

Ա.Ա. ՖՐԱՆԳՈՒԼՅԱՆ

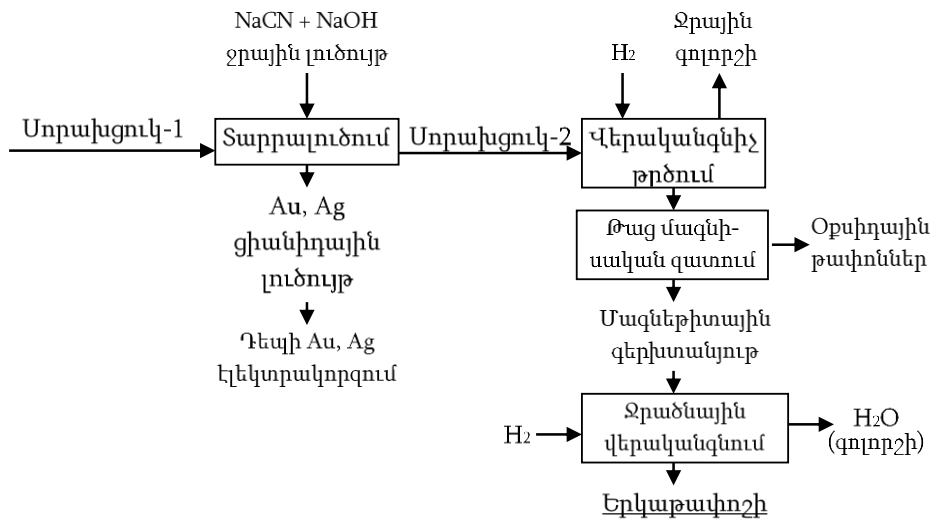
ԵՐԿԱԹԻ ԿՈՐԶՈՒՄԸ ՊՂԻՆԶ-ԿՈԼԶԵՐԱՆԱՅԻՆ ԽՏԱՆՑՈՒԹԻ ՍՈՒԼՖԱՏԱՑՎԱԾ
ԲՈՎՎԱԾՔԻ ՏԱՐԲԱԼՈՒԾՄԱՆ ՈՄԿԵՏԱՐ ՍՈՐԱԽՑՈՒԿԻՑ

Հետազոտված է պղինձ-կոլչեդանային խտանյութի սուլֆատային բովվածքի ծծմբաթթվային տարրալուծման արդյունքում ստացված օքսիդային ոսկետար ստրախցուկից բարձրորակ երկաթափոշու ստացման տեխնոլոգիական գործընթացը: Ցույց է տրված ստրախցուկից ցիանիդային տարրալուծման եղանակով ոսկու և արծաթի նախնական կորզման անհրաժեշտությունը: Ելային խտանյութից պղնձի, ոսկու և արծաթի կորզումից հետո մնացած երկրորդային ստրախցուկը պարունակում է հիմնականում հեմաթիտ և մագնեթիտ, ինչը պայմանավորում է նախնական վերականգնիչ թրծման և հետագա մանրակրկիտ մագնիսական հարստացման կիրառումը՝ լրիվ մագնեթիտային գերխտանյութի ստացմամբ, որպես առավել հարմար հումք ջրածնային վերականգնման եղանակով բարձրորակ երկաթափոշու ստացման համար:

Առանցքային բառեր. սուլֆատացված բովվածք, օքսիդային ստրախցուկ, տարրալուծում, մագնիսական զատում, վերականգնում, երկաթափոշի:

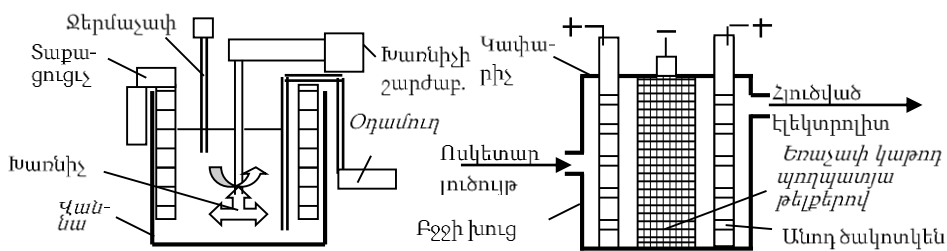
Ներածություն. Հետազոտվող ոսկետար օքսիդային ստրախցուկը՝ 330,6 *գ/տ* Au-ի և 267,1 *գ/տ* Ag-ի պարունակությամբ և $-0,07$ *մկմ* հատիկայնությամբ, ունեցել է հետևյալ միներալային բաղադրությունը (%)՝ 12,4 Fe₂O₃, 16,8 Fe₃O₄, 49,1 SiO₂, 8,7 (CaO+MgO), մնացածը՝ Al₂O₃ և անլուծելի այլ օքսիդներ: Այն ստացվել է պիրիտի բարձր պարունակությամբ պղնձային խտանյութի սուլֆատային բովվածքի 2%-անոց ծծմբաթթվային լուծույթով տարրալուծման արդյունքում՝ որպես անլուծելի մնացորդ:

Նկատի ունենալով ստացված ստրախցուկում ոսկու և արծաթի բարձր պարունակությունը և այն հանգամանքը, որ ցիանիդային տարրալուծման պրոցեսում մետաղական երկաթը չի կարող փոխազդել ցիանիդի հետ [1], ընդհանուր տեխնոլոգիական ցիկլի (նկ. 1) առաջին փուլն առանձնացված է ելանյութի ցիանիդային տարրալուծմամբ հնարավորինս անմնացորդ ձևով ոսկու և արծաթի կորզման համար: Երկրորդ փուլում ցիանիդով անլուծելի օքսիդային մնացորդի՝ երկրորդային ստրախցուկի փոշեմետալուրգիական վերամշակման երեք հաջորդական ենթափուլերով (լվացված օքսիդափոշու նախնական վերականգնիչ թրծում՝ մինչև նրանում առկա հեմաթիտի լրիվ փոխակերպումը մագնեթիտի, թաց մագնիսական զատում, մագնեթիտային գերխտանյութի ջրածնային վերականգնում) ստացվում է բարձրորակ երկաթափոշի:



Նկ. 1. Պղինձ-կոլչեդանային խտանյութի հիդրոմետալուրգիական վերամշակման սորախցուկից երկաթի կորզման տեխնոլոգիական ցիկլի սխեման

Գործընթացի առաջին փուլում սորախցուկի 100 գ զանգվածով նմուշի ցիանիդային տարրալուծումը (պինդ/հեղուկ = 1:8, լուծույթի ջերմաստիճանը՝ 80...85 °C, խառնման արագությունը՝ 600 պտ/րոպե, տևողությունը՝ 24 ժամ) իրականացվել է 1 լիտր աշխատանքային ծավալով ռեակտորում (նկ. 2), իսկ լուծույթից ոսկու և արծաթի կորզումը (հոսանքի խտությունը՝ 40 Ա/մ², ջերմաստիճանը՝ 45°C, լուծույթի մղման արագությունը՝ 30 մլ/րոպե-սմ²)՝ «եռաչափ» կաթոդով էլեկտրոլիզային բջջի միջոցով (նկ. 3) [2]: Նատրիումի ցիանիդի կոնցենտրացիան տարրալուծման ամբողջ ընթացքում պահվել է 0,5...0,6 գ/լ սահմաններում, pH - ը՝ 12...13: Ազնիվ մետաղների ցիանիդացման և կորզման աստիճանը որոշվել է ստանդարտ ատոմա-աբսորբային սպեկտրաչափական եղանակով (AAS):



Նկ. 2. Սորախցուկի ցիանիդային տարրալուծման սարքի սխեման

Նկ. 3. Էլեկտրոլիզային բջջի սխեման

Փորձի արդյունքները ցույց են տվել, որ հետազոտվող սորախցուկից 24 ժամվա ընթացքում ոսկին կորզվում է 99 %- ով, իսկ արծաթը՝ 98 %- ով: Լուծույթում երկաթի,

սիլիցիումի, կալցիումի, ալյումինի և մագնեզիումի իոնների բացակայությունը վկայում է այդ մետաղների համապատասխան օքսիդների անզգայնությունը ցիանիդի նկատմամբ (աղ. 1):

Աղյուսակ 1

Օքսիդային սորախցուկ-1-ի ցիանիդային տարրալուծման լուծույթի ատոմա-արտոբային վերլուծության արդյունքները (q/v)

Au ⁺	Ag ⁺	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Pb ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Si ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	CN ⁻
33,1	26,3	1,02	0,01	0,005	չ.հ.	չ.հ.	չ.հ.	չ.հ.	չ.հ.	չ.հ.	25,1

չ.հ. – չի հայտնաբերված:

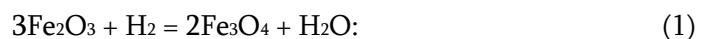
Ցիանիդային տարրալուծման պրոցեսի պինդ անլուծելի մնացորդի՝ սորախցուկ -2 -ի սիլիկատային քիմիական վերլուծության տվյալները (աղ. 2) իրենց հերթին ցույց են տալիս, որ նրանում գրեթե ամբողջությամբ պահպանվում են երկաթի օքսիդներն իրենց նախնական կոնցենտրացիաներով:

Աղյուսակ 2

Օքսիդային սորախցուկ -1-ի ցիանիդային տարրալուծման պինդ անլուծելի մնացորդի (սորախցուկ-2) սիլիկատաքիմիական վերլուծության տվյալները (%)

SiO ₂	Fe ₃ O ₄	Fe ₂ O ₃	CaO+MgO	Al ₂ O ₃ և այլն	Au (մգ/կգ)	Ag (մգ/կգ)
49,15	20,82	8,41	8,72	մնացածը	0,25	4,11

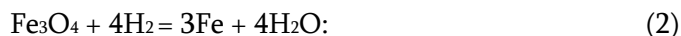
Սակայն այս արգասիքում երկաթի օքսիդները ամբողջովին չեն ներկայացված մագնիսական հարստացման համար հարմար միներալի տեսքով: Այդ տեսակետից դրա նախնական վերականգնիչ թրծումն անխուսափելի է, որպեսզի նրանում պարունակվող ամբողջ երկաթօքսիդը դառնա մագնիսազգայուն: Այս պրոցեսն իրականացվել է խողովակային պտտվող վառարանում՝ որպես վերականգնիչ գազ օգտագործելով ջրածինը: Թրծման ջերմաստիճանը (500 ± 10 °C, որի դեպքում FeO -ի գոյացումը բացառվում է) ընտրվել է՝ ելնելով Fe – O – H₂ – H₂O համակարգի վիճակի դիագրամից [3]: Ռենտգենաֆազային վերլուծության տվյալներով՝ 30 րոպեի ընթացքում ելանյութում առկա հեմաթիտն ամբողջովին վերականգնվել է մինչև մագնեթիտի՝ ըստ հետևյալ ռեակցիայի.



Այդ պայմաններում նմուշը (մոտ 28,9 % Fe₃O₄) մնում է առանց նկատելի եռակական, ինչը բավարար պայման է հետագա գործողությունների արդյունավետության տեսանկյունից:

Մագնեթիտային արգասիքից բազմաստիճան թաց մագնիսական հարստացման եղանակով ստացված գերխտանյութը պարունակում է մոտ 99,1 % Fe₃O₄ (71,7 % Fe), որի վերականգնումը տեսականորեն [3] չպետք է գերազանցի 572 °C – ը: Համապա-

տասխանաբար, որպեսզի $\text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{Fe}$ փոխակերպումը տեղի ունենա առանց միջանկյալ $\text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{FeO}$ ֆազային անցումի, խողովակային վառարանի ներսում ջերմաստիճանը պահվել է 540 ± 20 °C մակարդակում: Այդ պայմաններում մագնեթիտը վերականգնվում է մինչև մետաղական երկաթը՝ ըստ հետևյալ ռեակցիայի.



Իսկ գերխտանյութի լրիվ վերականգնման համար պահանջվել է 55...60 *բոսկ*: Քանի որ ցածր ջերմաստիճանային պայմաններում վերականգնված մետաղափոշիներն անխուսափելիորեն օժտված են լինում ինքնաբռնկման ունակությամբ (պիրոֆորությունը շատ մեծ է՝ տեսակարար մակերևույթի մեծացման շնորհիվ), այդ պատճառով լրիվ վերականգնման փուլի ավարտից հետո երկաթափոշին անմիջապես, խողովակի հետ միասին, տեղափոխվել է վառարանի բարձր ջերմաստիճանային գոտի (~ 700 °C), որտեղ պահվել է 30 *բոսկ* (որպեսզի փոշու հատիկները մասնակիորեն եռակավվեն, միավորվելով գոյացնեն խոշոր հատիկներ՝ ավելի փոքր տեսակարար մակերևույթով):

Էմիսիոն սպեկտրալային վերլուծության տվյալներով ստացված երկաթափոշում խառնուրդների ընդհանուր պարունակությունը չի գերազանցում 1,05 % - ը: Իր մաքրությամբ (98,5 % Fe) և մյուս տեխնիկական բնութագրերով (հատիկի ձևը՝ սպունգային, լիցքային խտությունը՝ 1,92 *գ/սմ³*, հոսունությունը՝ 2,80 *գ/վրկ*) այն չի զիջում ПЖБ-3 մակնիշի ստանդարտ երկաթափոշուն՝ ըստ ԳՕՍՏ ԳՕՏ 9849-86-ի:

Եզրակացություն: Պիրիտի բարձր պարունակությամբ խալկոպիրիտային խտանյութի սուլֆատային բովվածքի նոսր ծծմբաթթվային տարրալուծման արդյունքում ստացված ոսկետար անլուծելի մնացորդի (սորախցուկի) նկատմամբ կիրառելով հաջորդական՝ «ցիանիդային տարրալուծում → օքսիդային սորախցուկի վերականգնիչ թրծում → թրծված արգասիքի թաց մագնիսական հարստացում → գոյացած մագնեթիտային գերխտանյութի վերականգնում» ընդհանուր տեխնոլոգիական ցիկլը, հնարավոր է արդյունավետորեն կորզել ինչպես ոսկին ու արծաթը, այնպես էլ նրա հիմնական բաղադրիչը հանդիսացող երկաթը: Ստացված երկաթափոշին իր տեխնիկական բնութագրերով համապատասխանում է ԳՕՍՏ ԳՕՏ 9849-86-ին: Երկաթափոշունման ռեսուրսը բավարար է՝ տեղում համապատասխան արտադրության կազմակերպելու համար:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Marsden J.O., House C.I.** The Chemistry of Gold Extraction. 2nd ed. - Colorado, USA: Littleton, 2006 .- 651 p.
2. **Moatasem M.KH.** Cyanide Leaching of Polymetallic Ore Treatment Residuum and the Recovery of Noble Metals from Lich Liquor//Reports of the National Academy of Sciences and the State Engineering University of Armenia. TS Series.- 2010.- V.63, N^o 3.- P. 248-256.

3. Теория металлургических процессов: Учебник для вузов / Д.И. Рыжанков, П.П. Арсентьев, В.В. Яковлев и др.- М.: Металлургия, 1989.- 392 с.

Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 25.03.2016:

А.А. ФРАНГУЛЯН

**ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЖЕЛЕЗА ИЗ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕГО КЕКА, ПОЛУЧЕННОГО
МЕТОДОМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ СУЛЬФАТИЗИРОВАННОГО ОГАРКА
МЕДНО-КОЛЧЕДАННОГО КОНЦЕНТРАТА**

Исследован технологический процесс получения качественного железного порошка из оксидного золотосодержащего кека, полученного методом медного выщелачивания сульфатизированного огарка медно-колчеданного концентрата. Показана необходимость предварительного извлечения золота и серебра из кека методом цианидного выщелачивания. Остаточный вторичный кек после извлечения меди, золота и серебра из исходного концентрата содержит в основном гематит и магнетит, что обуславливает применение предварительного восстановительного обжига с последующим тонким магнитным обогащением обожженного продукта для получения магнетитового суперконцентрата - наиболее удобного сырья для производства качественного железного порошка методом водородного восстановления.

Ключевые слова: сульфатизирующий обжиг, оксидный кек, выщелачивание, магнитное обогащение, восстановление, железный порошок.

A.A. FRANGULYAN

**IRON RECOVERY FROM GOLD-CONTAINING CAKE OBTAINED BY THE
LEACHING METHOD OF SULPHATIZED CALCINE OF THE COPPER-PYRITE
CONCENTRATE**

The technological process for producing high-quality iron powder from a gold-bearing oxide residue of sulphatized calcine of the copper-pyrite concentrate by leaching is investigated. The necessity of a preliminary extraction of gold and silver by the method of cyanide leaching is shown. The secondary residue cake, after the extraction of copper, gold and silver from the original concentrate, primarily contains hematite and magnetite, conditioning the use of a preliminary reduction roasting with the following thin magnetic enrichment of the calcined product to obtain a fully magnetite masterbatch, the most convenient of the raw materials for the production of high-quality iron powder by hydrogen reduction .

Keywords: sulphatization roasting, oxide cake, leaching, magnetic enrichment, recovery, iron powder.