

Ն.Գ. ՄԵԼԻՔՄԵԹՅԱՆ, Կ.Վ. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ, Ա.Ն. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ,
Վ.Վ. ՍԱՐՈՅԱՆ

**ՄԵՏԱՂԱՊՈԼԻՄԵՐԱՅԻՆ ՇՓԱՀԱՆԳՈՒՑՑՆԵՐՈՒՄ ԻՆՔՆԱՅՈՒՂՄԱՆ
ՄԵԽԱՆԻԶՄԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ ԵՎ ԴԻՖՈՒԶԻՈՆ ՍՈՂԵԼԻ ՄՇԱԿՈՒՄԸ**

Մետաղապոլիմերային շփահանգույցների ինքնայուղման մեխանիզմի ուսումնասիրման և շփանյութափոխանցման թաղանթի առաջացման դիֆուզիոն մոդելի հիման վրա բացահայտվել է շփման ընթացքում տեղի ունեցող դիֆուզիոն պրոցեսների և ձևավորված շփանյութափոխանցման թաղանթների միջև անալիտիկ կապը: Առաջարկվել է մետաղապոլիմերային շփակցորդամբ առաջացած պոլիմերային թաղանթների հաստության գնահատման հաշվարկային մեթոդիկա, ինչը հնարավորություն է ընձեռում որոշելու մեքենաների շփահանգույցների երկարակեցությունը:

Առանցքային բառեր. պոլիմեր, շփանյութափոխանցում, ինքնայուղում, դիֆուզիա, թաղանթի հաստություն, մաշակայունություն:

Ներածություն: Հայտնի է, որ հակաշփական ինքնայուղվող պոլիմերային նյութերի շփման ընթացքում մաշման պրոցեսները հիմնականում պայմանավորված են մետաղական հակամարմնի վրա առաջացած շփանյութափոխանցման թաղանթով, որը ադիզիոն մաշման և ինքնայուղման մեխանիզմի գլխավոր գործոնն է: Շահագործման ցանկացած պայմաններում պոլիմերային նյութերի շփման մակերևույթների վրա բարդ կառուցվածքով, բաղադրությամբ և յուղման հատկություններով օժտված շփանյութափոխանցման (ՇՆՓ) թաղանթների ձևավորումը հիմնական մակրոսկոպիկ երևույթն է շփման ժամանակ, որով տարբերվում են պոլիմերային և մետաղային նյութերը, և այս երևույթը կարևոր դեր ունի առանց յուղման շփման պայմաններում պոլիմերների ինքնայուղման մեխանիզմում [1]:

Պոլիմերների ՇՆՓ և ինքնայուղման մեխանիզմի վերաբերյալ ժամանակակից հետազոտությունները վերլուծելիս առաջին հերթին պետք է նշել դեռևս անցյալ դարի կեսերին Կրագելսկու կողմից ձևակերպված արտաքին շփման հիմնական պայմաններից մեկը՝ դրական գրադիենտի կանոնը, համաձայն որի արտաքին շփումն ապահովելու համար տեղաշարժի դիմադրությունը պինդ մարմինների հպման գոտում պետք է լինի ավելի փոքր, քան որոշակի խորության վրա: Այսինքն՝ կատարվում է հետևյալ պայմանը՝ $\partial\sigma/\partial z > 0$, ինչը նշանակում է, որ պինդ մարմնի մակերևույթի վրա առկա է թաղանթ՝ ցածր տեղաշարժի դիմադրությամբ, և կարելի է ասել՝ պոլիմերների նյութափոխանցումը մակերևույթային շերտերում դրական գրադիենտի ձևավորման ինքնուրույն ձևերից մեկն է [2]:

ՇՆՓ երևույթը գիտնականների կողմից բացատրվել է տարբեր տեսական մոտեցումներով [1]՝ հիմնված զուտ մեխանիկական, էներգետիկական, ջերմաֆիզիկական չափորոշիչների կամ մոլեկուլյար ուժերի էլեկտրամագնիսական տեսության վրա: Այս երևույթի ավելի խոր ուսումնասիրմանն առանձնապես նպաստել է փորձարարական մեթոդների զարգացումը: Ներկայումս հայտնի են այս երևույթի հետազոտման շուրջ 40 փորձարարական մեթոդներ [3], որոնք հնարավորություն են տալիս կատարելու մակերևույթների քիմիական և ֆիզիկամեխանիկական վերլուծություններ, կառուցվածքի հետազոտում, քանակական չափումներ և այլն:

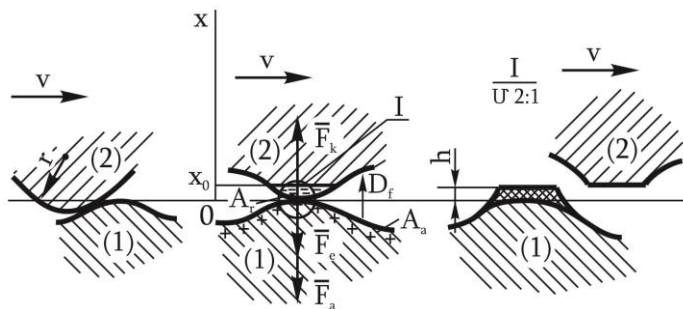
Խնդրի դրվածքը և մեթոդիկայի հիմնավորումը: Ներկա փուլում շփանյութագիտության զարգացման կաևորագույն խնդիրը ամուր և համասեռ շփանյութափոխանցման թաղանթների ստեղծման միջոցով շփահանգույցի աշխատունակության և երկարակեցության բարձրացումն է: Դա գիտական մեծ հետաքրքրություն է ներկայացնում նոր կոմպոզիտային ինքնայուղվող պոլիմերային նյութերի նպատակային ստեղծման, ինչպես նաև ժամանակակից շփագիտական համակարգերի շահագործման հատկությունների բարձրացման առումով [4-9]:

ՇՆՓ թաղանթի աշխատունակության բարձրացման հեռանկարային մեթոդներից է համապատասխան լցանութերի օգտագործմամբ մետաղական հակամարմնի վրա ինքնայուղման թաղանթի ադիզվող անհրաժեշտ ամրության ապահովումը: Այդ առումով մեծ հետաքրքրություն է ներկայացնում նաև հայկական հանքային ձևափոխված լցանյութերի (տրավերտին, բենտոնիտ)՝ ՇՆՓ թաղանթի առաջացման պրոցեսի, կառուցվածքի, բաղադրակազմի և ադիզվող ունակության վրա ազդեցության ուսումնասիրությունը: Դիտարկվել է շփման երկու փուլ՝ զելման (10 րոպե) և հավասարակշռված մաշման (6 ժամ), իսկ փորձերը կատարվել են IM-58 ճակատային շփման լաբորատոր մեքենայի վրա: ՇՆՓ թաղանթի կառուցվածքային, մանրադիտակային հետազոտությունը հնարավորություն է տալիս բացահայտելու ոչ միայն քանակական, այլ նաև որակական փոփոխությունները մեքենաների մետաղապոլիմերային շփագույգերում: Ստացված արդյունքների հիման վրա բացահայտվում են շփագույգերում և լցանյութերում ֆիզիկաքիմիական պրոցեսները:

Շփանյութափոխանցման երևույթին վերաբերող արդի հետազոտությունների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ դրանցից ոչ մեկը չի տալիս այդ երևույթի ֆիզիկական լրիվ հիմնավորումը, ինչը բացատրվում է շփակցորդման ընթացքում տեղի ունեցող պրոցեսների բարդությամբ: ՇՆՓ թաղանթի առաջացումն ու ինքնայուղման մեխանիզմի օրինաչափությունների բացահայտումը, ինչպես նաև այդ թաղանթների ձևավորման վերլուծությունը հնարավորություն են տալիս պարզաբանելու շփման համակարգում ընթացող պրոցեսները՝ կախված նյութերի տեսակից ու կառուցվածքից, քիմիական ակտիվությունից, շահագործման պայմաններից և այլն: Վերջնահաշվով դա շփման և մաշման պրոցեսները կառավարելու հնարավորություն է ընձեռում: Շփանյութափոխանցումը բնութագրող համապիտանի բանաձևերի որոնումը բավականին բարդ է, քանի որ յուրաքանչյուր շփագույգ ունի իրեն հատուկ բեռնվածքի, արագության և ջերմաստիճանի օպտիմալ հարաբերակցությունը:

Մետաղապոլիմերային հանգույցներում ՇՆՓ թաղանթի ձևավորման մեխանիզմի առկա մոդելները կարելի է ամփոփել որպես՝ ա) մեխանիկական, բ) ֆիզիկաքիմիական, գ) ադիեզիոն-մեխանիկական և դ) ադիեզիոն-էներգետիկական [1]: Շփանյութափոխանցման ադիեզիոն-էներգետիկական տեսությունն առանձնանում է տեսական ու փորձարարական արդյունքների բարձր կոռելյացիայով և կիրառական հաշվարկների համեմատական դյուրինությամբ: Այս մոդելի հիմնական թերությունը ցածր p_v բեռնվածության պայմաններում նրա կիրառման սահմանափակությունն է: Դիֆուզիայի ազդեցությունը ՇՆՓ թաղանթի ձևավորման մեխանիզմի վրա գերծ է նման սահմանափակումից: Շփաջերմաստիճանային գրադիենտի և տեղային բարձր բեռնվածքների ազդեցության ներքո մետաղի ատոմները դիֆունդվում են պոլիմերում: Հարակցային մակերեսի առանձին տեղամասերում ադիեզիոն և էլեկտրաստատիկ ուժերի շնորհիվ առաջանում են միջմոլեկուլային կապեր (նկ.), որոնք կարող են դիմակայել սահքի շոշափող լարումներին: Արդյունքում՝ հպվող նյութերից ամրությամբ ավելի պակաս պոլիմերում տեղի է ունենում մակերևութային շերտի որոշ տեղամասերի խզում: Առանձնացված մասնիկները փոխանցվում են մետաղական հակամարմնի վրա և առաջացնում պոլիմերային թաղանթ: Այդպիսի մոդելի առկայությունը նպաստում է ՇՆՓ երևույթի հիմքով ինքնայուղման մեխանիզմի բացահայտմանը, ֆիզիկական հիմնավորված հաշվարկային մեթոդի մշակմանն ու կիրառությանը:

Հետազոտության արդյունքները: ՇՆՓ թաղանթների ձևավորման մեխանիզմը դիտարկվել է հարակցային փոխազդեցության ֆիզիկաքիմիական մեխանիզմի՝ պլաստիկ դեֆորմացման, դիֆուզիոն պրոցեսների, ադիեզիոն-կոհեզիոն միջմոլեկուլային փոխազդեցության, պոլիմերի հիմնական շղթայի ապապոլիմերացման, մակերևութային շերտերի շփաէլեկտրականացման դրույթների հիման վրա:



Նկ. ՇՆՓ թաղանթի ձևավորումը մետաղ (1) – պոլիմեր (2) շփահամակարգում:

ա) միկրոանհարթությունների փոխազդեցությունը շփման սկզբնական փուլում, բ) միկրոանհարթությունների առավելագույն հարակցման փուլը, գ) պոլիմերի մակերևութային շերտի մասնիկների անջատումը և ՇՆՓ թաղանթի ձևավորումը

Կատարվել են մետաղի ատոմների դիֆուզիայի տեսական հետազոտությունները պոլիմերային հիմքով կոմպոզիտային նյութի հետ շփման ընթացքում: Քանի որ

դիֆուզիոն մետաղի կոնցենտրացիան փոփոխվում է ժամանակի ընթացքում, ուստի այդպիսի ոչ ստացիոնար հոսքը պատկերվում է Ֆիկի երկրորդ օրենքի բանաձևով՝

$$\frac{\partial C(x,t)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[D_f \frac{\partial C(x,t)}{\partial x} \right], \quad (1)$$

$$C(x, 0) = 0,$$

$$C(0, t) = \delta t \left(1 + \frac{1-t}{t_0} \right), \quad C(x_0, t) = 0, \quad (2)$$

որտեղ $C(x,t)$ -ն մետաղի ատոմների կոնցենտրացիան է x մակերևույթի վրա t ժամանակում, $D_f = g a^2 \frac{k\theta}{\hbar} \exp(-E_\alpha / k\theta)$ ՝ դիֆուզիոն տեղաշարժի գործակիցը, g -ն՝ երկրաչափական գործոնը, α -ն՝ ատոմի տրամագիծը, k -ն՝ Բոլցմանի հաստատունը, $\hbar$ -ն՝ Պլանկի հաստատունը, θ -ն՝ մակերևութային ջերմաստիճանը, $E_\alpha = E_0 + \beta_0 b^2 P_\alpha^{2/3} - \alpha_0 / 2(c^2 t^2 + \sigma_s^2)$ -ը՝ մետաղի ատոմների ակտիվացման էներգիան, E_0 -ն՝ մինչև շփումը ակտիվացման ազատ էներգիան, $\beta_0 = \frac{k_\sigma^2}{2K} V_0$, k_σ -ն՝ ատոմային կապերի գերլարումը հաշվի առնող գործակիցը, V_0 -ն՝ ատոմի ծավալը, K -ն՝ ծավալային սեղմման մոդուլը, $\alpha_0 = \frac{k_\sigma^2 V_0}{6G}$, G -ն՝ սահքի մոդուլը, b , c -ն՝ նյութի առաձգական հատկությունները և շփման մակերևույթների խորդուրդության երկրաչափական պարամետրերը բնութագրող գործակիցները, P_α -ն՝ տեսակարար բեռնվածքը, σ_s -ը՝ հոսունության սահմանը, $\tau = f P_\alpha$ ՝ տեսակարար շփման ուժը, f -ը՝ շփման գործակիցը, $\delta = c_0/t_0$, $c_0 = p/m$ -ը՝ կոնցենտրացիայի արժեքը $x=0$ մակերևույթի վրա, ρ -ն՝ պողպատի խտությունը, m -ը՝ պողպատի ատոմի զանգվածը, t_0 -ն՝ գործընթացի տևողությունը:

Փորձարարական տվյալների հիման վրա, լուծելով (1), (2) խնդիրը վերջավոր տարբերությունների մեթոդով, ստանում ենք թվային մոտավոր արժեքները $C(x, t)$ ֆունկցիայի x , t դիսկրետ արժեքների դեպքում: Բացահայտվել է մետաղի դիֆուզիոն մասնիկների կոնցենտրացիայի, թափանցելիության խորության և փորձարկումների տևողության միջև կոռելյացիոն կապը՝

$$C(x, t) = \delta \left(t - \frac{(t-1)t}{t_0} \right) \cdot \left(1 - \frac{x}{x_0} \right) + \psi \delta t e^{-E_\alpha / k\theta} \sin \frac{\pi}{x_0} x, \quad (3)$$

որտեղ $\psi = 1.3 x_0^2 \hbar / g a^2 k t_0 \theta$:

Հետազոտությունների արդյունքները ցույց են տվել, որ կատարվող դիֆուզիոն պրոցեսների ուժգնությունն ավելի մեծ է տրավերտինի և բենտոնիտի լցանյութերով կոմպոզիտային պոլիմերային նյութերի և մետաղի (պողպատ 45) շփումից հետո, քան հայտնի պոլիմերային նյութերի դեպքում (USU-2, Էստերան-51, ՖԴՀ): Հաստատված է, որ պոլիմերային նյութի մեջ ավելի ակտիվ դիֆուզիոն մետաղի ատոմների շնորհիվ ձևավորված ՇՆՓ թաղանթներն ունեն բարձր ադիզիոն կաշնություն մետաղի հետ, ինչն ապահովում է մետաղապոլիմերային շփահանգույցի լավ աշխատունակությունը: Ցույց է տրված, որ դիֆուզիոն ատոմների ներթափանցման խորությունը մոտ է մետաղական մակերևույթի վրա ձևավորված ՇՆՓ թաղանթների հաստությանը: Պոլիմերի մակերևութային շերտի մասնիկների փոխանցումը մետաղական մակերևույթ տեղի է ունենում այն պահին, երբ կատարվում է հետևյալ պայմանը՝

$$F_{\alpha} + F_e \geq F_k, \quad (4)$$

որտեղ F_{α} -ն մետաղական և պոլիմերային մակերևութային շերտերի միջև ադիզիոն փոխազդեցության ուժն է, F_e -ն՝ երկու հակադիր լիցքավորված մակերևութային շերտերի միջև կուլոնյան էլեկտրաստատիկ ձգողության ուժը, F_k -ն՝ պոլիմերային շրթանների միջև կոհեզիոն միջմոլեկուլար ուժը: Բաժանելով (4) հավասարման բոլոր անդամները մակերևութի միավոր մակերեսին, կստանանք՝

$$W_{\alpha} + W_e \geq W_k, \quad (5)$$

որտեղ W_{α} -ն ՇՆՓ թաղանթի ադիզիոն ամրությունն է մետաղական հակամարմնի վրա, W_e -ն՝ միավոր մակերեսի վրա մակերևութային շերտերի էլեկտրաստատիկ փոխազդեցության ուժը, W_k -ն՝ պոլիմերային նյութի կոհեզիոն ամրությունը:

ՇՆՓ թաղանթի ադիզիոն և կոհեզիոն ամրությունը մետաղական հակամարմնի վրա գնահատվել է Դյուպրեի հայտնի արտահայտությամբ՝

$$W_{\alpha} = 2 (Y^{d_{s1}} Y^{d_{s2}})^{1/2} + 2(Y^{h_{s1}} Y^{h_{s2}})^{1/2}, \quad (6)$$

որտեղ $Y = Y^d + Y^h$, $(\mathcal{Q}/u^2) -$ ն d և h ցուցիչներով համապատասխանաբար մակերևութային ազատ էներգիայի բաշխման և ջրածնային կապերի ստեղծման բաղադրիչներն են (մակերևութային ազատ էներգիայի որոշման համար սովորաբար օգտագործվում է երկու տիպի հեղուկ՝ ջուր և մեթիլենյոդի)։

$$W_k = 2Y_{S2} N_A^{\frac{1}{3}} V_M^{\frac{2}{3}} n_M, \quad (7)$$

որտեղ Y_{S2} -ը պոլիմերային նյութի մակերևութային ձգվածությունն է, N_A -ն՝ Ավոգադրոյի թիվը, $6.02 \cdot 10^{23} \text{ մոլ}^{-1}$, V_M -ը՝ մոլի ծավալը, n_M -ը՝ մոլերի թիվը, որը որոշվում է նմուշի ծավալին մոլի ծավալի հարաբերությամբ:

ՇՆՓ թաղանթների ադիզիոն ամրության հաշվարկները ցույց են տվել, որ այն 1.2...1.3 անգամ մեծ է մշակված տեղական հանքանյութերի օգտագործումով կոմպո-

զիտային նյութերի շփման դեպքում՝ համեմատած հայտնի պոլիմերային նյութերի հետ: Հսկայական մակերևույթի միավոր մակերեսի վրա ազդող էլեկտրաստատիկ ուժը որոշվել է, ընդունելով մետաղական անհարթության ձևը հատած կոնի տեսքով՝

$$W_e = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon \Delta \varphi^2}{2H^3} \frac{A_\alpha}{A_r} \left(h + r - \sqrt{h^2 + r^2} \right), \quad (8)$$

որտեղ ε_0 -ն էլեկտրական հաստատունն է, ε -ը՝ պոլիմերային նյութի հարաբերական դիէլեկտրիկ թափանցելիությունը, r -ը՝ հարակցման հենամասի շառավիղը, $\Delta\varphi$ -ն՝ շփման գոտում պոտենցիալի տարբերությունը, h -ը՝ ՇՆՓ թաղանթի հաստությունը, A_α -ն՝ մակերևույթի անվանական մակերեսը, A_r -ը՝ հարակցման իրական մակերեսը:

Նշանակելով $\alpha = W_\alpha - W_k$, $\beta = \varepsilon_0 \varepsilon \Delta \varphi^2 \frac{A_\alpha}{A_r}$ և լուծելով (8) հավասարումը h -ի նկատմամբ՝ ստանում ենք հինգերորդ կարգի բազմանդամ՝

$$\alpha^2 h^5 + \alpha \beta h^3 + \alpha \beta r h^2 + 0.5 \beta^2 r = 0 : \quad (9)$$

Տվյալ (9) հավասարման լուծումը կատարվել է «Մաթեմատիկա» համակարգի միջոցով: Ցույց է տրված, որ առավել կոհերենտ թաղանթները ձևավորվել են պողպատյա հակամարմնի և բենտոնիտով ու տրավերտինով լցված կոմպոզիտների հետ շփումից հետո: Այդ թաղանթների հաստությունը 1,4...1,6 անգամ մեծ է հետազոտվող մյուս հայտնի կոմպոզիտների շփման ընթացքում առաջացած թաղանթների հաստությունից: ՇՆՓ թաղանթների հաստությունների հաշվարկային արժեքները (ադ.) լավ համադրվում են փորձարարական հայտնի տվյալների հետ: Բացահայտված է ոչ գծային կոռելյացիոն կապը թաղանթի հաստության և փորձարկման տևողության միջև՝

$$h(t) = (0,044t - 0,932)^{1/2}: \quad (10)$$

Աղյուսակ

ՇՆՓ թաղանթների հաստության հաշվարկային արժեքները
($t_0 = 60$ ր, $P_a = 1,91$ ՄՊա, $v = 0,78$ մ/վ)

Նյութը	Թաղանթի հաստությունը, հ, մկմ
ԱՏՄ-2	5,44
Էստերան-51	5,86
ՖՂՀ	6,30
ՖՂՀ+տրավերտին	8,12
ՖՂՀ+բենտոնիտ	8,93

ՇՆՓ թաղանթը, մետաղական մակերևույթի նկատմամբ սահմանափակ ադհեզիոն ամրություն ունենալով, ժամանակի ընթացքում կորցնում է իր կրողունակու-

թյունը, քայքայվում և դուրս է բերվում շփման գոտուց մաշման մասնիկների տեսքով: Այնուհետև թաղանթի ձևավորման գործընթացը վերսկսվում է՝ համաձայն (10) օրենքի: Առաջարկված մոդելը հնարավորություն է ընձեռում փորձարարական տվյալների հիման վրա հաշվարկելու ՇՆՓ թաղանթի հաստությունը, որի երկարակեցությունը և աշխատունակությունն ապահովում է մետաղապոլիմերային շփահանգույցի ինքնայուղման գործընթացի կայացումը:

Եզրակացություն: Համալիր հետազոտությունների արդյունքում բացահայտվել է շփանյութափոխանցման թաղանթի առաջացման պրոցեսը, որով պոլիմերը տարբերվում է մետաղից և որոշիչ դեր ունի առանց յուղման շփման պայմաններում մետաղապոլիմերային հանգույցի ինքնայուղման մեխանիզմում: Առաջարկվել է շփանյութափոխանցման թաղանթի ձևավորման մեխանիզմը՝ ադիզիոն, կոհեզիոն և էլեկտրաստատիկ ուժերի, ինչպես նաև մետաղապոլիմերային շփակցորդմամբ ընթացող դիֆուզիոն պրոցեսների հաշվառմամբ: Բացահայտվել է ոչ գծային կոռեկցիոն կապը դիֆուզիոն ատոմների կոնցենտրացիայի, դրանց ներթափանցման խորության և փորձարկման տևողության միջև, ինչպես նաև մշակվել է շփանյութափոխանցման թաղանթների հաստության գնահատման հաշվարկային մեթոդիկա:

Շփանյութափոխանցման և ինքնայուղման մեխանիզմի յուրահատկությունների վերաբերյալ փորձի և գիտելիքների իմացությունը հիմք է ստեղծում կոմպոզիտային ինքնայուղվող ավելի արդյունավետ պոլիմերային նյութերի մշակման և առանց յուղման պայմաններում շփահանգույցների նախագծման համար:

Հետազոտությունն իրականացվել է ՀՀ ԿԳՆ գիտության պետական կոմիտեի կողմից ՀԱՊՀ «Շփագիտություն» բազային գիտահետազոտական լաբորատորիային տրամադրած ֆինանսավորման շրջանակներում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. Трибология: Исследования и приложения. Опыт США и стран СНГ / Под ред. **В.А. Белого, К. Лудемы, Н.К. Мышкина.** - М.: Машиностроение, 1993. – 454 с.
2. **Крагельский И.В., Добычин М.Н., Камбалов В.С.** Основы расчетов на трение и износ. – М.: Машиностроение, 1977. – 525 с.
3. Основы трибологии (трение, износ, смазка) / Под общ. ред. **А.В. Чичинадзе.** – М.: Машиностроение, 2001. – 664 с.
4. **Погосян А.К., Карапетян А.Н., Оганесян К.В.** Трибохимические процессы и их влияние на фрикционные свойства антифрикционных полимеров // Тр. Межд. конф. “ПОЛИКОМТРИБ-2013”. – Гомель, 2013. – С. 184.
5. **Pogosian A.K., Karapetyan A.N., Hovhannisyan K.V.** Development of composite antifriction materials based on the thermoplastic polymers // Tribologia. – 2005. – N 5. – P. 111-119.

6. **Pogosian A.K., Bahadur S., Hovhannisyan K.V., Karapetyan A.N.** Investigation of the tribochemical and physicommechanical processes in sliding of mineral-filled formaldehyde copolymer composites against steel // *Wear*. – 2006.- N 260.– P. 662-668.
7. **Pogosian A.K., Hovhannisyan K.V., Isajanyan A.R.** Polymer friction transfer // *Encyclopedia: Springer Science*. – New-York, 2013. – P. 2585-2592.
8. **Պողոսյան Ա.Կ., Կարապետյան Ա.Ն., Զովհաննիսյան Կ.Վ.** Հակաշփական պոլիմերային նյութերի շփաքիմիական պրոցեսների ուսումնասիրությունը // ՀԳԱԱ և ՀՊՃՀ Տեղեկագիր. Տեխն. գիտ. սերիա. – 2014. - Հատ. LXVII, N4.– էջ 365-370:
9. **Карапетян А.Н., Оганесян К.В., Сароян В.В.** Влияние физико-механических и трибохимических процессов на формирование пленок фрикционного переноса // Труды Межд. научн.-техн. конф. "Поликомтриб–2015". – Гомель, Беларусь, 2015.- С. 96.

Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 16.02.2016:

Н.Г. МЕЛИКСЕТАН, К.В. ОГАНЕСЯН, А.Н. КАРАПЕТЯН, В.В. САРОЯН

РАЗРАБОТКА ДИФFUЗИОННОЙ МОДЕЛИ И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА САМОСМАЗЫВАНИЯ В МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ УЗЛАХ ТРЕНИЯ

На основе изучения механизма самосмазывания металлополимерных узлов трения и диффузионной модели образования пленок фрикционного переноса выявлена аналитическая связь между процессами диффузии при трении и формированием пленок фрикционного переноса. Предложена методика оценки толщины формирующихся в металлополимерном трибосопряжении пленок фрикционного переноса, что позволяет определить долговечность узлов трения машин.

Ключевые слова: полимер, фрикционный перенос, самосмазывание, диффузия, толщина пленки, износостойкость.

**N.G. MELIKSETYAN, K.V. HOVHANNISYAN, A.N. KARAPETYAN,
W.V. SAROYAN**

DEVELOPING THE DIFFUSION MODEL AND INVESTIGATING THE SELF-LUBRICATING MECHANISM IN METAL-POLYMER TRIBOUNITS

Based on the study of the self-lubricating mechanism of the metal-polymer tribounits and the diffusion model of the friction transfer film formation, the analytic correlation between the diffusion processes at friction and the friction transfer film formation is revealed. A method for estimating the friction transfer film thickness in the metal-polymer tribocontact is proposed, allowing to determine the durability of the friction units.

Keywords: polymer, friction transfer, self-lubrication, diffusion, film thickness, wear resistance.