

mechanical opening of boards]. Patent RF, no 2010140305, 2010.

5. Velikzhanin G.M. *Stendovaja linija dlja formovaniya zhelezobetonnyh izdelij* [Poster line for molding concrete products]. Patent RF, no 2011125519, 2011.

6. Velikzhanin G.M. *Prizhimnoe ustrojstvo* [Pressing device] Patent RF, no 2012116636, 2012.

7. *Betonnye i zhelezobetonnye konstrukcii. Osnovnye polozhenija* [Concrete and reinforced concrete structures. The main provisions]. SP 63.13330 - 2012. - Enter. 01/01/2013. Moscow, Izd-vo Standartov, 2013. 67 p.

8. GOST 10922 – 2012. *Armaturnye i zakladnye izdelija, ih svarnye, vjazanye i mehanicheskie soedinenija dlja zhelezobetonnyh konstrukcij. Mezhhgosudarstvennyj standart* [State standard 10922-2012. Reinforcement and embedded products, their welded, woven and mechanical connections for concrete structures. Interstate standards]. Moscow, Izd-vo Standartov, 2013. 58.

Попов Василий Анатольевич (Россия, г. Омск) – старший преподаватель кафедры «Организация и технология строительства» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: technolog-omsk@rambler.ru).

Казakov Виталий Анатольевич (Россия, г. Омск) – кандидат экономических наук, доцент, и.о.зав. кафедрой «Организация и технология строительства» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: k9139742550@gmail.com).

Андрюшенков Александр Федорович (Россия, г. Омск) – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Организация и технология строительства» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: k9139742550@rambler.ru).

Воловник Наталья Сергеевна (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Организация и технология строительства» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: volovnik.natalya@mail.ru).

Popov Vasily Anatolyevich (Russian Federation, Omsk) – senior teacher of "Organization and Technology of Construction" department The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: technolog-omsk@rambler.ru).

Kazakov Vitaly Anatolyevich (Russian Federation, Omsk) – candidate of economic sciences, the associate professor, The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: k9139742550@gmail.com).

Andryushenkov Alexander Fedorovich (Russian Federation, Omsk) – candidate of economic sciences, The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: k9139742550@rambler.ru).

Volovnik Natalya Sergeyevna (Russian Federation, Omsk) – the associate professor The Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: volovnik.natalya@mail.ru).

УДК 691

ВЛИЯНИЕ МЕЛКОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ ИЗ ПЕСКА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ ДОБАВОК-РАЗЖИЖИТЕЛЕЙ

Ш.М. Рахимбаев, Н.М. Толыпина, Е.Н. Хахалева

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»,
Белгород, Россия

Аннотация. Теоретически обосновано и экспериментально подтверждено, что на эффективность действия пластифицирующих добавок в мелкозернистых смесях оказывает влияние не только вид и расход вяжущего, но и мелкий заполнитель. Исследовано влияние комплексных добавок на реологические свойства бетонной смеси и физико-химические процессы взаимодействия с цементной матрицей бетона. Установлено, что управляя процессами адсорбции положительно заряженных пленок на поверхности частиц кварцевого песка, можно повысить эффективность супер- и гиперпластификаторов.

Ключевые слова: кварцевый песок, вяжущее, мелкозернистые смеси, суперпластификатор, гиперпластификатор, разжижающая способность.

Введение

В настоящее время актуальна разработка новых инновационных добавок и методик, используемых в производстве бетона.

Известно, что на эффективность супер- и гиперпластификаторов большое влияние оказывает вид вяжущего, его минеральный состав и другие характеристики [1-3]. Влияние

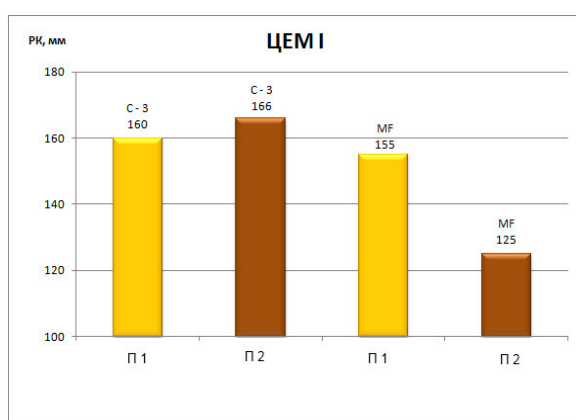
мелкого заполнителя из песка на разжижающую способность добавок пластифицирующего действия мало исследовано [4]. Данная работа посвящена этому вопросу.

Влияние мелкого заполнителя на эффективность действия СП и ГП

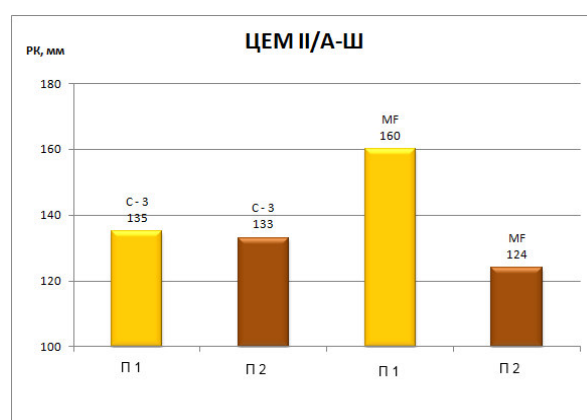
В качестве объекта исследований использовали пески Нижнеольшанского (песок 1 – светлый) и Безлюдовского месторождений (песок 2 – желтой окраски, что обусловлено наличием адсорбированных на поверхности его частиц пленок из оксидов и гидроксидов железа). В качестве вяжущих использовали портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н

ЗАО «Белгородцемент» и портландцемент ЦЕМ II/A-Ш 42,5 Н «Себряковцемент».

На контрольном составе (Ц:П=1:3) с чистым песком было установлено водоцементное отношение, обеспечивающее нормальную густоту цементно-песчаной смеси по ГОСТ 310.4-86, при этом расплыв конуса (РК) составил 113 мм. В качестве суперпластификаторов использовали С-3 (0,6 %) и Melflux (0,3 %). Результаты исследований показали, что их эффективность действия зависит не только от вида вяжущего, что общеизвестно, но и от применяемого песка, что является новым, малоисследованным фактом (рис. 1).



а)



б)

Рис. 1. Влияние вида вяжущего на эффективность действия супер- и гиперпластификаторов: а) – ЦЕМ I 42,5 Н ЗАО «Белгородцемент»; б) – ЦЕМ II/A-Ш 42,5 Н «Себряковцемент»

Как видно из приведенных на рисунках 1,а данных, замена песка 1 на песок 2 в смеси на ЦЕМ I, привела к неожиданному результату: эффективность суперпластификатора С-3 осталась практически без изменений (увеличилась на 4 %), в то время как у Melflux уменьшилась приблизительно на 20 %. Аналогичная зависимость наблюдается при использовании портландцемента ЦЕМ II/A-Ш «Себряковцемент»: эффективность суперпластификатора С-3 практически не изменилась, в то время как у Melflux уменьшилась приблизительно на 22 % (рисунок 1,б).

Эти данные позволяют сделать вывод, что суперпластификатор С-3 чувствителен к виду вяжущего, но малочувствителен к песку; гиперпластификатор Melflux ведет себя наоборот – его эффективность очень сильно зависит от вида песка, но мало – от вида вяжущего. При смешивании только песка 1 (без добавления вяжущего) с растворами Melflux и С-3 в пропорции В/Т=0,11 при равных дозировках добавок (1% от массы песка) установлено, что Melflux повышает

текучесть песка на 8 % (РК увеличивается от 130 до 142 мм), в то время как С-3 не оказывает влияния на РК. Это свидетельствует о том, что адсорбционные слои на поверхности частиц кварцевого песка влияют на разжижающую способность добавок пластифицирующего действия по-разному, в зависимости от природы добавок.

Суперпластификатор С-3 эффективно (приблизительно на 30 %) разжижает мелкозернистую смесь на вяжущем ЦЕМ I (Белгородцемент), независимо от вида песка, в то время как на вяжущем ЦЕМ II (Себряковцемент) разжижающий эффект незначителен – 15 %. У Melflux эффективность на песке с малым содержанием примесей повышается на 30 %, а при переходе на песок с высоким содержанием железистых примесей разжижающая способность возрастает всего на 12-15 %, независимо от вида цемента.

Песок с малым содержанием примесей из пленок оксидов и гидроксидов железа имеет преимущественно электроотрицательный заряд поверхности, поэтому плохо

адсорбирует анионактивные супер- и гиперпластификаторы. В таком случае модификация поверхности частиц кварцевого песка растворами солей 2-х и 3-х валентных катионов позволит повысить разжижение бетонных смесей с помощью анионного суперпластификатора.

После модифицирования песка 1 неорганическими солями (F1, F2 и F3)

разжижающая способность суперпластификатора С-3 на вяжущем ЦЕМ II значительно возрастает. При дозировках неорганических добавок 0,03-0,1 % от массы песка разжижающий эффект повышается до 20 %, что свидетельствует о проявлении синергетического эффекта. Результаты эксперимента приведены на рисунке 2.

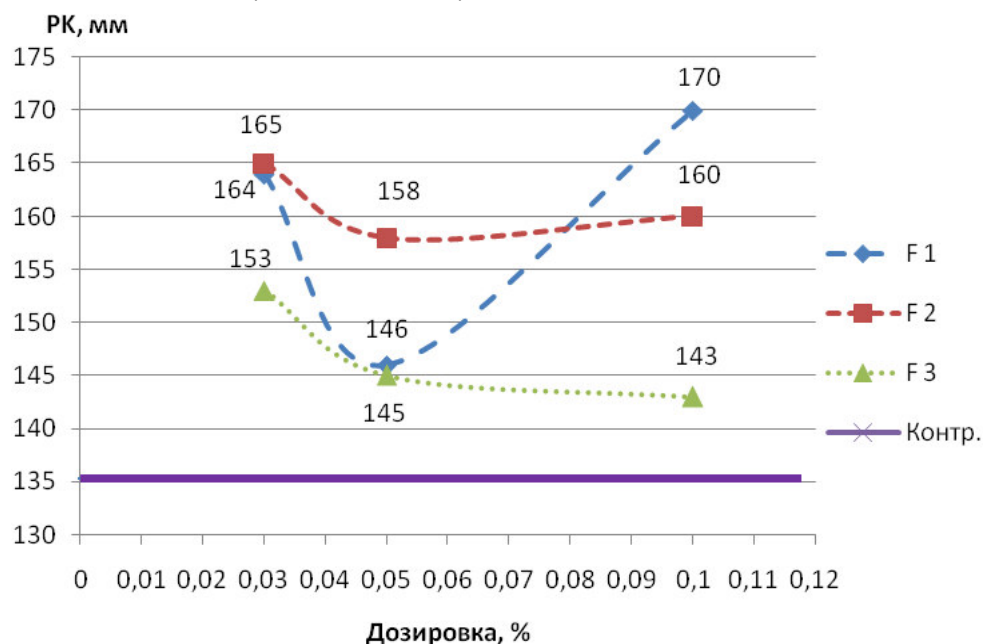


Рис. 2. Влияние неорганических модификаторов на эффективность действия суперпластификатора С-3

Melflux эффективно разжижает смеси из ЦЕМ II и песка 1 (РК=160 мм), добавление в такие смеси неорганических модификаторов

снижает или дает незначительное повышение разжижающей способности на 5-10 % (рис. 3).

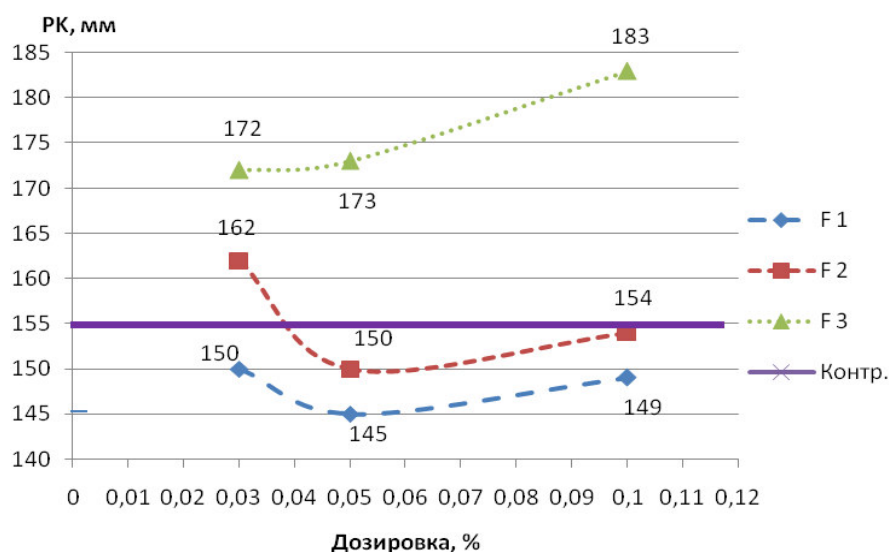


Рис. 3. Влияние неорганических модификаторов на эффективность действия гиперпластификатора Melflux

Влияние комплексных добавок на прочностные характеристики бетона

Известно, что применение супер- и гиперпластификаторов позволяет уменьшить водопотребность бетонных смесей, и тем самым, увеличить прочностные характеристики бетона [5-8].

Авторами были проведены экспериментальные исследования по

изучению прочности образцов мелкозернистого бетона без снижения водоцементного отношения.

Из приготовленной смеси формовали образцы-балочки 2,5х2,5х10 см, которые после пропаривания при температуре 80 °С испытывали на прочность при сжатии. Результаты испытаний приведены на рисунках 4, 5.

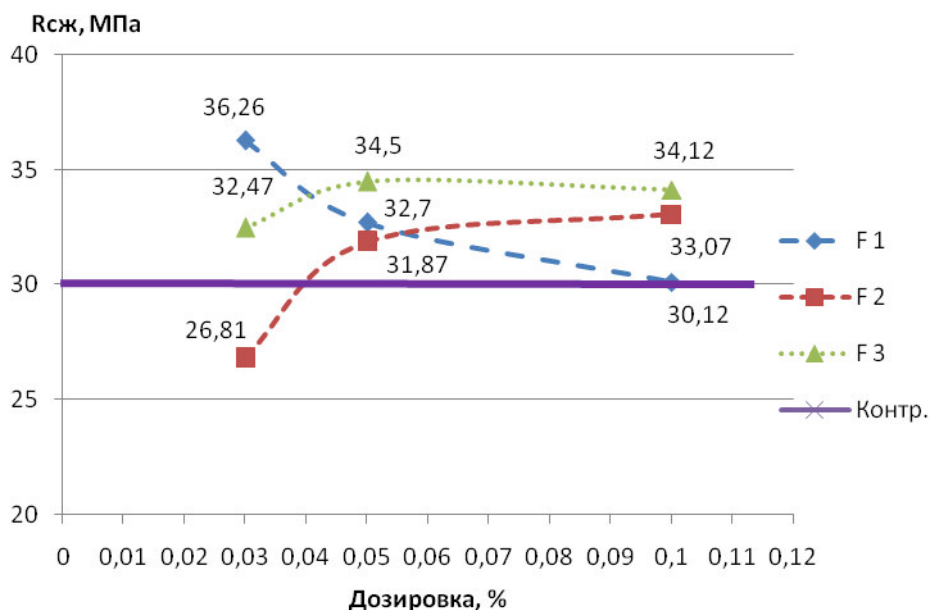


Рис. 4. Влияние неорганических модификаторов+ Melflux на прочность мелкозернистого бетона

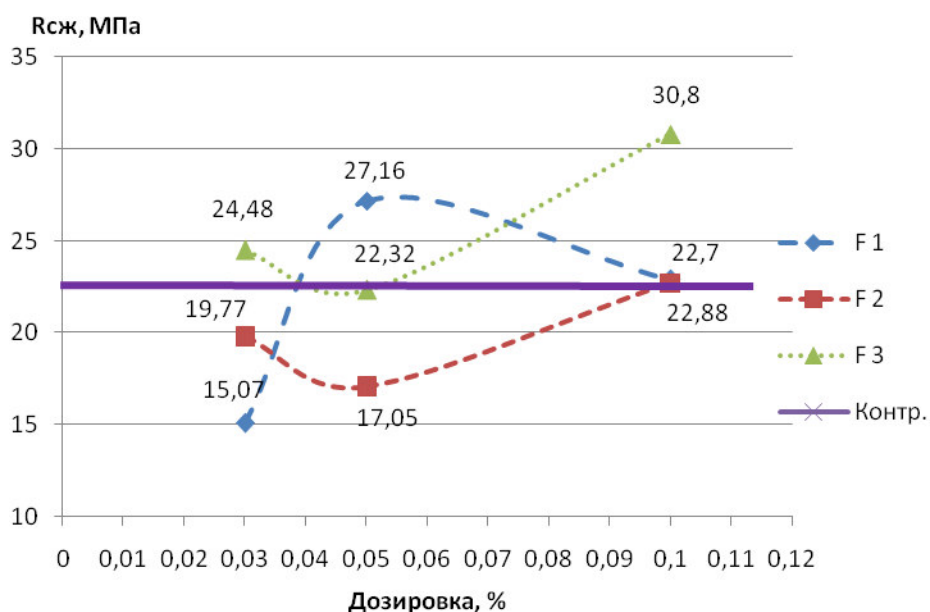


Рис. 5. Влияние неорганических модификаторов+ C-3 на прочность мелкозернистого бетона

Как видно из приведенных данных, использование гиперпластификатора поликарбоксилатного типа повышает предел прочности мелкозернистого бетона при сжатии на 25 % по сравнению с составами с добавкой суперпластификатора С-3 при одинаковом значении В/Ц=0,5 (по данным контрольных составов).

При этом ввод электролита вместе с добавкой С-3 повышает прочность при сжатии мелкозернистого бетона до 35 %. При использовании смеси неорганических модификаторов+ Melflux прочность при сжатии мелкозернистого бетона повышается на 18 %.

Таким образом, установлен важный в практическом отношении результат, заключающийся в том, что не только вид вяжущего оказывает влияние на эффективность действия разжижителей, но и мелкий заполнитель.

Применение неорганических модификаторов песка может усиливать эффективность действия разжижителей на 10-20 % и одновременно повышать прочность на 20-30 %.

Заключение

Таким образом, выполненные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. На эффективность действия добавок пластифицирующего действия оказывает влияние не только вид и расход вяжущего, но и применяемый кварцевый песок, к особенностям которого можно отнести наличие на поверхности зерен песка адсорбированных пленок из оксидов и гидроксидов железа и алюминия, оказывающих влияние на реологические свойства бетонной смеси и физико-химические процессы взаимодействия с цементной матрицей бетона.

2. Суперпластификатор С-3 чувствителен к виду применяемого вяжущего, но мало чувствителен к виду мелкого заполнителя. Суперпластификатор С-3 разжижает бетонную мелкозернистую смесь на 30 % на вяжущем ЦЕМ I (Белгородцемент), но мало разжижает на вяжущем ЦЕМ II (Себряковцемент) – на 15 %. В то же время гиперпластификатор Melflux проявляет большую чувствительность к пескам, но мало зависит от вида применяемого вяжущего. Разжижает смеси на светлом песке на 30 %, а при переходе на желтый песок разжижающая способность снижается до 12 %.

3. Мелкозернистый бетон на вяжущем ЦЕМ II (Себряковцемент) эффективно

разжижаются суперпластификатором С-3 и неорганическими модификаторами до 30 %. Применение добавки гиперпластификатора Melflux в смесях на песке 1 без примесей совместно с электролитами малоэффективно.

4. Управляя процессами адсорбции положительно заряженных пленок на поверхности частиц кварцевого песка, можно повысить эффективность супер- и гиперпластификаторов на 20 % и более, в зависимости от вида и дозировки добавки-электролита, валентности катиона, состава поверхности кварцевого песка.

5. Адсорбция на поверхности песка положительно заряженных двух- и трехвалентных катионов влияет на физико-химические процессы взаимодействия с цементной матрицей бетона, что способствует повышению прочности мелкозернистого бетона при сжатии до 30 %.

Библиографический список

1. Батраков, В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика / В.Г. Батраков. – М.: изд-во АСВ, 1998. – 768 с.
2. Вовк, А.И. Суперпластификаторы в бетоне: анализ химии процессов. Часть 2 / А.И. Вовк // Технологии бетонов. – 2009. – № 5. – С. 10–13.
3. Шаповалов, Н.А. Влияние СБ-3 и комплексных добавок на агрегативную и седиментационную устойчивость цементных суспензий / Н.А. Шаповалов, В.А. Ломаченко, Д.В. Ломаченко, Л.И. Яшуркаева, А.А. Гребенюк // Вестник БГТУ им. В.Г.Шухова. – 2012. – № 4. – С.156–158.
4. Рахимбаев, Ш.М. Влияние электроповерхностных свойств заполнителя на разжижающую способность суперпластификатора С-3 / Ш.М. Рахимбаев, Н.М. Толыпина, Е.А. Гудкова // Техника и технология силикатов. – 2013. – т.20. №1. – С. 2–4.
5. Баженов, Ю.М. Модифицированные высококачественные бетоны / Ю.М. Баженов, В.С. Демьянова, В.И. Калашников. – М.: изд-во АСВ, 2006. – 368 с.
6. Несветаев, Г.В. Гиперпластификаторы «Melflux» для сухих строительных смесей и бетонов / Г.В. Несветаев, А.Н. Давидюк // Строительные материалы. – 2010. – №3. – С. 38–39.
7. Батраков, В.Г. Модификаторы бетона: новые возможности и перспективы / В.Г. Батраков // Строительные материалы. – 2006. – № 10. – С. 4-7
8. Несветаев, Г.В. Эффективность применения суперпластификаторов в бетонах / Г.В. Несветаев // Строительные материалы. – 2006. – № 10. – С. 23-25.

INFLUENCE OF FINE AGGREGATE OF SAND ON THE EFFECTIVENESS OF ADDITIVES-THINNERS

Sh.M. Rakhimbaev, N.M. Tolypina, E.N. Hakhaleva

Abstract. Theoretically proved and experimentally confirmed that on efficiency of action of plasticizing additives in fine-grained mixtures will effectively impact not only the look and flow of the binder, but the type of applied fine filler. The influence of complex additives on the rheological properties of the concrete mix and physico-chemical processes of interaction with the cement matrix of concrete. Found that controlling the adsorption processes of positively charged film on the surface of particles of quartz sand, you can increase the effectiveness of high range plasticizers.

Keywords: quartz sand, a binder, a fine-grained mixture, a superplasticizer, hyper-plasticizer, thinning ability.

References

1. Batrakov V.G. *Modificirovannye betony. Teoriya i praktika* [Modified concretes. Theory and practice]. Moscow, izd-vo ASV, 1998. 768 p.
2. Vovk A.I. Superplastifikatory v betone: analiz himii processov. Chast' 2 [Superplasticizers in concrete: analysis of chemical processes. Part 2]. *Tehnologii betonov*, 2009, no 5. pp. 10–13.
3. Shapovalov N.A., Lomachenko V.A., Lomachenko D.V., Jashurkaeva L.I., Grebenjuk A.A. Vliyanie SB-3 i kompleksnyh dobavok na agregativnuyu i sedimentacionnuyu ustojchivost' cementnyh suspenzij [The Impact of SAT-3 and complex additives on the aggregative and sedimentation stability of cement slurries]. *Vestnik BGTU im. V.G.Shukhova*, 2012, no 4. pp.156–158.
4. Rakhimbaev Sh.M., Tolypina N.M., Gudkova E.A. Vliyanie jelektropoverhnostnyh svoystv zapolnitelja na razzhizhajushhuyu sposobnost' superplastifikatora S-3 [Influence of electrical surface properties of the filler on thinning ability of superplasticizer C-3]. *Tehnika i tehnologija silikatov*, 2013, t.20, no 1. pp. 2–4.
5. Bazhenov Ju.M., Dem'janova B.C., Kalashnikov V.I. *Modificirovannye vysokokachestvennye betony* [Modified high-quality concrete]. Moscow, izd-vo ASV, 2006. 368 p.
6. Nesvetaev G.V., Davidjuk A.N. Giperplastifikatory Melflux» dlja suhih stroitel'nyh smesej i betonov [Melflux hyper softeners for dry construction mixes and concrete]. *Stroitel'nye materialy*, 2010, no 3. pp. 38-39.
7. Batrakov V.G. Modifikatory betona: novye vozmozhnosti i perspektivy [Concrete modifiers: new opportunities and prospects]. *Stroitel'nye materialy*, 2006, no 10. pp. 4-7
8. Nesvetaev G.V. Jefferktivnost' primenenija superplastifikatorov v betonah [Efficiency of use of supersofteners in concrete]. *Stroitel'nye materialy*, 2006, no 10. pp. 23-25.

Рахимбаев Шарк Матросулович (Белгород, Россия) – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (308012, Россия, г. Белгород, ул. Костюкова 46, e-mail: tolypina.n@yandex.ru).

Толыпина Наталья Максимовна (Белгород, Россия) – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (308012, Россия, г. Белгород, ул. Костюкова 46, e-mail: tolypina.n@yandex.ru).

Хахалева Елена Николаевна (Белгород, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (308012, Россия, г. Белгород, ул. Костюкова 46, e-mail: hahaleva@intbel.ru).

Shark M. Rakhimbayev (Belgorod, Russian Federation) – doctor of technical sciences, professor, department of construction materials science, products and structures, Belgorod State Technological University named after V.G. Shoukhov (308012, Belgorod, Kostyukov str., 46., e-mail: tolypina.n@yandex.ru).

Natalia M. Tolypina (Belgorod, Russian Federation) – candidate of technical sciences, associate professor, department of construction materials science, products and structures, Belgorod State Technological University named after V.G. Shoukhov (308012, Belgorod, Kostyukov str., 46, e-mail: tolypina.n@yandex.ru).

Elena N. Khakhaleva (Belgorod, Russian Federation) – candidate of technical sciences, associate professor, department of construction materials science, products and structures, Belgorod State Technological University named after V.G. Shoukhov (308012, Belgorod, Kostyukov str., 46, e-mail: hahaleva@intbel.ru).