

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ СОСТАВОВ БЕТОННЫХ КОМПОЗИТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГРАВИЙНО-ПЕСЧАНЫХ СМЕСЕЙ

© Т. С-А. Муртазаева^{1,2}, А. Х. Аласханов², М. М-Я. Зайпулаев²

¹Академия наук Чеченской Республики, Грозный, Россия

²ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, Грозный, Россия

Представлены современные подходы проектирования бетонов, так как точность проектирования обеспечивает достижение требуемых свойств бетона. Установлено, что наиболее точно можно считать опытно-расчетные методики определения производственных составов и их испытание в соответствии с действующими стандартами. Приводятся рациональные составы бетонов на гравийно-песчаных смесях рек Веденского района. Доказана эффективность применения гравийно-песчаных смесей в технологии бетона после их обогащения и фракционирования, способствующих улучшению контактной зоны такого заполнителя и цементного камня, и, как следствие, повышению прочности бетона.

Ключевые слова: гравийно-песчаные смеси, заполнители, химическая добавка, подбор бетона, производственный состав, физико-механические свойства.

Современные подходы проектирования составов бетонов предполагают выбор оптимального массового соотношения между его компонентами (цемента, воды, песка и щебня (гравия), химических добавок и наполнителей различной природы), который обеспечивает требуемые реологические показатели (подвижность, удобоукладываемость, сохраняемость) и заданные физико-механические и эксплуатационные свойства затвердевшего бетонного композита при минимальном расходе цемента [1-6].

Классический алгоритм подбора бетонных составов предполагает:

- 1) формулировку основных требований к свойствам проектируемого бетона;
- 2) определение компонентов бетонной смеси с заданными свойствами и параметрами;
- 3) теоретический расчет рецептуры одним из известных способов;
- 4) проверка теоретически полученного состава на экспериментальных замесах в лабораторных условиях;
- 5) производственная проверка полученного состава и его корректировка при необходимости;

б) камеральная обработка полученных данных и проведение исследований по изучению свойств запроецированного бетона на предложенных составах.

Правильный подбор рецептуры бетона прежде всего определяется эффективным подбором компонентов бетонной смеси, по своим свойствам изначально удовлетворяющие предъявляемым требованиям. Для проектируемого бетона – это прежде всего его класс, для бетонной смеси – его реологические свойства (сроки схватывания, удобоукладываемость, сохраняемость), для регуляторов приготовления, твердения и выдерживания бетона – механизм их взаимодействия с коагуляционной системой, находящейся в химически активном состоянии. Безусловно, большое влияние на получение эффективного состава имеют физико-механические и эксплуатационные свойства компонентов бетона, используемых для его приготовления. Кроме того, при проектировании состава необходимо учитывать технологические аспекты приготовления бетонной смеси, условия его выдерживания (нормальные, зимние, условия сухого жаркого климата) и ухода за приготовленным бетонным композитом [5, 6, 8, 10].

Таблица 1.
Сравнительные исследования свойств бетонных смесей и бетонов на основе ГПС
Веденского месторождения

№	Состав	Проектный класс (марка)	Требуемая прочность бетона, МПа	Рецептура: расход материалов на 1 м ³ бетонной смеси, кг						Реология			Физико-механические свойства		
				Цемент	Гравийно-песчаная смесь	Щебень	Песок	Добавка	Вода	Водоцементное соотношение	Осадка конуса бетонной смеси, см	Ползучесть (марка) бетона по ОК	Объемный вес, кг/м ³	Кубиковая прочность, МПа	
														Через 7 суток	Через 28 суток
1	K1	B 7,5 (M100)	9,8	205	-	1189	748	-	229	1,11	15	п ³	2308	7,5	13,1
2	P11			241	1972	-	-	-	239	1,03	12		2319	7,9	13,2
3	P12			202	2079	-	-	1,9	179	0,88	10,5		2328	8,9	10,4
4	K2	B12,5 (M150)	16,5	249	-	1198	727	-	240	0,89	12,5	п ³	2351	13,5	17,7
5	P21			277	1957	-	-	-	250	0,79	12,5		2338	12,6	16,8
6	P22			251	2028	-	-	2,4	179	0,68	11,5		2352	15,1	18,5
7	K3	B15 (M200)	19,8	298	-	1198	630	-	239	0,81	13,5	п ³	2349	15,8	24,1
8	P31			349	1909	-	-	-	237	0,65	11,5		2344	15,0	23,0
9	P32			289	1976	-	-	3	191	0,61	9,5		2352	16,9	21,8
10	K4	B20 (M250)	26,3	335	-	1248	526	-	222	0,67	12,5	п ³	2358	17,8	27,7
11	P41			409	1856	-	-	-	2228	0,55	12,5		2359	17,30	26,4
12	P42			3345	1938	-	-	3,5	176	0,50	13,5		2366	20,2	25,9
13	K5	B22,5 (M300)	29,5	381	-	1248	499	-	239	0,62	11	п ³	2364	21,9	31,1
14	P51			471	1819	-	-	-	245	0,51	15		2368	22,7	31,5
15	P52			396	1908	-	-	4,1	181	0,45	14		2381	24,1	32,0
16	K6	B25 (M350)	32,5	423	-	1248	449	-	246	0,57	13	п ³	2378	24,4	34,9
17	P61			553	1748	-	-	-	251	0,45	10		2369	25,2	35,8
18	P62			468	1837	-	-	4,5	190	0,39	10		2381	28,4	35,6
19	K7	B30 (M400)	39,4	459	-	1298	412	-	244	0,51	11	п ³	2389	28,7	43,2
20	P71			648	1655	-	-	-	254	0,42	12		2385	28,2	41,9
21	P72			521	1797	-	-	5,1	194	0,40	10		2388	32,7	39,4

Примечание: К (1-7) контрольные составы на основе щебня и песка Белгатовского и Червленского месторождений; Р – расчетные составы с ГПС Веденского месторождения

Как известно, действующие нормативные акты по подбору состава бетона в зависимости от наличия или отсутствия технологических характеристик вяжущего и заполнителей рекомендуют пользоваться одной из трех методик: расчетно-экспериментальной, ускоренной и по таблицам и номограммам. Первый способ применяется на базе использования формул, таблиц и графиков, когда имеются исходные данные по качеству цемента и заполнителей; второй – когда отсутствуют или недостаточно данных по качеству цемента и заполнителей, и, наконец, третий – когда имеется достаточная информация о качестве всех компонентов бетона [7, 9, 11].

Что касается проектирования составов тяжелых бетонов на гравийно-песчаных смесях (ГПС), то это довольно специфическая задача, прежде всего из-за неоднородности и нестабильности состава самой смеси, природы происхождения ГПС (речной, морской или горный), содержания илстых, глинистых и других вредных включений, существенно по-

нижающих качество ГПС как заполнителя для приготовления бетона. Не разрешается проектировать составы бетонов без отсева ГПС на гравий и песчаную составляющую, причем имеются достаточно сильные ограничения по содержанию глинистого сланца, который достаточно часто встречается в речных и горных гравийно-песчаных смесях республики. Если проектируются составы из морских ГПС, то крупные камни и валуны направляются на технологическую линию по получению из них щебня. Смесь из гравия и песка отсеивается, и по стандартной методике рассчитываются как заполнители бетона. Порядок определения состава бетона не меняется, но в соответствующих формулах коэффициенты A и A_1 , учитывающие качество применяемых материалов, принимаются как для материалов пониженного качества (соответственно – 0,55 и 0,37). Самым надежным способом качественного проектирования состава бетона, обеспечивающим достижение требуемых свойств бетона, является приготовление опытно-расчетным путем

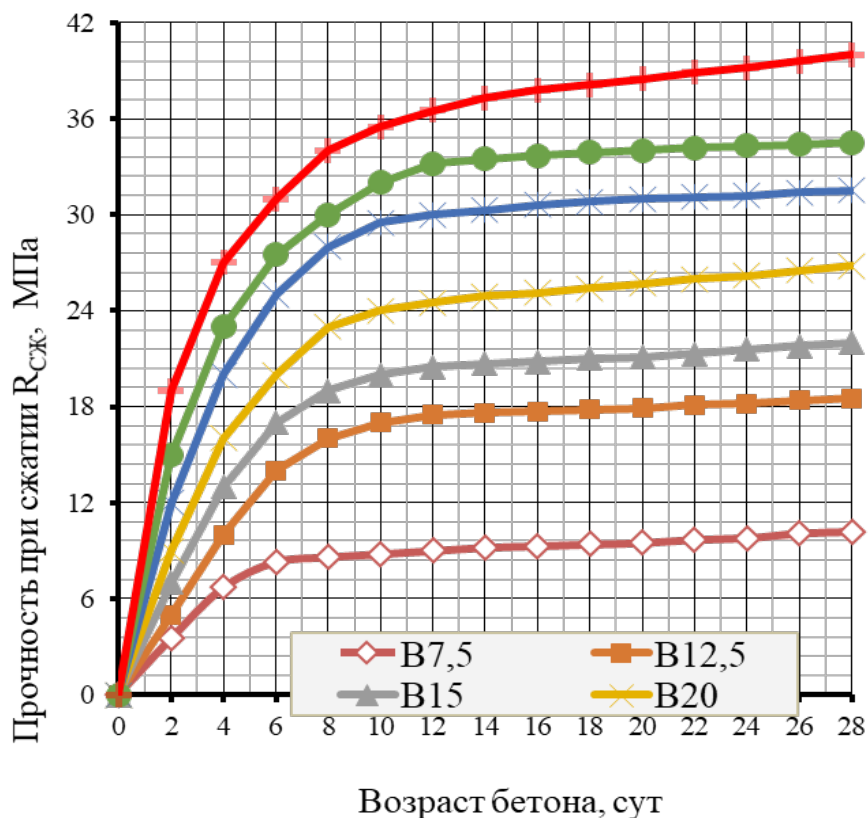


Рис. 1. Кривые набора прочности бетонов на речных гравийно-песчаных смесях

производственных составов и их испытание в соответствии с действующими стандартами [5, 8, 9].

В настоящей работе с целью определения наиболее рациональных составов бетонов на гравийно-песчаных смесях рек Веденского района проведены системные исследования, результаты которых представлены в таблице 1.

В качестве расчетного принимался состав на основе ГПС Веденского месторождения, который предварительно подвергался рассеиванию с использованием набора сит, в которых размер ячейки наиболее крупного составлял 40 мм, что говорит о том, что применялись смеси фракций 0-40 мм.

Для проведения сравнительных исследований с расчетным составом из Веденского месторождения использовались контрольные составы из щебня и песка Белгатоевского и Червленского карьеров.

Для регулирования технологических пара-

метров и физико-механических свойств бетона применялась химическая добавка «Полипласт СП-1» (один процент от расхода цемента).

Анализ полученных данных (таблица 1 и рисунок 1) позволяет сделать вывод о целесообразности эффективного использования гравийно-песчаных смесей для получения бетонов, отвечающих современным требованиям. Сравнительный анализ контрольных и расчетных составов показывает, что бетоны расчетных составов в целом и по технологическим параметрам, и по строительно-техническим параметрам не уступают аналогичным составам контрольных образцов.

Таким образом, при соответствующем подходе к проектированию составов на ГПС и соблюдении технологического регламента производства бетонных работ можно в полной мере обеспечить требуемые нормативно-эксплуатационные показатели тяжелых бетонов с заполнителями из гравийно-песчаных смесей.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Баженов Ю. М.* Обзор современных высокоэффективных бетонов / Баженов Ю. М., Федюк Р. С., Лесовик В. С. // Научные технологии и 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 / *Аласханов А. Х., Муртазаев С.-А. Ю., Сайдумов М. С. [и др.], Хубаев М. С. М.* // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2019. Т. 46. №2. С. 136-147.
3. Бетоны на заполнителях из валунно-галечно-гравийно-песчаных смесей / *Курбатов В. Л., Лесовик В. С., Дайронас М. В.* // 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 / *Батаев Д. К. С., Сайдумов М. С., Муртазаева Т. С.-А. [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 / *Муртазаев С.-А. Ю., Сайдумов М. С., Аласханов А. Х.* // 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 / Хадисов В.Х., Саламанова М.Ш., Мовсулов М.М. // 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 / Saidumov M.S., Murtazaev S.A. Yu., Alaskhanov A.Kh., Murtazaeva T.S. A. // 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. Разработка составов долговечных бетонов с использованием композиционного вяжущего / М.Ш. Саламанова, Р.Г. Бисултанов, Т. С-А. Муртазаева, М. С-М. Хубаев // Научное обозрение. 2016. №10. С. 56-65.

MODERN APPROACHES TO THE DESIGN OF CONCRETE COMPOSITES USING GRAVEL-SAND MIXTURES

© Т. С-А. Murtazaeva^{1,2}, Т. А. Н. Alaskhanov², М. М-З. Zaipulaev²

¹Academy of Sciences of the Chechen Republic, Grozny, Russia

²GSTOU acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia

The modern approaches to concrete design are presented, since the design accuracy ensures the achievement of the required concrete properties. It has been established that the most can be considered experimental calculation methods for determining production compositions and their testing in accordance with the current standards. Rational compositions of concrete on gravel – sand mixtures of rivers of Vedensky region are given. The efficiency of the use of gravel-sand mixtures in concrete technology after their concentration and fractionation has been proved, which improves the contact zone of such aggregate and cement stone and, as a consequence, increases the strength of concrete.

Keywords: gravel-sand mixtures, aggregates, chemical additives, concrete selection, production composition, physical and mechanical properties.

REFERENCES

1. Bazhenov, Yu. M., Fedjuk, 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 sciences*. 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 tekhnogennom i prirodnom syr'e' *V sbornike: Aktual'nye problemy sovremennoi stroitel'noi nauki i obrazovaniya. Materialy vs Rossijskoi 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). Pp. 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. Salamanova, M. Sh., Bisultanov, R. G., Murtazaeva, T. S.-A. and Khubaev, M. S.-M. (2016) 'Razrabotka sostavov dolgovechnykh betonov s ispol'zovaniem kompozitsionnogo vyazhushchego'. *Nauchnoe obozrenie*. [Development of compositions of durable concrete using a composite binder. Scientific Review]. No. 10. Pp. 56-65.