

Серпентинизирани ултрабазити в Сакар планина и свързаните с тях полезни изкопаеми

Г. Шилиафов

Предприятие за геофизични проучвания и геоложка картиране, 1505 София

G. Shiliafov — Serpentinized ultrabasic rocks in Sakar Mountain and related mineral deposits. The ultrabasic rocks in Sakar Mountain are sheet-like bodies imbedded in Precambrian metamorphics (gneiss-schists and gneisses) and granites. They are assumed to be fragments of oceanic crust — the base of an ophiolite association (the metamorphosed peridotites). They were repeatedly metamorphosed and tectonically reworked. The ultrabasics were first serpentinized and later replaced by talc. In this process the hydrotherms, related to Lesovo gneiss-granites and particularly to Sakar granites, played an important part. The form of the bodies is ellipsoidal, elongated in east-west direction. The larger ones show a well expressed zonal structure. The central parts contain serpentinized ultrabasic rocks with talc, talc-chlorite and talc-tremolite zones follows symmetrically around them. The outermost zone of some bodies, made up of biotite and vermiculite, probably extends into the metamorphics. Asbestos veinlets are related to the outer zones of the bodies. The talc and talc-chlorite zones in the ultrabasics are up to 100 m long and up to 30 m wide. The content of MgO varies from 24 to 29% and of iron — from 2 to 6%. The insoluble product in HCl is in average 90%. Talc is of high quality and is of industrial interest. Most favourable conditions for the formation of talc schists existed in the area of Ovčarovo, west of Bogomil and near Branica Village where reserves have been calculated.

Геоложките проблеми на Сакар планина отдавна привличат вниманието на наши и чужди специалисти, но за наличието на ултрабазити за пръв път се съобщава в докладите за геоложкото картиране на областта в М=1:25 000 на И. Боянов и др. (1962)¹ и на Г. Шилиафов и др. (1970, 1972, 1973)². Сведения за полезните изкопаеми, свързани с ултрабазитите в този район, се намират в редица публикации (Вергилов, 1969; Драгов и др., 1971; Желязкова-Панайотова и др., 1977; Божинов и др., 1981, 1981а, 1982; Курчатов и др., 1984).

По време на геоложкото картиране на Сакар планина и проведените детайлни проучвания, придружени с изкопни и отчасти със сондажни работи, на ултрабазитите бе обърнато специално внимание с оглед на търсенето на метални и неметални полезни изкопаеми, свързани с тях³. Установените при геоложкото картиране серпентинизирани и оталкозени ултрабазитови тела в района на селата Овчарово, Богомил и Браница (Набожно) бяха предварително проучени и предадени за експлоатация.

¹ Фондови материали.

² Геоложкото картиране бе извършено през 1969—1972 г. от Геоложка група № 4 към ПГКГК — София в състав: Г. Шилиафов, С. Христов, Ж. Шилиафова, А. Дечева и др., на които авторът изказва сърдечна благодарност.

Стратиграфска и структурна привързаност на ултрабазитите

Ултрабазитите в Сакар планина са съсредоточени главно в една немного широка ивица, която започва западно от р. Марица и през землищата на селата Шишманово, Овчарово, Богомил, Браница, Изворово и Левка достига до р. Тунджа на изток (фиг. 1).

По време на геоложкото картиране бе установено, че ултрабазитите залягат предимно в докамбрийски метаморфити, представени от гнайсошисти с редки прослойки от гнайси и шисти. По-късно, при внедряването на лесовските гнайс-гранити и на сакарските гранитоиди, някои ултрабазитови тела са били разкъсани и заграбени както ксенолитите от гранитите. Ксенолитите от ултрабазични скали се наблюдават както близо до контактите на гранитите с метаморфните скали, така и навътре всред самите гранити.

Докамбрийските метаморфити, всред които са включени ултрабазитовите тела, оформят Шишмановската и Изворовската синклинали (Боянов и др., 1965). Заедно с лесовските гнайс-гранити те изграждат архаичния структурен комплекс в Сакаро-Странджанската тектонска зона (Савов, 1971). Колектив под ръководството на М. Желязкова-Панайотова (1977) отнася ултрабазитите в Сакар планина към Средногорската тектоно-структурна зона и към втората от четирите групи ултрабазитови прояви в България — постметаморфни, сложно диференцирани тела, вместени в докамбрийски метаморфити по разривни структури.

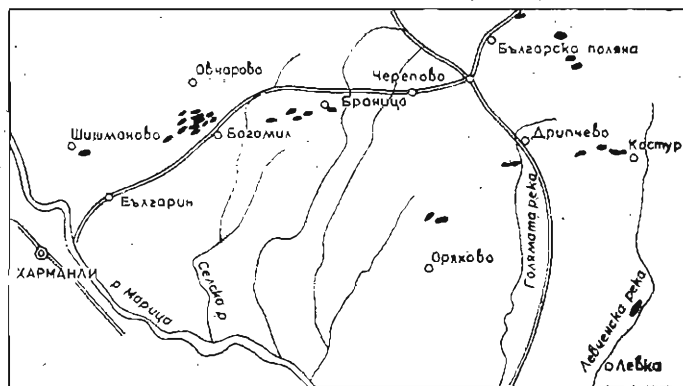
Ултрабазитите в Сакар планина би трябвало да се разглеждат като точно продължение на ултрабазитите по северния ръб на Родопите в Пазарджишко, Пловдивско и Асеновградско (Иванов, Загорчев, 1961; Загорчев, 1963; Трашлиев, Станишева, 1963). Така се оформя една зона от ултрабазити, която продължава на изток в Странджа планина при с. Крайнево (Савов, 1971; Желязкова-Панайотова и др., 1977; Курчатов и др., 1984) и вероятно на територията на Турска Странджа. Обединяването на ултрабазитовите тела и масиви от различни структурни области в тази зона е направено условно на морфоложка основа, за да се подчертае линейният характер в тяхното разпространение. Произходът, възрастта и тектонската позиция на ултрабазитите в зоната все още не са изяснени задоволително. Поради това не сме склонни да свързваме формално отделните масиви с разломи на големи разстояния, за да подчертаем, че те маркират стари тектонски нарушения или дълбочинни разломи.

Произход и метаморфни изменения на ултрабазитите

Данните за произхода и метаморфизма на ултрабазитите в Сакар планина са твърде оскъдни. Изходните ултрабазични скали са изцяло променени и почти не са запазени реликти от първичните скалообразуващи минерали с изключение на много редки реликти от моноклинен пироксен. По геоложко положение, характер на минерализациите и промените, както и по редица други белези те могат да бъдат отнесени към дунит-харцбургитовата формация (Москалева, 1974) или към метаморфозирани перидотити (Колман, 1979). Липсата на ясни контактни промени във вместиращите ги скали дава основание да се счита, че ултрабазитите не са кристализирали от магма, внедрена в тях, а представляват безкоренни тела, включени в хладно състояние в кластични седименти, които не са съставна част на офиолитовите комплекси. Поради това можем да приемем, че ултрабазитите в Сакар планина

се намират в алохтонно залягане и вероятно представляват океанска кора-фрагменти от офиолитова асоциация.

Проблемът за метаморфизма на ултрабазитите от орогенните области (алпийските интрузии) е дискуссионен. Най-разпространеният тип мета-



Фиг. 1. Схема за разпространението на серпентинизираниите ултрабазити в Сакар планина

морфизъм на ултрабазичните скали е серпентинизацията, но въпреки че тя се изучава и обсъжда отдавна и са създадени множество хипотези, все още много неща не са ясни (вж. Артемов, Кузнецова, 1979; Миясиро, 1974). Както отбелязва Малачов (1969), степента на серпентинизацията се определя от минералния състав на ултрабазититеоливина и ромбичният пироксен се изменят лесно, а моноклиният пироксен се запазва съвършено свеж. Колман (1979) определя серпентинизацията като изохимичен процес, който се осъществява само с привнос на вода още при формиране на океанския тип кора. В Сакар планина са запазени фрагменти от основата на силно тектонски обработен и разкъсан по време на обдукцията офиолитов комплекс. Заедно с включващите ги скали частично серпентинизираниите вече ултрабазити са били многократно метаморфозирани и тектонски обработвани, като не е изключено онаследяване на структурния план от времето на обдукцията. Вече в континентални условия ултрабазитите и включващите ги скали са били метаморфозирани в амфиболитов фациес (Боянов и др., 1965; Кожухаров, 1971; Кожухарова и Кожухаров, 1973; Желязкова-Панайотова и др., 1977). В началото тектонското въздействие е предизвикало будинирането на ултрабазитовите тела, а по-късно е причинило и силното им натрошаване в посока запад—изток. Степента на натрошаването на ултрабазитите е допринесла твърде много за специфичното и подчертано зоналното развитие на по-късните метаморфни процеси. То е фиксирано в зоналния строеж на ултрабазитовите тела, съвпадащ с посоката на тяхното натрошаване. Запазени са и някои пукнатини, образувани в началните етапи на тектонския натиск, оживяли при по-късните процеси и минерализации и запълнени с вторични минерали като карбонат, азбест, хризотил, серпофит и др. При регионалния метаморфизъм образуваните по-рано хризотил и вероятно лизардит са били заместени от антигорит като по-високо температурен минерал (Соболев, 1979). Понякога антигоритът замества талкови псевдоморфози или се развива по първичните силикати.

Измененето на ултрабазитите по време на регионалния метаморфизъм в Сакар планина се е извършвало с привнос и износ на някои компоненти. Метасоматичните процеси видимо са се развивали неравномерно, което е изразено във взаимоотношенията на минералите, наличието на реликти от моноклинен пироксен, гнездовидния характер на тремолит-азбестовите минерализации, неравномерното развитие на зоналност в ултрабазитовите тела и т. н.

Хидротермалният метаморфизъм на ултрабазитите е проявен много широко по време на внедряването на многофазните сакарски гранитоиди и на свързаните с тях пегматитови и кварцови жили. Обусловената от по-ранната тектонска обработка и от метаморфните изменения зоналност в ултрабазитовите тела се оформя окончателно. В тези условия се развиват процесите на тремолитизация, амфиболизация, биотитизация, вермикулитизация, хлоритизация и оталкозяване. Взаимоотношенията между минералите невинаги ясно показват последователността на тези процеси. Може би реакциите не са протичали еднопосочно и някои минерали не са само от една генерация.

Тремолитизацията на ултрабазитите в Сакар планина е много силно развит процес. Нейното място в редицата на метаморфните изменения в отделните ултрабазитови тела е различно. На едни места тя е протичала преди серпентинизацията, а на други паралелно или след нея. Макар и рядко, се срещат тремолитови форми, заместени изцяло от хризотил. В резултат на амфиболизация е образуван актинолит-тремолитов тип амфибол, който е много характерен минерал за всички ултрабазитови тела. В междините му се намират среднолюспест хлорит и дребнозърнест антигоритов серпентин. В някои ултрабазитови тела след тремолитизацията е развита биотитизация. По-късно биотитът е бил хидратиран и преминава във вермикулит. Образуването на биотит-вермикулитова зона, в която една част от биотита след това е променена на хлорит, е свързано с биотитизация на телата и включващите ги гнайсошисти. Образуването на биотит-вермикулитови зони се свързва с изнасяне на силиций и алуминий от гранитите (вероятно и от метаморфитите) и с привнасяне на магнезий, двувалентно и тривалентно желязо от ултрабазитите при излишек на вода (М е р е н к о в, Х м а р а, 1969).

Хлоритизацията е развита след тремолитизацията и по интензитет съперничи с нея. Хлоритът е среднолюспест и замества актинолит-тремолитовия тип амфибол или антигоритовия серпентин. Някои автори изказват мнение, че биотит-вермикулитовите и хлоритовите зони се развиват по жилните скали в ултрабазитите (М е р е н к о в, Х м а р а, 1969). Пегматитови и кварцови жили, свързани със сакарските гранитоиди, рядко пресичат ултрабазитовите тела западно от с. Богомил, но такива взаимоотношения не са наблюдавани на изток с другите ултрабазични тела.

Оталкозяването е най-късният широко разпространен метаморфен процес. В отделните ултрабазитови тела той е развит неравномерно, петнесто, поради което едни участъци са оталкозени напълно, а други са изградени изцяло от серпентин. Талкът е дребно или среднолюспест и замества почти изцяло дребнолюспест антигоритов серпентин. В зависимост от степента на промяната на скалата понякога са запазени реликти и от тремолит или серпентин. Високата степен на оталкозяване на серпентинизираните вече ултрабазити южно от с. Овчарово и около селата Богомил и Браница е обусловена от предварителната им тектонска преработка и многократните метаморфни изменения, но в най-голяма степен вероятно то се дължи на близостта им до контакта с лесовските гнайс-гранити и сакарските гранитоиди. Изследванията на някои автори показват, че образуването на талкови зони всред ултра-

базитовите тела се е съпровождало с изнасяне на магнезий и внасяне на силиций от хидротермалните разтвори (М е р е н к о в, Х м а р а, 1969). От минералите, получени при метаморфизма на ултрабазитите, талкът е типичен метаморфен минерал, но той има висока устойчивост и в зоната на хипергенезата. С това можем да си обясним съхраняването на талковите находища в Сакар планина в сегашния им вид въпреки продължителната геоложка история.

Върху всички метаморфни процеси е била наложена карбонатизация. Тя е представена от редки тънки прожилки карбонат, запълващ пукнатини. Карбонатизацията е засегнала най-силно ултрабазитите северно от с. Левка, където изходната ултрабазична скала е почти изцяло карбонатизирана. Карбонатът е определен чрез ДТА като доломит, който изгражда около 60—65% от състава на скалата.

Морфология на ултрабазитовите тела

Ултрабазитите по южния склон на Сакар планина са съсредоточени главно около с. Овчарово, западно от с. Богомил и с. Браница, Хасковски окръг, където са установени над двадесет по-големи или по-малки тела. Размерите на телата сред гнайсошистите достигат до 200—250 m дължина и до 40—50 m ширина, докато ксенолитите от ултрабазити сред лесовските гнайс-гранити и сакарските гранитоиди имат значително по-малки размери. В дълбочина само две от телата са проверени със сондажи, чрез които бе доказано, че ултрабазитите се проследяват до 18 m, а надолу започват гнайсошисти. Долната граница на другите тела не е известна, но вероятно е не повече от 20—30 m.

На повърхността телата имат удължена елипсоидна форма, като дългите оси на елипсите са ориентирани в посока запад—изток, каквато е посоката на главните гънкови и разломни структури в Сакар планина. Навсякъде сред метаморфните скали ултрабазитите се наблюдават като послойни или пластинообразни тела, запазени понастоящем в будинирани структури. На едни места контактите на телата с вместиращите ги гнайсошисти са резки, докато на други места те не са толкова ясни и се наблюдават постепенни преходи. Някои автори обясняват това с протичането на обменни реакции на контактите с вместиращите скали при по-късните метаморфни процеси (Ж е л я з к о в а - П а н а й о т о в а, 1964; Р о м а н о в и ч и д р., 1973; М е р е н к о в, Х м а р а, 1969). Неясните контакти на телата вероятно се дължат на протичането на такива обменни реакции, изразени в биотитизация и вермикулитизация на вместиращите скали.

Обикновено наклонът на контактите на телата видимо съвпада с наклона на кристализационната шистозност във вместиращите ги метаморфни скали. Когато в ултрабазитите се наблюдава фолиация, тя винаги съвпада със зоналния им строеж и с кристализационната шистозност на метаморфитите. По-рядко отделни части от телата имат ясно изразена масивна текстура или пък фолиацията в тях не е толкова ясна. Повечето ултрабазитови тела в Сакар планина показват много добре изразен зонален строеж. Най-често като ядро с различни размери в централната част на телата са запазени серпентинизирани или слабо оталкозени ултрабазични скали, в които главният скалообразуващ минерал е антигоритовият серпентинит. От двете страни на ядрото симетрично са разположени талкови зони, в които основен минерал е талкът, а в подчинено количество се явяват хлорит и тремолит. Срещат се още окислен магнетит до 1% и пирит до 2%. По-рядко сред талковите зони

присъствуват апатит, микрокристален рутил, единични кристали клиноцоизит и много рядко зърна от шпинелиди с микроскопични размери. Ширината на талковите зони се изменя в широки граници, като понякога достига до 30 m. Размерите на талковите зони и условията за образуване на талк в ултрабазитите са в зависимост от изходния състав и размерите на телата, тяхната предварителна тектонска обработка, състава и продължителността на постъпващите от гранитоидите хидротермални разтвори и други фактори (Романович и др., 1973). Съдържанието и качеството на талка в талковите зони варира в широки граници. Понякога даже в едни и същи участъци на дадена талкова зона талкът е съвсем чист от примеси и съдържанието му е много високо, докато в други участъци съдържанието на талк е сравнително високо, но качеството му се влошава поради наличието на железни окиси и хидроокиси, които достигат до 6%.

Въпреки че талковите зони са развити много добре, към периферията на телата те постепенно преминават в талк-тремолитови и талк-хлоритови зони. Съответно на това количествените съдържания на талка намаляват, а качеството му се понижава. Главните скалообразуващи минерали в тези две зони са хлорит и тремолит, а талкът е в подчинено количество. Ширината на талк-тремолитовите и талк-хлоритовите зони, взети заедно, варира от 1—2 до 15—20 m.

Най-външната, приконтактна зона на някои ултрабазитови тела е изградена от биотит и вермикулит. В нея понякога биотитът е променен в хлорит. Вермикулитът е образуван по-късно също за сметка на биотита. Вероятно една част от биотита и вермикулита са образувани в гнайсошистите на контакта с ултрабазитите. Ширината на тази зона достига до 0,50 m. Поради малката дебелина и неиздържаност на зоната вермикулитът в нея представлява само минералогически интерес.

Сравнително рядко сред ултрабазитите се наблюдават съвсем маломощни и къси прожилки от азбест. Той е определен като тремолит-азбест (Божиков, Желязкова-Панайотова, 1981, 1981a, 1982). Прожилките от азбест обикновено са привързани към най-външните зони на ултрабазитовите тела.

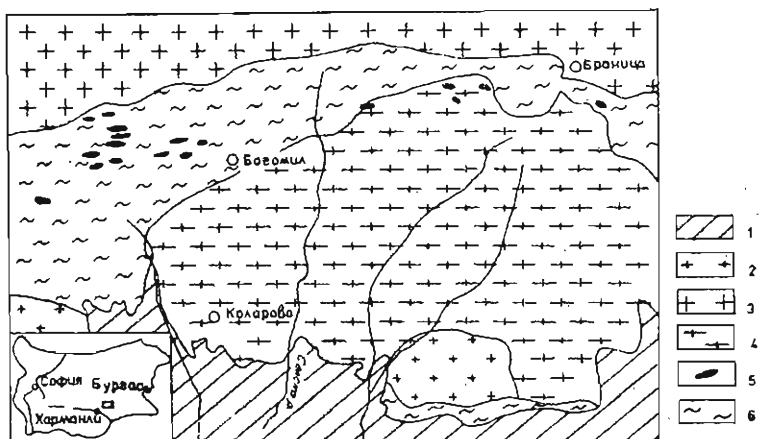
Описаният зонален строеж е характерен само за по-големите ултрабазични тела. В по-малките са налице една или две от външните зони, а някои от тях са изцяло променени в талк и талк-хлоритови шисти. Това се отнася особено за малките тела, вместени сред гнайсошистите западно от с. Богомил и при с. Браница.

Известен интерес представляват ултрабазитите по Левченска река северно от с. Левка, където сред метаморфни скали се наблюдават три съвсем малки близко разположени послойни тела. В тях не се наблюдава описаният по-горе зонален строеж, тъй като изходната скала почти изцяло е променена в карбонат.

Ксенолитите от ултрабазити сред лесовските гнайс-гранити и сахарските гранитоиди общо взето са по-слабо оталкозени в сравнение с оталкозването на телата южно от с. Овчарово и западно от с. Богомил и с. Браница. Някои от телата сред гранитоидите имат почти изометрични очертания, а други са удължени слабо в посока запад—изток, каквато е ориентировката на дългите оси на елипсите на телата сред метаморфните скали. Зоналният строеж в ксенолитите от ултрабазити не е така ясно изразен, както в ултрабазитовите тела сред метаморфните скали.

Полезни изкопаеми, свързани с ултрабазитите

Метални полезни изкопаеми. От металните полезни изкопаеми известен интерес представляват хромитовите орудявания западно от с. Богомил и при с. Браница. Всред ултрабазитовите тела тук, видимо неравномерно разпре-



Фиг. 2. Геоложка карта на талковите находища в района на селата Богомил и Браница — Хасковски окръг, Сакар планина

1 — плиоценския седименти; 2 — левкократни гранити; 3 — сакарски биотитови гранити; 4 — лесовски гнайс-гранити; 5 — серпентинизирани и оталкозени ултрабазити; 6 — метаморфни скали — гнайсошисти, гнайси и магматити

делени, се наблюдават неправилни гнезда и дребни зърна от хромит. Размерите на зърната са средно 3×5 мк. Поради по-късните изменения по време на серпентинизацията и оталкозяването обикновено хромитовите зърна са назъбени, с неравни очертания. Съдържанието на хромит е сравнително ниско, но достига до 10% от състава на скалата. Поради това хромитовите орудявания в ултрабазитите имат само минералогическа стойност.

В ултрабазитите са установени и други рудни минерали като пирит, магнетит и пиротин. Магнетитът образува индивиди с размери до 3 mm в диаметър. Съдържанието му в скалата е до 4%. Пиритът и пиротинът са значително окислени. Пиритът е запазен като реликти всред железни хидроокиси. Съдържанието му достига до 1%. Пиротинът образува едри, напукани зърна, в които са проникнали железни хидроокиси. Съдържанието на железните хидроокиси е до 1%.

Съдържанието на рудните минерали е дадено според микроскопските определения и се отнася за разкритията на ултрабазитите на повърхността. **Неметални полезни изкопаеми.** От неметалните полезни изкопаеми положителна оценка може да се даде на талковите находища южно от с. Овчарово и западно от селата Богомил и Браница (фиг. 2).

Талковото находище южно от с. Овчарово и западно от с. Богомил се намира около височината Теке баир западно от шосето Харманли—Тополовград. Районът на находището е изграден от гнайсошисти, процепени на юг от лесовски гнайс-гранити, а на север от сакарски биотитови и левкократни гранити. Всред гнайсошистите са установени около двадесет оталкозени ултрабазични тела. Оталкозяването на ултрабазитите западно от с. Богомил и южно от с. Овчарово е много широко развит процес. Талковите зони имат значителни размери, като някои от тях се проследяват по протежение до

100 м при ширина понякога над 30 м. Това е най-голямото и най-богатото на талк находище в Сакар планина. Талкът в него е от високо качество, на места почти бял на цвят и много рядко е пигментиран слабо от съдържанието на железни хидроокиси. Съдържанието на железните окиси и хидроокиси е сравнително ниско.

Резултатите от химическите анализи показваха, че талковата суровина представлява промишлен интерес. Съдържанието на MgO е високо — над 25%, а на желязото общо — до 2,80%. Неразтворимият остатък в HCl е над 87%.

Талковото находище при с. Браница е привързано към някои ултрабазитови тела западно и източно от селото. Вместващите скали и тук са докамбрийски двуслюдени гнайсошисти, но в непосредствена близост е и самият контакт с лесовските гнайс-гранити. Процесите на оталкозяване са засегнали тук по-слабо ултрабазитите, поради което талковите зони са по-слабо развити, отколкото всред ултрабазитите южно от с. Овчарово и западно от с. Богомил. Талковите зони са представени от малки по размери зони и къси лещи. Значителни размери и промишлен интерес представлява талковата зона западно от с. Браница. Тя се проследява на около 80 м, а ширината ѝ достига до 18 м. Резултатите от химическите анализи показваха, че талковата суровина има високи качества. Съдържанието на MgO е високо и варира от 24 до 29%, а неразтворимият остатък в HCl е от 85 до 96%, средно над 90%. Качеството на талка до известна степен се понижава поради повишеното съдържание на желязо, което варира от 2 до 6%. Високото качество на талковата суровина в отделни зони и доказаните запаси показват, че находището може да бъде експлоатирано успешно.

Едно малко находище на талкови шисти се намира при с. Шишманово, на около 6 km западно от височината Теке баир. Тук бе установено едно ултрабазитово тяло с елипсовидна форма, удължено в посока запад—изток. Тялото заляга конкордантно всред докамбрийски гнайсошисти и гнайси. Недалече на север от него са внедрени сакарските гранитоиди. Това тяло е проследено на около 200 m, като ширината му достига до 50 m. Според микроскопските изследвания оталкозяването на ултрабазитите тук е значително по-слабо проявено, отколкото всред другите тела. Поради това талковото находище при с. Шишманово на този етап на изученост няма промишлено значение.

Заклучение

От направения преглед на серпентинизираните ултрабазити в Сакар планина и на свързаните с тях метални и неметални полезни изкопаеми може да се направят следните изводи:

1. Ултрабазитите в Сакар планина вероятно представляват фрагменти от основата на офиолитова асоциация (океанска кора).

2. Значителна роля за серпентинизацията и оталкозяването на ултрабазитите е изиграла тяхната предварителна тектонска обработка.

3. Серпентинизацията на ултрабазитите видимо е протекла на няколко етапа.

4. Високата степен на оталкозяването и образуването на талкови находища в Сакар планина се дължи на близостта на ултрабазитовите тела до лесовските гнайс-гранити и до сакарските гранитоиди и на въздействието на свързаните с тях хидротерми върху ултрабазитите.

5. Най-благоприятни условия за образуване на талкови и талкхлоритови шисти с промишлено значение са съществували южно от с. Овчарово, западно от с. Богомил и при с. Браница.

6. Металните полезни изкопаеми засега не заслужават особено внимание, но талковата суровина има висока промишлена стойност.

Л и т е р а т у р а

- Артемов, В., В. Кузнецова. 1969. Проблема серпентинизации в свете современных представлений о минералогии серпентинитов. — В: *Магматические формации, метаморфизм, металлогения Урала*. АН СССР, Инст. геол. и геохимии. II. Ультрабазиты. Свердловск, 168—176.
- Божинов, К., М. Желязкова-Панайотова. 1981. Азбест и азбестови находища в България. I. Разпространение и структура на азбестовите находища. — *Год. СУ. ГГФ*, 71, 1, 49—60.
- Божинов, К., М. Желязкова-Панайотова. 1981a. Азбест и азбестови находища в България. II. Азбестови минерали. — *Год. СУ. ГГФ*, 71, 1, 61—120.
- Божинов, К., М. Желязкова-Панайотова. 1982. Азбест и азбестови находища в България. III. Азбестови находища. — *Год. СУ. ГГФ*, 73, 1, 90—135.
- Боянов, И., Д. Кожухаров, С. Савов. 1965. Геоложки строеж на южния склон на Сакар планина между селата Радовец и Костур. — *Сп. Бълг. геол. д-во*, 26, 2, 121—134.
- Вергилов, В. 1969. Хлоритови шисти с магнетит в Сакарската област. — *Сп. Бълг. геол. д-во*, 30, 1, 79—82.
- Драгов, П., В. Вергилов, Л. Пунев. 1971. Медно-никелови и желязо-титанови минерализации в Сакар планина. — *Изв. ГИ на БАН и КГ. Сер. геох., мин. и петрогр.*, 20, 167—177.
- Загорчев, И. 1963. Хромшпинелидите от серпентинитовите масиви край селата Извор, Марково и Храбрино, Пловдивско, и техният метаморфизъм. — *Сп. Бълг. геол. д-во*, 24, 1, 55—61.
- Желязкова-Панайотова, М. 1964. Рассуждения о метаморфизме хром-шпинелидов. — *Год. СУ. ГГФ*, 57, 1, 43—72.
- Желязкова-Панайотова, М., К. Колчева, Л. Ивчинова. 1977. Изучение ультрабазитов Болгарии с помощью математических методов. I. Ультрабазитовый магматизм в Болгарии. — *Geol. Balcanica*, 7, 3, 49—66.
- Иванов, Ж., И. Загорчев. 1961. Структурно положение и возраст на серпентинизираниите ультрабазити между селата Първенец и Куклен, Пловдивско. — *Тр. геол. България. Сер. стратигр. и тект.*, 3, 317—337.
- Кожухаров, Д. 1971. Структурни комплекси. Структурни планове и структури. — В: *Тектонски строеж на България*. С., Техника, 100—127.
- Кожухарова, Е., Д. Кожухаров. 1973. Стратиграфия и петрология на докамбийските метаморфни скали от Сакар планина. — *Изв. ГИ на БАН и МТП. Сер. геох., минерал. и петрогр.*, 22, 193—214.
- Колман, Р. 1979. *Офиолиты*. — М., Мир, 261 с.
- Курчатов, В., К. Божинов, М. Желязкова-Панайотова. 1984. Талк и талкови находища в България. I. Разпространение и структури. — *Год. СУ. ГГФ*, 74, 1, 47—60.
- Малахов, И. 1969. Средний состав ультраосновных пород Урала. — В: *Магматические формации, метаморфизм, металлогения Урала*. АН СССР. Инст. геол. и геохимии. II. Ультрабазиты. Свердловск, 30—34.
- Меренков, Б., А. Хмара. 1969. Особенности метаморфизмогипербазитов Сысертско-Ильменогорского кристаллического комплекса и связь с ними антофиллит-азбестовой минерализации. — В: *Магматические формации, метаморфизм, металлогения Урала*. АН СССР. Инст. геол. и геохимии. II. Ультрабазиты. Свердловск, 235—241.
- Миясиро, А. 1974. Метаморфизм и связанный с ним магматизм в свете положений тектоники плит. — В: *Новая глобальная тектоника (Тектоника плит)*. М., Мир, 243—265.
- Москалева, С. 1974. *Гипербазиты и их хромитоносность*. Л., Недра, 279 с.
- Романович, И. 1973. Условия образования тальковых месторождений. — В: *Месторождения талька СССР*. М., Недра, 175—202.

- С а в о в, С. 1971. Сакаро-Странджанска тектонска зона. — В: *Тектонски строеж на България*. С., Техника, 207—224.
- С о б о л е в, Н. 1969. Особенности формирования и серпентинизации Алалаевского ультраосновного массива. — В: *Магматические формации, метаморфизм, металлогения Урала*. АН СССР. Инст. геол. и геохимии. II. Ультрабазиты. Свердловск, 197—203.
- Т р а ш л и е в, С., Т. С т а н и ш е в а. 1963. Алометаморфни и супергенни изменения на ультрабазичния масив при с. Горнослав, Пловдивско, и ролята им в образуването на магнетитовото находище. — *Тр. геол. България. Сер. геохим., минерал. и петрогр.*, 4, 259—295.

(Постъпила на 2. VII. 1984 г.)