

АКУСТИЧЕСКИЙ ИМПАКТ-ЭХО МЕТОД И ПРИБОР ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ИЗ БЕТОНА ТОЛЩИНОЙ БОЛЕЕ 2-Х МЕТРОВ

ТИП ПРЕДЛАГАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ/УСЛУГИ

- экспериментальный образец
- методика

ОБЛАСТЬ ЗНАНИЙ

59	Приборостроение
44	Энергетика
44.29.39	Приборы для неразрушающего контроля изделий и материалов акустическим методом

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

1. Строительный комплекс
2. МЧС
3. Атомная и тепловая энергетика

ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Применение импакт-эхо метода для определения толщины строительных конструкций: мостовой опоры, фундамента, стены.



Приложение 1. Примеры применения импакт-эхо метода для определения толщины строительных конструкций: мостовой опоры, фундамента, стены

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

Известные ультразвуковые (УЗ) методы неразрушающего контроля позволяют контролировать изделия из бетона толщиной не более 1 м из-за anomalно высокого затухания УЗ сигналов в бетоне. Импакт-эхо метод (от англ. impact - удар) позволяет контролировать СК толщиной более 1 м. Импакт-эхо метод в 1998 г. был принят в качестве стандарта в США (ASTM-C 1383), с тех пор практически во всех развитых странах он является обязательным для контроле строительных конструкций (СК) - фундаментов, стен, мостовых опор и т.д. В импакт-эхо методе при помощи импактора совершают короткий механический удар по поверхности объекта контроля (см. Приложение 2, рис.1), который инициирует в изделии свободные акустические затухающие колебания по толщине изделия, которые регистрируются пьезопреобразователем и спектроанализатором (СА). По максимуму на спектральной характеристике (Приложение 2, рис.2) определяют собственную частоту f , на которой возникает «толщинный» резонанс, по ней рассчитывают толщину h при известной скорости продольной акустической волны $C_{пр}$: $h \approx C_{пр}/2f$ или измеряют скорость акустических колебаний в бетоне (при известной толщине h). Однако импакт-эхо метод имеет ограничения. Он позволяет контролировать только протяженные ОК (фундаменты, плиты, стены, сваи, - у которых толщина либо как минимум в 5 раз

меньше, либо как минимум в 5 раз больше остальных геометрических размеров), и не позволяет контролировать компактные ОК из бетона (блоки, колонны), в которых измеряемая толщина одного порядка с другими габаритами и в которых наряду с искомым «толщинным» резонансом на спектральной характеристике появляются многочисленные дополнительные резонансные пики, возникающие из-за «геометрических эффектов», на фоне которых невозможно однозначно определить основной резонансный пик на искомой частоте $f \sim 1/h$ (б).

Для решения проблемы контроля крупногабаритных компактных изделий из бетона предложен, запатентован многоканальный импакт-эхо метод контроля изделий с мультипликативной обработкой сигналов (приложение 3), реализованные на основе многофункционального измерительного комплекса (ИК). Этот метод предполагает контроль в N точках поверхности ОК с запоминанием результатов в памяти прибора (Приложение 2, рис.3). Далее, парциальные спектральные характеристики подвергаются мультипликативной обработке (перемножению). Т.к. местоположение пика первой моды продольной волны на всех характеристиках неизменно, а положение других пиков меняются в зависимости от положения пары излучатель-приемник, то векторное перемножение N спектральных характеристик приводит к выделению пика первой моды продольной волны и подавлению прочих пиков.

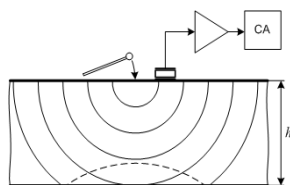


Рис.1.Схема контроля СК из бетона импакт-эхо методом

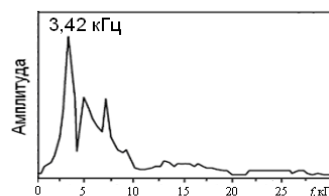


Рис.2.АЧХ изделия из бетона; $f=3,42$ кГц; $h \approx C/2f=C\lambda/2$

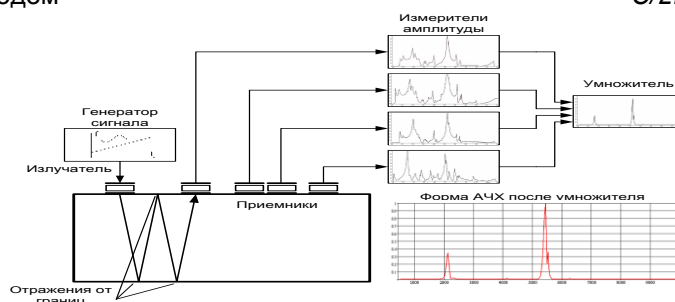


Рис.3.Схема резонансно-мультипликативного импакт-эхо метода

Приложение 2. Рисунки, поясняющие функционирование мультипликативного импакт-эхо метода

ПРЕИМУЩЕСТВА

Аналог - серия приборов фирмы фирмы Olson Instruments (США), позволяет контролировать только протяженные изделия (стены, перекрытия) и не контролирует компактные изделия.

ПРАВОВАЯ ЗАЩИТА

1. Патент РФ на изобретение №2354932 от 10.05.09. БИ № 13, 2009г. Авраменко С.Л., Соколов И.В., Качанов В.К. "Резонансный способ ультразвуковой толщинометрии".
2. "Устройство определения скорости ультразвуковых волны"; Патент РФ на полезную модель № 85664 от 10.08.09. Опубликовано БИ № 22, 2009г. Качанов В.К., Соколов И.В., Авраменко С.Л.

НАГРАДЫ

Занял 1 место на сессии производителей инновационной продукции в сфере систем проектирования, навигации и контроля Агентства инноваций г. Москвы в июле 2017г.

КОНТАКТЫ

Разработчики:

Качанов Владимир Климентьевич, Соколов Игорь Вячеславович, каф. ЭИИ