

**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОВРЕЖДЕННОСТИ НА ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬ ГЕТЕРОГЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ***Ширяева Н.Ю. (Одесса)*

Приводятся результаты исследований взаимосвязи критического коэффициента интенсивности напряжений  $K_{Ic}$  и способа инициирования трещины в образце (изделии).

Современные методы механических испытаний в механике разрушения с их богатым набором математических решений, достаточным арсеналом средств регистрации местных упруго-пластических деформаций и развития трещин, сделали возможным количественный анализ процессов разрушения, т.е. определения вязкости разрушения или трещиностойкости материала.

Большинство исследований в механике разрушения посвящено разработке методик определения характеристик трещиностойкости материала в случае, когда распространение в нем трещины реализуется по механизму нормального отрыва [1, 2,]. В этом случае коэффициент интенсивности напряжений имеет обозначение  $K_{Ic}$ .

Анализ литературных данных показал, что использование основных положений и методов механики разрушения вполне приемлемо для описания поведения различных структурных неоднородностей. Применение методов механики разрушения основано на том, что анализируется развитие трещин, которые являются одним из важных структурных параметров, определяющих физико-механические свойства и трещиностойкость грубогетерогенных материалов. К сожалению, в силу ярко выраженной структурной неоднородности композитов, получить в законченном виде аналитические выражения оценки влияния трещин на механические свойства и вязкость разрушения цементного камня и бетона пока не представляется возможным.

Согласно исследованиям [6], наличие в структуре технологических трещин предопределяет способность материала воспринимать и перераспределять в объеме напряжения, связанные с эксплуатационными нагрузками, т.е. трещиностойкость. Учитывая этот факт, ученые при изучении деформаций усадки твердеющих композитных материалов акцентируют внимание на зависимости деформативно-напряженного состояния от способа инициирования трещины в образце..

На основании вышеизложенного было принято, что начальная поврежденность значительно влияет на физико-технические свойства и трещинос-

тойкость композиционных материалов, и поэтому, была определена задача: рассмотрение степени технологического влияния на трещиностойкость материалов наследственными дефектами (исходными составами, методикой инициирования трещины в образце). В задачи эксперимента входило исследование трещиностойкости изделий из строительных композитов при введении в их состав наполнителей различного количества и дисперсности.

Опыты проводили по плану "смесь-технология-свойства", синтезированному в системе "COMPLEX". Были приняты вяжущие: гипс Г 10 и бездобавочный цемент М 400. В качестве наполнителей приняты: молотые кварцевый и керамзитовый пески с удельной поверхностью 100, 200 и 300 м<sup>2</sup>/кг. Варьировались В/г ( $x_1=0,55\pm 0,05$ ) и количество кварцевого наполнителя ( $x_2=15\pm 10\%$ ). В опытах с использованием цемента изменялись В/Ц ( $x_1=0,3\pm 0,05$ ), количество кварцевого наполнителя ( $20\pm 10\%$  от массы цемента), также варьировался вид наполнителя (кварцевый + смесь + керамзитовый).

Для экспериментального определения трещиностойкости испытывали по 3х-точечной схеме образцы (40х40х160 мм) с надрезом, который был инициирован двумя способами: путем заложения вкладыша, имитирующего трещину, в период технологической переработки материала в изделие и путем создания распила в уже затвердевшем образце. Вязкость разрушения оценивали через коэффициент интенсивности напряжений  $K_{Ic}$ .

По результатам планированного эксперимента построено 26 экспериментально-статистических моделей, проведен их анализ, оценка адекватности и информационной способности, регрессионный анализ математико-статистическими методами.

Анализ полученных результатов показал, что в зависимости от природы, количества и дисперсности наполнителей изменяются количественные и качественные характеристики начальной поврежденности и величина собственных объемных деформаций твердеющих систем. Условия развития трещин в гетерогенных средах определяются не только остаточным (технологическим) локальным и общим деформативно-напряженным состоянием среды, но и степенью ее гетерогенности. Гетерогенное строение КСМ связано как с гетерогенностью исходных составляющих, так и с дискретностью сформировавшихся структур на различных уровнях структурных неоднородностей. Фронт движущейся трещины взаимодействует с внутренними поверхностями раздела гетерогенного материала (технологическими трещинами) и с дискретными структурными агрегатами. Такое взаимодействие может задержать или способствовать движению фронта трещины, что должно сказаться на трещиностойкости гетерогенного материала. Опыты подтвердили, что трещиностойкость гипсовых и цементных композиций с минеральными наполнителями зависит от их вида, количества и

дисперсности. Технологическая оценка полученных результатов показала, что введение наполнителей позволяет повысить трещиностойкость на 10-25% по сравнению с бездобавочными композициями. При этом следует отметить тенденцию к повышению показателей  $K_{Ic}$  в зависимости от тонкости помола наполнителей.

Экспериментально установлено, что трещиностойкость композиционных строительных материалов, претерпевающих при твердении объемные изменения, достаточно объективно оценивается через коэффициент интенсивности напряжений. Однако, как показал анализ, для сопоставления результатов необходимо ограничиться одним способом создания трещин – либо методом распила уже готовых образцов, либо заложением трещины при формировании образца.

Изменение качественной картины остаточных полей деформации и количественных значений  $K_{Ic}$  в зависимости от способов инициирования трещины позволяет оценивать степень технологического влияния  $K_T$  на трещиностойкость материалов. Численные значения  $K_T$  определяются отношением  $K_{Ic}^T / K_{Ic}^P$ . Проведенные исследования показали, что  $K_T$  может изменяться в достаточно широких пределах (для композиций на основе гипса более, чем в 1,5 раза; для цементных – более, чем в 2 раза). Такое различие в значениях  $K_T$  позволяет заключить, что трещиностойкость материалов, претерпевающих при твердении изменения объема, зависит, при прочих равных условиях, от способа инициирования трещин в образцах.

### *Литература*

1. Зайцев Ю.В. Механика разрушения для строителей. – М.: Высшая школа, 1991. – 287 с.
2. Черепанов Г.П. Механика разрушения композиционных материалов. – М.: Наука, 1983. – 253 с.
3. Соломатов В.И., Выровой В.Н., Дорофеев В.С., Сиренко А.В. Композиционные строительные материалы и конструкции пониженной материалоемкости. – К.: Будивэльнык, 1991. – 143 с.