



## Accessory titanite from mixed magmas of Petrohan pluton (Western Balkan)

### Особености на акцесорния титанит от смесени магми в Петрохански плутон (Западна Стара планина)

*Elena Tacheva<sup>1</sup>, Albrecht von Quadt<sup>2</sup>, Irena Peytcheva<sup>2,3</sup>*  
*Елена Тачева<sup>1</sup>, Албрехт фон Квадт<sup>2</sup>, Ирена Пейчева<sup>2,3</sup>*

<sup>1</sup> Central Laboratory of Mineralogy and Crystallography, BAS, Acad. G. Bonchev Str., Bl. 107, 1113 Sofia;  
 E-mail: tacheva\_e@abv.bg

<sup>2</sup> Institute of Isotope Geology and Mineral Resources, ETH, 8092, Zurich, Switzerland

<sup>3</sup> Geological Institute, Bulgarian Academy of Sciences, Acad. G. Bonchev Str, Bl. 24, 1113 Sofia

**Key words:** titanite, Petrochan pluton, magma mingling/mixing, geochemistry.

#### Въведение

Петроханският плутон е най-крупното магмено тяло в обхвата на „Старопланински калциево-алкални плутони“ (Димитров, 1939). Описван е като типичен I-тип постколиззионен металуминиев плутон с относително висока стойност на Na/K отношение и е изграден от разнообразни типове скали с габров до гранитов състав. Плутонът има сложна еволюционна история, в която главна роля играят процесите на магмена диференциация (Димитров, 1927; Димитров, 1939; Димитрова, 1965; Димитрова, Арнаудова, 1977; Хайдутков, 1979) и смесване на магми с контрастен състав (Тачева и др., 2006; Peytcheva, et al., 2006).

Настоящото изследване представя данни за акцесорния титанит от различни типове скали – гранитоиди, мафични магматични включения (ММВ) с диоритов състав, хибридни габра и диорити, и базични дайки от Петрохански плутон, с цел да се характеризира поведението му при процеси на смесване на магми.

#### Общи особености на титанита

Титанитът CaTiSiO<sub>5</sub> се среща както като първичен магматичен минерал, така и като постмагматичен и метаморфогенен минерал в различни типове скали, главно калциево-алкални интрузивни скали или гранитоиди с I-тип характеристики. В състава му като примеси участват и редица други елементи, като титанът (Ti) се замества от Al<sup>3+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Nb<sup>5+</sup>, Ta<sup>5+</sup>, V<sup>5+</sup>, Mg<sup>2+</sup>; калцият (Ca) – от REE<sup>3+</sup>, Y<sup>3+</sup>, Th<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Na<sup>2+</sup>, K<sup>2+</sup>; кис-

лородът (O) – от F<sup>-</sup>, OH<sup>-</sup>, а силицият (Si) – от P<sup>5+</sup>. Включването на U в структурата на титанита дава възможност за използването му за U-Pb датирание, а на Zr – за целите на геотермобарометрията. Характерна особеност на магматичния титанит е секторната зоналност, обусловена от разпределението на REE, Y, Nb, Al и Fe между отделни сектори на растеж в кристалите на титанита (Paterson, Stephens, 1992).

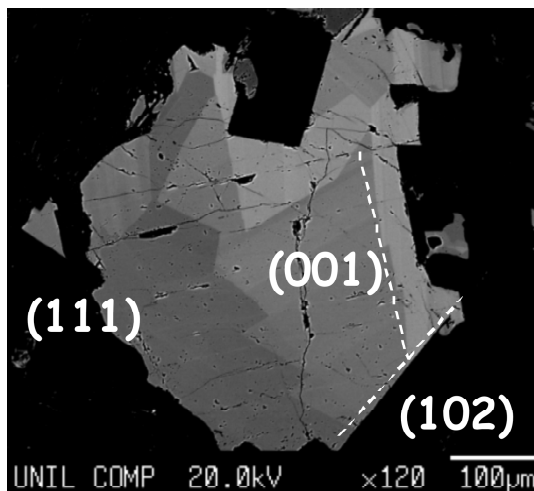
#### Петрографски особености на изследваните титанити

В изследваните скали (гранити, ММВ, хибридни габра, спесартитови дайки) акцесорните минерали са представени главно от апатит, циркон и титанит. В най-голямо относително количество участва титанитът. Той се наблюдава като хипидиоморфни до ксеноморфни кристали, често запълващ интрестициите между главните скалообразуващи минерали и следователно е образуван в края на магмената кристализация. Магматичният му произход се потвърждава от ясно изразената секторна зоналност, наблюдавана в титанитите от всички изследвани типове скали. Характерна е офитовата структура (малки плагиоклазови кристали с базичен състав, включени в титанит), както и струпувания от мафични и акцесорни минерали, най-често идиоморфни амфиболови кристали, прораснали с биотит, титанит, рудни минерали. В спесартитовите дайки (Тачева и др., 2007) титанитът е ксеноморфен и оформя централната част на разрушени и променени амфиболови субпорфири. На отделни

места се наблюдават единични магматични хипидиоморфни титанитови кристали. Те са заоблени, без включения и са слабо променени.

### Геохимични особености

Титанитите от различните типове скали са анализирани чрез EMP и LA-ICP-MS. В режим на обратно отразени електрони в болшинството от тях се наблюдава секторната зоналност, която се определя главно от разпределението на REE, Y, Nb, Al, Fe и P между секторите (100) и (111) (фиг. 1). В изследваните титанити REE, Y, Nb и P са включени преобладаващо в (100)-секторите, докато Al и Fe предпочитат по-важният от морфоложка гледна точка (111)-сектор. Най-вероятните механизми на заместване са  $(Y, REE)^{3+} + (Fe, Al)^{3+} = Ca^{2+} + Ti^{4+}$  и  $P^{5+} + F = Si^{4+}$ . Титанитите от различните скални разновидности на



Фиг. 1. Зонален титанитов кристал (проба E88)

### Литература

- Димитров, Стр. 1927. Еруптивните скали на Балкана в областта между Ржана планина и Петроханския проход. – *Сп. БАН, Природомат.*, 36, 93–167.
- Димитров, Стр. 1939. Постижения и задачи на петрографските изучавания у нас. – *Год. СУ, Физ. мат. фак.*, 35, кн. 3 – естест. ист., 225–253.
- Димитрова, Е. 1965. Старопланинска Калциево-алкална формация в Белоградчишката антиклинала. – *Тр. геол. Бълг., сер. геохим., минерал., петрогр.*, 5, 299–311.
- Димитрова, Е., Р. Арнаудова. 1977. Върху петрографските особености на гранитоидите от Западна Стара планина. – *Геохим., минерал., петрогр.*, 6, 48–65.
- Тачева, Е., Р. Недялков, И. Пейчева. 2006. Смесване на магнези в Петрохански плутон (Западна Стара планина): Предварителни полеви и петролого-геохимични доказателства. – В: *Сб. разш. резюм. от нац. конф. „Геонауки 2006“*. С., Бълг. геол. д-во, 161–164.

Петрохански плутон показват редица сходства в разпределението на редкоземните елементи. Нормализираните към хондрит спайдерграми на титанитите от мафичните магматични включения и вместващите ги гранитоиди имат идентични трендове, относителното набогатяване на LREE, в сравнение с HREE, както и ясно изразена отрицателна европиева аномалия. Спайдерграмите на по-слабо хибридризираните състави (диорити и габра-диорити) нямат ясно-изразена европиева аномалия и се характеризират с плавен полегат тренд от LREE към HREE. Най-големи са разликите в трендовете на титанитите от спесартитовите дайки. При тях се наблюдава значително по-ниски стойности на LREE в сравнение както с титанитите от другите скални разновидности, така и по отношение на HREE. Европиевата аномалия се колебае от отрицателна до положителна.

### Заклучение

Изследваните титанити от различните скални разновидности са образувани в края на магматичната кристализация. Магматичният им произход се потвърждава и от наличието на секторна зоналност (Paterson, Stephens, 1992). Приликите и разликите в трендовете на диаграмите на разпределение на REE са резултат от процеси на магмена еволюция. Сходните трендове отразяват по-висока степен на химично взаимодействие между контрастни магмени състави. Голяма част от LREE се включва в по-рано кристализирани фази (напр. иглест апатит), което обяснява значителното намаляване на LREE в по-слабо хибридризираните скални типове. В диаграмите на разпределение на REE не се наблюдават характерните за титанитите от диференцирани магмени комплекси закономерности (Hoskin et al., 2000).

- Хайдутков, И. 1979. Напречни магмопроводящи структури при формирането на плутоничните тела в Западна Стара планина (по примера на Петрохански плутон). – *Геотект., тектонофиз. и геодин.*, 23, 39–54.
- Hoskin, P. W., P. D. Kinny, D. Wyborn, B. W. Chappell. 2000. Identifying accessory minerals saturation during differentiation in granitoid magmas: an integrated approach. – *Journ. Petrol.*, 41, 1365–1396.
- Paterson, B. A., W. E. Stephens. 1992. Kinetically induced compositional zoning in titanite: implications for accessory-phase? melt partitioning of trace elements. – *Contrib. Mineral. Petrol.*, 109, 373–385.
- 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: *Proc. of the National Conf. „Geosciences 2006“*. S., Bulg. Geol. Soc., 221–224.