

**ՀՀ ԿՐԹՈՒ ԹՅԱՆ ԵՎ ԳԻՏՈՒ ԹՅԱՆ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒ ԹՅՈՒՆ
ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳՅՅԻՆ ԴՈՒ ԻՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ**

ՀՈՎՍԵՓՅԱՆ ԱՐՄԵՆ ՀՈՎԻԱՆՆԵՍԻ

**ՄՈՒ ԻՔՂԵՆԱՅ ԻՆ ԽՈՍՆՅ ՈՒ ԹԵՐԻ ՎԵՐԱՄՉ ԱԿՄԱՆ ԵՎ ՍՏԱՍՎԱԾ
ՄԻԱԳՈՒԹՅ ՈՒ ՆՆԵՐԻ ԻՒՄԱՆ ՎՐԱՂ ԵԳԻՐՈՂ ԵՎ ՆՈՐ ՆՅ ՈՒ ԹԵՐԻ
ՍՏԱՍՄԱՆ ՄԵՍԱԿԱՆ ԵՎ ՄԵԽՆՈՂ ՈԳԻԱԿԱՆ ԻՒՄՈՒՆՔՆԵՐԻ
ՄՉ ԱԿՈՒՄՂ**

Ե.16.02 – «Մե տալ ու ը ղ գ ի ա» մ ա ն ա գ ի տ ու լ թ յ ա մ բ
տ ե խ ն ի կ ա կ ա ն գ ի տ ու լ թ յ ու Ն ն ե Ր ի դ ո կ տ ո Ր ի
գ ի տ ա կ ա ն ա ս տ ի ճ ա ն ի հ ա յ ց մ ա ն ա տ ե ն ա խ ո ս ու լ թ յ ա ն

Ս Ե Ղ Մ Ա Գ Ի Ր

ԵՐԵՎԱՆ - 2018

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ АРМЕНИИ**

ОВСЕПЯН АРМЕН ОГАНЕСОВИЧ

**РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ
ПЕРЕРАБОТКИ МОЛИБДЕНОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ И ПОЛУЧЕНИЕ НА
ОСНОВЕ ПОЛУЧЕННЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЛЕГИРУЮЩИХ И НОВЫХ
МАТЕРИАЛОВ**

АВТОРЕФЕРАТ

Диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук по специальности 05.16.02-
“Металлургия”

ЕРЕВАН- 2018

Ա տ ե ն ա խ ո ս ու լ թ յ ա ն թ ե մ ա ն հ ա ս տ ա տ Վ Է Լ Ե Հ ա յ ա ս տ ա ն ի ա գ գ ա յ ի ն
պ Ր Լ ի տ ե խ ն ի կ ա կ ա ն հ ա մ ա լ ս ա թ ա ն ի գ ի տ ա կ ա ն խ ո Ր Ի Ր Պ Ի կ ո Ղ մ ի ց

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝
տեխն. գիտ. դոկտոր, պրոֆ. Կ. Յ.

Մարտիրոսյան
տեխն. գիտ. դոկտոր Գ. Խ. Կարապետյան
տեխն. գիտ. դոկտոր Մ. Գ.

Յամալջյան

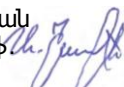
Առաջատար կազմակերպչություն՝ ՀՀ ԳԱԱ Ա.Բ. Նալբանդյանի
անվան
Քիմիական ֆիզիկայի ինստիտուտ

Առենախոսություն պաշտպանությունը կայանալու է 2018թ. փետրվարի 20-ին, ժամը 15⁰⁰-ին, Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանին առընթեր գործող ՀՀ ԲՈՅ-ի «Մետալուրգիա և նյութագիտություն» մասնագիտական խորհրդի (թվանիշ 031) «Մետալուրգիա» ենթախորհրդի (թվանիշ Ե.16.02) բազայի վրա ստեղծված «Մետալուրգիա» մասնագիտություն (թվանիշ Ե.16.02) հատուկ պաշտպանության մասնագիտական խորհրդի նիստում:

Հասցեն՝ 0009, Երևան, Տերյան փ., 105:

Առենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀԱՊՀ-ի գրադարանում:

Սեղմագիրն առաքված է 2018թ. հունվարի 18-ին:

031 մասնագիտական խորհրդի գիտական
քարտուղար, տեխ. գիտ. դոկտոր, պրոֆ.  Ա.Ս.
Յովհաննիսյան

Тема диссертации утверждена ученым советом Национального политехнического университета Армении


Официальные оппоненты: докт.техн. наук, проф. В.А. Мартиросян
докт.техн.наук Г.Х. Карапетян
докт.техн. наук М. Г. Амамчян

Ведущая организация: Институт химической физики им. А.Б. Налбандяна НАН РА

Защита диссертации состоится 20 февраля 2018г. в 15⁰⁰ ч. на заседании специального совета “Металлургия” (шифр 05.16.02), созданного на базе подразделения “Металлургия” (шифр 05.16.02). Специализированного совета “Металлургия и материаловедение” (шифр 031) ВАК РА, действующего при Национальном политехническом университете Армении, по адресу: 0009, г. Ереван, ул.Теряна, 105.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке НИУА.
Автореферат розослан 18 января 2018г.

Ученый секретарь Специализированного



ԱՏԵՆԱԽՈՒՄԻ ԹՅԱՆ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

Աշխատանքի անարևոտ թյուր և **արդիականությունը**: Հայաստանի լեռնամերձային արդյունաբերությանը հանրապետության տնտեսության գերակա ճյուղերից մեկն է, որն է ապահովում արտահանման ծավալների մեծ մասը: Հանրապետությանը մոլիբդենի հայտնաբերված պաշարներով աշխարհում գրավում է առաջնակարգ տեղերից մեկը, որտեղ կենտրոնացված են մոլիբդենի համաշխարհային հաշվարկված պաշարների մոտ 10 տոկոսը: Հանրապետության հանքահարստացման ձեռնարկությունները (Քաջարանի, Ագարակի, Թեղուտի) տարեկան արտադրում են ~12000տ մոլիբդենի տային խտանյութեր: Այդ խտանյութերի համալիր վերամշակումը և դրահիման վրա ժամանակակից նյութերի ստացումը հանդիսանում է հանրապետության արդյունաբերության զարգացման կարևոր ուղղությունները: Ներկայումս այդ խտանյութերի վերամշակմամբ ստանում են ֆերոմոլիբդեն և փոքր քանակի կալցիումի մոլիբդատ:

Անկախ ստացվող նյութից, խտանյութերի վերամշակումը սկսում են օքսիդացուցիչ թրծումով, որի արդյունքում ստացվում են տեխնիկական մաքրության մոլիբդենի եռօքսիդ՝ հումք ֆերոմոլիբդենի ստացման համար և ծծմբային գազեր (SO_2 , SO_3), որոնք արտանետվում են մթնոլորտ, աղտոտելով շրջակայքը:

Մոլիբդենի եռօքսիդը ֆերոմոլիբդենի ստացման հիմնական ելանյութն է:

Ֆերոմոլիբդենը երկաթի և մոլիբդենի համաձուլվածք է 50...75% մոլիբդենի պարունակությամբ, որը օգտագործվում է պողպատների և եգիրման համար:

Ներկայումս լիգատուրաներին ներկայացվում են նոր պահանջներ գունավոր մետաղներից մաքրության, խտության, հալման ջերմաստիճանի, բաղադրության, ձուլագանգվածի համատեղության, երկաթի հալույթում լուծման արագության վերաբերյալ:

Հանրապետության գործարանները արտադրում են ստանդարտի պահանջներին բավարարող ֆերոմոլիբդեն: Սակայն ֆերոմոլիբդենն ունի թերություններ, բաղադրության անհամատեղություն (մոլիբդենի բաղադրությունը ձուլագանգվածի մեջ տատանվում է 45...70%), մեծ խտություն և հեղուկ մետաղում լուծման փոքր արագություն: Նշված գործոնները դժվարացնում են որակյալ պողպատների ստացումը մոլիբդենի պարունակության ստանդարտների սահմանների ցածր արժեքներով, մոլիբդենի տնտեսման նպատակով և նաև տարբեր հալույթների պողպատների հատկությունների ստանդարտացման համար: Բացի դրանից ֆերոմոլիբդենը մոլիբդենի տային խտանյութից ստացվող մոլիբդենային

արտադրանքի ամենաէժան արտադրատեսակն է, որը և արտահանվում է եվրոպական երկրներ:

Բացի Ֆերոմոլիբդենից օգտագործվում է նաև մանրաբյուրեղային կալցիումի մոլիբդատի փոշի, որի ինքնարժեքն ավելի ցածր է, բայց որպես լիգատուրա ունի թերուծյուններ:

Չնայած խոշոր ծավալներով բնական պաշարների առկայությանը, հանքահարստացման արտադրությունների գոյությունը, ինչպես նաև բարձր գները և շուկայի հուսալիությունը, ներկայումս հանրապետությունում կազմակերպված չէ մոլիբդենի մաքուր միացությունների արտադրությունը: Այս պրոբլեմի հիմքում ընկած է նորագույն առաջնակարգ տեխնոլոգիաների բացակայությունը: Մշակվող տեխնոլոգիան պետք է լինի Էկոլոգիապես պաշտպանված և մրցունակ:

Հանրապետությունում բարձր մաքրության մոլիբդենի երկսուլֆիդի, երկսիլիցիդի, կալցիումի և կապարի մոլիբդատների, մաքուր Ֆերոմոլիբդենի և ժամանակակից այլ նյութերի արտադրությունը բացակայում է, մինչդեռ մեծ շահութաբերություն ակնկալելու համար հարկավոր է արտահանել ժամանակակից վերջնական արտադրանք:

Բարձր մաքրության մոլիբդենի դիսուլֆիդը, որպես հակափական պինդ քսանյութ կիրառվում է կենցաղային սարքերում, էներգետիկայում, ռազմական, ավիացիոն և տիեզերական տեխնիկայում, որտեղ սովորական յուղերը և քսուքները կիրառելի չեն (բարձր ջերմաստիճան, ճնշում, վակուում, ագրեսիվ միջավայր, ճառագայթում և այլն), այն ևս փոխարինելի է: Հաշվի առնելով մաքուր և դիսպերս փոշիների մեծ պահանջարկը, բարձր շուկայական գինը և դրանցից նոր հակափական նյութերի ստացման հնարավորությունը, տեղական հումքի բազայի վրա գերմաքուր և դիսպերս 2H-MoS₂-ի ստացման տեխնոլոգիայի մշակումը ժամանակի հրամայականն է և ունի մեծ գիտագործնական նշանակություն:

Կալցիումի մոլիբդատը օգտագործվում է որպես լիգատուրա մոլիբդեն պարունակող պողպատների արտադրությունում:

Կապարի մոլիբդատի մոնոբյուրեղները, շնորհիվ բարձր ֆիզիկական և օպտիկական հատկությունների, մեծ կիրառություն ունեն ժամանակակից լազերային համակարգերում, ակուստոօպտիկական մոդուլյատորներում և դեֆլեկտորներում, միջուկային սարքերում, որպես ցածր ջերմաստիճանային սցինտիլյատորներ:

Մոլիբդենի երկսիլիցիդը շնորհիվ իր մի շարք հատկությունների էլեկտրահաղորդականության, ջերմահաղորդականություն և կիզակայունություն և այլն կիրառում է գտել ժամանակակից տեխնիկայում, հատկապես բարձր ջերմաստիճանային էլեկտրական տաքացուցիչների

արտադրության ընդունում, որոնք ապահովում են օդի միջավայրում մինչև 1800°C: Մոլիբդենի երկսիլիցիդը կիրառվում է նաև որպես ծածկու թափառման նյութ մոլիբդենի հիմքով հրակայուն համաձուլվածքները օքսիդացումից պաշտպանման համար: Հեռանկարային է նաև մոլիբդենի երկսիլիցիդի հիմքով կոմպոզիտային նյութերի կիրառությունը այսպես կոչված «կերամիկական» ներքին այրման շարժիչների արտադրության ընդունում:

Վերջին ժամանակներս խտանյութերի վերամշակման ավանդական եղանակներին փոխարինելու են գալիս ավելի արդյունավետ արդիական մեթոդներ: Դրանց թվին է պատկանում բարձր ջերմաստիճանային ինքնատարածվող սինթետիկ (ԲԻՍ) մեթոդը:

Այսպիսով մոլիբդենային խտանյութերի վերամշակման ռացիոնալ տեխնոլոգիայի մշակման խնդրի արդիականությունը միանգամային ակնհայտ է, որը պետք է ապահովի բարձր մաքրության լիգերոդ և նոր նյութերի ստացումը:

Այդ տեսակետից անենախոսու թեման խիստ արդիական է և հրատապ:

Հետազոտության ներքին նպատակը և խնդիրները:

Անենախոսու թեման հիմնական նպատակն է մշակել մոլիբդենի սուլֆիդային խտանյութերի համալիր վերամշակման շահույթաբեր, բնապահպանական նորմերին բավարարող արտադրական տեխնոլոգիաներ բարձր մաքրության մոլիբդենի երկսուլֆիդի, երկսիլիցիդի, կալցիումի մոլիբդատի, կապարի մոլիբդատի, մոլիբդենի եռօքսիդի և լեգիրոդ նյութերի ստացման համար և բացահայտել գործընթացների տեսական և տեխնոլոգիական հիմունքները:

Նշված նպատակի իրականացման համար աշխատանքում առաջադրվել և լուծվել են հետևյալ հիմնարար խնդիրները:

1. Մշակել մոլիբդենային խտանյութերի վերամշակման գործընթացների տեսական և տեխնոլոգիական հիմունքները մոլիբդենի մաքուր միացությունների՝ մոլիբդենի երկսուլֆիդի, երկսիլիցիդի, եռօքսիդի, կալցիումի և կապարի մոլիբդատների և նոր լեգիրոդ նյութերի ստացման համար:

2. Մոլիբդենի սուլֆիդային խտանյութերը նոսր թթուներով գունավոր մետաղներից մաքրման գործընթացի հետազոտումը, տեխնոլոգիական հիմունքների մշակման նպատակով:

3. Հետազոտել մոլիբդենիտային խտանյութերի տարրալուծման լուծույթների մաքրման և մայրակ լուծույթներից մետաղների համալիր կորզման օրինաչափուն թյունները:

4. Մշակել մոլիբդենիտային խտանյութերից ստացված լուծույթներից հիդրոմետալուրգիական եղանակով, կալցիումի մոլիբդատի և ստեխիոմետրական բաղադրությամբ

գերմաքուր կապարի մոլիբդատի ստացման տեխնոլոգիա: Յետազոտել կալցիումի մոլիբդատի և կապարի մոլիբդատի ստացման գործընթացի մեխանիզմը, կինետիկան և լավարկված ռեժիմները:

5. Մշակել կալցիումի մոլիբդատի հիմքով նոր լեգիրող նյութերի ստացումը, մոլիբդենով պողպատների լեգիրման նպատակով:

6. Յետազոտել մոլիբդենի սուլֆիդային խտանյութերից և սիլիցիումից, վառարանային և բարձրջերմաստիճանային ինքնատարածվող սինթեզի մեթոդներով, մոլիբդենի երկսիլիցիդի ստացման տեսական ու տեխնոլոգիական հիմունքները, Mo-Si համակարգի թերմոդինամիկան, մեխանիզմը և ռեժիմները: Ուսումնասիրել սուլֆիդային խտանյութերից ստացված մոլիբդենի երկսիլիցիդի ֆազային ու կառուցվածքային հատկությունները, բարձրջերմաստիճանային էլեկտրատաքացուցիչների պատրաստման և պողպատների լեգիրման և թթվածնազտման տեխնոլոգիաների համար:

7. Յետազոտել մոլիբդենի սուլֆիդային խտանյութերից սինթեզված սիլիցիումի սուլֆիդների կիրառման ոլորտները, պղնձի օքսիդացած հանքանյութերի մակերևութային սուլֆիդացման և պղնձի կորզման առավել նպատակահարմար տեխնոլոգիական ուղղության մշակման նպատակով:

8. Կատարել մշակված տեխնոլոգիաների տեխնիկատնտեսական հիմնավորում, շահութավետության գնահատում:

Պք տպմուտք ան ներկայացվող հիմնական դրույթները

1. Մոլիբդենիտային խտանյութերի վերամշակման գործընթացների տեսական և տեխնոլոգիական հիմունքները, մոլիբդենի մաքուր միացությունների՝ երկսուլֆիդ, երկսիլիցիդ, եռօքսիդ, կալցիումի և կապարի մոլիբդատներ և նոր լեգիրող նյութերի ստացումը և բնապահպանական խնդիրները:

2. Մոլիբդենիտային խտանյութերը ուղեկից միներալներից մաքրումը, հատկությունների հետազոտումը, լավարկված ռեժիմների ընտրումը և համալիր վերամշակմամբ տեխնիկական մաքրության մոլիբդենի եռօքսիդի և բարձր մաքրության մոլիբդենիտի ստացան տեխնոլոգիական պարամետրերը:

3. Ստացված տարալուծման լուծույթներից, հիդրոմետալուրգիական եղանակով, կալցիումի մոլիբդատի և կապարի ստեխիոմետրական բաղադրության բերմաբ գերմաքուր մոլիբդատի ստացման տեխնոլոգիան:

4. Մոլիբդենի սուլֆիդային խտանյութերից, վառարանային և բարձրջերմաստիճանային ինքնատարածվող սինթեզի մեթոդներով, մոլիբդենի երկսիլիցիդի ստացման տեխնոլոգիան, Mo-Si համակարգի թերմոդինամիկական և տեսական հիմնավորումները, ռեակցիաների մեխանիզմը և

լ ավարկված ռեժիմները: Խառանյուղերից բարձր շերտմաս տիճանային ինքնատարածվող սինթետիկ մեթոդով ստացված արգասիքների ռենտգենաֆազային և միկրոկառուցվածքային հետազոտությանը ներկայումս ներկայումս:

5. Մոլիբդենի սուլֆիդային խառանյուղերի սիլիցիոն մոլվերականգնման գործընթացում ստացված սիլիցիոն միերկսուլֆիդի և նրա նատրումական թիոկոմպլեքսի կիրառումով, պղնձի օքսիդացած միներալների, աղացման փուլում, մակերևութային սուլֆիդացումը, մեխանիզմը, կինետիկան, տեխնոլոգիական ռեժիմները և պղնձի փրփրաֆլուտացումով կորզման տեխնոլոգիայի մշակումը:

6. Լեգիրող նյութերի ստացումը, կալցիոն մոլիբդատի հատկավորման տեխնոլոգիայի մշակումը, լավարկված ռեժիմները:

7. Հատկավորված կալցիոն մոլիբդատով ցածր լեգիրացված արդյառների լեգիրման տեխնոլոգիան և մոլիբդենի երկսիլիցիդով լեգիրման և թթվածնազտման տեխնոլոգիան:

8. Մոլիբդենի սուլֆիդային խառանյուղերի համալիր վերամշակման և նրանցից մոլիբդենի մաքուր միացությունների՝ երկսուլֆիդի, երկսիլիցիդի, եռօքսիդի, կալցիոն մի և կապարի մոլիբդատների և նոր լեգերող նյութերի ստացման մշակված տեխնոլոգիաների տեխնիկատնտեսական հիմնավորումը:

Աշխատանքի գիտական նորույթը

1. Առաջին անգամ բացահայտվել է մոլիբդենիտային խառանյուղերի մեջ գտնվող խառնուրդ միներալների, նոսր թթուներով, տարալուծման գործընթացի տեսական և տեխնոլոգիական օրինաչափությունները: Ցույց է տրված, որ խառնուրդների մաքրման համար անհրաժեշտ է միներալների մակերևույթները մաքրել ֆլուտացիայի նյութերից, որը հնարավորություն է տալիս ինտենսիվացնել խառնուրդ միներալների ընտրողական տարրալուծումը:

2. Մոլիբդենի սուլֆիդային խառանյուղերից ստացված լուծույթներից առաջին անգամ մշակվել է կալցիոն մի և գերմաքուր կապարի մոլիբդատի ստացման տեխնոլոգիաները: Ցույց է տրվել, որ ամոնիում մի մոլիբդատի լուծույթից կապարի մոլիբդատի նստեցման մեթոդն ավելի նախընտրելի է:

3. Առաջին անգամ հաստատված է $\text{MoS}_2\text{-Si}$ համակարգերում ֆիզիկաքիմիական փոխակերպումները, ընթացող ռեակցիաների մեխանիզմը և կինետիկան: Պարզվել է, որ շերտմաս տիճանի բարձրացմանը զուգընթաց մեծանում է մոլիբդենի երկսիլիցիդի ստացման հավանականությունը, առաջանում են նաև սիլիցիոն մի սուլֆիդներ SiS_2 և SiS :

4. Առաջին անգամ բացահայտվել է սիլիցիոն մի երկսուլֆիդի և նրա նատրումական թիոկոմպլեքսով պղնձի օքսիդացած միներալների, աղացման փուլում, մակերևութային սուլֆիդացման գործընթացի մեխանիզմը,

կինետիկան, տեխնոլոգիական ռեժիմները և պրևձի փրփրաֆլուտացումով կորզման տեխնոլոգիան:

5. Առաջին անգամ ցույց է տրված, որ մոլիբդենի տային խտանյուն թերի ցածր ջերմաստիճանային թրծման կիրառումը պարզեցնում է գունավոր մետաղներից մաքրումը և հետագա տարալուծման ժամանակ նվազեցնում է մոլիբդենի կորուստները:

6. Ձևակերպվել է հատիկավորված կալցիումի մոլիբդատով և մոլիբդենի երկսիլիցիդով ցածր լեգիրված պողպատների լեգիրման և թթվածնազտման սկզբունքը: Բացահայտվել է ցածր լեգերված պողպատներում հատիկավորված կալցիումի մոլիբդատի և մոլիբդենի երկսիլիցիդի լուծման մեխանիզմը և կինետիկան:

Աշխատանքի կիրառական նշանակությունը

Աշխատանքի կիրառական նշանակությունը կայանում է նրանում, մշակվել է մոլիբդենի սուլֆիդային խտանյուն թերից տնտեսապես շահավետ և բնապահպանական նորմերին բավարարող արտադրական տեխնոլոգիաներ բարձր մաքրության մոլիբդենի երկսուլֆիդի, երկսիլիցիդի, կապարի մոլիբդատի և լեգիրող նյութերի ստացման համար և բացահայտվել է գործընթացների տեսական և տեխնոլոգիական հիմունքները:

Ստացված բարձր մաքրության և դիսպերսության մոլիբդենի երկսուլֆիդը կարող է օգտագործվել կենցաղային սարքերում ու մեքենաներում, շարժիչների յուղերի մեջ որպես շփումը փոքրացնող հավելանյութ, էներգետիկայում, ավիացիոն և տիեզերական տեխնիկայում և այլն: Այն էքստրեմալ պայմաններում աշխատող ամենալավ հակափական նյութն է:

Երկսիլիցիդի ստացումը անմիջական խտանյուն թերից հնարավորություն է տալիս կրճատել արտադրանքի ինքնարժեքը և վերականգնել տաքացուցիչների արտադրությունը Հանրապետությունում: Մոլիբդենի հիդրոմետալուրգիական խտանյուն թերից երկսիլիցիդի ստացումը հնարավորություն է տալիս ստանալ որակյալ համալիր լիգատուրա, որը պողպատի արտադրությունում փոխարինում է տարրային ֆերոհամածուլվածքներին (ֆերոմոլիբդեն, ֆերոսիլիցիում):

Մշակվել է պրևձի օքսիդացած հանքանյութերից պրևձի սուլֆիդների ստացման տեխնոլոգիա, որի հիմնական ամանձնահատկությունը կայանում է օքսիդացած հանքանյութերի և սուլֆիդարարի՝ նատրիումի թիոկոմալեքսի ($\text{Na}_2[\text{SiS}_3]$) համատեղ մշակումը աղացման փուլում: Պրևձի օքսիդացած և խառը, դժվար հարստացվող հանքանյութերի ու հանքամնացուցիչների և թափոնակույտերի վերամշակումը կնպաստի լուծելու Հայաստանի էմնահանքային արդյունաբերության հումքային, տնտեսական և էկոլոգիական խնդիրներ:

Մշակվել է հատիկավորված կալցիումի մոլիբդատով և մոլիբդենի երկսիլիցիդով ցածր և բարձր պարունակությամբ և բթված նազտման տեսիլ ու զգիլի համար: Այն հետաքրքիր է իր յուրաքանչյուր օգտագործելի և օգտագործված տարբարակներով և արտադրության ու նույնիսկ առաջացած թափոններով:

Ատենախոսության տեսական, տեղեկատվական և մեթոդական հիմքերը

Ատենախոսության համար տեսական հիմք են ծառայել հայրենական և արտասահմանյան դասական և ժամանակակից աշխատությունները: Հետազոտությունները համար տեղեկատվական հիմք են հանդիսացել հրատարակված պաշտոնական տեղեկատուները և տեղեկագրերը, ինչպես նաև տեսիլի կանոնները, պարբերականները, արտոնագրերը, ԳՈՍՏ-երը և այլն:

Հետազոտությունները ընթացքում կիրառվել են համակարգչային, գրաֆիկական, քիմիական, ռենտգենաֆային, սպեկտրային, ատոմա-աբսորբման, ջերմածանրաչափական և դիֆերենցիալ-թերմիկական և այլ վերլուծական մեթոդներ:

Աշխատանքի արդյունքների փորձարկումը

Ատենախոսության հիմնարկությունները և գործնական հանձնարարականները գեկոնցվել և քննարկվել են ՀԱՊՀ-ի տարեկան գիտաժողովներում, ՀԱՊՀ-ի «Մետալուրգիա և Նյութագիտություն» ամբիոնի գիտական սեմինարներում և ՀՀ ԳԱԱ ԸԱԹԻ-ի գիտական խորհրդում, հանրապետական և արտասահմանյան գիտական կոնֆերանսներում: Հետազոտությունները ընդգրկված են ՀՀ ԳՊԿ-ի գիտական և գիտատեսիլի կանոններում, պայմանագրային, հիմնարար և կարևորագույն նշանակություն ունեցող կիրառական հետազոտությունների ծրագրերում:

Հրատարակումները: Ատենախոսության հիմնական արդյունքները հրատարակված են 68 աշխատանքներում, այդ թվում 31 հոդվածներ՝ հրատարակվել են գրախոսվող ՀՀ ԲՈՅ-ի կողմից ընդունելի ամսագրերում և հրատարակության ու ներդրում (8-ը՝ արտասահմանում, 9-ը՝ առանց համահեղինակների), 3-ը գյուտի արտոնագրեր են, 17 աշխատանքներ ուրուք հրատարակվել են գիտական ժողովածուներում և միջազգային գիտաժողովների նյութերում, իսկ 17-ը՝ հրատարակվել են գիտական կոնֆերանսների թեզերի ժողովածուներում:

Ատենախոսության կառուցվածքը և ծավալը:

Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, 6 գլուխներից, ընդհանուր եզրակացություններից և 227 անուն օգտագործված գրականություններից: Այն շարադրված է 221 համակարգչային տպագիր էջերում, ներառում է 89 նկար, 61 աղյուսակ և երկու հավելված:

ԱՏԵՆԱՒՈՍՈՒ ԹՅԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒ ԹՅՈՒՆԸ

Ներածու թյ ու նու մ համառոտ հիմնավորված է ատենախոսության թեմայի արդիականությանը, ներկայացված են հետազոտությանը նկատմամբ հիմնական նպատակը, ցույց է տրված գիտական նորոգումը և կիրառական նշանակությանը: Առաջադրված են հետազոտությանը նկատմամբ հիմնական խնդիրները, նշված են հետազոտման հիմնական փուլերը:

Առաջին գլխում կատարվել է հայրենական և արտասահմանյան գրականության վերլուծությանը մոլիբդենի սուլֆիդային խտանյութերի վերամշակման մեթոդների, մաքուր միացությանը նկատմամբ, երկսուլֆիդի, կալցիումի և կապարի մոլիբդատների, երկսիլիցիդի և եգիպտացորենի ստացման տեխնոլոգիական գործընթացների վերաբերյալ: Գրական ակնարկից և վերլուծությանը հետևում է դրանց առանձնահատկությանը, առավելությանը նկատմամբ թերությունները: Հիմնավորվել է աշխատանքի նպատակը և հետազոտությանը նկատմամբ խնդիրները:

Երկրորդ գլխում տրված են ելանյութերի տեխնիկական բնութագրերը և կատարվել է չափիչ-հսկիչ սարքավորումների ընտրումը, մշակված է հետազոտությանը նկատմամբ մեթոդիկան: Որպես ելանյութեր ընտրվել են KMF և KMФ մակնիշների ստանդարտ մոլիբդենի սուլֆիդային խտանյութերը: Վերամշակման համար ընտրվել են մաքուր նյութեր կալցիումի քլորիդ, ազոտական թթու, աղաթթու, KP00 մակնիշի սիլիցիում, ուսումնասիրվել են դրանց բնութագրերը:

Գերմաքուր մոլիբդենի երկսուլֆիդի մանրացման համար օգտագործվել է շիթային աղաց 2С տիպի կայանք՝ СПВ հարթ աղացման խցով:

Երկաթի հալումը մոլիբդենի երկսիլիցիդի և ուծման ջերմային էֆեկտների որոշման համար օգտագործվել է իզոթերմային կալորիաչափ:

Որպես լիգանտուրա, հատիկավորված կալցիումի մոլիբդատի և մոլիբդենի երկսիլիցիդի արտադրական փորձարկումները կատարվել են Վոլգոգրադի «Կրասնի Օկտյաբր» մետալուրգիական գործարանում, 200 և 150 տ սարդոլությանը ելեկտաաղեղային և մարտենյան վառարաններում: Պողպատներում սարքերի համաեռությանը որոշվել է MS-66 «Cameka» (\$րանսիա) միկրոռենտգենային կտրային միկրովերլուծիչի միջոցով: Ֆազային վերլուծությանը կատարվել է ДРОН-2 և գերմանական արտադրության URD 63 ռենտգեն դիֆրակտոմետրերի օգնությամբ:

Խտանյութերի բաղադրությանը և խառնուրդները որոշվել են ատոմաբաժանման սպեկտրաչափի (Perkin Elmer AAS-600) միջոցով:

Երրորդ գլխում նվիրված է մոլիբդենի տային խտանյութերի խառնուրդ միներալներից մաքրման գործընթացներին, մոլիբդենի եռօքսիդի, բարձր մաքրությանը և դիսպերսությանը երկսուլֆիդի և կալցիումի ու

կապարի մոլիբդատների ստացման տեսական և տեխնոլոգիական հիմունքների մշակման համար:

Մոլիբդենիտային խտանյուղերի խառնուրդներից մաքրման գործընթացների հետազոտման համար որպես էլանյուղ է ընտրվել մոլիբդենիտային ստանդարտ խտանյուղը (ГОУС 212-76): Հետազոտությունների համար վերցվել է պրոնիբարձր պարունակությամբ (1,2% Cu) Ազարակի հարստացուցիչ ֆաբրիկայի մոլիբդենիտային խտանյուղը:

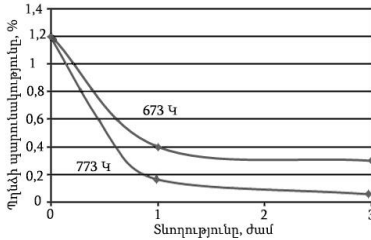
Որակյալ պողպատներում վնասակար խառնուրդներ են համարվում S, P, Cu, Zn, Pb, Sn, Sb և այլն: Առավել վնասակար է Cu-ը: Այն անցնելով պողպատի մեջ, վերջինիս տալիս է սառնաբեկունություն և նպաստում է խոշորահատիկ կառուցվածքի ստացմանը: Ca և Mg-ը խանգարում են ծծմբի հեռացմանը և մետաղական մոլիբդենի արտադրությունում, կիսալրուկից մոլիբդենի ամիակաշրջով տարալուծման գործընթացին:

խտանյուղը ենթարկվում է նախնական ցածրջերմաստիճանային թրծման 673...773⁰ օդի և ջրային գոլորշու միջավայրում, 2...3 ժամ տևողությամբ: Ջուրը թթվածնի լավ փոխադրող է, նպաստում է սուլֆիդների օքսիդացմանը հատիկների ներսում և միևնույն ժամանակ նվազեցնում է թթվածնի ակտիվությունը, ինչի հետևանքով առաջանում է մոլիբդենի ցածր օքսիդներ:

Mo-S-O համակարգում կայուն կոնդենսացված ֆազեր են՝ Mo, Mo₂S₃, MoS₂, MoS₃, MoO₂ և MoO₃: MoS₂-ի օքսիդացումը բազմաստիճանային բնույթ է կրում. MoS₂ → MoS₂O → MoSO₂ → MoO₂ → Mo_nO_{3n-1} → MoO₃:

Կիսաթրծված մոլիբդենիտային խտանյուղը գունավոր մետաղներից մաքրման համար տարալվացվում է 4...7%-անոց աղաթթվի լուծույթով, պ:հ=1:2 հարաբերությամբ, 2...3 ժամ տևողությամբ: Ցածրջերմաստիճանային թրծման ժամանակ օդի և ջրային գոլորշու միջավայրում մետաղների սուլֆիդները (FeS₂, CuFeS₂, ZnS, PbS) առաջացնում են սուլֆատներ և օքսիդներ, որոնք լավ լուծվում են 4...7% աղաթթվի լուծույթում: Կալցիումի մոլիբդատը լավ լուծվում է նոսր աղաթթվի լուծույթում: Ֆերոմոլիբդատը նույնպես լուծվում է նոսր աղաթթվի լուծույթում: Մոլիբդենիտը օքսիդանում է մասնակիորեն՝ առաջացնելով MoO₂-ը, որը, ինչպես նաև MoS₂-ը չեն լուծվում աղաթթվի նոսր լուծույթում:

Նկ.1 –ում բերված է կիսաթրծված մոլիբդենիտային խտանյուղի պրոնիբարձր պարունակության փոփոխությունը 6%-անոց աղաթթվի լուծույթով տարալուծման դեպքում:



Նկ. 1. 6%-անոց աղաթթվով տարրալվացման ժամանակ պղնձի

պարուն նակուղթյան կախուռ մը գործընթացի տևողությունը

Հետազոտվել է նաև մոլիբդենիտային խտանյուղերը անմիջական նոսր թթուներով մաքրման գործընթացները: Մոլիբդենիտային խտանյուղը պարունակում է 2...4% \$F\$լոտոագդանյուղեր, որոնք արդյունաբերական նավթայուղեր են, կերոսին, բուտիլային քսանտագենատ և այլն: Սրանք դժվարությամբ են առաջացնում խտանյուղի խառնուրդներից անմիջական մաքրման հիդրոմետալուրգիական գործընթացներում: \$F\$լոտոագդանյուղերից խտանյուղի մաքրումը կատարվել է նատրիումի մետասիլիկատի ($Na_2SiO_3 \cdot 9H_2O$) և $O\Gamma-7$ կամ $O\Gamma-10$ մակնիշի էմուլսարարի ջրային լուծույթներով, սենյակային ջերմաստիճանում:

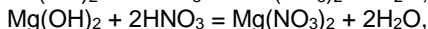
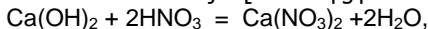
Փորձերի արդյունքներով ընտրվել են լավարկված ռեժիմները ջերմաստիճանը $60...65\text{ }^\circ C$, մանրացումը 30 րոպե, խտանյուղ-նատրիումի մետասիլիկատ և էմուլսարար հարաբերությունը վերցվել է զանգվածային բաժիններով, $1:(0,05...0,09):(0,003...0,01)$, պի հարաբերությունը $1:1$:

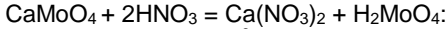
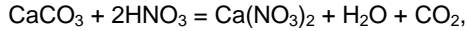
Կատարվել է պարզված քաղաղման եղանակով խտանյուղի մաքրում շլամից և ածխային մասնիկներից:

Մնացած խառնուրդներից ($CuFeS_2$, FeS_2 , SiO_2 , Al_2O_3 , $CaCO_3$, $MgCO_3$ և այլն) հետագա մաքրումը կատարվել է նոսր թթուներով տարրալվածման միջոցով:

Տարրալուծումը բարդ հետերոգեն գործընթաց է կախված մի շարք տեխնոլոգիական գործոններից (ջերմաստիճան, ճնշում, ժամանակ, ազդանյուղերի կոնցենտրացիա, խառնման արագություն, խտանյուղի հատիկաչափական կազմ, պի հարաբերություն) և այլն: Հետազոտությունները կատարվել են խառնուրդների ընտրողական տարրալուծումով: Հաշվի առնվելով նոսր ազոտական թթվի պասիվացնող ազդեցությունը MoS_2 -ի լուծման վրա:

3%-անոց ազոտական թթվով տարրալուծման դեպքում լուծույթ են անցնում CaO , MgO , $CaCO_3$, $MgCO_3$, $CaMoO_4$ միներալները: Ընթանում են հետևյալ ռեակցիաները.





Փորձերը կատարվել են 20, 40, 60°C ջերմաստիճաններում, 1, 3, 5 ժ տևողությամբ, պ: հ = 1:2: Բաժակի մեջ լցվել է 1000 մլ 3%-անոց ազոտական թթու և անընդատ խառնումով լցվել է 500 գ ֆլոտացիայի մաքրված խտանյութ: Սահմանված ժամանակից հետո խյուսը ֆիլտրվել է և լվացվել է ջրով մինչև pH = 6,5: Ստացված լուծույթները միացվել են, չափվել է ծավալը և կատարվել է վերլուծություն: Լվացված խտանյութը չորացվել է, որոշվել է ելքը և կատարվել է վերլուծություն: Աղ. 1-ում ներկայացված են լվացման արդյունքները: Պարզվել է, որ ջերմաստիճանի և տարալուծման ժամանակի բարձրացման դեպքում մոլիբդենի անցումը լուծույթ անսչան է (0,33...0,52 %) միևնույն ժամանակ երկաթի լուծելիությունը ավելանում է 13,78-ից մինչև 22,47%: Ստացված խտանյութի բաղադրությունը եղել է Mo - 54,7%, Fe- 3,49%:

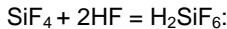
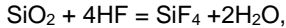
Աղյուսակ 1

Մոլիբդենիտային խտանյութերի, 3% -անոց ազոտական թթվով, լվացման հաշվեկշիռը

Տար. ժամ	t °C	Նյութի անվան.	Կշիռ, ծավ. մլ	Mo-ի պարունակ.			Fe-ի պարունակ.		
				%, գ/լ	գ	% սկզբ.	գ/լ	գ	% սկզբ.
1	20	Mo խտ.	486	56,0	272,6	99,67	3,13	15,0	86,20
		Լուծ. նլյ.	2000	0,46	0,92	0,33	1,2	2,4	13,80
		Ընդամ.	-	-	273,52	100	-	17,4	100
3	20	Mo խտ.	480	56,78	272,58	99,6	3,11	14,9	85,67
		Լուծ. նլյ.	2000	0,46	0,92	0,34	1,25	2,5	14,33
		Ընդամ.	-	-	273,5	100	-	17,4	100
5	20	Mo խտ.	480	56,7	272,16	99,64	3,0	14,4	85,21
		Լուծ. նլյ.	2000	0,5	1,0	0,36	1,25	2,5	14,79
		Ընդամ.	-	-	273,16	100	-	16,9	100
1	60	Mo խտ.	478	56,7	270,9	99,56	2,99	14,3	81,89
		Լուծ. նլյ.	2000	0,6	1,2	0,44	1,58	3,16	18,11
		Ընդամ.	-	-	272,13	100	-	17,4	100
3	60	Mo խտ.	476	56,7	269,9	99,48	2,91	13,8	79,48
		Լուծ. նլյ.	2000	0,68	1,36	0,52	1,79	3,58	20,52
		Ընդամ.	-	-	271,25	100	-	17,4	100

5	60	Mo խառ.	472	56,82	268,19	99,48	2,86	13,5	77,53
		Լ ու ծ ն լ յ .	2000	0,7	1,4	0,52	1,94	3,92	22,47
		Ը ն դ ա մ .	-	-	269,6	100	-	17,4	100

Մոլիբդենիտային խտանյուղերի մաքրումը քվարցիտից (SiO₂) կատարվել է ֆտորաջրածնական թթվով տարալուծմամբ: Ընթանում են հետևյալ ռեակցիաները.



Սկզբնական խտանյուղում չլուծվող նստվածքը կազմել է 3,4%: Վերցվել է 200գ խտանյուղ: Տարալուծումը կատարվել է հետևյալ կերպ, մեկ կշռային մաս խտանյուղի համար վերցվել է 0,7 մաս ջուր և խառնելով ավելացվել է 0,3 մաս 40%-անոց ֆտորաջրածնական թթու: Փորձերը կատարվել են 40 և 60°C ջերմաստիճաններում, 2, 4, 6, 8 ժ տևողությամբ, աննդատ խառնումով: Տարալուծումից հետո ֆիլտրվել է և լվացվել ջրով մինչև pH = 6,2...6,4, լվացված խտանյուղը չորացվել է 120...130 °C ջերմաստիճանում և ենթարկվել է վերլուծության: Տարալուծման արդյունքների հաշվեկշիռը ներկայացված է աղ 2-ում, որից երևում է, որ ֆտորաջրածնական թթվի միևնույն ծախսի դեպքում, արդյունքները լավանում են տարալուծման ժամանակի և ջերմաստիճանի բարձրացման ժամանակ:

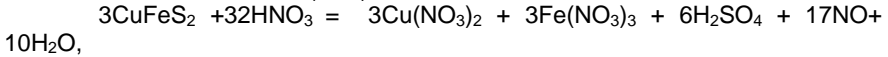
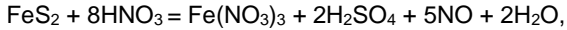
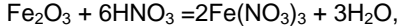
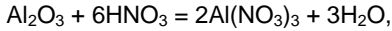
Լավագույն արդյունքները ստացվել են տարալուծման ջերմաստիճանը 60 °C և ժամանակը 6...8 ժ, անլուծելի նստվածքը կազմել է 0,04...0,006%:

Աղյուսակ 2

20...22%-անոց ֆտորաջրածնական թթվով մոլիբդենիտային խտանյուղերի մաքրման հաշվեկշիռը

№	Վերցվել է			Ժամանակ, ժ	Ստացվել է		
	Նյութի անվանումը	40% HF-ի ծախսը, մլ	t °C		կշիռը, գ	%, ելանյութային	չլ. նստվ. կար. %
1	Mo-ի խտան.	60	40	2	195,5	97,75	0,57
2	Mo-ի խտան.	60	40	4	194,0	97,0	0,25
3	Mo-ի խտան.	60	40	6	193,6	96,8	0,14
4	Mo-ի խտան.	60	60	2	194,1	97,05	0,21
5	Mo-ի խտան.	60	60	4	192,0	96,0	0,08
6	Mo-ի խտան.	60	60	6	191,8	95,9	0,04
7	Mo-ի խտան.	60	60	8	191,2	95,6	0,006

Խտանյուղը ֆտորաջրածնական թթվով մշակելուց հետո ենթարկվել է երրորդ տարալուծման, ազոտական թթվի ջրային լուծույթով, որի նպատակն է մնացած Al₂O₃ և Fe-ի ու Cu-ի սուլֆիդների (FeS₂, CuFeS₂) հեռացումը: Հավանական ընթացող ռեակցիաներն են.



Տարալուծումը կատարվել է հետևյալ ռեժիմներով: Բաժակի մեջ լցվել է խտանյութը և ջուրը պի = 1:1 հարաբերությամբ և ավելացվել է հաշվարկային քանակի ազոտական թթու: Փորձերը կատարվել են 40 և 60°C ջերմաստիճաններում, 6, 8, 12, ժ տևողությամբ: Տվյալ ժամանակի լրանալուց հետո խյուսը ֆիլտրվել է, նստածքը լվացվել է թորած ջրով մինչև pH = 6...7: Ֆիլտրատը և լվացման լուծույթները միացվել են: Լվացված խտանյութը և լուծույթները ենթարկվել են վերլուծության: Լվացված խտանյութը չորացվել է 120°C ջերմաստիճանում և ենթարկվել են մաղային և սպեկտրյալ վերլուծության: Տարալուծման արդյունքների հաշվեկշիռը ներկայացված է աղյուսակ 3-ում, որից պարզվում է, որ երկաթի լուծելի ունը խոնրակված է թթվի ծախսից, ջերմաստիճանից և տևողության ունից: Մաղային վերլուծության ունից պարզվել է, որ ստացված մաքուր մոլիբդենիտը ունի հետևյալ մաղայն կազմը +125 մկ -2,5 %; +100մկ-10%; +80մկ-4%; +60 մկ-11,5%; +50մկ-20,5%, -50մկ-51,5%:

Օպտիմալ պայմաններն են ազոտական թթվի ծախսը մեկ տ խտանյութի համար 300 լիտր, տարալուծման ժամանակը 12 ժ, ջերմաստիճանը 60 °C: Այդ դեպքում երկաթի պարունակությունը նվազում է մինչև 0,08%: Մոլիբդենի անցումը լուծույթ կազմում է ելանյութի 6,35%-ը:

Աղյուսակ 3
Ազոտական թթվով մոլիբդենիտային խտանյութերի տարալուծման հաշվեկշիռը

HNO ₃ մլ	T, °C	ժ	Նյութի անվ.	Ելք		Mo			Fe		
				քաշը	%	գ/լ	գ	Սկզ. %	%, գ/լ	գ	Սկզ. %
50	40	6	խտ.	477,7	95,5	-	-	-	0,79	3,8	32,34
			Լուծ.	2500	-	2,58	6,45	2,26	3,18	7,95	67,65
100	40	6	խտ.	474	94,8	-	-	-	0,5	2,37	20,17
			Լուծ.	2500	-	3,51	8,8	3,06	3,75	9,38	79,83
150	40	6	խտ.	471	94,2	-	-	-	0,25	1,18	10,04
			Լուծ.	2500	-	5,09	12,7	4,43	4,23	10,6	89,96
150	40	8	խտ.	469	-	-	-	-	0,25	1,17	10,0
			Լուծ.	2500	-	5,12	12,8	4,46	4,23	10,6	90,0
150	40	12	խտ.	468	93,6	-	-	-	0,23	1,07	9,10
			Լուծ.	2500	-	6,41	16,0	5,58	4,27	10,7	90,90

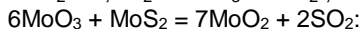
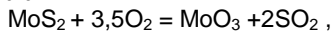
			ծ.								
50	60	6	խո.	471	-	-	-	-	0,21	0,98	8,43
			Լ ու լ ծ.	2500	-	3,5	8,7	3,13	4,3	10,8	91,57
100	60	8	խո.	464	-	-	-	-	0,15	0,69	5,92
			Լ ու լ ծ.	2500	-	6,4	16	5,57	4,42	11,1	94,13
150	60	12	խո.	460	-	-	-	-	0,08	0,37	3,13
			Լ ու լ ծ.	2500	-	7,3	18,3	6,35	4,55	11,4	96,85

Չորրորդ գլ ու խը նվիրված է մոլիբդենի սուլֆիդային խտանյուղերից մոլիբդենի եռօքսիդի, մաքուր միացությունների՝ երկսուլֆիդի, կալցիումի և կապարի մոլիբդատների, երկսիլիցիդի և լեգիրող նյութերի ստացման գործընթացների տեսական և տեխնոլոգիական հիմունքների մշակմանը:

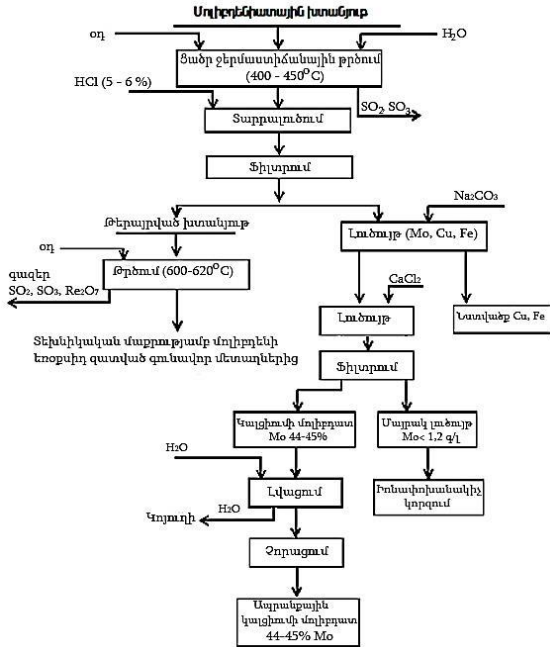
Մոլիբդենի եռօքսիդ և կալցիումի մոլիբդատ

Յիմնվելով քիմիական, ռենտգենաֆային, սպեկտրային, ջերմածանրաչափական, ատոմա-աբսորբման, և դիֆերենցիալ-թերմիկական և այլ վերլուծական մեթոդների և մոլիբդենի սուլֆիդային խտանյուղերի ուղեկցող միներալներից մաքրման հետազոտությունների վրա, մշակվել է գունավոր մետաղներից մաքուր մոլիբդենի եռօքսիդի ստացման տեխնոլոգիա:

Բարձր որակի ֆերոմոլիբդեն ստանալու նպատակով հետազոտվել է մոլիբդենիտային խտանյուղերի մաքրումը գունավոր մետաղներից: Մշակվել է մոլիբդենիտային խտանյուղերի համալիր վերամշակման տեխնոլոգիական սխեմա (նկ.2), համաձայն որի մոլիբդենիտային խտանյուղերը ենթարկվում են նախնական 673...723 Կ ցածր ջերմաստիճանային թրծման, օդի և ջրային գոլորշու միջավայրում: Ջրային գոլորշու և սուլֆիդների ռեակցիաներն այդ ջերմաստիճաններում աննշան են, այն օգտագործվում է որպես ջերմաստիճանի կարգավորիչ: Ցածր ջերմաստիճանային թրծման ժամանակ ծանր գունավոր մետաղների սուլֆիդներն առաջացնում են սուլֆատներ և օքսիդներ որոնք ավել ուծելի են նոսր աղաթթվի լուծույթում, մոլիբդենիտը օքսիդանում է մինչև ցածր օքսիդներ, որոնք անլուծելի են աղաթթվում: Տեղի են ունենում մի շարք ռեակցիաներ որոնցից հիմնականներն են՝



Կիսաթրծված մոլիբդենիտային խտանյուղը գունավոր մետաղներից մաքրման համար տարալուծվել է 5...8 %-անոց աղաթթվի լուծույթով:



Նկ. 2. Մոլիբդենի տային խտանյուղի թերից տեխնիկական մաքրության մոլիբդենի եռօքսիդի և կալցիումի մոլիբդատի ստացման սխեման

Կիսաթործված մոլիբդենային խտանյուղը ենթարկվում է լրաթործման 600...620°C ջերմաստիճանում: Ստացված մոլիբդենի եռօքսիդը բավարարում է որակյալ ֆերոմոլիբդենի արտադրության պահանջներին, բացի դրանից մետաղական մոլիբդենի արտադրության ժամանակ, ամոնյակի ջրային լուծույթով տարալուծման գործընթացում գրեթե թափոնակույտ չի առաջանում, լավ լուծվում է 12%-անոց NH₄OH-ում:

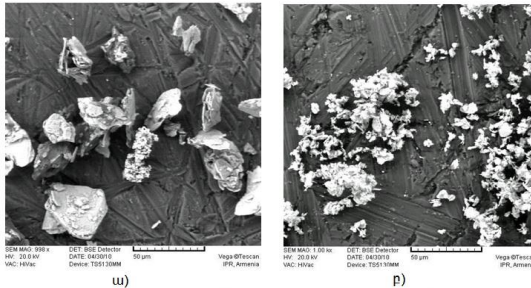
Մոլիբդեն պարունակող լվացման լուծույթները, պղնձից և այլ խառնուրդներից մաքրման համար, չեզոքացվում են սոդայով մինչև pH ≈ 8: Գունավոր մետաղներից մաքրված լուծույթից, կալցիումի քլորիդի միջոցով, նստեցվում է կալցիումի մոլիբդատ: Դեկանտատը ուղարկվում է Mo-ի և Re-ի կորզման: Կալցիումի մոլիբդատը լվացվում է ջրով CaSO₄-ի անջատման համար: Ստացված կալցիումի մոլիբդատը բավարարում է ստանդարտի պահանջներին:

Մոլիբդենի երկուսի ֆիզ. և կապի մոլիբդատ Առաջին անգամ մշակվել է մոլիբդենի տային խտանյուղի համալիր վերամշակումով մաքուր և դիսպերս մոլիբդենի երկուսի ֆիզի. և կապի մոլիբդատի ստացման տեխնոլոգիա: Զետագոտվել են ֆլոտացիանյութերից մաքրման և

պարզված քաղաղման եղանակով շլամագերծման գործընթացները: Յետագոտվել է, խառնուրդների ընտրողական տարրալուծման եղանակով, ազոտական ու ֆտորաջրածնական խթունների նոսր լուծույթներով, մոլիբդենի տային խտանյութերի մաքրման գործընթացները: Ստացված մոլիբդենի երկսուլֆիդի բաղադրությունն է, 2H-MoS_2 99,8% և խառնուրդներ SiO_2 - 0,02...0,03%, Fe - 0,01...0,06%, Al_2O_3 - 0,02...0,024%, CaO - 0,01...0,015% MgO- 0,03%:

Յետագոտվել է ստացված մաքուր MoS_2 -ի հատկությունները: Ապացուցվել է, որ MoS_2 -ը իր որակով գերազանցում է բոլոր հայտնի պինդ քսանյութերին: Կարևոր պայմանը համարվում է դիսպերսությունը, այսինքն՝ դիսպերսության աստիճանը պետք է համապատասխանի մակերևույթի խորդուբորդությունների աստիճանի հետ: Խտանյութի հետագա մանրացումը կատարվել է շիթային ուղղահայաց խողովակային խցիկով աղացում: Խտանյութի այսպիսի մշակումն ապահովում է բարձր մաքրության և դիսպերսության մոլիբդենի երկսուլֆիդի ստացումը, որը գերազանցում է TY- 48-19-133-90-ի պահանջները:

Նկ. 3-ում բերված է ա) ստացված մաքուր մոլիբդենի երկսուլֆիդի տեսքը և բ) շիթային աղացում մանրացված հետո:

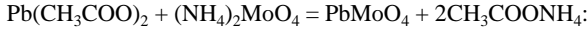


Նկ. 3. Մոլիբդենի երկսուլֆիդի տեսքը ա) մինչև և մանրացումը, բ) շիթային աղացում մանրացված ($\times 1000$)

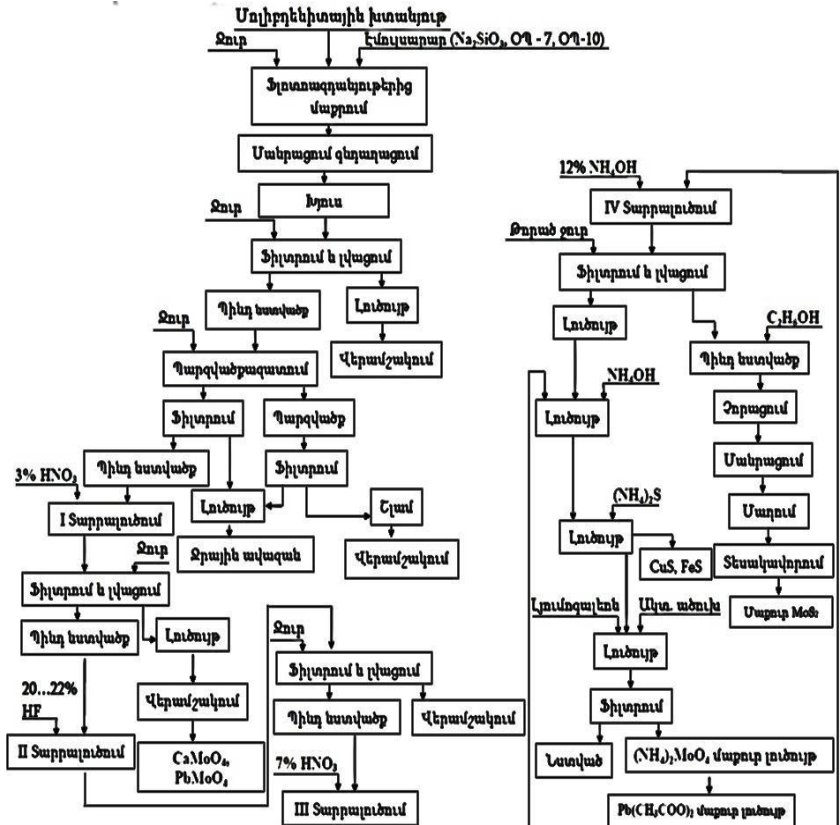
Յամալի վերամշակումը ապահովելու համար մշակվել է վացման ազոտաթթվական լուծույթներից, հիդրոմետալուրգիական եղանակով, ստեխիոմետրական բաղադրությամբ գերմաքուր կապարի մոլիբդատի ստացման տեխնոլոգիա (նկ.4):

Ամոնիումի մոլիբդատը և քացախաթթվական կապարը, ջրում լուծելի մյուս աղերի համեմատ, ավելի հեշտ են մաքրվում խառնուրդներից, այդ իսկ պատճառով գերմաքուր կապարի մոլիբդատի ստացման համար ընտրվել է ամոնիումի մոլիբդատի և քացախաթթվական կապարի բարձր մաքրության լուծույթները և քիմիական նստեցման մեթոդը: Այս եղանակով կապարի մոլիբդատի ստացումն իրականացվում է հետևյալ

նեակցիայով.



Ամոնիումի մոլիբդատի լուծույթները ստացվել են մոլիբդենի երկսուլֆիդի ստացման գործընթացում, ազոտական թթվով տարալուծման ժամանակ առաջացած լուծույթների մաքրման եղանակով: Բարձր մաքրության ամոնիումի մոլիբդատի լուծույթ ստանալու նպատակով լուծույթը չեզոքացվել է ամոնիակի ջրային լուծույթով և մաքրվել է $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ -ի լուծույթով:



Նկ. 4. Գերմաքրված մոլիբդենի երկսուլֆիդի մոլիբդատի և մոլիբդատի լուծույթի ստացման ընթացակարգը:

Բարձր մաքրության ամոնիումի մոլիբդատի լուծույթները ենթարկվել է ավելի խորը մաքրման, քանի որ չեն բավարարում կապարի մոլիբդատի մոնոբյուրեղների սինթեզման պահանջներին: Լուծույթը հիդրօքսիդների խառնուրդներից ավելի խորը մաքրման համար, որպես սկզբնական առաջացնող նյութ, օգտագործվել է լյուսնոգալիտի

սպիրտային լուծույթ: Ամոնիումի մոլիբդատի լուծույթին ավելացվել է 0,1%-անոց լյումոգալ իոնի սպիրտային լուծույթ: Co-ի, Ni-ի, Fe-ի, Cu-ի, Cr-ի, Al-ի հիդրօքսիդների խառնուրդները լյումոգալ իոնի հետ առաջացնում են ամուր կոմպլեքսներ, որոնց ադսորբցիայի նպատակով ավելացվել է EAY (9OUS -6217-74) տեսակի ակտիվացված ածուխ: Մաքրումը կատարվել է pH ≈ 7 արժեքի պայմաններում, pH – ի ավելի ցածր արժեքների դեպքում լյումոգալ իոնն առաջացնում է կոմպլեքսներ մոլիբդենի հետ: Քացախթթվական կապարը նույնպես մաքրվել է լյումոգալ ունի միջոցով:

Ստացված կապարի մոլիբդատի քիմիական կազմը. հիմնական նյութը $PbMoO_4$ - 99,99%; խառնուրդների պարունակությունը %-ներով Cu - $2 \cdot 10^{-5}$; Co - $6 \cdot 10^{-4}$; Ni - $2 \cdot 10^{-5}$; Cr - $3 \cdot 10^{-5}$; Fe - $5 \cdot 10^{-4}$:

Մոլիբդենի երկսիլիցիդ և սիլիցիումի սուլֆիդ:

Մետաղների սուլֆիդների վերականգնումը սիլիցիումով գրեթե ուսումնասիրված չէ, այդ իսկ պատճառով առաջին անգամ ուսումնասիրվել է սիլիցիումով մոլիբդենի երկսուլֆիդի վերականգնման ռեակցիաները:

Հետազոտվել են մոլիբդենի երկսիլիցիդի ստացումը ինչպես վառարանային այնպես էլ բարձր ջերմաստիճանային ինքնատարածվող սինթեզի (ԲԻՍ) մեթոդներով: Հետազոտության ներքին կատարվել են չեզոք (ազոտ, հելիում) և վերականգնող (ջրածին) միջավայրում:

Կատարվել է թերմոդինամիկական վերլուծությունը մոլիբդենի երկսուլֆիդից անմիջական երկսիլիցիդի ստացման ռեակցիաների հավասարակշռության, ջերմային էֆեկտների և ընթանալու հավանականությունը պարզելու համար: Համեմատումը ան համար հաշվարկները կատարվել են մեկ մոլ -ստոմ սիլիցիումի համար: Ընթացող հավանական ռեակցիաները հետևյալներն են:

1. $1/4MoS_2 + Si = 1/4MoSi_2 + 1/2SiS,$
2. $1/3MoS_2 + Si = 1/3MoSi_2 + 1/3 SiS_2,$
3. $1/2MoS_2 + Si = 1/2MoSi_2 + 1/2S_2,$
4. $1/2MoS_2 + Si + H_2 = 1/2MoSi_2 + H_2S,$
5. $1/3MoS_2 + Si + 1/3H_2 = 1/3MoSi_2 + 1/3H_2S + 1/3SiS,$
6. $3/7MoS_2 + Si + 4/7H_2 = 3/7MoSi_2 + 4/7H_2S + 1/7SiS_2,$
7. $2/7MoO_3 + Si = 2/7MoSi_2 + 3/7SiO_2,$
8. $1/3MoO_2 + Si = 1/3MoSi_2 + 1/3SiO_2:$

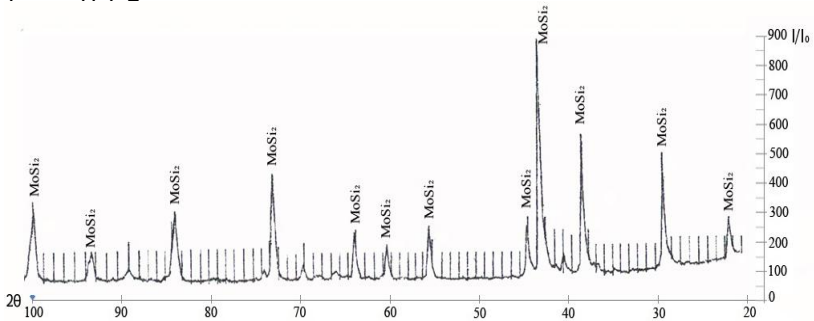
Բերված բոլոր ռեակցիաները 14034-ից բարձր ջերմաստիճաններում թերմոդինամիկորեն ընթացող են:

Մոլիբդենի երկսիլիցիդի վառարանային սինթեզման օպտիմալ պայմանների որոշման համար սինթեզը իրականացվել է տարբեր ջերմաստիճաններում, տարբեր տևողությամբ: Ելանյութերը լավ խառնելուց հետո ստացված խառնուրդը հիդրավիլ մամլիչով մամլվել է տարբեր ճնշումների տակ: Փորձերը կատարվել են 873...14734 միջակայքում և տարբեր տևողությամբ (30, 60, 90, 120 րոպե): Նկ. 5-ում բերված է օպտիմալ պայմաններում (1423 Կ և մեկ ժամ

սևնողունային
սիլիկատերմային
ռետնագենագիրը:

մոլիբդենիտային
մեթոդով ստացված

խտանյուն թից
փորձանմուշի



Նկ.5. Մոլիբդենիտային խտանյուն թից սիլիկատերմային մեթոդով ստացված մոլիբդենիտ երկսիլիցիդի ռետնագենագիրը (CuKα)

Չե տազոտվել է մոլիբդենի սուլիֆիդային հիդրոմետալուրգիական խտանյուն թի (KMF, ГОСТ -212-76, վերահրատարակված 1997թ.) որը պարունակում է Mo -54...58%, WO₃ - 2...2,5%, SiO₂ -0,1...0,4%, Na₂O -0,5...0,8%, Cu -0,005...0,01%, P-0,0005...0,01%, As - 0,03...0,05%, Re չի պարունակում, խտանյուն թում մոլիբդենը հանդես է գալիս օքսիդացման երկու աստիճանով՝ IV և VI (MoS₂, MoO₃, MoO₂):

Չե տազոտվել են ներքին ցույց են տվել, որ ԲԻՍ եղանակով մոլիբդենիտ երկսիլիցիդի ստացման մեխանիզմը բազմափուլ է: Այդ համակարգերում այրումը տեղի ունի երկու քիմիական փուլերով՝ մոլիբդենիտի վերականգնում միջև մետաղ և մոլիբդենիտ և սիլիցիումի փոխադրեցում: Վերականգնումը տեղի է ունենում սիլիցիումի սուլիֆիդների առաջացմամբ:

Որպեսզի ստացված սիլիցիդները չօքսիդանան ռեակցիաները տարվում են ջրածնի միջավայրում: Որպես հարուցիչ օգտագործվում մետաղական տիտանի և ածխածնի (մոնր) խառնուրդ՝ TiC –ի ստացման ստեխիոմետրիայով:

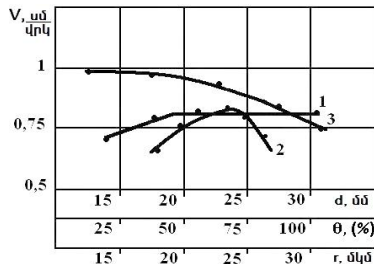
Չե տազոտվել են ներքին ցույց են տվել, որ ԲԻՍ եղանակով մոլիբդենիտի մակերևույթին տեղի է ունենում սիլիցիումի հետ կոնտակտ, որի արդյունքում այդ մասերում առաջանում են հետևյալ սիլիցիդային ֆազերը՝ Mo₃Si, Mo₅Si₃ և MoSi₂: Վերջնական արդյունքում որպես թերմոդինամիկորեն ավելի կայուն միացություն առաջանում է MoSi₂: Չե տազոտվել է հիդրոմետալուրգիական խտանյուն թի և սիլիցիումի փոխադրեցում: ԲԻՍ գործընթացը, բացահայտվել է այդ համակարգերի այրման օրինակ ավելի ունենում:

Նկ.6.-ում պատկերված է հիդրոմետալուրգիական խտանյուն թի և սիլիցիումի խառնուրդի (MoS₂ + 3Si

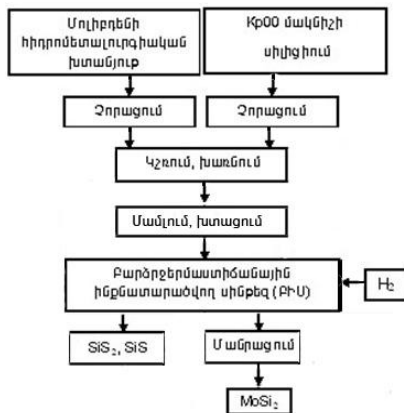
հարաբերության) մամլվածքի այրման արագության կախվածությունը նմուշի տրամագծից, մամլվածքի ծակոտկենսությունից, սիլիցիումի և մոլիբդենի խտանյութի հատկապես ախական կազմից:

Նկ.7-ում բերված է մոլիբդենի հիդրոմետալուրգիական խտանյութից ԲԻՍ մեթոդով մոլիբդենի երկսիլիցիդի ստացման տեխնոլոգիական ուղվագիծը:

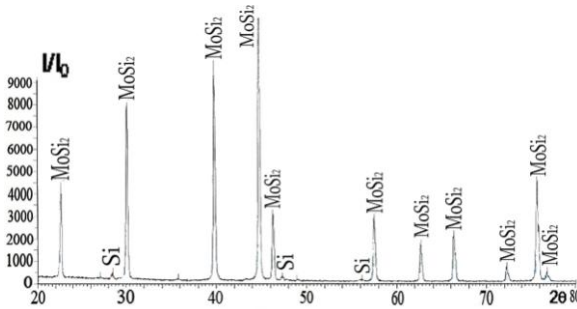
ԲԻՍ մեթոդով ստացված նմուշի ձեռնտգենագիրը բերված է Նկ. 8-ում:



Նկ.6. Հիդրոմետալուրգիական խտանյութի և սիլիցիումի ստեխիոմետրական խառնուրդի մամլվածքի այրման արագության կախվածությունը նմուշի տրամագծից (1), մամլվածքի խտությունից (2), բովախառնուրդի հատկանքներից (3)



Նկ. 7. Մոլիբդենի հիդրոմետալուրգիական խտանյութից ԲԻՍ մեթոդով մոլիբդենի երկսիլիցիդի ստացման տեխնոլոգիական ուղվագիծը



Նկ. 8. Զիդրոմետալ ուրգիական խտանյ ու թից ԲԻՍ մետթոդով ստացված նմուշի ռենտգենագիրը (CuK α)

Սուլիբդենի սուլիֆիդային խտանյ ու թերից ստացված մոլիբդենի երկսիլիցիդից պատրաստվել են բարձր ջերմաստիճանային տաքացուցիչներ: Տաքացուցիչների հատկությունները և պայմանները նախատեսվում են սուլիդներով և $\text{MoSi}_2\text{-Me}^{\text{IV}}\text{B}_2$, $\text{WSi}_2\text{-Me}^{\text{IV}}\text{C}$ համակարգերը: Ցույց է տրված, որ չորրորդ խմբի էլեմենտների երկբորիդները և կարբիդները համատեղելի են MoSi_2 -ի հետ, այս համակարգերի հիման վրա կարելի է մշակել բարձր էլեկտրահաղորդիչ և հրակայուն, կերամիկաներ:

Սիլիցիումի երկսուլիֆիդ: Պղնձի օքսիդացած և խառը հանքանյութերի փոփոխվող ոտացումով վերամշակման եղանակը հիմնված է պղնձի օքսիդացած միներալների նախնական մակերևույթային սուլիֆիդացման գործընթացի վրա:

Ներկայումս արտադրության մեջ օգտագործվող սուլիֆիդարարների ջրային և ուծույթներն ունեն հիմնային ռեակցիա: Ապացուցված է, որ պղնձի կայուն սուլիֆիդներ առաջանում են թթվայինից մինչև չեզոք միջավայրում: Սիլիցիումի սուլիֆիդի կիրառման դեպքում առաջանում է թույլ թթվային միջավայր, որը նախատում է պղնձի օքսիդացած միներալների մակերևույթին կայուն սուլիֆիդային թաղանթների առաջացմանը: Սիլիցիումի սուլիֆիդը նատրիումի սուլիֆիդի հետ առաջացնում է նատրիումի թիոկոմպլեքս $\text{Na}_2[\text{SiS}_3]$:

Ուսումնասիրվել է սիլիցիումի սուլիֆիդի և նատրիումի թիոկոմպլեքսի ու պղնձի օքսիդացած միներալների (ազուրիտ, մալախիտ, կուպրիտ, տենորիտ) փոխազդեցության ռեակցիաները: Ապացուցվել է ցածր ջերմաստիճաններում սիլիցիումի սուլիֆիդի և նատրիումի թիոկոմպլեքսի բարձր ռեակցիոն ունակությունը, որը թույլ է տալիս աղացման գործընթացում հրականացնել պղնձի օքսիդացած միներալների մակերևույթների խորը սուլիֆիդացում: Պղնձի օքսիդացած միներալների սուլիֆիդացման գործընթացի վրա ազդում են ջերմաստիճանը, տևողությունը, սուլիֆիդարարի ծախսը, ինչպես նաև հանքանյութերի մանրացման աստիճանը: Գործընթացի տևողության և սուլիֆիդարարի ծախսի ավելա-

ցումը բարձրացնում է օքսիդացած միներալների ազոլրիտի, կոլարիտի, տենորիտի և մալախիտի սուլֆիդացման աստիճանը:

Հիլեդերոդ գլուխը նվիրված է մոլիբդենի սուլֆիդային խտանյութերից լեգիրող նյութերի ստացման տեսական և տեխնոլոգիական հիմունքների մշակմանը: Ֆերոմոլիբդենը պարունակում է ստանդարտով թույլատրելի գունավոր մետաղների խառնուրդներ, միջառք դեպքերում այդ կեղտավածության աստիճանը բարձր է, որը ստիպում է հատուկ պրոպատների և համաձուլվածքների հալման ժամանակ օգտագործել մաքուր և թանկարժեք մետաղական մոլիբդեն, այդիսկ պատճառով անհրաժեշտություն է առաջանում ստանալ հատուկ մաքրության ֆերոմոլիբդեն: Առավել վնասակար է պղինձը, որը պրոպատին տալիս է սառնաբեկունություն: Ուսումնասիրվել է մոլիբդենիտային խտանյութերը գունավոր մետաղներից մաքրման և դրանցից մոլիբդենի եռօքսիդի ստացումը: Ըստ տեխնոլոգիական սխեմայի (նկ.2) մոլիբդենիտային խտանյութերը ենթարկվում են նախնական ցածրջերմաստիճանային թրծման 673-723 Կ, օդի և ջրային գոլորշու միջավայրում, այնուհետև լվացվում է աղաթթվի 5-6 % -անոց լուծույթով պի = 1:2, տևողությունը 2...3ժ:

Պղնձի պարունակությունը նվազում է 1,2-ից մինչև 0,02%: Հատուկ բարձր մաքրության ֆերոմոլիբդեն ստանալու համար հետազոտվել է ֆերոմոլիբդենի ստացումն ալյուրմինաթերմային եղանակով: Fe-Mo համակարգի վերլուծության և հետազոտության նյութի արդյունքում բացահայտվել է ալյուրմինաթերմային եղանակով ֆերոմոլիբդենի ստացման տեխնոլոգիական առանձնահատկությունները և մեխանիզմը: Ցույց է տրված, որ մոլիբդենի եռօքսիդի վերականգնումը երկաթի առկայությամբ, բավականին հեշտացնում է վերականգնման գործընթացը:

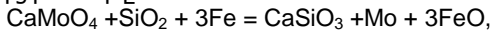
Մոլիբդեն պարունակող պրոպատների արտադրությունում որպես լիգատուրա, ֆերոմոլիբդենից բացի, օգտագործվում է նաև կալցիումի մոլիբդատը: Հարկավոր է նշել, որ կալցիումի մոլիբդատի ստացման հիդրոմետալուրգիական գործընթացը, սկսած հանքանյութերից, ավելի հեշտ է և էժան քան ֆերոմոլիբդենինը: Կալցիումի մոլիբդատի արտադրության համար կարելի է օգտագործել նույնիսկ բոլոր տեսակի սուլֆիդային կիսաարտադրանքներ: Չնայած այդ առավելություններին, կալցիումի մոլիբդատը համարվում է ոչ տեխնոլոգիական նյութ և ունի սահմանափակ կիրառություն և մոլիբդենի յուրացման ցածր աստիճան (մոտավոր 80%): Մոլիբդենի յուրացման աստիճանը բարձրացնելու նպատակով հետազոտվել է կալցիումի մոլիբդատից նոր լիգատուրայի ստացման գործընթացը: Նոր լիգատուրան ստացվում է 10% բենտոնիտային կավի խառնուրդով, հատկավորման միջոցով: Հատկավորված կալցիումի մոլիբդատի առավելությունը կայանում է նրանում, որ մետաղի

լեգիրման ժամանակ բացառվում է փոշեգոյացումը, ավելանում է խտությունը և ջերմահաղորդականությունը, բարելավվում է հալման ու լեգիրման պայմանները, դրանց հետևանքով մեծանում է մոլիբդենի յուրացման աստիճանը:

Յետագոտվել է կալցիումի մոլիբդատի և 10% բենտոնիտային կավի խառնուրդի հատկությունները դիֆերենցիալ-թերմիկական, XIK- սպեկտրադիտակն, քիմիական, ռենտգենաֆազային և այլ մեթոդներով:

Յետագոտվել է հատիկավորման գործընթացն արտադրական անընդհատ գործող ГФIII-150-02 մամլիչ-հատիկավորիչի վրա: Որոշվել են օպտիմալ տեխնոլոգիական ռեժիմները՝ բովախառնուրդի խոնավությունը 20%, պտուտակարիչի պտտման արագությունը 30 պտ/ր, ֆիլլերի անցքի տրամագիծը 10 մմ, անցքի կոնի անկյունը 6°, ֆիլլերի կենդանի կտրվածքը 25%: Նկ.9-ում ներկայացված է կալցիումի մոլիբդատի և 10% բենտոնիտի խառնուրդի դերիվատագիրը: DTA- դիֆերենցիալ-թերմիկական վերլուծության կորի վրա երևում է 125°C, 265°C, 310°C, 315°C, 455°C, 565°C, 625°C, 825°C, 1160°C, 1270°C, 1430°C ջերմաստիճաններում էնդոէֆեկտներ, որոնք պայմանավորված է հիդրատային ջրի հեռացման հետ, իսկ 1160 °C-ում MoO₃ առաջացման հետ:

Մոլիբդենի վերականգնման գործընթացը հատիկավորված կալցիումի մոլիբդատից, կալցիումի մոլիբդատի փոշու համեմատ, բավականին արագ է կատարվում: Որպես վերականգնիչ հանդես է գալիս երկաթը: Ընթանում են հետևյալ ռեակցիաները.

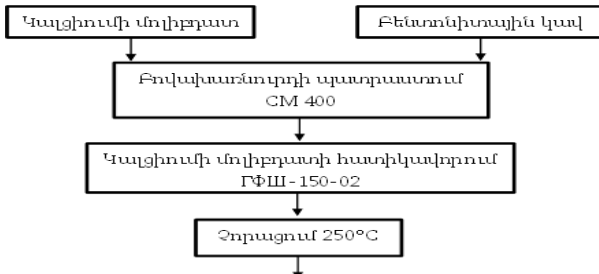


Նկ.9. CaMoO₄ և բենտոնիտի խառնուրդի դերիվատագիրը



Նկ. 10. Կալցիումի մոլիբդատի հատիկները չորացու մից հետո

Նկ.11-ում ներկայացված է կալցիումի մոլիբդատի հատիկավորման տեխնոլոգիական ուրվագիծը



Նկ. 11. Կալցիումի մոլիբդատի հատիկավորման տեխնոլոգիական սխեմա

Կատարվել են համալիր հետազոտություններ մոլիբդենի երկսիլիցիդով ցածր լեգերված պողպատների լեգիրման և թթվածնազտման գործընթացների տեսական և տեխնոլոգիական հիմունքների մշակման վերաբերյալ:

Լաբորատոր հետազոտությունները ցույց են տվել, որ չնայած դժվարահալ ուղյակը մոլիբդենի երկսիլիցիդը լավ լուծվում է երկաթի, պողպատի, նիկելի և կոբալտի հալույթներում:

Յետազոտվել է պողպատի հալույթում $MoSi_2$ -ի լուծման էնթալպիան, կինետիկան և մեխանիզմը: Ցույց է տրված, որ լուծման գործընթացը կարելի է բաժանել երկու փուլերի՝ մոլիբդենի երկսիլիցիդի բյուրեղավանդակի քայքայում և մոլիբդենի և սիլիցիումի ատոմների անցում հեղուկ հալույթ, լուծված ատոմների զանգվածափոխանցում սահմանային շերտից հալույթի ծավալ և երկաթի թթվածնազտում:

Յետազոտությունները ցույց են տվել, որ մոլիբդենի երկսիլիցիդը համալիր լիգատորա է, այն կարելի է օգտագործել մոլիբդենի պարունակող պողպատների լեգիրման և թթվածնազտման գործընթացներում:

Լաբորատոր հետազոտությունների արդյունքները փորձարկվել են գործարանային պայմաններում:

Վեցերորդ գլուխը նվիրված է հատիկավորված կալցիումի մոլիբդատով և մոլիբդենի երկսիլիցիդով ցածր լեգիրված պողպատների, արտադրական պայմաններում, լեգիրման և թթվածնազտման տեխնոլոգիական հիմունքների մշակմանը և տնտեսական և էկոլոգիական հիմնավորմանը:

Տեխնոլոգիական հետազոտությունները և արտադրական փորձարկումները կատարվել են Վոլգոգրադի «Կրասնի Օկտյաբր» մետալուրգիական գործարանում:

Փորձարկումները կատարվել են էլեկտրաաղեղային և մարտենյան վառարաններում, մոլիբդենի սարքեր պարունակող չամբ պողպատների արտադրությունում, 12X1MΦ (Mo 0,25-0,35%), 15XM (Mo 0,4-0,55%), 40XH2MA (Mo 0,15-0,25%), 15X1M1Φ (Mo 0,9-1,1%), ԾՅ08XM (Mo 0,5-0,7%) և այլն:

Մոլիբդեն պարունակող լեգիրոլ նյութերի դեֆիցիտայնություները և բարձր արժեքը պահանջում է ապահովել այդ նյութերից մոլիբդենի բարձր տոկոսով յուրրացումը: Բացի դրանից պետք է ապահովել պողպատում ստանդարտի պահանջներին բավարարող մոլիբդենի ցածր պարունակություն: Այդ պահանջները բավարարելու համար պետք է ունենալ կալցիումի մոլիբդատից, և մոլիբդենի երկսիլիցիդից հալված մետաղի կողմից, երաշխավորված բարձր աստիճանի մոլիբդենի յուրրացում:

Ներկայումս մոլիբդեն պարունակող պողպատների լեգիրումը կատարում են ֆերոմոլիբդենով միայն վառարանում, մոլիբդենի յուրրացման աստիճանը կազմում է 97%:

Գործարանային պայմաններում, մոլիբդենի յուրրացման աստիճանը որոշելու համար ուսումնասիրությունները կատարվել են համաձայն գործող տեխնոլոգիական հրահանգների, հաշվի առնելով հետևյալ առանձնահատկությունները. 1) հիմնային էլեկտրաաղեղային վառարաններում հատիկավորված կալցիումի մոլիբդատը և MoSi₂-ը կիրառվել է պողպատի բաղադրության շտկման և թթվածնազտման, ժամանակաշրջաններում 2) մարտենյան վառարաններում՝ հատիկավորված կալցիումի մոլիբդատը և MoSi₂-ը կիրառվել է հալման բոլոր ժամանակաշրջաններում՝ բովախառնուրդի լցման, պողպատի բաղադրության շտկման և վերջնական թթվածնազտման փուլերում, 3) պողպատի հալումը կատարել վառարանում առանց մոլիբդենի բաղադրած շտման, մետաղի լեգիրումը MoSi₂-ով կատարվել ձուլաշերտերում:

Աղ.4-ում ներկայացված է մոլիբդենի յուրրացման աստիճանը հատիկավորված կալցիումի մոլիբդատից, մոլիբդեն պարունակող պողպատների հալման ժամանակ:

Կատարված փորձերի արդյունքները ցույց են տալիս որ, բենտոնիտային կավի միջոցով կալցիումի մոլիբդատի հատիկավորումը նպաստում է մոլիբդենի յուրրացման աստիճանի բարձրացմանը հալված մետաղի կողմից, պողպատների լեգիրման գործընթացում:

Աղյուսակ 4

Հատիկավորված կալցիումի մոլիբդատից մոլիբդենի յուրրացման աստիճանը պողպատների հալման ժամանակ

				Mo-ի հաշվարկը
--	--	--	--	---------------

№	Պողպատ մակնիշ ը	Հալույթ կշիռը տ	CaMoO ₄ Կգ / %	Հալվար Mo-ի, %	Հալույթ Mo-ի, %	Mo-ի հալ- ալակաւ., %	Mo-ի յուրաց. %
8-167	12X1MΦ	154,23	900/0,245	0,29	0,28	3	~97
8-179	12X1MΦ	155,23	1000/0,27	0,27	0,27	0	~100
8-182	12X1MΦ	149,62	920/0,26	0,29	0,29	0	~100
10-530	12X1M1Φ	152,00	950/0,27	0,96	0,96	0	~100

Մոլիբդենի երկսիլիցիդի և հատիկավորված կալցիումի մոլիբդատի որակը որպես լիգատուրա համարվում է նրաց քիմիական բաղադրությունը: Ճատ կարևոր է մոլիբդենի կայուն պարունակությունը նրանց մեջ, նրանք քիմիական միացություններ են, որը հնարավորություն է տալիս ստանալ պողպատ մոլիբդենի պարունակության տրված նեղ սահմաններով: Կարևոր է նաև նրանցից մոլիբդենի յուրացման բարձր աստիճանը հալույթի կողմից, ինպես նաև MoSi₂-ի տեսակարար կշիռը, որը շատ չի տարբերվում լեգերվող հալված մետաղի խտությունից և այլն:

Հալված մետաղի կողմից մոլիբդենի յուրացման աստիճանի որոշման համար հետազոտությունները կատարվել են համաձայն GB-132-ՅՇ2-25-84 տեխնոլոգիական հրահանգի:

Աղ. 5-ում ներկայացված է էլեկտրասաղեղային վառարաններում մոլիբդենի երկսիլիցիդից մոլիբդենի յուրացման աստիճանը, մոլիբդեն պարունակող պողպատների հալման ժամանակ: Մոլիբդենի յուրացման աստիճանը բոլոր դեպքերում կազմում է ~100%:

MoSi₂-ով լեգիրումը կատարվել է նախնական թթվածնազտման փուլում: Հանգիստ պողպատները նախնական թթվածնազտում են վառարանում և վերջնական ձուլաչեղեր փում:

Աղյուսակ 5

Մոլիբդենի երկսիլիցիդից մոլիբդենի յուրացման աստիճանը 200 տոննա տարողությամբ էլեկտրասաղեղային վառարանում

Մակնիշ	Կիրառման ժամանակը	Մետաղի ելքը, տ	MoSi ₂ -ի քանակը կգ	Փաստացի Mo, %	Յուրացումը %
CB08XM	Թթվածնազտում	207,7	1870	0,58	~ 100
CB08XM	Թթվածնազտում	214,4	1300	0,56	~ 100
40XH2A	Ձուլաչեղեր փ	221,1	500	0,16	~ 100

Գործարանային վառարաններում ստացված արդյունքները ցույց տվեցին, որ պողպատի բաղադրության շտկման ժամանակահատվածը կարելի է անցկացնել առանց հալման ընթացքում մոլիբդենի պարունակության շտկման և ձուլաչեղեր փ մտցնել մոլիբդենի երկսիլիցիդի ամբողջ պահանջվող քանակը: Այն հնարավորություն է տալիս նաև էֆեկտիվ օգտագործել մոլիբդենի երկսիլիցիդի մեջ

պարու նակող սիլիցիոլ մը:

Հատուկ ուշադրութեամբ է դարձվել մետաղի ջերմաստիճանի վրայ, այն կազմել է 1873...1893 Կ:

Մոլիբդեն պարու նակող ցածր լեգիրված պողպատների լեգիրման և թթվածնազտման տեխնոլոգիայի բարելավման ուղղութեամբ մեկը կարելի է համարել այդ գործողութեան ներքին տեղափոխումը ձուլաչեղրի: Այդ մեթոդն ունի նպատակ ստանալ պողպատ մոլիբդենի պարու նակոթյան նեղացված սահմաններով, տարբեր հալույթների պողպատների հատկութեամբ ունեցող ստանդարտացման համար: Արտավառարանային լեգիրման և թթվածնազտման դեպքում կրճատվում է հալման ժամանակը, մեծանում է պողպատածուլման վառարանների արտադրողականութեամբը, ինչպես նաև տնտեսվում է լեգիրող նյութերը:

Հետազոտվել է նաև MoSi₂-ով լեգիրված պողպատների մեխանիկական հատկութեամբ այն գերազանցում է գործող ստանդարտներին:

ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԵԶՐԱԿԱՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. Մշակվել և գիտականորեն հիմնավորվել է մոլիբդենի սուլիֆիդային խտանյութերի համալիր վերամշակման նոր ուղղութեամբ, մոլիբդենի մաքուր միացութեամբ ունեցող՝ եռօքսիդ, երկսուլիֆիդ, կապարի մոլիբդատ, երկսիլիցիդ և նոր լեգիրող նյութերի ստացման տեսական և տեխնոլոգիական հիմունքները: Հետազոտման արդյունքում պարզվել է, որ վերամշակումը նպատակահարմար է սկսել նոսր թթուներով խտանյութերի խառնուրդների նախնական մաքրումով, և այնուհետև մաքրված խտանյութերից կատարել անմիջական այդ նյութերի սինթեզը:

2. Կատարված համալիր հետազոտութեամբ ունեցող հիման վրա մշակվել է մոլիբդենիտային խտանյութերը գունավոր մետաղներից մաքրման և դրանցից մոլիբդենի եռօքսիդի ստացման տեխնոլոգիան, բարձր որակի ֆերոմոլիբդենի արտադրութեամբ և միաժամանակ համալիր կորզելով մոլիբդենային հոլմքի օգտակար բաղադրիչները: Հաստատված է, որ ցածր ջերմաստիճանային թթվածնային ժամանակ օդի և ջրային գոլորշու միջավայրում մոլիբդենիտը մեծամասամբ օքսիդանում է մինչև ցածր օքսիդներ, մետաղների սուլիֆիդները (CuFeS₂, FeS₂, CuS, ZnS, PbS) առաջացնում են սուլիֆատներ և օքսիդներ որոնք լավ լուծվում են նոսր աղաթթվի լուծույթում, որը և նպաստում է խտանյութի մաքրմանը և լրաթթվման միջոցով որակյալ մոլիբդենի եռօքսիդի ստացմանը:

3. Մոլիբդեն պարու նակող վազման լուծույթներից, մոլիբդենիտային խտանյութերի համալիր վերամշակման նպատակով, մշակվել է արժեքավոր կալցիումի մոլիբդատի ստացման տեխնոլոգիա: Դեկանտաղ ուղարկվում է Mo-ի և Re-ի

կորզման: Կալցիումի մոլիբդատը լվացվում է ջրով CaSO_4 -ի փոքր քանակի անջատման համար: Ստացված կալցիումի մոլիբդատը բավարարում է ստանդարտի պահանջներին:

4. Առաջին անգամ մոլիբդենիտային խտանյուղերի համալիր վերամշակմամբ մշակվել և առաջարկվել է բարձր մաքրության և դիսպերսության մոլիբդենի երկսուլֆիդի և միաժամանակ ազոտաթթվային լուծույթներից բարձր մաքրության ամոնիումի մոլիբդատի և քացախաթթվական կապարի լուծույթներից, հատուկ մաքրության և ստեխիոմետրական բաղադրության կապարի մոլիբդատի ստացման տեխնոլոգիա: Կապարի մոլիբդատի մոնոբյուրեղներ ստանալու նպատակով լուծույթների մաքրումը կատարվել է լյու մոգալ իոնի և ակտիվացված ածխի կիրառմամբ: Ցուլյց է տրվել, որ մոլիբդենիտային խտանյուղերի մեջ գտնվող խառնուրդների մաքրման համար անհրաժեշտ պայման է միներալների մակերևույթների մաքրումը Fe ռոտացիանյութերից:

5. Համալիր հետազոտությունների հիման վրա մշակվել է մոլիբդենի սուլֆիդային խտանյուղերից վառարանային և ԲԻՍ մեթոդներով մոլիբդենի երկսուլֆիդիցի ստացման տեխնոլոգիա, բարձր ջերմաստիճանային տաքացուցիչների արտադրության և լեգիրող նյութերի ստացման նպատակով: Բացահայտվել է MoS_2 -Si համակարգերում ընթացող ռեակցիաների մեխանիզմը, կինետիկան, ստացված արգասիքների Fe ազային բաղադրությունը: Կատարված հետազոտությունների արդյունքում բացահայտվել է MoS_2 -ից մոլիբդենի և ծծմբի սիլիցիդների (MoSi_2 , SiS_2) առաջացման գործընթացի մեխանիզմը: Ցուլյց է տրվել, որ մոլիբդենի երկսուլֆիդիցի ստացման մեխանիզմը բազմափուլ է, մոլիբդենի երկսուլֆիդը վերականգնվում է միևնույն մետաղ և այնուհետև կատարվում է մոլիբդենի ու սիլիցիումի փոխազդեցությունը:

6. Առաջին անգամ մշակվել է պղնձի օքսիդացած միներալների մակերևույթային խորը սուլֆիդացման և Fe ռոտացման տեսական և տեխնոլոգիական հիմունքները, որը պարունակում է ազոտի տի, մալախիտի, կոպրիտի և տենորիտի սիլիցիումի սուլֆիդով (SiS_2) և նատրիումի թիոկոմպլեքսով (SiS_2 -ի և Na_2S -ի միացություն) մշակումը աղացման գործընթացում: Բացահայտվել է պղնձի օքսիդացած միներալների նատրիումի թիոկոմպլեքսով սուլֆիդացման ռեակցիաների կինետիկան և մեխանիզմը: Որոշվել է աղացման գործընթացում պղնձի օքսիդացած միներալների սուլֆիդացման և Fe ռոտացման օպտիմալ պայմանները, որը ապահովում է ~ 63% սուլֆիդացման աստիճան:

7. Առաջին անգամ հաստատվել է մոլիբդեն պարունակող պրոպատների արտադրությունում կալցիումի մոլիբդատից մոլիբդենի յուրացման տոկոսի բարձրացման հնարավորությունը, այն կազմում է 97...100%, շնորհիվ արտամղման մեթոդով կալցիումի մոլիբդատի հատկավորման, առաջարկվել է նոր կապակցանյութ (բենտոնիտային կավ):

8. Հետազոտության արդյունքում բացահայտվել է հատիկավորված կալցիումի մոլիբդատից մետաղի կողմից մոլիբդենի յուրացման մեխանիզմը:

9. Կատարված է համալիր հետազոտություններ արտադրական փորձարկումով ցույց է տրվել, որ հատիկավորված կալցիումի մոլիբդատը տեխնոլոգիական և ինչպիսիք է արդյապատերը մոլիբդենով էգիրման համար, այն նպատակահարմար է օգտագործել արդյապատի բաղադրության շտկման փուլում: Ստացված արդյապատերի մեխանիկական հատկությունները համապատասխանում են ստանդարտերի պահանջներին:

10. Գործարանային էլեկտրալման վառարաններում կատարվել է համալիր տեխնոլոգիական հետազոտություններ, մոլիբդենի երկսիլիցիդից հալված մետաղի կողմից մոլիբդենի յուրացման վերաբերյալ: Տեխնոլոգիական պարամետրերի օպտիմալացումը իրականացվել է 12X1MՓ, 12X1M1Փ և այլ մակնիշի արդյապատերի ստացման ժամանակ: Գործարանային փորձարկումների արդյունքները ցույց են տալիս, որ մոլիբդենի յուրացման աստիճանը կազմում է 100%, արդյապատում մոլիբդենի անհամասեռությունը բացակայում է, իսկ մեխանիկական հատկությունները համապատասխանում են ստանդարտերի պահանջներին:

11. Մշակվել է ցածր էգիրացված արդյապատերը մոլիբդենի քիմիական միացություններով (CaMoO_4 , MoSi_2) էգիրման և թթվածնազտման տեխնոլոգիաներ: Կազմվել է տեխնոլոգիական ռեգլամենտ տեխնիկատնտեսական հիմնավորումով, որը երաշխավորվել է ներդրման:

Ատենախոսության արդյունքները հրատարակված են հետևյալ գիտական աշխատանքներում:

Հոդվածներ, ՀՀ ԲՈՅ-ի կողմից ընդունելի, պրոբերական գիտական հրատարակություններում և արտասահմանյան ամսագրերում.

1. Овсеян А.О., Кулиш В.П., Клиот С.А. Использование молибденосодержащих отходов электронагревателей при выплавке стали // Сталь. -М., 1985. -№ 2. -С 30-32.

2. Овсеян А.О., Караханян С.С., Киракосян Р.М., Дрожевский Н.П., Кулиш В.П., Клиот С.А., Вьючнов И.Н. Лигатура для производства сплавов на основе железа и никеля //ЦНИИИиТЭИЧМ. Изобретения, рекомендуемые Министерством для внедрения на предприятиях черной металлургии “Черметинформация”. -М., 1986.-Вып. 6 (527). -С. 29.

3. Овсеян А.О. Тепловые процессы, протекающие при легировании и раскислении стали дисилицидом молибдена // Изв. НАН РА и ГИУА. Сер.ТН.-1998.-Т.51, №1. -С.40-44.

4. Овсеян А.О., Айрапетян Г.М., Минасян С.А. Технология получения порошка дисульфида молибдена высокой чистоты //Изв. НАН РА и ГИУА. Сер.ТН.-2004.-Т.57, №2.-С.256-259.

5. Աղբալյան Ա.Գ., Հովսեփյան Ա.Հ., Չաքարյան Ֆ.Հ., Չունևաջյան Ա.Ղ. Քաջարանի մոլիբդենի տային խտանյուն թերի թրծման գործընթացի հետազոտումը և օպտիմալ պարամետրերի

որոշումը // ՅՅ ԳԱԱ և ՅՊԾՅ տեղեկագիր. ՏԳ սերիա. -2004. -Յ. 57. № 3. - Էջ 388-392:

6. Աղբալյան Տ.Գ., Օվսեպյան Ա.Օ., Զաքարյան Փ.Ա., Կարապետյան Գ.Ա., Տափարյան Վ.Գ. Разработка технологии получения ферромолибдена алюминиотермическим способом из Каджаранского молибденового и молибденитового концентратов // Вестник Инженерной академии Армении. -2004.- Т.1, № 4.- С. 675-680.

7. Աղբալյան Տ.Գ., Յոզյան Ա.Յ., Գրիգորյան Ա.Ա., Իսրայելյան Ս.Ս., Յարոնյան Ս.Ա. Մոլիբդենի խտանյունությունը մոլիբդենի դիսիլիցիդի ստացման տեխնոլոգիայի հետազոտումը // ՅՅ ԳԱԱ և ՅՊԾՅ տեղեկագիր. ՏԳ սերիա.-2008. -Յ. 61, № 2. - Էջ 237-242:

8. Յոզյան Ա.Յ. Իսրայելյան Ս.Ս. Մոլիբդենիտային խտանյունությունը մաքուր և դիսպերս մոլիբդենի դիսիլիցիդի ստացման տեխնոլոգիայի հետազոտումը // ՅՅ ԳԱԱ և ՅՊԾՅ տեղեկագիր. ՏԳ սերիա. -2009,-Յ. 62, №2. -Էջ 155-162:

9. Օրդանյան Տ.Տ., Վիքան Տ.Յ., Բայչուկ Ա.Յ., Օվսեպյան Ա.Օ. О взаимодействии дисилицида вольфрама с тугоплавкими карбидами $Me^{IV}C$ // Известия НАН РА и ГИУА. Сер. ТН. - 2009. – Т. 62, № 4. - С. 386-392.

10. Աղբալյան Տ.Գ., Յոզյան Ա.Յ., Իսրայելյան Ս.Ս., Սաֆարյան Վ.Յ. Մոլիբդենիտային խտանյունությունը գունավոր մետաղներից մաքուր և դրանից տեխնիկական մաքուրությամբ մոլիբդենի եռօքսիդի ստացման տեխնոլոգիայի հետազոտումը // Յայաստանի ճարտարագիտական ակադեմիայի Լրագրեր. -2010. - Յ. 7, № 3. -Էջ 494-498:

11. Օվսեպյան Ա.Օ. Технология легирования и раскисления низколегированных сталей дисилицидом молибдена //Сборник материалов II Международной конференции по химии и химической технологии. Секция 3: Химико-металлургические процессы переработки рудного и вторичного сырья. – Ереван: ИОНХ НАН РА, 2010. - С. 221-223.

12. Օվսեպյան Ա.Օ. Технология получения дисульфида молибдена высокой чистоты //Химия и химическая технология. -Ташкент, 2010.- №3 (29).- С. 19-22.

13. Օրդանյան Տ.Տ., Վիքան Տ.Յ., Նագաևա Յ.Յ., Օվսեպյան Ա.Օ. О взаимодействии в системах $MoSi_2 - Me^{IV}B_2$ // Известия НАН РА и ГИУА. Сер.ТН.-2011.-Т.64, № 1. - С.36-43.

14. Աղբալյան Տ.Գ., Յոզյան Ա.Յ., Գրիգորյան Ա.Ա., Պետրոսյան Ա.Ա. Մոլիբդենիտային խտանյունությունը սիլիկատներմային մեթոդով մոլիբդենի երկսիլիցիդի ստացման տեխնոլոգիայի մշակումը և կառուցվածքագոյացման գործընթացի հետազոտումը // ՅՅ ԳԱԱ և ՅՊԾՅ տեղեկագիր. ՏԳ սերիա.- 2011.- Յ. 64, №2. - Էջ 136 -145:

15. Օրդանյան Տ.Տ., Վիքան Տ.Յ., Նեսմելով Դ.Դ., Օվսեպյան Ա.Օ. Взаимодействие в системе $SiC - YB_6$ // Известия НАН РА и ГИУА. Сер. ТН. - 2012. – Т. 65, № 4. - С. 355-358.

16. Աղբալյան Տ.Գ., Օվսեպյան Ա.Օ., Պետրոսյան Ա.Ա., Տարգսյան Ա.Ք. Технологические особенности и механизм получения ферромолибдена // Вестник ГИУА. Серия “Металлургия, материаловедение, недропользование”. - 2012.- Вып. 15, № 1. -С. 38-49.

17. Աղբալյան Տ.Գ., Յոզյան Ա.Յ., Յարոնյան Ս.Ա. Մոլիբդենիտային խտանյունությունը հիդրոմետալուրգիական

եղանակով կապարի մոլիբդատի ստացման տեխնոլոգիայի մշակումը // ՀՀ ԳԱԱ և ՀԴՃՅ տեղեկագիր. ՏԳ սերիա. -2012. -Հ. 65, № 3. – Էջ 246 – 251:

18. Овсепян А.О., Мелконян М.Г. Сульфидизация окисленных минералов меди на стадии измельчения // Химия и химическая технология. -Ташкент, 2013. -№ 2 (40). - С. 2-5.

19. Овсепян А.О., Мелконян М.Г., Тадевосян Д.Р. Исследование процесса сульфидизации окисленных минералов меди на стадии измельчения // Вестник ГИУА. Серия “Металлургия, материаловедение, недропользование”. – 2013. – Вып.16, № 1. -С.30-35.

20. Овсепян А.О., Тадевосян Д.Р. Технология получения силицида молибдена из молибденитовых концентратов методом СВС // Сборник материалов. III Международной конференции по химии и химической технологии. Секция 2: Химико-металлургические процессы переработки рудного и вторичного сырья. – Ереван: НАН РА. 2013. - С. 281-282.

21. Աղբալյան Ս.Գ., Հովսեփյան Ա.Հ., Հարությունյան Ս.Ա. Տաճր ջերմաստիճաններում կապարի մոլիբդատի մոնոբյուրեղի աճեցման տեխնոլոգիայի մշակումը սիլիկատելի միջավայրում // ՀՀ ԳԱԱ և ՀԴՃՅ տեղեկագիր. ՏԳ սերիա. -2013. -Հ. 66, № 3. – Էջ 199 – 205:

22. Овсепян А.О., Тадевосян Д.Р., Лорян В.Э. Получение трехокси молибдена из молибденитового концентрата методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза //Химия и химическая технология.-Ташкент, 2014.-№ 2 (44).-С.2-5.

23. Овсепян А.О., Тадевосян Д.Р. Исследование процесса получения дисилицида молибдена из молибденитовых концентратов методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза // Вестник ГИУА. “Металлургия, материаловедение, недропользование”. – 2014. –Вып. 17, № 1. -С.19-25.

24. Aghbalyan S., Hovsepyan A., Petrosyan A., Harutyunyan S. The development of the technology for obtaining high purity lead molybdate from molybdenite concentrates // Research journal of the ooi Junior Academy, Transactions on.- USA, Louisiana, 2014.- Vol. 14, N. 1.- P. 55-63.

25. Овсепян А.О. Комплексная переработка сульфидных концентратов молибдена // Известия НАН РА и ГИУА. Сер. ТН. - 2015. – Т. 68, №2. -С.154-162.

26. Овсепян А.О. Исследование кинетики и механизма растворения дисилицида молибдена в расплаве железа //Вестник НПУА: Химические и природоохранные технологии. – 2015. – № 1. - С.22-29.

27. Овсепян А.О. Разработка технологии легирования и раскисления низколегированных сталей дисилицидом молибдена // Вестник Инженерной академии Армении (ВИАА). - 2015. - Т. 12, № 2. – С. 309 -313.

28. Овсепян А.О. Получение дисилицида молибдена из сульфидных концентратов молибдена методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза // Химия и химическая технология.- Ташкент, 2015.- № 3 (45).- С. 3-5.

29. Овсепян А.О. Кинетика и механизм растворения дисилицида молибдена в расплаве железа. //Сборник материалов IV Международной конференции по химии и химической технологии. Секция 2: Химико-металлургические процессы переработки рудного и вторичного сырья. – Ереван: ИОНХ НАН РА, 2015. - С. 139-142.

30. Овсепян А.О. Разработка технологии гранулирования порошка молибдата кальция и применения при легировании стали //Химия и химическая технология. –

Ташкент, 2016. - № 1 (47). -С. 55-57.

31. Овсепян А.О., Шолинян Г.Г., Тадевосян Д.Р., Арутюнян С.А., Акопян А.Р. Исследование сульфидизации окисленных минералов меди на стадии измельчения. // Химическая технология. -2017. -№ 6. -С. 279-283.

Գյ ու տի արտոնագրեր

32. А.с. 1027260 (СССР), МКИ С 22 С 35/00. Лигатура для производства сплавов на основе железа и никеля / А.О. Овсепян, С.С. Караханян., Р.М. Киракосян, Н.П. Дрожевский, В.П. Кулиш, С.А., Клиот, И.Н. Вьючнов // Открытия. Изобретения. -М, 1983.- № 25.

33. А.с. 1548235 (СССР), МКИ С 22 С 35/00. Реагент для легирования стали молибденом. В.Ф. Чистяков, С.А. Клиот, В.М. Бреус, В.С. Кравченко, Н.А. Кусмарцева, А.О. Овсепян, В.П. Ковалев, В.Л. Фейбисович, М.П. Клюев // Открытия. Изобретения. -М., 1990.- № 9.

34. ՀՀ գյ ու տի արտոնագիր № 2335 А. Մոլիբդենի երկսուլֆիդի ստացման եղանակ /Ա.Ռ. Յոսեփյան, Յ.Ռ. Յոսեփյան, Ս.Մ. Իսրայելյան, 25.11. 2009:

Գիտական ժողովածուներում և միջազգային գիտաժողովների նյութերում տպագրված աշխատքներ

35. Յոսեփյան Ա.Ռ. Մոլիբդենի երկսուլֆիդից պողպատների էգիրացման և թթվածնազտման տեխնոլոգիայի մշակումը //Գիտությունը արտադրությանը (Հանրապետական գիտաժողովի նյութեր) .-Ե., 1999. -Էջ 22-23:

36. Hovsepian A.H. Complex processing of molybdenite concentrates // Conversion Potential of Armenia and ISTC Programs. International Seminar. Proceedings. Part II. - Yerevan. 2000. P. 187-190.

37. Овсепян А.О., Агбалиян С.Г., Григорян А.С. Синтез дисилицида молибдена из молибденитовых концентратов // Сборник материалов. Международной конференции по химии и химической технологии. Секция 2: Химия и химическая технология переработки рудного и вторичного сырья. -Ереван, -2007. -С. 142-144.

38. Овсепян А.О., Арутюнян С.А., Израелян С.М. Получение молибдата свинца методом твердофазного синтеза и осаждением из растворов // Сборник материалов. Международной конференции по химии и химической технологии. Секция 2: Химия и химическая технология переработки рудного и вторичного сырья. Ереван. 2007. - С. 190 -192.

39. Овсепян А.О., Израелян С.М. Комплексная переработка молибденитовых концентратов с получением дисульфида молибдена //Сборник материалов. Международной конференции по химии и химической технологии, Секция 2: Химия и химическая технология переработки рудного и вторичного сырья.- Ереван, -2007. - С.193-194.

40. Յոսեփյան Ա.Ռ., Իսրայելյան Ս.Մ., Յարոնյան Ս.Ա. Մոլիբդենիտային խտանյութերի մաքրումը խառնուրդներից //ՅՊՀ (Պոլիտեխնիկ) Լրագրեր-75. Գիտական և մեթոդական հոդվածների ժողովածու . - Երևան: Ճարտարագետ, 2008, Մաս 2. Էջ 624-627:

41. Յոսեփյան Ա.Ռ., Իսրայելյան Ս.Մ. Մոլիբդենի դիսուլֆիդի մանրացման գործընթացների հետազոտումը //ՅՊՀ (Պոլիտեխնիկ) Լրագրեր. Գիտական և մեթոդական

հողվածների ժողովածու , Երևան : Ծարտարագետ, 3.2. № 2.-2010.-էջ 432-436:

42. Աղբալյան Ս.Գ., Յովսեփյան Ա.Յ., Գրիգորյան Ա.Ս. Մոլիբդենի դիսուլֆիդի և սիլիցիդի բարձրջերմաստիճանային փոխազդեցության գործընթացի մեխանիզմի հետազոտումը //ՅՊՃՀ (Պոլիտեխնիկ) Լրաբեր. Գիտական և մեթոդական հողվածների ժողովածու , -Երևան: Ծարտարագետ.- 3.2,№2. -2010. -էջ 441-444:

43. Овсепян А.О., Израелян С.М. Разработка технологии получения дисульфида молибдена высокой чистоты из концентрата Каджаранского медно-молибденового комбината // Сборник материалов. II Международной конференции по химии и химической технологии. Секция 3: Химико-металлургические процессы переработки рудного и вторичного сырья. – Ереван: ИОНХ НАН РА, 2010. -С. 224-225.

44. Овсепян А.О., Мелконян М.Г., Хостоян Ф.А., Израелян С.М., Арутюнян С.А., Хачатрян Э.Г., Акопян А.Р. Сульфидизация труднообогатимых окисленных медно-молибденовых руд Техутского месторождения РА // Сборник материалов. II Международной конференции по химии и химической технологии. Секция 3: Химико-металлургические процессы переработки рудного и вторичного сырья. – Ереван: ИОНХ НАН РА, 2010. -С. 226-228.

45. Овсепян А.О., Мелконян М.Г. Тадевосян Д.Р., Арутюнян В.Р. Разработка технологии получения сульфидов меди из окисленных медно-молибденовых руд на примере Техутского месторождения //Сборник материалов. III Международной конференции по химии и химической технологии. Секция 2: Химико-металлургические процессы переработки рудного и вторичного сырья. – Ереван: ИОНХ НАН РА, 2013.- С. 276-277.

46. Овсепян А.О., Арутюнян С.А., Израелян С.М., Хостоян Ф.А., Хачатрян Э.Г., Акопян А. Р. Разработка технологии получения молибдата свинца из молибденовых концентратов // Сборник материалов. III Международной конференции по химии и химической технологии: Секция 2. Химико-металлургические процессы переработки рудного и вторичного сырья.– Ереван. ИОНХ НАН РА, 2013.- С. 278-280.

47. Овсепян А.О., Тадевосян Д.Р. Технология получения силицида молибдена из молибдениновых концентратов методом СВС // Сборник материалов. III Международной конференции по химии и химической технологии. Секция 2: Химико-металлургические процессы переработки рудного и вторичного сырья. – Ереван: ИОНХ НАН РА, -2013.- С. 281-282.

48. Овсепян А.О., Тадевосян Д.Р., Шолинян Г.Г.// Разработка технологии получения дисилицида молибдена из сульфидных концентратов молибдена методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза // Сборник материалов. IV Международной конференции по химии и химической технологии. Секция 2: Химико-металлургические процессы переработки рудного и вторичного сырья. – Ереван: ИОНХ НАН РА, -2015.- С. 136-139.

49. Овсепян А.О., Тадевосян Д.Р., Мелконян М.Г., Акопян А.Р. Разработка технологии получения сульфидов меди из окисленных медных руд // Сборник материалов. IV Международной конференции по химии и химической технологии. Секция 2: Химико-металлургические процессы переработки рудного и вторичного сырья.– Ереван: ИОНХ НАН РА, 2015.- С. 142-144.

50. Овсепян А.О., Шолинян Г.Г., Ванян Т.А., Арутюнян С.А., Акопян А.Р. Разработка технологии переработки окисленной и смешанной медной руды. // Сбор-

ник материалов. V Международной конференции по химии и химической технологии: Секция 2: Химико-металлургические процессы переработки рудного и вторичного сырья. – Ереван: ИОНХ НАН РА, 2017.- С. 188-190.

51. Овсепян А.О., Шолинян Г.Г., Ванян Т.А., Арутюнян С.А., Акопян А.Р. Исследования сульфидирования окисленных медных руд сернистыми соединениями // Сборник материалов. V Международной конференции по химии и химической технологии. Секция 2: Химико-металлургические процессы переработки рудного и вторичного сырья. – Ереван: ИОНХ НАН РА, 2017.- С.190-192.

Գիտական կոնֆերանսների զեկուցու մների թեզիսներ

52. Овсепян А.О. Легирование и раскисление стали дисилицидом молибдена // Сборник материалов. Годичной научной конференции ГИУА. Ереван: 1998. -С. 260.

53. Յոսեփյան Ա.Յ., Մանուկյան Ն.Վ. Մոլիբդենի երկսիլիցիդի ստացման տեխնոլոգիա // ՅՊԾՅ –ի տարեկան գիտաժողովի նյութերի ժողովածու. - Երևան, 1999. - Էջ 257:

54. Յոսեփյան Ա.Յ. Մոլիբդենի երկսիլիցիդի ստացումը մոլիբդենիտից // Յայաստանի քիմիական գիտություններ XXI դարի շեմին գիտաժողովի թեզիսների ժողովածու. - Երևան, 2000. - Էջ 168:

55. Овсепян А.О. Повышение степени усвоения молибдена из мвлибдата кальция при легировании стали // Химическая наука Армении на пороге XXI века: Сборник тезисов.- Ереван, 2000. -С.171.

56. Овсепян А.О. Силикотермический метод получения силицидов молибдена // Сборник материалов. Годичной научной конференции ГИУА.- Ереван, 2001. -Т.2. - С. 532-533.

57. Յոսեփյան Ա.Յ., Գրիգորյան Ա.Ս., Քոչարյան Մ.Մ. Մոլիբդենի երկսիլիցիդի ստացումը մոլիբդենիտային խտանյութերից //ՅՊԾՅ–ի տարեկան գիտաժողովի նյութերի ժողովածու. -Երևան, 2002.- Յ.2.- Էջ 430-432:

58. Յոսեփյան Ա.Յ., Գրիգորյան Ա.Ս., Քոչարյան Մ.Մ., Մանասարյան Դ.Գ. Մոլիբդենիտային խտանյութերի մաքրումը գուևավոր մետաղներից //ՅՊԾՅ–ի տարեկան գիտաժողովի նյութերի ժողովածու. -Երևան, 2002.- Յ.2. - Էջ 432-433:

59. Յոսեփյան Ա.Յ., Գրիգորյան Ա.Ս., Քոչարյան Մ.Մ. Երկաթի սուևֆիդից սիլիկաջերմային մեթոդով սիլիցիդների ստացումը // ՅՊԾՅ–ի տարեկան գիտաժողովի նյութերի ժողովածու. -Երևան, 2004. -Յ.2.- Էջ 615-617:

60. Յոսեփյան Ա.Յ., Յարուբյուևյան Ս.Ա., Կարապետյան Յ.Ա. Մոլիբդենիտային խտանյութերից բարձր մաքրության կապարի մոլիբդատի ստացումը // ՅՊԾՅ–ի տարեկան գիտաժողովի նյութերի ժողովածու. -Երևան, 2004. -Յ.2.- Էջ 604-607:

61. Յոսեփյան Ա.Յ., Գրիգորյան Ա.Ս., Յարուբյուևյան Ս.Ա. Մոլիբդենի խտանյութերից բարձր մաքրության բ մոլիբդենի դիսիլիցիդի ստացման տեխնոլոգիայի հետազոտումը // ՅՊԾՅ–ի տարեկան գիտաժողովի նյութերի ժողովածու. -Երևան, -2005. - Յ.2.- Էջ 664-665:

62. Յոսեփյան Ա.Յ., Գրիգորյան Ա.Ս., Յարուբյուևյան Ս.Ա. Մոլիբդենի դիսուևֆիդի հիմքով պրիմեր-անօրգանակային նանոկոմպոզիտների ստացումը // ՅՊԾՅ–ի տարեկան

գիտաժողովի նյութերի ժողովածու. -Երևան, 2006.- Զ.2. - Էջ 595-596:

63. Յովսեփյան Ա.Յ., Յարուբյունյան Ս.Ա. Կապարի մոլիբդատի ստացումը պինդ ֆազային եղանակով // ԶՊՃԶ-ի տարեկան գիտաժողովի նյութերի ժողովածու. - Երևան, 2006.- Զ.2.- Էջ 602-605:

64. Овсеян А.О., Айрапетян Г.М., Израелян С.М. Технология получения дисперсного порошка дисульфида молибдена высокой чистоты //Химическая технология: Сборник тезисов докладов Международной конференции по химической технологии ХТ'07. Т.1. - М.: ЛЕНАНД, 2007. –С. 225-227.

65. Յովսեփյան Ա.Յ. Մոլիբդենիտային խոանյութերից բարձր մաքրության 2H-MoS₂-ի դիսպերս փոշիների և նրա հիմքով պոլիմեր-անօրգանական նանոկոմպոզիտների ստացման տեխնոլոգիա // Յայաստանի բնական հումքից նոր հատկություններով օժտված նյութերի ստացում: Յազվետու գիտաժողով: Չեկոսլովակիայի թեգիսներ. -Երևան: ԶԶ ԳԱԱ «Գիտություն» հրատ., 2007.- Էջ 56:

66. Աղբալյան Ս.Գ., Յովսեփյան Ա.Յ., Յարուբյունյան Ս.Ա. Բաբարանի պրոնիտային կոմպոզիտային կոմպոզիտային խոանյութերից բարձր մաքրության կապարի մոլիբդատի ստացման տեխնոլոգիա // Յայաստանի քիմիական գիտության արդի խնդիրները: Չեկոսլովակիայի թեգիսների ժողովածու. - Երևան, 15-16 հունիսի, 2008. -Էջ 6:

67. Յովսեփյան Ա.Յ., Իսրայելյան Ս.Ս. Մոլիբդենիտային խոանյութերի համալիր վերամշակմամբ բարձր մաքրության մոլիբդենի դիսուլֆիդի և նրա հիմքով պոլիմեր-անօրգանական նանոկոմպոզիտների ստացումը // Յայաստանի քիմիական գիտության արդի խնդիրները: Չեկոսլովակիայի թեգիսների ժողովածու. -Երևան, 15-16 հունիսի, 2008. -Էջ 80:

68. Мелконян М.Г., Овсеян А.О. Сульфидизация окисленных медно- молибденовых минералов (на примере Техутского месторождения РА) // Химическая технология: Тезисы докладов. . IV Всероссийской конференции ХТ'12. Секция 6: Химико-металлургические процессы переработки рудного и вторичного сырья. -М., 2012. – С. 173- 175.

Յեղինակը իր խորին երախտագիտությունն է հայտնում ս.գ.դ. պրոֆեսոր Սուրեն Գևորգի Աղբալյանին ատենախոսական աշխատանքի հետազոտությունների կատարման գործում աջակցություն համար:

ОВСЕПЯН АРМЕН ОГАНЕСОВИЧ

РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛИБДЕНОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ И ПОЛУЧЕНИЕ НА ОСНОВЕ ПОЛУЧЕННЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЛЕГИРУЮЩИХ И НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

РЕЗЮМЕ

Диссертационная работа посвящена разработке теоретических и технологических основ получения трехоксида, дисульфида, дисилицида молибдена, молибдатов кальция и свинца, чистого ферромолибдена и других современных материалов высокой чистоты с комплексной переработкой сульфидного молибденового концентрата.

Впервые исследован процесс очистки молибденитового концентрата от флотореагентов и шлама. Показано, что для очистки примесей, содержащихся в молибденитовом концентрате, необходимо очистить поверхность минералов от флотореагентов, что позволит интенсифицировать избирательное выщелачивание примеси минералов разбавленными кислотами. Исследованы избирательные очистки концентрата от кальция, магния, кварцитов, пирита, халькопирита и др.

Изучена кинетика окисления дисульфида молибдена в слабых растворах (3...8%) азотной кислоты. Выбраны оптимальные режимы выщелачивания.

Разработана и предложена технология получения дисульфида молибдена высокой чистоты и дисперсности с комплексной переработкой молибденитового концентрата.

Показано, что полученный дисульфид молибдена высокой чистоты и дисперсности превышает требования, предъявляемые действующими стандартами.

На основании выполненных комплексных экспертных исследований разработана современная технология получения молибдата свинца высокой чистоты и молибдата кальция из Каджаранского молибденитового концентрата и азотно-кислых растворов молибдена. Очистка растворов выполнена с применением люмогаллиона и активированного угля.

На основе комплексного исследования, с целью производства высокотемпературных нагревателей и получения легирующих материалов, разработана технология получения дисилицида молибдена из сульфидных концентратов молибдена печным и СВС методами. Выявлены механизм протекающих реакций, кинетика и фазовый состав полученных продуктов в системе $\text{MoS}_2\text{-Si}$. Восстановление происходит с получением сульфидов кремния (SiS_2 , SiS).

Впервые разработаны теоретические и технологические основы глубокой поверхностной сульфидизации и флотации окисленных минералов меди, которые включают обработку в процессе измельчения азурита, малахита, куприта и тенорита с сульфидом кремния (SiS_2) или тиокомплексом натрия $\text{Na}_2[\text{SiS}_3]$.

Разработана технологическая схема очистки молибденитового концентрата от цветных металлов, в результате чего получена трехокись молибдена для производства ферромолибдена высокого качества.

С помощью высокотемпературного калориметра исследованы тепловые эффекты процесса легирования и раскисления низколегированных сталей дисилицидом молибдена. Показано, что в отличие от ферромолибдена, температура расплава повышается.

Сравнительно быстрое растворение дисилицида молибдена обусловлено структурной пористостью. Кроме того, в связи с протеканием экзотермических реакций процессы растворения и усвоения дисилицида молибдена, по сравнению с обычными ферромолибденами, ускоряются.

Выполнен комплекс технологических исследований с промышленной апробацией полученных результатов в заводских электродуговой и мартеновской печах. В качестве ферросплава был использован гранулированный молибдат кальция и дисилицид молибдена. Оптимизация технологических параметров осуществлялась при получении стали марок 12Х1МФ, 15Х1М1Ф, 20ХН2М, 25ХГМ, 30ХМА, 40ХН2МА и др.

Результаты заводских испытаний показывают, что степень усвоения молибдена расплавом практически составляет 100%. В полученных сталях неоднородность по молибдену отсутствует.

Разработана технология раскисления и легирования низколегированных сталей дисилицидом молибдена. Отличительная особенность предлагаемых технологических решений, выполненных в качестве лигатуры дисилицида молибдена, заключается в том, что процессы раскисления (Si) и легирования (Mo, Si) сталей можно совместить. Реализация этих процессов весьма эффективна при выплавке низколегированных сталей внепечным способом, т. е. непосредственно в ковше.

Плавка без дополнительной корректировки молибдена в печи значительно упрощает процесс доводки и легирования стали.

Изучены механические свойства полученных сталей, которые соответствуют требованиям стандарта.

Разработанная технология внедрена в производство.

Разработаны теоретические и технологические основы переработки сульфидных молибденовых концентратов с получением трехоксида и дисульфида молибдена высокой чистоты и дисперсности, силицидов молибдена, молибдата кальция и свинца высокой чистоты для лазерной техники, сульфида кремния в качестве нового реагента для флотации окисленных руд и легирующих материалов MoSi₂, гранулированный CaMoO₄, ферромолибдена (содержание вредных примесей Cu, Pb, Sn, Sb, S, P значительно ниже, чем в заводских материалах).

Составлен технологический регламент с технико-экономическим обоснованием.

HOVSEPYAN ARMEN HOVHANNES

**DEVELOPMENT OF THEORETICAL AND TECHNOLOGICAL BASICS
OF PROCESSING OF MOLYBDENUM CONCENTRATES AND PREPARATION
ON THE BASE OF OBTAINED COMPOUNDS OF NEW AND DOPING
MATERIALS**

SUMMARY

The thesis is devoted to the development of theoretical and technological basics of preparation of molybdenum trioxide, disulfide and disilicide, calcium molybdate and lead molybdate, pure ferromolybdenum and other contemporary materials of high purity with complex processing of sulfide concentrates of molybdenum.

The process of cleaning molybdenite concentrates from residuals and flotation reagents has been investigated for the first time. It has been shown that for cleaning the impurities contained in molybdenite concentrates, it is necessary to clean the surface of materials from flotation reagents. It enables to intensify the selective leaching of mineral impurities diluted with acids. The selective clearing of concentrates from calcium, magnesium, quartzites, pyrite, chalcopyrite has been investigated.

Kinetics of oxidation of molybdenum disulfide has been studied in weak solutions of nitric acid (3-8%). Optimal regimes of leaching have been selected.

The obtaining technology of molybdenum disulfide of high purity and dispersion has been suggested and developed with complex development of molybdenite concentrates.

It has been shown that the prepared molybdenum disulfide of high purity and dispersion exceeds the current standard requirements.

A contemporary technology of obtaining high-purity lead molybdate and calcium molybdate from molybdate concentrates of Qajaran and nitric acid solutions of molybdenum has been developed on the base of complex expert investigations. The cleaning of solutions has been carried by using lumogallion and active carbon.

A technology of obtaining molybdenum disilicide from sulfide concentrates of molybdenum by SHS and furnace methods has been processed on the base of complex investigations for the purpose of producing high-temperature heaters and preparing doping materials. The mechanism of proceeding reactions, the kinetics and the phase composition of prepared products in MoS_2 -Si system has been revealed. Deoxidization occurs by the formation of silicon sulfides (SiS_2 , SiS).

Theoretical and technological basics of deep surface sulfidation and flotation of copper oxidized minerals have been developed for the first time. It includes a development in the process of grinding azurite, malachite, cuprite and tenorite with silicon sulfide (SiS_2) or sodium thiocomplex $\text{Na}_2[\text{SiS}_3]$.

A technological scheme of cleaning molybdenite concentrates from non-ferrous metals has been processed. Consequently, molybdenum trioxide has been obtained for the production of high-quality ferromolybdenum.

By means of high-temperature calorimeter thermal effects of deoxidation and doping of low-alloy steels by molybdenum disilicide have been investigated. It has been shown that the melt temperature increases in contrast to ferromolybdenum.

Relatively rapid dissolution of molybdenum disilicide is associated with the

structural porosity. Furthermore, processes of dissolution and recovery of molybdenum disilicide compared with common ferromolybdenum are accelerated in connection to the exothermal reaction behavior.

In factory electric melting and martin furnaces complex technological investigations have been carried with industrial approbation of the received results. As ferroalloy granulated calcium molybdate and molybdenum disilicide has been used. Optimization of technological parameters has been implemented during the production of steel of 12X1MΦ, 15X1M1Φ, 20XH2M, 25XΓM, 30XMA, 40XH2MA and other grades.

The results of experiments taken place at factory show that the absorption grade of molybdenum is practically 100 percent, heterogeneity of molybdenum in steel is missing.

A technology of deoxidation and doping of low-alloy steels by molybdenum disilicide has been developed. The distinctive feature of the proposed technological solutions, executed as an alloy of molybdenum disilicide, is the possibility to combine the processes of deoxidization (Si) and alloying (Mo, Si) of steels. The implementation of these processes becomes very effective in the smelting of low-alloy steels by the method of ladle refining, i. e. directly in the ladle.

Melting without additional alignment of molybdenum considerably simplifies the process of finishing and alloying of steel in the furnace.

Mechanical properties of the prepared steels have been studied, they satisfy standard requirements.

The developed technology has been implemented in production.

Theoretical and technological basics of processing sulfide concentrates of molybdenum have been developed with obtaining of molybdenum disulfide and trioxide of high purity and dispersion, molybdenum silicides, lead molybdate and calcium molybdate of high purity for laser technology, silicon sulfide as a new reagent for the flotation of oxidized ores and alloying materials of MoSi_2 , granulated CaMoO_4 , ferromolybdenum (the content of harmful impurities of Cu, Pb, Sn, Sb, S, P is considerably lower than in factory materials).

A technological reglament with technical-economic substantiation has been formed.

