

Г. А. Григорян, А. Н. Абрамян, В. С. Мирзоян  
Кафедра химии

Изучен вещественный состав медь-золотосодержащих сульфидных руд Армении (Личкваз) и Арцаха (Дрмбон).

Цель работы – изучение вещественного состава руд указанных месторождений. Их элементарный состав определяли известными химико-аналитическим и пробирным анализами. Минералогический состав выявляли исходя из данных литературного обзора [1], полученного элементарного состава и срoдства меди, железа к сере кислороду. Проанализировано поведение основных металлов в сульфидно-оксидных массах в зависимости содержания серы в рудах. Полученные данные приведены в таблицах 1 и 2 и на рисунке 1.

Таблица 1

ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ РУД

Элементарный состав сырья	%											г/м				
	Cu	Fe	Sb	Au	S	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	Пир	Au	Ag	Se	Te	Bi
Дрмбон	3.25	6.6	0.02	0.2	8	2.5	1	56.75	1	3	17.68	4.5	10	20	3	0.01
Личкваз	1.5	7.66	1.0	1.0	9	1.5	1	52.94	1.5	2.24	20.66	5	40	20	30	100

Таблица 2

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ РУД, %

Минеральный состав сырья	CuFeS <sub>2</sub>	Cu <sub>2</sub> S	FeS <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Пир
Дрмбон	4.7	2	11.15	9	4.4	2.1	4	56.75	3	2.9
Личкваз	2.2	0.96	15	9	2.64	2.1	6	52.94	4	5.16

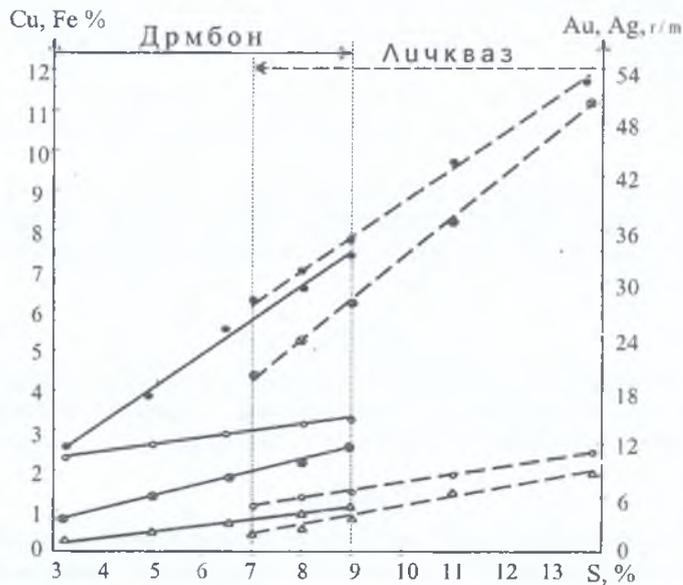


Рис. 1 Содержание металлов в сульфидной массе в зависимости от содержания серы в сырье:

—△— Au      —\*— Fe  
—⊙— Ag      —○— Cu

Сопоставление полученных данных показывает, что указанные руды являются среднесульфидными и близки по основным свойствам (табл.1 и 2, рис.). Медь и железо в обеих рудах являются основными сульфидоносными металлами и представлены халькопиритом, халькозинном, пиритом. Кварц является основным оксидно-рудным минералом. Золото в них свободно-дисперсное и механически связано с сульфидно-оксидными минералами. Серебро частично свободное в виде сплава с золотом, остальная часть представлена в виде слабых сульфидно-оксидных соединений, связанных с основными рудными минералами. В зависимости от изменения содержания серы в руде – 3-9% (Дрмбон) и 7-14% (Личкваз), медь, железо, серебро, золото, перераспределяются между сульфидно-оксидными массами сырья (рис.1). Перераспределение меди и железа между двумя массами сырья описывается элементарным эмпирическим уравнением:

$$0.53(\text{Cu}+\text{Fe})+0.25\text{Cu}+1.12\text{Fe}=\text{S},$$

где: 0.53, 0.25, 1.12 -стехиометрические коэффициенты,соответственно в халькопирите, халькозине, пирите; Cu,Fe - содержание этих элементов в сульфидной массе; S - общая масса серы в 100 единицах сырья, связанная с медью, железом в виде вышеуказанных сульфидных минералов.

Перераспределение золота, серебра определяется степенью изменения сульфидной массы. Наклон кривых к оси S больше для железа, серебра и меньше – для меди и золота, что объясняется сродством этих металлов к сере и кислороду [2]. Чем больше наклон кривой, тем выше степень перераспределения металла (рис.1).

В усредненно-суммарном выражении сульфидных минералов руд( табл. 2), халькопирита(  $\text{CuFeS}_2$ ), халькозина( $\text{Cu}_2\text{S}$ ),пирита(  $\text{FeS}_2$ ),можно представить в виде комплекса  $\text{Cu}_{1.5}\text{Fe}_3\text{S}_6$  с энтальпией минус 166000 Дж и энтропией 63 Дж/г.град. Масса "M<sub>мес</sub>" указанного сульфидного комплекса в рудах определяется эмпирическим уравнением:

$M_{\text{мес}} = 0,0158 P_{\text{руд}}(\text{Cu} + \text{S})$ , где  $P_{\text{руд}}$  - масса 100 единиц руды; Cu и S - процентное содержание этих элементов в руде. Сульфидная масса в дрмбонской руде составляет  $M_{\text{мес}} = 17.85 \%$  и в Личказской руде  $M_{\text{мес}} = 17.6 \%$ . Теплотворность сульфидной массы ру  $\text{Cu}_{1.5}\text{Fe}_3\text{S}_6$  составляет 3400 ккал/кг. При этом теплотворность Дрмбонской руды составляет 610 ккал/кг и Личказской руды- 600 ккал/кг. Таким образом,исследуемые руды одновременно являются источниками тепловой энергии,что нужно учесть при выборе и разработке технологии их переработки.Полученные данные будут использованы для выбора и разработки единой технологии совместной или раздельной переработки исследуемых руд.

## Резюме

*Изучен вещественный состав медь-золотосодержащих сульфидных руд Армении (Личкваз) и Арцаха (Дрмбон). Показано, что основные сульфидные металлы - медь, железо представлены халькопиритом, халькозинном, пиритом, а золото-свободно-дисперсное и механические сочтается с минералами.Исследуемые руды одновременно являются и источниками тепловой энергии.*

## Ամփոփում

*Առումնասիրված է Հայաստանի (Լիճրվազ) և Արցախի (Դրմբոն) պղինձ-սկի պարունակող սուլֆիդային հանքաքարերի նյութական կազմը: Յուրջ է տրված, որ հիմնական սուլֆիդային մետաղները պղինձը և նրկաջը, հանդես են գալիս խալկոպիրիտի, խալկոզինի, պիրիտի տեսքով, իսկ սկիին՝ ազատ-դիսպերս է և մեխանիկորեն կապված է միներալների հետ: Հետազոտվող հանքաքարերը միաժամանակ հանդիսանում են ջերմային էներգիայի աղբյուր:*

## Литература

1. Сидоренко Г.А. и др. Технологическая минералогия руд.– М., 1992. – 233с.
2. Крестовников А.Н. и др. расчеты металлургических реакций.–М.,1993.– 416с.