

ным данным можно принять в диапазоне: $z = 0 \div 0,18$; $x = 0,25-0,35$; $y = 0 \div 0,5$. Оценить термодинамическую прочность того либо иного карбида можно по величине ΔG^0 (из расчета на один атом углерода). Термодинамические данные для совместных карбидов были рассчитаны с использованием метода CalPhaD (Calculation of Phase Diagrams). Это феноменологический метод, позволяющий рассчитать термодинамические функции химического соединения по их элементарному составу.

УДК:669.018:669.112

А .М. Гришин, А. М. Горделюк

Национальная металлургическая академия Украины, Днепр

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КАРБИДНОЙ ФАЗЫ В ПРОЦЕССЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ХРОМА В СЛОЖНЫХ СИСТЕМАХ

Механизм и кинетические закономерности формирования карбидной фазы в процессе твердофазного восстановления хрома исследованы недостаточно. При этом необходимо, на наш взгляд, разделять процесс формирования карбидов при кристаллизации легированных хромом марок стали и при низкотемпературном восстановлении. Значимость этого вопроса определяется тем, что карбидная фаза при твердофазном восстановлении является и продуктом и реагирующей фазой. Литературные данные и результаты наших исследований системы Cr – Fe – O – C свидетельствуют о многостадийном, сложно сопряженном механизме образования и трансформации совместных железо-хромистых карбидов переменного состава. Учитывая очередность восстановления Fe и Cr в рассматриваемой системе, температуру процесса, начальное соотношение C/O и Cr/Fe, можно выделить стадии:

1. Восстановление железа до $Fe_{мет.}$ либо Fe_3C .
2. Начало восстановления хрома и растворение его в карбиде железа. По литературным данным количество растворенного хрома в решетке цементита незначительное и приводит к появлению $(Fe,Cr)_3C$.
3. Дальнейшее восстановление хрома, невозможность его растворения в карбиде железа и наличие в системе свободного углерода может привести к появлению карбида хрома Cr_3C_2 .

4. Вовлечение в процесс восстановления и $(Fe,Cr)_3C$, термодинамическая активность которого достаточно близка к углероду.

5. Образующиеся атомы Fe замещают атомы Cr в решетке совместного карбида и происходит формирование карбида $(Fe_{1-x}Cr_x)_3C_2$.

6. При выполнении указанных выше термодинамических условий (Т и С/О) возможно дальнейшее развитие процесса – восстановление Cr_2O_3 совместным карбидом до $(Cr_{1-y}Fe_y)_7C_3$. Эта стадия сама достаточно сложна т.к. сопровождается параллельным протеканием нескольких реакций: газификация карбида, восстановление оксида хрома и образование нового совместного карбида.

Предложенная нами модель, безусловно, нуждается в детальной проверке как посредством термодинамических расчетов, так и анализа продуктов восстановления на различных этапах.

УДК 621.783.233.2

Е. В. Гупало, О. Л. Ерёмина

Национальная металлургическая академия Украины (НМетАУ),

г. Днепропетровск

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КИСЛОРОДА ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ ВОЗДУХА ГОРЕНИЯ В
КОЛЬЦЕВОЙ ПЕЧИ**

Кольцевые печи широко используются для нагрева трубных заготовок перед обработкой давлением. Известно, что одним из способов повышения энергоэффективности печей является обогащение воздуха горения технологическим кислородом. Увеличение содержания кислорода в воздухе горения уменьшает удельный выход продуктов сгорания, в результате чего снижаются потери теплоты с уходящим дымом, увеличиваются коэффициенты использования теплоты топлива и полезного действия печи [1].

С использованием метода математического моделирования выполнены исследования нагрева металла в кольцевой печи при использовании для сжигания топлива атмосферного и обогащенного кислородом воздуха [2].

В качестве объекта исследования выбрана печь производительностью 60 т/ч, предназначенная для нагрева заготовок диаметром до 0,53 м и длиной до 2 м перед прошивкой. Печь отапливается природным газом с теплотой сгорания 35,5 МДж/м³.