

ИССЛЕДОВАНИЯ КЕРАМЗИТОБЕТОНА НА ЦЕМЕНТНО-ЗОЛЬНОМ ВЯЖУЩЕМ

Чистяков А.А., гр. ПГС-614м(н)

Научный руководитель – Костюк А.И., к.т.н., профессор (кафедра Железобетонных конструкций и транспортных сооружений, ОГАСА)

Аннотация. Украина – государство с мощной производственной базой, отходами которой является зола. Использование золы, как вяжущего для производства керамзитобетона решает проблему ее утилизации. Были проведены исследования керамзитобетона на карбонатном песке и цементно-зольном вяжущем. Результаты исследований показали, что из данного материала возможно изготовление строительных конструкций, в том числе несущих. Эксперименты подтвердили эффективность использования цементно-зольного вяжущего.

Актуальность. Для страны, в которой сосредоточено большое количество промышленных предприятий важно иметь действенную технологию утилизации, переработки или дальнейшего использования производственных отходов. В результате функционирования металлургических, энергетических, стеклоплавильных и других предприятий, в технологический процесс которых входит сжигание топлива, вырабатывается большое количество золы. Зола является хорошим вяжущим материалом, поэтому целесообразно применять ее в изготовлении бетона, в частности керамзитобетона на карбонатном песке.

Основной текст. Для изучения свойств и характеристик керамзитобетона на карбонатном песке и зольном вяжущем и создания технологического алгоритма его изготовления были проведены исследования. Для проведения испытаний были изготовлены опытные образцы различных размеров и конфигураций, в зависимости от вида испытаний. Был проведен подбор и выбор рациональных составов керамзитобетона на карбонатном песке и цементном вяжущем с добавлением золы-уноса. Проводились исследования прочностных и деформативных свойств керамзитобетона и изменение их во времени при кратковременном и длительном действии нагрузок. Выполнено определение критического коэффициента интенсивности напряжений (КИН) для оценки трещиностойкости керамзитобетона. Исследовано

напряженно-деформированное состояния изгибаемых железобетонных элементов и конструкций при кратковременном и длительном действии нагрузок, в том числе предварительно напряженных.

Подбор состава конструкционного керамзитобетона сводился к определению наиболее рационального соотношения между керамзитом, карбонатным песком, золой, цементом и водой. Состав был подобран так, чтобы обеспечить удобоукладываемость и уплотняемость смеси. Для рационального подбора состава был использован метод математического планирования эксперимента. Анализ полученных зависимостей позволил получить граничные значения для используемых варьируемых факторов. Это позволило назначить составы для бетонов классов В12,5 – В20.

Для испытания центрально-сжатых элементов из керамзитобетона на карбонатном песке и цементно-зольном вяжущим были изготовлены опытные образцы-кубы размерами 10х10х10см и образцы-призмы размерами 10х10х40см. Все образцы испытывали после тепловлажностной обработки в возрасте – 28, 180 и 360 суток. После исследования прочностных свойств были получены квадратические уравнения регрессии. Их анализ показал, что существенное влияние на кубиковую прочность пропаренного керамзитобетона оказывают расход цементно-зольного вяжущего и объемное содержание керамзитового гравия в бетоне.

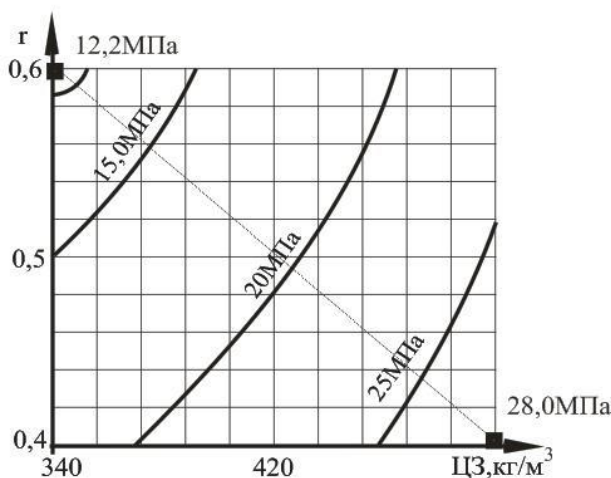


Рис. 1. Влияние факторов состава на кубиковую прочность
 где γ – агрегатно-структурный фактор;
 ЦЗ – цементно-зольное вяжущее

Результаты испытания показали, что прочность керамзитобетона на карбонатном песке и цементно-зольном вяжущем возрастает после тепловлажностной обработки. Бетон продолжает набирать прочность и после 28 суток, так на 360 сутки его прочность в среднем выше на 19%.

Несущую способность, трещиностойкость и деформативность керамзитобетона определяли путем испытаний опытных балок размерами 100x150x1200мм. Процесс разрушения опытных изгибаемых элементов зависел от характера армирования. Установлено, что с увеличением процента армирования возрастает высота и площадь сечения сжатой зоны бетона, что приводит к росту разрушающего момента керамзитобетонных балок. Результаты были получены путем измерения деформаций растянутой арматуры и бетона в сжатой зоне, прогибов балок и ширины трещин.

Чаще всего на строительные конструкции воздействует длительно действующая нагрузка, особо важно изучение работы изгибаемых элементов под влиянием данного типа нагрузки. Для испытаний изгибаемых элементов из керамзитобетона на карбонатном песке и цементно-зольном вяжущем были изготовлены опытные образцы – два типа балок, которые отличались процентом армирования и уровнем длительного действия нагрузки. Их размеры составили 100x150x2200мм и были армированы арматурой А400С. Прочность балок составляла $R(28) = 18,1 \text{ МПа}$ и процент армирования $\mu = 1,21\%$ и $\mu = 1,74\%$, они загружались длительной нагрузкой равной 0,5 и 0,7 от разрушающей, соответственно. Для сравнения результатов была добавлена балка (III тип) прочностью $R(28) = 23,1 \text{ МПа}$ с процентом армирования $\mu = 1,21\%$, она загружалась длительной нагрузкой равной 0,5 от разрушающей.

Испытания изгибаемых элементов на воздействие длительно действующей нагрузки показали, что с увеличением нагрузки увеличивается относительная сжатая зона бетона. Это вызвано деформациями ползучести сжатого бетона и в меньшей мере деформациями растянутой арматуры. Интенсивность роста во времени зависит от количества продольной арматуры. Прогибы балок интенсивно развивались в первые 120-150 суток и к 300 суткам полностью стабилизировались. Средняя несущая способность, определенная по результатам испытаний 3 балок при кратковременном нагружении в возрасте 28 суток, для серии I, II и III составила соответственно $\overline{M_u^0} = 7312 \text{ Н} \cdot \text{м}$ ($C_v = 0,065$), $\overline{M_u^0} = 9710 \text{ Н} \cdot \text{м}$ ($C_v = 0,06$) и $\overline{M_u^0} = 7632 \text{ Н} \cdot \text{м}$ ($C_v = 0,05$). Результаты испытаний керамзитобетонных

балок на карбонатном песке и цементно-зольном вяжущем приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты начальных прогибов и деформаций опытных балок

Серия	Марка балки	Уровень длительно-действующей нагрузки	A_s , мм ²	$\epsilon_{s,m}^0(t_0) \cdot 10^5$	$\epsilon_{b,m}^0(t_0) \cdot 10^5$	f_0 , мм
I	БД-I-1	0,5	1,57	78	122	6,7
	БД-I-2	0,7	2,26	102	157	9,2
II	БД-II-1	0,5	1,57	93	134	7,1
	БД-II-2	0,7	2,26	126	182	11,2
III	БД-III-1	0,5	1,57	108	160	7,5

Где A_s – площадь поперечного сечения арматуры;

$\epsilon_{s,m}^0$ – средние деформации растянутой арматуры;

$\epsilon_{b,m}^0$ – средние деформации бетона сжатой зоны;

f_0 – прогибы балок.

Выводы и результаты. В результате испытания опытных образцов из керамзитобетона на карбонатном песке и цементно-зольном вяжущем была определена методика подбора оптимального состава. Были определены несущая способность, трещиностойкость и деформативность опытных образцов. Проведены испытания центрально-сжатых элементов и балок на воздействие длительно-действующей нагрузки. Испытания показали хорошие характеристики, свойства и прочностные показатели балок из данного материала, в сравнении с конструкциями из других видов легкого бетона. Результаты, полученные при эксперименте, показывают эффективность применения цементно-зольного вяжущего для изготовления строительных конструкций, в том числе и несущих. Целесообразность использования данного типа вяжущего подтверждает необходимость рациональной переработки и дальнейшего применения отходов промышленности, которой является зола.

Литература:

1. Михайлов К.В., Путляев Ч.Е., Чиненков Ю.В. Перспективы применения конструкций из легких бетонов. Бетон и железобетон. 1985. №7. С.3-5.

2. Вилков К.И. Конструкционный керамзитобетон при обычных и сложных деформациях. М.: Стройиздат, 1984. 240 с.
3. Рекомендации по использованию легких бетонов новых видов и структур в конструкциях жилых зданий: ЦНИИЭПЖилища. М., 1975. 38 с.
4. Легкие бетоны. Проектирование и технология. А. Шорт, П.В. Абелес, Б.К. Бардхен Рой и др. Пер. с англ. Под ред. Ярмаковского В.Н. М.: Стройиздат, 1981. 240 с.
5. Бужевич Г.А., Волков И.В., Ярмаковский В.Н. Применение конструкционного легкого бетона на пористых заполнителях. Бетон и железобетон. 1978. №2. С.42-45.
6. Рекомендации по производству и применению керамзитобетона на известняковом песке для конструктивных элементов жилых домов. НИЛЭП ОИСИ. М.: Стройиздат, 1986. 64 с.
7. Рекомендации по учету комплекса технологических и эксплуатационных параметров, оптимизирующих свойства конструкционного керамзитобетона на карбонатном песке. НИЛЭП ОИСИ. М.: Стройиздат, 1989. 67с.
8. Костюк А.И. Прочность и деформативность элементов из керамзитобетона на карбонатном песке при кратковременном и длительном нагружении: Дис.канд.техн. наук. Одесса, 1992.
9. Суханов В.Г. Совершенствование крупнопанельных стен и перекрытий из керамзитобетона на карбонатном песке и особенности их расчета: Дис. канд. техн. наук. Одесса, 1987. 260 с.
10. Романов А.И. Экспериментальное исследование усадки, ползучести и потерь напряжения в арматуре элементов из керамзитобетона на известняковом песке: Дис. канд. техн. наук. Одесса, 1971. 178 с.