

образом, наблюдаемое осветление минерала отражает переход одного минерала в другой в процессе выщелачивания части катионов и гидратации в зоне гипергенеза.

Гидродельхайелит по параметрам решетки имеет некоторое сходство с родезитом ( $K_2Na_2Ca_4[Si_{16}O_{38}] \cdot 12H_2O$ ), однако от последнего он отличается рядом существенных признаков: 1) химическим составом: а) отсутствием  $Na^+$ , который замещается водой, б) наличием  $Al$ ; 2) дебаеграммой; 3) наличием гидроксильной группы; 4) оптикой.

Таким образом, гидродельхайелит, продукт гипергенного изменения дельхайелита, можно считать новым минеральным видом. В соответствии с классификацией [4] его следует отнести к минералам группы дельхайелита.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дорфман Н. Д., Белова Е. Н., Неронова Н. Н. Дельхайелит из Хибинских тундр.— Тр. Минерал. музея АН СССР, 1960, вып. 12.
2. Дорфман М. Д. Минералогия пегматитов и зоны выветривания в ийолит-уртитях горы Юкспор Хибинского массива. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1962.
3. Sheppard R. A., Gude A. J. Rhodesite from Trinity country, California.— Amer. Mineral., 1969, v. 54, N 1—2.
4. Чирагов М. И., Мамедов Х. С. Кристаллическая структура дельхайелита.— Минерал. сб. Львовск. ун-та, 1974, вып. 1.

Н. В. ЕРЕМЕЕВ, Н. В. ГРИШИНА

### О ГРАНАТАХ В КАЛИЕВЫХ ЩЕЛОЧНЫХ ПОРОДАХ

Щелочные породы с гранатом являются постоянными членами ассоциации пород калиевой линии химизма. Это преимущественно псевдолейцитовые и нефелин-псевдолейцитовые сиениты, реже — щелочные сиениты, шонкиниты, пуласкиты, тефриты, лейцитовые базальты. Гранаты встречаются также в дайках тингуаитов и псевдолейцитовых сиенитов (фергуситов). В некоторых случаях, когда содержание граната значительно, породы получают специфические названия: бороланиты и святоноситы.

Гранатсодержащие породы широко представлены в массивах Ирису и Каинды южного Казахстана; они имеются в Якутском комплексе, Джекондинском и Булымахском массивах Центрального Алдана, в Тежсарском щелочном комплексе Армении, в Ишимском массиве восточного Казахстана, Дежневском массиве Чукотки, Верхнедункельдыкском массиве юго-восточного Памира и других местах. Указанные массивы приурочены к разным активизированным геологическим структурам и образовались в интервале от девона — Ишимский массив [1] до неогена — Верхнедункельдыкский массив [2]. Гранат характерен также для скарнов в контактовых зонах указанных массивов, но мы его в данной статье не рассматриваем.

Гранат в количестве 3—4% наиболее широко развит в нефелиновых сиенитах имеющих почти во всех щелочных массивах калиевого ряда. В псевдолейцитовых сиенитах гранат присутствует в меньших количествах — порядка 2—3%. В небольших количествах (до 1—2%) гранат отмечается в шонкинитах, причем в этом случае породы мелкозернистые и содержат нефелин. Характерно, что в комагматических сериях Якутского массива гранат имеется не только в интрузивных породах, он появляется в лейцитовых фонолитах (до 1%). В виде единичных зерен гранат присутствует в жильных породах различных массивов — дайках псевдолейцититов и псевдолейцитовых сиенитов (фергуситов). Фергуситы, содержащие 5—15% андрадита, известны в Верхнедункельдыкском

Таблица 1

Химические составы изученных гранатов из калиевых щелочных пород массивов СССР

| Окисел                         | 1     | 2      | 3     | 4     | 5      | 6      | 7     | 8      |
|--------------------------------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|
| SiO <sub>2</sub>               | 33,69 | 32,43  | 35,48 | 34,92 | 33,50  | 33,53  | 37,44 | 35,81  |
| TiO <sub>2</sub>               | 4,69  | 6,01   | 3,66  | 4,25  | 1,40   | 3,18   | 1,16  | 1,33   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 4,23  | 3,88   | 3,57  | 0,86  | 9,47   | 6,74   | 12,64 | 22,00  |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 21,92 | 22,55  | 22,97 | 24,72 | 20,63  | 21,27  | 13,15 | 5,12   |
| FeO                            | —     | —      | —     | —     | —      | 1,81   | 3,10  | 3,44   |
| MgO                            | 0,11  | 0,45   | 0,30  | 0,15  | Нет    | 0,37   | 0,28  | 1,60   |
| MnO                            | 0,45  | 0,93   | 1,06  | 0,27  | 1,30   | 0,79   | 0,45  | 2,24   |
| CaO                            | 32,34 | 34,68  | 31,39 | 33,11 | 29,30  | 30,61  | 31,00 | 28,05  |
| Na <sub>2</sub> O              | 0,15  | 0,08   | 0,08  | 0,24  | 1,70   | 0,30   | 0,22  | 0,64   |
| K <sub>2</sub> O               | 0,11  | 0,08   | 0,05  | 0,21  | Нет    | 0,30   | 0,16  | 0,24   |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,07  | 0,09   | 0,03  | 0,02  | —      | —      | —     | —      |
| H <sub>2</sub> O               | —     | —      | —     | —     | 0,14   | 0,41   | —     | —      |
| С у м м а                      | 99,77 | 101,18 | 98,54 | 98,75 | 100,16 | 100,42 | 99,81 | 100,25 |
| Среднее из                     | 8     | 10     | 9     | 9     |        |        |       |        |
| N                              | 1,861 | 1,865  | 1,854 | 1,851 |        |        |       |        |

Примечание. 1—4 микронзондовые определения: 1 — массив Ирису, 2 — массив Каинды, 3, 4 — Якутский массив; 5—8 — силикатные анализы: 5 — [1], 6 — [5], 7 — [6], 8 — [7]

массиве юго-восточного Памира [2]. Здесь развиты также псевдолейцит-гранатовые породы — бороланиты, содержащие до 25% граната. В Забайкалье встречены альбитизированные щелочные сиениты, содержащие до 10% андрадита, — святоноситы [3].

В щелочных массивах калиевого ряда гранат представлен титансодержащим андрадитом (содержание TiO<sub>2</sub> — 1,3—6%, табл. 1); лишь для Сакунского массива характерен шорломит, где содержание TiO<sub>2</sub> в гранате свыше 8% (4). Нами изучались гранаты из нефелиновых сиенитов Якутского комплекса Центрального Алдана, а также массивов Ирису и Каинды Таласского Алатау. При микроскопическом изучении видно, что они красно-бурого цвета, неоднородные, с более темной центральной частью. Периферические части имеют иногда слабое двупреломление.

В шлифах видно, что гранаты выполняют промежутки между кристаллами нефелина, псевдолейцита и ортоклаза, являясь по отношению к ним резко ксеноморфными, т. е. они кристаллизуются после вышеперечисленных минералов. Иногда обнаруживается цепочечное расположение граната между ними. Одновременно с гранатом кристаллизуется биотит. Мелкие (0,2—0,5 мм) зерна граната имеют пятнистую, иногда лапчатую форму. Крупные (до 15 мм) встречаются редко, и при изучении их под биноклем устанавливается форма ромбического додекаэдра. Примечательно, что в присутствии граната резко падает содержание апатита и магнетита — минералов, характерных для шонкинитов и нефелиновых сиенитов изученных нами массивов. На содержание сфена, циркона, флюорита, ильменита, рутила присутствие граната не влияет.

Характерной особенностью гранатов из нефелиновых сиенитов калиевого ряда является обязательное присутствие в них щелочей Na и K, причем первый несколько преобладает. То, что Na и K не являются посторонними примесями за счет включений других минералов, подтверждается постоянным присутствием этих элементов при многократных (до 50—60) определениях в пределах одного зерна граната, проведенных на микроанализаторе в ИГЕМ АН СССР. При исследовании состава

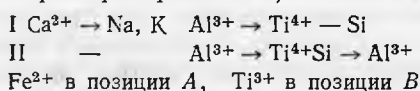
ва гранатов щелочных сиенитов Ирису, Каинды и Якокутского комплекса выявилось зональное распределение калия: периферическая часть кристалла обогащена калием (0,1—0,3%) по сравнению с центральной частью (0,03—0,06%). В составах гранатов отмечаются также значительные колебания по алюминию, железу, меньше — по марганцу (табл. 1, 1—4). По соотношению Mg, Al и Ca, при содержании окиси титана 3,66—6,01%, все эти гранаты являются титансодержащими андрадитами — меланитами.

Андрадитовый состав гранатов не свойствен породам, обладающим резко повышенной натровостью. В системах с ярко подчеркнутой натровой специализацией магм гранат не образуется даже в аксессуарных количествах, примером чему служат агпайтовые породы Хибинского и Ловозерского массивов. В щелочных породах промежуточного, калинатового ряда, которыми являются миаскиты горы Пестрой Кузнецкого Алатау [8], гранат содержит 0,34%  $K_2O$  и 0,61%  $Na_2O$ . Изучаемые нами сиениты, содержащие гранат, характеризуются значительным преобладанием  $K_2O$  над  $Na_2O$ , причем на примере Якокутского массива можно видеть, что повышенное содержание щелочей в сиенитах соответствует повышенному содержанию щелочей в гранате.

Кристаллохимические формулы гранатов из сиенитов Ирису (1), Каинды (2), Якокут (3, 4), расчет по катионам:

1.  $(Ca_{2,89}Mn_{0,03}Na_{0,02}K_{0,01}Fe_{0,05})_{3,00}(Fe_{1,47}Al_{0,24}Ti_{0,26})_{2,00}(Si_{2,81}Al_{0,19})_{3,00}O_{12}$
2.  $(Ca_{2,83}Mn_{0,06}Mg_{0,05}Na_{0,006}K_{0,004}Fe_{0,05})_{3,00}(Fe_{1,48}Al_{0,23}Ti_{0,29})_{2,00}(Si_{2,81}Al_{0,19})_{3,00}O_{12}$
3.  $(Ca_{2,80}Mg_{0,04}Mn_{0,07}Na_{0,01}K_{0,005}Fe_{0,08})_{3,00}(Fe_{1,50}Al_{0,26}Ti_{0,02}Cr_{0,02})_{2,00}(Si_{2,92}Al_{0,08})_{3,00}O_{12}$
4.  $(Ca_{2,82}Mg_{0,02}Na_{0,04}K_{0,02})_{3,00}(Fe_{1,72}Mn_{0,02}Ti_{0,26})_{2,00}(Si_{2,91}Al_{0,09})_{3,00}O_{12}$ .

В изученных гранатах развиты два типа гетеровалентных замещений (на примере граната 1):



В заключение можно сделать следующие выводы.

1. Гранаты являются характерными первично-магматическими второстепенными, реже — порообразующими минералами калиевых щелочных пород.

2. Вхождение K в гранат не связано с примесью других минералов.

3. Судя по сумме валентности катионов, Na и K в гранате изоморфно замещают Ca.

4. Присутствие в гранатах Na и K является дополнительной петрогенетической характеристикой, позволяющей судить о принадлежности к калиевой или натровой линии щелочных пород.

Кроме того, присутствие в гранатах  $K_2O$  в количестве 0,3% и выше может быть использовано для геохронологических исследований в тех случаях, когда породы образовались в докембрии и нижнем палеозое.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Нурлыбаев А. Н. Минералогия щелочных интрузий Казахстана. Алма-Ата, 1976.
2. Дмитриев Э. А. Кайнозойские калиевые щелочные породы Восточного Памира. Душанбе, 1976.
3. Eskola P. On the igneous rocks of Sviatoy Noss in Transbaikalia.— Norsk geol. tidsskr., 1921, N 6.
4. Архангельская В. В. Редкометалльные щелочные комплексы южного края Сибирской платформы. Недра, 1974.
5. Перчук Л. Л. Равновесия порообразующих минералов. М.: Наука, 1970.
6. Костюк В. П. Минералогия и проблемы генезиса щелочных изверженных пород Сибири. Новосибирск: Наука, 1974.
7. Казарян Г. А., Меликсетян Б. М. Петрология интрузивных комплексов важнейших рудных районов Армянской ССР. Ереван, 1971.
8. Андреева Е. Д. Щелочной магматизм Кузнецкого Алатау. М.: Наука, 1968.