



ՀԱՍՏԱՏՈՒՄ ԵՄ

ՀՀ ԳԱԱ Մ.Գ. Մանվելյանի անվան ընդհանուր և անօրգանական քիմիայի ինստիտուտի տնօրեն, ք.գ.թ. Կ.Գ. Գրիգորյան « 07 » սեպտեմբերի 2022թ.

**Կ Ա Ր Ծ Ի Ք
ԱՌԱՋԱՏԱՐ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՈՒԹՅԱՆ**

«XFC մակնիշի պողպատից ձուլված գնդերի միսման տեխնոլոգիայի մշակումը և կառուցվածքագոյացման գործընթացի հետազոտումը» թեմայով ատենախոսական աշխատանքի վերաբերյալ, որը Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանին առընթեր գործող ՀՀ ԲՈԿ-ի «Մետալուրգիա և նյութագիտություն» մասնագիտական խորհրդին (դասիչ 031) ներկայացրել է Ռոբերտ Սեթի Պապոյանը՝ «Նյութագիտություն» մասնագիտությամբ (դասիչ Ե.16.01) տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար

Քննարկումը կատարվել է Հայաստանի Հանրապետության Գիտությունների Ազգային Ակադեմիայի Մ.Գ. Մանվելյանի անվան Ընդհանուր և անօրգանական քիմիայի ինստիտուտի գիտական խորհրդի 2022թ. սեպտեմբերի 07-ի նիստում (արձանագրություն թիվ 8):

Քննարկմանը ներկա էին ինստիտուտի գիտական խորհրդի ներքոհիշյալ անդամները՝ խորհրդի նախագահ, ք.գ.թ. Կ.Գ. Գրիգորյանը, ինստիտուտի փոխտնօրեն, տ.գ.դ., պրոֆեսոր Ն.Բ. Կնյազյանը, «Հազվագյուտ և ցրված մետաղներ»-ի լաբորատորիայի վարիչ, տ.գ.դ., դոցենտ Ա.Հ. Հովսեփյանը, ինչպես նաև «Հազվագյուտ և ցրված մետաղներ»-ի լաբորատորիայի աշխատակիցներ՝ տ.գ.թ. Տ.Ն. Սաֆարյանը, տ.գ.թ. Ա.Ա. Հարությունյանը, գիտական աշխատողներ Ռ.Մ. Գասպարյանը, Ա.Պ. Հակոբյանը, Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանի պրոֆեսոր, տ.գ.դ., ՀՀ գիտության վաստակավոր գործիչ Ա.Գ. Աղբալյանը, նույն համալսարանի դոցենտ, տ.գ.թ. Գ.Ա. Վասիլյանը և ուրիշներ:

Լսեցին՝ Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանի «Լեռնամետալուրգիա և քիմիական տեխնոլոգիաներ» ինստիտուտի «Մետալուրգիա և նյութագիտություն» ամբիոնի առկա ուսուցման ասպիրանտ Ռոբերտ Սեթի Պապոյանի կողմից ներկայացված «XFC մակնիշի պողպատից ձուլված գնդերի միսման տեխնոլոգիայի մշակումը և կառուցվածքագոյացման գործընթացի հետազոտումը» թեմայով թեկնածուական ատենախոսության վերաբերյալ զեկուցումը «Նյութագիտություն»

մասնագիտությամբ (դասիչ Ե.16.01)՝ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար:

Հարցեր տվեցին՝ տ.գ.դ., պրոֆեսոր Ն.Բ. Կնյազյանը, տ.գ.դ., դոցենտ Ա.Հ. Հովսեփյանը, տ.գ.թ. Տ.Ն. Սաֆարյանը, տ.գ.թ. Ս.Ա. Հարությունյանը, որոնց հայցորդ Ռոբերտ Սեթի Պապոյանը տվեց սպառիչ և բավարար պատասխաններ:

Ելույթ ունեցան՝ տ.գ.դ., պրոֆեսոր, ՀՀ գիտության վաստակավոր գործիչ Ս.Գ. Աղբալյանը (գիտական ղեկավար), տ.գ.դ., պրոֆեսոր Ն.Բ. Կնյազյանը, տ.գ.դ., դոցենտ Ա.Հ. Հովսեփյանը, ովքեր նշելով թեմայի արդիականությունը և կարևորությունը, դրական գնահատեցին կատարված աշխատանքը և առաջարկեցին տալ դրական կարծիք՝ երաշխավորելով այն պաշտպանության ՀԱՊՀ-ին առընթեր գործող ՀՀ ԲՈԿ-ի «Մետալուրգիա և նյութագիտություն» մասնագիտական խորհրդի (դասիչ 031) «Նյութագիտություն» ենթախորհրդում (դասիչ Ե.16.01)՝ «Նյութագիտություն» մասնագիտությամբ (դասիչ Ե. 16.01):

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

Ատենախոսության նպատակը և ծավալը

Ատենախոսության նպատակն է մշակել XFC մակնիշի 120 մմ տրամագծով պողպատյա գնդերի միսման միջավայրի ընտրման և միսման գործընթացի իրականացման ալգորիթմ և ծրագիր, որոնք կապահովեն գնդի շառավղի երկարությամբ՝ մակերևույթից դեպի կենտրոն, պահանջվող կառուցվածքի և մեխանիկական հատկությունների ստացումը:

Ռոբերտ Սեթի Պապոյանի կողմից պաշտպանության ներկայացված ատենախոսությունն իր կողմից կատարված գիտափորձերի և հետազոտությունների արդյունքների և եզրակացությունների ընդհանուր շարադրանքն է: Ատենախոսության նյութն ամբողջությամբ հրատարակված է 6 գիտական աշխատանքներում, որոնցից երեքն առանց համահեղինակների են: Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, չորս գլուխներից, ընդհանուր եզրակացությունից և 119 անուն օգտագործված գրականության ցանկից, ներառում է 46 նկար և 11 աղյուսակ:

Ատենախոսության տեքստը շարադրված է 119 համակարգչային տպագիր էջերի վրա՝ ներառյալ օգտագործված գրականության ցանկը:

Արենախոսության արդիականությունը և հրապարակությունը

Հայաստանի Հանրապետության ընդերքը հարուստ է պղնձով, մոլիբդենով, ոսկով, արծաթով, ցինկով, կապարով և այլ գունավոր մետաղներով, որոնք հանքանյութում հանդես են գալիս հիմնականում սուլֆիդային միացությունների տեսքով: Մետաղների կորզման նպատակով հանքանյութերը գնդաղացներում նախօրոք ենթարկում են մեխանիկական ջարդման ու մանրացման, ինչը հնարավորություն է տալիս ստանալ ցանկացած հատիկայնությամբ հանքաքար և մեծացնել մետաղի կորզման աստիճանը: Այս մեթոդը կիրառվում է համեմատաբար փխրուն հանքաքարերի մանրացման դեպքում, ինչպիսիք են գունավոր մետաղների հանքաքարերը: Խտանյութերի ստացման նպատակով մանրացված հանքաքարերը ենթարկում են ֆլոտացիայի՝ հանքահարստացման: Մետաղների կորզումը կատարվում է ստացված խտանյութերի հետագա մետալուրգիական վերամշակմամբ:

Գնդաղացներում հանքաքարերի ջարդման և մանրացման ժամանակ օգտագործվում է մեծ քանակությամբ պողպատյա գնդեր, որոնք աշխատում են դինամիկ հարվածների և ինտենսիվ մաշման պայմաններում: Գնդերի կարծրության, ամրության և մաշակայունության բարձրացումը՝ բավարար մածուցիկության ապահովմամբ, հանդիսանում է կարևոր գիտատեխնիկական խնդիր, որի լուծմանն է նվիրված գրախոսվող աշխատանքը: Խնդիրը կարելի է լուծել հատկապես գնդերի ջերմային մշակման գործընթացի կատարելագործմամբ և օպտիմալացմամբ՝ արտադրատեսակների ֆիզիկաքիմիական և մեխանիկական հատկությունների լավացման նպատակով, ինչը կմեծացնի գնդերի աշխատունակությունը և երկարակեցությունը:

Հայտնի է, որ համաձայն ГОСТ 7524-89 և ГОСТ 5950-2000-ի, գունավոր մետաղների հանքաքարերի մանրացման համար օգտագործվող գնդերը պատրաստում են XFC մակնիշի բարձր լիամխելիությամբ ոչ ջերմակայուն պողպատից, որոնց միման գործընթացը կատարվում է դասական եղանակով՝ միում հանքային յուղում, որին հաջորդում է ցածր ջերմաստիճանային արձակումը: Մեծ տրամագծով գնդերի համար այսպիսի ջերմային մշակումը հիմնավորված չէ, որովհետև յուղում սառեցման փոքր արագության պատճառով տեղի են ունենում գնդերի ինքնարձակում և

մակերևութային շերտի կարծրության անկում՝ փոքրացնելով գնդի երկարակեցությունը: Մինչդեռ համաձայն վերը նշված ԴՕՇ-երի, մխումից հետո, գնդի մակերևութային շերտում՝ շառավղի 0,5R խորության, կարծրությունը պետք է լինի HRC 64, իսկ միջուկում՝ HRC 45 միավոր, այսինքն մակերևութային շերտում պետք է ստացվեն մարտենսիտային, իսկ միջուկում՝ տրոստիտային կառուցվածքներ: Այս տեսակետից հետազոտման ներկայացվող խնդիրը խիստ արդիական է և հրատապ: Այն արդիական է հատկապես ՀՀ-ի համար, որտեղ մեծ ծավալներով կատարվում է գունավոր մետաղների արդյունահանում:

Սկսված արդյունքների և եզրակացությունների նորությունը

ՄԴԸ մակնիշի 120 մմ տրամագծով պողպատյա գնդերի ջերմամշակման օպտիմալ ռեժիմների ընտրման, իրականացման և պահանջվող հատկությունների ապահովման գործընթացը վերահսկելու նպատակով, հայցորդի կողմից առաջին անգամ մշակվել է ջերմամշակման ալգորիթմ և համակարգչային ծրագիր, ինչը հնարավորություն է տալիս միմյան ժամանակ հանքային յուղի փոխարեն օգտագործել նաիրիտային լատեքսի 1,5%-ոց ջրային լուծույթ: Միաժամանակ փոփոխելով ջրային լուծույթում նաիրիտային լատեքսի կոնցենտրացիան՝ կարելի է ստանալ գնդերի ցանկացած լիամխելիություն և պահանջվող հատկություններ: Ուռուտմանսիրվել և բացահայտվել է ջերմային մշակման ժամանակ կառուցվածքագոյացման հիմնական օրինաչափություններն ու առանձնահատկությունները:

Հայցորդի կողմից առաջադրված գիտական դրույթները և եզրահանգումները հիմնավորված են հետազոտվող գործընթացների տեսական հիմնավորմամբ և գիտափորձերի արդյունքների համեմատական վերլուծություններով: Հայցորդն օգտագործել է ժամանակակից հետազոտական սարքավորումներ և վերլուծական միջոցներ, որոնք հնարավորություն են տվել հաջողությամբ իրականացնել հետազոտությունների ծրագրերն ու նպատակը, լուծել առաջադրված խնդիրները և ստանալ գիտափորձերի հավաստի արդյունքներ:

Փորձագիտական հետազոտություններով հիմնավորվել է, որ բարձր լիամխելիությամբ ոչ ջերմակայուն ՄԴԸ մակնիշի 120 մմ տրամագծով պողպատյա գնդերի միմյան համար անհրաժեշտ է մշակել նոր սառեցնող միջավայր, որը հնարավորություն կտա՝

փոքրացնելու արտադրատեսակների սառեցման կրիտիկական արագությունը, մեծացնելու լիամխելիությունը, նվազեցնելու ներքին լարումերը և դեֆորմացիաները:

Բացահայտվել է, որ բարձր աշխատունակություն և երկարակեցություն ապահովելու համար գնդաղացներում գունավոր մետաղների հանքաքարերը մանրացնող XFC մակնիշի 120 մմ տրամագծով պողպատյա գնդերի մակերևութային շերտը՝ 0,5R խորությամբ, պետք է ունենա մարտենսիտային, իսկ միջուկը՝ տրոստիտային կառուցվածք: Նշվածն ապահովելու համար առաջարկվել է միման նոր միջավայր, որն աուստենիտային տիրույթում ապահովում է սառեցման մեծ արագություն, իսկ աուստենիտ-մարտենսիտային տիրույթում՝ փոքր արագություն:

LabView ծրագրի օգտագործմամբ և ընդլայնելով մուտքային պայմանները, XFC մակնիշի պողպատի աուստենիտի իզոթերմ տրոհման C-ձև դիագրամի վրա կառուցվել են ջրում և 1,5%-ոց նաիրիտային լատեքսի ջրային լուծույթում մխվող գնդերի սառեցման կորերը՝ արդյունքում երաշխավորվել է գնդերի միման համար նախկինում օգտագործվող հանքային յուղերը փոխարինել նաիրիտային լատեքսի 1,5%-ոց ջրային լուծույթով:

Գիտափորձերի արդյունքում ընտրվել և հիմնավորվել է XFC մակնիշի 120 մմ տրամագծով պողպատյա գնդերի միման և արձակման օպտիմալ ռեժիմները՝ միման ջերմաստիճանը՝ $840 \pm 10^\circ\text{C}$, միման ջերմաստիճանում պահման տևողությունը յուրաքանչյուր մեկ մմ հաստության համար՝ 1,5...2,0 րոպե, սառեցնող լուծույթում նաիրիտային լատեքսի կոնցենտրացիան՝ 1,5 %, սառեցնող միջավայրի ջերմաստիճանը՝ $20...30^\circ\text{C}$, արձակման ջերմաստիճանը՝ $200...250^\circ\text{C}$, պահման տևողությունը՝ 1,5...2,0 ժամ: Ջերմամշակումից հետո կարծրությունը և հարվածային մածուցիկությունը մակերևութային շերտում ստացվել են HRC 63...65 միավոր է, KC = 37...38 Ջ/սմ², իսկ միջուկում՝ HRC 44...45 միավոր, KC = 48...50 Ջ/սմ²:

Ամփոփելով պետք է նշել, որ Ռոբերտ Պապոյանի կողմից կատարված է մեծածավալ գիտահետազոտական աշխատանքներ, որոնց արդյունքները նորույթ են նյութագիտության ոլորտում: Հայցորդի կողմից հրատարակված 6 գիտական աշխատանքները համապատասխանում են ատենախոսության բովանդակությանը, որն իր հերթին համապատասխանում է «Նյութագիտություն» մասնագիտությանը(թվանիշ Ե.16.01):

Արդյունքների նշանակությունը գիտության և արտադրության ոլորտներում

Հայցորդի կողմից մշակված ջերմամշակման տեխնոլոգիան, ալգորիթմը և համակարգչային ծրագիրը թույլ են տալիս XFC մակնիշի 120 մմ տրամագծով պողպատյա ձուլված գնդերը միտել 1,5%-ոց նաիրիտային լատեքսի ջրային լուծույթում, ապահովելով գնդերի աշխատունակության ռեսուրսի մեծացում՝ միջինը 5%-ով՝ տնտեսելով ~30% հանքային յուղ: Մշակված ալգորիթմը և համակարգչային ծրագիրը հնարավորություն են տալիս՝ ջրային լուծույթում նաիրիտային լատեքսի կոնցենտրացիայի փոփոխման միջոցով ստանալու գնդաղացներում գունավոր մետաղների հանքաքարերը մանրացնող XFC մակնիշի պողպատից պատրաստված 120 մմ տրամագծով գնդերի ցանկացած լիամիսելիություն և պահանջվող հատկություններ:

Մշակված տեխնոլոգիան գնահատվում է մետալուրգիայի և նյութագիտության բնագավառներում որպես կիրառական կարևոր խնդրի լուծումն ապահովող գիտականորեն հիմնավորված տեխնիկական և տեխնոլոգիական մշակում:

Աշխատանքի արդյունքները՝ այսինքն 1,5%-ոց նաիրիտային լատեքսի ջրային լուծույթում միաված XFC մակնիշի 120 մմ տրամագծով պողպատյա ձուլված գնդերը, խիստ պահանջարկված են հանքարդյունաբերության ոլորտում՝ հատկապես ՀՀ-ում:

Հետազոտությունների հիմնավորման աստիճանն ապացուցված է նյութագիտության, մետաղագիտության և ռենտգենաֆազային վերլուծության ժամանակակից մեթոդներով, տեսական և փորձնական արդյունքների համեմատությամբ ու ստուգմամբ, միկրոկառուցվածքային վերլուծություններով, ինչպես նաև չափման և հսկման եղանակներով: Տեսական հետազոտությունները և եզրահանգումները հիմնավորված են մետաղագրության և ջերմային մշակման ժամանակակից ու դասական մեթոդներով:

Անհրաժեշտ է նշել, որ ներդրման տեսակետից առաջարկվող տեխնոլոգիան հեշտ իրականացվող է և չի պահանջում բարդ ու թանկարժեք սարքավորումների կիրառում:

Հաշվի առնելով վերը նշվածը և մշակված տեխնոլոգիայով ջերմամշակված XFC մակնիշի 120 մմ տրամագծով պողպատյա ձուլված գնդերի հատկություններն ու երկարակեցությունը՝ համեմատած ավանդական տեխնոլոգիայով ստացված գնդերի հետ, մշակված տեխնոլոգիան արժանացել է հավանության և առաջարկվում է դիմել ՀՀ «Բարձր տեխնոլոգիական արդյունաբերության» նախարարությանը, մշակված տեխնոլոգիան «Չարենցավանի հաստոցաշինական գործարան» ԲԲԸ-ում ներդնելու նպատակով:

Աշխատանքի գործնական կարևորությունը

Մշակվել է XFC մակնիշի 120 մմ տրամագծով պողպատյա ծովված գնդերի միսման նոր միջավայր՝ 1,5%-ոց նաիրիտային լատեքսի ջրային լուծույթ, և տեխնոլոգիա՝ միսման ալգորիթմ և համակարգչային ծրագիր, որի արդյունքում տեղի է ունենում գնդերի աշխատունակության ռեսուրսի մեծացում՝ միջինը 5%-ով և տնտեսվում է տարեկան ~30% հանքային յուղ: Մշակված ալգորիթմը և համակարգչային ծրագիրը հնարավորություն են տալիս՝ ջրային լուծույթում նաիրիտային լատեքսի կոնցենտրացիայի փոփոխման միջոցով ստանալ գնդերի ցանկացած լիամիսելիություն և պահանջվող հատկություններ:

Աշխատանքի վերաբերյալ հարկ է նշել հետևյալ դիտողությունները.

1. Ցանկալի կլիներ ուսումնասիրվեր նաև ջերմամշակված գնդերի ամրությունը, հարաբերական երկարացումն ու հարաբերական կծկումը, ինչը մեխանիկական հատկությունների մասին կտար ամբողջական պատկերացում:

2. Ցանկալի կլիներ գրաֆիկական պատկերների վրա ցույց տրվեր յուղում միսման ժամանակ ստացված արդյունքները:

3. Նկ. 3.12-ում կարելի էր ցույց տալ նաև յուղում սառեցման կորը, ինչը կինետիկ կորերը կդարձներ ամբողջական:

4. Ցանկալի կլիներ միսումից հետո կատարվող արձակման գործընթացն ուսումնասիրվեր դերիվատոգրաֆիական վելուծության եղանակով, որը կգրանցեր միսված մարտենսիտից արձակման մարտենսիտի անցման մեխանիզմը:

Ատենախոսությունը գրված է գրագետ և բարձր մակարդակով: Հայցորդի կողմից առաջադրված խնդիրներն արդիական են, իսկ պաշտպանության ներկայացված դրույթները՝ պահանջարկված: Բոլոր հարցերին տրված է սպառիչ պատասխան: Նշված թերությունները ոչնչով չեն նսեմացնում գրախոսվող աշխատանքի գիտական արժանիքները, այլ դրանք միայն ցանկություններ են հեղինակի հետագա գիտական աշխատանքներում իրականացնելու համար:

Ամփոփելով արդյունքները, պետք է նշել, որ պողպատների ջերմային մշակումը՝ որպես պողպատյա արտադրատեսակների կառուցվածքագոյացման և պահանջվող հատկությունների ապահովման եղանակ, համարվում է ժամանակակից նյութագիտության հիմնական ուղղություններից մեկը: Այն հնարավորություն է տալիս պողպատներում և համաձուլվածքներում ստանալ պահանջվող կարծրություն,

ամրություն, հարվածային մածուցիկություն և այլ հատկություններ, որոնք կատարվում են պինդ լուծույթների, կարբիդային և ինտերմետաղական ֆազերի, ինչպես նաև նանոկառուցվածքների ստացման ճանապարհով: Այս տեսակետից Ռոբերտ Սեթի Պապոյանի կողմից ստացված արդյունքներն օգտակար են նաև նանոկառուցվածքային նյութագիտության բնագավառում:

Աշխատանքը կատարված է ՀՀ ԲՈԿ-ի պահանջներին համապատասխան, բավարարում է կանոնակարգի 6, 7, 10, 11 և 13 կետերի պահանջներին և իրենից ներկայացնում է կիրառական կարևոր խնդրի լուծումն ապահովող, գիտականորեն հիմնավորված տեխնիկական և տեխնոլոգիական մշակում, իսկ հայցորդ Ռոբերտ Սեթի Պապոյանն արժանի է «Նյութագիտություն» մասնագիտությամբ (դասիչ Ե.16.01) տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհմանը:

ՀՀ ԳԱԱ Մ.Գ. Մանվելյանի անվ. Ընդհանուր և անօրգանական քիմիայի ինստիտուտի «Հազվագյուտ և ցրված մետաղների» լաբորատորիայի վարիչ, տ.գ.դ., դոցենտ

Ա.Ա. Հովսեփյան

ՀՀ ԳԱԱ Մ.Գ. Մանվելյանի անվան ԸԱՔԻ գիտ. քարտուղար, տ.գ.թ.

Գ.Գ. Մանուկյան

