

## Կ Ա Ր Ծ Ի Ք

Ռեբերտ Սեթի Պապոյանի կողմից «XFC մակնիշի պողպատից ձուլված գնդերի միման տեխնոլոգիայի մշակումը և կառուցվածքագրայացման գործընթացի հետազոտումը» թեմայով ատենախոսական աշխատանքի վերաբերյալ ներկայացված Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանին առընթեր գործող ՀՀ ԲՈԿ-ի «Մետալուրգիա և նյութագիտություն» մասնագիտական խորհրդին (դասիչ 031) «Նյութագիտություն» մասնագիտությամբ (դասիչ Ե.16.01) տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճան հայցելու համար

05 սեպտեմբերի 2022թ.  
ք. Երևան

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

### **ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅԱՆ ԹԵՄԱՅԻ ԱՐԴԻԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ**

Հայաստանի Հանրապետության ընդերքը հարուստ է գունավոր մետաղներով, հատկապես՝ պղնձով և մոլիբդենով, որոնց արդյունահանումն ու մետաղների կորզումը բավականին բարդ է և այն անհնար է պատկերացնել առանց մետաղական խտանյութերի ստացման: Նշված մետաղները հանքաքարում հանդես են գալիս հիմնականում սուլֆիդային միացությունների տեսքով: Խտանյութերի ստացման նպատակով հանքաքարերը գնդաղացներում նախօրոք ենթարկվում են մեխանիկական ջարդման և մանրացման, ինչը տարածված մեթոդ է և հնարավորություն է տալիս ստանալ ցանկացած հատիկայնությամբ հանքաքար և մեծացնել մետաղի կորզման աստիճանը:

Հանքաքարերի ջարդման և մանրացման ժամանակ օգտագործվում են տարբեր տրամաչափի պողպատյա գնդեր՝ կախված գնդաղացի չափերից և պտույտների թվից: Աշխատանքի ընթացքում գնդերը ենթարկվում են դինամիկ հարվածների և ինտենսիվ մաշման: Հետևապես՝ նշված պայմաններում աշխատելու համար գնդերը պետք է ունենան բարձր կարծրություն, ամրություն և մաշակայունություն՝ բավարար մածուցիկության հետ միասին: Նշված խնդրի լուծումով հնարավոր է մեծացնել գնդերի

աշխատունակությունը և երկարակեցությունը: Այդ նպատակին հասնելու համար անհրաժեշտ է առաջին հերթին կատարելագործել գնդերի ջերմային մշակման գործընացը և այն ենթարկել օպտիմալացման՝ ինչը կնպաստի գնդերի մեխանիկական հատկությունների լավացմանը:

Համաձայն գործող ГOCT 7524-89-ի և ГOCT 5950-2000-ի, գունավոր մետաղների հանքաքարերի մանրացման համար օգտագործվող գնդերը պատրաստում են XГC մակնիշի բարձր լիամխելիությամբ ոչ ջերմակայուն պողպատից, որի միման գործընթացը կատարվում է դասական եղանակով՝ մխում հանքային յուղում և ցածր ջերմաստիճանային արձակում: Սակայն վերջին տարիներին գնդաղացների արտադրողականությունը բարձրացնելու նպատակով օգտագործում են մինչև 10 մ տրամագծով գնդաղացներ, որտեղ օգտագործվող գնդերի տրամագծերը տատանվում են 80 մմ-ից մինչև 120 մմ: Նշված չափերով գնդերը յուղում միման ժամանակ՝ սառեցման փոքր արագության պատճառով, ենթարկվում են ինքնարձակման, որի պատճառով տեղի է ունենում մակերևութային շերտի կարծրության անկում, ինչն անընդունելի է: Մինչդեռ մխումից հետո, ըստ գնդի շառավղի 0,5R խորության, կարծրությունը պետք է լինի HRC 64, իսկ միջուկում՝ HRC 45 միավոր:

Ելնելով վերոնշյալից՝ հետազոտության ներկայացվող խնդիրը խիստ արդիական է. հրատապ ու հեռանկարային և պահանջում է ոչ ավանդական լուծում՝ հատկապես միման նոր միջավայրի ստեղծում, որի սառեցման արագությունը հնարավոր կլինի կարգավորել համակարգչային ծրագրով՝ փոփոխելով նաիրիտային լատեքսի կոնցենտրացիան սառցնող միջավայրում: Առաջարկվող միջավայրն աուստենիտային տիրույթում պետք է ունենա սառեցման մեծ, իսկ աուստենիտ-մարտենսիտային տիրույթում՝ փոքր արագություններ:

Տեխնոլագիական ռեժիմների օպտիմալացման ճանապարհով՝ օգտագործելով ժամանակակից մետաղագիտության և գիտության ու տեխնիկայի հնարավորությունները, աուստենիտային հեղինակի կողմից մշակվել է XГC մակնիշի 120 մմ տրամագծով ձուլված գնդերի միման գործընթացի իրականացման ալգորիթմ և համակարգչային ծրագիր, ինչը հնարավորություն է տալիս վերահսկել գնդերի միման գործընթացը 1,5%-ոց նաիրիտային լատեքսի ջերային լուծույթում՝ ապահովելով

գնդերից պահանջվող հատկությունները՝ մակերևութային շերտի կարծրություն HRC 64 միավոր, իսկ միջուկում՝ HRC 45 միավոր:

### **ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ**

**Ներածությունում** հիմնավորված է ատենախոսության թեմայի արդիականությունը, ներկայացված է հիմնական նպատակը և պաշտպանության ներկայացվող դրույթները, ինչպես նաև աշխատանքի կիրառական նշանակությունը:

**Առաջին գլխում** կատարվել է գրականության վերլուծություն, որի արդյունքում հիմնավորվել է XFC մակնիշի բարձր լիամխելիությամբ ոչ ջերմակայուն պողպատից ձուլված 120 մմ տրամագծով գնդերի միսման համար նոր միսման միջավայրի մշակումը, որը հնարավորություն կտա փոքրացնելու գնդերի սառեցման կրիտիկական արագությունը, մեծացնելու լիամխելիությունը, նվազեցնելու ներքին լարումները և դեֆորմացիաները:

Հիմնավորվել է գնդաղացներում գունավոր մետաղների հանքաքարերը մանրացնող բարձր լիամխելիությամբ ոչ ջերմակայուն XFC մակնիշի պողպատից ձուլված 120 մմ տրամագծով գնդերի միսման գործընթացի իրականացման ալգորիթմի և ծրագրի մշակումը, որը կապահովի գնդի շառավղի երկարությամբ՝ մակերևութից դեպի կենտրոն, պահանջվող կառուցվածքի և մեխանիկական հատկությունների ստացումը: Արդյունքում հիմնավորվել են աշխատանքի նպատակը և հետազոտության խնդիրները:

**Երկրորդ գլխում** կատարվել են գնդաղացներում օգտագործվող գնդերի աշխատանքային պայմանների ուսումնասիրություն: Արդյունքում բացահայտվել է, որ բարձր աշխատունակություն ապահովելու համար գնդերի մակերևութային շերտը՝ 0.5R խորությամբ, պետք է ունենա մարտենսիտային կառուցվածք, իսկ միջուկը՝ տրոստիտային: Նշվածն ապահովելու համար առաջարկվել է մշակել միսման նոր միջավայր, որը կապահովի առատենսիտային տիրույթում սառեցման մեծ, իսկ առատենսիտմարտենսիտային տիրույթում՝ փոքր արագություններ: Այն հնարավորություն կտա, ներքին լարումների փոքրացման շնորհիվ, կանխել ճաքերի առաջացման վտանգը և մեծացնել գնդերի աշխատունակությունը:

Կատարվել է ելանյութերի և չափիչ-հսկիչ սարքավորումների ընտրում, բնութագրերի ուսումնասիրում և հիմնավորում: Ընտրվել և հիմնավորվել են XFC մակնիշի 120 մմ տրամագծով ձուլված գնդերի լիամխելիության, մխելիության և մեխանիկական



հատկությունների որոշման մեթոդները: Մշակվել է նաիրիտային լատեքսից միման միջավայրի պատրաստման մեթոդիկա:

Սառեցման ժամանակ հետազոտվող փորձանմուշի ջերմաստիճանի չափման և ժամանակից կախված սառեցման կորերի ավտոմատ կառուցման նպատակով առաջարկվել է օգտագործել LabView համակարգչային փաթեթի միջոցով կազմված ծրագիրը՝ վիրտուալ գործիքը:

**Երրորդ գլխում** հետազոտվել են XFC մակնիշի պողպատի կոմպոնենտների երկակի և եռակի վիճակի դիագրամները, որոնց արդյունքում ընտրվել և հիմնավորվել տվյալ պողպատից ձուլված գնդերի միման և արձակման օպտիմալ ջերմաստիճանները:

LabView ծրագրով՝ ընդլայնելով մուտքային պայմանները, կառուցվել է XFC մակնիշի պողպատի սառեցման կորերը ջրում և 1,5%-անոց նաիրիտային լատեքսի ջրային լուծույթում միման ժամանակ: Արդյունքում՝ երաշխավորվել է նախկինում այս պողպատից պատրաստված գնդերի միման համար օգտագործվող հանքային յուղերը փոխարինել նաիրիտային լատեքսի 1,5%-ոց ջրային լուծույթով:

Կատարվել է XFC մակնիշի 120 մմ տրամագծով պողպատյա ձուլված գնդերի կարծրության և հարվածային մածուցիկության փոփոխության ուսումնասիրում կախված միման ջերմաստիճանից, ջրային լուծույթում նաիրիտային լատեքսի կոնցենտրացիայից, միման միջավայրի ջերմաստիճանից, որոնց արդյունքում կառուցվել է գնդի լիամխելիության փոփոխության կորը մակերևույթից դեպի միջուկ: Փորձերի արդյունքում ընտրվել և հիմնավորվել է միման ջերմաստիճանը, սառեցնող միջավայրում նաիրիտային լատեքսի օպտիմալ կոնցենտրացիան և լուծույթի ջերմաստիճանը, որոնք ապահովում են գնդից պահանջվող մեխանիկական հատկություններ:

Ցույց է տրված, որ միման և արձակման օպտիմալ ռեժիմներով գնդերի ջերմամշակման դեպքում մակերևույթային շերտում՝ մինչև 0,5R խորությամբ, կարծրությունը ստացվում է HRC 63...65 միավոր, իսկ միջուկում, որտեղ կառուցվածքը *ստացվում է արձակման արդյունքային*՝ HRC 44...45 միավոր: Հարկաձային մածուցիկությունը մակերևույթային շերտում ստացվում է  $KC=37...38$  Ջ/սմ<sup>2</sup>, իսկ

միջուկում՝  $KC = 48...50$  Ջ/սմ<sup>2</sup>: Ստացված հատկություններն ամբողջությամբ բավարարում են գործող ԴՕՇ-երի պահանջները:

**Չորրորդ գլխում** մշակվել է ալգորիթմ, որի համար օգտագործվել են ստացված փորձարարական տվյալները: Մշակված ալգորիթմի հիման վրա գրվել է համակարգչային ծրագիր, որը հնարավորություն է տվել նախապես ներմուծված XTC մակնիշի պողպատի համար ընտրել հնարավոր ջերմային մշակման ռեժիմներից ամենահարմարը, որն ապահովում է ջերմային մշակման արդյունքում ցանկալի հատկությունների ստացումը:

### **ԳԻՏԱԿԱՆ ԴՐՈՒՅԹՆԵՐԻ ԵՎ ԵԶՐԱՀԱՆԳՈՒՄՆԵՐԻ ՃՇՏՈՒԹՅՈՒՆԸ**

Ռոբերտ Պապոյանի կողմից բանաձևած գիտական դրույթները, եզրակացություններն ու հանձնարարականները սահմանված են առաջին անգամ: Դրանք հիմնավորված են պողպատների և համաձուլվածքների ջերմային մշակման ժամանակակից մեթոդների կիրառմամբ, կառուցվածքագոյացման գործընթացի մետաղագրական հետազոտմամբ և հատկությունների ձևավորման ուսումնասիրմամբ, ինչպես նաև ջերմային մշակման ժամանակ տեղի ունեցող կառուցվածքային մի շարք փոփոխությունների հետազոտմամբ:

Ատենախոսությունում պաշտպանության ներկայացված բոլոր գիտական դրույթները նորույթ են: Հատկապես պետք է նշել նաիրիտային լատեքսի հիմքով նոր սառեցնող միջավայրի և մխման գործընթացի իրականացման ալգորիթմի ու համակարգչային ծրագրի մշակումը, որոնք հնարավորություն է տալիս փոփոխելով նաիրիտային լատեքսի կոնցենտրացիան սառեցնող միջավայրում՝ գնդի շառավղի ուղղությամբ, ստանալ ցանկացած լիամխելիություն:

Ատենախոսության եզրակացություններն ու հետևությունները հիմնավորված են նյութագիտության ժամանակակից տեսությամբ, իսկ դրանց հավաստիությունն ապացուցված է մետաղագիտության ճշգրիտ մշակված մեթոդներով կատարված հետազոտություններով և մեծաքանակ փորձարարական արդյունքների վերլուծություններով:

Ատենախոսությունը Ռոբերտ Սեթի Պապոյանի կողմից կատարած գիտափորձերի, հետազոտությունների և հրատարակած գիտական հոդվածների ընդհանուր շարադրանքն է: Այն բաղկացած է ներարծությունից, չորս գլուխներից, ընդհանուր եզրակացությունից և 119 անուն օգտագործված գրականության ցանկից, պարունակ-

կում է 46 նկար և 11 աղյուսակ: Ատենախոսության տեքստը շարադրված է 119 համակարգչային տպագիր էջերի վրա՝ ներառյալ օգտագործված գրականության ցանկը:

Ատենախոսության հիմնական արդյունքները հրատարակված են 6 գիտական աշխատանքներում, որոնցից երեքը հեղինակային են: Ընդհանուր եզրակացությունները ներկայացված են տասնմեկ կետով, որոնք նյութագիտության և մետաղների ջերմային մշակման ոլորտում ունեն գիտական և կիրառական մեծ նշանակություն:

**ՍՏԱՑՎԱԾ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԻ ՆՈՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՀԻՄՆԱՎՈՐՄԱՆ ԱՍՏԻՃԱՆԸ**

Ստացված արդյունքների նորությունը կայանում է նրանում, որ հեղինակին հաջողվել է՝ հիմնվելով ժամանակակից նյութագիտության և մետաղագիտության մեթոդներով կատարված վերլուծության արդյունքների վրա, բացահայտել գնդաղացներում գունավոր մետաղների հանքաքարերը մանրացնող գնդերի միկրոկառուցվածքը շառավղի ուղղությամբ դեպի կենտրոն, որը մակերևութային շերտում, մինչև 0.5R խորությամբ, պետք է լինի մարտենսիտային, իսկ միջուկում՝ տրոստիտային: Ցույց է տրված, որ այն ապահովելու համար անհրաժեշտ է մշակել միման այնպիսի միջավայր, որը միման ժամանակ աուստենիտային տիրույթում ապահովի սառեցման մեծ արագություն, իսկ աուստենիտ-մարտենսիտային տիրույթում՝ փոքր արագություն, արդյունքում փոքրացնելով ներքին լարումները և ճաքերի առաջացման վտանգը:

Առաջին անգամ LabView ծրագրի միջոցով՝ 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 պլանավորման եղանակով ընտրվել և հիմնավորվել է XFC մակնիշի 120 մմ տրամագծով պողպատյա գնդերի միման և արձակման օպտիմալ ռեժիմները, որոնք ապահովում են FOCT-ով պահանջվող հատկությունները:

XFC մակնիշի 120 մմ տրամագծով պողպատյա գնդերի ջերմամշակման օպտիմալ ռեժիմների ընտրման և պահանջվող հատկությունների ապահովման գործընթացը վերահսկելու նպատակով առաջին անգամ մշակվել են ալգորիթմ և համակարգչային ծրագիր, ինչը հնարավորություն է տալիս միման ժամանակ հանքային յուղի փոխարեն օգտագործել նաիրիտային լատեքսի 1.5%-ոց ջրային լուծույթ: Միաժամանակ



փոփոխելով ջրային լուծույթում նաիրիտային լատեքսի կոնցենտրացիան՝ կարելի է ստանալ ցանկացած լիամխելիություն և պահանջվող հատկություններ:

**ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԿԻՐԱՌԱԿԱՆ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ**

Մշակվել է XFC մակնիշի 120 մմ տրամագծով պողպատյա ձուլված գնդերի միման օպտիմալ ռեժիմները 1,5%-ոց նաիրիտային լատեքսի ջրային լուծույթում մխելիս, որի արդյունքում՝ տեղի է ունենում գնդերի աշխատունակության ռեսուրսի մեծացում՝ միջինը 5%-ով և տնտեսվում է տարեկան ~30% հանքային յուղ: Մշակված համակարգչային ծրագրի միջոցով՝ փոփոխելով նաիրիտային լատեքսի կոնցենտրացիան ջրային լուծույթում, կարելի ստանալ ցանկացած լիամխելիություն, ինչն ունի գործնական մեծ նշանակություն:

**ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅԱՆ ՀԱՄԱՊԱՏԱՍԽԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ ՀՀ ԲՈԿ-Ի ԳԻՏԱԿԱՆ ԱՍՏԻՃԱՆԱՇՆՈՐՀՄԱՆ ԿԱՆՈՆԱԿԱՐԳԻ 6, 7, 10, 11 ԵՎ 13 ԿԵՏԵՐԻ ՊԱՀԱՆՋՆԵՐԻՆ**

Ռոբերտ Սեթի Պապոյանի ատենախոսությունը ավարտուն գիտական աշխատանք է, որտեղ կատարած տեսական և փորձարարական հետազոտությունների հիման վրա հեղինակը մշակել է XFC մակնիշի պողպատից 120մմ տրամագծով ձուլված գնդերի ջերմամշակման տեխնոլոգիա, որտեղ մխումը կատարվել է նաիրիտային լատեքսի 1,5%-ոց ջրային լուծույթում: Գնդերի ջերմամշակման օպտիմալ ռեժիմների ընտրման և պահանջվող հատկությունների ապահովման գործընթացը վերահսկելու նպատակով առաջին անգամ մշակվել է ալգորիթմ և համակարգչային ծրագիր, ինչը հնարավորություն է տվել միման ժամանակ հանքային յուղի փոխարեն օգտագործել նաիրիտային լատեքսի 1,5%-ոց ջրային լուծույթ:

**Ատենախոսության վերաբերյալ կան հետևյալ դիտողությունները՝**

- 1.Ցանկալի կլիներ՝ բացի կարծրությունից և հարվածային մածուցիկությունից, գրաֆիկական պատկերներում ցույց տրվեր նաև ամրության փոփոխությունը կախված միման ռեժիմներից:
- 2.Ցանկալի կլիներ C-ձև կորերի վրա ցույց տրվեր նաև յուղում սառեցման կորը, ինչը գրաֆիկական պատկերը կդարձներ ամբողջական:
- 3.Աշխատանքում նշված չէ թե ինչպես է կատարվում նաիրիտային լատեքսի թաղանթի հեռացումը գնդի մակերևույթից:

4.Տանկալի կլիներ աշխատանքում ստացված կառուցվածքները ցույց տրվեր ավելի մեծ խոշորացումների տակ, ինչը մետաղագրական վերլուծությամբ կհիմնավորեր տրոստիտային կառուցվածքի ստացումը գնդի միջուկում:

Նշված դիտողությունները սուկ ցանկություններ են Ռոբերտ Սեթի Պապոյանի ատենախոսական աշխատանքի վերաբերյալ և ոչնչով չեն նսեմացնում աշխատանքի գիտական արժեքը:

Հեղինակի կողմից առաջադրված խնդիրներն իրենց արդիականությամբ, գիտական և գործնական արժեքներով գնահատվում են որպես էական նվաճում արդի նյութագիտության բնագավառում: Այն գիտականորեն հիմնավորված տեխնոլոգիական լուծում է, որը հիմնավորապես կարող է նպաստել նյութագիտության բնագավառում գիտատեխնիկական առաջընթացին:

Ամփոփելով նշեմ, որ ատենախոսական աշխատանքը կատարված է բարձր մակարդակով, արդյունքներն ունեն բավականին մեծ տեսական, գործնական և կիրառական նշանակություն՝ հատկապես գնդաղացներում գունավոր մետաղների հանքաքարերը մանրացնող գնդերի արտադրությունում:

Արդիականությամբ, գիտական և գործնական արժեքներով պաշտպանության ներկայացված ատենախոսական աշխատանքն ամբողջությամբ համապատասխանում է ՀՀ ԲՈԿ-ի գիտական աստիճանաշնորհման կանոնակարգի պահանջներին, այդ թվում «Դրույթների» 6, 7, 10, 11 և 13 կետերին և «Նյութագիտություն» մասնագիտությանը (դասիչ Ե.16.01), իսկ հայցորդ Ռոբերտ Սեթի Պապոյանը լիովին արժանի է տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհմանը:

Պաշտոնական ընդդիմախոս՝  
«Ռուսալ Արմենալ» ՓԲԸ արտադրական համակարգի  
զարգացման բաժնի մենեջեր, տ.գ.թ.

*Ջան*

Արման Ստեփանի Գասպարյան

տ.գ.թ. Արման Ստեփանի Գասպարյանի ստորագրությունը հաստատում եմ՝  
«Ռուսալ Արմենալ» ՓԲԸ գլխ. տնօրեն, տ.գ.թ.

Ա.Շ. Չաքարյան

