ЭФФЕКТИВНЫЕ ЦЕМЕНТНЫЕ ШТУКАТУРНЫЕ РАСТВОРЫ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ ИЗ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

© Исмаилова З. Х., Хамидов М. А., Мовсулов М. М.

ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, г. Грозный. Россия

Работа посвящена актуальной проблеме повышения эффективности утилизации техногенных отходов с получением вторичных сырьевых материалов для бетона и строительного раствора. Представлены результаты испытаний вторичного заполнителя (песка) из керамического кирпичного боя и строительных штукатурных растворов на его основе. Получены экспериментальные зависимости основных свойств строительных штукатурных смесей от вида и количества вторичного заполнителя из техногенного сырья в их составах. Обозначена перспективность продолжения экспериментальных работ в данном направлении с использованием современных химических модификаторов структуры цементного камня для повышения эффективности использования вторичных сырьевых продуктов техногенного происхождения.

Работа выполнена в рамках исследований по реализации научного проекта № 18-48-200001 «Высококачественные бетоны с повышенными эксплуатационными свойствами на основе местного природного и техногенного сырья», получившего поддержку Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ).

Ключевые слова: строительные растворы, вторичные материалы, техногенные отходы, кирпичный бой, утилизация отходов, песок из кирпичного боя, плотность, теплопроводность, эффективность.

С переходом России на инновационное развитие экономики, когда российский рынок стройматериалов переполнен продукцией зарубежных производителей, крупные строительные предприятия российского производства все больше задумываются о развитии эффективного и мобильного отечественного производства [1-3]. В связи с этим на первый план выходит острая необходимость внедрять в строительное производство все более эффективные инновационные решения и разработки с максимальным решением вопросов актуальной концепции ресурсо- и энергосбережения с широким применением местного сырья, в том числе техногенного происхождения, а также использовать современные технологии быстровозводимых зданий. При этом необходимо учитывать, что система «материал – человек – среда обитания» должна отвечать всем современным требованиям по доступности, комфортности и надежности. Именно от решения таких выше обозначенных проблем зависит

доступность и комфортность жилья. Поэтому выбор материалов для возведения зданий должен осуществляться с учетом всех факторов [4-6].

Вопросы использования местного сырья в технологии бетона и строительного раствора были актуальны всегда и во всем мире, ввиду того, что привозные сырьевые материалы значительно повышают себестоимость конечной продукции [7]. Однако в последние столетия проблемы ресурсо- и энергосбережения выходят на первый план и требуют инновационных, высокоэффективных решений как от каждого государства, так и каждого жителя планеты, поскольку данная проблема – проблема экологической безопасности – это задача мировой значимости и уровня, от правильности решения которой зависит будущее всего человечества.

Как считают многие ученые-материаловеды [8-11,17,19], оптимальным и наиболее эффективным в настоящее время решением проблемы ресурсосбережения в промышленности

строительных материалов и строительства является вторичное использование «отходов производства и потребления», образующихся практически на всех промышленных предприятиях. При этом считается, что само понятие «отходы производства и потребления» для многих вторичных продуктов является условным, поскольку при рациональном подходе по их утилизации они превращаются в ценное, порой даже дефицитное сырье, называемое техногенным.

Одним из наиболее рациональных направлений утилизации промышленных отходов считается, как правило, их вторичное использование при получении различного вида продукции, и прежде всего строительного назначения – бетона и строительного раствора, реализация которого будет до 40% удовлетворять потребности в сырье промышленности строительных материалов. Экспериментально доказано, что использование вторичного сырья из отходов промышленности способствует снижению прямых затрат на производство до 30%, экономии капитальных вложений – 35-50% [8].

Общеизвестно, что помимо природного сырья в Чеченской Республике имеются многотоннажные отвалы вторичных ресурсов. Это в первую очередь бетонный и железобетонный лом, кирпичный бой [12-14], образовавшиеся на территории после военных действий в 90-е и в начале 2000-х гг. При этом из общего объема строительных твердых отходов процент бетонного и кирпичного боя составляет 60-75%. Ежегодно рост объемов отходов строительства и сноса зданий и сооружений также составляет 20-25%.

К малоисследованным продуктам техногенного происхождения относятся также отходы от сжигания твердого топлива – угля, образовавшиеся на Грозненских ТЭЦ, действовавших до 90-х гг. прошлого века. Это золошлаковые отходы, пригодные при их механической обработке для использования в качестве тонкомолотого наполнителя и легкого шлакового заполнителя в технологии бетона и строительного раствора [13].

Чеченская Республика также необычайно богата мелкими кварцевыми песками Толстой-Юртовского, Веденского, Дачу-Барзоев-

ского и Беноевского месторождений с модулем крупности $M_k = 0,7-1,3$, которые согласно ГОСТ 8736-2014 [15,16,18] относятся к классу очень мелких и тонких песков. Данные месторождения песков в настоящее время практически не используются в связи с отсутствием экспериментальных данных по исследованию их составов и свойств и относятся к некондиционным природным ресурсам. Есть, конечно, отдельные работы, посвященные разработке технологии применения данного сырья в строительных растворах [15,16], однако для повышения эффективности их использования в технологии бетона необходимы практические рекомендации, нормативные документы и т.д. Поскольку, как правило, мелкие пески с высокой удельной поверхностью их зерен требуют повышенного расхода вяжущего, что влияет на себестоимость продукции. Однако при комплексном подходе с использованием передовых технологий по гомогенизации многокомпонентной системы и введении эффективных добавок возможно предложить оптимальные рецептуры на основе данного некондиционного сырья в виде очень мелких и тонких песков.

Таким образом, в республике располагаются большие запасы природного и техногенного сырья, пригодные при рациональных подходах для использования в технологии современных композиционных материалов.

Вопросам использования бетонного лома и золошлаковых смесей Чеченской Республики в технологии мелкозернистых и обычных бетонов посвящены ряд научных публикаций [2,5,7,13]. Так, авторы работ [15,16] предлагают рецептуры бетонных композитов с наполнителем из золошлаковых смесей и некондиционного сырья Чеченской Республики, характеризующиеся улучшенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами.

Другие ученые [13, 20-22] разработали эффективные составы и технологии бетонов с использованием техногенного сырья для ремонтно-строительных работ.

Труды Хадисова В.Х., Хаджиева М.Р. [13] имеют научно-практический задел с тематикой вторичного использования продуктов дробления керамического кирпичного боя и производственного брака кирпича в техноло-

гии легких бетонов для мелкоштучных стеновых материалов. Однако применение данного вторичного сырья из кирпичного боя в строительных штукатурных растворах практически не исследовано и представляет собой особый интерес с точки зрения улучшения теплофизических показателей отделочного материала ввиду идентичной природы происхождения данного сырья с керамическим кирпичом.

В связи с этим в Научно-техническом центре коллективного пользования «Современные строительные материалы и технологии» Грозненского государственного нефтяного

технического университета имени академика М.Д. Миллионщикова нами изучено влияние вида применяемого заполнителя на основные показатели строительных штукатурных смесей.

В экспериментальных исследованиях нами использовались, как правило, местные сырьевые материалы, а именно: портландцемент марки М500 Д0 «Чеченцемент» (табл. 1), песок Червленского месторождения (табл. 2), песок из кирпичного боя (табл. 3).

Песок из кирпичного боя, имея значительно меньшую плотность в сравнении с Червленским песком, будет способствовать снижению

Таблица 1 – Основные характеристики ПЦ М500 Д0 «Чеченцемент»

Наименование показателя	Значение показателя									
Химический состав цемента, %	SiO ₂	Al ₂ O ₂	Fe ₂ O ₂	MgO	CaO	SO ₃	TiO ₂	ппп	Na ₂ O	K ₂ O
	19,96	5,43	4,11	1,98	64,19	2,15	0,052	1,64	0,19	0,35
Минералогический состав, %	C ₃ S			C ₂ S		C ₃ A		C ₄ AF		
	59			16		8		13		
Удель. поверх., м²/кг	331									
Норма-я густота, %	26									
Плотность, кг/м³	3151									
Сроки схватывания, час. — мин.	Начало					Конец				
	2-20					3-45				
Активность, МПа, 28 сут,	При сжатии					При изгибе				
	52,9					6,3				
Завод-изготовитель	ФГУП «Чири-Юртовский цементный завод», Чеченская Республика									

Таблица 2 – Основные характеристики песка Червленского месторождения

Наименование показателя		Значение показателя					
Зерновой состав песка	Размер сит, мм	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	< 0,16
	Частные остатки, %	1,8	4,2	15,6	41,9	34,4	2,1
	Полные остатки, %	1,8	6,0	21,6	63,5	97,9	
Модуль крупности		1,9					
Содержание пылевидных и глинистых частиц, %		2,39					
Истинная плотность зерен, кг/м³		2631					
Насыпная плотность, кг/м³		1572					
Пустотность песка, %		41,2					

Таблица 3 – Основные характеристики песка из кирпичного боя

Наименование показателя		Значение показателя					
Зерновой состав песка	Размер сит, мм	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	< 0,16
	Частные остатки, %	17,5	10,4	18,3	31,4	10,8	11,6
	Полные остатки, %	17,5	27,9	46,2	77,6	88,4	100
Модуль крупности		2,6					
Содержание пылевидных и глинистых частиц, %		0,43					
Содержание глины в комках, %		Нет					
Прочность песка при сдавливании в цилиндре, МПа (кгс/см ²)		11,2 (112)					
Истинная плотность зерен, кг/м ³		2562					
Насыпная плотность, кг/м ³		1167					
Водопоглощение, % по массе		13,3					
Пористость, %		17,2					
Пустотность песка, %		34,7					

Таблица 4 – Составы и свойства строительных растворов

Номер состава	Соотношение Червленский песок: песок из кирпичного боя, %	В/Ц	Плотность, кг/м ³	Прочность, МПа	Теплопроводность, Вт/(м·°С)
1	100/0	0,58	1924	12,2	0,87
2	75/25	0,62	1903	11,8	0,82
3	50/50	0,82	1886	12,0	0,68
4	25/75	0,93	1868	10,8	0,55
5	0/100	1,12	1833	10,5	0,39

теплопроводности строительного раствора на его основе. Контрольные составы штукатурных смесей были получены из состава 1:3. В экспериментальных составах часть Червленского песка поэтапно замещалась вторичным песком из кирпичного боя (табл. 4).

Условное обозначение растворной смеси по ГОСТ 28013-98 – строительная цементно-песчаная растворная смесь, штукатурная, В7,5 (М100). Требуемая прочность для класса В7,5 – не менее 9,8 МПа.

Анализ результатов испытаний контрольных и экспериментальных составов строительных растворов представлен на рис. 1 и 2.

Анализ таблицы 4 и рисунков 1 и 2 показывает, что плотность и теплопроводность исследуемых равнопрочных составов строительных растворов снижаются с переходом на мелкий вторичный заполнитель из кирпичного боя. Это объясняется тем, что сам вторичный заполнитель из кирпичного боя характеризуется более низкой плотностью в сравнении с плотным Червленским песком, а само сырье, из которого образован данный вторичный заполнитель, т.е. кирпичный бой, также имеет заметно низкую теплопроводность в сравнении с тяжелым бетоном.

Однако наряду с положительными изменениями отмеченных характеристик строитель-

Рис. 1. – Зависимость плотности от вида и количества применяемого заполнителя

Рис. 2. – Зависимость теплопроводности от вида и количества применяемого заполнителя

ного раствора на основе песка из кирпичного боя наблюдается заметное повышение В/Ц (с 0,58 до 1,12), что обусловлено особенностью структуры вторичного заполнителя из кирпичного боя, характеризующегося повышенной водопотребностью (около 12% по массе). Заполнитель с таким водопоглощением своеобразно влияет на процессы перемешивания и структурообразования растворов смесей, который в первые 15-30 минут после пригото-

вления интенсивно поглощает воду затворения, делая смесь менее подвижной и удобоукладываемой, а затем в процессе образования капиллярно-пористой структуры растворного камня медленно отдает поглощенную влагу гидратирующему цементу. Это, с одной стороны, положительно влияет на качество цементного камня, образуя однородную структуру раствора без больших пор и капилляров, а с другой стороны, такая особенность влечет за собой

необходимость увеличения жидкой фазы в растворной смеси, что способствует снижению прочности будущего композита. Этим объясняется и необходимость увеличения доли вяжущего до 20-25% в составах на песке из кирпичного боя в сравнении с контрольным составом с расходом цемента 400 кг на 1 м³.

Снизить водоцементное соотношение В/Ц с заметной экономией самой дорогостоящей части раствора – цемента, по мнению авторов, можно будет путем использования современных модификаторов структуры бетона, суперпластификаторов-водопонижителей и других специальных добавок. Подобные исследования станут предметом дальнейших исследований авторов и станут основой для повышения эффективности вторичного ис-

пользования керамического кирпичного боя и других отходов строительства и сноса зданий и сооружений.

Таким образом, предложены составы строительного раствора с улучшенными тепло-техническими свойствами, пригодные для их использования в отделочных работах как для внутренней отделки помещений, так и для наружной, как более эффективные и ресурсосберегающие композиты в сравнении с составами на природном сырье. Получены зависимости плотности и теплопроводности от вида и количества вторичного заполнителя из кирпичного боя. Обозначены особенности структуры вторичного заполнителя из кирпичного боя и влияния его на процессы структурообразования цементного камня.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология бетона, строительных изделий и конструкций / Ю. М. Баженов, Л. А. Алимов, В. В. Воронин и др. / М.: Изд-во АСВ, 2008. 350 с.
2. Мелкозернистые бетоны из вторичного сырья для ремонта и восстановления поврежденных зданий и сооружений / Ю. М. Баженов, Д. К-С. Батаев., Х. Н. Мажиев и др. // Научное издание. Грозный: ИП «Султанбегова Х.С.», 2011. 342 с.
3. Лермит Р. Проблемы технологии бетона. М.: Изд-во ЛКИ, 2007. 296 с.
4. Баженов Ю. М., Фаликман В. Р. Новый век: новые эффективные бетоны и технологии // Строй-Инфо. 2007. № 1-2. С. 289-290.
5. Рецептуры высокопрочных бетонов на техногенном и природном сырье / Д. К-С. Батаев, М. С. Сайдумов, Т. С-А. Муртазаева и др. // Актуальные проблемы современной строительной науки и образования: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 60-летию строительного факультета ФГБОУ ВО «ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова», 12-13 октября 2017 г. Грозный: Бисултанова П. Ш., 2017. С. 109-117.
6. Anisotropy of materials properties of natural and man-triggered origin / A.A. Kuprina, V.S. Lesovik, L.H. Zagorodnyk, M. Y. Elistratkin // Research Journal of Applied Sciences. 2014. Vol. 9. Issue 11. Pp. 816-819.
7. Лесовик В. С., Муртазаев С-А. Ю., Сайдумов М. С. Строительные композиты на основе отсеков дробления бетонного лома и горных пород. Грозный: МУП «Типография», 2012. 192 с.
8. Дворкин Л. И., Дворкин О. Л. Строительные материалы из отходов промышленности: Учебно-справочное пособие. Ростов н/Д: Феникс, 2007. 368 с.
9. Афонина М. И., Козырева Е. В. Особенности строительства спортивных сооружений на территориях бывших промышленных зон // Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры. 2017. С. 390-392.
10. The control of building composite structure for mation thought heuse of multifunctional modifiers/ A.A. Volodchenko, V. S., Lesovik, L.H. Zagorodnjuk, A.N. Volodchenko, K.A. Aleksandrova // Research Journal of Applied Sciences. 2016. 10 (12). С. 931-936.
11. Использование отходов разработки вулканического туфа для получения современных бетонных композитов / М. Ш. Саламанова, С-А. Ю. Муртазаев, С. А. Алиев и др. // Экология и промышленность России. 2017. Т. 21. № 4. С. 32-35.

12. Разработка состава пуццоланового цемента на вулканическом туфе / *Е. М. Щербань, С. А. Стельмах, А. К. Халюшев и др.* // Строительство. Архитектура. Экономика. Материалы Международного форума «Победный май 1945 года»: сборник статей. Министерство образования и науки Российской Федерации, Донской государственный технический университет, Профсоюз работников народного образования и науки Российской Федерации. 2018. С. 110-113.
13. *Муртазаев С-А. Ю., Хадисов В. Х., Хаджиев М. Р.* Использование керамического кирпичного боя и производственного брака кирпича для получения легких керамобетонов // Экология и промышленность России. 2014. № 10. С. 22-25.
14. *Баженов Ю. М.* Технология бетона. М.: АСВ, 2011. 500 с.
15. Бетонные композиты с использованием некондиционного сырья для условий сухого жаркого климата / *С. А. Алиев, И. Г. Гайрабеков, М. Р. Хаджиев и др.* // Инновационные технологии в производстве, науке и образовании: сб. науч. тр. II Междунар. науч.-прак. конф., 19-21 октября 2012 г. Грозный, 2012. Т. 2. С. 231-235.
16. *Муртазаев С-А. Ю., Саламанова М. Ш.* Высокопрочные бетоны с использованием фракционированных заполнителей из отходов переработки горных пород // Устойчивое развитие горных территорий. 2015. № 1 (23). С. 23-28.
17. *Удодов С. А.* Повторное введение пластификатора как инструмент управления подвижностью бетонной смеси // Сборник научных трудов Кубанского государственного технологического университета. 2015. № 9. С. 175-185.
18. Prospects for Using 3D-Printing Technologies in Construction of Buildings in Seismic Areas / *M. Sh. Mintshev, D. K.-S. Bataev, K. Kh. Mazhiev, Adam Kh. Mazhiev, A. Kh. Mazhieva, Aslan Kh. Mazhiev, M. Kh. Mazhiev* // Advances in Engineering Research. Volume 177, International Symposium on Engineering and Earth Sciences (ISEES 2018). Pp. 311-315.
19. *Корянова Ю. И., Резанцев Н. Е., Шумилова А. С.* Материалы и конструкции, используемые при строительстве высотных зданий – от традиций к новшествам // Аллея науки. 2018. Т. 6. № 4 (20). С. 95-99.
20. Clinker-free binders based on finely dispersed mineral components / *S. A. Yu. Murtazaev, M. Sh. Salamanova* // Ibautil conference proceedings. 2018. С. 707-714.
21. Self-Consolidating Concretes with Materials of the Chechen Republic and Neighboring Regions / *Madina Salamanova, Magomed Khubaev, Magomed Saidumov, Tamara Murtazayeva* // International journal of environmental & science education. 2017. Vol. 11. № 18. Pp. 12719-12724.
22. The influence of active surface centers on reactivity of mineral additives / *S. A. Y. Murtazaev, M. Sh. Salamanova, M. S. Saidumov, Z. Kh. Ismailova* // Современная наука и инновации. 2017. № 2 (18). С. 146-153.

EFFECTIVE CEMENT PLASTER SOLUTIONS BASED ON SECONDARY FILLER FROM TECHNOGEN RAW MATERIALS

© Z. Kh. Ismailova, M. A. Khamidov, M. M. Movsulov
GSTOU named after M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia

The work is devoted to the actual problem of increasing the efficiency of utilization of industrial waste with the production of secondary raw materials for concrete and mortar. The results of tests of secondary aggregate (sand) from ceramic brick fights and building plaster solutions based on it are presented. Experimental dependences of the basic properties of building plaster mixtures on the type and amount of secondary aggregate from technogenic raw materials in their compositions were obtained. The prospect of continuing experimental work in this area using modern chemical modifiers of the cement stone structure to improve the efficiency of using secondary raw materials of technogenic origin is indicated.

The work was performed as part of research on the implementation of the research project No. 18-48-200001 "High-quality concretes with enhanced performance properties based on local natural and technogenic raw materials" received support from the Russian Foundation for Basic Research (RFBR).

Keywords: Construction solutions, secondary materials, industrial wastes, brick fights, waste disposal, sand from brick fights, density, thermal conductivity, efficiency.

REFERENCES

1. Bazhenov, Yu. M., Alimov, L. A. and Voronin, V. V. (2008) 'Tekhnologiya betona, stroitel'nykh izdelii i konstruktov' [Technology of concrete, building products and structures]. Moscow. Publ. house ASV. 350 p.
2. Bazhenov, Yu. M., Bataev, D. K-S. and Mazhiev, Kh. N. (2011) 'Melkozernistye betony iz vtorichnogo syr'ya dlya remonta i vosstanovleniya povrezhdennykh zdaniy i sooruzhenii' // Nauchnoe izdanie. IP «SultanbegovaKh. S.». [Fine-grained concrete from recycled materials for the repair and restoration of damaged buildings and structures. Scientific edition. IE «Sultanbegova Kh. S.».]. Grozny. 342 p.
3. Lermontov, R. (2007) Problemy tekhnologii betona [Concrete technology problems.]. Moscow. Publishing house LKI. 296 p.
4. Bataev, D. K-S., Saidumov, M. S., Murtazaeva, T. S-A. (2017) 'Retseptury vysokoprochnykh betonov na tekhnogennom i prirodnom syr'e' Aktual'nye problem sovremennoi stroitel'noi nauki i obrazovaniya: materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 60-letiyu stroitel'nogo fakul'teta FGBOU VO «GGNTU im. akad. M. D. Millionshchikova», 12-13 oktyabrya 2017 g. [Formulations of high-strength concrete on technogenic and natural raw materials. Actual problems of modern building science and education: materials of the All-Russian scientific-practical conference dedicated to the 60th anniversary of the construction faculty of FSBEI HE "GSTOU named after Acad. M. D. Millionschikov", October 12-13, 2017). Bisultanova P. h. Grozny. Pp. 109-117.
5. Kuprina, A. A., Lesovik, V. S., Zagorodnyk, L. H. and Elistratkin, M. Y. (2014) 'Anisotropy of materials properties of natural and man-triggered origin' *Research Journal of Applied Sciences*. Vol. 9. Issue 11. Pp. 816-819.
6. Lesovik, B. C., Murtazaev, S-A. Yu., Saidumov, M. S. (2012) 'Stroitel'nye kompozity na osnove otsevvov drobleniya betonnoy loma i gornykh porod' [Construction composites based on screenings for crushing concrete scrap and rocks]. Scientific edition. MUE «Tipografiya», Grozny. 192 p.
7. Dvorkin, L. I. and. Dvorkin, O. L. (2007) 'Stroitel'nye materialy iz otkhodov promyshlennosti' [Construction materials from industrial waste]. Studyguide. Feniks. Rostovon Don. 368 p.
8. Afonina, M. I. and. Kozyreva E. V. (2017) 'Osobennosti stroitel'stva sportivnykh sooruzhenii na territoriyakh byvshikh promyshlennykh zon' // *Dni studencheskoi nauki. Sbornik dokladov nauchno-tekhnicheskoi konferentsii po itogam nauchno-issledovatel'skikh rabot studentov institute stroitel'stva i arkhitektury*. [Features of the construction of sports facilities in the territories of former industrial zones. In proceedings: Days of student science. Collection of reports of a scientific and technical conference based on the results of research work by students of the Construction and Architecture Institute]. Pp. 390-392.
9. Volodchenko, A. A., Lesovik, V. S., Zagorodnjuk, L. H., Volodchenko, A. N. and Aleksandrova, K. A. (2016) 'The control of building composite structure formation through the use of

- multifunctional modifiers' *Research Journal of Applied Sciences*. № 10 (12). Pp. 931-936.
10. Salamanova, M. Sh., Murtazaev, S-A. Yu. and Aliev S.A. (2017) 'Ispol'zovanie otkhodov razrabotki vulkanicheskogo tufa dlya polucheniya sovremennykh betonnykh kompozitov' *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. V. 21. № 4. Pp. 32-35.
 11. Shcherban, E. M., Stelmakh, S. A. and Khalyushev A.K. (2018) 'Razrabotka sostava putstsolanovogo tsementa na vulkanicheskom tufe // *Stroitel'stvo. Arkhitektura. Ekonomika. Materialy Mezhdunarodnogo foruma "Pobednyi mai 1945 goda": sbornik statei. Ministerstvo obrazovaniya i nauki Rossiiskoi Federatsii, Donskoi gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet, Profsoyuz rabotnikov narodnogo obrazovaniya i nauki Rossiiskoi Federatsii*. [Development of the composition of pozzolanic cement on volcanic tuff. In proceedings: Construction. Architecture. Economy. Materials of the International Forum "Victory May 1945": a collection of articles. Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Don State Technical University, Trade Union of Workers in Public Education and Science of the Russian Federation]. Pp. 110-113.
 12. Murtazaev, S-A. Yu., Khadisov, V. Kh. and Khadzhiev M. R. (2014) 'Ispolzovanie keramicheskogo kirpichnogo boya i proizvodstvennogo braka kirpicha dlya polucheniya legkikh keramobetonov' // *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. № 10. Pp. 22-25.
 13. Bazhenov, Yu. M. (2011) *Tekhnologiya betona [Concrete technology]*. Moscow. ASV. 500 p.
 14. Aliev, S. A., Gairabekov, I. G. and Khadzhiev M. R. (2012) 'Betonnye kompozity s ispolzovaniem nekonditsionnogo syr'ya dlya uslovii sukhogo zharkogo klimata' *Innovatsionnye tekhnologii v proizvodstve, nauche i obrazovanii: sb. nauch. tr. II Mezhdunar. nauch.-prak. konf., 19-21 oktyabr' 2012 g.* [Concrete composites on using substandard raw materials for dry hot climate. Innovative technologies in production, science and education: Proceedings of the II International scientific-practical Conf., October 19-21, 2012]. Grozny. V. 2. Pp. 231-235.
 15. Murtazaev, S-A. Yu. and Salamanova, M. Sh. (2015) 'Vysokoprochnye betony s ispolzovaniem fraktsionirovannykh zapolnitelei iz otkhodov pererabotki gornykh porod' [High-strength concrete using fractionated aggregates from rock waste]. *Ustoichivoe razvitie gornykh territorii // Journal "Sustainable Development of Mountain Territories"*. № 1 (23). Pp. 23-28.
 16. Udodov, S. A. (2015) 'Povtornoe vvedenie plastifikatora kak instrument upravleniya podvizhnost'yu betonnoi smesi' [Re-introduction of plasticizer as a tool for controlling the mobility of concrete]. *Sbornik nauchnykh trudov Kubanskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta*. № 9. Pp. 175-185.
 17. Mintsae, M. Sh., Bataev, D. K.-S., Mazhiev, K. Kh., Mazhiev, Adam Kh., Mazhieva, A. Kh., Mazhiev, Aslan Kh. and Mazhiev M. Kh. (2018) 'Prospects for Using 3D-Printing Technologies in Construction of Buildings in Seismic Areas'. *International Symposium on Engineering and Earth Sciences (ISEES 2018) Advances in Engineering Research*. V. 177. Pp. 311-315.
 18. Koryanova, Yu. I., Rezantsev, N. E. and Shumilova, A. S. (2018) 'Materialy i konstruksii, ispol'zuemye pri stroitel'stve vysotnykh zdaniy – ot traditsii k novshestvam' [Materials and structures used in the construction of high-rise buildings – from tradition to innovation]. *Alleyanauki*. V. 6. № 4 (20). Pp. 95-99.
 19. Murtazaev, S.A. Yu. and Salamanova, M. Sh. (2018) 'Materialy i konstruksii, ispolzuemye pri stroitel'stve vysotnykh zdaniy – ot traditsii k novshestvam' [Clinker-free binders based on finely dispersed mineral components] *Ibaasil conference proceedings*. Pp. 707-714.
 20. Salamanova, Madina, Khubaev, Magomed, Saidumov, Magomed, Murtazayeva, Tamara (2017) 'Self-Consolidating Concretes with Materials of the Chechen Republic and Neighboring Regions' *International journal of environmental & science education*. Vol. 11. № 18. Pp. 12719-12724.
 21. Murtazaev, S.A. Y., Salamanova, M. Sh., Saidumov, M. S. and Ismailova, Z. Kh. (2017) 'The influence of active surface centers on reactivity of mineral additives' // *Sovremennaya nauka i innovatsii*. № 2 (18). Pp. 146-153.