

Ն.Գ. ՄԵԼԻՔՍԵԹՅԱՆ, Գ.Հ. ԱՍՉՅԱՆ, Տ.Շ. ԹԱՂԵՎՈՍՅԱՆ

ՊԱՀԱՆՋՎՈՂ ՖՈՒՆԿՑԻՈՆԱԼ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՈՎ ԱՐԳԵԼԱԿԱՅԻՆ
ՇՓԱԿԱՆ ԱՍԲԵՍՏԱԶԵՐԾ ՆԵՐԴԻՐՆԵՐԻ ՍՏԱՑՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՅԻ
ՄՇԱԿՈՒՄԸ

Տեսական և փորձարարական հետազոտությունների արդյունքում մշակվել են ՀՀ հանքարդյունաբերության և մետալուրգիական արտադրության թափոններից ստացված թելքերի ու փոշիների կիրառմամբ բարձրջերմաստիճանային կարճատև-կրկնվող ռեժիմի պայմաններում աշխատունակ ու պահանջվող ֆունկցիոնալ հատկություններով արգելակային ասբեստազերծ կոմպոզիտային շփանյութերի ստեղծման սկզբունքները: Որպես ֆունկցիոնալ պարամետր ընտրելով ջերմունակության գործակիցը, բացահայտվել են ֆունկցիոնալ հատկություններով արգելակային շփանյութերի մակերևութային շերտերի կառուցվածքային փոխակերպումները բարձրջերմաստիճանային շփման պայմաններում, և կատարվել է կառուցվածքագոյացման մեխանիզմի մոդելավորում:

Առաջին անգամ մշակվել է Windows ծրագրային միջավայրում հասանելիությամբ, winforms եղանակով ծրագրի ներմուծման և արտածման դաշտերի պատկերմամբ, ֆունկցիոնալ հատկություններով կոմպոզիտային շփանյութերի տեսակարար ջերմունակության գործակիցների ավտոմատ հաշվարկման ծրագիր՝ կախված բաղադրիչների ծավալային պարունակությունից: Բացահայտվել են Ալավերդու պղնձաձուլական արտադրության խարամներում պարունակվող ֆայալիտի (Fe_2SiO_4) ջերմաֆիզիկական և էնդոգեն հատկությունները և նրա՝ որպես ֆունկցիոնալ հատկությունների կարգավորիչի կիրառությունը արգելակային շփանյութերում: Մշակվել է պահանջվող ֆունկցիոնալ հատկություններով արգելակային բազմաբաղադրիչ նոր՝ Բաստենիտ-10 անվամբ ասբեստազերծ արգելակային ջերմակայուն կոմպոզիտային շփանյութը՝ ֆայալիտի կիրառմամբ (ՀՀ Գյուտի արտոնագիր N 752Y, 2022 թ), և նրա ստացման տեխնոլոգիան:

Առանցքային բառեր. ֆունկցիոնալ հատկություններով արգելակային շփանյութեր, տեսակարար ջերմունակության գործակից, շփման գործակից, ֆունկցիոնալ պարամետր, ֆայալիտ:

Ներածություն: Ֆունկցիոնալ հատկություններով պոլիմերային հիմքով կոմպոզիցիոն նյութերը անընդհատ ավելի լայն կիրառություն են գտնում տնտեսության տարբեր ոլորտներում: Բացառություն չեն կազմում նաև այդ դասին պատկանող արգելակային շփական նյութերը, և ներկայումս դրանց անվանացանկը ներառում է տարբեր հատկություններով հարյուրավոր շփանյութեր: Որոշակի նշանակությամբ բաղադրիչների համադրությունը հանգեցնում է նոր նյութերի

ստեղծմանը, որոնց հատկությունները էականորեն տարբերվում են բաղադրիչների հատկություններից: Փոփոխելով պոլիմերային հիմքի և լցանյութերի կազմը և քանակությունը, դրանց հարաբերակցությունը, լցանյութերի կոդմնորոշումը, ստանում են նյութերի լայն տեսականի՝ նախապես տրված բնութագրերով և պահանջվող ֆունկցիոնալ հատկություններով [1]:

Հիմք ընդունելով [2-4] աշխատանքներում հաստատված այն հանգամանքը, որ ջերմաստիճանի աճը բնութագրվում է շփանյութի ջերմունակությամբ, կարելի է փաստել, որ բարձրջերմաստիճանային (280°C բարձր) պայմաններում աշխատող շփանյութերի դեպքում որքան մեծ է ջերմունակության գործակիցը (փոքր է ջերմաստիճանի աճը), այնքան մաշակայուն է շփանյութը: Այս հանգամանքը կարևոր է պոլիմերային հիմքով կոմպոզիտային ասբեստազերծ արգելակային ջերմակայուն շփանյութերի մշակման համար, քանի որ բարձր ջերմունակությամբ լցուկների օգտագործումը հնարավորություն կտա մեծացնելու շփանյութերի մաշակայունությունը [5]:

Հետազոտության նպատակը. Հետազոտության նպատակն է ՀՀ հանքարդյունաբերության և մետալուրգիական արտադրության թափոնների կիրառմամբ մշակել պահանջվող ֆունկցիոնալ հատկություններով արգելակային շփական ասբեստազերծ ներդիրների ստացման տեխնոլոգիա և հետազոտել կառուցվածքագոյացման գործընթացը: Աշխատանքում հետազոտվել են ՀՀ-ում շահագործվող երկակի նշանակությամբ «Ուրալ» մակնիշի ավտոմեքենաների և Երևանի մետրոպոլիտենի վագոնների շփական ներդիրները:

Խնդրի դրվածքը և մեթոդիկայի հիմնավորումը. Բազմաթիվ գիտական հետազոտություններ ցույց են տալիս, որ ջերմակայունությունը հանդիսանում է արգելակային կոմպոզիցիոն շփանյութերի հիմնական ֆիզիկամեխանիկական հատկություններից մեկը: Ջերմունակության և շփագիտական բնութագրերի միջև որակական և քանակական կապերի հաստատումը ժամանակակից շփագիտության կարևոր խնդիրներից մեկն է [6]:

Աշխատանքում մշակվել են միջազգային ստանդարտների պահանջներին համապատասխանող փորձագիտական հետազոտությունների ծրագիր և մեթոդակարգ՝ ելնելով ընտրված սարքավորումների վրա շփական գործընթացների ֆիզիկական մոդելավորման սկզբունքներից: Որպես փորձնական շփանյութեր ընտրվել են «Ուրալ» մակնիշի ավտոմեքենաների արգելակների համար ըստ ТУ 55571-3501105-10 նախատեսված ՌԴ-ում և Ուկրաինայում արտադրված շփանյութերը և մետրոպոլիտենի վագոնների արգելակների համար ըստ ТУ 2571-049-13173305-98 նախատեսված ՌԴ-ում արտադրված շփանյութերը: Հետազոտությունների ընթացքում ընտրված շփանյութերի մակերևութային շերտերի դինամիկական ձևափոխությունները, կառուցվածքային փոփոխությունները և ֆազային

փոխակերպումներն ուսումնասիրվել են ռենտգենյան դիֆրակցիայի մեթոդներով Empyrean դիֆրակտաչափի կիրառմամբ [7]:

Հետազոտության արդյունքները: Հայտնի են շփանյութերի ջերմունակությանը նվիրված հիմնարար հետազոտություններ [3, 7-12]: 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 [8, 9], ապա կարելի է նկատել, որ շփման գործակցի նվազման ջերմաստիճանային պայմաններում կատարվում է շփանյութերի մակերևութային շերտերի մաշում այլ մաշման մեխանիզմով, քանի որ փոփոխվում է կախվածությունն արտահայտող կորի բնույթը:

Կատարված հետազոտությունների հիման վրա Windows ծրագրային միջավայրում winforms եղանակով միջավայրում մշակվել է համապատասխան ծրագիր [10, 11], որտեղ հաշվարկվել են տեսակարար ջերմունակության գործակիցներն ընտրված պայմանական կոմպոզիցիոն շփանյութերի համար (աղ.):

Աղյուսակ

Տարբեր շփանյութերի տեսակարար ջերմունակության գործակցի արժեքները

Բաղադրակազմ	I	II	III	IV	V	VI
Տեսակարար ջերմունակության գործակից, $kJ/kg\ ^\circ C$	1,2375	1,2058	1,18115	1,2191	1,2315	1,3219

Աղյուսակից երևում է, որ առավելագույն տեսակարար ջերմունակությունն ապահովված է 6-րդ կազմի արգելակային շփանյութերի օգտագործման դեպքում: Սա ցույց է տալիս, որ շփման նոր նյութեր մշակելիս որպես նախնական ուղեցույց պետք է օգտագործվեն 6-րդ պայմանական նյութի լցանյութերի տոկոսային համամասնությունները:

Այս վարկածը ստուգելու համար փորձարարական հետազոտության են ենթարկվել WVA:19032, WVA:19283, WVA:17828, WVA:19620, 6KX-1B, ТИИР-457, АО АЗ УРАЛ մակնիշների շփանյութերը, որոնք հավաստագրվել են միջազգային ստանդարտների պահանջներով, և Բաստենիտ-8 շփանյութը, որը ստեղծվել է Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանում: Այս դեպքում Բաստենիտ-8 նյութի կոմպոզիտային կազմը նախագծված է՝ հաշվի առնելով ջերմունակության գործակցի բարձր արժեքը:

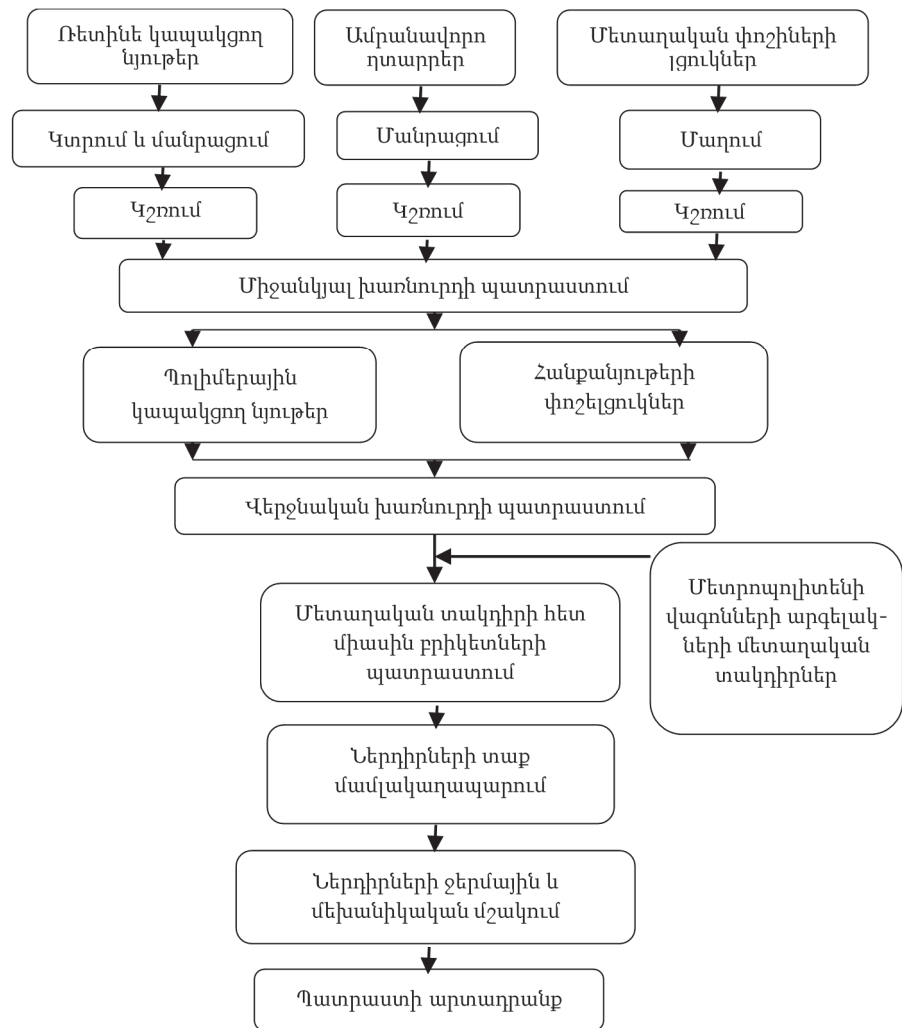
Բաստենիտ-8 շփանյութն ունի տեսակարար ջերմունակության գործակցի ամենամեծ արժեքը՝ 1,05: Համեմատաբար ցածր տեսակարար ջերմունակության գործակցիցներ ունեն 6KX-1B և 19283 շփանյութերը, որոնց շփման գործակցիցները տատանվում են 0,42-ից 0,54-ի սահմաններում: Միևնույն ժամանակ, շփման գործակցիցների և տեսակարար ջերմունակության գործակցիցների միջև չկա որոշակի խիստ որակական հարաբերակցություն: Որոշ նյութեր ունեն համեմատաբար ցածր տեսակարար ջերմունակության գործակցի արժեքներ, բայց ունեն շփման բարձր գործակցից և հակառակը: Նույնը նկատվում է մաշվածության բնութագրերի վերլուծության մեջ: Բաստենիտ-8 շփանյութը բարձր արդյունքներ է գրանցել նաև ստենդային փորձարկումների արդյունքում:

Այսպիսով, տեսական և փորձարարական հետազոտությունների արդյունքում հաստատվել է այն փաստը, որ շփման գործակցի բնութագրով Բաստենիտ-8 մակնիշի շփանյութը, ունենլով բարձր ջերմունակության գործակցից, փորձարկումների արդյունքում ցուցաբերում է համեմատաբար բարձր աշխատունակություն:

Հիմնվելով վերոնշյալին՝ պահանջվող ֆունկցիոնալ հատկություններով նոր շփանյութերի ստեղծման նպատակով Բաստենիտ-8 շփանյութի բաղադրակազմը ընդունվել է որպես բազային բաղադրակազմ: Նոր շփանյութերի ստացման ժամանակ քննարկվել և վերլուծվել են նաև գոյություն ունեցող մի շարք տեխնոլոգիաներ: Համատեղելով ստացված արդյունքները, մշակվել և առաջադրվել է բազմաբաղադրիչ նյութերի կիրառմամբ ասբեստազերծ արգելակային ջերմակայուն «Բաստենիտ-10» անվամբ կոմպոզիտային նոր շփանյութ, որն արտոնագրված է ՀՀ գյուտի արտոնագրով [12]: Բաստենիտ-10 շփանյութից երկակի նշանակությամբ «Ուրալ» մակնիշի ավտոմեքենաների և մետրոպոլիտենի վագոնների արգելակային ներդիրների պատրաստման տեխնոլոգիական սխեման պատկերված է նկ. 1-ում:

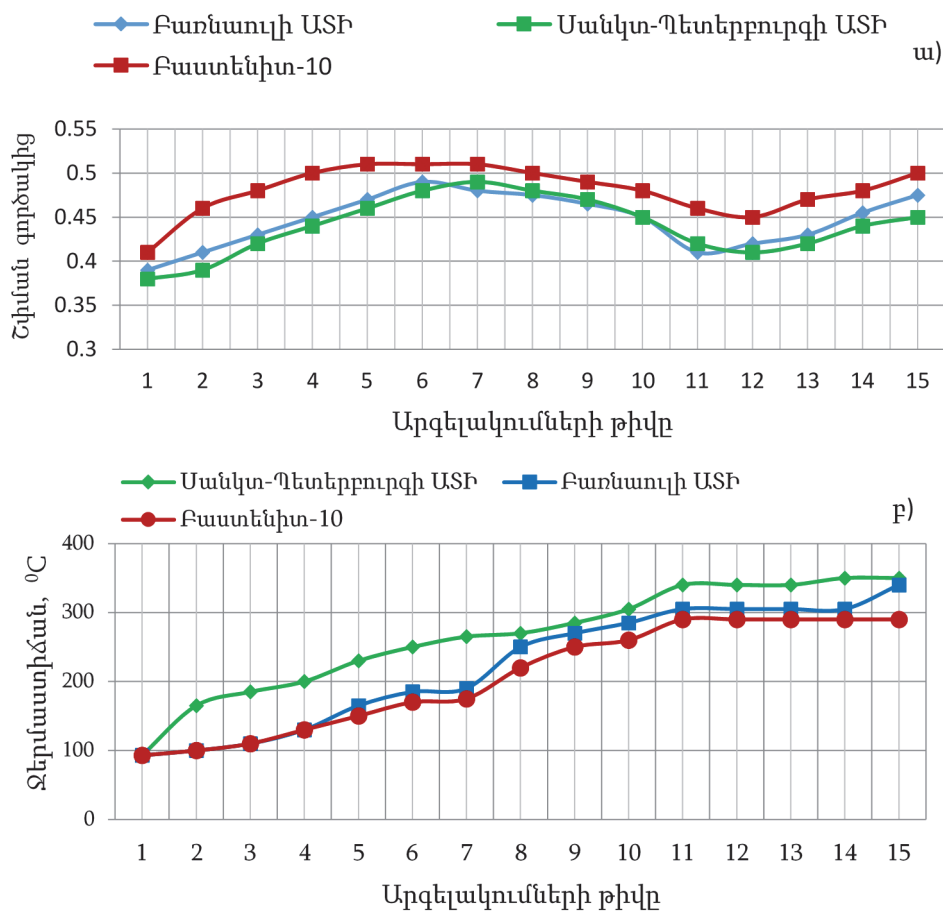
Շփանյութի ստեղծման նպատակն է բարձրացնել տրանսպորտային միջոցների արգելակային շփական ներդիրների մաշակայունությունը, շփման գործակցի արժեքները և մակերևութային շերտի 240...320°C աշխատանքային ջերմաստիճանի պայմաններում արգելակման ժամանակ շփման գործակցի նվազումը: Բաղադրության մեջ կարելի է առանձնացնել ֆայալիտը:

Կարևորելով մետրոպոլիտենի շարժակազմի վագոնների արգելակային շփական պոլիմերային հիմքով ասբեստազերծ, պահանջվող բնութագրերով ներդիրների ստեղծման հարցը՝ հետազոտության են ենթարկվել Բաստենիտ-10, ՌԴ Բառնաուլի ՄՏԻ և Սանկտ-Պետերբուրգի ՄՏԻ արտադրություն շփանյութերը: Վերջիններիս ընտրությունը պայմանավորված է նրանով, որ դրանք ներկայումս կիրառվում են ՀՀ Կ.Դեմիրճյանի անվան մետրոպոլիտենի շարժակազմի վագոններում: Փորձարկումները կատարվել են ՓՄ-9 լաբորատոր սարքի վրա՝ ըստ ГОСТ Р ИСО 7881-94 պահանջների [13]: Արդյունքները բերված են նկ. 1-ում:



Նկ. 1. Բաստենիտ-10 շփանյութից երկակի նշանակությամբ «Ուրալ» մակնիշի ավտոմեքենաների և մետրոպոլիտների վագոնների արգելակային ներդիրների պատրաստման տեխնոլոգիական սխեման

Միջին ջերմային ծանրաբեռնվածությամբ արգելակներում կիրառելու նպատակով կատարվել են Բաստենիտ-10 շփանյութի փորձարկումներ՝ ըստ [14] ստանդարտի մեթոդակարգի (նկ. 2):

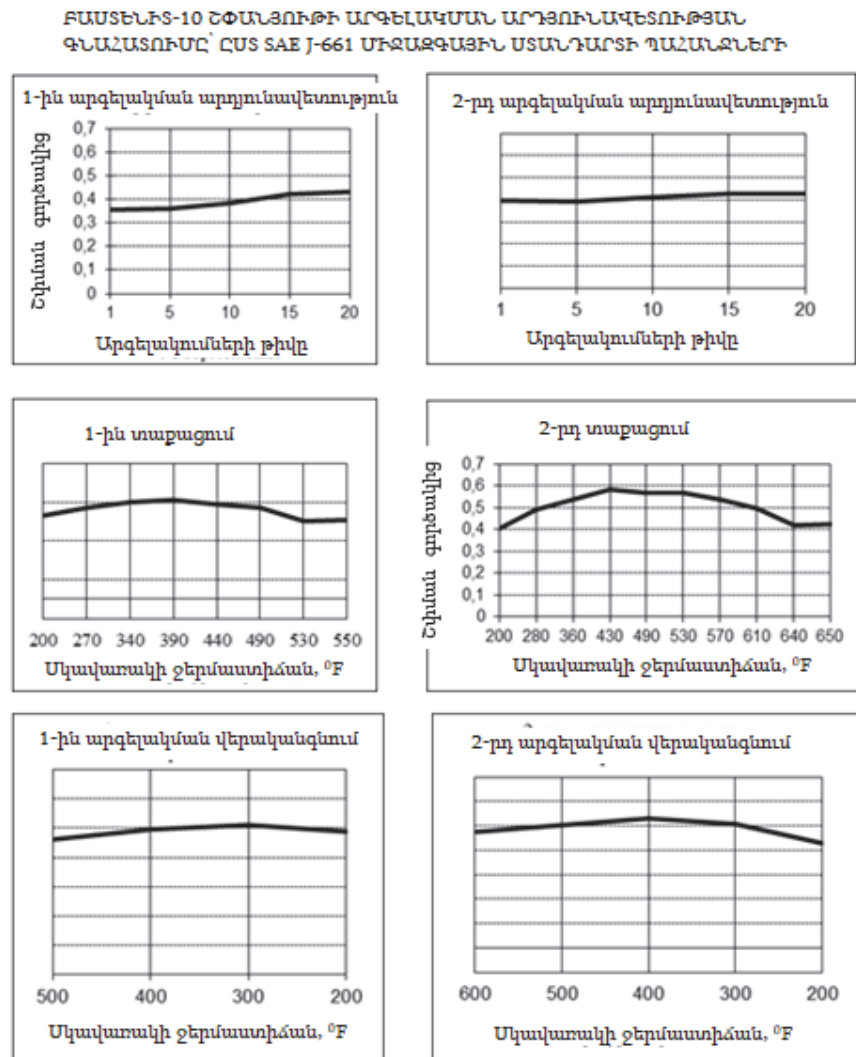


Նկ. 2. Բաստենիտ-10 շփանյութի շփման գործակիցի (ա) և ջերմաստիճանի (բ) կախվածությունը արգելակումների թվից

Բաստենիտ-10 շփանյութի շփման գործակիցը գրեթե մնում է հաստատուն առաջին և երկրորդ արգելակման արդյունավետության (1-st and 2-nd baseline) որոշման ընթացքում և կազմում է 0,4, ինչը բավարարում է շփանյութերին ներկայացվող պահանջները: Տաքացման ցիկլերի ժամանակ չի նկատվում շփման գործակիցի նվազում (1-st and 2-nd FADE):

Ընդհակառակը, շփման գործակիցը մեծանում է, և 360°C մինչև 530°C ջերմաստիճանային տիրույթում (միջին ջերմային ծանրաբեռնվածությամբ արգելակների աշխատանքային ջերմաստիճանային տիրույթ) կազմում է 0,5...0,55, բավարարելով ստանդարտի պահանջները: Բաստենիտ-10 շփանյութի շփման գործակիցը բարձր է մնում նաև առաջին և երկրորդ արգելակման արդյունավետության կորուստի վերականգնման (1-st and 2-nd Recovery) փորձարկումների ընթացքում:

Փորձերի արդյունքների համալիր վերլուծությունը հաստատում է, որ Բաստենիտ-10 շփանյութն ունի բարձր շփամաշվածքային բնութագրեր և բավարարում է [14] ստանդարտի պահանջները [15, 16]:



Նկ. 3. Բաստենիտ-10 շփանյութի արգելակման արդյունավետության գնահատումը՝ ըստ SAE J-661 միջազգային ստանդարտի պահանջների

Այսպիսով, շփամաշվածքային բնութագրերով Բաստենիտ-10 շփանյութը համապատասխանում է ռեժիմներով լաբորատոր փորձարկումների արդյունքում ցուցաբերում է բավարար աշխատունակություն և բավարարում է մետրոպոլիտների վազոնների արգելակային ներդիրների աստանդարտների պահանջները: Առաջարկ-

վում է այն ներկայացնել ստենդային փորձարկումների ԱՊՀ երկրների երկաթուղային շարժակազմի վագոնների արգելակային ներդիրների հավաստագրման լաբորատորիայում (ՌԴ, Մոսկվա, ВНИИЖТ, ստենդային փորձարկումներ՝ ըստ ТМ № 02-001-91 ВНИИЖТ մեթոդիկայի):

Ֆայալիտի օգտագործումն արգելակային շփանյութերում ապահովում է նոր տեխնիկական արդյունավետություն: Բարձր ջերմաստիճաններում վերմիկուլիտի, մարմարի փոշու և ֆայալիտի խառնուրդը խոչընդոտում է օրգանական կապակցող նյութերի քայքայմանը: Շնորհիվ իրենց անմիջական կոնտակտման արգելակային սկավառակի մակերևույթի հետ, այդ նյութերը հանդես են գալիս որպես ջերմության կլանիչներ և պաշտպանում են արգելակային շփական ներդիրի շփման մակերևույթն ուժգին մաշումից: Այդ նյութերի անմիջական կոնտակտման հետևանքով ստեղծվում են նաև պայմաններ՝ բարձր և կայուն շփման գործակից ապահովելու համար:

Եզրակացություն: Հիմնվելով տեսական և փորձարարական մի շարք հետազոտությունների արդյունքների վրա՝ հաստատվել է այն վարկածը, որ բարձր ջերմունակության գործակից ունեցող նյութերը ցուցաբերում են կայուն շփագիտական բնութագրեր: Այդ փաստի արդյունքում առաջին անգամ մշակվել և ՀՀ գյուտի արտոնագրով արտոնագրվել է Բաստենիտ-10 անվամբ նոր շփանյութ՝ ՀՀ հանքարդյունաբերության և մետալուրգիական արդյունաբերության թափոնների և ֆայալիտի կիրառմամբ (ՀՀ Գյուտի արտոնագիր N 752Y, 2022 թ), և նրա ստացման տեխնոլոգիան՝ արգելակային շփանյութերում կիրառվող կապակցանյութերի, լցուկների և ֆունկցիոնալ հատկությունների կարգավորիչների ուսումնասիրման հիման վրա: Ցույց է տրվել, որ Բաստենիտ-10 արգելակային կոմպոզիտային շփանյութն իր շփական հատկություններով ցուցաբերում է արգելակային ավելի բարձր ու կայուն արդյունավետություն և իր բնութագրերով բավարարում է Եվրոպական տնտեսական խորհրդի թիվ 13 ստանդարտի պահանջները:

Հետազոտությունն իրականացվել է ՀՀ գիտության կոմիտեի ֆինանսական աջակցությամբ՝ 21Т-2D012 ծածկագրով գիտական թեմայի շրջանակներում ՀԱՊՀ «Շփագիտություն» բազային գիտահետազոտական լաբորատորիայում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Ասյան Գ.Հ.** Պահանջվող ֆունկցիոնալ հատկություններով արգելակային շփական ասֆեստագերծ ներդիրների ստացման տեխնոլոգիայի մշակումը. «Նյութագիտություն» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսություն. - Երևան, 2023. - 155 էջ:

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. Фрикционные композиты на основе полимеров / **А.К. Погосян, П.В. Сысоев, Н.Г. Меликсетян и др.** – Минск: Информтрибо, 1992. - 218 с.
4. **Агбалян С.Г., Меликсетян Г.Н.** Исследование работоспособности тормозного фрикционного композита, изготовленного из многокомпонентных материалов // Вестник НПУА: Metallurgy, материаловедение, недропользование.- Ереван, 2017.- N1.- С.26-33.
5. **Меликсетян Н.Г., Асчян Г.О.** Перспективы создания новых фрикционных материалов тормозов вагонов метрополитена // Вестник НПУА: Metallurgy, материаловедение, недропользование.- Ереван, 2020.- № 2.- С. 59-67.
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45728193>.
6. **Меликсетян Н.Г., Асчян Г.О., Тадевосян Т.Ш.** Теплоемкость как функциональный параметр тормозных фрикционных композиционных материалов // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Наука – Общество – Технологии – 2023».- Текстовое электронное издание.- 2023.- С.253-259.
7. **Меликсетян Н.Г., Аракелова Э.Р., Асчян Г.О., Григорян С.Л.** Структурные изменения поверхностных слоев фрикционных материалов при высокотемпературном трении // Вестник НПУА: Metallurgy, материаловедение, недропользование. – Ереван, 2023. – № 1. – С. 48-58.
DOI: 10.5329/18293395-2023.1-48-58.
8. **Зиновьев Е.В., Чичинадзе А.В.** Физико-химическая механика трения и оценка асбофрикционных материалов. - М.: Наука, 1978. - 206 с.
9. **Марченко К.А.** Усталостная теория износа. Краткий обзор (К столетию со дня рождения И.В. Кргельского) // Трение и смазка в машинах и механизмах. – 2008.- № 06, <http://www.mashin.ru/jurnal/archiv>.
10. **Меликсетян Н.Г., Асчян Г.О., Арутюнян Ю.В.** Математическое моделирование оптимального выбора компонентов тормозных фрикционных материалов с функциональными свойствами // Вестник НПУА: Metallurgy, материаловедение, недропользование. – Ереван, 2023.- №2.- С.35-45.
11. **Меликсетян Н.Г., Асчян Г.О., Галстян А.Ж.** Программное обеспечение подбора компонентов тормозных фрикционных материалов с учетом функциональных параметров // Материалы Всероссийской научно-практической конференции "Наука-Общество-Технологии-2024".- Россия, Москва, 2024.- С. 220-225.
12. Патент РА N 752Y. Фрикционная композиция / **Н.Г. Меликсетян, С.Г. Агбалян, Г.Н. Меликсетян, Г.О. Асчян, Т.Ш. Тадевосян** // Промышленная собственность: Официальный бюллетень N07/2.– Ереван, 2022, <https://aipo.am/public/uploads/files/file-Xn0qURQfjC.pdf>.
13. ГОСТ Р ИСО 7881-94. Транспорт дорожный. Накладки тормозные. Оценка характеристик фрикционного материала. Метод испытания малого образца на машине трения.-М.,1994.

14. FRICTION TEST FOR BRAKE LINING. International Standart SAE J 661 201211.- Brake Linings Standarts Cjmmitee.- 2012.
15. **Асчян Г.О.** Новый фрикционный материал для тормозов со средней тепловой нагрузкой // Вестник НПУА: Metallurgy, materials science, non-ferrous metallurgy. – Ереван, 2022. – № 2. – С. 42-50.
16. **Меликсетян Н.Г., Асчян Г.О.** Влияние фаялита на трибологические свойства фрикционных безасбестовых полимерных материалов // Сборник трудов Междунар. научно-технич. конф. "Полимерные композиты и трибология" (Поликом-триб -2022). – Гомель, Беларусь, 2022. – С.146.
17. <https://mpri.org.by/wp-content/uploads/2021/12/PolyComTrib2022-pres.pdf>

Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան, Վանաձորի մասնաճյուղ:
Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 11.12.2024:

Н.Г. МЕЛИКСЕТАН, Г.О. АСЧЯН, Т.Ш. ТАДЕВОСЯН

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЗАСБЕСТОВЫХ ТОРМОЗНЫХ КОЛОДОК С ТРЕБУЕМЫМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ

В результате теоретических и экспериментальных исследований разработаны принципы создания безасбестовых композиционных тормозных материалов с необходимыми функциональными свойствами с использованием волокон и порошков, полученных из отходов горно-металлургического производства РА в условиях высокотемпературного короткого замыкания. Проведены структурное преобразование поверхностных слоев в условиях высокотемпературного контакта и моделирование механизма структурирования.

Создана программа автоматического расчета коэффициентов удельной теплоемкости композиционных контактных материалов с функциональными свойствами в зависимости от объемного содержания компонентов, с доступностью в программной среде Windows, отображающая импорт и экспорт поля программы методом winforms. Выявлены теплофизические и эндогенные свойства фаялита (Fe_2SiO_4), содержащегося в шлаках Алавердского медеплавильного производства, и способы его использования в качестве регулятора функциональных свойств в тормозных контактных соединениях. Разработаны новый многокомпонентный тормоз - безасбестовый тормозной термостойкий композиционный контактный материал на основе полимера Бастенит-10 с использованием фаялита (патент на изобретение РА N 752Y, 2022 г.) а также технология его производства.

Ключевые слова: тормозные фрикционные материалы с функциональными свойствами, коэффициент удельной теплоемкости, коэффициент трения, функциональный параметр, фаялит.

N.G. MELIKSETYAN, G.H. ASCHYAN, T.Sh. TADEVOSYAN

**DEVELOPING A TECHNOLOGY FOR OBTAINING ASBESTOS-FREE
BRAKE PADS WITH REQUIRED FUNCTIONAL PROPERTIES**

As a result of theoretical and experimental research, the principles of creating asbestos-free composite brake materials with required functional properties are developed using fibers and powders obtained from the RA mining and metallurgical production waste under the conditions of high-temperature short-term-repetitive regime. The structural transformations of the surface layers under high temperature contact conditions, and modeling of the structuring mechanism is performed.

A program for automatic calculation of specific heat capacity coefficients of composite contact materials with functional properties, depending on the volume content of the components has been developed, with accessibility in the Windows software environment, displaying the import and export fields of the program in the winforms method. The thermophysical and endogenous properties of fayalite (Fe_2SiO_4) contained in the slags of Alaverdu copper smelting production and its use as a regulator of functional properties in brake contact compounds are revealed. A new multi-component brake, Bastenit-10 polymer-based asbestos-free brake heat-resistant composite contact material using fayalite (RA Invention Patent N 752Y, 2022) and its production technology are developed.

Keywords: brake friction materials with functional properties, specific heat capacity coefficient, friction coefficient, functional parameter, fayalite.