

## КЕРАМЗИТОБЕТОН НА МЕХАНОАКТИВИРОВАННОМ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТЕ С ДОБАВКОЙ БАЗАЛЬТОВОЙ ФИБРЫ

Титор О.В., студент гр. ГСХ-504м

Научный руководитель - аспирант Щербина О.С.

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры,  
г. Одесса, Украина*

**В статье исследуются характеристики керамзитобетона на механоактивированном портландцементе с добавкой базальтовой фибры.**

Одним из основных направлений внедрения прогрессивных методов строительства является применение литьевой технологии, которая позволяет резко снизить трудоемкость и энергоемкость процесса уплотнения бетонной смеси, повысить уровень механизации работ, значительно улучшить условия труда за счет снижения шумовых и вибрационных воздействий. Особенно актуальной проблемой при возведении строительных объектов является получение легких бетонов с высокими прочностными показателями из литых бетонных смесей.

Высокие темпы строительства объектов требуют интенсивного набора прочности бетона, а также повышения его механических характеристик. Более интенсивный набор прочности бетона может быть осуществлен путем целенаправленного изменения структуры цементной матрицы как за счет активации зерен цемента в условиях интенсивных гидродинамических воздействий на них, так и за счет модификации их ПАВ [1, 2]. Возможность ускорения процессов структурообразования приобретает особое значение для монолитных бетонов, твердеющих в условиях площадки.

Управление структурообразованием цементного камня в бетоне и получения материалов заданного качества основывается на оптимизации технологических процессов их изготовления [3, 4]. Это, в свою очередь, подразумевает установление зависимостей, определяющих влияние на прочность легкого бетона рецептурных и технологических факторов [5].

В последнее время делаются попытки применения дисперсного армирования цементной матрицы с помощью базальтовых волокон [6].

Базальтовые волокна существенно снижают риск деформации цементного теста (2-6 часов после укладки), уменьшают опасность образования усадочных трещин на ранней стадии твердения до 90%.

Основным объектом исследований были выбраны литые керамзитобетонные смеси, для приготовления которых в качестве вяжущего использовались цементосодержащие суспензии с добавкой базальтовой фибры, прошедшие механическую обработку в скоростном трибоактиваторе.

Представлял интерес выяснить влияние механоактивации на кинетику набора прочности керамзитобетонов, твердеющих в нормальных условиях. Исследования проводились по стандартному трехфакторному плану, содержащему 15 экспериментальных точек. Независимыми рецептурно-технологическими факторами были приняты:

$X_1$  -  $450 \pm 100$  кг/м<sup>3</sup> – количество вяжущего;

$X_2$  - 0,5; 1; 1,5% – количество пластификатора Супер-ПК;

$X_3$  - 0; 0,5; 1% – количество базальтовой фибры.

В исследованиях в качестве вяжущего применялся портландцемент, получаемый совместным помолом портландцементного клинкера и двухводного гипса в лабораторной шаровой мельнице до  $S_{уд} = 300$  м<sup>2</sup>/кг.

В качестве добавки пластификатора в бетонную смесь использовался суперпластификатор Супер-ПК (СПК) в количестве 0,5; 1; 1,5% от массы вяжущего.

Базальтовая фибра представляла собой волокна длиной 12 мм, диаметром 20 мкм. Для снижения водопоглощения базальтовая фибра обрабатывалась кремнийорганическим гидрофобизатором ГКЖ-11. Расход базальтового волокна варьировался в количестве от 0% до 1% массы вяжущего.

В качестве заполнителя применялись кварцевый песок с  $M_{кр} = 2.2$  и керамзитовый гравий, предварительно обработанный гидрофобизатором ГКЖ-11.

Приготовление бетонной смеси осуществлялось как по отдельной (РТ) (с применением механоактивации вяжущего в трибоактиваторе), так и по традиционной технологии (ТТ). При приготовлении бетонных смесей по РТ, суспензия вяжущего, предварительно полученная совместным смешением последовательно вводимых воды, добавки Супер-ПК, портландцемента и базальтовой фибры в скоростной трибомеситель-активатор, совмещалась с песком и керамзитовым гравием в тихоходной бетономешалке. Традиционная технология предусматривала приготовление бетонных смесей в тихоходной бетономешалке. Подвижность бетонной смеси определялась по распылу конуса в каждой строчке плана эксперимента (как по отдельной так и по тради-



ционной технологии) и принималась равной 50 см. Заданная подвижность смеси достигалась корректировкой количества воды затворения. Формование образцов осуществлялось путем заливки легкогобетонной смеси в формы-троячатки с размером ребра 10 см. Твердение образцов происходило в нормальных условиях. Влияние рецептурно-технологических факторов на прочность бетона в возрасте 3-х, 7-ми и 28-ми суток (индекс 3, 7 и 28 соответственно) для приготовленного по раздельной (индекс «м») и традиционной (индекс «к») технологиям описывают приведенные ниже экспериментально-статистические модели:

$$f_{\text{ср.к.суб.3}}^{\text{н}} = 14,37 + 3,57x_1 - 0,66x_1^2 + 0,06x_1x_2 + 0,97x_2 - 0,26x_2^2 + 0,09x_2x_3 + 0,83x_3 - 0,36x_3^2 \quad (1)$$

$$f_{\text{ср.к.суб.7}}^{\text{н}} = 10,1 + 2,5x_1 - 0,4x_1^2 + 0,05x_1x_2 + 0,69x_2 - 0,15x_2^2 + 0,08x_2x_3 + 0,62x_3 \quad (2)$$

$$f_{\text{ср.к.суб.28}}^{\text{н}} = 22,53 + 5,37x_1 - 0,48x_1^2 + 1,43x_2 - 0,78x_2^2 + 0,29x_2x_3 + 1,36x_3 - 0,93x_3^2 \quad (3)$$

$$f_{\text{ср.к.суб.3}}^{\text{м}} = 18,66 + 4,7x_1 - 0,9x_1^2 - 0,18x_1x_3 + 1,25x_2 - 0,15x_2^2 + 0,13x_2x_3 + 0,96x_3 - 0,8x_3^2 \quad (4)$$

$$f_{\text{ср.к.суб.7}}^{\text{м}} = 26,26 + 6,53x_1 - 1,15x_1^2 + 0,14x_1x_2 + 1,78x_2 - 0,5x_2^2 + 0,16x_2x_3 + 1,53x_3 - 0,65x_3^2 \quad (5)$$

$$f_{\text{ср.к.суб.28}}^{\text{м}} = 24,20 + 6,25x_1 - 0,93x_1^2 + 0,13x_1x_2 - 0,25x_1x_3 + 1,62x_2 - 0,38x_2^2 + 1,36x_3 - 0,78x_3^2 \quad (6)$$

Анализ моделей показывает, что прочность бетонов приготовленных по раздельной технологии выше прочности бетонов приготовленных по традиционной технологии за весь исследуемый период на 10-30%.

Экспериментально установлено, что прочность бетонов, смеси которых готовились по раздельной технологии, на 3-и сутки твердения в 1,5 раза выше, чем у контрольных образцов (вяжущее механоактивации не подвергалось). В дальнейшем, скорость набора прочности бетона на механоактивированном вяжущем замедляется и к 28-ми суточному возрасту прирост прочности не превышает 10-15% (рис.1).

Графическая интерпретация модели (5), описывающая влияние рецептурных факторов на прочность бетонов, твердеющих в нормальных условиях, на механоактивированном вяжущем, представлена на рис. 2.

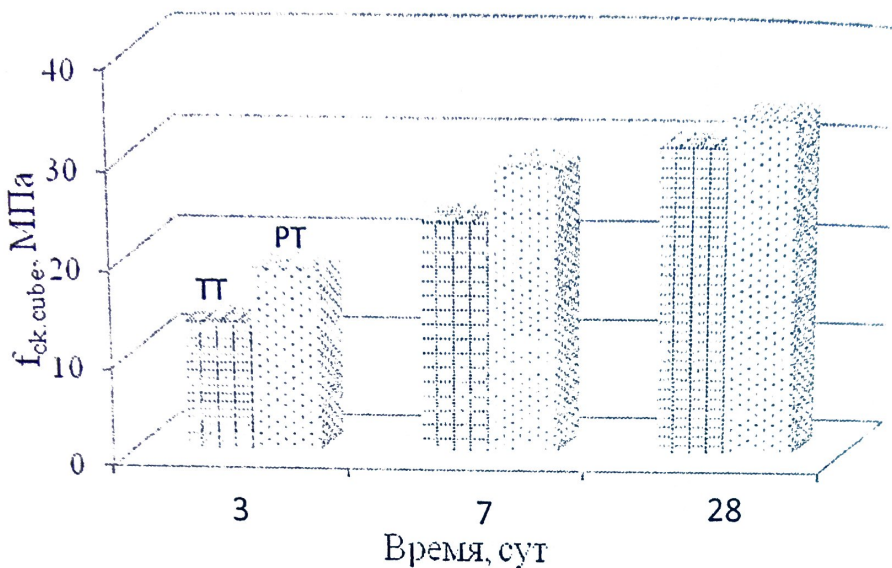


Рис.1. Влияние времени твердения на кинетику набора прочности бетона

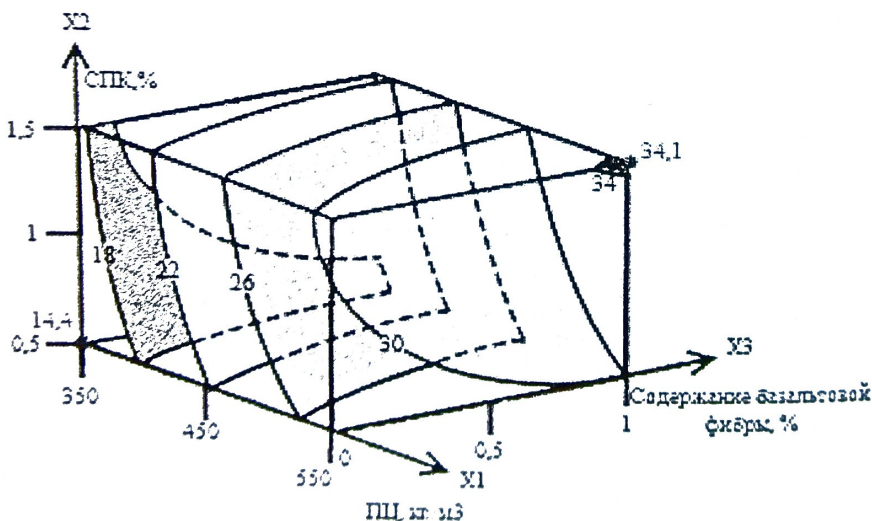


Рис.2. Влияние рецептурных факторов на прочность бетонов (МПа), приготовленных по отдельной технологии. Время твердения – 28 сут.

Анализ графических зависимостей свидетельствует о значительном влиянии расхода вяжущего на прочность бетона. С увеличением содержания вяжущего от 350 до 550 кг/м<sup>3</sup> прочность бетона повышается с 20,9 до 34,1 МПа, т.е. почти на 40%.

Значительное влияние на прирост прочности оказывает количество вводимой базальтовой фибры и Супер-ПК. Так, при введении суперпластификатора (от 0,5 до 1,5%) значение показателя прочности увеличивается с 29,8 до 34,1 МПа, т.е. почти на 13%. В меньшей степени на прочность бетона оказывает содержание базальтовой фибры в вяжущем. Введение в портландцемент 1% базальтовой фибры вызывает повышение прочности бетона с 32,2 до 34,1 МПа (по сравнению с бездобавочным бетоном).

### **Вывод**

Установлено, что механоактивация вяжущего приводит к повышению прочности бетона в 3-х суточном возрасте с 14,1 до 20,4 МПа, т.е. более чем на 30% по сравнению с контролем. Введение базальтовой фибры в количестве 1% от массы механоактивированного вяжущего обеспечивает дальнейший рост прочности бетона на 10-15%.

### **Литература**

1. Барабаш І.В. Механохімічна активація мінеральних в'язучих речовин. – Навч. посібник. – Одеса: Астропрінт, 2002. – 100 с.
2. Барабаш И.В. Моделирование механизмов структурообразования механоактивированных грубодисперсных систем. – Материалы к 39-му международному симпозиуму по моделированию и оптимизации композитов. МОК-39. – Одесса, 2000. – С.75.
3. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. - М.: Финансы и статистика, 1981. – 263 с.
4. Дворкин Л.И., Соломатов В.И., Выровой В.Н., Чудновский С.М. Цементные бетоны с минеральными наполнителями. – Киев: Будивельник, 1991. – 137 с.
5. Соломатов В.И., Выровой В.Н. Физические особенности формирования структуры композиционных строительных материалов. – Изв. вузов. Строит. и арх., № 8, 1984. – С. 59-64.
6. Пащенко А. А., Сербин В. П. Армирование цементного камня минеральным волокном - К: УкрНИИНТИ, 1970, с.78-79.