

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **046849**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2024.04.26**

(21) Номер заявки  
**202293041**

(22) Дата подачи заявки  
**2021.04.21**

(51) Int. Cl. **C22B 1/242** (2006.01)  
**F27D 3/00** (2006.01)  
**C21B 13/00** (2006.01)  
**C21B 15/00** (2006.01)

---

(54) **СПОСОБ ПОДАЧИ СЫРЬЕВОГО МАТЕРИАЛА В УСТАНОВКУ ОКУСКОВАНИЯ**

---

(31) **101759**

(32) **2020.04.24**

(33) **LU**

(43) **2022.12.16**

(86) **PCT/EP2021/060432**

(87) **WO 2021/214167 2021.10.28**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ПАУЛЬ ВЮРТ С.А. (LU)**

(72) Изобретатель:  
**Кинцель Клаус Петер (LU), Фрейтас  
Томпсон, Араужо Жозе Жеральду  
(BR), Де Фрутос Сантамария Хуан  
Луис, Штрюбер Георг (LU)**

(74) Представитель:  
**Веселицкий М.Б., Кузенкова Н.В.,  
Каксис Р.А., Белоусов Ю.В., Куликов  
А.В., Кузнецова Е.В., Соколов Р.А.,  
Кузнецова Т.В. (RU)**

(56) **US-A1-2019241990  
US-A1-2016237174  
JP-A-2011225903  
US-A1-2005126343  
CN-A-101613800  
US-A-3149958  
US-A1-2012031232**

---

(57) Описан способ подачи сырьевого материала в установку (20) окускования. Для обеспечения выполнения процесса окускования с уменьшенным расходом ископаемого топлива в изобретении предлагается использование, в качестве подаваемого сырьевого материала, смешанного материала (7, 8), содержащего частицы железосодержащего материала (1) и частицы пиролизованной биомассы (2) в форме смеси, причем упомянутый железосодержащий материал (1) предпочтительно представляет собой железную руду (1) и/или упомянутая пиролизованная биомасса (2) предпочтительно представляет собой древесный уголь (2).

---

**B1**

**046849**

**046849**

**B1**

### **Область техники, к которой относится изобретение**

Настоящее изобретение относится к способу подачи сырьевого материала в установку окускования.

#### **Уровень техники**

Для загрузки доменной печи, печи прямого восстановления и/или электрической печи и т.п. могут быть использованы различные железосодержащие сырьевые материалы. Одним из вариантов являются железорудные окатыши, то есть сферы, обычно имеющие диаметр 6-16 мм и содержащие примерно 63-72% Fe, в основном в форме  $Fe_2O_3$ , и различные дополнительные материалы для регулирования химического состава и металлургических свойств. Кроме того, для поддержания когезионной прочности окатышей в них включается связующее, такое как бентонит. Как правило, получение окатышей на установке для их производства включает измельчение руды, добавок и твердого топлива, то есть антрацитового угля, нефтяного кокса. После смешивания сырьевых материалов формируются окатыши, которые подвергаются термической обработке - так называемому процессу окускования/окомкования, например, в печи для обжига. Окатыши представляют собой стандартизированный, химически стабильный материал, который можно транспортировать без значительных потерь и использовать в доменной печи без предварительной обработки, например, дробления и т.п. Другим вариантом является агломерат, который состоит из пористых кусков материала неодинаковой формы, полученных путем спекания мелкого материала (порошка с размером частиц 0-5 мм) и разламывания или дробления спеченного сыпучего материала. Поскольку когезионная прочность агломерата достигается в ходе самого процесса спекания, он может не содержать специального связующего. Спекание мелкого железосодержащего материала может быть достигнуто только при повышенных температурах, составляющих приблизительно 1000-1300°C, иногда до 1500°C, поэтому установка для производства агломерата требует значительного количества твердого топлива, которое смешивается с железосодержащим материалом. Спеканная смесь, используемая в процессе производства агломерата, может содержать, например, железорудную мелочь, флюсы, твердое топливо и переработанную мелочь из самой установки для производства агломерата, доменной печи и т.п. В настоящее время агломерат является самой дешевой железосодержащей шихтой для доменной печи. В целом он дешевле окатышей, поскольку подготовка сырьевого материала является более простой, чем в случае окатышей. Тем не менее, учитывая требования по снижению выбросов  $CO_2$ , предъявляемые к сталелитейной промышленности, недостатком метода агломерации является то, что он приводит к гораздо более высоким выбросам  $CO_2$ , чем производство окатышей. Это связано с использованием твердого топлива (например, коксовой мелочи и антрацитового угля) и газообразного топлива (например, газов для производства стали), необходимого для поддержания повышенных температур в процессе производства агломерата.

#### **Техническая задача**

Исходя из вышеизложенного, задачей настоящего изобретения является обеспечение выполнения процесса окускования с уменьшенным расходом ископаемого топлива. Эта задача решается с помощью способа согласно пункту 1 формулы изобретения.

#### **Сущность изобретения**

В изобретении предлагается способ подачи сырьевого материала в установку окускования. Сырьевой материал может также называться загружаемым материалом и сырьем, то есть материалом, который подается в установку окускования/используется в этой установке для выполнения процесса окускования. Тип установки окускования не ограничивается объемом изобретения. В частности, установка окускования может быть выполнена как установка для производства агломерата или как установка для производства окатышей. Производимый установкой окускования продукт окускования, то есть агломерат или окатыши, обычно используется в качестве железосодержащей шихты для загрузки доменной печи и т.п.

Согласно способу, предлагаемому в изобретении, в качестве подаваемой железосодержащей шихты используется смешанный материал, содержащий частицы железосодержащего материала, обычно железной руды, и частицы пиролизованной биомассы в смешанной форме. Другими словами, смешанный материал используется для получения по меньшей мере части материала, который используется в процессе окускования. Как будет описано ниже, смешанный материал в некоторых случаях может использоваться не в исходной форме, а только после механической обработки. В других случаях смешанный материал может быть использован в процессе окускования в его исходной форме.

Другими словами, в настоящем изобретении предлагается использование смеси частиц железосодержащего материала и частиц пиролизованной биомассы в качестве одного исходного материала (сырья) для установки окускования (в частности, установки для производства агломерата или установки для производства окатышей). Выражение "смесь частиц железосодержащего материала и частиц пиролизованной биомассы" означает, что эти два вида частиц не транспортируются и подаются в установку окускования по отдельности, а смешиваются. Смешивание может происходить за сотни или тысячи километров от места использования, то есть установки окускования, и транспортировка частиц железа и биомассы в виде смеси обеспечивает ряд преимуществ, подробно описанных ниже. В общем случае смесь частиц железосодержащего материала и частиц пиролизованной биомассы может представлять собой смесь сыпучих материалов, то есть частицы просто объединяются/смешиваются друг с другом в емкости, возможно при некотором механическом перемешивании. Однако термин "смесь" также охватывает слу-

чай, когда смесь частиц железосодержащего материала и частиц пиролизованной биомассы обрабатывается с образованием агломерата. В первом случае исходный материал, подаваемый в установку окускования, представляет собой сыпучий/порошковый материал, состоящий из частиц железа/железосодержащего материала и частиц пиролизованной биомассы. Во втором случае исходный материал, подаваемый в установку окускования, имеет форму агломерата (или комковатого продукта), содержащего частицы железа/железосодержащего материала и частицы пиролизованной биомассы.

Тип установки окускования не ограничивается объемом изобретения. Термин "установка окускования" используется в настоящем описании для обозначения машины или установки, которая включает спекание (или фриттирование) материала, то есть формирование твердой массы из материала в виде частиц под воздействием тепла без его расплавления до точки перехода в жидкое состояние. Установки для производства агломерата и установки для производства окатышей, известные в сталелитейной промышленности, представляют собой два типа установок окускования, которые включают "процесс окускования".

Согласно способу, предлагаемому в настоящем изобретении, смешанный материал содержит пиролизованную биомассу, которая обычно представляет собой древесный уголь. Типичная температура пиролиза составляет от 250 до 550°C, при этом термин "пиролиз" в настоящем описании также охватывает мягкий пиролиз, известный как торрефикация. Однако биомасса может также представлять собой любой материал растительного или животного происхождения. Для простоты изложения в настоящем описании в дальнейшем будет упоминаться только древесный уголь. Подразумевается, что во всем настоящем описании термин "древесный уголь" может быть заменен термином "пиролизованная биомасса". Аналогичным образом, термин "железная руда" в настоящем описании может быть заменен термином "железосодержащий материал".

Железная руда и древесный уголь присутствуют в смешанном материале в дискретно-твердой форме, то есть в виде частиц или кусков. Размер частиц в общем случае не ограничен объемом изобретения, хотя определенные размеры частиц являются, как описано ниже, предпочтительными. Железная руда, упоминаемая в настоящей заявке, может в целом содержать любой железосодержащий материал, например, оксиды железа, такие как магнетит ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) или гематит ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), обычно вместе с безрудными минералами, а также отходами или остаточными материалами. Древесный уголь может представлять собой любой углеродсодержащий материал (полученный путем удаления воды и летучих компонентов из биомассы, обычно из материалов растительного происхождения, таких как древесина), органические отходы и/или остаточную биомассу и/или твердое восстановленное топливо - SRF (англ. Solid Recovery Fuel). Частицы древесного угля могут иметь относительно высокое содержание углерода, например, более 65% по массе (мас.%), более 70 мас.% или более 75 мас.%.

Смешанный материал получают путем смешивания по меньшей мере частиц железной руды и частиц древесного угля. Смешивание может осуществляться разными способами, например, активно - путем механического перемешивания частиц железной руды и древесного угля (с другими компонентами, добавляемыми по выбору) в подходящей емкости. Подходящие устройства включают штифтовый смеситель, лопастный смеситель или вращающийся барабанный смеситель. Смешивание может также осуществляться более или менее пассивно, например, путем одновременного насыпания частиц железной руды и частиц древесного угля в емкость, что также приводит к по меньшей мере определенной степени смешивания. Могут быть использованы и другие подходящие методы смешивания, известные в данной области. Смешивание может быть объединено, по выбору, с загрузкой средства транспортировки, например, грузового автомобиля, контейнера, железнодорожного вагона, судна и т.п. Оно может представлять собой одну из форм пассивного смешивания, как указано выше, или сочетаться с активным смешиванием непосредственно перед или после загрузки материала, состоящего из твердых частиц, в транспортную емкость.

В различных вариантах осуществления изобретения объемная доля частиц железосодержащего материала в смешанном материале может составлять от 5 до 80% по объему (об.%).

Способ, предлагаемый в изобретении, обладает рядом преимуществ. Во-первых, древесный уголь можно считать нейтральным в отношении  $\text{CO}_2$ , поскольку он (обычно) производится без использования ископаемого топлива. Поскольку по меньшей мере часть топлива, необходимого для процесса окускования, обеспечивается древесным углем, содержащимся в смешанном материале, эффективные выбросы  $\text{CO}_2$  могут быть значительно снижены. Другие преимущества относятся к обработке и транспортировке смешанного материала, содержащего древесный уголь. Поскольку для производства древесного угля требуется большое количество биомассы, практически невозможно разместить предприятие по производству древесного угля и установку окускования в одном и том же географическом пункте. Поэтому древесный уголь необходимо транспортировать. В этом контексте использование смешанного материала, содержащего частицы железной руды и древесного угля, понижает уровень необходимых мер предосторожности по сравнению с использованием только древесного угля. Древесный уголь представляет собой легковоспламеняющийся продукт, который обычно требует соблюдения высоких мер безопасности и предосторожности. Воспламеняемость может быть значительно снижена, частично в зависимости от процентного содержания древесного угля в смешанном материале. Конечно, это также зависит от других

компонентов смешанного материала, включаемых в него по выбору. Кроме того, чистый древесный уголь имеет очень низкую плотность (приблизительно  $0,25 \text{ г/см}^3$ ) и обычно содержит высокий процент мелких частиц, что усложняет работу с ним из-за выбросов пыли в местах выгрузки. После смешивания частиц древесного угля с частицами железной руды и, по выбору, с другими компонентами количество мелочи, а также выбросов пыли может быть уменьшено. Это обусловлено различными факторами, такими как, например, более высокая плотность частиц железной руды, защищающая включенные в них частицы древесного угля от сдувания воздушным потоком, и влажность частиц железной руды, так что в смешанном материале мелкие частицы древесного угля могут быть по меньшей мере частично связаны жидкостью, содержащейся в частицах железной руды.

В составе смешанного материала древесный уголь становится пригодным для транспортировки на дальние расстояния. Под дальним расстоянием можно понимать расстояние, составляющее по меньшей мере 100 км, предпочтительно по меньшей мере 500 км, наиболее предпочтительно даже несколько тысяч километров. Таким образом, древесный уголь может транспортироваться, например, из Бразилии или Канады в Соединенные Штаты Америки или из Бразилии, Канады, США, Индонезии или России в Европу. Транспортировка на большие расстояния предпочтительно осуществляется железнодорожным или водным транспортом.

Согласно одному варианту осуществления изобретения, смешанный материал используется в форме составных тел, причем каждое составное тело является твердым и целостным и содержит частицы железной руды и частицы древесного угля. Каждое из составных тел является твердым и целостным, то есть отдельные частицы связаны друг с другом, образуя составное тело, причем способ связывания этих частиц не ограничен в данном контексте. В частности, каждое составное тело можно рассматривать как агломерат или конгломерат, содержащий эти частицы. Частицы железной руды и частицы древесного угля связаны друг с другом как части составного тела. Таким образом, составное тело не является однородным, а представляет собой комбинацию по меньшей мере частиц железной руды и частиц древесного угля. Когда частицы древесного угля связаны как часть составных тел, количество мелочи, а также выбросов пыли значительно уменьшается. Даже если мелочь не может быть полностью устранена, ее процентное содержание обычно составляет менее 10% или даже менее 5%, а остальная часть представляет собой неповрежденные составные тела. Как будет сказано ниже, в некоторых случаях составные тела могут быть использованы не в первоначальной форме, а только после механической обработки. В этом случае сырьевой материал находится в форме составных тел только на определенном этапе процесса подачи, в то время как непосредственно перед использованием в установке окускования он может находиться в другой форме. В других случаях составные тела могут быть использованы в процессе окускования в их первоначальной форме.

Способ также может включать в себя производство составных тел. В этом случае перед подачей сырьевого материала он включает следующие этапы. На первом этапе получают частицы железной руды и частицы древесного угля. Как правило, для получения частиц требуется разломать, измельчить, раздробить и, возможно, размолоть железную руду и древесный уголь. Кроме того, частицы могут быть просеяны для получения определенного диапазона их размера. Дробление и/или просеивание может быть частью процесса получения соответствующего материала в виде частиц.

На другом этапе по меньшей мере железная руда и древесный уголь смешиваются для получения смеси. Смешивание может осуществляться различными способами, например, активно - путем механического перемешивания частиц железной руды и древесного угля (с другими компонентами, добавляемыми по выбору) в подходящей емкости. Подходящие устройства включают штифтовый смеситель, лопастный смеситель или вращающийся барабанный смеситель. Смешивание может также осуществляться более или менее пассивно, например, путем одновременного насыпания частиц железной руды и частиц древесного угля в емкость, что также приводит к по меньшей мере определенной степени смешивания. Могут быть использованы и другие подходящие методы смешивания, известные в данной области.

На еще одном этапе из смеси формируются составные тела. Каждое из составных тел может рассматриваться как агломерат или конгломерат, содержащий как частицы железной руды, так и частицы древесного угля. В зависимости от размера составных тел, они могут называться, например, блоками, брикетами или гранулами (окатышами), а также просто агломератом в виде фильтрационного кека и т.п. Все составные тела могут иметь одинаковые размеры и форму или иметь разные размеры и/или форму. Это частично зависит от способа формирования составных тел. Форма отдельного составного тела может быть неправильной или правильной, например, сферической, цилиндрической или кубической. Смешивание и формование могут выполняться одним устройством. Состав смеси может быть идентичен составу смешанного материала, то есть составных тел. Однако ее состав может быть другим, например, из-за испарения жидких компонентов во время формования составных тел. Поэтому термины "смесь" и "смешанный материал" в контексте настоящего описания не являются синонимами.

В некоторых вариантах осуществления изобретения достаточная когезионная прочность составных тел может быть достигнута, например, путем приложения давления и/или повышенной температуры к смеси железной руды и древесного угля. В других случаях достижимая степень когезионной прочности при таком подходе является недостаточной. Поэтому способ может дополнительно включать применение

по меньшей мере одного связующего, а смесь получают путем смешивания по меньшей мере железной руды, древесного угля и по меньшей мере одного связующего. Даже если производство не рассматривается как часть способа, каждое составное тело содержит по меньшей мере одно связующее. Соответствующее связующее служит для повышения общей когезионной прочности отдельного составного тела. При формировании смеси связующее может присутствовать в жидкой форме и/или находиться в жидкости в растворенном или во взвешенном состоянии. После формирования составных тел жидкие компоненты могут быть выпарены или подвергнуты химическому преобразованию путем воздействия тепла на эти тела. В некоторых случаях может оказаться приемлемым присутствие в составном теле определенного количества жидкости, поступившей со связующим.

Согласно одному варианту осуществления изобретения, предусмотрено применение по меньшей мере одного органического связующего. Примеры подходящих органических связующих включают, не ограничиваясь этим, различные виды целлюлозы, отходы молочного производства (такие как лактоза или сыворотка), натуральную камедь (такую как гуаровая или ксантановая камедь), побочные продукты переработки древесины (такие как гемицеллюлоза или сульфонат лигнина), крахмал, декстрозу, мелассу (такую как меласса из сахарного тростника) и связующие на основе полиакриламидных или полиакрилатных структур. Большинство органических связующих могут сгорать в процессе спекания с небольшим количеством твердых остатков или без них. Кроме того, поскольку они образуются, в основном, из биомассы, их можно считать CO<sub>2</sub>-нейтральными.

В качестве альтернативы или дополнения может быть предусмотрено применение по меньшей мере одного минерального связующего. Примеры минеральных связующих включают, не ограничиваясь этим, бентонит, известь, негашеную известь (CaO), гашеную известь (Ca(OH)<sub>2</sub>). Как правило, минеральные (то есть неорганические) связующие не сгорают в процессе спекания, а остаются, возможно, в химически измененной форме как часть агломерата или окатышей. В зависимости от предполагаемого использования в доменной печи, печи прямого восстановления и/или электропечи и т.п., эти остатки связующего могут быть незначительными, вредными или даже полезными. В некоторых случаях минеральные связующие могут быть более эффективными, чем органические связующие.

Составные тела предпочтительно формируются путем брикетирования. В контексте настоящего описания термин "брикетирование" означает окускование под давлением. Определенное количество смеси подвергается воздействию давления, в результате чего вызывается или поддерживается агломерация частиц (и, возможно, других компонентов). Могут быть выполнены различные виды брикетирования, например, экструзия или валковое прессование. В процессе экструзии первичный продукт представляет собой непрерывную нить материала, которую необходимо разрезать или иным образом разделить на составные тела.

Помимо приложения давления, может быть применено повышение температуры путем нагрева либо смеси, либо определенных частей брикетировочной машины, которые находятся в контакте со смесью. В качестве альтернативы или дополнения тепло может генерироваться за счет трения или сжатия. Как упоминалось выше, составные тела, полученные в результате процесса брикетирования, могут называться кирпичами, блоками, брикетами или окатышами.

В некоторых вариантах осуществления изобретения смешанный материал не подвергается окускованию для формирования составных тел, а используется как насыпная смесь частиц железной руды и частиц древесного угля, и, следовательно, транспортируется и подается в установку окускования в таком виде. В этом случае могут также применяться ранее описанные этапы разламывания/дробления/фрагментации/измельчения и/или смешивания (пассивного или активного).

Как уже упоминалось выше, пункты расположения производства древесного угля и установки окускования обычно далеки друг от друга. Они могут находиться в разных странах или даже на разных континентах. Поскольку древесный уголь транспортировать гораздо легче и безопаснее, когда он соединен с частицами железной руды в смешанном материале, особенно когда он связан с частицами железной руды в форме составных тел, смешанный материал должен быть сформирован (возможно, в виде составных тел) на предприятии по производству древесного угля или вблизи него. Это в значительной степени позволяет избежать риска воспламенения или проблем с образованием пыли, связанных с транспортировкой древесного угля. Согласно типичному варианту осуществления изобретения, смешанный материал (и, в частности, составные тела) формируется в первом пункте, а способ также включает транспортировку смешанного материала во второй пункт, который находится на расстоянии по меньшей мере 100 км от первого пункта. Второй пункт может представлять собой место расположения установки окускования. Расстояние между первым пунктом и вторым пунктом может быть даже большим и составлять, например, по меньшей мере 500 км или несколько тысяч километров. В частности, смешанный материал может транспортироваться, по меньшей мере частично, железнодорожным или водным транспортом. В этих условиях экономическая эффективность транспортировки в значительной степени зависит от общей массы транспортируемого материала. Поскольку древесный уголь и железная руда (с другими компонентами, добавляемыми по выбору) транспортируются вместе, общая масса, подлежащая транспортировке для данного количества древесного угля, значительно увеличивается. Другими словами, экономически эффективная транспортировка (например, 200000 т) может быть осуществлена с меньшим количеством

древесного угля. Например, если производительность установки для производства агломерата составляет 6 млн. тонн в год, а на одну тонну агломерата требуется 60 кг древесного угля, то общее требуемое количество древесного угля составляет 360000 тонн в год. Если смешанный материал содержит 30% древесного угля, то одну экономически эффективную транспортировку можно осуществлять каждые два месяца. Такая относительно высокая частота транспортировки является выгодной, так как позволяет сократить объем хранилищ, необходимых как в первом, так и во втором пункте. Для снижения воспламеняемости древесного угля последний будет смешиваться с железосодержащим материалом, который сам по себе не воспламеняется. Предлагаемая объемная доля железосодержащего материала в смеси приблизительно соответствует объему пустот в массе древесного угля (объему между частицами угля), который обычно составляет приблизительно от 30 до 55 об.%. Более высокие объемные соотношения железосодержащего материала, даже превышающие 55 об.%, могут быть предпочтительными для дальнейшего снижения воспламеняемости. Квалифицированный специалист может определить минимальное количество в зависимости от характеристик железосодержащего материала и древесного угля, в каждом конкретном случае с учетом специальных испытаний на воспламеняемость и взрывоопасность.

Несмотря на вышеуказанные преимущества не слишком высокого содержания древесного угля, оно не должно быть и слишком низким, поскольку желательно, чтобы древесный уголь и железная руда присутствовали в соотношении, более или менее подходящем для процесса окускования, учитывая, однако, что в производстве может использоваться несколько источников руды и/или древесного угля. Поэтому желательно, чтобы смешанный материал содержал по меньшей мере 1 или 10 мас.%, предпочтительно по меньшей мере 20 мас.%, более предпочтительно по меньшей мере 30 мас.% древесного угля. Особенно предпочтительными являются диапазоны от 1 до 30 мас.%, от 5 до 20 мас.% и, возможно, от 10 до 20 мас.%. Если смешанный материал находится в форме составных тел, то массовый процент в смеси, из которой они сформированы, может быть несколько ниже, например, потому, что смесь содержит жидкие компоненты, которые испаряются в процессе формирования составных тел.

Извлечь выгоду из вышеупомянутых преимуществ, связанных с уменьшением содержания древесного угля, и обеспечить достаточное количество железной руды для процесса окускования можно, если смешанный материал содержит по меньшей мере 20 мас.%, предпочтительно по меньшей мере 30 мас.%, более предпочтительно по меньшей мере 50 мас.% железной руды. Как и в предыдущих примерах, в которых речь шла о составных телах, массовый процент в смеси, из которой формируются эти составные тела, может быть несколько ниже, например, из-за испарения жидких компонентов.

Формирование целостных составных тел, которые обычно можно рассматривать как агломерат или конгломерат, обычно протекает легче, если частицы древесного угля относительно малы. Кроме того, малый размер отдельных частиц древесного угля может повысить эффективность древесного угля в процессе спекания независимо от того, находится ли смешанный материал в форме составных тел или нет. Поэтому представляется предпочтительным, чтобы частицы древесного угля имели размер прохода через сито D90 менее 10 мм, предпочтительно менее 5 мм, более предпочтительно менее 3,5 мм. Другими словами, по меньшей мере 90% частиц древесного угля имеют максимальный размер менее 10 мм (либо, соответственно 5 мм или 3,5 мм).

Для смешанного материала (например, в составных телах или агломератах) в способе, предлагаемом в изобретении, могут быть использованы различные типы железосодержащего материала, в общем случае железная руда. Согласно одному варианту осуществления изобретения, частицы железосодержащего материала включают частицы сырья для агломерата, которые имеют размер прохода через сито, составляющий, по меньшей мере в основном, от 0,1 до 6,3 мм. "Сырье для агломерата" представляет собой термин, который обычно используется для обозначения железосодержащего сырьевого материала с вышеупомянутым относительно крупным/грубым размером зерна. Оно обычно производится из железных руд, химические свойства которых делают их пригодными для доменной печи, печи прямого восстановления и/или электропечи и т.п. без дальнейшего обогащения. Другими словами, содержание железа в железной руде изначально является относительно высоким, то есть содержание пустой породы является низким, поскольку соединение(-я) железа и пустая порода относительно хорошо разделены. Размер прохода через сито, составляющий, "по меньшей мере в основном", от 0,1 до 6,3 мм, означает, что по меньшей мере 80% или по меньшей мере 90% частиц имеют максимальный размер от 0,1 до 6,3 мм.

В качестве альтернативы в случае установки для производства окатышей или дополнения в случае установки для производства агломерата частицы железной руды могут содержать железосодержащий материал с меньшим размером зерна, например, частицы концентрата и/или гранулированного сырья (далее именуемые просто "сырьем для окатышей"), которые имеют размер прохода через сито, составляющий, по меньшей мере в основном, менее 0,15 мм. Как и в предыдущем случае, это означает, что по меньшей мере 80% или по меньшей мере 90% частиц имеют максимальный размер менее 0,15 мм. "Сырье для окатышей" представляет собой мелкодисперсный железорудный материал, образующийся в результате обогащения низкосортных железных руд. В таких низкосортных железных рудах содержится мало железа, а соединения железа и пустая порода плохо разделены. Тем не менее, если железную руду измельчить или разделить иным образом, чтобы уменьшить размер частиц, то становится возможным отделить частицы с достаточно высоким содержанием железа от частиц с более низким (или отсутст-

вующим) содержанием железа. Частицы с высоким содержанием железа могут быть использованы в качестве сырья для окатышей. Общей тенденцией применительно к установке для производства агломерата является ухудшение качества сырья для агломерата, поскольку подходящие железные руды больше не являются легкодоступными. Это можно компенсировать, по меньшей мере частично, включением сырья для окатышей.

Как упоминалось выше, размеры составных тел в целом не ограничиваются объемом изобретения. Предпочтительным, однако, является максимальный размер составных тел в диапазоне от 1 до 500 мм. Если максимальный размер находится за пределами этого диапазона, то производство и/или обработка составных тел становятся затруднительными. Небольшие составные тела, например, с максимальным размером менее 15 мм, могут называться "окатышами", в то время как более крупные составные тела, например, с максимальным размером от 15 до 100 мм, могут называться "брикетами", а еще более крупные составные тела - "блоками" или "кирпичами". Как упоминалось выше, отдельные составные тела могут иметь сферическую, цилиндрическую, кубическую, плоскую или даже неправильную форму.

Можно допустить, особенно в случае небольшого максимального размера отдельных составных тел, что эти тела используются в установке окускования в первоначальном виде, то есть без дальнейшей обработки. В соответствии с другим вариантом осуществления изобретения составные тела перед использованием в установке окускования подвергаются фрагментации. Фрагментация может, в частности, выполняться путем дробления составных тел. Процесс фрагментации может приводить к частичному или полному отделению частиц древесного угля от частиц железной руды и, возможно, к фрагментации отдельных частиц древесного угля и/или железной руды. Перед подачей в технологическую линию окускования материал обычно измельчают, особенно при использовании этого материала в установке для производства окатышей.

В установке для производства агломерата применяются, в основном, два способа добавления смеси древесного угля и железной руды в ходе производственного процесса. Смесь древесного угля и железной руды может быть добавлена в подстилочный слой агломерируемой смеси. Подстилочный слой агломерируемой смеси обычно состоит из горизонтальных слоев разных сырьевых материалов. При использовании подстилочного слоя агломерируемой смеси рудоусреднительные машины обычно производят забор материала по вертикали перпендикулярно слоям. Это позволяет хорошо перемешивать материал даже в течение длительного времени (например, от одной до нескольких недель). Поэтому в данном случае можно легко добавлять непосредственно смесь древесного угля и железной руды. Тем самым ограничиваются меры предосторожности, касающиеся ее разделения на частицы древесного угля и железной руды во время штабелирования. Тем не менее, в зависимости от процесса штабелирования и при наличии бункер-дозаторов описанный ниже эффект разделения необходимо учитывать и в этом случае. Вторая возможность введения смеси угля и железной руды в технологический процесс установки для производства агломерата реализуется с помощью бункера для исходного сырья этой установки. В этом случае дозирование смеси в ходе процесса агломерации осуществляется специальными дозирующими системами, такими как питателями непрерывного действия с весовым дозатором, дозирочными конвейерами, шнековыми питателями и т.п. В этом случае важно, чтобы смесь древесного угля и железной руды не подвергалась разделению, поскольку это приведет к неконтролируемому составу агломерируемой смеси, что вызовет проблемы в процессе агломерации.

В случае установки для производства окатышей при использовании смеси древесного угля и железной руды вторая возможность не применима, так как материал должен быть измельчен перед подачей на участок спекания. Следовательно, эффекты разделения, описанные выше, не играют роли.

Поэтому фрагментацию составных тел предпочтительно выполняют незадолго до подачи фрагментированного материала на участок спекания установки окускования, что позволяет предотвратить или свести к минимуму любые проблемы, связанные с образованием пыли или воспламенением древесного угля. Дробление составных тел предпочтительно выполняется на выпуске стационарного бункера непосредственно перед поступлением в дозирующее устройство. Существует также неординарная возможность фрагментации смешанного материала, даже если он не имеет форму составных тел. В случае фрагментации составных тел при введении в установку для производства окатышей все компоненты должны быть измельчены, раздельно или вместе, в размольном агрегате перед процессом спекания.

Желательно, чтобы смешанный материал можно было использовать в процессе окускования без дополнительного материала или с минимальным его количеством. Другими словами, смешанный материал может составлять большую часть исходного сырья для процесса окускования. Однако на практике смешанный материал может обеспечивать по меньшей мере 10 мас.% железосодержащего материала и по меньшей мере 5, предпочтительно по меньшей мере 10, более предпочтительно по меньшей мере 20 мас.% углеродсодержащего материала (связанного углерода) для процесса окускования в установках для производства агломерата и окатышей. В частности, в случае установки для производства агломерата предпочтительно, чтобы к сырьевому материалу добавлялось только уменьшенное количество гранулированного сырья, например, соответствующее 90 мас.% или менее, возможно - менее 60 мас.% железосодержащего материала. Смешанный материал может обеспечивать по меньшей мере 10%, предпочтительно по меньшей мере 40 мас.%, более предпочтительно по меньшей мере 60 мас.% углеродсодержа-

шего материала. Также предпочтительно, чтобы не было необходимости добавлять антрацит и/или коксовую мелочь к сырьевому материалу либо чтобы количество этого дополнительного топлива соответствовало 80 мас.% или менее, например, менее 60 мас.% или менее 40 мас.% углеродсодержащего материала.

В настоящем описании термин "окускование" применяется к рудному материалу, сформированному путем термической обработки - так называемого процесса спекания. Полученный продукт может представлять собой, например, окатыши или агломерат.

Как упоминалось выше, термин "установка окускования" в настоящем описании охватывает установку, в целом относящуюся к процессу окускования, а в частности представляющую собой установку для производства окатышей и установку для производства агломерата.

Как правило, это может быть достигнуто путем подачи смеси в печь для термической обработки с целью поддержания процесса спекания, обычно при температуре от 1000 до 1400°C и в окислительной атмосфере (O<sub>2</sub> все еще содержится в газовой атмосфере в значительном количестве) аналогично известным процессам производства окатышей и агломерата.

#### **Краткое описание чертежей**

Ниже описываются, с помощью примера, предпочтительные варианты осуществления изобретения со ссылками на приложенные чертежи, на которых показано:

фиг. 1 - схема потока материалов в способе, соответствующем первому варианту осуществления настоящего изобретения и относящемуся к установке для производства агломерата;

фиг. 2 - технологическая схема процесса в способе, представленном на фиг. 1;

фиг. 3 - схема потока материалов в способе, соответствующем первому варианту осуществления настоящего изобретения и относящемуся к установке для производства окатышей;

фиг. 4 - технологическая схема процесса в способе, представленном на фиг. 3;

фиг. 5 - схема потока материалов в способе, соответствующем второму варианту осуществления настоящего изобретения и относящемуся к установке для производства агломерата;

фиг. 6 - технологическая схема процесса в способе, представленном на фиг. 5;

фиг. 7 - схема потока материалов в способе, соответствующем второму варианту осуществления настоящего изобретения и относящемуся к установке для производства окатышей;

фиг. 8 - технологическая схема процесса в способе, представленном на фиг. 7.

#### **Описание предпочтительных вариантов осуществления изобретения**

На фиг. 1 показана схема потока материалов, иллюстрирующая первый вариант осуществления способа, предлагаемого в изобретении и относящегося к установке для производства агломерата, а на фиг. 2 показана технологическая схема процесса в этом способе. Способ поясняется ниже со ссылками на оба эти чертежа. На первом этапе 100 способа получают частицы железосодержащего материала/железной руды 1, частицы пиролизованной биомассы/древесного угля 2 и связующее 3. Для простоты в настоящем описании в качестве железосодержащего материала 1 используется железная руда 1, а в качестве пиролизованной биомассы 2 - древесный уголь 2. Это, однако, это не следует понимать как ограничение.

Частицы железной руды 1 поступают из источника железосодержащего материала, такого как, например, рудник 5, а частицы древесного угля поступают с предприятия 6 по производству древесного угля. В этом варианте осуществления изобретения железная руда 1 содержит сырье для агломерата с размером частиц от 1 до 6,3 мм, а также сырье для окатышей с размером частиц менее 1,5 мм. В альтернативном варианте возможно использование соответственно только сырья для агломерата или сырья для окатышей.

Древесный уголь 2, который может быть получен путем медленного пиролиза материала растительного происхождения, например, древесины, может иметь размер прохода через сито D90, составляющий менее 3,5 мм. Частицы древесного угля могут иметь относительно высокое содержание углерода, например, более 65, более 70 или даже более 75 мас.%. Связующее 3 может представлять собой минеральное связующее, такое как бентонит, или органическое связующее, такое как меласса из сахарного тростника. Оно также может представлять собой комбинацию минерального и органического связующего.

На следующем этапе 110 частицы железной руды 1, частицы древесного угля 2 и связующее 3 смешиваются для образования смеси. Смесь может также содержать по меньшей мере один жидкий компонент, который может представлять собой часть связующего 3 или может быть добавлен для облегчения процесса смешивания. Из этой смеси формируется агломерат 7 (этап 120) в агломерационной машине 4, в которой также может осуществляться смешивание. Агломерационная машина 4 может быть расположена рядом с предприятием 6 по производству древесного угля или даже на этом предприятии, чтобы минимизировать расстояние транспортировки древесного угля 2. Можно, однако, разместить агломерационную машину 4 и рядом с железным рудником или портом, если это более удобно. Сформированный агломерат 7 может быть подвергнут, по выбору, воздействию повышенной температуры для отверждения связующего 3 или испарения жидких компонентов. Сформированный таким образом агломерат 7 включает частицы железной руды 1, частицы древесного угля 2 и связующее 3, которое может быть хи-



мически изменено по сравнению с его первоначальной формой в результате процесса отверждения и т.п. Составные тела агломерата 7 могут иметь, например, кубическую форму с максимальным размером 10 см.

Агломерат 7 в готовом состоянии представляет собой твердые, целостные составные тела, которые хорошо подходят для хранения и транспортировки. В частности, поскольку уголь 2 связан в агломерате, он не требует специальных мер предосторожности, а риск воспламенения, связанный с чистым древесным углем 2, в основном исключен. Готовый агломерат 7 транспортируется (на этапе 130) первым наземным (например, железнодорожным или автомобильным) транспортом 11 в первый порт 12, где он перегружается (на этапе 140) на судно для дальней морской перевозки 13. Необходимость в использовании первого наземного транспорта 11 может отпасть, если установка для брикетирования находится рядом с первым портом 12. После прихода судна в место назначения (второй порт 14) агломерат 7 выгружается и снова перемещается. Впоследствии он может быть перевезен другим наземным транспортом 15 (на этапе 150) на сталелитейный завод 16, включающий дробильный агрегат 17 и установку 20 окускования. В качестве подготовки к использованию в установке 20 окускования агломерат 7 дробится (на этапе 160) в дробильном агрегате 17, в результате чего получается смесь более мелких частиц в виде дробленого материала 18. В некоторых случаях дробление может быть опущено, например, если размер составных тел агломерата 7 очень мал. Большая часть этого дробленого материала 18 представляет собой частицы чистой железной руды или частицы чистого древесного угля, обычно с небольшим, по меньшей мере, количеством связующего, в то время как другие частицы могут состоять по меньшей мере из одной частицы древесного угля, связанной с частицей железной руды. В бункерном помещении установки 20 окускования может быть предусмотрен специальный бункер (не показан) для хранения агломерата 7. Затем он может быть подвергнут дозированию и измельчению и перемещен на конвейерную систему (например, ленточный конвейер) для подачи в смесительный барабан и т.п. установки 20 окускования. В качестве альтернативы добавлению смешанного материала в бункерное помещение установки окускования он может быть также добавлен до или после этого участка по технологическому потоку непосредственно в подстилочный слой агломерируемой смеси.

Дробильный агрегат 17 может быть расположен относительно близко к установке 20 окускования, а для перемещения дробленого материала 18 от дробильного агрегата 17 к установке 20 окускования могут быть приняты особые меры предосторожности, чтобы избежать любых проблем с образованием пыли или риском воспламенения, связанным с частицами древесного угля. На этапе 170 добавляют дополнительные компоненты 19, которые могут содержать, например, сырье для окатышей и/или сырье для агломерата с целью пополнения железной руды из агломерата 7, ископаемое топливо, такое как антрацит и/или коксовая мелочь, неископаемое топливо или комбинацию перечисленного для удовлетворения потребности в энергии, необходимой для процесса спекания, известь, воду или другие подходящие добавки. Затем формируется слой (постель) агломерата (этап 180) и выполняется спекание (этап 190). Следует отметить, что дробленый материал 18 может подаваться в бункерное помещение для смешивания с дополнительными компонентами 19. В альтернативном варианте дробленый материал 18 может быть добавлен непосредственно в слой агломерата. Древесный уголь из агломерата 7 может представлять собой весь материал, содержащий связанный углерод и предназначенный для процесса спекания. Тем не менее, обычно он представляет собой только часть, например, от 20 до 90 мас.%, углеродсодержащего материала. В любом случае ископаемое топливо используется в значительно меньшем количестве, если не исключается вовсе, поэтому процесс окускования близок к статусу CO<sub>2</sub>-нейтрального. В результате процесса окускования получают на выходе (этап 200) агломерат 21a определенного качества, который, в свою очередь, может быть использован для производства стали в доменной печи, печи прямого восстановления и/или электропечи и т.п. В том же контексте первого варианта осуществления способа, предлагаемого в изобретении, фиг. 3 иллюстрирует схему потока материала, где во втором пункте 31 смесь 7 составных тел вводится в установку 20 окускования, продукт которой представляет собой окатыши 21b вместо агломерата 21a, а фиг. 4 представляет собой соответствующую технологическую схему этого способа. Оба способа, соответствующие первому варианту осуществления изобретения, являются одинаковыми, с тем главным отличием, что все компоненты для спекания, а именно дополнительный материал 19 и дробленый материал 18 или составные тела (агломерат) 7, должны быть дополнительно фрагментированы, более конкретно - измельчены (этап 171). Затем все компоненты измельчаются в дробильном агрегате 17, обычно до размера частиц D80 менее 0,045 мм, и формируются окатыши (этап 180), обычно представляющие собой сферы диаметром 6-16 мм, перед тем как может быть выполнено спекание (этап 190). После выполнения спекания 190 получают на выходе 200 продукт 21b в виде окатышей определенного качества, который может быть использован, в свою очередь, для выплавки стали в доменной печи, печи прямого восстановления и/или электропечи и т.п.

На фиг. 5 показана схема потока материалов, иллюстрирующая второй вариант осуществления способа, предлагаемого в изобретении и относящегося к установке для производства агломерата, а на фиг. 6 показана технологическая схема процесса в этом способе. Этот вариант осуществления изобретения в некоторой степени напоминает первый вариант и поэтому не описывается снова во всех подробностях. На первом этапе 100 получают частицы железной руды 1 из рудника 5 и частицы древесного угля 2 с

предприятия по его производству. Размеры и состав частиц могут быть такими же, как в первом варианте осуществления изобретения.

На этапе 105 частицы железной руды 1 и/или частицы древесного угля 2 могут быть транспортированы, по выбору, (первым) наземным транспортом 9 в пункт 30, где располагается смесительная емкость 10. На этапе 110 частицы железной руды 1 и частицы древесного угля 2 смешиваются в смесительной емкости 10 для получения смеси 8 частиц, которая не содержит связующего. Смешивание может выполняться активно или пассивно - просто путем одновременного высыпания частиц железной руды 1 и частиц древесного угля 2 в смесительную емкость 10. Таким образом, смесь 8 частиц представляет собой сыпучую смесь двух видов твердых частиц (железа и древесного угля), которая транспортируется в этой сыпучей форме. Этот вариант осуществления изобретения отличается от варианта, показанного на фиг. 1, тем, что не формируется агломерат (и, следовательно, отсутствует агломерационная машина 4). Однако смесь 8 частиц может содержать, по выбору, жидкость, вводимую вместе с железной рудой 1. Эта жидкость может способствовать временному связыванию некоторых мелких частиц древесного угля и пыли, тем самым снижая риск воспламенения, связанный с частицами древесного угля 2. Таким образом, смесь 8 частиц транспортируется в сыпучей форме (на этапе 130) соответственно первым или вторым наземным (например, железнодорожным или автомобильным) транспортом 11 в первый порт 12, где она перегружается (на этапе 140) на судно для дальней морской перевозки 13. Следует отметить, что смесительная емкость 10 может представлять собой часть железнодорожного вагона, грузового автомобиля и т.п., используемого для наземной транспортировки 11. В некоторых случаях необходимость в использовании наземного транспорта 11 может отпасть, если смесительная емкость 4 находится в первом порту 12. Во втором порту 14 смесь 8 частиц выгружается и снова перемещается. Впоследствии она может быть перевезена (на этапе 150) другим наземным (или речным и т.д.) транспортом 15 на сталелитейный завод 16, включающий установку 20 окускования, в которую смесь 8 частиц подается в качестве сырьевого материала / исходного сырья. Дробление смеси 8 частиц не требуется, и она может быть использована в своем исходном виде. Добавление смешанного материала может осуществляться в бункерном помещении (не показано) установки окускования либо он может быть также добавлен до или после этого участка по технологическому потоку непосредственно в подстилочный слой агломерируемой смеси.

Дополнительные компоненты 19 добавляются на этапе 170 как описано в первом варианте осуществления изобретения, слой агломерата формируется на этапе 180, а спекание выполняется на этапе 190. Следует опять отметить, что смесь 8 частиц может подаваться в бункерное помещение для смешивания с дополнительными компонентами 19. В альтернативном варианте смесь 8 частиц может быть добавлена непосредственно в слой агломерата. На выходе (этап 200) получают агломерат 21а определенного качества, который, в свою очередь, может быть использован для производства стали в доменной печи, печи прямого восстановления и/или электропечи и т.п.

В том же контексте второго варианта осуществления способа, предлагаемого в изобретении, фиг. 7 иллюстрирует схему потока материала, где во втором пункте 31 смесь 8 частиц вводится в установку 20 окускования, продукт которой представляет собой окатыши 21b вместо агломерата 21а, а фиг. 8 представляет собой соответствующую технологическую схему этого способа. Оба способа, соответствующие второму варианту осуществления изобретения, являются одинаковыми, с тем главным отличием, что все компоненты для спекания, а именно дополнительный материал 19 и смесь 8 частиц, должны быть дополнительно фрагментированы, более конкретно - измельчены (этап 171). Затем все компоненты измельчаются в дробильном агрегате 17, обычно до размера частиц D80 менее 0,045 мм, и формируются окатыши, обычно представляющие собой сферы диаметром 6-16 мм, перед тем как может быть выполнено спекание (этап 190). После выполнения спекания 190 получают на выходе 200 продукт 21b в виде окатышей определенного качества, который может быть использован, в свою очередь, для выплавки стали в доменной печи, печи прямого восстановления и/или электропечи и т.п.

В обоих вышеприведенных вариантах осуществления изобретения транспортировка на дальние расстояния осуществляется с помощью судна. Однако настоящее изобретение также охватывает транспортировку на дальние расстояния посредством железнодорожного транспорта. В этом случае транспортировка может осуществляться в один этап непосредственно из первого пункта во второй пункт.

Ссылочные обозначения.

1. Железосодержащий материал, железная руда.
2. Пиролизованная биомасса, древесный уголь.
3. Связующее.
4. Агломерационная машина.
5. Железный рудник.
6. Предприятие по производству древесного угля.
7. Составное тело, агломерат.
8. Смесь частиц.
9. Наземный транспорт.
10. Смесительная емкость.
11. Наземный транспорт.

12. Порт.
13. Транспорт для дальней морской перевозки.
14. Порт.
15. Транспортное средство.
16. Сталелитейный завод.
17. Дробильный или измельчительный агрегат.
18. Дробленый или измельченный материал.
19. Дополнительный материал.
20. Установка окускования (установка для производства агломерата или установка для производства окатышей).
- 21а. Агломерат.
- 21б. Окатыши.
30. Первый пункт.
31. Второй пункт.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ подачи сырьевого материала в установку (20) окускования, в котором: получают частицы железосодержащего материала (1) и частицы пиролизованной биомассы (2); смешивают указанные частицы (1, 2) для образования смешанного материала (7, 8); транспортируют упомянутый смешанный материал (7, 8) на дальнейшее расстояние, составляющее по меньшей мере 100 км; и подают упомянутый смешанный материал (7, 8) в установку (20) окускования в качестве сырьевого материала.
2. Способ по п.1, отличающийся тем, что упомянутый смешанный материал транспортируют на дальнейшее расстояние, составляющее по меньшей мере 500 км, предпочтительно несколько тысяч километров.
3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что смешанный материал транспортируют на дальнейшее расстояние железнодорожным или водным транспортом.
4. Способ по одному из пп.1-3, отличающийся тем, что смешанный материал используется в форме составных тел (7), причем каждое составное тело (7) является твердым и целостным и содержит частицы железосодержащего материала (1) и пиролизованной биомассы (2).
5. Способ по п.4, отличающийся тем, что он включает, до подачи сырьевого материала: получение (100) частиц железосодержащего материала (1) и частиц пиролизованной биомассы (2); смешивание (110) по меньшей мере железосодержащего материала (1) и пиролизованной биомассы (2) для получения смеси; и формирование (120) составных тел (7) из смеси.
6. Способ по п.5, отличающийся тем, что он включает получение (100) по меньшей мере одного связующего (3), а смесь получают путем смешивания (110) по меньшей мере железосодержащего материала (1), пиролизованной биомассы (2) и по меньшей мере одного связующего (3), причем упомянутое связующее предпочтительно включает в себя органическое или минеральное связующее.
7. Способ по одному из пп.4-6, отличающийся тем, что агломерат формируют путем брикетирования.
8. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что смешанный материал подают в установку окускования в сыпучей форме.
9. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что смешанный материал (7, 8) содержит по меньшей мере 1 мас.%, предпочтительно по меньшей мере 5 мас.%, более предпочтительно по меньшей мере 10 мас.% пиролизованной биомассы (2).
10. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что смешанный материал (7, 8) содержит по меньшей мере 20 мас.%, предпочтительно по меньшей мере 30 мас.%, более предпочтительно по меньшей мере 50 мас.% железосодержащего материала (1).
11. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что объемная доля частиц железосодержащего материала в смешанном материале составляет от 5 до 80 об.%.  
12. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что частицы пиролизованной биомассы (2) имеют размер прохода через сито D90, составляющий менее 10 мм, предпочтительно менее 5 мм, более предпочтительно менее 3,5 мм.
13. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что частицы железосодержащего материала (1) включают частицы сырья для агломерата, имеющие размер прохода через сито, составляющий, по меньшей мере в основном, от 0,1 до 6,3 мм.
14. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что частицы железосодержащего материала (1) включают частицы сырья для окатышей, имеющие размер прохода через сито, составляющий, по меньшей мере в основном, менее 0,15 мм.

15. Способ по одному из пп.4-12, отличающийся тем, что составные тела (7) имеют максимальный размер, составляющий от 1 до 500 мм.

16. Способ по одному из пп.4-13, отличающийся тем, что составные тела (7) подвергаются фрагментации (160) перед использованием в установке (20) окускования.

17. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что смешанный материал (7, 8) обеспечивает по меньшей мере 10 мас.% железосодержащего материала и по меньшей мере 5 мас.% углеродсодержащего материала для процесса спекания (190) в установке (20) окускования.

18. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что упомянутый железосодержащий материал (1) представляет собой железную руду (1) и/или упомянутая пиролизованная биомасса (2) представляет собой древесный уголь (2), и/или упомянутое составное тело (7) представляет собой агломерат (7) или конгломерат.

19. Способ эксплуатации установки окускования, в котором железосодержащий материал и углеродсодержащий материал подают в установку окускования и подвергают нагреву в печи для поддержания процесса окускования для формирования твердых железосодержащих продуктов, отличающийся тем, что в установку окускования подают смешанный материал в соответствии со способом по одному из предыдущих пунктов.

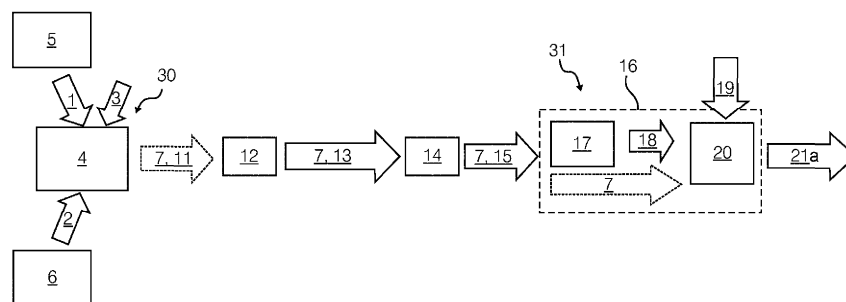
20. Способ по п.19, в котором смешанный материал (8) представляет собой сыпучую смесь частиц железосодержащего материала (1) и частиц пиролизованной биомассы.

21. Способ по п.19, в котором смешанный материал (7) содержит агломерат частиц железосодержащего материала (1) и частиц пиролизованной биомассы.

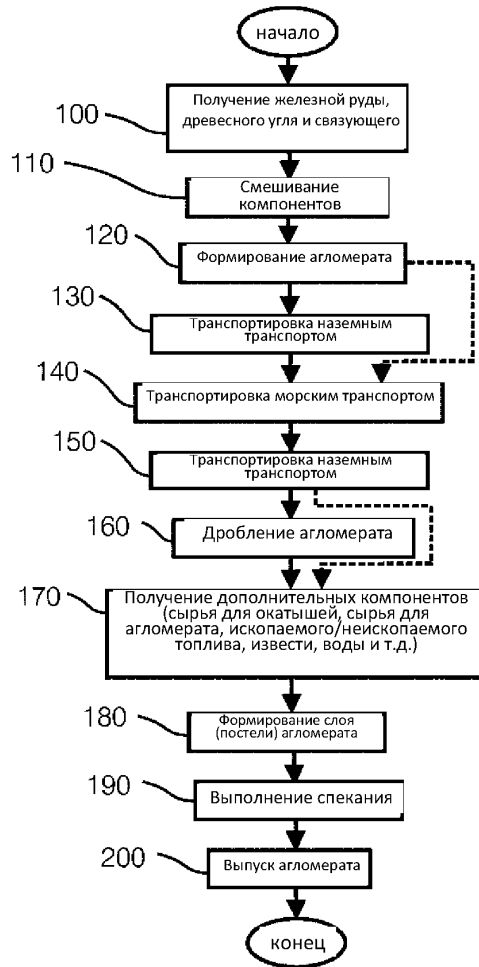
22. Способ по пп.19, 20 или 21, в котором установка окускования выполнена в виде установки для производства агломерата, причем смешанный материал (7, 8) подвергают, по выбору, дроблению и/или объединению с дополнительными компонентами и, по выбору, агломерируют перед обжигом в печи в окислительной атмосфере, а полученный агломерат подвергают дроблению.

23. Способ по пп.19, 20 или 21, в котором установка окускования выполнена в виде установки для производства окатышей, причем способ включает выполнение на установке окускования этапов измельчения смешанного материала, формирования из него сырцовых железорудных окатышей, загрузки и обжига упомянутых сырцовых окатышей в обжиговой печи в окислительной атмосфере для формирования отвердевших окатышей.

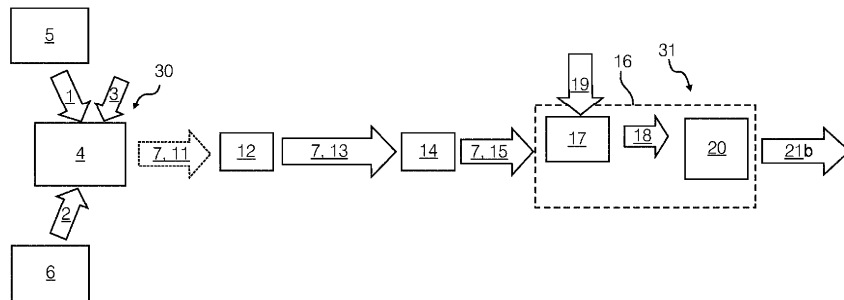
24. Способ по п.23, в котором смешанный материал и дополнительный материал, включающий связующее, измельчают в дробильном агрегате (17) установки для производства окатышей предпочтительно до размера частиц D80 менее 0,045 мм, и из измельченного материала формируют сырцовые окатыши, предпочтительно представляющие собой сферы с диаметром приблизительно от 6 до 16 мм.



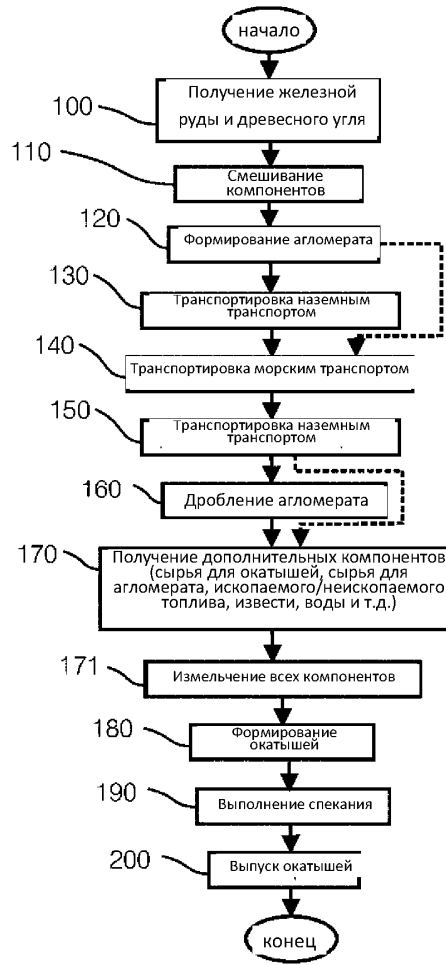
Фиг. 1



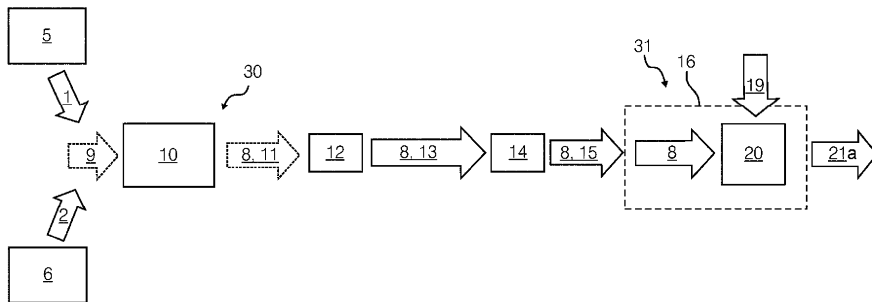
Фиг. 2



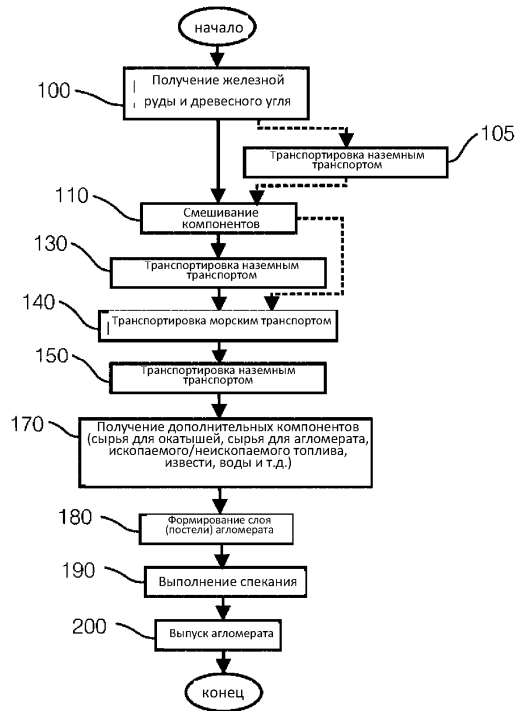
Фиг. 3



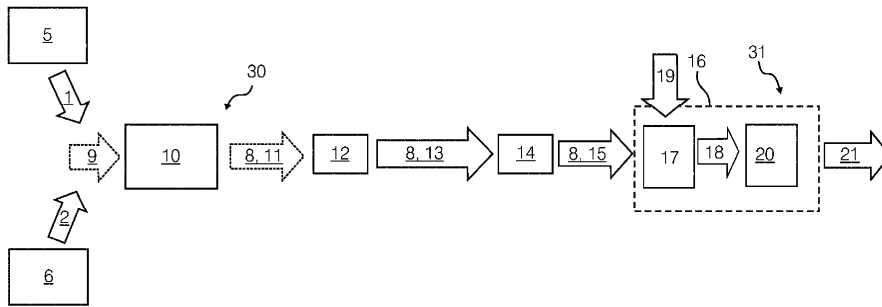
Фиг. 4



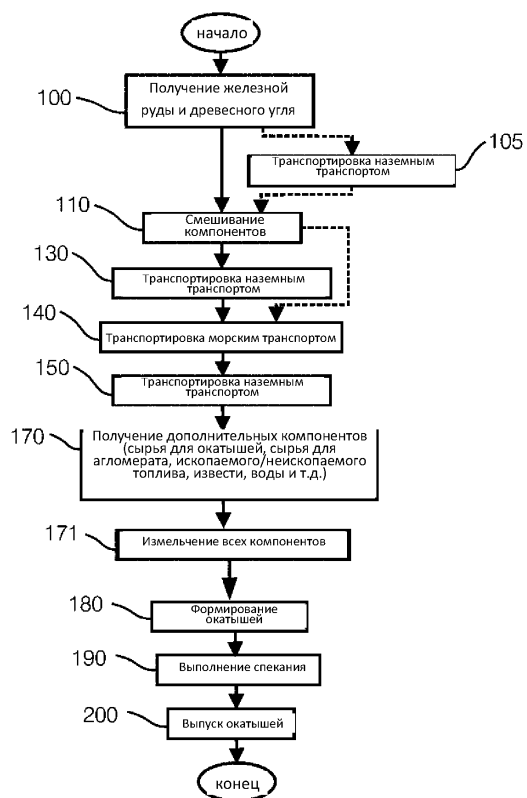
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

