



Morphology and zoning of apatite crystals as indicator for magma mixing in Petrohan pluton, Western Balkan, Bulgaria

Морфология и зоналност на апатитови кристали като индикатор за смесване на магми при формиране на Петроханския плутон, Западна Стара планина, България

Elena Tacheva, Mihail Tarassov, Eugenia Tarassova
Елена Тачева, Михаил Тарасов, Евгения Тарасова

Institute of Mineralogy and Crystallography, Bulgarian Academy of Sciences, Acad. G. Bonchev str., bl. 107, 1113 Sofia;
E-mails: tacheva_e@abv.bg; mptarass@dir.bg; etarassova@mail.bg

Key words: crystal zonality, apatite, Petrohan pluton, magma mixing.

Въведение

Петроханският плутон се разполага в източната част на Берковската антиклинала – между Берковица, Петроханския проход и Вършец в Западна Стара планина (Haydutov et al., 1995; Peytcheva et al., 2006; Tacheva et al., 2006) и е типичен I-тип постколиззионен металуминиев плутон с относително висока стойност на Na/K. Изграден е от скали с габров до гранитов състав и е образуван при процеси на магмена диференциация, асимилация и на смесване на магми с контрастен състав. Отличителен белег на Петроханския плутон е наличието на мафични магматични включения (ММВ) с диоритов състав, резултат от смесване на магми (Tacheva et al., 2006; Peytcheva et al., 2006).

В настоящето изследване се проследява корелация между морфологията и вътрешния строеж на акцесорния апатит и процесите на смесване на магми при формирането на Петроханския плутон.

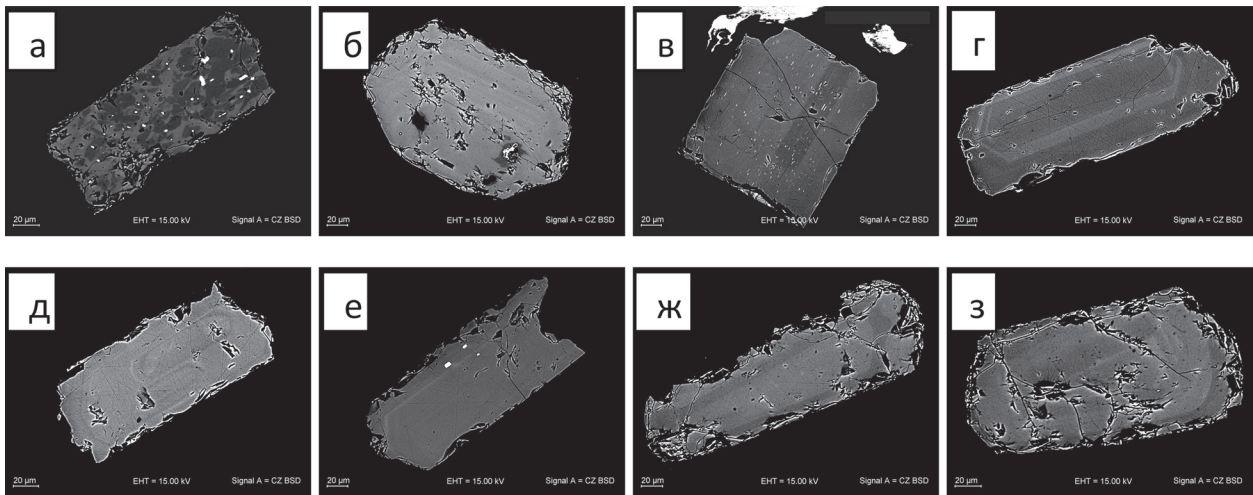
Методи на изследване

Обект на това изследване са апатити от гранодиорити (Gd94-3, Gd96-4), хибридни диорити (D93) и мафични магматични включения (ММЕ94-4), както и диорити (D88), взети от най-югозападната част на плутона, където смесване на магми не е установено. Проба Gd96-4 представлява контактната реакционна зона между ММВ и вместиращия го гранодиорит. Наблюденията върху морфологията и особеностите на вътрешния строеж на сепарирани апатити в полирани образци са направени с помощта на сканиращ електронен микроскоп ZEISS SEM EVO 25 LS, снабден с аналитична система EDAX Trident (ИМК-БАН) при ускоряващо напрежение 15 kV, електронен ток на лъча 1–3 nA.

Резултати

В изследваните скали са установени три морфоложки типа апатитови кристали: късопризматични, дългопризматични и иглести. Късопризматичните кристали са характерни за апатити от диоритите, неповлияни от смесването на магми, както и за вместиращите гранодиорити, където се срещат и дългопризматични апатити. В мафичните магматични включения (ММВ) хибридни диорити и реакционните зони на гранодиорита с ММВ са характерни иглестите и дългопризматични кристали, включени в калиев фелдшпат, кварц и биотит. Силно удължената (иглеста) морфология на апатитовите кристали се приема като индикация за бързото охлаждане и/или наличието на флуид в кристализационната среда (Wyllie et al., 1962), което в нашия случай се осъществява при смесване на базичната магма с по-студената ненапълно изкристализирала гранодиоритова магма.

Зоналността се установява при СЕМ изследвания в силно контрастирани образи в обратно разрезни електрони (Terper, Kuehner, 1999). В този случай наблюдаваните светли и тъмни зони добре корелират със съдържанието на REE и Y – в светлите зони концентрацията на REE и Y е по-висока. В изследваните от нас кристали се наблюдават растежна (концентрична) зоналност (обикновено 3–4 зони), върху която в скалите, неповлияни от смесване на магми, понякога се наслагва метасоматична (patched) зоналност с новообразувани включения от монацит-Се (фиг. 1а). В същите скали се срещат апатити и с осцилаторна зоналност. В строежа на апатитови кристали с дългопризматичен хабитус от скалите, повлияни от процесите на смесване на магми (вместиращ гранодиорит, ММВ и реакционни зони между тях), са установени следните особености:



Фиг. 1. SEM изображения в обратноотразени електрони на апатити от: а, б – диорит (D 88); в – мафично магматично включение (MME 94-4); г, д, е – вместващ гранодиорит (Gd 94-3); ж, з – реакционна контактна зона между MMB и вместващия гранодиорит (Gd 96-4)

– във вътрешния строеж на част от кристалите се наблюдават зони с ясни признаци на прекъсване на растежа и протичане на разтваряне; тези зони могат да бъдат представени както от вътрешни ядра (фиг. 1д), така и от по-външни зони (фиг. 1ж, з); тези прекъсвания бележат етап на значителна промяна в химичния състав на средата, най-вероятно свързан с вместването на базичната топилка в ненапълно кристализирал гранодиорит;

– има кристали без признаци на прекъсване на растежа (фиг. 1г, е, ж), което свидетелства за това, че кристализацията им е започнала след смесването на магмите;

– установените растежни зони в апатитовите кристали добре се проследяват и корелират в различни образци.

В същото време зоналността на апатити с иглест хабитус от хибридните диорити (результат от химическото смесване на контрастните топилки) е слабо проявена, вероятно вследствие на високата химическа хомогенност на средата и бързия растеж. Тези кристали се отличават и с най-ниски съдържания на REE.

Наложените постмагматични процеси засягат всички скали на плутона, независимо от това дали са повлияни или не от смесването на магмите и водят до метасоматична промяна на апатита, съпроводена от кристализация на вторичен монацит, което е добре описано в литературата (Harlov et al., 2005). Тези процеси слабо засягат иглестите апатитови кристали от хибридните скали, в които минералът изначално е по-беден на редкоземни елементи.

Заклучение

Проведеното изследване показва, че акцесорният апатит чувствително реагира на промените в кристализационната среда, свързани със смесването на магми. Първият белег е кристализация на иглести

кристали – добре известен факт, свързан с бързата кристализация на минерала при относително високо преохлаждане на базичната магма при смесване на контрастните топилки. Вторият белег е наличието на растежни зони в кристали с ясни признаци на прекъсване на растежа и протичане на разтваряне. Тези прекъсвания бележат етап на значителна промяна в химичния състав на средата, свързан с вместването на базичната топилка в ненапълно кристализирал гранодиорит.

Благодарности: Изследването е извършено със съдействие на проекта ESF (Grant BG051PO001-3.3.06-0027).

Литература References

- Harlov, E. D., R. Wirth, H. J. Forster. 2005. An experimental study of dissolution-reprecipitation in fluorapatite: fluid infiltration and the formation of monazite. – *Contrib. Mineral. Petrol.*, 150, 268–286.
- Haydutow, I., S. Yanev, D. Tronkov, T. Nikolov, I. Sapunov, P. Tchoumatchenko, Tz. Tzankov, R. Dimitrova, N. Popov. 1995. *Explanatory Notes on the Geological Map of Bulgaria on Scale 1:100 000. Berkovica Map Sheet.* Sofia.
- Peytcheva, I., A. von Quadt, O. Malinov, E. Tacheva, R. Nedialkov. 2006. Petrochan and Klissura plutons in Western Balkan: relationships, in situ and single grain U-Pb zircon/monazite dating and isotope tracing. – In: *Proceedings of the National Conference "GEOSCIENCES 2006"*. Sofia, BGS, BGS, 221–224.
- Tacheva, E., R. Nedialkov, I. Peytcheva. 2006. Magma mingling and mixing in Petrochan pluton (Western Balkan): preliminary field, petrological and geochemical evidence. – In: *Proceedings of the National Conference "GEOSCIENCES 2006"*. Sofia, BGS, 161–164.
- Tepper, J. H., S. M. Kuehner. 1999. Complex zoning in apatite from Idaho Batholith: A record of magma mixing and intracrystalline trace element diffusion. – *Amer. Mineral.*, 84, 581–595.
- Wyllie, P. J., K. G. Cox, G. M. Biggar. 1962. The habit of apatite in synthetic systems and igneous rocks. – *J. Petrol.*, 3, 238–242.