



MINERAL COMPOSITION OF THE FORSTERITIC MARBLE FROM SAMURSKI DOL, CHEPELARE REGION, CENTRAL RHODOPE, BULGARIA

Dobrinka Stavrakeva¹, Svetoslav Petrusenko²

¹University of Chemical Technology and Metallurgy-Sofia; e-mail: dobrinka@uctm.edu

²National Museum of Natural History – BAS

Key words: marble, forsterite, diopside, tremolite, scapolite

The rock formation in Chepelare area belongs to the metamorphic rocks, which have subsequently been exposed to the later action of alpine orogen pegmatitic–pneumatolytic activities.

Pegmatitic veins with different width, which interrupt different rock formations, testify about this process. Forsteritic marble has been discovered in the metamorphic rock formation in the SE part of Chepelare area, namely Samurski Dol (Fig. 1). Several researchers have investigated the mineral composition in Chepelare area. Located at the central part of the Rhodopes massif, the metamorphic series of Chepelare area has been subject of numerous mineralogical studies. The first information about garnet-kyanite schist mineralization in the metamorphic rock around Chepelare is given by Kostov et al. (1962), Pertussenko (1968), Pertussenko and Padera (1970)

The marbles are well observed in the old marble quarry from which not long ago marble blocks have been extracted. The exposure in the quarry allows studying the mineral compositions of the marble. The main minerals were characterized visibly, by optical microscopy and by powder XRD diffraction. The following new minerals were discovered in the marble of this area: forsterite, diopside, tremolite, titanite, scapolite (marialite), anortite, phlogopite, and orthoclase. The chemical composition of some of the minerals is determined by X-ray microanalysis and their calculated crystal chemical formulas are as follows: forsterite - $\text{Mg}_{1,77}\text{Fe}_{0,10}\text{Si}_{1,07}\text{O}_4$, diopside –

$\text{Ca}_{0,89}\text{Mg}_{0,98}\text{Fe}_{0,04}\text{Si}_{2,06}\text{O}_6$, another diopside – $\text{Ca}_{0,88}\text{Mg}_{0,67}\text{Fe}_{0,27}\text{Al}_{0,04}\text{Si}_{2,06}\text{O}_6$, tremolite – $\text{Ca}_{1,74}\text{Mg}_{4,90}\text{Al}_{0,14}\text{Fe}_{0,08}\text{Si}_{8,04}\text{O}_{22}(\text{OH})_2$, titanite – $\text{Ca}_{0,95}\text{Ti}_{0,81}\text{Al}_{0,15}\text{Si}_{1,10}\text{O}_5$; phlogopite with average composition - SiO_2 46,99; Al_2O_3 13,59; MgO 28,88; FeO 1,02, CaO 0,20 and K_2O 9,32; crystal chemical formula: $\text{K}_{0,78-0,92}\text{Ca}_{0,00-0,03}\text{Mg}_{3,05-3,10}\text{Fe}_{0,06-0,07}\text{Al}_{1,14}\text{Si}_{3,35-3,36}\text{O}_{10}(\text{OH})_2$. Cerium bearing Fe-Ca-Al silicate with an average composition obtained by XRM analysis of SiO_2 41,09; Al_2O_3 27,65; Ce_2O_3 6,59; CaO 17,47 and FeO 7,19; crystal chemical formula $\text{Ca}_{0,86}\text{Mg}_{0,12}\text{Fe}_{0,15}\text{Al}_{1,71}\text{Si}_{2,07}\text{O}_8$. The latter corresponds to anortite and wollastonite with crystal chemical formula $\text{Ca}_{2,94}\text{Mg}_{0,05}\text{Fe}_{0,01}\text{Al}_{0,04}\text{Si}_{2,97}\text{O}_9$. On the basis of the microphysiographic relations of the minerals in the marbles schemes of the mineral formation are proposed. It is proposed that the initial sedimentary material is mainly calcium carbonate (calcite) partially admixed with dolomite, quartz and clay minerals. As a result from the solid phase reaction during the metamorphic process as accessory minerals initially have been formed forsterite, diopside and titanite. Subsequently, as a result of additional process under the action of later alpine activities and with the participation of water steam the principal magnesium and calcium-magnesium silicates have been partially transformed to tremolite and scapolite. Additional conditions for crystallization of K-Al silicates like orthoclase for example have been also created.

МИНЕРАЛЕН СЪСТАВ НА ФОРСТЕРИТОВИ МРАМОРИ ОТ САМУРСКИ ДОЛ – ЧЕПЕЛАРЕ, ЦЕНТРАЛНИ РОДОПИ

Добринка Ставракева¹, Светослав Петрусенко²

Бележки за геологията на района

Скалните комплекси в района на Чепеларе се отнасят към метаморфните формации, които впоследствие са подложени на по-късна алпийска пегматито-пневматолитна дейност. Свидетелство за тези процеси са пегматитови жили с променлива мощност, които пресичат скалните комплекси (Арнаудов, Петрусенко, 1967). Сред метаморфните му свити в Самурски дол се разкрива значителен мраморен хоризонт (фиг.1), а в по-ниските нива – характерен диопсид-скаполитов мраморен хоризонт с форстерит. Върху минералния състав на района са публикувани ограничен брой работи. Първите сведения за интересната минерализация в метаморфитите около г. Чепеларе са дадени от И. Костов и др. (1962), Петрусенко (1968), Петрусенко, Падера (1970).

Разкритията в мраморната кариера на Самурски дол позволяват по-детайлно да се изучат минералните асоциации на карбонатната свита.

Минерален състав на калцифирите

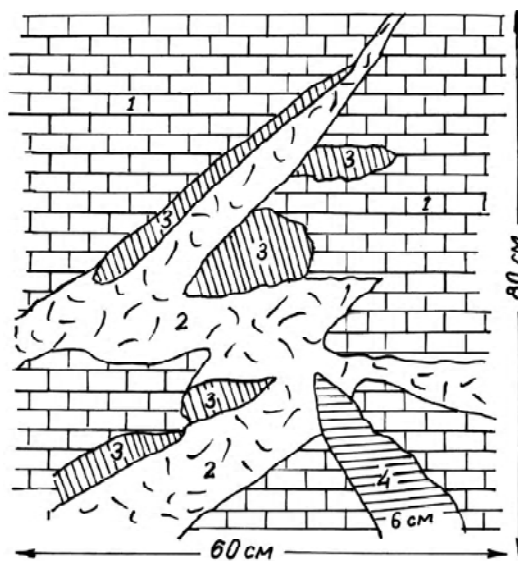
Костов и др. (1962) описват диопсид-скаполитови мрамори в Самурски дол. Карбонатното вещество на калцифирите вероятно е от различни карбонати по състав и произход, образували се в различни времена: първични прекристализирали от изходно вещество (калцит, доломит); вторични – освободен калциев карбонат в резултат на твърдофазното взаимодействие със силициевите



Фиг. 1. Панорамна снимка на Чепеларе и района на форстеритовите мрамори в Самурски дол

минерали и третично карбонатно вещество – привнесено от хидротермални разтвори. В калцифирите макро- и микроскопски се разкриват две основни минерални парагенези. Първата е представена от преобладаване на форстерит с диопсид, тремолит, калцит; втората - от лещи с тремолит, скаполит, титанит и ортоклаз (фиг.2). Тези минерали са описани микроскопски и са потвърдени с данни от рентгенофазовия анализ. Химичният състав на някои от минералите е определен с микрорентгеноспектрален анализ и въз основа на тези данни са изчислени кристалохимичните им формули. Разкрити са следните асоциации: калцит – форстерит; калцит - тремолит; калцит и скаполит; титанит, флогопит (много фини люспи), скаполит и ортоклаз; скаполит, анортит и амфибол; калцит и тремолит; форстерит, К-фелдшпат и калцит; воластонит – диопсид.

Форстерит. В специализираната геоложка литература в България форстеритът се описва като магматогенен в базалти и като главен минерал във външните зони на магнезиалните скарни от контактно-метасоматичните образувания в Бургаско (Василев и др., 1962). За



Фиг. 2. Схема на мраморен блок с форстеритова, диопсидова и плагиоклаз-диопсидова минерализация с размери 60 x 80 cm

форстеритсъдържащи мрамори се споменава от акад. Стр. Димитров в Пирин и Рила в учебника по петрография от 1951. Това е потвърдено от Арнаудов и Петрусенко (1999).

Форстеритът в изследваните мрамори от Самурски дол визуално се разкрива в северозападните участъци в мраморната кариера и в диопсид-скаполитовия мраморен хоризонт. Отличава се с характерния си жълтозелен цвят. Размерите на форстерита са от микроскопични до визуално различими с просто око до 10 mm зърна. Разкриват се изолирани зърна или ядки с микрозърнести агрегати с ксеноморфни очертания, напукани, но с еднаква оптична ориентировка, прорастващи с вторичен калцит. Образува се на границата на калцитовите зърна. В някои от зърната са включени множество черни микроскопични зърна на руден минерал, вероятно на магнетит или илменит. Средният химичен състав на форстерита по данни от РМА в % мас. е: SiO_2 44,92; MgO 50,57 и FeO 4,49 с кристалохимична формула: $\text{Mg}_{1,77}\text{Fe}_{0,10}\text{Si}_{1,07}\text{O}_4$. Почти всички форстеритови зърна включват ксеноморфни зърна и прожилки на вторичен калцит. Определени са $N_g = 1,669$; $N_m = 1,651$; $N_p = 1,636$; $N_g - N_p = 0,033$. Еднозначно е диагностиран с данни от рентгенофазовия анализ на прахови проби със следните най-характерни междуплоскостни разстояния (d , Å): 2,44₁₀; 2,73; 2,998; 1,738; 1,734; 2,49₄; 5,03; 3,66; 3,45; 2,25; Параметрите му са $a_0 = 4,77$, $b_0 = 10,26$, $c_0 = 5,99$.

Диопсид. В изследваните от нас образци диопсидът се разкрива сред плътни карбонатни маси със светлозеленикав до бял цвят. Микроскопски се откроява с хипидиоморфни прерези, и косо потъмнение $cN_g = 35-40^0$ и $N_g = 1,693$ и $N_p = 1,665$. Рентгеновски се диагностицира с главните междуплоскостни разстояния (d , Å): 2,99₁₀; 2,89-2,91₄; 3,23-3,25₄; 2,52-2,54₁₀; 2,91-2,95. Най-често е в асоциация с калцит и тремолит. Средният химичен състав на диопсида по данни на РМА в мас % е: SiO_2 57,94; MgO 18,48; CaO 3,43 и FeO 0,14; кристалохимична формула: $\text{Ca}_{0,89}\text{Mg}_{0,98}\text{Fe}_{0,04}\text{Si}_{2,06}\text{O}_6$.

Освен чист диопсидов пироксен е регистриран и пироксен с по-ниско съдържание на MgO и по-високо на FeO в % мас.: SiO_2 6,01; Al_2O_3 0,86; MgO 12,25; CaO 22,21 и FeO 8,67; кристалохимична формула: $\text{Ca}_{0,88}\text{Mg}_{0,67}\text{Fe}_{0,27}\text{Al}_{0,04}\text{Si}_{2,06}\text{O}_6$.

Тремолит. За тремолит в контактено-променени мрамори в горните дялове на Самурски дол

се споменава от Костов и др. (1962). Образува се в приконтактните зони и сред мраморите. Тремолитът в мраморите образува лещовидни жили от субпаралелни пръчковидни агрегати с дебелина до 6 cm. Макроскопски добре се разграничава от диопсида, с които обикновено е в асоциация. В компактна маса тремолитовите кристали се пресичат от вторична карбонатна минерализация във вид на тънки прожилки, които се развиват еднопосочно по посока на една от системите цепителни равнини. Отличава се с характерния си удължен иглесто-призматичния хабитус, на места лъчестообразно развити удължени пластинки или влакнести бели агрегати със стъклен до перлен блясък. Микроскопски е диагностициран с характерния си двулом, пъстри интерференционни цветове и по ъгъла на косо потъмняване $cN_g = 10-17^0$, $N_g' = 1,625$ и $N_p' = 1,597$, $N_g - N_p = 0,028$. Рентгенодифракционно тремолитът е диагностициран в образци с минерална асоциация от диопсид и калцит. Диагностицира се с най-характерни междуплоскостни разстояния (d , Å): 8,40₁₀; 3,12₁₀; 2,71; 3,27-3,29; 2,94; 1,89 и със среден химичен състав по данни на РМА в мас. %: SiO_2 61,02; Al_2O_3 0,90; MgO 24,97; CaO 12,34 и FeO 0,73; кристалохимична формула: $\text{Ca}_{1,74}\text{Mg}_{4,90}\text{Al}_{0,14}\text{Fe}_{0,08}\text{Si}_{8,04}\text{O}_{22}(\text{OH})_2$.

Скаполит. Наблюдава се в асоциация с К-фелдшпат като призматични удължени или субквадратни прерези, с паралелно потъмнение или ксеноморфни форми, с нисък релеф, близък до този на К-фелдшпат, но се отличава с пъстри интерференционни цветове и много често е зонален. Зоналността му се потвърждава и с рентгенодифракционните данни на прахови проби, които са по-близки за междинен скаполит до мариалит. Определени са с основните междуплоскостни разстояния (d , Å): 3,29-3,30; 3,215; 2,98; 2,89; 2,56; 2,16; 2,119; 2,05; 1,971; 1,739 за скаполит и 4,24; 3,77; 3,44; 3,03; 2,68; 2,287; 2,12; 1,924; 1,896; 1,807; 1356 за мариалит.

Флогопит. Среща се като отделни фини люспи или като неправилни гнездовидни агрегати. Определен е в проби в асоциация с форстерит или с форстерит и тремолит, както и с властоцит. По данни на РМА е определен К-Mg алумосиликат със среден състав в мас. %: SiO_2 46,99; Al_2O_3 13,59; MgO 28,88; FeO 1,02; CaO 0,20 и K_2O 9,32; кристалохимична формула: $\text{K}_{0,78-0,92}\text{Ca}_{0,00-0,03}\text{Mg}_{3,05-3,10}\text{Fe}_{0,06-0,07}\text{Al}_{1,14}\text{Si}_{3,35-3,36}\text{O}_{10}(\text{OH})_2$.

Анортит. За анортит се приемат някои прерези с ламеларен срастъчен строеж от широки ивици в асоциация с амфибол, скаполит и калцит в пьстрозелени мраморни участъци. Определен е също по данни от рентгенодифракционния анализ с основните междуплоскостни разстояния, характерни за анортит (d , Å): 3,99-4,03; 3,18₁₀; 2,94; 2,52; 2,02.

По данни на РМА е определен СеFe-съдържащ калциев алумосиликат със среден състав в мас. %: SiO₂ 41,09; Al₂O₃ 27,65; Ce₂O₃ 6,59; CaO 17,47 и FeO 7,19; кристалохимична формула: Ca_{0,93-0,95}Ce_{0,12}Fe_{0,30}Al_{1,64-1,65}Si_{2,07}O₈, която съвпада със стехиометрията на анортит. Категоричното му потвърждение подлежи на допълнително изследване.

Ортоклаз. Микроскопски се наблюдава в асоциация със скаполит, калцит и тремолит. Той е свеж. Откроява се с водно-бистрите си повърхности, нисък релеф и ниски сиви интерференционни цветове, $Ng' = 1,520$, $Np' = 1,513$ и рентгеновски с основните междуплоскостни разстояния (d , Å): 4,23₆; 3,76₄; 3,32₁₀; 3,21₈; 2,98₄.

Титанит. Той е акцесорен минерал сред диопсид, калцит, форстерит, скаполит, властонит и К-фелдшпат с характерните си клиновидни сечения, понякога като срастъци. В някои участъци се наблюдава значителна концентрация на титанитови зърна. Химичният състав на

титанита по данни на РМА в % е: SiO₂ 34,49; TiO₂ 33,84; Al₂O₃ 3,99; CaO 27,68; кристалохимична формула: Ca_{0,95}Ti_{0,81}Al_{0,15}Si_{1,10}O₅.

Антофилит. Установен е в някои участъци на мраморите. Отличава се със зеления си цвят и характерния плеохроизъм от слабожълто до жълт и слабозеленикав до по-интензивен синкавозелен цвят. Представен е от ксеноморфни зърна сред основна карбонатна маса. Определен е също с данни от рентгенофазовия анализ.

Властонит. Установен е по време на геолого-проучвателни работи в сондажна ядка като млечнобели фини лъчести агрегати по шистозни повърхнини на мрамора в асоциация с титанит, малко диопсид и флогопит. Диагностира се с характерни междуплоскостни разстояния (d , Å): 3,86₈; 3,30₈; 3,07₁₀; 2,18₄. Химическият му състав в мас. % е: SiO₂ 51,17; Al₂O₃ 0,59; Fe₂O₃ 0,31; CaO 47,32; MgO 0,61; кристалохимична формула: Ca_{2,94}Mg_{0,05}Fe_{0,01}Al_{0,04}Si_{2,97}O₉.

Въз основа на микрофизиографските характеристики на форстерита, диопсида, скаполита са направени предположения за реда и схемите на образуване на магнезиалните и калциево-магнезиалните силикати в мраморите. Наличието на форстерит и диопсид в мраморите свидетелствува, че изходният карбонатен седиментен материал е бил с примеси от доломит, кварц и глинесто - варовито вещество.

Литература

Арнаулов, В., Св. Петрусенко. 1967. Пегматити с морганит от Чепеларско. – *Сп. Бълг. геол. д-во*, 28, 2, 253-258.

Арнаулов, В., Св. Петрусенко. 1999. Минерален състав на магнезиално-силикатни калцифири от северо-западна Рила планина. – В: *Юбилейна научна сесия в чест на акад. Ив. Костов "Проблеми на минерогенезиса"*. С., БАН.

Костов, Ив., Ив. Иванов, Св. Петрусенко. 1962. Дистеновото находище при с. Чепеларе, Смолянско. – *Тр. върху геол. Бълг., Серия геохим. и пол. изкоп.*, 3, 69-97.

Василев, Л., В. Иванова-Панайотова, Н. Стайков. 1962. Контактно-метасоматични образувания и свърза-

ните с тях орудявания при с. Факия - Бургаско. – *Тр. върху геол. Бълг., Серия геохим. и пол. изкоп.*, 3., 179-230.

Минчева-Стефанова, Й., Р. И. Костов, 2000. Регистър на минералите в България. – *Сп. Бълг. геол. д-во*, 61, 1-3, 111-131.

Петрусенко, Св. 1968. Селиманитови жили в гранат-дистенови шисти. – *Изв. Геол. и-т. Серия геохим., минерал. и петрограф.*, 17, 201-208.

Петрусенко, Св., К. Падера. 1970. Розов клиноцоизит от Централните Родопи. – *Изв. Геол. и-т. Серия геохим., минерал. и петрограф.*, 19, 133-138.