



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ПРИМЕНЕНИЮ
УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ДЕФЕКТОСКОПОВ**



A1214 ЭКСПЕРТ

A1212 МАСТЕР



АДРЕС: 119048, г. Москва, ул. Усачева, д. 35 стр. 1

ТЕЛ./ФАКС: (095) 244-31-94

244-25-35

245-58-96

WEB-SITE: www.acsys.ru
market@acsys.ru

МОСКВА

2005г.

Методические указания по применению ультразвуковых дефектоскопов А1212 МАСТЕР и А1214 ЭКСПЕРТ

Авторы: Воронков В.А., Воронков И.В.

Содержание

1 Введение	5
2 Общие положения	6
3 УЗК прямым совмещённым преобразователем	7
3.1 Предварительные операции	7
3.2 Частота колебаний	11
3.3 Настройка глубиномера	11
3.4 Настройка скорости развертки и зоны контроля	13
3.5 Настройка чувствительности по образцам	14
3.6 Настройка чувствительности по АРД-диаграммам	18
3.7 Определение мертвой зоны	20
3.8 Определение разрешающей способности	22
4 УЗК прямым раздельно-совмещенным преобразователем	26
4.1 Предварительные замечания	26
4.2 Определение глубины фокуса	26
4.3 Определение разрешающей способности	27
5 УЗК наклонным совмещённым преобразователем	28
5.1 Предварительные операции	28
5.2 Определение точки выхода луча и стрелы ПЭП по СО-3	30
5.3 Определение времени задержки в призме ПЭП по СО-3	31
5.4 Определение угла ввода по СО-2	33
5.5 Определение точки выхода луча, стрелы ПЭП, времени задержки в призме и угла ввода по СОП V2M	34
5.6 Определение точки выхода луча и стрелы ПЭП по СО V1	42
5.7 Определение времени задержки в призме пэп и угла ввода по СО V1	44
5.8 Настройка глубиномера по СО V1	46
5.9 Настройка скорости развертки и зоны контроля	47
5.10 Настройка чувствительности по образцам	50
5.11 Настройка чувствительности по АРД-диаграммам	55
5.12 Настройка чувствительности по зарубкам	57
5.13 Определение мертвой зоны и разрешающей способности	59
5.14 Проведение контроля (поиск дефектов)	60
5.15 Обнаружение несплошностей и измерение их характеристик	61
6 Особенности контроля сварных соединений различных конструкций	65
6.1 Стыковые соединения без подкладных колец	65
6.2 Стыковые соединения с подкладными кольцами	67
6.3 Угловые сварные соединения	68
6.4 Тавровые сварные соединения	70
6.5 Нахлесточные сварные соединения	71

Сокращения

БО - ближний отражатель

ВРЧ -временная регулировка чувствительности

ДО - дальний отражатель

ЛРС - лучевая разрешающая способность

НТД - нормативно-техническая документация

ПКД - производственно-контрольная документация

ПЭП - пьезоэлектрический преобразователь

РС - раздельно- совмещенный (преобразователь)

СО - стандартный образец

СОП - стандартный образец предприятия

УЗ - ультразвуковой

УЗД - ультразвуковая дефектоскопия

УЗК - ультразвуковой контроль

ФРС - фронтальная разрешающая способность

ВНИМАНИЕ:

В предыдущих версиях дефектоскопа А1212Мастер использовалась клавиатура, несколько отличающаяся от версии описанной в данной методике, а именно:

Предыдущая версия А1212М, вид и название клавиши	Новая версия А121М вид и название клавиши
 BAR	 PANEL
 ENTER	 ENTER
 RET	 INFO

1 Введение

Настоящее пособие предназначено для дефектоскопистов, осуществляющих ультразвуковой контроль дефектоскопами А1212 МАСТЕР и А1214 ЭКСПЕРТ (в дальнейшем - дефектоскоп) сварных соединений и основного металла элементов оборудования газовой, нефтехимической и энергетической промышленности.

В пособии определены порядок и последовательность использования дефектоскопа при осуществлении операций контроля:

- установка основных параметров контроля;
- проведение контроля;
- измерение и оценка обнаруженных дефектов.

В пособии отражены основные требования к контролю, регламентированные в следующих документах: ГОСТ 14782-86, ОСТ 26-2044-83, ВСН 012-88, ОСТ 108.958-96, ПНАЭ Г-7-030-91, ПНАЭ Г-7-014-89, РД 38.18.016-94, РД 34.17.302-97 (ОП-501-97).

Термины и определения заимствованы из справочника «Контроль неразрушающий акустический. Термины и определения» под редакцией Ю.В. Ланге и В.А. Воронкова.

Материал в пособии располагается таким образом, что сначала излагаются операции, которые осуществляет дефектоскопист при настройке дефектоскопа, проведении контроля и дефектометрии без привязки к конкретному ОК, а затем на примерах показываются особенности контроля конкретных видов сварных соединений и заготовок.

ВНИМАНИЕ:

При применении данного пособия для дефектоскопа А1214 ЭКСПЕРТ есть только одно отличие от А1212 МАСТЕР, а именно:

- **А1212 МАСТЕР-** вход в меню пиктограмм осуществляется клавишей  PANEL.
- **А1214 ЭКСПЕРТ** – вход в меню пиктограмм осуществляется клавишами быстрого доступа, которые находятся под дисплеем.

2 Общие положения

2.1 Настоящее пособие предусматривает максимальное использование возможностей дефектоскопов А1212 МАСТЕР и А1214 ЭКСПЕРТ при ультразвуковом контроле по действующей в России производственно-контрольной документации (ПКД).

2.2 Дефектоскоп выгодно отличается от других аналогов:

- меньшими габаритами и весом;
- пыле- и влагозащищенной клавиатурой;
- оптимальной эргономикой;
- простотой измерения характеристик дефектов,
- возможностями сохранения в памяти и передачи на компьютер результатов контроля.

2.3 Настоящее пособие будет полезно лицам, имеющим подготовку на уровне требований, предъявляемых к специалистам I, II или III уровня квалификации по ультразвуковому контролю в системе неразрушающего контроля Госгортехнадзора России (или аналогичных им), а также ознакомившимся с "Руководством по эксплуатации (РЭ) дефектоскопа А1212 МАСТЕР и А1214 ЭКСПЕРТ.

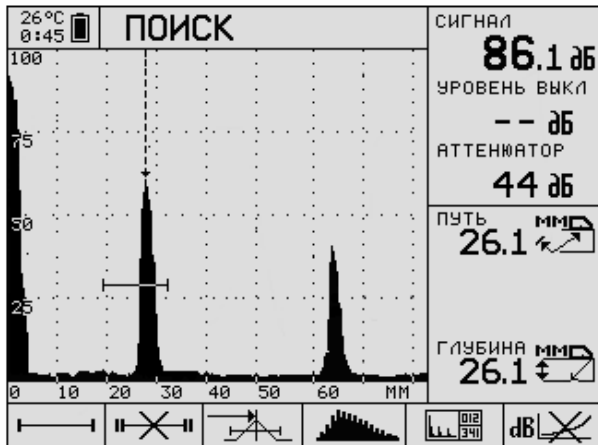
2.4 При проведении УЗД конкретного объекта (трубопровода, оборудования, поковок и проч.) необходимо, помимо настоящей инструкции, руководствоваться ПКД и НТД на данный вид продукции.

3 УЗК прямым совмещённым преобразователем

3.1 Предварительные операции

3.1.1 Включите дефектоскоп. Если дефектоскоп находится в режиме измерений (в верхней части экрана дефектоскопа индицируется одно из значений режима измерений: «ПОИСК», «ОБЗОР», «ЛЮПА», «В-СКАН»), то нажатием  **MENU** войдите в режим МЕНЮ (Рисунок 3.1 – Б).

А) режим ИЗМЕРЕНИЙ



Б) режим МЕНЮ

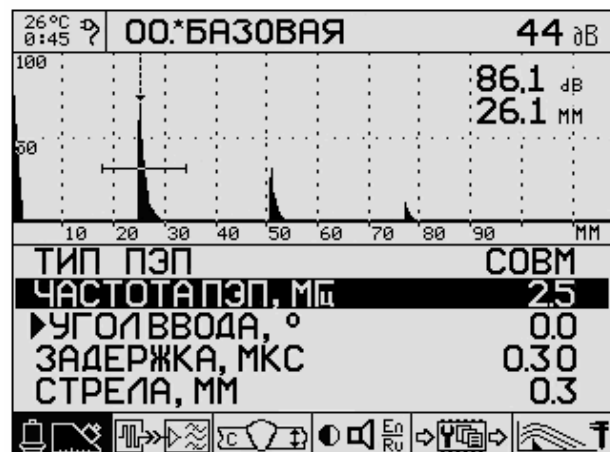
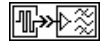


Рисунок 3.1 – Режимы работы дефектоскопа

3.1.2 Нажатием кнопки  **RANGE** или кнопки  **RANGE** (далее кнопками RANGE) выберите нужную пиктограмму из расположенных в нижней части экрана, кнопками  **LEVEL** или  **LEVEL** (далее кнопками LEVEL) выберите параметр в этой пиктограмме, а кнопками  **PARAM** или  **PARAM** (далее кнопками PARAM) установите значение этого параметра (некоторые параметры устанавливаются кнопкой  **ENTER**, что будет оговорено отдельно).

3.1.2.1 Пиктограмма  объединяет блок параметров пьезоэлектрического преобразователя (ПЭП). Вводим следующие параметры:

- ТИП ПЭП – **COBM** (дефектоскоп работает по совмещенной схеме);
- ЧАСТОТА ПЭП, МГц – задаётся номинальная частота ПЭП, например, **2,5**;
- УГОЛ ВВОДА, ° – **0,0** – задаётся угол ввода равный нулю градусов;
- ЗАДЕРЖКА, МКС – **0,00** – предварительное значение времени задержки в призме, задаётся перед началом настройки;
- СТРЕЛА, ММ – **0,0** – задаётся стрела наклонного ПЭП. Для прямого ПЭП этот параметр не определяется.

3.1.2.2 Пиктограмма  объединяет параметры, связанные с приемопередающим трактом прибора

- ИМПУЛЬС, В – задаётся максимальное напряжение зондирующего импульса. Принимает значения 20, 100 и 200 В. Предпочтительнее устанавливать минимальное значение. Большую амплитуду (100 или 200 В) следует

устанавливать при недостаточной чувствительности, например, когда контроль ведётся на больших глубинах или при большом затухании;

– **ЧИСЛО ПЕРИОДОВ** – определяет ширину зондирующего сигнала. Изменяется в пределах от 0,5 до 10;

– **ЧАСТОТА ОПРОСА**, Гц – частота следования зондирующих сигналов. Изменяется в пределах от 5 до 200 Гц;

– **ФИЛЬТР** – полосовой цифровой фильтр на центральной рабочей частоте;

– **ТЕМП BSCAN**, Гц – частота автоматического ввода сечений в режиме В-СКАН. Изменяется в пределах от 0,5 до 5 Гц;

3.1.2.3 Пиктограмма  объединяет параметры, связанные с объектом контроля (ОК):

– **СКОРОСТЬ**, М/С – вводится скорость продольных волн в образце, например, для стали **5850**;

– **ТОЛЩИНА**, ММ – **ВЫКЛ** – если вместо «ВЫКЛ» будет индицироваться число, надо нажать  **ENTER**;

– **ОПОРНЫЙ УРОВЕНЬ**, дБ – **ВЫКЛ** – если вместо «ВЫКЛ» будет индицироваться число, надо нажать  **ENTER**. Если опорный уровень будет включён, то амплитуда сигналов будет измеряться относительно опорного уровня;

– **ОТСЕЧКА**, % – **0** – число 0 означает отсутствие отсечки;



Примечание 1: *Опорный уровень, дБ – амплитуда эхосигнала от установленного контрольного отражателя.*

3.1.3 Нажатием  **MENU** войдите в режим измерений. Нажмите  **PANEL** для входа в пиктограммы. Кнопками **RANGE** выберите нужную пиктограмму, нажав  **ENTER** измените выбранную пиктограмму, чтобы в итоге получился следующий набор пиктограмм:



– строб 1 включён



– строб 2 выключен



– измерения проводятся по максимуму эхосигнала (смотрите примечание)



– залитый импульс детектированного сигнала



– режим ПОИСК



– ВРЧ отключена

Примечание 1. Пиктограммы  и  определяют выбор способа измерения глубины - по максимуму амплитуды () и по переднему фронту ()

Здесь следует отметить, что в общем случае измерение глубины двумя способами приводит к различным результатам. Это связано с тем, что измеряются разные точки на кривой импульса эхосигнала. В случае 

измеряется координата точки максимума амплитуды (т. В на Рисунок 3.2), а в случае  измеряется координата точки пересечения переднего фронта импульса со стробом (т.т. A₁ и A₂ на Рисунок 3.2).

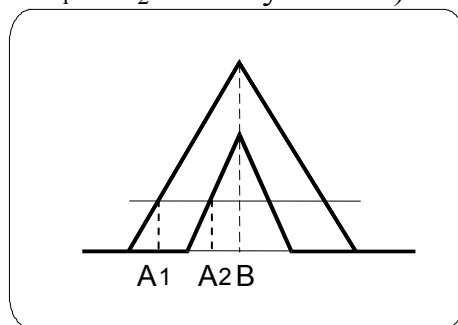


Рисунок 3.2

Легко убедиться, что в случае  измеренное значение глубины (т. В на Рисунок 3.2) от амплитуды практически не зависит, в то время как в случае  значение глубины зависит от амплитуды импульса (т.т. A₁ и A₂ на Рисунок 3.2). Следовательно, предпочтительнее (с точки зрения точности) использовать пиктограмму . И только если импульс имеет пологий максимум (это бывает, например, при использовании слабодемпфированных преобразователей) необходимо выбрать пиктограмму . В этом случае процесс измерения следует проводить при одинаковом соотношении амплитуды импульса и уровня строба, например, в соотношении 3:2 (75% и 50% от высоты экрана).



Примечание 2: *Уровень строба, дБ – равен амплитуде импульса, максимум которого совпадает со стробом. Как измерить уровень строба – см. п. 3.8.2.2*

3.1.4 Нажмите  **PANEL** для выхода из пиктограмм.

3.1.5 Подсоедините преобразователь к немаркированному разъему (Рисунок 3.3) и прижмите его к образцу с плоскопараллельными поверхностями, например, СО-2 (ГОСТ 14782-86) (Рисунок 3.4) или V2M (Рисунок 3.5).



Рисунок 3.3

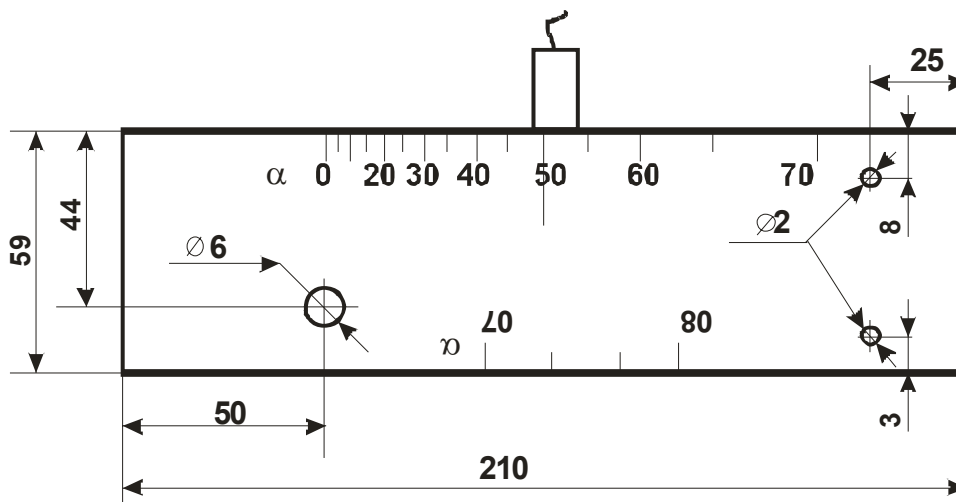


Рисунок 3.4



Рисунок 3.5

3.1.6 Регулировкой усиления (кнопками **LEVEL**) и предела развертки (кнопками **RANGE**) установите на экране картину, в которой видны первые два эхосигнала. (Рисунок 3.6).



Рисунок 3.6

3.1.7 Застробируйте I импульс. Для этого нажмите  **PANEL** для входа в область пиктограмм, кнопками **RANGE** выберите пиктограмму . Для изменений параметров строга нажмите  **MENU**. Вместо пиктограммы  появится . Кнопками **PARAM** установите длину строга 20÷30 мм (индицируется справа), кнопками **LEVEL** – уровень строга так, чтобы он составлял 25÷30% высоты экрана, кнопками **RANGE** подведите строг к импульсу I таким образом, чтобы импульс оказался в центре строга. Нажмите  **MENU** для выхода из режима настройки строга. Нажмите  **PANEL** для выхода из области пиктограмм.

3.2 Частота колебаний

3.2.1 Частота f колебаний излученной ультразвуковой волны является одним из основных параметров УЗК. В ГОСТ 14782-86 требуется выдерживать этот параметр в пределах $\pm 10\%$ при $f > 1$ МГц. Частота контроля задается во всех методиках по УЗК. Выход значения за пределы допуска приводят к:

- 1) неправильной настройке чувствительности с использованием АРД-диаграммы,
- 2) изменению мертвой зоны,
- 3) изменению ширины диаграммы направленности.
- 4) изменению разрешающей способности,

3.2.2 Недопустимое отклонение частоты от номинального значения может возникнуть вследствие:

повреждения одного из элементов преобразователя,
плохого согласования ПЭП с дефектоскопом,
неправильного выбора частоты генератора.

3.3 Настройка глубиномера

3.3.1 Имеется несколько способов настройки глубиномера дефектоскопа. Выбор дефектоскопистом того или иного метода зависит от:

- наличия СО и СОП,
- свойства материала изделия и наличия в нем участков с плоскопараллельными поверхностями,
- требуемой точности измерений.

Для настройки применяются контрольные тест-образцы, удовлетворяющие следующим требованиям:

- непараллельность рабочих поверхностей не более 1° ,
- толщина тест-образца задана с погрешностью не более $\pm 0,05$ мм.

3.3.2 I способ. Используется, когда известна скорость ультразвуковой продольной волны, например, 5890 м/с.

3.3.2.1 Выполните процедуру в соответствии с п. 3.1.

3.3.2.2 Войдите в режим МЕНЮ, выберите пиктограмму  и установите скорость, равную заданному значению, в нашем примере - 5890 м/с.

3.3.2.3 В правой верхней части экрана третьим числом сверху индицируется расстояние по лучу измеряемого импульса в мм (Рисунок 3.7). В случае прямого преобразователя расстояние по лучу совпадает с глубиной. Выберите

пиктограмму  и установите такое значение задержки, чтобы показание глубины совпадало с толщиной тест-образца. При изменении задержки надо следить за тем, чтобы первый донный сигнал оставался в стробе. Если сигнал «уедет» за пределы строба, то надо выйти обратно в режим «ПОИСК», и в соответствии с п. 3.1.7 подкорректировать положение строба. Настройка завершена.

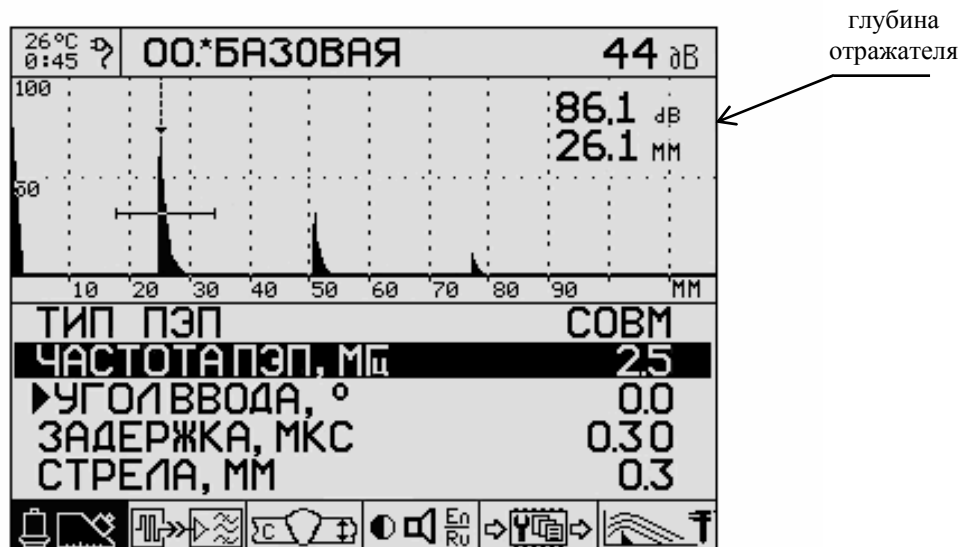


Рисунок 3.7

3.3.3 II способ. Самый универсальный способ. Используется, когда неизвестна скорость материала.

3.3.3.1 Выполните процедуры в соответствии с п. 3.1

3.3.3.2 Войдите в режим МЕНЮ, выберите пиктограмму  и установите скорость, равную табличному значению, например, для стали - 5890 м/с. (грубая установка).

3.3.3.3 Выйдете обратно в режим «ПОИСК». В правой части экрана крупным шрифтом индицируется показание глубины в мм для I донного эхосигнала (Рисунок 3.7). Запишите это значение - Н1.

3.3.3.4 В соответствии с п. 3.1.7 подведите строб к импульсу II донного сигнала. Выйдете из настройки строба (нажав  MENU) и запишите глубину Н2 этого сигнала.

3.3.3.5 В соответствии с п. 3.1.7 верните строб к I донному сигналу.

3.3.3.6 Если $H1 \neq H2 - H1$, то войдите в режим «МЕНЮ», выберите пиктограмму  и установите такую величину задержки, чтобы значение глубины Н1' равнялось значению (Н2-Н1) (индицируется справа сверху).

3.3.3.7 Войдите в режим МЕНЮ. Выберите пиктограмму  и установите такую скорость, чтобы значение глубины Н1' (в правой верхней части экрана третьим числом сверху) было равно толщине образца. Выйдете обратно в режим «ПОИСК».

Настройка завершена.

3.4 Настройка скорости развертки и зоны контроля

3.4.1 Настройка скорости развертки заключается в выборе оптимального масштаба видимой на экране части временной оси (развертки). Масштаб должен обеспечивать появление сигналов от возможных несплошностей в пределах экрана дефектоскопа. Скорость развертки устанавливают такой, чтобы рабочий участок развертки занимал большую часть экрана.

3.4.2 При УЗК прямыми совмещённым и РС преобразователями скорость развертки выбирают исходя из условия, чтобы эхосигнал от максимально возможного дальнего отражателя (ДО) находился на отметке $\sim 0,9$ горизонтальной оси экрана (вся ось принята за 1).

3.4.3 Ниже представлена настройка при наличии образцов с БО и ДО.

3.4.3.1 Поставьте ПЭП на образец с ДО и нажатием (при необходимости - многократным) клавиши **RANGE** добейтесь, чтобы импульс эхосигнала от ДО не выходил за пределы экрана.

3.4.3.2 Клавишами **RANGE** передвиньте импульс от ДО на отметку $\sim 0,9$ горизонтальной оси.

3.4.3.3 Поставьте ПЭП на образец с БО и получите от него импульс. Нажав  **PANEL** войдите в область пиктограмм. Клавишами **RANGE** активизируйте пиктограмму . Нажмите  **МЕНЮ**, кнопкой **RANGE** установите начало строба чуть левее импульса. Желательно, чтобы между началом строба и сигналом оставалось не более 0,1 части экрана.

3.4.3.4 Поставьте ПЭП на образец с ДО и получите от него импульс. Кнопкой **PARAM**  растяните строб таким образом, чтобы импульс находился в стробе, а правая граница строба отстояла от импульса не более, чем на 0,1 часть экрана. Нажмите **МЕНЮ**  для выхода из режима «УПРАВЛЕНИЕ СТРОБОМ». Настройка завершена.

3.4.4 При настроенном глубиномере установка зоны контроля производится с помощью строба.



Примечание 1: *Зона контроля – область объекта, контролируемая по определённой методике (например, наклонным преобразователем, когда другие части объекта проверяют другими преобразователями или по другой настройке дефектоскопа).*

3.4.4.1 Нажмите  **PANEL** для входа в область пиктограмм, кнопками **RANGE** выберите пиктограмму . Для изменений параметров строба нажмите  **MENU**. Вместо пиктограммы  появится . Кнопками **RANGE** установите начало строба, равное $h_{\min}$ (индицируется справа). Кнопками **PARAM** установите длину строба $h_{\max} - h_{\min}$ мм (индицируется справа), **LEVEL** – уровень строба, чтобы он составлял 25÷30% высоты экрана. Нажмите  **PANEL** для выхода из области пиктограмм.

3.4.4.2 Кнопками **RANGE** максимально приблизьте конец строга к правой границе экрана. При такой настройке левая граница строга соответствует минимальной глубине контроля $h_{\min}$, а правая – максимальной глубине $h_{\max}$. Настройка окончена.

3.5 Настройка чувствительности по образцам

3.5.1 Настройку чувствительности проводят с целью обеспечения надежного выявления минимально фиксируемой несплошности во всем диапазоне глубин. При контроле прямыми совмещённым и РС преобразователями в качестве СОП для настройки чувствительности используют образец с плоскодонными отверстиями, при этом отражающая плоскость отверстия должна располагаться перпендикулярно направлению распространения ультразвука. В НТД на контроль обычно задается предельно допустимое (браковочное) значение площади плоскодонного отверстия $S_{бр}$ (реже – диаметр отверстия), а минимально фиксируемое (контрольное) значение S_0 полагают равным $S_{бр}/2$, что эквивалентно завышению чувствительности примерно на 6 дБ. При поиске несплошностей чувствительность дефектоскопа обычно завышают на 12 дБ по сравнению с браковочным уровнем или на 6 дБ по сравнению с уровнем фиксации.

3.5.2 Ввиду того, что амплитуда эхосигнала от любого отражателя зависит от глубины его залегания, то задачей настройки чувствительности является обеспечение равной чувствительности дефектоскопа к обнаружению одного и того же отражателя на разных глубинах. Имеются два подхода к решению этой задачи:

1. Выравнивание чувствительности производится с помощью блока ВРЧ, который компенсирует изменение чувствительности по глубине.
2. На экран дефектоскопа электронным путем накладывается АРД-диаграмма конкретного преобразователя для конкретной площади отражателя (см. Рисунок 3.8). Эта кривая и будет кривой равной чувствительности к фиксированному отражателю.



Рисунок 3.8

В дефектоскопе А1212М реализованы оба способа настройки чувствительности.

3.5.3 Разберём настройку чувствительности с помощью ВРЧ - временной регулировки чувствительности. Целью настройки чувствительности с помощью ВРЧ является получение на экране дефектоскопа импульсов равной высоты от одинаковых отражателей, расположенных на различной глубине. В случае прямого ПЭП отражателями чаще всего являются плоскодонные отверстия.

3.5.4 Кривую ВРЧ строят по точкам - вершинам импульсов эхосигналов. Поэтому для построения кривой необходим набор образцов (СОПов) с одинаковыми отражателями на разных глубинах: от минимальной до максимальной. Количество таких образцов зависит от диапазона контролируемых глубин, влияния ближней зоны ПЭП, наличия затухания в изделии и др., но в любом случае это число не может быть меньше трех. Чертежи СОПов обычно имеются в методиках на конкретные типы изделий. На Рисунок 3.9 приведен пример СОПа для УЗК поковки, где три отверстия находятся на одном образце. Иногда бывает удобным использовать ряд однотипных СОПов (Рисунок 3.10) с одним отверстием, глубина расположения которых задается согласно Таблице 3.1 (см. ОСТ 108.958.03-96).

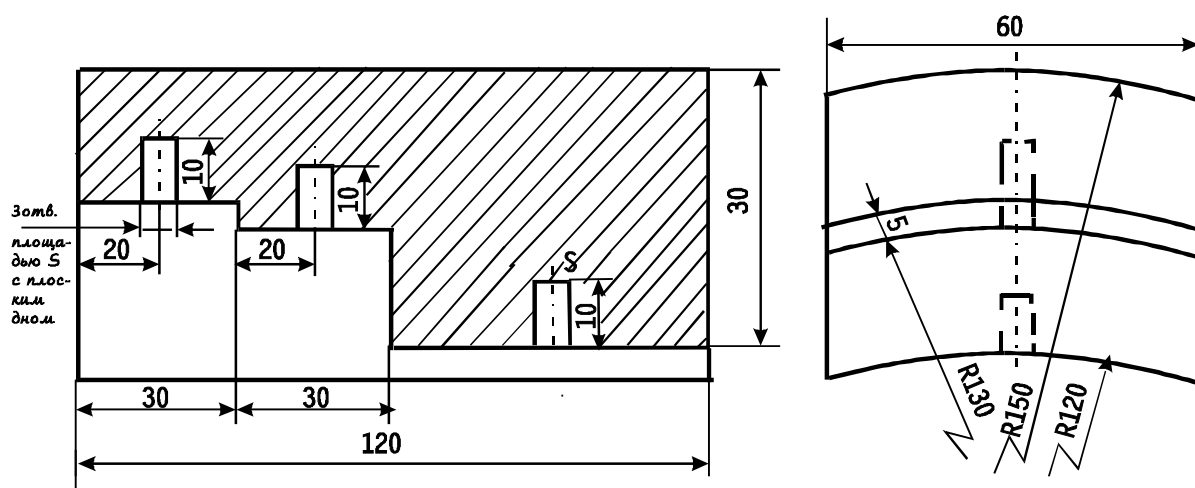


Рисунок 3.9

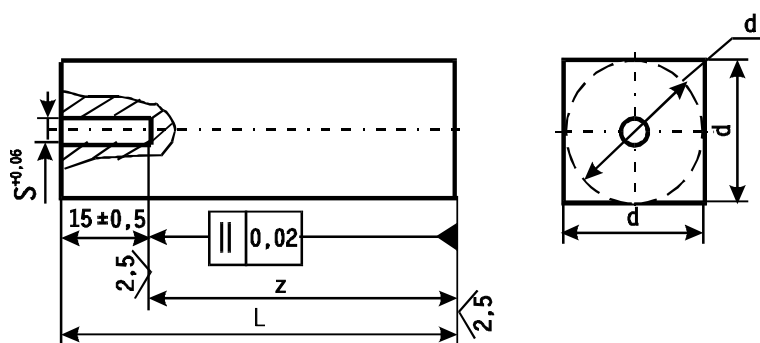


Рисунок 3.10

Таблица 3.1

Угол ввода α , град	Расстояние по оси от до образца контактной поверхности отражателя z, мм	Диаметр или сторона сечения d, мм
0	5	22
	10	22
	20	22
	50	32
	75	38
	100	44
	150	54
	200	62
	250	70
	325	80
	400	88
	500	98

3.5.5 Исходная позиция перед настройкой чувствительности - это наличие дефектоскопа с подключенным прямым совмещённым ПЭП и СОПы с отражателями, расположенными на разных глубинах, от каждого из которых можно получить устойчивый эхосигнал с амплитудой, превышающей уровень шумов не менее, чем на 6 дБ.



Примечание 1: *Уровень шумов – это линия на экране дефектоскопа, проведенная через вершины импульсов, являющихся шумами.*



Примечание 2: *При сравнении эхосигнала с шумами рассматривается уровень шумов непосредственно перед импульсом эхосигнала на интервале, равном длительности импульса.*

3.5.6 Настройте скорость развёртки таким образом (пункт 3.4), чтобы между импульсом от дальнего отражателя (ДО) и концом развёртки оставалось не более 0,1 горизонтальной оси.

3.5.7 Приложите ПЭП к образцу с ближним отражателем (БО) и найдите от него максимальный эхосигнал, после чего зафиксируйте положение преобразователя.

3.5.8 Клавишами **LEVEL** установите вершину импульса на середину экрана – 50%

3.5.9 Для входа в область пиктограмм нажмите **PANEL**. Кнопками **RANGE** выберите первую справа пиктограмму. Если это будет не , нажмите **ENTER** 1-2 раза, пока не появится .

3.5.10 Нажмите **MENU**. Появится режим «НАСТРОЙКА ВРЧ», пиктограмма  изменится на  (Рисунок 3.11).

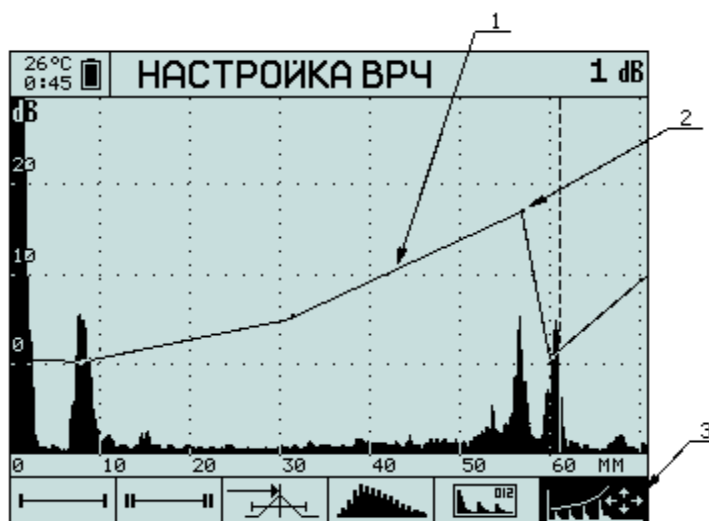


Рисунок 3.11 - Экран прибора при настройке ВРЧ
(1 – кривая ВРЧ ; 2 – узловые точки ВРЧ ; 3 – активная пиктограмма)

3.5.11 Кнопками **PARAM** совместите пунктирный курсор с вершиной импульса. Нажмите **ENTER**. На кривой ВРЧ в месте пересечения этой кривой и вертикального курсора появится точка. Эта точка соответствует импульсу от ближнего отражателя.

3.5.12 Приложите ПЭП к образцу со следующим по глубине отражателем и найдите от него максимальный эхосигнал, после чего зафиксируйте положение преобразователя.

3.5.13 Кнопками **PARAM** совместите пунктирный курсор с вершиной второго импульса. Нажмите **ENTER**. На кривой ВРЧ в месте пересечения этой кривой и пунктирного курсора появится точка. Кнопками **LEVEL** поднимите (опустите) вершину второго импульса до середины экрана.

3.5.14 Повторите операции п. 3.5.12 и 3.5.13 с оставшимися отражателями в порядке возрастания их глубины.

3.5.15 Проверьте сделанные настройки – импульсы от всех отражателей, используемых в настройке ВРЧ, должны достигать середины экрана. Если это не так, то кнопками **RANGE** совместите пунктирный курсор с вершиной импульса, ранее использованного в формировании ВРЧ. Далее кнопками **LEVEL** добейтесь равенства высоты импульса середины экрана.

3.5.16 При необходимости можно удалить точки на кривой ВРЧ. Для этого нужно кнопками **RANGE** переместить пунктирный курсор в выбранную точку и нажать **ENTER**. Точка будет удалена.

3.5.17 По завершении настроек для выхода в режим измерений нажмите **MENU**. Для выхода из пиктограмм нажмите **PANEL**. Настройка завершена.

3.6 Настройка чувствительности по АРД-диаграммам

Практически во всех методиках, где используются прямые совмещённые и РС ПЭП, допускается проводить настройку чувствительности по АРД-диаграммам и АРД-шкалам. Это позволяет сократить количество СОПов до одного, или же вообще обойтись без них, если в качестве опорного использовать донный сигнал в самом изделии.

АРД-диаграмма (амплитуда-расстояние-диаметр) это графическое представление зависимости амплитуды отражённого или прошедшего сигнала от глубины залегания искусственной несплошности с учётом её характеристического размера.

В дефектоскопе А1212М имеется опция построения АРД-диаграмм совмещённых преобразователей, использующая модернизированный алгоритм системы «АРД-универсал».

Построение АРД-диаграммы осуществляется следующим образом.

3.6.1 Проведите установочные настройки в соответствии с п. 3.1. Обратите внимание на п. 3.1.2.3, в котором параметру «ОПОРНЫЙ УРОВЕНЬ, дБ» присвоено значение «ВЫКЛ». Это является необходимым условием выполнения следующего пункта.

3.6.2 Настройте глубиномер дефектоскопа. Далее поставьте преобразователь на боковую грань СОП V2М, найдите и застробируйте первый донный сигнал (Н=20мм). При выключенном «опорном уровне» измерьте и запишите значение амплитуды. Это значение будет введено в список исходных данных в позицию «опорный сигнал на V2».



Примечание: Определение амплитуды донного сигнала можно делать в режиме накопления огибающей. Для этого аналогично п.3.1.3 пиктограмму  «залитый импульс детектированного сигнала» замените на пиктограмму  «накопление (запоминание) огибающей». В этом случае будут отображаться амплитуда и координаты максимального накопленного эхосигнала в пределах строба.

3.6.3 В режиме измерений (ПОИСК, ОБЗОР или ЛУПА) войдите в область пиктограмм, нажав  **PANEL**. Кнопками **RANGE** выберите первую справа пиктограмму. Если это будет не , нажмите  **ENTER** 1-2 раза, пока не появится . Для выхода из пиктограмм нажмите  **PANEL**.

3.6.4 Нажмите  **MENU** для входа в режим «МЕНЮ». Кнопками **RANGE** выберите первую справа пиктограмму .

3.6.5 Будут показаны следующие параметры:

- 1) ДИАМЕТР ПЭ, ММ – диаметр пьезоэлемента преобразователя;
- 2) ЭКВ. ПЛОЩАДЬ, КВ. ММ – площадь плоскодонного отверстия, соответствует сплошной линии АРД – диаграммы;
- 3) ОПОРНЫЙ СИГНАЛ НА V2 – амплитуда опорного сигнала на образце V2М (п. 3.6.1-3.6.2);

4) ЗАТУХАНИЕ, дБ/М – значение коэффициента затухания в контролируемом материале, единица измерения дБ/М;

5) АРД ПОИСК, дБ – число децибел, определяющее положение пунктирной линии, по форме повторяющей линию АРД-диаграммы, но смещённую по вертикальной оси вниз относительно линии АРД-диаграммы на указанное число децибел.

Кнопками **LEVEL** выберите изменяемый параметр, и кнопками **PARAM** измените его до нужного значения.

3.6.6 Если на месте АРД-диаграммы возникает надпись «РАСЧЕТ АРД НЕВОЗМОЖЕН ИЗМЕНИТЕ ПАРАМЕТРЫ», то это означает, что расчет АРД-диаграммы невозможен вследствие несовместимости задаваемых параметров. Например, при диаметре пьезоэлемента преобразователя – 12 мм и эквивалентной площади плоскодонного отверстия $0,4 \text{ мм}^2$.

3.6.7 Нажмите  **MENU** для выхода из режима «МЕНЮ». Кнопками **RANGE** настройте развёртку, чтобы все сигналы от предполагаемых отражателей находились в пределах экрана. Войдите в область пиктограмм, нажав  **PANEL**.

3.6.8 Кнопками **RANGE** выберите пиктограмму . Нажмите  **MENU** и настройте строб так, чтобы в пределах строба находились импульсы только от предполагаемых дефектов. Строб желательно опустить ниже линии АРД. Глубина и эквивалентная площадь несплошности измеряется только в диапазоне глубин, определяемых стробом. Нажмите  **MENU** для выхода из настройки строба.

3.6.9 Фиксация несплошностей в режиме АРД также возможна в пределах второго строба. Для этого нужно выбрать пиктограмму , нажать  **ENTER** для активизации 2 строба. Вместо пиктограммы  появится . Настройка 2 строба осуществляется аналогично п.3.6.7.

3.6.10 При пересечении импульсом пунктирной линии в пределах строба будут индцироваться следующие параметры импульса (Рисунок 3.12 сверху вниз):

1. сигнал, дБ – превышение (при отрицательном значении – недостижение) амплитуды импульса линии АРД на глубине отражателя, выраженное в дБ; если максимум импульса совпадёт с линией АРД, то этот параметр будет равен нулю;
2. экв. площадь, мм^2 – эквивалентная площадь отражателя;
3. аттенюатор, дБ – значение аттенюатора;
4. путь, мм – расстояние до отражателя по лучу;
5. глубина, мм – глубина расположения отражателя.

Примечание. Для прямого преобразователя значения пути и глубины совпадают. Настройка завершена.

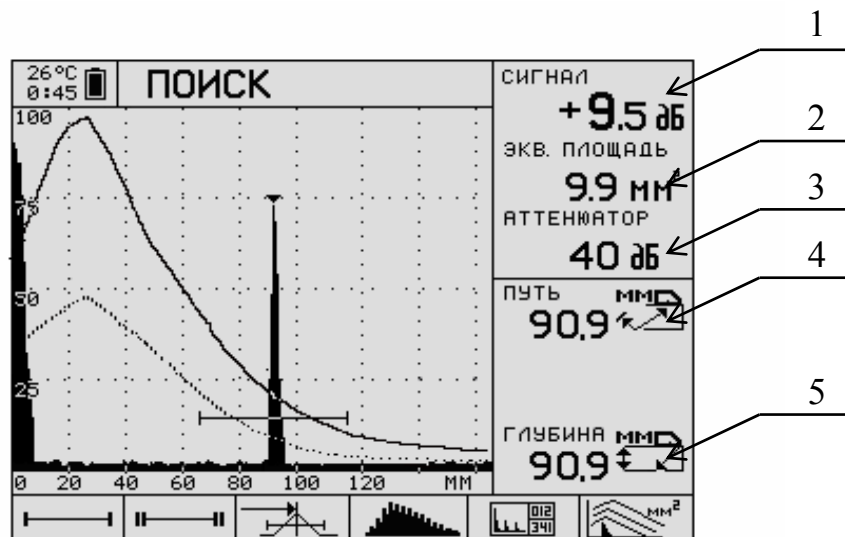


Рисунок 3.12 – Измерения в режиме АРД

3.7 Определение мертвой зоны

3.7.1 Мертвая зона, согласно ГОСТ 23829, определяется как часть объекта, прилегающая к поверхности ввода, в которой не обнаруживаются несплошности. Размер мертвой зоны, т.е. глубина, начиная с которой несплошности обнаруживаются, в наибольшей мере зависит от настройки чувствительности, поэтому определяется после настройки чувствительности дефектоскопа.

3.7.2 Размер мертвой зоны можно определить с помощью СОПов с плоскодонными отверстиями (Рисунок 3.13) или же по АРД-диаграмме. В первом случае размером мертвой зоны считается минимальная глубина расположения отражателя в СОПе, при которой амплитуда эхосигнала от отражателя не менее, чем на 6 (12) дБ превышает уровень шумов. Во втором – x -координата точки пересечения линии, отстоящей на 6 (12) дБ вниз от линии АРД, соответствующей уровню фиксации (соответственно, браковочному уровню), с уровнем шумов. Здесь превышение на 6 или 12 дБ зависит от того, соответствуют ли размеры отражателей браковочному уровню или уровню фиксации.

СОП ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПРЯМЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ

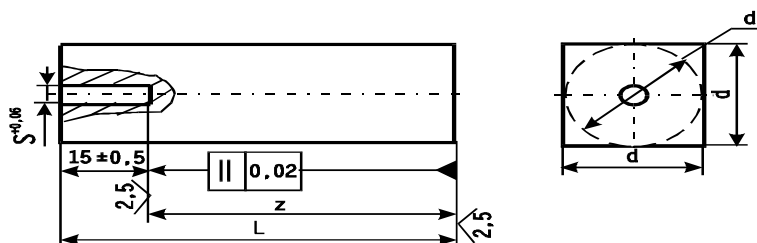


Рисунок 3.13 – СОП для определения мертвой зоны

3.7.3 Для определения мертвой зоны по образцам необходимо иметь набор СОПов (Рисунок 3.13) с одинаковыми плоскодонными отверстиями, расположенными на глубинах $z = 3, 5, 7, 10, 15, 20, 30$ мм. Последовательно прикладывая ПЭП к образцам, необходимо следить за тем, чтобы амплитуда

эхосигнала от плоскодонного отверстия превышала уровень шумов на 12 дБ, если размер плоскодонных отверстий соответствует браковочному уровню, или же на 6 дБ, если размер плоскодонных отверстий соответствует уровню фиксации. Минимальная глубина z , при которой выполнено это условие, и будет размером мертвой зоны ПЭП.

3.7.4 Если дефектоскоп работает в режиме АРД, причем АРД-диаграмма настроена на браковочный уровень (задана площадь плоскодонного отверстия, соответствующая браковочному уровню), то определение мертвой зоны осуществляется следующим образом.

3.7.4.1 Исходное состояние: к дефектоскопу подключен прямой ПЭП, приложенный к поверхности металлического образца.

3.7.4.2 Постройте пунктирную линию АРД (линию АРД ПОИСК) на 12 дБ ниже линии АРД-диаграммы. Для этого нажмите  **MENU** для входа в режим «МЕНЮ». Кнопками **RANGE** выберите первую справа пиктограмму . Задайте параметр АРД ПОИСК, дБ - -12.

3.7.4.3 Включите пуктирный курсор. Для этого нажатием **RANGE** выберите пиктограмму  «Сервисные настройки». Кнопками **LEVEL** выберите параметр «КУРСОР». Если справа вместо «ВКЛ» будет индицироваться «ВЫКЛ», то нажмите **PARAM**  или **PARAM** , чтобы индицировался «ВКЛ» (курсор включен). Нажатием  **MENU** войдите в режим измерений.

3.7.4.4 Выключите оба строба. Для этого войдите в область пиктограмм, нажав  **PANEL**. Клавишами **RANGE** активизируйте первую слева пиктограмму «строб 1». Если это будет не , нажмите  **ENTER**, чтобы появилось . Нажмите **RANGE** , чтобы активизировать следующую справа пиктограмму «строб 2». Если это будет не , нажмите  **ENTER**, чтобы появилось .

3.7.4.5 Кнопками **LEVEL** добейтесь, чтобы крайняя правая точка пересечения пунктирной линии АРД с огибающей реверберационных шумов ПЭП находилась на уровне около 50% высоты экрана.

3.7.4.6 Кнопками «**PARAM** » или «**PARAM** » совместите пунктирный курсор с этой точкой. Величина мёртвой зоны будет равна значению глубины, индицированной справа внизу на экране дефектоскопа (Рисунок 3.14).

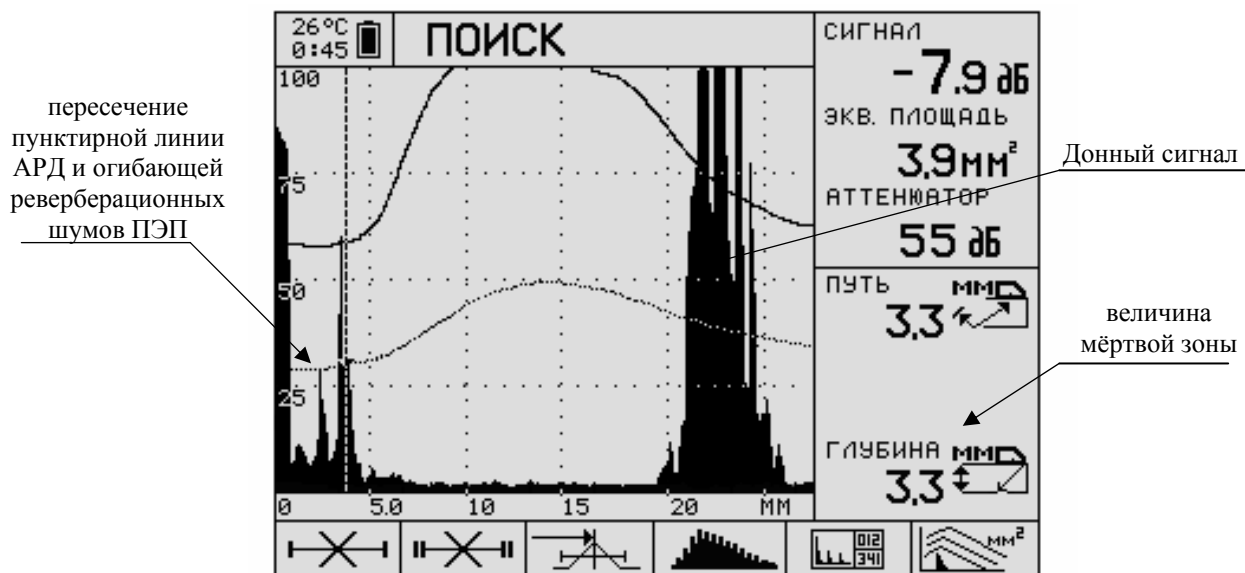


Рисунок 3.14

3.7.5 Если АРД-диаграмма настроена на уровень фиксации (задана площадь плоскодонки, соответствующая уровню фиксации), то определение мертвой зоны осуществляется аналогично предыдущему пункту с той лишь разницей, что параметру АРД ПОИСК, дБ присваивается значение «-6».



Примечание 1: Во время выполнения п. 3.7.4 необходимо поддерживать постоянную силу прижатия ПЭП к образцу для обеспечения стабильности уровня реверберационных шумов ПЭП.



Примечание 2: уровень фиксации (контрольный уровень), дБ – амплитуда, эхо-сигналы с амплитудами выше (ниже) рассматриваются или регистрируются.

Определение мёртвой зоны завершено.

3.8 Определение разрешающей способности

3.8.1 Под разрешающей способностью дефектоскопа понимается минимальное расстояние между двумя отражателями, при котором ещё можно различить на экране дефектоскопа два эхо импульса от этих отражателей.

В зависимости от взаимного расположения несплошностей по отношению к направлению распространения ультразвука различают лучевую разрешающую способность и фронтальную разрешающую способность. В первом случае отражатели расположены вдоль луча, во втором – поперек.

3.8.2 Лучевая разрешающая способность.

3.8.2.1 Лучевую разрешающую способность (ЛРС) определяют на плоскопараллельных образцах с донной поверхностью в виде ступеньки (Рисунок 3.15). Если расположить ПЭП непосредственно над ступенькой, то на экране дефектоскопа получим двойной импульс (Рисунок 3.17). Если разница в

децибелах между высотой меньшего из них и впадиной не менее 6 дБ, то считается, что два отражателя (в данном случае плоскости) различаются, т.е. фиксируются как два отдельных отражателя. Наименьшая высота ступеньки, допускающая такое различие, и будет являться ЛРС.

В некоторых стандартах для определения ЛРС предлагается контрольный образец с разновысотными ступеньками (Рисунок 3.16).

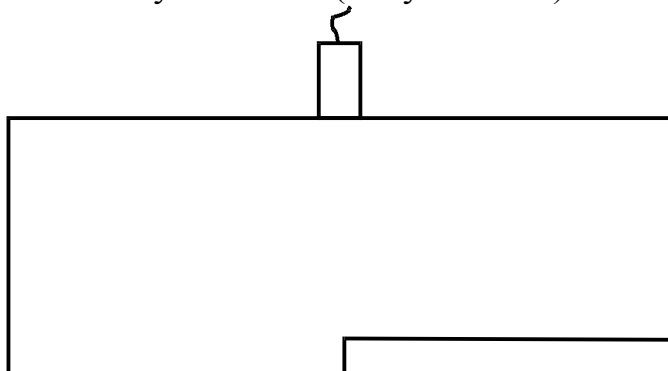


Рисунок 3.15

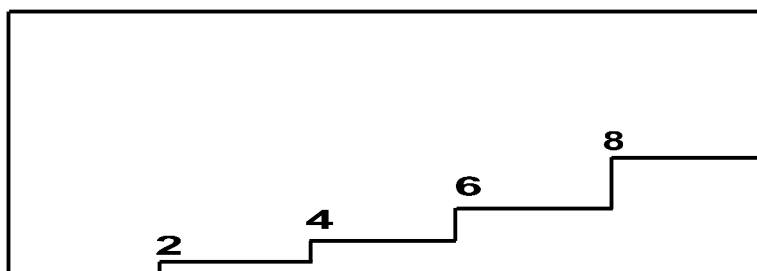


Рисунок 3.16



Рисунок 3.17

3.8.2.2 Для определения ЛРС поставьте ПЭП над ступенькой, чтобы получить на экране одновременно импульсы от двух ступенек, после чего

зафиксируйте положение преобразователя. Разность уровней вершины меньшего импульса и впадины можно определить двумя способами:

I способ. Нажатием  **PANEL** войдите в область пиктограмм и выберите . Нажмите  **MENU**. Справа внизу будет индицироваться параметр «уровень 73.2 dB» (число 73.2 взято в качестве примера – см. Рисунок 3.17). Этот параметр означает уровень строба в дБ. Кнопками **RANGE** застробируйте импульсы, а кнопками **LEVEL** совместите уровень строба сначала с вершиной меньшего импульса, затем с уровнем впадины. Разность между полученными уровнями строба и есть искомая разность уровней вершины и впадины.

II способ. Включите пунктирный курсор в соответствии с п. 3.7.4.3 и выключите оба строба в соответствии с п. 3.7.4.4. Справа первым числом сверху под надписью «сигнал» будет индицироваться уровень огибающей сигнала (амплитуда) в точке пересечения с пунктирным курсором (обозначено треугольником на вертикальном курсоре). Кнопками «**PARAM** » или «**PARAM** » совместите пунктирный курсор сначала с вершиной меньшего импульса, а затем с впадиной. Так вы получите значения уровней сигнала в точках вершины импульса и впадины. Вычислите их разность.

3.8.2.3 Повторите действия п. 3.8.2.2 для следующих ступенек. Наименьшая высота ступеньки, при которой вычисленная разность уровней больше или равна 6 дБ, является искомой лучевой разрешающей способностью.

Определение лучевой разрешающей способности завершено.

3.8.3 Фронтальная разрешающая способность.

3.8.3.1 Фронтальную разрешающую способность (ФРС) определяют на образце с двумя отражателями, расположенными на одинаковой глубине (Рисунок 3.18). В качестве отражателей могут быть как плоскодонные отверстия, так и другие отражатели, например, пазы или боковые цилиндрические отверстия, расположенные параллельно поверхности сканирования.

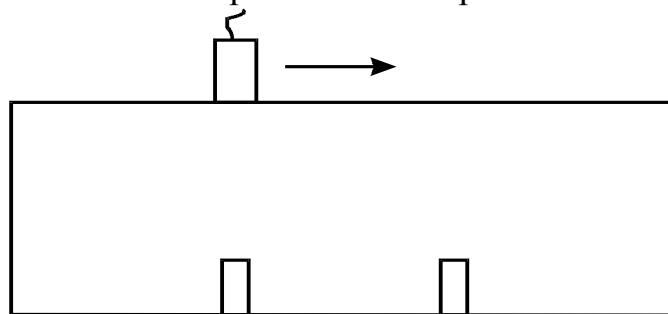


Рисунок 3.18

3.8.3.2 Для определения ФРС располагают ПЭП над одним из отражателей, посредством сканирования находят максимум эхосигнала от него с амплитудой A_1 . Затем перемещают ПЭП в сторону другого отражателя до получения максимального эхосигнала от него с амплитудой A_2 . В процессе перемещения ПЭП от одного отражателя к другому амплитуда сигнала проходит через минимальное значение A_3 (когда ПЭП расположен между отражателями). Если разность между меньшей из амплитуд A_1 и A_2 и амплитудой A_3 равна или превышает 6 дБ, то два отражателя различаются. Наименьшее расстояние между отражателями, допускающее такое различие, и будет являться ФРС.

3.8.3.3 Разность амплитуд измеряется аналогично п. 3.8.2.2 с той лишь разницей, что мы последовательно фиксируем три состояния с амплитудами A_1 , A_2 и A_3 .

Определение фронтальной разрешающей способности завершено.

3.8.4 Отметим, что ЛРС практически не зависит от глубины залегания несплошностей. Напротив, ФРС в дальней зоне ПЭП прямо пропорциональна глубине.

4 УЗК прямым раздельно-совмещенным преобразователем

4.1 Предварительные замечания

4.1.1 РС ПЭП применяют вместо совмещённых ПЭП с целью уменьшения мертвой зоны. В этом случае удастся проводить дефектоскопию и толщинометрию на малых глубинах, начиная с 1 мм. Обычно РС преобразователем контролируют на глубинах до 40 мм, т.к. при больших глубинах происходит резкое уменьшение чувствительности.

4.1.2 РС ПЭП подключаются к дефектоскопу двойным кабелем. При подключении кабеля следует соблюдать маркировку. Излучающий пьезоэлемент подключается через кабель с красным пояском к разъёму, отмеченному красной точкой (см. Рисунок 4.1).



Рисунок 4.1

4.1.3 В режиме «МЕНЮ» кнопками **RANGE** выберите первую слева пиктограмму . Выберите пункт «ТИП ПЭП». Если справа напротив пункта «ТИП ПЭП» индицируется «СОВМ» кнопкой **PARAM**  или **PARAM**  измените «СОВМ» на «РАЗД». Это означает, что дефектоскоп готов работать по раздельной схеме.

В отличие от совмещённого преобразователя на экране дефектоскопа не виден возбуждающий ПЭП импульс, поэтому изображение импульса возникнет только тогда, когда в зоне действия РС ПЭП находится какой-либо отражатель, например, донная поверхность.

4.1.4 Процедуры настройки прямого РС ПЭП полностью аналогичны процедурам для прямого совмещённого ПЭП (см. п. 3) с той лишь разницей, что диапазон глубин, для которых предназначены РС ПЭП, составляет примерно от 1 до 40 мм. Следовательно, там, где для настройки требуется донные сигналы, желательно использовать плоскопараллельные образцы толщиной от 2 до 40 мм. В следующих пунктах рассматриваются некоторые виды настройки, специфичные для РС ПЭП.

4.2 Определение глубины фокуса

4.2.1 Фокус раздельно-совмещенного преобразователя — это точка в акустическом поле излучателя РС преобразователя, при помещении в которую ненаправленного отражателя достигается максимальная амплитуда эхосигнала. Глубина фокуса - это глубина расположения отражателя, на которой достигается максимальная амплитуда эхосигнала (для конкретного отражателя).

4.2.2 Глубину фокуса определяют экспериментально на плоскопараллельных образцах с различными толщинами. Можно использовать для этих целей один комбинированный образец (Рисунок 4.2).

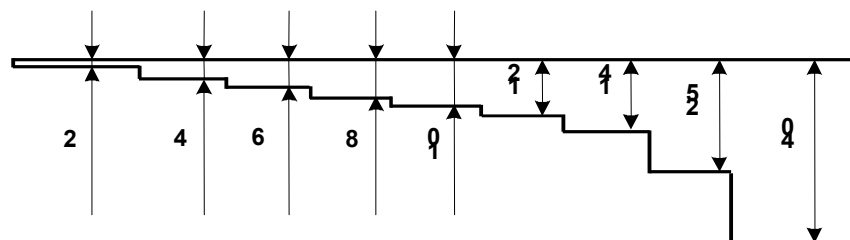


Рисунок 4.2

4.3 Определение разрешающей способности

Для РС ПЭП определяют только лучевую разрешающую способность. Методика определения ЛРС аналогична приведенной выше для совмещенного ПЭП (см. п. 3.8.2). В сложившейся практике контроля имеется пример использования комбинированного образца на Рисунок 4.3, в котором имеются ступеньки высотой 2, 4, 6 и 8 мм. Ставя ПЭП последовательно над каждой из ступенек, начиная с минимальной, ищем то положение, при котором импульсы начнут разделяться по критерию "6 дБ" (см. п. 3.8.2). Высота соответствующей ступеньки и будет являться ЛРП.

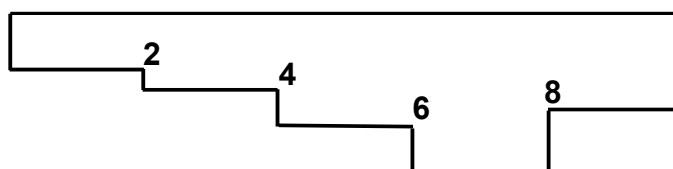


Рисунок 4.3

5 УЗК наклонным совмещённым преобразователем

5.1 Предварительные операции

5.1.1 Включите дефектоскоп. Если дефектоскоп находится в режиме измерений (в верхней части экрана дефектоскопа индицируется одно из значений режима измерений: «ПОИСК», «ОБЗОР», «ЛУПА», «В-СКАН»), то нажатием  **MENU** войдите в режим МЕНЮ (Рисунок 5.1 – Б).

А) режим ИЗМЕРЕНИЙ



Б) режим МЕНЮ

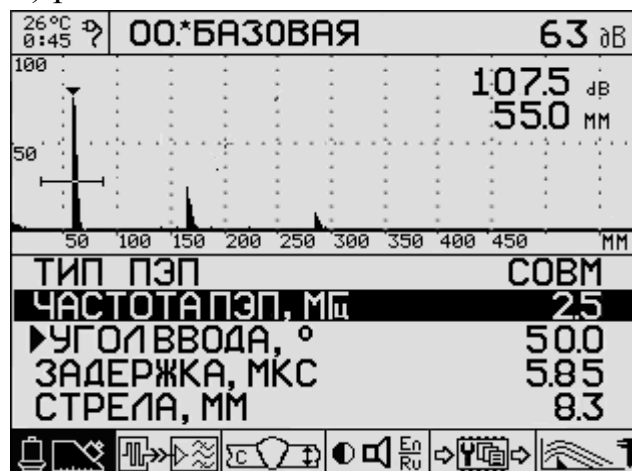


Рисунок 5.1 – Режимы работы дефектоскопа

5.1.2 Нажатием кнопки « **RANGE**» или кнопки « **RANGE**» (далее кнопками RANGE) выберите нужную пиктограмму из расположенных в нижней части экрана, кнопками « **LEVEL**» или « **LEVEL**» (далее кнопками LEVEL) выберите параметр в этой пиктограмме, а кнопками « **PARAM**» или « **PARAM**» (далее кнопками PARAM) установите значение этого параметра (некоторые параметры устанавливаются кнопкой  **ENTER**, что будет оговорено отдельно). Введите параметры ПЭП и ОК (например, взятые из паспорта или из предыдущих измерений).

5.1.2.1 Пиктограмма  Параметры ПЭП:

- ТИП ПЭП **СОВМ** – дефектоскоп работает по совмещенной схеме;
- ЧАСТОТА ПЭП, МГц – задаётся частота ПЭП;
- УГОЛ ВВОДА, ° – предварительно задаётся номинальный угол ввода
- ЗАДЕРЖКА, МКС – **0,00** – предварительное значение, задаётся перед началом настройки
- СТРЕЛА, ММ – задаётся стрела ПЭП.



Примечание: Стрела является важной характеристикой ПЭП, определяющей возможность приблизиться точке выхода луча преобразователя к сварному шву, тем самым определяя степень доступности для контроля сечения шва.

5.1.2.2 Пиктограмма «параметры ОК и вспомогательные настройки»:

– СКОРОСТЬ, М/С – вводится скорость поперечных волн в СО, например, для стали **3230**;

– ТОЛЩИНА, ММ **ВЫКЛ** – если вместо «ВЫКЛ» будет индицироваться число, надо нажать  **ENTER**;

– ОПОРНЫЙ УРОВЕНЬ, дБ – **ВЫКЛ** – если вместо «ВЫКЛ» будет индицироваться число, надо нажать  **ENTER**. Если опорный уровень (см. примечание 1 к п. 3.1.2.3) будет включён, то амплитуда сигналов будет измеряться относительно опорного уровня.

– ОТСЕЧКА, % **0** – число 0 означает отсутствие отсечки, что делает развёртку наиболее информативной;

– ШКАЛА X – выбираем «ШКАЛА X **ММ**» – значение шкалы горизонтальной оси соответствуют глубине.

5.1.3 Нажатием  **MENU** войдите в режим измерений. Нажмите  **PANEL** для входа в пиктограммы. Кнопками **RANGE** выберите нужную пиктограмму, кнопкой  **ENTER** измените выбранную пиктограмму, чтобы в итоге получился следующий набор пиктограмм:



– строб 1 включён;



– строб 2 выключен;



– измерения проводятся по максимуму эхосигнала (см. примечание в п. 3.1.3);



– залитый импульс детектированного сигнала;



– режим поиск;



– ВРЧ отключена.

5.1.4 Нажмите  **PANEL** для выхода из пиктограмм.

5.2 Определение точки выхода луча и стрелы ПЭП по СО-3

5.2.1 Выполните процедуры в соответствии с п. 5.1.

5.2.2 Приложите ПЭП к СО-3 так, как показано на Рисунок 5.2

5.2.3 Перемещайте ПЭП «вперед-назад» по СО-3 вокруг его геометрического центра. Регулировкой чувствительности (кнопками **LEVEL**) и предела развертки (кнопками **RANGE**) установите на экране картину, в которой видны первые два эхосигнала. (Рисунок 5.3).

5.2.4 Застробируйте I импульс. Для этого нажмите  **PANEL** для входа в область пиктограмм, кнопками **RANGE** выберите пиктограмму . Для изменений параметров строба нажмите  **MENU**. Вместо пиктограммы  появится . Кнопками **PARAM** установите длину строба 20÷40 мм (индицируется справа), чтобы строб смог полностью перекрыть импульс, кнопками **LEVEL** – уровень строба (см. примечание 2 к п. 3.1.3) 25÷40%, кнопками **RANGE** подведите строб к импульсу I таким образом, чтобы импульс оказался в центре строба. Нажмите  **MENU** для выхода из режима настройки строба. Нажмите  **PANEL** для выхода из области пиктограмм.

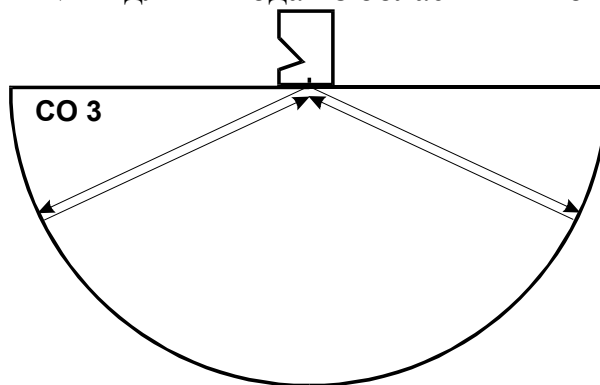


Рисунок 5.2



Рисунок 5.3

5.2.5 Перемещая ПЭП вдоль поверхности СО-3, найдите такое его положение, при котором амплитуда I импульса максимальна. Кнопками **LEVEL** измените амплитуду I импульса до уровня 50÷80% процентов от экрана.

5.2.6 Если продолжить линию риски СО-3 на ПЭП, то получим точку О выхода луча, которая, обычно, отмечается на боковой поверхности корпуса ПЭП (см. Рисунок 5.4).

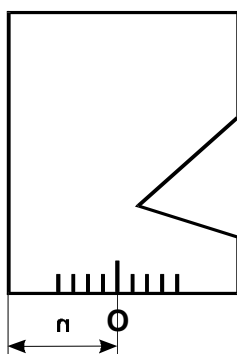


Рисунок 5.4

5.2.7 По найденной точке выхода луча О определяют стрелу n (Рисунок 5.4) как расстояние между точкой О и передней гранью ПЭП.
В соответствии с п. 5.1.2.1 введите значение стрелы ПЭП.



Примечание: *Определение точки выхода луча и стрелы ПЭП можно делать в режиме накопления огибающей. Для этого аналогично п.5.1.3 пиктограмму  «залитый импульс детектированного сигнала» следует заменить на пиктограмму  «накопление (запоминание) огибающей». В этом случае будут отображаться координаты максимума накопления в пределах строба. Режим  накопление огибающей используют, когда исследуемый импульс является максимальным в пределах строба.*

Определение точки выхода и стрелы ПЭП завершено.

5.3 Определение времени задержки в призме ПЭП по СО-3

Предлагаются два способа определения времени задержки в призме ПЭП по СО-3. Первый из них основан на известном значении скорости ультразвука в СО-3, второй исходит из того, что скорость ультразвука в СО-3 неизвестна. В целом оба способа приводят к одинаковому результату, однако имеют разные источники погрешности. В первом случае погрешность в основном связана с точностью представления известной скорости ультразвука, во втором - с точностью отсчета глубиномера дефектоскопа. С точки зрения минимизации погрешности второй способ является предпочтительней. С точки зрения минимизации затраченного времени предпочтительней является первый способ.

I способ: Используется, когда известна скорость у.з. поперечной волны в СО-3, например, 3230 м/с.

5.3.1 Выполните процедуры в соответствии с п. 5.1.

5.3.2 Выполните процедуры в соответствии с п.п. 5.2.2– 5.2.5.

5.3.3 Запишите значение Z_1 пути по лучу I импульса (Рисунок 5.3), индицируется справа под надписью «путь»).

5.3.4 Нажмите  **MENU** для входа в режим настройки. В верхнем правом углу будут отображаться (сверху вниз) значения усиления (дБ), амплитуда импульса (дБ) и путь по лучу (мм) (Рисунок 5.5).

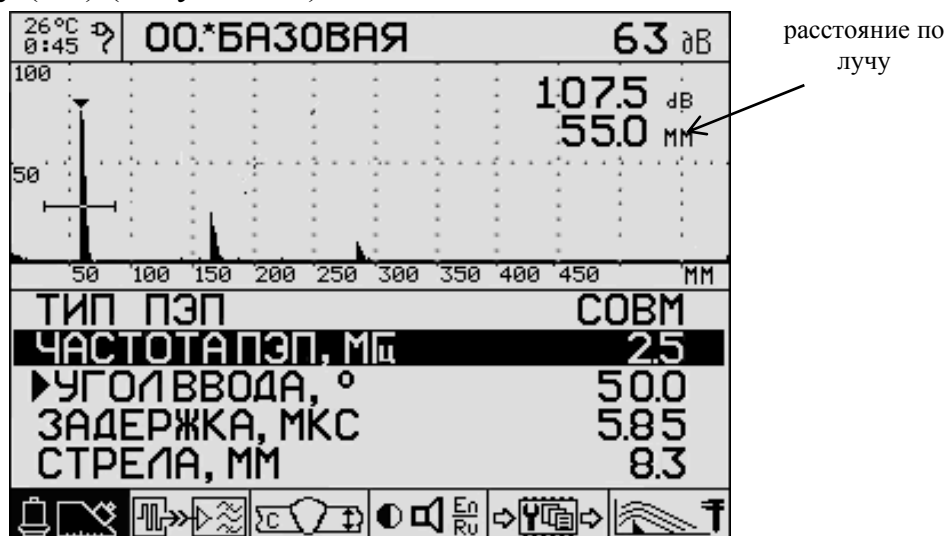


Рисунок 5.5

5.3.5 Кнопками **RANGE** выберите пиктограмму  «параметры ПЭП». Кнопками **LEVEL** выберите параметр «ЗАДЕРЖКА, МКС». Кнопками **PARAM** изменяйте задержку до тех пор, пока расстояние по лучу (отображается в верхнем правом углу – Z_1) не станет равным 55,0 мм (радиус полуцилиндра СО-3). В этом случае получаем искомое значение задержки.

Определение задержки завершено.



Примечание: При изменении задержки надо следить за тем, чтобы I импульс оставался в стробе. Если импульс «уедет» за пределы строба, то надо выйти обратно в режим «ПОИСК», и аналогично п. 5.2.4 подвести строб к I импульсу.

В эхо-методе значение задержки равно времени двукратного прохождения ультразвука в призме преобразователя.

II способ: Используется, когда неизвестна скорость СО-3. Самый универсальный и самый точный способ.

5.3.6 Выполните процедуры в соответствии с п. 5.1

5.3.7 Выполните процедуры в соответствии с п.п. 5.2.2– 5.2.5.

5.3.8 Запишите значение Z_1 пути по лучу I импульса (индицируется справа под надписью «путь»).

5.3.9 Кнопками **LEVEL** поднимите амплитуду II импульса до уровня 50÷80% процентов от экрана.

5.3.10 Застрабируйте II импульс. Для этого нажмите  **PANEL** для входа в область пиктограмм. Для изменений параметров строба нажмите  **MENU**. Вместо пиктограммы  появится . Кнопками **RANGE** подведите строб к

импульсу II таким образом, чтобы импульс оказался в стробе. Нажмите  **MENU** для выхода из режима настройки строба. Нажмите  **PANEL** для выхода из области пиктограмм. Запишите значение пути по лучу II импульса Z_2 .

5.3.11 Вычислите $Z_3 = \frac{1}{2}(Z_2 - Z_1)$

5.3.12 Аналогично п. 5.2.4 застробируйте I импульс. Кнопками **LEVEL** опустите амплитуду I импульса до уровня 50÷80% процентов от экрана.

5.3.13 Нажмите  **MENU** для входа в режим настройки. В верхнем правом углу будут отображаться (сверху вниз) значения усиления (дБ), амплитуды импульса (дБ) и пути по лучу (мм) (Рисунок 5.5).

5.3.14 Кнопками **RANGE** выберите пиктограмму  параметры ПЭП. Кнопками **LEVEL** выберите параметр «ЗАДЕРЖКА, МКС». Кнопками **PARAM** измените задержку, чтобы расстояние по лучу (отображается в верхнем правом углу, третьем числом сверху) равнялось Z_3 . В этом случае получаем искомое значение задержки.

5.3.15 Кнопками **RANGE** выберите пиктограмму  (параметры ОК и вспомогательные настройки). Кнопками **LEVEL** выберите «СКОРОСТЬ, М/С». Кнопками **PARAM** измените скорость, чтобы расстояние по лучу Z_1 первого импульса было равно 55,0 мм (радиус полуцилиндра СО-3). В этом случае получаем искомое значение скорости.



Примечание: При изменении задержки надо следить за тем, чтобы I импульс оставался в стробе. Если импульс «уедет» за пределы строба, то надо выйти обратно в режим «ПОИСК», и аналогично п. 5.2.4 подвести строб к I импульсу.

В эхо-методе значение задержки равно времени двукратного прохождения ультразвука в призме преобразователя.

Определение задержки завершено.

5.4 Определение угла ввода по СО-2

5.4.1 Определите точку выхода луча в соответствии с п. 5.2.

5.4.2 Поставьте ПЭП на СО-2 таким образом, чтобы метка точки выхода луча совпадала со значением шкалы углов, равным номинальному значению угла ввода ПЭП (Рисунок 5.6). При этом, в положение I ставится преобразователь с углом ввода $\alpha \leq 65^\circ$, а в положение II - $\alpha > 65^\circ$.

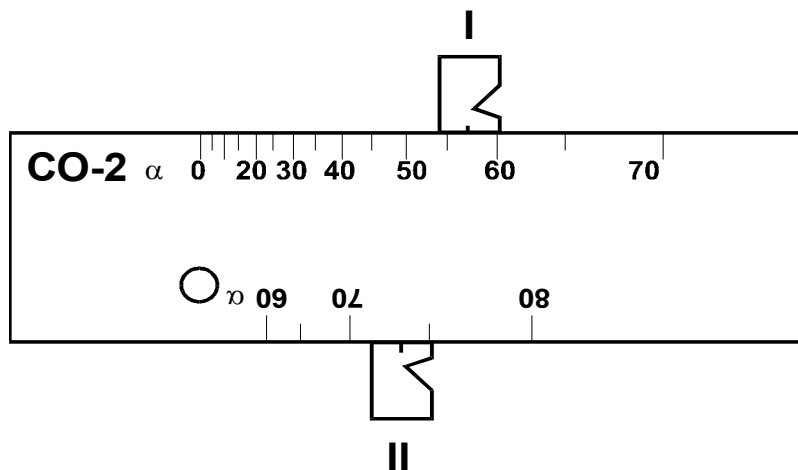


Рисунок 5.6

5.4.3 Среди импульсов на экране дефектоскопа идентифицируйте эхосигнал от отверстия $\varnothing 6$. Кнопками **LEVEL** измените чувствительность до такого уровня, чтобы его амплитуда превышала 50% экрана.

5.4.4 Аналогично п. 5.2.4 подведите строб к импульсу эхосигнала от отверстия $\varnothing 6$.

5.4.5 Перемещая ПЭП вдоль поверхности СО-2, найдите такое его положение, при котором амплитуда импульса максимальна. Для поиска максимума можно использовать режим запоминания огибающей. Чтобы включить режим запоминания огибающей, нужно пиктограмму  заменить на  (смотрите примечание п.5.2.7). Если вершина импульса «уйдет» за пределы экрана, то кнопкой «**LEVEL** » следует вернуть ее в пределы видимости экрана.

5.4.6 В этом положении ПЭП перенесите точку выхода луча на шкалу углов СО-2 (Рисунок 5.6). Значение на шкале и будет являться углом ввода α .

5.4.7 Нажмите  **MENU** для входа в режим настроек. Кнопками **RANGE** выберите пиктограмму  параметры ПЭП. Кнопками **LEVEL** выберите параметр **УГОЛ ВВОДА, °**. Кнопками **PARAM** установите угол ввода равный α .

Определение угла ввода завершено.

5.5 Определение точки выхода луча, стрелы ПЭП, времени задержки в призме и угла ввода по СОП V2M

Предлагаются два способа определения указанных параметров ПЭП по СОП V2M. Первый из них основан на известном значении скорости ультразвука в СОП V2M, которое входит в алгоритм автоматической калибровки ПЭП; второй исходит из того, что скорость ультразвука в СОП V2M неизвестна. В целом оба способа приводят к одинаковому результату. Первый способ удобно применять, когда используется СОП V2M, поставляемый вместе с А1212М, второй – когда имеются сомнения в правильном значении скорости ультразвука в образце.



Примечание: СОП V2M отличается от СО V2, регламентированного EN 27963 (ISO 7963:1985), другой толщиной (20мм вместо 12,5мм) и дополнительной миллиметровой разметкой на боковых гранях образца.

I способ

5.5.1 Выполните процедуры в соответствии с п. 5.1.

5.5.2 Подключите ПЭП к дефектоскопу и поставьте его на длинную грань ($l=75\text{мм}$) СОП V2M таким образом, чтобы луч был направлен в сторону цилиндрической поверхности образца радиусом 50 мм, а предполагаемая точка выхода луча ПЭП находилась около риски 0 (Рисунок 5.7). Кнопками **RANGE** и **LEVEL** добейтесь, чтобы эхосигнал от цилиндрической поверхности был виден на экране дефектоскопа, как показано на Рисунок 5.8



Рисунок 5.7

5.5.3 Нажмите  **MENU** для входа в режим настройки. Кнопками **RANGE** выберите пиктограмму  (параметры ПЭП). Кнопками **LEVEL** выберите «УГОЛ ВВОДА, °». Кнопками **PARAM** введите известный Вам угол ввода ПЭП (например, из паспорта, или измеренный ранее).

5.5.4 Нажмите кнопку  **ENTER**, чтобы войти в режим автоматической калибровки по образцу V2M. На экране дефектоскопа появится развёртка (Рисунок 5.8), соответствующая калибровке времени задержки. Сигнал в режиме калибровки будет отображаться в режиме накопления огибающей при максимальном размере экрана, подобно режиму «ОБЗОР».

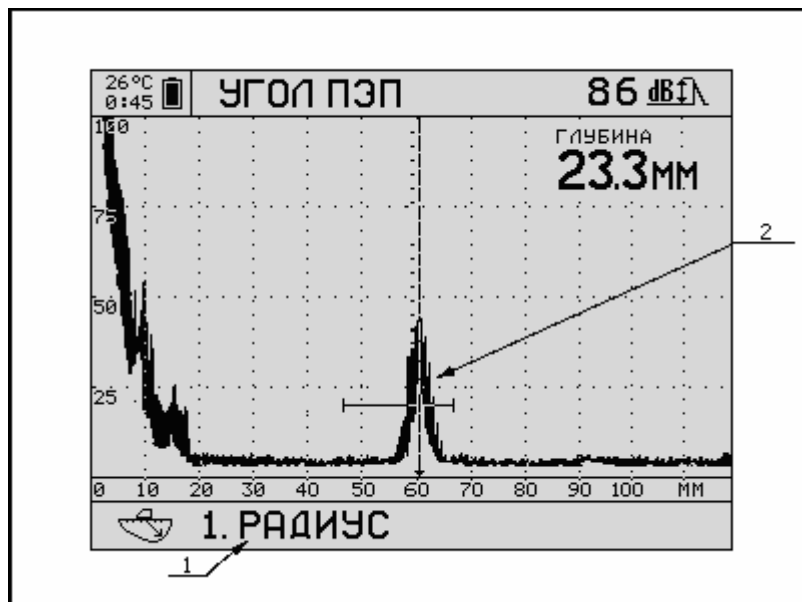


Рисунок 5.8 – Экран прибора при автоматической настройке времени задержки

(1 – обозначение режима калибровки, 2 – импульс от цилиндрической части R50 СОП V2M)

5.5.5 Перемещая ПЭП около риски 0, найдите такое его положение, при котором амплитуда импульса максимальна. Кнопками **LEVEL** отрегулируйте амплитуду I импульса так, чтобы она достигала уровня 50÷80% процентов от экрана.

Если продолжить линию риски 0 Рисунок 5.7 на ПЭП, то получим точку О выхода луча, которая, обычно, отмечается на боковой поверхности корпуса ПЭП (см. Рисунок 5.4).

По найденной точке выхода луча О определяют стрелу n (Рисунок 5.4) как расстояние между точкой О и передней гранью ПЭП.

В соответствии с п. 5.1.2.1 введите значение стрелы ПЭП.

5.5.6 Уберите ПЭП с образца и нажмите **ENTER**. При этом прибор произведет расчет и перейдет ко второму этапу – измерению угла ввода. Пространственная огибающая сбросит предыдущее накопление, чувствительность дефектоскопа увеличится. Далее направляем акустическую ось преобразователя в сторону отверстия и проводим сканирование с целью нахождения максимума эхосигнала от отверстия. Если угол калибруемого преобразователя меньше или равен 62 градусам, то сканирование выполняем по большой контактной поверхности образца V2M (Рисунок 5.9), при больших углах сканирование ведем по малой контактной поверхности образца V2M.



Примечание: В процессе сканирования не следует сильно смещать ПЭП от рисков соответствующего угла во избежание ложных измерений.

Кнопками **LEVEL** отрегулируйте амплитуду I импульса таким образом, чтобы она достигала уровня 50÷80% процентов от экрана. Получив накопление огибающей сигнала от отверстия, нажмите клавишу  **ENTER**.



Примечание: При появлении ложных сигналов следует сбросить текущие накопления нажатием  **INFO** и выполнить п. 5.5.6 заново.

Прибор рассчитает угол и выведет итоговую таблицу с рассчитанными параметрами. На экране будет выведены задержка в микросекундах (мкс) и угол ввода в градусах. Для установки этих параметров, нажмите  **ENTER**. Если в этом нет необходимости, нажмите  **INFO** - в этом случае прибор оставит прежние значения задержки и угла ввода.

Определение параметров завершено.



Рисунок 5.9

II способ.

Самый универсальный способ. Используется, когда неизвестна скорость ультразвука в материале СОП V2M.

5.5.7 Выполните процедуры в соответствии с п. 5.1.

5.5.8 Подключите ПЭП к дефектоскопу и поставьте его на длинную грань ($l=75\text{мм}$) СОП V2M таким образом, чтобы луч был направлен в сторону цилиндрической поверхности образца радиусом 50 мм, а предполагаемая точка выхода луча ПЭП находилась около риски 0 (Рисунок 5.7). Кнопками **RANGE** и **LEVEL** добейтесь, чтобы на экране дефектоскопа были видны первые два эхосигнала от цилиндрических поверхностей (Рисунок 5.10). Ход лучей при этом отображён на Рисунок 5.11.

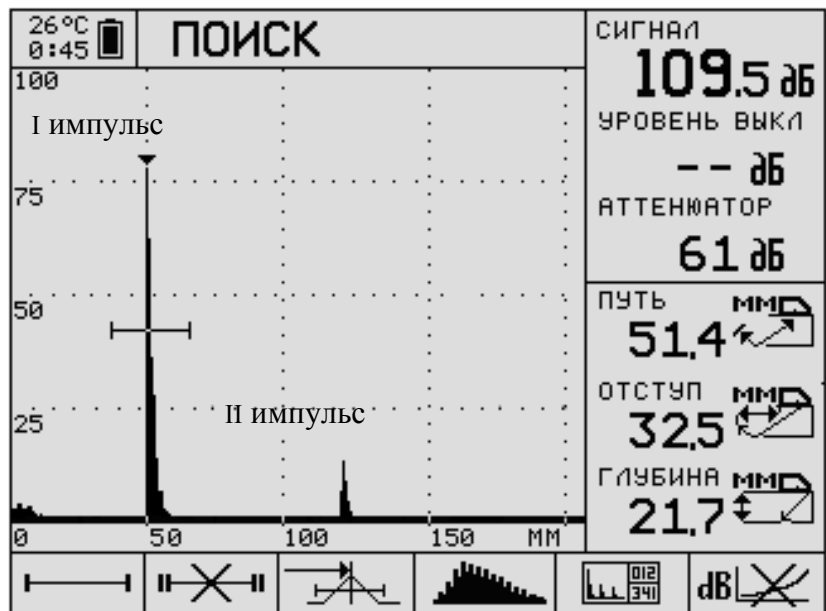


Рисунок 5.10

I импульс – однократное отражение от цилиндрической поверхности R50
II импульс – соответствует двукратному отражению от поверхности R50 и однократному R25 (Рисунок 5.11)

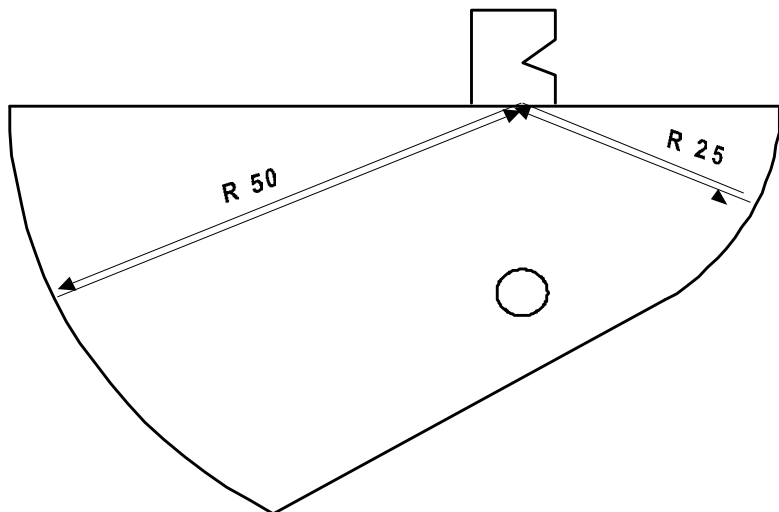


Рисунок 5.11

5.5.9 Застробируйте I импульс. Для этого нажмите **PANEL** для входа в область пиктограмм, кнопками **RANGE** выберите пиктограмму . Для изменений параметров строга нажмите **MENU**. Вместо пиктограммы появится . Кнопками **PARAM** установите длину строга 15÷20 мм (индицируется справа), кнопками **LEVEL** – уровень строга 25÷30%, кнопками **RANGE** установите импульс I в центре строга. Нажмите **MENU** для выхода из режима настройки строга. Нажмите **PANEL** для выхода из области пиктограмм.

5.5.10 Перемещая ПЭП вдоль поверхности V2, найдите такое его положение, при котором амплитуда I импульса максимальна. Кнопками **LEVEL** измените амплитуду I импульса до уровня 75÷80% процентов от экрана.

Для поиска максимума можно использовать режим «запоминания огибающей». Чтобы включить режим «запоминания огибающей», нужно пиктограмму  заменить на  (смотрите примечание п.5.2.7). Если максимальное значение максимум импульса «уйдет» за пределы экрана, то кнопкой «**LEVEL** » следует вернуть его в пределы видимости экрана.

Если продолжить линию риски 0 Рисунок 5.7 на ПЭП, то получим точку О выхода луча, которая, обычно, отмечается на боковой поверхности корпуса ПЭП (см. Рисунок 5.4).

По найденной точке выхода луча О определяют стрелу n (Рисунок 5.4) как расстояние между точкой О и передней гранью ПЭП.

В соответствии с п. 5.1.2.1 введите значение стрелы ПЭП.

Определение точки выхода и стрелы ПЭП завершено.

5.5.11 Запишите значение Z_1 пути по лучу I импульса (индицируется справа под надписью «путь»). Измерения происходят только при превышении импульсом уровня строга.

5.5.12 Кнопками **LEVEL** поднимите амплитуду II импульса до уровня 75÷80% процентов от экрана.

5.5.13 Застробируйте II импульс. Для этого нажмите  **PANEL** для входа в область пиктограмм. Для изменений параметров строга нажмите  **MENU**. Вместо пиктограммы  появится . Кнопками **RANGE** установите импульс II в центре строга. Нажмите  **MENU** для выхода из режима настройки строга. Нажмите  **PANEL** для выхода из области пиктограмм. Запишите значение Z_2 пути по лучу II импульса.

5.5.14 Вычислите $Z_3 = \frac{3}{2}(Z_2 - Z_1)$

5.5.15 Аналогично п. 5.5.9 застробируйте I импульс. Кнопками **LEVEL** опустите амплитуду I импульса до уровня 75÷80% процентов от экрана.

5.5.16 Нажмите  **MENU** для входа в режим настройки. В верхнем правом угле будут отображаться (сверху вниз) значения усиления в дБ, амплитуды импульса в дБ и пути по лучу в мм (Рисунок 5.12).

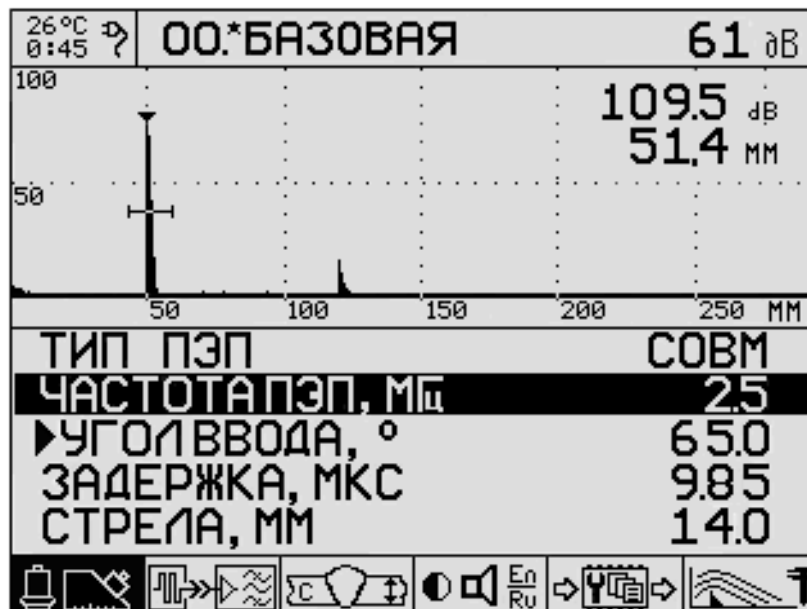


Рисунок 5.12

5.5.17 Кнопками **RANGE** выберите пиктограмму  «параметры ПЭП». Кнопками **LEVEL** выберите параметр **ЗАДЕРЖКА, МКС**. Кнопками **PARAM** измените задержку, чтобы расстояние по лучу (отображается в верхнем правом углу) равнялось Z_3 .



Примечание: При изменении задержки надо следить за тем, чтобы I импульс оставался в стробе. Если импульс «уедет» за пределы строба, то надо выйти обратно в режим «ПОИСК», и аналогично п. 5.5.9 подвести строб к I импульсу.

В эхо-методе значение задержки равно времени двукратного прохождения ультразвука в призме преобразователя.

Определение задержки в призме завершено.

5.5.18 Если угол ввода $\alpha \leq 62^\circ$, установите ПЭП, как показано на Рисунок 5.13. Если $\alpha > 62^\circ$, установите ПЭП на противоположную плоскую поверхность. Точка выхода ПЭП с углом ввода α должна находиться напротив риски шкалы углов (на боковой поверхности), соответствующей α .



Рисунок 5.13

5.5.19 Перемещая ПЭП вдоль по поверхности, получите эхосигнал от бокового цилиндрического отверстия $\varnothing 5$.

5.5.20 Кнопками **LEVEL** измените чувствительность до такого уровня, чтобы эхосигнал от отверстия $\varnothing 5$ превышал 50% экрана.

5.5.21 Аналогично п. 5.5.9 подведите строб к импульсу эхосигнала от отверстия $\varnothing 5$.

5.5.22 Перемещая ПЭП вдоль грани V2M, найдите такое его положение, при котором амплитуда импульса от отверстия максимальна. Для поиска максимума можно использовать режим запоминания огибающей. Чтобы включить режим запоминания огибающей, нужно пиктограмму  заменить на  (смотрите примечание п.5.2.7). Если вершина импульса «уйдет» за пределы экрана, то кнопкой «**LEVEL** » следует вернуть ее в пределы видимости экрана.

5.5.23 В этом положении ПЭП перенесите точку выхода луча на шкалу углов V2M. Значение на шкале и будет являться углом ввода α .

5.5.24 Нажмите  **MENU** для входа в режим настроек. Кнопками **RANGE** выберите пиктограмму  (параметры ПЭП). Кнопками **LEVEL** выберите параметр **УГОЛ ВВОДА, °**. Кнопками **PARAM** установите угол ввода равный α .

5.5.25 Используя табл. 5.1 (для положения ПЭП на Рисунок 5.13) или 5.2 (для положения ПЭП на противоположной поверхности), определите по углу ввода α точное значение расстояния по лучу r для данного ПЭП

5.5.26 Кнопками **RANGE** выберите пиктограмму  (параметры ОК) и вспомогательные настройки. Кнопками **LEVEL** выберите **СКОРОСТЬ, М/С**. Кнопками **PARAM** измените скорость, чтобы расстояние по лучу (отображается в верхнем правом углу, третьем числом сверху) было равно r .

Таблица 5.1 –расстояние по лучу до цилиндрического отверстия $\varnothing 5$, соответствующее углу ввода для большей грани V2M ($\alpha \leq 62^\circ$)

Угол ввода α , градусы	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Расстояние по лучу r , мм	23,6	24,0	24,4	24,8	25,3	25,8	26,3	26,8	27,4	28,0	28,6	29,3	30,0

Угол ввода α , градусы	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
Расстояние по лучу r , мм	30,7	31,5	32,4	33,3	34,2	35,2	36,3	37,5	38,8	40,1	41,6	43,1	44,8

Таблица 5.2 – расстояние по лучу до цилиндрического отверстия Ø5, соответствующее углу ввода для меньшей грани V2M ($\alpha > 62^\circ$)

Угол ввода α , градусы	60	61	62	63	64	65	66	67
Расстояние по лучу r , мм	12,9	13,4	13,9	14,5	15,1	15,7	16,4	17,2
Угол ввода α , градусы	68	69	70	71	72	73	74	75
Расстояние по лучу r , мм	18,1	19,0	20,0	21,2	22,4	23,8	25,4	27,3

Определение угла ввода и скорости ультразвука завершено.

5.6 Определение точки выхода луча и стрелы ПЭП по СО V1

Стандартный образец V1 Международного института сварки позволяет производить настройки, аналогичные сделанным для СО-2 и СО-3 в п.п.5.2 – 5.4, а так же для V2M в п. 5.5.

5.6.1 Выполните процедуры в соответствии с п. 5.1

5.6.2 Приложите ПЭП к V1 так, как показано на Рисунок 5.14, поз. I.

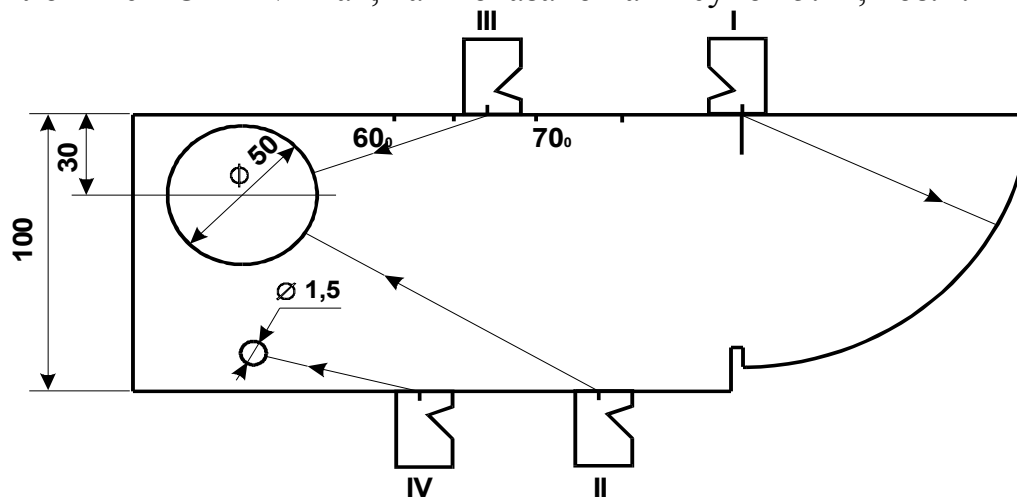


Рисунок 5.14

5.6.3 Перемещайте ПЭП «вперед-назад» по V1 вокруг пропила (поз. I). Регулировкой чувствительности (кнопками **LEVEL**) и предела развертки (кнопками **RANGE**) установите на экране картину, в которой видны первые два эхосигнала. (Рисунок 5.15) от цилиндрической поверхности R100.



Рисунок 5.15

5.6.4 Застрабируйте I импульс. Для этого нажмите **PANEL** для входа в область пиктограмм, кнопками **RANGE** выберите пиктограмму . Для изменений параметров строга нажмите **MENU**. Вместо пиктограммы появится . Кнопками **PARAM** установите длину строга в пределах 20÷40 мм (индицируется справа), чтобы строб смог полностью перекрыть импульс, кнопками **LEVEL** – уровень строга в пределах 25÷40%, кнопками **RANGE** подведите строб к импульсу I таким образом, чтобы импульс оказался в центре строга. Нажмите **MENU** для выхода из режима настройки строга. Нажмите **PANEL** для выхода из области пиктограмм.

5.6.5 Перемещая ПЭП вдоль поверхности V1, найдите такое его положение, при котором амплитуда I импульса максимальна. Кнопками **LEVEL** измените амплитуду I импульса до уровня 50÷80% процентов от экрана.

5.6.6 Если продолжить линию пропила V1 на ПЭП, то получим точку O выхода луча, которая, обычно, отмечается на боковой поверхности корпуса ПЭП (см. Рисунок 5.16).

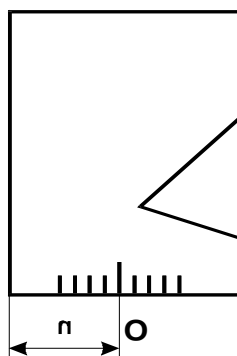


Рисунок 5.16

5.6.7 По найденной точке выхода луча O определяют стрелу n (Рисунок 5.4) как расстояние между точкой O и передней гранью ПЭП.

В соответствии с п. 5.1.2.1 введите значение стрелы ПЭП.



Примечание: *Определение точки выхода луча и стрелы ПЭП можно делать в режиме накопления огибающей. Для этого аналогично п.5.1.3 пиктограмму  залитый импульс детектированного сигнала надо заменить на пиктограмму  накопление (запоминание) огибающей. В этом случае будут отображаться координаты максимума накопления в пределах строба. Режим  накопление огибающей используют, когда исследуемый импульс является максимальным в пределах строба.*

Определение точки выхода и стрелы ПЭП завершено.

5.7 Определение времени задержки в призме пэп и угла ввода по СО V1

5.7.1 Выполните процедуры в соответствии с п. 5.1.

5.7.2 Выполните процедуры в соответствии с п.п. 5.6.2– 5.6.5.

5.7.3 Запишите значение Z_1 пути по лучу I импульса (индицируется справа под надписью «путь»).

5.7.4 Кнопками **LEVEL** поднимите амплитуду II импульса до уровня 50÷80% процентов от экрана.

5.7.5 Застрабируйте II импульс. Для этого нажмите  **PANEL** для входа в область пиктограмм. Для изменений параметров строба нажмите  **MENU**. Вместо пиктограммы  появится . Кнопками **RANGE** подведите строб к импульсу II таким образом, чтобы импульс оказался в стробе. Нажмите  **MENU** для выхода из режима настройки строба. Нажмите  **PANEL** для выхода из области пиктограмм. Запишите значение пути по лучу II импульса Z_2 .

5.7.6 Вычислите $Z_3 = Z_2 - Z_1$

5.7.7 Аналогично п. 5.6.4 застрабируйте I импульс. Кнопками **LEVEL** опустите амплитуду I импульса до уровня 50÷80% процентов от экрана.

5.7.8 Нажмите  **MENU** для входа в режим настройки. В верхнем правом угле будут отображаться (сверху вниз) значения усиления (дБ), амплитуда импульса (дБ) и путь по лучу (мм) (Рисунок 5.17).

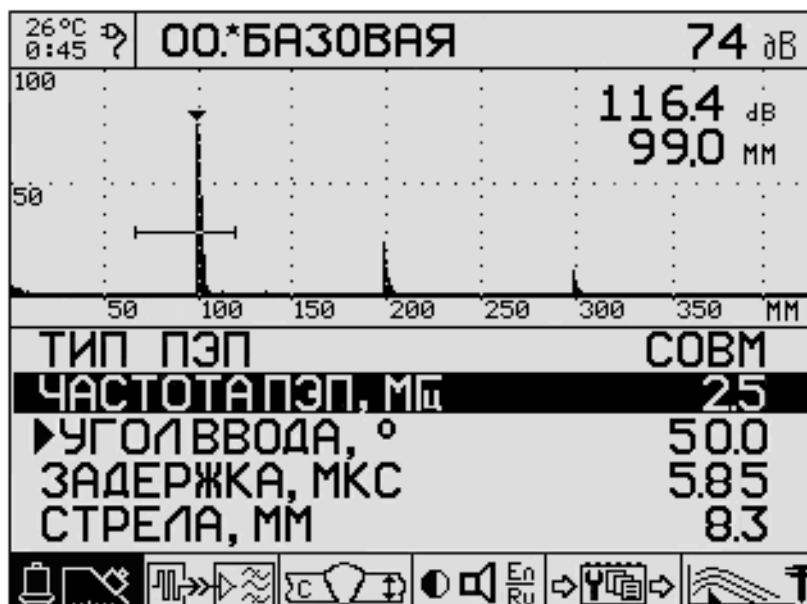


Рисунок 5.17

Кнопками **RANGE** выберите пиктограмму  параметры ПЭП. Кнопками **LEVEL** выберите параметр «ЗАДЕРЖКА, МКС». Кнопками **PARAM** измените задержку, чтобы расстояние по лучу (отображается в верхнем правом углу, третьем числом сверху) равнялось Z_3 . В этом случае получаем искомое значение задержки. Нажмите  **MENU** для выхода из режима настройки.

Определение времени задержки в призме ПЭП завершено.



Примечание: При изменении задержки надо следить за тем, чтобы I импульс оставался в стробе. Если импульс «уедет» за пределы строба, то надо выйти обратно в режим «ПОИСК», и аналогично п. 5.2.4 подвести строб к I импульсу.

В эхо-методе значение задержки равно времени двукратного прохождения ультразвука в призме преобразователя.

5.7.9 Угол ввода определяется из положений II, III или IV ПЭП Рисунок 5.14 в зависимости от того, в какой диапазон углов попадает значение угла данного ПЭП. При этом положение II соответствует диапазону $10^0 - 60^0$, положение III - $60^0 - 75^0$ и положение IV - $75^0 - 80^0$.

В положениях II, III ПЭП устанавливают для получения максимального эхосигнала от цилиндрического отверстия $\varnothing 50$, а в положении IV- от отверстия $\varnothing 1,5$.

5.7.10 Поставьте ПЭП на поверхность V1 в одно из положений II, III или IV Рисунок 5.14 в зависимости от известного ранее угла ввода. Перемещая ПЭП вдоль по поверхности, получите эхосигнал от соответствующего бокового цилиндрического отверстия.

5.7.11 Кнопками **LEVEL** измените чувствительность до такого уровня, чтобы эхосигнал от отверстия превышал 50% экрана.

5.7.12 Аналогично п. 5.6.4 подведите строб к импульсу эхосигнала от отверстия.

5.7.13 Перемещая ПЭП вдоль грани V1, найдите такое его положение, при котором амплитуда импульса от отверстия максимальна. Для поиска максимума можно использовать режим запоминания огибающей. Чтобы включить режим запоминания огибающей, нужно пиктограмму  заменить на  (смотрите примечание к п.5.6.7). Если вершина импульса «уйдет» за пределы экрана, то кнопкой «LEVEL » следует вернуть ее в пределы видимости экрана.

5.7.14 В этом положении ПЭП перенесите точку выхода луча на шкалу углов V1. Значение на шкале и будет являться углом ввода α .

5.7.15 Нажмите  **MENU** для входа в режим настроек. Кнопками **RANGE** выберите пиктограмму  параметры ПЭП. Кнопками **LEVEL** выберите параметр **УГОЛ ВВОДА, °**. Кнопками **PARAM** установите угол ввода равный α .

Определение угла ввода завершено.

5.8 Настройка глубиномера по СО V1

5.8.1 Выполните процедуры в соответствии с п.п. 5.7.1– 5.7.15, задав при этом какое-либо значение скорости ультразвука.

5.8.2 Используя табл. 5.3 (для положения II ПЭП на Рисунок 5.14), табл. 5.4 (для положения III ПЭП на Рисунок 5.14) и табл. 5.5 (для положения IV ПЭП на Рисунок 5.14) определите по углу ввода α точное значение расстояния по лучу r для данного ПЭП.

5.8.3 Кнопками **RANGE** выберите пиктограмму  «параметры ОК и вспомогательные настройки». Кнопками **LEVEL** выберите «СКОРОСТЬ, М/С». Кнопками **PARAM** измените скорость, чтобы расстояние по лучу (отображается в верхнем правом углу, третьим числом сверху, аналогично Рисунок 5.12) было равно r . При этом ПЭП должен оставаться в месте получения максимального сигнала от отверстия согласно п.5.7.13.

Таблица 5.3 - расстояние по лучу до цилиндрического отверстия Ø50, соответствующее углу ввода для положения II на V1 ($10^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$)

Угол ввода α , градусы	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Расстояние по лучу r , мм	46,3	46,6	46,8	47,1	47,5	47,8	48,2	48,6	49	49,5
Угол ввода α , градусы	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Расстояние по лучу r , мм	50	50,5	51	51,6	52,2	52,9	53,6	54,3	55	55,8
Угол ввода α , градусы	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Расстояние по лучу r , мм	56,7	57,5	58,5	59,4	60,5	61,5	62,6	63,8	65,1	66,4

Угол ввода α , градусы	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Расстояние по лучу r , мм	67,8	69,2	70,7	72,3	74	75,8	77,6	79,6	81,7	83,9
Угол ввода α , градусы	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Расстояние по лучу r , мм	86,2	88,7	91,3	94,1	97	100,2	103,5	107,1	110,9	115

Таблица 5.4 - расстояние по лучу до цилиндрического отверстия Ø50, соответствующее углу ввода для положения III на V1 ($60^\circ \leq \alpha \leq 75^\circ$)

Угол ввода α , градусы	60	61	62	63	64	65	66	67
Расстояние по лучу r , мм	35	36,9	38,9	41,1	43,4	46	48,8	51,8
Угол ввода α , градусы	68	69	70	71	72	73	74	75
Расстояние по лучу r , мм	55,1	58,7	62,7	67,1	72,1	77,6	83,8	90,9

Таблица 5.5 - расстояние по лучу до цилиндрического отверстия Ø1,5, соответствующее углу ввода для положения VI на V1 ($75^\circ \leq \alpha \leq 80^\circ$)

Угол ввода α , градусы	75	76	77	78	79	80
Расстояние по лучу r , мм	57,2	61,3	65,9	71,4	77,9	85,6

Настройка глубиномера завершена.

5.9 Настройка скорости развертки и зоны контроля

5.9.1 Настройка скорости развертки заключается в выборе оптимального масштаба видимой на экране части временной оси (развертки). Масштаб должен обеспечивать появление сигналов от возможных несплошностей в пределах экрана дефектоскопа. Скорость развертки устанавливают такой, чтобы рабочий участок развертки занимал большую часть экрана.

5.9.2 Если методика УЗК предусматривает настройку глубиномера, то настройку скорости развертки целесообразно проводить после настройки глубиномера.

5.9.3 Настройку скорости развертки без настройки глубиномера производят по отражателям в СОП в тех случаях, когда методикой не предусмотрены измерение

координат несплошностей и использование АРД-диаграмм или таблиц поправочных коэффициентов для оценки ее эквивалентной площади.

В таких случаях СОП должен иметь отражатели, располагающиеся на расстояниях, равных расстояниям до минимально и до максимально удаленных возможных несплошностей.

Для настройки скорости развертки допускается использовать СО или СОП с угловыми, цилиндрическими боковыми, цилиндрическими угловыми отражателями и отверстиями с плоским дном.

5.9.4 Поставьте ПЭП на образец с ДО и нажатием (при необходимости - многократным) клавиши **RANGE** добейтесь, чтобы импульс эхосигнала от ДО не выходил за пределы экрана.

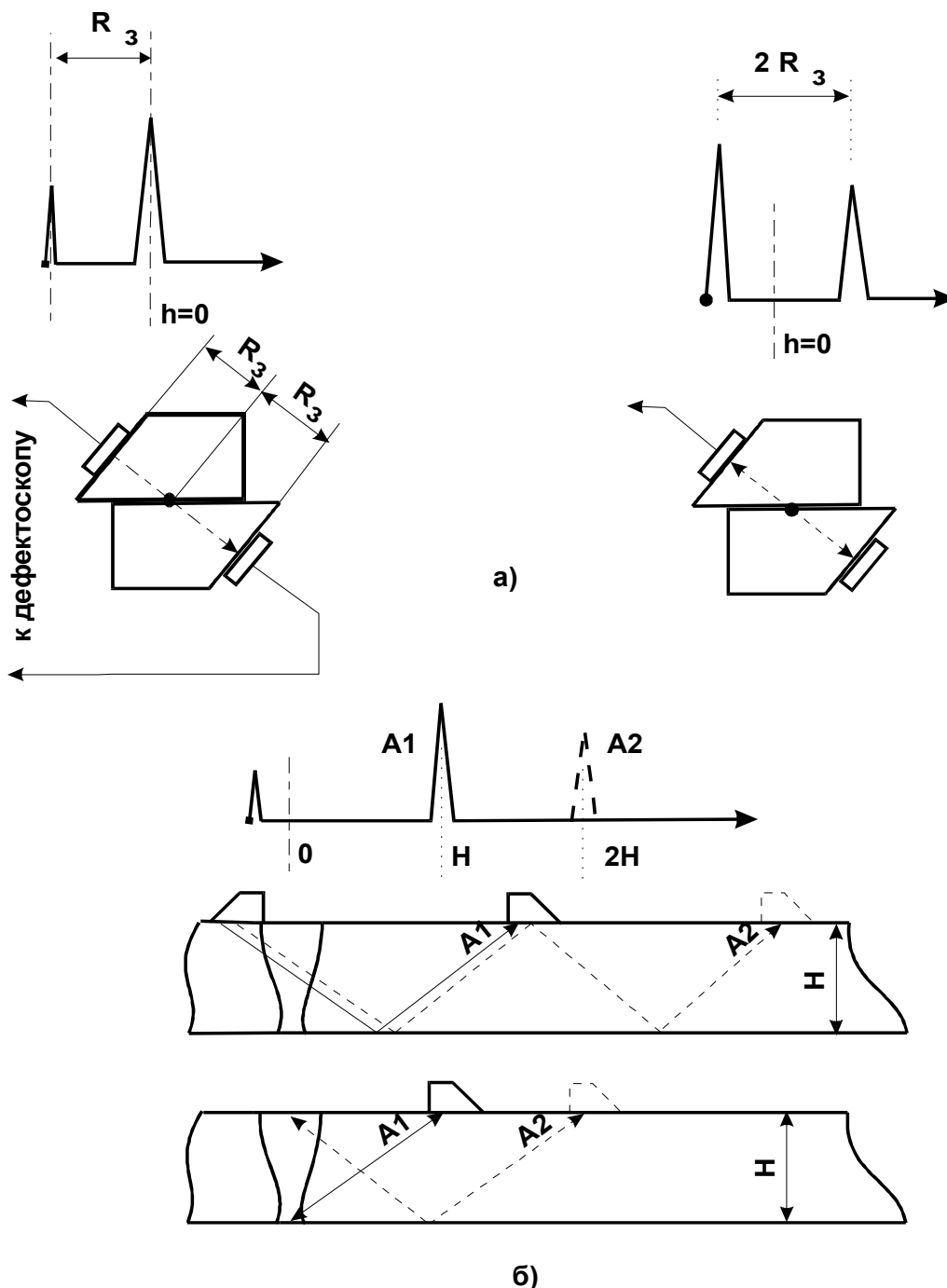
5.9.5 Клавишами **RANGE** передвиньте импульс от ДО на отметку $\sim 0,9$ горизонтальной оси.

5.9.6 Поставьте ПЭП на образец с БО и получите от него импульс. Нажатием  **PANEL** войдите в область пиктограмм. Клавишами **RANGE** активизируйте пиктограмму . Нажмите  **МЕНЮ**, кнопкой **RANGE** установите начало строба чуть левее импульса. Желательно, чтобы между началом строба и сигналом оставалось не более 0,1 части экрана.

5.9.7 Поставьте ПЭП на образец с ДО и получите от него импульс. Кнопкой  **PARAM** растяните строб таким образом, чтобы импульс находился в стробе, а правая граница строба отстояла от импульса не более, чем на 0,1 часть экрана. Нажмите **МЕНЮ**  для выхода из режима «УПРАВЛЕНИЕ СТРОБОМ».

5.9.8 С целью исключения ошибок в настройке скорости развертки дефектоскопа с ПЭП, связанных с различием толщины (даже в пределах допуска на изготовление) и скорости ультразвука в образце и сварном соединении, а также в случаях, когда толщина сварного соединения точно не известна, рекомендуется проводить настройку непосредственно на контролируемом сварном соединении. Для этого рекомендуются методические приемы, показанные на Рисунок 5.18.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ НАСТРОЙКИ ЛЕВОЙ (а) И ПРАВОЙ (б) ГРАНИЦ
РАБОЧЕГО УЧАСТКА РАЗВЕРТКИ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБРАЗЦОВ
НА КОНТРОЛИРУЕМОМ СВАРНОМ СОЕДИНЕНИИ**



h -глубина залегания дефекта, R_3 - длина акустической задержки

Рисунок 5.18

5.9.8.1 Левую границу рабочего участка развертки (глубина залегания дефекта $h=0$ мм) устанавливают по положению на экране максимального сигнала, прошедшего через сдвоенные призмы двух идентичных ПЭП, одним из которых будут производить контроль. При этом ПЭП должны подключаться к дефектоскопу по раздельной схеме (Рисунок 5.18 (а), слева). Можно подключить к дефектоскопу только один ПЭП. В этом случае, началу рабочего участка $h=0$ соответствует точка на развертке, лежащая посередине между зондирующим и отраженным сигналами (Рисунок 5.18 (а), справа);

5.9.8.2 Для установления правой границы рабочего участка те же ПЭП нужно подключить по раздельной схеме, развернуть навстречу друг другу, установить в одной плоскости и разводить до момента получения максимального сигнала. Сигналы A_1 и A_2 (Рисунок 5.18 (б)) соответствуют правой границе рабочего участка развертки при контроле прямым и однажды отраженными лучами соответственно.

5.9.9 Если глубиномер настроен, а горизонтальная ось экрана проградуирована по глубине, мм, то установка зоны контроля (см. примечание 1 к п. 3.4.4) производится с помощью строба. При этом левая граница строба соответствует минимальной глубине контроля $h_{\min}$, а правая – максимальной глубине $h_{\max}$.

5.9.10 Нажмите  **PANEL** для входа в область пиктограмм, кнопками **RANGE** выберите пиктограмму . Для изменений параметров строба нажмите  **MENU**. Вместо пиктограммы  появится . Кнопками **RANGE** установите начало строба, равное $h_{\min}$ (индицируется справа). Кнопками **PARAM** установите длину строба ($h_{\max} - h_{\min}$) мм (индицируется справа), **LEVEL** – уровень строба, чтобы он составлял 25÷30% высоты экрана. Нажмите  **PANEL** для выхода из области пиктограмм.

5.9.11 Кнопками **RANGE** максимально приблизьте конец строба к правой границе экрана. Настройка окончена.

5.10 Настройка чувствительности по образцам

5.10.1 Настройку чувствительности проводят с целью обеспечения надежного выявления минимально фиксируемого дефекта во всем диапазоне глубин. При контроле наклонным ПЭП в качестве СОП для настройки чувствительности могут использоваться как образцы с зарубками (Рисунок 5.19), так и образцы с плоскодонными отверстиями (Рисунок 5.20).

ОСНОВНЫЕ СХЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ ОПОРНЫХ СИГНАЛОВ ПРИ НАСТРОЙКЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

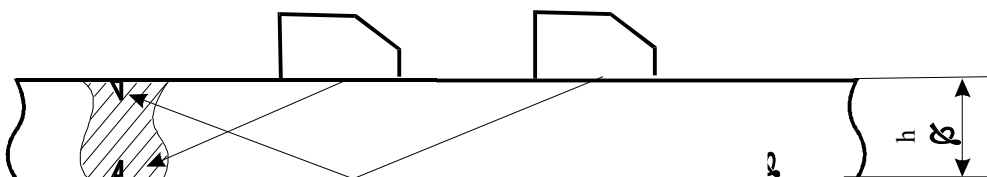
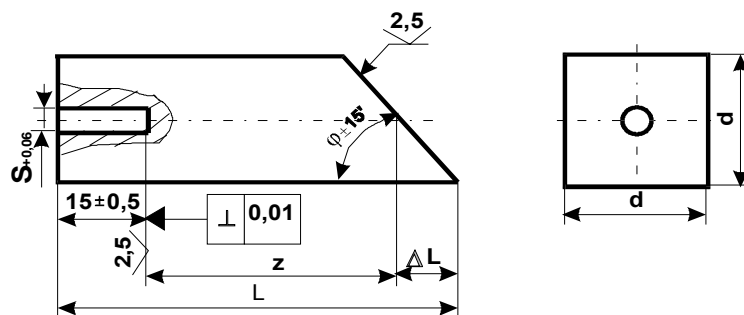


Рисунок 5.19

СОП ДЛЯ КОНТРОЛЯ НАКЛОННЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ



$\gamma = 90^\circ - \varphi$, где φ - угол ввода преобразователя

Рисунок 5.20

5.10.2 Ввиду того, что амплитуда эхо-сигнала от любого отражателя зависит от глубины его залегания, то задачей настройки чувствительности является обеспечение равной чувствительности по глубине. Имеются два подхода к решению этой задачи:

1) Выравнивание чувствительности производится с помощью блока ВРЧ, который компенсирует изменение чувствительности по глубине.

2) На экран дефектоскопа электронным путем накладывается АРД-диаграмма конкретного преобразователя для конкретной площади отражателя (см. Рисунок 5.21) Эта кривая и будет кривой равной чувствительности к фиксированному отражателю.

В дефектоскопе А1212М реализованы оба способа настройки чувствительности.



Рисунок 5.21

5.10.3 Разберём настройку чувствительности с помощью ВРЧ - временной регулировки чувствительности. Целью настройки чувствительности с помощью ВРЧ является получение на экране дефектоскопа импульсов равной высоты от одинаковых отражателей, расположенных на различной глубине.

5.10.4 Кривую ВРЧ строят по точкам - вершинам импульсов эхосигналов. Поэтому для построения кривой необходим набор образцов (СОПов) с одинаковым размером отражателей на разных глубинах – от минимальной до максимальной. Количество таких отражателей зависит от диапазона контролируемых глубин, влияния ближней зоны ПЭП, наличия затухания в изделии и т.д., но в любом случае это число не может быть меньше трех. Чертежи СОПов обычно имеются в методиках УЗК на конкретные типы изделий. В качестве отражателей наибольшее распространение в России нашли зарубки (Рисунок 5.19), особенно для толщин, не превышающих 20 мм (применяются только для наклонных ПЭП), и плоскодонные отверстия (Рисунок 5.20). Последние используются преимущественно для прямых (совмещенных и РС) ПЭП, хотя возможно применение их и для наклонных ПЭП. Можно использовать комбинированный образец с зарубками на разных глубинах (Рисунок 5.22) или же с плоскодонными отверстиями (Рисунок 5.23).

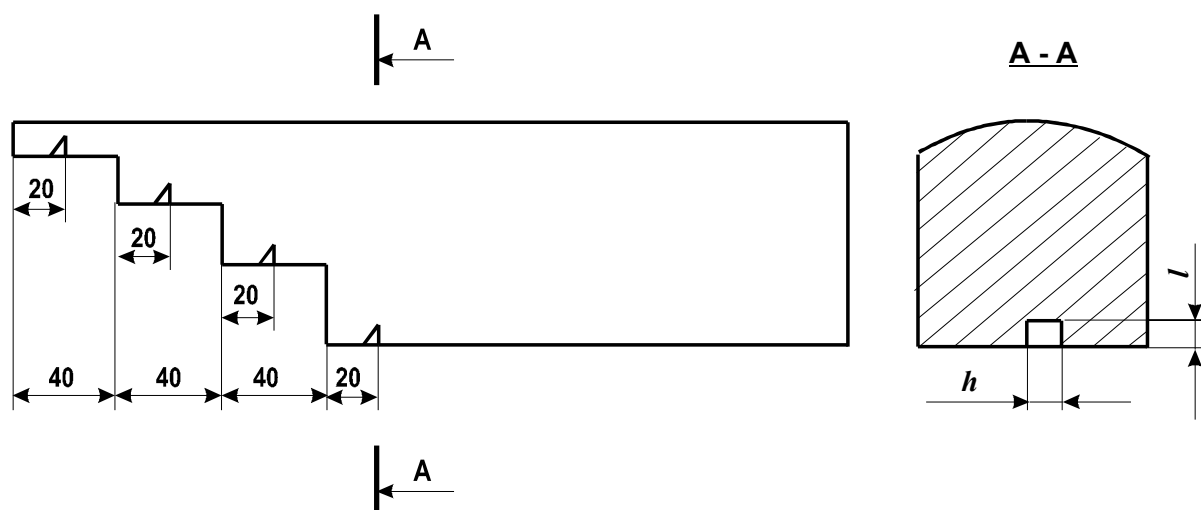


Рисунок 5.22

ТЕСТ-ОБРАЗЕЦ ДЛЯ НАСТРОЙКИ ВРЧ

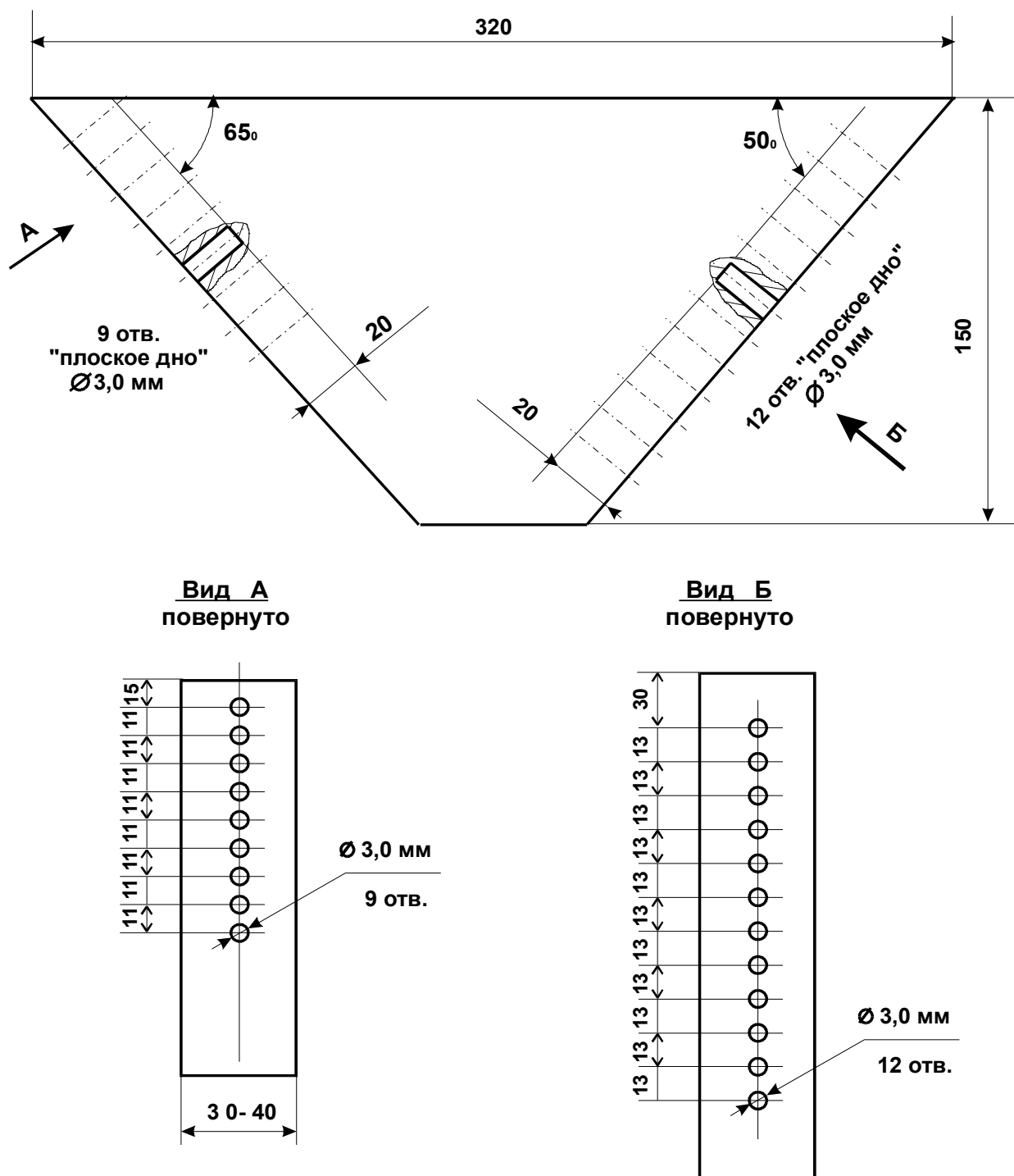


Рисунок 5.23

5.10.5 Исходная позиция перед настройкой чувствительности - это наличие дефектоскопа с подключенным наклонным ПЭП и СОПы с отражателями, расположенными на разных глубинах, от каждого из которых можно получить устойчивый эхосигнал с амплитудой, превышающей уровень шумов не менее, чем на 6 дБ (см. примечание 2 к п. 3.5.5).

5.10.6 Настройте скорость развёртки таким образом (п. 5.8), чтобы между импульсом от дальнего отражателя (ДО) и концом развёртки оставалось не более 0,1 горизонтальной оси.

5.10.7 Приложите ПЭП к образцу с ближним отражателем (БО) и найдите от него максимальный эхосигнал, после чего зафиксируйте положение преобразователя.

5.10.8 Клавишами **LEVEL** установите амплитуду импульса на середину экрана – 50%

5.10.9 Для входа в область пиктограмм нажмите  **PANEL**. Кнопками **RANGE** выберите первую справа пиктограмму. Если это будет не , нажмите  **ENTER** 1-2 раза, пока не появится .

5.10.10 Нажмите  **MENU**. Появится режим «НАСТРОЙКА ВРЧ», пиктограмма  изменится на  (Рисунок 5.24).

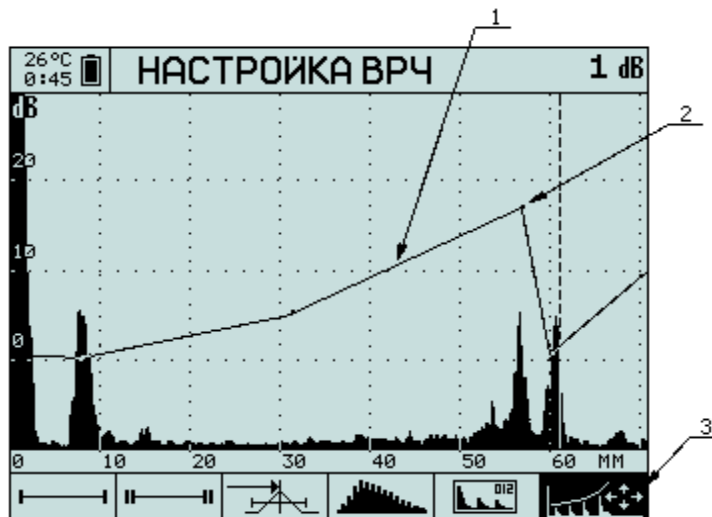


Рисунок 5.24 – Экран прибора при настройке ВРЧ

(1 – кривая ВРЧ ; 2 – узловые точки ВРЧ ; 3 – активная пиктограмма)

5.10.11 Кнопками **PARAM** совместите пунктирный курсор с вершиной импульса. Нажмите  **ENTER**. На кривой ВРЧ в месте пересечения этой кривой и вертикального курсора появится точка. Эта точка соответствует импульсу от ближнего отражателя.

5.10.12 Приложите ПЭП к образцу со следующим по глубине отражателем и найдите от него максимальный эхосигнал, после чего зафиксируйте положение преобразователя.

5.10.13 Кнопками **PARAM** совместите пунктирный курсор с вершиной второго импульса. Нажмите  **ENTER**. На кривой ВРЧ в месте пересечения этой кривой и пунктирного курсора появится точка. Кнопками **LEVEL** поднимите (опустите) вершину второго импульса до середины экрана.

5.10.14 Повторите операции п. 5.10.11 и 5.10.13 с оставшимися отражателями в порядке возрастания их глубины.

5.10.15 Проверьте сделанные настройки – импульсы от всех отражателей, используемых в настройке ВРЧ, должны достигать середины экрана. Если это не так, то кнопками **RANGE** совместите пунктирный курсор с вершиной импульса, ранее использованного в формировании ВРЧ. Далее кнопками **LEVEL** добейтесь равенства высоты импульса середины экрана.

5.10.16 При необходимости можно удалить точки на кривой ВРЧ. Для этого нужно кнопками **RANGE** переместить пунктирный курсор в выбранную точку и нажать **ENTER**. Точка будет удалена.

5.10.17 По завершении настроек для выхода в режим измерений нажмите **MENU**. Для выхода из пиктограмм нажмите **PANEL**. Настройка завершена.

5.11 Настройка чувствительности по АРД-диаграммам

Практически во всех методиках, где используются наклонные ПЭП, допускается проводить настройку чувствительности по АРД-диаграммам. Это позволяет сократить количество СОПов до одного, или же вообще обойтись без них, если в качестве опорного использовать отражатель в самом изделии.

АРД-диаграмма (амплитуда-расстояние-диаметр) это графическое представление зависимости амплитуды отражённого или прошедшего сигнала от глубины залегания искусственной несплошности с учётом её характеристического размера.

В дефектоскопе А1212 имеется опция построения АРД-диаграмм совмещённых преобразователей, использующая модернизированный алгоритм системы «АРД-универсал».

Построение АРД-диаграммы осуществляется следующим образом.

5.11.1 Проведите установочные настройки в соответствии с п. 5.1. Обратите внимание на п. 5.1.2.2, в котором параметру «ОПОРНЫЙ УРОВЕНЬ, дБ» присвоено значение «ВЫКЛ». Это является необходимым условием выполнения следующего пункта.

5.11.2 Настройте глубиномер дефектоскопа. Измерьте амплитуду сигнала от цилиндрического отверстия в СО V2M. Причём, если угол ввода $\alpha \leq 62^\circ$, сканируйте ПЭП по большей грани V2M, как показано на Рисунок 5.25. Если $\alpha > 62^\circ$, сканируйте ПЭП по противоположной грани. Запишите значение амплитуды. Это значение будет введено в список исходных данных в позицию «опорный сигнал на V2».



Рисунок 5.25



Примечание: Определение амплитуды сигнала от цилиндрического отверстия можно делать в режиме накопления огибающей. Для этого аналогично п.5.1.3 пиктограмму  «залитый импульс детектированного сигнала» надо заменить на пиктограмму  «накопление (запоминание) огибающей». В этом случае будут отображаться амплитуда и координаты максимального накопленного эхосигнала в пределах строба.

5.11.3 В режиме измерений (ПОИСК, ОБЗОР или ЛУПА) войдите в область пиктограмм, нажав  **PANEL**. Кнопками **RANGE** выберите первую справа пиктограмму. Если это будет не , нажмите  **ENTER** 1-2 раза, пока не появится . Для выхода из пиктограмм нажмите  **PANEL**.

5.11.4 Нажмите  **MENU** для входа в режим «МЕНЮ». Кнопками **RANGE** выберите первую справа пиктограмму .

5.11.5 Будут показаны следующие параметры:

- **ДИАМЕТР ПЭ, ММ** – диаметр пьезоэлемента преобразователя. Если пьезоэлемент не круглый, то вычисляется его площадь, а затем – приведенный диаметр по формуле

$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}},$$

- значение которого вводится в данный пункт меню;
- **ЭКВ. ПЛОЩАДЬ, КВ. ММ** – эквивалентная площадь плоскодонного отверстия, соответствует сплошной линии АРД-диаграммы;

- **ОПОРНЫЙ СИГНАЛ НА V2** – амплитуда опорного сигнала на образце V2M, дБ (п. 5.11.2);

- **ЗАТУХАНИЕ, дБ/М** – значение коэффициента затухания в контролируемом материале, единица измерения дБ/М;

- **АРД ПОИСК, дБ** – число децибел, определяющее положение пунктирной линии, по форме повторяющей линию АРД-диаграммы, но смещённую по вертикальной оси вниз относительно линии АРД-диаграммы на указанное число децибел.

Кнопками **LEVEL** выберите изменяемый параметр, и кнопками **PARAM** измените его до нужного значения.

5.11.6 Если на месте АРД-диаграммы возникает надпись «РАСЧЕТ АРД НЕВОЗМОЖЕН ИЗМЕНИТЕ ПАРАМЕТРЫ», то это означает, что расчет АРД-диаграммы невозможен вследствие несовместимости задаваемых параметров. Например, при диаметре пьезоэлемента преобразователя 12 мм, угле ввода 50° и эквивалентной площади плоскодонного отверстия 0,4 мм².

5.11.7 Нажмите  **MENU** для выхода из режима «МЕНЮ». Кнопками **RANGE** настройте развёртку, чтобы все сигналы от предполагаемых отражателей находились в пределах экрана. Войдите в область пиктограмм, нажав  **PANEL**.

5.11.8 Кнопками **RANGE** выберите пиктограмму . Нажмите  **MENU** и настройте строб так, чтобы в пределах строба находились импульсы только от предполагаемых дефектов. Строб желательно опустить ниже линии АРД. Глубина и эквивалентная площадь несплошности измеряется только в диапазоне глубин, определяемых стробом. Нажмите  **MENU** для выхода из настройки строба.

5.11.9 Фиксация несплошностей в режиме АРД также возможна в пределах второго строба. Для этого нужно выбрать пиктограмму , нажать  **ENTER** для активизации 2 строба. Вместо пиктограммы  появится . Настройка 2 строба осуществляется аналогично п.5.11.8.

5.11.10 При пересечении импульсом пунктирной линии в пределах строба будут индицироваться следующие параметры импульса (Рисунок 5.26 сверху вниз):

- 1 - сигнал, дБ – превышение (при отрицательном значении – недостижение) амплитуды импульса линии АРД на глубине отражателя, выраженное в дБ; если максимум импульса совпадёт с линией АРД, то этот параметр будет равен нулю;
- 2 - экв. площадь, мм² – эквивалентная площадь отражателя;
- 3 - аттенюатор, дБ – значение аттенюатора;
- 4 - путь, отступ, и глубина, мм – путь, отступ, и глубина отражателя (несплошности).

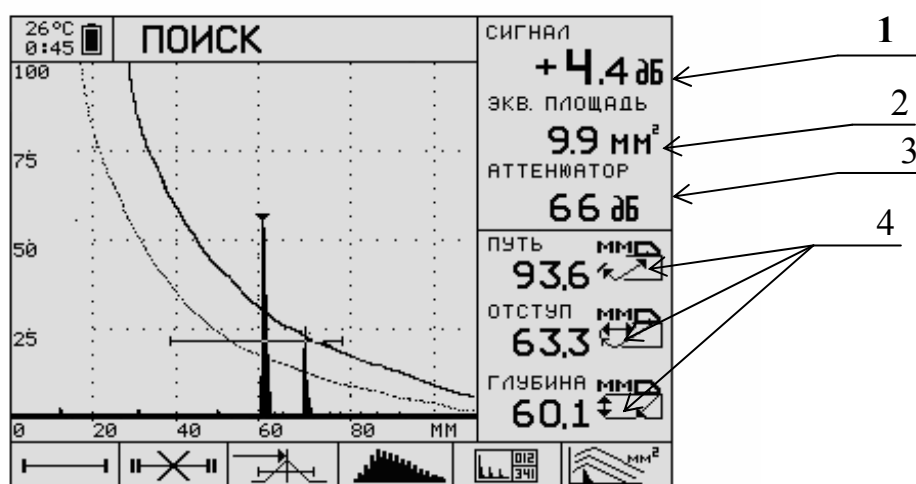


Рисунок 5.26

Настройка завершена.

5.12 Настройка чувствительности по зарубкам

Настройка чувствительности по зарубкам нашла широкое применение в отечественной практике при контроле тонкостенных сварных соединений (в разных методиках максимальная толщина составляет от 12 до 40 мм). Удобство использования зарубок заключается, с одной стороны, в технологичности изготовления их на тонких пластинах, как плоских, так и с криволинейной поверхностью, а с другой – в схожести их с наиболее опасными несплошностями – трещинами, выходящими на поверхность. По отражательной способности

зарубка аналогична плоскодонному отверстию, эквивалентная площадь $S_{экв}$ зарубки определяется, согласно ГОСТ 14782-86, по формуле

$$S_{экв} = N \times S_{зар},$$

где $S_{зар}$ – площадь зарубки, а коэффициент пересчета N определяется по графику (Рисунок 5.27).

Следовательно, линией равной чувствительности к зарубке площадью $S_{зар}$ является линия АРД, построенная для эквивалентной площади $S_{экв}$, рассчитанной по вышеприведенной формуле.

Однако на практике линия АРД может не совпадать с амплитудой эхосигнала от зарубки по нескольким причинам. Во-первых, из-за неточности изготовления зарубки (по размерам и углу с поверхностью), во-вторых, из-за кривизны наружной и внутренней поверхностей. Кроме этого возможно влияние затухания ультразвука на высоких частотах (более 4 МГц). Поэтому нижеприведенный алгоритм предусматривает введение коррекции ΔA в линии АРД, учитывающей вышеназванные факторы.

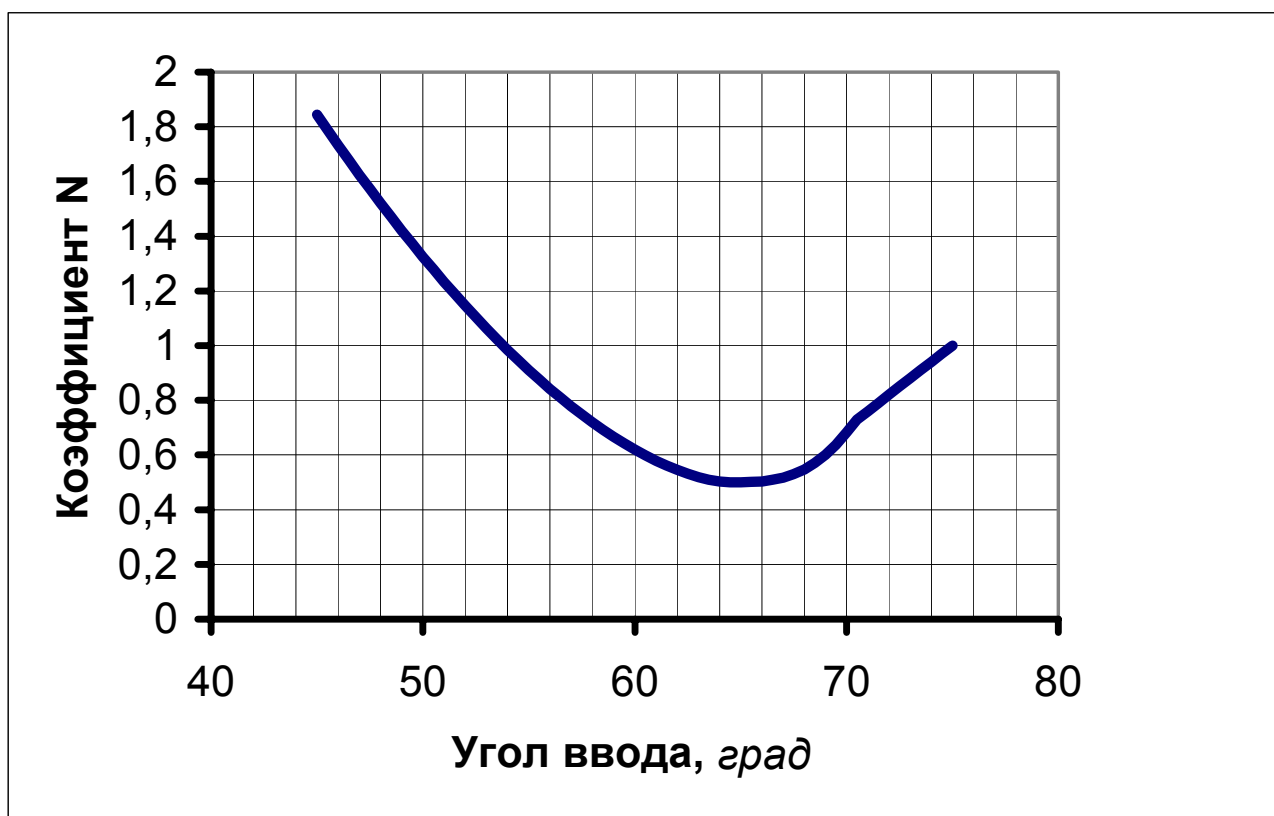


Рисунок 5.27

5.12.1 Возьмите образец с зарубками, как показано на Рисунок 5.19. Используя тарировочную кривую (Рисунок 5.27) найдите эквивалентную площадь плоскодонного отверстия, соответствующую зарубке.

5.12.2 В соответствии с п. 5.11 постройте АРД-диаграмму для эквивалентной площади, определенной в предыдущем пункте.

5.12.3 Поставьте ПЭП на образец с зарубками, и настройте скорость развёртки (п. 5.9) таким образом, чтобы эхосигналы от обеих зарубок были видны на экране дефектоскопа.

5.12.4 Получите максимальный эхосигнал от нижней зарубки. Зафиксируйте разницу между амплитудой эхосигнала от зарубки и линией АРД ΔA (п. 5.11.10 - 1).

5.12.5 В соответствии с п. 5.11.4 и 5.11.5 в качестве параметра «ОПОРНЫЙ СИГНАЛ НА V2» введите $A_I = A_0 + \Delta A$, где A_0 - ОПОРНЫЙ СИГНАЛ НА V2М, введенный ранее; ΔA берётся с учётом знака. Вновь построенная кривая АРД приблизится к максимуму эхосигнала от нижней зарубки.

Если контроль предполагается вести только прямым лучом, то этим пунктом завершается настройка чувствительности. Если контроль предполагается вести только отраженным лучом, то в п. 5.12.4 следует использовать эхосигнал от верхней зарубки.

Если контроль предполагается вести одновременно прямым и отраженным лучом, то следует перейти к пункту 5.12.6.

5.12.6 Нажмите  MENU для входа в режим измерений. Получите максимальный сигнал от нижней зарубки и зафиксируйте положение преобразователя. Нажмите  MENU для входа в режим настройки. В списке параметров п. 5.11.5 выберите параметр «ЗАТУХАНИЕ, дБ/М» и постарайтесь ввести такое число, чтобы максимум эхосигнала приблизился (в идеале совпадал) к линии АРД. При этом, если изначально линия АРД выше максимума эхосигнала, то вводимое число должно быть больше первоначального и наоборот.

5.12.7 Получите максимальный эхосигнал от нижней зарубки. Если разница между амплитудой эхосигнала от зарубки и линией АРД по модулю превышает допустимую, то перейдите к выполнению пунктов 5.12.4 - 5.12.6. Если не превышает, то настройка считается выполненной.

Настройка завершена.

5.13 Определение мертвой зоны и разрешающей способности

5.13.1 Определение мертвой зоны наклонного ПЭП осуществляется согласно ГОСТ 14782-86 на СО-2 (Рисунок 5.6). На этом образце имеются два отверстия $\varnothing 2$ мм на глубине 3 и 8 мм. По факту выявляемости этих отверстий по "критерию 6 дБ" (т.е. должно быть превышение эхосигнала над уровнем шумов не менее чем на 6 дБ) оценивают размер $l_{м.з.}$ мертвой зоны, принимающей три значения:

- 1) $l_{м.з.} < 3$,
- 2) $3 \leq l_{м.з.} \leq 8$,
- 3) $l_{м.з.} > 8$

5.13.2 Рекомендации ГОСТ 14782-86 не совсем удобны для практической дефектоскопии, т.к. во всех отечественных НТД выявляемость несплошностей оценивается в терминах площадей торцов плоскодонных отверстий или вертикальных граней зарубок. Боковые цилиндрические отверстия используются для эталонирования чувствительности только в коде ASME (США). Поэтому мертвую зону конкретного ПЭП определяют как наименьшую глубину расположения отражателя минимально фиксируемого размера, который выявляется по "критерию 6 дБ". Это удобно сделать по образцу на Рисунок 5.23 или же по АРД-кривой аналогично тому, как это показано для прямого ПЭП (см. п. 3.7).

5.13.3 Требования отечественных НТД относительно разрешающей способности наклонных ПЭП ограничиваются лучевой разрешающей способностью (см., например, ОСТ 26-2044-83), которая определяется на СО-1 (ГОСТ 14782-86) по отражениям от поверхностей концентрических цилиндрических отверстий.

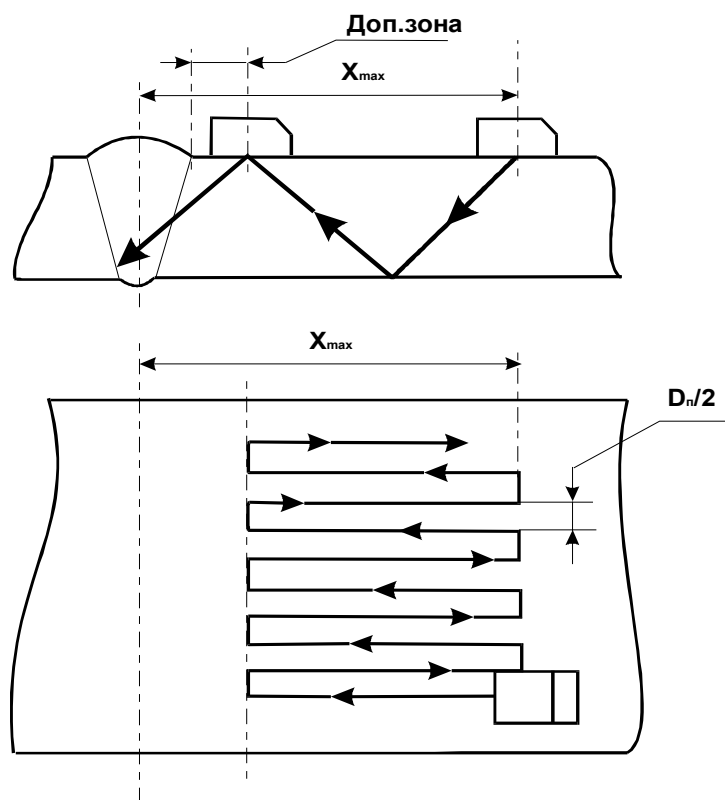
5.14 Проведение контроля (поиск дефектов)

5.14.1 Контроль проводят контактным способом, перемещая преобразователь по поверхности изделия вручную.

5.14.2 Контроль сварных соединений проводят путем сканирования (перемещения) наклонного ПЭП по поверхности сваренных элементов в направлениях и в пределах зон, определяемых номинальной толщиной сваренных элементов и ориентацией предполагаемой несплошности.

5.14.3 Сканирование с целью обнаружения компактных (непротяженных) объемных несплошностей, ориентированных вдоль шва, проводят путем возвратно-поступательного перемещения ПЭП в направлении поперек шва от шва и к шву с последовательным смещением вдоль периметра шва на шаг, не превышающий половину диаметра (ширины) пьезоэлемента ПЭП, как показано на Рисунок 5.28.

СХЕМА СКАНИРОВАНИЯ СХЕМА ПОПЕРЕЧНОГО СКАНИРОВАНИЯ



D_n - диаметр (ширина) пьезоэлемента
Доп. зона - околошовная зона основного металла,
дефекты в которой оцениваются по нормам для швов.

Рисунок 5.28

Максимальное удаление ПЭП от оси шва $X_{\max}$ определяют по соответствующему СОП или расчетным путем, исходя из максимально удаленной от ПЭП возможной несплошности.

Поперечное сканирование (см. Рисунок 5.28) выполняют последовательным перемещением ПЭП от точки максимального расчетного удаления от шва к шву и обратно. Каждое перемещение выполняется трижды: 1 раз при положении ПЭП перпендикулярно шву и 2 раза - с поворотом соответственно влево и вправо на 10 -15 градусов при тщательном соблюдении шага сканирования.

5.14.4 В процессе сканирования необходимо следить за наличием контактной смазки и сохранением акустического контакта за счет постоянного усилия прижатия ПЭП к поверхности изделия. Для криволинейных поверхностей сканирования рекомендуется применение насадок на ПЭП, стабилизирующих положение преобразователя на изделии.

5.14.5 Скорость линейного перемещения ПЭП при сканировании не должна превышать 100 мм/сек.

5.15 Обнаружение несплошностей и измерение их характеристик

5.15.1 Проведение контроля имеет своей целью обнаружение дефектов. Для этого должны быть выполнены:

- настройка скорости развертки и глубиномера;
- настройка чувствительности;
- поиск дефектов посредством сканирования преобразователем по ОК,
- измерение характеристик обнаруженных несплошностей,
- сравнение характеристик несплошностей с нормативными и выдача заключения о годности ОК.

5.15.2 Дефектоскоп А1212 МАСТЕР и А1214 ЭКСПЕРТ, в отличие от других дефектоскопов общего назначения, имеет дополнительные функции, позволяющие уменьшить вероятность пропуска дефектов и упростить измерение характеристик несплошностей – это:

- установка толщины объекта контроля,
- накопление (запоминание) огибающей,
- построение АРД.

Ниже излагаются процедуры, обеспечивающие обнаружение дефектов и измерение их характеристик с учетом дополнительных возможностей дефектоскопа.

5.15.3 Установка толщины сварного соединения позволяет дефектоскописту отсчитывать реальное значение глубины залегания несплошности независимо от того, каким лучом (прямым, отраженным однократно, двукратно и т.д.) фиксируется дефект. Для включения этой функции выполните следующие процедуры:

5.15.3.1 Войдите в режим настройки. Кнопками **RANGE** выберите пиктограмму , кнопками **LEVEL** выберите параметр «ТОЛЩИНА, ММ». Если справа от параметра будет индицироваться «ВЫКЛ», нажмите  **ENTER**. Вместо «ВЫКЛ» будет индицироваться число, которое означает, что функция

установки толщины объекта контроля включена. Кнопками **PARAM** установите номинальное значение толщины сварного соединения.

Установка толщины сварного соединения выполнена.

5.15.4 Осуществляя поиск дефектов в соответствии с п. 5.14, иногда удобно использовать функцию «накопление (запоминание) огибающей». Работая в режиме накопления огибающей, оператор при появлении импульса, превышающего уровень фиксации (п. 3.7.5 примечание 2 и п. 5.10), имеет возможность вернуться к тому месту, в котором появился импульс. Это повышает надежность контроля, т.к. позволяет избежать пропуска дефектов по субъективным причинам. Чтобы включить эту функцию, выполните следующие процедуры:

5.15.4.1 Войдите в режим измерений. Нажмите  **PANEL** для входа в пиктограммы. Кнопками **RANGE** выберите третью слева пиктограмму, кнопкой  **ENTER** измените выбранную пиктограмму на . Нажмите  **PANEL** для выхода из пиктограмм. Теперь дефектоскоп работает в режиме накопления огибающей. Для сброса накопившейся информации нажмите **INFO** или **LEVEL**.

5.15.5 При использовании АРД-диаграмм для поиска несплошностей следует построить две кривые: сплошную – на уровне фиксации, пунктирную – на поисковом уровне, обычно отстоящую от сплошной вниз на 6 дБ. В процессе поиска дефектов оператор следит за тем, чтобы появляющиеся на экране дефектоскопа импульсы не превышали нижнюю кривую (поисковый уровень). Если какой-либо импульс превысит поисковый уровень, оператор меняет схему сканирования для поиска максимальной амплитуды импульса. В случае достижения импульса сплошной кривой (уровня фиксации) несплошность фиксируется, с ней производят необходимые манипуляции в соответствии с применяемой методикой. В противном случае продолжают сканирование в режиме поиска дефектов.

5.15.6 При обнаружении несплошности, в зависимости от требований НТД, измеряют следующие характеристики:

- амплитуду или эквивалентный размер;
- координаты несплошности;
- условную протяженность;

5.15.7 Измерения амплитуды производят относительно либо уровня фиксации, либо браковочного уровня. На это и ориентирован дефектоскоп, т.к. в режиме АРД амплитуда измеряется относительно сплошной линии АРД, которая может соответствовать либо уровню фиксации, либо браковочному уровню. Так, если в качестве параметра «ЭКВ. ПЛОЩАДЬ, КВ. ММ» задать эквивалентную площадь несплошности, соответствующую не уровню фиксации, как в п.5.15.5, а браковочному уровню, то и измерение амплитуды будет осуществляться относительно браковочного уровня.

5.15.8 Измерение производится следующим образом.

5.15.8.1 При пересечении импульса пунктирной кривой фиксируются следующие параметры:

- сигнал, дБ – превышение (при отрицательном значении – недостижение) амплитуды импульса сплошной линии АРД на глубине

отражателя, выраженное в дБ; если максимум импульса совпадёт со сплошной линией АРД, то этот параметр будет равен нулю;

- экв. площадь, мм^2 – эквивалентная площадь отражателя;
- аттенюатор, дБ – значение аттенюатора;
- путь, отступ, и глубина, мм – путь, отступ, и глубина отражателя (несплошности).

5.15.9 Координату L вдоль шва фиксируют от выбранного начала отсчета, в качестве которого обычно выступает клеймо (Рисунок 5.29).

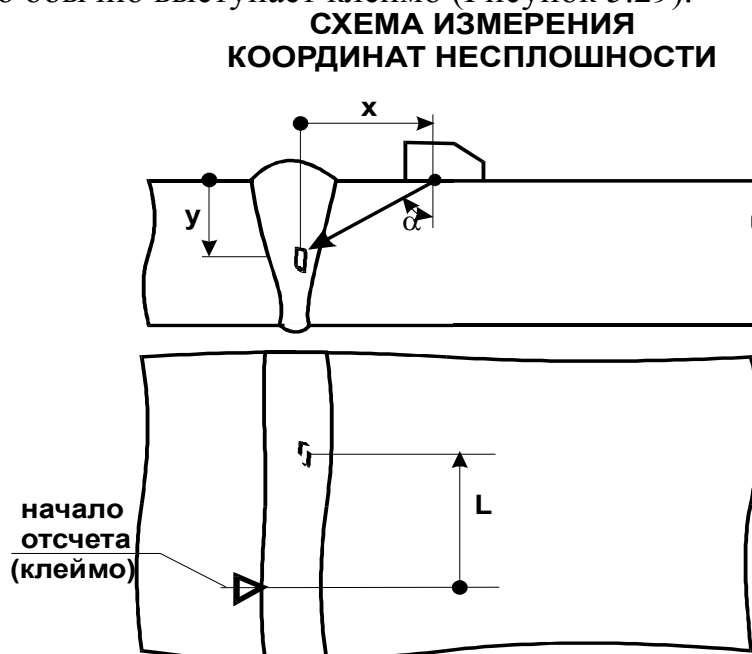
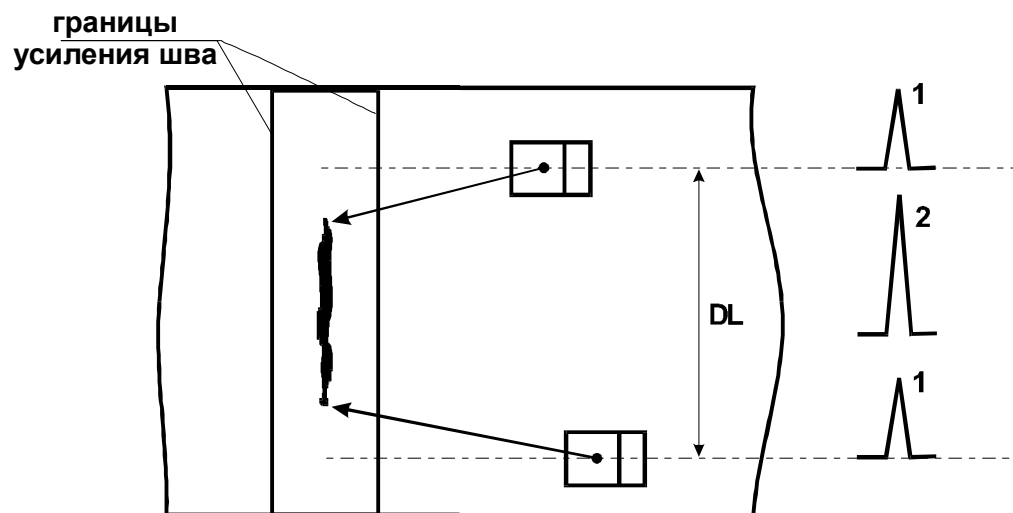


Рисунок 5.29

5.15.10 Условную протяженность ΔL измеряют как расстояние между крайними положениями ПЭП при перемещении его вдоль оси шва (Рисунок 5.30). Крайними положениями преобразователя считают те, при которых амплитуда уменьшается до определенного граничного уровня, определяемого НТД. Этот уровень может быть контрольным (уровнем фиксации), поисковым, на 6 дБ ниже максимальной амплитуды от несплошности и т.д. В любом случае этот уровень необходимо выставить таким, чтобы он совпадал с линией АРД (как это сделать – см. п. 5.11.5). Тогда крайними положениями ПЭП при измерении условной протяженности будут такие, при которых вершина импульса эхосигнала совпадет с линией АРД.

СХЕМА ИЗМЕРЕНИЯ УСЛОВНОЙ ПРОТЯЖЕННОСТИ



1 - граничный уровень
2 - максимальная амплитуда сигнала

Рисунок 5.30

6 Особенности контроля сварных соединений различных конструкций

6.1 Стыковые соединения без подкладных колец

6.1.1 Контроль проводится прямым и однократно отраженным лучом с двух сторон шва с наружной стороны изделия (рис. 6.1).

СХЕМЫ ПРОЗВУЧИВАНИЯ СТЫКОВЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ПРОДОЛЬНЫЕ ДЕФЕКТЫ

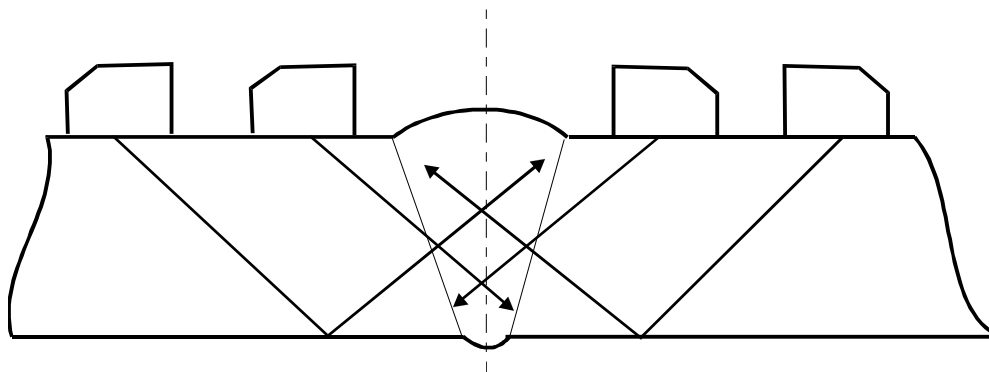


Рисунок 6.1

По внутренней поверхности допускается контролировать стыковые сварные соединения с внутренним диаметром изделия не менее 1200 мм. Для меньших диаметров необходима специальная методика.

Поиск дефектов осуществляется посредством сканирования, т. е. перемещения преобразователя по поверхности шва (при отсутствии усиления) и околошовной зоны (во всех случаях). Параметры сканирования определяются в том числе и исходя из требования, чтобы ультразвуковой луч пересекал всю контролируемую область (напр. шов и околошовную зону). В зависимости от угла ввода и от того, каким лучом (прямым или отраженным) ведётся контроль, рассчитывают зону зачистки и максимальное удаление ПЭП от оси шва. Если в силу конструктивных особенностей изделия контроль в полном объеме невозможен, то любое отступление, связанное, в частности, с уменьшением объема прозвучивания (например, с одной стороны шва) или с изменением схемы прозвучивания (например, введения контроля двукратно отраженным лучом), должно быть оговорено в ТУ, КД или НТД.

6.1.2 Признаком обнаружения дефектов является появление на экране дефектоскопа импульса эхосигнала в зоне контроля, превышающего уровень АРД-кривой, настроенной на выявление минимально фиксируемого дефекта (т.е. на уровень фиксации). Если дефектоскоп работает в режиме ВРЧ, то — превышение импульсом середины экрана.

6.1.3 При появлении эхосигналов в зоне контроля необходимо убедиться, что они не являются ложными (или мешающими). Причинами появления ложных сигналов могут быть:

- неровности поверхности сварного соединения;
- неровности поверхности изделия в околошовной зоне;
- избыток контактной среды;
- двугранный угол призмы ПЭП (при малой стреле ПЭП);

- износ призмы ПЭП и появление поверхностной волны;
- наличие валика усиления или провисания в корне шва (при V-образной разделке);
- смещение кромок из-за различной толщины или из-за несоосности свариваемых элементов.

6.1.4 Чтобы отличить ложные эхосигналы от эхосигналов от несплошностей, необходимо достаточно точно настроить глубиномер (с погрешностью не более 0,2 мм).

На рис. 6.2 показана схема обнаружения надкорневой несплошности (Д) и провисания (П). На экране дефектоскопа можно выделить три зоны (рис. 6.2в):

а - зона появления эхосигналов от несплошностей в корне шва. Обычно эта зона составляет не более 1 - 1,5 мм,

в- зона появления эхосигналов от несплошностей в верхней части шва. Обычно эта зона составляет 2 - 8 мм,

х - зона возможных совпадений эхосигналов от несплошностей над корнем шва и от провисаний. Эта зона может составлять 1 - 6 мм.

СХЕМЫ ПРОЗВУЧИВАНИЯ СТЫКОВЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ПРОДОЛЬНЫЕ ДЕФЕКТЫ

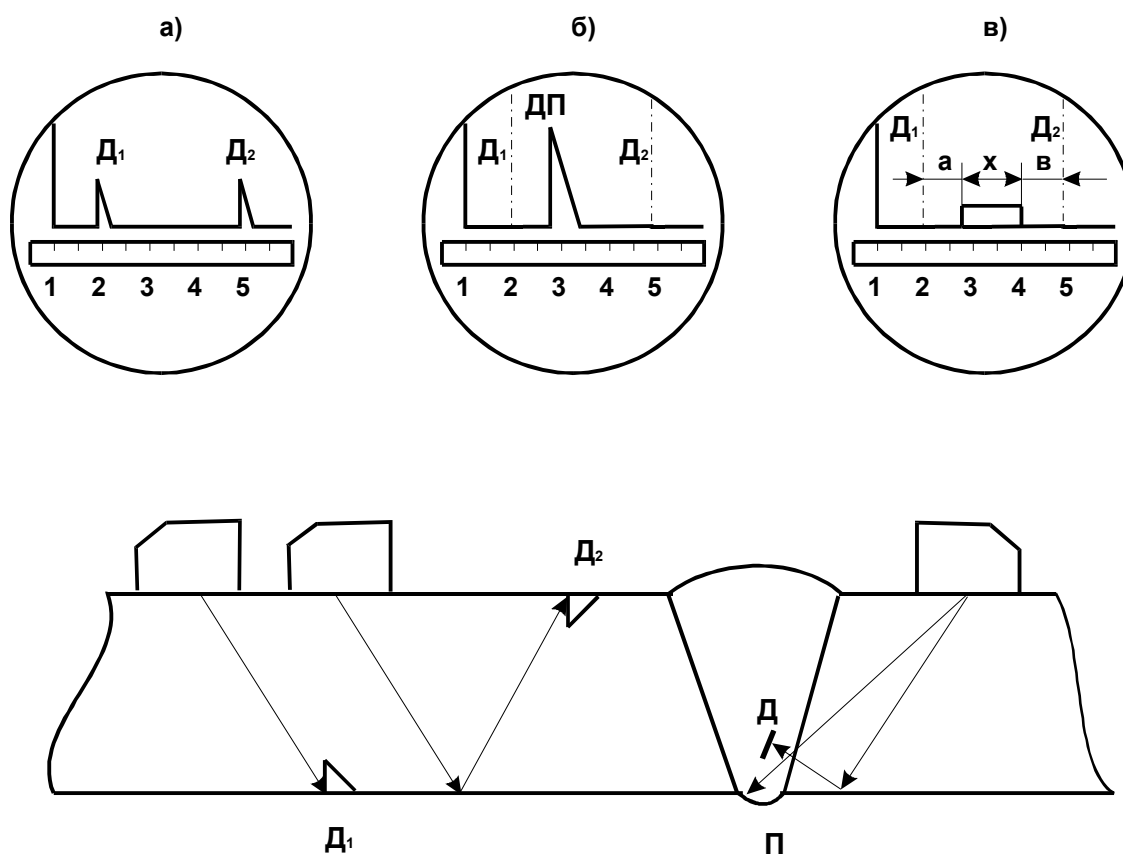


Рисунок 6.2

Основные отличительные признаки провиса от несплошности следующие:

- преобразователь расположен ближе к сварному шву;
- различные амплитуды эхосигналов при прозвучивании шва с обеих сторон.

6.1.5 Смещение кромок стыкуемых элементов отличают от дефектов в корне шва по следующим признакам (рис. 6.3):

- эхосигнал от смещения располагается на экране там же, где и корневые несплошности;
- смещение кромок из-за разной толщины стыковых элементов характеризуется наличием сигнала при прозвучивании только с одной стороны шва по всему периметру или большей части периметра;
- смещение кромок из-за несоосности стыкуемых элементов характеризуется появлением сигналов при прозвучивании с разных сторон шва в диаметрально противоположных точках.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ КРОМОК СТЫКУЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

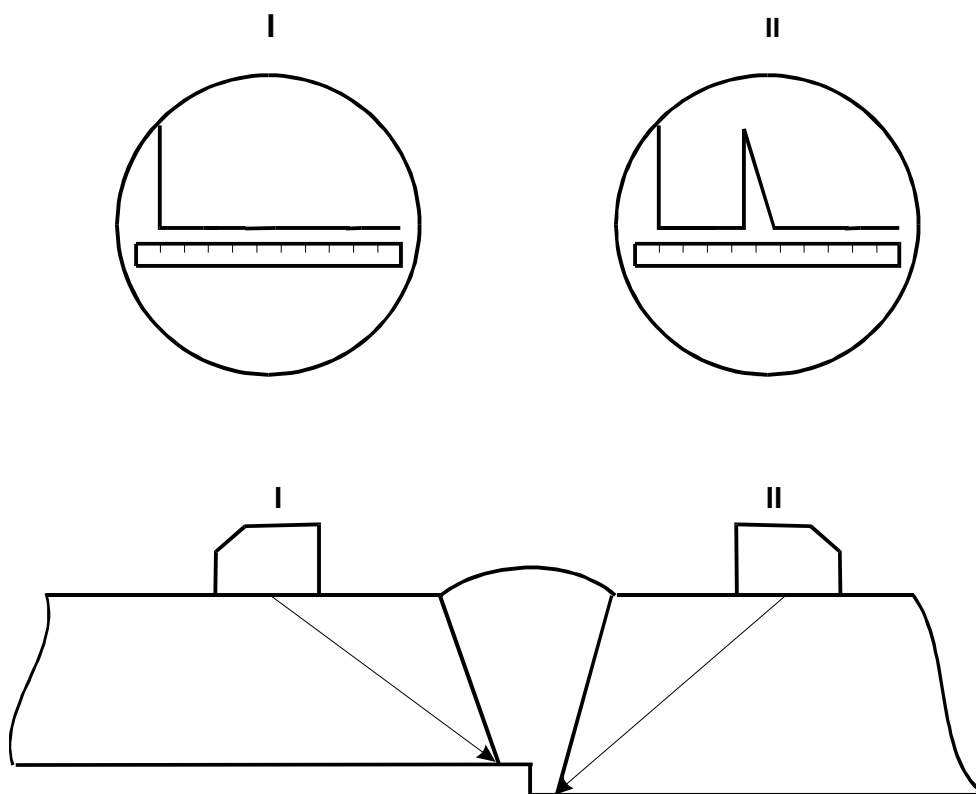


Рисунок 6.3

6.2 Стыковые соединения с подкладными кольцами

6.2.1 Контроль проводится со стороны, противоположной подкладному кольцу, аналогично тому, как это делается для соединений без подкладных колец (п.п. 6.1.1, 6.1.2, рис. 6.1).

6.2.2 Наряду с эхосигналами от дефектов типа пор, шлаковых включений, непроваров и трещин на экране дефектоскопа в зоне контроля могут регистрироваться эхосигналы от подкладного кольца и зазора между подкладным кольцом и основным металлом свариваемого элемента.

6.2.3 Идентификация ложных эхосигналов проводится по измеренным х- и у-координатам несплошности.

На рис. 6.4 приведены схемы обнаружения надкорневой несплошности (Д), а также отражения от подкладного кольца (К) и зазора между подкладным кольцом и основным металлом свариваемого элемента (З).

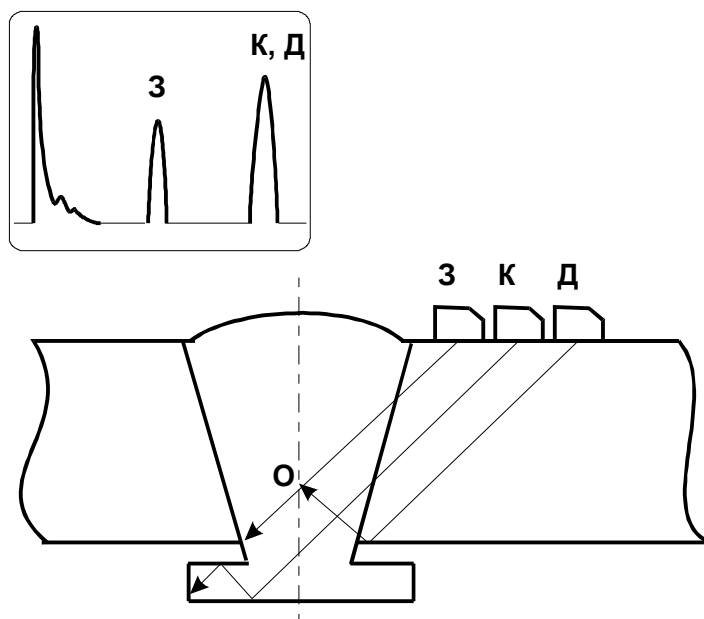


Рисунок 6.4

Импульсы эхосигналов от надкорневой несплошности и подкладного кольца могут совпадать на экране дефектоскопа, однако при этом расположение преобразователей будет различным - ближайшее к границе сплавления положение ПЭП соответствует отражению от подкладного кольца, и х-координата попадает на дальнюю границу сплавления. Также отражение от подкладного кольца обычно не пропадает при перемещении ПЭП вдоль шва.

Отражение от зазора характеризуется тем, что у-координата этого отражателя совпадает с толщиной контролируемого изделия, а горизонтальная координата, как правило, находится чуть далее середины шва.

6.3 Угловые сварные соединения

6.3.1 Контроль угловых сварных соединений может проводиться как по наружной, так и по внутренней поверхности стенок.

Угловые соединения цилиндрических сосудов и днищ контролируют, как правило, по наружной поверхности корпуса (обечайки) (рис. 6.5). ПЭП при этом перемещают вокруг патрубка. В случае недоступности контроля с наружной поверхности допускается проводить контроль по внутренней поверхности корпуса.

СХЕМА КОНТРОЛЯ УГЛОВЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

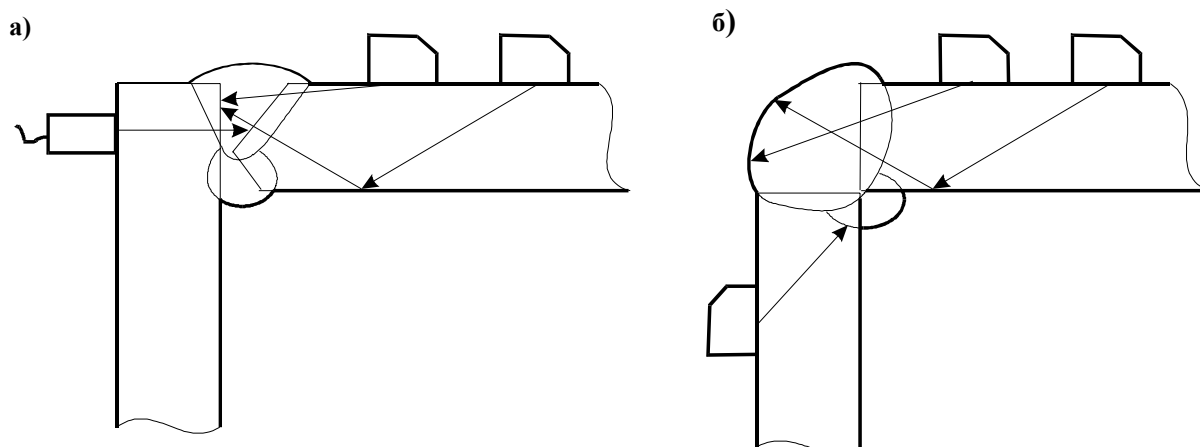


Рисунок 6.5

Контроль по поверхности патрубка (штуцера, люка и т.п.) должен применяться в тех случаях, когда невозможно выполнить контроль по поверхности корпуса из-за конструктивных особенностей сварного соединения.

6.3.2 Схема контроля выбирается в зависимости от расположения возможных дефектов, исходя из условия полного прозвучивания наплавленного металла и условий доступности контроля. Преимущественным должен быть контроль по наружной поверхности углового соединения, причем схему контроля следует выбирать из условия максимального приближения к перпендикулярности падения ультразвука на границу сплавления.

6.3.3 Контроль угловых сварных соединений с плоскими стенками производится прямыми совмещёнными, РС и наклонными ПЭП с углами 40, 50, 65 и 70° (см. рис. 6.5 б).

Контроль проводится в общем случае в два приема: прямым ПЭП со стороны детали без скоса кромки и наклонным ПЭП прямым и отраженным лучом.

6.3.4 При контроле угловых сварных соединений особое внимание следует обращать на корневую зону шва, где наиболее вероятно наличие дефектов типа непроваров.

6.3.5 При контроле угловых сварных соединений цилиндрических (трубных) элементов выбор схемы контроля зависит от соотношения диаметров приваренного патрубка и обечайки (трубы). Типичный пример углового соединения представлен на рис. 6.6 - вварка штуцера в трубу.

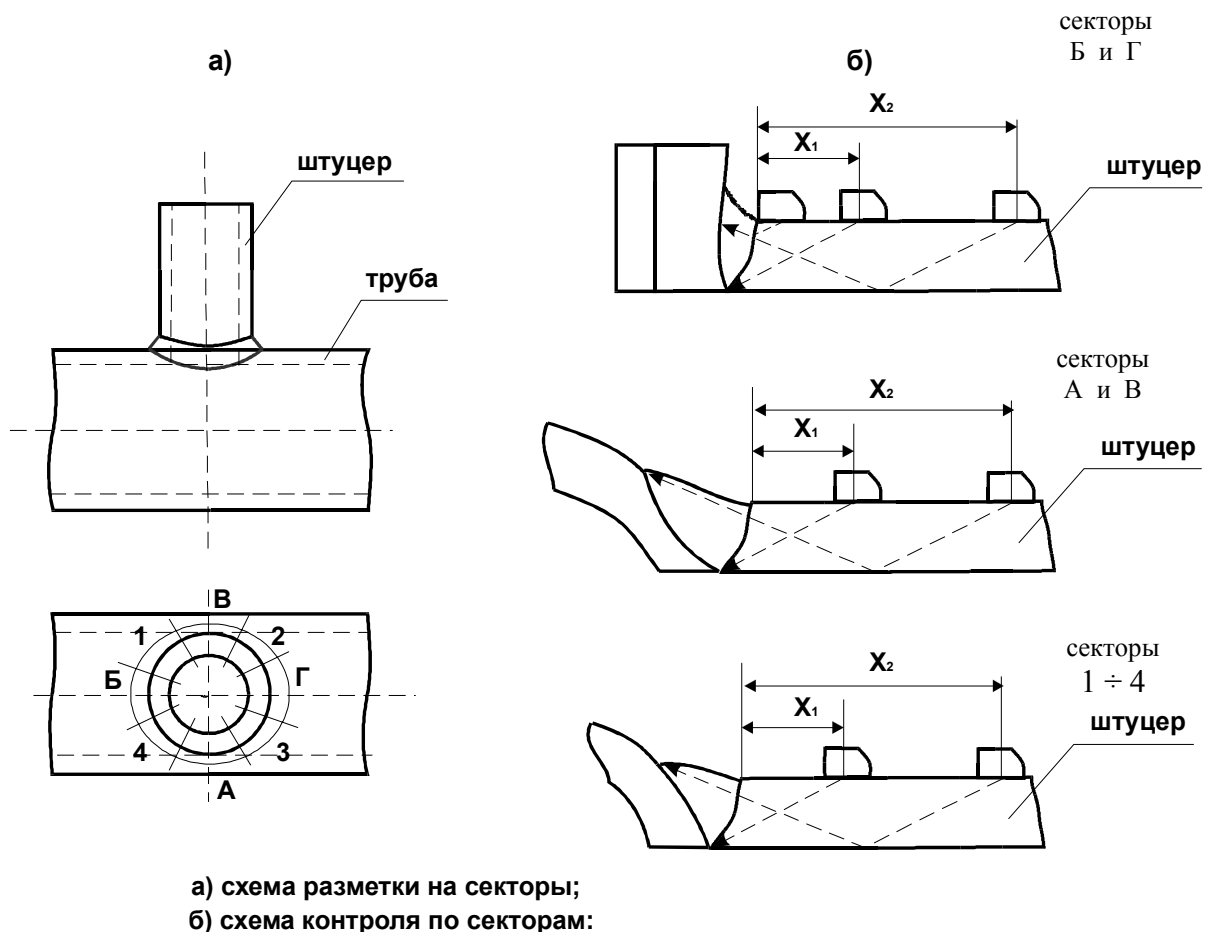


Рисунок 6.6

6.3.6 Особенностью контроля подобных сварных соединений является то, что угол между свариваемыми поверхностями меняется от секторов А,В к секторам Б,Г в сторону увеличения, которое может достигать 30^0 и более (см. рис. 6.6).

Ширина валика усиления также меняется в различных секторах: в секторах А и В она может быть в 1,5 раза больше, чем в секторах Б и Г, поэтому при сканировании следует учитывать, что при попадании прямым лучом в корень и однократно отраженным - в усиление шва - расстояния x_1 и x_2 (рис. 6.6б) по поверхности контролируемого изделия будет неодинаковым в различных секторах шва, и определяются они расчетным путем.

Совпадение измеренных и расчетных значений с точностью ± 5 мм свидетельствует о наличии дефекта в шве.

6.3.7 Угловые сварные соединения, выполненные с конструктивным непроваром считаются недефектоскопичными. При необходимости их контроля должна быть предусмотрена специальная методика.

6.4 Тавровые сварные соединения

6.4.1 Тавровые сварные соединения могут выполняться как из плоских элементов, так и из цилиндрических (например, вварка штуцера в корпус сосуда). Наиболее типичная конструкция шва представлена на рис. 6.7. Обычно корень шва находится в центре привариваемого элемента, поэтому в этом месте наиболее часто встречаются дефекты типа непровара, несплавления.

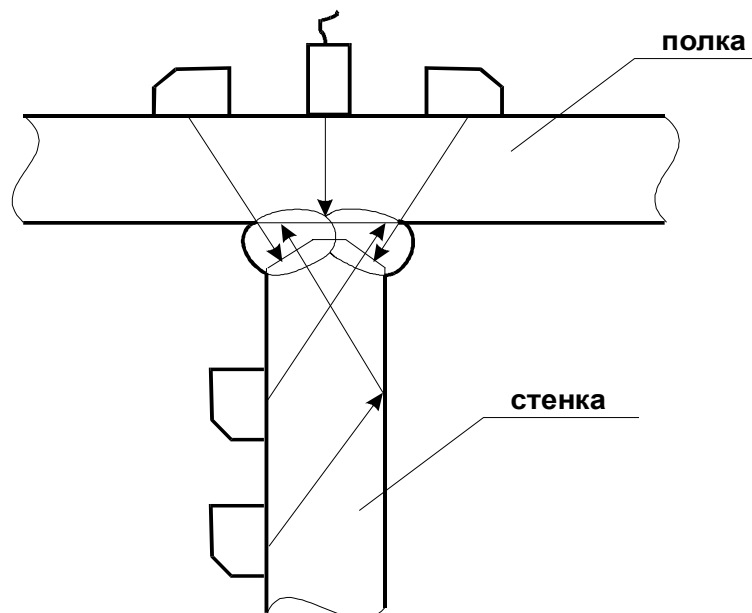


Рисунок 6.7

6.4.2 Схема контроля выбирается из условий доступности контроля и полного прозвучивания наплавленного металла. Предпочтительные схемы контроля показаны на рис. 6.7.

6.4.3 Настройка скорости развертки дефектоскопа может осуществляться как по образцам, так и посредством ширины строба. В последнем случае по схеме просчитываются у-координаты ближайшей ($h_{\min}$) и максимально удаленной ($h_{\max}$) точек, ограничивающих контролируемый объем. Следуя пунктам 5.9.10 и 5.9.11, установите начало строба равным $h_{\min}$, а ширину строба – $(h_{\max} - h_{\min})$.

6.4.4 Чувствительность дефектоскопа настраивается в зависимости от конкретной толщины контролируемого изделия и предельно допустимого размера несплошности для данного типа оборудования, указанного в НТД или КД.

6.4.5 При контроле тавровых соединений плоских элементов с К-образной разделкой и без нее, но с полным проплавлением, прежде всего начинают поиск непровара в корне шва наклонным ПЭП прямым и однократно отраженным лучом, а также прямым совмещенным и РС ПЭП, установленными на наружной поверхности полки (см. рис. 6.7). При отсутствии непровара нижняя часть шва (относительно расположения ПЭП) контролируется прямым лучом, а верхняя - однократно отраженным - при сканировании ПЭП по стенке.

6.4.6 При контроле возможно появление ложных эхосигналов, связанное с особенностями конструкции соединения. Например, эхосигналы могут быть от выступающих углов ввариваемого патрубка, от выпуклой поверхности шва и др. Во всех этих случаях желательна отработка методики на натурных моделях.

6.5 Нахлесточные сварные соединения

6.5.1 Ультразвуковой контроль соединений, сваренных внахлест, проводится обычно со стороны нижнего листа однократно отраженным лучом по совмещенной схеме (рис. 6.8). С верхнего листа контроль может производиться при ограниченном доступе со стороны нижнего листа, а также для уточнения результатов контроля.

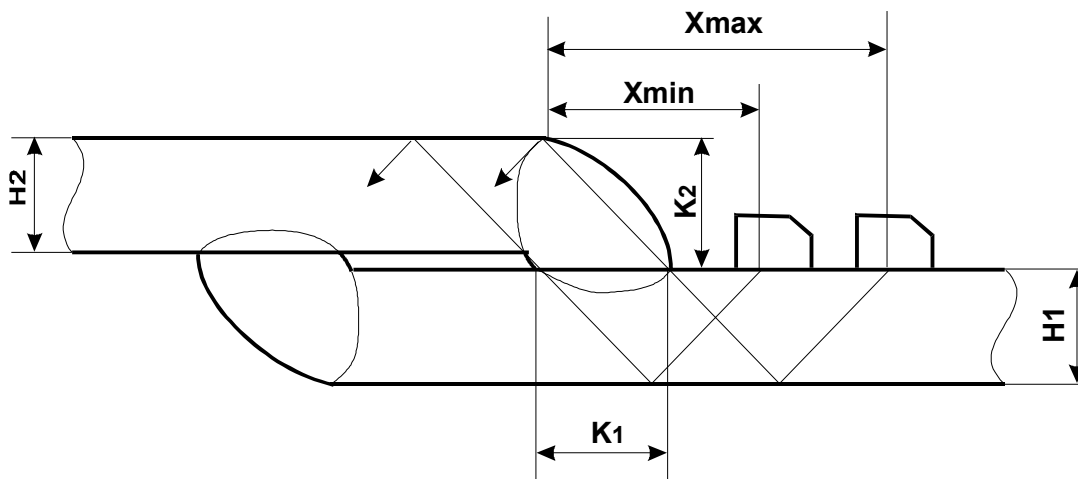


Рисунок 6.8

6.5.2 Контроль выполняется на частотах 2,5 - 5 МГц.

6.5.3 Угол ввода ПЭП выбирается в зависимости от соотношения катетов шва:

$$\begin{aligned} \frac{k_1}{k_2} < 1 & \quad \alpha \approx 40^\circ \\ 1 < \frac{k_1}{k_2} < 1,5 & \quad \alpha \approx 50^\circ \\ \frac{k_1}{k_2} > 1,5 & \quad \alpha \approx 60^\circ \end{aligned}$$

6.5.4 Зона перемещения ПЭП по поверхности контролируемого изделия определяется формулами:

$$\begin{aligned} X_{\min} &= 2H_1 \operatorname{tg} \alpha \\ X_{\max} &= 2H_1 \operatorname{tg} \alpha + K_1 \end{aligned}$$

6.5.5 Границы зоны контроля при контроле с нижнего листа следует установить (п.п. 5.9.10 и 5.9.11)

$$\begin{aligned} h_{\min} &= 2H_1 - (2 \div 3) \text{ мм} \\ h_{\max} &= 2H_1 + H_2 \end{aligned}$$

Для упрощения процесса определения координат несплошности следует работать в режиме фиксированной толщины, выставив в соответствии с п. 5.15.3.1 значение толщины H_1 . В этом случае глубина несплошности будет определяться отсчетом от поверхности сканирования.