

H.V. AVAGYAN, H.A. ZAKARYAN

**ANALYZING THE PROCESSING METHODS OF OXIDIZED COPPER
MINERALS BY MEANS OF SULPHITATION**

The analysis of sulphitation technologies of minerals has revealed that the existing methods of sulphitation of mineral surfaces do not provide the necessary efficiency as the formed sulphide membranes are easily decomposed during flotation. It is shown that the most efficient solution of the given problem is changing the mineralogical composition of the valuable components of the ore at its grinding by means of deep sulphitation of the oxidized mineral surfaces by using the SiS_2 , Na_2S ($\text{Na}_2\text{S-SiS}_2$) sulphide systems.

Keywords: copper, oxidized ore, minerals, sulphitation, flotation, concentrate.

ՀՏԴ 549.761.5

Թ.Ռ. ԱՎԱԳՅԱՆ, Լ.Գ. ԵՂԻԱԶԱՐՅԱՆ, Ս.Ս. ՀԱՅՐԱՊԵՏՅԱՆ

**ՄՈԼԻԲԴԵՆԱՅԻՆ ԽՏԱՆՅՈՒԹԵՐԻ ԲՈՎՄԱՆ ԵՎ ՏԱՐՐԱԼՈՒԾՄԱՆ
ԳՈՐԾԸՆԹԱՑՆԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒՄԸ
(Կապան)**

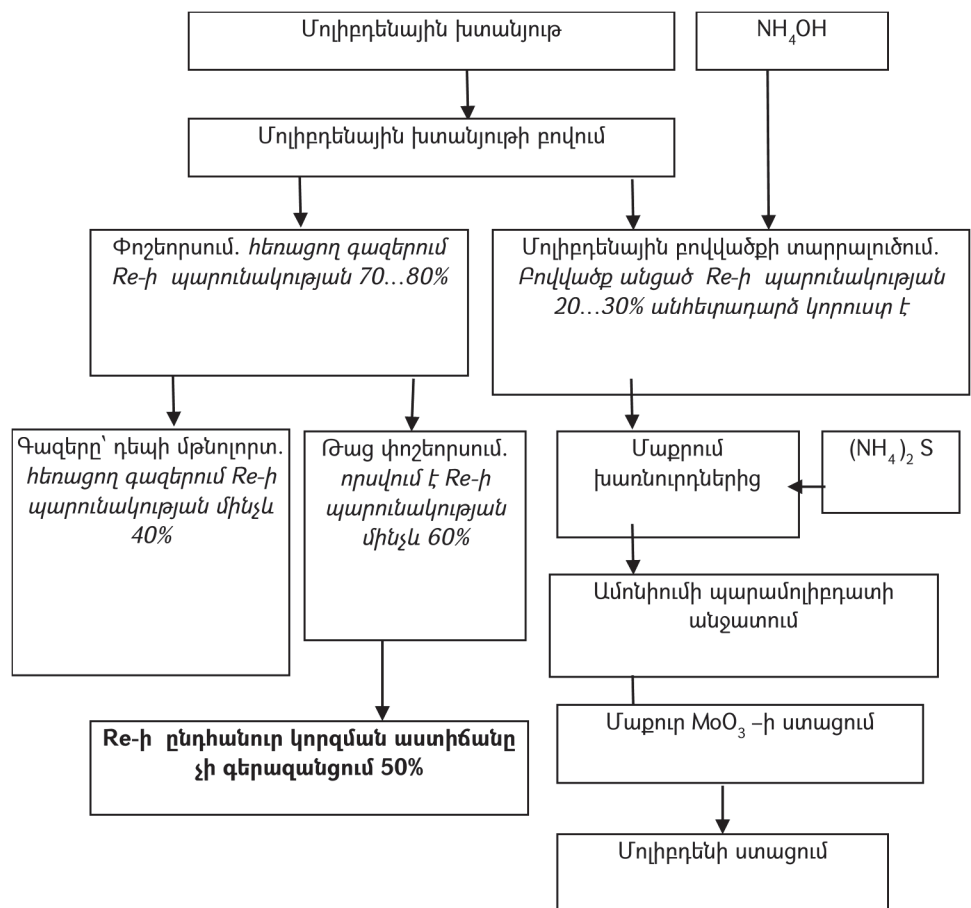
Փորձ է արվել լաբորատոր հետազոտություններով հիմնավորել մոլիբդենային խտանյութերի բովման գործընթացը կալցիումի օքսիդի օգտագործմամբ: Ուսումնասիրվել են սոդայի ջրային լուծույթում տարրալուծման գործընթացների հիմնական օպտիմալ պարամետրերը:

Առանցքային բաներ. մոլիբդենային խտանյութ, կալցիումի օքսիդ, բովում, տարրալուծում, ռենիում, կորզում:

Ներածություն: Հայաստանի Հանրապետությունում շահագործման մեջ գտնվող հանքավայրերից առանձնահատուկ բաղադրություն ունեն Ջանգեզուրի պղնձամոլիբդենային հանքավայրում արդյունահանվող մոլիբդենիտային հանքաքարերը՝ 0,031...0,049% մոլիբդենի պարունակությամբ: Հանքաքարի արդյունահանումը և հանքահարստացումն իրականացվում են ՋՊՄԿ ՓԲԸ-ի կողմից:

Մետաղական մոլիբդենի ստացման ավանդական տեխնոլոգիայով (նկ.1) սուլֆիդային խտանյութը (49...51% Mo, 200...400 գ/տր Re) ենթարկվում է օքսիդացնող թրծման 600...700°C ջերմաստիճանում, և ստացվում է մոլիբդենի տեխնիկական եռօքսիդ: Զուգահեռաբար բովման գազերից մասնակիորեն կորզվում է ռենիումը (մինչև 50%-ով): Բովման ժամանակ անջատվող գազային ֆազ են անցնում ծծմբի երկօքսիդը, խտանյութում առկա ռենիումի ավելի քան

50% -ը Re_2O_7 -ի տեսքով, ինչպես նաև որոշակի քանակությամբ մոլիբդեն՝ MoO_3 -ի տեսքով [1-3]: Դա առաջ է բերում է բնապահպանական մի շարք խնդիրներ, ինչպես նաև արժեքավոր մետաղների անհետադարձ կորուստներ: Թրծման գործընթացի արգասիք բովվածքը տարրալուծում են ամոնիումի ջրային լուծույթով՝ ստանալով ամոնիումի պարամոլիբդատ: Վերջինս ենթարկում են ջերմային դիսոցման, ստանալով մաքուր մոլիբդենի եռօքսիդ, որի ջրածնային վերականգնումով ստացվում է մաքուր մոլիբդեն: Բովված խտանյութի տարրալուծումից ստացված լուծույթները, բացի մոլիբդենից և ռենիումից, պարունակում են բավականին մեծ քանակությամբ խառնուկներ, որոնցից մաքրման գործընթացը հանգեցնում է այդ մետաղների լրացուցիչ կորուստների:



Նկ. 1. Սուլֆիդային մոլիբդենային խտանյութերի վերամշակման սկզբունքային սխեման

Այդ տեխնոլոգիայի ակնհայտ թերություններն են.

- մոլիբդենի կորզման ոչ բարձր աստիճանը,
- ռենիումի մեծ կորուստները,
- SO₂ գազի մեծաքանակ արտանետումները:

Մոլիբդենային հումքի վերամշակման ժամանակ մոլիբդենի և ռենիումի զգալի կորուստները պայմանավորում են առավել արդիական տեխնոլոգիայի մշակման անհրաժեշտությունը:

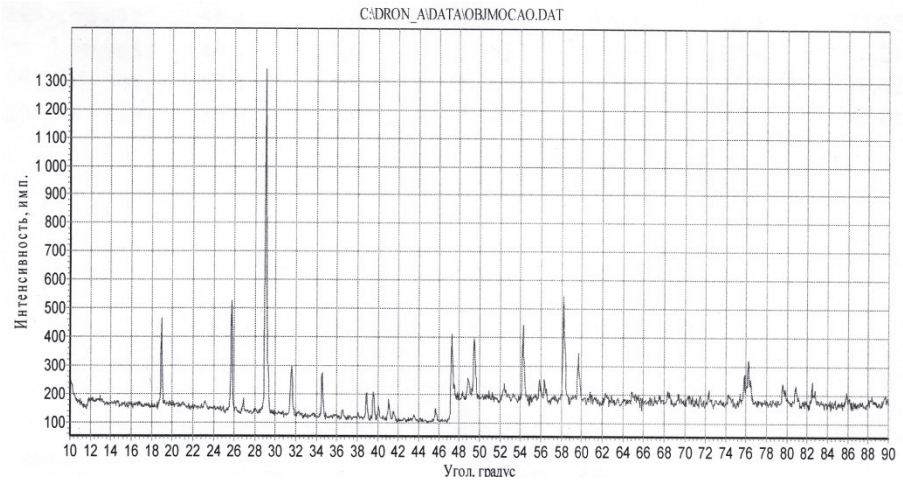
Փորձարկման մեթոդները: Հիմնական տարրերի ու դրանց միացությունների բաղադրությունները ելանյութ-խտանյութում և միջանկյալ պինդ արգասիքներում որոշվել են քիմիական և ռենտգենաֆազային վերլուծության եղանակներով:

Հետազոտությունների արդյունքների քննարկումը: Հետազոտությունների համար որպես ելանյութ է ընտրված Ջանգեզուրի պղնձամոլիբդենային կոմբինատում արտադրված մոլիբդենի և ռենիումի բարձր պարունակությամբ սուլֆիդային խտանյութը: Ռենտգենակառուցվածքային վերլուծության եղանակով մոլիբդենի խտանյութի հանքաբանական կազմում հաստատագրված է հիմնական սուլֆիդային ֆազը՝ MoS₂ -ը: Քիմիական վերլուծության եղանակով որոշված են խտանյութի հիմնական տարրի՝ մոլիբդենի, ինչպես նաև ուղեկցող արժեքավոր մետաղների տոկոսային պարունակություններ (Mo-49%, SiO₂ -3,5%, Cu-0,6%, S-36%, Fe-1,8%, Re- 200 գ/տ, Zn-0,002%, Al₂O₃-3%, MgO-1%, CaO-2%, Pb-0.02%, P₂O₅-0.02%):

Գիտափորձի առաջին մասում մոլիբդենային խտանյութը ենթարկվել է բովման՝ կալցիումի օքսիդի օգտագործմամբ, որի ստեխիաչափական քանակությունն անհրաժեշտ է ծծմբի, մոլիբդենի և ռենիումի հետ փոխազդման համար: Որպես օպտիմալ տեխնոլոգիական ռեժիմ է ընտրվել ջերմաստիճանը՝ 550-600°C, պահման տևողությունը՝ 90 րոպե [4]: Արդյունքում՝ ծծմբային գազը փոխակերպվում է կալցիումի սուլֆատի և չի անցնում դեպի գազային ֆազ (SO₂+CaO+1/2O₂=CaSO₄): Մոլիբդենը և ռենիումը ամբողջությամբ անցնում են բովվածք՝ կալցիումի մոլիբդատի և կալցիումի պերոենատի տեսքով (MoO₃+CaO=CaMoO₄, Re₂O₇+CaO=Ca(ReO₄)₂):

Բովվածքի ֆազային կազմի ճշգրտման համար այն ենթարկվել է ռենտգենաչափական հետազոտության: Ռենտգենակառուցվածքային վերլուծության արդյունքներից (նկ. 2, աղյուսակ) երևում է, որ մոլիբդենային բովվածքի հիմնական բաղադրիչը CaMoO₄-ն է՝ d_α=4,6812, 3,0771, 2,5958, 2,2779, 1,6219, 1,9014,

1,8420, 1,5848, 1,3065, 1,2542, 1,2492, 1,2041, 1,1887, 1,1692 Å միջհարթությունային հեռավորության բնորոշ զծերով:



Նկ. 2. Մոլիբդենային բովվածքի ռենտգենագիրը

Աղյուսակ

Փորձանմուշի դիֆրակցիոն մաքսիմումների համադրումը հիմնական ելանյութի և սպաղվող ֆազերի ստանդարտ տվյալների հետ

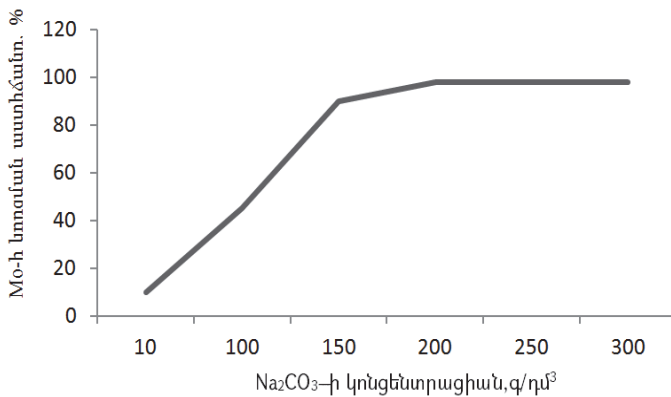
$d_a, \text{Å}$	I/I_0	Ֆազերի կառուցվածքը	$d_a, \text{Å}$	Ֆազերի կառուցվածքը
4,6812	24,8	CaMoO_4	1,8420	CaMoO_4
3,4610	31,3	$\text{SiO}_2; \text{CaSO}_4$	1,7451	CaS_2O_7
3,3165	4,0	SiO_2	1,6905	$\text{CaMoO}_4; \text{CaSO}_4$
3,0771	100,0	CaMoO_4	1,6446	CaS_2O_7
2,8345	15,7	$\text{CaMoO}_4; \text{CaS}_2\text{O}_7$	1,6321	CaS_2O_7
2,5958	14,3	CaMoO_4	1,5848	CaMoO_4
2,3158	7,1	$\text{CaS}_2\text{O}_7; \text{CaSO}_4$	1,5497	SiO_2
2,2779	6,5	CaMoO_4	1,4885	$\text{SiO}_2; \text{CaSO}_4$
2,1982	5,7	CaS_2O_7	1,3065	CaMoO_4
1,9852	3,8	CaS_2O_7	1,2542	CaMoO_4
1,6219	25,5	CaMoO_4	1,2492	CaMoO_4
1,9014	6,9	CaMoO_4	1,2041	CaMoO_4
1,8844	6,3	CaS_2O_7	1,1887	CaMoO_4
1,8632	9,9	$\text{SiO}_2; \text{CaSO}_4$	1,1692	CaMoO_4

Մնացած դիֆրակտաչափական մաքսիմումների վերլուծությունը հիմք է տալիս հաստատելու, որ խտանյութում առկա մյուս մետաղները բովվածքում ներկայացված են CaSO_4 -ի, CaS_2O_7 -ի, SiO_2 -ի տեսքով: Կալցիումի պերոտենատի

բնորոշ գծերը չեն բացահայտված՝ նրա քանակության սակավության պատճառով: Ըստ բովվածքի քիմիական վերլուծության՝ խտանյութում առկա մոլիբդենը, ծծումբը, ռենիումը ամբողջությամբ անցել են բովվածք (Mo-19.2%, S-14.1%, Re-0.008%): Այսպիսով, ըստ քիմիական և ռենտգենակառուցվածքային վերլուծության՝ կալցիումի օքսիդի առկայությամբ մոլիբդենային խտանյութերի բովման արդյունքում ծծմբային գազը փոխակերպվում է կալցիումի սուլֆատի և չի անցնում գազային ֆազ: Մոլիբդենը և ռենիումը ամբողջությամբ անցնում են բովվածք՝ կալցիումի մոլիբդատի և կալցիումի պերոենատի տեսքով:

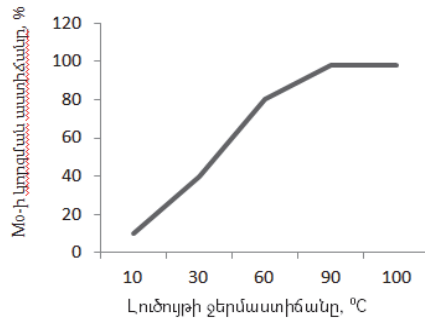
Փորձերի երկրորդ մասում մոլիբդենային բովվածքը ենթարկվել է տարրալուծման սողայի ջրային լուծույթում անընդհատ խառնման, ջերմաստիճանի և պահման տևողությունների տարբեր ռեժիմների պայմաններում: Պինդ և հեղուկ ֆազերի հարաբերությունը կազմել է 1:4: Ուսումնասիրվել է մոլիբդենի կորզման աստիճանի կախումը սողայի կոնցենտրացիայից, պրոցեսի ջերմաստիճանից և տևողությունից:

Տարրալուծումն իրականացվել է սողայի 100-300 գ/դմ³ ջրային լուծույթներում: Նկ. 3-ում բերված գրաֆիկից կարելի է օպտիմալ համարել Na₂CO₃ –ի 200 գ/դմ³ կոնցենտրացիան (200 գ/դմ³ –ից ավել կոնցենտրացիայի դեպքում մոլիբդենի կորզման աստիճանը մնում է հաստատուն՝ 98%):

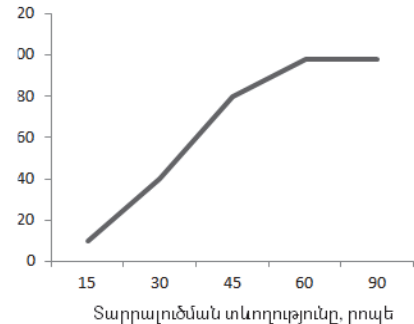


Նկ.3. Մոլիբդենի կորզման աստիճանի կախվածությունը սողայի կոնցենտրացիայից

Նշված կոնցենտրացիայով փորձերն իրականացվել են 30°C, 60°C, 90°C, 100°C ջերմաստիճաններում, 30ր, 45ր, 60ր, 90ր պահման տևողությամբ, անընդհատ խառնման պայմաններում: Նկ. 4-ում բերված գրաֆիկից կարելի է որպես օպտիմալ ջերմաստիճան ընտրել 90°C ջերմաստիճանը: Նկ. 5-ում բերված գրաֆիկից կարելի է որպես օպտիմալ պահման տևողություն ընտրել 60 րոպես:



Նկ.4. Մոլիբդենային բովվածքի տարրալուծումը 200 գ/դմ³ սողայի ջրային լուծույթում, տարբեր ջերմաստիճաններում



Նկ.5. Մոլիբդենային բովվածքի տարրալուծումը 200 գ/դմ³ սողայի ջրային լուծույթում, 90°C-ում պահման տևողությունների տարբեր ռեժիմներում

Այսպիսով, մոլիբդենային բովվածքի տարրալուծման համար որպես օպտիմալ պարամետրեր կարելի է ընտրել.

- Na₂CO₃ –ի կոնցենտրացիան՝ 200 գ/դմ³,
- պահման տևողությունը՝ 60ր,
- ջերմաստիճանը՝ 90°C,
- պինդ և հեղուկ ֆազերի հարաբերությունը՝ 1:4

Նշված պարամետրերով տարրալուծման գործընթացն ապահովում է մոլիբդենի 97...98% կորզման աստիճանը:

Եզրակացություններ. Լաբորատոր հետազոտություններով ցույց է տրված, որ մոլիբդենային խտանյութերի բովումը կալցիումի օքսիդի առկայությամբ հնարավորություն է ընձեռում՝ մշակելու մոլիբդենի և ռենիումի կորզման սկզբունքներն նոր, էկոլոգիապես մաքուր տեխնոլոգիա: Որոշված են բովման օպտիմալ պարամետրերը, որոնց դեպքում ծծմբի երկօքսիդը չի անցնում գազային ֆազ, և բովվածքում կազմավորվում են կալցիումի մոլիբդատի ու կալցիումի պերոտենատի չցնդող միացություններ: Ստացված բովվածքի տարրալուծումը սողայի ջրային լուծույթում ապահովում է մոլիբդենի մինչև 98% կորզման աստիճան:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Зеликман А.Н., Крейн О.Е., Самсонов Г.В.** Металлургия редких металлов.- М.: Металлургия, 1978.- 560 с.
2. **Палант А.А., Трошкина И.Д., Чекмарев А.М.** Металлургия рения.- М.: Наука, 2007.- 298 с.
3. **Коровин С.С., Букин В.И., Федеров П.И., Резник А.М.** Редкие и рассеянные металлы. Химия и технология: Учеб. для вузов. – М.: МИСиС, 2003.- 440 с.

4. **Ավագյան Թ.Ռ.** Մոլիբդենային խտանյութերի բովումը կալցիումի օքսիդի առկայությամբ // ՀԱՊՀ Լրագրեր. Գիտական հոդվածների ժողովածու.- Երևան, 2017.- Մաս 2.- էջ 834-839:

Т.Р. АВАГЯН, Л.Г. ЕГИАЗАРЯН, С.С. АЙРАПЕТЯН

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБЖИГА И ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ
МОЛИБДЕНОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ**

Сделана попытка обосновать процесс обжига молибденовых концентратов с использованием оксида кальция лабораторным исследованием. Исследованы основные оптимальные параметры процесса выщелачивания в водном растворе соды.

Ключевые слова: молибденовый концентрат, оксид кальция, обжиг, выщелачивание, рений, извлечение.

T.R. AVAGYAN, L.G. YEGHIAZARYAN, S.S. HAYRAPETYAN

**INVESTIGATING THE BURNING AND LEACHING PROCESSES OF
MOLYBDENUM CONCENTRATES**

An attempt is made, by laboratory investigations, to justify the process of the molybdenum concentrate burning, using calcium oxide. The main optimal parameters of the leaching process in an aqueous solution of soda are investigated.

Keywords: molybdenum concentrate, calcium oxide, burning, leaching, rhenium, extraction.

ՀՏԴ 669.054.8:669.15

Մ.Է. ՍԱՍՈՒՆՅԱՆ, Վ.Հ. ՄԱՐՏԻՐՈՍՅԱՆ, Է.Գ. ԶԱՔԱՐՅԱՆ

**ՓՈՐՁԱՐԱՐԱԿԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ՝ ԱՐՏԱԴՐԱԿԱՆ
ԹԱՓՈՆԱԽԱՐԱՄՆԵՐԻՑ ԵՐԿԱԹ-ՍԻԼԻՑԻՈՒՄԱՅԻՆ
ՀԱՄԱՁՈՒԼՎԱԾՔՆԵՐԻ (ԼԻԳԱՏՈՒՐԱՅԻ) ՍՏԱՑՄԱՆ ՎԵՐԱԲԵՐՅԱԼ**

Դիտարկվել է Ալավերդու պղնձածուլական գործարանի թափոնակույտային և Երևանի «Մաքուր երկաթ» գործարանի մոլիբդենիտային արտադրության խարամների համատեղ ալյումինաթերմային վերականգնման գործընթացը՝ երկաթ-սիլիցիումային համաձուլվածքների ստացման նպատակով:

Առանցքային բաներ. պղնձածուլական գործարան, մոլիբդենային խարամ, թափոնակույտային խարամներ, բովախառնուրդ, համաձուլվածք, երկաթի սիլիցիդ:

Ներածություն: Ֆերոսիլիցիումը երկաթից և սիլիցիումից բաղկացած համաձուլվածք է, որում, կախված համաձուլվածքի տեսակից, սիլիցիումի քանակը կարող է տատանվել 10...90%: Այն լայնորեն կիրառվում է պողպատի արտադ-