

## ОСОБЕННОСТИ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ ИЗ ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНОЙ СМЕСИ НА ПРИМЕРЕ ВЕДЕНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

© Т. С-А. Муртазаева, М. С. Сайдумов, А. Х. Аласханов, А. З. Абуханов  
ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, Грозный, Москва

Представлены основные результаты исследований особенностей заполнителей из песчано-гравийной смеси (ПГС) Веденского месторождения Чеченской Республики. Приведены минералогический и петрографический составы известных месторождений ПГС Северного Кавказа. Изучены физико-механические и другие свойства как самих ПГС, так и отдельных их мелких и крупных фракций заполнителей. Получена зависимость стоимости бетонов на основе ПГС от класса бетона по прочности на сжатие. Представлены сравнительные данные бетонов на основе ПГС с бетонами на искусственном заполнителе – щебне. Доказана эффективность применения ПГС в технологии бетона после их обогащения и фракционирования, способствующих улучшению контактной зоны такого заполнителя и цементного камня и, как следствие, повышению прочности бетона.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований» (РФФИ) в рамках научного проекта № 18-48-200001.

**Ключевые слова:** песчано-гравийная смесь (ПГС), заполнители для бетона, особенности заполнителей из ПГС, основные свойства бетона на основе ПГС, перспектива использования.

Как известно, проблема наличия или отсутствия сырьевой базы для производства современных бетонных композитов была актуальна всегда, учитывая, что до 80% в объеме бетона составляют крупный и мелкий заполнитель. В России, как и во многих странах мира, задача получения качественных инертных материалов в требуемых объемах стоит с момента промышленного производства бетонной смеси для нужд строительного производства, а последние научно-технические разработки в этой области не только усиливают эту проблему, но и требуют разработки новых более перспективных и рациональных подходов.

Значительно увеличивающиеся в последние десятилетия темпы монолитного домостроения, включая и малоэтажное частное строительство, диктуют поиск рациональных решений, направленных на снижение себестоимости бетонных композитов, как основного материала для их возведения путем использования недорогого доступного местного сырья, и повышение эффективности получаемых композитов на их основе [1].

Проведённые исследования и анализ минерального сырья Северного Кавказа свидетельствуют, что регион необычайно богат флювиогляциальными осадочными породами в виде валунно-песчано-гравийных смесей (ВПГС), которые, как известно, традиционно используются для получения искусственного крупного заполнителя для бетона – щебня [2].

Отличительной особенностью таких песчано-гравийных смесей (ПГС) в сравнении с традиционно применяемыми составами заполнителей является то, что их составы представлены разнообразными горными породами и минералами, также такие смеси отличаются и своим петрографическим составом. Неоднородный состав песчано-гравийных смесей, присутствие гальки и валунов, вызванные разным соотношением гравийной и песчаной фракций, неравномерным зерновым составом и, как следствие, высокой пустотностью, относят к недостаткам ПГС, требующим особых подходов к их применению в технологии бетона. Наблюдаются значительные колебания гранулометрического и минералогического составов гравийной фракции смеси. Содержание

Таблица 1

Минералогический (усредненный) состав ВПГС месторождений Северного Кавказа [3, 4]

№ п/п	Наименование породы	Вид породы	% содержания в породе	% содержания в ВПГС
1	Породы магматического происхождения	Гранит	50,9	77,3
		Диорит	7,1	
		Порфирит	8,2	
		Липарит	7,0	
		Габбро	4,1	
2	Породы метаморфического происхождения	Гнейс	3,1	6,7
		Кварцит	1,5	
		Гранито-гнейс	0,6	
		Сланец	1,5	
3	Породы осадочного происхождения	Песчаник	3,3	5,4
		Известняк	1,8	
		Кремень	0,3	
4	Кварцсодержащие горные породы	-	-	10,6

в составах ПГС частиц выветрелых осадочных пород способствует заметному снижению их физико-механических показателей, а присутствие обломков пород магматического происхождения, а также частиц песчаников и других более твердых пород повышает качество гравия и смеси в целом [3, 4].

Минералогический и петрографический составы известных месторождений Северного Кавказа в усредненном виде представлены в таблицах 1 и 2.

Опыт использования природного сырья в виде ПГС в практике строительного материаловедения показывает, что он имеет свою специфику как на стадии проектирования сырьевой смеси и композитов на их основе, так

и на стадии процессов структурообразования последних [5-8].

На основании того факта, что роль ВПГС в структуре нерудных строительных материалов стабильно повышается (например, в США более 75% мелкого и крупного заполнителя для бетона получают именно из таких горных пород в виде валунно-песчано-гравийных смесей), в работе предприняты попытки на примере месторождений Северного Кавказа исследовать и представить особенности использования такого сырья.

Среди крупных месторождений природного минерального сырья Северного Кавказа особое место занимает и Веденское месторождение песчано-гравийных смесей, составы

Таблица 2

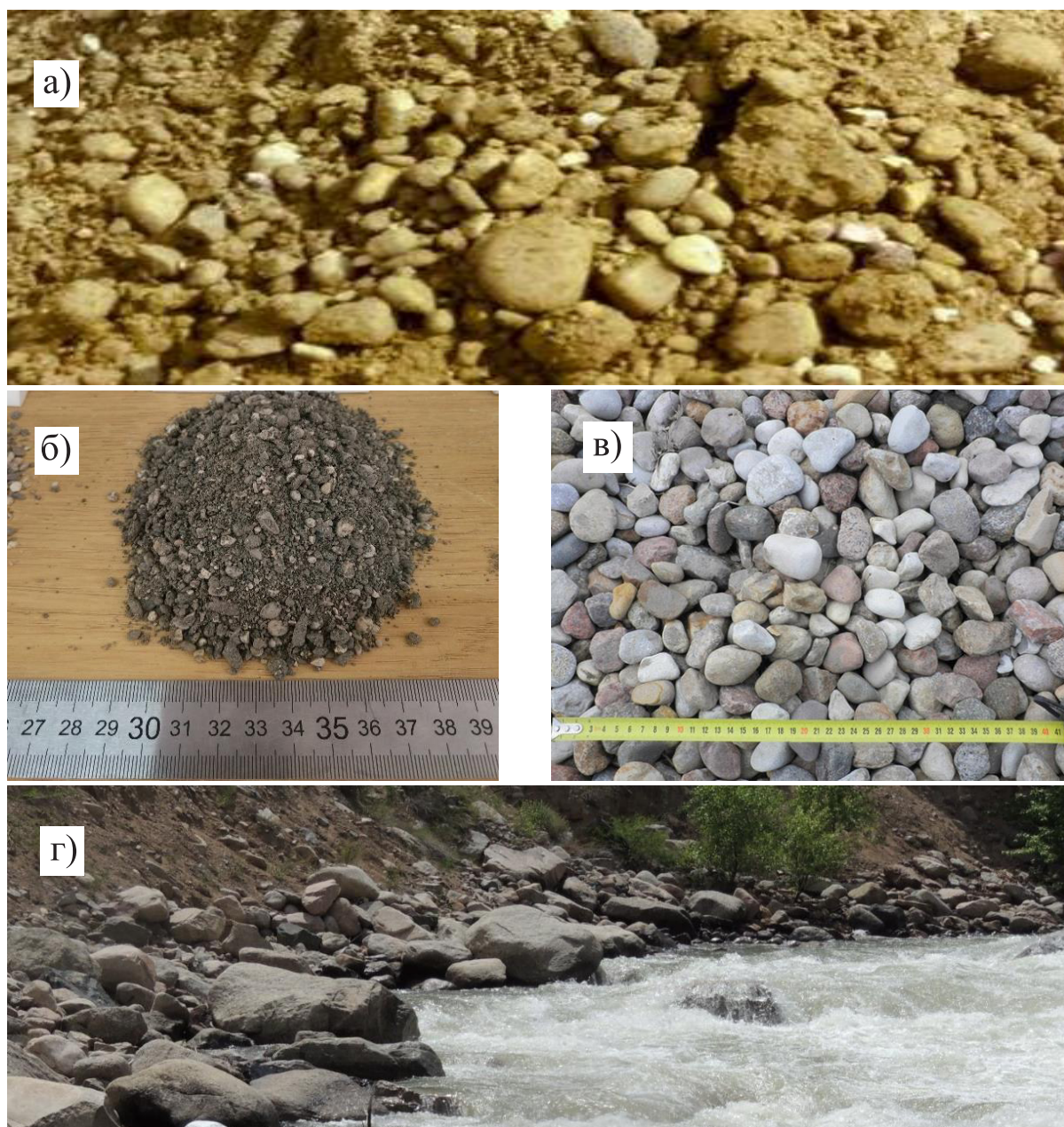
Петрографический состав ВПГС месторождений Северного Кавказа [3, 4]

№ п/п	Наименование породы/показателя	Значение показателя
1	Осадочные породы, %	5,41
2	Интрузивные породы, %	45,8
3	Эффузивные породы, %	8,54
4	Метаморфические породы, %	33,9
5	Кварц, %	2,62
6	Слабые зерна, %	2,85
7	Содержание вредных примесей:	23,06
	– аморфный кремнезем, моль/л	0,10
8	– сернистых соединений в пересчете на SO <sub>3</sub> , %	0,88
	Прочие вредные примеси, %	0,88

Таблица 3

Основные показатели ВПГС Веденского месторождения

№ п/п	Показатели	Значения
1	Средняя плотность в целике, кг/м <sup>3</sup>	2619
2	Коэффициент разрыхления	1,34
3	Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	1969
4	Категория пород трудности разработки экскаваторами	III



**Рис. 1.** Валунно-песчано-гравийная смесь (ВПГС) Веденского месторождения:  
 а – в естественном виде; б – песчаная фракция ВПГС; в – гравийная фракция ВПГС;  
 г – валуны в русле р. Ахк Веденского района Чеченской Республики

Таблица 4

## Зерновой состав ВПГС

Наименование сырья	Содержание зерен фракций в ВПГС, % по массе				
	0-5 мм	5-10 мм	10-20 мм	20-40 мм	> 40 мм
ВПГС с русла реки Ахк ЧР	36	11	22	25	6

и структурные особенности которых до настоящего времени практически не исследованы. Однако, несмотря на это, данное сырье уже давно применяют в частном строительстве для приготовления бетона, подсыпки дорог и т. д. И опыт применения его свидетельствует о достаточно высоком качестве данного сырья. Более глубокие исследования песчано-гравийных смесей Веденского месторождения с разработкой наиболее рациональных предложений по их применению позволили бы на промышленном уровне внедрить технологии получения бетона на их основе [9-11].

Результаты исследований и анализа песчано-гравийных смесей Веденского месторождения показали, что полезная толща сырья состоит из валунов, галечно-гравийной и песчаной фракций (таблица 3, рисунок 1). При этом гра-

вийная фракция значительно преобладает над валунной и песчаной.

В смеси встречаются слабые и выветренные зерна в количестве не более 2,75%. Мелкая фракция представлена песком с модулем крупности в пределах от 2,5 до 3,0 и полным остатком на сите 0,63 мм – около 47,4%, минералогический состав которого содержит кварц (около 30%), карбонаты (около 5%), полевошпат (около 33%) и обломки различных пород (не более 25%). Кроме того, в массиве песчано-гравийной смеси можно обнаружить так называемые линзы и конгломераты размерами 40 см и более, образованные карбонатным вяжущим в результате естественных процессов.

Результаты ситового анализа продукта из ВПГС с русла реки Ахк Веденского района Че-

Таблица 5

## Основные показатели качества песчаной фракции ПГС Веденского месторождения

№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя	
		Остатки на ситах, % по массе	
Зерновой состав:	Размер сит, мм	частные	полные
	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
	Модуль крупности $M_k$	2,6	
	Группа песка по крупности зерен	Крупный песок	
	Класс песка	Песок II класса	
	Форма зерен	Окатанная	
	Содержание пылевидных, глинистых и илистых (ПГИ), %	5,5	
	Содержание глины в комках, %	1,4	
	Истинная плотность, кг/м <sup>3</sup>	2729	
	Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	1378	
	Пустотность, %	48,5	
	Содержание органических примесей (окраска)	Бесцвет.	
	Класс по радиоактивности	1	

Таблица 6

## Гранулометрический состав гравийной фракции ПГС Веденского месторождения

Наименование показателя		Значение показателя	
Фракция, мм	Размер сит, мм	Остатки на ситах, % по массе	
		частные	полные
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

ченской Республики показали, что содержание фракции меньше 5 мм составляет около 36%, а крупной – соответственно около 64%, 6% из которых – валуны с размерами более 40 мм (таблица 4).

Из таблицы 4 видно, что гравийная фракция ВПГС преобладает над валунной и песчаной и составляет в среднем 58% по массе.

Валуны с максимальными размерами более 20-30 см присутствуют в смеси, однако встречаются крайне редко. Об этом свидетельствуют результаты полевого рассева материала, добытого из шурфов. Содержание фракции крупнее 15 см составляет в среднем 2,8%, крупнее 20 см – не более 0,5%.

По зерновому составу песок из ПГС с  $M_k = 2,6$  относится к группе крупных песков, что позволяет эффективно использовать его в

качестве мелкого заполнителя для бетонов (таблица 5).

Валуны и зерна гравий имеют гладкую, хорошо окатанную поверхность, а форма их чаще всего округлая, шарообразная, а реже лепешковидная. Пластинчатые и игловатые зерна в смеси гравийной фракции составляют около 15-20% по массе. Гравийную часть согласно нормативным требованиям разделяют на фракции – 5-10 мм, 10-20 мм, 20-40 мм, при необходимости 40-70 мм и выше (таблица 6).

Прочностные показатели гравия в сухом и водонасыщенном состояниях, представленные в таблице 7, свидетельствуют о достаточно высокой прочности сырья для его использования в технологии бетона. Так, марка дробимости гравия не ниже М800, истираемость – И3, морозостойкость не более F100.

Таблица 7

## Прочностные показатели гравия ВПГС Веденского месторождения

Показатели	Фракции гравия, мм		
	5-20	10-20	5-10
Потеря при испытании, % по массе			
а) в водонасыщенном состоянии			
- колебания	8,14-10,02	7,65-9,94	8,13-10,59
- средние значения	9,23	8,94	9,55
б) в воздушно-сухом состоянии (средние значения), %	6,59	7,11	6,19
Увеличение потерь, %	27	22	34
Марка дробимости	800		
Марка по истираемости	И3		
Марка по морозостойкости	F100		

## Рецептура составов бетонов, получаемых на основе ПГС Веденского месторождения

№ п/п	Наименование состава*	Проектный класс (марка) бетона	Расход материалов на 1 м <sup>3</sup> бетонной смеси, кг						Стоимость 1 м <sup>3</sup> бетона, руб.
			Ц	ПГС	Щ	П	Д	В	
1.	Контрольный 1	B7,5	210	-	1190	750	-	230	2021
2.	Расчетный 1	(M100)	185	2095	-	-	2,0	176	1522
3.	Контрольный 2	B12,5	250	-	1200	730	-	230	2183
4.	Расчетный 2	(M150)	230	2045	-	-	2,5	180	1732
5.	Контрольный 3	B15	300	-	1200	625	-	235	2333
6.	Расчетный 3	(M200)	280	2000	-	-	3,0	181	1964
7.	Контрольный 4	B20	340	-	1250	530	-	235	2442
8.	Расчетный 4	(M250)	325	1975	-	-	3,5	178	2188
9.	Контрольный 5	B22,5	375	-	1250	500	-	240	2571
10.	Расчетный 5	(M300)	375	1930	-	-	4,0	180	2417
11.	Контрольный 6	B25	420	-	1250	450	-	243	2662
12.	Расчетный 6	(M350)	440	1870	-	-	4,6	184	2715
13.	Контрольный 7	B30	460	-	1300	400	-	245	2852
14.	Расчетный 7	(M400)	495	1830	-	-	5,2	190	2988

Примечание: Ц – цемент М500 Д0; ПГС – песчано-гравийная смесь; Щ – щебень местный известняковый марки М800 фракции 5-20 мм (для сравнения); П – Песок местный природный с модулем крупности  $M_{кр} = 1,8$ ; Д – добавка химическая «Полипласт СП-1»; В – вода затворения.

В соответствии с известным требованием к подбору заполнителя для получения бетона по его прочности ( $\frac{R_3}{R_B} \geq 1,2$ ) нетрудно посчитать, что на основе заполнителей из ПГС возможно получение бетонов классов (марок) до В45 (М600).

С целью технико-экономического обоснования рациональности применения песчано-гравийных смесей в качестве заполнителя были приготовлены составы бетонных смесей различных классов – от низкомарочных до бетонов средних классов (таблица 8 и рисунок 2). При этом применялись мытые ПГС и технология раздельного перемешивания компонентов бетонной смеси.

Экономический эффект от применения ПГС, в среднем около 350 руб. за 1 куб. м. бетона, более заметна для низкомарочных бетонов, для которых прочность бетона в основном складывается из прочности цементного камня, в то время как для бетонов средних и тем более высоких классов она помимо прочности раст-

ворной части зависит еще и от контактной зоны заполнителя и цементного камня, от прочности самого заполнителя и других факторов. Следовательно, для бетонов В25 и выше экономический эффект отсутствует (см. рисунок 2).

Снижение стоимости бетонов на основе ПГС в сравнении с композитами на основе искусственного заполнителя (щебня) вызвано в первую очередь применением дешевого, доступного и часто невостребованного местного сырья, а также химической добавки «Полипласт СП-1», позволяющей сэкономить вяжущее за счет ее водоредуцирующего, цементосберегающего и пластифицирующего эффектов.

Предполагается, что экономический эффект от использования ПГС в качестве заполнителей для бетонов можно увеличить путем внедрения малоэнергоёмких технологических приемов по повышению качества применяемых заполнителей – промывку, обогащения, фракционирования заполнителя, раздельное перемешивание компонентов бетонной смеси,

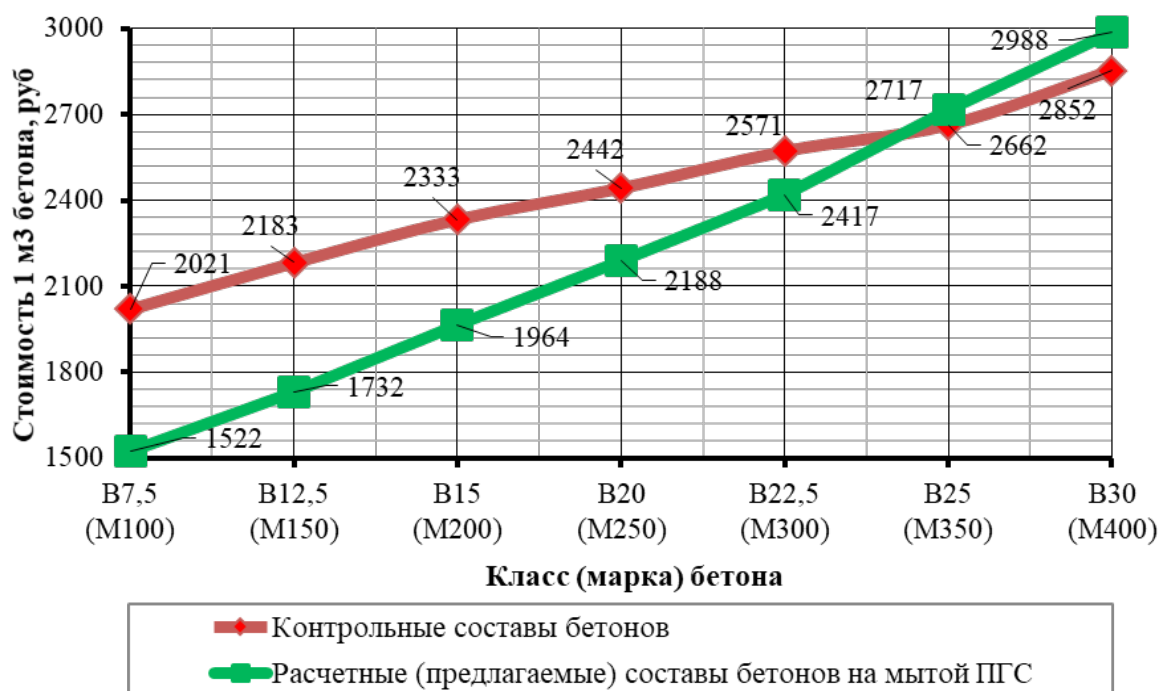


Рис. 2. Экономический эффект от использования мытой ПГС Веденского месторождения

поличастотное виброуплотнение смеси и т. д., которые при относительно небольших энергозатратах резко повышают качество сырья, способствуют образованию прочной контактной зоны чистого заполнителя и цементного камня, обеспечивают более плотную упаковку зерен обогащенного заполнителя за счет его непрерывного зернового состава.

Таким образом, с использованием рациональных комплексных подходов, в том числе и энерго- и ресурсосберегающих методов получения строительных композитов, можно получать требуемые составы тяжелых бетонов на основе заполнителей из песчано-гравийных смесей.

Полученная зависимость стоимости бетона от его класса по прочности на сжатие и вида заполнителей свидетельствует о высокой эффективности использования ПГС Веденского месторождения в качестве заполнителей для

бетона, особенно в рядовых низкомарочных составах.

Как предмет дальнейших исследований представляется перспективным изучение особенностей составов бетонов на ПГС, полученных на основе так называемых комплексных или наполненных вяжущих, обеспечивающих высокую прочность цементной матрицы, а также с применением тонкомолотых минеральных наполнителей различной природы, улучшающих на первом этапе реологические свойства бетонных смесей, в последующих этапах – повышение плотности, непроницаемости и других показателей бетона.

Также не менее интересным, с точки зрения получения качественных заполнителей для бетона представляется разработка технологии раздельного получения песка и гравийной части ПГС, учитывая своеобразное влияние каждого из компонентов на свойства бетона.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Баженов Ю. М., Федюк Р. С., Лесовик В. С. М. Обзор современных высокоэффективных бетонов // Научно-технические инновации. Электронный сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию БГТУ им. В. Г. Шухова. 2019. С. 45-49.

2. Бетонные композиты с использованием гравийно-песчаных смесей месторождений Чеченской Республики / *А. Х. Аласханов, С. А. Ю. Муртазаев, М. С. Сайдумов, М. С. М. Хубаев [и др.]* // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2019. Т. 46. №2. С. 136-147.
3. *Курбатов В. Л., Лесовик В. С., Дайронас М. В.* Бетоны на заполнителях из валунно-галечно-гравийно-песчаных смесей // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. 2008. №4. С. 20-22.
4. О влиянии генетических особенностей сырья и технологии на морфологию продуктов дробления / *Р. В. Лесовик, Е. И. Ходыкин, Д. М. Сопин [и др.]* // Промышленное и гражданское строительство. 2007. №8. С. 22-24.
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. 2017. С. 109-116.
6. *Баринова Л. С.* Прогноз основных тенденций развития рынка строительных материалов в России // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2005. №2. С. 8-11.
7. Составы тяжелых бетонов на основе заполнителей из гравийно-песчаных смесей месторождений Чеченской Республики / *С. А. Ю. Муртазаев, М. С. Сайдумов, А. Х. Аласханов* // Вестник ГГНТУ. Технические науки. 2019. Т. 15. №1 (15). С. 45-57.
8. *Хархардин А. Н.* Способы оптимизации гранулометрического состава зернистого сырья // Строительные материалы. 1994. №11. С. 24-25.
9. Эффективные способы модифицирования бетонов для улучшения физико-механических свойств / *В. Х. Хадисов, М. Ш. Саламанова, М. М. Мовсулов* // Современные проблемы в строительстве: постановка задач и пути их решения: Сборник научных статей Международной научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2019. С. 266-271.
10. Regulation of persistence (viability) of concrete mixtures using modern plasticizing agents / *M.S. Saidumov, S.A. Yu. Murtazaev, A.Kh. Alaskhanov, T.S. A. Murtazaeva* // В сборнике: Atlantis Highlights in Material Sciences and Technology. Proceedings of the International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" dedicated to the 85th anniversary of H. I. Ibragimov (ISEES 2019). 2019. С. 486-490.
11. Влияние гидродинамической активации химических добавок на реологические свойства цементных систем / *С. А. Удодов, Г. Ю. Чариков* // Девелопмент и инновации в строительстве: Сборник материалов III Международной научно-практической конференции. 2020. С. 264-270.



## SPECIFIC FEATURES OF FILLERS FROM SAND-GRAVEL MIXTURE ON THE EXAMPLE OF THE VEDENSKOE DEPOSIT

© T. S-A. Murtazaeva, M. S. Saidumov, A. Kh. Alaskhanov, A. Z. Abukhanov

*GSTOU named after acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia*

The main results of studies of the features of aggregates from a sand and gravel mixture (SGM) of the Vedensky deposit in the Chechen Republic are presented. The mineralogical and petrographic compositions of the known deposits of SGM in the North Caucasus are presented. The physicomaterial and other properties of both the SGM themselves and their individual small and large aggregate fractions have been studied. The dependence of the cost of concrete based on SGM on the class of concrete in terms of compressive strength is obtained. Comparative data of concretes based on SGM with concretes based on artificial aggregate – crushed stone are presented. The effectiveness of the use of SGM in concrete technology after their enrichment and fractionation has been proven, which helps to improve the contact zone of such a filler and cement stone and, as a result, to increase the strength of concrete.

This work is supported by the Russian Foundation for Basic Research (RFBR) in the framework of the scientific project No. 18-48-200001.

**Keywords:** sand and gravel mixture (ASG), aggregates for concrete, features of aggregates from SGM, basic properties, concrete based on SGM, prospect of use.

### REFERENCES

1. Bazhenov, Yu. M., Fedyuk, R. S. and Lesovik, V.S. M. (2019) 'Obzor sovremennykh vysokoeffektivnykh betonov' *V sbornike: Naukoemkie tekhnologii i innovatsii. Elektronnyi sbornik dokladov Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 65-letiyu BGTU im. V.G. Shukhova*. [Review of modern high-performance concretes. In the collection: Science-intensive technologies and innovations. Electronic collection of reports of the International Scientific and Practical conference dedicated to the 65th anniversary of BSTU named after V.G. Shukhov]. Pp. 45-49.
2. Alaskhanov, A. Kh., Murtazaev, S.A. Yu., Saidumov, M. S., Khubaev, M.S. M. [et al.] (2019) 'Betonnye kompozity s ispol'zovaniem graviino-peschanykh smesei mestorozhdenii Chechenskoj Respubliki' [Concrete composites using gravel-sand mixtures from the deposits of the Chechen Republic]. *Bulletin of the Dagestan State Technical University. Technical science*. Vol. 46. No. 2. Pp. 136-147.
3. Kurbatov V.L., Lesovik V.S. and Dayronas M.V. (2008) 'Betony na zapolnitelyakh iz valunno-galechno-graviino-peschanykh smesei. *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shukhova*. [Concrete on aggregates from boulder-pebble-gravel-sand mixtures. Bulletin of the Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov]. No. 4. S. 20-22.
4. Lesovik, R. V., Khodykin, E. I. Sopin, D. M. [et al.] (2007) 'O vliyaniy geneticheskikh osobennostei syr'ya i tekhnologii na morfologiyu produktov drobleniya' *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. [About the influence of genetic characteristics of raw materials and technology on the morphology of crushing products. Industrial and civil construction]. No. 8. Pp. 22-24.
5. Bataev, D. K. S., Saidumov, M. S., Murtazaeva, T. S. A. [et al.] (2017) 'Retseptury vysokoprochnykh betonov na tekhnogenom i prirodnom syr'e' *V sbornike: Aktual'nye problemy sovremennoi stroitel'noi nauki i obrazovaniya. Materialy vs Rossijskoj nauchno-prakticheskoi konferentsii*. [Recipes of high-strength concrete based on technogenic and natural raw materials. In the collection: Actual problems of modern construction science and education. Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference]. Pp. 109-116.

6. Barinova, L. S. (2005) [Prognoz osnovnykh tendentsii razvitiya rynka stroitel'nykh materialov v Rossii' *Stroitel'nye materialy, oborudovanie, tekhnologii XXI veka*. [Forecast of the main trends in the development of the building materials market in Russia. Building materials, equipment, technologies of the XXI century]. No. 2. Pp. 8-11.
7. Murtazaev, S. Yu., Saidumov, M. S. and Alaskhanov, A. Kh. (2019) 'Sostavy tyazhelykh betonov na osnove zapolnitelei iz graviino-peschanykh smesei mestorozhdenii Chechenskoj Respubliki' *Vestnik GGNTU. Tekhnicheskie nauki*. [Compositions of heavy concrete based on aggregates from gravel-sand mixtures of the Chechen Republic deposits. Bulletin of GGNTU. Technical science]. T. 15. No. 1 (15). FROM. 45-57.
8. Kharkhardin, A. N. (1994) 'Sposoby optimizatsii granulometricheskogo sostava zernistogo syr'ya'. *Stroitel'nye materialy*. [Methods for optimizing the granulometric composition of granular raw materials] No. 11. P. 24-25.
9. Khadisov, V. Kh., Salamanova, M. Sh. and Movsulov, M. M. (2019) 'Effektivnye sposoby modifitsirovaniya betonov dlya uluchsheniya fiziko-mekhanicheskikh svoystv'. *V sbornike: Sovremennye problemy v stroitel'stve: postanovka zadach i puti ikh resheniya. sbornik nauchnykh statei Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Yugo-Zapadnyi gosudarstvennyi universitet* [Effective methods of modifying concrete to improve physical and mechanical properties. In the collection: Modern problems in construction: setting tasks and ways to solve them. collection of scientific articles of the International Scientific and Practical Conference. Southwestern State University]. Pp. 266-271.
10. Saidumov, M. S., Murtazaev, S-A. Yu., Alaskhanov, A. Kh. and Murtazaeva, T.S. A. (2019) Regulation of persistence (viability) of concrete mixtures using modern plasticizing agents. In the collection: Atlantis Highlights in Material Sciences and Technology. Proceedings of the International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" dedicated to the 85th anniversary of H. I. Ibragimov (ISEES 2019). Pp. 486-490.
11. Udodov, S. A. and Charikov, G. Yu. (2020) 'Vliyanie gidrodinamicheskoi aktivatsii khimicheskikh dobavok na reologicheskie svoystva tsementnykh sistem. V sbornike: Development i innovatsii v stroitel'stve. *Sbornik materialov III Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. [The influence of hydrodynamic activation of chemical additives on the rheological properties of cement systems. In the collection: Development and innovations in construction. Collection of materials of the III International scientific and practical conference]. Pp. 264-270.