

# БЕТОН С КОМПЛЕКСНОЙ ДОБАВКОЙ НА ОСНОВЕ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРА И КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКОГО ПОЛИМЕРА

## Асатов Н.А.<sup>1</sup>, Испандиярова У.Э.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Асатов Нурмухаммад Абдуназарович – кандидат технических наук, доцент;

<sup>2</sup>Испандиярова Углой Эркин кизи – ассистент,  
кафедра строительства зданий и сооружений,  
Джизакский политехнический институт,  
г. Джизак, Республика Узбекистан

**Аннотация:** в зависимости от функционального назначения к изделиям предъявляются различные требования. В частности, к железобетонным изделиям, применяемым в гидромелиоративном строительстве, наряду с повышенной прочностью и морозостойкостью предъявляется повышенная водонепроницаемость. Для водонепроницаемости бетона опасны сквозные макропоры (фильтрующие капилляры), которые образуются в результате неравномерного температурного расширения компонентов бетона при термообработке, в результате пластической усадки, и седиментация при уплотнении. Взаимосвязь между структурой и водонепроницаемостью бетона очень сложна.

**Ключевые слова:** бетон, прочность, пластифицирующие добавки, структурообразование, макропоры, морозостойкость, пористость, портландцемент, добавки.

Известно, что повышение физико-механических свойств бетона путем управления процессом структурообразования осуществляется как на стадии проектирования бетона, так и на стадиях приготовления смеси, формования изделий, твердения бетона.

В зависимости от функционального назначения к изделиям предъявляются различные требования. В частности, к железобетонным изделиям, применяемым в гидромелиоративном строительстве, наряду с повышенной прочностью и морозостойкостью предъявляется повышенная водонепроницаемость.

Для водонепроницаемости бетона опасны сквозные макропоры (фильтрующие капилляры), которые образуются в результате неравномерного температурного расширения компонентов бетона при термообработке, в результате пластической усадки и седиментация при уплотнении. Взаимосвязь между структурой и водонепроницаемостью бетона очень сложна. Ранее [1] отмечалось, что имеется много плотных, с точки зрения водонепроницаемости, бетонов, обладающих значительной пористостью, например, при введении в бетонную смесь воздухововлекающих добавок. При их применении в бетонной смеси появляются высокодисперсная эмульсия, минерализованные воздушные пузырьки, блокирующие сквозные каналы фильтрации и увеличивающие плотность бетона, хотя общая пористость его может возрастать.

Необходимо отметить, что введение в состав бетона добавок воздухововлекающего либо газообразующего действия может снизить прочность бетона, поэтому целесообразно вводить их совместно с пластифицирующими добавками, которые обеспечат уменьшение В/Ц и таким образом компенсируют снижение прочности бетона.

Для выявления механизма повышения физико-механических свойств бетона с комплексной добавкой пластифицирующего и воздухововлекающего действия использовали суперпластификатор С-3 и кремнийорганический полимер олигоэтокси-2 - этилгексоксисилоксан КЭ 119—215 (ТУ 6-02-1-498—85 Минхнпрома СССР) [2]. Роль последнего заключается в гидрофобизации поверхности пор и капилляров химической фиксацией кремнийорганического соединения. Гидрофобизатор КЭ 119 — 215 работает как умеренный микропенообразователь за счет выделяющегося в результате реакции спирта, снижающего поверхностное натяжение на границе бетонная смесь — воздух.

Исследования проводили на бетоне класса В22.5 без добавок Ц:П:Щ= 1:2,01:3,29 и с добавкой Ц:11:1Ц= 1:2,09:3,39 (по массе). Во всех случаях содержание песка и смеси заполнителя было равно  $g=0,38$ , расход цемента 350 кг/м. В качестве вяжущего использовали портландцемент Воскресенского завода марки 400, а в качестве мелкого заполнителя — песок из подмосковного карьера с Л4К=1,88. Крупным заполнителем служил гранитный щебень с предельной крупностью 20 мм.

Определение прочности на сжатие и растяжение (образцы-кубы с ребром 10 см), водонепроницаемости (цилиндры диаметром 15 и высотой 15 см) и морозостойкости (образцы-кубы с ребром 7 см) проводили стандартными методами.

Для изучения влияния пластифицирующих и воздухововлекающих добавок и их сочетания на технологические свойства бетонной смеси определяли подвижность бетонной смеси по ГОСТ 10181 и объем вовлеченного воздуха (с помощью прибора, разработанного в Красноярском ПромстройНИИ проекте).

Как видно из результатов исследований (См. таблицу № 1), введение суперпластификатора С-3 для получения равно подвижных смесей по сравнению с бетонами без добавок позволило сократить расход

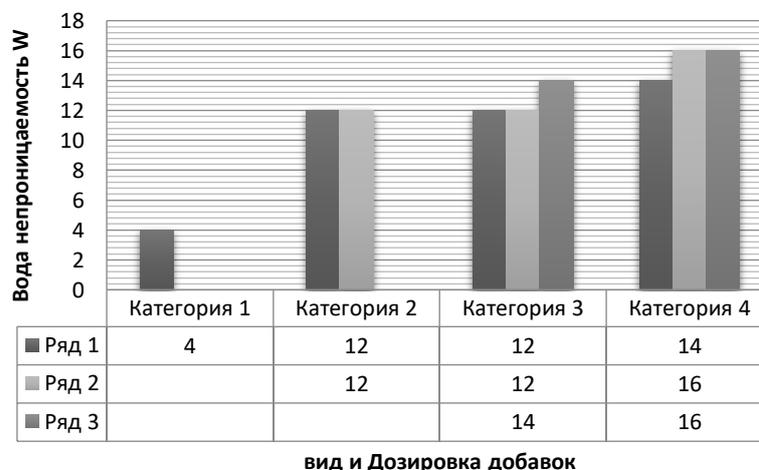
воды на 16...20 %, при этом объем вовлеченного воздуха в бетонной смеси составлял 2,8 % Необходимо отметить, что, хотя бетонные смеси с добавкой С-3 и без нее имели одинаковую подвижность (О. К = = 3,5 см), удобоукладываемость смеси с С-3 была лучше.

Введение КЭ 119—215 в состав бетона в количестве 0,05; 0,07; 0,1; 0,3; 0,5% массы цемента при постоянной дозировке 0,5 % С-3 практически не влияет на подвижность смеси. Объем вовлеченного воздуха в бетонной смеси с увеличением дозировки КЭ 119—215 до 0,1 % массы цемента увеличивается до 3 %, а дальнейшее его увеличение до 0,5 % в сочетании с С-3 почти не меняет объема вовлеченного воздуха, но может снижать подвижность бетонной смеси.

Таблица 1. Результаты исследований введения суперпластификаторов в состав бетона

Добавка	Количества, % массы цемента	В/Ц	О.К,см	Объем вовлеченного воздуха,%	Водонепроницаемость
-	-	0.53	3.5	1.2	4
С3	0.5	0.53	2.2	1.2	8
С3	0.5	0.44	3.5	2.8	12
КЭ 119-215	0.05	0.53	2.5	2.2	8
КЭ 119-215	0.07	0.53	2.0	2.0	8
КЭ 119-215	0.1	0.53	2.0	2.4	10
КЭ 119-215	0.1	0.53	1.7	1.8	8
КЭ 119-215	0.5	0.52	1.4	2.0	6
С3+КЭ 119-215	0.5+0.05	0.44	3.2	2.8	12
С3+КЭ 119-215	0.5+0.07	0.44	3.0	2.6	12
С3+КЭ 119-215	0.5+0.1	0.44	2.8	3.0	14
С3+КЭ 119-215	0.5+0.3	0.44	1.8	2.6	12
С3+КЭ 119-215	0.5+0.5	0.44	1.6	3.0	12

Как отмечалось выше, одним из основных факторов повышения долговечности сборных железобетонных изделий гидромелиоративного строительства является повышенная водонепроницаемость. В данной работе водонепроницаемость образцов определяли через 10 сут. после термообработки. Введение в состав бетона суперпластификатора С-3 без снижения расхода воды повышает водонепроницаемость на две марки. Исследования водонепроницаемости бетона с кремнийорганическими полимерами КЭ 119—215 были выполнены впервые. Введение 0,05 и 0,07 % КЭ 119—215 способствует повышению водонепроницаемости на три марки, а при дозировке 0,1 % массы цемента — на четыре. Дальнейшее увеличение дозировки КЭ 119— 215 до 0,5 % массы цемента на повышение водонепроницаемости не повлияло.



вид и Дозировка добавок

Рис. 1. Водонепроницаемость бетона в зависимости от вида и дозировки добавок: 1 - контрольная; 2,3 - с С-3 соответственно 0,5 и 0,7% массы цемента; 4...9 - с С-3+КЭ119-215 соответственно 0,5+0,05; 0,5+0,07; 0,5+0,1; 0,7+0,05; 0,7+0,07; 0,7+0,1% массы цемента

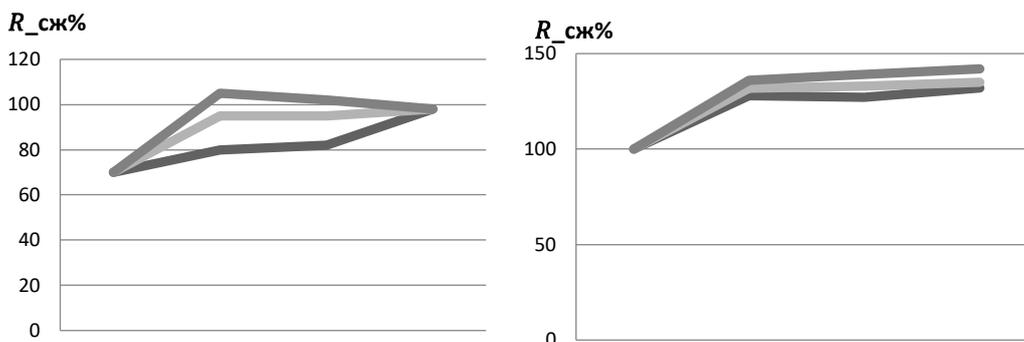


Рис. 2. Прочность бетонов в зависимости от вида и дозировки добавки: а - после ТВО; б - в возрасте 28 суток нормального твердения; 1-С-3; 2-0,5% С-3+КЭ 119-215; 3-0,7% С-3+КЭ 119-215

При введении в состав бетона С-3 на равноподвижных смесях водонепроницаемость повышается на четыре марки, а при введении комплексной добавки С-3+КЭ 119—215 в соотношениях 0,5+0,5 и 0,5+ +0,07 % массы цемента были получены одинаковые марки по водонепроницаемости W12, т. е. водонепроницаемость повысилась на четыре марки. Самая высокая марка по водонепроницаемости W14 была получена при соотношении компонентов комплексной добавки 0,5+ +0,1 % массы цемента.

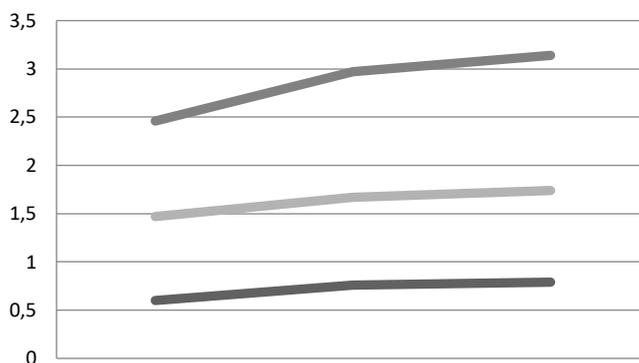


Рис. 3. Морозостойкость бетона в зависимости от расхода цемента: 1 - без добавок; 2 - с комплексной добавкой; 1,2-150 циклов; 2-300 циклов

Исследования влияния дозировки С-3 в отдельности и в комплексе с кремнийорганическим полимером КЭ 119-215 на водонепроницаемость бетона (рис. 1) показали, что увеличение дозировки С-3 с 0,5 до 0,7 % массы цемента практически не меняет водонепроницаемость, несмотря на то, что В/Ц снижается. Однако при 0,7% С-3 в комплексе с КЭ 119-215 и увеличением количества последней до 0,1% массы цемента водонепроницаемость, по сравнению с добавкой 0,5% С-3 повышается на 2...3 марки.

Как видно из рис. 2, с увеличением дозировки С-3 с 0,5 до 0,7 % в комплексе С-3+КЭ 119—215 прочность бетонов после ТВО повышается незначительно. Даже при введении С-3 в отдельности прочность бетона после ТВО снижается. С увеличением дозировки с 0,5 до 0,7 % массы цемента прочность бетонов нормального твердения в возрасте 28 сут. в отдельности и в комплексе С-3+КЭ 119—215 повышается.

Результаты исследований морозостойкости с комплексной добавкой С-3+КЭ 119—215 показали, что она выше по сравнению с бетоном без добавок и зависит от расхода цемента. Как видно из рис. 3, с увеличением расхода цемента морозостойкость повышается.

Таким образом, кремнийорганический полимер КЭ 119—215 типа олигоэтоксид - 2 - этилгексоксилоксан является воздухововлекающей добавкой и способствует образованию в структуре бетона равномерного распределенных замкнутых пор.

Введение в состав бетона кремнийорганического полимера КЭ 199-215 в комплексе с суперпластификатором С-3 повышает водонепроницаемость, морозостойкость и прочность бетона.

#### Список литературы

1. Стольников В.В. Исследования по гидротехническому бетону. М.Л.: Госэнергоиздат, 1962. 330 с.
2. Ориентлихер Л.П., Новикова И.П. Улучшение гидрофизических свойств бетона наружных ограждений // Пути повышения эффективности и долговечности наружных панелей в условиях дальневосточного региона. Хабаровск, 1989. С. 71-79.

3. *Asatov N.* Concrete structure with complex additives // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing, 2021. Т. 1030. № 1. С. 012014.
4. *Асатов Н.А. и др.* Исследования влияния тепловой обработки бетона повышенной водонепроницаемости на его прочность // Молодой ученый, 2016. № 7-2. С. 34-37.
5. *Asatov N., Tillayev M., Raxmonov N.* Parameters of heat treatment increased concrete strength at its watertightness // E3S Web of Conferences. EDP Sciences, 2019. Т. 97. С. 02021.
6. *Крылов Б.А., Оrentлихер П.П., Асатов Н.А.* Бетон с комплексной добавкой на основе суперпластификатора и кремнийорганического полимера // Бетон и железобетон, 1993. Т. 3. С. 11-13.
7. *Asatov N., Jurayev U., Sagatov B.* Strength of reinforced concrete beams hardened with high-strength polymers // Problems of Architecture and Construction, 2019. Т. 2. № 2. С. 63-65.