

Анализ условий образования алюминатов в рафинировочных шлаках

Трибушевский Л. В., Неменёнок Б. М., Кулик М. А.
Белорусский национальный технический университет

Рафинировочные шлаки, используемые при внепечной обработке стали на установке «печь-ковш», представляют собой многокомпонентную оксидную систему. С целью снижения окисленности рафинировочного шлака (содержания FeO, MnO) его подвергают раскислению специальными смесями, содержащими $Al_{мет}$ и Al_2O_3 . Представляло интерес оценить вероятность протекания реакций с участием и компонентов рафинировочного шлака.

В результате термодинамического анализа реакций взаимодействия CaO, SiO_2 и Al_2O_3 в интервале температур 400-1873 К установлена возможность образования алюминов кальция $C_{12}A_7$ ($12CaO \cdot 7Al_2O_3$); C_3A ($3Ca \cdot Al_2O_3$); CA ($CaO \cdot Al_2O_3$); CA_2 ($CaO \cdot 2Al_2O_3$); силикатов кальция C_2S ($2CaO \cdot SiO_2$); C_3S ($3CaO \cdot SiO_2$); CS ($CaO \cdot SiO_2$); C_3S_2 ($3CaO \cdot 2SiO_2$); C_2S ($2CaO \cdot SiO_2$) и алюмосиликатов кальция C_2AS ($2CaO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$); CAS ($CaO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$); C_3AlS_3 ($3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3SiO_2$); CAS_2 ($CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$). При этом изменение энергии Гиббса у реакций, протекающих при 1873 К с образованием алюмината $C_{12}A_7$, составляет от $-109,3$ до $-83,03$ кДж/моль, что свидетельствует от большой вероятности образования данного соединения. Образование соединения CA сопровождается изменением энергии Гиббса на уровне $(-49,77) \div (-43,19)$ кДж/моль. В зависимости от соотношения исходных компонентов, участвующих в реакции, изменение энергии Гиббса при образовании алюминатов, силикатов и алюмосиликатов кальция колеблется в широких пределах. Максимальное отрицательное значение ΔG_T на уровне -169 кДж/моль характерно при образовании C_2AS . В диапазоне ΔG_T $(-90) \div (-100)$ кДж/моль возможно образование соединений $C_{12}A_7$; C_2S , CAS. Для интервала изменения ΔG_T $(-70) \div (-90)$ кДж/моль реакции завершаются образованием $C_{12}A_7$, C_2S , C_3S , C_3AS_3 . Изменение энергии Гиббса на уровне $(-40) \div (-70)$ кДж/моль отмечается при образовании соединений CA; C_3A ; C_2S ; CS; C_3S_2 ; C_2AS ; CAS_2 . С изменением энергии Гиббса на уровне $(-20) \div (-40)$ кДж/моль протекают реакции, сопровождающиеся образованием CA_2 , C_2S , CS, C_2AS .

Из рассчитанных 32 химических реакций, только три имеют положительное изменение ΔG_T , что свидетельствует о невозможности их протекания с образованием соединения C_3S .

Проделанные расчеты подтверждают возможность образования в рафинирующих шлаках соединений Al_2O_3 с CaO и SiO_2 , что необходимо учитывать в процессах раскисления и десульфурации стали.