

ՀԱՍՏԱՏՈՒՄ ԵՄ

ՀՀ ԳԱԱ ֆիզիկայի կիրառական պրոբլեմների
ինստիտուտի տնօրեն, ֆ-մ.գ.թ.
Վ.Ռ. Քոչարյան
« 29 » հունիսի 2026թ.



Կ Ա Ր Ծ Ի Ք

ԱՌԱՋԱՏԱՐ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՈՒԹՅԱՆ

«Մեխանաքիմիական ակտիվացմամբ պղնձի օքսիդացած համալուծների սուլֆիդացման և խտանյութի ստացման տեխնոլոգիայի մշակումը» թեմայով ատենախոսական աշխատանքի վերաբերյալ, որը Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանին առընթեր գործող ՀՀ ԲԿԳԿ-ի «Մետալուրգիա և նյութագիտություն» մասնագիտական խորհրդին (դասիչ 031) ներկայացրել է Հասմիկ Վարդանի Ավագյանը՝ «Մետալուրգիա» մասնագիտությամբ (դասիչ Ե.16.02) տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար

Քննարկումը կատարվել է Հայաստանի Հանրապետության Գիտությունների Ազգային Ակադեմիայի «Ֆիզիկայի կիրառական պրոբլեմներ»-ի ինստիտուտի գիտական խորհրդի 2026թ. հունիսի 19-ի ընդլայնված նիստում:

Քննարկմանը ներկա էին՝ ինստիտուտի գիտական խորհրդի ներքոհիշյալ անդամները՝ խորհրդի նախագահ, ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու Վ.Ռ. Քոչարյանը, գիտության գծով փոխտնօրեն, ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու Հ.Ֆ. Խաչատրյանը, ՀՀ ԳԱԱ թղթակից անդամ՝ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր Ա.Հ. Մկրտչյանը, ինստիտուտի առաջատար գիտաշխատողներ՝ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր Ա.Ա. Սահարյանը, տեխնիկական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր Հ.Ռ. Դրմեյանը, ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր Կ.Գ. Թրունին, գիտքարտուղար Ա.Ա. Նահապետյանը, ՔԵՆԴԼ սինքրոտրոնային հետազոտությունների ինստիտուտի տնօրեն, ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու Բ.Ա. Գրիգորյանը, «Ակուստաֆիզիկա» լաբորատորիայի «Սեյսմիկա» գիտական խմբի ղեկավար, տեխնիկական գիտությունների թեկնածու Ս.Ա. Մխիթարյանը, ինչպես նաև ՖԿՊԻ-ի

աշխատակիցներ՝ «Ռենտգենյան և գիգա-տերահերցային տոմոգրաֆիա և սպեկտրասկոպիա» լաբորատորիայի վարիչ, ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու Վ.Վ. Մարգարյանը, «Ճառագայթների և տարրական մասնիկների փոխազդեցությունը նյութերի հետ» լաբորատորիայի վարիչ, ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու Ս.Ն. Նորեյանը, գիտաշխատող, ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու Վ.Վ. Պարազյանը և ուրիշներ:

Հրավիրված էին՝ Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանի պրոֆեսոր, ատենախոսության գիտական ղեկավար, ՀԱՊՀ-ի բազային գիտահետազոտական լաբորատորիայի գիտական ղեկավար, տ.գ.դ., պրոֆեսոր, ՀՀ գիտության վաստակավոր գործիչ Ս.Գ. Աղբալյանը, ՀԱՊՀ «Մետալուրգիա և նյութագիտություն» ամբիոնի վարիչ, տ.գ.դ., պրոֆեսոր Ա.Մ. Հովհաննիսյանը, ինչպես նաև նույն համալսարանի «Նյութագիտություն և մետալուրգիա» բազային գիտահետազոտական լաբորատորիայի ավագ գիտական աշխատող, տ.գ.թ., դոցենտ Գ.Ա. Վասիլյանը:

Լսեցին՝ Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանի «Լեռնամետալուրգիա և քիմիական տեխնոլոգիաներ» ինստիտուտի «Մետալուրգիա և նյութագիտություն» ամբիոնի հայցորդ Հասմիկ Վարդանի Ավագյանի կողմից ներկայացված **«Մեխանաքիմիական ակտիվացմամբ պղնձի օքսիդացած հանքանյութերի սուլֆիդացման և խտանյութի ստացման տեխնոլոգիայի մշակումը»** թեմայով թեկնածուական ատենախոսության վերաբերյալ զեկուցումը «Մետալուրգիա» մասնագիտությամբ (դասիչ Ե.16.02)՝ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար:

Հարցեր տվեցին՝ տ.գ.թ. Ս.Ա. Մխիթարյանը, տ.գ.դ. պրոֆեսոր Հ.Ռ. Դրմեյանը, ֆ.մ.գ.թ. Վ.Վ. Մարգարյանը և ֆ.մ.գ.թ. Վ.Վ. Պարազյանը, որոնց հայցորդ Հասմիկ Վարդանի Ավագյանը տվեց սպառիչ և բավարար պատասխաններ:

Ելույթ ունեցան՝ ատենախոսության գիտական ղեկավար, տ.գ.դ., պրոֆեսոր Ս.Գ. Աղբալյանը, տ.գ.դ., պրոֆեսոր Հ.Ռ. Դրմեյանը, և ֆ.մ.գ.դ., պրոֆեսոր Ա.Ա. Սահարյանը, ովքեր նշելով թեմայի արդիականությունը և կարևորությունը, դրական գնահատեցին կատարված աշխատանքը և առաջարկեցին տալ դրական կարծիք՝ երաշխավորելով

այն պաշտպանության ՀԱՊՀ-ին առընթեր գործող ՀՀ ԲԿԳԿ-ի «Մետալուրգիա և նյութագիտություն» մասնագիտական խորհրդի (դասիչ 031) «Մետալուրգիա» ենթախորհրդում (դասիչ Ե.16.02)՝ «Մետալուրգիա» մասնագիտությամբ (դասիչ Ե. 16.02):

Քվեարկությունը կայացել է բաց: Տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի աստիճանաշնորհման համար դրական երաշխավորման առաջարկությունն ընդունվել է միաձայն՝ դեմ և ձեռնպահ չեն եղել:

Ատենախոսության նպատակը և ծավալը

Ատենախոսական աշխատանքի հիմնական նպատակն է մեխանաքիմիական ակտիվացման եղանակով մշակել պղնձի օքսիդացած հանքանյութերի սուլֆիդացման և խտանյութի ստացման ժամանակակից տեխնոլոգիա, բացահայտել հիմնական օրինաչափությունները և ստացված սուլֆիդների ֆլոտացման գործընթացի մեխանիզմն ու կինետիկան:

Ատենախոսությունը՝ հայցորդ Հասմիկ Վարդանի Ավագյանի կողմից կատարած գիտափորձերի, տեսական և փորձարարական հետազոտությունների ու հրատարակված գիտական աշխատանքների ամբողջական շարադրանքն է: Այն բաղկացած է ներածությունից, չորս գլուխներից, ընդհանուր եզրակացություններից և 168 անուն օգտագործված գրականության ցանկից: Ատենախոսությունը շարադրված է 140 համակարգչային տպագիր էջերի վրա, ներառում է 64 նկար և 21 աղյուսակ:

Ատենախոսության արդիականությունը և հրատապությունը

Հայաստանի Հանրապետության ընդերքը հարուստ է պղնձով, որը հանդես է գալիս սուլֆիդային, խառը և օքսիդացած հանքանյութերի տեսքով: Բացի սուլֆիդային հանքանյութերից մյուսները ֆլոտացմամբ հարստացման չեն ենթարկվում: Արդյունքում հանքավայրերի հանքահումքային պաշարների զգալի մասը չի օգտագործվում և անցնում է թափոնային պոչեր, որոնց պարունակությունը ՀՀ թափոնային պահեստարաններում կազմում է ~400 մլն տոննա՝ պղնձի մոտավորապես 0,12% միջին պարունակությամբ, իսկ Թեղուտի հանքավայրում օքսիդացած ապարների և խառը հանքային միներալների գոտին կազմում է մոտավորապես 250 հա մակերեսով և 70 մ խորությամբ հանքայնացված զանգված, որը շրջակա միջավայրի պաշտպանության տեսանկյունից առաջացնում է լուրջ խնդիրներ:

Նշված խնդիրը լուծելու համար ժամանակակից մետալուրգիայում օքսիդացած հանքանյութերի մշակումը կատարվում է մեխանաքիմիական և մետաղաջերմային վերականգնման եղանակների զուգակցմամբ, որի ընթացքում տեղի են ունենում օքսիդավերականգնման ռեակցիաների ինտեսիվացում և սկզբունքորեն նոր մոդիֆիկացիաներով նյութերի ստացում: Գրականության տվյալներից հայտնի է, որ մեխանաքիմիական ակտիվացումը մեծացնում է նյութի մակերևութային էներգիան և առաջացնում բյուրեղային ցանցի աղավաղումներ, որի արդյունքում տեղի է ունենում պինդ նյութերի ռեակցիոն ունակությունների մեծացում, որն էլ նպաստում է քիմիական ռեակցիայի արագության մեծացմանը: Պղնձի արտադրությունում հեռանկարային են համարվում այն գործընթացները, որոնք նպատակաուղղված են պղնձի օքսիդային ձևի փոխակերպմանը հեշտ ֆլոտացվող սուլֆիդների: Սակայն միներալների մակերևութայինները սուլֆիդացնող առկա եղանակները չեն ապահովում անհրաժեշտ արդյունավետություն, քանի որ սուլֆիդային թաղանթներն առաջանում են թույլ թթվային միջավայրում, անկայուն են և հեշտությամբ քայքայվում են ֆլոտացման ընթացքում, որը կատարվում է թույլ հիմնային միջավայրերում: Այստեղից հետևում է, որ հիմնախնդրի արդյունավետ լուծման համար պետք է կատարել հանքաքարի արժեքավոր բաղադրիչների միներալաբանական բաղադրության փոփոխում՝ կիրառելով հանքաքարի մանրացման գործընթացը:

Ելնելով վերոհիշյալից՝ սուլֆիդային միջավայրերում պղնձի օքսիդացած հանքանյութերի դիսպերս մանրացումը գնդաղացներում՝ որն ուղեկցվում է հանքաքարերի մեխանաքիմիական և մետաղաջերմային ակտիվացմամբ, խիստ արդիական խնդիր է: Այն հնարավորություն կտա մշակել պղնձի օքսիդացած հանքանյութերի սուլֆիդացման նոր տեխնոլոգիա, բացահայտել հիմնական օրինաչափություններն ու ստացված սուլֆիդների ֆլոտացման գործընթացի մեխանիզմն ու կինետիկան:

Ստացված արդյունքների և եզրակացությունների նորությունը

Առաջադրված գիտական դրույթները հիմնավորված են հետազոտվող գործընթացների տեսական վերլուծությամբ և գիտափորձնական հետազոտություններով: Օգտագործված վերլուծական միջոցները և ժամանակակից սարքավորումների

օգտագործումը հեղինակին հնարավորություն են տվել հաջողությամբ իրագործել հետազոտությունների ծրագիրն ու ստանալ գիտափորձերի հավաստի արդյունքներ:

Կատարած հետազոտությունների արդյունքում հեղինակը ցույց է տվել, որ պղնձի օքսիդացած միներալների հարստացման և ստացված խտանյութից պղնձի առավելագույն կորզման գոյություն ունեցող մեթոդների ամենահեռանկարային տարբերակը գնդաղացում օքսիդացած հանքանյութերի սուլֆիդացման գործընթացն է, որն ուղեկցվում է օքսիդացած միներալների բյուրեղաքիմիական վիճակի փոփոխմամբ՝ սուլֆիդացման ու մեխանակտիվացման համակցման ճանապարհով: Այդ նպատակով ուսումնասիրվել են Թեղուտի պղինձմոլիբդենային հանքավայրի միներալային կազմը և պղնձի օքսիդացած գոտու միներալներն ու դրանց բնութագրերը՝ ինչպիսիք են՝ մալախիտը, ազուրիտը, տենորիտը, կուպրիտը, խրիզոկոլան և փիրոլը:

Որպես սուլֆիդարար ընտրվել են սիլիցիումի սուլֆիդը, նատրիումի թիոկոմպլեքսը և ծծումբը: Ուսումնասիրվել են դրանց բնութագրերը: Կատարվել են չափիչ-հսկիչ սարքավորումների ընտրում, հիմնավորում, գնդաղացներում հանքաքարերի մեխանիկական մանրացման գործընթացի ուսումնասիրում և առանձնահատկությունների բացահայտում: Ցույց է տրվել, որ գնդաղացներում հանքաքարերի մանրացման ժամանակ կարևոր ցուցանիշներն են գնդաղացի պտտման արագությունը, գնդերի օպտիմալ զանգվածը և տրամագիծը, հանքանյութի նախնական չափերը և ծավալը, ինչպես նաև գնդերի կառուցվածքը և հատկությունները: Մշակվել են հետազոտման նպատակը և մեթոդիկան, որը հիմնված է մետալուրգիական, մետաղագիտական, քիմիական, ռենտգենաֆազային, սպեկտրային, ատոմնաաբսորբման, ջերմածանրաչափական և այլ վերլուծական մեթոդների վրա:

Թերմոդինամիկական հաշվարկներով հիմնավորվել է Թեղուտի պղնձի օքսիդացած միներալների մակերևութային խորը սուլֆիդացման գործընթացը, որը կատարվել է ծծմբի (S), սիլիցիումի սուլֆիդի (SiS_2) և նատրիումի թիոկոմպլեքսի ($Na_2[SiS_3]$) առկայությամբ՝ ազուրիտի, մալախիտի, կուպրիտի և տենորիտի աղացման ու մանրացման գործընթացներում: Ցույց է տրվել, որ փոխազդեցությունն ընթանում է Գիբսի էներգիայի մեծ բացասական արժեքով, որը և անհրաժեշտ է պղնձի սուլֆիդների ստացման համար: Որոշվել են մանրացման ժամանակ պղնձի օքսիդացած միներալների մակերևութային սուլֆիդացման գործընթացի օպտիմալ պայմանները. տևողությունը՝ 70 ր,

ջերմաստիճանը՝ 343 Կ, սուլֆիդարարի ծախսը 100%՝ ըստ օքսիդացած պղնձի զանգվածի, որոնց դեպքում ապահովվում է 70% սուլֆիդացման աստիճան։

Բացահայտվել են պղնձի օքսիդացած միներալների՝ նատրիումի թիոկոմպլեքսով, սիլիցիումի սուլֆիդով և ծծմբով սուլֆիդացման ռեակցիաների կինետիկան և մեխանիզմը։ Որոշվել են աղացման գործընթացում պղնձի օքսիդացած միներալների սուլֆիդացման և ֆլուտացման օպտիմալ պայմանները, որոնք ապահովում են ~ 63% սուլֆիդացման աստիճան։

Հետազոտվել են սիլիցիումի սուլֆիդով, նատրիումի թիոկոմպլեքսով և ծծմբով պղնձի սուլֆիդացված օքսիդային հանքանյութերի, ինչպիսիք են՝ ազուրիտը, մալախիտը, կուպրիտը և տենորիտը, ֆլուտացման գործընթացները։ Արդյունքում որոշվել է ֆլուտացման համար անհրաժեշտ ռեագենտների ծախսը՝ որպես ակտիվ սուլֆիդարար ընտրելով ծծումբը։

Կատարած համալիր հետազոտությունների արդյունքում մշակվել են օքսիդացած պղնձային միներալների մեխանաքիմիական ակտիվացմամբ սուլֆիդացման և ստացված սուլֆիդային միացությունների ֆլուտացման տեխնոլոգիա, որը հնարավորություն է տալիս վերամշակելու պղնձային օքսիդացած միներալները և համարվում է հեռանկարային։ Ընտրվել և հիմնավորվել է անհրաժեշտ տեխնոլոգիական սարքավորումները։ Կատարվել է մշակված տեխնոլոգիայի տեխնիկատնտեսագիտական հիմնավորում, համաձայն որի շահույթը կազմել է 502019,0 հազար դրամ, իսկ կապիտալ ներդրումների հետզնման ժամկետը՝ 1,525 տարի։

Ընդհանուր առմամբ Հ.Վ. Ավագյանի կողմից կատարված է մեծ ծավալի գիտահետազոտական աշխատանքներ, որոնց արդյունքները նորություն են մետալուրգիայի ոլորտում։ Հայցորդի կողմից հրատարակված 13 գիտական աշխատանքները համապատասխանում են ատենախոսության բովանդակությանը, որն իր հերթին համապատասխանում է «Մետալուրգիա» մասնագիտությանը (թվանիշ Ե.16.02)։

Արդյունքների նշանակությունը գիտության և արտադրության ոլորտներում

Մշակվել է գնդաղացներում պղնձի օքսիդացած միներալների՝ ազուրիտի, մալախիտի, կուպրիտի և տենորիտի, սիլիցիումի սուլֆիդով, նատրիումի թիոկոմպլեքսով կամ ծծմբով ստեղծված սուլֆիդային միջավայրում դիսպերս մանրացմամբ և դրանցից պղնձի խտանյութի ստացման տեխնոլոգիա։ Համալիր հետազոտությունների

արդյունքնում բացահատվել է, որ դիսպերս մանրացման ընթացքում տեղի է ունենում պղնձի օքսիդացած միներալների մեխանաքիմիական ակտիվացում, որն իր բնույթով յուրահատուկ է և տարբերվում է ջերմային ու այլ տիպի քայքայումներից: Ցույց է տրվել, որ հնարավոր է պարզեցնել սուլֆիդացման գործընթացի տեխնոլոգիական պայմանները՝ ի հաշիվ սուլֆիդացման ու մանրացման գործընթացների համատեղման:

Բացահայտվել են մեխանաքիմիական ակտիվացմամբ պղնձի օքսիդային միներալների նատրիումի թիոկոմպլեքսով, սիլիցիումի սուլֆիդով և ծծմբով սուլֆիդացման և ստացված սուլֆիդների ֆլոտացման մեխանիզմն ու կինետիկան: Որոշվել են պղնձի օքսիդային միներալների մանրացման ժամանակ մակերևութային սուլֆիդացման գործընթացի օպտիմալ պայմանները, որոնց դեպքում ապահովվում է ~63% սուլֆիդացման աստիճան. գործընթացի տևողությունը՝ 70ր, ջերմաստիճանը՝ 343 Կ և սուլֆիդարարի ծախսը ըստ օքսիդացած պղնձի զանգվածի՝ 100%:

Տեսական հետազոտությունների արդյունքները և եզրահանգումները հիմնավորված են մետաղագիտական և մետալուրգիական գործընթացների ժամանակակից ու դասական տեսություններով, իսկ փորձարարական աշխատանքների հիմնավորման աստիճանը՝ մետաղագիտական և մետալուրգիական գործընթացների ժամանակակից մեթոդների, չափման ու հսկման եղանակների և ժամանակակից վերլուծության միջոցներով հետազոտության արդյունքների համեմատությամբ ու ֆոտոփաստացի նյութերով:

Աշխատանքի գործնական կարևորությունը

Մշակվել է ՀՀ Թեղուտի հանքավայրի պղնձի օքսիդացած միներալների՝ սուլֆիդային միջավայրում մանրացման ընթացքում, մեխանաքիմիական և մետաղաջերմային ակտիվացմամբ սուլֆիդացման և խտանյութի ստացման ժամանակակից տեխնոլոգիա: Այն հնարավորություն է տալիս սուլֆիդացված հանքանյութի ֆլոտացմամբ ստանալ պղնձի սուլֆիդային խտանյութ՝ հետագա պիրոմետալուրգիական վրամշակմամբ պղնձի ~82% կորզման ապահովմամբ: Մշակված տեխնոլոգիան հեռանկարային է և հիմնավորված, իսկ ներդրման տեսակետից՝ պարզ և քիչ ծախսատար: Այն կարող է ներդրվել հանրապետությունում գործող «Թեղուտ» ՓԲԸ-ում, ընկերությանը ապահովելով մեծ տնտեսական շահույթ:

Ատենախոսության վերաբերյալ առկա են հետևյալ դիտողությունները

1. Աշխատանքից պարզ չէ, թե ինչպես են հանքաքարից առանձնանում դատարկ ապարները:

2. Ցանկալի կլիներ մշակված տեխնոլոգիան համեմատվեր պղնձի օքսիդացած հանքանյութերից պղնձի կորզման կույտային հարստացման տեխնոլոգիայի հետ, այդ թվում՝ շրջակա միջավայրի պահպանության տեսակետից:

3. Ցանկալի կլիներ օքսիդացած միներալների դիսպերս մանրացումը կատարվեր նաև թրթռաղացներում և կատարվեր սուլֆիդացման աստիճանի համեմատություն:

Նշված դիտողությունները չեն նսեմացնում ատենախոսության գիտական և գործնական արժեքը: Հեղինակի կողմից այն ձևակերպված է բարձր մակարդակով: Պաշտպանության ներկայացված դրույթները հիմնավորված են, իսկ առաջադրված խնդիրները՝ ամբողջությամբ լուծված: Նշված թերությունները ոչնչով չեն նսեմացնում քննարկվող աշխատանքի գիտական արժանիքները: Ստացված արդյունքները, մշակված տեխնոլոգիան և տեսական հիմնավորումները մեծ առաջընթաց են ապահովում մետալուրգիայի բնագավառում: Հրատարակված 13 գիտական հոդվածները լիովին համապատասխանում են թեմայի ուղղվածությանը:

Աշխատանքն արդիականությամբ, գիտական նորույթով և գործնական նշանակությամբ լիովին համապատասխանում է ՀՀ ԲԿԳԿ-ի կանոնակարգի պահանջներին, իսկ հեղինակը՝ Հասմիկ Վարդանի Ավագյանն արժանի է տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհմանը «Մետալուրգիա» մասնագիտությամբ (դասիչ Ե.16.02):

ՀՀ ԳԱԱ ֆիզիկայի կիրառական պրոբլեմների
Ինստիտուտի «Ակուստաֆիզիկա» լաբորատորիայի
«Սեյսմիկա» գիտական խմբի ղեկավար,
տեխնիկական գիտությունների թեկնածու՝



Ս.Ա. Մխիթարյան

ՀՀ ԳԱԱ ֆիզիկայի կիրառական պրոբլեմների
ինստիտուտի գիտ. քարտուղար՝



Ա.Ա. Նախապետյան

" 29 " հունիսի 2026թ.

