Ультразвуковой контроль (УЗК). Методы и оборудование УЗД

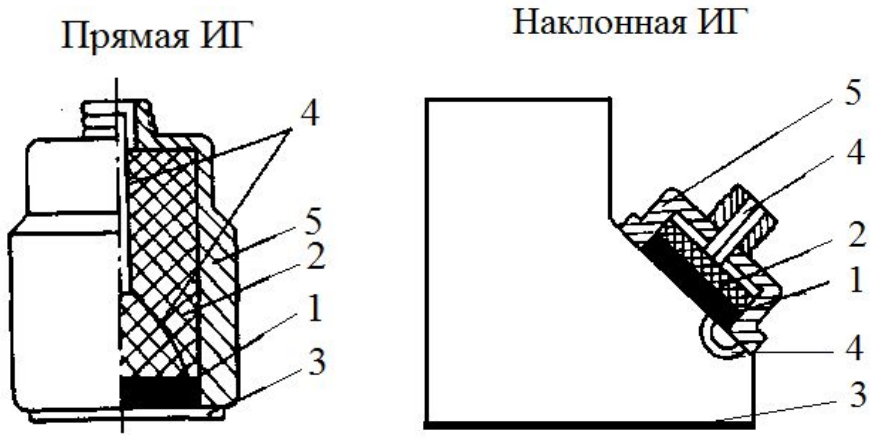
Пьезоэлектрические преобразователи (ПЭП)

ПЭП – узел ультразвукового дефектоскопа, преобразующий электрическую энергию в механические колебания и обратно.

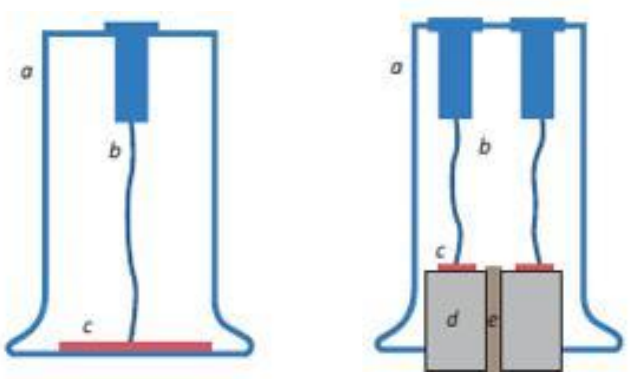
По углу ввода колебаний:

По способу размещения функций излучения и приема:

- совмещенные ПЭП;
- раздельно-совмещенные ПЭП.



1 — пьезопластина; 2 — демпфирующий материал; 3 — протектор; 4 — токоподводящие проводники; 5 — корпус



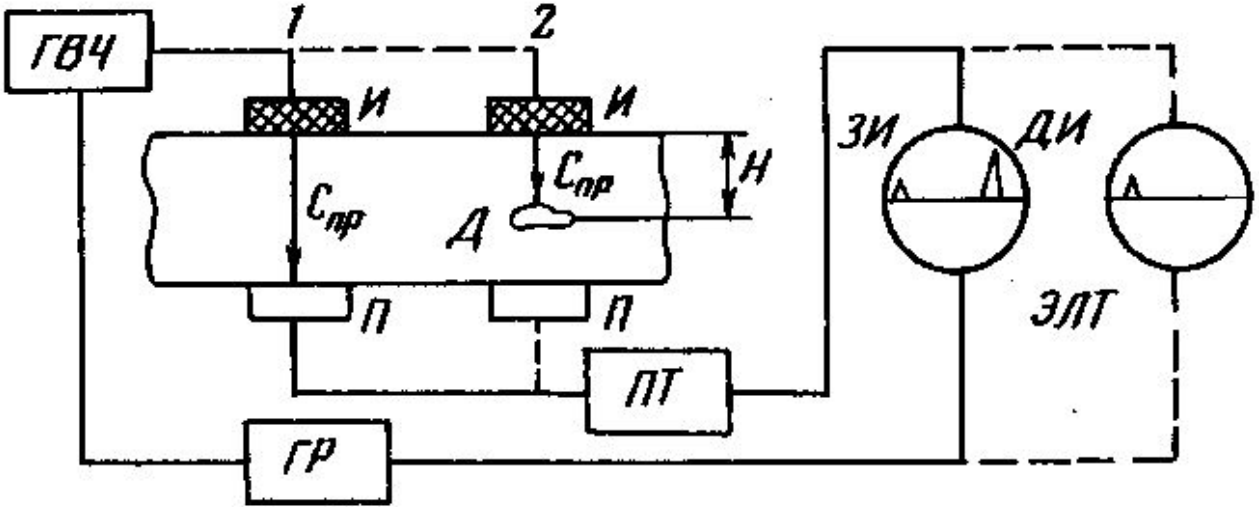
a – корпус ПЭП; b – проводник; c – пьезоэлемент; d – линия задержки; e – акустический экран

Пьезопластина: $d = \lambda / 2$ Материал: титанат бария ($BaTiO_3$); титанат свинца и др.

Протектор: толщина – 0,1…0,5 мм; материал: кварц, сталь и др.

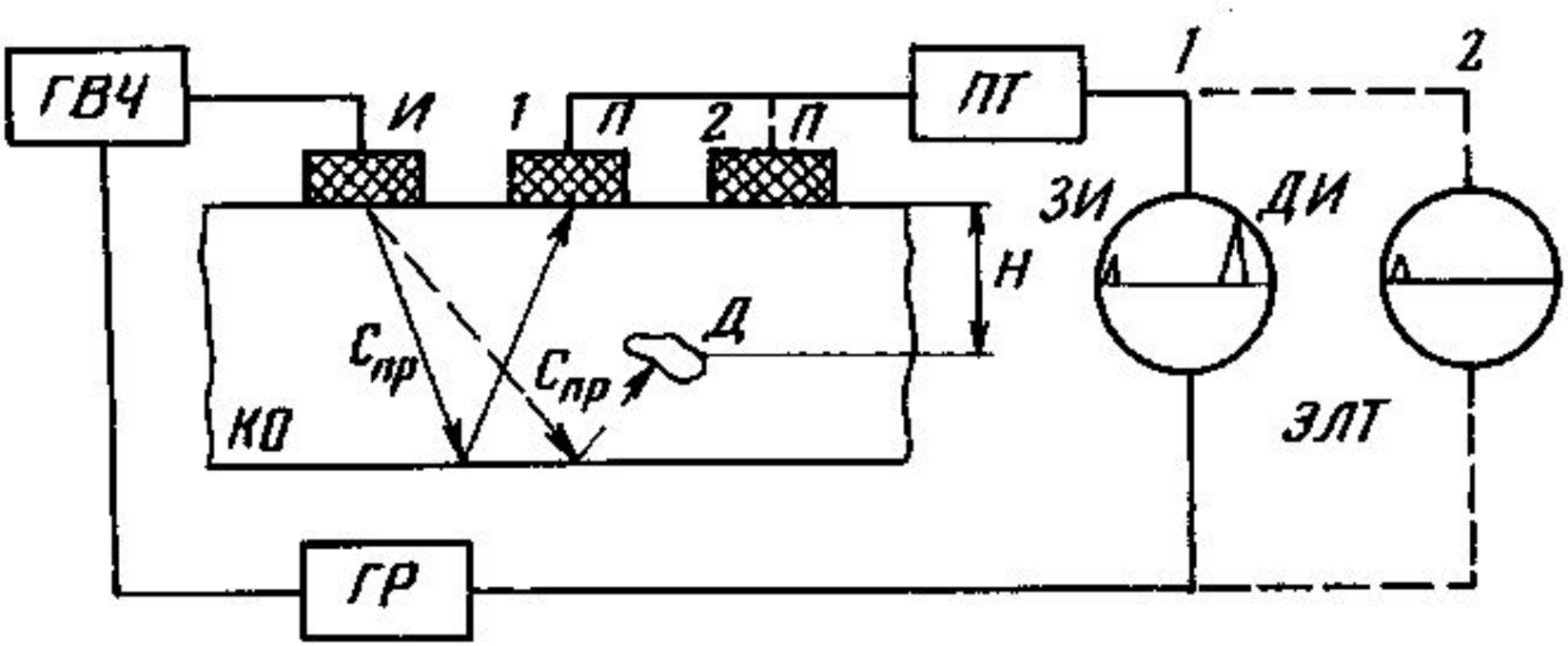
Призма – для создания необходимого типа волны и требуемого угла ввода колебаний.

Теневой метод УЗК



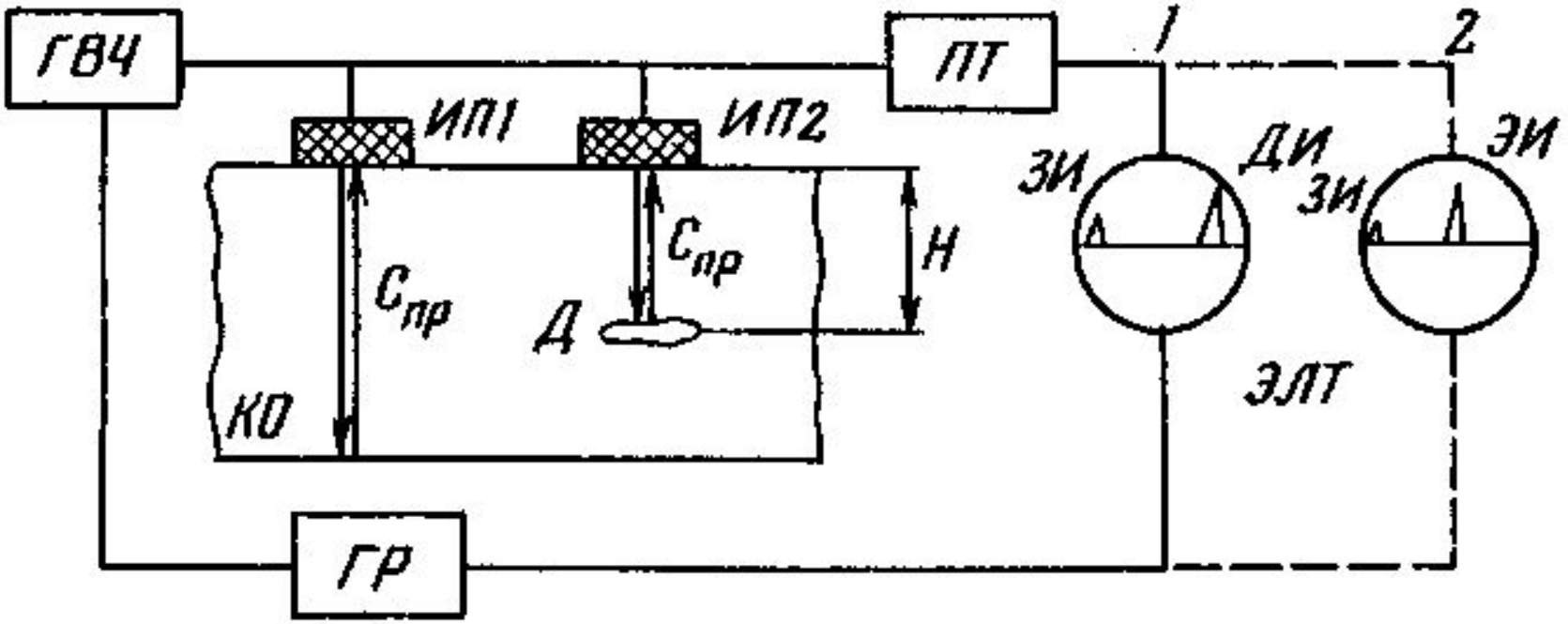
ГВЧ — генератор высокой частоты; ГР — генератор развертки;
ПТ — приемно-передающий тракт; ЭЛТ — экран прибора, дисплей;
И — излучатель; П — приемник; ЗИ — зондирующий импульс;
ДИ — донный импульс; ЭИ — эхо-импульс; Д — дефект;
КО — контролируемый объект

Зеркально-теневой метод УЗК



ГВЧ — генератор высокой частоты; ГР — генератор развертки;
ПТ — приемно-передающий тракт; ЭЛТ — экран прибора, дисплей;
И — излучатель; П — приемник; ЗИ — зондирующий импульс;
ДИ — донный импульс; ЭИ — эхо-импульс; Д — дефект;
КО — контролируемый объект

Эхо-импульсный метод УЗК



ГВЧ — генератор высокой частоты; ГР — генератор развертки;
ПТ — приемно-передающий тракт; ЭЛТ — экран прибора, дисплей;
И — излучатель; П — приемник; ЗИ — зондирующий импульс;
ДИ — донный импульс; ЭИ — эхо-импульс; Д — дефект;
КО — контролируемый объект

Мертвая зона при УЗК

Мертвая зона – подповерхностная область изделия со стороны установки ПЭП, в которой дефекты заданного размера не могут быть выявлены испытательной системой.

Факторы, влияющие на размер мертвой зоны (М) при УЗК:

- ✔ длительность генерации электрического импульса, поступающего на пьезоэлемент τ_u ;
- ✔ свойства контролируемого материала (скорость распространения звука в КО *c*);
- ✔ угол ввода колебаний в изделие (для наклонных ПЭП).

Для прямого ПЭП: $M = \frac{c_u \tau}{2}$

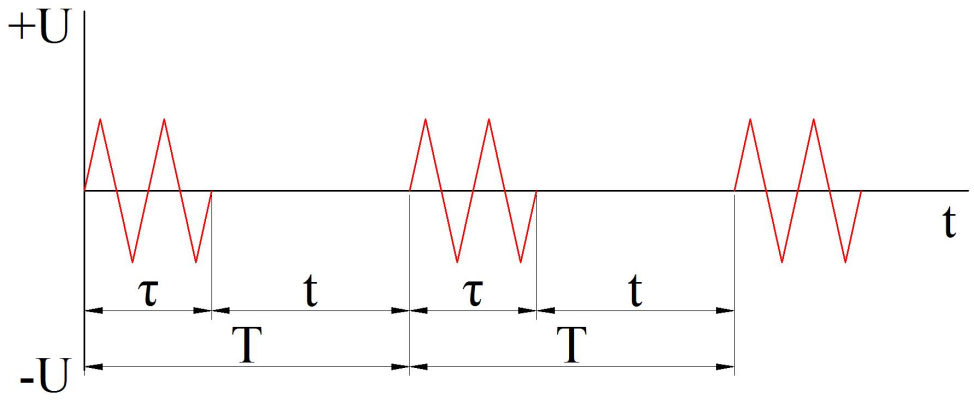


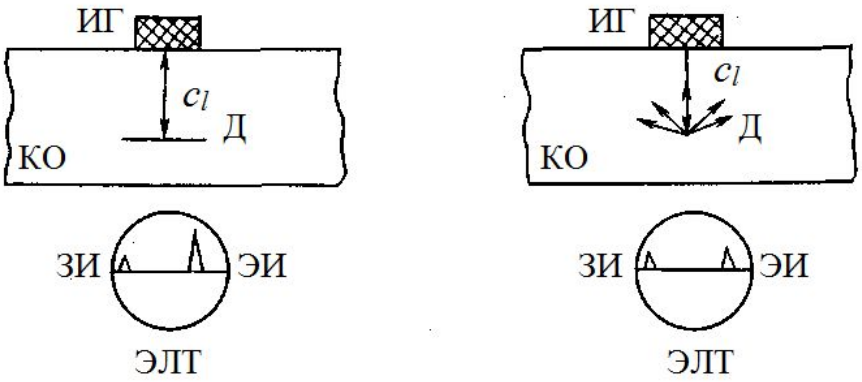
Схема импульсов УЗ колебаний, возбуждаемых в материале КО

Измеряемые характеристики дефектов при УЗК. Определение условных размеров дефекта

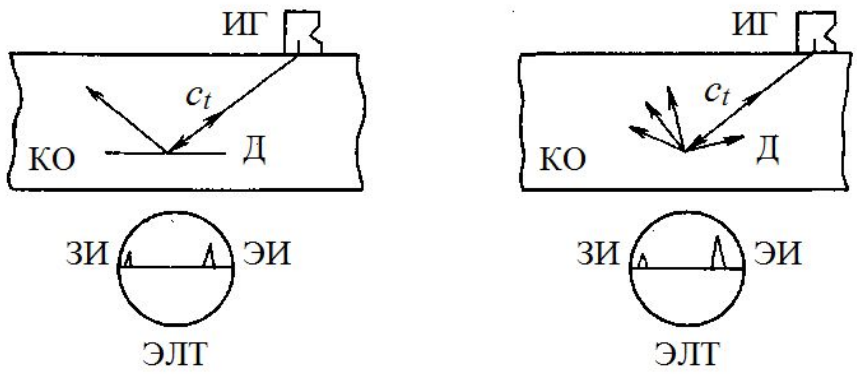
Условный размер дефекта ΔL – максимальное расстояние между границами дефекта в данном направлении.

Признак обнаружения дефекта – наличие на экране дефектоскопа эхо-сигнала от дефекта в КО, амплитуда которого превышает заданный уровень.

Отражение продольной УЗВ от дефекта



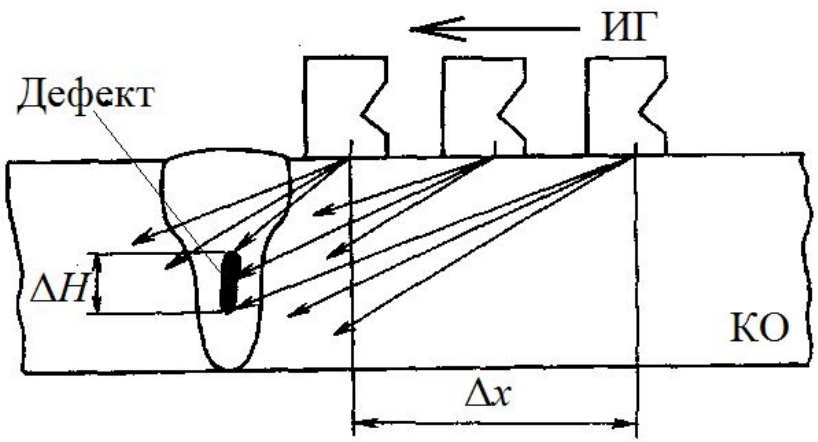
Отражение поперечной УЗВ от дефекта



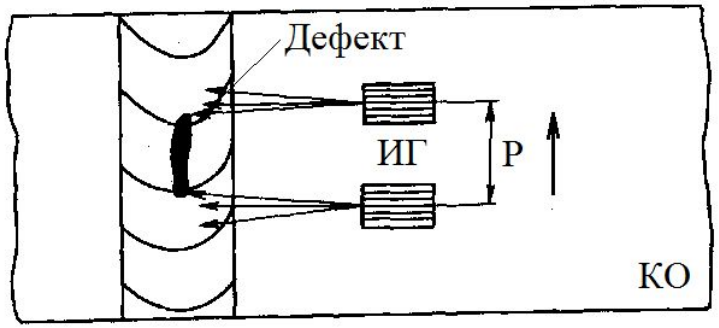
ИГ — искательная головка; КО — контролируемый объект;
Д — дефект; ЗИ — зондирующий импульс; ЭИ — эхо-импульс;
ЭЛТ — экран прибора, дисплей

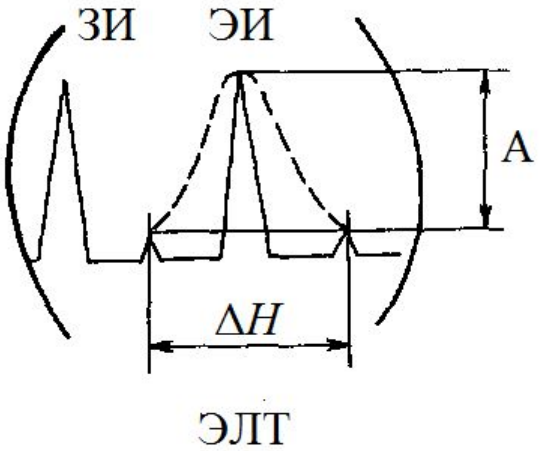
Измеряемые характеристики дефектов при УЗК. Определение условных размеров дефекта (продолжение)

Определение ширины дефекта



Определение длины дефекта





Δ*x* — ширина дефекта; Р — длина;
Δ*H* — высота дефекта;
ИГ — искательная головка;
КО — контролируемый объект;
Д — дефект; ЭЛТ — экран прибора;
ЗИ — зондирующий импульс;
ЭИ — эхо-импульс

Основа методов УЗК. Преимущества и недостатки.

Методы УЗК основаны на распространении упругих ультразвуковых колебаний в материале КО. Частота колебаний 0,5…25 МГц.

Достоинства методов УЗК:

- ✔ Высокая чувствительность к выявлению трещиноподобных дефектов (трещины, расслоения и т.п.).
- ✔ Широкий диапазон толщин КО.
- ✔ Широкий спектр контролируемых материалов (металлы и сплавы, бетоны, пластики).
- ✔ Возможность контроля в труднодоступных местах (малогабаритная аппаратура).
- ✔ Возможность получения и уточнения результатов контроля на месте.
- ✔ Безопасность для окружающей среды и оператора-дефектоскописта.

Недостатки методов УЗК:

- ✔ Субъективность результатов контроля.
- ✔ Высокие требования к подготовке оператора-дефектоскописта.
- ✔ Высокие требования к качеству подготовки поверхности КО.