

Ռ.Ս. ՊԱՊՈՅԱՆ

XTC ՄԱԿՆԻՇԻ ՊՈՂՊԱՏՅԱ ԳՆԴԵՐԻ ՄԽՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑԻ ԱԼԳՈՐԻԹՄԻ ՄՇԱԿՈՒՄԸ, ԾՐԱԳՐԱՎՈՐՈՒՄԸ ԵՎ ՄԽՄԱՆ ՄԻՋԱՎԱՅՐԻ ԸՆՏՐՈՒՄԸ

Աշխատանքի նպատակն է մշակել XTC մակնիշի պողպատյա գնդերի միմյան գործընթացի ալգորիթմ և ծրագիր, որոնք հնարավորություն կտան գնդի շառավղի երկարությամբ ստանալ պահանջվող կառուցվածքներ և համապատասխան մեխանիկական հատկություններ: Նշված նպատակին հասնելու համար ուսումնասիրվել են արհեստական բանականության և տվյալների մշակման առանձնահատկությունները՝ մետաղագիտության և ջերմամշակման գործընթացում ներդնելու նպատակով:

Գրականության վերլուծության արդյունքում ցույց է տրված, որ, համաձայն ГОСТ 7524-89 և ГОСТ 5950-2000-ի, XTC մակնիշի պողպատը մեծ կիրառություն է գտել զունավոր մետաղների հանքաքարերը մանրացնող գնդերի պատրաստման գործընթացում: Կատարվել են փորձարարական աշխատանքներ XTC մակնիշի պողպատից պատրաստված գնդերի միմյան նպատակով՝ հանքային յուղի փոխարեն նոր սառեցնող միջավայր մշակելու համար: Ցույց է տրվել, որ նշված մակնիշի պողպատի միմյան համար նախիրտային լատեքսի 1,5%-ոց ջրային լուծույթը հանդիսանում է այլընտրանք, որն ապահովում է պահանջվող հատկությունների ստացումը:

Ուսումնասիրությունների արդյունքում որպես ծրագրավորման լեզու ընտրվել է «python»-ը: Ստեղծվել է տվյալների բազա, որտեղ ներմուծվել են XTC մակնիշի պողպատյա գնդերի միմյան համար ներկայումս կիրառվող հայտնի տվյալները: Տվյալների մշակման համար ստեղծվել է ալգորիթմ, որի միջոցով դուրս է բերվել համապատասխան համաձուլվածքի համար ամենաարդիական միմյան միջավայրը՝ ելնելով ներմուծված վերջնական ցանկալի արդյունքներից: Ծրագրի փորձարկման արդյունքում 120 մմ տրամագծով գնդի մակերևութային շերտում կարծրությունը ստացվել է HRC64 միավոր, իսկ միջուկում՝ HRC45 միավոր:

Առանցքային բառեր. պողպատ, գունդ, միսում, C-աձև կորեր, ալգորիթմ, միմյան միջավայր, սառեցման արագություն, կարծրություն, կառուցվածք:

Ներածություն: Ժամանակակից աշխարհում գիտության և տեխնիկայի արագ զարգացումը պահանջում է նորագույն տեխնոլոգիաների մշակում ու ներդրում արտադրության մեջ: Դրանցից կարելի է առանձնացնել գիտական երկու ուղղություն՝ տվյալների մշակումը և արհեստական բանականությունը, որոնք հնարավորություն են տալիս միմյանց հետ կապել գիտության տարբեր ճյուղերը: Նյութագիտության, այդ թվում՝ մետաղագիտության ոլորտներում տվյալների մշակման

և այնուհետև դրանք արհեստական բանականության մեջ ինտեգրելու համար անհրաժեշտ է հավաքագրել տվյալների մեծ բազա և ունենալ այդ տվյալների օգտագործման կարգավորված մեխանիզմ:

Գրականության վերլուծության արդյունքում [1-7] պարզվել է, որ ինչպես անցյալում, այնպես էլ հիմա ուսումնասիրվել և ուսումնասիրվում են պողպատների և համաձուլվածքների թրծման, միմյան և արձակման գործընթացները՝ պահանջվող հատկություններով արտադրատեսակներ ստանալու նպատակով: Մշակվել են տարբեր GOCT-եր [8, 9], և գրվել տեղեկատուներ [1-4], որոնց միջոցով հնարավորություն է ստեղծվում ցանկացած հատկություններով արտադրատեսակի համար ճիշտ ընտրել պողպատի կամ համաձուլվածքի մակնիշը, ջերմամշակման ռեժիմները և դրանք իրականացնել համապատասխան տեխնոլոգիայով: Ինչ վերաբերում է նոր մշակված պողպատների, համաձուլվածքների կամ ֆունկցիոնալ հատկություններով արտադրատեսակների, այդ թվում՝ մետաղական հիմքով կոմպոզիտային նյութերի ջերմային մշակմանը, ապա խնդիրը դառնում է բավականին բարդ և պահանջում է գիտական նոր մոտեցումներ: Այս տեսակետից ներկայացված աշխատանքն արդիական է և պահանջարկված, քանի որ այն վերաբերում է գունավոր մետաղների հանքաքարերը մանրացնող գնդերի ջերմային մշակմանը՝ բարձր արտադրողականությամբ գնդերի ստացման նպատակով: Աշխատանքն առավել արդիական է Հայաստանի Հանրապետության համար, որտեղ մեծ ծավալով շահագործվում են գունավոր մետաղների հանքավայրերը, իսկ մանրացնող պողպատյա գնդերը հիմնականում արտադրվում են տեղական ձեռնարկություններում:

Խնդրի դրվածքը և մեթոդի հիմնավորումը: Աշխատանքի նպատակն է մշակել XTC մակնիշի պողպատյա գնդերի միմյան գործընթացի ալգորիթմ և ծրագիր, որոնք հնարավորություն կտան գնդի շառավղի երկարությամբ՝ մակերևույթից դեպի կենտրոն, ստանալ պահանջվող կառուցվածք և համապատասխան մեխանիկական հատկություններ: Անհրաժեշտ է մշակել այնպիսի միմյան միջավայր, որը կապահովի գնդի մակերևութային շերտում՝ մինչև 0,5R խորությամբ, բարձր կարծրություն՝ HRC64 միավոր, իսկ միջուկում՝ HRC45 միավոր: Այսինքն պետք է ստացվեն մակերևութային շերտում մարտենսիտային, իսկ միջուկում՝ տրոստիտային կառուցվածքներ: Նշված կառուցվածքները, հետևապես և պահանջվող հատկություններն ապահովելու համար խնդիր է դրվել XTC մակնիշի 120 մ/տրամագծով պողպատյա գնդերի միմյան գործընթացի արդյունքում ստացված տվյալների բազայի հիման վրա մշակել նոր միմյան միջավայրի որոշման ալգորիթմ և իրականացման ծրագիր, որոնք կապահովեն պահանջվող կառուցվածքի և հատկությունների ստացումը:

Որպեսզի ալգորիթմը լինի ճշգրիտ, իսկ արդյունքները՝ հավաստի, անհրաժեշտ է ուսումնասիրել XTC մակնիշի պողպատյա գնդերի կարծրության կախվածությունը միմյան գործընթացից և այն օգտագործել ալգորիթմը մշակելու ու համապատասխան ծրագիր կազմելու համար:

Տվյալ դեպքում անհրաժեշտ է ուսումնասիրել XTC մակնիշի 120 *մմ* տրամագծով պողպատյա գնդերի համար նախատեսված միմյան միջավայրերը և ընտրել այն միջավայրը, որը հնարավորություն կտա գնդի մակերևութային շերտում ստանալ անհրաժեշտ մարտենսիտային կառուցվածք, իսկ միջուկում՝ տրոստիտային:

Հետազոտությունների արդյունքները: Աղ. 1-ում բերված է XTC մակնիշի պողպատի քիմիական բաղադրությունը, որից, ինչպես նաև մշակման եղանակից են կախված պողպատի կառուցվածքը և ստացվող հատկությունները:

Աղյուսակ 1

XTC մակնիշի պողպատի քիմիական բաղադրությունը [2]

Պողպատի մակնիշը	C, %	Si, %	Mn, %	Cr, %	Ni, %	W, %	V, %	Mo, %	P, %	S, %	Cu, %
XTC	0,95...1,05	0,40...0,70	0,85...1,25	1,30...1,65	≤0,4	≤0,2	≤0,15	≤0,2	≤0,03	≤0,03	≤0,3

Մետաղագիտական հետազոտությունների արդյունքում պարզվել է, որ 840 ± 20 °C ջերմաստիճանում թրծումից հետո պողպատի կարծրությունը HB=2400...2420 *ՄՊա* է, իսկ կարբիդային ֆազը բաշխված է հավասարաչափ, ինչը պայմանավորված է ածխածնի պարունակությամբ (0,95...1,05%): Կարբիդային անհամասեռությունը չի գերազանցում 1-ից 2 բալլ: XTC մակնիշի պողպատը գերտաքացման նկատմամբ ունի ոչ մեծ զգայնություն. Si-ը, դժվարացնելով ինքնադիֆուզիան, օժանդակում է մանրահատիկության ստացմանը: Ցածր ջերմաստիճանային արձակումից հետո XTC մակնիշի պողպատն աչքի է ընկնում մնացորդային աուստենիտի փոքր պարունակությամբ (6...8%):

Ներկայումս XTC մակնիշի պողպատների համար որպես միմյան միջավայր օգտագործում են հանքային յուղերը: 840 ± 20 °C ջերմաստիճանից յուղում միևնույն հետո 120 *մմ* տրամագծով գնդերի կարծրությունը մակերևութային շերտում ստացվում է HRC 63...64 միավոր, իսկ 180°C ջերմաստիճանում արձակումից հետո՝ HRC=62...63 միավոր: Մինչդեռ միջուկում այն չի գերազանցում միումից հետո HRC=30...32 միավորները, որոնք պահպանվում են նաև արձակումից հետո. այսինքն միմյան ժամանակ տեղի է ունենում ինքնարձակում:

Ստացված տվյալների համալրման և հետազայում ալգորիթմում կիրառելու նպատակով կատարվել է XTC մակնիշի պողպատի միում նաիրիտային լատեքսի 1,5%-ոց ջրային լուծույթում: Հետազոտությունների արդյունքում պարզվել է, որ մինչև մարտենսիտային փոխակերպության սկիզբը ($M_u = 200^{\circ}C$) նախապատրաստվածքի սառեցման արագությունը $175^{\circ}C/լ$ է, իսկ փոխակերպությունից հետո մինչև սենյակային ջերմաստիճանը՝ $50^{\circ}C/լ$ (աղ. 2): Մինչդեռ հանքային յուղի միջավայրում սառեցնելիս նախապատրաստվածքի սառեցման արագությունը կազմում է $125^{\circ}C/լ$ (աղ. 2): Ելնելով վերը նշվածից՝ կարելի է հիմնավորել, որ երկու միջավայրերն էլ նպատակահարմար են միմյան համար, քանի որ նշված սառեցման արագությունները գերազանցում են տվյալ համաձուլվածքի սառեցման կրիտիկական արագությանը [10-14]:

Աղյուսակ 2

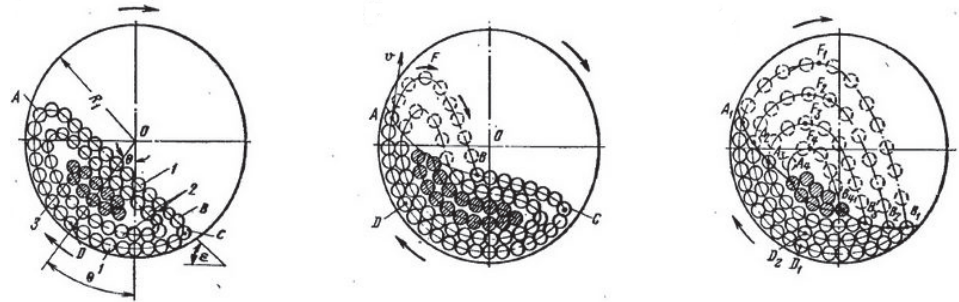
Սառեցման արագությունները

N	Միջավայր	Սառեցման արագություններն ըստ ջերմաստիճանի, $^{\circ}C/լ$		Առավելագույն արագությունը, $^{\circ}C/լ$	Առավելագույն արագության ջերմաստիճանը, $^{\circ}C$
		550...450	450...200		
1	Հանքային յուղ	125	45	140	450
2	Նաիրիտային լատեքսի 1,5%-ոց ջրային լուծույթ	175	30	320	650

Ծրագրի ամբողջական լինելու համար անհրաժեշտ է որպես մուտքային պարամետրեր ընդգրկել ինչպես արտադրատեսակի միմյան միջավայրի տվյալները, այնպես էլ պողպատի քիմիական բաղադրության առանձնահատկությունները՝ ջերմամշակված դետալից պահանջվող հատկությունների ստացման նպատակով: Բացի վերոհիշյալ պարամետրերից, անհրաժեշտ է նաև հաշվի առնել պողպատի լիամիսվելիությունը և դետալի միջուկի միկրոկառուցվածքը [14]:

Տվյալ դեպքում, քանի որ ուսումնասիրվող դետալը ներկայացնում է գունդ, հետևապես այն պետք է ունենա համապատասխան մեխանիկական և ֆիզիկական հատկություններ, որպեսզի արդյունավետ աշխատի գնդադասերում: Գնդադասներում հանքաքարերի մանրացման համար նախատեսված գնդերի աշխատանքի սկզբունքը ներկայացված է նկ. 1-ում: Գնդադասի թմբուկի պտտման ժամանակ գնդերը կենտրոնախույս ուժի ազդեցության տակ, հանքաքարերի հետ մեկտեղ հավելով գնդադասի պատերին, բարձրանում են վեր և ծանրության ուժի ազդեցության տակ թափվում ցած, որի ընթացքում տեղի է ունենում հանքաքարի

մանրացումը [15]: Գնդերը աշխատում են հարվածային և քերամաշման պայմաններում: Նշված պայմաններում արդյունավետ աշխատելու համար գնդերը պետք է ունենան մակերևութային շերտի բարձր կարծրություն (ավելի բարձր, քան հանքաքարերը), բավարար ամրություն, հարվածային մածուցիկություն և առաձգականություն:

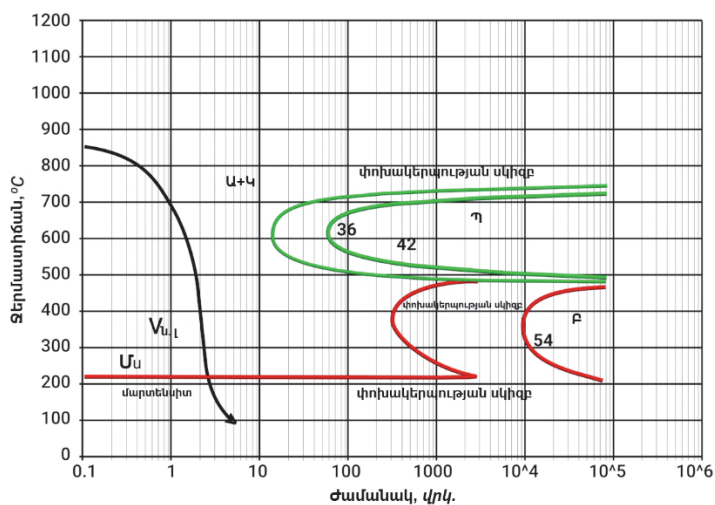


Նկ. 1. Հանքաքարերի մանրացումը գնդադաշնեում

Հարվածային մածուցիկությունն ապահովում է հարվածների տակ աշխատելու գնդերի երկարակեցությունը, իսկ առաձգականությունն անհրաժեշտ է հանքաքարի մանրացման ժամանակ, երբ գնդերը վերին մեռյալ կետից ընկնում են ցած՝ հարվածների թիվը շատացնելու համար: Բարձր կարծրությունն անհրաժեշտ է գնդերի մաշակայունությունը բարձրացնելու համար: Շփման ժամանակ գնդի մակերևութային շերտը ենթարկվում է քերամաշման և պոկվում է գնդից, ինչի արդյունքում գունդը փոքրանում է, այսինքն տեղի է ունենում զանգվածի փոքրացում, որի հետևանքով գնդադաշնի պտտման ժամանակ գնդերը հպվում են գնդադաշնի պատին և կենտրոնախույս ուժի ազդեցության տակ գնդադաշնի հետ մեկտեղ կատարում են ամբողջական պտույտ՝ առանց ցած ընկնելու. արդյունքում հանքաքարը չի մանրացվում: Գնդերից պահանջվող վերը նշված հատկություններն անհրաժեշտ է ստանալ պողպատի ջերմային մշակման միջոցով [16, 17]:

Նշվածից հետևում է, որ գնդադաշներում գունավոր մետաղների հանքաքարերը մանրացնող գնդերի անհրաժեշտ հատկությունների ամբողջական փաթեթը ստանալու համար պետք է հաշվի առնել գնդերի մակերևութային շերտի և միջուկի կարծրությունները, այսինքն կարծրության փոփոխությունը շառավղի ուղղությամբ դեպի գնդի կենտրոն, ինչպես նաև դրանց միկրոկառուցվածքները: Գնդի միջուկի կարծրությունը ջերմային մշակման գործընթացի ավարտից հետո պետք է լինի 45..50HRC, իսկ միկրոկառուցվածքը՝ տրոստիտային: Այս փաթեթը հնարավոր է ստանալ, եթե միսման ժամանակ բարձր ջերմաստիճաններում դետալի սառեցման արագությունը բավականին բարձր է, իսկ ցածր ջերմաստիճաններում՝ ցածր [18]:

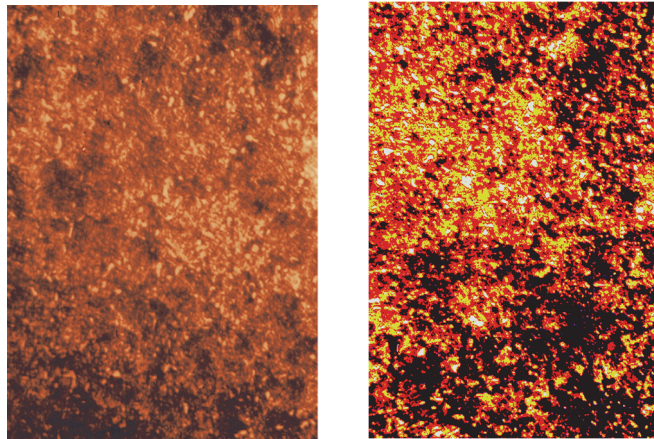
Որպեսզի հնարավոր լինի վերոնշյալը ստանալ ծրագրի միջոցով, անհրա-
ժեշտ է ունենալ բոլոր փորձարարական տվյալները: Քանի որ հանքային յուղում
միսման փորձարարական տվյալները հայտնի են (հանքային յուղը ներկայումս
ընդունված է համարել լեգիրված պողպատների միսման հիմնական միջավայր),
կատարվել են փորձարարական աշխատանքներ՝ նաիրիտային լատեքսի 1,5%-ոց
ջրային լուծույթներում գնդերի միսման տվյալները ստանալու համար: Այս փու-
լում հատուկ ուշադրություն է դարձվել ցածր ջերմաստիճաններում սառեցման
արագությանը, ինչպես նաև XTC մակնիշի պողպատի C-աձև կորերին (նկ. 2) [19]:



Նկ. 2. XTC մակնիշի պողպատի C-աձև կորերը և սառեցման դինամիկան

Նկ. 2-ում ցույց է տրված XTC մակնիշի 120 մմ տրամագծով պողպատյա
գնդի սառեցման արագությունը նաիրիտային լատեքսի 1,5%-ոց ջրային լուծույ-
թում: Ինչպես երևում է սառեցման արագության կորից, բարձր ջերմաստիճան-
ներում սառեցումը տեղի է ունենում շատ արագ, իսկ ցածր ջերմաստիճաններում
արագությունը կտրուկ նվազում է: Այս երևույթը բացատրվում է նրանով, որ 350°C
ցածր ջերմաստիճաններում գնդի մակերևույթում առաջանում է պոլիմերային
թաղանթ, որը և զգալիորեն իջեցնում է սառեցման արագությունը, ընդ որում, թա-
ղանթի հաստությունը կախված է սառեցնող միջավայրի կոնցենտրացիայից: Թա-
ղանթը, ցածրացնելով գնդի ջերմահաղորդականությունը, միջուկում սառեցման
արագությունը դարձնում է բավականին ցածր՝ համեմատած մակերևութային
շերտի սառեցման արագության հետ: Որպես հետևանք՝ միջուկում ստացվում է
տրոստիտային կառուցվածք (նկ. 3բ): Համապատասխանաբար մակերևութային
շերտում, սառեցման բարձր արագության շնորհիվ, ստացվում է մարտենսիտա-
յին կառուցվածք (նկ. 3ա):

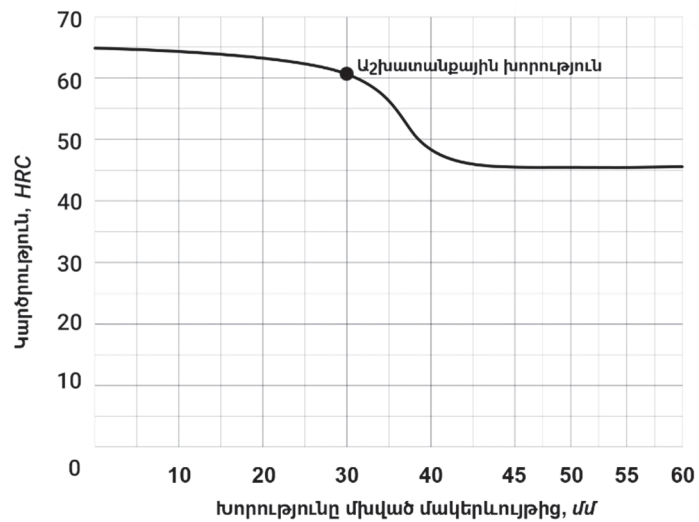
Միսման գործընթացից հետո չափվել է գնդի լիամիսելիությունը, որը պետք է բավարարի գունավոր մետաղների հանքաքարերը մանրացնող գնդերի՝ 0,5R խորությամբ միաված շերտի առկայության պայմանը (նկ. 4):



ա)

բ)

Նկ. 3. XTC մակնիշի պողպատից պատրաստված 120 մմ տրամագծով գնդի միկրոկառուցվածքը նաիրիտային լատեքսի 1,5%-ոց ջրային լուծույթում միսումից հետո՝
ա – մակերևութային շերտ, բ – միջուկ



Նկ. 4. Կարծրության փոփոխությունը՝ կախված խորությունից

Համաձայն փորձարարական տվյալների՝ միսման գործընթացից հետո 30 մմ խորության սահմաններում պողպատի կարծրությունը կազմում է HRC43...47 միավոր:

Փորձերի արդյունքում ստացված տվյալները ներմուծվել են տվյալների բազա: Տվյալների բազա են ներմուծվել նաև լրացուցիչ փորձերով ստացված և տեղեկատվությունում առկա տվյալները [11]:

Ծրագրի մեկնարկից հետո ներմուծվել են պողպատի մակնիշը, պահանջվող մակերևութային և միջուկի կարծրությունները, որոնք պետք է ստացվեն միումից հետո: Անհրաժեշտ արժեքների ներմուծումից հետո ծրագիրն այդ ներմուծված արժեքները համեմատում է տվյալների բազայում առկա տվյալների հետ: Եթե համեմատության արդյունքում ներմուծված արժեքները չհամապատասխանեն տվյալների բազայի արժեքներին, որոնք ծրագրում նկարագրված են միմյան գործընթացից հետո որպես կարծրության ստացման հնարավոր արժեքներ, ապա ծրագիրը պահանջում է ներմուծել նոր տվյալներ: Տվյալների բազայում ներմուծված արժեքների առկա լինելու դեպքում ծրագիրը վերցնում է ներմուծված մակնիշի պողպատի միմյան ջերմաստիճանը, այդ մակնիշի պողպատի միմյան կրիտիկական արագությունը և համեմատում է տվյալների բազայում առկա որպես սառեցման միջավայր ընդունված միջավայրերի սառեցման արագությունների հետ: Եթե միջավայրի սառեցման արագությունն ավելի բարձր է, քան տվյալ մակնիշի պողպատի սառեցման կրիտիկական արագությունը, ապա ծրագիրն այդ միջավայրերը պահպանում է ընթացիկ հիշողության մեջ՝ որպես համապատասխանող սառեցման միջավայր (տվյալ ցանկի մեջ կարող են մտնել ինչպես մեկ, այնպես էլ մի քանի սառեցման միջավայրեր): Այս ամենից հետո ծրագիրը պահպանված միմյան միջավայրերը ֆիլտրում է՝ ըստ ցածր ջերմաստիճաններում ամենացածր սառեցման արագության: Սա կատարվում է՝ ելնելով այն պայմանից, որ ինչքան դանդաղ սառեցվի (միսի) պողպատյա իրը, տվյալ դեպքում՝ գնդերը, այնքան ցածր կլինեն ներքին լարումները, և համապատասխանաբար ավելի բարձր կլինի երկարակեցությունը: Մակայն մարտենսիտային կառուցվածք ստանալու համար միմյան սառեցման արագությունը միշտ պետք է բարձր լինի միմյան կրիտիկական արագությունից: Բացի նշված պայմանից, անհրաժեշտ է ապահովել գնդի միջուկից պահանջվող կարծրությունը (HRC45 միավոր), որը հնարավոր է ստանալ միջուկի սառեցման արագության փոքրացման միջոցով: Արդյունքում՝ ծրագիրը հաշվարկում է սառեցման միջին արագությունը և պահպանում է այդ տվյալը ընթացիկ հիշողության մեջ: Այս տվյալը անհրաժեշտ է, որպեսզի համեմատվի միմյան գործընթացի տևողությունը՝ C-աձև կորերի կրիտիկական արագության ժամանակային տվյալի հետ:

Ծրագրի աշխատանքային և հաշվարկային գործընթացի ավարտին այն վերադարձնում է տեքստային ֆայլ, որտեղ անցկացված են հաշվարկային գործընթացի արդյունքները: Այդ տվյալներն իրենց հերթին որպես լրացուցիչ տեղեկատվություն ներմուծվում են տվյալների բազա և հնարավորություն են տալիս բարելավելու ծրագրի աշխատանքը՝ այն դարձնելով ավելի ճշգրիտ:

Նկ. 5-ում ներկայացված է ծրագրից մի հատված, որն իրականացնում է վերոնշյալ գործողությունները:

```
critical_velo_cel_sec = steels_dict[steel_model]["critical_velo_cel_sec"]

envs_with_higher_velo = {}

for env in quenching_env_freeze_velo:
    if quenching_env_freeze_velo[env]["freezing_velo"] >= critical_velo_cel_sec:
        envs_with_higher_velo[env] = quenching_env_freeze_velo[env].copy()

envs_with_higher_velo_list_sorted = sorted(envs_with_higher_velo, key=lambda x: (
    envs_with_higher_velo[x]["lower_temp"] is None, envs_with_higher_velo[x]["lower_temp"]))

min_env_key = envs_with_higher_velo_list_sorted[0]
min_temperature = envs_with_higher_velo[min_env_key]["lower_temp"]

quenching_temp = steels_dict[steel_model]["quenching_temp"]
env_time = (quenching_temp / min_temperature)
env_time += (quenching_temp / quenching_env_freeze_velo[min_env_key]["freezing_velo"])
env_time /= 2

hardness_after_quench = steels_dict[steel_model]["hardness_after_quech"]
```

Նկ. 5. Հատված ծրագրից (կոդից), որը պատասխանատու է անհրաժեշտ տվյալների դուրսբերման համար

Ներկայումս XTC մակնիշի պողպատյա գնդերի միսման համար որպես սառեցման միջավայր ընդունված է հանքային յուղը [8, 9]: Սակայն սառեցման փոքր արագության պատճառով հանքային յուղերը չեն ապահովում պահանջվող հատկությունները: Ոստի աշխատանքում փորձ է արվել՝ հիմնավորելու նաիրիտային լատեքսի 1,5%-ոց ջրային լուծույթը՝ որպես աշխատունակ միսման միջավայր, որը կարող է ապահովել գնդերի անհրաժեշտ հատկությունները: Նշվածն իրականացնելու համար գրված ծրագիրը գործարկվել է հետևյալ մուտքային տվյալներով: Որպես մուտքային տվյալներ ներմուծվել են պողպատի մակնիշը և քիմիական բաղադրությունը, միսման գործընթացից հետո պահանջվող մակերևութային (HRC64...65 միավոր) և միջուկի (HRC45 միավոր) կարծրությունները: Ծրագիրը որպես միսման ջերմաստիճան վերցրել է 840°C: Որպես միսման միջավայրեր դիտարկվել են ջուրը, հանքային յուղը և նաիրիտային լատեքսի 1,5%-ոց ջրային լուծույթը: Միջավայրերի սառեցման արագությունները ծրագիրը վերցրել է տվյալների բազայից և որպես արդյունք վերադարձրել է հետևյալ տվյալները.

1. ամենահարմար միսման միջավայրը՝ նաիրիտային լատեքսի 1,5%-ոց ջրային լուծույթ,
2. մակերևութային շերտի ցանկալի կարծրությունը՝ HRC 65 միավոր,
3. մակերևութային շերտի արդյունավետ կարծրությունը՝ HRC64 միավոր,
4. միջուկի ցանկալի կարծրությունը՝ HRC45 միավոր,
5. միջուկի արդյունավետ կարծրությունը՝ HRC45 միավոր:

Եզրակացություն: Համալիր հետազոտությունների արդյունքում մշակվել է ծրագիր, որը հնարավորություն է տալիս նախիտային լատեքսի 1,5%-ոց ջրային լուծույթն օգտագործել XTC մակնիշի պողպատից պատրաստված 120 մմ տրամագծով գնդերի միմյան համար, որոնք կարող են օգտագործվել գունավոր մետաղների հանքաքարերը մանրացնող գնդադացներում: Տվյալների վերամշակումը և արհեստական բանականությունը հանդիսանում են ժամանակակից գիտության շարժիչ ուժը, հետևապես՝ մշակված ալգորիթմը և նրա հիմքով գրված ծրագիրը հնարավորություն են տալիս մետաղների ջերմային մշակման գործընթացն իրականացնել ծրագրավորման տեխնոլոգիաներով՝ այն բարձրացնելով մեկ այլ մակարդակի: Նախագծված ալգորիթմը ժամանակի ընթացքում կբարելավվի, ավելի կմեծանա տվյալների բազան, ինչը հնարավորություն կտա՝ ստանալու տվյալ պողպատից պատրաստված իրից պահանջվող հատկություններ, շատ արագ որոշելու ջերմային մշակման ռեժիմները և միմյան միջավայրը: Նշված գիտական ուղղությունը ապագայում կարող է հանգեցնել ջերմամշակման տեսական նորարարությունների, որոնք կհիմնավորվեն (կամ կհերքվեն) գործնական փորձերի միջոցով:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. Справочник металлиста. В 5-и т.- Т. 2 / Под ред. А.Г. Рахштада и В.А. Брострема.- М.: Машиностроение, 1976.- 720с.
2. Термическая обработка в машиностроении: Справочник / Под ред. Ю.М. Лахтина, А.Г. Рахштада.- М.: Машиностроение, 1980.- 783 с.
3. Журавлев В.И., Николаева О.И. Машиностроительные стали: Справочник.- Изд. 3-е.- М.: Машиностроение, 1981.- 391 с.
4. Гуляев А.П., Малинина К.А., Саверина С.М. Инструментальные стали: Справочник.- Изд. 2-е.- М.: Машиностроение, 1975.- 272 с.
5. Гуляев А.П. Металловедение: Учебник для вузов.- 6-е изд.- М.: Металлургия, 1986.- 544 с.
6. Гольдштейн М.И., Грачев С.В., Векслер Ю.Г. Специальные стали: Учебник для вузов.- М.: Металлургия, 1985.- 408 с.
7. Աղբալյան Ս.Գ., Մալոխովա Շ.Ս. Հատուկ պողպատներ և համաձուլվածքներ: Ուսումնական ձեռնարկ.- Երևան: ՀՊՃՀ, 2003.- 260 էջ:
8. ГОСТ 7524-89. Межгосударственный стандарт. Шары стальные мелющие для шаровых мельниц.-М.: Изд-во стандартов, 1989.- 5 с.
9. ГОСТ 5950-2000. Межгосударственный стандарт. Прутки, полосы и мотки из инструментальной легированной стали.- Минск: Изд-во стандартов, 2001.- 37 с .
10. Приходько В.С., Самойленко Г.Н. Тенденции развития термической обработки.- М.: НИИМАШ, 1981.- 56 с.
11. Эйсмонтт Ю.Г. Исследование охлаждающих сред, альтернативных закалочным маслам // Металловедение и термическая обработка металлов.- 2000.- N 11.- С. 32-29.

12. Бочвар А.А. Металловедение.- М.: Металлургия, 1974.- 404 с.
13. Кашенко Г.А. Основы металловедения.- М.: Машгиз, 1959.- 395 с.
14. Օհանյան Ա.Ռ. Նաիրիտային լատերսի հիմքով միսման միջավայրի մշակումը և հետազոտումը. Թեկնածուական ատենախոսության սեղմագիր.- Երևան, 1998.- 19 էջ:
15. Հովսեփյան Ս.Գ., Հովսեփյան Գ.Ս. Հանքավայրերի բաց մշակումը և շրջակա միջավայրը.- Երևան: Լուսակն, 2008.- 130 էջ:
16. Свидинович Н.А., Куис Д.В., Окатова Г.П. Материаловедение. Термическая обработка.- Минск: БГТУ, 2014.- 66 с.
17. Гуляев А.П. Термическая обработка стали.- Изд. 2-е.- М.: Машиностроение, 1960.- 496 с.
18. Самохоцкий А.И., Кунявский М.Н. Лабораторные работы по металловедению.- Изд. 2-е, переработ. и допол.- М.: Машиностроение, 1971.- 184 с.
19. Попов А.А., Попова Л.Е. Изотермические и термокинетические диаграммы распада переохлажденного аустенита: Справочник термиста.- М.: Металлургия, 1965.- 496 с.

Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 12.04.2022:

Р.С. ПАПОЯН

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПРОЦЕССА ЗАКАЛКИ СТАЛЬНЫХ ШАРОВ МАРКИ ХГС, ПРОГРАММИРОВАНИЕ И ВЫБОР ЗАКАЛОЧНОЙ СРЕДЫ

Целью работы является разработка алгоритма и программы процесса закалки стальных шаров марки ХГС, что позволит получить нужную структуру и механические свойства по длине радиуса шаров. Исследованы методы работы искусственного интеллекта и обработки данных для их внедрения в процессы металловедения и термической обработки.

Из анализа литературы выявлено, что согласно ГОСТ 7524-89 и ГОСТ 5950-2000, сталь марки ХГС получила широкое применение при изготовлении шаров для измельчения руд цветных металлов. Проведены эксперименты с шарами, изготовленными из стали марки ХГС, с целью получения новой закалочной среды вместо минеральных масел. Показано, что наиритовый латекс с концентрацией 1,5% является альтернативной закалочной средой для вышеупомянутой марки стали, которая обеспечивает получение нужных свойств.

После проведенных исследований для написания программы был выбран язык программирования “Python”. Создана база данных и введены применяемые ныне данные закалки шаров из стали марки ХГС. Для обработки данных создан алгоритм, с помощью которого выведена самая актуальная закалочная среда для определенного сплава, исходя из введенных желаемых конечных данных. После тестирования программы для шаров с диаметром 120 мм на поверхности было получено HRC 64 единицы, а в сердцевине - HRC 45.

Ключевые слова: сталь, шар, закалка, С-образные кривые, алгоритм, закалочная среда, скорость закалки, твердость, структура.

R.S. PAPOYAN

**DEVELOPING AN ALGORITHM FOR QUENCHING XFC GRADE STEEL
BALLS, PROGRAMMING AND SELECTING THE HARDENING
ENVIRONMENT**

The goal of the work is to develop an algorithm for the process of quenching XFC grade steel balls and develop a program that will allow obtaining the given structure and mechanical properties along the length of the radius of the balls. In order to achieve the goal, the AI features and data processing methods have been studied to implement them in the processes of metallurgy and heat treatment.

The literature analysis has shown that according to ГОСТ 7524-89 and ГОСТ 5950-2000, the XFC grade steel is widely used for non-ferrous metal ore grinding balls. Experiments were carried out with balls made of the XFC grade steel to obtain a new quenching medium instead of mineral oils. Nairite latex at 1.5% concentration is an alternative quenching medium for the above-stated steel grade that provides the desired properties.

As a result of the research, the programming language “Python” was chosen. A database was created, which imports the currently known data for the quenching of the XFC steel balls. For data processing, an algorithm is developed by which the most up-to-date quenching medium for a particular alloy is derived, based on the desired final data entered. As a result of testing the program, for the balls of a diameter of 120 mm, on the surface, HRC 64 units is obtained and in the core - HRC 45 units.

Keywords: steel, ball, quenching, C-shaped curves, algorithm, quenching medium, cooling velocity, hardness, structure.