

А.Д. АЛТЫНБЕКОВА¹, Р.Е. ЛУКПАНОВ¹, Д.С. ДЮСЕМБИНОВ¹, Д.В. ЦЫГУЛЕВ¹,
С.Б. ЕНКЕБАЕВ¹, Н.К. ЕРЖАНОВА¹

¹НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», г. Астана, Казахстан

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ ДОБАВКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БУРОНАБИВНЫХ СВАЙ

Аннотация. В статье представлены результаты влияния добавки на водонепроницаемость, морозостойкость и удобоукладываемость, которые являются одними из основных показателей физико-механических свойств бетона. В данной работе авторы использовали разработанную комплексную добавку, включающую щелочь (каустическая сода NaOH), послеспиртовую барду (отход спиртового производства) и ускоритель твердения (гипс) в разных процентных соотношениях. Показано, что применение комплексной добавки в состав бетона значительно повышает водонепроницаемость и морозостойкость по сравнению с контрольными образцами (Тип 1). Исследовано влияние комплексной добавки на удобоукладываемость бетонной смеси. Установлено, что комплексная добавка позволяет получать высокоподвижные бетонные смеси и снизить их водоотделение, обеспечивая высокую сохранность бетонных смесей. Водонепроницаемость бетона также существенно улучшается – марка по водонепроницаемости повышается на 4 марки в сравнении с бетоном без добавки (Тип 1). Предложенный метод ускоряет процесс определения марки бетона по водонепроницаемости, позволяет на основе полученных зависимостей определять марку и степень проницаемости бетона. При введении комплексной добавки в количестве до 7 % от массы цемента возрастает марка по морозостойкости. Доказано, что бетон с исследуемой комплексной добавкой обладает высокими физико-механическими показателями. Найдены оптимальные дозировки рассматриваемой добавки, которые использовались в настоящей работе.

Ключевые слова: бетон, комплексная добавка, послеспиртовая барда, буронабивная свая, удобоукладываемость, водонепроницаемость, морозостойкость.

A.D. ALTYNBEKOVA¹, R.E. LUKPANOV¹, D.S. DYUSSEMBINOV¹, D.V. TSYGULYOV¹,
S.B. YENKEBAEV¹, N.K. YERZHANOVA¹

¹L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

DEVELOPMENT OF A COMPLEX ADDITIVE FOR BORED PILE PRODUCTION

Abstract. The article presents the results of the effect of the additive on water resistance, frost resistance and workability, which are one of the main indicators of the physical and mechanical properties of concrete. In the presented work the authors used a complex additive containing alkali (caustic soda), post-alcohol bard and hardening regulator (gypsum) in different % ratios. It is shown that the use of a complex additive in the composition of concrete significantly increases the water resistance and frost resistance compared with the control samples. The influence of the complex additive on the workability of concrete mixture has been studied. It has been established that the complex additive allows obtaining highly workable concrete mixtures and reducing their water separation, providing high preservation of concrete mixtures. The water impermeability of concrete is also significantly improved - the water impermeability grade increases by 4 steps in comparison with the concrete without additive. The proposed method speeds up the process of determining the concrete water impermeability grade and allows you to determine the water resistance grade and the degree of permeability of concrete on the basis of the obtained dependencies. When adding a complex additive in an amount of up to 7 % of the weight of cement increases the brand on frost resistance. It is found that

the concrete with the studied complex additive has high physical and mechanical properties. The optimum dosages of the considered additive were found and used in the present work.

Keywords: concrete, complex additive, post-alcohol bard, bored pile, workability, water resistance, frost resistance.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. Фёдоров В.С., Купчикова Н.В. Технологии устройства концевых уширений набивных и готовых свай и их влияние на формообразование конструкций фундамента // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2019. № 1 (27). С. 40-56.
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. Осипов А.А., Гертнер А.В., Чулкова И.Л. Влияние добавки «Реламикс» на свойства тяжелого бетона // Архитектурно-строительный и дорожно-транспортный комплексы: проблемы, перспективы, инновации. 2021. С. 671-675.
6. Тринкер Б.Д. и др. Эффективность применения комплексных добавок ПАВ и электролитов // Бетон и железобетон. 2007. № 10. С. 12–13.
7. 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.
8. 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.
9. Кушбакова Б.Б., Ботиров И.Ш., Мухамедбаев А.А. Влияние химической добавки на прочность бетона // Scientific progress. 2021. № 1 (6). С. 302-304.
10. Бахташ К.Н., Абдрахманов У.К. Исследование возможности повышения качества бетона введением модифицирующих добавок // Молодой ученый. 2020. № 22. С. 91-94.
11. Зоткин А.Г. Бетоны с эффективными добавками. Москва. 2014. Учебное пособие. 160 с.
12. Руководство по применению химических добавок к бетону. М., Стройиздат, 1975, 66 с.
13. 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).
14. Jeyanth A., Kosalram R., Rajkiran R.C. Influence of chemical admixtures on the strength properties of concrete // Conference: SET conference, VIT university. 2013.
15. Дружинкин С.В., Немыкина Д.А., Краснова Е.А. Влияние суперпластифицирующих добавок на прочность бетона // Инженерный Вестник Дона. 2018. № 2. С. 212.
16. 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.
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. Т. 20. № 4. С. 122-134.
20. Кинд В.В. Коррозия цементов и бетона в гидротехнических сооружениях. 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., Демьянова В.С., Калашников В.И. Модифицированные высококачественные бетоны. 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 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., Тюрина Т.Е., Фаликман В.Р. Адсорбция и пластифицирующий эффект суперпластификатора С-3 в зависимости от состава цемента // 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. AIP Publishing. 2016. T. 1698. № 1.
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] // Nanotechnology in Construction 3: Proceedings of the NICOM3. – Springer Berlin Heidelberg, 2009. С. 345-350.
31. Куликова А.А., Демьяненко О.В., Ничинский А.Н. Разработка комплексных модифицирующих добавок для тяжелого бетона // The Scientific Heritage. 2021. № 80-1. Pp. 36-40.
32. Корчагина О.А., Однолько В.Г. Материаловедение. Бетоны и строительные растворы. 2004. 42 с.

REFERENCES

1. 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)
2. Fyodorov V.S., Kupchikova N.V. Tekhnologii ustrojstva koncevnyh ushirenij nabivnyh i gotovyh svaj i ih vliyanie na formoobrazovanie konstrukcij fundamenta [Technologies for the device of end widenings of packed and finished piles and their influence on the shaping of foundation structures]. *Inzhenerno-stroitel'nyj vestnik Prikaspiya*. 2019. No. 1 (27). Pp. 40-56. (rus)
3. Kupchikova N.V., Maksimov A.O., Zinchenko D.V. Evolyuciya tekhnologii ustrojstva buronabivnyh svajnyh fundamentov s ushireniami [Evolution of the technology of the device of bored pile foundations with widenings]. *Innovacionnoe razvitie regionov: potencial nauki i sovremennogo obrazovaniya*. Astrahan', 2018. Pp. 113-121. (rus)
4. Ponomarev A.B., Solov'ev A.V., Bogomolova O.A. K voprosu opredeleniya raschetnoj nagruzki na svaju [To determine the design load on the pile]. *Aktual'nye problemy geotekhniki*. 2014. Pp. 159–165. (rus)
5. Osipov A.A., Gertner A.V., Chulkova I.L. Vliyanie dobavki «Relamiks» na svoystva tyazhelogo betona [The effect of the Relamix additive on the properties of heavy concrete]. *Arhitekturno-stroitel'nyj i dorozhno-transportnyj kompleksy: problemy, perspektivy, innovacii*. 2021. Pp. 671-675. (rus)
6. Trinker B.D. i dr. Jefferktivnost' primeneniya kompleksnyh dobavok PAV i jelektrolitov [Effectiveness of complex surfactant and electrolyte additives]. *Beton i zhelezobeton*. 2007. No. 10. Pp. 12–13. (rus)
7. Petrova T.M., Smirnova O.M. Sovremennye modifitsirujushhie dobavki dlja proizvodstva sbornogo betona i zhelezobetona [Modern modifying additives for the production of precast concrete and reinforced concrete]. *Izvestija Peterburgskogo universiteta putej soobshhenija*. 2010. No. 4. Pp. 203-212. (rus)
8. 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)
9. 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)
10. Bahtash K.H., Abdrahmanov U.K. Issledovanie vozmozhnosti povysheniya kachestva betona vvedeniem modifitsirujushhih dobavok [Study of the possibility of improving the quality of concrete by introducing modifying additives]. *Molodoj uchenyj*. 2020. No. 22. Pp. 91-94. (rus)
11. Zotkin A.G. Betony s jefferktivnymi dobavkami [Concretes with effective additives]. Moskva, 2014. Uchebnoe posobie. 160 p. (rus)

12. Rukovodstvo po primeneniju himicheskikh dobavok k betonu [Guidelines for the use of chemical concrete additives]. M., Strojizdat, 1975, 66 p.
13. 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 obrazovanija*. 2015. No. 2 (1). (rus)
14. 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
15. Druzhinkin 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. Pp. 212. (rus)
16. 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)
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. No. 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. T. 20. Pp. 122-134. (rus)
20. Kind V.V. Korrozija cementov i betona v gidrotehnicheskix sooruzhenijah [Corrosion of cements and concrete in hydraulic structures]. M.: Gosjenergoizdat, 1955. 320 p. (rus)
21. Pustovgar A.P. Jeffektivnost' primenenija 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., Dem'janova B.C., Kalashnikov V.I. Modificirovannye vysokokachestvennye betony [Modified high quality concretes]. 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' primenenij 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-prakticheskoi 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., Tjurina T.E., Falikman V.R. Adsorbicija i plastificirujushhij jeffekt superplastifikatora S-3 v zavisimosti ot sostava cementa [Adsorption and plasticizing effect of superplasticizer C-3 depending on cement composition]. *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 [Добавки для цементных композиций на основе модифицированного торфа]. *AIP Conference Proceedings. AIP Publishing*. 2016. T. 1698. No. 1.
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]. *Nanotechnology in Construction 3: Proceedings of the NICOM3*. – Springer Berlin Heidelberg, 2009. Pp. 345-350.
31. Kulikova A.A., Dem'yanenko O.V., Nichinskij A.N. Razrabotka kompleksnyh modificiruyushchih dobavok dlya tyazhelogo betona. *The Scientific Heritage*. 2021. No. 80-1. Pp. 36-40. (rus)
32. Korchagina O.A., Odnol'ko V.G. Materialovedenie. Betony i stroitel'nye rastvory. 2004. 42 p. (rus)

Алтынбекова Алия Досжанкызы

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

E-mail: rauan_82@mail.ru

Дюсембинов Думан Серикович

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

E-mail: dusembinov@mail.ru

Цыгулев Денис Владимирович

НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», г. Астана, Казахстан,
кандидат технических наук, доцент кафедры строительство.

E-mail: denis_riza_72@mail.ru

Енкебаев Серик Бейсенгалиевич

НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», г. Астана, Казахстан,
кандидат технических наук, доцент кафедры строительство.

E-mail: yenkebayev-serik@mail.ru

Ержанова Нурлиза Киякбаевна

НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», г. Астана, Казахстан,
магистр, старший преподаватель кафедры физической и экономической географии.

E-mail: nurliza66@mail.ru

Information about authors:

Altynbekova Aliya D.

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan,
doctoral student of the department of technology of industrial and civil engineering.

E-mail: kleo-14@mail.ru

Lukpanov Rauan E.

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan,
PhD, associated professor of the department of technology of industrial and civil engineering.

E-mail: rauan_82@mail.ru

Dyussembinov Duman S.

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan,
candidate in technical sciences, associate professor of the department of Industrial and Civil Engineering Technology.

E-mail: dusembinov@mail.ru

Tsygulyov Denis V.

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan,
candidate in technical sciences, associated professor of the department of Constuction.

E-mail: denis_riza_72@mail.ru

Yenkebayev Serik B.

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan,
candidate in technical sciences, associated professor of the department of Constuction.

E-mail: yenkebayev-serik@mail.ru

Yerzhanova Nurliza K.

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan,
MSC, senior lecturer of the department of Physical and economic geography.

E-mail: nurliza66@mail.ru