
doi: <https://doi.org/10.15407/dopovidi2017.03.051>
УДК 551.24+550.931+553.98

Е.М. Шеремет, С.Г. Кривдик

Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н.П. Семеновко НАН Украины, Киев
E-mail: EvgSheremet@yandex.ru

Петрологические особенности формирования Анадольского редкоземельного месторождения (Украина)

Представлено академиком НАН Украины А.Н. Пономаренко

Приведены новые данные о петрологических и геохимических особенностях формирования Анадольского редкоземельного месторождения, позволяющие сделать вывод о его генезисе. По мнению авторов, происхождение Анадольского рудопроявления, исходя из особенностей состава редкоземельных элементов, ортита, бритолита и существенно углекислых флюидов, скорее всего, связано с глубинными мантийными щелочными флюидами, следствием проникновения которых явилось образование Азовского, Мазуровского месторождений и всех редкометально-редкоземельных рудопроявлений в пределах Восточного Приазовья, а также широкое развитие в регионе фенитизированных пород. Анадольское ортитовое рудопроявление — первое вскрытое рудопроявление в известных зонах щелочных метасоматитов Восточного Приазовья Украинского щита.

Ключевые слова: редкоземельное рудопроявление, Восточное Приазовье, петрология, геохимия.

Несмотря на многолетние исследования [1–8], до настоящего времени нет достаточно аргументированной точки зрения на происхождение Анадольского редкоземельного месторождения Восточного Приазовья Украинского щита. В работе приведены новые данные о петрологических и геохимических особенностях формирования месторождения, позволяющие сделать вывод о его генезисе.

Анадольское редкоземельное месторождение приурочено к Криворожско-Павловской зоне разломов и залегает среди гранитов и мигматитов анадольского комплекса с многочисленными ксенолитами диорито-гнейсов, плагиоклазовых тeneвых мигматитов токмакского комплекса и гнейсов и кристаллосланцев темрюкской свиты.

Месторождение расположено к востоку от Октябрьского массива нефелиновых сиенитов с Мазуровским редкометально-редкоземельным месторождением. Первое сообщение о нем появилось в 1991 г. [1]. Форма главного рудного тела — жильная. Выделяются более мелкие жилы и зоны минерализации [2]. Представляется, что рудная зона приурочена к маломощной (1–10 м) полосе трещиноватости, “залеченной” телом “ортититов” и мелкими прерывистыми жилками аналогичного состава. Вмещающие породы анадольского комплекса представлены тeneвыми плагиомигматитами и плагиогранито-гнейсами.

© Е.М. Шеремет, С.Г. Кривдик, 2017

ISSN 1025-6415. Допов. Нац. акад. наук Укр. 2017. № 3

Главным минералом рудного тела является ортит — наиболее распространенный редкоземельный силикат метасоматитов (10–100 % объема рудной породы), который представлен несколькими генерациями и содержится как в массивных, так и в полосчатых метасоматитах. Апатит, флюорит и кварц в полосчатых разностях образуют мономинеральные скопления (0,3–0,8 см). Согласно данным исследований [1], гнезда, линзы и жильные выделения ортита размером 10–15 см и более встречаются вместе с паризитом, бастнезитом и церитом. Кроме ортита (алланита) встречены редкоземельные минералы — бритоцит и фторкарбонат [9]. В других работах [1–3] отмечены также флюорит-апатит-ортитовые и амфибол-апатит-ортитовые метасоматиты. Из редкоземельных элементов в ортите преобладают оксиды церия (53,57 %), лантана (20,87 %), празеодима (16,9 %), неодима (14,63 %) и практически отсутствуют уран и торий [1]. Согласно выводам Панова Б.С. [3], Анадольское месторождение позволит обеспечить Украину редкоземельным минеральным сырьем более чем на 30 лет.

На основании результатов изучения шлифов из экзоконтактов этой существенно ортитовой жилы можно сделать вывод, что вмещающие гранитоиды были преобразованы в альбит (олигоклаз)-микроклиновые метасоматиты с эпидотом, амфиболом (актинолитом или роговой обманкой) и ортитом, содержание которого достигает первых процентов. На некоторых участках в единичных шлифах наблюдаются щелочные метасоматиты или первые признаки преобразования типа фенитизации. По-видимому, щелочные метасоматиты развиваются по лейкократовым (аплитовидным) гранитам и состоят преимущественно из альбита и микроклина с редкой вкрапленностью эгирина и щелочного амфибола (рибекита). В более меланократовых породах (гнейсах, кристалосланцах с кварцем) на границе кварца и исходной роговой обманки изредка наблюдается кайма сине-зеленого (субщелочного?) амфибола. Подобные преобразования наблюдались в типичных щелочных метасоматитах (фенитах) Восточного Приазовья, в нижнем течении р. Кальмиус, балке Вали Тарама, Дмитровском карьере. Экзоконтактовые микроклин-альбитовые метасоматиты с амфиболом, эпидотом и ортитом, несомненно, связаны с формированием ортитовой жилы.

Результаты химического анализа свидетельствуют о наличии всего спектра вмещающих пород, если судить по содержанию SiO_2 (35–58 % и 60–64 %). Анадольское месторождение содержит комплекс пород от ультраосновных до кислых субщелочных, хотя часть анализов показала наличие известково-щелочных образований. Согласно петрографическому описанию пород из скважин, вмещающими породами являются гнейсы, плагиомигатиты и мигматиты. Результаты химического анализа пород, в которых локализовано ортитовое оруденение, полностью им соответствуют, что явно свидетельствует о наложенном характере ортитового оруденения.

По ряду элементов рассматриваемые породы Анадольского рудопоявления сравниваются с ортитовыми гранитоидами салтычанского комплекса Приазовья согласно [9]. Есть определенное подобие по содержанию лития и циркония, но в ортитовых породах Анадольского месторождения резко понижено содержание тяжелых (иттриевых) редкоземельных элементов. Однако в пробах с высоким содержанием суммы редкоземельных элементов (0,21–5,6 %, в наиболее богатых рудах — 19,3 %) содержится от 300 до 800 г/т иттрия, в то время как в гранитах салтычанского комплекса с акцессорным ортитом общая сумма редкоземельных элементов, по данным И.Б. Щербакова [9], не превышает 500 г/т. Сравне-

ние спектра редкоземельных элементов, нормированных по хондриту, ортитоносных пород Анадольского рудопроявления с гранитами салтычанского комплекса [6] показало их существенное различие — для салтычанских гранитов характерен глубокий европиевый минимум.

Флюорит-кварц-ортитовые породы являются высокотемпературными образованиями [5]. Отличительной чертой Анадольского рудопроявления, согласно [8], обусловленной минеральным парагенезисом, является локальный характер воздействия флюидов, циркулирующих по сети микротрещин.

В настоящее время авторам не известны генетические аналоги Анадольского редкоземельного проявления. Но существенно цериевый состав, отчетливая анизотропия ортита, кристаллическое состояние бритолита, а также существенно углекислый состав флюидов наиболее удовлетворительно объясняются гипотезой о связи Анадольского месторождения со щелочными породами и, вероятнее всего, с щелочно-ультраосновным (карбонатитовым) комплексом (черниговского типа). Анадольское месторождение отличается существенно меньшим содержанием редкоземельных элементов и иттрия от Азовского и Мазуровского месторождений [10]. В Кальмиусской зоне разломов, где находится рудопроявление, на глубине предполагается наличие штока щелочных пород, на что указывает широкое распространение фенитизации.

По мнению авторов, происхождение Анадольского рудопроявления, скорее всего, связано с глубинными мантийными щелочными флюидами, следствием проникновения которых явилось образование Азовского, Мазуровского месторождений и всех редкометалльно-редкоземельных рудопроявлений в пределах Восточного Приазовья, а также широкое развитие в регионе фенитизированных пород. Анадольское ортитовое рудопроявление — первое вскрытое рудопроявление в известных зонах щелочных метасоматитов Восточного Приазовья.

Исследования выполнены в рамках работы “Геохімічна оцінка фанерозойських рудопроявів Східного Приазов’я Українського щита на рідкісні землі і рідкісні метали” при фінансовій підтримці по програмі НАН України “Мінерально-сировинна база України як основа безпеки держави”.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Панов Б.С., Ивантишин О.М., Кривонос В.П., Полуновский Р.М. Новое проявление акцессорной ортитовой минерализации в Приазовье. *Докл. АН УССР*. 1991. № 4. С. 97–101.
2. Волкова Т.П. Геолого-геохимические критерии оценки редкометалльных месторождений в щелочных комплексах Приазовья: Дисс. ... д-ра геол. наук. Донецк: ДонНТУ, 2004. 318 с.
3. Панов Б.С., Панов Ю.Б. Рудные формации Приазовской редкоземельно-редкометалльной области Украинского щита. *Минерал. журн.* 2000. **22**, № 1. С. 81–86.
4. Кривдик С.Г., Седова Е.В. Тавловское (Анадольское) редкоземельное рудопроявление Восточного Приазовья. *Наук. праці ДонНТУ. Сер. Гірн.-геол.* 2008. № 7. С. 151–154.
5. Кульчицька Г., Возняк Д., Галабурда Ю., Бельський В., Остапенко С. Про умови утворення Анадольської аланітової “дайки” (Східне Приазов’я). *Минерал. сб.* 2012. № 62, Вып. 2. С. 141–147.
6. Бельський В.М. Фізико-хімічні умови формування рідкісноземельної та ітрієвої мінералізації Приазов’я (за флюїдними включеннями в мінералах): Автореф. дис. ... канд. геол. наук. Киев, 2013. 22 с.
7. Хоменко В.М., Вишне夫斯基 А.А., Стрекозов С.Н. Торнебомит и гателит Анадольского рудопроявления в Приазовье. Первая находка в Украине. *Минерал. журн.* 2013. **35**, № 4. С. 32–43.

8. Хоменко В.М., Редє Д., Косоруков О.О., Стрекозов С.М. Бритоліт, церит та бастнезит Анадольського рудопроаяву (Східне Приазов'я). *Мінерал. журн.* 2013. **35**, № 3. С. 11–26.
9. Щєрбаков І.Б. Петрологія Українського щита. Львов: ЗУКЦ, 2005. 366 с.
10. Шеремет Е.М., Мельников В.С., Стрекозов С.Н., Козар Н.А. и др. Азовское редкоземельное месторождение Приазовского блока Украинского щита. Донецк, 2012. 374 с.

Поступило в редакцию 22.06.2016

REFERENCES

1. Panov, B. S., Ivantyshyn, O. M., Kryvonos, V. P. & Polunovskyi, R. M. (1991). A new manifestation of accessory orthitic mineralization in the Sea of Azov. Dokl. AN UkrSSR, No. 4, pp. 97-101 (in Russian).
2. Volkova, T. P. (2004). Geological and geochemical evaluation criteria of rare metal deposits in alkaline complexes of Azov Sea (Ukrainian shield). (Unpublished Doctoral thesis). Institute of Environmental Geochemistry of National Academy of Sciences of Ukraine, Donetsk, Ukraine (in Russian).
3. Panov, B. S. & Panov, Yu. B. (2000). Ore formation Azov rare earth, rare metal area of the Ukrainian shield. Mineral. zhurn., 22, No. 1, pp. 81-86 (in Russian).
4. Krivdik, S. G. & Sedova, Ye. V. (2008). Tavlovs'koe (Anadol) rare earth ore occurrence Eastern Azov. Nauk. pratsi DonNTU. Ser. Girn.-geol., No. 7, pp. 151-154 (in Russian).
5. Kulchytskaia, A. A., Vozniak, D. K., Galaburda, Yu. A. & Belskyi, V. N. (2012). About the conditions of education Nadolska alanova "dikes" (East Azov area). Mineral. sb., No. 62, Iss. 2, pp. 141-147 (in Ukrainian).
6. Belskyi, V. N. (2013). Physico-chemical conditions of the yttrium and rare earth mineralization Azov (by fluid inclusions in minerals). (Extended abstract of candidate thesis). M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation, Kyiv, Ukraine (in Ukrainian).
7. Khomenko, V. M., Vyshnevskiy, A. A. & Strekozov, S. N. (2013). Tornebomit and gattelit Anadol ore in the Sea of Azov. The first finding in Ukraine. Mineral. zhurn., 35, No. 4, pp. 32-43 (in Russian).
8. Khomenko, V. M., Rede, D., Kosorukov, O. O. & Strekozov, S. M. (2013). Brytolit, cerite and bastnäsite Anadolsky ore (Eastern Azov). Mineral. zhurn., 35, No. 3, pp. 11-26 (in Ukrainian).
9. Shcherbakov, I. B. (2005). Petrology of the Ukrainian Shield. Lviv: ZUKTS (in Russian).
10. Sheremet, Ye. M., Melnykov, V. S., Strekozov, S. N., Kozar, N. A. et al. (2012). The Azov rare-earth deposit of the Azov sea region megablock of Ukrainian Shield. Donetsk: Noulydzh (in Russian).

Received 22.06.2016

Е.М. Шеремет, С.Г. Кривдик

Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення
ім. М.П. Семененка НАН України, Київ
E-mail: EvgSheremet@yandex.ru

ПЕТРОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ АНАДОЛЬСЬКОГО РІДКІСНОЗЕМЕЛЬНОГО РОДОВИЩА (УКРАЇНА)

Наведено нові дані про петрологічні та геохімічні особливості формування Анадольського рідкісноземельного родовища, на підставі яких можна зробити висновок щодо його генезису. На думку авторів, походження Анадольського рудопроаяву, виходячи з особливостей складу рідкісноземельних елементів, ортиту, бритоліту і істотно вуглекислих флюїдів, найімовірніше, пов'язано з глибинними мантійними лужними флюїдами, наслідком проникнення яких стало утворення Азовського, Мазурівського родовищ і всіх рідкіснометалево-рідкісноземельних рудопроаявів у межах Східного Приазов'я, а також широкий розвиток у регіоні фенітизованих порід. Анадольський ортитовий рудопроаяв — перший розкритий рудопроаяв у відомих зонах лужних метасоматитів Східного Приазов'я Українського щита.

Ключові слова: рідкісноземельний рудопроаяв, Східне Приазов'я, петрологія, геохімія.

Ye.M. Sheremet, S.G. Kryvdyk

M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy
and Ore Formation of the NAS of Ukraine, Kiev
E-mail: EvgSheremet@yandex.ru

PETROLOGICAL FEATURES OF FORMING
THE RARE-EARTH ANADOLSK DEPOSIT (UKRAINE)

New data on petrological geochemical features of the formation of the Anadolsk rare-earth deposit allowing one to conclude about its genesis are presented. According to the authors, the origin of Anadolsk rare-earth (orthite) deposit in view of the characteristics of a composition of rare-earth elements, orthite, britolit, and a substantially carbon dioxide fluid is likely due to the deep mantle alkaline fluids, whose penetration resulted in the formation of the Azov and Mazurovsky deposits and all the rare-metal-rare earth occurrences within the Eastern Priazovie, as well as extensive development of fenitized rocks in the region. The Anadolsk orthites mineral of occurrence is the first opened occurrence among the series of discovered zones of alkaline metasomatites of the East Pryazovie of the Ukrainian Shield.

Keywords: *rare-earth deposit, East Pryazovie, petrology, geochemistry.*