

Для цитирования: Алиев С.А., Муртазаева Т.С.-А., Сайдумов М.С., Саламанова М.Ш. Самоуплотняющиеся бетоны для устройства монолитных сейсмостойких конструкций высотных зданий и сооружений. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2016;43(4):133-143. DOI:10.21822/2073-6185-2016-43-4-133-143

For citation: Aliev S.A., Murtazayeva T.-A., Saydumov M.S., Salmanova M.S. Self-consolidating concrete used in the monolithic construction of earthquake-resistant tall buildings. Herald of Dagestan State Technical University. Technical Sciences. 2016;43 (4):133-143. (In Russ.) DOI:10.21822/2073-6185-2016-43-4-133-143

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

УДК 691.32

DOI:10.21822/2073-6185-2016-43-4-133-143

САМОУПЛОТНЯЮЩИЕСЯ БЕТОНЫ ДЛЯ УСТРОЙСТВА МОНОЛИТНЫХ СЕЙСМОСТОЙКИХ КОНСТРУКЦИЙ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Алиев С. А.¹, Муртазаева Т. С.-А.², Сайдумов М. С.³, Саламанова М. Ш.⁴

¹⁻⁴Грозненский государственный нефтяной технический университет
имени академика М. Д. Миллионщикова,

¹⁻⁴364905, г.Грозный, пр-кт.им.Х. А. Исаева, 100,

¹e-mail:asa-fenix@mail.ru,²e-mail:s.murtazaev@mail.ru,

³e-mail:saidumov_m@mail.ru,⁴e-mail:madina__salamanova@mail.ru

Резюме: Цель. Разработка составов высокопрочных бетонов на основе отечественного и зарубежного опыта получения самоуплотняющихся бетонов. **Метод.** Использованы рецептуры СУБ-бетонов на основе сырья Чеченской Республики различных классов по прочности на сжатие с применением поликарбоксилатных добавок. **Результат.** Исследована природная и техногенная сырьевая база Чеченской Республики и других регионов страны. Получены составы высокопрочных СУБ-бетонов классов по прочности на сжатие В100 и выше с комплексным использованием природного и техногенного сырья. Изучены их рецептуры и основные реотехнологические и физико-механические свойства. Приведены результаты исследования заполнителя, как местного, так и привозного «Павловск Гранит» и ООО «Прогресс», который приобретался для испытаний из РСО-Алания. Исследованы цементы различных производителей, были выделены наиболее оптимальные из них: портланд-цементы ЦЕМ I 42,5Н Чири-Юртовского и Тульского цементных заводов. В качестве наполнителей были использованы микрокремнезем с Новокузнецкого комбината, минеральный порошок МП-1 неактивированный г. Калуга и зола-унос г. Невиномыск.

Вывод. Результаты проведенных исследований показали, что сырьевой потенциал нашей страны позволяет получать самоуплотняющиеся бетоны класса В 25 до В100 и выше для монолитного строительства, в том числе и высотного. Полученные составы бетона характеризуются высокими физико-механическими показателями и могут быть использованы в высотном монолитном строительстве объектов, эксплуатируемых в сейсмоопасных районах.

Ключевые слова: самоуплотняющиеся бетоны, минеральные порошки, химические модификаторы, фракционированный заполнитель, кварцевый порошок, высокопрочный бетон, уникальные здания, высотное строительство, долговечность бетона, микрокремнезем, микронаполнитель

TECHICAL SCIENCE
BUILDING AND ARCHITECTURE

SELF-CONSOLIDATING CONCRETE USED IN THE MONOLITHIC
CONSTRUCTION OF EARTHQUAKE-RESISTANT TALL BUILDINGS

Salambek A. Aliev¹, Tamara S. Murtazayeva², Magomed S. Saydumov³, Madina S. Salamanova⁴.

¹⁻⁴Millionschikov Grozny State Oil Technical University,

100 H.A. Isayev Ave., Grozny 364905, Russia,

¹e-mail:asa-fenix@mail.ru, ²e-mail:s.murtazaev@mail.ru,

³e-mail:saidumov_m@mail.ru, ⁴e-mail:madina__salamanova@mail.ru

Abstract: Objectives. The development of high-strength concrete based on experience both with domestic and foreign concretes has led to the production of a self-consolidating concrete (SCC) formula. **Method.** Raw materials sourced from the Chechen Republic were used in the SUB-concrete formula, based on materials having different classes of compressive strength as well as the incorporation of polycarboxylate as an additive. **Results.** An investigation was carried out on natural and technogenic raw materials from the Chechen Republic and other regions of the country. Compositions of high-grade SCC with a compressive strength of B100 and higher are achieved with an integrated approach using both natural and man-made raw materials. The formulae of the basic concrete reinforcing technology are examined together with their physico-mechanical properties. The results of the study of locally sourced concrete, as well as that purchased from "Pavlovskgranit" and OOO "Progress" for testing from the Republic of North Ossetia–Alania, are provided. Of the various manufacturers' cements investigated, the highest quality Portland cement CEM I 4.5N was selected from the Tula cement manufacturers in the town of Chiri-Yurt. The fillers used were microsilica sourced from the Novokuznetsk plant, inactivated MP-1 mineral powder produced in Kaluga and fly ash sourced from Nevinnomysk.

Conclusion. The results of the studies show that the raw material potential of our country allows for the production of self-consolidating concrete from class B 25 to B100 and higher for use in monolithic construction, including high-rise. The concrete compositions arrived at are characterised by their high physical and mechanical properties and can be used in high-rise concrete construction sites operating in earthquake-prone areas.

Keywords: self-consolidating concrete, mineral powders, chemical modifiers, coarse concrete, quartz powder, high-strength concrete, unique buildings, high-rise construction, durability of concrete, microsilicate, microfiller

Введение. Современное строительство наряду с традиционными тяжелыми бетонами обычных и средних классов по прочности требует применения новых эффективных видов бетонов, таких как высокопрочные самоуплотняющиеся бетоны (СУБ-бетоны), безусадочные, расширяющиеся или напрягающие бетоны и ряда других бетонов на новых композиционных вяжущих [1,5, 18,19]. Одним из наиболее перспективных среди приведенных высококачественных модифицированных бетонов является многокомпонентный самоуплотняющийся бетон, технология получения и свойства которого существенно отличаются от составов и свойств обычных бетонных смесей.

Самоуплотняющийся бетон (СУБ-бетон) – это бетон, который без воздействия на него дополнительной внешней уплотняющей энергии самостоятельно под воздействием собственной массы течёт, освобождается от содержащегося в нём воздуха и полностью заполняет пространство между арматурными стержнями и опалубкой. СУБ-бетон может содержать остаточный объём пор точно так же, как и вибрированный бетон [6,7,8,20].

В немецком языке самоуплотняющийся бетон получил сокращённое название SVB (Selbstverdichtender Beton), в английском – SCC (self compacting concrete), во французском – BAP (Beton autoplacant) [3,9,10,11,12,16,19]. Не исключено, что с распространением самоуплотняющегося бетона он также получит в русском языке сокращённое обозначение СУБ-бетон.

Состав самоуплотняющейся бетонной смеси весьма существенно отличается от состава обычной бетонной смеси (рис. 1). Первым отличием является принципиально новый подход к соотношению и гранулометрии заполнителей (примерное одинаковое соотношение мелкого и крупного заполнителей, выравненный обогащением гранулометрический состав заполнителя). Второе отличие заключается в обязательном присутствии в смеси наполнителей (как правило, это известняковый порошок) и повышенном расходе цемента. Третьим отличием являются тип и дозировка пластифицирующей добавки (как правило, это гиперпластификатор на карбоксилатной основе, доза которого на порядок превосходит стандартный расход для обычного бетона) [2,3,13-18].



Рис.1. Состав самоуплотняющегося бетона, применяемого в мировой практике

Fig.1. Experience in using self-compacting concretes in the world practice

Высокая стоимость самоуплотняющихся бетонных смесей, с одной стороны, предполагает их использование только для получения высокопрочных бетонов с высокими и ультравысокими эксплуатационными свойствами, а с другой стороны, побуждает к разработке мероприятий по снижению их себестоимости для расширения области возможного применения. При переходе на самоуплотняющиеся смеси значительно упрощается технология работ, уменьшается их шумность, сокращаются трудозатраты, увеличиваются темпы строительства. Таким образом, несмотря на существенно более высокую стоимость этих смесей, общие затраты на строительство даже сокращаются [16,20]. Использование доступного, дешевого, часто невостребованного местного сырья, к которому, помимо природных ресурсов, относятся и отходы промышленности, еще больше снижает себестоимость производства СУБ-бетонов.

Постановка задачи. Разработка составов высокопрочных бетонов, в том числе и СУБ-бетонов, особенно актуальна для Чеченской Республики, где в последние годы активно развивается высотное строительство (построен высотный комплекс «Грозный Сити», состоящий из 7 зданий), а в настоящее время завершаются работы по возведению подземной части 435 метрового основного здания высотного комплекса «Ахмат Тауэр».

Конструктивное исполнение здания предусматривает полное использование преимущества системы «Бетон-металл», где в комплексных конструкциях бетон воспринимает сжимающие усилия, а в зонах с напряжениями изгиба и растяжения конструкции запроектировано обычное или жесткое армирование [4,8,13,17].

Причем, опыт возведения таких объектов в стране и за рубежом показывает, что необходимо разработать рецептуру самоуплотняющихся бетонов с линейкой их классов от В30 до В100.

Методы исследования. С целью решения этой проблемы группой сотрудников и аспирантов НТЦКП «Современные строительные материалы и технологии» ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова под руководством профессора С-А. Ю. Муртазаева разработаны рецептуры СУБ-бетонов на основе использования сырья Чеченской Республики различных классов по прочности на сжатие.

Авторами проведены комплексные исследования по технологии получения, разработке составов бетона и изучены их свойства.

В качестве химических добавок использовались поликарбоксилатные добавки серии Sika, выпускаемые крупнейшим мировым производителем добавок для бетона компанией Sika. Нами использовались в основном 2 разновидности таких добавок, а именно:

- Sika® VISCOCRETE® 5 NEW – жидкий суперпластификатор на основе поликарбоксилатных эфиров для производства высокотехнологичных бетонов с длительной сохраняемостью подвижности (до 90 мин.) и высоким водоредуцированием (до 40%);
- Sika® VISCOCRETE® 5-600 SK – жидкий суперпластификатор на основе поликарбоксилатных эфиров для бетонных смесей с длительной сохраняемостью подвижности (до 240 мин), высоким водоредуцированием (до 40%) и интенсивным набором прочности бетона.

На первом этапе исследований применялись местные сырьевые материалы природного и техногенного происхождения.

В качестве вяжущего вещества использовался портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н с Чирюртовского цементного завода Чеченской Республики с нормальной густотой 25 %, началом и концом схватывания 2 ч 15 мин и 3 ч 40 мин, соответственно, минералогическим составом: C₃S – 59 %; C₂S – 16 %; C₃A – 8 %; C₄AF – 13 %.

В качестве крупного заполнителя использовался щебень с Аргунского месторождения Чеченской Республики (табл. 2).

Таблица 2. Свойства местного Аргунского щебня фр. 5-20 мм из валунно-гравийных смесей

Table 2. Properties of local Argun rubble fr. 5-20 mm of boulder-gravel mixtures

№ п.п.	Наименование показателя					Значение показателя
1	Определение зернового состава материала:					Согласно ГОСТ 8269.0-97 (2004) фр. 5-20 мм
	сита, мм	20	10	5	< 5	
	част. ост., %	15,4	68,2	38,6	0,4	
	полн. ост., %	15,4	83,6	99,6	-	
2	Определение прочности щебня: марка щебня					M600-800
3	Определение насыпной плотности, кг/м ³					1366
4	Определение истинной плотности, г/см ³					2,64
5	Содержание дробленых зерен, %					96,2
6	Определение содержания зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм, %					9,3
7	Определение содержания зерен слабых пород, %					4,8
8	Определение содержания пылевидных и глинистых, %					1,8
9	Содержание глины в комках, %					нет
10	Определение средней плотности, г/см ³					2,59
11	Определение пустотности щебня, %					42,0

В качестве мелкого заполнителя использовался природный песок Червленского месторождения Чеченской Республики (табл. 3)

В качестве микрозаполнителя в исследованных составах применялась зола ТЭЦ г. Грозный и известняковая мука из Ярыш-Мардынского месторождения Чеченской Республики с удельной поверхностью 700-800 м²/кг.

Таблица 3. Песок Червленского месторождения
Table 3. Sand of the Chervlensky deposit

№ п.п.	Наименование показателя		Значение показателя					
			2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	< 0,16
1	Зерновой состав песка	Размер сит, мм	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	< 0,16
		Частные остатки, %	2	4	14	44	34	2
		Полные остатки, %	2	6	20	64	98	
2	Модуль крупности		1,9					
3	Содержание пылевидных и глинистых частиц, %		2,4					
4	Истинная плотность зерен, кг/м ³		2620					
5	Насыпная плотность, кг/м ³		1560					
6	Пустотность песка, %		40,5					

Полученные оптимальные составы СУБ-бетонов и их свойства представлены в таблице 4.

Таблица 4. Составы и свойства СУБ-бетонов
Table 4. Compositions and properties of SUB-concretes

составы	Количество добавки	В/Ц	Расход, кг, на 1 м ³ бетона					ρ _б , кг/м ³	R _{сж} в возрасте, сут., МПа			РК, см
			Ц	В	Щ	П	Н		7	14	28	
Класс бетона В 25												
1	SikaViscoCrete 5-600 SK, 0,5 %	0,55	380	210	930	825	70	2330	24,9	30,6	34,2	65
2	SikaVisco Crete 5NEW, 2,0 %	0,54	380	205	930	845	70	2360	23,6	29,9	33,7	68
Класс бетона В 35												
3	SikaViscoCrete 5-600 SK, 0,5 %	0,41	480	195	860	865	80	2442	42,5	47,0	49,3	67
4	SikaViscoCrete 5-600 SK, 0,6 %	0,44	440	195	920	850	80	2428	41,5	46,9	48,7	70
Класс бетона В 40												
5	SikaViscoCrete 5NEW, 2,0 %	0,36	480	175	685	1035	80	2455	51,0	53,6	55,6	70
6	SikaViscoCrete5-600 SK, 0,7 %	0,41	520	195	860	820	80	2475	48,8	54,8	57,2	65

Примечание: В/Ц – водоцементное соотношение; Ц – цемент; В – вода; Щ – щебень; П – песок; Н – наполнитель; R_{сж} – прочность на сжатие; РК – распыл конуса; ρ_б – плотность бетона

Результаты анализа проведенных исследований СУБ-бетонов на местном сырье (табл. 4) позволяет утверждать следующее:

1) Полученные составы СУБ-бетонов характеризуются интенсивным набором прочности бетона в ранние сутки его твердения: в возрасте 7 суток РСЖ бетона достигает до 90 % от проектной прочности. Расплыв перевернутого конуса (РК) полученных бетонных самоуплотняющихся смесей составил 65-70 см;

2) Щебень с Аргунского карьера позволяет получать бетоны класса не более В 40 (М500).

В бетонах более высоких классов происходит разрушение по указанному заполнителю, т.к. данный заполнитель характеризуется невысокой природной прочностью из-за содержания в нем известняковой части и имеет марку дробимости М600-М800;

3) Песок Червленского месторождения пригоден для получения бетонов класса по прочности на сжатие не более В 40 (М500).

В более высоких классах бетонах, например, от В 45 (М600) до В 50 (М700), Червленский песок можно ввести в состав только после его обогащения с более крупным песком с $M_K = 2,8$ (Алагирским песком из РСО-Алания) с соотношением примерно 4:1 (крупный песок: мелкий песок).

Использование Червленского песка без обогащения в высоких классах бетонов приводит к перерасходу цемента из-за небольшого модуля крупности M_K , равному 1,8, а также разрушается реотехнология бетонной смеси из-за неровного гранулометрического состава;

4) Цемент местный с Чири-Юртовского цементного завода позволяет получать составы СУБ-бетонов классов по прочности на сжатие не более В 65 (М900).

Однако реотехнологические свойства (расплыв конуса, водоотделение и т.д.) этих бетонов не в полной мере соответствуют требованиям, предъявляемым к СУБ-бетонам;

5) Зола с ТЭЦ г. Грозный при использовании ее в составах бетонов класса более В 40 (М500) не позволяет получать требуемую водоудерживающую способность, стойкость к седиментации бетонной смеси;

6) Известняковая мука из Ярыш-Мардынского месторождения пригодна для приготовления бетонов классов по прочности на сжатие до В 50 (М700).

В более высоких классах бетонов данный наполнитель не удовлетворяет требования по водоудерживающей способности бетонной смеси, стойкости к седиментации и получению высокой прочности бетона.

На втором этапе исследований для разработки составов СУБ-бетонов более высоких классов по прочности на сжатие В80 и выше с более улучшенными реотехнологическими и физико-механическими свойствами использовались привозные высококачественные материалы, а именно:

- Тульский цемент марки СЕМ I 42,5 Н с нормальной густотой 27 %, началом и концом схватывания 2 ч 20 мин и 3 ч 30 мин, соответственно, минералогическим составом: $C_3S - 62\%$; $C_2S - 18\%$; $C_3A - 5\%$; $C_4AF - 15\%$;
- гранитный щебень фракций 5-20 мм, 2,5-10 мм с карьера «Павловск Гранит» и ООО «Прогресс» (табл. 5);
- песок крупный с $M_K = 2,8$ с ЗАО «Багаевский карьер», «Алагирский карьер» (табл. 6);
- микрокремнезем с Новокузнецкого комбината с удельной поверхностью $1279 \text{ м}^2/\text{кг}$;
- минеральный порошок МП-1 неактивированный г. Калуга;
- зола-унос Невыномысская ГРЭС с удельной поверхностью $980 \text{ м}^2/\text{кг}$.

В качестве химических добавок так же использовались поликарбоксилатные добавки Sika® VISCOCRETE® 5 NEW.

Анализ проведенных исследований с использованием высококачественных привозных материалов, показал, что полученные составы характеризуются высокими физико-механическими показателями.

Составы СУБ-бетонов (табл. 7, составы 4 и 5), именуемые порошковыми, с отсутствием крупного заполнителя и использованием ультрадисперсных наполнителей, имеют класс по прочности на сжатие В100.

При этом важно отметить, что в этих составах применялись цементы с разных цементных заводов (СЕМ I 42,5 Н г. Тула и СЕМ I 42,5 Н г. Грозный), но результаты прочности на сжатие незначительно отличаются друг от друга.

**Таблица 5. Щебень из гранит-диабазовых пород фр. 5-10
 (ООО «Прогресс», Северная Осетия)**

Table 5. Crushed granite-diabase rocks fr. 5-10 (LLC «Progress», North Ossetia)

Наименование показателя		Значение показателя				
Зерновой состав щебня	Размер сит, мм	12,5	10	7,5	5	< 5
	Частные остатки, %	0,0	9,2	38,6	42,9	9,3
	Полные остатки, %	0,0	9,2	47,8	90,7	100
	по ГОСТу 8267-93	До 0,5	До 10	30-60	90-100	-
Прочность щебня (марка)		1200-1400				
Насыпная плотность, кг/м ³		1450				
Истинная плотность, кг/м ³		2700				
Средняя плотность, кг/м ³		2630				
Содержание дробленых зерен, %		85,2				
Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм, %		12,2				
Содержание зерен слабых пород, %		2,6				
Содержание пылевидных и глинистых частиц, %		0,8				
Содержание глины в комках, %		нет				
Пустотность щебня, %		44,9				

Таблица 6. Песок Алагирского месторождения

Table 6. Sand of the Alagir deposit

Наименование показателя		Значение показателя						
Зерновой состав песка	Размер сит, мм	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	< 0,16
	Частные остатки, %	0,9	17,4	12,3	25,8	30,5	10,5	2,6
	Полные остатки, %	0,9	18,3	30,6	56,4	86,9	97,4	
Модуль крупности		2,87						
Содержание пылевидных и глинистых частиц, %		0,9						
Истинная плотность зерен, кг/м ³		2690						
Насыпная плотность, кг/м ³		1457						
Влажность, %		2,1						
Класс песка по зерновому составу		1-й						
Пустотность песка, %		45,8						

Были получены составы СУБ-бетонов на указанных сырьевых материалах и исследованы их свойства (табл. 7).

Таблица 7. Составы и свойства СУБ-бетонов
Table 7. Compositions and properties of SUB-concretes

составы	Кол-во добавки	В/Ц	Расход, кг, на 1 м ³ бетона							ρ _Б , кг/м ³	R _{сж} в возрасте, сут., МПа		РК см
			Ц	В	Щ	Щ	П	МКУ	З		7	28	
Класс бетона В 60													
1*	SikaVisco Crete 5NEW, 1,9 %	0,34	450	152	620	267	802	85	-	2372	63,6	84,8	69
Класс бетона В 80													
2	SikaVisco Crete 5NEW, 1,9 %	0,32	500	158	620	242	777	85	-	2497	89,8	100,9	75
3*	SikaVisco Crete 5NEW, 1,9 %	0,31	500	154	620	242	777	85	-	2400	70,9	95,4	72,5
Класс бетона В 100													
4	SikaVisco Crete 5NEW, 2,2 %	0,29	900	260	-	-	870	180	180	2240	95,7	112,9	85
5*	SikaVisco Crete 5NEW, 2,2 %	0,26	900	240	-	-	870	180	180	2244	91,5	109,2	78

Примечание: составы 1*, 3*, 5*- приготовлены на Чири-Юртовском цементе ЦЕМ I 42,5 Н. В/Ц – водоцементное соотношение; Ц – цемент; В – вода; Щ – щебень; П – песок; Н – наполнитель; МКУ- микрокремнезем Новокузнецкого комбината; З- зола-унос Невыномысской ГРЭС; R_{сж} – прочность на сжатие; РК – распыл конуса; ρ_Б – плотность бетона.

Вывод. Получены составы СУБ-бетонов классов по прочности на сжатие до В100 на основе использования местного природного и техногенного сырья Чеченской Республики и высококачественных привозных материалов.

Исследованы реологические и физико-механические свойства полученных бетонов с целью рекомендации их для использования в высотном монолитном строительстве, эксплуатируемых в сейсмоопасных районах, и, прежде всего, при возведении высотного комплекса «Ахмат Таур» в г.Грозный.

Библиографический список:

1. Баженов, Ю.М. Бетон: технологии будущего / Ю.М. Баженов // Строительство: новые технологии – новое оборудование. -М.: ИД "Панорама", 2009. – № 8. – С.29-32.
2. Европейский нормативный документ по самоуплотняющемуся бетону: DAfStb-RichtlinieSelbsverdichtenderBeton (SVB-Richtlinie). AusgabeNovember 2003.
3. Zhernovsky, I.V., StrokovaV.V., Koshukhova, N.I., SobolevK.G. 2012. The use of mechano-activation for nanostructuring of quartz materials. Nanotechnology in Construction. NI-KOM 4. Agios Nikolaos, Greece.

4. Каприелов, С.С. Модифицированные высокопрочные бетоны классов В80 и В90 в монолитных конструкциях. Ч. II / С.С. Каприелов [и др.] // Строительные материалы. - 2008. - №3. - С.9-13.
5. Монолитное строительство на территории России: история внедрения и перспективы развития. Сайт ООО «НПО «АНТАРЕС трейд». Санкт-Петербург, 2015. URL: http://antares-stroy.ru/encyclopedia/monolitnoe_stroitelstvo_na_territorii_rossii/
6. Баженов, Ю.М., Демьянова, В.С., Калашников, В.И. Модифицированные высококачественные бетоны / Научное издание. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. - 368 с.
7. Баженов, Ю.М. Мелкозернистые бетоны из вторичного сырья для ремонта и восстановления поврежденных зданий и сооружений / Ю.М. Баженов, Д.К.-С. Батаев, С.-А.Ю. Муртазаев [и др.]. - Грозный, 2011. - 342 с.
8. Саламанова М.Ш., Сайдумов М.С., Муртазаева, Т.С.-А., Хубаев М. С.-М. Высококачественные модифицированные бетоны на основе минеральных добавок и суперпластификаторов различной природы// Научно-аналитический журнал «Инновации и инвестиции» - 2015.- №8, С. 159-163.
9. Баженов, Ю.М., Алимов, Л.А., Воронин, В.В. [и др.]. Технология бетона, строительных изделий и конструкций. -М.: Изд-во АСВ, 2008. - 350 с.
10. Лермит, Р. Проблемы технологии бетона. Издательство ЛКИ, 2007. -296 с.
11. Лесовик, В.С. Строительные композиты на основе отсеков дробления бетонного лома и горных пород / В.С. Лесовик, С.-А.Ю. Муртазаев, М.С. Сайдумов // Грозный, МУП «Типография», 2012. - 192 с.
12. Федосов, Н.Н. Новые строительные материалы / Н.Н. Федосов, Е.С. Клиничук, Т.Л. Вербицкая // Строительные материалы. - 2010. - № 3. - С. 67-68.
13. Кудрявцев, А.П. Разработка в РААСН новых высокопрочных и долговечных строительных композиционных материалов / А.П. Кудрявцев // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века.- 2006. - № 5. - С. 14-15.
14. Батраков, В.Г., Модификаторы бетона новые возможности // Материалы I Всероссийской конференции по бетону и железобетону. М., 2001. С. 184-197.
15. Комохов, П.Г. Шангина, Н.Н. Модифицированный цементный бетон, его структура и свойства // Цемент. 2002. - №1-2. - С. 43-46.
16. Pazhani, K. Study on durability of high performance concrete with industrial wastes / K. Pazhani, R. Jeyaraj // ATI - Applied Technologies & Innovations. Department of Civil Engineering, Anna University Chennai. India. - 2010. - Vol. 2. - № 8. - P.19-28.
17. Lesovik, V.S. 2012. Geonics. Subject and objectives. Belgorod State Technological University n.a. V.G/Shoukhov, 100 p.
18. Strokova, V.V., I.V.Zhernovsky, Yu.V.Fomenko and N.V.Makarova, 2013. Regulation of fine grained concrete efflorescence process. Applied Mechanics and Materials Vols. 357-360: pp: 1300-1303.
19. Муртазаев, С.-А.Ю. Использование в мелкозернистых бетонах отходов переработки горных пород / М.Ш. Саламанова, М.С. Сайдумов, М.И. Гишлакаева// Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Наука и образование в Чеченской республике: состояние и перспективы», посвященной 10-ти летию со дня образования КНИИ РАН. - С.181-184. Грозный: 2011г.
20. Муртазаев С.-А.Ю. Саламанова М.Ш. Высокопрочные бетоны с использованием фракционированных заполнителей из отходов переработки горных пород // Журнал «Устойчивое развитие горных территорий». 2015.- № 1(23). С.23-28.

References:

1. Bazhenov Yu.M. Beton: tekhnologii budushchego. Stroitelstvo: novyye tekhnologii - novoye oborudovanie. M.: ID "Panorama"; 2009;8:29-32. [Bazhenov Yu.M. Concrete: future

technologies. Construction: new technologies – new equipment. Moscow: Panorama Publ., 2009;8:29-32. (In Russ.)]

2. Evropeyskiy normativnyy dokument po samouplotnyayushchemusya betonu: DAF-Stb-RichtlinieSelbsverdichtenderBeton (SVB-Richtlinie). Ausgabe November 2003. [European normative document on self-compacting concrete: DAFStb-RichtlinieSelbsverdichtenderBeton (SVB-Richtlinie). Ausgabe November 2003. (In Russ.)]

3. Zhernovsky I.V., Strokova V.V., Koshukhova N.I., Sobolev K.G. The use of mechano-activation for nanostructuring of quartz materials. Nanotechnology in Construction. NIKOM 4. Agios Nikolaos, Greece; 2012.

4. Kaprielov, S.S. i dr. Modifitsirovannyye vysokoprochnyye betony klassov V80 i V90 v monolitnykh konstruktsiyakh. Ch. II. Stroitelnyye materialy. 2008;3:9-13. [Kaprielov, S.S. et al. Modified high strength concrete of class B80 and B90 in the monolithic structures. Pt. II. Building materials. 2008;3:9-13. (In Russ.)]

5. Monolitnoye stroitelstvo na territorii Rossii: istoriya vnedreniya i perspektivy razvitiya. Sayt OOO "NPO "ANTARES treyd". Sankt Peterburg, 2015. [Monolithic construction in Russia: history of introduction and development prospects. The website "NPO "ANTARES trade". Saint-Petersburg, 2015. (In Russ.)]. Available from: http://antares-stroy.ru/encyclopedia/monolitnoe_stroitelstvo_na_territorii_rossii/

6. Bazhenov Yu.M., Demyanova B.C., Kalashnikov V.I. Modifitsirovannyye vysokokachestvennyye betony. Nauchnoye izdanie. M.: Izdatelstvo Assotsiatsii stroitelnykh vuzov; 2006. 368 s. [Bazhenov Yu.M., Demyanova B.C., Kalashnikov V.I. Modified high-quality concrete. Scientific publication. Moscow: Association of Building Universities Publ.; 2006. 368 p. (In Russ.)]

7. Bazhenov Yu.M., Bataev D.K-S., Murtazaev S-A.Yu. i dr. Melkozernistyye betony iz vtorichnogo syrya dlya remonta i vosstanovleniya povrezhdennykh zdaniy i sooruzheniy. Groznyy; 2011. 342 s. [Bazhenov Yu.M., Bataev D.K-S., Murtazaev S-A.Yu. et al. Fine-grained concrete from secondary raw materials to repair and restore damaged buildings and constructions. Groznyy; 2011. 342 p. (In Russ.)]

8. Salamanova M.Sh., Saydumov M.S., Murtazaeva T.S-A., Khubaev M.S-M. Vysokokachestvennyye modifitsirovannyye betony na osnove mineralnykh dobavok i superplastifikatorov razlichnoy prirody. Nauchno-analiticheskiy zhurnal "Innovatsii i investitsii". 2015;8:159-163. [Salamanova M.Sh., Saydumov M.S., Murtazaeva T.S-A., Khubaev M.S-M. High quality modified concrete based on mineral additives and superplasticizers of different nature. Scientific-analytical magazine "Innovation and investment". 2015;8:159-163. (In Russ.)]

9. Bazhenov, Yu.M., Alimov, L.A., Voronin, V.V. i dr. Tekhnologiya betona, stroitelnykh izdeliy i konstruktsiy. M.: Izd-vo ASV; 2008. 350 s. [Bazhenov, Yu.M., Alimov, L.A., Voronin, V.V. et al. The technology of concrete, building products and structures. Moscow: ASV Publ.; 2008. 350 p. (In Russ.)]

10. Lermi R. Problemy tekhnologii betona. Izdatelstvo LKI; 2007. 296 s. [Lermi R. Problems of concrete technology. LKI Publ; 2007. 296 p. (In Russ.)]

11. Lesovik B.C. Murtazaev S-A.Yu., Saydumov M.S. Stroitelnyye kompozity na osnove otsefov drobleniya betonogo loma i gornykh porod. Groznyy: MUP Tipografiya; 2012. 192 s. [Lesovik B.C. Murtazaev S-A.Yu., Saydumov M.S. Building composites on the basis of screenings from the concrete crushing and rock. Groznyy: MUP Publ.; 2012. 192 p. (In Russ.)]

12. Fedosov N.N., Klinchuk E.S., Verbitskaya T.L. Novyye stroitelnyye materialy. Stroitelnyye materialy. 2010;3:67-68. [Fedosov N.N., Klinchuk E.S., Verbitskaya T.L. New construction materials. Building materials. 2010;3:67-68. (In Russ.)]

13. Kudryavtsev, A.P. Razrabotka v RAASN novykh vysokoprochnykh i dolgovechnykh stroitelnykh kompozitsionnykh materialov. Stroitelnyye materialy, oborudovanie, tekhnologii XXI veka. 2006;5:14-15. [Kudryavtsev, A.P. Development of new high-strength and durable composite materials in RAACS. Building materials, equipment, technologies of XXI century. 2006;5:14-15.(In Russ.)]

14. Batrakov, V.G. Modifikatory betona novyye vozmozhnosti. Materialy I Vse-rossiyskoy konferentsii po betonu i zhelezobetonu. M.; 2001. 184-197. [Batrakov, V.G. Concrete modifiers: new opportunities. Proceedings of I All-Russian Conference on Concrete and Reinforced Concrete. Moscow; 2001. 184-197. (In Russ.)]
15. Komokhov, P.G. Shangina, N.N. Modifitsirovanny tsementnyy beton, ego struktura i svoystva. Tsement. 2002;1-2:43-46. [Komokhov, P.G. Shangina, N.N. Modified cement concrete, its structure and properties. Cement. 2002;1-2:43-46.(In Russ.)]
16. Pazhani K., Jeyaraj R. Study on durability of high performance concrete with industrial wastes. ATI – Applied Technologies & Innovations. Department of Civil Engineering, Anna University Chenna. India; 2010;2(8):19-28.
17. Lesovik, V.S. Geonics. Subject and objectives. Belgorod State Technological University n.a. V.G. Shoukhov. 2012. 100 p.
18. Strokova V.V., Zhernovsky I.V., Fomenko Yu.V., Makarova N.V. Regulation of fine grained concrete efflorescence process. Applied Mechanics and Materials. 2013;357-360:1300-1303.
19. Murtazaev S-A.Yu., Salamanova M.Sh., Saydumov M.S., Gishlakaeva M.I. Ispol-zovanie v melkozernistyykh betonakh otkhodov pererabotki gornyykh porod. Materialy Vse-rossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii “Nauka i obrazovanie v Chechenskoy respublike: sostoyanie i perspektivy”, posvyashchennoy 10-ti letiyu so dnya obrazovaniya KNII RAN. Groz-nyy; 2011. 181-184. [Murtazaev S-A.Yu., Salamanova M.Sh., Saydumov M.S., Gishlakaeva M.I. The use of waste recycling rocks in fine concrete. Proceedings of All-Russian Scientific-Practical Conference "Science and Education in the Chechen Republic: Status and Prospects", devoted to 10-th Anniversary since the Complex Research Institute of RAS formation. Groznyy; 2011. 181-184. (In Russ.)]
20. Murtazaev S-A.Yu., Salamanova M.Sh. Vysokoprochnyye betony s ispolzovaniem fraktsionirovannykh zapolniteley iz otkhodov pererabotki gornyykh porod. Zhurnal "Ustoychivoye razvitie gornyykh territoriy". 2015;1(23):23-28. [Murtazaev S-A.Yu., Salamanova M.Sh. High strength concrete using graded aggregates from waste rocks. Journal "Sustainable development of mountain territories". 2015;1(23):23-28. (In Russ.)]

Сведения об авторах.

Алиев Саламбек Алимбекович – кандидат технических наук, доцент кафедры, технология строительного производства.

Муртазаева Тамара Саид-Альвиевна – ассистент.

Сайдумов Магомед Саламувич – кандидат технических наук, доцент кафедры, технология строительного производства.

Саламанова Мадина Шахидовна – кандидат технических наук, доцент кафедры, технология строительного производства.

Information about the authors.

Salambek A. Aliev – Cand. Sc.(Technical), Assoc.Prof., technology of building production.

Tamara S. Murtazaeva – assistant.

Magomed S. Saydumov – Cand. Sc.(Technical), Assoc.Prof., technology of building production.

Madina S. Salamanova – Cand. Sc.(Technical), Assoc.Prof., technology of building production

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию 22.09.2016.

Принята в печать 20.11.2016.

Conflict of interest

Received 22.09.2016.

Accepted for publication 20.11.2016.