

Р.Л. Мелконян

## ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И СОСТАВА АКЦЕССОРНЫХ МИНЕРАЛОВ ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫХ ИНТРУЗИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ АЛАВЕРДСКОГО РУДНОГО РАЙОНА

Акцессорные минералы в интрузивах Алавердского рудного района ранее изучались С.И. Баласаняном /1/ и Г.А. Казаряном /4/, однако, поскольку эти исследования носили побочный характер, они ограничивались в основном выяснением видового состава акцессорных минералов в породах различных фаз и фаций отдельных массивов. Особенности же вещественного состава акцессориев и их количественного распределения оставались в целом не изученными, между тем как именно они и представляют наибольший интерес при возрастной корреляции интрузивов, выяснении их возможной рудоносности и петрогенезиса. В этом аспекте и рассматриваются в настоящей статье различные особенности акцессорных минералов интрузивных комплексов Алавердского рудного района.

### Краткая геолого-петрографическая характеристика интрузивных комплексов

В пределах Алавердского рудного района нами выделяется три разновозрастных, разноформационных интрузивных комплекса – среднеюрский плагiogранитовый (Ахпатский массив), нижнемеловой кварцево-диоритовый (Кохбский массив), предверхнеэоценовый габбро-гранодиоритовый (Банушский массив) /3,7/<sup>х</sup>. Формирование отмеченных комплексов происходит в течение собственно геосинклинального подэтапа развития Антикавказа, охватывающего промежуток времени от нижней юры до верхнего эоцена /9/. При этом становление Ахпатского массива во времени связано с частной (предкелловейской) инверсией Сомхето-Кафанской геосинклинали, внедрение Кохбского массива сопряжено с периодом геоантиклинального воздымания геосинклинали (нижнемеловая главная фаза складчатости) и, наконец, Банушского массива – с периодом тектонно-магматической активизации (средний эоцен), консолидированной к этому времени Сомхето-Кафанской геосинклинали.

Отмеченные массивы характеризуются полифазностью и полифациаль-

---

<sup>х</sup> Вместе с Банушским массивом рассматривается и Лалварский, без специального его выделения.

ностью. Ахпатский массив сложен породами двух фаз: I фаза представлена габбро, переходящими в эндоконтактовой фации в габбро-диориты, II фаза, занимающая преобладающую часть массива, представлена плагиогранитами, сменяющимися в эндоконтакте кварцевыми диоритами. В Кохбском массиве выделяются три основные фазы: I фаза – кварцевые диориты и тоналиты (биотит-роговообманковые, реже пироксен-роговообманковые), II фаза – лейкократовые граниты, III фаза – трондиемиты, плагиограниты и плагиоклазиты. Резко преобладающая часть массива сложена кварцевыми диоритами и тоналитами, которые в эндоконтактовой фации, с одной стороны, в результате процессов гибридизма, переходят в диориты и габбро-диориты, а с другой – благодаря процессам эманационной дифференциации, – в биотит-роговообманковые гранодиориты и граниты. В Банушском массиве выделяются породы трех фаз: I фаза – оливиновые габбро, II фаза гранодиориты, III фаза – лейкократовые граниты. Преобладающая часть массива сложена гранодиоритами II фазы, которые в эндоконтактовой фации постепенно переходят в кварцевые диориты (пироксен-биотитовые) и диориты. Следует отметить, что Ахпатский и Банушский массивы характеризуются весьма незначительным развитием даек раннего этапа, представленных соответственно плагиоаплитами и аплитами, пегматитами. В Кохбском же массиве дайки раннего этапа пользуются сравнительно широким развитием и представлены аплитами, пегматитами, жильными гранитами, плагиоаплитами, плагиогранитами /4/.

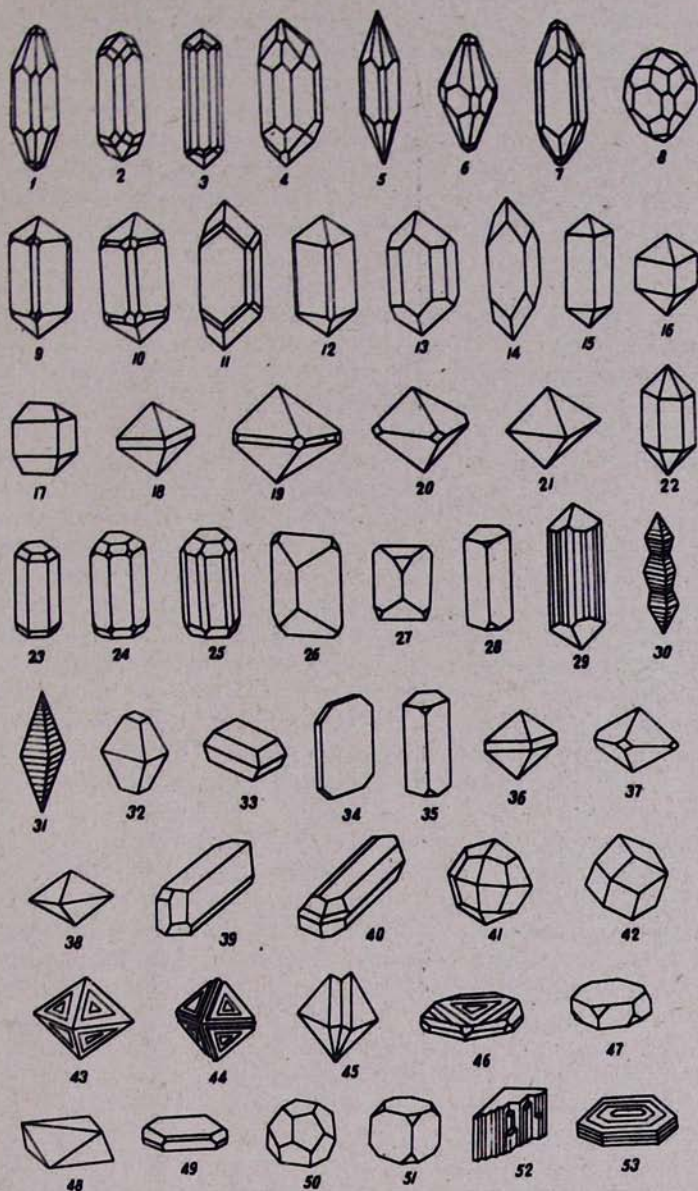
По особенностям химизма разновозрастные массивы относятся к известково-щелочным ассоциациям, причем от более древних массивов к молодым происходит увеличение как общей щелочности, так и роли калия в сумме щелочей.

#### Видовой состав, особенности распределения состава акцессорных минералов

Изучение акцессорных минералов нами проводилось в пробах, отобранных из пород различных фаз и фаций разновозрастных интрузивных комплексов. Пробы весом 7–12 кг. отбирались мелкими кусками с площади 100–150 м<sup>2</sup> из неизмененных разностей пород, лишенных ксенолитов и различных прожилков. Обработка проб проводилась по известной схеме /6/; определение видового состава акцессориев и подсчет их содержаний (в г/т) проводились на навесках весом 200–250 г, отдельные пробы из пород главной фации обрабатывались полностью.

В разновозрастных, разноформационных интрузивных комплексах установлено присутствие 45 акцессорных минералов (табл. 1), среди которых присутствуют 13 окислов, 10 силикатов, 7 сульфидов, 4 самородных элемента, 4 карбоната, 4 фосфата, 1 вольфрамат, 1 галогенид, 1 сульфат.

Видовой состав, морфологические особенности (фиг. 1) и количественные содержания акцессорных минералов в породах различных фаз и фаций отдельных массивов, а также их взаимоотношение с другими минералами позволяют наметить основные закономерности распределения акцессорных минералов, геохимические условия их образования, а также генезис акцессорных минералов с точки зрения времени их выделения.



Фиг. 1. Морфологические формы акцессорных минералов Ахпатского, Кожбского и Банушского массивов. 1-15 - цирконы, 1-8 из диоритов, кварцевых диоритов, гранодиоритов, 9-15 - из плагиогранитов, кильных гранитов, аплитов, лейкократовых гранитов; 16-21 - циркониты; 22-25 - апатиты, 26-27 - сфены; 28 - рутил; 30-33 - анатазы; 34 - брукит; 35 - андалузит; 36-38 - ксенотимы; 39-40 - ортиты; 41-42 - гранаты (из субвулканических липарито-дацитов); 43-45 - магнетиты; 46 - гематит; 47-49 - ильмениты; 50-51 - пириты; 52 - галенит; 53 - молибденит.

Как следует из табл. 1, видовой состав акцессорных минералов в различных массивах характеризуется определенной специфичностью. Прежде всего выявляется его ограниченность в Ахпатском массиве, характеризующемся, кроме того, высоким содержанием титаномагнетита, присутствием  $Ti$  - содержащих акцессориев и, наконец, полным отсутствием минералов редких элементов. От ранней - габбровой фазы к поздней - плагиогранитовой уменьшается количество титаномагнетита и ильменита, несколько повышается содержание циркона, рутила, появляются самородные элементы - свинец, цинк, а также отдельными зернами ортит.

Кохбский массив, по сравнению с Ахпатским, характеризуется значительным видовым разнообразием акцессорных минералов. В процессе формирования массива от ранних фаз к поздним уменьшается количество магнетита,  $Ti$  - содержащих акцессориев, циркона, пирита и, наоборот, - появляются либо увеличивается содержание редкоземельных и редкометалльных минералов - ортита, циртолита, ксенотима, касситерита; в пегматитах к тому же отмечаются акцессорные минералы радиоактивных элементов - торита и торанита, присутствующих, однако, в крайне незначительных количествах. Отмеченная закономерность нарушается в трондьемитах и плагиоклазитах III фазы, а также в дайках плагиогранит-порфиров, в формировании которых значительная роль принадлежала процессам известковистой ассимиляции. В отмеченных породах наблюдается заметное увеличение содержания рутила, ильменита, сфена, апатита.

В Банушском массиве отмеченная тенденция распределения акцессорных минералов сохраняется, причем при близком, с Кохбским массивом видовом составе акцессорных минералов количественные соотношения их различны.

В целом разновозрастные массивы характеризуются отчетливой обогащенностью магнетитом,  $Ti$  и  $Ca$  - содержащими акцессориями, резкой обедненностью редкоземельными, радиоактивными и редкометалльными акцессорными минералами. Как несколько необычную, но характерную особенность Кохбского и, в меньшей степени, Банушского массивов следует отметить присутствие шеелита, а также касситерита и самородного олова в лейкократовых гранитах.

Среди акцессорных минералов выделяются, с одной стороны - группа "сквозных" акцессориев, встречаемых во всех породах разновозрастных комплексов (магнетит, пирит, апатит, циркон, сфен), и, с другой, группа типоморфных акцессорных минералов, характерных либо для отдельных комплексов (титаномагнетит и самородный цинк для среднеюрского комплекса), либо для пород различных фаз и фаций (ксенотим в лейкократовых гранитах, торит и торанит в пегматитах, бастнезит в эндоконтактных лейкократовых тоналитах, сподумен и андалузит в измененных разностях пород и т.д.).

Видовой состав и количественные соотношения отдельных акцессорных минералов обусловлены первичной концентрацией в исходном расплаве микрокомпонентов, интенсивностью процессов ассимиляции и дифференциации, а также кристаллохимическими особенностями главных

Распределение аксессуарных минералов в интрузивных комплексах Алавердского рудного района (в г/т)

|                               | Ахпатский массив    |                     | Кохбский массив             |                                           |                      |                       |                          |                    |                    |                                    | Баушский массив                |                      |                    |                       |
|-------------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|
|                               | габбро <sup>3</sup> | плагииограниты      | кварцевые диориты, тоналиты | измененные кварцевые диориты <sup>3</sup> | граниты <sup>3</sup> | лейкократовые граниты | трондjemиты <sup>3</sup> | пегматиты          | жильные граниты    | плагииогранит-порфиры <sup>3</sup> | оливиновое габбро <sup>3</sup> | диориты <sup>3</sup> | гранодиориты       | Лейкократовые граниты |
| Магнетит (титаномagnetит)     | 35341,3             | 28541,1             | 31273,5                     | 1448,3                                    | 18314,3              | 2082,8                | 29,2                     | 794,2              | 3516,6             | 5372,9                             | 78315,2                        | 69529,4              | 18572,1            | 4538,4                |
| Ильменит                      | 28,2                | 12,5 <sup>2</sup>   | 159,9 <sup>2</sup>          | 19,4                                      | 41,8                 | 21,8                  | 552,2                    | 29,8               | 43,5               | 59,8                               | 45,2                           | 21,5                 | 42,7 <sup>2</sup>  | 9,8                   |
| Хромит <sup>1</sup>           | Ед.з.               | -                   | -                           | -                                         | -                    | -                     | -                        | -                  | -                  | -                                  | Ед.з.                          | -                    | -                  | -                     |
| Апатит                        | 24,8                | 53,4                | 846,1                       | Ед.з.                                     | 736,3                | 9,0                   | 123,5                    | 27,5               | 94,9               | 131,9                              | 97,4                           | 2241,3               | 697,2              | 15,5                  |
| Дернит <sup>1</sup>           | -                   | 0,8                 | -                           | -                                         | -                    | -                     | -                        | -                  | -                  | -                                  | -                              | -                    | -                  | -                     |
| Левистонит <sup>1</sup>       | -                   | -                   | -                           | -                                         | -                    | -                     | -                        | -                  | -                  | -                                  | -                              | Ед.з.                | -                  | -                     |
| Циркон                        | 0,9                 | 65,6                | 442,6                       | 12,1                                      | 315,4                | 29,4                  | 150,2                    | 18,4               | 47,6               | 12,2                               | Ед.з.                          | 65,5                 | 541,2              | 28,6                  |
| Сфен                          | 19,4                | 28,6                | 386,4                       | Ед.з.                                     | 325,4                | Ед.з.                 | 2994,6                   | Ед.з.              | 5,5                | 71,6                               | 34,2                           | 72,1                 | 185,9              | Ед.з.                 |
| Ортит                         | -                   | Ед.з. <sup>2</sup>  | 15,4                        | -                                         | 8,7                  | 14,8                  | -                        | 28,6               | 2,8                | -                                  | -                              | -                    | 12,5               | 9,0                   |
| Эпидот                        | Ед.з.               | 563,1 <sup>2</sup>  | 0,2 <sup>2</sup>            | -                                         | -                    | -                     | Ед.з.                    | 294,5 <sup>2</sup> | -                  | -                                  | -                              | Ед.з.                | -                  | -                     |
| Клиноцоизит <sup>1</sup>      | -                   | -                   | -                           | -                                         | -                    | -                     | 1,2                      | -                  | -                  | -                                  | -                              | -                    | -                  | -                     |
| Иоцит <sup>1</sup>            | -                   | -                   | -                           | -                                         | -                    | -                     | -                        | -                  | -                  | -                                  | -                              | -                    | -                  | Ед.з.                 |
| Гематит                       | 15,0                | 2543,1 <sup>2</sup> | -                           | 133,6                                     | -                    | 243,9                 | -                        | -                  | -                  | -                                  | -                              | -                    | Ед.з. <sup>2</sup> | 572,1                 |
| Циртолит                      | -                   | 7,4                 | Ед.з.                       | -                                         | 0,1                  | 9,5                   | -                        | 5,8                | 3,2                | -                                  | -                              | -                    | 1,1                | 13,3                  |
| Малакон                       | -                   | 2,5                 | -                           | -                                         | -                    | 7,1                   | -                        | 8,0                | 0,8                | -                                  | -                              | -                    | 1,6 <sup>2</sup>   | 12,4                  |
| Ксенотим                      | -                   | -                   | 3,4                         | -                                         | 0,9                  | 15,7                  | -                        | 8,3                | Ед.з.              | -                                  | -                              | -                    | -                  | 4,6                   |
| Торит                         | -                   | -                   | -                           | -                                         | -                    | -                     | -                        | Ед.з.              | -                  | -                                  | -                              | -                    | -                  | -                     |
| Торианит <sup>1</sup>         | -                   | -                   | -                           | -                                         | -                    | -                     | -                        | Ед.з.              | -                  | -                                  | -                              | -                    | -                  | -                     |
| Бастнезит <sup>1</sup>        | -                   | -                   | Ед.з.                       | -                                         | -                    | -                     | -                        | -                  | -                  | -                                  | -                              | -                    | -                  | -                     |
| Рутил                         | Ед.з.               | 84,3 <sup>2</sup>   | 1,8                         | 129,9                                     | 0,9                  | Ед.з.                 | 1594,1                   | Ед.з.              | 12,4 <sup>2</sup>  | 178,2                              | -                              | -                    | 34,12              | -                     |
| Анатаз                        | -                   | -                   | -                           | -                                         | -                    | 1,4 <sup>2</sup>      | -                        | 0,4                | 0,2 <sup>2</sup>   | -                                  | -                              | -                    | -                  | 0,85 <sup>2</sup>     |
| Брукит                        | -                   | -                   | -                           | -                                         | -                    | Ед.з. <sup>2</sup>    | -                        | -                  | -                  | -                                  | -                              | -                    | -                  | -                     |
| Шеелит                        | -                   | -                   | 0,2                         | -                                         | 0,2                  | 0,1 <sup>2</sup>      | -                        | -                  | Ед.з.              | -                                  | -                              | -                    | Ед.з. <sup>2</sup> | -                     |
| Касситерит <sup>1</sup>       | -                   | -                   | -                           | -                                         | Ед.з.                | Ед.з.                 | -                        | -                  | -                  | -                                  | -                              | -                    | -                  | Ед.з.                 |
| Флюорит <sup>1</sup>          | -                   | -                   | 0,1                         | -                                         | 0,8                  | 0,33                  | -                        | 0,2                | -                  | -                                  | -                              | -                    | -                  | 0,4                   |
| Барит                         | -                   | -                   | 0,4                         | -                                         | -                    | -                     | -                        | 0,1 <sup>2</sup>   | 0,2 <sup>2</sup>   | -                                  | Ед.з.                          | -                    | 0,1 <sup>2</sup>   | -                     |
| Лейкоксен                     | 0,3                 | 19,3                | 34,5                        | -                                         | 15,4                 | 1,2                   | 92,1                     | 0,1 <sup>2</sup>   | 0,2 <sup>2</sup>   | 21,5                               | -                              | Ед.з.                | 21,3               | 0,5                   |
| Молибденит                    | -                   | -                   | -                           | 0,8                                       | -                    | Ед.з. <sup>2</sup>    | -                        | -                  | -                  | -                                  | -                              | -                    | 0,3 <sup>2</sup>   | Ед.з. <sup>2</sup>    |
| Арсенопирит <sup>1</sup>      | -                   | -                   | -                           | Ед.з.                                     | -                    | -                     | -                        | -                  | -                  | -                                  | -                              | -                    | -                  | Ед.з.                 |
| Пирит                         | 45,4                | 54,2                | 23,5                        | 26145,0                                   | 15,3                 | 3,5                   | 2,5                      | 12,3               | 0,5                | 0,7                                | 0,1                            | 12,3                 | 3,3                | 1,7                   |
| Халькопирит                   | -                   | -                   | Ед.з. <sup>2</sup>          | 15,4                                      | 0,2                  | 0,5                   | -                        | 19,7               | 0,1                | -                                  | -                              | -                    | Ед.з.              | 0,2                   |
| Галенит                       | -                   | Ед.з.               | -                           | -                                         | -                    | 0,1 <sup>2</sup>      | Ед.з.                    | -                  | Ед.з.              | -                                  | -                              | Ед.з.                | Ед.з.              | 0,06                  |
| Сфалерит                      | -                   | -                   | -                           | -                                         | -                    | -                     | -                        | -                  | -                  | -                                  | -                              | -                    | Ед.з.              | -                     |
| Андалузит <sup>1</sup>        | -                   | -                   | -                           | 109,6                                     | -                    | -                     | -                        | -                  | -                  | -                                  | -                              | -                    | -                  | -                     |
| Сподумен <sup>1</sup>         | -                   | -                   | -                           | 0,4                                       | -                    | -                     | -                        | -                  | -                  | -                                  | -                              | -                    | -                  | -                     |
| Киноварь <sup>1</sup>         | -                   | -                   | -                           | Ед.з.                                     | -                    | -                     | -                        | -                  | -                  | -                                  | -                              | -                    | -                  | -                     |
| Самородный цинк               | -                   | -                   | -                           | -                                         | -                    | -                     | -                        | -                  | -                  | -                                  | -                              | -                    | -                  | -                     |
| Самородный свинец             | -                   | 2,6                 | 0,2 <sup>2</sup>            | -                                         | 0,1                  | 1,3 <sup>2</sup>      | Ед.з.                    | 0,4 <sup>2</sup>   | 0,3 <sup>2</sup>   | -                                  | -                              | 0,1                  | 0,6 <sup>2</sup>   | 0,7 <sup>2</sup>      |
| Самородное олово <sup>1</sup> | -                   | -                   | -                           | -                                         | -                    | Ед.з.                 | -                        | -                  | -                  | -                                  | -                              | -                    | -                  | -                     |
| Самородное золото             | -                   | -                   | -                           | Ед.з.                                     | -                    | -                     | -                        | -                  | -                  | -                                  | -                              | -                    | -                  | -                     |
| Лимонит                       | Ед.з.               | Ед.з.               | 25,1                        | 279,4                                     | 12,7                 | 5,3 <sup>2</sup>      | 0,5                      | 21,4               | Ед.з. <sup>2</sup> | -                                  | Ед.з.                          | 2,2                  | 14,3 <sup>2</sup>  | 8,5                   |
| Малахит                       | -                   | -                   | -                           | Ед.з.                                     | -                    | -                     | -                        | Ед.з.              | Ед.з.              | -                                  | -                              | -                    | -                  | -                     |
| Азурит                        | -                   | -                   | -                           | Ед.з.                                     | -                    | -                     | -                        | -                  | -                  | -                                  | -                              | -                    | -                  | -                     |
| Церуссит <sup>1</sup>         | -                   | Ед.з.               | Ед.з.                       | -                                         | Ед.з.                | Ед.з.                 | -                        | Ед.з.              | Ед.з.              | -                                  | -                              | Ед.з.                | Ед.з.              | Ед.з.                 |

<sup>1</sup> В интрузивных образованиях района минерал определен впервые.<sup>2</sup> В данном типе пород минерал определен впервые.<sup>3</sup> В данном типе пород района аксессуарные минералы изучены впервые

петрогенных элементов и микрокомпонентов – рассеянных, акцессорных и рудных (по В.С. Соболеву и Л.В. Таусону). Для изученных массивов в этом аспекте, можно отметить, что благодаря повышенным содержаниям в исходном расплаве Mg и Fe основная часть Si рассеивается в решетке цветных пороодообразующих минералов и магнетита, что затрудняет выделение в породах ранних фаз изученных массивов самостоятельных акцессорных минералов меди, в частности халькопирита. В то же время в лейкократовых гранитах, жильных гранитах и пегматитах благодаря незначительным содержаниям железо-магнезиальных компонентов нередко отмечается присутствие халькопирита, несмотря на резко пониженные содержания в них по сравнению с породами ранних фаз. С другой стороны, процессы ассимиляции известковистого материала, сыгравшие большую роль в формировании пород III фазы Кохбского массива (трондjemиты и др.), а также отчетливая обогащенность расплава титаном, обусловили широкое развитие в них Ca и Ti – содержащих акцессориев с выделением избыточного количества Ti в виде рутила. Наконец, отметим, что некоторые рассеянные компоненты – Th, Y, в пегматитово-пневматолитовый этап накапливаются в остаточном расплаве, выделяясь в виде самостоятельных минералов – торита и ксенотима.

Закономерности распределения акцессорных минералов, их морфологические особенности, взаимоотношение и ассоциация с другими минералами свидетельствуют о одновременности выделения акцессориев, происходящего в широком временном и температурном интервале, начиная с магматической стадии и кончая автогидротермальной. В магматический этап (стадия главной кристаллизации) происходит выпадение ограниченного числа акцессорных минералов – титаномагнетита (реже магнетита), высокотемпературного апатита и в отдельных случаях, – циркона. В поэднемагматическую стадию в условиях отчетливого увеличения щелочности, обычно вместе с кварцем, K-Na полевым шпатом и биотитом, выделяется основная часть таких акцессорных минералов, как циркон, апатит, сфен, рутил, ильменит и др. В связи с дальнейшим падением температуры и увеличения концентрации редких элементов и летучих в пегматитово-пневматолитовый этап происходит выпадение ортита, торита, цитролита, лейкоксена, ксенотима, флюорита. В автогидротермальный этап в условиях продолжающегося падения температуры и увеличения концентрации рудных элементов кристаллизуются сульфидные минералы – пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, арсенопирит. Несколько позднее выпадают киноварь, барит, а также самородные – свинец, цинк, олово. Для отдельных минералов – магнетита, апатита, сфена, циркона с достаточной определенностью фиксируется полигенетичность их выделения.

Переходя к рассмотрению вещественного состава акцессорных минералов, остановимся лишь на тех минералах, особенности состава которых позволяют использовать их при различных петрологических построениях, либо при возрастной корреляции интрузивов. С этой точки зрения наибольший интерес представляют магнетит, апатит, сфен и в некоторой степени – ортит.

Таблица 2

Содержание элементов группы железа в аксессуарном магнетите Ахпатского, Кохбского и Банушского массивов<sup>x</sup>

| Массив, порода                           | Ti    | Mn    | Ni     | Co     | V      | Cr    |
|------------------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|
| <u>Ахпатский</u>                         |       |       |        |        |        |       |
| Габбро; п-121                            | 3,8   | 0,44  | 0,0044 | 0,0028 | 0,23   | -     |
| Плаггиогранит; п-118                     | 6,61  | 0,11  | 0,005  | 0,0021 | 0,016  | -     |
| Плаггиогранит; п-123                     | 8,13  | 0,12  | 0,032  | 0,0016 | 0,033  | -     |
| Плаггиогранит; п-125                     | 4,07  | 0,043 | 0,001  | 0,0018 | 0,0079 | -     |
| Плаггиогранит; п-120                     | 6,31  | 0,11  | 0,001  | 0,002  | 0,0085 | -     |
| Плаггиогранит; п-126                     | 7,41  | 0,14  | 0,001  | 0,0017 | 0,016  | -     |
| <u>Кохбский</u>                          |       |       |        |        |        |       |
| Кварцевый диорит; п-24                   | 1,18  | 0,095 | 0,035  | 0,0034 | 0,39   | 0,058 |
| Кварцевый диорит; п-35                   | 0,33  | 0,172 | 0,0041 | 0,0026 | 0,11   | -     |
| Тоналит п-88 <sup>xx</sup>               | 0,80  | 0,14  | 0,006  | 0,005  | 0,22   | 0,067 |
| Тоналит п-134                            | 0,79  | 0,10  | 0,0048 | 0,0024 | 0,22   | 0,056 |
| Гранодиорит; п-104                       | 2,0   | 0,47  | 0,0034 | 0,0037 | 0,23   | 0,049 |
| Гранит; п-105 <sup>xx</sup>              | 0,86  | 0,14  | 0,004  | 0,005  | 0,15   | 0,048 |
| Лейкократовый гранит; п-109              | 0,43  | 0,028 | 0,0013 | 0,003  | 0,038  | -     |
| Трондземит; п-23                         | 0,089 | 0,048 | 0,0018 | 0,003  | 0,068  | -     |
| Жильный гранит; п-30                     | 0,52  | 0,074 | 0,0032 | 0,0033 | 0,067  | 0,035 |
| Жильный гранит; обр. 118/30              | 0,74  | 0,15  | 0,003  | 0,008  | 0,075  | 0,047 |
| Пегматит; п-112 <sup>xx</sup>            | 0,37  | 0,13  | 0,0006 | -      | 0,031  | 0,005 |
| Пегматит; п-29а                          | 0,45  | 0,066 | 0,0042 | 0,0038 | 0,13   | -     |
| <u>Банушский</u>                         |       |       |        |        |        |       |
| Оливиновое габбро; п-49 <sup>xx</sup>    | 3,12  | 0,22  | 0,004  | 0,005  | 0,73   | 0,056 |
| Диорит; п-83                             | 2,138 | 0,13  | 0,0037 | 0,0069 | 0,27   | 0,02  |
| Гранодиорит; а-84 <sup>xx</sup>          | 0,47  | 0,089 | 0,003  | 0,004  | 0,18   | 0,021 |
| Лейкократовый гранит; п-68 <sup>xx</sup> | 0,58  | 0,13  | 0,0009 | -      | 0,010  | -     |

<sup>x</sup> По данным количественных спектральных определений (ИГН АН Армянской ССР; аналитики Г.М.Мкртчян, С.А.Мнацаканян)

<sup>xx</sup> По данным количественных спектральных определений (УФАНИ СССР; аналитик Н.Ярош).

Магнетит. Распределение элементов группы железа в магнетитах из пород различных фаз и фаций разновозрастных массивов (табл. 2) обнаруживает ряд интересных особенностей. Прежде всего, отмечается высокая обогащенность титаном магнетитов Ахпатского массива, являющихся, по существу, титаномagnetитами, в отличие от магнетитов Кохбского и Банушского массивов. В последних наблюдается прямая зависимость между основностью пород и содержанием элементов-примесей, за исключением Co, концентрация которого в различных породах остается примерно одинаковой. В целом магнетиты изученных массивов характеризуются высокими содержаниями элементов группы железа, которые соответствуют концентрациям, характерным для производных базальтовой магмы /2/. К аналогичному выводу приводит и содержание Ti в магнетите, используемое для расчленения производных базальтовой и гранитной магм /12/. В то же время внутри отдельных типов пород, в частности в магнетитах из кварцевых диоритов Кохбского массива, отмечаются большие вариации содержания Ti, соответствующие производным как базальтовой, так и гранитной магмы. Поэтому к использованию содержания Ti в магнетитах для генетических построений, по-видимому, необходимо подходить с известной осторожностью.

Апатит. В породах различных фаз и фаций изученных массивов резко преобладают апатиты, относящиеся к промежуточной группе гидроксил-апатита-хлорапатита. Лишь в лейкократовых гранитах и трондjemитах Кохбского массива и в лейкократовых гранитах Банушского массива они относятся к промежуточной группе гидроксил-апатита-фторапатита. Содержание редких земель в апатитах из различных массивов (табл. 3) указывает на увеличение в них  $\Sigma TR$  от пород эндоконтактовой фации к главной (Банушский массив) и от ранних фаз к поздним (Кохбский массив).

Таблица 3

Состав редких земель в апатите из Ахпатского,  
Кохбского и Банушского массивов в %  
от  $\Sigma TR = 100^x$

| № | $\Sigma TR$ | La   | Ce   | Pr  | Nd   | Sm  | Eu  | Gd  | Dy  | Er  | Yb  |
|---|-------------|------|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 0,68        | 26,4 | 58,7 | 4,8 | 5,8  | 0,9 | -   | 0,9 | 2,2 | -   | 0,3 |
| 2 | 0,87        | 20,8 | 60,0 | 3,1 | 10,4 | 1,2 | -   | 1,3 | 2,2 | -   | 1,0 |
| 3 | 1,14        | 17,8 | 66,0 | 2,6 | 8,8  | 0,5 | -   | 1,6 | 1,6 | 0,6 | 0,7 |
| 4 | 1,31        | 22,5 | 37,2 | 4,0 | 27,0 | 2,7 | 0,1 | 3,4 | 2,0 | 0,6 | 0,5 |
| 5 | 1,34        | 23,5 | 35,7 | 3,9 | 27,0 | 3,8 | 0,1 | 3,0 | 1,9 | 0,6 | 0,5 |

<sup>x</sup> Аналитики Г.М.Мкртчян, Л.Б.Саруханян (ИГН АН Армянской ССР).  
1 - плагиогранит (Ахпатский массив); 2 - кварцевый диорит (Кохбский массив); 3 - пегматит (Кохбский массив); 4 - диорит (Банушский массив); 5 - гранодиорит (Банушский массив).

С другой стороны, фиксируется отчетливое повышение в апатитах от более древних массивов к молодым, при этом апатиты Ахпат-

ского и Кохбского массивов характеризуются селективной цериевой природой, в то время, как для апатитов Банушского массива фиксируются два отчетливо выраженных пика - цериевый и неодимовый. Изученные апатиты резко отличаются и по содержанию Y. Так, если в апатите Ахпатского массива концентрация Y равна 0,020% (плагногранит) то в апатите Кохбского массива - 0,096% (кварцевый диорит) и 0,1% (пегматит), а в апатите Банушского массива - 0,23% (диорит) и 0,2% (гранодиорит).

Указанные различия в составе и содержании редких земель апатитов различных массивов являются дополнительным доводом в пользу их разновозрастности.

Определение в апатитах рассматриваемых массивов содержания Th показало, что в апатите из плагногранитов Ахпатского массива Th отсутствует, в апатитах Кохбского массива его содержания составляют 0,002% (кварцевые диориты) и 0,003% (пегматиты), в апатитах Банушского массива оно равно 0,002%. Полученные значения резко понижены по сравнению с известными содержаниями Th в апатитах из гранитных пегматитов - 0,8% /13/.

Сфен. Согласно результатам рентгеноспектрального анализа (аналитик Матлухова, ИМГРЭ) сфен из трондьемитов III фазы Кохбского массива при  $\Sigma TR_2O_3 = 0,76\%$  характеризуется следующим составом редких земель (в %): La 4.3, Ce 20.9, Pr 4.5, Nd 18.5, Sm 5.3, Gd 6.8, Dy 5.1, Ho 1.2, Er 3.5, Yb 3.3, Y 17.5. Содержание  $\Sigma TR_2O_3$  в анализированном сфене отчетливо различается от содержаний, характерных для разновидностей из пород гранитной линии, и соответствует концентрациям в сфенах из пород ряда габбро - гранодиорит /5/.

Ортит. Химический состав ортита (аналитик Капитонова, ИМГРЭ) Кохбского массива характеризуется следующими значениями (в %):  $SiO_2$  30.63,  $TiO_2$  2.57,  $Al_2O_3$  13.38,  $Fe_2O_3$  6.20, FeO 8.91, MnO 0.42, MgO 1.80, CaO 9.49,  $Na_2O$  0.16,  $K_2O$  0.07,  $TR_2O_3$  25.34,  $H_2O$  0.20, ппп 1.22. Сопоставление состава изученного ортита с ортитами палингенных гранитов и их пегматитов /5,11/ указывает на значительно повышенные содержания в анализированном ортите содержания титана и магния. По данным рентгеноспектрального анализа (аналитик Минева, ИМГРЭ), редкие земли при  $\Sigma TR_2O_3 = 25.34\%$  характеризуются следующим составом (в %): La 27.3, Ce 54.7, Pr 2.5, Nd 12.5, Sm 0.7, Eu 0.2, Gd 0.7, Dy 1.0, Er 0.2, Yb 0.2.

### Заключение

Особенности видового, количественного и вещественного состава акцессорных минералов позволяют использовать их в качестве индикаторов различных петрогенетических процессов, а также при выяснении петрогенезиса изученных интрузивов и их возможной рудоносности. С этих позиций увеличение в породах эндоконтактной фации содержания магнетита, титановых и титансодержащих минералов, присутствие темных окрашенных апатитов, цирконов и апатитов удлиненно-призматического габитуса, наличие ортита и т.п. являются достаточно надежными индикаторами процессов местного гибризма. Одновременно широкое раз-

вение наряду с титановыми и титансодержащими аксессуарными минералами кальциевых и кальций-содержащих аксессуариев в некоторых типах пород (трондьемиты, плагиоклазиты, жильные плагиограниты) с учетом особенностей их химизма свидетельствует о доминирующей роли при их формировании процессов известковистой ассимиляции. С другой стороны, появление в породах эндоконтактовой фации, и особенно в лейкократовых гранитах, поздних фаз и отщепленных даек редкометаллических и радиоактивных минералов, флюорита, наконец, наличие поздних генераций - циркона с газово-жидкими включениями свидетельствуют о реальности процессов щелочно-эманационной дифференциации.

Установление в изученных массивах повышенных содержаний магнетита и высоких концентраций в них элементов группы железа, широкое распространение титановых и титансодержащих аксессуариев, особенности вещественного состава сфена, ортита, апатита, низкая железистость цветных минералов, во всех типах пород, наконец, резкая обедненность аксессуарными минералами радиоактивных и редких элементов, а в отдельных случаях, их полное отсутствие (Ахпатский массив) позволяют с достаточной определенностью предполагать базальтоидную исходную природу изученных интрузивных комплексов. С другой стороны, присутствие, хотя и незначительное, в составе Кохбского и Банушского массивов касситерита, самородного олова и шеелита, т.е. минералов, характерных для гранитной магмы, свидетельствует об определенной роли гранитного материала, в частности пород кристаллического фундамента, в формировании отмеченных массивов. Такое предположение об ассимиляционной природе отмеченных минералов представляется весьма вероятным, если учесть, что как касситерит, так и шеелит являются типоморфными минералами пород древнего кристаллического субстрата этой области /10/.

Распределение и содержание главнейших для изученного района рудных минералов (халькопирит, галенит, сфалерит) в породах различных фаз и фаций изученных массивов свидетельствует об отсутствии аксессуарно-минеральной специализации интрузивных комплексов Алавердского рудного района на указанные минералы. Отмеченное обстоятельство обусловлено, с одной стороны, кларковыми и нижекларковыми концентрациями Cu, Pb и Zn в кристаллизовавшемся расплаве /8/, а с другой, - широким развитием железо-магнезиальных минералов (магнетит, роговая обманка, биотит и др.), обусловивших изоморфное рассеивание в их кристаллической решетке меди и цинка. В этом аспекте, учитывая к тому же близость изотопного состава серы сульфидов Алавердского, Шамлугского и Ахтальского месторождений с изотопным составом метеоритной серы, по нашему мнению, более правомерно связывать медноколчеданное оруденение района не с интрузивными либо с кислыми субвулканическими образованиями, как это обычно делается почти всеми исследователями региона, а с глубинными источниками базальтоидной магмы.

## ЛИТЕРАТУРА

Баласанян С.И. Закономерности распределения аксессуарных минералов и микроэлементов в гранитоидах Сомхето-Кафанской зоны. Изв. АН Арм.ССР, геол. и геогр. н., т.16, № 1, 1963.

2. Вахрушев В.А. Элементы-примеси акцессорного магнетита как критерий генетического расчленения гранитоидов Алтае-Саянской области. ДАН СССР, т. 147, № 3, 1962.
3. Джрбашян Р.Т., Меликсетян Б.М., Мелконян Р.Л. О магматических формациях альпийского тектоно-магматического цикла (Армянская ССР). Изв. АН Арм.ССР, "Науки о Земле", т. 20, № 4, 1967.
4. Казарян Г.А. Магматические комплексы Алавердского рудного района. Автореф. канд. дисс., 1962.
5. Ляхович В.В. Акцессорные минералы. М., "Наука", 1968.
6. Ляхович В.В., Родионов Д.А. К методике изучения акцессорных минералов в изверженных породах. Тр. ИМГРЭ АН СССР, вып. 6, 1964.
7. Мелконян Р.Л. Интрузивные комплексы Алавердского рудного района. Автореф. канд. дисс. 1971.
8. Мелконян Р.Л., Мкртчян Г.М. Закономерности распределения меди и вопросы металлогенической специализации геосинклинальных магматических формаций Алавердского рудного района. Изв. АН Арм.ССР "Науки о Земле", т. 22, № 2, 1970.
9. Милановский Е.Е. Некоторые закономерности тектоники и магматизма орогенного этапа развития альпийского геосинклинального пояса юго-восточной Европы и юго-западной Азии. XXII сесс. междунац. геол. конгр. тобл., 11, Изд. "Недра", М., 1964.
10. Одиладзе Г.Л. Петрографо-минералогические и геохимические особенности гранитоидов Большого Кавказа и Дзирульского массива и закономерности распределения в них редких и рудных элементов. Автореф. докт. дисс., 1969.
11. Хвостова В.М. Минералогия ортита. Тр. ИМГРЭ АН СССР, вып. 11, 1962.
12. Штейнберг Д.С., Фоминых В.Г. Состав акцессорного титаномагнетита в различных генетических типах гранитоидов Урала. ДАН СССР, т. 139, № 5, 1961.
13. Heinrich E. Mineralogy and geology of radioactive raw materials. N.Y., 1958.