

Для цитирования: Аласханов А.Х., Муртазаев С.-А.Ю., Сайдумов М.С., Хубаев М.С.-М. Бетонные композиты с использованием гравийно-песчаных смесей месторождений Чеченской Республики. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2019;46 (2):136-147. DOI:10.21822/2073-6185-2019-46-2-136-147

For citation: Alaskhanov A.Kh.I, Murtazaev S.-A.Yu., Saidumov M.S., Khubaev M. S.-M. Concrete composites using grand-sandy mixtures of deposits of the Chechen Republic. Herald of Daghestan State Technical University. Technical Sciences. 2019; 46(2):136-147. (In Russ.) DOI:10.21822/2073-6185-2019-46-2-136-147

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

УДК 691.32

DOI: 10.21822/2073-6185-2019-46-2-136-147

БЕТОННЫЕ КОМПОЗИТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАВИЙНО-ПЕСЧАНЫХ СМЕСЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Аласханов А.Х.², Муртазаев С.-А.Ю.¹, Сайдумов М.С.³, Хубаев М.С.-М.⁴

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

¹⁻⁴364051, г. Грозный, пр-т им. Х.А. Исаева, 100, Россия,

¹Комплексный научно-исследовательский институт имени Х.И. Ибрагимова Российской академии наук,

¹364021, г. Грозный, Старопромысловское шоссе, 21 а, Россия,

¹e-mail: s.murtazaev@mail.ru, ²e-mail: uspek@ro.ru,

³e-mail: saidumov_m@mail.ru, ⁴e-mail: mokhmad.ggntu@gmail.com

Резюме. Цель. Разработка оптимальных рецептур бетонных смесей с использованием местного природного сырья в виде гравийно-песчаных смесей месторождений Чеченской Республики. **Метод.** Методы исследования, принятые в работе, основываются на теоретических принципах и закономерностях проектирования и оптимизации полидисперсных многокомпонентных систем, фазо- и структурообразовании клинкерных минералов, логике математических расчетов, технологических особенностях структурообразования композиционных масс, теоретических принципах управления реологическими процессами строительных смесей. Все экспериментальные данные, представленные в работе, получены согласно методикам действующих нормативных документов (ГОСТ, рекомендаций и др.). **Результат.** В работе представлены результаты исследования составов и свойств песчано-гравийных смесей (ПГС) месторождений Чеченской Республики и бетонов на их основе. В частности, изучены гранулометрический и химический составы и физико-механические свойства ПГС. Произведен анализ научной литературы и опыта применения песчано-гравийных смесей в строительстве. Представлены ведущие научные школы страны и зарубежья в области бетоноведения. Изучены реологические показатели бетонных смесей и получена динамика набора прочности бетонов разных классов на основе необогащенных песчано-гравийных смесей в присутствии химической добавки – суперпластификатора «Полипласт СП-1». **Вывод.** Предлагается в бетонах для ответственных конструкций использовать песчано-гравийные смеси в естественном их виде без дополнительных затрат на обогащение состава. Установлена целесообразность получения бетонов невысоких классов с использованием ПГС без ее обогащения и фракционирования. Работа выполнена в рамках исследований по реализацию 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: местное сырье, песчано-гравийная смесь, бетонные смеси, бетоны, заполнитель из песчано-гравийных смесей, суперпластификатор «Полипласт СП-1», реологические и физико-механические свойства, динамика набора прочности бетона

BUILDING AND ARCHITECTURE

CONCRETE COMPOSITES USING GRAND-SANDY MIXTURES OF DEPOSITS OF THE CHECHEN REPUBLIC

Alaskhanov A.Kh.², Murtazaev S.-A.Yu.¹, Saidumov M.S.³, Khubaev M. S-M.⁴

¹⁻⁴ Academician M.D. Millionshchikov Grozny State Oil Technical University,

¹⁻⁴ 100 Isaev Ave., Grozny 364051 Russia,

Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences,

21a Stropromyslovsky Hig., Grozny 364021, Russia,

¹e-mail: s.murtazaev@mail.ru, ²e-mail: uspek@ro.ru,

³e-mail: saidumov_m@mail.ru, ⁴e-mail: mokhmad.ggntu@gmail.com

Abstract Objectives Development of optimal recipes of concrete mixtures using local natural raw materials in the form of gravel-sand mixtures from deposits of the Chechen Republic. **Method** The research methods adopted in the work are based on the theoretical principles and laws of designing and optimizing polydisperse multicomponent systems, the phase and structure formation of clinker minerals, the logic of mathematical calculations, the technological features of the structure formation of composite masses, the theoretical principles of controlling the rheological processes of mixes. All experimental data presented in the work were obtained according to the methods of current regulatory documents (GOST, recommendations, etc.). **Result** The paper presents the results of a study of the composition and properties of sand and gravel mixtures of deposits of the Chechen Republic and concretes based on them. In particular, the granulometric and chemical compositions and the physico-mechanical properties of sand and gravel mixtures have been studied. An analysis of the scientific literature and experience in the use of sand and gravel in construction. The leading scientific schools of the country and abroad in the field of concrete science are presented. The rheological indices of concrete mixes were studied and the dynamics of the curing of concrete of different classes were obtained on the basis of unfortified sand and gravel mixtures in the presence of a chemical additive, the superplasticizer Polyplast SP-1. **Conclusion** It is proposed to use sand-gravel in its natural form in concrete for non-critical structures in its natural form without additional costs for enriching its composition. The feasibility of obtaining low-grade concrete with the use of sand and gravel mixtures without its enrichment and fractionation is established.

Acknowledgment The work was performed as part of research on the implementation of the research project № 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).

Key words: Local raw materials, sand-gravel mix, concrete mixes, concrete, aggregate from sand-gravel mixes, Polyplast SP-1 superplasticizer, rheological and physico-mechanical properties, dynamics of concrete strength

Введение. Из большого многообразия строительных материалов, применяемых в промышленном, гражданском и индивидуальном строительстве, песчано-гравийные смеси (ПГС) считаются одним из самых популярных, доступных и применяемых строительных материалов, добываемых при помощи специальной разработанной техники со дна рек или в обычных карьерах [1-3].

Главные технические характеристики ПГС – определённое сбалансированное процентное содержание песка и гравия в исходном материале. Процентное содержание этих важных компонентов в исходном составе песчано-гравийной смеси определяет ее цену и область, в которой она будет использоваться. В зависимости от того сколько процентного содержания гравия ПГС делится на группы: от 15 до 25 процентов, от 25 до 35 процентов, от 35 до 50 процен-

тов, от 50 до 65 процентов и от 65 до 75 процентов. Сортирование ПГС на группы (фракции) делается сразу на месте добычи с помощью специального метода грохочения [4-6].

Таким образом, сырьевая база для строительного производства, в том числе бетона и железобетона, может быть существенно расширена за счет рационального использования местных песчано-гравийных смесей, имеющих в Чеченской Республике (ЧР).

Постановка задачи. Анализ научной литературы и опыта применения ПГС в строительстве свидетельствует о недостаточной изученности составов и свойств бетонов на основе валунно-песчано-гравийных смесей (ВПГС) месторождений ЧР [7,8].

Исследования таких мировых ученых в области бетоноведения как Ю.М. Баженов [4], С.А.Ю. Муртазаев [2], В.С. Демьянова, В.С. Лесовик [6], В.И. Калашников, В.Г. Батраков, Д.К-С. Батаев [5], Ш.Т. Бабаев, Н.Н. Долгополов, И.Н. Ахвердов, W. Berg, F. Sybertz, R. Hardtl, U. Wiens и др., показывают актуальность направления разработки и внедрения составов тяжелых бетонов на основе ПГС в современном строительстве, в том числе и монолитном. Однако, отсутствие полноценных практических рекомендаций по приготовлению и использованию таких бетонов, малоизученности свойств и составов валунно - песчано - гравийных смесей, а также отсутствие экспериментальных данных по срокам службы и долговечности таких бетонов – ограничивают широкое применение таких бетонов для монолитного строительства [9-14].

Таким образом, повышение эффективности получения бетонных смесей и бетона на заполнителях из ВПГС месторождений ЧР, в частности, с русла реки Ахк Веденского района ЧР, является актуальной и своевременной задачей развития современного научно-технического прогресса.

Как известно, ПГС бывает естественного происхождения. Такую смесь добывают со дна рек с использованием земснаряда или же открытым способом с применением экскаваторов там, где имеются пересохшие речные русла (рис. 1).



Рис.1. Добыча песчано-гравийной смеси с русла реки Ахк Веденского района ЧР
Fig.1. Production of sand and gravel from the bed of the river Akhk Veden district of the Czech Republic

Существует также и обогащенная песчано-гравийная смесь (ОПГС), в изначальный природный состав которой добавляется гравий.

Сегодня наибольшее распространение получила именно ОПГС, которая имеет в своем составе 70% гравия и 30% песка. Такое соотношение позволяет этой смеси не давать сильной усадки при больших нагрузках. Они используются для устройства первичного слоя перед заливкой бетоном площадки, дороги или улицы.

Песчано-гравийная смесь, так же, как и песок строительный имеет весьма широкую сферу применения. Природные ПГС, как правило, используются при устройстве дорожных покрытий, верхнего слоя основания для покрытия и для других целей дорожного строительства в соответствии с существующими требованиями и правилами строительства автомобильных дорог.

ПГС используется для выравнивания строительных площадок, применяется в дорожном строительстве, для обратной засыпки траншей и котлованов в промышленном и жилищном строительстве, при прокладке коммуникаций. Обогащенная песчано-гравийная смесь может быть использована при производстве бетонов и на фундаментных работах.

Общие физические свойства ПГС зависят от физических свойств компонентов, которые входят в ее состав, а также от процентного соотношения песка и гравия.

Природная песчано-гравийная смесь должна содержать зерна гравия размером более 5 мм не менее 10% и не более 95%. Обычно содержание гравия в среднем колеблется в пределах 10-20%, но в некоторых карьерах могут добываться ПГС с содержанием гравия до 35%.

Обогащенная природно-гравийная смесь в зависимости от процентного содержания зерен гравия подразделяется на пять групп. От этого зависит и цена на каждую из групп этого материала.

Методы исследования. В настоящее время ВПГС в республике применяется после его обогащения с получением щебня из гравия, который используется в качестве крупного заполнителя для бетонов низких и средних классов по прочности. Естественно такая технологическая цепочка по дроблению и расसेву продукта дробления ПГС связана с энерго- и трудозатратами.

Предлагается в бетонах для неответственных конструкций использовать ПГС в естественном его виде без дополнительных затрат на обогащение ее состава. Для этого нами проведены экспериментальные исследования составов и свойств ПГС Чеченского месторождения в Научно-техническом центре коллективного пользования «Современные строительные материалы и технологии» и Научно-исследовательском центре коллективного пользования «Нанотехнологии и наноматериалы» Грозненского государственного нефтяного технического университета имени академика М.Д. Миллионщикова.

Обсуждение результатов. По результатам рассева ВПГС с русла реки Ахк Веденского района ЧР на наборе сит с размерами ячеек от 5 мм до 40 мм установлено следующее соотношение крупной и мелкой фракций (табл. 1).

Полные и частные остатки на ситах песчаной и гравийной фракций представлены ниже в табл. 4 и 6.

Таблица 1. Результаты рассева ВПГС на ситах 5-40 мм
Table 1. The results of the sieving of HSV on sieves 5-40 mm

Наименование сырья Name of Raw materials	Содержание зерен фракций в ВПГС, % по массе The content of grains of fractions in HSA, % by weight				
	0-5 мм	5-10 мм	10-20 мм	20-40 мм	> 40 мм
Валунно-песчано-гравийная смесь (ВПГС) с русла реки Ахк ЧР Boulder-sand-gravel mixture (VPGS) from the river bed of the Akhk CR	35	10	23	27	5

В качестве вяжущего в экспериментальных исследованиях применялся портландцемент (ПЦ) марки М500 Д0 Чири-Юртовского цементного завода, широко применяемый в Чеченской Республике.

В качестве химической добавки в соответствии с ГОСТ 24211 «Добавки для бетонов. Общие технические требования» был использован суперпластификатор «Полипласт СП-1», соответствующий ТУ 5870-005-58042865-05 (табл. 2).

Полезная толща месторождения состоит из валунов, галечно-гравийной и песчаной фракций. Гравийная фракция преобладает над валунной и песчаной.

Содержание слабых и выветренных зерен 2,75 %. Песчаная фракция представлена среднезернистым песком с модулем крупности от 2,5 до 3,0 и полным остатком на сите 0,63 мм – 47,4 %.

Минералогическая песчаная фракция представлена в основном зернами кварца 30 %, карбонатов 5 %, полевого шпата 33 %, обломков пород 25 %. В толще песчано-гравийной смеси встречаются линзы и прослой конгломератов, сцементированных карбонатным цементом мощностью 10-40 см.

Таблица 2. Качественные показатели добавки «Полипласт СП-1»
Table 2. Qualitative indicators of additives "Polyplast SP-1"

№ п/п	Наименование показателя Name of indicator	Значение показателя Value of indicator
1	Агрегатное состояние Physical state	Водорастворимый порошок Water-soluble powder
2	Цвет Colour	Коричневый Brown
3	РН-показатель, ед., не менее pH-indicator, units, not less than	7-9
4	Содержание Cl^- , % не более content, % no more	0,1
5	Массовая доля сухих веществ, % не менее Mass fraction of solids, %, not less	98
6	Дозировка, % от массы цемента Dosage, % by weight of cement	0,4-0,8

Веденское месторождение ПГС характеризуется следующими физико-механическими свойствами (табл. 3).

Таблица 3. Физико-механические характеристики ВПГС Веденского месторождения
Table 3. Physico-mechanical characteristics of VPGS Vedeno field

№ п/п	Показатели Indicators	Значения Values
1.	Средняя плотность в целике, кг/м ³ The average density in pillar, kg / m ³	2623
2.	Коэффициент разрыхления Loosening coefficient	1,33
3.	Насыпная плотность, кг/м ³ Bulk density, kg / m ³	1971
4.	Категория пород трудности разработки экскаваторами Excavator development breeds category rocks	III

По результатам отсева ВПГС с русла реки Ахк Веденского района ЧР на наборе сит с размерами ячеек от 5 мм до 40 мм установлено следующее соотношение крупной и мелкой фракций (см. табл. 1) – песок – 35 %, гравий – 60 %, валуны – 5 %.

Гравийная фракция преобладает над валунной и песчаной, составляя более половины ВПГС.

Максимальные размеры единичных валунов – 20-30 см; однако они встречаются крайне редко (рис. 2).

Об этом свидетельствуют результаты полевого отсева материала. Содержание фракции крупнее 150 мм составляет в среднем 2,8 %, крупнее 200 мм – до 0,5 %. Валунные и гравийные хорошо окатаны, чаще всего они имеют округлые, шарообразные и близкие к ним, а реже лепешкообразные формы.

Гравий мелких фракций отчасти сохраняет первоначальные очертания обломков (сглажены углы) в соответствии с обломками осадочных пород.

Содержание зерен пластинчатой и игольчатой форм составляет не более 20 % по массе. Поверхность гравия и валунов, сложенных эффузивами, кварцитами и кварцем, как правило, гладкая, а состоящих из других пород гораздо более шероховатая.

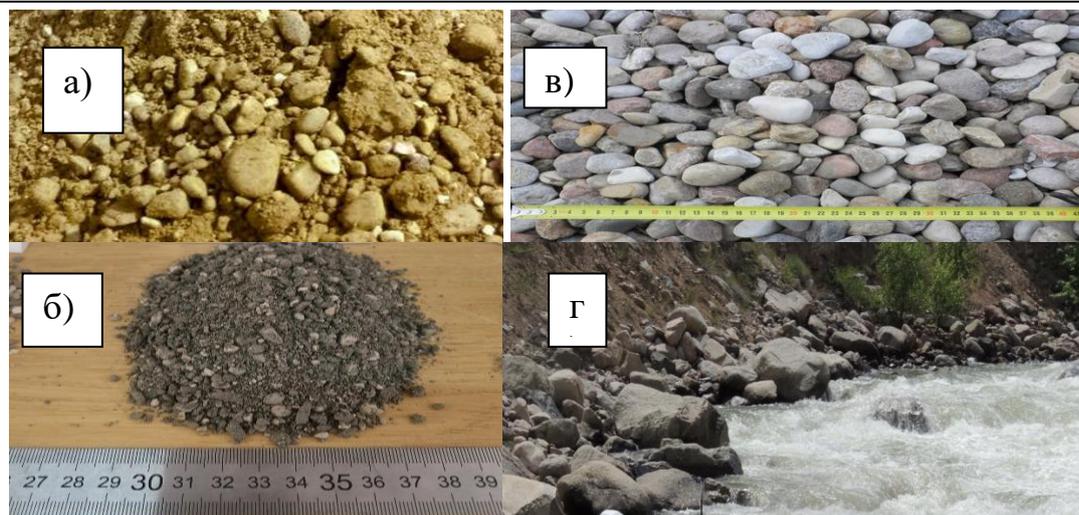


Рис. 2. Валунно-песчано-гравийной смеси (ВПГС) Веденского месторождения: а – ВПГС в естественном виде; б – песчаная фракция из ВПГС, полученная путем ее просеивания; в – гравий из ВПГС; г – вылуны в русле р. Ахк

Fig. 2. Boulder-sand-gravel mixture (VPGS) of the Vedeno deposit: a - VPGS in its natural form; b - sand fraction from HSV obtained by sieving it; in - gravel from HSGS; g - vuluny in the riverbed. Ahk

Гранулометрический состав гравийной фракции из ПГС Веденского месторождения представлен в табл. 4.

Таблица 4. Гранулометрический состав гравийной фракции ПГС Веденского месторождения
Table 4. Granulometric composition of the gravel fraction of PGS Vedeno field

Наименование показателя Name of indicator		Значение показателя Value of indicator	
Фракции гравия, мм Fractions gravel, mm	Размер сит, мм Size of sieves, mm	Остатки на ситах, % по массе Sieve residues,% by weight	
		Частные Private	Полные Full
20-40	70	0,0	0,0
	40	14,5	14,5
	30	8,3	22,8
	22,5	11,2	34,0
	20	9,8	43,8
10-20	17,5	6,2	50,0
	15	9,5	59,5
	12,5	7,9	67,4
	10	8,6	76,0
5-10	7,5	14,2	90,2
	5	9,8	100

Прочностные показатели гравия в сухом и водонасыщенном состояниях представлены в табл. 5.

Таблица 5. Прочностные показатели гравия ВПГС Веденского месторождения
Table 5. Strength indicators of gravel VPGS Vedeno deposits

Показатели Indicators	Фракции гравия, мм Gravel fractions, mm		
	5-20	10-20	5-10
Потеря при испытании, % по массе Test loss,% by weight			
а) в водонасыщенном состоянии колебания in a water-saturated state fluctuations	8,15-10,01	7,66-9,93	8,15-10,60
средние значение average value	9,22	8,95	9,54
б) в воздушно-сухом состоянии (средние значения) % in the air-dry state (average values)%	6,66	7,08	6,22
Увеличение потерь, % The increase in losses,%	28	21	35
Марка дробимости Crushability mark	800		
Марка по истираемости Abrasion Grade	ИЗ		
Марка по морозостойкости Brand for frost resistance	F100		

Гранулометрический состав и основные характеристики песчаной фракции из ПГС Веденского месторождения приведена в таблице 6, химический состав – в табл.7.

Таблица 6. Характеристика песчаной фракции ПГС Веденского месторождения
Table 6. Characteristics of the sand fraction of the ASG of the Vedeno deposit

№ п/п	Наименование показателя Name of indicator		Значение показателя Value of indicator	
	1.	Зерновой состав: Grain composition:	Размер сит, мм Size of sieves, mm	Остатки на ситах, % по массе Sieve residues,% by weight
			Частные Private	Полные Full
5,0			0,0	0,0
2,5			22,7	22,7
1,25			9,2	31,9
0,63			15,5	47,4
0,314			18,7	66,1
0,16			21,4	87,5
	< 0,16	12,5	100,0	
2.	Модуль крупности M_K M_K Size module		2,6	
3.	Группа песка по крупности зерен Group of sand by grain size		Крупный песок	
4.	Класс песка Sand class		Песок II класса	
5.	Форма зерен Grain shape		Окатанная	
6.	Содержание пылевидный, глинистых и илистых (ПГИ), % The content of dust, clay and mud (PIP),%		5,4	
7.	Содержание глины в комках, % The clay content in the lumps,%		1,3	
8.	Истинная плотность, кг/м ³ True density, kg / m ³		2733	
9.	Насыпная плотность, кг/м ³ Bulk density, kg / m ³		1383	
10.	Пустотность, % Voidness,%		49,2	
11.	Содержание органических примесей (окраска) The content of organic impurities (color)		Бесцветная Colorless	
12.	Класс по радиоактивности Radioactivity Class		1	

Таблица 7. Химический состав песчаной фракции из ПГС Веденского месторождения
Table 7. The chemical composition of the sand fraction from ASG Vedeno deposits

№ п/п	Наименование оксидов и металлов Name of oxides and metals	Содержание компонентов, масс. % Content of components, mass. %
1.	SiO ₂	74,22 – 82,18
2.	Al ₂ O ₃	0,26 - 0,58
3.	TiO ₂	0,06-0,11
4.	Fe ₂ O ₃	0,20-0,38
5.	CaO	0,15-0,45
6.	MgO	0,08-0,09
7.	K ₂ O	0,11
8.	Na ₂ O	0,08
9.	Mn(10-6)	14,1
10.	Cu (10-6)	5,5
11.	Zn (10-6)	3,4
12.	Sr (10-6)	0,8
13.	Pb(10-6)	2,6
14.	Cr (10-6)	5,7
15.	Co (10-6)	1,1
16.	Zr (10-6)	11,1
17.	Ni(10-6)	6,1
18.	п.п.п. при 1000 °С	0,28
19.	Прочие неорганические вещества Other inorganic substances	0,23
20.	Сумма Amount	100

Для исследования реотехнологических, физико-механических и эксплуатационных свойств были приготовлены опытно-расчетным путем составы бетонов с использованием ПГС Веденского месторождения (табл. 8).

Сырье в виде ВПГС на первом этапе просеивалось через сито с размерами ячеек 40 мм, т.е. в бетонных смесях применялась ПГС фракций от 0 до 40 мм.

Помимо расчетных составов на основе ПГС в таблице также приведены для сравнения контрольные составы на основе местного сырья (щебня и песка Белгатоевского и Червленного месторождений соответственно).

В составах в качестве добавки используется суперпластификатор «Полипласт СП-1», дозируемый в количестве 1,0 % от массы цемента.

Для удобства получения сравнительной оценки с контрольными составами исследуемые рецептуры были получены равноподвижные с маркой по удобоукладываемости ПЗ.

Плотность бетонной смеси на заполнителе из ПГС колебалась в диапазоне 2322-2394 кг/м³, что соответствует плотности тяжелых бетонов. При этом введение в бетонную смесь химической добавки «Полипласт СП-1» способствует значительному улучшению плотности смеси, способствуя более плотному сближению частиц заполнителя и получение плотной упаковки их зерен.

Добавка «Полипласт СП-1» также влияет на водоцементное соотношение (В/Ц) бетонных смесей, уменьшая его до 15-20 %.

Как видно из табл. 8, получение на небогатенных ПГС бетонов классов до В20 включительно, экономически целесообразно в случае применения химической добавки «Полипласт СП-1». Однако бетоны более высоких классов характеризуются перерасходом вяжущего в сравнении с контрольными составами на щебне, при этом тем больше перерасход цемента, чем выше класс бетона. Коэффициент перерасхода вяжущего в составах на небогатенных ПГС высоких классов больше единицы даже в тех составах, где применяется химическая добавка «Полипласт СП-1».

Таблица 8. Составы и свойства бетонов на основе местного сырья из необогащенного ПГС Веденского месторождения
Table 8. Compositions and properties of concrete based on local raw materials from unenriched ASG Vedeno deposits

№ п/п	Наименование состава Name composition	Проектный класс (марка) бетона Design class (brand) of concrete	Требуемая прочность бетона, МПа The required strength of concrete, MPa	Расход материалов на 1 м ³ бетонной смеси, кг Consumption of materials per 1 m ³ of concrete mixture, kg						Свойства бетонной смеси Concrete Mix Properties			Свойства бетона Concrete properties		
				Ц	ПГС	Щ	П	Д	В	В/Ц	ОК бет. смеси, см	Марка бет. смеси по ОК	Плотность бетона, кг/м ³ Density of concrete, kg / m ³	R _{сж7}	R _{сж28}
1.	Контрольный 1	B7,5 (M100)	9,8	210	-	1190	750	-	230	1,09	14	ПЗ	2310	8,0	12,8
2.	Расчетный 1.1			235	1965	-	-	-	240	1,07	13		2322	8,2	13,0
3.	Расчетный 1.2			195	2080	-	-	2,0	180	0,92	11		2332	9,2	10,2
4.	Контрольный 2	B12,5 (M150)	16,4	250	-	1200	730	-	235	0,94	13	ПЗ	2345	13,3	17,6
5.	Расчетный 2.1			287	1960	-	-	-	245	0,85	13		2342	12,3	17,1
6.	Расчетный 2.2			243	2030	-	-	2,5	183	0,75	12		2348	14,8	18,2
7.	Контрольный 3	B15 (M200)	19,7	300	-	1200	625	-	235	0,78	14	ПЗ	2355	16,0	23,6
8.	Расчетный 3.1			355	1910	-	-	-	238	0,67	12		2350	15,2	22,5
9.	Расчетный 3.2			295	1980	-	-	3,0	185	0,63	10		2358	17,1	21,3
10.	Контрольный 4	B20 (M250)	26,2	340	-	1250	530	-	230	0,68	13	ПЗ	2366	18,5	28,7
11.	Расчетный 4.1			414	1865	-	-	-	236	0,57	13		2365	18,0	27,5
12.	Расчетный 4.2			350	1945	-	-	3,5	182	0,52	14		2372	20,8	26,8
13.	Контрольный 5	B22,5 (M300)	29,5	375	-	1250	500	-	240	0,64	10	ПЗ	2370	22,1	30,8
14.	Расчетный 5.1			465	1825	-	-	-	243	0,52	14		2372	23,0	31,2
15.	Расчетный 5.2			390	1915	-	-	4,0	183	0,47	13		2377	25,3	31,5
16.	Контрольный 6	B25 (M350)	32,7	420	-	1250	450	-	243	0,58	14	ПЗ	2380	23,4	33,9
17.	Расчетный 6.1			550	1750	-	-	-	248	0,47	11		2375	24,2	34,9
18.	Расчетный 6.2			465	1840	-	-	4,6	187	0,42	11		2378	27,4	34,5
19.	Контрольный 7	B30 (M400)	39,3	460	-	1300	400	-	245	0,53	12	ПЗ	2392	28,6	43,3
20.	Расчетный 7.1			650	1660	-	-	-	252	0,41	13		2390	28,1	42,0
21.	Расчетный 7.2			515	1805	-	-	5,2	192	0,39	11		2394	32,5	40,0

Примечание: Ц – цемент марки М500 Д0 производства «Чеченцемент»; ПГС – необогащенная песчано-гравийная смесь Веденского месторождения фракции 0-40 мм; Щ – щебень Белгатоевского месторождения фракции 5-20 мм; П – песок Червленского месторождения с модулем крупности Mk = 1,7; Д – добавка химическая «Полипласт СП-1»; В – вода; В/Ц – водоцементное соотношение; ОК – осадка конуса.
 Note: C - cement grade M500 D0 produced by Chechencement; ПГС - unenriched sand-gravel mixture of Vedeno deposit of fraction 0-40 mm; Щ - crushed stone of the Belgatoevsky deposit of fraction 5-20 mm; P - sand of Chervlenskoye field with particle size modulus Mk = 1.7; D - chemical additive "Polyplast SP-1"; In - water; W / C - water-cement ratio; ОК - sediment cone.

Это объясняется тем, что по содержанию пылевидных, глинистых частиц (которые должны быть не более 3 %) и глины в комках (должны быть не более 0,5 %) песок из ВПГС Веденского месторождения не отвечает требованиям ГОСТ 8736.

Для использования ПГС в более высоких классах требуется их обогащение и фракционирование, в первую очередь, промывка.

Динамика набора прочности бетона различных классов, полученных на основе ПГС Веденского месторождения, представлена на рис. 3.

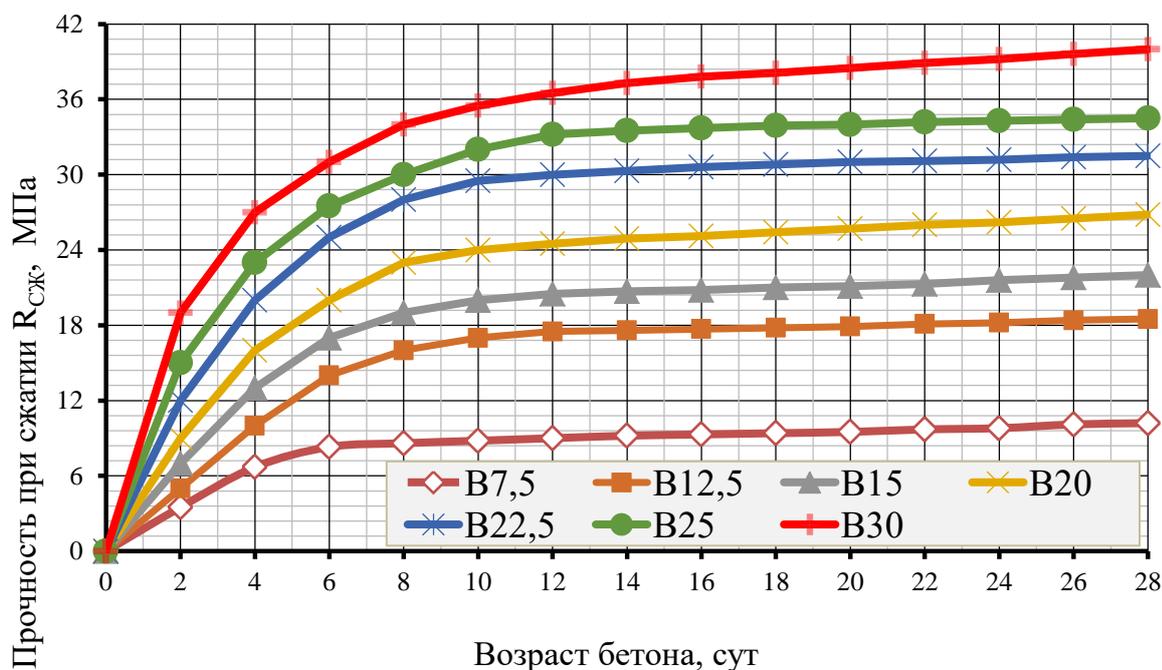


Рис.3. Динамика набора прочности бетона различных классов, полученных на основе ПГС Веденского месторождения

Fig. 3. The dynamics of the set of concrete strengths of various classes, obtained on the basis of ASG Venedo deposits

Анализ рис. 3 свидетельствует, что динамика набора прочности бетона различных классов, полученных на основе ПГС Веденского месторождения, в сравнении с контрольными составами бетонов соответствует известным законам набора прочности бетона, набирая в возрасте 7 суток около 70-80 % от проектной (28-суточной) прочности.

Вывод. Таким образом, разработаны и исследованы составы и свойства бетонов на основе местного сырья из небогатенного ПГС Веденского месторождения. Доказано возможность использования ПГС в качестве заполнителей в бетонах (для неотчетственных конструкций) невысоких классов по прочности на сжатие.

Изучена динамика набора прочности бетона различных классов, полученных на основе ПГС Веденского месторождения и дана их сравнительная оценка

Установлено, что применение химической добавки «Полипласт СП-1» способствует улучшению реологических и физико-механических свойств бетонных смесей и бетонов на основе заполнителей из ПГС месторождения Чеченской Республики.

Библиографический список:

1. Стратегия развития строительного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года. — М.: Госстрой РФ, 2013. — 145 с.
2. Муртазаев С-А.Ю. Мелкозернистые бетоны из техногенного сырья для ремонта и восстановления поврежденных зданий и сооружений /Ю.М. Баженов, С-А.Ю. Муртазаев, Д.К-С. Батаев [и др.]. Грозный: 2011. 342 с.
3. Зозуля П.В. Оптимизация гранулометрического состава и свойств заполнителей и наполнителей для сухих строительных смесей: сб. тезис, докл. III междунар. конф. BaltiMix Санкт-Петербург. 2003. С. 12-13.
4. Баженов, Ю.М. Технология бетона, строительных изделий и конструкций [Текст] / Ю.М. Баженов, Л.А. Алимов, В.В. Воронин [и др.]. -М.: Изд-во АСВ, 2008. - 350 с.
5. Батаев Д.К-С. 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 «ГГТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова», 12-13 октября 2017 г. Грозный: Бисултанова П.Ш., 2017. — С.109-117.
6. Kuprina, A.A., Lesovik, V.S., Zagorodnyk, L.H., Elistratkin, M.Y. Anisotropy of materials properties of natural and man-triggered origin // Research Journal of Applied Sciences. 2014. Vol. 9. Issue 11. PP. 816-819.
7. Сайдумов, М.С. "Зеленые бетоны" повышенной долговечности для монолитного строительства [Текст] / А.Х. Аласханов, С.А.Ю. Муртазаев, М.С. Сайдумов, С.А. Алиев // В сборнике: Теоретические основы создания

эффективных композитов Сборник материалов Российской онлайн-конференции, посвященной Дню науки. 2018. С.37-44.

8. Лермит Р. Проблемы технологии бетона [Текст] / Р. Лермит. –М.: Издательство ЛКИ, 2007. 296 с.
9. Баженов Ю.М. Технология бетона [Текст] / Ю.М. Баженов. –М.: АСВ, 2011. 500 с.
10. Удодов С.А. Повторное введение пластификатора как инструмент управления подвижностью бетонной смеси // Сборник научных трудов Кубанского государственного технологического университета. 2015. №9. С. 175-185.
11. Стельмах, С.А. Влияние некоторых характеристик применяемого крупного заполнителя на свойства тяжелого бетона, предназначенного для изготовления центрифугированных изделий и конструкций [Текст] / С.А. Стельмах, Е.М. Щербань, К.В. Сердюков [и др.] // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. -№ 10. С. 15-20.
12. 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.
13. Salamanova M.Sh. Clinker-free binders based on finely dispersed mineral components / Murtazaev S.A.Yu., Salamanova M.Sh. // В сборнике: ibausil conference proceedings. 2018. С. 707-714.
14. Баженов, Ю.М. Новый век: новые эффективные бетоны и технологии [Текст] / Ю.М. Баженов, В.Р. Фаликман // Строй-Инфо. 2007. № 1-2. С. 289-290.

References:

1. Strategiya razvitiya stroitel'nogo kompleksa Rossiyskoy Federatsii na period do 2020 goda. — М.: Gosstroy RF, 2013. – 145 s. [The development strategy of the construction complex of the Russian Federation for the period until 2020. - М.: Gosstroy of the Russian Federation, 2013 . 145 p. (In Russ)]
2. Murtazayev S-A.YU. Melkozemnystyye betony iz tekhnogenogo syr'ya dlya remonta i vosstanovleniya povrezhdennykh zdaniy i sooruzheniy /YU.M. Bazhenov, S-A.YU. Murtazayev, D.K-S. Batayev [i dr.].Groznyy: 2011. 342 s. [Murtazaev S-A.YU. Fine-grained concrete from technogenic raw materials for the repair and restoration of damaged buildings and structures / Yu.M. Bazhenov, St. A.Yu. Murtazaev, D.K.-S. Bataev [et al.]. Grozny: 2011.342 s. (In Russ)]
3. Zozulya, P.V. Optimizatsiya granulometricheskogo sostava i svoystv zapolniteley i napolniteley dlya sukhikh stroitel'nykh smesey: sb. tezis, dokl. III mezhdun. konf. BaltiMix Sankt-Peterburg. 2003. S. 12-13. [Zozulya, P.V. Optimization of particle size distribution and properties of aggregates and fillers for dry building mixtures: Sat. thesis, dokl. III int. conf. BaltiMix St. Petersburg. 2003.S. 12-13. (In Russ)]
4. Bazhenov, YU.M. Tekhnologiya betona, stroitel'nykh izdeliy i konstruktсий [Tekst] / YU.M. Bazhenov, L.A. Alimov, V.V. Voronin [i dr.]. -М.: Izd-vo ASV, 2008. - 350 s. [Bazhenov, Yu.M. Technology of concrete, building products and structures [Text] / Yu.M. Bazhenov, L.A. Alimov, V.V. Voronin [et al.]. -М.: DIA Publishing House, 2008 . 350 p. (In Russ)]
5. . Batayev D.K-S. Retseptury vysokoprochnykh betonov na tekhnogenom i prirodnom syr'ye / D.K-S. Batayev, M.S. Saydumov, T.S-A. Murtazayeva [i dr.] // Aktual'nyye problemy sovremennoy stroitel'noy nauki i obrazovaniya: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 60-letiyu stroitel'nogo fakul'teta FGBOU VO «GGNTU im. akad. M.D. Millionshchikova», 12-13 oktyabrya 2017 g. Groznyy: Bisultanova P.SH., 2017. – S.109-117. [Bataev D.K.-S. Recipes of high-strength concrete based on technogenic and natural raw materials / D.K-S. Bataev, M.S. Saydumov, T.S.-A. Murtazaeva [et al.] // Actual problems of modern building science and education: materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference dedicated to the 60th anniversary of the building faculty of FSBEI HE “GSTU named after Acad. M.D. Millionschikova ”, October 12-13, 2017, Grozny: P. Bisultanova, 2017. - P.109-117. (In Russ)]
6. Kuprina, A.A., Lesovik, V.S., Zagorodnyk, L.H., Elistratkin, M.Y. Anisotropy of materials properties of natural and man-triggered origin // Research Journal of Applied Sciences. 2014. Vol. 9. Issue 11.P. 816-819.
7. Saydumov, M.S. "Zelenyye betony" povyshennoy dolgovechnosti dlya monolitnogo stroitel'stva [Tekst] / A.KH. Alaskhanov, S.A.YU. Murtazayev, M.S. Saydumov, S.A. Aliyev // V sbornike: Teoreticheskiye osnovy sozdaniya effektivnykh kompozitov Sbornik materialov Rossiyskoy onlayn-konferentsii, posvyashchennoy Dnyu nauki. 2018. S.37-44. [Saydumov, M.S. "Green Concrete" of increased durability for monolithic construction [Text] / A.Kh. Alaskhanov, S.A.Yu. Murtazaev, M.S. Saidumov, S.A. Aliev // In the collection: Theoretical foundations of creating effective composites. A collection of materials of the Russian online conference dedicated to the Day of Science. 2018.pp.37-44. (In Russ)]
8. Lерmit R. Problemy tekhnologii betona [Tekst] / R. Lерmit. –М.: Izdatel'stvo LKI, 2007. 296 s. [Lерmit R. Problems of concrete technology [Text] / R. Lерmit. –М.: Publishing House of LCI, 2007.296 s. (In Russ)]
9. Bazhenov YU.M. Tekhnologiya betona [Tekst] / YU.M. Bazhenov. –М.: ASV, 2011. 500 с. [Bazhenov Yu.M. Concrete technology [Text] / Yu.M. Bazhenov. –М.: DIA, 2011.500 p. (In Russ)]
10. Udodov S.A. Povtornoye vvedeniye plastifikatora kak instrument upravleniya podvizhnost'yu betonnoy smesi // Sbornik nauchnykh trudov Kubanskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. 2015. №9. S. 175-185. [Udodov S.A. Re-introduction of a plasticizer as a tool for controlling the mobility of concrete mix // Collection of scientific papers of the Kuban State Technological University. 2015. No9. S. 175-185. (In Russ)]

11. Stel'makh, S.A. Vliyaniye nekotorykh kharakteristik primenyayemogo krupnogo zapolnitelya na svoystva tyazhelogo betona, prednaznachennogo dlya izgotovleniya tsestrifugirovannykh izdeliy i konstruktsiy [Tekst] / S.A. Stel'makh, Ye.M. Shcherban', K.V. Serdyukov [i dr.] // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shukhova. 2017. -№ 10. S. 15-20. [Stelmakh, S.A. The influence of some characteristics of the used large aggregate on the properties of heavy concrete intended for the manufacture of centrifuged products and structures [Text] / S.A. Stelmakh, E.M. Shcherban, K.V. Serdyukov [et al.] // Bulletin of the Belgorod State Technological University. V.G. Shukhov. 2017.- No. 10. P. 15-20. (In Russ)]
12. Koryanova YU.I., Rezantsev, N.Ye., Shumilova, A.S. Materialy i konstruktsii, ispol'zuyemye pri stroi-tel'stve vysotnykh zdaniy - ot traditsiy k novshestvam // Alleya nauki. 2018. T.6.-№ 4 (20). S.95-99. [Koryanova Yu.I., Rezantsev, N.E., Shumilova, A.S. Materials and structures used in the construction of high-rise buildings - from tradition to innovation // Alley of Science. 2018.V.6.-No 4 (20). S.95-99. (In Russ)]
13. Salamanova, M.Sh. Clinker-free binders based on finely dispersed mineral components / Murtazaev S.A.Yu., Salamanova M.Sh. // V sbornike: ibausil conference proceedings. 2018. S. 707-714. [Salamanova, M.Sh. Clinker-free binders based on finely dispersed mineral components / Murtazaev S.A. Yu., Salamanova M.Sh. // Collected: ibausil conference proceedings. 2018.S. 707-714. (In Russ)]
14. Bazhenov, YU.M. Novyy vek: novyye effektivnyye betony i tekhnologii [Tekst] / YU.M. Bazhenov, V.R. Fa-likman // Stroy-Info. 2007. № 1-2. S. 289-290. [Bazhenov, Yu.M. New century: new effective concrete and technology [Text] / Yu.M. Bazhenov, V.R. Fa-lykman // Build-Info. 2007. No. 1-2. S. 289-290. (In Russ)]

Сведения об авторах:

Аласханов Арби Хамидович – кандидат технических наук, доцент, кафедра технологии строительного производства.

Муртазаев Сайд-Альви Юсупович – доктор технических наук, профессор, кафедра технологии строительного производства.

Сайдумов Магомед Саламувич – кандидат технических наук, доцент, кафедра технологии строительного производства.

Хубаев Магомед Сайд-Магомедович – аспирант, кафедра технологии строительного производства.

Information about the authors:

Arbi K. Alaskhanov – Cand. Sci. (Technical). Assoc. Prof. Department of Construction Technology.

Said-Alvi Yu. Murtazaev – Doctor Sci. (Technical). Prof. Department of Construction Technology

Magomed S. Saidumov – Cand. Sci. (Technical). Assoc. Prof. Department of Construction Technology.

Magomed S.-M. Khubaev – Graduate student. Department of Construction Technology.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 25.04.2019.

Принята в печать 01.06.2019.

Conflict of interest.

The authors declare no conflict of interest.

Received 25.04.2019.

Accepted for publication 01.06.2019.