

А.Д. АЛТЫНБЕКОВА¹, Р.Е. ЛУКПАНОВ¹, С.Б. ЕНКЕБАЕВ¹,
Д.С. ДЮСЕМБИНОВ¹, Н.К. ЕРЖАНОВА²

¹НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», г. Нур-Султан, Казахстан

²НАО «Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати», г. Тараз, Казахстан

УДОБОУКЛАДЫВАЕМЫЙ БЕТОН БЫСТРОГО ТВЕРДЕНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БУРОНАБИВНЫХ СВАЙ

Аннотация. В статье представлены результаты влияния комплексной добавки на улучшение физико-механических характеристик материала. Оценка физико-механических характеристик бетона произведена для четырех типов бетона. Основными оценочными параметрами, являлись: сроки схватывания, прочность на сжатие и растяжение при изгибе, водопоглощение. В представленной работе авторы использовали комплексную добавку, содержащую в своем составе щелочь (каустическая сода), послеспиртовую барду (отходы спиртового производства) и регулятор твердения (гипс) в разных соотношениях. Показано, что совместное применение в составе комплексной добавки, обладающей хорошо совместимыми механизмами их влияния на процессы гидратации, схватывания и твердения цементной массы, взаимно дополняет и усиливает действие каждого ингредиента добавки. Увеличение концентрации комплексной добавки в цементной смеси до 7% от массы цемента не только оказывает влияние на процесс разжижения цементного раствора, сокращение времени схватывания и твердения цементной массы, но и повышает прочность на сжатие цементного камня на всех сроках твердения. Анализ дает основание утверждать, что комплексная добавка обеспечивает уменьшение водопоглощения бетона. Выявлено, что бетон с исследуемой комплексной добавкой обладает высокими физико-механическими показателями. Найдены оптимальные дозировки рассматриваемой добавки, которые использовались в настоящей работе.

Ключевые слова: комплексная добавка, послеспиртовая барда, каустическая сода, гипс, буронабивная свая, сроки схватывания, прочность на сжатие, прочность на растяжение при изгибе, водопоглощение.

A.D. ALTYNBEKOVA¹, R.E. LUKPANOV¹, S.B. YENBEKAEV¹,
D.S. DYUSSEMBINOV¹, N.K. YERZHANOVA²

¹L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

²M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

FAST-HARDENING WORKABLE CONCRETE FOR THE PRODUCTION OF BORED

Abstract. The article presents the results of the effect of a complex additive on improving the physical and mechanical characteristics of the material. The evaluation of the physical and mechanical characteristics of concrete was made for four types of concrete. The main parameters were: setting time, compressive and flexural strength, water absorption. In the presented work the authors used a complex additive containing in its composition alkali (caustic soda), post-alcoholic bard (alcohol production waste) and hardening regulator (gypsum) in different ratios. It is shown that the combined use in the composition of a complex additive, which has well-compatible mechanisms of their influence on the processes of hydration, setting and hardening of the cement mass, mutually complements and enhances the effect of each ingredient of the additive. Increasing the concentration of the complex additive in the cement mixture up to 7% of the cement mass not only affects the process of

cement mortar liquefaction, shortening the time of setting and hardening of the cement mass, but also increases the compressive strength of the cement in all periods of hardening. The analysis suggests that the complex additive provides a reduction in water absorption of concrete. It has been revealed that concrete with the studied complex additive has high physical and mechanical properties. The optimum dosages of the considered additive have been found and used in the present work.

Keywords: *complex additive, post-alcohol bard, caustic soda, gypsum, bored pile, setting time, compressive strength, flexural strength, water absorption.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байджанов Д.О., Абдрахманова К.А. Особенности микрокремнезема как минеральной добавки в цементное вяжущие // Актуальные научные исследования в современном мире. 2019. № 2-1 (46). С. 73-76.
2. Абдрахманова К.А., Байджанов Д.О. Высокопрочный бетон модифицированный с различными добавками // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации. Пенза, 2019. С. 102-104.
3. Купчикова Н.В., Максимов А.О., Зинченко Д.В. Эволюция технологии устройства буронабивных свайных фундаментов с уширениями // Инновационное развитие регионов: потенциал науки и современного образования. Астрахань, 2018. С. 113-121.
4. Пономарев А.Б., Соловьев А.В., Богомолова О.А. К вопросу определения расчетной нагрузки на сваю // Актуальные проблемы геотехники. 2014. С. 159-165.
5. Тринкер Б.Д. и др. Эффективность применения комплексных добавок ПАВ и электролитов // Бетон и железобетон. 2007. № 10. С. 12-13.
6. Петрова Т.М., Смирнова О.М. Современные модифицирующие добавки для производства сборного бетона и железобетона // Известия Петербургского университета путей сообщения 2010. №4. С. 203-212.
7. Боцман Л.Н., Строкова В.В., Ищенко А.В., Боцман А.Н. Модифицирование бетона за счет введения различных видов добавок // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №6. С. 90-94.
8. Кушбакова Б.Б. Ботиров И.Ш., Мухамедбаев А.А. Влияние химической добавки на прочность бетона // Scientific progress. 2021. №1 (6). С. 302-304.
9. Бахташ К.Н., Абдрахманов У.К. Исследование возможности повышения качества бетона введением модифицирующих добавок // Молодой ученый. 2020. № 22. С. 91-94.
10. Зоткин А.Г. Бетоны с эффективными добавками. Москва. 2014. Учебное пособие. 160 с.
11. Руководство по применению химических добавок к бетону. М., Стройиздат, 1975, 66 с.
12. Анисимов С.Н., Кононова О.В., Минаков Ю.А., Лешканов А.Ю., Смирнов А.О. Исследование прочности тяжелого бетона с пластифицирующими и минеральными добавками // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2 (часть 1).
13. Jeyanth A., Kosalram R., Rajkiran R.C. Influence of chemical admixtures on the strength properties of concrete [Влияние химических добавок на прочностные свойства бетона] / Conference: SET conference, VIT university. 2013. <https://www.researchgate.net/publication/267624951> DOI: 10.13140/2.1.1107.0404
14. Дружинкин С.В., Немыкина Д.А., Краснова Е.А. Влияние суперпластифицирующих добавок на прочность бетона / Инженерный Вестник Дона. 2018. № 2.
15. Ефимов В.М., Рожин И.И., Попенко Ф.Е., Степанов А.В., Степанов А.А., Васильчук Ю.К. Устройство буронабивных свай в условиях криолитозоны центральной Якутии // Арктика и антарктика. Москва, 2018. С. 133-141.
16. Ширшаева Д.В., Устюгов А.С. Комплексная добавка для цементного вяжущего // Избранные доклады 65-й Юбилейной университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых. Томск, 2019. С. 878-879.
17. Калашников В.И. Через рациональную реологию – в будущее бетонов. Ч. 2. Тонкодисперсные реологические матрицы и порошковые бетоны нового поколения // Технологии бетонов. 2007. № 6. С. 8-11.
18. Базаров Б.Г., Норжинбадам С., Санжаасурен Р., Доржиева С.Г., Урханова Л.А. Пластифицирующие добавки в бетон на основе промышленных отходов // Вестник ВСГУТУ. 2012. № 1 (36). С. 27.
19. Копаница Н.О., Сорокина Е.А. Демьяненко О.В. Влияние добавки термомодифицированного торфа на технологические свойства строительных смесей для 3d-печати // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2018 (4). С. 122-134.
20. Кинд В.В. Коррозия цементов и бетона в гидротехнических сооружениях // В.В. Кинд. М.: Госэнергоиздат, 1955. 320 с.
21. Пустовгар А.П. Эффективность применения современных суперпластификаторов в сухих строительных смесях // 4-я Междунар. научно-техн. конф. «Современные технологии сухих смесей в строительстве «MixBUILD»». Санкт-Петербург, 2002. С. 45-52.

22. Иванов И.М., Крамар Л.Я., Кирсанова А.А., Тьери В. Влияние комплекса "микрокремнезем-суперпластификатор" на формирование структуры и свойств цементного камня // Вестник ЮжноУральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Т. 18. № 1. С. 32-40.
23. Калашников В.И. Особенности реологических изменений цементных композиций под действием ионностабилизирующих пластификаторов // Сборник трудов «Технологическая механика бетона». Рига: РПИ, 1984. С. 103-118.
24. Баженов Ю.М. Модифицированные высококачественные бетоны // Ю.М. Баженов, В.С. Демьянова, В.И. Калашников. М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. 368 с.
25. Калашников В.И. Учет реологических изменений бетонных смесей с суперпластификаторами // Материалы IX Всесоюзной 53 конференции по бетону и железобетону (Ташкент, 1983). Пенза, 1983. С. 7-10.
26. Танг Ван Лам. Возможность применений высококачественного мелкозернистого торкрет-бетона для строительства метро // сборник материалов XIX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных. ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет». Издательство: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (Москва). 2016. С. 909-912.
27. Батраков, В.Г. Адсорбция и пластифицирующий эффект суперпластификатора С-3 в зависимости от состава цемента / В.Г. Батраков, Т.Е. Тюрина, В.Р. Фаликман // Бетоны с эффективными добавками. М.: НИИЖБ, 1985. С. 8-14.
28. Gaitero J.J., Campillo I., Guerrero A. Reduction of the calcium leaching rate of cement paste by addition of silica nanoparticles [Снижение скорости выщелачивания кальция из цементной пасты путем добавления наночастиц кремнезема]. Cem. Concr. Res, 2008. Vol.38. Pp.1112–1118.
29. Kopanitsa N., Sarkisov Y., Gorshkova A., Demyanenko O. Additives for Cement Compositions Based on Modified Peat [Добавки для цементных композиций на основе модифицированного торфа] // AIP Conference Proceedings 1698, 070015 (2016). С. 070015-0-070015-5.
30. Sanchez F., Zhang L., Ince C. Multi-scale performance and durability of carbon nanofiber/cement composites [Многоуровневая работа и долговечность углеродного нановолокна/цементных композитов]. In: Bittnar Z, Bartos PJM, Nemecek J, Smilauer V, Zeman J, editors. Nanotechnology in construction: proceedings of the NICOM3 (3rd international symposium on nanotechnology in construction). Prague, Czech Republic; 2009. P. 345.

REFERENCES

1. Bajdzhanov D.O., Abdrahmanova K.A. Osobennosti mikrokremsnezema kak mineral'noj dobavki v cementnoe vjazhushhie [Peculiarities of microsilica as a mineral additive in cement binders] // Aktual'nye nauchnye issledovaniya v sovremennom mire. 2019. No. 2-1 (46). Pp. 73-76. (rus)
2. Abdrahmanova K.A., Bajdzhanov D.O. Vysokoprochnyj beton modifitsirovannyj s razlichnymi dobavkami [High-strength concrete modified with various additives] // Fundamental'nye i prikladnye nauchnye issledovaniya: aktual'nye voprosy, dostizheniya i innovacii. Penza. 2019. Pp. 102-104. (rus)
3. Kupchikova N.V., Maksimov A.O., Zinchenko D.V. Jevoljucija tehnologii ustrojstva buronabivnyh svajnyh fundamentov s ushireniami [Evolution of technology for bored pile foundations with extensions] // Innovacionnoe razvitie regionov: potencial nauki i sovremennogo obrazovanija. Astrahan'. 2018. Pp. 113-121. (rus)
4. Ponomarev A.B., Solov'ev A.V., Bogomolova O.A. K voprosu opredelenija raschetnoj nagruzki na svaju [To determine the design load on the pile] // Aktual'nye problemy geotekhniki. 2014. Pp. 159–165. (rus)
5. Trinker B.D. i dr. Jeffektivnost' primeneniya kompleksnyh dobavok PAV i jelektrolitov [Effectiveness of complex surfactant and electrolyte additives] // Beton i zhelezobeton. 2007. No. 10. Pp. 12–13. (rus)
6. Petrova T.M., Smirnova O.M. Sovremennye modifitsirujushhie dobavki dlja proizvodstva sbornogo betona i zhelezobeta [Modern modifying additives for the production of precast concrete and reinforced concrete] // Izvestija Peterburgskogo universiteta putej soobshhenija. 2010. No. 4. Pp. 203-212. (rus)
7. Bocman L.N., Strokova V.V., Ishhenko A.V., Bocman A.N. Modifitsirovanie betona za schet vvedeniya razlichnyh vidov dobavok [Modifying concrete by introducing different types of additives] // Vestnik BGTU im. V.G. Shuhova. 2016. No. 6. Pp. 90-94. (rus)
8. Kushbakova B.B., Botirov I.Sh., Muhamedbaev A.A. Vlijanie himicheskoj dobavki na prochnost' betona [Effect of a chemical additive on the strength of concrete] // Scientific progress. 2021. No.1 (6). Pp. 302-304. (rus)
9. Bahtash K.H., Abdrahmanov U.K. Issledovanie vozmozhnosti povysheniya kachestva betona vvedeniem modifitsirujushchih dobavok [Study of the possibility of improving the quality of concrete by introducing modifying additives] // Molodoj uchenyj. 2020. No. 22. Pp. 91-94. (rus)
10. Zotkin A.G. Betony s jeffektivnymi dobavkami [Concretes with effective additives]. Moskva. 2014. Uchebnoe posobie. 160 p. (rus)
11. Rukovodstvo po primeneniju himicheskih dobavok k betonu [Guidelines for the use of chemical concrete additives]. M., Strojizdat, 1975. 66 p.

12. Anisimov S.N., Kononova O.V., Minakov Ju.A., Leshkanov A.Ju., Smirnov A.O. Issledovanie prochnosti tjazhelogo betona s plastificirujushhimi i mineral'nymi dobavkami [Study of the strength of heavy concrete with plasticizers and mineral additives] // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2015. № 2 (1). (rus)
13. Jeyanth A., Kosalram R., Rajkiran R.C. Influence of chemical admixtures on the strength properties of concrete // Conference: SET conference, VIT university. 2013. <https://www.researchgate.net/publication/267624951> DOI: 10.13140/2.1.1107.0404
14. Druzhinin S.V., Nemykina D.A., Krasnova E.A. Vlijanie superplastificirujushhix dobavok na prochnost' betona [Effect of superplasticizing additives on concrete strength] // *Inzhenernyj Vestnik Dona*. 2018. No. 2. (rus)
15. Efimov V.M., Rozhin I.I., Popenko F.E., Stepanov A.V., Stepanov A.A., Vasil'chuk Ju.K. Ustrojstvo buronabivnyh svaj v uslovijah kriolitozony central'noj Jakutii [Installation of bored piles in the cryolithozone conditions of central Yakutia] // *Arktika i antarktika*. Moskva, 2018. Pp. 133-141. (rus)
16. Shirshaeva D.V., Ustjugov A.S. Kompleksnaja dobavka dlja cementnogo vjazhushhego [Complex additive for cement binders] // *Izbrannye doklady 65-j Jubilejnoj universitetskoj nauchno-tehnicheskoj konferencii studentov i molodyh uchenyh*. Tomsk, 2019. Pp. 878-879. (rus)
17. Kalashnikov V.I. Cherez racional'nuju reologiju – v budushhee betonov. Ch. 2. Tonkodispersnye reologicheskie matricy i poroshkovye betony novogo pokolenija [Through rational rheology into the future of concrete. Part 2: Fine rheological matrices and new generation powder concretes] // *Tehnologii betonov*. 2007. No. 6. Pp. 8-11. (rus)
18. Bazarov B.G., Norzhinbadam S., Sanzhaasuren R., Dorzhieva S.G., Urhanova L.A. Plastificirujushhie dobavki v beton na osnove promyshlennyh othodov [Plasticizing additives in concrete based on industrial waste] // *Vestnik VSGUTU*. 2012. № 1 (36). Pp. 27. (rus)
19. Kopanica N.O., Sorokina E.A., Dem'janenko O.V. Vlijanie dobavki termomodificirovannogo torfa na tehnologicheskie svojstva stroitel'nyh smesej dlja 3d-pechati [Effect of thermally modified peat additive on the technological properties of construction mixtures for 3d-printing] // *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. 2018 (4). Pp. 122-134. (rus)
20. Kind V.V. Korrozija cementov i betona v gidrotehnicheskix sooruzhenijah [Corrosion of cements and concrete in hydraulic structures] // V.V. Kind. M.: Gosjenergoizdat, 1955. 320 p. (rus)
21. Pustovgar A.P. Jeffektivnost' primeneniya sovremennyh superplastifikatorov v suhix stroitel'nyh smesjah [Effectiveness of modern superplasticizers in dry building mixes] // 4-ja Mezhdunar. nauno-tehn. konf. «Sovremennye tehnologii suhix smesej v stroitel'stve «MixBUILD»». Sankt-Peterburg, 2002. Pp. 45-52. (rus)
22. Ivanov I.M., Kramar L.Ja., Kirsanova A.A., T'eri V. Vlijanie kompleksa "mikrokremnezem-superplastifikator" na formirovanie struktury i svojstv cementnogo kamnja [Influence of the complex "microsilica-superplasticizer" on the formation of the structure and properties of cement stone] // *Vestnik JuzhnoUral'skogo gosudarstvennogo universiteta*. Serija: Stroitel'stvo i arhitektura. 2018. T. 18. No. 1. Pp. 32-40. (rus)
23. Kalashnikov V.I. Osobennosti reologicheskix izmenenij cementnyh kompozicij pod dejstviem ionnostabilizirujushhix plastifikatorov [Peculiarities of rheological changes of cement compositions under the action of ionic stabilizing plasticizers] // *Sbornik trudov «Tehnologicheskaja mehanika betona»*. Riga: RPI, 1984. Pp. 103-118. (rus)
24. Bazhenov Ju.M. Modificirovannye vysokokachestvennye betony [Modified high quality concretes] // Ju.M. Bazhenov, B.C. Dem'janova, V.I. Kalashnikov. M.: Izdatel'stvo Associacii stroitel'nyh vuzov, 2006. 368 p. (rus)
25. Kalashnikov V.I. Uchet reologicheskix izmenenij betonnyh smesej s superplastifikatorami [Accounting for rheological changes in concrete mixtures with superplasticizers] // *Materialy IX Vsesojuznoj 53 konferencii po betonu i zhelezobetonu* (Tashkent, 1983). Penza, 1983. Pp. 7-10. (rus)
26. Tang Van Lam. Vozmozhnost' primeneniya vysokokachestvennogo melkozernistogo torkret-betona dlja stroitel'stva metro [The possibility of using high-quality fine-grained shotcrete for subway construction] // *sbornik materialov XIX Mezhdunarodnoj mezhvuzovskoj nauchno-prakticheskoj konferencii studentov, magistrantov, aspirantov i molodyh uchjonyh*. FGBOU VO «Nacional'nyj issledovatel'skij Moskovskij gosudarstvennyj stroitel'nyj universitet». Izdatel'stvo: Nacional'nyj issledovatel'skij Moskovskij gosudarstvennyj stroitel'nyj universitet (Moskva). 2016. Pp. 909-912. (rus)
27. Batrakov V.G. Adsorbicija i plastificirujushhij jeffekt superplastifikatora S-3 v zavisimosti ot sostava cementa [Adsorption and plasticizing effect of superplasticizer C-3 depending on cement composition] / V.G. Batrakov, T.E. Tjurina, V.R. Falikman // *Betony s jeffektivnymi dobavkami*. M.: NIIZhB, 1985. Pp. 8-14. (rus)
28. Gaitero J.J., Campillo I., Guerrero A. Reduction of the calcium leaching rate of cement paste by addition of silica nanoparticles, *Cem. Concr. Res.* 2008. Vol.38. Pp.1112–1118.
29. Kopanitsa N., Sarkisov Y., Gorshkova A., Demyanenko O.. Additives for Cement Compositions Based on Modified Peat // *AIP Conference Proceedings* 1698, 070015 (2016). C. 070015-0-070015-5.
30. Sanchez F., Zhang L., Ince C. Multi-scale performance and durability of carbon nanofiber/cement composites. In: Bittnar Z, Bartos PJM, Nemecek J, Smilauer V, Zeman J, editors. *Nanotechnology in construction: proceedings of the NICOM3 (3rd international symposium on nanotechnology in construction)*. Prague, Czech Republic; 2009. P. 345.

Информация об авторах:

Алтынбекова Алия Досжанкызы

НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», г. Нур-Султан, Казахстан, докторант кафедры технология промышленного и гражданского строительства.

E-mail: kleo-14@mail.ru

Лукпанов Рауан Ермагамбетович

НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», г. Нур-Султан, Казахстан, PhD, ассоциированный профессор кафедры технология промышленного и гражданского строительства.

E-mail: rauan_82@mail.ru

Енкебаев Серик Бейсенгалиевич

НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», г. Нур-Султан, Казахстан, кандидат технических наук, доцент кафедры проектирование зданий и сооружений.

E-mail: yenkebayev-serik@mail.ru

Дюсембинов Думан Серикович

НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», г. Нур-Султан, Казахстан, кандидат технических наук, доцент кафедры технология промышленного и гражданского строительства.

E-mail: dusembinov@mail.ru

Ержанова Нурлиза Киякбаевна

НАО «Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати», г. Тараз, Казахстан, магистр, старший преподаватель кафедры водные ресурсы.

E-mail: nurliza66@mail.ru

Information about authors:

Altynbekova Aliya D.

Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Nur-Sultan, Kazakhstan, doctoral student of the department of technology of industrial and civil engineering.

E-mail: kleo-14@mail.ru

Lukpanov Rauan E.

Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Nur-Sultan, Kazakhstan, PhD, associated professor of the department of technology of industrial and civil engineering.

E-mail: rauan_82@mail.ru

Yenkebayev Serik B.

Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Nur-Sultan, Kazakhstan, candidate in technical sciences, associated professor of the department of design of buildings and structures.

E-mail: yenkebayev-serik@mail.ru

Dyusseminov Duman S.

Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Nur-Sultan, Kazakhstan, candidate in technical sciences, associate professor of the department of Industrial and Civil Engineering Technology.

E-mail: dusembinov@mail.ru

Yerzhanova Nurliza K.

Taraz Regional University named after M.H. Dulati, Taraz, Kazakhstan, MSC, senior lecturer of the department of water resources.

E-mail: nurliza66@mail.ru