

Ս.Գ. ԱՂԲԱԼՅԱՆ, Ա.Ա. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ, Է.Ս. ՇՈՒԽՅԱՆ

**ՋԵՐՄԱՅԻՆ ԸՆԴԱՐՁԱԿՄԱՆ ԳՈՐԾԱԿՑԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ  
ԵՐԿՄԵՏԱՂԱԿԱՆ ՓՈՇԵԿՈՄՊՈԶԻՏՍՈՒՆ ՆՅՈՒԹԵՐԻ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ  
ՎՐԱ**

Հետազոտվել է տարբեր նյութերի ջերմային ընդարձակման գործակիցների փոփոխությունը՝ կախված ջերմաստիճանից, որի արդյունքում բացահայտվել են երկմետաղական կառուցվածքով արտադրատեսակների, այդ թվում՝ նաև կտրող գործիքների ստացման առանձնահատկությունները: Փորձագիտական հետազոտությունների արդյունքում կապ է ստեղծվել մետաղական փոշենյութերի ջերմային ընդարձակման գործակցի ( $\alpha$ ), ծակոտկենության ( $\theta$ ), ջերմաստիճանի ( $T$ ) և պլաստիկության միջև, համաձայն որի մնացորդային ծակոտկենության մեծացման դեպքում (մինչև 10%) ջերմային ընդարձակման գործակիցն իջնում է, որը բացատրվում է տաքացման գործընթացում տեղի ունեցող պլաստիկ դեֆորմացիաներով: Ցույց է տրված, որ ծակոտկենության հաշվին կարելի է կարգավորել տարբեր պլաստիկություն ունեցող նյութերի ջերմային ընդարձակման գործակիցը 30...40%-ի սահմաններում:

**Առանցքային բառեր.** ջերմային ընդարձակման գործակից, փոշեկոմպոզիտային նյութ, երկմետաղական կառուցվածք, կտրող գործիք, ծակոտկենություն, պլաստիկ դեֆորմացիա, միկրոկառուցվածք:

**Ներածություն.** Հայաստանի Հանրապետության տնտեսության զարգացման գերակա ուղղություններից է մետալուրգիան և մետաղական հիմքով նոր համաձուլվածքների ու ֆունկցիոնալ հատկություններով օժտված կոմպոզիտային նյութերի ստեղծումը, առանց որոնց անհնար է պատկերացնել տեխնիկական առաջընթացը, հատկապես մեքենաշինության և ռազմական արդյունաբերության հետագա զարգացումը: Այս գործընթացում մեծ տեղ է հատկացվում նյութերի տնտեսմանը, ինչպիսիք են, օրինակ, արագահատ պողպատները, գունավոր մետաղները և այլն: Ելնելով նշվածից, խիստ հեռանկարային է երկմետաղական կառուցվածքով արտադրատեսակների [1, 2], այդ թվում՝ կտրող գործիքների պատրաստումը [3-5], որոնց կտրող մասը պատրաստվում է արագահատ, իսկ կոնստրուկցիոն մասը՝ կոնստրուկցիոն պողպատներից: Քանի որ այս պողպատներն ունեն տարբեր ջերմաֆիզիկական հատկություններ (ջերմունակություն, ջերմահաղորդականություն, ջերմային ընդարձակման գործակից և այլն), հետևապես՝ տաքացման և սառեցման ժամանակ դրանք կենթարկվեն տարբեր դեֆորմացիաների, ինչը անթույլատրելի է:

Ելնելով վերոհիշյալից, հետազոտության նպատակն է ուսումնասիրել տարբեր նյութերի ջերմային ընդարձակման գործակիցների փոփոխությունը՝ կախված ջերմաստիճանից, ծակոտկենությունից, և բացահայտել երկմետաղական կառուցվածքով արտադրատեսակների ստացման առանձնահատկությունները:

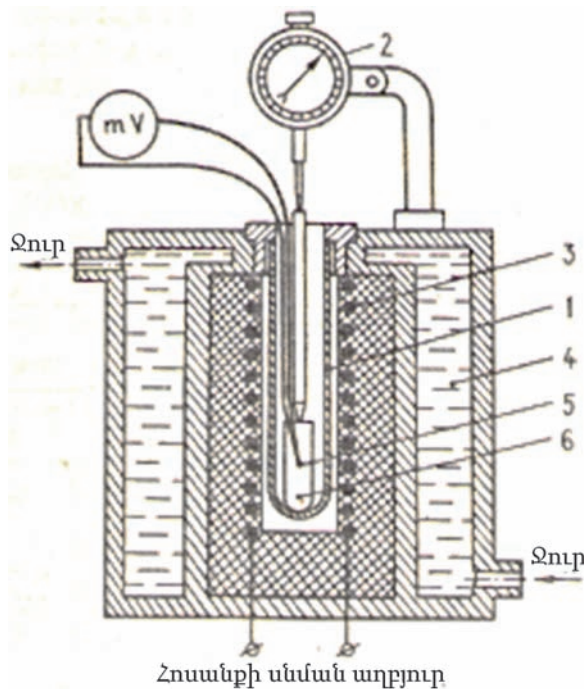
**Խնդրի դրվածքը և մեթոդիկայի հիմնավորումը.** Թրծված վիճակում արագահատ պողպատներն ունեն երկու անգամ ավելի փոքր ջերմահաղորդականություն, քան կոնստրուկցիոն պողպատները, իսկ միաված վիճակում այդ տարբերությունն ավելի է մեծանում [6]: Այդ իսկ պատճառով երկմետաղական կոնստրուկցիաներում, ինչպիսիք են, օրինակ, «արագահատ պողպատ-կոնստրուկցիոն պողպատ» կառուցվածքով գործիքները, անցումային շերտում առաջանում են նշանափոխ լարումներ: Այդ է պատճառը, որ կոնստրուկցիոն պողպատի ընտրումը, որը կունենա արագահատ պողպատի ջերմաֆիզիկական հատկություններին մոտ հատկություններ, հանդիսանում է խիստ կարևոր խնդիր: Որոշ պողպատների ջերմաֆիզիկական հատկությունները նորմալացումից հետո բերված են աղ. 1-ում: Սակայն այս տվյալները բավարար չեն երկմետաղական կառուցվածքներով կոնստրուկցիաների միջուկի կամ պոչամասի պողպատի ընտրության համար: Պետք է ուսումնասիրել բերված պողպատների ջերմային ընդարձակման գործակիցի փոփոխությունը ջերմամշակման ընթացքում:

Աղյուսակ 1

Նորմալացված պողպատների ֆիզիկական հատկությունները

| Պողպատի մակնիշը | Նորմալ առաձգականության մոդուլը՝ $E, \text{ՄՆ/մ}^2$ | Գծային ընդարձակման գործակիցը՝ $\alpha_{20-300}^{\circ\text{C}} \times 10^6 \text{ աստ}^{-1}$ | Ջերմունակությունը՝ $C, \text{Ջ/աստ (0-400}^{\circ}\text{C)}$ | Ջերմահաղորդականությունը, $\lambda_{\text{տ}}/(\text{մ. K}) (200^{\circ}\text{C})$ | Տեսակարար Էլեկտրադիմադրությունը՝ $\rho, \text{մկՕմ.սմ}$ | Տեսակարար զանգվածը՝ $\gamma, \text{գր/սմ}^3$ |
|-----------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 45              | 204000                                             | 13,1                                                                                         | 0,482                                                        | 0,048                                                                             | 15,1                                                    | 7,85                                         |
| 60              | 208000                                             | 13,5                                                                                         | 0,528                                                        | 0,053                                                                             | 17,2                                                    | 7,80                                         |
| У8              | 225000                                             | -                                                                                            | -                                                            | -                                                                                 | -                                                       | 7,83                                         |
| 40X             | 218500                                             | 12,8                                                                                         | -                                                            | 0,043                                                                             | 15,2                                                    | 7,85                                         |
| 40XΦA           | 207100                                             | 12,0                                                                                         | -                                                            | 0,053                                                                             | 15,1                                                    | 7,81                                         |
| 35XГCA          | 210000                                             | 12,0                                                                                         | -                                                            | 0,038                                                                             | -                                                       | 7,85                                         |
| 38XMIOA         | 203000                                             | 12,3                                                                                         | -                                                            | 0,038                                                                             | -                                                       | 7,71                                         |
| P6M5            | 232000                                             | 11,4                                                                                         | -                                                            | 0,097                                                                             | -                                                       | 8,10                                         |

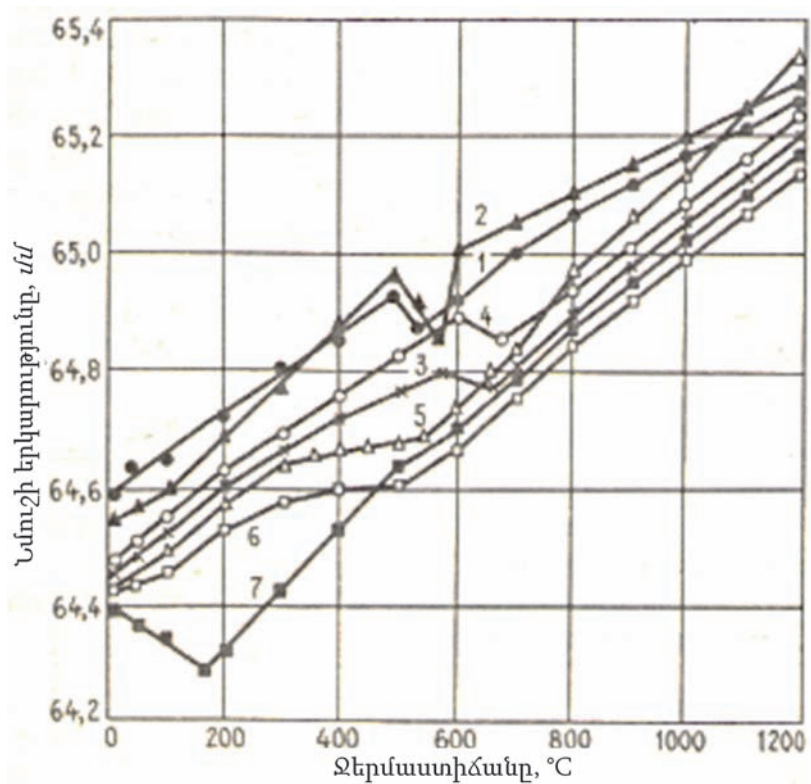
**Հետազոտության արդյունքները.** Հետազոտությունների համար պատրաստվել է ցուցասարք, որն աշխատում է ДКВ-5A մակնիշի ավտոմատ քվարցային ընդարձակաչափի սկզբունքով (նկ. 1) [7]:



Նկ. 1. Գոցասարքով աշխատող ընդարձակաչափի սխեման

Սարքը բաղկացած է 1 բռնիչից (քվարցային խողովակ և հրիչ), 2 ցուցասարքով միկրոմետրից և 3 վառարանից, որն ունի 4 սառեցնող շապիկ: Ջերմաստիճանը չափվում է 5 ջերմազույգի միջոցով, որը փակցված է 6 փորձանմուշի մակերևույթին կամ մտցված է փորձանմուշի մակերևույթին արված փոսիկի մեջ: Չափման ժամանակ պետք է պահպանել կայուն հպում փորձանմուշի և ջերմազույգի միջև:  $\Phi 8 \times 65$  մմ չափերով փորձանմուշների ճակատային մասերը ենթարկվել են նիկելապատման, որպեսզի խուսափենք կիզաթեփուկի առաջացման հետևանքով չափումների շեղումից: Փորձանմուշների պատրաստման և աշխատանքային պայմանները գործիքի աշխատանքային պայմաններին մոտեցնելու համար դրանք ենթարկվել են ջերմամշակման P6M5 մակնիշի պողպատի ռեժիմներով [6]:

Նկ. 2-ում ցույց է տրված փորձանմուշների երկարության կախվածությունը ջերմաստիճանից: Արդյունքների համեմատական վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ տարբեր կոնստրուկցիաներով երկմետաղական գործիքների համար կարելի է ընտրել 35XГСА կամ 40XΦA մակնիշների պողպատները, ինչպես նաև 40XΦ-ПС փոշեպողպատը: Այս պողպատների ջերմային ընդարձակման գործակիցները շատ մոտ են P6M5 մակնիշի արագահատ պողպատի ջերմային ընդարձակման գործակիցին, հատկապես ֆազային փոխակերպության տիրույթում, որը շատ հարմար է հատկապես երկմետաղական գործիքների ջերմային մշակման ժամանակ:



Նկ. 2. Փորձամուշների երկարության կախվածությունը ջերմաստիճանից.  
 1- պողպատ 40X, 2- պողպատ 45, 3- պողպատ 40XΦ-ПГ, 4- պողպատ 40XΦА, 5- պողպատ  
 Р6М5, 6- պողպատ 35ХГСА, 7- պողպատ 9ХС

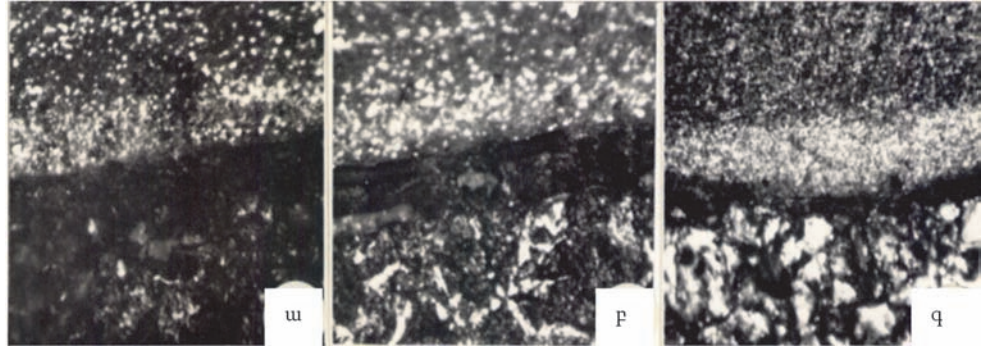
Տաք արտամղված երկմետաղական նյութերի անցումային շերտն ունի բարձր կցման ամրություն (աղ. 2): Ինչպես և սպասվում էր, կցման ամրությունը մեծանում է արտամղման գործակցի ( $\lambda$ ) մեծացումով, որն իր առավելագույն արժեքին է հասնում  $\lambda=6$  դեպքում: Ջերմային մշակումը (միտում հետագա եռակի արձակումով) գործնականում չի ազդում կցման ամրության վրա:

Տաք արտանդամաբ ( $T_w=1050...1100^\circ\text{C}$ ) ստացված «P6M5 - 40XՓ-ՈՒ» մակնիշի երկմետաղական նյութերի անցումային շերտի կցման ամրությունը լավարկված ռեժիմներով ջերմամշակումից հետո

| Ելանյութերը                                | Տաքացման տևողությունը, ժամ | Արտամղման գործակիցը, $\lambda$ | Ծակոտկենությունը, % | Կցման ամրությունը՝ $\sigma_{կց}$ , $\text{ՄՆ}/\text{մ}^2$ |              |
|--------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------|--------------|
|                                            |                            |                                |                     | թրծված                                                    | ջերմամշակված |
| P6M5-C և 40XՓ-ՈՒ մակնիշների փոշեպողպատներ  | 0,75...1,0                 | 2                              | 1,5...1,8           | 240...260                                                 | 240...260    |
|                                            |                            | 4                              | 0,5...0,8           | 330...350                                                 | 320...330    |
|                                            |                            | 5                              | չի հայտ.            | 350...370                                                 | 340...370    |
|                                            |                            | 6                              | –“–                 | 380...400                                                 | 370...400    |
|                                            |                            | 7                              | –“–                 | 350...380                                                 | 350...380    |
|                                            |                            | 8                              | –“–                 | 340...350                                                 | 320...340    |
| P6M5-ՈՒ և 40XՓ-ՈՒ մակնիշների փոշեպողպատներ | 1,2...2,0                  | 2                              | 1,0...1,3           | 190...220                                                 | 190...210    |
|                                            |                            | 4                              | 0,3...0,6           | 300...310                                                 | 290...300    |
|                                            |                            | 5                              | չի հայտ.            | 340...360                                                 | 330...350    |
|                                            |                            | 6                              | –“–                 | 350...360                                                 | 330...350    |
|                                            |                            | 7                              | –“–                 | 340...350                                                 | 330...350    |
|                                            |                            | 8                              | –“–                 | 320...340                                                 | 320...330    |
| P6M5-ՈՒ և 40XՓ-ՈՒ մակնիշների փոշեպողպատներ | 0,5...0,75                 | 2                              | 1,1...1,5           | 200...220                                                 | 200...210    |
|                                            |                            | 4                              | 0,3...0,6           | 290...310                                                 | 280...300    |
|                                            |                            | 5                              | չի հայտ.            | 330...350                                                 | 320...350    |
|                                            |                            | 6                              | –“–                 | 340...370                                                 | 340...360    |
|                                            |                            | 7                              | –“–                 | 340...350                                                 | 330...350    |
|                                            |                            | 8                              | –“–                 | 330...340                                                 | 320...340    |

Ծանոթություն՝ փոշեպողպատները ստացվել են. P6M5-C-ն՝ P6M5 պողպատի տաշեղներից, P6M5-ՈՒ-ն՝ P6M5 պողպատի մանրացված տաշեղների փոշուց, P6M5-ՈՒ-ն՝ P6M5 պողպատի հալութափչված փոշուց

«Արագահատ պողպատ - կոնստրուկցիոն պողպատ» փոշեկոմպոզիտային նյութի անցումային շերտի միկրոկառուցվածքում հստակ երևում է 40XՓ-ՈՒ փոշեպողպատի կողմում ձևավորված ֆերիտային շերտը (նկ. 3), որն արդյունք է 40XՓ-ՈՒ կոնստրուկցիոն պողպատից ածխածնի ակտիվ դիֆուզիայով դեպի P6M5 մակնիշի արագահատ փոշեպողպատը: Այս շերտում պլաստիկությունը բավականաչափ բարձր է, որը նպաստում է պլաստիկ դեֆորմացիաների գործընթացին՝ առանց ճաքերի առաջացման, ինչպես ջերմամշակման, այնպես էլ գործիքի շահագործման ընթացքում:



Նկ. 3. Տաք արտամղմամբ ստացված երկմետաղական փոշեպողպատների անցումային շերտի միկրոկառուցվածքը P6M5 արագահատ պողպատի ռեժիմներով ջերմամշակումից հետո՝ ա- P6M5-C - 40XՓ-ՈՒ, բ- P6M5-ՈՒՄ - 40XՓ-ՈՒ, գ- P6M5-ՈՒՄ - 40XՓ-ՈՒ (x500)

Ջերմաֆիզիկական (աղ. 1) և մեխանիկական (աղ. 2 և 3) հատկությունների վերլուծությունը հնարավորություն է տալիս ընտրել ներքոհիշյալ կոնստրուկցիոն պողպատները երկմետաղական գործիքների համար.

- տաք արտամղմամբ ստացված ձգիչ գործիքների միջուկի համար՝ 40XՓ-ՈՒ մակնիշի կոնստրուկցիոն փոշեպողպատը,

- գոդման և հետագա ջերմամշակմամբ ստացվող երկմետաղական գործիքների իրանների համար՝ 35XՄԿԱ մակնիշի կոնստրուկցիոն փոշեպողպատը,

- գոդման գործընթացը միսման հետ զուգակցված երկմետաղական գործիքների իրանների համար՝ 40XՓԱ մակնիշի կոնստրուկցիոն փոշեպողպատը:

Ընտրված կոնստրուկցիոն փոշեպողպատներում, P6M5 արագահատ փոշեպողպատի ռեժիմներով ջերմամշակումից հետո, տեղի է ունենում ամրային հատկությունների փոքրացում, սակայն դրանք մնում են բավականին բարձր, օրինակ, 40XՓ-ՈՒ համար  $\sigma_d=750 \text{ ՄՆ/մ}^2$ ,  $\delta=8\%$ , և ամբողջությամբ բավարարում են գործիքին ներկայացվող պահանջները: 40XՓ-ՈՒ մակնիշի կոնստրուկցիոն փոշեպողպատի միկրոկառուցվածքը, P6M5 արագահատ փոշեպողպատի ռեժիմներով ջերմամշակումից հետո, ներկայացնում է սորբիտանման և մանր թերթավոր պեղիտ:

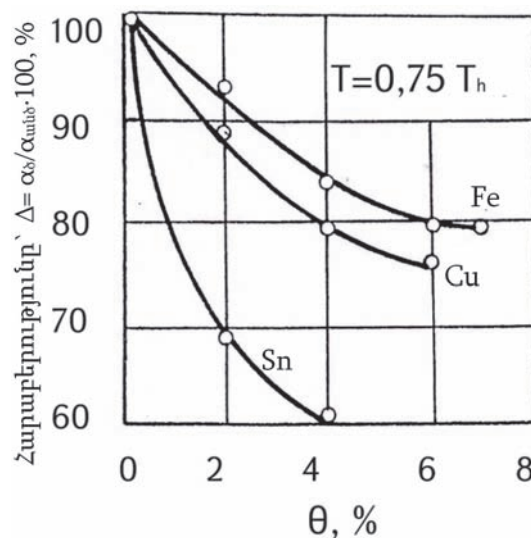
Р6М5 մակնիշի արագահատ պողպատի ռեժիմներով նորմալացված և ջերմամշակված կոնստրուկցիոն պողպատների մեխանիկական բնութագրերը

| Պողպատի մակնիշը | Հոսունության սահմանը՝ $\sigma_b$ , ՄՆ/մ <sup>2</sup> | Ամրության սահմանը՝ $\sigma_s$ , ՄՆ/մ <sup>2</sup> | Հարաբերական երկարացումը՝ % | Հարաբերական նեղացումը՝ $\psi$ , % | Հարկաճային մածուցիկությունը՝ KCU, Ջ/մ <sup>2</sup> | Նախապատրաստվածքի կարծրությունը՝ HB, ՄՊա | Կարծրությունը՝ թունր թրծված վիճակում՝ HB, ՄՊա | Կարծրությունը 1200°C միտումից և 560°C 1 ժամ պահումից եռակի արձակումից հետո՝ HRC |
|-----------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 45              | 360                                                  | 610                                               | 16                         | 40                                | 50,0                                               | 1900...1930                             | 1780...1800                                   | 19,0...20,0                                                                     |
| 40X             | 350                                                  | 670                                               | 14                         | 35                                | 35,0                                               | 2160...2180                             | 1960...1980                                   | 28,0...29,0                                                                     |
| 40XΦA           | 500                                                  | 750                                               | 12                         | 40                                | 40,0                                               | 2410...2420                             | 2280...2300                                   | 40,0...41,0                                                                     |
| 35XTC A         | 130*                                                 | 165*                                              | 9*                         | 40*                               | 4,0*                                               | 2340...2360                             | 2280...2300                                   | 34,0...35,5                                                                     |
| 18XIT           | 430                                                  | 700                                               | 18                         | 55                                | 100,                                               | 2160...2180                             | 2060...2090                                   | 21,0...22,5                                                                     |
| 38XMI O A       | 300                                                  | 700                                               | 25                         | 50                                | 120,0                                              | 2280...2300                             | 1960...1980                                   | 34,0...35,0                                                                     |
| XBΓ             | -                                                    | -                                                 | -                          | -                                 | -                                                  | 2280...2300                             | 2000...2020                                   | 40,0...41,0                                                                     |
| 9XC             | -                                                    | -                                                 | -                          | -                                 | -                                                  | 2290...2300                             | 1880...1900                                   | 40,0...41,5                                                                     |
| III X15         | -                                                    | -                                                 | -                          | -                                 | -                                                  | 2410...2420                             | 2060...2080                                   | 36,0...37,0                                                                     |
| 40XΦ-ΠC         | -                                                    | -                                                 | -                          | -                                 | -                                                  | 2410...2430                             | 2290...2320                                   | 40,0...42,0                                                                     |
| P6M5            | -                                                    | -                                                 | -                          | -                                 | -                                                  | 2400...2420                             | 2290...2310                                   | 63,0...64,5                                                                     |

\*) Տվյալները վերաբերում են տվյալ պողպատի միսկած և արձակված վիճակին, HRC 40...50:

Ինչպես երևում է աղյուսակից, շերտավոր կոմպոզիտային նյութերի համակարգի սինթեզն անմիջականորեն կախված է շերտերի նյութերի ջերմային ընդարձակման գործակիցների (ՋԸԳ) արժեքների մոտավոր հավասարությունից, որոնց կարգավորման եղանակներից մեկը լեգիրող տարրերով շերտերի նյութերի լեգիրումն է: Սակայն այս մեթոդը քիչ արդյունավետ է, և ՋԸԳ-ի փոփոխությունը տատանվում է 6...8%-ի սահմաններում [8]: Այս կապակցությամբ մեծ հետաքրքրություն է ներկայացնում ՋԸԳ-ի վրա փոշեկոմպոզիտային նյութերի ծակոտկենության հետազոտումը:

Փորձանմուշները պատրաստվել են երկաթի (ПЖ4М1), պղնձի (ПМС-1) և անագի (ПГО-1) փոշիներից, որոնք ունեն իրարից խիստ տարբեր ջերմային ընդարձակման գործակիցներ: Եռակալումը կատարվել է համապատասխանաբար 1150°C, 950°C և 165°C ջերմաստիճաններում 2,0 ժամ տևողությամբ: Փորձի արդյունքները ներկայացված են նկ. 4-ում:



Նկ. 4. ՋԸԳ-ի վրա ծակոտկենության ազդեցությունը.  $\alpha\delta$ -ը ծակոտկեն մետաղի ՋԸԳ-ն է, իսկ  $\alpha_{անծ}$ -ը՝ անծակոտկեն մետաղինը

Ինչպես տեսնում ենք, ծակոտկենության մեծացմանը զուգընթաց ՋԸԳ-ն փոքրանում է և այնքան արագ, որքան պլաստիկ է մետաղը: Օրինակ,  $\theta=4\%$  դեպքում Sn-ի ՋԸԳ-ն իջնում է ~40%-ով, Cu-ը՝ ~20%-ով, իսկ Fe-ը՝ ~15%-ով: Դա կարելի է բացատրել մետաղների հոսունությամբ [9].

$$\varepsilon = \varepsilon_e + \varepsilon_p + \beta t^n + kt,$$

որի մեծությունը, ըստ Լապլասի հավասարման, պայմանավորված է լարումով [10].

$$\sigma = \gamma \left( \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right),$$

որտեղ  $\gamma$ -ն մակերևութային էներգիան է,  $r_1$ ,  $r_2$  –ը՝ կորության շառավիղները:

Երբ լարումը գերազանցում է հոսունության սահմանը ( $\sigma_{0,2}$ ), դեֆորմացիան ընթանում է փոքրագույն դիմադրության ուղղությամբ, այսինքն՝ ծակոտիների կողմը, որը հաստատվում է փորձնական տվյալներով: Այսպես, օրինակ,  $\gamma$ -ի հարաբերակցությունը կազմվում է 1,0:1,5:2,0 ( $\gamma_{Sn} = 730$ ,  $\gamma_{Cu} = 1000$  և  $\gamma_{Fe} = 1500$   $U\mathcal{A}/u^2$ ), իսկ  $\sigma_{0,2}$ -ի հարաբերակցությունը՝ 1:2:10 ( $\sigma_{0,2Sn} = 11,8$ ,  $\sigma_{0,2Cu} = 59$  և  $\sigma_{0,2Fe} = 11,2$   $U\mathcal{M}\mathcal{a}$ ): Այդ պատճառով պլաստիկ մետաղների (Sn) ՋԸԳ-ի նվազումը ավելի ցայտուն է:

Փոշեկոմպոզիտային նյութերի ՋԸԳ-ի ( $\alpha$ ), ծակոտկենության ( $\theta$ ), ջերմաստիճանի ( $T$ ) և պլաստիկության միջև փոխադարձ կապը կարելի է ներկայացնել հետևյալ տեսքով.

$$\alpha = (\alpha_0 - a\theta) f(T^m / \sigma_{0,2}^n),$$

որտեղ  $\alpha_0$ -ն անծակոտկեն նյութի ՋԸԳ-ն է տվյալ ջերմաստիճանում,  $a$ -ն,  $m$ -ը և  $n$ -ը՝ նյութի պլաստիկության գործակիցները, որոնք որոշվում են փորձնականորեն:

Հետազոտության արդյունքները ցույց են տվել, որ ծակոտկենության հաշվին կարելի է կարգավորել տարբեր պլաստիկություն ունեցող նյութերի ՋԸԳ-ն 30...40%-ի սահմաններում:

**Եզրակացություն.** Բացահայտվել են երկմետաղական կառուցվածքով արտադրատեսակների, այդ թվում՝ նաև կտրող գործիքների ստացման առանձնահատկությունները, համաձայն որի երկմետաղական կոմպոզիտային նյութերի ձևավորման ընթացքում կարևոր նշանակություն ունեն անցումային շերտի առաջացումը և շերտերի նյութերի ջերմային ընդարձակման գործակիցների համարժեքությունը, ընդ որում, համարժեքությունը պետք է պահպանվի ոչ միայն աշխատանքային պայմաններում, այլ նաև ջերմային մշակման ժամանակ՝ ամբողջ ջերմաստիճանային միջակայքում:

Փորձագիտական հետազոտությունների արդյունքում կապ է ստեղծվել մետաղական փոշենյութերի ջերմային ընդարձակման գործակցի ( $\alpha$ ), ծակոտկենության ( $\theta$ ), ջերմաստիճանի ( $T$ ) և պլաստիկության միջև: Ցույց է տրված, որ ծակոտկենության հաշվին կարելի է կարգավորել տարբեր պլաստիկություն ունեցող նյութերի ջերմային ընդարձակման գործակիցը 30...40%-ի սահմաններում:

#### ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Աղբալյան Ս.Գ., Սարգսյան Ա.Ռ.** Բարձր էլեկտրահաղորդականությամբ և ջերմակայունությամբ պղնձի հիմքով փոշեկոմպոզիտային նյութերի ստացման տեխնոլոգիայի մշակումը // ՀՀ ԳԱԱ և ՀԱՊՀ Տեղեկագիր. ՏԳ սերիա. - 2017. - Հատ. LXX, №4. - էջ 411-419:

2. **Աղբալյան Ս.Գ., Սարգսյան Ա.Ռ.** Պղնձի հիմքով շերտավոր փոշեկոմպոզիտային նյութերի տաք արտադրման գործընթացի հետազոտումը // Հայաստանի ճարտարագիտական ակադեմիայի Լրաբեր.- 2017.- Հատ. 14, №4.- էջ 586-592:
3. **Манукян Н.В., Петросян Г.Л., Петросян Х.Л., Агбалян С.Г.** Исследование процессов получения протяжного инструмента составной конструкции // VII Международное совещание по порошковой металлургии в ГДР.- Дрезден, 1981.- С. 71-81.
4. **Агбалян С.Г.** Разработка и исследование технологии изготовления протяжного инструмента из порошков быстрорежущих сталей: Автореф. дис. ... канд. техн. наук.- Киев, 1984.- 24 с.
5. **Ключко Н.А.** Основы технологии пайки и термообработки твердосплавного инструмента.- М.: Металлургия, 1981.- 200 с.
6. **Геллер Ю.А.** Инструментальные стали.- М.: Металлургия, 1975.- 584 с.
7. **Черепин В.Т.** Экспериментальная техника в физическом металловедении.- Киев: Техника, 1968.- 280 с.
8. **Геллер Ю.А., Рахштадт А.Г.** Материаловедение.- М.: Металлургия, 1984.- 384с.
9. **Салтыков С.А.** Стереометрическая металлография.- М.: Металлургия, 1970.- 3-е изд.- 376с.
10. **Микрюков В.Е.** Теплопроводность и электропроводность металлов и сплавов.- М.: Металлургиздат, 1959.-260с.

Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 12.12.2018:

**С.Г. АГБАЛЯН, А.А. ПЕТРОСЯН, Е.С. ШУХЯН**

#### **ВЛИЯНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛООВОГО РАСШИРЕНИЯ НА СВОЙСТВА БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Исследованы коэффициенты теплового расширения разных материалов в зависимости от температуры, в результате чего обнаружены особенности получения детали с биметаллическими структурами, в том числе режущих инструментов. В результате экспериментальных исследований установлена связь между коэффициентом теплового расширения ( $\alpha$ ), пористостью ( $\theta$ ), температурой ( $T$ ) и пластичностью металлпорошковых материалов, согласно которой коэффициент теплового расширения уменьшается в случае повышения остаточной пористости (до 10%), что объясняется пластической деформацией в процессе нагрева. Показано, что за счет пористости можно управлять коэффициентом теплового расширения материалов разной пластичности в пределах 30...40%.

**Ключевые слова:** коэффициент теплового расширения, порошковый композиционный материал, биметаллическая структура, режущий инструмент, пористость, пластическая деформация, микроструктура.

S.G. AGHBALYAN, A.A. PETROSYAN, E.S. SHUKHYAN

**THE INFLUENCE OF THE FACTOR OF THERMAL EXPANSION ON THE  
PROPERTIES OF BIMETALLIC POWDER COMPOSITE MATERIALS**

Coefficients of thermal expansion of various materials are investigated, depending on temperature as a result of which the peculiarities of obtaining parts with bimetallic structures, including the cutting tools have been found. As a result of pilot studies, the relation between the coefficient of thermal expansion ( $\alpha$ ), porosity ( $\theta$ ), temperature (T) and plasticity of metal powder is established, according to which the coefficient of thermal expansion decreases in case of an increase in the residual porosity (up to 10%) explained by plastic deformation in the heating process. It is shown that due to porosity, it is possible to regulate the coefficient of thermal expansion of materials within 30...40%.

**Keywords:** coefficient of thermal expansion, powder composite material, bimetallic structure cutting the tool, porosity, plastic deformation, microstructure.