

## **ПРОЧНОСТЬ И ДЕФОРМАТИВНОСТЬ КЕРАМЗИТОБЕТОНА НА МАЛОЦЕМЕНТНОМ ИЗВЕСТЕСОДЕРЖАЩЕМ ВЯЖУ- ЩЕМ**

**Мадн К.М.** (*Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса*)

**Приведены результаты исследований оптимальных составов, прочности и деформативные свойства керамзитобетона.**

Технико-экономическая эффективность безавтоклавной технологии малоцементных бетонов состоит в применении пара более низкой температуры, и бетоны могут быть изготовлены при сниженном в 2...3 раза расходе клинкерного цемента, что предопределено более полной (в присутствии катализатора – АМД) гидратацией цементного камня и более быстром нарастанием прочности бетона. Поэтому она является одновременно ресурсо- и энергосберегающей.

В традиционной технологии легких бетонов расход цемента определяется с учетом ряда различных факторов (требования прочности и долговечности бетона, защиты арматуры от коррозии и др.) и составляет в среднем 200-400 кг/м<sup>3</sup>.

Так, согласно СНиП 5.01.23-89, расход цемента М400 для получения конструкционно-теплоизоляционного легкого бетона В3,5...В7,5 (М50...100) при плотности 900...1100 кг/м<sup>3</sup> установлен 200...280 кг/м<sup>3</sup>, а для конструкционного бетона класса (марка) В25 (М300) в среднем – 430...465 кг/м<sup>3</sup>.

Цель настоящего исследования состояла в получении малоцементного конструкционно-теплоизоляционного и конструкционного керамзитобетона, обладающего повышенной прочностью при пониженной плотности, используя планированный эксперимент.

В исследовании применены компоненты керамзитобетона приведенные в табл.1.



## Оптимальные составы керамзитобетона на МИВ

Таблица 1

№ состава	Проектная прочность, МПа	Расход материалов, кг/м <sup>3</sup>							
		цемент	ИПС	зола	гипс	песок	керамзит	СДБ	В
1	5	50	50	250	15	---	580	0,5	270
2	7,5	75	50	250	20	---	580	0,3	270
3	10	100	100	100	25	300	700	0.2	250
4	15	125	125	125	25	400	650	0.3	230
5	20	150	150	150	25	500	600	---	220

Эксперимент осуществлен с использованием плана второго порядка типа «Хартли-5».

В качестве исследуемых были приняты следующие технологические факторы и пределы их изменения:

$x_1$  – содержание в смеси цемента ( $100 \pm 50$  кг/м<sup>3</sup>);

$x_2$  – содержание в смеси известково-песчаного вяжущего активностью 30% ( $100 \pm 50$  кг/м<sup>3</sup>);

$x_3$  – содержание в смеси гипса ( $15 \pm 15$  кг/м<sup>3</sup>);

$x_4$  – содержание в смеси золы-уноса ( $100 \pm 50$  кг/м<sup>3</sup>);

$x_5$  – содержание в смеси воздухововлекающей добавки СДБ ( $0,6 \pm 0,6$  % от количества воды).

Агрегатно-структурный фактор принят ( $r = 0,4 \pm 0,1$ ).

Характеристика использованных сырьевых материалов:

- портландцемент марки 400 Одесского цементного завода;
- известь Александровского силикатного завода, активностью 60 % на СаО;
- керамзитовый гравий Одесского керамзитового завода, средний, плотностью 550 кг/м<sup>3</sup> и прочностью 2.9 МПа, фракции 0...20 мм;
- зола-унос Ладыженский ГРЭС (удельная поверхность 3000 см<sup>2</sup>/г);
- карбонатный песок Орловского месторождения, насыпной, плотностью 1160 кг/м<sup>3</sup>, прочностью исходной породы 0,9 МПа;
- химдобавки СДБ ТУ 81-05-7-24.

Составы керамзитобетонных смесей готовили методом шликтования: отдозированные на замес компоненты смешивали в лабораторном бетоносмесителе принудительного действия, сухую смесь перемешивали



вали в течение 30 сек, затем вводили воду затворения с растворенной в ней воздухововлекающей добавкой СНВ, дополнительно перемешивали смесь в течение 4,5 мин. Осадка конуса готовой смеси составляет 3...5 см.

Формулы моделей прочности и плотности после пропаривания имеют вид:

$$R_{\text{шт}} = 18 + 3x_1 + x_2 + 2x_3 + 2x_4 - 0,5x_5 + 0,5x_1x_2 + 0,5x_1x_4 - 0,2x_1x_5 + 0,13x_2x_3 + x_2x_4 - 0,25x_2x_5 + 0,5x_3x_4 + 0,5x_4x_5 - 2x_1^2 - x_2^2 - 3x_3^2 - 2x_4^2 - 0,5x_5^2.$$

$$\gamma_{\text{сух}} = 1017 + 56,4x_1 + 133x_2 + 2,5x_3 + 60x_4 + 7,5x_5 + 2,2x_1x_2 - 0,3x_1x_3 + 16x_1x_4 - 6,5x_1x_5 - 13x_2x_3 - 15x_2x_4 - 7x_2x_5 - 6x_3x_4 - 28x_3x_5 - 38x_4x_5 - 45x_1^2 - 52x_2^2 - 13x_3^2 + 84x_4^2 + 7x_5^2.$$

Физико-механические свойства керамзитобетона на малоцементном известосодержащем вяжущем (МИВ) проектной прочностью 5...20 МПа изучали на образцах, изготовленных на базе оптимальных составов, приведенных в табл.1.

Для исследования прочности (кубковой, призмной), деформативности (модуля упругости, макротрещин образования, коэффициента Пуассона и предельной сжимаемости) и плотности использовали пропаренные образцы – кубы и призмы размерами 10 x 10 x 10 см и 10 x 10 x 42 см.

Образцы-кубы и призмы, пропаренные по режиму 2 + 10 + 2 часа, изготавливали в металлических формах. Испытания проводили по соответствующим ГОСТам.

Все исследуемые факторы определяли испытанием трех кубов и двух призм для каждой серии и возраста. Температурно-влажностные условия в помещении лаборатории следующие:  $t = 19 \pm 3(4)^\circ\text{C}$ ;  $w = 75 \pm 10\%$ .

Результаты испытаний, проведенных по принятой методике, приведены в табл.2

Таблица 2

Кубковая прочность, МПа	Керамзитобетон проектной прочностью				
	5	7,5	10	15	20
$R_{\text{шт}}$	4,7	6,2	10,4	12,8	20,4
R (28)	5,9	7,9	12,1	13,4	22,6
R (115)	6,2	8,4	13,5	15,2	24,9



Результаты испытаний показали, что прочность на сжатие керамзитобетона увеличивается.

Среднее значение плотности керамзитобетона в высушенном до постоянного состояния веса составило: для прочности 5...7 МПа – 1000...1100 кг/м<sup>3</sup> и прочности 10...20 МПа – 1350...1650 кг/м<sup>3</sup>.

Среднее значение коэффициента призмочной прочности керамзитобетона  $\varphi = R_b/R$  составило 0,96.

Вычисленные при  $\sigma_b = 0,3 R_b$ , средние значения модуля упругости керамзитобетона в возрасте 28 суток находились в пределах  $E_b = 10700...14800$  МПа.

С увеличением возраста характерно неоднозначное изменение (рост и снижение) модуля упругости. Так, к возрасту 115 суток в наших опытных (по сравнению с  $E_b(28)$ ) наблюдалось снижение на 9 % для прочности 10 МПа, 3 % для прочности 15 МПа, а 2 % для прочности ~ 20 МПа.

Изучение количественной оценки перечисленных факторов является важной задачей для вскрытия закономерностей влияния состава керамзитобетона на его прочность, плотность и деформативность, в том числе на усадку и ползучесть.

### **Выводы:**

1. На основе малоцементного известсодержащего вяжущего получен конструкционно-теплоизоляционный керамзитобетон классов В5; В7,5; В10 и конструкционный классов В10; В12,5; В15, соответствующие требованиям СНиП 2.03.01-84.
2. Расход портландцемента марки 400 для получения керамзитобетонов на малоцементном известсодержащем вяжущем может быть снижен до 3-х раз по сравнению с действующими нормативами (СНиП 5.01.23-83 табл. 26 и 29).

### **Литература**

1. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. – М. Финансы и статистика, 1981. – 264 с.
2. ГОСТ 24452-80. Бетоны. Методы определения призмочной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 18 с.
3. Иванов И.А. Технология легких бетонов на искусственных пористых заполнителях. М., Стройиздат, 1977 – 286 с.
4. Легкие бетона. Проектирование и технология. Перевод с англ. Под ред. В.Н.Ярмаковского. М., Стройиздат, 1981.