

Лекция 7

Обследование зданий и сооружений (продолжение)

Учебные вопросы:

1. *Акустические методы определения прочности бетона и арматуры в бетонных и железобетонных конструкциях*

Акустические методы определения прочности бетона и арматуры в бетонных и железобетонных конструкциях

Акустические методы

Акустические методы основаны на использовании упругих механических колебаний.

Основной характеристикой колебательного процесса является *частота* f - отношение числа циклов колебаний ко времени их совершения.

Если $f < 20$ Гц, то это колебания инфразвуковые;

если f находится в диапазоне от 20 Гц до 20 кГц, то это колебания звуковые (слышимые человеческим ухом);

если $f > 20$ кГц, то это колебания *ультразвуковые*

[В начало](#)

Акустические методы определения прочности бетона и арматуры в бетонных и железобетонных конструкциях

Источники ультразвука

Для возбуждения ультразвуковых волн на поверхность материала может устанавливаться преобразователь переменного электрического тока в механические колебания.

Такое преобразование способны совершать кристаллы кварца, сегнетовой соли, сульфата лития, сульфоиодита сурьмы, титаната бария. Деформация кристаллов под действием приложенного к ним электрического тока называется **обратным пьезоэффектом**.

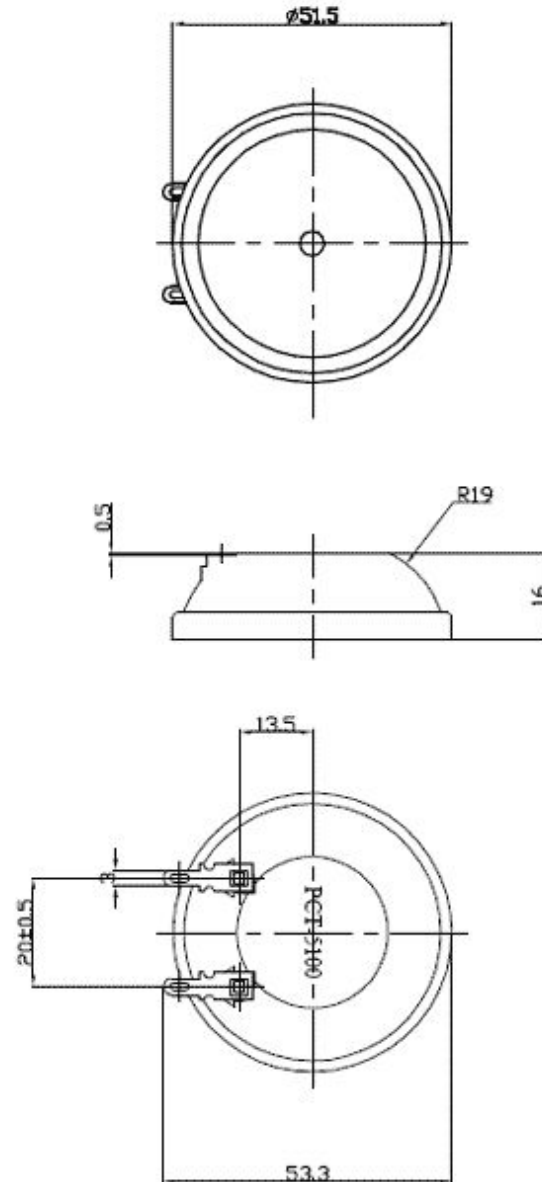
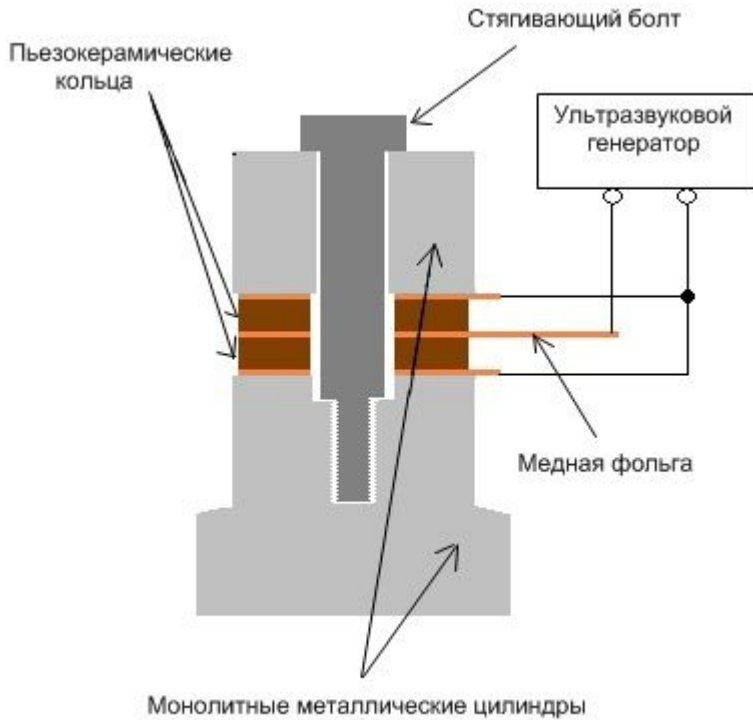
Прямой пьезоэффект заключается, наоборот, в поляризации поверхности кристаллов в результате их деформации.

По принципу обратного пьезоэффекта работает источник ультразвуковых волн, по принципу прямого пьезоэффекта - приёмник волн



Акустические методы определения прочности бетона и арматуры в бетонных и железобетонных конструкциях

Источники ультразвука

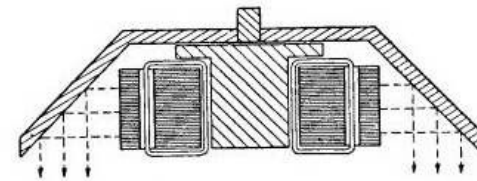
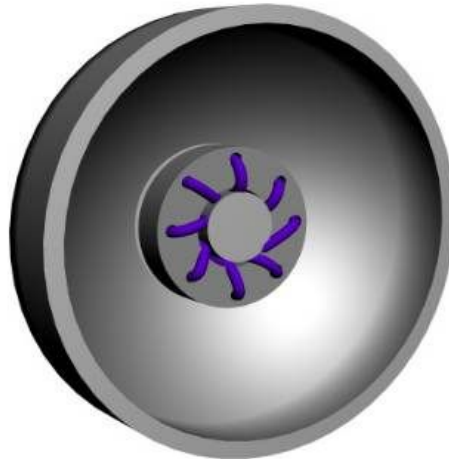
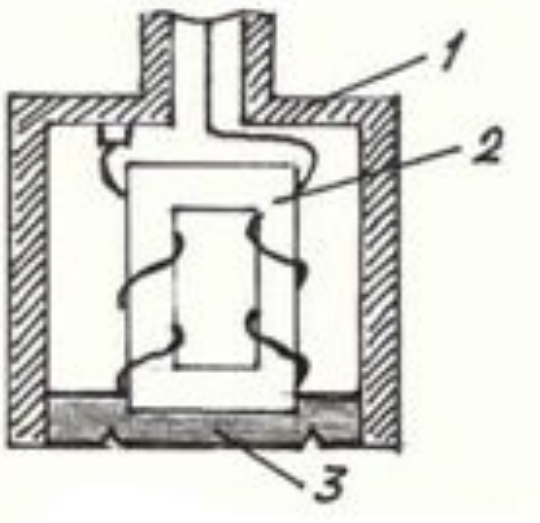


[В начало](#)

Акустические методы определения прочности бетона и арматуры в бетонных и железобетонных конструкциях

Источники ультразвука

Существуют и **магнитострикционные** источники ультразвука. Они состоят из магнитостриктора 2 (собирается из тонких изолированных ϵ никеля), обладающего свойством под поля сжиматься и растягиваться, металлической икрепленной к корпусу 1. Через катушку чый электрический ток (в источнике волн) или, ает ток (в приёмнике волн).



[В начало](#)

Акустические методы определения прочности бетона и арматуры в бетонных и железобетонных конструкциях

Источники ультразвука

Ультразвуковые приборы, используемые в России: Бетон-70, А 1220 Монолит и др.



[В начало](#)

Акустические методы определения прочности бетона и арматуры в бетонных и железобетонных конструкциях

Источники ультразвука

Регистрация ультразвуковых колебаний - от приёмника через усилитель на экран осциллографа или цифровой индикатор.

Первое важное *свойство* ультразвука: он практически полностью затухает в воздухе (это позволяет выявить наполненные воздухом дефекты в материале). Это свойство настолько сильно, что для устранения воздушной прослойки между преобразователями и материалом обязательно наносят контактирующую среду: для металла - минеральное масло, для бетона - солидол, технический вазелин или эпоксидную смолу.

Второе важное свойство ультразвука - отражаться от противоположной грани элемента.

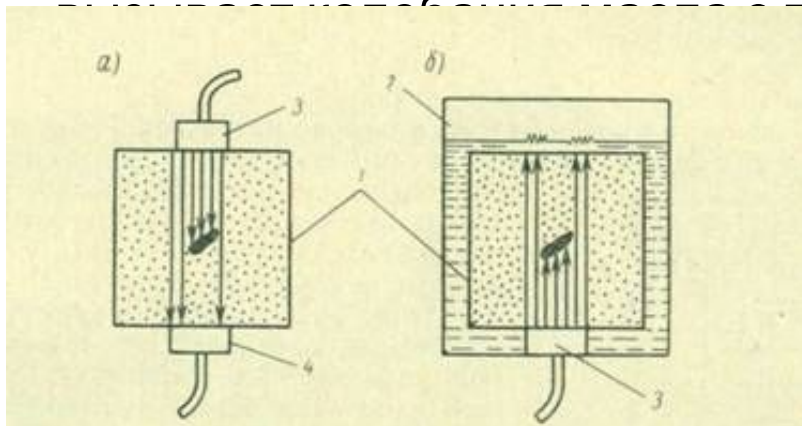
[В начало](#)

Акустические методы определения прочности бетона и арматуры в бетонных и железобетонных конструкциях

Способы прозвучивания.

Метод **прямого прозвучивания** — теневой метод, разработанный раньше других, отличается простотой аппаратуры и используется в промышленности для определения внутренних дефектов в материалах и изделиях. Сущность метода заключается в том, что ультразвуковые волны при прохождении через испытуемый образец с внутренним дефектом могут рассеиваться, отражаться и образовывать тень от встретившегося дефекта. Тень от дефекта с противоположной стороны образца улавливается приемным щупом и фиксируется изменением яркости на электроннолучевой трубке или фиксируется визуально по состоянию поверхности масла.

Участок образца с дефектом не пропускает через себя волны и не пропускает волны с противоположной стороны образца.



готов теневым методом: а -с помощью

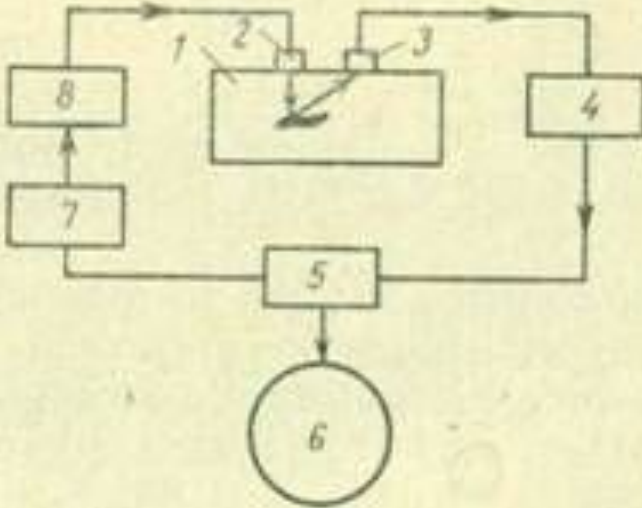
зец;
злучатель;

Акустические методы определения прочности бетона и арматуры в бетонных и железобетонных конструкциях

Способы прозвучивания.

Метод **отраженных колебаний** — эхо-метод, наиболее широко используемый для контроля строительных материалов и изделий, обладает большей чувствительностью по сравнению с теневым методом. Этот метод основан на отражении упругих волн от дефекта испытуемого изделия и предусматривает измерение двух параметров одновременно — амплитуды отраженного сигнала и времени прохождения этого сигнала от дефекта до поверхности образца. Время прохождения сигнала может измеряться с помощью импульсных частотно-модулированных и резонансных систем. Наибольшее распространение при дефектоскопии получили импульсные системы.

Блок-схема ультразвукового эхо-дефектоскопа: 1 — контролируемое изделие; 2 — излучатель ультразвука; 3 — приемник ультразвука; 4 — усилитель сигнала, фиксирующий время; 5 — блок обработки сигнала; 6 — частотный генератор; 7 — блок питания; 8 — индикатор.



[В начало](#)

Акустические методы определения прочности бетона и арматуры в бетонных и железобетонных конструкциях

Способы прозвучивания

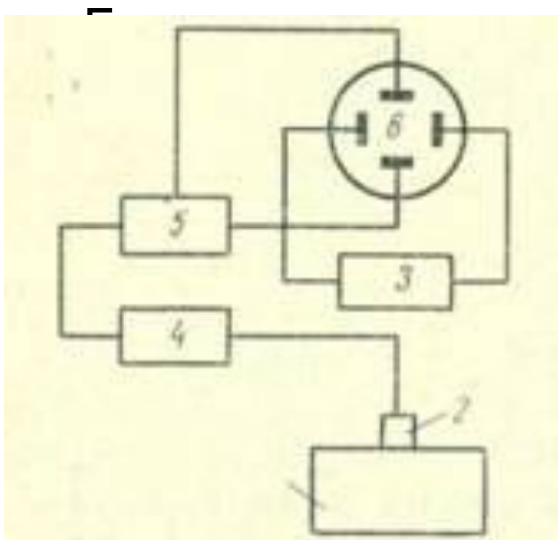


В начало

Акустические методы определения прочности бетона и арматуры в бетонных и железобетонных конструкциях

Способы прозвучивания.

Резонансный метод. Для контроля толщины изделий при одностороннем к ним доступе, а также для выявления в материалах и изделиях всевозможных дефектов в виде расслоений и ослабленных участков в результате коррозии или действия мороза широко используется ультразвуковой резонансный метод, сущность которого заключается в том, что между частотой, длиной волны, толщиной испытуемого изделия и скоростью распространения волны существует определенная зависимость.



вукового резонансного дефектоскопа:
е изделие: 2 — излучатель ультразвука; 3 —
с частотной модуляцией;
электроннолучевая трубка

[В начало](#)

Акустические методы определения прочности бетона и арматуры в бетонных и железобетонных конструкциях

Способы прозвучивания.

Резонансный метод. При прохождении ультразвуковых колебаний последние, дойдя до границы раздела, отражаются от нее и снова попадут на преобразователь. В случае если частота ультразвуковых колебаний совпадет с собственной частотой испытуемого изделия, возникает резонанс, по характеру которого и судят о наличии дефекта. При наличии дефекта резонанс возникает не на собственной частоте изделия.

[В начало](#)

Акустические методы определения прочности бетона и арматуры в бетонных и железобетонных конструкциях

Способы прозвучивания.

Метод свободных колебаний основан на использовании свойств твердого тела, совершающего свободные колебания. Основные характеристики колеблющегося тела, как период и частота колебаний, коэффициент затухания, зависят от параметров, массы и других физико механических свойств тела.

Изделие, не имеющее дефектов, рассматривается как система с определенными колебательными параметрами. При наличии дефекта, изменяющего однородность материала изделия, будут изменяться и параметры колебательной системы, т. е. частота и коэффициент затухания свободных колебаний будут изменяться- Метод свободных колебаний используется для контроля клееных соединений, а также при испытании бетона.

[В начало](#)

Акустические методы определения прочности бетона и арматуры в бетонных и железобетонных конструкциях

Способы прозвучивания.

Импедансный метод наиболее широко используется для контроля качества клееных разнородных материалов, отличающихся друг от друга своими физико-механическими свойствами. С помощью этого способа контроля удастся выявить дефекты в зонах склеивания материалов и установить качество их склеивания.

Импедансный метод контроля (разработанный Ю. А. Ланге и А. В. Римским-Корсаковым) основан на зависимости механического импеданса склеенного изделия от качества склейки составляющих его частей. В этом случае используется датчик, состоящий из двух пьезоэлементов, соединенных звукопроводящим стержнем. Датчик прижимается к изделию и возбуждает изгибные колебания. По величине реакции изделия на этот датчик судят о значении механического импеданса.

[В начало](#)

Акустические методы определения прочности бетона и арматуры в бетонных и железобетонных конструкциях



[В начало](#)

Акустические методы определения прочности бетона и арматуры в бетонных и железобетонных конструкциях

Определение скорости звука. Чем более рыхлую структуру имеет бетон, тем больше воздушных прослоек встретит на своем пути ультразвуковая волна, тем сильнее уменьшится её скорость. Сравнивая скорость прохождения волны сквозь бетон обследуемого объекта со скоростями прохождения её через эталонные бетонные образцы разной прочности (разной степени рыхлости), определяем прочность бетона объекта. Иными словами, для определения прочности бетона объекта достаточно воспользоваться уже существующей эмпирической зависимостью

$$R = f(v).$$

[В начало](#)

Акустические методы определения прочности бетона и арматуры в бетонных и железобетонных конструкциях

Молоток

Для приближённой оценки прочности бетона можно применить обычный молоток. При ударе по бетону непрочному звук получается «глухим», создаётся впечатление, что молоток как бы погружается в бетон. Чем прочнее бетон, тем звук становится всё более «звонким», а молоток «отскакивает» от бетона всё сильнее. Это – симбиоз методов измерения пластических деформаций, упругого отскока и акустического (шутка). С накоплением опыта такое испытание позволяет получить вполне достоверные результаты.

[В начало](#)

Акустические методы определения прочности бетона и арматуры в бетонных и железобетонных конструкциях

Неразрушающие методы оценки механических характеристик **арматуры** ещё только разрабатываются. Поэтому механические характеристики оцениваются по виду профиля арматуры, устанавливаемого при её вскрытии, или испытанием образцов арматуры, вырезанных из слабо загруженных участков конструкций.

[В начало](#)