

ՀՏԴ 691.322

ՇԻՆԱՐԱՐԱԿԱՆ ՆՅՈՒԹԵՐ

ԲԵՏՈՆՈՒՄ ԲԶՋԱՊԱԿԵՀԱՏԻԿԱՅԻՆ ԼՅԱՆՑՈՒԹԻ ՖԻԶԻԿԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ

Արտավազդ Ավետիքի Արզումանյան*, Էմմա Ռուբենի Սահակյան, Նելլի Գագիկի Մուրադյան,
Արթուր Ռազմիկի Մայիլյան*Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ***artavazd@inbox.ru*

Դիտարկված են բետոնում բջջապակեհատիկային լցանյութի և շաղախային մասի փոխազդեցության ֆիզիկաքիմիական ուսումնասիրության արդյունքները: Դիֆերենցիալ ջերմային, ռենտգենագրային ու էլեկտրամանրադիտակային վերլուծության եղանակներով հաստատվել է բջջապակու բարձր քիմիական ակտիվությունը և այն, որ բետոնախառնուրդում ցեմենտային շաղախի հետ բջջապակեհատիկի հպման մակերևույթի վրա տեղի ունեցող փոխազդեցության ռեակցիաները բերում են այդ բաղադրիչների սերտաճման ու ամուր բետոնային կառուցվածքի ձևավորման:

Առանցքային բառեր. բջջապակեհատիկային լցանյութ, բետոնի բաղադրանյութերի փոխազդեցություն

Ներածություն

Բջջապակեհատիկային լցանյութն իր ֆիզիկատեխնիկական հիմնական ցուցանիշներով չի զիջում հայտնի արհեստական լավագույն լցիչներին, իսկ որոշ հատկություններով էլ գերազանցում է դրանց: Այն շատ ցածր միջին խտության ($65...300 \text{ կգ/մ}^3$) հետ մեկտեղ օժտված է բավականին բարձր ամրությամբ ($0,15...3,00 \text{ ՄՊա}$), ունի կառավարվող ծակոտկենություն (մինչև 5% փակ ու 60...90% բաց), ցածր ջերմահաղորդականության գործակից ($0,036...0,070 \text{ Վտ/(մ}\cdot\text{K)}$), բարձր սառնակայունություն (առանց քայքայման 50 ցիկլից բարձր), քիմիական կայունություն և այլն:

Փորձերը ցույց են տվել, որ ցածր միջին խտությամբ բջջապակեհատիկային լցանյութի հենքով կարելի է ստանալ ջերմամեկուսիչ, կոնստրուկցիոն ջերմամեկուսիչ և կոնստրուկցիոն բետոնների լայն տեսականի [1-3]:

Հիմնական մաս

Բետոնում կապակցախմորի հետ լցանյութի հատիկների փոխազդեցության հնարավոր քիմիական ռեակցիաների բնույթի, հարակցման մեխանիզմի և ամրացած խառնաքարի ֆիզիկական ցուցանիշների ուսումնասիրությունը կարևոր նշանակություն ունի, քանի որ դրանք առավել առարկայորեն բացահայտում են բետոնի տեխնիկական հնարավորությունները, որոշում ու ընդլայնում դրա օգտագործման ոլորտը և հաստատում շահագործման

հուսալիությունն ու երկարակեցությունը: Նշված հարցերը համաշխարհային գիտական ոլորտում լայն անդրադարձ ունեն և շարունակում են մնալ ուշադրության կենտրոնում [1, 4-9]:

Պորտլանդցեմենտային բետոնի ամրացումը պայմանավորված է մակարդված կառուցվածքի գոյացման և զարգացման, առանձին հիդրատացված հանքային նյութերի քիմիական փոխազդեցության արգասիքների բյուրեղացման և պոլիկոնդենսացման, ինչպես նաև լցանյութի և հիդրատացված միներալների հպման մակերևույթների վրա քիմիական ռեակցիաներով:

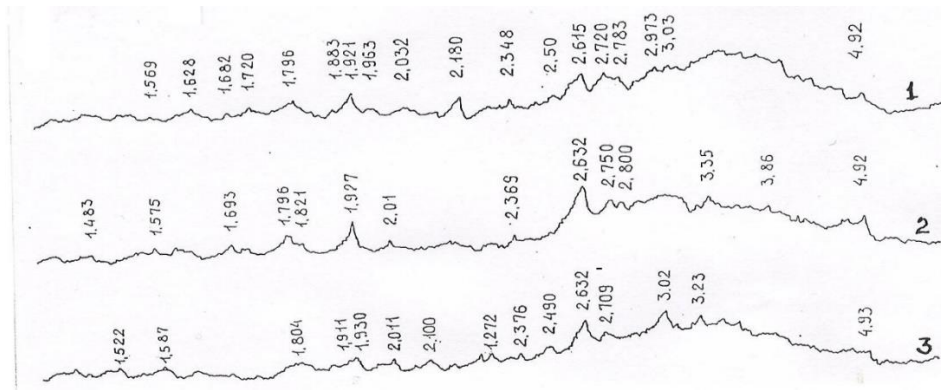
Շաղախման փուլում ցեմենտի բաղադրիչ միներալները՝ կալցիումի սիլիկատները, ալյումասիլիկատները, ալյումաֆերիտները, դրանց պինդ լուծույթները և այլն, կալցիումի հիդրօքսիդով և սուլֆատով հագեցած հեղուկ ֆազի ազդեցության տակ ենթարկվում են հիդրատացիայի ու հիդրոլիզի՝ առաջացնելով փոփոխակայուն կալցիումի հիդրոսիլիկատ և գաղտնաբյուրեղային եռասուլֆատային հիդրոսուլֆոալյումինատ [3]:

Բջջապակեհատիկաբետոնի ֆիզիկաքիմիական հետազոտման համար կիրառվել են դիֆերենցիալ ջերմային, ռենտգենագրային և էլեկտրոնամանրադիտակային վերլուծության եղանակները:

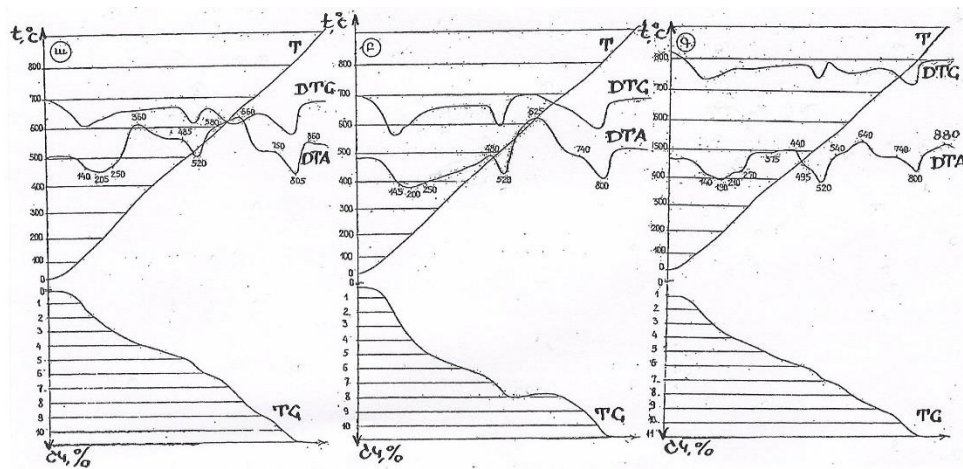
Բջջապակե ավազով ցեմենտային շաղախների նմուշների մեջ նույնականացվել են լցանյութի հետնորդ հանդիսացող մեծաքանակ ապակեֆազ և որպես նորագոյացումային ֆազեր առկա են կալցիտը, դաշտային սպաթը, քրիստոբալիտը և C-S-H տիպի կալցիումի ցածրահիմնային հիդրոսիլիկատները: Ընդ որում, ի տարբերություն ջերմախոնավային պայմաններում ամրացող շաղախների, նորմալ պայմաններում ամրացածների մեջ հայտնաբերվում են նաև ցեմենտի կլինկերի մնացորդային միներալներ՝ C_3S , $L - C_2S$ և C_2S , ինչը վկայում է ջերմախոնավային պայմաններում հիդրատացիայի առավել բարձր ակտիվության մասին:

Շաղախի մեջ երրորդ պինդ բաղադրիչ հրաբխային խարամի, փքված պեռլիտի կամ լիթոիդային պեմզայի ներմուծման դեպքերում, փոխազդման արգասիքները ստանում են վերջիններիս բաղադրության հետ կապված յուրահատկություններ: Դիտվում է հրաբխային սպաթների, տրիդիմիտի (հրաբխային խարամների միներալների) և դաշտային սպաթի ու կրիստոբալիտի (բջջապակով ցեմենտի շաղախի միներալներ) ռեֆլեքսների նվազում, ինչը վկայում է համակարգում փոխազդեցության մեխանիզմի փոփոխության և եռաբաղադրիչ բաղադրակազմում բյուրեղային SiO_2 -ի և $(R_2, R) O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ -ի փոխազդման բարձր աստիճանի մասին, որի հետևանքով առաջանում են ամորֆ և ենթաբյուրեղային գոյացումներ:

28-օրեկան նորմալ ամրացած բետոնում ռենտգենակառուցվածքային վերլուծությամբ ոչ մեծ քանակի բյուրեղային ֆազ է հայտնաբերված, որը ներկայացված է $Ca(OH)_2$ -ի ($d=2,63; 1,927; 4,92\text{\AA}$), $CaCO_3$ -ի ($d=3,02; 2,49; 2,277\text{\AA}$) և դաշտային սպաթի ($d=3,2\text{\AA}$) ու չհիդրատացված ցեմենտի միներալների ($d=2,80; 2,75; 1,927\text{\AA}$) հետքերով: Հիդրատացված CSH ($d=3,04; 2,80; 2,40; 2,0; 1,80\text{\AA}$) նորագոյացումները ռենտգենագրերի վրա թույլ են արտահայտված (նկ. 1):



Նկ. 1. Բջջապակե (1), փքված պեղոլիտե (2) ու լիթոիդապեմզային (3) ավազներով և բջջապակեհատիկային կոպիձով բետոնների ռենտգենագրերը

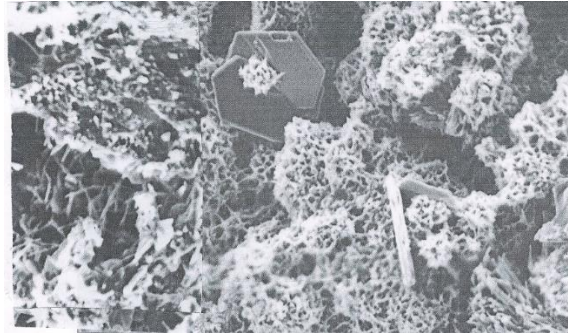


Նկ. 2. Բջջապակե (1), փքված պեղոլիտե (2) ու լիթոիդապեմզային (3) ավազներով և բջջապակեհատիկային կոպիձով բետոնների դերիվատագրերը

Դերիվատագրի տվյալների համաձայն (նկ.2) առաջացած դոնորդի աստիճանական դեհիդրատացումն ընթանում է 140, 200, 250, 590 $^{\circ}\text{C}$ ջերմաստիճաններում արձանագրված ջերմակլանիչ երևույթներով, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -ը տարալուծվում է 510...520 $^{\circ}\text{C}$, իսկ CaCO_3 -ը՝ 800 $^{\circ}\text{C}$ ջերմաստիճաններում: Առկա էկզոթերմիկ էֆեկտները վկայում են ջրազրկված արգասիքների վերաբյուրեղացման մասին: Մասնավորապես, 860...890 $^{\circ}\text{C}$ ջերմաստիճանում բյուրեղանում է վոլտստանիտը (CaSiO_3), իսկ 625...690 $^{\circ}\text{C}$ -ի տակ, հավանաբար, կարբոնացվում է դեհիդրատացված $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -ը:

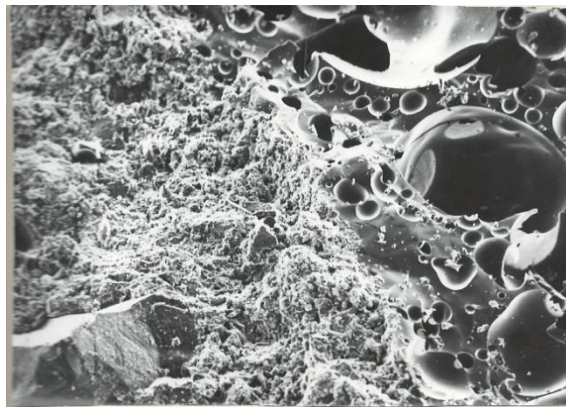
Բջջապակեհատիկային կոպիձի ու նշված ավազներով պորտլանդցեմենտային շաղախների համակցմամբ խիտ կառուցվածք ունեցող բջջապակեբետոններում տեղի ունի ցեմենտաքարի կատարյալ հպում բջջապակեհատիկային լցանյութի հատիկների հետ: Այդպիսի բետոնների միկրոկառուցվածքի մանրադիտակային ուսումնասիրությունները ցույց են տալիս, որ շաղախային մասի ցեմենտի հիդրատացիայի դոնորդային նորագոյացումների և շաղախի ավազի ու բջջապակեհատիկային կոպիձի հատիկների փոխազդեցության արդյունքում դրանց

հպման մակերևույթների վրա տեղի է ունենում այդ բաղադրիչների որոշակի սերտաճում ու արդյունավետ միաքարացում: Բացի դրանից, մանրադիտակային հետազոտությունները նաև ցույց տվեցին, որ կապակցամասի հիդրատացիայից առաջացող նորագոյացումները լցանյութերի հետ հպման մասերում ներաճելով վերջինների ծակոտիների մեջ, այս ձևով ևս ցեմենտավազային մատրիցի հետ ամուր հարակցում են ապահովում (նկ.3):



Նկ. 3. Կալցիումի հիդրոսիլիկատների ամորֆ, կիսաբյուրեղային և բյուրեղային նորագոյացումները բետոնում x3000

Շաղախի մեջ նրբադացված բջջապակու ներմուծման դեպքում լցանյութի հետ հպման գոտում առաջանում են ներաճած ասեղանման նորագոյացումներով մանրաբյուրեղ արգասիքներ (նկ.4):



Նկ. 4. Լցանյութի հպման գոտին ցեմենտի մատրիցի հետ x2000

Եզրակացություն

Հետազոտության արդյունքները թույլ են տալիս եզրահանգելու, որ բջջապակին բնորոշվում է բարձր քիմիական ակտիվությամբ և բետոնի մեջ շաղախային բաղադրամասի ցեմենտի հիդրատացիայի արգասիքների հետ բջջապակեհատիկային լցանյութի փոխազդեցության ռեակցիաները, ինչպես նաև նորագոյացումների մեխանիկական ներթափանցումը լցանյութի մակերևույթային բաց ծակոտիների մեջ, լցանյութի հատիկների ու շաղախային մասի սերտ հարակցում և ամուր բետոնն կառուցվածքի գոյացում են ապահովում:

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЯЧЕИСТО-СТЕКЛОГРАНУЛЯТНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ В БЕТОНЕ

Артавазд Аветикович Арзуманян*, Эмма Рубеновна Саакян, Нелли Гагиковна Мурадян, Артур
Размикович Маилян

Национальный университет архитектуры и строительства Армении, г.Ереван, РА

**artavazd@inbox.ru*

Рассмотрены результаты физико-химического исследования взаимодействия ячеисто-стеклогранулятного заполнителя и растворной составляющей в бетоне. С применением дифференциально термического, рентгенографического и электронно-микроскопического анализов установлена высокая химическая активность ячеисто-стеклогранулята в бетоне и то, что реакции взаимодействия цементного раствора с зернами заполнителя в их контактной зоне приводят к срастанию этих составляющих и формированию прочной бетонной композиции.

Ключевые слова: *ячеисто-стеклогранулятный искусственный заполнитель, взаимодействие составляющих бетона*

PHYSICAL AND CHEMICAL ASSESSMENT OF A GRANULATED CELLULAR GLASS IN THE CONCRETE

Artavazd Arzumanyan*, Emma Sahakyan, Nelli Muradyan, Artur Mailyan

National University of Architecture and Construction of Armenia, Yerevan, RA

**artavazd@inbox.ru*

The physical and chemical researches of interaction of the granulated cellular glass filler with the mortar ingredients in concrete. With the use of differential thermal, X-ray diffraction and electron microscopic analyzes, the granulated cellular glass high chemical activity in the concrete is determined, and also the reactions of interaction of the mortar with the filler in their contact zone leads to some interpenetration of these ingredients and to the formation of a strong concrete composition.

Keywords: *granulated cellular glass artificial filler, interaction of concrete composition, materials*

Գրականություն

1. **Саакян Э. Р.** Новые искусственные ячеистые материалы, легкие заполнители и изделия на их основе: Дис. ... д.т.н. / МХТИ им Д. И. Менделеева. - М., 1992. – 394 с.
2. **Тер-Петросян П.А.** и др. Разработка конструкционных пеностеклогранулятобетонов// Строительные материалы. Технологии бетонов. - 2008. - N 2.- С.12-14.
3. **Давидюк А.Н.** Конструкционно-теплоизоляционные легкие бетоны на стекловидных пористых заполнителях: Автореф. дисс. ... д.т.н. - Ростов-на-Дону, 2010. – 48 с.
4. **Черепанов Б. С, Давидович Д. И.** Макроструктура пенокерамики и прочностные свойства // Стекло и керамика. - 1981. - N6. – С.13.
5. **Виноградов В.Н.** Влияние заполнителей на свойства бетона. - М. : Стройиздат, 1979. – 223 с.

6. **Кунцевич О.В., Макаревич О.Е.** О влиянии химически активных заполнителей на прочностные свойства растворов композиций / Сб.трудов ЛИИЖТ. - Л., 1976. - Вып.398.
7. **Любимова Т.Ю., Пинус Э.Г.** О свойствах контактной зоны на границе между вяжущим и заполнителем в бетоне // Труды НИИЖБ. - М., 1962. - Вып.28. Коррозия железобетона и методы защиты. – С.196-209.
8. **Сычев М.М.** Твердение вяжущих веществ. - Л.: Стройиздат, 1974. – 80 с.
9. **Ориенлихтер Л.П.** Бетоны на пористых заполнителях в сборных железобетонных конструкциях.-М.: Стройиздат, 1983.- 144 с.

References

1. Sahakyan, E.R. (1992), *Novie iskustvennie yacheistie materialy, legkie zapolniteli i izdeliya na ix osnove* [New artificial cellular materials, lightweight fillers and products based on them]. Dis. d.t.n. MXTI im. D.I. Mendeleva, Moscow, 394 p.
2. Ter-Petrosyan, P.A., Sahakyan, E.R., Voskanyan, R.L., Voskanyan, A.L. (2008), “Razrabotka konstrukcionnix penosteklogranulabetonov” [Cultivation of constructional foam glass granular concrete]. *Stroitelnie materialy. Teknologii betonov* [Building materials. Concrete Technology], no.2, pp.12-14. (in Russian)
3. Davidiyuk, A.N. (2010), *Konstrukcionno-teploizolyatsionnie legkie betony na steklovidnix poristix zapolnitelyax* [Structural-heat-insulating lightweight concrete on vitreous porous aggregates] Avtoreferat diss. d.t.n., Rostov-na-Dony, 48 p.
4. Cherepanov, B.S., Davidovich, D. I. (1981), “Makrostruktura penokeramiki i prochnostnie svoistva” [Macro structure of foam ceramics and strength properties]. *Steklo i keramika* [Glass and ceramics], no.6, pp.13. (in Russian)
5. Vinogradov, V.N. (1979), *Vliyanie zapolniteley na svoistva betona* [Influence of fillers on the properties of concrete], Moscow, Stroizdat Publ., 223 p.
6. Kuntsevich, O.V. Makarevich, O.E. (1976), “O vliyani ximicheskix aktivnix zapolniteley na prochnostnie svoistva rastvornix kompozitsii” [About the influence of chemically active fillers on the strength properties of solution compositions]. *Trudi LIIT*, Leningrad, iss.398. (in Russian)
7. Lyubilova, T.U., Pynys, E.G. (1962), “O svoistvax kontaknoy zoni na granitse mejdu vyajushim k zapolnitelem v betone” [About properties of the contact zone on the boundary between the binder and filler in concrete.] *Trudi NIIB*, Moscow, iss.28. Korroziya jelezobetona i metodi zashiti [Reinforced concrete corrosion and methods of their protection], pp. 196-209. (in Russian)
8. Sichev, M.M. (1974), *Tverdenie vyajushix veshetv* [Hardening of binders]. Leningrad, Stroyizdat Publ., 80 p.
9. Orienlixter, L.P. (1983), *Betoni na poristix zapolnitelyax v sbornix jelezobetonnix konstruktsiyax* [Concretes on porous fillers in prefabricated reinforced concrete structures]. Moscow, Stroizdat Publ., 144 p.

Աշխատանքն իրականացված է ՀՀ պետական բյուջեից գիտական և գիտատեխնիկական գործունեության բազային ֆինանսավորմամբ «ՀՀ-ում շինարարական նյութերի և տեխնոլոգիաների արդիականացման հիմնախնդիրները և առաջարկություններ դրանց լուծման վերաբերյալ» ծրագրի շրջանակում:

Արզումանյան Արտավազդ Ավետիքի, տ.գ.թ. (ՀՀ, ք.Երևան) – ՃՀՀԱՀ, «ՀՀ-ում շինարարական նյութերի և տեխնոլոգիաների արդիականացման հիմնախնդիրները և առաջարկություններ դրանց լուծման վերաբերյալ» ծրագիր, ա.գ.ա., «Շինարարական նյութերի, պատրաստվածքների և կոնստրուկցիաների արտադրության տեխնոլոգիայի» (ՇՆՊԿՄՍ) ամբիոնի վարիչ, (+374)932407071, artavazd@inbox.ru, **Սահակյան Էմմա Ռուբենի, տ.գ.դ., պրոֆ.** (ՀՀ, ք.Երևան) – ՃՀՀԱՀ, «ՀՀ-ում շինարարական նյութերի և տեխնոլոգիաների արդիականացման հիմնախնդիրները և առաջարկություններ դրանց լուծման վերաբերյալ» ծրագիր, ա.գ.ա., «Շինարարական նյութերի, պատրաստվածքների և կոնստրուկցիաների արտադրության տեխնոլոգիայի» (ՇՆՊԿՄՍ) ամբիոն, (+374)93445758, emma-rubenovna@mail.ru, **Մուրադյան Նելլի Գագիկի** (ՀՀ, ք.Երևան) – ՃՀՀԱՀ, «Հինարարական նյութերի, պատրաստվածքների և կոնստրուկցիաների արտադրության տեխնոլոգիայի» (ՇՆՊԿՄՍ) ամբիոն, ավագ լաբորանտ, (+374)99990607, nellimuradyan85@mail.ru, **Մայիլյան Արթուր Ռազմիկի** (ՀՀ, ք.Երևան) – ՃՀՀԱՀ, մագիստրոս, (+374)93180742, arthur007@bk.ru

Арзуманян Артаваззд Аветикович, к.т.н. (РА, г.Ереван) – НУАСА, программа “Проблемы модернизации строительных материалов и технологий в РА и предложения по их решению”, с.н.с., кафедра Технологии производства строительных материалов, изделий и конструкций, зав. кафедрой, (+374)932407071, artavazd@inbox.ru, **Саакян Эмма Рубеновна, д.т.н., профессор** (РА., г.Ереван) – НУАСА, программа “Проблемы модернизации строительных материалов и технологий в РА и предложения по их решению”, с.н.с., кафедра Технологии производства строительных материалов, изделий и конструкций, emma-rubenovna@mail.ru, (+374) 93445758, **Мурадян Нелли Гагиковна** (РА, г.Ереван) – НУАСА, кафедра Технологии производства строительных материалов, изделий и конструкций, старший лаборант (+374) 99990607, nellimuradyan85@mail.ru, **Маилян Артур Размикович** (РА, г.Ереван) – НУАСА, магистр (+374) 93180742, arthur007@bk.ru
Arzumanyan Artavazd, doctor of philosophy (PhD) in engineering (RA, Yerevan) – NUACA, “The problems of construction material and technology modernization in the RA and suggestions on their solutions” program, senior researcher, Head of the Chair of Technology of Construction Materials and Structures, (+374) 932407071, artavazd@inbox.ru, **Sahakyan Emma, doctor of sciences (engineering), professor** (RA, Yerevan) – NUACA, “The problems of construction material and technology modernization in the RA and suggestions on their solutions” program, senior researcher, professor of the Chair of Technology of Construction Materials and Structures, emma-rubenovna@mail.ru, (+374) 93445758, **Muradyan Nelli** (RA, Yerevan) – NUACA, senior laboratory assistant of the Chair of Technology of Construction Materials and Structures, (+374) 99990607, nellimuradyan85@mail.ru, **Mailyan Artur** (RA, Yerevan) – NUACA, master, (+374) 93180742, arthur007@bk.ru

Ներկայացվել է՝ 22.05.2018թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 29.05.2018թ.