

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2451096

СПОСОБ ПОДГОТОВКИ ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МАТЕРИАЛА В ВИДЕ БРИКЕТОВ ДЛЯ ПРОЦЕССА ПРЯМОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный горный университет" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2010114373

Приоритет изобретения **12 апреля 2010 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **20 мая 2012 г.**

Срок действия патента истекает **12 апреля 2030 г.**

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПРИЛОЖЕНИЕ

К ПАТЕНТУ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2451096

Восстановление действия патента

Дата досрочного прекращения действия патента в связи с неуплатой патентной пошлины за поддержание его в силе: **13.04.2015**

Дата, с которой действие патента восстановлено: **20.04.2016**

Запись внесена в Государственный реестр изобретений Российской Федерации
04 апреля 2016 г.

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

 **Г.П. Ивлиев**





**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2010114373/02, 12.04.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
12.04.2010

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 12.04.2010

(43) Дата публикации заявки: 20.10.2011 Бюл. № 29

(45) Опубликовано: 20.05.2012 Бюл. № 14

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2154680 C1, 20.08.2000. RU 2093592 C1,
20.10.1997. SU 45302 A, 31.12.1935. JP 07-
003341 A, 06.01.1995. JP 62-174334 A,
31.07.1987. WO 1997016573 A1, 09.05.1997.

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
ФГБОУ ВПО "СПГГУ", отдел
интеллектуальной собственности и
трансфера технологий (отдел ИС и ТТ)

(72) Автор(ы):

Литвиненко Владимир Стефанович (RU),
Трушко Владимир Леонидович (RU),
Дашко Регина Эдуардовна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования "Санкт-
Петербургский государственный горный
университет" (RU)

(54) СПОСОБ ПОДГОТОВКИ ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МАТЕРИАЛА В ВИДЕ БРИКЕТОВ ДЛЯ ПРОЦЕССА ПРЯМОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА

(57) Реферат:

Изобретение относится к области металлургии, в частности к подготовке железорудного материала в виде брикетов для процесса прямого восстановления железа. Железорудный материал и 3-5% глины смешивают, осуществляют обработку полученной смеси водным раствором хлорида железа с добавкой энзима в количестве, обеспечивающем получение смеси с

влажностью 15-20%, прессование и последующую сушку. В качестве железорудного материала используют смесь обогащенных грохочением 85-90 мас.% железослюдковомартитовой руды и 10-15 мас.% гидрогематитовой руды. Изобретение позволит повысить прочность получаемых брикетов при сохранении высокого содержания железа. 2 з.п. ф-лы, 3 пр.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21)(22) Application: **2010114373/02, 12.04.2010**(24) Effective date for property rights:
12.04.2010

Priority:

(22) Date of filing: **12.04.2010**(43) Application published: **20.10.2011 Bull. 29**(45) Date of publication: **20.05.2012 Bull. 14**

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 linija, 2,
FGBOU VPO "SPGGU", otdel intellektual'noj
sobstvennosti i transfera tekhnologij (otdel IS i TT)**

(72) Inventor(s):

**Litvinenko Vladimir Stefanovich (RU),
Trushko Vladimir Leonidovich (RU),
Dashko Regina Ehduardovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovanija "Sankt-
Peterburgskij gosudarstvennyj gornyj
universitet" (RU)**

(54) PREPARATION METHOD OF IRON-ORE MATERIAL IN FORM OF BRIQUETTES FOR DIRECT IRON REDUCTION PROCESS

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: iron-ore material is mixed with 3-5% of clay; obtained mixture is treated with water solution of iron chloride with addition of enzyme in quantity providing production of mixture with humidity of 15-20%, pressed and dried. Mixture of

85-90 wt % of iron-mica-martite ore and 10-15 wt % of hydrohematite ore, which are enriched with screening, is used as iron-ore material.

EFFECT: invention will allow improving strength of obtained briquettes at maintaining high iron content.

3 cl, 3 ex

Изобретение относится к области металлургии, в частности к подготовке железорудного материала в виде брикетов для процесса прямого восстановления железа.

5 Известен «Способ брикетирования железной окалины (заявка на изобретение RU №2001119151, д.пр. 10.07.2001), включающий смешивание окалины со связующим веществом, прессование в виде тел произвольной формы, обжиг и использование в качестве компактного шихтового материала для производства металла. В качестве связующего вещества используют молотый плавиновый шпат фракцией до 3 мм в 10 количестве не менее 1% и водный раствор жидкого стекла в количестве 1-25% сверх 100% брикетируемой массы. Недостатком способа является невысокая прочность полученных брикетов.

15 Известен «Способ брикетирования железосодержащих отходов в виде окалины для плавки» (патент RU №2321647, д.пр. 06.07.2006), включающий смешивание предварительно подготовленной окалины с измельченным углеродсодержащим материалом и связующим, включающим кремнесодержащий материал в виде спеченного и измельченного керамзита, карбонат щелочного металла и гидрокарбонат щелочного металла. Осуществляют обработку полученной смеси 20 раствором, включающим жидкое стекло, кремнефтористый натрий (отвердитель) и наполнитель в виде пылевидного материала, например керамзитовой пыли, прессование и последующую сушку. При использовании замасленной окалины ее предварительно обрабатывают силикатно-известковым раствором, содержащим 25 известь в количестве 0,5-2,5 мас.% на 1 мас.% масла, которую добавляют к водному раствору жидкого стекла плотностью 1100-1150 кг/м³, при их соотношении 1:2-1:3 с последующим гранулированием и сушкой при температуре от 200 до 250°C.

30 Недостатками способа являются использование токсичного кремнефтористого натрия, добавляемого в качестве отвердителя для жидкого стекла при обработке смеси, что не отвечает экологическим требованиям при изготовлении брикетов, а также невысокая прочность полученных брикетов.

35 Известен способ получения брикетов из металлургического сырья (Авт.св. SU №564347, д.пр. 13.02.76), включающий введение органического связующего, смешивание компонентов шихты, прессование и термообработку брикетов. В качестве связующего используют унифицированную карбамидную смолу 0,5-5% от сухого веса шихты, а термообработку ведут при 125-175°C в течение 30-180 мин. Недостатком 40 способа является использование высокотоксичной карбамидной смолы.

45 Известен способ подготовки шихтового материала в виде брикетов к плавке (патент RU №2154680, д.пр. 05.03.1999), взятый за прототип, включающий смешивание предварительно подготовленных железосодержащих отходов металлургического производства с тонкоизмельченным углеродсодержащим материалом в количестве 15-60% по углероду от массы отходов и связующим, обработку 50 полученной смеси водным раствором жидкого стекла, прессование и последующую сушку. В качестве связующего используют механическую смесь - суглинка, глины или полевого шпата и карбоната натрия. Причем смесь подвергают совместному размолу до фракции 0,85 мм и менее.

Недостатком способа является то, что получаемые брикеты недостаточно прочны, а также влагонепрочны, что требует создания специальных условий хранения и загрузки в плавильные печи.

Задачей изобретения является создание способа, позволяющего получить брикеты с повышенной прочностью и сохранением в них высокого содержания железа из

природного тонкодисперсного железорудного материала.

Технический результат заключается в повышении прочности получаемых брикетов и сохранении в них высокого содержания железа.

5 Технический результат достигается тем, что в способе подготовки железорудного материала в виде брикетов, включающем смешивание предварительно
подготовленного железорудного материала и глины в качестве связующего,
10 обработку полученной смеси водным раствором, прессование и последующую сушку, в качестве железорудного материала используют смесь обогащенных грохочением 85-90 мас.% железослюдковомартитовой руды и 10-15 мас.% гидрогематитовой руды, к
15 приготовленной смеси добавляют глину 3-5% от массы железорудного материала, а в качестве водного раствора используют водный раствор хлорида железа с добавкой энзима, полученного биотехнологическим способом, в количестве, обеспечивающем
получение смеси с влажностью 15-20%.

15 В качестве связующего может быть использована глина группы монтмориллонита.

Прессование может быть проведено при давлении 50-55 МПа, а последующая сушка может быть проведена при температуре 25-30°C в течение не менее 12 часов.

20 Использование в качестве предварительно подготовленного железорудного материала смеси обогащенных грохочением 85-90 мас.% железослюдковомартитовой руды и 10-15 мас.% гидрогематитовой руды позволяет получить прочные брикеты с
высоким содержанием железа.

25 Смесь железослюдковомартитовой и гидрогематитовой руд является смесью природного тонкодисперсного железорудного материала для выплавки железа с содержанием железа в них более 65%. Железослюдковомартитовая руда представляет собой природный тонкодисперсный порошок с низкой прессуемостью.

30 Гидрогематитовая руда обладает хорошими связующими свойствами за счет присутствия в ее составе гидроксида железа и небольшого количества глинистой составляющей (до 1%). Гидрогематитовая руда формирует структурные связи в
брикете. Предварительная подготовка железорудного материала, а именно
35 приготовление смеси обогащенных грохочением 85-90 мас.% железослюдковомартитовой руды и 10-15 мас.% гидрогематитовой руды повышает прессуемость смеси, а значит и прочность получаемого брикета с повышенным содержанием железа. Добавка гидрогематитовой руды менее 10 мас.% приводит к
недостаточной прессуемости брикета и недостаточной его прочности, а добавка
40 более 15 мас.% нецелесообразна, т.к. технология получения железа из этой руды более сложная, чем из железослюдковомартитовой руды.

40 Предварительное обогащение железорудного материала грохочением обеспечивает удаление обломков руды, которые имеют пониженное содержание железа, и пустой породы. Приготовление смеси обогащенных грохочением железослюдковомартитовой и гидрогематитовой руды обеспечивает равномерное распределение связывающих
45 частиц гидрогематитовой руды между частицами железослюдковомартитовой руды.

Предварительная обработка железорудного материала повышает прессуемость смеси и прочность брикета. При этом поддерживается высокое содержание железа в брикете.

50 К приготовленной смеси железорудного материала добавляют глину в качестве связующего, 3-5% от массы железорудного материала. Используют глину с высокой физико-химической активностью, в частности глину группы монтмориллонита.

Использование глины группы монтмориллонита в качестве связующего при изготовлении брикетов позволяет уменьшить общее содержание глинистого материала без снижения прочности брикета и содержания в нем железа.

Смешивание предварительно подготовленного железорудного материала (смеси 85-90 мас.% железослюдковомартитовой руды и 10-15 мас.% гидрогоматитовой руды) и глины в качестве связующего формирует прочность структурных связей в брикете с повышенным содержанием железа. Смешивание глины и смеси из дисперсных железных руд позволяет достигнуть равномерное распределение частиц сухой глины между фракциями железорудных материалов и усиливает связующее действие частиц глины. Это также влияет на повышение прочности брикета. Добавление глины менее 3% от массы руды не дает нужной прочности брикета, более 5% уменьшает общее количество железа в брикете.

Обработка приготовленной смеси железорудных материалов и глины водным раствором в количестве, обеспечивающем получение смеси с влажностью 15-20%, способствует равномерному перемешиванию всех компонентов, формированию структурных связей и лучшему формованию брикетов, что увеличивает прочность брикетов с повышенным содержанием железа. Взаимодействие водного раствора и глины при перемешивании способствует равномерному распределению частиц глины на фракциях железорудных материалов, что улучшает скольжение частиц железорудных материалов относительно друг друга и улучшает равномерность распределения всех фракций. Влажность смеси менее 15% затрудняет перемешивание компонентов смеси и формование брикетов. Влажность смеси более 20% избыточна, снижает формуемость смеси.

Использование водного раствора хлорида железа компенсирует потери железа, возникающие в результате добавления к железорудному материалу глины (наличие катиона железа в растворе), и обеспечивает формирование дополнительных структурных связей в брикете. Также водный раствор хлорида железа обладает низкой коагулирующей способностью, т.е. способствует получению смеси без образования комков, что способствует равномерному перемешиванию компонентов смеси и повышению прочности брикетов с повышенным содержанием железа.

Добавка энзима, полученного биотехнологическим способом, к водному раствору хлорида железа приводит к сорбции энзима на тонкодисперсных частицах железорудного материала и глины. Энзимы или ферменты относятся к высокомолекулярным белкам, в полимерной структуре которых имеются полости, включающие гидрофобные и гидрофильные радикалы и группировки. В результате растворения энзима в воде уменьшается поверхностное натяжение воды, т.к. энзимы обладают свойствами ПАВ и действуют как гидрофобизаторы. Изменение структуры воды при гидрофобизации смеси приводит к интенсивному удалению воды при ее прессовании и созданию наиболее плотной упаковки брикета, что способствует усилению молекулярного и электростатического взаимодействия между тонкодисперсными частицами. За счет особенностей структуры энзимов, полученных биотехнологическим способом, и их сорбции на тонкодисперсных частицах формируются прочные водородные связи. Концентрация энзима не приводит к снижению содержания железа в брикете. Все это обеспечивает повышение прочности брикетов с повышенным содержанием железа.

Использованы энзимы, полученные биотехнологическим способом, которые известны как гидрофобизаторы или стабилизаторы грунта и дорожных масс для строительства дорог. Гидрофобизаторы грунта придают плотность и прочность дорожному покрытию (ТУ 2.7-45.1-3450778-196-201. Почвы и смеси органико-минеральные, обработанные ферментом Perma-Zyme 11x и цементом). Также они понижают усилия, необходимые для уплотнения-прессования. Используются, в

частности, препараты (энзимы), полученные биотехнологическим способом из растительного сырья, а именно путем ферментативного расщепления свеклы с использованием микроорганизмов, в частности препарат Perma-Zyme 11X («Пермозайм») производства США и «Дорзин» производства Украины. Эти энзимы относятся к чистым белкам микробного происхождения, полученным биотехнологическим способом.

Прессование брикетов при давлении 50-55 МПа позволяет получить прочные брикеты за счет уменьшения влажности брикета и формирования структурных связей. Значение оптимального давления получено экспериментально. Прессование при давлении прессования менее 50 МПа не позволяет получить заданную прочность брикетов. При давлении прессования более 55 МПа происходит растрескивание брикетов за счет их дополнительного обезвоживания.

Последующая сушка при температуре 25-30°C в течение 12-14 часов способствует формированию дополнительных структурных связей и не требует специального сложного оборудования. Сушка при температуре ниже 25°C значительно увеличивает время сушки. Сушка при температуре выше 30°C приводит к термической усадке брикетов и образованию трещин. Сушка в течение 12-14 часов удаляет часть воды из смеси и позволяет достичь оптимального соотношения влажности и прочности брикета. Уменьшение количества воды в брикете сопровождается сближением частиц и агрегатов смеси и усилению молекулярного и электростатического взаимодействия между ними, в том числе за счет перехода в твердую цементирующую фазу части соли хлорида железа, а также формирование водородных связей. Это повышает прочность брикета с повышенным содержанием железа. За счет удаления воды содержание железа в брикете также повышается. Сушка менее 12 часов приведет к недостаточной прочности брикета, сушка более 14 часов приводит к растрескиванию брикета и потере его прочности.

Способ осуществляют следующим образом.

1. Предварительная подготовка железорудного материала.

Железослюдковомартитовую и гидрогематитовую руду предварительно обогащают грохочением на типовом грохоте для удаления крупных кусков породы с размером частиц более 2 мм с низким содержанием железа. Затем приготавливают смесь в соотношении 85-90 мас.% железослюдковомартитовой руды и 10-15 мас.% гидрогематитовой руды.

2. К полученному количеству железорудного материала добавляют сухой глины 3-5% от массы железорудного материала. Сухую смесь перемешивают.

3. Приготавливают водный раствор хлорида железа из расчета 10 г хлорида железа на 1 л воды.

В раствор вводят энзим, полученный биотехнологическим способом, из расчета 2 мл на 1 л воды. Общее количество водного раствора обеспечивает получение смеси с влажностью 15-20%.

4. Готовый водный раствор хлорида железа с добавкой энзима вводят в сухую смесь и перемешивают до однородного состояния. Операции смешивания осуществляют в типовом смесителе.

5. Готовую смесь прессуют под давлением 50-55 МПа с выдержкой 15 мин. Режим уплотнения - либо статическое давление, либо динамическое (переменное). Влажность брикета после прессования 10-11%. Прессование осуществляют на типовом прессе. Полученные брикеты сушат при температуре 25-30°C в течение 12-14 ч на воздухе.

Пример 1 (лабораторный). Смесь железослюдковомартитовой и гидрогематитовой

руд - богатых железных руд рыхлого типа с содержанием железа более 65% Яковлевского рудника Белгородской группы месторождений Курской магнитной аномалии. Предварительно просеянную через сита с размером отверстия +2 до крупности менее 2 мм руду смешивают в механическом смесителе в соотношении 85 мас.% железослюдковомартитовой руды и 15 мас.% гидрогематитовой руды. Затем в смеситель вводят сухую глину с высокой физико-химической активностью из группы монтмориллонита в количестве 5% и сухую смесь перемешивают. Отдельно готовится водный раствор хлорного железа плотностью 10 г на 1 л воды с добавкой энзима 2 мл на 1 л воды. В качестве энзима микробного происхождения, полученного биотехнологическим способом, использован препарат Perma-Zyme 11X (Пермазайм) (США), высококонцентрированный фермент. Раствор добавляют к сухой смеси и перемешивают. Полученную смесь прессуют при давлении 50-55 МПа. Готовые брикеты сушат 12 часов при 30°C. Получены брикеты диаметром 5,0-5,8 см и высотой 3-4 см. Плотность брикета после сушки 3,49-3,53 г/см³. Брикеты имеют прочность на сжатие 4,5-6,2 МПа. В брикете установлено уменьшение общего количества железа по сравнению с исходной рудой не более 2%.

Пример 2. Смесь железослюдковомартитовой и гидрогематитовой руд Яковлевского рудника Белгородской группы месторождений Курской магнитной аномалии. Предварительно просеянную через сита с размером отверстия +2 до крупности менее 2 мм руду смешивают в механическом смесителе в соотношении 90 мас.% железослюдковомартитовой руды и 10 мас.% гидрогематитовой руды. Затем в смеситель вводят сухую глину с высокой физико-химической активностью из группы монтмориллонита в количестве 5% и сухую смесь перемешивают. Отдельно готовится водный раствор хлорного железа плотностью 10 г на 1 л воды с добавкой энзима 2 мл на 1 л воды. В качестве энзима микробного происхождения использован препарат «Дорзин» производства Украины. Раствор добавляют к сухой смеси и перемешивают. Полученную смесь прессуют при давлении 50-55 МПа. Готовые брикеты сушат 12 часов при 30°C. Получены брикеты диаметром 5,0-5,8 см и высотой 3-4 см. Плотность брикета после сушки 3,49-3,53 г/см³. Брикеты имеют прочность на сжатие 4,2-6,7 МПа. В брикете установлено уменьшение общего количества железа по сравнению с исходной рудой не более 2%.

Пример 3. Смесь железослюдковомартитовой и гидрогематитовой руд Яковлевского рудника Белгородской группы месторождений Курской магнитной аномалии. Смешивают в соотношении 90 мас.% железослюдковомартитовой руды и 10 мас.% гидрогематитовой руды. Затем в смеситель вводят сухую глину с высокой физико-химической активностью из группы монтмориллонита в количестве 3% и сухую смесь перемешивают. Отдельно готовится водный раствор хлорного железа плотностью 10 г на 1 л воды с добавкой энзима 2 мл на 1 л воды. В качестве энзима микробного происхождения использован препарат Perma-Zyme 11X (Пермазайм) (США), высококонцентрированный фермент. Раствор добавляют к сухой смеси и перемешивают. Полученную смесь прессуют при давлении 50-55 МПа. Готовые брикеты сушат 12 часов при 30°C. Получены брикеты диаметром 5,0-5,8 см и высотой 3-4 см. Плотность брикета после сушки 3,49-3,53 г/см³. Брикеты имеют прочность на сжатие 4,4-6,0 МПа. В брикете установлено уменьшение общего количества железа по сравнению с исходной рудой не более 2%.

После сушки брикеты подают в металлургический агрегат для дальнейшей переработки. Таким образом, способ подготовки железорудного материала в виде брикетов для процесса прямого восстановления железа позволяет получить брикет из

природного тонкодисперсного железорудного материала с повышенной прочностью и высоким содержанием железа.

Формула изобретения

- 5 1. Способ подготовки железорудного материала в виде брикетов для процесса прямого восстановления железа, включающий смешивание предварительно подготовленного железорудного материала и глины в качестве связующего, обработку полученной смеси водным раствором, прессование и последующую сушку, 10 отличающийся тем, что в качестве предварительно подготовленного железорудного материала используют смесь обогащенных грохочением 85-90 мас.% железослюдковомартитовой руды и 10-15 мас.% гидrogематитовой руды, к приготовленной смеси добавляют глину 3-5% от массы железорудного материала, а в качестве водного раствора используют водный раствор хлорида железа с добавкой 15 энзима в количестве, обеспечивающем получение смеси с влажностью 15-20%.
2. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве связующего используют глину группы монтмориллонита.
3. Способ по п.1 и 2, отличающийся тем, что прессование проводят при давлении 50- 20 55 МПа, а последующую сушку проводят при температуре 25-30°C в течение не менее 12 ч.

25

30

35

40

45

50