

УДК: 553.31 : 552.4(479.25)

Г. Б. МЕЖЛУМЯН

СКАПОЛИТЫ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АРМЯНСКОЙ ССР

В статье впервые обобщаются результаты минералого-геохимического изучения скаполитов, обнаруженных в ряде метасоматических железорудных месторождений и проявлений Армянской ССР.

Установлено, что скаполиты в железорудных месторождениях республики являются распространенными типоморфными минералами железных руд двух формационных типов: контактово-метасоматического (скарнового) и гидротермально-метасоматического. Скаполиты из железорудных месторождений обоих формационных типов относятся к кислым натрий-хлорсодержащим разностям—дипиру и мариялит-дипиру.

Скаполиты, подобно плагиоклазам, образуют непрерывный изоморфный ряд двух крайних членов—минералов мариялита ($2NaAlSi_3O_8 \cdot NaCl$)—мейонита ($3CaAl_2Si_2O_8 \cdot CaCO_3$).

Скаполитам изоморфного ряда того или иного химического состава присущи определенные физические свойства и минералого-геохимические особенности, обусловленные геологическими и физико-химическими условиями среды их образования. Значение этих специфических особенностей трудно переоценить, т. к. они являются хорошими индикаторами установления геологических условий образования, что способствует целенаправленному проведению предварительных поисково-разведочных работ и правильной оценке перспектив скаполитсодержащих железорудных месторождений.

На основании проведенных исследований и анализа литературных источников было установлено, что скаполит в железорудных месторождениях Армянской ССР является одним из наиболее распространенных типоморфных минералов железных руд двух формационных типов: контактово-метасоматического (скарнового) и гидротермально-метасоматического.

1. Скаполиты¹ скарновой железорудной формации. На Базумском, Разданском и Ахавнадзорском железорудных месторождениях скаполитсодержащие скарны, окоლოსкарновые и близкие к ним рудные и нерудные метасоматиты пространственно приурочены к контактам и приконтактовым частям умеренно-кислых гипабиссальных гранитоидов верхнеэоценового возраста. В Памбакском рудном районе они тяготеют к Разданскому, Ахавнадзорскому и Анкаванскому, а в Базумском рудном районе—к Каджерийскому массивам.

¹ В Базумском и Ахавнадзорском железорудных месторождениях скарновой формации скаполит впервые был обнаружен и описан автором настоящей статьи в 1971 г., а в Разданском, в том же году, М. Т. Бояджян [1].

Скаполит в метасоматитах скарпной формации образует длинно-призматические кристаллы и неправильные зернистые агрегаты в ассоциации с плагиоклазом, гранатом, пироксеном, амфиболом, магнетитом и другими минералами.

В скарнах и близскарновых метасоматитах железорудных месторождений рассматриваемой формации, в частности в скарнах Базумского месторождения, скаполит в виде призматических непрозрачных зерен преимущественно ассоциирует с пироксеном, плагиоклазом, амфиболом и магнетитом. Скаполит здесь образуется в результате метасоматической переработки плагиоклазов (олигоклаз, андезин, лабрадор) как основной массы, так и порфировых вкрапленников вулканогенных и вулканогенно-осадочных пород основного и среднего состава (туфов, известковистых туффитов, порфиритов, окарнированных порфиритов) в контакте с известняками, диоритами, кварцевыми диоритами и сие-нито-диоритами.

Устанавливаются две стадии образования скаполита: ранняя и поздняя.

Скаполит ранней стадии образует отдельные дезориентированные призматические кристаллы в метасоматически измененных породах в ассоциации с плагиоклазом, пироксеном, гранатом, амфиболом, эпидотом, магнетитом, хлоритом и другими минералами размером 0,7—1,2 мм. Скаполит ранней, или дорудной, стадии устанавливается только в шлифах при проходящем свете;

Скаполит поздней, или рудной, стадии встречается в виде секущих маломощных жил (мощностью 1—4 мм) в рудовмещающих скарнированных породах в тесной ассоциации с гранатом, магнетитом и пиритом. В незначительном количестве иногда присутствует актинолит. Скаполит поздней стадии хорошо заметен невооруженным глазом и отличается длиннопризматическим габитусом зерен с отчетливо выраженной штриховкой на гранях.

Скаполиты обеих стадий идиоморфны по отношению к гранату, пироксену и магнетитам и имеют серый и зеленовато-серый цвет. Скаполит часто замещается амфиболом, кальцитом и эпидотом.

2. Скаполиты гидротермально-метасоматической железорудной формации по условиям нахождения и образования резко отличаются от скаполитов скарпной формации. Они на Абовянском месторождении приурочены к околорудным метасоматически измененным молодым вулканитам—андезито-даштам, пиритизированным глинистым отложениям и брекчированным магнетит-апатитовым рудам плиоценового возраста.

В указанных измененных породах скаполитизация¹ имеет широкое площадное распространение и связана с поздним гидротермально-метасоматическим этапом вулканического процесса.

¹ Скаполит в метасоматитах Абовянского железорудного месторождения был обнаружен Л. Б. Саруханян [2].

Здесь скаполит развивается исключительно по алюмосиликатным породам—андезитовым порфиритам и охватывает сравнительно широкий диапазон времени образования дорудных и рудных этапов минералообразования. На Абовянском месторождении также выделяются две стадии образования скаполита: ранняя—дорудная или собственно-окаровая (до образования магнетит-апатитовых руд) и поздняя—руд-

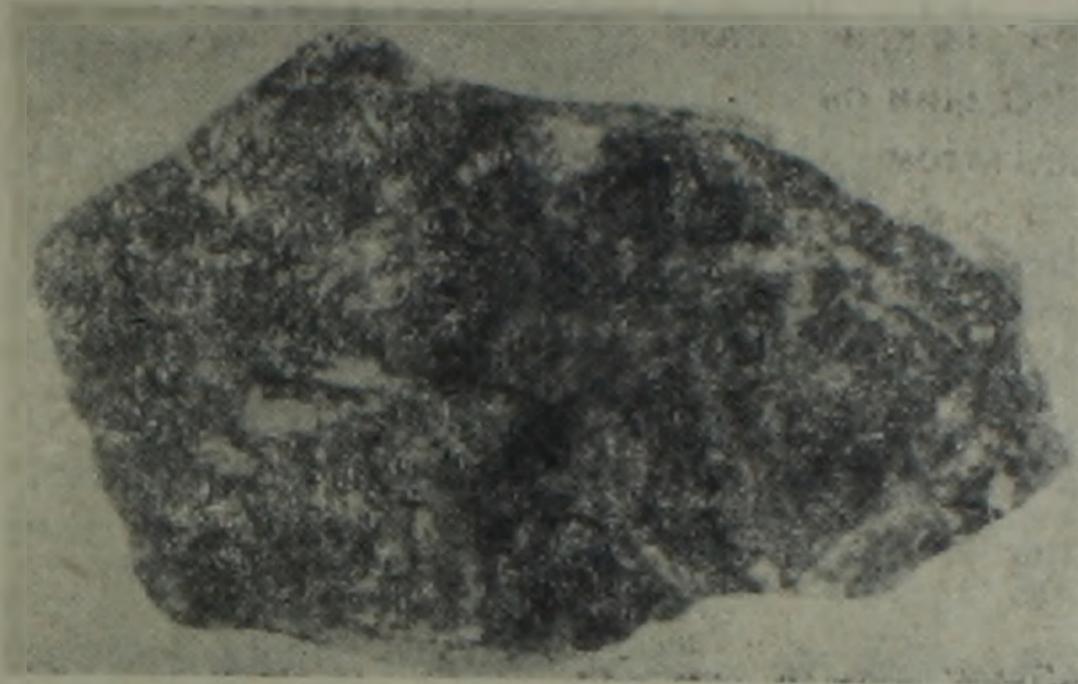


Рис. 1 Длиннопризматические зерна скаполита (светло-серое) в скаполит-магнетитовой жиле. Магнетит (темно-серое)—общий фон. Штуфн. образец, уменьш. 1,5 X. Базумское месторождение.

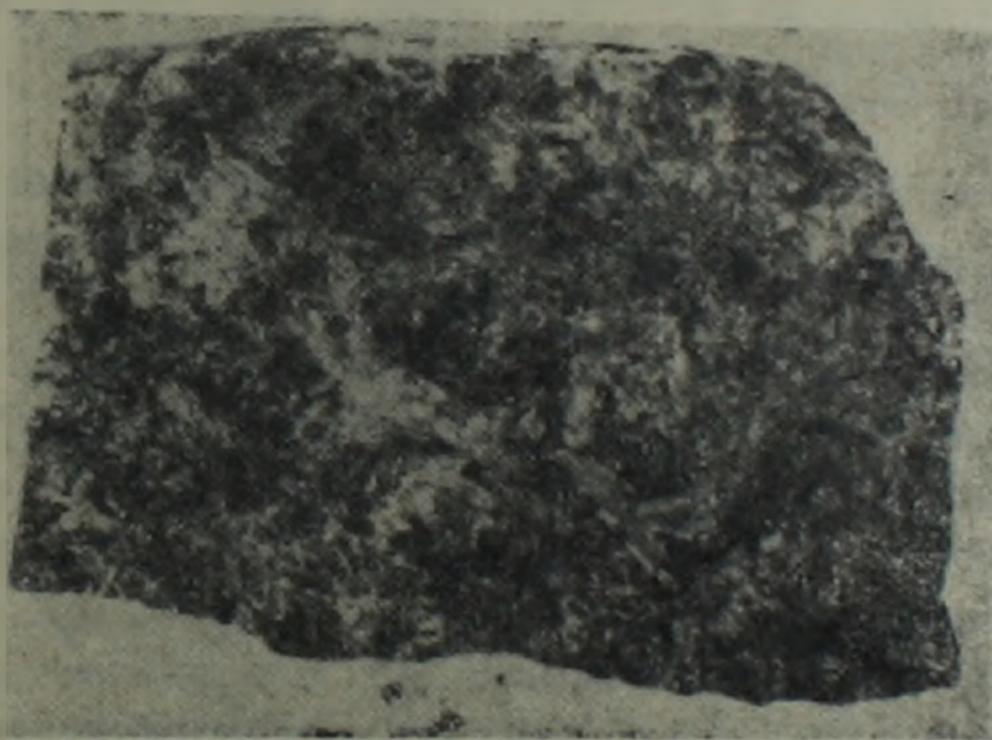


Рис. 2 Выделения скаполита (светло-серое) неправильной формы среди магнетитовой руды (темно-серое). Штуфн. образец, уменьш. 1,5 X. Базумское месторождение.

ная, охватывающая промежуток времени образования магнетит-апатитовых руд.

Ранняя окаполитовая стадия проявлена интенсивно, имеет широкое площадное распространение и отличается большим набором ассоциирующих минералов (альбит, пироксен, амфибол, биотит, апатит).

В пределах Абовянского месторождения наиболее интенсивная скаполитизация зафиксирована на участке магнитной аномалии № 5, в

районе которой встречаются образования скаполит-карбонат-биотитового состава.

Скаполит поздней стадии образует тонкие призматические и игольчатые прозрачные кристаллы размером 0,5—1,5 мм в поперечнике. На этом месторождении он тесно ассоциирует с апатитом, магнетитом, биотитом и карбонатом, представлен жилами и прожилками (мощностью до 4—5 см), а также гнездами, линзочками и скоплениями неправильной формы (размером 2,5×6,0, реже до 5×9 см). По отношению к скаполиту, магнетит и апатит выделялись позже и занимают межзерновые пространства скаполита.

Сонахождение скаполита и альбита обусловлено параллельным протеканием процессов скаполитизации и альбитизации, связанных с общим метасоматическим изменением, происходившим еще в дорудном этапе. Касаясь вопроса взаимоотношения скаполита и альбита на фоне общего хода развития метасоматического процесса, Д. В. Калинин [6] допускает, что скаполитизация протекала почти одновременно с альбитизацией, причем последняя несколько опережала скаполитообразование.

Микроскопическое изучение скаполита обеих формаций показывает, что они в проходящем свете прозрачные, бесцветные, иногда окрашены в светло-зеленоватые, светло-голубоватые тона. Оптически одноосные, удлинение отрицательное, погасание прямое, двойникование не обнаруживается.

Показатели преломления скаполитов Базумского месторождения колеблются в пределах: $N_o = 1,553—1,565$; $N_e = 1,542—1,546$; $N_o - N_e = 0,011—0,019$.

Скаполиты Абовянского железорудного месторождения отличаются несколько низкими значениями показателей преломления: $N_o = 1,548—1,556$; $N_e = 1,541—1,545$; $N_o - N_e = 0,007—0,012$.

Согласно общепринятой номенклатуре [2, 12, 13], изученные скаполиты Базумского месторождения относятся к дипиру, а скаполиты Абовянского месторождения — к мариалит-дипиру с 16—30% молекулярным количеством мейонита. Они относятся к кислым натрий-хлорсодержащим разностям.

Принадлежность скаполитов к дипиру и мариалит-дипиру подтверждается данными химических (табл. 1) и рентгеноструктурных (табл. 2) анализов.

При сравнении скаполитов железорудных месторождений Армянской ССР и Тургая (табл. 1) обнаруживается близкое содержание характерных компонентов — SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Na_2O , K_2O и Cl .

В составе скаполитов Базумского и Абовянского железорудных месторождений, наряду с главнейшими компонентами, определяемыми химическим методом, спектроскопически¹ установлено также 14 элементов: в базумских скаполитах — 0,024% Mn ; 0,00016% Ni и Co ; 0,0024% V ; 0,0009% Cr ; 0,00018% Zr ; 0,00024% Cu ; 0,00025% Pb ; 0,01% Zn ; 0,0015% Ga ; 0,032% Sr (среднее из 11 анализов), а в абовянских скаполи-

¹ Анализы выполнены в спектральной лаборатории ИГи АН Арм. ССР.

тах—0,1 Mn; 0,006% Ni; 0,001% Co; 0,01% V; 0,02% Zr; 0,1% Cu и Zn; 0,006% Ga; 0,003% Ge; 0,3% Sr; 0,2% Ba; 0,02% La; 0,003% Yb и Yr (среднее из 11 анализов).

Как видно из результатов полуколичественных спектральных анализов, по набору содержания ряда элементов-примесей (Yl, Yb, La, Ge, Ba) скаполиты Абовянского месторождения отличаются от базумских.

Таблица 1

Сравнение химических анализов* и показателей преломления скаполитов железорудных месторождений Советского Союза (Армении, Казахстана, Азербайджана) и Южной Норвегии

№№ проб		880	306	1/75	128/10	Ю. Н.	Д
компоненты							
	SiO ₂	58,52	54,40	53,68	52,66	55,22	59,90
	TiO ₂	—	0,48	0,5	0,07	—	н. о.
	Al ₂ O ₃	18,47	21,82	19,05	19,60	23,18	21,34
	Fe ₂ O ₃	0,69	0,39	1,94	3,39	—	сл.
	FeO	н. о.	не опр.	2,87	0,91	—	0,19
	MgO	сл.	не опр.	3,08	3,69	0,21	0,07
	CaO	6,62	7,86	8,00	5,02	7,97	5,09
	Na ₂ O	9,75	7,16	6,70	6,20	9,04	11,92
	K ₂ O	1,25	1,86	0,80	1,75	0,88	н. о.
	H ₂ O	н. о.	2,56	1,85	2,34	0,17	—
	CO ₂	—	1,54	—	0,23	1,20	0,91
	SO ₂	—	0,07	—	0,22	—	н. о.
	Cl	2,85	2,15	1,90	1,43	2,76	1,70
Сумма		98,15	100,41	99,92	98,56	100,63	100,74
показ. прелом.	No	1,560	1,555	1,557	1,541	1,555	1,540
	Ne	1,545	1,541	1,544	1,534	1,541	1,530

Наименование проб: № 880—скаполит из карбонат-биотит-скаполитового прожилка (Абовянское месторождение); № 306—скаполит из скарнов Разданского месторождения; № 1/75—скаполит из скаполит-магнетитового прожилка (Базумское месторождение); № 128/10—крупные кристаллы скаполита (Качарское месторождение, Тургай); № Ю. Н.—скаполит из Южной Норвегии; № Д—скаполит из Дашкесанского месторождения.

* Анализы скаполита № 880 заимствованы из работы Л. Б. Сарухян [11], а скаполиты № 306—М. Т. Бояджян [1], № 128/10—А. М. Дымкина, М. П. Могилевой, Г. М. Тетерева [3], № Ю. Н. из работы Д. М. Шоу [12], № Д—М. А. Кашкая, Дж. А. Азадалиева [7].

Содержание таких элементов-примесей как Mn, V, Co, Ni, Cu, Zr, Ga и Sr в скаполитах Абовянского месторождения от десяти до 20 и более раз выше, чем в базумских.

Скаполиты в метасоматически измененных породах (скарнах, скарнированных туфах и туффитах среднего состава, гидротермально-метасоматически измененных вулканитах—андезитах и андезито-дацитах) и магнетитовых рудах железорудных месторождений Армянской ССР образовались исключительно по плагиоклазам (№ 18—56) в результате инфильтрационно-метасоматического изменения последних, при активном привносе таких компонентов, как Cl , CO_2 , SO_3 и H_2O . В дальнейшем, вероятно, быстрая нейтрализация растворов и возрастание кислотности привели к созданию благоприятных условий для образования скаполита и магнетита в виде жил и прожилков (поздняя стадия).

Таблица 2

Результаты рентгеноструктурного анализа скаполитов Абовянского и Базумского железорудных месторождений Армянской ССР*

№ п/п	84/7		700		№ п/п	84/76		700	
	l	da/n	l	da/n		l	da/n	l	da/n
1	2	5,500	4	4,230	24	2	1,826	4	1,508
2	2	5,150	7	3,807	25	4	1,818	4	1,462
3	3	6,030	4	3,558	26	1	1,777	6	1,420
4	1	4,350	10	3,466	27	3	1,748	2	1,398
5		4,250	8	3,058	28	4	1,704	2	1,382
6	1	4,700	10	3,008	29	2	1,675	5	1,364
7	7	3,800	6	2,833	30	3	1,622	2	1,344
8	5	5,510	4	2,717	31	2	1,606	2	1,331
9	0	3,400	6	2,698	32	2	1,885	2	1,315
10	8	3,010	1	2,364	33	3	1,560	3	1,284
11	7	3,010	4	2,256	34	3	1,510	3	1,173
12	5	5,853	1	1,106	35	2	1,470	3	1,152
13	5	2,720	5	2,136	36	4	1,464		
14	7	2,050	3	2,057	37	4	1,422		
15	1	2,512	3	2,006	38	1	1,403		
16		2,000	6	1,906	39	3	1,382		
17	5	5,000	4	1,895	40	5	1,364		
18	2	2,200	4	1,814	41	2	1,315		
19	5	2,102	3	1,746	42	2	1,332		
20	2	2,071	4	1,707	43	2-3	1,320		
21	3	2,000	1	1,671	44	2-3	1,285		
22	5	1,913	2	1,616	45	2	1,269		
23	5	1,850	3	1,557	46	2	1,206		

* Анализ выполнен в лаборатории ИГН АН Армянской ССР, аналитик Н. В. Резаева.

Вопрос роли скаполитизации в мобилизации и концентрации железа, в частности образования магнетита, является довольно сложным и по нему не существует единой общепринятой точки зрения.

В метаморфических месторождениях железных руд скаполитизация приводит не только к выносу железа, но и способствует локальной перегруппировке его без значительных перемещений [9]. Разумеется, что в таких случаях железоруденение относится к сопутствующему типу, при котором скаполитизация создает благоприятные условия для рудоотложения. В метасоматитах многих железорудных месторождений Советского Союза факты одновременного образования скаполитов (до,

близодновременно и после образования магнетита), определенным образом свидетельствуют о широком интервале их кристаллизации.

Основываясь на фактах близодновременной кристаллизации скаполита и магнетита в метасоматитах железорудных месторождений Урала, Казахстана, Алтае-Саянской горной области и других регионов, Д. В. Калинин [6] выдвигает точку зрения об одновременном переносе *Na*, *Fe* и *Cl* гидротермальными растворами в форме хлорацидокомплексных соединений. В этом отношении скаполитизацию можно рассматривать как процесс, способствующий мобилизации и концентрации железа, следовательно, и кристаллизации магнетита в железорудных месторождениях скарновой и гидротермально-метасоматической формации.

Скаполиты довольно чувствительны к температуре среды минералообразования и являются надежными геологическими термометрами для определения температурных пределов условий образования тех железорудных месторождений, в которых они присутствуют.

По литературным данным и многочисленным опытам по гомогенизации газовой-жидких включений в скаполитах и ассоциирующих с ними минералах, в частности пироксенах, из Давыдовского, Качарского, Сарбайского, Соколовского, Алешинского железорудных месторождений в Тургае, Дашкесанского—в Закавказье показали, что скаполиты в метасоматитах образовались в пределах 380—580°C.

Сравнение скаполитов и пироксенов железорудных месторождений скарновой и гидротермально-метасоматической формаций Армянской ССР со скаполитами и пироксенами из Сарбайского, Качарского, Давыдовского, Алешинского и других железорудных месторождений Тургай и Алтае-Саянской области [4, 9] на основании данных изучения газожидких включений позволило установить двухстадийность их образования: раннюю и позднюю.

Скаполиты ранней стадии скарновой железорудной формации характеризуются скаполит-пироксен-гранатовым минеральным парагенезисом, соответствующим высокотемпературным условиям образования (в интервале 650—520°C), а скаполиты поздней стадии тесно ассоциируют с магнетитом, пиритом и актинолитом и образуются в среднетемпературных условиях (в интервале 520—400°C).

В железорудных месторождениях гидротермально-метасоматической формации магнетит-апатитовых руд (Абовянское месторождение) скаполиты ранней стадии представлены скаполит-альбит-актинолитовым минеральным парагенезисом, формирующимся в интервале температур 520—430°C, а скаполиты поздней стадии—скаполит-биотит-апатит-карбонатным минеральным парагенезисом, образование которого происходит при температуре 430—380°C.

По минералого-геохимическим особенностям и сходству геологических условий образования скаполиты скарновой формации нашей республики являются аналогами скаполитов Сарбайского месторождения на Тургае и Хабалыкского—в Восточных Саянах [5], Дашкесанского месторождения в Закавказье [7], а скаполиты гидротермально-метасоматической формации (Абовянское месторождение)—скаполитов Ли-

засского месторождения в Западных Саянах [10, 8], Качарского—в Тургае [3] и т. д.

Резюмируя все вышесказанное, следует подчеркнуть:

Скаполит является одним из распространенных типоморфных минералов различных рудных и нерудных метасоматитов ряда железорудных месторождений и проявлений скарновой (Базумокое, Разданокое, Ахавнадзорское, Анкаванское и др.) и гидротермально-метасоматической (Абовянское) формаций Армянской ССР.

В железорудных месторождениях скарновой формации скаполит является продуктом контактово-метасоматического процесса, где он ассоциирует с пироксеном (диопсид-геденбергит), гранатом (андрадит и гроссуляр-андрадит), актинолитом, магнетитом и пиритом. Здесь скаполитизации охотнее всего подвергаются нижне-среднеэоценовые алюмосиликатные вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы в контактовых и приконтактных частях умереннокислых пипабиссальных гранитоидов верхнего эоцена Базумокского и Памбакского рудных районов.

Скаполиты в гидротермально-метасоматической железорудной формации (Абовянское месторождение магнетит-апатитовых руд) развиты в метасоматически измененных породах—андезитовых порфиритах и андезитовых дацитах экстрозивно-эффузивного комплекса плиоценового возраста. В отличие от скарновой формации скаполиты здесь ассоциируют с биотитом, альбитом, апатитом, карбонатом.

Скаполиты из железорудных месторождений республики по составу относятся к маршалит-дипиру, т. е. к разновидности, богатой натрием и хлором: в их составе преобладает маршалитовая молекула (с содержанием 11—38% мейонитовой молекулы), при этом скаполиты скарновой и гидротермально-метасоматической формаций несколько отличаются. Содержание мейонитовой молекулы в скаполитах скарновой формации несколько выше (20—38%), чем в скаполитах гидротермально-метасоматической формации (11—26%).

Исходя из взаимоотношений различных типов рудных и нерудных метасоматитов, минеральных парагенезисов и пределов температур их образования, можно предположить, что железорудные месторождения скарновой формации образовались при температурах 650—380°C, а гидротермально-метасоматические железные руды—при температурах 500—350°C.

В практическом отношении значение скаполитизации как характерного метасоматического процесса, тесно проявляющегося с железорудением скарнового и гидротермально-метасоматического происхождений, можно рассматривать как надежный поисковый критерий при геолого-поисковых и разведочных работах. Поэтому рекомендуется произвести детальное минералого-петрографическое изучение метасоматитов с выделением на прогнозной карте среднего и крупного масштабов участков развития метасоматитов, в частности, скаполитизированных пород. Площади развития скаполитизированных метасоматитов с признаками минерализации магнетита в пределах рудного поля Абовянского,

Базумского, Разданского, Ахавнадзорского, Анкаванского и других аналогичных месторождений и проявлений республики следует рассматривать как потенциально железоносные участки и уделять особое внимание скаполитам при проведении поисковых и разведочных работ для обнаружения новых скоплений железных руд указанных формационных типов.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 8.II.1980.

Գ. Բ. ՄԵԺԼՈՒՄՅԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԵՐԿԱԹԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՍԿԱՊՈԼԻՏՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հոդվածում առաջին անգամ ամփոփ կերպով շարադրվում են Հայկական ՍՍՀ երկաթի մի շարք հանքավայրերում հայտնաբերված սկապոլիտների միներալոգիական և գեոքիմիական ուսումնասիրությունների արդյունքները:

Ստացված տվյալների հիման վրա բացահայտվել է, որ ուսումնասիրված սկապոլիտները տիպոմորֆ են և լայն տարածում ունեցող միներալներ են հանդիսանում հանրապետության տարածքում երկաթի սկառնային և հիդրոթերմալ-մետասոմատիկ գեներտիկ տիպերին պատկանող հանքավայրերում: Նշված տիպերի երկաթի հանքավայրերում սկապոլիտները ներկայացված են նատրիում-քլոր պարունակող դիպիր և մարիալիտ-դիպիր տարբերակներով:

G. B. MEJLUMIAN

THE SCAPOLITES OF THE ARMENIAN SSR IRON ORE DEPOSITS

Abstract

The scapolites of the Armenian SSR iron ore deposits and ore manifestations of metasomatic origin mineralogical-geochemical investigations results are for the first time summarized.

The scapolites are established to be the wide spread typomorphic minerals for iron ores of two formational types as contact metasomatic and hydrothermal metasomatic. In both types of ores the scapolites are represented by sodium chloride-bearing varieties as dipyre and marialite-dipyre.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Бояджян М. Т. Хлорсодержащие минералы из Разданского железорудного месторождения. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. XXIV, № 2, 1971.
2. Дир У. А., Хауи Р. А., Зусман Дж. Породообразующие минералы. Том IV, «Мир», М., 1966.

3. Дымкин А. М., Могилева М. А., Тетерева Г. М. К вопросу о генезисе скаполита в магнетитовых месторождениях Тургая. В кн. «Геология и генезис магнетитовых месторождений Сибири». «Наука», М., 1967.
4. Дымкин А. М., Шербаков В. М., Могилева М. П. Особенности генезиса руд Давыдовского магнетитового месторождения (Тургай). Изв. высш. учебн. завед., Геол. и разведка, № 3, 1971.
5. Дымкин А. М., Мазуров М. П. Парагенезисы скаполита в магнетитовых месторождениях скарновой формации. В кн.: «Геология и полезные ископаемые Сибири». Т. III, Томск, Изд. Томского гос. ун-та, 1974.
6. Калинин Д. В. Некоторые особенности минералогии и генезиса Таятского контактово-метасоматического железорудного месторождения. В кн.: «Материалы по минералогии, петрографии и полезным ископаемым Западной Сибири». Изд. Томского гос. ун-та. Томск, 1962.
7. Кашкай М. А., Азадалиев Дж. А. Скаполиты из Дашкесанского железорудного месторождения. ДАН Азерб. ССР, т. XXI, № 7, 1965.
8. Куцерайте Ш. Д. Натриевый метасоматоз на железорудных месторождениях Анзаского района (Западный Саян). В кн.: «Минералогия и петрография рудных формаций Красноярского края». Красноярское кн. изд-во, (Материалы Красноярского отд. Всес. минер. об-ва, вып. 2), 1974.
9. Мазуров М. П. Скаполиты скарновых железорудных месторождений и вопросы их генезиса. В сб. «Геология и генезис рудных месторождений Юга Сибири». «Наука», СО, Новосибирск, 1977.
10. Павлов Д. И. Анзасское магнетитовое месторождение и участие хлора в его формировании. «Наука», М., 1964.
11. Саруханян Л. Б. Минералогия, геохимия и генезис Абовянского апатит-магнетитового месторождения. Изд. АН Арм. ССР. Ереван, 1971.
12. Shaw D. M. The geochemistry of scapolite. Part I Previous work and general mineralogy. «Journ. of Petrology», v. I, 1960.
13. Evans B. W., Shaw D. M., Houghton D. R. Scapolite stoichiometry. — «Contribs Mineral and Petrol», v. 24, № 4, 1969.