УДК 620.9; 620.4

И.А. ЧЕШТАНОВА, магистрант гр. ТЭм-131 (КузГТУ)
Научный руководитель: А.Р. БОГОМОЛОВ, д.т.н., зав. кафедрой теплоэнергетики (КузГТУ)
г. Кемерово

ВЛИЯНИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ДОБАВОК НА КАЧЕСТВО КОКСА

Высокие требования к качеству кокса являются одним из основных условий достижения современных технико-экономических показателей доменной плавки. В доменной печи кокс испытывает разрушающее влияние высоких температур и химических реакций с печными газами. Металлургические свойства кокса в условиях доменной плавки лучше характеризуют показатели реакционной способности CRI и прочности после реакции («горячей» прочности) CSR. Требования металлургических заводов мировой экономики к качеству доменного кокса по показателям CSR и CRI очень высоки: CSR – более 55%, CRI – менее 30% [1]. Высокий показатель CSR качества кокса способствует снижению суммарного расхода топлива в доменной печи за счет создания возможности подавать в домну большое количество дутья с более высокой температурой и обогащенного кислородом [2]. Используют три способа повышения показателя CSR: составление шихты; внесение добавок в шихту; послепечная обработка.

Сотрудниками ЗАО «Макеевкокс», ДонНТУ и ИнФОУ НАНУ разработан и запатентован в Украине новый способ внепечной обработки доменного кокса водными растворами боратов [3]. Такая обработка кокса приводит не только к снижению реакционной способности CRI, но и увеличению его горячей прочности CSR. Способ отличается простотой и эффективностью.

В основу исследований положена идея воздействия на доменный кокс неорганических веществ, способных при высоких температурах (500-900 °С) плавиться без разложения и испарения, растекаясь при этом по поверхности кокса. Проникая в поры и трещины тела кокса, эти вещества должны быть способны образовывать «защитный слой», устойчивый к действию высоких температур и проявлять ингибирующее действие в реакции с окислительными газами (O_2, CO_2 и др.). Тем самым снижается индекс реактивности кокса CRI. В конечном счете, это предотвратит преждевременное разрушение структуры кокса и соответственно повысит его горячую прочность CSR.

Основываясь на данных литературных исследований [4], можно предположить, что важным элементом для решения поставленных задач может быть бор, точнее его неорганические соединения. Известно [4], что даже небольшая ($1\text{-}3\cdot10^{-3}$%) добавка бора к стали и некоторым сплавам цветных металлов значительно повышает механические свойства и коррозионную устойчивость стали, придавая им мелкозернистость структуры. Присутствие бора в доменном коксе и нахождении его при высокой температуре (~1400°С), то есть при температуре, которая может быть в горне доменной

печи, может привести к взаимодействию с углеродом кокса с образованием карбидов.

Карбиды бора сочетают в себе необходимые физико-механические свойства и устойчивы к химическому воздействию при высоких температурах. Исходя из вышеизложенного, можно заключить, что присутствие бора в доменом коксе не будет ухудшать качество чугуна и стали.

Особый интерес для получения доменного кокса могут представлять такие соединения бора, как ортоборная кислота H_3BO_3 и соли борной кислоты – бораты. Наиболее важным и доступным соединением из которых является тетраборат натрия $Na_2B_4O_710H_2O$ и $Na_2B_4O_75H_2O$ (бура).

В лабораторных условиях отработана послепечная обработка доменного кокса водными растворами неорганических соединений бора. Исследуемую пробу кокса нагревали до температуры 40-60°С. Пробу кокса смачивали отмеренным количеством раствора путем разбрызгивания его через форсунку. Индекс реактивности исследуемых проб кокса (CRI) и прочность кокса после реакции (CSR) определяли в соответствии со стандартным методом ASTM: D 5341-99.

Проведены исследования влияния обработки доменного кокса раствором борной кислоты и тетраборатов на «холодную» прочность кокса. Для обработки кокса использовали 5%-ный водный раствор исследуемых веществ, из расчета 25 л раствора на 1 т кокса, что соответствует расходу 1,25 кг сухого вещества (в пересчете на безводное состояние) на 1 т доменного кокса.

Данные показывают, что при обработке кокса борной кислотой прочностные показатели кокса улучшаются. Так, показатель CSR увеличивается на 5,1 %; прочность по Грязнову на 6,4%. Снижается истираемость кокса. Более значительно увеличиваются прочностные показатели доменного кокса, обработанного раствором тетрабората натрия. Показатель CSR увеличивается на 11,1%; прочность по Грязнову – 8,9%. Снижается истираемость кокса.

Были проведены исследования влияния обработки доменного кокса раствором борной кислоты и тетраборатов на изменение качественных показателей CSR и CRI кокса. Изучена также зависимость изменения этих параметров от концентрации растворов тетраборатов и других соединений, то есть от количества сухого вещества, вводимого в кокс. Для обработки использовали фракцию кокса крупностью 19,0 – 22,4 мм.

Анализ полученных данных показал, что при обработке доменного кокса раствором тетраборатов прочность кокса после реакции (CSR) увеличился на 5-11,2% по отношению к CSR исходного кокса. Индекс реактивности при этом снизился на 3 – 6,7%.

При обработке доменного кокса 6,5%-ным раствором H_3BO_3, прочность кокса после реакции (CSR) также увеличилась, но это увеличение значительно ниже, чем при обработке кокса раствором буры.

Были получены результаты обработки растворами тетраборатов доменного кокса, обладающего более качественными показателями CSR и CRI, величина которых соответственно равна 53,9 и 29,8 %. Из полученных данных следует, что обработка растворами тетраборатов и борной кислоты доменно-

го кокса, обладающего более высоким показателем CSR=53,9 %, и более низким показателем CRI, равным 29,8, повышает показатель CSR на 8,7 - 17,4 % и снижает показатель CRI на 6,9. Результаты испытаний, показывали также довольно высокую эффективность обработки кокса тетраборатами калия и кальция, т.е. улучшение горячей прочности кокса более низкого качества достигает больших значений, чем улучшение качества заведомо лучшего кокса.

Список литературы:

1. Ухмылова, Г. С. Повышение качества кокса на металлургическом заводе в Порт Кембла, Австралия / Г. С. Ухмылова // Новости черной металлургии за рубежом. – 2001. – № 2. – С. 29 -39.

2. Улановский, М. Л. Сера углей и ее влияние на качество и расход кокса в доменной печи / М.Л. Улановский, Д. В. Мирошничеенко // Кокс и химия. – 2008. – № 2. – С. 24–30.

3. Дубинин, Н. П. Технология металлов / Н. П. Дубинин, П. П. Жевтунов, М. В. Сторожев. – М.: Машгиз, 1958. – 564 с.

4. Оценка факторов, влияющих на показатели качества кокса и CRI // Новости чёрной металлургии за рубежом. – 2000. – № 4. – С. 33-37.