

УДК 544.032.7

Устинова А.А., Потапова Е.Н., Коняшкина А.Ю.

МОДИФИКАЦИЯ БЕТОНА ДЛЯ МАЛЫХ АРХИТЕКТУРНЫХ ФОРМ

Устинова Анастасия Андреевна, студент 4 курса бакалавриата факультета технологии неорганических веществ и высокотемпературных материалов, e-mail: uustinova-nastya55@mail.ru

Потапова Екатерина Николаевна, д.т.н., профессор, профессор кафедры химической технологии композиционных и вяжущих материалов

Коняшкина Анна Юрьевна, к.т.н., доцент кафедры химической технологии силикатов
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия
125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

Разработан состав мелкощелебного бетона на основе белого портландцемента с улучшенными формовочными свойствами. Показано, что при введении в белый портландцемент комплекса модифицирующих добавок повышаются прочностные характеристики, плотность, морозостойкость и коррозиестойкость цементного камня, снижается его пористость. Проведенные исследования показали возможность изготовления малых архитектурных форм из разработанного мелкощелебного бетона.

Ключевые слова: белый портландцемент, модифицирующие добавки, пластичность, прочность, долговечность

MODIFICATION OF CONCRETE FOR SMALL ARCHITECTURAL FORMS

Ustinova A.A., Potapova E.N., Konyashkina A.U.

D. Mendelev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

A composition of fine-concrete concrete based on white Portland cement with improved molding properties has been developed. It is shown that when introducing a complex of modifying additives into white Portland cement, strength characteristics, density, frost resistance and corrosion resistance of cement stone are increased, and its porosity is reduced. The carried out researches have shown the possibility of manufacturing small architectural forms from the developed fine-grained concrete.

Keywords: whiteportl and portlandcement, complex additives, ductility, strength, durability

Малые архитектурные формы из бетона – это, безусловно, лучшее украшение парка, сада или территории, прилегающей к дому. Декоративные строительные материалы должны отвечать жестким требованиям к прочности, атмосферо-, коррозионной и морозостойкости (особенно в северных широтах). К таким декоративным строительным материалам относятся белый и цветной портландцементы. Эти цементы позволяют получать сухие смеси широкого ассортимента, как для наружной, так и для внутренней отделки зданий и интерьеров, а также декоративные цветные и белые бетоны самого различного назначения [1].

В отличие от произведений, выполненных из цельного куска камня, бетонной конструкции можно придать любую форму или размер без лишних затрат сил, известными способами формования, такими как вибропрессование и вибролитье. Однако для этого, прежде всего, необходимо изготовить форму. При этом получаемые изделия будут одинаково строго «копировать» данную форму. Вызывает интерес создания вяжущего с новыми свойствами, позволяющими работать с бетонной смесью, как с глиной или пластилином, придавая ей нужную форму (и содержание). Здесь воедино могли

бы соединиться фантазии технолога, архитектора и скульптора. То есть бетонная смесь вначале должна быть пластичной и упругой, а по истечению определенного времени затвердевать в прочный и долговечный камень, не подвергающийся коррозии. Изменить свойства вяжущего материала можно путем введения различных минеральных или функциональных добавок.

Для изготовления малых архитектурных форм применяются материалы, которые характеризуются высокими эксплуатационными свойствами. С другой стороны новое вяжущее должно характеризоваться хорошими формовочными свойствами. Поэтому для изменения удобоукладываемости теста в состав цемента вводили комплекс добавок, повышающих его пластичность, а для повышения прочности и долговечности – проводили армирование материала полипропиленовым волокном [2].

Для исследований был выбран белый портландцемент 500 ДО «Holcim» (далее ПЦ). Для получения пластичного и удобоукладываемого материала с требуемыми свойствами использовали такие добавки, как: ретиспергируемый полимерный порошок Vinnapas 5010 N (РПП), эфир целлюлозы Mecellose 23010 (ЭЦ), эфир крахмала Esamid NA

(ЭК) и модифицированное полипропиленовое волокно (ППВ).

На первом этапе работы исследовали влияние РПП на свойства цемента. РПП вводили от 1 до 20 % от массы вяжущего. При использовании РПП повышается водоудерживающая способность цементного теста, происходит увеличение прочности и устойчивости к истиранию, что важно для малых архитектурных форм. Состав, содержащий 10 % редиспергируемого полимерного порошка (состав 1.2 таблица 1) характеризовался удлинёнными сроками схватывания, наиболее высокими прочностными характеристиками (рис.1), был менее пористым, более морозостойким и коррозиестойким,

чем остальные составы, поэтому для дальнейших исследований был выбран именно этот состав.

Затем в цемент с РПП (состав 1.2) вводили водоудерживающую добавку – эфир целлюлозы в количестве от 0,5 до 1 % от массы вяжущего. Введение эфиров целлюлозы улучшает клеящую основу, эффективно регулируют такие параметры качества как эластичность и формоустойчивость. Состав, содержащий 10 % РПП и 0,5 % эфира целлюлозы (состав 1.3) отличался пластичностью, цементное тесто было менее липкое, цементный камень на его основе имел более высокие прочностные характеристики (см. рис.1).

Таблица 1. Влияние добавок на свойства цемента и бетона

№ п/п	Добавка				ПЦ/П	НГ, %	Сроки схватывания, мин		Пористость, %	Потеря прочности*, %	Коэффициент Кс
	РПП	ЭЦ	ЭК	ППВ			начало	конец			
1.1	-	-	-	-	-	33,0	120	210	7,1	-14,0	0,79
1.2	10	-	-	-	-	35,5	120	320	6,7	-8,5	0,90
1.3	10	0,5	-	-	-	36,0	45	140	8,4	-2,1	0,83
1.4	10	0,5	0,01	-	-	41,0	50	235	8,3	-5,6	0,74
1.5	10	0,5	0,05	-	-	44,0	105	245	10,2	-7,8	0,87
1.6	10	0,5	0,1	-	-	46,0	115	250	14,5	-7,9	0,93
1.7	10	0,5	0,01	0,2	-	41,5	45	220	10,1	-5,4	0,88
1.8	10	0,5	0,01	0,5	-	42,0	50	210	9,9	-7,6	0,92
1.9	10	0,5	0,01	1	-	42,5	55	200	9,1	-7,9	0,95
1.10	10	0,5	0,01	2	-	43,0	45	210	8,6	-8,9	0,98
2.1	10	0,5	0,01	1	1:1	42,5	70	200	5,9	-1,2	0,84
2.2	10	0,5	0,01	1	1:2	41,5	65	150	6,2	-2,5	0,83
2.3	10	0,5	0,01	1	1:3	37,0	65	110	7,4	-2,9	0,78
2.4	10	0,5	0,01	1	1:4	36,5	55	110	8,1	-4,1	0,77

*Потеря прочности после 20 циклов попеременного замораживания и оттаивания

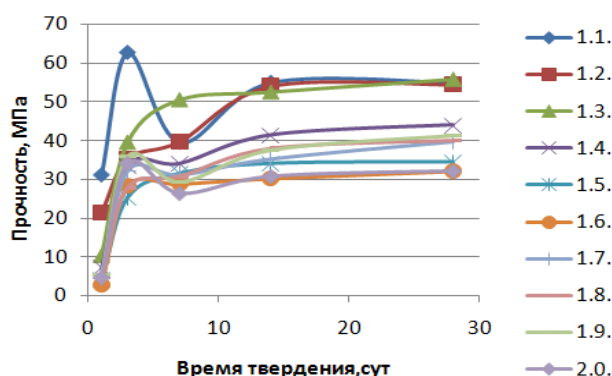


Рис.1. Прочность при сжатии цементного камня в присутствии добавок (28 сут)

На следующем этапе работы в цемент, содержащий РПП и ЭЦ вводили загуститель – эфир крахмала в количестве от 0,01 до 0,1 % от массы цемента (составы 1.4-1.6 по таблице 1). Проведенные исследования показали, что введение комплекса добавок приводит к замедлению схватывания, по сравнению с бездобавочным составом, это время дает нам больше времени

работать с цементным тестом. При этом повышаются прочностные характеристики, но несколько увеличивается пористость материала. Анализ полученных результатов позволил выбрать для дальнейших исследований состав 1.4, который характеризуется наименьшей водопотребностью. Цемент данного состава медленно схватывается, что позволяет больше времени работать с ним.

Для того, чтобы бетон был более долговечен и на этапе усадки и в процессе эксплуатации не образовывались трещины, вводили полипропиленовое волокно в количестве от 0,2 % до 2 % (составы 1.7-1.10 по таблице 1). Проведенные исследования показали, что при введении полипропиленового волокна наблюдается незначительное повышение водопотребности, а цементное тесто при этом становится более упругим и пластичным. Прочностные характеристики незначительно увеличиваются, а пористость уменьшается. Состав 1.9 хоть и имеет наибольшую водопотребность, но при этом показал высокие прочностные характеристики. Цементное тесто при добавлении 1 % волокна было упругим и пластичным, похожее на пластилин, что позволяет

скульптору или архитектору выполнять различные изделия из полученного материала.

Заполнители занимают в бетоне до 80 % объема и, следовательно, позволяют сократить расход цемента – наиболее дорогого компонента бетона. Без заполнителей вообще нельзя получить бетон из-за того, что превращение цементного теста в цементный камень, его последующее твердение сопровождаются большими усадочными деформациями.

Жесткий скелет из высокопрочного заполнителя несколько увеличивает прочность и модуль деформации бетона, уменьшает деформации конструкций под нагрузкой, а также ползучесть бетона – необратимые деформации, возникающие при длительном действии нагрузки. Заполнитель уменьшает усадку бетона, способствуя получению более долговечного материала. А также воспринимает усадочные напряжения и в несколько раз уменьшает усадку бетона по сравнению с усадкой цементного камня.

В качестве заполнителя используется Богаевский речной песок. Для исследований был выбран состав 1.9, содержащий 10 % РПП, 0,5 % ЭЦ, 0,01 % ЭК и 1 % ППВ. Песок вводили к портландцементу, соотношение портландцемент: песок составляет от 1:1 до 1:4 (составы 2.1 – 2.4 по таблице 1).

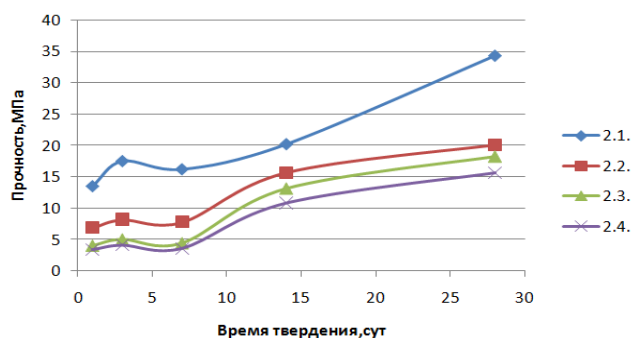


Рис.2. Прочность при сжатии мелкощепчатого бетона (28 сут)

Водопотребность смесей с увеличением содержания заполнителя уменьшается до 36 %. Сроки схватывания мелкощепчатых бетонов при этом уменьшаются (см. таблицу 1). Прочность постепенно растет, наиболее высокие показатели имеет состав 2.3. Он имеет наиболее пластичную и упругую массу, которая позволяет создавать малые архитектурные формы без применения дополнительных форм.

Для всех изученных составов, кроме прочностных и структурных характеристик, были изучены морозостойкость (20 циклов попеременного замораживания и оттаивания) и коррозионная стойкость (Кс, хранение образцов в 5 %-ном растворе сульфата натрия).

Высокая пластичность и эластичность полученного материала позволила разработать технологию изготовления малых архитектурных форм. На рис. 3. представлены некоторые виды созданных садово-парковых скульптур.



Рис.3. Садово-парковые архитектуры

Таким образом, полученные результаты показывают, что наиболее наилучшим составом для приготовления цементного теста является состав 1.9, так как данный состав характеризуется повышенной пластичностью и удобоукладываемостью. Он позволяет изготавливать изделия без применения дополнительных форм, так же с ним приятно и легко работать, так как тесто не липнет к рукам и к инструментам. При этом данный состав имеет высокие прочностные характеристики. Для приготовления бетонной смеси наилучшими результатами обладает состав 2.1, соотношении портландцемента и песка которого составляет 1:1.

Список литературы

1. Урбанов А. В., Манушина А. С., Курдюмова С. Е., Дмитриева Е. А. Потапова Е. Н. Разработка цементно-песчаной смеси для малых архитектурных форм / Инвестиции, строительство, недвижимость как материальный базис модернизации и инновационного развития экономики: материалы VII Международной научно-практической конференции. 14-16 марта 2017 г.: в 2 ч. Ч. 2 [Текст] / под ред. Т. Ю. Овчинниковой, И. Р. Салагоров. – Томск: Изд-во Том. Гос. Архит.-строит. Ун-та. – 2017. – С. 440-446.
2. Значение мелкого заполнителя для цементных бетонов и растворов - пескобетон и другие смеси. [Электронный ресурс]: Электронная библиотека - <http://www.barnaul-altai.ru/business/zement/zementnews13.php> Режим доступа: Дата обращения: 20.05.2017.