

Ս.Գ. ԱՂԲԱԼՅԱՆ, Հ.Ս. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ, Վ.Ս. ՂՈՒԿԱՍՅԱՆ

ԵՐԿԱԹԻ ՀԻՄՔՈՎ ԲԱՐՁՐ ՋԵՐՄԱՀԱՂՈՐԴԱԿԱՆՈՒԹՅԱՄԲ ՀԱԿԱՇՓԱԿԱՆ ՓՈՇԵԿՈՄՊՈԶԻՑԻՈՆ ՆՅՈՒԹԵՐԻ ՍՏԱՅՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՅԻ ՄՇԱԿՈՒՄԸ

Փորձագիտական հետազոտությունների հիման վրա մշակվել է երկաթի հիմքով բարձր ջերմահաղորդականությամբ հակաշփական կոմպոզիցիոն նյութ՝ մեծ բեռնվածությունների տակ աշխատելու համար: Հաշվարկվել է առանցքակալի ջերմային գրադիենտի կախվածությունը բեռնվածությունից և շփման գործակցից, ինչը նախագծողին հնարավորություն է տալիս կատարել նյութի ընտրություն:

Առանցքային բառեր. մամլում, եռակալում, տաք արտամղում, առանցքակալ, պինդ քսանյութ, ջերմային հոսք, ջերմահաղորդականություն, շփման գործակցից, մաշվածք:

Շփման ադիեզիոն-դեֆորմացիոն տեսությունից հայտնի է, որ գործընթացը պայմանավորված է շփվող մակերևույթների կոնտակտային գոտում նյութի ծավալային (առաձգական և պլաստիկ) դեֆորմացմամբ և միջմոլեկուլյար կապերի կամ, այլ կերպ ասած, եռակցված կամրջակների հաղթահարմամբ [1]: Շփվող մակերևույթներն ունեն անհարթություններ և իրար հպվում են հպման առանձին կետերում, որտեղ առաջանում են տեղային լարումներ, առաձգական և պլաստիկ դեֆորմացիաներ և տեղային բարձր ջերմաստիճաններ: Փոխադարձ սահքի հետևանքով հպվող նյութերը (անիզոտրոպ) փոխադարձ ներթափանցում են միմյանց մեջ, իսկ լարվածային վիճակը խիստ դինամիկ է: Ադիեզիոն կապերը խզվում են, առաջանում են նոր կապեր: Տեղային լարվածային վիճակները նույնպես անընդհատ փոխվում են, մի կողմից՝ նյութը պլաստիկ դեֆորմացված գոտիներում ստանում է մակակոմպիվածք, մյուս կողմից՝ առաջացած բարձր ջերմաստիճանների տակ այդ նույն գոտիներում տեղի է ունենում վերաբյուրեղացում [2, 3]: Այս գործընթացը զուգորդվում է ֆիզիկաքիմիական ձևափոխություններով, որի հետևանքով շփման գոտի թափանցող քսուքների և արտաքին միջավայրի ակտիվ մասնակցությամբ շփման մակերևույթների վրա առաջանում են երկրորդային (աշխատանքային) շերտեր [4]:

Թաղանթների առաջացման, ձևավորման և ի վերջո քայքայման գործընթացները, դրանց ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները որոշվում են սկզբնական նյութերի բաղադրությամբ և կառուցվածքով, գործընթացի կատարման միջավայրով և ռեժիմներով, աշխատանքային պայմաններով, որոնց բազմազանությունը պահանջում է ունենալ հակաշփական համապատասխան նյութերի օպտիմալ կառուցվածքներ:

Փոշեմետալուրգիայի եղանակը հնարավորություն է տալիս ստանալ որոշակի ծակոտկենությամբ ($\theta \geq 15\%$) հակաշփական նյութերի մեծ տեսականի, որոնք լայն կիրառություն ունեն տեխնիկայում: Ծակոտիները նախապես ներծծված քսուքի պահեստարաններ են, որտեղից աշխատանքի ընթացքում քսուքը մատուցվում է

աշխատանքային մակերևույթ: Կատարվում է, այսպես կոչված, ինքնայուղման գործընթաց, որը, սակայն, չի բացառում առանձին դեպքերում նաև լրացուցիչ յուղումն արտաքին աղբյուրներից:

Այսպիսի սկզբունքով աշխատող հակաշփական նյութերում, ինչպիսիք են երկաթագրաֆիտներն ու բրոնզագրաֆիտները, անհրաժեշտ է բարձրացնել մայրակի ամրությունը, ինչն իրականացվում է Ti, Ni, Zn, Co, Fe-ով (բրոնզագրաֆիտներում) և Cu, Ni, Cr, Mo-ով (երկաթ-գրաֆիտներում) լեգիրման դեպքում: Ստեղծվել են ծակոտկեն կոմպոզիցիաներ, որոնք ներծծված են դյուրահալ մետաղներով, պլաստմասսայով, ինչպես նաև լրացուցիչ մտցվում են պինդ քսանյութեր (սուլֆիդներ, սելենիդներ), որոնք թույլ են տալիս աշխատել կոնտակտային ավելի բարձր ջերմաստիճանների պայմաններում: Բայց ծակոտկեն կոմպոզիցիաները, համանման կառուցվածք ունեցող ոչ ծակոտկենների համեմատ ունենալով ցածր ջերմահաղորդականության և ամրության ցուցանիշներ, հեռանկարային չեն ծանր ռեժիմներում աշխատող հակաշփական արտադրատեսակների պատրաստման համար: Ծանր ռեժիմներում աշխատելիս ծակոտկեն հակաշփական նյութում տեղի են ունենում քսուքի կոքսացում և ծակոտիների խցանում: Սահմանային և չոր շփման դեպքում, բարձր և գերցածր ջերմաստիճաններում, ինքնայուղման սկզբունքն ընդհանրապես կորցնում է իր նշանակությունը:

Բացառելով այն դեպքերը, երբ ծակոտկենությունն ապահովում է հատուկ պայմաններ, ինչպիսիք են շփման հանգույցում առաջացող տատանումների մարումը, անաղմուկ աշխատանքը կամ ցածր ինքնարժեքը, անհամեմատ թեթև ռեժիմներում աշխատող հակաշփական նյութերի զարգացման հեռանկարը պետք է որոնել ոչ ծակոտկեն կոմպոզիցիաներում: Այս կոմպոզիցիաները լիովին բավարարում են շփման և մաշման մոլեկուլյար-մեխանիկական տեսության դրույթներին, կարող են ունենալ ամուր մայրակ, որը կպահպանի առանցքակալի շինվածքի մեխանիկական հատկությունները հնարավորին չափ բարձր ջերմաստիճաններում [5]:

Շփման ադիեզիոն-դեֆորմացիոն տեսությունը պահանջում է, որ կոնտակտային մակերևույթից դեպի շփվող մարմինների խորքը ապահովվի մեխանիկական հատկությունների դրական գրադիենտ, և երբ աշխատանքային շերտերում առկա է բարակ յուղային թաղանթ, ապա այդ պահանջը միշտ ապահովված է: Այդ թաղանթը, բացի ադիեզիոն կապերի (եռակցման կամրջակների) առաջացումն արգելակելուց, մեղմացնում է նաև շփման-մաշման գործընթացին մասնակցող դեֆորմացիոն գործոնի ազդեցությունը: Ծակոտկեն միայն ինքնայուղմամբ աշխատող հակաշփական նյութի աշխատանքային մակերևույթում առավելապես դիտվում են սահմանային յուղման պայմաններ, երբ առաջացող յուղի թաղանթը բարակ է և ոչ անընդհատ, այսինքն՝ ունակ չէ մի կողմից՝ «կլանելու» շփվող մակերևույթների անհարթությունները և մեղմացնելու շփման և մաշման դեֆորմացիոն գործոնը, մյուս կողմից՝ բացառելու սկզբնականության մակերեսների առանձին կետերում անմիջական կոնտակտը,

եռակալման կամրջակների առաջացումը և հետագա խզումը (որը կարող է լինել նաև խորքային և առաջացնել արագընթաց մաշման պայման): Հասկանալի է, որ այդ բացասական երևույթներն առաջանում են որոշ կրիտիկական ռեժիմների պայմաններում: Սահմանային և, հատկապես, չոր շփման ժամանակ առաջին գործոնին հակազդելու համար նյութի մեջ պետք է ավելացնել պինդ քսանյութեր, որոնք ակտիվորեն մասնակցելով երկրորդային (աշխատանքային) թաղանթների գոյացման գործընթացին, ապահովում են ցածր շփման գործակից և մեխանիկական հատկությունների դրական գրադիենտ [4]: Երկրորդ գործոնին հակազդելու համար անհրաժեշտ է բարձրացնել նյութի, հատկապես՝ նրա մակերևութային շերտի մեխանիկական հատկությունները:

Պինդ քսանյութը (ածխածին, ծծումբ, սուլֆիդներ, սելենիդներ և այլն) նույն հաջողությամբ կարելի է կիրառել և՛ ծակոտկեն, և՛ ոչ ծակոտկեն փոշեկոմպոզիցիաներում: Երկրորդ դեպքում ներդրուկի կապը մայրակի հետ կլինի ավելի ամուր: Հոծ մակերևութի վրա այդ քսանյութի մասնակցությամբ առաջացած հակաշփական թաղանթն անընդհատ է և ավելի ամուր է կապված հիմքի հետ ու տարրալուծվում է լարումների կոնցենտրատոր հանդիսացող ծակոտիների և նրանց սուր եզրերի բացակայության պատճառով:

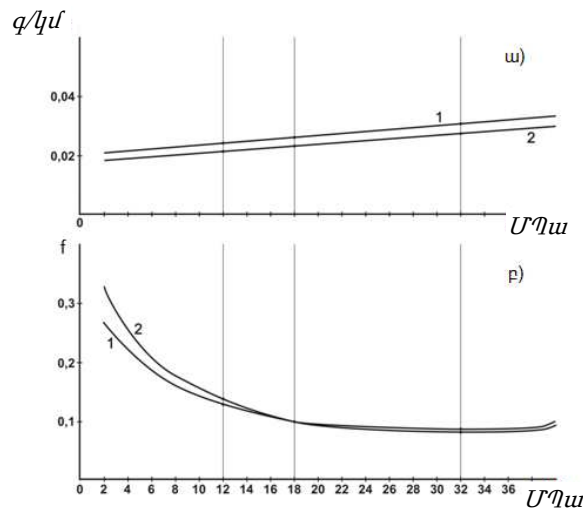
Բերված միևնույն բաղադրության եռակալված և տաք արտամղված նմուշների հատկությունների համեմատություններից պարզ է դառնում, որ հոծ (ոչ ծակոտկեն) նյութերի հատկությունները՝ բերված բոլոր մեխանիկական հատկությունների ցուցանիշներով, ակնհայտորեն բարձր են:

Նկ. 1-ում ցույց են տրված մշակված $\text{Fe}+5\%\text{Mo}+2\%\text{Cu}+2\%\text{MoS}_2+0,5\%\text{C}$ փոշեկոմպոզիցիոն նյութի հակաշփական հատկությունները տաք արտամղումից և մխումից հետո, իսկ աղ. 1-ում՝ ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները:

Mo-ի առկայությունն ամրացնում է երկաթի հիմք ունեցող կոմպոզիցիոն նյութը պինդ լուծույթի ($\text{Fe}[\text{Mo}]$) և ինտերմետաղական (Fe_2Mo , Fe_3Mo_2) ֆազերի առաջացման մեխանիզմներով, տալով նրան նաև հրամրություն: Ուստի այս համաձուլվածքի մեջ ծծումբ (S) կամ սելեն (Se) ներմուծելով կարելի է ստեղծել մեծ բեռնվածությունների տակ աշխատող ($t=600\ldots 650^\circ\text{C}$) հակաշփական նյութ:

Եթե համաձուլվածքները լրացուցիչ լեգիրվեն նաև պղնձով, ապա շնորհիվ ազատ պղնձի առկայության՝ տեղի կունենա փոշեկոմպոզիցիայի ջերմահաղորդականության բարձրացում, որը կփոքրացնի շփման կոնտակտում ջերմաստիճանը, և, հետևաբար, կփոքրանա շփման գույգի մաշումը:

Ծծումբը և սելենն ազատ վիճակում ունեն ցածր հակաշփական հատկություններ: Այդ հատկությունները կտրուկ լավանում են, երբ նրանք հանդես են գալիս սուլֆիդների և սելենիդների տեսքով: Հակաշփական նյութում դրանց օպտիմալ քանակը (ծծմբի և սելենի հաշվարկով) կազմում է 0,5...1,5 %, մինչդեռ գրաֆիտին ավելի բարձր է (3...6 և ավելի %) [5]:



Նկ. 1. Մաշման (ա) և շփման գործակցի (բ) կախվածությունը բեռնվածությունից ոչ ծակրտկեն նմուշների համար.

1 – Fe+5%Mo+2%Cu+2%MoS₂+0,5%C (տաք արտամղված),

2 – Fe+5%Mo+2%Cu+2%MoS₂+0,5%C (մխված)

Աղյուսակ 1

Երկաթի հիմքով փոշեհամաձուլվածքների հակաշփական և ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները

Նմուշ	Կոմպոզիցիոն նյութ	V=1 մ/վրկ (չոր շփում)		σ _s , ՄՊա	HB, ՄՊա	KC, կՋ/մ ²	λ, կՎտ/մ·Կ
		P, Պա	f				
Ա	Fe-Mo-Cu-S	18	0,10	440	870	970	46,0
Բ	Fe-Mo-Cu-C-MoS ₂ (տաք արտամղված)	18	0,08	510	1100	830	35,5
Գ	Fe-Mo-Cu-C-MoS ₂ (մխված)	18	0,07	-	1980	550	30,0

Գրաֆիտի ազատ ձևը կառուցվածքում խախտում է նյութի անընդհատությունը, հանդիսանում է լարման կուտակիչ, թուլացնում մայրակը: Իսկ սուլֆիդները, սելենիդները և թելուրիդները ցանկացած ագրեգատային վիճակում լավ կոնսոլիդացվում են համաձուլվածքի մայրակի հետ, պահպանելով նյութի ամուր կառուցվածքային ամբողջականությունը: Այդուհանդերձ, նրանք ունեն շատ փոքր շփման գործակից-

ներ՝ $f_{FeS} = 0,02$; $f_{MoS_2} = 0,02...0,3$; $f_{MoSe_2} = 0,02...0,22$; $f_{WSe_2} = 0,18...0,22$: Հատկանշական է, որ դրանք չեն կորցնում իրենց հալաչափական հատկությունները, մասնակցելով շփման երկրորդային թաղանթների առաջացման գործընթացին: Հոծ (ոչ ծակոտկեն) հալաչափական նյութերում, որպես մայրակն ամրացնող գործոն, ֆերիտ-պեռիտային կամ պեռիտային կառուցվածքի դեպքում, գրաֆիտի քանակը չպետք է գերազանցի 0,4...0,8% [5]:

Հալաչափական հանգույցի բեռնվածության բարձրացումը կապված է կոնտակտի ջերմաստիճանն իջեցնող միջոցառումների իրագործման հետ:

Դիտարկենք սահքի առանցքակալի տիպային հանգույցը (նկ. 2):

Կոնտակտային մակերևույթում անջատվող ջերմության քանակն արտահայտվում է հետևյալ բանաձևով [6].

$$Q^* = Q \cdot t = q \cdot s \cdot t = p \cdot v \cdot f \cdot s \cdot t, \quad (1)$$

որտեղ Q -ն ջերմային հոսքն է, q -ն՝ t -ն՝ ժամանակը, v -ը՝ շփման մակերևույթը, f -ը՝ q -ն՝ ջերմային հոսքի միջինացված խտությունը, p -ն՝ բեռնվածությունը, $U^* q$, v -ն՝ շփման արագությունը, U^*/v , f -ը՝ շփման գործակիցը:

Q ջերմային հոսքը հեռանում է երեք ուղղություններով՝ ջերմային հոսք դեպի առանցքակալ (Q_1), հակամարմնի ուղղությամբ դեպի լիսեռ (Q_2) և դեպի մթնոլորտ (Q_3): Չոր շփման պայմաններում Q_3 - ն ունի ցածր արժեք: Հետևաբար, ստացիոնար ռեժիմի պայմաններում

$$Q = Q_1 + Q_2 : \quad (2)$$

Ջերմության հեռացումը ստացիոնար ջերմափոխանակման պայմաններում արտահայտվում է հետևյալ բանաձևերով [7]

$$Q^* = Q \cdot t = K (T_{\text{շփ}} - T_{\text{արտ}}) \cdot F \cdot t, \quad (3)$$

$$Q^* = Q \cdot t = \alpha (T_{\text{արտ}} - T_{\text{մթն}}) \cdot F \cdot t, \quad (4)$$

որտեղ $T_{\text{շփ}}$ - ը շփման մակերևույթի միջին ջերմաստիճանն է, $T_{\text{արտ}}$ -ը՝ հանգույցի արտաքին մակերևույթի միջինացված ջերմաստիճանը (որտեղից ջերմային հոսքը հաղորդվում է մթնոլորտ), $T_{\text{մթն}}$ -ը՝ մթնոլորտի ջերմաստիճանը; K -ն և α -ն՝ համեմատականության գործակիցներ, q -ն/մ².աստ, որոնց հակառակ մեծությունները կոչվում են ջերմային դիմադրություն:

$$R_{\alpha} = \Delta T / Q, \quad (5)$$

որտեղ ΔT -ն կոչվում է ջերմաստիճանային ճնշում կամ գրադիենտ:

Դիտարկենք առանցքակալի մարմնի գնացող (Q_1) հոսքի ուղին: Այն, անցնելով վռան-առանցքակալի պատի միջով (նկ. 2), մտնում է առանցքակալային հանգույցի բունը, այնտեղից անցնում-տարածվում սարքի (մեքենայի) ողջ մետաղական կոնստ-

բուկցիայով և նրա արտաքին մակերևույթներից ջերմատվության շնորհիվ փոխանցվում շրջակա միջավայր: Այդ համակարգի ընդհանուր դիմադրությունը կազմում է՝

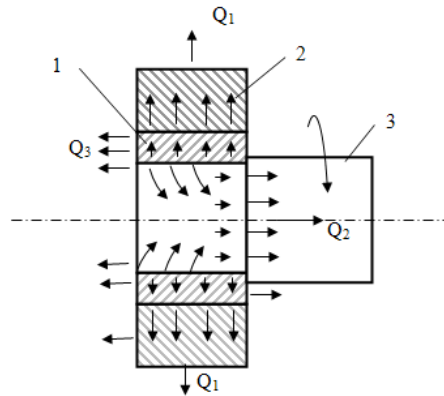
$$R_{K_1} = \sum_{i=1}^{n_1} R_{\alpha_{i_1}} = R_{\alpha_{\text{առ}}} + R_{\alpha_{\text{բմ}}} + R_{\alpha_{\text{գնգ}}} + R_{\alpha_{\text{մթ}}} = \Delta T_{\text{առ}} / Q_{\text{առ}} + \sum_{i=2}^4 R_{\alpha_{i_1}}, \quad (6)$$

որտեղ $\Delta T_{\text{առ}}$ – ը առանցքակալի պատի ջերմային ճնշումն է (տաք և սառը պատերի ջերմության տարբերությունը): $PV=3...5$ ՄՊա.մ/վ բեռնվածության պայմաններում շփման միջին ջերմաստիճանը (չոր շփման) հասնում է $300...400^\circ\text{C}$, մթնոլորտինը՝ $\approx 20^\circ\text{C}$, ուստի ընդհանուր ջերմային ճնշումը համակարգում հասնում է $280...380^\circ\text{C}$: Առանցքակալ գնացող ջերմաքանակը՝ $Q_1=k \cdot Q$, ընդ որում, $Q_1 > Q_2$, և $K \approx 0,6...0,8$, (ընդունենք $K=0,7$): Առանցքակալով անցնող ջերմային հոսքը կարելի է դիտել որպես հարթ պատով անցնող ստացիոնար հոսք [6]

$$Q_1 = 0,7 \cdot Q = \frac{\lambda}{S} \cdot \Delta T_{\text{առ}} : \quad (7)$$

Այստեղից՝

$$\Delta T_{\text{առ}} = \frac{0,7 \cdot Q \cdot S}{\lambda} = \frac{0,7 \cdot q}{\lambda} : \quad (8)$$



Նկ. 2. Ջերմային հոսքերն առանցքակալային հանգույցում.

1-վրան-առանցքակալ, 2-առանցքակալային հանգույցի բուն, 3-հակամարմին (լիսեռ), Q_1 -ջերմային հոսք դեպի առանցքակալ, Q_2 -ջերմային հոսք դեպի հակամարմին, Q_3 - ջերմային հոսք դեպի մթնոլորտ

Ջերմային հոսքի q խտությունը ըստ (1) բանաձևի կազմում է՝

$$q = PVT : \quad (9)$$

Տեղադրելով (9)-ը (8)-ի մեջ, կստանանք՝

$$\Delta T_{\text{sun}} = \frac{0,7 \cdot p \cdot v \cdot t}{\lambda}, \quad (10)$$

որտեղ λ -ն ջերմահաղորդականության գործակիցն է:

Ջերմափոխանակման ստացիոնար գործընթացների համար որոշ մոտավորությամբ կարելի է կիրառել (3) և (4) բանաձևերը [7]:

Ծանր բեռնվածության տակ չոր շփման պայմաններում աշխատող առանցքակալների աշխատանքային մակերևույթների միջին ($T_{\text{միջ}}$) ջերմաստիճանները հասնում են մինչև $500...600^{\circ}\text{C}$ [8]: Պինդ քսուք պարունակող ժամանակակից փոշեկոմպոզիցիոն նյութերն այդ ջերմաստիճաններում բավարար աշխատունակ են, սակայն առանցքակալի բեռնվածության (PV) հետագա մեծացման և համապատասխանորեն $T_{\text{միջ}}$ -ի բարձրացման հետ նրանց աշխատունակությունը կտրուկ պակասում է: Այստեղից ակնհայտ է, որ բեռնվածության բարձրացման համար կարևոր է լավացնել հակաշփական հանգույցի ջերմահեռացման հնարավորությունները:

Ըստ նկ. 2-ի՝

$$T_{\text{միջ}} = \Delta T_{\text{sun}} + T_{\text{մ.հ}}, \quad (11)$$

որտեղ $T_{\text{մ.հ}}$ -ն առանցքակալային վրանի հենարանային մակերևույթի միջին ջերմաստիճանն է:

Հանգույցի $T_{\text{մ.հ}}$ -ն իջեցվում է զանազան տեխնիկական կոնստրուկտիվ միջոցառումներով, ինչպես, օրինակ՝ սառեցման կողերի ստեղծմամբ (ջրային սառեցում): Ջերմային անկումը (ΔT_{sun}) կարելի է փոքրացնել առանցքակալի (վրանի) պատի հաստության փոքրացմամբ կամ դրա նյութի ջերմահաղորդականության մեծացմամբ: Պատի հաստության փոքրացումը սահմանափակված է առանցքակալի մեխանիկական հատկությունների և կոնստրուկտիվ պահանջների ապահովմամբ: Նյութի ջերմահաղորդականության մեծացման նպատակով մեծ բեռնվածության դիմացող երկաթի հիմքով առանցքակալի հակաշփական նյութի փոխարինումը բարձր ջերմահաղորդականություն ունեցող պղնձի հիմքով հակաշփական նյութով հաճախ նպատակահարմար չէ, քանի որ վերջինս ունի ավելի ցածր տանող-ունակություն (PV): Այս դեպքում հարցի լավագույն լուծումը երկմետաղ առանցքակալի ստեղծումն է՝ աշխատանքային բարակ երկաթի հիմքով հակաշփական և հենարան հանդիսացող պղնձի համաձուլվածքից կոնստրուկտիվ շերտերով: Աղ. 2-ում բերված է միամետաղ և երկմետաղ պղնձե և երկաթի հիմքով հակաշփական նյութից պատրաստված առանցքակալների ΔT_{sun} -ը՝ կախված աշխատանքային ռեժիմներից (PV և f): Օգտվելով (11) բանաձևից, տարբեր շփման ռեժիմների, առանցքակալի նյութի և պատի հաստությունների համար հաշվարկվել է ΔT_{sun} , որի արդյունքները բերված են աղ. 2-ում: Այն նախագծողին հնարավորություն է տալիս կատարել ընտրություն, թե ինչպիսի հիմքով և հենարանի նյութով պատրաստել առանցքակալ: Եթե գերխնդիրն առանցքա-

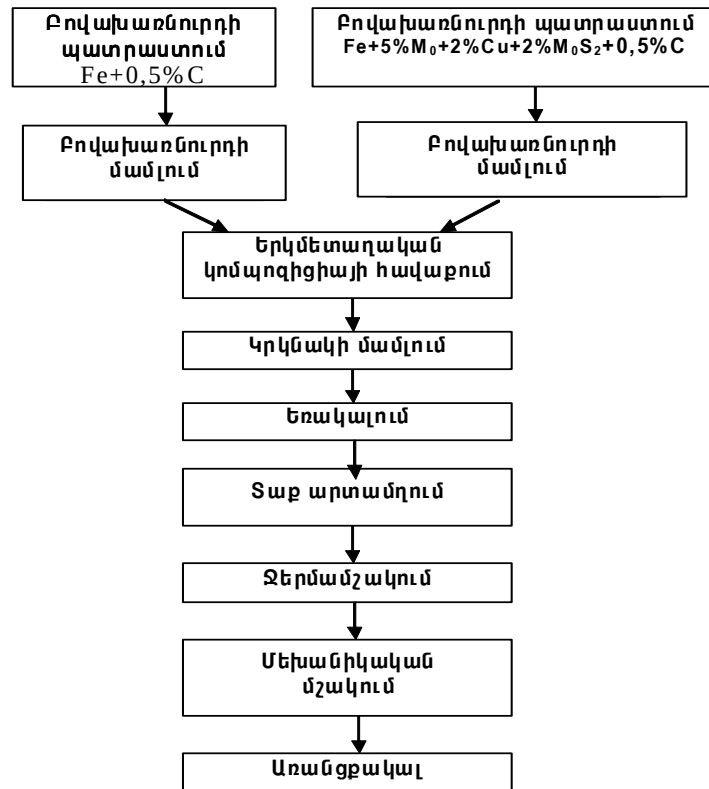
կալի փոքր ինքնարժեքն է, ապա ընտրվում է երկաթի հիմքով համաձուլվածքից հենարան, իսկ եթե $\Delta T_{\text{տո}}$ -ի փոքրացումը՝ պղնձե համաձուլվածքից հենարան:

Աղյուսակ 2

$\Delta T_{\text{տո}}$ ջերմաստիճանային անկման արժեքների կախվածությունը միամետաղ և երկմետաղ առանցքակալի աշխատանքային ռեժիմներից՝ (P, V) տանողունակությունից և (f) շփման գործակցից

Շահագործման ռեժիմներ		Առանցքակալի տվյալները					
		միամետաղ		երկմետաղ			
PV, ՄՊա· ս/վ	f	պատի հաստութ- յունը, մմ	ΔT _{տո} , °C	շերտերի հաստ., մմ		ΔT _{տո} , °C	
				աշխատան- քային	հենարա- նային	երկաթյա հենարան	պղնձյա հենարան
ա) երկաթի հիմքով							
3	0,1	5	24,5	1,5	3,5	21,7	9,7
3	0,2		49,0			43,4	19,4
6	0,1		19,0			43,4	19,4
6	0,2		98,0			86,8	38,8
9	0,1		147,0			126,4	49,8
9	0,2		294,0			252,8	99,6
3	0,1	10	49,0	1,5	8,5	40,8	12,9
3	0,2		98,0			81,6	25,8
6	0,1		98,0			81,6	25,8
6	0,2		195,0			161,9	51,5
9	0,1		294,0			244,0	64,4
9	0,2		988,0			488,0	128,8
բ) պղնձի հիմքով							
3	0,1	5	3,3	1,5	3,5	17,05	2,8
3	0,2		6,6			34,1	5,6
6	0,1		6,6			34,1	5,6
6	0,2		13,2			68,2	11,2
9	0,1		19,8			102,3	17,0
9	0,2		39,6			204,6	34,0
3	0,1	10	6,6	1,5	8,5	34,4	5,5
3	0,2		13,2			68,8	11,0
6	0,1		13,2			68,8	11,0
6	0,2		26,4			137,6	22,0
9	0,1		39,6			206,3	32,7
9	0,2		79,2			412,6	65,4

Նկ. 3-ում բերված է երկաթի հիմքով երկմետաղական փոշեկոմպոզիցիոն առանցքակալի ստացման տեխնոլոգիական սխեման, որն ընդգրկում է բովախառնուրդի պատրաստում, մամլում, երկմետաղական կոմպոզիցիաների հավաքում, կրկնակի մամլում, եռակալում, տաք արտամղում և ջերմամշակում:



Նկ. 3. Երկմետաղական առանցքակալի ստացման տեխնոլոգիական սխեմա

Մշակված տեխնոլոգիան հնարավորություն է տալիս իջեցնել առանցքակալի ինքնարժեքը, իսկ անհրաժեշտության դեպքում՝ փոքրացնել $\Delta T_{\text{տո}}$ ջերմաստիճանային գրադիենտը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Крагельский М.В.** Трение и износ. – М.: Машиностроение, 1968. – 478 с.
2. **Աղբալյան Ս.Գ., Կարապետյան Գ.Խ., Պետրոսյան Ա.Ա., Վասիլյան Գ.Ա.** Հակաշփական փոշեհամաձուլվածքների կառուցվածքագոյացման առանձնահատկությունները // Հայաստանի Ճարտարագիտական ակադեմիայի Լրաբեր. – 2009.- Հատոր 6, N 3.- էջ 403 - 408:
3. Стереометрическое строение износостойких антифрикционных порошковых материалов / **С.Г. Агбальян, Г.Х. Карапетян, А.А. Петросян и др.** // Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН.- 2010. - Том LXIII, N1.- С. 25-34.
4. **Агбальян С.Г., Карапетян Г.Х., Петросян А.А., Агбальян А.С.** Механизм образования вторичных структур в процессе трения и износа // Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН.- 2010. - Том LXIII, N2.- С.139-147.
5. **Манукян Н.В.** Порошковая металлургия на пороге 3000-летия. – Ереван: Тигран Мец, 2000. – 230с.
6. Справочник теплоэнергетика цветной металлургии. – М.: Металлургия, 1982. – 450с.
7. **Кутателадзе С.С.** Теплопередача и гидродинамическое сопротивление: Справочное пособие. – М.: Энергоиздат, 1990. – 330 с.
8. **Федорченко И.М., Пугина Л.И.** Композиционные спеченные, антифрикционные материалы. - Киев: Наукова думка, 1980. – 408 с.

ՀՊՀՀ (ՊՈԼԻՏԵԽՆԻԿ). Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 20.07.2011:

Ս.Գ. ԱԳԲԱԼՅԱՆ, Ա.Ս. ՍԵՏՐՍՅԱՆ, Վ.Ս. ԳՈՒԿԱՅԱՆ

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ АНТИФРИКЦИОННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА С ВЫСОКОЙ ТЕПЛОПРОВОДИМОСТЬЮ

Разработана технология получения антифрикционных порошковых композиционных материалов на основе железа с высокой теплопроводимостью. Рассчитана зависимость теплового градиента подшипника от нагрузки и коэффициента трения, что дает возможность конструктору сделать правильный выбор материала подшипника.

Ключевые слова: прессование, спекание, горячая экструзия, подшипник, твердая смазка, тепловой поток, теплопроводимость, коэффициент трения, износ.

S.G. AGHBALYAN, H.S. PETROSYAN, V.S. GHUKASYAN

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR ANTIFRICTIONAL POWDER COMPOSITES BASED ON IRON WITH HIGH THERMAL CONDUCTIVITY

Based on iron with high thermal conductivity the technology for producing powdered antifriction composite materials is developed. The dependence of the thermal gradient from the bearing load and friction coefficient is calculated. It allows the designer to make a correct choice of material bearing.

Keywords: compression, agglomeration, hot extrusion, bearing, solid lubricant, heat flow, thermal conductivity, friction coefficient, wear.