

Ս.Գ. ԱՂԲԱԼՅԱՆ, Ն.Գ. ՄԵԼԻՔՍԵԹՅԱՆ, Գ.Ն. ՄԵԼԻՔՍԵԹՅԱՆ
ԲԱԶՄԱԲԱՂԱԴՐԻՉ ՆՅՈՒԹԵՐԻ ԿԻՐԱՌՄԱՍԲ ԱՍԲԵՍՏԱԶԵՐԾ
ԱՐԳԵԼԱԿԱՅԻՆ ԶԵՐՄԱԿԱՅՈՒՆ ԿՈՄՊՈԶԻՏԱՅԻՆ ՇՓԱՆՅՈՒԹԵՐԻ
ՍՏԱՅՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՅԻ ՄՇԱԿՈՒՄԸ

Մշակվել են Բաստենիտ-9 անվամբ պոլիմերային հիմքով ասբեստազերծ արգելակային ջերմակայուն կոմպոզիտային նոր շփանյութ և նրա ստացման տեխնոլոգիան: Բացահայտվել է կառուցվածքագոյացման մեխանիզմը, համաձայն որի՝ թելքերը, նյութին տալով բարձր ամրություն, աշխատում են որպես ինքնուրույն լցանյութեր՝ քիմիական կապի մեջ չգտնվելով կապակցող պոլիմերի հետ, միաժամանակ բարձրացնելով կոմպոզիտի շփական հատկությունները: Ցույց է տրվել, որ Բաստենիտ-9 արգելակային կոմպոզիտային շփանյութն իր շփական հատկություններով ցուցաբերում է արգելակային բարձր ու կայուն արդյունավետություն և բնութագրերով բավարարում է Եվրոպական տնտեսական խորհրդի թիվ 13 ստանդարտի պահանջները:

Առանցքային բառեր. ասբեստազերծ, արգելակ, պոլիմեր, կոմպոզիտային շփանյութ, լցանյութ, թելք, ամրություն, ջերմակայունություն, հակամարմին, շփման գործակից:

Ներածություն. 20-րդ դարավերջին, արգելակային շփանյութերում օգտագործվող ասբեստաթելքի վնասակար հատկությունների բացահայտվելուց հետո, ՄԱԿ-ին առընթեր ԵՏԽ-ի որոշման համաձայն, 1988թ. հունվարի 1-ից կտրակա՝ նապես արգելվել է ասբեստաթելքի օգտագործումը արգելակային շփանյութերի բաղադրակազմերում: Ուստի ասբեստազերծ և էկոլոգիապես մաքուր շփանյութերի ստեղծումն այժմ հրատապ խնդիր է և տեխնիկական առաջընթացի պայմաններում դարձել է ժամանակակից շփական նյութագիտության գիտատեխնիկական կարևոր նշանակություն ունեցող և արդիական հիմնախնդիրներից մեկը [1-4]:

Ելնելով վերոհիշյալից, ՀՀ բազմաբաղադրիչ հանքանյութերի թափոններից ստացված թելքերը և փոշիները, ունենալով յուրահատուկ հատկություններ, կարող են հանդես գալ որպես էժանագին հումք ասբեստազերծ և էկոլոգիապես մաքուր պոլիմերային հիմքով արգելակային շփանյութերի բաղադրակազմերի մշակման համար, հիմնավորապես փոփոխելով սկզբնական նյութի շահագործողական բնութագրերն ու հատկությունները:

Խնդրի դրվածքը և մեթոդիկայի հիմնավորումը. Ելնելով վերը նշվածից՝ հետազոտության նպատակն է Հայաստանի Հանրապետության տարածքում գտնվող հանքանյութերի բազմաբաղադրիչ թափոնների կիրառմամբ պոլիմերային հիմքով ասբեստազերծ արգելակային ջերմակայուն կոմպոզիտային շփանյութերի ստաց-

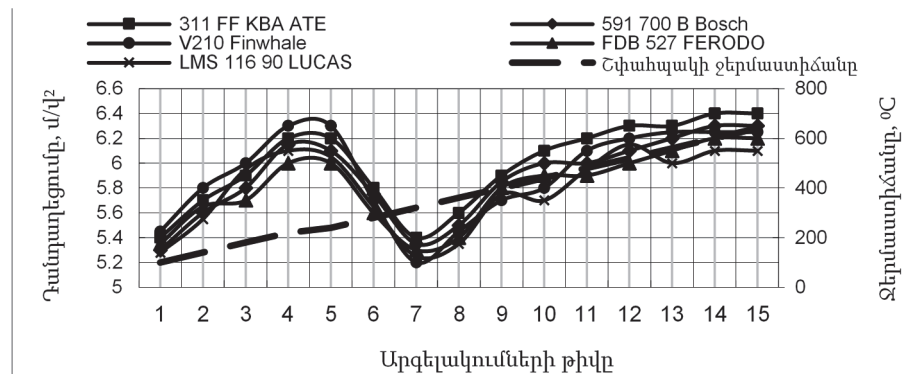
ման տեխնոլոգիայի մշակումը և կառուցվածքագոյացման գործընթացի ու հատկությունների հետազոտումը:

Արգելակային կոմպոզիտային շփանյութերի շփման և մաշման մեխանիզմներն ու կինետիկան առավել ընդգրկուն բացատրվում են շփման մոլեկուլային մեխանիկական և մաշման հոգնածային տեսություններով [5-7], համաձայն որի մաշումը բարդ գործընթաց է և կախված է արգելակների շահագործման պայմաններից: Այս տեսանկյունից ուշադրության է արժանի շերտատամբ մաշման տեսությունը [8]: Անհրաժեշտ է նշել, որ արագությունների մեծացումը և բեռնատարողության ավելացումն անընդհատ նոր պահանջներ են առաջադրում շփանյութերին: Ընդ որում, դրանք ամրագրվում են միջազգային և պետական ստանդարտներով: Արգելակների շահագործման փորձը ցույց է տալիս, որ ներկայումս հեռանկարային են համակցված պոլիմերային հիմքով ասբեստազերծ շփանյութերը, որոնք պարունակում են կապակցող նյութեր, ամրանավորող տարրեր, նպատակային լցուկներ և շփումն ու մաշումը կարգավորող լցանյութեր:

Նկատի ունենալով ԱՊՀ երկրներում «Լադա» մակնիշի մարդատար ավտոմեքենաների լայնորեն տարածվածության փաստը, որպես փորձարկման բնական օբյեկտ ընտրվել և փորձարկվել են «Լադա Վազ 2113» ավտոմեքենայի առջևի կամրջակի սկավառակային արգելակները և դրանց արգելակային ներդիրները: Մասնավորապես փորձարկվել են գերմանական «Տեքստար», «Բոշ», «Ատե», անգլիական «Լուկաս», իտալական «Պիլենգա», ուկրաինական «Դաֆմի» և ռուսական «Տիիր» ֆիրմաների արտադրած շփական ներդիրները:

Հետազոտության արդյունքները. Հետազոտվել են բազմաբաղադրիչ նյութերի կիրառմամբ ասբեստազերծ ջերմակայուն կոմպոզիտային շփանյութերի մաշման և շփման օրինաչափությունները բարձր ջերմաստիճաններում, որի արդյունքում բացահայտվել են արգելակային շփանյութերի մակերևութային շերտի քայքայման մեխանիզմն ու կինետիկան [9, 10]: Ցույց է տրված, որ արգելակային շփանյութերի շփման գործակիցները, ջերմաստիճանի բարձրացմանը զուգընթաց, աճում են և 220...280°C պայմաններում հասնում առավելագույնի: Ջերմային ռեժիմի հետագա բարձրացումը՝ մինչև 330...400°C, նպաստում է շփման գործակցի անկմանը, սակայն ջերմաստիճանի հետագա բարձրացումը կրկին հանգեցնում է շփման գործակցի արժեքի աճին: Այս նյութերի կիրառմամբ ասբեստազերծ շփանյութերի փորձարկման արդյունքների վերլուծությունը հնարավորություն է տալիս եզրակացնելու, որ ջերմային ռեժիմի ազդեցությունը շփանյութերի շփման գործակիցի և դանդաղեցման վրա արտահայտվում է երեք՝ շփման գործակցի աճի (մինչև 280°C), նվազման (280°C մինչև 400°C) և կրկնակի աճի (400°C բարձր) ջերմաստիճանային տիրույթներով (նկ. 1): Ջերմային ռեժիմի աճի հետևանքով շփման գործակցի արժեքի նվազումը և կապակցող նյութերի տրոհումը հաստատում են մե-

խանաքիմիական փոխակերպումների և մաշման մեխանիզմի փոփոխության առկայությունը: 220...280°C բարձր ջերմաստիճաններում, ըստ միջազգային ստանդարտների, հետազոտվել են համեմատաբար կայուն և բարձր շփման գործակիցներ ունեցող շփանյութերը: Արգելակումների թիվը ընտրվել է այնպես, որ գրանցումներն իրականացվեն 280°C մակերևութային ջերմաստիճանից, և վերջին արգելակումից առաջ այն չգերազանցի 600°C:



Նկ. 1. Տարբեր շփանյութերի դանդաղեցման կախվածությունը արգելակումների թվից տաքացման ռեժիմում արգելակելիս

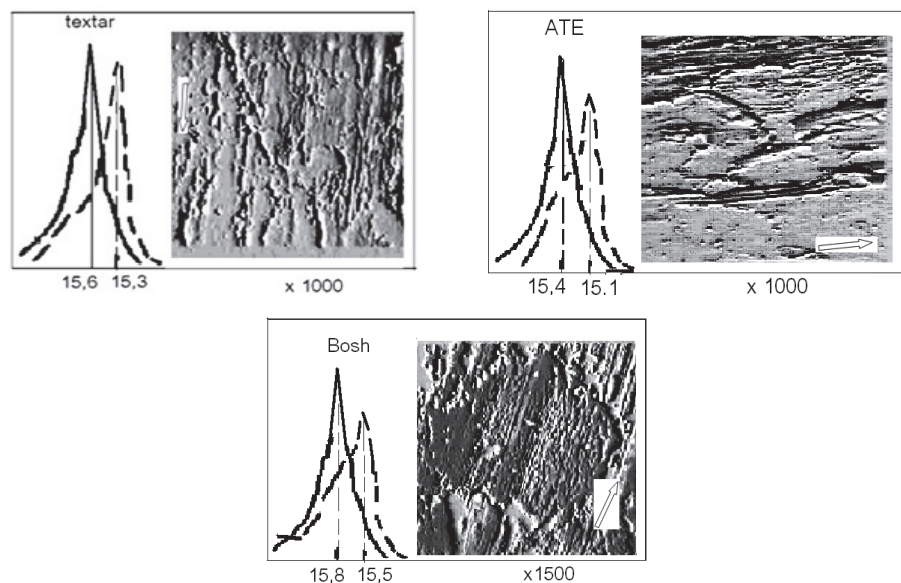
Ցույց է տրված, որ շփանյութերի գծային մաշման կախումը ջերմաստիճանից ունի աստիճանային կորերի տեսք, ինչը հավաստում է մաշման մեխանիզմի փոփոխությունը: Շփանյութի մաշակայունության և մեկ արգելակման ընթացքում ջերմաստիճանի աճի միջև որակական կապ հաստատելու նպատակով իրականացվել են փորձարկումներ շփագույգի իզոջերմային պայմաններում: Որպես արգելակման նախնական ջերմաստիճան ընտրվել է 280°C, քանի որ սկսած այդ ջերմաստիճանից՝ նկատվում է ընտրված շփանյութերի շփման գործակցի նվազման գործընթաց: Երբ շփագույգի մակերևութային ջերմաստիճանը հասել է 280°C, կատարվել են մեկական արգելակումներ, գրանցելով ջերմաստիճանի աճը: Յուրաքանչյուր արգելակումից հետո տրվել է դադար, մինչև շփագույգի մակերևութային ջերմաստիճանը նվազի և կազմի 280°C: Սկզբնական արգելակումների ընթացքում (մինչև 4...7 արգելակում) նկատվել է ջերմաստիճանի աճի արժեքների մեծացում: Այնուհետև այն դադարել է, և սկսած 9-րդ արգելակումից՝ շփանյութերի ջերմաստիճանի աճի արժեքները դարձել են հաստատուն: Բացահայտվել է, որ յուրաքանչյուր շփանյութ ունի իր ջերմաստիճանային աճի հաստատուն արժեքը, և գոյություն ունի ուղիղ համեմատական կապ շփանյութի մաշակայունության և մեկ արգելակման դեպքում առաջացած ջերմաստիճանի աճի միջև: 280°C բարձր ջերմաստիճանների պայմաններում աշխատող շփանյութերի դեպքում որքան

մեծ է ջերմունակության գործակիցը (փոքր է ջերմաստիճանի աճը), այնքան մաշակայուն է շփանյութը: Այս հանգամանքը կարևոր է բազմաբաղադրիչ նյութերի կիրառմամբ ասֆեստազերծ ջերմակայուն կոմպոզիտային շփանյութերի բաղադրակազմերի մշակման տեսանկյունից, քանի որ բարձր ջերմունակությամբ լցուկների օգտագործումը հնարավորություն կտա մեծացնելու շփանյութերի մաշակայունությունը:

Փորձարկման արդյունքների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ ջերմային ռեժիմի ազդեցությունը շփանյութերի մակերևութային շերտերի վրա բնութագրվում է ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների և մեխանաքիմիական ու լարվածադեֆորմացման փոխակերպումների փոփոխություններով:

Դիֆերենցիալ-ջերմաձանրաչափական և ջերմաձանրաչափական մեթոդներով ուսումնասիրվել են ընտրված շփանյութերի նմուշների ջերմաֆիզիկական հատկությունները: Ցույց է տրվել, որ դիֆերենցիալ-ջերմաձանրաչափական կորերն ունեն էկզոջերմային բնույթ, իսկ ջերմաձանրաչափական կորերն ապացուցում են, որ տաքացման ընթացքում տեղի է ունեցել շփանյութերի նմուշների զանգվածի կորուստ: Մակերևութային շերտերի մեխանաքիմիական փոփոխությունների ջերմաստիճանային տիրույթների սիթեզի արդյունքում բացահայտվել են տեղի ունեցող մեխանաքիմիական փոխակերպումները և մեխանիզմները: Ցույց է տրվել, որ մեխանաքիմիական փոփոխություններն ունեն բազմափուլ բնույթ և սկսվում են դեռևս ցածրջերմաստիճանային շփման պայմաններում: Մինչև 325°C տեղի է ունենում մակերևութային շերտի ամրության նվազում և բաղադրակազմի ցնդող տարրերի ցածր մոլեկուլային քաշային պիրոլիզ (I տիրույթ): Մինչև 450°C նկատվում է կապակցող նյութի տրոհում (II տիրույթ): Մինչև 725°C տեղի է ունենում ամրանային տարրի տրոհում (III տիրույթ), և 725°C բարձր պայմաններում նկատվում է մակերևութային շերտի ածխածնացում (IV տիրույթ), ընդ որում, փոխակերպումներն ուղեկցվում են ջերմության անջատումով: Մեխանաքիմիական գործընթացները տվյալ ջերմային ռեժիմի պայմաններում գերակայող են, քանի որ ջերմաստիճանի գրադիենտը հասնում է մեծ արժեքների ($d\theta/dt > 50 \text{ }^{\circ}\text{C}/\mu\text{m}$): Դա լուրջ ազդեցություն է գործում շփման գործակցի արժեքի փոքրացման և մաշման սաստկության աճի վրա: Շփանյութերի մակերևութային շերտերի լարվածադեֆորմացման վիճակի գնահատման նպատակով առաջացած մաշման հատիկները և շփանյութերի նմուշների շփման մակերևութներն ուսումնասիրվել են ռենտգենյան դիֆրակցիայի և էլեկտրոնային մանրադիտակային մեթոդներով (նկ. 2), արդյունքում պարզվել է, որ մակերևութային շերտերը կոդմոնորոշված են շփման ուղղությամբ, և առկա են միկրոճաքեր: Ընդ որում, միկրոճաքերը տարածված են ինչպես շփման վեկտորի, այնպես էլ նրան ուղղահայաց ուղղություններով: Ավելի շատ ճաքեր առկա են համեմատաբար ցածր մաշակայունություն ունեցող ATE շփանյութի մակերևութային շերտերում:

Ռենտգենագրերից երևում է, որ մակերևույթին ընկնող ճառագայթները, կախված շփման ուղղությունից, ունեն տարբեր անկյունային ռեֆլեքսներ: Դա հաստատում է, որ մակերևույթի բարակ շերտերում գործում են մնացորդային լարումներ, ընդ որում, շփման վեկտորի ուղղությամբ դրանք ձգող լարումներ են (σ_1), իսկ ուղղահայաց ուղղությամբ՝ ձգող լարումներից փոքր սեղմող լարումներ (σ_3): Լարումների այսպիսի անհամաչափ բաշխումը շփման վեկտորի ուղղությամբ մակերևութային շերտերի կողմնորոշման արդյունք է և հանգեցնում է մակերևութային շերտերում շփման ուղղությամբ տարածվող միկրոճաքերի առաջացմանը, ինչը երևում է նաև նկ. 2-ում բերված միկրոկառուցվածքներից:

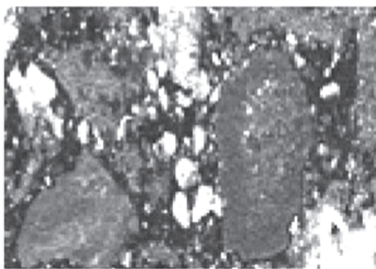


Նկ. 2. Շփանյութերի շփման մակերևութների միկրոկառուցվածքները և ամրանավորող տարրի անկյունային ռեֆլեքսի (ռենտգենյան ճառագայթի առաջնային փնջի անկման անկյուն) արժեքները շփման ուղղությանը զուգահեռ (----) և ուղղահայաց (—) ճառագայթների անկման դեպքում (սլաքով պատկերված է շփման ուղղությունը)

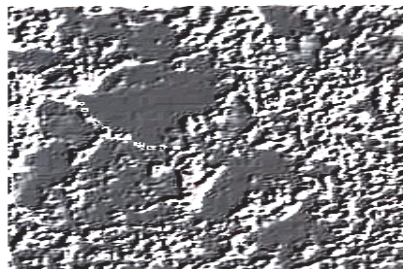
Արգելակային շփանյութերում 250...400°C ջերմաստիճանային միջակայքում առկա է մեխանաքիմիական փոխակերպումների և շփանյութերի շփագիտական բնութագրերի միջև ուղիղ համեմատական կապ. որքան ցածր ջերմաստիճաններում են կատարվում մեխանաքիմիական փոխակերպումները, այնքան վաղ են սկսվում շփման գործակցի արժեքի նվազումն ու մաշման սաստկության անցումը չափավորից դեպի ուժգինը: Հետազոտման արդյունքում պարզվել է, որ ասբեստազերծ ջերմակայուն կոմպոզիտային նոր շփանյութերի մշակման գործընթացում կապակցող նյութերի, ամրանային տարրերի և նպատակային լցուկների ընտրման միջոցով շփանյութերի չափավոր մաշումից ուժգին մաշմանն անցման ջերմաս-

տիճանային տիրույթն անհրաժեշտ է տեղաշարժել դեպի ավելի բարձր ջերմաստիճաններ, ուղենիշ ունենալով շփագույզի աշխատունակության բարձրացումը:

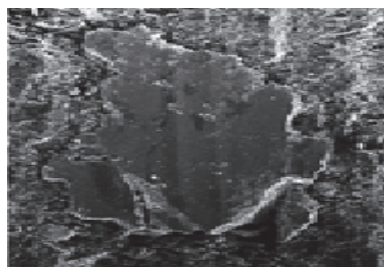
Բարձր ջերմաստիճաններում ապրեստագերծ ջերմակայուն կոմպոզիտային շփանյութերի մաշման և շփման գործընթացի հետազոտումը կատարվել է՝ հաշվի առնելով բարձրջերմաստիճանային պայմաններում առաջացած մաշման հատիկների ձևաբանությունը, շփանյութերի ջերմային ընդարձակման դինամիկան և մետաղական հակամարմնի շփման մակերևույթի վիճակի վրա շփանյութերի ազդեցությունը: Ցույց է տրված, որ մաշման հատիկները թերթաձև են (նկ. 3) և տարբերվում են իրենց չափերով՝ կախված շփանյութերի բաղադրակազմերից: Ամենամեծ չափեր ունեն ATE շփանյութի մաշումից առաջացած մասնիկները, իսկ ամենափոքրը՝ Textar՝ համեմատաբար բարձր մաշակայունություն ունեցող շփանյութի մաշումից առաջացած հատիկները: Թերթաձև մաշման հատիկների առաջացումը հաստատում է նաև այն վարկածը, որ բարձրջերմաստիճանային շփման և շփանյութերի ուժգին մաշման պայմաններում տեղի է ունենում մաշման ֆիզիկական մոդելի փոփոխություն. հոգնածային մաշման մեխանիզմը փոխակերպվում է շերտատմամբ մաշման մեխանիզմի:



Textar (x 300)



ATE (x 300)



Bosch (x 500)

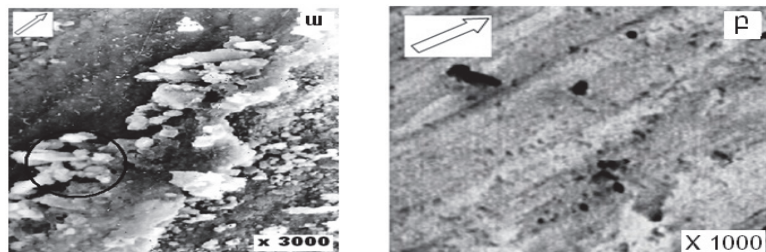
Նկ. 3. Շփանյութերի բարձր ջերմաստիճաններում շփումից առաջացած տիպային մաշման հատիկների միկրոկառուցվածքները

Նշված փոխակերպման հավաստիությունը գնահատելու և շփանյութերի ջերմային ընդարձակման դինամիկան ուսումնասիրելու նպատակով իրականաց-

վել են շփանյութերի ընդարձակաչափական վերլուծություններ: Շփանյութերը միմյանցից տարբերվում են իրենց ջերմային ընդարձակման գործակիցների փոփոխման օրինաչափություններով: Ջերմաստիճանի բարձրացման ընթացքում աճում է բնութագրող կորի կազմած անկյունը ջերմաստիճանի առանցքի նկատմամբ, ինչը վկայում է շփանյութերի ջերմային ընդարձակման գործակիցների աճի և ենթամակերևութային շերտում միկրոճաքերի առաջացման մասին: Ավելի բարձր (մեծ 600°C) ջերմաստիճանային պայմաններում շփանյութերի ջերմային ընդարձակումները դադարում են:

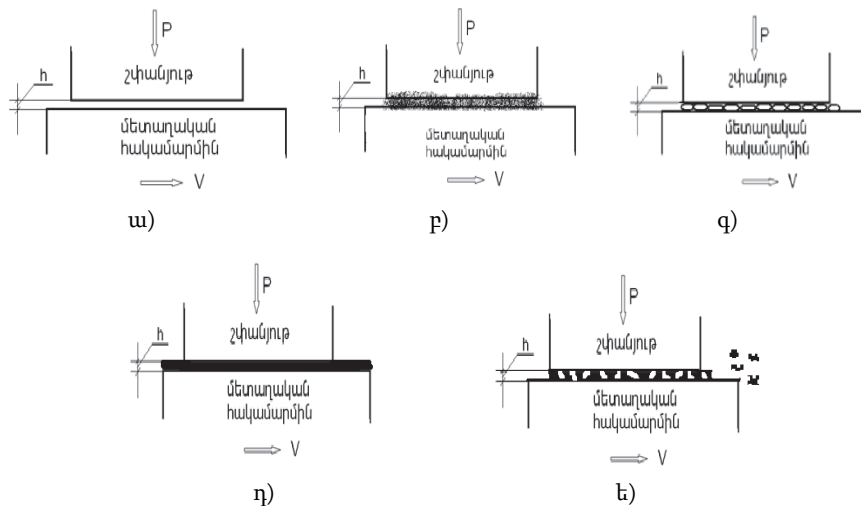
Ջերմային ռեժիմի աճի հետևանքով, շփման գործակցի արժեքի աճի նվազումից հետո, մաշման սաստկության անցումը չափավորից դեպի ուժգինի և կապակցող նյութերի միաժամանակյա տրոհումը հաստատում են մեխանաքիմիական փոխակերպումների և մաշման մեխանիզմի փոփոխության առկայությունը:

Մետաղական հակամարմնի շփման մակերևույթի վիճակի վրա շփանյութերի ազդեցության ուսումնասիրությունները հաստատում են, որ անկախ կապակցող նյութերի տիպից՝ շփանյութերն ունակ են մետաղական հակամարմնի շփման մակերեսին ձևավորելու շփափոխանցման հետևանքով առաջացած շերտեր (նկ. 4, ա), որոնց առկայության դեպքում շփման գործակիցը դառնում է առավելագույնը: Մետաղական հակամարմնի վրա այդպիսի շերտերի բացակայության դեպքում (նկ. 4, բ) շփանյութն անմիջական հպման մեջ է գտնվում մետաղական հակամարմնի մակերևույթի հետ, որն էլ շփման գործակցի նվազման պատճառներից մեկն է:



Նկ. 4. Մետաղական հակամարմնի շփման մակերեսների միկրոկառուցվածքները ռեժիմային կապակցող շփանյութերի հետ շփումից հետո առավելագույն (ա) և նվազագույն (բ) շփման գործակիցների դեպքում

Ուսումնասիրելով մաշումից առաջացած հատիկների երկրաչափությունը, կառուցվածքը և ջերմային հատկությունները, բացահայտվել են արգելակային շփանյութերի մակերևութային շերտի քայքայման մեխանիզմը և կինետիկան, մշակվել է ֆիզիկական մոդելը (նկ. 5) [11]:



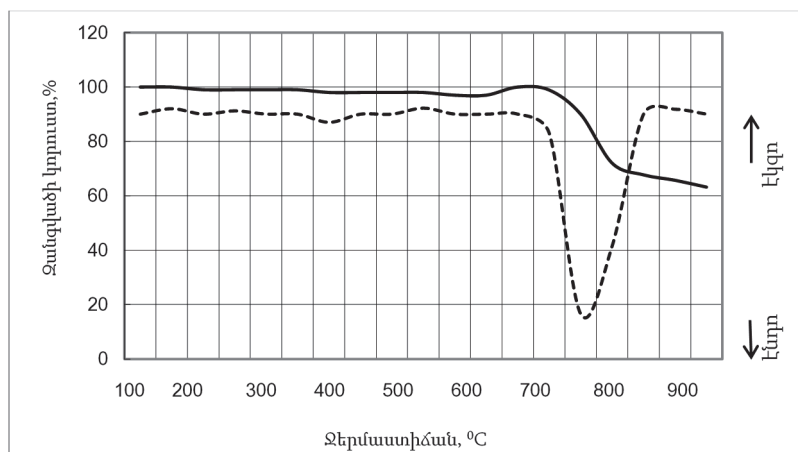
Նկ. 5. Արգելակային շփանյութերի բարձրջերմաստիճանային մաշման ֆիզիկական մոդելը

Սկզբում շփանյութը շփվում է հակամարմնի մակերևույթին շրջապատից աղսորդված շերտի հետ (նկ. 5, ա), որը շատ արագ մաքրվում է: Այնուհետև առաջանում են մաշման առաջին հատիկները, որոնց մի մասը դուրս է նետվում շփման տիրույթից, իսկ որոշ մասը ադիզիվայի հետևանքով կաչում է մետաղական հակամարմնին (նկ. 5, բ): Նկատվում է շփման գործակցի մեծացում: Ջերմաստիճանի հետագա բարձրացումը նպաստում է մետաղական հակամարմնի շփման մակերեսին աստիճանաբար շփանյութափոխանցված կայուն և պինդ վիճակում գտնվող թաղանթի ձևավորմանը (նկ. 5, գ), որի առկայության դեպքում նկատվում է շփման գործակցի առավելագույն արժեքը: Շփման հետևանքով շփահպակում նկատվում է ջերմաստիճանի շարունակական աճ, որը հանգեցնում է շփանյութափոխանցված թաղանթի հալված վիճակին (նկ. 5, դ): Նկատվում է շփման գործակցի նվազագույն արժեք: Ջերմաստիճանի հետագա աճը և տեղի ունեցող մեխանաքիմիական փոխակերպումները քայքայում են շփանյութափոխանցված թաղանթը, և առաջանում են մաշման հատիկները (նկ. 5, ե): Շփման գործակցի կրկնակի մեծացման պայմաններում մետաղական հակամարմնի շփման մակերեսին շփանյութափոխանցված թաղանթը վերանում է:

Բազմաբաղադրիչ ասբեստազերծ ջերմակայուն կոմպոզիտային շփանյութերի մշակման նպատակով, որպես ամրանավորող բաղադրիչներ, ուսումնասիրվել են Հայաստանի հանքաքարերից ստացված բազալտաթելքը և ապակեթելքը, ինչպես նաև գրաֆիտաթելքը և ասբեստաթելքը: Դիֆերենցիալ-ջերմաձանրաչափական վերլուծությունները ցույց են տալիս, որ բոլոր թելքերի ուժգին տրոհման հիմնական գործընթացները էկզոթերմային բնույթի են և սկսվում են հիմնականում 550°C-ից բարձրջերմաստիճանային պայմաններում: Դա լրացուցիչ կերպով

բարձրացնում է շփահպակի ջերմաստիճանը և մեծացնում ջերմաստիճանային գրադիենտը, նպաստելով շփանյութերի ավելի արագ քայքայմանը, ինչն ուղենիշ է բազմաբաղադրիչ ասֆեստազերծ կոմպոզիտային նոր և ջերմակայուն շփանյութերի մշակման և առաջարկման համար: Հնարավորություն է ստեղծվում բարձրացնելու շփանյութերի ջերմակայունությունը և շփամաշվածքային բնութագրերը բարձր ջերմաստիճաններում, դրանց բաղադրակազմերում օգտագործելով այնպիսի նպատակային լցուկներ, որոնց տրոհման ջերմաստիճանները գտնվում են 550°C-ից մինչև 850°C ջերմաստիճանային տիրույթում, և տրոհման գործընթացները էնդոթերմային բնույթի են: Վերլուծությունները ցույց են տալիս, որ նշված հատկություններով օժտված են, մասնավորապես, կալցիումի, բարիումի սուլֆիդները և կարբոնատները:

Նպատակ ունենալով բազմաբաղադրիչ նյութերի կիրառմամբ ասֆեստազերծ ջերմակայուն կոմպոզիտային շփանյութերի բաղադրակազմերում կիրառելու Հայաստանի հանքանյութերից ստացված փոշիները, ընտրվել և փորձագիտական հետազոտության է ենթարկվել կալցիումի կարբոնատով հարուստ մարմարի հանքաքարերի փոշին: Ջերմաձանրաչափական մեթոդով ուսումնասիրվել են կալցիումի կարբոնատի ջերմադինամիկական հատկությունները (նկ. 6), համաձայն որոնց՝ կալցիումի կարբոնատի ուժգին տրոհումը սկսվում է մոտավորապես 750°C և ավարտվում 900°C-ում: Տեղի է ունենում մոտ 40% զանգվածի կորուստ, ինչը պայմանավորված է տրոհման ընթացքում օքսիդների առաջացմամբ:



Նկ. 6. Կալցիումի կարբոնատի ջերմաձանրաչափական (—) և դիֆերենցիալ ջերմաձանրաչափական (----) վերլուծությունների կորերը

Այսպիսով, կալցիումի կարբոնատով հարուստ Հայաստանի բազմաբաղադրիչ հանքանյութերից մարմարի փոշու օգտագործումն արգելակային շփանյութերում ապահովում է տեխնիկական նոր արդյունավետություն: Շփանյու-

թերի բարձրջերմաստիճանային շփման պայմաններում ապահովվում են շփման գործակիցների բարձր և կայուն արժեքներ՝ շնորհիվ այն երևույթի, որ շփանյութերի բաղադրակազմների ամրանային տարրերի տրոհման գործընթացներում անջատված լրացուցիչ ջերմության քանակը կլանվում է մարմարի փոշուց:

Շփանյութերի կապակցող նյութերի, լցուկների և շփման գործակցի կարգավորիչների ուսումնասիրման արդյունքում մշակվել է բազմաբաղադրիչ նյութերի կիրառմամբ ասբեստազերծ ջերմակայուն նոր՝ «Բաստենիտ-9» անվամբ կոմպոզիտային շփանյութ (նկ. 7), որը ներառում է ջերմառեակտիվ կապակցանյութեր, թելքավոր միներալային լցանյութեր՝ ապակեթելք և բազալտաթելք, անօրգանական լցանյութեր՝ բարիտային խտանյութ, տիտանի երկօքսիդ և շփման ու մաշման կարգավորիչ՝ գրաֆիտ, և լրացուցիչ պարունակում է նաև անօրգանական լցանյութ՝ հեղուկ ապակի և մարմարի փոշի, իսկ որպես շփման և մաշման կարգավորիչ՝ նատրիումի տետրաբորատ: Բազմաբաղադրիչ նյութերի կիրառմամբ ասբեստազերծ արգելակային ջերմակայուն կոմպոզիտային Բաստենիտ-9 շփանյութը նախատեսված է մեծ արագությունների և տեսակարար ճնշումների պայմաններում աշխատող ավտոմոբիլային սկավառակային արգելակների կոճղակների պատրաստման համար: Միայն հեղուկ ապակու, մարմարի փոշու և նատրիումի տետրաբորատի համատեղ կիրառումն է ապահովում առաջադրված խնդրի լուծումը:



Նկ. 7. Բաղադրիչների խառնման երկփուլ տեխնոլոգիայով Բաստենիտ-9 շփանյութից արգելակային ներդիրների արտադրության տեխնոլոգիական սխեման

Եզրակացություն. Բացահայտվել է, որ բազմաբաղադրիչ նյութերի կիրառմամբ պոլիմերային հիմքով ասֆեստազերծ արգելակային կոմպոզիտային շփանյութերում լայն տարածում գտած ամրանային լցուկների տրոհման գործընթացները էկզոջերմային են և սկսվում են հիմնականում 550°C-ից բարձրջերմաստիճանային պայմաններում: Արդյունքում՝ հնարավորություն է ստեղծվում՝ բարձրացնելու շփանյութերի ջերմակայունությունը և շփամաշվածքային բնութագրերը բարձր ջերմաստիճաններում, դրանց բաղադրակազմերում օգտագործելով այնպիսի նպատակային լցուկներ, որոնց տրոհման ջերմաստիճանները գտնվում են 550°C-ից մինչև 850°C ջերմաստիճանային տիրույթում, և տրոհման գործընթացները էնդոջերմային բնույթի են: Բացահայտվել է, որ կալցիումի կարբոնատի ուժգին տրոհումը սկսվում է մոտավորապես 750°C-ից և ավարտվում 900°C-ում: Այն էնդոջերմային բնույթի է: Տեղի է ունենում մոտ 40% զանգվածի կորուստ, ինչը պայմանավորված է տրոհման ընթացքում օքսիդների առաջացմամբ: Շփանյութերի բաղադրակազմերում կալցիումի կարբոնատի օգտագործման դեպքում՝ 750°C-ից բարձր ջերմաստիճաններում շփման պայմաններում, երբ տեղի է ունենում կապակցող նյութի և ամրանային տարրի տրոհում, անջատված ջերմության լրացուցիչ քանակությունը կլանում է կալցիումի կարբոնատը: Ցույց է տրված, որ մարմարի փոշու օգտագործումն արգելակային շփանյութերում ապահովում է շփման գործակիցների բարձր և կայուն արժեքներ՝ շնորհիվ մարմարի փոշով շփանյութերի բաղադրակազմերի ամրանային տարրերի տրոհման գործընթացներում անջատված ջերմության լրացուցիչ քանակի կլանման: Արդյունքում՝ մշակվել է Բաստենիտ-9 անվամբ պոլիմերային հիմքով ասֆեստազերծ արգելակային ջերմակայուն կոմպոզիտային շփանյութ և դրա ստացման տեխնոլոգիան:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Chandgude S.B., Ganiger S.G.** Development of Composite Material for Automobile Disc Brake Pad // International Engineering Research Journal.- 1987.- P. 144-149. <http://www.ierjournal.org/pupload/>.
2. Производители тормозных колодок-<http://diski-kolodki.com.ua/proizvoditeli/>.
3. **Մելիքսեթյան Գ.Ն.** Արգելակային շփանյութերի զարգացման հիմնական ուղղությունները // Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանի Լրաբեր.Գիտական հոդվածների ժողովածու.- Մաս 2.- Երևան, 2016.- Էջ 622-628:
4. **Погосян А.К.** Трение и износ наполненных полимерных материалов.- М.: Наука, 1977.-138 с.
5. Фрикционные композиты на основе полимеров / **А.К. Погосян, П.В. Сысоев, Н.Г. Меликсетян и др.**— Минск: Информтрибо, 1992.- 218 с.
6. **Պողոսյան Ա.Կ.** Շփագիտության հիմունքներ.- Երևան: Լույս, 1994.- 296 էջ:

7. Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ.- М.: Машиностроение, 1977.- 526 с.
8. Suh N.P. The Delamination Theory of Wear // Wear.- 1973. -Vol. 25.– P.111-124.
9. Агбалян С.Г., Меликсетян Н.Г., Меликсетян Г.Н. Фрикционный перенос при трении безасбестовых тормозных материалов // Сб. тр. XXIV Межд. науч.- техн. конф. “Машиностроение и техносфера XXI века”.- Севастополь, 2017.- С.160-164.
10. Агбалян С.Г., Меликсетян Г.Н. Исследование работоспособности тормозного фрикционного композита, изготовленного из многокомпонентных материалов // Вестник НПУА: Металлургия, материаловедение, недропользование.- Ереван, 2017.- N1.- С. 26-33.
11. Меликсетян Н.Г., Агбалян С.Г., Меликсетян Г.Н., Карапетян А.Н. Физическое моделирование высокотемпературного трения тормозных фрикционных материалов // Вестник НПУА: Механика, машиноведение, машиностроение.- Ереван, 2017.- N 1.- С. 92-100.

Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 22.06.2018:

С.Г. АГБАЛЯН, Н.Г. МЕЛИКСЕТАН, Г.Н. МЕЛИКСЕТАН

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЗАСБЕСТОВЫХ ТОРМОЗНЫХ ТЕПЛОСТОЙКИХ ФРИКЦИОННЫХ КОМПОЗИТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Разработан новый теплостойкий безасбестовый фрикционный композит Бастенит-9 на полимерной основе. Выявлен механизм структурообразования, согласно которому волокна обеспечивают высокую прочность композиции, одновременно повышая трибологические характеристики композита, работают как самостоятельные наполнители, не находясь в химической связи с полимерным связующим. Показано, что тормозной фрикционный композит Бастенит-9 обладает высокой и стабильной эффективностью торможения и по фрикционным характеристикам отвечает требованиям стандарта N13 Европейского Экономического Комитета.

Ключевые слова: безасбестовый, тормоз, полимер, фрикционный композитный материал, наполнитель, волокно, прочность, теплостойкость, контртело, коэффициент трения.

S.G. AGHBALYAN, N.G. MELIKSETYAN, G.H. MELIKSETYAN

**DEVELOPING A TECHNOLOGY FOR OBTAINING ASBESTOS-FREE BRAKE
HEAT-RESISTANT FRICTION COMPOSITES APPLYING MULTICOMPONENT
MATERIALS**

A new polymer - based heat-resistant asbestos-free friction composite material called Bastenite-9 has been developed. A structurization mechanism has been revealed, according to which, the fibers provide high strength, and simultaneously increasing the tribological characteristics of the composite, they work as independent fillers, not being in the chemical bond with the polymer binder. It is shown that the Bastenit-9 braking friction composite has a high and stable braking efficiency, and by its friction characteristics meets the requirements of the N13 Standard of the European Economic Committee.

Keywords: asbestos-free, brake, polymer, friction composite material, filler, fiber, strength, heat resistance, counterbody, coefficient of friction.