

Ա.Մ. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ, Դ.Գ. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ, Ն.Ա. ՆԻԿՈՅԱՆ

**ԲԱԶՄԱՄԵՏԱՂ-ՍՈՒԼՖԻԴԱՅԻՆ ԽՏԱՆՅՈՒԹԻՑ ՊԻՐՈ-
ՀԻԴՐՈՄԵՏԱԼՈՒՐԳԻԱԿԱՆ ԵՂԱՆԱԿՈՎ ՊՂՆՁԻ, ՑԻՆԿԻ ԵՎ ԿԱՊԱՐԻ
ԿՈՐԶՈՒՄԸ**

Հետազոտված է Կապանի հանքահարստացնող ֆաբրիկայում արտադրված բազմամետաղ-սուլֆիդային խտանյութից պիրո-հիդրոմետալուրգիական եղանակով պղնձի, ցինկի և կապարի կորզման գործընթացը: Բազմամետաղ-սուլֆիդային խտանյութի վերամշակման համար ընտրվել է «խտանյութի սուլֆատացնող բովում – սուլֆատացված բովվածքի թույլ ծծմբաթթվային տարրալուծում» եղանակը: Ցույց է տրված, որ սուլֆատացված բովվածքի թույլ ծծմբաթթվային տարրալուծման լուծույթից պղինձը ընտրողական ձևով կորզվում է երկաթով ցեմենտացման եղանակով: Կապարը կորզվում է սոդախցուկի տարրալուծման լուծույթից երկաթի ցեմենտացման միջոցով: Երկաթ-ցինկային լուծույթից նատրիումի հիդրոօքսիդի առկայությամբ հիդրոլիզով երկաթի հիդրօքսիդն առանձնացվում է մայրակ-լուծույթից: Մաքրված ցինկ-սուլֆատային լուծույթից ցինկի կորզման համար երաշխավորվում է չլուծվող կապարային անոդներով էլեկտրակորզման եղանակը:

Առանցքային բառեր. Բազմամետաղ-սուլֆիդային խտանյութ, բովում, բովվածք, տարրալուծում, ցեմենտացում, հիդրոլիզ, էլեկտրակորզում:

Ներածություն: Հանքապետության ընդերքը հարուստ է բազմաթիվ մետաղական հանքանյութերով: Դրանց մեջ առանձնահատուկ տեղ են զբաղեցնում բազմամետաղային հանքանյութերը, որոնցում միաժամանակ կարող են պարունակվել տարբեր մետաղական միացություններ: Այդպիսի հանքանյութերի շարքն են դասվում Շահումյանի հանքավայրում [1, 2] արդյունահանվող հանքանյութերը, որոնք իրենց բնույթով բազմամետաղ-սուլֆիդային են: Հանքանյութերի հանքահարստացման գործընթացում ստացվում է բազմամետաղ-սուլֆիդային խտանյութ, որի հիմնական բաղադրիչը պղինձն է: Բացի պղնձից, խտանյութերում առկա են նաև զգալի քանակությամբ ցինկ և կապար, որոնք խտանյութերի իրացման ժամանակ գործնականում պարզապես կամ անտեսվում են, կամ էլ դրանք չեն կորզվում պղնձի ստացման պիրոմետալուրգիական գործընթացներում: Դրա հիմնական պատճառը նմանատիպ խտանյութերի համալիր վերամշակման տեխնոլոգիաների բացակայությունն է:

Հետազոտության նպատակն է Կապանի հանքահարստացնող ֆաբրիկայում արտադրվող բազմամետաղ-սուլֆիդային խտանյութի ցածրջերմաստիճանային

բովմամբ ստացվող սուլֆատային բովվածքի տարրալուծման սուլֆատ-թթվային լուծույթից ընտրողական ձևով կորզել ցինկը և կապարը:

Խնդրի դրվածքը և մեթոդիկայի հիմնավորումը: Հետազոտվող բազմամետաղ-սուլֆիդային խտանյութից պիրո-հիդրոմետալուրգիական եղանակով պղնձի, ցինկի և կապարի կորզման մեթոդիկայի հիմքում դրված է «բազմամետաղ-սուլֆիդային խտանյութի սուլֆատացնող բովում – սուլֆատացված բովվածքի թույլ ծծմբաթթվային տարրալուծում» սկզբունքը, որը հնարավորություն է տալիս ապահովել խտանյութում առկա պղնձի, ցինկի, կապարի ու երկաթի կորզումը, ինչպես նաև ապահովում է շրջակա միջավայրի պահպանումը բովման ընթացքում գոյացող քիչ քանակությամբ արտանետվող ծծմբային գազերից:

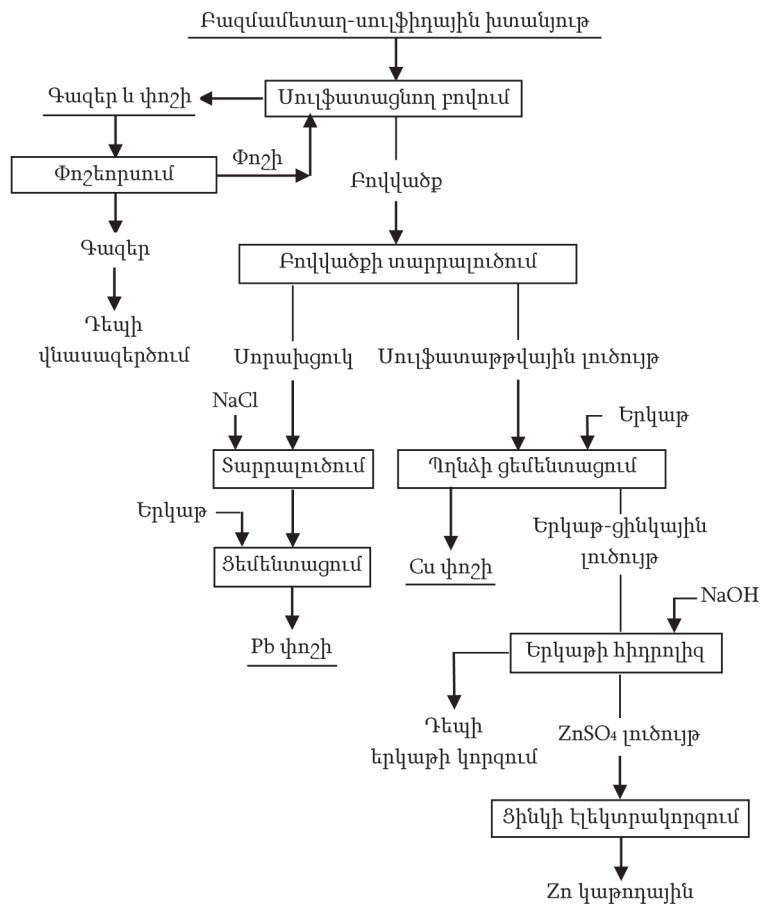
Բազմամետաղ-սուլֆիդային խտանյութի ցածրջերմաստիճանային բովմամբ ստացված բովվածքի ու միջանկյալ պինդ արգասիքների ֆազային բաղադրությունները հետազոտվել են ռենտգենակառուցվածքային վերլուծության եղանակով: Մետաղական խոնների կոնցենտրացիաները լուծույթներում չափվել են ատոմա-աբսորբցիոն սպեկտրասկոպիայի մեթոդով: Հիմնական և օժանդակ բաղադրիչների պարունակությունները պինդ արգասիքներում որոշվել են քիմիական և էմիսիոն-սպեկտրալ վերլուծության եղանակներով:

Հետազոտության արդյունքները: Ցինկ և կապար պարունակող բազմամետաղ-սուլֆիդային խտանյութի վերամշակման տեխնոլոգիական սխեմայով (նկ.) բազմամետաղ-սուլֆիդային խտանյութը ենթարկվում է ցածրջերմաստիճանային սուլֆատացնող բովման, որից ստացված սուլֆատացված բովվածքը թույլ ծծմբաթթվային լուծույթում տարրալուծման է ենթարկվում: Բովվածքի թույլ ծծմբաթթվային տարրալուծման ու դրա սորախցուկից կապարի ցեմենտացման և տարրալուծման միջոցով սուլֆատ-թթվային լուծույթից համապատասխան մեթոդներով կատարվում են պղնձի, երկաթի ու ցինկի կորզման գործընթացները:

Հետազոտվող բազմամետաղ-սուլֆիդային խտանյութի (54,8% CuFeS_2 , 25,1% FeS_2 , 6,3% ZnS , 5,2% PbS , 4,6% SiO_2 , 2,5% Al_2O_3 , 0,8% CaO , 0,7% MgO , 8,7 q/in Au և 98,2 q/in Ag) սուլֆատացնող բովման գործընթացի հետազոտության արդյունքներով որպես բազմամետաղ-սուլֆիդային խտանյութի սուլֆատացնող բովման օպտիմալ ջերմաստիճան է ընտրվել 570°C -ը: Այդ ջերմաստիճանում 60 $րոպե$ տևողությամբ, անընդհատ խառնման պայմաններում, սուլֆատացնող բովման արդյունքում ստացված բովվածքն իր բաղադրության բնույթով սուլֆատային է (CuSO_4 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, FeSO_4 , ZnSO_4 , PbSO_4):

Սուլֆատացված բովվածքի 2%-անոց ծծմբաթթվային տարրալուծման լուծույթում պղինձը, երկաթը և ցինկն առկա են իրենց սուլֆատների տեսքով (CuSO_4 , FeSO_4 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, ZnSO_4):

Բազմամետաղ-սուլֆիդային խտանյութի կազմության հիմնական բաղադրիչ հանդիսացող պղնձի կորզման գործընթացը կարող է իրականացվել ինչպես «էքստրակտում-ապաէքստրակտում» [3], այնպես էլ «ցեմենտացում» [4] մեթոդներով:



Նկ. Ցինկ և կապար պարունակող բազմամետաղ-սուլֆիդային խտանյութի կորզման գործընթացը

Փորձնական արդյունքները (աղ. 1) ցույց են տալիս, որ սկզբունքորեն նշված երկու մեթոդներն էլ կիրառելի են սուլֆատ-թթվային լուծույթներից ինչպես պղնձի, այնպես էլ դրան հաջորդող տեխնոլոգիական գործընթացներում բազմամետաղ-սուլֆիդային խտանյութում պարունակվող մնացած մետաղական բաղադրիչների կորզման համար:

Ցույց է տրվել, որ նշված լուծույթի համար «էքստրակտում-ապաէքստրակտում» մեթոդի կիրառումը քիչ արդյունավետ է, մինչդեռ «ցեմենտացում» մեթոդի

կիրառմամբ երկաթի տաշեղներով պղնձի ցեմենտացման գործակիցը հասնում է 99,5 %, ինչը լիովին ընդունելի ցուցանիշ է: Էմիսիոն-սպեկտրային վերլուծության տվյալներով (աղ. 2) ստացված պղնձափոշին համապատասխանում է ստանդարտ նմուշներին [5]:

Աղյուսակ 1

Տարրալուծման մայրակ-լուծույթի իոնային բաղադրությունը

Իոնների կոնցենտրացիաները սուլֆատացված բովվածքի տարրալուծման լուծույթում (գ/լ)				
Cu ²⁺	Zn ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Pb ²⁺
18,89	4,18	20,96	0,97	Չի հայտնաբ.*

* Ելանյութ-խտանյութի երրորդ (ըստ արժեքի) բաղադրիչը՝ կապարը, նախապես կորզվել է բովվածքի թթվային տարրալուծման ստրախցուկից:

Աղյուսակ 2

Ստացված պղնձափոշու էմիսիոն-սպեկտրային վերլուծության արդյունքները

Պղնձափոշու տեսակը	Cu ընդ., %	Խառնուրդների պարունակությունը, %						
		Sb	As	Fe	Pb	S	O	Zn
Փորձարարական	99,5	-	0,001	0,064	0,05	0,02 (SO ₄ ²⁻)	0,48	հետքեր
PMC-H ГОСТ 4960-75	99,5	0,005	0,003	0,060	0,05	0,01 (SO ₄ ²⁻)	0,50	-

Երկաթ-ցինկային լուծույթից երկաթի հիդրոլիզի արդյունքում ստացված երկաթի հիդրօքսիդը ուղղվում է դեպի երկաթի կորզում, իսկ խառնուրդներից մաքրված լուծույթից (հիմնականում ZnSO₄, ինչպես նաև H₂SO₄ և Na₂SO₄) ցինկի էլեկտրակորզումն իրականացվել է չլուծվող Pb-0,8% Ag անոդներով և ալյումինե կաթոդային հիմքերով էլեկտրոլիզային վաննայում (էլեկտրոլիտի ջերմաստիճանը՝ 40...420C, հոսանքի խտությունը՝ 550...600 Ա/մ², վաննայի լարումը՝ 3,2...3,3 Վ, ան-ընդհատ խառնում):

Վերլուծության արդյունքները (աղ. 3) ցույց են տալիս, որ ստացված էլեկտրոլիզային ցինկն իր մաքրությամբ համապատասխանում է IԳ0 մականիշի բարձրորակ ցինկին՝ ըստ ԳՕՍՏ 3640-94-ի [6]:

Աղյուսակ 3

Ցինկի կաթոդների էմիսիոն-սպեկտրային վերլուծության արդյունքները

Էլեկտրոլիզային ցինկի տեսակը	Zn, ընդ., %	Խառնուրդների պարունակությունը, %						
		Pb	Fe	Cu	Cd	Sn	As	Al
Ստացված ցինկի կաթոդները	99,975	0,011	0,007	0,001	0,001	0,001	0,0002	0,003
Ցինկ IԳ0 ГОСТ 3640-94	99,975	0,013	0,005	0,004	0,004	0,001	0,0005	0,005

Եզրակացություն: Պիրո-հիդրոմետալուրգիական եղանակով բազմամետաղ-սուլֆիդային խտանյութից ստացված սուլֆատացված բովվածքի տարրալուծման լուծույթից պղինձը ընտրողական ձևով արդյունավետ է կորզել երկաթով ցեմենտացման եղանակով: Ստացված պղնձափոշին իր մաքրությամբ համապատասխանում է ստանդարտ մակնիշներին՝ ըստ ԳՕՍՏ 4960-75-ի: Կապարը արդյունավետ է կորզել սորախցուկի տարրալուծման լուծույթից երկաթի ցեմենտացման միջոցով: Երկաթ-ցինկային լուծույթից նատրիումի հիդրոօքսիդի առկայությամբ հիդրոլիզով երկաթի հիդրօքսիդն առանձնացվում է մայրակ-լուծույթից: Մաքրված ցինկ-սուլֆատային լուծույթից ցինկի կորզման համար երաշխավորվում է չլուծվող կապարային անոդներով էլեկտրակորզման եղանակը: Էլեկտրակորզված մաքուր ցինկն իր մաքրությամբ չի զիջում ՍՏՍ ստանդարտ նմուշին՝ ըստ ԳՕՍՏ 3640-94-ի:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Ավագյան Հ.Ս.** Հայաստանի հանքահումքային ռեսուրսները. - Երևան: ՀՀ ԳԱԱ Գիտություն հրատարակչություն, 2004. - 432 էջ:
2. Минералы рудных формаций Армянской ССР / **И.Г. Магакян, Ш.О. Амирян, Р.Н. Зарьян и др.** - Т.1.- Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1984.- 306 с.
3. **Mark E. Schlesinger, Matthew J. King, Kathryn C. Sole, William G. Davenport.** Extractive Metallurgy of Copper.- Fifth Edition.- Elsevier Ltd, 2011.- 456 p.
4. **Смирнов И.И.** Физико-химические основы и технология получения порошков тяжелых цветных металлов.- Красноярск: Изд-во Красноярск. ун-та, 1984.-128 с.
5. **ГОСТ– 4960-75.** Порошок медный. Техн. условия.- М.: ИПК, Изд-во стандартов, 1998.-12 с.
6. **ГОСТ 3640-94.** Цинк. Марки.- М.: ИПК, Изд – во стандартов, 1994.- 6 с.

Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 21.11.2023:

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

ПИРОГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕДИ, СВИНЦА И ЦИНКА ИЗ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО СУЛЬФИДНОГО КОНЦЕНТРАТА

Исследован пирогидрометаллургический способ извлечения меди, цинка и свинца из полиметаллического сульфидного концентрата, получаемого на Капанской обогатительной фабрике. Для переработки полиметаллического сульфидного концентрата был выбран метод “сульфатированный обжиг концентрата - слабое сернокислотное выщелачивание сульфатированного огарка”. Показано, что медь можно селективно извлечь из раствора выщелачивания сульфатированного огарка путем цементации железа,

свинец извлекают из раствора выщелачивания путем цементации железа, гидроксид железа отделяют от маточного раствора гидролизом из железо-цинкового раствора в присутствии гидроксида натрия. Для извлечения цинка из очищенного раствора сернокислого цинка обоснован метод электровосстановления с невыщелачивающимися свинцовыми анодами.

Ключевые слова: полиметаллический сульфидный концентрат, обжиг, огарок, выщелачивание, цементация, гидролиз, электроизвлечение.

A.M. HOVHANNISYAN, D.G. VARDANYAN, N.A. NIKOYAN

**THE EXTRACTION OF COPPER, LEAD, AND ZINC FROM
POLYMETALLIC SULFIDE CONCENTRATE BY THE PYRO-
HYDROMETALLURGICAL METHOD**

The process of pyro-hydrometallurgical extraction of copper, zinc and lead from polymetallic sulfide concentrate obtained at the Kapan enrichment plant has been studied. For processing polymetallic sulfide concentrate, the method of «sulfated roasting of the concentrate - weak sulfuric acid leaching of sulfated cinder» has been chosen. It is shown that copper can be selectively extracted from the leaching solution of sulfated cinder by cementation of iron. Lead is recovered from the leach solution by cementation of the iron. Iron hydroxide is separated from the mother liquor by hydrolysis from an iron-zinc solution in the presence of sodium hydroxide. To extract zinc from a purified solution of zinc sulfate, the method of electroreduction with non-leaching lead anodes has been justified.

Keywords: sulfide polymetallic concentrate, roasting, roasted concentrate, leaching, cementation, hydrolysis, electro - winning.