

Изобретение относится к области черной металлургии, а именно, к способам получения окатышей.

Известен способ получения окатышей, включающий дозировку и смешивание компонентов шихты, содержащей железорудный концентрат, кальций, содержащий флюс и отходы металлизованных окатышей, ее окомкование, сушку и подогрев окатышей при температуре до 320°C и 600-1200°C соответственно с последующим окислительным обжигом, отличающийся тем, что температуру окислительного обжига изменяют от 1250 до 1050°C прямо пропорционально изменению в шихте содержания смеси кальцийсодержащего флюса и отходов металлизованных окатышей от 0,5 до 3,5 мас.%, а отношение содержаний оксида кальция к железу общему в смеси изменяют в пределах от 0,4 до 1,2 [1].

Недостатком указанного технического решения является низкая прочность окисленных окатышей из-за осуществления процесса упрочнения в твердой фазе. В качестве железосодержащего материала используются только отходы металлизованных окатышей, на измельчение которых требуются высокие энергетические затраты.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является способ производства обожженных окатышей, при котором дозируют и смешивают компоненты шихты, а именно обожженные MgO - содержащие минералы, кокс и окалину, подвергают измельчению, затем смешивают с железной рудой и из полученной шихты изготавливают окатыши, которые подвергают обжигу на конвейерной машине. Содержание MgO в окатышах варьируют в пределах 1-5%.

Однако, наряду с преимуществами по отношению к [1] данный способ имеет ряд существенных недостатков. Ввод обожженных MgO - содержащих минералов в шихту окатышей, обеспечивая достаточную прочность влажного окомкованного материала, приводит к значительному разрушению окатышей при сушке и нагреве за счет разложения гидратов магнезия.

Кроме этого измельчение прокатной окалины, кокса и флюса требует высоких энергетических затрат. Нерегламентированный ввод твердого топлива в шихту окатышей приводит к их расплавлению при обжиге, снижая производительность процесса получения окатышей. Повышая стойкость окатышей при восстановлении в интервале температур 400+600°C, ввод MgO - содержащего флюса не повышает их стойкость на стадии восстановления магнетита в вюстит, протекающей при более высокой температуре. Наличие твердого топлива в шихте окатышей, с одной стороны, увеличивает содержание пустой породы и вредных примесей за счет зоны кокса, с другой, увеличивая пористость окатышей, снижает их прочностные свойства в холодном состоянии.

В основу изобретения поставлена задача утилизации в процессе производства окатышей ранее не утилизированных материалов, например, шламов мокрой газоочистки доменного, сталеплавильного и прокатного производств, содержащих 90-97% фракций - 40 мкм, до 50%, т.е. 8% CaO, 109% MgO, 10% C, в результате чего с одной стороны улучшается экологическая обстановка в металлургическом производстве, снижаются затраты на измельчение шихтовых материалов и их расход на производство окатышей, с другой повышаются металлургические свойства железорудных окатышей, в частности "холодную" и "горячую" прочности сырья.

Шламы мокрой газоочистки предварительно смешивают с известняком до получения влажности смеси 8-10%, затем в полученную смесь вводят бентонит до соотношения содержания оксидов железа, кальция, кремния и твердого углерода 1,00:(1,4-2,0):(0,3-0,7):(0,1-0,3) соответственно, совместно измельчают и смешивают с железорудным концентратом в соотношении 1,0:(9,0-19,0). Предлагаемая совокупность признаков позволяет использовать неподготовленные по влажности шламы мокрой газоочистки, содержащие 20-25% воды, снизить расход железорудного концентрата и известняка и повысить прочностные характеристики обожженных окатышей.

Ежегодно, только в условиях металлургического завода им. Г.И.Петровского, образуется 180-220 тыс.т шламов мокрой газоочистки, из которых утилизируется при получении алгомерата лишь половина. Оставшаяся часть отходов не используется и выбрасывается в отвалы из-за отсутствия стадии их подготовки по влажности, химическому и гранулометрическому составу. Использование мелкодисперсных отходов в агломерационном производстве приводит к снижению производительности процесса. В данном техническом решении предлагается использование мелкодисперсных отходов при получении железосодержащих окатышей.

Для использования данного вида отходов их влажность не должна превышать 10%. Увеличение содержания влаги в материале выше 10% приводит к нарушению технологического процесса из-за застарания "течек" в приемных бункерах и на стадии транспортировки материалов к измельчительным агрегатам. Поэтому шламы предварительно смешиваются с известняком. Нижний предел содержания влаги в смеси - 8% определен на основании того, что при снижении влажности ниже 8% резко снижается количество оксидов железа и твердого углерода в смеси. Это приводит к увеличению расхода железорудного концентрата и к снижению прочностных характеристик окатышей.

Ввод в состав шихты мелкодисперсных отходов металлургического производства в шихту окатышей по предлагаемому способу позволяет снизить затраты энергии на процесс измельчения шихтовых материалов по сравнению с прототипом. Повышение прочностных свойств окатышей не возможно в рамках твердофазного упрочнения материала при обжиге в окислительной атмосфере.

Для улучшения металлургических свойств железосодержащего доменного сырья необходим качественный переход от твердофазного спекания к жидкофазному. Осуществление жидкофазного спекания возможно лишь при определенном количестве, химическом составе расплава и температуре его образования при известном температурном интервале обжига (1250-1320°C).

В предлагаемом изобретении заданы температура плавления, химический состав жидкой оксидной фазы на стадии подготовки шихтовых материалов путем выдерживания соотношения содержания оксидов железа, кальция, кремния и твердого углерода, равного 1,00:(1,4-2,0):(0,3-0,7):(0,1-0,3), а количество расплава - на стадии смешивания смеси с железорудным концентратом, путем выдерживания количественно соотношения равного 1,0(9,0-19,0) соответственно.

Регламентирование соотношения содержания оксидов железа и оксидов кальция связано с тем, что при соотношении менее 1,0:1,4 увеличивается жидкоподвижность расплава, приводящая к нарушению структуры слоя материала и, как следствие, снижению производительности процесса. При соотношении содержания оксидов железа и кальция в смеси выше 1,0-2,0 снижается содержание железа и увеличивается температура плавления смеси, что приводит к протеканию твердофазного упрочнения окатышей, и как следствие, приводит к снижению прочности доменного сырья.

Снижение соотношения содержания оксидов железа и кремнезема менее 1,0:0,3 приводит к образованию волластонитового расплава, а при охлаждении к волластонитовой связке в окатышах, что отрицательно сказывается на прочностных свойствах доменного сырья. Кроме этого, при снижении содержания кремнезема, вносимого в смесь за счет бентонита, снижаются прочностные свойства сырых окатышей.

Увеличение соотношения содержания оксидов железа и кремнезема выше 1,0:0,7 приводит к увеличению содержания пустой породы в окатышах, что приводит к ухудшению металлургических свойств обожженных окатышей.

Регламентирование соотношения содержания оксидов железа и твердого углерода вызвано тем, что при снижении соотношения ниже 1,0:0,1 количество тепла, образующегося при сгорании последнего, недостаточно для организации жидкофазного процесса упрочнения окатышей. При этом степень окисленности железа в материале растет и повышается содержание гематита, что является основной причиной разрушения окатышей в доменной печи при восстановлении в результате фазового перехода гематита, идущего с изменением объема материала.

Увеличение соотношения содержания оксидов железа и углерода выше 1,0:0,3 приводит к чрезмерному количеству оливинового расплава, приводящего к расплавлению окатышей при обжиге на конвейерной машине.

Регламентирование соотношений содержания совместно измельченной смеси флюса, бентонита и шламов мокрой газоочистки и железорудного концентрата связано с тем, что при снижении соотношения выше 1,0:19,0 количество расплава недостаточно для организации жидкофазного спекания и снижения степени окисленности окатышей, количество которого должно составлять не ниже 5% объемных.

При соотношении ниже 1,0:9,0 количество расплава превышает критическое, при котором происходит потеря формы окатыша.

В идентичных условиях фабрики окомкования ЦГОКа был проведен сопоставительный анализ технико-экономических и качественных показателей получения окатышей по предлагаемому способу и прототипу. В качестве исходных шихтовых материалов использовались железорудный концентрат, доломитизированный известняк, бентонит и смесь шламов мокрой газоочистки доменного, сталеплавильного и прокатного производства, химический состав которых приведен в табл. 1.

Смесь шламов перед подачей на измельчение предварительно смешивалась с известняком до получения известняково-шламовой смеси с влажностью 8-10%; в полученную смесь подавали бентонит в заданном соотношении, после чего материалы измельчались в шаровых мельницах. Измельченный материал смешивался с железорудным концентратом в заданном соотношении, затем из приготовленной таким образом шихты, содержащей 84,16% концентрата, 10,01% известняка, 0,81% бентонита и 5% смеси шламов, получали сырые окатыши на тарельчатом грануляторе, которые обжигались на конвейерной обжиговой мельнице.

Исследование влияния пределов заявляемых параметров на показатели процесса получения окатышей осуществлялось в пять этапов.

В табл. 2, 3, 4, 5, 6 приведены полученные на первом, втором, третьем, четвертом и пятом этапах значения контролируемых параметров при варьировании указанных в формуле и по прототипу значений.

Из табл. 2, 3, 4, 5, 6 следует, что отклонение величин граничных значений заявляемых параметров как в сторону увеличения, так в сторону уменьшения приводит к ухудшению показателей процесса получения окатышей и их качества.

По сравнению с прототипом предлагаемый способ имеет преимущества, которые позволяют увеличить прочностные характеристики доменного сырья.

**Таблица 1**

**Химический состав шихтовых материалов**

Наименование	Химический состав, мас. %						
	Fe	FeO	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	NO	C
Концентрат ЦГОКа	66,3	26,7	0,21	0,33	0,35	7,20	–
Известняк	–	–	40,40	13,0	0,80	0,66	–
Бентонит	–	–	2,20	1,6	18,13	58,9	–
Смесь шламов	50,0	5,71	7,10	1,6	1,8	8,0	7,84

Таблица 2

Влияние влажности известняково-шламовой смеси на показатели процесса обжига и качества окатышей

Опыт	Влажность смеси, %	Производительность, т/ч	Содержание фракций -0,5 мм после испытаний по ГОСТ 15137-69, %	Содержание фракций -0,5 мм после испытаний по ГОСТ 17595-84, %
1	7	90	16,1	13,6
2	8	101	11,3	8,9
3	9	105	10,9	8,2
4	10	103	11,1	9,1
5	11	89	15,0	12,0
Прототип		90	12,5	10,7

Таблица 3

Влияние соотношения содержания оксидов железа и кальция на показатели процесса обжига и качество окатышей

Опыт	Соотношение содержаний	Производительность, т/ч	Содержание фракций -0,5 мм после испытаний по ГОСТ 15137-69, %	Содержание фракций -0,5 мм после испытаний по ГОСТ 17595-84, %
1	1,0 : 1,3	85,0	16,2	13,5
2	1,0 : 1,4	98,0	11,0	8,8
3	1,0 : 1,7	100,0	10,8	8,1
4	1,0 : 2,0	97,0	11,0	9,0
5	1,0 : 2,1	89,0	15,9	12,0
6	Прототип	90,0	12,5	10,7

Таблица 4

Влияние соотношения содержаний оксидов железа и кремнезема на показатели процесса обжига и качество окатышей

Опыт	Соотношение содержаний	Производительность, т/ч	Содержание железа в окатышах, %	Содержание фракций –5 мм после испытаний по ГОСТ 15137–69%	Содержание фракций –0,5 мм после испытаний по ГОСТ 17595–84, %
1	1,0 : 0,2	90,0	60,5	16,0	13,3
2	1,0 : 0,3	98,0	60,8	11,1	8,9
3	1,0 : 0,5	100,0	61,2	10,9	8,0
4	1,0 : 0,7	97,0	61,0	11,0	9,1
5	1,0 : 0,8	90,0	59,5	15,7	12,9
Прототип		90,0	60,8	12,5	10,7

Таблица 5

Влияние соотношения содержаний оксидов железа и углерода на показатели процесса обжига и качество окатышей

Опыт	Соотношение содержаний	Степень окисленности, %	Производительность, т/ч	Содержание фракций –0,5 мм после испытаний по ГОСТ 15137–69, %	Содержание фракций –0,5 мм после испытаний по ГОСТ 17595–84, %
1	1,0 : 0,09	95,0	90	16,0	13,2
2	1,0 : 0,1	76,0	101	11,0	8,9
3	1,0 : 0,2	46,0	105	10,8	8,0
4	1,0 : 0,3	44,0	103	10,9	9,1
5	1,0 : 0,4	30,0	89	15,1	12,9
Прототип		80,0	90	12,5	10,7

Т а б л и ц а 6

Влияние соотношений содержаний совместно измельченной смеси флюса, бентонита и шламов мокрой газоочистки и железорудного концентрата на показатели процесса обжига и качество окатышей

Опыт	Соотношение содержаний	Производитель- ность, т/ч	Содержание фракций –0,5 мм после испыта- ний по ГОСТ 15137–69, %	Содержание фракций –0,5 мм после испыта- ний по ГОСТ 17595–84, %
1	1,0 : 8,0	90	16,2	13,0
2	1,0 : 9,0	101	11,7	8,8
3	1,0 : 14,0	105	10,8	8,0
4	1,0 : 19,0	103	10,9	9,0
5	1,0 : 20,0	85,0	15,0	12,65
Прототип		90,0	12,5	10,7