюзов 11 выдвигается из шахты в противоположную сторону. При этом кокс 13, накопленный на поверхности нижнего шлюза 11, при его движении упирается в выступ стены шахты 14 и ссыпается вниз и нижний шлюз 11 перемещается в свое исходное положение. Затем верхний шлюз 12 возвращается в свое исходное положение. На период движения шлюзов 11 и 12 дозирующие устройства 9 и 10 отключаются.

Таким образом, кокс, пройдя через шлюзы 11, 12, оказывается в зоне эндотермических реакций за счет паров воды V. В эту зону пары воды поступают от высушенного угля по паропроводу 15 за счет работы вентилятора высокого давления паров воды 16. Если исходный уголь изначально излишне влажный, то излишние пары воды удаляются через вентиль ввода - вывода паров воды 17 в атмосферу. Если же исходный уголь достаточно сухой и паров воды не хватает для

проведения эндотермических реакций и потому кокс на выходе оказывается излишне горячим и при этом теряется бесполезно тепло, то через вентиль 17 подают необходимое количество паров воды от парогенератора, источником энергии для которого служат горячие отходящие газы. На фиг. 1 парогенератор не указан. Пройдя через кольцевой ввод паров воды 18, пары воды проходят через горячий кокс и, реагируя по реакции (2), снижают его температуру до 480-500 °С, ниже которой реакция (2) перестает происходить. Однако от высоты расположения изотермы 480-500 °С в коксе до высоты расположения кольцевого ввода паров воды 18 температура кокса снижается еще сильнее за счет отдачи тепла проходящим парам воды. Это позволяет максимально использовать теплоту нагретого кокса для синтез - газа.

Образующийся по реакции (2) синтез - газ также отнимает тепло от кокса и удаляется из зоны эндотермических реакций за счет паров воды V через окно вывода синтез - газа 19 по трубопроводу синтез - газа 20 и попадают на трехходовой кран 21. Этот кран изображен на фиг. 1 в положении, когда через него газы из газопровода синтез - газа 20 могут одновременно попадать и в газопровод отходящих газов 5, чтобы вывести их потребителю и в газопровод подогретого окислителя 6, чтобы сжечь эти газы, если используется низкосортный уголь и необходимо поднять температуру в зоне горения. Регулируя угол поворота трехходового крана 21 можно также при необходимости либо весь синтез - газ направлять потребителю, либо весь его сжигать в зоне горения III. Этим достигается плавная регулировка температуры в зоне горения III и всей технологии получения кокса, в зависимости от качества исходного угля. При этом важно, чтобы в процессе смешивания горючего газа, поступающего из зоны эндотермических реакций V с окислителем, поступающим по газопроводу 6, не достигался нижний предел воспламенения газа.

Опускаясь еще ниже кокс попадает в зону охлаждения кокса окислителем VI. В этой зоне его температура уже должна быть ниже температуры самовоспламенения. Окислитель, нагнетаемый вентилятором высокого давления холодного окислителя 22, вводится вблизи нижнего уровня шахты 1 по кольцевому вводу холодного окислителя 23. Пройдя слой кокса, окислитель отнимает от него тепло и через кольцевой вывод газов 24 попадает в газопровод подогретого окислителя 6. Таким образом, тепло выходящего из печи кокса возвращается в зону горения.

При этом важно, чтобы давление от вентилятора высокого давления паров воды 16 несколько превышало давление от вентилятора высокого давления холодного окислителя 22. Это приведет к тому, что некоторая незначительная часть паров воды, пройдя кольцевой ввод паров воды 18 попадет в кольцевой вывод подогретого окислителя 24 и в конечном итоге окажется в зоне горения. И в этом нет ничего страшного. Однако если давление от вентилятора высокого давления холодного окислителя 22 превысит давление от вентилятора высокого давления паров воды 16, то окислитель начнет проникать в зону эндотермических реакций V. При этом в области, где температура кокса превышает температуру его горения, начнется процесс горения и он будет продолжаться, и усиливаться по мере его опускания. В конечном итоге шнек вывода кокса из печи 26 на выходе из шахты 1, будет выталкивать раскаленный кокс, который необходимо тушить водой, что приведет к бесполезным тепловым потерям и ухудшению качества кокса. Для сравнения давлений между вентиляторами высокого давления паров воды 16 и вентилятора высокого давления холодного окислителя 22 служит дифференциальный манометр 25.

Если же технология не нарушается и давление от вентилятора высокого давления паров воды 16 несколько превышает давление от вентилятора высокого давления холодного окислителя 22, то на выходе шнек вывода кокса из печи 26 будет выталкивать охлажденный кокс с температурой существенно меньшей его температуры горения.

В данном способе нет бесполезных потерь тепла с горячим коксом, который необходимо тушить водой, т.к. на вход в печь поступает холодный уголь, а на выходе поступает не сильно нагретый кокс, практически вся энергия химических реакций горения затрачивается на синтез и нагрев горючего газа.

### **Формула изобретения**

1. Способ непрерывного коксования угля, включающий загрузку твёрдого углеродсодержащего сырья в вертикальную шахтную печь и его однократный розжиг с перемещением фронта горения навстречу потоку окислителя, при этом охлаждение кокса происходит путём подачи окислителя, отличающийся тем, что подачу сырья из загрузочного бункера в шахту производят на наклонную плоскость контактного теплообменника, нижняя часть которого подогревается теплом отходящих газов, с последующим большим разогревом загруженного сырья горячим потоком окислителя, нагретого за счёт его полного прохождения через рабочую камеру снизу-вверх навстречу фронту горения, при этом, тепло окислителя, получаемое при его прохождении

через зону охлаждения кокса, направляют в зону горения, а газ, образующийся при разложении паров воды в зоне эндотермических реакций, направляют в зону горения либо потребителю.

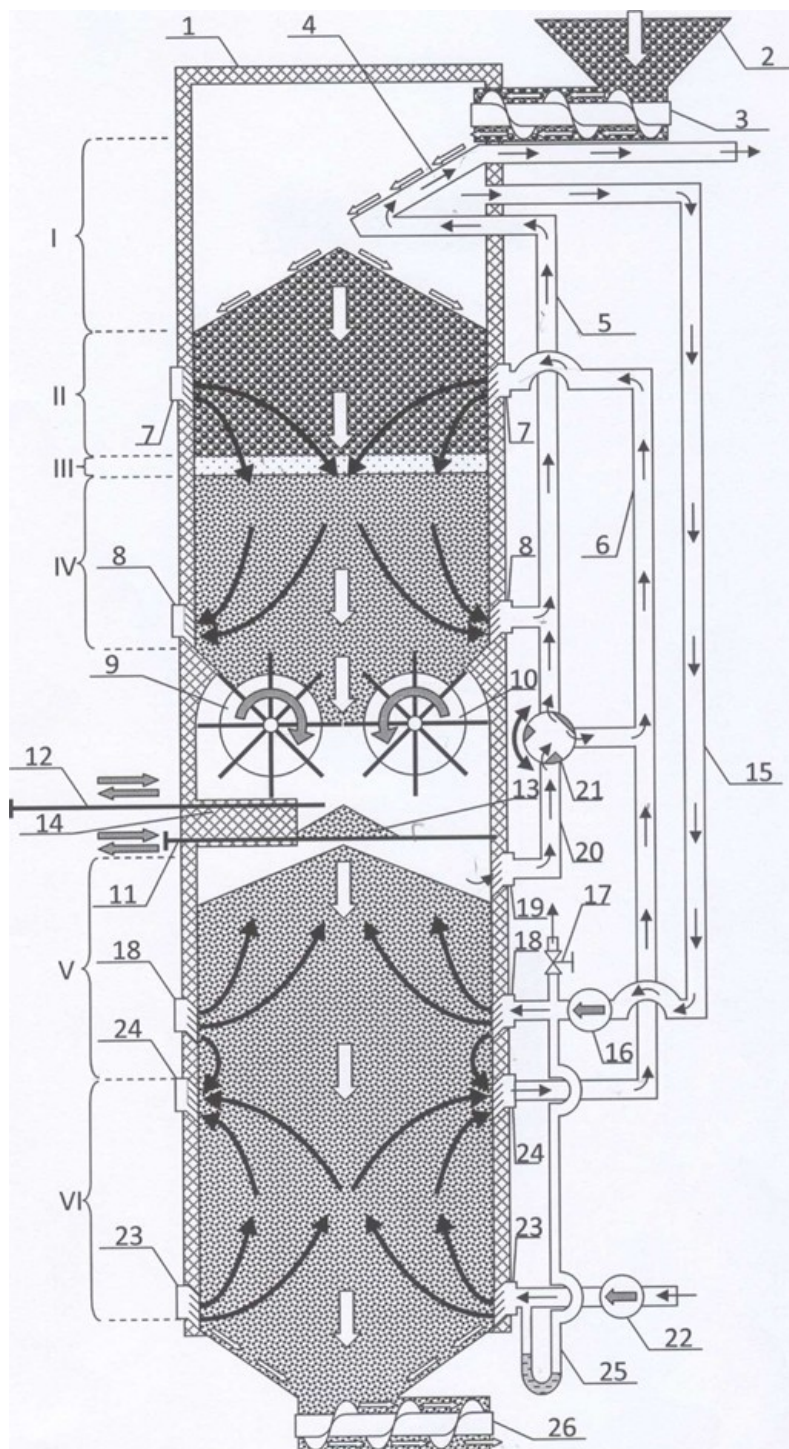
2. Способ непрерывного коксования угля по п. 1, отличающийся тем, что пары воды, выделяющиеся при сушке, используют для проведения эндотермических реакций в зоне охлаждения кокса.

3. Способ непрерывного коксования угля по п. 1, отличающийся тем, что в качестве окислителя используют кислород и/или воздух с естественной или повышенной влажностью.

4. Способ непрерывного коксования угля по п. 1, отличающийся тем, что используют фракции твёрдого углеродсодержащего сырья от 2,5 до 5 мм.

5. Способ непрерывного коксования угля по п. 1, отличающийся тем, что скорость перемещения фронта горения равна и противоположно направлена средней скорости прохода твёрдого углеродсодержащего сырья через шахту горения печи, с учетом расхода окислителя.

Способ непрерывного коксования угля



Фиг. 1

Выпущено отделом подготовки материалов

Государственная служба интеллектуальной собственности и инноваций при Правительстве Кыргызской Республики,  
720021, г. Бишкек, ул. Московская, 62, тел.: (312) 68 08 19, 68 16 41; факс: (312) 68 17 03