

Моделирование процесса восстановления никеля и железа из оксидных расплавов конвертированным природным газом

© Вусихис⁺ Александр Семенович, Леонтьев* Леопольд Игоревич,
Селиванов Евгений Николаевич и Ченцов Виктор Павлович

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

Тел.: (343) 232-91-01. E-mail: vas58@mail.ru

*Ведущий направление; ⁺Поддерживающий переписку

Ключевые слова: методика, термодинамическое моделирование, кинетика, восстановление, конвертированный газ, барботаж, многокомпонентный оксидный расплав, железо, никель.

Аннотация

Рассмотрена возможность использования конвертированного природного газа для восстановления железа и никеля из оксидных расплавов в барботируемом слое. Для анализа процесса восстановления применена методика термодинамического моделирования. Методика позволяет описать кинетические особенности процессов взаимодействия многокомпонентных оксидных расплавов с газами-восстановителями различного состава.

Рассмотрены различные виды конверсии, используемые для его получения (кислородная, паровая, уголекислотная). Проведена оценка влияния на составы конвертированных газов соотношения природный газ/газ-окислитель и температур, при которых осуществляют конверсию. Показано, что повышение температуры от 1725 до 2273 К мало влияет на составы конвертированных газов. Концентрация водорода в продуктах кислородной конверсии при $\text{CH}_4/\text{O}_2 = 2$ составляет 66.5%; паровой ($\text{CH}_4/\text{H}_2\text{O} = 1$) – 75.0%; уголекислотной ($\text{CH}_4/\text{CO}_2 = 1$) – 49.9% (остальное CO) соответственно. Добавки окислителя приводят к появлению в смеси уголекислого газа и паров воды.

С помощью термодинамических расчетов описана кинетика барботажа.

Показано влияние состава и количества используемого газа-восстановителя, введенного в оксидный расплав, на его свойства. На этой основе проанализировано изменение состава расплава, степени восстановления элементов, массовое соотношение оксидной и металлической фаз, равновесных составов отходящих газа, и др.

Обнаружено, что в случае отсутствия окислителей в составе конвертированного газа, остаточное содержание оксида никеля в конечном расплаве снижается до 0.03%, а доля никеля в получающемся в результате восстановления ферроникеля – 70%. В присутствии CO_2 и H_2O остаточное содержание NiO в оксидном расплаве выше, а степень восстановления меньше. Полученные результаты позволяют прогнозировать показатели процесса восстановления металлов в ходе барботажа расплава оксидных систем. Обнаружено, что наиболее эффективным является газ паровой конверсии.