



## Zonal plagioclase from the Vitoshka pluton as an indicator of magmatic interaction

### Зонални плагиоклази от Витошкия плутон като индикатор на магменото взаимодействие

Stela Atanasova-Vladimirova<sup>1</sup>, Iskra Piroeva<sup>2</sup>  
Стела Атанасова-Владимирова<sup>1</sup>, Искра Пироева<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bulgarian Academy of Sciences, Institute of Physical Chemistry, Bulgaria; E-mail: stelaatanasova@hotmail.com

<sup>2</sup> Bulgarian Academy of Sciences, Institute of Mineralogy and Crystallography; E-mail: piroeva@abv.bg

**Abstract.** The Vitoshka pluton crops out in the western part of the Srednogorie structural zone. The plutonic body is composed of abyssal gabbros and anorthosites, hypoabyssal monzonites, syenites and late veins of granosyenitic composition. The major rock-forming mineral phases are plagioclase, K-feldspar, amphibole and clinopyroxene. Common accessory minerals include apatite, titanite, magnetite, ilmenite and zircon. Secondary minerals are epidote, tourmaline, chlorite, actinolite, adularia and clay minerals. Plagioclase crystals characterized by compositional zoning are typical of the Vitoshka pluton.

**Key word:** Vitoshka pluton, plagioclase, gabbro, monzonite, syenite.

### Въведение

Витошкият плутон е разположен в Западно Средногорската структурна зона, характеризираща се с мафично-фелзична скална асоциация (плутонични, вулкански и дайкови скали), с ултрабазичен, базичен, среден, кисел и ултракисел състав. Плутоничното тяло е изградено от абисално габро и анортозит, хипоабисални монзонит, сиенит и късни жили с граносиенитов състав (Димитров, 1942; Велинов, 1966; Желев, 1982; Dabovski et al., 1991). Главните скалообразуващи минерали са: плагиоклаз, калиев фелдшпат, амфибол и клинопироксен. Акцесорни минерали са апатит, титанит, магнетит, илменит и циркон. Вторични минерали са епидот, турмалин, хлорит, актинолит, адулар и глинести минерали.

Обект на настоящето изследване са плагиоклазите, като представител на най-разпространената група фелзични минерали, чрез които ще бъдат представени данни за веществената еволюция на плутона.

### Състав на плагиоклазите

Плагиоклазът е най-разпространения минерал в скалите от плутона. Модалният състав варира от 67% за габрото, през 42% за монзоните и 14% за сиенита, като само в аплитивите граносиенитите количеството му е около 4%. В много от изучените оптически и химически образци от габрото плагиоклазите са сложно зонални. Те са ламелирани по албитов, карлсбадски и периклинов закон. Отделени са три

генерации плагиоклаз. P<sup>I</sup> е доказан само в габрото от местността Петров гроб, като съставът му варира от анортит до битовнит (An<sub>93,6</sub>-An<sub>89,4</sub>). P<sup>II</sup> изгражда единични изоморфни зърна и ядра на зонални кристали. Съставите се разполагат в полето на битовнита и лабрадора (An<sub>77,6</sub>-An<sub>60,2</sub>). Средните зони на P<sup>II</sup> се характеризират с нормална или осцилаторна зоналност. Броят на осцилациите е до 3–4, като тя може да бъде обяснена с периодичното разрушаване на граничния слой, заобикалящ растящия кристал. Това вероятно се дължи на нестабилност, създадена от вискозитетни или плътностни градиенти, като резултат от увеличаване на концентрациите на несъгласуващите се елементи в този граничен слой, докато кристалът расте. Най-външната периферна зона (P<sup>III</sup>) е с нормална зоналност и по-кисел състав. Съставът се изменя от кисел лабрадор до базичен андезин (An<sub>55,5</sub>-An<sub>30,3</sub>). Количеството на ортоклазовия минал в плагиоклазите от габровите скали варира до 2,2%.

Плагиоклазите в монзонитовите скали показват нормална зоналност. Централните им части (P<sup>I</sup>) са с лабрадор-андезинов (An<sub>49,6</sub>-An<sub>38,2</sub>), а външните (P<sup>II</sup>) с андезин-олигоклазов (An<sub>31,5</sub>-An<sub>32,2</sub>) състав. Ортоклазовият компонент в състава на ядрата е средно 1,4% (1,3–1,6), а в периферията средното съдържание е 1,9% (2,0–1,7). Слабото повишаване на ортоклазовия минал в края на кристализационния процес може да се дължи на колебания в P<sub>H<sub>2</sub>O</sub> на топилката.

Плагиоклазите в сиенита образуват дебелоплочести кристали, ламелирани по-често по периклинов закон, с добре оформени зони, характер-

ризиращи се с нормална зоналност.  $Pl^I$  е андезин-олигоклаз ( $An_{48,09}-An_{23,83}$ ) и  $Pl^{II}$  ( $An_{24,56}-An_{21,45}$ ) с олигоклазова обвивка.  $Pl^{III}$  е представен от самостоятелни зърна с албитов състав ( $An_{6,56}-An_{3,52}$ ). Средното съдържание на ортоклазовия минал в  $Pl^I$  е 1,5% (1,4–1,6),  $Pl^{II}$  2,1% (1,8–2,7) и  $Pl^{III}$  0,6% (0,3–0,9).  $Pl^{III}$  най-вероятно има постмагматичен произход.

Плагиоклазът в аплитовите граносиенити образува сравнително най-големите индивиди, с размери до 1 см и е представен в две генерации.  $Pl^I$  е ядра на зонални комплекси като съставът се изменя в границите олигоклаз–албит ( $An_{24,6}-An_{9,3}$ ), а  $Pl^{II}$  е представен от чист албит ( $An_{9,2}-An_{5,4}$ ). Средното съдържание на ортоклазовия минал и в двете генерации е 1% (0,5–1,5).

Температурата на кристализация на скалите от Витошкия плутон е оценена чрез използването на амфибол–плагиоклазови двойки. Термометърът на Перчук (1966) се основава на фазовото съответствие за амфибол и плагиоклаз по разпределението на калция в двата съвместно съществуващи минерала. За габрото по този метод са определени температури в интервала 800–550 °С, за монзонита – 700–450 °С, за сиенита – 550–400 °С. Термометърът на Blundy и Holland (1990) изисква да се разполага с независима оценка за налягането, която да се използва в уравнението. За целта е използван барометърът на Schmidt (1992). По този геотермометър са получени следните температури: габро – 769–834 °С; монзонит – 700–721 °С; сиенит – 647–756 °С. Тези ниски температури вероятно отразяват условията на субсолидусно постмагматично уравнивяване, което се е отразило доста силно на плагиоклазите и амфиболите, а флуидно-

то въздействие е запечатало постмагматичния стадий от температурните условия.

Хондрит нормализираните диаграми за плагиоклазовите кристали показват високо отношение LREE/HREE. Това отношение помага да различим ефекта на фракционирането на елементите следи в плагиоклазите и тяхното първоначално натрупване в магматичния източник. Богатите на Na плагиоклази показват тенденция към повишаване на REE елементи, което е съвместимо с увеличаването на несъвместимите елементи в топилката в резултат на фракционирането. Всички анализи показват значителна позитивна Eu аномалия – в габрото  $Eu/Eu^*$  варира от 2,41 до 6,63; в монзонитите –  $Eu/Eu^* = 1,92-5,43$  и в сиенитите  $Eu/Eu^* = 1,43-7,37$ .

## Заклучение

Зоналността на плагиоклазовите кристали от Витошкия плутон съдържа ценна информация за магмената история на плутона. Характеристиката на зоналните плагиоклази предполага следните изводи:

1. С повишаване общата киселинност на магмите намалява анортитовото съдържание в плагиоклазите. Такава закономерност е характерна за калциево-алкалните магматични серии и тя отразява ролята на плагиоклазите в кристализационната диференциация на магмите.

2. Изчислената температура на кристализация (Blundy, Holland, 1990) на скалите от плутона е в границите 834–647 °С.

3. Хондрит нормализираните диаграми за плагиоклазовите кристали показват високо отношение LREE/HREE.

## Литература

- Велинов, И. 1966. Монзонитпорфири и дайкови калигранитпорфири във Витошкия плутон. – *Труд. геол. Бълг. БАН*, 6, 269–279.
- Димитров, Стр. 1942. Витошкия плутон. – *Год. СУ, Физ.-мат. фак.*, 30, 3, 41–130.
- Желев, В. 1982. *Характеристика и развитие на Витошката централно-магматогенна структура*. Дисерт., МГУ, 242 с.
- Перчук, Л. 1966. Зависимост коэфициента распределения калция между сосуществующими амфиболами и плагиоклазами от температуры. – *Докл. АН СССР, сер. геол.-хим.*, 169, 6, 14–36.
- Blundy, J., B. Holland. 1990. Calcic amphibole equilibria and a new amphibole geothermometer. – *Contrib. Mineral. Petrol.*, 104, 208–224.
- Dabovski, Ch., A. Harkovska, B. Kamenov, B. Mavrudchiev, G. Stanisheva-Vasileva, Y. Yanev. 1991. A geodynamic model of the Alpine magmatism in Bulgaria. – *Geologica Balc.*, 21, 4, 3–15.
- Schmidt, M. W. 1992. Amphibole composition in tonalite as a function of pressure: an experimental calibration of the Al-in hornblende barometer. – *Contrib. Mineral. Petrol.*, 110, 304–310.