

Известно, что себестоимость чугуна на 35-45% зависит от стоимости основного топлива доменной плавки – кокса, поэтому ученые и исследователи всего мира продолжают работы над снижением его удельного расхода в доменных печах.

Одним из наиболее распространенных путей снижения удельного расхода кокса является предварительная подготовка его по фракционному составу. Мероприятие по отсеvu из кокса таких фракций, как <25 мм и >80 мм, позволяет повысить качество скипового кокса по таким показателям как механическая прочность (M40, M25, M10), горячая прочность (CSR) и реакционная способность (CRI). Применение такого мероприятия благоприятно влияет на ход доменной плавки: улучшается газодинамика столба шихты и снижается удельный расход скипового кокса.

Известно, что наиболее эффективной для доменных печей среднего и большого объемов является фракция кокса 40-80 мм, применение которой обеспечивает выход на максимальный уровень производительности. Подготовка кокса по фракционному составу к доменной плавке предопределяет образование большого количества отсева кокса фракции менее 40 мм. Как один из вариантов по рациональному использованию отсева кокса предлагается его пересейвать с выделением так называемого коксового орешка с последующей загрузкой его в доменную печь в смеси с железорудной частью шихты.

Однако, вследствие широкомасштабного внедрения использования коксового орешка в доменной печи за последние 10-15 лет, возникает вопрос как о рациональном его использовании, так и влиянии на доменный процесс.

Цель работы – выполнить литературный обзор по применению коксового орешка в доменных печах.

Первые опыты по применению коксового орешка относятся к середине прошлого века. Впервые коксовый орешек применили на Днепропетровском металлургическом заводе в 1967 году. Коксовый орешек фракции 10-40 мм в количестве 93-97 кг/т чугуна загрузили в доменные печи в смеси с агломератом. Опыты показали, что введение коксового орешка в количестве 16,3-17,6% от удельного расхода кокса снижает суммарный расход твердого топлива на 1,8-9,9%.

Основные исследования влияния перемешивания кокса с железорудными материалами были выполнены под руководством проф. В.И. Логинова. Показано, что при смешивании кокса с агломератом на 12-25% уменьшается газодинамическое сопротивление шихты по сравнению с послойной укладкой, наблюдается повышение степени использования газа СО на 1-3%. Вследствие перечисленных выше причин производительность доменной печи увеличивалась на 1,5-4,0% при снижении расхода кокса на 4-8%.

В доменных печах POSCO (Южная Корея) происходит смешивание коксового орешка с мелкой железной рудой, при дальнейшей дифференцированной загрузке в зону гребня шихты. Такой подход позволяет интенсифицировать восстановление оксидов железа.

Проведены опытно-промышленные плавки по использованию коксового орешка в доменном цехе ОАО «Северсталь». Нарушения газодинамического режима или ухудшение дренажной способности коксовой насадки обнаружены не были. Коэффициент замены кокса коксовым орешком составил 0,895 кг/кг.

Применение коксового орешка на ПрАО «Донецксталь» – металлургический завод» в количестве 27 кг/т чугуна позволило снизить удельный расход кокса с 463 до 455 кг/т чугуна (1,7%). Коэффициент замены в среднем составил 1 кг/кг кокса. Было зафиксировано, что использование коксового орешка создает условия для снижения потерь металлургического

кокса – степень использования кокса в доменной печи увеличилась с 93,7 до 94,4%. Таким образом, экономия металлургического кокса на выплавку 1 т чугуна составила 21 кг (4,5%).

Использование коксового орешка фракцией 15-36 мм на доменной печи № 1 ПАО «Енакиевский металлургический завод» в количестве 25 кг/т чугуна способствовало снижению фактического расхода кокса на 10,7 кг/т чугуна, в том числе, на 4,0 кг/т чугуна – за счет совершенствования технологического режима доменной плавки, а 6,7 кг/т чугуна – за счет снижения потерь при высеве мелочи (менее 15 мм) из металлургического кокса.

Исследовательской группой профессора С.Л. Ярошевского было показано, что применение коксового орешка в смеси с железорудной частью позволяет улучшить газопроницаемость железорудной линзы. Оптимальные размеры коксового орешка: нижний – 10-15 мм, верхний – 35-40 мм. Введение первых порций коксового орешка в количестве 20-30% оказывает положительное влияние на газопроницаемость столба шихтовых материалов: газопроницаемость улучшается на 11,5-13,5%.

На доменной печи 3 Kakogawa (фирма Kobe Steel, Япония) проведены исследования по оценке использования коксового орешка в доменной плавке. Показано, что применение коксового орешка различной крупности в смеси с железорудной частью шихты позволило сохранить на периферии неизменный средний размер кусков кокса от уровня засыпи до распара. Так, например, при введении в железорудный слой коксового орешка в количестве 17-30 кг/т чугуна средний размер кусков кокса в распаре снижался всего на 1 мм по сравнению с загружаемым коксом, и составил 47 мм. Авторы пришли к выводу о возможности влияния на средний размер кусков кокса по высоте печи за счет оптимизации режима газификации углерода коксового орешка.

Заслуживают внимания работы специалистов Института черной металлургии Аахенского университета (г. Аахен, Германия), которые изучали влияние введения коксового орешка на степень восстановления агломерата и окатышей в условиях, характерных для зоны когезии доменной печи. Восстановлению в атмосфере 30% CO и 70% N<sub>2</sub> подвергались железорудные материалы в смеси с коксовым орешком в соотношении 3 к 1, при постоянной температуре. Так, например, при выдержке в течение 120 минут и температуре восстановления 1100°C введение коксового орешка в слой окатышей позволило повысить их степень восстановления примерно на 25%.

В странах Западной Европы к началу 90-х годов прошлого столетия практически на всех доменных печах уже широко применяли коксовый орешек фракции, в основном, 10-35 мм, и считалось обычной практикой использование его в количестве от 20 до 100 кг/т чугуна, особенно при применении технологии пылевдувания. Отличительной особенностью применения коксового орешка в настоящее время является обеспечение газопроницаемости рудного слоя ввиду уменьшения коксовой линзы в отличие от первых опытов в 70-х годах прошлого века, когда применение коксового орешка было обусловлено, по всей видимости, стремлением более полного использования металлургического кокса в доменных печах.

Теоретические и экспериментальные соображения дают основание рассчитывать на существенную интенсификацию процесса восстановления оксидов железа в железорудном слое, при введении в него коксового орешка. Нами планируется в дальнейшем проведение исследований об оценке влияния введения в железорудный слой коксового орешка различной крупности.

Таким образом, выполнен литературный анализ применения коксового орешка в доменных печах. Показано, что применение коксового орешка в смеси с железорудной частью шихты позволяет улучшить газопроницаемость рудной части шихты, а также будет способствовать значительной активизации процесса восстановления оксидов железа за счет использования углерода коксового орешка.