

Влияние введения в железорудный слой коксового орешка различной крупности на степень восстановления оксидов железа

Магистрант гр. МЧмф-17 Яшин И.Н.

Научный руководитель Кузин А.В.

Донецкий национальный технический университет

г. Донецк

За последние 40-50 лет удельный расход кокса в доменных печах (ДП) был снижен более чем в два раза. Одним из способов повышения эффективности доменной технологии является замена более дорогостоящего кокса дополнительными видами топлива, в частности, пылеугольным топливом (ПУТ). Однако вдувание ПУТ обуславливает ухудшение газопроницаемости столба шихты. Как один из вариантов улучшения газопроницаемости рудной линзы является введение в нее коксового орешка.

За последние 15-20 лет в Украине и России возрос интерес к использованию коксового орешка в доменной плавке: проведенные исследования показали возможность и эффективность применения такой технологии.

Теоретические соображения и экспериментальные результаты дают основание рассчитывать на существенную интенсификацию процесса восстановления оксидов железа в железорудном слое при введении в него коксового орешка.

Лабораторные исследования при смешивании агломерата с коксом показали, что максимальная степень использования газа CO наблюдается при применении 10-50% кокса. Краткосрочный опыт такого смешивания на ДП объемом 3200 м³ показал, что степень использования газа CO повысилась на 2,1%, а степень прямого восстановления снизилась на 4,5%.

В связи с повышением интереса к технологии доменной плавки с использованием коксового орешка возникла необходимость оценить влияние крупности вводимого в железорудный слой коксового орешка на степень восстановления оксидов железа.

Целью работы является оценка влияния введения в железорудный слой шихты коксового орешка различной крупности на степень восстановления железорудного сырья.

Исследования проводили на установке, основным элементом которой является нагревательная электропечь типа СУОЛ. В тигель загружали исследуемый железорудный материал (окатыши СевГОК) навеской 25 г крупностью 3-5 мм. В качестве коксового орешка использовали фракции 5-7, 3-5, 2-3 и 1-2 мм при его постоянном расходе, равном 30 %. В рабочее пространство электропечи, предварительно нагретой до 200°C, устанавливали алундовый тигель с исследуемыми материалами. Сразу после установки тигля в электропечь опускали алундовую трубку, через которую в печь подавали аргон. Далее осуществляли нагрев печи до 1000°C и выдерживали при этой температуре в течение 150 мин. В течение всего опыта автоматическим регулятором контролировали температуру в рабочем пространстве электропечи. Потерю массы контролировали при изменении температуры через каждые 100°C, а при достижении температуры 1000°C и выдержке при данной температуре – каждые 30 мин с использованием аналитических весов типа Т-5000. По потере веса, с учетом стехиометрии выходящих газов, оценивали степень восстановления оксидов железа. Кроме того, по окончании опытов исследуемые окатыши подвергались химическому анализу.

Химический анализ восстановленных окатышей показывает, что введение коксового орешка фракций 3-5, 2-3 и 1-2 мм, по сравнению с фракцией 5-7 мм, способствовало снижению содержания Fe₂O₃ с 35,6 до 14,1-18% и повышению содержания FeO с 49,8 до 62,9-69,0% при незначительном изменении содержания Fe_{мет}. Такие изменения свидетельствуют об интенсификации процесса восстановления оксидов железа при введении в железорудный слой коксового орешка.

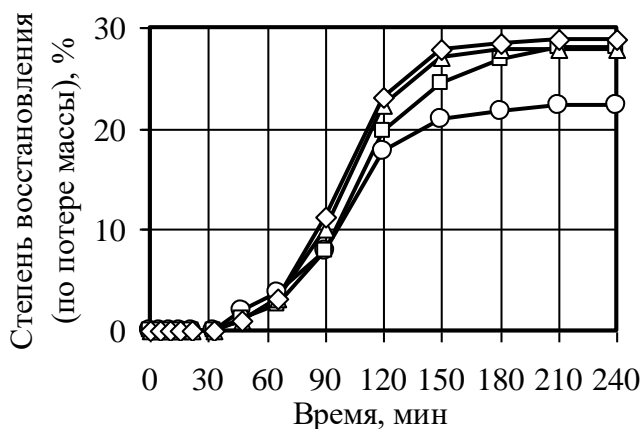


Рисунок 1 - Зависимость степени восстановления от крупности коксового орешка (обозначения в тексте)

становления составила 10,1 и 11,2%, а после выдержки в течение 150 мин – 27,8 и 28,9% соответственно. При введении в слой окатышей коксового орешка фракцией 3-5 мм (□) и нагреве материалов в течение первых 90 мин наблюдается меньшее значение степени восстановления (7,8%), чем при использовании коксового орешка фракций 2-3 и 1-2 мм. Однако после выдержки в течение 150 мин степень восстановления составила 27,9%, что сопоставимо со степенью восстановления для фракций 2-3 и 1-2 мм.

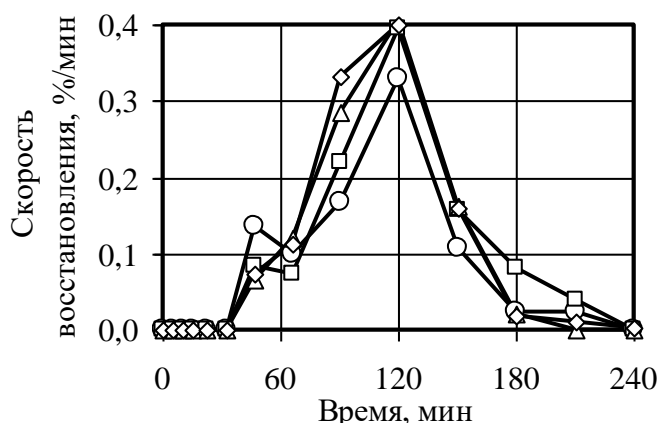


Рисунок 2 - Изменение скорости восстановления от крупности коксового орешка (обозначения в тексте)

Исследования по восстановлению окатышей при введении в них коксового орешка различной крупности показали (рис. 1), что при использовании коксового орешка фракцией 5-7 мм (○) наблюдается наименьшее значение степени восстановления в течение всего опыта: нагрев материалов в течение первых 90 мин (соответствует достижению температуры 1000°C) степень восстановления составила 7,8%, а после выдержки в течение 150 мин – 22,3%. Наибольшие и близкие значения степени восстановления в течение всего времени показали опыты с использованием коксового орешка фракций 2-3 (Δ) и 1-2 (◇) мм: нагрев материалов в течение первых 90 мин степень восстановления составила 10,1 и 11,2%, а после выдержки в течение 150 мин – 27,8 и 28,9% соответственно.

Изменение скорости восстановления окатышей при введении в них коксового орешка различной крупности в количестве 30% показало, что для всех фракций коксового орешка максимальная скорость восстановления достигается на 120-й мин. Следует отметить, что наименьшее значение скорости восстановления (0,33 %/мин) относится к фракции коксового орешка 5-7 мм, а для остальных скорость восстановления составляет 0,40 %/мин (рис. 2).

Таким образом, на основании экспериментов показано, что введение коксового орешка в железорудную часть шихты позволит значительно активизировать процесс восстановления оксидов железа благодаря

использованию углерода коксового орешка. Кроме того, максимальная степень восстановления наблюдается при использовании коксового орешка, сопоставимого с размерами железорудного материала и менее. Указанные выше причины могут способствовать снижению участия в реакциях прямого восстановления углерода скипового кокса. В результате снижения участия углерода кокса в протекании реакций прямого восстановления и Белла-Будуара, можно ожидать меньшего снижения значений прочностных характеристик и среднего размера кусков кокса по высоте печи, по сравнению с технологией без применения коксового орешка. Подготовку металлургического кокса с использованием в скиповом коксе фракции 40-80 мм и выделение из отсева кокса коксового орешка, с последующей загрузкой его в железорудную часть шихты необходимо осуществить до начала внедрения технологии пылевудования, для улучшения газопроницаемости столба шихтовых материалов.