

## ОЦЕНИВАНИЕ ЦЕМЕНТНО-ЗОЛЬНОГО КЕРАМЗИТОБЕТОНА НА КАРБОНАТНОМ ПЕСКЕ С ПОЗИЦИИ МЕХАНИКИ РАЗРУШЕНИЯ

Зинченко С.В.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса

Бетон и железобетон используются в сооружениях и конструкциях, предназначенных для длительных сроков эксплуатации. С этих позиций долговечность бетонных и железобетонных конструкций необходимо оценивать на стадиях их проектирования, изготовления элементов и возведения в зависимости от условий эксплуатации в зданиях и сооружениях с разнообразными режимами тепловых, коррозионных и силовых воздействий.

Методы расчета конструкций, основанные на теориях деформаций и прочности бетона, имеют целью не допустить наступления предельных состояний по трещиностойкости, деформативности и прочности в сечениях конструкций при эксплуатации в течение всего срока службы здания или сооружения [1, 2].

Одним из путей решения неотложных задач в области строительства является дальнейшее повышение надежности и долговечности бетонных и железобетонных строительных конструкций зданий и сооружений, повышение прочности, оптимизация их деформативных свойств, прогнозирование механических характеристик материалов и создание материала с заранее заданными свойствами. Большие возможности в области улучшения механических свойств бетона открывает использование методов современной, быстроразвивающейся отрасли науки - механики разрушения [3].

Одним из важнейших параметров линейной механики разрушения является критический коэффициент интенсивности напряжений (КИН)  $K_{Ic}$ , который является параметром, определяющим напряженное состояние концевой зоны любой структурной трещины. По задаче Гриффитса  $K_I = \sigma\sqrt{\pi \cdot l}$ , с увеличением длины трещины интенсивность напряжений в ее концевой зоне возрастает, поэтому рост трещины неустойчив. В момент времени, когда на некоторой части контура трещины  $K_I$  достигает критической величины  $K_c = \text{const}$ , происходит локальное разрушение материала или продвижение трещины [4].

Изучение особенностей разрушения бетона с учетом зарождения и развития трещин необходимо для оценки их влияния на работу бетонных и железобетонных конструкций, для получения бетона с более высокими прочностными свойствами [5].

Возникает необходимость изучения влияния технологических и конструктивных свойств на прочность и трещиностойкость конструкций из легких бетонов на местных пористых заполнителях.

Для изготовления образцов использовали портландцемент ОАО «ЮГ цемент» марка 400; зола-унос Ладыжинской ТЭС с удельной поверхностью  $S_{уд} = 3000 \text{ см}^2/\text{г}$ ; керамзитовый гравий (Кулиндоровского завода из глин Фонтанского месторождения Одесской области) фракций 5...10 и 10...20мм в соотношении по объему  $V_{5...10}/V_{10...20} = 1,5$  и  $V_{5...10}/V_{10...20} = 2$ ; карбонатный песок, полученный из отходов камнепыления известняка-ракушечника и кварцевый песок; пластификатор С-3 в качестве 0,6% от массы цемента.

В исследуемых образцах (рис. 1, 2) выполняли надрез, в соответствии с ГОСТ 29167-91, созданный путем пропила в уже затвердевшем образце.

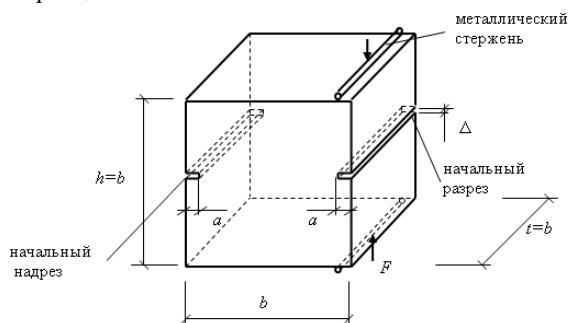


Рис. 1. Определение  $K_{Ic}$  на внецентренно - сжатых кубах с боковыми пазами

При испытании нагрузка на образец постепенно увеличивается, пока при нагрузке, равной критической, из надреза не разовьется трещина, приводящая к разрушению образца. КИН, вычисленный методом конечного элемента, для куба с размерами 150мм определяется по формуле (где  $\lambda = l/b$ ):

$$K_{Ic} = \frac{F}{b \cdot h^{1/2}} (18,3 \cdot \lambda^{1/2} - 430 \cdot \lambda^{3/2} + 3445 \cdot \lambda^{5/2} - 11076 \cdot \lambda^{7/2} + 12967 \cdot \lambda^{9/2}), \quad (1)$$

для балочных образцов с надрезами по трехточечной схеме:

$$K_{Ic} = \frac{3FL_0}{2b \cdot h^{1/2}} \sqrt{a_0 \cdot b (1,93 - 3,07 \cdot \lambda + 14,53 \cdot \lambda^2 - 25,11 \cdot \lambda^3 + 25,8 \cdot \lambda^4)}. \quad (2)$$

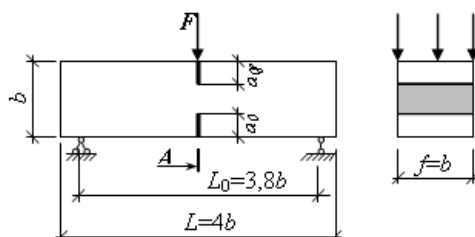


Рис. 2. Трехточечная схема испытания балочных образцов с надрезами

Разрушение образцов проходило по трещине, образовавшейся от надреза, а характер разрушения для исследуемых образцов был обычный для легкого бетона, поверхность разрушения проходила и по раствору и по зернам заполнителя, т. е. имело место разрушение типа МЗ, когда трещина прорезает матрицу и заполнитель. В наших исследованиях образцы были изготовлены из керамзитобетона, но на разных мелких заполнителях и вяжущих, для сопоставления полученных результатов.

Как видно из диаграмм (рис. 3, 4) трещиностойкость, которая оценивается КИН  $K_{Ic}$ , керамзитобетона с применением суперпластификатора С-3 повышается на 22-39%, это происходит за счет уплотнения структуры [6].

Следует отметить, что введение в керамзитобетон плотного песка (кварцевого) приводит к уменьшению трещиностойкости в среднем на 20%. Положительно влияет на КИН возраст бетона, т.е. с ростом времени увеличивается трещиностойкость исследуемых бетонов, но более интенсивно, можно заметить, в цементно-зольном керамзитобетоне на карбонатном песке, что составило 12-18%. Это объясняется тем, что у керамзитобетона на пористом песке хорошо сформулирована структура без значительных микродефектов и с плотной контактной зоной. С применением золы структура бетона уплотняется, уменьшается количество пустот и за счет ее дальнейшей гидратации матрица становится, как прочный камень.

Величина механики разрушения КИН, является комплексным параметром свойств бетона, его структуры, действующей нагрузки, и главное долговечности. Прочность бетона не несет информации о сроке службы, его качестве и трещиностойкости, поэтому надежно подобрать состав качественного и долговечного керамзитобетона на цементно-зольном вяжущем можно с использованием параметров механики разрушения.

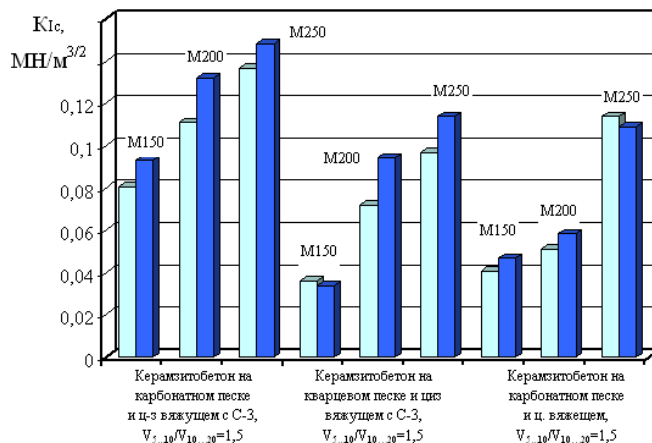


Рис.3. Зависимость КИН от прочности бетонов при испытании кубов с надрезами в возрасте 28, 180 суток.

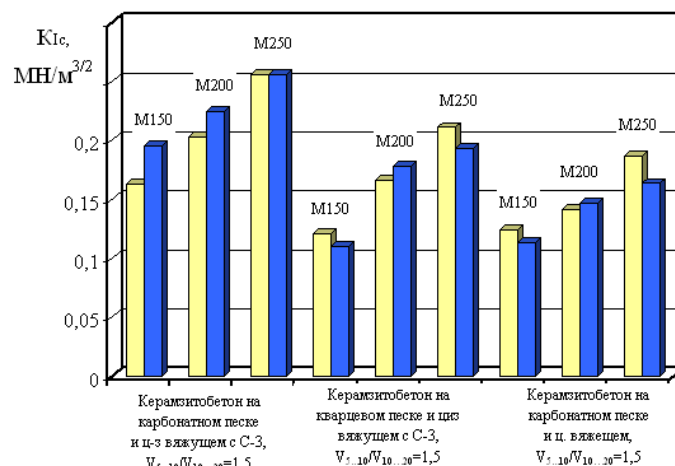


Рис. 4. Зависимость КИН от прочности бетонов при испытании балочек с надрезами в возрасте 28, 180 суток

Рассмотрев и проанализировав выше сказанное, можно четко утверждать, что, улучшая физико-механические свойства и правильно подбирая состав цементно-зольного керамзитобетона на карбонатном песке, дают возможность увеличить прочность, трещиностойкость легкого бетона и железобетона.

### Выводы

Использование методов механики разрушения позволяет количественно оценить параметры, характеризующие зарождение и развитие трещин, и прогнозировать на этой основе время до разрушения - долговечность материала.

На основании методов механики разрушения установлено, что трещиностойкость керамзитобетона на пористом песке увеличивается на 20%, а при использовании добавки С-3 - на 22-39%.

### SUMMARY

The criterion crack resistance керамзитобетона – factor of intensity of pressure which has allowed to estimate advantages of investigated concrete and expediency of its application in constructions is received experimentally.

### Литература

1. Лучко Й.Й., Чубріков В.М., Лазар В.Ф. Міцність, тріщиностійкість і довговічність бетонних та залізобетонних конструкцій на засадах механіки руйнування / НАН України; Фіз.-мех. ін-т ім.Г.В.Карпенка. - Львів: Каменяр, 1999. - 348 с.
2. Зинченко С.В. Параметры механики разрушения для оценки трещиностойкости керамзитобетона. / Вісник ОДАБА. Вип. № 26 Одеса Зовнішрекламсервіс. 2007. – С. 148-153.
3. Юсупов Р.К. Пути развития механики разрушения бетона. // Бетон и железобетон, 2001. №5 – С. 28-29.
4. Зайцев Ю.В. Строительные конструкции зданий и сооружений: [текст] учеб. для техникумов. – М.: Высш. шк., 1992. – 352 с.
5. Леонивич С.Н., Лихачевский А.Я. Области рационального применения крупного заполнителя в бетоне с позиции механики разрушения.//Изв. вузов. Строительство, 1995. №10 - с. 53 - 55.
6. Зинченко С.В. Прочность и деформативность конструкций из цементно-зольного керамзитобетона: Дисс. на соиск. уч. степ. к.т.н. -Одесса, 2010.–187 с.