

## First data on rhabdophane with a negative Ce anomaly from the Igralishte pluton, Southwestern Bulgaria

### Първи данни за рабдофан с отрицателна Се аномалия от Игралещенския плутон, Югозападна България

*Eva Anastasova, Mihail Tarassov, Eugenia Tarassova*  
*Ева Анастасова, Михаил Тарасов, Евгения Тарасова*

Institute of Mineralogy and Crystallography, BAS, Acad. G. Bonchev str., bl. 107, 1113 Sofia;  
E-mails: eva\_anastasova@abv.bg; mptarass@dir.bg; etarassova@mail.bg

**Keywords:** rhabdophane, monazite, Ce anomaly, Igralishte pluton.

#### Въведение

При систематично изследване на променителните продукти, развиващи се по магматичния монацит на Игралещенския плутон (ЮЗ България), беше установено присъствието на вторичен монацит с изразена Се аномалия (Tarassov et al., 2015). В работата беше показано, че част от направените електронносондови микроанализи показва суми, значително <100%. Беше направено предположение, че тези участъци могат да отговарят на фосфат-хидратни минерали на редкоземни елементи (REE) като рабдофан ( $\text{LREEPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ).

#### Материал и методи

Бяха изследвани два вида препарати – аншлифи и ръчно отделени монацити, споени в таблетки от епоксидна смола. И двата вида препарати са полирани според протокола за изследвания на минерали с помощта на EBSD в SEM. Материалите са охарактеризирани посредством визуализация в режим на обратно отразени електрони (BSE), електронносондови микроанализи с използване на

EDS при 14 kV и дифракция на обратно отразени електрони (EBSD) при 20 kV. Всички изследвания са проведени в сканиращ електронен микроскоп ZEISS SEM EVO 25LS, снабден с аналитична система EDAX Trident.

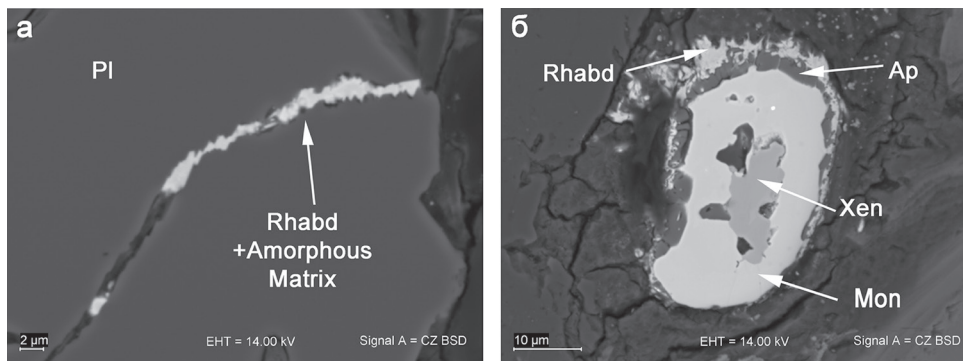
#### Резултати и дискусия

В резултат от проведените изследвания е установено, че:

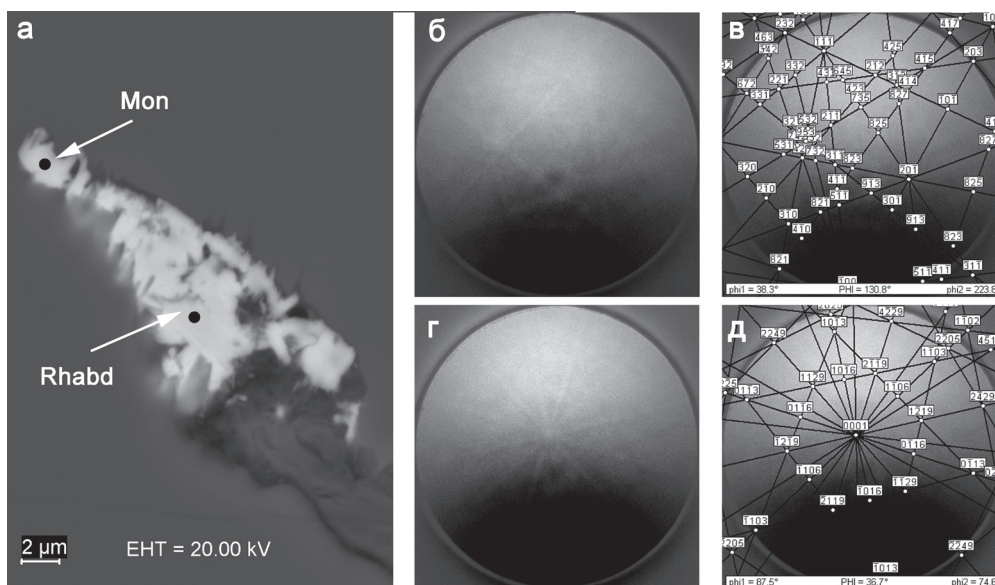
– вторичните REE фосфатни продукти са представени от монацит, аморфна маса (без EBSD) и рабдофан – всички с отрицателна Се аномалия.

– рабдофан беше установен само в аншлифи във фини прожилки (с дебелина до 2  $\mu\text{m}$ ) и агрегати с размери до няколко  $\mu\text{m}$ , запълващи пукнатини и каверни в плагиоклазите, и по-рядко във външните зони на силно променени първични монацити. Рядко се наблюдава пространствена връзка на рабдофана с магматичния монацит или други REE минерали (фиг. 1).

– детайлното изследване на вторичните REE фосфатни продукти показва, че основната им маса



Фиг. 1. Рабдофан: а – прожилка в плагиоклаз; б – по периферията на променен магматичен монацит



**Фиг. 2.** *a* – СЕМ образ (BSE) на агрегат от вторичен монацит, рабдофан и аморфна REE фосфатна матрица; *б* – дифракционна картина от обратно отразени електрони на монацит; *в* – индексирана дифракционна картина на монацит; *г* – дифракционна картина от обратно отразени електрони на рабдофан; *д* – индексирана дифракционна картина на рабдофан

се характеризира с ниска степен на кристалност и много често не дава дифракция, като само в отделни точки се регистрира дифракционна картина, отговаряща на рабдофан. Тази структурна нехомогенност вероятно е свързана и с химична такава (високи вариации на U и Th, установени при вторичния монацит с отрицателна Ce аномалия – Tarassov et al., 2015).

– в редки случаи се установява едновременното присъствие на вторичен монацит и рабдофан, доказано с EBSD, като и двете фази са с отрицателна Ce аномалия. Двата минерала не се намират в непосредствен контакт един с друг, а са включени в неопределена REE фосфатна матрица (фиг. 2).

Поради способността на Ce да проявява както III, така и IV степен на окисление се смята, че подобни аномалии са индикация за окислителни нискотемпературни условия (Mayer et al., 2014). Като възможна причина за формиране на монацит с отрицателна Ce аномалия беше предложено (Tarassov et al., 2015) хидротермално въздействие ( $300 \pm 50$  °C) преди  $\sim 36$  Ma (Peytcheva et al., 2009), свързано с палеогенският вулканизъм в района (Zagorchev, Dinkova, 1991). Установяването на едновременното присъствие на вторични REE фосфатни минерали (рабдофан и монацит) с отрицателна Ce аномалия показва, че променителните процеси са продължили и при значително по-ниски температури (<200 °C – Hikichi et al., 1996), вероятно при участие на вадозните води.

## Заклучение

Проведените EBSD изследвания на образци от Игралещкия гранитен плутон доказаха наличие-

то, наред с вторичен монацит с отрицателна Ce аномалия, и на рабдофан, също с такава аномалия. Не е установена фазовата принадлежност на нискоопределените (аморфни) REE фосфатни фази, за което е необходимо прилагането на локални спектроскопски методи. Формирането на вторични REE фосфатни минерали с отрицателна Ce аномалия (монацит, рабдофан, аморфна фаза) е индикация за наложено нискотемпературно хидротермално събитие, вероятно свързано с палеогенската вулканска активност в района.

*Благодарности:* Изследването е извършено по Проект ДФНП – 181 А-1/14.05.2016 по „Програма за подпомагане на младите учени в БАН“.

## Литература References

- Mayer, B. S., E. Krenn, F. Finger. 2014. Microcrystals of Th-rich monazite (La) with a negative Ce anomaly in metadiorite and their role for documenting Cretaceous metamorphism in the Slavonian Mountains (Croatia). – *Mineral. Petrol.*, 108, 231–243.
- Tarassov, M., E. Anastasova, E. Tarassova. 2015. First data on monazite with a negative Ce anomaly from Igralishte pluton, Southwestern Bulgaria. – In: *Proceedings of the National Conference “GEOSCIENCES 2015”*, 31–32.
- Hikichi, Y., T. Ota, T. Hattori, T. Imaeda. 1996. Synthesis and thermal reactions of fahnestonite-(Y). – *Mineral. J.*, 18, 3, 87–96.
- Peytcheva, I., A. von Quadt, M. Tarassov, N. Zidarov, E. Tarassova, V. Andreichev. 2009. Timing of Igralishte pluton in Ograzhden Mountain, SW Bulgaria: implications for the tectono-magmatic evolution of the region. – *Geologica Balc.*, 38, 1–3, 5–14.
- Zagorchev, I., I. Dinkova. 1991. *Explanatory Note to the Geological Map of Bulgaria in Scale 1:100 000. Petrich Map Sheet*. Sofia, Ministry of Environment and Water, Bulgarian National Geological Survey, 40 p. (in Bulgarian).