

А.Ю. Епишин¹, В.Г. Карелин², Л.А. Зайнуллин¹

¹Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина

²ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт металлургической теплотехники»

ПОВЕДЕНИЕ ФОСФОРСОДЕРЖАЩЕГО КОМПОНЕНТА ПРИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМ ОБЖИГЕ ЛИСАКОВСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО КОНЦЕНТРАТА

Лисаковское месторождение бурого железняка (Костанайская область, Казахстан) разрабатывается открытым способом, что обеспечивает более дешевую добычу руды. На фабрике ЛФ ТОО «Оркен» гравитационно-магнитным способом производят обогащение руды с получением гравитационно-магнитного концентрата, содержащего 48 – 49 % Fe, 10 – 12 % SiO₂, 4,5 – 5,5 % Al₂O₃, 0,7 – 0,9 % P. Полученный продукт поступает на агломерацию в АО «Арселор Миттал Темиртау» (г. Темиртау, Казахстан). Из-за повышенного (0,7 – 0,9 %) содержания фосфора в гравитационно-магнитном концентрате спрос на него ограничен.

ТОО «Оркен» разработана технология удаления фосфора из концентрата на стадии подготовки руд [1], в основе которой заложен окислительный обжиг материала с последующим сернокислотным выщелачиванием. Из исходного концентрата фосфор практически не выщелачивается. Для успешного его выщелачивания необходим обжиг материала при повышенных температурах [2].

В лисаковском концентрате содержится значительное количество гидратной влаги (до 12 %), большая часть которой находится в виде гидратов железа и разлагается при умеренной температуре 320 – 350 °С. Другая часть, судя по всему, связана с фосфорсодержащим компонентом, разлагающимся при повышенной температуре. При этом в процессе окислительного обжига происходит образование свободного оксида фосфора. Уменьшить содержание фосфора в прокаленном материале можно за счет выполнения процедуры выщелачивания слабым водным раствором серной кислоты, так как фосфор после обжига, находясь в свободном виде, легко реагирует с серной кислотой, а железо в основном не растворяется и остается в твердой фазе.

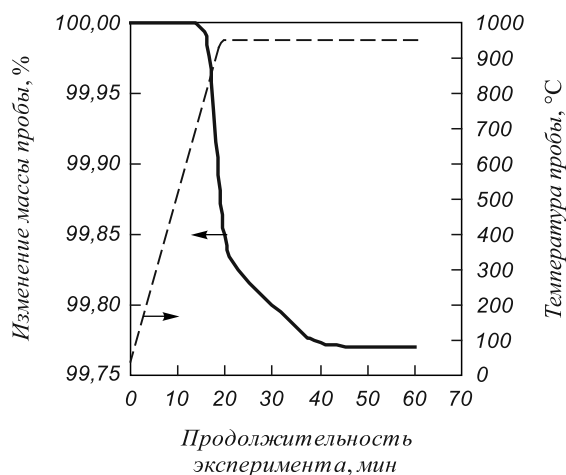
В лабораторных условиях удалось установить наличие гидратной влаги, которая выделяется при высокотемпературном обжиге лисаковского железорудного концентрата, что свидетельствует о разложении гидратированного фосфорсодержащего компонента.

Исходную навеску гравитационно-магнитного концентрата крупностью 0,160 – 0,315 мм и массой 220 г

предварительно обжигали при температуре 700 °С в муфельной печи для удаления адсорбционной и низкотемпературной гидратной влаги, а также углерода. Затем прокаленный концентрат массой 196,5 г помещали в герметичный реакционный стакан из жаропрочной стали, составная конструкция которого позволяет продувать через слой материала газообразную среду. Стакан с концентратом погружали в рабочее пространство лабораторной шахтной печи, разогретой до 700 °С, и нагревали до 1000 °С со скоростью 5 °С/мин. В систему подавали сухой воздух, а на выходе устанавливали и-образную трубку с сорбирующим наполнителем силикагелем общей массой 85,5 г. После окончания эксперимента масса трубки с наполнителем составила 86,5 г, т.е. количество уловленной влаги – 1 г. Тогда содержание высокотемпературной гидратной влаги в пробе концентрата массой 196,5 г, выделившейся в процессе разложения гидратированного фосфорсодержащего компонента, равно 0,51 %.

Для более детального изучения характера разложения гидратного фосфорсодержащего компонента был проведен термогравиметрический анализ лисаковского железорудного концентрата, который подразумевает регистрацию изменения массы образца в зависимости от температуры. В качестве исходного образца использовали концентрат крупностью 0,160 – 0,315 мм и массой 5 г, предварительно обожженный в муфельной печи при температуре 700 °С. В эксперименте использовали термоанализатор, состоящий из высокоточных весов с алюминиевыми тиглями. Камеру печи заполняли инертным газом (аргоном) для предотвращения нежелательных реакций. В процессе анализа температуру системы поднимали от 30 до 950 °С со скоростью 50 °С/мин и производили выдержку. Общее время опыта 60 мин. Результаты эксперимента приведены на рисунке.

На шестнадцатой минуте эксперимента, когда температура пробы достигает 830 °С, начинается процесс выделения высокотемпературной влаги, скорость которого во времени в целом уменьшается не монотонно. Выделение гидратной влаги заканчивается при температуре 950 °С за 24 мин, а ее содержа-



Изменение массы образца в процессе термогравиметрического анализа

ние в пробе лисаковского железорудного концентрата равно 0,23 %.

Полученные данные свидетельствуют о наличии гидратного фосфорсодержащего компонента в концентрате, разложение которого начинается при температуре 830 °C и длится 24 мин при 950 °C. Результаты

экспериментов в работе [2] по поиску оптимальных режимов обжига и выщелачивания для наиболее полного удаления фосфора из лисаковского железорудного концентрата полностью соответствуют полученным данным.

Выводы. Результаты исследований лисаковского гравитационно-магнитного концентрата подтвердили наличие гидратированного фосфорсодержащего компонента, разлагающегося при высокотемпературном обжиге материала с выделением гидратной влаги. Определена температура начала разложения гидратного компонента, равная 830 °C, а длительность процесса при температуре 950 °C составляет 24 мин.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Na y d o n o v V.A. Experience of operation of Lisakovsk deposit of brown Iron Ore: International Seminar on Vision Mineral Development, 2005. – Bhubaneswar, India. P. 83 – 87.
2. Епишин А.Ю., Зайнуллин Л.А., Карелин В.Г. – В кн.: Сборник материалов VIII конгресса обогатителей стран СНГ. Т. 1. – М.: Изд-во МИСиС, 2011. С. 83 – 86.

© 2012 г. А.Ю. Епишин, В.Г. Карелин, Л.А. Зайнуллин
Поступила 28 февраля 2012 г.

УДК 621.78.062

В.Г. Лисиенко, Ю.К. Маликов, А.А. Титаев

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина

ОБ ОДНОМ ИЗ СПОСОБОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДАВЛЕНИЯ В ПЕЧИ С ИМПУЛЬСНОЙ СИСТЕМОЙ ОТОПЛЕНИЯ

Высокотемпературные термические печи с импульсной системой отопления являются одними из наиболее важных агрегатов, от работы которых зависит качество процесса термической обработки труб. Механические свойства (прочность и ударовязкость) стали могут меняться в зависимости от стабильности поддерживаемых при обработке параметров (температуры, давления). Значительное влияние на стабильность газодинамического режима в печи с импульсной системой отопления оказывает внутривспечное давление. Оптимально выбранный режим по давлению позволяет, с одной стороны, минимизировать подсосы холодного воздуха в рабочее пространство печи, а с другой – не допустить существенных потерь тепла с выбиванием. Для поддержания давления, как правило, используется контур регулирования, включающий в себя в качестве сигнала обратной связи значение, измеренное датчиком давления, а в качестве исполнительного механизма – заслонку (шибер), частично перекрывающую дымоходный тракт печи.

Типичным примером использования рассматриваемой схемы является закалочная печь термического

отдела цеха № 4 ОАО «Первоуральский новотрубный завод». Однако в процессе ее эксплуатации были выявлены случаи значительного образования окалины на обрабатываемых трубах, что говорит о неэффективности управления давлением в печи и больших объемах подсосов холодного воздуха. С целью оценки величины подсосов был применен контроль содержания кислорода в отходящих дымовых газах посредством установки на дымоходном тракте печи газоанализатора. Система газоанализатора включает в себя патрубок для отбора дымовых газов, непосредственно соединенный с пространством дымохода, непрерывно работающий вентилятор для помещения образца дымовых газов в камеру анализа и газоанализатор, определяющий процентное содержание кислорода в образце дымовых газов. На основании измеренных значений концентрации кислорода, а также с учетом расходов газа и воздуха через горелки, был вычислен расход дыма и определены величины подсосов холодного воздуха.

Исходя из полученных результатов, предлагается схема управления газодинамическим режимом печи,