

оказались неоднозначными. Нами были проведены дополнительные исследования, убедительно показавшие, что в условиях низких температур имеет место соотношение $v_{CO} > v_{H_2}$. Аналогичные результаты получены в наших исследованиях восстановления Fe_2O_3 и Fe_3O_4 при $500^\circ C$. Лишь после интенсивного развития распада CO соотношение скоростей процесса изменялось на противоположное.

Скоростные преимущества CO перед H_2 при низких температурах обычно связывают с рядом причин, к числу которых принадлежит различие в степени удаления исходных газов от равновесия, которое весьма велико на этапе Fe_3O_4 до Fe. Восстановление монооксидом углерода имеет температурно-тепловые преимущества перед восстановлением водородом. Особо важное значение придается различиям в адсорбируемости газообразных участников процесса, в частности высокой адсорбируемости водяных паров, блокирующих реакционную поверхность и таким образом тормозящих восстановление. Но экспериментального подтверждения этих предположений нет.

Выполненные нами исследования адсорбции газообразных реагентов, а также скорости поверхностных реакций на образцах гематита и магнетита подтвердили скоростные преимущества CO перед водородом в ходе восстановления обоих оксидов при $500^\circ C$. Повышение температуры до $700^\circ C$ сглаживало различие в скоростях поверхностных реакций. При $750^\circ C$ в опытах с Fe_2O_3 v_{H_2} и v_{CO} практически уравнивались, а подъем температуры до $780^\circ C$ приводил к соотношению $v_{H_2} > v_{CO}$. Восстановление Fe_3O_4 водородом протекало быстрее восстановления монооксидом углерода начиная уже с $750^\circ C$.

Это позволяет заключить, что переход при повышенных температурах скоростных преимуществ от CO к H_2 в ходе восстановления железорудных материалов обусловлен действием как внутридиффузионных так и адсорбционно-химических факторов.

КИНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ МАРГАНЕЦСОДЕРЖАЩЕГО РАСПЛАВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ НИЗКОФОСФОРИСТОГО ПОЛУПРОДУКТА

А.А. Надточий, Л.В. Камкина, НМетАУ

При производстве высокоуглеродистого ферромарганца бесфлюсовым способом получают перелый шлак, который

используют как низкофосфористое марганецсодержащее сырье при производстве ферросплавов на основе марганца. В шихте для получения низкофосфористого полупродукта в качестве марганцевой шихты вводят марганцевый агломерат, в котором фосфор находится в виде трифосфата кальция. Влияние на скорость углелетермического восстановления трифосфата кальция оказывают температура, количество и вид углеродистого восстановителя. Установлено, что при большом избытке углерода в шихтах, содержащих SiO_2 , восстановление не ускоряется, а замедляется. Повышается степень восстановления фосфора при добавлении не только SiO_2 , но и Al_2O_3 , однако в меньшей степени. Присутствие железа облегчает восстановление фосфата кальция, так как он растворяет фосфор и, образуя с ним химические соединения, прочно связывает его, однако железо не столько ускоряет процесс, сколько улавливает образующийся фосфор. Проведенные кинетические исследования углелетермического восстановления закиси марганца указывают на значительное влияние восстановленного железа. В присутствии образовавшегося первичного железоуглеродистого расплава марганец начинает восстанавливаться при меньших температурах. Для расшифровки динамики восстановления отдельных элементов при совместном восстановлении их из порошковой смеси оксидов были проведены опыты, в которых восстановление осуществлялось углеродом тигля, что позволяет рассчитать по величине поверхности контакта углерода тигля с расплавом скорость расходования углерода на восстановление. Восстановление элементов из расплава протекает не последовательно - в порядке восстановимости свободных оксидов, а одновременно. Разрываются менее прочные связи, что приводит в системе Mn-Si-P-O-C к преимущественному восстановлению фосфора и марганца, однако фосфор имеет более благоприятные условия для восстановления из исследуемой шихты. Проведен расчет равновесного состояния данной системы. При совместном восстановлении нескольких оксидов углеродом из жидких оксидных расплавов при протекании процесса в нестационарном состоянии, состав образующегося металла приближается к равновесному с данным шлаком известного состава.
