

Ն.Գ. ՄԵԼԻՔՍԵԹՅԱՆ, Ս.Գ. ԱՂԲԱԼՅԱՆ, Գ.Ն. ՄԵԼԻՔՍԵԹՅԱՆ, Գ.Հ. ԱՍՉՅԱՆ

ԲԱՐԵԼԱՎՎԱԾ ԲԱՂԱԴՐԱԿԱԶՄՈՎ «ԲԱՍՏԵՆԻՏ» ՏԻՊԻ ՇՓԱՆՅՈՒԹ  
ԹՄԲՈՒԿԱՎՈՐ ԱՐԳԵԼԱԿՆԵՐԻ ՀԱՄԱՐ

Ուսումնասիրված են ասբեստազերծ շփանյութերի շփագիտական բնութագրերը՝ համաձայն ՄԱԿ-ին կից Եվրոպական տնտեսական կոմիտեի միջազգային ստանդարտների պահանջների: Պարզաբանված են շփանյութերի մակերևութային բարակ շերտերում ընթացող մեխանաքիմիական փոխակերպումները, և հաշվարկված են մնացորդային լարումների արժեքները: Բեռնատար ավտոմեքենաների թմբուկային արգելակների շփագույգեքում կիրառելու նպատակով առաջարկվում են Բաստենիտ-9Մ տիպի բարելավված բաղադրակազմով ասբեստազերծ պոլիմերային շփանյութը և նրա պատրաստման տեխնոլոգիան:

**Առանցքային բառեր.** ասբեստազերծ պոլիմերային շփանյութ, արգելակման արդյունավետություն, մաշակայունություն, թմբուկային արգելակ:

**Ներածություն:** Կատարված գիտական և որոնողական աշխատանքների արդյունքում մշակված և մարդատար ավտոմեքենաների սկավառակային արգելակներում ներդրված են նոր, հեղինակային իրավունքներով և ՌԴ պատենտով արտոնագրված «Բաստենիտ» ընդհանուր անվանումով ասբեստազերծ արգելակային շփանյութեր [1-3]: Հետազոտությունների արդյունքում բացահայտվել է, որ բազմաբաղադրիչ նյութերի կիրառմամբ պոլիմերային հիմքով ասբեստազերծ արգելակային կոմպոզիտային շփանյութերում լայն տարածում գտած ամրանային լցուկների (Հայաստանի հանքաքարերից ստացված բազալտաթելք և ապակեթելք, գրաֆիտաթելք և ասբեստաթելք) տրոհման գործընթացները էկզոջերմային բնույթի են և սկսվում են հիմնականում 550 °C-ից բարձր ջերմաստիճաններում: Դա ուղենիշ է բազմաբաղադրիչ նյութերի կիրառմամբ ասբեստազերծ արգելակային կոմպոզիտային նոր և ջերմակայուն շփանյութերի մշակման և առաջադրման 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 գործընթացներն էնդոջերմային բնույթի են:

Նպատակ ունենալով բազմաբաղադրիչ նյութերի կիրառմամբ պոլիմերային հիմքով ասբեստազերծ արգելակային ջերմակայուն կոմպոզիտային շփանյութերի բաղադրակազմերում կիրառելու Հայաստանի հանքանյութերից ստացված

փոշիները, ընտրվել և հետազոտության է ենթարկվել կալցիումի կարբոնատով հարուստ հանքաքարերից ստացված մարմարի փոշին, որի առավելություններից են էկոլոգիապես մաքուր լինելը և աղմուկը կլանելու հատկությունը [3]:

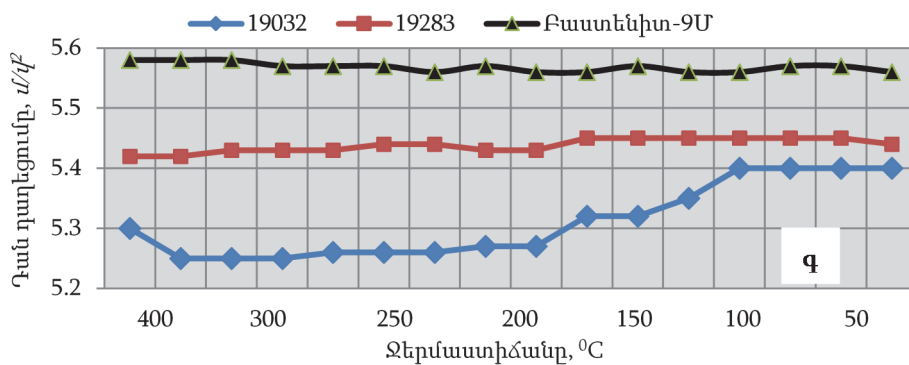
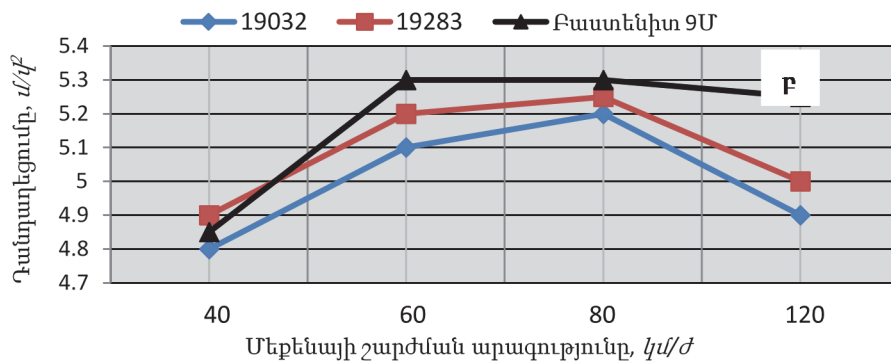
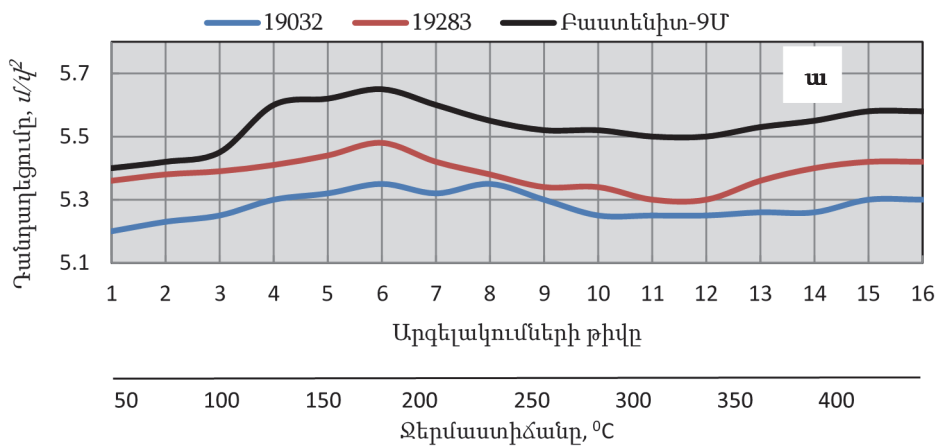
Բեռնատար ավտոմեքենաների թմբուկային արգելակային հանգույցների շահագործողական ռեժիմներով ստենդային փորձարկումները ցույց են տալիս, որ դրանք ցուցաբերում են բավարար աշխատունակություն և բավարարում են միջազգային SAE J 661 201211 ստանդարտի պահանջները [4, 5]:

Արգելակային շփանյութերում կիրառվող կապակցող նյութերի, լցուկների և շփման գործակցի կարգավորիչների ուսումնասիրման հիման վրա մշակվել են «Բաստենիտ-9» անվամբ ասբեստազերծ արգելակային ջերմակայուն կոմպոզիտային շփանյութ և ստացման տեխնոլոգիա, որոնք որպես գիտական նորույթ ամրագրվել են ՀՀ գյուտի արտոնագրով (ՀՀ գյուտի N 2909A արտոնագիր):

**Խնդրի դրվածքը և մեթոդիկայի հիմնավորումը.** Բեռնատար ավտոմեքենաների արգելակային հանգույցներում բարելավված բաղադրամասերով «Բաստենիտ» դասի ասբեստազերծ շփանյութերի մշակման և ներդրման նպատակով անհրաժեշտություն է առաջանում բարելավել «Բաստենիտ-9» տիպի շփանյութի բաղադրակազմը, ուսումնասիրել շփանյութերի շփամաշվածքային բնութագրերի վրա շփահպակի ջերմային բեռնավորման ազդեցությունը և շփանյութերի մակերևութային շերտերում տեղի ունեցող մեխանաքիմիական, կառուցվածքային, ֆազային կազմի, լարվածային դեֆորմացիոն և այլ փոխակերպումները:

**Հետազոտության արդյունքները.** Արգելակային շփանյութերի շփամաշվածքային բնութագրերի վրա շփահպակի ջերմային բեռնավորման ազդեցության ուսումնասիրման նպատակով փորձագիտական հետազոտությունների են ենթարկվել բարելավված բաղադրամասերով «Բաստենիտ-9Մ» շփանյութից և եվրոպական JURID ֆիրմայի արտադրած և միջազգային SAE J 661 201211 ստանդարտների պահանջներին համապատասխանող WVA 19032 BFMC, WVA 19283 BFMC մակնիշների շփանյութերից (MAN, DAF, IVECO բեռնատարների թմբուկավոր արգելակների ներդիրների շփանյութեր) պատրաստված փորձանմուշները: Փորձարկումները կատարվել են TC-1 իներցիոն ստենդի վրա՝ համաձայն նշված ստանդարտի մեթոդիկայի: Արգելակման արդյունավետության, արդյունավետության կորստի և արդյունավետության կորստի վերականգնման ուսումնասիրության արդյունքները ներկայացված են նկ. 1-ում:

Վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ «Բաստենիտ-9Մ» շփանյութն արգելակման արդյունավետության կորստի բնութագրերով (նկ. 1, ա) ամբողջ ջերմաստիճանային տիրույթում գերազանցում է 19032 և 19283 մակնիշների շփանյութերին, և դանդաղեցման արժեքների ցրման դաշտը չի գերազանցում 5%, ինչը բավարարում է SAE J 661 201211 ստանդարտի պահանջները:



Նկ. 1. Փորձարկումների համեմատական արդյունքները. ա- արգելակման արդյունավետության կորուստը, բ- արգելակման արդյունավետությունը, գ-արգելակման արդյունավետության կորուստի վերականգնումը

Արգելակման արդյունավետության (նկ. 1, բ) և արգելակման արդյունավետության կորուստի վերականգնման (նկ. 1, գ) բնութագրերով «Բաստենիտ-9Մ» շփանյութը և գերազանցում է մյուս շփանյութերին: Ընդ որում, «Բաստենիտ-9Մ»

շփանյութի գծային մաշման %-ային արժեքները միջին մակարդակի են (2,55 %) և բավարարում են SAE J 661 201211 ստանդարտի պահանջները:

Այսպիսով, շփամաշվածքային բնութագրերով բարելավված բաղադրամասերով «Բաստենիտ-9Մ» շփանյութը բեռնատար ավտոմեքենաների թմբուկային արգելակների շահագործողական ռեժիմներով ստենդային փորձարկումների արդյունքում ցուցաբերում է բավարար աշխատունակություն և բավարարում է միջազգային [5] ստանդարտի պահանջները: Այն առաջարկվում է ճանապարհային շահագործողական փորձարկումների համար:

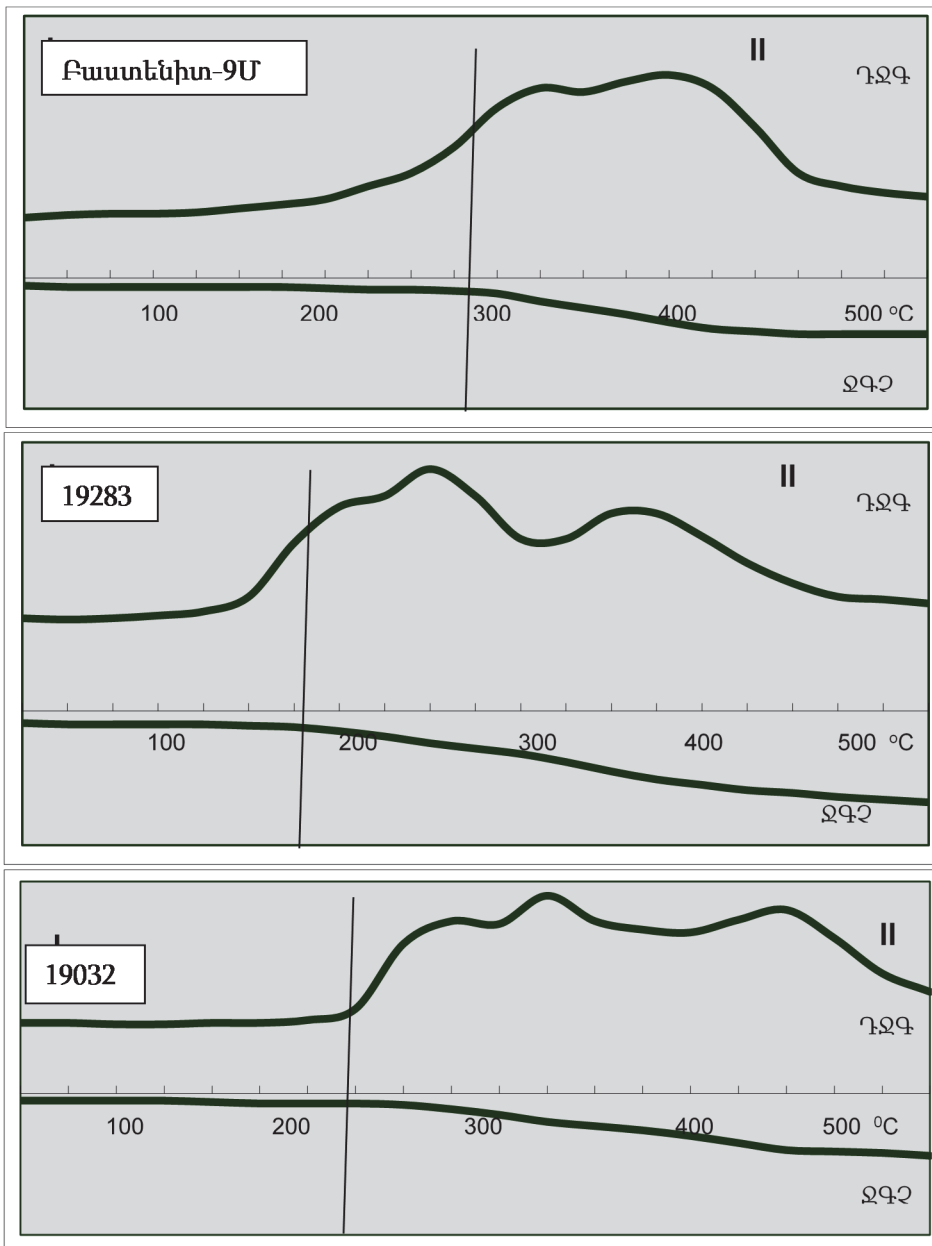
Դիֆերենցիալ-ջերմաձանրաչափական (ԴՋԳ) և ջերմաձանրաչափական (ՋԳԶ) մեթոդներով ՕՃ-102 դերիվատագրի միջոցով ուսումնասիրվել են ընտրված շփանյութերի նմուշների ջերմաֆիզիկական հատկությունները (նկ. 2), համաձայն որոնց մեխանաքիմիական փոփոխություններն ունեն երկփուլ բնույթ և սկսվում են դեռևս ցածր ջերմաստիճանային շփման պայմաններում: Մինչև 240 °C տեղի են ունենում մակերևութային շերտի ամրության նվազում և բաղադրակազմի ցնդող տարրերի ցածր մոլեկուլային քաշային պիրոլիզ (I տիրույթ): Մինչև 420 °C նկատվում է կապակցող նյութի տրոհում (II տիրույթ): Ընդ որում, փոխակերպումներն ուղեկցվում են ջերմության անջատումով, քանի որ դիֆերենցիալ-ջերմաձանրաչափական կորերն ունեն էկզոջերմային բնույթ:

Ջերմաձանրաչափական կորերը ցույց են տալիս, որ տաքացման ընթացքում տեղի է ունեցել շփանյութերի նմուշների զանգվածի կորուստ: Կորերի վերծանումը հնարավորություն է տալիս ներկայացնելու մեխանաքիմիական փոխակերպումների մեխանիզմները (աղ. 1):

*Աղյուսակ 1*

*Մեխանաքիմիական փոխակերպումների մեխանիզմները*

| №  | Մեխանիզմը                                                                                    | Շփանյութը                    |           |            |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------|------------|
|    |                                                                                              | 19032                        | 19283     | Բաստենիտ-9 |
|    |                                                                                              | Փոխակերպման ջերմաստիճանը, °C |           |            |
| I  | Մակերևութային շերտի ամրության նվազում և բաղադրակազմի ցնդող տարրերի ցածր մոլեկուլային պիրոլիզ | 100...240                    | 100...180 | 100...280  |
| II | Կապակցող նյութերի քայքայում                                                                  | 240...420                    | 180...420 | 280...450  |

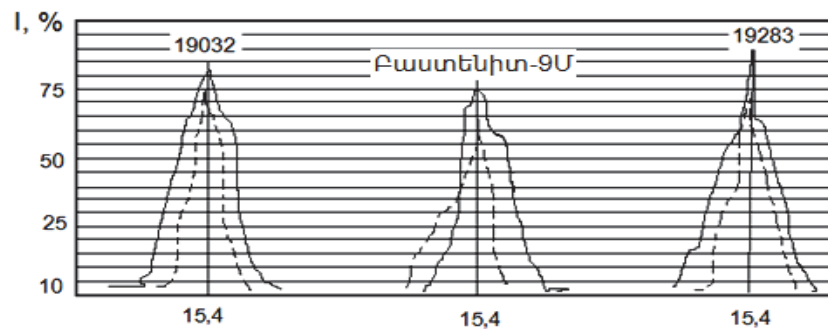


Նկ. 2. Ընտրված շփանյութերի նմուշների ջերմաֆիզիկական հատկությունները

Շփանյութերի 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

դանդադեցման արժեքի նվազումն ու մաշման սաստիկության անցումը չափավորից դեպի ուժգինը:

Շփանյութերի մակերևութային շերտերի լարվածա-դեֆորմացման վիճակի գնահատման նպատակով փորձարկումների ենթարկված նմուշների շփման մակերևույթներն ուսումնասիրվել են ռենտգենյան դիֆրակցիայի մեթոդով  $\text{DPOH-2}$  սարքավորման վրա: Ամրանավորող տարրի անկյունային ռեֆլեքսի (ռենտգենյան ճառագայթի առաջնային փնջի անկման անկյուն) արժեքները, շփման ուղղությանը զուգահեռ և ուղղահայաց ճառագայթների անկման դեպքում, բերված են նկ. 3-ում:



Նկ. 3. Ամրանավորող տարրի անկյունային ռեֆլեքսի (ռենտգենյան ճառագայթի առաջնային փնջի անկման անկյուն) արժեքները շփման ուղղությանը զուգահեռ (—) և ուղղահայաց (---) ճառագայթների անկման դեպքում

Ռենտգենագրերից երևում է, որ մակերևութային ընկնող ճառագայթները, կախված շփման ուղղությունից, ունեն տարբեր ուժգնությամբ անկյունային ռեֆլեքսներ: Դա հաստատում է, որ մակերևութի բարակ շերտերում գործում են մնացորդային լարումներ, որոնց արժեքները որոշվում են հետևյալ բանաձևերով՝

$$\sigma_1 = K + L, \quad \sigma_3 = K - L, \quad (1)$$

$$\text{որտեղ } K = \frac{1}{2} \left[ \frac{d_\theta + d'_\theta - 2d_0}{d_0} \cdot \frac{E}{(1+\nu) \sin^2 \theta - 2\nu} \right], \quad L = \frac{d_\theta - d'_\theta}{d_0} \cdot \frac{E}{(1+\nu) \sin^2 \theta}:$$

Բանաձևերում  $d_\theta$ -ն միջհարթությունային հեռավորությունն է շփման ուղղությանը զուգահեռ ռենտգենյան ճառագայթների անկման դեպքում,  $d'_\theta$ -ն՝ միջհարթությունային հեռավորությունը շփման ուղղությանը ուղղահայաց ռենտգենյան ճառագայթների անկման դեպքում,  $E$ -ն՝ առաձգականության մոդուլը,  $\nu$ -ն՝ Պուասոնի գործակիցը,  $d_0$ -ն՝ շփանյութերի միջհարթությունային հեռավորությունը.

$$d_0 = \lambda / 2 \sin \theta, \quad (2)$$

որտեղ  $\lambda$ -ն ալիքի երկարությունն է ( $\lambda = 1,54 \text{ \AA}$  պղնձի ճառագայթման դեպքում);  $\theta$ -ն՝ առաջնային փնջի անկման անկյունը:

Շփման ուղղությանը զուգահեռ ( $\sigma_1$ ) և ուղղահայաց ( $\sigma_3$ ) մնացորդային լարումների թվային արժեքները բերված են աղ. 2-ում:

Աղյուսակ 2

Մնացորդային լարումների թվային արժեքները

| Շփանյութ    | Մնացորդային լարում, <i>ԳՊա</i> |            | Առաձգականության մոդուլ, <i>ԳՊա</i> |
|-------------|--------------------------------|------------|------------------------------------|
|             | $\sigma_1$                     | $\sigma_3$ |                                    |
| 19032       | 8,65                           | -7,15      | 7,90                               |
| Բաստենիտ-9Մ | 7,58                           | -6,63      | 7,60                               |
| 19283       | 9,18                           | -8,61      | 7,70                               |

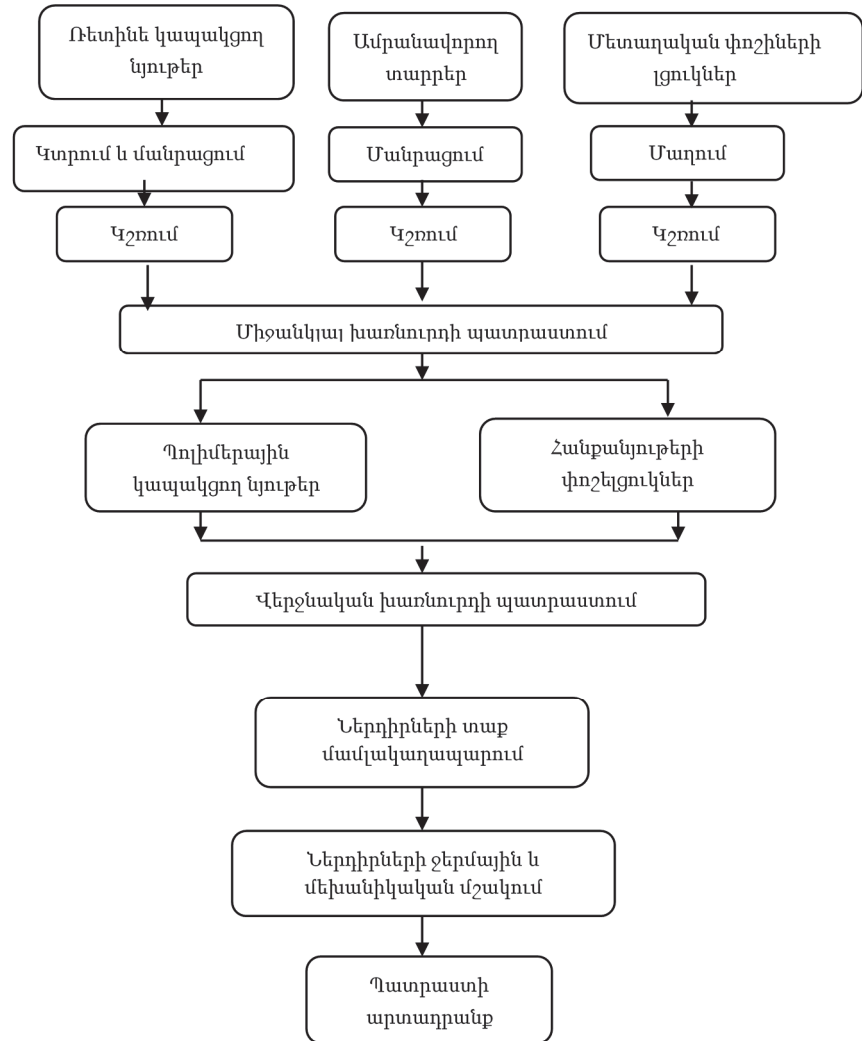
Շփման վեկտորի ուղղությամբ մնացորդային լարումները ձգող լարումներ են, իսկ ուղղահայաց ուղղությամբ՝ սեղմող լարումներ: Ընդ որում, սեղմող լարումներն իրենց բացարձակ արժեքներով փոքր են ձգող լարումներից: Լարվածության այսպիսի անհամաչափ վիճակը շփման վեկտորի ուղղությամբ մակերևութային շերտերի կողմնորոշման արդյունք է և հանգեցնում է մակերևութային շերտերում շփման ուղղությամբ տարածվող միկրոճաքերի առաջացմանը: Մնացորդային լարումների արժեքները գերազանցում են շփանյութերի առաձգականության մոդուլների արժեքներին:

Հետազոտման արդյունքները հաստատագրում են, որ նոր ասբեստազերծ ջերմակայուն կոմպոզիտային շփանյութերի մշակման գործընթացում կապակցող նյութերի, ամրանային տարրերի և նպատակային լցուկների ընտրման միջոցով շփանյութերի չափավոր մաշումից ուժգին մաշման անցման ջերմաստիճանային տիրույթն անհրաժեշտ է տեղաշարժել դեպի ավելի բարձր ջերմաստիճանային տիրույթ, ուղենիշ ունենալով շփագույզի աշխատունակության բարձրացումը:

Առաջարկվող Բաստենիտ-9Մ շփանյութից շփական ներդիրները պատրաստվում են բաղադրիչների խառնման երկփուլ տեխնոլոգիայով (նկ. 4):

«Բաստենիտ-9Մ» շփանյութի վերջնական խառնուրդի պատրաստումն իրականացվում է հետևյալ հաջորդականությամբ. 70 °C տաքացված պայմաններում ռետինախառնիչի խառնման խուց են լցվում ռետինե կապակցող նյութը, ապակե- և բազալտաթելքերը, տիտանի երկօքսիդի և մարմարի փոշիները: Զանգվածը 4 *րոպ* տևողությամբ խառնվում է 0,5 *ՄՊա* ճնշման և z-ձև լիսեոների 22 *պտ/րոպ* պտուտաթվերի պայմաններում: Այնուհետև, առանց դադարեցնելու ռետինախառնիչի աշխատանքը, ավելացվում են 10-50 *մկմ* չափերով ֆենոլֆորմալդեհիդը, բարիտի խտանյութը, գրաֆիտը, հեղուկ ապակին և նատրիումի տետրաբորատը: Զանգվածը 6 *րոպ* տևողությամբ խառնվում է 0,6 *ՄՊա* ճնշման և z-ձև լիսեոների 25 *պտ/րոպ* պտուտաթվերի պայմաններում: Ռետինախառնիչի բեռնաթափումից

հետո, ներքին լարումները հանելու նպատակով, վերջնական խառնուրդը հովացվում է մինչև սենյակային ջերմաստիճան:



Նկ. 4. Բաղադրիչների խառնման երկփուլ տեխնոլոգիայով շփական ներդիրների արտադրության տեխնոլոգիական սխեման

**Եզրակացություն.** Շփամաշվածքային բնութագրերով բարելավված բաղադրամասերով «Բաստենիտ-9Մ» շփանյութը բեռնատար ավտոմեքենաների թմբուկային արգելակների շահագործողական ռեժիմներով ստենդային փորձարկումների արդյունքում ցուցաբերում է բավարար աշխատունակություն և բավարարում է միջազգային SAEJ 661 201211 ստանդարտի պահանջները: Այն առաջարկվում է ճանապարհային շահագործողական փարձարկումների համար:

Մեխանաքիմիական փոփոխություններն ունեն երկփուլ բնույթ և սկսվում են դեռևս ցածր ջերմաստիճանային շփման պայմաններում: Մինչև 240 °C տեղի են ունենում մակերևութային շերտի ամրության նվազում և բաղադրակազմի ցնդող տարրերի ցածր մոլեկուլային քաշային պիրոլիզ (I տիրույթ): Մինչև 420 °C նկատվում է կապակցող նյութի տրոհում (II տիրույթ):

Շփման վեկտորի ուղղությամբ մնացորդային լարումները ձգող լարումներ են, իսկ ուղղահայաց ուղղությամբ՝ սեղմող լարումներ: Մնացորդային լարումների արժեքները գերազանցում են շփանյութերի առաձգականության մոդուլների արժեքներին:

Առաջարկվող «Բաստենիտ-9Մ» շփանյութից շփական ներդիրները պատրաստվում են բաղադրիչների խառնման երկփուլ տեխնոլոգիայով:

*Հետազոտությունն իրականացվել է ՀՀ ԿԳՄՍ նախարարության գիտության կոմիտեի կողմից ՀԱՊՀ «Շփագիտություն» և «Նյութագիտություն և մետալուրգիա» բազային գիտահետազոտական լաբորատորիաներին տրամադրած ֆինանսավորման շրջանակներում:*

#### 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. **Պողոսյան Ա.Կ., Մելիքսեթյան Ն.Գ.** Ասբեստազերծ կոմպոզիտային շփանյութերի ստեղծումն ու կիրառումը // ՀՀ ԳԱԱ և ՀՊՃՀ տեղեկագիր. ՏԳ սերիա.- Երևան, 2012.- Հատ. 65, N3.- էջ 235-245:
3. **Ագբալյան Ս.Գ., Մելիքսեթյան Ն.Գ., Մելիքսեթյան Գ.Ն.** Разработка и трибологическое исследование безасбестовых тормозных композиционных материалов // Труды 1-й Межд. конф. “Инженерные решения в машиностроении: Проектирование, моделирование, испытание и изготовление”.- Ереван, 2018.- С. 38-44.
4. **Ագբալյան Ս.Գ., Մելիքսեթյան Գ.Ն.** Новый фрикционный материал для барабанных тормозов большегрузных автомобилей // Вестник НППА: Металлургия, материаловедение, недропользование. - Ереван, 2016.- N1.- С. 42-47.
5. FRICTION TEST FOR BRAKE LINING. International Standart SAE J 661 201211.- Brake Linings Standarts Cjmmmittee.- 2012.

Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 09.12.2019:

**Н.Г. МЕЛИКСЕТАН, С.Г. АГБАЛЯН, Г.Н. МЕЛИКСЕТАН, Г.О. АСЧЯН**  
**ФРИКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ ТИПА “БАСТЕНИТ” С УЛУЧШЕННЫМ**  
**КОМПОЗИЦИОННЫМ СОСТАВОМ ДЛЯ БАРАБАННЫХ ТОРМОЗОВ**

Исследованы трибологические характеристики безасбестовых фрикционных материалов в соответствии с правилами международных стандартов Европейского экономического комитета при ООН. Установлены основные характеристики механохимических превращений, протекающих в тонких поверхностных слоях фрикционных композитов, и рассчитаны значения остаточных напряжений. Для применения в парах трения барабанных тормозов грузовых автомобилей предлагаются фрикционный безасбестовый полимерный материал типа “Бастенит-9М” и технология его изготовления.

**Ключевые слова:** фрикционный безасбестовый полимерный материал, эффективность торможения, износостойкость, барабанный тормоз.

**N.G. MELIKSETYAN S.G. AGHBALYAN, G.N. MELIKSETYAN, G.H. ASCHYAN**  
**A BASTENITE- TYPE FRICTIONAL MATERIAL WITH AN IMPROVED**  
**COMPOSITION FOR DRUM BRAKES**

The tribological characteristics of asbestos-free friction materials are studied according to the rules of international standards of the European Economic Committee at the UN. The main characteristics of mechanochemical transformations occurring in the thin surface layers of friction composites are established, and the values of residual stresses are calculated. A friction asbestos-free polymer material of the Bastenite-9M type and the technology of its manufacture are proposed to be used in friction pairs of drum brakes of trucks.

**Keywords:** asbestos-free friction polymer material, braking performance, wear resistance, drum brake.