

ՀՏԴ 691.327

ՇԻՆԱՐԱՐԱԿԱՆ ՆՅՈՒԹԵՐ

ՍՈՂԻՖԻԿԱՑՎԱԾ ՀԱՎԵԼԱՆՅՈՒԹԵՐ ՑԵՄԵՆՏՆԵՐԻ ԵՎ ԲԵՏՈՆՆԵՐԻ ՀԱՄԱՐ

## Արմեն Ջոնիկի Հարությունյան

Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ  
[armen9403@gmail.com](mailto:armen9403@gmail.com)

Դիտարկված են ցեմենտների ակտիվության և բետոնների ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների բարձրացնող բարձր ակտիվությամբ օժտված ձևափոխված հանքային հավելանյութերի կիրառման գիտական հիմնավորումները: Առաջադրված նպատակն իրականացնելու համար լուծվել են հետևյալ խնդիրները. ընտրվել է ձևափոխման համար հավելանյութ, մշակվել ակտիվացման եղանակը, ուսումնասիրվել ստացված ձևափոխված բարձր ակտիվությամբ հանքային հավելանյութի հատկությունները, օպտիմալացվել պորտլանդցեմենտում առկա հավելանյութի քանակությունը և ուսումնասիրվել է բարձր ակտիվությամբ հավելանյութով ցեմենտի ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները:

**Առանցքային բառեր.** ցեմենտ, բետոն, ձևափոխված հավելանյութեր, ածխածին, ձևափոխման եղանակ

## Ներածություն

Ինչպես հայտնի է, բետոնը և երկաթբետոնը համարվում են շինարարության հիմնական նյութերը և վերջիններիս արտադրական քնակները համաշխարհային մասշտաբներով հասնում է միլիոնավոր խորանարդ մետրերի: Շինարարության որակական հատկանիշների բարձրացման պահանջների հետ առաջ է գալիս նաև խնդիր՝ քիչ ծախսերով բարձր ֆիզիկամեխանիկական հատկություններով շինարարական նյութերի արտադրության կազմակերպում:

Բետոններում և երկաթբետոններում հիմնական կապակցանյութը ցեմենտն է, և վերջին տարիներին բարձրորակ բետոնների և ցեմենտի հիման վրա նոր կոմպոզիցիոն խառնուրդների ստացման հարցը դարձել է առաջնային, որը հիմնվում է պորտլանդցեմենտում առկա թաքնված էներգիայի ամբողջական օգտագործման վրա: Վերջին տարիներին վերը նշված խնդրի լուծման համար կիրառում են ակտիվ հանքային հավելանյութեր, որոնք ներմուծվում են ցեմենտի բաղադրություն աղացման գործընթացում: Այն իրենից ներկայացնում է «բալաստային» հավելանյութ կալցիումի հիդրոսիլիկատների և կրի ցեմենտացման ընթացքում, որն իրականացվում է բետոններում և ցեմենտի հիման վրա նոր կոմպոզիցիոն խառնուրդներում: Այդ իսկ պատճառով բարձր ֆիզիկամեխանիկական հատկություններով օժտված բետոնների և ցեմենտի հիման վրա նոր կոմպոզիցիոն խառնուրդներում ձևափոխված հավելանյութերի կիրառությունը համարվում է գիտական և կիրառական առաջնային խնդիր:

Այս աշխատանքի հիմնական նպատակն է. ցեմենտների ակտիվության և բետոնների ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների բարձրացման համար կիրառվող բարձր ակտիվությամբ օժտված ձևափոխված հանքային հավելանյութերի կիրառման գիտական հիմնավորումների վերծանումը:

Առաջադրված նպատակն իրականացնելու համար անհրաժեշտ է լուծել հետևյալ խնդիրները.

- ընտրել ձևափոխման համար հավելանյութ,
- մշակել ակտիվացման եղանակը,
- ուսումնասիրել ստացված ձևափոխված բարձր ակտիվությամբ հանքային հավելանյութի հատկությունները,
- օպտիմալացնել պորտլանդցեմենտում առկա հավելանյութի քանակությունը,
- ուսումնասիրել բարձր ակտիվությամբ հավելանյութով ցեմենտի ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները:

Ցեմենտային բետոնների վարքը և ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները շահագործման գործընթացում մեծամասամբ որոշվում է վերջինիս կառուցվածքով, որը գնահատվում է բաղադրիչների քանակական հարաբերությամբ և այդ բաղադրիչների համապատասխան բաշխվածությամբ, ինչպես նաև այդ բաղադրիչների միջև կապերի բնութագրերով [1]:

Բետոնի ամրացման և կառուցվածքագոյացման գործընթացում փոփոխվում է ոչ միայն դրա ամրությունը, այլ նաև այնպիսի կարևոր բնութագրեր, ինչպիսիք են՝ ծակոտկենությունը, ջերմա-, էլեկտրահաղորդականությունը և այլն:

Բետոնի այնպիսի կառուցվածքագոյացման հիմքը, որը պահպանել է շահագործման ընթացքում կրող բոլոր ազդեցությունները ինչպես առաջին ձևավորման փուլում, այնպես էլ հետագայում, դա լցանյութն է: Լցանյութի բյուրեղաքիմիական կառուցվածքը և հանքանյութերի հատկությունները որոշում են ստացված արտադրանքի վարքը, կոնտակտագոյացումը և հատկությունները [2, 3]:

Բետոնում ցեմենտաքարի և լցանյութի միացման գործընթացում, երբ առաջանում է միաձույլ կառուցվածք, բաղադրիչների մեջ նկատվում է, ինչպես ֆիզիկական հարակցում, այնպես էլ քիմիական փոխազդեցություն: Մա լավ երևում է այն դեպքում, երբ բյուրեղների բաժանման սահմանում գոյանում են նյութեր, որոնք ձևավորվում են հանքանյութերի բյուրեղների հետ շփման գոտիներում կապակցողի և հանքանյութի քիմիական փոխազդեցության շնորհիվ [4]:

Վերը նշվածից պետք է նշել, որ եթե ըստ քիմիական հատկությունների ցածր ակտիվությամբ լցանյութը ցեմենտաքարի հետ փոխազդման ընթացքում լավ ընդգծվում են նրանց կոնտակտային գոտիները, նույնը նկատվում է նաև հանքանյութերի բյուրեղաքիմիական հատկությունների վերլուծության ընթացքում, որն ավելի լավ ընդգծվում է դիսպերսայնության

մեծացման ընթացքում [5]: Սրանից կախված, կարելի է նշել, որ բետոնների ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների լավացման վրա իրենց ազդեցությունը կարող են ունենալ լցանյութերի բարձր տեսակարար մակերեսը, կառուցվածքը և ատոմային կազմը:

Լցանյութերը [6] կարող են լինել ոչ համասեռ չափերով դիսպերսային և մակերևութային ակտիվությամբ:

Լցանյութերը բաժանվում են երկու խմբի՝ ակտիվ և իներտ: Ակտիվ լցանյութերը ջրի առկայությամբ սովորական ջեմաստիճանային պայմաններում կարող են փոխազդել կալցիումի հիդրօքսիդի հետ, առաջացնելով կապակցող հատկություններով օժտված միացություն [7]: Վերջիններս ներմուծվելով բետոնների կազմ՝ փոխազդում են ցեմենտի հիդրատացման ընթացքում անջատվող  $Ca(OH)_2$ -ի հետ: Գոյություն ունեն նաև ակտիվ լցանյութեր, որոնք կարող են առանց կապակցողի ներմուծման ամրանալ. այդպիսի լցանյութերից է աղացած դոմային խարամը, որը հնարավոր է ակտիվացնել կրի ներմուծմամբ:

Պորտլանդցեմենտային կլինկերի առանձին հանքանյութերի համալիր ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ մանրացված հավելանյութերը կարող են արագացնել հիդրատացման գործընթացը 1,5...2 անգամ (նորագոյացող հիդրատների ծավալային աճ և գործընթացի ինտենսիվության աճ): Հավելանյութերի այսպիսի վարքը պայմանավորված է մակերևութային էներգիայի աճով, որը ծախսվում է բյուրեղների նորագոյացման վրա, ինչպես նաև կիսակլանման վիճակի կայուն թերմոդինամիկայով [8]:

Հանքային հավելանյութերի ազդեցությունը հիդրատների առաջացման գործընթացի վրա արտահայտվում է տարբեր կերպ կամ տարբեր գելանման բաղադրամասերի արագ ձևավորմամբ, կամ նորագոյացումների յուրահատուկ առաջացումներ (կալցիումի հիդրոկարբոնատի միատ և այլն):

Ցեմենտային բետոնների կառուցվածքագոյացման գործընթացների վրա հանքային հավելանյութերի ազդեցության գործնական հետազոտությունների հիման վրա [9] կարելի է նշել, որ միկրոլցանյութերի կիրառման դեպքում, առանց ջրացեմենտային հարաբերության փոփոխության, հնարավորություն է ընձեռվում բարձրացնել բետոնի ամրության սահմանը 1,5 անգամ, որը բացատրվում է հետևյալ կերպ. միկրոլցանյութում առկա կոլոիդային լուծույթներին մոտ մասնիկներն ավելի մոտ գտնվելով ցեմենտի հատիկներին՝ առաջացնում են բյուրեղացման նոր կենտրոններ, որոնք արագացնում են ցեմենտաքարի և բետոնի ամրացման գործընթացը:

Միկրոլցանյութերով բետոնների որակական հատկանիշների բարձրացումը [7] հեղինակները բացատրում են նոր մանր հատիկային կազմով, որոնք հանդես են գալիս որպես նոր բյուրեղական կենտրոններ կոնտակտային գոտիներում: Ենթադրվում է, որ ջրացեմենտային մատրիցում լցանյութի մասնիկների քանակությունը ապահովում է բյուրեղագոյացման և աճի համար անհրաժեշտ պայմաններ, որը և առաջ է բերում ցեմենտաքարում ցածր լարումներով մանրադիսպերս բյուրեղական կմախքի ձևավորում:

Քիմիական փոխազդեցություններից անցում է կատարվում վալենտային փոխազդեցությանը և առաջանում են ավելի ամուր նորագոյացումներ, որոնք արդյունք են առաջնային էպիտաքսիալ հիդրատային բյուրեղների և ակտիվ լցանյութերի հատիկների միջև ընթացող փոխազդեցության:

Ինչպես հայտնի է, իներտ լցանյութերը սովորական ջերմաստիճանային պայմաններում ցեմենտի հետ ռեակցիայի մեջ չեն մտնում, սակայն հատուկ պայմանների առկայության դեպքում այս լցանյութերը կարող են օժտվել ռեակցիոնունակությամբ: [8]-ում նշվում է, որ ցեմենտին ավելացվող լցանյութերի հատիկները կարող են տեղաբաշխվել մասնիկների արանքում, ապահովելով ամրության աճ, ինչպես նաև շատ մանր լցանյութերը բարձրացնում են նաև սառնակայունությունը, քանի որ նույնիսկ ամենալավ մանրացված ցեմենտներում տեղի չի ունենում ամբողջական հիդրատացիա և բետոններում պահպանվում են ցեմենտի հատիկների չփոխազդող ինչ-որ ծավալ, որը հանդես է գալիս որպես արատների վերականգնման «երաշխիք»: Այս դեպքում լցանյութերը հանդես են գալիս որպես բետոնի ամրության կարգավորիչ, ինչպես նաև դա օգնում է ցեմենտի խորացված հիդրատացմանը, որը հնարավորություն է տալիս ազդել նաև բետոնների կառուցվածքագոյացման վրա, մի շարք դեպքերում նաև կանխել ճաքերի և արատների առաջացումը:

Ըստ [10]-ի դիսպերսային հանքային հավելանյութը հանդիսանում է ժամանակակից բետոնի անբաժանելի և շատ կարևոր բաղադրիչներից մեկը, քանի որ դրա կիրառումը հնարավորություն է ընձեռում կրճատել կլինկերային ցեմենտի քանակությունը, բարձրացնել խտությունը, ամրությունը, երկարակեցությունը և բետոնների կայունությունը ագրեսիվ միջավայրում:

Հասանելի արդյունքներից են նաև՝  $Ca(OH)_2$ -ի կապակցումը, ցածրհիմնայնությամբ  $CSH$  - ֆազի հիդրոսիլիկատների ձևավորումը, մագնեթային և դոնորային միկրոանցքերի դրական փոփոխությունները, վաղ հիդրատացման գործընթացի ուժգնացումը, ամրացող կոմպոզիցիոն նյութի ջերմաստիճանային և ծավալային փոփոխությունների կանոնավորումը:

[11-17]-ում, որոնք վերաբերում են հանքային կապակցողների դիսպերսային համակարգի և բնական տեխնածին նյութերի վրա գերալաստիֆիկատորների ազդեցության գնահատմանը, հաստատվել է, որ շատ մանրացված հանքային փոշիները, որոնք ստացվում են բնական նյութերից, ի տարբերություն ցեմենտային համակարգերից, ավելի շատ են կախման մեջ գտնվում գերալաստիֆիկատորի ազդեցությունից: Սա բացատրվում է նրանով, որ հանքային հավելանյութերը ջրի նկատմամբ իներտ են և հիդրավիկ ակտիվության նշույլներ չեն նկատվում, ինչից հետևում է, որ հնարավոր չէ կապել մի որոշակի քանակությամբ ջուր՝ առաջացնելով հիդրատներ:

Եվ այսպես, ջրի նկատմամբ իներտություն ցույց տվող մանրադիսպերս հանքային լցանյութերը հնարավորություն են տալիս ապահովել անհրաժեշտ ռեոլոգիական պայմաններ, բարձր տեխնոլոգիական և հեշտ տեղաբաշխվող խառնուրդների ստացման և ամրացման

դեպքում, կիպ կառուցվածքի ապահովում: Կառուցվածքային բարձր ամրության կարելի է հասնել այն դեպքում, երբ համակարգ է ներմուծվում բյուրեղաքիմիական կառուցվածքով իրար շատ մոտ հանքային լցանյութերի 2...3 բաղադրամաս: Այս դեպքում նպատակահարմար է կիրառել այնպիսի միկրոլցանյութեր, որոնց բյուրեղային բջիջները շատ մոտ են ցեմենտային համակարգի հիդրատային ֆազերի պարամետրերին: Հանքային համակարգերում դիսպերսային և բարձրադիսպերսային այնպիսի լցանյութի կիրառումը, որը բնութագրվում է բնորոշ այնպիսի հատկություններով, որոնք մոտ են կոպոզիցիոն համակարգի առանձնահատկություններին (քիմիական ակտիվություն, բյուրեղահիդրատային ֆազ և այլն), օգնում են նաև ջրի կառուցվածքային փոխազդեցությանը լցանյութում առկա քիմիական տարրերի հետ:

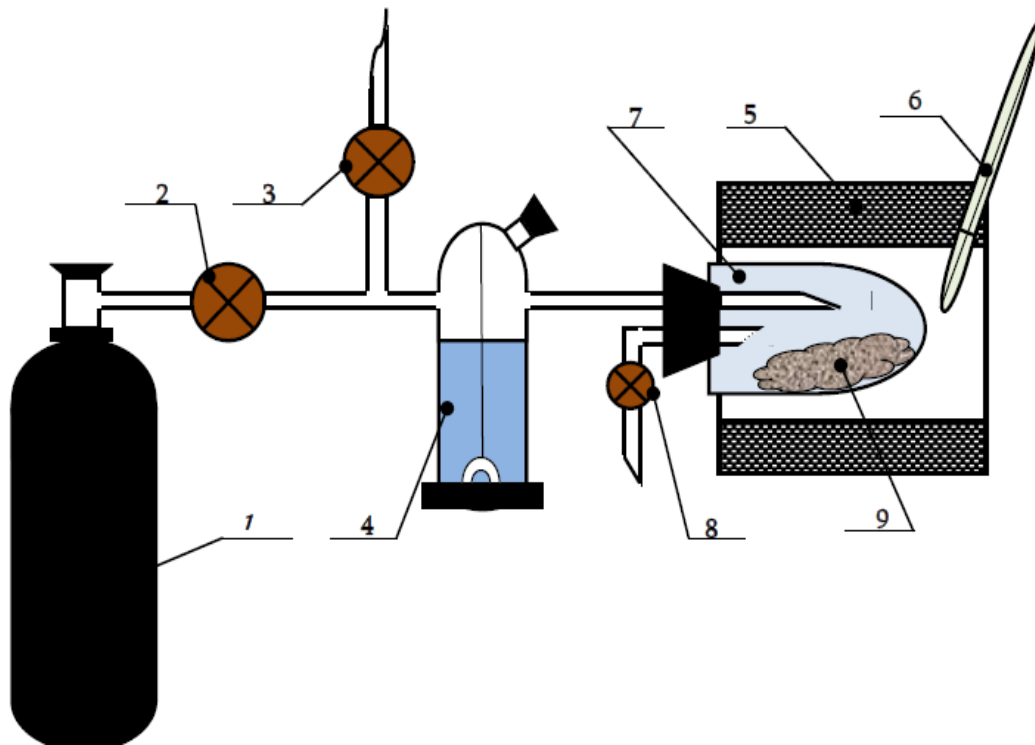
Վերը նկարագրվածից կարելի է եզրակացնել, որ լցանյութերը, ջուրը և կապակցողը բետոնների կառուցվածքագոյացման լիիրավ անդամներն են: Այս ամենի հետ զուգահեռ կոնսակտային գոտիներում լցանյութերի քիմիական և հանքաքանական կազմերի, ինչպես նաև դիսպերսայնության և հատկությունների ազդեցությունը մեծ է:

Աշխատանքում փորձ է արվել ջերմային եղանակով ձևափոխման ենթարկել Սիսիանի հանքավայրի դիատոմիտները:

Լաբորատոր պայմաններում ձևափոխվածություններն իրականացվել են հետևյալ կերպ. դիատոմիտն ածխածին պարունակող նյութի հետ տեղադրվել է խառնման համար թիակով կահավորված կոլբայում, վերջինս տեղադրվել է նախապես 70...80 °C տաքացված մի որոշակի քանակությամբ ջրում և խառնման ընթացքում աստիճանաբար ավելացվել է ձևափոխիչ: Դրա ամբողջությամբ լուծումից հետո խառնուրդը սառեցվել է մինչև սենյակային ջերմաստիճան, այնուհետև խառնուրդին ավելացվել է հաշվարկային քանակությամբ դիատոմիտ և շարունակվել է խառնումը, պահպանելով սենյակային ջերմաստիճանը:

«Հեղուկ-պինդ ֆազ» հարաբերությունը տվյալ դեպքում 3:1 է: Մակակլանման գործընթացի ավարտից հետո խառնուրդը սառեցվել է, նստվածքը ֆիլտրվել ցածր ճնշման տակ Բյուխների ձագարով, ֆիլտրը լվացվել թորած ջրով, այնուհետև չորացնող պահարանում չորացվել 110...115 °C-ի պայմաններում:

Ստացված նմուշները ենթարկվել են ջերմային վերամշակման, ինչպես օդի, այնպես էլ ազոտի ազդեցության պայմաններում: Ջերմային փոփոխությունների իրականացման տեղակայանքը ներկայացված է նկ.1-ում [19]:



**Նկ. 1. Ազոտով թերմիկ մշակման տեղակայանք**

1- ազոտով բալոն, 2,3,8-փականներ, 4-գազերի մաքրման տարրա, 5-մուֆելային վառարան, 6-ջերմաչափ, 7-ռեակտոր, 9-նմուշ

Աղ.1-ում ներկայացված են Նոյեմբերյանի ցեոլիտների քիմիական վերլուծության տվյալները, իսկ աղ. 2-ում՝ ձևափոխված նմուշի քիմիական վերլուծության տվյալները:

**Աղյուսակ 1**

**Նոյեմբերյանի ցեոլիտների քիմիական վերլուծության արդյունքները, %**

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Շ.Կ.*	Ծակոտկենություն
78,90	4,35	3,87	2,25	1,48	9,15	47

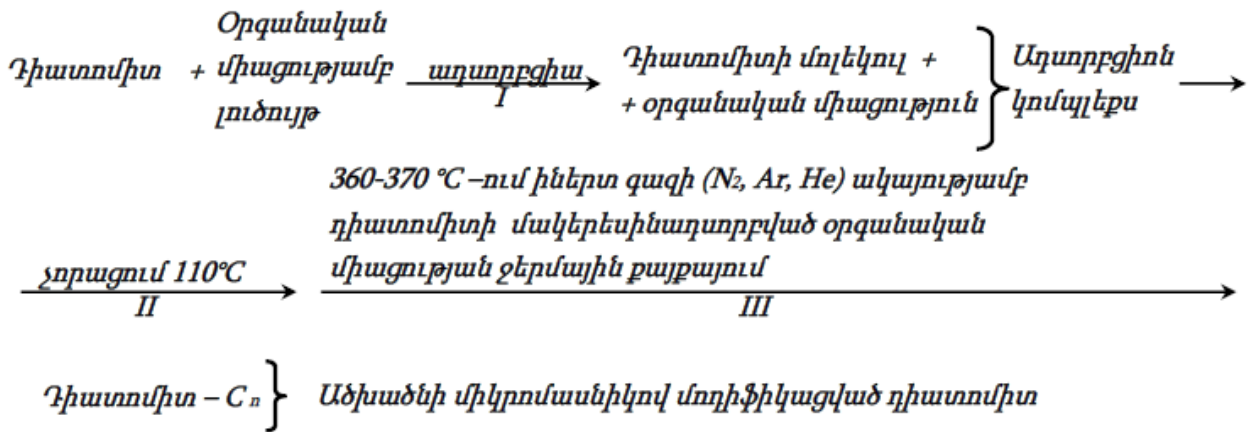
**Աղյուսակ 2**

**Ձևափոխված ցեոլիտների քիմիական վերլուծության արդյունքները, %**

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Շ.Կ.	Ծակոտկենություն
79,6	7,2	3,1	9,9	1,1	3,4	54

Դիատոմիտի ձևափոխման գործընթացն ածխածին պարունակող միկրոմասնիկներով բաղկացած է 3 փուլերից, որը սխեմատիկորեն ներկայացված է սխեմայում (նկ.2):

\* Շ.Կ.- շիկացման կորուստ



Նկ. 2. Ածխածնի միկրոմասնիկներով ձևափոխված ցեոլիտների տեխնոլոգիական սխեմա [19]

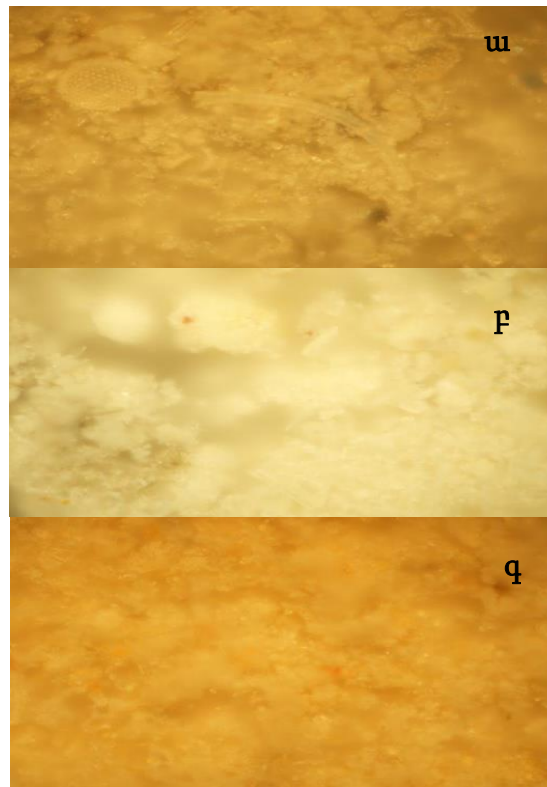
Ինչպես հայտնի է, իրենց քիմիական կազմով և խմբի կառուցվածքով տարբերվող միացությունները կլանում են հաճախականության շատ կարճ միջակայքում: Ցեոլիտներում այդպիսիներից են՝ *Si-O*, *O-H*, *Al-O*, *Ca-O*, *Si-O-Si* և այլն:

Ցեոլիտի նմուշի ԻԿ-տարրապատկերում կլանման 474  $\text{սմ}^{-1}$  (դեֆորմացիոն տատանումներ), 798  $\text{սմ}^{-1}$  (վալենտային համաաչափ տատանումներ) և 1200...1000  $\text{սմ}^{-1}$  (վալենտային անհամաչափ տատանումներ) զծերը համապատասխանում են *Si-O* խմբին, իսկ 3470  $\text{սմ}^{-1}$  (վալենտային տատանումներ) և 1630  $\text{սմ}^{-1}$  (դեֆորմացիոն տատանումներ) համապատասխանում են մակերեսային *O-H* խմբին, որոնք կապված են սիլիցիումի և կալցիումի ատոմներին:

Հայտնի է, որ մակակլանիչի մոլեկուլները մակակլանվելով սիլիկահողի մակերեսին, արգելում են ակտիվ մակակլանման կենտրոններին, որից հետևում է ուսումնասիրելով արդեն հայտնի նյութի մակակլանման հատկությունները, կարելի է բացահայտել՝ առաջինը ձևափոխիչի մակակլանման մոլեկուլները, երկրորդ մակակլանիչի ակտիվ կենտրոնների արգելանքի աստիճանը: Այս ամենը հաշվի առնելով ուսումնասիրվել են ձևափոխված և չձևափոխված ցեոլիտների մակակլանման հատկությունները:

Ինչպես երևում է նկ.3-ից, չձևափոխված և ազոտի առկայությամբ ջերմամշակված ցեոլիտների մակերեսներին բացակայում են ածխախնի միկրոմասնիկները: Համեմատելով այս միկրոֆոտոները, կարելի է եզրակացնել, որ ազոտի առկայությամբ ջերմային մշակման ենթարկված՝ ձևափոխված և չձևափոխված ցեոլիտների մեջ ոչ մի էական կառուցվածքային փոփոխություն չի նկատվում, կարելի է նկատել միայն *Si-O* և *O-H* խմբերին բնորոշ կլանման տիրույթների փոքրացում, ինչը կարելի է բացատրել ջերմաստիճանի ազդեցության պատճառով ցեոլիտի մակերեսից ֆիզիկական կլանման արդյունքում մնացած ավելորդ ջրի հեռացմամբ: Ազոտի միջավայրում ջերմային մշակման ենթարկված ձևափոխված ցեոլիտներում նկատվում՝

միայն  $Si-O$  խմբին բնութագրական ինտենսիվության կլանման նվազում, ինչը արդյունք է ածխածին պարունակող մասնիկների կողմից  $Si-O$ ,  $-SiOH$ - սիլիկատային խմբերի չեզոքացմամբ:



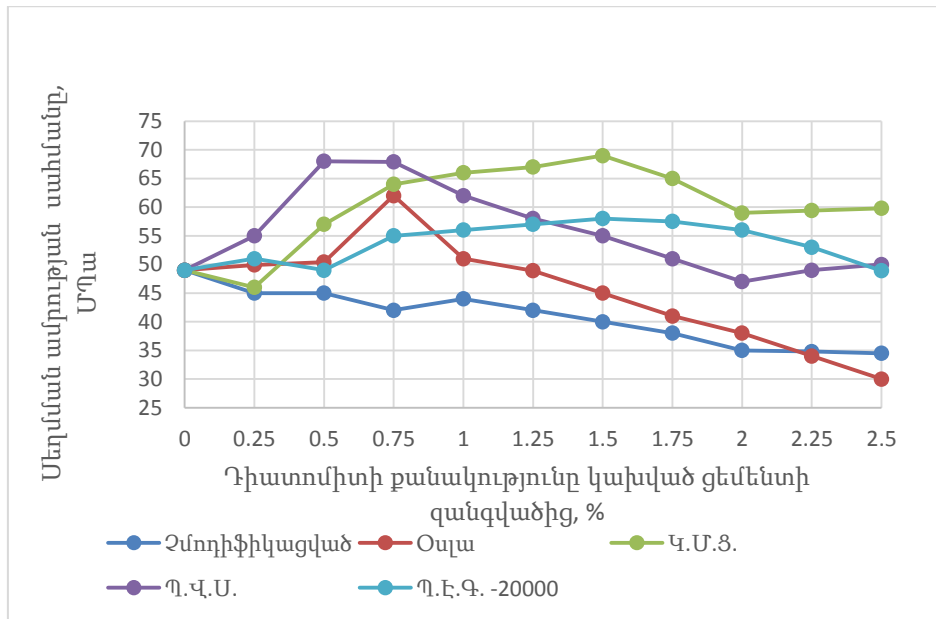
**Նկ. 3. Ղիատոմիտների մակերեսների մանրադիտակային տեսքերը**  
*ա - սովորական ղիատոմիտ, բ - ղիատոմիտ, որը ջերմային մշակման է ենթարկվել ազոտի միջավայրում, գ - 1% օսլայի լուծույթով և ազոտի միջավայրում ձևափոխված ղիատոմիտ*

Ղիատոմիտի ձևափոխման և շիկացման արդյունքում տեղի է ունենում բոլոր օքսիդների քանակությունների նվազում և շիկացման կորուստների քանակության մեծացում, որը հավանաբար կախված է ջերմային ուժերից: Ածխածին պարունակող նյութերը, որոնք մակակլանվել են ղիատոմիտի մակերեսին, քայքայվում են առաջացնելով ածխածին պարունակող մասնիկներ, որոնք մնում են ղիատոմիտի մակերևույթին, որոնք վերլուծության ընթացքում այրվում են, առաջացնելով ածխաթթու գազ:

Ինչպես հայտնի է [21], բարձր սիլիկահողային ցեոլիտային կատալիզատորներում ածխածինների փոխակերպման արդյունքում գազային և հեղուկ նյութերի առաջացումից բացի, մակերևույթին առաջանում են նաև խտանյութեր, որոնցում 90%-ն ածխածինն է: Վերջիններից մաքրման համար կիրառվում են բարձր ջերմասիճաններում օքսիդացման եղանակը:

Ուսումնասիրվել են ձևափոխված ղիատոմիտների ազդեցությունը ցեմենտաքարի սեղմման և ծոման ամրության սահմանների վրա, որոնց արդյունքները ներկայացված են նկ.4 և 5-ում:

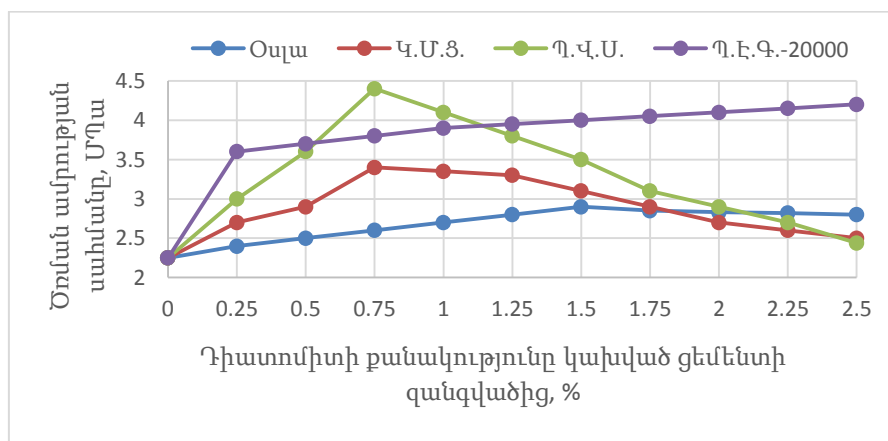




**Նկ. 4. Ածխածնի միկրոհատիկներով ձևափոխված դիատոմիտների ազդեցությունը ցեմենտաքարի սեղմման ամրության սահմանի վրա**

Նկ.4-ից պարզ երևում է, որ ձևափոխված դիատոմիտի օպտիմալ քանակությունը կազմում է ընդհանուր ցեմենտի զանգվածի 0,75%-ը: Այս քանակությամբ ձևափոխված դիատոմիտի ներմուծման ընթացքում նկատվում է ցեմենտաքարի սեղմման ամրության սահմանի 27% աճ, Կ.Մ.Ց.-ի 1,0...1,5% ըստ ցեմենտի զանգվածի ներմուծման դեպքում աճը կազմում է 42% , Պ.Վ.Ս.-ի օպտիմալ քանակությունը ըստ ցեմենտի զանգվածի 0,50...0,75% է, որի ընթացքում սեղմման ամրության սահմանը սկզբնականից աճում է 38%-ով, իսկ Պ.Է.Գ.-ի 1,0...1,5% - ի դեպքում՝ 20%: Այս ամենից հետևում է, որ ամենալավ արդյունքները նկատվում են Կ.Մ.Ց. –ով ձևափոխված դիատոմիտների մոտ:

Ստացված արդյունքները ցույց են տալիս, բոլոր ածխածին պարունակող նյութերով ձևափոխված դիատոմիտները շաղախ ներմուծելիս մեծացնում են ցեմենտաքարի ծոման ամրության սահմանը, սակայն ամենալավ արդյունքները Պ.Վ.Ք.-ով ձևափոխված դիատոմիտներինն է, որի դեպքում աճը կազմում է 88%:



**Նկ. 5. Ածխածնի միկրոհատիկներով ձևափոխված դիատոմիտների ազդեցությունը ցեմենտաքարի ծոման ամրության սահմանի վրա**

## Եզրակացություն

Փորձարկման արդյունքների ուսումնասիրության հիման վրա կարելի է եզրակացնել, որ դիատոմիտի մակերեսի կարբոնիզացման մշակված եղանակը արդյունավետ է և վերջինիս կիրառման դեպքում կարելի է ստանալ ցեմենտային կոմպոզիցիոն նյութերի համար շատ կարևոր հավելանյութ:

## МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ДОБАВКИ ДЛЯ ЦЕМЕНТОВ И БЕТОНОВ

Армен Джоникович Арутюнян

Национальный университет архитектуры и строительства Армении, г.Ереван, РА  
[armen9403@gmail.com](mailto:armen9403@gmail.com)

*Рассмотрено научное обоснование применения обладающих большой активностью модифицированных минеральных добавок, повышающих активность цемента и физико-механические свойства бетона. Для осуществления поставленной задачи была выбрана добавка для модификации, разработан метод активации, исследованы свойства полученной высокоактивной модифицированной добавки, оптимизировано количество добавки в портландцементе, исследованы физико-механические свойства цементов с высокоактивными добавками.*

**Ключевые слова:** цемент, бетон, модифицированные цементы, углерод, метод модификации

## MODIFIED ADDITIVES OF CEMENT AND CONCTRETE

Armen Harutyunyan

National University of Architecture and Construction of Armenian, Yerevan, RA  
[armen9403@gmail.com](mailto:armen9403@gmail.com)

*The purpose of this work the foundation of scientific results connection with the activity of cement and improve physical and mechanical properties of concrete using the modified mineral supplements. To ensure the task was selected additive for modification, investigated the properties of the modified additives, optimized amount of additive in the cement, studied physicomechanical properties of cements with high-additives.*

**Keywords:** cement, concrete, modified cements, the carbon modification method

## Գրականություն

1. **Рыбьев И.А.** Создание строительных материалов с заданными свойствами / И.А. Рыбьев, А.А. Жданов // Изв. вузов. Строительство. – 2003. – №3. – С.45-48.
2. **Крымова О.И.** Влияние поверхностных налётов и плёнок на зёрнах песка на прочность бетонов и растворов / О.И. Крымова, П.А. Мельниченко, А.Г. Ольгинский //Труды ХИИТ.- 1965. – Вып. 73. – С.25-30.

3. **Шангина Н.Н.** Прогнозирование физико-механических характеристик бетонов с учётом донорно-акцепторных свойств поверхности наполнителей и заполнителей: Автореф. дис... докт. техн.наук. – Санкт-Петербург, 1998. – 45 с.
4. **Карнаухов Ю.П.** Модификаторы бетонов и растворов из отходов сульфатно-целлюлозного производства /Ю.П. Карнаухов, А.И. Кузнецов, А.А. Зиновьев, С.А. Белых // Строительные материалы. – 1997. – №9. – С.11-13.
5. **Ольгинский А.Г.** Оценка и регулирование структуры зоны контакта цементного камня с заполнителем: Дис... докт. техн. наук. – Харьков, 1994. – 394 с.
6. **Дворкин Л.П.** Цементные бетоны с минеральными наполнителями /Л.П. Дворкин, В.И. Соломатов, В.Н. Выровой, С.М. Чудновский. – Киев: Будивэльник, 1991. – 136 с.
7. **Duval R.** Influence of silica fume, on the workability and the compressive strength of high-performance concretes/ R. Duval, E.H. Kadri //Cem. and Concr. Res. – 1998. – V.28, №4. – P.533-547.
8. **Баженов Ю.М.** Бетоны повышенной долговечности //Строительные материалы. – 1999. – № 7/8. – С. 21-22.
9. **Martschuk V.** Untersuchungen zum Frost-Tausalz-Widerstand von Mochleistungsbetonen / V. Martschuk, T. Stark //Thesis: Wiss. Z.Bauhaus –Univ. Weimar. – 1998. – V.44, №1-2. – S.92-103.
10. **Zelic I.** Efficiency of silica Fume in Concrete / I. Zelic, D. Rusic, R.Krstulovic // Ibausil: Bauhaus – Univ.Weimar. – 2000. – №2. – P.659-668.
11. **Тринеева В.В.** Разработка и исследование механохимического способа получения углеродных металлсодержащих наноструктур: Автореф. дис... канд. техн. наук. – Москва, 2009. – 34 с.
12. **Калашников В.И.** Роль тонкодисперсных добавок и функциональных групп жидкой фазы в усилении эффекта действия пластификатора /В.И. Калашников, Ю.С. Кузнецов, Н.И. Ишева /Тез. Докл. Всесоюзн. симпоз. – Юрмала, 1982. – Ч.4.1.– С.139-142.
13. **Калашников В.И.** Основы пластифицирования минеральных дисперсных систем для производства строительных материалов: Дис. в виде научн. докл. ... докт. техн. наук. – Воронеж, 1996. – 89 с.
14. **Калашников В.И.** Классификационная оценка цементов в присутствии суперпластификаторов для высокопрочных бетонов/ В.И.Калашников, В.С. Демьянова, А.А. Борисов //Известия высших учебных заведений. Строительство. – 1999. – №1. – С.39.
15. **Калашников В.И.** Теоретические и технологические основы получения высокопрочного силицевого геоплимерного камня / В.И.Калашников, В.Ю. Нестеров, Ю.В. Гаврилова, Ю.С. Кузнецов //Строительные материалы. – 2006. – №5. – С.60-63.
16. **Калашников В.И.** Сухие строительные смеси на основе местных материалов / В.И. Калашников, В.С. Демьянова, Н.М. Дубошина //Строительные материалы. – 2000. – №5. – С.30-33.

17. **Калашников В.И.** Современные представления об использовании тонкомолотых цементах и ВНВ в бетонах / В.И. Калашников, А.А. Борисов, Л.Г. Поляков, В.Ю. Крапчин, В.С. Горбунова // *Строительные материалы*. – 2000. – №7. – С.12-13.
18. **Калашников В.И.** Методологические и технологические аспекты получения и применения высокодисперсных наполнителей бетонов / В.И.Калашников, В.С. Демьянова, Е.Ю. Миненко // *Строительные материалы*. – 2004. – №3. – С.5-7.
19. **Черкасов Д.В.** Портландцементы с добавкой модифицированных диатомитов и композиты на их основе: Дис. ... канд. техн. наук. – Саранск, 2014. – 176 с.
20. **Мартirosян Г.Г., Манукян А.Г., Овсепян Э.Б., Костаян К.А.** Исследование адсорбционно-структурных свойств природных и обработанных диатомитов // *Журнал прикладной химии*. – 2003. – Т.76, №4. – С.551-555.
21. **Гашимов Ф.А.** Продукты уплотнения в процессе превращения этилена на высококремнеземном цеолитном катализаторе // *Журнал прикладной химии*. – 2009. – Т.82, №5. – С.850-855.

### References

1. Ribev, N.A. (2003), "Sozdanie stroitel'nykh materialov s zadannymi svoystvami" [Creation of building materials with specified properties]. *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo [Proceedings of high schools. Building]*. no.3, pp.45-48. (in Russian).
2. Krimova, O.I. Melnichenko, P.A., Olginskiy, A.G. (1965), "Vliyanie poverkhnostnykh nalyotov I plyonok na zernax peska na prochnost betonov I rastvorov" [Influence of surface deposits and films on grains of sand on the strength of concrete and mortar] *Trudi XIIT*, issue 73, pp.25-30. (in Russian).
3. Shangina, N.N. (1998), Prognozirovaniye fiziko-mekhanicheskikh kharakteristik betonov s ychyotom donorno-akcentornyx svoystv poverkhnosti napolniteley I zapolniteley [Prediction of physical and mechanical characteristics of concrete taking into account donor-acceptor properties of fillers and aggregates surface]. Abstract of Dis. ... Doct. technical. Sciences, St. Petersburg, 45 p.
4. Karnaukhov, YU.P., Kuznecov, A.I., Zinovev, A.A., Belix, S.A. (1997), "Modifikatori betonov I rastvorov iz otkhodov sylfatno-cellyuloznovo proizvodstva" [Modifiers of concretes and solutions from wastes of sulphate-cellulose production] *Stroitel'nye materialy. Construction Materials*, no.9, pp. 11-13. (in Russian).
5. Olginskiy, A.G. (1994), Ocenka I regulirovaniye strukturi zoni kontakta cementnovo kamnya zapolnitelem [Evaluation and regulation of the structure of the contact zone of cement stone with aggregate] Dis ... Doct. technical. Sciences, Kharkiv, 394 p.

6. Dvorkin, L.P., Solomatov, V.N. Vyrova, S.M., Chudnovsky, V.I. (1991), *Cementnie betony s mineralnimi napolnitelyami* [Cemented concretes with mineral fillers]. Kiev, Budivelnik Publ., 136 p.
7. Duval, R., Kadri, E.H. (1998), "Influence of silica fume, on the workability and the compressive strength of high-performance concretes" *Cem. and Concr. Res.*, Vol.28, no.4, pp.533-547.
8. Bajhenov, YU.M. (1999), "Beton povishenhoy dolgovechnosti "[Concretes of increased durability] *Construction Materials*, no. 7/8, pp. 21-22. (in Russian).
9. Martschuk, V., Stark, T. (1998), Untersuchungen zum Frost-Tausalz-Widerstand von Mochleistungsbetonen. *Thesis: Wiss. Z.Bauhaus –Univ. Weimar*, Vol.44, no.1-2, pp.92-103.
10. Zelic, I., Rusic, D., Krstulovic, R. (2000), Efficiency of silica Fume in Concrete. *Ibausil: Bauhaus – Univ. Weimar*. no.2, pp.659-668.
11. Trineeva, V.V. (2009), *Razrabotka i issledovanie mexanoximisheskovo sposoba polucheniya yglerodnix metalloderdjashchix nanostruktur* [Development and investigation of the mechanochemical method for the production of carbon metal-containing nanostructures]. Abstract of dis. ... cand. technical.sciences, Moscow, 34 p.
12. Kalashnikov, V.I., Kuznetsov, Yu.S., Isheva, N.I. (1982), "Rol tonkodispersnix dobavok I funkcionalnix grupp jhidkoy fazi v usilenii efekta destviya plastifikatora" [The role of finely dispersed additives and functional groups of the liquid phase in enhancing the effect of the plasticizer]. *Abstracts of the All-Union Symposium*, Jurmala, part.4.1, pp.139-142. (in Russian).
13. Kalashnikov, V.N. (1996), Osnovi plactificirovaniya mineralnix dispersnix system dlya proizvodstva stroitel'nykh materialov [Basis of plasticization of mineral disperse systems for the production of building materials]. Dissetatsiya v vide nauchnogo doklada na soiskanie uchenoy stepeni doktora tekhnicheskix nauk.[Dissertation in the form of a scientific report for the degree of Doctor of Technical Sciences], Voronezh, 89 p.
14. Kalashnikov, V.N. Demyanova, V.S., Borisov, A.A. (1999), "Klassifikatsionnaya ocenka cementov v pricustvii cuperplastifikatorov dlya visokoprochnix betonov" [Classification of cements in the presence of superplasticizers for high-strength concretes] *News of Higher Educational Establishments. Building*, no.1, pp.39. (in Russian).
15. Kalashnikov, V.N. Nesterov, V.Yu., Gavrilova, Yu.V., Kuznetsov, Yu.S. (2006), "Teoreticheskie I tekhnologicheskie osnovy polucheniya visokoprochnovo silicitovogo geopolimernogo kamnya" [Theoretical and technological foundations for obtaining a high strength silicate gopolopolymer stone]. *Building Materials*, no.5, pp.60-63. (in Russian).
16. Kalashnikov, V.N. Demyanova, V.S., Duboshina, N.M. (2000), "Suxie stroitel'nye smesi na osnove mestnix materialov" [Dry building mixes based on local materials]. *Stroitel'nyye materialy* [Building Materials], no.5, pp.30-33. (in Russian).

17. Kalashnikov, V.N. Borisov, A.A., Polyakov, L.G., Krapchin, V.YU., Gorbunova, V.S. (2000), “Sovremennye predstavleniya ob ispolzovanii tonkomolotix cementov I VHV v betonax” [Modern ideas about the use of fine-grained cements and VNV in concretes]. *Stroitel'nyye materialy [Building Materials]*, no.7, pp.12-13. (in Russian).
18. Kalashnikov, V.I., Dem'yanova, V.S., Minenko, Ye.YU. (2004), “Metodologicheskiye i tekhnologicheskiye aspekty polucheniya i primeneniya vysokodispersnykh napolniteley betonov” [Methodological and technological aspects of obtaining and using highly dispersed concrete fillers]. *Stroitel'nyye materialy [Building Materials]*, no.3, pp.5-7. (in Russian).
19. Cherkasov, D.V. (2014), Portlandsementy s dobavkoy modifitsirovannykh diatomitov i kompozity na ikh osnove [Portland cement with the addition of modified diatomites and composites based on them]. Thesis for the degree of Candidate of Technical Sciences, Saransk, 176 p. (in Russian).
20. Martirosyan, G.G., Manukyan, A.G., Ovsepyan, E.B., Kostanyan, K.A. (2003), “Issledovaniye adsorbtsionno-strukturnykh svoystv prirodnnykh i obrabotannykh diatomitov” [Investigation of adsorption-structural properties of natural and processed diatomites]. *Zhurnal prikladnoy khimii [Journal of Applied Chemistry]*. Vol.76, no.4, pp.551-555. (in Russian).
21. Gashimov, F.A. (2009), “Produkty uplotneniya v protsesse prevrashcheniya etilena na vysokokremnezemnom tseolitnom katalizatore” [Seal products in the process of ethylene conversion on a high-silica zeolite catalyst. Gashimov]. *Zhurnal prikladnoy khimii [Journal of Applied Chemistry]*. Vol.82, no.5 pp.850-855. (in Russian).

**Հարությունյան Արմեն Ջոնիկի** (ՀՀ, ք.Երևան) – ՃՀՀԱՀ, մագիստրանտ, (+374)41406164, [armen9403@gmail.com](mailto:armen9403@gmail.com),  
**Арутюнян Армен Джоникович** (РА, г.Ереван) – НУАСА, магистрант (+374)41406164, [armen9403@gmail.com](mailto:armen9403@gmail.com),  
**Harutyunyan Armen** (RA, s.Erevan) – NUACA, master student, (+374)41406164, [armen9403@gmail.com](mailto:armen9403@gmail.com),

Ներկայացվել է՝ 18.05.2018թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 22.05.2018թ.