



Chemical composition of the rock forming minerals and ductile deformation in Smilyan granite, southeastern part of the Central Rhodopes, Bulgaria

Emilia Raeva¹, Kalin Naydenov², Neven Georgiev¹, Zlatka Cherneva¹

¹ Sofia University, Dept. of Geology; 15 Tzar Osvoboditel Blvd., 1504 Sofia;
E-mail: eraeva@abv.bg; neven@gea.uni-sofia.bg; zcherneva@gea.uni-sofia.bg

² Geology and Geophysics Corp.; 23 Sitnyakovo Blvd., Sofia; E-mail: k.naidenov@gmail.com;

Key words: Smilyan granite, chemical compositions, ductile deformation, thermometry

Abstract. The Smilyan granite (43 Ma) is situated in the southeastern part of the Central Rhodope massif in the metamorphic rocks of the Madan unit from the southern part of the Central Rhodope. Structures of magmatic foliation and imposed ductile deformation in the Smilyan granite in vertical zones with parallel arrangement of rock forming minerals suggest a presence of a shear zone controlling granite intrusion. This study gives information about chemical composition of rock forming minerals and ductile deformation microstructures in selected samples from the Smilyan granite. The results show normal magmatic trend of plagioclase (decreasing An)

and potassium feldspar (decreasing Ab) crystallization both in not deformed and deformed granite samples. The ductile deformation re-crystallization continues the same trend direction. Two-feldspar thermometry estimates give $\sim 600^\circ\text{C}/5$ kbar in not deformed granites and $\sim 550^\circ\text{C}/5$ kbar in deformed ones for feldspar pairs including large grain cores. Perthite exolution in potassium feldspar causes clear trend of Ab-composition lowering and low crystallization temperature of small feldspar grains ($370\text{--}400^\circ\text{C}/3\text{--}5$ kbar). The results suggest thermal re-equilibration at subsolidus conditions.

Химичен състав на скалообразуващите минерали и пластична деформация в Смилянския гранит, Централни Родопи, България

Емилия Раева, Калин Найденов, Невен Георгиев, Златка Чернева

Въведение

По периферията на Централнородопската подутина (Ivanov et al., 2000) се разкриват няколко малки гранитни тела, чиято възраст (43–52 Ma, Ovtcharova, 2003) е по-стара от възрастта на анатектичните топилки в ядрото на подутината (36–38 Ma, Ovtcharova, 2003; Peicheva et al., 2004). Едно от тях е Смилянският гранит, който е внедрен в сред метаморфитите на Маданската тектонска единица (Саров и др., 2005) в югоизточната част на Централните Родопи. Нови теренни дан-

ни (Саров, 2005; Найденов, 2005) лансират идеята за наличие на синметаморфна зона на срязване, която предопределя внедряването на Смилянския плутон и подобни на него малки гранитни тела в областта. С нея е свързано и развитието на структури на пластична деформация. Настоящото изследването е насочено към минералния състав и химизма на минералите на избрани образци от Смилянския плутон, които да помогнат за изясняване влиянието на зоната на срязване върху гранитите.

Теренни отношения

Смилянският плутон е изграден от левкократни, биотитови и двуслюдени до аплитоидно-пегматоидни гранити, характеризирани петрографски от Белмустакова (1995). В него се наблюдават тесни субвертикални зони с плоскопаралелни структури на течение и наложена върху тях субсолидусна деформация. Тези зони имат ширина над 20 m в североизточната и южната част на плутона и са по-слабо проявени във вътрешността на плутона (от 2 до 10 m). Посоката на зоните (140°) съвпада с ориентировката на синметаморфните структури на пластична деформация в рамката на гранита, което подкрепя идеята за контролираща роля на зона на срязване с регионален характер върху внедряването на гранита (Найденев, 2006). Изследвани са образци от гранити от масивните части (с. Липец) и от зоните с добре проявени деформационни плоскостни структури в южната част на плутона (с. Сърнино).

Петрографска характеристика и химизъм на минералите

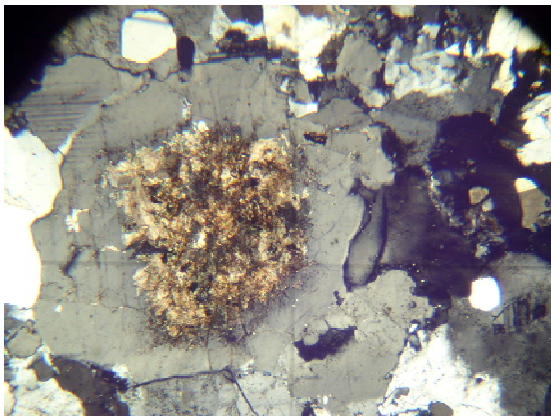
Асоциацията на главните скалообразуващи минерали включва кварц, К-фелдшпат, плагиоклаз и биотит. Акцесорните минерали са представени от магнетит, апатит, циркон и аланит. Структурата на образците, представящи масивната част на гранита, е хипидиоморфнозърнеста, гранитова, рядко порфирна по плагиоклаза. Структурата на гранитите, претърпели деформация, е лепидогранобластна.

Кварцът в масивните части на плутона е ксеноморфен, с нормално до вълновидно потъмнение, със слаби белези за деформация, представени от дребни прекристализирали кварцови агрегати с неправилна форма. В деформираните гранити деформацията се изразява в силно

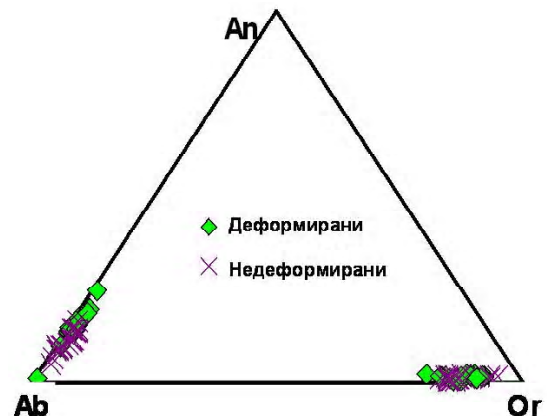
издължаване на кварцовите агрегати до образуване на кварцови ребони. Оформят се неиздържани фолиационни равнини от фини зърна от прекристализирал кварц, фелдшпат, дребни люспи биотит и прашест руден минерал.

В недеформираните гранити плагиоклазът е идиоморфен до хипидиоморфен, с размери на зърната предимно до ~ 2 mm, по-рядко до ~ 4 mm и редки порфири до 2–2,5 cm (с. Сърнино). Големите плагиоклазови зърна (2–4 mm) са нормално зонални (фиг. 1) с ядра An_{16-10} и периферии An_{12-7} . Идиоморфни плагиоклазови включения в едри К-фелдшпатови зърна имат състав (An_{14}), близък до ядрата на големите зърна. Периферните части на едри плагиоклаз често са мирмекитизирани (An_{10-9}) по границите с К-фелдшпат без да носят белези за проява на деформация. По-дребните плагиоклазови зърна са ксеноморфни, непроменени, близки по състав с периферията на едрите зърна (An_{10-5}).

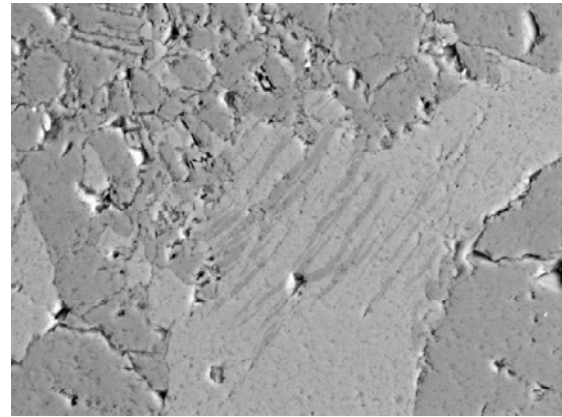
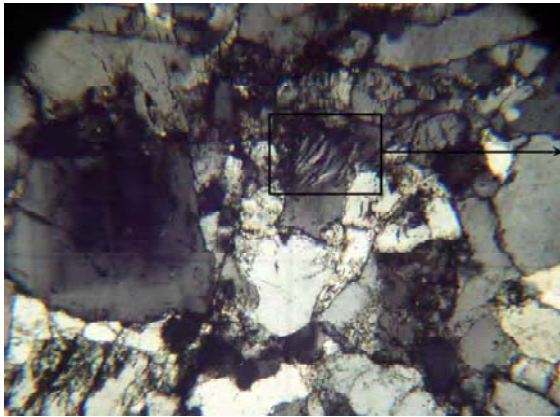
Плагиоклазите в подложените на деформация гранити са с по-малки размери (до 0,6 mm), интензивно ротирани и заоблени, с лещовидна форма на зърната, ориентирани по фолиационни равнини. Те са с нормална зоналност (ядра с An_{25-19} и периферии с An_{16-14}). Наблюдаваните зърна с обратна зоналност (ядра с An_{15-14} и периферии с An_{18-16}) са фрагментирани и ротирани вследствие на деформацията и анализирани периферии вероятно са бивши ядрени части. Идиоморфни плагиоклазови включения в едри К-фелдшпати имат състав (An_{16-14}), близък до перифериите на големите зърна, подобно на дребните плагиоклази (An_{14}). Тези данни показват нормален магматичен тренд в образуването на плагиоклазите както в недеформираните, така и в деформираните гранити (фиг. 2). По-високото съдържание на An молекула в деформираните гранити най-вероятно се дължи на различния химичен състав на скалите.



Фиг. 1. Зонален плагиоклаз в недеформиран гранит, основа на снимката 2 mm, xN



Фиг. 2. Състав на плагиоклазите и К-фелдшпати от Смилянския гранит

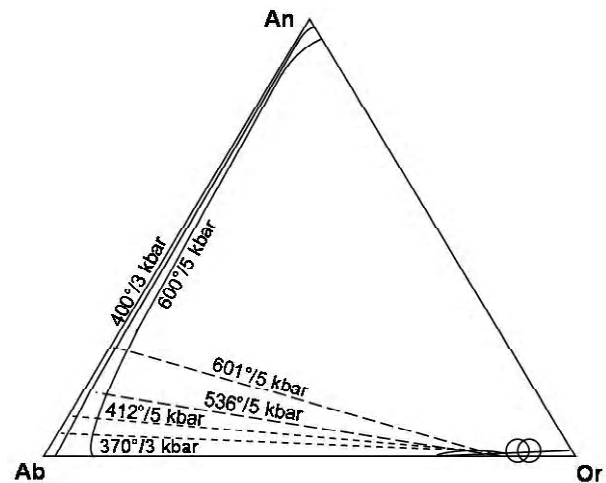


Фиг. 3. Пертити в К-фелдшпат в деформиран гранит; а) основа на снимката 1 mm, xN; б) фрагмент

Калиевият фелдшпат в недеформираните гранити е хипидиоморфен до ксеноморфен, с нормално до неравномерно потъмнение. Наблюдава се недобре изразена тенденция на понижаване на Ab- и повишаване на Or-молекула от ядрата (Ab_{-15} , Or_{81-85}) към перифериите (Ab_{16-11} , Or_{82-86}) на големите зърна и по-стръмен тренд от големите към малките зърна (Ab_{13-4} , Or_{84-92}).

В зоните с плоскопаралелни структури К-фелдшпати образуват изтеглени лещовидни зърна, ориентирани паралелно на неиздържани фолиационни равнини, формирани още при магмената кристализация в условия на напрежение и развити на места в субсолидусни условия. К-фелдшпат им неравномерно потъмнение, често с поява на ясна микроклинова решетка, най-често в близост до физичните граници на зърната. Често по периферията на едри К-фелдшпатови зърна се срещат деформационни мирмекити, където плагиоклазът е със състав An_{15-14} , близък до периферията на големите плагиоклази в деформираните части на плутона. Наблюдават се пертитни отсмесвания в К-фелдшпати (фиг. 3а и б), които са чисти албити (An_1). Трендът на понижаване на Ab-съдържание в К-фелдшпати е поясен, поради изобилните пертити, причинени от деформацията.

Количеството на слюдата е много малко и е представена предимно от биотит. В недеформираните части на голямото гранитно тяло биотитът е идиоморфен до хипидиоморфен с размери до 0,4–0,6 mm и $Mg\#$ 0,40–0,41. Често е напълно хлоритизиран, следствие на което се наблюдава иглест рutil и руден минерал във вид на прашести маси. В зоните на деформация биотитовите люспи са изтеглени, изтънени и подредени, изграждащи кливажни домени на анастомозираща непроникваща фолиация (spaced foliation — Passchier, Trouw, 1996). Те са с по-висока магнезиалност (0,41–0,53), което вероятно се дължи на химичния състав на скалата. Мусковитът се среща още по-рядко, заместващ био-



Фиг. 4. Температури на двойки от едри и дребни фелдшпатови зърна (по Fuhrman and Lindsley, 1988) със солvus линии при 400°/3 kbar и 600°/5 kbar

титовите люспи или разположен в интерстициите на прекристализирани фелдшпатови зърна.

Термометрия

Според двуфелдшпатовата термометрия по метода на Fuhrman and Lindsley (1988) предполагаемите равновесни двойки, включващи ядрата на едрите хипидиоморфни плагиоклази и К-фелдшпати дават температура $\sim 600^\circ\text{C}/5$ kbar в недеформираните гранити и $\sim 550^\circ\text{C}/5$ kbar в деформираните гранити (фиг. 4). Двойките от периферните части на едрите фелдшпати и съответни зърна от дребнозърнестата маса дават 370–400°/3–5 kbar както в недеформираните, така и в деформираните гранити (фиг. 4). Температури $\sim 600^\circ\text{C}$ дават основание да се предполага, че гранитите са били подложени на термално преуравновесяване в субсолидусни условия. И двете по-високи температури (550°С и

600°C), макар и близки, остават по-високи от условията на структурния преход ортоклаз-микроклин, което съответства на доминиращо ортоклазовата структура на К-фелдшпати в Смилянския гранит (Белмустакова, 1995). Корекцията на реалния състав на фелдшпатите, съгласно прилаганата методика, е изразена най-често в повишаване на Аб-компонент при К-фелдшпати (2—4%) по-често при двойките от деформираните гранити. Това предполага, че от К-фелдшпати е бил отделен Аб компонент, който е отдалечил реалния им състав от равновесния. Наличието на деформационно индуцирани микропертитни отсмесвания подкрепя тази интерпретация. Макар че в изследваните образци няма белези за метасоматична преработка, подобно въздействие не бива да се изключва, доколкото съществуват такива литературни данни (Белмустакова, 1995). В подкрепа могат да се разглеждат ниските температури (370—400°C), получени за двойките от дребнозърнестите фелдшпати.

Заклучение

От направените изследвания се вижда, че при К-фелдшпати и плагиоклазите съществува нормална зоналност от ядрата към перифериите и от големите зърна към малките както в недеформираните, така и в деформираните части на

Смилянския гранит. Изобилието от деформационни отсмесвания (микропертити), съсредоточени най-често по перифериите на К-фелдшпатовите зърната в деформираните гранити подсилва тренда на понижаване на Аб молекула от ядрата към перифериите на големите зърна. Повисоките температури за ядрата на фелдшпатите (600—550°C/5 kbar) предполагат термално преуравновесяване в субсолидусни условия на гранитите, продължаващо до 370—400°C/3—5 кбар в дребнозърнестата маса. Белезите за деформация в гранитите са по-добре проявени в микроструктурно отношение в размера, формата и разположението на минералните зърна, отколкото в техния химичен състав, при който ясно доминира магматичния тренд на кристализация.

Направеното изследване не взема под внимание късните крехки нарушения, метасоматичните изменения и наличието на киселинно излужване, а се стреми да даде по-скоро предварителна информация за химичния състав на скалообразуващите минерали и структурите на пластична деформация в Смилянския гранит без да характеризира напълно влиянието на една евентуална пластична зона на срязване.

Благодарности. Изследванията са финансирани от СУ „Св. Климент Охридски“ по проекти № 72/2005 и № 06/2006.

Литература

- Найденев, К., Д. Николов, Е. Войнова, С. Саров. 2005. Предварителни данни за пластично отседно срязване в горното течение на р. Арда (Централни Родопи) — Смилянска отседна зона. — В: *Сб. режюмета 80 год. на БГД*, 43—45.
- Саров, С., С. Московски, Т. Железарски, И. Георгиева, Е. Войнова, К. Найденев, Д. Николов, Н. Петров, Н. Марков. 2005. *Доклад за съставяне на Държавна Геоложка карта на България — Геоложко прекартиране в М 1:50 000 на Централните Родопи в района на гр. Смолян, Чепеларе, Асеновград и Перуцица*. Геофонд.
- Ivanov, Z., D. Dimov, S. Dobrev, V. Kolkovski, S. Sarov. 2000. Structure, Alpine evolution and mineralizations of the Central Rhodopes area (South Bulgaria). — In: *Guide to Excursion B, ABCD-GEODE 2000 Workshop*, Borovets, Bulgaria, 50 pp.
- Ovtcharova, M., A. von Quadt, Z. Cherneva, I. Peycheva, C. A. Heinrich, M. Kaiser-Rohrmeier, F. Neubauer, M. Frank. 2003. Isotope and Geochronological Study on Magmatism and Migmatization in the Central Rhodopean Core Complex, Bulgaria. — In: *Programme and Abstracts, Final GEODE-ABCD (2003) Workshop*, Austria, 42.
- Passchier, C. W., R. A. J. Trouw. 1996. *Microtectonics*. Springer.
- Peytcheva, I., A. von Quadt, M. Ovtcharova, R. Handler, F. Neubauer, E. Salnikova, Y. Kostitsyn, S. Sarov, K. Kolcheva. 2004. Metagranitoids from the eastern part of the Central Rhodopean Dome (Bulgaria): U-Pb, Rb-Sr and ⁴⁰Ar/³⁹Ar timing of emplacement and exhumation and isotope-geochemical features. — *Mineralogy and Petrology*, 82, 1—31.