

КСЕНОГЕННЫЕ МИНЕРАЛЫ Zr, Y, Th, U И РЕСТИТОВЫЕ ГРАНАТ И КОРДИЕРИТ В МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОДАХ – ИНДИКАТОРЫ СОСТАВА ФУНДАМЕНТА МЕЗОЗОИД ГОРНОГО КРЫМА

Э.М. Спиридонов¹, Е.С. Семиколенных², С.В. Филимонов¹, Е.В. Путинцева²,
И.В. Шалимов¹, Арк. В. Тевелев¹, М.Ю. Никитин¹, Н.Н. Кривицкая¹

1. *Московский гос. университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия,*

ernstspiridon@gmail.com

2. *Санкт-Петербургский гос. университет, Санкт-Петербург, Россия*

Ксеногенные минералы Zr, Y, Th, U – индикаторы состава фундамента мезозоид Горного Крыма. При детальном изучении базитов среднеюрского (раннебайосского) Первомайско-Аюдагского интрузивного комплекса ПАИК (Спиридонов и др., 1990), – островодужной плагиолерцолит – габбро-норит-долерит – габбро-норит-диорит – кварцеводиорит – плагиогранитной формации, в них обнаружены ксеногенный циркон, обогащённый гафнием, иттрием, торием, фосфором, и ксеногенный торит, обогащённый ураном (Спиридонов и др., 2018, 2019) (рис. 1-5). Изотопный возраст ксеногенного циркона габброидов интрузива Аю-Даг >2 млрд. лет (Шнюкова, 2013).

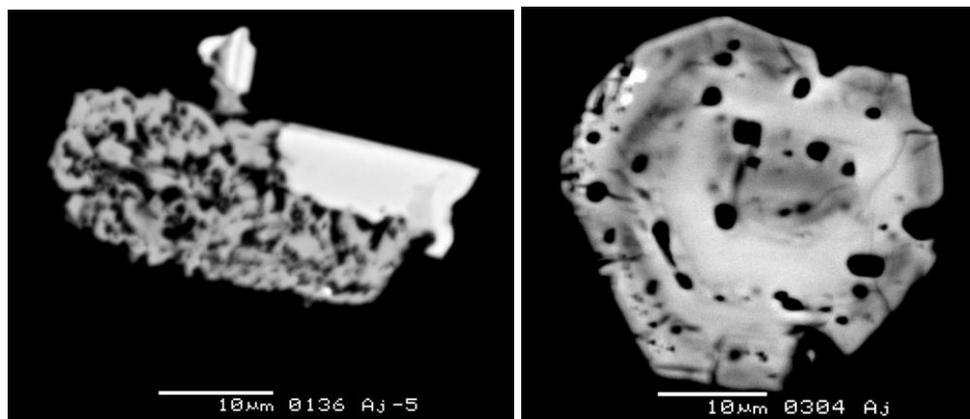


Рис. 1. Габбро-норит-долериты интрузива Аю-Даг. Ксеногенный циркон с включениями торита (белый). Циркон с массой лакун и следов оплавления. Циркон содержит до 6 масс. % гафния. Торит содержит до 9 масс. % урана. В отражённых электронах.

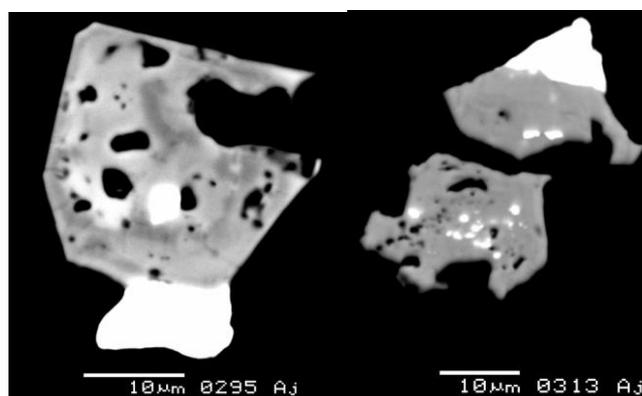


Рис. 2. Габбро-норит-долериты интрузива Аю-Даг. Ксеногенный циркон с включениями торита (белый). Циркон с массой лакун и следов оплавления. Циркон содержит до 5 масс. % иттрия и до 4 масс. % тория. Торит содержит до 7-9 масс. % урана. В отражённых электронах.

Интрузивы ПАИК внедрились в сложно дислоцированные флишевые толщи $T_2 - J_1$ как южной Горно-Крымской структурной зоны, так и северной Лозовской структурной зоны киммерид Горного Крыма (Муратов и др., 1972; Милеев и др., 2009).

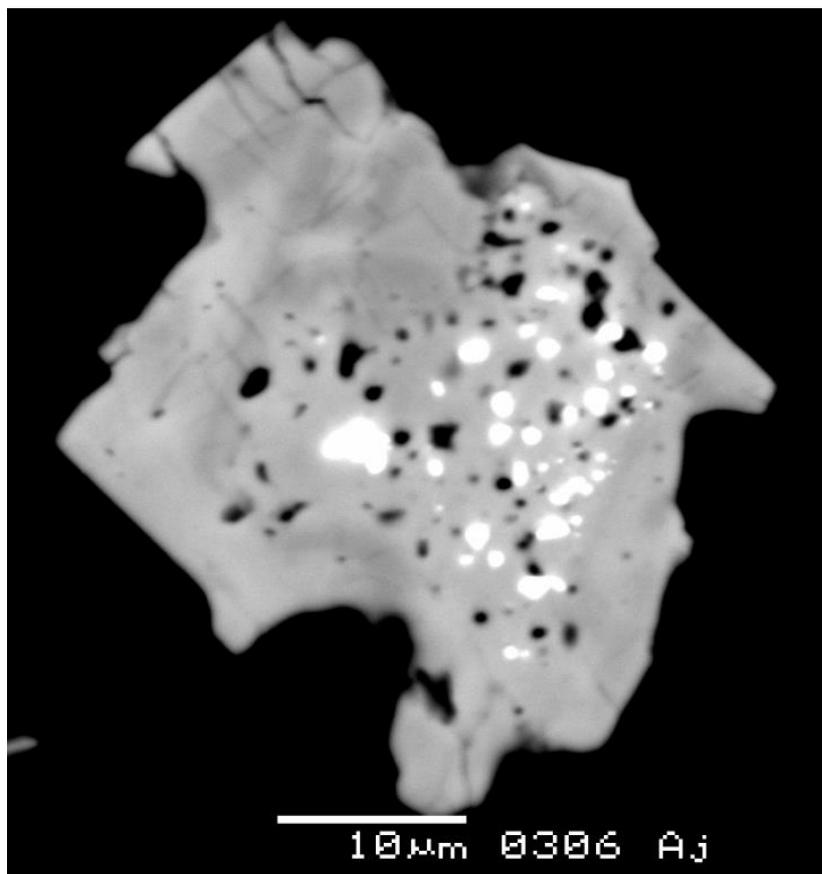


Рис. 3. Габбро-норит-долериты интрузива Аю-Даг. Ксеногенный циркон с включениями торита (белый). Циркон с лагунами и следами оплавления. Циркон содержит до 5 масс. % Y и до 4 масс. % Th. Торит содержит до 7-9 масс. % U. В отражённых электронах.

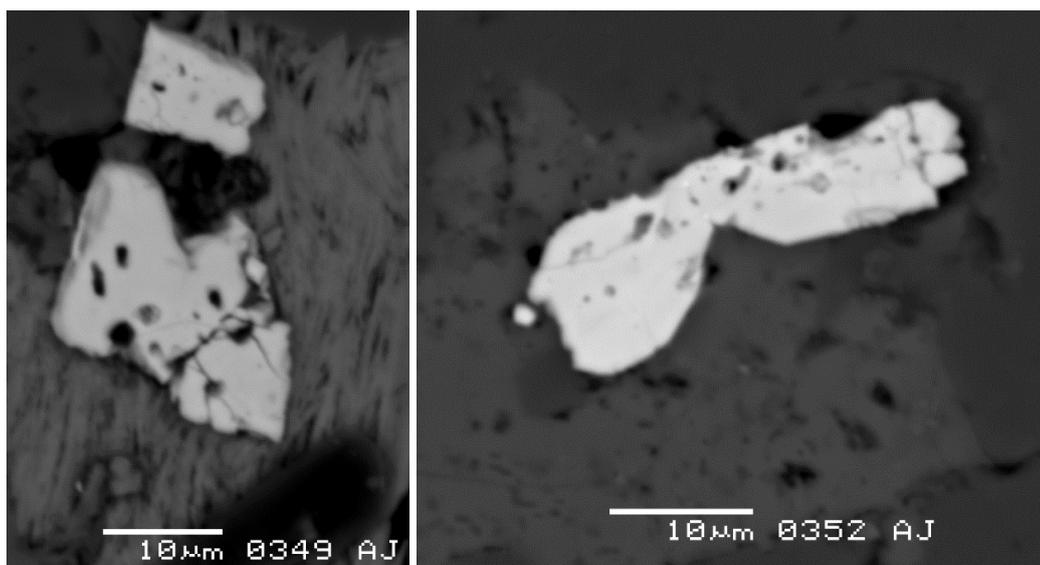


Рис. 4. Габбро-норит-долериты интрузива Партеинит. Ксеногенный циркон с лагунами и следами оплавления. Циркон содержит до 6 масс. % Y и до 5 масс. % Th. В отражённых электронах.

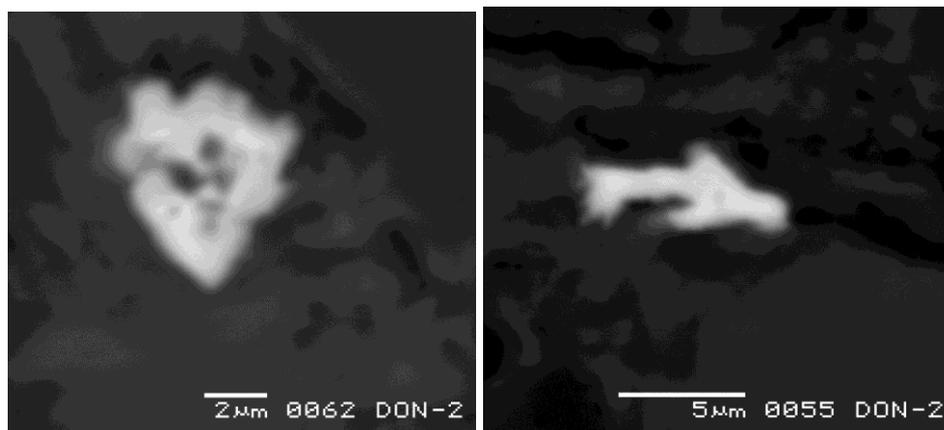


Рис. 5. Оливиновые габбро-норит-долериты интрузива Донузоран, долина реки Бодрак, Лозовская зона. Ксеногенный циркон с лакунами и следами оплавления. Циркон содержит 8-10 масс. % Y, 4-6 масс. % Th, 1-1.5 % Yb. В отражённых электронах.

Аналогичный рисункам 4 и 5 ксеногенный циркон содержат кварцевые габбро-норит-долериты ПАИК малых тел около горы Кагель в Южно-Крымской зоне; оливиновые и безоливиновые габбро-норит-долериты интрузивных тел под Балаклавой и кварцевые габбро-норит-диориты Лозовского (Ферсмановского) интрузива на южном склоне Симферопольского поднятия в Лозовской зоне.

Итак, целый ряд интрузивов ПАИК содержит ксенокристы циркона с массой мелких включений торита, с лакунами и следами растворения (оплавления), трёх разновидностей по составу:

- 1) обогащённый гафнием (до 6 масс. % HfO_2 , $\text{Zr/Hf} \sim 20$),
- 2) твёрдый раствор циркон – торит (до 4 % ThO_2),
- 3) твёрдый раствор циркон – ксенотим – торит (до 10 % Y_2O_3 , 3 % P_2O_5 , 6 % ThO_2). Торит ксенокристов содержит 7-9 % UO_2 , $\text{Th/U} = 8-9$.

Такого состава циркон и торит – типичные минералы не габброидов, не стандартных гранитов, а высокорadioактивных калиевых гранитов (Хейнрих, 1962; Геохимия..., 1964; Pagel, 1982; Taylor, McLennan, 1985; Cassilar et al., 1995; Ярошевский, 2004; Johan, Johan, 2004; Zircon, 2004; Philpotts, Ague, 2009). Следовательно, базитовая магма ПАИК была контаминирована веществом раннедокембрийских высокорadioактивных гранитов, сквозь которые она прорвалась. На этом основании высказано предположение, что в составе фундамента Горно-Крымской тектонической зоны, в которой размещены интрузивы Аю-Даг, Партенит, ЮЗ Кагель, и в составе фундамента Лозовской тектонической зоны, в которой размещены интрузивы Лозовской (Ферсмановский) и Донузоран, присутствуют блоки древней зрелой континентальной коры с телами высокорadioактивных гранитов. Ксеногенный циркон раннедокембрийского возраста обнаружен и в вулканитах Карадагского массива.

Реститовые гранат и кордиерит – индикаторы состава фундамента мезозой Горного Крыма. Островодужные дайковые плагиориолиты горы Кагель содержат вкрапления розово-красного граната размером до 2-3 мм. Это амёбовидные кварц-гранатовые сростания с гранобластовой структурой (рис. 6). Такую форму и структуру нередко имеют порфиробласты граната в метапелитах (Маракушев, 1965; Мияширо, 1976; Авченко, 1982; Johnson, 1999; Philpotts, Ague, 2009). Гранат сростаний плавно зональный: в центре – спессартин-альмандин с 66-68 % минала альмандина, 24-26 % минала спессартина, 4-5 % минала пироба; во внешней части содержание марганца постепенно снижается, а магния – растёт; гранат внешних зон – это Mn-Mg альмандин с 75-77 % минала альмандина, 9-11 % минала пироба, 8-10 % минала спессартина. Гранаты такого облика (порфиробласты) и с такой зональностью типичны для железистых метапелитов амфиболитовой фации (Маракушев, 1965; Мияширо, 1976;

Кеpezhinskas, Khlestov, 1977; Авченко, 1982; Philpotts, Auge, 2009). Таким образом, ситовидные кварц-гранатовые срастания в плагиориолитах горы Кастель – не вкрапленники, а реститы, тугоплавкие остатки от плавления протолита (Wolf, Wylley, 1993). Состав пород, при палингенезе которых возник расплав плагиориолитов горы Кастель, вероятно, отвечал высокожелезистым кордиерит-альмандиновым плагиогнейсам. Оценка параметров формирования этих пород, с использованием данных (Маракушев, 1965; Мияширо, 1976; Кеpezhinskas, Khlestov, 1977; Авченко, 1982; Philpotts, Auge, 2009) по составам реститовых кордиерита и граната в плагиориолитах горы Кастель - ~ 550 °С и ~ 4 кбар, т.е. это метаморфиты амфиболитовой фации умеренного давления.

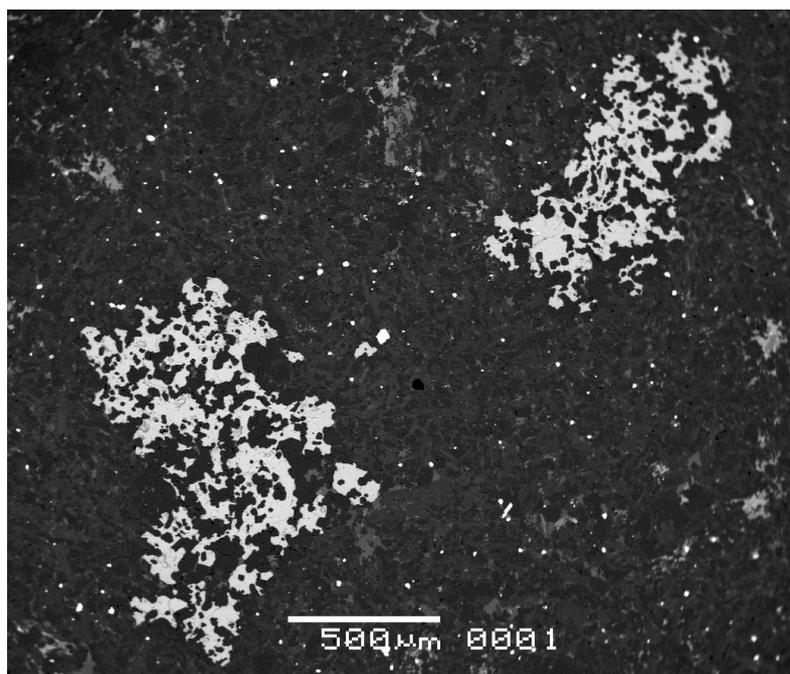


Рис. 6. Плагиориолиты горы Кастель. Неправильной формы реститовые порфиробласты – ситовидные срастания спессартин-альмандинового граната (белый) и кварца (чёрный) в тонкокристаллической матрице плагиориолитов. В отражённых электронах.

Итак, по результатам изучения ксеногенных и реститовых минералов в островодужных интрузивных и вулканических горных породах с высокой степенью вероятности можно предположить, что в фундамент киммерид Горного Крыма входят фрагменты раннедокембрийской зрелой континентальной коры (плагиогнейсы и иные метаморфиты амфиболитовой фации) с телами высокорadioактивных гранитов. Возможно, это продолжение на юг структур Украинского щита Русской платформы.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 19-05-00490).

Литература

Авченко О.В. Петрогенетическая информативность граната метаморфических пород. М.: Наука. 1982. 103 с.

Геохимия, минералогия и генетические типы месторождений редких элементов. Т. 2. Ред. К. А. Власов. М.: Наука, 1964. 830 с.

Маракушев А.А. Проблемы минеральных фаций метаморфических и метасоматических горных пород. М.: Наука. 1965. 327 с.

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.

Миясиро А. Метаморфизм и метаморфические пояса. М.: Мир. 1976. 536 с.

Муратов М.В., Снегирева О.В., Успенская Е.А. Средиземноморский геосинклинальный пояс. Крымско-Кавказская область. Крым / Стратиграфия СССР. Юрская система. М.: Недра. 1972. С. 143-154.

Спиридонов Э.М. Островодужные феррокордиерит-альмандиновые плагиориолиты горы Кафель, Горный Крым // Изв. ВУЗов. Геология и разведка. 2017. № 2. С. 15-21.

Спиридонов Э.М., Семиколенных Е.С., Лысенко В.И., Филимонов С.В., Коротаева Н.Н., Кривицкая Н.Н. Армоколлит-содержащие островодужные плагиолецолиты и оливковые габбро-норит-долериты Балаклавы, Крым // Вестн. МГУ. Серия геолог. 2019а. № 5. С. 39-52.

Спиридонов Э.М., Семиколенных Е.С., Филимонов С.В., Коротаева Н.Н., Кривицкая Н.Н. Чевкинит-(Се) и перрьерит-(Се) островодужных кварцевых габбро-норит-долеритов интрузива Аю-Даг, Горный Крым // Зап. РМО. 2019б. Ч. 148. № 5. С. 57-72.

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.

Спиридонов Э.М., Филимонов С.В., Семиколенных Е.С., Коротаева Н.Н., Кривицкая Н.Н. Цирконолит, бадделит, циркон и торит островодужных анортит-битовнитовых кварцевых габбро-норит-долеритов Аю-Дага, Крым // Вестн. МГУ. Сер. геол. 2018. № 5. С. 70-78.

Хейнрих Э.У. Минералогия и геохимия радиоактивного минерального сырья. М.: ИЛ. 1962. 605 с.

Шнюкова Е.Е. Магматизм зоны сочленения Западно-Черноморской впадины, Горного Крыма и Скифской плиты. Автореферат докт. дисс. Киев. 2013. 40 с.

Ярошевский А.А. Проблемы современной геохимии. Новосибирск: изд. НГУ. 2004. 194 с.

Cassilas R., Nagy G., Panto G. Occurrence of Th, U, Y, Zr, and REE-bearing accessory minerals in late-variscan granitic rocks from the Sierra de Guadarrama (Spain) // Eur. J. Mineral. 1995. Vol. 7. P. 989-1006.

Johan Z., Johan V. Accessory minerals of the Cinovec (Zinnwald) granite cupola, Czech Republic: indicator of petrogenetic evolution // Mineral. Petrol. 2004. Vol. 83. P. 113-150.

Johnson S.E. Porphyroblast microstructures. A review of current and future trends // Amer. Mineral. 1999. Vol. 84. P. 1711-1726.

Кеpezhinskas К.В., Khlestov V.V. The petrogenetic grid and subfacies for middle temperature metapelites // J. Petrol. 1977. Vol. 18. P. 114-143.

Pagel M. The mineralogy and geochemistry of uranium, thorium, and rare-earth elements in two radioactive granites from the Vosges // Mineral. Mag. 1982. Vol. 46. P. 149-161.

Philpotts A.R., Ague J.J. Principles of igneous and metamorphic petrology. Cambridge University Press. 2009. 667 p.

Taylor S.R., McLennan S.M. The continental crust: its composition and evolution. Blackwell: Oxford. 1985. 312 p.

Wolf M.B., Wylley P.J. Garnet growth during amphibolite anatexis of a granatiferous restites // J. Geol. 1993. Vol. 101. P. 353-373.

Zircon (eds. Hancler J.M., Hoskin P.W.O.) // Rev. Mineral. Geochem. 2004. Vol. 53. 500 p.