

Г.Б. ГРИГОРЯН, Г. Г. ГРИГОРЯН

МОНОПРОЦЕСС АВТОГЕННОЙ ПЛАВКИ МЕДНО-СУЛЬФИДНОГО КОНЦЕНТРАТА АРМЕНИИ

Дается обоснование технологии прямого получения меди путем самосжигания и плавления медно-сульфидного концентрата. Предложен оптимальный вариант автогенного монопроцесса с его основными технологическими условиями. Показано, что концентрат одновременно является источником тепловой энергии.

Ключевые слова: технология, концентрат, самоплавка, металлы, энергия.

Армения богата разнообразными рудными и нерудными сырьевыми ресурсами, эффективное использование которых является важной экономической задачей. Учитывая, что богатство недр республики является национальным достоянием, очевидна необходимость организации их переработки с извлечением всех ценных компонентов сырья. Однако в условиях отсутствия эффективной технологии и перерабатывающего предприятия с требуемой производительностью выпускаемые медные, молибденовые и другие сульфидные концентраты в основном реализуются за пределами республики, что экономически нецелесообразно и не отвечает национальным интересам.

Известные многостадийные процессы не обеспечивают возможность использования тепловой энергии и сопутствующих ценностей концентрата [1-3]. Физико-химические свойства сульфидного концентрата определяют преимущественную пригодность известной автогенной плавки концентрата с последующим жидкофазным окислением штейна в конвертере на черновую медь. Однако двухстадийность данной технологии также снижает эффективность переработки концентрата [2].

В определенных технологических условиях проведения автогенной плавки можно получить черновую медь, минуя конвертерный процесс. С этой целью исследовались возможности разработки одностадийной автогенной монотехнологии прямого получения меди.

Эксперименты проводились на сульфидных концентратах Капана, имеющих следующий химический состав (%):

17 Си; 32,44 S; 31,5 Fe; 9,46 SiO₂; 3,76 Al₂O₃; 1,5 CaO; 1,5 MgO; 2,84 CO₂.

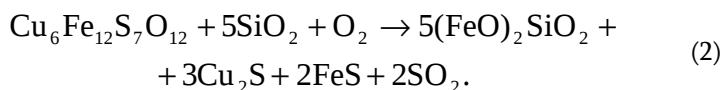
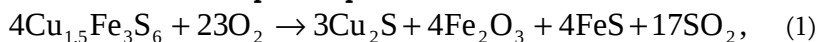
В качестве флюсовой добавки использовался кварцевый песок с содержанием 92% SiO₂.

Принцип автогенной монотехнологии заключается в одновременном проведении процессов самосжигания и плавления концентрата с получением газшлакометаллических смешанных продуктов в факеле и их последующим

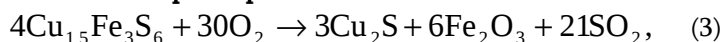
разделением в реакторе. Так как изучение указанных совмещенных процессов в одном лабораторном реакторе практически невозможно, исследования проводились методом имитации: вначале раздельное твердофазное окисление концентрата (реакции 1,3,5,7), далее плавление полученного огарка (реакции 2,4,6,8).

Прямое получение меди зависит от содержания серы и связанного кислорода в огарке. Для выявления указанной зависимости проводились четыре варианта экспериментов с различным содержанием серы и связанного кислорода в огарке по реакциям:

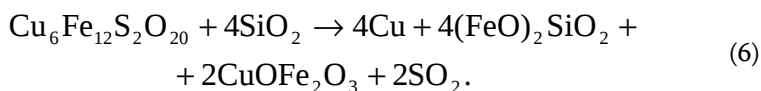
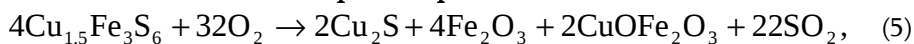
Первый вариант



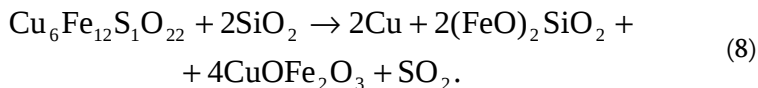
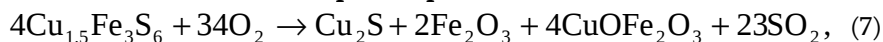
Второй вариант



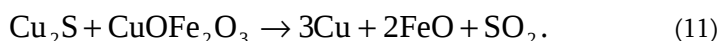
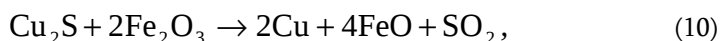
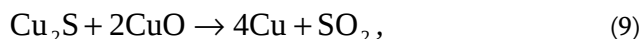
Третий вариант



Четвертый вариант



Выделение меди при плавке огарка (реакции 4,6,8) происходит при взаимодействии сульфида меди с оксидами меди и железа по упрощенным реакциям:



Продолжительность окисления концентрата составила 90...240 мин при температуре 815...850° С. Содержание серы в огарке колебалось в пределах 0,2...18%, а содержание связанного кислорода - в пределах 0,1...12%. Степень обессеривания концентрата составила 44...99,4%. Из силикатного песка и огарка приготавливался требуемый состав навесок массой 200 грамм для лабораторных плавки. Плавки проводились в тиглях из оксида алюминия в лабораторных печах при температуре 1350...1450°С. Эксперименту подвергались навески следующего состава, %:

18-19 Cu; 1,9-14 S; 43-46 FeO; 12,5-16,5 SiO₂; 4,3-4,4 Al₂O₃ + CaO + MgO; 3,8-11,6 O₂. В навеске с низким содержанием серы наблюдалось высокое содержание связанного кислорода и наоборот (рис.1).

Как видно из результатов опытных плавов (рис.1), медь максимально выделяется в условиях второго варианта (реакции 3 и 4), где содержание серы и кислорода в навеске одинаково и составляет 6,4%. За пределами этого содержания медь либо накапливается в сульфидах (рис.1, вариант 1, реакции 1 и 2), либо окисляется и переходит в шлак (рис.1, варианты 3 и 4, реакции 5-8). На практике факельный совмещенный процесс самосжигания (реакции 1,3,5,7) и плавления (реакции 2,4,6,8) концентрата осуществляется шихтовой горелкой специальной конструкции.

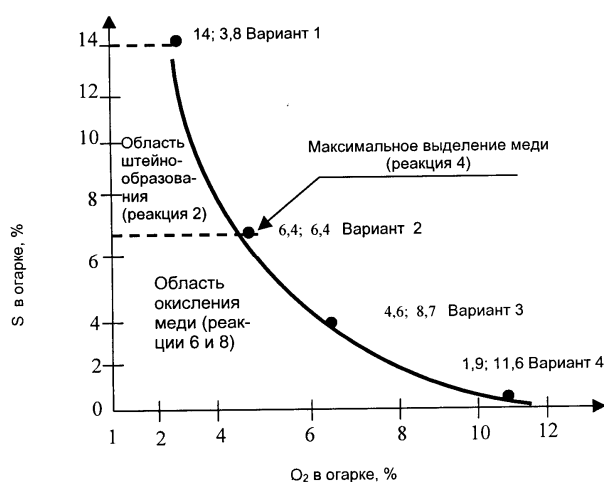
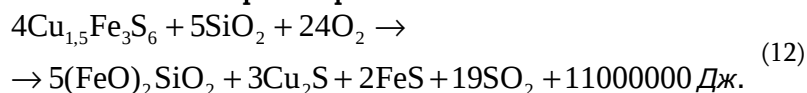


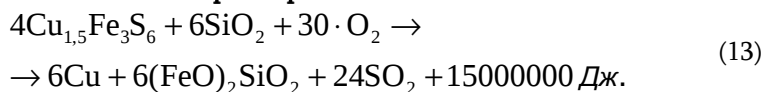
Рис.1. Серо-кислородные параметры плавки огарка (1,9...14% S и 3,8 ... 11,6 O₂)

Основные суммарные реакции совмещенного процесса:

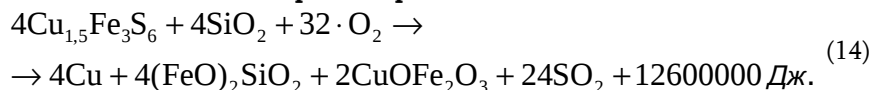
Первый вариант



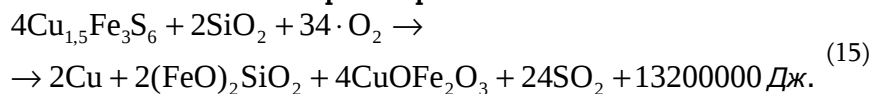
Второй вариант



Третий вариант



Четвертый вариант



Тепловые эффекты реакции рассчитаны известным методом [4]. В лабораторных экспериментах при температуре 1200 (С и ниже в смягченно-тестообразной навеске выделения меди не происходило, следовательно, не имело место взаимодействие сульфида меди и окислов по реакциям 4,6,8-11. Металлическая медь выделялась после полного расплавления навески и выдержки расплава в тигле. Отсюда следует, что в условиях совмещенного процесса в факеле выделения меди по реакции (13) маловероятно, оно должно происходить в накопленном расплаве реактора.

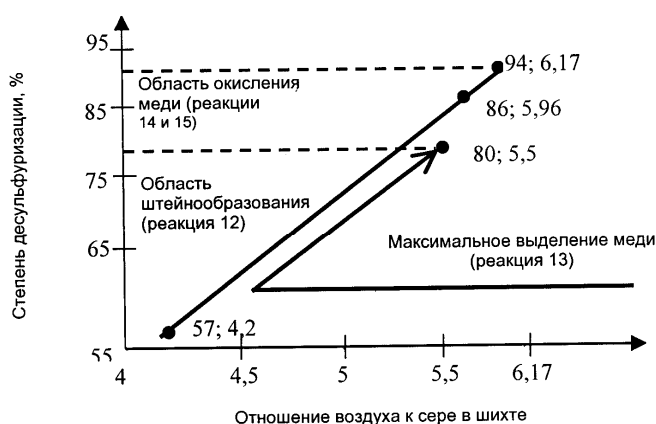


Рис.2. Условия автогенной плавки концентрата

Предлагаются следующие основные условия проведения совмещенного процесса по реакции (13): степень десульфуризации 80 %, отношение воздуха к сере в шихте 5,5 (рис. 2, вариант 2). За пределами указанных условий имеет место либо штейнообразование, и медь переходит в штейн (рис. 2, вариант 1, реакция 12), либо медь окисляется и переходит в шлак (рис. 2, варианты 3 и 4, реакции 14 и 15).

Таким образом, второй вариант более оптимален, так как обеспечивает максимальное извлечение меди 94,0 % с получением легкоплавкого фаялитового шлака и выделением большего количества тепла (рис.2, реакция 13).

Горючая масса m_{mes} в P_k концентрате определяется по уравнению $m_{\text{mes}} = 0,0158 P_k (\text{Cu} + \text{S})$. При $P_k = 100$ кг, содержании в концентрате 17% Си и 32,44% S горючая масса составит 78%.

Согласно реакции (13), в результате сжигания горючей массы выделяется 8300 кДж / кг тепла, или, с учетом содержания горючей массы 78 %, теплотворность концентрата составит 6500 кДж/кг. В приходной части теплового баланса монопроцесса первичное тепло самосжигания сульфидов составляет 97,5 % и обеспечивает самоплавку концентрата [5]. В расходной части баланса 21% тепла концентрируется в шлаке, 63% - в сернистых газах, что в сумме составляет 84% вторичного тепла и также подлежит использованию [5]. С учетом имеющихся

проектных мощностей обогатительных фабрик Армении годовой выпуск концентратов составит 250000 тонн.

При организации переработки этих концентратов предлагаемым автогенным монопроцессом на местах их производства, кроме меди, золота, серебра и других сопутствующих ценностей, республика может иметь в год $16 \cdot 10^{11}$ кДж тепловой энергии или 52 МВт, или сэкономить 56000 т условного топлива. Это все предопределяет технико-экономическую выгодность практической реализации предлагаемого монопроцесса в Армении, а также его использования в Арцахе, где начато промышленное освоение Дрмбонского золото-медного рудника.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Снурников А. П.** Комплексное использование минеральных ресурсов в цветной металлургии.-М.: Металлургия, 1986. – 384 с.
2. **Ванюков А. А., Уткин Н.И.** Комплексная переработка медного и никелевого сырья. - М.: Металлургия, 1988.- 400 с.
3. **Григорян Г.Б.** Комплексное использование металлургического сырья, вторичных энергоресурсов и охрана окружающей среды / Армупрцветмет. - Ереван, 1983. - 95 с.
4. **Крестовников А. Н.** и др. Справочник по расчетам равновесий металлургических реакций. - М.:Металлургия, 1963.- 416 с.
5. **Григорян Г. Б., Григорян Г. Г.** Теплотворность сульфидных концентратов Армении // Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН. - 1998. – Т.51, №3. - С. 382 - 385.

ГИУА. Материал поступил в редакцию 10.02.1999.

Գ.Բ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, Գ. Գ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՊՂԻՆԶ-ՍՈՒԼՖԻԴԱՅԻՆ ՀԱՐՍՏԱՆՅՈՒԹԻ ԱՎՏՈԳԵՆ ՀԱԼՍԱՆ ՄՈՆՈԳՈՐԾՆԹԱՅԸ

Հիմնավորված է պղնձի ուղղակի ստացման հնարավորությունը պղինձ-սպի-սուլֆիդային հարստանյութի ջահային ինքնայրումով և հալումով: Առաջարկված է մոնոգործընթացի լավարկված տարբերակը՝ հիմնական տեխնոլոգիական պայմաններով: Խտանյութը դիտարկվում է նաև որպես էներգիայի աղբյուր:

G.B. GRIGORIAN, Gr.G. GRIGORIAN COPPER - SULPHIDE CONCENTRATE AUTOGENOUS SMELTING MONOPROCESS IN ARMENIA

Direct copper obtaining by copper - sulphide concentrate selfburning and smelting process is grounded. The optimal autogenous monoprocess variation along with its main technological conditions is proposed. It is shown that the concentrate at the same time is the source of energy.