

A 05.16.02
ԱԸ - 44

ՀՀ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ
ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ԵՐԿՐՈՐԴԱՅԻՆ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ
(ՊՈԼԻՏԵԽՆԻԿ)

ԱՂԱՅԱՆ ԱԼԵՆ ԱՐՇԱՎԻՐԻ

ՀԱՆՔԱՅԻՆ ԽՏԱՆՅՈՒԹԵՐԻՑ ԵՎ ԵՐԿՐՈՐԴԱՅԻՆ ԵԼԱՆՅՈՒԹԵՐԻՑ ԿԱՊԱՐԻ
ԿՈՐՁՄԱՆ ԵՎ ՈԱՖԻՆԱՑՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՅԻ ՄՇԱԿՈՒՄՇ

Ե. 16.02 - «Սև, գունավոր և հազվագյուտ մետաղների մետալուրգիա»
մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի
գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության

Ս Ե Ղ Մ Ա Գ Ի Ր

ԵՐԵՎԱՆ - 2006

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РА
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АРМЕНИИ
(ПОЛИТЕХНИК)

АГАЯН АЛЕН АРШАВИРОВИЧ

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ
И РАФИНИРОВАНИЯ СВИНЦА ИЗ РУДНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ
И ВТОРИЧНЫХ ИСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 05.16.02 -
"Металлургия черных, цветных и редких металлов"

ЕРЕВАН - 2006

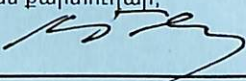
Ատենախոսության թեման հաստատվել է Հայաստանի պետական ճարտարագիտական համալսարանում:

Գիտական ղեկավար՝ տեխ. գիտ. դոկտոր, պրոֆ. Լ.Ե. Սարգսյան

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝
տեխ. գիտ. դոկտոր, պրոֆ. Վ.Հ. Մարտիրոսյան
տեխ. գիտ. թեկնածու Ա.Յ. Հովսեփյան

Առաջատար կազմակերպություն՝ «Լեռնամետալուրգիայի ինստիտուտ» ՓԲԸ

Պաշտպանությունը կայանալու է 2006 թ. օգոստոսի 29 - ին ժամը 14⁰⁰ - ին Հայաստանի պետական ճարտարագիտական համալսարանին կից 031 մասնագիտական խորհրդի նիստում:
Հասցեն՝ 375009, Երևան, Տերյան փ., 105:
Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀՊՃՀ - ի գրադարանում:
Սեղմագիրն առաքված է 2006 թ. հուլիսի 19 - ին:

Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար,
տեխ. գիտ. թեկնածու, դոցենտ  Լ.Գ. ԳԱԼՍՅԱՆ

Тема диссертации утверждена в Государственном инженерном университете Армении.

Научный руководитель: докт. техн. наук, проф. Л.Е. Саргсян

Официальные оппоненты: докт. техн. наук, проф. В.А. Мартиросян
канд. техн. наук А.О. Овсепян

Ведущая организация: ЗАО "Горно — металлургический институт"

Защита диссертации состоится "29" августа 2006 г. в 14⁰⁰ ч. на заседании специализированного совета 031 Государственного инженерного университета Армении по адресу: 375009, г. Ереван, ул. Теряна, 105.
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГИУА.
Автореферат разослан "19" июля 2006 г.

Ученый секретарь специализированного совета,
канд. техн. наук, доцент  Լ.Գ. ԳԱԼՍՅԱՆ



28/8-2006

ԱՏԵՆԱՒՈՍՈՒԹՅԱՆ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

Աշխատանքի արդիականությունը: Հանրապետության հանքահումքային ռեսուրսների ճնշող մեծամասնությունը բազմամետաղային հանքանյութեր են: Նրանցում բազային գունավոր մետաղները՝ պղնձի, ցինկի, կապարի, մոլիբդենի, ոսկու և արծաթի, ինչպես նաև դրանց ուղեկցող երկաթի, ռենիումի, կադմիումի ու անտիմոնի և մի շարք արժեքավոր այլ տարրերի պարունակությունը բավարարում է շահութաբեր արդյունահանման ու մետալուրգիական վերամշակման տեսակետից ժամանակակից շուկայի պահանջներին: Միայն տեղում հանքային հումքի համալիր ու վերջնական վերամշակման սկզբունքով մետաղարտադրության կազմակերպման դեպքում կարելի է ակնկալել առավելագույն տնտեսական արդյունք:

Գործող հանքահարստացման ձեռնարկություններում բազմամետաղային հանքաքարերից սելեկտիվ ֆլոտացման եղանակով ստանում են պղնձի, ցինկի, կապարի ու մոլիբդենի խտանյութեր, որոնք, որպես վերջնական արտադրանք, վաճառվում են հիմնականում արտերկրյա մետալուրգիական վերամշակող ընկերություններին: Վերջիններս գնում են խտանյութերը ըստ դրանց հիմնական անվանման, առանց հաշվի առնելու դրանցում առկա մյուս արժեքավոր տարրերը, բացառությամբ ոսկու (հանելով պարունակող ոսկու 1 գ/տ) և արծաթի (հանելով պարունակող արծաթի 30 գ/տ):

Չնչին քանակությամբ պղնձի խտանյութեր վերամշակող «Էյ - Սի - Փի» տեղական ընկերությունը պիրոմետալուրգիական եղանակով կիսամաքուր պղինձ է արտադրում ու առանց ռաֆինացնելու՝ արտահանում:

Արտադրական ցիկլում արժեքավոր մետաղների կորստի հիմնական պատճառը՝ տեխնոլոգիաների անկատարություն է: Ֆլոտացման գործընթացում դժվար է տարբեր մետաղների սուլֆիդային միներալները ամբողջովին առանձնացնել միմյանցից, իսկ զուտ կապարի խտանյութ ստանալ բազմամետաղային հանքաքարից գործնականորեն անհնար է: Ինչ վերաբերում է ավանդական մետալուրգիական գործընթացներին, ապա դրանք օժտված չեն բավարար արդյունավետությամբ, էներգատար են, էկոլոգիապես էլ մաքուր չեն:

Բազմամետաղային հանքանյութերից արժեքավոր մետաղների համալիր ու անկորուստ կորզման տեսակետից առավել հեռանկարային են լիագումար հիդրոմետալուրգիական տեխնոլոգիական մեթոդները, որոնց դեպքում, ինչպես կորզվելիք մետաղի օքսիդացումը, տարրալուծումը, այնպես էլ լուծույթներից դրանց կորզումը հնարավոր կլինի ամբողջովին իրականացնել ջրային միջավայրում, մասնակիորեն կամ ամբողջովին բացառելով ավանդական պիրոմետալուրգիական թրծման գործողությունը, դրանով իսկ կանխելով վնասակար գազային արտանետումները ծծմբային և այլ գազերի տեսքով:

Հիդրոմետալուրգիական տեխնոլոգիաները առանձնակի կարևորություն ունեն Հայաստանի համար, քանի որ հանրապետության համարյա բոլոր հանքավայրերը բազմամետաղային են: Եվ դրանց բոլորում երկաթի պարունակությունը ավելին է, քան տնտեսապես ձեռնտու սահմանաքանակը: Այդպիսի ելանյութերի արդյունավետ ու համալիր վերամշակման դեպքում միայն կարելի կլինի ակնկալել արտադրանքի հարուստ տեսականի:

Եվ, որ ամենակարևորն է, առաջավոր տեխնոլոգիաների մշակումն ու ներդրումը հնարավորություն կտա ոչ միայն նվազագույնին հասցնելու

հիմնական ու ուղեկցող մետաղների կորուստները, այլ նաև առավելագույնս ապահովել շրջակա միջավայրի պաշտպանությունը: Դրանց առկայությունը հավաստի նախադրյալներ կստեղծի տեղում ներդրումներ կատարել, մետալուրգիական ամբողջական ցիկլով արտադրություններ հիմնել, իսկ ակնկալվող տեսականու հիմքի վրա զարգացնել էլեկտրատեխնիկական, սարքաշինությունը, էլեկտրոնային արտադրությունը և հարակից ճյուղերը:

Առաջավոր տեխնոլոգիաների առկայությունն իր հերթին նպաստավոր պայմաններ կստեղծի հանրապետության հույսը տեղում վերամշակելու մինչև վերջնական մետաղարտադրանքի՝ սեփական առաջարկով համաշխարհային շուկա մտնելու:

Այդ տեսակետից առանձնակի արդիական է տեղական պայմաններում մաքուր կապարի մետալուրգիական արտադրության կազմակերպումը՝ օգտագործելով ինչպես հանքային բազմամետաղային հույսը, այնպես էլ երկրորդային ելանյութերը, հատկապես մարտկոցային ջարդոնը, որն իր ծավալներով արդեն որոշակի բնապահպանական խնդիրներ է առաջ բերել հանրապետության տարածքում:

Աշխատանքի նպատակն է՝ տեսական ու փորձարարական հետազոտությունների միջոցով՝ օգտագործելով նաև մետալուրգիայի բնագավառի ժամանակակից գիտատեխնիկական նվաճումները և արտադրական փորձը, մշակել տեղական կապարատար բազմամետաղային խտանյութերից ու երկրորդային ելանյութերից կապարի ստացման ու ռաֆինացման համալիր տեխնոլոգիա՝ ապահովելով ինչպես ելանյութերում պարունակվող բոլոր արժեքավոր մետաղների արդյունավետ կորզումը, այնպես էլ գործընթացների համապատասխանությունը ժամանակակից բնապահպանական նորմերին:

- Պաշտպանության են ներկայացվում հետևյալ հիմնական դրույթները՝
- Կապարատար բազմամետաղային խտանյութի ցածրջերմաստիճանային բովման գործընթացում ընթացող ռեակցիաների թերմոդինամիկական վերլուծությունը:
 - Ելանյութի սուլֆատացման բովման գործընթացի տեխնոլոգիական օրինաչափությունները, ելային, միջանկյալ և վերջնական արգասիքների ֆազային վերլուծության արդյունքները, օպտիմալ տեխնոլոգիական ռեժիմները:
 - Սուլֆատացած բովվածքի թթվային տարրալուծման, կապար – սուլֆատային սորախցուկի առանձնացման և լուծույթից երկաթի, պղնձի ու ցինկի ընտրողաբար կորզման գործընթացների օրինաչափությունները: Թթվային տարրալուծման արոցեսի օպտիմալ տեխնոլոգիական ռեժիմները:
 - Ազնիվ մետաղների պարունակությամբ կապար – սուլֆատային սորախցուկից կերակրի աղի հազեցած ջրային լուծույթով կապարի կորզման և երկաթի միջոցով նրա ցեմենտացման գործընթացի հետազոտման արդյունքները, օպտիմալ տեխնոլոգիական ռեժիմները:
 - Կապարի տարրալուծման ու նստեցման գործընթացի մնացորդային սորախցուկից ուղեկից ոսկու և արծաթի կորզման տեխնոլոգիական ուրվագիծը:
 - Բազմամետաղային խտանյութից կորզված առաջնային և մարտկոցային ջարդոնից ստացված երկրորդային կապարի էլեկտրառաֆինացման պրոցեսի հետազոտման արդյունքները, օպտիմալ տեխնոլոգիական ռեժիմները:

- Առաջնային և երկրորդային ելանյութերից մաքուր կապարի ստացման և ռաֆինացման, ինչպես նաև ուղեկից արժեքավոր մետաղների համալիր կորզման տեխնոլոգիաները, պրոցեսների և սարքավորումների առանձնահատկությունները:
- Հետազոտությունների տեխնիկա - տնտեսական հիմնավորումը: Տեղական բազմամետաղային խտանյութի և մարտկոցային ջարդոնավիշու համալիր վերամշակման արտադրության կազմակերպման արդյունավետության գնահատումը՝ միջազգային պրակտիկայում ընդունված մեթոդիկայով:

Աշխատանքի գիտական նորույթը: Տեսականորեն հիմնավորվել է տեղական կապարատար բազմամետաղային խտանյութի ցածրջերմաստիճանային բովման միջոցով ծանր գունավոր մետաղների ու երկաթի սուլֆիդների փոխակերպումը ջրային միջավայրերում լուծելի սուլֆատային միացությունների, դրանով իսկ ստեղծելով նախադրյալներ՝ բովվածքի հիդրոմետալուրգիական վերամշակմամբ արժեքավոր մետաղների համալիր կորզման համար:

Փորձարարական հետազոտություններով բացահայտվել է հաստատվել են կերակրի աղի հազեցած ջրային լուծույթով կապար - սուլֆատային սորախցուկի տարրալուծման պրոցեսում կապարի ջլորիդացման և միաժամանակ երկաթի միջոցով մետաղական կապարի վերականգնման ու նստեցման տեխնոլոգիական օրինաչափությունները: Ցույց են տրված ուղեկից արժեքավոր մետաղների առանձնացման ու կորզման ուղիները:

Աշխատանքի գործնական նշանակությունը: Մշակված են արդյունաբերական պայմանների համար ընդունելի պիրոհիդրոմետալուրգիական տեխնոլոգիաներ՝ կապարատար բազմամետաղային խտանյութերից և երկրորդային ելանյութերից ստանդարտ բաղադրությամբ կաթոդային կապարի արդյունավետ կորզման հնարավորությամբ:

Հիմնավորված է տեղական պայմաններում կապարի ցածր պարունակությամբ հանքային խտանյութի և մարտկոցային ջարդոնավիշու արդյունավետ վերամշակման արտադրության կազմակերպման նպատակահարմարությունը:

Աշխատանքի հավանությունը: Հետազոտության նյութերը զեկուցվել են ՀԴԵՀ – ի 2004, 2005թ.թ. տարեկան գիտաժողովներում և «Մետալուրգիա» ամբիոնի 2005թ. գիտական սեմինարում: Աշխատանքի արդյունքները 2006թ. քննարկվել են «Deno Gold Mining Company» ընկերությունում (թ. Կապան) և երաշխավորվել առաջիկայում նրդոման համար:

Հրապարակումները: Աշխատանքի արդյունքները հրատարակվել են չորս գիտական հոդվածներում, այդ թվում երկուսը հեղինակային:

Ատենախոսության կառուցվածքը և ծավալը: Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, հինգ գլուխներից, ընդհանուր հետևություններից, օգտագործված գրականության ցանկից (152 անուն) և հավելվածից: Այն շարադրված է 121 համակարգչային տպագիր էջում, ներառում է 39 նկար և 12 աղյուսակ:

ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԲՈՎԱՆՂԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ներածությունում հիմնավորված է հետազոտության թեմայի արդիականությունը և տրված է ատենախոսական աշխատանքի հիմնական դրույթների համառոտ բնութագիրը:

Առաջին գլխում վերլուծության են ենթարկված գրականության տվյալները առաջնային հանքանյութերից և մարտկոցային ջարդոնից կապարի կորզման ու ռաֆինացման տեխնոլոգիական գործընթացների վերաբերյալ: Ցույց է տրված «Ելանյութի ազլոմերացում - հորանային հալում», «կարծ թմբկային վառարաններում ռեակցիոն հալում», «ռեակցիոն հալում էլեկտրավառարաններում», «վերականգնիչ էլեկտրահալում», «սողային էլեկտրահալում», «ալկալային հալում», «ԿԻՎՑԵՏ» և «ԿԻՎՑԵՏ - ՑՍ պրոցեսներ», ինչպես նաև «ավտոգեն ռեակցիոն հալում» ավանդական գործընթացների անկատարությունն ու անհամապատասխանությունը բնապահպանական պահանջներին:

Կապարի ցածր պարունակությամբ տեղական բազմամետաղային խտանյութերի վերամշակման համար տեխնոլոգիապես առավել նպատակահարմարը և տնտեսական առումով առավել արդյունավետը հիդրոմետալուրգիական մեթոդն է, որի դեպքում գործընթացի առաջին փուլում՝ սուլֆատացնող բովման պրոցեսում սուլֆիդային ծծումբը միայն մասնակիորեն է հեռացվում (այդպիսով ապահովվելով վնասակար գազերի ավելի ցածր մակարդակ), իսկ դրան հաջորդող լուծակորզման ու էլեկտրառաֆինացման պրոցեսներում առավելագույնս ապահովվում է հումքից արժեքավոր բաղադրիչների համալիր կորզումը և շրջակա միջավայրի պահպանությունը:

Հիմնավորված է աշխատանքի նպատակը, կանխորոշված է հետազոտության ուղղությունը:

Երկրորդ գլխում մշակված է հետազոտությունների մեթոդիկան, տրված են ելանյութերի տեխնիկական բնութագրերը, որոնցով պայմանավորված է դրանց մետալուրգիական վերամշակման տեխնոլոգիական ուղղությունը՝ արժեքավոր մետաղների կորզման համալիրության ապահովման տեսակետից:

Երրորդ գլխում թերմոդինամիկական վերլուծության են ենթարկված կապարատար բազմամետաղային խտանյութի բովման ժամանակ $Me - S - O$ համակարգերում (որտեղ $Me - Pb, Cu, Zn, Fe$) տեղի ունեցող առավել հավանական ռեակցիաները: Ցույց է տրված, որ ինչպես կապարի, այնպես էլ ուղեկից մետաղների սուլֆատացման համար բովման ջերմաստիճանը պետք է լինի ոչ բարձր $700^{\circ}C$ - ից: Այդպիսի պայմաններում կապարի սուլֆատի գոյացումն առավել հիմնավորված է $PbS_{(u)} + 2O_2 \rightleftharpoons PbSO_{4(u)}$ ռեակցիայով:

Խտանյութի մյուս հիմնական բաղադրիչների՝ $ZnS - ի, CuFeS_2 - ի$ և $FeS_2 - ի$ փոխակերպումը սուլֆատի հավանական է $ZnS_{(u)} + 2O_{2(g)} \rightarrow ZnSO_{4(u)}$, $CuFeS_{2(u)} + 4O_{2(g)} \rightarrow CuSO_{4(u)} + FeSO_{4(u)}$ և $2FeS_2 + 7O_2 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + SO_2$ ռեակցիաներով, համապատասխանաբար: $700^{\circ}C$ - ից բարձր ջերմաստիճաններում գոյացած սուլֆատները դիսոցվում են, մասնավորապես կապարի սուլֆատը քայքայվում է $PbSO_4 \rightleftharpoons PbO + SO_3$ ռեակցիայով՝ գոյացնելով ջրային միջավայրերում անլուծելի միացություն:

Ռենտգենաֆազային վերլուծությամբ կապարատար բազմամետաղային խտանյութում հայտնաբերված $PbS, CuFeS_2, FeS_2$ և ZnS սուլֆիդային ֆազերի փոխակերպման ջերմաստիճանային կապը ուսումնասիրվել է $500 - 700^{\circ}C$ տիրույթում: Ամեն մի ջերմաստիճանում պահման տևողությունը կազմել է 2, 4, 6 և 8 ժամ: Որպես վերահսկիչ պարամետր է գնահատվել պրոցեսի ընթացքում $PbS \rightarrow PbSO_4$ փոխակերպման աստիճանը:

Եզված տիրույթից ավելի բարձր ջերմաստիճաններում բացառվել է խտանյութի բովումը, որպեսզի կանխվի հեղուկ ֆազի գոյացումը՝ $PbS_{(u)} + O_2 \rightleftharpoons Pb_{(h)} + SO_2$ ու $PbS_{(u)} + 2PbO_{(u)} \rightleftharpoons 3Pb_{(h)} + SO_2$ ռեակցիաներով և բովվածքի ազլոմերացումը:

Փորձնական տվյալներից հետևում է, որ մինչև $500^{\circ}C$ ջերմաստիճաններում խտանյութի բովման դեպքում կապարի սուլֆիդը (մյուս սուլֆիդների ուղեկցությամբ), հավանաբար, օքսիդանում է $PbS \rightarrow PbSO_4 \cdot PbO$ սխեմայով, ինչը պայմանավորում է նմուշի զանգվածի նվազագույն փոփոխությունը: $500 - 575^{\circ}C$ ջերմաստիճաններում նմուշի զանգվածի փոփոխությունը համեմատական է բովման տևողությանը ու համարյա մնում է անփոփոխ՝ ջերմաստիճանի բարձրացմանը զուգընթաց: Դա բացատրվում է նրանով, որ այդ ջերմաստիճաններում բովման դեպքում, տեղի է ունենում սուլֆիդի օքսիդացում առավելապես սուլֆատագոյացման մեխանիզմով ($PbS_{(u)} + 2O_2 \rightleftharpoons PbSO_{4(u)}$), $\Delta G_T^0 = - 820,86 + 0,353 \cdot T$ կՋ / մոլ): Հետազոտվող ջերմաստիճանային տիրույթում այդ ռեակցիայի ազատ էներգիայի փոփոխության բավականին մեծ բացասական արժեքները խոսում են դրա ընթանալու մեծ հավանականության մասին: Եվ որքան ցածր է ջերմաստիճանը, այնքան մեծ է ռեակցիայի ընթանալու հավանականությունը, ինչը պայմանավորված է նրա էնթալպիայի մեծ բացասական արժեքով:

$565 - 575^{\circ}C$ - ից ավելի բարձր ջերմաստիճաններում կտրուկ նվազում է նմուշների քաշը, որը նշանակալի է երկարատև բովման դեպքերում: Դա նշանակում է, որ բարձր ջերմաստիճաններում սուլֆատային ֆազի անկայունության պատճառով առավել հավանականորեն ընթանում է սուլֆիդի լրիվ օքսիդացման ռեակցիան ($PbS + 1,5O_2 \rightleftharpoons PbO + SO_2$):

$570^{\circ}C$ ջերմաստիճանում (7 ժամ տևողությամբ) ստացված բովվածքի ռենտգենագրի (նկ. 1) վրա հստակորեն երևում են ակնկալվող սուլֆատային ֆազերի բնորոշ գծերը:

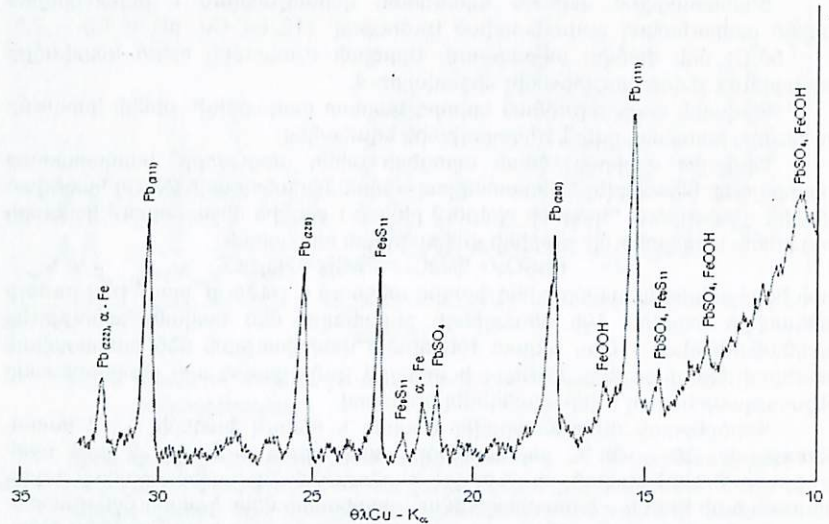
Գիտափորձի տվյալների և թերմոդինամիկական վերլուծության համադրությամբ որպես սուլֆատացնող բովման օպտիմալ ռեժիմներ են ընտրված՝
 - ջերմաստիճանը՝ $565 - 575^{\circ}C$,
 - պահման տևողությունը անընդհատ խառնումով՝ 6 - 8 ժամ:

Այսպիսով կապարի խտանյութի բովման գործընթացի իրականացումը $565 - 575^{\circ}C$ ջերմաստիճաններում հնարավորություն է տալիս ստանալ առավելապես սուլֆատային կազմությամբ բովվածք, ինչը լավագույն նախադրյալ է հետագա տարրալուծման և մետաղական կապարի նստեցման պրոցեսները նատրիումի քլորիդի ջրային լուծույթում իրականացնելու համար:

Բովվածքի ծծմբաթթվային տարրալուծման նպատակն է այդ փուլում ամբողջովին կորզել պղինձն ու ցինկը, ինչպես նաև կադմիումն ու սուլֆատային երկաթը՝ կապարը թողնելով անլուծելի սորախցուկում:

Դրա հավանականությունը պայմանավորված է նրանով, որ հետազոտվող բովվածքում պղինձն ու ցինկը հիմնականում գտնվում են $CuSO_4 - ի$ և $ZnSO_4 - ի$ տեսքով, ինչպես նաև որոշ չափով $CuO - ի$ ու $ZnO - ի$ ձևով: Վերջիններս նույնպես լավ լուծելի են $H_2SO_4 - ի$ ջրային լուծույթներում, իսկ դա նշանակում է, որ այդ երկու մետաղների տարրալուծման ուղղությամբ տեխնոլոգիական խնդիրներ չեն գոյանա: Երկաթի ռեզավելման սուլֆատը՝ $Fe_2(SO_4)_3 - ը$,

ցույց են տվել, որ կապարի քլորիդացման և վերականգնման պրոցեսներն ընթանում են զուգահեռաբար, երկուսն էլ երկաթի տաշեղների ու լուծույթի սահմանագծում: Այն պահին, երբ $PbSO_4 + 2NaCl = PbCl_2 + Na_2SO_4$ ռեակցիայով քլորիդ է գոյանում, վերջինս անմիջապես փոխանակման ռեակցիայի մեջ է մտնում $Fe - \text{ի հետ}$ ՝ անջատելով մետաղական Pb:



Նկ. 2. Վերականգնված կապարային արգասիքի ռենտգենագիրը

Մետաղական կապարի կորզումից հետո աղքատացած լուծույթը՝ $FeCl_2 - \text{ի}$, $NaCl - \text{ի}$ և $Na_2SO_4 - \text{ի}$ պարունակությամբ ենթակա է ռեգեներացման, որպեսզի նորից օգտագործվի կապար - սուլֆատային սորախցուկի տարրալուծման համար:

Փորձարարական տվյալներով որպես սորախցուկից $NaCl - \text{ի}$ հազեցած լուծույթով կապարի կորզման օպտիմալ ռեժիմներ են ընտրված՝

- տեխնոլոգիական սկզբունքը՝ տարրալուծման և ցեմենտացման գործողությունների համատեղված սխեմայով, անընդհատ խառնումով,
- տևողությունը՝ 8 ժամ,
- լուծույթի ջերմաստիճանը՝ $70^\circ C$,
- երկաթի տաշեղների քանակությունը կորզվելիք կապարի զանգվածի կրկնակի չափով:

Երկրորդային ելանյութը՝ բովախառնված 4% գրաֆիտի և 4% կրաքարի հետ հալվել է մուֆելային էլեկտրավառարանում՝ գրաֆիտե հալքանոթում:

Հալման արդյունքում ստացված կիսամաքուր կապարի քիմիական բաղադրությունն է՝ 99,2% Pb, 0,6 % Sb, 0,007%Cu, 0,2%Sn, մնացածը Ag, Bi, Mo, Mg, Ca, Na: Կապարի կորզման աստիճանը (ելանյութի հարաբերությամբ) կազմել է ~ 96%:

Չորրորդ գլուխը նվիրված է կապարատար բազմամետաղային խտանյութից և երկրորդային ելանյութից ստացված կիսամաքուր կապարների էլեկտրառաֆինացման գործընթացի ուսումնասիրմանը:

Կիսամաքուր կապարի ռաֆինացման (զտման) անհրաժեշտությունը նախ պայմանավորված է նրանով, որ խառնուրդները, չնայած իրենց չնչին քանակության, շատ ուժեղ ազդում են նրա հատկությունների վրա (մեծացնում են կարծրությունը, փոքրացնում՝ պլաստիկությունը, վատացնում՝ կռելիությունը, իջեցնում՝ կոռոզիոն կայունությունը և այլն), այդպիսով դարձնելով այդ շատ ինքնատիպ մետաղին ոչ պիտանի՝ արդյունաբերությունում ու տեխնիկայում օգտագործման համար:

Հիմնական խառնուրդներից կապարի վերջնական մաքրման աստիճանը կանոնակարգվում է ըստ GOCT 3778 - 98 - ի, համաձայն որի ամենաբարձր մաքրության կապարում (C0) խառնուրդների ընդհանուր պարունակությունը չպետք է գերազանցի 0,008 %, իսկ ամենացածր որակի C3c մակնիշի կապարում՝ 0,5 %:

Ռաֆինացման էլեկտրոլիտիկ եղանակը տվյալ դեպքում ավելի նախընտրելի է, քանի որ ինչպես առաջնային, այնպես էլ երկրորդային կիսամաքուր կապարում խառնուրդների պարունակությունները նվազագույնն են: Բացի դրանից էլեկտրոլիզն ավելի մաքուր տեխնոլոգիական գործընթաց է, քանի որ այս դեպքում բացակայում են զազային արտանետումները դեպի մթնոլորտ, ինչպես նաև՝ թունավոր գոլորշիները:

Անոդային սալերի ծուլման գործընթացում հիմնական խնդիրը հալման ժամանակ կապարի գոլորշիների կանխումն է, քանի որ դրանք թունավոր են: Ուստի աշխատանքի անվտանգության նկատառումներով կապարի հալույթը չպետք է գերտաքացվի ավելի բարձր, քան $450^\circ C$: Իսկ տաքացման ու պահման տևողությունը հնարավորին չափով պետք է կարճ լինի: Դրանից ելնելով՝ ինչպես առաջնային, այնպես էլ երկրորդային կիսամաքուր կապարե սալերի ծուլման համար պատրաստված հալույթների լցման ջերմաստիճանը պահվել է $430 \pm 10^\circ C$ սահմաններում: Հալումն իրականացվել է կոնտակտային էլեկտրավառարանում, գրաֆիտե հալքանոթում՝ հալույթը ծածկելով գրաֆիտե մանրուքով: Անոդային սալերը $30 \times 30 \times 4$ մմ չափերով ծուլվել են մետաղական ծուլաձևում:

Սովորաբար կիսամաքուր կապարի ռաֆինացման համար որպես էլեկտրոլիտ կարող են ծառայել ֆտորասիլիցիումային կապարի ($PbSiF_6$) և ֆտորսիլիցիումաջրածնային թթվի (H_2SiF_6) ջրային լուծույթը, բորաֆտորային կապարի ($Pb(BF_4)_2$) և բորֆտորաջրածնային թթվի (HF_4) լուծույթը, ֆենոլ-սուլֆոնային, գերքլորատային և սուլֆամինային լուծույթները:

Թվարկված լուծույթներից առավել նպատակահարմարը սիլիցիում-ֆտորային էլեկտրոլիտն է (H_2SiF_6 և $PbSiF_6$ միացությունների ջրային լուծույթը), քանի որ այն օժտված է բավականին լավ էլեկտրահաղորդականությամբ:

Լուծույթի հազեցումը կապարով կատարվում է այն հաշվով, որպեսզի նրա կոնցենտրացիան էլեկտրոլիտում կազմի 65 - 90 գ/լ $Pb - PbSiF_6 - \text{ի}$ տեսքով և 70 - 95 գ/լ ազատ H_2SiF_6 : Ստացված էլեկտրոլիտը անմիջապես օգտագործվում է ռաֆինացման գործընթացում, որպեսզի ժամանակի ընթացքում չխախտվի նրա օպտիմալ աշխատանքային կոնցենտրացիան:

Արտադրական փորձից ելնելով, խիտ և հարթ կաթոդային նստվածք

ստանալու համար էլեկտրոլիտի մեջ հավելվել է սոսինձ և «գուլակ» (սուլֆատ – ցելյուլոզային արտադրության արգասիք), այն հաշվով, որ մեկ կգ կապարի ռաֆինացման համար սոսինձի ծախսը կազմի 0,4 գ, իսկ գուլակինը՝ 0,8 գ:

Անոդային սալիկների ռաֆինացումն իրականացվել է դրանց հարթ – զուգահեռ տեղակայմամբ վաննայում: Որպես կաթոդային հիմքեր են օգտագործվել մաքուր էլեկտրոլիտային կապարե թերթիկները: Էլեկտրոլիտը արտաքինից չի տաքացվել, այն տաքանում է ինքնուրույնաբար՝ հիմնականում ի հաշիվ էզոթերմիկ ռեակցիաների հետևանքով անջատվող ջերմության: Սակայն տվյալ ջերմաստիճանային մակարդակի պահումն ապահովվում է հովացնող սարքի օգնությամբ՝ կառավարվելով ջերմաչափային անջատիչից:

Գործընթացը հետազոտվել է՝ կախված հոսանքի խտությունից (150 – 225 Ա/մ² սահմաններում), էլեկտրոլիտի ջերմաստիճանից (25 – 50 °С տիրույթում), կաթոդի և անոդի հեռավորությունից (15 – 65 մմ՝ աշխատանքային ճակատների միջև) և էլեկտրոլիզի տևողությունից (1 – 3 ժամ): Ուսումնասիրությունները կատարվել են ինչպես հանքային հումքից, այնպես էլ երկրորդային ելանյութից ստացված կիսամաքուր կապարի համար: Բոլոր դեպքերում որպես վերահսկվող պարամետր է ընտրվել մետաղի ելքն ըստ հոսանքի:

Ցույց է տրված, որ հոսանքի խտության բարձրացումը չափավոր ձևով մեծացնում է մետաղի ելքն ըստ հոսանքի: Դա հատկապես նկատելի է 200 – 225 Ա/մ² տիրույթում: Էլեկտրոլիտի ջերմաստիճանը դրական ազդեցություն ունի ըստ հոսանքի մետաղի ելքի վրա 25 ից մինչև 35 °С սահմաններում: Ավելի բարձր ջերմաստիճաններում մետաղի ելքն ըստ հոսանքի աստիճանաբար նվազում է և արդեն 50 °С – ի դեպքում դառնում ավելի փոքր, քան նույնիսկ 25 °С – ուն: Ակնհայտ է, որ ջերմաստիճանի բարձրացումը նպաստում է մետաղի ելքին, որովհետև, մնացած հավասար պայմանների դեպքում, բարձր ջերմաստիճաններում արագանում է իոնային դիֆուզիան էլեկտրոլիտի ներսում: Սակայն 35 °С – ից բարձր ջերմաստիճաններում, մեկ ժամյա էլեկտրոլիզից հետո, նկատվում է զգալի չափով թթվի կոնցենտրացիայի նվազում էլեկտրոլիտում, ինչը, հավանաբար, հետևանք է կապարի կատիոնների էլեկտրավերականգնման արագության նվազմանը, հետևապես նաև փոքրանում է ըստ հոսանքի մետաղի ելքը: Ուստի արտադրական պայմանների համար նպատակահարմար է հանձնարարել 30 – 40 °С ջերմաստիճանը:

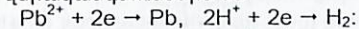
Միևնույն ջերմաստիճանում որքան բարձր է հոսանքի խտությունը, այնքան մեծ է ըստ հոսանքի մետաղի ելքը:

Մետաղի ելքն ըստ հոսանքի առավել զգայուն է միջէլեկտրոդային հեռավորությունից: Դա հատկապես ակնհայտ է 30 – 50 մմ հեռավորությունների դեպքում: Այդ դեպքում նույնպես հոսանքի խտության ավելացումը զգալիորեն մեծացնում է մետաղի ելքն ըստ հոսանքի: Դրա կտրուկ մեծացում է նկատվում, երբ հոսանքը փոփոխվում է 200 – 225 Ա/մ² սահմաններում: Մետաղի ելքն ըստ հոսանքի նվազում է էլեկտրոլիզի տևողությունը մեծացնելով 1- ից մինչև 3 ժամ, որը բացատրվում է ժամանակի ընթացքում շլամային շերտի աճով անոդի մակերևույթին:

Մետաղի ելքն ըստ հոսանքի ցածր է ինչպես միջէլեկտրոդային հեռավորության փոքր արժեքների (մինչև 25 – 27 մմ), այնպես էլ չափից դուրս մեծ հեռավորությունների (>50 մմ) համար: Փոքր հեռավորությունների դեպքում տեղի է ունենում հոսանքի անհավասարաչափ բաշխում էլեկտրոդների մակերե-

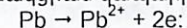
սին, իսկ մեծ հեռավորությունների դեպքում ակնհայտորեն թույլ է էլեկտրական դաշտի լարվածությունը, ինչի հետևանքով նվազում է լիցքավորված մասնիկների շարժման արագությունը:

Տեսականորեն պրոցեսի հիմնական կաթոդային ռեակցիաները կապարի ու ջրածնի կատիոնների վերականգնումներն են՝



Սակայն կաթոդի վրա առավելապես կապարի էլեկտրավերականգնում է տեղի ունենում: Դա բացատրվում է նրանով, որ կաթոդի վրա բավարար արագությամբ կապարի վերականգնման համար անհրաժեշտ է շատ փոքր բևեռացում (< 0,1 Վ): Մինչդեռ, երբ ջրածնի իոնների վերականգնման գերլարումը 25 °С և 100 Ա/մ² հոսանքի խտության պայմաններում կազմում է 1,09 Վ:

Անոդային հիմնական ռեակցիան կապարի տարրալուծումն է՝



Անոդային խառնուրդների վարքը էլեկտրոլիզի ժամանակ առավելապես կախված է լարվածությունների շարքում նրանց գրաված դիրքից: Անոդի քայքայման ժամանակ, կապարի հետ միասին, էլեկտրոլիտ են անցնում բոլոր այն տարրերը, որոնք ավելի էլեկտրաբացասական են, քան կապարը (որի համար $E^0 = - 0,126$ Վ), այդ թվում՝ ցինկը ($E^0 = - 0,763$ Վ), երկաթը ($E^0 = - 0,440$ Վ), միկելը ($E^0 = - 0,250$ Վ) և անագը ($E^0 = - 0,136$ Վ): Այս տարրերը չեն վերականգնվում կաթոդի վրա և կուտակվում են էլեկտրոլիտում: Առավել վտանգավոր խառնուրդ անագն է, որի էլեկտրոդային պոտենցիալն այնքան մոտ է կապարի պոտենցիալին, որ էլեկտրավերականգնման համար անհրաժեշտ ոչ մեծ կաթոդային գերլարումը ծածկում է էլեկտրոդային պոտենցիալների տարբերությունը (0,01 Վ), այդպիսով պատճառ դառնալով անագի և կապարի համատեղ վերականգնմանը կաթոդի վրա: Դրանով է հիմնավորվում էլեկտրառաֆինացումից առաջ անագի անալայման հեռացումը անոդային կապարից՝ հրային ռաֆինացման միջոցով: Տվյալ դեպքում երկրորդային կապարից այն հեռացվում է հալման ժամանակ՝ գոլորշիացման և կոնդենսացման ճանապարհով:

Կապարից ավելի մեծ էլեկտրադրականությամբ օժտված տարրերը, այդ թվում՝ անտիմոնը, արսենը, բիսմութը, պղինձը, արծաթը և ոսկին չեն լուծվում էլեկտրոլիտում և մնում են անոդի վրա՝ գոյացնելով շլամ: Սակայն եթե այդ տարրերն անցնեն էլեկտրոլիտ, ապա կաթոդի վրա կվերականգնվեն առաջին հերթին և կաղտոտեն կապարը: Այդ երևույթի կանխման համար են նաև ծառայում էլեկտրոլիտային հավելանյութերը:

Որպես էլեկտրառաֆինացման օպտիմալ ռեժիմներ են ընտրված՝

- էլեկտրոլիտի կազմը՝ 65 - 90 գ/լ $\text{Pb} - \text{PbSiF}_6$ - ի տեսքով և 70 - 95 գ/լ H_2SiF_6 ,

- միջէլեկտրոդային հեռավորությունը՝ 35 - 45 մմ,

- էլեկտրոլիտի ջերմաստիճանը՝ 30 - 40 °С,

- հոսանքի խտությունը՝ 180 - 220 Ա/մ²,

- վաննայի սկզբնական լարումը՝ 0,3 - 0,4 Վ, որն այնուհետև անոդի

բևեռացման հաշվին բարձրանում է մինչև 0,5 - 0,6 Վ:

Օպտիմալ ռեժիմներում ստացված կաթոդները լվացվել են տաք օճառաջրով, չորացվել ու ենթարկվել են էմիսիոն սպեկտրալ վերլուծության:

Ինչպես երևում է աղյուսակներ 1 և 2 - ում բերված տվյալներից, ստացված կիսամաքուր կապարները էլեկտրառաֆինացման միջոցով ձեռք են բերում

անհրաժեշտ բարձր մաքրություն:

Մետաղի ելքն ըստ հոսանքի միջին հաշվով 97 % է:

Աղյուսակ 1

Խառնուրդների պարունակության փոփոխությունը առաջնային կապարի ռաֆինացման ժամանակ (ըստ էմիսիոն սպեկտրալ վերլուծության տվյալների)*

Փորձա- նմուշ	Խառնուրդների պարունակությունը, %										
	Zn	Cu	Ag	Bi	As	Sn	Sb	Fe	Mo	Mg, Ca, Na	ընդ.
Կիսամ. կապար	0,001	0,02	0,003	0,0001	0,0001	0,011	0,036	0,001	0,002	0,003	0,0772
Ուսման. կապար	-	0,0024	0,001	-	-	0,0056	0,018	-	0,0006	0,001	0,0286
Կապար C2c	0,001	0,001	0,002	0,02	0,001	0,001	0,001	0,001	-	0,003	0,03

* Վերլուծությունը կատարված է ՀՀ ԳԱԱ ԵԳԻ սպեկտրալ լաբորատորիայում:

Աղյուսակ 2

Խառնուրդների պարունակության փոփոխությունը երկրորդային կապարի ռաֆինացման ժամանակ (ըստ էմիսիոն սպեկտրալ վերլուծության տվյալների)*

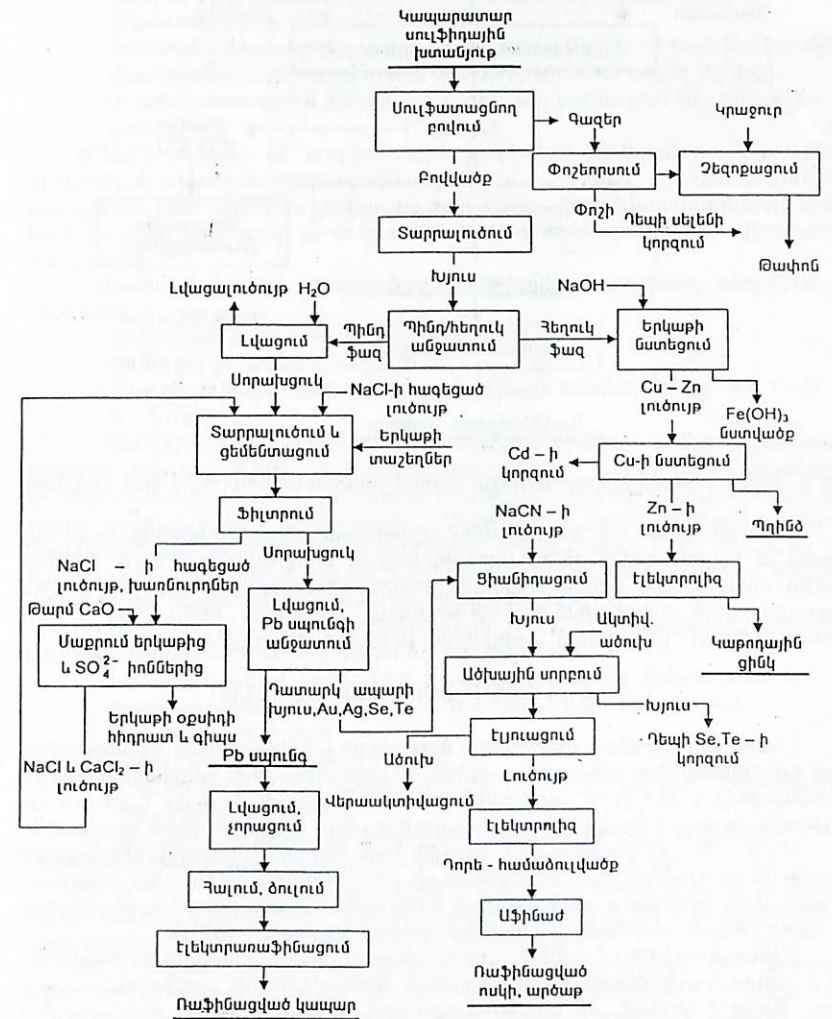
Փորձա- նմուշ	Խառնուրդների պարունակությունը, %										
	Zn	Cu	Ag	Bi	As	Sn	Sb	Fe	Mo	Mg, Ca, Na	ընդ.
Կիսամ. կապար	-	0,007	0,0006	0,0008	-	0,20	0,60	-	0,001	0,01	0,819
Ուսման. կապար	-	0,0024	0,0004	0,0002	-	0,0056	0,10	-	0,0006	0,006	0,1152
Կապար C3c	0,07	0,09	0,01	0,15	0,05	0,10	0,20	0,01	-	-	0,50

* Վերլուծությունը կատարված է ՀՀ ԳԱԱ ԵԳԻ սպեկտրալ լաբորատորիայում:

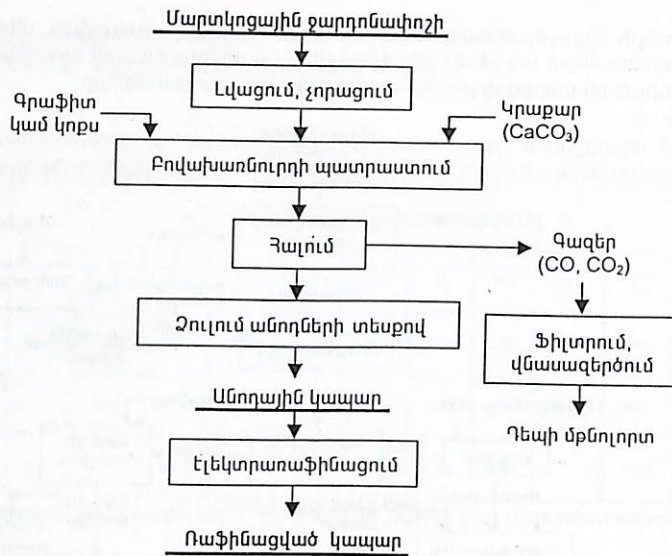
Ուսմանցված կապարներն իրենց մաքրությամբ չեն զիջում ГОСТ 3778 - 98 - ու նախատեսված C2c և C3c մակնիշի կապարներին, համապատասխանաբար:

Ֆինգերող զլխում կատարված է արդյունաբերական ծավալների հիմնավորումը և պիրո - հիդրոմետալուրգիական գործարանի կառուցման վայրի ընտրությունը՝ Շահումյանի բազմամետաղային հանքի և հարստացուցիչ ֆաբրիկայի արտադրական բազայի վրա, տարեկան 56000 տոննա կապարատար բազմամետաղային խտանյութի և 5000 տոննա մարտկոցային ջարդոնափոշու վերամշակման հնարավորությամբ: Մշակված են առաջնային և երկրոր-

դային հումքի վերամշակմամբ ռաֆինացված կապարի ստացման տեխնոլոգիական սխեմաները (նկ. 3, 4), ձևակերպված են արտադրական պրոցեսների և տեխնոլոգիական սարքավորումների առանձնահատկությունները:



Նկ. 3. Կապարատար խտանյութի համալիր վերամշակման տեխնոլոգիական սխեման



Նկ. 4. Երկրորդային ջարդոնափոշու վերամշակման տեխնոլոգիական սխեման

Հաշվարկված է տարեկան ակնկալվող արտադրանքի ինքնարժեքը: Կատարված է կազմակերպվելիք արտադրության արդյունավետության զնահատումը՝ միջազգային պրակտիկայում գործող մեթոդիկայով: Ցույց է տրված կարգավորված արտադրական ռեժիմներում տարեկան մինչև 1641,7 մլն դրամի (3,65 մլն ԱՄՆ դոլար) ակնկալվող բաշխելի շահույթի գոյացում:

ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. Կապարի կորզման առաջադեմ մեթոդների և ավանդական տեխնոլոգիական գործընթացների վերլուծության հիման վրա տեղական բազմամետաղային խտանյութերից կապարի ստացման ու ռաֆինացման համար նախապատվությունը տրված է հունքի հիդրոմետալուրգիական վերամշակման եղանակին:

2. Pb – S – O համակարգի, ինչպես նաև ուղեկից բազային մետաղների սուլֆիդների օքսիդացման ռեակցիաների թերմոդինամիկական վերլուծության հիման վրա որոշված է կապարատար բազմամետաղային խտանյութի սուլֆատացնող բովման սահմանային ջերմաստիճանը՝ ոչ բարձր 700 °C:

3. Հետազոտված է բովման գործընթացում բազմամետաղային խտանյութում առկա սուլֆիդների փոխակերպման կինետիկական օրինաչափությունները: Ցույց է տրված, որ սուլֆատագոյացման արագությունը մեծագույնն է փոխակերպման աստիճանի 20 – 50 % – ի սահմաններում:

4. 500 – 575 °C ջերմաստիճաններում խտանյութի բովման դեպքում տեղի է ունենում սուլֆիդների օքսիդացում առավելապես սուլֆատագոյացման մեխանիզմով:

5. Ունեցնաֆազային վերլուծության մեթոդով ապացուցված է բովածքի ստացումը հիմնականում սուլֆատային ֆազերով՝ ինչպես կապարի, այնպես էլ ուղեկցող պղնձի, ցինկի ու երկաթի ուղղությամբ:

Որոշված են սուլֆատացնող բովման օպտիմալ ռեժիմները՝

- ջերմաստիճանը՝ 565 – 575 °C,
- պահման տևողությունը անընդհատ խառնումով՝ 6 – 8 ժամ (մուֆելային վառարանում), արտադրական պայմաններում «եռացող շերտով» տիպի վառարանում հնարավոր է լրիվ սուլֆատացում 40 – 60 րոպեի ընթացքում:

6. Հետազոտված են սուլֆատային բովածքի թվային տարրալուծման կինետիկական օրինաչափությունները: Ցույց է տրված, որ տարրալուծման աստիճանը ըստ պղնձի ու ցինկի, ինչպես նաև պրոցեսի արագությունը մեծանում են ջերմաստիճանի ու ծծմբական թթվի կոնցենտրացիայի ավելացմանը զուգընթաց:

Որպես բովածքի թվային տարրալուծման օպտիմալ ռեժիմներ են ընտրված՝

- ծծմբական թթվի կոնցենտրացիան՝ 10%,
- լուծույթի ջերմաստիճանը՝ 70 °C,
- տարրալուծման տևողությունը անընդհատ խառնումով (պ : հ = 1 : 4)՝ 5 – 6 ժամ:

7. Հետազոտված է կերակրի աղի հագեցած ջրային լուծույթով բովածքի թվային տարրալուծման պինդ արգասիքի՝ կապար – սուլֆատային սորախցուկի վերատարրալուծման և լուծույթից երկաթի տաշեղներով մետաղական կապարի ցեմենտացման գործընթացը, ինչպես այդ երկու գործողությունների առանձնացված, այնպես էլ համատեղված սխեմաներով: Ցույց է տրված, որ համատեղված սխեմայով կապարի տարրալուծման և ցեմենտացման դեպքում գրեթե երկու անգամ կրճատվում է պրոցեսի տևողությունը:

Որպես սուլֆատային սորախցուկից NaCl – ի հագեցած լուծույթով կապարի կորզման օպտիմալ ռեժիմներ են ընտրված՝

- տեխնոլոգիական սկզբունքը՝ տարրալուծման և ցեմենտացման գործողությունների համատեղումով, անընդհատ խառնումով,
- տևողությունը՝ 8 ժամ,
- լուծույթի ջերմաստիճանը՝ 70 °C,
- երկաթի տաշեղների քանակությունը՝ կորզվելիք կապարի զանգվածի կրկնապատիկի չափով:

8. Ունեցնաֆազային վերլուծության եղանակով ցույց է տրված, որ ցեմենտացման արգասիքը հիմնականում մետաղական կապար է:

9. Մշակված է կապարի երկրորդային ելանյութի՝ մարտկոցային ջարդոնափոշու հալման գործընթացը: Ցույց է տրված այդպիսով 99,2 % մաքրությամբ կապարի կորզումը ելանյութից 96 % – ի սահմաններում:

10. Ուսումնասիրված է առաջնային և երկրորդային կիսամաքուր կապարե անոդների էլեկտրառաֆինացման գործընթացը՝ որպես վերահսկիչ պարամետր ընդունելով ըստ հոսանքի մետաղի ելքը: Ցույց է տրված անոդային խառնուրդների վարքը էլեկտրառաֆինացման գործընթացում:

11. Եմիսիոն սպեկտրալ վերլուծության տվյալներով առաջնային և երկրորդային ռաֆինացված կապարներն իրենց մաքրությամբ չեն զիջում

РЕЗЮМЕ

Целью диссертационной работы является разработка технологии получения и рафинирования свинца из местных свинцосодержащих полиметаллических концентратов и вторичных исходных материалов, обеспечивая как рациональное извлечение всех ценных компонентов сырья, так и соответствие технологических процессов современным природоохранным нормам.

В работе теоретически обосновано превращение сульфидов тяжелых цветных металлов и железа в водорастворимые сульфаты посредством низкотемпературного обжига полиметаллического концентрата, создавая тем самым предпосылки для комплексного извлечения металлов гидрометаллургической переработкой огарка.

Сульфатизирующий обжиг полиметаллического концентрата изучен в температурном интервале 500 – 700 °С. Показано превращение сульфидных минералов преимущественно в сульфатные фазы. Оптимальной температурой процесса принят 565 – 575 °С при выдержке в течение 6 – 8 ч.

Выщелачивание полиметаллического огарка производится в две стадии. На первой стадии медь, цинк, кадмий а также железо из сульфатных фаз переводятся в слабый раствор серной кислоты, затем извлекаются из раствора раздельно по стандартным технологиям. Во второй стадии сульфатно-свинцовый кек с содержанием благородных металлов и оксидов железа подвергается выщелачиванию насыщенным раствором поваренной соли и цементацию металлического свинца железным скрапом. Показано, что при совмещении операций растворения и цементации почти вдвое сокращается продолжительность извлечения свинца из кека. Определены оптимальные режимы.

Для переработки порошкообразных составляющих аккумуляторного лома принята технология плавки под слоем смеси графита с известняком.

При изучении процесса электрорафинирования черного свинца исследовались зависимости выхода по току от плотности тока, температуры электролита и расстояния между электродами. Показано, что рафинированные в оптимальных режимах первичный и вторичный свинцы по своей чистоте не уступают свинцам марок С2с и С3с по ГОСТ 3778 - 98, соответственно.

Разработана приемлемая для промышленного внедрения технология переработки первичного и вторичного свинцосодержащего сырья.

Произведено технико - экономическое обоснование разработанной технологии.

По теме диссертации опубликованы 4 научные статьи.

22 Ազգային գրադարան
NL1650634

ГОСТ 3778 - 98 - ով նախատեսված С2с և С3с մակնիշի կապարներին, համապատասխանաբար:

- Որպես էլեկտրառաֆինացման օպտիմալ ռեժիմներ են ընտրված՝
- էլեկտրոլիտի կազմը՝ 65 – 90 գ/լ Pb՝ PbSiF₆ - ի տեսքով և 70 – 95 գ/լ H₂SiF₆,
- միջէլեկտրոդային հեռավորությունը՝ 35 – 45 մմ,
- էլեկտրոլիտի ջերմաստիճանը՝ 30 – 40 °С,
- հոսանքի խտությունը՝ 180 – 220 Ա/մ²,
- վաննայի սկզբնական լարումը՝ 0,3 – 0,4 Վ, որն այնուհետև անողի բևեռացման հաշվին բարձրանում է մինչև 0,5 – 0,6 Վ:

Օպտիմալ ռեժիմներում ռաֆինացման դեպքում մետաղի ելքն ըստ հոսանքի միջին հաշվով 97 % է:

12.Մշակված են կապարատար բազմամետաղային խտանյութից և երկրորդային փոշեծև մարտկոցային ջարդոնից կապարի ստացման և ռաֆինացման տեխնոլոգիական սխեմաները: Ձևակերպված են արտադրական պրոցեսների և տեխնոլոգիական սարքավորումների առանձնահատկությունները:

Մշակված տեխնոլոգիայի հիմնական գրավականը նրա արդյունավետությունն է և համեմատաբար բարձր մաքրությունը՝ շրջակա միջավայրի պաշտպանության տեսակետից:

13.Կատարված է տեղական պայմաններում տարեկան 56000տ բազմամետաղային խտանյութի և 5000տ մարտկոցային փոշեծև կապարահումքի վերամշակման ծավալներով պիրո – հիդրոմետալուրգիական արտադրության կազմակերպման տեխնիկա - տնտեսական հիմնավորում՝ միջազգային պրակտիկայում ընդունված մեթոդիկայով: Գնահատված է կարգավորված արտադրական ռեժիմներում տարեկան մինչև 1641,7 մլն. դրամի (3,65 մլն. ԱՄՆ դոլար) ակնկալվող բաշխելի շահույթը:

Ատենախոսության հիմնական արդյունքները հրատարակվել են հետևյալ աշխատություններում՝

1.Սարգսյան Լ.Ե., Մարտիրոսյան Մ.Վ., Աղայան Ա.Ա. Կապարի երկրորդային ելանյութերի քիմիական և ռենտգենաչափական վերլուծությունը // ԴՊԵՅ տարեկան գիտաժողովի նյութերի ժողովածու / ԴՊԵՅ.- Երևան.- 2004.- Դատոր 2.- էջ 628 – 629:

2.Աղայան Ա.Ա. Բազմամետաղային հումքից կորզված կապարի էլեկտրառաֆինացումը // ԴՊԵՅ տարեկան գիտաժողովի նյութերի ժողովածու / ԴՊԵՅ.- Երևան.- 2005.- Դատոր 2.- էջ 673 – 676:

3.Սարգսյան Լ.Ե., Դովհաննիսյան Ա.Ս., Աղայան Ա.Ա. Սուլֆիդային խտանյութերից կապարի հիդրոմետալուրգիական կորզման տեխնոլոգիայի հետազոտումը // ԴՊԵՅ տարեկան գիտաժողովի նյութերի ժողովածու / ԴՊԵՅ.- Երևան.- 2005.- Դատոր LVIII.- № 3.- էջ 463 – 467:

4.Աղայան Ա.Ա. Կապարի սուլֆիդային խտանյութի օքսիդարար բովանդործընթացի ուսումնասիրումը // ԴՊԵՅ տարեկան գիտաժողովի նյութերի ժողովածու / ԴՊԵՅ.- Երևան.- 2006.- Դատոր LIX.- № 1.- էջ 94 – 98:

