

## Адулар от медно-молибденови находища в Източното Средногорие

Диана Рашкова

Геологически институт на БАН, 1113 София

*Rashkova, D. — Adular from copper-molibdenum deposits in the East Srednogorie.* The paper presents results of studies on the morphology, composition and structural state of the two adular generations from copper-molibdenum ore veins in Rosen ore field.

Adular 1st generation was formed during the early, pre-ore stage of the crystallization process. The habitus of the crystal is elongated along [010]  $A^a$  (010). The  $K_2O$  content varies from 11.9 to 13.8%; of  $Na_2O$  — from 0.6 to 3.3%; of  $CaO$  — from 0.3 to 0.6%. According to structural characteristics it is referred to low sanidine with typical sanidine Al/Si order.

Adular 2nd generation was formed during the ore stage of the mineralization process. The habitus of the crystals varies from pseudorhomboid  $A^a$  (110) (001) to platy after the basal pinakoid  $A^a$  (001). In contrast to adular 1st generation it shows higher content of  $K_2O$  — from 14.1 to 15.6%; lower content of  $Na_2O$  — from 0.4 to 1.9; and higher ordering Al/Si close to orthoclase.

Adular 1st generation is easily distinguished not only from adular 2nd generation but also from K-feldspar of pegmatites, widespread near the ore veins.

The finds of adular amongst the earliest formed minerals in the ore veins of Rosen ore field confirm the concept of Vassilev (1959) that the formation of ores in these deposits proceeded as a relatively independent, purely hydrothermal process.

### Увод

В редица меднорудни находища на Средногорската структурно-металогенна зона през първите минералообразователни стадии се отлагат предимно силикатминерали — калиеви фелдшпати и слюди от редицата биотит-флогопит (Ангелков, 1974; Богданов и др., 1968; Богданов, Богданова, 1981; Борисов, 1960; Чипчаклова, 1980; Рашкова, 1982 а, б). В рудните жили на медно-молибденовите находища от Росенското рудно поле са установени две генерации калиев фелдшпат (Рашкова, 1982а). Втората генерация кристализира заедно с халкопирита.

Ясното разграничаване на два калиеви фелдшпата — ранен и по-късно образуван, дава възможност за сравнителни минераложки изследвания, чиято необходимост се подчертава и от факта, че калиеви фелдшпати в Средногорската структурно-металогенна зона се наблюдават и в други постмагматични образувания, които не носят орудявания, но се намират в тясна пространствена връзка с рудни минерализации.

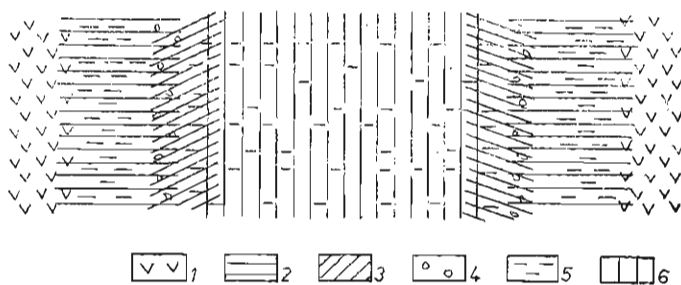
В настоящата работа са отразени резултатите от детайлното минераложко изучаване на установените две генерации калиев фелдшпат от рудни жили в Росенските находища. Това е началото на сравнителните изследвания на калиевите фелд-

шпати, образувани в рудните находища на Средногорската структурно-металогенна зона.

## Кратки данни за находищата на Росенското рудно поле

Медно-молибденовите находища на Росенското рудно поле са локализиращи в скалите на Росенската вулкано-плутонична структура. Те представляват снопове от рудни жили, които секат ефузивния комплекс около Росенския плутон. Рудните жили се разполагат перпендикулярно на контакта между ефузивните и интрузивните скали. В отделни участъци на полето жилите навлизат в плутона, където бързо изклинват. В тясна пространствена връзка с рудните жили се наблюдават пегматити, които са генетично свързани с магматитите от Росенския плутон.

Отделят се два етапа на хидротермално рудообразуване. През първия етап кристализират флогопит, калиев фелдшпат I генерация, кварц, апатит, шеелит, молибденит, магнетит. Тази ранна минерална асоциация се наблюдава на дълбо-



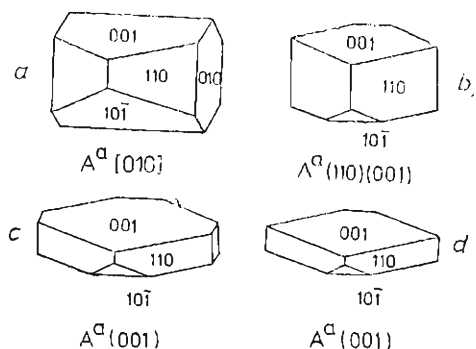
Фиг. 1. Схема на вътрешната минерална зоналност в рудните жили от високите хоризонти на Росенското рудно поле  
1 — вместващи скали; 2 — флогопит с апатит; 3 — адулар I генерация с кварц; 4 — молибденит; 5 — адулар II генерация; 6 — основно медномолибденово орудяване

чина до 300 м. Някои жили са изградени изцяло от минералите на първия етап, но по-често ранните минерали се наблюдават в жили и лещи със симетрично зонален строеж, в контакта на които кристализират флогопитът и апатитът, а калиевият фелдшпат I генерация и кварцът ± молибденит и шеелит се срещат във вътрешните части. Медно-молибденовата руда от стадията на втория минералообразователен етап, с която се образува калиев фелдшпат II генерация, запълва предимно централните части на жилите (фиг. 1) и отчасти се налага върху ранните минерали, като ги натрошава и променя. На дълбочина под 300 м рудните жили са изградени само от минералите на втория минералообразователен етап. Мястото на калиевия фелдшпат II генерация в последователността на минералоотлагането не е точно определено. Той асоциира тясно с халкопирита от втория етап и ясно се разграничава от калиевия фелдшпат I генерация по своите морфоложки, химични и структурни характеристики.

## Характеристика на адулар I и II генерация

Адулар I генерация. Образува бледорозови полупрозрачни до напълнопрозрачни кристали с размери от 0,5 до 1 см. Хабитусът на кристалите се характеризира с удължение по [010],  $A^a$  [010], (фиг. 2 а). Доминират формите  $m$  {110},  $a$  {001},  $v$  {010} и  $x$  {101}.

Оптически адуларът е хомогенен, не се наблюдават пертити. Рентгенографски обаче в някои проби (P46, P49a, P55 и др.) се установява пертитно отсместване; на дифрактограмите се забелязва ясно разделяне на рефlekса  $\bar{2}01$  на  $\bar{2}01$  калиева фаза и  $\bar{2}01$  натриева фаза. Пертити са установени само в адулара, който асоциира с халкопирита и другите минерали от втория минералообразователен етап.



Фиг. 2. Морфология на адулара от рудните жили  
 а — адулар I генерация; б, с, d — адулар II генерация

Адулар I генерация се характеризира с относително високи съдържания на  $\text{Na}_2\text{O}$  — от 0,6 до 3,3%;  $\text{K}_2\text{O}$  се изменя от 11,9 до 13,8%, а  $\text{CaO}$  — от 0,3 до 0,6% (табл. 1).

От изследваните, типични за калиевите фелдшпати елементи-примеси, само бариумът показва високи и сравнително устойчиви концентрации — 1500-2000 g/t. Съдържанието на стронция варира от 300 до 2000 g/t; на рубидия — от 20 до 480 g/t. Установени са още: цезий 50 g/t, литий 50 g/t, бор 30 g/t, галий 60 g/t, олово 100 g/t, молибден 100 g/t, титан 100 g/t.

Измерените оптични параметри, характеризиращи Al/Si подреденост и симетрия на калиевите фелдшпати:  $2V$  от  $38^\circ$  до  $40^\circ$  и ъгълът между кристалографската ос  $b$  и оптичната ос  $z$  — от 0 до  $1^\circ$ , определят структурно-оптичния тип на адулара по класификацията на Марфунин (1962) като нисък санидин.

Рентгенографските изследвания потвърждават санидиновата Al/Si подреденост и моноклинната симетрия. На диаграмата на W r i g h t (1968) изследваните адуларови проби се групират в средата на санидиновото поле (фиг. 3). „Аномалността“ (W r i g h t, 1968) по параметъра  $a$  на кристалинната решетка, която се определя по разликата между  $2\theta \bar{2}01$ , изчислено от диаграмата  $2\theta \bar{2}04$ — $2\theta 060$ , и  $2\theta \bar{2}01$  измерено от дифрактограмите за всички пертитни и повечето непертитни адуларови образци, е 0,2—0,3° за  $\text{CuK}_\alpha$ -лъчение.

А д у л а р II г е н е р а ц и я. Образува предимно безцветни, микроскопични кристали, но се срещат и по-големи (до 1—2 mm) бледорозови кристали. Кристалите са остенени от същите прости форми, както при адулар I генерация, но хабитусът им е променен — псевдоромбоедричен  $A^a(110)(001)$  до плочест по базичния пинакоид  $A^a(001)$ , (фиг. 2b, c, d).

Най-често кристалите представляват сложни срастъци от адуларов тип. Оптически и рентгенографски пертити не се установяват, което най-вероятно може да се обясни със сравнително по-чистокалиевия състав на адулар II генерация в сравнение с този на адулар I генерация. Съдържаннето на  $\text{K}_2\text{O}$  в адулар II генерация се изменя от 14,1 до 15,6%, на  $\text{Na}_2\text{O}$  — от 0,4 до 1,9% (табл. 1). Концентрациите

Таблица 1

Химичен състав на адулар от рудните жили на Росенското рудно поле (тегл. %)

Състав	1	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub>	63,87	63,94	63,50	65,80	63,75	63,68
TiO <sub>2</sub>	0,06	0,06	0,16	0,10	0,06	0,04
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,85	19,25	18,44	18,40	18,69	18,70
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,33	0,32	0,30	—	0,21	0,24
FeO	—	—	—	0,20	—	—
MnO	0,10	0,07	0,01	0,10	0,09	0,08
MgO	—	—	—	—	—	—
CaO	0,31	0,36	0,65	—	0,36	0,18
Na <sub>2</sub> O	1,90	3,30	2,40	1,40	1,90	0,65
K <sub>2</sub> O	13,85	11,85	13,50	13,80	14,14	14,62
H <sub>2</sub> O	0,48	0,64	0,68	—	0,50	0,56
сума	99,75	99,79	99,64	99,80	99,70	98,75

състав	7	8	9	10	11	12
Na <sub>2</sub> O	1,50	0,75	0,65	2,00	0,75	2,50
K <sub>2</sub> O	13,45	13,90	13,90	13,55	13,80	13,27

състав	13	14	15	16	17	18
Na <sub>2</sub> O	0,45	0,60	0,40	3,20	1,00	0,35
K <sub>2</sub> O	14,90	13,90	15,00	13,50	15,60	14,60

Проби: № 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16 — адулар първа генерация; 5, 6, 13, 15, 17, 18 — адулар втора генерация. Аналитични методи: за проби 1, 2, 3, 5, 6 — мокър силикатен анализ; 4, 16, 17 — рентгенов микроанализ; 7—15 и 18 — пламъчна фотометрия

на изследваните елементи-примеси Ba, Sr, Rb, Cs, Li са близки до тези в адулар I генерация.

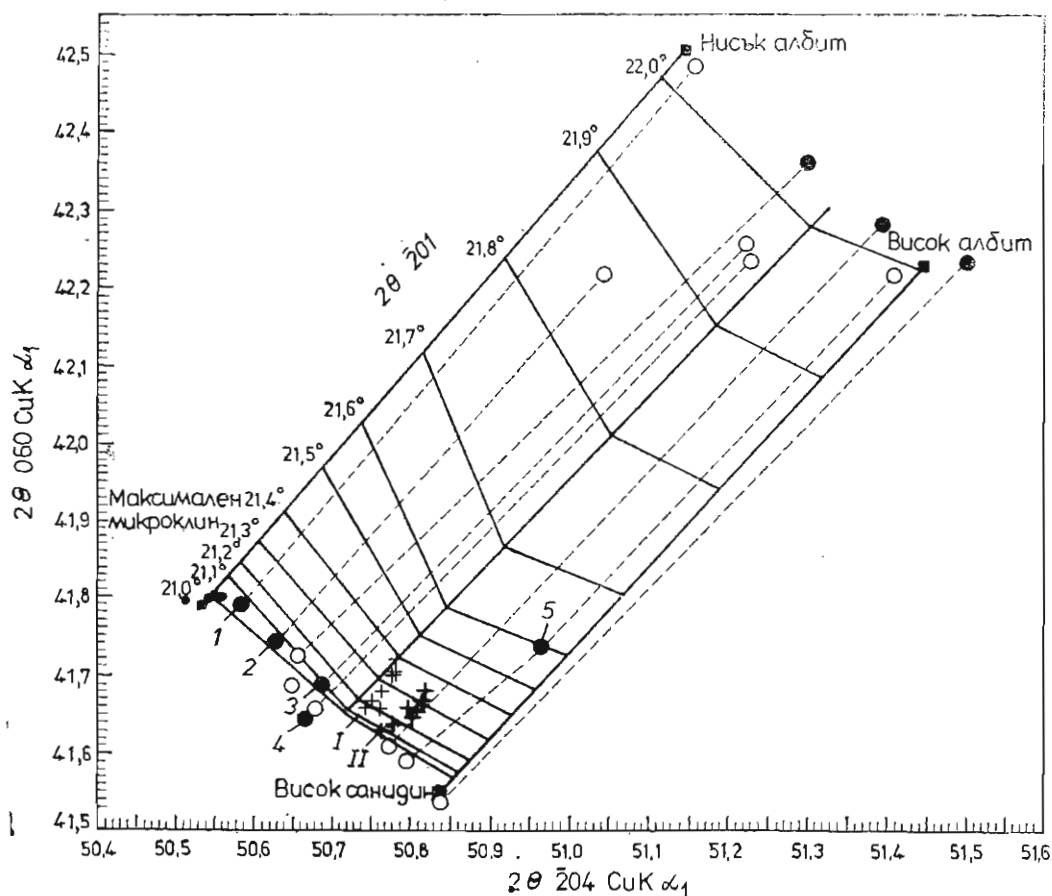
По оптични параметри —  $2V$  и  $b/\lambda z$ , адулар II генерация се отнася към същия структурно-оптичен тип — нисък санидин, както и адулар I генерация. Рентгенографските изследвания обаче показват по-висока Al/Si подреденост на адулар II генерация в сравнение с адулар I генерация. На диаграмата на Wright (1968) фигуративните точки на образците от адулар II генерация попадат съвсем близо до линията на ортоклазовата серия и ясно се отделят от фигуративните точки на адулар I генерация (фиг. 3). Подобно на адулар I генерация „аномалността“ на образците от адулар II генерация е  $0,2-0,3^\circ 2\theta \text{ CuK}\alpha_{201}$ . Тази „аномалност“ или „напрегатост“ (Stewart, Wright, 1974) най-вероятно е обусловена от възникнали напрежения в кристалната решетка на адулара вследствие сегрегация на натриевите атоми, без да се достига до прекъсвания в кристалната структура.

## Заклучение

Резултатите от направените изследвания показват, че двете генерации адулар имат свой специфичен облик и се различават по кристаломорфология, структурни характеристики, състав.

Кристаломорфология. Кристалите на адулар I генерация се характеризират с почти еднакво развитие на формите  $\{110\}$  и  $\{010\}$ . Наблюдава се тенденция към удължение на кристалите по  $\{010\}$ . Оформянето на този специфичен

хабитусен тип се дължи вероятно на високата температура на кристализация (К р ъ - с т е в а, Р а ш к о в а, 1982a). Подчертано силното развитие на {110} и редуцирането до пълното изчезване на {010} в кристалите на адулар II генерация са обусловени от по-ниските температури на кристализация (К о с т о в, 1981).



Фиг. 3. Диаграма  $2\theta \bar{204}/2\theta 060$  по (W r i g h t, 1968) за подредеността на адулара от рудните жили I — първа генерация; II — втора генерация; стандартни образци; 1 — Spencer U, междинен микроклин; 2 — Spencer B, адулар; 3 — SH-1070 и 4 — Venson, ортоклази; 5 — Риуе, нисък санидин

**Химичен състав.** Адулар II генерация се характеризира с по-високо съдържание на  $K_2O$  и по-ниско на  $Na_2O$  в сравнение с адулар I генерация, което вероятно е свързано с изменението на химизма на флуидите при понижаване температурата на кристализация.

**Структурни особености.** За разлика от кристаломорфологията и състава те отразяват както условията на кристализация, така и посткристализационните въздействия. Адулар II генерация се отличава от адулар I генерация с по-висока Al/Si подреденост.

От друга страна, адулар I генерация, който кристализира в рудните жили на Росенското рудно поле през първия минералообразователен етап, ясно се разграничава от калиевия фелдшпат на пегматитите, разкриващи се в непосредствена пространствена близост с рудните жили. Калиевият фелдшпат в пегматитите е типичен ортоклаз с преход към микроклин. Отличава се от адулар I генерация по морфо-

логия, значително по-високи съдържания на  $\text{Na}_2\text{O}$  и  $\text{CaO}$ , както и с по-висока степен на  $\text{Al/Si}$  подреденост.

Адуларът е модификация на калиевия фелдшпат, която се образува в хидротермални условия. Намирането му сред най-ранообразуваните минерали в рудните жили на Росенското рудно поле има съществено значение за изясняване генезиса на Росенските находища, подкрепяйки схващането на Василев (1959), че рудообразуването е протекло като относително самостоятелен, чисто хидротермален процес.

## Л и т е р а т у р а

- Ангелков, К. 1974. Молибденово-медно месторождение Медет. — В: *Дванадцать рудных месторождений Болгарии*, 99—110.
- Богданов, Б., Р. Рашков, Т. Тодоров. 1968. Етапи и стадии на минерализация в медно-молибденовите месторождения от Росенското рудно поле. — В: *Юбил. геол. сб.*, 291—303.
- Богданов, Б., Р. Богданова. 1981. Последователност на формиране и характеристика на минералните парагенези в медно-порфирното находище Асарел. — *Рудообр. процеси и минерал. находища*, 14/15, 22—34.
- Борнсов, Ив. 1960. Биотитизацията като калнево-алкална метасоматоза на основни и среднокисели скали. — *Год. СДУ, ГГФ*, 53, 2, 297—314.
- Василев, Л. 1959. Към проблема за първичната регионална и възлова зоналност в горнокредно-палеоценските рудни формации в Югоизточна България. — *Год. УГП*, 10, 45—70.
- Василев, Л. 1968. Метасоматични формации и фазиеси в Бургаско-Странджанския район. Изученост и някои проблеми. — В: *Юбил. геол. сб.*, 245—262.
- Кръстева, М., Д. Рашкова. 1982. Минералотермометрични изследвания на апатит, кварц и калцит от находищата на Росенското рудно поле. — *Геох., минер. и петрол.*, 16, 47—54.
- Марфуни, А. С. 1962. Полевые шпаты — фазовые взаимоотношения, оптические свойства, геологическое распределение. — *Тр. ИГЕМ*, 78, 274 с.
- Рашкова, Д., Г. Н. Киров. 1980. Алкални фелдшпати от пегматитите при с. Черноморец, Бургаско. — *Геох., минер. и петрол.*, 12, 48—56.
- Рашкова, Д. 1982а. Сравнителни изследвания на магнезиево-железни слюди и калиеви фелдшпати от рудни жили и пегматити в Бургаско. — Канд. дис., ГИ БАН.
- Рашкова, Д. 1982б. Сравнително изследване на магнезиево-железни слюди от медно-молибденовите рудни жили и пегматити в Бургаско. — *Геох., минер. и петрол.*, 16, 29—46.
- Чипчак ова, Ст. 1980. Регионална вертикална зоналност на околорудните метасоматити в медно-порфирните находища от Централното Средногорие, България — In: *European Copper Deposits*, Belgrade, 63—64.
- Kostov, I. Crystal chemistry and paragenetic trends of silicate minerals. — *Bull. Mineral.*, 104, 4, 413—417.
- Stewart, D. B., T. L. Wright. 1974. Al/Si order and symmetry of natural alkali feldspars, and the relationship of strained cell parameters to bulk composition. — *Bull. Soc. fr. Minéral. Crist.*, 97, 356—377.
- Wright, T. L. 1968. X-ray and optical study of alkali feldspar. II. An X-ray method for determining the composition and structural state from measurement of 20 values for three reflections. — *Amer. Mineral.*, 53, 1/2, 88—104.

(Постъпила на 14. III. 1986 г.)