

## ОПТИМИЗАЦИЯ СВОЙСТВ АРБОЛИТОБЕТОНА ПО ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

*Ст. Сурков А.И., Стрелецкий А.И., гр. ПГС-606н*

*Консультант – Линник Д.С.*

*Научный руководитель – д.т.н., профессор Шинкевич Е.С.*

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры*

Экостроительство положительно влияет и создает комфорт для человека и окружающей среды. Одним из основных критериев создания и выбора материалов для экостроительства с точки зрения «стабильного развития среды обитания» является прохождение экоматериалом полного жизненного цикла от создания до утилизации с минимальным ущербом для окружающей среды и человека. Актуальной задачей строительной отрасли является разработка ресурсосберегающих технологий, которые обеспечивают экономию топливно-сырьевых материалов и улучшают технико-экономические показатели работы предприятия. Не менее актуальной задачей является получение экологически безопасных, низко энергоёмких и комфортных строительных материалов. Одним из таких видов экоматериалов является арболитобетон – легкий бетон на основе различных видов органических целлюлозосодержащих заполнителей.

Физико-механические свойства арболитобетона определяются многими факторами: вид вяжущего и его основные свойства, гранулометрический состав органического заполнителя, соотношение вяжущего и заполнителя. Анализ работ посвященных этой проблеме показал, что обычные типы вяжущего – цемент, известь заменяются в работах на альтернативные материалы, такие как MgO и цеолит [1–4]. Однако, плотность полученных изделий довольно высокая и составляет 790-1200 кг/м<sup>3</sup>. Использование извести в качестве вяжущего не обеспечивает высокой прочности при сжатии, и составляет 0,31 – 0,4 МПа при плотности 300 кг/м<sup>3</sup> [1,2]. Использование гипса является наиболее перспективным для изделий из арболитобетона. Что касается вопроса подбора и оптимизации фракционного состава органического заполнителя, то ряд авторов не проводит оптимизацию методами математического моделирования [2..4], а используют усредненные значения длины частиц костры, рассчитанные по гранулометрическому анализу. Таким образом, теряется важный объем данных, учитывающий не только влияние каждой фракции отдельно на свойства, но и их синергетизм.

Для решения поставленной задачи был проведен ряд экспериментов. Исследовано влияние на прочность при сжатии, прочность при изгибе, водостойкость, плотность КГВ высокоактивного метаксаолина (ВМК) и микро кремнезема, и проведен сравнительный анализ влияния этих добавок на свойства КГВ [5,6]. Проведен эксперимент по оценке влияния фракционного состава органического заполнителя на свойства арболитобетона. Эксперимент поставлен по симплекс – решетчатому плану Шеффе для смесей, рассчитанному в программе STATISTICA v13. В эксперименте варьировались независимые факторы: три фракции органического заполнителя с размером частиц костры более 10 мм, 5мм, 2,5мм. Оценка фракционного (гранулометрического) состава костры определялась по показателям частных остатков на стандартных ситах, в соответствии с ДСТУ Б В.2.7-271:2011, применяемых при анализе заполнителей бетонов. В результате реализации эксперимента рассчитаны трехфакторные смесевые ЭС-модели, описывающие изменение характеристик структуры и свойств под влиянием гранулометрического состава органического заполнителя. В результате реализации эксперимента получены трехфакторные смесевые ЭС модели, описывающие изменение прочности при сжатии и плотности под влиянием фракционного состава заполнителя. Зависимость прочности на

сжатие от соотношения количества разных фракций органического заполнителя описывается ЭС моделью 1:

$$\ln\{R_{сж}\} = 2.69x + 3.12y + 3.15z + 0.002xy + 0.004xz - 0.002yz + 0.001xyz. \quad (1)$$

Зависимость плотности от соотношения количества разных фракций органического наполнителя описывается ЭС моделью 2:

$$\ln\{\rho\} = 0,05x + 0,05y + 0,04z - 0.0004xy - 0.0005xz - 0.0006yz + 0.0004xyz. \quad (2)$$

По ЭС моделям (1) и (2) проанализировано влияния фракционного состава органического заполнителя на свойства арболитобетона на композиционном гипсовом вяжущем. Оценка влияния каждого фактора (фракция органического наполнителя) на соответствующее значение свойств (прочность при сжатии, плотность) выполнялась по графикам, представленным на рис. 1-2. Пределы области расположения фракционного состава костры согласно рекомендованным значениям по ДСТУ Б В.2.7-271:2011 отображены на треугольной диаграмме в виде прямоугольного параллелепипеда (рис 2,3).

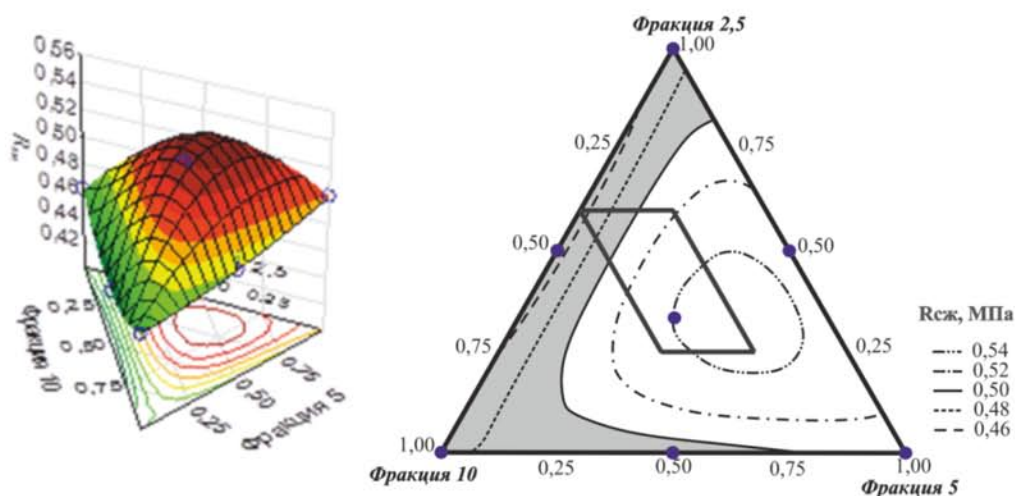


Рис. 1. Влияние фракционного состава органического заполнителя на прочность при сжатии арболитобетона.

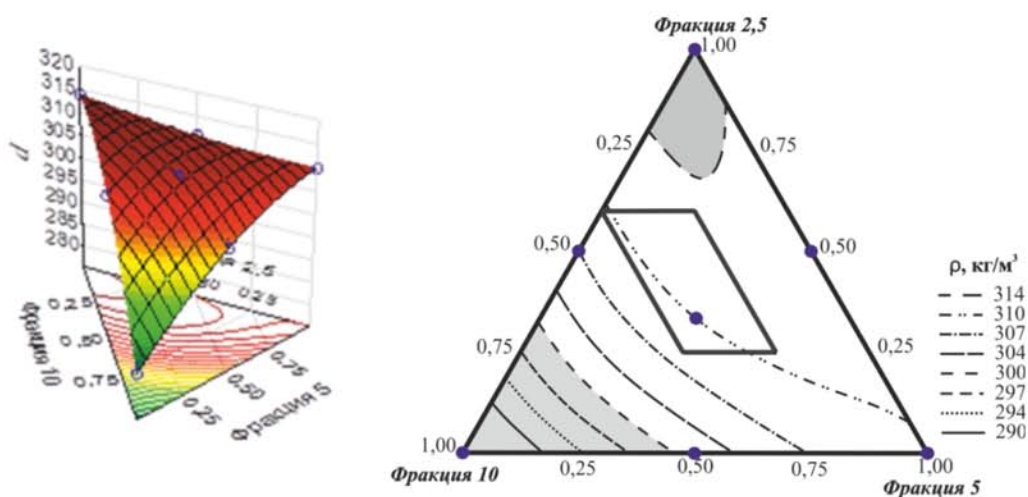


Рис. 2. Влияние фракционного состава органического заполнителя на плотность арболитобетона.

Как видно из диаграммы на рис.1, область оптимальных фракционных составов, которые обеспечивают заданные показатели по прочности (класс прочности В0,35 и выше) для КГВ значительно шире области в рекомендуемых ДСТУ [11] пределах.

Из диаграммы на рис.2, видно, что рекомендуемые фракционные составы на основе КГВ, обеспечивают получение арболитобетона плотностью  $300 \text{ кг/м}^3$ , что значительно ниже рекомендованных ДСТУ [11] значений плотности для арболитобетона удовлетворяющему классу по прочности В0,35.

Для оценки теплофизических свойств полученного теплоизоляционного арболитобетона был проведен эксперимент по измерению и оценке коэффициента теплопроводности. Измерение коэффициента теплопроводности арболитобетона выполнено с помощью измерителя теплопроводности ИТС-1 методом стационарного теплового потока по ДСТУ Б В.2.7-105-2000. Для более точной оценки и прогнозирования полученных результатов, в эксперименте были использованы образцы арболитобетона с различной плотностью, высушенных до постоянной массы. Полученные экспериментальные и контрольные значения теплопроводности по ДСТУ Б В.2.7-271:2011 приведены в таблице 1. Для наглядного представления и анализа полученных результатов исследования влияния коэффициента теплопроводности арболитобетона в зависимости от плотности были построены графики зависимостей, представленных на рисунке 3.

**Таблица 1**

**Показатель теплопроводности арболитобетона в зависимости от плотности**

	Теплопроводность арболитобетона Вт/ м·°С, при средней плотности, кг/м <sup>3</sup>						
Эксперимент	240	350	457	500	560		
	0,06	0,063	0,072	0,078	0,08		
По ДСТУ	400	450	500	550	600	650	700
	0,07	0,075	0,08	0,095	0,105	0,11	0,12

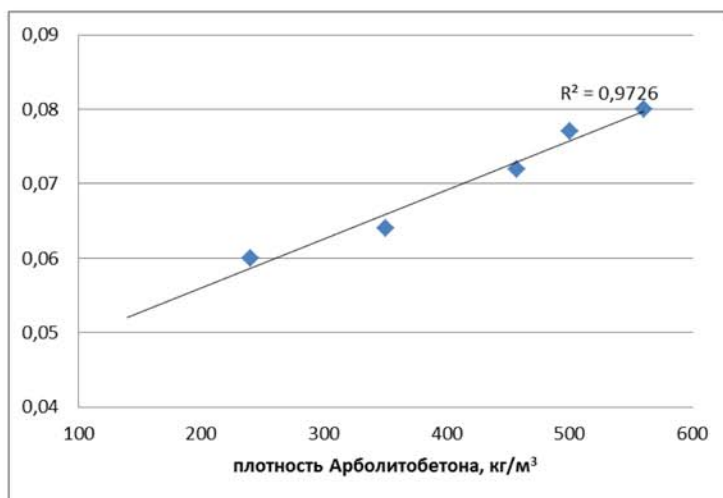


Рис. 3. Зависимость теплопроводности арболитобетона от плотности.

Как видно из диаграммы теплопроводность арболитобетона выражена линейной зависимостью и растет с увеличением плотности. Полученные экспериментальные значения теплопроводности образцов арболитобетона ниже рекомендуемых стандартом. Полученный материал удовлетворяет требованиям ДСТУ [7] по теплофизическим показателям.

Выполнен подбор состава арболитобетона на композиционном гипсовом вяжущем по показателям прочности и средней плотности, с учетом фракционного состава органического заполнителя. Оптимальные составы обеспечивают класс прочности В0,35 плотностью  $300-312 \text{ кг/м}^3$ , что ниже рекомендованных ДСТУ [7] значений плотности для арболитобетона удовлетворяющему классу по прочности В0,35. Проведен анализ влияния коэффициента теплопроводности арболитобетона в зависимости от плотности. Полученные экспериментальные значения теплопроводности образцов арболитобетона ниже

рекомендуемых стандартом. Полученный материал удовлетворяет требованиям ДСТУ [7] по теплофизическим показателям.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Colin McD., Natural Building Materials in Mainstream Construction: Lessons from the U. K. Journal of Green Building: 2008, Vol. 3, No. 3, pp. 1-14.
2. Stevulova N., Kidalova L. Lightweight Composites Containing Hemp Hurds// Procidea engineering – 2013. – Nr. 65. pp. 69.-74.
3. Kidalova L, Stevulova N, Terpakova E, Helcman M. Effective utilization of alternative materials in lightweight composites.// Chem. Eng. Transac. 2011; No. 25: p. 1079-1084.
4. A. Ashori, A. Nourbakhsh, Bio-based composites from waste agricultural residues// Waste Management 30, 2010, - 680 p.
5. Линник Д. С. Влияние высокоактивной пуццолановой добавки на свойства композиционного гипсового вяжущего и арболитобетона на его основе / Д. С. Линник, В. И. Юсипчук, Е. С. Шинкевич // Вісник ОДАБА. - 2015. - Вип. 57. - С. 273-278.
6. Шинкевич О.С. Оптимізація складів сухих будівельних сумішей на основі експериментально-статистичних моделей / О.С. Шинкевич, А.Б. Тимняк, Д.С. Лінник, А.А. Тертичний // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка. Науково-технічний збірник. - К. 2013 р. – Вип. 48. - С. 179-183.
7. ДСТУ Б В.2.7-271:2011. Арболіт та виробы з нього. Загальні технічні умови; введено вперше (зі скасуванням в Україні ГОСТ 19222-84). – Видання офіційне. – Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2012р. -32с.

## УДК 691.12:691.3

### ВЗАЄМОВПЛИВ СУПЕРПЛАСТИФІКАТОРА ТА НАПОВНЮВАЧІВ НА ВЛАСТИВОСТІ ДРІБНОЗЕРНИСТОГО БЕТОНУ

*Ст. Набільська Т.И., Тиховский А.С. , гр. ПСК-606н*

*Консультант – Тертичний А.А.*

*Научний керівник – д.т.н., професор Шинкевич Е.С.*

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры*

Аналіз вітчизняних і зарубіжних досліджень [1] властивостей бетонів з використанням суперпластифікаторів, показав здатність деяких суперпластифікаторів (СП) викликати збільшення деформацій усадки і повзучості матеріалів, отриманих з літих сумішей. Вплив окремих фракцій суперпластифікатора на параметри бетонної суміші та властивості бетону досліджувалися на дрібнозернистому бетоні в нормальних умовах твердіння. Склад бетону: цемент криворізький марки М500 – 500 кг/м<sup>3</sup>; пісок кварцовий Дніпропетровськ М = 2,1 – 1500 кг/м<sup>3</sup>; вода – 250 л. Досліджувалися склади:

1. еталонний без СП;
2. суперпластифікатор С-3 – 0,6% від маси цементу;
3. легка фракція (ЛФ) – 0,048% (8% від маси СП);
4. середня фракція (СФ) – 0,066% (11% від маси СП);
5. важка фракція (ВФ) – 0,486% (81% від маси СП);
6. легка фракція (ЛФ) – 0,6% (100% від маси СП);
7. середня фракція (СФ) – 0,6% (100% від маси СП);
8. важка фракція (ВФ) – 0,6% (100% від маси суперпластифікатора)

Для випробувань виготовлялися зразки розміром 10x10x10см і призми розміром 4x4x16 та 10x10x40 см. Рухливість бетонної суміші оцінювалися за розпливом конусу без вібрування і при вібруванні [2]. Результат занесено в табл. 1.