

*Երկրաբանություն*

УДК 552.16

Շ. Վ. ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ

**ԹՈՒԽՄԱՆՈՒԿԻ (ԱՐԱԳԱԾՈՏՆԻ ՄԱՐԶ) ՈՍԿՈՒ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԻ  
ՀԱՆՔԱՔԱՐԵՐԻ ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ**

**Ներածություն:** Թուխմանուկի ոսկու հանքավայրը գտնվում է Արագածոտնի մարզում, Ապարան քաղաքից հյուսիս-արևելք 7–8 կմ հեռավորության վրա, Մելիքյուղի հարևանությամբ: Ներկայումս այն շահագործվում է: Հանքաքարից փաստացի կորզվում են միայն ոսկին ու արծաթը: Մյուս տարրերը (պղինձ, ցինկ, կապար, մկնդեղ, բիսմութ, սելեն, թելուր, կադմիում և այլն) լցվում են թափոնակույտ և պոչամբար:

Մինչև այժմ պարզ չէ, թե ոսկուց և արծաթից բացի Թուխմանուկի հանքավայրում ուրիշ ինչ մետաղներ կարող են հետաքրքրություն ներկայացնել: Ուստի սույն աշխատանքը նպատակ ունի պարզելու քիմիական տարրերի քանակական փոխհարաբերությունները և նրանց տեղաբաշխման օրինաչափությունները տարբեր միներալային պարագենետիկ համագոյակցություններում, խտահանքում և մոնոմիներալներում:

Քիմիական տարրերի պարունակությունը որոշվել է ատոմաադսորբ-ցիոն և հարգորոշման եղանակներով: Անալիզները կատարվել են ԳԱԱ երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտի, «Լեռնամետալուրգիա» ՊՓԲԸ-ի ՀՀ Արդարադատության նախարարության փորձագիտական լաբորատորիաներում:

**Հետազոտության արդյունքները և դրանց քննարկումը:** Թուխմանուկի հանքավայրը տեղադրված է Միրաք-Թուխմանուկի հանքային դաշտի կենտրոնական մասում: Ըստ մետաղածնական շրջանացման Միրաք-Թուխմանուկի հանքային դաշտը մտնում է Փամբակ-Չանգեզուրի մետաղածին խավագոտու մեջ և հարում է նրա հյուսիսարևմտյան հատվածի՝ Ծաղկունյաց հանքային շրջանի հյուսիսարևմտյան թևին [1, 2]:

Հանքավայրի երկրաբանական կառուցվածքը բավականին բարդ է: Շրջանում տարածված են վերին պրոտերոզոյի մետամորֆային համալիրի թերթաքարերը ու պլագիոգրանիտները, ստորին-միջին յուրայի ապարանի շերտախմբի անդեզիտային, անդեզիտաբազալտային կազմի հրաբխաքարերը, որոնք պատռվում են ստորին կավճի և պալեոգենի ինտրուզիվ ու ենթահրաբխային մարմիններով [3, 4]:

Հանքայնացումը կարելի է բնութագրել որպես երակ-շտոկվերկային: Հանքային մարմինները հիմնականում հյուսիսարևելյան տարածմամբ մինչև

5-6 մ լայնության երակիկացանավոր հանքայնացմամբ զոնաներ են: Երակները քիչ են հանդիպում, նրանք սովորաբար ունեն 0,2–0,8 մ լայնություն կողային ապարների հետ ունեն կտրուկ կոնտակտներ: Հանքային մարմինները տեղադրված են հյուսիսարևելյան ուղղության մինչև 4,5–5 կմ երկարության և 100–150 մ լայնության ճեղքավորված, կոտրատված, բրեկչիացված ապարների զոնաներում: Այս զոնաների մեջ հանդիպում են մարմիններ, որոնք ունեն հյուսիսարևմտյան ուղղություն, դրանք հատկապես տարածված են Մելիքզյուղի մոտ՝ Շողակաթ սարի հարավային լանջերին:

Ըստ միներալային համագոյակցությունների միներալաերկրաքիմիական առանձնահատկությունների և առաջացման պայմանների հանքավայրը պատկանում է ոսկի-բազմամետաղային տիպին: Հանքային միներալների պարունակությունը հանքային մարմիններում կազմում է շուրջ 10–15%: Առանձին դեպքերում հասնում է մինչև 60–70%:

Գլխավոր հանքային միներալներն են պիրիտը, գալենիտը, սֆալերիտը, արսենապիրիտը, խալկոպիրիտը, խունացած հանքանյութերը և բնածին ոսկին: Հազվադեպ են սուլֆուրները (անտիմոնիտ, բուլանժերիտ, բուրնոնիտ) և ոսկու, արծաթի, կապարի ու բիսմութի թելուրիդները (ալթայիտ, բիսմութին, հեսիտ, թելուրոբիսմութիտ) [5–9]:

Հանքառաջացումը ընթացել է 3 փուլերով, որոնց ընթացքում առաջացել են հետևյալ միներալային համագոյակցությունները [8]:

*Քվարց-դաշտասպարային (ալթիտիտներ, I փուլ)* երակիկները (0,5–4,5 սմ) հանդիպում են հիդրոթերմալ փոփոխված ապարներում: Կազմված են շուրջ 90–95% ալթիտից և 5–10% քվարցից, քլորիտից, սերիցիտից, էպիդոտից և պիրիտից: Որոշվել են քիմիական տարրերի հետևյալ պարունակությունները (3 նմուշի միջինը). Ti՝ 0,01, Ni՝ 0,00024, Co՝ 0,00056, Zn՝ 0,0056, Pb՝ 0,0032, Mo՝ 0,00013, Bi՝ 0,0001% և Au՝ 0,01, Ag՝ 0,13 գ/տ:

*Քվարցային (II փուլ)*: Առաջացնում է մի քանի տասնյակ մետր երկարության և 0,2–0,8 սմ (փքվածքներում մինչև 1,5 մ) լայնության երակներ, երակիկներ, ոսպնյակներ և բներ: Շուրջ 98%-ը կազմված է սպիտակավուն քվարցի ձգված բյուրեղներից (1 մմ՝ից մինչև 1,5–2 սմ): Երբեմն հանդիպում են պիրիտ և մագնետիտ (1–2%): Քիմիական կազմը (2 նմուշի միջինը). Ti՝ 0,01, Ni՝ 0,00024, Co՝ 0,001, V՝ 0,001, Cu՝ 0,0075, Zn՝ 0,001, Pb՝ 0,0024, W՝ 0,0001%, Au՝ հետքեր և Ag՝ 2,4 գ/տ:

*Քվարց-պիրիտային (III փուլ)* համագոյակցությունն ունի լայն տարածում: Հաճախ ուղեկցում է քվարցային երակներին, երբեմն տեղադրված է նրանց կոտրատված մասերում: Հիդրոթերմալ փոփոխված զոնաներում առաջացնում է խիտ ցանց, բներ, ոսպնյակներ և մինչև 5–10 սմ լայնության երակիկներ: Հաճախ նրանց վրա նստած է ոսկի-սուլֆիդային միներալացումը:

Հանքային զանգվածում քանակապես գերակշռում է պիրիտը, որի պարունակությունը հասնում է մինչև 96–97%: Երկրորդական են խալկոպիրիտը, գալենիտն ու սֆալերիտը (2–3%): Տեղ-տեղ խալկոպիրիտի քանակը կտրուկ ավելանում է, առաջացնում է *քվարց-խալկոպիրիտ-պիրիտային* համագոյակցության հանքաքարեր, որոնք իրենց միներալաբանությամբ և երկրաքիմիայով տարբերվում են քվարց-պիրիտային հանքաքարերից: Ելնելով դրանց տարբերությունից՝ մենք քվարց-խալկոպիրիտ-պիրիտային համագոյակցությունը դիտարկել ենք առանձին և որոշել քիմիական տարրերի

հետևյալ պարունակությունները (18 նմուշի միջինը). Ti` 0,0018, Bi` 0,056, Cu` 0,017, Pb` 0,008, Zn` 0,022, Se` 0,0009, Te` 0,00012, Ga` 0,00012% և Au` 2,75, Ag` 5,7 *գ/տ*: Սրանցից քիմիզմով տարբերվում են քվարց-խալկոպիրիտ-պիրիտային հանքաքարերը (3 նմուշի միջինը). Ti` 0,42, Ni` 0,0018, Co` 0,0032, V` 0,00075, Zn` 0,031, Bi` 0,023, Cd` 0,0018, Mo` 0,001, Ga` 0,00032, Li` 0,0001%, Au` հետքեր և Ag` 0,001 *գ/տ*:

*Քվարց-կարբոնատ-ոսկի-սուլֆիդային (բազմամետաղական, III փուլ)* միներալացումը Թուխմանուկի հանքավայրի ամենալավ արտահայտված և լայն տարածում ունեցողն է: Առաջացնում է 15–40 *սմ* լայնության և մինչև 100–150 *մ* երկարության երակներ, որոնք հաճախ ուղեկցում են քվարցային անհանք երակներին, լցնում են վերջիններիս կոտրատման ճեղքերը: Նաև վրադրվում են քվարց-պիրիտային հանքայնացմանը: Հիդրոթերմալ փոփոխված, քվարցացված ապարներում առաջացնում է 1–2 *սմ* լայնության երակիկների ցանց, որտեղ սուլֆիդային միներալացումը մտած է երակիկների կոնտակտային մասերում:

Բազմամետաղական հանքաքարերի միներալային կազմը բազմազան է: Հանքային միներալները շուրջ 10–15% են, որոնցից 7–8%-ը բաժին է ընկնում պիրիտին: Ըստ քանակական տարածման սուլֆիդային միներալները դասավորված են հետևյալ կարգով. պիրիտ, սֆալերիտ, գալենիտ, արսենոպիրիտ, խալկոպիրիտ, խունացած հանքանյութեր և բնածին ոսկի: Նույն հաջորդականությամբ էլ տեղի է ունեցել հիդրոթերմներից նրանց մատեցումը: Բազմամետաղական հանքաքարում բացի վերոհիշյալ միներալներից հազվադեպ հանդիպում են նաև թելուրիդներ՝ ալթայիտ, թելուրաքիսմոթին, կալավերիտ, որոնք ոսկու հետ կաթիլների, երակիկների, ու թեփուկների տեսքով գտնվում են սուլֆիդների կոտրատման ճեղքերում և նրանց մակերեսին:

Ոչ հանքային միներալներից 60-70%-ը բաժին է ընկնում քվարցին, 15–20%-ը կարբոնատներ են: Բազմամետաղական հանքաքարերը ամենաարժեքավորն են, ոսկեբեր են: Պարունակում են հետևյալ քիմիական տարրերը (120 նմուշի միջինը). Ni` 0,005, Co` 0,001, Sb` 0,0065, Bi` 0,008, As` 0,8, Pb` 0,78, Cu` 0,24, Zn` 1,2, Cd` 0,0013, Ga` 0,004, Ge` 0,0065% և Te` 2,8, Se` 1,0, Au` 12,8, Ag` 42,6 *գ/տ*:

*Քվարց-կարբոնատ-ոսկի-պիրիտ-արսենապիրիտային (III փուլ)* հանքաքարերը բազմամետաղականից հետո երկրորդ արժեքավորն են: Համեմատաբար ավելի քիչ են տարածված: Առաջացնում են 3–4 *սմ* լայնության ինքնուրույն երակիկներ, հաճախ հանդիպում են բազմամետաղային հանքաքարերի հետ:

Արսենապիրիտային հանքաքարը կազմված է հիմնականում արսենապիրիտից: Նրան զիջում է պիրիտը, ավելի քիչ են սֆալերիտը, գալենիտը, խալկոպիրիտը, խունացած հանքանյութերը: Արսենապիրիտային հանքաքարերն ունեն հետևյալ քիմիական կազմը (15 նմուշի միջինը). Ti` 0,03, Co` 0,001, Ni` 0,0018, Ge` 0,0002, Cd` 0,0001, Bi` 0,006, As` 5,0, Zn` 0,32, Sb` 0,018, Pb` 0,075, Cu` 0,12% և Au` 6,8, Ag` 23,4 *գ/տ*:

*Կարբոնատ-քվարց-անտիմոնիտ-բուլանժերիտային (III փուլ)* համագոյակցության միներալացումն ունի խիստ սահմանափակ տարածում, առաջացնում է մի քանի *սմ* երկարության և 1–2 *սմ* լայնության երակիկներ:

Անտիմոնիտային հանքաքարի միներալային կազմը տարբեր է մյուսներից: Այստեղ հանդես են գալիս ծարիրի և կապարի սուլֆատները՝ անտի-

մոնիտինգի և բույսերի հազվադեպ հանդիպում է նաև բուրնոնիտը: Բացի նշվածներից քիչ քանակությամբ հանդիպում են նաև պիրիտ, գալենիտ և արսենապիրիտ: Ոչ հանքային միներալներից հանդիպում են ջրաթափանցիկ քվարցը, խալցեդոնը և կարբոնատներ: Քիմիական կազմը (3 նմուշի միջինը). Ti` 0,012, Cu` 0,0056, Pb` 0,18, As` 0,1, Zn` 0,01% և Au` 2,3, Ag` 7,3 *գ/տ*:

*Քվարց-կարբոնատային* (III փուլ) միներալացումով ավարտվում է հիդրոթերմալ պրոցեսը: Չնավորվել են 15–20 *սմ* լայնության և 5–10 *մ* երկարության երակներ: Տեղադրված են տեկտոնական ճեղքերում և ուղեկցվում են ապարների օպալացված և խալցեդոնացված տեղամասերով: Հանքաքեր չեն: Հազվադեպ հանդիպում են պիրիտի նուրբ ցրված հատիկներ: Միներալային կազմում առկա են ջրաթափանցիկ քվարց, օպալ, կարբոնատ (կալցիտ, մանգանոկալցիտ) և խալցեդոն: Քիմիական կազմը (3 նմուշի միջինը). Ti` 0,56, Ni` 0,0024, Mn` 0,18, V` 0,0075, Cr` 0,0024, Mo` 0,0015, Pb` 0,32, Zn` 0,0056, Ge` 0,00013, Ga` 0,0024, Y` 0,00042, La` 0,0042, Ba` 0,01%, Au` չկա և Ag` 0,075 *գ/տ*:

Ինչպես երևում է վերը բերված նյութից, յուրաքանչյուր համագոյակցության համար բնորոշ են տարրերի որոշակի խմբեր, դրանք գտնվում են տարբեր ձևերով և քանակական փոխհարաբերություններով:

Աղյ. 1-ում ամփոփված են Թուխմանուկի հանքավայրի միջինացված հանքաքարում, խտահանքում և մոնոմիներալներում քիմիական տարրերի պարունակությունները:

*Աղյուսակ 1*

*Թուխմանուկի հանքավայրի հանքաքարում, խտահանքում և մոնոմիներալներում քիմիական տարրերի միջին պարունակությունը*

Հանքատեսակի անվանումը	Քանակը	Քիմիական տարրերի պարունակությունը								
		Cu, %	Pb, %	Zn, %	As, %	Sb, %	Bi, %	Cd, %	Au, <i>գ/տ</i>	Ag, <i>գ/տ</i>
հանքաքար	150	0,09	0,22	0,36	0,45	0,0081	0,028	0,0012	4,11	19,75
խտահանք	122	1,2	2,6	3,5	5,9	1,42	0,09	0,0051	24,2	62,76
պիրիտ	9	0,058	0,075	0,9	0,77	0,054	0,026	0,008	13,7	56,6
սֆալերիտ	8	0,8	0,65	>>10,0	0,21	0,08	0,06	0,24	21,3	84,4
գալենիտ	7	0,56	>>10,0	0,13	0,01	0,07	0,024	0,007	14,2	36,5
խալկոպիրիտ	8	>>10,0	0,045	0,75	0,3	0,5	0,062	0,006	18,72	46,6
արսենապիրիտ	6	0,47	0,56	0,3	>>10,0	0,095	0,032	0,006	26,2	52,1

*Ոսկին* ամենաարժեքավոր տարրն է: Հանդիպում է գրեթե բոլոր հանքաքարերում, մոնոմիներալներում և հիդրոթերմալ փոփոխված ապարներում: Հանդիպում է ինչպես բնածին, այնպես էլ թելուրիդային ու սուլֆիդային միներալներում իզոմորֆ խառնուրդների ձևով: Բնածին ոսկու շուրջ 30%-ը գտնվում է ազատ վիճակում:

Ամենաբարձր պարունակությունը բազմամետաղական հանքաքարում է (12,8 *գ/տ*), այնուհետև՝ արսենապիրիտայինում (6,8 *գ/տ*): Բազմամետաղական խտահանքում ոսկու միջին պարունակությունը 24,2 *գ/տ* է, առանձին դեպքերում՝ մինչև 530 *գ/տ* իսկ արծաթինը՝ 1230 *գ/տ* :

Գլխավոր սուլֆիդային միներալները հիմնականում ոսկեքեր են: Ոսկու ամենաբարձր պարունակությունը սֆալերիտում է (21,3%): Նրան զիջում են

խալկոպիրիտը, արսենապիրիտը, պիրիտը և գալենիտը: Նրանցում ոսկու և արծաթի պարունակությունները համապատասխանաբար 14,2–21,3 *գ/տ* և 44,7–82,4 *գ/տ* են: Սուլֆիդներում ոսկու բարձր պարունակությունը պայմանավորված է նրա բնածին միներալների առկայությամբ:

Ոսկուն մշտապես ուղեկցում է արծաթը՝ 2–5 անգամ գերակշռելով այն: Արծաթի հիմնական կուտակումը արսենապիրիտային (52,1 *գ/տ*) և բազմամետաղական (42,6 *գ/տ*) հանքաքարերում է: Այն հիմնականում առաջացնում է իզոմորֆ խառնուրդներ: Նրա բնածին միներալները հազվադեպ են: Սովորաբար հանդիպում է գալենիտի, խունացած հանքանյութերի և սուլֆատների հետ: Գալենիտ-սֆալերիտային (մինչև 15% պիրիտի և խալկոպիրիտի պարունակությամբ) խտահանքում արծաթի պարունակությունը հասնում է մինչև 800 *գ/տ*:

Թուխմանուկի հանքային դաշտի հիդրոթերմալ փոփոխված զոնաների ակոսային նմուշներում ոսկու պարունակությունը 0,1–15,6 *գ/տ* է (միջինը՝ 2,8), իսկ արծաթինը՝ 0,2–78,6 *գ/տ* (միջինը՝ 6,6):

խտահանքում ոսկու և արծաթի պարունակությունները եղել են համապատասխանաբար 6,4–32 *գ/տ* (միջինը՝ 24,2) և 33,2–133,4 *գ/տ* (միջինը՝ 62,76):

Պոչամբարից վերցրած 20 պատահական կետային նմուշներում ոսկու պարունակությունը եղել է 0,2–2,76 *գ/տ* (միջինը՝ 0,9), իսկ արծաթինը՝ 1,2–7,1 *գ/տ* (միջինը՝ 1,8):

Թուխմանուկի հանքային դաշտում ընդարձակ մակերեսներ են զբաղեցնում մինչքեմբրիի մետամորֆային ապարները և ապարանի շերտախմբի հրաբխաքարերը: Ապարների կետային նմուշների անալիզները ցույց են տալիս, որ նրանք ամբողջությամբ վարակված են ոսկով (աղյ. 2): Ինչպես երևում է աղյուսակից, Թուխմանուկի հանքավայրում մինչքեմբրիի ներփակող ապարները ոսկեբեր են և կարող են դիտարկվել որպես ոսկու լրացուցիչ աղբյուրներ:

## Աղյուսակ 2

*Թուխմանուկի հանքավայրի ներփակող ապարներում ոսկու և արծաթի պարունակությունները*

երկրաբանական առաջացումներ	Քիմիական տարրերի պարունակությունը, <i>գ/տ</i>	
	Au	Ag
ամֆիբոլիտային թերթաքար (6)*	0,01–0,4	0,1–0,6
ամֆիբոլիտ (16)	0,1–0,76	0,2–2,1
գրաֆիտային թերթաքար (15), Գոմերիձոր	0,02–1,6	0,3–4,6
փայլարային թերթաքար (8)	0–0,88	0,01–2,5
ֆիլիտ (5)	0,03–0,8	0,1–1,9
մարմար (Լուսագյուղ) (3)	0,01	0,09
պորֆիրիտ (13)	0,01–0,2	0,46
հիդրոթերմալ փոփոխված պորֆիրիտ (10)	0,1–0,96	1,45

\* Փակագծերում գրված է անալիզի ենթարկված նմուշների թիվը:

2006–2007թթ. Թուխմանուկի և Հանքավանի հանքային դաշտերում որոնողական-հետախուզական, երկրաքիմիական ու միներալաբանական ուսումնասիրությունների շնորհիվ մեր կողմից առանձնացվեցին ոսկու

անոմալիաների 10 տարածքներ: Դրանց ուսումնասիրման արդյունքները կներկայացվեն առանձին հոդվածի տեսքով:

*Ցինկը* ամենատարածված հանքային տարրերից է: Հիմնական աղբյուրը ոսկի-բազմամետաղային երակներն են, որտեղ նրա հիմնական կրողը սֆալերիտն է:

Բազմամետաղական հանքաքարում ցինկի պարունակությունը 0,032–1,3% է, պիրիտային, արսենապիրիտային և անտիմոնիտայինում՝ համապատասխանաբար 0,13, 0,32 և 0,1%: Սֆալերիտ-գալենիտային երակներում ցինկի պարունակությունը հասնում է մինչև 3–4%, սակայն այդպիսի մարմինները Թուխմանուկի հանքավայրում շատ չեն և չեն կարող ազդել շահագործվող հանքաքարի պարունակության վրա:

Բացի սֆալերիտից ցինկը իզոմորֆ խառնուրդների ձևով հանդիպում է նաև պիրիտում, գալենիտում, խալկոպիրիտում, արսենապիրիտում և ուրիշ միներալներում: Այստեղ ցինկի պարունակությունը 0,3–1,0% է, ամենաբարձրը գալենիտում՝ 1,0%:

Ցինկի հետ հաճախ գուգակցում են երկաթը, մանգանը, կադմիումը և գալիումը, որոնք նրա հետ առաջացնում են իզոմորֆ խառնուրդներ:

*Կապարը* ևս գլխավոր հանքային մետաղներից է: Վերջինիս կրողը գալենիտն է, բուլանժերիտը, բուրնոնիտը և ալթայիտը: Կապարի ամենաբարձր պարունակությունը բազմամետաղային հանքաքարերում է, որտեղ նրա պարունակությունը հասնում է 0,78%, անտիմոնիտայինում՝ 0,18%, պիրիտայինում 0,1%, քվարց-կարբոնատային երակներում՝ 0,032%:

Մոնոմիներալներից կապարի ամենաբարձր պարունակությունը սֆալերիտում է (0,65%), այնուհետև պիրիտում (0,034%) և խալկոպիրիտում (0,072%): Հաճախ գուգակցվում է ցինկի, ոսկու, պղնձի, ծարիրի, մկնդեղի, երկաթի և քիսմուքի հետ:

*Պղինձը* զիջում է ցինկին և կապարին, սակայն նա ևս բնորոշ է Թուխմանուկի հանքաքարերին: Հիմնական կուտակումը ոսկի-բազմամետաղային (0,24%) և խալկոպիրիտ-պիրիտային (0,35%) հանքաքարերում է: Նրա հիմնական կրողներն են խալկոպիրիտը, տենանտիտը, տետրաէդրիտը, բուրնոնիտը և խալկոզինը: Բացի սեփական միներալներից պղինձը իզոմորֆ խառնուրդների ձևով հանդիպում է սֆալերիտում (0,8%), պիրիտում (0,058%), գալենիտում (0,058%), և արսենապիրիտում (0,47%):

*Մկնդեղը* գլխավոր հանքային տարրերից մեկն է: Պարունակությամբ չի զիջում պղնձին, կապարին և ցինկին: Հիմնական կրողը արսենապիրիտն է, ինչպես նաև տենանտիտը: Գալենիտում, սֆալերիտում, խալկոպիրիտում մկնդեղի պարունակությունը 0,01–0,77% է:

Ամենաբարձր պարունակությունը արսենապիրիտային հանքաքարերում է (5,0%), այնուհետև բազմամետաղայինում՝ 0,8%, անտիմոնիտայինում՝ 0,1% և պիրիտայինում՝ 0,06%:

*Ծարիրը* բնորոշ տարրերից է: Այն հանդես է գալիս ինչպես սեփական միներալների (անտիմոնիտ, բուլանժերիտ, տետրաէդրիտ), այնպես էլ՝ իզոմորֆ խառնուրդների ձևով: Ծարիրի պարունակության աստիճանական բարձրացումը տեղի է ունենում սեփական միներալների նստեցման հետ: Ամենացածր պարունակությունը պիրիտային և խալկոպիրիտային հանքաքարերում է (0,001–0,0056%), իսկ բազմամետաղային և արսենապիրիտային

հանքաքարերում անհամեմատ բարձր է (0,018–0,056%): Սուլֆիդային միներալներում ծարիրի պարունակությունը 0,05–0,7% է: Ամենաբարձր պարունակությունը գալենիտում է (0,7%):

Երկաթի խմբի տարրերից ամենատարածվածը *երկաթն* է: Ի տարբերություն խմբի մնացած տարրերի՝ առաջացնում է մեծ թվով սեփական միներալներ. սուլֆիդներ, կարբոնատներ, օքսիդներ և հիդրօքսիդներ: Գրեթե բոլոր միներալներում ներկա է նաև իզոմորֆ խառնուրդների ձևով:

Հիդրոթերմալ պրոցեսի ընթացքում հիդրոթերմների կողմից անընդհատ տեղի է ունեցել երկաթի դուրսբերում: Ամենաշատը նստել է հիդրոթերմալ էտապի վաղ փուլերում (պիրիտային և բեզմամետաղային՝ 7,5–12%): Ուշ փուլերում երկաթի քանակությունը նվազում է, քվարց-կարբոնատային երակներում ամենաբազմ է՝ 4,2%:

*Մանգանը* կապված է կարբոնատային միներալների հետ: Կալցիտում նրա պարունակությունը հասնում է մինչև 0,24%: Բազմամետաղային հանքաքարերում նրա պարունակությունը 0,1% է, հանքային մոնոմիներալներում՝ 0,0056–0,018% է:

*Նիկելն ու կոբալտը* բնորոշ մետաղներ չեն: Նրանց միներալները չեն հայտնաբերվել: Հանդիպում են իզոմորֆ խառնուրդների ձևով: Սրանց պարունակությունը բարձր է հատկապես հանքառաջացման սկզբնական փուլերում:

*Նիկելի* ամենաբարձր պարունակությունը պիրիտային (0,01%), ապա՝ բազմամետաղային հանքաքարերում է (0,03%): Սուլֆիդային մոնոմիներալներում նիկելի պարունակությունը 0,00024 (գալենիտում) – 0,004% (պիրիտում) է:

*Կոբալտի* պարունակությունը մոտ է նիկելին: Ամենաշատը պիրիտային և բազմամետաղական հանքաքարերում է (0,0018–0,032%):

Պիրիտում կոբալտի պարունակությունը ամենաբարձրն է (0,0042%), իսկ ամենացածրը՝ խալկոպիրիտում է (0,00018%):

*Տիտանի* պարունակությունը կոբալտի և նիկելի համեմատ բարձր է: Բազմամետաղական հանքաքարում այն հասնում է մինչև 0,075%, պիրիտայինում՝ 0,042%, արսենապիրիտայինում՝ 0,03% և անտիմոնիտայինում՝ 0,012%: Սֆալերիտում տիտանի պարունակությունը 0,008% է, պիրիտում և գալենիտում՝ 0,0024%:

*Բիսմութը* հանդես է գալիս սեփական միներալներով (բիսմութին, թելուրաբիսմութին, տետրադիմիտ) և իզոմորֆ խառնուրդների տեսքով: Բիսմութի քանակը շատ է հատկապես բազմամետաղային և արսենապիրիտային հանքաքարերում (0,001–0,05%): Հանքառաջացման վաղ փուլերում նրա քանակը քիչ է, ուշ փուլերում ավելանում է:

Բիսմութի պարունակությունը հատկապես բարձր է հանքային դաշտի թևերի՝ Սիրաքի, Ցիցքարի, Լուսագյուղի, Ոսկեձորի, Էմին Յուրտի (Վանասար) ոսկու երևակումներում, որտեղ տարածված են ոսկի-բիսմութ-թելուրաքեր հիդրոթերմալ փոփոխված զոնաները:

Եթե բիսմութի միներալները բացակայում են, այն իզոմորֆ խառնուրդների տեսքով գտնվում է խունացած հանքանյութերում, խալկոպիրիտում, գալենիտում: Բազմամետաղական հանքաքարում բիսմութի պարունակությունը 0,008% է, արսենապիրիտայինում՝ 0,006%, բազմամետաղական հանքա-

քարի պիրիտում՝ 0,026%: Յիցքար տեղամասի քվարց-հանքային երակներում այն հասնում է մինչև 5,2 գ/տ: Թուխմանուկի և Հանքավանի հանքային դաշտերում կատարված երկրաքիմիական ուսումնասիրությունները հաստատում են բիսմութի և թելուրի երկրաքիմիական կապը: Բիսմութի երկրաքիմիական անոմալիաները ստացվում են հատկապես Թուխմանուկ-Հանքավան հանքային հանգույցի հարավարևմտյան և հյուսիսարևելյան տեղամասերում, որտեղ տարածված են ոսկի-թելուր-բիսմութային հանքակուտակներ:

*Մոլիբդենը* բնորոշ տարր չէ, չնայած որ Թուխմանուկի հանքավայրը գտնվում է Փամբակ-Չանգեզուրի գոտում, որտեղ լայն տարածում ունեն պղինձ-մոլիբդենի հանքավայրերը: Մոլիբդենի քանակը Թուխմանուկի հանքավայրում բավականին ցածր է և հետաքրքրություն չի ներկայացնում (0,0001-0,008%):

Մոլիբդենի հանքայնացում մեր կողմից հայտնաբերվել է մեծ Դ-ամլիկ սարի արևելյան մասում՝ Էմին Յուրտ տեղամասի արևելքում (2007թ.), գրանոսիենիտային կազմի հիդրոթերմալ փոփոխված ապարների մեջ, որտեղ մոլիբդենի պարունակությունը հասնում է մինչև 0,2%:

*Գերմանիումի և գալիումի* բաշխումը հանքաքարերում բավականին հավասարաչափ է՝ համապատասխանաբար 0,00024-0,0005 և 0,00012-0,0004%: Անալիզները ցույց են տալիս, որ դրանց պարունակությունները սուլֆիդային խտահանքում և սուլֆիդային մոնոմիներալներում ավելի քիչ են, քան հանքաքարում: Սա ցույց է տալիս, որ նրանք կապված են ոչ հանքային միներալների հետ:

*Կադմիումի* պարունակությունը, ի տարբերություն գերմանիումի և գալիումի, բարձր է: Դ-ա պայմանավորված է սֆալերիտի առկայությամբ, որը կադմիումի հիմնական կրողն է՝ 0,24%: Պիրիտում, խալկոպիրիտում, գալենիտում և արսենապիրիտում 0,0066-0,0075% է: Բազմամետաղական հանքաքարում կադմիումի պարունակությունը ամենաբարձրն է՝ 0,013%:

*Սնդիկի, անագի, քալիումի, ինդիումի* ցածր պարունակությունները պրակտիկ հետաքրքրություն չեն առաջացնում:

**Եզրակացություն:** Թուխմանուկի հանքավայրում արդյունաբերական նշանակություն ունի ոսկին: Արժաթը հանդես է գալիս որպես ուղեկցող մետաղ: Մյուս տարրերը՝ մկնդեղը, կապարը, ցինկը, պղինձը, բիսմութը, սելենը, թելուրը և կադմիումը արդյունաբերական նշանակություն չունեն: Սկնդեղը, կապարը, ցինկը և պղինձը առանձին հանքաքարերում արդյունաբերական պարունակություններով են հանդես գալիս, սակայն համախառն շահագործման ժամանակ նրանց պարունակությունը կտրուկ իջնում է: Ոսկու, արծաթի և մյուս տարրերի հիմնական կրողներն են բազմամետաղական և արսենապիրիտային հանքաքարերը, որտեղ նրանք գտնվում են սեփական միներալների և իզոմորֆ խառնուրդների տեսքով:

Ոսկու և արծաթի կորզումը Թուխմանուկի հանքավայրում ճիշտ չի կազմակերպվում: Շուրջ 0,5 գ/տ ոսկի և 1 գ/տ արծաթ մնում են պոչում:

Թուխմանուկի հանքային դաշտը կազմող ապարները՝ հատկապես մետամորֆային համալիրի ամֆիբոլիտները և գրաֆիտային ու փայլարային թերթաքարերը, ոսկեբեր են, նրանց մեջ մինչև 1,6 գ/տ ոսկի և 4,6 գ/տ արծաթի պարունակություն է հայտնաբերվել:

*Միներալոգիայի, պետրոլոգիայի և երկրաքիմիայի ամբիոն*

*Ստացվել է 06.04.2010*



#### Գ Ր Ա Շ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

1. **Магакян И.Г.** Изв. АН Арм. ССР. Сов. геология, 1959, № 7, с. 105–116.
2. **Вартапетян Б.С.** Закономерности распределения медного оруденения на территории Армянской ССР. Ер.: Изд. АН Арм. ССР, 1965, 308 с.
3. **Агамалян В.А.** АН Арм. ССР. Науки о Земле, 1987, № 2, с. 13–24.
4. **Хачатрян Ш.В.** Реф. сборник Арм. НИИНТИ, 2001, № 1, с. 6.
5. **Амирян Ш.О., Азизбемян М.С., Алтунян А.З., Фарамазян А.С.** Изв. НАН РА. Науки о Земле, 1997, № 1–2, с. 34–40.
6. **Фарамазян А.С., Чибухчян З.О.** Изв. АН Арм. ССР. Науки о Земле, 1985, т. 38, № 6, с. 7–15.
7. **Хачатрян Ш.В.** Изв. НАН РА. Науки о Земле, 1999, ЛП, № 2–3, с. 69–78.
8. **Акопян М.С., Хачатрян Ш.В., Мелконян Р.Л.** Изв. НАН РА. Науки о Земле, 1999, № 2–3.
9. **Խաչատրյան Շ.Վ.** ԵՊՀ Գիտական տեղեկագիր, 2007, № 3, էջ. 131–139:

Ш. В. ХАЧАТРЯН

#### ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РУД ТУХМАНУКСКОГО (АРАГАЦОТНСКИЙ МАРЗ) ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

#### Резюме

Выявлен характер распределения химических элементов в рудах, рудных концентратах, мономинеральных фракциях, промышленных хвостах и рудовмещающих породах Тухманукского месторождения золота.

Установлено, что в процессе извлечения в хвостах остается более чем 0,5 g/t золота и 1 g/t серебра. Установлено также, что метаморфические породы содержат высокие концентрации золота. Они могут быть дополнительными источниками золота.

Sh. V. KHACHATRYAN

#### GEOCHEMICAL CHARACTERISTIC OF THUKHMANUK (ARAGATSOTN MARZ) GOLD DEPOSIT ORES

#### Summary

The character of distribution of chemical elements in ores, ore concentrates, monomineral fractions, industrial tails and ore surrounding rocks of Thukhmanuk gold deposit have been studied.

It is established, that during the process of extraction in structure of tails more than 0,5 g/t of gold and 1 g/t of silver remains. It is also established that ore surrounding rocks contain industrial gold, which can be characterised as additional sources of gold.