

Н. Г. СУМИН

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ АПАТИТА  
СКАРНОВЫХ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Апатит является одним из широко распространенных минералов в породах разнообразного происхождения, где он присутствует обычно в виде акцессорного минерала. Среди вмещающих пород железорудных месторождений Среднего Урала, Горной Шории и Дальнего Востока апатит был встречен в сиенитах, гранитах, альбитофирах, кератофирах, кварцевых и бескварцевых порфирах, а также в габбро, диоритах и диабазовых порфиритах в виде акцессорного минерала в форме отдельных круглых зерен или удлиненных призм, реже в виде небольших агрегационных скоплений с высоким рельефом, низким двупреломлением и характерным для него отрицательным удлинением.

Наиболее интересные разновидности апатита были встречены в измененных альбитофирах Шалымского месторождения. Альбитофиры сильно метаморфизированы и содержат главным образом продукты распада — серицит, кварц и землистоподобный кальцит, среди которых великолепно сохранились хорошо развитые призмочки апатита серо-синего цвета с иногда заметным плеохроизмом в этих же тонах (серого и темносинего), причем схема абсорбции почти такая же, как и у биотита. Наличие апатита с ярко выраженным плеохроизмом в породах указывает на влияние относительно высокой температуры (Лодочников, 1947).

Апатит также распространен в железорудных месторождениях скарного типа. В качестве акцессорного минерала он встречается повсеместно почти во всех как в первичных, так и метасоматически измененных вмещающих породах. Однако заметно повышенное содержание апатита отмечалось преимущественно в магнетитовых и скарных образованиях, особенно в местах, сильно обогащенных кальцитом.

В некоторых месторождениях, таких, например, как Лебяжинский рудник на Урале, апатит присутствует настолько обильно, что наряду с магнетитом является иногда одним из главных слагающих рудную толщу минералов. В немного меньших количествах апатит отмечался в отдельных рудных телах Дальнего Востока, а также известен он и в других железорудных месторождениях.

В скарных зерна апатита мелкие, часто неправильной формы, как правило — слабо зеленоватого цвета, реже бесцветные. Среди рудных магнетитовых тел апатит встречается обычно в виде крупных и прекрасно образованных кристаллов или в друзах. Цвет его только на Лебяжинском руднике зеленый, хотя и здесь наблюдаются буроватые кристаллы,

в остальных же месторождениях апатит светло-бурый или светло-коричневый.

Кристаллы апатита обычно столбчатой формы (рис. 1), неизменно ограничиваются призмой (*M*) и бипирамидой (*x*), реже наблюдаются грани (*e*), (*y*), (*s*) и пинакоид (*c*).

Апатит железорудных месторождений в других, более сложных формах не наблюдался. Размеры кристаллов в большинстве случаев от 0,5 до 2,0 см в длину и максимально до 1 см в поперечнике во всех месторождениях, за исключением Лебяжинского рудника, где отдельные кристаллы достигают 4—5 см длины и 1,5—2,0 см в поперечнике.

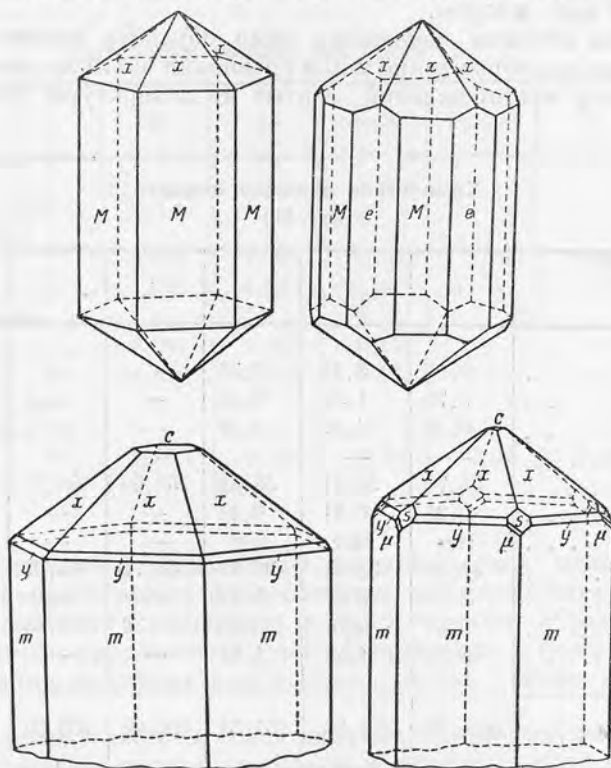


Рис. 1. Формы кристаллов апатита.

Часто хорошо образованные кристаллы апатита имеют как бы оплавленный вид, с закругленными ребрами призм и пирамиды, причем у крупных кристаллов это явление наблюдается реже, чем у мелких. Резорбция кристаллов апатита, видимо, связана с частичным растворением их в ходе метасоматического процесса.

Апатит, встречающийся среди рудных тел, находится в ассоциации с магнетитом, гранатом, хлоритом, эпидотом, актинолитом и кальцитом, а из сульфидов обычно в больших количествах наблюдается вместе с ним пирит. Характерно, что магнетит и гранат, сопровождающие апатит, как правило относятся к поздним генерациям. Это свидетельствует о сравнительно низкотемпературном характере образования апатита. Магнетит и гранат более ранних генераций сопровождаются апатитом в виде акцессорной примеси — мелких зерен или небольших агрегационных скоплений. Он часто в этом случае бесцветный или слабо зеленоватый. В больших

концентрациях апатит этой генерации встречен не был. Не отмечались также и его крупные кристаллы.

Нахождение крупных кристаллов апатита среди магнетита и граната поздней генерации, видимо, обусловлено более низкой температурой образования его. Магнетит и гранат, совместно с ним присутствующие, обладают значительной пористостью. Как показали исследования Л. Н. Овчинникова и А. С. Шур (1955), увеличение пористости происходит вместе с понижением температуры образования магнетита и граната.

Апатиты скарновых железорудных месторождений по химическому составу относятся к фтор- и хлорсодержащим апатитам, обычно с преобладанием фтора над хлором.

Химические анализы изученных нами образцов апатита из рудных толщ скарновых месторождений и для сравнения анализы апатита из близких по генезису месторождений, взятые из литературы (Doelter, 1926),

Таблица 1

Химические анализы апатита  
(вес. %)

Оксиды	1	2	3	4	5	6	7
SiO <sub>2</sub> . . . . .	0,09	3,19	1,33	—	—	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,76	1,37	0,20	—	—	—	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,30	4,37	4,58	—	—	—	—
FeO . . . . .	—	—	—	—	—	0,24	0,25
CaO . . . . .	55,70	52,11	53,42	55,89	55,30	55,20	54,75
MgO . . . . .	0,21	0,31	0,44	—	—	—	—
H <sub>2</sub> O <sup>±</sup> . . . . .	Нет	Нет	Нет	—	—	0,28	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	40,85	35,39	36,18	43,72	44,27	41,81	42,90
F . . . . .	2,82	3,30	3,57	—	—	3,67	—
Cl . . . . .	0,31	0,07	0,20	0,39	0,43	0,19	2,10
TR . . . . .	0,84	1,23	1,31	—	—	—	—
Сумма . . .	101,88	101,33	101,23	100,00	100,00	101,39	100,00
Поправка на кислород { по фтору	1,19	1,38	1,45	—	—	—	—
{ по хлору	0,07	—	0,05	—	—	—	—
Сумма . .	100,62	99,95	99,72	—	—	—	—
Уд. вес. . .	—	—	—	3,222	3,235	—	3,174

1. Гора Благодать; прозрачный светло-зеленый из оспенных руд; аналитик Н. В. Воронкова, 1955.
2. Гаринское месторождение; светло-коричневый из рудного тела; аналитик Н. В. Воронкова, 1955.
3. Шерегеш, Горная Шория; светло-коричневый из магнетита; аналитик Т. Л. Покровская, 1945.
4. Зеленые кристаллы апатита из Арендаля, Швеция (С. Doelter, 1926).
5. Желтые кристаллы апатита из Кабо де Гато, Арендаль, Швеция.
6. Из Мальмбергета (Галиваара), Швеция; аналитик Перссон.  
Желто-зеленый апатит Снарум, Норвегия, с Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

приведены в табл. 1. Небольшие расхождения в их составе, видимо, обусловлены примесями.

Приведенные нами анализы по сумме главных окислов соответствуют фтор- и хлорапатитам.

Обращает внимание содержание в изученных апатитах редких земель, причем бурые и буро-красные апатиты содержат их значительно больше, чем прозрачные и зеленые разновидности.

Данные оптического исследования апатита из скарновых образований, приведенные в табл. 2, показали весьма интересные результаты.

Таблица 2

Оптические данные для апатитов

Образец	No	Ne	No-Ne	Уд. вес	$\alpha$	$c, \text{Å}$
Фторапатит, А. Н. Винчелл и Г. Винчелл (1953) . . . . .	1,634	1,629	0,05	3,18	9,36	6,88
Гора Благодать . . . . .	1,639	1,633	0,06	—	—	—
Гаринское месторождение . . . . .	1,641	1,638	0,03	—	—	—
Шерегеш . . . . .	1,649	1,645	0,04	—	—	—
Хлорапатит, А. Н. Винчелл и Г. Винчелл (1953) . . . . .	1,667	1,664	0,07	3,07	9,425	6,935

Оптические константы показывают промежуточное положение исследованных минералов между фторапатитами и хлорапатитами. Однако у всех заметно, особенно в гаринском и шерегешском образцах, более высокие показатели преломления, чем у фторапатита. Быть может, частично это связано с наличием в их составе редких земель и марганца (табл. 3).

Косвенным доказательством связи апатита скарновых железорудных месторождений с магматическим генезисом являются данные, полученные нами при спектроскопическом исследовании различных образцов. Были отобраны и проанализированы апатиты из рудных участков и контактирующих с ними интрузивных пород — гранитов, сиенитов, габбро, с которыми обычно генетически связывали железорудные месторождения. Результаты спектральных анализов приведены в табл. 3. Кроме обычных элементов (Са и Р), составляющих апатит, давших чрезвычайно сильные линии, спектральным анализом был обнаружен ряд других элементов, присутствующих в них в виде примесей. Особенно заслуживает внимания повышенное содержание лантана, церия и иттрия, причем характерное, максимальное содержание лантана и церия наблюдается в апатитах из рудного скарна; в меньшей почти не ощутимой мере они отмечаются в апатите из габбро и в еще меньшей, — в сиенитах и гранитах.

Наоборот, для апатита из сиенита и гранита характерно повышенное содержание иттрия с заметным уменьшением его в габбро и рудном апатите.

Отсюда естественно напрашивается вывод: апатиты, содержащие итрий, генетически связываются с гранитами и сиенитами, а лантан и церий, видимо, — с габбро или специально рудными образованиями. Подобная



четко выраженная приуроченность редкоземельных элементов, содержание которых в апатите достигает значительных количеств, одних к рудным образованиям и габбро (La и Ce), других (Y) к сиенитам и гранитам, указывает на их генетическую связь с определенными интрузивными массивами.

В противоположность этому, низкотемпературные апатиты седиментационного типа, например — из центра конкреций подольских фосфоритов, или апатиты, образованные в результате метаморфизации осадочных толщ

Таблица 3

Элементы	Гора Благодать			Гарь			Шерегеш-Шальм			
	Рудная толща	Габбро	Сиениты	Рудная толща	Габбро	Грано-сиениты	Рудная толща	Габбро (Патын)	Сиениты	Граниты
P	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼
Ca	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼
Sr	○	○	●	○	○	●	○	○	○	○
Ba	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Mg	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Mn	●	○	●	○	○	○	○	○	●	○
Fe	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Al	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
V	○	○	—	○	○	—	○	○	○	—
Cu	—	○	—	○	○	—	○	○	—	○
Ti	—	○	○	○	○	—	○	○	○	○
Si	○	●	●	○	●	●	○	●	●	○
La	●	○	○	○	○	○	○	○	○	—
Ce	●	○	○	●	○	—	○	○	—	—
Y	○	—	●	○	○	○	○	○	○	○

Интенсивность линий

☼ очень сильная    ● сильная    ○ средняя  
○ слабая    ○ следы

(Каратау), характеризуются отсутствием в них редких земель и присутствием в качестве примеси ванадия.

Кроме указанных редкоземельных элементов, в апатите обращает внимание повышенное содержание стронция (в образце из сиенита) и сравнительно одинаковое и пониженное его количество в апатите из рудного скарна и габбро. Наоборот, для бария повышена интенсивность линий в апатите из рудных тел и габбро и понижена (следы) для образца из сиенита, а в апатите из гранита барий отсутствует. Марганец отмечается в повышенных количествах в апатите из сиенита и в рудном апатите с горы Благодать; в меньшей степени он присутствует в других образцах апатита.

Титан и ванадий дают заметно повышенную интенсивность линий для апатита из рудной толщи и габбро.

Исследование минералов скарновых железорудных месторождений показало, что из того большого количества минералов, которое обычно встречается на месторождениях, главными и типоморфными минералами могут быть названы только немногие. К числу таких были отнесены мною (Сумин, 1951) шпинель, затем (Сумин, 1952) ксонотлит и геленит, позже (Сумин, 1954) скаполит, гранат. К этому числу, видимо, следует отнести

и апатит. Все эти минералы обладают весьма характерными и ярко выраженными чертами и особенностями, на которых мы достаточно останавливались при их характеристиках, и могут указывать на генезис месторождения. Однако не следует забывать, что и другие минералы при детальном исследовании их и той геологической обстановки, в которой они находятся, могут оказаться важными и полезными при определении как процессов рудообразования, так и минералообразования того или иного месторождения в целом.

## ЛИТЕРАТУРА

- Винчелл А. Н. и Винчелл Г. Оптическая минералогия. Изд. иностр. лит., М., 1953.
- Лодочников В. Н. Главнейшие породообразующие минералы. Госгеолиздат, 1947.
- Овчинников Л. Н. и Шур А. С. О пористости магнетита и граната различных генераций ДАН СССР, 101, № 1, 1955.
- Сумин Н. Г. О типоморфных шпинелях железорудных месторождений скарнового типа. Тр. Минер. музея АН СССР, вып. 3, 1951.
- Сумин Н. Г. О ксенотлите. Тр. Минер. музея АН СССР, вып. 4, 1952.
- Сумин Н. Г. О некоторых особенностях скарновых минералов Тр. Минер. музея АН СССР, вып. 6, 1954.
- Doelter C. Handbuch der Mineralchemie. Abt. III, 2, 1926.