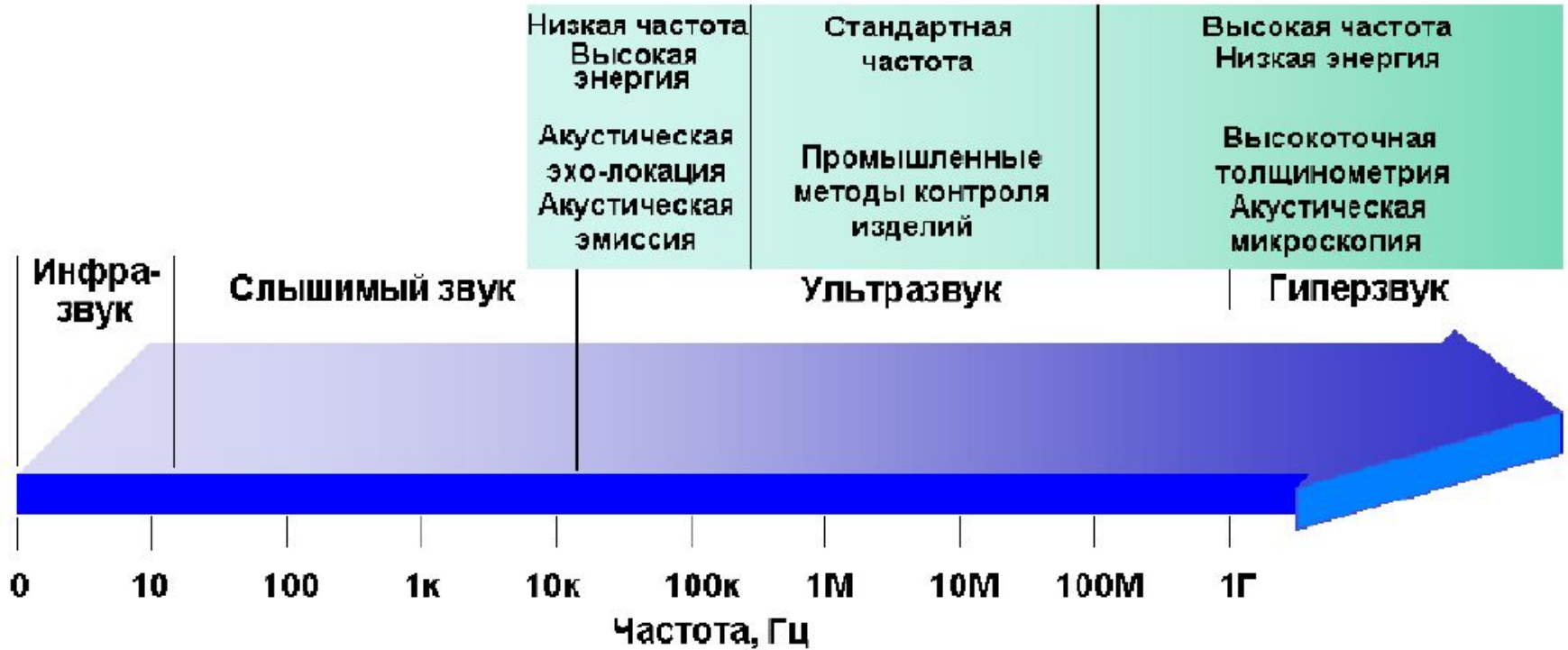


УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ

Теория и практика

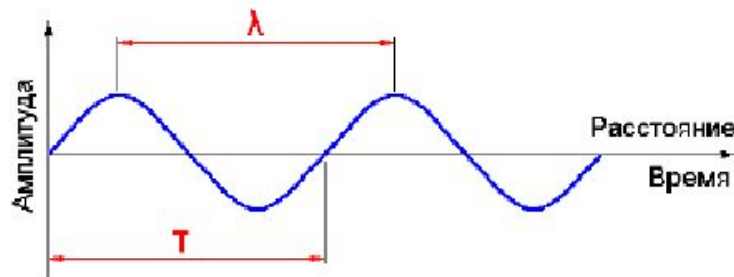
ЧТО ТАКОЕ УЛЬТРАЗВУК

Звук, сгенерированный выше области слышимости человека (примерно 20 кГц), называется **ультразвуком**. Тем не менее, диапазон частот для ультразвуковой дефектоскопии и толщинометрии составляет от 200 кГц до 100 МГц. При увеличении частоты длина волны ультразвуковых колебаний уменьшается. Поэтому ультразвуковые волны могут отражаться от более маленьких поверхностей, таких как дефекты в материалах. Это позволяет использовать ультразвук для поиска дефектов с очень малыми размерами.



ЧАСТОТА, ПЕРИОД И ДЛИНА ВОЛНЫ

Ультразвуковые колебания распространяются в виде волн, но в отличие от световых волн, которые могут распространяться в вакууме, ультразвук требует наличия упругой среды, например, жидкости или твердых веществ. На рисунке показаны основные параметры незатухающей звуковой волны: **длина волны** (λ) и **период** (T) полного колебания. Количество полных колебаний в единицу времени называется **частота** (f) и измеряется в Герцах (Гц); если имеем одно полное колебание в секунду, частота равна 1 Гц; 1000 колебаний в секунду - 1 килогерц (1кГц); один миллион колебаний в секунду - 1 мегагерц (1МГц). Время завершения полного колебания называется **период** (T) и измеряется в секундах. Отношение между частотой и периодом в непрерывной волне приведено в уравнении



$$f = \frac{1}{T}$$

СКОРОСТЬ УЛЬТРАЗВУКА И ДЛИНА ВОЛНЫ

Скорость ультразвука (C) для абсолютно упругого материала при данной температуре и внутренних напряжениях является его **константой**. Отношение между скоростью звука, частотой, длиной волны и периодом колебаний приведено ниже.

$$\lambda = c T$$

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

КЛАССИФИКАЦИЯ АКУСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Акустические методы, основанные на:

Излучении и приеме (активные)

Приеме (пассивные)

Бегущих волн

Колебаний

Прохождения

Комбинированные

Отражения

Свободных

Вынужденных

Амплитудно-теневой

Временной теневой

Зеркально-теневой

Эхо-теневой

Эхо-сквозной

Эхо-зеркальный

Эхо-метод

Дельта-метод

Дифракционно-временной

Импедансный

Локальный

Интегральный

Локальный (резонансный)

Интегральный (резонансный)

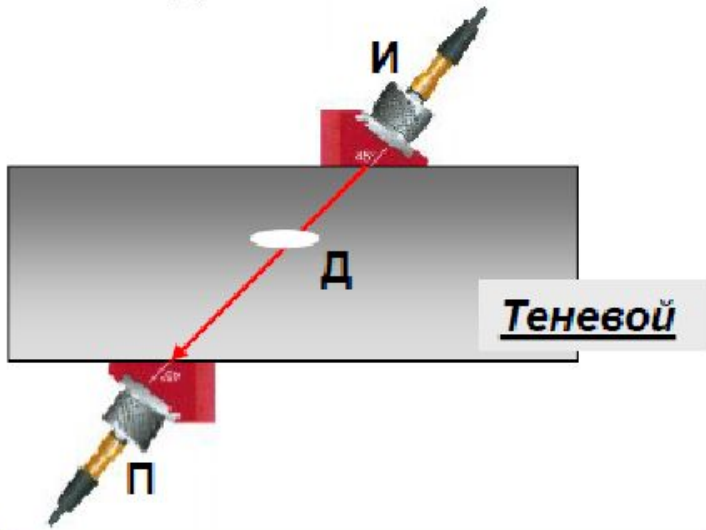
Акустико-эмиссионный

Шумодиагностический

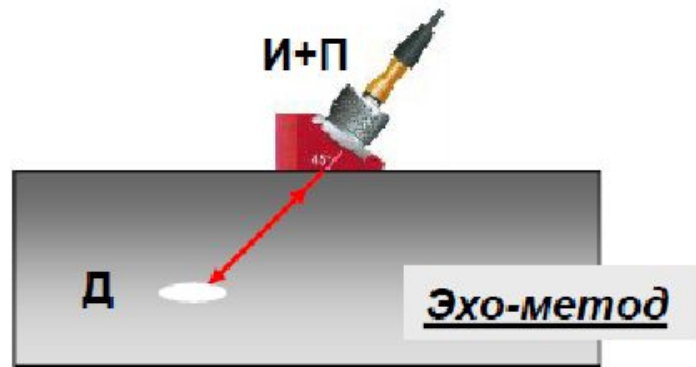
Вибрационно-диагностический

МЕТОДЫ И СХЕМЫ КОНТРОЛЯ

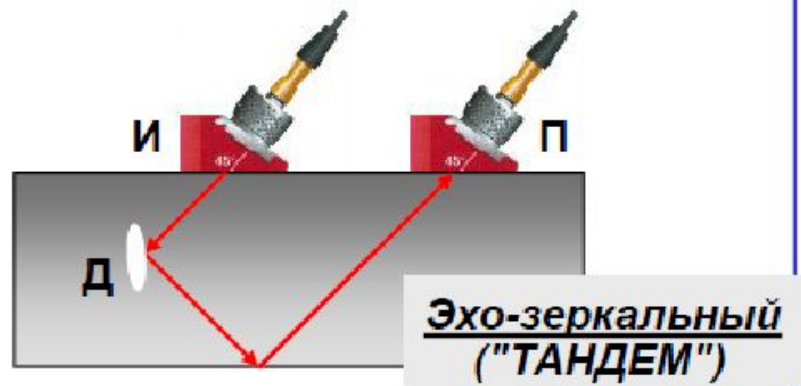
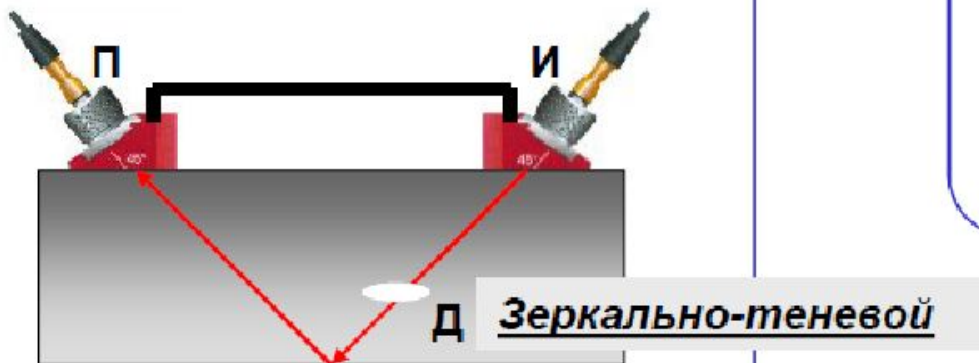
ПРОХОЖДЕНИЯ



ОТРАЖЕНИЯ



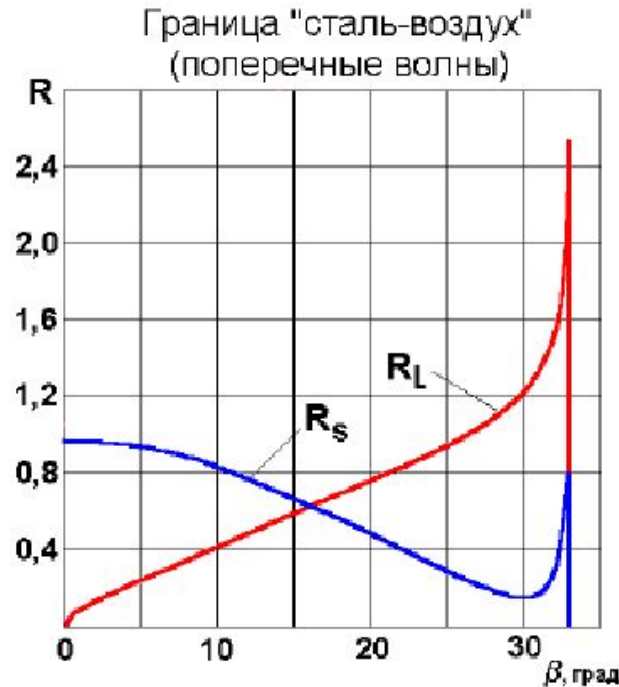
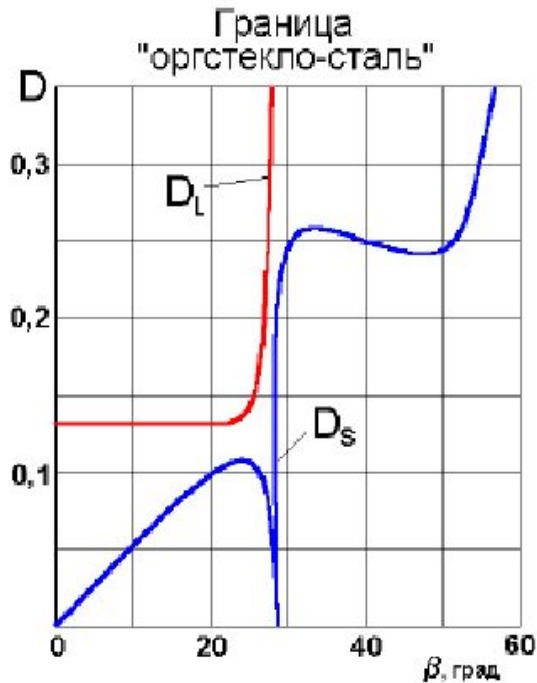
КОМБИНИРОВАННЫЕ



ПРОХОЖДЕНИЕ ВОЛН НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА СРЕД

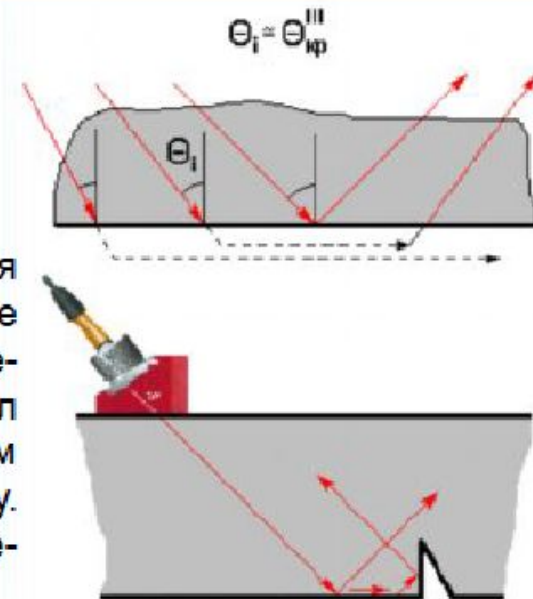
(продолжение)

При наклонном падении ультразвуковой волны на границу раздела величина коэффициентов прозрачности и отражения определяется другими зависимостями, чем при нормальном (учитывается угол падения). Ниже показаны графики коэффициентов прозрачности (D) и отражения (R) для различных границ раздела.



$$R = \frac{[Z_L \cos^2 2\theta_{rL} + Z_S \sin^2 2\theta_{rS} - Z]^2}{[Z_L \cos^2 2\theta_{rL} + Z_S \sin^2 2\theta_{rS} + Z]^2}$$
$$D_L = \frac{4Z_L Z \cos^2 2\theta_{rL}}{[Z_L \cos^2 2\theta_{rL} + Z_S \sin^2 2\theta_{rS} + Z]^2}$$
$$D_S = \frac{4Z_S Z \sin^2 2\theta_{rL}}{[Z_L \cos^2 2\theta_{rL} + Z_S \sin^2 2\theta_{rS} + Z]^2}$$

При падении поперечной волны на границу раздела при угле падения вблизи третьего критического угла имеет место незеркальное отражение – происходит **смещение** отраженных лучей вдоль поверхности из-за переноса энергии головной волной. Это явление тем заметнее, чем угол падения ближе к третьему критическому углу. Величина смещения тем больше, чем больше произведение радиуса пьезоэлемента на частоту. Она может достигать до 5...8 мм, а это приводит к ошибочному определению координат расположения выявленного дефекта.





Толщиномеры



Коррозионные толщиномеры





Промышленные сканеры

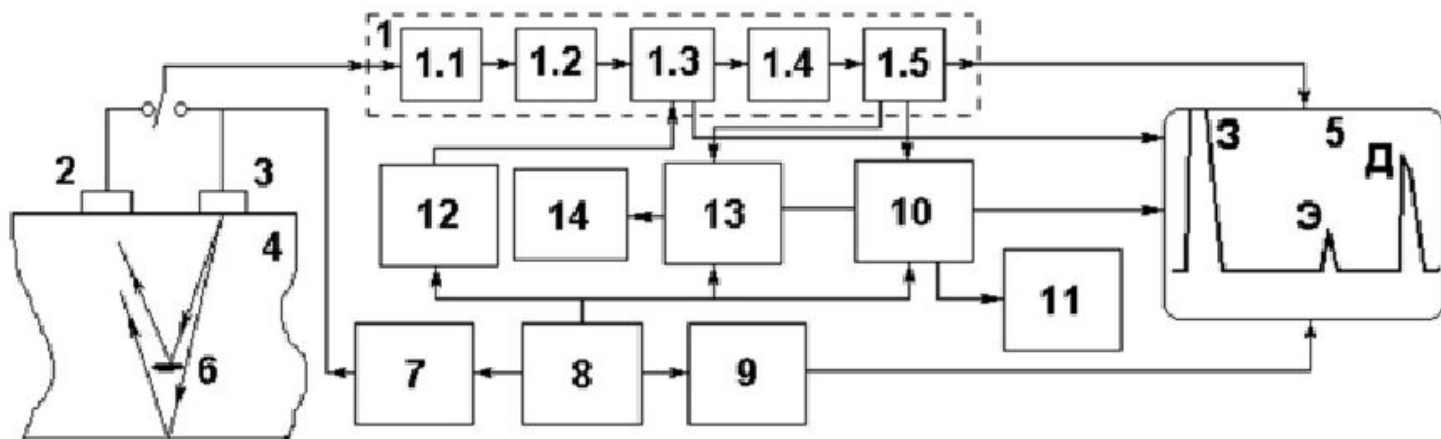
АУЗК

МУЗК

РУЗК



СТРУКТУРНАЯ СХЕМА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДЕФЕКТОСКОПА



1 – усилитель [1.1- предусилитель; 1.2 – аттенуатор (калиброванный ослабитель сигнала); 1.3 - усилитель высокой частоты (основной); 1.4 – детектор (выпрямитель сигнала и фильтр высокой частоты); 1.5 – видеоусилитель (усилитель выпрямленного сигнала)]

2 – приемник сигнала

3 – излучатель

Совмещенный или раздельно-совмещенный преобразователь

4 – объект контроля

5 – экран дефектоскопа

6 – дефект

7 – генератор электрических импульсов

8 – синхронизатор

9 – генератор развертки

10 – автоматический сигнализатор дефектов (АСД)

11 – внешний световой или звуковой сигнализатор

12 – блок временной регулировки чувствительности

13 – глубиномер

14 – блок цифровой обработки (БЦО)

Обозначения на экране:

З – зондирующий импульс; **Э** – эхо-сигнал от дефекта; **Д** – донный сигнал.

