

прерывной серии спуском его части и вводом свежих порций СаО, которые не являются серьезным усложнением технологии непрерывной разливки стали.

УДК 669.094.1'22:66.042

В. Н. Власенко, А. М. Гришин

Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОКОМКОВАНИЯ И МЕТАЛЛИЗАЦИИ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ШЛАМОВ

Прямое получение железа для последующего передела в сталь как альтернатива доменному процессу имеет существенные преимущества, а именно: расширение ресурсов металлической шихты высокой степени чистоты и стабильного химического состава; возможность рационального использования топливно-энергетических запасов, в том числе некоксующихся углей и природного газа; возможность постройки мини-заводов.

Среди различных вариантов внедоменного получения железа наиболее эффективными являются способы, основанные на процессах металлизации железорудного сырья при умеренных температурах (без плавления) с использованием недефицитных газообразных и твердых восстановителей. В то же время вовлечение в передел железосодержащих отходов металлургического производства в качестве эффективного заменителя железорудного сырья является одной из важнейших задач ресурсосбережения в нынешней экономической ситуации.

В связи с изложенным в настоящей работе изучены физико-химические свойства и характеристики комкуемости дисперсных железосодержащих шламов: аглодоменного шлама Днепропетровского металлургического комбината (ДМК) и шлама завода им. Петровского (ДЗП). Последний являлся совокупным отходом различных металлургических цехов этого предприятия. Общее содержание железа в шламах находилось на уровне 48–50%, а углерода – 15,5 и 8,0 %, соответственно. Исследованы процессы окомкования шламов как самостоятельно, так и с добавками известняка, а также углеродистого отхода – пиролигнина, который получали путем тепловой обработки лигнина Запорожского гидролизно-дрожжевого завода при температуре 800^oC без доступа воздуха.

Осуществлен упрочняющий обжиг офлюсованных и неофлюсованных окатышей и определены оптимальные условия его организации в нейтральной газовой среде: продолжительность - 30 мин; температурный уровень для неофлюсованных шихт 1150-1200^oC; для шихт, офлюсованных известняком, – 1180-1230^oC; с добавками пиролигнина – 1250^oC. Наиболее высокая прочность на сжатие наблюдалась у офлюсованных окатышей – до 2000 Н/окатыш.

Исследования показали, что обжиг окатышей в указанных условиях сопровождался интенсивным развитием металлизации железа за счет собственного углерода шламов и присадок пиролигнина. Установлено, что пиролигнин по своей активности во взаимодействии с CO₂ не уступает древесному углю. Так, степень металлизации окатышей, полученных на основе шлама ДЗП, бедного углеродом, составляла ~ 35 %, после офлюсования шихты она поднималась до 48 %, а при добавке 10 % пиролигнина – до 96 %. Окатыши из аглодоменного шлама ДМК, богатого собственным углеродом, металлизировались на 92-97 %.

Термогравиметрическим методом при 1000^oC в потоке газовой смеси 75%Н₂ + 25%СО исследована кинетика довосстановления тех типов окатышей, глубина металлизации которых в ходе упрочняющего обжига оказалась недостаточной. Восстановление развивалось комплексно, что позволило получить с достаточно высокими скоростями практически полностью металлизированный продукт, прочность которого на сжатие составляла 700-750 Н/окатыш.

Рассмотрена физико-химическая сущность процессов металлизации, развивающихся в ходе упрочняющего обжига и довосстановления окатышей. Их характер определяется закономерностями углетермического и комплексного восстановления железа, для развития которых создаются особенно благоприятные условия вследствие тесного контакта оксидной и углеродной фаз. Методом импульсной газовой хроматографии изучены особенности адсорбционно-химических взаимодействий при газификации углерода в процессе комплексного восстановления железа из техногенных отходов.

Полученные результаты свидетельствуют о возможности получения на основе железосодержащих шламов окускованного и глубокометаллизированного продукта, предназначенного для сталеплавильного передела. Потребность в углеродистом восстановителе обеспечивается за счет промышленного малосернистого отхода – лигнина, подвергнутого предварительной тепловой обработке. Выделяющиеся в ходе обработки летучие составляющие рекомендо-

но утилизировать в виде газов-восстановителей после их термокаталитического преобразования.

УДК 669.181.428:У9(2)

В. Н. Власенко, В. К. Симонов

Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЕРОДА ПРИМЕНИТЕЛЬНО К УСЛОВИЯМ КОМПЛЕКСНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА

Потребности черной металлургии в восстановительных газах определяются не только технологическими требованиями современного доменного производства, но и перспективами развития технологий прямого получения железа. Поэтому в условиях острого дефицита природного газа повышенный интерес вызывают исследования кинетических закономерностей процессов газификации различных углей, являющихся поставщиками восстановительных газов в ходе газовой-углетермического восстановления железорудных материалов.

В настоящей работе термогравиметрическим методом изучены скоростные характеристики газификации древесного угля, графита, буроугольного кокса и углеродистого отхода – пиролигнина в потоке CO_2 , H_2O и их смесей различного состава при температуре 1000°C . Пиролигнин получали путем тепловой обработки лигнина Запорожского гидролизно-дрожжевого завода без доступа воздуха при температуре 800°C , а буроугольный кокс – высокотемпературным пиролизом александрийского бурого угля при нагреве до 1200°C . Выбор углеродистых материалов определялся стремлением получить информацию о развитии процесса газификации с участием форм углерода, сильно отличающихся по реакционной способности. Включение CO_2 в сферу исследований вызвано тем, что даже при подаче в реактор чистого водяного пара образуются большие количества диоксида углерода по реакции водяного газа, протекающей очень быстро в условиях повышенных температур.

Установлено, что газификация всех углеродистых восстановителей водяным паром протекала в 1,5 раза быстрее, чем в потоке CO_2 . Газификация углерода смесями $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2$ (в соотношении 1:1) развивалась быстро, однако результат все же уступал сумме скоростей процессов, проведенных с каждым