

УДК.669.33

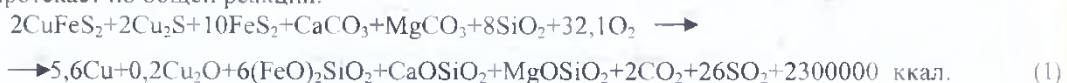
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЗОЛОТО-МЕДНОГО КОНЦЕНТРАТА ДРМБОНА

К.В.Саркисян, Г.Б.Григорян, А.Э.Аветисян
кафедра химии

Золото-медный-сульфидный концентрат Дрмбона (Арпах), как исходное сырье драгоценных и цветных металлов, одновременно является теплоносителем. В данной работе выявлены теплотехнические и технологические параметры горения концентрата.

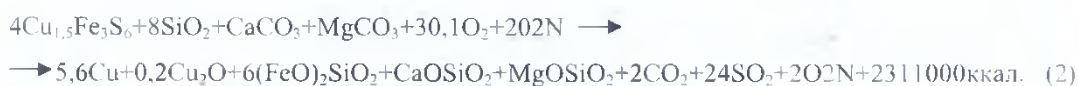
Высокосульфидные медные концентраты, кроме основных, извлекаемых металлов, содержат также другие ценности, в том числе и тепловую энергию [1], что позволяет организовать процесс их автогенного самосжигания и плавления без применения энергии извне [2,3]. В этой связи и для выбора направления исследования изучали энергетические возможности золото-медного высокосульфидного концентрата Дрмбона следующего состава (%): 18Cu, 35Fe, 32S, 1,5CaO, 1,5MgO, 7SiO₂, 50^f/_m-Au, 70^f/_m-Ag. Сульфидными минералами концентрата являются: халькопирит (CuFeS₂), халькозин (Cu₂S), пирит(FeS₂). 70% меди в концентрате представлен халькопиритом и 30%-халькозином. При этом расчётная горючая сульфидная масса в 100 кг концентрате составляет 77кг в том числе 36,3 кг халькопирит, 6,75кг халькозин, 34кг пирит. Оксидная масса "R" концентрата составляет 23 кг.

Самосжигание и плавление концентрата с учётом вышеуказанных сульфидов протекает по общей реакции:



Изобарный потенциал реакции: $\Delta Z_1 = -2300000 - 150\text{T}$.

Для упрощения термодинамических и теплотехнических расчетов автогенного процесса, и исходя из закона аддитивности вышеприведенные сульфидные минералы выражены усредненным сульфидным комплексом типа "Cu_{1,5}Fe₃S₆" с энтальпией минус 40000 ккал/моль (168000КДж/моль) и энтропией 15ккал/моль.град (63КДж/моль.град) [3]. Общая реакция автогенного процесса с учетом вышеприведенного сульфидного комплекса:



Изобарный потенциал реакции $\Delta Z_2 = -2311000 - 160\text{T}$.

При температуре процесса – 1500°C

$$\Delta Z_1 = -2566000$$

$$\Delta Z_2 = -2595000\text{ккал.}$$

Сопоставление термодинамических и теплотворных данных реакции (1) и (2) показывает приемлемость сульфидного комплекса для расчетов и описания химизма автогенного процесса. Масса сульфидного комплекса "M_{MeS}" в P_к концентрате определяется эмпирическим уравнением: M_{MeS} = 0.0158P_к(Cu+S), где: Cu и S процентное содержание меди и серы в концентрате. При этом сульфидная масса в 100кг. вышеприведенного концентрата составляет 79кг, а оксидная масса – 21кг.

Разность полученных расчетных сульфидных масс составляет 79-77=2кг. Следовательно, степень точности определения сульфидной массы концентрата приведенным уравнением составляет ± 2,5%.

Согласно реакции (2) теплотворность сульфидной массы составляет Q_{см} = 2311000:1824 ≈ 1300ккал/кг. Теплотворность концентрата "Q_к" зависит от "M_{MeS}". Q_{см} и определяется уравнением:

$$Q_k = \frac{M_{MeS}}{100} \cdot Q_{cm} (Cu+S) = 20.6(Cu+S), \text{ ккал/кг.}$$
 Для вышеприведенного концентрата $Q_k = 20.6(18+32) = 1030 \text{ ккал/кг.}$

Нижеприведенные температуры воспламенения “ $t_{вп}$ ” определяют начало автогенного устойчивого горения теплоносителей без дополнительного подвода тепла извне [4]

теплоносители	торф	дрова	бурый уголь	концентрат	камен.уголь	антрацит. кокс
$T_{вп}^{\circ}C$	225	300	370	410	470	700

Усредненная температура воспламенения концентрата определена исходя из температур воспламенения вышеприведенных сульфидных минералов и комплекса [2, 4]. Она относительно невысокая и определяет концентрат как среднего теплоносителя. С повышением крупности частиц концентрата повышается температура его воспламенения (рис.).

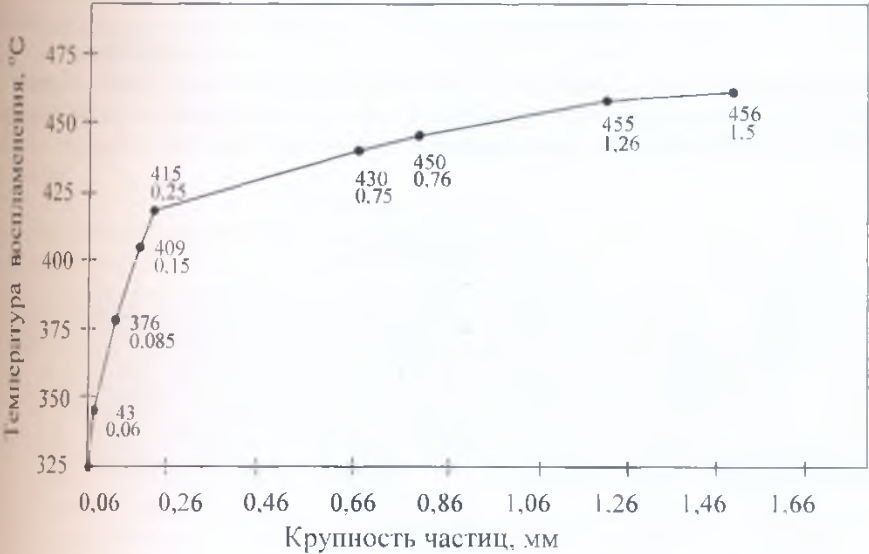
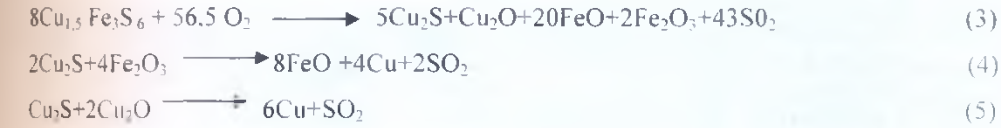


Рис. Зависимость температуры воспламенения концентрата от крупности его частиц. Температура горения концентрата “ $t_{гк}$ ” определяется уравнением:

$$t_{гк} = \frac{Q_k}{M_{гг} C_{гг}} + t_{гк}^0, \text{ }^{\circ}C.$$
 Где: $M_{гг}$ — суммарная масса, кг, а $C_{гг}$ — суммарная теплоемкость, ккал/кг.град продуктов автогенного термического разложения концентрата [5]. Согласно реакции (2) $M_{гг} = 1827(\text{расплав}) + 1624(CO_2 + SO_2) + 2830(\text{азот})$. Для 1кг. концентрата $M_{гг} = 1.5$ без азота, 2,7 с азотом и $C_{гг} = 0.254$ без азота, 0,26 с азотом.

Тогда: $t_{гк} = 1030:1.5 \cdot 0.25 = 2750$ и $1030:2.7 \cdot 0.26 = 1480^{\circ}C$. Требуемая рабочая температура автогенного процесса составляет $1450^{\circ}C$. В условиях использования технического кислорода температура горения концентрата получается выше нормы.

Горение сульфидов протекает в двух стадиях в гетерогенной и гомогенной фазах по реакциям.



Гетерогенное горение происходит в факеле, лимитируется кинетикой и внутренней диффузией (начальная стадия, реак. 3),

Гомогенное – в расплаве, лимитируется диффузией (завершающая стадия, реак. 4,5)

Данные балансов материалов и тепла для 100 кг. вышеприведенного концентрата.

Баланс материалов (кг):

Масса воздуха – $M_{\text{возд}} = 3,33(\text{Cu} + \text{S}) = 167$

Масса продуктов процесса:

Медь – $M_{\text{Cu}} = 0,365(\text{Cu} + \text{S}) = 18$; шлак $M_{\text{шл}} = 1,1 [0,58(\text{Cu} + \text{S}) + \text{R}] = 55$;

Газы – $M_{\text{газ}} = 3,9(\text{Cu} + \text{S}) = 194$; в том числе: $\text{SO}_2 - 64$, и $\text{N}_2 + \text{CO}_2 - 130$.

Где: Cu, S и R – процентное содержание меди, серы и оксидной массы в концентрате.

Баланс тепла в процессе (ккал):

Приход: тепло горения концентрата – $100 \cdot 1030 = 103000$

Физическое тепло: концентрата – $100 \cdot 250,3 = 25030$

воздуха – $167 \cdot 40 \cdot 0,23 = 1550$

105300 ккал

Уносится:

медью – $18 \cdot 1300,11 = 23402$

шлаком – $55 \cdot 13500,3 = 742516$

газами – $130 \cdot 14800,18 = 1924014$

избыток – 15200

105300 ккал

Температуры воспламенения " $t_{\text{вп}}$ ", горения " $t_{\text{гк}}$ ", теплотворность " $Q_{\text{к}}$ ", баланс тепла характеризуют концентрат одновременно как теплоносителя и предопределяют возможность его самосжигания и плавления в автогенном режиме.

Ամփոփում

Հետազոտվել է Դրմբոնի (Արցախ) ոսկի-սպինել-սուլֆիդային խտանյութը, որպես էներգակիր: Որոշված են խտանյութի ջերմատվությունը, բոցավառման ջերմաստիճանը և նրա այրման դիֆուզիոն-կինետիկական մեխանիզմը: Բերված են խտանյութի այրման նյութական և ջերմային հաշվեկշիռները: Ստացված տվյալներով խտանյութը բնութագրվում է նաև որպես էներգակիր և ցույց է տրված ավտոգեն ռեժիմով նրա ինքնայրման, թերմոդիսոլուցման հնարավորությունը, առանց դրսից էներգիայի օգնագործման:

Резюме

Исследован золото-медный сульфидный концентрат Дрмбона (Арцах) как энергоноситель. Определены теплотворность, температуры воспламенения, диффузионно-кинетический механизм горения концентрата. Приведены материальные и тепловые балансы процесса горения концентрата. Полученные данные характеризуют концентрат одновременно как теплоноситель и предопределяют возможность его самосжигания и терморазложения в автогенном режиме, без применения энергии извне.

Լիտերատուրա

1. Г.Б.Григорян, Г.Г.Григорян, Теплотворность сульфидных концентратов Армении, Ж «Известия» НАНА и ГИУА, N3, 1998, С.382-385.
2. Ванюков В.В. Уткин Н.И., Комплексная переработка медного и никелевого сырья, М., Металлургия, 1988, 400с.
3. Г.Б.Григорян, Г.Г.Григорян, О возможности прямого получения меди из сульфидных концентратов, Ж «Известия» НАНА и ГИУА, N2, 1999, с. 259-262.
4. Х.К.Аветисян, Металлургия черновой меди, М., Металлургия, 1954, 460с.
5. А.А. Вагин и др., Топливо, огнеупоры и металлургические печи, М., «Металлургия», 1978, 430с.