



Magma mingling and mixing in Petrochan pluton (Western Balkan): preliminary field, petrological and geochemical evidence

Elena Tacheva¹, Rossen Nedialkov², Irena Peytcheva¹

¹ Central Laboratory of Mineralogy and Crystallography, Bulgarian Academy of Sciences, Acad. G. Bonchev Str., bl. 107, 1113 Sofia; E-mail: tacheva_e@abv.bg; Peytcheva@erdw.ethz.ch

² Faculty of Geology and Geography, "St. Kliment Ohridski" University; E-mail: rned@gea.uni-sofia.bg

Key words: mafic enclaves, magma mingling/mixing, Petrochan pluton

Abstract. The Petrochan pluton is an I-type post collisional intrusive with calc-alkaline affinity. It is built up by gabbroic to granitic rocks with a prevailing distribution of the acid and intermediate varieties. The pluton is metaluminous in composition with increased Na/K ratio. Mafic magmatic enclaves (MME) are characteristic feature of the Petrochan pluton in the outcrops south of Spantchevtsi village. The MME reveal transitional composition between the gabbroic and granitoid magma and range mainly from diorites to gabbrodiorites. They have similar mineral composition to the granitoids of the Petrochan plu-

ton, but with different proportion of the main rock-forming minerals. Needle apatite, elongated hornblende crystals and plagioclase enclaves with high anortite component in the accessory sphe result obviously from the fast cooling of the primary hot gabbroic magma. The preliminary field, petrographic and geochemical data for the enclaves and the main rock varieties give evidence for processes of magma mingling and mixing, whereas the basaltic magma intruded in not fully solidified granitoid mush in a middle/upper crust magma chamber.

Смесване на магми в Петроханския плутон (Западна Стара планина): предварителни полеви и петролого-геохимични доказателства

Елена Тачева, Росен Недялков, Ирена Пейчева

Въведение

Петроханският плутон е най-крупното магмено тяло в обхвата на отделените от Стр. Димитров „Старопланински калциево-алкални плутони“ (Димитров, 1939; Димитров, 1958). Разполага се в източната част на Берковската антиклинала — между Берковица, Петроханския проход и Вършец и е вместен в долнопалеозойските скали на диабаз-филитоидния комплекс. В петрографско отношение е изграден от разнообразни типове скали с габров до гранитов състав. Повечето автори приемат, че те са образувани в резултат на два или три последователно проявени интрузивни импулса (Димитров, 1927; Димитров, 1930; Димитров, 1932; Димитрова, 1965; Димитрова,

Арнаудова, 1977; Димитрова и др., 1965; Хайдутов, 1979). Други изследователи смятат, че освен процеси на нормална диференциация на гранодиоритова магма, значително влияние са оказали и процеси на асимилация на вместиращи скали с по-базичен състав (Вутов, 1970).

Настоящото изследване допълва представите за произхода и еволюцията на магмите, от които са кристализирали скалите на Петроханския плутон. Наблюдаваните взаимоотношения между гранитоиди и габра и наличието на мафични магматични включения в гранитоидите дават основание да се предположи, че освен процеси на магмена диференциация и асимилация, значителна роля са играли и процесите на смесване на магми.

Геоложка изученост

Старопланинския гранодиорит-гранитов комплекс и асоцииращите с него вулканити се интерпретират като магмени скали, продукт на херцинската колизия, формирани в северната (долна) плоча спрямо Тракийската сутурна зона (Хайдутов, 1991; Haydutow, Yanev, 1997). Те се разкриват в ядрото на алпийската Старопланинска структурна единица и са концентрирани в силно удължена зона — Старопланински магмен пояс. Интрузивите изграждат сравнително добре индивидуализирани тела, едно от които е Петроханският плутон.

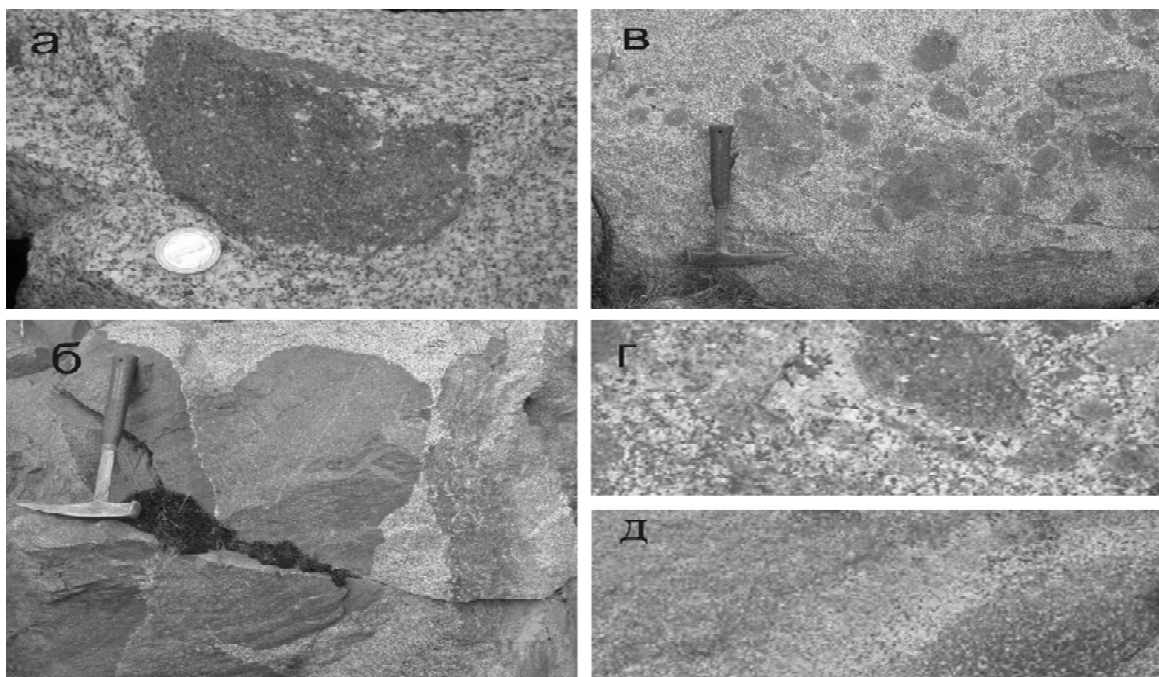
Петроханският плутон е описван като типичен I-тип постколиззионен металалуминиев плутон с относително високо Na/K отношение. Той е удължен в СЗ—ЮИ посока и има форма на деформирана подкова. Не се наблюдават добре изразени структурни анизотропии (Хайдутов, 1991).

Теренни наблюдения

Предварителните теренни изследвания на Петроханския плутон в района на селата Спанчевци и Бързия показват някои особености на смесени магми с базичен и кисел състав. Базичните скали са представени от габра, мафични дайки и мафични магматични включения, вметени в гранитоидите на Петроханския плутон. Процесите на механично смесване на контрастни по състав магми се илюстрират от взаимното проникване на габровите и гранитоидните скали. Контактите между тях са резки без зони на закалка и със слабо правени „карфиолови“ текстури.

Важен индикатор за наличието на процеси на смесване на магми са мафичните магматични включения (ММВ) в гранитоидите на Петроханския плутон. Те имат обикновено заоблени форми като контактите им с вместиращите гранитоиди са също без зони на закалка. Мафичните магматични включения се установяват изключително в северната част на Петроханския плутон. Размерите им са от няколко см до няколко m и дори десетки m (фиг. 1а, 1б). На места се наблюдават групи от малки включения, разположени в една линейна зона (фиг. 1в). За тях може да се предположи, че инжектирането на базичната топка е станало по протопукнатини при напреднал процес на изстиване, кристализация и втвърдяване на приемащото гранитоидно по химизъм „магматично тесто“ (magma mush). В участъците на инжектиране на по-топлата базична магма вместиращите гранитоиди се подгряват като най-лесно топимите компоненти с близък до гранитната евтектика състав се активизират и преразпределят. Около ММВ се образува по-светъл и поедрозраен ореол с гранитов състав (фиг. 1д). В линейните зони, където се разполагат по малките ММВ, между овалните включения се формират розовати пегматоидни участъци, по-богати на К-фелдшпат и водосъдържащи фемични минерали, които свидетелстват за мобилизирането на водните флуиди и преразпределянето на алкалните компоненти (фиг. 1г).

В някои разкрития на Петроханския плутон се наблюдават базични дайки, част от които вероятно са служили за подхранващи канали на габровите тела.



Фиг. 1. Теренни взаимоотношения между гранитоиди и мафични магмени включения (ММВ) в Петроханския плутон

Петрографски наблюдения

В изследваните скали се наблюдават редица закономерности, характерни за процесите на смесване на магми. Мафичните магматичните включения и вместиците ги гранитоиди са изградени от едни и същи минерали, но в различни пропорции. Това се обяснява с взаимодействието на магмите в ненапълно втвърдено състояние (magma mush), позволяващо обмен на елементи и минерали (Didier, Barbarin, 1991). Смесването води и до сближаване на химичните състави на първоначално контрастните магми, като влиянието е по-силно изразено при базичните разновидности (напр. достигане на габродиоритов и дори диоритов състав от първоначално габрова магма). Отсъствието на зони на закалка около базичните включения показва, че температурните разлики между двете магми не са били много големи.

По минерален състав ММВ се определят като диорити до габродиорити и са изградени от плагиоклаз (45–55%) и мафични минерали (40–50%). Вместиците гранитоиди съдържат по-малко плагиоклаз (35–45%) и мафични минерали (5–20%) и много повече кварц и калиев фелдшпат (35–50%). Калиевият фелдшпат и кварцът са представени във включенията предимно като дребни ксеноморфни фази и в единични случаи като големи ксеноморфни зърна, пойкилитно включващи всички останали фази.

Мафичните минерали и в двата типа скали са представени от амфибол и биотит. В гранитоидите доминиращ тъмноцветен минерал е биотитът, докато в мафичните магматичните включения преобладава амфиболът. Той е представен от идиоморфни до хипидиоморфни зърна, с дългопризматичен хабитус и със зелено-кафяв цвят. Обичайни са включения от биотит и плагиоклаз в амфибола. Срещат се големи хипидиоморфни зърна амфибол, в които са включени идиоморфни плагиоклазови кристали (пойкилофитова структура). Подобни взаимоотношения свидетелстват за постепенно понижаване на калиевия потенциал на магмата, благоприятстващо кристализирането на амфибол или плагиоклаз след биотита (Machev, Rashkova, 2000).

Апатитът във вместиците гранитоиди е представен от два типа кристали — късопризматични и иглести. Във мафичните магматични включения преобладава иглестият апатит, включен в плагиоклаз, калиев фелдшпат и кварц. Образуването на силно удължени (иглести) апатитови кристали е още едно доказателство за процеси на смесване на магмите и се обяснява с първоначалната относително висока степен на

преохлаждане на базичната магма (Barbarin, 2005; Machev, Rashkova, 2000). Същият процес е довел и до кристализиране на удължените амфиболони зърна и малки плагиоклазови кристали с базичен състав, включени в титанит. Титанитът е характерен и за двата типа скали.

Цирконът в гранитоидите е равномерно разпределен. Представен е от два морфоложки типа: (а) добре оформени кристали с гладки стени и (б) заоблени зърна. В ММВ цирконовите кристали са редки и със заоблени повърхнини. В ММЕ понякога се наблюдават струпувания от мафични и акцесорни минерали, като най-често това са идиоморфни амфиболони кристали, прораснали с биотит, титанит и рудни минерали.

Габровите и габродиоритовите разновидности на Петроханския плутон имат сравнително по-малко разпространение. Химическото взаимодействие на базичната и киселата магми е маскирало значително характера на първичната базична топилка. Например, голямото количество на водосъдържащи минерали като амфибол и биотит в ММВ индикира миграция на флуиди, K_2O и Na_2O от вместицата магма, което може да е довело до разрушаване на първичния пироксен и кристализация на амфибол. За да се направи по-обоснована връзка на магматичните мафични включения и наблюдаваните габрови скали са необходими по-нататъшни детайлни петроложки и геохимични изследвания.

Заклучение

Началните изследвания върху габрата и диоритите, ММВ и гранитоидите на Петроханския плутон, дават основание да се предположи, че образуването им е резултат не само на диференциация и фракциониране на първоначална базична магма, но и на процеси на смесване на магми. Предварителните резултати от полевите и петрографски изследвания показват, че включенията са фрагменти от високотемпературна базична магма, интродуцирана в една по-студена кисела топилка. Ясните граници на включенията без зони на закалка показват, че температурните разлики между двете магми не са били значителни. Застиването е станало преди достигане на термално равновесие между двете магми. В случаите на постигане на равновесие в магмената камера, двете топилки могат да се хомогенизират и да се достигне до кристализиране на хибридни скали със среден състав (напр. гранодиорит-диоритовите състави на Петроханския плутон). Направените изводи се подкрепят от U-Pb датировки на циркони от гранитоидните и габродиоритови скали на интрузива (Peutcheva et al., в този том).

Литература

- Вутов, 1970. Петрохимически изследвания на интрузивните скали от Западна Стара планина между Петроханския проход и Ржана планина. — *Год. ВМГИ*, 14, кн. 2-геол., 153–176.
- Димитров, Стр. 1927. Еруптивните скали на Балкана в областта между Ржана планина и Петроханския проход. — *Сп. БАН, Природомат. науки*, 36, 93–167.
- Димитров, Стр. 1930. Петрографски изследвания в контактено-променените зони на интрузивните скали в Балкана между г. Берковица и Ржана поляна. — *Сп. Бълг. геол. д-во*, 11, 2, 1–104.
- Димитров, Стр. 1932. Петрохимични изследвания върху еруптивните скали на Балкана между долината на р. Бързия и Орханийската котловина. — *Тр. Бълг. природоизп. д-во*, 15–16, 125–157.
- Димитров, Стр. 1939. Постижения и задачи на петрографските изучавания у нас. — *Год. СУ, физ. мат. фак.*, 35, кн. 3 — естест. ист., 225–253.
- Димитров, Стр. 1958. О развитии магматизма и размещении связанных с ним рудных месторождений Болгарии. — *Изв. АН СССР, сер. геол.*, 8, 3–9.
- 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., Петрол.*, 6, 48–65.
- Димитрова, Е., В. Панайотов, П. Драгов, Ел. Алексиев. 1965. Магматизъм и меднорудните находища в палеозойт на част от Западна Стара планина. — *Изв. Геол. Инст.*, 13, 223–260.
- Хайдутков, И. 1979. Напречни магмопроводящи структури при формирането на плутоничните тела в Западна Стара планина (по примера на Петроханския плутон). — *Геотект., тектонофиз. и геодинам.*, 8–9, 39–54.
- Хайдутков, И. 1991. Тракийската херцинска сутура и свързания с нея магматизъм. — *Геотект., тектонофиз. и геодинам.*, 23, 39–54.
- Barbarin, B. 2005. Mafic magmatic enclaves and mafic rocks associated with some granitoids of the central Sierra Nevada batholith, California: nature, origin, and relations with the host. — *Litho.*, 80, 155–177.
- Didier, J., B. Barbarin (Eds.). 1991. *Enclaves and Granite Petrology*. Amsterdam, Elsevier, 625 p.
- Haydutow, I., S. Yanev. 1997. The Protoproterozoic microcontinent of the Bakan Peninsula — a peri-Gondwanaland piece. — *Tectonophys.*, 272, 303–313.
- Machev, P., G. Rashkova. 2000. Magma mingling and mixing in Teshovo granitoid pluton (South Pirin mountain, Bulgaria). I. Field and petrological evidence. — *Ann. Univ. Sofia "St. Kliment Ohridski"*, 93, 1-geol., 143–161.
- Peytcheva, I., A. von Quadt, O. Malinov, E. Tacheva. 2006. Petrochan and Klissura plutons in Western Balkan: Relationships, precise U-Pb zircon dating and isotope tracing. — *National conference Geosciences, Abstract volume*.