

МИНЕРАЛОГИЯ

Н. М. ЧЕРНЫШОВ

ФЛЮОРИТ ИЗ АХТАЛЬСКОГО БАРИТО-
ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В 1960 г. при детальном подземном картировании на Ахтальском месторождении, проводившемся с целью изучения минералогических особенностей и закономерностей пространственного размещения рудных тел, в их составе был установлен флюорит.

Ахтальское месторождение характеризуется сложным геологическим строением и отличается широким развитием в его пределах разнообразных по составу среднеюрских вулканогенных пород.

Рудные тела барито-полиметаллического состава, представляющие собой плоские линзообразные или пластообразные залежи, строго приурочены к зоне межформационного рассланцевания. Последняя совпадает, в общем, с контактом толщи кварцевых плагипорфиров («кварцевых порфиров») и, перекрывающих эту толщу, вулканогенных и туфогенно-осадочных пород дебедской свиты. Непосредственно на контакте с породами дебедской свиты располагается зона красного и серого барита, которая книзу сменяется зоной полиметаллических руд массивного и штокверкового типа, переходящей с глубиной во вкрапленное оруденение.

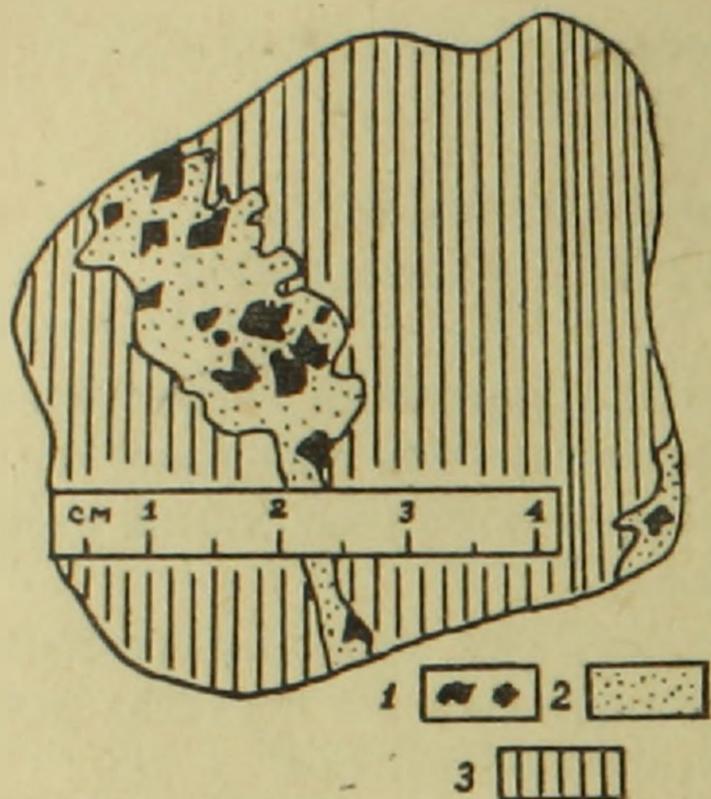
Минералогия Ахтальского месторождения наиболее полно изучена И. Г. Магакьяном [3] и Э. А. Хачатуряном. Главнейшими рудными минералами, определяющими промышленную ценность этого месторождения, являются: сфалерит, галенит, халькопирит, вместе с которыми, но в меньших количествах находятся пирит, борнит, теннантит, халькозин, ковеллин, самородное золото и серебро, станнин и другие минералы редких и рассеянных элементов. Среди жильных минералов известны барит, кварц, карбонат, хлорит, серицит.

Красный и серый барит, образующий крупные скопления промышленного значения, встречается не только в висячем боку рудных тел, образуя в таких случаях линзообразные залежи, но и в виде жил, прожилков и выделений в составе полиметаллических рудных тел.

Кроме того, на Ахтальском месторождении наблюдаются выделения крупнокристаллического белого барита, являющегося не только более поздним по отношению к серому и красному бариту, но и по отношению к рудным минералам. С этим баритом, образующим гнезда и прожилки, мощностью от 0,3 до 20 см, среди полиметаллических рудных тел

(фиг. 1) и залежей серого и красного барита, тесно ассоциирует флюорит, обнаруженный нами вначале в средней части линзы № 11 (штр. 12, шт. 16), а позже в ее верхней части (гор. 24 м, шт. 16) и в отвалах штольни № 9.

Внешне флюорит характеризуется фиолетовой окраской, образует характерные для него кубические, иногда в сочетании с октаэдром, кристаллы, размером от 0,5 до 5 мм. В краевых частях зерен, иногда слабо корродированных белым баритом, флюорит приобретает бледнофиолетовую окраску или вовсе обесцвечен. В ряде случаев устанавливается наличие в флюорите мелких включений (инъекций) барита и еще более редкой вкрапленности сфалерита, галенита, халькопирита и пирита.



Фиг. 1. Выделения флюорита (1) и барита (2) среди барито-полиметаллической руды (3).

Поскольку флюорит, представляющий несомненный интерес для выяснения генетических особенностей Ахтальского месторождения, установлен здесь впервые, это побудило автора провести всестороннее минералогическое его изучение,

результаты которого излагаются ниже.

Как отмечалось, фиолетовый флюорит Ахтальского месторождения образует кубические кристаллы нередко с искажением граней куба неравномерным развитием октаэдрических граней, на которых устанавливается совершенная спайность.

Под микроскопом, в тонком порошке флюорит бесцветен, изотропен. Наблюдаемое нередко аномальное двупреломление, выражающееся в виде слабого волнистого погасания, более отчетливо выступает на стыке зерен флюорита с баритом. Показатель преломления $n = 1,4335$.

Дебаеграмма описанного минерала, полученная О. Н. Хорошковой (рентгеновская лаборатория физического факультета Воронежского Государственного университета)¹, свидетельствует о ее соответствии дебаеграмме эталонного флюорита (табл. 1).

Пространственная группа $Oh^5 = Fm \cdot 3m$; $a = 5,45 \text{ \AA}$.

Однако, обогащенность образца некоторым количеством Ва и других элементов приводит к тому, что на полученной дебаеграмме обнаруживаются дополнительные линии (линии № 1, 3, 5, табл. 1), не вызывающие, правда, сколько-нибудь заметных (по сравнению с эталоном) изменений в величине межплоскостных расстояний.

¹ Условия съемки: рентгеновская трубка типа БСВ-2, излучение $SiK\alpha = 1,5418$, экспозиция 2 часа, без фильтра, при диаметре образца 0,40 мм и диаметре камеры 57,3 мм.

Таблица 1

№№ линий рентг.	l линий рентген.	$\theta_{\text{исп.}}$	α вычисл. по рентгену	α табл. по В. И. Михееву	l табл. по В. П. Михееву
1	4	12,71	3,49		
2	8	14,26	3,12	3,148	7
3	4	21,28	2,118		
4	10	23,48	1,929	1,928	10
5	2	25,14	1,809		
6	8	28,05	1,635	1,644	7
7	6	34,41	1,360	1,363	4
8 ₁	6	38,03	1,248	1,251	5
8 ₂	2	38,78	1,227		
9	8	43,85	1,110	1,113	7
10	6	47,36	1,045	1,049	5
11	4	53,07	0,964	0,964	5
12	6	56,59	0,921	0,922	6
13	6	62,81	0,864	0,866	5
14	4	67,62	0,831	0,835	4
15	4	72,53	0,806	0,789	2

О наличии элементов-примесей в исследованном фиолетовом флюорите свидетельствуют прежде всего данные спектрального анализа (табл. 2), выполненного в спектральной лаборатории ИГН АН Армянской ССР (аналитики М. Я. Мартиросян, Г. М. Мкртчян).

Как видно, в составе фиолетового флюорита главная роль принадлежит кальцию. Барий, цинк, свинец, железо, медь и ряд других элементов входят, вероятно, в качестве механической примеси в виде, соответственно, барита, сфалерита, галенита, пирита и халькопирита, что устанавливается и при микроскопических исследованиях. Присутствие в составе фиолетового флюорита целого ряда других элементов и, прежде всего, редких земель не исключает, по-видимому, наличия в нем также изоморфных примесей.

Таблица 2

Содержание в %	Элементы	Содержание в %	Элементы
> 10	Ca	0,01—0,03	Mn, Cu, Na, Sr
» 1	F (CaF)	0,003—0,01	Cd, Ti, Yt
1—3	Ba	0,001—0,003	Cr (?), Pb, La
0,3—1	Si, Al, Zn	0,0003—0,001	Ag, Ga
0,1—0,3	Mg, Fe		

Судя по литературным данным, наиболее полная сводка которых приводится Ф. В. Чухровым [4], наличие в фиолетовом флюорите марганца, включений сульфидов, редких земель и радиоактивных примесей, обуславливает, очевидно, его окраску.

Тщательно отобранный материал из мономинерального участка был подвергнут химическому анализу и определению удельного веса пикно-

метрическими методами. Результаты этих анализов, выполненные Л. И. Чернышовой (Воронежский технологический институт), показали следующие результаты (табл. 3).

Таблица 3

№№ образца	Содержание в процентах								Удельный вес
	Ca	F	BaO	SiO ₂	MgO	Fe	ппп	сумма	
ош-9	51,16	48,24	0,83	0,05	0,02	0,06	0,10	100,46	3,198
1	51,33	48,67						100,0	3,180
2	51,24	48,29		0,05	0,03	сл.	0,22	99,83	3,175

ош-9 — фиолетовый флюорит Ахтальского месторождения;

1 — стандартный флюорит [2];

2 — флюорит из Италии по Дж. Д. Дэна и др. [2].

Как видно из приведенной таблицы, содержание основных элементов (кальций, фтор) в флюорите Ахтальского месторождения несколько ниже содержания их в стандартном образце. В то же время в флюорите Ахтальского месторождения обнаруживается повышенное содержание BaO, обусловленное не только наличием механической примеси барита, но и возможным присутствием бария в виде изоморфной примеси. Это обстоятельство заметно сказывается и на увеличении удельного веса флюорита Ахтальского месторождения ($d=3,198$).

С фиолетовым флюоритом Ахтальского месторождения нами был проведен также ряд экспериментов по изучению изменения окраски и других физических и оптических свойств при нагревании, а также по его искусственному окрашиванию действием радиоактивного излучения.

В результате этих определений установлено, что фиолетовый флюорит заметно обесцвечивается при температуре 303° и полностью — при температуре 384°. После обесцвечивания флюорит становился тусклым, матовым, а включенные в нем мелкие зерна сульфидов — отчетливыми.

Начало заметного обесцвечивания флюорита совпадает с окончанием его термофлюоресценции. Свечение при нагревании (термофлюоресценция) ярким синевато-зеленым цветом наступало немедленно в виде вспышки, как только достигалась температура 183°. Дальнейшее увеличение температуры до 500° не приводит к термофлюоресценции. Последней не обладает обесцвеченный и вновь нагреваемый флюорит.

Показатель преломления обесцвеченного флюорита составляет 1,4347.

Описываемый фиолетовый флюорит подвергался термическому анализу на пирометре Н. С. Курнакова со скоростью нагревания 5 градусов в минуту. Однако на дифференциальной кривой в интервале, отвечающем началу термофлюоресценции (183°) и окончательному обесцвечиванию флюорита (384°), сколько-нибудь заметных изменений не установлено.

На сравнительно хорошо образованных кристаллах флюорита до и после обесцвечивания его нагреванием было проведено определение микротвердости с помощью прибора ПМТ-3 конструкции М. М. Хрущова и Е. С. Берковича. При сопоставлении результатов этих определений (табл. 4) устанавливается, что в пределах полученных значений на различных гранях твердость испытывает некоторые различия, оставаясь в целом более или менее постоянной до и после нагревания.

Таблица 4

Флюорит	Плоскость кристалла	Абсолютная твердость в кг/мм ²	Относительная твердость
1) До обесцвечивания	а) \perp (III)	183,0	3,976
	б) \parallel (III)	182,0	3,975
2) После обесцвечивания	а) \perp (III)	183,2	3,977
	б) \parallel (III)	182,1	3,975

Обесцвеченный нагреванием флюорит, будучи облученным в течение 20 дней на радий-бериллиевом источнике с потоком нейтронов $5,65 \times 10^2$ сек/см², приобрел бледнофиолетовую окраску. Интересно отметить, что фиолетовый флюорит в течение того же времени и при тех же условиях стал обнаруживать ослабление интенсивности окраски, особенно в той части зерен, которая богата примесями барита. Белый барит, заключенный в зернах фиолетового флюорита, приобрел при этом желтовато-зеленую ярко выраженную окраску. В обесцвеченном же нагреванием флюорите включения барита под воздействием радиоактивного облучения по-прежнему оставались белыми, сахаровидными. Возможно, что в данном случае происходит перегруппировка в кристаллических решетках флюорита и барита при одновременном поглощении последним микро-частиц «красителей» из флюорита.

Следует заметить, что в литературе имеются данные (5), согласно которым температура обесцвечивания флюорита указывает на тот температурный предел, ниже которого радиоактивный материал—пигмент мог еще ассоциировать с флюоритом.

Наличие флюорита в барито-полиметаллических рудных телах Ахтальского месторождения, согласно данным А. Г. Бетехтина (1), свидетельствует о возможном переносе тяжелых металлов в гидротермальных растворах в виде легко растворимых фторидов, хлоридов и т. п.

С другой стороны, сам факт окончательного обесцвечивания фиолетового флюорита из Ахтальского месторождения при температуре 384°, является косвенным указанием того, что температура кристаллизации, тесно ассоциирующего с ним белого барита, выделяющегося несколько позже флюорита, не могла превышать указанного предела.

Ն. Մ. ՉԵՐՆՅՈՎ

ՖԼՈՐԻՏԻՆ ԱԽԹԱԿԱՅԻ ԲԱՐԻՏԱ-ԲԱԶՄԱՄԵՏԱԳԱՅԻՆ
ՀԱՆՔԱՎԱՅՐՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ու մ

1960 թվականին Ախթալայի հանքավայրում ստորերկրյա մանրամասն քարտեզահանման ժամանակ հանքանյութերում հայտնաբերվել է մանուշակագույն ֆլուորիտ, որը սերտ կերպով կապված է սպիտակ բարիտի հետ:

Ֆլուորիտը հանդիպում է խորանարդային, երբեմն օկտաեդրի հետ զուգակցված 0,5-ից մինչև 5 մմ չափի բյուրեղների ձևով: Մանրադիտակի տակ ֆլուորիտի փոշին անգույն է, իզոտրոպ է և ունի թույլ արտահայտված տնտմալ երկբեկում: Բեկման ցուցիչը՝ $n=1,4335$: Նկարագրվող միներալի դերաեզրամը համապատասխանում է էտալոնային ֆլուորիտի դերաեզրամին: Տարածական խումբը՝ $H_n^5=Fm-3m, a=5,45\text{Å}$:

Քիմիական անալիզի միջոցով ֆլուորիտում, բացի Ca և F սահմանված է նաև BaO, SiO₂, MgO, Fe պարունակություն: Բարիումի առկայությունը ֆլուորիտում պայմանավորում է վերջինիս տեսակարար կշռի աճը 3,198, էտալոնի համեմատ:

Հաստատված է, որ մանուշակագույն ֆլուորիտը նկատելիորեն գունաթափվում է 303° և լրիվ կերպով՝ 384° ջերմության պայմաններում: Ֆլուորիտի տաքացման ժամանակ նրա կապտա-կանաչագույն լուսարձակումը տեղի է ունենում անհապաղ, բռնկման ձևով, 183° ջերմաստիճանի պայմաններում:

Գունաթափված ֆլուորիտի բեկման ցուցիչը կազմում է 1,4347:

Տաքացման միջոցով գունաթափված ֆլուորիտը 20 օրվա ընթացքում ռադի-բերիլային աղբյուրի ճառագայթմանը ենթարկելուց հետո, որի նեյտրոնների հոսքը կազմում է $5,65 \times 10^2$ վայրկյալում², ստանում է թույլ մանուշակագույն գունավորում: Մանուշակագույն ֆլուորիտը հանույթի միևնույն ժամանակամիջոցում և պայմաններում հայտնաբերում է գունավորման ինտենսիվության թուլացում, առանձնապես բյուրեղների այն մասերում, որոնք հարուստ են բարիումի խառնուրդով: Հնարավոր է, որ տվյալ դեպքում ֆլուորիտի և բարիտի բյուրեղային ցանցերում կատարվում է վերախմբավորում, միաժամանակ բարիտի կողմից ֆլուորիտի «գունավորող» միկրոմասնիկների կլանմամբ:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Бетехтин А. Г. Гидротермальные растворы, их природа и процессы рудообразования. Сб. «Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях». Изд. АН СССР, 1955.
2. Дэна Дж. Д., Дэна Э. С. и др. Система минералогии. Т. II, полутом I, изд. иностр. литературы, М., 1953.
3. Магакьян И. Г. Алавердский тип оруденения и его руды. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1947.
4. Чухров Ф. В. Коллоиды в земной коре. Изд. АН СССР, М., 1955.
5. Begman R. Some physical properties of naturally irradiated fluorite. Amer. Min. 42, № 3—4, 1957.