Шихов А.И., Дунаева Е.Н.
Методы неразрушающего контроля строительных объектов

*Санкт-Петербургский Горный университет
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/sr-10-04-2019-83

idsp: sciencerussia-10-04-2019-83

Аннотация

В данной статье представлен краткий обзор методов неразрушающего контроля, применяемых при обследовании и испытании конструкций, зданий и сооружений. Рассмотрены физический смысл и область применения данных методов контроля, обоснование их выбора при выполнении обследований зданий и сооружений.

Ключевые слова: акустический контроль, дефектоскоп, метод акустической эмиссии, визуально-оптический контроль, эндоскоп, магнитные методы контроля.

В настоящее время основным вопросом развития неразрушающих методов контроля зданий и сооружений, является построение расчетных моделей, которые позволят более детально показать напряженно-деформируемое состояние изучаемых объектов. Моделирование строительных конструкций возможно только при детальном обследовании реальных объектов, позволяющем сделать вывод о соответствии модели данному сооружению. Из чего можно сделать вывод о том, что без развития экспериментальных методов исследования объектов и увеличения их точности невозможно развитие теоретических методов моделирования строительных конструкций. Результаты проведенных экспериментов позволяют внести в идеализированную модель, изменения конструкции, полученные при транспортировке материалов для строительства объекта, изменения климата в области строительства, изменения основания сооружения в следствии, влияния физико-механических свойств грунтов при их оттаивания, замерзания или пучения.

Повышение качества строительных работ, увеличение надежности и срока службы строительных объектов возможно при совершенствовании методов неразрушающего контроля, главными аспектами исследования которых являются: физико-механические свойства строительных материалов и грунтов оснований, геометрические размеры и точность сборки объектов строительства. Главным преимуществом неразрушающих методов исследования является возможность проведения исследований в процессе эксплуатации объекта и без нарушения его эксплуатационных показателей в ходе испытаний. Данные методы исследований редко дают возможность напрямую оценить изучаемые свойства сооружения, чаще всего это косвенные измерения свойств объекта, позволяющие сделать вывод о состоянии конструкции, посредством связи их с требуемыми свойствами сооружения либо материала. В данной работе основное внимание уделено методам неразрушающего контроля, основанным на изучении характера распространения звука в контролируемом объекте – акустическим методам.

Акустические методы основаны на колебательном движении частиц в твердом теле. Для исследований данными методами наибольший интерес представляют ультразвуковые колебания, частота которых лежит в диапазоне от 20 кГц до 200 кГц при испытаниях бетона и от 30 кГц до 10 мГц при испытаниях металлов и пластмасс

[2]. В настоящее время на практике наиболее часто применяют импульсный, импедансный и метод акустической эмиссии.

Ультразвуковой импульсный метод позволяет решать задачи по определению физико-механических показателей строительных материалов, а также проводить дефектоскопию конструкций. Характерной особенностью бетона является то, что он не является однородным материалом, в связи с этим свойством бетона при исследовании бетонных конструкций, импульсным методом, возможно обнаружение дефектов размер которых превышает размер крупного заполнителя бетона. Наиболее часто применяемыми импульсными методами дефектоскопии строительных объектов являются: метод сквозного прозвучивания и метод продольного профилирования. Оба метода основаны на изменении скорости распространения волн в материале.

Метод сквозного прозвучивания основан на сквозном прохождении ультразвуковой волны через объект контроля [2]. Для проведения исследований данным методом необходим доступ к двум противоположным сторонам объекта контроля. На двух противоположных сторонах размещают излучатель и приемник ультразвуковых волн, предварительно разделяя объект контроля на прямоугольные зоны, вершины которых определяют трассы прозвучивания. Важным фактором для проведения успешной дефектоскопии данным методом, является соосное расположение приемника и излучателя ультразвуковых волн. После проведения прозвучивания, в достаточном количестве точек (вершин), строятся изохроны – линии распределения равных времен прохождения волн по толщине объекта или изоспиды – линии распределения равных скоростей ультразвуковых волн. Проводя анализ построенных изохрон или изоспид, выявляются зоны с пониженными скоростями распространения волны, определяющие дефектные зоны бетонных конструкций [2].

Еще одним методом контроля строительных конструкций является акустоэмиссионный метод. Основан он на регистрации импульсов акустической эмиссии, посылаемых новообразованными или развивающимися трещинами. Метод акустической эмиссии может являться методом непрерывного контроля объекта и чаще применяется при контроле состояния грунтов основания сооружения. Акустическая эмиссия представляет собой механические колебания в контролируемом объекте, вызванные образованием или ростом трещин [1]. По своей природе акустическая эмиссия не может воспроизводиться в объекте без развивающихся трещин, но и в объекте, потерявшем свою несущую способность воспроизводимость импульсов акустической эмиссии также невозможна. Наиболее активно импульсы акустической эмиссии проявляют себя в пределах от 25% до 75% предела прочности материала, следовательно, данный метод позволяет видеть изменения целостности контролируемого объекта и при необходимости применять меры по сохранению или реконструкции объекта контроля. В настоящее время по параметрам акустической эмиссии чаще всего определять физико-механические свойства грунтового основания зданий и сооружений. Широко для контроля вечномёрзлых грунтов. Открытый немецким ученым Кайзером, акустоэмиссионный эффект памяти в горных породах, позволил решить проблемы возникшие в ходе заполнения водохранилищ в Швейцарии. Суть эффекта заключается в невозпроизводимости акустической эмиссии, при циклическом нагружении массива горных пород, до момента достижения напряжений в массиве значения, превышающего максимальное значение напряжений, достигнутых в предыдущем цикле нагружения. При заполнении водохранилища в Швейцарии, впервые был использован данный метод для практических целей. На первом этапе, водохранилище заполнили до отметки 600 м, при этом заполнение сопровождалось

сильными подземными толчками, они продолжались на протяжении двух недель, затем водохранилище спустили и заполнили его вновь до отметки 600 м [3]. Вскоре после достижения проектной отметки, толчки в окрестностях водохранилища прекратились.

Так же акустические методы контроля применяют при ведение строительства специальными способами, в обводненных грунтах. В ходе строительства, часто возникает необходимость обезвоживания грунтов. Существует несколько способов применяемым для данных целей, таких как возведение шпунтового ограждения, создание депрессионной воронки, сооружение «стены в грунте» или возведение ледопородного ограждения. Именно при видении работ по возведению ледопородного массива применяется акустический метод контроля толщины стен ограждения. Суть метода заключается в создании стены, состоящей из льда и вмещающих грунтов, на глубину водоносного горизонта, которая будет ограждать, на период строительства, стройплощадку от воды. С целью сооружения стены бурятся скважины, глубиной ниже уровня водоносного горизонта, по контуру строительной площадки. В скважины опускают замораживающие трубы – колонки. В колонки опускают питающие трубы. Замораживающие колонки через специальные оголовки соединяют с расположенной на поверхности общей системой, состоящей из трубы-распределителя, по которой к питающим трубам подается охлажденный на замораживающей станции рассол, и трубы-коллектора, отводящей рассол из колонок к той же станции. После достижения ледопородным ограждением расчетной толщины, выполняется контроль соответствия фактической толщины ограждения расчетной [5]. Для этих целей и применяется акустический метод контроля. Внутри и снаружи ледопородного ограждения бурятся пара соосных скважин. В одну из них опускается приемник, а в другую преобразователь ультразвуковых колебаний, после чего по данным скорости распространения ультразвуковых колебаний в грунте, судят о толщине ограждения на данном участке. Минимальное количество пар скважин 3.

Несмотря на большое разнообразие неразрушающих методов контроля применяемых при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений, высоком уровне их достоверности и разнообразии показателей определяемых с их помощью, существует необходимость создания новых методов и проведения, подробных экспериментальных и теоретических исследований в данной области. Увеличение аварийности на предприятиях горной отрасли Российской Федерации, за последние 10 лет, свидетельствует об этой необходимости.

1. Бирюкова Н.П. Система неразрушающего контроля. Виды и технологии неразрушающего контроля. Термины и определения. Москва, 2003.
2. Клюев В.В. Неразрушающий контроль и диагностика. Москва, 2005.
3. Лавров А.В., Шкуратник В.Л., Филимонов Ю.Л. Акусто-эмиссионный эффект памяти в горных породах. Москва 2004.
4. Шкуратник В.Л. Горная геофизика. Ультразвуковые методы. М.- МГИ, 1990. – 104 с.
5. Мангушев Р.А., Карлов В.Д., Сахаров И.И. Механика грунтов. Москва: издательство АСВ, 2009.