

S.G. AGHBALYAN, N.A. ORYAN, A.M. MARTIROSYAN,
A.S. AGHBALYAN, KH.V. POGHOSYAN

**TECHNOLOGIES FOR PRODUCING METAL-DIAMOND COMPOSITE
MATERIALS USED IN STONE-PROCESSEING INDUSTRY AND THEIR
PECULIARITIES**

The technologies of manufacturing tools used in the stone processing, production and the relationship between the composition and structure of diamond-metal composite materials have been studied. It is shown that diamond-metal compositions, providing high productivity, which along with strength, impact strength and hardness, have some brittleness and antifriction properties, can also provide a self-sharpening condition, that is, wear the metal bond at a rate compatible with the surface layer diamond loss. From this point of view, the technologies of powder metallurgy of the diamond-metal tool production from metallized by thermal diffusion method diamonds and copper-tin bonds are of great interest, which are alloyed with brittle, or such components that form brittle phases with the matrix.

Keywords: composite material, diamond powder, bond, diamond-metal tools, stone processing, strength, impact strength, hardness, phase, structure.

ՀՏԴ 621.81: 621.89

Ս.Գ. ԱՂԲԱԼՅԱՆ, Գ.Ն. ՄԵԼԻՔՍԵԹՅԱՆ

**ՄԵԿ ԱՐԳԵԼԱԿՄԱՆ ԸՆԹԱՑՔՈՒՄ ԶԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԻ ԲԱՐՁՐԱՑՄԱՆ
ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՇՓԱՆՅՈՒԹԵՐԻ ՄԱՇԱԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ**

Ուսումնասիրված են ԱՊՀ երկրների ավտոպահեստամասերի շուկայում լայն տարածում գտած շփանյութերի շփագիտական հատկությունները 220...260^oC բարձր ջերմաստիճանային շփման պայմաններում: Հաստատված է, որ գոյություն ունի ուղիղ համեմատական կապ շփանյութի մաշակայունության և մեկ արգելակման ընթացքում առաջացած ջերմաստիճանի աճի միջև:

Առանցքային բառեր. արգելակային շփանյութ, շփման գործակից, մաշակայունություն, ջերմաստիճանի աճ:

Ներածություն. Ապացուցվել է, որ արգելակային շփանյութերի մաշման գործընթացները համեմատաբար ցածր ջերմաստիճաններում (մինչև 220...260 ^oC) ունեն հոգնաձային բնույթ, և դրանց մաշակայունության գնահատման համար կիրառվում են մաշման հոգնաձային տեսության սկզբունքները, որոնք համեմատաբար ավելի համապարփակ և գիտականորեն են բացատրում մաշումը [1, 2]:

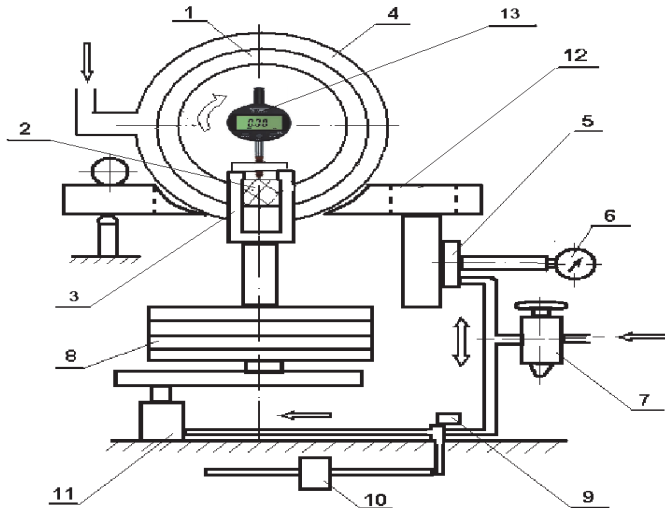
Դժվար է գնահատել արգելակային շփահանգույցի տարրերի մաշման

գործընթացները 260°C բարձր ջերմաստիճաններում ոչ հաստատված ռեժիմի աշխատանքային պայմաններում, երբ որոշիչ է ջերմաստիճանի դերը, և դրա փոփոխությունները կտրուկ ազդում են շփահպակում տեղի ունեցող փոխակերպումների վրա: Ինչպես ցույց են տալիս իրականացված փորձագիտական հետազոտությունները, արգելակային շփանյութերի շփումը $220\dots 260^{\circ}\text{C}$ բարձր ջերմաստիճաններում տարբերվում է նշված ջերմաստիճաններից ցածր պայմաններում շփումից, քանի որ նկատվում է շփման գործակիցի (դանդաղեցման) կտրուկ նվազում: Բարձր ջերմաստիճաններում անընդհատ շփաբեռնավորման պայմաններում տեղի ունեցող մեխանաքիմիական և ֆիզիկական փոխակերպումները, համակցված կապակցող նյութի կառուցվածքային և մակերևութային շերտերի լարվածային-դեֆորմացման վիճակի փոփոխությունների հետ, նվազեցնում են շփման գործակիցը: Արգելակային բազմաբաղադրիչ շփանյութերի մաշակայունության գնահատման համար անհրաժեշտություն է առաջանում հետազոտելու մաշման գործընթացները $220\dots 260^{\circ}\text{C}$ բարձր ջերմաստիճանային շփման պայմաններում: Մասնավորապես, կարևոր է մեկ արգելակման ընթացքում ջերմաստիճանի բարձրացման ազդեցության հետազոտումը արգելակային ասբեստազերծ շփանյութերի մաշակայունության վրա [3, 4]:

Խնդրի դրվածքը և մեթոդիկայի հիմնավորումը. FM-9 սարքավորման վրա հետազոտել ԱՊՀ երկրների ավտոպահեստամասերի շուկայում լայն տարածում գտած շփանյութերը $220\dots 260^{\circ}\text{C}$ բարձր ջերմաստիճանային շփման պայմաններում և կապ հաստատել մեկ արգելակման ընթացքում ջերմաստիճանի բարձրացման և մաշակայունության միջև:

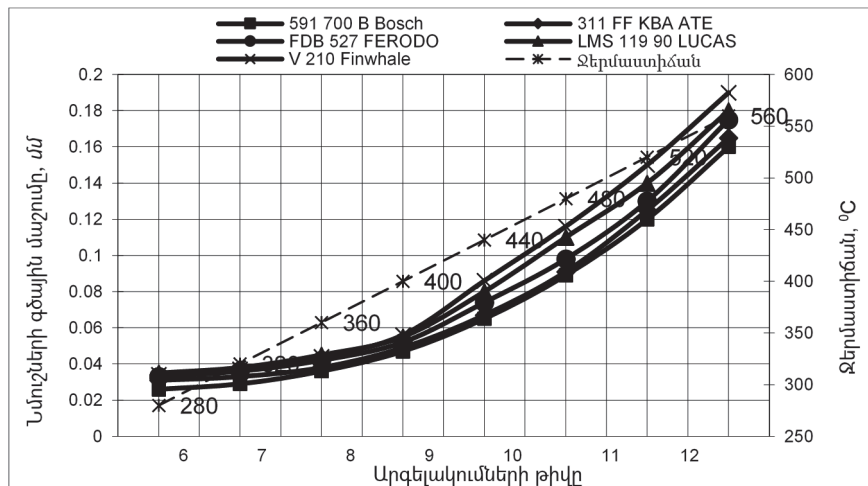
Հետազոտման արդյունքները. FM-9 սարքավորման շփման հանգույցը (նկ. 1) համալրվել է TESA DIGICO 305 թվային ինդիկատորով (չափման ճշտությունը՝ 0,005 մմ; չափման տիրույթը՝ 1...10 մմ): Այն կոշտ ամրացվել է նմուշի բռնիչին, և յուրաքանչյուր արգելակումից հետո գրանցվել է նմուշի գծային մաշման արժեքը:

Նախապես սարքավորման թմբուկը և նրա հետ հպման մեջ գտնվող շփանյութի նմուշը տաքացվել են մինչև 260°C : Այնուհետև դադարեցվել է տաքացումը, և կատարվել են փորձարկումներ: Ռեժիմային պարամետրերը (տեսակարար ճնշումը՝ 0,678 ՄՊա, թմբուկի պտուտաթվերը՝ 680 պտ/ր, շփանյութի նմուշի շփման մակերեսը՝ 6,45 սմ², թմբուկի շփման շառավիղը՝ 0,15 մ) ընտրվել են ըստ [5] ստանդարտում նշված պահանջների:



Նկ. 1. FM-9 սարքավորման շփման հանգույցը TESA DIGICO 305 թվային ինդիկատորով.
 1- արգելակային թմբուկ, 2- շփանյութի նմուշ, 3- բռնիչ, 4- էլեկտրափառափոխիչ, 5- ժամանակի ռելե, 6- մանոմետր, 7- փական, 8- փոփոխական բեռներ, 9- սոլենոիդային փական, 10- հակադարձ փական, 11- պնևմատիկ գլան, 12- ուժաշափիչ ձող, 13- TESA DIGICO 305 թվային ինդիկատոր

Արգելակումների թիվն ընտրվել է այնպես, որ մակերևութային ջերմաստիճանը վերջին արգելակումից առաջ չգերազանցի 600°C: Արդյունքները բերված են նկ. 2-ում:



Նկ. 2. Շփանյութերի գծային մաշման կախվածությունը մակերևութային ջերմաստիճանից

Ինչպես երևում է գրաֆիկներից, շփանյութերի գծային մաշման կախումը ջերմաստիճանից արտահայտվում է աստիճանային կորերի տեսքով: Առավելագույն մաշակայունություն ցուցաբերում է 591 700 B Bosch մակնիշի արգելակային ներդիրի շփանյութը, իսկ նվազագույն մաշակայունություն՝ V210 Finwhale արգելակային ներդիրի շփանյութը: Բոլոր շփանյութերը, սկսած 400°C ջերմաստիճանից, ենթարկվում են արագ մաշման:

591 700 B Bosch մակնիշի արգելակային ներդիրի շփանյութի փորձարկման ժամանակ յուրաքանչյուր հաջորդ արգելակումից հետո նկատվել է ջերմաստիճանի աճի (մոտավորապես 40°C) գրեթե հաստատուն արժեք: Մյուս շփանյութերի ջերմաստիճանների բարձրացումները տարբերվում են միմյանցից և գերազանցում 40°C: Այդ նյութերի փորձարկման ժամանակ, նկատի ունենալով միևնույն ջերմաստիճաններում գծային մաշման արժեքի գրանցման անհրաժեշտությունը, յուրաքանչյուր հաջորդ արգելակումից առաջ, թմբուկի սառեցման և մակերևութային ջերմաստիճանի նվազման նպատակով, տրվել է փորձի դադար:

Շփանյութի մաշակայունության և մեկ արգելակման ընթացքում ջերմաստիճանի աճի միջև որակական կապ հաստատելու համար անհրաժեշտություն է առաջանում իրականացնել փորձարկումներ շփագույգի իզոջերմային պայմաններում: Շփանյութերի միջին շփման գործակիցի որոշման նպատակով այդպիսի փորձարկումներ նախատեսված են նաև ГОСТ Р ИСО 7881-94-ով: Սակայն այդ փորձարկումները կատարվում են 150°C ջերմաստիճանային պայմաններում, նկատի ունենալով, որ դեռևս մեկ արգելակման ընթացքում փոքր է մակերևութային ջերմաստիճանի աճը (<20°C) և այն լուրջ ազդեցություն չի ունենում շփանյութերի մակերևութային շերտերի հատկությունների փոփոխության վրա:

Նշված փորձարկումները կատարելու համար որպես արգելակման նախնական ջերմաստիճան ընտրվել է 280°C, քանի որ, սկսած այդ ջերմաստիճանից, նկատվում է ընտրված շփանյութերի շփման գործակիցի նվազման գործընթացը: Փորձարկումները, մինչև 280°C ջերմաստիճանը, իրականացվել են ըստ ГОСТ Р ИСО 7881-94 մեթոդիկայի: Երբ շփագույգի մակերևութային ջերմաստիճանը հասնում է 280°C, կատարվում են մեկական արգելակումներ՝ գրանցելով ջերմաստիճանի աճը: Յուրաքանչյուր արգելակումից հետո տրվում է դադար, մինչև շփագույգի մակերևութի ջերմաստիճանը նվազի և կազմի 280°C: Ըստ նշված ստանդարտի պահանջների՝ իրականացվել են 14 արգելակումներ: Փորձարկվող շփանյութերի ջերմաստիճանի աճի արժեքները, կախված արգելակման հերթականությունից, բերված են աղյուսակում:

Շփանյութերի ջերմաստիճանի աճի արժեքները՝ կախված արգելակման հերթականությունից

h/h	Արգելակային ներդիրի շփանյութը	Արգելակման համարը													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		Ջերմաստիճանի գրադիենտը, °C													
1	591 700 B Bosch	35	37	39	40	40	40	38	37	36	36	36	37	36	36
2	.ТЦ Тосол-Синтез	34	39	44	48	51	51	49	46	47	47	47	47	48	46
3	311 FF KBA ATE	34	38	41	45	48	48	45	40	39	39	40	49	49	40
4	LMS 116 90 LUCAS	35	40	45	46	46	42	39	39	40	39	40	39	40	39
5	AOB 0173 Allied Nippon	34	38	46	46	45	44	40	40	39	39	38	39	40	40
6	V210 Finwhale	35	40	44	46	47	47	41	39	38	39	38	39	39	40
7	FDB 527 FERODO	34	38	41	43	44	44	45	42	39	40	39	40	40	39
8	RX2040 RIXENBERG	36	39	43	46	47	47	45	42	40	41	40	40	41	40
9	FD-P-2003 PILENGA	35	38	43	47	49	49	48	45	46	45	44	45	44	45
10	ДАФМИ	34	39	42	46	49	48	48	46	41	40	41	41	40	40

Սկզբնական արգելակումների ընթացքում (մինչև 4...7 արգելակում) նկատվում է ջերմաստիճանի աճի արժեքների մեծացում: Այնուհետև այն դադարում է, և սկսած 9-րդ արգելակումից՝ շփանյութերի ջերմաստիճանի աճի արժեքները դառնում են հաստատուն: Յուրաքանչյուր շփանյութ ունի իր ջերմաստիճանային աճի հաստատուն արժեքը: Բերված տվյալների վերլուծությունը ցույց է տալիս նաև, որ ջերմաստիճանի աճի ամենափոքր արժեք ունի 591 700 B Bosch մակնիշի արգելակային ներդիրի շփանյութը, իսկ ամենամեծ արժեքը՝ 2108-350108-02. ТЦ Тосол-Синтез արգելակային ներդիրի շփանյութը: Աղյուսակում նշված տվյալները հնարավորություն են տալիս փաստելու ևս մեկ հանգամանք: Որքան մաշակայուն է շփանյութը, այնքան փոքր է նրա ջերմաստիճանային աճի արժեքը: Այսինքն, գոյություն ունի ուղիղ համեմատական կապ շփանյութի մաշակայունության և մեկ արգելակման ընթացքում առաջացած ջերմաստիճանի աճի միջև:

Եթե նկատի ունենանք այն հանգամանքը, որ ջերմաստիճանի աճը բնութագրվում է շփանյութի ջերմունակությամբ, ապա կարելի է փաստել, որ 280°C բարձր պայմաններում աշխատող շփանյութերի դեպքում որքան մեծ է ջերմունակության գործակիցը (փոքր է ջերմաստիճանի աճը), այնքան մաշակայուն է շփանյութը: Այս հանգամանքը կարևոր է բազմաբաղադրիչ նյութերի կիրառմամբ սարքատազերծ արգելակային ջերմակայուն կոմպոզիտային շփանյութերի բաղադրակազմերի մշակման համար, քանի որ բարձր ջերմունակությամբ լցուկների

օգտագործումը հնարավորություն կտա մեծացնելու շփանյութերի մաշակայունությունը:

Անհրաժեշտ է նշել, որ առկա են շփանյութերի ջերմունակությանը նվիրված հիմնարար հետազոտություններ [6-8]: Մասնավորապես, կարևոր է տեսակարար ջերմունակության գործակիցի հաշվառումը շփանյութերի շփման ջերմային դինամիկայի հետազոտման գործընթացում և շփանյութերի կապակցող նյութերի ընտրության հարցերում: Սակայն 280°C ցածր պայմաններում շփանյութերի մաշակայունության վրա ջերմունակության փոփոխությունը որոշիչ ազդեցություն չի ունեցել: Եթե հաշվի առնենք այն հանգամանքը, որ հոգնածային մաշման դեպքում գծային մաշման կախումը ջերմաստիճանից արտահայտվում է առաջին կարգի (ուղիղ գիծ) կորի տեսքով, ապա կարելի է նկատել, որ շփման գործակիցի նվազման ջերմաստիճանային պայմաններում կատարվում է շփանյութերի մակերևութային շերտերի մաշում այլ մաշման մեխանիզմով, քանի որ փոփոխվում է կախվածությունն արտահայտող կորի բնույթը:

Եզրակացություն. Գոյություն ունի ուղիղ համեմատական կապ շփանյութի մաշակայունության և մեկ արգելակման ընթացքում առաջացած ջերմաստիճանի աճի միջև: 280°C բարձր պայմաններում աշխատող շփանյութերի դեպքում որքան փոքր է ջերմաստիճանի աճը (մեծ է ջերմունակության գործակիցը), այնքան մաշակայուն է շփանյութը: Այս հանգամանքը կարևոր է բազմաբաղադրիչ նյութերի կիրառմամբ ասբեստազերծ ջերմակայուն կոմպոզիտային շփանյութերի բաղադրակազմերի մշակման տեսանկյունից, քանի որ բարձր ջերմունակությամբ լցուկների օգտագործումը հնարավորություն է տալիս մեծացնելու շփանյութերի մաշակայունությունը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. Фрикционные композиты на основе полимеров / **А.К. Погосян, П.В. Сысоев, Н.Г. Меликсетян** и др.– Минск: Информтрибо, 1992.- 218 с.
2. **Меликсетян Н.Г.** Разработка теоретических и технологических основ создания фрикционных безасбестовых композиционных материалов на полимерной основе: Дис. ...докт. техн. наук.- Ереван, 2009.- 263 с.
3. **Агбальян С.Г., Меликсетян Г.Н.** Исследование работоспособности тормозного фрикционного композита, изготовленного из многокомпонентных материалов // Вестник НПУА: Металлургия, материаловедение, недропользование.-Ереван, 2017.- N⁰ 1.- С. 26-33.
4. **Меликсетян Н.Г., Агбальян С.Г., Меликсетян Г.Н.** Фрикционный перенос при трении безасбестовых тормозных материалов // Сб. труд. XXIV Межд. научно-техн. конф. «Машиностроение и техносфера XXI века».- Донецк, 2017.- С.160-164.

5. ГОСТ Р ИСО 7881-94. Транспорт дорожный. Накладки тормозные. Оценка характеристик фрикционного материала. Метод испытания малого образца на машине трения.- Москва, 1994.
6. Трибология в работах В.А. Белого / **Н.К. Мышкин, М.И. Петроковец, Ю.М. Плещачевский и др.** // Трение и износ.– Минск, 2002. - Том 23, №3.- С. 230-236.
7. **Фролов К.В.** Современная трибология: Итоги и перспективы.- М.: ЛКИ, 2008.-480 с.
8. **Свириденко А.И., Мешков В.В.** Трение скольжения полимерных композитов в условиях высоких скоростей // Трение и износ.– Минск, 2007.- Т. 26, №1.- С.38-42.

С.Г. АГБАЛЯН, Г.Н. МЕЛИКСЕТЯН

**ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ ОДНОМ
ТОРМОЖЕНИИ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ФРИКЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ**

Исследованы трибологические свойства широко распространенных на рынках автозапчастей стран СНГ фрикционных материалов в условиях температур трения выше 220...260⁰С. Доказано, что существует прямо пропорциональная связь между износостойкостью материала и значением повышения температуры при одном торможении.

Ключевые слова: тормозной фрикционный материал, коэффициент трения, износостойкость, повышение температуры.

S.G. AGBALYAN, G.N. MELIKSETYAN

**INFLUENCE OF THE TEMPERATURE RISE AT ONE BRAKING ON
THE WEAR-RESISTANCE OF FRICTION MATERIALS**

The tribological properties of friction materials widely spread in the car spare parts' markets of the CIS countries are investigated under the friction temperature conditions above 220 ... 260⁰C. It is proved that there is a directly proportional relationship between the wear resistance of the material and the value of the temperature rise at one braking.

Keywords: brake friction material, coefficient of friction, wear resistance, temperature increase.