

**ՄԵՏԱԼՈՒՐԳԻԱ, ՆՅՈՒԹԱԳԻՏԻԹՅՈՒՆ,
ԸՆԴԵՐՔՕԳՏԱԳՈՐԾՈՒՄ**

ՄԵՏԱԼՈՒՐԳԻԱ ԵՎ ՆՅՈՒԹԱԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆ

ՀՏԴ 661.21

**Ա.Մ. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ, Դ.Գ. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ, Ն.Ա. ՆԻԿՈՅԱՆ
ՑԻՆԿԻ ԵՎ ԿԱՊԱՐԻ ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՒԹՅԱՄԲ
ՍՈՒԼՖԻԴԱԲԱԶՄԱՄԵՏԱՂԱՅԻՆ ԽՏԱՆՅՈՒԹԻ ԿԱԶՄՈՒԹՅԱՆ
ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ**

Ներկայացվում է ցինկի և կապարի պարունակությամբ սուլֆիդաբազմամետաղային խտանյութի կազմության հետազոտությունը: Ռենտգենակառուցվածքային վերլուծությամբ ցույց է տրված, որ խտանյութն իր բնույթով սուլֆիդային է, նրանում գերակշռող ֆազերն են պղնձի, երկաթի, ցինկի և կապարի սուլֆիդները, ինչը նախադրյալներ է ստեղծում խտանյութից պիրո-հիդրոմետալուրգիական եղանակով ցինկի և կապարի կորզման համար:

Առանցքային բաղեր. բազմամետաղային խտանյութ, ռենտգենակառուցվածքային վերլուծություն, սուլֆիդներ, կազմություն:

Հայաստանի ընդերքը հարուստ է մետաղական հանքավայրերով: Դրանք, որպես կանոն, հիմնականում բազմամետաղային են: Ի թիվս այլ մետաղների, հանքանյութերում առկա են որոշակի պարունակությամբ ցինկ և կապար: Ցինկը և կապարը սովորաբար հանքանյութերում հանդես են գալիս հանքաքարերի տեսքով:

Հետազոտության նպատակն է ռենտգենակառուցվածքային վերլուծության մեթոդով որոշել Ախթալայի հանքահարստացուցիչ ֆաբրիկայի ֆլոտացման ցիկլի միջանկյալ արգասիքի՝ սուլֆիդաբազմամետաղային խտանյութի հանքաբանական բաղադրությունը, ինչպես նաև հանքաքարերի փոխկապակցվածությունը՝ արժեքավոր մետաղների համալիր կորզման սկզբունքով լիազումար պիրո-, հիդրոմետալուրգիական վերամշակման եղանակի կիրառման նպատակահարմարության գնահատման համար:

Ցինկի և կապարի արտադրությունը կարևորն տեղ է զբաղեցնում ժամանակակից աշխարհում: Ցինկը և կապարը, դրանց համաձուլվածքները և դրանցից պատրաստված արտադրատեսակները լայնորեն կիրառվում են արդյունաբերության տարբեր ճյուղերում, որոնց սպառման ծավալները գնալով մեծանում են:

Ցինկի տարածված հանքաքարերից են սֆալերիտը (ZnS)՝ 67% Zn, մարմատիտը՝ [(Fe, Zn) S]՝ 42% Zn, վյուրցիտը (ZnS-հեքսագոնայ)՝ 63% Zn և սմիտսոնիտը (ZnCO₃)՝ 52% Zn [1]: Ցինկի հանքաքարերը միջին չափով պարունակում են 6...13% Zn: Բացի ցինկից, դրանցում առկա են զգալի քանակությամբ պղինձ, կապար: Ցինկի խտանյութերը ստանում են բազմամետաղային հանքաքարերից՝ ընտրողական ֆլոտացիոն եղանակով:

Ցինկային խտանյութերի մոտավոր հանքաբանական կազմը բերված է աղ.1-ում [2]:

Աղյուսակ 1

Ցինկային խտանյութերի փոսֆային բաղադրությունները (%)

Արտադրող երկիրը	Zn	Pb	Cu	Cd	S	Fe	SiO ₂
ԱՄՆ	56,7	1,3	0,6	0,7	31,6	4,6	-
Ճապոնիա	58,1	0,4	-	-	31,0	5,4	2,0
ՌԴ (Ուրալ)	50,3	0,90	2,30	0,22	34,9	8,9	0,16

Արդյունաբերական նշանակությամբ ցինկի հանքանյութերը լայն աշխարհագրություն ունեն և սփռված են հանրապետության Շահումյանի, Ախթալայի, Շամլուղի, Մարջանի, Արմանիսի, Ազատեկի, Մարցիգետի, Վազաշենի հանքավայրերում և այլուր [3, 4]: Նշված հանքավայրերում ցինկի ընդհանուր արդյունաբերական պաշարները գնահատվում են մոտավորապես 700 հազար տոննա:

Կապարի հանքանյութերից առավել տարածված են սուլֆիդային հանքաքարերը, որոնցում կապարը ներկայացված է գալենիտի (PbS) կամ, ինչպես ընդունված է անվանել, «կապարային փայլ»-ի տեսքով, որում առկա է 86,6% Pb: Գալենիտի համեմատ ավելի քիչ տարածում ունեն կապարի օքսիդացված հանքաքարերը, այդ թվում՝ ցերուսիտը (PbCO₃)՝ 77,6% Pb և անգլեզիտը (PbSO₄)՝ 68,3% Pb [5]: Կապարը ստանում են սուլֆիդային հանքաքարերից, որոնցում կապարի քանակությունը 0,4- ից մինչև 15% է:

Բնության մեջ կապարի գլխավոր ուղեկիցներն են ցինկը և արծաթը: Ցինկի պարունակությունը կապար-ցինկային հանքաքարերում հաճախ գերազանցում է կապարին:

Սուլֆիդային հանքաքարերում կապարին ուղեկցող ցինկը գտնվում է սֆալերիտ և վյուրցիտ միներալների, ինչպես նաև մարմատիտի [(Fe,Zn)S] տեսքով, իսկ արծաթը՝ արգենտիտի (Ag₂S) տեսքով:

Պղինձը կապար-ցինկային հանքաքարերում ամենից հաճախ գտնվում է սուլֆիդների կամ օքսիդների տեսքով:

Բազմամետաղ սուլֆիդային հանքաքարերում հանդիպում են նաև ոսկի, բիսմութ, անտիմոն, արսեն, կադմիում, անագ և այլ հազվագյուտ մետաղներ [6]:

Կապարի հանքանյութերը, որոնք պարունակում են 8...9 % կապար, պիտանի չեն անմիջական մետալուրգիական մշակման համար, այդ պատճառով գործնականում բոլոր հանքանյութերը սելեկտիվ ֆլոտացիայի եղանակով ենթարկվում են հարստացման:

Արտադրության մեջ սովորաբար օգտագործում են կապարային խտանյութեր, որոնք պարունակում են 30...80 % կապար: Ուղեկից մետաղներից են պղինձը, ցինկը, երկաթը և այլն (աղ. 2) [2, 7]:

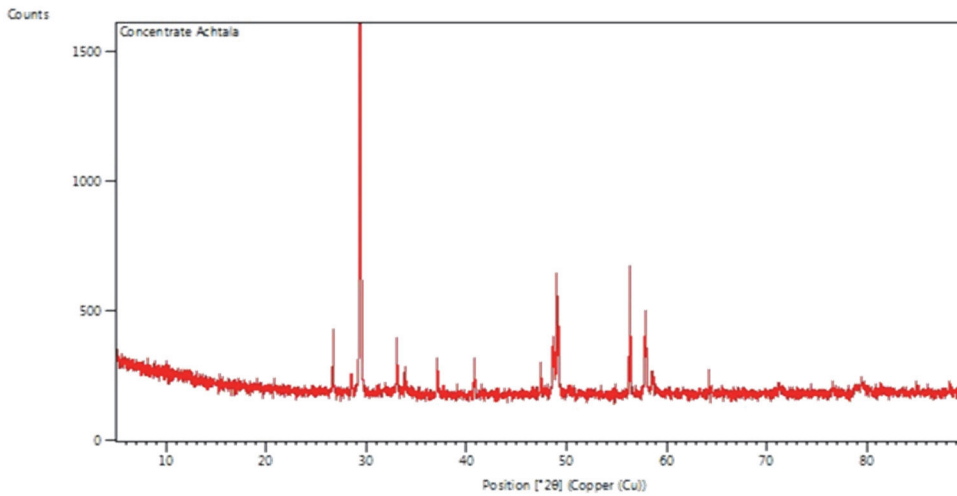
Աղյուսակ 2

Կապարային խտանյութերի տիպային բաղադրությունները (%)

Արտադրող երկիրը	Pb	Zn	Cu	S	Fe	SiO ₂
Չինքենտ (Ղազախստան)	45-50	4-14	1-3	15-20	4-15	2-10
Պորտ-Պիրի (Ավստրալիա)	74,5	4,6	0,7	15,2	2,0	1,3
Ուստ-Կամենագորսկ (ՌԴ)	31-77	3,7-12,1	1,4-9,6	9-25	3-13	0,5-12

Տեղական կապար պարունակող հանքաքարերը տեղաբաշխված են Շահումյանի ոսկի-բազմամետաղային (0,8...1,4% Pb), Շամլուղի պիրիտ-բազմամետաղային (1,1...1,7% Pb), Ախթալայի պիրիտ-բազմամետաղային (5,6...6,2 % Pb) և Գլաձորի պիրիտ-բազմամետաղային (0,5...1,0% Pb) հանքավայրերում: Դրանցում կապարը բավարար քանակի չէ՝ առանց հարստացմամբ կորզման համար, ուստի Շահումյանի ոսկի-բազմամետաղային հումքից, ի թիվս պղինձի և ցինկի խտանյութերի, առանձնացվում է նաև կապարի խտանյութ 41,6 % Pb-ի միջին պարունակությամբ, որում պարունակվում է նաև մինչև 77,6 գ/տ Au և 1803,8 գ/տ Ag:

Խտանյութի ռենտգենակառուցվածքային հետազոտությունը (նկ., աղ. 3) կատարվել են ՀԱՊՀ-ի «Ռենտգենակառուցվածքային հետազոտություններ» բազային գիտահետազոտական լաբորատորիայում EMPYREAN, Panalytic Company (45կՎ, 40 մԱ) ռենտգենյան դիֆրակտաչափով Cu-K α ճառագայթմամբ:



Նկ. Յինկ և կապար պարունակող սուլֆիդաբազմամետաղային խտանյութի ռենտգենագիրը

Տվյալների հավաքագրումը, ստացված դիֆրակցիոն օրինաչափությունների մեկնաբանումը և խտանյութի նմուշում ֆազերի նույնականացումը կատարվել են X'Pert HighScore Plus ծրագրաշարի միջոցով (մշակված PANalytical-ի կողմից), PDF-2, ինչպես նաև ISCD և COD ծրագրերով անօրգանական միացությունների համար, որոնք ապահովում են ֆազային վերլուծություն, ներառյալ չափագրումը, մշակումը և արդյունքների ստացումը:

Ախթալայի հանքավայրում ներկայումս արդյունահանվող հանքաքարի հարստացումից ստացվող խտանյութն ըստ իր քիմիական կազմի (աղ. 4) կարելի է դասել ցինկի և կապարի բարձր պարունակությամբ սուլֆիդաբազմամետաղային խտանյութերի շարքը:

Աղյուսակ 3

Ախթալայի սուլֆիդաբազմամետաղային խտանյութի ռենտգենագրի վերլուծությունը՝ միներալներին բնորոշ ռենտգենյան արտացոլումների համադրությամբ

Pos. [°2θ]	Height [cts]	FWHM Left [°2θ]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]	Tip Width	Matched by
26.6804	252.91	0.0384	3.34126	17.73	0.0461	SiO ₂ , ZnS
28.5636	50.99	0.1535	3.12511	3.57	0.1842	FeS ₂ , ZnS
29.4052	1426.70	0.0640	3.03755	100.00	0.0768	CuFeS ₂ , ZnS, PbS
33.0643	216.73	0.0512	2.70929	15.19	0.0614	FeS ₂ , ZnS
33.8782	90.75	0.0768	2.64604	6.36	0.0921	CuFeS ₂ , ZnS

Աղյուսակ 3-ի շարունակությունը

Pos. [°2θ]	Height [cts]	FWHM Left [°2θ]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]	Tip Width	Matched by
37.1114	124.83	0.0468	2.42060	8.75	0.0562	FeS ₂
40.7966	151.56	0.0512	2.21188	10.62	0.0614	FeS ₂
47.4546	126.90	0.0468	1.91434	8.89	0.0562	FeS ₂ , ZnS, PbS
48.6650	215.85	0.0640	1.87106	15.13	0.0768	CuFeS ₂
49.0681	467.19	0.0468	1.85510	32.75	0.0562	CuFeS ₂ , ZnS, Cu _{0.5} Zn _{0.5}
49.1980	261.99	0.0468	1.85510	18.36	0.0562	Cu _{0.5} Zn _{0.5} , PbS
56.3118	491.63	0.0624	1.63243	34.46	0.0749	FeS ₂ , ZnS
56.4600	231.75	0.0624	1.63254	16.24	0.0749	FeS ₂
57.8749	323.38	0.0780	1.59201	22.67	0.0936	CuFeS ₂ , ZnS
58.6132	74.81	0.2496	1.57370	5.24	0.2995	CuFeS ₂ , ZnS
64.3060	80.75	0.0936	1.44744	5.66	0.1123	FeS ₂ , ZnS

Աղյուսակ 4

Ախթալայի սուլֆիդաբազմամետաղային խտանյութի քիմիական կազմը

Տարրը	Cu	Fe	Zn	Pb	S	Cd	Te	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO
Պարունակ., %	16,8	23,7	8,6	6,2	34,9	105 գ/տ	132 գ/տ	5,3	2,8	0,9	0,8

Հետազոտվող խտանյութն իր հանքաբանական կազմով (աղ. 5) դասվում է սուլֆիդաբազմամետաղային պղինձ-կոլչեդանային խմբի խտանյութերի շարքը՝ պիրիտի (FeS₂) բարձր պարունակությամբ:

Աղյուսակ 5

Ախթալայի սուլֆիդաբազմամետաղային խտանյութի հանքաբանական կազմը (%)՝ հաշվարկված ըստ ծծմբի ընդհանուր քանակի ու ռենտգենաֆազային վերլուծության փվյալների

Կազմությունը	CuFeS ₂	FeS ₂	ZnS	PbS	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO
Պարունակ., %	48,30	19,28	12,08	10,64	5,3	2,8	0,9	0,8

Ինչպես ցույց են տալիս խտանյութի հետազոտության արդյունքները, Ախթալայի խտանյութի կազմությունը իր բնույթով սուլֆիդային է: Նրանում հիմնական ֆազերն են խալկոպիրիտը (CuFeS₂), պիրիտը (FeS₂), սֆալերիտը (ZnS) և գալենիտը (PbS):

Այսպիսով, կարելի է եզրակացնել, որ Ախթալայի բազմամետաղային խտանյութի վերամշակման համար նկատակահարմար է կիրառել պիրո-հիդրոմետա-

լուրգիական սկզբունքը [8, 9], որը հնարավորության կտա խտանյութի «սուլֆատացնող բովում - բովվածքի տարրալուծում» շղթայով կորզել խտանյութում պարունակվող հիմնական բաղադրիչները՝ պղինձը, ցինկը, կապարը և երկաթը: Այս սկզբունքի կիրառումը թույլ կտա էապես նվազեցնել գազային արտանետումները՝ ապահովելով շրջակա միջավայրի պահպանման ներկայիս պահանջները:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Берри Л., Мейсон Б., Дитрих Р.** Минералогия. Теоретические основы. Описание минералов. Диагностические таблицы: Пер.с англ.-М.: Мир, 1987. - 592с.
2. **Սարգսյան Լ.Ե., Հովհաննիսյան Ա.Մ.** Գունավոր մետաղների մետալուրգիա.- Երևան: Ճարտարագետ, 2018.- 300 էջ:
3. Геология Армянской ССР. Металлические полезные ископаемые / Под. ред. **С.С. Мкртчяна.** - Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1967. - 538 с.
4. Комплексная геолого-экономическая оценка рудных месторождений. Основные методики / **А.М. Быбочкин, Л.З. Быховский, Ю.Ю. Воробьев и др.** - М.: Недра, 1990. - 326 с.
5. **Семенов Е.И.** Систематика минералов: Справочник. -М.: Недра, 1991. - 334с.
6. **Шиврин Г.Н.** Металлургия свинца и цинка. - М.: Metallургия, 1982. - 352с.
7. **Смирнов М.П., Ленивец В.А.** Технология производства свинца на отечественных и зарубежных заводах. - М.: ЦИИН ЦМ, 1967. - 74с.
8. **Саргсян Л.Е., Оганесян А.М.** Активированный сульфатизирующий обжиг халькопиритового концентрата для сернокислотного выщелачивания // Изв. вузов. Цветная металлургия.- 2010.- № 5.- С. 11-13.
9. **Հովհաննիսյան Ա.Մ., Վարդանյան Դ.Գ.** Ցինկի և կապարի բարձր պարունակությամբ պղինձային խտանյութի բովումը տարրալուծման համար // ՀԳԱԱ եվ ՀԴԾՀ-ի տեղեկագիր. ՏԳ սերիա. - 2013. - Հ. 66, № 3. - էջ 206 -214:

А.М. ОГАНЕСЯН, Д.Г. ВАРДАНЯН, Н.А. НИКОЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА СУЛЬФИДНОГО ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО КОНЦЕНТРАТА С СОДЕРЖАНИЕМ ЦИНКА И СВИНЦА

Проведено исследование состава сульфидного полиметаллического концентрата, содержащего цинк и свинец. Рентгеноструктурный анализ показал, что концентрат носит сульфидный характер, преобладающими фазами в нем являются сульфиды меди, железа, цинка и свинца, что создает предпосылки для пирогидроме-таллургического извлечения цинка и свинца из концентрата.

Ключевые слова: полиметаллический концентрат, рентгеноструктурный анализ, сульфиды, состав.

A.M. HOVHANNISYAN, D.G. VARDANYAN, N.A. NIKOYAN
INVESTIGATING THE COMPOSITION OF POLYMETALLIC SULFIDE
CONCENTRATE WITH A CONTENT OF ZINC AND LEAD

The sulfide polymetallic concentrate, containing zinc and lead is studied. The X-ray diffraction analysis has shown that the concentrate is sulfide in nature, the predominant phases in it are copper, iron, zinc, and lead sulfides, which creates prerequisites for the pyro-hydrometallurgical extraction of zinc and lead from the concentrate.

Keywords: polymetallic concentrate, X-ray diffraction analysis, sulfides, composition.

ՀՏԴ 621.74:669.018

Գ.Ա. ՎԱՍԻԼՅԱՆ, Տ.Ն. ՍԱՖԱՐՅԱՆ, Տ.Ա. ԴԵՄԻՐՉՅԱՆ, Ա.Ս. ԱՂԲԱԼՅԱՆ
ԲԱՐՁՐ ՏԵՍԱԿԱՐԱՐ ԱՄՐՈՒԹՅԱՄԲ Al-Cu-TiC ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ
ԱԼՅՈՒՄԻՆԱՅԻՆ ԴԵՖՈՐՄԱՑՎՈՂ ՀԱՄԱՁՈՒԼՎԱԾՔՆԵՐԻ ՁՈՒԼՄԱՆ
ԳՈՐԾԸՆԹԱՑԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ

Կատարվել է բարձր տեսակարար ամրությամբ Al-Cu-TiC համակարգի այլումինային դեֆորմացվող համաձուլվածքների ձուլման գործընթացի և կառուցվածքագոյացման մեխանիզմի վերլուծություն: Դիտարկվել են բարձրջերմաստիճանային ինքնատարածվող սինթեզի (ԲԻՍ) կիրառման առավելությունները և առանձնահատկությունները՝ նանոկառուցվածքային կոմպոզիտային նյութերի (ԿՆ) ստեղծման նպատակով: Ցույց են տրված Al+5%Cu+10%TiC բաղադրությամբ հոմոգեն կառուցվածքով ԿՆ-երի ստացման փորձերի արդյունքները: TiC նանոմասնիկները մայրակի հալույթի մեջ ներմուծվել են ԲԻՍ մեթոդով՝ տիտանի, ածխածնի փոշիների և Na₂TiF₆ հալոգենային աղի ավելացմամբ: Արդյունքում տեղի է ունենում ստացված նանոկառուցվածքային կոմպոզիտային նյութի ամրության բնութագրերի զգալի աճ՝ միաժամանակ պահպանելով պլաստիկության բարձր մակարդակը:

Առանցքային բառեր. տեսակարար ամրություն, այլումինային դեֆորմացվող համաձուլվածք, բարձրջերմաստիճանային ինքնատարածվող սինթեզ, ամրանավորող ֆազ, տիտանի կարբիդ, մեխանիկական հատկություններ:

Ներածություն: Այլումինի հիմքով նոր կոմպոզիտային նյութերի ստեղծման տեխնոլոգիաները, որոնք հնարավորություն կտան ստանալ փոքր տեսակարար կշռով, բարձր տեսակարար ամրությամբ, կոռոզիակայունությամբ և բարձր տեխնոլոգիական հատկություններով օժտված ֆունկցիոնալ նշանակության նյութեր, խիստ պահանջարկված են ժամանակակից ռազմական արդյունաբերության, հատկապես ինքնաթիռաշինության և տիեզերական սարքաշինության ոլորտներում: