

## Отрицателните вулканогенни структури — типова обстановка на медно-порфирните находища в Панагюрско

П. Игнатовски

Научноизследователски институт по полезни изкопавми, 1505 София

*P. Ignatovski — Negative volcanogenic structures — type environment of the porphyry copper deposits in Panagjurište area.* The negative volcanogenic structures, developed upon independent crustal blocks, are one of the four types of tectonic environments which localize the porphyry copper mineralizations in the Srednogorie volcano-plutonic belt. A typical example of these environments is the Panagjurište volcano-tectonic depression which concentrates a large part of the deposits and ore manifestations in this belt.

The structure of the depression is centriclinal (but not cup-like) and the magmatic activity is centripetal. The paleovolcanoes are referred to the mixed type with strong predominance of explosive activity. Their conduits are fault structures and this indicates that they belong to the structural facies of edifices of fissure type. As far as the type of the crustal structure predestines the structural facies of volcanism, the fissure character of the latter in the Panagjurište volcano-tectonic depression corresponds and is governed by linear fault systems and fold structures from higher to lowest order and style.

The tectonic evolution of the depression did not reach the stage of volcanism of central type and was not favourable for the formation of primary volcanic structures of caldera type.

The porphyry copper deposits and ore manifestations are localized in tectonic knots formed later in linear volcano-plutonic structures. This is the main prognosticating and diagnostic feature of the depression in respect of the porphyry copper ore formation and the leading ore accompanying indications are massifs of secondary quartzites. The main criterium to determine the complex of methodical tools and the sequence of their application in prospecting and exploration is the fissure character of the primary volcanic structures.

В доклад, изнесен през 1980 г. на Конференцията по Средногорнето в Приморско, описахме четири типа магмо-тектонски обстановки за локализация на медно-порфирно орудяване. Те са се обособили върху самостоятелни земекорни блокове благодарение на наложения през горната креда специфичен тектонски режим, свеждащ се до залагането и развитието на вулканоплутоичен пояс от категорията на вътрешните андеситови дъги (по В л а с о в и Б о р и с о в, 1970). В следващите редове ще се спрем на типова обстановка в един от видовете отрицателни вулканогенни структури — вулканотектонските депресии, представена най-пълно в Панагюрско.

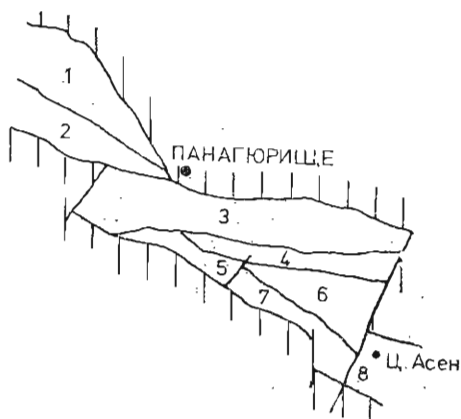
Вулканотектонските депресии се отнасят към деструктивните регионални вулкански форми, главна роля в чието образуване и развитие играят структурни елементи от тектонски произход: разломи и пукнатини (Я к о в -

лев, 1979). В тях са локализирани съответно 37,5 и 53% от медно-порфирните находища и рудопроявления в страната ни. Своеобразният строеж на депресионните структури не изключва възможността някои от медно-порфирните находища и рудопроявления да бъдат локализирани в техните „относително издигнати вулканогенни зони“ (Твалчрелидзе, 1975, 1977).

## Строеж на депресията

Панагюрската вулкано-тектонска депресия за първи път беше отделена като самостоятелна структурна единица от Ек. Бончев (1940) под името Панагюрска ивица. Металогенен интерес представлява централната ѝ част между р. Тополница и Овчехълмието, където са съсредоточени медно-порфирните находища и рудопроявления.

Панагюрската вулкано-тектонска депресия е заложена върху стар фундамент и попада в осовата зона на Средногорския вулкано-плутоничен пояс. Ограничена е от степенчати и секторно праволинейни разломи (Карагюлева и др., 1974) и „има позиция на понижение, на корито по отношение на оградната си рамка“ (Димитров, 1983). Вътрешният ѝ строеж е центриклинален, но не блюдцеобразен. На този фон се обособяват отделни блокове, чиито ограничаващи ги разломи в много случаи са заличени от екструзиите, субвулканските тела и дайките. Магмените прояви са придружени от интензивно разломяване и движения на блоковете, индикирано от рязката смяна на лавовите и пирокластични материали около разломите (фиг. 2), което е показател (Усенко и Плотников, 1976) за издигане на магмените огнища на по-горни нива.



Фиг. 1. Схема за разпределението на вулкано-тектонските ровови структури в пространството на Панагюрската вулкано-тектонска депресия (без Елшишката)

1 — Асарелска; 2 — Оборищенска; 3 — Дюлевска; 4 — Красенска; 5 — Бътенска; 6 — Смилецка; 7 — Радкинска; 8 — Росенска

Депресията е усложнена от второразредни ровови вулкано-тектонски структури, каквито са Асарелската, Оборищенската, Елшишката, Бътанската, Дюлевската, Красенската, Смилецката, Радкинската и Росенската

(фиг. 1). В първата и последната са локализираните медно-порфирните находища Асарел и Цар Асен.

Второразредните депресионни структури са разбити на надлъжни линейни блокове, които са денивелирани стъпаловидно към центъра, определяйки по този начин каскадният им характер. Често каскадите са с по 2—3 стъпала (Асарелската, фиг. 3, Радкинската, Росенската), отговарящи на трето- и четвърторазредни структури. Поради нееднаквото пропадане на стъпалата повечето от каскадите са асиметрични в напречен пререз.

Рововете вулcano-тектонски структури се различават по много белези: колкото по-висок е порядъкът им, толкова повече са те, но най-същественият е типът на рудната формация. Така в Асарелската и Росенската доминираща е медно-порфирната, в Радкинската — медно-пиритната, а в Елшишката са представени и двете.

## Тип и характер на първичните вулкански структури

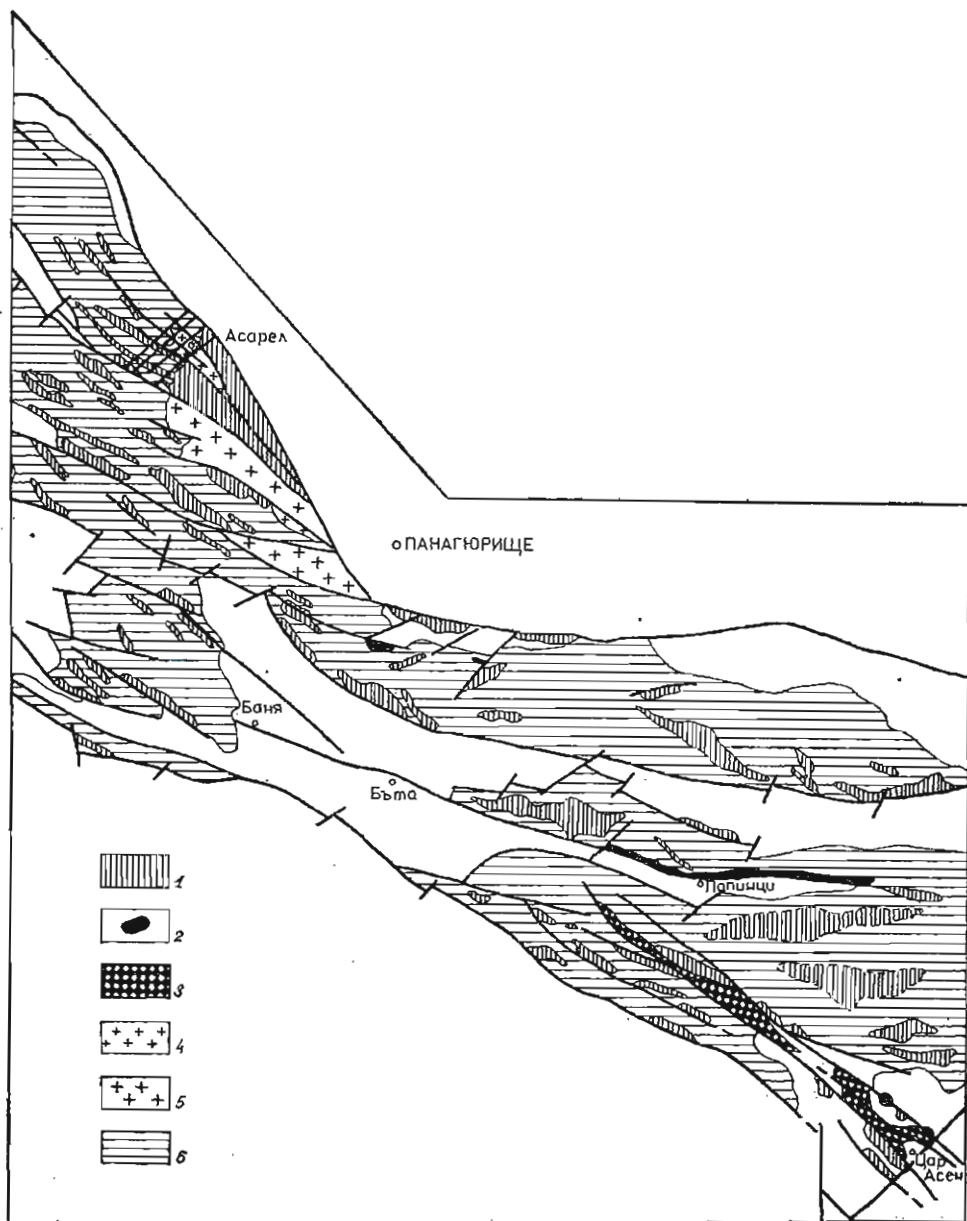
Дългогодишният опит, натрупан от геологопроучвателните и експлоатационните работи показва, че проблемът за прогнозната оценка не само на медно-порфирните, но и на медно-пиритните находища в Панагюрската вулcano-тектонска депресия се свежда до установяване на типа и характера на първичните вулкански структури. Този извод се налага поради три причини: а) вулканизмът е сред най-чувствителните индикатори на дълбочинните процеси и като такъв е носител на повече информация от процесите, протичащи на земната повърхност или седиментообразуването; б) вулканските огнища са важен уровень, където се мобилизират рудоносните хидротерми, т. е. уровень, където разтворите се подхранват с рудни компоненти; в) вулканските структури играят водеща роля при определяне на положението и строежа на рудните полета, разпределението на находищата и морфологията на рудните тела (Яковлев, 1979).

През последните години бяха направени опити да се покаже наличието на палеовулкански апарати от централен тип (Ангелков, 1973; Славов и др., 1978; Славов и др., 1980) и калдери (Ангелков и Стайков, 1980), без обаче да бъдат дадени характерните за тези вулканогенни структури белези.

Авторът счита, че за металогенната характеристика на Панагюрската вулcano-тектонска депресия е най-удачно да се изходи от структурна основа и типът вулканска дейност да се отчита по характера на пътищата за подема на магмата. Така може по-точно да се реконструират и класифицират вулканските апарати.

Проявите на вулканизма в депресията са центростремителни и затова последната му трахиандезитова фаза е привързана към осовата ѝ ивица (фиг. 2). Проявите на вулканизма в ранния стадий от еволюцията на Панагюрската вторична (линеаментна) геосинклинала на Ц. Димитров (1983), както той нарича депресията, му позволяват да го отнесе към инициалния. По своята същност той е експлозивен, а по състав — преобладаващо андезитов, което от генетична гледна точка отговаря на литосферен източник. Съгласно Ритмановите разчети (Ръдулеску, 1979) за бимодалността на честотните значения на показателя експлозивност, заключаващ се в съотношението на пирокластитите към общото количество на вулканските продукти, пукнатинните палеовулкани в депресията се класират към смесения тип със силно преобладаване на експлозивността. Експлозивният им индекс (Святловски, 1971), изчислен по площта на съвременния

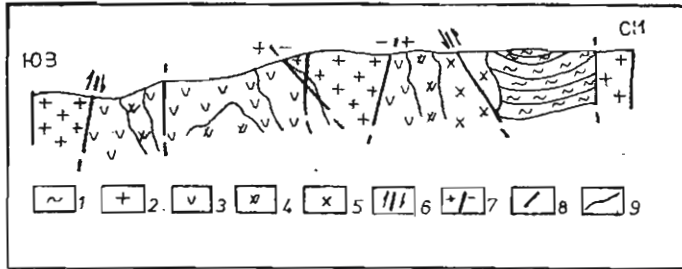
ерозионен срез, е 1:5 в полза на пирокластитите, а по обем е 1:60—80, ако се позовем на данните от находищата Асарел, Цар Асен, Елшица и Радка. Характерна за пукнатинните вулкани в Панагюрската депресия е многократността на проявите, показана от редуването на лави и пирокластити.



Фиг. 2. Карта на разломните структури и разпределението на вулканските продукти в Панагюрската вулcano-тектонска депресия (по Карагюлева и др., 1974, с допълнения от автора)

1 — андезитови тела; 2 — трахиандезитови тела; 3 — дацитови тела; 4 — диорити и гранодиорити от находище Асарел; 5 — средногорски гранитоиди; 6 — пирокластичен материал

На съвременния ерозионен срез, отговарящ на нивото на медно-порфирното орудяване и масивите от пропицити и вторични кварцити, каналите на вулканската дейност са разломни структури. Това ни дава основание да предположим, че магматизмът на вулканско и субвулканско ниво е имал



Фиг. 3. Напречен разрез на находище Асарел

1 — докамбрийски тектонити; 2 — средногорски гранитоиди; 3 — андезити и техните пирокластити; 4 — порфиройдни диорити; 5 — гнајди; 6 — възседи; 7 — разседи; 8 — разломи; 9 — граници на литотела

пукнатинен характер. Трудно е да се правят реконструкции от централен тип само по зачатъци на рингова концентрична зоналност на напукаността, защото тя може да се получи при издигане на даден земекорен блок или при внедряване на субвулканска интрузия, както е в находище Цар Асел. Аргументите, които се привеждат в подкрепа на идеята за централен тип палеовулкански апарати, са локализиращите отрицателни вулканогенни структури на находищата Асарел (Ангелков, 1973) и Цар Асел (Славов и др., 1978). Ние вече имахме възможност да вземем отношение по този въпрос (Игнатовски, 1979, 1981) и затова няма да го дискутираме тук. Освен това в депресията няма калдерни структури, както считат Ангелков и Стайков (1980), и тази идея беше дискутирана на Конференцията за перспективите на находище Радка, проведена през 1979 г. в Панагюрище, и в периодичния печат (Игнатовски, 1982). Никъде не са доказани и гърловинни фацеси. Доколкото типът на структурата на земната кора определя структурния фацес на вулканизма, пукнатинният характер на същия в Панагюрската вулканско-тектонска депресия кореспондира и се подчинява на линейни разломни системи и нагънати съоръжения от най-висок до най-нисък порядък и стил. Затова ефузивните и субвулканските тела имат силно удължена форма (фиг. 2), привързани са към и следят с дългите си оси разломните структури.

Тези факти не изключват възможността да са съществували и „централен“ тип постройки, но те са привързани към разломни структури без пресечници и са получени в случаите, когато разломите не са били открити или не са се открили до повърхността по време на възрива. Тогава по разломите се образуват цилиндрични канали на изливите (Ръдулеску, 1979) и се формира надразломна, паразитна вулканска структура „централен“ тип. Такъв е механизмът на трахиандезитовия вулканизъм между с. Попинци и вр. Песовец (Игнатовски, 1973), но той е лишен от пирокластити и тъй като не дава изливи извън разломните плоскости, попада към типа на пукнатинните веригообразни кратери, образувачи експлозивно-ровови структури. Други показатели за пукнатинния характер на вулканизма са: а) привързаността на магмените тела от всички фацеси към разломните плоскости, а когато последните не са изразени на съвременния ерозионен срез, телата

се явяват като тяхно продължение (фиг. 2); б) латералната, ивицоподобна сортировка на пирокластичния материал около проводящите разломи; с отдалечаване от тях едрината на късовете намалява, а фините пепелни туфи се разполагат най-далече; на места тази зоналност е нарушена от подводните течения, както е в района на рудопроявление Търничево; в) доказаната по сондажни данни пространствена съподчиненост на първичните структури на течение в ефузивните и субвулканските тела с посоките и наклоните на проводящите разломни структури.

Каналите на вулканизма са привързани към разломите от запад-северозападната система. Разломите от североизточната система без района северозападно от Красен са лишени от вулкански магмени тела на съвременния ерозионен срез и нивото на медно-порфирното орудяване. Като изключим няколко разлома в находище Асарел, в чиито плоскости са внедвени субвулкански интрузии в долните части на находището и под него, североизточните разломи са магмонепропускливи, което е в съответствие с тяхната кинематика на предимно отседни структури. Характерен пример в това отношение е Севтовочукарският отсед, който се явява западна граница на Царасенското рудно поле и същевременно структурна бариера на магматизма, киселинното излужване и медно-порфирното орудяване в находище Цар Асен.

Логично е да очакваме, че какъвто е типът на вулканизма, такъв ще бъде и типът на постмагматичната дейност. Това се потвърждава от временния, пространствен, морфоложки и структурен анализ на взаимоотношенията между продуктите на собственомагмения и следмагмения стадий с пукнатинните канали. В пространството на медно-порфирните находища Асарел и Цар Асен и рудопроявленията Песовец, Петелово, Бялата пръст, Попово дере, Търничево и др. се наблюдава ясно изразена синхронизация на вулканските канали с каналите на променящите газо-хидротерми и медно-порфирното орудяване (И г н а т о в с к и, 1979, 1981). За медно-пиритното орудяване тази връзка беше установена още през 1965 г. от Т. Р а д о н о в а. Тя пише дословно: „По разломите с простирание ЗСЗ (295—310°) вулканските скали с горнокредна възраст са подложени на интензивни хидротермални изменения и рудна минерализация. В резултат на това зоните на хидротермално изменените скали имат същите простирания, както и разломите, по които са станали тези изменения.“

Запад-северозападната и североизточната удълженост на ефузивните тела, субвулканските интрузии, хидротермално променените зони и рудните тела убедително отразява пукнатинния характер на каналите от всякаква категория на нивото, където са се образували масивите от вторични кварцити, медно-пиритните и медно-порфирните находища и рудопроявления.

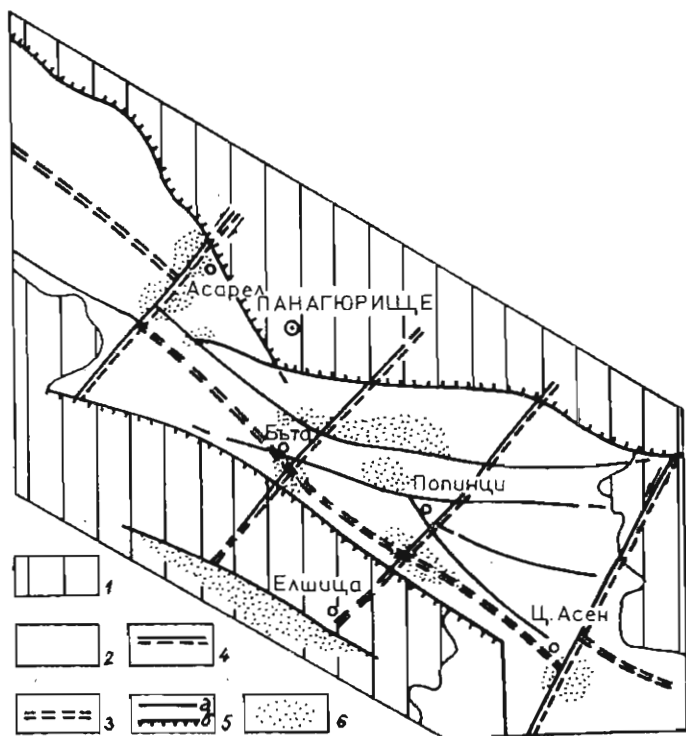
Казаното дотук ни позволява да направим извода, че тектонската еволюция на Панагюрската вулcano-тектонска депресия не е достигнала до стадия на вулканизма от централен тип, който е характерен за втория етап в развитието на отрицателните вулканогенни структури (Я к о в л е в, 1979), и не е създала предпоставки за образуване на първични вулкански структури от рода на калдерите.

## Критерии за прогнозиране

Доказаният пукнатинен тип на първичните вулкански структури е ръководещ критерий, който трябва да се има пред вид особено при определяне методиката на търсещите и проучвателните работи в медно-порфирните нахо-

дища и рудопроявления, на площите и структурите, перспективни за намиране на този тип орудяване.

Медно-порфирните находища и рудопроявления в депресията са в пространствена връзка с орогенни (Т в а л ч р е л и д з е, 1975) субвулкански



Фиг. 4. Тектонска схема на Панагюрската вулcano-тектонска депресия между р. Тополница и Овчехълмнето (по Карагюлева и др., 1974, с допълнения от автора)

1 — рамка на депресията; 2 — пространство на депресията; 3 — ос на депресията, съвпадаща с Оборишенския крипторазлом; 4 — напречни крипторазломи; 5 — разломи: а) вътрешни, б) възседи между рамката и депресията; 6 — масиви от пропилити и вторични кварцити, в които са локализирани медно-порфирните находища и рудопроявления

магмени тела от габро-монционит-гранитовата формация, които са внедрени по местата, където се пресичат разломи от севсроизточната система с разломни снопове от запад-северозападната система. Тези пресечници са се развили първоначално като тектонски възли, впоследствие като центрове на обилен и продължителен магматизъм (ефузивен и интрузивен), превишаващ неколкостранно в количествено отношение съседните им площи, и впоследствие като линейни вулcano-плутонични структури. Разпределението на вулканските продукти, субвулканските интрузии и дайките се подчинява пространствено на различни разломни системи и различни разломи вътре в системите. Затова, когато говорим за общност на каналите на магмените прояви, а заедно с тях на променящите газо-хидротерми и медно-порфирното орудяване, трябва да разбираме сумарна общност в рамките на тектонския възел, което показахме на примера на находище Асарел (И г н а -

т о в с к и, 1979). Необходимо е да се подчертае, че в линейните вулканоплутонични структури, в които е локализирано промишленото орудяване, няма издигнати участъци. Както отбелязахме по-горе, това са отрицателни структури със стъпаловидно пропадане по посока на осовата им линия. Магмо-тектонската асоциация в тях е представена пълно. Локализирането на медно-порфирните находища в депресиата е и главният прогнозен и диагностичен белег за тази рудна формация. Водещият рудосъпровождащ белег са масивите от вторични кварцити (фиг. 4). Те са екрани на рудоносните потоци, а самото орудяване се намира по наклона на зоната на киселинно излужване. Това е друг прогнозно-диагностичен белег, който отхвърля старата методика за търсене и проучване в самите масиви и пренасочва тези работи под и встрани от тях (Б е с п а л о в, 1956; В и н ъ к о в е ц к и й, 1970).

Отсъствието на съществена изменчивост в разрезите на рудолокализиращите вулканоплутонични структури можем да свържем с едновременно им образуване в хода на развитието на магматизма, а също и с неголямата хипсометрична разлика на фундаментите им през време на вулканските фази. В тази връзка се наблюдава общност в структурата и уровена на рудолокализацията им, които са съпоставими независимо от това, че рудолокализиращите вулканоплутонични структури са разположени в различни части на Панагюрската вулканотектонска депресия. Изброените признаци на подобие е най-правдоподобно да се свържат с общата тенденция към издигане, отразяваща орогенния (П а в л о в а, 1978) характер на процесите по време на рудообразуването. Същите тези признаци могат да се считат за прогнозен критерий, който се заключава в това, че рудните тела са образувани в един и същ етап от развитието на рудовместващите структури. Критерият се подчертава от подобие на рудовместващите скали в текстурно отношение независимо от вариращия диапазон на състава, което съгласно G u s t a v s o n (1978) приемаме като показател на подобни физически условия на кристализация. Оттук следва изводът, че еволюцията на депресионните структури и локализираните в тях рудни тела има взаимно свързан характер. Това дава възможност да се дефинира друг прогнозен белег — еволюцията на депресионните структури.

Детайлният анализ за положението на рудните тела в разреза на вулканоплутоничните структури (Б о г д а н о в, и др., 1972; И г н а т о в с к и, 1979; 1981) показва, че те се явяват компоненти на апикалните части на субвулканските интрузии и не са засегнати от деформациите, съпровождащи тяхното внедряване, запазват първичното си положение, превишават ги по обем и площ в уровена на рудоотлагането. Следователно медно-порфирното орудяване е наложено, металът не е мобилизиран от интрузиите, а е привнесен от хидротермалните разтвори. Същевременно привързаността му само към една магмена фаза и развитието само на един уровень показват, че в медно-порфирното орудяване няма повтораемост.

Тектоно-магматичната история на медно-порфирните находища и рудопроявления в Панагюрската вулканотектонска депресия се характеризира с регресивно развитие на хидротермалното рудообразуване, т. е. без предпоставки за повишаване на температурата и налягането и образуването на по-високотемпературни минерали в по-късните стадии. Хидротермалната дейност е мобилна в пространството на вулканоплутоничните структури. През главния руден стадий тя се контролира от канали, разположени в централните им участъци, а в следващите постепенно се отмества към периферните зони. Получава се зонално разпределение на минералните парагенези, което има и пулсационно начало. Това най-ясно е изразено в находище Асарел (Б о г д а н о в и Б о г д а н о в а, 1981), където медната



Таблица 1

## Контролиращи и локализиращи медно-порфирното орудняване фактори в Панаягюрския район

Тектонски		Обстановка на формира-не		Условия за локализация		Етап на раз-витие		Контролиращ елемент	
вулкано-тектонска депресия	де-активизация	възел	ороген	вулкано-плутонична структура					
литоложка среда	дайки	завършеност	уровен	хидротермални изменения	Разв. на магмени и рудни огнища	Фациес	Дорудни метасоматити		
диорит, Гранодиорит	дорудни	пълна	вулкански, субвулкански	дорудни	непаралелно	ефузивен, интрузивен	пропилити, вторични кварцити		
ниво	предрудна обстановка	запълване	канални	рудоместв. структури (без еф. пор.)	ерозионен срез	преоблад. фактор на контрола	форма на рудното тяло	положение спрямо оста на плутона	
апикални зони	деформационна	синклиематично	съпадащи	пукнатини, пл. срязване, стр. течения	начален	разломни нарушения	конусообразна	симетрично	
		взаимоотношения с		отдалеченост от					
състав	литоложка среда	рамката	съоти. рудно тяло — плутон	литоложка среда	дайки	хидротерм. промени	зоналност на тип на находищата		
медно	наложено	преминава	превишава или се покрива	близка	изразена	контрастна	пулсационна но и надинтрузивен)		

минерализация заема централните му части, следвана от пиритната и в периферията от оловно-цинковата. Неметалните парагенези се отлагат в пространството зад последната.

Ненапълно изяснен остава въпросът, дали хидротермалната дейност се проявява едновременно с вулканизма, т. е. след всяка негова фаза, както смята Ч и п ч а к о в а (1970), или след затихването му, но със застъпване, каквото е мнението на Р а д о н о в а (1970). Формирането на масивите от пропицити и вторични кварцити и на рудните тела върху скали от различни фази подкрепя второто твърдение, но очевидно е, че то трябва да се потвърди с още данни.

Главните локализиращи и контролиращи фактори на описания тип магмо-тектонска обстановка са представени на табл. 1. Те са изведени въз основа на всички проучени досега медно-порфирни находища и рудопроявления, което ни дава основание да вярваме в тяхната достоверност и надеждност при прилагането им в бъдещите търсеци и проучвателни работи.

Типичният представител на медно-порфирните находища в Панагюрската вулкано-тектонска депресия е находище Асарел, локализирано в първостепенна вулкано-плутонична структура, недостигната по ранг на орудяване в цялото Средногорие. Това е класическият български пример за закономерна пространствено-генетична връзка между магматизъм, газо-хидротермален метасоматизъм и орудяване под контрола на разломната тектоника. С него се доказва още, че в нивото на медно-порфирното орудяване в тектонските възли не е било възможно развитието на постройки от централен тип, защото при малкия ерозионен срез, отнесъл тънкия фацес на пористите кварцити (Р а д о н о в а, 1970; Р а д о н о в а, 1973; непубл. данни; Р а д о н о в а и С т е ф а н о в, 1974), гъстата сондажна проучвателна мрежа и минните изработки не доказаха наличието на гърловинен фацес. Същото се отнася и за находищата Влайков връх и Цар Асен и рудопроявленията Попово дере, Петелово, Бялата пръст, Песовец и Търничево, проучени със сондажи.

Изведените по-горе прогнозни критерии, рудолокализиращи и рудоконтролиращи фактори и рудосъпровождащи белези на Панагюрската вулкано-тектонска депресия характеризират един от видовете отрицателни вулканогенни структури като типова обстановка за локализация на медно-порфирно орудяване. Описаната тук депресия не е единственият им представител в пределите на Средногорския вулкано-плутоничен пояс. Тя има много общи магмо-тектонски и металогенни черти с другите видове отрицателни вулканогенни структури на пояса, но същевременно всяка от тях притежава специфични и неповтарящи се в другите признаци, които трябва да се съблюдават при избора на комплекса от методични средства и реда на прилагането им в процеса на търсеците и проучвателните работи.

## Л и т е р а т у р а

- А н г е л к о в, К р. 1973. Геолого-структурни фактори за образуването на медното находище Асарел, Панагюрско. — *Сб. докл. 20 год. ВМГИ, 11*, 94—102.
- А н г е л к о в, К р., М. С т а й к о в. 1980. Вулканската калдера и перспективи за нови рудни тела в находище Радка. — *Рудодобив, 8*, 15—17.
- Б е с п а л о в, В. 1956. Гидротермально-измененные породы Джунгаро-Балхашской геологической провинции (Восточный Казахстан). — *Сов. геология, 51*, 224—238.

- Богданов, Б., П. Игнатовски, П. Попов, Н. Обретенов. 1972. Структура на меднорудното находище Влайков връх. — *Изв. Геол. инст. сер. рудни и нерудни пол. изк.*, 21, 23—36.
- Богданов, Б., Р. Богданова. 1981. Последователност на формиране и характеристика на минералните парагенези в медно-порфирно находище Асарел. — *Рудообраз. проц. и минер. наход.*, 14—15, 22—34.
- Бончев, Е.к. 1940. Върху геологията на Байловската част от Панагюрската средногорска ивица с оглед главните линии в тектониката на тази ивица. — *Сп. Бълг. геол. д-во*, 11, 205—240.
- Виньковецкий, Я. 1970. Геологические данные о генезисе вторичных кварцитов герцинид Центрального Казахстана. — *Зап. Всес. минерал. о-ва*, 2, 99, 5—6, 517—527.
- Димитров, Ц. 1983. Сенонските инициални вулканити южно от Панагюрище и Стрелча. — *Сп. Бълг. геол. д-во*, 44, 2, 95—128.
- Игнатовски, П. 1973. Структура на трахиандезитовите тела западно от с. Попинци, Пазарджишки окръг. — *Изв. Геол. инст., сер. рудни и неруд. пол. изк.*, 22, 29—39.
- Игнатовски, П. 1979. Структура на медно-порфирното находище Асарел. — *Сп. Бълг. геол. д-во*, 40, 3, 263—277.
- Игнатовски, П. 1981. Структура на медно-порфирното находище Цар Асен. — *Рудообраз. проц. и минер. наход.*, 14—15, 89—101.
- Игнатовски, П. 1982. Вулкански структури и перспективи на Радкинското рудно поле. — *Рудодобив*, 8, 21—23.
- Карагулева, Ю., В. Костадинов, Ц. Цанков, П. Гочев. 1974. Строеж на Панагюрската ивица източно от р. Тополица. — *Изв. Геол. инст., сер. геотектоника*, 23, 231—305.
- Павлова, И. 1978. *Медно-порфировые месторождения*. Л., Недра. 276 с.
- Радонова, Т. 1965. Зоналност и генезис измененных пород и руд Панагюрского района. — *Доклады VII конгр. КБГА*, 111. С., 209—213.
- Радонова, Т. 1970. *Пропилити и вторични кварцити от Централното Средногорие и техните съотношения с медно-пиритните орудявания*. — *Изв. Геол. инст., сер. геох., минер. и петр.*, 19, 179—187.
- Радонова, Т., Д. Стефанов. 1974. Пиропилит от медното находище Асарел, Панагюрско. — В: *Минерогенезис*. С., 219—227.
- Ръдлеску, Д. 1979. *Вулканы сегодня и в геологическом прошлом*. М., Недра. 255 с.
- Святловский, А. 1971. *Структурная вулканология*. М., Недра. 232 с.
- Славов, Ив., К. Цветков, Д. Дамянов, Л. Кимов, П. Пенчев, Цв. Цветанов. 1978. Върху присъствието на палеовулканска структура при с. Цар Асен, Панагюрско. — *Сп. Бълг. геол. д-во*, 39, 1, 91—98.
- Славов, Ив., К. Цветков, Е. Масленкова, Й. Славов, А. Викторов. 1980. Върху някои структурни и металогенни особености на Царасенското рудно поле, Панагюрско. — *Рудообраз. проц. и минер. наход.*, 12, 15—28.
- Твалчрелидзе, Г. 1975. Сравнительная металлогеническая характеристика колчеданной и медно-порфировой формаций. — *Геол. руд. местор.*, 3, 3—18.
- Твалчрелидзе, Г. 1977. *Металлогенические особенности главных типов вулканических поясов*. М., Недра. 110 с.
- Усенко, С., И. Плотников. 1976. Особенности тектоно-магматического развития и эндогенная рудоносность Приамурья. — *Изв. ВУЗ, Геология и разведка*, 3, 96—102.
- Чипчакова, Ст. 1970. Ритмично развитие на сенонския магматизъм в Панагюрския руден район и свързаната с него хидротермална дейност. — *Сп. Бълг. геол. д-во*, 31, 3, 337—346.
- Яковлев, Г. 1979. Вулканогенные структуры рудных полей. — *Геол. рудн. месторожд.*, 3, 3—18.
- Gustavson, L. 1978. Some major factors of Porphyry Copper genesis. — *Econom. Geol.*, 73, 5, 600—607.

(Постъпила на 29. XII. 1983 г.)