АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ТРУДЫ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ ИМЕНИ А. Е. ФЕРСМАНА

Выпуск 12

Редактор д-р геол.-мин. наук *Г. П. Барсанов*

В. Н. ЗУЕВ, А. В. КОСТЕРИН

КСЕНОТИМ ИЗ ГИДРОТЕРМАЛЬНОГО РУДОПРОЯВЛЕНИЯ СРЕДНЕЙ АЗИИ

В одном из гидротермальных рудопроявлений Средней Азии развита чрезвычайно интересная ассоциация редкоземельных минералов.

Рудопроявление генетически связано с верхневарисскими аляскитовыми гранитами, внедрившимися в допалеозойские амфиболовые сланцы. Вследствие интенсивной гидротермальной деятельности, граниты и сланцы подверглись сильному изменению: окварцеванию, серицитизации, хлоритизации, грейзенизации и др. Редкоземельные минералы приурочены к измененным породам, а также прорывающим их кварцевым и кварцево-полевошпатовым прожилкам; они представлены монацитом, иттропаризитом, иттрофлюоритом, ксенотимом, флюоцеритом и феррихуттонитом. Чаще всего выделения этих минералов наблюдаются в форме мелкой спорадической вкрапленности, неправильных прожилковидных и гнездообразных тел размером от нескольких миллиметров до 1,5 м. С указанными минералами ассоциируют малакон, касситерит, пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, молибденит и изредка арсенопирит. Визуальное изучение взаимоотношений редкоземельных минералов и просмотр шлифов выявили следующую последовательность их образования: 1) монацит; 2) иттрофлюорит, иттропаризит I, ксенотим (эти минералы часто развиваются по монациту); 3) иттропаризит II, флюоцерит (иттропаризит II развивается как вторичный минерал по монациту, ксенотиму и иттрофлюориту; флюоцерит — как вторичный по монациту, иногда совместно с иттропаризитом).

Описание некоторых редкоземельных минералов из этого месторождения сделано нами ранее (Зуев, Костерин, 1959).

В настоящей статье дается характеристика ксенотима и подробное описание способа его выделения из сложной по составу породы.

Ксенотим имеет светло-коричневый, красновато-коричневый и желто-коричневый цвет. В шлифе бесцветный. Показатели преломления: No = 1,720 и Ne = 1,820 (определены в сплавах). Ксенотим широко распространен в указанных образованиях (несколько менее, чем монацит и иттропаризит) и в основном находится в продуктах замещения монацита, образующего крупные (до 1 см) правильные кристаллы, обычно разъеденные иттропаризитом и иттрофлюоритом с мелкой вкрапленностью ксенотима. В некоторых случаях последний непосредственно развивается по монациту (рис. 1). Наиболее часто ксенотим в виде мельчайших кристалликов наблюдается в тесном прорастании с иттрофлюоритом. Часто кристаллики образуют в иттрофлюорите неправильные сложные сростки размером в сотые, реже десятые доли миллиметра (рис. 2). Часто по ксенотиму наблюдается развитие иттропаризита II.

Рис. 1. Монацит с хорошо выраженной спайностью (бело-серое), разъедается иттропаризитом, иттрофлюоритом и ксенотимом. Шлиф. Увел. 80

В связи с микроскопическим характером выделений и тесным микропрорастанием с иттрофлюоритом и иттропаризитом, а часто и с кварцем выделить ксенотим в чистом виде путем механического отбора не удалось; поэтому мы пользовались химическими методами разделения. Для этого под бинокуляром производился отбор выделений ксенотима с наименьшим количеством примесей иттрофлюорита, иттропаризита и кварца. Далее образцы растирались до пудры и обрабатывались кипящей трехнормальной HCl. При этом иттропаризит, хорошо растворяющийся в HCl, и иттрофлюорит, растворяющийся несколько хуже, постепенно переходили в раствор. Ксенотим и кварц, растворяющиеся в HCl частично, оставались в нерастворимом остатке. Поскольку элемент Ca содержится только в иттропаризите и иттрофлюорите, но отсутствует в кварце и ксенотиме, полноту растворения иттропаризита и иттрофлюорита контролировали по содержанию в осадке Ca.

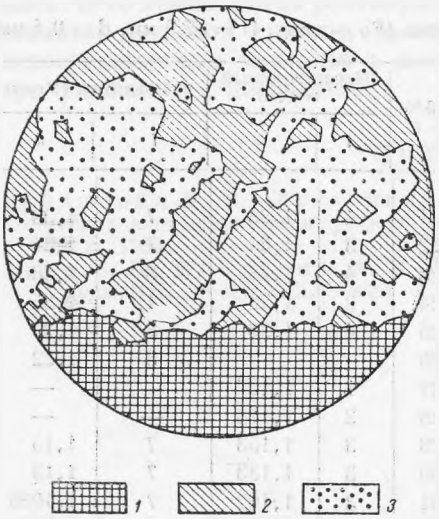

Рис. 2. Взаимоотношение монацита с ксенотимом и иттрофлюоритом:

1 — монацит; *2* — ксенотим; *3* — иттрофлюорит. Шлиф. Увел. 200

В табл. 1 показаны результаты спектрального анализа нерастворимого осадка после кипячения в 3NHCl.

Из таблицы видно, что после 7 и 8 часов кипячения Ca в осадке почти полностью отсутствует. Следовательно, к этому времени Ca-содержащие иттропаризит и иттрофлюорит полностью растворились.

Для определения минералогического состава осадка, полученного после 7 часов кипячения, с него была снята дебаеграмма, приведенная в табл. 2. Для сравнения здесь же приведена дебаеграмма чистого ксенотима Урала. Из табл. 2 видно, что осадок состоит из ксенотима и кварца (линии порядковых номеров 5, 27, 28 и др.). Поскольку осадок содержит два минерала, его нельзя использовать для полного химического анализа ксенотима. Однако, поскольку кварц не содержит редких земель, рентгеноспектральный анализ осадка ΣTR позволяет установить соотношение редкоземельных элементов в ксенотимах. Результаты анализа

Таблица 1

Результаты полуколичественного спектрального анализа нерастворимого осадка (в вес.%)

Элементы	Длительность кипячения, в час.				
	4	5	6	7	8
Al	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Be	0,03	0,01	0,01	0,003	0,003
Ca	Значительное количество	<0,01	<0,01	0,001	0,001
Fe	0,3	0,7	~1	0,3	0,3
La	~1	~1	0,3	~0,1	~0,1
Mg	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
P	≫1	≫1	≫1	≫1	≫1
Si	~10	≳10	≳10	≥10	≳10
Sn	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Th	≳1	≳1	≳1	≳1	≳1
Y	Значительное количество				

Таблица 2

Дебаеграммы нерастворимого осадка и ксенотима (Fe — анод, D = 57,3 мм, d = 0,4 мм)

№№ п. п.	Нерастворимый осадок		Ксенотим (Урал)		№№ п. п.	Нерастворимый осадок		Ксенотим (Урал)	
	I	*d*	*I*	*d*		*I*	*d*	*I*	*d*
1	2	4,52	—	—	21	4	1,38	7	1,38
2	1	3,83	—	—	22	3	1,34	7	1,34
3	2	3,56	7	3,53	23	4	1,28	8	1,28
4	10	3,47	10	3,45	24	2	1,26	1	1,25
5	6	3,37	—	—	25	4	1,23	8	1,23
6	1	2,74	7	2,74	26	—	—	3	1,22
7	7	2,57	8	2,56	27	1	1,197	—	—
8	4	2,45	8	2,44	28	2	1,178	—	—
9	3	2,28	7	2,27	29	3	1,153	7	1,15
10	5	2,16	8	2,17	30	3	1,133	7	1,13
11	3	1,94	7	1,94	31	3	1,102	7	1,1036
12	5	1,83	8	1,87	32	2	1,088	4	1,089
13	8	1,77	9	1,78	33	5	1,077	8	1,0745
14	4	1,72	8	1,73	34	2	1,012	3	1,0114
15	—	—	7	1,69	35	2	0,986	5	0,986
16	—	—	7	1,61	36	2	0,956	4	0,956
17	5	1,54	7	1,55	37	2	0,947	4	0,948
18	1	1,51	1	1,51	38	4	0,927	9	0,928
19	4	1,42	8	1,43	39	4	0,913	8	0,912
20	—	—	3	1,41	40	3	0,883	8	0,883
					41	3	0,868	8	0,868

Таблица 3

Соотношение редкоземельных элементов в ксенотимах и монацитах

Минералы	La	C	Pr	Nd	Sm	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tu	Yb	Lu	Σ TR
Ксенотим* .	—	—	—	1,0	4,3	12,6	3,8	29,5	,76	22,6	1,0	15,0	2,2	99,6
Ксенотим из гидротермальных жил . . .	—	—	—	—	3,5	13,8	3,9	28,6	7,3	21,8	—	17,8	3,3	100,0
Монацит** .	31,9	51,2	4,0	11,7	1,2	0,2	—	—	—	—	—	—	—	100,2

* Среднее из 2 анализов (по данным автора).
** Среднее из 4 анализов (по данным автора).

приведены в табл. 3. Здесь же для сравнения приведен состав ΣTR обычного ксенотима и состав ΣTR монацитов описываемого месторождения.

Из табл. 3 видно, что ксенотим из описываемого рудопроявления является ясно выраженным селективным минералом иттровой группы редких земель. По соотношению редких земель он аналогичен типичным гидротермальным ксенотимам (Вайнштейн и др., 1956), анализ которых приведен для сравнения в таблице. Наблюдавшиеся случаи развития ксенотима по монациту, являющемуся селективным церовым минералом, свидетельствуют о том, что эти два фосфата устойчивы в различных условиях. В то время, когда растворы, сильно обогащенные F, CO_2 и редкими землями иттровой группы, разлагали монацит, ксенотим выделялся в непосредственном контакте с монацитом в связи с освобождением PO_4 при разложении последнего.

ЛИТЕРАТУРА

Вайнштейн Э. Е., Тугаринов А. И., Туранская Н. В. О закономерностях в распределении редких земель в некоторых минералах. — Геохимия, № 2, 1956.

Зуев В. Н., Костерин А. В. Флюоцерит из месторождений Средней Азии.— Труды ИМГРЭ АН СССР, вып 3, 1959.