

Механіка, будівництво та електропостачання

УДК 691.3

Е.Б. Деденёва, О.И. Демина, А.В. Рачковский, Н.А. Романчук, Е.И. Климова

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, Харьков

ПРИМЕНЕНИЕ ДЕКОРАТИВНЫХ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ БЕТОНОВ ДЛЯ МАЛЫХ АРХИТЕКТУРНЫХ ФОРМ

Предложены и подобраны составы декоративного мелкозернистого бетона для малых архитектурных форм (МАФ) города. Для получения изделий с высокими эксплуатационно-техническими характеристиками, обеспечивающих долговечность и эстетичность МАФ, были проведены исследования влияния модифицирующих добавок на структуру и свойства бетонов. Подобран оптимальный состав бетона для столбика дорожного ограждения.

Ключевые слова: мелкозернистые декоративные бетоны, малые архитектурные формы (МАФ), модифицирующие (комплексные и гидрофобизирующие) добавки, эксплуатационно-технические характеристики, столбик дорожного ограждения.

Введение

Одним из перспективных направлений улучшения городской архитектурной среды является применение малых архитектурных форм (МАФ) из различных высокотехнологичных современных строительных материалов. Это способствует приведению окружающего пространства к нужной стилистике и настроению. Широкий спектр малых архитектурных форм различного назначения и архитектурного дизайна: садово-парковые скульптуры, скамьи, заборы, вазоны, фонтаны, цветники, столбы фонарные позволяют придать своеобразие маловыразительным стандартным микрорайонам массового строительства 50-60-ых годов [1 – 3, 14]. Кроме того, увеличение интенсивности и плотности транспортных потоков городских магистралей создаёт опасность для пешеходных участков. Решением этой проблемы могут послужить столбики дорожного ограждения [4].

Основным материалом для МАФ является декоративный мелкозернистый бетон. Применение технологии декоративного бетона позволяет эффективнее, чем при использовании мрамора, камня или плитки, добиваться создания нужных текстурных эффектов и сложного формообразования изделий, практически не уступающих по качеству и долговечности. Обладая высокой технологичностью, мелкозернистый бетон даёт возможность получать изделия как методом прессования с немедленной распалубкой в условиях заводского изготовления, так и методом литья в опалубку на месте установки МАФ [4].

Основными требованиями к бетонным смесям при изготовлении декоративных изделий являются: способность к уплотнению в формах сложной кон-

фигурации, низкая седиментация бетонной смеси. Бетон для МАФ должен обладать высокой атмосферной стойкостью и морозостойкостью; возможностью придания необходимого цвета. Одним из путей достижения требуемого результата является оптимизация состава бетонной смеси с применением необходимых функциональных химических и минеральных добавок. Следует отметить, что мелкозернистый бетон легко и эффективно модифицируется с помощью органо-минеральных модификаторов, что даёт возможность использовать дешевые местные пески. Это позволяет снизить стоимость бетона на 15-20 % по сравнению с крупнозернистыми бетонами на щебне [5, 6].

Цель данной работы – получение бетонов, наиболее приемлемых по составу, структуре и свойствам для изготовления малых архитектурных форм с учетом того, что такие изделия эксплуатируются на открытом воздухе, подвержены действию атмосферных факторов (колебанию влажности, инсоляции, низких температур и пр.). Кроме того, бетон для изделий дорожного ограждения должен отвечать требованиям нормативного документа ДСТУ Б В.2.7. – 145 – 2008 «Вироби бетонні тротуарні. Технічні умови», а готовое изделие легко шлифоваться и полироваться. Бетонная смесь должна отвечать требованиям, предъявляемым к виброуплотняемым смесям. Таким требованиям более всего отвечают мелкозернистые бетонные смеси.

Расход цемента в мелкозернистых бетонах на 20...30% выше, чем на равнопрочные обычные бетоны. Для снижения расхода цемента используются химические добавки, а для создания плотной упаковки мелкий щебень с наибольшей крупностью 10 мм. В то же время, надо иметь в виду, что для

бетонов, применяемых в декоративных конструкциях на открытом воздухе, повышенный расход цемента оправдан повышением устойчивости при воздействии атмосферных факторов и облегчением абразивной обработки [7, 8].

Методы и материалы

Для получения мелкозернистых бетонов в работе использованы следующие материалы.

Для лабораторных образцов используется портландцемент марок М400 и М500, соответствующий требованиям ДСТУ Б В.2.7 – 46:2010. Будівельні матеріали. Цементи загальнобудівельного призначення, технічні умови [11]. Для получения достаточной плотности и водонепроницаемости бетона, а также более ровной поверхности изделий использован мелкий кварцевый песок с модулем крупности 1,5-2,0. Щебень представляет собой измельченный гранит фракции 3-10 мм.

По результатам стандартных испытаний щебень удовлетворяет требованиям, предъявляемым к крупному заполнителю для изделий из мелкозернистого тяжёлого бетона. Мелкие гранитные фракции придают бетону после шлифовки и полировки текстуру природного камня.

Химические добавки. Бетонные смеси для столбиков дорожного ограждения должны изготавливаться с обязательным использованием пластифицирующих и гидрофобизирующих или комплексных пластифицирующе-гидрофобизирующих добавок. В данной работе применялись комплексная добавка «SIKA» и гидрофобизирующая добавка ГКЖ-11.

Добавка «Sika» применяется для бетона с высокой морозостойкостью, а также высокопрочных и качественных бетонов для дорожных бетонных изделий. Бесспорными преимуществами добавки являются:

повышенная морозостойкость (не менее F200), в том числе в растворах солей; повышенная водонепроницаемость (не менее W6);

трещиностойкость;

улучшенная удобоукладываемость бетонной смеси даёт дополнительное воздуховлечение в бетоны в пределах 2-4%;

снижает седиментацию бетонной смеси; в 1,5-1,6 раз увеличивает сцепление с арматурой с одновременным ингибированием поверхности металла.

Гидрофобизирующая жидкость ГКЖ-11 представляет собой этилгидросилоксановый полимер. Использование кремнийорганических соединений в строительных материалах позволяет:

увеличить подвижность бетонных смесей в 2-4 раза;

повысить морозостойкость в 3-5 раз; в 1,5-2 раза повысить коррозионную стойкость по сравнению с бетонами без добавок;

повысить стойкость при воздействии увлажнения и высушивания; снизить капиллярный подсос, степень водопоглощения, водопроницаемости, повысить степень водостойкость.

В качестве пигментов используется охра для изготовления составов различного цвета. Охра бывает самых различных оттенков от светло-жёлтого и золотистого до темного, красноватого и даже коричневого. Охра представляет собой глину, окрашенную окислами железа. Этот пигмент является одним из наиболее популярных и дешёвых. Плёнки красок на его основе прочны, устойчивы к действию щёлочи, извести, света.

В работах [9, 10] была установлена эффективность применения охры в декоративных бетонах. Охра (особенно в композиции с карбонатными наполнителями) значительно влияет на уменьшение пористости бетонного камня и увеличение его прочностных характеристик на всех стадиях набора прочности.

Составы бетонов подбирались по расчетно-экспериментальному методу Скрамтаева – Баженова (метод абсолютных объёмов). Подобранный состав оптимизировался по результатам испытаний бетонной смеси и образцов [7].

В исследованиях были подобраны и апробированы составы мелкозернистых бетонов при одинаковой подвижности (ОК = 4 см) с одинаковым расходом цемента и заполнителей и различным содержанием воды и добавок.

При введении добавок содержание воды уменьшается до получения одинаковой подвижности бетонных смесей, рекомендованной для бетонных изделий, формируемых виброуплотнением.

В работе исследовались следующие составы:

1 состав – бетон мелкозернистый без добавок;

2 состав – бетон мелкозернистый с добавкой охры и карбонатного наполнителя;

3 состав – бетон мелкозернистый с комплексной добавкой «SIKA» (0,6% от массы цемента);

4 состав – бетон мелкозернистый, пропитанный гидрофобизирующей добавкой ГКЖ-11;

5 состав – бетон мелкозернистый с добавкой ГКЖ-11 (0,6% от массы цемента) в воду затворения.

Для оценки качества подобранных составов мелкозернистого бетона в лаборатории были изготовлены образцы-кубы размером 7,07×7,07×7,07 см [8, 13].

Для определения прочности и водонепроницаемости по 4 образца каждого состава. Для определения структурных характеристик по Бруссеру готовились кубики 4×4×4 см по 2 образца каждого состава.

Подвижность бетонной смеси определяется по распылу малого конуса, как при определении нормальной консистенции цементного раствора в стан-

дартном методе определения активности цемента, расплыв во всех случаях содержанием воды и подерживали в пределах 110-115 мм.

Определение прочности при сжатии полученных образцов проводится в соответствии с требованиями ДСТУ Б В. 2.7-43 – 96 «Бетони важкі. Технічні умови» [12]. » на гидравлическом прессе ПСУ-50. Визуальный осмотр образцов показал, что они не имеют

трещин, сколов и их структура однородна. Водопоглощение, плотность и характеристики пористой структуры бетона определяли по кинетике водопоглощения дискретным методом. Водонепроницаемость определяли по ускоренной методике, рекомендованной ГСИ.

Результаты проведенных исследований отражены в табл. 1.

Таблица 1

Основные свойства и структурные характеристики мелкозернистых бетонов разработанных составов

Свойство или структурная характеристика	Мелкозернистые бетоны				
	Составы				
	1	2	3	4	5
Прочность, МПа	37,0	40,0	41,2	38,0	38,2
Водонепроницаемость, МПа (или марка, ат)	0,5	0,65	0,8	0,6	0,7
Водопоглощение по массе, %	4,50	4,44	3,6	3,5	3,4
Относительная плотность	2,24	2,31	2,32	2,24	2,25
Водопоглощение по объёму, %	9,5	8,31	7,05	9,70	8,30
Интегральная пористость, %	10,6	11,66	8,30	11,00	10,49
Условно-замкнутая пористость, %	2,26	3,95	4,25	3,19	3,69

Результаты исследования

Все исследованные составы мелкозернистых бетонов получены из равноподвижных смесей (ОК=4 см), имеют одинаковое содержание заполнителей и цемента, отличаются содержанием воды и добавок. При введении добавок содержание воды уменьшено до одинаковой подвижности бетонной смеси.

Мелкозернистые бетоны без добавок и с пигментом имеют прочность 35...37 МПа, что несколько ниже, чем у других составов. Прочность бетонов с добавками маркой выше – 38,0...41,2 МПа. Повышение прочности в данном случае связано с уменьшением количества воды, так как добавки здесь использованы в качестве водоредуцирующих с целью создания равноподвижных смесей с бетонами без добавок.

Водонепроницаемость мелкозернистого бетона без добавок составляет 0,5 МПа. Введение добавок значительно повышает этот показатель до 0,8 МПа у 3 состава.

Все добавки – пластификаторы, как известно из данных о микроструктуре цементных материалов, измельчают зерно цементного камня, улучшая тем самым структуру камня, создавая структуру пор с высоким капиллярным потенциалом.

Водопоглощение по массе и по объёму (открытая пористость) у мелкозернистых бетонов с добавками намного меньше, чем у бетонов пигментированных,

что согласуется с данными о водонепроницаемости.

Требуемое количество пигмента, вводимое в бетонную смесь, определяется желаемым цветом и экономической целесообразностью. Увеличение количества пигмента приводит к линейному увеличению интенсивности окрашивания, но при дальнейшем увеличении количества пигмента наступает момент, когда цвет перестаёт меняться. Возрастание количества пигмента в бетоне более 8% может привести к излишнему увеличению мелкой фракции, увеличению водопотребности бетонной смеси, к ухудшению эксплуатационно-технических свойств бетона – снижению плотности, прочности, водонепроницаемости, морозостойкости.

Условно-замкнутая пористость у бетонов с добавками больше, чем у других бетонов, что может быть связано с эффектом воздухововлечения, характерным для используемых добавок. Этот эффект объясняется увеличением гидрофобности стенок пор (гидрофобизацию в той или иной степени создают практически все органические вещества в бетоне).

Плотность всех бетонов можно считать одинаковой (расхождения – в пределах ошибок опыта) – 2,2. Равенство плотностей бетонов свидетельствует о том, что общий объём пор в них также практически одинаков, а отличия в свойствах объясняются различием структуры порового пространства и смачиваемости стенок пор.

Выводы

1. Было исследовано влияние комплексной и гидрофобизирующей добавок на структуру и свойства мелкозернистых бетонов.

2. Проведенные исследования влияния комплексной и гидрофобизирующей добавок, а также добавки пигмента с карбонатным наполнителем на структуру и свойства бетонов показали, что их введение в бетонную смесь обеспечивает повышение водонепроницаемости и прочности бетона. Кроме того, способствует уменьшению интегральной и увеличению условно-замкнутой пористости, что делает такие составы предпочтительными.

3. Полученные результаты исследований легли в основу разработки составов для производства малых архитектурных форм повышенных эксплуатационно-технических характеристик.

Список литературы

1. Лесовик В.С. Архитектурная геоника / В.С. Лесовик // *Жилищное строительство*. – 2013. – № 1. – С. 9-12.
2. Дегтев Ю.В. Строительные материалы для архитектурной геоники [Электронный ресурс] / Ю.В. Дегтев, М.А. Фролова, А.А. Левченко, М.А. Попов // «Технические науки – от теории к практике»: сборник статей по материалам XXXV международной научно-практической конференции (25 июня 2014 г.). – Режим доступа: <http://sibac.info/15257>.
3. Деденева Е.Б. Декоративные мелкозернистые бетоны в архитектуре города [Текст] / Е.Б. Деденева, О.И. Демина, А.А. Стельмах, А.В. Рачковский // *Приоритетные направления науки и техники. Наука молодых – интеллектуальный потенциал XXI века: сб. докладов Междунар. науч. - практич. конф. 11 апреля 2014 г. Пенза: ПГУАС, 2014.* – С. 60-64.
4. Деденева Е.Б. Мелкозернистые бетоны для декоративных архитектурных форм города Харькова [Текст] / Е.Б. Деденева, О.И. Демина // *Тези доповідей 69-ї науково-технічної конференції Харківського національного університету будівництва та архітектури*. – Харків: ХНУБА. – 2014. – С. 10.
5. Вешиякова Л.А. Оценка энергетического состояния сырья для получения строительных материалов [Текст] / Л.А. Вешиякова, М.А. Фролова, А.М. Айзенштадт, В.С. Лесовик, О.Н. Михайлова, Т.А. Махова // *Строительные материалы*. – 2012. – № 10. – С. 53-55.
6. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика [Текст] / В.Г. Батраков. – М.: Стройиздат, 1998. – 768 с.
7. Сизов В.П. Проектирование составов тяжелого бетона [Текст] / В.П. Сизов. – М.: Стройиздат, 1979. – 224 с.
8. Шейкин А.Е. Структура и свойства цементных бетонов [Текст] / А.Е. Шейкин, Ю.В. Чеховский, М.И. Бруссер. – М.: Стройиздат, 1979. – 344 с.
9. Процин О.Ю. Использование пигментов для составов проникающей изоляции [Текст] / О.Ю. Процин, Р.А. Яковлева, Т.А. Костюк, О.И. Демина, М.Г. Салия // *Науковий вісник будівництва*. – Харків: ХДТУБА, ХОТВАБУ, 2009. – Вип. 53. – С. 136-139.
10. Деденёва Е.Б. Влияние минеральных пигментов на структурно-физические и физико-механические свойства мелкозернистых бетонов [Текст] / Е.Б. Деденёва, О.И. Демина, А.О. Есипов // *Науковий вісник будівництва*. – Харків : ХНУСА, ХОТВАБУ, 2013. – Вип. 72. – С. 259-263.
11. ДСТУ Б В.2.7 – 46:2010. Будівельні матеріали. Цементи загальнобудівельного призначення, технічні умови. – К.: Будстандарт, 2011. – 35 с.
12. ДСТУ Б В.2.7 – 43-96. Будівельні матеріали. Бетони важкі. Технічні умови – К.: Будстандарт, 2011. – 56 с.
13. ДСТУ Б В.2.7 – 170:2008. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості і водонепроникності. – К.: Будстандарт, 2010. – 57 с.
14. Lesovik V.S., Zagorodnik L.H., Andrey V.S., Denis A.B., Anna A.K. Creating effective insulation solutions? Taking into account the law of affinity structures in construction materials // *World Applied Sciences Journal*. – 2013. – T. 24. – № 11. – С. 1496-1502.

Поступила в редколлегию 5.04.2016

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.Г. Вандоловский, Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, Харьков.

ЗАСТОСУВАННЯ ДЕКОРАТИВНИХ ДРІБНОЗЕРНИСТИХ БЕТОНІВ ДЛЯ МАЛИХ АРХІТЕКТУРНИХ ФОРМ

О.Б. Деденьова, О.І. Деміна, О.В. Рачковський, Н.А. Романчук, Е.І. Клімова

Запропоновані і підібрані склади декоративного дрібнозернистого бетону для малих архітектурних форм (МАФ) міста. Для отримання виробів з високими експлуатаційно-технічними характеристиками, забезпечуючи довговічність і естетичність МАФ, були проведені дослідження впливу модифікуючих добавок на структуру і властивості бетонів. Підібраний оптимальний склад бетону для стовпчика дорожньої огорожі.

Ключові слова: дрібнозернисті декоративні бетони, малі архітектурні форми (МАФ), що модифікують (комплексні і гидрофобизирующие) добавки, експлуатаційно-технічні характеристики, стовпчик дорожньої огорожі.

APPLICATION OF DECORATIVE FINE-GRAINED CONCRETES FOR SMALL ARCHITECTURAL FORMS

O.B. Dedeneva, O.I. Demina, A.V. Rachkovskiy, N.A. Romanchuk, E.I. Klimova

Offered and neat compositions of decorative fine-grained concrete for the small architectural forms (MAF) of city. For the receipt of wares with high operating-technical descriptions, providing longevity and aesthetically beautifulness of MAF, researches of influence of modifying additions were conducted on a structure and properties of concretes. Optimum composition of concrete is neat for the column of travelling protection.

Keywords: fine-grained decorative concretes, small architectural forms (MAF), modifying additions, operating-technical descriptions, column of travelling protection.