

Մ.Գ. ՀԱՅՐԱՊԵՏՅԱՆ, Ն.Վ. ՄԱՐՏԻՐՈՍՅԱՆ, Գ.Ա. ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ,
Մ.Է. ՍԱՍՈՒՆՅԱՆ

**ՀԱՆՔԱՅԻՆ ՏԵԽՆԱԾԻՆ ԱՌԱՋԱՑՈՒՄՆԵՐՈՒՑ ՍԻԼԻՑԻՈՒՄԻ ԵՐԿՕՔՍԻՊԻ
ՍՏԱՑՄԱՆ ԵՎ ՄԵՏԱՂՆԵՐԻ ՏԱՐԱՆՁԱՏՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ
ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆԸ**

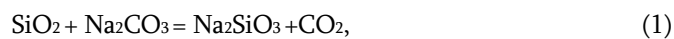
Ներկայացվել է քիմիական փոխազդիչների նկատմամբ կայուն հանքային տեխնածին առաջացումներից տեխնիկական նշանակությամբ սիլիցիումի երկօքսիդի և մետաղական խտանյութերի ստացման համակցված՝ հրահիդրոմետալուրգիական տեխնոլոգիական եղանակը: Տեխնածին առաջացումների մշակումներով նախապատրաստված հումքը հալվում է համակցված փոխազդիչների հետ, որից հետո հալույթը տարրալուծվում է աղաթթվի ջրային լուծույթով՝ դոնորականության պայմաններում: Վերականգնված սիլիկաթթուն տարրալուծվում է աղաթթվի թույլ ջրային լուծույթով խառնուրդները հեռացնելու նպատակով, իսկ սիլիցիումի երկօքսիդի վերափոխելու համար ջերմամշակվում է մթնոլորտային օդի պայմաններում: Գործընթացի արդյունքում տեխնածին առաջացումների մեջ պարունակվող մետաղները տարանջատվում են որպես պինդ և հեղուկ խտանյութեր:

Առանցքային բառեր. տեխնածին առաջացումներ, սիլիցիումի երկօքսիդ, մետաղներ, խտանյութ, հալում, տարրալուծում:

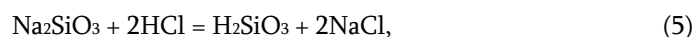
Ներածություն. Համապարփակ արտադրական հարաբերություններ հաստատելու ճանապարհով տնտեսական կարողությունների ընդլայնումը պայմանավորված է երկրում առկա նպաստավոր նախադրյալներով: Այս տեսանկյունից կարևոր է տեխնիկական ստադարտներին համապատասխանող նյութերի դերը, քանի որ կիրառվում են որպես արդյունաբերության տարբեր ոլորտներին անհրաժեշտ պահեստամասեր ու օժանդակ շինվածքներ արտադրելու հումք: Վերջիններիս պակասը Հայաստանի Հանրապետությունում լրացվում է Ռուսաստանի Դաշնությունից, Պարսկաստանից և այլ երկրներից ներկրելու միջոցով ֆինանսական գերաժախսերի գնով այն դեպքում, երբ դրանցից շատերը հնարավոր է արտադրել տեղական հումքը մշակելու ճանապարհով: Այս առնչությամբ առաջարկում ենք օգտագործել ՀՀ-ի հանքարդյունահանող և վերամշակող ձեռնարկությունների գործունեության արդյունքում գոյացած տեխնածին առաջացումները, որի նպատակը զուտ արտասահմանյան երկրների առաջադեմ փորձի [1, 2] իներցիական ընդօրինակումը չէ, այլ հիմնվում է հետևյալ փաստարկների վրա: Առաջին, համաձայն

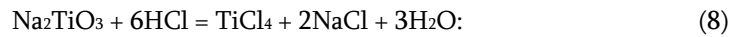
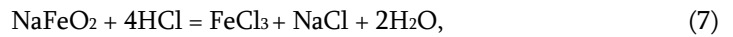
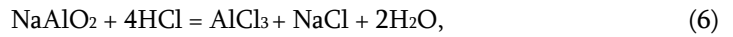
[3,4]-ից ստացվող տեղեկությանը՝ հանքային հումքի տեխնածին առաջացումների ընդհանուր քանակը ՀՀ-ում դեռևս 2013 թվականին գերազանցել է 1,0 մլրդ. տ շեմը, իսկ ըստ նույնի և [5-9]-ի՝ դրանցում պարունակում են տարբեր արժեքավոր մետաղներ, նաև ծծումբ, սիլիցիումի երկօքսիդ և այլ նյութեր, որոնց անտեսումը անհանդուրժելի է: Հետևում է նշված բացթողումները անհապաղ լրացնելու անհրաժեշտությունը, որի տեսականորեն հնարավոր ճանապարհը հանքային տեխնածին առաջացումների վերամշակման, համալիր օգտահանման տեխնոլոգիաների մշակումն ու ՀՀ-ում դրանց ներդրումն է:

Խնդրի դրվածքն ու մեթոդաբանությունը: Վերը նշված նպատակների իրագործմանը նվիրված սույն աշխատանքում ելանյութը ՀՀ-ի մետաղարդյունաբերության ոլորտի՝ «ԱՍՍԱԹ» ընկերության տեխնածին առաջացումներն են, որոնք, ըստ [10, 11] աշխատանքների արդյունքների՝ ճանաչվել են սիլիցիումի երկօքսիդի (SiO_2) հիմքով մետաղակիր, ընդ որում՝ քիմիական փոխազդիչների նկատմամբ կայուն միացությունների պարունակությամբ նյութեր: Այստեղից, ելնելով առկա պահանջարկից [12], ծագում է ելանյութից քիմիական մաքուր SiO_2 ստանալու և դրան զուգընթաց մետաղները տարանջատելու ու համակենտրոնացնելու անհրաժեշտություն: Քիմիական բարդ միացությունները քայքայելու և դրանցում պարունակվող SiO_2 -ը և մետաղները տարանջատելու համար կիրառվել է ելանյութը նատրիումի կարբոնատի կամ տեխնիկական սոդայի (Na_2CO_3) հետ հալքանոթային հալման և գոյացած հալույթը աղաթթվով տարրալուծելու հիդրոմետալուրգիական եղանակը, քանի որ դրանց արդյունքում գոյանում են ջրում և թթուներում դյուրին լուծվող նատրիումի մետասիլիկատ (Na_2SiO_3) և նատրիումի՝ տարբեր մետաղների հետ միացություններ [13, 14]: Այդ փոխազդեցությունների հավասարումները բերված են ստորև՝



Հալույթը աղաթթվի լուծույթով տարրալուծելու ընթացքում Na_2SiO_3 -ը վերականգնվում է՝ փոխարկվելով սիլիկաթթվի (H_2SiO_3), բացի դրանից առաջանում են ալյումինի, երկաթի, տիտանի և այլ մետաղների՝ մեծ մասամբ ջրում լուծվող քլորիդներ: Այդ փոխազդեցությունների հավասարումները բերված են ստորև՝





Հետազոտության ընթացքը և արդյունքների քննարկումը: Միլիցիումի երկօքսիդ ստանալու և մետաղները տարանջատելու նպատակով հետազոտությունում փորձարկվող տեխնածին առաջացումների (այսուհետ՝ ելանյութ) մեջ, համաձայն [10, 11] աշխատանքների արդյունքների, SiO_2 -ը կազմում է 50...51 %, սև (FeO , Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , MnO_2 և CrO_2) և գունավոր (CuO , NiO , TiO_2 , HgO_2 , PbO) մետաղները համապատասխանաբար՝ 34,0...35,0 և 4,0...6,0%, Al_2O_3 -ը՝ CaO -ի և MgO -ի հետ՝ 1...2%, իսկ ելանյութի թրծման կորուստը՝ 8,0...8,7%: Նույն աղբյուրները վկայում են, որ ելանյութում առկա են նաև հազվագյուտ և ազնիվ մետաղների պարունակությամբ, մասնավորապես, երկաթի հիմքով միացություններ, որոնք կազմում են 0,1... 0,2 %:

SiO_2 -ի ստացման նպատակով ելանյութի՝ Na_2CO_3 -ի հիմքով փոխազդիչների հետ 930...980 °C, 20...25 րոպե հալումից գոյացած հալույթները տարրալուծվել են տաք ջրով և աղաթթվի 1:1 հարաբերությամբ ջրային լուծույթով՝ դոնորդանյութի 2,0% ջրային լուծույթի պայմաններում և առանց դրա կիրառման: Աղաթթվային լուծույթով տարրալուծման ընթացքում հալույթում պարունակվող Na_2SiO_3 -ը վերականգնվել է՝ փոխարկվելով H_2SiO_3 -ի, երբ լուծույթի pH-ը համապատասխանել է թթվայնության 1 արժեքին: Ստացված H_2SiO_3 -ը այնուհետև տարրալուծվել է աղաթթվի թույլ ջրային լուծույթով և տաք ջրով, որոնց նպատակը խառնուրդների հեռացումն է: H_2SiO_3 -ը վերջում ենթարկվել է ջերմային մշակման 800...900°C ջերմաստիճանային տիրույթում, որի արդյունքում վերափոխվել է SiO_2 -ի: Մնում է ավելացնել, որ նկարագրված պայմաններում ստացված SiO_2 -ի՝ ըստ 9.14657.2-96-ի վերլուծությունը կատարվել է Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանի (ՀԱՊՀ-ի) ընդհանուր քիմիայի և քիմիական պրոցեսների լաբորատորիայում:

Առաջին փորձաշարում ելանյութի հալքանոթային հալումից գոյացած հալույթը տարրալուծվել է տաք ջրով, փորձ անելով հալույթում գոյացած Na_2SiO_3 -ը կամ հեղուկ ապակին անցկացնել լուծույթի մեջ, իսկ այդ փոխազդիչների նկատմամբ կայուն մետաղները անջատել որպես խտանյութ: H_2SiO_3 -ը վերականգնվել է ջրային լուծույթը աղաթթվայինի վերափոխելու միջոցով, այնուհետև հետազոտությունը շարունակվել է ըստ վերը շարադրված նկարագրի: Այդ կերպ կատարված փորձերը, սակայն, ակնհայտ ցածրարդյունավետ են, քանի որ հնարավորություն են ընձեռում արդյունահանել հումքում SiO_2 -ի պարունակության 8,0...14,0%-ը:

Այս ցուցանիշը հնարավոր է լինում բարձրացնել՝ հասցնելով մինչև 60%-ի՝ հալույթի՝ ջրով տարրալուծումից անջատված նստվածքը աղաթթվի 1:4 հարաբերությամբ ջրային լուծույթով լրացուցիչ տարրալուծելու արդյունքում: Իբրև բացասական արդյունք պետք է ընդգծել նաև, որ այս փորձերում գոյանում են ելանյութի 10%-ի չափով SiO_2 -ի հիմքով նստվածքներ, որոնց մեջ մետաղները կազմում են մոտավորապես 5,0 ծավ. %:

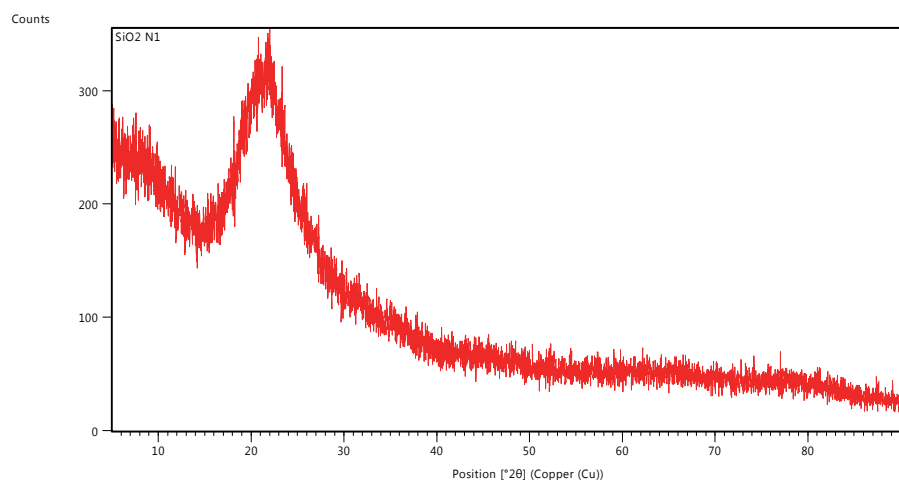
Վերը նշված պատճառների հետ կապված՝ հերթական փորձաշարում նպատակահարմար է եղել օգտագործել SiO_2 -ի պարունակությամբ հարուստ ու թթուների նկատմամբ կայուն մետաղների պարունակությամբ աղքատ հումք, իսկ հալումից գոյացած հալույթների տարրալուծման համար՝ աղաթթվի 1:1 հարաբերությամբ ջրային լուծույթ: Անհրաժեշտ հումքը ստանալու համար օգտագործվել է մինչև 100 մկմ հատիկային չափերով 100 գ ելանյութ, ինչը սկզբում մշակվել է ծանր մետաղներն անջատելու կամ հարստացնելու գրավիտացման եղանակով: Արդյունքում ստացվել են 21 գ ծանր մետաղների և 79 գ՝ SiO_2 -ի 60% պարունակությամբ խտանյութեր: Վերջիններն այնուհետև թրծվել են 800...900 °C-ում, որից հետո ստացված SiO_2 -ի խտանյութի թերայրուկը տարրալուծվել է աղաթթվի 1:1 հարաբերությամբ ջրային լուծույթով: Այս մշակումները հնարավորություն են ընձեռել՝ ստանալու SiO_2 -ի 80% պարունակությամբ խտանյութի՝ աղաթթվով տարրալուծված թերայրուկ. արդյունքում 79 գ SiO_2 -ի խտանյութի զանգվածը նվազել է համապատասխանաբար 7,9, և 18,5 գ-ով՝ մինչև 52,6 գ: SiO_2 -ի 80% պարունակությամբ խտանյութի՝ թթվով տարրալուծված թերայրուկի հալման գործընթացում, բացի սողալից, օգտագործվել են նատրիումի տետրաբորատ ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$) և փայտածուխ (C): Փորձերում օգտագործված քիմիական փոխազդիչների և ստացված SiO_2 -ի քանակային տվյալները ներկայացված են աղյուսակում:

Աղյուսակ

Փորձերում ստացված սիլիցիումի երկօքսիդի ելքը՝ կախված SiO_2 -ի խտանյութի՝ թթվով տարրալուծված 2 գ թերայրուկի հալման պայմաններից

Հ/Հ	Քիմիական փոխազդիչները, գ	SiO_2 , գ	SiO_2 , %	SiO_2 -ի միջին պարունակությունը, %
1	Na_2CO_3 , 4	1,36	85,0	94,7
2		1,38	86,2	
3	Na_2CO_3 , 3,2...3,5,	1,42	88,7	
4	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, 1,5	1,45	90,6	
5	Na_2CO_3 , 4,0, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, 1,0, C, 0,15	1,48	92,5	97,3
6		1,53	95,6	
7		1,55	96,8	
8		1,56	97,5	

Փորձերում ստացված արգասիքների ֆազային վերլուծությունները կատարվել են ՀԱՊՀ-ի ռենտգենակառուցվածքային հետազոտության բազային լաբորատորիայում՝ Diffractometer system=EMPYREAN (Anode Material Cu, K-Alpha1 [Å] 1.54060, ICSD 2016 database) դիֆրակտաչափի միջոցով: Դրանց արդյունքները ցույց են տալիս, որ 1, 2, 3 և 4 փորձերի վերջնական արգասիքները համապատասխանում են ամորֆ SiO_2 -ի տվյալներին, որը պարունակում է Al_2O_3 -ի տեսքով խառնուրդներ: Վերջինիս համեմատությամբ ավելի մաքուր է 5, 6, 7 և 8 փորձերում ստացված ամորֆ SiO_2 -ը, որի ռենտգենագիրը ներկայացված է նկարում:



Նկ. Ելանյութի տարբեր մշակումներով ստացված ամորֆ SiO_2 -ի ռենտգենագիրը

Աշխատանքում առաջ քաշված խնդիրները լուծելու նպատակով կիրառվել են հանքային տեխնածին առաջացումների երկփուլային մշակման հետևյալ համակցված գործընթացները՝

- Ելանյութում պարունակվող SiO_2 -ի ու մետաղների՝ խտանյութերի ստացում,
- SiO_2 -ի խտանյութի թրծում և ստացված թերայրուկի՝ աղաթթվով տարրալուծում,
- SiO_2 -ի խտանյութի՝ թթվով տարրալուծված թերայրուկի հրահիդրոմետալուրգիական մշակումներ:

Հետազոտության արդյունքները՝ որպես առավել արդյունավետ, ցույց են տալիս փորձերը, որոնց հետևանքով ստացված SiO_2 -ի պարունակությամբ հարուստ արգասիքը հալվում է, 930...980 °C-ում, 20...25 րոպեի ընթացքում բնույթով համակցված փոխազդիչների հետ: Հալման գործընթացում օգտագործված բովախառնուրդի մեջ տեխնիկական սողան կազմում է մոտավորապես 77,0%, տետրաբորատը՝ 20,0% և փայտածուխը՝ 3,0%, իսկ նախապատրաստված ելանյութի զանգվածի հարաբերությունը բովախառնուրդին համապատասխանում է 1:2,5:

Հալքանոթային հալումից ստացված հալույթներն ավելի արդյունավետ է տարրալուծել աղաթթվի 1:1 հարաբերությամբ տաք ջրային լուծույթով՝ դոնդողանյութի 2,0% ջրային լուծույթի և pH-ի թթվայնության մոտավորապես 1 արժեքի պայմաններում: Արդյունքում ստացված H_2SiO_3 -ից խառնուրդները հեռացնելու համար օգտագործվել են աղաթթվի 1...2% ջրային լուծույթ և տաք ջուր, իսկ SiO_2 -ը վերափոխելու համար ջերմամշակվել է մթնոլորտային օդի պայմաններում՝ 800...900 °C -ում:

Այսպիսով, ելանյութի տեխնածին առաջացումների տարբեր եղանակով նախապատրաստումից և դրանց արգասիքների հրահիդրոմետալուրգիական մշակումների արդյունքում ստացվել են՝

- SiO_2 -ի մոտավորապես 80% պարունակությամբ արգասիք, որը կազմում է ելանյութի զանգվածի մոտավորապես 52,5 %-ը,
- 97,3% պարունակությամբ, ըստ Գ.9428-73-ի, քիմիական մաքուր SiO_2 , որը քանակապես համապատասխանում է ելանյութում պարունակության մոտավորապես 90 %-ին,
- ծանր մետաղների պինդ խտանյութ, որի մեջ մետաղները կազմում են ելանյութում պարունակության մոտավորապես 45 %-ը,
- հեղուկ վիճակով խտանյութեր, որոնց մեջ երկաթը, մանգանը, ալյ արժեքավոր մետաղների հետ, կազմում են ելանյութում մետաղների պարունակության մոտավորապես 55 %-ը:

Եզրակացություններ: Հայաստանի Հանրապետության հանքային տեխնածին առաջացումներից՝ ստանդարտներին համապատասխանող նյութերի ստացման համատեքստում SiO_2 -ը պետք է դիտարկել որպես լայն կիրառական և առաջադեմ տեխնոլոգիաների զարգացման տեսանկյունից հիմնային նշանակության հանածո:

Համաձայն [15]-ից ստացվող տեղեկությունների՝ աշխատանքում ստացված 97,3% պարունակությամբ SiO_2 -ը կարող է կիրառվել ապակու, կերամիկայի, աբրազիվ և ջերմակայուն նյութերի, պլաստմասսայի, ռետինատեխնիկական առարկաների, սիլիցիումի կարբիդի արտադրություններում, ինչպես նաև էլեկտրոնիկայի և էլեկտրատեխնիկայի ոլորտում՝ որպես բյուրեղային սիլիցիումի ու դիէլեկտրական թաղանթների ստացման համար անհրաժեշտ բարձր մաքրությամբ SiO_2 -ի ստացման հումք:

Համաձայն [3-9, 16]-ի և սույն աշխատանքով ստացված տեխնոլոգիական ցուցանիշների վրա հիմնված հաշվարկի՝ միայն ՀՀ-ի մետաղարդյունաբերության տեխնածին առաջացումներից հնարավոր է ստանալ առնվազն 6 մլն տոննա տեխնիկական նշանակությամբ SiO_2 , որին համապատասխանող գումարը կազմում է մոտավորապես 6 մլրդ դոլար:

Մյուս կողմից՝ աշխատանքի արդյունքում առաջադրված տեխնոլոգիական գործընթացը հնարավորություն է ընձեռում՝ տարանջատելու և համակենտրոնացնելու հանքային տեխնածին առաջացումներում պարունակվող մետաղները որպես խտանյութեր, որոնք պետք է ընդունել որպես ազգային հարստությունները բազմապատկելու կարևոր աղբյուրներ: Այժմ արդեն ակնառու է, որ ՀՀ-ի մետաղարդյունաբերության տեխնածին առաջացումներից տեսականորեն հնարավոր է արդյունահանել մոտավորապես 3 մլն. տոննա տեխնիկական երկաթ, որի իրացումից ստացվող հասույթը կարող է կազմել 1,5...2,0 մլրդ.դոլար:

Հետազոտությունը կատարվել է ՀԱՊՀ «Միկրո- և նանոէլեկտրոնիկա» բազային լաբորատորիայի գիտական ծրագրերի շրջանակում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Волинкина Е.П.** Анализ состояния и проблем переработки техногенных отходов в России // Вестник Сибирского государственного индустриального университета: Экология и рациональное природопользование.- 2017.- № 2(20).-С. 43-49.
2. **Зоря С.Н.** Металлургические технологии переработки техногенных месторождений, промышленных и бытовых отходов. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014.-294 с.
3. **Мовсисян Р.С., Мовсисян А.И.** Первоочередные задачи, связанные с хвостохранилищами Республики Армения // Ученые записки ЕГУ. Геология и география.- 2014.- № 2.-С.16-22.
4. **Մովսեսյան Ռ.Ս.** ՀՀ լեռնային արդյունաբերության թափոնները, խնդիրներն և նրանց լուծման ուղիները // ԵՊՀ-ի գիտական Տեղեկագիր. Երկրաբանություն և աշխարհագրություն.- 2013.- № 3. - էջ 3-8:
5. **Никогосян О.С., Краевская С.Н.** Вопросы использования отходов горной промышленности // Научные труды Горнометаллургического института.-2002.- С.260-264.
6. **Արշակյան Մ.Կ.** Հազվագյուտ մետաղները ՀՀ հիդրոհանքային ռեսուրսներում և նրանց արդյունահանման հեռանկարները // ԵՊՀ-ի գիտական Տեղեկագիր. Բնական գիտություններ.-2005.- № 2.- էջ 3-8:
7. **Авагян А.С.** Рудно-сырьевые ресурсы Армении. - Ереван: Изд-во “Гитутюн” НАН РА, 2004.- 432 с.
8. **Геворкян Г.Г., Мусаелян А.В.** Систематизация металлических техногенных ресурсов Армении // Вестник НПУА: Metallurgy, материаловедение, недропользование. - 2017. - № 2.- С. 100-109.
9. **Оганесян А.М., Манукян А.С.** Распределение ценных металлов во флотационных отходах обогатительной фабрики Каджарана и перспективы их извлечения // Вестник НПУА: Сборник научных статей.- Ер., 2019.- Часть № 2.- С. 466 - 471.
10. **Այրապետյան Տ.Գ., Դաշտոյան Ա.Ր., Մուրադյան Գ.Ն., Տասունյան Մ.Յ.** Исследование состава и фазовой структуры техногенного продукта минерального сырья Республики Армения // Вестник НПУА: Metallurgy, материаловедение, недропользование.-2020.- № 2.-С. 9-17.

11. **Հայրապետյան Ս.Գ., Սասունցյան Ս.Է., Մուրադյան Գ.Ն.** Հայաստանի Հանրապետության հանքային հումքի տեխնաձին մնացուկի մետաղաբերության հետազոտությունը // ՀԱՊՀ-ի Լրաբեր. Գիտական հոդվածների ժողովածու.- Երևան, 2022.- Մաս II.- էջ 451 – 456 :
12. Получение чистого высокодисперсного SiO₂ из кремнеземистого остатка / **А.Н. Габдуллин, Е.А. Никоненко, В.Ф. Марков, В.Ф. Ключев и др.** // Бутлеровские сообщения.-2017.-50(4).-С.90-95.
13. **Բաբլո Ա.Կ., Պյատնիցկի Վ.** Քանակական անալիզ (2-րդ վերամշակմամբ լրացված).- Եր.: Համալսարանի հրատարակչություն, 1974 - 638 էջ:
14. Патент РФ 2402485. МПК C01 B33/12. Способ получения аморфного диоксида кремния / **В.В. Наседкин, В. И. Лукашов.** - Оpubл. 27.10.2010.
15. https://ru.wikipedia.org/wiki/Диоксид_кремния.
16. <https://russian.alibaba.com/g/amorphous-silica-price.html>

Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 20.12.2022:

С.Г. АЙРАПЕТАН, Н.В. МАРТИРОСЯН, Г.А. АВЕТИСЯН, М.Э. САСУНЦЯН
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ
ДИОКСИДА КРЕМНИЯ И ОТДЕЛЕНИЯ МЕТАЛЛОВ ОТ РУДНЫХ
ТЕХНОГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

Показан комбинированный пирогидрометаллургический способ получения диоксида кремния технического назначения и концентратов металлов из рудных техногенных образований, устойчивых к химическим реагентам. Плавка сырья, подготовленного обработкой техногенных образований, осуществляется комбинированными реагентами, после чего расплав выщелачивается водным раствором соляной кислоты в гелеобразных условиях. Восстановленная кремнекислота с целью удаления примесей выщелачивается слабым водным раствором соляной кислоты, а для превращения в диоксид кремния подвергается термообработке в условиях атмосферного воздуха. В результате металлы, содержащиеся в техногенных образованиях, разделяются на твердые и жидкие концентраты.

Ключевые слова: техногенные образования, диоксид кремния, металлы, концентрат, плавка, выщелачивание.

**S.G. HAYRAPETYAN, N.W. MARTIROSYAN, G.A. AVETISYAN,
M.E. SASUNTSYAN**

**STUDYING THE TECHNOLOGICAL POSSIBILITY OF OBTAINING SILICON
DIOXIDE AND SEPARATION OF METALS FROM TECHNOGENIC ORE
FORMATIONS**

A combined pyro-hydrometallurgical technological method for obtaining silicon dioxide of technical purpose and metal concentrates from technogenic ore formations resistant to chemical reagents is shown. The smelting of the raw materials prepared for the processing of technogenic formations is carried out by combined reagents, after which the melt formed is leached with an aqueous solution of hydrochloric acid under gel-like conditions. The reduced silicic acid is leached with a weak aqueous solution of hydrochloric acid in order to remove impurities, and to be converted into silicon dioxide, it is subjected to heat treatment in atmospheric air. As a result of the process, the metals contained in technogenic formations are divided into solid and liquid concentrates.

Keywords: technogenic formations, silicon dioxide, metals, concentrate, smelting, leaching, dissolution.