

Կ Ա Ր Ծ Ի Ք

«Մեխանաքիմիական ակտիվացմամբ պղնձի օքսիդացած հանքանյութերի սուլֆիդացման և խտանյութի ստացման տեխնոլոգիայի մշակումը» թեմայով Հասմիկ Վարդանի Ավագյանի կողմից՝ «Մետալուրգիա» մասնագիտությամբ (թվանիշ Ե.16.02) տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար, պաշտպանության ներկայացված ատենախոսական աշխատանքի վերաբերյալ

Ատենախոսական թեմայի արդիականությունը

Հայաստանի Հանրապետության ընդերքը հարուստ է պղնձով, որի պաշարները կազմում են պղնձի համաշխարհային պաշարների մոտավորապես 2%: Դրանով է պայմանավորված պղնձային հումքի համալիր վերամշակման անհրաժեշտությունը Հայաստանի Հանրապետությունում, որն արդյունաբերության զարգացման կարևոր ուղղություններից է: ՀՀ հարստացուցիչ ֆաբրիկաները ֆլոտացման եղանակով արտադրում են պղնձի 20...25% պարունակությամբ սուլֆիդային խտանյութեր: Օքսիդացած և խառը պղնձային հանքանյութերը գործող տեխնոլոգիաներով հարստացման չեն ենթարկվում և անցնում են թափոնային պոչեր: Մինչդեռ Հայաստանի Հանրապետության հանքանյութերում պղնձի հումքի զգալի մասը պարունակում է խառը և օքսիդացած միներալներ: ՀՀ թափոնային պահեստարաններում արդեն կուտակվել են ~ 400 մլն տոննա թափոնակույտային պոչանքներ՝ պղնձի 0,12% միջին պարունակությամբ, ինչը շրջակա միջավայրի պաշտպանության տեսանկյունից անընդունելի է: Ինչ վերաբերվում է Թեղուտի հանքավայրին, ապա օքսիդացած ապարների և խառը հանքային միներալների գոտին կազմում է մոտավորապես 250 հեկտար մակերեսով և 70 մ խորությամբ զանգված, համեմատաբար հարուստ հանքայնացմամբ, որի վերամշակման խնդիրը հանդիսանում առաջնային:

Պղնձը օքսիդացած և խառը հանքային միներալների վերամշակման համար հեռանկարային են համարվում այն գործընթացները, որոնք նպատակաուղղված են պղնձի օքսիդային ձևի փոխակերպմանը հեշտ ֆլոտացվող սուլֆիդների: Միներալների մակերևույթները սուլֆիդացնող առկա եղանակները չեն ապահովում անհրաժեշտ արդյունավետություն, որովհետև սուլֆիդային թաղանթներն առաջանում են թույլ թթվային միջավայրում, անկայուն են և հեշտությամբ քայքայվում են ֆլոտացման ընթացքում, որը կատարվում է թույլ հիմնային միջավայրում: Դա է պատճառը, որ հիմնախնդրի արդյունավետ լուծում է համարվում հանքաքարի արժեքավոր

բաղադրիչների միներալաբանական բաղադրության փոփոխումը՝ կիրառելով հանքաքարի մանրացման գործընթացը:

Վերջին տարիներին մետալուրգիական գործընթացներում կատարվում են նոր աշխատանքներ, համաձայն որոնց օքսիդացած հանքանյութերի մշակումն իրականացվում է մեխանաքիմիական և մետաղաթերմային վերականգնման եղանակների զուգակցմամբ: Այս դեպքում տեղի են ունենում օքսիդավերականգնման գործընթացների ինտեսիվացում և սկզբունքային նոր մոդիֆիկացիաներով նյութերի ստացում: Մեխանիկական ակտիվացումը մեծացնում է նյութի մանրացման աստիճանը, մակերևութային էներգիան և առաջացնում բյուրեղային ցանցի արատներ: Պինդ նյութերի ռեակցիոն ունակությունները մեծանում են, որն էլ նպաստում է քիմիական ռեակցիայի արագության մեծացմանը: Նշված մեթոդի կիրառումը պղնձի օքսիդացած միներալների սուլֆիդացման նպատակով խիստ հեռանկարային է և պահանջարկված:

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

Նշված նպատակին հասնելու համար հայցորդի կողմից առաջադրվել և լուծվել են հետևյալ խնդիրները՝ մեխանաքիմիական ակտիվացմամբ պինդ նյութերի ռեակցիոն ունակությունների մեծացման գործընթացի վերլուծությունը, նոր կառուցվածքների առաջացման սկզբունքների բացահայտումը և հետազոտման խնդրի դրվածքը, պղնձի օքսիդացած միներալների սուլֆիդացման գործընթացի թերմոդինամիկական և կինետիկական հիմնավորումը, Թեղուտի պղնձի օքսիդային հանքանյութերի ռեակցիոն ունակությունների մեծացման հիմնավորումը մեխանաքիմիական մշակմամբ, պղնձի օքսիդային միներալների սուլֆիդացման գործընթացի մեխանիզմի և կինետիկայի բացահայտումը, Թեղուտի պղնձի օքսիդացած հանքանյութերից ստացված սուլֆիդային խտանյութերի ֆլոտացման գործընթացի մեխանիզմի ու կինետիկայի բացահայտումը և մեխանաքիմիական ակտիվացմամբ պղնձի օքսիդացած հանքանյութերի սուլֆիդացման և խտանյութի ստացման տեխնոլոգիայի մշակումն ու տեխնիկատնտեսագիտական հիմնավորումը:

Ելնելով վերոհիշյալից՝ ատենախոսական թեման արդիական է և ունի ինչպես գիտական, այնպես էլ գործնական կարևոր նշանակություն:

Ատենախոսական աշխատանքի բովանդակությունը

Ատենախոսական աշխատանքը բաղկացած է ներածությունից, չորս գլուխներից, ընդհանուր եզրակացություններից և 168 անուն օգտագործված հայրենական և արտասահմանյան գրականության ցանկից: Տեքստը կազմում է համակարգչային 140 էջ, ներառում է 64 նկար և 21 աղյուսակ:

Ատենախոսական աշխատանքի սեղմագիրը շարադրված է 23 համակարգչային տպագիր էջերի վրա, ներառում է աշխատանքի ընդհանուր բնութագիրը, ատենախոսության համառոտ բովանդակությունը, 8 նկար, 3 աղյուսակ և ատենախոսության հիմնական արդյունքներն ու եզրակացությունները: Սեղմագրում բերված են նաև ռուսերեն և անգլերեն լեզուներով ատենախոսության ամփոփագրերը և տպագրված 13 գիտական աշխատանքները:

Ատենախոսության ներածությունում հիմնավորված է թեմայի արդիականությունը, շարադրված են նպատակն ու պաշտպանության ներկայացվող դրույթները, հետազոտության օբյեկտն ու առարկան, ինչպես նաև աշխատանքի գիտական նորույթը:

Առաջին գլխում կատարվել է պղնձի օքսիդացած և խառը հանքաքարերի վերամշակման մեթոդների վերաբերյալ հայրենական և արտասահմանյան գրականության վերլուծություններ, որի արդյունքում առաջարկվել է դրանց մշակումը կատարել մեխանաքիմիական և մետաղաթերմային վերականգնման եղանակների գուգակցմամբ: Ուսումնասիրվել են մեխանաքիմիական և օքսիդավերականգնման գործընթացները, որոնց արդյունքում ստացվում են նոր բաղադրությամբ և կառուցվածքով նյութեր: Ցույց է տրված, որ դիսպերս վիճակում նյութերը ենթարկվում են սկզբունքային նոր փոփոխությունների, ինչը պայմանավորված է դիսպերս վիճակի ֆիզիկական առանձնահատկություններով, տարրերի յուրահատուկ կազմով, կապերի ձևով, ֆիզիկական հատկությունների փոփոխմամբ և այլն: Ուսումնասիրվել է պինդ նյութերի մանրացման և ակտիվացման գործընթացների փոխադարձ կապը, ինչպես նաև մեխանաքիմիական եղանակով պինդ նյութերի դիսպերս մանրացման համար անհրաժեշտ սարքավորումները: Ցույց է տրվել, որ նյութերի մանրացման համար առավել նպատակահարմար է օգտագործել գնդային աղացներ, որոնցում պտտման արագությունը կարելի է մեծացնել և մանրացման գործընթացը դարձնել խիստ

արդյունավետ՝ ապահովելով մանրացման ավելի բարձր աստիճան: Կատարված վերլուծության արդյունքում հիմնավորվել է աշխատանքի նպատակը և հստակեցվել են հետազոտության խնդիրները:

Երկրորդ գլխում որպես ելանյութեր ընտրվել և հիմնավորվել են պղնձի օքսիդացած միներալները, ինչպիսիք են՝ մալախիտը ($\text{Cu}_2(\text{OH})_2[\text{CO}_3]$), ազուրիտը ($\text{Cu}_3(\text{OH})_2[\text{CO}_3]_2$), խրիզոկոլան ($\text{Cu}(\text{OH})_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}]\cdot n\text{H}_2\text{O}$), փիրուզը ($\text{CuAl}_6(\text{OH})_8[\text{PO}_4]_4\cdot 4\text{H}_2\text{O}$), տենորիտը (CuO), կուպրիտը (Cu_2O), ինչպես նաև որպես սուլֆիդարարներ՝ սիլիցիումի սուլֆիդը (SiS_2), նատրիումի սուլֆիդը ($\text{Na}_2\text{S}\cdot 9\text{H}_2\text{O}$), նատրիումի թիոկոմպլեքսը ($\text{Na}_2[\text{SiS}_3]$) և ծծմբը (S): Ուսումնասիրվել են Թեղուտի պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրի միներալային կազմը և դրանց բնութագրերը: Կատարվել է չափիչ-հսկիչ սարքավորումների ընտրում և հիմնավորում:

Կատարվել է գնդային աղացում հանքաքարերի մեխանիկական մանրացման գործընթացի ուսումնասիրություն և առանձնահատկությունների բացահայտում: Ցույց է տրվել, որ մանրացման ժամանակ կարևոր ցուցանիշներ են հանդիսանում աղացի պտտման արագությունը, գնդերի օպտիմալ զանգվածը և տրամագիծը, հանքանյութի նախնական չափսերը և ծավալը: Հիմնավորվել է, որ գնդաղացներում մանրացման արդյունավետության բարձրացման համար, գործընթացը պետք է կատարել հեղուկ միջավայրում, ինչը նպաստում է հեղուկ ֆազի ներթափանցմանը հանքաքարի միկրոճեղքերը, ստեղծում բարձր մագնիսային ճնշում և նպաստում մանրացման գործընթացին՝ կանխում է փոշեցումը: Մշակվել է հետազոտման մեթոդիկան՝ հիմնված մետաղագիտական, քիմիական, ռենտգենաֆագային, սպեկտրային, ատոմաաբսորբման, ջերմածանրաչափական և այլ վերլուծական մեթոդների վրա:

Երրորդ գլխում մշակվել է Թեղուտի պղնձի օքսիդացած միներալների՝ ազուրիտի, մալախիտի, կուպրիտի և տենորիտի, աղացման գործընթացում սիլիցիումի սուլֆիդով, նատրիումի թիոկոմպլեքսով և ծծմբով մակերևութային խորը սուլֆիդացման գործընթացների տեսական և տեխնոլոգիական հիմունքները:

Թերմոդինամիկական հաշվարկներով հիմնավորվել են Թեղուտի պղնձի օքսիդացած միներալների՝ ազուրիտի, մալախիտի, կուպրիտի և տենորիտի, աղացման ու մանրացման գործընթացներում մակերևութային խորը սուլֆիդացման գործընթացի ռեակցիաների հավանականությունը, որը կատարվել է սիլիցիումի սուլֆիդով, նատրիումի սուլֆիդով, նատրիումի թիոկոմպլեքսով և ծծմբով: Ուսումնասիրվել են

նյութերի փոխազդեցությունների հիմնական ռեակցիաները և Գիբսի էներգիայի փոփոխության կախվածությունը ջերմաստիճանից, համաձայն որի՝ փոխազդեցություններն ընթանում են Գիբսի էներգիայի մեծ բացասական արժեքով, ինչն էլ հաստատում է սուլֆիդացման ռեակցիաների բարձր հավանականությունը պղնձի սուլֆիդների առաջացման համար:

Վերլուծելով պղնձի օքսիդացած միներալների՝ սիլիցիումի սուլֆիդով, նատրիումի թիոկոմպլեքսով և ծծմբով, սուլֆիդացման գործընթացի արդյունքները և ստացված կախվածությունները՝ հեղինակը ցույց է տվել, որ օքսիդացած միներալների սուլֆիդացման գործընթացի վրա ազդում են սուլֆիդացման տևողությունը, ջերմաստիճանը, սուլֆիդարարի ծախսը, ինչպես նաև հանքանյութերի մանրության աստիճանը: Ցույց է տվել նաև, որ գործընթացի տևողության և սուլֆիդարարի ծախսի ավելացումը բարձրացնում է օքսիդացած միներալների սուլֆիդացման աստիճանը, որն ուղիղ համեմատական է սուլֆիդարարի ծախսին: Բացահայտվել է, որ օքսիդացած բոլոր միներալների դեպքում սուլֆիդացման աստիճանը, կախված ծծումբ սուլֆիդարարի ծախսից և գործընթացի տևողությունից, ավելի մեծ է, քան սիլիցիումի սուլֆիդի և նատրիումի թիոկոմպլեքսի կիրառման դեպքում: Ուստի հետագա հետազոտությունների համար որպես սուլֆիդարար ընտրվել է ծծումբը:

Բացահայտել է, որ սուլֆիդացման ռեակցիայի արագությունը կախված է նյութերի նոր մակերևույթների առաջացման արագությունից: Սուլֆիդացման գործընթացը տիպիկ պինդ ֆազային ռեակցիա է, որը սկսվում է միներալների հատիկների մանրացմամբ և փոխազդեցությամբ սուլֆիդարարի հետ: Ցույց է տվել, որ ֆիզիկաքիմիական հատկություններով օժտված հանքանյութերի ստացման գործընթացը, որն ընթանում է օքսիդացած միներալների մակերևույթների խորը սուլֆիդացմամբ, հիմնված է հանքանյութերի բյուրեղային կառուցվածքի փոփոխման վրա, որն ուղեկցվում է արատների ու կառուցվածքաքիմիական փոխակերպումներով: Պղնձային միներալների հարստացման դեպքում մակերևույթների ակտիվացման ավելի ընդունելի տեսակներ են հանդիսանում ավելացվող ռեագենտների համակցությամբ մեխանաակտիվացման գործընթացները: Ռենտգենաֆազային անալիզի միջոցով հեղինակը ցույց է տվել և հիմնավորել պղնձի սուլֆիդների առաջանումը, որը հաստատվում է սուլֆիդացումից հետո օքսիդների անալիզի դիագրամների

դիֆրակցիոն մաքսիմումների ինտենսիվության նվազմամբ և սուլֆիդներին (Cu_2S և CuS) բնորոշ դիֆրակցիոն մաքսիմումների առաջացմամբ:

Հետազոտությունների արդյունքում պարզվել է, որ պղնձի միներալներն ունեն սուլֆիդացման տարբեր արագություններ: Պղնձի կայուն սուլֆիդներն առաջանում են $\text{pH} \leq 7$ միջակայքում, այսինքն՝ թույլ թթվային միջավայրում: Բացահայտվել են ծծմբի կիրառմամբ օքսիդացած միներալների սուլֆիդացման ռեակցիաների մեխանիզմը և կինետիկան: Որոշվել են սուլֆիդարարի ծախսի, ժամանակի և ջերմաստիճանի ազդեցությունները պղնձի օքսիդացած միներալների սուլֆիդացման աստիճանի վրա: Հետազոտությունների արդյունքում որոշվել են մանրացման գործընթացում պղնձի օքսիդացած միներալների մակերևութային սուլֆիդացման օպտիմալ պայմանները, որոնց դեպքում ապահովվում է 70% սուլֆիդացման աստիճան: Որպես օպտիմալ ռեժիմներ ընտրվել են՝ գործընթացի տևողությունը՝ 70 րոպ., ջերմաստիճանը՝ 343Կ, սուլֆիդարարի ծախսը՝ 100%՝ ըստ օքսիդացած պղնձի զանգվածի:

Չորրորդ գլխում կատարվել է պղնձի օքսիդային հանքանյութերից ստացված սուլֆիդային խտանյութերի ֆլոտացման ռեագենտների ընտրություն և հիմնավորում: Տեխնոլոգիական սխեման առավելագույնս հարմարեցված է գործող հանքահարստացման տեխնոլոգիաներին, ավելացվել է միայն աղացում սուլֆիդացման գործընթացը: Կատարվել են միներալների, անօրգանական միացությունների և փորձանմուշների ՌՖԱ հետազոտություններ՝ որոշվել է նմուշների ֆազային բաղադրությունը, ֆազերի քանակական հարաբերությունը:

Մշակվել է օքսիդացած պղնձային հանքանյութերի վերամշակման տեխնոլոգիա, որը կատարվում է աղացում սուլֆիդացմամբ և հետագա ֆլոտացմամբ: Այն հնարավորություն է տալիս վերամշակելու պղնձային օքսիդացած հանքանյութերը և համարվում է հեռանկարային: Ընտրվել և հիմնավորվել են անհրաժեշտ տեխնոլոգիական սարքավորումները, ինչպես նաև կատարվել է մշակված տեխնոլոգիայի տեխնիկատնտեսագիտական հիմնավորում:

Աշխատանքի գիտական դրույթները և եզրակացությունների ճշտությունը.

Աշխատանքում ձևակերպված են 5 գիտական դրույթներ, որոնց ճշտությունը հավաստի են և հիմնված գիտափորձարարական տվյալների վրա: Հետազոտությունների ընթացքում օգտագործվել է ժամանակակից վերլուծության միջոցներ, որոնք հեղինակին հնարավորություն են տվել հաջողությամբ իրագործել հետազոտական

ծրագիրը և ստանալ գիտափորձի հավաստի արդյունքներ: Հիմնական արդյունքները և եզրակացությունները տրված են 11 կետով, որոնք հիմնավորված են գիտափորձական հետազոտություններով և ունեն գիտական և գործնական նշանակություն:

Ստացված արդյունքների նորությունը և հիմնավորման աստիճանը: Մշակվել է գնդային աղացներում պղնձի օքսիդացած միներալների՝ ազուրիտի, մալախիտի, կուպրիտի և տենորիտի՝ սիլիցիումի սուլֆիդով, նատրիումի թիոկոմպլեքսով և ծծմբով սուլֆիդացման և դրանցից պղնձի խտանյութի ստացման տեխնոլոգիա: Համալիր հետազոտությունների արդյունքնում բացահատվել է, որ նյութի մեխանաքիմիական մշակումն իր բնույթով յուրահատուկ է և տարբերվում է ջերմային ու այլ տիպի մշակումներից: Ցույց է տրվել, որ հնարավոր է պարզեցնել սուլֆիդացման գործընթացի տեխնոլոգիական պայմանները՝ ի հաշիվ սուլֆիդացման ու մանրացման գործընթացների համատեղման, ինչպես նաև նվազեցնել սուլֆիդացման գործընթացի իրականացման տնտեսական ծախսերը:

Բացահայտվել են մեխանաքիմիական ակտիվացմամբ պղնձի օքսիդային միներալների նատրիումի թիոկոմպլեքսով, սիլիցիումի սուլֆիդով և ծծմբով սուլֆիդացման և ստացված սուլֆիդների ֆլոտացման մեխանիզմն ու կինետիկան, ինչպես նաև այդ գործընթացների տեսական ու տեխնոլոգիական առանձնահատկությունները: Որոշվել են մանրացման գործընթացում պղնձի օքսիդացած միներալների մակերևութային սուլֆիդացման օպտիմալ պայմանները, այդ թվում՝ գործընթացի տևողության 70 րոպ, ջերմաստիճանը՝ 343 Կ, սուլֆիդարարի ծախսը՝ 100%՝ ըստ օքսիդացած պղնձի զանգվածի, որոնց դեպքում ապահովվում է 63% սուլֆիդացման աստիճան:

Հեղինակի կողմից ստացված արդյունքների կարևորությունը գիտության և արդյունաբերության ոլորտում

Մշակվել է Թեղուտի հանքավայրի պղնձի օքսիդացած միներալների մանրացման ընթացքում մեխանաքիմիական ակտիվացմամբ սուլֆիդացման և խտանյութի ստացման ժամանակակից տեխնոլոգիա, որը հնարավորություն է տալիս պղնձի կորզման աստիճանը հասցնել մոտավորապես 82%: Մշակված տեխնոլոգիան հեռանկարային է և հիմնավորված տեսական ու փորձագիտական հետազոտություններով, արդյունքները հավաստի են, իսկ ներդրման տեսակետից՝ պարզ և շահավետ:

**Ատենախոսության համապատասխանությունը ՀՀ ԲԿԳԿ-ի գիտական
աստիճանաշնորհման կանոնակարգի 6-րդ, 7-րդ, 10-րդ, 11-րդ և 13-րդ
կետերի պահանջներին**

Հասմիկ Վարդանի Ավագյանի ատենախոսությունը հանդիսանում է ինքնուրույն ավարտուն գիտական աշխատանք, որտեղ հեղինակը մշակել է մեխանաքիմիական ակտիվացմամբ պղնձի օքսիդացած միներալների սուլֆիդացման և խտանյութի ստացման ժամանակակից տեխնոլոգիա, բացահայտել է հիմնական օրինաչափությունները և ստացված սուլֆիդների ֆլոտացման գործընթացի մեխանիզմն ու կինետիկան:

Առաջարկվում է մշակված տեխնոլոգիայի ներդրումն իրականացնել հանրապետությունում գործող «Թեղուտ» ՓԲԸ-ում:

Ատենախոսության հիմնադրույթները և հետազոտության արդյունքները զեկուցվել և քննարկվել են ՀԱՊՀ 2017...2025թթ. տարեկան գիտաժողովներում: Ատենախոսության հիմնական արդյունքները հրապարակվել են 13 գիտական աշխատանքներում, որոնցից չորսն առանց համահեղինակների:

Ատենախոսությունը բավարարում է ՀՀ ԲԿԳԿ-ի գիտական աստիճանաշնորհման կանոնակարգի 6, 7, 10, 11 և 13 կետերի պահանջներին, համաձայն որի այն կիրառական կարևոր խնդրի լուծումն ապահովող գիտականորեն հիմնավորված տեխնիկական և տեխնոլոգիական մշակում է: Ատենախոսությունը համապատասխանում է ՀՀ գիտական աստիճանաշնորհման անվանացանկի «Մետալուրգիա» մասնագիտությանը (թվանիշ Ե.16.02): Մեղմագիրը և հրատարակված 13 գիտական հոդվածներն ընդգրկում են ատենախոսության հիմնական բովանդակությունը:

Ատենախոսության վերաբերյալ առկա են հետևյալ դիտողությունները

1. Աշխատանքում նպատակահարմար կլիներ նշել, թե պղնձի օքսիդային հանքանյութերը դատարկ ապարներից ինչ եղանակով են առանձնացվում, ինչպես նաև միջավայրի pH-ի որ արժեքների դեպքում է սուլֆիդացման գործընթացն առավել արդյունավետ ընթանում:

2. Ուսումնասիրություններում նպատակահարմար կլիներ ներկայացնել մանրացված հանքանյութերի հատիկաչափական բաշխվածությունը և գնահատել դրա ազդեցությունը սուլֆիդացման գործընթացի արդյունավետության, ինչպես նաև հետագա ֆլոտացիոն ակտիվության վրա:

3. Ցանկալի կլիներ պղնձի օքսիդացած հանքանյութերի մանրացումը և մեխանաքիմիական գործընթացներն ուսումնասիրվել նաև թրթռադացներում, որը կապահովեր մասնիկների փոքր չափեր և նյութերի բյուրեղային ցանցում կառաջացներ մեծ թվով արատներ, որոնք կմեծացնեին նյութերի քիմիական ակտիվությունը:

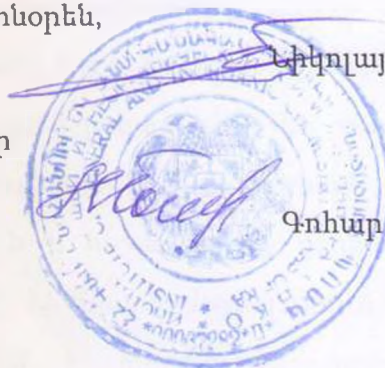
Նշված դիտողությունները չեն նվազեցնում ատենախոսական աշխատանքի գիտական արժեքը, ինչպես նաև չեն ազդում նրա գիտական ուղղվածության և արդյունքների վրա: Տեսական վերլուծությամբ և մեծածավալ փորձարարական հետազոտություններով հեղինակին հաջողվել է առաջին անգամ մշակել մեխանաքիմիական ակտիվացմամբ թեղուտի պղնձի օքսիդացած հանքանյութերի սուլֆիդացման և խտանյութի ստացման ժամանակակից տեխնոլոգիա, բացահայտել հիմնական օրինաչափությունները և ստացված սուլֆիդների ֆլոտացման գործընթացի մեխանիզմն ու կինետիկան:

Հեղինակի կողմից առաջադրված և լուծված խնդիրներն իրենց արդիականությամբ, գիտական և գործնական արժեքներով գնահատվում են որպես էական ներդրում ժամանակակից մետալուրգիայի բնագավառում: Այն գիտականորեն հիմնավորված տեխնիկական և տեխնոլոգիական լուծում է, որը հիմնավորապես կարող է նպաստել մետալուրգիայի բնագավառում գիտատեխնիկական առաջընթացին:

Հետազոտման ծավալով, գիտական նորույթով և գործնական նշանակությամբ ատենախոսությունը համապատասխանում է ՀՀ ԲԿԳԿ-ի կողմից տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար ատենախոսական աշխատանքներին ներկայացվող պահանջներին, իսկ հեղինակը՝ Հասմիկ Վարդանի Ավագյանը, արժանի է «Մետալուրգիա» մասնագիտությամբ (թվանիշ Ե.16.02) տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհմանը:

Ընդհանուր և անօրգանական քիմիայի
ինստիտուտի գիտության գծով փոխտնօրեն,
տ.գ.դ., պրոֆեսոր

Ընդհանուր և անօրգանական քիմիայի
ինստիտուտի գիտ. քարտուղար,
տեխ. գիտ. թեկնածու



Լիկոլայ Կնյազյան

Գոհար Մանուկյան

30. 06. 2026թ.