

Зоран Максимовић

ТАКОВИТ — НОВИ МИНЕРАЛ ИЗ ТАКОВА, СРБИЈА. НОВИ ПОДАЦИ ЗА МИНЕРАЛ АЈДИРЛИТ

(Збор 25. I. 1956)

Увод. У току проучавања распадања серпентина у Србији, аутор је описао појаву хидротермалног распадања серпентина у Такову (1952). На тектонском контакту промењеног серпентина и тријаских кречњака дошло је до издвајања хидратисаних минерала никла, чију природу аутор тада није имао могућност да испита. За време боравка у Кембриџу, у Департману за минералогiju и петрологију, испитан је сав прикупљени материјал и утврђено је да материјал обухваћен у поменутом раду називом „гарнијерит“, садржи два хидратисана минерала никла, глиновитог типа, који до сада нису били појединачно испитивани ни описани. Тешкоћу при њиховом одређивању претстављала је чињеница да се ова два минерала јављају готово редовно заједно, а осим тога, готово стално у асоцијацији са гипситом (хидраргилитом) и алофаном.

Материјал сличнога састава описао је М. Н. Годлевски као нови минерал „ајдирлит“ (1934), по локалности Ајдирли на Ј. Уралу, где је први пут нађен, и дао му формулу $2\text{NiO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 7.5\text{H}_2\text{O}$. Као карактеристичну црту тога минерала Годлевски је навео изменљивост физичких особина и хемиског састава, што је објашњавао метаколоидним својством ајдирлита.

Г. С. Грицајенко и др. (1950) испитали су јасно кристални ајдирлит, који Годлевски није имао на расположењу. Утврдили су да се ајдирлит јавља у асоцијацији са алофаном и гипситом, а да у састав кристалног ајдирлита улазе само алуминија, никал и вода. На тај начин ајдирлит су искључили из систематике силиката. Са две хемиске анализе, са оптичким, термичким и рентгенским подацима, Грицајенко и др. закључују да ајдирлит, који је описао Годлевски, претставља гелоидну форму, „која се при кристализацији може распасти на опал и сложени хидрат никла и алуминије (или алуминат никла?)“. Постојање одређеног дебајеграма овог минерала, учинило је да претпоставе „да у том случају не постоји механичка смеша неких компонената, већ одређено једињење, чија природа захтева објашњење“.

У материјалу из Такова у Србији, аутор је имао могућности да издвоји два хидратисана минерала никла. Један од ових минерала нађен

је у релативно чистом стању, само са механичким примесама кварца. Рентгенски, диференцијално-термички и хемиски подаци указују да је то нови минерал, по саставу хидратисани алуминат никла. Име *Шаковић* дато је овом минералу према селу Такову, у Србији, у коме је нађен. Други минерал никла испитиван је напоредо. Услед немогућности да се издвоји у чистом стању у количини неопходној за хемиску анализу, аутор није могао да утврди тачан хемиски састав овога минерала. Резултати испитивања, међутим, указују да је по свој прилици силикатног, односно алумосиликатног састава. Због ове околности, аутор предлаже да овај минерал задржи име *ајдирлић*, које је дао Годлевски за алумосиликат никла.

Резултати испитивања ових минерала, *Шаковића* и *ајдирлића*, дати су у даљем излагању.

ОПТИЧКЕ ОСОБИНЕ

Таковит и ајдирлит јављају се у интимној асоцијацији са гипситом и алофаном, са којима често дају fine смесе које и под микроскопом дају утисак хомогене материје. Природно је да смесе ових минерала показују јако колебање у индексима преламања, као и у осталом физичким особинама.

Боја таковита и ајдирлита је зеленкасто-плава. Оба минерала су глиновитог изгледа. Голим оком немогуће је разликовати их, па ни под микроскопом. У бледо-зеленој, слабо анизотропној маси ових минерала, запажају се често под микроскопом концентричне зоне изграђене од врло ситних сферолита.

Индекси преламања ових минерала одређени су На-лампом и стандардним имерзионим течностима, са тачношћу ± 0.002 .

За *Шаковић* су утврђене следеће оптичке особине:

Ng' 1.605, Np' 1.598, $Ng' - Np'$ 0.007. Помрачење уздужно, издужење позитивно.

Индекси преламања *ајдирлића* показују нешто нижу вредност:

Ng' 1.568, Np' 1.564, $Ng' - Np'$ 0.004. Помрачење уздужно.

У смешама у којима знатно преовлађује алофан, индекси преламања се спуштају и до вредности 1.496.

ТЕРМИЧКО ИСПИТИВАЊЕ

Систематско испитивање таковита и ајдирлита помоћу диференцијално-термичке анализе изванредно је помогло да се уочи њихова различита природа и да се разликују како међусобно, тако и од других механички смешаних минерала.

Диференцијално-термичка крива таковита показује два ендотермна феномена: почетак првога је у пределу $185-230^{\circ}C$ а другог у пределу $350-374^{\circ}$. Први ендотермни феномен показује обично поступно отпуштање воде, док је други ефекат готово редовно оштар, са наглим отпуштањем воде, која је у минералу јаче везана од претходне. Диференцијално-термичка крива таковита се на тај начин јасно разликује од криве гипсита и $Ni(OH)_2$, чији се ендотермни ефекти јављају између наведених феномена таковита.

Ајдирлит из Такова има сасвим различиту диференцијално-термичку криву од таковита. После отпуштања адсорбоване воде до 105° , ендотермни ефекат почиње у пределу $430-485^{\circ}$. На $830-870^{\circ}$ јавља се благо изражен егзотермни феномен. Ни ендотермни ефекат није јако изражен као код халојзита или каолинита, са којима би могао да се замени. Диференцијално-термичка крива ајдирлита из Такова указује на материју силикатног састава, можда чак алумосиликат никла. Егзотермни феномен изгледа одговара прекрастизацији γ Al_2O_3 или милита. У сваком случају природа овог минерала захтева даља објашњења.

Дехидратациона крива таковита показује два феномена отпуштања воде, само они нису оштро издвојени као на диференцијално-термичкој кривој, већ се сливају један у други. Осим тога јављају се на нешто нижој температури: први феномен отпуштања воде почиње на 185° и траје до 225° , а други почиње на 305° и траје до $345^{\circ}C$.

РЕНТГЕНСКО ПРОУЧАВАЊЕ ПРАХА

Резултати рентгенског испитивања праха за таковит и ајдирлит изнети су на табели 1. На истој табели наведени су подаци праха за таковит после загревања пола часа на температури 218° , у пределу првог ендотермног ефекта.

ТАБЕЛА 1. Рентнограми праха за *таковит* и *ајдирлит* из Такова, Србија. (Пречник коморе 19 см., Fe-K α радијација, $\lambda=1.93802$. Релативни интензитет одређен визуелно).

hkl	<i>Таковит</i>		<i>Таковит</i> после загревања на $218^{\circ}C$		<i>Ајдирлит</i>	
	d (Å)	Int.	d (Å)	Int.	d (Å)	Int.
001	7.566	10	7.515	8	5.983	8
			6.912	10 vbr*		
002	3.767	9	3.876	1		
	2.603	4	3.740	1		
003	2.552	9	2.608	7	2.555	9
004	2.375	5 br*	2.377	4 br	2.446	6
	2.264	8	2.270	4 br	2.252	9
	2.031	2			2.017	2 br
	1.917	9	1.917	6 br	1.814	2 br
005	1.708	7 br			1.503	8
	1.613	6 br				
	1.510	8	1.510	8 br		
	1.481	8	1.481	5 br		
	1.401	3 vbr			1.456	2 br
	1.373	6			1.402	3 br
	1.256	5				
	1.241	1 br				
	1.183	4 br				

* Ознака br или vbr уз вредност за интензитет, означава широку, дифузну линију, или врло широку, дифузну линију.

Према подацима рентгенског испитивања праха таковита сви су изгледи да овај минерал има слојевиту структуру развијену у две димензије. Могуће базне рефлексије су индициране и оне су најјачег интензитета. Све линије овог минерала су мање или више дифузне. После загревања $\frac{1}{2}$ часа на температури од 218° елиминисана је слабије везана вода, која карактерише први ендотермни феномен. На рентгенограму се запажа мањи број линија, док су базалне рефлексије удвојене или постале врло дифузне. Базална рефлексија $d_{(001)}$ је такође удвојена: прва рефлексија од 7.515 \AA вероватно претставља воду другог ендотермног феномена, док друга рефлексија од 6.912 \AA , најјачег интензитета и врло дифузна, одговара можда остацима међуслојне воде првога ефекта, која је заузела неправилну интерстратификацију. Базална рефлексија $d_{(002)}$ такође је удвојена, али веома ослабљеног интензитета. После загревања $\frac{3}{4}$ часа на температури 360° , одласком конституционе воде која карактерише други ендотермни ефекат, разорена је структура минерала. На рентгенограму се виде две слабе и две јаче, врло широке траке.

Термичко и рентгенско испитивање таковита указују да у овом минералу постоје два типа различито везане воде. Први тип претставља слабије везану, међуслојну воду, која одлази поступно у интервалу од $185\text{--}291^{\circ}$. Један део ове воде заостаје у минералу после загревања $\frac{1}{2}$ часа на 218°C у виду неправилно интерстратификоване воде. У прилог овом објашњењу иде широка, дифузна линија померене базалне рефлексије $d_{(001)}$ и сливање првог феномена отпуштања воде са другим на дехидратационој кривој. Постоји вероватноћа да овај заостали део воде учествује у изградњи октаедарског слоја таковита у виду молекула воде, напореда са конституционом водом другог ендотермног ефекта. Други тип воде, који одлази у интервалу $347\text{--}398^{\circ}$, учествује као конституциона вода директно у изградњи структуре овог минерала.

Рентгенограм ајдирлита, који је наведен на Табели 1, добијен је снимањем праха чистог ајдирлита. До истог резултата се дошло загревањем механичке смесе ајдирлита и таковита на температури од 360° : на тај начин све рефлексије таковита биле су елиминисане, а преостале тачно одговарају рентгенограму чистог ајдирлита. Овај минерал се показао много стабилнији при загревању од таковита. Тек после загревања $\frac{3}{4}$ часа на температури од 490° , одласком конституционе воде, дошло је до битних промена у структури овог минерала. Ови подаци као и резултати диференцијално-термичке анализе указују на стабилнију решетку ајдирлита, у чији састав поред никла по свој прилици учествују силиција и алуминија.

Рентгенограм ајдирлита битно се разликује од рентгенограма таковита, тако да их је лако разликовати помоћу рентгенског испитивања, када се јављају заједно. Ипак, постоји знатна сличност у рефлексијама нижег реда за ова два минерала, која упућује на извесне заједничке структурне елементе.

ХЕМИСКИ САСТАВ

Таковит је лако растворан у хлороводоничној киселини. Утврђено је да и врло разблажена 0.01 N HCl знатно екстрахује никал из овог

минерала. Пречишћавање таковита од механичких примеса кварца вршено је методом декантације. У издвојеној фракцији < 10 микрона утврђено је рентгенски и даље присуство кварца, мада у мањој мери (око 10%). Ј. Н. Скооп из Департмана за минералогiju и петрологију у Кембриџу, извршио је хемиску анализу пречишћеног таковита са 0,1 гр супстанце. Анализа је наведена на Табели 2.

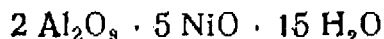
Анализу ајдирлита из Такова урадила је Ј. Ступар из Геолошког института САН-а. У овом случају са ајдирлитом се јавља извесна количина гипсита и алофана, тако да није могуће утврдити његов тачан хемиски састав. Анализа је наведена на Табели 2, а напоре и две објављене анализе ових минерала из Такова (З. Максимовић, 1952).

Табела 2. Хемиске анализе таковита и ајдирлита

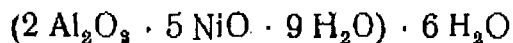
	1	2	3	4
SiO ₂	10.17	24.06	18.79	23.86
Al ₂ O ₃	20.16	33.36	24.52	38.37
Fe ₂ O ₃	1.78	0.84	3.73	1.55
Cr ₂ O ₃	0.06	0.49		
NiO	37.24	12.31	28.29	2.01
CaO	0.47	0.72		
MgO	—	0.44		
Na ₂ O	0.46			
K ₂ O	0.09			
H ₂ O+	26.60	21.71	21.79	26.00
H ₂ O-	3.48	5.74	3.26	7.72
	100.51	99.67	100.98	99.51

1. Таковит из Такова, Србија; анализирао Ј. Н. Скооп.
2. Ајдирлит са нешто гипсита и алофана, из Такова; анализирао Ј. Ступар.
3. Ајдирлит и таковит са нешто гипсита, Таково; анал. Ј. Ступар.
4. Гипсит и алофан са мало таковита, Таково; анал. Ј. Ступар.

У таковиту је рентгенском семи-квантитативном методом утврђено око 10% кварца као механичке примесе. Гвожђе је такође присутно као нечистоћа. Ако анализу прерачунамо узимајући у обзир NiO, Al₂O₃ и воду, добићемо следећу формулу таковита:



Дехидратациона крива показује да 6 H₂O припада првом ендотермном феномену, односно води која заузима међуслојан положај. Другом ендотермном ефекту одговара 9 H₂O, која претставља конституциону воду у виду хидроксилне групе (OH). Због тога формула овог минерала гласи:



ГЕНЕЗА ТАКОВИТА И АЈДИРЛИТА

О постанку ових минерала у Такову доста је писано (З. Максимовић, 1952; С. Лебедев, 1952). Потребно је овом приликом указати на извесне моменте који допуњавају ово питање, нарочито у односу

гарнијерита према таковиту и ајдирлиту. Ово је запажено у појавама никлових минерала у селу Ба, где су констатовани поред гарнијерита и хајлозита и ова два минерала.

Асоцијација ових минерала са гипситом и алофаном, са којима их редовно налазимо, указује на типично површински карактер ових минерала. Познато је да су у процесу латеризације (базалта у Ирској) масе гипсита створене распадањем халојзита. У сезу Ба, на Рујецу, гарнијерити су свуда интимно измешани са халојзитима. Међутим, присуство таковита и ајдирлита откривено је само на површини и у највишим хоризонтима орудњених маса, где је било појава гипсита и алофана. У вези са тим, очигледно је да су се гипсит и алофан са таковитом и ајдирлитом створили у процесу распадања халојзита и гарнијерита, претстављајући завршну фазу овог рудишта. У овом процесу, ајдирлит, вероватно претставља прелазни облик између халојзита и гарнијерита с једне стране и таковита са друге.

ЛИТЕРАТУРА — BIBLIOGRAPHIE

1. Годлевский, М. Н. (1934). Айдырлит-новый минерал. Зап. Всеросс. Мин. Общ. сер. 2, вол. 63, стр. 338—345
2. Грицаенко, Г. С., Айдиньян, Н. Х. и Бутузов, В. П. (1950). Об айдырлите из Ново-Айдырлинского месторождения на южном Урале. Зап. Всесоюз. Мин. Общ., сер. 2, вол. 79, стр. 28—32
3. Максимовић, З. (1952). Резултати геолошко-минералошког испитивања терена у пределу села Такова и Семедража, са нарочитим обзиром на производе хидротермалне активности и појаве хидросиликата никла. Зборник радова Геол. инст. С.А.Н., књ. 3, стр. 27—65.
4. Лебедев, С. (1952). Једно гледиште о постанку хидросиликатних руда никла у Такову. Зборник радова Геол. инст. С.А.Н., књ. 4, стр. 269—275.

Summary

Zoran Maksimović

ТАКОВИТЕ, HYDROUS NICKEL ALUMINATE, A NEW MINERAL

(25. I. 1956)

This occurs in Takovo, Serbia, on the contact of limestone and metamorphosed serpentinite (M. A. 12—157), in association with aidyrlite, gibbsite and alophane. Clay mineral with bluishgreen colour, α' 1.598, β' 1.605, birefringence 0.007. D. T. analysis shows two endothermic reactions, first starting at 185—230° C and second at 350—374°. X-ray powder data and dehydration data are given. Analysis by J. H. Scoon, SiO₂ (as quartz) 10.17, Al₂O₃ 20.16, Fe₂O₃ 1.78, Cr₂O₃ 0.06, NiO 27.24, CaO 0.47, MgO nil, Na₂O 0.46, K₂O 0.09, H₂O+ 26.60, H₂O- 3.48 = 100.51, gives (2 Al₂O₃ · 5 NiO · 9 H₂O) · 6 H₂O.

Author suggest name aidyrlite (M. A. 6—150; 7—214; 11—177) for another nickel clay mineral, which is almost always in association with takovite. D. T. analysis of this mineral shows one endothermic reaction at 430—485° C and exothermic one at 830—870°. X-ray powder data are given. Chemical analysis is given but not of pure aidyrlite (mixed with gibbsite).