

Вторични кварцити от североизточната периферия на Боровишкия вулкански район. I. Геолого-петрографска характеристика на хидротермално изменените зони

Ангел Кунов

Кунов, А. 1991. Secondary quartzites from the northeastern periphery of the Borovitsa volcanic area. I. Geological-petrographic characteristics of the hydrothermally altered zones. — *Geochem., Mineral. and Petrol.*, **28**, 46-72.

The area is a complex geological object and represents a centre of prolonged endogene activity in its three major forms: tectonic, magmatic and hydrothermal.

Hydrothermally altered zones in the localities of Gabrovo, Sarnitsa-Spahievo, Bryastovo, Pilashevo, Susam and Svetlina are characterized geologically and petrographically. All zones are located in places with structures of various development. The prolonged activity of a number of fault structures has been accompanied by a variety of mineralization processes of different ages. The nature of volcanism and the original rock composition have influenced the hydrothermal alterations. Their products include propylites, argillisites, secondary quartzites (monoquartzites, and diaspore, alunite, kaolinite-dickite and sericite quartzites). They were succeeded by ore mineralizations accompanied by silicification, argillization, sericitization, carbonatization and chloritization. Barite and adularia are very common, zeolites and phosphates are also found, and there is a single locality of fluorite.

Key words: hydrothermally altered zones, propylites, argillisites, secondary quartzites, adularization.

Address: Bulgarian Academy of Sciences, Geological Institute, 1113 Sofia.

Статията съдържа по-голямата част от резултатите от научноизследователската работа на автора, извършена в периода 1974—1985 година. Някои данни и резултати са актуализирани във връзка с нови изследвания. В тази част са направени обща характеристика на магматизма, кратък преглед на изучеността на хидротермално изменените скали и геолого-петрографско описание на хидротермално изменените зони. В следващи части на статията ще бъдат разгледани минералогията и зоналността на изменените скали, геохимията на петрогенните компоненти и микрокомпонентите, генезисът и практическото значение на вторичните кварцити и т. н.

Въпросите за формационната и фациалната същност и проблемите на вторичните кварцити, както и изучеността им у нас, ще бъдат предмет на отделна статия.

Геология на района

Основни черти на палеогенския магматизъм

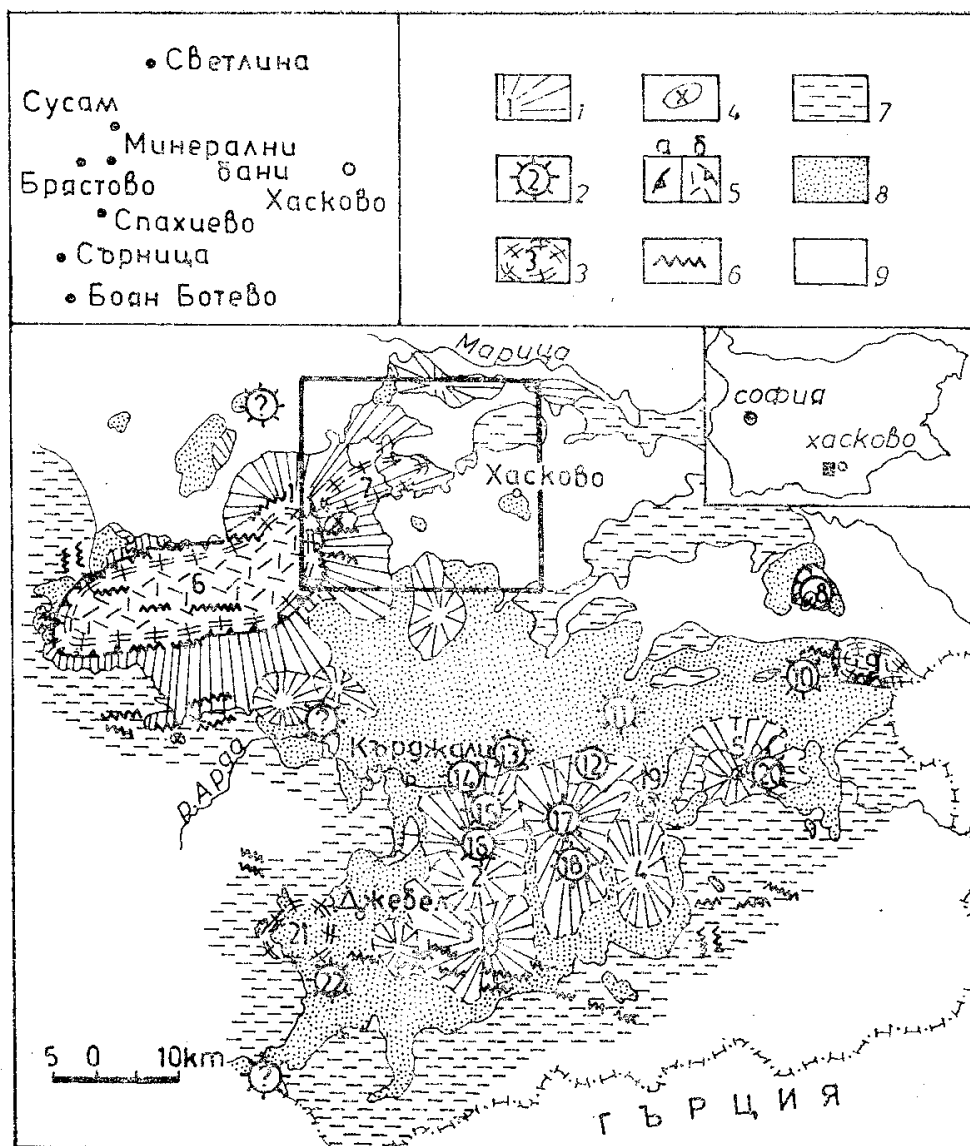
При блоковото разчленяване на младоалпийския Родопски масив в резултат на тектонски преобразувания на докамбрийския кристалинен фундамент са оформени грабенови впадини. В рамките на Източнородопското палеогенско понижение (И в а н о в, 1960) (фиг. 1), което продължава на север на територията на Тракийската низина и се покрива от мощни плиоценски и миоценски моласови утайки (К о ю м д ж и е в а, Д р а г о м а н о в, 1979), са образувани три понижения от по-висок порядък (И в а н о в, 1960, 1972; Б о я н о в, М а в р у д ч и е в, 1961): Боровишкото, Момчилградското и Ардинската грабен-синклинала. Н а r k o v s k a et al. (1989) разглеждат Източнородопска вулканска област с три вулкански района: Боровишки, Момчилград-Ардински и Сушицки (последния главно на територията на Гърция) и предлагат колизионен модел за развитието на палеогенския магматизъм.

Започналата през приабона моласова седиментация първоначално е с континентален характер и плиткоморски условия, като същевременно с това се разширява и площта на отлагане (Г о р а н о в, 1960). В края на приабона са първите прояви на магматизма. Късноалпийският магматизъм се проявява синхронно със или непосредствено след отлагането на приабонско-олигоценската моласа при преобладаващо развитие на вулканизма. Магматизмът е представен от синседиментационни (субаерални до плиткоморски) вулканити, комагматични интрузии и постседиментационни вулканити Я н е в, Х а р к о в с к а, 1981). Синседиментационният вулканизъм се характеризира с циклично развитие, изразено в неколккратно редуване на средни и кисели по състав продукти (три-четирикратно) (И в а н о в, 1960; Б о я н о в, М а в р у д ч и е в, 1961; К а ц к о в, Ш и л я ф о в, 1968). Според М а р ч е в (1985) вулканизмът в Боровишкия район има леко усложнен, но изразен хомодромен характер, което противоречи на вече посоченото циклично развитие в Източните Родопи.

По данни на L i l o v et al. (1987) по К/Аг определения приабон-олигоценовият магматизъм в Източните Родопи е проявен в интервала от 37 до 25,5 млн. г.

Разглежданите в статията обекти попадат в североизточната част на периферията на Боровишкия вулкански район. Централната част на района заема калдера (И в а н о в, 1972), която има елипсовидна форма, ограничена от разломи на площ с размери 30 × 15 km. Приема се като резултат от две взаимно свързани действия: тектонски и калдерни пропадания. Сърнишкият разлом, както определя И в а н о в (1972), е сложна кръгова калдерна структура (кръгов разлом с дайки в него) със спрегнати радиални дайки. От радиалните структури най-изразени са Сърнишката кулиса и Пилашевският дайков сноп (И в а н о в, 1972). По тях и на местата на пресичането им със Сърнишката калдерна структура се наблюдават най-интензивните хидротермални изменения. Неслучайно се изтъква и тяхната рудоконтролираща и потенциална рудовместваща роля (И в а н о в, 1972).

По вулкано-тектонски съображения И в а н о в (1972) отделя три структурни комплекса: докалдерен, калдерен и следкалдерен. За литостратиграфското разчленяване на вулканизма са създадени няколко близки по съдържание схеми (Г о р а н о в, 1960; И в а н о в, 1960; I v a n o v, К о о r, 1969). Според И в а н о в (1972) по отношение на времето на образуване на



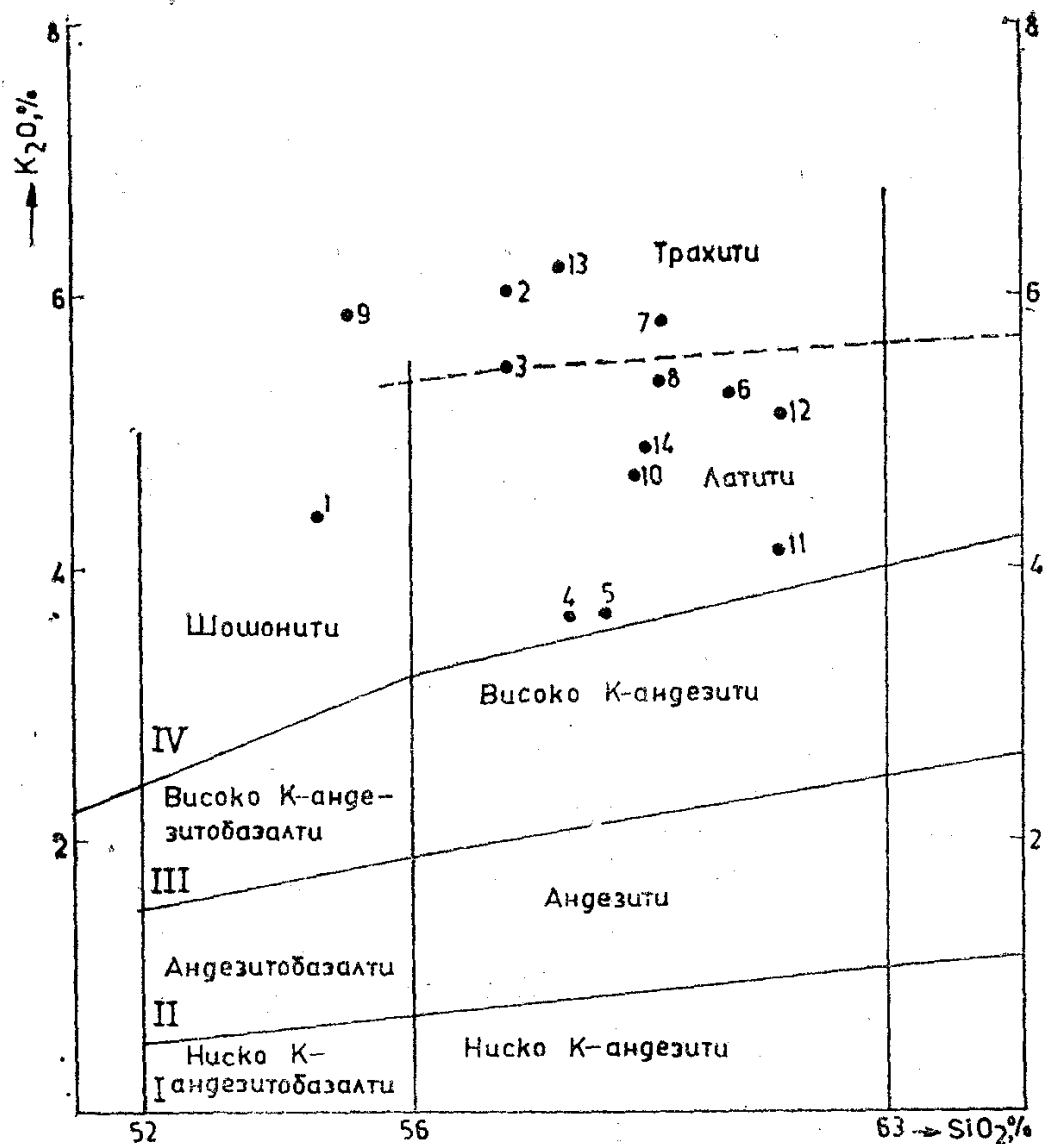
Фиг. 1. Структурно-вулканоложка схема на Източнородопската вулканска област (Иванов, 1960 и Янев в Harkovska et al., 1989)

1 — стратовулкани със среден състав (1 — Драгойна, 2 — Дамбалък, 3 — Звездел, 4 — Ирантепе, 5 — Маджарово); 2 — централен тип вулкани с кисел състав (8 — Лозен, 10 — Света Марина, 11 — Силен, 12 — Студен кладенец, 13 — Перперек, 14 — Хисар, 15 — Орманлар, 16 — Дамбалък, 17 — Свети Илия, 18 — Радневци, 20 — Маджарово, 22 — Зли връх); 3 — куполи с кисел състав (6 — Боровица, 7 — Хасковски минерални извори, 9 — Вълче поле, 19 — Герен, 21 — Устра); 4 — хипоабисални интрузии; 5а — калдерни разломи, 5б — кисели пирокластични в калдерите; 6 — дайкови снопове; 7 — допалеогенски покъл; 8 — палеогенски седиментни и седиментновулкански стратифицирани скали; 9 — неогенски и кватернерни седименти

Fig. 1. Structural-volcanologic sketches of East Rhodope volcanic area (Иванов, 1960 and Janev in Harkovska et al., 1989)

1 — stratovolcanoes of intermediate composition (1 — Dragoina, 2 — Dambalâk, 3 — Zvezdel, 4 — Irantepe, 5 — Madžarovo); 2 — central type volcanoes of acid composition (8 — Lozen, 10 — Sveta Marina, 11 — Silen, 12 — Studen Kladenec, 13 — Perperек, 14 — Hisar, 15 — Ormanlar, 16 — Dambalâk, 17 — Sveti Ilia, 18 — Radnevci, 20 — Madžarovo, 22 — Zli vrъх); 3 — dome-fields of acid composition (6 — Boroviца, 7 — Haskovo min. springs, 9 — Vълче pole, 19 — Geren, 21 — Uстра); 4 — hypabissal intrusions; 5а — calderas faults; 5б — acid pyroclastics in the calderas; 6 — dyke swarms; 7 — pre-Paleogene basement; 8 — Paleogene sedimentary and sedimentary-volcanogenic stratified rocks; 9 — Neogene and Quaternary sediments

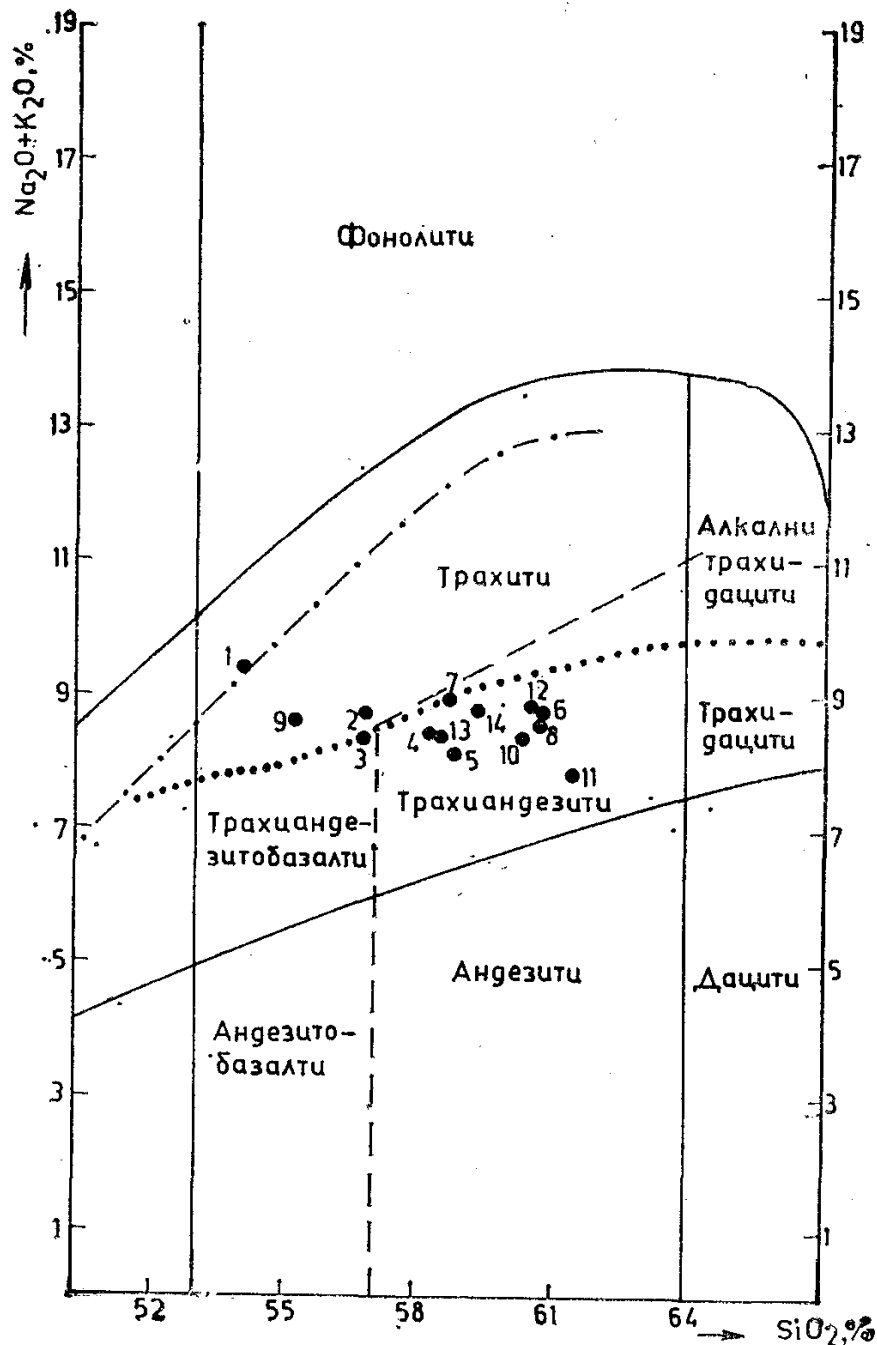
калдерата към докалдерния комплекс се отнасят вулканите от I и II среднокисел и I кисел вулканизъм: към калдерния — от II кисел и към следкалдерния — от II кисел и III среднокисел и кисел вулканизъм.



Фиг. 2. Диаграма K_2O/SiO_2 (P ессерилло, Тейлор, 1976) уч. Сърница—Спахиево: 1 — обр. 327/447; уч. Габрово: 14 — обр. Г5; уч. Брястово: 2 — обр. 367, 3 — обр. 130/156, 13 — х. Аида; уч. Пилашево: 4 — обр. 215/288, 5 — обр. 255/347; уч. Сусам: 6 — обр. 56, 7 — обр. 6/13, 8 — обр. 26/50, 9 — обр. 15/29; уч. Светлина: 10 — обр. 39/90, 11 — обр. 12/31, 12 — обр. 35/84

Fig. 2. K_2O/SiO_2 diagram (P ессерилло, Тейлор, 1976). Sarnica-Spahievo region: 1 — sampl. 327/447; Gabrovo region: 14—sampl. Г5; Brjastovo region: 2—sampl. 367, 3— sampl. 130/156, 13 — Aida; Pilashevo region: 4 — sampl. 215/288, 5 — sampl. 255/347; Susam region: 6 — sampl. 56, 7 — sampl 6/13, 8 — sampl. 26/50, 9 — sampl. 15/29; Svetlina region: 10 — sampl. 39/90, 11 — sampl. 12/31, 12 — sampl. 35/84

В геоложкия строеж на разглеждания район участвуват скали с докамбрийска и терциерна възраст, оформящи два структурни етажа. Долният структурен етаж е изграден от протерозойски метаморфити (шисти, гнайси, амфиболити и др.), които са пресечени от сондажи на дълбочина около 600 м. Върху тях залягат несъгласно приабонски седименти (пясъчници, варовици, глинести шисти и др.), които се покриват от вулкански скали с приабно-олигоценска възраст. В количествено отношение основно значение имат продуктите на I и II среднокисел вулканизъм. I се отличава със сложно развитие и голяма дебелина на задругите. Най-широко са разпространени лавови тела с латитов-латитоандезитов състав. В някои случаи се срещат и лавокластични скали (Гаджовска чука при с. Сърница). За вулканските скали се приема приабонска възраст, тъй като са съчленени със седиментни скали



Фиг. 3. Диаграма $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})/\text{SiO}_2$ (Класификация . . . , 1981). Означенията са както на фиг. 2

Fig. 3. Diagram $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})/\text{SiO}_2$ (Класификация. . . , 1981). Symbols as in Fig. 2

с фаунистично доказана такава възраст. По-сложен е въпросът за развитието на вулканизма северно от Мечковецкия разломен сноп. Иванов (1972) отнася дребно- и едропорфирните латити към II среднокисел вулканизъм, докато Боянов, Маврудчиев (1961) смятат, че те принадлежат към I среднокисел.

По петрохимични критерии, основани на наши данни, скалите от I и II среднокисел вулканизъм съгласно класификацията на Roeschillo, Taylor (1976) и Класификация. . . (1981) попадат в полетата на шошонитите и латитите (фиг. 2, 3). Ако в диаграмата на Roeschillo, Taylor се внесе допълнението на Марчев (1985), скалите, представени с обр. 2, 3, 7 и 13, могат да се отнесат към трахитите.

II кисел вулканизъм обхваща интензивна вулканска дейност с многократна изява, намерила най-ярък израз в образуването и запълването на голяма калдера на обрушване (Иванов, 1872). В североизточната рамка на Боровишкия район той е представен от няколко издигнати купола от риолити, от туфи и перлити непосредствено до с. Минерални бани и западно от него.

Към най-късните прояви на вулканизма се отнасят дайките и секущите тела с различен състав, които засега съгласно Иванов (1972) могат да се обединят под името „посткалдерни вулканити“.

Интрузивната дейност отстъпва по количествени измерения на вулканизма. Сърнишката интрузия е открита при геоложката картировка в М 1:100 000 (Иванов и др., 1956)*. Интрузивното тяло заема площ около 1,5 km². То е конформно, дискордантно, щокообразно тяло, привързано към крупен североизточен (30—40°) разлом (Маляков, Димитрова, 1973). Подробно в минералого-петроложко отношение Сърнишката интрузия е изучена от Маврудчиев, Ботев (1966). Интрузивното тяло е изградено от монцитонити (основната част), сиенити и гранит-аплити, които процепват дребно- и едропорфирните латити. На места по контактите са образувани хорнфелзи.

Малко са данните за Караманската (микродиорити и микрогабродиорити) и Пилашевската (сиенит-порфири) интрузия (Боянов, Маврудчиев, 1961), а така също и за Мезарлъксъртската**.

Кратък преглед на данните за изучеността на хидротермално изменените скали

В Източнородопското палеогенско понижение широко е проявена хидротермална дейност, различна по характер и интензивност (фумаролно-солфатарна, автометасоматоза, околожилни метасоматични изменения и др.). Образувани са пропилити, аргилизити, вторични кварцити (Радонова, 1960, 1973, 1975; Бресковска и др., 1976; Велинов и др., 1977; Кунев и др., 1981; Велинов и др., 1982). Често се наблюдават прояви на адуларизация (Радонова, 1970, 1973; Велинов и др., 1977 и др.), зеолитизация (Костов и др., 1966; Алексиев, Джурова, 1978; Yanev et al., 1982; Kapazirski, Yanev, 1983, и др.). Орудяванията от полиметалната формация според Димитров (1979) са представени в находища от кварц-злато-сребро-полиметален тип и са съсредоточени в рудни жили и щокверкови зони. Приема се, че те са най-късните образувания, които са свързани с палеогенския вулканизъм.

Представите за разглеждания район, който включва и т. нар. Спахиевско рудно поле, се оформят на базата на геоложките картировки, геолого-проучвателните и експлоатационните изработки, научните изследвания.

Геоложката дейност в изучавания район всъщност е низ от неразривно свързани геологопроучвателни и научноизследователски работи. След първите геоложки картировки през 60-те години (под ръководството на Р. Рашков, Р. Иванов, В. Костадинова, И. Боянов, Й. Шабатов) са извършени и детайлни такива, придружени от геохимични и геофизични работи (Цонев, 1960; Цекова и др., 1972, 1973; Петров и др., 1981)*. Извършените досега

* Непубликувани данни.

** Непубликувани данни на В. Цекова.

геологопроучвателни работи на отделни обекти са отразени в редица доклади и отчети (Доков, Димитрова, 1959; Муртазова и др., 1972; Муртазов и др., 1973; Муртазова и др., 1982; Муртазова и др., 1983, и др.)*. Резултат са изчислените запаси от оловно-цинкова и златно-сребърна руда и предадените за експлоатация находища Габрово (изчерпано през 1968 г.), Саже (в процес на експлоатация) и Чала (с предстояща експлоатация).

Научните изследвания са съсредоточени главно в следните насоки: петрография на Сърнишката интрузия (М а в р у д ч и е в, Б о т е в, 1966), структурно-тектонска (М а л я к о в, Д и м и т р о в а, 1973; М а н е в а, М а л я к о в, 1974; М а н е в а, 1973, 1975, 1975а, 1980, 1982), магмотектонски (И в а н о в, 1972; Г е о р г и е в, М и л а н о в, 1989), минерален състав и други въпроси на рудите (А т а н а с о в, 1967; Д и м и т р о в, Д и м и т р о в, 1974; Д и м и т р о в, К р ъ с т е в а, 1974; Д и м и т р о в, 1979), обогатяване на оловно-цинкови и златосъдържащи руди (Кинтишева, 1975, 1982)*, геофизични (Ц в е т к о в и др., 1989; Й о с и ф о в и др., 1990), а също така петрографски, петрохимични, геохимични и прогнозни (Иванов и др., 1971)*, обобщаващи (М а н е в а, 1989) и др. На изследванията върху хидротермално изменените скали в научно и практическо отношение е естествено да се отдели по-голямо внимание, като се има предвид темата на настоящата статия.

За първи път за хидротермално изменени скали споменават Рашков и др. (1952)*, употребявайки термина хидротермално окварцени вулканити. По-късно хидротермално изменени скали между с. Пилашево и с. Сърница разглеждат Иванов и др. (1956)*, които отделят малки тела от „метасоматични силицити“ при с. Светлина, привързани към участъците с най-интензивни поствулкански промени. Обобщавайки резултатите от картировката в М 1:25 000, Боянов и др. (1960)* отбелязват площния характер на хидротермалната дейност и това, че тя е засегнала скалите от всички стратиграфски нива. В текстовото описание са отделени площна пропицитизация и два фациеса на вторични кварцити: диаспоров и алунитов. В докладите от геоложките картировки хидротермалните изменения се свързват със зоните на силно разломяване — разломи и дайкови снопове, които са били проводници на хидротермалните разтвори. Данните обаче не позволяват реално оценяване на хидротермалните изменения. От друга страна, по-детайлните картировки не са обхванали или са обхванали само частично участъците с вторични кварцити (Цекова и др., 1972, 1973; Петров и др., 1981)*.

Началото на конкретните работи, свързани с хидротермалните изменения на скалите, поставя Р а ш к о в (1962) с описанието на диаспоровите вторични кварцити в землището на с. Спахиево. Той прави минераложка характеристика на диаспора и изказва идеи относно генезиса му. Същевременно като второстепенни минерали са изброени и накратко характеризирани корунд, турмалин, глинести минерали (дикит, каолинит), барит, железни окиси, рутил, пирит, алунит, без да се отделят първичните парагенетични и вторични минерали.

Най-последователни и целенасочени изследвания върху хидротермално изменените скали в по-голямата част от т. нар. Спахиевско рудно поле извършва Р а д о н о в а (1972, 1973, 1975). Основавайки се на теренни наблюдения и прецизна минералого-петроложка характеристика, тя установява хоризонтална и вертикална зоналност в развитието на метасоматичните фациеси. Тя дава конкретни препоръки за практическа оценка на алунитовите и диаспоровите кварцити за използването им като критерии при търсене

* Непубликувани данни.

главно на полиметални орудявания в дълбочина и използването им като комплексна суровина.

Във връзка с нарасналия интерес към небокситовите алуминиеви суровини през 80-те години от ДКНТП е утвърдена програма, в която се поставя задача за промишлена оценка на находищата от алунитови кварцити у нас. Като част от тази програма за Сърница и някои други находища е предаден доклад (Велинов и др., 1976)*, в който освен нови минералого-петроложки и структурни данни за находището се привеждат прогнозни запаси. За нуждите на ДСО „Цимент и вародобив“ през 1976—1977 г. е извършено детайлно проучване с канали и сондажи и са изчислени запаси от алунитова суровина (Муртазова и др., 1981)*.

С оглед съставянето на технологична оценка на алунитите от находището през 1975 г. в Базата за развитие и внедряване на нерудни полезни изкопаеми в Кърджали са извършени опити за получаване на алуминиев сулфат, калиево-алуминиев сулфат и алуминий (Новодрянов, 1974)*.

Нови минералого-петроложки резултати са получени след извършените научноизследователски ревизионни работи по адуларизацията (Велинов и др., 1983)*, алунитизацията (Велинов и др., 1984)* и аргилизацията (Стефанов и др., 1985)*, част от които са предмет на обсъждане в по-нататъшното изложение.

Структурно-тектонска позиция на хидротермално изменените зони

Още първите изследвания в Боровишкия район (Иванов, 1972) показват ролята на вулкано-тектонските структури като магмопроводящи структури с дълбоко заложение и с важно рудовместващо и рудоконтролиращо значение. Според същия автор особено внимание трябва да се обръща на концентричните и радиалните разломи, които са средища на интензивна хидротермална дейност.

Всички хидротермално изменени зони в изследвания район се разполагат на места с развитие на структури с различно заложение. Разновъзрастните и разнообразни минерализационни процеси свидетелствуват за дългия живот на много от разломните структури. Налице е пряка връзка и между хидротермалните изменения и структурообразователните процеси. Образувани са линейно удължени зони или относително изометрични участъци в т. нар. „тектонски възли“. Няколко такива основни възли са пресечниците на Сърнишкия калдерен разлом (1 на фиг. 4) с Мечковецкия (3 на фиг. 4) и Пилашевския разломно-дайков сноп (4 на фиг. 5 и 6), на Чамлъшкия разлом (2 на фиг. 4) с Мечковецкия разломен сноп, на север — южни разломи с разломна зона с посока $100-120^\circ$ в района на с. Г. Брястово (фиг. 5), на север — южните и изток-западните разломи при с. Светлина и др. Независимо че са развити няколко системи, прави впечатление първостепенната роля на изток-западните и север-южните разломи. В Спахиевското рудно поле Манаева (1975а) отделя три основни етапа: доруден, руден и следруден. Според нея основната метасоматична преработка на вулканитите се извършва в доинтрузивния подетап на първия етап, когато вулканската дейност протича в подводни условия. Също така тя приема, че периодът на постепенно осушаване настъпва в края на интрузивния подетап едновременно с внедряването на интрузиите по време на ориентирания тектонски натиск. Тук е

* Непубликувани данни.

необходимо да се подчертае, че продуктите на киселинното извличане са типични за субаерални условия. Това означава, че или осушаването в периферията на Боровишката депресия е започнало по-рано (още в доинтрузивния етап), или хидротермалната дейност, създала вторичните кварцити, е започнала след внедряването и застиването на Сърнишката интрузия. Първото твърдение изглежда твърде вероятно, тъй като в района на с. Брястово и с. Спахиево има случаи на сухоземна палеофлора сред пирокластити. Втората възможност е свързана с по-трудно доказване съществуването на наложени хидротермални изменения върху контактено променени вулканити или за установяване на вторични кварцити по монцонитоиди.

Особено ясна е привързаността на повече от кварц-адуларовите и кварц-баритовите зони към разломи с предимно източно-западна посока. Тези зони оформят греди, които следват разломите на значително разстояние и се открояват сравнително добре на повърхността. С тектонски нарушения са свързани също околожилните изменения и оловно-цинковите орудявания.

В редица случаи в дълбочина се установяват зони от вторични кварцити (например диаспорови), които нарушават метасоматичната зоналност. Освен възможностите за налагане на минерализации в резултат на по-късна хидротермална дейност, може да се потърси обяснение и по тектонски причини.

Геолого-петрографска характеристика на хидротермално изменените зони

Участък Габрово

Намира се (фиг. 4) западно от с. Боян-Ботево. В едноименния рудник е водена експлоатация от 1950 до 1968 г. (с прекъсване през 1957—1959), която е завършена поради изземване на запасите от оловно-цинкови руди. По непубликувани данни от отчети и доклади за геоложки картировки, геологопроучвателни работи и експлоатация (Боянов и др., 1960; Дюков, Димитрова, 1959; Муртазова и др., 1972, и др.) и от някои научноизследователски работи (Атанасов, 1965; Иванов, 1972) се вижда, че орудяванията са вместени в пясъчници и конгломерати по Габровския разлом с изток-западна посока. Съгласно стратиграфската схема (Иванов, 1972) споменатите скали се отнасят към свитите на конгломератите и пясъчниците с приабонска възраст, като залягат непосредствено върху кристалинната подложка. Следват скалите от първия среднокисел вулканизъм (андезити, латитоандезити, латити), а хоризонтът на резедавите туфи (приет за маркиращ) се отнася към първия кисел вулканизъм с долноолигоценска възраст. Според Манева, Малаков (1974) в тектонско отношение участъкът попада в Боян-Ботевския блок, който е издигнат спрямо останалите блокове на Спахиевското рудно поле и се характеризира с по-слаба хидротермална дейност и орудявания. Специални изследвания за хидротермалните изменения на скалите не са правени, но в геоложките доклади са споменати площна пропилитизация по вулканските скали и изменения в седиментните скали — частично окварцяване, пиритизация, хлоритизация, карбонатизация. Наличие на вторични кварцити западно от рудник „Габрово“ отбелязват Атанасов (1967) и Иванов (1972), без каквито и да е минералого-петроложки данни в подкрепа на това твърдение. Иванов (1972) разглежда участъка на рудника като възел на пресичането на кръгови калдерни разломи с разломите на докалдерната Габровска разседна зона;

Таблица 1

Химичен състав на метасоматично изменени скали от участък Габрово (съдържание в тегл. %)

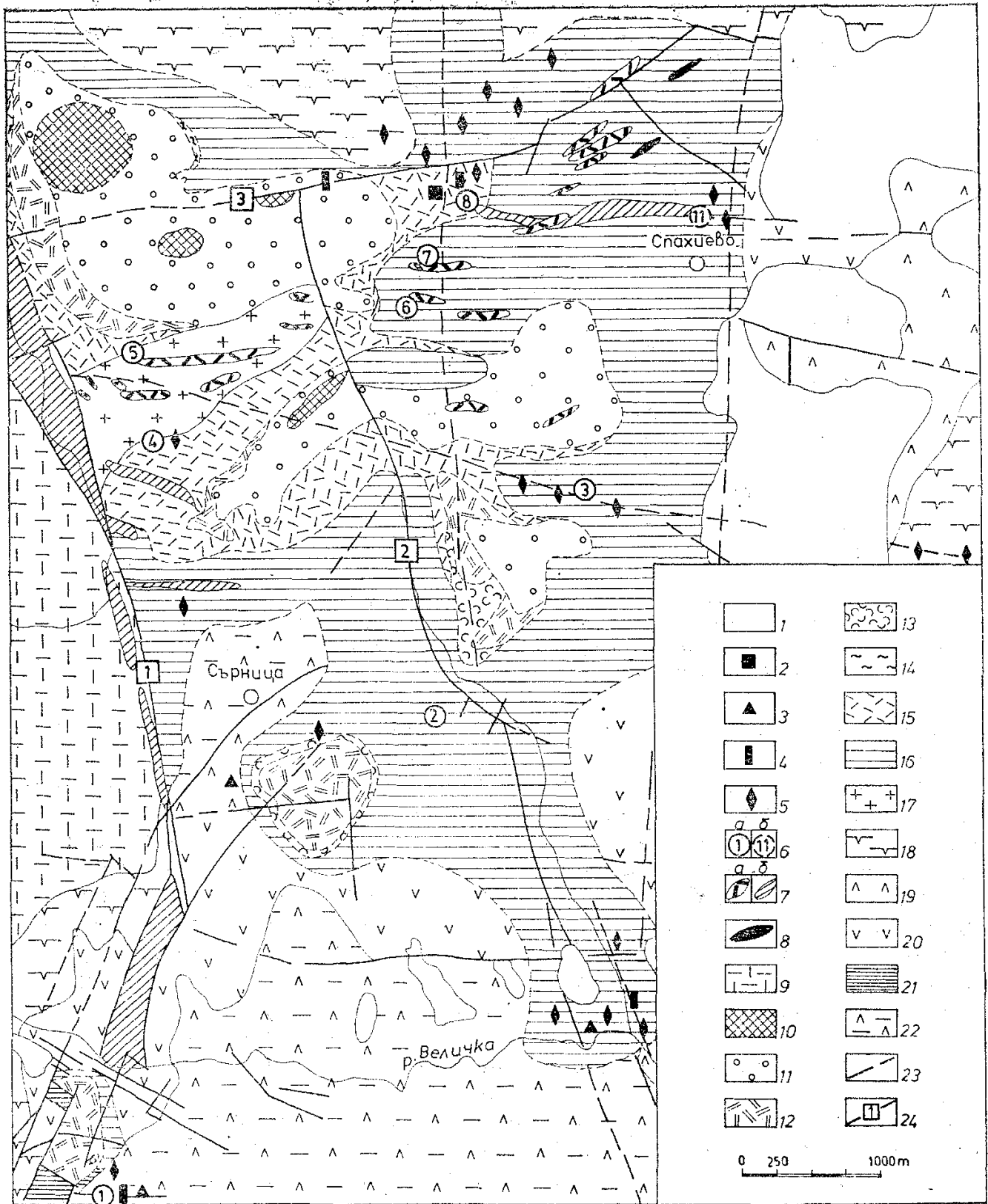
Компоненти	Проба				
	5	3	2	1	1a
SiO ₂	59,42	57,46	89,50		
TiO ₂	0,76	0,77	0,98		
Al ₂ O ₃	16,23	16,47	2,71		
Fe ₂ O ₃	4,69	3,29	3,19		
FeO	1,52		0,29		
MnO	0,08	0,01	0,01		
MgO	3,33	0,10			
CaO	1,05	0,60	0,52		
Na ₂ O	3,92	0,98	0,06	1,72	0,26
K ₂ O	4,75	1,82	0,55	8,74	3,60
P ₂ O ₅	0,45	0,64	0,16		
H ₂ O ⁻	0,83	0,35	0,21		
H ₂ O ⁺	2,73	6,50	1,35		
SO ₃	—	10,96	0,22		
Сума	99,76	99,95	99,74		

З а б е л ж к а. Пробите са: 5 — пропилитизиран латит; 3 — алунитов кварцит; 2 — вторичен кварцит, съдържащ диаспор и алунит; 1 — пропилитизиран и адуларизиран латит; 1a — кварц-адуларова прожилка.

вторичните кварцити са вместили сред калдерните разломи и са генетично свързани с тях.

При извършените изследвания освен споменатите промени бяха установени диаспорсъдържащи кварцити, алунитови кварцити и зони на адуларизация. Вторичните кварцити заемат площ около 0,5 km². Изучаването им се затруднява както от липса на достатъчно разкрития, така и от сложната тектонска обстановка. Според И в а н о в (1972) сложната шахматна дребноблокова структура на участъка се дължи на неколкочкратно докалдерни, калдерни и следкалдерни движения. В тази обстановка трудно може да се оцени позицията на резедавите туфи. Ако в действителност вторичните кварцити залягат над тях, това означава, че кварцитите са развити по скали от втория среднокисел вулканизъм. От друга страна, между алунитовите кварцити и резедавите туфи не се наблюдават пропилитизирани латитоандезити, а такива се разкриват под туфите. Наличието на окварцяване и адуларизация в пропилитизирани вулкани и в киселите туфи, както и непосредственото развитие над тях на алунитови кварцити (възможно е да присъствуват и аргилизити), показва вероятност за изменения от хидротермална дейност, свързана с разломния възел. Това също така показва, че в конкретния случай хидротермалната дейност не може да се обвързва само с определен етап от вулканизма (първи или втори среднокисел).

За пропилитизирани вулкани са характерни серицитизацията на плагиоклазите, хлоритизацията на биотита и карбонатизацията (прожилки и гнезда). Диаспорсъдържащите кварцити оформят едно малко тяло в южната част от площта с вторични кварцити. Те са изградени от кварц, диаспор около 5%, малко алунит, железни хидроокиси. Алунитовите кварцити се отличават с плочно развитие и дебелина в рамките на първите няколко десетки метри. Те са розовожълтеникави до ръждивоизбелели на цвят. Из-



Фиг. 4. Геоложка карта на уч. Сърница—Спахиево и уч. Габрово (Иванов, 1960; 1972; Боянов, Маврудчиев, 1961; Радонова, 1973; Димитров; Димитров, 1974, с допълнения)

1 — кватернер, плиоцен; олигоцен; 2 — зони с фосфатна минерализация, 3 — зони на зеолизация, 4 — зони на баритизация, 5 — зони на адуларизация, 6a — по-важни рудни находища и рудопроявления (1 — Габрово, 2 — Мезарлъксърг, 3 — Иреджедере, 4 — Саже, 5 — северен контакт на монционитовата интрузия, 6 — Каян бунар, 7 — Ерекдере, 8 — Чала), 6b — по-важни зони с рудни минерализации (11 — Спахиево); III кисел вулканизъм: 7a — фелзитови риолити, 7b — кварцтрахити; III среднокисел вулканизъм: 8 — мелалатити; II кисел вулканизъм: 9 — риолитов комплекс; II среднокисел вулканизъм: 10 — монокварцити, 11 — диаспорови

градени са от кварц 50—60%, алунит до 25—30%, малко каолинит, рутил, железни хидроокиси, ярозит. Алунитът е развит в пинакоидален хабитус, което заедно с малката мощност на кварцитите и липсата на диаспоров фашиес и монокварцити е указание за по-голяма дълбочина на ерозионния срез в сравнение с други блокове от северния участък Сърница—Спахиево. В химическо отношение (табл. 1) метасоматично изменените скали не се различават съществено от тези в другите участъци на северозападната част от периферията на Боровишкия вулкански район.

Интересно е да се отбележи, че в долината на р. Величка, в близост до местността Борака, се наблюдават остатъци от шлака (непубликувани данни на Иван Иванов), които най-вероятно са свързани с получаването на стипца от намиращите се в непосредствена близост алунитови кварцити. Потвърждение на това има и в пътеписите на Евлия челеби от миналия век.

Участък Сърница — Спахиево

Участъкът (фиг. 4) заема по-голямата част от т. нар. Спахиевско рудно поле (Радонова, 1973; Манева, Маляков, 1974). За северна граница с Брястовския участък се приема Мечковецкият дислокационен сноп, за западна и източна — съответно Сърнишкият и Казъклийският разлом, а за южна — р. Величка. В геоложкия строеж на удължения в меридионална посока тектонски блок (Маляков, Димитрова, 1973) участвуват терциерни вулканити (латити, латитоандезити, андезити — по Иванов и др., 1971 — непубликувани данни), пирокластити и епикластити, терциерни интрузивни, дайкови, седиментни скали, както и метаморфити от фундамента.

Конфигурацията на тектонския блок е определена от крупни разломи по които са се извършили размествания с голяма амплитуда (Манева, 1975). Изявеният блоков строеж (Манева, 1975) се определя от няколко основни системи на разломяване. Според Маляков, Димитрова (1973) те са три: 290—300°, 340—350° и 30—40°, а Манева (1975) групи

← кварцити, 12 — алунитови кварцити, 13 — каолинит-дикитови кварцити, 14 — аргилизити, 15 — кварц-серицитови метасоматити, 16 — пропилити, 17 — Сърнишка интрузия, 18 — едро- до среднопорфирни латити и трахити, 19 — дребнопорфирни латити, 20 — мелалагити и дребнопорфирни латити; I кисел вулканизъм: 21 — хоризонт на резедавите туфи; горен еоцен: I среднокисел вулканизъм: 22 — дребнопорфирни андезити и латитоандезити; 23 — разломи; 24 — по-важни разломи: 1 — Сърнишки калдерен, 2 — Чамлъшки, 3 — Мечковецки

Fig. 4. Geological map of the Sarnica — Spahievo and Gabrovo regions (Иванов, 1960, 1972; Боянов, Маврудчиев, 1961; Радонова, 1973; Димитров, Димитров, 1974 with additions)

1 — Quaternary, Pliocene; Oligocene; 2 — zones with phosphate mineralization, 3 — zones of zeolitization, 4 — zones of barization, 5 — zones of adularization, 6a — more important deposits and manifestations (1 — Gabrovo, 2 — Mezarlaksárt, 3 — Iredžedere, 4 — Saže, 5 — N' contact of the monzonit intrusion, 6 — Kainbunar, 7 — Erekdere, 8 — Čhala); 6b — more interest zones with ore mineralization (11 — Spahievo); IIId acid volcanism: 7a — felsitic rhyolites, 7b — quartztrachytes; IIInd intermediate volcanism: 8 — melalattites; IIInd intermediade volcanism: 10 — monoquartzites, 11 — diaspore quartzites, 12 — alunite quartzites, 13 — kaolinite-dickite quartzites, 14 — argillizites, 15 — quartz-sericite metasomatites, 16 — propilites, 17 — Sârni êa intrusion, 18 — coarse- to medium porphyric latites and trachytes, 19 — fine porphyric latites, 20 — melalattites and fine porphyric latites; Ist acid volcanism: 21 — greenish tufts; Upper Eocene: Ist intermediate volcanism: 22 — fine porphyric andezites and andesite-latites; 23 — faults; 24 — more important faults: 1 — Sârni êa fault, 2 — Camlaka, 3 — Mečovec

ра разломите в четири системи: 20—40°, 90—120°, 70—90° и 160—180°. М а н е в а (1975) и други автори включват в естествените граници на Спахиевското рудно поле освен изброените по-горе разломи и Габровския — от юг. Независимо че този модел се приближава до изискванията за рудно поле, трябва да се имат предвид и някои идеи за разширяване (например в западна посока — по непубликувани данни на Р. Иванов, в източна посока — Й о с и ф о в и др., 1990, а също и на север).

Съгласно представите на И в а н о в (1972) в участъка се разкриват скали на първия и втория среднокисел вулканизъм. Първият среднокисел вулканизъм е представен от порфирни латитоандезити, андезити, кварц-латитоандезити, лавобрекчи, туфобрекчи. Латитите са тъмнозелени скали с порфирна генерация от плагиоклаз, амфибол, пироксен и биотит и основна маса от плагиоклазови микролити и вулканско стъкло. Плагиоклазовите индивиди (ядро Ap_{50}) са с дължина до 2—3 mm и изграждат около 25—30% от скалата. Моноклинният пироксен е дребен (до 1 mm), безцветен и по оптични данни отговаря на диопсид-авгит. Амфиболът е плеохроитен (червено-кафяв до жълтозеленикав) и често е опацитизиран. Биотитът се характеризира с непостоянно присъствие; образува индивиди до 1—2 mm, има изразен плеохроизъм от кафяво-зелено до светложълт и почти винаги е опацитизиран. Латитовите лавобрекчи се състоят от късове от латити (с големина до 30 cm) и латитова спойка. Андезитите прехождат от пироксен-биотитови в амфибол-биотитови или само в биотитови (Р а д о н о в а, 1973). И в а н о в (1972) за този район засебява мелалатити и лампролатити, като лампролатитите се отличават от латитите само по химизъм.

Вторият среднокисел вулканизъм е представен от дребно- до среднопорфирни латити и латитоандезити и от едропорфирни латити до трахити. Преобладават дребно- до среднопорфирните биотит-пироксенови до пироксен-биотитови латити, които не се различават съществено минераложки и по химизъм. Съдържанието на порфирния плагиоклаз (лабрадор до андезин-лабрадор) достига 20—30%. Плагиоклазът е плочест, с дължина 3—4 mm, а при среднопорфирните — до 7—8 mm. Съществен белег на среднопорфирните латити е появяването на калиев фелдшпат (санидин) в порфирната генерация. Характерна особеност на латитите и латитоандезитите е, че са двупироксенови. Моноклинният пироксен (авгит, $c \wedge N_g = 45^\circ$) е с размери 1—2 mm, почти безцветен, а ромбичният (бронзит-хиперстен) образува призматични форми до 0,4—0,5 mm и е със слаб плеохроизъм.

По-слабо разпространени са дребнопорфирните пироксен-биотитови латити и едропорфирните латити до трахити, които ще бъдат разгледани съответно в участъците Пилашево и Брястово, където са широко развити.

Както вече се спомена, в участъка Сърница — Спахиево се разкрива Сърнишката интрузия, изучена в минералого-петроложки аспект от М а в р у д ч и е в, Б о т е в (1966) и в структурно-морфоложки от М а л я к о в, Д и м и т р о в а (1973). Основната част на интрузивното тяло е съставена от монцонитоиди, сиенити и гранит-аплити. Монцонитоидите са изградени от плагиоклаз (Ap_{42-49}), калиев фелдшпат ($-2 V = 55^\circ$), пироксен ($c \wedge N_g = 41^\circ$), амфибол ($c \wedge N_g = 10^\circ$), биотит, \pm кварц, а сиенитите — от плагиоклаз (Ap_{37-45}), калиев фелдшпат ($-2 V = 55^\circ$), пироксен ($c \wedge N_g = 38^\circ \div 40^\circ$), амфибол, биотит, кварц. Акцесорните минерали са: магнетит, апатит, циркон, титанит (в изкуствени шлихи има също рutil, гранат, монацит, илменит). Структурата на монцонитоидите е хипидиоморфнозърнеста с преходи към алотриоморфнозърнеста, докато при сиенитите освен хипидиоморфнозърнестост се наблюдават сериално-порфирна и импликационна. В аплит-гранитите основни минерали са калиевият фелдшпат и кварцът, а плагио-

клязът и биотитът са с подчинено значение (М а в р у д ч и е в, Б о т е в, 1966).

Що се отнася до неизучената Мезарлъксъртска интрузия, твърде възможна е нейната общност в дълбочина със Сърнишката, както предполагат Й о с и ф о в и др. (1990).

Посткалдерните вулкани в участъка са представени от кварц-трахити, фелзитови риолити и по-малко мелалатити. По-наситена с тях е площта между Мечковецкия разломен снап и линията Сърница—Спахиево, а така също и около Сърнишкия разлом.

Трябва да се отбележи, че за схемата на магматизма във вижданията на различните автори има съществени различия. Несъмнено важни са въпросите за хронологичното положение на Сърнишката интрузия, на хидротермалната дейност и орудяванията. Сърнишката интрузия се приема за по-стара от вулканитите (Р а д о н о в а, 1974), по-млада от едропорфирните латити, но преди риолитовия вулканизъм (И в а н о в, 1972) или по-млада от него (М а в р у д ч и е в, Б о т е в, 1966), или най-общо синхронна на вулканизма (Я н е в, Х а р к о в с к а, 1981). По данни на L i l o v e t a l. (1987) абсолютната възраст на интрузията е 31,5 Ма.

В участък Сърница—Спахиево поради широкия обхват на хидротермалната дейност и скалите, които изглеждат свежи, всъщност са засегнати от промени. За пропицитите са отделени следните фацисни на изменение (Р а д о н о в а, 1973): актинолит-епидотов — единична проява северно от с. Сърница; епидот-хлорит-албитов — разпространен в района северно от с. Сърница (вр. Саже); серицит-калцит-хлорит-албитов — с най-широко разпространение; серицит-хлорит-албитов ± турмалин — преходен към серицит-кварцовия фацис; серицит-кварцов — много характерен за месторождение Саже и южно от вр. Калето с минерален състав кварц, серицит, пирит, ± хематит, рутил, вторичен титанит, апатит.

В отбелязаните фацисни на пропицитизация се вижда, че на албитизацията се отделя широко място. Преглеждането на голям брой шлифи от шлифотеката на Т. Радонова в Геологическия институт на БАН, както и микроскопирането на материали от редица сондажи от участъка позволяват да се твърди, че албитизацията по-силно е развита в дълбочина, главно около вр. Саже и др.

По отношение на вторичните кварцити за участъка Р а д о н о в а (1973) отделя дикитови, алунитови, диаспорови кварцити и монокварцити. Към тях следва да се добавят серицитовите кварцити* като преход към типичния кварц-серицитов фацис на пропицитите.

Серицитови кварцити — обикновено не се установяват на повърхността. Те са сиви до жълтеникавобели скали, изградени главно от серицит, развит псевдоморфно по порфирните минерали и по основната маса или образуващ гнездовидни струпвания заедно с прекристализирал и новообразуван кварц.

Дикитови кварцити — оформят неиздържани зони около алунитовите кварцити при с. Сърница (Гаджовска и Хайвазова чука, източно от вр. Чамлъка), западно от с. Спахиево. Те са бели на цвят, понякога порцелановидни и са изградени от кварц, дикит, каолинит, рутил, малко пирит.

Алунитови кварцити — заемат големи площи югоизточно от с. Сърница и западно от вр. Чамлъка. Преходът от дикитовите кварцити към тях е

¹ Съгласно Н а к о в н и к (1964) приемаме, че принадлежността на кварцсерицитовите скали към формацията на вторичните кварцити се определя от появата в тях на редки зърна или прожилки от дикит, пиропилит, алунит, диаспор и др.

Таблица 2

Химичен състав на метасоматично изменени скали от участък Пилашево (съдържания в тегл. %)

Компоненти	Проба					
	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	53,02	56,62	86,62			
TiO ₂	0,84	0,77	0,01			
Al ₂ O ₃	15,94	16,73	5,84			
F ₂ O ₃	7,20	5,43	1,24			
FeO	1,03	1,31	0,41			
MnO	0,10	0,20	0,03			
MgO	5,20	2,26	0,49			
CaO	1,98	6,02	0,39			
Na ₂ O	3,51	3,19	0,19	0,38	0,34	0,10
K ₂ O	5,86	3,61	2,74	10,20	3,89	2,33
P ₂ O ₅	0,46	0,44	0,12			
H ₂ O ⁻	1,29	0,77	0,27			
H ₂ O ⁺	2,85	2,72	1,39			
CO ₂	0,51	—	—			
S	0,02	0,05	0,01			
Сума	99,81	100,12	99,75			

З а б е л е ж к а. Пробите са: 1 — хлоритизиран и карбонатизиран латит; 2 — серицитизиран латит; 4 — серицитизиран, карбонатизиран и адуларизиран латит; 3, 5, 6 — кварц-адуларова жила.

постепенен — чрез междинна зона от дикит- и алунитсъдържащи кварцити, като съответно съдържанията на дикит и алунит нарастват с приближаване към основните фазиеси. Алунитовите кварцити са ръждивобели, бели с розов оттенък, с петна и ивици от железни хидроокиси. Често те са червеникави от наличието на хематитов пигмент. Изградени са от алунит, кварц, каолинит, дикит, рутил, малко пирит, хематит, апатит. Според Р а д о н о в а (1973), макар и рядко, присъствува и топаз (?). Независимо от високата степен на промяна се запазват реликти от първичната текстура и структура, като най-добре изпъкват текстурните особености на лавобрекчите. Освен лимонит от супергенните минерали широко е развит ярозит в прожилки и гнезда. По-слабо засегнатите от повърхностните процеси алунитови кварцити са светлосиви до кремави, здрави, с неправилен или мидест лом скали с варираща порестост до 20%.

Диаспоровите кварцити оформят масивите на вр. Чамлъка, вр. Калето, вр. Аида и Иринджийски връх. В едни от случаите те са изградени от финозърнест кварц и диаспор, който образува неправилни агрегати или единични кристали, или в гнезда и прожилки заедно с дикит. В други случаи (на прехода към алунитовите кварцити) в тях се наблюдава и алунит. Установената жилна диаспорова минерализация в алунитовите кварцити е относително по-късна и е свързана с развитието на тектонски нарушения с посока 90—110° в местността Хайвазова чука.

Монокварцитите са сивобели, много здрави скали, съставени от микрозърнест кварц с малко примеси от рутил и диаспор.

Освен разгледаните метасоматити, в участъка широко разпространение имат и проявите на адуларизация.

Една от добре изразените хидротермални зони с адуларизация се намира южно от с. Сърница. Тя представлява морфоложки добре засебена жила с дължина около 500 m и дебелина до 1 m, с почти изток-западна по-

сока, отвесно или стръмно наклонена на север (80—85°). Морфологията на зоната е неиздържана поради по-късни тектонски нарушения (около 20°) с разседно-отседен характер. Минералният ѝ състав е кварц, адулар, серицит, карбонат, барит, галенит, сфалерит. В централните най-интензивно изменени части преобладават кварц и адулар. Около кварц-адуларовата жила вместиците дребнопорфирни латитоандезити са интензивно променени. Измененията (в интервал 3—4 m) бързо прехождат отвътре навън от серицит+карбонат+хлорит в карбонат+хлорит. В най-външните зони плагиоклазът частично е заместен от адулар.

В табл. 2 е показан химичен състав на скали от зоната на адуларизация (съдържание в тегл. %).

Изследваните проби с рудна минерализация съдържат Pb и Zn до 10%, Cu (до 0,6%), Ba (0,6%), а в една от тях има значително съдържание на Cd (над 1%). Анализирани са 5 проби за злато с съдържание под 1 g/t.

Източно от тази зона и перпендикулярно на нея има друга подобна (дебела 30—40 cm), която с прекъсване се следи около 300 m. В тази зона обаче независимо от силното окварцяване адуларизацията е по-слаба. На мястото на пресичане на двете зони се повишава количеството на барита. Взаимоотношенията между него и адулара не са напълно ясни.

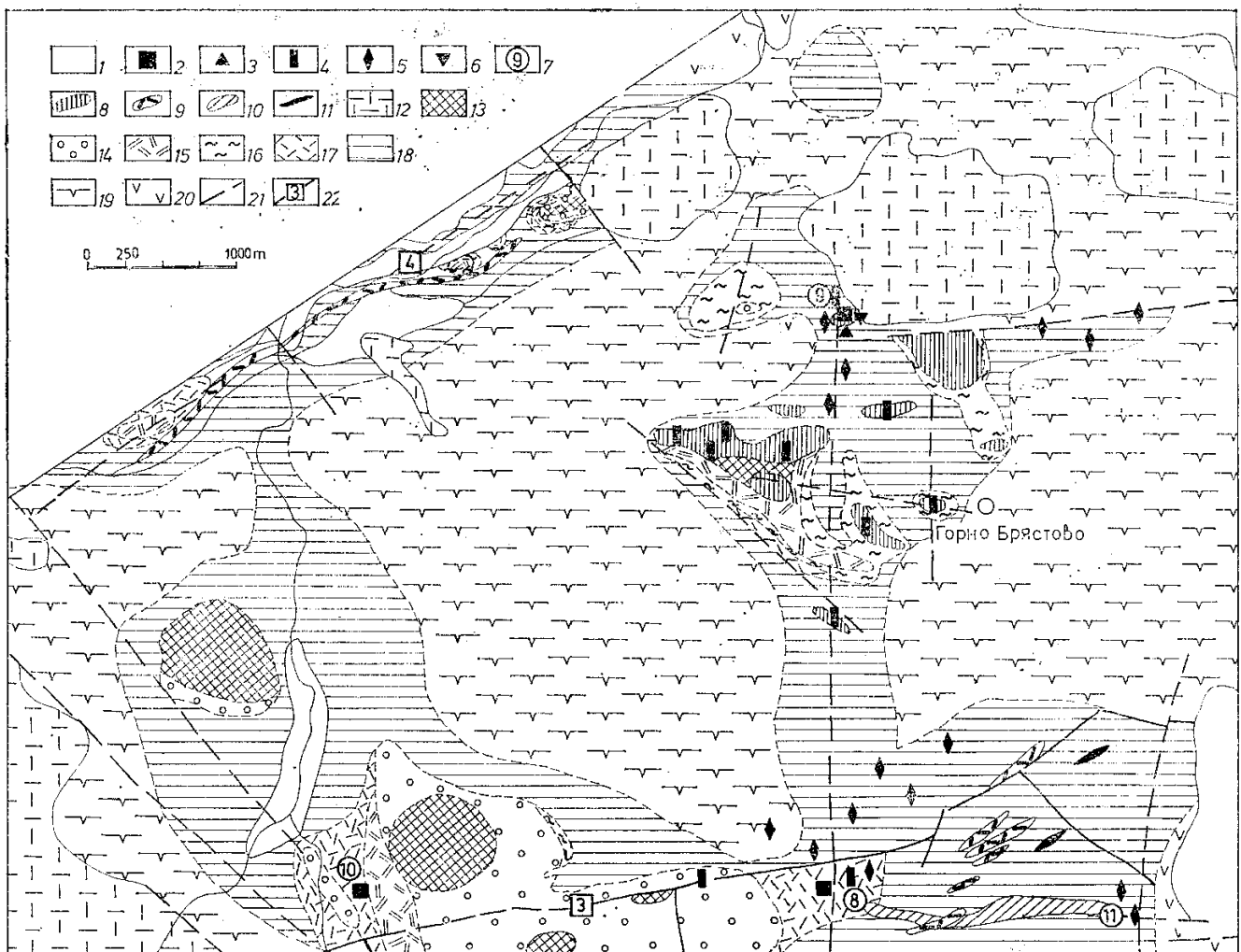
Подобни, но по-слабо изявиени на повърхността зони на адуларизация има в местността Иредже дере (югозападно от с. Спахиево) с продължение към вр. Хасара (западно от с. Сираково), околос. Саже и вр. Гаджовска чука (при с. Сърница). Все още недостатъчни са данните за зоната при с. Спахиево, като засега са установени кварц, адулар, хлорит, карбонат, галенит, сфалерит. Адуларът в монзонитите от Сърнишката интрузия образува мономинерални прожилки, които пресичат серицитизиран фелдшпат.

Участък Брястово

Този участък (фиг. 5) е отделен от участъка Сърница—Спахиево от Мечковецкия дислокационен сноп, западната му граница е Сърнишкият разлом, на север граничи с участък Пилашево и участък Сусам по Пилашевския разломно-дайков сноп, а на изток се простира до границата с плиоценските и кватернерните наслаги. Подобно на южния участък и този може да се приеме като тектонски блок. Най-нови данни за вулcano-тектонската позиция и генезиса на полиметалните орудявания в находище Брястово дават Георгиев, Милованов (1989). Бортовите разломи, с които те ограничават т. нар. Брястовски грабен, по същество съвпадат с Мечковецкия дислокационен сноп на юг и с Пилашевския разломно-дайков сноп (Боянов, Маврудчиев, 1961) или Буковска разломна зона — на север.

За участъка са характерни широко развитие на едропорфирни (на места до трахити) и среднопорфирни латити, няколко по-големи тела от риолити и слаба проява на дайки. На повърхността няма данни за пряко продължение на Чамлъшкия разлом от южния участък Сърница—Спахиево. Вероятно той се прекъсва и отмества в източна посока от Мечковецкия разломен сноп. По степен на измененост участъкът се отличава с различна интензивност в площно отношение.

Едропорфирните латити са изградени от впръследи от плагиоклаз, калиев фелдшпат, пироксен и биотит — включени в основна маса от плагиоклазови и санидинови микролити. Едропорфирният облик се дължи на впръслеците от плагиоклаз и единичните впръследи от калиев фелдшпат. Плагиоклазът (Al_{42-65}) образува индивиди с размери до 1—2 mm. Калие-



Фиг. 5. Геоложка карта на уч. Брястово (Боянов, Маврудчиев, 1961; Иванов, 1972, с допълнения)

1 — кватернер, плиоцен; олигоцен: 2 — зони с фосфатна минерализация, 3 — зони на зеолитизация, 4 — зони на баритизация, 5 — зони на адуларизация, 6 — зони на флуоритова минерализация, 7 — рудно находище, 8 — зони на окварцяване; III кисел вулканизъм: 9 — фелзитови риолити; 10 — кварцтрахити, III среднокисел вулканизъм: 11 — мелалатити; II кисел вулканизъм: 12 — риолитов комплекс; II среднокисел вулканизъм: 13 — монокварцити, 14 — диаспорови кварцити, 15 — алунитови кварцити, 16 — аргилизити, 17 — кварц-серицитови метасоматити, 18 — пропилити, 19 — едро- до среднопорфирни латити и трахити, 20 — мелалатити и дребнопорфирни латити; 21 — разломи; 22 — по-важни разломи: 3 — Мечковецки, 4 — Пилашевски

Fig. 5. Geological map of the Brjastovo region (Боянов, Маврудчиев, 1961; Иванов, 1972 with additions)

1 — Quaternary, Pliocene; Oligocene: 2 — Zones with phosphate mineralization, 3 — zones of zeolitization, — 4 — zones of baritization, 5 — zones of adularization, 6 — zones the fluorite mineralization, 7 — ore deposit, 8 — zones of quartzization; IIIInd acid volcanism: 9 — felsitic rhyolites, 10 — quartz-trachytes; IIIInd — intermediate volcanism: 11 — melalattites; IIInd acid volcanism 12 — rhyolites complex; IIInd intermediate volcanism: 13 — monoquartzites, 14 — diaspore quartzites, 15 — alunite quartzites, 16 — argillizites, 17 — quartz-sericite metasomatites, 18 — propilites, 19 — coarse- to medium porphyric latites and trachytes, 20 — melalittites and fine porphyric latites; 21 — faults; 22 — more important faults: 3 — Mečkovec, 4 — Pilachevo

вият фелдшпат е санидин — обикновено бистър до бял, плочест, понякога зонален, с дължина до 2—3 mm. Моноклинният пироксен (авгит до диопсид-авгит, $c \wedge N_g = 38^\circ \div 44^\circ$) е почти безцветен до бледозелен със слаб плеохроизъм. Размерите му достигат 2—3 mm. Освен него се наблюдават и дребни кристалчета от ромбичен пироксен, който е малко по количество. Бiotитовите впръследи обикновено достигат 1—2 mm, по-рядко до 4 mm, плеохроират

в кафяви до светложълти тонове. По-слабо е застъпен амфиболът. Апатитът е два вида: безцветен и кафеникав със слаб плеохроизъм; размерите му са 0,3—0,5 mm.

Описаните латити по външен вид и петрографски състав не се отличават от латитите, които залягат в Сърнишката калдера непосредствено под тuffите на II кисел вулканизъм. По тези съображения И в а н о в (1972) ги отнася към II среднокисел вулканизъм.

Съществуването на трахити е отбелязано още от Н u s s a k (1883). И в а н о в (1960) отнася тези скали към II среднокисел вулканизъм, докато Б о я н о в, М а в р у д ч и е в (1961) ги причисляват към „ефузията на биотит-пироксеновите латити и андезити.

Най-достъпното разкритие на трахити се намира на шосето, на около 200 m източно от хижа „Аида“, където се наблюдават най-запазените скали не само за разглеждания участък. Трахитите (които по състав и химизъм не се отличават от едропорфирните латити) са тъмнозелени до черни, като на този фон рязко изпъкват едрите (до 3—4 cm) санидинови кристали. Тяхното разположение обуславя плоскопаралелни структури на течение. Структурата на скалите е трахитова. Възрастта на трахитите е 31,5 Ma (L i l o v et al., 1987).

За развитието на хидротермалните изменения следва да се отбележи виждането на Р а ш к о в (1962) за образуването на диаспорови вторични кварцити по едропорфирни латити — в резултат на солфатарно изменение. За разлика от него Р а д о н о в а (1973) приема, че едропорфирните латити са засегнати само от по-късните околожилни изменения, свързани с оловно-цинковите орудявания. Според нея вторичните кварцити са образувани само по дребно- до среднопорфирния андезито-латитов комплекс. Някои наблюдения в зоните с хидротермални изменения и новите данни от сондажните работи в съседния южен участък (едропорфирните латити в местността Калето) подсказват, че измененията и на едропорфирните латити и трахити достигат до вторични кварцити.

От фациесите на пропилитите (в хоризонталната метасоматична зоналност) са установени главно епидот-хлорит-карбонат и хлорит-серицит-карбонат с почти повсеместно присъствие на бистър и кафеникав апатит. Пироксенът и амфиболът се заместват от хлорит и карбонат минерал.

Аргилизацията е един от типичните белези за участък Брястово. Недостатъчната разкритост на повърхността и налагането на супергенната върху ендеогенната аргилизация затрудняват изследванията, затова много ценна информация за развитието на процеса в хоризонтална и вертикална посока дават прокараните сондажи в местността Рамаданска чука и в землището на с. Горно Брястово. При ендеогенната аргилизация псевдоморфно и в прожилки се развиват главно каолинит, серицит, хидрослюда и хлорит, рядко монтморилонит. Дебелината на зоните варира от десетки cm до десетки m. Получените досега данни позволяват да се очакват добри резултати в изучаването на минералогията и зоналността на аргилизитите след приключването на сондажните работи в участъка.

Преходът към алунитовите кварцити се осъществява чрез непостоянни и неиздържани зони от каолинит-дикитови кварцити. Основните материали, които ги изграждат, са кварц, каолинит и дикит; с променливо (но минимално) съдържание са алунитът и серицитът.

Установяването на серицит-диаспор-пирофилитови кварцити с алунит на 320 m дълбочина в местността Рамаданска чука предполага известна промяна на физикохимичните условия. Пирофилитът се развива в основната ма-

са, по порфири и в прожилки, понякога заедно с пирит и диаспор, по-рядко с алунит.

Алунивите кварцити заемат част от площите с хидротермално изменени скали в местността Света Неделя и Рамаданска чука. В някои случаи (местността Света Неделя) те оформят и греди с посока около $100\text{--}130^\circ$ и 180° при видима дължина до 100 m и дебелина до 10 m. На места текстурните особености на изходните скали са частично запазени, което позволява добре да се разграничават лавобрекчите от порфирните вулканити (напр. местността Света Неделя). В зависимост от развитието на супергенната минерализация алунивите кварцити са сиви, ръждивоизбелели, виолетово-червеникави до розови. Изградени са от кварц, алунит, глинести минерали (каолинит, дикит) — до 10%, железни хидроокиси, ярозит, \pm диаспор, \pm пирит, \pm хематит.

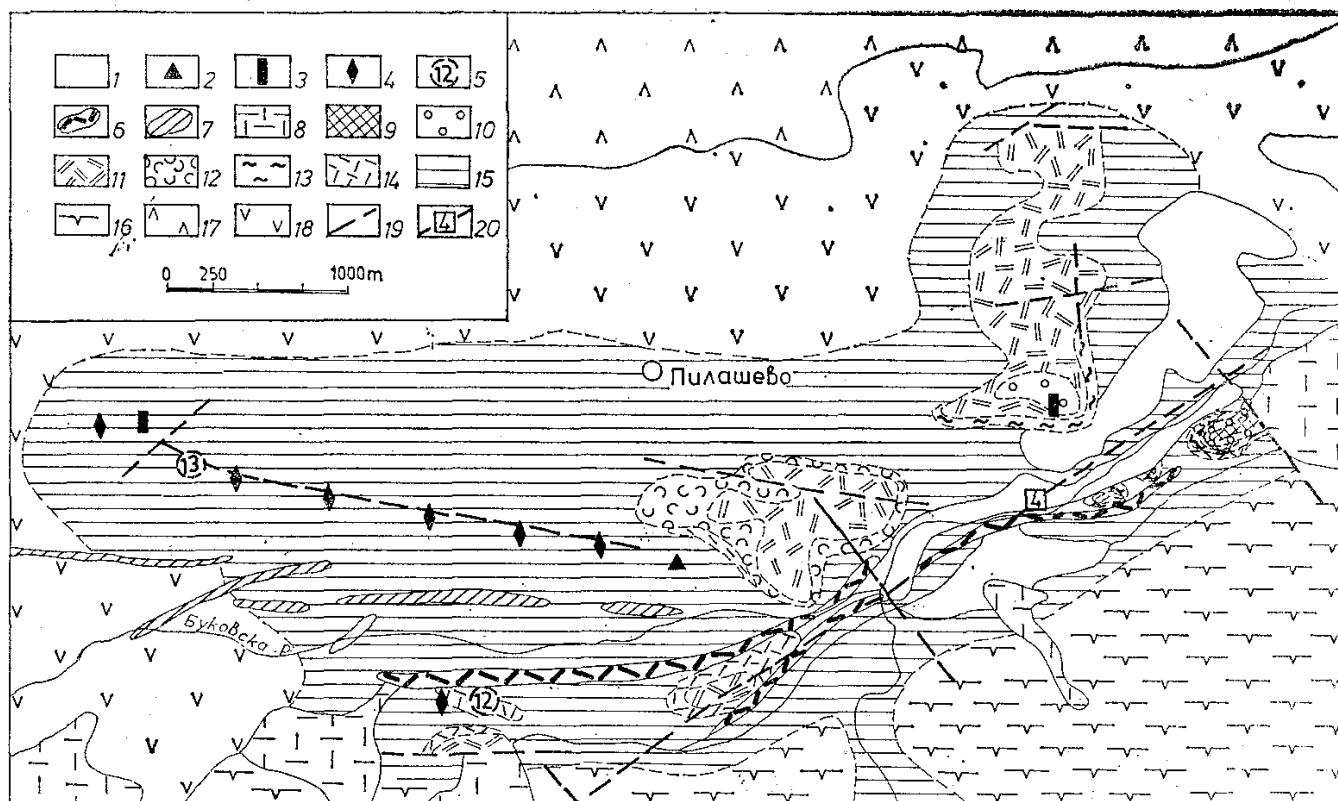
Диаспоровите кварцити имат постоянно място в метасоматичната зоналност. Прехождат от алунивите кварцити, но без ясни взаимоотношения между диаспора и алунита. В състава им преобладава кварц (до 70%), количеството на диаспора не надвишава 25%, каолинитът и дикитът само понякога достигат 5—10%.

По-големи тела от монокварцити се наблюдават в местността Света Неделя и Рамаданска чука и непосредствено западно от р. Узундере. Те оформят неправилни или линейни изтеглени тела. Изградени са почти само от кварц, но могат да съдържат и малко диаспор.

Важно отношение към рудните минерализации имат зоните на окварцяване всред пропилитите и аргилизитите. Първоначално се появяват единични прожилки от кварц \pm сулфиди, постепенно окварцяването се увеличава (гнезда и прожилки) и се преминава в зони на плътно окварцяване, на места с пукнатини и кухини. Зоните на окварцяване с рудни минерализации се съпровождат често от барит, карбонат, серицит, хидрослюда, хлорит, адулар, флуорит, стилбит.

Калиевата фелдшпатизация е едно от най-характерните явления. Често изменените скали са пресечени от розов калиев фелдшпат в прожилки с дебелина до 1,5 cm. Освен това се установява широко площно развитие на калиев фелдшпат, заместващ псевдоморфно плагиоклазите (особеност е вълновидното или мозаичното потъмняване). Нерядко (най-вече това се наблюдава в дълбочина) се срещат кварц-адуларови прожилки с типичните за адулара ромбични форми. Засега са повече данните за зоните на калиева фелдшпатизация в находище Чала, което до известна степен може да се обясни и с извършените там минни работи. Зоните са наложени върху предрудни хлорит-серицит-карбонатови пропилити. Калиевата фелдшпатизация е свързана с орудяването и околожилните изменения. Около кварц-адулар-сулфидните жили се проследяват кварц-серицитови зони с дебелина до 50—60 cm, по-рядко до 1—2 m. Освен кварц, серицит и адулар в зоните се наблюдават хематит, сфалерит, галенит, \pm халкопирит, злато, сребро, а в някои случаи и вторични фосфати (тюркоаз, варисцит, какоксенит и др.), ярозит.

По-слабо проявени на повърхността са зоните на адуларизация северозападно и североизточно от с. Горно Брястово, които се характеризират с варираща (до няколко cm) дебелина на кварц-адуларовите прожилки. Анализите на проби от кварц-адуларови жили показват следните съдържания за Na_2O и K_2O (в тегл. %): травербан 9 (обр. 1) — 0,31 и 7,73; травербан 10 (обр. 24) — 0,32 и 10,90; травербан 10 (обр. 6) — 0,46 и 11,62; травербан 11 (обр. 1) — 0,62 и 10,51; травербан 11 (обр. 2) — 0,78 и 8,74; сондаж 535 — 0,56 и 8,40.



Фиг. 6. Геоложка карта на уч. Пилашево (Б о я н о в, М а в р у д ч и е в, 1961; И в а н о в, 1972, с допълнения)

1 — кватернер, плиоцен; олигоцен: 2 — зони на зеолитизация; 3 — зони на баритизация; 4 — зони на адуларизация, 5 — по-важни зони с рудни минерализации; III кисел вулканизъм: 6 — фелзитови риолити, 7 — кварцтрахити; II кисел вулканизъм: 8 — риолитов комплекс; II среднокисел вулканизъм: 9 — монокварцити, 10 — диаспорови кварцити, 11 — алунитови кварцити, 12 — каолинит-дикитови кварцити, 13 — аргилизити, 14 — кварц-серицитови метасоматити, 15 — пропилити, 16 — едро- до среднопорфирни латити и трахити, 17 — дребнопорфирни латити, 18 — мелалатити и дребнопорфирни латити; 19 — разломи; 20 — по-важни разломи: 4 — Пилашевски

Fig. 6. Geological map of the Pilashevo region (Б о я н о в, М а в р у д ч и е в, 1961; И в а н о в, 1972 with additions)

1 — Quaternary, Pliocene; Oligocene: 2 — zones of zeolitization, 3 — zones of baritization, 4 — zones of adularization, 5 — more important zones with ore mineralization; III acid volcanism: 6 — felsitic rhyolites, 7 — quartztrachytes; II acid volcanism: 8 — rhyolite complex; II intermediate volcanism: 9 — monoquartzites, 10 — diaspore quartzites, 11 — alunite quartzites, 12 — kaolinite-dickite quartzites, 13 — argillizites, 14 — quartz-sericite metasomatites, 15 — propylites, 16 — coarse- to medium porphyric latites and trachytes, 17 — fine porphyric latites, 18 — melalalites and fine porphyric latites; 19 — faults; 20 — more important faults: 4 — Pilashevo

Участък Пилашево

Участъкът обхваща (фиг. 6) Пилашевския разломно-дайков сноп (Б о я н о в, М а в р у д ч и е в, 1961) и площта, заета от мелалатити и дребнопорфирни латити (И в а н о в, 1971), между с. Воден от изток и местността Превиен габер на запад. Най-важна структурна единица е разломно-дайковият сноп, който в по-обща линии се отбелязва и от аерофотоснимките (С е р а ф и м о в, 1979).

Трудно е да се оцени какво е заложието на Пилашевския разломно-дайков сноп, но е твърде вероятно като разломна структура то да е по-старо (даже с докалдерно зараждане). За дайките с голяма сигурност може да се приеме, че внедряването им е свързано със следкалдерни процеси. Всички данни (тектонски движения, хидротермални изменения, рудни минерализа-

ции) показват, че тази радиална спрямо Сърнишката калдера структура се характеризира с продължителна активност (Иванов, 1972).

В петрографско отношение не се наблюдава разнообразие в изходните скали. Разкриващите се тук дребнопорфирни пироксен-биотитови латити в сравнение с тънката лавова прослойка в участък Сърница—Спахиево образуват по-мощен разлив. В отделни случаи те се съпровождат и от туфи. Латитите са сивочерни до виолетовочервеникави при по-обилна хематитова пигментация. В състава им участвуват плагиоклаз (андезин-лабрадор), биотит (червенокафяв-светложълтокафяв, често опацитизиран), моноклинен (диопсид-авгит), малко ромбичен пироксен и акцесорните минерали — апатит и магнетит.

Хидротермалната дейност е изразена в пропицитизация и аргилизация, в образуването на вторични кварцити, в адуларизация и баритизация, в рудни минерализации и др. От фациесите на пропицитите най-разпространени са серцит-хлорит-карбонатовият и хлорит-карбонатовият, съпроводени от неравномерна и непостоянна албитизация. Кварц-серицитовият фациес в хоризонталната зоналност е почти постоянен, но неиздържан, докато епидот-хлорит-карбонатовият е епизодичен. Много често е проявена и характерната за пропицитите пиритизация.

Зоните на аргилизация на повърхността са редки и маломощни; скалите са изградени от кварц, глинести минерали (каолинит и дикит), серцит и \pm алунит.

От вторичните кварцити са доказани каолинит-дикитови, алунитови, диаспорови и монокварцити. Каолинит-дикитовите кварцити оформят малки изометрични или удължени разкрития в местността Одунлъка — на прехода с пропицитизираните скали или сред алунитовите кварцити. Цветът им варира от светложълтеникав до виолетов в зависимост от хематитовата пигментация. Изградени са от кварц, каолинит и/или дикит до 30%, като примеси могат да се появят диаспор или алунит.

Алунитовите кварцити са най-разпространени в масивите на местностите Борето и Одунлъка и участвуват в метасоматичната зоналност на изменените скали по южния бряг на р. Чулфанска. Освен изометрични тела те оформят и греди с дължина около 100 m и дебелина 5—10 m. Алунитовите кварцити са ръждивобели, виолетовочервеникави до розови, по-рядко сивожълтеникави. Освен кварц и алунит, които изграждат 80—90% от скалата, съдържат още каолинит (по-рядко дикит) около 5—15%, \pm диаспор, \pm пирит и хематит, ярозит и железни хидроокиси. В един случай — южно от р. Чулфанска, алунитовите кварцити съдържат около 30—50% компактен спекуларит, което свидетелствува за особено висок кислороден потенциал при тяхното образуване. Сравнително най-чисти за всички разглеждани участъци са алунитовите кварцити в северозападната част на местността Одунлъка.

Диаспоровите и диаспорсъдържащите кварцити нямат широко площно разпространение. Досега са установени в разкрития по южния склон на местността Борето, около паметника на Д. Пилашев, в местността Одунлъка и непосредствено западно от разлома, отделящ вторичните кварцити от риолитите в местността Черната скала. Скалите съдържат кварц, диаспор (5—15%, а в последното посочено разкритие — на места до 60%), каолинит, железни хидроокиси. Цветът на скалите е червеникаворъждив до сивобял. По пукнатините са образувани бял каолинит и единични диаспорови кристалчета до 2—3 mm.

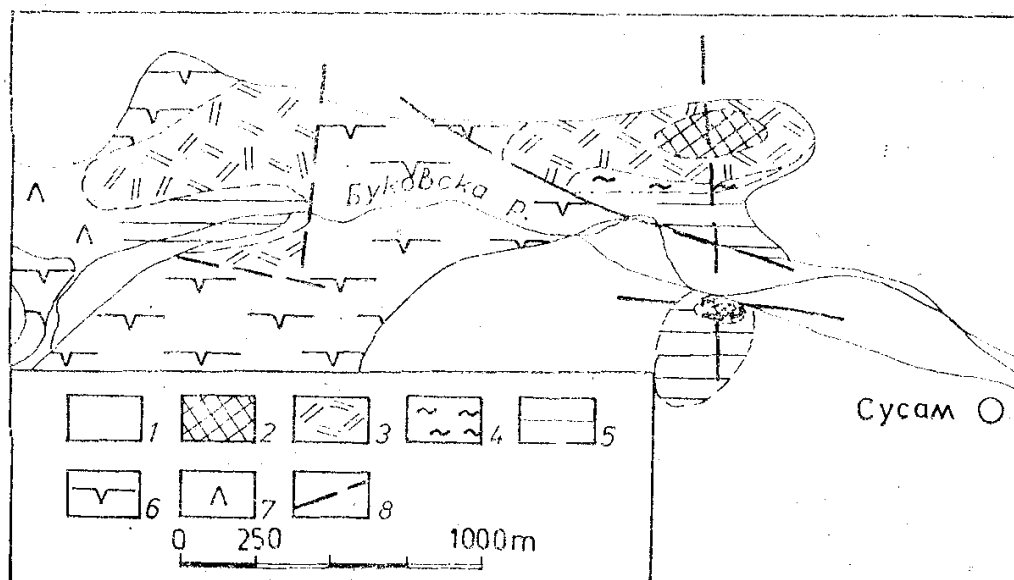
Монокварцитите образуват няколко малки разкрития. Съставени са главно от кварц (до 97—89%), рутил, а на преходите към диаспоровите кварцити съдържат и 1—2% диаспор.

В района западно от с. Пилашево сред пропилитизираните дребнопорфирни латити (главно хлорит-серицит-карбонат фациес) се разполага зона на адуларизация, оформена от няколко субпаралелни „греди“. В най-западната част зоната има посока около 130° , която след североизточен разлом се изменя до изток—западна. Дебелината на отделните жили е до 1 m, на местата с раздуви — до 3 m. Минералният състав на зоната е: кварц, адулар, серицит, карбонат, \pm барит, галенит, сфалерит, хематит, \pm плумбозит и ярозит. Централната част е изградена от кварц и адулар \pm серицит, следва зона от серицит+адулар \pm кварц, а най-външната — от серицит+кварц+хлорит+адулар. В близост до кварц-адуларовите прожилки се наблюдава уедряване на серицита. Същевременно адулар се среща и сред серицитизираните латити до контакта с кварц-адулар-сулфидните жили. Резултатите от анализите показват високо съдържание на K_2O (7,25, 7,70 и 8,70% в кварц-адуларови жили и 11,21% в серицитизиран и адуларизиран латит) и Ва, а в зоните на орудяване — на Рb, Zn и As. В някои от пробите е установено наличие на злато — под 1 g/t.

Зоните южно от с. Пилашево и р. Чулфанска не са добре изразени на повърхността. В тях окварцяването и адуларизацията са по-слабо проявени.

Участък Сусам

Разположен е (фиг. 7) между с. Сусам и с. Воден, главно по северния бряг на р. Буковска. С изключение на югозападната му част, отвсякъде е ограден от плиоценски и кватернерни наслаги. Това затруднява геологоструктурната му характеристика. Общо взето, и тук са проявени основните за периферната част на Боровишкия район северно-южни и източно-запад-



Фиг. 7. Геоложка карта на уч. Сусам (Б о я н о в, М а в р у д ч и е в, 1961; И в а н о в 1972; Кунов и др., 1981, с допълнения)

1 — кватернер, плиоцен; олигоцен; II среднокисел вулканизъм: 2 — монокварцити; 3 — алунитови кварцити и опалити, 4 — аргилизити, 5 — пропилити, 6 — едро- до среднопорфирни латити, 7 — дребнопорфирни латити; 8 — разломи

Fig. 7. Geological map of the Susam region (Б о я н о в, М а в р у д ч и е в, 1961; И в а н о в, 1972; К у н о в et al., 1981 with additions)

1 — Quaternary, Pliocene; Oligocene; II intermediate volcanism: 2 — monoquartzites, 3 — alunite quartzites and opalites, 4 — argillizites, 5 — propylites, 6 — coarse to medium porphyritic latites, 7 — fine porphyritic latites; 8 — faults

ни разломи. В участъка се разкриват дребно- до средно- и едропорфирни латити до трахити от II среднокисел вулканизъм, придружен от малки количества лавобрекчи, а почти непосредствено северно от с. Сусам (Таушан тепе) — от трахити. Дайките са сравнително рядко явление. Една от тях по минераложки състав се доближава до шошонити — плагиоклаз, моноклинен ± ромбичен пироксен, опацифициран биотит, апатит, титаномagnetит и основна маса — плагиоклазови и санидинови микролити, моноклинен пироксен, руден минерал. Трахитите са изградени от моноклинен и ромбичен пироксен, биотит, плагиоклаз, санидин, титаномagnetит и акцесорен апатит. В характеристиката на латитите не се отбелязват никакви отклонения от вече описаните за другите участъци.

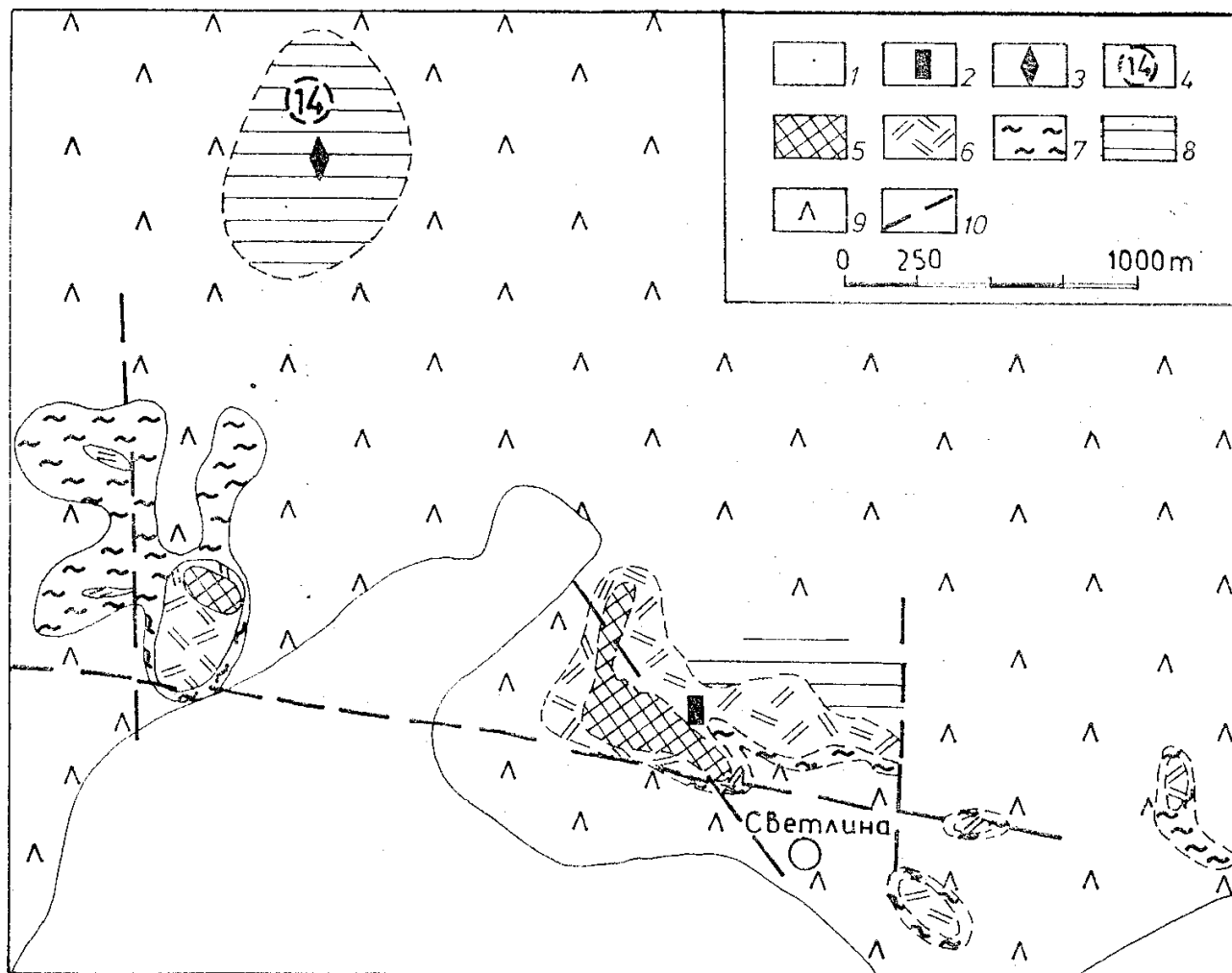
Хидротермалните изменения обхващат всички порфирни разновидности на латитите. Поради недобрата разкритост наличната информация за пропилитите и аргилизитите е недостатъчна. Вероятно тук обаче се намесва и един основен фактор — характерът на хидротермалната дейност. В хоризонталната зоналност липсват или непълно са развити типичните за пропилитите минерални асоциации — наблюдава се частична карбонатизация или се развиват хлорит и хидрослюда. Най-често преходът между вторичните кварцити и неизменените скали се осъществява чрез зони на опализация и аргилизация (опал, хидрослюда, глинести минерали, каолинит и монтморилонит, халцедон), които в редица случаи съдържат и малки количества алунит. Тези белези, както и изометричната форма на изменените зони показват, че е възможно измененията да са подобни на тези, свързани със съвременна поствулканска дейност. Разпространението на изменените скали позволява да се предположи, че солфатарната дейност е имала два центъра на активност — единият по-близо до западния край на с. Сусам, а другият — източно от с. Воден.

Във фациално отношение не се установява разнообразие. Наблюдават се само алунитови кварцити, алунитови опалити и монокварцити, които на места са диаспорсъдържащи. Алунитовите кварцити са сивобели до червеникави, напукани и натрошени. В зоната на преминаване към диаспорсъдържащите кварцити се наблюдават и силно тектонски обработени блокове (2×3 m) с изглед на брекча с късове до 30 cm. Рядко се забелязват реликти от структурата на изходните скали. Минералният състав е: кварц, алунит — до 50%, каолинит — до 5%, малко рутил и в различни количества лимонит, хематит и ярозит. Алунитовите опалити са жълтеникави, кремави, червеникави до виолетови, често петнисто оцветени. Те са напукани и трошливи; понякога строежът им е мозаичен, като личат реликти от порфирната структура на първичните скали. Основни минерали са опал и алунит (до 40—50%), в умерени количества са глинестите минерали — каолинит и монтморилонит (до 10%), а количеството на железните хидроокиси, хематита и ярозита е променливо, нерядко опалът прехожда в халцедон и кварцин.

Монокварцитите са сивобели до сиви, здрави и плътни скали, които се наблюдават в неголеми разкрития около параклиса „Св. Неделя“. Изградени са от кварц (до 98%), ± диаспор, ± рутил.

Участък Светлина

По непубликувани данни на геоложката картировка в М1:100 000 (Иванов и др., 1956) в района на с. Светлина се очертава ивица от дебелослойни среднозърнести пясъчници с многобройни дребни късове и окременени дървета. Пясъчниците затъват на север със слаб наклон и се покриват от латитови туфобрекчи и бели пепелни туфи. Западно от тези места върху латитови



Фиг. 8. Геоложка карта на уч. Светлина (Боянов, Маврудчиев, 1961; Иванов, 1956 — непубликувани данни; Кунов и др., 1981)

1 — кватернер, плиоцен; олигоцен; 2 — зони на баритизация, 3 — зони на адуларизация; II среднокисел вулканизъм: 4 — по-важни зони с рудни минерализации, 5 — монокварцити, 6 — алунитови кварцити и опалити, 7 — аргилизити, 8 — пропилити, 9 — дребнопорфирни латити; 10 — разломи

Fig. 8. Geological map of the Svetlina region (Боянов, Маврудчиев, 1961; unpublished report of Ivanov, 1956; Кунов et al., 1981)

1 — Quaternary, Pliocene; Oligocene; 2 — zones of baritization, 3 — zones of adularization, 4 — more important zones with ore mineralization, 5 — monoquartzites, 6 — alunite quartzites and opalites, 7 — argillizites, 8 — propylites, 9 — fine porphyritic latites; 10 — faults

туфи и туфолясъчници залягат варовици (също по Иванов и др., 1956). Около с. Светлина освен латитовите туфи (зеленикави, с късове до 10 см, много по-рядко по-големи) се наблюдават и дребно- до среднопорфирни латити. Латитите са зеленикавочерни до зеленикави при изветряне. Изградени са от плагиоклаз (андезин-лабрадор), биотит (плочест, с плеохроизъм от кафяв до жълтокафяв), моноклинен пироксен (почти неплексоритен; $c \wedge N_g = 40^\circ \div 45^\circ$), амфибол (?) (напълно опацитизиран). Размерите на порфирните минерали не надминават 3—4 mm. Основната маса е от плагиоклазови и калиево-фелдшпатови микролити, сред които се наблюдава апатит.

По брега на язовира при с. Светлина при ниско ниво на водата се наблюдават и дайкови тела, които по минераложки състав са най-близко до латитите. Поради наличието на плиоценски и кватернерни наслаги разломните структури не се откриват и проследяват добре. Както и в останалите

участъци в периферията на Боровишката депресия основна роля са играли разломите със северно—южна и източно—западна посока. В района на селото се разкриват три по-големи хидротермално изменени зони (фиг. 8): в местностите Курт тепе, Ени кория и Кър бунар. Отличителен белег на първите две са вторичните кварцити, докато последната се характеризира с пропицитизация, адуларизация (адуларизирани латити с Na_2O —0,91% и K_2O —8,02%) и рудни минерализации (с кварц, адулар, анкерит, хлорит, галенит, сфалерит, малахит, азурит). Изучаването на взаимовръзката им, а така също и на зоналността е затруднено от наносната покривка.

От фациесите на пропицитизация в изолирани разкрития са установени хлорит-серицит-карбонат и кварц-серицитов. Подобно на участъка Сусам преходът към вторичните кварцити е чрез зони на опализация и аргилизация (опал, хидрослюда, каолинит, дикит, монтморилонит, халцедон, кварцин, алунит). За този тип скали подходящ е терминът опалит-аргилизити (Е г о р о в, 1984).

Най-разпространени от вторичните кварцити са алунитовите, представени също в две разновидности: кварцити и опалити. Разположението им създава впечатление за известна последователност в зоналността — след опалит-аргилизитите се оформят зони от алунитови опалити, по-добре застъпени в масива от вторични кварцити — непосредствено до с. Светлина. Алунитовите опалити са жълтеникави до червеникави или петнисти, силно напукани скали. На места личи реликтова дребнопорфирна структура. Изградени са главно от опал и алунит (до 40—50%), глинести минерали (5—10%), железни хидроокиси, хематит, ярозит, халцедон. Алунитовите кварцити са сивобели, червеникави на цвят, напукани и натрошени, тектонски брекчирани. В състава им освен кварц и алунит (до 70%; разпределението на алунита е неравномерно, особено в лавобрекчите или туфите) има глинести минерали (каолинит или дикит до 10%), малко опал, рутил, различно количество от лимонит, хематит и ярозит.

Монокварцитите са сивобели, сиви или съвсем черни (засега сред микропримесите не е установен причинителят на черния цвят), а при по-силно ожелезяване имат ръждивочервеникаво оцветяване. Изградени са от микрозърнест кварц (до 98%), халцедон и кварцин (до 20%), диаспор, рутил и неидентифицирани прашести продукти. В монокварцитите понякога се наблюдава ивичестост, която се дължи на прожилките от халцедон. В набеязаната зоналност алунитовите кварцити се свързват с монокварцитите чрез диаспорсодържащи кварцити. Вероятно и тук, както при с. Сусам, при образуването на вторичните кварцити известно значение са имали обезводняването и прекристализацията на опала.

Пиритизацията на вторичните кварцити и съпровождащите ги фациални разновидности на нивото на разглеждания ерозионен срез е сравнително слабо развита и има неизяснен (син- или епигенетичен) произход. Под влиянието на наложените на вторичните кварцити (с хематит) супергенни процеси се образуват ярозит и гипс. В района на с. Светлина са отбелязани и случаи на наложена баритизация на вторични алунитови кварцити.

Л и т е р а т у р а

- А л е к с и е в, Б., Е. Джурова. 1978. Зеолитовите скали от Североизточните Родопи. — Год. СУ, Геол.-геогр. фак., 69, кн. 1 — геология, 79—92.
- А т а н а с о в, А. 1965. О причинах формирования первичной зональности полиметал-

- лического оруденения восточной части Родопской рудной области. — В: Конф. проб. постмагм. рудообр. Т. II. Прага.
- А т а н а с о в, А. 1967. Структурни особености на месторождение „Габрово“. — Год. СУ, Геол.-геогр. фак., 60, кн. 1 — геология, 273—288.
- Б о я н о в, И., Б. М а в р у д ч и е в. 1961. Палеогенският магматизъм в Североизточните Родопи. — Год. СУ, Геол.-геогр. фак., 54, кн. 2 — геология, 113—157.
- Б р е с к о в с к а, В., З. И л и е в, Б. М а в р у д ч и е в, И. В а п ц а р о в, И. В е л и н о в, П. Н о ж а р о в. 1976. Маджаровское рудное поле. — Геохим., минерал. и петрол., 5—6, 23—57.
- В е л и н о в, И., И. Б а т а н д ж и е в, П. Ч о л а к о в, Б. Б л а ж е в. 1977. Новые данные о соотношениях между структурообразовательными и постмагматическими процессами в Маджаровском рудном поле. — Докл. БАН, 30, № 12, 1749—1752.
- В е л и н о в, И., М. Г о р о в а, И. Б а т а н д ж и е в, Л. П у н е в. 1982. Зунит из вторичных кварцитов Маджаровского рудного поля. — Докл. БАН, 35, № 4, 483—486.
- Г е о р г и е в, В., П. М и л о в а н о в, 1989. Вулканотектоническая позиция и генетические особенности полиметаллического месторождения Брястово, Спахиевское рудное поле. — Докл. БАН, 42, № 5, 89—92.
- Г о р а н о в, А. 1960. Литология на палеогенските отложения в част от Източните Родопи. — Тр. геол. България, сер. геохим. и пол. изкоп., 1, 259—310.
- Д и м и т р о в, Р. 1979. Металлогения Родопского Срединного массива. М., Недра. 180 с.
- Д и м и т р о в, Д., С. Д и м и т р о в. 1974. Минералогия и зоналност на оловноцинковите находища от Спахиевското рудно поле. — Изв. Геол. инст. БАН, сер. рудни и нерудни пол. изкоп., 23, 135—156.
- Д и м и т р о в, Д., М. К р ъ с т е в а. 1974. Температура на образване на оловноцинковите находища в Спахиевското рудно поле. — Изв. Геол. инст. БАН, сер. рудни и нерудни пол. изкоп., 23, 157—174.
- Е г о р о в, О. 1984. Центры эндогенной активности (вулканические системы). М., Наука. 168 с.
- И в а н о в, Р. 1960. Магматизъм в Източнородопското палеогенско понижение. Част първа — геология. — Тр. геол. България, сер. геохим. и пол. изкоп., 1, 311—388.
- И в а н о в, Р. 1972. Вулкано-тектонски структури в Боровишкото понижение. — Изв. Геол. инст. БАН, сер. геохим., минерал. и петрогр., 21, 193—210.
- Й о с и ф о в, Д., Б. М а н е в а, А. Ц в е т к о в, Д. Ц в е т к о в а, В. П ч е л а р о в. 1990. Геотектоническая позиция и строение Спахиевского рудного поля. — Geol., Balc., 20, No 1, 45-65.
- К а ц к о в, Н., Г. Ш и л я ф о в. 1968. По въпроса за магматизма в Източнородопското палеогенско понижение. — Сп. Бълг. геол. д-во, 29, № 2, 189—195
- Классификация и номенклатура магматических горных пород. 1981. М., Недра. 160 с.
- К о с т о в, И., Б. М а в р у д ч и е в, Л. Ф и л и з о в а, Г. Н. К и р о в. 1966. Зеолитова зоналност във вулканогенния комплекс между Кърджали и Асеновград. — Тр. геол. България, 6, 143—192.
- К о ю м д ж и е в а, Е., Л. Д р а г о м а н о в. 1979. Литостратиграфия на олигоценските и неогенски седименти от Пловдивско и Пазарджишко. — Палеонт., стратигр. и литол., 11, 49—62.
- К у н о в, А., М. В е л и н о в а, Л. П у н е в. 1981. Новые сведения о вторичных кварцитах в Восточных Родобах. — Докл. БАН, 34, № 11, 1533—1536.
- М а в р у д ч и е в, Б., С. Б о т е в. 1966. Петрология на Сърнишката интрузия. — Год. СУ, Геол.-геогр. фак., 59, кн. 1 — геология, 295—324.
- М а л я к о в, Й., М. Д и м и т р о в а. 1973. Структура на Сърнишката интрузия. — Изв. Геол. инст. БАН, сер. геотект., 75—96.
- М а н е в а, Б. 1973. Върху мезоструктурата на вулканските скали между селата Спахиево и Сърница, Хасковски окръг. — Изв. Геол. инст. БАН, сер. рудни и нерудни пол. изкоп., 22, 41—50.
- М а н е в а, Б. 1975. Етапи в структурното развитие на Спахиевското рудно поле. — Рудообр. проц. и минер. наход., 2, 46—58.
- М а н е в а, Б. 1975а. Структура на Спахиевското рудно поле. Автореферат на канд. дисертация, ВМГИ, София.
- М а н е в а, Б. 1980. Морфология на рудоносните зони в Спахиевското рудно поле. — Рудообр. проц. и минер. наход., 13, 47—56.
- М а н е в а, Б. 1982. Връзка между пукнатините и разломите в Спахиевското рудно поле. — Рудодобив, № 2, 4—7.

- Манева, Б. 1989. Спахийевско рудно поле. — В: Оловно-цинковите находища в България. С., Техника. 258 с.
- Манева, Б., Й. Малайков. 1974. Разломно-блоков строеж на Спахийевското рудно поле. — Изв. Геол. инст. БАН, сер. рудни и нерудни пол. изкоп., 23.
- Марчев, П. 1985. Петрология на палеогенските вулканити в района на селата Безводно и Русалско, Кърджалийско. Автореферат на канд. дисертация, Геол. инст. БАН, София.
- Наковник, Н. 1964. Вторичные кварциты СССР и связанные с ними месторождения полезных ископаемых. М., Недра. 338 с.
- Радонова, Т. 1960. Изследвания върху минераложкия състав и околорудните изменения на Маджаровското полиметално находище в Източните Родопи. — Тр. геол. България, 1, 115—197.
- Радонова, Т. 1970. Адуляризация вулканогенных пород в Звезделском рудном районе. — Докл. БАН, 23, № 9, 1119—1122.
- Радонова, Т. 1972. Алуנית от вторичните кварцити на Спахийевското рудно поле. — Изв. Геол. инст. БАН, сер. геохим., минерал. и петрогр., 21, 85—96.
- Радонова, Т. 1973. Хидротермални изменения на скалите в Спахийевското рудно поле. — Изв. Геол. инст. БАН, сер. геохим., минерал. и петрогр., 22, 141—161.
- Радонова, Т. 1974. Върху възрастта на Сърнишката интрузия. — Сп. Бълг. геол. д-во, 35, № 1, 61—63.
- Радонова, Т. 1975. Зоналност и генезис измененных пород Спахийевского рудного поля (Болгария). — В: Метасоматизм и рудообразование. М., Недра, 107—112.
- Рашков, Р. 1962. Диаспорови вторични кварцити в землището на с. Спахийево, Хасковско. — Сп. Бълг. геол. д-во, 23, № 3, 263—274.
- Серафимов, К. 1979. Космические исследования в Болгарии. С., БАН. 448 с.
- Цветков, А., Л. Никова, Д. Йосифов, Б. Манева. 1989. Геофизични критерии за детайлно прогнозиране на оловно-цинкови орудявания в Спахийевското рудно поле. — Рудообр. проц. и минер. наход., 29, 29—36.
- Янев, Й., П. Марчев. 1981. Вулканизм в Боровицкой вулcano-тектонической депрессии. — В: Палеогеновый вулканизм в Местенском грабене, Централных и Восточных Родобах (Южная Болгария). Рабочее совещ. и полевые исследов. раб. группы 3.4., София, 89—94.
- Янев, Й., А. Харковска. 1981. Общая характеристика магматизма, связанного с эпохой альпийского моласообразования на территории НР Болгарии. — В: Палеогеновый вулканизм в Местенском грабене, Централных и Восточных Родобах (Южная Болгария). Рабочее совещ. и полевые исследов. раб. группы 3.4. София, 1—15.
- Нарковска, А., Y. Yanev, P. Marchev. 1989. General features of the Paleogene orogenic magmatism in Bulgaria. — Geol. Balc., 19, No 1, 37-72.
- Hussak, E. 1883. Das Trachytgebiet der Rhodope. — Jb. geol. Reichsanstalt, 33, No 1, 115—130.
- Ivanov, R., O. Koop. 1969. Das Alttertiär Thrakiens und der Ostrhodope. — Geol. et Palcont., 3, 123—151.
- Kanazirski, M., Y. Yanev. 1983. Physicochemical analysis of mineral paragenesis of zeolitized perlites in the Borovicka area in the Eastern Rhodope Mts. — С. R. Bulg. Acad. Sci., 36, No 12, 1571-1574.
- Lilov, P., Y. Yanev, P. Marchev. 1987. K/Ar dating of the Eastern Rhodope Paleogene magmatism. — Geol. Balc., 17, No 6, 49-58.
- Pescerillo, A., S. Taylor. 1976. Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks in Turkey. — Contrib. Mineral. Petrol., 68, 63-81.
- Yanev, Y., N. Raunov, I. Tchehlarova, V. Tchouneva, M. Matanova, V. Lazarova. 1982. Zeolites in perlites from the eastern part of the Borovitsa Region, Eastern Rhodopes (Bulgaria). — In: Crystal Chemistry of Minerals. Proc. 13th General Meeting IMA, Varna. Bulg. Acad. Sci., 737-748.

Одобрена на 13. VI. 1990 г.

Accepted June 13, 1990