

К.В. САРКИСЯН

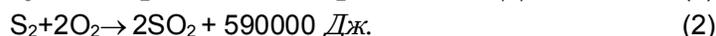
АВТОГЕННОЕ ТЕРМОХИМИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ ЗОЛОТО-ЖЕЛЕЗО-МЕДНОГО СУЛЬФИДНОГО КОНЦЕНТРАТА

Исследован механизм окислительно-диссоциационного автогенного монопроцесса разложения сульфидного концентрата Дрмбона. Окисление сульфида меди с выделением металлической меди, золота и серебра начинается после полного окисления и удаления сульфида железа из реакционной зоны. Приведены данные термодинамического анализа возможности протекания комплекса реакций разложения, окисления и плавления концентрата, подтвержденные экспериментальными результатами.

Ключевые слова: концентрат, разложение, окисление, плавление, медь, золото, серебро.

В высокотемпературных окислительных условиях нагрева и плавления железо-медного сульфидного концентрата происходит одновременно термическое разложение высших сульфидов меди, железа, окисление разложенных продуктов, а также взаимодействие низших сульфидов и образованных оксидов меди и железа с выделением металлической меди [1-3]. Это положение заложено в основу разработки нового монопроцесса переработки концентрата Дрмбона (Арцах). В этой связи необходимо выявить поведение сульфидов меди и железа в процессе высокотемпературного окислительного обжига и плавления. Для этого испытан концентрат с содержанием: Cu - 18%, Fe - 35%, S - 32%, остальное - оксиды кремния, кальция, магния и железа. Основная сульфидная масса концентрата выражена усредненным комплексом типа $Cu_{1,5}Fe_3S_6$ с энтальпией минус 40000 ккал (168000 кДж) и энтропией 15 ккал/моль(град) (63 кДж/моль.град).

На первой стадии обжига из концентрата удаляется сера по реакциям



После ухода серы в остатке обожженного концентрата остаются низшие сульфиды меди (Cu_2S) и железа (FeS) и оксиды металлов.

Последующий ход разложения сульфидов по аналогии с [4] можно представить следующими реакциями.

Сульфид меди окисляется по реакции



Сульфид железа окисляется по реакциям



Константа равновесия реакции(5) в интервале температур 527...1527°C:

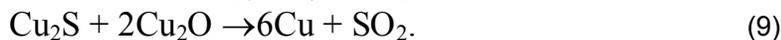
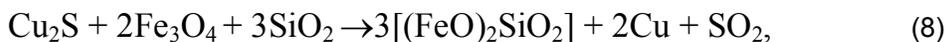
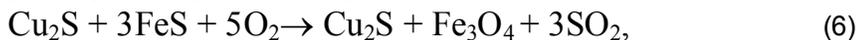
$$K_{(5)} = \frac{[Cu_2S][FeO]}{[Cu_2O][FeS]}$$

или

$$\lg K_{(5)} = \lg \frac{[\text{Cu}_2\text{S}] \cdot [\text{FeO}]}{[\text{Cu}_2\text{O}] \cdot [\text{FeS}]} = \frac{25900}{4574 \cdot T} - 74 \cdot 10^{-6} = \frac{5700}{T} - 74 \cdot 10^{-6}.$$

t, °C	527	727	927	1127	1327	1527	
lgK ₍₅₎	7		5.6	4.6	3.9	3.4	3
K ₍₅₎	1·10 ⁷	4·10 ⁵	4·10 ⁴	8·10 ³	2.5·10 ³	1·10 ³	

Большие значения константы реакции указывают на вероятность ее протекания. Из расчетных данных также видно, что с повышением температуры значение K₍₅₎ снижается, но оно остается значительно высоким, и поэтому в изученном температурном интервале реакция (5) должна идти в сторону образования закиси железа и сульфида меди. Это положение доказано совместным окислением низших сульфидов меди и железа в остатке разложенного концентрата. Процесс протекает по реакциям:



Уравнения изобарных потенциалов этих реакций имеют вид

$$\Delta Z_{(6)} = -411500 + 80T \text{ ккал/моль},$$

$$\Delta Z_{(7)} = -548200 + 121T \text{ ккал/моль},$$

$$\Delta Z_{(8)} = 156875 - 105T \text{ ккал/моль},$$

$$\Delta Z_{(9)} = 28600 - 35T \text{ ккал/моль}.$$

В температурных условиях процесса 1573 K реакции (6)-(9) смещены вправо.

Экспериментальные данные, полученные от окисления сульфидно-оксидного остатка обожженного концентрата, приведены на рисунке.

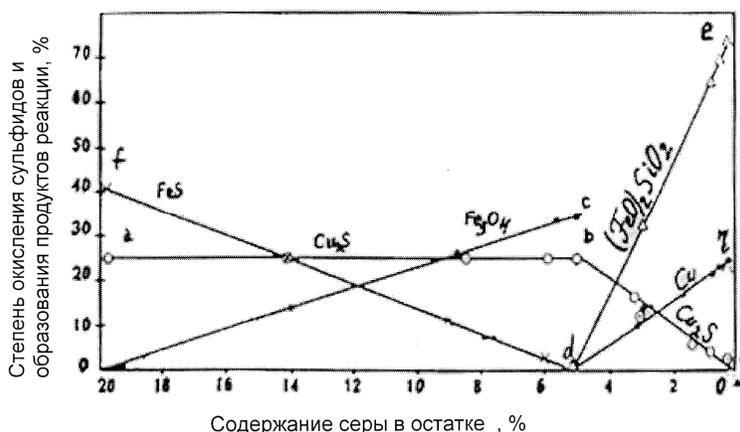


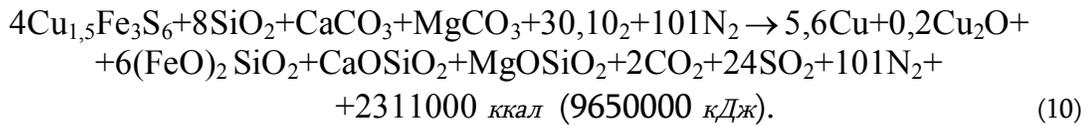
Рис. Степень окисления сульфидов и образования продуктов реакции в зависимости от содержания серы в остатке

Начальный состав остатка на рисунке соответствует точкам о (20%S), а (25%Cu₂S) и f(40%FeS). Линии f-d (окисление FeS) и о-с (образование Fe₃O₄) показывают ход течения реакции (6). При этом содержание серы в остатке снижается с 20% до 5%(точка d). На участке a-b сульфид меди не окисляется, и его содержание в остатке остаётся постоянным (реак. 6). Начиная с точки b, по линии b-j происходит окисление сульфида меди газообразным (реак. 7) и твёрдофазным (реак. 8 - 9) кислородом с выделением металлической меди по линии d-η и фаялита (FeO)₂SiO₂ по линии d -е. Оптимальная масса кислорода Мо₂ для окислительного разложения концентрата может быть рассчитана по эмпирическому уравнению

$$Mo_2 = 1,5P_k (0,01S - 0,0025Cu),$$

где S и Cu – процентное содержание серы и меди в концентрате; P_k – количество концентрата.

Общая суммарная реакция процесса с прямым выделением меди имеет вид



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Аветисян Х.К.** *Металлургия черновой меди.* - М.: *Металлургия.* - 1954.- 460 с.
2. **Григорян Г., Гукасян Ж.** *Автогенный монопроцесс прямого получения меди // Сб. материалов ГНК / ГИУА . - 1998. - С.51-54.*
3. **Григорян Г.Б., Григорян Г.Г.** *Теплотворность сульфидных концентратов Армении // Изв.НАН РА и ГИУА.Сер.ТН.-1998. - Т.51, № 3. - С. 382-385.*
4. **Крестовников А.Н.** и др. *Справочник по расчетам равновесий металлургических реакций.* - М.: *Металлургия,* 1963. – 400 с.

Арцахский государственный университет (АрГУ). Материал поступил в редакцию 17.03.2005.

Ք.Վ. ՍԱՐԳՍՅԱՆ

ՈՍԿԻ-ԵՐԿԱԹ-ՊՂՆՉՍՈՒԼՏԻՂԱՅԻՆ ԽՏԱՆՅՈՒԹԻ ԱՎՏՈԳԵՆ ԹԵՐՄՈՔԵՄԻՍՏԻԱԿԱՆ ՔԱՅՔԱՅՈՒՄԸ

Ուսումնասիրվել է Դրմբոնի սուլֆիդային խտանյութի օքսիդարար դիսոցման գործընթացի մեխանիզմը: Պղնձի սուլֆիդի օքսիդացումը և անջատումն սկսվում են երկաթի սուլֆիդի լրիվ օքսիդացումից հետո: Բերված են խտանյութի ավտոգեն ջերմաքայքայման, օքսիդացման և հալման համալիր ռեակցիաների հնարավոր ընթացքի թերմոդինամիկական անալիզը և փորձնական արդյունքները:

K.B. SARGSYAN

AUTOGENOUS THERMOCHEMICAL DECOMPOSITION OF THE GOLD-IRON-COPPER SULPHIDE CONCENTRATE

The oxide decomposition mechanism of autogenous monoprocess of sulphide Drmbon concentrate decompositon is studied. The oxidation of copper sulphide with separating metallic copper, gold and silver begins after full oxidizing and removing sulphide iron from the reaction zone. The data of the thermodynamic analysis of possibility to run the reactions of concentrate oxidization decomposition and melting confirmed with experimental results are given.