

К-Аг датиране на горнокредни магматити и хидротермални метасоматити в Панагюрския вулкано-интрузивен район на Централното Средногорие

Петър Лилов, Стойка Чипчакова

Lilov, P., S. Chipchakova. 1999. K-Ar dating of the Upper Cretaceous magmatic rocks and hydrothermal metasomatic rocks from the Central Srednogorie. – *Geochem., Mineral. and Petrol.*, Sofia, **36**, 77-91

Abstract. The Panagyurishte volcano-intrusive region is characterised by the development of an Upper Cretaceous volcano-plutonic complex including calci-alkaline, rarely tholeiite and mildly alkaline rocks as andesites, basaltic andesites, trachyandesites, dacites, rhyodacites, granodiorites and quartzmonzodiorites. Based on geological relations, petrological and paleontological data four magmatic stages, named after their volcanic rocks are distinguished. The formation of different types of endogenous ore deposits, dominated by copper ones is related to Upper Cretaceous magmatism. The intensive hydrothermal alterations affect the host rocks from the frame of the ore deposits. K-silicate, sericite, argillic, advanced argillic, K-silicate-sericite, sericite-advanced argillic types of pre-, syn- and post-ore alterations are established in the region.

To determine the age of the magmatic rocks and hydrothermal alterations, conventional K-Ar method studies have been carried out. The analytical results of whole rocks, magnetic and non-magnetic fractions, hornblende, biotite and K-feldspar separated from 23 fresh magmatic rock samples as well as illite, sericite, biotite and K-feldspar separated from 40 hydrothermally altered rock samples are presented. The data for the fresh volcanic and intrusive rocks indicate the ages of four magmatic stages: I – andesites-dacites, Cenomanian, >91 Ma; II – basaltic andesites-basaltic trachyandesites, Turonian, 91-88 Ma; III – dacites-rhyodacites, Coniacian-Early Santonian, 88-86 Ma; IV – basaltic andesites-andesites-trachyandesites, Late Maastrichtian, 67-65 Ma.

The K-Ar ages of the pre-ore and syn-ore metasomatites usually coincide or they have a little difference - about 1-2 Ma. The hydrothermal systems responsible for the ore mineralization lasted for about 2 Ma, but in some localities up to 4-5 Ma after the magmatic activity. Longer period - about 10 Ma between the volcanic stage and syn-ore metasomatites, connected with the late Au-Ag mineralization was established for the Elatzite-Chelopech ore field only. Additional investigations are required to explain this considerable temporal difference.

Keywords: Central Srednogorie, Upper Cretaceous magmatism, wallrock alterations, isotopes, excess argon

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

Ключови думи: магматични етапи, излишен аргон, изотопи, околорудни изменения, горнокредни магматити

Адрес: Геологически институт, Българска академия на науките, 1113 София

Въведение

Решаването на геохронологички проблеми с помощта на К-Аг метод при датирването на палеозойски и средноалпийски магматити от Средногорието е едно от първите постижения на изотопната лаборатория в ГПЛИ към Комитета по геология. С К-Аг датирване е доказана горнокредна възраст на магмени скали от Централното Средногорие (Лилов, 1975). Преди това е приемана палеоценска възраст за Елшишкия плутон (Бояджиев, Чипчакова, 1964), долно-средно палеоценска за дайковата формация в Панагюрско (Бояджиев, Чипчакова, 1965) и старотерциерна за Медетския плутон (Яранов, 1960; Ушев и др., 1962).

Идеята за формирането на един горнокреден вулкано-плутоничен комплекс в източната част на Средногорската зона (Василев, Лилов, 1971) се потвърждава и за централната и част (Чипчакова, Лилов, 1976).

Освен турон-сенонски датировки за малка част от горнокредните магматити се получават и аномално стари привидни възрасти. С допълнителни изследвания на минерали с различни съдържания на калий се доказва, че аномално старите К-Аг датировки се дължат на присъствието на излишен ^{40}Ar в пироксени, амфиболи, а вероятно и в други минерали с ниско калиево съдържание (Лилов, 1985). Излишен аргон е установен в скални проби от Медетския плутон, Росенския вулкано-интрузивен център и в пироксени от Тамаринския палеовулкан (Лилов, Станишева, 1998). Скалните проби с доказано съдържание на излишен аргон се определят като неподходящи за К-Аг датирване или се проверява дали те отговарят на изискванията за изохронно датирване (Лилов, Станишева, 1998).

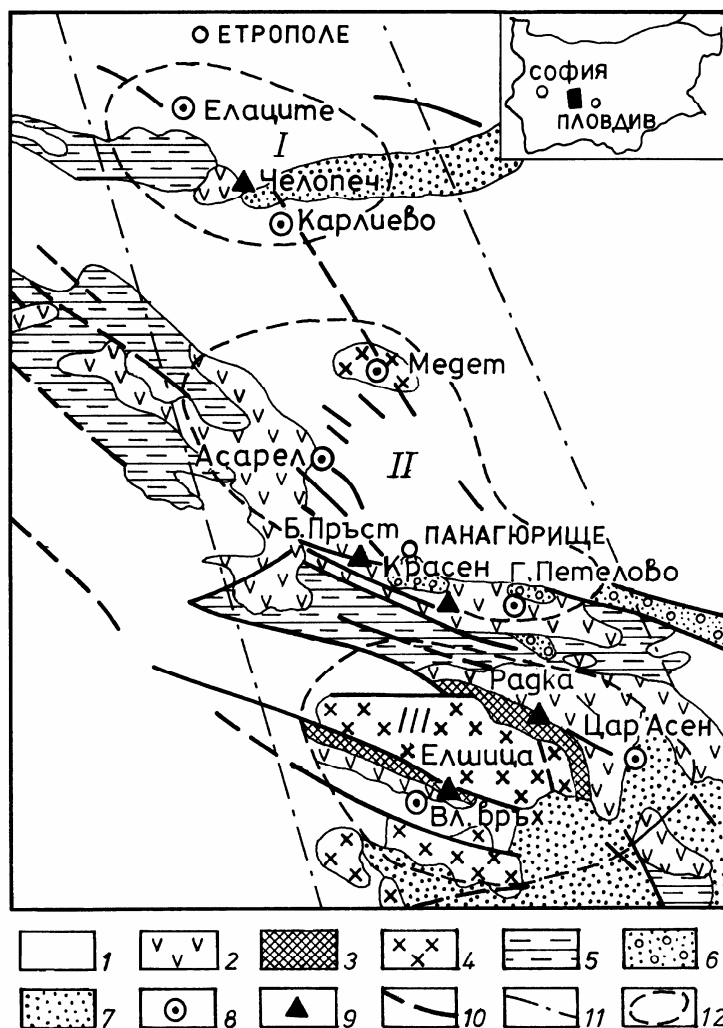
В настоящата статия са представени К-Аг датировки на 23 проби от свежи горнокредни магматити, с които се цели да се датират отделните по геоложки

съображения етапи на магматична дейност в Панагюрския вулкано-интрузивен район на Централносредногорската област (Dabovski et al., 1991). Също така се разглеждат 40 проби от хидротермални дорудни и синрудни метасоматити. Те обхващат почти всички находища и главни рудопроявления, което позволява да се даде по-пълна и обобщена К-Аг геохронологичка характеристика, и на генетично свързаните с магматизма хидротермални дорудни и синрудни метасоматити в района. За определяне на околорудните изменения на скалите е използвана генетичната класификация на Мейер и Хемли (1970) с допълнения от Бин и Титли (1980) и Nayba et al., (1985). С това се постига необходимото осъвременяване на отделните по-рано типове околорудни изменения на скалите в изследвания район.

Геолого-петроложки преглед

Панагюрският вулкано-интрузивен район се характеризира с Са-алкален до субалкален, преобладаващо среден и кисел магматизъм и предимно медна минерализация. Геохимичните особености на този магматизъм потвърждават представата за субдукционния му характер с ограничена корова контаминация (Даиева, Чипчакова, 1997).

Въз основа на геоложки съотношения (Чипчакова, 1970), петроложки и фаунистични изследвания (Чипчакова, Вапцарова, 1975) и К-Аг датировки (Чипчакова, Лилов, 1976), се разграничават четири етапа на вулкано-интрузивен магматизъм: I – андезитодацитов; II - андезитобазалт-трахиандезитобазалтов ; III - дацит-риодацитов и IV - андезитобазалт-андезит-трахиандезитов. В зависимост от степента на тектонско разчленяване и блокова денивелация на съвременен ниво са запазени вулканити или са разкрити субвулкански тела



Фиг. 1. Геоложка схема на Панагюрско-Етрополския руден район (по Богданов, 1987, с изменения от авторите): 1 – догорнокредни скали, 2 – горнокредни андезитобазалти, трахиандезитобазалти, трахиандезити, андезити и техните пирокластити, 3 – горнокредни дацити, риодацити, трахириодацити и техните пирокластити, 4 – горнокредни кварцмонцодиорити, гранодиорити, гранити и техните порфирни разновидности, 5 – маастрихтска флишка задруга, 6 – горноеоценски конгломерати, 7 – плиоценски и кватернерни наслаги, 8 – меднопорфирни находища, 9 – меднопиритни находища, 10 – разломи, 11 – граници на Панагюрската дълбочинна разломна зона, 12 – граници на вулcano-интрузивните рудни полета: I – Елашко-Челопешки, II – Медет-Асарелски, III – Елшишко-Радкински

Fig. 1. Geological scheme of Panagiuershte-Etropole ore region (after Богданов, 1987, modified by authors): 1 – Preupper Cretaceous rocks, 2 – Upper Cretaceous basaltic andesite, 3 – Upper Cretaceous dacite, rhyodacite, trachyrhyodacite and their pyroclastics, 4 – Upper Cretaceous quartzmonzodiorite, granodiorite, granite and their porphyritic varieties, 5 – Maastrichtian flyschoid rocks, 6 – Upper Eocene conglomerate, 7 – Pliocene and Quaternary sediments, 8 – porphyry copper deposits, 9 – copper-pyrite deposits, 10 – faults, 11 – limits of Panagiuershte deep fault zone, 12 – limits of ore fields: I – Elatitsa-Chelopech, II – Medet-Assarel, III – Elshitsa-Radka

и хипоабисални интрузиви.

В Панагюрския вулкано-интрузивен район орудяванията са групирани в три рудни полета (Богданов, 1987): Елашко-Челопешко, Медет-Асарелско и Елшишко-Радкинско (фиг. 1, табл. 1), които се използват тук като основни описателни единици. Като подчертаваме ролята на горнокредния магматизъм при рудоотлагането, тези рудни полета означаваме като рудно-магматични.

Елашко-Челопешко рудно-магматично поле

В северната част на това поле (фиг. 1) е локализирано Мо-Сu-порфирното находище Елаците. Тук сред палеозойски скали се разкрива интрузивно тяло от монцосиенит-порфирити и малко кварцдиоритпорфиритови дайки, с които парагенетично се свързва орудяването (Димитров, 1988; Petrunov et al., 1992; Petrunov, Dragov, 1993). Измененията на скалите са от К-силикатен тип, пропицитизация и серицитизация (устно съобщение на Каназирски).

В южната част на Елашко-Челопешкото рудно поле горнокредният вулканогенно-седиментен комплекс е значително запазен. В находище Челопеч е установена палеовулканска структура от централен тип (Мутафчиев и др., 1984) с калдерно пропадане (Попов и др., 1983), която е изградена от продуктите на I, II и IV етапи на вулканизма. В основата и лежат субвулкански андезитодацити от I етап (дебелина до 500-600 m), измененията по които са серицитово-интензивно аргилизитов тип. Непосредствено над тях лежат слабо изменени андезитобазалт-трахиандезитобазалти от II етап (дебелина до 1,200 m), чиито ксенотуфи съдържат отломки от интензивно изменени андезитодацити. В погорните нива на разреза вулканитите на II етап, вместиращи Сu-Au-пиритното орудяване на Челопеч, са изменени в К-силикатен-серицитов тип (табл.1, пр. 7 и 8).

Дайковите скали са по-слабо представени главно от монцодиоритови и кварцмонцодиоритови, рядко кварцдиоритови порфирити, които рядко са засегнати от Мо-Сu-порфирно орудяване. Плутон досега не е установен. К-Аг датировка (91 Ma) на неизменен трахиандезитобазалт отнася този етап към турона (Чипчакова, Лилов, 1976). Предполага се, че през ранния сенон, в края на II етап на вулканизма, в района на Челопешкия палеовулкан е настъпило продължително затишие на вулканската и седиментационната дейност с период на осушаване.

Третият, дацит-риодацитов етап в Челопешкия палеовулкан досега не е установен. Само в периферията на Елашко-Челопешкия район - с. Карлиево и Бештепе се разкриват гранодиоритови порфири с Сu-порфирна минерализация и серицитов тип изменение (табл. 1, пр. 16).

Вероятно през късния сантон - ранен кампан районът отново става дъно на море. Тогава започва отлагане на горносенонски пясъчници синхронно на IV, андезитобазалт-андезит-трахиандезитов етап на вулканизма, представен само от вулканити и пирокластити. Тези скали са слабо пропицитизирани. Само при Шарло дере андезитобазалти и андезити са променени в серицитово-интензивно аргилизитов и интензивно аргилизитов кисело-сулфатен тип (дорудни метасоматити, пр. 12 и 13). Рудовместващите скали от II и IV етап при находище Челопеч са променени в серицитов, К-силикатен-серицитов и серицитово-интензивно аргилизитов тип (пр.2, 3, 4 и 5) във връзка с късната Au-Ag минерализация (Чипчакова, 1992).

Медет-Асарелско рудно-магматично поле

В това рудно поле се намират (фиг. 1) Медетския интрузив и Асарел-Красенската вулканска ивица, изградена от горнокредни вулканити и седименти и палеовулканските

структури Асарел, Бялата пръст, Красен, Голямо Петелово със съответни Cu-Мо-порфирни и Cu-пиритни орудявания.

В Медетския интрузив са отделени две наставки: първа - кварцмонцодиорити до монцодиорити и кварцмонцодиоритови порфирити и втора - гранодиорити и гранодиоритови порфири, малко жилни левкограносиенити и аплити. Двете наставки представляват интрузивен фацис на II и III етап на горнокредния магматизъм. Мо-Cu порфирното орудяване е проявено след внедряването на кварцмонцодиоритовите порфирити. Рудовместващите скали в централната част на рудното поле са засегнати от К-силикатен тип изменение, характеризиращо се с метасоматична асоциация от биотит, К-фелдшпат, апатит, магнетит ± хематит и халкопирит, а към периферията му - от серицитизация и пропилизация.

Асарелският палеовулкан е изграден главно от андезитобазалти и трахиандезити и техните пирокластити от II етап на магматизма, по които са развити и дорудните хидротермални изменения. Дайковидните скали са представени от кварцмонцодиоритови порфирити и по-малко кварцдиоритови порфирити. Третият етап на магматизма е представен по-слабо от гранодиоритови порфири, а четвъртият етап - от андезити и пирокластити.

В палеовулкана е вместено едноименното находище, формирано на субвулканско ниво (Pоров et al., 1996). Скалите от тази структура са изменени в пропилитов, пропилитово-аргилизитов, аргилизитово-серицитов, серицитово-интензивно аргилизитов и интензивно аргилизитов тип (Каназирски, 1996; Каназирски и др., 1996). Орудяването е парагенетично свързано главно с дайки от II етап. Орудени са също и вместиращите ги вулканити и палеозойски гранити. Синрудните изменения са представени от К-силикатен, К-силикатен-серицитов и серицитов тип.

Елшишко-Радкинско рудно-магматично поле

Тук най-добре е изявено многоетапното и многофациалното развитие на горнокредния магматизъм в Панагюрския район. В него са включени Елшишката и Радкинската вулкански ивици, изградени от продуктите на последните три магматични етапа и една вулcano-интрузивна структура (Богданов, 1987), в централната част на която е разкрит Елшишкия интрузив.

Андезитобазалти и трахиандезитобазалти от II етап лежат в основата на вулканските ивици. Дайковите скали на този етап са представени от кварцмонцодиорити и кварцмонцодиоритови порфирити, а интрузивния фацис - от кварцмонцодиорити, разкриващи се само като ксенолити в периферията на Елшишкия интрузив.

Третият, дацит-риодацитов етап е представен от вулкански, дайкови и интрузивни скали с аналогичен минерален и петрохимичен състав. Вулканитите (лави и пирокластити) с преобладаващо дацитов и риодацитов състав прехождат в трахидацити и трахириодацити. Дайковите скали са представени от гранодиоритови порфири и плагиогранитови порфири, а Елшишкия интрузив е изграден от гранити, гранодиорити и плагиогранити.

Масивните Cu-Au-пиритни находища Радка и Елшица и Cu-порфирните - Влайков връх и Цар Асен са парагенетично свързани с III кисел магматичен етап. Синрудните изменения на находищата Радка и Елшица (Чипчакова, Стефанов, 1974; Chipchakova et al., 1981). са представени от К-силикатен-серицитов и аргилизитов тип.

Четвъртият етап е представен главно в Радкинската вулканска ивица от трахиандезити и андезитобазалти, рядко от трахидацити и трахити (лавови потоци, пирокластити и куполообразни тела). Почти всички вулканити от този етап са слабо хидротермално изменени. Само трахианде-

зитови дайковидни тела и дайки са в различна степен засегнати от адуларизация.

Методика на изследванията

Непроменените проби от магмени скали са натрошени и след пресяване са получени фракции 0,5-0,2 mm и 0,2-0,1 mm. С използването на електромагнитен сепаратор по-голямата част от скалните фракции са разделени на магнитни и немагнитни. Тези фракции не са мономинерални, но са частично обогатени с минерали, притежаващи съответно магнитни или немагнитни свойства. За анализ са използвани скални, магнитни, немагнитни и минерални фракции (табл. 1).

От хидротермално променени скални проби, след натрошаване и стриване, са отделени чрез седиментирани фракции под 0,001 mm за рентгенодифрактометрични изследвания и K-Ag датирани (табл.1). Дифрактометричните анализи са проведени в Геологическия институт с монохроматично медно лъчение на дифрактометри Siemens D-500 и HZG-4, Zeiss Jena.

Съдържанието на калий е определено по метода на пламъчната фотометрия с точност $\pm 1-3\%$. K-Ag датирани е извършено с модернизирани маспектро-метър МИ-1305 и аргонова инсталация (Лилов, 1975), по метода на изотопното разреждане с ^{38}Ar . Съдържанията на радиогенния аргон и калий редовно са контролирани с вътрешнолабораторни стандарти "Азия" 1/65 и "Bern"-4M. K-Ag датировки са определени с точност $\pm 1-3\%$, и са изчислени с константите за радиоактивен разпад $\lambda_{\alpha} = 0,581 \times 10^{-10} \text{ год.}^{-1}$ и $\lambda_{\beta} = 4,962 \times 10^{-10} \text{ год.}^{-1}$ (Steiger, Jager, 1977).

Резултати и дискусия

Първият андезитодацитов етап на магматизма в Централното Средногорие досега е установен само в Елашко-Челопешкото рудно поле, но вулканитите са повсеместно хидротермално изменени и не са подходящи за K-Ag датирани. За възрастта на този начален етап свидетелстват предимно геоложки данни. Неговите продукти в основата на Челопешкия палеовулкан са покрити от трахиандезитобазалти и ксенотуфи на II етап с K-Ag данни за туронска възраст (виж по-долу). Освен това отломки от изменени андезитодацити се срещат сред лежащите над тях слабо изменени трахиандезитобазалтови ксенотуфи, както и в туронските конгломерати. Тези конгломерати лежат под ценоман-туронска въгленосна задруга (Моев, Антонов, 1978).

Серицитово-интензивно аргилизитов тип изменени андезитодацити, лежащи на дълбочина 1500-1800 m в обхвата на магмо- и рудопроводящ канал в находище Челопеч, са с възраст 85-84 Ma (пр. 9, 10). Типът изменение с присъствие на пиропилит е характерен за близкотоповерхностни условия на образуване. Може да се предположи, че тези андезитодацити, намиращи се сега под 1500 m, са хидротермално изменени преди покриването им от трахиандезитобазалтовите ксенотуфи на II етап (91 Ma, пр. 11), които съдържат отломки от същите изменени андезитодацити. Подмладяването на K-Ag датировки на тези изменени андезитодацити е обусловено от термично-флуидното въздействие на следващите магматични етапи.

Таблица 1. K-Ar датировки за магматити и метасоматити от Панаярската вулcano-интрузивен район, Централно Средногорие

Table 1. K-Ar dates for magmatic rocks and metasomatites from Panajirishite volcano-intrusive region, Central Srednogorie		Изследван материал - фракция, mm		K, %	⁴⁰ Ar cc/gx 10 ⁶	Възраст, млн. г.		
№	Локалитет	Неизменени магматити	Етап	Тип хидротермално изменение	6	7	8	9
1		3	4	5				
Елашко – Челопешко рудно-магматично поле								
	Елацине							
1	Рудника Челопеч	монцоенилпорфирит	II		г. (0,2-0,1)	1,03	3,70	90
2	Чуговско повърхността	дере		серцитов по TAV – II етап, синруден на IV етап	i+sm (<0,001)	5,55	12,80	58
3	Чуговско дере С 600, 296 m			серцитово-интензивно аргилзитов по TAVp – II етап, синруден на IV етап	il (<0,001)	5,84	13,14	57
4	Чуговско повърхността	дере		K-силикатен-серцитов по TAVp – II етап, синруден на IV етап	il (<0,001)	7,12	16,02	57
5	Централен участък			серцитово-интензивно аргилзитов по TAVp – II етап, синруден на IV етап	il (<0,001)	6,50	14,89	58
6	3 от Чуговско дере С 263, 505 m	андезитобазалт	IV		m. (0,2-0,1)	1,50	3,97	67
7	Рудника, бл. 15			K-силикатен-серцитов по TAVp – II етап, синруден	il (<0,001)	7,30	22,19	76
8	Чуговско дере С 290, 102 m			K-силикатен-серцитов по TAVp – II етап, синруден	il (<0,001)	9,40	28,90	77
9	Чуговско дере С 600, 1527 m			серцитово-интензивно	set (<0,001)	6,86	23,30	85
10	Чуговско дере С 600, 1770 m			аргилзитов по AD – I етап, доруден серцитово-интензивно	set (<0,001)	4,37	14,61	84
11	3 от Чуговско дере, С 299, 350 m	трахандезитобазалт	II	аргилзитов по AD – I етап, доруден	г. (0,2-0,1)	1,02	3,70	91

Таблица 1. Продължение

Table 1: Continued

1	2	3	4	5	6	7	8	9
12	Шарло доре повърхността	дере		интензивно аргилитов кисело- сулфатен, по Ар – IV етап, доруден	il (<0,001)	2,26	5,83	65
13	Шарло доре повърхността	дере		серицитово-интензивно аргилитов по Ар – IV етап, доруден	il (<0,001)	4,29	11,06	65
14	Шарло доре С 541 ^a , 150 m	андезит	IV		г. (0,2-0,1)	0,76	2,02	67
15	Шарло доре С 563, 450 m			серицитово-интензивно аргилитов по АВр – II етап, синруден	il (<0,001)	4,67	13,70	74
16	Бештеле			серицитов по GRD – III етап, синруден	il (<0,001)	5,02	15,11	76
17	повърхността р. Воздол вулканско гърло	андезит	IV		m. (0,2-0,1)	1,03	2,64	65
18	С3 от р. Воздол повърхността			аргилитово-серицитов по ТАр – II етап, синруден	il (<0,001)	5,82	17,50	76
19	р. Воздол – юг С 206 ^a , 683 m			К-силикатен по QMD, дайка с порфирно орудиране, синруден	bt (0,5-0,2)	4,54	15,39	85
				Медет – Асарелско рудно-магматично поле				
	Медет							
20	горизонт 950			К-силикатен, значително проявен по аплит-пегматит – III етап, следруден	n.m (0,2-0,1)	6,40	20,64	81
21	“ 950			К-силикатен, слабо проявен по левкограносиенит – III етап, следруден	г. (0,2-0,1)	5,80	19,37	84
22	“ 950			К-силикатен проявен по пукнатини на GRD – Шетап, следруден	Kfs (0,2-0,1)	3,70	11,17	76
23	“ 965			К-силикатен, слабо проявен по GRD – III етап, следруден	Kfs (0,2-0,1)	6,25	20,88	84
23 ^a	“ 950	гранодиоритов порфир	III		amf (0,2-0,1)	1,10	3,81	87

Таблица 1. Продължение

Table 1: Continued

1	2	3	4	5	6	7	8	9
24	горизонт 785			К-силикатен, проявен по пукнатини на QMD – II етап, следруден	г. (0,2-0,1)	5,85	19,82	85
25	“ 785			К-силикатен по QMD – II етап с порфирно орудяване, синруден	г. (0,2-0,1)	2,52	8,74	87
26	“ 950			К-силикатен по ксенолит в QMD – II етап с порфирно орудяване, синруден	г. (0,2-0,1)	4,85	16,98	88
27	“ 965			К-силикатен по QD – II етап с порфирно орудяване, синруден	г. (0,5-0,2)	5,65	19,47	88
28	“ 785			серцитов, около Мо-пирит кварцова жила, синруден	ser. (<0,001)	3,60	11,25	79
29	“ 785	гранодиоритов порфирит	III		г. (0,2-0,1)	6,62	22,91	87
30	“ 785	гранодиорит	III		м. (0,2-0,1)	1,26	4,30	86
31	“ 785	кварц монцодиоритов порфирит	II		г. (0,2-0,1)	1,34	4,69	88
32	“ 965	кварц монцодиорит	II		г. (0,5-0,2)	2,30	8,28	90
33	<i>Асарел</i> горизонт 1020							
34	“ 1020			К-силикатен – серцитов по QMD, с порфирно орудяване, синруден	ser. (<0,001)	5,87	18,90	81
35	“ 1020			серцитов, по QMD – II етап, супергенна зона, синруден	ser. (<0,001)	8,10	27,05	84
36	“ 1020			серцитов, по QMD – II етап, синруден	ser. (<0,001)	6,56	22,43	86
37	С 75, 118 м			серцитов, по QMD – II етап, синруден	ser. (<0,001)	5,47	18,70	86
38	С 75, 184 м			серцитово-интензивно аргилизитов по ТА – II етап, доруден	ser. (<0,001)	4,30	14,76	86
39	Ю от Панаторише	трахиандезит	II	серцитово-интензивно аргилизитов по ТАр – II етап, доруден	ser. (<0,001)	5,18	17,53	85
					м. (0,2-0,1)	0,71	2,57	91

Таблица 1. Продължение

Table 1: Continued

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Бялата връх							
40	източното дере	андезит	IV		г. (0,5-0,2)	2,56	6,83	67
41	поверхността до шосето	трахириолит дайка	III		г. (0,2-0,1)	2,70	9,34	87
42	южното дере	андезитобазалт	II		г. (0,2-0,1)	0,50	1,80	90
43	Красен горизонт 240	андезит			г. (0,5-0,2)			
44	“ 190				(<0,001)	5,70	17,67	78
45	“ 190				г. (0,5-0,2)			
46	“ 190				аргилитово-серцитов по АВр – II етап, синруден	5,08	14,94	74
					аргилитов по АВр – II етап, синруден	2,20	6,20	71
					аргилитов по АВр – II етап, синруден			
47	Петелово С 57, 370				К-силикатен по QD – II етап, с порфирно орудяване, синруден	4,94	17,20	87
48	С 73, 414				серцитов по АВр – II етап, доруден	3,65	12,41	85
49	С3 от мина Радка	трахит	IV		г. (0,2-0,1)	5,16	14,55	71
50	3 от с. Бяна	андезит	IV		г. (0,5-0,2)	1,38	3,95	72
51	С от с. Попинци	трахиандезит	IV		г. (0,2-0,1)	3,20	9,53	75
52	с. Росен	андезитобазалт	IV		г. (0,2-0,1)	2,16	6,35	74
53	Радка горизонт (-18)				серцитов по Dp – III етап, синруден	7,80	23,85	77
54	горизонт (-23)				серцитов по Dp – III етап, с масивно Cu-пиритно орудяване			
55	С 4, 550 m	дацит	III		г. (0,2-0,1)	2,15	7,43	87
56	Елишица горизонт 364				серцитов по D-RDp – III етап, с масивно Cu-пиритно орудяване, синруден	7,80	24,55	79

Таблица 1. Продължение

1	2	3	4	5	6	7	8	9
57	горизонт 371			серицитов по D-RDp - III етап, синруден	ser (<0,001)	7,34	23,58	81
58	Влайков връх	Гранодиоритов порфирит	III		г. (0,2-0,1)	4,62	15,82	86
59	шахта "Запад"	Елшишки гранит	III		г. (0,2-0,1)	4,62	16,91	88
Цар Асен								
60	С 9,48 m			серицитов, по GRD - III етап, с порфирно орудаване, синруд	ser (<0,001)	7,70	26,20	85
61	С 9, 1,2 m		III	серицитов, по RDp - III етап, доруден	ser (<0,001)	6,65	22,80	86
62	С 6, 17 m			серицитов, по RDp - III етап от супергенна зона, доруден	ser (<0,001)	6,90	23,32	85
63	до язовира	дацит	III		г. (0,2-0,1)	2,15	7,46	87

AB – андезитобазалти, TAB – трахиандезитобазалти, ABp – пирокластични лави, A – андезити, TA – трахиандезити, AD – андезитодацити, D – дацити, RD – риодацити, QMD – кварцмонодиорити, QD – кварцдиорити, il – илит, il+sm – илит+сметит, ser – серицит, bt – биотит, Kfs – калиев фелдшпат, amf – амфибол, m. – магнитна фракция, n.m. – немагнитна фракция, г. – скала, С 600 – сондаж № 600
 AB – basaltic andesite, TAB – basaltic trachyandesites, ABp – pyroclastics of the relevant lavas, A – andesite, TA – trachyandesite, AD – andesitodacite, D – dacite, RD – rhyodacite, QMD – quartzmonzodiorite, QD – quartzdiorite, il – illite, il+sm – illite+smectite, ser – sericite, bt – biotite, Kfs – K-feldspar, amf – hornblende, m. – magnetic fraction, n.m. – nonmagnetic fraction, г. – rock, С 600 – well № 600

Вторият среднобазичен етап доминира в целия Панагюрски район. К-Аг датировки определят туронска възраст на магматичните скали: трахиандезитобазалт (91 Ма, пр. 11) и монцоциенитпорфири (90 Ма, пр. 1) в Елашко-Челопешкото рудно поле; трахиандезит (91 Ма, пр. 39), андезитобазалт (90 Ма, пр. 42) и кварцмонцоциорит (88 Ма, пр. 31) в Медет-Асарелското рудно поле. Туронската възраст на тези магматити се подкрепя и от факта, че те лежат под вулканомиктовите пясъчници с отломки от хидротермално изменени вулканити, отделени като туфитова задруга с фаунистично датирана долносенонска възраст (Карагюлева и др., 1974).

Не е провеждано К-Аг датиране на скали от този етап от Елшишко-Радкинското рудно поле. За възрастта на тези скали свидетелства стратиграфското им положение под датираните кониас-долносантонски вулканити. Освен това източно от находище Радка андезитобазалтови вулканити са хорнфелзувани при непосредствения им контакт с Елшишкия гранит (III етап).

В края на II етап (91-88 Ма) започват дорудните хидротермални изменения върху скалите от този етап, които продължават за някой локалитети още 3-4 Ма. Такава възрастова разлика се наблюдава между неизменени вулканити (91-90 Ма, пр. 11, 39, 42) и развити по тях дорудни метасоматити (86-85 Ма, пр. 37, 38, 48). Датировките на дорудните метасоматити от находище Асарел (86-85 Ма, пр. 37, 38) вероятно са обусловени и от тектоно-термичното въздействие на по-късните рудообразователни етапи (Арнаудова и др., 1991). Такова въздействие са изпитали и синрудните метасоматити (86-84 Ма, пр. 34-36), развити по кварцмонцоциорити в находището. В някой от тях се наблюдава подмладяване (81 Ма, пр. 33), вероятно поради значителната супергенна каолинитизация на серицита.

Синрудните метасоматити (88-87 Ма, пр. 25, 26, 27), развити по кварцмонцоциорити и кварцдиорити от централните

части на рудното тяло на находище Медет, които не са засегнати от супергенна промяна, показват най-голяма устойчивост към по-късните наложени процеси.

К-Аг датировка (85 Ма, пр. 19) на синрудни метасоматити от порфирно орудени кварцмонцоциоритови порфирити в находище Челопеч е аналогична на тия от порфирните находища Медет и Асарел. Главните Си-порфирни находища (Медет, Асарел, Елаците) са парагенетично свързани с II, среднобазичен етап на горнокредния магматизъм. К-Аг датировки на синрудните им метасоматити (88-85 Ма, пр. 19, 25, 26, 27, 35, 36, 37) свидетелстват, че тези находища, противно на досегашните схващания (Ушев и др., 1962; Чипчакова, Лилов, 1976; Богданов, 1987; Токмакчиева, 1992 и др.) са формирани по-рано от масивните Си-пиритни находища (Елшица, Радка). За последните находища има доказателства, че са парагенетично свързани със следващия, III етап на магматизма (Богданов и др., 1970), а и синрудните им метасоматити са значително по-млади - 81-77 Ма (пр. 53, 54, 56, 57). Предполага се, че и масивните Си-пиритни находища Челопеч и Красен, имащи К-Аг датировки 78-74 Ма (пр. 7, 8, 44, 45) и характеризиращи се с аналогична на находищата Елшица и Радка минералогия, геохимия и околорудни метасоматити (Chipchakova et al., 1981), са свързани с III етап на магматизма, независимо от това, че са локализиращи сред среднобазичните вулканити на II етап.

Третият етап е представен добре в Медет-Асарелското рудно поле с интрузивни и дайкови скали: в находище Медет - от гранодиорити и гранодиоритови порфири (87-86 Ма, пр. 30, 23^a) и по-малко левкограносиенити и аплит-пегматити, а в рудопроявление Бялата пръст - от трахириолитови дайки (87 Ма, пр. 41). Датировките на останалите скали от находище Медет варират от 84 до 76 Ма (пр. 20, 21, 22, 23) в зависимост от интензитета на проявения по тях К-силикатен тип изменение.

Той е следруден по отношение на порфирното орудяване и предруден спрямо по-късни Си-полиметал-ни жили, разсичащи левкограносиенитите и Си-порфирното рудно тяло. К-Аг датировки на гранодиорит (86 Ма, пр. 30) и гранодиоритови порфири (87 Ма, пр. 23^a, 29) са твърде близки до К-Аг датировки на неизменени магматити от II етап - кварцмонцоидиорит (90 Ма, пр. 32), кварцмонцоидиоритов порфирит (88 Ма, пр. 31), трахиандезит и трахиандезитбазалт (91-90 Ма, пр. 39, 42).

Този етап е най-добре развит в Елшишко-Радкинското рудно поле, където е представен от вулкански, дайкови и интрузивни скали. К-Аг датировки на дацити (87 Ма, пр. 55, 63), гранодиоритов порфир (86 Ма, пр. 58) и на Елшишкия гранит (88 Ма, пр. 59) са аналогични на киселите магматити от Медет-Асарелското рудно поле. Датировките 88-86 Ма на дацит-риодацитовия етап съответстват на кониас - ранен сантон (Harland et al., 1982), което корелира с аналогичната фаунистично датирана възраст на седиментите, алтерниращи с вулканитите (Чипчакова, Вапцарова, 1975).

Четвъртият етап на горнокредния магматизъм в Елашко-Челопешкото рудно поле е с възраст 67-65 Ма (неизменени андезити и андезитобазалти - пр. 6, 14, 17).

Дорудните интензивно аргилизитов тип изменения (65 Ма, пр. 12, 13) от Елашко-Челопешкото рудно поле са почти синхронни с датировките на вулканитите, по които те са развити или до 2 Ма по-млади от тях. Синрудните метасоматити (58-57 Ма, пр. 2, 3, 4, 5), свързани с късната Au-Ag минерализация в находище Челопеч (Чипчакова, 1992), са с около 10 Ма по-млади от дорудните изменения. Може да се предположи, че тази значителна възрастова разлика е обусловена от дългоживущи магмо- и флуидопроводящи канали в Челопешкия палеовулкан.

Четвъртият етап е представен също и в Медет-Асарелското рудно поле от андезити с възраст 67 Ма (пр. 40). В Елшишко-

Радкинското рудно поле този етап е проявен с около 7 Ма по-рано (андезити, андезитобазалти и трахити с възраст 75-71 Ма - пр. 49, 50, 51, 52), отколкото в Елашко-Челопешкото и Медет-Асарелското рудно поле.

Като подкрепа, че К-Аг датировки (75-67 Ма) фиксират маастрихтска възраст за вулканитите от IV етап, могат да се посочат и някои геоложки наблюдения. Трахиандезитово тяло северно от с. Попинци разсича фаунистично датирани долнокампански седименти (Чипчакова, Вапцарова, 1975). При находище Челопеч вулканитите от IV етап алтернират и покриват горносантонски пясъчници (Моев, Антонов, 1978).

Изводи

К-Аг изследвания обосновават и разширяват представата за многоетапното развитие на горнокредния магматизъм и рудоотлагане в Панагюрския вулкан-интрузивен район. Горнокредните магматити са формирани в четири магматични етапа:

I - андезитодацитов, по-стар от 91 Ма (ценоман)

II - андезитобазалт-трахиандезитобазалтов, 91-88 Ма (турон)

III - дацит-риодацитов, 88-86 Ма (кониас-ранен сантон)

IV - андезитобазалт-андезит-трахиандезитов, 67-65 Ма (късен маастрихт)

Вижда се, че IV етап е проявен с около 20 Ма по-късно през късния маастрихт (67-65 Ма). Основният обем от горнокредни магматити е образуван през II и III етап в продължение на около 5 Ма от 91 до 86 Ма (турон-ранен сантон).

Датирани са дорудни метасоматити, както и по-късно проявените синрудни метасоматити на Си-порфирните находища (88-85 Ма) от Медет-Асарелското и Елашко-Челопешкото рудно поле и на масивните Сипиритни находища (81-74 Ма) от Елшишко-Радкинското, Медет-Асарелското и Елашко-

Челопешкото рудно поле. К-Аг възрасти на дорудните и синрудните метасоматити обикновено съвпадат или имат малка разлика помежду си около 1-2 Ма.

Хидротермалната система, обусловила развитието на синрудните метасоматити и рудоотлагането, е продължила около 2 Ма, а в някой локалитети до 4-5 Ма след магматичната дейност. Само в Елашко-Челопешкото рудно поле между неизменените вулканити от IV етап и синрудните метасоматити, свързани с късната Au-Ag минерализация, този период е по-дълъг (около 10 Ма). Необходими са допълнителни изследвания за изясняване на тази значителна темпорална разлика.

Благодарности. Изказваме нашата благодарност на ст. н. с. Д. Стефанов, за определянето на глинестите минерали от изследваните метасоматити и на ст. н. с. М. Каназирски за консултация относно типове хидротермални изменения на скалите.

Литература

- 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.
- Богданов, Б., Р. Богданова, Ст. Чипчакова. 1970. Рудокласти от месторожденията Радка и Елшица в Панагюрския руден район. – *Сп. Бълг. геол. д-во*, **31**, 1, 97-101.
- Бояджиев, Ст., Ст. Чипчакова. 1964. Петрология на Елшишко-Бошулския плутон. – *Год. Гл. управл. геол.*, **А**, **13**, 5-71.
- Бояджиев, Ст., Ст. Чипчакова. 1965. Дайковата формация в Панагюрско. – *Известия на НИГИ*, **2**, 75-110.
- Василев, Л., П. Лилов. 1971. Данные об абсолютном возрасте некоторых “ларамийских” интрузивов Восточного Среднегорья. – *Докл. БАН*, **24**, 3, 341-343.
- Даева, Л., С. Чипчакова. 1997. Геохимични особености на горнокредни магматити от Панагюрския вулcano-интрузивен район, Централно Средногорие. – *Геохим., минерал. и петрол.*, **32**, 85-99.

Димитров, С. 1988. Минерален състав на плутоногенновпръснатото медно-молибденово находище Елаците. – *Год. КГ*, **28**, 67-83.

Каназирски, М. 1996. *Физикохимична петрология на формацията вторични кварцити и интензивната аргилизация на скалите. Хидротермални изменения в епитермално златно-алунитово находище Родаклар (ЮИ Испания)*. Автореф. докт. дисерт., ГИ БАН, 79 с.

Каназирски, М., Г. Зарайский, И. Кералт, Ф. Плана. 1996. Экспериментальное моделирование метасоматической зональности в верхних частях медно-порфирового месторождения Асарел. – *Геохим., минерал. и петрол.*, **31**, 3-22.

Караюлева, Ю., В. Костадинов, Ц. Цанков, П. Гочев. 1974. Строеж на Панагюрската ивица източно от р. Тополница. – *Изв. Геол. инст., сер. геотект.*, **23**, 231-305.

Лилов, П. 1975. *Калий-аргонова геохронометрия и възможности за нейното приложение*. Автореферат кандидат дисерт., ГИ БАН, 14 с.

Лилов, П. 1985. Излишен аргон и датиране на горнокредни магматити от Източното Средногорие. – В: Начев, И., К. Цветков (ред.). *Лабораторни изследвания на минерални суровини*. С., Техника, 42-44.

Лилов, П., Г. Станишева-Василева. 1998. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ и К-Аг датиране на минерали и скали от Тамаринския палеовулкан при излишък от ^{40}Ar . – *Геохим., минерал. и петрол.*, **33**, 61-72.

Мейер, Ч., Д. Хемли. 1970. Околорудные изменения вмещающих пород. – В: Барнс, Х. (ред.). *Геохимия гидротермальных рудных месторождений*. М., Мир, 148-210.

Моев, М., М. Антонов. 1978. Стратиграфия на горната креда в източната част на Стъргелско-Челопешката ивица. – *Год. ВМГИ*, **23**, св. II - геол., 7-13.

Мутафчиев, И., К. Зиновиев, М. Стайков, Б. Първанов, К. Ангелков, С. Григоров, Р. Димитров, М. Стайкова, П. Тупарев, И. Христов, П. Янева, Т. Божилов, Г. Николова, С. Кирчев, Д. Димов. 1984. Нови данни за структурата, морфологията и зоналността на находище Челопеч. – *Труд, НИПИ*, **1**, 185-199.

Попов П., В. Владимиров, С. Бакърджиев. 1983. Структурная модель полиформационного

- Челопеческого меднорудного поля (НРБ). – *Геол. рудн. местор.*, 5, 3-10.
- Токмакчиева, М. 1992. Сравнителна минераложка характеристика на медно-пиритните орудявания от Панагюрско-Етрополския район. – *Год. МГУ*, 38, св. I-геол., 95-99.
- Ушев, А., С. Чипчакова, К. Ангелков. 1962. Медетският плутон и свързаното с него месторождение Медет. – В: *Приноси към геологията на България*, т. 1, 69-149.
- Чипчакова, С. 1970. Ритмично развитие на сенонския магматизъм в Панагюрския руден пайон и на свързаната с него хидротермална дейност. – *Сп. Бълг. геол. д-во*, 31, 3, 337-346.
- Чипчакова, С., Я. Вапцарова. 1975. Новые данные о возрасте верхнемелового комплекса в Центральном Средногорье к востоку от город Панагюрище. – *Докл. БАН*, 28, 5, 667-670.
- Чипчакова, С., П. Лилов. 1976. Об абсолютном возрасте верхнемеловых магматитов западной части Центрального Средногорья и связанных с ними оруденений. – *Докл. БАН*, 29, 1, 101-104.
- Чипчакова, С., Д. Стефанов. 1974. Генетични типове аргилзити при вр. Голямо Петелово и медно-пиритното находище Елшица - Запад в Панагюрския руден район. – В: *Минерогенезис*, С., БАН, 433-455.
- Чипчакова, С. 1992. Късна живак съдържаща златно-сребърна минерализация в Панагюрския руден район, Централно Средногорие. – В: *Постижения и задачи на Българската минералогия и петрология*, С., 29-30.
- Яранов, Д. 1960. *Тектоника на България*. С., Техника, 282 с.
- Chipchakova, S., B. Karadjova, A. Andreev, D. Stefanov. 1981. Rare alkalis in wall rock metasomatites of massive copper-pyrite deposits in Central Srednogorie, Bulgaria. – *Geologica Balc.*, 11, 2, 89-102.
- Dabovski, Ch., A. Harkovska, B. Kamenov, B. Mavrudchiev, G. Stanisheva-Vassileva, Y. Yanev. 1991. A geodynamic model of the Alpine magmatism in Bulgaria. – *Geologica Balc.*, 21, 4, 3-15.
- Harland, W. B., A. V. Cox, P. G. Lewillyn, C. A. Hecton, A. G. Smith, R. Walters. 1982. *Geological Time Scale*. Cambridge University Press, 131 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 and P. M. Bethke (Editors), *Geology and Geochemistry of Epithermal Systems*. Rev. Econ. Geol., 2, 129-168.
- Petrunov, R., P. Dragov. 1993. PGE and gold in the Elacite porphyry copper deposit. – In: Fenol Hach-Ali et al. (eds.). *Current Research in Geology Applied to Ore Deposits*. Univers. of Granada, Spain, 543-547.
- Petrunov, R., P. Dragov, G. Ignatov, H. Neykov, Ts. Iliev, N. Vasileva, V. Tsatsov, S. Djunakov, K. Docneva. 1992. Hydrothermal PGE - mineralization in the Elatsite porphyry copper deposit (the Sredna Gora metallogenic zone, Bulgaria). – *C. R. Acad. Bulg. Sci.*, 45, 4, 37-40.
- Popov, P., Str. Strashimirov, R. Arnaudova, M. Kanasirski, K. Popov. 1996. Geology and genetical model of the porphyry copper deposits from the Assarel - Medet ore field. – In: *Plate tectonic aspects of the alpine metallogeny in the Carpatho-Balkan region*. Proc. Annu. Meet. IGP Project 356, Sofia, 1, 175-196.
- Steiger, R. H., E. Jager. 1977. Subcommission on Geochronology. Convention on the use of decay constants in geo- and cosmochronology. – *Earth Planet. Sci. Letters*, 36, 359-362.

Приета на 2. 11. 1999 г
Accepted November 2, 1999

