

УДК 549

МИНЕРАЛОГИЯ

С. С. Акмасва, К. А. Карамян

К методике определения редких и рассеянных элементов в медно-молибденовых рудах Армянской ССР

(Представлено академиком АН Армянской ССР И. Г. Магакьяном 7/VII 1970)

С целью промышленной оценки редких и рассеянных элементов в медно-молибденовых рудах Армянской ССР и концентратов, получаемых при их обогащении, были проведены минералого-технологические исследования, включающие: анализ минералогически-чистых образцов основных рудных минералов, изучение и анализ продуктов флотации технологических проб, характеризующих различные стадии минерализации, анализ среднемесячных балансовых проб продуктов обогатительных фабрик.

Исследования позволили уточнить закономерности геохимических ассоциаций рассеянных элементов с ведущими рудными минералами и дать количественное определение этих связей как для различных минералогических типов руд, так и для средних промышленных руд.

Данные исследования являются развитием исследований, проведенных ранее в этом направлении, как в ИГН АН Армянской ССР, так и в НИГМИ.

В данной статье приведена характеристика редкометальности руд и концентратов Каджаранского, Агаракского и Дастакертского месторождений.

Числовые значения соотношений рассеянных и ведущих металлов выражены через модули, определяющие количество рассеянного элемента в $г/т$, приходящееся на 1,0% ведущего металла. Наиболее полно посредством модуля $\frac{Re \text{ } г/т}{Mo \text{ } \%}$ освещен вопрос об ассоциации рения и молибдена.

Практическое значение модуля, установленного по результатам анализа большого количества проб и характеризующих собою большую массу добытой руды, заключается в том, что по известным модулям и содержаниям ведущего металла, можно рассчитывать содержание рассеянного элемента в любом продукте. Значение сравнительно постоян-

лого модуля может быть учтено при составлении кондиций на рассеянные элементы при пересчете их геологических запасов.

Начиная с 1963 г. сотрудниками Загезурской базы ИГН АН Армянской ССР на отмеченных месторождениях отбиралось большое количество технологических проб, характеризующих различные минералогические типы руд, главным образом тех, которые представляют промышленный интерес.

На Каджаранском месторождении в различных горизонтах было отобрано 125 проб в интервале 170 м, по вертикали, на Агаракском месторождении отобрано 100 проб в интервале 165 м по вертикали. Из каждой геологической пробы отбирались характерные образцы для изготовления полированных и прозрачных шлифов, после чего пробы в НИГМИ подвергались дроблению, измельчению и флотации. Все изучаемые пробы и продукты их обогащения подвергались анализу с целью определения в них содержания молибдена, меди, железа, серы, рения, селена, теллура и висмута.

Достоверность средневзвешенных содержаний металлов в исходных пробах проверялась путем балансовых расчетов отдельно для каждой пробы.

Так как образцы чистых минералов не имеют той степени представительности, какую имеют средняя проба руды и продукты, полученные из нее экспериментом, то исследование чистых образцов в данном случае имело подчиненное значение и служило контролем для данных, полученных при изучении как характерных минералогических проб (с расчленением их по стадиям минерализации), так и технологических, характеризующих промышленную руду.

Статистической обработкой результатов анализа продуктов обогащения руд Каджаранского и Агаракского месторождений установлены значения основных модулей соотношений рассеянных и ведущих метал-

лов:

$$\frac{\text{Re г/т}}{\text{Mo \%}} ; \frac{\text{Se г/т}}{\text{Cu \%}} ; \frac{\text{Se г/т}}{\text{Te г/т}}$$

для основных минералогических типов руд (табл. 1), также и в среднем для месторождения с учетом руд текущей добычи (табл. 2). Как

видно из приведенных данных, модуль $\frac{\text{Re г/т}}{\text{Mo \%}}$ для Каджаранского месторождения колеблется от 4,5 до 5,8, тогда как для Агаракского месторождения он колеблется от 9,7 до 11,0, что говорит о том, что молибдениты второго месторождения вдвое богаче рением, чем молибдениты первого, но извлечение молибдена и рения в продукты обогащения в обоих случаях однозначны.

Различие значения модуля $\frac{\text{Se г/т}}{\text{Cu \%}}$ 15,6 для руд Каджаранского месторождения и 7,0 для руд Агаракского месторождения говорит о более низком содержании селена в последних. Для руд Агаракского месторождения характерно низкое содержание не только селена, но и висмута.

Надо отметить, что несмотря на производство анализов по методикам, принятым для массового анализа проб, заметна хорошая сопоставимость значений модулей, рассчитанных по различным исходным данным.

Таблица 1
Соотношение металлов в минералогических типах руд и продуктах их обогащения

Месторождение	Тип руды	Количество проб	Re z/m Mo %			Se z/m Cu %		Bi z/m Cu %		Se z/m Te z/m		
			руда	молибденовый концентрат	медный концентрат	пиритный концентрат	руда	медный концентрат	руда	медный концентрат	руда	медный концентрат
Каджаранское	Кварц-молибденитовый	10	4,7	4,7	—	—	—	—	27,6	—	4,8	—
	Кварц-молибденитовый халькопиритовый	23	5,4	4,6	4,8	—	14,1	9,7	22,7	10,7	2,9	4,2
	Кварц-халькопиритовый	27	4,8	4,6	4,5	—	8,4	7,5	19,9	11,6	2,7	3,8
	Кварц-пиритовый	25	5,0	5,2	6,5	5,0	24,7	9,0	23,4	23,7	2,6	3,5
	Средневзвешенные	115	5,0	4,8	5,2	5,0	15,6	8,7	24,0	15,4	3,4	3,8
Агарацкое	Кварц-молибденитовый	48	9,7	10,2	9,0	—	10,1	3,7	13,4	4,4	2,3	4,9
	Кварц-халькопиритовый	31	9,8	—	9,1	—	3,0	3,8	3,4	3,3	4,5	5,5
	Кварц-пиритовый	10	9,7	—	9,9	9,0	3,6	5,0	—	—	3,6	5,3
	Средневзвешенные	89	9,7	10,2	9,1	9,0	6,9	3,8	9,5	3,8	3,2	5,2

В табл. 3 исходя из сравнительного постоянства значения $\frac{Re\ z/m}{Mo\ \%}$ приведены расчетные содержания рения в молибденитах Каджаранского, Агарацкого и Дастякертского месторождений. Такие же расчеты сделаны для определения среднего содержания селена в халькопиритах.

Таким образом, в результате минералого-технологических исследований большого количества проб рекомендована методика определения редкометальности руд и концентратов, основанная на постоянстве значений модулей, выведенных по результатам изучения технологических проб, с получением продуктов, имеющих различное содержание как ведущих, так и рассеянных элементов. Методика включает сопоставление не только содержаний металлов, но также и их извлечение.

Таблица 2

Сравнительные значения модулей в медно молибденовых рудах Армении и продуктах их обогащения

Месторождение	Исходные данные	Количество проб	Re г/т		Se г/т		Bi г/т		Te г/т	
			Mo %		Cu %		Cu %		Te г/т	
			руда	молибденовый концентрат	руда	медный концентрат	руда	медный концентрат	руда	медный концентрат
Каджаранское	Средние по минералогическим типам	125	5,6	4,8	15,6	8,7	24,0	15,0	3,4	3,8
	Фабричные месячные	18	5,5	5,0	16,0	6,7	31,0	11,6	2,4	2,7
	Молибдениты (чистые обр)	25	—	4,7	—	—	—	—	—	—
	Средневзвешенные	168	5,6	4,8	15,6	8,4	25,0	14,5	3,3	3,6
Агаракское	Средние по минералогическим типам	89	9,7	10,2	6,9	3,8	9,5	3,8	3,2	5,2
	Фабричные месячные	19	10,9	10,7	7,2	3,6	9,6	3,2	2,2	4,9
	Молибдениты (чистые обр)	21	—	11,0	—	—	—	—	—	—
	Халькопириты (чистые обр)	18	—	—	—	3,1	—	—	—	—
	Средневзвешенные	147	9,9	10,3	7,0	3,7	9,5	3,7	3,0	5,1
Дастакертское	Средние по минералогическим типам	3	3,7	4,3						
	Фабричные месячные	24	5,1	4,4						
	Молибдениты (чистые обр)	6	—	4,1						
	Халькопириты (чистые обр)	5	—	—						
	Средневзвешенные	38	4,9	4,3						

Исходя из проведенных данных среднее содержание рения в молибденитах Каджаранского месторождения равно 312 г/т, Агаракского—605 г/т и Дастакертского—276 г/т.

Постоянство модуля для всех продуктов обогащения руды говорит о равнозначности извлечения того или иного ведущего и связанного с

Таблица 3

Месторождения	Молибдениты				Халькопириты			
	Рений, г/т				Селен, г/т			
	Анализ чистых молибденитов	Анализ молибденовых концентратов из различных типов руд	Анализ молибденовых концентратов обогатительных фабрик	Среднее	Анализ чистых халькопиритов	Анализ медных концентратов из различных типов руд	Анализ медных концентратов фабрик	Среднее
Каджаран	310	282	300	297	268	301	266	278
Агарах	660	612	642	638	124	131	124	126
Дастакерт	245	238	264	256	—	87	117	102

Таблица 4

Извлечение молибдена и рения из концентратов

	Извлечение, %			
	Каджаранское месторождение		Агарахское месторождение	
	Mo	Re	Mo	Re
Молибденитовый концентрат	78,2	75,1	64,25	63,0
Медный концентрат	3,44	3,9	8,0	9,2
Коллективный концентрат	81,64	79,0	72,25	72,2

ним рассеянного элемента. Это хорошо подтверждается на примере извлечения молибдена и рения (табл. 4).

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

Научно-исследовательский
горно-металлургический институт

Հայկական ՍՍՀ պղինձ-մոլիբդենային հանքանյութերի հազվագյուտ մետաղայնության որոշման եղանակի մասին

Հայկական ՍՍՀ պղինձ-մոլիբդենային հանքանյութերի և նրանց հարստացումից ստացվող խառնանքների արդյունաբերական գնահատման նպատակով կատարել են միներալոգիական և միներալոգիական օւսումնասիրություններ: Տրվում է ցրված տարրերի և գլխավոր հանքային միներալների գեոքեմիական զուգակցությունների օրինաչափությունները և այս կապերի քանակական որոշումը տարրեր միներալոգիական տիպի և միջին արդյունաբերական հանքանյութերի համար:

Հանձնարարվում է հանքանյութերի և խառնանքների հազվագյուտ մետաղայնության որոշման մի եղանակ, որը հիմնված է համեմատաչափերի (մոդուլների) նշանակությունների հաստատությունների վրա, որոնք գուրս են բերված բոտ տեխնոլոգիական նմուշների օւսումնասիրման այնպիսի արդյունքների, որոնք ունեն գլխավոր և ցրված տարրերի տարրեր պարունակություն: Ազակալը բեղգրկում է ոչ միայն մետաղների պարունակությունների համագրությունը, այլև նրանց առանձնացումը:

Համեմատաչափի հաստատուն լինելը հարստացված հանքանյութերի բոլոր արդյունքների համար խոսում է գլխավոր և նրա հետ կապված ցրված տարրի առանձնացման համանշանակության մասին: Սա հաստատում է մոլիբդենի և ոսնիումի առանձնացման օրինակով (աղյուսակ 3):