



Конкурс для школьников «Гениальные мысли» Автореферат проекта победителя I степени среди 8 классов

Название работы – Разработка метода модификации архитектурного бетона с применением углеродных нанотрубок.

Автор – Беспалова Елизавета Андреевна (8 класс, МАОУ "Лицей 44" г. Липецка, Детский технопарк «Кванториум», г. Липецк).

Руководитель – Корнеева Анастасия Олеговна, ПДО Детского технопарка «Кванториум», Наноквантум; к.т.н., доцент кафедры «Металлургические технологии» ФГБОУ ВО «ЛГТУ».

Основная идея работы, цели, задачи

Цель: разработать метод модификации архитектурного бетона, апробировать технологию изготовления опытного образца.

Задачи:

- 1) Изучить теоретические аспекты, касающиеся данной темы.
- 2) Поставить эксперимент с добавлением углеродных нанотрубок в сухой цемент.
- 3) Сформулировать выводы из полученных результатов эксперимента.
- 4) Сформулировать последующие цели для продолжения проектной работы.

Методы: информационный поиск, описание, фотофиксация, эксперимент.

Объект исследования: архитектурный бетон.

Материалы и оборудование: углеродные нанотрубки, портландцемент, щебень, вода, заполнитель из кварцевого песка, гидравлический пресс, прибор МИИ-100, весы, ёмкость, формы для заливки, инструменты для замешивания.

Проект реализован в следующих этапах:

1. Поиск информации об объекте и предмете наблюдения;
2. Выдвижение гипотезы;
3. Проведение эксперимента;
4. Анализ полученных результатов;
5. Формулирование выводов.

Актуальность и новизна работы

Наше исследование актуально, потому что оно направлено на увеличение долговечности материала, используемого в различных сферах нашей жизни - архитектурного бетона, который несёт как опорную и конструктивную нагрузку, так и выполняет декоративно прикладную задачу, имеющую художественную и эстетическую ценность [9], широко используется в создании декоративных элементов зданий и скульптур, но его долговечность заставляет желать лучшего, ведь объекты, созданные из архибетона, часто нуждаются в реставрации [6]. Предположительный результат эксперимента мы добьёмся с помощью правильно подобранной методики.

Методику составляет добавление нанотрубок в сухую смесь цемента, для улучшения прочностных характеристик, которые будут проверяться при помощи гидравлического пресса и прибора МИИ-100. Данная теория подтверждается факторами использования

углеродных трубок в составах металлов, не только для лучшей теплопроводности, но и прочности [8].

Немаловажным пунктом актуальности нашего исследования является не только то, что мы улучшаем прочность активно используемого архибетона в строительстве, но и то, что в его состав мы добавляем один из самых популярных наноматериалов – углеродные нанотрубки, которые набирают свою популярность последнее десятилетие на рынке. Ведь их используют в различной деятельности человека – это медицина, строительство, открытие новых материалов и технологий, а это только малый перечень особо распространённых отраслей [11].

Гипотеза: прочность архитектурного бетона будет увеличена, благодаря добавлению углеродных нанотрубок в состав бетона.

Основные результаты

Теоретическая часть

Архитектурный бетон – строительная смесь на основе цементно-песчаного состава с различными минеральными и неорганическими добавками. Архитектурный бетон несет как опорную и конструктивную нагрузку, так и выполняет декоративно прикладную задачу, имеющую художественную и эстетическую ценность [9].

В зависимости от поставленных задач, состав бетонной смеси можно менять благодаря применению различных добавок, которые либо увеличивают конструктивные свойства (устойчивость, прочность, гидрофобность и др.) либо улучшают декоративные качества (фактура, текстура) [7], (таблица 1 [1, 3, 4]).

№	Наименование показателей изделий	Ед.изм.	По требованиям ГОСТ 1760891	По факту
1	Класс (марочность) изделий: по прочности на сжатие	кг/см ²	B22,5-B30 (300-450)	B30 min 450
2	Класс по морозостойкости (в солях)	-	F 200	F 350
3	Водопоглощение	%	5	4,4
4	Истираемость (ГОСТ 13015.0)	г/см ³	0,9-0,7	0,2-0,3
5	Отклонение геометрических параметров: длина, ширина, толщина	мм	+ 5 + 5	+ 1 + 1
6	Цементно-водное отношение (ц/в)	%	45	17
7	Категория лицевой поверхности	-	КПЕ-КПЗ	КП1

Углеродные нанотрубки – полая цилиндрическая структура диаметром от десятых до нескольких десятков нм и длиной от одного до нескольких сотен микрометров и более, образованная атомами углерода и представляющая собой свернутую в цилиндр графеновую плоскость. Выделяют нанотрубки типа «зигзаг», и типа «кресло». Эти трубки обладают зеркальной симметрией, тогда как все остальные являются хиральными. Помимо однослойных, существуют многослойные, представляющие собой несколько одностенных нанотрубок, вложенных одна в другую [8]. Благодаря тому, что удельная проводимость соизмерима с проводимостью металла, а максимальная плотность тока — в десятки раз выше, чем у металла, углеродные нанотрубки рассматриваются как замена металлическим проводникам в микросхемах новых поколений [11].

Эксперимент

1) Сначала мы изготавливаем образцы со стандартным составом архитектурного бетона или «контроль» [2]:



- Замешиваем щебень, воду, портландцемент и кварцевый песок;
- Заливаем полученную смесь в формы куба 10x10x10 см и балки 4x4x16 см;
- Спустя 28 суток мы снимаем опалубку с образцов;
- С контрольных образцов снимаем показатели прочности на гидравлическом прессе при сжатии и МИИ-100 при изгибе
- Получаем следующие результаты (таблица 2):

Концентрация добавленных нанотрубок на 300 г смеси	Плотность образцов, кг/м ³	Прочность при сжатии, Мпа, через 28 сут.	Прочность при изгибе, Мпа, через 28 сут.
0% (0 г)	2204	230	44,2

2) Далее изготавливаем экспериментальные образцы (э-1, э-2, э-3) с добавлением углеродных нанотрубок в трёх концентрациях (1%, 0,5% и 0,25%) к количеству смеси цемента [5]:

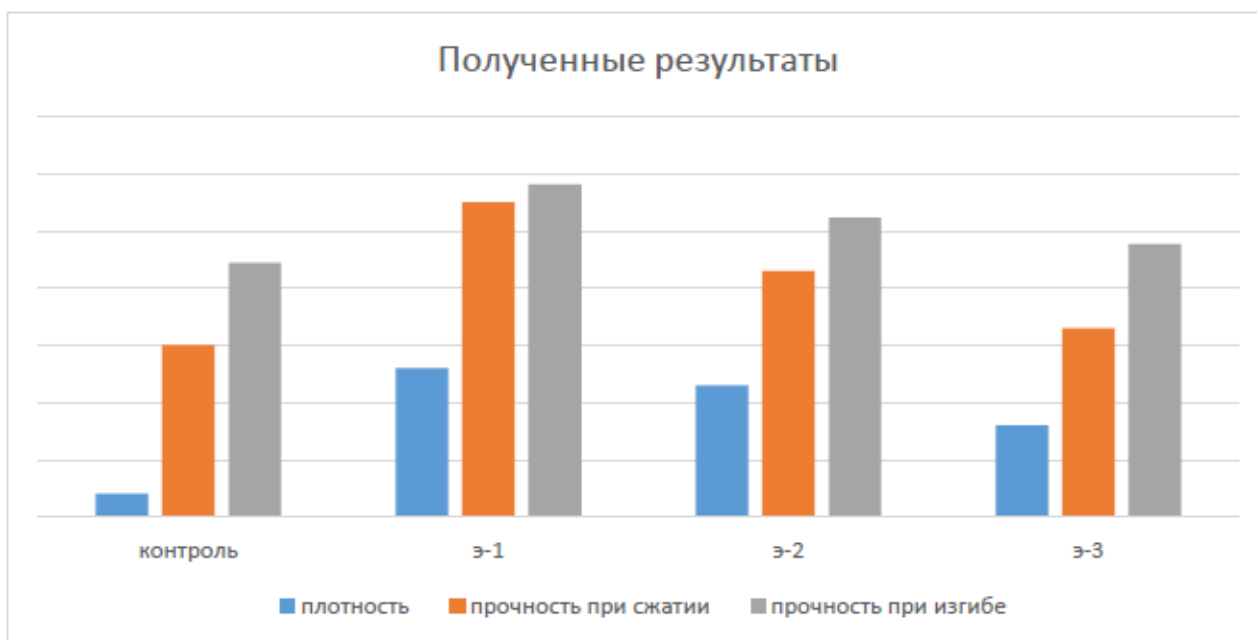


- Замешиваем щебень, воду, портландцемент, кварцевый песок и однослойные углеродные нанотрубки в концентрациях 0,1%, 0,5% и 0,25% к составу цемента;
- Заливаем полученную смесь в формы куба 10x10x10 см и балки 4x4x16 см;
- Спустя 28 суток мы снимаем опалубку с образцов;
- С контрольных образцов снимаем показатели прочности на гидравлическом прессе при сжатии и МИИ-100 при изгибе

- Получаем такие результаты (таблица 3):

Концентрация добавленных нанотрубок на 300г цемента	Плотность образцов кг/м ³	Прочность при сжатии Мпа, через 28 сут.	Прочность при изгибе Мпа, через 28 сут.
1% (3 г)	2226	255	58,2
0,5% (1,5 г)	2223	243	54,1
0,25% (0,75 г)	2216	233	47,8

- 3) Сравниваем полученные данные (диаграмма 1):



Выводы, заключение, перспективы

По завершении эксперимента и анализа полученных результатов, добавление углеродных нанотрубок в состав архитектурного бетона, способствует увеличению прочностных характеристик, в большей степени прочности при сжатии, в концентрациях нанотрубок 1%, 0,5% и 0,25% к количеству цемента. Лучшие показатели оказались у образца э-1, концентрация добавки которого составляет 1% нанотрубок (3 г) от массы цемента (300 г), прочность при сжатии увеличилась до 255 МПа, по сравнению с ненаполненным бетоном (230 МПа).

В последующих исследованиях будем изучать влияние повышенной концентрации добавки на прочностные характеристики архитектурного бетона.

Заключение: гипотеза подтвердилась, прочность увеличилась с добавлением нанотрубок.

Перспективы:

- 1) Протестировать влияние большей концентрации добавки в состав на прочность образца;
- 2) Протестировать водостойкость, износостойкость и морозостойкость образцов для составления полной характеристики использования углеродных нанотрубок в состав.

Список цитированных источников

1. Айрапетов Г.А. Строительные материалы: учебно-справочное пособие. 4-е изд.
2. Баженов Ю. М. Технология бетона — 3-е изд. — М.: Изд-во АСВ, 2003 — 500 с.
3. ГОСТ 25192-2012 Бетоны. Классификация и общие технические требования.
4. ГОСТ 26633-2015 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия.
5. Жуков А.Д. Современные строительные материалы.
6. Киреева Ю.И. Строительные материалы.
7. Корчагина О. А. Бетоны и строительные растворы – Тамбов: Издательство ТГТУ, 2004
8. Косаковская Я. и др. Нановолоконная углеродная структура // Письма в ЖЭТФ. 1992. Т. 56. С. 26.
9. Новиков *И.В.* Каменные и бетонные работы – М.: Вече, 2006.
10. Основин В.Н., Шуляков Л.В., Дубяго Д.С.Справочник по строительным материалам и изделиям. 5-е изд.
11. Углеродные нанотрубки, А. В. Елецкий.