

О СЦЕПЛЕНИИ КАМНЕЙ С МОДИФИЦИРОВАННЫМИ РАСТВОРАМИ НА РАЗЛИЧНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ

Гагик Шагабекович Галстян¹, Артавазд Аветикович Арзуманян¹,
Аветик Артаваздович Арзуманян¹, Вардан Григорьевич Тадевосян², Овсеп Ашотович Овсепян^{1*}

¹Национальный университет архитектуры и строительства Армении, г.Ереван, РА

² Исследовательская лаборатория “Горизонт 95”, г.Ереван, РА

*hoveyan.nuaca@gmail.com

Рассматривается проблема реставрации каменных архитектурных памятников Армении. Она выполнена с целью определения сцепления природных камней из плотных и пористых пород со специально разработанными реставрационными известковыми цемяночными и известковоцементными растворами на плотном речном и пористом литоднопемзовом песках. Для сравнения исследованы также аналогичные свойства цементного раствора и итальянского фирменного материала “AntiqueMC”. В статье приведены результаты изучения основных физико-механических характеристик и химических составов примененных камней и растворов, а также результаты измерения адгезии растворов с туфовым и базальтовым камнями в сухом и водонасыщенном состояниях.

Ключевые слова: туф, базальт, известь, цемент, раствор, сцепление

Введение

Важным фактором долговечности древних каменных сооружений является монолитность и прочность кладки, которая зависит не только от прочности примененных камней и растворов, но и в значительной степени от прочности сцепления этих материалов.

Сохранившиеся на протяжении веков армянские каменные памятники архитектуры отличаются большим разнообразием примененных материалов, технических навыков и технологических приемов. Возведение кладок осуществлялось с максимальным использованием местных каменных материалов, преимущественно, из туфовых и базальтовых пород. Использование в кладке тесаного камня было связано с сакральным восприятием самого камня, как средства защиты от злых сил, и как элемента “высшей, божественной культуры”.

Для приготовления древних кладочных растворов применялись воздушная известь, различные заполнители, наполнители и добавки. В изученных древних известковых растворах, отобранных из каменных конструкций различных памятников, встречаются речной песок и мелкая галька, смесь плотных и пористых горных песков, каменная крошка, тонкомолотая обожженная глина, выполнявшая роль гидравлической добавки, грубо колотые глиняные отходы гончарного боя, служившие наполнителем, иногда древесный уголь.

Армянская строительная кладка “мидис” - это конструкция из двух параллельных наружных рядов камней, очень плотно пригнанных друг к другу и обтесанных либо с одной, либо с обеих лицевых сторон и внутреннего слоя-заполнения. Лицевые кладки чаще всего выполнялись из длинных постелистых камней, которые последовательно укладывались ложками и тычками,

обеспечивая лучшую перевязку с массивом кладки. Размеры ложков и тычков, а также высота рядов при этом выдерживались далеко не постоянными, благодаря чему рисунок кладки обрел живописный характер.

В системе “мидис” пространство между наружными рядами лицевых каменных кладок заполнялось рваным бутом того же камня и известково-песчаным раствором, что по нынешним понятиям можно назвать известковым бутобетоном. Согласно описаниям Тороса Тораманяна, забутовка древней кладки производилась после заливки раствора жидкой консистенции, в который плашмя втапливались обломки камней различной величины. По мнению автора, в такой кладке, имеющей толщину 0,9...1,1 м, средний слой занимал обычно 0,4...0,6 м и также являлся несущим [1].

Своими корнями кладочная техника “мидис” уходит вглубь веков, ее элементы прослеживаются в постройках циклопического периода. Первоначально она применялась исключительно при возведении дворцовых и храмовых комплексов. Со временем таким строением возводились все репрезентативные сооружения. Постепенное развитие собственных строительных традиций, обогащённых влиянием других культур, привело к превращению армянской кладки «мидис» из сакрального в чисто утилитарную технику возведения каменных строений [2].

В древней кладке “мидис” средняя (по сути бутобетонная) зона, по сравнению с наружными слоями лицевых каменных кладок, является наиболее податливой частью конструкции, что зависит от характеристик известкового раствора, количества использованного бута и пр. При этом надежность кладки зависит в основном от прочности сцепления раствора с камнем. В монолитной кладке нагрузка передается на весь составной массив этой конструкции и так как лицевые каменные кладки с небольшими растворными швами обладают большей жесткостью, чем внутренний известковый бутобетон, то для сохранения целостности и обеспечения совместной работы обеих составляющих кладки важную роль играет степень сцепления камней лицевых кладок с известковым раствором сердцевины. При слабом сцеплении раздел этих составляющих обычно приводит к большей деформации более податливого внутреннего известкового бутобетона и, вследствие, перегрузке и расшатыванию кладок наружных каменных слоев, дальнейшему возможному разлому камней и разрушению кладок в целом.

Основная часть

В рамках работ, выполненных лабораториями “Строительных материалов и изделий НУАСА” и “Горизонт-95” по разработке и изучению свойств реставрационных растворов для их применения при восстановлении каменных конструкций древних армянских памятников, изучено сцепление 5 различных растворов с природными камнями из туфовых и базальтовых пород (рис.1-4).

Использованы следующие материалы: араратский портландцемент М400 и негашеная молотая воздушная известь, речной песок (м. Араксаван), литоиднопемзовый песок (м. Джрабер), отходы обожженной глины (цемянка), суперпластификатор “Mapefluid N200” (“Mapei”, Италия), а также сухая строительная смесь на гидравлической извести “AntiqueMC” (“Mapei”, Италия), содержащая экопуццоланы, мелкие и микропески, полимерные наполнители и комплекс химических добавок. Добавка “Mapefluid N200” в оптимальной дозировке применена в растворах для водопонижения и регулирования технологических свойств.

Было изготовлено 10 образцов, с применением двух видов камней (туф, базальт) и 5 разновидностей растворов подвижной консистенции: 1-цементный на речном песке; 2-известковый

на смеси речного и цемячного песков; 3-известковый на смеси литоидно-пемзового и цемячного песков; 4-известково-цементный на речном песке; 5-раствор из фирменной сухой смеси “AntiqueMC”. Для изучения основных качественных показателей растворов одновременно с двухслойными образцами были изготовлены также образцы-кубы (рис. 1).

Исследования осуществлены после 28 суточного хранения в нормальных температурно-влажностных условиях - $t=(18\pm 2)^{\circ}\text{C}$; $W=(95\pm 5)\%$. Основные физико-механические характеристики камней и растворов приведены в табл. 1.

Сцепление камней с раствором изучено с помощью испытательной установки “DYNA Z6FS” [3] итальянской фирмы “Matest” (рис.4). Для этого предварительно на каменных поверхностях образцов были просверлены окружности диаметром 50 мм на глубину, соответствующую толщине каменной плиты + 1...1,5 мм (рис. 2), к которым специальным полимерным клеем были приклеены металлические диски (рис. 3).

После приклеивания дисков, через 24 часа выдерживания при комнатной температуре была определена прочность на отрыв в сухом состоянии (рис. 4). Для определения прочности на отрыв в водонасыщенном состоянии с приклеенными дисками образцы предварительно выдерживались в воде в течение трех суток.



Рис. 1. Образцы-кубы для изучения основных качественных показателей растворов



Рис. 2. Подготовка образца для выполнения испытания



Рис. 3. Образцы, к которым специальным полимерным клеем приклеены металлические диски



Рис. 4. Отрыв дисков через 24ч. для определения прочности на отрыв в сухом состоянии

Изучение химического состава выполнено в лаборатории физико-химических исследований института Геологии Академии Наук РА и полученные результаты представлены в табл. 2.

Таблица 1

Основные физико-механические характеристики примененных камней и растворов

Наименование материала	Средняя плотность, кг/м ³	Водопоглощение, %	Прочность на сжатие, МПа	Коэффициент размягчения	Коэффициент морозостойкости при 30 циклах замораживания ускор. методом
Базальт (м. Абовянское)	2520	2,2	98,5	0,99	0,96
Туф ереванского типа	1875	5,3	52,0	0,98	0,83
Цементный затвердевший раствор на речном песке	2275	5,5	34,3	0,96	0,78
Известково-цементный затвердевший раствор на речном песке	2110	8,3	24,0	0,87	0,75
Известково-цемяночный затвердевший раствор на речном песке	1735	6,8	15,9	1,06	0,81
Известково-цемяночный затвердевший раствор на лит.пемз. песке	2240	6,5	31,0	0,97	0,97
Затвердевший раствор из сухой фирменной смеси "AntigueMC"	1680	5,2	12,5	0,79	0,98

Таблица 2

Химический состав примененных камней и растворов

Наименование материала	Содержание компонентов, %											
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	SO ₃	MnO	Na ₂ O	K ₂ O	CO ₂	H ₂ O
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Базальт (м. Абовянское)	50,9	24,00	5,85	0,92	9,03	6,05	-	-	1,98	1,25	-	-
Туф ереванского типа	63,8	17,00	4,54	0,61	3,33	0,82	-	-	4,46	3,25	-	-
Раствор цементный на речном песке	18,9	6,67	4,88	0,28	34,30	2,65	6,68	0,07	1,00	0,40	19,7	4,50
Раствор известково-цементный на речном песке	23,5	5,99	3,88	0,27	35,70	1,99	4,50	0,23	0,68	0,37	19,4	3,44

Продолжение Таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Раствор известковый цемяночный на речном песке	25,5	8,72	2,28	0,27	35,70	2,21	1,07	0,24	0,62	0,50	21,8	1,54
Раствор известковый цемяночный на лит.пемз. песке	34,6	8,85	0,94	0,27	28,90	2,28	1,69	0,25	1,20	1,00	19,0	0,90
Раствор из сухой фирменной смеси “AntiqueMC”	25,8	3,20	2,40	-	63,30	0,80	-	-	0,10	0,52	-	-

Прочность сцепления камня с раствором определена в соответствии с требованиями действующих нормативных документов (ГОСТ 28089-89, ГОСТ31356-07/EN 1542, EN 1348, EN 1015-12, EN 13687-2, EN 13963, EN 14496/NF P18-858 / BS 1881:207 / ISO 4624) с использованием вышеупомянутого измерителя адгезии [3] с максимальной нагрузкой до 16 кН. Результаты измерений приведены в табл. 3.

Таблица 3

Сцепление растворов с камнем

Материалы двуслойных образцов			При сухом состоянии образца		При водонасыщенном состоянии образца	
раствор		камень	показания прибора, кН	адгезия, Н/мм ²	показания прибора, кН	адгезия, Н/мм ²
вяжущее	песок					
Портландцемент	Речной	Туф	5,267	2,68	-	-
Портландцемент	Речной	Базальт	5,028	2,56	-	-
Возд. известь, портландцемент	Речной	Туф	2,061	1,05	0,830	0,42
Возд. известь, портландцемент	Речной	Базальт	4,969	2,53	1,736	0,88
Возд. известь	Речной, цемянка	Туф	0,806	0,41	0,654	0,33
Возд. известь	Речной, цемянка	Базальт	1,719	0,87	1,215	0,62
Возд. известь	Литоиднопемзовый, цемянка	Туф	2,357	1,20	2,427	1,24
Возд. известь	Литоиднопемзовый, цемянка	Базальт	3,258	1,66	2,956	1,51
Гидр. известь “AntiqueMC”	Специальные микропески	Туф	0,507	0,55	-	-
Гидр. известь “AntiqueMC”	Специальные микропески	Базальт	2,100	1,07	-	-

Анализ полученных результатов показал:

- Отрыв слоев образцов, как в сухом, так и в водонасыщенном состояниях, изготовленных с применением туфового и базальтового камней и известкового цемяночного раствора на литоидно-пемзовом песке, произошел по раствору. Отрыв слоев образца, как в сухом, так и в водонасыщенном состояниях, изготовленного с применением туфового камня и извесково-цементного раствора произошел по камню. Отрыв слоев всех остальных образцов произошел по границе камень – раствор.
- Наибольшее значение прочности сцепления в сухом состоянии имело место у образцов, изготовленных с применением туфового и базальтового камней и цементного раствора (соответственно 2,68 и 2,56 H/mm^2), что, безусловно, связано с высокой прочностью цементного раствора (34,3 МПа). Адгезию слоев этих образцов в водонасыщенном состоянии не удалось установить, так как при малейшей нагрузке происходил отрыв приклеенного диска.
- Прочность сцепления в сухом состоянии образцов, изготовленных с применением извесковоцементного раствора и туфового камня составила 1,05 H/mm^2 . Прочность сцепления этого раствора с базальтовым камнем в сухом состоянии составила 2,53 H/mm^2 , что при прочих равных условиях практически совпадает с показаниями адгезии при цементном растворе. В водонасыщенном состоянии прочность сцепления этих образцов составила соответственно 0,42 и 0,88 H/mm^2 . Имеют место примерно одинаковые потери прочности сцепления для обоих камней (35...40 %), несмотря на большую разницу значений в сухом состоянии (более чем в два раза).
- Прочность сцепления в сухом состоянии образцов, изготовленных с применением туфового и базальтового камней и известкового цемяночного раствора на литоиднопемзовом песке, составила соответственно 1,20 и 1,66 H/mm^2 , а в водонасыщенном – соответственно 1,24 и 1,51 H/mm^2 . При прочих равных условиях испытанием образцов, изготовленных на речном песке, выявлены следующие значения прочности сцепления - соответственно 0,41 и 0,87 H/mm^2 , а в водонасыщенном – соответственно 0,33 и 0,62 H/mm^2 .
- Установлено, что водонасыщение при литоидно-пемзовом песке практически не изменило прочность сцепления материалов, а при кварцевом имеет место незначительное снижение этого показателя. Кроме того, сцепление известкового цемяночного раствора на литоиднопемзовом песке с туфовым камнем отличается от аналогичного значения с намного прочным базальтовым камнем, всего на 0,46 H/mm^2 . Природа этого явления, безусловно, связана с химической активностью литоиднопемзового песка, особенно его пылевидных фракций. Судя по результатам химического анализа, немаловажную роль в этом играет и сходство породообразующих минералов камней, с минералами известкового цемяночного раствора на литоиднопемзовом песке - силикатов и алюминатов кальция. Так, в химическом составе туфа и базальта количество оксида кремния SiO_2 составляет - соответственно 50,9 и 63,8%, и оксида алюминия Al_2O_3 : соответственно 24,0 и 17,0%. Содержание тех же оксидов в растворе составляет: SiO_2 – 34,6% и Al_2O_3 – 8,85%.

В случае растворов на кварцевом песке - количество оксидов кремния SiO_2 – 25,5% и алюминия Al_2O_3 – 8,72% в химическом составе несколько уступает аналогичным данным раствора на

литойном песке, превышая при этом результаты химического анализа остальных испытанных растворов.

- Прочность сцепления в сухом состоянии образцов, изготовленных с применением туфового и базальтового камней и раствора фирменной смеси “AntiqueMC”, составила соответственно 0,55 и 1,07 Н/мм². Адгезию слоев этих образцов в водонасыщенном состоянии, как и в образцах с цементным раствором, не удалось установить, из-за отрыва приклеенного диска.

Заклучение

На местных исходных материалах: воздушной извести, различных заполнителях и наполнителях разработаны многокомпонентные известковые цемяночные и известково-цементные водостойкие растворы с улучшенными качественными показателями. Прочность сцепления разработанных растворов с камнями из туфовых и базальтовых пород выше требуемых стандартных значений ($\geq 0,4$ Н/мм², EN 1015-12).

Растворы могут успешно применяться в реставрационных работах армянских памятников архитектуры. Сравнительным анализом полученных результатов установлено, что по прочности сцепления они не уступают, а по некоторым параметрам даже превышают значения основных характеристик известного итальянского фирменного реставрационного раствора на гидравлической извести “AntiqueMC”, имеющего значительный опыт практического применения при восстановлении каменных конструкций древних памятников Италии, России и других стран.

SUNԲԵՐ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ԿԱՊԱԿՑԱՆՅՈՒԹԵՐՈՎ ՁԵՎԱՓՈԽՎԱԾ ՇԱՂԱԽՆԵՐԻ ՀԵՏ ՔԱՐԻ ՇԱՂԿԱՊՄԱՆ ՎԵՐԱԲԵՐՅԱԼ

Գագիկ Շաղարեզի Գալստյան¹, Արտավազ Ավետիքի Արզումանյան¹, Ավետիք Արտավազի Արզումանյան¹, Վարդան Գրիգորի Թադևոսյան², Հովսեփ Աշոտի Հովեյան^{1*}

¹Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ

²«Հորիզոն-95» գիտահետազոտական լաբորատորիա, ք. Երևան, ՀՀ

*hoveyan.nuaca@gmail.com

Դիտարկվում է հայկական ճարտարապետական հուշարձանների քարե կոնստրուկցիաների վերականգնման արդիական հիմնահարց: Այն իրականացվել է խիտ և ծակոտկեն ապարներից բնական քարերի և խիտ գետի և ծակոտկեն լիտոիդապեդալային ավազներով կրաթթվածակավային և կրացեմենտային հատուկ մշակված վերականգնման շաղախների շաղկապումը որոշելու նպատակով: Համեմատության համար հետազոտվել են նաև ցեմենտային շաղախի և իտալական ֆիրմային «AntiqueMC» նյութի նմանատիպ հատկությունները: Հորդվածում բերված են քարերի և շաղախների հիմնական ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների և քիմիական կազմի հետազոտության արդյունքները, ինչպես նաև, շաղախների՝ տուֆե և բազալտե քարերի հետ շաղկապման չափման արդյունքները, չոր և ջրահագեցած վիճակում:

Առանցքային բառեր. տուֆ, բազալտ, կիր, ցեմենտ, շաղախ, շաղկապում

ABOUT ADHESION OF STONE WITH MODIFIED MORTARS ON DIFFERENT MINERAL BINDERS

Gagik Galstyan¹, Artavazd Arzumanyan¹, Avetiq Arzumanyan¹, Vardan Tadevosyan², Hovsep Hoveyan^{1*}

¹National university of architecture and construction of Armenia, Yerevan, RA

²“Horizon 95” research laboratory, Yerevan, RA*

* hoveyan.nuaca@gmail.com

The work dedicated to the actual problem of restoration of stone structures of Armenian architectural monuments. It was carried out to determine the adhesion of natural stones from dense and porous rocks with the specially designed lime-broken brick powder and lime-cement restoration mortars on dense river and porous lithoidal-pumice sands. For comparison, the similar properties of cement mortar and branded Italian material “AntiqueMC” were also investigated. The results of studying the basic physic-mechanical characteristics and chemical compositions of applied stones and mortars, as well as the results of measuring the adhesion of mortars with tuff and basalt stones in dry and water-saturated conditions are presented in the article.

Keywords: tuff, basalt, limestone, cement, mortar, adhesion

Литература

1. **Тер-Мартirosов Ф. И., Микаелян Л.Ш.** Древние корни строительной техники «мидис» РА// Լրաբեր Հասարակական Գիտությունների. - Ереван, 2009. - No 2.- С. 131–144.
2. **Тораманян Т. А.** Материалы по истории армянской архитектуры // Сб. тр. Акад. наук СССР. Армфан. Институт истории и материальной культуры. – Ереван, 1942. - С. 159-160.
3. **Арзуманян Ар. А., Бадалян М. М., Карапетян А. К., Саакян Е. Р., Арзуманян Ав. А., Геворгян А. С.** Методы исследования физико-механических свойств строительных изделий: Учебно-практическое пособие 2/ Под общей ред. Ар. А. Арзуманяна; Национальный университет архитектуры и строительства Армении (НУАСА).- Ереван, 2017. - С. 217.

References

1. **Ter-Martirosov F.I., Mikaelyan L. Sh.** (2009), Drevnie korni stroitelnoy texniki «midis» RA [Ancient Roots of Structural Technic “Midis” RA] *Lraber hasarakakan gitutyunneri*, no 2, pp. 131-144. (in Russian)
2. **Toramanyan T. A.** (1942), Materiali po istorii armyanskoy arxitekturi [Materials of History of Armenian Architecture], *Sbornik trudov Akademii nauk SSSR. Armfan. Institut istorii i materialnoy kulturi*, pp. 159-160.
3. **Arzumanyan Ar. A., Badalyan M. M., Karapetyan A. K., Sahakyan E. R., Arzumanyan Av. A., Gevorgyan H. S.** (2017), “Metodi issledovaniya fiziko-mekhanicheskikh svoystv stroitelnikh izdeliy. Uchebno-prakticheskoe posobie 2” [Investigation Methods of Phisikal-Mechanical Characteristics of Building Products. Educational and practical manual 2]. Yerevan, NUACA, 217p.

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:

Գալստյան Գագիկ Շաղաբեզի, տ.գ.դ., պրոֆ. (ՀՀ, ք.Երևան) - ՃՇՀԱՀ, ռեկտոր, «ՀՀ-ում շինարարական նյութերի և տեխնոլոգիաների արդիականացման հիմնախնդիրները և առաջարկություններ դրանց լուծման վերաբերյալ» ծրագրի ղեկավար, առ.գ.ա., ՇԱՏԿ ամբիոն, (+374)10547425, **Արզումանյան Արտավազդ Ավետիսի, տ.գ.թ.** (ՀՀ, ք.Երևան) - ՃՇՀԱՀ, «ՀՀ-ում շինարարական նյութերի և տեխնոլոգիաների արդիականացման հիմնախնդիրները և առաջարկություններ դրանց լուծման վերաբերյալ» ծրագրի, ա.գ.ա., «Շինարարական նյութերի, պատրաստվածքների և կոնստրուկցիաների արտադրության տեխնոլոգիայի» (ՇՆՊԿԱՏ) ամբիոնի վարիչ, (+374)932407071, artavazd@inbox.ru, **Արզումանյան Ավետիք Արտավազդի, տ.գ.թ.** (ՀՀ, ք.Երևան) - ՃՇՀԱՀ, «ՀՀ-ում շինարարական նյութերի և տեխնոլոգիաների արդիականացման հիմնախնդիրները և առաջարկություններ դրանց լուծման վերաբերյալ» ծրագրի, գ.ա., «Շինարարական նյութերի, պատրաստվածքների և կոնստրուկցիաների արտադրության տեխնոլոգիայի» (ՇՆՊԿԱՏ) ամբիոն, ասիստենտ, «Հորիզոն 95» հետազոտական լաբորատորիայի վարիչի տեղակալ, (+374)772407071, avetikarzumanyan@gmail.com, **Թադևոսյան Վարդան Գրիգորի** (ՀՀ, ք.Երևան)- «Հորիզոն-95» գիտահետազոտական լաբորատորիայի առաջատար մասնագետ, (+374) 098889802, vtadevosyan@gmail.com, **Հովեյան Հովսեփ Աշոտի** (ՀՀ, ք.Երևան) - ՃՇՀԱՀ «Շինարարական նյութերի, պատրաստվածքների և կոնստրուկցիաների արտադրության տեխնոլոգիայի» (ՇՆՊԿԱՏ) ամբիոն, ասպիրանտ, (+374) 93409408, hoveyan.nuaca@gmail.com
Галстян Гагик Шагабекович, д.т.н., профессор (РА, г.Ереван) – НУАСА, ректор, программа “Проблемы модернизации строительных материалов и технологий в РА и предложения по их решению”, рук. программы, вед.н.с., кафедра ТОСП, (+374)10547425, **Арзуманян Артавазд 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, **Арзуманян Аветик Артаваздович, к.т.н.** (РА, г.Ереван) - НУАСА, программа “Проблемы модернизации строительных материалов и технологий в РА и предложения по их решению”, н.с., кафедра Технологии производства строительных материалов, изделий и конструкций, ассистент, зам. зав. исследовательской лаборатории “Горизонт 95”, (+374) 772407071, avetikargzumanyan@gmail.com, **Тадевосян Вардан Григорьевич** (РА, г.Ереван) - Ведущий специалист исследовательской лаборатории “Горизонт 95”, (+374) 043269008, vtadevosyan@gmail.com, **Овсеп Овсеп Аишотович** (РА, г.Ереван) - НУАСА, кафедра Технологии производства строительных материалов, изделий и конструкций, аспирант, (+374) 93409408, hoveyan.nuaca@gmail.com
Galstyan Gagik, doctor of science (engineering), professor (RA, Yerevan) – NUACA, Rector, "Problems of modernization of construction materials and technologies in RA and proposals for their solution", program supervisor, leading researcher, chair of Technology of Construction Materials and Structures, (+374) 10547425, **Arzumanyan Artavazd, doctor of philosophy (PhD) in engineering** (RA, Yerevan) – NUACA, "Problems of modernization of construction materials and technologies in RA and proposals for their solution" program, senior researcher, Head of the Chair of Technology of Construction Materials and Structures, (+374) 0932407071, artavazd@inbox.ru, **Arzumanyan Avetiq, doctor of philosophy (PhD) in engineering**, (RA, Yerevan) – NUACA, "Problems of modernization of construction materials and technologies in RA and proposals for their solution" program, researcher, Chair of Technology of Construction Materials and Structures, assistant, Deputy Head of Research Laboratory of "Horizon-95", (+374) 043269008, vtadevosyan@gmail.com, **Tadevosyan Vardan** (RA, Yerevan) - Leading specialist at "Horizon 95" research laboratory, +374(0)43269008, vtadevosyan@gmail.com, **Hoveyan Hovsep** (RA, Yerevan) – NUACA, postgraduate at the Chair of Production Technology of Construction Materials, Items and Structures, (+374) 93409408, hoveyan.nuaca@gmail.com

Ներկայացվել է՝ 05.03.2018թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 12.03.2018թ.