

УДК 669.1:662.785

В.С. Куцин, В.И. Ольшанский, И.Г. Кучер,
Ю.Б. Дедов, И.Ю. Филиппов, В.М. Сиваченко

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МАРГАНЦЕВОГО АГЛОМЕРАТА С РЕКРИСТАЛЛИЗУЮЩИМ ОТЖИГОМ АГЛОСПЕКА

Показано, що використання додаткового горна для випалювання аглоспіку дає змогу підвищити його міцність на 1,6-2,5% та знизити питомі витрати твердого палива на 6-7 кг/т при збереженні продуктивності агломашини.

Агломерат, аглоспик, аглошихта, випал, горіння, спікання, міцність, агломашини.

Показано, что использование дополнительного горна для отжига аглоспека обеспечивает повышение его прочности на 1,6-2,5% и снижение удельного расхода твёрдого топлива на 2-4 кг/т при сохранении производительности агломашини.

Агломерат, аглоспек, аглошихта, отжиг, горение, спекание, прочность, агломашини.

It is shown that the use of additional furnaces for firing aglospeka enhances its strength 1.6-2.5 % and a reduction in specific consumption of solid fuel by 2-4 kg / tonne while maintaining the productivity of sinter.

Sinter, aglospek, agloshihhta, annealing, burning, sintering, strength, sintering machine.

По мере снижения запасов высокосортных окисных марганцевых руд, возрастает количество вовлекаемых в производство карбонатных руд и концентратов [1]. Использование в аглошихте карбонатных концентратов, обладающих высокими потерями массы при прокаливании (ППП) вследствие образования крупнопористого аглоспека приводит к снижению выхода годного и прочности агломерата [2]. Кроме того, процесс диссоциации крупных частиц карбонатного концентрата не завершается в зоне максимальных температура, продолжается даже после кристаллизации рудного расплава. Это приводит к возникновению дополнительных внутренних напряжений, так же снижающих прочностные характеристики агломерата.

Эти особенности агломерации марганцевого сырья требуют разработки специальных мер, обеспечивающих повышение прочности агломерата и улучшение показателей процесса спекания. Известно много технологических приёмов улучшения технологических показателей процесса агломерации и качества агломерата [3], но они не учитывают химико-минеральных особенностей отечественного марганцевого сырья.

Имеющиеся данные [4,5] свидетельствуют, что при нагреве марганецсодержащих стекловидных фаз выше 800°C происходит рекристаллизация стекла и при повышении температуры скорость процесса рекристаллизации возрастает. Следовательно, термическая обработка затвердевшего аглоспека позволит снизить содержание стекла в аглоспекке и снять в нём внутреннее напряжение. Способ термической обработки аглоспека газовыми горелками, установленными над хвостовой частью аглоленты [6], позволяет частично решить проблему, поскольку отжигу подвергается только поверхностный слой аглоспека.

Проверку эффективности отжига аглоспека осуществляли плазменной горелкой при различном времени отжига. Установлено, что скорость перемещения фронта тепловой волны в несколько (до 3-х) раз превышает скорость перемещения фронта горения (рис.1)

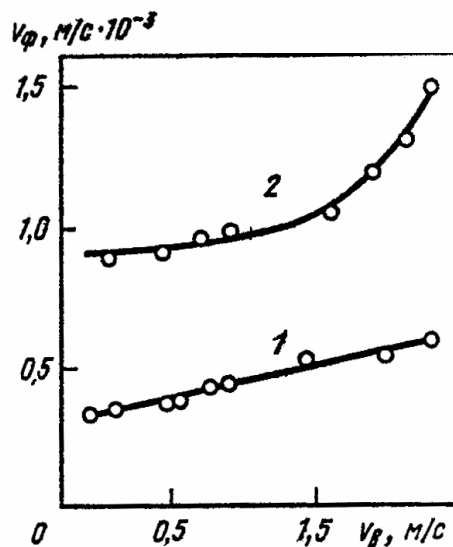


Рисунок 1 – Влияние скорости фильтрации воздуха ($v_{в}$, м/с) на скорость перемещения фронта горения и фронта тепловой волны ($v_{ф}$, 10-3 м/с):
 1 – скорость перемещения фронта горения;
 2 – скорость перемещения фронта вторичной тепловой волны

Поэтому термическая обработка поверхности агломерата по истечении 70% общего времени спекания позволяет отжечь практически весь объём аглоспека. Это положение подтверждено на лабораторной установке площадью спекания 0,1 м² при использовании рудной части, состоящей из 60% оксидного и 40% карбонатного концентратов. Массовая доля твёрдого топлива в аглошихте во всех вариантах составляла 8,5%, а высота спекаемого слоя 400 мм. Для сравнения были выполнены спекания без отжига аглоспека (табл.1).

Таблица 1

Показатели процесса спекания с отжигом аглоспека

Время отжига, в долях от общего спекания, принятого за 1	Температура отжига, °С, по стадиям		Производительность, т/м ² ·ч	Выход годного, %	Содержание стеклофазы, %	Прочность по классу + 5 мм
	первая	вторая				
Без отжига	-	-	1,78	60,9	37,3	74,4
0,45	900	700	1,79	61,2	35,4	74,6
0,50	950	750	1,81	62,8	20,4	76,1
0,60	1000	800	1,84	64,0	14,7	77,9
0,65	1050	900	1,85	64,5	11,3	78,1
0,70	1150	950	1,75	61,6	29,8	75,7

Результаты исследования подтвердили эффективность применения отжига аглоспека для повышения прочностных характеристик агломерата. Оптимальные результаты были получены при обработке поверхности аглоспека по истечении 0,7 общего времени спекания и температурой на первой стадии 1000-1050°С (рекристаллизация стекловидных фаз) и на второй 800-900°С (снятие внутренних напряжений).

Петрографический анализ проб аглоспека, отобранных на различной его высоте, показал, что отжиг происходит практически по всему объёму агломерата, хотя и с различной интенсивностью. Более завершённый процесс рекристаллизации отмечен в

верхних слоях аглоспека с последующим снижением в районе колосников. Результаты минералогических исследований образцов агломератов показали, что повышение его прочности обусловлено завершением повсеместного распада твёрдых растворов в процессе отжига и образованием мелкокристаллической массы при рекристаллизации стекла. Твердо-фазное взаимодействие твёрдых растворов оксидов кальция и марганца со стекловодной фазой обеспечивает образование дополнительных порций силикатов полного состава. Содержание стекла в агломерате снижается с 30% до 15%. Все процессы сопровождаются частичным снятием термических напряжений. Лабораторные исследования показали, что использование данного способа термической обработки аглоспека позволяет почти на 3% повысить прочность агломерата.

Опробование предложенной технологии производства агломерата провели на ПАО «НЗФ». С этой целью на одной из агломашин во время капремонта в районе 15 вакуум-камеры установили дополнительный четырёхметровый горн, отопление которого осуществляли ферросплавным газом. В процессе испытаний отрабатывали тепловой режим работы горна, контролировали технологические параметры агломерации, осуществляли отбор проб для определения гранулометрического, минералогического и фазового состава агломерата. Результаты исследований представлены в табл. 2.

Анализ результатов исследования показывает, что наибольший эффект, обеспечивающий повышение прочности агломерата более 2% достигается при температуре в горне 1000 °С и расходе газа 400-500 м³/ч. Снижение температуры в горне ниже 900°С не обеспечивает получение требуемых результатов из-за недостаточного уровня тепловой обработки. В то же время повышение температуры в горне выше 1000 °С крайне нежелательно по причине оплавления поверхности аглоспека, приводящее ко вторичному стеклообразованию и снижению прочности агломерата. Оплавление поверхности также снижает газопроницаемость слоя шихты и производительность агломашин.

Таблица 2

Параметры работы дополнительного горна и основные показатели производства агломерата с отжигом аглоспека

Марка агломерата	Расход природного газа, м ³ /ч	Расход воздуха, м ³ /ч	Температура, °С	Скорость движения агломашин, м/мин	Производительность агломашин, т/(м ² ·час)	Показатель прочности агломерата по классу +5мм, %	Содержание фракции -5мм, %	Средняя температура аглоспека на выходе из машины, °С
АМНВ-2	365	6800	700-800	1,90	0,858	76,7	2,7	690-730
	380	6800	800-850	1,85	0,869	77,0	2,1	700-750
	400	6800	950-1000	1,84	0,862	77,8	2,4	700-760
	400	6800	1100-1150	1,62	0,975	72,7	4,9	730-800
АМНШ	Без отжига	-	-	1,93	0,865	76,2	2,9	680-750
	370	6800	700-800	1,73	0,843	77,2	3,1	670-720
	380	6800	800-850	1,75	0,858	77,7	2,8	710-750
	400	6800	960-1020	1,74	0,888	78,8	2,3	690-770
	Без отжига	-	-	1,84	0,853	76,3	3,5	660-740

Скорость движения аглоленты при отжиге аглоспека несколько снижается. Однако повышение выхода годного компенсирует это снижение и, в целом, производительность агломашины не снижается.

На выходе из аглоленты температура аглоспека лишь незначительно (не более 20 °С) превышает температуру аглоспека, получаемого без отжига. Поэтому применение отжига практически не сказывается на режиме охлаждения агломерата. Повышение температуры спека наблюдается только при увеличении её в дополнительном горне более 1100 °С, однако такой режим является крайне нежелательным в технологическом плане.

В период опытной проверки технологии отжига аглоспека было обеспечено снижение удельного расхода твёрдого топлива на 2-4 кг/т агломерата.

Заклучение

Опытно промышленные испытания по рекристаллизирующему отжигу аглоспека подтвердили результаты лабораторных исследований и показали, что реализация разработанной технологии обеспечивает повышение прочности агломерата до 2,5% и снижение удельного расхода твёрдого топлива на 2-4% при сохранении производительности агломашины.

Использование агломерата, полученного по разработанной технологии, позволяет улучшить технико-экономические показатели при выплавке марганцевых сплавов

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мураховский В.В, Грищенко С.Г., Белоусов В.Ф и др. Проблемные вопросы улучшения качества марганцеворудного сырья.//Сталь.-1987.-№12.-С33-35.
2. Грищенко С.Г., Яценко А.Г., Ткач Г.Д. и др. Выплавка углеродистого ферромарганца с использованием малокремнезёмистых смешанных и карбонатных концентратов. // Сталь.-1988.-№7-С.49-51.
3. Базилевич С.В., Вергман Е.Ф. Агломерация. М.: Металлургия. 1967.-368с.
4. Киссин Д.А., Яценко А.Г., Москалёва Н.М. Физико-химические основы металлургии марганца. М.: Наука. 1977.С.262
5. Киссин Д.А., Яценко А.Г., Москалёва Н.М. Прочность и удельное электросопротивление марганецсодержащих материалов.//Марганец: отраслевой сборник. Тбилиси.-1978-№1-С.60.
6. Вергман Е.Ф. Повышение металлургической ценности руд. КМА.-М.: Металлургия, 1967-№1.С.74-85.