

Ս.Գ. ԱՂԲԱԼՅԱՆ, Ա.Հ. ՀՈՎՍԵՓՅԱՆ, Ս.Ա. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ,
Տ.Ն. ՍԱՖԱՐՅԱՆ, Գ.Գ. ՇՈՒԻՆՅԱՆ, Ա.Ռ. ՀԱԿՈԲՅԱՆ, Մ.Հ. ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ
ԲԱԶՄԱՄԵՏԱՂԱՅԻՆ ՕՔՍԻԴԱՅԱԾ ՀԱՆՔԱՆՑՈՒԹԵՐԻՑ ՖԼՈՏԱՑՄԱՄԲ
ԿԱՊԱՐԻ ԵՎ ՑԻՆԿԻ ԿՈՐԶՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՅԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ

Կատարվել է կապարի և ցինկի օքսիդացած միներալների հարստացում ֆլոտացման եղանակով, որի արդյունքում սուլֆիդացմամբ և ֆլոտացմամբ ստացվել է կապարի խտանյութ, իսկ ցինկի խտանյութ ստանալու նպատակով ֆլոտացման պոչանքը ենթարկվել է հետադարձ ֆլոտացիայի՝ օգտագործելով օկտադեցիլամին: Փորձագիտական հետազոտությունների արդյունքում ընտրվել են սուլֆիդացման և ֆլոտացման օպտիմալ պարամետրերը:

Առանցքային բառեր. ֆլոտացում, ավտոկլավ, սուլֆիդացում, խտանյութ, հարստացում, նատրիումի պոլիսուլֆիդ:

Ներածություն. Բազմամետաղային օքսիդացած հանքանյութերից գունավոր մետաղների կորզումը և հումքի համալիր օգտագործումը ներկայումս համարվում է գունավոր մետալուրգիայի կարևոր հիմնախնդիրներից մեկը: Հանքանյութի ֆլոտացմամբ հարստացման փուլում արժեքավոր մետաղների կորստի մեծ մասը պայմանավորված է օքսիդային միներալների առկայությամբ, որոնք օժտված են բարձր ջրահակվածությամբ և ֆլոտացման ցածր ակտիվությամբ: Այսպիսի հանքանյութերի վերամշակման նպատակով առաջարկված տեխնոլոգիաները շատ թանկ են, և դրանց արդյունավետությունը մեծ հաշվով պայմանավորված է հատուկ պայմանների ստեղծմամբ ու պահպանմամբ, որոնց իրականացումը գործնականորեն բարդ է և անհնար, քանի որ դժվար հարստացվող օքսիդային հանքանյութերը բնութագրվում են բաղադրության անկայունությամբ [1, 2]:

Հայտնի է, որ ֆլոտացմամբ բազմամետաղային օքսիդացած հանքանյութերի հարստացման դեպքում հնարավոր չէ ստանալ բարձրորակ խտանյութեր, քանի որ կապարի և ցինկի կարբոնատները և սուլֆատները ֆլոտացիայի չեն ենթարկվում [2, 3]: Ներկայումս օքսիդացած հանքանյութից կապարի և ցինկի կորզման համար առաջարկվող տեխնոլոգիաները ներառում են հանքանյութի սուլֆիդացում և հաջորդաբար ֆլոտացում: Օքսիդացած միներալների սուլֆիդացման գործընթացը հաճախ իրականացվում է նատրիումի սուլֆիդով (Na_2S) և պոլիսուլֆիդներով ($\text{Na}_2\text{S}_{2-5}$)՝ աղացում կամ խառնման միջոցով [3]: Ջերմաստիճանի բացակայության դեպքում մակերևույթին առաջացած սուլֆիդային թաղանթները բավարար

կայուն չեն և ֆլուտացիայի պայմաններում կարող են քայքայվել, որի պատճառներն են դիֆուզիան և թաղանթների առաջացման ժամանակ ստեղծվող հիմնային միջավայրը: Մետաղների բարձր կորզման աստիճանն ապահովելու համար pH-ի արժեքը պետք է լինի 7-ից փոքր [4]: Սուլֆիդների ստացման ինտենսիվացման առաջին պայմանը ջերմաստիճանի բարձրացումն է:

Ելնելով վերոհիշյալից՝ հետազոտության նպատակն է մշակել բազմամետաղային օքսիդացած հանքանյութերից կապարի և ցինկի կորզման տեխնոլոգիա:

Խնդրի դրվածքը և մեթոդիկայի հիմնավորումը. Հետազոտության համար որպես ելանյութ ընտրվել են բազմամետաղային օքսիդացած հանքանյութերը: Կատարվել են տարբեր խմբաքանակների քիմիական, միներալոգիական և մակրո-ու միկրոկառուցվածքային հետազոտություններ: Արդյունքում պարզվել է, որ այս հանքանյութերը, բացի պղնձի օքսիդացած միներալներից՝ տենորիտ, կուպրիտ, ազուրիտ, մալախիտ, խրիզոկոլա, կարող են պարունակել նաև կապարի (ցերուսիտ՝ $PbCO_3$ անգլեզիտ՝ $PbSO_4$), ցինկի (սմիտսոնիտ՝ $ZnCO_3$, կալամին՝ $Zn_4[Si_2O_7](OH)_2 \cdot H_2O$), մոլիբդենի (պովելիտ՝ $CaMoO_4$, ֆերոմոլիբդիտ՝ $Fe(MoO_4)_3 \cdot nH_2O$) միներալներ, ինչպես նաև հեմատիտ, գետտիտ, քվարցիտ և կավ:

Հետազոտման համար վերցվել է 18,2% ցիրուսիտ և 5,6% սմիտսոնիտ պարունակող հանքանյութ:

Կապարի օքսիդացած միներալի սուլֆիդացման գործընթացն ուսումնասիրելու համար որպես սուլֆիդարար ընտրվել է նատրիումի պոլիսուլֆիդը (Na_2S_5), որը ջրում անկայուն է և քայքայվում է՝ առաջացնելով նատրիումի սուլֆիդ և տարրական ծծումբ: Սուլֆիդացման գործընթացն ընթանում է ավելի արդյունավետ, քանի որ դրան մասնակցում են երկու սուլֆիդարար՝ նատրիումի սուլֆիդը և տարրական ծծումբը [5]: Սուլֆիդացումը կատարվել է ավտոկլավում՝ սուլֆիդացման ջերմաստիճանը բարձրացնելու նպատակով:

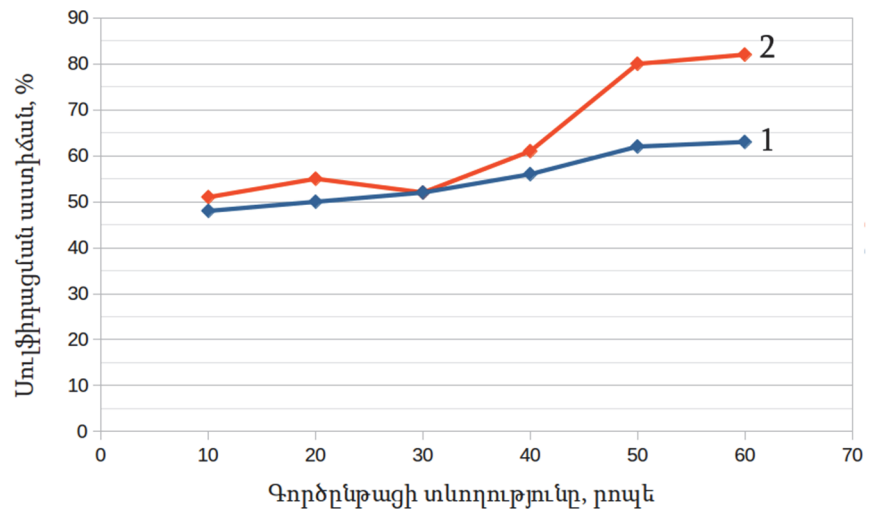
Հետազոտության արդյունքները. Որոշվել է հանքանյութի օպտիմալ մանրացման աստիճանը, համաձայն որի մանրացված հանքանյութի 70 %-ն ունի մինչև 0,074 մմ/հատիկաչափական կազմ:

Նկ. 1-ում բերված է աղացում $80^\circ C$ -ում (կոր 1) և ավտոկլավում $120^\circ C$ -ում (կոր 2), նատրիումի պոլիսուլֆիդի առկայությամբ, ցիրուսիտի սուլֆիդացման աստիճանի կախվածությունը գործընթացի տևողությունից:

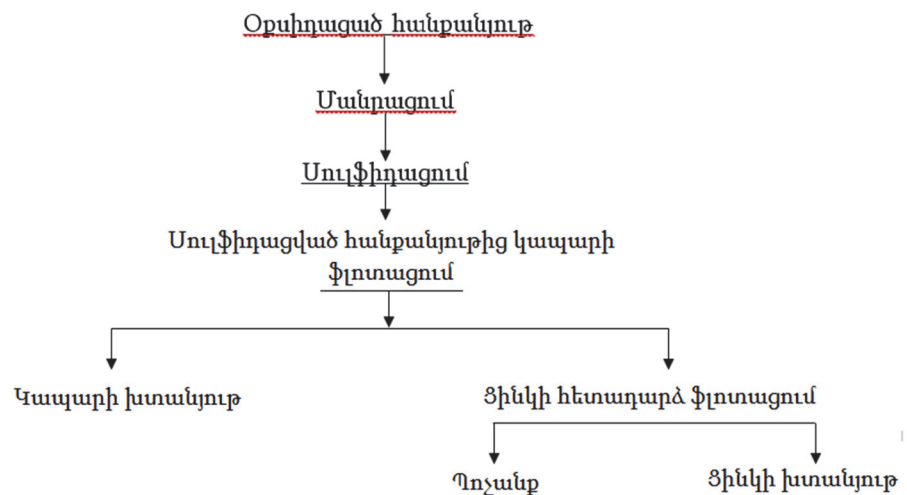
Աղացում $80^\circ C$ -ում 60 րոպե տևողության դեպքում սուլֆիդացման աստիճանը կազմում է 63% (նկ. 1, կոր 1), ավտոկլավում ջերմաստիճանի բարձրացման գույքընթաց, 60 րոպե տևողության դեպքում, սուլֆիդացման աստիճանը մեծանում է՝ դառնալով 82% (նկ. 1, կոր 2):

Նկ. 2-ում բերված է օքսիդացած հանքանյութից կապարի և ցինկի կորզման ֆլուտացման սխեման, որի կիրառմամբ օքսիդացած հանքանյութից ֆլուտացումով

ստացվել է կապարի խտանյութ, իսկ ֆլոտացման պոչանքը, որը պարունակում է ցինկ, ենթարկվել է հետադարձ ֆլոտացիայի՝ ցինկի խտանյութ ստանալու նպատակով:



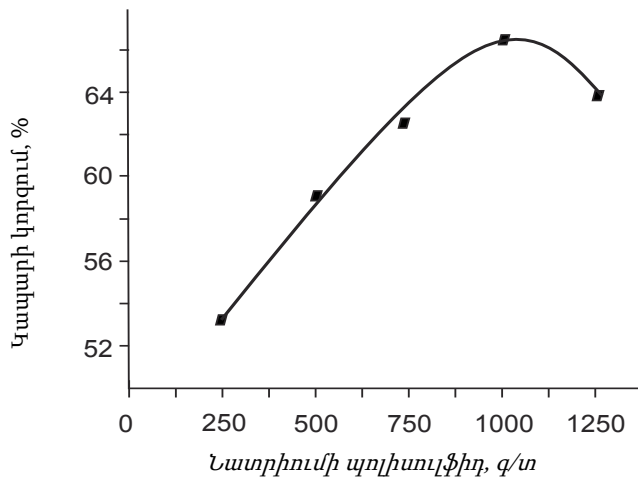
Նկ. 1. Նատրիումի պոլիսուլֆիդի առկայությամբ ցիրուսիտի՝ աղացում (կոր 1) և ավտոկլավում (կոր 2) սուլֆիդացման աստիճանի կախվածությունը գործընթացի տևողությունից



Նկ. 2. Օքսիդացած հանքանյութից կապարի և ցինկի ֆլոտացման սխեման

Օքսիդացած հանքանյութից կապարի առավելագույն կորզման գործընթացի ռեժիմների ընտրման նպատակով ուսումնասիրվել է նատրիումի պոլիսուլֆիդի տարբեր չափաբաժինների ազդեցությունը ֆլոտացման գործընթացի վրա (նկ. 3):

Հետազոտության արդյունքում բացահայտվել է, որ նատրիումի պոլիսուլֆիդի պարունակության մեծացմանը զուգընթաց կապարի կորզման աստիճանը մեծանում է, իսկ կորի հետագա նվազումը, ամենայն հավանականությամբ, պայմանավորված է որոշ երակային միներալների ակտիվացմամբ: Որպես օպտիմալ չափաբաժին ընտրվել է նատրիումի պոլիսուլֆիդի 1000 գ/տ պարունակությունը:



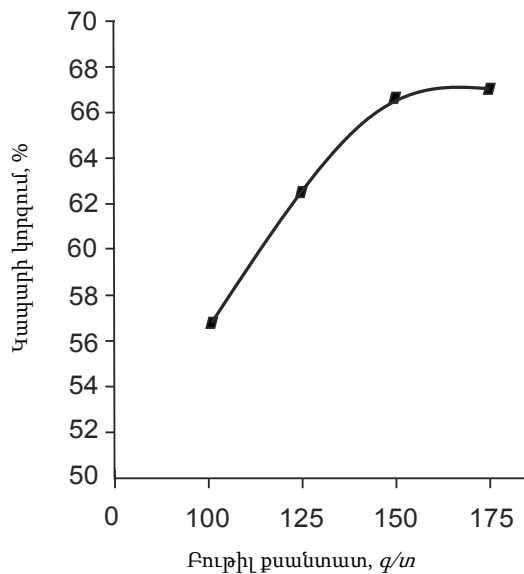
Նկ. 3. Նատրիումի պոլիսուլֆիդի քանակի ազդեցությունը կապարի օքսիդացած հանքանյութի ֆլոտացման վրա

Որպես կարգավորիչ օգտագործվել է նատրիումի հեքսամետաֆոսֆատ: Կարգավորիչները կարող են մեծացնել ֆլոտացման գործընթացի ընտրողականությունը, ուժեղացնել հավաքիչի գործունեությունը և բարելավել կախության վիճակը:

Բուրիլ քսանտոգենատի ազդեցությունը սուլֆիդացված օքսիդային հանքանյութից կապարի ֆլոտացման գործընթացի վրա ներկայացված է նկ. 4-ում: Հետազոտության արդյունքում որպես օպտիմալ չափաբաժին ընտրվել է բուրիլ քսանտոգենատի 150 գ/տ պարունակությունը:

Ցինկի կորզման նպատակով կապարի ֆլոտացումից ստացված պոչանքը, որը ցինկի հանքանյութ է, ենթարկվել է հակադարձ ֆլոտացման: Այս դեպքում փրփրային արգասիք է անցնում դատարկ ապարը: Որպես հավաքիչ օգտագործվել է օկտադեցիլամին՝ 800 գ/տ պարունակությամբ, որն ունի փրփրեցնող հատկություն, և փրփրեցնելու լրացուցիչ միջոց չի պահանջվում:

Ըստ տեխնոլոգիական սխեմայի՝ բազմամետաղային օքսիդացած հանքանյութերից ֆլոտացմամբ կապարի և ցինկի կորզման աստիճանը կազմել է համապատասխանաբար 90 և 87%:



Նկ. 4. Բուրիչի քանակատի ազդեցությունը սուլֆիդացված օքսիդային հանքանյութից կապարի ֆլոտացման վրա

Եզրակացություն. Հետազոտվել է կապարի օքսիդացած միներալի՝ ցիրուսիտի՝ նատրիումի պոլիսուլֆիդով սուլֆիդացման գործընթացը: Սուլֆիդարարի ծախսը կազմել է 1000 գ/տ: Ավտոկլավում նատրիումի պոլիսուլֆիդով կապարի օքսիդային միներալի՝ ցիրուսիտի սուլֆիդացման աստիճանը կազմում է 82%: Օքսիդացած հանքանյութից կապարի ֆլոտացման համար օգտագործվել են 150 գ/տ բուրիչի քանակով, 20 գ/տ սոճու յուղ: Կապարի ֆլոտացման պոչանքը, որպես ցինկի օքսիդային հանքանյութ, ենթարկվել է հակադարձ ֆլոտացման՝ ցինկի խտանութ ստանալու նպատակով: Այս դեպքում որպես հավաքիչ օգտագործվել է օկտադեցիլամին՝ 800 գ/տ պարունակությամբ:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Абрамов А.А.** Флотационные методы обогащения.- 3-е изд.- М.: МГТУ, 2008.- 710с.
2. **Бектурганов Н.С., Абишев Д.Н.** Комплексное использование оксидного сырья тяжелых цветных металлов.- Алма-Ата: Наука, КазССР, 1989.- 212с.
3. **Калинин Ю.О.** Сульфидизация окисленных свинцовых руд полисульфидами натрия (на примере месторождения Доватка): Автореферат дис. ... канд. техн. наук.- Чита, 2005.- 19 с.
4. Պղնձի օքսիդացած հանքանյութի հիդրոջերմային սուլֆիդացումը մանրացման փուլում / **Ա.Հ. Հովսեփյան, Գ.Գ Շուրիկյան, Թ.Ա. Վանյան, Ս.Ա. Հարությունյան, Ա.Ռ. Հակոբյան** // ՀՀ ԳԱԱ և ՀՊՃՀ տեղեկագիր. ՏԳ սերիա.-2017.-Հ. LXX, № 4.- էջ 431 – 437:

5. Глазунов Л.А., Чернов В.Г. Полисульфиды - перспективные реагенты для флотации руд // Цветные металлы.- 1996.- №2.- С. 9-11.

ՀՀ ԳԱԱ Ընդհանուր և անօրգանական քիմիայի ինստիտուտ, Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 24.07.2020:

**С.Г. АГБАЛЯН, А.О. ОВСЕПЯН, С.А. АРУТЮНЯН, Т.Н. САФАРЯН,
Г.Г. ШОЛИНЯН, А.Р. АКОПЯН, М.А. ХАЧАТРЯН**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗВЛЕЧЕНИЯ СВИНЦА И ЦИНКА ИЗ
ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОКИСЛЕННЫХ РУД ФЛОТАЦИЕЙ**

Проведено обогащение окисленных минералов свинца и цинка флотацией, в результате чего путем сульфидизации и флотации из окисленных руд получен свинцовый концентрат, а хвост флотации подвергся обратной флотации для получения цинкового концентрата. В результате научно-экспериментальных исследований выбраны оптимальные параметры сульфидизации и флотации.

Ключевые слова: флотация, автоклав, сульфидизация, концентрат, обогащение, полисульфид натрия.

**S.G. AGHBALYAN, A.H. HOVSEPYAN, S.A. HARUTYUNYAN, T.N. SAFARYAN,
G.G. SHOLINYAN, A.R. HAKOBYAN, M.H. KHACHATRYAN**

**INVESTIGATING THE RECOVERY PROCESS OF LEAD AND ZINC FROM
POLYMETALLIC OXIDIZED ORES BY FLOTATION**

Beneficiation of oxidized lead and zinc minerals is carried out by flotation. Lead concentrate is obtained from the oxidized ores by sulfidation-flotation, and the flotation tailing is exposed to reverse flotation for obtaining zinc concentrate as a result of scientific and experimental studies, optimal parameters of sulfidation-flotation are selected.

Keywords: flotation, autoclave, sulphidization, concentrate, enriching, sodium polysulfide.