

Термодинамическое моделирование восстановления металлов из расплавов B_2O_3 -CaO-Ni(Zn,Pb,Cu)O монооксидом углерода

© Вусихис⁺ Александр Семенович, Селиванов* Евгений Николаевич,
Тюшняков Станислав Николаевич и Ченцов Виктор Павлович

Институт металлургии УрО РАН, ул. Амурдсена, 101, г. Екатеринбург, 620016, Россия.

E-mail: vas58@mail.ru

*Ведущий направление; ⁺Поддерживающий переписку

Ключевые слова: методика, термодинамическое моделирование, кинетика, восстановление, газ, барботаж, многокомпонентный оксидный расплав, металл.

Аннотация

Для описания процессов восстановления металлов из оксидного расплава системы B_2O_3 -CaO-MeO (Me – Ni, Zn, Pb, Cu) монооксидом углерода применена методика термодинамического моделирования в приближении к открытым системам, с периодическим выводом металлической фазы и газов из состава рабочего тела. Оригинальность подхода состоит в том, что равновесие определено для каждой единичной порции газа, вводимой в рабочее тело, а содержание оксидов восстанавливаемых металлов в каждом расчетном цикле принято из предшествующих данных. Этот подход позволяет качественно приблизить моделируемые процессы к реальным и оценить полноту протекания реакций в пирометаллургических агрегатах. Расчеты по предложенной методике позволяют определять, в зависимости от количества введенного газа, такие величины, как составы оксидного расплава и металлической фазы, степени восстановления элементов, массовое соотношение оксидной и металлической фаз, равновесный состав газа, степень использования восстановительной способности газа и другие. Моделирование процесса восстановления никеля, меди, свинца и цинка из расплавов B_2O_3 -CaO-MeO позволило установить особенности протекания данного процесса для каждого из выше-указанных металлов. Обнаружено, что для этих металлов процесс протекает по-разному.

При восстановлении меди из CuO процесс протекает с образованием промежуточного оксида Cu_2O ($CuO \rightarrow Cu_2O \rightarrow Cu$). В одну стадию протекает восстановление никеля ($NiO \rightarrow Ni$), свинца ($PbO \rightarrow Pb_c + Pb_g$) и цинка ($ZnO \rightarrow Zn_g$). Изменение содержания цветных металлов в оксидном расплаве и степеней их восстановления от температуры и количества введенного восстановителя связаны функциональными уравнениями в виде полиномов второго порядка. Полученные сведения полезны для прогнозирования термоэкстракционных процессов, протекающих при извлечении никеля, меди свинца и цинка из шлаков цветной металлургии при барботаже расплава восстановительными газами.