

Решение системы (1) проводилось методом конечных разностей по явной схеме.

Для определения прочности обожженных окатышей на сжатие используется математическая модель, которая включает частные подмодели для определения влияния на процесс упрочнения: химического состава исходных окатышей – через использования показателей основности CaO/SiO_2 , глиноземного $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ и магнезиального MgO/SiO_2 модулей; динамики нагрева окатышей; температуры обжига; диаметра окатышей.

Между базовым и опытным периодами установлены следующие различия:

Базовый период: температура в зоне сушки 1 (1а,1,2,3,4 вакуум-камеры) – 350 °С, скорость газа – 1,2 м/с (движение газа снизу вверх); температура в зоне сушке 2 (5,6 вакуум-камеры) – 450 °С, скорость газа – 1,2 м/с (движение газа сверху вниз).

Опытный период: температура в зоне сушки 1 (1а,1,2,3 вакуум-камеры) – 350 оС, скорость газа – 1,2 м/с (движение газа снизу вверх); температура в зоне сушки 1 (4-я вакуум-камера) – 500 °С, скорость газа – 0,6 м/с (движение газа снизу вверх); температура в зоне сушке 2 (5-я вакуум-камера) – 800 °С, скорость газа – 0,7 м/с (движение газа сверху вниз); температура в зоне сушке 2 (6-я вакуум-камера) – 1000 °С, скорость газа – 0,85 м/с (движение газа сверху вниз).

Также в опытном периоде температура в зоне подогрева составляла 1100 °С.

В обоих периодах: высота слоя окатышей - 0,3 м, диаметр окатышей - 15 мм, содержание кремнезема - 7,56%, известняка - 5%, бентонита - 0,5%.

При моделировании опытного периода изменяли скорость движения обжиговых тележек, подбирая ее таким образом, чтобы влагосодержание окатышей на входе в зону подогрева было не выше, чем при базовом периоде.

В результате проведенного моделирования установлено, что сушка окатышей в опытном высокотемпературном режиме, по сравнению с базовым, дает следующие преимущества:

- позволяет осуществить окисление слоя окатышей приблизительно на 50%, в то время как в базовом режиме значительного окисления не происходит;
- обеспечивает более благоприятный, по сравнению с базовым режимом, прогрев слоя, чем осуществляет подготовку для перехода к зоне подогрева и дает возможность повысить температуру в зоне подогрева до 1100°С;
- способствует определенному улучшению качества конечного продукта: прочность на сжатие обожженных окатышей в опытном периоде, в сравнении с базовым, выросла в среднем по высоте слоя на 5,44-5,58%;
- повышает производительность обжиговой конвейерной машины на 6,56%.

УДК 621.74

Д. А. Ковалёв, А. П. Поповская, Н. Д. Ванюкова, М. В. Ягольник
Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск

РАЗРАБОТКА НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ БРИКЕТОВ МЕТОДОМ ВИБРОПРЕССОВАНИЯ

Черная металлургия относится к тем отраслям промышленности, влияние которых на окружающую среду значительно, в том числе из-за огромного количества образующихся отходов. Производство брикетов из отходов металлургических предприятий является одним из наиболее актуальных направлений подготовки сырья для металлургических переделов.

Проведено исследование влияния влажности шихты на холодную прочность брикетов полученных методом вибропрессования. В качестве исходных материалов применяли: прокатную окалину и цемент М 400. Гранулометрический состав окалины был выбран, как отношение крупной фракции (1 – 5 мм) к мелкой (0 – 1 мм) соответственно 70 % : 30 %. При таком соотношении наиболее оптимальна порозность материала, т.к. крупное зерно окалины окружено мелкими зёрнами. Влажность шихты варьировали от 4 до 9 %. В частности при исследовании формирования холодной прочности брикета на цементной связке, важно установить зависимость прочности брикетов от влажности шихты, продолжительности выдержки сырых брикетов, а также роль подпрессовки шихты в пресс-форме. При подготовке шихтовые материалы дозировали (по весу): окалины 90 %, цемента 10 %, смешивали в сухом виде, увлажняли и смешивали во влажном состоянии.

Брикеты изготавливали на лабораторном вибростоле в цилиндрической пресс-форме (высотой 52 мм и диаметром 36 мм). Перед загрузкой шихты форму смазывали солидолом, для предотвращения взаимодействия цементной связки со стенками пресс-формы. Уплотнение смеси производилось воздействием вибрации с частотой 50 Гц и амплитудой колебания 0,35 мм, а также серия экспериментов с одновременным воздействием нагрузки сверху (0,027 МПа) при аналогичных условиях.

После вибростола брикеты находились в пресс-форме в течение 1 суток. Далее брикеты вынимали из формы, после чего они набирали прочность в обычных условиях ($t = 20^\circ\text{C}$ и $P = 760 \text{ мм.рт.ст.}$) на протяжении 28 суток.

Порошок портландцемента, состоящий из мономинеральных, полиминеральных частиц и силикатов кальция, активно взаимодействует с водой сразу же при смешивании. Определенную роль в прочности брикета играет то, что гидратация цемента протекает благоприятно и достаточно полно лишь при некотором избытке воды по сравнению с тем количеством, которое необходимо для гидратации цемента. Уменьшение этого избытка ниже определенных пределов влечет за собой неполноту гидратации и, следова-

тельно, понижение прочности брикета. При низком содержании воды 4 % смесь была практически сухой, и брикет ломался во время извлечения его из пресс-формы.

Большое количество влаги 9 % также отрицательно влияет на прочность брикетов. Избыточная вода, не вступающая в химическую реакцию с цементом, остается или испаряется, оставляя на своих местах поры.

Одновременное воздействие вибрации и приложения нагрузки формирует более уплотненную структуру брикета. Высота брикета уменьшалась на 5 мм, а объем на 12,6 %. Приложение нагрузки снижает количество пустот в брикете, что положительно влияет на прочность брикета.

Максимальная прочность лабораторных брикетов была достигнута с влажности шихты 7 % при воздействии на шихту только вибрации и составила 4,36 МПа. При аналогичных условиях с приложенной нагрузкой прочность брикета достигла 5,78 МПа, при влажности шихты 6 %.

Таким образом, при разработке новой технологии получения брикетов методом вибропрессования осуществлены:

- разработка методики исследования, основным новшеством которой было использование заданного гранулометрического состава шихты (отношение крупной фракции окалины к мелкой составляло 70 % к 30 %);

- экспериментальное исследование влияние влажности шихты на прочность брикетов полученных с добавлением цемента методом вибропрессования;

- анализ полученных результатов, который свидетельствует о том, что максимальная холодная прочность лабораторных брикетов составила 5,78 МПа при влажности шихты 6 %.

В дальнейшем для усовершенствования предложенной технологии был осуществлен пятифакторный план эксперимента, где в качестве факторов были использованы: влажность шихты, доля крупной фракции окалины, нагрузка сверху, содержание цемента в шихте и работа активации. Было проанализировано влияние приведенных выше факторов на металлургические свойства брикетов, в частности на прочность брикетов в холодном состоянии, пористость, восстановимость.

УДК 669.18:669.89:548.7

Д. С. Козак, В. Б. Бубликов, Л. А. Зеленая
Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины,
Киев

СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ЗАЭВТЕКТОИДНОЙ СТАЛИ МОДИФИЦИРОВАННОЙ СИЛИКОКАЛЬЦИЕМ

Сплавы, в которых графитная фаза выделяется в процессе кристаллизации, характеризуются малой усадкой и, соответственно, не склонны к трещинообразованию. Варьирование формой графитных включений (пластинчатая, вермикулярная, компактная, шаровидная) и структурой металлической основы (ферритная, перлитная, бейнитная, мартенситная, аустенитная) обеспечивает многообразное сочетание механических и служебных свойств этих сплавов и их марок.

К таким сплавам относятся не только чугуны, но и заэвтектоидные графитизированные стали с содержанием углерода 1,3-2,0%.

Целью данной работы являлась изучение особенностей структурообразования заэвтектоидной стали, модифицированной силикокальцием СК25. Для анализа структуры из каждой плавки в сырых песчано-глинистых формах отливали три типоразмера клиновидных проб толщиной 5; 10 и 15 мм. Химический состав исследуемых сталей находился в следующих пределах (мас.%): 1,40-1,75C; 1,70-2,70Si; 0,10-0,30Mn; 0,03-0,10Cr; 0,008-0,04S; 0,035-0,05P.

В результате проведенных экспериментов, определены основные закономерности и характерные особенности модифицирования заэвтектоидной стали силикокальцием СК25. Установлено, что сфероидизирующее действие силикокальция СК25 проявляется при выполнении следующих условий: содержание углерода в стали должно находиться в пределах 1,4-1,7% и соотношение Si/C = 1,5-2,2. Так, при низком содержании серы (0,008%) получена графитизированная сталь с шаровидным графитом (ШГф4; ШГф5) с феррито-перлитной металлической основой и твердостью 204-210 НВ.