

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ В ОБРАЗЦАХ ГЕТЕРОГЕННЫХ СРЕД КОМПЛЕКСОМ МЕТОДОВ

И.А. Павлов

Научный руководитель: ст. н. с., к. ф. –м.н. Саватеева Е.В.
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
Россия, г.Москва, Ленинский проспект, 4, 119991
E-mail: 3.14alekseevich@gmail.com

Для идентификации момента начала разрушения геоматериалов исследовались образцы бетона, подвергнутые одноосному сжатию.

По мере нагружения производилась регистрация акустической эмиссии (АЭ). Фиксировалось число зарегистрированных импульсов (АЭ), превышающих установленный уровень за время наблюдения. Также регистрировалось число импульсов в зависимости от энергии сигналов АЭ в четырех частотных диапазонах.

Было построено 3D изображение с помощью компьютерного микротомографа Yamato TDM-1000, разрешающая способность которого позволяет фиксировать структурные элементы, минимальный размер которых составлял 1 мкм.

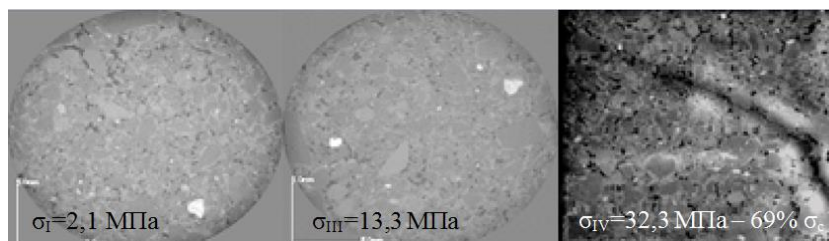


Рис. 1. Фото торцов образца после нагружения в первом (максимальная нагрузка в конце цикла $\sigma_I = 2,1$ МПа), третьем ($\sigma_{III} = 13,3$ МПа) и четвертом ($\sigma_{IV} = 32,3$ МПа $\approx 69\%$ от σ_c) циклах

В ходе испытаний было установлено, что в конце четвертого цикла, при достижении нагрузки 69% от разрушающей, появляется магистральная трещина. Наличие таковой подтверждают и результаты АЭ. При этом в ходе увеличения нагрузки от 3 МПа до 8 МПа, наблюдалась квазилинейная корреляция роста активности АЭ (числа импульсов в единицу времени) и рост числа микродефектов. Активность АЭ и скорость нарастания дефектов постоянны в интервале 8 МПа – 13,3 МПа, однако в ходе реализации четвертого цикла в интервале от 0 до 13,3 МПа, активность акустической эмиссии мала, что является свидетельством проявления такого явления, как эффект памяти.

При достижении максимального значения напряжения в третьем цикле (значения, находящиеся в интервале 13,3 – 32,3 МПа) наблюдается резкий рост АЭ, при достижении напряжением значений 30,1 – 32,0 МПа зависимость активности от σ становится нелинейной. Данное явление свидетельствует о появления магистральной трещины, которая выходила на поверхность образца.

Для определения геометрических размеров образовавшейся трещины, а также ее глубины, была проведена реконструкция изображения, полученного на рентгеновском компьютерном микротомографе Yamato TDM-1000. В ходе данной работы было установлено, что трещина образовалась по всей длине образца, а ее глубина составила приблизительно 2/3 от его поперечного размера.

Для получения изображения, тот же цилиндрический образец бетона с магистральной трещиной, выходящей на торцевую поверхность, был исследован методом лазерно-ультразвуковой дефектоскопии. Сканирование осуществлялось вдоль боковой поверхности образца в ручном режиме. На рисунке 2 отмечены боковая и торцевая поверхности образца, а также многочисленные трещины, среди которых вышеупомянутая магистральная трещина.

В ходе выполнения данной работы было установлено, что акустическая эмиссия дает информацию о процессах дефектообразования в бетонах. Также было установлено, что наиболее достоверным параметром является активность акустической эмиссии, позволяющая фиксировать начало образования магистральной трещины. Однако, для получения ее геометрических размеров необходимо

привлечение дополнительных методов, в качестве которых в данной работе была использована рентгеновская компьютерная микротомография. Для получения изображения нарушенности структуры образца, была использована лазерно-ультразвуковая дефектоскопия, с помощью которой были обнаружены трещины различной конфигурации в объеме образца.

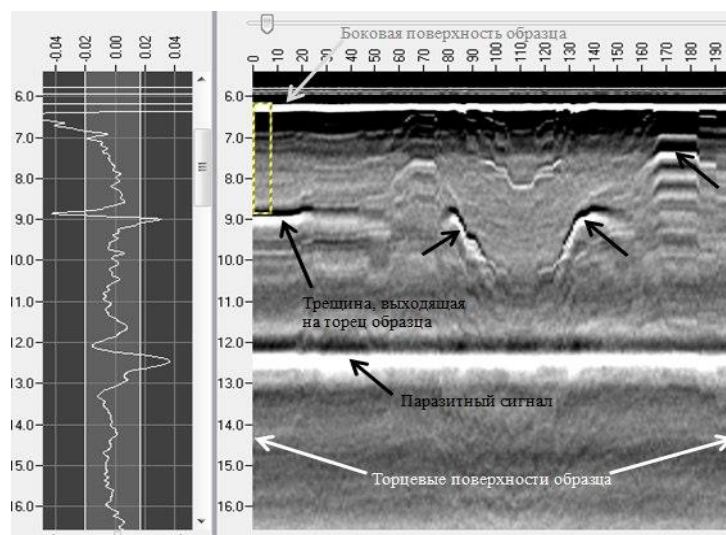


Рис. 2. Результаты лазерно-ультразвукового контроля боковой поверхности образца бетона

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник / Под ред. В. В. Клюева. М.: Машиностроение, 2003. с.
2. Карабутов А.А., Макаров В.А., Черепецкая Е.Б., Шкуратник В.Л. Лазерно-ультразвуковая спектроскопия горных пород. М.: Изд "Горная книга", 2008. – 176 с.
3. Иньков В.Н., Черепецкая Е.Б. Возможности выявления микродефектов в образцах горных пород лазерным ультразвуковым методом, - Горный 21 информационно-аналитический бюллетень (ГИАБ). – 2004. – №4. – С. 104-107.