

МИНЕРАЛОГИЯ

Э. Х. ГУЛЬЯН

АКЦЕССОРНЫЙ АПАТИТ ОДНОГО ИЗ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Известно, что апатит является распространенным акцессорием почти всех изверженных и метаморфических пород. В литературе [4] отмечается также наличие апатита в магнетитовых рудах Нордмарка; хорошие кристаллы желтого цвета были найдены в залежах магнетита у Серро-Меркадо, Дуранго (Мексика), в магнетитовых залежах в Адайрондакских горах (Нью-Йорк) и т. д.

По данным многих отечественных и зарубежных исследователей, геохимическое изучение закономерностей распределения редких земель в минералах, вообще, и в апатитах, в частности, может служить надежным критерием для выяснения условий их образования и решения многих вопросов петрогенеза и рудообразования.

Согласно данным Гольдшмита и Томасена [7], «наивысшее суммарное содержание редких земель констатируется в габбро-пневматолитовом апатите из Одегардена (1,25%). Еще выше более высокие содержания с преобладанием церия показывают апатиты нефелиновых сиенитов». Исследования Хаберландта [8] показали «наивысшее содержание редких земель в апатитах, связанных с не очень кислыми породами, причем как иттриевые, так и цериевые земли установлены в так называемых габбро-пневматолитовых образованиях». Шредером в апатитах атлантических пород, относящихся к ранней и остаточной кристаллизации, установлено высокое содержание редких земель.

С целью выявления закономерностей распределения редких земель были изучены апатиты одного из железорудных месторождений, относимых И. Г. Магакьяном к гистеромагматическому типу. На месторождении в 1960 г. автором констатировано присутствие редких земель — главным образом цериевой группы.

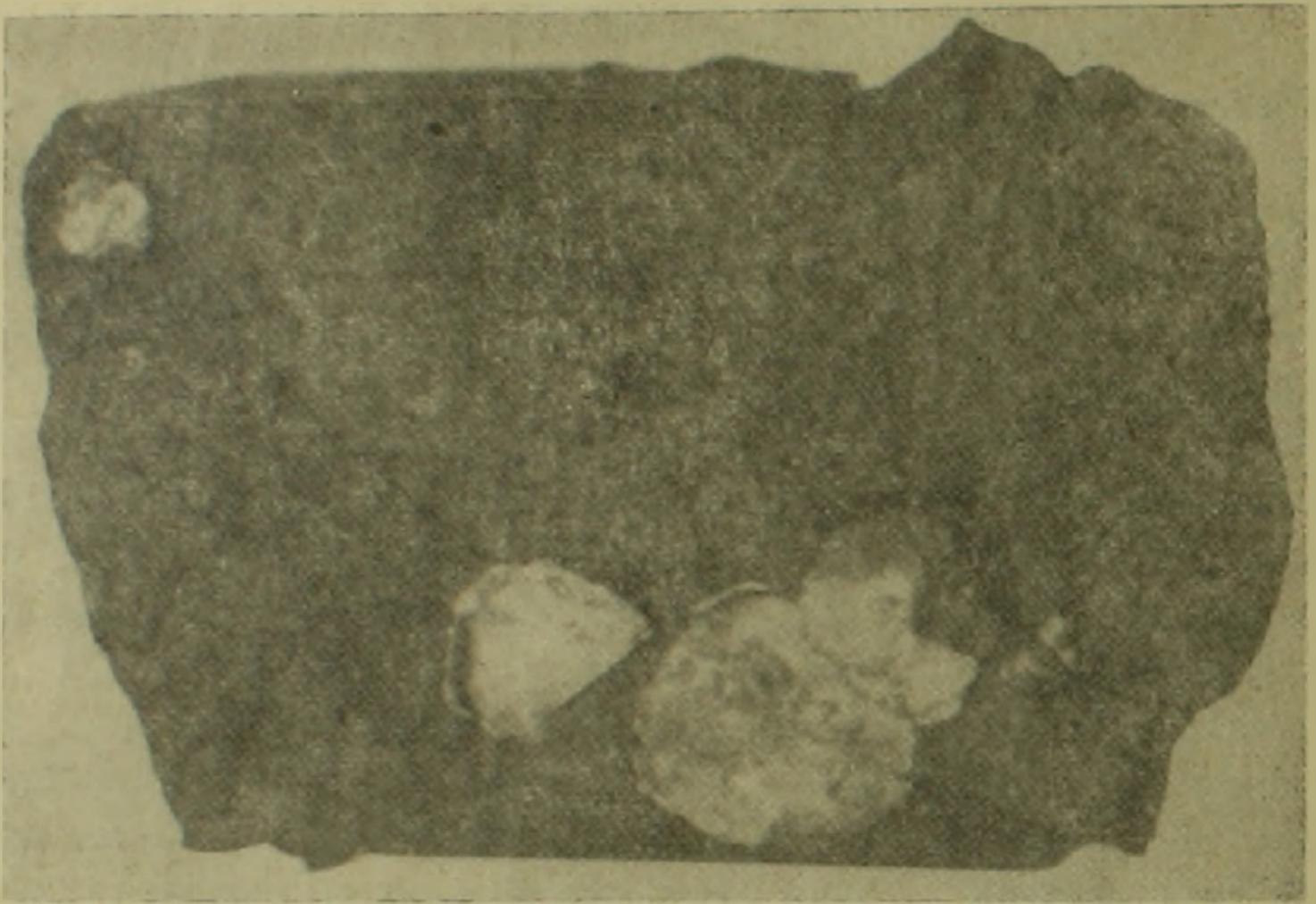
Железорудное месторождение, в рудах которого обнаружен апатит, размещено в средних эффузивных породах андезитового состава олигоценового возраста и приурочено к зоне раздробленных брекчированных и измененных пород. Руды сложены, главным образом, магнетитом (I и II генерации), редко встречаются пирит, халькопирит, гематит, лимонит. Главный акцессорный минерал представлен апатитом (I и II генерации), встречаются также карбонаты, биотит, кварц, флюорит и цеолиты.

На данной стадии изученности по минеральному составу мож-

но выделить три типа руд: 1) магнетитовые руды с примесью апатита; 2) магнетит-апатитовые и 3) апатит-магнетитовые руды.

Апатит—в рудах месторождения впервые обнаружен И. Г. Магакьяном, является главным нерудным минералом.

В рудах месторождения присутствуют две генерации апатита. Апатит I генерации встречается в массивных магнетитовых рудах. Обычно он образует крупнокристаллические агрегаты. По форме кристаллы апатита месторождения удлиненно-призматические, короткопризматические (фиг. 1, 2). Нередко наблюдаются хорошо ограненные кристаллы, грани



Фиг. 1. Призматические кристаллы апатита (белый) в магнетите (черный).
Натур. велич.

которых покрыты вертикальными штрихами. Наблюдаются также изогнутые, раздробленные и развальцованные кристаллы апатита. Размеры кристаллов колеблются в широких пределах — от нескольких мм до 5 и более см в длину и до 3 см в поперечнике. Цвет апатита белый, серовато-белый со слабым желтоватым оттенком.

Как видно из табл. 1, апатит I генерации по химическому составу относится к фтор-апатиту и характеризуется довольно высоким содержанием редких земель—2,50%. По данным спектрального анализа (табл. 2), редкие земли представлены в основном цериевой группой. Содержание иттербия составляет 0,1—0,5%, иттрия—0,1—0,5%, лантана—0,5—1%, стронция—0,5—1%.

Из табл. 2 видно, что апатит I генерации по сравнению с апатитом II генерации характеризуется высоким содержанием иттрия, иттербия, лантана и меньшим содержанием стронция и кремния. Рентгенометрическое изучение минерала позволяет отнести его к подолиту. Апатит II генерации мелкозернистый, приурочен к раздробленным и брекчированным



Фиг. 2. Удлиненно-призматические кристаллы апатита (белый) в магнетите (черный). Натур. велич.

Таблица 1
Химический состав апатитов (вес в %)*

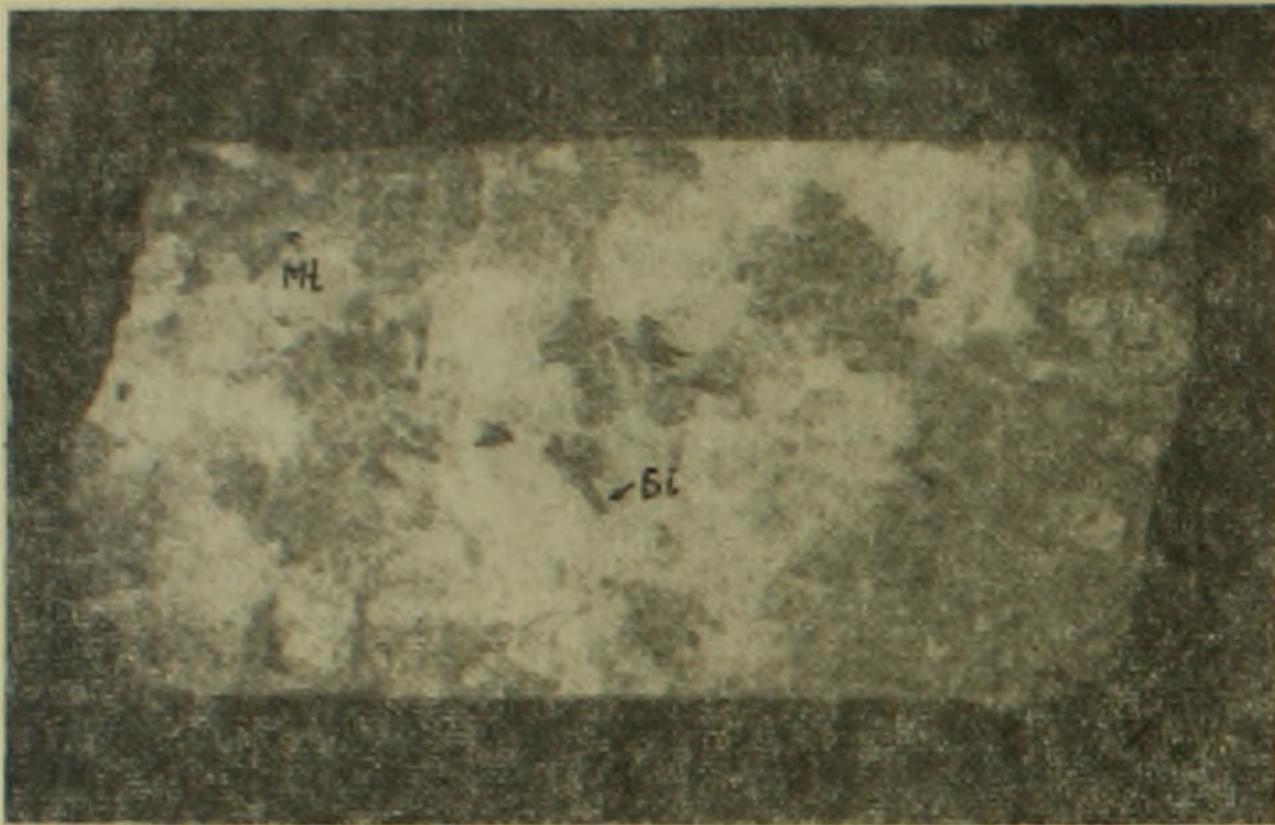
| Компоненты | Апатит I генерации | Апатит II генерации |
|-------------------------------|--------------------|---------------------|
| | проба № 1623 | проба № 1624 |
| P ₂ O ₅ | 39,58 | 40,98 |
| CaO | 52,68 | 53,48 |
| R ₂ O ₃ | 2,88 | 2,40 |
| TK | 2,50 | 1,56 |
| F | 1,87 | 2,04 |
| Cl | нет | нет |
| MgO | нет | нет |
| Нераств. остаток | 0,65 | 1,68 |
| Σ | 100,16 | 101,10 |

зонам измененных андезитов и образует неравномерные скопления, возможно, жиллообразные, гнездообразные тела с примесью магнетита II генерации (хорошо ограненные кубы, октаэдры), биотита, карбонатов, пирита и халькопирита (фиг. 3). Апатит II генерации белый, светло-серый с желтым, реже фиолетовым оттенками.

По химическому составу (табл. 1) апатит II генерации также относится к фтор-апатиту, но характеризуется более низким содержанием редких земель. Редкие земли представлены церием, реже лантаном. Как

* Химические, спектральные и рентгенометрические анализы произведены в Центральной лаборатории УГ и ОН при СМ АриССР.

отмечалось выше, апатит II генерации по сравнению с апатитом I генерации содержит в меньшем количестве иттрий, иттербий и лантан и в большем количестве—стронций. Последние элементы обычно концентрируются в непрозрачных агрегатах апатита. В непрозрачных агрегатах апатита II генерации наблюдается наличие также бериллия и меди.



Фиг. 3. Апатитовая жила с примесью биотита (Bl), магнетита (Ml) и сульфидов. Натур. велич.

Таблица 2
Результаты спектрального анализа апатитов (в %)

| Элементы | Апатит I генерации, проба № 1625 | Апатит II генерации, проба № 624 |
|----------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Si | 0,1—0,3 | 1,0 |
| Al | 0,01—0,03 | 0,001—0,003 |
| Fe | 0,1—0,3 | 0,03—0,1 |
| Ca | 1,0 | 1,0 |
| Mg | 0,1—0,3 | 1,0 |
| Na | 0,01—0,3 | 0,1—0,3 |
| Ti | 0,003—0,01 | 0,003—0,1 |
| Mg | 0,01—0,03 | 0,03—0,1 |
| V | 0,03—0,1 | не обн. |
| Ag | не обн. | 0,0003 |
| Yb | 0,1—0,5 | 0,005—0,01 |
| Y | 0,1—0,5 | 0,005—0,01 |
| Ce | 1,0 | 1,0 |
| La | 0,5—1,0 | 0,05—0,1 |
| Sr | 0,5—1,0 | 1,0 |
| P | >1,0 | >1,0 |

В табл. 3 приведены результаты анализов рентгенограммы порошков апатитов, проведенных рентгеновской лабораторией УГ и ОН при СМ Армянской ССР (условия съемки: $\text{FeK}_2\alpha\beta = h = 5$ часов (для пробы № 1623) и 7 часов (для пробы № 1624), камера $2R = 57,3$ мм, $2r = 0,4$ мм.

Таблица 3

| Проба № 1623 | | | | | | Проба № 1624 | | | | | |
|----------------|----|------|----------------|---|-------|----------------|----|-------|----------------|---|-------|
| № линии п/п | I | dhkl | № линии п/п | I | dhkl | № линии п/п | I | dhkl | № линии п/п | I | dhkl |
| | | | | | | | | | | | |
| 2 | 4 | 3,12 | 14 | 4 | 1,71 | 2 | 6 | 3,43 | 18 | 5 | 1,807 |
| 3 | 10 | 2,82 | 15 | 1 | 1,64 | 3 | 6 | 3,09 | 19 | 5 | 1,780 |
| 4 | 5 | 2,72 | 16 | 3 | 1,50 | 4 | 2 | 3,00 | 20 | 5 | 1,751 |
| 5 | 4 | 2,64 | 17 | 4 | 1,47 | 5 | 10 | 2,81 | 21 | 5 | 1,713 |
| 6 | 6 | 2,25 | 18 | 5 | 1,25 | 6 | 8 | 2,71 | 22 | 2 | 1,495 |
| 7 | 4 | 2,15 | 19 | 5 | 1,23 | 7 | 4 | 2,62 | 23 | 3 | 1,470 |
| 8 | 6 | 1,94 | 20 | 5 | 1,22 | 8 | 2 | 2,46 | 24 | 3 | 1,450 |
| 9 | 4 | 1,89 | 21 | 3 | 1,159 | 9 | 1 | 2,40 | 25 | 3 | 1,274 |
| 10 | 6 | 1,83 | 22 | 3 | 1,146 | 10 | 7 | 2,26 | 26 | 3 | 1,261 |
| 11 | 3 | 1,80 | 23 | 2 | 1,112 | 11 | 5 | 2,15 | 27 | 3 | 1,251 |
| 12 | 2 | 1,78 | 24 | 6 | 1,105 | 12 | 1 | 2,05 | 28 | 5 | 1,233 |
| | | | | | | 13 | 1 | 2,01 | 29 | 4 | 1,218 |
| | | | | | | 14 | 1 | 1,980 | 30 | 2 | 1,173 |
| | | | | | | 15 | 6 | 1,910 | 31 | 4 | 1,157 |
| | | | | | | 16 | 5 | 1,891 | 32 | 4 | 1,143 |

Приведенные данные об апатите одного из железорудных месторождений позволяют заключить, что:

1. В рудах апатит распределен весьма неравномерно и представлен двумя генерациями, отличающимися по времени выделения, морфологическим особенностям, а также содержанием редких земель.

2. Апатит по химическому составу относится к фтор-апатиту и характеризуется высоким содержанием редких земель.

3. Наивысшая концентрация редких земель (2,50%) наблюдается в ранних продуктах рудообразования, т. е. в апатите I генерации.

4. В поздних апатитах наблюдается резкое уменьшение содержания редких земель, в том числе иттрия, иттербия, лантана и повышение содержания стронция и кремния, обусловленное, по-видимому, геохимическим изменением условий образования.

5. Содержание и состав редких земель в апатитах говорят о возможности пневматолито-гидротермальных условиях их образования и о связи с интрузивными породами сиенитового ряда.

УГ и ОН
при СМ Армянской ССР

Поступила 4.VIII.1963.

Է. Խ. ՂՈՒԼՅԱՆ

ՄԻ ԵՐԿԱԹԱՀԱՆՔԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԻ ԱՔՅԵՍՈՐ ԱՊԱՏԻՏԸ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Օլիգոցենի հասակին վերագրվող անդեզիտային ապարներում տեղադրված հանքավայրերից մեկում հանքանյութի գլխավոր միներալները ներկայացված են՝ մագնետիտով և ապատիտով: Այստեղ, երկաթի հանքանյութում ապատիտը տարածված է խիստ անհամաչափ:

Ուսումնասիրությունները թույլ են տալիս առանձնացնել ապատիտի երկու գեներացիայի առաջացումներ, որոնք տարբերվում են իրենց բյուրեղային ձևերով ու շափերով և քիմիական կազմով:

Առաջին գեներացիայի ապատիտը սովորաբար հանդես է գալիս հոծ և բրեկչիանման կառուցվածքի մագնետիտային հանքանյութերում լավ ձևավորված տարբեր շափերի բյուրեղներով: Ապատիտի այս առաջացումները բնորոշվում են հազվագյուտ հողերի բարձր (2,5 տոկոս), ֆտորի համեմատաբար ցածր (1,87 տոկոս) պարունակությամբ:

Բացի դրանից, առաջին գեներացիայի ապատիտը պարունակում է ավելի մեծ քանակության իտրիում, իտերբի, լանտանում, քան երկրորդ գեներացիայի ապատիտը:

Երկրորդ գեներացիայի ապատիտը ներկայացված է անկանոն ձևի հատիկներով. առանձին դեպքերում հանդես է գալիս փոքր կարողություն ունեցող երականման մարմինների ձևով:

Ի տարբերություն առաջին գեներացիայի ապատիտի, երկրորդ գեներացիայի ապատիտը բնորոշվում է ֆտորի բարձր (2,04 տոկոս), հազվագյուտ հողերի ցածր (1,56 տոկոս) պարունակությամբ:

Այսպիսով, ապատիտի վաղ առաջացումներն ավելի հարուստ են հազվագյուտ հողերով, քան ուշ առաջացումները: Ապատիտի քիմիական կազմի առաջացման ժամանակի և տարածության մեջ նրա փոփոխությունների ուսումնասիրությունները թույլ են տալիս ընդգծելու ֆտորի և հազվագյուտ հողերի կարևոր դերը մագնետիտ-ապատիտային հանքանյութի առաջացման գործում:

Հազվագյուտ հողերի նման բարձր պարունակություններն ուսումնասիրվող ապատիտում թույլ են տալիս ենթադրելու, որ հանքավայրը գեներացիայի կապված է մինչ այժմ դեռ չհայտնաբերված ալկալային սիենիտների կազմի ինտրուզիվ ապարների հետ:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Бетехтин А. Г. Минералогия. Изд. Госгеолтехиздат, 1950.
2. Васильева З. В. О роли марганца в апатитах. Зап. минер. общ., ч. 87, вып. 4, 1958.
3. Винчелл А. Н. и Г. Винчелл. Оптическая минералогия. Изд. иностр. лит., 1949.
4. Дэна Д. Д., Дэна Э. С., Пэлач Ч., Берман Г., Фрондель К. Система минералогии. Т. II, полутом 2, изд. иностр., лит., 1953.
5. Герасимовский В. И., Туранская Н. В. Высокое содержание лантана и церия в минералах агпаитовых нефелиновых сиенитов Ловозерского массива (Кольский п-ов), Геохимия, № 4, 1957.

6. Гинзбург А. И., Журавлева Л. Н. Генетические типы месторождений редкоземельных элементов. Геология месторождений редких элементов. Вып. 3, изд. Госгеолтехиздат, 1959.
7. Гольдшмит В. М. Геохимические принципы распределения редких элементов. Сб. «Редкие элементы в изверженных горных породах и минералах». Изд. иностр. лит., 1952.
8. Хамберландт Х. Значение рассеянных элементов в геохимических исследованиях. Сб. «Редкие элементы в изверженных горных породах и минералах». Изд. иностр. лит., 1952.
9. Павленко А. С., Вайнштейн Э. Е., Туранская Н. В. О некоторых закономерностях поведения редких земель и иттрия в магматических и постмагматических процессах». Геохимия, № 4, 1959.
10. Ферсман А. Е. Геохимия, т. IV, 1939.
11. Швей И. В. Об особенностях распределения редкоземельных элементов в минералах в зависимости от условий их образования. Минеральное сырье, вып. 4, изд. Госгеолтехиздат, 1962.
12. Щербина В. В. Геохимические основы разделения редкоземельных элементов. Геология месторождений редких элементов, вып. 3, Госгеолтехиздат, 1959.