

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **046033**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.02.01

(51) Int. Cl. **C01B 32/318 (2017.01)**
C01B 32/39 (2017.01)

(21) Номер заявки
202391835

(22) Дата подачи заявки
2023.05.29

(54) **СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЯ, ЕГО АКТИВАЦИИ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО
ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**

(43) **2024.01.31**

(56) RU-C1-2785170
CN-A-110817866
CN-A-110790273
RU-U1-209029

(96) **2023/ЕА/0026 (ВУ) 2023.05.29**
(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и
патентовладелец:

**СОЛОДУХИН ДИМИТРИЙ
ВЛАДИМИРОВИЧ (ВУ)**

(74) Представитель:
Беляев С.Б., Беляева Е.Н. (ВУ)

(57) Изобретение относится к неорганической химии, а именно - к способам и устройствам для получения активированного угля. Особенностью данного изобретения является получение активированного угля из углесодержащих отходов производства, таких как древесные опилки, шелуха, солома и другие отходы при производстве сельскохозяйственной продукции. Способ получения угля из измельченных углесодержащих отходов производства, его активацию производят на устройстве, содержащем корпус, к которому прикреплены бункер-накопитель (3), промежуточный бункер (5), бункер (7) для сбора первично активированного угля и с отверстиями для сыпания угля, тубус (8), транспортеры, реактор с камерой сгорания (1), над которой расположена зона пиролиза и карбонизации, в которой размещены трубопроводы со шнеками (6) с возможностью регулирования их скорости вращения, а над зоной пиролиза и карбонизации расположена зона сушки, в которой размещены трубопроводы со шнеками (4) с возможностью регулирования их скорости вращения, причем трубопроводы со шнеками (4) зоны сушки и трубопроводы со шнеками (6) зоны пиролиза и карбонизации соединены между собой промежуточным бункером (5), а трубопроводы со шнеками (6) соединены с бункером (7), а бункер (7) трубой (10) соединен с камерой сгорания (1), а трубопроводы со шнеками (4) соединены с бункером-накопителем (3), а реактор в верхней части снабжен выхлопной трубой (2), через которую отработанные газы от горения топлива и пиролизного горючего газа из реактора выбрасываются в атмосферу с предварительной очисткой фильтрами от вредных веществ.

B1

046033

046033

B1

Изобретение относится к неорганической химии, а именно - к способам и устройствам для получения активированного угля.

Активированные угли нашли широкое применение в народном хозяйстве из-за их способности адсорбировать широкий спектр вредных веществ. Активированные угли применяются для очистки различных растворов и газовых смесей. Активированные угли получают из углесодержащих материалов: древесный уголь, каменноугольный кокс, нефтяной кокс и др. Особенно актуально по экологическим причинам производить активированные угли из углесодержащих отходов производства, таких как древесные опилки, шелуха, солома и другие отходы при производстве сельскохозяйственной продукции.

Известен способ получения активированного угля из древесного угля-сырца, включающий дробление угля-сырца и окисление на воздухе в течение 40-60 мин при 25-40°C, термическую обработку окисленных частиц, осуществляемую со скоростью 1.5-8.0°C до 800-850°C и активацию водяным паром при 850-860°C [1].

Однако данный способ непригоден для получения активированного угля из древесных опилок и другого растительного сырья.

В качестве прототипа для способа получения активированного угля выбран способ получения активированного угля, включающий сушку сырья, карбонизацию и активацию сырьевого материала в реакторе, выгрузку полученного продукта. В качестве сырья используют древесную щепу [2].

Недостатком прототипа является невозможность обеспечения непрерывности технологического процесса и использования в качестве сырья углесодержащих отходов производства (древесные опилки), а также измельченную солому и другие отходы при производстве сельскохозяйственной продукции.

Технической задачей настоящего изобретения является разработка нового способа получения активированного угля из углесодержащих отходов производства (древесные опилки), а также измельченную солому и другие отходы при производстве сельскохозяйственной продукции при непрерывности технологического процесса.

Техническая задача решается новым способом получения угля из углесодержащих отходов производства (древесные опилки), а также из измельченной соломы и других углесодержащих отходов при производстве сельскохозяйственной продукции при непрерывности технологического процесса, включающим сушку сырья, карбонизацию и активацию сырьевого материала в реакторе, последующую выгрузку полученного продукта. Новый способ получения активированного угля содержит следующие отличительные признаки: в качестве сырьевого материала используют измельченный углеродистый материал (опилки), сушку которого производят в зоне сушки в верхней части реактора с температурным режимом 140-160°C в следующей последовательности: измельченный углеродистый материал (опилки) загружают в бункер-накопитель (3), из которого загруженный измельченный углеродистый материал перемещают по трубопроводам расположенным в зоне сушки реактора шнеками (4) с регулированием скорости перемещения и высушивают путем удаления из него пара через бункер-накопитель (3), а затем высушенный измельченный углеродистый материал ссыпают в промежуточный бункер (5), а карбонизацию и первичную активацию высушенного измельченного материала производят в зоне пиролиза и карбонизации реактора с температурным режимом 900-1000°C в следующей последовательности: из промежуточного бункера (5), высушенный измельченный углеродистый материал (опилки) перемещают по трубопроводам шнеками (6) с регулированием скорости перемещения в зону пиролиза и карбонизации реактора с температурным режимом 900-1000°C, в этих трубопроводах за счет шокового нагрева высушенного сырья с 150 до 900°C без доступа кислорода осуществляют пиролиз измельченного углеродистого материала, в результате которого образуется пиролизный горючий газ и углеродистый продукт в виде угольной крошки, пиролизный горючий газ по трубе (10) подают для сжигания в камеру сгорания (1) реактора, а углеродистый продукт карбонизируют и первично активируют за счет длительности температурного воздействия на него путем регулирования скорости его продвижения по трубопроводам шнеками (6) к бункеру (7) и взаимодействия с пиролизным газом, а затем полученный готовый углеродистый продукт ссыпают из бункера (7) на транспортер, на котором его охлаждают, а затем подают на расфасовку, или для окончательной активации его обжигают в тубусе (8) и ссыпают полностью активированный уголь с содержанием углерода 92-95% на транспортер (9) для охлаждения и последующей расфасовки в тару.

Известно устройство для получения активированного угля, содержащее вертикальные выемные реторты со съемным перфорированным дном, печь с топкой, обогреваемую камеру и газоходы, обогреваемая камера разделена на секции активации и пиролиза, последовательно соединенные с топками газоходами, а выемные реторты снабжены парораспределителями, установленными по оси с ярусами отверстий, суммарное сечение которых в различных ярусах увеличивается снизу вверх [3].

Недостатком аналога является то, что данное устройство не позволяет реализовать заявленный способ для получения активированного угля.

Прототипа для устройства для реализации заявленного способа не выявлено.

Технической задачей настоящего изобретения является разработка устройства для реализации заявленного способа.

Техническая задача решена разработкой нового устройства для осуществления способа и содержит

корпус (условно не показан позицией), к которому прикреплены бункер-накопитель (3), промежуточный бункер (5), бункер (7) для сбора первично активированного угля с отверстиями для ссыпания угля, тубус (8), транспортеры и реактор с камерой сгорания (1), над которой расположена зона пиролиза и карбонизации, в которой размещены трубопроводы со шнеками (6) с возможностью регулирования их скорости вращения, а над зоной пиролиза и карбонизации расположена зона сушки, в которой размещены трубопроводы со шнеками (4) с возможностью регулирования их скорости вращения, причем трубопроводы со шнеками (4) зоны сушки и трубопроводы со шнеками (6) зоны пиролиза и карбонизации соединены между собой промежуточным бункером (5), а трубопроводы со шнеками (6) соединены с бункером (7), а бункер (7) трубой (10) соединен с камерой сгорания (1), а трубопроводы со шнеками (4) соединены с бункером-накопителем (3), а реактор в верхней части снабжен выхлопной трубой (2), через которую отработанные газы от горения топлива и пиролизного горючего газа из реактора выбрасываются в атмосферу с предварительной очисткой фильтрами от вредных веществ.

Техническим результатом изобретения является: непрерывность технологического процесса производства активированного угля из отходов производства, достигаемого за счет отличительных признаков изобретения, позволяющим осуществлять основные технологические операции способа, как сушку углеродосодержащего материала, получение из этого материала за счет пиролиза угля и пиролизного горючего газа, используемого в качестве топлива; карбонизация и двухэтапная активация полученного угля позволяют получать непрерывно активированный уголь с содержанием углерода 92-95% и высокой пористостью.

Сущность изобретения поясняется чертежами, где на фиг. 1 представлена блок-схема способа получения активированного угля, а на фиг. 2 схема устройства для осуществления заявленного способа.

На фигурах позициями обозначено: 1 - камера сгорания; 2 - выхлопная труба; 3 - бункер-накопитель; 4 - трубопроводы со шнеками зоны сушки; 5 - промежуточный бункер; 6 - трубопроводы со шнеками зоны пиролиза и карбонизации; 7 - бункер для сбора угля; 8 - тубус; 9 - транспортер; 10 - труба.

На фиг. 1 представлена блок-схема способа получения угля и его активации, включающая последовательность выполнения операций по преобразованию измельченного углеродистого материала (опилки) в уголь (первые три операции) и его активацию (третья и четвертая операции). Первая операция включает загрузку измельченного углеродистого материала (опилки) в бункер-накопитель (3). Вторая операция - сушка измельченного углеродистого материала (опилок) проводится в зоне сушки реактора с температурным режимом 140-160°C в следующей последовательности: из бункера-накопителя (3), загруженный измельченный углеродистый материал перемещают по трубопроводам расположенным в зоне сушки реактора шнеками (4) с регулированием скорости перемещения и высушивают путем удаления из него пара через бункер-накопитель (3), а затем высушенный измельченный углеродистый материал ссыпают в промежуточный бункер (5). Третья операция - получение угля, его карбонизацию и первичную активацию производят в зоне пиролиза и карбонизации реактора с температурным режимом 900-1000°C в следующей последовательности: из промежуточного бункера (5), высушенный измельченный углеродистый материал перемещают по трубопроводам шнеками (6) с регулированием скорости перемещения в зону пиролиза и карбонизации реактора с температурным режимом 900-1000°C, в этих трубопроводах за счет шокового нагрева высушенного сырья с 150°C до 900°C без доступа кислорода осуществляют пиролиз измельченного углеродистого материала, в результате которого образуется пиролизный горючий газ и углеродистый продукт в виде угольной крошки, пиролизный горючий газ по трубе (10) подают для сжигания в камеру сгорания (1) реактора, а углеродистый продукт карбонизируют и первично активируют за счет длительности температурного воздействия на него путем регулирования скорости его продвижения по трубопроводам шнеками (6) к бункеру (7) и взаимодействия с пиролизным газом, а затем полученный готовый уголь ссыпают из бункера (7) на транспортер (условно не показан), на котором его охлаждают, а затем подают на расфасовку. При выполнении заказов на поставку продукции с большей активацией угля выполняют четвертую операцию - окончательная активация угля. Для окончательной активации полученного угля производят его обжиг в среде с наличием кислорода следующим путем: из бункера (7) горячий первично активированный уголь подают в тубус (8), где его обжигают. Последней операцией является выгрузка активированного угля. Полностью активированный уголь с содержанием углерода 92-95% из тубуса (8) ссыпают на транспортер (9), охлаждают и расфасовывают в тару.

На фиг. 2 представлена схема устройства для осуществления приведенного вышеуказанного способа. Это устройство содержит корпус (условно не показан), к которому прикреплены бункер-накопитель (3), промежуточный бункер (5), бункер (7) для сбора первично активированного угля с отверстиями для ссыпания угля, тубус (8), транспортеры (показан только один - (9)) и реактор с камерой сгорания (1), над которой расположена зона пиролиза и карбонизации, в которой размещены трубопроводы со шнеками (6) с возможностью регулирования их скорости вращения, а над зоной пиролиза и карбонизации расположена зона сушки, в которой размещены трубопроводы со шнеками (4) с возможностью регулирования их скорости вращения, причем трубопроводы со шнеками (4) зоны сушки и трубопроводы со шнеками (6) зоны пиролиза и карбонизации соединены между собой промежуточным бункером (5), а трубопроводы со шнеками (6) соединены с бункером (7), а бункер (7) трубой (10) соединен с камерой сгорания (1), а трубопроводы со шнеками (4) соединены с бункером-накопителем (3), а реактор в верхней части снаб-

жен выхлопной трубой (2), через которую отработанные газы от горения топлива и пиролизного горючего газа из реактора выбрасываются в атмосферу с предварительной очисткой фильтрами от вредных веществ.

Способ получения активированного угля (фиг. 1) осуществляется на устройстве (фиг. 2) следующим образом: в бункер-накопитель (3) загружается измельченный углеродистый материал из отходов производства, например, древесные опилки. Из бункера-накопителя (3) древесные опилки по трубопроводам со шнеками (4) поступают в реактор в зону сушки. Перед этим в реакторе в камеру сгорания (1) помещается топливо, например, древесная щепа, которое при сгорании выделяет тепло, заполняющее все внутреннее пространство реактора. По высоте реактора температурный режим разный: над горящим топливом образуется зона пиролиза и карбонизации с температурным режимом 900-1000°C, в которой размещены трубопроводы со шнеками (6). Над этой зоной в верхней части реактора образуется зона сушки с температурным режимом 140-160°C, в которой размещены трубопроводы со шнеками (4). Реактор в верхней части снабжен выхлопной трубой (2), через которую отработанные газы от горения топлива и пиролизного горючего газа в камере сгорания (1) из реактора выбрасываются в атмосферу с предварительной очисткой фильтрами от вредных веществ. В зоне сушки реактора древесные опилки, перемещаемые по трубопроводу шнеками (4) со скоростью, регулируемой автоматической системой в зависимости от влажности загружаемого сырья, нагреваются до температуры 150°C. Древесные опилки содержат влагу. Под действием температуры эта влага превращается в пар, который удаляется через бункер-накопитель (3) в атмосферу. Пар, также перемещение и перемешивание древесных опилок не даёт им перегреться. Высушенные древесные опилки, перемещающиеся по трубопроводу шнеками (4) поступают в промежуточный бункер (5). Так осуществляется одна из основных операций технологического процесса - сушка. Процесс сушки в действующей установке, изготовленной заявителем, занимает 15 минут. Далее высушенные древесные опилки из промежуточного бункера (5) движутся по трубопроводам со шнеками (6) в зоне пиролиза и карбонизации с температурным режимом 900-1000°C, где происходит шоковый нагрев высушенных древесных опилок с 150 до 900°C без доступа кислорода. Под действием резкого изменения температуры с 150 до 900°C без доступа кислорода происходит пиролиз древесных опилок, в результате которого образуется пиролизный горючий газ и углеродистый материал в виде угольной крошки. Пиролизный горючий газ по трубе (10) подают для сжигания в камеру сгорания (1) реактора, а полученный в результате пиролиза уголь в виде крошки карбонизируют (увеличивают содержание углерода) и первично активизируют (повышают пористость) за счет длительности температурного воздействия по мере его продвижения по трубопроводам со шнеками (6) к бункеру (7) и воздействия под давлением образующихся пиролизных газов, выходящих через трубопровод со шнеком (6) в бункер (7), а из него - через трубу (10) в камеру сгорания реактора (1). Таким образом, в результате пиролиза древесные опилки, содержащие углерод и оставшуюся в высушенных древесных опилках влагу, превратились в уголь и пиролизный горючий газ состава: $\text{CO}=40\%$ $\text{H}_2=40\%$ $\text{CH}_4=10\%$ $\text{CO}_2=10\%$. Причем реакция превращения высушенных древесных опилок в уголь и пиролизный газ происходит бурно и без доступа кислорода. Пиролизный горючий газ под давлением устремляется по трубопроводам со шнеками (6) в бункер (7) и через трубу (10) попадает в камеру сгорания (1), где воспламеняется и сгорает, поддерживая вместе с горящим топливом установившейся тепловой режим в зонах пиролиза и карбонизации, и сушки. Тем самым экономится топливо и уменьшается нагрузка на окружающую среду - вредные вещества не выбрасываются в атмосферу, и не требуется дополнительное топливо. Кроме того, пиролизный горючий газ по мере его продвижения под давлением по трубопроводам со шнеками (6) через образовавшиеся в них крошки угля воздействует на них, открывая поры угля. Это позволяет осуществить первичную активизацию угля и повысить пористость угля, а также миновать так называемую жидкую стадию, где пиролизные горючие газы конденсируются, образуя дёготь, смолы, конденсат. В технологическом процессе по данному изобретению этого не происходит. Так завершается важнейшая операция технологического процесса - получение угля, его карбонизация и первичная активация. Процесс занимает 15-30 мин. Далее, образовавшийся уголь по трубопроводам шнеками (6) доставляется в бункер (7). Если выполняются заказы с малой активацией угля, то уголь из бункера (7) через отверстие ссыпается на транспортер (условно не показан), где его охлаждают и после охлаждения подают на расфасовку. Если выполняются заказы на активированный уголь с большей активацией, выполняется операция четыре. При которой раскалённая до температуры 800°C угольная крошка высыпается из отверстия бункера (7) и, пролетая через тубус (8), раскалённая крошка окисляется кислородом, содержащимся в воздухе, и загорается, происходит обжиг и финальная стадия активации. Активация происходит за счёт того, что в первую очередь сгорают тонкие стенки, закрывающие трубчатую структуру угля, а основная часть угля сгорать не успевает. Процесс занимает 1.5 с. Далее полностью активированный уголь ссыпается и перемещается по транспортёру (9), где остывает, и затем расфасовывается в тару для отправки потребителю.

Таким образом, проведенные опытно-промышленные испытания технического решения по изобретению показали достижение технического результата - непрерывность технологического процесса производства активированного угля из отходов производства, достигаемого за счет отличительных признаков изобретения, позволяющим осуществлять основные технологические операции способа, как сушку углеродосодержащего материала, получение из этого материала за счет пиролиза угля и пиролизного

горючего газа, используемого в качестве топлива, карбонизация и двухэтапная активация полученного угля позволяют непрерывно получать активированный уголь с содержанием углерода 92-95%.

Весь технологический процесс прохождения древесных опилок через реактор от загрузки, сушки, пиролиза, карбонизации, первичной и конечной активизации угля в тубусе (8) занимает 30-45 мин. Запустив установку и постоянно подавая измельченное углесодержащее сырье в бункер-накопитель (3) позволяют сделать в целом процесс непрерывным. Производительность изготовленной такой установки 200 кг активированного угля в час.

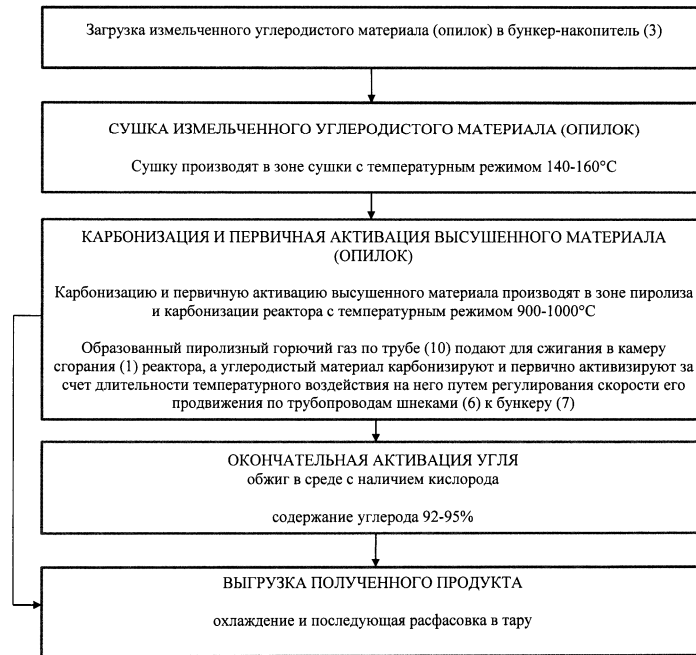
Изготовленная и прошедшая опытно-промышленные испытания установка по изобретению обладает следующими преимуществами: непрерывный процесс, компактные размеры, нет емкостей скопления газа, а значит минимальная взрывоопасность, позволяет производить активированный уголь из опилок хвойных пород, не требует дополнительного топлива, питает сама себя. Кроме того, позволяет получить высококачественный активированный уголь с содержанием углерода в угле 92-95% и йодным числом активированного угля 1200 мг/г.

Кроме того, автоматизированная система управления (АСУ) позволяет автоматизировать технологический процесс и минимизировать влияние человеческого фактора на производительность угольной установки и качество готового древесного угля.

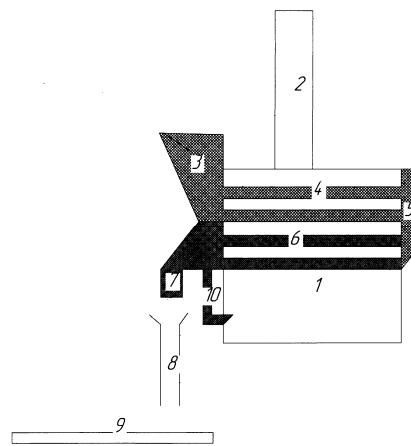
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ получения угля, его активации, включающий сушку сырья, карбонизацию и активацию сырьевого материала в реакторе, последующую выгрузку полученного продукта, отличающийся тем, что в качестве сырьевого материала используют измельченный углеродистый материал (опилки), сушку которого производят в зоне сушки в верхней части реактора с температурным режимом 140-160°C в следующей последовательности: измельченный углеродистый материал (опилки) загружают в бункер-накопитель (3), из которого загруженный измельченный углеродистый материал перемещают по трубопроводам, расположенным в зоне сушки реактора, шнеками (4) с регулированием скорости перемещения и высушивают путем удаления из него пара через бункер-накопитель (3), а затем высушенный измельченный углеродистый материал ссыпают в промежуточный бункер (5), а карбонизацию и первичную активацию высушенного измельченного материала производят в зоне пиролиза и карбонизации реактора с температурным режимом 900-1000°C в следующей последовательности: из промежуточного бункера (5), высушенный измельченный углеродистый материал (опилки) перемещают по трубопроводам шнеками (6) с регулированием скорости перемещения в зону пиролиза и карбонизации реактора с температурным режимом 900-1000°C, в этих трубопроводах за счет шокового нагрева высушенного сырья с 150°C до 900°C без доступа кислорода осуществляют пиролиз измельченного углеродистого материала, в результате которого образуется пиролизный горючий газ и углеродистый продукт в виде угольной крошки, пиролизный горючий газ по трубе (10) подают для сжигания в камеру сгорания (1) реактора, а углеродистый продукт карбонизируют и первично активируют за счет длительности температурного воздействия на него путем регулирования скорости его продвижения по трубопроводам шнеками (6) к бункеру (7) и взаимодействия с пиролизным газом, а затем полученный готовый уголь ссыпают из бункера (7) на транспортер, на котором его охлаждают, а затем подают на расфасовку, или для окончательной активации его обжигают в тубусе (8) и ссыпают полностью активированный уголь с содержанием углерода 92-95% на транспортер (9), охлаждают и расфасовывают в тару.

2. Устройство для осуществления способа по п.1, содержащее корпус, к которому прикреплены бункер-накопитель (3), промежуточный бункер (5), бункер (7) для сбора первично активированного угля с отверстиями для сыпания угля, тубус (8), транспортеры и реактор с камерой сгорания (1), над которой расположена зона пиролиза и карбонизации, в которой размещены трубопроводы со шнеками (6) с возможностью регулирования их скорости вращения, а над зоной пиролиза и карбонизации расположена зона сушки, в которой размещены трубопроводы со шнеками (4) с возможностью регулирования их скорости вращения, причем трубопроводы со шнеками (4) зоны сушки и трубопроводы со шнеками (6) зоны пиролиза и карбонизации соединены между собой промежуточным бункером (5), а трубопроводы со шнеками (6) соединены с бункером (7), а бункер (7) трубой (10) соединен с камерой сгорания (1), а трубопроводы со шнеками (4) соединены с бункером-накопителем (3), а реактор в верхней части снабжен выхлопной трубой (2), через которую отработанные газы от горения топлива и пиролизного горючего газа из реактора выбрасываются в атмосферу с предварительной очисткой фильтрами от вредных веществ.



Фиг. 1



Фиг. 2