

УДК 624.154

## ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОЛЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СВАЙ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНЫХ БЕТОНОВ

*Ю. В. Жеребцов, Н. А. Доценко*

Донской государственной технической университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Цель данной работы — научное исследование применения комплексной химической добавки в бетон и раствор. Обоснованы и раскрыты технологический и экономический эффекты применения добавок, полученные результаты описаны и объяснены. Была также обоснована применённая методика проведения лабораторных экспериментальных исследований, испытаний и измерений, представлены внешний вид и основные свойства добавки и применяемая дозировка. Достоверность результатов исследования подтверждается сходимостью опытных и литературных данных, практически достигнутые результаты соответствуют теоретическому обоснованию. Сделаны выводы по результатам исследования, намечены и определены векторы развития исследований.

**Ключевые слова:** бетон, раствор, добавка, дозировка, подборка, испытания, прочность, полые железобетонные сваи.

## FEATURES OF THE TECHNOLOGY OF PRODUCING HOLLOW REINFORCED CONCRETE PILES FROM HIGH-STRENGTH CONCRETE

*Yu. V. Zherebtsov, N. A. Dotsenko*

Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

The article is devoted to the scientific study of the use of a complex chemical additive in concrete and mortar. The technological and economic effects of the use of additives are substantiated and covered; the obtained results are described and explained. The following are described and substantiated in detail: the applied method of conducting laboratory experimental studies, tests and measurements, the appearance and basic properties of the additive and the dosage used. The reliability of the research results is confirmed by the convergence of experimental and literary data, the practically achieved results correspond to the theoretical substantiation. The conclusions are made based on the results of the research; the vectors of research development are outlined and determined.

**Keywords:** concrete, mortar, additive, dosage, selection, testing, strength, hollow reinforced concrete piles.

**Введение.** Комплексная добавка «Реламикс Т-2» вводится в бетонную смесь в виде водного раствора требуемой концентрации. В состав рабочего раствора должен входить сухой продукт или же концентрированный жидкий продукт. Существуют определенные требования к температуре, при которой рекомендуется хранить готовый раствор. Она не должна опускаться ниже +10 °С. Рекомендуется вводить добавку в состав бетонной смеси одновременно с процессом введения воды затворения. Требуемая точность дозирования добавки должна составлять  $\pm 2\%$  от расчетного количества [1, 2]. Все составы бетона изготавливались согласно требованиям ГОСТ 30459. Для того, чтобы определить прочность на сжатие в возрасте 1, 3, 7, 28 суток, через 4 часа после пропаривания и через 28 суток после тепловлажностной обработки (ТВО) в нормальных условиях из каждого состава (КС, ОС1, ОС2 и ОС3) было изготовлено четыре серии образцов, в каждой серии по шесть штук.

**Основная часть.** Основные свойства используемых материалов и нормативная документация, которой они соответствуют, представлены в табл. 1.

Компоненты отвешивались на весах в нужном количестве с погрешностью +5 г. Воду и химическую добавку дозировали по объему. Перемешивание осуществлялось вручную на противне до получения однородной массы, подвижность корректировалась в соответствии с правилами, установленными ГОСТ 7473-2010.

Таблица 1

Свойства сырьевых материалов

Вид материала	Основные свойства материалов	Соответствие нормативным документам
Портландцемент ОАО «Новоросцемент»- ПЦ500ДО	Активность $R_{ц} = 40,2$ МПа Нормальная густота цементного теста (НГЦТ) = 25,5% $\rho_{иц} = 3,17$ г/см <sup>3</sup>	ГОСТ10178-85, кроме активности
Песок для строительных работ	$M_{кр} = 2,06$	ГОСТ 8736-2014
Щебень из плотных горных пород (известняк)	Марка по дробимости — 1000 Фракция 5–10 мм $\rho_{иц} = 2,71$ г/см <sup>3</sup> $\rho_{нц} = 1433$ кг/м <sup>3</sup>	ГОСТ 8267-93
Добавка «Реламикс Т-2» ОАО «Полипласт»	Водный раствор 32% концентрации	ТУ 5870-002- 14153664-04 с изм. №1

Из смеси требуемой подвижности (П1) изготовили образцы — кубы с ребром 10 см. Процесс уплотнения смеси в формах производился с помощью лабораторной виброплощадки со стандартными параметрами в течение 40 с.

Затем образцы вызревали в нормальных условиях. Часть образцов испытывали через 7 суток нормального твердения, а остальные — в проектном возрасте. Испытания образцов и обработка полученных результатов проводились по методике ГОСТ 10180-2012 и ГОСТ 18105-2018.

Полученные результаты проведенных испытаний и подбора состава контрольных образцов представлены в табл. 2.

**Детальный анализ полученных результатов.** Проведенный детальный анализ полученных результатов свидетельствует о высокой эффективности химической добавки «Реламикс Т-2», позволяющей повысить прочность бетона как в раннем, так и в проектном возрасте. Также видно, что бетон, твердеющий в режиме ТВО, по сравнению с бетоном нормального твердения показывает незначительную разницу в прочности, которая минимизируется при последующем доборе прочности.

Составы и свойства бетонов с добавкой «Реламикс Т-2»

Номер состава	Наименование состава	Расход составляющих на 1 м <sup>3</sup> , кг					В/Ц	ОК, см	Прочность на сжатие, $R_{сж}$ , кгс/см <sup>2</sup> , в возрасте (сут.)				
		Ц	В	П	Щ	Д, % Ц			1	3	7	28	п.п.
1	Контрольный состав – КС	350	210	685	1150	-	0,6	9	59	104	173	297	221
2	Основной состав 1 – ОС1	350	175	685	1150	0,6	0,5	9	75	122	196	335	291
3	Основной состав 2 – ОС2	350	160	685	1150	0,8	0,45	9	91	147	214	366	311
4	Основной состав 3 – ОС3	350	154	685	1150	1,0	0,44	9	101	179	288	494	428

Кинетика набора прочности исследуемых бетонов представлена на рис. 1.

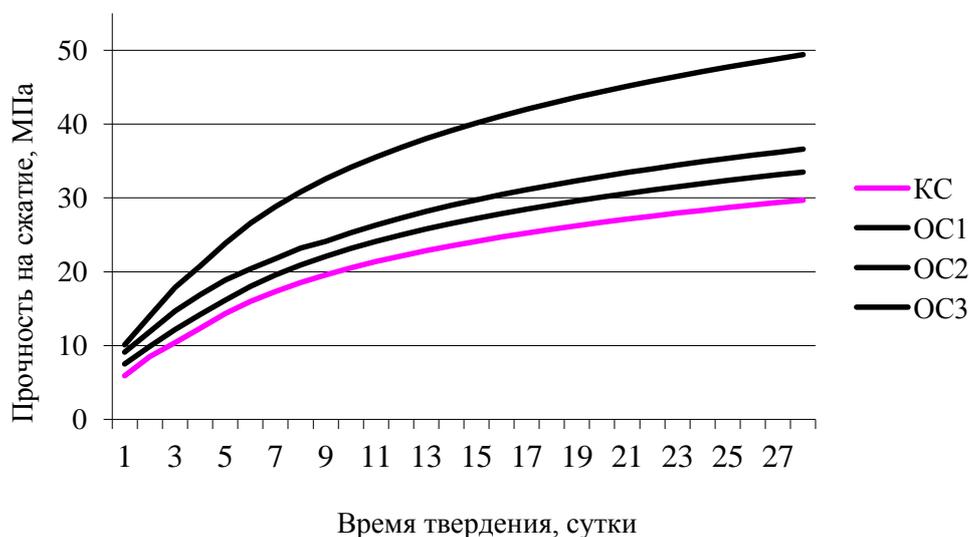


Рис. 1. Кинетика набора прочности бетона с различными дозировками добавки «Реламикс Т-2» в равноподвижных бетонных смесях

Гистограмма прочностных характеристик бетонов с различными дозировками добавки «Реламикс Т-2», твердеющих в естественных условиях и в режиме ТВО, представлена на рис. 2.

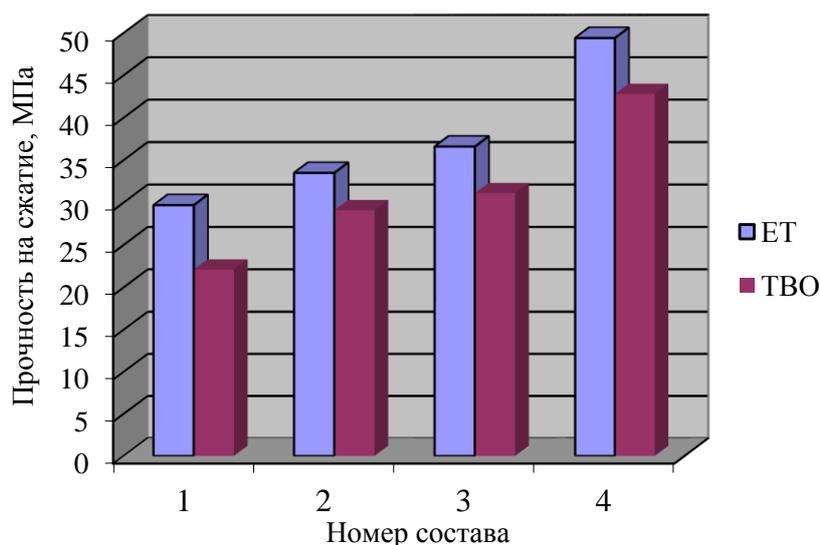


Рис. 2. Прочностные характеристики бетонов с различными дозировками добавки «Реламикс Т-2», твердеющих в естественных условиях и в режиме тепловлажностной обработки

Уровень хлоридов в добавке «Реламикс» находится ниже 0,1%, что дает возможность использовать ее в армированных железобетонных конструкциях, в предварительно напряженных конструкциях, в конструкциях и изделиях систем питьевого водоснабжения без ограничений. Незначительный процент сульфата натрия снижает вероятность появления высолов на поверхности изделий.

Бетонную смесь с применением добавки «Реламикс Т-2» не рекомендуется использовать в железобетонных и бетонных изделиях, а также в конструкциях, которые предназначены для использования в жидких и газовых агрессивных средах в случае присутствия в заполнителе реакционноспособного кремнезема (халцедон, опал и др.), в том числе и в изделиях, предназначенных для электрифицированного транспорта и промышленных предприятий, которые потребляют постоянный электрический ток, с предварительно напряженной арматурой из стали классов Ат600, Ат700, Ат1000, А600, А700 [3, 4].

В каждом из конкретных случаев процент добавки «Реламикс Т-2» напрямую зависит от типа цемента, состава бетона и его назначения. Для того, чтобы точно вычислить необходимое количество добавки, рекомендуется приготовить пробные смеси или проконсультироваться с разработчиком добавки [5–7].

Для производства полых железобетонных свай с ненапрягаемой арматурой был подобран рекомендуемый состав бетонной смеси, представленный в табл. 3.

Таблица 3

Рекомендуемый состав бетонной смеси для производства цилиндрических ненапряженных свай

Класс бетона по прочности	Расход материалов на 1 м <sup>3</sup> , кг					Подвижность бетонной смеси, см	Ориентировочная средняя плотность бетонной смеси, кг/м <sup>3</sup>
	Ц	В	П	Щ	Д		
В25	350	158	690	1183	3,15	9	2382

**Выводы.** Достоверными литературными источниками доказана значимость показателей прочности, морозостойкости и водонепроницаемости бетона для достижения долговечности железобетонных конструкций. Результаты, полученные в ходе экспериментов, подтверждают влияние добавки «Реламикс Т-2» на показатель прочности бетона, это доказывают четыре исследованных состава с разным процентным соотношением добавки в растворе. Полученные результаты рекомендуются к внедрению в практику проектирования и строительства.

#### Библиографический список

1. Михайлов, А. Ю. Организация строительства. Стройгенплан / А. Ю. Михайлов. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2016. — 172 с.
2. Изотов, В. С. Химические добавки для модификации бетона : монография / В. С. Изотов, Ю. А. Соколова. — Москва : Палеотип, 2006. — 244 с.
3. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 / Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200084538> (дата обращения: 06.07.2021).
4. Железобетон в XXI веке: Состояние и перспективы развития бетона и железобетона в России / С. В. Александровский, В. Г. Батраков, Л. И. Будагянц [и др.]. — Москва : Готика, 2001. — 684 с.
5. Яновская, А. В. Повышение эксплуатационных характеристик бетона свайных фундаментов за счет рецептурно-технологических приемов / А. В. Яновская, Е. М. Щербань, С. А. Стельмах // Молодой исследователь Дона : [сайт]. — 2020. — № 3 (24). — С. 110–115 — URL: [http://mid-journal.ru/upload/iblock/e12/20\\_1125-YAnovskaya\\_110\\_115.pdf](http://mid-journal.ru/upload/iblock/e12/20_1125-YAnovskaya_110_115.pdf) (дата обращения: 02.04.2021).
6. Актуальность применения полых железобетонных свай и исследование способов повышения их эксплуатационных характеристик / А. А. Чернильник, Д. Р. Шакая, С. А. Стельмах [и др.] // Вестник Евразийской науки : [сайт]. — 2019. — Т. 11, № 2. — 7 с. — URL: <https://esj.today/PDF/28SAVN219.pdf> (дата обращения: 02.04.2021).
7. Новые виды свай / Л. Н. Панасюк, В. Ф. Акопян, А. Ф. Акопян, Хо Чантха // Инженерный вестник Дона : [сайт]. — 2011. — № 2. — 5 с. — URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2011/437> (дата обращения: 02.04.2021).

*Об авторах:*

**Жеребцов Юрий Владимирович**, магистрант кафедры «Технологический инжиниринг и экспертиза в стройиндустрии» Донского государственного технического университета (344022, РФ, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162), [yuri.zherebtsov@gmail.com](mailto:yuri.zherebtsov@gmail.com)

**Доценко Наталья Александровна**, магистрант кафедры «Технологический инжиниринг и экспертиза в стройиндустрии» Донского государственного технического университета (344022, РФ, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162), [natalya\\_1998\\_dotsenko@mail.ru](mailto:natalya_1998_dotsenko@mail.ru)

*About the Authors:*

**Zherebtsov, Yuriy V.**, Master's degree student, Department of Technological Engineering and Expertise in the Construction Industry, Don State Technical University (162, Sotsialisticheskaya str., Rostov-on-Don, 344022, RF), [yuri.zherebtsov@gmail.com](mailto:yuri.zherebtsov@gmail.com)

**Dotsenko, Nataliya A.**, Master's degree student, Department of Technological Engineering and Expertise in the Construction Industry, Don State Technical University (162, Sotsialisticheskaya str., Rostov-on-Don, 344022, RF), [natalya\\_1998\\_dotsenko@mail.ru](mailto:natalya_1998_dotsenko@mail.ru)