



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 08.10.80 (21) 2993698/22-02

с присоединением заявки № 2993696/22-02

(23) Приоритет -

Опубликовано 23.02.83. Бюллетень №7

Дата опубликования описания 23.02.83

(11) 998548

(51) М. Кл. ³

С 22 В 1/26

(53) УДК 622.788

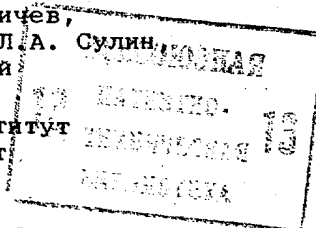
(088.8)

(72) Авторы
изобретения

Р.Ф. Кузнецов, А.П. Буткарев, М.Г. Ладыгичев,
В.С. Шаврин, А.М. Дюльдин, В.Я. Дегодя, Л.А. Сулин,
С.В. Шаврин, С.Д. Абрамов и В.С. Швыдский

(71) Заявители

Всесоюзный научно-исследовательский институт
металлургической теплотехники и Институт
металлургии Уральского научного центра
АН СССР



(54) СПОСОБ ОХЛАЖДЕНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ КУСКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ В КОЛЬЦЕВОМ ОХЛАДИТЕЛЕ

1

Изобретение относится к производству железорудного сырья в черной металлургии, а именно к производству частично восстановленных железорудных кусковых материалов.

Известны способы охлаждения кусковых материалов в кольцевых охладителях, включающие охлаждение материала с поперечным прососом охлаждающего агента через движущийся слой [1].

Недостатками этих способов являются: охлаждение кусковых материалов в воздушной среде, что исключает возможность получения восстановленных окатышей, невозможность регулирования качества готовой продукции в процессе охлаждения, значительные потери тепла с уходящими газами. Эти недостатки частично устраняются при двухступенчатом охлаждении материала.

Наиболее близким к изобретению по технической сущности и достигаемому результату является способ охлаждения железорудных материалов в кольцевом чашевом охладителе, включающий двухступенчатое охлаждение материала, прямоточное движение с поперечным прососом охлаждающего агента и материала на первой ступени

2

и перекрестный просос агента через опускающийся слой материала на второй ступени охлаждения [2].

5 Недостатками известного способа являются: наличие в охладителе холостой промежуточной зоны, что увеличивает габариты агрегата; усложненная схема движения потоков охлаждающего агента в агрегате и наличие громоздкого расположенного у внешней жалюзийной решетки короба; значительные безвозвратные потери тепла с уходящими газами; получение готовой продукции с недостаточно высокой металлургической прочностью.

15 Целью изобретения является частичное восстановление материала в процессе его охлаждения и повышение качества готовой продукции.

20 Указанная цель достигается тем, что согласно способу при охлаждении кусковых материалов в кольцевом чашевом охладителе, включающем двухступенчатое охлаждение материала, прямоточное движение охлаждающего агента и материала на первой ступени и перекрестный просос охлаждающего агента через опускающийся слой материала на второй ступени охлаждения в верхнюю часть агрегата одновремен-

30

но с материалом подают топливо в количестве 18-25 кг/т и просасывают его совместно с потоком охлаждающего агента сверху вниз, при этом материал в верхней части агрегата восстанавливают до 25-40% при коэффициенте расхода воздуха 0,4-0,9 и одновременно охлаждаются на 400-700°C за счет эндотермических реакций.

При использовании газообразного топлива его подают только через приемную воронку в количестве 0,04-0,12 м³/м² с.

При использовании твердого топлива его предварительно измельчают до крупности 1,0-3,0 мм.

На современных обжиговых конвейерных машинах значительное время и полезные производственные площади (до 40%) используют для охлаждения готовой продукции, что существенно ограничивает удельную производительность обжигового оборудования. С другой стороны, физическое тепло горячих окатышей при их охлаждении, как правило, теряется безвозвратно. Вместе с тем, как показали опыты, процесс охлаждения может быть существенно интенсифицирован при развитии в охлаждающемся слое эндотермических восстановительных реакций (такой процесс развивается при охлаждении горячих с температурой 500°C и выше окатышей в слое, содержащем твердое топливо). При этом одновременно осуществляется частичное восстановление окатышей до 25-40% и металлургическая ценность готовой продукции существенно возрастает. Совмещение процессов охлаждения и частичного восстановления кусковых материалов возможно в серийных чашевых охладителях, устанавливаемых после обжиговых машин. Для этого серийные охладители должны быть оборудованы устройством для ввода твердого топлива непосредственно в поток горячих окатышей, загружаемых в агрегат. Тогда при температурах 500°C и выше интенсивно протекают эндотермические реакции восстановления гематита. Скорость протекания восстановительных реакций достаточно высока и за 8-12 мин окатыши восстанавливаются до 25-40%. Вместе с тем развитие эндотермических реакций требует значительного количества тепла, что обуславливает существенную интенсификацию процесса охлаждения окатышей.

Совмещение процессов восстановления и охлаждения по предлагаемому способу производят во вращающемся чашевом охладителе, оборудованном устройством для ввода топлива в горячий поток материала. При этом совмещение указанных процессов осуществляется в верхней части агрегата (в

приемной воронке и верхней части кольцевой шахты), т.е. на первой ступени процесса. Обязательным условием является такая подача топлива, чтобы оно непосредственно попадало в поток окатышей, так как в противном случае (при его контакте с воздухом) возможно загорание топлива, что недопустимо. Процессы охлаждения и частичного восстановления следует производить при прямоточном движении охлаждающего агента и материала, так как именно в этом случае наиболее активный восстановитель встречается с материалом, имеющим максимальную температуру. В результате скорость протекания процессов восстановления становится максимально возможной уже в самом начале процесса, т.е. в наиболее активной зоне. По мере опускания материала он охлаждается, развитие восстановительных реакций в зоне замедляется и подача на эти горизонты свежего восстановителя становится неэффективной. Использование на первой ступени процесса других схем движения охлаждающего агента и материала (противоток, перекрестный ток) нежелательно, так как они приводят к понижению степени восстановления готовой продукции. Действительно, при противотоке активный восстановитель встречается сначала с относительно "холодным" куском, затем уже в верхней части с горячим куском, где и начинаются активные процессы восстановления. В результате время на процесс сокращается, теряется полезная высота агрегата и падает конечная степень восстановления материала. При перекрестном токе часть слоя у внешней жалюзийной решетки активно восстанавливается, а к центру кольцевой шахты и особенно к внутренней жалюзийной решетке скорость протекания восстановительных реакций постепенно снижается. В результате имеет место неравномерная восстановительная обработка слоя и заметно снижается качество готовой продукции.

В верхней части агрегата охлаждение окатышей осуществляется как за счет конвективной передачи тепла, так и за счет эндотермических реакций восстановления. Для этого в слой охлаждаемых окатышей следует подавать 18-25 кг топлива на каждую тонну материала. При подаче меньшего количества топлива (менее 18 кг/т) конечная степень восстановления готовой продукции не достигает 25%, что нежелательно. При подаче большего количества топлива (более 25 кг/т) значительное его количество теряется с уходящими газами (при подаче газообразного топлива), либо

с готовой продукцией (при подаче твердого топлива).

Материал в верхней части агрегата восстанавливают до 25-40%. Восстановление материала до степени, меньшей 25%, экономически нецелесообразно, так как не оправдывает увеличения удельных затрат топлива на процесс, несмотря на улучшение показателей доменного передела. Восстановление материала до степени, большей 40%, в серийных чашевых охладителях (без их существенной реконструкции) затруднительно. Процесс восстановления окатышей в верхней части агрегата производят при коэффициенте расхода воздуха 0,4-0,9. При меньшем коэффициенте расхода воздуха (менее 0,4) существенно замедляется процесс разложения топлива и снижается эффективность протекания процесса восстановления. При большом коэффициенте расхода воздуха (более 0,9) в слое возможно протекание окислительных реакций, что недопустимо.

В слое кускового материала за счет эндотермических реакций процесса окатыши следует охлаждать на 400-700°C. Охлаждение окатышей на меньшую величину (менее, чем на 400°C) нежелательно, так как при этом имеют место недостаточно высокие скорости восстановления материала. Охлаждение окатышей на большую величину (более, чем на 700°C) приводит к уменьшению их механической прочности и к ухудшению показателей их последующей транспортировки.

При использовании в процессе газообразного топлива для повышения степени восстановления материала, его следует подавать только в глухую воронку. Подача топлива в другие точки нежелательна, так как способствует загоранию газа над слоем и, следовательно, ухудшению качества готовой продукции. Восстановительный газ следует подавать в количестве 0,04-0,12 м³/м²·с. При меньшем количестве газа (менее 0,04 м³/м²·с) конечная степень восстановления готовой продукции окажется ниже 25%, что нецелесообразно. Подача большего количества восстановительного газа (более 0,12 м³/м²·с) приводит, без улучшения качества готовой продукции, к существенному увеличению удельного расхода топлива на процесс.

При использовании в процессе неэффективного твердого топлива его необходимо измельчать до крупности 1,0-3,0 мм. При крупности топлива менее 1,0 мм оно успевает прореагировать уже в верхних слоях материала, и в остальной части агрегата восстановительный реакций не протекает, что нежелательно. При крупности топлива

более 3,0 мм оно полностью не успевает прореагировать, что приводит к увеличению удельного расхода топлива на процесс.

В нижней части агрегата, опускающаяся по кольцевой шахте сверху вниз, окатыши охлаждаются потоком холодного воздуха, просасываемого через жалюзийную систему, т.е. в перекрестном токе. Охлаждение окатышей в перекрестном токе в нижней части агрегата обеспечивает существенную интенсификацию процесса, так как относительно небольшая ширина кольцевой шахты позволяет на серийном тягодутьевом оборудовании обеспечить значительные скорости фильтрации слоя (до 1,0 м/с и выше) и, следовательно, интенсифицировать процесс охлаждения. Охлаждение окатышей на второй ступени в противотоке, либо прямотоке нецелесообразно, так как из-за значительной высоты слоя материала его продувка охлаждающим агентом с достаточно высокими скоростями фильтрации слоя требует существенного увеличения мощностей (давления) тягодутьевого оборудования.

Сущность изобретения заключается в совмещении процессов охлаждения и частичного восстановления окатышей (до степени восстановления 25-40%) и оптимизации режимных параметров этих процессов. Охлаждение окатышей за счет эндотермических реакций восстановления окислов железа существенно интенсифицируется.

На фиг. 1 представлена схема чашевого охладителя для осуществления способа; на фиг. 2 - охладитель окатышей, вид сверху.

Способ при использовании в качестве восстановителя газообразного топлива осуществляют следующим образом. Горячие окатыши с температурой, например, 1000°C поступают в приемную воронку 1, опускаются сверху вниз в кольцевую шахту 2, неподвижным ножом-сбрасывателем 3 снимаются с основания вращающегося чашевого охладителя и поступают на тракт готовой продукции. В приемную воронку 1 и верхнюю часть кольцевой шахты подают восстановительный газ, через патрубок 4 и глухую воронку 5 просасывают его сверху вниз и отводят через внутреннюю жалюзийную решетку 6 и коллектор 7. При этом в верхней части агрегата происходит (в прямотоке) частичное восстановление окатышей до степени 30% и интенсивное их охлаждение на 700°C (с 1100 до 400°C) за счет эндотермических реакций процесса. Восстановление материала производят при коэффициенте расхода воздуха 0,7. При этом подсосы воздуха в слой горя-

чих окатышей в верхней части агрегата устраняются посредством установ- ки неподвижного относительно слоя окатышей защитного экрана 8. Восста- новительный газ в охладитель подают в количестве 20 кг на каждую тонну материала. При производительности охладителя, например, 100 т/ч коли- чество восстановительного газа сос- тавит

$$\frac{20 \cdot 100}{0,73} = 2750 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где $0,73 \text{ кг/м}^3$ - удельный вес при- родного газа Шебе- линского месторож- дения.

Скорость фильтрации газа через выходное сечение глухой воронки 5, равное $7,65 \text{ м}^2$, поддерживают равной $0,1 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$, т.е. $\frac{2750}{7,65 \cdot 3600} = 0,1 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$.

Частично восстановленные окаты- ши опускаются в нижнюю часть агре- гата и охлаждаются в ней с 400 до 80°C в перекрестном токе. Для этого охлаждающий агент (воздух) засасы- вают через внешнюю жалюзийную решет- ку 9, просасывают через слой окаты- шей, охлаждают их и через внутрен- нюю жалюзийную решетку 6 и коллек- тор 7 отработанные газы сбрасывают в дымовой боров.

Во вращающейся кольцевой шахте материал опускается только над мес- том установки ножа-сбрасывателя 3. Сход материала начинается в момент совпадения сечения слоя с местом установки ножа-сбрасывателя и завер- шается на длине, равной $0,1$ длины окружности охладителя. На остальных участках агрегата слой материала находится в неподвижной состоянии. Отметим, что все описанные процессы протекают как на участках с непод- вижным слоем, так и в движущемся слое материала. Охлажденные частич- но восстановленные окатыши отправля- ются на склад готовой продукции.

Во время процесса температуру окаты- шей в агрегате регулируют скоростью схода материала (глубиной погружения но- жа-сбрасывателя 3) и контролируют стандартными термомпарами. Количес- тво подаваемого в агрегат восстано- вительного газа регулируется дрос- селирующими устройствами тягодутье- вого оборудования и контролируют стационарными расходомерами. Степень восстановления материала регулируют скоростью его схода и контролируют по химическому анализу проб, отобра- ных по высоте печи. Коэффициент рас- хода воздуха регулируют изменением

величины разрежения сбросного дымо- соса и контролируют по химическому анализу проб газа, отбираемого из аг- регата.

При использовании в качестве вос- становителя твердого топлива процесс корректируется следующим образом. Твердое топливо включают непосредст- венно в поток горячих окатышей. Глу- хая воронка 5 при этом становится ненужной. Топливо подают со средней крупностью $2,0 \text{ мм}$ в количестве 20 кг на каждую топку материала, т.е. в нашем случае $20 \cdot 100 = 2000 \text{ кг/ч}$. Это топливо захватывается потоком охла- жающего агента, фильтруемого через слой материала сверху вниз, и способ- ствует развитию эндотермических ре- акций восстановления окислов железа и процесса охлаждения окатышей. Да- лее весь процесс осуществляют ана- логично описанному.

Крупность твердого топлива уста- навливают при его измельчении и конт- ролируют рассевками на стандартных ситах. Количество твердого топлива регулируют изменением режима работы топливоподающего устройства и конт- ролируют стационарными весоизмерите- лями.

Применение изобретения обеспечи- вает получение частично восстано- вленных окатышей со степенью восста- новления 25-40% на серийном обжиге- вом оборудовании при незначительной его реконструкции. Кроме того, физи- ческое тепло горячих окатышей, ра- нее значительная часть которого без- возвратно терялась в процессе охла- ждения, используется на развитие эндотермических реакций процесса вос- становления. В результате коэффици- ент использования тепла в агрегате существенно возрастает. Использо- вание частично восстановленных окаты- шей в доменном переделе обеспечива- ет повышение производительности домен- ных печей на 14-17% и снижение рас- хода доменного кокса на 15-18%. При таком улучшении показателей процесса экономический эффект составит 240 тыс. руб. на 1 млн. т выплавляе- мого чугуна.

Формула изобретения

1. Способ охлаждения железорудных кусковых материалов в кольцевом ох- ладителе, включающий двухступен- чатое охлаждение материала, прямо- точное движение охлаждающего агента и материала на первой ступени и пере- крестный просос охлаждающего агента через опускающийся слой материала на второй ступени охлаждения, о т л и ч а ю щ и й с я т е м , ч т о , с целью частичного восстановления ма-

териала в процессе его охлаждения и улучшения качества готовой продукции, в верхнюю часть агрегата одновременно с материалом подают топливо в количестве 18-25 кг/т и просасывают его совместно с потоком охлаждающего агента сверху вниз; при этом, восстанавливая материал в верхней части агрегата до 25-40% при коэффициенте расхода воздуха 0,4-0,9, одновременно охлаждают его на 400-700°C за счет эндотермических реакций процесса.

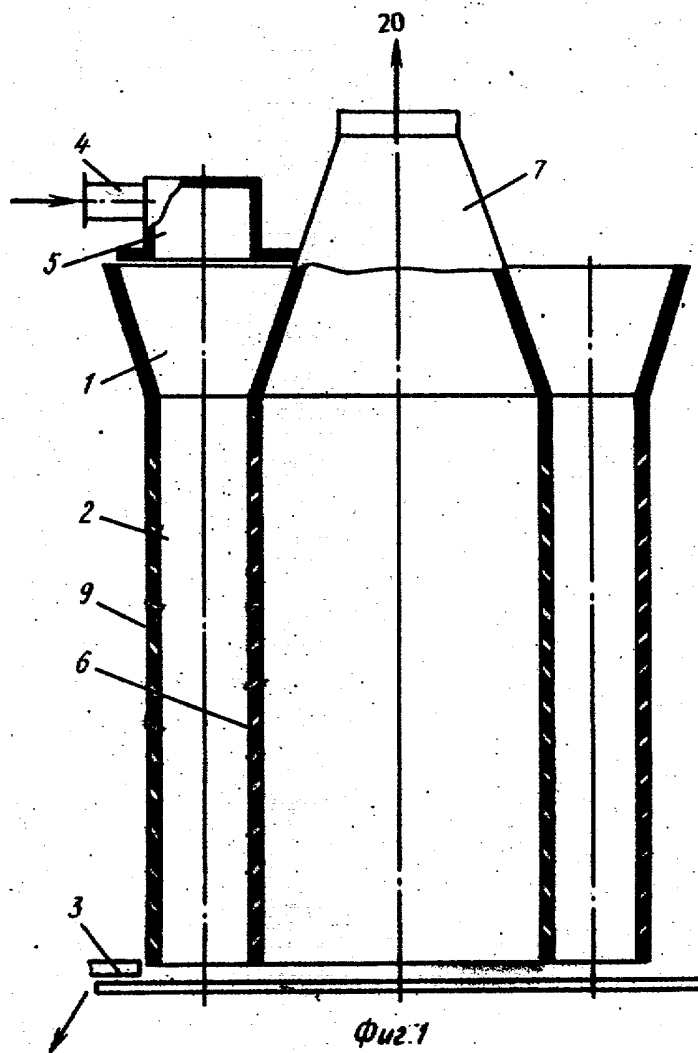
2. Способ по п.1, отличающийся тем, что, с целью повышения степени восстановления материала при использовании газообраз-

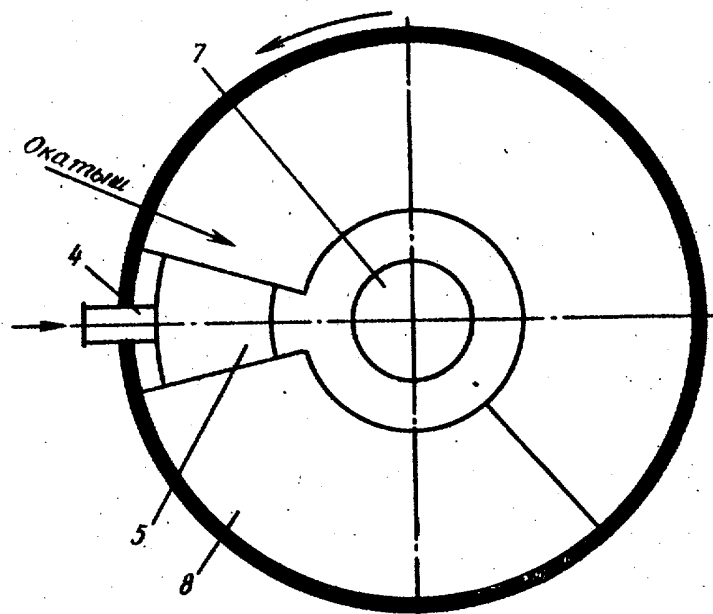
ного топлива, его подают только через глухую воронку в количестве 0,04-0,12 м³/м²с.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что, с целью использования в процессе не дефицитных видов твердого топлива, его предварительно измельчают до крупности 1,0-3,0 мм.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе
1. Бабушкин Н.М. и др. Охлаждение агломерата и окатышей. М., "Металлургия", 1975.

2. Авторское свидетельство СССР № 483437, кл. С 21 В 1/08, 1974.





Фиг. 2

Редактор О. Половка Составитель Ю. Серов Корректор Ю. Макаренко
 Техред Л. Пекарь
 Заказ 1082/47 Тираж 625 Подписное
 ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5
 Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4