



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2013130859/02, 05.07.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
05.07.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 05.07.2013

(43) Дата публикации заявки: 10.01.2015 Бюл. № 1

(45) Опубликовано: 27.06.2015 Бюл. № 18

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2476607 C1, 27.02.2013. SU 740848 A1, 15.06.1980; . SU 333186 A1, 21.03.1972; . SU 623889 A1, 15.09.1978; . US 20110068521 A1, 24.03.2011.

Адрес для переписки:

119049, Москва, ГСП-1, В-49, Ленинский пр-кт,  
4, МИСиС, Отдел защиты интеллектуальной  
собственности

(72) Автор(ы):

Коровушкин Владимир Васильевич (RU),  
Шипко Михаил Николаевич (RU),  
Подгородецкий Геннадий Станиславович  
(RU),  
Староверов Борис Александрович (RU),  
Смагина Альбина Витальевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
"Национальный исследовательский  
технологический университет "МИСиС"  
(RU)

**(54) СПОСОБ УПРОЧНЕНИЯ СЫРЫХ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОКАТЫШЕЙ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к черной металлургии и может быть использовано для упрочнения сырых железорудных окатышей. Способ включает формирование окатышей путем окомкования влажной шихты в окомкователях для придания сырым окатышам прочности. Добавляемый в шихту бентонит перед указанными действиями обрабатывают в импульсном магнитном поле прямоугольной формы. Число импульсов составляет 20,

напряженность магнитного поля каждого импульса устанавливают 480 эрстед, длительность каждого импульса устанавливают 0,2 с и длительность паузы между каждым из импульсов - 1,0 с. Изобретение позволяет увеличить прочность сырых железорудных окатышей, сохранять высокое содержание в них железа и уменьшить долю разрушившихся частиц при транспортировке их к обжиговой машине для окислительного обжига. 1 табл.

C 2  
C 2  
7  
L  
8  
4  
5  
2  
R U

R U  
2  
5  
5  
4  
8  
3  
7  
C 2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2013130859/02, 05.07.2013**  
 (24) Effective date for property rights:  
**05.07.2013**  
 Priority:  
 (22) Date of filing: **05.07.2013**  
 (43) Application published: **10.01.2015** Bull. № 1  
 (45) Date of publication: **27.06.2015** Bull. № 18  
 Mail address:  
**119049, Moskva, GSP-1, V-49, Leninskij pr-kt, 4,  
 MISiS, Otdel zashchity intellektual'noj sobstvennosti**

(72) Inventor(s):  
**Korovushkin Vladimir Vasil'evich (RU),  
 Shipko Mikhail Nikolaevich (RU),  
 Podgorodetskij Gennadij Stanislavovich (RU),  
 Staroverov Boris Aleksandrovich (RU),  
 Smagina Al'bina Vital'evna (RU)**  
 (73) Proprietor(s):  
**Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe  
 obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego  
 professional'nogo obrazovanija "Natsional'nyj  
 issledovatel'skij tekhnologicheskij universitet  
 "MISiS" (RU)**

(54) **METHOD OF STRENGTHENING OF WET IRON-ORE PELLETS**

(57) Abstract:  
 FIELD: metallurgy.  
 SUBSTANCE: invention relates to ferrous metallurgy, and can be used for strengthening of wet iron-ore pellets. The method includes forming of the pellets by the wet charge pelletisation in pelletiser to provided the wet pellets with strength. Bentonite added to the charge prior to the above actions is treated in the pulse magnetic field of rectangular shape. Number of pulses is 20, magnetic field intensity of each pulse is

480 Oe, each pulse width is 0.2 s, and pause width between each pulse is 1.0 s.  
 EFFECT: invention increases strength of the wet iron-ore pellets, keeps iron high content in them, and reduces amount of the destructed particles during transportation to the baking machine for oxidising baking.  
 1 tbl

RU 2 554 837 C2

RU 2 554 837 C2

Изобретение относится к черной металлургии и может быть использовано для упрочнения неофлюсованных сырых железорудных окатышей. Сырые окатыши должны обладать прочностью, чтобы выдерживать нагрузки при транспортировке к обжиговой машине. Известен классический способ упрочнения сырых окатышей путем добавки в шихту бентонита. Этот способ используется практически на всех окомковательных фабриках. Бентонит является дорогостоящим сырьем, а месторождения качественного бентонита находятся на значительном удалении от потребителей, что приводит к дополнительным транспортным расходам. Это приводит к поиску замены бентонита на другие связующие материалы и добавки к бентониту.

Известны способы упрочнения сырых окатышей путем добавки в шихту различных материалов. Примерами данных способов могут служить патент «Способ окускования металлургического сырья» (патент РФ №2016100, МПК С22В 1/24, год опубликования 1994) и патент «Окатыши для металлургического производства» (патент РФ №2225889, МПК С22В 1/243, год опубликования 2004). По первому из указанных патентов процесс приготовления окатышей включает смешивание компонентов шихты с упрочняющей добавкой в смесительном барабане, увлажнение, окомкование и спекание (обжиг) на агломерационной (обжиговой) машине, при этом в качестве упрочняющей добавки вводят предварительно измельченный кимберлит, из которого извлечены алмазы. Второе техническое решение заключается в том, что в состав окатышей вводят железосодержащий материал, связующее и воду. В качестве связующего предлагается использовать отходы травителя медных плат на основе хлорного железа при следующем соотношении компонентов, мас. %: железосодержащий материал 73-80; отходы травителя 8-12; вода 12-15. Способы решают поставленные перед ними задачи, но имеют существенный недостаток. Они изменяют химический состав шихты, что негативно сказывается на качестве металлургического продукта. Дополнительно вводимый материал, в некоторых случаях (патент №2225889), может быть достаточно агрессивным и экологически вредным.

Известен способ использования связующего для производства железорудных окатышей (патент РФ №2031154, МПК С22В 1/243). Способ предлагает применение нонтронита в качестве добавки к бентониту, обеспечивая сокращение бентонита без ухудшения металлургических свойств сырых окатышей при соотношении связующих ингредиентов, мас. %: бентонит 20-80, нонтронит 80-20. Однако нонтронит по своим связующим свойствам уступает бентониту и требует повышенного расхода в шихту в 1,5-2,5 раза больше, чем бентонита, что приводит к уменьшению общего содержания железа - важного параметра металлургических свойств окатышей, поскольку снижение содержания железа в шихте на 1% в среднем повышает удельный расход кокса на 1,4%.

Известен также способ производства шихты для окатышей (патент 2245930, МПК С22В 1/242, опубл. 2005). Изобретение относится к подготовке шихты для производства железорудных окатышей, которая включает связующую композицию, состоящую из бентонита и полимера. При этом содержание полимера в композиции составляет 1-5%. Кроме того, в шихту дополнительно вводится флюсующая добавка в количестве 0,5-2,0%. Изобретение позволяет увеличить прочность сырых окатышей, однако введение добавок уменьшает содержание железа в окатышах, что отрицательно сказывается на производительности их производства.

Близким к заявляемому решению является способ получения прочных сырых железорудных окатышей («Металлургия чугуна». Вегман Е.Ф., Жеребин Б.Н., Похвиснев А.Н. и др. Под ред Ю.С. Юсфина. - М.: ИКЦ «Академкнига», 2004, 774 с., с.184). Способ заключается в формировании сырых окатышей путем окомкования влажной шихты

из концентрата или измельченной руды с добавкой бентонита в специальных аппаратах - окомкователях для придания окатышам прочности, необходимой для хранения, транспортировки к обжиговым машинам. Недостатком способа-прототипа являются высокие требования к точности поддержания параметров технологического процесса - влажности шихты, скорости грануляторов и времени процесса окомкования, влияющих на прочность конечного продукта. К тому же, не представляется возможности для экономии дорогостоящего бентонита.

Наиболее близким к заявляемому и принятым за прототип является способ получения прочных железорудных окатышей (патент РФ №2476607, МПК C22B 1/24, опубл. 2013), который не приводит к уменьшению содержания железа в шихте, вследствие упрочнения окатышей физическим воздействием на их механические свойства. Способ заключается в формировании окатышей путем окомкования влажной шихты в окомкователях и упрочнения их обжиговым способом с последующей обработкой в импульсном магнитном поле, причем число импульсов прямоугольной формы выбирают от 20 до 30, напряженность магнитного поля устанавливают от 400 до 480 эрстед, длительность каждого импульса выбирают в пределах 0,1-0,2 с с длительностью паузы между импульсами от 1 до 2 с. Однако несмотря на полученный эффект упрочнения окатышей при магнитоимпульсной обработке (МИО), реальное использование способа затруднено тем, что магнитоимпульсную установку нельзя технически установить непосредственно на конвейере, а при разгрузке из бункера за время пролета окатышей через индуктор окатыши не успевают быть обработанными необходимым числом импульсов. Отдельная линия магнитоимпульсной обработки окатышей может быть применена лишь при производстве ограниченного количества окатышей повышенной прочности.

Технический результат предлагаемого изобретения заключается в увеличении прочности сырых железорудных окатышей способом, включающим формирование окатышей путем окомкования влажной шихты в окомкователях с добавлением в качестве связующего бентонита, предварительно обработанного в импульсном магнитном поле прямоугольной формы, причем число импульсов устанавливают 20 при напряженности магнитного поля каждого импульса 480 эрстед, длительности каждого импульса 0,2 с, длительности паузы между каждым импульсом 1,0 с.

Сущность заявляемого технического решения заключается в использовании эффекта влияния импульсного магнитного поля прямоугольной формы на бентонит, что приводит к уменьшению дефектности структуры и, соответственно, ее совершенствованию. Это в свою очередь приводит к большей способности удерживать необходимую влагу и повышать связующую способность бентонита, что улучшает процесс окомкования сырых окатышей и повышает их прочность. Большая способность удерживать влагу у бентонита, обработанного импульсным магнитным полем, установлена измерениями с помощью синхронного термического анализа. Влияние воздействия импульсного магнитного поля на прочность окатышей оценивалось путем проведения экспериментальных исследований опытных образцов, изготовленных с бентонитом, подвергнутым обработке магнитным полем различной формы и напряженности при различных комбинациях числа импульсов, длительности и паузы между ними и сырыми окатышами с бентонитом без его обработки. В результате более 150 экспериментов были выбраны прямоугольная форма импульсов и диапазоны изменения указанных параметров воздействия, оказывающие наиболее положительное влияние на прочность продукта. В нижеприведенной таблице 1 показаны результаты двух примеров сравнительных испытаний прочности сырых железорудных окатышей с содержанием бентонита 0,8% и 10% влаги без обработки бентонита и сырых окатышей

аналогичного состава с добавлением бентонита, подвергнутого магнитной обработке с различными параметрами. Прочность оценивалась на сжатие в кг/окатыш. Испытания проводились в различное время и разными исполнителями. В результате сравнения полученных данных по прочности окатышей был выбран вариант со следующими параметрами воздействия, оказывающий наибольшее упрочнение сырых окатышей: число импульсов 20; напряженность магнитного поля каждого импульса 480 эрстед; длительность импульса 0,2 с, длительность паузы 1,0 с. Анализ результатов, приведенных в таблице 1, показывает увеличение прочности сырых окатышей на сжатие на 33%, что существенно повышает их эксплуатационные качества.

Способ осуществляют следующим образом. Формирование окатышей путем окомкования влажной шихты производят в специальных аппаратах - окомкователях. Для увеличения механической прочности сырых окатышей в шихту добавляют бентонит, предварительно обработанный магнитным полем с импульсами прямоугольной формы: количество импульсов 20, напряженность каждого импульса 480 эрстед, длительность каждого импульса 0,2 с, длительность паузы между импульсами 1,0 с. Поскольку необходимое количество добавляемого бентонита в шихту составляет всего 0,8%, то его обработка может производиться независимо, а затем обработанный бентонит может добавляться непосредственно в шихтовой материал. При этом не нарушается технологическая цепочка производства сырых окатышей. Полученные в окомкователе сырые окатыши транспортируются на обжиговую машину.

Предлагаемый способ позволяет увеличить прочность сырых железорудных окатышей, сохранять высокое содержание в них железа, уменьшить долю разрушившихся окатышей при транспортировке их к обжиговой машине для окислительного обжига и уменьшать возврат мелочи.

Таблица 1. Результаты прочности сырых окатышей с необработанным бентонитом и после его магнитоимпульсной обработки (МИО)

№ п.п.	Пример 1														Средняя прочность, кг/ок.	% упрочнения
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
Прочность окатышей с необработанным бентонитом	0,58	1,08	1,03	0,65	0,77	1,06	0,72	0,75	0,60	0,57	0,59	1,09	0,76	0,92	0,80	
Прочность окатышей после МИО бентонита (20 имп., $t_{имп}=0,1$ с, $t_{инт}=1$ с, $H=400$ Э)	0,87	1,01	1,01	0,89	0,87	1,09	0,78	1,09	0,86	0,98	1,03	1,03	0,87	0,76	0,94	17,5
№ п.п.	Пример 2														Средняя прочность, кг/ок.	% упрочнения
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
Прочность окатышей с необработанным бентонитом	0,74	0,66	0,87	0,85	0,98	0,71	0,7	0,91	0,67	0,98	1,12	0,77	1,00		0,84	
Прочность окатышей после МИО бентонита (20 имп., $t_{имп}=0,2$ с, $t_{инт}=1,0$ с, $H=420$ Э)	0,92	1,34	1,13	0,90	0,85	1,08	0,90	0,90	1,37	0,80	1,08	1,45	1,19		1,07	27,4
Прочность окатышей после МИО бентонита (20 имп., $t_{имп}=0,2$ с, $t_{инт}=1,0$ с, $H=450$ Э)	1,18	1,23	0,88	1,33	1,36	1,09	0,91	0,88	1,06	1,44	0,95	1,11	0,94		1,10	30,1
Прочность окатышей после МИО бентонита (20 имп., $t_{имп}=0,2$ с, $t_{инт}=1,0$ с, $H=480$ Э)	1,16	1,15	0,94	1,19	0,84	1,11	1,36	0,87	1,12	1,05	0,87	1,50	1,44		1,12	33,3

Примечание:  $t_{имп}$  - длительность импульса,  $t_{инт}$  - длительность интервала.

### Формула изобретения

Способ упрочнения сырых железорудных окатышей, включающий формирование окатышей путем окомкования влажной шихты в окомкователях для придания сырым окатышам прочности, отличающийся тем, что в шихту добавляют бентонит, который перед указанным формированием окатышей обрабатывают в импульсном магнитном

поле прямоугольной формы, число импульсов которого составляет 20, причем напряженность магнитного поля каждого импульса устанавливают 480 эрстед, длительность каждого импульса устанавливают 0,2 с, а длительность паузы между каждым из импульсов - 1,0 с.

5

10

15

20

25

30

35

40

45