

УДК 691.542

DOI: 10.34824/VKNPIRAN.2020.4.4.004

**ПРИМЕНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ
ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ БЕТОННЫХ КОМПОЗИТОВ НА МЕЛКОМ
ПРИРОДНОМ ПЕСКЕ ЭГЕШТИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЧЕЧЕНСКОЙ
РЕСПУБЛИКИ**

© **Абдуллаев Абухан Магомедович (а), Абдуллаев Рамзан Магомедович (б), Батаева
Петимат Денаевна (с), Абдуллаев Магомед Абдул-Вахабович (д)**

- (а) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук, Российская Федерация, г. Грозный; лаборатория экспериментальной физики, н.с., han-100@mail.ru
- (б) Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова, магистрант кафедры «технология строительного производства», ramzan007abd@mail.ru
- (с) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук, Российская Федерация, г. Грозный; лаборатория высокомолекулярных соединений, bataeva_ggntu@mail.ru
- (д) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук, Российская Федерация, г. Грозный; лаборатория металлов, сплавов и композиционных материалов, mgdaa@mail.ru

Аннотация. В настоящей работе проведено исследование по изучению гранулометрического состава Эгештинского месторождения Чеченской республики (ЧР). В результате понижения поверхностного натяжения воды посредством введения поверхностно-активных веществ (ПАВ) Frem Giper S-TB в различных концентрациях установлено наступление критической концентрации (ККМ) этого ПАВ. Показано, что снижение поверхностного натяжения растворов ПАВ-вода при концентрациях близких к ККМ способствует изменению и повышению дисперсности песка Эгештинского месторождения ЧР. Представлены результаты исследования влияния гиперпластификатора Frem Giper S-TB на прочностные свойства мелкозернистого бетона.

Ключевые слова: ПАВ, ККМ, поверхностное натяжение, вода, гранулометрический состав, оптимизация грансостава.

**THE USE OF SURFACTANTS TO CREATE A HIGH-QUALITY CONCRETE
COMPOSITES ON A SMALL NATURAL SAND AGOSTINHO DEPOSITS OF THE
CHECHEN REPUBLIC**

© **Abdullaev Abukhan Magomedovich (a), Abdullaev Ramzan Magomedovich (b),
Batayeva Petimat Denaevna (c), Abdullaev Magomed Abdul-Vakhabovich (d)**

- (a) Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Science, Russian Federation, Grozny; laboratory of experimental physics, researcher, han-100@mail.ru
- (b) Grozny State Oil Technical University by Acad. M.D. Millionshikov, Russian Federation, Grozny, undergraduate of the department technology of building production, ramzan007abd@mail.ru
- (c) Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Science, Russian Federation, Grozny; laboratory of high-molecular compounds, bataeva_ggntu@mail.ru
- (d) Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Science, Russian Federation, Grozny; laboratory of metals, alloys and composite materials, mgdaa@mail.ru

Abstract. In the present work we report a study on the granulometric composition Aginskogo deposits of the Chechen Republic (CHR). As a result of lowering the surface tension of water by introducing surfactants (surfactants) Frem Giper S-TB in various concentrations, the onset of the critical concentration (CMC) of this surfactant was established. It is shown that a decrease in the surface tension of surfactant-water solutions at concentrations close to KCM contributes to a change and increase in the sand dispersion of the Egeshtinskoye field of the CR. The paper presents the results of a study of the effect of the Frem Giper s-TB hyperplasticizer on the strength properties of fine-grained concrete.

Key words: surfactant, CMC, surface tension, water, granulometric composition, optimization of granulation.

Дисперсный состав является одним из основных факторов в создании структуры композиционных строительных материалов. Разработка высокопрочных бетонных композитов должно сопровождаться снижением водоцементного отношения, от которого напрямую зависит пористость структуры получаемого материала. Изменением дисперсности применяемого сырья можно управлять водоцементным отношением и пористостью конечного материала.

Исследования проведенные в работе [6, 10] показывают, что увеличение дозировки ПАВ до определенной концентрации приводит к более узкому распределению частиц по радиусам и сдвигу максимума распределения в сторону меньших значений. Известно [2, 4, 10], что использование пластифицирующих добавок различного происхождения являясь ПАВ значительно снижает поверхностное натяжение воды. Авторами [5, 8, 10] показано влияние поверхностного натяжения на изменение дисперсности различных природных материалов. В работах [3, 12] подробно описываются условия возникновения растворимости веществ при достижении ККМ растворов ПАВ.

В работе [7] нами показана роль влияния ПАВ Frem Giper S-TB при введении в воду затворения цементного камня, где улучшены показатели прочности получаемых композитов. Основой проведенных исследований является изменение значений поверхностного натяжения, в результате которого происходит оптимизация и повышение дисперсности материалов. В работе [11] определено влияние поверхностно-активных веществ на смачиваемость сыпучих материалов. Чем выше становилась концентрация ПАВ, тем ниже устанавливается значение поверхностного натяжения во всех трех средах.

Учитывая проведенный литературный обзор, можно предположить, что поверхности зерен песка оказавшись на границе раздела фаз жидкость - твердое тело при ККМ в растворе ПАВ, могут иметь повышенную растворимость и способность к самопроизвольному диспергированию. Целью настоящей работы является изучение влияния поверхностно-активных веществ на изменение дисперсности природного заполнителя и определить его роль в улучшении качества мелкозернистого бетона.

Методы и материалы исследований

В опытах использованы следующие материалы: суперпластификатор Frem Giper S-TV страна производитель Республика Беларусь; песок Эгештинского месторождения Чеченской республики (ЧР) зерновой состав приведен в таблице 1, зерновой состав определяли по ГОСТ 8735-88; портландцемент марки М500 Чири-Юртовского цементного завода Чеченской Республики химический состав фракций цемента представлен таблицей 2; вода водопроводная.

Таблица 1

Зерновой состав песка Эгештинского месторождения Чеченской республики

№№ п/п	Наименование основных показателей	Фактическое значение		
		Размер сит, мм	Частные остатки на ситах, % по массе	Полные остатки на ситах, % по массе
1	Гранулометрический состав: Частные и полные остатки на ситах, % по массе, модуль крупности по ГОСТ 8735-88 равен 1,27	5,0	0,0	0,0
		2,5	0,0	0,0
		1,25	0,1	0,1
		0,63	0,3	0,4
		0,314	33,0	33,4
		0,16	60,6	93,0
		< 0,16	7,0	100,0

Таблица 2

Химический состав портландцемента марки М500 Чири-Юртовского цементного завода Чеченской Республики

Оксиды	Процентное содержание оксидов в цементе по размерам зерен				
	Меньше 40мкм	40-60мкм	60-80мкм	80-100мкм	100мкм и больше
MgO	1.48	1.69	1.70	1.95	1.71
Al ₂ O ₃	3.99	4.20	4.09	4.88	3.97

SiO ₂	16.79	16.80	14.90	17.41	16.43
SO ₃	5.19	4.00	5.36	4.30	6.06
K ₂ O	1.30	1.35	1.38	1.46	1.39
CaO	67.90	68.80	69.10	67.94	65.87
Fe ₂ O ₃	3.35	3.13	3.44	3.20	2.98
Содержание основных минералов C ₃ S-62,13%; C ₂ S-16,15%; C ₃ A-7,42%; C ₄ AF-12,56%					

Образцы для исследования готовились следующим образом: на электронных весах измеряли количество воды и песка. Суперпластификатор Frem Giper S-TB добавляли микропипеткой DV 100 ступенями шаг ступени 1% от количества воды на каждой ступени измеряли поверхностное натяжение и строили изотерму поверхностного натяжения рисунок 3. Исследование размеров частиц используемых модификаторов и их количественное распределение проводили на лазерном анализаторе частиц Horiba LB 550. Перед измерением размеров частиц в стандартную кювету от HORIBA LB 550 наполненную 4 мл воды или воды с ПАВ засыпали 0,5 г песка, в течение 10 секунд, встряхивая, тщательно перемешивали пробу и ставили в измерительный отсек.

Измерения поверхностного натяжения проводили методом висящей капли на тензиометре DSA100 фирмы «Krus» Германия [2, 4, 9]. Погрешность измерения поверхностного натяжения – менее 1%.

Нормальную плотность цементного теста определяли по ГОСТ 310.3-76 «Цементы. Методы определения нормальной плотности и сроков схватывания». Плотность цементного камня определяли гидростатическим взвешиванием по ГОСТ 12730.1-2002 Бетоны. Методы определения плотности.

Образцы для получения цементного камня изготавливали в стандартных металлических формах кубах размером ребра 20 мм, а мелкозернистого бетона в формах кубах с ребром 70 мм и призмах размерами ребер 70x70x280 мм. по ГОСТ 10180-90. Мелкозернистые бетонные смеси готовили одинаковой подвижности имели расплыв конуса на стандартном стряхивающем столике после 30 стряхиваний 180-190мм.

Эффективность использования химической добавки определяли по ГОСТ 30459-2003 г.

Изготовленные образцы цементного камня извлекали из форм через 20 часов, и до испытания на прочность хранили в воде, а образцы мелкозернистого бетона в камере нормального твердения при температуре 293К в течение 28 суток. По ГОСТ 10180-90 определяли предел прочностные характеристики цементного камня и мелкозернистого бетона при сжатии механическим разрушающим способом испытанием образцов на испытательных машинах FS150AT и ТП-1-1500.

Результаты и обсуждения

С использованием лазерного анализатора частиц HORIBA LB-550 проведены исследования по изучению размеров частиц песка Эгештинского месторождения ЧР. В результате проведенных исследований получены гистограммы распределения частиц по размерам, указывающие на то, что песок имеет зерна микронных размеров.

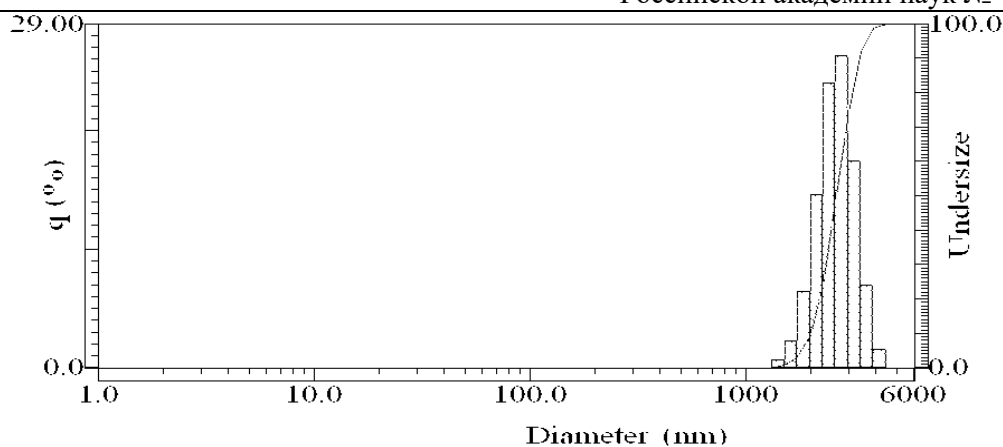


Рис. 1. Гистограмма распределения размеров частиц песка месторождения ЧР. Средний размер зерен 2627 нм. Динамика 741

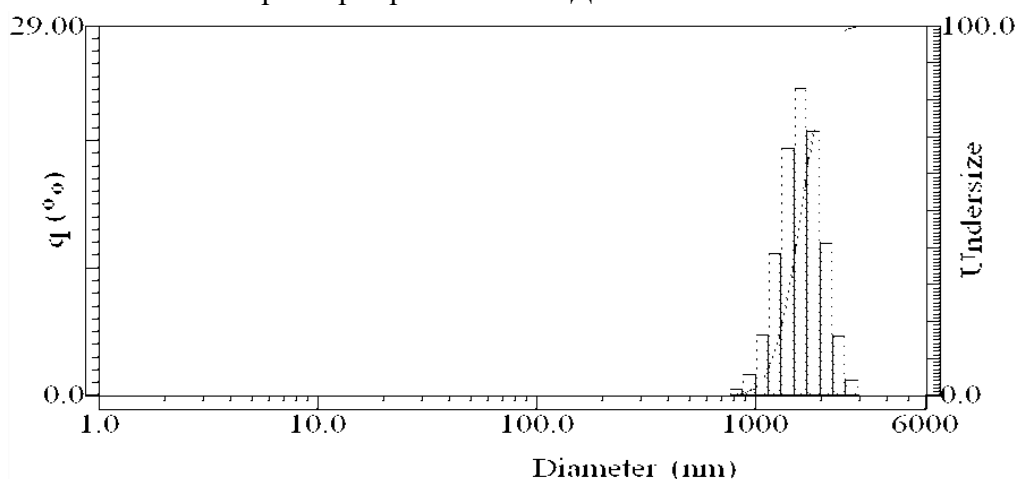


Рис. 2. Гистограмма распределения размеров частиц песка в водном растворе ПАВ Frem Giper S-TB месторождения ЧР. Средний размер зерен 1620 нм. Динамика 1117

Гистограммы исследования размеров частиц песка месторождения ЧР показывают, что средний размер зерен песка оставшихся в суспензии изготовленной с использованием чистой воды после осаждения крупнозернистой части равен 2627 нм. Сразу после перемешивания и последующего 10 секундного встряхивания суспензии начинается седиментация больших зерен, оставшаяся часть песка, то есть, мелкие зерна прилипшиеся к крупным, снимаются с их поверхностей и участвуют в броуновском движении в столбике суспензии. Если сравнить это с Рис.2, где помимо чистой воды в суспензии присутствуют поверхностно-активные вещества (ПАВ) Frem Giper S-TB, снижение значений поверхностного натяжения воды привело к увеличению степени дисперсности. Средний размер зерен песка в суспензии с ПАВ составляет 1620 нм, что почти на 40% меньше по сравнению с опытом на чистой воде. Кроме этого, лазерный анализатор частиц показывает динамику, которая указывает на степень или число частиц в столбике суспензии. Для образца на воде динамика равна 741, а значение динамики модифицированного образца равна 1117, что в свою очередь тоже указывает на более высокую диспергирующую и растворяющую [3] способность воды в присутствии Frem Giper S-TB при концентрации последнего ниже уровня ККМ.

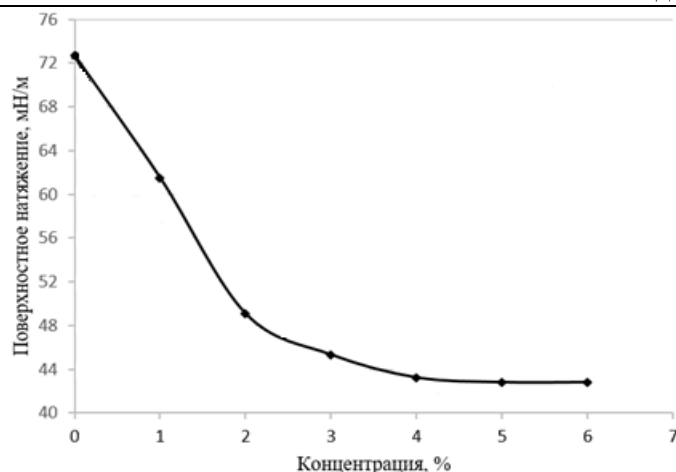


Рис. 3. Изотерма поверхностного натяжения воды при различных концентраций Frem Giper S-TB и достижение ККМ

На рисунке 3 показано влияние гиперпластификатора Frem Giper S-TB на значения поверхностного натяжения воды. Видно, что с увеличением концентрации ПАВ в воде происходит интенсивное снижение поверхностного натяжения воды. На графике видно, что при отсутствии ПАВ значение поверхностного натяжения равно 72,5 мН/м, при максимальном содержании Frem Giper S-TB поверхностное натяжение воды опускается до 43 мН/м. (Дальнейшее увеличение концентрации ПАВ не приводит к снижению поверхностного натяжения, что свидетельствует о наступлении ККМ) Это показывает влияние ПАВ на поверхностные свойства воды и возможное частичное растворение дисперсных материалов в его среде и как следствие этого диспергирование зерен мелкозернистого песка. Свойства цементного теста и цементного камня, полученного с использованием гиперпластификатора приведено в таблице 3.

Таблица 3

Физико-механические свойства цементного теста и камня, полученного с использованием гиперпластификатора Frem Giper S-TB

Расход цемента, г	FremGiper S-TB, % мас. от цемента	Поверхностное натяжение мН/м	Нормальная плотность (НГ), %	Плотность цементного камня, г/см ³	Прочность, МПа
500		72,7	23,25	2,18	112,5
500	0,2	63,1	21,2	2,28	122,4
500	0,4	49,1	19,6	2,32	127,6
500	0,6	45,3	18,4	2,32	132,9
500	0,8	42,79	18,25	2,32	131,3
500	1,0	42,75	18,25	2,32	130,2

Мелкозернистые бетоны с использованием песка Эгештинского месторождения ЧР

№ п/п	Цемент, кг	Песок природный Эгештинский, кг	Песок монофракционный, по ГОСТ 6139, кг.	Вода, г	Frem Gip.S-TB, %	Прочность, МПа, (сжатие/изгиб)		
						1 сут	7 сут	28 сут
1	500		1350	225		8,2/1,1 3	24,02/2 ,52,	30,5/2,89 5
2	500	1350		292		7,28/1, 03	22,32/1 ,62,	29,5/2,33
3	500		1350	171	0,6	14,6/1, 445	34,2/2, 995	38,2/3,55
4	500	1350		195	0,6	10,6/1, 632	38,2/3, 23	42,24/5,1 2
5	600	1200		274		6,09/1, 44	44,13/5 ,68	51,3/6,1
6	600	1200		232	0,6	25,83/3 ,73	71,37/7 ,00	75,58/9,3 7

По результатам прочностных характеристик мелкозернистого бетона изготовленного на стандартном монофракционном песке отчетливо видно, что во все сроки твердения показатели прочности образцов изготовленных с применением Frem Giper S-TB намного превышают значения контрольных составов. Так, прочность на сжатие через 1,7 и 28 суток твердения превышают показатели контрольных образцов на 78, 42, и 25% соответственно. Значения прочности на изгиб в такие же периоды твердения составили 28, 19, и 22 % соответственно.

А результаты прочностных характеристик мелкозернистого бетона изготовленного на исследуемом песке показали, что во все сроки твердения показатели прочности образцов изготовленных с применением Frem Giper S-TB на этом мелкозернистом песке намного превышают значения контрольных составов. Так, прочность на сжатие через 1,7 и 28 суток твердения превышают показатели контрольных образцов на 248, 70, и 74,58% соответственно. Значения прочности на изгиб в такие же периоды твердения составили 159, 60, и 50 % соответственно.

Выводы

Понижение поверхностного натяжения дисперсионной среды добавлением ПАВ повышает растворимость мелкого природного песка и как следствие способствует повышению дисперсности последнего.

Песок Эгештинского месторождения Чеченской Республики может эффективно применяться как заполнитель в мелкозернистых бетонах и получать на них высокопрочные строительные бетоны для производства тонкостенных конструкций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуллаев А.М., Межидов В.Х. Адгезия гипса на клинкере в процессе их размола. Известия высших учебных заведений. Строительство. 2016. № 9 (693). С. 50-59.
2. Абдуллаев А.М., Муртазаев С.-А.Ю. «Повышение удельной поверхности цементов диспергирующим действием высокоэффективных ПАВ», Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова, № 1, 2016. С. 40-45.
3. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика. Изд. 2-е, переработанное и дополненное. М.: 1998. С. 20-22.
4. Дадашев Р.Х., Джамбулатов Р.С., Элимханов Д.З. и др. «Установка по исследованию поверхностных свойств границы раздела фаз (DSA-100)», Вестник АН ЧР, № 1, 2011. С. 13-17.
5. Клындюк А. И. Поверхностные явления и дисперсные системы: учеб. пособие для студентов химико-технологических специальностей / А. И. Клындюк. Минск: БГТУ, 2011. 317 с.
6. Лесовик Р.В., Баженов Ю.М. Мелкозернистые бетоны на основе композиционных вяжущих и техногенных песков: монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. 567 с.
7. Муртазаев С.А.Ю., Батаев Д.К.С., Абдуллаев А.М., Сайдумов М.С., Аласханов А.Х. Высокопрочные цементные композиты с использованием комплексных добавок на основе наноструктурированных минеральных компонентов. Научное обозрение. 2017. № 12. С. 6-11.
8. Оботуров А. В. Поверхностные явления и дисперсные системы: конспект лекций. А. В. Оботуров. Могилёв: УО «МГУП», 2011. 55 с.
9. Официальный сайт фирмы "KRUSS". // URL: <http://www.kruss.de> (дата обращения: 9.12.2020).
10. Ребиндер П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах. Физико-химическая механика. Москва: Наука, 1979. С. 246-250.
11. Шишацкий А.Г., Пицык Ю.В., Влияние поверхностно-активных веществ на смачиваемость сыпучих материалов. Вестник КДУ имени Михаила Остроградского. Выпуск 2/2010 (61).
12. Шукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. М.: Изд-во Московского университета, 1982. 232 с.

REFERENCES

1. Abdullaev A. M., Mezhidov V. H. Adhesion of plaster to the clinker during grinding. News of higher educational institutions. Construction. 2016. No. 9 (693). Pp. 50-59.
2. Abdullaev a.m., Murtazaev S.-A. Yu. "Increasing the specific surface of cements by the dispersing action of high-performance surfactants", Bulletin of BSTU named after V. G. Shukhov, No. 1, 2016. Pp. 40-45.
3. Batrakov V. G. Modified concrete. Theory and practice. 2nd Ed., revised and supplemented. M.: 1998. Pp. 20-22.
4. Dadashev R. H., Dzhambulatov R. S., Elimkhanov D. Z. and others. "Installation for the study of surface properties of the phase interface (DSA-100)", Bulletin of the Academy of Sciences of the Czech Republic, No. 1, 2011. Pp. 13-17.

5. Klyndyuk A. I. Surface phenomena and dispersed systems: textbook. manual for students of chemical and technological specialties / A. I. Klyndyuk. Minsk: BSTU, 2011. 317 p.
6. Lesovik R. V., Bazhenov Yu. M. fine-Grained concrete based on composite binders and technogenic Sands: monograph. Belgorod: BSTU publishing House, 2013. 567 p.
7. Murtazaev S. A. Yu., Bataev D. K. S., Abdullaev a.m., Saidumov M. S., Alaskhanov A. H. High-Strength cement composites using complex additives based on nanostructured mineral components. Scientific review. 2017. № 12. Pp. 6-11.
8. Oboturov A.V. Surface phenomena and dispersed systems: lecture notes. Mogilev: UO "MGUP", 2011. 55 p.
9. Official website of the company "KRUSS". // URL: <http://www.kruss.de> (accessed: 9.12.2020).
10. Rebinder P. A. Surface phenomena in dispersed systems. Physical and chemical mechanics. Moscow: Nauka, 1979. Pp. 246-250.
11. Shishatskiy A.G., Picic Y. V., Effect of surfactants on the wettability of the granular materials. Bulletin of the Mikhail Ostrogradsky KDU. Issue 2/2010 (61).
12. Shukin E. D., Pertsov A.V., Amelina E. A. Colloid chemistry. Moscow: Moscow University publishing House, 1982. 232 p.