

**ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ, ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ,
ՄՇԱԿՈՒՅԹԻ ԵՎ ՄՊՈՐՏԻ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ**

**ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՇԻՆԱՐԱՐՈՒԹՅԱՆ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ
ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ**

ՆԵԼԼԻ ԳԱԳԻԿԻ ՄՈՒՐԱԴՅԱՆ

**ՀՐԱԲԽԱԾԻՆ ՏՈՒՖԱՔԱՐԵՐԻ ԱՐԴՅՈՒՆԱՀԱՆՄԱՆ ԹԱՓՈՆՆԵՐԻ
ՀԵՆՔՈՎ ԱՆՅԵՄԵՆՏ ԱՐՀԵՍՏԱԿԱՆ ՔԱՐԱՆՅՈՒԹԵՐԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅԱՆ
ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՅԻ ՄՇԱԿՈՒՄ**

Ե.23.01 - «Շինարարական կոնստրուկցիաներ, շենքեր, կառույցներ, շինարարական նյութեր և շինարարական մեխանիկա» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության

Ս Ե Ղ Մ Ա Գ Ի Ր

ԵՐԵՎԱՆ 2023

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ, КУЛЬТУРЫ И СПОРТА
РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ**

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА АРМЕНИИ**

МУРАДЯН НЕЛЛИ ГАГИКОВНА

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БЕСЦЕМЕНТНЫХ
ИСКУССТВЕННЫХ КАМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ТУФОВ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – “Строительные конструкции, здания, сооружения, строительные материалы и строительная механика”

ЕРЕВАН 2023

Ատենախոսության թեման հաստատվել է Ճարտարապետության և շինարարության
Հայաստանի ազգային համալսարանում
Գիտական ղեկավար՝ տեխն.գիտ.թեկնածու, դոցենտ
Ա.Ա. Արզումանյան
Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝ տեխն.գիտ.դոկտոր, պրոֆեսոր
Ն.Բ. Կնյազյան
տեխն.գիտ.թեկնածու, դոցենտ
Ռ.Ա. Ավետյան
Առաջատար կազմակերպություն՝ ՀՀ գիտությունների ազգային ակադեմիա

Պաշտպանությունը կայանալու է 2023թ. դեկտեմբերի 18-ին ժամը 14⁰⁰-ին
Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարանին
(ՃՇՀԱՀ) կից գործող ՀՀ ԲՈԿ-ի 030 «Շինարարություն» մասնագիտական խորհրդի
նիստում հետևյալ հասցեով՝ 0009, ք. Երևան, Տերյան փ., 105:
Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՃՇՀԱՀ-ի գիտական գրադարանում հետևյալ
հասցեով՝ 0079, ք. Երևան, Մառի փող. 17/1:
Սեղմագրին կարելի է ծանոթանալ ՃՇՀԱՀ-ի պաշտոնական կայքում՝ www.nuaca.am
Սեղմագրին առաքված է 2023թ. նոյեմբերի 3-ին:
Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար՝
տեխն.գիտ.թեկնածու, դոցենտ



Տ.Տ. Քելեջյան

Тема диссертации утверждена в Национальном университете архитектуры и строительства
Армении

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент
А.А. Арзуманян
Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Н.Б. Князян
кандидат технических наук, доцент
Р.А. Аветян
Ведущая организация: Национальной академии наук РА

Защита состоится 18-го декабря 2023 г. в 14⁰⁰ часов на заседании специализированного совета
030 “Строительство” ВАК РА, действующего при Национальном университете архитектуры и
строительства Армении (НУАСА). Адрес: 0009, г. Ереван, ул. Теряна, 105.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке НУАСА по адресу: 0079, г.
Ереван, ул. Марра 17/1.

С авторефератом можно ознакомиться на официальном сайте НУАСА: www.nuaca.am

Автореферат разослан 3-го ноября 2023 г.

Ученый секретарь специализированного совета:

кандидат технических наук, доцент



О.Г. Келеджян

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

Հետազոտության արդիականությունն ու հրատապությունը

Հայաստանն աշխարհում հայտնի է շինարարատեխնիկական ու դեկորատիվ արժեքավոր հատկանիշներով օժտված հրաբխածին տուֆաքարերի տեսականինների բազմազանությամբ և միլիոնավոր մետր խորանարդ կազմող ծավալների հարուստ պաշարներով: Հայ ժողովրդի կողմից դրանք դարերով կիրառվել են հողևոր, բնակելի, պաշտպանական, կամրջային, իսկ վերջին հարյուրամյակում նաև շատ այլ գործառնական նշանակությունների կառույցների իրականացման համար: Դրանք նաև մեծ ծավալներով արտահանվել են այլ երկրներ: Արդյունքում, հատկապես ԽՍՀՄ տարիներին, սղոցման մեխանիկական եղանակով քարահանույթի չափազանց մեծածավալ արդյունահանման պարագայում, շահագործվող հանքավայրերում կուտակվել են ահռելի քանակությամբ թափոններ, որոնք առանց այն էլ սակավահող մեր հանրապետությունում լուրջ տարածքներ են զբաղեցնում, ինչպես նաև լրջագույն բնապահպանական խնդիրներ են առաջացնում: Այս առումով նշված տուֆաքարային թափոնների օգտահանումը (ուտիլիզացիան) խիստ արդիական տնտեսական ու բնապահպանական խնդիր է:

Երկրորդ հիմնահարցը, ինչը ոչ պակաս կարևոր է, դա հանրապետության ընդերքի հարստություններից մեկի՝ տուֆաքարային արժեքավոր ապարների խնայողական օգտագործման հրամայականն է: Այս առումով, կուտակված թափոններից շինարարատեխնիկական և դեկորատիվ բնութագրերով բնականին մոտ տուֆաքարերի վերարտադրման տեխնիկական հնարավորության ստեղծումը ևս արդիական խնդիր է, ինչը և հանդիսանում է սույն աշխատանքի առանցքը:

Հայաստանի տուֆերը, առանձնապես դրանց մանրահատիկ և փոշենման մասնիկներն, ինչպես հայտնի է, օժտված են բարձր ակտիվությամբ: Տեղական տուֆանյութերի ռեակցիոնունակության առանձնահատկությունները միանգամայն օրինաչափ հենք են հանդիսանում անցեմենտ արհեստական քարանյութերի ստացման համար և հնարավորություն տալիս մշակել շահութաբեր արտադրության տեխնոլոգիա:

Հետազոտման նպատակը

Աշխատանքի հիմնական նպատակն է, հաշվի առնելով Հայաստանում տուֆաքարերի արդյունահանման արդյունքում գոյացած հսկայական ծավալներով թափոնների քիմիական մեծ ակտիվությունը, դրանց հիման վրա մշակել անցեմենտ արհեստական քարանյութերի բաղադրակազմեր, ուսումնասիրել վերջիններիս ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները՝ բացահայտելով դրանց կիրառման ոլորտները, նաև մշակել դրանցից տարբեր գործառնական նշանակություններ ունեցող պատրաստվածքների (սնամեջ որմնաքարեր, երեսապատման սալեր, ճարտարապետական ձևավոր տարրեր և այլն) արտադրության ցածրէներգատար բարձրարդյունավետ տեխնոլոգիա:

Հետազոտման հիմնական խնդիրները

❖ Հայաստանում հրաբխածին ապարներից շինարարական հատքարերի,

բետոնների ու շաղախների լցանյութերի արտադրության համար երկար տարիներ շահագործված հանքավայրերում գոյացած թափոնների ծավալների մոտավոր գնահատում և իրականացվող հետազոտություններում դրանց ընդգրկվող տարատեսակների նախնական ընտրություն՝ հաշվի առնելով նաև ստացվող արհեստական քարանյութի գունային գամման:

- ❖ Ընտրված հրաբխածին քարանյութերի քիմիական ու հանքաբանական բաղադրակազմերի, քիմիական ակտիվության աստիճանի, ֆիզիկամեխանիկական ու դեկորատիվ համալիր բնութագրերի հետազոտում և հետագա աշխատանքների համար առավել ռացիոնալ տեսակների վերջնական ընտրություն:
- ❖ Ելակետային նյութերի բազմակողմանի հետազոտությունների իրականացում.
 - ✓ կոմպոզիտային կապակցանյութերի բաղադրիչների՝ նատրիումասիլիկատային ապակեբեկորի, դոլոմիտային ու ալյումասիլիկատային լցուկների հատկությունների ուսումնասիրություն,
 - ✓ երեք տեսակի՝ Ագարակի, Անիի և Արթիկի հանքավայրերի տուֆաթափոններից ստացված լցանյութերի հատկաչափական կազմերի և հիմնական ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների որոշում:
- ❖ Կոմպոզիտային կապակցանյութերի ելակետային բաղադրիչների ռեակցիոնունակությունների և կառուցվածքագոյացման պրոցեսների ուսումնասիրություն պայմանավորված նյութի կոնցենտրացիայով և միջավայրի ջերմաստիճանով:
- ❖ Թերմոդինամիկական հաշվարկի վերլուծությամբ արհեստական քարանյութերի բաղադրակազմերի և ստացման տեխնոլոգիաների կարևորագույն չափանիշների բացահայտում.
 - ✓ կոմպոզիտային կապակցանյութի զանգվածում բաղադրիչների բաշխում և դրանց համատեղ աղացում,
 - ✓ կոմպոզիտային կապակցանյութերի հիդրատացման, հոմոգենացման և կառուցվածքային ձևավորման համար անհրաժեշտ ջրի քանակության ընտրություն,
 - ✓ փորձանմուշների պատրաստման և ջերմային մշակման օպտիմալ ռեժիմների ընտրության հիմնավորում:
- ❖ Անցեմենտ արհեստական քարանյութերի բաղադրակազմերի մշակում՝ թերմոդինամիկական վերլուծությամբ բացահայտված փաստարկների ուղղորդմամբ.
 - ✓ կոմպոզիտային կապակցանյութերի բաղադրիչների օպտիմալ քանակությունների ընտրություն՝ համաձայն դրանց հատկությունների հետազոտության արդյունքների,
 - ✓ կապակցանյութ-լցանյութ օպտիմալ քանակությունների ընտրություն:
- ❖ Անցեմենտ արհեստական քարանյութերի պատրաստման ու խտացման տեխնոլոգիական մեթոդների և ջերմային մշակման ռեժիմների ընտրություն՝

համաձայն ստացվող արհեստական քարանյութերի կառուցվածքային առանձնահատկությունների:

- ❖ Արհեստական քարանյութերի սեղմման ամրության, ջրակլանման և քերամաշեղիության բնութագրերի որոշում:
- ❖ Անցեմենտ արհեստական քարանյութերի օպտիմալ բաղադրակազմերի և ստացման տեխնոլոգիաների ընտրություն՝ հաշվի առնելով ստացված նյութի հետազոտված հիմնական հատկությունները:

Հետազոտման առարկան

Հայաստանի հրաբխածին ապարների արդյունահանման թափոնների տեսակների ու ծավալների ճշտում, նախնական հետազոտություններով հետագա աշխատանքներում կիրառման համար առավել ռացիոնալ տարատեսակների ընտրություն և վերջիններիս ֆիզիկաքիմիական ու ֆիզիկամեխանիկական անհրաժեշտ բնութագրերի որոշում:

- ❖ Օգտագործելով ընտրված քարանյութային թափոնների քիմիական ակտիվության հանգամանքը, դրանցից անցեմենտ արհեստական քարանյութերի ստացման համար փնտրողական հետազոտություններով անհրաժեշտ օժանդակ նյութերի ընտրությունն ու դրանց համալիր հետազոտությունն, այն նկատառումներով, որ դրանք բացի պահանջվող ֆիզիկամեխանիկական և տեխնիկական բնութագրերի ապահովումից, նաև չխաթարեն մայր ապարի գունային դեկորատիվ հատկանիշները:
- ❖ Ընտրված բնական քարանյութային թափոնների ու օժանդակ նյութերի հիման վրա անցեմենտ արհեստական քարանյութերի բաղադրակազմերի, ստացման տեխնոլոգիայի և փորձնական նմուշների համակողմանի լաբորատոր ուսումնասիրությունները:
- ❖ Կատարված լաբորատոր ուսումնասիրությունների արդյունքներով անցեմենտ արհեստական քարանյութերի արտադրության սակավէներգատար տեխնոլոգիայի մշակումը:
- ❖ Մշակված անցեմենտ արհեստական քարանյութերի արտադրության և գործնական կիրառման տեխնիկատնտեսական և բնապահպանական արդյունավետության գնահատումը:

Հետազոտման մեթոդաբանությունը

Աշխատանքի մեթոդաբանությունը հիմնված է տեխնիկական գրականության մեջ հարցին վերաբերվող տվյալների հավաքագրման, վերլուծության և իրականացված փորձարարական հետազոտությունների պլանավորման ու կատարման վրա: Ելանյութերի ու ստացվող արհեստական քարանյութերի ֆիզիկաքիմիական նյութաբանական հետազոտություններն իրականացվել են քիմիական բաղադրակազմերի վերլուծության, դիֆերենցիալ ջերմային, ռենտգենագրային եղանակների կիրառմամբ, իսկ ֆիզիկամեխանիկական հետազոտությունները կատարվել են հիմնականում գործող ստանդարտ մեթոդներով և չափագիտորեն վավերացված սարքերով:

Գիտական նորույթը

- ❖ Հայաստանի Հանրապետության քիմիապես ակտիվ հրաբխածին տուֆային թափոնների և սիլիկատային ապակեբեկորի նրբադացվածքների հենքով նատրիումասիլիկատային կոմպոզիտային կապակցանյութի ստացման տեխնոլոգիայի մշակում՝ դրա ֆիզիկաքիմիական մեխանիզմի ձևավորման ուսումնասիրությամբ:
- ❖ Հայաստանի Հանրապետության հրաբխածին տուֆային թափոնների ու սիլիկատային ապակեբեկորի հենքով 180...200°C ջերմաստիճանում ջերմամշակմամբ, բնական տուֆաքարերին իրենց ֆիզիկամեխանիկական ու գուներանգային դեկորատիվ բնութագրերով համադրելի արհեստական քարանյութային պատրաստվածքների ստացման և արտադրության տեխնոլոգիաների մշակում:

Գործնական արժեքը

- ❖ Հանրապետությունում տասնյակ տարիներ շահագործված հանքերում կուտակված հսկայածավալ տուֆաքարային թափոնների օգտահանումը (ուտիլիզացիան) հնարավորություն կտա սակավահող մեր երկրում գյուղատնտեսական նպատակներով օգտագործելի տարածքներ ստեղծել, ինչը բացի արդիական տնտեսական հիմնախնդրից, լուծում է նաև լրջագույն բնապահպանական խնդիր:
- ❖ Տուֆաքարային թափոնների կիրառմամբ, իր ֆիզիկամեխանիկական ու գուներանգային դեկորատիվ հատկանիշներով բնականին համադրելի արհեստական քարային պատրաստվածքների արտադրությունը հնարավորություն է տալիս էապես լուծելու հանրապետության ընդերքի հարստություններից մեկի՝ տուֆաքարային արժեքավոր ապարների խնայողական օգտագործման կարևորագույն խնդիրը:
- ❖ Ի հաշիվ տուֆաթափոններից ստացված լցանյութերի քիմիական ակտիվության պոտենցիալի, մշակված անցեմենտ արհեստական տուֆաքարերի բաղադրակազմերը և ստացման տեխնոլոգիաները թույլ են տալիս նվազագույն ծախսումներով ձևավորել գործարանային արտադրություն, որտեղ առանց հետագա մեխանիկական թանկարժեք մշակումների, հնարավոր կլինի ստանալ ցանկացած չափերի, ձևերի ու ճարտարապետական մակատեսքերի բարձրորակ երեսապատման սալեր, այդ թվում նաև դեկորատիվ և հատակային:
- ❖ Նատրիումասիլիկատային ապակեբեկորի կապակցանյութով արհեստական տուֆաքարերի արտադրությունն իր ցածր էներգատարությամբ կարևորագույն գործնական և տնտեսական նշանակություն ունի սեփական հարուստ էներգետիկ ռեսուրսներ չունեցող մեր երկրի համար:

Արդյունքների հնարավոր ներդրումը

Գիտահետազոտական աշխատանքի արդյունքները կարող են հիմք դառնալ հանրապետությունում հրաբխածին ապարների արդյունահանման թափոնների հենքով բնական քարանյութերին համարժեք շինարարատեխնիկական բնութագրեր ու

արժեքավոր գունդերանգային և այլ դեկորատիվ հատկանիշներ ունեցող անցեմենտ արհեստական քարային պատրաստվածքների՝ երեսապատման սալերի, ճարտարապետական ձևավոր տարրերի և այլ արտադրատեսակների գործարանային արտադրության կազմակերպման համար: Նշված պատրաստվածքներն ընդունակ են լայն կիրառում գտնելու արդյունաբերական և քաղաքացիական շինարարության մեջ՝ կառույցների ճարտարապետական բազմաբնույթ ձևավորումների համար:

Պաշտպանության ներկայացվում են

- ❖ Հրաբխածին տուֆաքարերի արդյունահանման թափոնների՝ որպես անցեմենտ արհեստական քարանյութերի հումքային խառնուրդի բաղադրիչ, օգտագործման հնարավորությունների վերլուծության արդյունքները:
- ❖ Հաշվարկված կոմպոզիտային կապակցանյութերի ելակետային բաղադրիչների ռեակցիոնունակությունները միմյանց նկատմամբ և փոխազդեցության իրականացման պայմանները:
- ❖ Անցեմենտ արհեստական քարանյութերի օպտիմալ բաղադրակազմերի և ջերմամշակման ռեժիմների ընտրությունը:
- ❖ Անցեմենտ արհեստական քարանյութերի արտադրության սակավէներգատար տեխնոլոգիայի մշակման և կիրառման հնարավորությունները:
- ❖ Ստացված արհեստական քարանյութերի որակական բնութագրերի հետազոտությունները:

Հետազոտության արդյունքների հավաստիությունը

Գիտական բոլոր դրույթների, կատարված եզրակացությունների և առաջարկությունների հավաստիությունն ու հիմնավորվածությունը հաստատվում են փորձարարական հետազոտությունների նշանակալի ծավալով, փորձնական հետազոտություններից ստացված արդյունքների վերլուծություններով:

Ուսումնասիրություններն ու փորձարկումներն իրականացվել են համաձայն գործող պետական ստանդարտների, օգտագործվել են ժամանակակից ֆիզիկաքիմիական, ռենտգենաֆազային և դիֆերենցիալ ջերմային, ֆիզիկամեխանիկական հետազոտման եղանակները:

Լաբորատոր ուսումնասիրություններն իրականացվել են ՃՇՀԱՀ-ի «Շինարարական նյութերի և պատրաստվածքների ուսումնագիտափորձարարական», «Շրջակա միջավայրի, ջրային պաշարների պահպանության և արդյունավետ օգտագործման հիմնահարցերի ուսումնագիտական», ՀՀ Գիտությունների Ակադեմիայի Երկրաբանական Գիտությունների ինստիտուտի «Պետրոլոգիայի ու իզոտոպային երկրաբանության» և «Հորիզոն-95» ՍՊԸ լաբորատորիաներում:

Հետազոտության արդյունքների նախափորձահավանությունը

Ատենախոսության հիմնական արդյունքները զեկուցվել են ՃՇՀԱՀ-ի «Շինարարական նյութերի, պատրաստվածքների և կոնստրուկցիաների արտադրության», «Շինարարական արտադրության տեխնոլոգիա և կազմակերպում» և «Ճանապարհներ և կամուրջներ» ամբիոնների համատեղ նիստում, ինչպես նաև Երևան

քաղաքում 2019թ. կայացած «Ճարտարապետության և շինարարության արդի հիմնախնդիրները» խորագրով 11-րդ Միջազգային գիտաժողովում:

Ատենախոսության հրապարակումները

Ատենախոսության հիմնական դրույթներն ու հետազոտության արդյունքները հրապարակված են 6 գիտական հոդվածներում, որոնցից 3-ը՝ Scopus և Web of science գիտատեղեկատվական շտեմարաններում:

Ատենախոսության կազմը և ծավալը

Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, 5 գլխից, ընդհանուր եզրակացություններից, օգտագործված գրականության ցանկից: Աշխատանքը շարադրված է համակարգչով՝ 131 էջի վրա, որն իր մեջ ընդգրկում է 18 նկար, 17 աղյուսակ, գրականության 116 անվանում:

ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅԱՆ ՀԱՄԱՌՈՏ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Առաջին գլուխը նվիրված է համաշխարհային տեխնիկական գրականության մեջ ատենախոսության բովանդակությանը վերաբերող տվյալների հավաքագրմանն ու վերլուծությանը:

Համաձայն ժամանակակից պատկերացումների, քաղաքակրթության գիտատեխնիկական անսահման առաջընթացի հետ միասին ամբողջ աշխարհում, այդ թվում նաև Հայաստանում, առաջ է մղվում այնպիսի հաստատուն կոնցեպցիա, որը հաշվի կառնի ապագա սերունդների զարգացման համար անհրաժեշտ բնական ռեսուրսների պահպանումը: Պայմանավորված այս հանգամանքով, ներկայումս արդյունաբերական թափոնների օգտագործումը դարձել է կարևորագույն խնդիրներից մեկը: Մեր երկրի համար՝ բնության պահպանման և բնական պաշարների խնայողաբար օգտագործման նպատակով, առանձնապես կարևոր է քարանյութերի արդյունահանման և մշակման արդյունքում առաջացած թափոնների ահռելի մեծ ու վտանգավոր կուտակումների օգտահանումը, մասնավորապես, արհեստական քարանյութերի արտադրության մեջ:

Երկրորդ գլուխը նվիրված է անցեմենտ արհեստական քարանյութերի ստացման նպատակով կիրառվող ելակետային նյութերի ընտրությանը, համալիր ֆիզիկաքիմիական և ֆիզիկամեխանիկական բնութագրերի ուսումնասիրությանը, վերջիններիս կիրառման արդյունավետությանն ու հետազոտությունների մեթոդակարգին:

Հայաստանի Հանրապետության տուֆերի հինգ տեսակներից (Բյուրականի, Անիի, Արթիկի, Երևանյան և Ֆելզիտի) ընտրվել են երեքի՝ Բյուրականի, Անիի և Արթիկի տիպերի (համապատասխանաբար Ագարակի, Անիի և Արթիկի հանքավայրեր) տուֆաքարերի արդյունահանման արդյունքում առաջացած քարաթափոնները, որոնց պիտանիությունը որոշվել է վերջիններիս քիմիական բաղադրությունների, ռենտգենագրային անալիզի, դիֆերենցիալ ջերմային և զանգվածի կորստի կորերի,

հիմնական ֆիզիկամեխանիկական բնութագրերի և մաղման արդյունքում ստացված հատիկաչափական կազմերի վերլուծությունների արդյունքում:

Աղյուսակ 1-ում բերված են օգտագործված տուֆային ապարների՝ Ագարակի, Անիի և Արթիկի հանքավայրերի քիմիական բաղադրակազմերի արդյունքները:

Աղյուսակ 1

Օգտագործված տուֆային ապարների քիմիական բաղադրակազմերը

Հանքավայրը	Տարրերի քանակը, % ըստ զանգվածի								
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	K ₂ O+Na ₂ O	SO ₃	Շ.կ.
Ագարակ	61,61	1,06	18,85	6,21	2,12	4,41	-	1,75	0,97
Անի	69,00	0,28	16,06	2,56	0,68	2,00	5,98	0,46	2,62
Արթիկ	63,95	0,79	16,22	3,15	0,79	3,01	8,85	-	2,35

Աղյուսակներ 2-ում և 3-ում ներկայացված են նույն տուֆային ապարների արդյունահանումից առաջացած քարաթափոնների ֆիզիկամեխանիկական բնութագրերի միջինացված տվյալներն ու մաղման արդյունքում ստացված լցանյութերի հատիկաչափական կազմերը:

Աղյուսակ 2

Տուֆերի հիմնական ֆիզիկամեխանիկական բնութագրերի միջինացված տվյալները

Հանքավայրը	Իրական խտությունը, գ/սմ ³	Ծակուկենությունը, %	Ջրակլանումը, %	Ռադիոակտիվությունը, բք/մ ³	Սեղմման ամրությունը, ՄՊա
Ագարակ	2,54	34,5	16,7	43±4	24,8
Անի	2,37	44,2	21,8	45±4	19,8
Արթիկ	2,49	47,3	7,4	42±4	18,2

Աղյուսակ 3

Տուֆաթափոններից ստացված լցանյութերի հատիկաչափական կազմը

Հանքավայրը	Մաղերի վրայի ամբողջական մնացորդները, %					Խոշորության մոդուլը, M _k	Տեսակարար մակերեսը (d<0,16), սմ ² /գ
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16		
Ագարակ	18,23	38,1	58,81	79,22	95,58	2,9	2100
Անի	17,34	32,16	53,46	75,52	95,68	2,7	2300
Արթիկ	15,65	34,16	54,97	77,28	96,16	2,8	2500

Անցեմենտ արհեստական քարանյութերի բաղադրակազմերում օգտագործվել է կոմպոզիտային կապակցանյութ, որի բաղադրիչներն են նատրիումասիլիկատային ապակեբեկորը, դոլոմիտային կամ ալյումասիլիկատային հրակայուն ապարների և տուֆային փոշու նրբաղացվածքները:

Տարբեր գույներ ունեցող ալյումասիլիկատային հումքային ապարների հենքով նույնանման բնական գունեղանգներով արժեքավոր վերջնահարդարիչ ու դեկորատիվ

արհեստական քարային պատրաստվածքների ստացման համար, որպես միակցող բաղադրիչ կիրառված նատրիումասիլիկատային ապակեբեկորն ապահովել է վերջնարտադրանքի բավարար ֆիզիկամեխանիկական հատկանիշներ և չի ազդել վերջիններիս բնական գունեղանգի վրա: Սույն աշխատանքում օգտագործվել է $n=2,9$ սիլիկատային մոդուլ ունեցող չոր նատրիումասիլիկատային ապակեբեկորը:

Ցածր ջերմաստիճանային պայմաններում ջերմամշակման, ինչպես նաև վերջնարտադրանքների ջրակայունության բարձրացման նպատակով կիրառվել են դոլոմիտային ապարի և ալյումասիլիկատային հրակայուն ապարի նրբաղացվածքները:

Կոմպոզիտային կապակցանյութի բաղադրիչների համատեղ աղացումը ողջ խառնուրդում ապահովել է ծավալային համասեռ բաշխում:

Կոմպոզիտային կապակցանյութի բաղադրիչների քիմիական բաղադրակազմերի վերլուծության արդյունքները ներկայացված են աղ.4-ում, իսկ հիմնական ֆիզիկամեխանիկական բնութագրերը՝ աղ. 5-ում:

Աղյուսակ 4

Սիլիկատային ապակեբեկորի, դոլոմիտային և ալյումասիլիկատային հրակայուն ապարների քիմիական բաղադրակազմերը

Նյութի տեսակը	Տարրերի քանակը, % ըստ զանգվածի										
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	SO ₃	MgO	CaO	CO ₂	K ₂ O	Շ.կ.
Սիլիկատային ապակեբեկոր	70,5	-	1,1	0,7	24,4	1,1	1,5	0,7	-	-	-
Դոլոմիտ	-	-	-	-	-	-	20,9	30,3	44,4	-	4,4
Ալյումասիլիկատային հրակայուն ապարներ	72,2	0,8	20,2	0,1	0,2	0,2	-	0,3	-	0,2	5,8
	75,4	0,8	17,3	0,2	0,3	0,4	-	0,5	-	0,3	4,8
	48,1	1,0	15,8	8,8	0,6	0,5	0,7	0,3	-	0,3	23
	45,5	1,0	35,5	7,4	0,1	0,2	-	2,1	-	0,7	7,5
	53,8	0,2	21,4	1,6	0,2	2,3	0,2	1,0	-	0,3	19

Դոլոմիտային և ալյումասիլիկատային ապարների հիմնական ֆիզիկամեխանիկական բնութագրերի միջինացված տվյալները

Ապարի տեսակը	Իրական խտությունը, գ/սմ ³	Ծակոտկենությունը, %	Ջրակլանումը, %	Կարծրությունը (ըստ Մոսի սանդղակի)	Սեղմման ամրությունը, ՄՊա
Դոլոմիտ	2,82	2,7	0,6	3,5 - 4,5	12,8
Ալյումասիլիկատային ապար	2,51	-	5,01	3,0 - 4,0	56,3

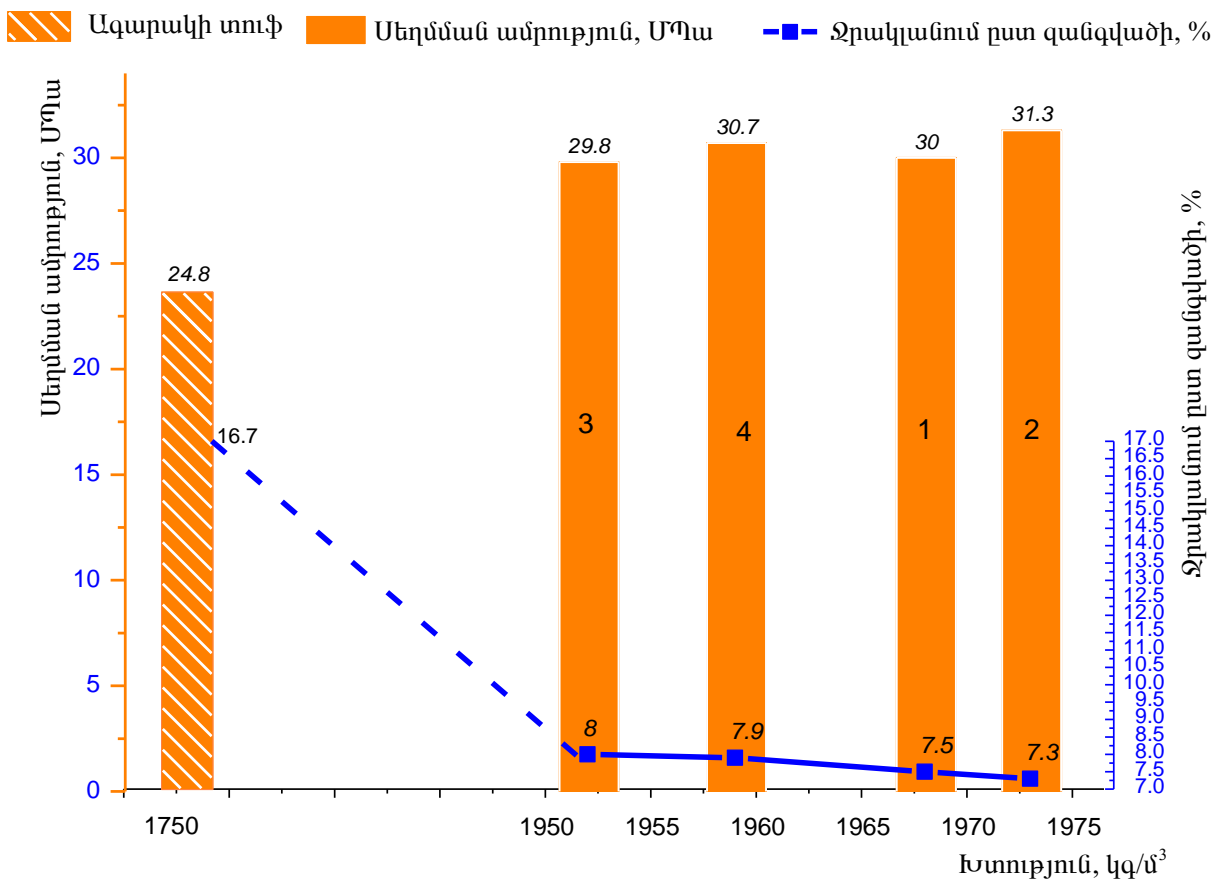
Երրորդ գլուխը նվիրված է անցեմենտ արհեստական քարանյութերի բաղադրակազմերի և դրանց ստացման տեխնոլոգիայի մշակմանը: Կատարվել է թերմոդինամիկական հաշվարկ, ուսումնասիրվել են հրաբխային ապարների հենքով և ալկալիական սիլիկատներով կապակցանյութերի ֆիզիկաքիմիական գործընթացները, որոնց արդյունքում ստացված Գիբբսի էներգիայի բացասական արժեքների մեծությունների վերլուծությունը հուշել է հնարավոր ռեակցիաների իրականացման ճանապարհները, որոնք սկսվում են 298Կ-ում, որն էլ համարժեք է 25°C ջերմաստիճանին: Հաշվի առնելով այդ հանգամանքը, իրականացվել են նոր կոմպոզիցիաների բաղադրության և ամրացման ռեժիմների ընտրություն ելնելով հետևյալից.

- ✓ կապակցողի ոչ մեծ պարունակություն, դրա նուրբ մանրացում մյուս բաղադրիչների հետ և զանգվածում դրանց հավասարաչափ բաշխում,
- ✓ ջրի օպտիմալ քանակություն, որն անհրաժեշտ է նատրիումասիլիկատային ապակեբեկորի հիդրատացման, զանգվածի համասեռացման և պատրաստվածքների ձևավորման համար,
- ✓ ամրացման ռեժիմի (ջերմաստիճան – ժամանակ) ընտրություն՝ նյութի անհրաժեշտ ֆիզիկամեխանիկական ցուցանիշների ապահովման դեպքում:

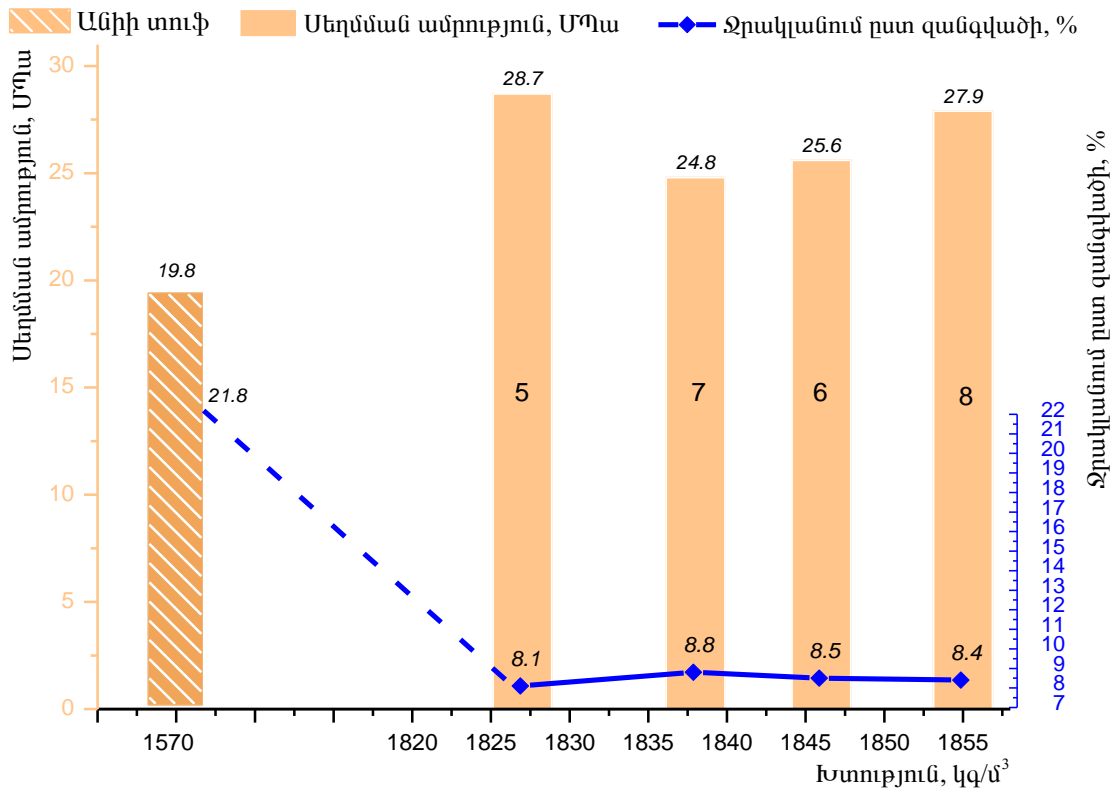
Թերմոդինամիկական վերլուծության արդյունքները թույլ են տալիս ճշգրտելու կոմպոզիտային կապակցանյութի, հետևաբար նաև դրանց հիման վրա ստացվող անցեմենտ արհեստական քարանյութերի բաղադրությունները: Արդյունքում մշակվել են տասներկու բաղադրակազմեր և դրանց պատրաստման տեխնոլոգիա՝ Ագարակի, Անիի և Արթիկի հանքավայրերից բերված տուֆային լցանյութերով ու կոմպոզիտային կապակցանյութերով:

Մշակված տասներկու բաղադրակազմերով և պատրաստման տեխնոլոգիայով ստացված փորձանմուշների ուսումնասիրությունները հնարավորություն են տվել բացահայտելու յուրաքանչյուր նյութի առանձնահատկություններն ու առավելությունները մյուսների նկատմամբ:

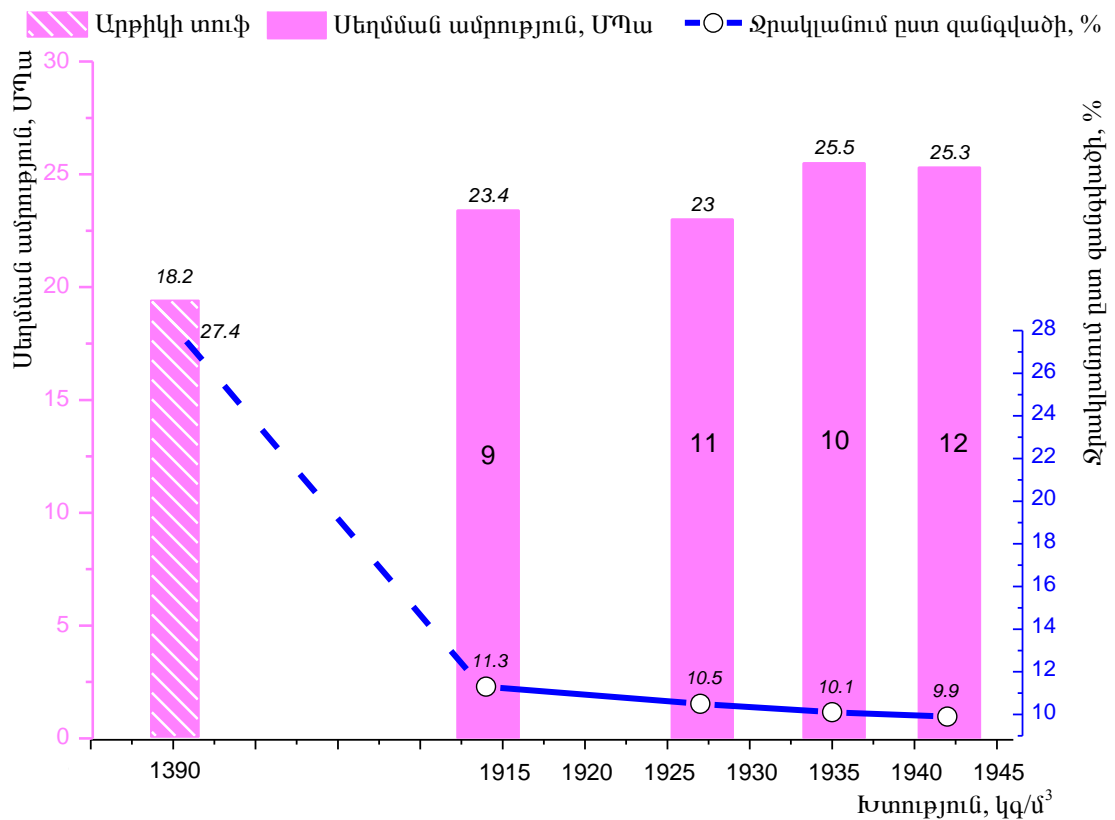
Չորրորդ գլուխը նվիրված է ստացված անցեմենտ արհեստական քարանյութերի հատկությունների հետազոտություններին: Տասներկու բաղադրակազմերով պատրաստված փորձանմուշները ենթարկվել են ակնադիտական հետազննության, որն էլ հնարավորություն է տվել պարզաբանելու յուրաքանչյուր բաղադրակազմով և տեխնոլոգիայով ստացված անցեմենտ արհեստական քարանյութերի խառնուրդների պատրաստման նպատակով մշակված տեխնոլոգիական հնարքները: Համաձայն դրա, ընտրվել են օպտիմալ բաղադրակազմերով խառնուրդների պատրաստման, խտացման և ջերմային մշակման ռեժիմներ: Ընտրված ռեժիմներով պատրաստված անցեմենտ քարանյութերի համար որոշվել են խտության, ջրակլանման և սեղմման ամրության բնութագրերը և նկար 1-ում ներկայացված են վերջիններիս կախվածության գրաֆիկները: Համեմատության նպատակով հետազոտված և ներկայացված են նաև Ագարակի, Անիի և Արթիկի հանքավայրերի բնական տուֆաքարերից սղոցված փորձանմուշների վերոնշյալ հատկությունները:



ա) Ագարակի հանքավայրի բնական և արհեստական քարանյութեր



բ) Անիի հանքավայրի բնական և արհեստական քարանյութեր



գ) Արթիկի հանքավայրի բնական և արհեստական քարանյութեր

Նկ. 1. Ագարակի, Անիի և Արթիկի հանքավայրերի բնական քարերի և դրանց թափոններից պատրաստված արհեստական քարանյութերի հատկությունների կախվածության գրաֆիկներ

Վերլուծելով ստացված արդյունքներն ակնհայտ է դառնում, որ մշակված անցեմենտ քարանյութերի հիմնական որակական հատկությունների ցուցանիշները զգալիորեն գերազանցում են նույն հանքավայրերի բնական քարերի որակական ցուցանիշներին: Խտության ցուցանիշները բարձրացել են ավելի քան 10%- ով Ագարակի, 15%- ով Անիի և 25%-ով Արթիկի հանքավայրերի թափոնների դեպքում, սեղմման ամրության ցուցանիշները՝ 15...20%-ով Ագարակի, 25...30%-ով Անիի և 22...27%-ով Արթիկի հանքավայրերի թափոններով պատրաստված փորձանմուշների պարագայում, իսկ ջրակլանման ցուցանիշները բոլոր երեք տեսակի արհեստական քարերի համար մոտ երկու անգամ ցածր են համեմատած բնական քարերի ջրակլանման հետ: Առավել բարձր սեղմման ամրություն ցուցաբերած փորձանմուշների համար որոշվել է նաև քերամաշեփուկության ցուցանիշը: Արդյունքում պարզվել է, որ ի տարբերություն նույն հանքավայրերի բնական քարերի, մշակված բաղադրակազմերով ստացված արհեստական քարանյութերը մոտավորապես երկու անգամ ավելի կայուն են քերամաշման նկատմամբ:

Հինգերորդ գլուխը նվիրված է տուֆաքարերի արդյունահանման թափոնների հենքով անցեմենտ արհեստական քարանյութերի արտադրության տնտեսական արդյունավետությանն ու անցեմենտ արհեստական քարային արտադրատեսակների մրցունակությանը՝ ի համեմատ ցեմենտային կապակցմամբ արհեստական և բնական քարային համանման պատրաստվածքների:

Աշխատանքում բերված է ցեմենտային և անցեմենտ տուֆաբետոնների համեմատությունը վառելիքի պայմանական արժեքով (1կգ պայմանական վառելիքն ընդունելով 29,2կՋ կամ 7000կկալ): Արդյունքում ակնհայտ է դառնում, որ ի համեմատ ցեմենտային տուֆաբետոնների, մշակված անցեմենտ արհեստական քարանյութերն իրենց տնտեսական արդյունավետությամբ գերազանցում են ավելի քան երկու անգամ:

ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԴՐՈՒՅԹՆԵՐԸ ԵՎ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԸ ՀՐԱՏԱՐԱԿՎԱԾ ԵՆ ՀԵՏԵՎՅԱԼ ԳԻՏԱԿԱՆ ՀՈԴՎԱԾՆԵՐՈՒՄ

1. Արզումանյան Ար.Ա., Գևորգյան Հ.Ս., Արզումանյան Ավ.Ա., Մուրադյան Ն.Գ. Հայաստանի հրաբխածին տուֆերի ջերմակայունության հետազոտություն հրակայուն թերթ բետոններում որպես լցանյութեր դրանց պիտանելիության գնահատման համար // ՃՇՀԱՀ Գիտական աշխատություններ.- 2018.- IV(71).- էջ 31-40:
2. Arzumanyan Ar.A., Arzumanyan Av.A., Muradyan N.G. Heat-acid-resistant light concretes on the base of volcanic tuff lava and pumice aggregates of Armenia. Key Engineering Materials. (2019) Vol. 828 pp.141-145. [10.4028/www.scientific.net/KEM.828.141](https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.828.141)
3. Sahakyan E.R., Arzumanyan Ar.A., Muradyan N.G. Physical and chemical processes of volcanic rock hardening with alkaline silicats. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering Vol. 698 (2019) 022078 [10.1088/1757-899X/698/2/022078](https://doi.org/10.1088/1757-899X/698/2/022078)

4. Մուրադյան Ն.Գ. Հրաբխային ապարների արդյունաբերական թափոններից անցեմենտ քարանյութերի ստացման տեխնոլոգիական ցուցանիշների որոշում // ՃՇՀԱՀ Տեղեկագիր.- 2020.- N2.-էջ 92-108:
5. Badalyan M.M., Karapetyan A.K, Muradyan N.G. et al. Possibility of Tuff Waste Application in the Procduction of Thermal Insulation material. JAER.Vol.1 N2 (2021) 7-12 [10.54338/27382656-2021.1-2](https://doi.org/10.54338/27382656-2021.1-2)
6. Sahakyan E.R., Arzumanyan Av.A., Muradyan N.G. Inorganic polymeric materials based on natural silicate and aluminosilicate raw materials. Key Engineering Materials. (2022) Vol. 906. 1-6. [10.4028/www.scientific.net/KEM.906.1](https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.906.1)

ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. Ագարակի, Անիի և Արթիկի հանքավայրերի տուֆաթափոնների ֆիզիկաքիմիական, նյութաբանական և ֆիզիկամեխանիկական բնութագրերի վերլուծությունները ցույց են տվել, որ երեք տիպի տուֆաքարերի արդյունահանման թափոններն իրենց քիմիական, ապարագիտական և տեխնիկական առանձնահատկություններով պիտանի են օգտագործվելու անցեմենտ արհեստական քարանյութերի բաղադրակազմերում:
2. Կոմպոզիտային կապակցանյութերի ելակետային բաղադրիչների ռեակցիոնունակությունների և կառուցվածքագոյացման գործընթացների ուսումնասիրությունները թույլ տվեցին պարզել, որ տուֆային փոշիների միներալները փոխազդելով ալկալիական և հողալկալիական սիլիկատների հետ, առաջացնում են կապակցող հատկություններով սիլիկատներ և այլումասիլիկատներ: Վերջինս հաստատվել է քիմիական ռեակցիաների թերմոդինամիկական հաշվարկով՝ պայմանավորված այնպիսի կինետիկական գործոններով, ինչպիսիք են նյութի կոնցենտրացիան և միջավայրի ջերմաստիճանը:
3. Մշակվել են երկու տեսակի կոմպոզիտային կապակցանյութեր, որոնք իրենցից ներկայացնում են փոշիներ՝ ստացված նատրիումասիլիկատային ապակեբեկորի, տուֆային փոշու և երկու տեսակ լցուկների՝ դոլոմիտային կամ այլումասիլիկատային, համատեղ աղացվածքով: Նատրիումասիլիկատային ապակեբեկորը կազմում է կոմպոզիտային կապակցանյութի ընդհանուր զանգվածի 25%-ը, իսկ օգտագործված լցուկը՝ 75%-ը:
4. Առաջարկվել են վեց օպտիմալ բաղադրակազմեր երկու տեսակ կոմպոզիտային կապակցանյութերով և երեք տեսակ տուֆաթափոնների լցանյութերով:
 Ագարակի տուֆաթափոնների պարագայում ընտրվել են 75% լցանյութ և 25% կոմպոզիտային կապակցանյութ, իսկ Անիի և Արթիկի դեպքում՝ 70% լցանյութ և 30% կոմպոզիտային կապակցանյութ հարաբերությունները:
 Հստակեցվել է ջրի քանակությունը, որն անհրաժեշտ է խառնուրդների հոմոգենացման, հիդրատացման և կառուցվածքային ձևավորման համար, հաշվի

առնելով յուրաքանչյուր տեսակի լցանյութի առանձնահատկությունները ջրակլանման և մակերեսային ջրապահունակության վերաբերյալ, զգալիորեն պայմանավորված դրանց հատկային կազմով և, հատկապես, տեսակարար մակերեսով: Մշակված բաղադրակազմերում ջուր-պինդ հարաբերությունը գտնվում է 0,10...0,12-ի սահմաններում:

5. Որոշվել են խառնուրդների պատրաստման ու խտացման տեխնոլոգիական մեթոդները և ջերմային մշակման ռեժիմները՝ ելնելով արհեստական քարանյութերի կառուցվածքային առանձնահատկություններից, որոնք հետևյալներն են.

✓ յուրաքանչյուր տեսակի տուֆային թափոնի ավազային մաղվածքի խառնուրդին ավելացվում է համատեղ աղացման արդյունքում ստացված կոմպոզիտային կապակցանյութը և խառնվում 10...12 րոպե տևողությամբ:

✓ Խտացումն իրականացվում է մամլմամբ այնքան ժամանակ, մինչև ձևավորվեն հարթ և փայլուն մակերևույթներ:

✓ Ջերմային մշակման օպտիմալ ռեժիմը հետևյալն է. ջերմաստիճանի բարձրացում 20-ից մինչև $(90 \pm 5)^\circ\text{C}$ ՝ 2 ժամ, պահորակում նշված ջերմաստիճանում 2 ժամ 30րոպե, որից հետո ջերմաստիճանի բարձրացում մինչև 200°C ՝ 2 ժամ և նշված ջերմաստիճանում պահորակում 2 ժամ 30 րոպե, աստիճանաբար հովացում՝ մինչև սենյակային ջերմաստիճանի հասնելը:

6. Ագարակի, Անիի և Արթիկի հանքավայրերի բնական տուֆաքարերն իրենց հիմնական որակական հատկություններով զիջում են նույն հանքավայրերի տուֆաթափոններից ստացված արհեստական քարանյութերին, որոնց խտության ցուցանիշները բարձրացել են 10...25%-ով, սեղմման ամրությանը՝ 15...30%-ով, իսկ ջրակլանման և քերամաշման ցուցանիշները նվազել են ավելի քան երկու անգամ:

Բնական քարերի համեմատ անցեմենտ արհեստական քարանյութերի որակական ցուցանիշների առավելությունը խթան է հանդիսանում հանքավայրերում կուտակված միլիոնավոր խորանարդ մետրի հասնող տուֆաթափոնների արդյունավետ և շահավետ օգտագործման համար, հնարավորություն տալով միաժամանակ լուծելու հանրապետության համար լրջագույն բնապահպանական խնդիրներ:

Առաջարկություն

Մեր հանրապետությունում բնական ռեսուրսների ռացիոնալ օգտագործման, շինանյութերի արդյունաբերությունում կուտակված մեծ ծավալներով թափոնների ներգրավման, բնապահպանական խնդիրների լուծման՝ ածխաթթու գազերի արտանետման, ստորգետնյա ջրերի աղտոտման կրճատման, ինչպես նաև արհեստական քարանյութերի երկարակեցության բարձրացման նպատակներով առաջարկվում է կիրառել անկլինկեր կապակցանյութերի հենքով անցեմենտ արհեստական քարանյութեր՝ բետոններ, որոնք շնորհիվ տուֆաթափոնների բարձր ակտիվության, հնարավոր է ստանալ էներգախնայողական տեխնոլոգիաներով:

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БЕСЦЕМЕНТНЫХ
ИСКУССТВЕННЫХ КАМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ТУФОВ**

РЕЗЮМЕ

Диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – “Строительные конструкции, здания, сооружения, строительные материалы и строительная механика”

Армения – страна, которая богата запасами вулканических туфов, обладающих большим разнообразием технических и декоративных свойств. На протяжении многих веков туф использовался в качестве основного строительного материала. Крупномасштабная добыча этого камня и его обработка в настоящее время привели к огромным скоплениям туфовых отходов, которые занимают значительные территории и создают для республики серьёзные экологические и хозяйственные проблемы. Наилучшее решение этих проблем, в том числе с природоохранной позиции, заключается в использовании накопившихся отходов для производства изделий из искусственных туфовых материалов, которые по своим эксплуатационным свойствам не уступают природным материалам, что и является целью научных исследований, представленных в настоящей диссертационной работе. Для достижения поставленной цели предварительно были решены задачи, связанные с заполнителями и вяжущими искусственных материалов.

На основании всестороннего анализа обширной информации, приведенной в технической литературе по данной теме, связанной с теоретическими и экспериментальными основами, выбраны направления и последовательность проведения исследований. На первом этапе изучена зависимость интенсивности протекания процессов структурообразования в присутствии щелочных силикатов от химической активности туфовых порошков. В результате сложных физико-химических процессов, определяемых в основном физическим взаимодействием и химическими реакциями между силикатами натрия и минералами наполнителя, образуются силикаты и алюмосиликаты натрия, которые обладают свойствами вяжущих материалов. Последнее подтверждено также и термодинамическими расчетами протекания химических реакций, обусловленных такими факторами, как концентрация вещества, температура среды. Эта работа позволила выявить некоторые основные предпосылки, обеспечивающие реальную возможность получения бесцементных искусственных туфоматериалов. Один из них связан с определением количества воды, необходимой для гидротации, гомогенизации и структурообразования, другие – с установлением режимов приготовления смесей, формования изделий и их термообработки.

Наиболее важная по значимости предпосылка связана с выбором исходных материалов и способов получения композиционных вяжущих. Руководствуясь вышеперечисленными предпосылками, разработаны составы и технологии двух видов бесцементных порошкообразных композиционных вяжущих с применением безводного силиката натрия (силикат-глыба), который является отходом стекольного производства Ереванского Лампового завода (в настоящее время – "ГрандСан"), а также двух разновидностей наполнителей – доломитов Лусадзорского месторождения и алюмосиликатов Туманянского месторождения. Предварительно проведено всестороннее изучение свойств исходных материалов, в том числе с использованием дифференциально-термических методов исследования, химического анализа, рентгенографии и электронной микроскопии.

В качестве заполнителей искусственных туфоматериалов применены отсеvy туфовых отходов Агаракского, Анийского и Артикского месторождений. Критериями для такого выбора послужили результаты ориентировочной оценки объемов туфовых отходов и результаты изучения их химико-минералогических составов, химической активности, радиоактивности и основных физико-механических свойств.

Значительный объем экспериментальных исследований диссертационной работы связан с вопросами оптимизации составов и технологий получения искусственных туфоматериалов. Эффективность каждой разработки оценивалась по результатам изучения структурно-текстурных особенностей и декоративности материала, а также его прочности, плотности, водопоглощения и истираемости. В результате выделено шесть наилучших составов, по которым можно, применяя выбранные оптимальные режимы приготовления, формования и термообработки получить искусственные туфоматериалы, обладающие, по сравнению с природными туфами, улучшенными свойствами. В связи с этим появилась реальная возможность для организации в республике высокоэффективных предприятий по производству изделий различного назначения из искусственных бесцементных материалов на основе туфовых отходов. Кроме того, на разработанных композиционных вяжущих при грамотном использовании свойств огромного разнообразия плотных и пористых сыпучих горных пород Армении, можно в перспективе получить бесцементные сверхплотные, высокопрочные, кислотоупорные, огнеупорные, ультрапористые, сверхморозостойкие, сверхжаростойкие и другие материалы нового поколения.

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF NON-CEMENT,
ARTIFICIAL STONE MATERIALS BASED ON INDUSTRIAL VOLCANIC TUFF
WASTE**

ABSTRACT

Dissertation submitted to receive Academic Degree of Doctor of philosophy (Ph.D.) Engineering, Speciality 05.23.01 – “Building construction, buildings, structures, construction materials and structural mechanics”

Armenia is rich in reserves of volcanic tuffs, which have a variety of technical and decorative properties. Tuff has been used as a primary construction material for centuries. Large-scale mining of this stone and its processing have led to accumulations of tuff waste, which occupies large territories and creates environmental and economic problems for the republic. The best solution to these problems, including from an environmental point of view, is to use the accumulated natural stone waste material for the production of artificial tuff materials items, which are not inferior to natural materials in their performance properties, which is the goal of the scientific research presented in this thesis.

For this purpose, the tasks were previously solved related to artificial materials aggregates and binders. Based on a comprehensive analysis of the extensive information given in the technical literature on this topic, the directions and sequence of research are selected according to the theoretical and experimental foundations. At the first stage, the dependence of the intensity of structure formation processes in the presence of alkali silicates on the chemical activity of tuff powders was studied. As a result of complex physicochemical processes determined mainly by physical interaction and chemical reactions between sodium silicates and filler minerals, sodium silicates and aluminosilicates are formed, which have the properties of binders.

The thermodynamic calculations of the chemical reaction also confirmed the latter. It considers factors such as concentration, average temperature. This work has identified some prerequisites that provide a real possibility of obtaining non-cement, artificial tuff materials. Some of these prerequisites are related to determining water quantity needed for hydration, homogenization, and structure formation. The others are related to setting the regimes for preparing mixtures, molding, and heat treatment. The most vital premise is the choice of starting materials and methods for obtaining composite binders. Guided by the above prerequisites, the compositions and technologies of two types of non-cement, powdered composite binders have been developed using anhydrous sodium silicate (silicate lump), which is a waste product of the glass production of the Yerevan Lamp Factory (Grand Sun), as well as two types of fillers: dolomites of the Lusadzor deposit and aluminosilicates of the Tumanyan deposit.

A comprehensive study of the properties of the starting materials was carried out, including the use of differential thermal research methods, chemical analysis, X-ray diffraction, and electron microscopy. Screenings of tuff waste from the Agarak, Ani and Artik deposits were used as fillers of artificial tuff materials. The criteria for such a choice were the results of an approximate assessment of the volumes of tuff wastes and the results of studying their chemical and mineralogical compositions, chemical activity, radioactivity, and basic physical and mechanical properties. Significant amount of experimental research in the thesis is related to the issues of optimizing the compositions and technologies for obtaining artificial tuff materials. The effectiveness of each development was evaluated based on the results of studying the structural and textural features and decorativeness of the material, as well as its strength, density, water absorption, and abrasion. As a result, the six best compositions were identified, according to which it is possible, using the selected optimal modes of preparation, molding, and heat treatment to obtain artificial tuff materials with improved properties compared to natural ones. In this regard, there was a real opportunity for the organization in the republic of highly efficient enterprises to produce items of various purposes of artificial non-cement materials based on tuff waste. Furthermore, by utilizing the developed composite binders and taking advantage of the properties of the diverse range of dense and porous rocks found in Armenia, it is possible to produce a new generation of non-cement materials that are super-dense, high-strength, acid-resistant, refractory, ultra-porous, super-frost-resistant, super-heat-resistant, etc.

