

ГЕОЛОГИЯ

В. И. Луценко и С. С. Акмаева

**О балансе распределения рассеянных металлов в продуктах
обогащения**

(Представлено академиком АН Армянской ССР И. Г. Магакьяном 25.IX.1959)

За последние годы в медно-молибденовых рудах установлено наличие рения, селена, теллура и других редких и рассеянных металлов (¹⁻³). Исследованиями Института химии АН Армянской ССР, а также институтов Механобр и Гинцветмет установлены примерные содержания рения, селена и теллура в концентратах обогатительных фабрик (работы М. В. Дарбиняна, В. А. Мелконяна и др.).

В связи с этим возник вопрос о промышленной оценке руд по содержанию рассеянных компонентов.

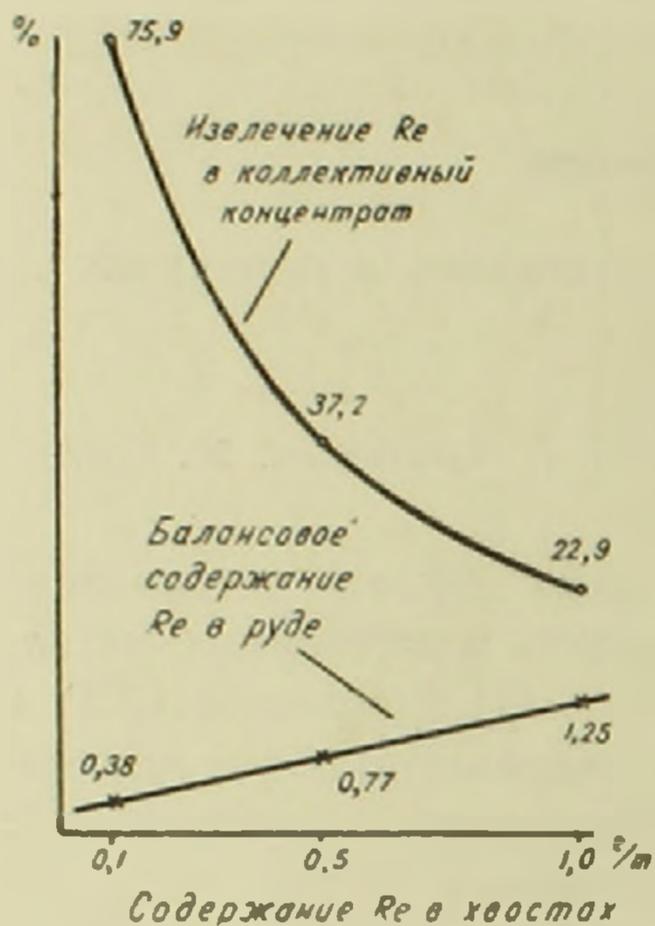
Как известно, промышленная оценка месторождения основывается на геологических запасах полезных компонентов в недрах и на возможности извлечения этих компонентов при переработке руд. Для обогатительных фабрик неотложной задачей является определение возможности попутного извлечения рассеянных металлов, наряду с извлечением ведущих металлов — в данном случае молибдена и меди. С этой целью необходимо выяснить ассоциацию рассеянных металлов к ведущими, установить пределы извлечения рассеянных металлов в соответствующие концентраты и определить достигаемую при этом степень концентрации. Указанные задачи решаются путем составления баланса распределения металлов в продуктах обогащения.

Расчет баланса основывается на выходах продуктов и на результатах их химического анализа. Выходы конечных продуктов обогатительных фабрик определяются с достаточной точностью. Что касается химического анализа, то в применении к бедным продуктам возникают значительные трудности.

Сложность задачи определения рассеянных металлов в бедных продуктах, т. е. руде и, особенно, в хвостах обогащения, состоит в том, что содержащееся в обычной аналитической навеске количество компонента значительно меньше предела чувствительности принятых методик анализа. Для получения достоверных результатов необходи-

мо увеличивать навеску, что усложняет и замедляет ход анализа. Отсюда следует вывод о необходимости разработки для рассеянных металлов новых более чувствительных методик анализа, гарантирующих необходимую точность определений.

Достоверное определение рассеянных металлов в бедных продуктах имеет чрезвычайно важное значение для составления баланса. На фиг. 1 приведен пример влияния возможных погрешностей аналитического определения рения в хвостах



Фиг. 1.

на степень его извлечения в коллективный медно-молибденовый концентрат. Из графика следует, что завышение содержания рения в хвостах с 0,1 до 0,5 г/т ведет к резкому снижению извлечения рения в концентрат с 75,3 до 37,2%.

Недостоверность определения содержания рассеянных металлов, в частности рения, в хвостах и других продуктах явилась причиной ошибок, допущенных предшествующими исследователями при составлении баланса распределения металлов в продуктах медно-молибденовых фабрик. Это в свою очередь приводило к неправильной промышленной оценке отдельных продуктов*.

Для получения в достаточной степени достоверных данных о содержании рения и других рассеянных металлов в продуктах обогащения было проведено опробование двух фабрик. Химические анализы производились в нескольких лабораториях. Особое внимание было обращено на получение воспроизводимых результатов между параллельными и контрольными анализами. Исследование показало, что существующие методики определения рения дают завышенные содержания рения в хвостах — до 0,8 г/т и в руде — до 1,0 г/т, что приводит к маловероятному балансу распределения.

Впервые малые содержания рения в хвостах, порядка 0,05 г/т, были получены аналитиком М. А. Мубаяджяном в 1958 г., благодаря разработанному им новому способу, применительно к анализу бедных продуктов.

С целью определения критерия достоверности анализов на рений нами сделано сопоставление разных продуктов обогащения с нарастающим содержанием молибдена и рения (табл. 1).

* Так, по данным института Механобр извлечение рения в молибденовый концентрат составляет 30%, что противоречит геохимическим представлениям. По данным Гинцветмета содержание рения в медном концентрате составляет 5 г/т, что в 10 раз больше действительного.

Из данных табл. 1 следует, что с увеличением содержания молибдена в продуктах соответственно растет содержание рения. Для определения соответствия между содержаниями рения и молибдена, нами принят рениевый модуль $\frac{Re}{Mo}$, который определя-

ет количество рения в г/т, приходящееся на 1% молибдена. Данные табл. 1 показывают, что при определении рения по действующим методикам постоянство модуля наблюдается только для богатых молибденом продуктов; для бедных продуктов получаются противоречивые результаты. При определении рения по новому способу, значение модуля остается постоянным, независимо от величины содержания молибдена и рения в продуктах обогащения. Это говорит, во-первых, о наличии определенной связи рения с ведущим молибденовым минералом — мо-

Таблица 1

Соотношение содержания рения и молибдена в балансовых продуктах обогащения двух фабрик

Наименование продукта	Номер фабрики	Содержание Mo %	Содержание Re г/т		Модуль рения г/т Re/% Mo	
			по действующей методике	по новой методике	по действующей методике	по новой методике
Отвальные хвосты	2	0,008	—	0,04	—	5,0
	1	0,012	—	0,06	—	5,0
Руда	2	0,050	0,9	0,26	18,0	5,2
	1	0,065	2,0	0,34	30,7	5,2
	1	0,072	1,0	0,36	14,0	5,0
Медный концентрат	2	0,12	2,6	0,52	21,7	4,3
	1	0,11	2,0	0,65	18,0	5,9
Коллективный концентрат лабораторных опытов	1	0,23	—	1,12	—	4,9
	1	0,52	—	2,43	—	5,2
Коллективный концентрат	1	2,05	11,0	10,25	5,4	5,0
	1	2,58	—	13,40	—	5,2
Молибденовый концентрат	2	26,23	—	138,0	—	5,2
	1	47,10	240,0	240,0	5,1	5,1
	1	48,13	240,0	246,0	5,0	5,1

либденитом и, во-вторых, о сравнительно большой чувствительности нового способа. Поэтому для расчета баланса распределения рения нами приняты данные М. А. Мубаяджяна.

По данным опробований первой фабрики рениевый модуль представлен величиной порядка 5,1. По данным опробования второй фабрики модуль представлен величиной порядка 5,2. Постоянство соотношения содержания рения и молибдена в среднемесячных фабричных пробах руд двух месторождений представляет большой интерес.

Составленный нами баланс ведущих и рассеянных металлов для исследованных руд двух фабрик приведен в табл. 2.

Таблица 2

Баланс распределения ведущих и рассеянных металлов в продуктах обогащения двух медно-молибденовых фабрик

№ фабрики	Наименование продукта	Выход %	Содержание металлов					Извлечение металлов в % (распределение)					Модуль рения $\frac{z/m \text{ Re}}{\% \text{ Mo}}$
			%		z/m			Mo	Cu	Re	Se	Te	
			Mo	Cu	Re	Se	Te						
1	Молибденовый концентрат	0.11	48.13	0.66	246,00	254,0	44.7	79.2	0.14	79.0	5.6	3.0	5.1
	Медный концентрат	2.03	0.11	16.48	0.65	127.0	29,1	3.2	66.80	3.8	51.5	36.6	5.9
	Коллективный концентрат	2.14	2.58	15.60	13.20	133.5	29,8	82.4	66.94	82.8	57.1	39.6	5.1
	Отвальные хвосты	97.86	0.012	0.17	0,06	2.2	1,0	17.6	33,06	17.2	42.9	60.4	5,0
	Руда балаксовая	100.00	0.067	0.50	0,34	5,0	1.6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	5.1
2	Молибденовый концентрат	0.15	26.23	7.62	138,00	64,0	34,0	78.4	2,3	80,0	6,4	6,5	5,2
	Медный концентрат	2.52	0.12	15.25	0.52	36,0	10,0	6,0	76,4	5,0	61,0	32,0	4,3
	Коллективный концентрат	2.67	1.58	14.83	8,24	37,5	11,3	84,4	78,7	85,0	67,4	38,5	5,2
	Отвальные хвосты	97.33	0.008	0.11	0,04	0,5	0,5	15,6	21,3	15,0	32,6	61,5	5,0
	Руда балансовая	100.00	0.05	0.50	0.26	1.49	0.8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	5,2

На основании баланса представляется возможным сделать следующие выводы.

Полученное распределение рения соответствует геохимическому представлению об изоморфном замещении молибдена рением в решетке молибденита (⁴). Соотношение содержаний этих металлов в продуктах обогащения постоянно. Извлечение этих металлов выражается цифрами одного и того же порядка.

Таким образом, для промышленного извлечения рения преимущественное значение имеют молибденовые концентраты и богатые молибденом промежуточные продукты. В балансе рения медные концентраты не играют существенной роли, так как заключенное в них количество рения соответствует остаточному количеству молибдена и составляет не более 6% от общего количества рения в руде.

Носителем селена и теллура являются медные концентраты, так как в них заключено преобладающее количество этих металлов. Вместе с тем, недостоверность определения селена и теллура в бедных продуктах не позволяет выяснить характер их ассоциации с медными минералами с такой определенностью, как это сделано для рения.

Молибденовый концентрат первой фабрики имеет высокую концентрацию селена, что согласуется с минералогическими данными о возможном наличии в руде этого месторождения селен-содержащей разновидности молибденита (³). Однако, в балансе распределения селена молибденовый концентрат не играет существенной роли, ввиду малого выхода; извлечение селена в концентрат составляет около 6% от общего количества селена в руде.

Как видно из рассмотренных результатов, баланс распределения может служить критерием в деле изучения редких и рассеянных металлов в рудах, так как с его помощью можно решать следующие задачи:

- 1) определять степень достоверности методик анализа и пределы их чувствительности для богатых и бедных продуктов;
- 2) устанавливать для типов руд данного месторождения ассоциацию рассеянных металлов с ведущими;
- 3) устанавливать пределы извлечения рассеянных металлов в продукты обогащения и определять степень их концентрации.

Исходя из этого, можно дать продуктам обогащения обоснованную промышленную оценку. Наряду с этим, баланс обогащения служит надежной основой для определения среднего содержания рассеянных компонентов в руде и для подсчета запасов их в недрах.

Таким образом, баланс распределения металлов связывает теоретические исследования с решением практических задач горнорудной промышленности.

Научно-исследовательский горно-металлургический институт С.Х. Армянской ССР

Պղնձա-մոլիբդենային կանխաբաժանի հարստացման պրոդուկտներում պարունակվող առաջատար և ցրված մետաղների բաժանման բալանսի հարցի շուրջը

Պղնձա-մոլիբդենային հանքաքարերում պարունակվող ցրված մետաղների արդյունաբերական զննատման անհրաժեշտությունը կապակցությամբ, կազմված է հարստացնող գործարանների վերջնական պրոդուկտներում մոլիբդենի, պղնձի, ունիումի, սելենի տեղերի բաշխման բալանս: Իսկանսը հիմնված է քիմիական անալիզների ստույգ տվյալների վրա:

Իսկանսային տվյալների վերլուծման հիման վրա ցույց է տրված, որ ունիումի սելենի և տեղերի քիմիական որոշման կիրառվող մեթոդիկաները ստույգ տվյալներ չեն տալիս ազդատ պրոդուկտների և, առանձնապես, հարստացման պոչերի համար: Իսկ հանդիսացել է այն սխալների պատճառը, որոնք թույլ են տվել նախորդ ուսումնասիրողների կողմից հանքաքարերում մետաղների բալանսը կազմելիս, որը և բերում էր հարստացման առանձին պրոդուկտների արդյունաբերական ոչ ճիշտ զննատմանը:

Հենվելով Մ. Ա. Մուրայաջյանի մշակած՝ ազդատ պրոդուկտներում պարունակվող ունիումի որոշման եղանակի և բալանսային պրոդուկտների քիմիական անալիզների զուգադրման վրա, հաստատված է $\frac{Re}{M_0}$ հարաբերության հաստատունությունը երկու գործարանների հարստացման պրոդուկտներում, ինչպես նաև M_0 և Re արտադատման միանմանությունը: Դա հնարավորություն է տալիս հաստատելու տվյալ հանքավայրի հանքաքարերում ունիի ասոցիացիան մոլիբդենիտի հետ:

Ցույց է տրված հարստացման բալանսի մեթոդական կարևոր նշանակությունը հետևյալ խնդիրների լուծման համար. 1) անալիզի մեթոդիկաների ստուգման աստիճանը և զգայնության սահմանները հարուստ և ազդատ պրոդուկտների համար. 2) տվյալ հանքավայրի հանքաքարերում ցրված և առաջատար մետաղների ասոցիացիայի որոշումը. 3) կոնցենտրատներում ցրված մետաղների արտադատման որոշումը և նրանց կոնցենտրացման աստիճանի հաստատումը, որից կախված է հանքաքարի և հարստացման պրոդուկտների արդյունաբերական զննատմումը:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ К. А. Карамян, Германиевые сульфиды Дастакертского медно-молибденового месторождения. ДАН АрмССР, т. XXVII, № 4 (1958). ² Г. О. Пиджян, К геохимии руд Дастакертского медно-молибденового месторождения. Изв. АН АрмССР серия геологических и географ. наук, т. XI, № 4 (1958). ³ И. Г. Магакьян, Рассеянные и редкоземельные металлы. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1957. ⁴ А. А. Сауков, Геохимия, Госгеолиздат, 1950.