

Метасоматични формации в горните части на медно-порфирното находище Асарел, Централно Средногорие

Милко Каназирски, Мария Горова, Игнаси Кералт

Kanazirski, M., M. Gorova, I. Queralt. 2000. Metasomatic formations in the shallow parts of the Assarel porphyry copper deposit, Central Srednogorie. - *Geochem., Mineral. and Petrol.*, **37**, 65-76.

Abstract. Metasomatites from the shallow part of the Assarel porphyry copper deposit have been studied by physico-chemical analysis of the mineral parageneses and formation-facial analysis of the metasomatites. The wallrock-alteration products can be referred to the quartz-sericite metasomatic formation and the secondary quartzite metasomatic formation.

It is suggested that a large part of the metasomatites in the porphyry copper deposits of the Srednogorie region, and the polymetallic deposits of Eastern Rhodopes, previously referred by research workers to an indefinite quartz-sericite facies, belong in fact to the quartz-sericite metasomatic formation.

Common features of the genetic analogues of the classification of Meyer and Hemley of wallrock alteration and the formation classification of Zharikov and Omelyanenko were deduced.

Keywords: Assarel deposit, metasomatic formations, quartz-sericite formation, secondary quartzite formation, wallrock alteration

Address: M. Kanazirski, M. Gorova - Geological Institute, Bulgarian Academy of Sciences, 1113 Sofia, Bulgaria; I. Queralt - Institute of Earth Sciences, Spanish Council for Scientific Research, 08028 Barcelona, Spain

Ключови думи: находище Асарел, метасоматични формации, формация кварц-серицитови метасоматити, формация вторични кварцити, околорудно изменение

Адреси: М. Каназирски, М. Горова - Геологически институт, Българска академия на науките, 1113 София; И. Кералт, - Институт по науките за Земята, Висш съвет за научни изследвания, 08028 Барселона, Испания

Предшестващи работи

Единственото по-насочено изучаване на дорудните хидротермално изменени скали на формационна основа в находище Асарел е проведено от Радонова (Радонова, Стефанов, 1974). Вулканитите (лави, кластолави и в незначително количество туфи с андезит-латитов състав) са превърнати в пропилити и вторични кварцити. Отделени са следните фации: епидот-хлорит-албитов, калцит-хлорит-албитов или

серицит-калцит-хлорит-албитов за пропилитите и серицит-кварцов, пиропилит-кварцов, дикит-кварцов, алунит-кварцов и монокварцов за вторичните кварцити. Към тези фации в обзорната студия за взаимоотношенията на пропилитите и вторичните кварцити с орудяването в Централното и Западното Средногорие за находище Асарел се прибавя и алунит-диаспоровият фациес (Радонова, Велинов,

1974). Фациесите са изведени по минералния състав на всяка зона в метасоматичната колонка на хидротермално изменените скали по Наковник (1954, 1964).

Игнатовски и Цветанов (1981) приемат фациалното подделяне на формацията вторични кварцити в находището по Радонова и Стефанов (1974). Отбелязват, че алуנית-кварцовият фациес се налага върху серицитовия фациес, развит по андезити, андезитови лавобрекчи или порфиroidни диорити и върху дикитовия и пиропилитовия фациес в андезитовите лавобрекчи и в пепелните туфи.

Изследването на Арнаудова и др. (1991) определя коректно типовете предрудни изменения в находището с използване на приетата в метасоматичната петрология класификация на околорудните изменения на скалите (Meyer, Hemley, 1967). Отделени са метасоматити на формацията вторични кварцити, развити по скалите на вулканския и интрузивния комплекс, но не е дадена фациална подялба на формацията вторични кварцити. Не е уточнено към коя формация се отнася кварц-серицитовият фациес. Не е ясна формационната принадлежност и на метасоматитите с К-фелдшпатови и пропилитови изменения.

Последвалите изследвания (Каназирски и др., 1993, 1996; Kanazirski et al., 1995; Popov et al., 1996) на дорудните метасоматити в горните части на находище Асарел са съобразени с изискванията на формационната класификация на метасоматитите на Жариков и Омельяненко (1978) и на класификацията на околорудните изменения на скалите на Meyer & Hemley (1967). В основата на тези класификации са равновесните минерални асоциации. Класификациите са синтез на теоретичните постижения на физикохимичната метасоматична петрология и предлагат богати възможности за генетични интерпретации. Тяхното успешно ползване изисква компетентно прилагане на физикохимичния анализ на минералните парагенези и извеждане на интегрални и идеализирани метасоматични колонки като основа на формационно-

фациалния анализ. Именно съвкупността от хидротермално изменени скали в различните зони на единната метасоматична колонка представлява метасоматичния фациес (Жариков, 1969; Жариков, Омельяненко, 1978). В изследванията са приложени три от методите на физикохимичната петрология в областта на метасоматизма (Жариков, 1982): а) физикохимичен анализ на минералните парагенези (Коржинский, 1957), даващ възможност да се установят равновесните минерални асоциации в отделните зони на единната метасоматична колонка и да се определят типовете изменения на скалите; б) формационно-фациален анализ (Жариков, 1968, 1982; Жариков, Омельяненко, 1978) на метасоматитите за определяне на формационно-фациалната им принадлежност от позицията на теорията на метасоматичната зоналност (Коржинский, 1969); в) експериментално моделиране на метасоматичната зоналност (Каназирски и др., 1993, 1996; Kanazirski et al., 1995) за възпроизвеждане на наблюдаваните отношения в находище Асарел и количествено определяне на някои от основните физикохимични параметри на метасоматичното минералобразуване. Физикохимичните петроложки изследвания са проведени с използване на резултатите от микроскопските, рентгенографските, микросондовите, химичните анализи за минералния, химичния състав и околорудните изменения на скалите в находището¹.

Целта на предлаганата работа е с включването на допълнително получени непубликувани резултати да се даде пълна формационно-фациална характеристика на предрудните метасоматити в горните части на находище Асарел. Желанието е да се покаже последователността, която изисква едно съвременно изследване за определяне

¹ Велинов, И., М. Каназирски, М. Горова, Р. Петрунов, А. Хиков, П. Драгов, Е. Димитрова, А. Кунов. 1989. Топоминераложка документация на новите геологопроучвателни сондажи на находище Асарел. Геофонд, Геологически институт, БАН, 349 с.

на формационната принадлежност на метасоматитите. Работата продължава изследванията за намиране на общи черти на двете генетични класификации (Каназирски, 1996).

Използвани съкращения на минерали: Ab - албит; Alu - алунит; Anch - анхидрит; Ap - апатит; Csp - халкопирит; Chl - хлорит; Crn - корунд; Di - диаспор; Dk - дикит; Ep - епидот; Hem - хематит; Il - илит; Kl - каолинит; Ksp - калиев фелдшпат; La - Fl - лантан-флоренсит; - Mt - магнетит; Mu - мусковит; Prl - пирофилит; Pyg - пирит; Q - кварц; Ru - рутил; Sm - смектит; Sv - сванбергит; Ten - тенантит; Ti - титанит; Zu - зунит.

Околорудни изменения на скалите и формационна принадлежност на метасоматитите

Околорудните изменения са директно свързани с развитието на Асарелската вулcano-интрузивна структура (Арнаудова и др. 1991; Porov et al., 1996). Пропилитизацията, серицитизацията, аргилизацията и интензивната аргилизация са проявени в края на формирането на акумулативния вулкански конус по горнокредните вулкански скали и частично по палеозойските гранитоиди. През етапа на вулcano-тектонското разломяване, разчленената на отделни блокове вулканска структура се издига и в източната част пропилитизираните гранитоиди и метаморфити от фундамента се оказват на едно хипсометрично ниво с интензивно аргилизираните вулканити. Към постмагмения етап от развитието на структурата, последвал внедряването на субвулканско-хипоабисалните тела, авторите отнасят К-силикатния тип изменение, засегнал скалите на тези тела и палеозойските гранитоиди. Към този етап се отнасят и пропилитизацията, аргилизацията и интензивната аргилизация, проявени по всички скали в находище Асарел.

Резултатите от нашите изследвания позволяват в горните части на находище Асарел в скалите на субвулканско-хипоабисалните тела, по вулканските скали и

палеозойските гранитоиди, съгласно класификацията на Meyer & Hemley (1967) с допълненията на Бин и Титли (1980), Guilbert & Park (1986), Heald et al. (1987) и Pirajno (1992), да се отделят следните типове дорудни изменения: пропилитизация, пропилитово-аргилизитов тип, пропилитово-серицитов тип, серицитизация, серицитово-интензивно аргилизитов тип и интензивна аргилизация - кисело-хлориден и кисело-сулфатен тип (Каназирски, 1996; Kanazirski, 1992; 2000). Определящите минерални парагенези за отделните типове изменения в находище Асарел са посочени в табл. 1.

Серицитизацията и интензивната аргилизация са характерни за епитермалното развитие на меднопорфирните системи в горните им части, в които разтворите са продукт на смесена метеорно-магмена хидротермална система, със силно доминиране на метеорната система (McMillan,

Таблица 1. Характерни минерални парагенези за околорудните изменения на скалите в горните части на меднопорфирно находище Асарел

Table 1. Characteristic mineral parageneses of the wallrock alterations in the shallow parts of the Assarel deposit

Околорудно изменение	Минерална парагенеза
Пропилитизация	Ep+Chl+Ab+Ksp+Il+Q +Pyg Chl+Ab+Ksp+Il+Q+Pyg Chl+Ab+Il+Q+Pyg
Пропилитово-аргилизитов тип	Chl+Kl+Ab+Il+Q+Pyg± Ep±Ksp Kl+Ab+Il+Q+Pyg
Пропилитово-серицитов тип	Chl+Il+Q+Pyg
Серицитизация	Il+Q+Pyg
Серицитово-интензивно аргилизитов тип	Il+Q+Pyg+Kl
Интензивна аргилизация (кисело-хлориден тип)	Prl+Q+Pyg Kl+Q+Pyg
Интензивна аргилизация (кисело-сулфатен тип)	Alu+Q±Prl±Pyg±Hem Alu+Q±Kl±Pyg±Hem

Pantelev, 1980; Pirajno, 1992).

В по-долните части на находище Асарел има данни за съвместно проявени калиева фелдшпатизация и биотитизация във вулканитите, субвулканското тяло и палеозойските гранити (Богданов, 1987). Арнаудова и др. (1991) описват калиево-фелдшпат-биотитови метасоматити, като реликтова минерализация в отделни локалитети сред пропилитизирани гранодиоритови порфири и палеозойските гранитоиди. Явно се касае за К-силикатен тип и К-силикатно-пропилитов тип изменение, последният от които спорадично е представен и в по-горните части на находището.

Формационно-фациалният анализ на изследваните околорудно изменени скали в процеса на предрудната метасоматоза (Жариков, Омеляненко, 1978; Жариков, 1982) показва, че те се отнасят към формацията вторични кварцити и формацията кварц-серицитови метасоматити, отделена за първи път в находище Асарел и страната ни. Метасоматитите на двете формации в горните части на находището са развити по пропилитов тип изменени субвулкански скали, вулканити и палеозойски гранити, минералните парагенези на които участват във външните зони на метасоматичните колонки на формациите.

Представени са брекчирани и окварцени пропилитов тип изменени скали в матрица от албит, кварц, хлорит и илит, или кварц, хлорит и илит. Пропилитизирани скали са пресечени от прожилки от кварц и илит, кварц или илит. Това характеризира пропилитово-серицитов тип изменение, като преходен към серицитизацията на скалите в находището, причинила образуването на метасоматитите на формацията кварц-серицитови метасоматити.

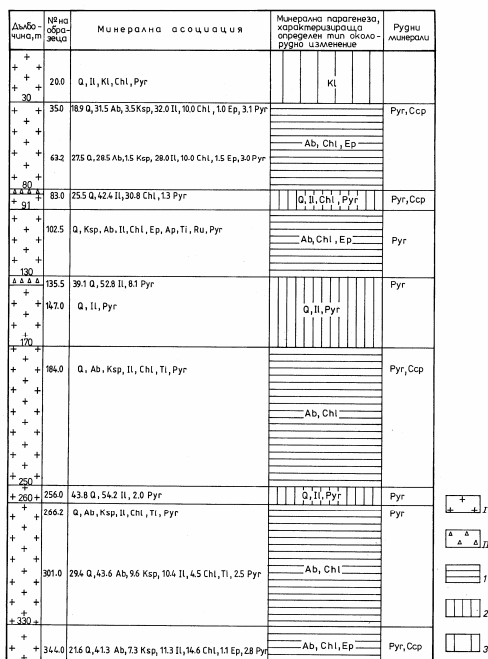
При въздействието на киселинните разтвори на пропилитизирани скали на много места в находището се проявява аргилизация на скалите и получаване на каолинит в пропилитовата паргенеза, която характеризира пропилитово-аргилитов тип изменение.

При по-интензивна киселинна метасоматоза се образуват илит и каолинит, или илит и пиропилит, определящи преходен серицитово-интензивно аргилитов тип изменение. Във вътрешните зони на метасоматичните колонки в тези случаи са представени характерни парагенези на интензивната аргилизация, довела до образуване на съдържащи пиропилит, алуинит и по-рядко корунд и зунит метасоматити на формацията вторични кварцити.

Формация кварц-серицитови метасоматити

Особено подходящи за изследване на формацията кварц-серицитови метасоматити и на съответстващите ѝ околорудни изменения са хидротермално изменените скали в по-дълбоките части в находище Асарел, пресечени от сондаж 778. Този сондаж, с дълбочина 350 m, е един от трите опробвани дълбочинни сондажа, пресичащ както изменените скали от откритката над рудното тяло (над хоризонт 810), така и метасоматитите в пределите на рудното тяло (до хоризонт 630). На фиг. 1 е дадена схема на вертикалната зоналност в разпределението на типовете изменения на скалите по данни от сондаж 778. Количествата на минералните фази в проби 83.0, 135.5, 256.0, 301.0 и 344.0 са определени с полуколичествен рентгенографски фазов анализ, а в проби 35.0 и 63.2 с аналитично-разчетен метод на основата на химичния анализ. Фиг. 2 представя интегралната метасоматична колонка на измененията.

Анализът на схемите на вертикалната зоналност в разпределението на горните типове изменения в скалите по данни и на сондажи 750, 755, 756, 758, 764, 772, 775, 777 и 779 в находището, които са в скали, незасегнати или в слаба степен повлияни от интензивната аргилизация, позволява да се построи обобщена интегрална метасоматична колонка (фиг. 3) на вертикалната зоналност. Процесите на заместване се изразяват в изменението на качествения



Фиг. 1. Схема на вертикалната зоналност на околорудните изменения в находище Асарел по данни на сондаж 778. Скали и зони: I –гранодиоритови порфири, II - брекчирана зона. Типове изменения: 1 - пропилитизация; 2 - серицитизация; 3 - аргилизация (вероятно супергенна). Количество на минералите в % по данни на полуколичествен рентгеноструктурен фазов анализ и химичен анализ

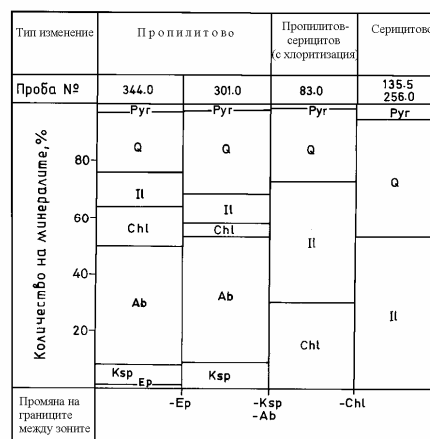
Fig. 1. Schematic vertical zonation of the wallrock alterations of the Assarel deposit. Drillhole 778. Rocks and altered zones: I - granodiorite porphyry; II - brecciated zone. Alteration types: 1 – propylitization, 2 - sericitization; 3 - argillization (probably supergene). Quantity of the minerals according to mineralogical semiquantitative analysis X-Ray diffraction and chemical analysis

минерален състав на отделните зони в колонката и се осъществяват на границите между зоните. В процеса на взаимодействие на хидротермалния разтвор с вмествщите скали последователно неустойчиви стават епидотът, калиевият фелдшпат, албитът и хлоритът. Неустойчивостта на фелдшпатите води до смяната на пропилитовия с пропилитово-серицитов тип изменение на

скалите, а разтварянето на хлорита - до получаването на серицитизирани скали във вътрешната зона на колонката.

На фиг. 4 е дадена идеализираната метасоматична колонка, основа за определяне на формационно-фациалната принадлежност на метасоматитите. Участието на изследваните метасоматити в единна метасоматична колонка позволява те да се отнесат към една формация и да се разглеждат като резултат на единен петрогенен процес. Редът на диференциалната подвижност на компонентите Ca-K-Na-Mg и последователността в измененията на минералния състав на скалите в отделните зони позволяват отнасянето на изследваните метасоматити към серицитовия фациес на формацията кварц-серицитов метасоматити (Жариков, Омеляненко, 1978; Жариков, 1982).

Определянето на принадлежността на част от метасоматитите в горните части на находище Асарел към формацията кварц-серицитов метасоматити се постига с



Фиг. 2. Интегрална метасоматична колонка на вертикалната зоналност на околорудните изменения с минералните парагенези на пропилитизирани и серицитизирани скали в находище Асарел по данни от сондаж 778

Fig. 2. Integral metasomatic column of vertical zonation of the wallrock alterations with mineral parageneses of propylitic and sericitic type altered rocks in the Assarel deposit. Drillhole 778

Тип изменение	Пропилитов		Пропилитово-серицитов	Серицитов
Проба №	778/301 778/344 779/102 779/116.5 779/138	756/223 764/128 772/162 775/42 777/139.5	755/141.5 758/210	750/35 764/154 773/28 778/135.5 778/256
Количество на минералите, %	Pyr	Pyr	Pyr	Pyr
	Q	Q	Q	Q
	IL			
	Chl	IL		
	Ab	Chl	IL	IL
	Ksp	Ab	Chl	
Промяна на границите между зоните	±Ep -Ksp	-Ab	-Chl	

Фиг. 3. Интегрална метасоматична колонка на вертикалната зоналност с минералните парагенези на пропилитизирани и серицитизирани скали в горните части на находище Асарел по данни от сондажи 750, 755, 756, 758, 764, 772, 773, 775, 777, 778 и 779

Fig.3. Integral metasomatic column of vertical zonation of the wallrock alterations with mineral parageneses of propylitic and sericitic type altered rocks in the upper parts of the Assarel deposit. Drillholes 750, 755, 756, 758, 764, 772, 773, 775, 777, 778, 779

прилагане на физикохимичния анализ на минералните парагенези и на формационно-фациалния анализ на основата на теорията на метасоматичната зоналност. Едно подобно физикохимично петроложко изследване на кварц- и серицитсъдържащите минерални асоциации, широко представени в голяма част от меднопорфирните и полиметалните находища у нас, навярно би потвърдило отнасянето на част от съдържащите ги метасоматити към формацията кварц-серицитови метасоматити. Отделяният от изследователите “кварц-серицитов” фациес в меднопорфирните находища на Средногорieto и в полиметалните находища на Източните Родопи фактически е без доказана формационна принадлежност в публикациите и докладите и в повечето случаи не е ясно, към коя от описваните формации пропилити или вторични кварцити в находищата се отнася. Резултатите от изследванията за формационно-фациалната принадлежност на метасоматитите от находищата Елаците, Радка, Елшица и Червена могила и от рудопроявленията Коминско чукарче и Влайков връх дават възможност и в тези находища да се докаже формацията кварц-

Формация	Кварц-серицитови метасоматити				
Фациес	Серицитизация				
Тип изменение	Пропилитизация				Серицитизация
Фациален зонален анализ	5	4	3	2	1
Минерални парагенези	Pyr Q IL Chl Ab Ksp Ep	Pyr Q IL Chl Ab Ksp	Pyr Q IL Chl Ab	Pyr Q IL Chl	Pyr Q IL
Компоненти	Fe Si Al Mg Na K Ca	Fe Si Al Mg Na K	Fe Si Al Mg Na	Fe Si Al Mg	Fe Si Al
Преобладаващи в зони по отношение на състав	Ca	K	Na		Mg
Реакции между парагенезите	-Ep	Ksp → IL+Q	Ab → IL+Q	Chl → IL+Q	
Диаграма състава-парагенеза					

Фиг. 4. Идеализирана метасоматична колонка на вертикалната зоналност с минералните парагенези на пропилитизирани и серицитизирани скали в горните части на находище Асарел

Fig. 4. Idealized metasomatic column of vertical zonation of the wallrock alterations with mineral parageneses of propylitic and sericitic type altered rocks in the upper parts of the Assarel deposit

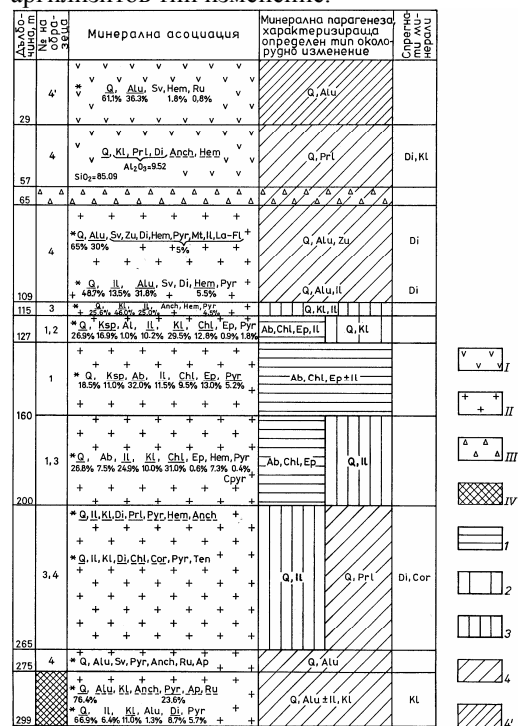
Желателно е да се внесе яснота и при употребата на термина "серицитизация" от класификацията на Meyer & Hemley (1967), околорудно изменение, генетичен аналог на формацията кварц-серицитови метасоматити (Kanazirski, 1998). Боровенето в многобройните публикации и доклади у нас с категориите на чисто минераложките класификации, а не на класификацията по типове изменения на основа минерални парагенези, води до грешки и незадоволителна генетична информация. Например, когато употребяват понятието "серицитизация", повечето от авторите имат предвид образуването на серицит в хода на метасоматичния процес. Но серицит в различни минерални парагенези е характерен за следните типове околорудни изменения на скалите: калиева метасоматоза, пропилитизация, серицитизация, умерена аргилизация, интензивна аргилизация (Meyer, Hemley, 1967), березитизация (Каназирски и др., 2000) и адулар-серицитов тип изменение. Изследването именно на парагенетичните съотношения на серицита с асоциираните с него минерали е от значение за определяне типа околорудно изменение и фациалната принадлежност на съдържащите го метасоматити.

Формация вторични кварцити

Резултатите от физикохимичните петроложки изследвания на формацията вторични кварцити и интензивната аргилизация на скалите в горната част на находище Асарел са отразени в дисертацията на Каназирски (1996) и две публикации (Kanazirski et al., 1995; Каназирски и др., 1996). Изследванията се базират на данните от сондаж 751 (фиг. 5), особено подходящ за детайлното изучаване на метасоматитите на формацията вторични кварцити и интензивната аргилизация.

На фиг. 6 е представена интегралната метасоматична колонка на вертикалната зоналност в разпределението на различните

типове околорудни изменения, получени при изявата на кисело-хлоридния и кисело-сулфатния тип интензивна аргилизация, с образуване на каолинит в метасоматичните скали в проби от сондажи 765, 768, 771, 772, 774, 778 и 779. Пропилитизацията и пропи-литово-аргилизитовият тип изменение на външата и междинните зони на колонката се сменят с преходния серицитово-интензивно аргилизитов тип изменение.



Фиг. 5. Схема на вертикалната зоналност на околорудните изменения в находище Асарел по данни от сондаж N 751: Скали и зони: I - латити, андезити, II - гранодиоритови порфири, III - брекчирана зона; IV - рудна зона. Типове изменения: 1 - пропилитизация; 2 – аргилизация; 3 - серицитизация; 4 - интензивна аргилизация; 4' - интензивна аргилизация (вероятно супергенна)

Fig. 5. Schematic vertical zonation of the wallrock alterations of the Assarel deposit. Drillhole 751. Rocks and altered zones: I - andesite, latite; II - granodiorite porphyry; III - brecciated zone; IV - ore mineral zone. Alteration types: 1 - propylitization, 2 - argillization; 3 - sericitization; 4 - advanced argillization; 4' - advanced argillization (probably supergene)

Тип изменение	Пропилитов	Пропилит-аргилитов		Серицитов - интензивно аргилитов	Интезивно аргилитов	Алуитов (Кисело сулфатен)
Зона №	6	5	4	3	2	1
Проба №	778/301 778/344 779/102 779/116.5 779/138	771/175 777/19	771/30 774/73.5	765/188 774/113.9	772/7.6	768/51.5
Количество на минералите, %	Pyr	Pyr	Pyr	Pyr	Pyr	Pyr
	Q	Q	Q	Q	Q	Q
	Il					
	Chl					
	Ab	Il Chl	Il	Il		
		Ab			Prl	Alu
	Ksp		Ab Kl	Kl	Kl Dsp	
		Kl				
Промяна на границите между зоните	+Ep -Ep -Ksp +Kl	-Chl	-Ab	+Prl +Dsp	-Prl -Kl -Di +Alu	

Фиг. 6. Интегрална метасоматична колонка на вертикалната зоналност на околорудните изменения с интензивна аргилизация на скалите в горните части на находище Асарел по данни от сондажи 765, 768, 771, 772, 774, 778 и 779.

Fig. 6. Integral metasomatic column of vertical zonation of the wallrock alterations including advanced argillization in the shallow parts of the Assarel district. Drillholes 765, 768, 771, 772, 774, 778, 779

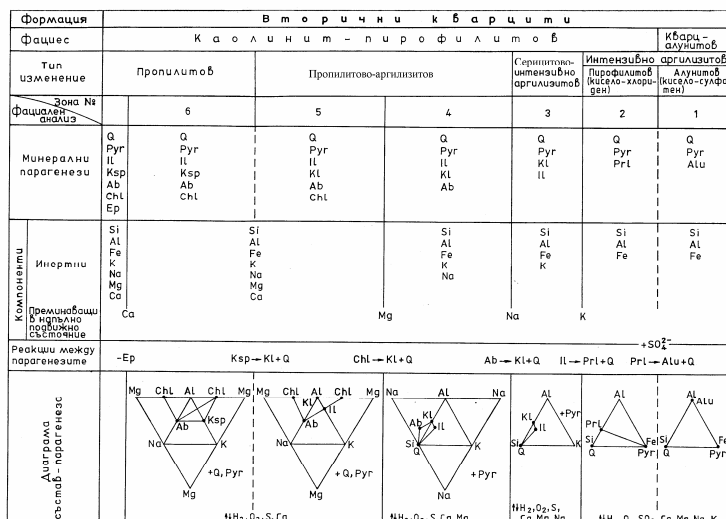
Във вътрешните зони са представени кисело-хлоридният и кисело-сулфатният тип изменение, отнасящи се към интензивната аргилизация на скалите.

На фиг. 7 е дадена идеализираната метасоматична колонка на вертикалната зоналност. Тя е идентична с колонката, получена при анализа на измененията по данни на сондаж 751 (Каназирски, 1996; Каназирски и др., 1996). За всяка зона от колонката са отбелязани равновесните минерали, определени с построяване на диаграми състав - парагенеза. На границите между зоните са отразени реакциите на преходите в резултат на взаимодействието на скалата с хидротермалния флуид, водещо до получаване на метасоматичната зоналност. За минералите с променлив състав (хлорит, илит и алунит) са използвани формули, получени от микросондовите анализи на тези минерали от находище Асарел. Проследен е редът на диференциална подвижност на компонентите, характеризиращ се с последователното преминаване от инертно в напълно подвижно състояние на Ca, Mg, Na и K, в съответствие с последователността на редуцирането на минералите по зони: епидот, калиев фелдшпат, хлорит, албит, илит. Формационно-

фациалният анализ дава право метасоматитите, получени при епитермалното интензивно аргилитово киселинно развитие на хидротермално-меднопорфирана система Асарел, да се отнесат към каолинит-пирофилитовия фациес на формацията вторични кварцити, а при наличие на кварц-алунитова минерална парагенеза към кварц-алунитовия фациес на същата формация (Жариков, 1982; Каназирски, 1996).

Пропилитизираните скали в ореолите около интензивно изменените скали, продукт на пропилитовия и пропилитово-аргилитовия тип изменение, не се отнасят към формацията пропилити, а са скали от външните зони на формацията вторични кварцити. Затова отделянето на формациите пропилити и вторични кварцити от геолозите в находище Асарел и отнасянето на изследваните метасоматити към тях е некоректно.

На същото основание, метасоматитите от останалите меднопорфирни находища в Централното Средногорие, отнесени от Радонова (Радонова, Велинов, 1974) по класификациите на Наконник (1954, 1964) към формациите пропилити и вторични кварцити, би трябвало, съгласно класифика-



Фиг. 7. Идеализирана метасоматична колонка на вертикалната зоналност на околорудните изменения с интензивна аргилизация на скалите в горните части на находище Асарел
Fig. 7. Idealized metasomatic column of vertical zonation of the wallrock alterations including advanced argillization in the upper parts of the Assarel deposit

цията на Жариков и Омеляненко (1978), да се разглеждат като метасоматити на формацията вторични кварцити. Определенето на формационно-фациалната принадлежност на хидротермално изменените скали в находище Асарел (Каназирски и др., 1993; Kanazirski et al., 1995; Каназирски, 1996) е едно потвърждение за това.

Общи черти на генетичните класификации на примера на находище Асарел

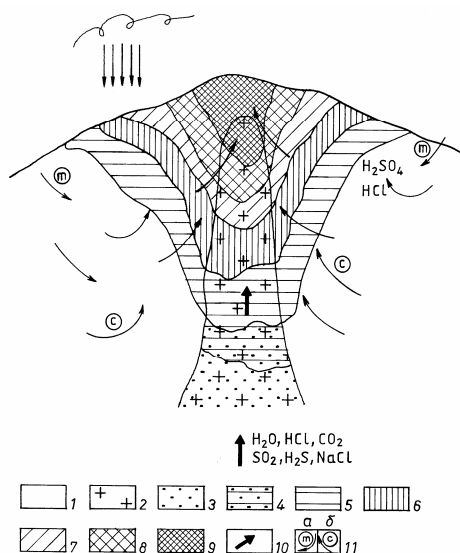
Проведеното изследване на типовете изменения и формационно-фациалната принадлежност на метасоматитите в находище Асарел продължава изследванията за търсенето на обединяващите черти на двете генетични класификации: а) по типове околорудни изменения (Meyer, Hemley, 1967) и б) на формационна основа на метасоматитите (Жариков, Омеляненко, 1978; Жариков, 1982).

В идеализираната метасоматична колонка на формацията кварц-серицитови метасоматити (фиг. 4) минералните парагенези по зони характеризират пропилизация във външните зони и серицитизация във вътрешната зона на интегралната метасоматична колонка. Между тях е

преходният пропилитово-серицитов тип изменение, характерен за междинната зона на колонката.

Пропилитизацията, пропилитово-аргилитовият, серицитово-интензивно аргилитовият тип изменение и интензивната аргилизация са околорудните изменения в зоните на идеализираната метасоматична колонка на формацията вторични кварцити (фиг. 7). В зоната на интензивната аргилизация се различават два субтипа: пиропилитов или кисело-хлориден, без сулфатни минерали, и алунитов или кисело-сулфатен (Kanazirski, 1992, 2000; Каназирски, 1996). Генетичен аналог на кисело-хлоридния тип изменение в находище Асарел е каолинит-пиропилитовият фациес на формацията вторични кварцити, а на кисело-сулфатния тип изменение кварц-алунитовият фациес на същата формация.

Кисело-сулфатният тип изменение, отнасящ се към интензивната аргилизация, е характерен за изменени магмени скали в епитермални находища (Hayba et al., 1985; Bonham, 1986; Heald et al., 1987; White, Hedenquist, 1990; Hemley, Hunt, 1992; Arribas, 1995). Минераложият синоним на този тип изменение е предложението от Berger & Hemley (1989) каолинит-алунитов тип изменение. При висока активност на



Фиг. 8. Схематичен модел на околорудните изменения в доминиращо метеорна магмена система Асарал. 1 - вулкански скали; 2 - интрузивен гранодиорит порфиров щок; 3 - 9 - околорудни изменения: 3 - К-силикатен тип (?); 4 - К-силикатен-пропилитов тип (?); 5 - пропилитизация; 6 - пропилитово-аргилитов тип; 7 - серицитово-интензивно аргилитов тип; 8 - интензивно аргилитов кисело-хлориден тип; 9 - интензивно аргилитов кисело-сулфатен тип; 10 - магмена хидротермална система; 11a - метеорни води; 11b - конвекционна циркулация на разтворите

Fig. 8. Schematic model of the wallrock alterations in ptedominantly meteoric magmatic hydrothermal system Assarel. 1 - volcanic rocks; 2 - intrusive granodiorite porphyry stock; 3 - 9 - wallrock alterations: 3 - potassium silicate type (?); 4 - potassium silicate-propylitic type (?); 5 - propylitization; 6 - propylitic-argillic type; 7 - sericitic-advanced argillic type; 8 - advanced argillic acid-chlorin type; 9 - advanced argillic acid-sulphate type; 10 - magmatic hydrothermal system; 11a - meteoric waters; 11b - solution convective circulation

сулфатните аниони обаче се образува парагенезата алунит + кварц, характерна за вътрешните зони на кварц-алунитовия фациес на формацията вторични кварцити. Често рудните минерализации в кисело-сулфатния тип епитермални златни находища са привързани към най-интензивно изменените вместващи скали с кварцови и кварц-алунитови жили и зони. Това дава основание (Каназирски, 1996; Kanazirski, 2000) в случаите, когато в парагенезата отсъства каолинит, като синоним на кисело-сулфатния тип да се използва минераложия еквивалент алунитов тип изменение, с предпочитание пред алунит-каолинитовия тип (Berger, Henley, 1989).

Кисело-сулфатният тип изменение и свързаните с него епитермални златни минерализации са представени често в горните части на меднопорфирните находища (Sillitoe, 1992; Eaton, Setterfield, 1993; Hedenquist et al., 1995). Това позволява да се предположи не само пространствена, но и генетична връзка на меднопорфирната и епитермалната системи. Решаването на този дискуссионен проблем изисква прилагането на изотопни анализи, изучаване състава на

разтворите, термодинамично и експериментално моделиране.

Заклучение

По класификацията на Meyer & Hemley (1967) и допълненията ѝ от Бин и Титли (1980), Guilbert & Park (1986), Heald et al. (1987) и Pirajno (1992) в горните части на находище Асарел се отделят следните типове дорудни изменения на скалите: спорадично представен К-силикатен-пропилитов тип изменение, пропилитизация, пропилитово-аргилитов тип, пропилитово-серицитов тип, серицитизация, серицитово-интензивно аргилитов тип и интензивна аргилитизация (кисело-хлориден и кисело-сулфатен тип, Kanazirski, 1992; Каназирски, 1996). Метасоматитите се отнасят към формациите кварц-серицитови метасоматити и вторични кварцити (Жариков, Омеляненко, 1978; Жариков, 1982). Генетичните аналози на тези формации от класификацията на околорудните изменения на скалите са серицитизацията и интензивната аргилитизация, които са характерни за епитермалното развитие на меднопорфирните системи в горните им части. В тези части разтворите са продукт

на смесена метеорно-магмена хидротермална система, със силно доминиране на метеорната система.

Анализът на генетичните класификации на околорудните изменения на вмествашите скали и на метасоматитите е от изключително значение за актуализиране на изследванията на метасоматичните процеси и методиката на геоложкото картиране на хидротермално изменените скали. Намирането на общите черти на двете класификации и използването на предимствата на всяка една от тях, би превело отразяването на резултатите от изследванията на хидротермалните изменения на скалите на единен геоложки език и би улеснило общуването на специалистите, прилагащи общоприетите генетични класификации в метасоматичната петрология.

Епитермалните изменения в горните части на меднопорфирна система Асарел отразяват еволюцията в повърхностните $\mathcal{E}$ части. С повишаване на киселинността на разтворите при смесването на метеорни води с кисели магмени флуиди минералните асоциации, характерни за пропилитовия тип изменение, са неустойчиви. Получават се скали с пропилитово-серицитов и серицитов тип изменение, както и метасоматити със специфичните за интензивната аргилизация хлориден и кисело-сулфатен тип минерални парагенези.

Меднопорфирната система Асарел се отнася към системите, в които епитермалното развитие на измененията се налага както върху изменени вулкански скали над порфирния шок, така и върху околорудни изменения на скалите на шока. Резултатите от изследванията на околорудните изменения на скалите и метасоматичната зоналност на метасоматитите в горните части на находище Асарел позволяват да се предложи схематичен модел на околорудните изменения в метеорно-магмена система Асарел, включващи кисело-сулфатния интензивно аргилизитов тип изменение (фиг. 8). Това е един вариант на генетичен модел, синтезирал физикохимичните петроложки

познания за епитермалното развитие на изследваната меднопорфирна система.

Литература

- Арнаудова, Р., П. Попов, И. Петков, П. Петров. 1991. Хидротермални метасоматити от медно-порфирното находище Асарел и тяхната структурна привързаност. - *Год. МГУ*, **37**, 1, 121-134.
- Бин, Р. Э., С. Р. Титли. 1980. Медно-порфировые месторождения: II. Гидротермальные изменения и минерализация. В: *Генезис рудных месторождений*, I. М., Мир, 278-333.
- Богданов, Б. 1987. *Медните находища в България*. С., Техника, 388 с.
- Жариков, В. А. 1969. Парагенезис минералов, фации и формации. - *Зап. Всес. минер. общ.*, **97**, 4, 510-514.
- Жариков, В. А. 1982. Физико-химические исследования околорудного метасоматизма. - *Геохимия*, 1754-1779.
- Жариков, В. А., Б. И. Омеляненко. 1978. Классификация метасоматитов. - В: Коржинский, Д. С. (ред). - *Метасоматизм и рудообразование*. М., Наука, 9-28.
- Игнатовски, П., Цветанов, Р. 1981. Алунити от находище Асарел. - *Рудодобив*, **6**, 3-6.
- Каназирски, М. М. 1996. Физикохимична петрология на формацията вторични кварцити и интензивната аргилизация на скалите. Хидротермални изменения в епитермално златно-алунитово находище Родаклар (ЮИ Испания). - Автореферат на докторска дисертация. ГИ БАН, 79 с.
- Каназирски, М., Г. Зарайский, И. Кералт, Ф. Плана. 1996. Експериментално моделиране на метасоматичната зоналност в горните части на меднопорфирно находище Асарел - *Геохим., минерал. и петрол.*, **31**, 3-22.
- Каназирски, М., И. Кералт, Ф. Плана, Г. Зарайский. 1993. Експериментално моделиране на интензивната аргилизация на скалите в меднопорфирно находище Асарел. Научна сесия "Развитие на българската минералогия", Сб. резюмета, 25.
- Каназирски, М., Т. Маринов, Р. Цанкарска. 2000. Формацията березити на околорудните метасоматити в участък Червен дол, Западна Стара планина, - нова метасоматична формация за България. - *Геохим., минерал. и петрол.*, **37**, 57-64.

- Коржинский, Д. С. 1957. *Физико-химические основы парагенезисов минералов*. М., Изд. АН СССР, 184 с.
- Коржинский, Д. С. 1969. *Теория метасоматической зональности*. М., Наука, 110 с.
- Наковник, Н. И. 1954. Пропилитизированные породы, их минеральные фации, генезис и практическое значение. - *Зап. Всес. минер. Общ.*, **87**, 4, 85-94.
- Наковник, Н. И. 1964. *Вторичные кварциты СССР и связанные с ними месторождения полезных ископаемых*. М., Недра, 339 с.
- Радонова, Т. Г., Д. Стефанов. 1974. Пироксилит от медно находилще Асарел, Панагюрско. - *Минерогенезис*. С., БАН. 219-227.
- Радонова, Т., И. Велинов. 1974. Взаимоотношения пропилитов и вторичных кварцитов с орудинением Центрального и Западного Средногогорья (Болгария). - *Метасоматизм и рудообразование*. М., Наука, 60-69.
- Arribas, A. Jr. 1995. Characteristics of high-sulfidation epithermal deposits, and their relation to magmatic fluid. - In: *Magmas, Fluids, and Ore Deposits*, J. F. H. Thompson (ed.), Mineral. Assoc. Canada, Short Course, **23**, 419-454.
- Berger, B. R., R. W. Henley. 1989. Advances in the understanding of epithermal gold-silver deposits with special reference to deposits of the Western United States. - In: R. Keyas, R. Ramsey and D. Groves (eds.). *The Geology of Gold Deposits: The Perspective in 1988*. - *Econ. Geol. Monogr.*, **6**, 405-423.
- Bonham, H. F. Jr. 1986. Models for volcanic-hosted epithermal precious metal deposits: A review. *International Volcanological Congress*, New Zealand, Proc. Symposium 5, 13-17.
- Eaton, P. C., T. N. Setterfield. 1993. The relationship between epithermal and porphyry hydrothermal systems within the Tavua Caldera, Fiji. - *Econ. Geol.*, **88**, 1053-1083.
- Gilbert, J., Ch. F. Park. 1986. *The Geology of Ore Deposits*. New York, W. N. Freeman and Company, 586 p.
- Hayba, D. O., P. M., Bethke, P. Heald, N. K. Foley. 1985. The geological, mineralogical, and geochemical characteristics of volcanic-hosted epithermal precious metal deposits. - In: B. R. Berger, P. M. Bethke (eds.), *Geology and Geochemistry of Epithermal Systems*. *Econ. Geol. Rev.*, **2**, 129-168.
- Heald, P., D. O. Hayba, N. K. Foley. 1987. Comparative anatomy of volcanic-hosted epithermal deposits: Acid-sulfate and adularia-sericite types. - *Econ. Geol.*, **82**, 1-26.
- Hedenquist, J., W., A. Arribas, Y. Matsuhisa. 1995. The Far Southeast Lepanto Cu-Au deposit, Philippines: Porphyry to epithermal transition. - *Mineral Deposits*, Pasava, Kribek & Zak (eds). Rotterdam, Balkema, 451-454.
- Hemley, J. J., J. P. Hunt. 1992. Hydrothermal ore-forming processes in the light of studies in rock-buffered systems: II. Some general geological application. - *Econ. Geol.*, **87**, 23-43.
- Kanazirski, M. M. 1992. Mineral equilibrium in the $K_2O-Al_2O_3-SiO_2-H_2O-SO_3$ system as a basis for distinguishing the acid-sulfate and adularia-sericite types of magmatic rock alteration in epithermal deposits. - *C. R. Acad. bulg. Sci.*, **45**, 12, 89-91.
- Kanazirski, M., G. Zaraysky, I. Queralt, F. Plana. 1995. Experimental modelling of metasomatic zoning at intensive argillization of rocks from Asarel copper-porphyry deposit (Bulgaria). - *Experiment in Geosciences*, **4**, 16-20.
- Kanazirski, M. 2000. Thermodynamic basis for distinguishing the acid-sulphate and adularia-sericite types of rocks in epithermal deposits and genetic analogy with the metasomatites of the formation classification. - *Geologica Balc.* (in print).
- McMillan, W. J., A. Panteleyev. 1980. Ore deposits models. 1. Porphyry copper deposits. - *Geosci. Canad.*, **7**, 52-63.
- Meyer, C., J., J. Hemley. 1967. Wallrock alteration. - In: H. L. Barnes (Editor), *Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits*. Rinehart and Wilson Publ., 166-235.
- Pirjano, F. 1992. *Hydrothermal Mineral Deposits*. Principles and Fundamental Concepts for Exploration Geologist. Berlin, Springer-Verlag, 709 p.
- Popov, P., Str. Strashimirov, R. Arnaudova, M. Kanazirski, K. Popov. 1996. Geology and genetic model of the porphyry copper deposits from the Assarel-Medet ore field. - In: *Plate Tectonic Aspects of the Alpine Metalogeny in the Carpatho-Balkan Region*. Proc. Ann. Meeting, S. 1996. Unesco-IGCP Project N 356, **1**, 175-196.
- Sillitoe, R. H. 1992. The porphyry-epithermal transition. - *Rept. Geol. Surv. Japan*. 279, 156-160.
- White, N. C., J. W. Hedenquist. 1990. Epithermal environments and styles of mineralizations: Variation and their causes, and guidelines for exploration. - *J. Geochem. Explor.*, **36**, 455-474.

Принята на 15. 06. 2000 г.

Accepted June 15, 2000

