

Исследуемый гематитовый концентрат подвергали брикетированию совместно с различными углеродистыми восстановителями. Повышение температуры восстановления до 1000⁰С, как и в случае порошкообразной шихты значительно интенсифицирует восстановление во всех случаях. Поскольку при восстановлении оксидов железа преимущественно развивается двухзвенная схема механизма восстановления с регенерацией двууглекислого газа до СО, при брикетировании увеличивается число контактов твердого углерода с оксидом. Это приводит к ускорению взаимодействия оксида с углеродом, как инициирующей реакцию газификации углерода.

Брикетирование интенсифицирует процессы восстановления, однако, наблюдается уменьшение разницы между активностями твердых восстановителей, что расширяет возможности использования углеродистых восстановителей различного типа в сторону менее дефицитных сортов.

УДК 669.1: 622.788.5.001.2

Н. А. Колбин, Ю. И. Сокур, Л. Ю. Колодяжная, А. В. Боченкова

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

ПОВЕДЕНИЕ СЕРЫ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОКАТЫШЕЙ

В качестве твердого восстановителя в агрегатах прямого получения железа вместо дефицитного кокса обычно используют недорогие марки углей. Твердые восстановители, как правило, содержат значительное количество серы, которая в процессе восстановления может переходить в металлизированный продукт, снижая его ценность для дальнейшего передела. В настоящее время вопросам механизма и кинетики поглощения металлом серы из различных серосодержащих материалов и соединений, вопросам удаления серы из восстановленного железа в твердых фазах уделяется значительное внимание. Однако, обоснование выбора десульфорирующего вещества, определение его оптимального количества, момента ввода его в восстановительный агрегат и другие технологические параметры выведения серы из металла изучены недостаточно. Их теоретическое решение даст практикам инструмент в борьбе за снижение содержания серы в металлизированном продукте.

При металлизации железорудных материалов во вращающейся печи, сера, содержащаяся в значительных количествах в твердых восстановителях, пе-

реходит через газовую фазу в металлизированный продукт. Исследование кинетики перехода серы из угля в твердые продукты восстановления качканарских и лебединских окатышей как в процессе углетермического так и при комбинированном восстановлении, изучалось при 1000°C.

Установлено, что скорость поглощения серы при углетермическом восстановлении снижается по ходу процесса, т.е. имеется место тесная взаимосвязь между скоростью газификации твердого восстановителя и скоростью переноса серы к металлическому образцу. Исследования показали, что процесс поглощения серы близок к топохимическому. Содержание серы при переходе от углетермического к комбинированному восстановлению резко снижается, что связано с десульфурующим действием CO и H₂. Изучалось десульфурующее действие ряда веществ, таких как сода, хлорид натрия, MgO, CaF₂, CaCO₃, CaO и др. Установлено, что при прямом получении железа активными десульфураторами могут быть известь и известняк, причем независимо от того когда они даются в печь, в начале или конце процесса. Дача десульфуратора в конце процесса позволит уменьшить его количество вследствие уменьшения длительности истирания его в условиях вращающейся печи.

Атмосфера в печи при восстановлении может быть как восстановительной так и окислительной. Поэтому проводились исследования по влиянию состава газовой фазы на поглощение серы окатышами. В печную атмосферу вводились: водород, природный газ, аргон, двуокись углерода, воздух, смесь моделирующая состав газовой фазы в верхних горизонтах слоя шихтовых материалов, состоящая из кислорода, двуокиси углерода, азота, метана и восстановительных газов. Минимальная концентрация серы отмечены при введении в реактор двуокиси углерода и аргона. Последний является разбавителем сернистых газов снижает их парциальное давление и тем самым затрудняет переход серы в металл. Двуокись углерода взаимодействует в объеме шихтовых материалов с углеродом восстановителя с образованием CO. Т.к. реакция газификации углерода идет с увеличением объема, она обуславливает стефановский поток из массы рудугольной шихты и приводит к удалению сернистых газов из реакционного объема. При углетермическом восстановлении введение в реакционное пространство указанных газов в ряде случаев меняет их характер их влияния на содержание серы в металлизированном образце.

Показано, что скорость поглощения серы окатышами при углетермическом восстановлении закономерно снижается по ходу процесса с уменьшением

скорости восстановления, т.е. имеется тесная взаимосвязь между скоростью газификации твердого восстановителя и скоростью переноса серы к металлизированному образцу. Содержание серы в металлизированном продукте с переходом от углетермического к комбинированному резко снижается, что связано с десульфурующим действием восстановительных газов. Концентрация серы в металлизированном продукте уменьшается практически по линейному закону с увеличением содержания СаО. При комбинированном восстановлении слоя окатышей содержание серы по высоте столба шихтовых материалов неравномерно. Максимальная концентрация отмечена для нижнего и верхнего подслоев. Вызывает интерес переход серы в газовую фазу и ее перераспределение между фазами, что требует проведения дополнительных экспериментальных и теоретических исследований.

УДК 669.187.56

Ф. Л. Леоха, А. Д. Рябцев, С. Н. Ратиев, А. А. Грицюк

Донецкий национальный технический университет, Донецк

ЛЕГИРОВАНИЕ ТИТАНА КИСЛОРОДОМ И УГЛЕРОДОМ ПРИ КАМЕРНОМ ЭЛЕКТРОШЛАКОВОМ ПЕРЕПЛАВЕ

В настоящее время для переработки титановой губки в передельные слитки используют вакуумно-дуговой переплав и электронно-лучевую плавку. Альтернативным вакуумным переплавным процессам может быть камерный электрошлаковый переплав в контролируемой атмосфере под "активными" металлсодержащими шлаками (КЭШП). Этот способ характеризуется относительной простотой используемого оборудования, гибкостью технологических параметров, достаточно высоким качеством и относительно невысокой себестоимостью получаемого металла. Он позволяет, как эффективно рафинировать титан от кислорода и азота, так и легировать его кислородом и углеродом.

Поскольку кислород и углерод оказывают не только негативное, но и положительное влияние на свойства титана была рассмотрена возможность легирования титана кислородом или углеродом.

В работе приведены результаты легирования титана кислородом по трем технологическим схемам и углеродом при КЭШП титановой губки. При легиро-