

Ս.Գ. ԱՂԲԱԼՅԱՆ, Ա.Ա. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ, Ա.Ս. ԱՂԲԱԼՅԱՆ, Գ.Ա. ՎԱՍԻԼՅԱՆ

ՊՂՆՁԻ ՀԻՄՔՈՎ ԱՍՐԱՆԱՎՈՐՎԱԾ ՀԱԿԱՇՓԱԿԱՆ ՓՈՇԵՀԱՄԱՁՈՒԼՎԱԾՔՆԵՐԻ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ

Համալիր հետազոտությունների արդյունքում մշակվել է չոր և սահմանային շփման պայմաններում աշխատող պղնձի հիմքով և պողպատյա թելքերով ամրանավորված նոր դասի հակաշփական փոշեհամաձուլվածք, որտեղ որպես պինդ քսանյութ օգտագործվել է տեղական արտադրության մոլիբդենի դիսուլֆիդը: Հետազոտվել են մշակված $\text{Cu} + \text{Ni} + \text{X18H9T} + \text{MoS}_2$ համաձուլվածքի հակաշփական հատկությունները չոր և սահմանային շփման պայմաններում: Կատարվել է երկրորդային կառուցվածքի քիմիական և ֆազային բաղադրությունների ուսումնասիրություն: Այն աչքի է ընկնում անընդհատությամբ և ավելի մեծ երկարակեցությամբ:

Առանցքային բառեր. պղինձ, նիկել, պողպատյա թելք, պինդ քսանյութ, փոշեհամաձուլվածք, չոր շփում, սահմանային շփում, երկրորդային կառուցվածք, մաշվածք, շփման գործակից, ամրություն, կարծրություն:

Ինչպես հայտնի է [1, 2], վերջին տարիներին մեծ տարածում են գտել սև և գունավոր մետաղների հիմքով ծակոտկեն հակաշփական նյութերը, որոնք, ունենալով փոքր ամրություն և մաշակայունություն, չեն կարող աշխատել մեծ ճնշումների (10 *ՄՊա*-ից ավելի) և արագությունների (4...10 *մ/վրկ* ավելի) պայմաններում: Դա պայմանավորված է մեծ բեռնվածությունների տակ ծակոտկեն նյութերի կաշտողունակությամբ, որն ի հայտ է գալիս մեծ արագությունների դեպքում և ուղեկցվում է հակաշփական թաղանթի քայքայմամբ կամ օքսիդացմամբ, իսկ որոշ դեպքերում՝ ծակոտկեն մայրակի մեջ ներծծմամբ: Հաճախ կոնտակտային տեղամասում տեղի է ունենում ջերմաստիճանի կտրուկ բարձրացում, որի հետևանքով տեղի է ունենում ամրության և մաշակայունության կտրուկ անկում:

Մյուս կողմից՝ շփումը և մաշումն ուղեկցվում են ոչ միայն առաձգական և պլաստիկ դեֆորմացիաներով, այլ նաև մակերևութային շերտում ֆազային փոխակերպություններով: Այստեղից հետևում է, որ շփվող զույգերի աշխատանքի արդյունավետությունը պայմանավորված է ոչ միայն նյութի սկզբնական կառուցվածքով, այլ նաև շփման մակերևութին առաջացած երկրորդային կառուցվածքով: Ինչպես երևում է, խնդրի դրական լուծումը հնարավոր է այն դեպքում, երբ նախնական և երկրորդային կառուցվածքների միջև ստեղծվի կայուն հարաբերակցական կապ, որը կհանգեցնի շփման և մաշման գործընթացների ռացիոնալ կառավարման:

Այս առումով փոշեմետալուրգիան ձեռք է բերել և պահպանում է կարևորագույն նշանակություն և մինչև այսօր մնում է հակաշփական կոմպոզիցիոն նյութերի ստացման հեռանկարային եղանակներից մեկը:

Ելնելով վերոհիշյալից, աշխատանքի նպատակն է՝ մշակել պղնձի հիմքով ամրանավորված բարձրամուր և մաշակայուն հակաշփական փոշեհամաձուլվածքների ստացման տեխնոլոգիա և հետազոտել հակաշփական ու ֆիզիկա - մեխանիկական հատկությունները:

Օպտիմալ բաղադրության ընտրման նպատակով ուսումնասիրվել է աշխատանքային պայմանների (չոր, սահմանային, քսուքի առկայությամբ շփում, $P=0,5...20$ ՄՊա բեռնվածության ներքո) և բաղադրիչների տոկոսային պարունակության ազդեցությունը հակաշփական հատկությունների վրա:

Կոմպոզիցիոն նյութերի քիմիական բաղադրություններն ու փորձարկումների արդյունքները բերված են աղյուսակ 1-ում, որի համաձայն լավագույն արդյունքները ստացվել են $Cu+12\%Ni+15\%X18H9T+6\%MoS_2$ բաղադրության կոմպոզիցիայի դեպքում:

Աղյուսակ 1

$Cu+Ni+X18H9T+MoS_2$ փոշեհամաձուլվածքների քիմիական կազմն ու փորձարկումների արդյունքները

Պարունակությունը, %				Բեռնվածությունը, ՄՊա							
Թ	Ni	X18H9T	MoS ₂	0,50	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
1	6	15	6	0,18	0,16	0,15	0,15	0,16	0,20	0,22	0,30
				26	27	28	30	35	46	65	95
2	18	15	6	0,24	0,24	0,22	0,20	0,21	0,25	0,26	0,38
				12	13	14	15	18	20	23	34
3	12	20	6	0,20	0,19	0,17	0,17	0,18	0,21	0,23	0,35
				35	35	37	42	52	76	—	—
4	18	20	6	0,28	0,27	0,26	0,25	0,27	0,28	0,34	0,5
				20	20	24	27	30	38	49	74
5	12	15	3	0,37	0,37	0,39	0,39	0,41	0,48	0,67	—
				30	31	33	35	40	57	—	—
6	12	15	6	0,18	0,17	0,15	0,15	0,14	0,16	0,17	0,26
				8	9	23	9	11	12	15	22
7	12	15	9	0,26	0,25	0,24	0,24	0,25	0,26	0,34	0,42
				12	13	14	15	18	23	35	56

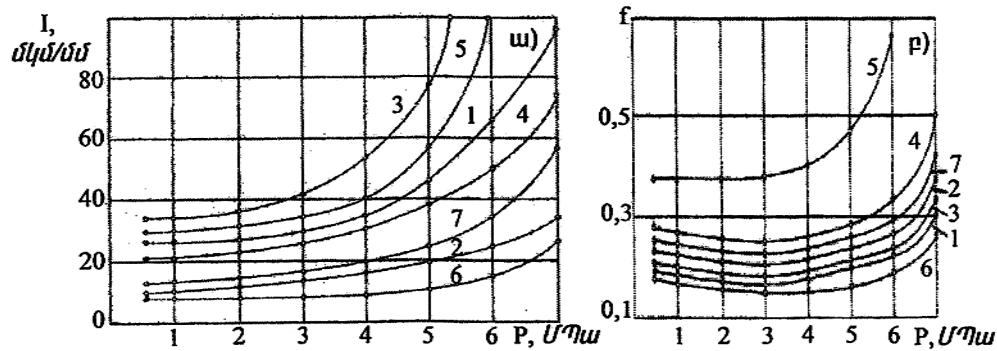
Համարիչում շփման գործակիցն է, հայտարարում՝ մաշվածքը (մկմ/կմ)

Համաձուլվածքի երկարակեցության բարձրացման համար այն լեզվրվել է նիկելով, որը մասամբ լուծվում է մայրակի մեջ՝ բարձրացնելով վերջինիս ամրությունը: Նիկելի մնացած մասը միանում է MoS_2 -ի քայքայման հետևանքով անջատված ծծմբի հետ, առաջացնելով սուլֆիդներ, որոնք օժտված են բարձր հակաշփական և մեխանիկական հատկություններով:

Նկար 1-ում բերված է մաշվածքի և շփման գործակցի կախվածությունը բեռնվածությունից: Կորերն ունեն երեք բնութագրական մասեր. առաջինը ինկուբացիոն կամ անցումային, երկրորդը՝ կայունացման, երրորդը՝ քայքայման: Բեռնվածության աճով շփման գործակիցն իջնում է մինչև կայունանալը. սա ինկուբացիոն հատվածն է, որը համապատասխանում է մակերևույթների հարմարեցմանը: Հնչման, հետևաբար և շփման մակերևույթի ջերմաստիճանի մեծացումով հեռացվում են աղսորբցված գազերը և խոնավությունը, հեշտանում է պինդ քսուքի տեքստուրացման գործընթացը, ինչը բերում է աղապտացիոն էֆեկտի: Նորմալ աշխատանքային ռեժիմը բնութագրվում է շփման կայուն գործակցով և թույլատրելի մաշվածքով, որն իրագործվում է շփման մակերևույթների վրա

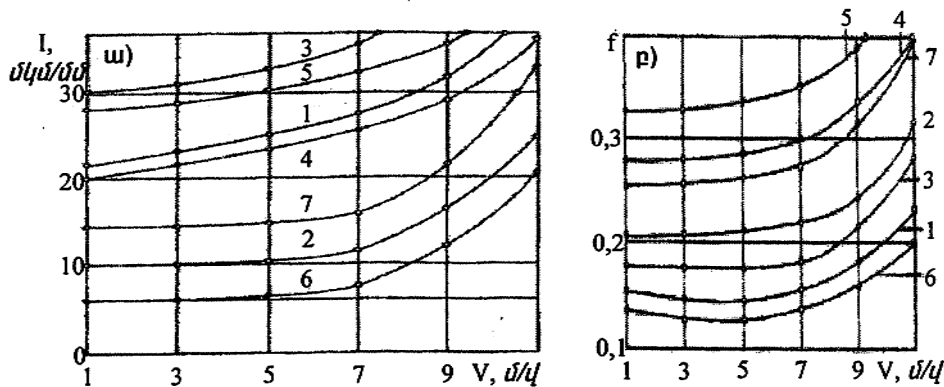
ամուր երկրորդային կառուցվածքների առաջացման շնորհիվ: Շփման գործակցի մեծացումն ու կատաստրոֆիկ մաշումը (երրորդ հատված) վկայում են բռնման գործընթացների զարգացման մասին:

Ինչպես տեսնում ենք (նկ. 1 և 2), համաձուլվածքներն աչքի են ընկնում բարձր հակաշփական հատկություններով:



Նկ. 1. Մաշվածության (ա) և շփման գործակցի (բ) կախվածությունը բեռնվածությունից ($V=1$ մ/վ)

1. $\text{Cu}+6\%\text{Ni}+15\%\text{X18H9T}+6\%\text{MoS}_2$, 2. $\text{Cu}+18\%\text{Ni}+15\%\text{X18H9T}+6\%\text{MoS}_2$
3. $\text{Cu}+12\%\text{Ni}+20\%\text{X18H9T}+6\%\text{MoS}_2$, 4. $\text{Cu}+18\%\text{Ni}+20\%\text{X18H9T}+6\%\text{MoS}_2$
5. $\text{Cu}+12\%\text{Ni}+15\%\text{X18H9T}+3\%\text{MoS}_2$, 6. $\text{Cu}+12\%\text{Ni}+15\%\text{X18H9T}+6\%\text{MoS}_2$
7. $\text{Cu} + 12\%\text{Ni} + 15\%\text{X18H9T} + 9\%\text{MoS}_2$

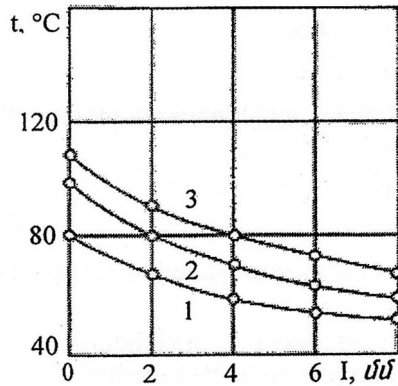


Նկ.2. Մաշվածության (ա) և շփման գործակցի (բ) կախվածությունը սահքի արագությունից $P=1$ ՄՊա բեռնվածության ներքո, $\tau=1$ ժամ

1. $\text{Cu}+6\%\text{Ni}+15\%\text{X18H9T}+6\%\text{MoS}_2$, 2. $\text{Cu}+18\%\text{Ni}+15\%\text{X18H9T}+6\%\text{MoS}_2$
3. $\text{Cu}+12\%\text{Ni}+20\%\text{X18H9T}+6\%\text{MoS}_2$, 4. $\text{Cu}+18\%\text{Ni}+20\%\text{X18H9T}+6\%\text{MoS}_2$
5. $\text{Cu}+12\%\text{Ni}+15\%\text{X18H9T}+3\%\text{MoS}_2$, 6. $\text{Cu}+12\%\text{Ni}+15\%\text{X18H9T}+6\%\text{MoS}_2$
7. $\text{Cu} + 12\%\text{Ni} + 15\%\text{X18H9T} + 9\%\text{MoS}_2$

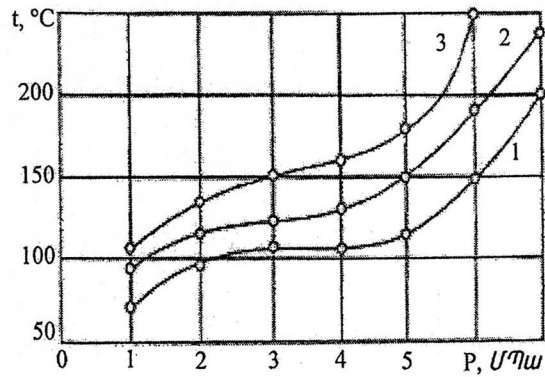
Շփման մակերևույթի վրա ջերմաստիճանը չափվել է արհեստական ջերմագույգով [3], որի արդյունքները բերված են նկ. 3-ում: Նկ. 4-ից երևում է, որ շփման մակերևույթի վրա ջերմաստիճանի կտրուկ աճը համընկնում է նյութի կատաստրոֆիկ քայքայման հետ:

Փորձարկումները ցույց են տվել, որ 50...60°C ջերմաստիճաններում և մինչև 1,0 ՄՊա բեռնվածության տակ մակերևութային թաղանթն առաջանում է դանդաղ, իսկ ջերմաստիճանի բարձրացումը մինչև 70...100°C հանգեցնում է թաղանթառաջացման արագացմանը: Թաղանթի հաստությունը կազմում է 5...20 մկմ:



Նկ.3. Ջերմաստիճանի բաշխվածությունն ըստ շփվող մակերևույթի խորության ($V=1 \text{ մ/վ}$, $P=2,0 \text{ ՄՊա}$)

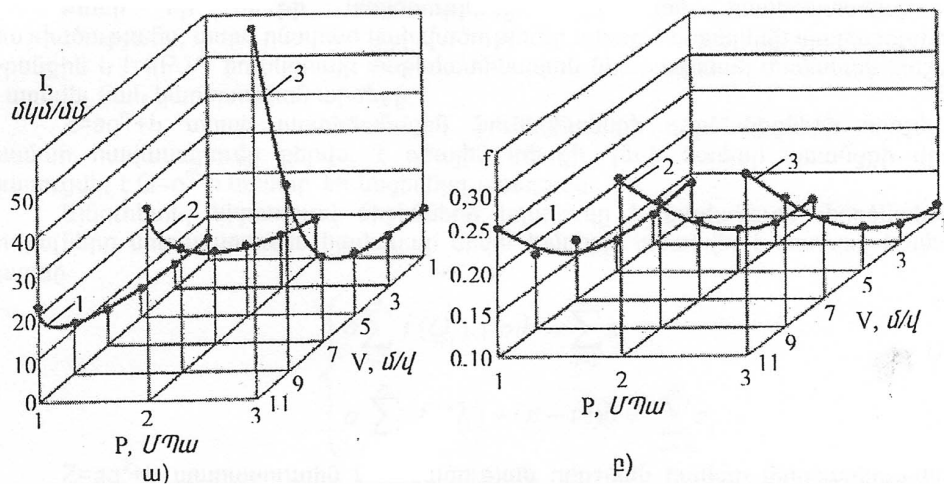
1. $\text{Cu}+6\%\text{Ni}+15\%\text{X18H9T}+6\%\text{MoS}_2$
2. $\text{Cu}+12\%\text{Ni}+15\%\text{X18H9T}+6\%\text{MoS}_2$
3. $\text{Cu}+18\%\text{Ni}+15\%\text{X18H9T}+6\%\text{MoS}_2$



Նկ.4. Ջերմաստիճանի կախվածությունը բեռնվածությունից շփման մակերևույթի վրա ($V=1 \text{ մ/վ}$)

1. $\text{Cu}+6\%\text{Ni}+15\%\text{X18H9T}+6\%\text{MoS}_2$
2. $\text{Cu}+12\%\text{Ni}+15\%\text{X18H9T}+6\%\text{MoS}_2$
3. $\text{Cu}+18\%\text{Ni}+15\%\text{X18H9T}+6\%\text{MoS}_2$

Կայուն շփման պայմաններում $I=f(P, V)$ ֆունկցիան առաջին կարգի կոր է (նկ. 5):



Նկ.5. Մաշվածքի (ա) և շփման գործակցի (բ) կախվածությունը սահքի արագությունից և բեռնվածությունից (չոր շփում)

Մեկ գծի վրա չընկած երեք՝ $k_1(x_1, y_1, z_1)$, $k_2(x_2, y_2, z_2)$ և $k_3(x_3, y_3, z_3)$ տրված կետերով անցնող հարթության հավասարումն ունի հետևյալ տեսքը՝

$$\begin{vmatrix} x - x_1 & y - y_1 & z - z_1 \\ x_2 - x_1 & y_2 - y_1 & z_2 - z_1 \\ x_3 - x_1 & y_3 - y_1 & z_3 - z_1 \end{vmatrix} = 0 : \quad (1)$$

Տվյալ դեպքում ընտրված կետերի կոորդինատներն են՝

$$\begin{aligned} k_1(x_1, y_1, z_1) &= N_1(V_1, P_1, I_1) = (1; 1; 0, 2), \\ k_2(x_2, y_2, z_2) &= N_2(V_2, P_2, I_2) = (3; 1; 0, 4), \\ k_3(x_3, y_3, z_3) &= N_3(V_3, P_3, I_3) = (3; 2; 1, 0): \end{aligned} \quad (2)$$

Տեղադրելով արժեքները, կարելի է գրել՝

$$\begin{vmatrix} x - 1 & y - 1 & z - 0,2 \\ 2 & 0 & 0,2 \\ 2 & 1 & 0,8 \end{vmatrix} = 0 : \quad (3)$$

Լուծելով հավասարումը՝ ստանում ենք.

$$I = 0,1V + 0,6P - 0,5 : \quad (4)$$

Սահմանային արժեքները գերազանցող ռեժիմներում $I=f(P, V)$ ֆունկցիայի վերականգնման համար ընդունվել է

$$\ell n I = a_0 + a_1 \ell n V + a_2 \ell n P \quad (5)$$

տիպի մաթեմատիկական մոդել: Արդյունքները մշակվել են փոքրագույն քառակուսիների եղանակով՝ ԷՀՄ-ի միջոցով: Որոշելով մոդելի a_0 , a_1 , a_2 անհայտ պարամետրերը՝ ստացվել է ֆունկցիայի հետևյալ տեսքը՝

$$I = \frac{V^{2,8850} \cdot P^{1,2968}}{e^{3,7196}} : \quad (6)$$

Քանի որ նյութի կարծրությունը հակադարձ համեմատական է մաշվածությանը, ապա ընտրած կախվածությունը պետք է ենթարկվի պարաբոլային օրենքին և $I=f(P, V)$ ֆունկցիայի մաթեմատիկական նկարագրման ժամանակ հաշվի է առնվել նաև կարծրության արժեքը:

$Z=aq^m+b$ տիպի աստիճանային ֆունկցիաների գործակիցների որոշման համար հավասարումը բերվել է գծային տեսքի, ինչի համար առանցքի վրա կառուցվել է $Q=q^m$ -ի համար ֆունկցիոնալ սանդղակ:

Այնուհետև, կիրառելով միջինների եղանակը և բաժանելով փորձնական տվյալները մոտավորապես հավասար երկու խմբերի՝ ստացվել է հետևյալ համակարգը.

$$\begin{cases} a \sum_{i=1}^m f(Q_i) + mb = \sum_{i=1}^m z_i \\ a \sum_{i=m+1}^n f(Q_i) + (n-m)b = \sum_{i=m+1}^m z_i : \end{cases} \quad (7)$$

$Z=aq^2+b$ պարաբոլային կախվածության որոշման համար փորձարկումների արդյունքների հիման վրա կազմվել է աղյուսակ 2-ը:

a և b գործակիցների որոշման համար կիրառվել է վերը նշված հավասարումների համակարգը: Տեղադրելով համապատասխան արժեքները՝ ստացել ենք՝

$$\begin{cases} 159 \cdot 10^4 a + b = 1,25, \\ 45 \cdot 10^4 a + b = 2,44 \end{cases} \quad (8)$$

Աղյուսակ 2

Մաշվածության հաշվարկային արժեքները և փորձարկումների արդյունքները

HB	μ_{d}	μ_{p}	P	V	$I_{\text{փորձ}}$	$I_{\text{հաշվ}}$
1500	2320	6440	2	1	0,7	0,8
			3	1	1,2	1,4
			2	3	1,0	1,0
			1	5	0,8	0,6
			3	7	41,1	36,6
			1	9	12,5	14,6
			2	9	30,2	37,0
			1	11	30,0	22,7
			3	11	100,0	99,3

համակարգը, որտեղից $a = -0,0104 \cdot 10^4$, $b = 2,908 \cdot 10^4$: Հետևաբար՝

$$z = -0,0104 \cdot 10^4 \cdot q^2 + 2,908, \quad (9)$$

$$z = -0,0104 \cdot 10^4 \cdot HB^2 + 2,908:$$

[4] աշխատանքում հարաբերական մաշվածության կախվածությունը կարծրությունից և ֆազերի միկրոկարծրությունից ներկայացված է

$$Z = [f(HB)]^k \frac{\mu_{\text{d}}}{\mu_{\text{p}}} \quad (10)$$

տեսքով, որտեղ μ_{d} -ն, μ_{p} -ն՝ մայր ֆազի և մետաղաթելքի միկրոկարծրություններն են:

Տեղադրելով համապատասխան արժեքները՝ կստանանք՝

$$Z = \left(-\frac{0,0104 HB^2}{10^4} + 2,9080 \right)^{\frac{2,8 \cdot \mu_{\text{d}}}{\mu_{\text{p}}}} : \quad (11)$$

Արդյունքում ստացվել է չոր շփման ժամանակ մաշվածության որոշման բանաձևը վերջնական տեսքով՝

$$I = \left(-\frac{0,0104 HB^2}{10^4} + 2,9080 \right)^{\frac{2,8 \cdot \mu_{\text{d}}}{\mu_{\text{p}}}} \cdot (0,1V + 0,6P - 0,5), \quad (12)$$

$$I = \left(-\frac{0,0104HB^2}{10^4} + 2,9080 \right)^{\frac{2,8 \cdot \mu_p}{\mu_p}} \cdot \left(\frac{V^{2,8850} \cdot P^{1,2968}}{e^{3,7196}} \right), \quad (13)$$

որտեղ I-ն մաշվածքի մեծությունն է, մկմ/կմ, HB –ն՝ նյութի կարծրությունը, $U\eta w$, P՝ տեսակարար բեռնվածությունը, $U\eta w$, V՝ սահքի արագությունը, մ/վ, μ_p ՝ մայրակի միկրոկարծրությունը, $U\eta w$, μ_p ՝ մետաղաթելքի միկրոկարծրությունը, $U\eta w$:

Ինչպես երևում է աղյուսակ 2-ից, բանաձևով որոշված մաշվածության արժեքների և փորձարկումների արդյունքների տարբերությունն աննշան է, ուստի բանաձևը կարելի է կիրառել գործնական հաշվարկների համար:

Հակաշփական հատկությունների ուսումնասիրություններն իրականացվել են շփման CMX-2 մեքենայի վրա: Ընտրվել են փորձարկումների հետևյալ ռեժիմներ՝ շփման տեսակը՝ սահքի, արագությունը 1-ից մինչև 6 մ/վ, բեռնվածությունը 1...20 $U\eta w$, շփման միջավայրը՝ սահմանային շփում: Շփումն իրականացվել է անշարժ կոճղակ-պտտվող սկավառակ սխեմայով: Որպես անշարժ կոճղակ օգտագործվել են ուղղանկյունաձև անձակոտկեն կոճղակներ (0,5 սմ² բանվորական մակերեսով): Հակամարմին է հանդիսացել պողպատ 45-ից պատրաստված գլանիկը (HRC 50-52): Բեռնվածությունը փոփոխվել է աստիճանաբար՝ 1 $U\eta w$ քայլով և յուրաքանչյուր բեռնվածության տակ մինչև շփման գործակցի և մաշվածքի կայունացումը պահումով: Բեռնվածության յուրաքանչյուր աճի ժամանակ գրանցվել են շփման ուժն ու մաշվածքը:

Աղյուսակ 3-ում բերված են բեռնվածության և սահքի արագության ազդեցությունը շփման գործակցի և մաշվածության վրա: Սահքի արագության մեծացումով շփման գործակցը փոքրանում է, այնուհետև՝ կայունանում: Շփման գործակցի փոփոխության բնույթը կապված է ֆրիկցիոն տաքացման հետ, որը բերում է քսուքային մասնիկների վերակոդմնորոշմանը և շփվող մակերեսի վրա բազային հարթություններով դասավորմանը: Բազային հարթությունները շփման ուղղությամբ ունեն ցածր ամրություն, ինչը հանգեցնում է սկզբնական փուլում շփման գործակցի փոքրացմանը: Ջերմակայունության ջերմաստիճանի գերազանցման և թաղանթի քայքայման հետևանքով դիտվում է շփման գործակցի աճ:

Աղյուսակ 3

Տեսակարար բեռնվածության (P) և սահքի արագության (V) ազդեցությունը շփման գործակցի (f) և մաշվածության (I) վրա (սահմանային շփում)

P	f	I	f	I	f	I
$U\eta w$		մկմ/կմ		մկմ/կմ		մկմ/կմ
	V=1մ/վ		V=2մ/վ		V=3մ/վ	
5	0,025	0,50	0,023	1,1	0,021	1,8
10	0,025	0,10	0,021	1,4	0,020	2,0
15	0,025	0,80	0,021	1,7	0,020	2,2
	V=4մ/վ		V=6մ/վ			
5	0,021	2,6	0,022	2,8		
10	0,020	2,7	0,022	3,0		
15	0,020	2,8	0,580	21,0		

Ջերմաստիճանի, ճնշման և դեֆորմացիաների ազդեցության տակ տեղի են ունենում դիֆուզիոն և ադսորբցիոն գործընթացներ, որոնք զուգորդվում են շփվող մակերևույթների միջավայրի և քսանյութերի հետ փոխազդեցությամբ:

Չոր շփման պայմաններում հետերոգեն կառուցվածքով նյութի աշխատանքը կարելի է բացատրել հետևյալ կերպ: Նյութի հարմարեցումից հետո արտաքին բեռնվածությունն իր վրա է վերցնում առավելագույն միկրոկարծրություն ունեցող ֆազը: Արտաքին բեռնվածության ազդեցության տակ նախ դեֆորմացվում է ավելի ցածր միկրոկարծրություն ունեցող մայրակը: Կոնտակտի մակերևույթների վրա շփման ուժերի ազդեցության տակ պինդ քսուքի ներկայությամբ տեղի է ունենում երկրորդային կառուցվածքների առաջացում, որով ապահովվում է մեխանիկական հասկությունների դրական գրադիենտ: Մաշվածությունը և շփման գործակիցը փոքրացնող բաժանարար թաղանթների առաջացմանը նպաստում է պինդ քսուքի սահքի ցածր լարումը: Սահքը կարող է տեղի ունենալ հետևյալ պայմանի դեպքում [5].

$$P \cos(90 - \varphi) + F \geq Q_0 \alpha - \tau_G + \tau_S, \quad (14)$$

որտեղ $p=qk$ -ն միավոր մակերեսի վրա բեռնվածությունն է (q -արտաքին բեռնվածությունն է մեկ միավոր կարծր ֆազի վրա, k -ն՝ կարծր ֆազերի քանակը միավոր մակերեսի վրա), F -ը՝ շփման ուժը, Q_0 -ն՝ քսուքային շերտի սահքի դիմադրությունը, α -ն՝ ընդհանուր մակերեսի բաժնեմասը, որտեղ տեղի է ունեցել կամրջակների առաջացում, τ_G -ն՝ սահքի ժամանակ նյութի ամրացմամբ պայմանավորված բեռնվածությունը, τ_S -ը՝ ջերմաստիճանային լարումը:

Շփման զույգերի դեֆորմացումից խուսափելու համար բեռնումը պետք է իրականացվի առաձգական գոտում: Օգտագործելով առաձգականության տեսությունը, համաձայն որի ուժի և դեֆորմացման միջև գոյություն ունի հետևյալ կապը, ստացվել է՝

$$\varepsilon = 1.231 \sqrt{(q_i / E)^2 \cdot (1 / R)}, \quad (15)$$

որտեղ ε -ը միավոր հատիկի վրա ազդող արտաքին q_i ուժի ազդեցության տակ մայրակի դեֆորմացիան է, E -ն՝ մայրակի առաձգականության մոդուլը, R -ը՝ կարծր մասնիկի տրամագիծը:

Շփման հանգույցում ընդհանուր թույլատրելի բեռնվածությունը որոշվում է

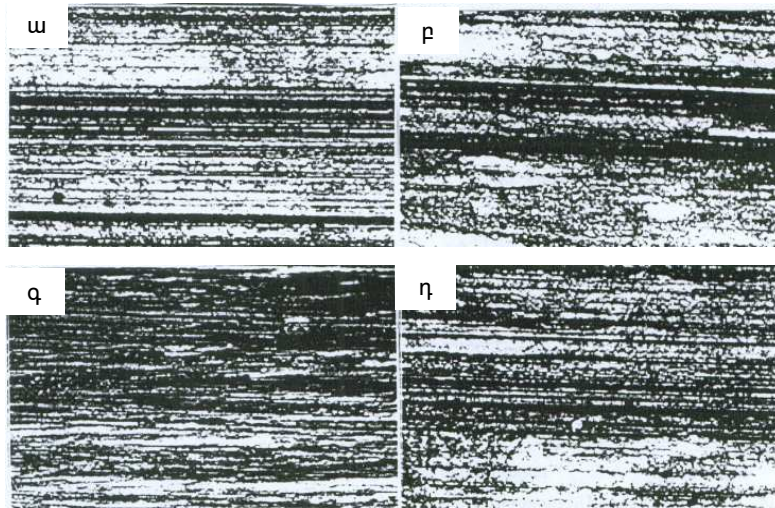
$$Q = \frac{18d^2 a^2 I \sigma_h^3}{E^2 \delta \pi^2 (1 + f^2)} \quad (16)$$

բանաձևով, որտեղ d -ն գլանական մակերևույթի մակերեսն է, a -ն՝ միավոր մակերեսին ընկնող կարծր մասնիկների գումարային մակերեսը, I -ը՝ փաստացի կոնտակտի երկարությունը, σ_h -ն՝ շփման գոտում տվյալ ջերմաստիճանում նյութի համեմատականության սահմանը, E -ն՝ շփման գոտում տվյալ ջերմաստիճանում մայրակի առաձգականության մոդուլը, δ -ն՝ լիսեռի և իրանի միջև նոմինալ բացակի մեծությունը, f -ը՝ շփման գործակիցը:

5 *ՄՊա* բեռնվածության տակ 4...5 *րոպեի* ընթացքում թաղանթի հաստությունը հասնում է 0,02 *մմ*: Բեռնվածության և սահքի արագության մեծացումով տեղի է ունենում թաղանթի քայքայում, որը զուգակցվում է նյութի կատաստրոֆիկ մաշումով: Ինչպես չոր, այնպես էլ սահմանային շփման պայմաններում թաղանթ է առաջանում նաև հակամարմնի վրա: Թաղանթի հաստությունը չի գերազանցում 0,01...0,02 *մմ*, ընդ որում՝

բեռնվածության և սահքի արագության մեծացման հետևանքով դիտվել են նաև քայքայման հետքեր:

Թաղանթի միներալոգիական վերլուծության արդյունքում հայտնաբերվել են պինդ քսուքի թեփուկներ, որոնք կողմնորոշված են սահքի ուղղությամբ: Դա բացատրվում է նրանով, որ պղնձի սուլֆիդը շերտավոր կառուցվածքով միացություն է և հեշտությամբ ենթարկվում է տեքստուրացման, քանի որ շերտերի միջև կապերի ամրությունը շատ ավելի փոքր է շերտում կառուցվածքային տարրերի կապի ամրությունից: Մակերևույթների քիմիական բաղադրությունները նման են միմյանց և պարունակում են մակրոքանակություններով պղինձ և նիկել: Սահմանային շփման ժամանակ հակամարմինների վրա թաղանթի առաջացումը բացատրվում է նյութի միկրոտեղափոխությամբ [6]: Այն աչքի է ընկնում անընդհատությամբ, ուստի և ավելի մեծ երկարակեցությամբ (նկ. 6):



Նկ.6. Նմուշների (ա, գ) և հակամարմինների (բ, դ) շփվող մակերևույթների միկրոկառուցվածքները չոր (ա, բ) և սահմանային (գ, դ) շփման ժամանակ

Նմուշների ամրությունը, հարաբերական երկարացումը, կարծրությունը և հարվածային մածուցիկությունը որոշվել են ԳՈՍՏ 8905-58, ԳՈՍՏ 1497-84, ԳՈՍՏ 13406-67 և ԳՈՍՏ 26528-85-ի համաձայն:

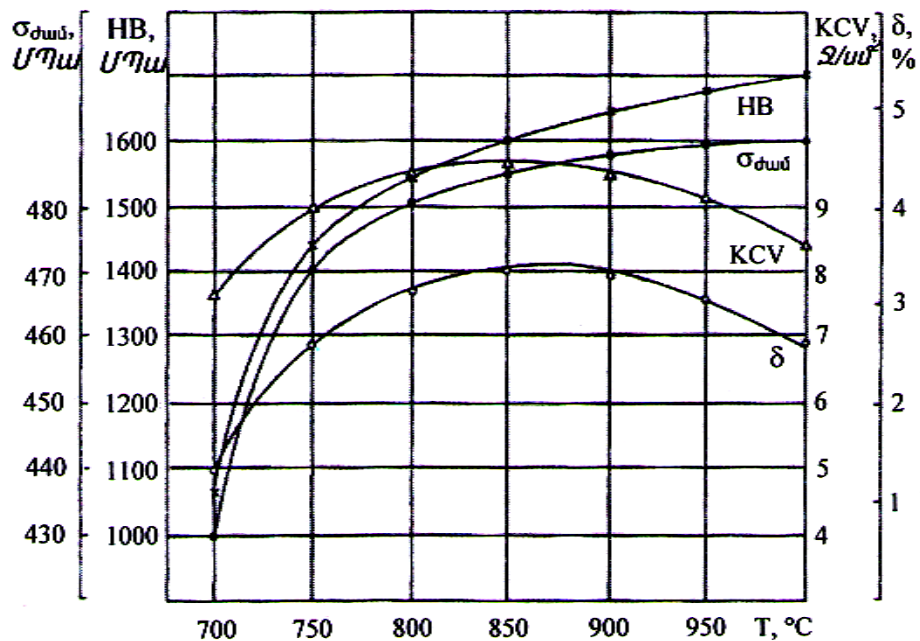
Համաձուլվածքի փորձարկումները ցույց են տվել, որ այն օժտված է բարձր հարվածային մածուցիկությամբ ($KCV=7,8 \text{ Ջ/սմ}^2$), ամրությամբ ($(\sigma_{\text{ամ}}=481 \text{ ՄՊա})$), կարծրությամբ ($HB=1500 \text{ ՄՊա}$) և պլաստիկությամբ ($(\epsilon=4,3 \text{ \%})$): Հետաքրքրական են համաձուլվածքի մեխանիկական փորձարկումների արդյունքները՝ կախված տաք արտամղման ջերմաստիճանից: Նմուշները ենթարկվել են տաք արտամղման 700, 800, 900 և 1000°C-ում ($\lambda = 4$): Որոշվել են կարծրությունը, ամրությունը, հարվածային մածուցիկությունը և պլաստիկությունը: Ինչպես երևում է նկ. 7-ից, տաք արտամղման ջերմաստիճանի՝ մինչև 900°C բարձրացման դեպքում կտրուկ աճում են համաձուլվածքի ամրային և պլաստիկ հատկությունները: 900°C-ից բարձր տեղի է ունենում հատիկների աճ և պլաստիկությունը նվազում է:

Հատուկ հետաքրքրություն է ներկայացնում հակաշփական համաձուլվածքի ջերմահաղորդականությունը: Այն չափվել է ստանդարտ եղանակով գլանական նմուշների վրա և հաշվարկվել

$$N = \frac{WL}{\Delta TS} \varphi_{in}/\varphi_{out} \quad (17)$$

բանաձևով [6], որտեղ N -ն ջերմահաղորդականությունն է, W -ն՝ միավոր ժամանակահատվածում անցնող ջերմության քանակությունը, L -ը՝ նմուշի երկարությունը, ΔT -ն՝ նմուշի ջերմաստիճանային գրադիենտը, S -ը՝ նմուշի ընդլայնական հատույթի մակերեսը:

Մշակված համաձուլվածքի ջերմահաղորդականությունը կազմում է մոտ 70 $\varphi_{in}/\varphi_{out}$, մինչդեռ պղնձի հիմքով հայտնի համաձուլվածքներինը մոտ 50...60 $\varphi_{in}/\varphi_{out}$ [1]:



Նկ.7. Համաձուլվածքի մեխանիկական հատկությունների կախվածությունը եքստրուզիայի ջերմաստիճանից

Կատարված համալիր հետազոտությունների արդյունքում մշակել է պղնձի հիմքով ամրանալորված հակաշփական փոշեհամաձուլվածքների ստացման տեխնոլոգիա, որն իր մեջ ներառում է մետաղափոշիների և մետաղաթելքերի բաժնեմասերի կշռում, բովախառնուրդի պատրաստում, սառը մամլում, տաք արտամղում, թրծում և մեխանիկական մշակում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Федорченко И.М., Пугина Л.И.** Композиционные спеченные антифрикционные материалы.- Киев: Наукова Думка, 1980.-404с.
2. **Աղբալյան Ս.Գ., Կարապետյան Գ.Խ., Զաքարյան Ա.Հ., Պետրոսյան Ա.Ա., Հովհաննիսյան Ս.Ա.** Չոր և սահմանային շփման պայմաններում աշխատող պլուսինային հակաշփական համաձուլվածքի կառուցվածքի և հատկությունների հետազոտումը // Հայաստանի ճարտարագիտական ակադեմիայի լրաբեր.- 2008.- Հատոր 5, №1.- էջ 74-79:
3. **Грановский Г.И., Грановский В.Г.** Резание металлов.- М.: Высшая школа, 1985.-304 с.
4. **Карапетян Г.Х.** Разработка и исследование технологии получения спеченных антифрикционных материалов, содержащих серу и селен, предназначенных для тяжело нагруженных узлов трения: Автореф. дис. ... канд. техн.наук. - Киев, 1975.- 28 с.
5. **Заболотный Л.В.** Распределение напряжений в антифрикционных композиционных материалах // Порошковая металлургия.-1979.- N 11.-С. 51-58.
6. **Крагельский И.В.** Трение и износ.-М.: Машиностроение, 1968.- 478с.

ՀՊՃՀ: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 01.02.2009:

С.Г. АГБАЛЯН, А.А. ПЕТРОСЯН, А.С. АГБАЛЯН, Г.А. ВАСИЛЯН ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ АРМИРОВАННЫХ АНТИФРИКЦИОННЫХ ПОРОШКОВЫХ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ МЕДИ

В результате комплексных исследований разработан антифрикционный порошковый сплав нового класса на основе меди, армированный стальными волокнами, работающий в условиях сухого и граничного трений. В качестве твердой смазки использован дисульфид молибдена местного производства. Исследованы антифрикционные свойства разработанного сплава Cu+Ni+X18H9T+MoS₂. Изучены химический и фазовый составы вторичной структуры, которая является непрерывной и обладает высокой долговечностью.

Ключевые слова: медь, никель, стальное волокно, твердая смазка, порошковый сплав, сухое трение, граничное трение, вторичная структура, износ, коэффициент трения, прочность, твердость.

S.G. AGHBALYAN, A.A. PETROSYAN, A.S. AGHBALYAN, G.A. VASILYAN RESEARCH OF PROPERTIES OF THE REINFORCED POWDER ALLOYS ON THE BASIS OF COPPER

As a result of complex researches the antifrictional powder alloy of a new class on the basis of the copper reinforced by steel fibres, working in the conditions of dry and boundary friction is developed. As firm greasing molybdenum disulfide of local manufacture is used. Antifrictional properties of developed alloy Cu+Ni+X18H9T+MoS₂ are investigated. Irradiating chemical and phase contents of secondary structure are studied. It is continuous and possesses high durability.

Keywords: copper, nickel, steel fibre, firm greasing, powder alloy, dry friction, boundary friction, secondary structure, deterioration, friction factor, durability, hardness.