

Ս.Գ. ԱՂԲԱԼՅԱՆ, Ռ.Ս. ՊԱՊՈՅԱՆ, Գ.Ա. ՎԱՍԻԼՅԱՆ

ՄԻՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ ՊՈՂՊՈՏՅԱ ԱՐՏԱԴՐԱՏԵՍԱԿՆԵՐԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԻ
ԵՎ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԿԱՆԽԱՏԵՍՄԱՆ ՄԵԹՈԴԻ ՄՇԱԿՈՒՄԸ

Մշակվել է միման ժամանակ պողպատյա արտադրատեսակների կառուցվածքի և հատկությունների կանխատեսման մեթոդ, որը հնարավորություն է տալիս նախագծողներին և տեխնոլոգներին՝ կատարելու նյութի ճիշտ ընտրություն և մշակելու ջերմամշակման համապատասխան տեխնոլոգիա՝ ապահովելով պահանջվող հատկությունների ստացման երաշխավորություն: Ցույց է տրված, որ նշված նպատակի համար լավագույն եղանակ է գլանակալի նմուշների ճակատային միման մեթոդը: Սառեցման կորերը տեղափոխելով տվյալ պողպատի ջերմակինետիկական դիագրամի վրա՝ որոշվում են ցանկացած ջերմաստիճանում ստացվող կառուցվածքը և հատկությունները: Ջերմակինետիկական դիագրամների վրա ֆազային փոխակերպությունները և դրանց սահմանները հնարավոր է որոշել տարբեր արագություններով պողպատյա արտադրատեսակի անընդհատ սառեցմամբ, իսկ փոխակերպության գործընթացների բնութագրերն ուսումնասիրելու համար պետք է վերծանել սառեցման կորերի ընթացքը:

Առանցքային բառեր. ճակատային միման, սառեցման կրիտիկական արագություն, միման կրիտիկական տրամագիծ, կառուցվածք, մարտենսիտ, տրոստիտ:

Ներածություն. Մեքենամասերի որակի բարձրացումը անքակտելիորեն կապված է նյութի ճիշտ ընտրության և ջերմամշակման գործընթացի բարելավման հետ: Ընդ որում, պահանջվող ամրության և կարծրության ապահովումն իրականացվում է միման և արձակման միջոցով:

Պողպատները միման, բացառությամբ միջանցիկ լիամիավելիության դեպքերի, հետագա արձակման ժամանակ արտադրատեսակների ծավալում առաջանում են տարբեր կառուցվածքներ և, հետևաբար, տարբեր հատկություններ [1], որոնք բնութագրվում են կոնստրուկցիոն ամրությամբ՝ ներառած ամրության, հուսալիության և երկարակեցության ցուցանիշները: Գործնականում արտադրատեսակների համար նյութ ընտրելիս նախագծողներն առաջնորդվում են միայն լիամիավելիությամբ և մեկ կամ, լավագույն դեպքում, երկու կառուցվածքային հատկություններով: Նյութի ընտրության ժամանակ, արտադրատեսակների շահագործման անվտանգությունն ապահովելու նպատակով, վերցնում են պահանջվող հատկությունների բարձր արժեքներ, որի համար թույլատրվում են լիամիավելիության արժեքների տատանումներ լայն սահմաններում: Դա բացատրվում է նրանով, որ

նախօրոք արտադրատեսակի հատկությունները գնահատելու համար շատ դժվար է հաշվարկել նրա իրական կառուցվածքային վիճակը: Մինչդեռ կառուցվածքը վերծանելու համար մետաղագիտական մեթոդները պահանջում են արտադրատեսակի կոտրում [2]: Այս նպատակի համար նմուշների ճակատային միմյան մեթոդի կիրառումը ամբողջությամբ չի լուծում խնդիրը, քանի որ այն թույլ է տալիս հաշվարկել միայն կարծրացած շերտի խորությունն ամենապարզ ձևերով արտադրատեսակների դեպքում: Լայն իմաստով, արտադրատեսակի նյութի ընտրության խնդիրը, ինչպես նաև կարծրացման և որակի վերահսկման պայմանները, որոնք խիստ արդիական հարցեր են, կարող են լուծվել նրա ծավալում կառուցվածքի ձևավորման կանխատեսման մեթոդի ստեղծմամբ և օգտագործմամբ՝ հաշվի առնելով դրանց ձևն ու չափը, օգտագործվող նյութի հատկությունները և միմյան ժամանակ սառեցնող միջավայրի բնութագրերը: Պետք է նշել, որ միումը հանդիսանում է արտադրատեսակի կառուցվածքի ստացման և, հետևապես, կանխատեսման հիմնական տեխնոլոգիական գործընթացը:

Ելնելով վերոնշյալից՝ աշխատանքի նպատակն է մշակել միմյան ժամանակ պողպատյա արտադրատեսակների կառուցվածքի և հատկությունների կանխատեսման մեթոդ, որը թույլ կտա կանխատեսել ջերմային մշակման ընթացքում կառուցվածքի և հատկությունների բաշխումը արտադրատեսակի ամբողջ ծավալում, հնարավորություն կտա նախագծողներին և տեխնոլոգներին՝ կատարելու նյութի ճիշտ ընտրություն և մշակելու ջերմամշակման համապատասխան տեխնոլոգիա՝ ապահովելով պահանջվող հատկությունների ստացման երաշխավորություն:

Խնդրի դրվածքը և մեթոդիկայի հիմնավորումը: Ժամանակակից մեքենաշինական արդյունաբերության առջև ծառացած կարևորագույն խնդիրներից է մեքենամասերի որակի բարելավումը, որոնց հիմնական բնութագրերը կախված են դրանց արտադրության համար օգտագործվող նյութերի մեխանիկական հատկություններից, ինչպես նաև դրանց մշակման համար օգտագործվող տեխնոլոգիական գործընթացների իրականացման պայմաններից: Կոնստրուկցիոն և գործիքային պողպատների մեխանիկական հատկություններն ուղղակիորեն կախված են պողպատի քիմիական բաղադրությունից և դրա կառուցվածքից: Պողպատի կառուցվածքային վիճակը որոշվում է ջերմային մշակման պարամետրերով [3]: Արտադրության մեջ ընդունված ավանդույթի համաձայն՝ ներկայումս ջերմամշակվող նյութի և պարամետրերի ընտրությունն իրականացվում է այնպես, որ ապահովվի պահուստային ամրության և այլ մեխանիկական հատկությունների որոշակի սահման՝ պահանջվող մակարդակը գերազանցելով 1,5...2,0 անգամ կամ ավելի: Այսպիսով, մեքենաշինական արդյունաբերության մեջ արտադրվող մեքենամասերի որակի բարելավումը պահանջում է կատարելագործել օգտագործվող նյութի կառուցվածքային վիճակը որոշելու և տեխնոլոգիական մշակման պարամետրերը գտնելու մեթոդները:

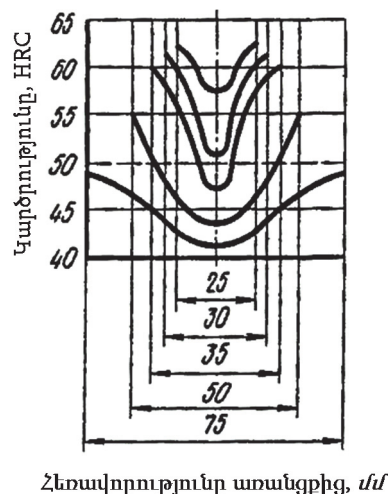
Նյութի կառուցվածքային վիճակը որոշելու խնդրի լուծման անհրաժեշտությունը հայտնի էր դեռևս անցյալ դարի կեսերից [4-7], համաձայն որի մշակվել են տարբեր փորձարարական եղանակներ և հաշվարկման մեթոդներ, որոնք այս կամ այն չափով թույլ են տալիս լուծել առաջադրված խնդիրը [2]: Մեքենամասերի շահագործման համար պահանջվող կայունության և հուսալիության բարձրացման ամենակարևոր գործոնը տվյալ ջերմային մշակմամբ ստացված կառուցվածքային վիճակի ձևավորումն է: Նախագծողներին և տեխնոլոգներին ներկայացվող օրեցօր աճող պահանջները հարկադրում են՝ կատարելու մեծաքանակ հետազոտություններ՝ տարբեր պողպատներում կառուցվածքային փոխակերպությունների բնույթի վրա ջերմամշակման գործոնների ազդեցությունն ուսումնասիրելու նպատակով: Տարիների ընթացքում կուտակվել են հսկայական քանակությամբ փորձարարական նյութեր և հաստատվել տեսական դիքորոշումներ տարբեր տեսակի կառուցվածքների ձևավորման ուղղությամբ՝ կախված կառավարման գործոններից և առաջին հերթին՝ սառեցման պայմաններից [8]: Թվում է, թե նշվածը հնարավորություն կտա՝ կատարելու մեքենամասերի ռացիոնալ ջերմամշակման ռեժիմների ճիշտ ընտրություն՝ հաշվի առնելով մեքենամասերի զանգվածի, չափի և ձևի գործոնները: Այն թույլ է տալիս ողջամտորեն իրականացնել պողպատի տեսակի ընտրություն արտադրատեսակի նախագծման և դիզայնի մշակման փուլում: Այս օրինաչափությունների իմացությունը հնարավորություն է տալիս տեխնոլոգներին՝ վերահսկելու և գնահատելու տեխնոլոգիական գործոնների և պողպատների քիմիական բաղադրության թույլատրելի տատանումների ազդեցությունը մեքենամասերի ջերմամշակման արդյունքների վրա, գնահատելու կառուցվածքային վիճակի հնարավոր շեղումները և սահմանելու այդ շեղումների թույլատրելի աստիճանը: Նման խնդիրները լուծելու համար անհրաժեշտ է կանխատեսել կառուցվածքային փոխակերպությունները՝ կախված մշակման գործոններից և, առաջին հերթին, միմյան ընթացքում սառեցման պայմաններից: Այդ նպատակի իրականացման համար կատարվել է պողպատների սերտիֆիկացում ըստ տեսակների՝ միմյան ընթացքում տարբեր կառուցվածքային վիճակներ ապահովելու հնարավորությունը բնութագրող չափանիշներ և ցուցանիշներ ստանալու նպատակով: Այդ ցուցանիշներից կարելի է առանձնացնել պողպատի կրիտիկական տրամագիծը և սառցման կրիտիկական արագությունը: Միաժամանակ, քանի որ այդ ցուցանիշներն ըստ սահմանման չափազանց իդեալականացված են (իրական մեքենամասերը միշտ չէ, որ գլանաձև են, իսկ սառեցման կորը սառեցման արագության ցուցադրման շատ պարզեցված ձևն է) և ունեն արժեքների շատ մեծ ցրվածություն, հետևապես՝ հնարավոր չէ դրանց արդյունավետ օգտագործումը: Համաձայն փորձանմուշների ճակատային միմյան արդյունքների (ГОСТ 5657-82) [9], նորմավորված է գրեթե ցանկացած մակնիշի պողպատի սառեցման գործընթացը՝ սառեցման տարբեր արագությունների դեպքում, որոնք ներկայացված են լիամիլվելիության գոտիների տեսքով: Սակայն նախագծողների և տեխնոլոգների

համար դրանք ավելի շատ դիդակտիկ հետաքրքրություն են ներկայացնում, քան տեղեկատվություն: Այն կարող է օգտագործվել արտադրատեսակների նախագծման փուլում տեխնոլոգիական գործընթացը ճշգրտելու համար: Տվյալների ցրման տեսակետից ներկայացված լիամիավելիության գոտին չափազանց մեծ է: Թվում է, թե պողպատի ջերմակլիներտիկական դիագրամները (ՋԿԴ) կհաղթահարեն սառեցման կրիտիկական արագությանը բնորոշ թերությունները և հնարավորություն կտան կանխատեսել անընդհատ սառեցման պայմաններում կառուցվածքի ձևավորման բնույթը: Ավելի վաղ, գրեթե բոլոր գործիքաշինական պողպատերի համար, կառուցվել են նշված դիագրամները [10]: Այնուամենայնիվ, պողպատների միմյան ժամանակ կառուցվածքագոյացման կանխատեսմանը վերաբերող խնդրի լուծման ընթացքը վերջնական չէ: Դա պայմանավորված է նրանով, որ ջերմակլիներտիկական դիագրամը չի հանդիսանում տվյալ մակնիշի պողպատի բնութագրիչ, այլ այն նկարագրում է տվյալ ձուլվածքից ստացված որոշակի խմբաքանակով մետաղի վարքը: Մեկ այլ խմբաքանակի համար ջերմակլիներտիկական դիագրամը կարող է ստացվել փոքր-ինչ տարբեր, ինչը պայմանավորված է տարբեր ձուլվածքներում քիմիական բաղադրության որոշակի տարբերությամբ: Մետալուրգիական գործընթացներում դա չի նշանակում, թե ՋԿԴ-ների կարիքը չկա: Դրանք թույլ են տալիս ներկայացնել ստացվող կառուցվածքային վիճակների ամբողջ հնարավոր սպեկտրը և սառեցման գործոնների ազդեցության միտումը որոշակի կառուցվածք ստանալու հնարավորության վրա: Այնուամենայնիվ, նշված կանխատեսման ճշգրտությունը, կախված տեխնոլոգիական գործոններից, միանշանակ անբավարար է ջերմամշակման տեխնոլոգիայի մշակման և կառավարման խնդիրները լուծելու համար: Ելնելով վերոնշյալ հանգամանքներից, անհրաժեշտ է տվյալ խմբաքանակի պողպատի համար ունենալ սառեցման պայմանները բնութագրող հիմնական պարամետրերը: Սառեցման ինտենսիվություն հասկացությունը, ինչպես ցույց են տալիս փորձերը, նույնպես պետք է հստակեցվի: Կառուցվածքագոյացման ձևավորումը կանխատեսելու համար սառեցման կորի գծայնացումը բավարար չէ: Կանխատեսման համար անհրաժեշտ է, որ կառուցվածքագոյացման բնույթն իր ամբողջական տեսքով կապվի սառեցման կորի հետ: Այս դեպքում հնարավորություն է ստեղծվում լուծել կառուցվածքագոյացման կանխատեսման խնդիրը: Մակայն դրա համար պետք է ունենալ միմյան ժամանակ արտադրատեսակի ցանկացած կետի ջերմաստիճանի փոփոխման վերաբերյալ տեղեկատվություն: Նախկինում նման խնդրի առաջադրումը, երբ կառուցվում էին ՋԿԴ-երը, եղել է անհնար: Թվային մեթոդների զարգացումը [11] ներկայումս հնարավորություն է տալիս նորովի դնել և լուծել ջերմամշակման ժամանակ արտադրատեսակի ամբողջ ծավալում կառուցվածքագոյացման խնդիրը:

Հետազոտության արդյունքները. Պողպատների միմյան ընթացքում կառուցվածքագոյացման գործընթացը կանխատեսելու վերաբերյալ խնդիրը լուծելու համար առաջին հերթին պետք է կատարվի պողպատների հավաստագրում և խմբա-

վորում, որի իրականացման համար պետք է որոշվի նմուշի կառուցվածքը միջին կտրվածքում [2]: Այս մեթոդն օգտագործվում է նմուշի ընդլայնական կտրվածքներում կարծրության բաշխվածությունը որոշելու համար: Համապատասխան փորձարկումն իրականացնելու նպատակով Y7 մակնիշի պողպատից պատրաստված կլոր կտրվածքով նմուշը, որի երկարությունը 2,5...3 անգամ մեծ է տրամագծից, տաքացվել է մինչև միսման ջերմաստիճանը (800...830°C), պահվել այդ ջերմաստիճանում որոշակի ժամանակ, մինչև տեղի ունենա ընդլայնական կտրվածքով հավասարաչափ տաքացում, այնուհետև սառեցվել է ջրում, որի ընթացքում գնահատվել է պողպատի կառուցվածքագոյացման գործընթացը՝ կախված սառեցման արագությունից: Սառեցված նմուշը կտրվել է միջնամասի ընդլայնական կտրվածքով, այնուհետև կտրվածքի տեղամասը ենթարկվել է հղկման, և չափվել կարծրությունը տրամագծով յուրաքանչյուր 2 մմ հեռավորության վրա: Ստացված տվյալների հիման վրա կառուցվել է կախվածություն՝ «կարծրություն – նմուշի առանցքից հեռավորություն» կոորդինատային առանցքներով (նկ. 1): Հիմք ընդունելով կարծրության բաշխվածությունը և օգտագործելով մետաղագիտական հետազոտման մեթոդները, որոշվել է տվյալ կտրվածքում և տվյալ ուղղությամբ կառուցվածքի բաշխվածությունը:

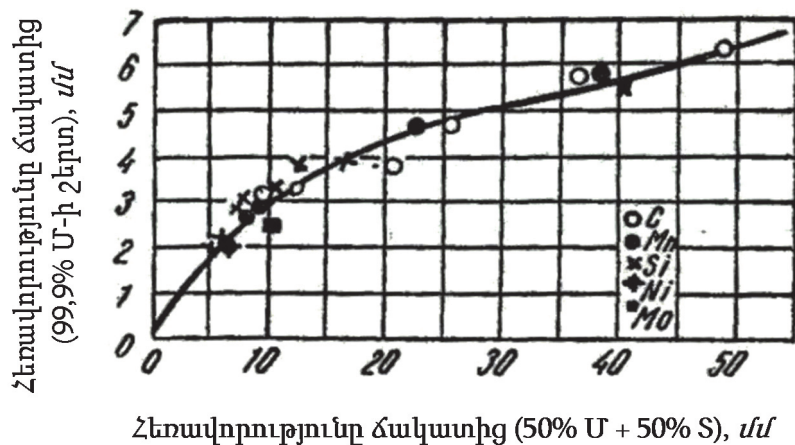
Միաված շերտի հաստությունը և կառուցվածքի բաշխվածությունը որոշելու այս մեթոդն օգտագործվում է ածխածնային պողպատների, հիմնականում ածխածնային գործիքային պողպատերի համար, որոնց լիամիավելիությունը բարձր չէ (մինչև 25...30 մմ): Մեթոդն ունի որոշակի տարբերություն գործիքային և կոնստրուկցիոն պողպատերի վրա այն իրականացնելու դեպքում:



Նկ. 1. Y7 մակնիշի պողպատից պատրաստված և միաված գլանաձև արտադրատեսակների կարծրության բաշխվածությունը առանցքից ունեցած հեռավորությունից

Կոնստրուկցիոն պողպատի կառուցվածքում տրոստիտի որոշակի քանակության առկայությունը (մինչև 20%) հանգեցնում է կարծրության փոքրացմանը, ինչը դժվարացնում է մաքուր մարտենսիտային կառուցվածքով գոտու որոշումը: Այս պողպատների համար ավելի նպատակահարմար է որոշել կիսամարտենսիտային գոտու խորությունը, որը ներկայացնում է մարտենսիտի և տրոստիտի խառնուրդ: Տրոստիտի քանակության հետագա ավելացումը հանգեցնում է կարծրության կտրուկ նվազմանը: Բացի այդ, կիսամարտենսիտային շերտը հեշտ է որոշել միկրոկառուցվածքային վերլուծության միջոցով:

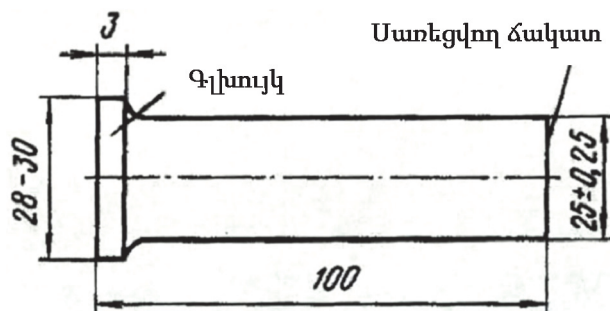
Մարտենսիտային և կիսամարտենսիտային գոտիների խորությունների միջև կա մեծ փոխկապակցվածություն (նկ. 2), ինչը թույլ է տալիս հաշվարկային եղանակով որոշել մարտենսիտային գոտու խորությունը կիսամարտենսիտային գոտու խորության համեմատ: Առավել ևս հայտնի է, որ մարտենսիտի և տրոստիտի կարծրությունները հիմնականում որոշվում են պողպատի մեջ ածխածնի պարունակությամբ և ավելի քիչ են կախված լեգիրող տարրերի առկայությունից: Հետևաբար, կիսամարտենսիտային շերտի կարծրությունը կարող է նախապես հայտնի լինել, եթե հայտնի է դիտարկվող պողպատում ածխածնի պարունակությունը [4]: Միննոյն ժամանակ, միաված գործիքային պողպատի կիսամարտենսիտային գոտու կարծրությունը կախված է մնացորդային աուստենիտի քանակությունից, որը, կախված պողպատի բաղադրությունից և միմյան պայմաններից, կարող է լինել տարբեր: Մնացորդային աուստենիտի նույնիսկ փոքր քանակությունը նկատելիորեն նվազեցնում է պողպատի կարծրությունը՝ գործիքների համար թույլատրելի սահմանային կարծրությունից ցածր: Կիսամարտենսիտային գոտին, մնացորդային աուստենիտի առկայության և կառուցվածքի մեծ դիսպերսայնության պատճառով, մանրադիտակային վերլուծության միջոցով հայտնաբերվում է մեծ դժվարությամբ:



Նկ. 2. Մարտենսիտային և կիսամարտենսիտային շերտերի նմուշի ճակատից ունեցած հեռավորության կախվածությունը

Այս մեթոդի առավելությունը դրա իրականացման պարզությունն է: Այն կարող է օգտագործվել ջերմամշակման ռեժիմների մշակման փուլում կամ դրա իրականացման գործընթացում՝ նմուշի կառուցվածքն ու կարծրությունը որոշելու համար, որպես հավաստիացում օգտագործելով փորձանմուշները: Որպես թերություն կարելի է նշել, որ այս եղանակով ստացված լիամիսվելիության կորերը բնութագրում են կառուցվածքի և կարծրության բաշխումը միայն տվյալ տրամագծով նմուշում: Ավելի ամբողջական բնութագիր ստանալու համար անհրաժեշտ է կրկնել փորձերը տարբեր տրամագծերով նմուշների վրա և դրանք սառեցնել տարբեր միջավայրերում, ինչը բավականին աշխատատար է:

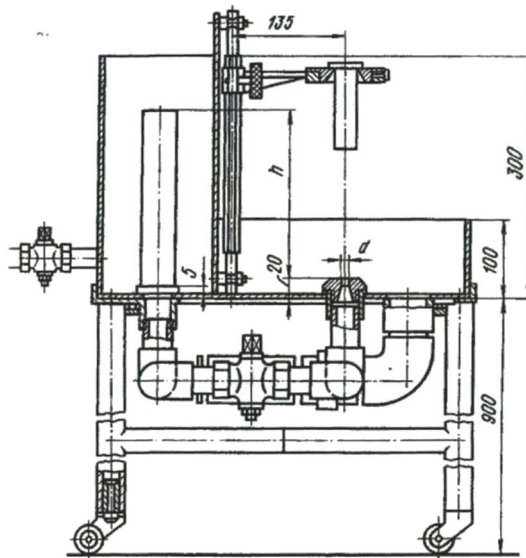
Այսպիսով, մշակվել է ճակատային միսվող փորձանմուշի տեխնոլոգիական փորձարկման համապատասխան մեթոդ, որի կանոնակարգերը բերված են համապատասխան փաստաթղթերում [9, 12]: Այս մեթոդի համար օգտագործվել են 25 մմ տրամագծով և 100 մմ երկարությամբ փորձանմուշներ (նկ. 3): Դրանք մի կողմում ունեն գլխույկ, որը թույլ է տալիս մխելիս դրանք կախել ուղղահայաց դիրքով: Տաքացումը կատարվել է էլեկտրական լաբորատոր վառարանում՝ առանց պաշտպանիչ միջավայրի: Այդ իսկ պատճառով նմուշը տեղադրվել է պողպատե տուփի մեջ՝ ստորին ծայրով հենված գրաֆիտե ափսեին:



Նկ. 3. Ճակատային միսման եղանակով լիամիսվելիության որոշման փորձանմուշի արտաքին տեսքը

Միսման ջերմաստիճանում պահելուց հետո փորձանմուշը սառեցվել է հատուկ սարքավորման մեջ (նկ. 4), որը գտնվում է վառարանից որոշակի հեռավորության վրա, և նմուշը տեղափոխելու սկզբից մինչև սառեցման սկիզբի ժամանակը չի գերազանցում 5 վ-ը: Տաքացված նմուշը տեղադրվել է սարքավորման մեջ, որից հետո միացվել է ջրամատակարարումը: Այն տրվել է ծայրափողակի միջոցով՝ ճնշման տակ: Ճնշումը կարգավորվել է այնպես, որ ազատ հոսքի բարձրությունը լինի 65 մմ: Ծայրափողակից մինչև սառեցվող փորձանմուշի ստորին ճակատային մասը եղել է 12,5 մմ, իսկ շիթը հպվել է միայն փորձանմուշի ճակատային մակերևույթին: Փորձանմուշը պահվել է ջրի շիթի տակ մինչև ամբողջությամբ

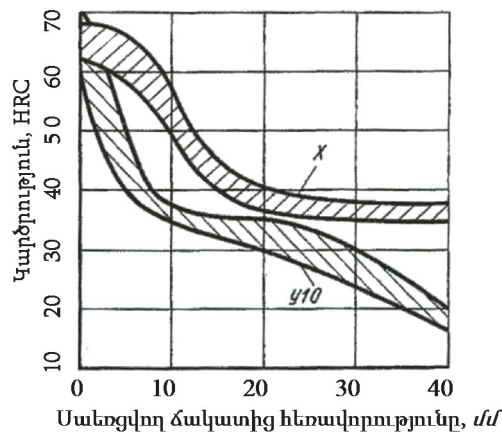
սառչելը (ոչ պակաս 10 *բոլ*): Ջրի ջերմաստիճանը ընտրվել է 10...25 °C-ի սահմաններում: Այս պայմաններում փորձանմուշի ներքին ճակատային մասի սառեցման արագությունը համապատասխանում է ջրում արտաքին մակերևույթի սառեցման արագությանը (1000 °C/ի), իսկ վերին ճակատային մասի սառեցման արագությունը՝ օդում սառեցման արագությանը (3...4 °C/ի): Նմուշի մնացած հատվածը, որը գտնվում է երկու ճակատների միջև, այսինքն՝ ըստ բարձրության, սառեցվում է միջանկյալ արագությամբ [2]: Միսված փորձանմուշի երկարությամբ կարծրությունը չափելու համար տրամագծի երկու հակառակ կողմերից՝ նրա երկարությամբ, հղկվել է 0,5 *մմ* հաստությամբ շերտ: Հղկման գործընթացը ուղեկցվել է ինտենսիվ սառեցմամբ: Հղկման արդյունքում ստացված հարթության վրա չափվել է կարծրությունը: Համաձայն ГОСТ-ի՝ առաջին չափումն իրականացվել է ճակատային մակերևույթից 3 *մմ* հեռավորության վրա: Առաջին տասը չափումները կատարվել են յուրաքանչյուր 3 *մմ* հեռավորությամբ, իսկ հաջորդները՝ յուրաքանչյուր 1,5 *մմ*-ով:



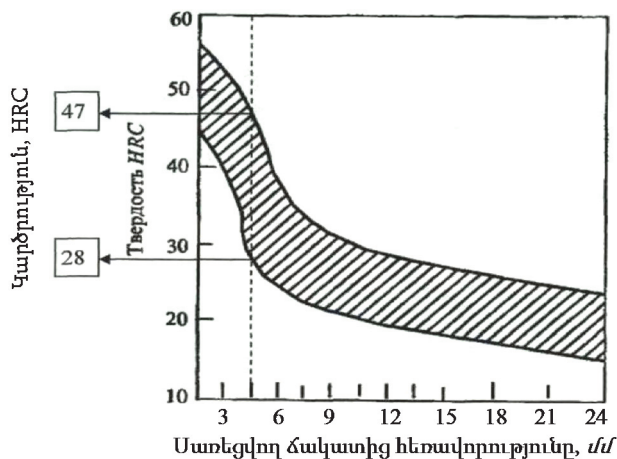
Նկ. 4. Մակերևութային միսման սարքավորման սխեման

Ստացված արդյունքներով «կարծրություն – սառեցվող ճակատից հեռավորություն» կոորդինատներով կառուցվել է գրաֆիկական կախվածություն (նկ. 5): Օգտվելով կարծրության ցուցանիշներից՝ որոշվել է կառուցվածքը ցանկացած կետում: Ճակատային միսման այս եղանակն օգտագործվում է ինչպես ածխածնային, այնպես էլ խոր լիամիսվելիությամբ լեգիրված պողպատների համար, որոնք միսվում են յուղում: Այս մեթոդի առավելությունն այն է, որ թույլ է տալիս որոշել առաջացող կառուցվածքները սառեցման լայն տիրույթում: Որպես թերու-

թյուն պետք է նշել, որ այս մեթոդը հնարավորություն է տալիս որոշել միայն պարզ տեսքով արտադրատեսակների կառուցվածքները: Այն չի կարելի կիրառել բարդ տեսքով արտադրատեսակների, ինչպես նաև նույն մակնիշի պողպատների դեպքում, որոնք ունեն կարծրության մեծ շեղումներ՝ կախված ձուլվածքի խմբաքանակից (նկ. 6): Մեթոդը չի կարելի օգտագործել նաև այն պողպատների դեպքում, երբ դրանք միավում են օդում սառեցնելիս, քանի որ արտադրատեսակի ամբողջ երկարությամբ ստացվում է նույն կարծրությունը: Այն անընդունելի է նաև այն դեպքում, երբ ջրով միավող ճակատային մասի և կիսամարտենսիտային գոտու հեռավորությունը ստացվում է 50 մմ-ից ավելի և այլն:

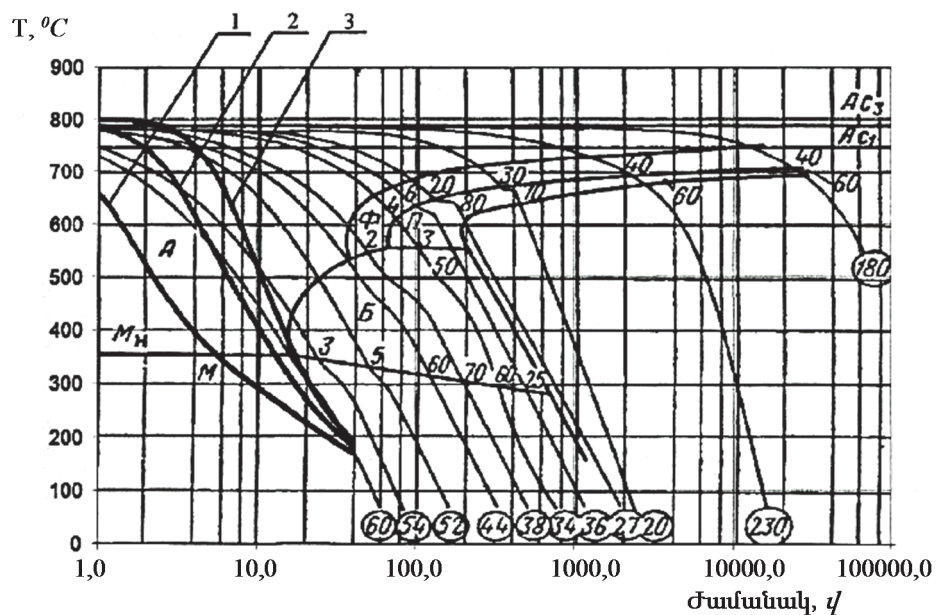


Նկ. 5. Y10 և X (MIX15) մակնիշի պողպատների լիամիջնախորան գոտիները, միտումը 840°C յուղում (X) և 800°C ջրում (Y10)



Նկ. 6. Cr50 մակնիշի պողպատե ձուլվածքի տարբեր խմբաքանակների կարծրության արժեքների ջրում (միտումը 840°C) սառեցվող ճակատից ունեցած հեռավորությունից համապատասխանում է ջրով սառեցվող ճակատից 4,5մմ հեռավորությանը

Ճակատային միսման մեթոդի թերությունները հաղթահարելու համար, պարզ տեսքի փորձանմուշների լիամիավելիության որոշման նպատակով, կիրառվել է հաշվարկային մեթոդ: Այն հիմնված է պողպատի ջերմակինետիկական դիագրամի վրա, որը կառուցվում է յուրաքանչյուր մակնիշի պողպատի համար: Ջերմակինետիկական դիագրամների վրա ֆազային փոխակերպությունները և դրանց սահմանները որոշվում են պողպատի՝ տարբեր արագությամբ անընդհատ սառեցմամբ: Փոխակերպության գործընթացների բնութագրերն ուսումնասիրելու համար պահանջվում է վերլուծել սառեցման կորերի ընթացքը (նկ. 7):



Նկ. 7. Արտադրատեսակի տարբեր կետերում կառուցվածքի որոշումը ջերմադինամիկական դիագրամով և սառեցման կորերով. 1 – մակերևույթում, 2 – միջանկյալ տիրույթում, 3 – միջուկում, օ – կարծրության ցուցանիշը (HRC)

Տվյալ մեթոդով անհրաժեշտ ցուցանիշները ստանալու համար պետք է գծել սառեցման կորերը ջերմակինետիկական դիագրամի վրա, որը կառուցվել է ընտրված մակնիշի պողպատի համար: Այն կետերը, որոնցով անցնում է սառեցման կորը, ձևավորվում է միկրոկառուցվածքն արտադրատեսակի տվյալ կետում: Բազմաթիվ կետեր տեղադրելու պարագայում կստանանք միկրոկառուցվածքներն արտադրատեսակի ամբողջ ծավալում: Այս մեթոդի առավելությունն այն է, որ հնարավոր է որոշել միկրոկառուցվածքի բաշխվածությունն ամբողջ ծավալով բարդ տեսքով արտադրատեսակների դեպքում:

Այս մեթոդի բացասական կողմերն են՝ շեղումների մեծ տարբերությունը նույն պողպատի տարբեր ձուլվածքների դեպքում՝ կախված ГОСТ-ով թույլատ-

րելի քիմիական բաղադրության տատանումներով, ֆազային փոխակերպության ոչ միանշանակ դիրքը ջերմակինետիկական դիագրամների վրա, որոնք բերված են տարբեր տեղեկատվություն, և բոլոր ձուլվածքների դեպքում ջերմակինետիկական դիագրամների ստացման անհնարությունը:

Պարզ ձևով արտադրատեսակների դեպքում, որոնք հանդիսանում են մետալուրգիական արտադրության կիսաֆաբրիկատներ, առաջարկվում է օգտագործել աուստենիտի տրոհման այլ դիագրամներ: Այս դեպքում սառեցման տևողությունը (պողպատի սառեցումը) 830-ից 500°C ջերմաստիճանային տիրույթում տեղադրվում է հորիզոնական առանցքի երկարությամբ: Ըստ արդյունքների որոշվում են տարբեր կառուցվածքային բաղադրիչների համամասնությունը և կարծրության ստացված արժեքները [13]:

Հայտնի է գերսառեցված աուստենիտի տրոհման դիագրամների կառուցումը՝ գլանաձև փորձանմուշների կիրառմամբ, երբ կառուցվածքագոյացման բնութագրերը համընկնում են տաբեր տրամագծերով գլանական նախապատրաստվածքների սառեցման որոշակի պայմաններին [10]: Այս մոտեցումները համընդհանուր չեն և չեն կարող առաջարկվել մեքենաշինական արտադրատեսակների միմյան ժամանակ՝ կառուցվածքի կանխատեսման խնդրի լուծման համար:

Դիտարկված մեթոդների ուսումնասիրությունը ցույց տալիս, որ դրանք պարունակում են անբավարար տեղեկատվություն միավոր արտադրատեսակների կառուցվածքների կանխատեսման համար: Շատ հաճախ կառուցվածքի կանխատեսումը կապում են լիամիսվելիության հետ: Լիամիսվելիության որոշման համար պրակտիկայում կիրառում են կրիտիկական տրամագիծը [14]: Այն նկարագրում է արտադրատեսակի միջանցիկ միմյան հնարավորությունը: Սակայն շատ հաճախ, ելնելով շահագործման պահանջներից, միմյան ժամանակ ներքին լարումների փոքրացման նպատակով, միջանցիկ միմյան ցանկալի չէ: Փոխակերպության դիագրամների կիրառմամբ պողպատի միսվելիությունը որոշելու համար այն վերջնական արդյունքում բերվում է միմյան կրիտիկական տրամագծով (աղյուսակ):

Աղյուսակ

Պողպատների լիամիսվելիության ցուցանիշները [14, 15]

Մակնիշ	Կրիտիկական տրամագիծը, մմ		Կրիտիկական արագությունը՝ V, °C/վ
	ջուր	յուղ	
45	15...35	6...12	190...340
40X	38...76	16...48	38...205
IIIХ15	28...60	9...37	36
XFC	80...100	40...50	30

Միման արագությունը միակ մեծությունն է պողպատյա արտադրատեսակների սառեցման գործընթացի ողջ ջերմաստիճանային տիրույթում, որը հնարավորություն է տալիս որոշակի շեղումներով կանխատեսել ստացվող կառուցվածքները արտադրատեսակի ամբողջ ծավալում: Սառցման ռեժիմներն այս պարագայում ընտրվում են փորձարարական մեթոդով:

Ելնելով վերոհիշյալից, պարզ է դառնում, որ մեքենաշինական արտադրությունում արտադրատեսակների որակական հատկանիշները բարձրացնելու համար անհրաժեշտ է ունենալ ամբողջական պատկերացում կառուցվածքի ձևավորման վրա ազդող գործոնների մասին, որը հնարավորություն կտա կանխատեսել միման ընթացքում ստացվող կառուցվածքները:

Եզրակացություն. Ցույց է տրված, որ միման ընթացքում արտադրատեսակների ծավալում առաջացած կառուցվածքները կանխատեսելու առկա մեթոդները, ինչպես նաև այդ ծավալում կարծրության բաշխվածության արժեքներն ունեն լուրջ թերություններ, որոնք ազդում են արդյունքների ճշգրտության վրա: Այս առումով խնդիր է առաջանում մշակել պողպատների միման և հետագա արձակման ընթացքում կառուցվածքի տեսակների առաջացումը կանխատեսելու նոր մեթոդ, որը թույլ կտա ստանալ բարձր ճշտությամբ արդյունքներ: Ճակատային միման մեթոդն ամենամոտն է իրական տվյալների ստացմանը, ուստի այն կարող է կիրառվել որպես հիմք հետագա մեթոդների մշակման համար: Գործնական կիրառման համար մշակվող մեթոդը, որը հնարավորություն կտա կանխատեսել արտադրատեսակի կառուցվածքը միման և արձակման գործընթացներից հետո, պետք է հիմնված լինի սառեցման ջերմային խնդիրը լուծելու համար պահանջվող տեղեկատվության վրա, ինչպիսիք են տվյալ արտադրատեսակի նյութի իմացությունը, որից այն պատրաստվել է, միման միջավայրի սառեցման ունակության մասին և տվյալ արտադրատեսակի ձևի ու չափերի վերաբերյալ տվյալները:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Смирнов М.А., Счастливцев В.М., Журавлев Л.Г.** Основы термической обработки стали: Учебное пособие.- М.: Наука и технологии, 2002.- 519 с.
2. **Геллер Ю.А., Рахпгадт А.Г.** Материаловедение. Методы анализа, лабораторные работы и задачи (6-е изд., перераб. и доп.).- М.: Металлургия, 1989.- 456 с.
3. Материаловедение: Учебник для вузов / **Б.Н. Арзамасов, В.И. Макарова, Г.Г. Мухин и др.;** Под общ. ред. Б.Н. Арзамасова, Г.Г. Мухина (3-е изд., перераб. и доп.).- М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001.- 648 с.
4. **Блантер М.Е.** Методика исследования металлов и обработки опытных данных.- М.: Гос. н-т. изд-во литературы по черной и цветной металлургии, 1952.- 444 с.
5. **Одинг И.А.** Современные методы испытания металлов: Учебное пособие для вузов.- М.: Металлургиздат, 1944.- 300 с.

6. **Гудремон Э.** Специальные стали.- М.: Гос. н-т изд-во литературы по черной и цветной металлургии, 1959.- 952 с.
7. **Grossmann M.A., Asimov M., Urban S.F.** The Hardenability of Alloy Steel.- Cleveland: ASM, 1939.- P. 124-180.
8. **Гуляев А.П.** Металловедение: Учебник для вузов (6-е изд., перераб. и доп.).- М.: Металлургия, 1986.- 544 с.
9. ГОСТ 5657-82. Метод испытания на прокаливаемость.- М.: Изд-во стандартов, 1993.- 10 с.
10. **Попова Л.Е., Попов А.А.** Диаграммы превращения аустенита в сталях и бета-раствора в сплавах титана: Справочник термиста (3-е изд., перераб. и доп.).- М.: Металлургия, 1991.- 503 с.
11. **Карташов Э.М.** Аналитические методы в теории теплопроводности твердых тел (3-е изд., перераб. и доп.).- М.: Высшая школа, 2001.- 550 с.
12. ISO 642:1999. Steel - Hardenability test by end quenching (Jominy test).- TC 17/SC 7.- 24 p.
13. **Бернштейн М.Л.** Металловедение и термическая обработка стали. Т.1.- М.: Металлургия, 1995.- 336 с.
14. **Качанов Н.Н.** Прокаливаемость стали (2-е изд. перераб. и доп.).- М.: Металлургия, 1978.- 192 с.
15. Стали и сплавы. Марочник: Справочное издание / **В.Г. Сорокин и др.**; Под науч. ред. В.Г. Сорокина, М.А. Гервасьева.- М.: Интермет Инжиниринг, 2003.- 608 с.

Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 11.06.2021:

С.Г. АГБАЛЯН, Р.С. ПАПОЯН, Г.А. ВАСИЛЯН

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ ВО ВРЕМЯ ЗАКАЛКИ

Разработан метод прогнозирования свойств и структуры сталей во время закалки, что дает возможность технологам и конструкторам выбрать правильный материал и обработать соответствующий метод термообработки, гарантируя получение необходимых свойств. Показано, что для достижения вышеуказанных целей больше всего подходит метод торцевой закалки цилиндрических материалов. Перенос кривые охлаждения на термокинетическую диаграмму стали, определяются структура и свойства стали при любой температуре. Фазовые превращения и их границы на термокинетических диаграммах возможно определить непрерывным охлаждением стальных изделий с разными скоростями. Для исследования характера процессов превращения следует расшифровать протекание кривых охлаждения.

Ключевые слова: торцевая закалка, критическая скорость охлаждения, критический диаметр закалки, структура, мартенсит, тростит.

S.G. AGHBALYAN, R.S. PAPOYAN, G.A. VASILYAN

**DEVELOPING A METHOD FOR FORECASTING THE STRUCTURE
AND PROPERTIES OF STEEL PRODUCTS AT HARDENING**

A method for predicting the properties and structure of steels at hardening is developed. The method enables technologists and designers to choose the correct material, and develop the appropriate heat treatment method which will guarantee the necessary properties. The most suitable possibility to achieve the above mentioned goals is the end hardening of cylindrical materials. To obtain the structure and properties of steels at any temperature, we transfer the cooling curves to the thermokinetic diagram of the steel. To determine phase transformations and their boundaries on thermokinetic diagrams, it is possible to continuously freeze the steel product with different velocities. In order to investigate the transformation processes, it is necessary to decipher the process of the cooling curves.

Keywords: end hardening, freezing critical velocity, hardening critical diameter, structure, martensite, troostite.