

Основные параметры эхо- метода

Параметры контроля обеспечивающие достоверность его результатов, называются основными.

Достоверность результатов контроля означает, что:

- контроль одного и того же объекта, выполненный при тех же основных параметрах другим дефектоскопистом или в другом месте, даст результаты, совпадающие в пределах допустимой погрешности;
- в координатах участков изделия, где по результатам контроля показаны несплошности, действительно находятся несплошности (то есть индикации, наблюдаемые на экране дефектоскопа, классифицированы правильно).

Неправильный выбор значений параметров контроля ведет к ошибочным результатам контроля и пропуску браковочного изделия к эксплуатации. По своей физической природе различают параметры метода и аппаратуры, взаимосвязь между которыми отражена в табл..

Параметры аппаратуры – зависят от характеристик дефектоскопа, преобразователя, сканирующего устройства. Параметры метода – зависят от свойств объекта контроля.

Параметры метода	Параметры аппаратуры
Длина волны λ , мм	Частота f , МГц
<p>Чувствительность:</p> <ul style="list-style-type: none"> - предельная $S_{п}$, мм² - эквивалентная $S_{э}$, мм - реальная, мм 	<p>Чувствительность:</p> <p>условная K_y, мм (по СО-1), дБ (по СО-2)</p>
Угол ввода луча α , °	Угол призмы β , °
Точность измерения координат, мм	Погрешность глубиномера, %, положение точки выхода ПЭП.
Мертвая зона, мм	<p>Длительность:</p> <p>зондирующего импульса $\tau_{и}$, мкс</p> <p>реверберационных шумов из призмы $\tau_{р}$, мкс</p>

Разрешающая способность по дальности (лучевая) Δ, мм	Длительность зондирующего импульса, мкс
Фронтальная разрешающая способность, мм	Характеристики ПЭП: геометрические размеры пьезоэлемента, частота, угол призмы.
Параметры акустического поля	Характеристики ПЭП: геометрические размеры пьезоэлемента, частота, угол призмы.
Стабильность чувствительности по поверхности изделия	Параметры сканирования: шаг, мм скорость, мм/с частота следования зондирующих импульсов
Минимальный условный размер фиксируемой несплошности	Характеристики ПЭП. Параметры сканирования
Стабильность акустического контакта	Величина зазора между контактной поверхностью ПЭП и объектом контроля, наличие контактной жидкости в зазоре.

К параметрам метода относится длина волны. Для того, чтобы получить необходимую длину волны надо выбрать определенную частоту – параметр относящийся к аппаратуре.

Длина волны зависит от частоты и скорости волны в объекте контроля, чем меньше длина волны, тем меньший по размеру дефект поддается выявлению. В силу разности скоростей продольных и поперечных волн отличаются и их длины, длина продольной волны (2,36 мм) превосходит длину поперечной (1,3мм).

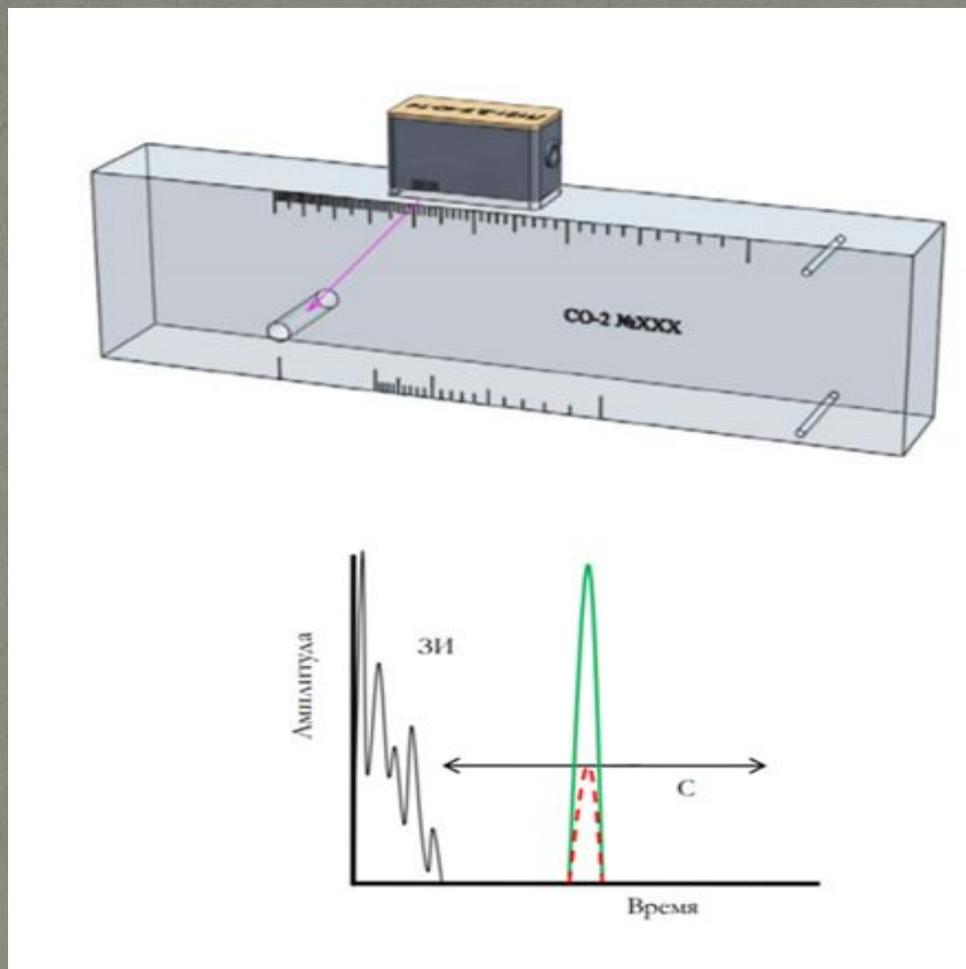
Чувствительность

Чувствительностью называется параметр контроля, определяющий возможность выявления отражателей минимального заданного размера.

По способу задания различают следующие виды чувствительности:

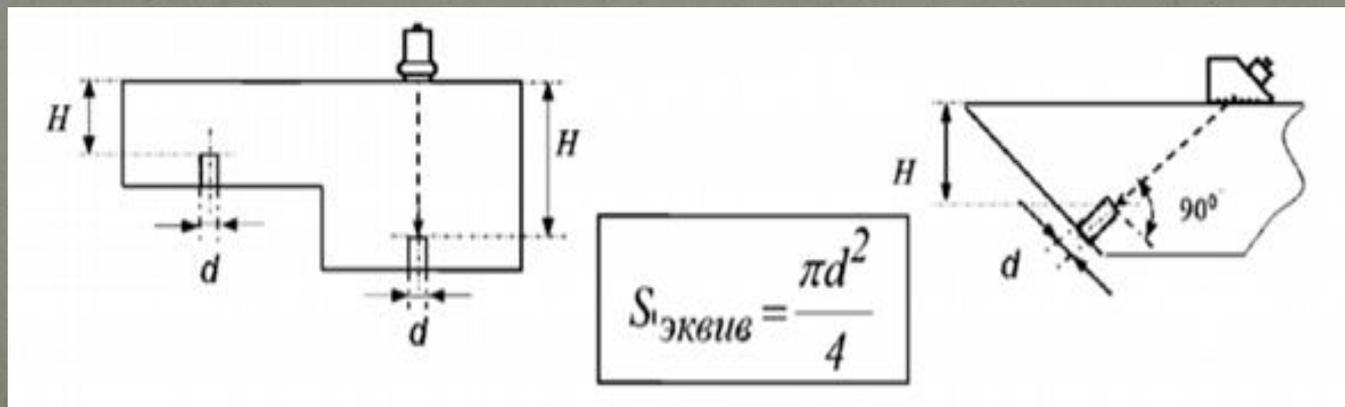
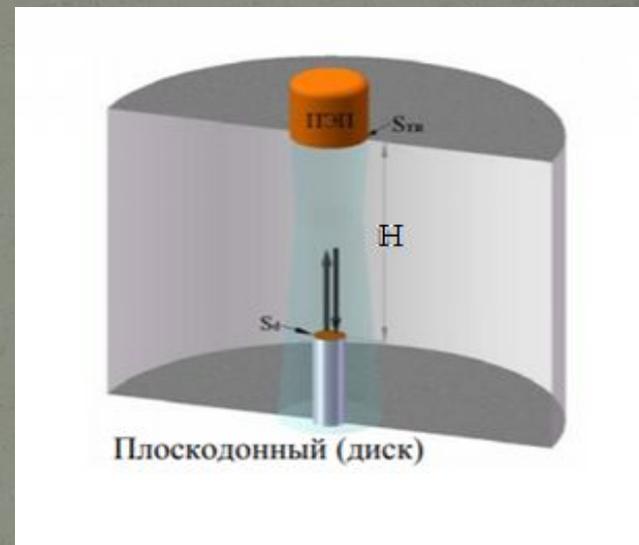
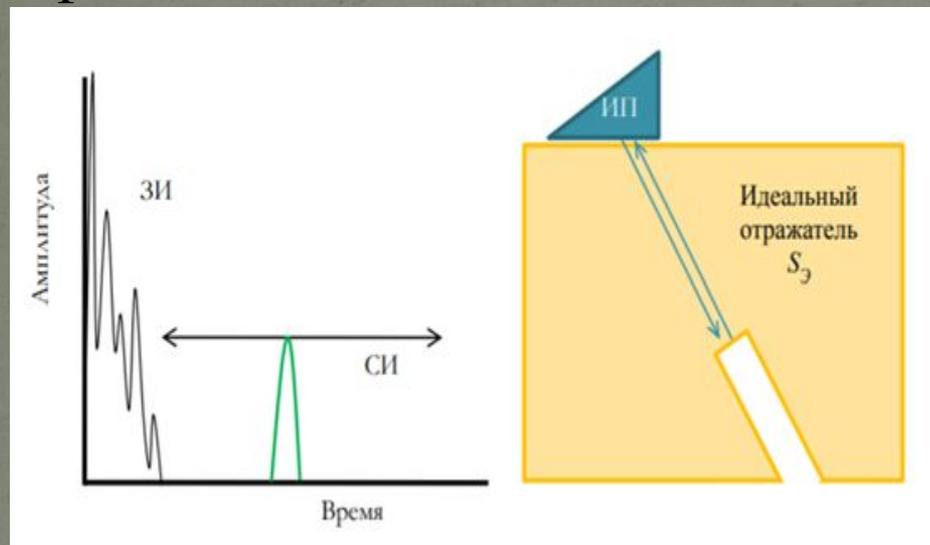
Условной называется чувствительность, характеризуемая размерами и глубиной залегания выявляемых искусственных отражателей, выполненных в образце из материала с определенными акустическими свойствами

Условная чувствительность определяется по стандартному образцу СО-1 (мм), СО-2, СО-3Р (дБ) по амплитуде эхо-импульса от эталонного отражателя.



Определение условной чувствительности по СО-2

Предельная чувствительность – это минимальный размер (площадь) отражателя в виде отверстия с плоским дном, выявляемого в ОК на заданной глубине при данной настройке дефектоскопа.

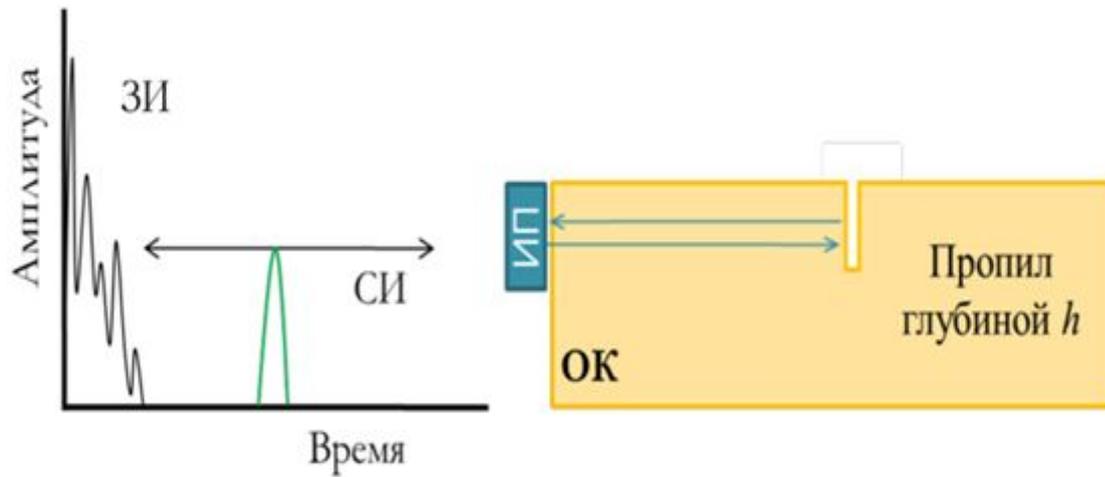


Эквивалентной называется чувствительность, характеризуемая минимальными размерами искусственного отражателя определенной формы и ориентации, который еще обнаруживается на заданной глубине в изделии при данной настройке дефектоскопа.

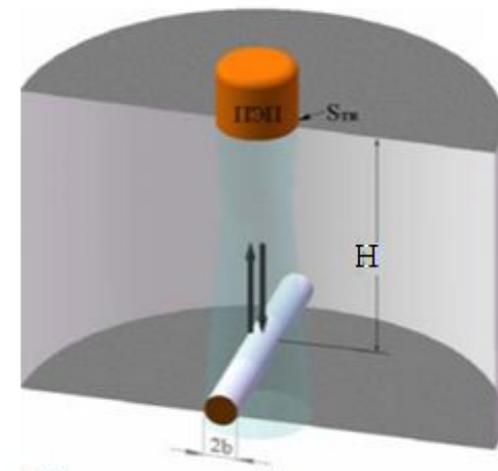
Например, если чувствительность задана размерами зарубки или цилиндрического отражателя, то ее называют эквивалентной.

В качестве искусственного отражателя могут использоваться различные модели дефектов: пропил, засверловка, сегмент, зарубка и т.д.

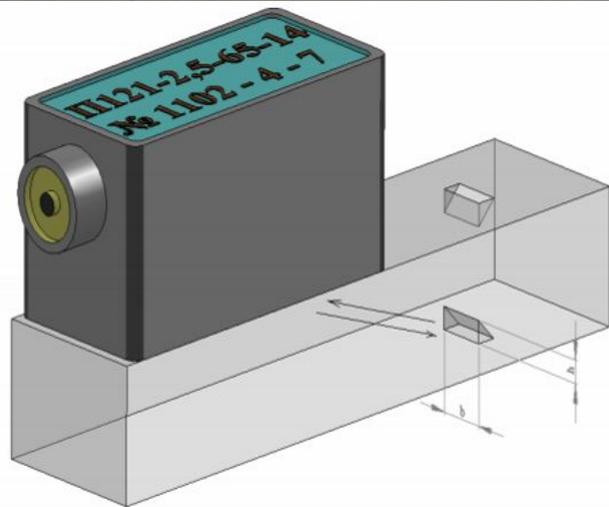
Если в качестве искусственного отражателя используют торец отверстия с плоским дном, то получают частный случай эквивалентной чувствительности - предельную чувствительность.



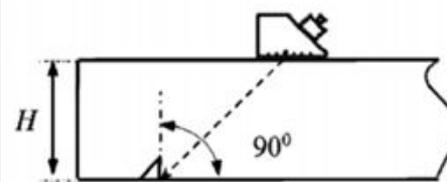
Определение эквивалентной чувствительности



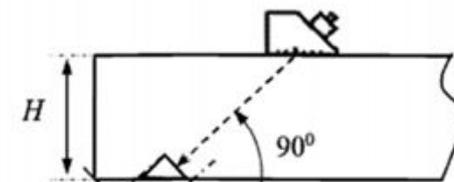
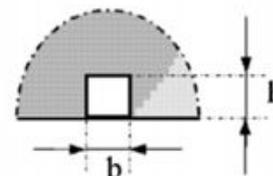
Цилиндрический отражатель
(боковое сверление)
 $\varnothing=2b$



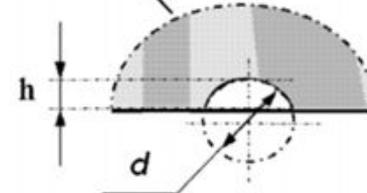
Угловой отражатель (зарубка). Схема прозвучивания.



а)



б).



Отражатели в виде зарубки (а) и сегмента (б)

Когда хотят поставить вопрос о фактических размерах несплошностей, выявляемых при контроле, то говорят о реальной чувствительности.

Реальная чувствительность это минимальный размер реального дефекта определенного типа, выявляемого в ОК на заданной глубине при заданных параметрах контроля и схеме прозвучивания.

Определяется в результате статистической обработки данных контроля и металлографических исследований большой серии объектов этого вида.

Реальная чувствительность может служить основанием для оценки эффективности контроля.

Абсолютная чувствительность определяется отношением минимального акустического сигнала, который регистрируется дефектоскопом, к амплитуде акустического зондирующего импульса.

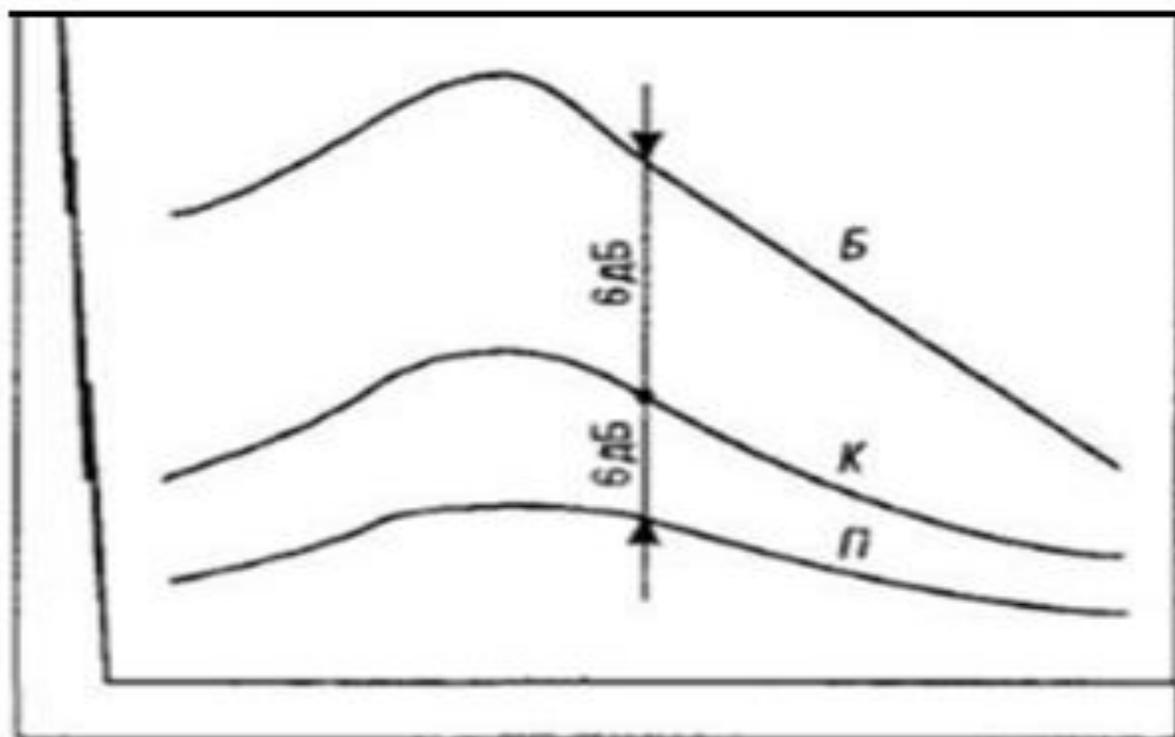
Абсолютная чувствительность выражается в децибелах.

Уровнем чувствительности называется количественная характеристика чувствительности, связанная с ее функциональным назначением.

Понятие уровней чувствительности широко используется в практической дефектоскопии. Необходимый уровень чувствительности устанавливается органами регулировки дефектоскопа и зависит от акустических свойств контролируемого изделия. Для того чтобы результаты контроля были достоверны и воспроизводимы, поиск несплошностей, регистрация и оценка их допустимости должны производиться на строго определенных уровнях чувствительности.

Уровни чувствительности

- **Браковочным** называется уровень чувствительности, при котором производится оценка допустимости несплошности по амплитуде эхо-сигнала.
- **Контрольным** называется уровень чувствительности, при котором производится регистрация несплошностей и оценка их допустимости по условным размерам и количеству. Обычно контрольный уровень ниже браковочного не менее чем на 6 дБ
- **Поисковым** называется уровень чувствительности, устанавливаемый на дефектоскопе при поиске дефектов. Обычно он ниже контрольного уровня не менее чем на 6 дБ.



Изображение линий уровней чувствительности на экране дефектоскопа (система ВРЧ выключена): Б - браковочный уровень; К - контрольный уровень; П - поисковый уровень

Опорным называется уровень чувствительности, при котором эхо- сигнал от искусственного или естественного отражателя в образце из материала с определенными акустическими свойствами или в контролируемом изделии имеет заданную высоту на экране дефектоскопа. Отражатель, который используется при установке опорного уровня, также называется опорным.

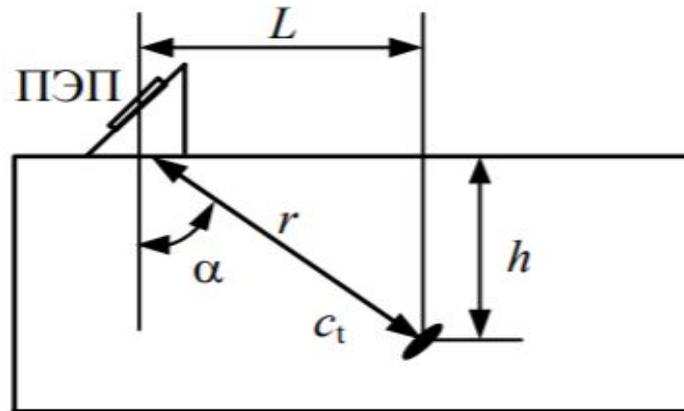
Например, при настройке чувствительности часто используют эхо-сигнал от цилиндрического отверстия $\varnothing 6$ мм в стандартном образце СО-2. Уровень чувствительности, установленный при этом, называют опорным, а отверстие - опорным отражателем.

Погрешность глубиномера

Погрешность глубиномера дефектоскопа состоит из неточности определения временных интервалов между импульсами, скорости волны, угла ввода, времени задержки в ПЭП.

Погрешность определения координат дефектов связана с погрешностью глубиномера, неточностью установки ПЭП в положение максимальной амплитуды эхосигнала.

Определение координат дефектов выполняется с использованием геометрических зависимостей.



При обнаружении дефекта прямым преобразователем

$$h = \frac{c_t \cdot t}{2},$$

При обнаружении дефекта наклонным преобразователем

$$L = \frac{(c_t \cdot t \cdot \sin \alpha)}{2}, \quad h = \frac{(c_t \cdot t \cdot \cos \alpha)}{2},$$

В приведенных выше выражениях время t – это время с момента излучения зондирующего импульса до момента прихода эхо-сигнала на пьезопластину ПЭП.

При вычислении координат дефекта могут возникнуть некоторые погрешности связанные в первую очередь с определением скорости волны в изделии, угла ввода (α) и времени задержки в призме, поскольку значения этих параметров определяются оператором при настройке дефектоскопа. Расчет координат дефекта так же может быть не достоверным, если использовать ошибочное определение точки выхода луча или за максимальный эхосигнал принять сигнал, полученный от дефекта боковым лучом.

Точное выражение для расчета глубины залегания дефекта при наклонном вводе ультразвуковых колебаний предусматривает вычитание из измеренного значения времени t величины задержки в призме $2t_p$:

Для нахождения глубины залегания и расстояния до дефекта по поверхности ввода необходимо воспользоваться значением угла ввода (α):

$$Y = R \cdot \cos(\alpha) = \frac{C \cdot (T_{\text{эхо}} - 2 \cdot T_{\text{пэп}})}{2} \cdot \cos(\alpha)$$

$$X = R \cdot \sin(\alpha) = \frac{C \cdot (T_{\text{эхо}} - 2 \cdot T_{\text{пэп}})}{2} \cdot \sin(\alpha)$$

