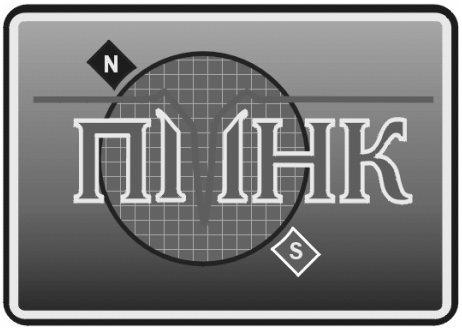
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
“ХАРЬКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ”



Г. М. Сучков, С.Г. Львов

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОП УД2-12

Учебное пособие

Харьков 2007

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
“ХАРЬКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ”

Г. М. Сучков, С.Г. Львов

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОП УД2-12

Учебное пособие

Утверждено
редакционно-издательским
советом университета,
протокол № 3 от 08.12. 06 г.

Харьков НТУ “ХПИ” 2007

ББК 22.32
С - 91
УДК 620.179.16

Рецензенты: В. А.Стороженко, д-р. техн. наук, профессор ХНУ РЭ
Е. А. Игуменцев, д-р. техн. наук, директор ООО «ДИГАЗ»

Навчальний посібник містить основи та практичні положення з дослідження ультразвукових дефектоскопів, які можуть використовуватись для виявлення дефектів структури виробів і матеріалів, товщинометрії та визначення фізико-механічних характеристик матеріалів.

Призначено для студентів спеціальностей “Прилади і системи неруйнівного контролю” та “Наукові, аналітичні та екологічні прилади і системи” денної та заочної форм навчання.

Сучков Г. М., Львов С.Г.

Ультразвуковой дефектоскоп УД2-12: Учеб. пособие/ Сучков Г. М., Львов С.Г.– Харьков: НТУ «ХПИ», 2006 г. - 136 с. – на рус. яз.

Учебное пособие содержит основы и практические положения по исследованию характеристик ультразвуковых дефектоскопов, которые могут использоваться для обнаружения дефектов структуры изделий и материалов, толщинометрии и измерения физико-механических свойств материалов.

Предназначено для студентов специальностей “Приборы и системы неразрушающего контроля” и “Научные, аналитические и экологические приборы и системы” дневной и заочной форм обучения.

Ил. 89. Табл. 42. Библиогр. 6 назв.

ББК 22.32

© Г. М. Сучков, С.Г. Львов, 2006 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Список используемых сокращений 4
Вступление 5
1. Краткая характеристика ультразвукового дефектоскопа УД2-12 6
2. Функциональные блоки и индикаторы (общие сведения) 7
3. Питание прибора. Включение и отключение 11
4. Синхронизация 13
5. Генератор и усилитель УЗК 17
6. ПЭП: типы, способы подключения, схемы прозвучивания 20
7. Временная регулировка чувствительности (ВРЧ) 26
8. Отсечка помех малого уровня 31
9. Основная развертка 35
10. Автоматический анализатор дефектов (АСД) 44
11. Блок цифровой обработки (БЦО) 50
12. Вторая развертка: органы управления, особенности, использование 68
13. Глубиномер: органы управления, настройка, измерение скорости УЗК 71
14. Настройка ВРЧ (эхо-метод) 90
15. Настройка чувствительности (эхо-метод) 97
16. Настройка чувствительности и параметров строба АСД (ЗТМ и теневой метод) 106
17. Настройка временных параметров развертки и строба АСД (эхо-метод) 115
18. Определение характеристик дефектов: координаты, условный коэффициент выявляемости, условные размеры (эхо-метод) 120
19. Определение характеристик дефектов: условный коэффициент выявляемости, условные размеры (ЗТМ и теневой метод) 130

Список сокращений и обозначений

А5-А10 – обозначения функциональных блоков дефектоскопа УД2-12; обозначение местоположения органов управления на верхней панели дефектоскопа УД2-12;
АСД – автоматический сигнализатор дефекта;
БЦО – блок цифрового отсчета;
БР – блок развертки;
ВРЧ – временная регулировка чувствительности;
ГИВ – генератор импульсов возбуждения;
ЗИ – зондирующий импульс;
ЗП – зарядная панель дефектоскопа;
ЗТМ – зеркально-теневой метод;
ИО – измеритель отношений;
ПП – передняя панель дефектоскопа;
ПЭП – пьезоэлектрический(ие) преобразователь(и);
РС – раздельно совмещенный (ПЭП);
у.з. – ультразвуковой(ая);
УЗК – ультразвуковые колебания;
УП – устройство приемное;
ЭЛТ – электронно-лучевая трубка.

ВСТУПЛЕНИЕ

К настоящему времени дефектоскоп УД2-12, получил широкое распространение среди организаций, осуществляющих ультразвуковой контроль. Однако в связи с лаконичностью изложения прилагаемого к дефектоскопу "Руководства по эксплуатации", операторы испытывают определенные сложности и не всегда эффективно используют большие возможности прибора. Это прежде всего:

- измерение с помощью БЦО временных и амплитудных параметров сигналов;
- измерение с использованием второй развертки;
- использование ВРЧ;
- настройка чувствительности при наличии многопорогового АСД;
- настройка глубиномера и строба АСД;
- настройка отсечки.

Предлагаемое учебное пособие оформлено в виде сборника вопросов и ответов, в котором нашли широкое отображение эти и многие другие вопросы, необходимые для обучения современных специалистов в области неразрушающего контроля.

Пособие позволяет реализовать у.з. контроль с использованием дефектоскопа УД2-12 в различных отраслях, ибо имеющийся в нём материал представлен в обобщенном виде, а именно: рассматриваются несколько методов контроля (эхо-, теневой и зеркально-теневой методы) без жесткой привязки к типам изделий и указания значений конкретных параметров (толщины, чувствительности и т.п.). Как правило, настройка отдельных блоков дефектоскопа УД2-12 приводится в разнообразных вариантах, из которых можно выбрать себе наиболее подходящий. Форма настроечных таблиц – компактна и удобна для анализа предлагаемых способов (позволяет найти в них общее и различия).

1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДЕФЕКТОСКОПА УД2-12

Дефектоскоп УД2-12 является одним из самых распространенных средств у.з. контроля, обладающего следующими возможностями:

- индикация измеренных значений с помощью БЦО;
- возбуждение в контролируемом изделии импульсов квазиколоколообразной формы позволяет получать отраженные сигналы большей амплитуды;
- выведение регистрируемых преобразователем и вспомогательных сигналов на большой экран повышенной яркости;
- настройка дефектоскопа и проведение контроля изделий с использованием второй развертки;
- подавление шумов системой компенсированной отсечки;
- выравнивание чувствительности по глубине изделия с помощью эффективной ВРЧ;
- наличие трех порогов и возможность работы АСД в двух режимах;
- конструктивная реализация прибора в виде функционально законченных блоков;
- возможность диагностирования работоспособности дефектоскопа;
- унификация корпуса дефектоскопа с другими средствами неразрушающего контроля.

Прибор УД2-12 является дефектоскопом общего назначения (в маркировке отсутствует буква "С"). Это значит, что он:

- может применяться в различных отраслях народного хозяйства (машиностроение, металлургии, энергетике, транспорте и др.);
- пригоден для контроля широкого круга объектов (разнообразной конфигурации и материалов);
- возбуждает в контролируемом изделии одну из нескольких частот УЗК;
- комплектуется большим набором ПЭП с дифференцированными параметрами;
- имеет возможность синхронизации на одной из ряда внутренних частот или путем подключения внешнего генератора;
- может использоваться в многоканальных установках механизированного контроля.

В тоже время средства неразрушающего контроля общего назначения, в отличие от специализированных, требуют более сложной и длительной настройки.

Прибор УД2-12 относится к дефектоскопам второй группы сложности (цифра "2" в обозначении), характеризуется тем, что реализуется следующие возможности:

- фиксация наличия дефекта;
- измерение амплитуды отраженного сигнала;

- определение координат отражателя.

Кроме того, при определенной настройке дефектоскоп УД2-12 позволяет также индицировать по БЦО эквивалентную площадь дефекта (функция третьей группы).

2. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ БЛОКИ И ИНДИКАТОРЫ (ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ)

2.1. Основные узлы, которые содержит дефектоскоп УД2-12

Состав дефектоскопа показан в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Состав дефектоскопа УД2-12

Название блока	Обозначение блока на передней панели	Названия аналогичных блоков у других у.з. дефектоскопов	Дополнительные узлы, содержащиеся в блоке и не отражённые в названии блока
1. Блок цифрового отсчета (БЦО)	–	–	–
2. Блок электронно-лучевой трубки	А5	–	Калибратор глубиномера (часть)
3. Блок развертки (БР)	А6	Генератор напряжения развертки; генератор развертки	Калибратор глубиномера (часть); БЦО (часть)
4. Генератор импульсов возбуждения (ГИВ)	А7	Генератор радиоимпульсов; генератор зондирующих импульсов; возбудитель преобразователя	–
5. Измеритель отношений (ИО)	А8	–	Блок временной регулировки чувствительности (ВРЧ)
6. Устройство приемное (УП)	А9	Аттенюатор + усилитель высокой частоты + детектор + видеоусилитель; приемно-усилительный тракт; приемный тракт	–
7. Блок автоматического сигнализатора дефектов (АСД)	А10	–	–
8. Выпрямитель	–	–	–
9. Стабилизатор напряжения	–	–	Преобразователь напряжения (часть); синхронизатор
10. Преобразователь напряжения	–	–	–

Вместо выпрямителя может быть установлена аккумуляторная батарея. Аккумуляторы в комплект поставки не входят.

Расположение блоков и узлов УД2-12 показано на рис. 2.1.

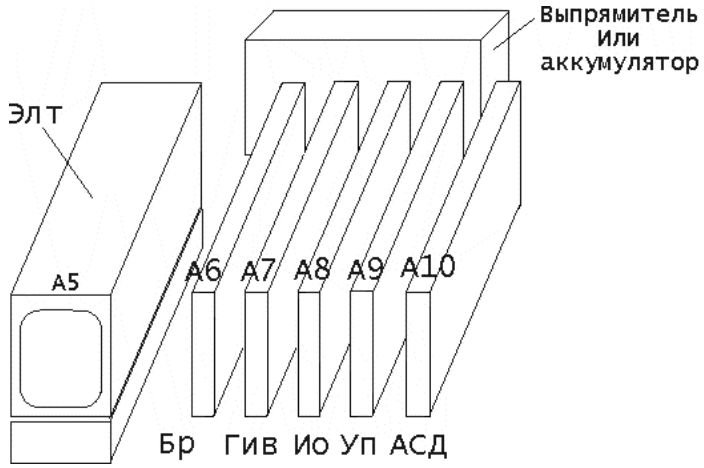


Рисунок 2.1 – Расположение блоков дефектоскопа

2.2. Индикаторы дефектоскопа УД2-12

В дефектоскопе имеются следующие индикаторы, рис. 2.1:

- основной – электронно-лучевой (осциллографический);
- цифровой – блока цифрового отсчета (БЦО);
- дополнительные: световой, встроенный звуковой.

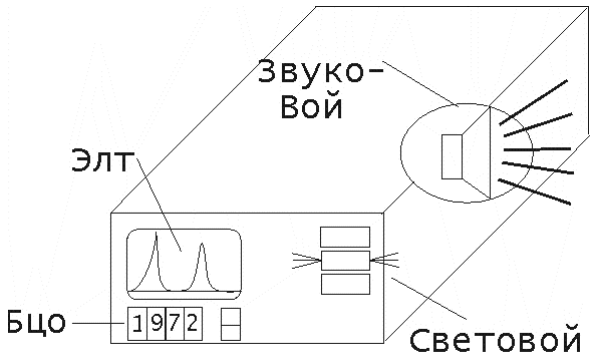


Рисунок 2.2 – Расположение индикаторов УД2-12

2.3. Предназначение электронно-лучевого индикатора дефектоскопа УД2-12

Электронно-лучевая трубка (ЭЛТ) позволяет наблюдать, рис. 2.3 – 2.4:

- зондирующий импульс;
- принятые пьезоэлектрическим преобразователем (ПЭП) отраженные сигналы;
- строб АСД;
- кривую ВРЧ;

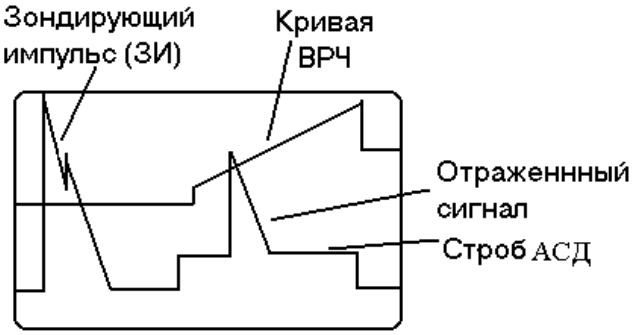


Рисунок 2.3 – Изображение на экране

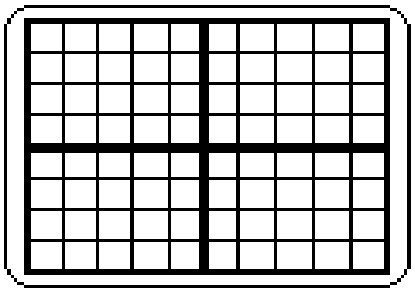


Рисунок 2.4 – Рабочая часть экрана ЭЛТ

Рабочая часть экрана ЭЛТ:

- по вертикали – 60 мм (8 больших клеток);
- по горизонтали – 80 мм (10 больших клеток).

Блок развертки (БР) позволяет:

- плавно и скачкообразно изменять длительность развертки, т.е. наблюдаемую на экране толщину контролируемого слоя или всего изделия;
- плавно изменять длительность задержки развертки.

2.4 Работа дополнительных индикаторов дефектоскопа УД2-12

Работой дополнительных индикаторов управляет блок автоматического сигнализатора дефектов (АСД), который осуществляет временную и амплитудную селекцию принимаемых сигналов.

Временная селекция (т.е. по толщине контролируемого изделия) осуществляется стробом АСД, параметры которого можно изменять в определенных пределах.

Амплитудная селекция осуществляется по трем регулируемым по высоте экрана пороговым уровням. Превышение застробированным сигналом того или иного уровня АСД отражается на работе светового и звукового индикаторов.

Световой индикатор имеет три индикаторные лампы, которым соответствуют следующие пороги срабатывания, рис. 2.5:

зеленая – нижний порог срабатывания АСД;
желтая – средний порог срабатывания АСД;
красная – верхний порог срабатывания АСД;

Звуковой индикатор срабатывает в том случае (рис.2.6), если одновременно:

- ✓ нажата кнопка " " на блоке А10;
- ✓ горит зеленая лампа АСД;

- ✓ в течение некоторого времени после отжатия кнопки " " на блоке А10 или отключения зеленой лампы АСД. Такая работа звукового индикатора исключает пропуск изменения сигнала по амплитуде относительно нижнего уровня порога срабатывания, даже, если зеленая лампа включалась на очень короткое время, иногда не фиксируемое глазом дефектоскописта.

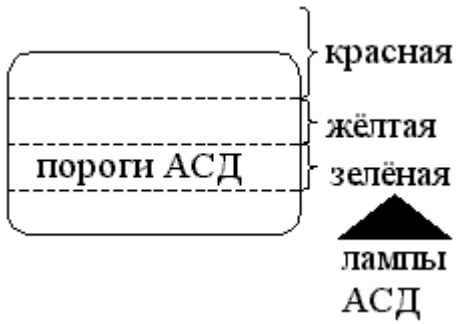


Рисунок 2.5 – Уровни срабатывания АСД

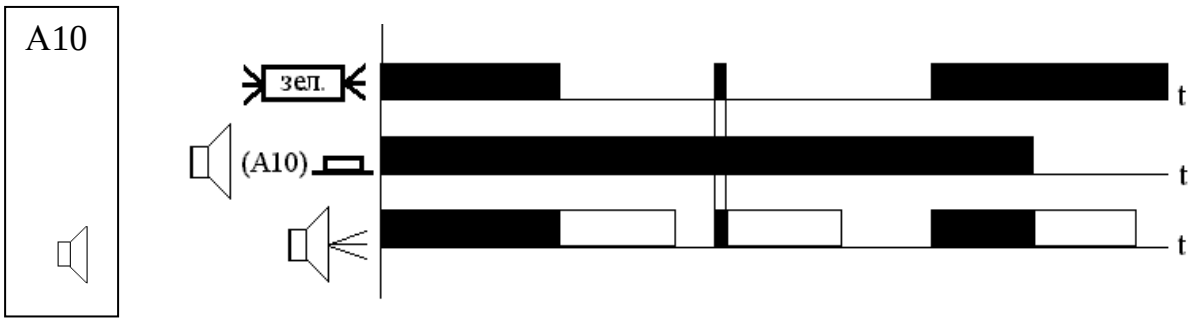


Рисунок 2.6 – Отображение условий срабатывания звукового индикатора

Имеются возможности:

- отключать звуковой индикатор;
- использовать не все пороги срабатывания светового индикатора.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные узлы, которые содержит дефектоскоп УД2-12
2. Перечислить индикаторы дефектоскопа УД2-12
3. Предназначение электронно-лучевого индикатора дефектоскопа УД2-12
4. Работа дополнительных индикаторов дефектоскопа УД2-12

3. ПИТАНИЕ ПРИБОРА. ВКЛЮЧЕНИЕ И ОТКЛЮЧЕНИЕ

3.1. Питание дефектоскопа УД 2-12

Дефектоскоп рассчитан на работу:

- через выпрямитель от сети переменного тока напряжением 220 (–33; +22); 36 (–5,4; +3,6) или 24 (–3,6; +2,4) В [в отдельных партиях напряжение питания 220 (–33; +22) или 12 (–1,8; +1,2) В] частотой 50±1 Гц;
- от аккумуляторной батареи напряжением 10…12 В постоянного тока

Аккумуляторы в комплект поставки дефектоскопа УД 2-12 не входят.

3.2. Установка требуемого напряжения питания дефектоскопа УД 2-12

Переключение переменного питающего напряжения осуществляется, рис. 3.1, держателем предохранителя на выпрямителе (ЗП). Держатель предохранителя может фиксироваться в трех положениях (по числу питающих напряжений). Стрелка держателя должна указывать на значение напряжения в сети.

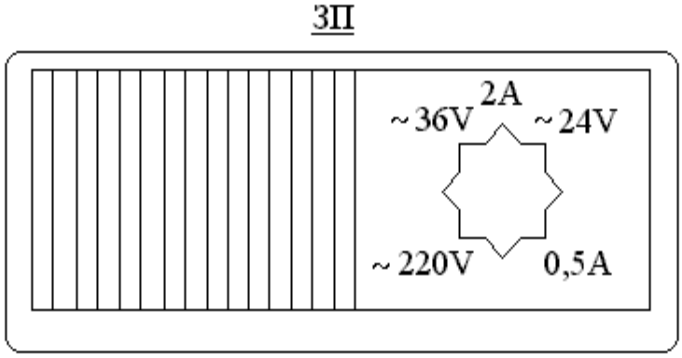


Рисунок 3.1 – Задняя панель УД2-12. Переключатель питания

Внимание!

1. *Перед включением дефектоскопа УД2-12 в сеть убедитесь в правильности установленного значения питающего напряжения, а при его несоответствии – установите требуемое напряжение.*
2. *Переключение напряжения, а также замену предохранителей в случае выхода их из строя следует производить только при отсоединенной от сети вилке.*
3. *При питающем напряжении 220В должен быть установлен предохранитель на 0,5 А, а при 24 и 36 В – используется предохранитель на 2 А.*

3.3. Включение дефектоскопа УД 2-12

Включение дефектоскопа осуществляется в следующей последовательности, рис.3.2:



Рисунок 3.2 – Тумблеры включения дефектоскопа

1. Убедитесь, что кнопка "Накал" и "Работа", расположенные на ПП отжаты

2. Подсоедините вилку дефектоскопа к сети требуемого напряжения. При этом начинает работать выпрямитель дефектоскопа. (При необходимости замените выпрямитель дефектоскопа блоком аккумуляторов. Для этого поверните два винта на выпрямителе и извлеките его из корпуса дефектоскопа. Отсоедините разъём от выпрямителя и присоедините к блоку аккумуляторов. Установите аккумуляторы на место выпрямителя и зафиксируйте их двумя винтами).

3. Нажмите кнопку "Накал" на ПП. При этом должен загореться индикатор "Накал" на ПП.

4. Через 1 мин нажмите кнопку "Работа" на ПП. При этом:

- должен погаснуть индикатор "Накал" на ПП;
- должен загореться цифровой индикатор;
- на экране ЭЛТ должна появиться линия развертки луча (если дефектоскоп находится в режиме внутренней синхронизации или в режиме внешней синхронизации, причем на гнезде ” ЗП” (ЗП) имеются внешние синхроимпульсы).

Если экран не светится в первую очередь необходимо убедиться, что регулятор "" на ПП находиться в крайнем левом положении; далее воспользоваться регуляторами на блоке А5: "","","" и "" и "".

3.4. Кратковременное отключение дефектоскопа УД 2-12

Для этого отожмите кнопку "Работа" на ПП. При этом:

- погаснет экран ЭЛТ;
- погаснет индикатор БЦО;
- загорится индикатор "Накал" на ПП.

Данный режим (дежурный режим) целесообразно применять при работе от аккумуляторов при частой смене объектов контроля и рабочих мест. При этом обеспечивается:

- экономное потребление мощности от аккумуляторов;

- быстрое возвращение дефектоскопа в исходное рабочее состояние при очередном включении.

3.5. Включение дефектоскопа УД2-12 после кратковременного отключения

Для этого нажмите кнопку "Работа" на ПП. При этом:

- погаснет индикатор "Накал" на ПП;
- засветится цифровой индикатор;
- засветится (если светился до кратковременного отключения) экран ЭЛТ.

3.6. Окончательное выключение дефектоскопа УД 2-12

1. Отожмите кнопку "Работа" на ПП. При этом:
   - погаснет экран ЭЛТ;
   - погаснет индикатор БЦО;
   - загорится индикатор "Накал" на ПП
2. Отожмите кнопку "Накал". При этом:
   - погаснет индикатор "Накал";
   - выпрямитель дефектоскопа продолжает работать
3. Отсоедините вилку дефектоскопа от сети питающего напряжения

Помните! Полное отключение дефектоскопа происходит только после отсоединения сетевой вилки от розетки

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какое питание необходимо подвести к дефектоскопу УД2-12?
2. Установка требуемого напряжения питания.
3. Включение дефектоскопа УД2-12.
4. Кратковременное отключение дефектоскопа УД2-12.
5. Включение дефектоскопа УД2-12 после кратковременного отключения.

4. СИНХРОНИЗАЦИЯ

4.1. Выбор вида синхронизации при работе с дефектоскопом УД 2-12

Синхронизатор, конструктивно входящий в блок стабилизации напряжения, предназначен для управления работой всех узлов дефектоскопа.

Дефектоскоп УД 2-12 может эксплуатироваться в одном из режимов:

- внешней синхронизации;
- внутренней синхронизации.

*Внешняя синхронизация***,** как правило, используется для реализации механизированного или автоматизированного контроля при:

- совместной работе нескольких дефектоскопов;
- несоответствии внутренних частот следования синхронизирующих (а, следовательно, и зондирующих) импульсов требуемой частоте.

При ручном контроле в большинстве случаев дефектоскоп работает в режиме *внутренней синхронизации.*

Установка требуемого вида синхронизации осуществляется *кнопочным переключателем* "**внешн / внутр**" (внешняя синхронизация кнопка отжата; внутренняя синхронизация – кнопка нажата), расположенным на ЗП дефектоскопа.



Рисунок 4.1 – Управление синхронизацией дефектоскопа

4.2. Групповая работа нескольких дефектоскопов УД 2-12

В этом случае один из дефектоскопов работает в режиме внутренней синхронизации, а все остальные – в режиме внешней синхронизации с частотой, определяемой первым дефектоскопом.

Для реализации такого режима соедините кабелем с разъёмами СР-50 на концах гнездо "⊙Л" (выход синхронизации) на ЗП первого дефектоскопа с гнездом "⊙ЛЏ" (вход синхронизации на ЗП второго дефектоскопа). Гнездо "⊙Л" на ЗП второго дефектоскопа соединить с гнездом "⊙ЛЏ " на ЗП третьего дефектоскопа и т.д. На первом дефектоскопе кнопку "**внешн / внутр** " на ЗП нажмите, на остальных – отожмите.

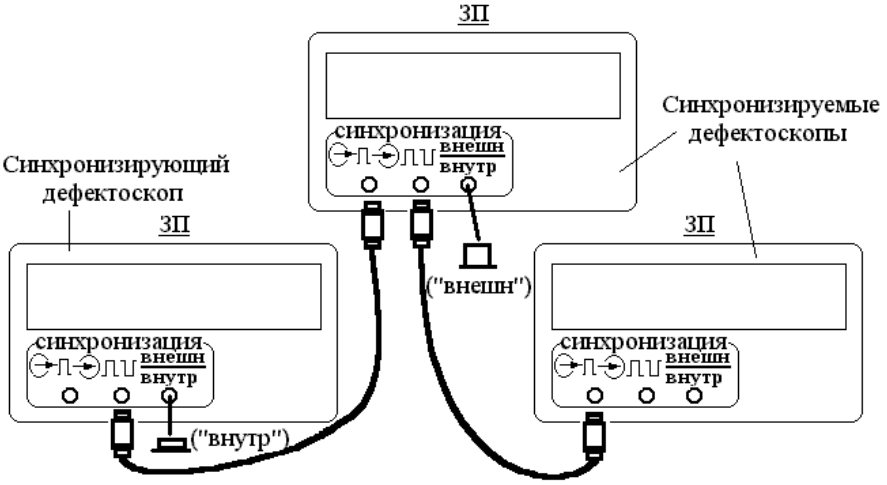


Рисунок 4.2 – Синхронизация работы нескольких дефектоскопов

4.3. Запуск дефектоскопа УД 2-12 от генератора

В данном случае отожмите кнопку "внешн / внутр" на ЗП и с помощью кабеля подайте на гнездо "⊖ЛЛ", расположенное на ЗП, сигнал синхронизации от генератора со следующими параметрами:

- ❖ полярность – любая;
- ❖ амплитуда – 5…10 В;
- ❖ частота следования – 50 …1000 Гц (может и выше);
- ❖ длительность импульса – 2 …20 мкс.

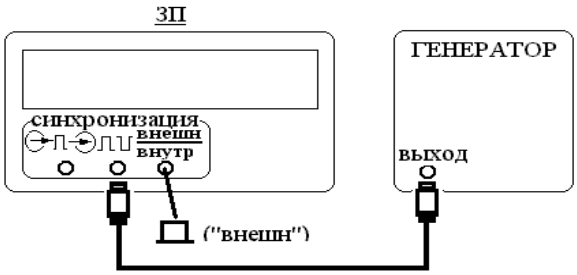


Рисунок 4.3 – Синхронизация УД2-12 от генератора

4.4. Частоты синхронизации дефектоскопа УД 2-12

В режиме внутренней синхронизации частота следования синхроимпульсов (что соответствует частоте зондирующих импульсов) может быть установлена равной 125, 250, 500 или 1000 Гц.



Частота синхроимпульсов, Гц	Положение кнопок на ЗП	
	125Hz / 500Hz	x 2
125	отжата	отжата
250	отжата	нажата
500	нажата	отжата
1000	нажата	нажата

Рисунок 4.4 – Включение синхронизации дефектоскопа

В режиме внутренней синхронизации кнопка " внешн / внутр "на ЗП должна быть нажата.

4.5. Выбор частоты синхронизации

При выборе частоты синхронизации (частоты следования зондирующих импульсов) следует учитывать, что:

- ✓ при большей частоте возрастает яркость луча ЭЛТ, улучшая условия наблюдения за сигналами (особенно в яркоосвещенных местах, напр., при солнечном свете);

- ✓ частота следования синхроимпульсов некоторым образом влияет на потребляемую мощность (чем больше частота, тем больше потребляемая мощность), однако при питании дефектоскопа от сети этот выигрыш является незначительным;
- ✓ максимальная частота ограничивается условием полного затухания всех принимаемых дефектоскопом сигналов в периоде между соседними зондирующими импульсами. Выполнение данного требования определяется комплексом составляющих, которыми являются:
  - ➢ используемая для контроля схема прозвучивания изделия;
  - ➢ толщина контролируемого изделия;
  - ➢ затухание УЗК в материале изделия;
  - ➢ величина амплитуды зондирующего импульса и коэффициента усиления приемного тракта дефектоскопа;
- ✓ использование двойной развертки влечет за собой снижение верхнего значения частоты ориентировочно в 2 раза;
- ✓ минимальная частота ограничивается скоростью сканирования ПЭП (при большей скорости должна быть больше частота).

При ручном перемещении ПЭП и использовании внутренней синхронизации дефектоскопа частота может принимать, как правило, любое из имеющихся значений.

Исходя из вышесказанного, для контроля изделий толщиной до 60 мм прямым и однократным лучом наклонным ПЭП целесообразно использовать частоту синхронизации 1000 Гц. Для этого на ЗП нажмите кнопки "$\frac{125Hz}{500Hz}$" и "x 2".

Признаком того, что частота синхронизации установлена выше допустимой, является "плывущая" развертка с повтором изображений в пределах экрана ЭЛТ. Окончательное значение частоты следования синхроимпульсов может быть установлено после настройки длительности развертки.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Выбор вида синхронизации при работе с дефектоскопом УД2-12.
2. Групповая работа нескольких дефектоскопов УД2-12.
3. Запуск дефектоскопа УД2-12 от генератора.
4. Частоты синхронизации дефектоскопа УД2-12.
5. Выбор частоты синхронизации.

5. ГЕНЕРАТОР И УСИЛИТЕЛЬ УЗК

5.1. Изменение амплитуды сигналов от отражателей и чувствительность дефектоскопа УД 2-12

В дефектоскопе УД 2-12 изменение амплитуды сигналов, принятых ПЭП, и изменение (настройку) чувствительности можно осуществить следующими органами управления, рис. 5.1:

- калибровочным делителем – аттенюатором (кнопочным переключателем "ОСЛАБЛЕНИЕ dB 2/4/8/16/32"), расположенным на ПП;
- некалиброванным регулятором "▷" (регулировка усиления УП) на блоке А8; в крайнем правом положении усиление максимальное;
- некалиброванным регулятором "АМПЛ" (регулировка амплитуды импульса ГИВ) на блоке А7; в крайнем правом положении амплитуда анодирующего импульса максимальная.

С точки зрения регистрации преобразователем наибольшего по амплитуде сигнала амплитуда зондирующего импульса должна быть максимальной. Поэтому, как правило, регулятор "АМПЛ" на блоке А7 устанавливается в крайнее правое положение.



Рисунок 5.1 – Органы управления, изменяющие амплитуду сигналов

Регулятор "▷" первоначально устанавливается в среднее положение по следующим соображениям:

- как правило, при данном усилении обеспечивается требуемая чувствительность;
- устанавливается заведомо не очень большое усиление с точки зрения уменьшения уровня шумов (чем усиление больше, тем больше шумов);

- при большом усилении:
  - могут быть неустойчивые показания на индикаторе БЦО;
  - возможно неустойчивое срабатывание световых индикаторов АСД (непрерывные переключения ламп);
  - может наблюдаться неустойчивость (“дрожание”) второй развертки в режиме индикации строба АСД;
- регулятор "▷" на блоке А8 определяет также начальный (левый горизонтальный) уровень кривой ВРЧ. Чем выше её начальный уровень, тем меньше динамический диапазон ВРЧ.

Поэтому, если только усиление сигналов оказывается недостаточным, то регулятор "▷" на блоке А8 поворачивают вправо.

В отличие от предыдущих органов управления аттенюатор является калиброванным (т.е. проградуированным в децибелах) делителем. Это его свойство обеспечивает большое удобство для настройки чувствительности и измерения амплитуды сигналов. В дефектоскопе УД2-12 шаг изменения ослабления аттенюатора 2 дБ. Максимальное ослабление, вводимое аттенюатором, составляет 62 дБ. Поскольку аттенюатор ключен между ПЭП и каскадами усиления УП, то с точки зрения меньшего ослабления и без того малого по амплитуде сигнала с ПЭП на аттенюаторе не следует, по возможности, вводить большого ослабления. В то же время, для условий контроля желательно, чтобы на аттенюаторе дефектоскопа имелось небольшое (8…20 дБ) ослабление.

Если необходимость изменения принятого сигнала по амплитуде появилась после настройки дефектоскопа на заданную чувствительность, то в первую очередь, для реализации этого желательно использование кнопочного аттенюатора. После анализа сигнала требуется "выйти" на заданную чувствительность (т.е. на аттенюаторе восстановить исходное ослабление). В принципе, для изменения амплитуды принятого сигнала возможно применение регуляторов "АМПЛ" на блоке А7 и (или) "▷" на блоке А8 при условии фиксирования изменения амплитуды сигнала по БЦО (в режиме "dB") и последующего восстановления исходной чувствительности.

5.2 Частота УЗК при проведении контроля

Частота УЗК определяется на основании специально проводимых исследований исходя из:

- размеров дефектов, подлежащих выявлению (чем выше частота УЗК, тем более мелкие дефекты могут быть обнаружены);
- затухания УЗК в материале изделия (для изделий с большим коэффициентом затухания следует выбирать более низкую частоту);
- необходимой диаграммы направленности ПЭП (чем выше частота, тем более направленные излучения и прием УЗК).

Указанное в методике значение частоты УЗК устанавливается путем нажатия соответствующей кнопки переключателей "Частота MHz 1,25/1,8/2,5/5,0/10,0" на блоках А7 и А9, рис. 5.2. При этом переключатель на блоке А7 должен соответствовать значению излучаемой в изделие частоты, а такой же переключатель на блоке А9 – резонансной частоте усилителя. Установленные значения частоты должны совпадать.

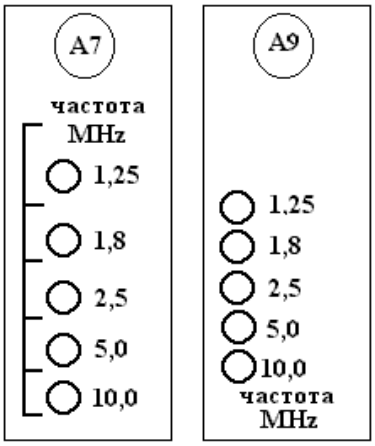


Рисунок 5.2 – Устройства переключения частоты УЗК

5.3. Факторы, которые следует учитывать при установке частоты УЗК

1. При проведении контроля выставленные переключателями "Частота MHz 1,25/1,8/2,5/5,0/10,0" на блоках А7 и А9 значения частоты УЗК должны совпадать с частотой выбранного ПЭП.

2. Если хотя бы на одном из переключателей "Частота MHz 1,25/1,8/2,5/5,0/10,0" не нажата ни одна кнопка, то на экране ЭЛТ дефектоскопа будут отсутствовать какие-либо сигналы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какая связь между изменением амплитуды сигналов от отражателей и чувствительностью дефектоскопа УД2-12?

2.Частота УЗК при проведении контроля

3.Факторы, которые следует учитывать при установке частоты УЗК

6. ПЭП: ТИПЫ, СПОСОБЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ, СХЕМЫ ПРОЗВУЧИВАНИЯ

6.1. Схемы включения ПЭП, которые может реализовать дефектоскоп УД2-12

Дефектоскоп позволяет реализовать:

- раздельную схему прозвучивания;
- совмещенную схему прозвучивания;
- подключение раздельно-совмещенного (РС) ПЭП.

При наиболее распространенной совмещенной схеме прозвучивания используется один прямой или наклонный ПЭП, который периодически работает то как излучатель (ПЭП присоединен к выходу ГИВ), то как приемник (этот же ПЭП подсоединен и ко входу УП).

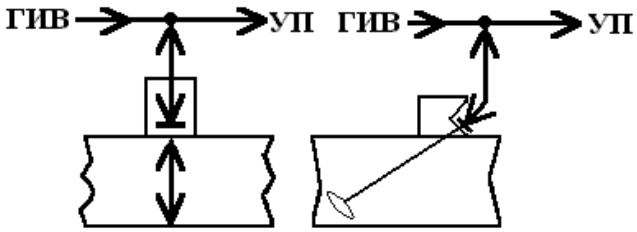


Рисунок 6.1 – Совмещенные схемы включения ПЭП

При раздельной схеме прозвучивания используется два ПЭП: один излучающий и один приемный. ПЭП могут иметь как одинаковые углы ввода луча, так и различные.

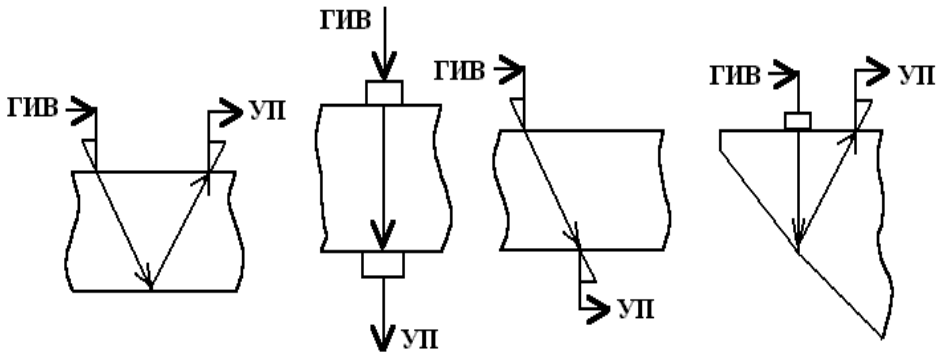


Рисунок 6.2 – Раздельные схемы включения ПЭП

РС-ПЭП содержит в одном корпусе две пъезопластины, одна из которых – излучающая (присоединяется к выходу ГИВ), а другая – приемная (подключается ко входу УП).

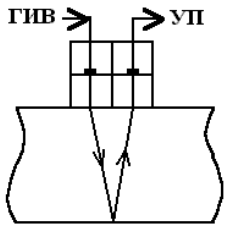


Рисунок 6.3 – РС схема включения ПЭП

6.2. Выбор угла ввода УЗК и схема прозвучивания изделия

Выбор схемы прозвучивания и значения углов ввода УЗК осуществляется на основании специальных исследований исходя из:

- наилучшей выявляемости заданных дефектов;
- наилучшей отстройки от сигналов (акустических помех), вызванных отражателями, не подлежащими выявлению;
- полного прозвучивания контролируемого изделия;
- затухания УЗК в материале изделия;
- возможности доступа к различным поверхностям изделия;
- технологичности проведения контроля.

В соответствии с разработанной схемой прозвучивания используется та или иная схема подключения ПЭП к дефектоскопу.

Таким образом, при использовании одного дефектоскопа УД2-12 может быть реализована схема прозвучивания с использованием одной из следующих комбинаций ПЭП:

- ✓ один прямой ПЭП;
- ✓ один РС-прямой ПЭП;
- ✓ два прямых ПЭП;
- ✓ один наклонный ПЭП;
- ✓ один РС-наклонный ПЭП;
- ✓ два наклонных ПЭП;
- ✓ один наклонный и один прямой ПЭП.

При использовании нескольких дефектоскопов УД2-12 комбинации подключаемых ПЭП могут быть более сложные, рис. 6.4.

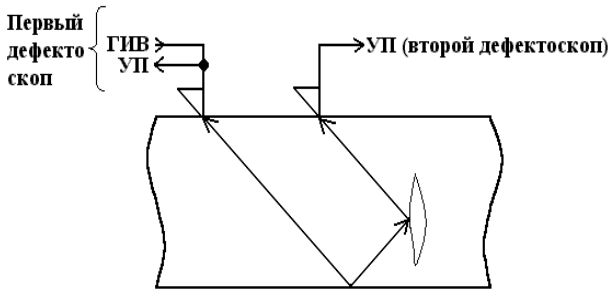


Рисунок 6.4 – Реализация эхо-зеркального способа контроля

6.3. Осуществление совмещенной схемы включения ПЭП

Для реализации совмещенной схемы прозвучивания в комплект дефектоскопа входят специальные кабели, имеющие электрическое соединение между двумя разъёмами СР-50. Эти разъёмы подключаются к выходу "⊖" и ко входу "⊕" дефектоскопа на ПП. К свободному концу кабеля подсоединяется ПЭП, рис. 6.5.

В случае отсутствия специального кабеля совмещенную схему можно реализовать с использованием других кабелей, применяемых в у.з. дефектоскопии, и тройника СР-50. Тройник СР-50 подключается к одному из разъёмов "⊖" или "⊕" на ПП. К оставшемуся свободному гнезду подсоединяется кабель с двумя разъёмами СР-50, второй конец которого должен быть подсоединен к тройнику СР-50. К третьему выводу тройника подключается кабель, к которому через разъём подсоединен ПЭП.

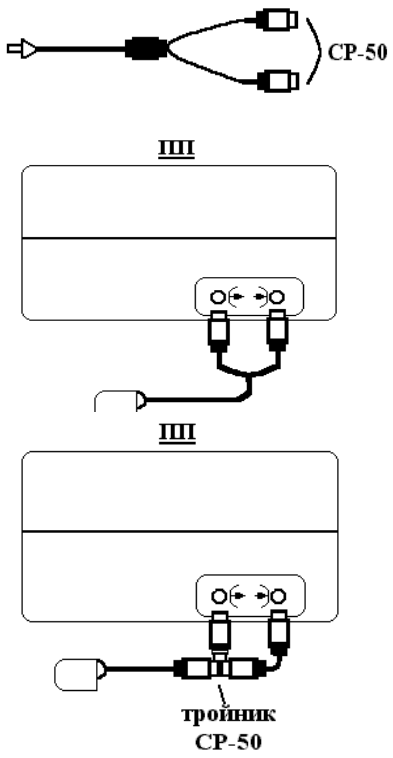


Рисунок 6.5 – Реализация совмещенного включения ПЭП

6.4. Проверка исправности кабеля и ПЭП

Для этого, рис. 6.6:

- ✓ установите регулятор "⇆" на ПП в крайнее левое положение;
- ✓ установите регуляторы "↗" на блоке А6 и "АМПЛ" на блоке А7 в крайнее правое положение;
- ✓ регулятором "⟷" на блоке А5 добейтесь, чтобы начало развертки находилось у левого края экрана;
- ✓ установите регулятор "▷" на блоке А8 в среднее положение;
- ✓ кнопки "ОСЛАБЛЕНИЕ dB" на ПП отожмите;
- ✓ подсоедините один из разъёмов специального кабеля для совмещенной схемы к входу (гнездо "⊖" на ПП), а другой – ко входу (гнездо "⊕" на ПП) дефектоскопа.

На экране ЭЛТ должен появиться “узкий” зондирующий импульс в начале развертки. В противном случае – кабель является неисправным.

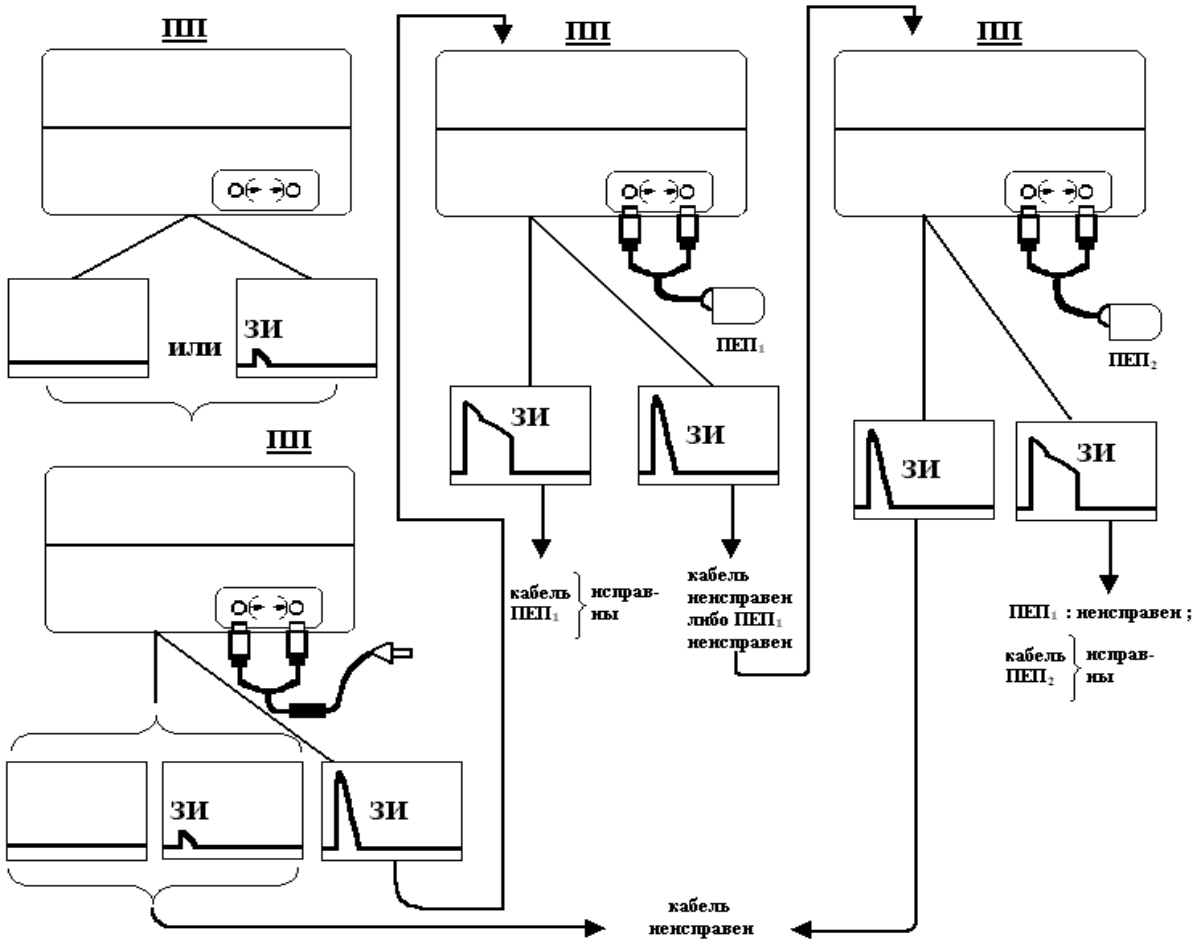


Рисунок 6.6 – Схемы проверки исправности кабеля и ПЭП

Далее подключите к кабелю используемый ПЭП. При этом длительность зондирующего импульса должна скачкообразно возрасти. Если этого не произошло, о причине неисправности можно говорить лишь после подсоединения к кабелю другого, заведомо исправного ПЭП. Повторный отрицательный результат свидетельствует о неисправности кабеля; наблюдаемое на экране ЭЛТ дефектоскопа увеличение длительности зондирующего импульса означает неисправность (обрыв в электрической цепи) проверяемого (первого) ПЭП.

Аналогично следует проверять кабели и ПЭП при использовании схемы подключения, содержащую тройник СР-50.

6.5. Раздельные схемы включения ПЭП

В этом случае излучающий ПЭП должен быть подсоединен к генератору дефектоскопа (гнездо "⊖" на ПП), а приемный ПЭП – к усилителю (гнездо "⊕" на ПП). Связь преобразователей с дефектоскопом может осуществляться с помощью двух кабелей, один из разъёмов которых – СР-50, а другой – разъём для подключения ПЭП. В принципе могут использовать-

ся и два кабеля для совмещенной схемы (при этом один разъём СР-50 у каждого кабеля использоваться не должен), рис.6.7.

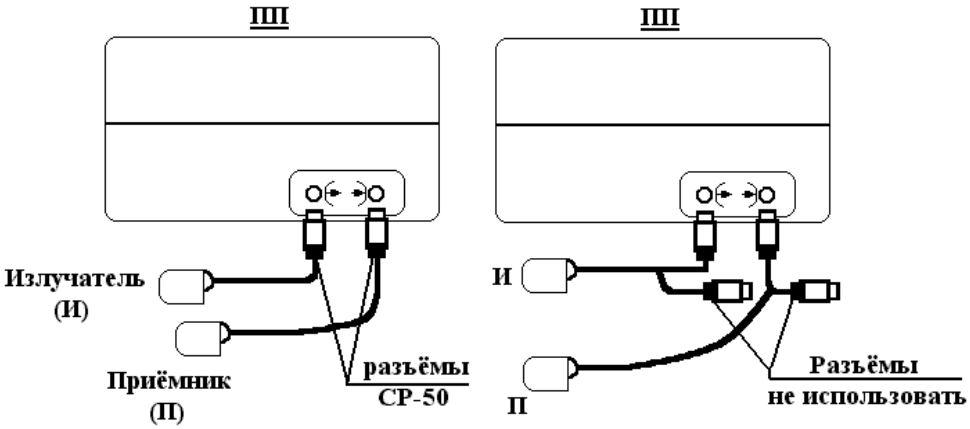


Рисунок 6.7 – Раздельное включение ПЭП

Внимание!

1. *При раздельной схеме разъёмы, расположенные на ПП, не должны иметь электрического соединения между собой.*
2. *На экране ЭЛТ при крайнем левом положении регулятора "⇤⇥" на ПП и крайнем правом положении регулятора "⇤⇥" на блоке А6 и нахождении начала развертки в пределах экрана может иметься (хотя теоретически не должен)*
3. *"слабый" зондирующий импульс, обусловленный электрическими наводками в дефектоскопе.*
4. *Проверку кабелей и ПЭП можно осуществлять в совместном режиме.*

6.6. Подключение РС-ПЭП к дефектоскопу УД2-12

В большинство комплектов дефектоскопа УД2-12 входит специальный сдвоенный кабель для подключения РС-ПЭП. Этот кабель рекомендуется подключать таким образом, рис. 6.8:

- ✓ один из разъёмов СР-50, обозначенный белой биркой (колечком), подключался к входу (гнездо "⊖" на ПП), другой – ко входу (гнездо "⊕" на ПП) дефектоскопа;
- ✓ один из разъёмов для подключения ПЭП, обозначенный белой биркой, подсоединялся к гнезду "Г" ПЭП, второй – к другому разъёму ПЭП.

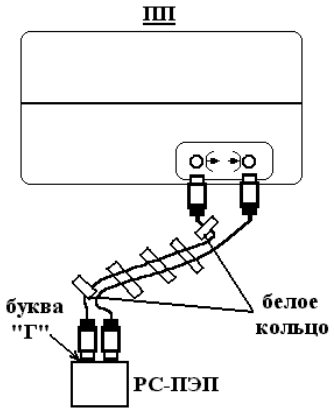


Рисунок 6.8 – Схема подключения РС-ПЭП сдвоенным кабелем

6.7. Маркировка ПЭП

На ПЭП могут встретиться два вида обозначений. Большинство комплектов ПЭП, прилагающихся к дефектоскопу УД2-12, содержат "новое" обозначение ПЭП:

Структура обозначения ПЭП

"старое" обозначение [1][2][3][4] – [5] (– [6]°) – [7]

"новое" обозначение [1][2][3][4] – [5] (– [6]°) (– [7]) – [8]

1. **Буква:** П – преобразователь.
2. **Цифра:** способ ввода: 1 – контактный.
3. **Цифра:** направление ввода УЗК:

(В скобках показана в ряде случаев отсутствующая часть маркировки):

1 – прямой;
2 – наклонный.

4. **Цифра:** способ подключения:
   1 – совмещенный;
   2 – раздельно-совмещенный.
5. **Цифры:** номинальная частота в МГц.
6. **("старое" обозначение). Цифры** (только для наклонных ПЭП): угол наклона призмы из оргстекла в градусах.
6. **("новое" обозначение). Цифры** (только для наклонных ПЭП): угол ввода луча в сталь в градусах, при условии, что призма изготовлена из оргстекла.
7. **Буквы и цифры** (частично или полностью могут отсутствовать):
   К – керамическая защита пъезоэлемента;
   исполнение корпуса:
   Н – нормальный;
   М – малогабаритный;
   ММ – миниатюрный;
   диаметр или размеры сторон пъезопластины в мм.
8. **Три цифры:** порядковый номер модели ПЭП.

Примеры обозначения ПЭП*:*

1. **П121-5,0-40°-Н**

"П125-5,0-…" означает, что имеющийся ПЭП контактный, наклонный, совмещенный, на номинальную частоту 5 МГц. Так как в конце маркировки отсутствует трехзначный порядковый номер модели ПЭП, то в данном случае "40°" – это угол призмы. Буква "Н" означает нормальное исполнение корпуса.

2. П121-1,8-40°-002

"П121-1,8-…" означает, что имеющийся ПЭП контактный, наклонный, совмещенный, на номинальную частоту 1,8 МГц. Так как в конце маркировки имеется порядковый номер модели ПЭП ("002"), то в данном случае "40°" – это угол ввода луча в сталь.

3. П112-5,0-3х4-002

Имеющийся ПЭП контактный, прямой, раздельно-совмещенный, на номинальную частоту 5 МГц. Так как данный ПЭП раздельно-совмещенный, то он содержит две пьезопластины. Обе пьезопластины прямоугольной формы со сторонами 3 и 4 мм. Порядковый номер модели ПЭП-002.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Схемы включения ПЭП, которые может реализовать дефектоскоп УД2-12
2. Выбор угла ввода УЗК и схемы прозвучивания изделия
3. Осуществление совмещенной схемы включения ПЭП
4. Проверка исправности кабеля и ПЭП
5. Раздельные схемы включения ПЭП
6. Подключение РС-ПЭП к дефектоскопу УД2-12

7. ВРЕМЕННАЯ РЕГУЛИРОВКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

7.1. Возможности блока ВРЧ

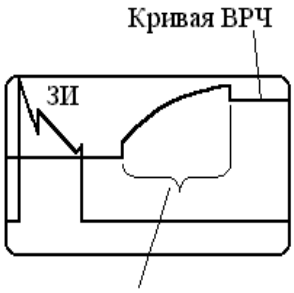
Блок временной регулировки чувствительности (ВРЧ) позволяет изменять во времени (т.е. по толщине контролируемого изделия или в пределах слоя) коэффициент усиления УП, вырабатывая в общем случае управляющее напряжение с участком экспоненциально-возрастающей формы (зона ВРЧ), рис. 7.1.

В дефектоскопе УД 2-12 имеется возможность установки закона ВРЧ так, чтобы:

- ВРЧ выравнивала бы чувствительность по глубине контролируемого изделия или в пределах слоя при контроле по эхо-методу. В этом случае ВРЧ компенсирует ослабление УЗК, обусловленное дифракционным расхождением и затуханием ультразвука;
- ВРЧ обеспечивала подавление зондирующего импульса. Это позволяет несколько уменьшить мертвую зону. Выравнивание чувствительности по глубине не производится;
- ВРЧ была бы отключена.

Не допускается установка закона ВРЧ произвольным образом, т.к. это может привести к пере- и недобраковке изделий.

В дефектоскопе УД 2-12 имеется возможность наблюдения кривой ВРЧ на второй развертке экрана ЭЛТ, рис. 7.1.



Зона изменения чувствительности дефектоскопа

Рисунок 7.1 – Экспоненциально-возрастающий участок (зона ВРЧ)

7.2. Органы управления в дефектоскопе УД2-12, устанавливающие параметры ВРЧ

Для настройки ВРЧ используются следующие органы управления на блоке А8, рис. 7.2:

- регулятор "⌐¬" предназначен для изменения длительности задержки зоны ВРЧ (экспоненциального участка). Практически этим регулятором устанавливается начало (т.е. передний фронт) зоны ВРЧ;
- гнездо "**1**" предназначено для контроля (измерения) длительности задержки зоны ВРЧ;
- регулятор "¬⌐" предназначен для изменения длительности зоны ВРЧ (экспоненциального участка). Практически этим регулятором устанавливается конец (т.е. задний фронт) зоны ВРЧ;
- гнездо "2" предназначено для контроля (измерения) длительности зоны ВРЧ;

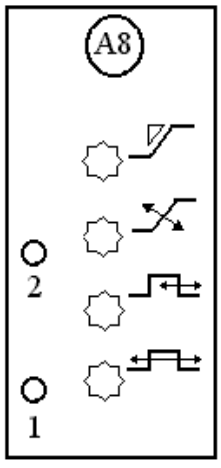


Рисунок 7.2 – Размещение органов управления на блоке А8 УД2-12

- регулятор "  " предназначен для изменения усиления в конце зоны ВРЧ, т.е. установки положения конечного уровня (правого горизонтального участка) относительно начального уровня (левого горизонтального участка);

- регулятор "  " предназначен для регулировки усиления в середине зоны ВРЧ, т.е. изменения крутизны экспоненциального участка.

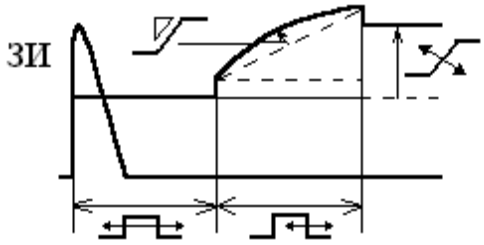


Рисунок 7.3 – Символы управление характеристиками кривой ВРЧ

7.3. Настройка амплитудных параметров ВРЧ

Динамический диапазон ВРЧ в дефектоскопе УД 2-12 весьма большой – 40 дБ, рис. 7.4. Поэтому, настройка данного блока должна быть произведена тщательным образом. В противном случае возможен пропуск дефектов даже при правильной настройке чувствительности.



Рисунок 7.4 – Характеристика кривой ВРЧ

Положение начального (левого горизонтального) участка кривой ВРЧ определяется регулятором "  " (усиление УП) на блоке А8. Чем выше её начальный уровень, тем меньше фактический динамический диапазон ВРЧ. Это проявляется следующим образом. На второй развертке (см. рис. 7.1) при высоком начальном уровне кривой ВРЧ может наблюдаться ограничение экспоненциального участка ВРЧ, что в действительности соответствует искажению закона ВРЧ, рис. 7.5.



Рисунок 7.5 – Влияние регулировок на характеристики кривой ВРЧ

Масштаб по вертикали кривой ВРЧ на экране ЭЛТ дефектоскопа меньше масштаба, используемого для измерения амплитуды сигналов. Это связано с различием динамических диапазонов. Для кривой ВРЧ – до 40 дБ, а при измерении амплитуды сигналов высота экрана составляет 20 дБ. По вертикали кривая ВРЧ имеет равномерный (в отличие от БЦО в режиме "dB") масштаб. Одна большая клетка экрана ЭЛТ составляет 9–12 дБ.

7.4. Настройка временных параметров ВРЧ

Измерение длительности задержки зоны ВРЧ (экспоненциального участка) в гнезде "1" на блоке А8 осуществляется по отношению к зондирующему импульсу, а не по отношению к нулю глубиномера, рис. 7.6.

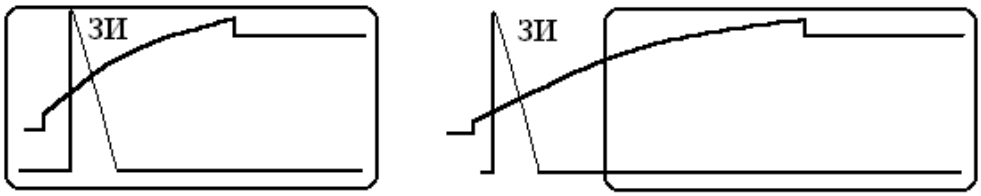


Рисунок 7.6 – Расположение кривой ВРЧ относительно зондирующего импульса

Сказанное справедливо как для режима "Синхронного запуска развертки", так и "Задержанной развертки". В случаях, когда для настройки временных параметров ВРЧ используется глубиномер, сдвиг нуля глубиномера относительно зондирующего импульса должен учитываться параметрами $(2t_n)_Y$ или $(2t_n)_H$, рис. 7.7.

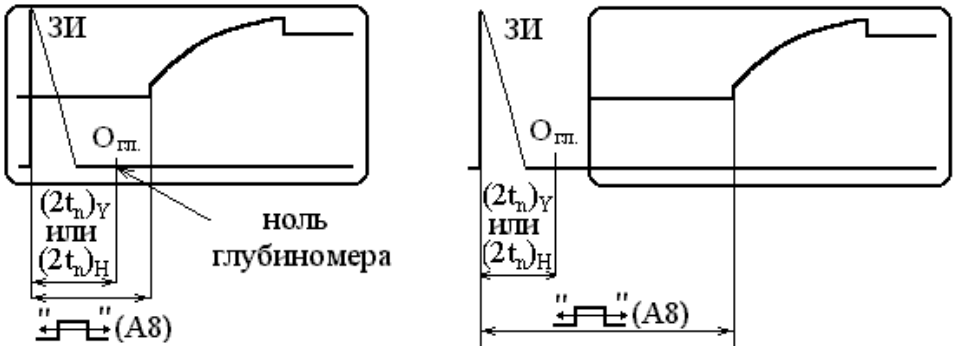


Рисунок 7.7 – Влияние на характеристики кривой ВРЧ

Имеется возможность установки начала зоны ВРЧ (экспоненциального участка) перед зондирующим импульсом. В этом случае задержка ВРЧ, определяемая БЦО, равна нулю.

В гнезде "2" на блоке А8 фактическая длительность зоны ВРЧ (экспоненциального участка) определяется только в том случае, если конец зоны

ВРЧ находится левее правого края развертки (длина луча развертки незначительно превышает ширину экрана ЭЛТ). При этом положение зоны ВРЧ может быть следующим, рис. 7.8:

- полностью в пределах экрана;
- начинаться слева от экрана и заканчиваться в пределах экрана ЭЛТ;
- полностью слева от экрана ЭЛТ.

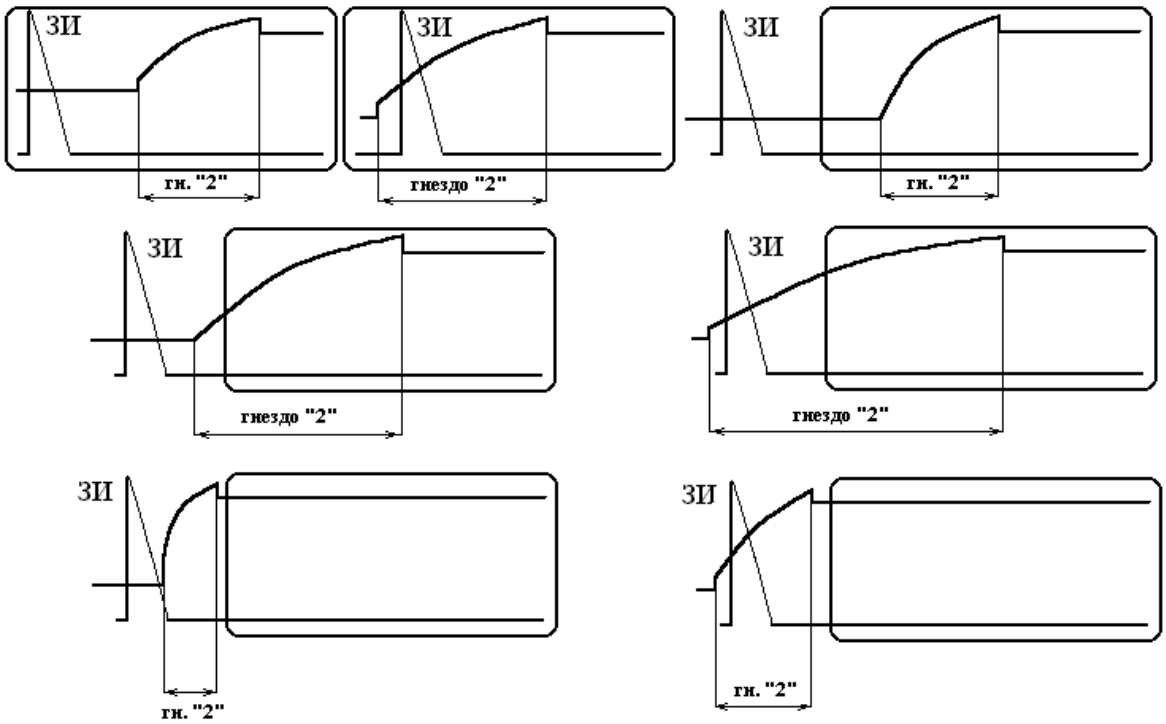


Рисунок 7.8 – Варианты расположения кривой ВРЧ

Если конец зоны ВРЧ (экспоненциального участка) находится правее правого конца развертки:

- БЦО индицирует значения временного параметра, измеренного между передним фронтом зоны ВРЧ и концом развертки;
- попытка изменить длительность зоны ВРЧ регулятором "⌐¬" на блоке А8 не приводит к желаемым результатам: индикатор БЦО выводит одно и тоже значение.

Для исключения этого необходимо увеличить длительность развертки.

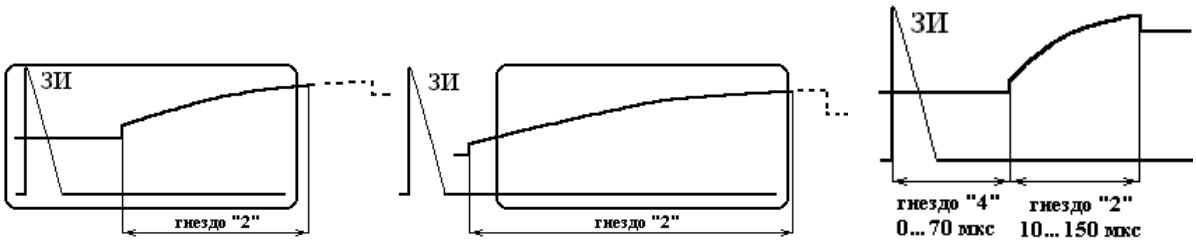


Рисунок 7.9 – Формирование временных характеристик кривой ВРЧ

Длительность задержки зоны ВРЧ (экспоненциального участка) регулируется в пределах 0…70 мкс, а длительность зоны ВРЧ – 10…150 мкс, рис. 7.9. Данные диапазоны могут оказаться недостаточными для контроля изделий большой толщины.

7.5. Отключение ВРЧ

Дефектоскоп УД2-12 позволяет производить контроль при полностью выключенном блоке ВРЧ. Так поступают в следующих случаях:

- ❖ контроле небольших толщин;
- ❖ невозможности правильно настроить блок ВРЧ;
- ❖ использовании SKH- и АРД-диаграмм (учитывающих затухание и расхождение УЗК) определения эквивалентной площади дефекта и настройки дефектоскопа на заданную чувствительность.

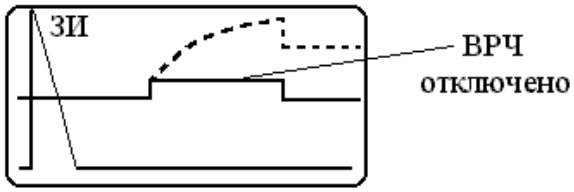


Рисунок 7.10 – Изображение второй развертки при отключении ВРЧ

Для отключения ВРЧ регулятор "  " на блоке А8 устанавливают в крайнее левое положение. При этом кривая ВРЧ трансформируется в прямую с прямоугольным импульсом положительной полярности (это видно на второй развертке экрана ЭЛТ дефектоскопа в режиме индикации ВРЧ). Прямоугольный импульс никак не влияет на закон усиления УП. Положение органов управления "  ", "" и "  " на блоке А8 роли не играет.

8. ОТСЕЧКА ПОМЕХ МАЛОГО УРОВНЯ

8.1. Компенсированная отсечка

Система отсечки, рис. 8.1, являющаяся элементом УП, предназначена для улучшения условий наблюдения на экране ЭЛТ регистрируемых преобразователем сигналов.

При компенсированной отсечке (её также называют отсечкой с сохранением уровня полезного сигнала) импульсы, превышающие определенный уровень, поступают на экран без подавления. Сигналы ниже уровня отсечки – могут быть частично или полностью подавлены.

При идеально настроенной отсечке ослабляются только шумы (помехи), а полезные отраженные сигналы остаются без изменения и их корректно можно сравнивать по амплитуде между собой.

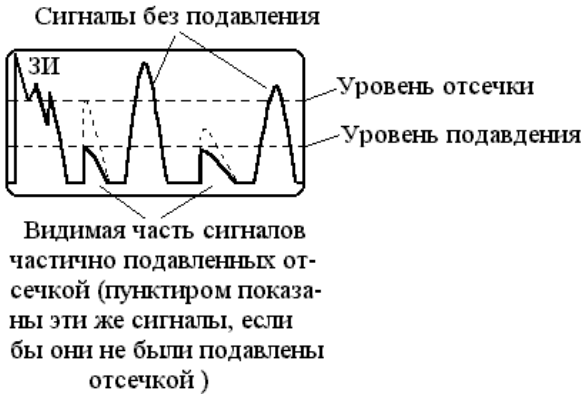


Рисунок 8.1 – Схема действия отсечки

8.2. Органы управления отсечкой

В дефектоскопе УД2-12 отсечка управляется двумя регуляторами на блоке А9, имеющими общее обозначение "  ", рис. 8.2.

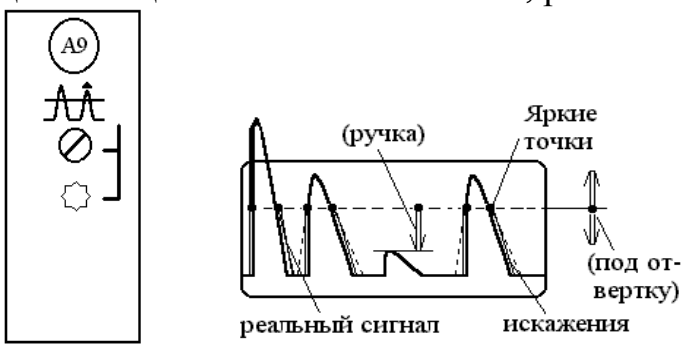


Рисунок 8.2 – Органы управления и действие отсечки

Их назначение:

-регулятор под отвертку предназначен для установки уровня отсечки в пределах экрана ЭЛТ дефектоскопа;

-регулятор с ручкой – для регулирования амплитуды (степени подавления) сигналов, находящихся ниже уровня отсечки. В крайнем правом положении регулятора амплитуда сигналов максимальная.

Специально положения уровней отсечки на экран ЭЛТ дефектоскопа не выводятся. Однако в процессе установки отсечки регулятором под отвертку "  " на блоке А9 её уровень можно определить по местоположению перемещающихся ярких точек (мест перехода "толстых" линий сигналов, находящихся выше уровня отсечки, на "тонкие", находящиеся ниже уровня отсечки) по всем имеющимся на экране ЭЛТ импульсам.

Следует обратить внимание на следующее:

1. *Отсечка регулируется в весьма больших пределах (20 дБ) и требует правильной настройки.*
2. *Введенная отсечка приводит к искажению реальной формы сигнала.*

8.3. Настройка отсечки

Как уже было сказано, вводимая отсечка должна по возможности "убрать" с экрана ЭЛТ все шумы и в то же время сохранить без изменения полезные сигналы. На самом деле оптимальная установка отсечки зависит от реального соотношения амплитуд полезных сигналов и шумов в конкретных условиях, а также от выбранных пороговых уровней (в первую очередь от нижнего) АСД.

На практике, как правило, следует вводить "слабую" отсечку, рис. 8.3, для чего на блоке А9:

- регулятором под отвертку "  " устанавливается уровень отсечки, соответствующий 1…2 большим клеткам снизу экрана ЭЛТ;
- регулятор с ручкой "  " устанавливается в положение между крайне правым и средним.

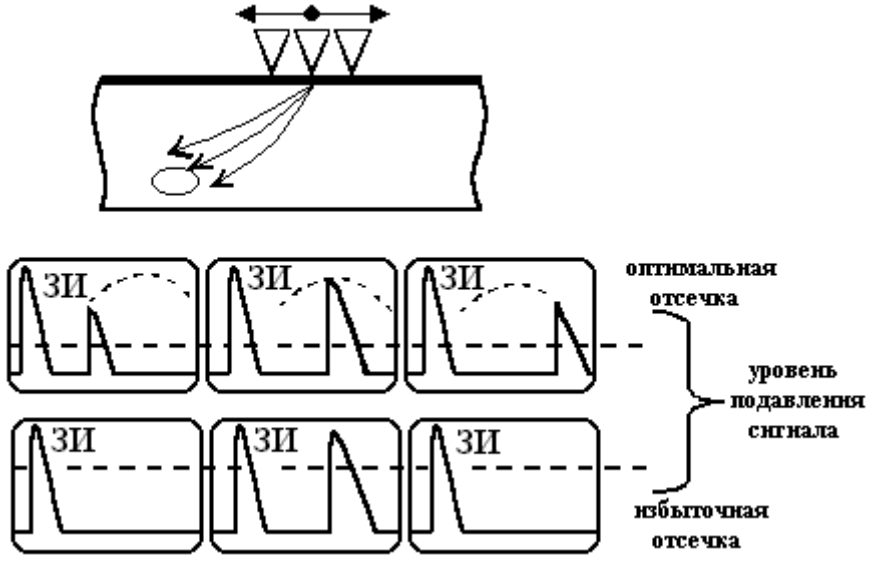


Рисунок 8.3 – Установление отсечки

"Более сильная" отсечка может привести к следующим негативным факторам:

- при контроле изделий по эхо-методу – отсутствие возможности наблюдения изменения амплитуды принятых сигналов по экрану ЭЛТ дефектоскопа при "наезде" преобразователем на дефект; отраженные сигналы лишь кратковременно появляются на экране ЭЛТ дефектоскопа в момент установки ПЭП в положение максимума сигнала или близких к нему. Это приводит к сложностям при подтверждении дефекта и определении максимума отраженного сигнала, а также при анализе причин отражения по перемещению сигнала на экране;
- при контроле изделий по ЗТМ или теневому методу – отсутствие возможности наблюдения изменения амплитуды информативного (донно-

го или прошедшего) сигнала по экрану ЭЛТ дефектоскопа в момент установки ПЭП в положение минимума сигнала или близких к нему. Это приводит к сложности при определении максимума ослабления на дефекте;

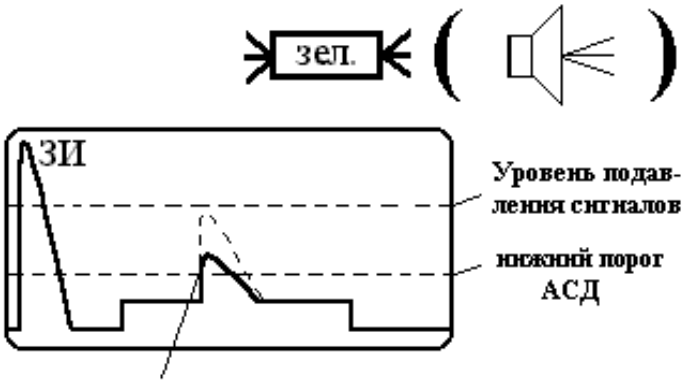


Рисунок 8.4 – Видимая часть сигнала, подавленного отсечкой
(пунктиром показан этот же сигнал, если бы он не был подавлен отсечкой)

- существенно ограничен диапазон выбора уровней срабатывания АСД и, в первую очередь, - нижнего (зеленая лампа АСД), рис. 8.4. Если же уровень АСД установлен ниже уровня подавления сигналов отсечкой, то АСД может сработать при кажущемся отсутствии (а на самом деле существующего, но сильно подавленного отсечкой и поэтому не наблюдаемого на экране ЭЛТ) сигнала от отражателя;
- БЦО индицирует измеренное значение для какого-то из отсутствующих на экране ЭЛТ сигналов (а в действительности существующих), но сильно подавленных отсечкой.

8.4. Отключение отсечки

Если действие отсечки нежелательно, то её можно выключить установкой регулятора с ручкой "⎍" на блоке А9 в крайнее правое положение. При этом положение регулятора под отвертку "⎍" на блоке А9 роли не играет.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Компенсированная отсечка
2. Органы управления отсечкой
3. Настройка отсечки
4. Отключение отсечки

9. ОСНОВНАЯ РАЗВЕРТКА

9.1 Управление лучом ЭЛТ дефектоскопа УД2-12

Для управления лучом в дефектоскопе УД 2-12 имеются следующие регуляторы на блоке А5, рис. 9.1:

"☼" – установка яркости луча (в крайнем правом положении регулятора яркость максимальная);

"⊙" – фокусировка луча;

"▨" – устранение астигматизма луча (т.е. данный регулятор также управляет фокусировкой луча);

"↔" и "↕" – перемещение соответственно по горизонтали и вертикали линии развертки на экране ЭЛТ.

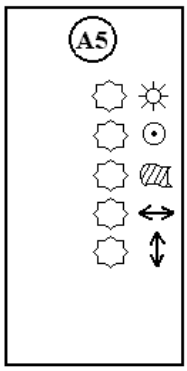


Рисунок 9.1 – Расположение регуляторов управления лучом ЭЛТ

Нормальное положение основной (первой, нижней) линии развертки:

- по вертикали – на нулевом уровне (нижней линии) сетки, нанесенной на экран. Это необходимо для того, чтобы в пределах экрана укладывался весь диапазон измерений амплитуды (0…20 дБ) или эквивалентной площади (0…30 мм^2), а также правильно определялся минимальный уровень (две большие клетки снизу) для измерения временных параметров по экрану;

- по горизонтали – при крайнем левом положении регулятора "⏎" на ПП начало развертки должно находится в пределах экрана у его левого края. В дальнейшем, при настройке параметров развертки начало луча в ряде случаев может быть незначительно сдвинуто влево, рис. 9.2.

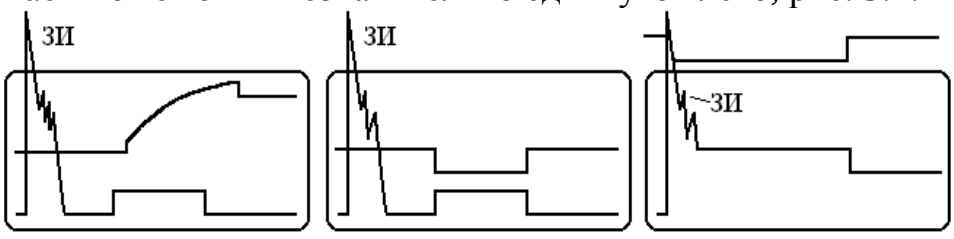


Рисунок 9.2 – Расположение разверток на экране ЭЛТ

Если на блоке А6 нажата кнопка "⎍⎍⎍", то на экране ЭЛТ дефектоскопа возникают два луча (две линии развертки). Однако в некоторых случаях вторая развертка может плохо просматриваться из-за того, что она слилась с первой (обе развертки находятся в нижней части экрана) или вообще не видна из-за того, что "убежала" вверх (т.е. находится выше верхнего края экрана).

При настройках следует учесть следующее:

1. При выведении регулятора "⎍⎍⎍" на ПП из крайнего левого положения луч первой развертки начинает гаснуть, начиная от левого края экрана ЭЛТ и может быть полностью убран, рис. 9.3.

2. Длительность луча первой развертки несколько превышает ширину экрана ЭЛТ дефектоскоп.

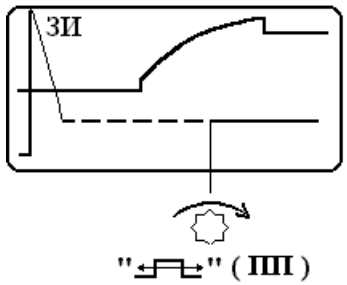


Рисунок 9.3 – Влияние органов управления дефектоскопа на первую развертку

9.2. Режимы "Синхронного запуска развертки" и "Задержанной развертки"

При контроле изделия в режиме "Синхронного Запуска развертки" (менее удачное название – "От поверхности") на экран ЭЛТ дефектоскопа выводится толщина всего контролируемого изделия или начинающегося от поверхности сканирования ПЭП слоя. В этом случае, при контроле изделия по эхо-методу, конец строба АСД устанавливается у правого края экрана ЭЛТ, рис.9.4.

При контроле изделия в режиме "Задержанной развертки" (менее удачное название – "По слоям") на экране ЭЛТ дефектоскопа выводится фрагмент высоты контролируемого изделия (т.е. слоя), верхняя граница которого, как правило, лежит ниже поверхности сканирования ПЭП. В этом случае, при контроле по эхо-методу, границы строба устанавливаются соответственно у левого и правого края экрана ЭЛТ, см. рис. 9.5.

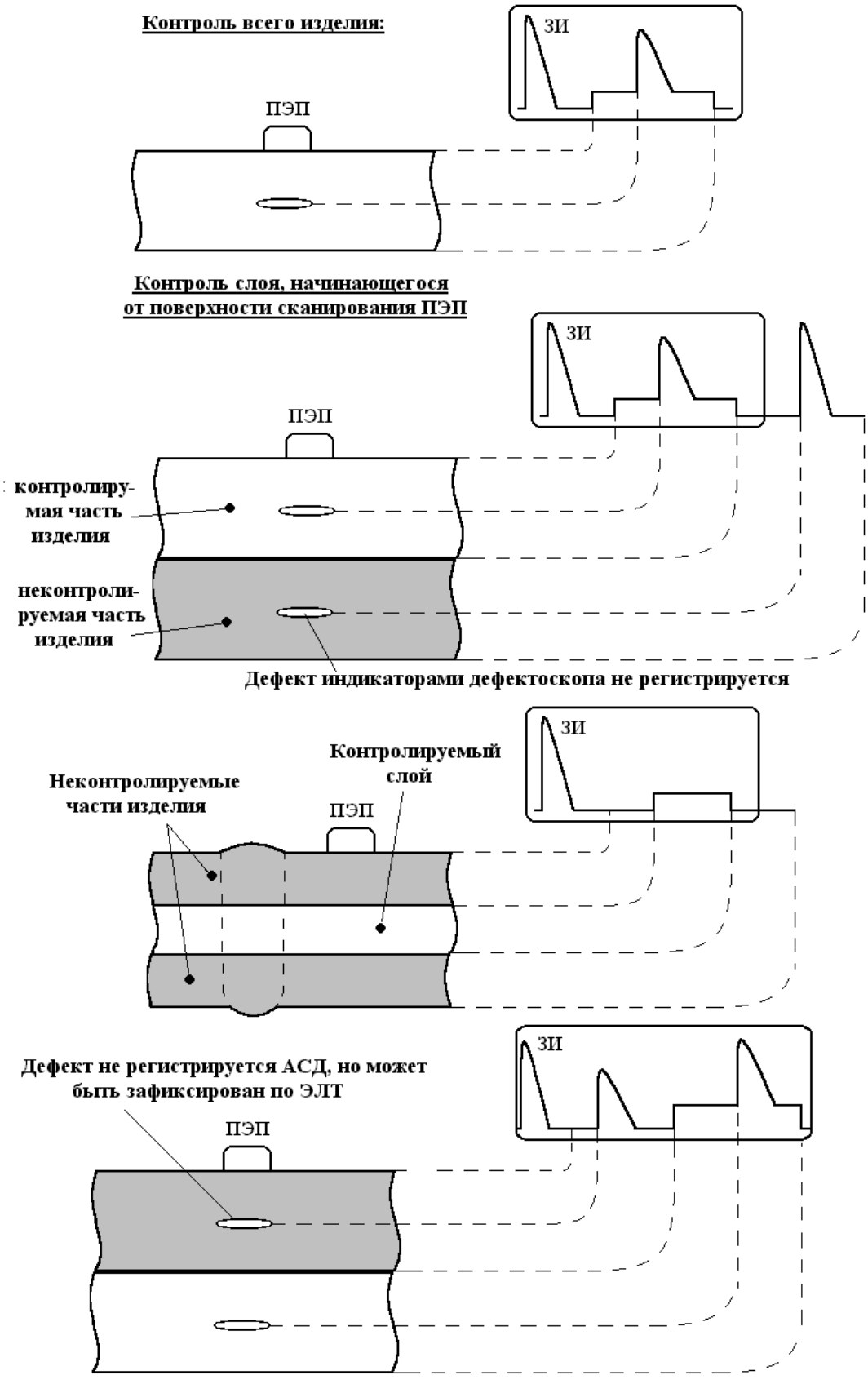


Рисунок 9.4 – Контроль изделий при использовании синхронного запуска развертки

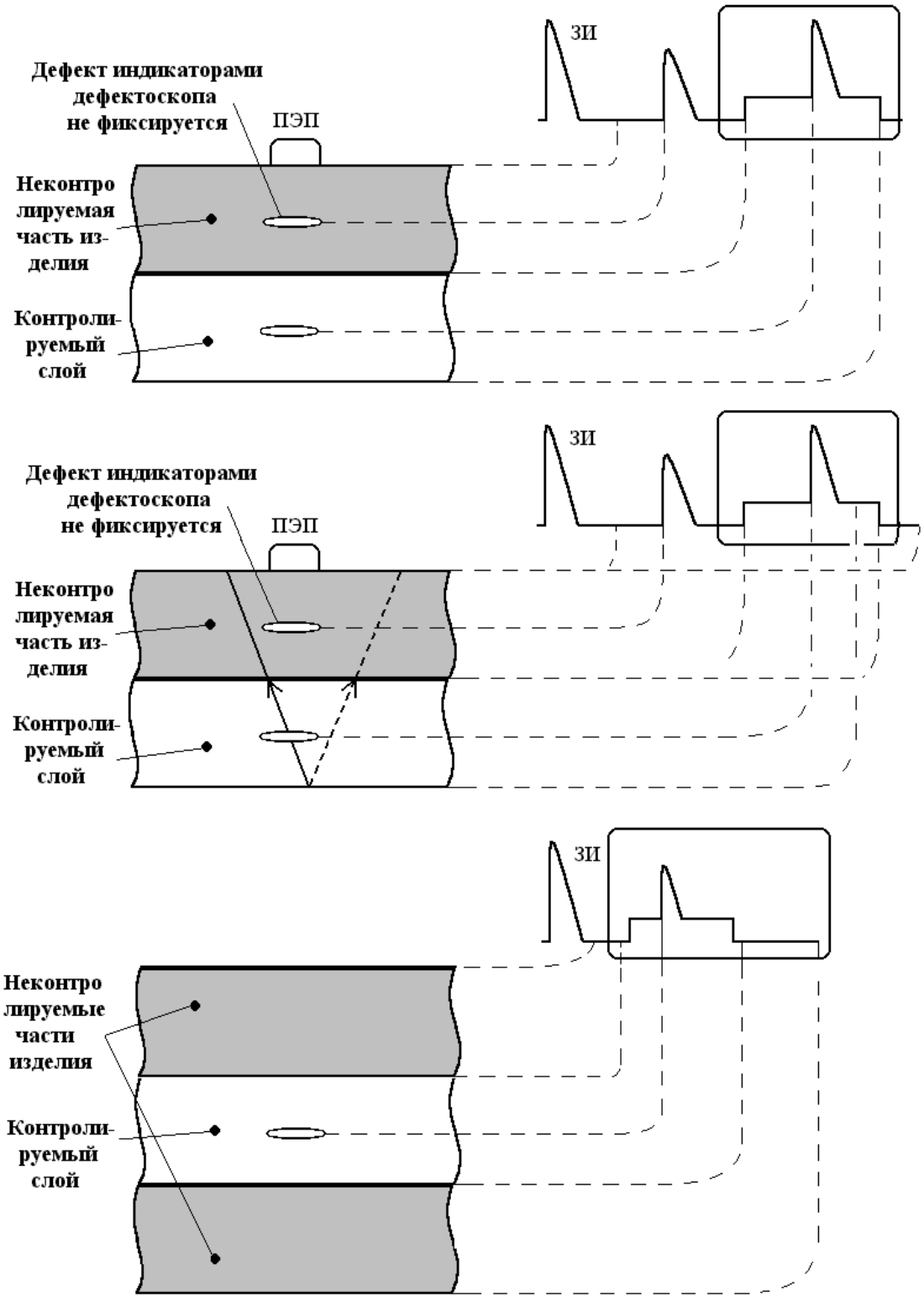


Рисунок 9.5 – Контроль изделий при использовании задержанной развертки

Режим "Задержанной развертки" можно также использовать при контроле изделий по эхо-методу m-кратно отраженным лучом, когда прямым, а возможно, и первыми отраженными лучами выявлять дефекты не требуется, рис. 9.6.

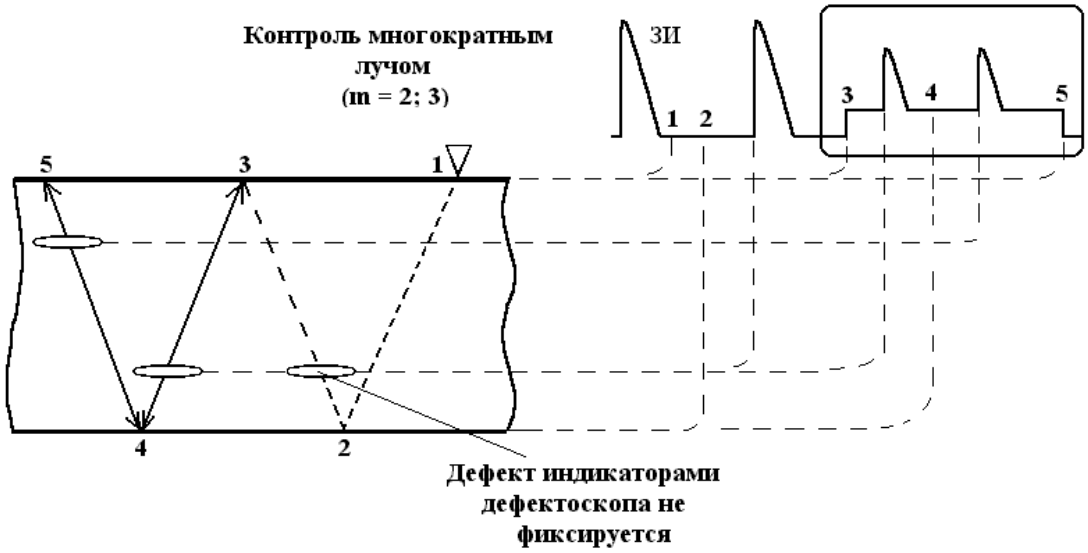


Рисунок 9.6 – Контроль изделия многократно отраженным лучом с использованием задержанной развертки

Таким образом, режим "Задержанной развертки" ("По слоям") пользуются при реализации эхо-метода тогда, когда:

✓ толщина контролируемого изделия имеет значительную величину и применение режима "Синхронного запуска развертки" ("От поверхности") в виду ограничения длительности развертки не позволяет наблюдать отраженные сигналы в пределах всей толщины изделия;

✓ масштаб изображения в режиме "Синхронного запуска развертки" ("По слоям") не достаточен для удовлетворительного наблюдения отраженных импульсов в виду их малой ширины и требуемого разрешения (различия) сигналов от близко расположенных отражателей;

✓ верхняя часть контролируемого изделия не подлежит контролю в соответствии с применяемой методикой прозвучивания данного изделия;

✓ согласно методике на контроль не требуется выявлять дефекты первыми отраженными у.з. луча при контроле изделия многократным лучом;

✓ контроль осуществляется иммерсионным способом и нет надобности выводить на экран участок, соответствующий прохождению УЗК через жидкость.

Следует учитывать, что при контроле больших толщин установка строба АСД, как показано ранее, не всегда возможна. Это связано с недостаточными диапазонами регулировки параметров строба АСД. В этом случае дефекты следует регистрировать только по экрану ЭЛТ.

9.3. Установление параметров развертки

В дефектоскопе УД 2-12 для установки требуемой длительности развертки имеются следующие органы управления на блоке А6:

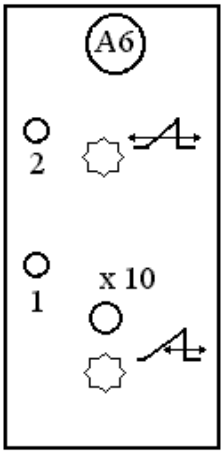


Рисунок 9.7 – Расположение органов управления, определяющих параметры развертки

- регулятор "  " предназначен для плавного изменения длительности развертки. В крайнем правом положении регулятора длительность развертки максимальная;
- кнопка "х10" предназначена для скачкообразного изменения длительности развертки. При нажатии кнопки длительность развертки увеличивается примерно в 10 раз;
- гнездо "1" предназначено для контроля (измерения) длительности развертки.

Для установки задержки развертки имеются следующие органы управления на блоке А6:

- регулятор "  " предназначен для изменения длительности задержки развертки. В крайнем левом положении регулятора задержка развертки максимальная;
- гнездо "2" предназначено для контроля (измерения) длительности задержки развертки.

9.4 Учет факторов, влияющих на настройку временных параметров развертки в дефектоскопе УД 2-12

Длительность развертки определяет реализацию по толщине выводимого на экран изделия или слоя, а следовательно, и масштаб изображения по ширине экрана ЭЛТ. При этом, чем толще контролируемое изделие (слой), тем меньше масштаб изображения, и наоборот, рис. 9.8.

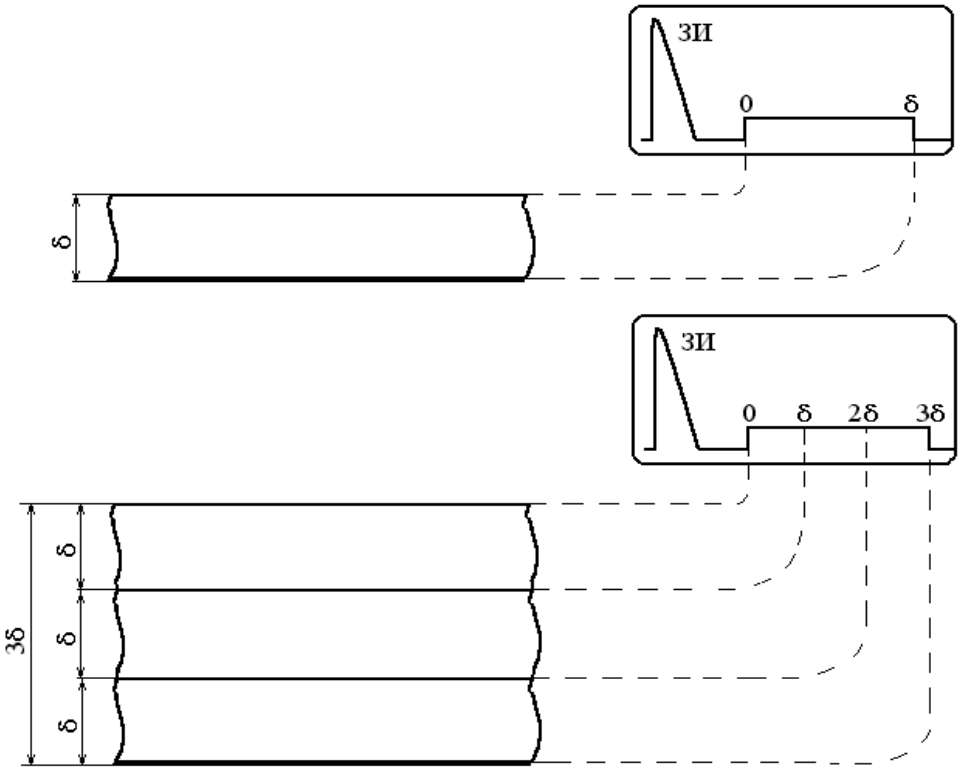


Рисунок 9.8 – Формирование развертки на экране ЭЛТ в соответствии с размером контролируемого изделия или его части

При настройке параметров развертки желательно получать более крупный масштаб. Для достижения этого:

- на экран выводят толщину изделия (слоя), не "прихватывая" лишних кусков;
- при работе в режиме "Синхронного запуска развертки" ("От поверхности") зондирующий импульс смещают к левой границе экрана или даже частично за экран;
- при необходимости переходят в режим "Задержанной развертки" ("По слоям").

Как и у других у.з. дефектоскопов, в приборе УД2-12 масштаб по ширине экрана – равномерный, что позволяет оценивать координаты отражателей по местоположению сигналов на экране ЭЛТ, рис. 9.9.

Длина развертки всегда больше видимого в пределах экрана луча.

В этом можно убедиться одним из способов:

- перемещая луч по экрану регулятором "⟷" на блоке А5;
- установив длительность строба АСД, равную ширине экрана, и измерив последовательно временные интервалы в гнездах "1" на блоке А6 и "2" на блоке А10.

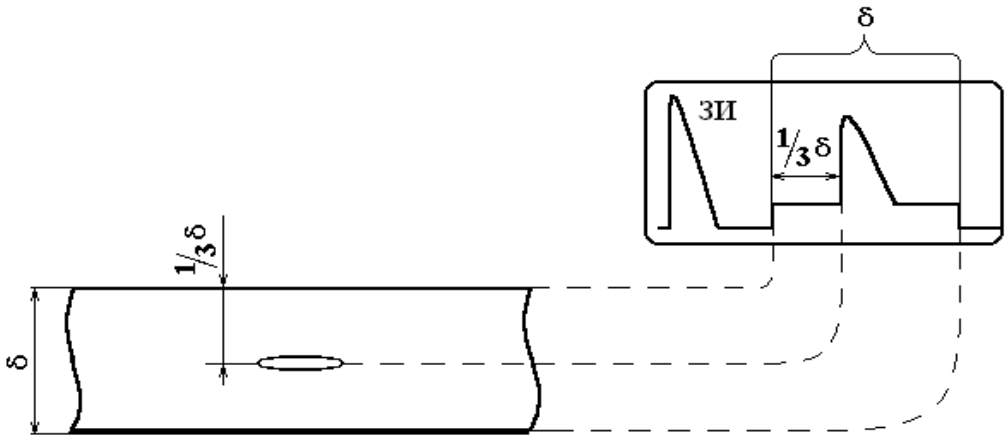


Рисунок 9.9 – Соответствие масштаба развертки ЭЛТ и размеры ОК

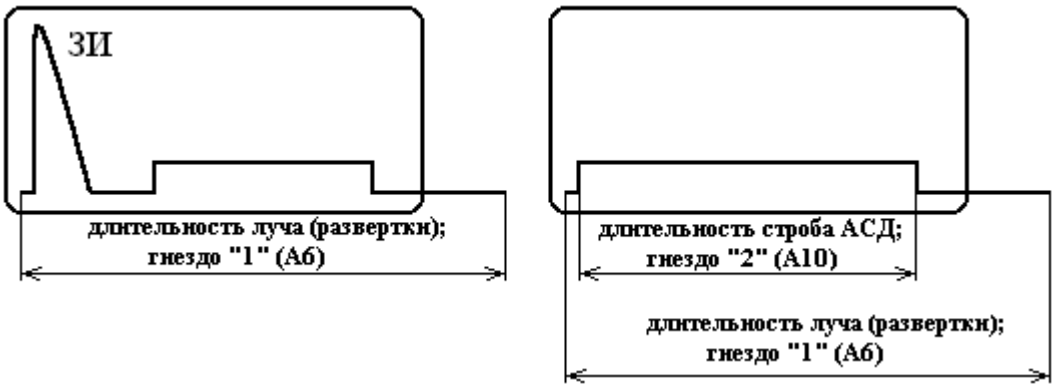


Рисунок 9.10 – Длительность развертки на экране ЭЛТ

В дефектоскопе УД2-12 при крайнем правом положении регулятора "⇆" на блоке А6 запуск развертки осуществляется с опережением по отношению к зондирующему импульсу, рис. 9.11. В результате на экране ЭЛТ имеется короткий участок развертки перед зондирующим импульсом. Это позволяет наблюдать зондирующий сигнал в течение всей его длительности (всю его "ширину"). Если такая необходимость отсутствует, зондирующий импульс можно полностью либо частично убрать влево за экран регуляторами "⟷" на блоке А5 или "⇆" на блоке А6.

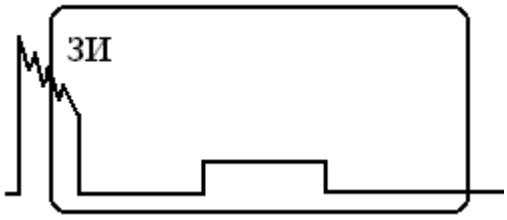


Рисунок 9.11 – Установка момента начала разверток на экране ЭЛТ

Переход из режима "Синхронного запуска развертки" ("От поверхности") к режиму "Задержанной развертки" ("По слоям") осуществляется регулятором "  " на блоке А6, рис. 9.12. При этом, режиму "Синхронного запуска развертки" соответствует крайнее положение регулятора "  ", а также другие его положения, при которых ещё виден хотя бы частично зондирующий импульс. Всем отличным от указанных положений регулятора "  " на блоке А6 соответствует режим "Задержанной развёртки". В этом режиме зондирующий импульс находится левее экрана ЭЛТ и поэтому не виден.

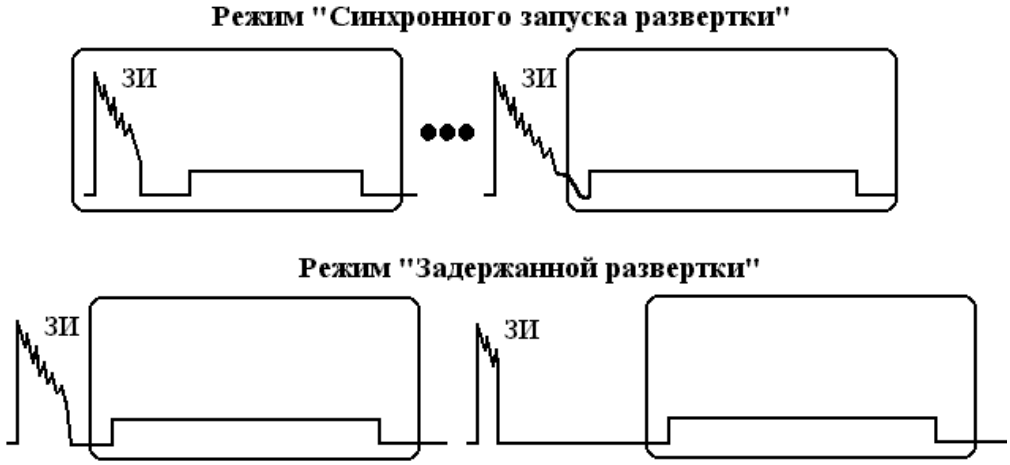


Рисунок 9.12 – Установление режимов запуска развертки

Измерение длительности задержки развёртки в гнезде "2" на блоке А6 осуществляется по отношению зондирующему импульсу, а не по отношению к нулю глубиномера, рис. 9.13.

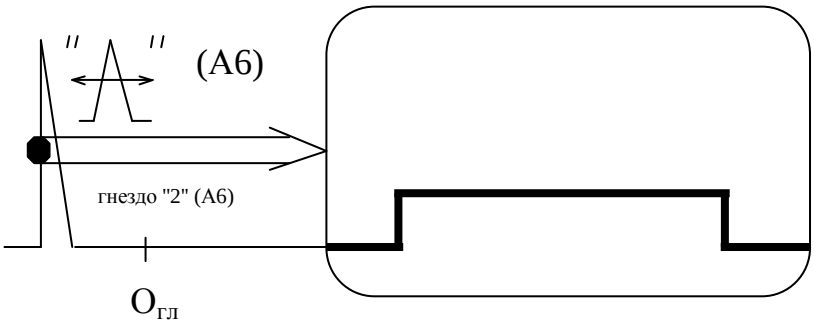


Рисунок 9.13 – Измерение длительности развертки

Если в процессе настройки дефектоскопа для конкретного изделия при увеличении длительности развёртки или увеличении задержки длительности развёртки в какой-то момент появляется нестабильное, повторяющееся изображение на экране ЭЛТ, то это значит, что установлена слишком вы-

сокая частота синхронизации, которую следует понизить кнопочными переключателями "$\frac{125Hz}{500Hz}$ " и "х 2" на ЗП (если дефектоскоп находится в режиме внутренней синхронизации) либо аналогичными органами управления на синхронизирующем дефектоскопе или органами управления внешнего генератора (в зависимости от того, чем синхронизируется дефектоскоп в режиме внешней синхронизации).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Управление лучом ЭЛТ дефектоскопа УД2-12
2. Режимы "Синхронного запуска развертки" и "Задержанной развертки"
3. Установление параметров развертки
4. Учет факторов, влияющих на настройку временных параметров развертки в дефектоскопе УД2-12

10. АВТОМАТИЧЕСКИЙ СИГНАЛИЗАТОР ДЕФЕКТОВ (АСД)

10.1. Органы управления, которыми устанавливаются параметры строба АСД

В дефектоскопе УД2-12 для установки временных параметров строба АСД (порогового индикатора) имеются следующие органы управления на блоке А10, рис. 10.1:

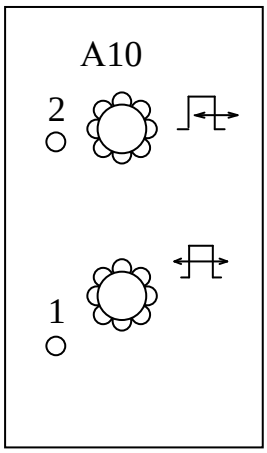


Рисунок 10.1 – Регуляторы управления АСД блока А10

- регулятор "⊣⊓⊢" предназначен для изменения длительности задержки строба АСД; практически этим регулятором устанавливается начало (т.е. передний фронт) строба АСД, рис. 10.2;
- гнездо "1" предназначено для контроля (измерения) длительности задержки строба АСД;

- регулятор "⌐¬" предназначен для изменения длительности строба АСД; практически этим регулятором устанавливается конец (т.е. задний фронт) строба АСД;
- гнездо "2" предназначено для контроля (измерения) длительности строба АСД.

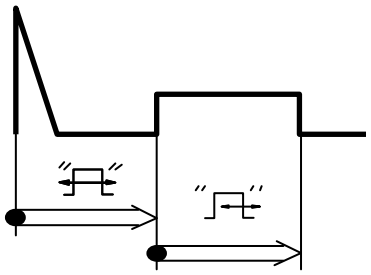


Рисунок 10.2 – Управление стробом АСД

10.2. Факторы, которые необходимо учитывать при настройке временных параметров строба АСД дефектоскопа УД2-12

Измерение длительности задержки строба АСД в гнезде "1" на блоке А10 осуществляется по отношению к зондирующему импульсу, а не по отношению к нулю глубиномера, рис. 10.3. Сказанное справедливо как для режима "Синхронного запуска развёртки" ("От поверхности"), так и "Задержанной развёртки ("По слоям"). В случаях, когда для настройки временных параметров АСД используется глубиномер, сдвиг нуля глубиномера относительно зондирующего импульса учитывается параметром $(2t_п)_Y$ или $(2t_п)_Н$.

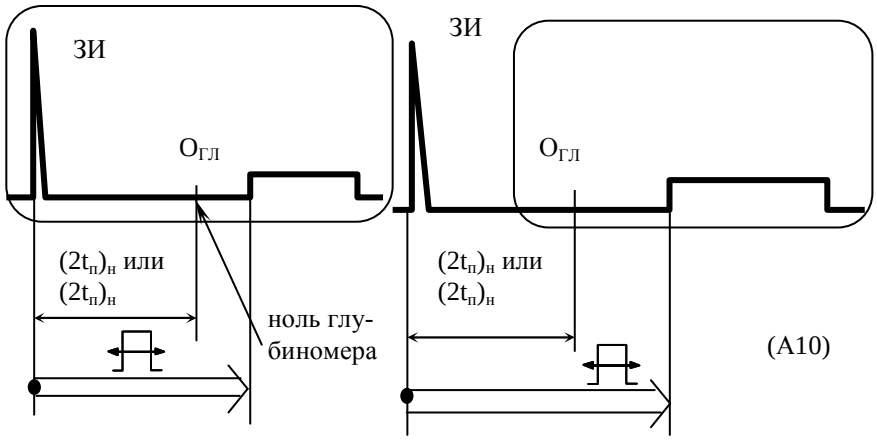


Рисунок 10.3 – Местоположение строба АСД и его длительность

Имеется возможность установки начала строба АСД перед зондирующим импульсом. В этом случае задержка строба АСД, определяемая БЦО, равна нулю, рис. 10.4.

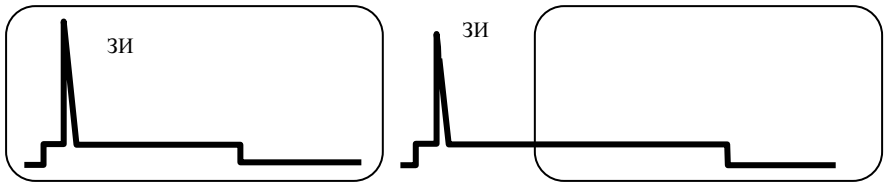


Рисунок 10.4 – Установка начала строба АСД перед зондирующим импульсом

В гнезде “2” на блоке А10 фактическая длительность строба АСД определяется только в том случае, если конец строба АСД находится левее правого края развёртки (длина луча развёртки незначительно превышает ширину экрана ЭЛТ), рис. 10.5. При этом положение строба АСД может быть следующим:

- ❖ полностью в пределах экрана;
- ❖ начинаться слева от экрана и заканчиваться в пределах экрана ЭЛТ;
- ❖ полностью слева от экрана ЭЛТ.

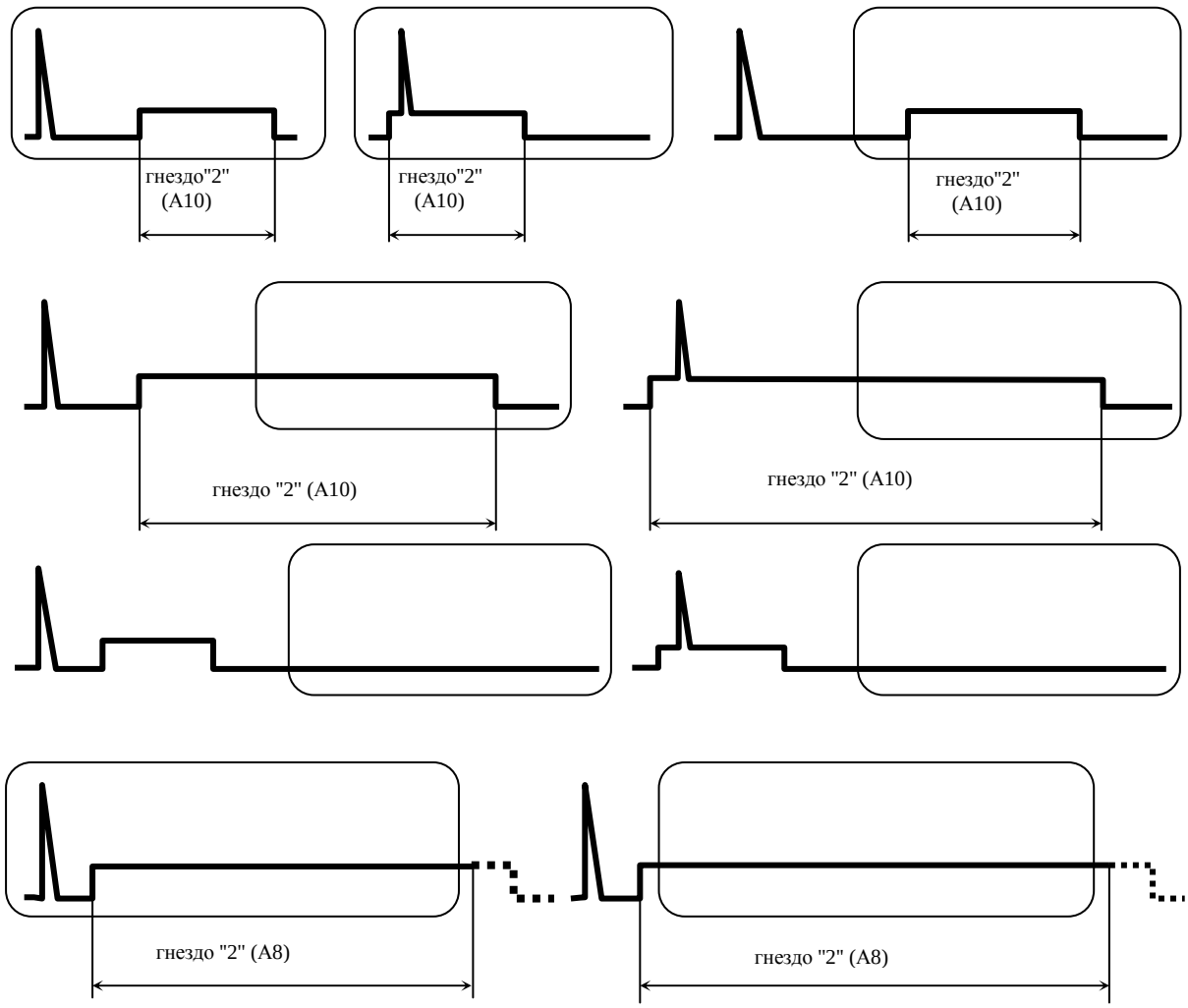


Рисунок 10.5 – Определение фактической длительности строба АСД

Если конец строба АСД находится правее правого конца развёртки:

- БЦО индицирует значение временного параметра, измеренного между передним фронтом строба АСД и концом развёртки;
- попытка изменить длительность строба АСД регулятором "⌐¬" на блоке А10 не приводит к желаемым результатам – индикатор БЦО выводит одно и тоже значение.

Для исключения этого увеличьте длительность развёртки.

Длительность задержки импульса строба АСД в пределах 3...200 мкс, а длительность строба АСД – 0...200 мкс. Данные диапазоны могут оказаться недостаточными для контроля изделий большой толщины, рис. 10.6.

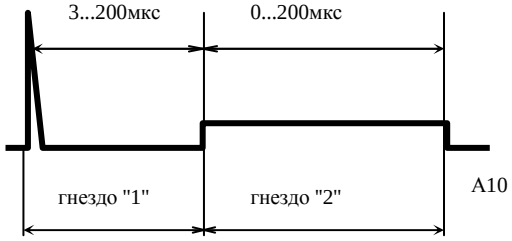


Рисунок 10.6 – Временные характеристики строба АСД

10.3. Органы управления, которыми осуществляется установка порогов срабатывания АСД

Для установления порогов срабатывания АСД в дефектоскопе на блоке А10 предусмотрены три регулятора под отвёртку "▼I", "▼II" и "▼III", рис.10.7. Римские цифры рядом с регуляторами указывают номера ламп на ПП, к которым они относятся, рис. 10.8.

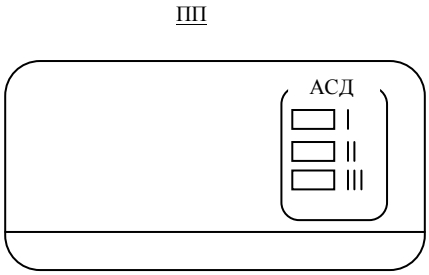


Рисунок 10.7 – Расположение регуляторов порогов срабатывания АСД

Таблица 10.1 – Характеристики системы АСД

Индикаторная лампа		Регулятор изменения порога	Характеристика
цвет	N		
красный	I	▼I	Самый высокий из трёх уровней
жёлтый	II	▼II	Средний из трёх уровней
зелёный	III	▼III	Самый низкий из трёх уровней; зажжённая зелёная лампа может дублироваться звуковым индикатором

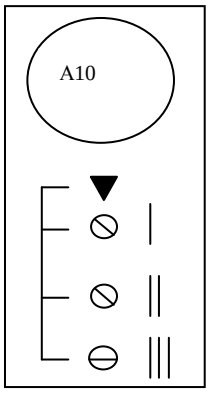


Рисунок 10.8 – Соответствие порогов срабатывания АСД и соответствующих индикаторов

В общем случае по мере изменения амплитуды максимального из застробированных сигналов лампы АСД включаются поочерёдно (одновременно горит не более одной лампы АСД), причём каждая лампа АСД горит только тогда, когда максимальный из застробированных сигналов, рис.10.9:

- возрастает от уровня (порога) соответствующего зажиганию данной лампы до достижения сигналом следующего, более высокого уровня;
- убывает от верхнего уровня (порога) до достижения сигналом уровня, соответствующего зажиганию данной лампы.

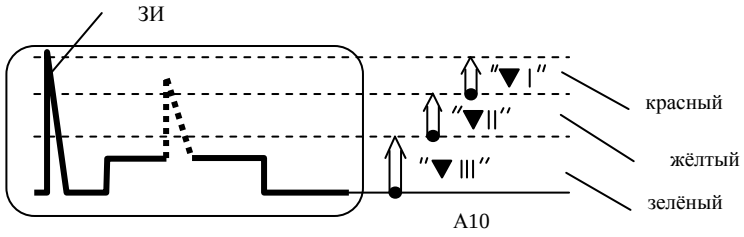


Рисунок 10.9 – Пороги зажигания ламп АСД

10.4. Принципы, которые определяют работу АСД дефектоскопа УД2-12

Принципы работы АСД дефектоскопа УД2-12 позволяет реализовывать один из двух режимов регистрации дефектов:

- ✓ по появлению на экране ЭЛТ в пределах строба АСД сигнала, превышающего заранее выбранный уровень;
- ✓ по уменьшению амплитуды застробированного сигнала ниже заранее выбранного уровня.

Первый режим наиболее часто используется при контроле изделий по эхо-методу, второй – при контроле изделий по теневому или зеркально-теневому методу (ЗТМ).

В отличие от других у.з. дефектоскопов, в УД2-12 какой-либо переключатель указанных режимов отсутствует. Задание требуемого режима работы АСД осуществляется определённой установкой уровня порогов АСД. Подробнее это будет рассмотрено ниже.

10.5 Факторы, определяющие установку порогов срабатывания АСД

Установку порогов АСД следует осуществлять при наличии какого-либо застробированного сигнала, изменения его по амплитуде одним из способов, указанных в разд. 5.1.

Так как все три порога взаимосвязаны, то данная настройка должна осуществляться последовательно, начиная с установки либо нижнего, либо верхнего уровня, рис. 10.10.

При проведении у.з. контроля по эхо-методу часто пользуются двумя; а не тремя уровнями АСД. В этом случае, для эхо-метода:

- нижний уровень (зеленая лампа АСД) соответствует чувствительности поиска дефектов;
- верхний уровень (жёлтая лампа АСД) соответствует чувствительности оценки.

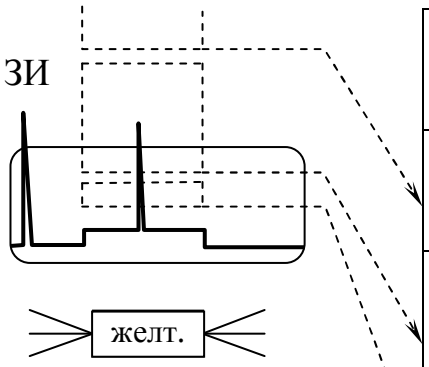
Для ЗТМ и теневого метода:

- верхний уровень (жёлтая лампа АСД) соответствует чувствительность поиска;
- нижний уровень (зелёная лампа АСД) соответствует
- чувствительности оценки.

Если кнопка "  " на блоке А10 нажата, то звуковой индикатор не зависимо от метода контроля будет "подсказывать" дефектоскописту наличие сигналов, вершина которых "преодолела" порог чувствительности поиска, но не достигла порога чувствительности оценки, и в тоже время – "не мешать" порог чувствительности оценки.

Если по условиям контроля требуется использовать менее трёх уровней, то следует оказываться от более верхних уровней. Для этого соответствующие регуляторы порогов АСД на блоке А10 устанавливаются в крайние правые положения, в результате чего:

- лишние" пороги оказываются выше верхнего края экрана ЭЛТ дефектоскопа;
- исключено совпадение с этими уровнями в пределах экрана вершины максимального из выделенных стробом АСД сигналов или первого непогашенного сигнала при ручном стробировании.



Пороги зажигания ламп	Регулятор	Положение регулятора	Вывод
красной	″▼I″	Крайне правое	Порог выше экрана, а следовательно, не используется
жёлтой	″▼II′ ′	Отличное от крайне правого	Настройка АСД осуществлена таким образом, что используются два порога: нижний (зелёная лампа) и верхний (жёлтая лампа)
зелёной	″▼III ″	Отличное от крайне правого	

Рисунок 10.10 – Особенности настройки порогов АСД

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1.Органы управления, которыми устанавливаются параметры строба АСД

2.Факторы, которые необходимо учитывать при настройке временных параметров строба АСД дефектоскопа УД2-12

3.Органы управления, которыми осуществляется установка порогов срабатывания АСД

4.Принципы, которые определяют работу АСД дефектоскопа УД2-12

5.Факторы, определяющие установку порогов срабатывания АСД

11. БЛОК ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ (БЦО)

11.1. Величины акустических характеристик и режимы их измерения с помощью дефектоскопа УД2-12

В зависимости от положения кнопочного переключателя "▼" на блоке А6 измерения производятся:

- по экрану ЭЛТ, (кнопка отжата);
- в контрольных гнездах на верхней панели (кнопка нажата).

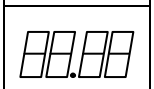
Определяемые по БЦО величины и соответствующие им режимы приведены в таблице 11.1.

Как видно из таблицы 11.1, режимы "dB", "mm X,Y" и "μs" имеют ряд подрежимов.

Индицируемые БЦО значения определяются:

- T, H, X и Y - глубиномером;
- $N^{БЦО}$ и $S_Э$ - блоком ИО.

Таблица 11.1 – Измерение акустических характеристик с помощью БЦО

Режим	Индикатор режима	Положение запятой	Измеряемая величина		Диапазон измерения	Регулятор калибровки
			По экрану ЭЛТ	В контрольных гнёздах		
dB			Если кнопка "$\frac{dB}{мм^2}$" на блоке А8 отжата: $N^{БЦО}$ – амплитуда принятого сигнала в дБ	–	0,1-20	–
			Если кнопка "$\frac{dB}{мм^2}$" на блоке А8 нажата: $S_Э$ - эквивалентная площадь дефекта в мм^2		3-30	–
mmH			H – глубина залегания отражателя в мм, отчитываемая от нуля глубиномера, при контроле прямым ПЭП	Длительность измеряемого параметра в мм величины H	0,1--999,9	"▼mmH" (блок А5)
mmX ↗ mmX,Y ↘ mmY			X – расстояние от точки выхода луча до проекции отражателя на поверхность сканирования в мм, отсчитываемое от нуля глубиномера, при контроле наклонным ПЭП	Длительность измеряемого параметра в мм величины X	0,1--999,9	"▼mmX" (блок А5)
			Y – глубина залегания отражателя в мм, отсчитываемая от нуля глубиномера, при контроле наклонным ПЭП	Длительность измеряемого параметра в мм величины Y	0,1--999,9	"▼mmY" (блок А5)
μs			T – время распространение УЗК от нуля глубиномера до принятого сигнала в мкс	Длительность измеряемого параметра в мкс	1-999	–
					0,1–-999,9	
					0,01 –-99,99	

Если значение измеряемой величины H, X, Y или соответствующего временного параметра превышает указанный диапазон измерения, то БЦО не выдаёт старших разрядов измеряемой величины и никаких признаков об их наличии.

Расшифровки измерений и индикации измеряемых величин показаны на рис. 11.1.

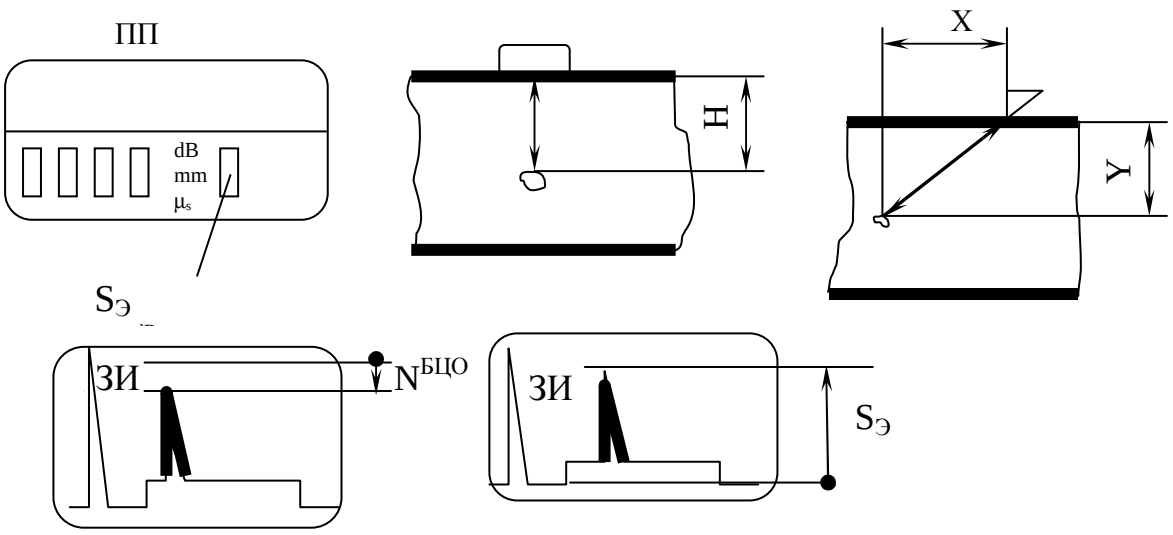


Рисунок 11.1 – Величины, измеряемые с помощью БЦО

В контрольных точках можно определить следующие временные параметры, табл. 11.2.

Таблица 11.2 - Определение временных параметров, формируемых дефектоскопом УД2-12. Режим работы БЦО после включения дефектоскопа

Временной параметр	Гнездо	Блок	Примечание
Длительность акустической задержки в ПЭП	"3"	А6	Параметр отсчитывается от зондирующего импульса
Длительность развёртки	"1"	А6	_
Длительность задержки развёртки	"2"	А6	Параметр отсчитывается от зондирующего импульса
Длительность строба АСД	"2"	А10	_
Длительность задержки строба АСД	"1"	А10	Параметр отсчитывается от зондирующего импульса
Длительность зоны ВРЧ	"2"	А8	_
Длительность задержки зоны ВРЧ	"1"	А8	Параметр отсчитывается от зондирующего импульса

11.2. Режим работы БЦО после включения дефектоскопа УД2-12

После включения дефектоскопа БЦО всегда оказывается в режиме "dB". При этом измеряемая величина ($N^{БЦО}$ или $S_Э$) определяется положением кнопки"$\frac{mm^2}{\sqcap^{dB}}$ " на блоке А8 (см. разд. 11.1).

Возможное кратковременное пропадание питающего рапряжения в сети сменяет ранее установленный режим измерения БЦО на режим "dB".

11.3. Установление требуемого режима БЦО

Для этого независимо от того, по экрану или в контрольном гнезде и в каком режиме ранее проводились измерения, следует кратковременно прикоснутся пальцем к сенсорной пластине ПП, соответствующей требуемому режиму. При этом, если имеется несколько подрежимов (излагаемое правило не относится к режиму "dB"), то сначала устанавливается первый по таблице 11.1 подрежим. Последующие прикосновения пальцем к этой же сенсорной пластине приводят к установке второго и очередных подрежимов. Из последнего по таблице подрежима БЦО осуществит переход к первому подрежиму и т. д. Таким образом, процесс переключения подрежимов происходит по замкнутому кругу, рис. 11.2.

Для установки нужного подрежима в режиме "dB" необходимо воспользоваться кнопочным переключателем $\frac{dB}{mm^2}$ на блоке А8.

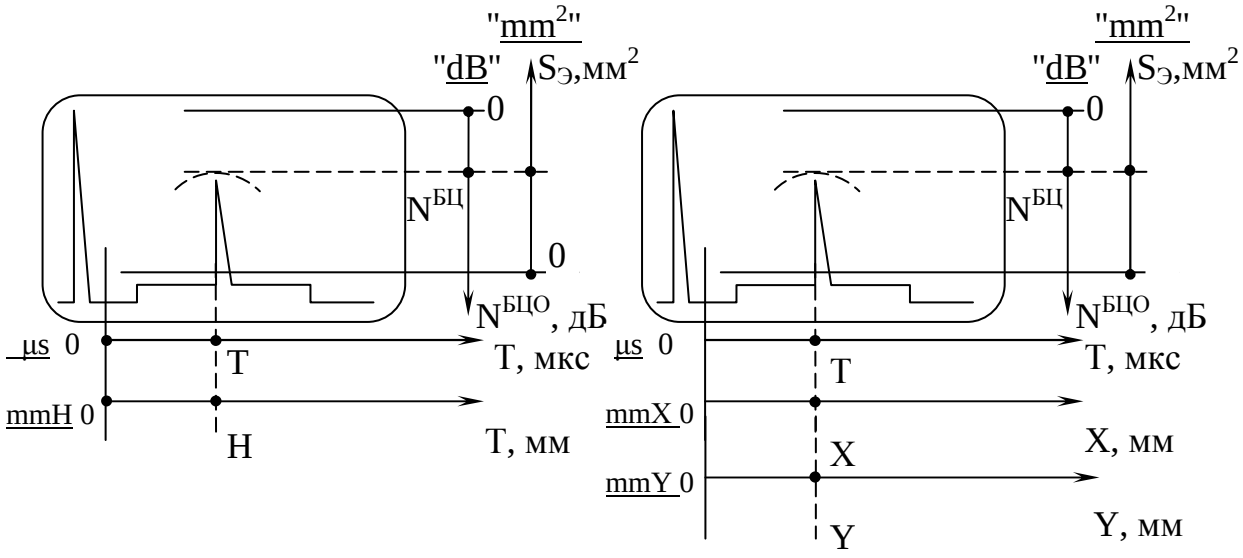


Рисунок 11.2 – Схема переключения и отсчетов в различных режимах работы БЦО

Контроль установленного режима производится по положению светящегося сегмента индикатора режимов БЦО и положению запятой в измеряемом значении.

В дальнейшем описанные подрежимы БЦО будем называть режимами БЦО.

11.4. Определение длительности сигнала в контрольной точке с помощью БЦО

Для определения длительности сигнала в контрольной точке, рис. 11.3:

1. Нажмите кнопку "▼" на блоке А6;

2. Соедините коммутационным проводом гнездо "4" на блоке А6 (вход измерительного устройства) с гнездом, в котором требуется измерить временной параметр;

3. Сенсорным переключателем установите требуемый режим измерения;

4. Проверьте правильность установленного режима по индикатору режимов и по положению запятой в измеряемом значении;

5. Считайте показания БЦО.

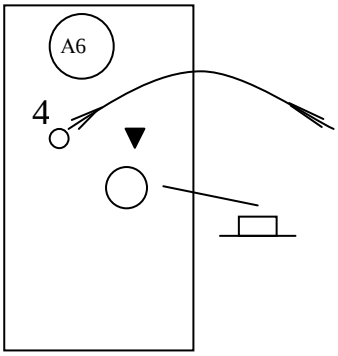


Рисунок 11.3 – Управляющие элементы блока А6, необходимые для определения длительности сигналов

Пример. Определите, какой толщине слоя контролируемого изделия соответствует ранее выставленный строб АСД, если контроль ведётся наклонным ПЭП? Глубиномер дефектоскопа УД2-12 настроен.

В данном случае второй конец коммутационного провода должен находиться в гнезде "2" на блоке А10, в котором определяется длительность строба АСД. Так как глубиномер предварительно настроен, то искомую величину в миллиметрах можно непосредственно определить по БЦО. Для наклонного ПЭП толщину слоя следует измерять в миллиметрах величины Y. Для этого сенсорный переключатель устанавливается в режим "mmY". После этого на БЦО будет высвечиваться требуемое значение, рис. 11.4.

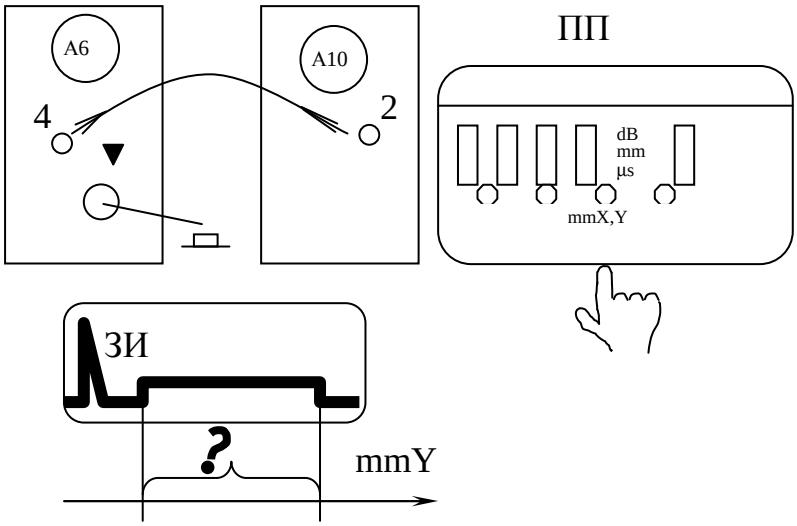


Рисунок 11.4 – Схема определения временного параметра строба АСД

11.5. Автоматическое измерение временных параметров по экрану дефектоскопа УД2-12

В ряде случаев происходит автоматическое (т.е. без дополнительных вмешательств со стороны дефектоскописта) измерение времени распространения УЗК в изделии или координат отражателя. При этом важно понимать, к какому сигналу относятся показания БЦО или почему, даже при наличии отраженного сигнала на экране, иногда автоматического измерения временных параметров не происходит.

Итак, автоматическое измерение временных параметров требуемого (анализируемого) сигнала происходит в следующих случаях:

- установлен необходимый режим БЦО;
- регулятор "⊥⊓⊥" (ручное стробирование) на ПП находится в крайнем левом положении;
- анализируемый сигнал обладает следующими свойствами:
  - ✓ попадает в строб АСД;
  - ✓ имеет амплитуду по экрану не менее двух больших клеток (при условии, что линия основной развёртки находится на нулевом уровне), рис. 11.5;
  - ✓ является в стробе АСД первым (не считая сигналов амплитудой менее двух больших клеток) и имеет амплитуду не меньшую, чем у находящегося справа от него застробированных импульсов.

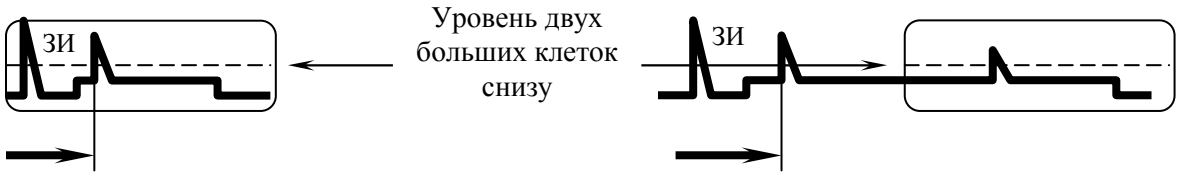


Рисунок 11.5 – Условие измерения параметров сигналов

Последнее требование сформулировано для однозначности измерения, ибо, если в стробе АСД имеется несколько сигналов, превышающих две большие клетки снизу, причём, за анализируемым находится импульс большей амплитуды, то в зависимости от соотношения их амплитуд автоматическое измерение временных параметров может осуществиться как по отношению к анализируемому сигналу, так и по отношению к сигналу с большей амплитудой, рис. 11.6.

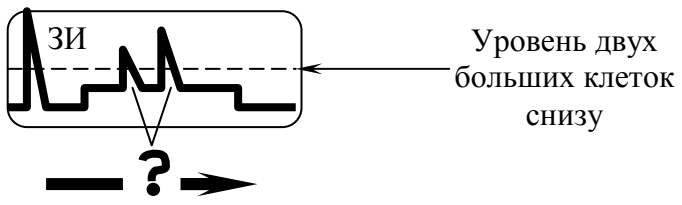


Рисунок 11.6 – Измерение параметров сигнала при наличии в стробе АСД двух импульсов с амплитудой более 2-х клеток экрана ЭЛТ

Пример:

1. Определите, до какого сигнала будет осуществляться автоматическое измерение временных параметров. Взаимное расположение сигналов на экране показано на рис. 11.7.

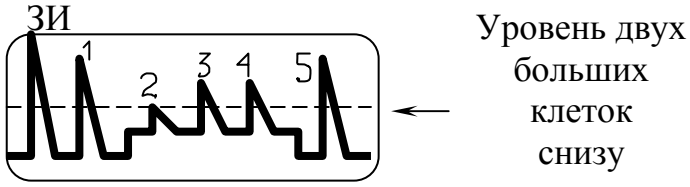


Рисунок 11.7 – Измерение параметров нескольких сигналов при их наличии в стробе АСД (вариант 1)

В данном случае автоматическое измерение произойдёт для третьего импульса. При этом автоматическое измерение не осуществляется:

- для первого и пятого сигналов из-за того, что они не попадают в строб АСД;
- для второго импульса, т.к. он хотя и в стробе АСД, но менее двух больших клеток;
- для четвёртого сигнала по причине того, что впереди него в стробе есть сигнал такой же амплитуды.

2. *Определите, для какого сигнала будет осуществляться автоматическое измерение временных параметров. Взаимное расположение сигналов на экране показано на рисунке 11.8.*

Поскольку сигнал 1 имеет меньшую амплитуду и находятся левее сигнала 3, то однозначно ответить на поставленный вопрос нельзя. Для опре-

деления сигнала, для которого происходит автоматическое измерение временных параметров, применим ручное стробирование (см. разд. 11.6) или сначала укоротим строб АСД, а затем его сдвинем вправо; для каждого случая снимаем показания БЦО. Одно из значений должно совпадать с первоначальным показанием.

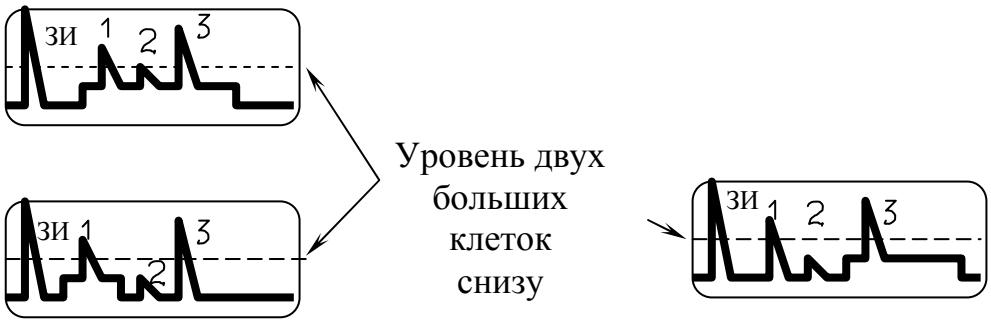


Рисунок 11.8 – Измерение параметров нескольких сигналов при их наличии в стробе АСД (вариант 2)

Что следует предпринять, если автоматическое измерение временных параметров по экрану не происходит или имеются какие-либо сомнения, связанные с автоматическим измерением при работе с дефектоскопом УД2-12?

В этих случаях:

- если амплитуда анализируемого импульса на экране менее двух больших клеток, увеличьте её одним из способов согласно разделу 5.1;
- произведите измерения, используя ручное стробирование, либо измените параметры строба АСД (т.е. переместите по экрану и (или) укоротите его соответственно регуляторами "⇤" и "⇥" на блоке А10), чтобы произошло однозначное автоматическое измерение. Ручное стробирование, однако, является более предпочтительным, т.к. не требует изменения параметров строба АСД, которые к моменту измерений временных параметров сигнала могут быть уже установлены под конкретное контролируемое изделие;
- в ряде случаев (при контроле больших толщин), диапазон изменения временных параметров строба АСД может оказаться недостаточным для выделения анализируемого сигнала (см. раздел 10.2).

11.6. Измерение временных параметров с использованием ручного стробирования

– Измерением временных параметров с применением ручного стробирования пользуются в следующих случаях, рис. 11.9: когда не происходит автоматического измерения из-за того, что анализируемый импульс не попадает в строб АСД;

– когда определённо известно, что автоматическое измерение осуществляется по отношению к какому-либо другому, а не анализируемому сигналу (при наличии в стробе АСД нескольких сигналов, превышающих две большие клетки);

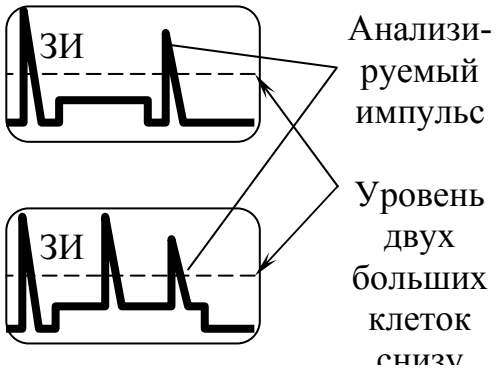


Рисунок 11.9 – Особенности измерения параметров импульса (вариант 3)

– когда не ясно, до какого импульса происходит автоматическое измерение (при наличии в стробе АСД нескольких сигналов, превышающих две большие клетки).

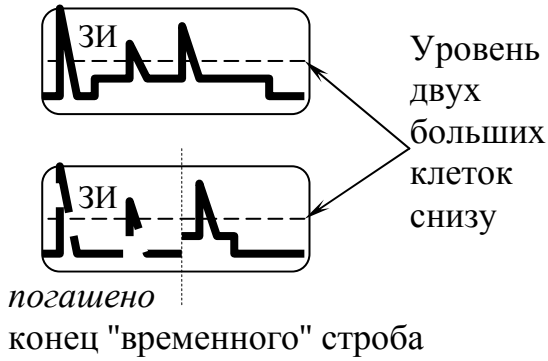


Рисунок 11.10 – Особенности измерения параметров импульсов (вариант 4)

В этих случаях для измерения времени распространения УЗК в изделии или координат отражателя целесообразно применить ручное стробирование, которое реализуется следующим образом:

1. Регулятором "⊓" на ПП погасите все сигналы левее анализируемого. При этом, конец возникшего "временного" строба (строба глубиномера) на основной развёртке укажет на сигнал; до которого происходит измерение. Если при этом также подключена вторая развёртка, то её уровень будет определяться сигналом, до которого происходит измерение;

2. Считайте показания по БЦО;

3. Установите регулятор "⊓" на ПП в исходное, крайнее левое положение.

11.7. Учет особенностей при измерении временных параметров по экрану ЭЛТ

Для повышения надежности измерения временных параметров с помощью БЦО желательно приводить амплитуду анализируемого сигнала к уровню 4…6 больших клеток. Если же амплитуда анализируемого сигнала около двух больших клеток, то автоматическое измерение может не произойти и на БЦО будут высвечиваться нули, либо произойдёт до следующего (если такой имеется) сигнала, амплитуда которого гарантированно превышает уровень двух больших клеток снизу.

С точки зрения уменьшения погрешности измерения временных параметров амплитуду всех сигналов следует устанавливать на одном и том же уровне по экрану ЭЛТ (об изменении амплитуды сигналов см. в разд. 5.1).

Система отсечки не влияет на показания БЦО при измерении временных параметров. То есть, сигнал может быть частично или полностью (при этом вообще не виден на экране ЭЛТ дефектоскопа) подавлен отсечкой и, если его амплитуда по экрану в "не отсеченном" варианте более двух больших клеток, то измерения временных параметров будут производится и индицироваться БЦО. Сказанное справедливо при использовании любого (стробом АСД или ручным) вида стробирования.

Измеренные значения временных параметров отсчитываются от нуля глубиномера, устанавливаемого регулятором "⊳0◁" на блоке А6. Если время от зондирующего импульса до анализируемого сигнала меньше, чем выставленное время компенсации, то на БЦО будут высвечиваться нули, либо произойдёт измерение до другого сигнала (если он имеется в стробе АСД и его сдвиг относительно зондирующего импульса больший, чем время компенсации), рис.11.11.

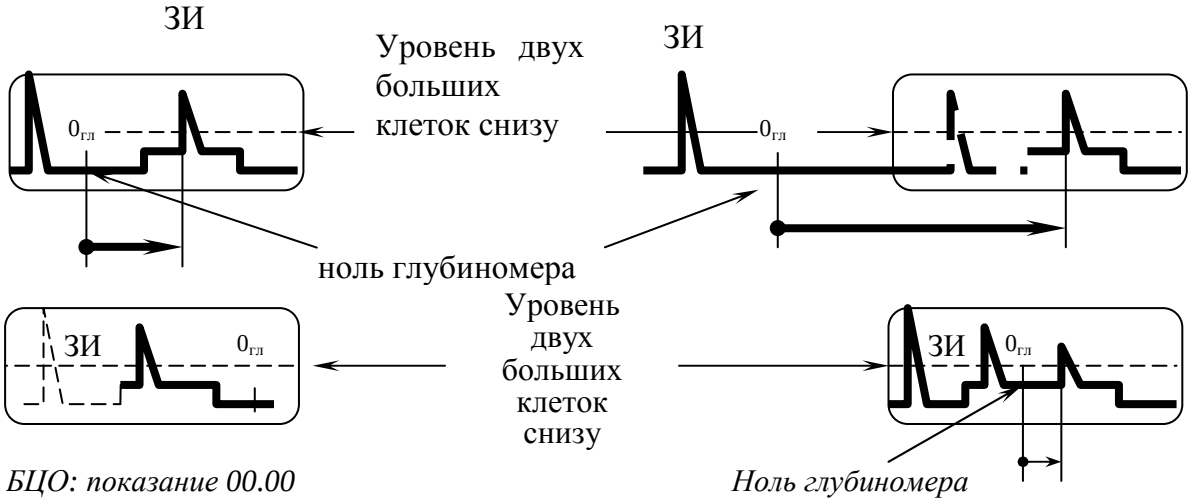


Рисунок 11.11 – Особенности измерения временных параметров по экрану ЭЛТ

11.8. Условия осуществления автоматического измерения амплитуды сигнала с использованием БЦО

Чтобы произошло автоматическое (т.е. без дополнительных вмешательств со стороны дефектоскописта) измерение амплитуды сигнала необходимо, чтобы:

- был установлен режим БЦО "dB" (кнопка "mm^2 dB " на блоке А8 должна быть отпущена);
- регулятор "⇆" (ручное стробирование) на ПП находится в крайнем левом положении;
- анализируемый сигнал обладал следующими свойствами:
  - ✓ был в стробе АСД;
  - ✓ был наибольшим из имеющихся в стробе АСД других сигналов;
  - ✓ был по вертикали в пределах экрана (при необходимости измените его амплитуду одним из способов согласно раздела 5.1)

Пример:

Определите, для какого сигнала будет осуществляться автоматическое измерение амплитуды. Взаимное расположение сигналов на экране ЭЛТ показано на рис. 11.12.

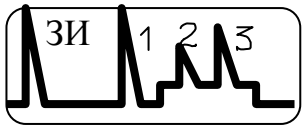


Рисунок 11.12 – Расположение сигналов на экране ЭЛТ при измерении их параметров

Из двух выделенных стробом АСД сигналов (второго и третьего) третий является наибольшим. Поэтому именно его амплитуда будет индицироваться БЦО.

11.9. Меры, которые следует предпринять, если автоматическое измерение амплитуды анализируемого сигнала не осуществляется

Если анализируемый импульс находится в стробе АСД, но не является наибольшим из имеющихся в нём импульсов или, если анализируемый сигнал находится вне строба АСД, то необходимо применить ручное стробирование либо изменить параметры строба АСД, т.е. переместить по экрану и (или) укоротить его соответственно регуляторами " ⇆" и "⇆" на блоке А10 так, чтобы анализируемый импульс оказался в стробе АСД и произошло однозначное измерение его амплитуды.

Ручное стробирование, как правило, является более предпочтительным, т.к.:

– не требует изменение параметров строба АСД, которые к моменту измерения могут уже быть установлены под конкретное контролируемое изделие;

– в ряде случаев (при контроле больших толщин) диапазон измерения временных параметров строба АСД может оказаться недостаточным для выделения анализируемого сигнала.

В то же время при использовании ручного стробирования имеются некоторые сложности измерения амплитуды сигналов, не достигших двух больших клеток по экрану ЭЛТ дефектоскопа.

Если вершина анализируемого сигнала находится выше верхнего края экрана, то необходимо уменьшить его амплитуду одним из указанных способов (см. раздел 5.1) так, чтобы сигнал был в пределах экрана. При этом наиболее предпочтительно пользоваться аттенюатором, т.к. он позволяет в децибелах определить величину введенного ослабления, используемую для определения амплитудных параметров сигнала или чувствительности.

11.10. Измерение амплитуды сигнала с использованием ручного стробирования

Измерением амплитуды сигнала с применением ручного стробирования пользуются в следующих случаях:

– когда не происходит автоматического измерения из-за того, что анализируемый сигнал не попадает в строб АСД

– когда осуществляется автоматическое измерение не анализируемого сигнала, а другого, большего по амплитуде.

Для измерения амплитуды сигнала с применением ручного стробирования проделайте следующие операции, рис. 11.13:

1. Регулятором "  " на ПП погасите все сигналы левее анализируемого. При этом конец "временного" строба на основной развёртки укажет сигнал, амплитуда которого определяется.

Если "временный" строб сорвался не анализируемым сигналом, а одним из следующих за ним, то это значит, что амплитуда анализируемого импульса при применении ручного стробирования недостаточна для измерения (т.е. менее двух больших клеток), рис. 11.14. В этом случае следует уменьшить ослабление аттенюатором, добившись того, чтобы "временный" строб закончился именно на анализируемом сигнале, а считанные с БЦО показания увеличить на величину уменьшенного ослабления.

Когда "временной" строб в пределах развёртки не срывается, то это значит, что в непогашенной части экрана какие-либо сигналы отсутствуют (на индикаторе БЦО показание 00.00) или амплитуда всех имеющихся сигналов не превышает двух больших клеток и измерение амплитуды осуще-

ствляется для наибольшего сигнала. Если им оказался не анализируемый, то необходимо поднять его амплитуду, как описано в разделе 5.1.

2. По окончании измерений установить регулятор "⊓" на ПП в исходное, крайнее левое положение.

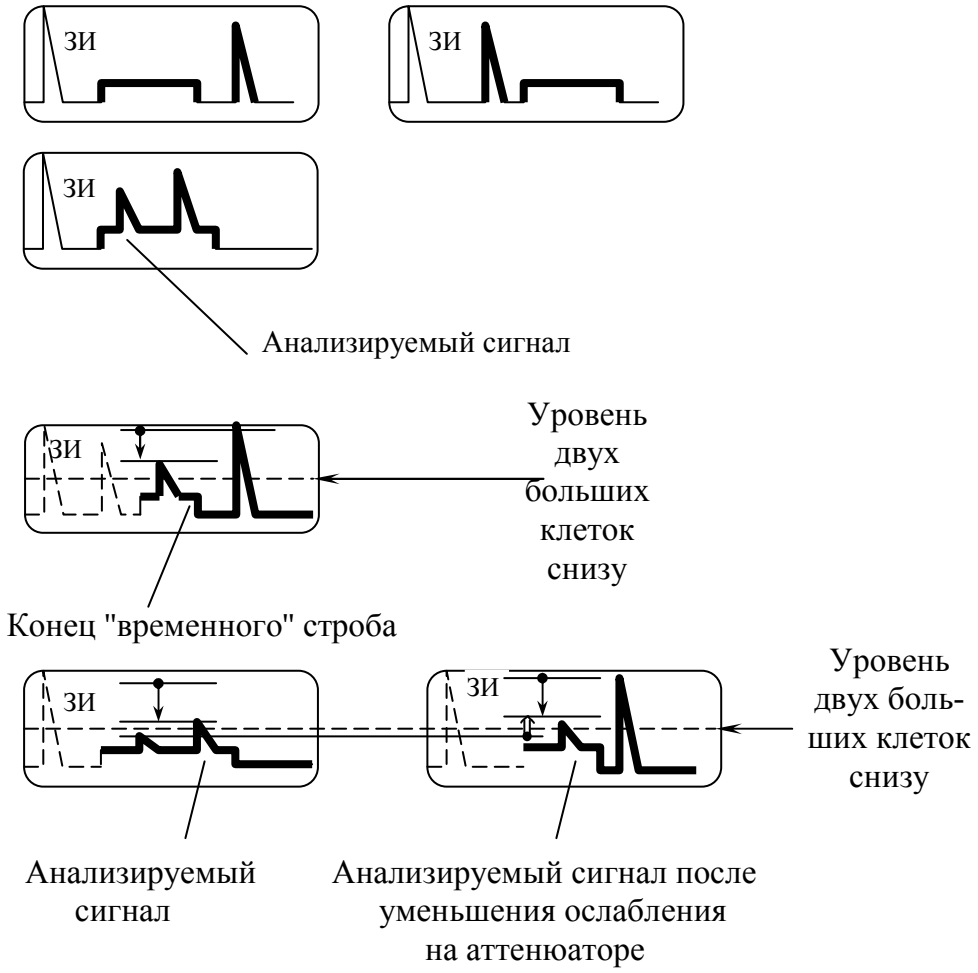


Рисунок 11.13 – Особенности измерения амплитуды сигналов с использованием ручного стробирования



Рисунок 11.14 – Измерение амплитуды сигналов с малой амплитудой

11.11. Особенности измерения амплитуды сигнала с помощью БЦО

1. Если в стробе имеется несколько сигналов, рис. 11.15, то автоматическое измерение временного параметра может произойти до одного (первого в стробе АСД сигнала, превышающего две большие клетки), а автоматическое измерение амплитуды – до другого (наибольшего в стробе АСД сигнала). В дефектоскопе УД2-12 так происходит тогда, когда амплитуда второго сигнала незначительно превышает амплитуду первого сигнала.

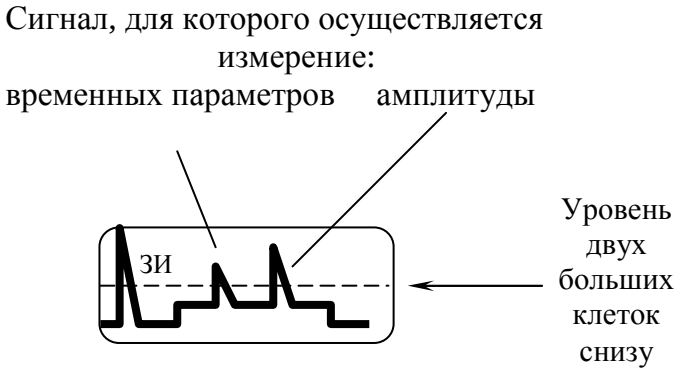


Рисунок 11.15 – Измерение характеристик сигналов в одном стробе

2. Если находящийся в стробе АСД анализируемый сигнал менее двух больших клеток, то будет осуществляться лишь измерение его амплитуды (измерение временных параметров осуществляться не будет).

3. Система отсечки не влияет на показания БЦО при измерении амплитуды сигнала. То есть, сигнал может быть частично или полностью (при этом вообще не виден на экране ЭЛТ дефектоскопа) подавлен отсечкой, в то время как измерения амплитуды будут производится и выдаваться на БЦО. Сказанное справедливо при использовании любого (стробом АСД или ручного) вида стробирования.

4. При определении амплитуды сигнала по БЦО, рис. 11.16, необходимо учитывать, что истинным оказываются значения из диапазона $N^{БЦО}$=0,1…20 дБ. При этом уровень нуля цифрового индикатора в режиме "dB" ($N^{БЦО}$=0) находится у верхнего края экрана ЭЛТ, а уровень $N^{БЦО}$=20 дБ – ориентировочно у нижнего края ЭЛТ. Таким образом, большей амплитуде сигнала соответствует меньшее показание по БЦО (при одном и том же ослаблении кнопочного аттенюатора) и наоборот.

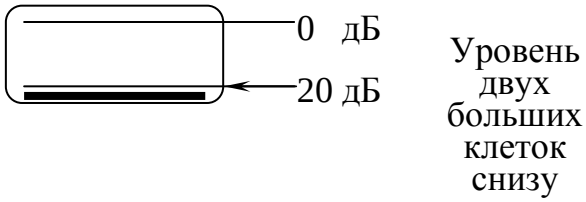


Рисунок 11.16 – Определение амплитуды сигнала с помощью БЦО

5. В общем случае амплитуда сигнала в отрицательных децибелах определяется из выражения:

$$N = N^{кн} - N^{БЦО}$$

где: $N^{кн}$ – суммарное ослабление, введенное кнопочным аттенюатором;

$N^{БЦО}$ – показание цифрового индикатора БЦО в децибелах в момент определения амплитуды сигнала.

6. Величина N при использовании дефектоскопа УД2-12 может принимать как положительные, так и отрицательные значения (во всех дефектоскопах без цифрового индикатора амплитуды, величина N – одного знака).

7. Для конкретного сигнала разность $N^{кн} - N^{БЦО}$ остаётся постоянной для любых (в пределах диапазона измерения $N^{БЦО}$) значений $N^{кн}$. Иначе говоря, "высота" сигнала на экране ЭЛТ при определении N не имеет значения. В то же время именно положение вершины отражённого импульса на экране ЭЛТ (а не значение амплитуды N) играет роль при сравнении сигнала с порогом схемы АСД.

Пример:

Для одного и того же сигнала при разных ослаблениях аттенюатора (16; 8 и 0 дБ) произведён отсчёт амплитуды сигнала по БЦО (соответственно 18,4; 10,4 и 2,4 дБ). Рассчитать амплитуду сигнала и сравнить полученные значения между собой.

Расчёт будем проводить по приведённой в п. 5 формуле с учётом знака (п. 6):

$$N_1 = N_1^{КН} - N^{БЦО} = 16 - 18{,}4 = -2{,}4 дБ$$
$$N_2 = N_2^{КН} - N^{БЦО} = 8 - 10{,}4 = -2{,}4 дБ$$
$$N_3 = N_3^{КН} - N^{БЦО} = 0 - 2{,}4 = -2{,}4 дБ$$

Как и следовало ожидать, $N_1=N_2=N_3$ поскольку все расчёты были проведены для одного и того же сигнала (см. п. 7 этого раздела).

11.12. Измерение амплитуды сигнала без применения БЦО

Такая возможность имеется. В этом случае используется только кнопочный аттенюатор "Ослабление dB 32/16/8/4/2". В дефектоскопе УД2-12 ослабление кнопочным аттенюатором осуществляется в пределах 0…62дБ с дискретностью 2дБ.

С помощью кнопочного аттенюатора вершины всех сигналов, амплитуду которых необходимо определить, выставляется на один и тот же заранее выбранный на экране ЭЛТ «стандартный» уровень. Уровень измерения амплитуды сигналов должен быть выше уровня подавления импульсов системой отсечки. Сумма нажатых кнопок аттенюатора для каждого случая определяет амплитуду сигнала в отрицательных децибелах.

Следует, однако, иметь в виду, что при применении дефектоскопа УД2-12 целесообразно совместное использование БЦО и кнопочного аттенюатора (пп. 5–7 раздел 10.11). Это позволяет:

- ✓ повысить точность измерения амплитуды сигналов;
- ✓ в процессе измерения амплитуды избежать излишние манипуляции органами управления аттенюатора для "приведения" вершины эхосигнала от отражателей к определённому уровню по экрану ЭЛТ;
- ✓ при определенной настройке дефектоскопа индицировать непосредственно величину условного коэффициента выявляемости дефекта $К_Д$ в отрицательных децибелах.

11.13. Погрешности измерения временных и амплитудных параметров дефектоскопом УД2-12

Абсолютные погрешности измерений дефектоскопом УД2-12 определяются из таблицы 11.3.

Таблица 11.3 – Абсолютные погрешности параметров, измеряемых с помощью дефектоскопа

Измеряемая величина	Предел допускаемой абсолютной погрешности измерения		
	основной	дополнительной при измерении	
		температуры воздуха каждые 10°С в пределах – 10…50°С	напряжение питающей сети в пределах –15…+10 %
T	±(0,01T+0,2)	не более половины основной погрешности	
X	±(0,03X+1,0)		
Y	±(0,03Y+1,0)		
H	±(0,01H+0,5)		
$N^{БЦО}$	±(0,03$N^{БЦО}$+0,2)		
$N^{кн}$	±0,03$N^{кн}$+0,2)	-	

При наличии дополнительной погрешности суммарная погрешность определяется алгебраическим сложением значений двух видов погрешности.

В общем случае результирующая погрешность величины $N = N^{кн} – N^{БЦО}$ определяется алгебраическим сложением значений погрешности величины $N^{кн}$ и суммарной погрешности величины $N^{БЦО}$. С точки зрения минимума погрешности при определении N желательно, чтобы вершина сигнала находилась в верхней части экрана, где:

- ❖ масштаб величины более крупный;
- ❖ значение $N^{БЦО}$ меньше (а следовательно, меньше и значение $N^{кн}$).

Примеры:

1. Определить предел основной абсолютной погрешности глубины расположения дефектов при контроле прямым и наклонным ПЭП, если отражатели согласно показаниями БЦО дефектоскопаУД2-12 находятся на глубине 20, 50, 100 и 999,9 ≈1000 мм.

Результаты расчёта по приведенным выше формулам сведены в таблицу 11.4:

Таблица 11.4 – Результаты расчёта погрешности

Глубина отражателя, мм	Погрешность, мм, для ПЭП:	
	Прямого ±(0,01H+0,5)	Наклонного ±(0,03Y+1)
20	±0,7	±1,6
50	±1,0	±2,5
100	±1,0	±4,0
1000	±10,5	±31,0

2. Сравните максимальные погрешности измерения амплитуды одного и того же сигнала для разных положений вершины сигнала на экране ЭЛТ дефектоскопа УД2-12. В первом случае $N^{кн}$ =2 дБ и $N^{БЦО}$ =17,8 дБ. Во втором случае $N^{кн}$=16 дБ и $N^{БЦО}$=17,8 дБ. Дополнительные погрешности равны нулю.

Заметим, что погрешности определяются для значений

$$N_1 = N_1^{кн} - N_1^{БЦО} = 2 - 3{,}8 = -1{,}8;$$
$$N_2 = N_2^{кн} - N_2^{БЦО} = 16 - 17{,}8 = -1{,}8.$$

Как и задано по условию, $N_1=N_2$.

В данном случае значения искомых величин определяются из выражения

$$\Delta N_1 = \pm[0{,}03(N_1^{кн} + N_1^{БЦО}) + 0{,}4] =$$
$$= \pm[0{,}03(2 + 3{,}8) + 0{,}4] = \pm 0{,}6 дБ;$$
$$\Delta N_2 = \pm[0{,}03(N_2^{кн} - N_2^{БЦО}) + 0{,}4] =$$
$$\pm[0{,}03(16 + 17{,}8) + 0{,}4] = \pm 1{,}4 дБ.$$

Полученные результаты подтвердили то, что при определении N погрешность меньше тогда, когда меньше $N^{БЦО}$ и меньше $N^{кн}$. Это соответствует случаю расположения вершины отраженного сигнала на более высоком уровне по экрану ЭЛТ.

3. Настройка дефектоскопа УД2-12 производилась в лаборатории при комнатной температуре. В результате была установлена длительность строба АСД, равная 200 мкс. Определите значения абсолютной и относительной погрешности после того, как дефектоскоп перенесли в горячий цех с температурой воздуха +50˚С.

Для расчёта суммарной абсолютной погрешности в данном случае надо алгебраически сложить основную погрешность величины T с утроенной (т.к. (50˚– 20˚)/10 = 3) дополнительной погрешностью. Таким образом,

$$\Delta T = \pm [(0{,}01T + 0{,}2) + 3 \cdot 0{,}5(0{,}1T + 0{,}2)] = \pm (0{,}025T + 0{,}5)$$

Подставляя в формулу T = 200 мкс, получим искомую величину $\Delta T = \pm 5{,}5$ мкс. Относительная погрешность определяется как:

$$\frac{|\Delta T|}{T} 100\,\% = \frac{5{,}5}{200} 100\,\% = 2{,}75\,\%$$

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Акустические характеристики и режимы их применения, определяемые с помощью дефектоскопа УД2-12
2. Режим работы БЦО после включения дефектоскопа УД2-12
3. Установление требуемого режима БЦО
4. Определение длительности сигнала в контрольной точке с помощью БЦО
5. Автоматическое измерение временных параметров по экрану дефектоскопа УД2-12
6. Измерение временных параметров с использованием ручного стробирования
7. Учет особенностей при измерении временных параметров по экрану ЭЛТ
8. Условия осуществления автоматического измерения амплитуды сигнала с использованием БЦО
9. Меры, которые следует предпринять, если автоматическое измерение амплитуды анализируемого сигнала не осуществляется
10. Измерение амплитуды сигнала с использованием ручного стробирования
11. Особенности измерения амплитуды сигнала с помощью БЦО
12. Измерение амплитуды сигнала без применения БЦО
13. Погрешности измерения временных и амплитудных параметров дефектоскопом УД2-12

12. ВТОРАЯ РАЗВЕРТКА: ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ, ОСОБЕННОСТИ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

12.1. Включение и использование второй развёртки в дефектоскопе УД2-12

Органы управления второй развёрткой;

- кнопка " ⎽⎍⎍⎽ " на блоке А6 предназначена для включения (т.е. вывода на экран) второй (верхней) развёртки;
- кнопка " АСД ВРЧ " на блоке А10 предназначена для переключения выводимой на вторую развёртку информации;
  - ✓ кривая; ВРЧ (кнопка отжата);
  - ✓ строб АСД (кнопка нажата).

Внимание!

Если при подключении второй развёртки появилось нестабильное, повторяющиеся изображение на экране ЭЛТ, то это значит, что установлена слишком высокая частота синхронизации, которую следует понизить (см. разд. 4.4 и 4.5).

12.2. Что следует учитывать при работе с дефектоскопом УД2-12, когда на вторую развёртку выводится строб АСД

Если на вторую развёртку выводится строб АСД (т.е. кнопки "⎽⎍⎍⎽" на блоке А6 и " АСД ВРЧ " на блоке А10 - нажаты), рис. 12.1, то следует учитывать:

1) Если регулятор "⎽⎍⎺⎍⎽" на ПП установлен в крайнее левое положение (т.е. ручное стробирование отключено), то на первую (основную) и вторую развёртки будет выводится строб АСД, причём:

– на первую развёртку – в виде прямоугольного импульса положительной полярности;

– на вторую развёртку – в виде прямоугольного импульса отрицательной полярности. При этом положение второй развёртки по высоте экрана определяется вершиной наибольшего сигнала, попадающего в строб АСД.

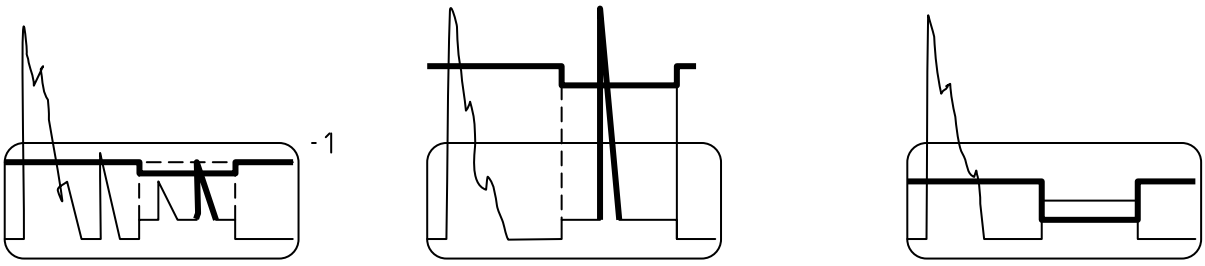


Рисунок 12.1 – Первая и вторая развертки

Когда вершина наибольшего из застробированных сигналов находится выше верхнего края экрана, вторая развёртка также "убегает" вверх и на экране может быть не видна. (Убедится в её существовании в этом случае можно, используя регулятор "↕" на блоке А5 или воспользовавшись одним из способов, уменьшающих амплитуду сигнала; см. разд. 5.1)

2) По мере того, как регулятор "⊣⊓⊢" на ПП выводится из крайнего левого положения:

– на первой развёртке постепенно, начиная слева, гаснет изображение экрана и появляется "временный" строб, заканчивающийся на первом непогашенном сигнале, превышающем две большие клетки снизу;

– на второй развёртке сохраняется строб АСД, а её уровень определяется вершиной первого непогашенного сигнала, превышающего две большие клетки снизу.

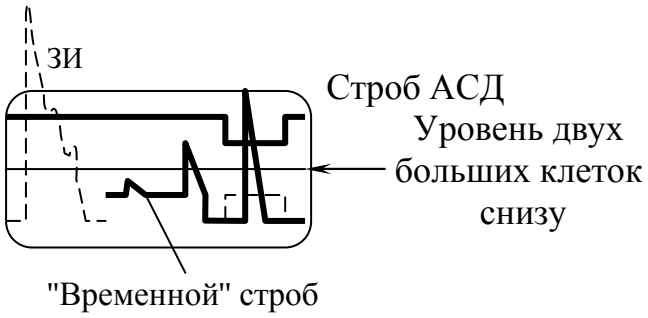


Рисунок 12.2 – Вторая развертка

Имейте в виду!

Если на экране слева имеется зондирующий импульс, то по мере того, как регулятор "⊣⊓⊢" па ПП из исходного положения поворачивается вправо, вторая развёртка первым фиксирует большой по амплитуде зондирующий импульс и поэтому на какой-то момент "убегает" вверх. В дальнейшем зондирующий импульс постепенно загасится, и вторая развёртка спускается в пределы экрана и, как уже было сказано, её положение определится вершиной сигнала, попавшего во "временной" строб.

Помните!

1. Использование второй развёртки позволяет за счёт "подчёркивания" вершины максимального сигнала в стробе АСД повысить надёжность поиска дефектов, особенно, когда принимаемые сигналы плохо видны вследствие яркого освещения или мелкого масштаба по экрану.

2. В то же время при большом количестве шумов на экране ЭЛТ (как правило это происходит тогда, когда регулятором "▷" на блоке А8 установлено большое усиление), вторая развёртка может вести себя неустойчиво, тем самым затрудняя проведение у.з. контроля и отвлекая дефектоскописта. В ряде случаев (до настройки дефектоскопа на заданную чувствительность), для исключения этого явления можно попытаться

снизить усиления УП за счёт увеличения амплитуды зондирующего импульса (регулятор "АМПЛ" на блоке А7) и (или) уменьшить введенное аттенюатором (ПП) ослабление. Если это исключено, то отключите вторую развёртку.

3. Использование второй развёртки позволяет однозначно сказать:

- *значение амплитуды, какого сигнала определяется в режиме "dB" по БЦО;*
- *при использовании ручного стробирования – значения временных параметров, какого сигнала определяется по БЦО.*

4.При коротких развёртках на второй развёртке возможно появление "ложного" строба АСД, который характеризуется тем, что:

- *при крайнем левом положение регулятора "⇆" на ПП аналогичный строб АСД на основной развёртке отсутствует;*
- *при перемещении строба АСД по экрану с помощью регулятора "⇆" на блоке А10 уровень второй развёртки не изменяется в зависимости от амплитуды сигналов, попадающих в него.*

12.3. Что следует учитывать при работе с дефектоскопом УД2-12, когда на вторую развёртку выводится кривая ВРЧ

Если на вторую развёртку выводится кривая ВРЧ (т.е. кнопка "_/_/_" на блоке А6 – нажата, а кнопка " АСД ВРЧ " на блоке А10 – отжата), то следует учитывать:

1) Положение "всей" кривой ВРЧ по вертикали определяется регулятором " ▷ " на блоке А8, основное назначение которого – установка требуемого усиления УП. При больших усилениях может возникнуть искажение (ограничение кривой ВРЧ на экране, что в действительности приводит к искажению закона ВРЧ).

2) При выключенном ВРЧ кривая ВРЧ трансформируется в горизонтальную линию с прямоугольным импульсом положительной полярности.

Помните!

1. Кривая ВРЧ – это по существу кривая усиления УП.

2. Поскольку настройка ВРЧ по образцам представляет определённые сложности (см. разд. 14.1 и 14.2), то наличие кривой ВРЧ на второй развёртке позволяет в необходимых случаях легко скопировать требуемый закон ВРЧ, перерисовав его на кальку или прозрачную плёнку, а затем – относительно легко воспроизвести (см. разд. 14.5-14.7).

3. При коротких развёртках на второй развёртке возможно появление "ложной" кривой ВРЧ, которая характеризуется тем, что её перемещение по экрану с помощью регулятора "⇆" на блоке А8 (при не выключенном ВРЧ) не вызывает изменения усиления имеющихся на экране сигналов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Включение и использование второй развертки в дефектоскопе УД2-12

2. Что следует учитывать при работе с дефектоскопом УД 2-12, когда на вторую развертку вводится строб АСД?

3. Что следует учитывать при работе с дефектоскопом УД 2-12, когда на вторую развертку выводится кривая ВРЧ?

13. ГЛУБИНОМЕР: ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ, НАСТРОЙКА, ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ УЗК

13.1. Какие органы управления дефектоскопа УД2-12 используются для настройки глубиномера

Для настройки глубиномера используются следующие органы управления, рис. 13.1:

- регулятор " ⟷ " на блоке А6 предназначен для установки нуля глубиномера (величины компенсации времени распространения УЗК при измерении координат отражателей); в крайнем правом положении регулятора компенсация равна нулю;
- гнездо "З" на блоке А6 предназначено для контроля (измерения) длительности компенсации;
- регуляторы "▼mmH", "▼mmX" и "▼mmY" на блоке А5 предназначены для калибровки глубиномера при измерении соответственно координат H, X и Y.

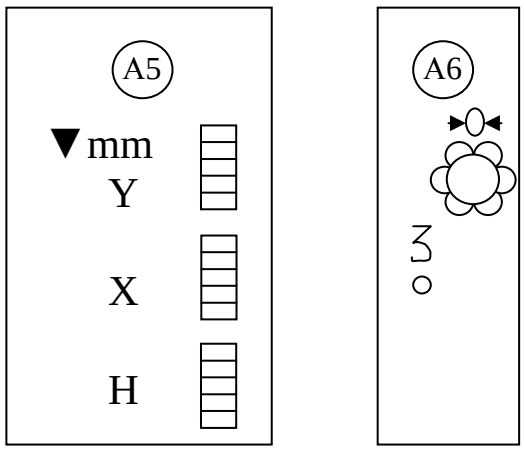


Рисунок 13.1 – Блоки управления А5 и А6 для установки настроек глубиномера

Необходимость сдвига нуля глубиномера относительно зондирующего импульса с помощью регулятора "→0←" обусловлена наличием акустической задержки (времени распространения УЗК в преобразователе или преобразователях, если координаты отражателя определяются при раздельной схеме включения ПЭП).

Регуляторами "▼mmH", "▼mmX" и "▼mmY" устанавливаются по существу коэффициенты пересчёта временного интервала (между нулём глубиномера и требуемым отражённым сигналом) в соответствующую координату H, X или Y. Коэффициенты пересчёта определяются скоростью и углом распространения УЗК в контролируемом изделии.

13.2. Что следует учитывать при настройке глубиномера дефектоскопа УД2-12 по образцам с моделями дефектов

Процедуру первичной настройки глубиномера можно осуществить одним из приведённых в разд. 13.3 и 13.4 способов. Тот или иной способ выбирается дефектоскопистом в зависимости от:

- ❖ имеющихся образцов с моделями дефектов;
- ❖ наличия данных о скорости распространения УЗК в контролируемом изделии:
- ❖ удобства и технологичности использовании способа в конкретных условиях.

Ниже приводятся таблицы, в которых для каждого способа указаны необходимые стандартные образцы (в зависимости от контролируемого материала) и необходимость наличия данных о скорости распространения УЗК в контролируемом изделии. При работе с наклонным ПЭП:

Из таблиц 13.1–13.3 видно, что, как правило, настройка глубиномера состоит из двух законченных этапов:

1) установка нуля глубиномера (регулятора " →0← " на блоке А6) по известному времени распространения УЗК в образце;

2) установка требуемой скорости распространения УЗК, а для наклонных ПЭП – ещё и угла ввода луча α_0 (соответственно регуляторы "▼mmH", "▼mmX" и "▼mmY") по известным координатам выявленного (способы 2 и 3 для обоих ПЭП) или имитируемого (способ 1 для обоих ПЭП) отражателя.

Таблица 13.1 – Настройка наклонного ПЭП

<table>
<tr><td rowspan="2">Этапы настройки</td><td colspan="2" rowspan="2">Требования</td><td colspan="5">Способы настройки глубиномера</td></tr>
<tr><td>Способ 1</td><td>Способ 2</td><td>Способ 3</td><td>Способ 4</td><td>Способ 5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1-ый этап</td><td colspan="2">Применяемые образцы</td><td colspan="2">Стандартный образец СО-3 или СО-3Р</td><td colspan="3">Стандартный образец СО-3 или СО-3Р, а также - см. 2-ой этап</td></tr>
<tr><td colspan="2">Отражатель</td><td colspan="2">Вогнутая поверхность</td><td colspan="3">Вогнутая поверхность, а также - см. 2-ой этап</td></tr>
<tr><td rowspan="5">2-ой этап</td><td rowspan="2">Применяемые образцы</td><td>Материал сталь</td><td colspan="2">стандартный образец СО-2, СО-2Р или СО-3Р</td><td colspan="2">Стальной образец</td><td>Стандартный образец СО-2, СО-2Р или СО-3Р</td></tr>
<tr><td>другой материал</td><td colspan="2">стандартный образец СО-2А</td><td colspan="2">Образец из материала, контролируемого изделия</td><td>Стандартный образец СО-2А</td></tr>
<tr><td colspan="2">Отражатели</td><td colspan="2">Отверстие диаметром 6 мм на глубине 44 мм при прозвучивании со стороны шкалы α_0=0-70</td><td>Один какой-либо отражатель</td><td>Два («ближний» и «дальний») отражателя</td><td>В качестве «ближнего» отражателя используется отверстие диаметром 6 мм при прозвучивании со стороны шкалы α_0=0-70</td></tr>
<tr><td colspan="2">Значение скорости УЗК</td><td>Должно быть известно</td><td colspan="4">может быть не известно</td></tr>
</table>

При работе с прямым ПЭП

Таблица 13.2 – Настройка ПЭП

<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Этапы настройки</td><td colspan="4">Применяемые стандартные образцы для способов настройки глубиномера</td></tr>
<tr><td>способ 1</td><td>способ 2</td><td>способ 3</td><td>способ 4</td></tr>
<tr><td colspan="2">1-й этап</td><td colspan="3">стандартный образец СО-2, СО-2Р или СО-3Р</td><td rowspan="3">образец из материала контролируемого изделия с двумя ("ближним" и "дальним") отражателями</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2-й этап</td><td>Материал сталь</td><td>не требуется</td><td>стандартный образец СО-2, СО-2Р или СО-3Р</td><td>стальной образец с параллельными поверхностями</td></tr>
<tr><td>другой материал</td><td>не требуется</td><td></td><td>образец из материала контролируемого изделия с параллельными поверхностями или стандартный образец СО-2А</td></tr>
</table>

13.3. Как осуществляется настройка глубиномера дефектоскопа УД2-12 по эталонным отражателям при работе с наклонным ПЭП, возбуждающим и регистрирующим поперечную волну

Ниже рассмотрены способы настройки глубиномера для наклонного ПЭП, излучающего и принимающего поперечную волну. С учётом некоторых особенностей (см. разд. 13.9 и 13.10), приведенной таблицей 13.3 можно пользоваться и в случае контроля изделий наклонным ПЭП, излучающего и принимающего продольную волну.

Таблица 13.3 – Способы настройки глубиномера

<table>
<tr><th>Способ 1</th><th>Способ 2</th><th>Способ 3</th><th>Способ 4</th><th>Способ 5</th></tr>
<tr><td colspan="5">1. Сенсорным переключателем установить режим БЦО:
"μs" "mmY"</td></tr>
<tr><td colspan="5">2. Установите ПЭП на поверхность стандартного образца СО-3 или СО-3Р так, чтобы отражение УЗК осуществлялось от вогнутой поверхности. В положении максимума первого отражённого сигнала:
* определите (уточните) положение точки выхода луча;</td></tr>
<tr><td>–</td><td>–</td><td>–</td><td>3. Установите ПЭП на поверхность образца из материала контролируемого изделия так, чтобы выявлялся "ближний" отражатель. В положении максимума эхо-сигнала</td><td>3. Установите ПЭП на поверхность стандартного образца СО-2 или СО-2Р (если контролируемый материал – сталь) или СО-2А (если другой материал) со стороны шкалы α_0 = 60…80. В положении максимума сигнала от отверстия диаметром 6 мм на глубине указанной в табл. 2 (графа 3)</td></tr>
<tr><td colspan="5">* доведите амплитуду сигнала до заранее выбранного уровня, напр., середины экрана (кнопки "ОСЛАБЛЕНИЕ dB" и, если требуется – регулятор "▷" на блоке А8);
* застробируйте сигнал стробом АСД (регуляторы "⇆" и "⇆" на блоке А10) или ручным стробированием (регулятор "⇆" на ПП);
* регулятором " ►O◄ " на блоке А6 выставите:</td></tr>
<tr><td colspan="3">значение согласно табл.1 (графа 3 либо 4)</td><td>известное либо измеренное линейкой значение координаты Y "ближнего" отражателя</td><td>значение глубины расположения точки отражения согласно табл. 2 (графа 4).</td></tr>
<tr><td colspan="2">3. Установите ПЭП на поверхность стандартного образца СО-2 или СО-3Р (если контролируемый материал – сталь) или СО-2А</td><td>–</td><td></td><td></td></tr>
</table>

Продолжение таблицы 13.3

<table>
<tr><th>Способ 1</th><th>Способ 2</th><th>Способ 3</th><th>Способ 4</th><th>Способ 5</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">(если другой материал) со стороны шкалы α_0 = 0 70. В положении максимума сигнала от отверстия диаметром 6 мм на глубине 44 мм:
* определите (уточните) угол ввода луча α_0;</td><td>3.</td><td>4.</td><td rowspan="3">4. установите ПЭП на поверхность стандартного образца СО-2 или СО-2А (если другой материал) со стороны шкалы α_0 = 0…70. В положении максимума сигнала от отверстия диаметром 6 мм на глубине 44 мм:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Установите ПЭП на поверхность образца из материала контролируемого изделия так, чтобы выявлялся:</td></tr>
<tr><td>4. Положение ПЭП - любое. Сохраняя режим БЦО "μs":</td><td>-</td><td>какой либо отражатель</td><td>"дальний" отражатель</td></tr>
<tr><td>*на блоке А5 соедините проводом гнёзда"4"и"2"</td><td colspan="4">- В положении максимума эхо-сигнала:
* доведите амплитуду сигнала до ранее выбранного уровня;
* застробируйте сигнал стробом АСД или ручным стробированием</td></tr>
<tr><td rowspan="3">* нажмите кнопку "▼" на блоке А6;
* регулятором "⇤⇥" на блоке А6, не обращая внимания на происходящее на экране, выставите значение 200,0 мкс</td><td rowspan="3">* установите сенсорным переключателем режим БЦО "mmY"
* регулятором "▼ mmX" на блоке А5 выставите значение измеренного линейкой расстояния от 0 шкалы α_0 до точки выхода луча ПЭП за вычетом 2мм;
* перейдите в режим БЦО "mmY";</td><td colspan="3">* установите сенсорным переключателем режим БЦО "mmY"</td></tr>
<tr><td colspan="2">* регулятором "▼mmY" на блоке А5 установите известное либо измеренное значение координаты Y</td><td>* регулятором "▼ mmY" на блоке А5 установите значение Y=42мм</td></tr>
<tr><td>* перейдите в режим " mmY ";
* регулятором "▼ mmX" на блоке А5 выставите значение измеренного линейкой расстояния от проекции точки отражения УЗК</td><td colspan="2">5.Уточните положение регуляторов " ⇤◯⇥ ", "▼ mmX " и "▼mmY ", для чего повторите пп. 3 и 4</td></tr>
</table>

Окончание таблицы 13.3

Способ 1	Способ 2	Способ 3	Способ 4	Способ 5
5. Не нарушая указанного соединения: * сенсорным переключателем установите режим "mmY"; * регулятором "▼mmX" выставите значение X^* из табл.3 (если контролируемый материал сталь), либо равное $X^*=100c_2\sin\alpha_0$ * перейдите в режим БЦО "mmY"; * регулятором"▼mmY" выставите значение Y^* из табл. 3 (если сталь), либо равное $Y^*=100c_2\sin\alpha_0$	* регулятором "▼ mmY" на блоке А5 выставите значение Y = 42 мм	на плоскость сканирования до точки выхода луча ПЭП		
		Примечание. В случаях, когда для настройки глубиномера используется образец с боковыми цилиндрическими отражателями, следует иметь в виду, что точка отражения УЗК не совпадает с геометрическим центром отверстия (см. табл. 4)		
6. Отожмите кнопку "▼" на блоке А6. Регулятор "⇆" на блоке А6 установите в исходное, крайне правое положение				

Вспомогательная таблица 1

Стандартный образец	Радиус вогнутой поверхности, мм	Время распространения УЗК, мкс	
		Поперечная волна	Продольная волна
1	2	3	4
СО-3	55	33,7	18,6
	60	36,8	20,3
СО-3Р	59	36,2	20,0

Вспомогательная таблица 2

Стандартный образец	Высота стандартного образца, мм	Глубина распространения со стороны шкалы α_0=60..80, мм	
		Центра отверстия	Точки отражения (ориентировочно)
1	2	3	4
СО-2	59	15	13
СО-2	65	21	19
СО-3Р	60	16	14

Вспомогательная таблица 3

α_0	X^*	Y^*	α_0	X^*	Y^*	α_0	X^*	Y^*	α_0	X^*	Y^*
31	167,9	279,4	41	213,9	246,0	51	253,3	205,1	61	285,1	158,0
32	172,7	276,5	42	218,1	242,3	52	256,9	200,7	62	287,8	153,0
33	177,6	273,4	43	222,3	238,4	53	253,3	205,2	63	290,5	148,0
34	182,3	270,3	44	226,4	234,5	54	256,9	200,7	64	293,0	142,8
35	187,0	267,0	45	230,5	230,5	55	267,0	187,0	65	295,5	137,8
36	191,6	263,7	46	234,5	226,4	56	270,3	182,3	66	297,8	132,6
37	196,2	260,3	47	238,4	222,3	57	273,4	177,5	67	300,1	127,4
38	200,7	256,9	48	242,3	218,1	58	276,5	172,7	68	302,3	122,1
39	205,2	253,3	49	246,0	213,9	59	279,4	167,9	69	304,3	116,8
40	209,5	249,7	50	249,7	209,5	60	282,3	163,0	70	306,3	111,5

13.4. Как осуществляется настройка глубиномера дефектоскопа УД2-12 по эталонным отражателям при работе с прямым ПЭП

Таблица 13.4 – Настройка глубиномера при работе с прямым ПЭП

<table>
<tr><td>Способ 1</td><td>Способ 2</td><td>Способ 3</td><td>Способ 4</td></tr>
<tr><td colspan="4">1. Сенсорным переключателем установите режим БЦО:
"μs" "mmH"</td></tr>
<tr><td colspan="3">2. Установите ПЭП на поверхность стандартного образца СО-2 или СО-3Р вне отверстий так, чтобы отражение УЗК осуществлялось от противоположной плоскости;</td><td>2. Установите ПЭП на поверхность образца из материала контролируемого изделия так, чтобы выявлялся "ближний" отражатель. В положении максимума отражённого сигнала:</td></tr>
<tr><td colspan="4">*доведите амплитуду сигнала до заранее выбранного уровня, напр., середины экрана (кнопки "ОСЛАБЛЕНИЕ dB" и, если требуется – регулятор " ▷ " на блоке А8);
* застробируйте сигнал стробом АСД (регуляторы "⊣⊓⊢" и "⊢⊓⊣" на блоке А10) или ручным стробированием (регулятор "⊣⊓⊢" на ПП);
* регулятором " ⊢○⊣ " на блоке А6 выставите:</td></tr>
<tr><td colspan="3">значение согласно табл. 4 (графа 3)</td><td>известное либо измеренное значение глубины Н "ближнего" отражателя</td></tr>
<tr><td>3. Положение ПЭП – любое. Сохраняя режим БЦО "μs":
* на блоке А6 соедините проводом гнёзда "4" и "2";
* нажмите кнопку "▼" на блоке А6;
*регулятором "⊣⋀⊢" на блоке А6, не обращая внимания на происходящее на экране, выставите значение 200,0 мкс</td><td></td><td>3. Установите ПЭП на поверхность стандартного образца СО-2А (вне отверстий) или другого образца с параллельными плоскостями:</td><td rowspan="2">3. Установите ПЭП на поверхность образца из материала контролируемого изделия так, чтобы выявлялся "дальний" отражатель. В положении максимума эхосигнала:</td></tr>
<tr><td colspan="2">* установите сенсорным переключателем режим "mmH";
* регулятором "▼mmH" на блоке А5 выставите:</td></tr>
</table>

Продолжение таблицы 13.4

Способ 1	Способ 2	Способ 3	Способ 4
4. Не нарушая указанного соединения: * сенсорным переключателем установите режим "mmH"; * регулятором "▼mmH" выставите значение 590,0 мм (если контролируемый материал –сталь), либо равное $100c_2$	если контролируемый материал сталь – значение согласно табл. 4 (графа 2)	известное или заранее измеренное линейкой значение высоты образца	* доведите амплитуду сигнала до ранее выбранного уровня; * застробируйте сигнал стробом АСД или ручным стробированием; * регулятором "▼mmH" на блоке А5 установите известное или измеренное значение глубины Н
5. Отожмите кнопку "▼" на блоке А6. Регулятор "  " на блоке А6 установите в исходное, крайнее правое положение			4. Уточните положение регуляторов "" и "▼mmH", для чего повторите пп. 2 и 3

Вспомогательная таблица 4

Стандартный образец	Высота, мм	Время распространения УЗК, мкс
1	2	3
СО-2, СО-3Р	59	20,0
СО-2	65	22,0
СО-3Р	60	20,3

13.5. Случаи, в которых возможна безэталонная настройка глубиномера дефектоскопа УД2-12

Это возможно тогда, когда одновременно выполняется следующие условия:

- ❖ предполагается осуществить контроль тем же ПЭП изделия с той же скоростью распространения, для которых ранее хотя бы один раз настраивался глубиномер (первичная настройка) одним из приведенных в разд. 13.3 и 13.4 способом:
- ❖ после первичной настройки глубиномера зафиксированы необходимые параметры (см. разд. 13.6);

❖ по сравнению с первичной настройкой у ПЭП не произошло существенного стирания призмы.

13.6 Параметры, требуемые для безэталонной настройки глубиномера дефектоскопа УД2-12?

Воспроизвести настройку глубиномера можно одним из двух способов (разд. 13.7). При этом способ Б по сравнению со способом А является менее трудоёмким, но обладает насколько меньшей точностью.

После того как согласно разд. 13.3 и 13.4 произведена первичная настройка глубиномера необходимо зафиксировать следующие параметры, некоторые из которых требуют дополнительных измерений:

Таблица 13.5 – Два способа настройки глубиномера

<table>
<tr><td colspan="2">Способ А</td><td colspan="2">Способ Б</td></tr>
<tr><td>Наклонный ПЭП</td><td>Прямой ПЭП</td><td>Наклонный ПЭП</td><td>Прямой ПЭП</td></tr>
<tr><td colspan="4">1. Записать N ПЭП</td></tr>
<tr><td>2. Запишите значение угла α_0, измеренное по стандартному образцу СО-2 или СО-3Р (если контролируемый материал - сталь) или СО-2А (если другой материал)</td><td></td><td>Запишите значение угла α_0 (β) (для справки)</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">3. Установите режим БЦО "μs". Нажмите кнопку "▼" на блоке А6. Соедините проводом на блоке А6 гнёзда "4" и "3". Считайте с БЦО и запишите значение величины $2t_n$</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2">4. Перейдите в режим БЦО:
"mmX" "mmH"
Считайте и запишите значение:
$(2t_n)_X$ $(2t_n)_H$</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>5. Перейдите в режим БЦО "mmY". Считайте и запишите значение $(2t_n)_Y$</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">6. Отожмите кнопку "▼" на блоке А6</td></tr>
</table>

13.7. Воспроизведение настройки глубиномера дефектоскопа УД2-12

Если в соответствии с разд. 13.6 зафиксированы необходимые для одного из способов (А или Б) параметры, то воспроизведение настройки глубомера (безэталонная настройка) по выбранному способу осуществляется в следующей последовательности, табл. 13.6:

Таблица 13.6 – Способы воспроизведения настройки глубиномера

<table>
<tr><td colspan="2">Способ А</td><td colspan="2">Способ Б</td></tr>
<tr><td>Наклонный ПЭП</td><td>Прямой ПЭП</td><td>Наклонный ПЭП</td><td>Прямой ПЭП</td></tr>
<tr><td colspan="4">1. Установите режим БЦО "μs". Нажмите кнопку "▼" на блоке А6. Соедините проводом на блоке А6 гнёзда "4" и "3". Регулятором " ⟷ " на блоке А6 установите требуемое значение величины $2t_n$</td></tr>
<tr><td colspan="2">2. Далее выполните:</td><td colspan="2" rowspan="2">Перейдите в режим БЦО:
"mmX" "mmH"
Регулятором на блоке А5
"▼mmX" "▼mmH"
Установите требуемое значение:
$(2t_n)_X$ $(2t_n)_H$</td></tr>
<tr><td rowspan="3">п.п. 4 – 6 из способа 1 (см. разд. 13.3)</td><td rowspan="3">п.п. 3 – 5 из способа 1 (см. разд. 13.4)</td></tr>
<tr><td>3. Перейдите в режим БЦО "mmY". Регулятором "▼ mmY" на блоке А6 установите требуемое значение$(2t_n)_Y$</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">4. Отожмите кнопку "▼" на блоке А6</td></tr>
</table>

13.8. Потребность настройки глубиномера при работе с дефектоскопом УД2-12

В практике у.з. контроля могут встречаться случаи, когда настройка глубиномера в принципе не требуется:

- ✓ при настройке временных параметров развёртки и строба АСД используются модели дефектов в образце контролируемого изделия и о координатах выявленных дефектов судят очень приближенно, пользуясь равномерным масштабом изображения по длине развёртки;
- ✓ при контроле изделий по теневому методу или ЗТМ;
- ✓ в некоторых других случаях, когда лишь требуется определение времени задержки одного отражённого сигнала по отношению к другому (см. разд. 14.3).

13.9. Диапазоны, в которых можно настраивать глубиномер дефектоскопа УД2-12

При использовании режимов БЦО в соответствии с разд. 4.1 глубиномер может быть настроен в том случае, если:

- ❖ для режима БЦО "mmX,Y''

$$c_2\sin\alpha_{-0}=c_{2X} < 3{,}5 \text{ мм/мкс};$$
$$c_2\sin\alpha_{-0}=c_{2Y} < 3{,}5 \text{ мм/мкс};$$

- ❖ для режима БЦО "mmH''

$$c_2<7 \text{ мм/мкс}$$

❖ для любого режима

$$2t_n < 30…35 \text{ мкс.}$$

Два первых условия справедливы для любых значений угла α_{-0} при контроле поперечной волной изделий из стали, алюминия, меди, и некоторых других материалов. При использовании ПЭП, возбуждающих продольную волну, указанные требования, как правило, не выполняются.

Легко понять, что при выполнении требования (3) режим "mmH" может использоваться и для определения одной из координат в случае контроля наклонным ПЭП. При необходимости и возможности (должно выполнятся требование (1) или (3)) вторую координату дефекта можно найти в режиме "mmX" либо "mmY".

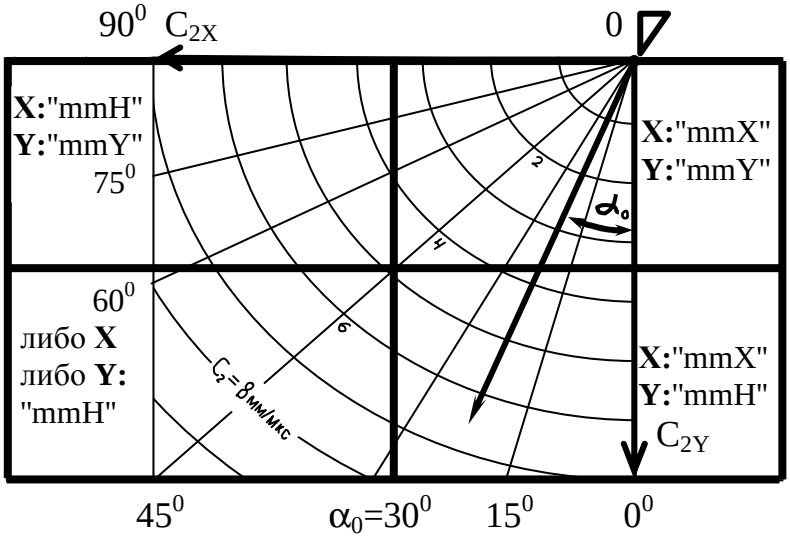


Рисунок 13.2

Режимы отсчёта для определения координат X и Y (или H) в зависимости от скорости распространения УЗК c_2 и угла ввода α_0 удобно выбирать по номограмме, рис. 13.2. Для этого достаточно отложить из точки 0 под известным углом α_0 отрезок (вектор), длина которого в соответствующем масштабе равна скорости c_2. Иногда удобнее откладывать не сам вектор c_2, а его составляющие c_{2X} и c_{2Y} по осям координат. В обоих случаях точка А, являющаяся концом вектора, должна остаться в одном из четырёх полей, по краям которых приведены рекомендуемые режимы отсчёта БЦО.

13.10. Настройка глубиномера дефектоскопа УД2-12 при контроле изделий наклонным ПЭП, возбуждающим продольную волну

В данном случае необходимо, учитывая сформулированные в разд. 13.9 ограничения, выбрать нужные режимы БЦО для определения координат дефектов и провести мысленную замену указанных в настроечной таблице разд. 13.3 режимов БЦО и соответственно – регуляторов "▼mm" на требуемые. Процедуру настройки глубиномера поясним на конкретном примере.

Пусть требуется настроить глубиномер дефектоскопа УД2-12 для контроля стального изделия, преобразователем с углом призмы $\beta=6^0$, возбуждающим продольную волну.

Настройку глубиномера начинаем с уточнения точки выхода луча УЗК, компенсации задержки в призме ПЭП (в этом случае используем значения четвёртой колонки табл. 1 разд. 13.3) и определения угла α_0 известными способами. Далее по номограмме (см. рис. 13.2 в разд. 13.9), зная скорость продольной волны в стали $c_{2lст}$ = 5,9 мм/мкс и угол α_0 (пусть, напр., измерения дали результат $\alpha_0=15^0$), находим следующие требуемые режимы БЦО:

– для считывания значение X – режим "mmX";

– для определения Y - режим "mmH";

На блоке А6, соединив гнёзда "4" и "2", при нажатой кнопке "▼" регулятором " ⩘ " в режиме "μs" выставляем значение 200,0. Перейдя в режим БЦО "mmX", с помощью регулятора "▼mmX" на блоке А5 выставляем значение $X^*=100\cdot5{,}9\sin15^0=152{,}7$, определённое по формуле, приведённой в п. 5 (способ 1) настроечной таблицы разд.13.2.

Показания цифрового индикатора в режиме "mmY" учитываться не должно. Величина $Y^*=100\cdot5{,}9\cos15^0=569{,}9$ (формула там же) в данном случае выставляется регулятором "▼mmH " на блоке А5 в режиме БЦО "mmH". По окончании настройки глубиномера:

– регулятор "⇤⩘⇥" на блоке А6 устанавливается в исходное, крайне правое положение;

– кнопка "▼" на блоке А6 отжимается.

13.11. Особенности настройки глубиномера дефектоскопа УД2-12, которые надо учитывать при контроле иммерсионным способом

Как и во всех случаях, желательно настроить глубиномер дефектоскопа УД2-12 так, чтобы БЦО индицировал истинные значения координат X и Y в контролируемом изделии.

Такая настройка возможна при условии, что суммарная величина T_Σ значения компенсации в призме $2t_n$ и времени прохождения в жидкости $2t_ж$ не превышает величину $2t_{n\ max}$ =30...35мкс. Отстроится от величины T_Σ можно по импульсу от границы раздела сред жидкость – контролируемый материал, (если такой имеется), выставив с помощью регулятора " ⇥○⇤ " на блоке А6 в режиме "μs" значение 0,001. Другой способ основан на измерении $2t_n$ в контактном варианте, напр., с использованием стандартного образца СО-3. К полученной величине прибавляется теоретическое время распространения УЗК в жидкости $2t_ж$. Последняя операция реализуется при соединении гнёзд "4" и "3" на блоке А6 и нажатой кнопке "▼" на блоке А6 поворотом регулятора " ⇥○⇤ " на блоке А6 (режим БЦО "μs") до требуемой величины T_Σ. Дальнейшая настройка глубиномера принципиальных отличий не имеет (см. разд. 13.3 и 13.4).

13.12. Особенности настройки глубиномера дефектоскопа УД2-12, которые надо учитывать при контроле изделий по дельта-методу

Данные особенности поясним на примере, в котором рассмотрен самый общий случай контроля изделия по дельта-методу.

Пример.

Пусть под углом α'_0 возбуждается продольная, а под углом α''_0 принимается поперечная волна. Соответствующие, скорости распространения УЗК равны c'_2 и c''_2 . Требуется настроить глубиномер дефектоскопа УД2-12 так, чтобы в случае в случае обнаружения дефекта индицировались показания координат X' (распространения от точки выхода излучающего ПЭП до проекции дефекта на плоскость сканирования) и глубины Y.

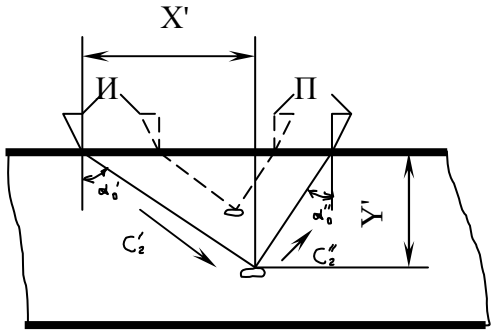


Рисунок 13.3 – Контроль изделия по дельта-методу

Как и в предыдущих случаях, координаты выявленного дефекта X' и Y прямо пропорциональны величине

$$T_И = T - T_П$$

где: $T_И = t'_И + t''_И$ – суммарное время прохождения от точки выхода излучающего ПЭП до дефекта $t'_И$ и от дефекта до точки выхода приёмного ПЭП $t''_И$;

$T_П = t'_П + t''_П$ - суммарное время задержки в призмах соответственно излучающего $t'_П$ и приёмного $t''_П$ преобразователей.

Из геометрических рассуждений вытекает, что

$$Y = \frac{T - T_П}{\frac{1}{c'_2 cos\alpha'_0} + \frac{1}{c''_2 \cos\alpha''_0}} = \frac{T_И c_{2Y}}{2};$$

$$X' = Ytg\alpha'_0 = \frac{T_И c_{2X}}{2},$$

где: $c_{2Y} = \frac{2}{\frac{1}{c'_2 cos\alpha'_0} + \frac{1}{c''_2 \cos\alpha''_0}};$

$c_{2X'} = c_{2Y} tg\alpha'_0.$

Для настройки глубиномера по первым двум формулам рассчитываются Y^* и X^* при условии, что $T^*_И$ = 200,0 мкс. Эти значения выставляются соответствующими регуляторами: "▼mm" на блоках А5 в требуемых режимах БЦО после того, как выставлено значение 200,0 в режиме "μs", необходимые режимы определяются по номограмме с учётом вычисленных по последним двум формулам величин c_{2Y} и $c_{2X'}$.

Отстроится от величины $T_П = t'_П + t''_П$ можно двумя вариантами. Наиболее простым является следующий: при работе дефектоскопа в совмещённом режиме определяются, как указывалось выше, отдельно величины $T'_П=2t'_П$ и $T''_П=2t''_П$ для каждого преобразователя. Далее с помощью соответствующих органов выставляется значение равное

$$T_{П} = \frac{T_{П}' + T_{П}''}{2}$$

Второй вариант основан на аналитическом определении времени распространения УЗК от одного ПЭП до другого в стандартном образце СО-3 либо СО-3Р. установив одним из способов излучающий ПЭП на расстоянии

$$A_{1,2} = R\frac{\sin\frac{\alpha_0'' \mp \alpha_0''}{2}}{\cos\alpha_0'}$$

слева, а приёмный ПЭП на расстоянии

$$B_{1,2} = R\frac{\sin\frac{\alpha_0'' \mp \alpha_0''}{2}}{\cos\alpha_0''}$$

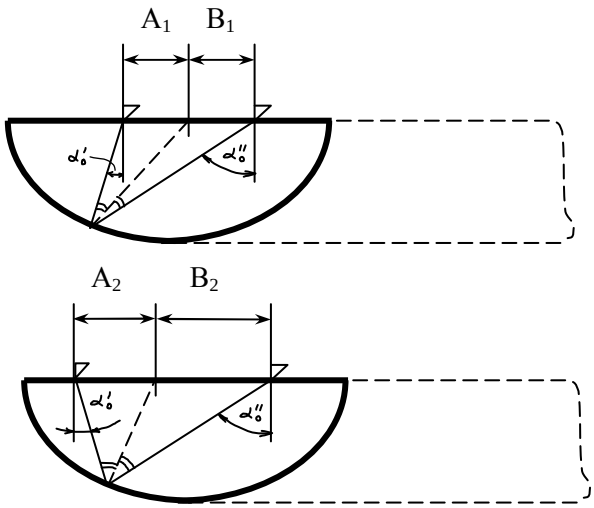


Рисунок 13.4 – Второй вариант контроля изделия дельта-методом

справа (в случае отрицательных значений $A_{1,2}$ и $B_{1,2}$ - наоборот) от нулевой отметки стандартного образца СО-3 (СО-3Р), с помощью регулятора "⇥" на блоке А6 устанавливается значение

$$T_{1,2} = R\cos\frac{\alpha_0'' \pm \alpha_0''}{2}\left(\frac{1}{c_2'\cos\alpha_0'} + \frac{1}{c_2''\cos\alpha_0''}\right)$$

где: *R* - радиус вогнутой поверхности используемого стандартного образца.

13.13 Приближенное измерение дефектоскопом УД2-12 скорости распространения УЗК в материале контролируемого изделия

Скорость продольной волны УЗК в изделии с параллельными поверхностями можно измерить с использованием прямого ПЭП. Искомую величину можно найти по соотношению

$$c_{2l} = \frac{2}{T_2 - T_1} = \frac{2}{(T_2 - 2t_П) - (T_1 - 2t_П)} = \frac{2}{T_{И2} - T_{И1}} =$$

$$= \frac{2}{(T_2 - 2t_П') - (T_1 - 2t_П')} = \frac{2}{\tau_2 - \tau_1}$$

из которого вытекает необходимость измерения значения временных интервалов τ_1 и τ_2 соответственно до первого и второго донного сигналов. Указанная операция выполняется в режиме БЦО "μs" с использованием строба АСД и (или) ручного стробирования.

Приведенные в выражении преобразования показывают, что отстройка от величины $2t_П$ в конкретном случае не требуется и регулятор "⇥" на блоке А6 при измерении τ_1 и τ_2 может находится в любом положении, удовлетворяющем условию $\tau_1 > 2t_П$. В противном случае БЦО не сможет определить интервал τ_1 и иногда и τ_2. В случае, если $\tau_1 > 2t_{П\,max}$=30…35 мкс, указанное требование выполняется автоматически.

Подробнее этот и другие способы определения скорости распространения как продольной, так и поперечной волны в образце из материала контролируемого изделия или непосредственно в самом изделии приведены в таблице13.7.

Таблица 13.7 – Способы определения скорости распространения продольной и поперечной волны

<table>
<tr><td>Волна</td><td colspan="3">Продольная</td><td colspan="2">Поперечная</td></tr>
<tr><td>Метод</td><td colspan="2">Отражения</td><td colspan="2">Прохождения</td><td colspan="2">Отражения</td></tr>
<tr><td>ПЭП</td><td colspan="2">Один прямой</td><td>Два прямых</td><td>Два наклонных</td><td colspan="2">Один наклонный</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Принцип измерения</td><td>По двум донным сигналам</td><td>По первому донному сигналу</td><td colspan="2">По прошедшему сигналу</td><td>По эхо-сигналу от углового отражателя на глубине Y</td><td>По двум эхо-сигналам в полукруглом образце радиусом R</td></tr>
<tr><td colspan="4">в образце с параллельными поверхностями высотой δ</td></tr>
<tr><td>Расчетная формула</td><td>$c_l = \frac{2\delta}{\tau_2 - \tau_1}$</td><td>$c_l = \frac{2\delta}{\tau - 2t_П}$</td><td>$c_l = \frac{\delta}{\tau - 2t_П}$</td><td>$c_t = \frac{\delta}{(\tau - 2t_П)\cos\alpha_0}$</td><td>$c_t = \frac{\delta}{(\tau - 2t_П)\cos\alpha_0}$</td><td>$c_t = \frac{4R}{\tau_2 - \tau_1}$</td></tr>
<tr><td>Отстройка от величины $2t_П$</td><td>не требуется, но важно, чтобы $\tau_1 > 0$</td><td>по стандартному образцу СО-2 [см. п.2 (способ 1) в разд. 13.4]</td><td colspan="2">по стандартному образцу: СО-2 СО-3 для одного из ПЭП (в предположении, что у другого ПЭП величина $2t_П$ имеет то же значение)</td><td>По стандартному образцу СО-3 [см. п. 2 (способы 1–3) в разд. 13.3]</td><td>не требуется, но важно, чтобы $\tau_1 > 0$</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Процедура измерения</td><td colspan="6">Сенсорным переключателем установите режим БЦО "μs"</td></tr>
<tr><td colspan="2">Установите ПЭП на образец и получите последовательность донных сигналов</td><td colspan="2">Установите ПЭП на противоположные поверхности образца и, перемещения их друг относительно друга, добейтесь максимума прошедшего сигнала</td><td>Установите ПЭП на образец и получите максимум эхо-сигнала от углового отражателя</td><td>Установите ПЭП на горизонтальную поверхность и получите последовательность эхо-сигналов</td></tr>
<tr><td colspan="6">Аттенюатором, а также регуляторами " ▷ " на блоке А8 и "АМПЛ" на блоке А7 подведите к заранее выбранному уровню вершину:</td></tr>
<tr><td colspan="2">первого донного сигнала</td><td colspan="2">прошедшего сигнала</td><td>эхо-сигнала</td><td>первого эхо-сигнала</td></tr>
</table>

Окончание таблицы 13.3

	Застробируйте сигнал регуляторами "⇄" и "⇄" на блоке А10 или ручным стробированием "⇄" на ПП					
	По БЦО определите значение:					
	τ_1	τ	τ	τ	τ	τ_1
	Подведите к выбранному уровню вершину второго донного сигнала					Подведите к выбранному уровню вершину второго эхо-сигнала
	Застробируйте сигнал					Застробируйте сигнал
	По БЦО определите значение τ_2					По БЦО определите значение τ_2
	С учётом полученных значений по расчётной формуле определите искомую величину скорости распространения УЗК					

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие органы управления дефектоскопа УД2-12 используются для настройки глубиномера?
2. Что следует учитывать при настройке глубиномера дефектоскопа УД2-12 по образцам с моделями дефектов?
3. Как осуществляется настройка глубиномера дефектоскопа УД2-12 по эталонным отражателям при работе с наклонным ПЭП, возбуждающим и регистрирующим поперечную волну?
4. Как осуществляется настройка глубиномера дефектоскопа УД2-12 при работе с прямым ПЭП?
5. Случаи, в которых возможна безэталонная настройка глубиномера дефектоскопа УД2-12
6. Параметры, требуемые для безэталонной настройки глубиномера дефектоскопа УД2-12
7. Воспроизведение настройки глубиномера дефектоскопа УД2-12?
8. Потребность настройки глубиномера при работе с дефектоскопом УД2-12

9. Диапазоны, в которых можно настраивать глубиномер дефектоскопа УД2-12

10. Настройка глубиномера дефектоскопа УД2-12 при контроле изделий наклонным ПЭП, возбуждающим продольную волну

11. Особенности настройки глубиномера дефектоскопа УД2-12, которые надо учитывать при контроле иммерсионным способом

12. Особенности настройки глубиномера дефектоскопа УД2-12, которые надо учитывать при контроле изделий по дельта-методу

13. Приближенное измерение скорости распространения УЗК в материале контролируемого изделия

14. НАСТРОЙКА ВРЧ (ЭХО-МЕТОД)

14.1. Необходимые требования для экспериментальной настройки ВРЧ дефектоскопа УД2-12 с целью выравнивания чувствительности по глубине

Для экспериментальной настройки ВРЧ с целью выравнивания чувствительности по глубине требуется образец со следующими свойствами:

- выполнен из материала контролируемого изделия;
- имеет три отражателя:
  - ✓ глубина расположения отражателей:
    - o "ближнего" – у поверхности изделия (если контроль предполагается осуществлять в режиме "Синхронного запуска развертки" ("От поверхности")) или в начале слоя (если контроль в режиме "Задержанной развертки" ("По слоям"));
    - o "среднего" – ориентировочно равная половине толщины контролируемого изделия (в середине контролируемого слоя);
    - o "дальнего" – ориентировочно равная толщине контролируемого изделия (в конце контролируемого слоя);
  - ✓ эквивалентная площадь отражателей – одинаковая.

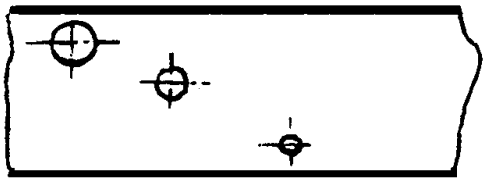


Рисунок 14.1 – Контролируемый образец

Отражателями в таком образце могут быть, например, плоскодонные отверстия одного и того же диаметра, плоскость которых ориентирована перпендикулярно углу ввода УЗК, или боковые цилиндрические отверстия (ненаправленные отражатели), радиус которых увеличивается по мере удаления от поверхности сканирования ПЭП.

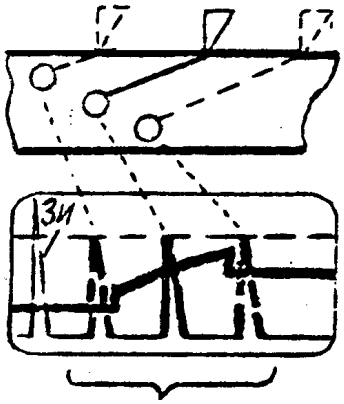
Несколько приближенную настройку ВРЧ можно осуществить на образце с отверстиями одинакового диаметра. В этом случае ВРЧ компенсирует лишь затухание УЗК в материале изделия и не учитывает также имеющее место – расхождение лучей диаграммы направленности ПЭП.

Если дефектоскоп УД2-12 используется для контроля различных толщин, то целесообразно иметь один образец из материала контролируемого изделия с набором отверстий, из которых выбирают три по приведенному выше правилу.

14.2. Операции, из которых состоит экспериментальная настройка ВРЧ дефектоскопа УД2-12 с целью выравнивания чувствительности по глубине

В этом случае процедура настройки блока ВРЧ дефектоскопа УД2-12 следующая, рис. 14.2:

1. Нажмите кнопку "_/_/_" на блоке А6 (подключение второй развертки).
2. Отожмите кнопку " АСД ВРЧ " на блоке А10 (выведение на вторую развертку кривой ВРЧ).
3. Установите регулятор "АМПЛ" на блоке А7 – в крайнее левое положение (установка максимальной амплитуды зондирующего импульса ГИВ).
4. Установите регулятор "▷" на блоке А8 – в среднее положение (предварительная установка заведомо «небольшого» усиления УП).
5. Установите регулятор " " на блоке А8 – в крайнее левое положение (в исходном состоянии ВРЧ – выключено).
6. Установите ПЭП на поверхность образца для настройки ВРЧ (см. разд.14.1) в положение, соответствующее максимуму эхо-сигнала от «ближнего» отражателя:
   - ✓ регулятором "" на блоке А8 установите начало зоны ВРЧ (экспоненциального участка) у заднего фронта импульса от отражателя;
   - ✓ аттенюатором подведите амплитуду сигнала на некоторый "стандартный" уровень, например, середину экрана.
7. Установите ПЭП в положение максимума эхо-сигнала от «дальнего» отражателя;
   - ✓ регулятором " " на блоке А8 подведите амплитуду сигнала на выбранный уровень.



(совмещенное изображение эхо-сигнала от трех отражателей)

Рисунок 14.2 – Настройка ВРЧ

Внимание!

Следите по второй развертке за тем, чтобы кривая ВРЧ не вошла в ограничение. Если это произошло, необходимо уменьшить усиление регулятором "▷" на блоке А8, а чувствительность поднять кнопочным аттенюатором, после чего повторить пп. 6 и 7.

8. Установить ПЭП в положение максимума эхо-сигнала от «среднего» отражателя;
   - ✓ регулятором " ⌐ " на блоке А8 подведите амплитуду сигнала на выбранный ранее уровень.
9. Уточните положение регуляторов ВРЧ, для чего повторите пп.6-8 еще 1-2 раза.

14.3. Настройка ВРЧ дефектоскопа УД2-12 по расчетной кривой

В этом случае заранее должен быть выполнен аналитический расчет кривой ВРЧ для контроля требуемого изделия конкретным ПЭП. В результате чего должны быть определены следующие значения, рис. 14.3:

- $\tau_{зад} + 2t_п$ или $\delta_{зад} + (2t_п)_Y$ или $\delta_{зад} + (2t_п)_н$;
- $\tau_{длит}$ или $\delta_{длит}$;
- $\Delta N_{к/н}$;
- $\Delta N_{с/н}$ (или $\Delta N_{к/с}$).

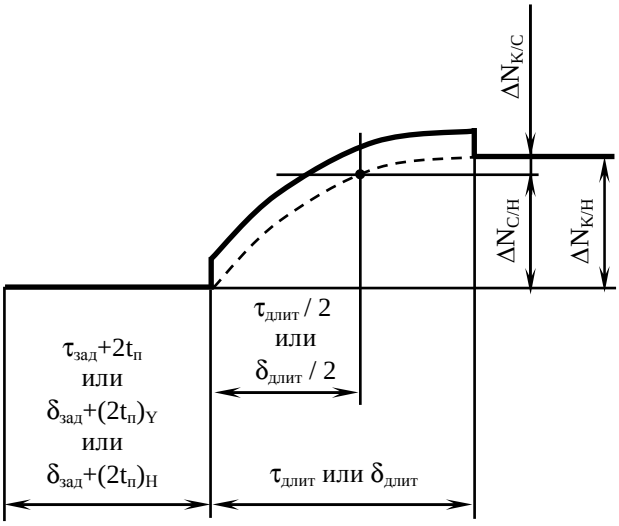


Рисунок 14.3 – Настройка ВРЧ по указанным величинам

При наличии данных об указанных величинах процедуру воспроизведения требуемого закона ВРЧ на экране ЭЛТ предлагается выполнять в следующей последовательности:

1. Установите режим БЦО "dB" (кнопка "$\underline{mm^2}\,|\,\overline{dB}$ " на блоке А8 должна быть нажата).
2. Установите какой-нибудь ПЭП на какой-либо образец и выявите какой-либо отражатель.
3. Не изменяя положения ПЭП:

- с помощью регулятора "⊣⊢" на блоке А8 переместите кривую ВРЧ так, чтобы против сигнала находился левый (начальный) горизонтальный уровень;
- считайте показание БЦО $N_н^{бцо}$ и кнопочного аттенюатора $N_н^{кн}$;
- определите амплитуду сигнала по формуле

$$N_н = N_н^{кн} - N_н^{бцо};$$

- с помощью регулятора "⊣⊢" на блоке А8 переместите кривую ВРЧ так, чтобы против сигнала находился правый (конечный) горизонтальный уровень. Если это прямо сделать не удаётся, то сначала укоротите зону ВРЧ регулятором "⊣⊢" на блоке А8;
- регулятором " " на блоке А8 измените амплитуду сигнала так, чтобы

$$\Delta N_{к/н} = N_К - N_Н,$$

где: $N_к = N_к^{кн} - N_к^{бцо}$;

• с помощью регулятора "⌐¬" на блоке А8 переместите кривую ВРЧ так, чтобы против сигнала находилась середина зоны ВРЧ;

• регулятором " ⌐ " на блоке А8 измените амплитуду сигнала так, чтобы

$$\Delta N_{с/н} = N_с - N_н \quad \text{или} \quad \Delta N_{к/с} = N_к - N_с,$$

где: $N_с = N_с^{кн} - N_с^{бцо}$.

4. Положение ПЭП – любое. Перейдите в режим "μS", "mmY" или "mmH" в зависимости от размерности заданных величин и применяемого ПЭП.
5. Нажмите кнопку "▼" на блоке А6.
6. Соедините проводом гнездо "4" на блоке А6 с гнездом "1" на блоке А8.
7. Регулятором "⌐¬" на блоке А8 установите требуемое значение

$$\tau_{зад} + 2t_п \text{ или } \delta_{зад} + (2t_п)_у \text{ или } \delta_{зад} + (2t_п)_н .$$

8. Соедините проводом гнездо "4" на блоке А6 с гнездом "2" на блоке А8.
9. Регулятором "⌐¬" установите требуемое значение $\tau\tau_{длит}$ или $\delta_{длит}$. Если конец зоны ВРЧ оказался за пределами развёртки, увеличьте её длительность регулятором "⌐¬" и, если требуется, кнопкой "х10" на блоке А6.

14.4. Настройка ВРЧ дефектоскопа УД2-12 с целью подавления зондирующего импульса

1.Регулятором "⌐¬" на блоке А8 установите начало зоны ВРЧ (экспоненциального участка) перед зондирующим импульсом.

2.Регулятором "⌐¬" на блоке А8 установите конец зоны ВРЧ (экспоненциального участка) за зондирующим импульсом.

3.Регулятором "▷" на блоке А8 установите начальный (левый горизонтальный) уровень кривой ВРЧ, например, на уровне двух больших клеток снизу.

4.Регулятором " ⌐ " на блоке А8 установите конечный (правый горизонтальный) уровень кривой ВРЧ так, чтобы разница между этим и начальным уровнями составляла требуемую величину в клетках по экрану ЭЛТ.

Внимание!

Если степень подавления зондирующего импульса задана в децибелах, то сначала выполните пп..1-3 разд.14.3, а затем пп..1-2 настоящего раздела.

14.5. Случаи, в которых возможно воспроизведение настройки ВРЧ при работе с дефектоскопом УД2-12

Это возможно тогда, когда одновременно выполнены условия:

- предполагается осуществить контроль изделия, подобно тому, для которого ранее ВРЧ хотя бы один раз настраивалась, а именно: с тем же затуханием, скоростью распространения, примерно той же высоты (или высоты слоя);
- предполагается осуществить контроль ПЭП, подобным тому, для которого ранее ВРЧ хотя бы один раз настраивалась, а именно: с тем же углом ввода, примерно той же величиной $2t_n$;
- Сразу после первичной настройки ВРЧ зафиксированы необходимые параметры (см. разд. 14.6).

14.6. Необходимые параметры для воспроизведения закона ВРЧ при работе с дефектоскопом УД2-12

Для получения необходимых параметров проделайте следующие операции:

1. Запишите тип контролируемого изделия.
2. Запишите тип ПЭП.
3. Зафиксируйте по БЦО значения следующих временных значений (для их измерения сенсорным переключателем установите режим БЦО "μS" и нажмите кнопку "▼" на блоке А6):
   - длительность развёртки (для этого соедините проводом гнёзда "4" и "1" на блоке А6);
   - задержка развёртки (если используется режим "Задержанной развёртки" для этого соедините проводом гнёзда "4" и "2" на блоке А6);
   - задержка зоны ВРЧ (соедините проводом гнездо "4" на блоке А6 с гнездом "1" на блоке А8);
   - длительность зоны ВРЧ (соедините проводом гнездо "4" на блоке А6 с гнездом "2" на блоке А8).

   По окончании измерения временных параметров отожмите кнопку "▼" на блоке А6.

4. Наложите кальку или прозрачную плёнку на экран ЭЛТ и пересуйте закон ВРЧ со второй развёртки (при этом кнопка "⩘" на блоке А6 должна быть нажата, а кнопка "$\underline{АСД}\,|\,\overline{ВРЧ}$" – на блоке А10 – отжата).

14.7. Операции, из которых состоит воспроизведение настройки ВРЧ при работе с дефектоскопом УД2-12

Если в соответствии с разд. 14.6 зафиксированы необходимые параметры, то воспроизведение требуемого закона ВРЧ осуществите в следующей последовательности, табл. 14.1:

Таблица 14.1 – Воспроизведение требуемого закона ВРЧ

Режим синхронного запуска развёртки	Режим задержанной развёртки
1. Нажмите кнопку "  " на блоке А6.	
2. Отожмите кнопку " " на блоке А10.	
3. Вставьте кальку (прозрачную плёнку) с требуемым законом ВРЧ в углубление экрана ЭЛТ дефектоскопа.	
4. Сенсорным переключателем установите режим БЦО "µS".	
5. Нажмите кнопку " ▼ " на блоке А6.	
6. Соедините проводом гнёзда "4" и "1" на блоке А6.	
7. Регулятором "  " и кнопкой "х10" на блоке А6 выставите требуемое значение длительности развёртки.	
–	8. Соедините проводом гнёзда "4" и "2" на блоке А6.
–	9. Регулятором "  " на блоке А6 выставите требуемое значение длительности развёртки.
10. Соедините проводом гнездо "4" на блоке А6 с гнездом "1" на блоке А8.	
11. Регулятором "  " на блоке А8 выставите требуемое значение задержки зоны ВРЧ (экспериментального участка).	
12. Соедините проводом гнездо "4" на блоке А6 с гнездом "2" на блоке А8.	
13. Регуляторами "  " на блоке А8 выставите требуемое значение длительности зоны ВРЧ.	
14. Отожмите кнопку "▼" на блоке А6.	
15. Если конец зоны ВРЧ на экране ЭЛТ не совпал с нанесенным на кальку (прозрачную плёнку), сдвиньте развёртку по горизонтали регулятором "⟷" на блоке А5.	
16. Регулятором "  " на блоке А8 совместите начальный (левый горизонтальный) уровень кривой ВРЧ на экране ЭЛТ с нанесенным на кальку (прозрачную плёнку).	
17. Регулятором "  " на блоке А8 совместите конечный (правый горизонтальный) уровень кривой ВРЧ на экране ЭЛТ с нанесенным на кальку (прозрачную плёнку).	
18. Регулятором "  " на блоке А8 совместите средний участок кривой ВРЧ на экране ЭЛТ с нанесенным на кальку (прозрачную плёнку).	

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Необходимые требования для экспериментальной настройки ВРЧ дефектоскопа УД2-12 с целью выравнивания чувствительности по глубине

2. Операции, из которых состоит экспериментальная настройка ВРЧ дефектоскопа УД2-12 с целью выравнивания чувствительности по глубине

3. Настройка ВРЧ дефектоскопа УД2-12 по расчетной кривой

4. Настройка ВРЧ дефектоскопа УД2-12 с целью подавления зондирующего импульса

5. Случаи, в которых возможно воспроизведение настройки ВРЧ при работе с дефектоскопом УД2-12

6. Необходимые параметры для воспроизведения закона ВРЧ при работе с дефектоскопом УД2-12

7. Операции, из которых состоит воспроизведение настройки ВРЧ при работе с дефектоскопом УД2-12

15. НАСТРОЙКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ (ЭХО-МЕТОД)

15.1. Настройка дефектоскопа УД2-12 на заданную условную чувствительность по стандартному образцу СО-1 (или СО-1Р) для контроля изделий по эхо-методу

Покажем последовательность настройки чувствительности, предполагая, что БЦО в режиме измерения амплитуды сигналов не используется и ВРЧ выключено (см. разд. 7.5) для случая, когда заданы:

- условная чувствительность оценки $К_{у.о.}$ в миллиметрах;
- условная чувствительность поиска $К_{у.п.}$ в миллиметрах.

Как правило превышение условной чувствительности поиска над условной чувствительностью оценки $\Delta К_у = К_{у.п} - К_{у.о} = 5$ мм.

Таким образом, будем использовать только два порога АСД. Для настройки чувствительности предварительно установите:

- регулятор "▼I" на блоке А10 – в крайнее правое положение (отмена порога АСД, соответствующего красной лампе);
- регулятор "АМПЛ" на блоке А7 – в крайнее правое положение (установка максимальной амплитуды зондирующего импульса ГИВ);
- регулятор "▷" на блоке А8 – в среднее положение (предварительная установка заведомо "небольшого" усиления УП);
- регулятор " ⌐ " на блоке А8 – в крайнее левое положение (отключение действия ВРЧ).

Далее настройку условной чувствительности дефектоскопа УД2-12 по стандартному образцу СО-1 (или СО-1Р) выполните в следующей последовательности:

1. Установите ПЭП на поверхность стандартного образца СО-1 так, чтобы выявлялось отверстие, соответствующее условной чувствительности $К_{у.о}$. В положении максимума эхо-сигнала:

- регуляторами "⊓" и "⊓" на блоке А10 или "⊓" на ПП застробируйте эхо-сигнал;
- аттенюатором, а при необходимости так же регуляторами "▷" на блоке А8, (если не хватает усиления) и "АМПЛ" на блоке А7 (если слишком большое усиление при крайнем левом положении регулятора "▷" на блоке А8) подведите амплитуду сигнала к выбранному уровню (в пределах экрана за исключением двух нижних клеток);
- регулятором "▼II" на боке А10 добейтесь зажигания (но на пороге) жёлтой лампы АСД.

2. Не изменяя чувствительности, аттенюатором и регуляторами "▷" на блоке А8 и "АМПЛ" на блоке А7, выявите преобразователем отверстие, соответствующее условной чувствительности поиска $К_{у..п}$. В положении максимума эхо-сигнала:

- ❖ застробируйте сигнал;
- ❖ регулятором "▼III" на боке А10 добейтесь зажигания (но на пороге) зелёной лампы АСД.

Имейте в виду!

Для удобства проведения контроля могут быть дополнительно подключены:

- ✓ *звуковой индикатор АСД (см. разд. 2.4);*
- ✓ *вторая развёртка с выводом на неё строба АСД (см. разд. 12.1 и 12.2).*

15.2. Что следует учитывать при настройке дефектоскопа УД2-12 на заданную условную, предельную или эквивалентную чувствительность по стандартному образцу СО-2 (или СО-2Р или СО-3Р) или образцу с моделью дефекта для контроля изделий по эхо-методу

Будем исходить из того, что заданы следующие значения:

- чувствительность оценки $К_0$ относительно эталонного отражателя в децибелах;
- чувствительность поиска $К_п$ относительно эталонного отражателя в децибелах или превышение чувствительности поиска над чувствительностью оценки $\Delta К = К_п – К_о$;
- разность между коэффициентом прозрачности границы призма ПЭП – материал контролируемого изделия и коэффициентом прозрачности границы призма ПЭП – металл стандартного образца ΔN в децибелах.

При контроле по эхо-методу обычно $К_п < 0$, $К_о \le 0$. Поэтому, для удобства будем пользоваться значениями $|К_п| > 0$, $|К_о| \ge 0$. Как правило $\Delta К = 4..6$ дБ. Величина $\Delta N < 0$, в большинстве случаев $\Delta N = 0..6$ дБ.

Для указанных ниже способов настройки (см. разд. 15.3):

1) используются два из имеющихся трёх уровней порога АСД; их принцип работы поясняется таблицей 15.1.

Таблица 15.1

<table>
<tr><td>Изменения эхо-сигналов в процессе контроля изделия</td><td>Световой индикатор АСД</td><td colspan="2">Результат</td></tr>
<tr><td>вершины всех сигналов ниже уровня $К_0$</td><td>лампы АСД не горят</td><td colspan="2">дефектов нет</td></tr>
<tr><td rowspan="2">вершина хотя бы одного из эхо-сигналов на уровне $К_н$ или выше, но ниже уровня $К_о$</td><td rowspan="2">горит зелёная лампа АСД</td><td colspan="2">возможны два подхода:</td></tr>
<tr><td>дефектов нет</td><td>дефект, если его измеренные условные размеры превышают заданные значения</td></tr>
<tr><td>вершина хотя бы одного из эхо-сигналов на уровне $К_о$ или выше, в том числе и за пределами экрана</td><td>горит жёлтая лампа АСД</td><td colspan="2">дефект</td></tr>
</table>

2) заданные значения $|К_п'| = |К_п| - |\Delta N|$, $|К_о'| = |К_о'| - |\Delta N|$, $|\Delta К|$, и определяемые ниже величины ΔA и ΔB должны быть чётными, т.к. для изменения чувствительности используется кнопочный аттенюатор.

Если контроль изделия предполагается осуществлять с настроенной ВРЧ, то:

1) настройка чувствительности должна следовать за настройкой ВРЧ;

2) используемый для настройки чувствительности эталонный отражатель должен быть таким, чтобы отражённый от него эхо-сигнал попадал в зону выравнивания чувствительности (ВРЧ). Если от имеющегося эталонного отражателя для настройки чувствительности эхо-сигнал оказался вне зоны выравнивания чувствительности, то он может быть использован только в том случае, если его эквивалентная площадь равна эквивалентной площади отражателей, используемых для настройки ВРЧ (см. разд. 14.1 и 14.2). В этом случае в заданных значениях чувствительности следует учесть поправку, равную разности амплитуд эхо-сигналов от эталонного отражателя для настройки чувствительности и ближнего отражателя для настройки ВРЧ. При этом если полученная разность положительна, то поправку следует вычесть из значений $|К_п|$ и $|К_0|$.

Если контроль изделия осуществляется при выключенной ВРЧ (см. разд. 7.5), то требования к эталонным отражателям для настройки чувствительности менее жёсткие: они должны быть на фиксированной глубине и не обязательно в зоне контроля.

Вид чувствительности, на которую согласно разд. 15.3 настраивается дефектоскоп, и используемые при этом образцы с эталонными отражателями приведены в таблице 15.2.

Таблица 15.2

Чувствительность	Стандартный образец	Эталонный отражатель
Условная	если контролируемый материал сталь – СО-2, СО-2Р или СО-2А	отверстие диаметром 6 мм на глубине 44 мм
Предельная	если контролируемый материал сталь – СО-2, СО-2Р или СО-2А	отверстие диаметром 6 мм на глубине 44 мм
Эквивалентная	из материала контролируемого изделия (СОП)	с заданными размерами, ориентацией и глубиной расположения вида: боковое цилиндрическое отверстие, отверстие с плоским дном, сегментный отражатель (зарубка)
		реальный дефект

Настройка может осуществляться одним из способов.

Первый способ (см. разд. 15.3) исходит из того, что сперва выбирается (фиксируется) уровень отсчёта величины $К_Д$ (т.е. уровень $К_Д = 0$) и относительно него устанавливаются пороги $К_н$ и $К_о$. Если $|К_п'| \leq 20$ дБ, и, поскольку, в данном случае уровни $К_Д = 0$ и $N_{эо}^{бцо} = 0$ совмещены, по БЦО можно непосредственно отсчитать значение коэффициента выявляемости дефекта $|К_д|$ (случай 1.1; рис 15.1, *а*). Если $|К_п'| > 20$ дБ, то исходный уровень $К_Д = 0$ мысленно смещается на величину $\Delta А$ относительно уровня $N_{эо}^{бцо} = 0$. Исходя из этого, устанавливаются уровни $К_п$ и $К_о$ и в случае обнаружения дефекта производится отсчёт $К_д$ (случай 1,2; рис. 15.1, *б*).

Второй способ (см. разд. 15.3) исходит из заранее выбранных уровней $К_п$ и $К_о$. При постоянной величине эти, один раз выставленные пороги АСД, могут оставаться постоянными для всех последующих настроек чувствительности. При данном способе уровень $К_Д = 0$ выставляется относительно уровня $К_п$ (или $К_о$) и может занимать произвольное место в пределах экрана ЭЛТ (рис. 15.1, *в*) либо за его пределами (рис. 15.1, *г*). Последнее обстоятельство затрудняет непосредственное определение $К_Д$ по БЦО, поэтому, в этом способе $К_Д$ рекомендуется вычислять по общему соотношению

$$К_Д = N_Д - N_{эо} = (N_д^{кн} - N_д^{бцо}) = (N_{эо}^{кн} - N_{эо}^{бцо}).$$

Методика определения $К_д$ для обоих способов приведена в разделе 18.4.

С точки зрения определения $К_д$ наиболее простым является способ 1, когда $|К_п'| \le 20$ дБ (случай 1.1). Однако, при заданных значениях $|К_п'|$, близких к 20 дБ (например, $|К_п'| = 16$ дБ) уровни $К_п$ и $К_о$ располагаются около нижнего края экрана ЭЛТ, где более сжатый масштаб изображения. Данный фактор затрудняет наблюдение за изменением небольших по амплитуде эхо-сигналов, особенно, до достижения ими порогового уровня $К_п$. Поэтому для исключения этого недостатка, даже, когда $|К_п'| < 20$ дБ, желательно перейти к настройке, соответствующей случаю 1.2. При этом ΔА необходимо выбрать из интервала $0 \le \Delta A \le |К_о'|$.

Таких "трудностей" для практически неограниченных (до 62 дБ) значений $|К_п'|$ нет в способе 2. В то же время при $|К_п'| > 20$ дБ преимуществом способа 1 (случай 1.2) является то, что при обнаружении дефекта можно относительно просто определить знак $К_д$, не прибегая в ряде случаев к расчёту самого значения. Других принципиальных отличий в силу своего сходства случай 1.2 способа 1 и способ 2 не имеют.

15.3 Операции, из которых состоит настройка дефектоскопа УД2-12 на заданную условную, предельную или эквивалентную чувствительность по стандартному образцу СО-2 (или СО-2Р или СО-3Р) или образцу с моделью дефекта для контроля изделий по эхо-методу

Настройка чувствительности осуществляется исходя из принципов, изложенных в разд. 15.2.

Для настройки чувствительности предварительно, табл. 15.3, *а*:

1) установите:

Таблица 15.3, *а* – Условия настройки чувствительности

<table>
<tr><td colspan="2">Контроль изделия осуществляется</td></tr>
<tr><td>с настроенной ВРЧ</td><td>с выключенной ВРЧ</td></tr>
<tr><td colspan="2">регулятор "▼ I" на блоке А10 – в крайнее правое положение (отмена порога АСД, соответствующего красной лампе);</td></tr>
<tr><td colspan="2">кнопку " $\frac{mm^2}{}$ | $\frac{dB}{}$ " на блоке А8 – в отжатое состояние</td></tr>
<tr><td colspan="2">кнопку "  " на блоке А6 – в нажатое состояние (подключение второй развёртки)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">кнопку " $\frac{АСД}{}$ | $\frac{ВРЧ}{}$ " на блоке А10 – в отжатое состояние (выведение на вторую развёртку кривой ВРЧ)</td><td>регулятор "▷" на блоке А8 – в среднее положение (установка "небольшого" усиления УП)</td></tr>
<tr><td>регулятор "  " на блоке А8 – в крайнее левое положение (отключение действия ВРЧ)</td></tr>
</table>

2) рассчитайте величины:

$$|К_п'| = |К_п| - |\Delta N|, \quad |К_о'| = |К_о'| - |\Delta N|$$

Далее настройку требуемой чувствительности по стандартному образцу можно производить одним из способов, рис. 15.1, табл. 15.3.

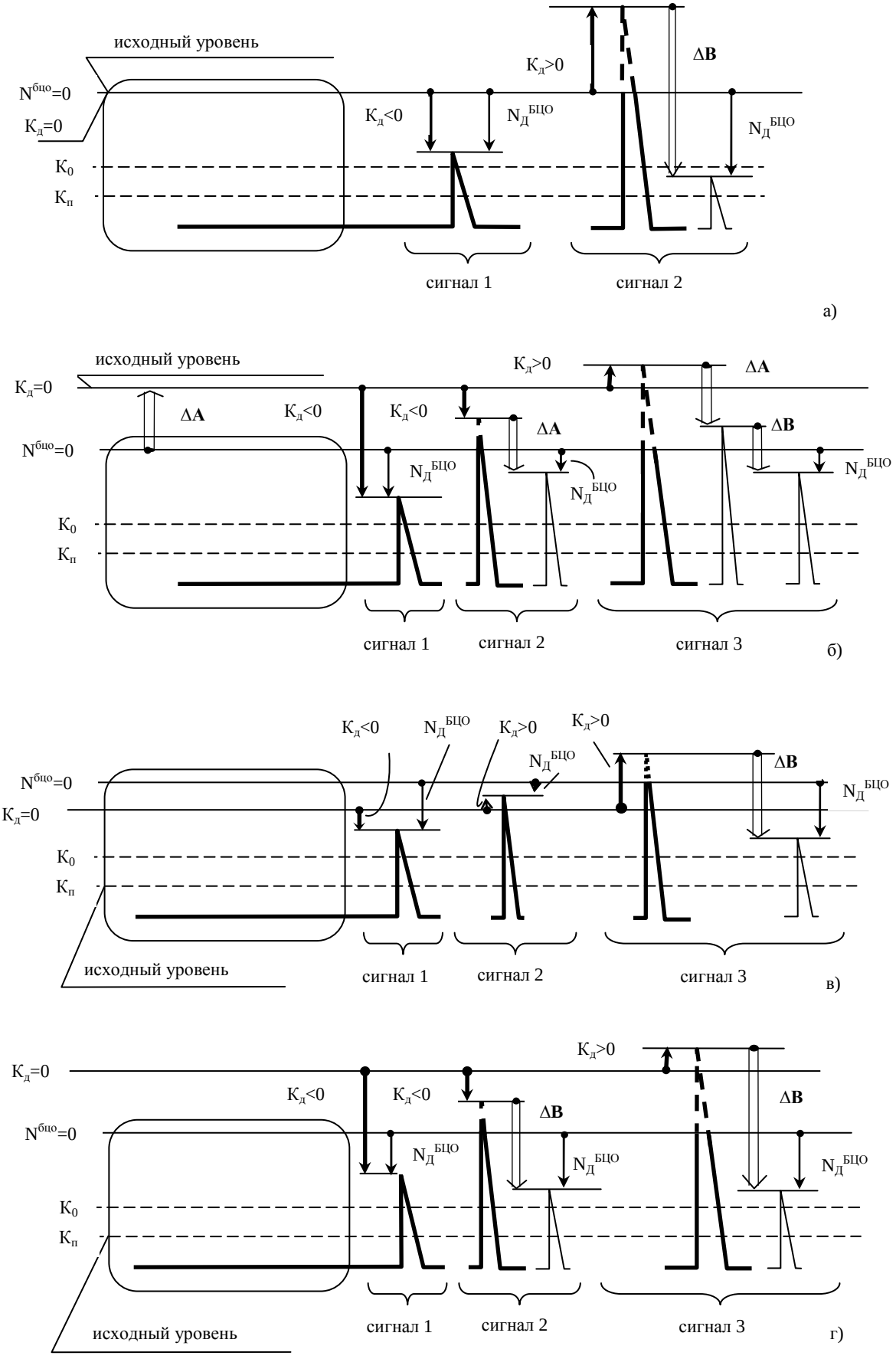


Рисунок 15.1 – Настройка чувствительности

Таблица 15.3 – Способы настройки чувствительности

<table>
<tr><td colspan="2">Способ 1</td><td rowspan="2">Способ 2
(рис 15.1, в и г в разделе 15.2)</td></tr>
<tr><td>Случай 1.1
($|К_п'| \le 20$ дБ; рис. 15.1, а в разделе 15.2)</td><td>случай 1.2
($|К_п'| > 20$ дБ; рис. 15.1, б в разделе 15.2)</td></tr>
<tr><td colspan="3">1. Установите ПЭП на поверхность стандартного образца в положение максимума эхо-сигнала от эталонного отражателя. Застробируйте сигнал регуляторами "  " и "  " на блоке А10 или "  " на ПП. Кнопочным аттенюатором, а при необходимости также регуляторами "▷" на блоке А8 (если не хватает усиления) и "АМПЛ" на блоке А7 (если слишком большое усиление при крайнем левом положении регулятора "▷" на блоке А8) выставите амплитуду сигнала:</td></tr>
<tr><td colspan="2">равную 0,1…0,2 дБ по цифровому индикатору</td><td>на выбранном уровне (т.е. $N_{эо}^{бцо} \approx 0$ дБ) (напр. три больших клетки снизу).</td></tr>
<tr><td colspan="3">При этом значение ослабления, выставленного кнопочным аттенюатором. $N_{эо}^{кн}$ должно удовлетворять условию:</td></tr>
<tr><td>$0 \le N_{эо}^{кн} \le 62 - |К_п'|$</td><td>$\Delta A \le N_{эо}^{кн} \le 62 - |К_п'| + \Delta A$
(выбранное значение ΔA должно удовлетворять условию
$|К_п'| - 20 \le \Delta A < |К_о'|$)</td><td>$|К_о'| \le N_{эо}^{кн} \le 62 - |\Delta К|$
На цифровом индикаторе должно быть значение
$0{,}1 < N_{эо}^{бцо} < 20 - |\Delta К|$</td></tr>
<tr><td colspan="3">Внимание!
Если заранее настроена ВРЧ, то по второй развёртке следите за тем, чтобы кривая ВРЧ не вошла в ограничение. Если это произошло, необходимо уменьшить усиление регулятором "▷" на блоке А8, а чувствительность поднять кнопочным аттенюатором</td></tr>
<tr><td colspan="2">2. Внесите кнопочным аттенюатором ослабление равное:</td><td rowspan="2">2. Определите и запомните величину $N_{эо} = N_{эо}^{кн} - N_{эо}^{бцо}$ с учётом знака</td></tr>
<tr><td>$|К_о'|$</td><td>$|К_о'| - \Delta A$</td></tr>
<tr><td colspan="3">3. Регулятором "▼ II" на боке А10 добейтесь зажигания (но на пороге) жёлтой лампы АСД</td></tr>
<tr><td colspan="3">4. Регулятором "▼ III" на боке А10 добейтесь зажигания (но на пороге) зелёной лампы АСД</td></tr>
<tr><td colspan="3">5. Кнопочным аттенюатором уменьшите ослабление на величину $|К_п'|$</td></tr>
</table>

Имейте в виду!

Для удобства проведения контроля могут быть дополнительно подключены:

- *звуковой индикатор АСД (см. разд. 2.4)*
- *вторая развёртка с выводом на неё строба АСД (см. разд. 12.1 и 12.2)*

Примеры:

1. Используя стандартный образец СО-2, настроить по способу 1 дефектоскоп УД2-12 на заданную условную чувствительность оценки:

$$|К_о| = 34 \text{ дБ, поиска } |К_п| = 30 \text{ дБ.}$$

Поскольку заданные значения условной чувствительности уже учитывают различие шероховатости поверхностей используемого стандартного образца и контролируемого изделия, то в данном случае $|\Delta N| = 0$ и, соответственно $|К_о| = |К_о'| = 24$ дБ и $|К_п| = |К_п'| = 30$ дБ. Величина $|\Delta К| = 6$ дБ.

Поскольку $|К_п'| > 20$ дБ, то настройку будем производить в соответствии со случаем 1.2 способа 1. С чётом найденных выше значений $6 < \Delta А < 24$ дБ, откуда принимаем, что например, $\Delta А = 10$ дБ.

Пусть в конкретном случае регулятором дефектоскопа УД2-12 оказались установленными в такие положения, что максимуму эхо-сигнала отверстия диаметром 6 мм на глубине 44 мм (п. 1 табл. 15.3) при показании цифрового индикатора $N_{эо}^{бцо} = 0{,}18$ дБ соответствует состояние на кнопочном аттенюаторе $N_{эо}^{кн} = 18$ дБ. Убедимся в справедливости условия для величины $N_{эо}^{кн}$: $10 < 18 < 48$.

Выполняя последующие требования настроечной таблицы при зафиксированном положении ПЭП на стандартном образце СО-2, проследим лишь изменения эхо-сигнала кнопочным аттенюатором.

Согласно п. 2 ослабление кнопочного аттенюатора увеличивается на величину $|К_о'| - \Delta А = 24 - 10 = 14$ дБ и становится равным $N^{кн} = N_{эо}^{кн} + 14 = 18 + 14 = 32$ дБ.

В п. 2 требуется внести дополнительное ослабление $|\Delta К| = 6$ дБ. Результирующее ослабление, выставленное кнопочным аттенюатором, должно принять значение $32 + |\Delta К| = 32 + 6 = 38$ дБ.

Для завершения настройки чувствительности (п. 4 табл. 15.3) необходимо уменьшить ослабление на величину $|К_п'| = 30$ дБ. Таким образом, контроль изделия должен осуществляться при ослаблении кнопочного аттенюатора, равном $38 - |К_п'|$, или $38 - 30 = 8$ дБ.

2. Осуществить по способу 2 настройку дефектоскопа УД2-12 на предельную чувствительность по имеющейся в образце контролируемого изделия модели дефекта в виде зарубки. Поиск дефектов должен осуществляться при превышении указанной чувствительности на 4 дБ.

Согласно имеющимся данным, $|\Delta N| = 0$, $|К_о| = |К_о'| = 0$ и $|\Delta К| = 4$ дБ. Следовательно, уровни $N_{эо}$, $К_о$ и $К_д = 0$ в данном случае совпадают.

Покажем поэтапное изменение значений показаний аттенюатора в процессе настройки дефектоскопа на заданную предельную чувствительность.

Пусть экспериментально установлено, что максимуму отражённого от зарубки сигнала соответствует значение $N_{эо}^{кн} = 18$ и $N_{эо}^{бцо} = 2{,}7$ дБ. Убедимся в истинности указанных в п. 1 таблицы (способ 2) условий для величин $N_{эо}^{кн}$ и $N_{эо}^{бцо}$: $0 < 18 < 58$ и соответственно $0{,}1 < 2{,}7 < 16$.

Определим $N_{эо} = N_{эо}^{кн} + N_{эо}^{бцо} = 18 + 2{,}7 = 15{,}3$ дБ (п. 2).

Согласно п. 3 к имеющемуся на кнопочном аттенюаторе значению (18 дБ) необходимо добавить ослабление, равное $|\Delta К| = 4$ дБ. Результирующе ослабление кнопочного аттенюатора станет равным $18 + 4 = 22$ дБ.

П.4 предусматривает уменьшение ослабления, выставленного кнопочным аттенюатором (22 дБ), на величину $|K_п'| = |K_п| = |K_о| + |\Delta K| =$ $= 0 + 4 = 4$ дБ, т.е. $22 + 4 = 18$ дБ. При проведении у.з. контроля (за исключением анализа эхо-сигналов) должно заполняться $N_{кн} = 18$ дБ.

3. Имеется стандартный образец СО-2, для которого по SKH+диаграмме определено значение предельной чувствительности оценки $|K_o| = 18$ дБ. Контроль изделия толщиной 60 мм предполагается осуществить однократно отражённым лучом на частоте УЗК $f = 2{,}5$ МГц ПЭП с углом ввода луча в сталь $\alpha_o = 50^o$. Средний путь УЗК в призме ПЭП от мнимого излучателя до поверхности сканирования $\Delta r = 7$ мм. Превышение чувствительности поиска над чувствительностью оценки $|\Delta K| = 5$ дБ. Различие чистоты обработки поверхностей контролируемого изделия и стандартного образца должно быть учтено величиной $|\Delta N| = 4$ дБ. К моменту настройки чувствительности система ВРЧ в зоне регистрации дефектов отражённым лучом настроена по моделям дефектов с эквивалентной площадью 9 мм^2. Возможна ли при заданных параметрах настройка дефектоскопа на заданную чувствительность?

Согласно приведенным данным для настройки чувствительности должен использоваться эталонный отражатель в стандартном образце СО-2, расположенный на глубине 44 мм. Система ВРЧ настроена на регистрацию дефектов однократно отражённым лучом, т.е. в зоне от 60 до 120 мм. Таким образом, имеющийся эталонный отражатель оказывается вне зоны ВРЧ и настройка чувствительности возможна лишь для случая совпадения значений эквивалентной площади отражателей для настройки ВРЧ и эталонного отражателя для настройки чувствительности. Боковое цилиндрическое отверстие диаметром 6 мм на глубине 44 мм при выявлении его ПЭП с $\alpha_o = 50^o$, $\Delta r = 7$ мм и $f = 2{,}5$ МГц имеет эквивалентную площадь, равную 9 мм^2, откуда следует, что применение стандартного образца СО-2 в данном случае допустимо, однако в заданные значения чувствительности помимо значения $|\Delta N|$, должна быть введена дополнительная поправка. Для определения её величины предварительно измерим амплитуду эхо-сигнала от "ближнего" (т.е. ориентировочно на глубине 60 мм) отражателя, используемого для настройки ВРЧ (пусть измерения дали результат $N_{бл}^{кн} = 20$ дБ и $N_{бл}^{бцо} = 10{,}3$ дБ и соответственно амплитуда от этого отражателя равна $N_{бл} = N_{бл}^{кн} - N_{бл}^{бцо} = 20 - 2{,}3 = 17{,}7$ дБ). Таким образом, величина поправки равна $N_{эо} - N_{бл} = 17{,}7 - 9{,}7 = 8$ дБ. Полученная величина положительная, поэтому её наряду с величиной $|\Delta N|$ надо вычесть из заданного значения чувствительности. Таким образом, $K_o' = 18 - 4 - 8 = 6$ дБ, $|\Delta K| = 6$ дБ.

В случае необходимости настройки чувствительности следует поступать, как указано в таблице 15.3, используя случай 1.1 способа 1 или способа 2.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Настройка дефектоскопа УД2-12 на заданную условную чувствительность по стандартному образцу СО-1 (или СО-1Р) для контроля изделий по эхо-методу

2. Что следует учитывать при настройке дефектоскопа УД2-12 на заданную условную, предельную или эквивалентную чувствительность по стандартному образцу СО-2 или образцу с моделью дефекта для контроля изделий по эхо-методу?

3. Операции, из которых состоит настройка дефектоскопа УД2-12 на заданную условную, предельную или эквивалентную чувствительность по стандартному образцу СО-2 или образцу с моделью дефекта для контроля изделий по эхо-методу

16. НАСТРОЙКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ И ПАРАМЕТРОВ СТРОБА АСД (ЗТМ И ТЕНЕВОЙ МЕТОД)

16.1. Параметры, которые следует учитывать при настройке дефектоскопа УД2-12 на заданную условную, предельную или эквивалентную чувствительность для контроля изделий по ЗТМ или теневому методу

Зеркально-теневым (ЗТМ) или теневым методом можно контролировать изделия с параллельными поверхностями. При этом названные методы характеризуются следующим, табл. 16.2:

Таблица 16.3 – Характеристики методов

Метод контроля	Доступ к поверхностям для установки ПЭП	Типы ПЭП и их ориентация	Анализируемый в процессе контроля сигнал (информативный)	Признак обнаружения дефекта
ЗТМ	С одной стороны	Один прямой ПЭП	1-ый либо 2-ой, либо n-ый донный	Уменьшение информативного сигнала на заранее заданную величину в дБ
		Пара наклонных ПЭП, развёрнутых навстречу друг другу	Донный	
Теневой	С двух противоположных сторон	Пара прямых или наклонных ПЭП	Прошедший	

Параметры чувствительности при ЗТМ и теневом методе могут быть заданы как в децибелах (см. табл. выше), так и в относительных единицах ("разах"). Поскольку в дефектоскопе УД2-12 изменение амплитуды сигна-

лов осуществляется только в децибелах, то в тех случаях, когда значения чувствительности определены в относительных единицах, их нужно предварительно перевести в децибелы.

При настройке предельной (по первому донному – в случае ЗТМ или прошедшему в случае теневого метода) или условной (в случае ЗТМ прямым ПЭП – n-ному донному сигналу) для ослабления информативного сигнала будем использовать аттенюатор и исходить из того, что заданы следующие значения:

- чувствительность оценки $К_о$ относительно полного (т.е. установке ПЭП на заведомо бездефектное место изделия) информативного сигнала в децибелах.
- чувствительность поиска $К_п$ относительно полного информативного сигнала в децибелах или превышение чувствительности поиска над чувствительностью оценки $\Delta К = К_п – К_о$ в децибелах.

При контроле по ЗТМ или теневому методу всегда $К_п < 0$, $К_о < 0$. Поэтому для удобства будем пользоваться значениями $|К_п| > 0$, $|К_о| > 0$. Как правило, $|\Delta К| = 4…6$ дБ.

При настройке дефектоскопа на заданную эквивалентную чувствительность будем исходить из того, что:

- имеется искусственный или реальный дефект в образце из материала контролируемого изделия, который по своим ослабляющим информативный сигнал способностям, соответствует требуемой чувствительности оценки $К_о$;
- заданное значение $|\Delta К|$ определяет превышение чувствительности поиска $|К_п|$ над чувствительностью оценки $|К_о|$.

Для указанных ниже способов настройки:

1) используются два из имеющихся трёх уровней порога АСД; их принцип работы поясняется таблицей 16.1.

2) заданные значения $|К_п|$, $|К_о|$, $|\Delta К|$ и, определяемые ниже величины $\Delta А$ и $\Delta В$ должны быть чётными, т.к. для изменения чувствительности используется кнопочный аттенюатор.

Настройка может осуществляться одним из двух способов.

Первый способ (см. разд. 16.2 и 16.3) исходит из того, что сперва выбирается (фиксируется) уровень отсчёта, соответствующий полному информативному сигналу $N_{п.кпф}$, и относительно него устанавливаются пороги $К_п$ и $К_о$. При этом, если $|К_о| \le 20$ дБ, и, поскольку в данном случае уровни $К_д = 0$ и $N_{п.кпф}^{бцо} = 0$ совмещены, по БЦО можно непосредственно отсчитать значение коэффициента выявляемости дефекта $|К_д|$ (случай 1.1 рис. 16.1, *а*). Если $|К_о| > 20$ дБ, то исходный уровень $К_д = 0$ мысленно смещается на величину $\Delta А$ относительно уровня $N_{п.кпф}^{бцо} = 0$. Исходя из этого устанавливаются уровни $К_п$ и $К_о$ и в случае обнаружения дефекта производится отсчёт $К_д$ (случай 1.2 рис. 16.1, *б*).

Таблица 16.1

Изменения информативного сигнала в процессе контроля изделия	Световой индикатор АСД	Результат	
Полный или ослаблённый на величину менее $К_п$	Горит жёлтая лампа	Дефектов нет	
Ослаблённый на величину $К_п$ или более, но менее, чем на $К_о$	Горит зелёная лампа	Возможны два подхода:	
		Дефектов нет	Дефект, если его измеренные условные размеры превышают заданные значения
Ослаблённый на величину $К_о$ и более, в том числе и полное отсутствие в пределах экрана	Лампы не горят	Дефект	

Второй способ (см. разд. 16.2) исходит из заранее выбранных уровней $К_п$ и $К_о$. При постоянной величине $\Delta К$ эти, один раз выставленные, пороги АСД могут оставаться постоянными для всех последующих порогов чувствительности. При заданном способе уровень $N_{п.инф}$ выставляется относительно уровня $К_п$ (или $К_о$) и может занимать произвольное место в пределах экрана ЭЛТ (рис. 16.1,*в*) либо за его пределами (рис. 16.1, *г*). Последнее обстоятельство затрудняет непосредственное определение $К_д$ по БЦО, поэтому, в этом способе $К_д$ рекомендуется вычислять по соотношению:

$$К_д = N_{инф.д} - N_{п.инф} = (N_{инф.д}^{кн} - N_{инф.д}^{бцо}) - (N_{п.инф}^{кн} - N_{п.инф}^{бцо}).$$

При настройке дефектоскопа на заданную эквивалентную чувствительность по способу 1 (см. раздел 16.3) в случае, если $|К_о| = |К_{э.о}|$ не известно, начинать следует со случая 1.1.

Методика определения $К_д$ для обоих способов приведена в разделе 19.1.

С точки зрения определения $К_д$ наиболее простым является способ 1, когда $|К_о| < 20$ дБ (случай 1.1). Однако при заданных значениях $|К_о|$, близких к 20 дБ (например $|К_о| = 15$ дБ) уровни $К_п$ и $К_о$ располагаются около нижнего края экрана ЭЛТ, где более сжатый масштаб изображения. Данный фактор затрудняет наблюдение за изменением небольших по амплитуде информативных сигналов, особенно до достижения ими порогового уровня $К_о$. Поэтому для исключения этого недостатка, даже когда $|К_о| < 20$ дБ, желательно перейти к настройке, соответствующей случаю 1.2. При этом $\Delta А$ необходимо выбрать на интервале $0 \le \Delta К \le |К_п|$. Таких "трудностей" для практически ограниченных (до 62 дБ) значений $|К_о|$ нет в способе 2.

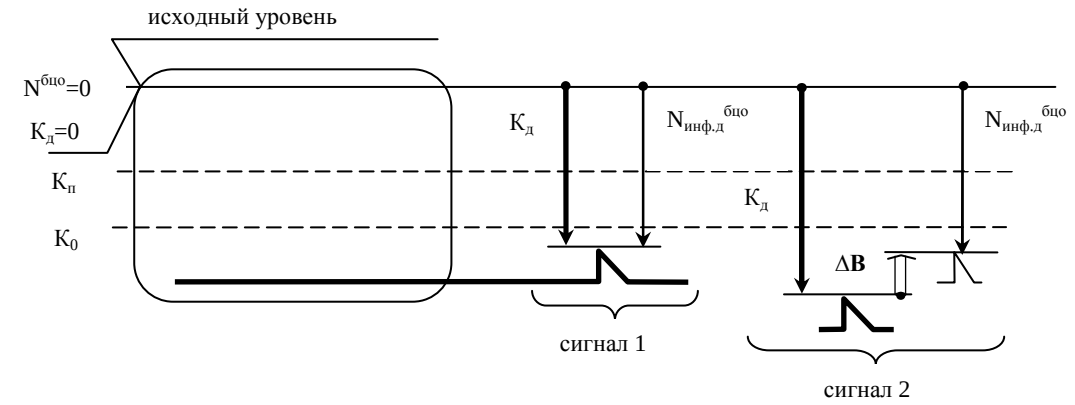


Рис. а

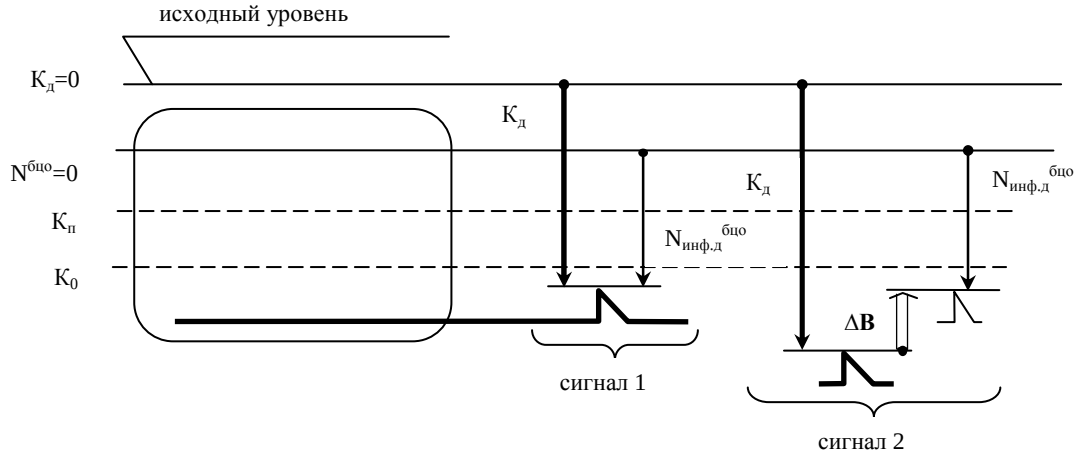


Рис. *б*

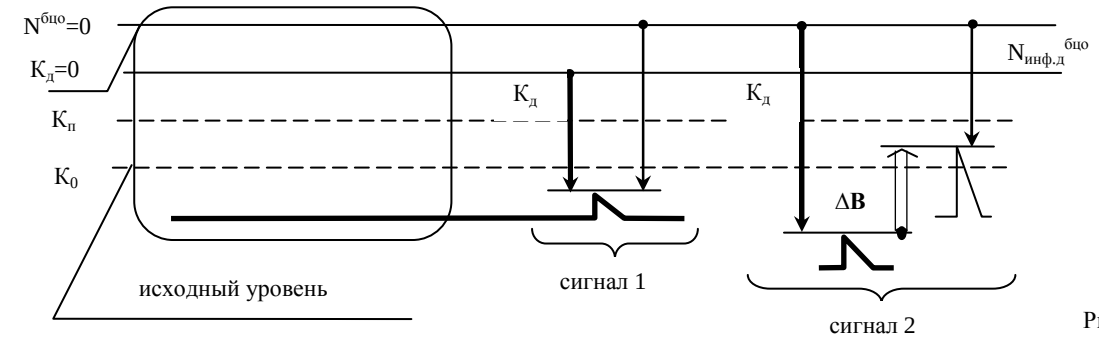


Рис. *в*

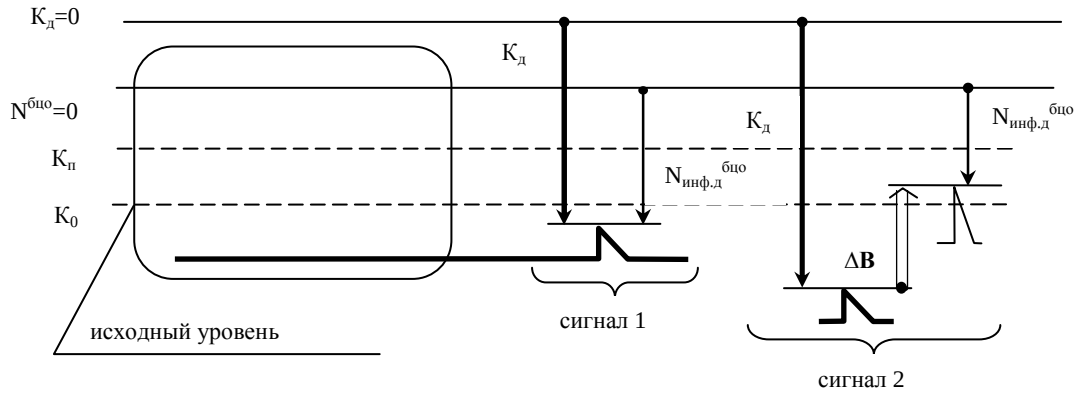


Рис. *г*

Рисунок 16.1 – Настройка чувствительности контроля

16.2. Операции, из которых состоит настройка дефектоскопа УД2-12 на заданную условную или предельную чувствительность и параметров строба АСД при контроле изделий по ЗТМ или теневому методу

Настройка чувствительности осуществляется исходя из принципов, изложенных в разделе 16.1.

Для настройки чувствительности предварительно установите:

- регулятор "▼I" на блоке А10 – в крайнее правое положение (отмена порога АСД, соответствующего красной лампе);
- регулятор "АМПЛ" на блоке А7 – в крайнее правое положение (установка максимальной амплитуды зондирующего импульса ГИВ);
- регулятор "▷" на блоке А8 – в среднее положение (установка "небольшого" усиления УП);
- регулятор " " на блоке А8 – в крайнее левое положение (отключение действия ВРЧ);
- кнопку " " на блоке А8 – в отжатое состояние.

Далее настройку на заданную условную или предельную чувствительность и параметров строба АСД можно производить одним из способов согласно таблице 16.2.

Имейте в виду!

Для удобства проведения контроля могут быть дополнительно подключены:

- *звуковой индикатор АСД (см. разд. 2.4);*
- *вторая развёртка с выводом на неё строба АСД (см. разд. 12.1 и 12.2).*

Пример:

Настроить дефектоскоп УД2-12 для контроля железнодорожных рельсов по ЗТМ со следующими параметрами:

- *используемые ПЭП – один прямой;*
- *информативный сигнал – один донный;*
- *условная чувствительность поиска – 0,3;*
- *условная чувствительность оценки – 0,5;*

Прежде, чем приступать непосредственно к процедуре настройки, переведём заданные в относительных единицах значения чувствительностей в децибелы. Для этого воспользуемся таблицей или шкалой перевода (имеющимися в литературе по у.з. дефектоскопии) либо формулой

$$N_i = 20 \lg \frac{U_i}{U_{on}},$$

где: U_i – амплитуда анализируемого сигнала, В; в данном случае U_i – текущая амплитуда второго донного сигнала;

$U_{оп}$ – в общем случае амплитуда сигнала, В, относительно которого определяется амплитуда U_i; как правило, в качестве $U_{оп}$ используется амплитуда некоторого опорного сигнала, истинное значение которой часто

бывает неизвестно; в данном случае $U_{оп}$ – амплитуда полного (т.е. на бездефектном участке) второго донного сигнала;

$U_i/U_{оп}$ – в данном случае заданная величина;

N_i – амплитуда анализируемого сигнала, дБ; искомая величина.

Таблица 16.2

<table>
<tr><td colspan="2">Способ 1</td><td rowspan="2">Способ 2
(рис 16.1, в и г в разделе 16.1)</td></tr>
<tr><td>Случай 1.1
($|K_п'| \le 20$ дБ;
рис. 16.1, а в разделе 16.1)</td><td>Случай 1.2
($|K_о| > 20$ дБ; рис. 16.1,б в разделе 16.1)</td></tr>
<tr><td colspan="3">1. Установите ПЭП на поверхность сканирования (если контроль осуществляется по ЗТМ) или на противоположные поверхности (если контроль осуществляется теневым методом) в заведомо бездефектное место контролируемого изделия. Получите требуемый донный сигнал (в случае ЗТМ одним ПЭП) или, перемещая ПЭП относительно друг друга, добейтесь максимума донного (в случае теневого метода) сигнала. Застробируйте информативный (соответственно донный или прошедший) сигнал регуляторами "⌐¬" и "¬⌐" на блоке А10 или "⌐¬" на ПП. Кнопочным аттенюатором, а при необходимости также регуляторами "▷" на блоке А8 (если не хватает усиления) и "АМПЛ" на блоке А7 (если слишком большое усиление при крайнем левом положении регулятора "▷" на блоке А8) выставите амплитуду сигнала равную 0,1…0,2 дБ по цифровому индикатору на выбранном уровне (т.е. $N_{п.инф}^{бцо} \approx 0$ дБ) (напр., 3 больших клетки снизу).
При этом значение ослабления, выставленного кнопочным аттенюатором. $N_{п.инф}^{кн}$, должно удовлетворять условию:</td></tr>
<tr><td>$0 \le N_{п.инф}^{кн} \le 62 - |K_о|$</td><td>$\Delta A \le N_{п.инф}^{кн} \le 62 - |K_о| + \Delta A$
(выбранное значение ΔA должно удовлетворять условию $|K_о| - 20 \le \Delta A < |K_п|$)</td><td>$|K_п| \le N_{п.инф}^{кн} \le 62 - |\Delta K|$
На цифровом индикаторе должно быть значение
$0{,}1 \le N_{п.инф}^{бцо} \le 20 - |\Delta K|$</td></tr>
<tr><td colspan="2">2. Внесите кнопочным аттенюатором ослабление равное:</td><td rowspan="2">2. Определите и запомните величину $N_{п.инф} = N_{п.инф}^{кн} - N_{п.инф}^{бцо}$ с учётом знака</td></tr>
<tr><td>$|K_п|$</td><td>$|K_п| - \Delta A$</td></tr>
<tr><td colspan="3">3. Регулятором "▼ II" на боке А10 добейтесь зажигания (но на пороге) зелёной лампы АСД</td></tr>
<tr><td colspan="3">4. Кнопочным аттенюатором внесите дополнительное ослабление, равное $|\Delta K|$. Регулятором "▼ III" на боке А10 добейтесь погасания (но на пороге) зелёной лампы АСД</td></tr>
<tr><td colspan="3">5. Кнопочным аттенюатором уменьшите ослабление на величину $|K_о|$</td></tr>
<tr><td colspan="3">6. Установите (уточните) параметры строба АСД, для чего соответственно регуляторами "⌐¬" и "¬⌐" на блоке А10 добейтесь, чтобы начало строба находилось непосредственно перед передним фронтом, а конец – за задним фронтом информативного сигнала</td></tr>
</table>

Подставляя в формулу значения $U_п/U_{оп} = 0,3$ и $U_о/U_{оп} = 0,5$, соответственно получим $N_п \approx -6$ дБ и $N_о \approx -10$ дБ. А это значит, что $|К_п| = 6$ дБ, $|К_о| = 10$ дБ и $|\Delta К| = |К_п| - |К_о| = 10 - 6 = 4$ дБ. Настройку чувствительности можно осуществлять согласно случаю 1.1 способа 1 или способу 2.

Выполнив предварительные операции, в соответствии с таблицей 16.2 устанавливаем ПЭП на поверхность катания железнодорожного рельса так, чтобы на пути УЗК до подошвы не было каких-либо отверстий и других и других искусственных или реальных дефектов. Получив серию донных сигналов, осуществим стробирование и другие операции настройки чувствительности применительно ко второму донному сигналу, таблица 16.3.

Таблица 16.3

Случай 1.1 способа 1	Способ 2
Пусть, например, при выполнении п.1 таблицы показания БЦО и аттенюатора соответственно равны:	
$N_{п.инф}^{бцо} = 0,1$ дБ; $N_{п.инф}^{кн} = 18$ дБ	$N_{п.инф}^{бцо} = 8,1$ дБ; $N_{п.инф}^{кн} = 26$ дБ
Проверим выполнение требуемых условий:	
$0 \le N_{п.инф}^{кн} \le 62 - \lvert К_о \rvert$ $0 \le 18 \le 62 - 10 = 52$	$\lvert К_п \rvert \le N_{п.инф}^{кн} \le 62 - \lvert \Delta К \rvert$ $6 \le 26 \le 62 - 4 = 58;$ $0,1 \le N_{п.инф}^{бцо} \le 20 - \lvert \Delta К \rvert$ $0,1 \le 8,1 \le 20 - 4 = 16$
Выполняя п. 2 таблицы:	
После внесения ослабления, равного $\lvert К_п \rvert = 6$ дБ, будет $N^{кн} = N_{п.инф}^{кн} + \lvert К_п \rvert = 18 + 6 = 24$ дБ.	Амплитуда полного информативного сигнала $N_{п.инф} = N_{п.инф}^{кн} - N_{п.инф}^{бцо} =$ $= 26 - 8,1 = 17,9$ дБ
Согласно п. 4, внесённое ослабление $\lvert \Delta К \rvert = 4$ дБ. Окончательное ослабление на кнопочном аттенюаторе:	
24 + 4 = 28 дБ	26 + 4 = 30 дБ
Учитывая требования п. 5, ослабление аттенюатора уменьшается на величину $\lvert К_о \rvert = 10$ дБ и становится равным:	
28 – 10 = 18 дБ	30 – 10 = 20 дБ

Имейте в виду!

В примере обо варианта настройки чувствительности разобраны для одинаковых положений регуляторов "▷" на блоке А8 и "АМПЛ" на блоке А7, что в общем случае – не обязательно.

16.3. Операции, из которых состоит настройка дефектоскопа УД2-12 на заданную эквивалентную чувствительность и параметров строба АСД при контроле изделий по ЗТМ или теневому методу

Настройки чувствительности осуществляются исходя из принципов, изложенных в разделе 16.1.

Для настройки чувствительности предварительно следует установить:

- регулятор "▼I" на блоке А10 – в крайнее правое положение (отмена порога АСД, соответствующего красной лампе);
- регулятор "АМПЛ" на блоке А7 – в крайнее правое положение (установка максимальной амплитуды зондирующего импульса ГИВ);
- регулятор "▷" на блоке А8 – в среднее положение (предварительная установка заведомо "небольшого" усиления УП);
- регулятор " " на блоке А8 – в крайнее левое положение (отключение действия ВРЧ);
- кнопку " $\frac{mm^2}{dB}$ " на блоке А8 – в отжатое состояние;

Далее настройку на заданную эквивалентную чувствительность и параметров строба АСД можно производить одним из способов согласно таблице 16.4.

Таблица 16.4

<table>
<tr><td colspan="2">Способ 1</td><td rowspan="2">Способ 2
(рис 16.1, в и г
в разделе 16.2)</td></tr>
<tr><td>Случай 1.1
($|K_o| = |K_{o.э}| \le 20$ дБ;
рис. 16.1, а в разделе 16.2)</td><td>Случай 1.2
($|K_o| = |K_o| > 20$ дБ;
рис. 16.1, б в разделе 16.2)</td></tr>
<tr><td colspan="3">1. Установите ПЭП на поверхность сканирования (если контроль осуществляется по ЗТМ) или на противоположные поверхности (если контроль осуществляется теневым методом) в заведомо бездефектное место контролируемого изделия получите требуемый n-ый донный сигнал (в случае ЗТМ одним ПЭП) или, перемещая ПЭП относительно друг друга, добейтесь максимума донного (в случае ЗТМ двумя наклонными ПЭП) или максимума прошедшего (в случае теневого метода) сигнала. Застробируйте информативный (соответственно донный или прошедший) сигнал регуляторами "" и "" на блоке А10 или "" на ПП. Кнопочным аттенюатором, а также регулятором "▷" на блоке А8 (если не хватает усиления) или регулятором "АМПЛ" на блоке А7 (если слишком большое усиление) выставите амплитуду информативного сигнала, равную 0,1…0,2 дБ по БЦО (т.е. $N_{п.инф}^{бцо} \approx 0$ дБ). При этом значение ослабления, выставленного кнопочным аттенюатором $N_{п.инф}^{кн}$, должно удовлетворять условию:</td></tr>
<tr><td>$|K_o| \le N_{инф}^{кн} \le 62$</td><td>$|K_o| + \Delta A \le N_{инф}^{кн} \le 62 - \Delta A$
(выбранное значение ΔA должно удовлетворять условию п. 2</td><td>–</td></tr>
</table>

Окончание таблицы 16.4

<table>
<tr><td colspan="3">2. Установите ПЭП в зону реального или искусственного дефекта. Уточните положение ПЭП, соответствующее минимуму информативного сигнала.</td></tr>
<tr><td>Если при этом вершина сигнала оказалась у нижней горизонтали экрана ЭЛТ и показания БЦО $N_{инф.эд}^{бцо} > 20$ или 0 дБ, перейдите к случаю 1.2</td><td>Для этого уменьшите кнопочным аттенюатором ослабление на величину ΔA так, чтобы одновременно выполнялось два условия:
1) информативный сигнал, ослаблённый дефектом, был в пределах экрана;
2) показания БЦО $N_{инф.эд}^{бцо} \geq \left| K_o \right|$</td><td>Кнопочным аттенюатором, а также регуляторами "▷" на блоке А6, (если не хватает усиления) или регулятором "АМПЛ" на блоке А7 (если слишком большое усиление) выставите амплитуду информативного сигнала на выбранном уровне (напр. 3 больших клетки снизу). При этом значение ослабления, выставленного кнопочным аттенюатором, должно удовлетворять условию $\left| K_o \right| \leq N_{инф.эд}^{кн} \leq 62$</td></tr>
<tr><td colspan="3">3. Регулятором "▼ III" на боке А10 добейтесь зажигания (но на пороге) зелёной лампы АСД.</td></tr>
<tr><td colspan="3">4. Кнопочным аттенюатором уменьшите ослабление на величину $\left| \Delta K \right|$. Регулятором "▼ II" на боке А10 добейтесь загорания (но на пороге) жёлтой лампы АСД</td></tr>
<tr><td colspan="3">5. Кнопочным аттенюатором уменьшите ослабление на величину $\left| \Delta K \right|$</td></tr>
<tr><td colspan="3">6. Переместите ПЭП в бездефектное место контролируемого изделия. Установите (уточните) параметры строба АСД, для чего соответственно регуляторами "  " и "  " на блоке А10 добейтесь, чтобы начало строба находилось непосредственно перед передним фронтом, а конец – за задним фронтом информативного сигнала</td></tr>
</table>

Имейте в виду!

Для удобства проведения контроля могут быть дополнительно подключены:

- *звуковой индикатор АСД (см. разд. 2.4);*
- *вторая развёртка с выводом на неё строба АСД (см. разд. 12.1 и 12.2).*

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Параметры, которые следует учитывать при настройке дефектоскопа УД2-12 на заданную условную, предельную или эквивалентную чувствительность при контроле изделий по ЗТМ или теневому методу

2. Операции, из которых состоит настройка дефектоскопа УД2-12 на заданную условную или предельную чувствительность и параметров строба АСД при контроле изделий по ЗТМ или теневому методу

3. Операции, из которых состоит настройка дефектоскопа УД2-12 на заданную эквивалентную чувствительность и параметров строба АСД при контроле изделий по ЗТМ или теневому методу

17. НАСТРОЙКА ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ РАЗВЕРТКИ И СТРОБА АСД (ЭХО-МЕТОД)

17.1. Параметры, которые следует учитывать при настройке параметров развёртки и строба АСД для контроля изделий по эхо-методу

При настройке задержки и длительности строба АСД для контроля по эхо-методу будем пользоваться параметрами, представленными в таблице 17.1.

Таблица 17.1

Параметры с точки зрения:		Обозначения для ПЭП	
объекта контроля	дефектоскопа	Наклонного	Прямого
толщина контролируемого изделия	–	δ	δ
толщина контролируемого слоя	длительность строба АСД	$y_{сл}$	$n_{сл}$
Глубина расположения контролируемого слоя (глубина расположения ближайшей по ходу луча точки контролируемого слоя)	задержка строба АСД по отношению к нулю глубиномера	$Y_{сл}$	$H_{сл}$
–	задержка строба АСД по отношению к зондирующему сигналу	$Y_{сл} + (2t_n)_Y$	$H_{сл} + (2t_n)_H$

Здесь $(2t_n)_Y$ и $(2t_n)_H$ временные интервалы акустической задержки $2t_n$, пересчитанные в единицы измерения глубины соответственно в миллиметрах величины Y (для наклонного ПЭП) или миллиметрах величины H (для прямого ПЭП); иначе говоря, это глубина в материале контролируемого изделия, на которую бы распространились УЗК за время $2t_n$.

Необходимость введения параметров $(2t_n)_Y$ и $(2t_n)_H$ связана с тем, что:

- в дефектоскопе УД2-12 установка (регулятором "⊔⊓⊔" на блоке А10) и измерение (в гнезде "1" на блоке А10) задержки строба АСД осуществляется по отношению к зондирующему импульсу (а не по отношению к нулю глубиномера; нуль настроенного соответствует точке ввода УЗК в контролируемое изделие);
- настройку параметров строба АСД чаще осуществляют применительно к глубине (толщине) контролируемого изделия (слоя).

Для предварительно настроенного глубиномера параметры $(2t_n)_Y$ и $(2t_n)_H$ определяются соответственно в режимах "mm Y" и "mm H" при соединении проводом гнёзд "4" и "3" на блоке А6 и нажатой кнопке "▼" на блоке А6.

Контроль изделия по эхо-методу может осуществляться прямым, однократно отражённым или многократно отражённым лучом (лучами):

Луч (лучи), используемый(ые) для фиксации дефектов	ПЭП	Обозначение
прямой	наклонный и прямой	m = 0
однократно отражённый	наклонный	m = 1
прямой и однократно отражённый	наклонный	m = 0; 1
двукратно отражённый	наклонный	m = 2
однократно и двукратно отражённый	наклонный	m = 1; 2

Параметры $y_{сл}$ и $Y_{сл}$ должны учитывать m-кратное отражение УЗК.

В "верхней" и "нижней" областях изделия отражённые сигналы могут умышленно не фиксироваться по одной или сразу нескольким из перечисленных причин:

- "верхняя" область изделия совпадает с мёртвой зоной (т.е. $Y_{сл}$= M);
- в данных областях могут оказаться сигналы от валиков усиления (при контроле сварных швов) или других неровностей поверхностей;
- в "верхней" и (или) "нижней" области дефекты не подлежат выявлению в соответствии с применяемой методикой контроля или контроль осуществляется в несколько этапов ("По слоям").

В частном случае $Y_{сл} = 0$ и $y_{сл} = \delta$.

В практике у.з. контроля встречаются случаи контроля сварных соединений (стыковых и нахлёсточных) листов различной толщины δ_1 и δ_2 , для которых согласно методикам контроля должны быть определены толщина и глубина расположения контролируемого слоя.

Дефектоскоп УД2-12 позволяет реализовать режим "Синхронного запуска развёртки" (как правило, при больших значениях чувствительности) могут встретиться ситуации, когда из-за значительных шумов зондирующего импульса приходится укорачивать (по сравнению с заданной величиной)

строб АСД за счёт сдвига вправо его переднего фронта. Возникает как бы "дополнительная мёртвая зона", которую будем обозначать (разд. 17.3) ΔМ.

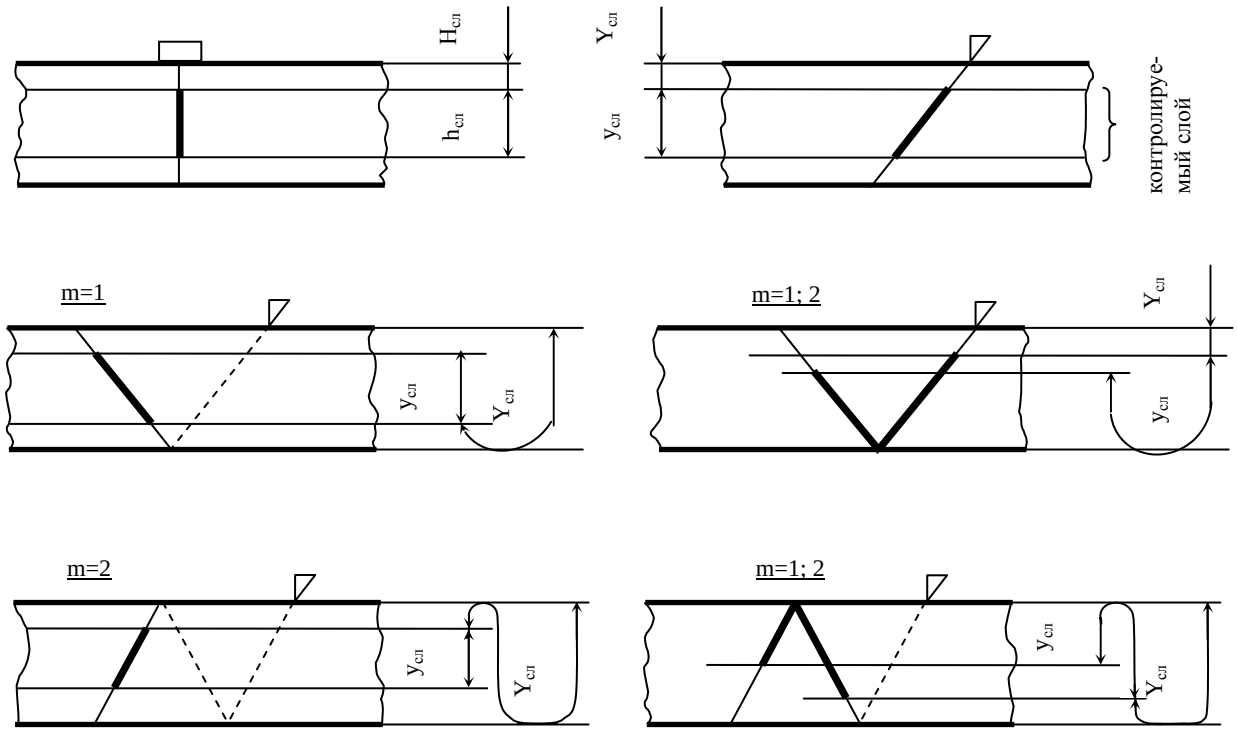


Рисунок 17.1 – Контроль изделия по эхо-методу

Настройку параметров развёртки и строба АСД можно осуществлять одним из способов:

- по эхо сигналам от моделей дефектов в образце из материалов контролируемого изделия (разд. 17.3);
- с использованием заранее настроенного глубиномера (разд. 17.3).

17.2. Операции, из которых состоит настройка параметров развёртки и строба АСД дефектоскопа УД2-12 с использованием моделей дефектов в стандартном образце

Эти операции представлены в таблице 17.2:

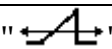
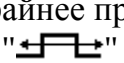
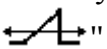
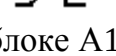
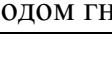
Таблица 17.2

<table>
<tr><td colspan="2">Режим</td></tr>
<tr><td>"Синхронного запуска развёртки"
("От поверхности")</td><td>"Задержанной развёртки"
("По слоям")</td></tr>
<tr><td>1. Если $Y_{са} = 0$ (для наклонного ПЭП), то установите регулятором "  " на блоке А6: начало строба АСД за зондирующим импульсом. Если, соответственно $Y_{са} > 0$ или $H_{са} > 0$,</td><td>–</td></tr>
<tr><td colspan="2">Установите ПЭП на образец с моделями дефектов (моделью дефектов), выполненный из материала контролируемого изделия, и выявите отражатель, соответствующий величине $Y_{са}$ (для наклонного ПЭП) или $H_{са}$ (для прямого ПЭП). В положении максимума эхо-сигнала от отражателя:
- регулятором "  " и кнопкой "х10" на блоке А6 установите такую длительность развёртки, чтобы отражённый сигнал был в пределах экрана ЭЛТ;
- регулятором "  " на блоке А10 совместите конец строба АСД с передним фронтом сигнала от модели дефекта.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Установите ПЭП на образец с моделями дефектов (моделью дефекта) и выявите отражатель, соответствующий $y_{са}+Y_{са}$ (для наклонного ПЭП) или $h_{сл} + H_{сл}$ (для прямого ПЭП). В положении максимума эхо-сигнала от дефекта:
- регулятором "  " и кнопкой "х10" на блоке А6 установите такую длительность развёртки, чтобы отражённый сигнал был:</td></tr>
<tr><td>У правого края экрана ЭЛТ</td><td>в пределах экрана ЭЛТ</td></tr>
<tr><td colspan="2">- регулятором "  " на блоке А10 совместите конец строба АСД с задним фронтом сигнала от модели дефекта.
Имейте в виду!
В случае, если для контроля прямым ПЭП длительность строба АСД устанавливается по сигналу от донной поверхности (контролируемое изделие имеет параллельные поверхности), то строб АСД должен заканчиваться до переднего фронта донного сигнала.</td></tr>
<tr><td></td><td>3. Для любого положения ПЭП:
- регулятором "  " на блоке А6 установите начало строба АСД у левого края экрана ЭЛТ;
- регулятором "  " и кнопкой "х10" на блоке А6 установите конец строба АСД у правого края экрана ЭЛТ</td></tr>
</table>

17.3. Операции, из которых состоит настройка параметров развёртки и строба АСД дефектоскопа УД2-12 с использованием глубиномера

Настройка параметров развёртки и строба АСД включает в себя следующие операции, представленные в таблице 17.3.

Таблица 17.3

<table>
<tr><td colspan="2">Режим</td></tr>
<tr><td>"Синхронного запуска развёртки"
("От поверхности")</td><td>"Задержанной развёртки"
("По слоям")</td></tr>
<tr><td colspan="2">1. Предварительно настройте глубиномер</td></tr>
<tr><td colspan="2">2. Сенсорным переключателем установите режим "mm Y" (в случае наклонного ПЭП) или "mmH" (в случае прямого ПЭП)</td></tr>
<tr><td colspan="2">3. Нажмите кнопку "▼" на блоке А6</td></tr>
<tr><td colspan="2">4. Соедините проводом гнёзда "4" и "3" на блоке А6</td></tr>
<tr><td colspan="2">5. Считайте с БЦО и запомните значение $(2t_n)_Y$ (для наклонного ПЭП) или $(2t_n)_H$ (для прямого ПЭП) в мм</td></tr>
<tr><td colspan="2">6. Соедините проводом гнёзда "4" на блоке А6 и "1" на блоке А10</td></tr>
<tr><td>7. Установите регулятор "  " на блоке А6 в крайнее правое положение. Регулятором "  " на блоке А10 выставите значение по БЦО, равное $(2t_n)_Y + Y_{са}$ (для наклонного ПЭП) или $(2t_n)_H + H_{са}$ (для прямого ПЭП). Если при этом начало строба АСД оказалось в зоне зондирующего импульса, то его необходимо выставить за задним фронтом зондирующего импульса. В этом случае БЦО покажет некоторое значение, отличающееся от требуемой величины на ΔМ</td><td>7. Используя совместно регуляторы "  " на блоке А6 и "  " на блоке А10 добейтесь того, чтобы начало строба АСД было у левого края экрана, а значение задержки строба АСД по БЦО составляло соответственно для наклонного ПЭП:
$Y_{сл} + (2t_n)_Y$
или для прямого ПЭП:
$H_{сл} + (2t_n)_H$</td></tr>
<tr><td colspan="2">8. Соедините проводом гнёзда "4" на блоке А6 и "2" на блоке А10</td></tr>
<tr><td colspan="2">9. Используя совместно регуляторы "  " на блоке А10 и "" на блоке А6 и кнопку "х10" на блоке А6, добейтесь, чтобы конец строба АСД был у правого края экрана, а значение длительности строба АСД по цифровому индикатору составляло толщину контролируемого слоя $y_{сл}$</td></tr>
<tr><td>или в случае, когда начало строба АСД было сдвинуто вправо на величину ΔМ за задний фронт зондирующего импульса, длительность должна составлять ($y_{сл}$ – ΔМ)</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">10. Отожмите кнопку "▼" на блоке А6.</td></tr>
</table>

Пример:

Настроить параметры строба АСД для контроля изделия однократно и двукратно отражённым лучами, если толщина изделия 40 мм, причём в

пределах 4мм от нижней поверхности дефекты выявлять не требуется. Глубиномер дефектоскопа настроен.

Предварительно определим параметры строба АСД:

- задержка относительно нуля глубиномера: $y_{сл} = 40 + 4 = 44$мм;
- длительность: $y_{сл} = 40 \cdot 2 – 4 – 4 = 72$ мм.

Пусть согласно п. 5 измерениями в режиме "mmY" установлено, что $(2t_n)_Y = 13{,}4$ мм. Тогда:

- задержка строба относительно зондирующего импульса: $y_{сл} + (2t_n)_Y = = 44 + 13{,}4 = 57{,}4$ мм. Полученное значение выставляется в п. 7.

Для реализации п. 9 воспользуемся ранее рассчитанным значением $y_{сл} = 66$ мм.

Так как в данном случае м = 1; 2 (т.е. м > 1), то целесообразно применить режим "Задержанной развёртки".

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Параметры, которые следует учитывать при настройке параметров развертки и строба АСД для контроля изделий по эхо-методу

2. Операции, из которых состоит настройка параметров развертки и строба АСД дефектоскопа УД2-12 с использованием моделей дефектов в стандартном образце

3. Операции, из которых состоит настройка параметров развертки и строба АСД дефектоскопа УД2-12 с использованием глубиномера

18. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕФЕКТОВ: КООРДИНАТ, УСЛОВНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЫЯВЛЯЕМОСТИ, УСЛОВНЫХ РАЗМЕРОВ (ЭХО-МЕТОД)

18.1. Определение координат выявляемого дефекта при контроле изделий по эхо-методу дефектоскопом УД2-12

Координаты дефекта определяются для положения ПЭП, соответствующего максимуму принятого сигнала, следующим образом:

- аттенюатором подведите амплитуду сигнала к ранее выбранному уровню (уровню, установленному при настройке глубиномера);
- учитывая особенности, изложенные в разд. 11.5, считайте значения по БЦО (при необходимости воспользуйтесь ручным стробированием, разд. 11.6): $X^{БЦО}$ и $Y^{БЦО}$ (для наклонного ПЭП) или $H^{БЦО}$ (для прямого ПЭП).

Внимание!

1. *Определение координат возможно только после предварительной настройки глубиномера.*
2. *Измерение соответствующих координат дефекта производится в тех же режимах, для которых настраивался глубиномер.*
3. *Алгоритм определения истинных (т.е. отсчитываемых от поверхности изделия) координат дефектов X и Y при контроле m-кратно отражённым лучом наклонным ПЭП следующий:*
   - *если* $Y^{БЦО} < \delta$, *то* $Y = Y^{БЦО}$;
   - *если* $Y^{БЦО} < \delta$, *то*
     - $Y = (m+1)\delta - Y^{БЦО}$ *(для m-чётных);*
     - $Y = Y^{БЦО} - (m+1)\delta$ *(для m-нечётных).*

Здесь: m – число отражений УЗИ; если величина m точно не известна, то она легко определяется методом подбора путём подстановки целых чисел в две последние формулы и проверкой неравенства $0 < Y < \delta$.

Во всех случаях $X = X^{БЦО}$.

18.2. Определение минимальной условной чувствительности по стандартному образцу СО-1 (или СО-1Р), соответствующей выявленному дефекту, при контроле изделий по эхо-методу дефектоскопом УД2-12

Если настройка условной чувствительности производилась по стандартному образцу СО-1 (см. разд. 15.1), то, как правило, амплитудной характеристикой выявленного дефекта является значение минимальной условной чувствительности, при которой данный дефект ещё уверенно фиксируется блоком АСД (достигает или превышает уровень чувствительности оценки).

Признаком обнаружения дефекта является загорание жёлтой лампы АСД (в ряде случаев признаком наличия дефекта является так же одновременное выполнение следующих признаков:

- загорание зелёной лампы АСД;
- измеренные значения условных размеров дефекта превышает заданные значения).

Для определения минимальной условной чувствительности, соответствующей выявленному дефекту выполните следующие операции:

1. Запомните величину суммарного ослабления на кнопочном аттенюаторе (соответствующую заданному значению условной чувствительности по стандартному образцу СО-1 или СО-1Р).

2. Установите ПЭП в положение максимума эхо-сигнала от дефекта.

3. Кнопочным аттенюатором внесите такое необходимое ослабление, чтобы амплитуда эхо-сигнала находилась на ранее выбранном уровне (уровне, соответствующем чувствительности оценки $К_о$, т.е. при котором зажигается, но на пороге жёлтая лампа АСД).

4. Установите ПЭП на стандартный образец СО-1 или СО-1Р и определите, какое самое глубокое отверстие ещё выявляется при данной настройке чувствительности.

5. По окончании измерений восстановите необходимое ослабление на кнопочном аттенюаторе.

Внимание!

Отражённый сигнал, по которому определяется значение $К_{у.min}$, должен быть выделен стробом АСД или ручным стробированием.

Имейте в виду!

В ряде случаев для больших по амплитуде эхо-сигналов в стандартном образце СО-1 или СО-1Р может не оказаться отверстия, соответствующего минимальной условной чувствительности выявленного дефекта (как правило, это происходит тогда, когда контроль осуществляется на не очень высокой чувствительности). Это значит, что дефект настолько хорошо отражает УЗК, что даже при условной чувствительности менее 5 мм (в стандартных образцах СО-1 минимальное отверстие – 15 мм) он был бы зафиксирован индикатором дефектоскопа.

18.3. Определение условного коэффициента выявляемости дефекта относительно какого-либо эталонного отражателя с использованием дефектоскопа УД2-12

В этом случае настройка дефектоскопа на заданную чувствительность в принципе не требуется. Достаточно, используя значения ослабления на кнопочном аттенюаторе $N_{эо}^{кн}$ и измеренное по БЦО в режиме "dB" $N_{эо}^{БЦО}$ (в положении ПЭП, соответствующем максимуму сигнала), определить с учётом знака амплитуду эхо-сигнала от эталонного отражателя

$$N_{эо} = N_{эо}^{кн} - N_{эо}^{бцо}.$$

Аналогично рассчитывается амплитуда сигнала от выявленного дефекта

$$N_{Д} = N_{д}^{кн} - N_{д}^{бцо}.$$

Далее с учётом знака определяется значение условного коэффициента выявляемости дефекта

$$К_{д} = N_{д} - N_{эо} + |\Delta N|,$$

где ΔN – разность между коэффициентом прозрачности границы приёма ПЭП – материал контролируемого изделия и коэффициентом прозрачности границы приёма ПЭП – материал образца с эталонным отражателем.

Помните!

При измерении амплитуды анализируемый сигнал должен быть выделен стробом АСД или ручным стробированием.

Пример:

Имеется стандартный образец предприятия с некоторой моделью дефекта и контролируемое изделие, в котором дефектоскопом УД2-12 обнаружено три дефекта. Определите знак и величину условного коэффициента выявляемости дефектов относительно имеющегося эталонного отражателя для двух вариантов: 1) возможным различием шероховатости поверхностей образца и изделия пренебречь; 2) учесть различие шероховатости поверхностей величиной $|\Delta N| = 3$ *дБ.*

Расчёт будем производить по приведенной выше формуле для $К_д$. Чтобы определить необходимые для расчёта значения последовательно установим ПЭП в положения максимума сигнала от эталонного отражателя и всех трёх дефектов. Полученные данные и результаты расчёта сведены в таблицу 18.1.

Таблица 18.1

Отражатель	Кнопочный аттенюатор, дБ	Показание БЦО, дБ	Амплитуда сигнала от отражателя, дБ	Условный коэффициент выявляемости дефекта, дБ, $К_д = N_д – N_{эо} + \|\Delta N\|$ при	
				$\|\Delta N\| = 0$	$\|\Delta N\| = 3$ дБ
эталонный	2	8,2	2 – 8,2 = – 6,2	–	–
Дефект 1	4	3,7	4 – 3,7 = 0,3	0,3 – (– 6,2) = = 6,5 К > 0	6,5 + 3 = 9,5 К > 0
Дефект 2	10	17,8	10 – 17,8 = –7,8	–7,8 – (– 6,2) = = –1,6 К < 0	–1,6 + 3 = 1,4 К > 0
Дефект 3	8	14,2	8 – 14,2 = – 6,2	–6,2 – (– 6,2) = 0	0+3=3 К > 0

18.4 Определение условного коэффициента выявляемости дефекта при контроле изделий по эхо-методу дефектоскопом УД2-12, если настройка условной, предельной или эквивалентной чувствительности осуществлялась по стандартному образцу СО-2 (СО-2Р или СО-3Р) или образцу с моделью дефекта

Признаком обнаружения дефекта является загорание жёлтой лампы АСД (в ряде случаев признаком наличия дефекта является также одновременное выполнение следующих признаков:

- загорание зелёной лампы АСД;
- измеренные значения условных размеров дефекта (см. разд. 18.6 и 18.7) превышают заданную величину).

Условный коэффициент выявляемости дефекта $К_д$ относительно эталонного отражателя в стандартном образце определяется в зависимости от используемого строба настройки чувствительности (см. разд. 15.3) на основании принципов, изложенных в разделе 15.2.

Используемые для определения $К_д$ величины:

- ΔA – случай 1.2 (способ 1);
- $N_{эо}$ – способ 2

Определены при настройке чувствительности (разд. 16.2 и 16.3).

Если настройка чувствительности осуществлялась по способу 1, то $К_д$ определяется из таблицы 18.2.

Таблица 18.2

<table>
<tr><td colspan="2">Случай 1.1 ($|К_п'| \le 20$ дБ)</td><td colspan="3">Случай 1.2 ($|К_п'| > 20$ дБ)</td></tr>
<tr><td colspan="5">Возможны следующие случаи:</td></tr>
<tr><td>максимальный эхо-сигнал от дефекта находится в пределах экрана ЭЛТ (рис.15.1, а в разд.15.2, сигнал 1). Это значит, что $К_д < 0$. Не изменяя ослабления кнопочным аттенюатором, определите $|К_д| = N^{бцо}_{д}$</td><td>вершина эхо-сигнала от дефекта находится за пределами экрана ЭЛТ (15.1, а в разд. 15.2, сигнал 2). Это значит, что $К_д > 0$. Для определения максимума эхо-сигнала и величины $|К_д|$ кнопочным аттенюатором внесите некоторое ослабление ΔB так, чтобы, вершина экрана оказалась в пределах экрана ЭЛТ. В этом случае $|К_д| = \Delta B - N^{бцо}_{д}$</td><td>максимальный эхо-сигнал от дефекта находится в пределах экрана ЭЛТ (рис. рис. 15.1, б в разд. 15.2, сигнал 1). Это значит, что $К_д < 0$. Не изменяя ослабления кнопочным аттенюатором, определите $|К_д| = \Delta A + N^{бцо}_{д}$</td><td colspan="2">вершина эхо-сигнала от дефекта находится за пределами экрана ЭЛТ (рис. 15.1, б в разд.15.2, сигналы 2 и 3). Величина $К_д$ может быть как отрицательной, так и положительной. Для определения максимума эхо-сигнала, знака и величины $|К_д|$ кнопочным аттенюатором внесите ослабление ΔA. При этом могут быть два случая:</td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="2"></td><td>Максимальный эхо-сигнал от дефекта находится в пределах экрана ЭЛТ (рис. 15.1, б в разд. 15.2, сигнал 2). Это значит, что $К_д < 0$ и $|К_д| = N^{бцо}$.</td><td>вершина эхо-сигнала по-прежнему находится за пределами экрана ЭЛТ (рис. 15.1, б в разд. 15.2, сигнал 3). Это значит, что $К_д$ больше нуля. Для определения максимума эхо-сигнала и величины $|К_д|$ кнопочным аттенюатором внесите некоторое ослабление ΔB так, чтобы, вершина экрана оказалась в пределах экрана ЭЛТ. В этом случае $|К_д| = \Delta B - N^{бцо}_{д}$</td></tr>
<tr><td>–</td><td>Восстановите исходную чувствительность (кнопочным аттенюатором уменьшите ослабление на величину ΔB)</td><td>–</td><td colspan="2">Восстановите исходную чувствительность (кнопочным аттенюатором уменьшите ослабление на величину):</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td>ΔA</td><td>$\Delta A + \Delta B$</td></tr>
</table>

Если настройка чувствительности осуществлялась по способу 2, то $К_д$ определяется из таблицы 18.3.

Таблица 18.3

<table>
<tr><td colspan="2">Величина $К_д$ может быть как отрицательной, так и положительной. При этом возможны следующие случаи:</td></tr>
<tr><td>Максимальный эхо-сигнал от дефекта находится в пределах экрана ЭЛТ (рис. 15.1, в в разд. 15.2, сигнал 1, либо рис. 15.1, г в разд. 15.2, сигнал 1). Не изменяя ослабления кнопочным аттенюатором,</td><td>вершина эхо-сигнала по-прежнему находится за пределами экрана ЭЛТ (рис. 15.1, в в разд. 15.2, сигнал 2, либо рис. рис. 15.1, г в разд. 15.2, сигналы 2 и 3). Для определения максимума эхо-сигнала и величины $\left|К_д\right|$ кнопочным аттенюатором внесите некоторое ослабление ΔВ так, чтобы, вершина экрана оказалась в пределах экрана ЭЛТ. После этого:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Определите с учётом знака величину $N_д = N^{кн}_{\ д} - N^{бцо}_{\ д}$. Затем определите с учётом знака величину $К_д = N_д - N_{эо}$</td></tr>
<tr><td>–</td><td>Восстановите исходную чувствительность (кнопочным аттенюатором уменьшите ослабление на величину ΔВ)</td></tr>
</table>

Внимание!

1. *Условный коэффициент выявляемости дефекта определяется для максимальной амплитуды эхо-сигнала от дефекта.*
2. *Отражённый сигнал, по которому определяется значение $К_Д$ должен быть выделен стробом АСД или ручным стробированием.*

18.5. Параметры, которые следует учитывать при определении условных размеров выявленного дефекта в случае контроля изделий по эхо-методу дефектоскопом УД2-12

В процессе ультразвукового контроля изделий по эхо-методу при обнаружении дефекта определяют его условные размеры:

- условная протяжённость ΔL;
- условная ширина ΔX;
- условная высота ΔY (только при использовании наклонного ПЭП).

Существует два способа определения условных размеров дефекта:

- абсолютный;
- относительный.

Измерение условных размеров абсолютным способом осуществляется для положений ПЭП, соответствующих уменьшению эхо-сигнала от дефекта до фиксированного, наперёд заданного уровня. Данный уровень определяет как бы увеличенную на некоторую величину чувствительность оценки. Как правило, данное превышение чувствительности совпадает со значением превышения |ΔК| чувствительности поиска над чувствительностью оценки. Именно этот случай рассмотрен в разд. 18.6. На практике чаще всего |ΔК| = 6 дБ.

Измерение условных размеров относительным способом осуществляется для положений ПЭП, соответствующих уменьшению амплитуды эхо-сигнала от дефекта (относительно максимума сигнала), на некоторую наперёд заданную величину D (в децибелах). Поскольку максимальная амплитуда эхо-сигнала от выявленных дефектов может быть различной, то уровень по экрану ЭЛТ, который используется для измерения условных размеров относительным способом, не является фиксированным и определяется каждый раз заново.

Во избежание ошибок в восстановлении исходной чувствительности контроля (после измерений условных размеров) для измерения амплитуды сигнала рекомендуется использовать аттенюатор, а не регуляторы "▷" на блоке А8 и "АМПЛ" на блоке А7 (это учтено в разд. 18.6 и 18.7).

Наиболее просто с использованием дефектоскопа УД2-12 определяются условные размеры дефекта абсолютным способом.

18.6 Операции, из которых состоит определение абсолютным способом условных размеров выявленного дефекта при контроле изделий по эхо-методу дефектоскопом УД2-12

Для того, чтобы в данном случае измерить условную ширину ΔX, условную высоту ΔY и условную протяжённость ΔL дефекта, проделайте следующие операции представлены в таблице 18.4 и рис. 18.1.

Таблица 18.4

Наклонный ПЭП			Прямой ПЭП	
ΔX	ΔY	ΔL	ΔL	ΔX
Переместите ПЭП из положения максимума эхо-сигнала от дефекта по поверхности контролируемого изделия:				
плоскости падения луча		в направлении, перпендикулярном плоскости падения луча	в направлении сканирования	в направлении, перпендикулярном сканированию
зафиксируйте два крайних положения ПЭП, соответствующих уменьшению амплитуды отражённого сигнала до уровня $К_п$ (зажигания, но на пороге зелёной лампы АСД). Для каждого положения ПЭП определите:				
положение точки выхода луча ПЭП	значение глубины Y по БЦО	положение продольной оси ПЭП	положение оси ПЭП	
2. Определите условные размеры:				
как расстояние между положениями точки выхода луча ПЭП	как разность между значениями величины Y	как расстояние между положениями продольной оси ПЭП	как расстояние между положениями оси ПЭП	

Внимание!

Определение условной высоты ΔY возможно только при настроенном глубиномере.

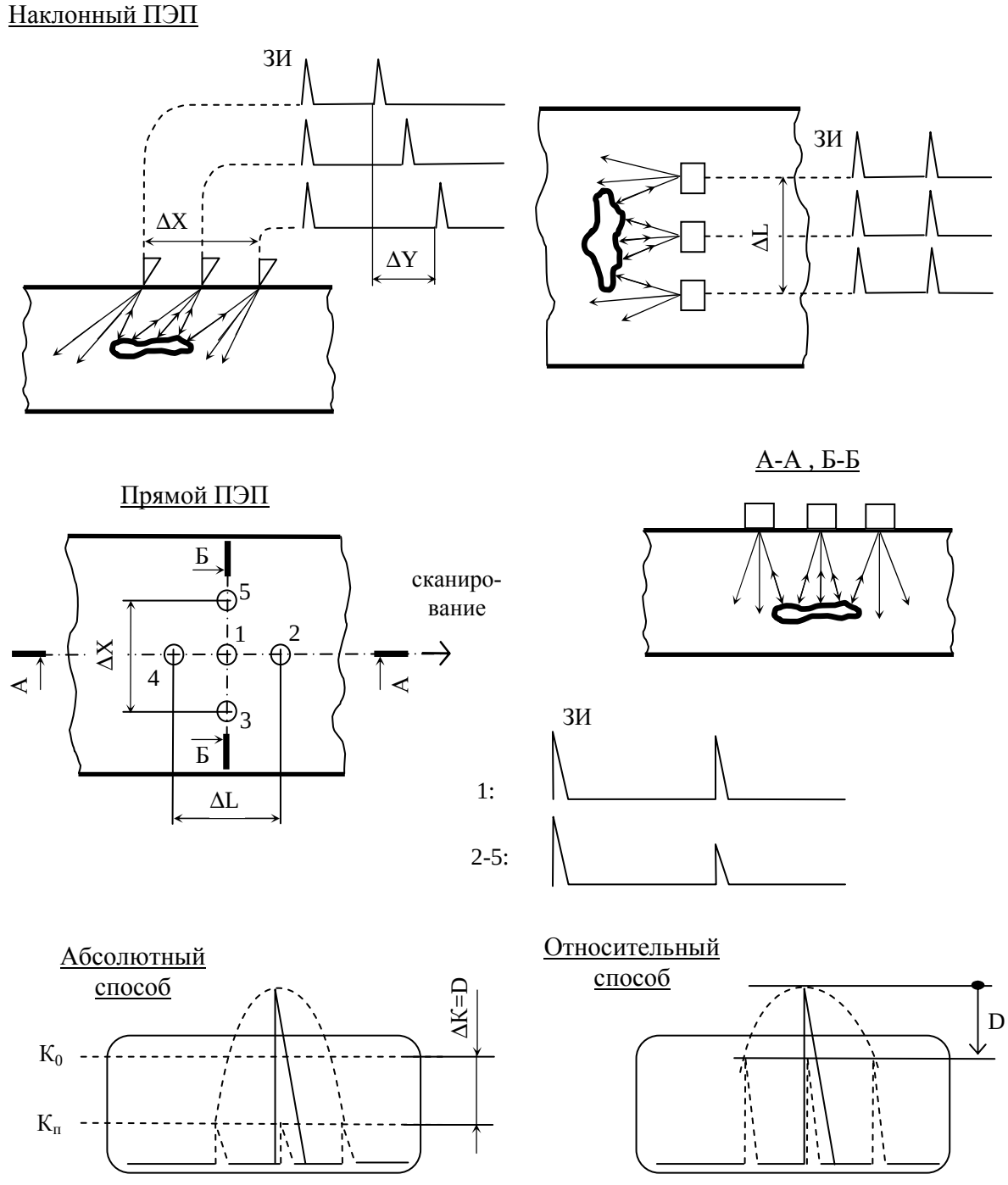


Рисунок 18.1 – Определение условных размеров дефекта абсолютным способом

18.7. Операции, из которых состоит определение относительным способом условных размеров выявленного дефекта при контроле изделий по эхо-методу дефектоскопом УД2-12

Для того чтобы в данном случае измерить условную ширину ΔX, условную высоту ΔY и условную протяжённость ΔL дефекта, проделайте следующие операции по одному, наиболее удобному для вас способу, табл. 18.5:

Таблица 18.5

<table>
<tr><td>Способ I</td><td>Способ II</td><td>Способ III</td></tr>
<tr><td>1. Сенсорным переключателем установите режим БЦО "dB"</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td colspan="3">2. Используя аттенюатор (при необходимости), уточните положение ПЭП, соответствующее максимуму эхо-сигнала от выявленного дефекта;</td></tr>
<tr><td colspan="2">при этом добейтесь того, чтобы вершина эхо-сигнала была в верхней половине экрана</td><td>–</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3. Запомните показание БЦО $N^{бцо}_{max}$</td><td>Увеличьте ослабление кнопочного аттенюатора на заданную величину D.</td><td>–</td></tr>
<tr><td colspan="2">Используя сетку экрана ЭЛТ, запомните уровень расположения эхо-сигнала. Уменьшите ослабление кнопочного аттенюатора на заданную величину D</td></tr>
<tr><td colspan="3">4. Перемещая ПЭП в направлениях, указанных в табл. 1, из положения максимума эхо-сигнала от дефекта по поверхности контролируемого изделия, зафиксируйте два крайних его положения, соответствующие уменьшению амплитуды отражённого сигнала до:</td></tr>
<tr><td>Значения по БЦО, равного $N^{бцо} = N^{бцо}_{max} + D$</td><td colspan="2">Зафиксированного в п. 3 уровня</td></tr>
<tr><td colspan="3">Для каждого положения ПЭП определите его ориентацию согласно вспомогательной табл. 1</td></tr>
<tr><td colspan="3">5. Определите условные размеры согласно вспомогательной табл. 1</td></tr>
<tr><td colspan="3">6. После измерений восстановите исходную чувствительность (на аттенюаторе – исходное ослабление)</td></tr>
</table>

Внимание!

Определение условной высоты ΔY возможно только при настроенном глубиномере.

Вспомогательная таблица 1

<table>
<tr><td colspan="3">Наклонный ПЭП</td><td colspan="2">Прямой ПЭП</td></tr>
<tr><td>ΔX</td><td>ΔY</td><td>ΔL</td><td>ΔL</td><td>ΔX</td></tr>
<tr><td colspan="5">Перемещение ПЭП:</td></tr>
<tr><td colspan="2">в плоскости падения луча</td><td>в направлении перпендикулярном плоскости падения луча</td><td>в направлении сканирования</td><td>в направлении, перпендикулярном сканированию</td></tr>
<tr><td colspan="5">Ориентация ПЭП по:</td></tr>
<tr><td>положению точки выхода луча ПЭП</td><td>значению глубины Y по БЦО</td><td>положение продольной оси ПЭП</td><td colspan="2">положение оси ПЭП</td></tr>
<tr><td colspan="5">Определение условных размеров:</td></tr>
<tr><td>как расстояние между положениями точки выхода луча ПЭП</td><td>как разность между значениями величины Y</td><td>как расстояние между положениями продольной оси ПЭП</td><td colspan="2">как расстояние между положениями оси ПЭП</td></tr>
</table>

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Определение координат выявляемого дефекта при контроле изделий по эхо-методу дефектоскопом УД2-12

2. Определение минимальной условной чувствительности по стандартному образцу СО-1 (или СО- 1Р), соответствующей выявленному дефекту, при контроле изделий по эхо-методу дефектоскопом УД2-12

3. Определение условного коэффициента выявляемости дефекта относительно какого-либо эталонного отражателя с использованием дефектоскопа УД2-12

4. Определение условного коэффициента выявляемости дефекта при контроле изделий по эхо-методу дефектоскопом УД2-12, если настройка условной, предельной или эквивалентной чувствительности осуществлялась по стандартному образцу СО-Р (СО-2Р или СО-3Р) или образцу с моделью дефекта

5. Параметры, которые следует учитывать при определении условных размеров выявленного дефекта в случае контроля изделий по эхо-методу дефектоскопом УД2-12

6. Операции, из которых состоит определение абсолютным способом условных размеров выявленного дефекта при контроле изделий по эхо-методу дефектоскопом УД2-12

7. Операции, из которых состоит определение относительным способом условных размеров выявленного дефекта при контроле изделий по эхо-методу дефектоскопом УД2-12

19. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕФЕКТОВ: УСЛОВНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ВЫЯВЛЯЕМОСТИ, УСЛОВНЫХ РАЗМЕРОВ (ЗТМ И ТЕНЕВОЙ МЕТОД)

19.1. Определение условного коэффициента выявляемости дефекта при контроле изделий по ЗТМ или теневому методу дефектоскопом УД2-12

Принципом обнаружения дефекта является погашение всех ламп АСД (в ряде случаев признаком наличия дефекта является также одновременное выполнение следующих признаков):

- загорание зелёной лампы АСД;
- измеренные значения условных размеров дефекта превышает заданную величину (см. разд. 19.3 и 19.4)).

Условный коэффициент выявляемости дефекта К относительно полного (т.е. на бездефектном участке) информативного (для ЗТМ – донного, для теневого – прошедшего) сигнала определяется в зависимости от используемого способа настройки чувствительности (см. разд. 16.2 и 16.3) на основании принципов, изложенных в разд. 16.1.

Используемы для определения $К_д$ величины:

- ΔA – случай 1.2 (способ 1);
- $N_{п.инф}$ – способ 2.

Определены при настройке чувствительности (разд. 16.2 и 18.7).

При ЗТМ и теневом методе значения $К_д$ (относительно полного информативного сигнала) всегда отрицательное. Численные значения величины $К_д$ определяются из таблицы 19.1.

Внимание!

1.Условный коэффициент выявляемости дефекта определяется для минимальной амплитуды информативного сигнала ослабленного дефектом.

2.Информативный сигнал, по которому определяется значение $К_Д$ должен быть выделен стробом АСД или ручным стробированием.

19.2. Параметры, которые необходимо учитывать при определении условных размеров выявленного дефекта в случае контроля изделий по ЗТМ или теневому методу дефектоскопом УД2-12

В процессе ультразвукового контроля изделий по ЗТМ или теневому методу при обнаружении дефекта определяют его условные размеры:

- условная протяжённость ΔL;
- условная ширина ΔX;

Существует два способа определения условных размеров дефекта, табл. 19.1:

- абсолютный;
- относительный.

Таблица 19.1

Информативный сигнал, ослабленный дефектом	Манипуляции для определения $\|К_д\|$	Способ 1		Способ 2 (рис. 16.1, *в* и *г* в разд. 16.1)	Манипуляции после определения $\|К_д\|$
		Случай 1.1 (рис. 16.1, *а* в разд.16.1)	Случай1.2 (рис. 16.1, *б* в разд.16.1)		
находится в пределах экрана ЭЛТ	–	$\|К_д\| = N^{бцо}_{инф.д}$	$\|К_д\| = N^{бцо}_{инф.д} + \Delta А$	Определите сначала с учётом знака величину $N_{инф.д} = N^{кн}_{инф.д} - N^{бцо}_{инф.д}$, а затем с учётом знака $\|К_д\| = N_{инф.д} - N_{п.инф}$	–
у нижнего края экрана ЭЛТ ($N^{бцо}_{инф.д} > 20$ или $N^{бцо}_{инф.д} = 0$ дБ)	уменьшите ослабление на величину $\Delta В$ так, чтобы вершина сигнала оказалась в пределах экрана ЭЛТ $0{,}1 \le N^{бцо}_{инф.д} \le 20$	$\|К_д\| = N^{бцо}_{инф.д} + \Delta В$	$\|К_д\| = N^{бцо}_{инф.д} + \Delta А + \Delta В$		Восстановите исходную чувствительность (кнопочным аттенюатором уменьшить ослабление на величину $\Delta В$)
у нижнего края экрана ЭЛТ ($N^{бцо}_{инф.д} > 20$ или $N^{бцо}_{инф.д} = 0$ дБ)	если уменьшить ослабление удаётся лишь на величину $\Delta В_1 < \Delta В$	$\|К_д\| > 20 + \Delta В_1$	$\|К_д\| > 20 + \Delta В_1 + \Delta А$	$\|К_д\| > \|К_о\| + \Delta В_1$	Восстановите исходную чувствительность (кнопочным аттенюатором уменьшите ослабление на величину $\Delta В_1$)
		(точное значение $К_д$ определить не удаётся)			

Измерение условных размеров абсолютным способом осуществляется для положений ПЭП, соответствующих увеличению информативного сигнала (донного – для ЗТМ и прошедшего для теневого метода), ослабленного дефектом, до фиксированного, наперёд заданного уровня. Данный уровень как бы определяет увеличенную на некоторую величину чувствительность оценки. Данное превышение чувствительности может совпадать со значением превышения $|\Delta К|$ чувствительности поиска над чувствительностью оценки. Именно этот случай рассмотрен в разд. 19.3. Практически всегда $|\Delta К| = 6$ дБ.

Измерение условных размеров относительным способом осуществляется для положений ПЭП, соответствующих увеличению амплитуды информативного сигнала при установке ПЭП над дефектом может быть различной, то уровень по экрану ЭЛТ, который используется для измерения

условных размеров относительным способом, не является фиксированным и определяется каждый раз заново.

Во избежание ошибок в восстановлении исходной чувствительности контроля (после измерений условных размеров) для измерения амплитуды сигнала рекомендуется использовать аттенюатор, а не регуляторы "▷" на блоке А8, и "АМПЛ" на блоке А7 (это учтено в разд. 19.3 и 19.4).

Наиболее просто с использованием дефектоскопа УД2-12 определяются условные размеры дефекта абсолютным способом.

19.3. Операции, из которых состоит определение абсолютным способом условных размеров выявленного дефекта при контроле изделий по ЗТМ или теневому методу дефектоскопом УД2-12

Для того, чтобы в данном случае измерить условную протяжённость ΔL и условную ширину ΔX дефекта, проделайте следующие операции, табл. 19.2, рис. 19.1.

Таблица 19.2

ΔL	ΔX
1. Переместите ПЭП из положения минимума информативного сигнала по поверхности контролируемого изделия в направлении:	
сканирования	перпендикулярном сканированию
и зафиксируйте два крайних положения ПЭП, соответствующих увеличению амплитуды информативного сигнала до уровня К (зажигание, но на пороге желтой лампы АСД). Для каждого положения ПЭП определите положение:	
оси ПЭП (если используется один прямой ПЭП) или оси одного из ПЭП (если – два прямых ПЭП) или точки выхода одного из ПЭП (если – два наклонных ПЭП)	оси ПЭП
2. Определите условные размеры дефекта как расстояние между положениями:	
оси ПЭП (если используется один прямой ПЭП) или оси одного из ПЭП (если – два прямых ПЭП) или точки выхода одного из ПЭП (если – два наклонных ПЭП)	оси ПЭП

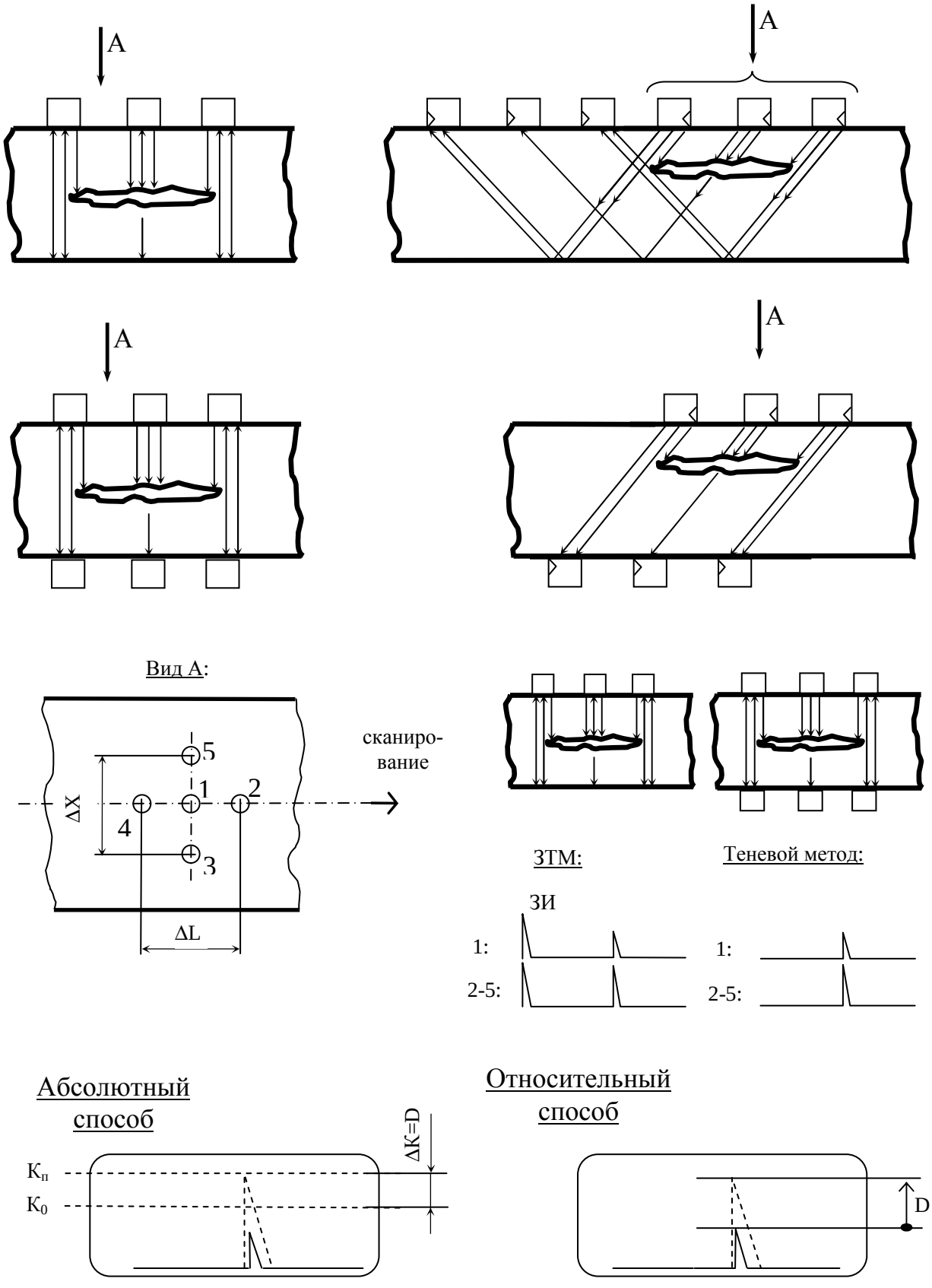


Рисунок 19.1 – Определение размеров дефекта в случае контроля ЗТМ и ТМ

19.4. Операции, из которых состоит определение относительным способом условных размеров выявленного дефекта при контроле изделий по ЗТМ или теневому методу дефектоскопом УД2-12

Для того, чтобы в данном случае измерить условную протяжённость ΔL и условную ширину ΔX дефекта, проделайте следующие операции по одному, наиболее удобному для вас способу, представленному в таблице 19.3.

Таблица 19.3

<table>
<tr><th>Способ I</th><th>Способ II</th><th>Способ III</th></tr>
<tr><td>1. Сенсорным переключателем установите режим БЦО "dB"</td><td colspan="2">–</td></tr>
<tr><td colspan="3">2. Используя аттенюатор (при необходимости), уточните положение ПЭП, соответствующее минимуму информативного сигнала, ослабленного дефектом;</td></tr>
<tr><td colspan="2">при этом добейтесь того, чтобы вершина эхо-сигнала была в верхней половине экрана</td><td>–</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3. Запомните показание БЦО $N^{бцо}_{min}$</td><td>Уменьшите ослабление кнопочного аттенюатора на заданную величину D.</td><td>–</td></tr>
<tr><td colspan="2">Используя сетку экрана ЭЛТ, запомните уровень расположения информативного сигнала. Увеличьте ослабление кнопочного аттенюатора на заданную величину D</td></tr>
<tr><td colspan="3">4. Перемещая ПЭП в направлениях, указанных во вспомогательной табл. 1, из положения минимума информативного сигнала на дефекте по поверхности контролируемого изделия, зафиксируйте два крайних его положения, соответствующие уменьшению амплитуды информативного сигнала до:</td></tr>
<tr><td>Значения по БЦО, равного $N^{бцо} = N^{бцо}_{min} – D$</td><td colspan="2">Зафиксированного в п. 3 уровня</td></tr>
<tr><td colspan="3">Для каждого положения ПЭП определите его ориентацию согласно вспомогательной табл. 1</td></tr>
<tr><td colspan="3">5. Определите условные размеры согласно вспомогательной табл. 1</td></tr>
<tr><td colspan="3">6. После измерений восстановите исходную чувствительность (на аттенюаторе – исходное ослабление)</td></tr>
</table>

Вспомогательная таблица 1 к табл. 19.3

ΔL	ΔX
Перемещение ПЭП:	
по поверхности контролируемого изделия в направлении сканирования	по поверхности контролируемого изделия в направлении, перпендикулярном сканированию
Ориентация ПЭП по:	
оси ПЭП (если используется один прямой ПЭП) или оси одного из ПЭП (если – два прямых ПЭП), или точки выхода одного из ПЭП (если – два наклонных ПЭП)	оси ПЭП
Определение условных размеров:	
как расстояние между положениями оси ПЭП (если используется один прямой ПЭП) или оси одного из ПЭП (если – два прямых ПЭП), или точки выхода одного из ПЭП (если – два наклонных ПЭП)	как расстояние между положениями оси ПЭП

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Определение условного коэффициента выявляемости дефекта при контроле изделий по ЗТМ или теневому методу дефектоскопом УД2-12
2. Параметры, которые необходимо учитывать при определении условных размеров выявленного дефекта в случае контроля изделий по ЗТМ или теневому способу дефектоскопом УД2-12
3. Операции, из которых состоит определение абсолютным способом условных размеров выявленного дефекта при контроле изделий по ЗТМ или теневому методу дефектоскопом УД2-12
4. Операции, из которых состоит определение относительным способом условных размеров выявленного дефекта при контроле изделий по ЗТМ или теневому методу дефектоскопом УД2-12

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

1. Патон Б. Є., Троїцький В. О., Посипайко Ю. М. Неруйнівний контроль в Україні // Інформ. бюл. Українського товариства неруйнівного контролю та технічної діагностики. 2003. – № 2(18). – С. 5-9.

2. Неразрушающий контроль: Справочник: В 7 т. Под общ. ред. В.В. Клюева. Т.3: Ультразвуковой контроль / И.Н. Ермолов, Ю.В. Ланге. – М.: Машиностроение, 2004. – 864 с.

3. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник / Под ред. В. В. Клюева. –М: Машиностроение, 1995. – 488 с.

4. Ермолов И.Н. Теория и практика ультразвукового контроля. –М.: Машиностроение, 1981. – 240 с.

5. Ультразвуковой контроль материалов: Справочник/
Й. Крауткреммер, Г. Крауткреммер; Пер. с нем. –М.: Металлургия, 1991. 752 с.

6. Неразрушающий контроль. В 5 кн. Кн. 2. Акустические методы контроля. Пособие / И. Н. Ермолов, Н. П. Алешин, А. И. Потапов; Под ред. В.В. Сухорукова. –М.; Высшая школа. 1991. – 283.

Навчальне видання

СУЧКОВ Григорій Михайлович
ЛЬВОВ Сергій Геннадійович

УЛЬТРАЗВУКОВИЙ ДЕФЕКТОСКОП УД2-12

Навчальний посібник

Російською мовою

Відповідальний за випуск проф. В.П. Себко

Роботу рекомендувала до видання О.Г. Глєбова

В авторській редакції

План 2007 р. поз. 6

Підп. до друку . Формат 60x84 1/16. Папір офсетний.
Riso-друк. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 8,9. Обл. – вид. арк. 10,0.
Наклад 100 прим. Зам. № . Ціна договірна.

Видавничий центр НТУ «ХПІ». 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК №116 від 10.07.200 р.

Друкарня НТУ «ХПІ», 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21