

**Для цитирования:** Нахаев М.Р., Саламанова М.Ш., Узаева А.А. Влияние гранулометрии барханных песков на свойства ремонтных модифицированных составов. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2018;45 (3):212-220. DOI:10.21822/2073-6185-2018-45-3-212-220

**For citation:** Nakhaev M.R., Salamanova M.Sh., Uzaeva A.A. The influence of granulometry of vella sands on the properties of repaired modified compositions. Herald of Daghestan State Technical University. Technical Sciences. 2018; 45(3):212-220. (In Russ.) DOI:10.21822/2073-6185-2018-45-3-212-220

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

УДК 691.32

DOI:10.21822/2073-6185-2018-45-3-212-220

### ВЛИЯНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИИ БАРХАННЫХ ПЕСКОВ НА СВОЙСТВА РЕМОНТНЫХ МОДИФИЦИРОВАННЫХ СОСТАВОВ

Нахаев М.Р.<sup>2</sup>, Саламанова М.Ш.<sup>2</sup>, Узаева А.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Комплексный научно-исследовательский институт имени Х.И. Ибрагимова Российской академии наук,

г. Грозный, ул. Старопромысловское шоссе, 21, Россия,

<sup>2</sup>Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова,

г. Грозный, ул. Х.А. Исаева, 100, Россия,

e-mail: [aaenzaeva@mail.ru](mailto:aaenzaeva@mail.ru) e-mail: [madina\\_salamanova@mail.ru](mailto:madina_salamanova@mail.ru) e-mail: [nr-nakhaev@mail.ru](mailto:nr-nakhaev@mail.ru)

**Аннотация. Цель.** Исследование проблем, связанных с возможностью эффективного использования некондиционных барханных песков месторождения Шелковское в качестве минеральной добавки для получения тонкомолотых вяжущих и обогащения отсева дробления горных пород. **Метод.** Основываются на установленных положениях теории твердения ремонтных модифицированных составов с комплексным использованием виброактивированных минеральных и полимерных компонентов, и, в частности, наполненной системы "портландцемент – барханный песок – С-3", а также математической логики, и технологии композиционных материалов. Исследования проводились с учетом действующих государственных стандартов и рекомендаций. **Результат.** Представлены результаты исследования местных барханных песков и отсева дробления горных пород, для получения обогащенных заполнителей с оптимальной гранулометрией и свойствами. Получены ремонтные составы с использованием полиминеральных барханных песков, входящих в состав активированного вяжущего в качестве наполнителя, и являющихся одним из основных компонентов обогащенного заполнителя. **Вывод.** Установлено оптимальная рецептура обогащенного песка, с удалением 60 % фракции 2,5 – 1,25 мм от отсева дробления и добавление 40 % фракции 0,315 – 0,14 мм барханного песка, что существенно снижает пустотность заполнителя до 38,8 % и водопотребность заполнителя до 6,5 %, значительно улучшая свойства полученных с их использованием ремонтных составов. Доказано, что исследованные барханные пески с характерным минералогическим, химическим и гранулометрическим составом являются эффективным компонентом

**Ключевые слова:** гранулометрический состав, барханные пески, минеральные добавки, отсев дробления, обогащенный заполнитель, ремонтный состав, модуль крупности, виброактивация, суперпластификатор, обогащение песков, технологический прием

TECHNICAL SCIENCE  
BUILDING AND ARCHITECTURE

THE INFLUENCE OF GRANULOMETRY OF VELLA SANDS ON THE PROPERTIES OF  
REPAIRED MODIFIED COMPOSITIONS

Magomed R. Nakhaev<sup>3</sup>, Madina Sh. Salamanova<sup>2</sup>, Aminat A. Uzaeva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Complex Research Institute Ibragimova of the Russian Academy of Sciences,  
Staropromislovskoe highway, 21, Grozny, Russia,

<sup>2</sup>M.D.Millionshtchikov Grozny State Oil Technical University,  
100 H.A. Isayev Str., Grozny, Russia,

e-mail: [aaauzaeva@mail.ru](mailto:aaauzaeva@mail.ru) e-mail: [madina\\_salamanova@mail.ru](mailto:madina_salamanova@mail.ru) e-mail: [nr-nakhaev@mail.ru](mailto:nr-nakhaev@mail.ru)

**Abstract. Objectives.** Study of the problems associated with the possibility of the effective use of substandard sand dunes of the Shelkovskoye deposit as a mineral additive for the production of fine-ground binders and the enrichment of rock crushing screenings. **Method.** They are based on the established principles of the theory of hardening repair modified compositions with the integrated use of vibroactivated mineral and polymer components, and in particular, the filled system "Portland cement - sandstone - C-3", as well as mathematical logic and technology of composite materials. The studies were carried out taking into account current state standards and recommendations. **Result.** The results of the study of local sand dunes and rock crushing screenings are presented for obtaining enriched aggregates with optimal granulometry and properties. Repair compositions were obtained with the use of polymineral sand sand, which are part of the activated binder as a filler, and which are one of the main components of the enriched aggregate. **Conclusion.** The optimal formulation of enriched sand was established, with removal of 60% of the fraction 2.5 - 1.25 mm from the crushing screenings and the addition of 40% of the fraction of 0.315 - 0.14 mm of sand sand, which significantly reduces the void content of the aggregate to 38.8% and the water requirement of the aggregate to 6.5%, significantly improving the properties of the repair compositions obtained with their use. It has been proved that the studied sand dunes with a characteristic mineralogical, chemical and particle size distribution are an effective component

**Keywords:** granulometric composition, sand sands, mineral additives, crushing screenings, enriched aggregate, repair composition, fineness modulus, vibration activation, superplasticizer, sand enrichment, technological procedure

**Введение.** В Чеченской Республике встречаются участки типичных ландшафтов пустынь Средней Азии. Исторические моменты образования барханных песков начались с того, что Терско-Кумская низменность многократно заливалась водами Каспия и на ее поверхности наслаивались толщи морских осадков. Реки, впадающие в древний Каспийский бассейн, отлагали в своих устьях приносимый ими мелкий обломочный материал, создавали большие песчаные дельты [1,5,7]. Сейчас эти дельты сохранились на Терско-Кумской низменности в виде крупных песчаных массивов. Своим сильно всхолмленным рельефом они резко выделяются среди окружающей их равнины. К территории Чеченской Республики относится только южная часть Терско-Кумской низменности. Почти три четверти всей ее площади занимает Притерский песчаный массив. Его эоловый рельеф сформировался под действием господствующих на низменности восточных ветров [5,14-17].

В настоящее время барханный песчаный массив раскинулся на территории республики более 50 млн. га и нужно отметить, что процессы опустынивания протекают во многих субъектах Российской Федерации. Возрастающие антропогенные нагрузки на природные экосистемы обуславливают разрушение, деградацию растительного покрова, формирование очагов опустынивания и, в конечном итоге, возникновение кризисных ситуаций [5,7,9-13].

В конце 60-х годов прошлого столетия площадь барханных песков составляла 1% от площади сельскохозяйственных угодий; в конце 70-х годов – 20 %, а в конце 80-х годов барханные пески занимали уже 50 – 60 %. Ежегодный прирост барханных песков составлял 60,0 тыс. га. Процесс опустынивания приобрел спонтанное развитие, ситуация стала оцениваться как экологическое бедствие. Предлагаются различные методы борьбы с опустыниванием: перераспределение земель между землепользователями, решение социально-экономических проблем сельских администраций с целью ликвидации очагов опустынивания на землях вокруг поселков, закрепление песков и комплексная фитомелиорация [4].

**Постановка задачи.** В данной работе предлагаются иные мероприятия для решения этой проблемы, это разработка ремонтных составов из мелкозернистых бетонов на основе барханных песков, это позволит в какой-то мере предотвратить опустынивание Терско-Кумской низменности.

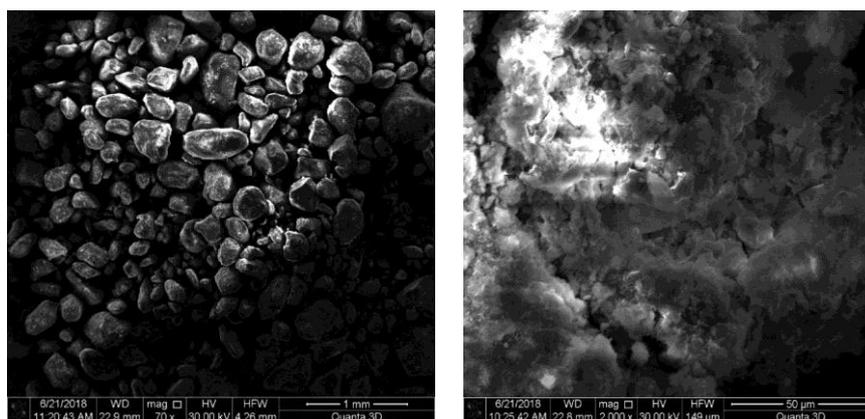
Проектируемые рецептуры ремонтных составов из мелкозернистого бетона должны, в конечном счете, создать такую однородную среду, в которой будут плотно упаковываться частицы портландцемента, минеральной добавки из барханных песков, ПАВ и заполнителя. Вероятность получения качественной и долговечной композиции высокой прочности и плотности возможна только при корректном подборе всех компонентов бетонной смеси [2-4].

Так как в рецептуру ремонтного состава из мелкозернистого бетона входят только два компонента - вяжущее и заполнитель, и именно от качества песка, его минералогического, химического и гранулометрического состава будут зависеть реологические, технологические и прочностные параметры композита. Модуль крупности, размер и форма поверхности, межзерновая пустотность, водопотребность и другие важные свойства оказывают влияние на показатели бетонной смеси, цементного камня и, конечно же, мелкозернистого бетона [6,8].

**Методы исследования.** Гранулометрический состав барханных песков характеризуется преобладанием частиц размером менее 0,1 мм, модуль крупности их меньше единицы, что позволяет относить данные пески к разряду тонких песков.

Визуальный анализ с помощью бинокулярного микроскопа установил, что данные пески светлого, а местами серовато-желтоватого цвета.

Преимущественно они представлены зернами белого, прозрачного и замутненного кварца. Изучение частиц барханного песка методом сканирующей электронной микроскопии (рис.1), показало, наличие зерен неправильной формы с овальными, сглаженными контурами, в небольшом количестве присутствуют остроугольные обломки.



**Рис.1. Микрофотография зерен барханного песка**  
**Fig. 1. Micrograph of grains of sand sand**

Авторами изучались: химический состав, основные физико-механические свойства и минералогический состав барханных песков, а в таблицах 1 – 3 приводятся результаты исследований.

**Таблица 1. Химический состав барханных песков, %**  
**Table 1. The chemical composition of sand dunes, %**

MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	ппп
2,41	7,81	59,54	1,44	17,52	2,6	1,35	0,21	7,12

**Таблица 2. Основные физико-механические характеристики барханных песков**  
**Table 2. Main physical and mechanical characteristics of sand sands**

Размер сит, мм	1,25	0,63	0,315	0,14	Остаток на дне сит
Частные остатки, %	3,5	2,7	3,1	31,7	59
Полные остатки, %	3,5	6,2	9,3	41,0	
Модуль крупности	0,6				
Содержание пылевидных и глинистых частиц, %	5,4				
Истинная плотность зерен, кг/м <sup>3</sup>	2650				
Средняя насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	1390				
Пустотность песка, %	48				
Водопотребность, %	12				

**Таблица 3. Минералогический состав барханных песков**  
**Table 3. Mineralogical composition of sand dunes**

Наименование минералов	Содержание удельных фракций, %						% основной массы песка
	0,5 – 0,25	0,25 – 0,1	0,1 – 0,05	0,05 – 0,01	0,01 – 0,005	Менее 0,005	
Кварц	60	52,7	45,7	45,7	40	31,3	48,0
Полевой шпат	5	12,6	11,7	11,9	10	30,6	10,5
Карбонаты	-	0,72	11,1	41,8	40	2,7	13,0
Слюда	-	-	-	6,08	10	37,4	2,5
Остальные	35	34,0	31,3	4,1	-	-	6

Исследованные барханные пески природного происхождения использовались для получения активированных тонкомолотых вяжущих в производстве ремонтных составов с улучшенными эксплуатационными показателями. Рецептуры тонкомолотых вяжущих приведены в табл.4.

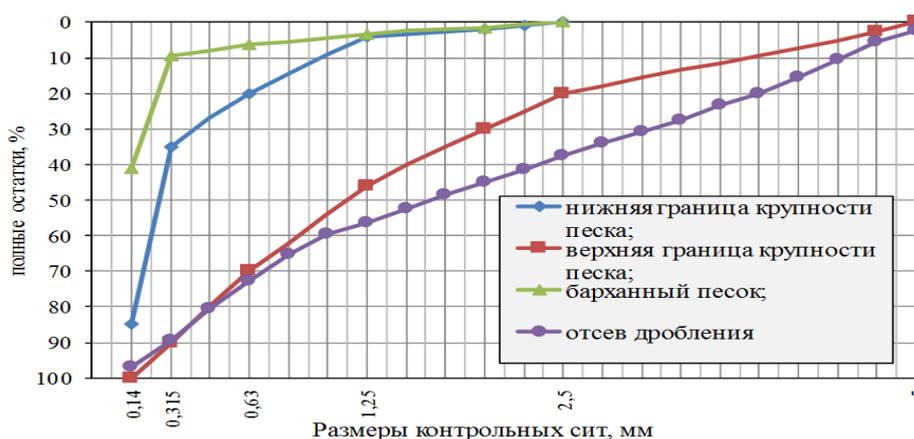
**Таблица 4. Рецептуры тонкомолотых вяжущих**  
**Table 4. Recipes for ground milling binders**

№ состава	Способ активации	Условное обозначение	Содержание компонентов тонкомолотого вяжущего, %		
			ПЦ	Барханный песок	С-3
1	Совместная вибро-активация ВМ-20	ПЦ	100	-	-
2		ТМВ-85	84	15	1,0
3		ТМВ-75	74	25	1,0
4		ТМВ-65	64	35	1,0

**Обсуждение результатов.** Барханные пески относятся к классу тонких с модулем крупности  $M_k = 0,6$ , водопотребность их довольно высокая 12 %, межзерновая пустотность так же

имеет высокий показатель 48 %, поэтому для получения прочных и долговечных мелкозернистых бетонов необходимо обогащать данные пески высевками от дробления горных пород, которые относятся к категории очень крупных песков с модулем крупности 3,58. На рис. 2 мы наблюдаем, что ни одна из кривых просеивания не проходит в рекомендуемой зоне, барханные пески, находятся в зоне мелких песков, а отсеvy дробления в зоне крупных песков.

Поэтому для того чтобы получать качественные композиции, необходимо укрупнять зерновой состав барханных песков, используя такие технологические мероприятия, как фракционирование барханных песков и отсеvов дробления, изъятие более крупных фракций, добавление более мелких фракций и обогащение недостающими фракциями.



**Рис. 2. График кривых просеивания исследуемых песков**  
**Fig. 2. Graph of sifting curves of the studied sands**

Использованные технологические мероприятия (табл.5) дали возможность расположить или приблизить кривые просеивания полученных смешанных песков к рекомендуемой зоне оптимального гранулометрического состава, а также снизить водопотребность и межзерновую пустотность.

**Таблица 5. Технологические приемы обогащения песков**  
**Table 5. Sand Recycling Techniques**

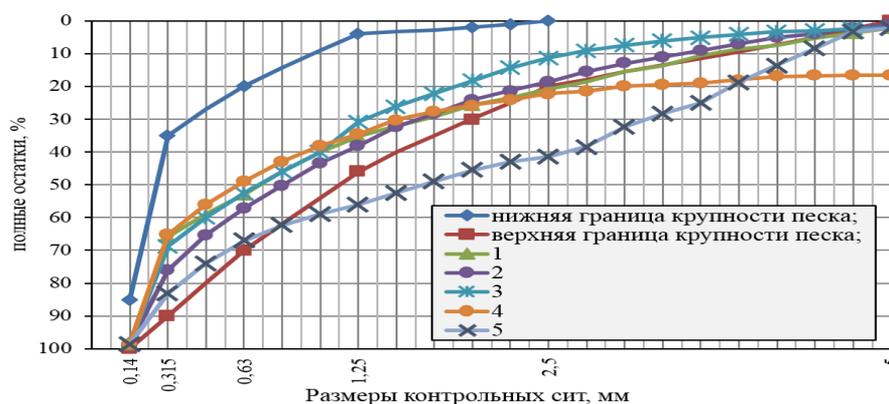
Шифр обогащенного песка	Соотношение отсеv дробления: барханный песок	Количество изъятой фракции отсева дробления 5 – 2,5 мм, %	Количество изъятой фракции отсева дробления 1,25 – 0,63 мм, %	Количество добавленной фракции отсева дробления 0,63 – 0,315 мм, %	Количество добавленной фракции барханного песка 0,14 – 0,315 мм, %
1	40/60	50	10	-	60
2	60/40	60	-	20	40
3	30/70	70	-	-	70
3	50/50	40	10	-	50
5	80/20	-	80	60	20

Фракционированием отсеvов дробления Аргунского месторождения и тонких барханных песков мы получили различные композиции обогащенных песков, результаты определения зернового состава представлены в табл. 6 и на рис. 3.

Результаты получения оптимального зернового состава мелкого заполнителя показали, что технологические приемы, применённые в рецептурах обогащенных песков №1 и №2 являются наиболее эффективными, так как наблюдается снижение пустотности, водопотребности, что в дальнейшем положительно отразится на свойствах ремонтных модифицированных составов из мелкозернистого бетона.

**Таблица 6. Гранулометрический состав обогащенных песков**  
**Table 6. Granulometric composition of enriched sands**

Шифр песка	Полные остатки (%) на ситах, мм						Модуль крупности	Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	Пустотность, %	Водопотребность, %
	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14				
1	2,2	20,8	35,3	53	65,9	96,8	2,70	1500	41,5	6,9
2	2,2	18,6	38,1	59,8	75,9	96,8	2,91	1510	38,8	6,5
3	2,2	11,4	30,9	52,6	68,7	96,8	2,60	1460	42,7	7,4
4	-	22,2	34,5	49	65,1	96,8	2,67	1470	43,1	7,0
5	2,2	41,4	60,9	67,1	83,2	96,8	3,51	1540	44,2	5,9



**Рис.3. График кривых просеивания обогащенных песков**  
**Fig.3. Sifting curves of enriched sands**

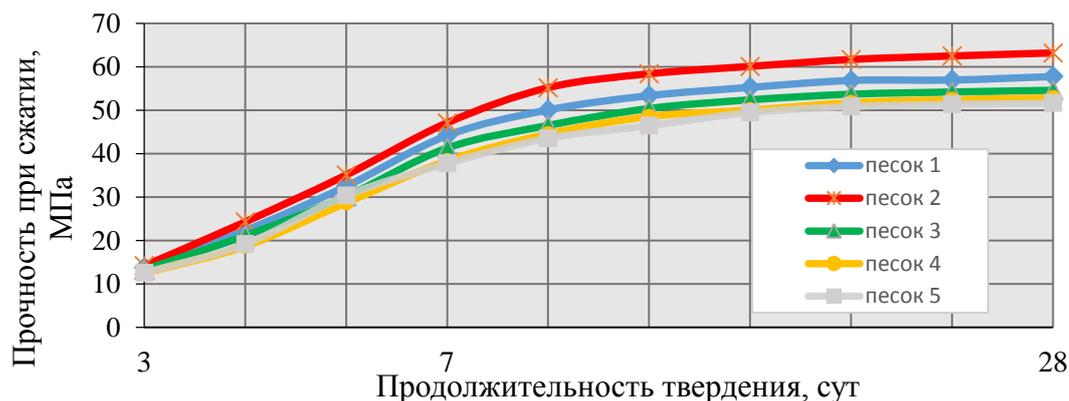
Для подтверждения выдвинутой гипотезы и оценки влияния гранулометрического состава заполнителя на свойства ремонтных модифицированных составов с применением виброактивированного тонкомолотого вяжущего на основе барханных песков. Для получения составов была приготовлена формовочная смесь с использованием ТМВ-75 виброактивированного в течение 10 минут и обогащенных песков (рецептура 6), подвижность смеси П2, так как в состав тонкомолотого вяжущего входит ПАВ, а водопотребность уменьшилась. Были изготовлены образцы кубы размером 10x10x10 см, которые твердели в камере выдерживания при температуре  $20 \pm 2$  °С и влажности 95 %.

Изучалась кинетика набора прочности на 3, 7 и 28 сутки твердения, результаты испытаний приведены в табл. 7 и на рис. 4.

**Таблица 7. Влияние зернового состава песка на свойства ремонтных модифицированных составов на основе ТМВ-75**

**Table 7. The effect of the sand grain composition on the properties of the modified TMB-75 based compositions**

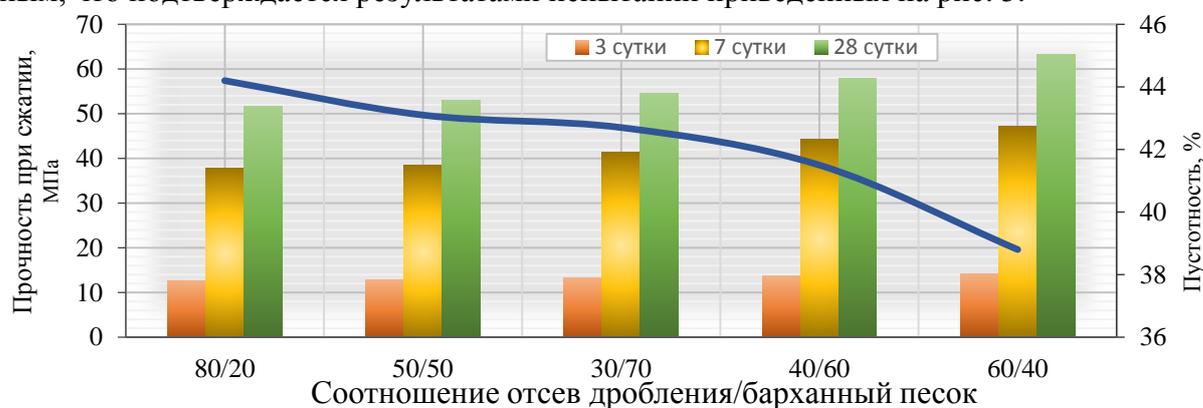
Шифр песка	Расход материалов, кг/м <sup>3</sup>			В/Ц	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности при сжатии, Мпа в возрасте			водопотребление, %
	ТМВ-75	П	В			3	7	28	
1	535	1520	182	0,34	2237	13,8	44,2	57,8	7,8
2	530	1530	164	0,31	2224	14,2	47,1	63,2	6,7
3	545	1510	180	0,33	2235	13,3	41,3	54,6	7,6
4	540	1510	184	0,34	2234	12,8	38,4	52,9	8,2
5	525	1530	173	0,33	2228	12,6	37,8	51,7	9,4



**Рис.4** Зависимость прочности от гранулометрического состава песка  
**Fig.4.** Dependence of strength on the granulometric composition of sand

Результаты испытаний ремонтных модифицированных составов из мелкозернистого бетона показали, что использование тонкомолотого вяжущего ТМВ -75 благоприятно сказалось на прочностных характеристиках композитов с применением обогащенных песков всех 5 составов.

Можно отметить, что использование многокомпонентного вяжущего, в составе которого суперпластификатор С-3, находится в комплексе с портландцементом и минеральной добавкой барханного песка, заметно снижает водопотребность бетонной смеси. Так же отмечается, что при фракционировании заполнителя можно добиться наименьших показателей межзерновой пустотности, что положительно сказывается на свойствах ремонтного бетона, при этом соотношение заполнителей отсев дробления к барханному песку 60/40 % является наиболее выгодным, что подтверждается результатами испытаний приведенных на рис. 5.



**Рис.5.** Диаграммы зависимости прочности бетона и пустотности от соотношения фракций заполнителя

**Fig.5.** Diagrams of dependence of concrete strength and hollowiness on the ratio of aggregate fractions

Оптимальной рецептурой обогащенного песка можно считать состав №2, в которой удаление 60 % фракции 2,5 – 1,25 мм отсева дробления и добавление 40 % фракции 0,315 – 0,14 мм барханного песка, существенно снижает пустотность заполнителя до 38,8 % и водопотребность до 6,5 %, значительно улучшая свойства полученного с их использованием ремонтных модифицированных составов.

**Вывод.** Установлено влияние вида и гранулометрического состава фракционированного мелкого заполнителя, полученного смешиванием в нужном соотношении отсевов дробления Аргунского месторождения и барханных песков Шелковского месторождения на свойства ремонтных составов из мелкозернистого бетона. Оптимальной рецептурой обогащенного песка можно считать состав с удалением 60 % фракции 2,5 – 1,25 мм от отсева дробления и добавление 40 % фракции 0,315 – 0,14 мм барханного песка, что существенно снижает пустотность заполнителя до 38,8 % и водопотребность заполнителя до 6,5 %, значительно улучшая свойства полученных

с их использованием ремонтных составов. Таким образом, исследованные барханные пески с характерным минералогическим, химическим и гранулометрическим составом являются эффективным компонентом для разработки ремонтных модифицированных составов.

#### **Библиографический список:**

1. Бисултанов Р.Г., Муртазаев С.-А.Ю., Саламанова М.Ш. Цементы низкой водопотребности на основе активной минеральной добавки различного происхождения // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2016. №1(40). С.98-107.
2. Удодов С.А., Черных В.Ф., Черный Д.В. Применение пористого заполнителя в отделочных составах для ячеистого бетона // Сухие строительные смеси. 2008. № 3. С.70.
3. Nesvetaev G., Koryanova Y., Zhilnikova T On effect of superplasticizers and mineral additives on shrinkage of hardened cement paste and concrete // В сборнике: MATEC Web of Conferences 27. Сер. "27th R-S-P Seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering (27RSP), TFoCE 2018" 2018. С. 04018.
4. Афонина М.И., Матюхин А.А. Опыт использования фито конструкций на примере юга России // Экономика строительства и природопользования. 2017. № 4 (65). С. 5-8.
5. Murtazayev S.Y., Saidumov M.S., Salamanova M.Sh, Alaskhanov A.Kh. High-quality and high-strength concrete for cast-in-situ constructions of unique buildings and structures // 20. Internationale Baustofftagung, Tagungsbericht. 12-14 september 2018, Bauhaus-Universitdt Weimar. Band 1 und 2. – Weimar: 2018. -B.2. –SS.991-996.
6. Hillemeier B., Buchenau, G., Herr, R., Huttl, R., Klubendorf, St., Schubert, K.: Spezialbetone, Betonkalender, Ernst & Sohn, 2006. -№1. -С.534-549.
7. 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.
8. Pazhani K., Jeyaraj R. Study on durability of high performance concrete with industrial wastes // ATI - Applied Technologies & Innovations. Department of Civil Engineering, Anna University Chennai. India. – 2010. - Vol. 2. - № 8. - P.19-28.
9. Jeknavorian A., Roberts L., Jardine L. Et al. Condensed Polyacrylic Acid-Aminated Polyether Polymers as Superplasticizers for concrete. Proceedings Fifth CANMET//ACI Int. Conference. Rome, Italy, 1997, SP 173-4.
10. Ohta A., Sugiyama T., Tanaka Y. Fluidizing Mechanism and application of Polycarboxylate-Based Superplasticizers. Proceedings Fifth CANMET//ACI Int. Conference. Rome, Italy, 1997, SP 173-19.
11. Doshu Y. Development of a Sustainable Concrete Waste Recycling System «Application of Recycled Aggregate Concrete Produced by Aggregate Replacing Method» // Journal of Advanced Concrete Technology. Japan Concrete Institute. Scientific paper. – 2007. - Vol. 5. - №1. - P.27-42.
12. Yanagibashi K., Yonezawa T., Iwashimizu T. [etc.] A new recycling process for coarse aggregate to be used concrete structure. // Environment-Conscious Materials and Systems for Sustainable Development. Proceedings of RILEM International Symposium. Tokyo. - 2004. - P.137-143.
13. Bondarenko D.O., Bondarenko N.I., Bessmertnyi V.S. [etc.] Plasma-chemical modification of concrete, Advances in Engineering Research (AER). – 2018. – Vol. 157. – P. 105–110.
14. Strokova V.V., Sokolova Y.V., Ayzenshtadt A.M. [etc.] Energy characteristics of finely dispersed rock systems, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – Vol. 365. – Article number 032036.
15. Erofeev V. T., Bogatov A. D., Bogatova S. N. [etc.] Bioresistant building composites on the basis of glass wastes, Biosciences Biotechnology Research Asia. 2015. №1. T.12. pp. 661–669.
16. Stelmakh S.A., Nazhiev M.P., Shcherban E.M., Yanovskaya A.V., Cherpakov A.V. Selection of the composition for centrifuged concrete, types of centrifuges and compaction modes of concrete mixtures // Physics and Mechanics of New Materials and Their Applications (PHENMA 2018) Abstracts & Schedule. Edited by Yun-Hae Kim, I.A. Parinov, S.-H. Chang. 2018. С. 337.
17. Shuisky A., Stelmakh S., Shcherban E., Torlina E. Recipe-technological aspects of improving the properties of non-autoclaved aerated concrete // MATEC Web of Conferences Сер. "International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment, ICMTMTE 2017" 2017. С. 05011.

#### **References:**

1. Bisultanov R.G., Murtazayev S.-A.YU., Salamanova M.SH. Tsementy nizkoy vodopotrebnosti na osnove aktivnoy mineral'noy dobavki razlichnogo proiskhozhdeniya // Vestnik Dagestanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Tekhnicheskkiye nauki. 2016. №1(40). S.98-107. [Bisultanov R.G., Murtazaev S.A.Yu., Salamanova M.Sh. Cements of low water demand on the basis of an active mineral additive of various origin // Herald of the Daghestan State Technical University. Technical science. 2016. №1 (40). pp.98-107. (In Russ)]
2. Udodov S.A., Chernykh V.F., Chernyy D.V. Primeneniye poristogo zapolnitelya v otdelochnykh sostavakh dlya yacheistogo betona // Sukhiye stroitel'nyye smesi. – 2008. – № 3. – S.70. [Udodov SA, Chernykh VF, Chernyy DV Application of porous aggregate in finishing compositions for cellular concrete // Dry mixes. 2008. № 3. С.70. (In Russ)]
3. Nesvetaev G., Koryanova Y., Zhilnikova T On the effect of cement and concrete and concrete // In collection: MATEC Web of Conferences 27. Ser. "27th R-S-P Seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering (27RSP), TFoCE 2018" 2018. p. 04018.

4. Afonina M.I., Matyukhin A.A. Opyt ispol'zovaniya fitokonstruktsiy na primere yuga Ros-sii // *Ekonomika stroitel'stva i prirodopol'zovaniya*. 2017. № 4 (65). S. 5-8. [Afonina M.I., Matyukhin A.A. Experience of using phytoconstructions on the example of the south of Russia // *Economy of construction and nature management*. 2017. No. 4 (65). pp. 5-8. (In Russ)]
5. Murtazayev S.Y., Saidumov M.S., Salamanova M.Sh, Alaskhanov A.Kh. High-quality and high-level concrete for cast-in-situ constructions of unique buildings and structures // 20. Internationale Baustofftagung, Tagungsbericht. 12-14 september 2018, Bauhaus-Universitdt Weimar. Band 1 und 2. - Weimar: 2018. -B.2. –SS.991-996.
6. Hillemeier B., Buchenau, G., Herr, R., Huttel, R., Klubendorf, St., Schubert, K. : *Spezialbetone, Be-tonkalender*, Ernst & Sohn, 2006. -№1. -C.534-549.
7. Salamanova M.SH., Saydumov M.S., Murtazayeva, T.S-A., Khubayev M. S-M. Vysokokachestven-nyye modifitsirovannyye betony na osnove mineral'nykh dobavok i superplastifikatorov razlichnoy prirody// *Nauchno-analiticheskiy zhurnal «Innovatsii i investitsii»*.– 2015.– №8, S. 159-163. [Salamanova M.Sh., Saidumov MS, Murtazaeva, T.S.-A., Khubayev M.S.M. High-quality modified concretes based on mineral additives and superplasticizers of various nature // *Scientific and analytical journal "Innovations and Investments"*. 2015. №8, pp. 159-163. (In Russ)]
8. 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. - Vol. 2. - № 8. - R.19-28.*
9. Jeknavorian A., Roberts L., Jardine L. Et al. Condensed Polyacrylic Acid-Aced Polyether Pol-ymers as Superplasticizers for concrete. *Proceedings Fifth CANMET // ACI Int. Conference. Rome, Italy, 1997, SP 173-4.*
10. Ohta A., Sugiyama T., Tanaka Y. Fluidizing Mechanism and the application of Polycarboxylate-Based Superplasticizers. *Proceedings Fifth CANMET // ACI Int. Conference. Rome, Italy, 1997, SP 173-19.*
11. Dosho Y. Development of a Sustainable Concrete Waste Recycling System. “Application of Recycled Aggregate Concrete Produced by Aggregate Replacing Method” // *Journal of Advanced Concrete Technology. Ja-pan Concrete Institute. Scientific paper. - 2007. - Vol. 5. - №1. - P.27-42.*
12. Yanagibashi, K., Yonezawa, T., Iwashimizu, T. [etc.] A new recycling process. // *Environment-Conscious Materials and Systems for Sustainable Development. Proceed-ings of RILEM International Symposium. Tokyo. - 2004. - P.137-143.*
13. Bondarenko D.O., Bondarenko N.I., Bessmertnyi V.S. [etc.] Plasma-chemical modification of concrete, *Advances in Engineering Research (AER)*. - 2018. - Vol. 157. - P. 105–110.
14. Strokova V.V., Sokolova Y.V., Ayzenshtadt A.M. [etc.] Energy features of dispersed rock systems, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. - 2018. - Vol. 365. - Article number 032036.
15. Erofeev V. T., Bogatov A. D., Bogatova S. N. [etc.] Bioresistant building composites, *Biosciences Biotechnology Research Asia*. - 2015. - №1. - T.12. pp. 661–669.
17. Stelmakh S.A., Nazhnev M.P., Shcherban E.M., Yanovskaya A.V., Cherpakov A.V. Selection of the composition of the concrete and mixtures of concrete mixtures | Edited by Yun-Hae Kim, I.A. Parinov, S.-H. Chang. 2018. p. 337.
18. Shuisky A., Stelmakh S., Shcherban E., Torlina E. Recipe-technological aspects of the non-autoclaved aerated concrete // *MATEC Web of Conferences Ser. "International Conference on Mod-Tren Trends in Manufacturing Technologies and Equipment, ICMTMTE 2017"* 2017. P. 05011.

#### **Сведения об авторах:**

**Нахаев Магомед Рамзанович** – кандидат технических наук, доцент, кафедра технологии строительного производства.

**Саламанова Мадина Шахидовна** – кандидат технических наук, доцент, кафедра технологии строительного производства.

**Узаева Аминат Альвиевна** – аспирант, кафедры технологии строительного производства.

#### **Information about the authors:**

**Magomed R. Nakhaev** – Cand. Sci. (Technical), Assoc. Prof., Department of Construction Technology.

**Madina Sh. Salamanova** – Cand. Sci. (Technical), Assoc. Prof., Department of Construction Technology.

**Aminat A. Uzaeva** – Graduate student, Department of Construction Technology.

#### **Конфликт интересов.**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Поступила в редакцию** 27.08.2018.

**Принята в печать** 26.09.2018.

#### **Conflict of interest.**

The authors declare no conflict of interest.

**Received** 27.08.2018.

**Accepted for publication** 26.09.2018.