

## ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЛЕГЧЕННОГО БЕТОНА НА МЕХАНОАКТИВИРОВАННОМ ВЯЖУЩЕМ

Стрельцов К.А., Ворохаев А.И., Барабаш Т.И.

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

Технология каркасно-монолитного строительства жилых домов предусматривает использование цементных бетонов со средней плотностью 2400...2450 кг/м<sup>3</sup> и прочностью при сжатии не менее 30 МПа. В качестве крупного заполнителя для таких бетонов предусмотрено использование гранитного щебня фракции 5...20 мм.

Актуальной задачей, стоящей перед строителями, является снижение массы конструктивных элементов зданий. Это обеспечивает существенное повышение эффективности использования материальных ресурсов, энергетических и трудовых затрат. Перспективным, на наш взгляд, является использование в каркасно-монолитном строительстве облегченных бетонов со средней плотностью 1850...2000 кг/м<sup>3</sup>, в которых часть плотного заполнителя заменяется пористым керамзитовым гравием [1]. Применение облегченного бетона классов В25...В30 целесообразно практически во всех конструкциях зданий. Особенно эффективен облегченный бетон в несущих конструкциях зданий повышенной этажности. Облегченные бетоны снижают среднюю плотность бетона на 400...550 кг/м<sup>3</sup>, т.е. в среднем на 20÷25 %. Это позволяет уменьшить нагрузку на основу фундамента, уменьшить расход арматуры, снизить стоимость фундаментных конструкций, транспортных расходов. Облегченные бетоны обеспечивают также лучшую шумоизоляцию междуэтажных перекрытий.

В исследованиях в качестве плотного крупного заполнителя использовался гранитный щебень фракции 5...20 мм с насыпной плотностью 1385 кг/м<sup>3</sup>. В качестве пористого крупного заполнителя использовался гидрофобный керамзитовый гравий М400 с прочностью при сжатии в цилиндре 2,1 МПа. Портландцемент готовился в лабораторной мельнице совместным помолотом клинкера (95%) и двуводного гипса (5%). Расход цемента принимался равным 400 кг/м<sup>3</sup>. В качестве химической добавки использовался суперпластификатор С-3 в количестве 1% (в пересчете на сухое вещество) от массы вяжущего. Бетонные смеси (ОК=6...7см) готовились по раздельной технологии [2]. Механохимическая активация цементной суспензии осуществлялась в скоростном смесителе (n=2700 об/мин). Время активации суспензии принималась равным 90 сек. Для контроля готовились бетонные образцы аналогичных составов (механохимическая активация в скоростном смесителе отсутствовала).

Представлял интерес выяснить однородность распределения керамзитового гравия в смеси заполнителей «керамзитовый гравий – гранитный щебень» как сразу после смешения, так и после длительной (300сек) вибрации (n=3000 кол/мин; амплитуда – 0,65 мм) смеси в цилиндре высотой 50 см, разрезанного на 4 части одинаковой высоты. Соотношение между керамзитовым гравием и гранитным щебнем принималось 1:1 по объему. Установлено, что отклонение в массах заполнителей в нижнем и верхнем цилиндрах сразу после смешения не превышало 1÷1,5 %, после вибрации – не более 5÷6 %.

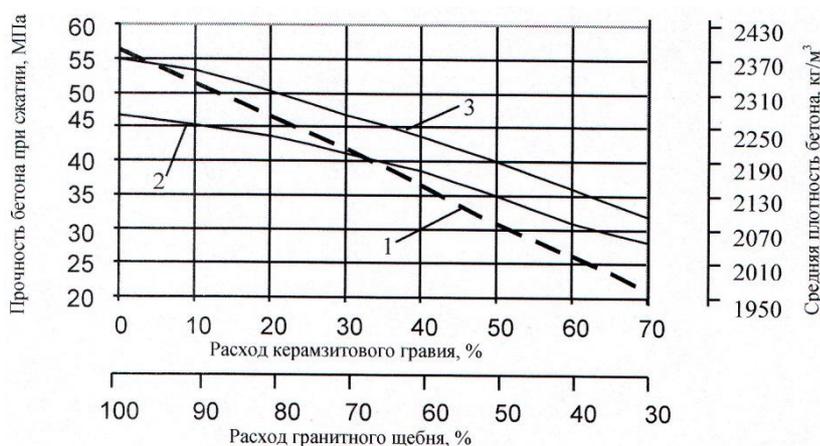


Рис. 1 Влияние содержания керамзитового гравия в смеси крупного заполнителя на  $\rho_{ср}$  и  $R_{сж}$  бетона: 1 – средняя плотность бетона;

2 – прочность бетона на немеханоактивированном вяжущем (контроль); 3 – прочность бетона на активированном вяжущем

Результаты исследований, отображающих влияние содержания керамзитового гравия в смеси заполнителей на среднюю плотность и прочность бетона, приведены на рис. 1.

Установлено, что замена гранитного щебня керамзитовым гравием (до 70%) приводит к снижению средней плотности бетона с 2400 до 1950 кг/м<sup>3</sup>, т.е. на 23%. Прочность бетона при этом изменялась с 55 МПа (содержание керамзитового гравия 0%) до 32 МПа (содержанием керамзитового гравия в объеме крупного заполнителя 70%). Механохимическая активация вяжущего приводит к повышению прочности бетона на 15...20% по сравнению с контролем.

Одним из наиболее важных показателей качества для конструкций, испытывающих динамические воздействия, является ударная прочность бетона (Т). Ударную стойкость бетона (Т) оценивали путем испытания образцов-кубов с ребром 7.07 см на лабораторном копре, рис.2. Боек-гиря массой 2 кг падал под собственным весом, передвигаясь строго вертикально по металлическим направляющим. Удары производились по центру поверхности образца до разрушения. Показатель сопротивления удару определялся по порядковому номеру удара, предшествующего разрушению образца.

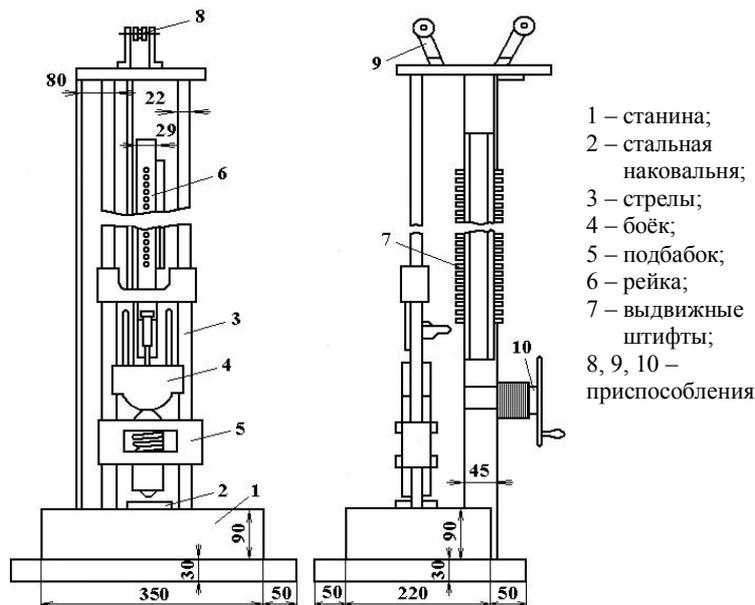


Рис. 2 Лабораторный копер

Сопротивление бетонного образца удару характеризовалось общей работой, затраченной на его разрушение, отнесенной к площади, через которую передавалась нагрузка. Ударная стойкость определялась по формуле:

$$T = P \times h \times g, \text{ Дж}$$

где P – масса бойка, кг;

h – высота падающего груза, м;

g – скорость свободного падения, м/с.

Экспериментально установлено, что замена плотного гранитного щебня на пористый керамзитовый гравий в бетоне приводит к повышению ударной прочности бетона от 21,1 Дж (заполнитель – 100 % гранитного щебня) до 44,4 Дж (заполнитель – 40% гранитного щебня + 60% керамзитового гравия). Повышение концентрации керамзитового гравия в смеси заполнителей более 60 % приводит к снижению ударной прочности бетона, рис. 3.

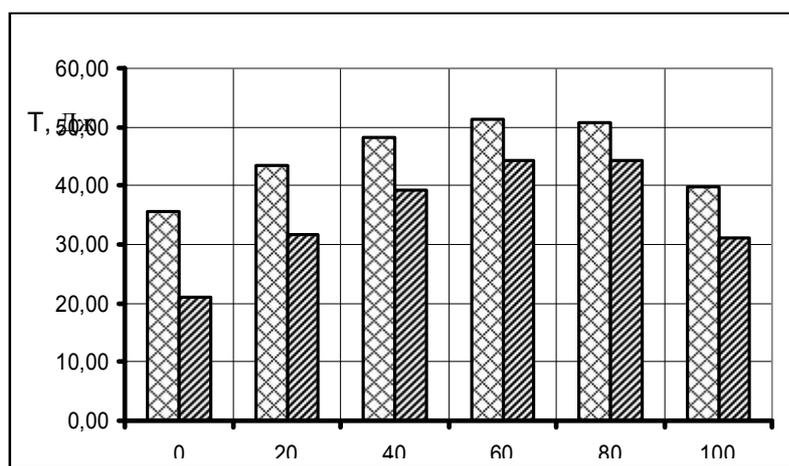


Рис. 3. Влияние содержания керамзитового гравия в смеси заполнителей «керамзитовый гравий – гранитный щебень» на ударную прочность бетона: – ударная прочность бетона на активированном вяжущем; – ударная прочность бетона на немеханоактивированном вяжущем

Для бетона на механоактивированном вяжущем повышение ударной стойкости достигает 44% (с 35,6 Дж до 51,4 Дж).

Процентное содержание керамзитового гравия, %

### ***Вывод:***

Замена гранитного щебня гидрофобным керамзитовым гравием в количестве 60 % позволяет получать бетоны классов В25 и В30 со средней ударной стойкостью на 40-50 % больше по сравнению с обычным тяжелым бетоном.

### **SUMMARY**

**Investigated the properties of lightweight concrete density 1850-2000 kg/m<sup>3</sup>. Used activated binder. Replacing up to 60% of crushed granite gravel, expanded clay allows to get concrete classes B25 and B30 with shock strength is 40-50% higher than that of heavy concrete.**

### ***Литература***

1. Ицкович С.М., Чумаков Л.Д., Баженов Ю.М. Технология заполнителей бетона. М.: Высшая школа, 1991. – 272 с.
2. Барабаш І.В. Механохімічна активація мінеральних в'язучих речовин. – Одеса. – Астропринт.
3. Стрельцов К.А., Барабаш И.В., Матковский В.Д. Облегченные бетоны на механоактивированном вяжущем./ Будівельні конструкції. Випуск №72 – Київ, НДІБК, - 2009 р. С. 525 – 527.