

УДК 691.327

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.152.2015.65417>

МИКРОАРМИРОВАННЫЕ МЕЛКОЗЕРНИСТЫЕ БЕТОНЫ В АРХИТЕКТУРЕ ГОРОДА

К-ты техн. наук Е.Б. Деденёва, О.И.Дёмина, студенты А.С.Волкова, А.А. Кривицкая

МІКРОАРМОВАННІ ДРІБНОЗЕРНИСТІ БЕТОНИ В АРХІТЕКТУРІ МІСТА

К-ти техн. наук О.Б.Деденьова, О.І.Дьоміна, студенти О.С.Волкова, А.А.Кривицька

FINE-GRAINED CONCRETE MICROREINFORCED IN THE ARCHITECTURE OF THE CITY

Cand. of techn. sciences. E.Dedenyova, O.Demina, student A.Volkova, Krivitskaya A.A.

В работе рассмотрена актуальность применения микроармированных мелкозернистых бетонов для малых архитектурных форм города. Приведены результаты исследований эксплуатационных свойств составов мелкозернистых бетонов, армированных полипропиленовыми и стеклянными волокнами. Анализ полученных результатов позволяет рекомендовать мелкозернистый бетон, армированный полипропиленовыми волокнами, как оптимальный материал для изготовления малых архитектурных форм города.

Ключевые слова: микроармированные мелкозернистые бетоны, фибробетон, малые архитектурные формы, полипропиленовые волокна, стеклянные волокна, эксплуатационные свойства.

У роботі розглянута актуальність використання мікроармованих дрібнозернистих бетонів для малих архітектурних форм міста. Наведено результати досліджень експлуатаційних властивостей складів дрібнозернистих бетонів, армованих поліпропіленовими та скляними волокнами. Аналіз отриманих результатів дає підставу для

рекомендації дрібнозернистого бетону, армованного поліпропіленовими волокнами, у якості оптимального матеріалу для виготовлення малих архітектурних форм міста.

Ключові слова: мікроармованні дрібнозернисті бетони, фібробетон, малі архітектурні форми, поліпропіленові волокна, скляні волокна, експлуатаційні властивості.

The paper considers the relevance of the use of fine-grained concrete microreinforced for small architectural forms of the city. The results of studies of operational properties of the compositions of fine-grained concrete, reinforced polypropylene and glass fibers. Analysis of the results allows to recommend the fine-grained concrete reinforced with polypropylene fibers, as the best material for manufacture of small architectural forms of the city.

Keywords: Fine-grained Concrete Microreinforced; Fiber-concrete; Small Architectural Forms; Polypropylene Fibers; Gglass Fibers; Operational Properties.

Введение. В настоящее время тема повышения комфортности среды жизнедеятельности человека становится все более актуальной не только в рамках определенного города, но и в масштабе всей нашей планеты [1, стр.53; 2, стр.79-82]. Интенсивный рост городов и увеличение застроенных территорий осложняют проблему контакта человека с природой, что вызывает в свою очередь смену ориентации досуга, в том числе в усилении роли природных факторов. Широкое применение разнообразных малых архитектурных форм (МАФ) из современных высокотехнологичных материалов [3, стр.10] позволит скрасить эстетическое однообразие крупнопанельных зданий и типовых микрорайонов. На сегодняшний день разработан широкий спектр МАФ различного архитектурного дизайна и назначения. Основным и наиболее востребованным материалом для их производства является мелкозернистый бетон.

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами. Широкий спектр материалов для объектов архитектуры города не всегда обеспечивает им надлежащую долговечность и эстетичность. На сегодняшний день в условиях кризиса и спада строительного производства научно- и экспериментально-обоснованный выбор материала особо важен. Это даст возможность улучшить эксплуатационные свойства МАФ, снизить их материалоемкость, расширить номенклатуру изделий.

Анализ последних исследований и публикаций. Известно, что мелкозернистый бетон обладает высокими эксплуатационными характеристиками, такими как прочность при сжатии и растяжении, износостойкость, коррозионная стойкость, трещиностойкость, морозостойкость [4, стр.60; 5, стр.10]. Кроме того, мелкозернистый бетон высокотехнологичен, позволяет получать высококачественную структуру материала, легко и эффективно модифицируется с помощью органо-минеральных модификаторов, а также дисперсно армируется фиброй различного вида: металлической, стеклянной, базальтовой, композитной, пластиковой и др. [6; 7, стр.1496-1500]. Благодаря введению в бетон фибр, появляется возможность преодолеть один из главных недостатков бетона — низкую прочность на растяжение и изгиб. Армирующие волокна принимают на себя растягивающее напряжение, и сопротивление растяжению возрастает на 250%. Фиброволокно способствует равномерному распределению влаги в бетоне, вследствие чего снижаются внутренние нагрузки, в два раза повышается трещиностойкость и в 12 раз — ударная прочность бетона. Во время производства фибробетона в нём образуется гораздо меньше водных каналов и капилляров, чем в обычном бетоне, этим обуславливается его высокая морозостойкость. Также нужно отметить устойчивость фибробетона к воздействию агрессивных сред, высокую ударную прочность и водонепроницаемость. Опыт строительных компаний Великобритании, Германии, США, России

подтверждает улучшение физико-механических свойств строительных растворов и железобетонных конструкций с использованием полипропиленовых волокон [8, стр.391-396].

Область применения фибробетона чрезвычайно широка, он может не только с успехом заменять традиционные виды бетона во всех областях строительного комплекса, но и выполнять более специфические задачи. Так, например, мелкозернистый фибробетон позволяет воплощать самые оригинальные архитектурные замыслы, так как из него можно формировать объекты любой формы, фактуры и рельефа, создавать тонкостенные конструкции. Он используется для производства стеновых панелей, черепицы, декоративных элементов, малых архитектурных форм.

Таким образом, актуальность использования микроармированного мелкозернистого бетона (фибробетона) в конструктивных элементах городской архитектуры бесспорна.

Определение цели и задачи исследования. Целью работы является выявление эффективного состава мелкозернистого бетона для малых архитектурных форм города. Для этого провести исследование влияния армирующих полипропиленовых и стеклянных волокон (фибры) на основные эксплуатационные свойства мелкозернистого бетона малых архитектурных форм. Для чего определить такие характеристики как плотность, пределы прочности при сжатии и изгибе, истираемость и морозостойкость бетона.

Основная часть исследований. Для проведения исследований были приготовлены 2 состава тяжелого бетона марки М200 (1 – контрольный состав, 2 – состав с использованием полипропиленовой фибры длиной 12-мм и количеством - 0,6 кг/м³, рекомендуемой производителем). Свойства фиброволокон приведены в табл.1.

Таблица 1

Технические характеристики микрофибры на основе полипропилена

№ п/п	Показатели	Значения
1	Диаметр волокна, мкм	20
2	Длина волокна, мм	2-12
3	Истинная плотность, кг/м ³	910
4	Модуль Юнга, Мпа	300
5	Прочность на разрыв, Мпа	300
6	Температура размягчения, °С	160
7	Химическая стойкость	Полная ко всем кислотам, щелочам, растворителям

С целью обеспечения качественного перемешивания бетонной смеси и однородного распределения фибры в объеме бетона приготовление бетонной смеси состава 2 производилось в два этапа. Сначала перемешивалась фибра с мелким заполнителем в миксере, затем смесь перегружалась в смеситель, куда добавлялись остальные компоненты, и производился замес бетона. Из бетонной смеси изготавливались бетонные образцы для проведения сравнительных испытаний. Размеры образцов 10х10х10 см.

Первые трое суток образцы находились в формах путем укрывания их полиэтиленовой пленкой в помещении с температурой 18-20 °С. По истечении 3-х суток образцы были извлечены из форм и помещены в камеру нормального твердения со следующими условиями: температура 20 ±2 С, относительная влажность 100%. Все показатели свойств, кроме динамики набора прочности, определяли в 28 суточном возрасте [9].

Первые 7 суток прочность бетона росла интенсивно и к этому времени она

составляла 60-70 % марочной. Результаты испытаний по определению динамики набора прочности бетонных образцов приведении в табл.2 и рис.1.

Таблица 2

Динамика изменения прочности мелкозернистого бетона с полипропиленовой фиброй

п/п	Состав бетона	Плотность бетона, кг/м ³	Прочность бетона кгс/см ²			
			3-и сутки	7-е сутки	14-е сутки	28-е сутки
1	Контрольный состав	2440	64,0	136,0	162,0	232,0
2	Состав с фиброй	2445	94,5	162,5	188,0	296,5

Из результатов сравнительных испытаний, представленных в табл. 1 видно, что прирост прочности у бетона с армирующим волокном выше и наблюдается на всем промежутке (от 3 до 28 суток).

Особенно ощутимый прирост прочности у фибробетона наблюдается в первые 3-е суток (до 46 %). Следует отметить существенную разницу характера разрушений бетона на сжатие с фиброй и контрольного состава.



1 – контрольный состав бетона;
2 – бетон с фиброй.

Рисунок 1 – Динамика набора прочности образцов:

Бетон контрольного состава разрушался по классической схеме, с откалыванием боковых граней, а бетон с фиброй при испытаниях на сжатие покрывался трещинами, но не потерял формы и в дальнейшем может быть восстановлен, рис.2.

Прочность при сжатии и изгибе, морозостойкость, плотность и водонепроницаемость определяют срок службы (долговечность) частей зданий и сооружений и являются одними из главных требований, предъявляемых к бетонам малых архитектурных форм.

Анализ свойств составов мелкозернистого бетона, армированного полипропиленовыми волокнами, проводили

в сравнении с составами, армированными стекловолокнами и без волокон (т.н. контрольный состав) на образцах балочках 4х4х16 см в соответствии с требованиями действующих стандартов [9, 10]. Испытания на морозостойкость проводились на приборе АГАМА-2Р по ускоренной методике в 28-суточном возрасте на образцах бетона выполненных в виде плит размером 150х150х10 мм. Адгезионные свойства определяли методом «грибкового» отрыва, истираемость – на круге истирания стандартным методом. Результаты исследований сведены в табл. 3.

Результаты испытаний показали, что бетон марки М 200 имеет морозостойкость F50 (среднее значение), а введение

фіброволокон как стеклянных, так и полипропиленовых повышает морозостойкость бетона на 50% и 100% соответственно. Кроме того, введение микроволокон повышает адгезионные

свойства бетона более чем на 30%, что важно при проведении работ во время реконструкции и реставрации различных объектов, а также повышает сопротивляемость истиранию на 50%.

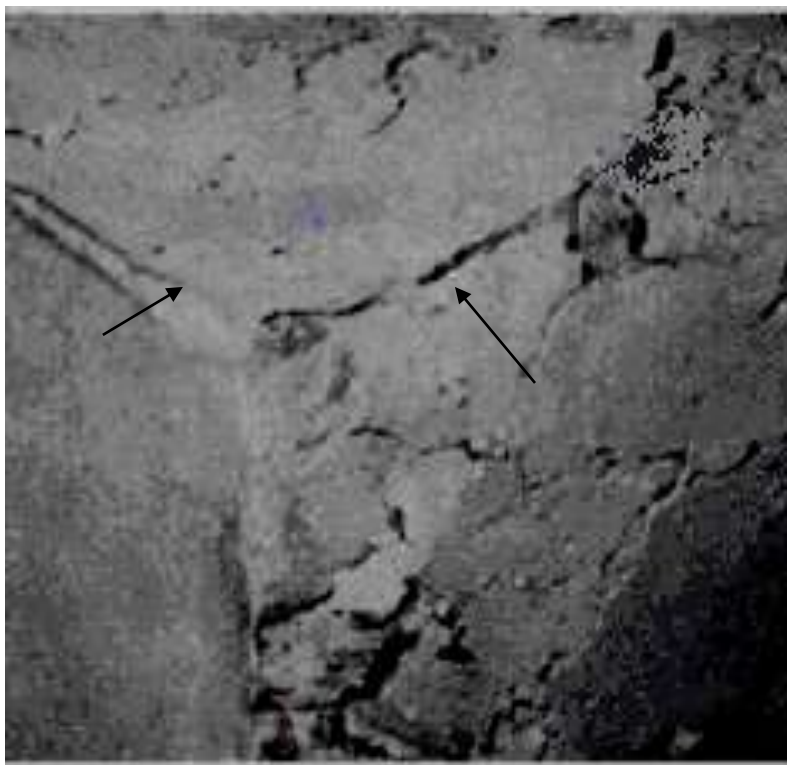


Рисунок 2 – Фотография фибробетона после испытаний при сжатии

Таблица 3

Результаты исследования свойств составов мелкозернистого бетона

Наименование свойства	Состав 1 (с полипропиленовыми волокнами)	Состав 2 (со стекловолокнами)	Состав 3 (без волокон)
Предел прочности при изгибе, МПа	6,7	6,1	4,7
Истираемость, г/см ²	0,505	0,560	0,78
Адгезионная прочность, МПа	1,11	1,17	0,71
Морозостойкость, циклы	100	75	50

Выводы из исследований и перспективы дальнейшего развития в данном направлении. Анализируя результаты, можно заключить следующее.

Применение фибры в бетоне позволяет повысить его основные физико-механические характеристики более чем на 50%.

Наилучшие показатели по прочности и морозостойкости получены для

мелкозернистых бетонов на полипропиленовой фибре. Кроме того такой материал может обеспечить большую защиту краёв бетонных изделий от разрушений.

Результаты проведенных исследований дают основание принимать полипропиленовый фибробетон как оптимальный материал малых архитектурных форм города.

1. Вешнякова Л.А., Фролова М.А., Айзенштадт А.М., Лесовик В.С., Михайлова О.Н., Махова Т.А. Оценка энергетического состояния сырья для получения строительных материалов // Строительные материалы. - 2012. - № 10. - С. 53 - 55.
2. Лесовик В.С. Геоника (Геоимитика) как трансдисциплинарное направление исследований // Высшее образование в России. - 2014. - № 3 - С. 77-83.
3. Лесовик В.С. Архитектурная геоника // Жилищное строительство. - 2013.- № 1.- С. 9 -12.
4. Деденева Е.Б., Демина О.И., Стельмах А.А., Рачковский А.В. Декоративные мелкозернистые бетоны в архитектуре города // Приоритетные направления науки и техники [Текст] // Наука молодых – интеллектуальный потенциал XXI века: сб. докладов Междунар.науч.-практич.конф.11 апреля 2014 г.Пенза: ПГУАС, 2014. - С.60-64.
5. Деденева Е.Б., Демина О.И. Мелкозернистые бетоны для декоративных архитектурных форм города Харькова // Тези доповідей 69-ї науково-технічної конференції Харківського національного університету будівництва та архітектури. – Харків: ХНУБА. – 2014. – С.10.
6. Дегтев Ю.В., Фролова М.А., Левченко А.А., Попов М.А. Строительные материалы для архитектурной геоники//«Технические науки – от теории к практике»: сборник статей по материалам XXXV международной научно-практической конференции (25 июня 2014 г.) <http://sibac.info/15257>.
7. Lesovik V.S., Zagorodnuk 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. - Т. 24. - № 11. - С.1496 - 1502.
8. Кривенко П.В. Будівельне матеріалознавство. Київ, 2004.- С. 391-396.
9. ДСТУ Б В.2.7-43-96 Б М. Бетони важкі.ТУ.
- 10.ДСТУ Б В.2.7-114-2002 Б М.Суміші бетонні. Методи випробувань.

Рецензент д-р техн. наук, професор О.Г. Вандаловський

Деденёва Елена Борисовна, доцент, кафедра строительных материалов и изделий, Харьковский национальный университет строительства и архитектуры. Тел.: (057) 706-20-73.

Демина Ольга Ивановна, доцент, кафедра физико-химической механики и технологии строительных материалов и изделий, Харьковский национальный университет строительства и архитектуры. Тел.: (057) 706-25-18.

Волкова Александра Сергеевна, студент, строительный факультет, Харьковский национальный университет строительства и архитектуры. Тел.: (057) 706-20-73.

Кривицкая Анна Андреевна, студент, строительный факультет, Харьковский национальный университет строительства и архитектуры. Тел.: (057) 706-20-73.

Dedenyova Elena, associate Professor, department of building materials and products, Kharkiv National University of Construction and Architecture. Tel.: (057) 706-25-18.

Demina Olga, associate Professor, department of physicochemical mechanics and building materials and products technologies, Kharkiv National University of Construction and Architecture. Tel.: (057) 706-25-18.

Volkova Alexandra, student, Faculty of civil engineering, Kharkiv National University of Construction and Architecture. Tel.: (057) 706-20-73.

Nathional University of Construction and Architecture. Tel.: (057) 706-20-73.

Krivitskaya Anna, student, Faculty of civil engineering, Kharkiv National University of Construction and Architecture. Tel.: (057) 706-20-73.