

## ЦИРКОНОЛИТ, БАДДЕЛЕИТ, ЧЕВКИНИТ, ИЛЬМЕНИТ, ОРТИТ, МОНАЦИТ КВАРЦЕВЫХ ГАББРО-НОРИТ-ДОЛЕРИТОВ ИНТРУЗИВА АЮ-ДАГ, КРЫМ

Э.М. Спиридонов С.В. Филимонов, Н.Н. Коротаева, Е.С. Семиколенных

В покровно-складчатых структурах мезозойд Горного Крыма [1] развиты островодужные среднеюрские раннебайосский Первомайско-Аюдагский габброидный интрузивный комплекс и позднебайосская Бодракско-карадагская базальт-андезит-дацит-риолитовая вулканическая серия, позднеюрский Кастельский гранитоидный комплекс [2]. Первомайско-Аюдагский комплекс объединяет небольшие по размерам гипабиссальные интрузивы – штоки (ранее их часто именовали лакколитами) и дайкообразные тела гиперстен-авгитовых габбро-норит-долеритов и габбро-норит-диоритов, обычно кварцевых и кварцсодержащих, оливиновых габбро-норит-долеритов, реже пикритов, кварцевых диоритов, с шлирами и жилами гранодиоритов, плагиогранитов и гранофировых гранитов. Интрузив горы Аю-Даг размером 2.4x2 км сложен средне- и средне-крупнозернистыми кварцевыми габбро-норит-долеритами с полосчатыми и складчатыми текстурами магматического течения и такситовыми текстурами, обусловленными неравномерным распределением плагиоклаза, пироксенов и титаномагнетита. Причина широкого распространения кварца - обилие анортита и битовнита, бедных кремнезёмом. Преобладающую часть объёма пород слагают анортит с оторочками битовнита, битовнит, авгит и гиперстен. Промежутки между ними выполняют лабрадор, андезин, ферроавгит, феррогиперстен, титаномагнетит, ильменит. С ильменитом ассоциируют редкий титанистый биотит с 4-5 масс. %  $TiO_2$ , хлор-гидроксил-фторопатит с 1 % Sr и 0,5 % лёгких лантанидов, моноклинный пирротин  $Fe_7S_8$ , циркон, ортит с каймами редкоземельного эпидота, торит. Наиболее поздние образования – кварц и/или гранофировые сростания кварц - олигоклаз и кварц – ортоклаз - микропертит. Повышенные содержания минала шпинели - герцинита в титаномагнетите свидетельствует о том, что он кристаллизовался из недосыщенного кремнезёмом расплава. О том, что на ранних стадиях кристаллизации аюдагская магма была недосыщена кремнезёмом, свидетельствует наличие аксессуарных бадделеита – оксида циркония, цирконолита - сложного оксида титана-циркония-железа-иттрия, чевкинита - сложного оксида – силиката титана-железа-лантанидов.

Ильменит. Ранний ильменит из сростаний с титаномагнетитом содержит до 1 масс. % MgO и 0.5-2 % MnO, беден миналом гематита. Поздний ильменит содержит до 0.5 % MgO и 4-7 % MnO, 3-6 % минала гематита. Столь низкие содержания минала гематита в ильмените свидетельствуют о низкой активности воды в аюдагской магме.

Цирконолит-(Y) 3O. Цирконолит развит в щелочных магматитах и высокоТ щелочных метасоматитах [3-5]. В нещелочных магматитах, по-видимому, установлен впервые. В аюдагских габброидах слагает призматические кристаллы длиной до 80 микрон и их сростания. Состав минерала отвечает  $(Y_{0.71}Ca_{0.40}Nd_{0.19}Ce_{0.14}Th_{0.10}Gd_{0.07}Sm_{0.06}Na_{0.05}U_{0.04}La_{0.04}Pr_{0.02}Sc_{0.01}Fe^{3+}_{0.16})_{1.99}(Fe^{2+}_{0.70}Fe^{3+}_{0.24}V_{0.04}Mn_{0.02})_1(Zr_{1.87}Nb_{0.05}Ti_{0.04}Hf_{0.02}Ta_{0.02})_2Ti_{3.01}O_{14}$ , или  $\sim (Y,Ca,REE)_2Fe^{2+}_1Zr_2Ti_3O_{14}$ . Такой состав характерен для цирконолита 3O [6]. Отличается преобладанием Y в первой кристаллохимической позиции и Nd над Ce.

Чевкинит-(Ce). Чевкинит развит в щелочных магматических и метасоматических породах [7]. В нещелочных магматитах, по-видимому, установлен впервые. В породах Аю-Дага относительно широко распространён, слагает сложно и секториально зональные призматические кристаллы длиной до 100 микрон. Состав минерала отвечает

$(\text{Ce}_{1.53-1.69}\text{La}_{0.77-0.95}\text{Nd}_{0.46-0.50}\text{Pr}_{0.11-0.15}\text{Y}_{0.07-0.16}\text{Sc}_{0.06-0.08}\text{Sm}_{0.03-0.04}\text{Gd}_{0.03-0.04}\text{Ca}_{0.57-0.64})_{3.97-4}(\text{Ti}_{2.83-2.97}\text{Fe}^{3+}_{0.45-0.73}\text{Al}_{0.17-0.20}\text{V}_{0.06-0.20}\text{Th}_{0.07-0.13}\text{Zr}_{0-0.12}\text{Hf}_{0-0.02})_{4-4.03}(\text{Fe}^{2+}_{0.90-0.97}\text{Mg}_{0-0.10}\text{Mn}_{0-0.04})_1[\text{Si}_{3.90-4}\text{Al}_{0-0.10}\text{O}_{22}]$ .

Значительная часть чевкинита замещена ортитом-(Ce).

Возможно, цирконолит и чевкинит сохранились в габброидах Аю-Дага, поскольку в интрузиве слабо проявлены поздние- и послемагматические процессы.

Бадделеит слагает уплощённые призматические кристаллы длиной до 60 микрон. Образует сростания с чевкинитом, включения в халькопирите и биотите. Содержит 1.7-5.6, в среднем 2.8 масс. %  $\text{HfO}_2$ , 0.7-2.1, в среднем 1.4 %  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ , следы U и Th. Состав бадделеита Аю-Дага -  $(\text{Zr}_{0.93-0.95}\text{Hf}_{0.01-0.03}\text{Nb}_{0.01-0.02}\text{Fe}_{0-0.03}\text{Ti}_{0.01-0.02})_1\text{O}_2$ .

Ортит (алланит)-(Ce) слагает секториально зональные призматические кристаллы длиной до 150 микрон, часто с реликтами чевкинита. Содержит 0.5-4.4 масс. %  $\text{V}_2\text{O}_5$ , 1.1-3.4 %  $\text{TiO}_2$ . Типичный состав ортита Аю-Дага –  $\text{Ca}_1(\text{Ce}_{0.51}\text{La}_{0.29}\text{Nd}_{0.14}\text{Pr}_{0.04}\text{Sc}_{0.01}\text{Y}_{0.01})_1(\text{Fe}^{2+}_{0.96}\text{Mg}_{0.04})_1(\text{Al}_{1.50}\text{Fe}^{3+}_{0.32}\text{Ti}_{0.07}\text{Fe}^{2+}_{0.06}\text{V}_{0.04})_2[\text{O}/\text{OH}/\text{Si}_{0.96}\text{Al}_{0.04}\text{O}_4/\text{Si}_2\text{O}_7]$ . Нередко ортит окружён каймой зонального редкоземельного эпидота, бедного V и Ti. Типичный состав редкоземельного эпидота-(Ce) –

$(\text{Ca}_{1.48}\text{Mn}_{0.02})_{1.50}(\text{Ce}_{0.21}\text{Nd}_{0.10}\text{La}_{0.08}\text{Y}_{0.04}\text{Pr}_{0.02}\text{Sm}_{0.02}\text{Gd}_{0.01}\text{Sc}_{0.01})_{0.49}\text{Fe}^{2+}_{0.51}(\text{Al}_{1.85}\text{Fe}^{3+}_{0.63}\text{Ti}_{0.01}\text{V}_{0.01})_{2.50}[\text{O}/\text{OH}/\text{SiO}_4/\text{Si}_2\text{O}_7]$ .

Монацит-(Ce). Послемагматические образования в интрузивных породах Аю-Дага развиты слабо. Это хлорсодержащие амфиболы - гастингсит и эденит и биотит – лепидомелан с 2-2.5 масс. % хлора, замещающие магматические пироксены; пирит, замещающий пирротин; тонкая вкрапленность халькопирита; гораздо более редкие мельчайшие зёрна галенита, сфалерита, кобальтистого арсенопирита, крайне редкого теллурида серебра - гессита, В участках развития пирита фиксируется монацит. Монацит обычно формируется за счёт более раннего ортита. Состав монацита-(Ce) отвечает формуле  $(\text{Ce}_{0.47}\text{La}_{0.25}\text{Nd}_{0.14}\text{Pr}_{0.04}\text{Sm}_{0.01}\text{Gd}_{0.01}\text{Ca}_{0.04}\text{Th}_{0.02}\text{Zr}_{0.02})_1[\text{PO}_4]$ .

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 16-05-00241).*

#### Литература

1. Милеев В.С., Барабошкин Е.Ю., Розанов С.Б., Рогов М.А. Тектоника и геодинамическая эволюция Горного Крыма // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2009. Т. 84. Вып. 3. С. 3–21.
2. Спиридонов Э.М., Фёдоров Т.О., Ряховский В.М. Магматические образования Горного Крыма. Статьи 1 и 2 // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1990. Т. 65. Вып. 4. С. 119-134. Вып. 6. С. 102-112.
3. Бородин Л.С., Назаренко И.И., Рихтер Т.Л. О новом минерале цирконолите – сложном окисле типа  $\text{AB}_3\text{O}_7$  // Докл. АН СССР. 1956. Т. 110. № 5. С. 845-848.
4. Кухаренко А.А., Орлова М.П., Багдасаров Э.А. и др. Каледонский комплекс ультраосновных, щелочных пород и карбонатитов Кольского полуострова и Северной Карелии. М.: Недра, 1965. 772 с.
5. Меньшиков Ю.П., Михайлова Ю.А., Пахомовский Я.А. и др. Минералы группы цирконолита из фенитизированных ксенолитов в нефелиновых сиенитах Хибинского и Ловозёрского массивов // Зап. ВМО. 2014. Ч. 143. Вып. 4. С. 60-72.
6. Strunz H., Nickel E.H. Strunz mineralogical tables. Stuttgart: 2001. 870 s.
7. Sørensen H. The apatitic rocks: an overview // Mineral. Mag. 1997. Vol. 61. P. 485-498.