

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **044116**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2023.07.25**

(21) Номер заявки  
**202291690**

(22) Дата подачи заявки  
**2022.06.27**

(51) Int. Cl. **C10B 53/04** (2006.01)  
**C10B 53/08** (2006.01)  
**C10B 57/02** (2006.01)  
**C10B 57/08** (2006.01)

---

(54) **СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ФОРМОВАННОГО КОКСА, БЕЗДЫМНОГО ТОПЛИВА И СОРБЕНТОВ ИЗ СЛАБОСПЕКАЕМЫХ, НЕСПЕКАЕМЫХ ГАЗОВЫХ УГЛЕЙ**

---

(43) **2023.07.21**

(96) **2022000073 (RU) 2022.06.27**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ  
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
"РУСУГЛЕНЕФТЕГАЗ" (RU)**

(56) CN-A-111778048  
AU-A1-2009302677  
JP-A-2012072389  
CN-A-101497835  
RU-C1-2516661

(72) Изобретатель:  
**Коняев Александр Викторович (RU)**

(74) Представитель:  
**Плотников И.Б. (RU)**

---

(57) Изобретение относится к области получения формованного металлургического кокса и может быть применено для использования в металлургии и других отраслях промышленности. Способ производства состоит в следующем: измельченное исходное сырье разделяется на фракции 0-1 и 1-5 мм и поступает в отдельные бункеры для раздельной переработки в линии непрерывного действия. Процесс сушки производится в установке с СВЧ-нагревом. Подсушенный уголь поступает в установку нагрева угля в восходящем потоке газа. Нагретый уголь поступает в аппарат теплового выдерживания, снабженный СВЧ-нагревом. На обогрев аппарата теплового выдерживания газ подается из печи. В аппарате теплового выдерживания поддерживается постоянная температура угля и дается выдержка для отгазовывания угля до содержания летучих веществ 30-32%. Из аппарата теплового выдерживания горячий уголь, нагретый до пластического состояния, поступает в шнек-пресс, где формуется в виде ленты, которая, в свою очередь, переформовывается на валковом прессе в брикеты. Пройдя через валковый пресс, формованная масса в виде брикетов подается в печь спекания с внутренним обогревом. Процесс спекания и прокаливания ведется непрерывно. Полученный кокс периодически выгружается из печи. Газ-теплоноситель, пройдя систему нагрева, поступает в циклоны доочистки, где очищается от угольных частиц. Газ газодувкой подается на разбавление продуктов сгорания в печь-теплоносителя, а избыток газа сбрасывается в атмосферу. Часть отработанных газов поступает в нижнюю часть печи.

---

**044116**  
**B1**

**044116**  
**B1**

Изобретение относится к области получения формованного металлургического кокса и может быть применено для использования в металлургии и других отраслях промышленности.

Известен способ получения формованного кокса [1] с применением угля низкой степени метаморфизма в качестве основного сырья в поле СВЧ. Способ включает этапы, на которых сначала дробят низкой степени метаморфизма угольный порошок, коксующийся уголь и жидкие остатки в шаровой мельнице соответственно; осуществляют смешивание вышеуказанных трех материалов в пропорции, по массе, 70-80% низкой степени метаморфизма угольного порошка, 5-15% коксующегося угля и 5-15% сжиженных остатков; затем смешивание водного раствора, содержащего поливиниловый спирт и целлюлозу, со смесью; равномерное перемешивание; компрессионное формование под определенным давлением формования; сушка на воздухе в течение 12 ч и сушка в течение от 30 мин до 1 ч при температуре 100°C с получением угольного брикета; наконец, помещая полученный угольный брикет в СВЧ-печь для пиролиза, и, таким образом, образующийся кокс получается после тушения кокса водой или сухим тушением кокса. В то же время каменноугольная смола и каменноугольный газ извлекаются комплексно. С помощью этого метода можно эффективно использовать много ресурсов низкой степени метаморфизма угольного порошка; и высокопрочный формованный кокс и продукты из каменноугольной смолы могут быть получены быстро, тем самым создавая хорошую основу для расширения производственной цепочки.

Недостатками данного способа является высокая длительность процесса сушки на открытом воздухе, а также наличие связующего увеличивает себестоимость готовой продукции. Применение фракций 0-3 мм приводит к разному протеканию процесса при нагреве до пластического состояния, так, частицы менее 1 мм уже подвергаются спеканию, а частицы более 1 мм достигают пластического состояния. Проведение процесса сушки с доступом воздуха повышает окисление угля.

Известен способ получения формованного кокса [2], в частности способ приготовления из угольного порошка формованного кокса под воздействием СВЧ. Способ использует угольный порошок в качестве сырья и включает следующие этапы: просеивание угольного порошка для получения мелкого угольного порошка; отправка мелкого угольного порошка в первое устройство с СВЧ-обогревом для обезвоживания до тех пор, пока содержание воды в нагретом мелкодисперсном угольном порошке не станет ниже 1%; и отправка нагретого мелкодисперсного угольного порошка во второе устройство с СВЧ-обогревом транспортным устройством для сухой перегонки; проведение сухой перегонки до тонкого угольного порошка во втором устройстве с СВЧ-обогревом, приготовление угля после сухой перегонки, отправка угля в смеситель транспортным устройством для приготовления смеси после добавления связующего материала; отправка смеси конвейером на формовочную машину для формования с получением формованного коксового полуфабриката; отправка сформированного коксового полуфабриката в третье устройство с СВЧ-обогревом для нагревания и карбонизации для получения красного кокса и подачи карбонизированного красного кокса в коксовый вагон для приготовления формованного коксового продукта.

Данный способ имеет следующий недостаток, а именно при использовании СВЧ-обогрева на каждой стадии существенно повышается себестоимость готовой продукции; также себестоимость повышается за счет использования связующего раствора. Применение фракций 0-3 мм приводит к разному протеканию процесса при нагреве до пластического состояния, так, частицы менее 1 мм уже подвергаются спеканию, а частицы более 1 мм достигают пластического состояния. Использование СВЧ на каждой стадии приводит к увеличению продолжительности, так как снижаются диэлектрические свойства сырья.

Наиболее близким способом является следующая технология получения формованного кокса [3]. Уголь, предназначенный для переработки, подается на установку из бункеров углеподготовительного цеха элеваторами. Здесь уголь измельчается в молотковой дробилке до крупности менее 3 мм (90-95%). В цикл нагрева уголь поступает отсюда через автодозатор. Нагревается уголь в трехступенчатом каскаде циклонов газом-теплоносителем, получаемым в отдельной печи сжиганием коксового газа. Газ-теплоноситель вначале подается в третий по ходу угля циклон и последовательно проходит через остальные два циклона. Уголь движется от первого к третьему циклону. Отработанный газ-теплоноситель проходит через доочистный циклон для отделения пыли и нагнетателем подается в цикл для разбавления горячего газа-теплоносителя, получаемого в печи при сжигании коксового газа, и снижения температуры теплоносителя до 580-600°C.

В циклоне уголь нагревается до 435-460°C и через шлюзовые затворы поступает на прессформовочную машину, где формируются брикеты (формовки). Формовки с температурой 350-400°C пластинчатым конвейером подаются в вертикальные непрерывно действующие печи, где нагреваются до 850-900°C. В нижней части печи формовки охлаждаются и через шибберные разгрузочные устройства выдаются на сборный конвейер. Парогазовые продукты разложения угля отсасываются.

Недостатком данной технологии являются высокие энергозатраты на проведение процесса сушки и необходимость в установке дополнительного оборудования по очистке отработанного теплоносителя после проведения процесса сушки. Применение фракций 0-3 мм приводит к разному протеканию процесса при нагреве до пластического состояния, так, частицы менее 1 мм уже подвергаются спеканию, а частицы более 1 мм достигают пластического состояния, что снижает качество готовой продукции. Про-

ведение процесса сушки с доступом воздуха повышает окисление угля. Высокая себестоимость готовой продукции.

Технической задачей предлагаемого способа является снижение энергозатрат, увеличение равномерности температурных полей по сечению формовок и повышение качества готовой продукции.

Технический результат достигается за счет разделения на фракции исходного сырья (0-1 и 1-5 мм) и отдельной их переработке, что позволяет проводить нагрев более равномерно, повышая качество готового продукта. Проведение процесса сушки с применением СВЧ-нагрева исходного сырья позволяет повысить точность заданных температур продукта при осуществлении сушки, снизить окисление угля, что повышает пластические свойства (увеличивает пластический слой), происходит удаление серы, и в конечном итоге повышается качество готовой продукции, снижаются удельные энергозатраты. Проведение процесса нагрева и выдержки материала на стадии получения вязко-пластичного слоя с применением газа теплоносителя и СВЧ позволяет добиться следующих результатов: удаление серы, точность заданных температур выдерживания, снижение продолжительности достижения пластического состояния, увеличение пластических свойств. Применение технологии СВЧ-нагрева позволяет снизить себестоимость готовой продукции. Использование отработанных газов в нижней части печи позволяет повысить равномерность прогрева по сечению формовок.

На фигуре представлена схема установки непрерывного коксования при работе ее под разрежением с рециркуляцией отработанного газа-теплоносителя и применением СВЧ-нагрева на стадии сушки.

На фигуре приняты следующие обозначения: 1 - бункер; 2 - ленточный питатель, 3 - ленточный транспортер, 4 - установка СВЧ-сушки, 5 - бункер сухого угля, 6 - тарельчатый питатель, 7 - шнек-забрасыватель, 8 - I ступень нагрева; 9 - шнек-забрасыватель; 10 - II ступень нагрева; 11 - шнек-забрасыватель; 12 - III ступень нагрева; 13 - аппарат теплового выдерживания снабженный СВЧ-нагревом, 14 - шнек-пресс, 15 - валковый пресс, 16 - ленточный транспортер, 17 - шлюзовый затвор, 18 - печь спекания и прокалики, 19 - затвор, 20 - печь теплоносителя, 21 - циркуляционная газодувка, 22 - циклон доочистки, 23 - шибер, 24 - приемник пыли.

Измельченное исходное сырье разделяется на фракции 0-1 и 1-5 мм и поступает в отдельные бункеры для раздельной переработки в линии непрерывного действия. Продукт соответствующей фракции загружается в бункер 1. Дозировка угля из бункера 1 производится ленточным питателем 2 на ленточный транспортер 3. С ленточного транспортера 3 уголь поступает для подсушки в установку СВЧ-сушки 4.

Подсушенный уголь из установки СВЧ-сушки 4 поступает в бункер сухого угля 5. Из бункера сухого угля уголь дозируется в систему нагрева тарельчатым питателем 6. Пройдя тарельчатый питатель, уголь шнек-забрасывателем 7 подается в нагревательную трубу I ступени нагрева 8. Здесь он подхватывается газом-теплоносителем, прошедшим II ступень 10 после отделения от него продукта. Пройдя I ступень нагрева, уголь отделяется от газа-теплоносителя и поступает при помощи шнек-забрасывателя 9 во II ступень нагрева, где поднимался газом-теплоносителем, идущим из III ступени 12. Пройдя II ступень нагрева газ-теплоноситель шел на I ступень, а горячий уголь подавался при помощи шнек-забрасывателя 11 в нагревательную трубу III ступени нагрева. Здесь он подхватывался газом-теплоносителем, поступающим в систему нагрева из печи теплоносителя 20, а затем отделялся от него в III ступени. Нагретый уголь поступает в аппарат теплового выдерживания 13 шнекового типа с газовым и СВЧ-обогревом. На обогрев аппарат теплового выдерживания газ подается из печи 20. В аппарате теплового выдерживания поддерживается постоянная температура угля и дается выдержка для отгазовывания угля до содержания летучих веществ 30-32%.

Из аппарата теплового выдерживания горячий уголь, нагретый до пластического состояния, поступает в шнек-пресс 14, где формируется в виде ленты, которая, в свою очередь, переформовывается на валковом прессе 15 в брикеты. Пройдя через валковый пресс 15, формованная масса в виде брикетов ленточным транспортером 16 подается через шлюзовой затвор 17 в печь спекания 18 с внутренним обогревом.

Процесс спекания и прокаливании ведется непрерывно. Полученный кокс через затвор 19 периодически выгружается из печи. Газ-теплоноситель, пройдя систему нагрева, поступает в циклоны доочистки 22, где очищается от угольных частиц. Газ газодувкой 21 подается на разбавление продуктов сгорания в печь-теплоносителя 20, а избыток газа сбрасывается в атмосферу. Часть отработанных газов поступают в нижнюю часть печи 18.

#### Литература

1. Song Yonghui, Yan Min, Lan Xinzhe, Zhang Qiuli and Zhao Xicheng, CN Patent 102942976A (27 February 2013).
2. Guangmin Kang, CN Patent 101497835B (23 May 2012).
3. Иванов, Е.Б. Технология производства кокса / Е.Б. Иванов, Д.А. Мучник // Издательское объединение «Вища школа», 1976, 232 с.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ получения формованного кокса с применением СВЧ-нагрева, отличающийся тем, что измельченный сырьевой уголь делится на фракции 0-1 и 1-5 мм и перерабатывается отдельно, при этом сушка исходного сырья на этапе переработки производится в установке с СВЧ-нагревом.

2. Способ получения формованного кокса с применением СВЧ-нагрева по п.1, отличающийся тем, что выдерживание высушенного угля до пластического состояния производится комбинированным нагревом газом и СВЧ.

3. Способ получения формованного кокса с применением СВЧ-нагрева по п.2, отличающийся тем, что в нижнюю часть печи спекания, используемой для спекания угля, нагретого до пластического состояния, подаются обработанные газы коксования.

