

СОГЛАСОВАНО  
Генеральный директор  
ООО «ОТГ»



М.П.

А.С. Зубарев

02

2025 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

ДЕФЕКТОСКОПЫ УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ «VELOGRAPH II»

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-ОТГ-202510

г. Москва  
2025 г.

Содержание

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	4
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	4
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ .....	5
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ .....	5
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ .....	7
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	7
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	7
9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	8
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ .....	8
11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	19
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	20

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на дефектоскопы ультразвуковые «Velograph II» (далее по тексту – дефектоскопы), предназначенные для измерений координат залегания дефектов и толщины изделия, а также для измерений длительности временных интервалов и отношений амплитуд эхо-сигналов, отраженных от дефектов типа нарушения сплошности или однородности материала, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 При определении метрологических характеристик дефектоскопов в рамках проводимой поверки обеспечивается прослеживаемость к ГЭТ 1-2022 «Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени», к ГЭТ 2-2021 «Государственный первичный эталон единицы длины – метра», к ГЭТ 193-2011 «Государственный первичный эталон единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 178 ГГц» в соответствии с локальной поверочной схемой.

1.3 Методика поверки реализуется методом прямых измерений.

1.4 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений длительности временных интервалов, мкс	от 0,2 до 750,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длительности временных интервалов, мкс	$\pm(0,2+0,01 \cdot t^1)$
Диапазон измерений отношения амплитуд сигналов на входе приёмника дефектоскопа, дБ	от 0 до 20
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений отношений амплитуд сигналов на входе приёмника дефектоскопа, дБ - в диапазоне от 0 до 10 дБ включ.; - в диапазоне св. 10 до 20 дБ включ.	$\pm 0,5$ $\pm 1,5$
Диапазон установки коэффициента общего усиления, дБ	от 0 до 60
Допускаемое отклонение установки коэффициента общего усиления, дБ	$\pm 2$
Диапазон измерений глубины залегания дефектов и толщины изделия (по стали) прямым пьезоэлектрическим преобразователем (ПЭП) <sup>2)</sup> , мм	от 4 до 300
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефектов и толщины изделия (по стали) прямым ПЭП, мм	$\pm(0,2+0,01 \cdot X^3)$
Диапазон измерений координат дефектов <sup>2)</sup> (глубины залегания дефекта по стали) с наклонным ПЭП, мм	от 3 до 40
Диапазон измерений координат дефектов <sup>2)</sup> (проекция длины пути по стали) с наклонным ПЭП, мм	от 7 до 100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений координат дефектов для стали наклонным ПЭП, мм: - глубина залегания - проекция длины пути	$\pm(1+0,03 \cdot H^4)$ $\pm(1+0,03 \cdot L^5)$
<sup>1)</sup> Где $t$ - измеренное значение временного интервала, мкс. <sup>2)</sup> Диапазоны измерений глубины залегания дефектов, проекции длины пути и толщины изделий зависят от модели подключенного ПЭП. <sup>3)</sup> Где $X$ - измеренное значение глубины залегания дефектов и толщины изделия, мм. <sup>4)</sup> Где $H$ - измеренное значение глубины залегания дефектов, мм. <sup>5)</sup> Где $L$ - измеренное значение проекции длины пути, мм	



**2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции первичной и периодической поверок

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	-		10
Определение диапазона и отклонения установки коэффициента общего усиления	да	нет	10.1
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений отношения амплитуд сигналов на входе приёмника дефектоскопа	да	да	10.2
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений длительности временных интервалов	да	да	10.3
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефектов и толщины изделия (по стали) прямым ПЭП	да	да	10.4
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений координат дефектов (по стали) наклонным ПЭП	да	да	10.5
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	10.6

2.2 Поверка дефектоскопа прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, а дефектоскоп признается не пригодным к применению.

2.3 Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных измерительных блоков из состава средства измерений, и на меньшем числе поддиапазонов измерений. Проведение поверки для меньшего числа измеряемых величин не допускается. Поверка должна проводиться с ПЭП, входящем в комплект поставки дефектоскопа, на соответствующем диапазоне измерений согласно маркировке подключенного ПЭП.

**3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ**

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °C  $(20 \pm 5)$ ;
- относительная влажность воздуха, %, не более 80;
- напряжение сети переменного тока, В  $230^{+10}_{-30}$ ;
- частота сети переменного тока, Гц  $(50 \pm 1)$ .



#### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на поверяемые дефектоскопы и средства поверки и прошедшие обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений.

4.2 Для проведения поверки достаточно одного поверителя.

#### 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки применяются средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 8.3 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 °С до 25 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С;</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 % до 80 % с погрешностью не более 3 %</p> <p>Средства измерений напряжения питающей сети в диапазоне от 200 до 240 В с относительной погрешностью не более 1 %;</p> <p>Средства измерений частоты питающей сети в диапазоне от 45 до 55 Гц с абсолютной погрешностью не более 0,1 Гц</p>	<p>Приборы комбинированные Testo 608-H1, Testo 608-H2, Testo 610, Testo 622, Testo 623, модификация Testo 622, рег. № 53505-13.</p> <p>Мультиметры цифровые Fluke 175, Fluke 177, Fluke 179, модификация Fluke 177, рег. № 27489-11</p>
п. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	<p>Эталоны единицы скорости распространения ультразвуковых волн, не ниже уровня Рабочего эталона 3-го разряда, по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2842 от 29.12.2018 г. в диапазоне измерения скорости <math>(5900 \pm 133)</math> м/с с абсолютной погрешностью воспроизведения скорости продольной ультразвуковой волны в мере <math>\pm 60</math> м/с и/или средства измерений длины высотой <math>59^{+0,1}</math> мм и диаметром искусственного дефекта <math>6^{+0,3}</math> мм с абсолютной погрешностью не более 0,05 мм</p>	<p>Комплекты мер для дефектоскопии АЗ-НК, мера СО-2 (далее – мера № 2), рег. № 79145-20.</p>



Продолжение таблицы 3

1	2	3
<p>п. 10.1 Определение диапазона и отклонения установки коэффициента общего усиления</p> <p>п. 10.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений отношения амплитуд сигналов на входе приёмника дефектоскопа</p>	<p>Эталоны единицы времени и частоты, не ниже уровня Рабочего эталона 5-го разряда, по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2360 от 26.09.2022 в диапазоне измерений частот генерируемых сигналов синусоидальной формы от 1 до 10 МГц</p> <p>Эталоны единицы ослабления напряжения постоянного тока и электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда согласно государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3383 от 30.12.2019 в диапазоне измерений ослабления напряжения постоянного тока от 0 до 60 дБ</p>	<p>Генераторы сигналов произвольной формы AFG2021, AFG3011C, AFG3021C, FG3022C, AFG3051C, FG3052C, AFG3101C, FG3102C, AFG3251C, FG3252C, модель AFG3022C, рег. № 53102-13.</p> <p>Магазин затуханий М3-50-2, рег. № 5783-76</p>
<p>п. 10.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений длительности временных интервалов</p>	<p>Эталоны единицы времени и частоты, не ниже уровня Рабочего эталона 5-го разряда, по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2360 от 26.09.2022 в диапазоне измерений частот генерируемых сигналов синусоидальной формы от 1 до 10 МГц</p>	<p>Генераторы сигналов произвольной формы AFG2021, AFG3011C, AFG3021C, FG3022C, AFG3051C, FG3052C, AFG3101C, FG3102C, AFG3251C, FG3252C, модель AFG3022C, рег. № 53102-13.</p>
<p>п. 10.4 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефектов и толщины изделия (по стали) прямым ПЭП*</p>	<p>Эталоны единицы скорости распространения ультразвуковых волн, не ниже уровня Рабочего эталона 3-го разряда, по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2842 от 29.12.2018 г. в диапазоне измерения скорости <math>(5900 \pm 133)</math> м/с с абсолютной погрешностью воспроизведения скорости продольной ультразвуковой волны в мере <math>\pm 60</math> м/с и/или средства измерений длины высотой <math>59^{+0,1}</math> мм и диаметром искусственного дефекта <math>6^{+0,3}</math> и <math>2^{+0,25}</math> мм с абсолютной погрешностью не более 0,05 мм</p>	<p>Комплекты мер для дефектоскопии АЗ-НК, мера СО-3Р (далее – мера № 3-Р), рег. № 79145-20</p>



Продолжение таблицы 3

1	2	3
п. 10.5 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений координат дефектов (по стали) наклонным ПЭП**	Эталоны единицы скорости распространения ультразвуковых волн, не ниже уровня Рабочего эталона 3-го разряда, по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2842 от 29.12.2018 г. в диапазоне измерения скорости $(5900 \pm 133)$ м/с с абсолютной погрешностью воспроизведения скорости продольной ультразвуковой волны в мере $\pm 60$ м/с и/или средства измерений длины высотой $59^{-0,1}$ мм и диаметром искусственного дефекта $6^{+0,3}$ и $2^{+0,25}$ мм с абсолютной погрешностью не более 0,05 мм	Комплекты мер для дефектоскопии АЗ-НК, меры СО-2, СО-3, СО-3Р (далее – мера № 2, мера № 3, мера № 3-Р соответственно), рег. № 79145-20
<p>Вспомогательные средства:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Осциллографы цифровые TDS2001C, TDS2002C, TDS2004C, TDS2012C, TDS2014C, TDS2022C, TDS2024C, мод. TDS2012C, рег. № 48471-11. Диапазон измеряемых размахов напряжений импульсных радиосигналов от 10 мВ до 400 В. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений амплитуд сигналов для коэффициентов отклонения от 10 мВ/дел до 5 В/дел - <math>\pm 3\%</math></li> <li>- Осциллографический щуп делитель 1:10 (далее – делитель) из состава осциллографа цифрового TDS1012C</li> <li>- Нагрузка 50 Ом</li> </ul>		
Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		
* Выполняется при наличии в составе дефектоскопа прямого ПЭП.		
** Выполняется при наличии в составе дефектоскопа наклонного ПЭП.		

## 6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При подготовке и проведении поверки должно быть обеспечено соблюдение требований безопасности работы и эксплуатации для оборудования и персонала, проводящего поверку, в соответствии с приведенными требованиями безопасности в нормативно-технической и эксплуатационной документации на поверяемый дефектоскоп и используемые средства поверки.

6.2 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности согласно ГОСТ 12.3.019-80 «Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности».

6.3 При проведении поверки все приборы с электрическим питанием от сети переменного тока должны быть заземлены.

## 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие дефектоскопа следующим требованиям:

- внешний вид дефектоскопа должен соответствовать описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- комплектность дефектоскопа должна соответствовать его руководству по эксплуатации (далее – РЭ);



- отсутствие механических повреждений дефектоскопа, карманного переносного компьютера (далее - КПК), кабелей и ПЭП, влияющих на метрологические характеристики;
- надежность фиксации разъемов;
- наличие маркировки дефектоскопа с указанием заводского номера.

7.2 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если он соответствует требованиям, приведенным в п. 7.1.

## **8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

8.1 Если дефектоскоп и средства поверки до начала измерений находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 3.1, то их выдерживают при этих условиях не менее часа, или времени, указанного в эксплуатационной документации.

8.2 Подготовить дефектоскоп и средства поверки к работе в соответствии с их документами по эксплуатации.

8.3 Провести контроль условий поверки, используя средства измерений, удовлетворяющие требованиям, указанным в таблице 3.

8.4 Включить электронный блок дефектоскопа и КПК согласно РЭ.

8.5 В списке приложений выбрать «Velograph\_II».

8.6 Произвести сопряжение электронного блока дефектоскопа и КПК согласно РЭ.

8.7 В режиме «Генератор» установить для первого канала режим работы генератора (параметр «Генератор»).

8.8 Подключить осциллограф к первому каналу дефектоскопа. Подключение производить на нагрузке 50 Ом через делитель из состава осциллографа.

8.9 Проверить наличие на первом канале дефектоскопа сигнала от генератора импульсов возбуждения.

8.10 Выполнить п.п. 8.7 – 8.9 для второго канала дефектоскопа.

8.11 Подключить к дефектоскопу любой ПЭП из состава дефектоскопа.

8.12 Установить режимы работы генератора (параметр «Генератор») и приемника (параметр «Усилитель») согласно подключенному ПЭП.

8.13 В режиме «Генератор» установить параметр «Частота» согласно частоте подключенного ПЭП и значение «Норм» для параметра «Напряж».

8.14 Отключить режимы ВРЧ, АРД и АРК.

8.15 В режиме «Преобразователь» установить угол ввода согласно углу ввода подключенного ПЭП.

8.16 Установить ПЭП на меру № 2 и получить сигнал от искусственного дефекта (отверстие диаметром 6 мм с глубиной центра 44 мм), изменить временную развертку и усиление дефектоскопа (параметры «Начало, мм», «Конец, мм» и «Усиление, дБ» в режиме «Развертка»), так, чтобы амплитуда сигнала от дефекта была на уровне от 80 до 95 % экрана.

8.17 Аналогично п.п. 8.11 – 8.16 провести проверку работоспособности дефектоскопа для второго канала.

8.18 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если на первом и втором каналах дефектоскопа присутствует сигнал от генератора импульсов возбуждения и дефектоскоп выявляет сигнал от искусственного дефекта.

## **9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

9.1 При необходимости произвести сопряжение электронного блока дефектоскопа и КПК согласно РЭ.

9.2 Выбрать из всплывающего списка окно «Версия ПО».

9.3 В появившемся окне прочитать идентификационное наименование и номер версии ПО.

9.4 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если идентификационные данные ПО дефектоскопа соответствуют значениям, приведенным в таблице 4.



Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Velograph_II
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	1.0
Цифровой идентификатор ПО	-

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

### 10.1 Определение диапазона и отклонения установки коэффициента общего усиления

10.1.1 Установить для первого канала режим работы генератора (параметр «Генератор»), для второго канала – режим работы приемника (параметр «Усилитель»).

10.1.2 В режиме «Генератор» установить частоту 2,5 МГц и напряжение, необходимое для синхронизации генератора.

10.1.3 Отключить режимы ВРЧ, АРД и АРК. В режиме «Развертка» дефектоскопа установить значение «Дет» для параметра «Режим».

10.1.4 Установить усиление на дефектоскопе 0 дБ.

10.1.5 Собрать схему, представленную на рисунке 1. Подключить выход генератора через магазин затухания ко входу дефектоскопа (канал в режиме работы приемника), выход дефектоскопа (канал в режиме работы генератора) ко входу синхронизации генератора через согласующее устройство (Приложение А).

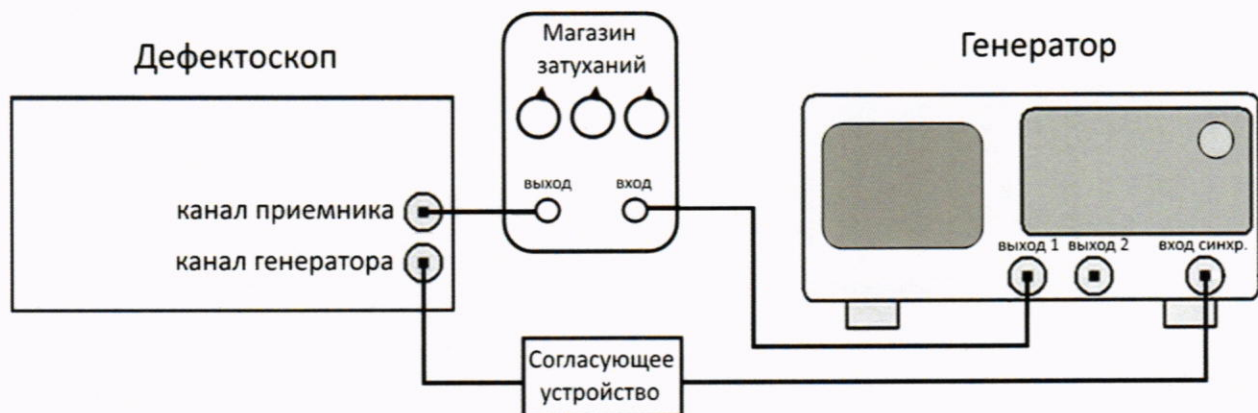


Рисунок 1 - Схема соединения для определения диапазона установки коэффициента общего усиления

10.1.6 Установить ослабление на магазине затуханий 0 дБ.

10.1.7 В режиме «Развертка» дефектоскопа установить начало развертки больше 10 мкс, а конец так, чтобы длина развертки составляла не более 30 мкс.

10.1.8 Установить на генераторе параметры выходного сигнала:

- тип сигнала – синус;
- характер сигнала – пачка;
- синхронизация – внешняя;
- количество циклов – 20;
- частота – 2,5 МГц;
- амплитуду сигнала установить таким образом, чтобы сигнал на дефектоскопе находился на уровне 50 % высоты экрана, а временной сдвиг установить таким образом, чтобы сигнал на дефектоскопе находился на середине развертки.

10.1.9 Установить строб 1 длиной 2 мкс в центр сигнала, уровень строба менее 50 %.

10.1.10 Установить усиление на дефектоскопе ( $G_{уст}$ ) 1 дБ.



10.1.11 Увеличивая ослабление на магазине затуханий ( $G_{изм}$ ) привести уровень сигнала на экране дефектоскопа к уровню 50 % высоты экрана.

10.1.12 Рассчитать отклонение установки усиления от номинального значения  $\Delta G$ , дБ, по формуле

$$\Delta G = G_{изм} - G_{уст}, \quad (1)$$

где  $G_{уст}$  – значение усиления, установленное на дефектоскопе, дБ;

$G_{изм}$  – значение ослабления, установленное на магазине затуханий, дБ.

10.1.13 Выполнить п.п. 10.1.10 – 10.1.12, установив поочередно значения усиления на дефектоскопе 5, 10, 20, 40 и 60 дБ.

10.1.14 Выполнить п.п. 10.1.2 – 10.1.13, установив для второго канала режим работы генератора (параметр «Генератор»), для первого канала – режим работы приемника (параметр «Усилитель»).

10.1.15 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если диапазон и отклонение установки коэффициента общего усиления соответствуют значениям, указанным в таблице 1.

## **10.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений отношения амплитуд сигналов на входе приёмника дефектоскопа**

10.2.1 Установить для второго канала режим работы генератора (параметр «Генератор»), для первого канала – режим работы приемника (параметр «Усилитель»).

10.2.2 Выполнить п.п. 10.1.2 – 10.1.8.

10.2.3 Установить строб 1 длиной 2 мкс в центр сигнала, а уровень строба установить от 49 до 51 %.

10.2.4 Установить амплитуду сигнала на генераторе таким образом, чтобы дефектоскоп фиксировал показания отношения амплитуд сигналов на входе приёмника дефектоскопа «0.0 дБ».

10.2.5 Установить ослабление на магазине затуханий 1 дБ, зафиксировав показание дефектоскопа.

10.2.6 Рассчитать абсолютную погрешность измерений отношения амплитуд сигналов на входе приёмника дефектоскопа  $\Delta N$ , дБ, по формуле

$$\Delta N = |N_{изм}| - N_{уст}, \quad (2)$$

где  $N_{уст}$  – значение ослабления, установленное на магазине затуханий, дБ;

$N_{изм}$  – значение отношения амплитуд сигналов, измеренное на дефектоскопе, дБ.

10.2.7 Выполнить п.п. 10.2.5 – 10.2.6, установив поочередно значения ослабления на магазине затуханий 2, 5, 10, 15 и 20 дБ.

10.2.8 Выполнить п.п. 10.2.2 – 10.2.7, установив для первого канала режим работы генератора (параметр «Генератор»), для второго канала – режим работы приемника (параметр «Усилитель»).

10.2.9 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если диапазон и абсолютная погрешность измерений отношения амплитуд сигналов на входе приёмника дефектоскопа соответствуют значениям, указанным в таблице 1.

## **10.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений длительности временных интервалов**

10.3.1 Установить для второго канала режим работы генератора (параметр «Генератор»), для первого канала – режим работы приемника (параметр «Усилитель»).

10.3.2 В режиме «Генератор» установить частоту 2,5 МГц и напряжение, необходимое для синхронизации генератора.



10.3.3 Отключить режимы ВРЧ, АРД и АРК. В режиме «Развертка» дефектоскопа установить значение «Дет» для параметра «Режим».

10.3.4 В режиме «Преобразователь» установить значение «0» для параметра «Т призмы, мкс». Установить усиление на дефектоскопе 0 дБ.

10.3.5 Собрать схему, представленную на рисунке 2. Подключить выход генератора ко входу дефектоскопа (канал в режиме работы приемника), выход дефектоскопа (канал в режиме работы генератора) ко входу синхронизации генератора через согласующее устройство (Приложение А).

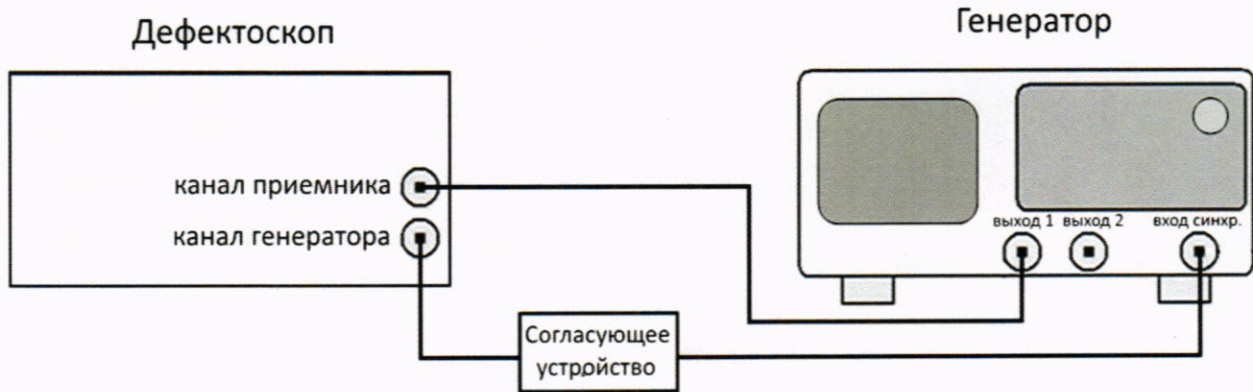


Рисунок 2 - Схема соединения для определения абсолютной погрешности измерений длительности временных интервалов

10.3.6 В режиме «Развертка» установить следующие значения параметров:

- Режим – Дет;
- Шкала – мкс;
- Начало, мкс – 0.0;
- Конец, мкс – не менее 800.

10.3.7 Установить на генераторе параметры выходного сигнала:

- тип сигнала – синус;
- характер сигнала – пачка;
- синхронизация – внешняя;
- количество циклов – 1;
- частота – 2,5 МГц;
- амплитуду сигнала установить таким образом, чтобы сигнал на дефектоскопе находился выше порога срабатывания строба, при необходимости, изменить уровень строба;
- начальный временной сдвиг ( $T_{сдв0}$ ) – 0 мкс или минимально возможный.

10.3.8 В режиме «Стробы» установить параметры начала и длины таким образом, чтобы строб 1 занимал всю длину развертки.

10.3.9 Выполнить измерение длительности временного интервала на дефектоскопе  $T_{изм0}$ , зафиксировав показание «t = \_\_\_ мкс».

10.3.10 Рассчитать значение задержки на дефектоскопе  $T_0$ , мкс, по формуле

$$T_0 = T_{изм0} - T_{сдв0}, \quad (3)$$

где  $T_{сдв0}$  – начальный временной сдвиг, установленный на генераторе, мкс;

$T_{изм0}$  – длительность начального временного интервала, измеренного на дефектоскопе, мкс.

10.3.11 Установить на генераторе временной сдвиг  $T_{сдв} = 0,2$  мкс, соответствующий началу диапазона измерений длительности временных интервалов. Выполнить измерение длительности временного интервала на дефектоскопе,  $T_{изм}$ , зафиксировав показание «t = \_\_\_ мкс».

10.3.12 Рассчитать значение длительности временного интервала, измеренного дефектоскопом,  $T$ , мкс, по формуле

$$T = T_{изм} - T_0, \quad (4)$$

где  $T_{изм}$  – измеренный дефектоскопом временной интервал, мкс;

$T_0$  – значение задержки на дефектоскопе, мкс.

10.3.13 Выполнить п.п. 10.3.10 – 10.3.11, установив на генераторе поочередно значения временного сдвига  $T_{сдв}$  из ряда 10, 100, 200, 500, 700, 750 мкс.

10.3.14 Для каждого измеренного значения рассчитать абсолютную погрешность измерений длительности временных интервалов  $\Delta T$ , мкс, по формуле

$$\Delta T = |T - T_{сдв}|, \quad (5)$$

где  $T_{сдв}$  – временной сдвиг, установленный на генераторе, мкс;

$T$  – значение длительности временного интервала, измеренного дефектоскопом, мкс.

10.3.15 Выполнить п.п. 10.3.2 – 10.3.14, установив для первого канала режим работы генератора (параметр «Генератор»), для второго канала – режим работы приемника (параметр «Усилитель»).

10.3.16 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если диапазон и абсолютная погрешность измерений длительности временных интервалов соответствуют значениям, указанным в таблице 1.

#### **10.4 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефектов и толщины изделия (по стали) прямым ПЭП**

10.4.1 Определение абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефектов и толщины изделия выполняется с прямыми ПЭП, входящими в состав дефектоскопа на мере № 3-Р.

10.4.2 При необходимости произвести сопряжение электронного блока дефектоскопа и КПК согласно РЭ.

10.4.3 Подключить прямой ПЭП к дефектоскопу согласно РЭ.

10.4.4 Установить режимы работы генератора (параметр «Генератор») и приемника (параметр «Усилитель») согласно подключенному ПЭП.

10.4.5 В режиме «Генератор» установить параметр «Частота» согласно частоте подключенного ПЭП и значение «Норм» для параметра «Напряж».

10.4.6 Отключить режимы ВРЧ, АРД и АРК. В режиме «Развертка» дефектоскопа установить значение «Дет» для параметра «Режим», значение «У мм» для параметра «Шкала».

10.4.7 В режиме «Преобразователь» установить следующие значения параметров:

- Т призмы, мкс – 0.00;
- Угол ввода, ° – 0.0;
- Стрела, мм – 0.0.

10.4.8 В режиме «Объект контроля» установить значение «5900» для параметра «С звука, м/с».

10.4.9 Нанести на поверхность меры № 3-Р на бездефектный участок контактную жидкость, затем установить на него ПЭП.

10.4.10 Выполнить калибровку прямого ПЭП:

- изменяя временную развертку и усиление дефектоскопа, получить на экране дефектоскопа первый и второй сигналы, отраженные от донной поверхности меры.



Уровень первого донного сигнала должен составлять от 80 до 95 % экрана. Установить строб 1 и строб 2 на первый и второй донные сигналы соответственно, как показано на рисунке 3.

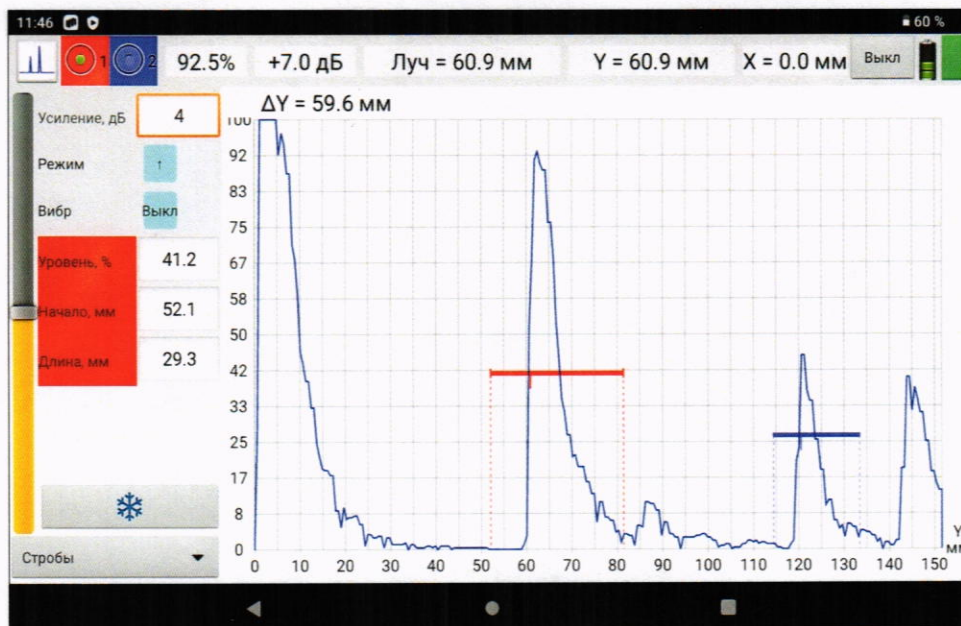


Рисунок 3 - Установка стробов для проведения калибровки ПЭП

- изменяя значение параметра «С звука, м/с» в режиме «Преобразователь», добиться значения показания « $\Delta Y = \text{--- мм}$ » на экране дефектоскопа, равное действительному значению высоты меры, взятому из протокола поверки. Выбрать строб 1. Изменяя значение параметра «Т призмы, мкс» в режиме «Преобразователь» добиться значения показания « $Y = \text{--- мм}$ » на экране дефектоскопа, равное действительному значению высоты меры, взятому из протокола поверки.

10.4.11 Перемещая ПЭП вдоль поверхности меры № 3-Р найти максимум амплитуды сигнала от искусственного дефекта Д1 (отверстие диаметром 6 мм с глубиной центра 44 мм). Изменить временную развертку и усиление дефектоскопа (параметры «Начало, мм», «Конец, мм» и «Усиление, дБ» в режиме «Развертка») так, чтобы амплитуда сигнала от дефекта была на уровне от 80 до 95 % экрана. Переместить строб на сигнал от дефекта, как показано на рисунке 4. В строке показаний зафиксировать измеренное значение глубины залегания дефекта (показание « $Y = \text{--- мм}$ »).

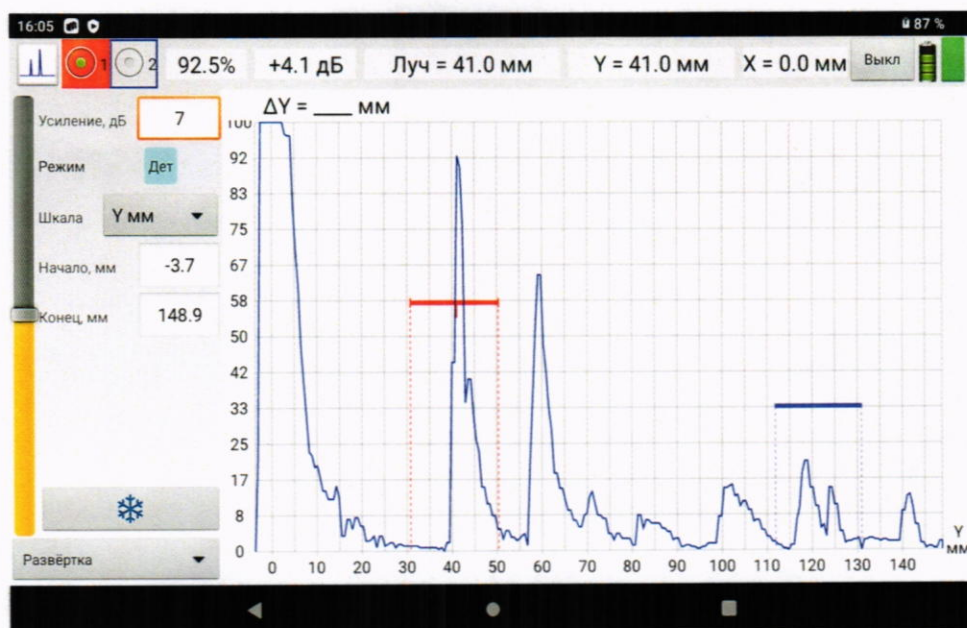


Рисунок 4 - Установка строка для измерений

10.4.12 Повторить п. 10.4.11, установив ПЭП на рабочую поверхность 1 меры № 3-Р и измерив значение глубины залегания дефекта от дефектов ДЗ (отверстие диаметром 2 мм с глубиной центра 53 мм), Д4 (отверстие диаметром 2 мм с глубиной центра 51 мм), Д5 (отверстие диаметром 2 мм с глубиной центра 47 мм).

10.4.13 Повторить п. 10.4.11, установив ПЭП на рабочую поверхность 2 меры № 3-Р и измерив значение глубины залегания дефекта от дефектов ДЗ (отверстие диаметром 2 мм с глубиной центра 6 мм), Д4 (отверстие диаметром 2 мм с глубиной центра 8 мм), Д5 (отверстие диаметром 2 мм с глубиной центра 12 мм).

10.4.14 Рассчитать абсолютную погрешность измерений глубины залегания дефектов и толщины изделия  $\Delta X$ , мм, по формуле

$$\Delta X = X_{изм} - (H_{ном} - D/2), \quad (6)$$

где  $X_{изм}$  – измеренное значение глубины залегания дефектов меры, мм;

$H_{ном}$  – действительное значение расстояния до центра дефектов от рабочей поверхности меры, указанное в протоколе поверки, мм;

$D$  – действительное значение диаметра дефектов меры, указанное в протоколе поверки, мм.

10.4.15 Повторить п. 10.4.11, установив ПЭП на рабочую поверхность 2 меры № 3-Р на бездефектный участок. Установить развертку экрана дефектоскопа, при которой наблюдается последовательность из пяти сигналов, отраженных от донной поверхности меры. Произвести измерения третьего и пятого сигналов, отраженных от донной поверхности меры.

10.4.16 Рассчитать абсолютную погрешность измерений глубины залегания дефектов и толщины изделия  $\Delta X$ , мм, для третьего и пятого сигналов, отраженных от донной поверхности меры, по формуле

$$\Delta X = X_{изм} - n \cdot H_{ном}, \quad (7)$$

где  $X_{изм}$  – измеренное значение толщины (высоты) меры, мм;

$H_{ном}$  – действительное значение толщины (высоты) меры, указанное в протоколе поверки,

мм;

$n$  – номер донного отражения.

10.4.17 Выполнить п.п. 10.4.1 – 10.4.16 со всеми прямыми ПЭП, входящими в состав дефектоскопа.

10.4.18 Выполнить п.п. 10.4.1 – 10.4.17 для второго канала дефектоскопа.



10.4.19 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если диапазон и абсолютная погрешность измерений глубины залегания дефектов и толщины изделия (по стали) прямым ПЭП соответствуют значениям, указанным в таблице 1.

### 10.5 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений координат дефектов (по стали) наклонным ПЭП

10.5.1 Определение абсолютной погрешности измерений координат дефектов (по стали) выполняется с наклонными ПЭП, входящими в состав дефектоскопа на мере № 3-Р.

10.5.2 При необходимости произвести сопряжение электронного блока дефектоскопа и КПК согласно РЭ.

10.5.3 Подключить наклонный ПЭП к дефектоскопу согласно РЭ.

10.5.4 Установить режимы работы генератора (параметр «Генератор») и приемника (параметр «Усилитель») согласно подключенному ПЭП.

10.5.5 В режиме «Генератор» установить параметр «Частота» согласно частоте подключенного ПЭП и значение «Норм» для параметра «Напряж».

10.5.6 Отключить режимы ВРЧ, АРД и АРК.

10.5.7 В режиме «Преобразователь» установить следующие значения параметров:

- Т призмы, мкс – 0.00;
- Угол ввода, ° – 0.0;
- Стрела, мм – 0.0.

10.5.8 В режиме «Объект контроля» установить значение «3200» для параметра «С звука, м/с».

10.5.9 Угол ввода ультразвуковой волны ПЭП, стрелу и время задержки в призме взять из сертификата калибровки ПЭП. Если на ПЭП отсутствует сертификат калибровки, то определить точку ввода (стрелу), угол ввода ПЭП и время задержки в призме ПЭП на мерах № 3 и № 2.

10.5.10 Определение точки ввода (стрелы) ПЭП:

- нанести на поверхность меры № 3 контактную жидкость, затем установить на нее ПЭП;
- изменяя временную развертку, усиление дефектоскопа и перемещая ПЭП по поверхности меры № 3, найти максимум амплитуды сигнала от цилиндрической поверхности меры № 3;
- не сдвигая ПЭП убедиться в том, что риска, нанесённая на корпус ПЭП, располагается напротив нулевой риски меры № 3. Стрела ПЭП - расстояние от точки выхода луча до торца ПЭП (рисунок 5).

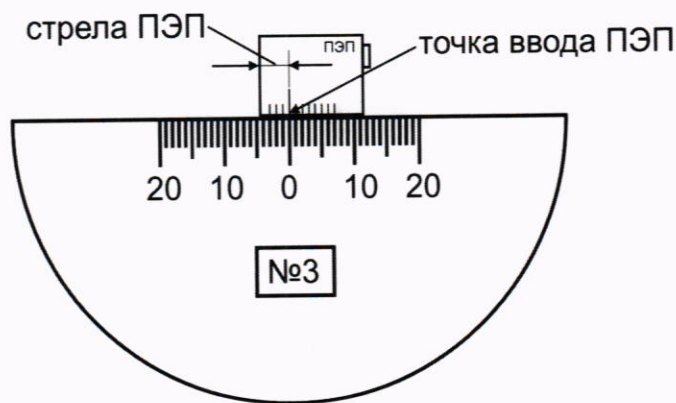


Рисунок 5 - Определение точки выхода луча (стрелы) ПЭП

10.5.11 Определение скорости распространения ультразвуковых колебаний в мере и время задержки в призме ПЭП:

- изменяя временную развертку и усиление дефектоскопа, получить на экране дефектоскопа первый и второй сигналы, отраженные от цилиндрической поверхности меры. Уровень первого сигнала должен составлять от 80 до 95 % экрана. Установить строб 1 и строб 2 на первый и второй сигналы соответственно, как показано на рисунке 6. Первый сигнал

формируется при отражении от цилиндрической поверхности меры № 3 (рисунок 7а), второй сигнал формируется при трехкратном отражении от цилиндрической поверхности меры № 3 (рисунок 7б).

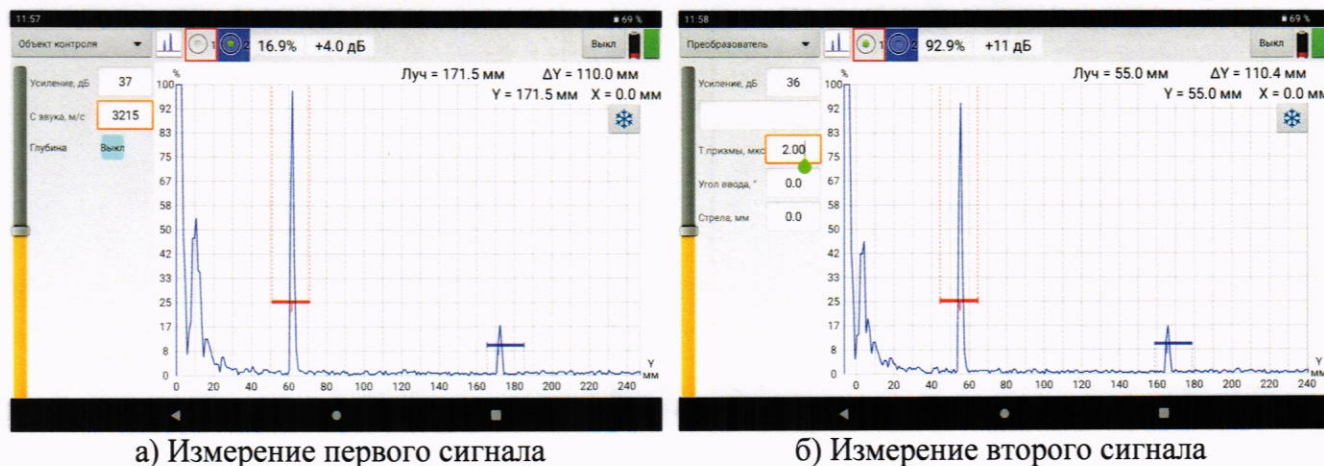


Рисунок 6 - Определение скорости распространения ультразвуковых колебаний в мере и времени задержки в призме ПЭП

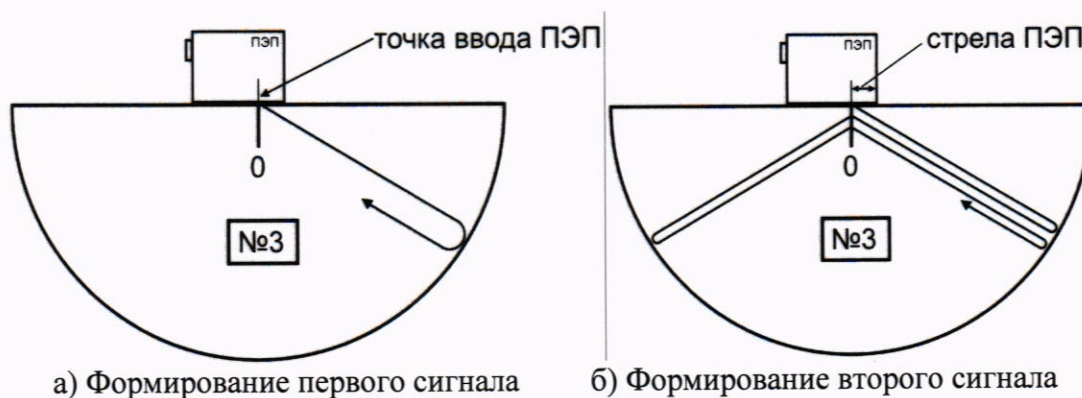
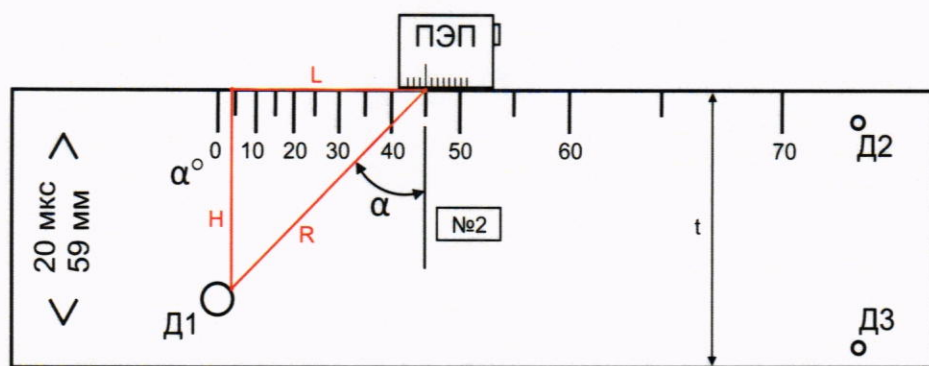


Рисунок 7 - Определение скорости распространения ультразвуковых колебаний в мере и времени задержки в призме ПЭП

- изменяя значение параметра «С звука, м/с» в режиме «Преобразователь», добиться значения показания « $\Delta Y = \text{--- мм}$ » на экране дефектоскопа, равное удвоенному действительному значению высоты меры, взятому из протокола поверки. Выбрать строб 1. Изменяя значение параметра «Т призмы, мкс» в режиме «Преобразователь» добиться значения показания «Луч=  $\text{--- мм}$ » на экране дефектоскопа, равное действительному значению высоты меры, взятому из протокола поверки.

#### 10.5.12 Определение угла ввода ПЭП (рисунок 8):





$\alpha$  - угол ввода; L - расстояние от точки ввода до проекции отражателя (дефекта) на поверхность; H - глубина залегания отражателя (дефекта); R - расстояние по лучу; t - высота меры  
Рисунок 8 - Определение угла ввода наклонного ПЭП

- для ПЭП с углами ввода в диапазоне от  $40^\circ$  до  $60^\circ$  включ., угол ввода определять по искусственному дефекту Д1 (отверстие диаметром 6 мм с глубиной центра 44 мм). Для ПЭП с углами ввода в диапазоне св.  $60^\circ$  до  $75^\circ$  включ., угол ввода определять по искусственному дефекту Д1 (отверстие диаметром 6 мм с глубиной центра 15 мм).
- нанести на поверхность меры № 2 контактную жидкость, затем установить на него ПЭП;
- перемещая ПЭП по поверхности меры № 2, найти максимум амплитуды сигнала от искусственного дефекта Д1 (отверстие диаметром 6 мм);
- отсчет угла ввода ПЭП осуществлять по точке ввода ПЭП, определенной в п. 10.5.10;
- в режиме «Преобразователь» для параметра «Угол,...°» установить полученное значение угла ввода ПЭП.

10.5.13 Нанести на поверхность 1 меры № 3-Р контактную жидкость, затем установить на него ПЭП, как показано на рисунке 9.

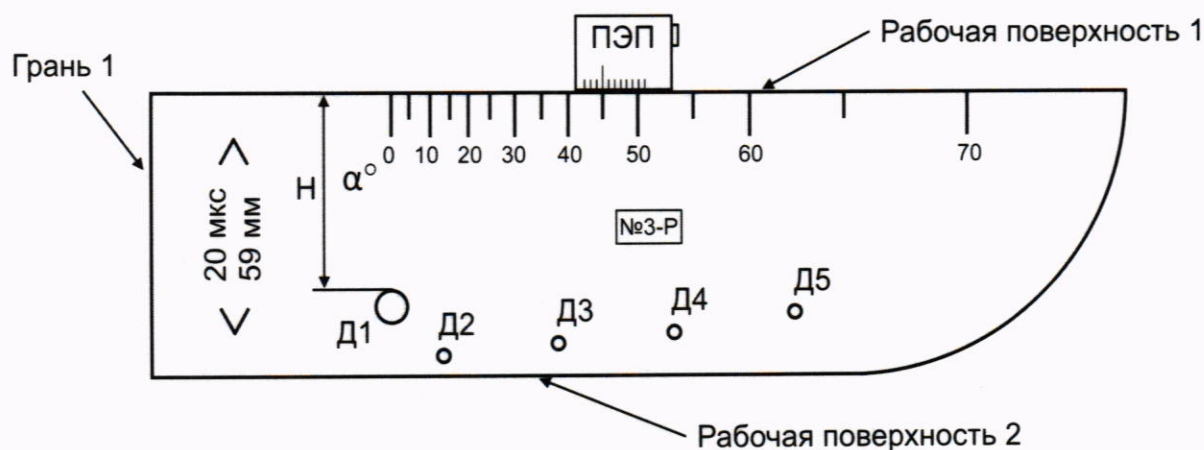


Рисунок 9 - Мера № 3-Р

10.5.14 Перемещая ПЭП вдоль поверхности меры № 3-Р найти максимум амплитуды сигнала от искусственного дефекта Д1 (отверстие диаметром 6 мм с глубиной центра 44 мм). Изменить временную развертку и усиление дефектоскопа (параметры «Начало, мм», «Конец, мм» и «Усиление, дБ» в режиме «Развертка») так, чтобы амплитуда сигнала от дефекта была на уровне от 80 до 95 % экрана. Переместить строб на сигнал от дефекта, как показано на рисунке 10. В строке показаний зафиксировать измеренные значения глубины залегания дефекта ( $H_{изм}$ ) (показание «Y=\_\_\_мм») и проекции длины пути до дефекта ( $L_{изм}$ ) (показание «X=\_\_\_мм»).

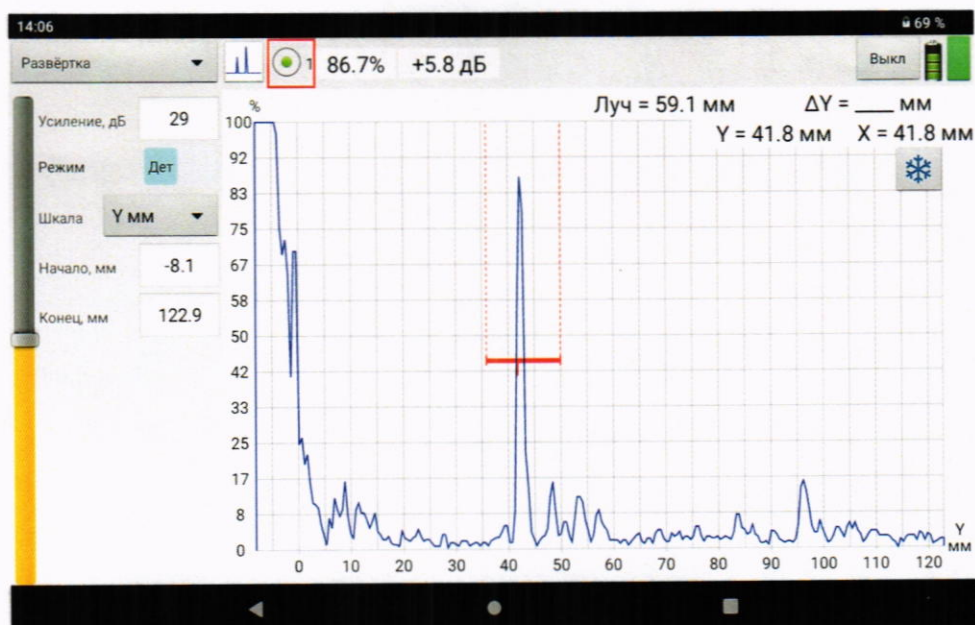


Рисунок 10 - Установка строба для измерений

10.5.15 Повторить п. 10.5.14, установив ПЭП на рабочую поверхность 2 меры № 3-Р и измерив значения глубины залегания дефектов и проекции длины пути до дефектов Д1 (отверстие диаметром 6 мм с глубиной центра 15 мм), Д3 (отверстие диаметром 2 мм с глубиной центра 6 мм), Д4 (отверстие диаметром 2 мм с глубиной центра 8 мм), Д5 (отверстие диаметром 2 мм с глубиной центра 12 мм).

10.5.16 Рассчитать абсолютную погрешность измерений глубины залегания дефектов  $\Delta H$ , мм, по формуле

$$\Delta H = H_{изм} - (H_{ном} - D/2 \cdot \cos \alpha), \quad (8)$$

где  $H_{изм}$  – измеренное значение глубины залегания дефектов меры, мм;

$H_{ном}$  – действительное значение расстояния до центра дефектов от рабочей поверхности меры, указанное в протоколе поверки, мм;

$D$  – действительное значение диаметра дефектов меры, указанное в протоколе поверки, мм;

$\alpha$  – угол ввода ПЭП, ...°.

10.5.17 Рассчитать абсолютную погрешность измерений проекции длины пути до дефектов  $\Delta L$ , мм, по формуле

$$\Delta L = L_{изм} - (H_{ном} \cdot \operatorname{tg} \alpha - D/2 \cdot \sin \alpha), \quad (9)$$

$L_{изм}$  – измеренное значение проекции длины пути до дефектов меры, мм;

$H_{ном}$  – действительное значение расстояния до центра дефектов от рабочей поверхности меры, указанное в протоколе поверки, мм;

$D$  – действительное значение диаметра дефектов меры, указанное в протоколе поверки, мм;

$\alpha$  – угол ввода ПЭП, ...°.

10.5.18 Выполнить п.п. 10.5.1 – 10.5.17 со всеми наклонными ПЭП, входящими в состав дефектоскопа.

10.5.19 Выполнить п.п. 10.5.1 – 10.5.18 для второго канала дефектоскопа.

10.5.20 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если диапазон и абсолютная погрешность измерений координат дефектов (по стали) наклонным ПЭП соответствуют значениям, указанным в таблице 1.



## **10.6 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям**

10.6.1 Положительное решение о соответствии дефектоскопа утвержденному типу и о пригодности к дальнейшему применению выносится на основании выполнения всех операций поверки по данной методике, и при получении значений измеренных физических величин с допускаемыми погрешностями, не превышающими указанных в таблице 1.

10.6.2 Отрицательное решение о несоответствии дефектоскопа утвержденному типу и о непригодности к дальнейшему применению выносится на основании выполнения любой из операций поверки по данной методике и при получении значений измеренных физических величин с допускаемыми погрешностями, превышающими указанные в таблице 1.

## **11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ**

11.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки в произвольной форме. Протокол может храниться на электронных носителях.

11.2 При положительных результатах поверки средство измерений признается пригодным к применению и по заявлению владельца средства измерений может быть оформлено свидетельство о поверке в установленной форме. Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено. Пломбирование средства измерений от несанкционированного доступа не предусмотрено.

11.3 При отрицательных результатах поверки средство измерений признается непригодным к применению и по заявлению владельца средства измерений может быть оформлено извещение о непригодности в установленной форме с указанием причин непригодности.

11.4 Сведения о результатах поверки (как положительные, так и отрицательные) передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Ведущий инженер  
по метрологии



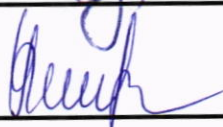
И.А. Смирнова

Ведущий инженер  
по метрологии



А.С. Крайнов

Главный метролог



А.В. Галкина

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
(Обязательное)  
Согласующее устройство

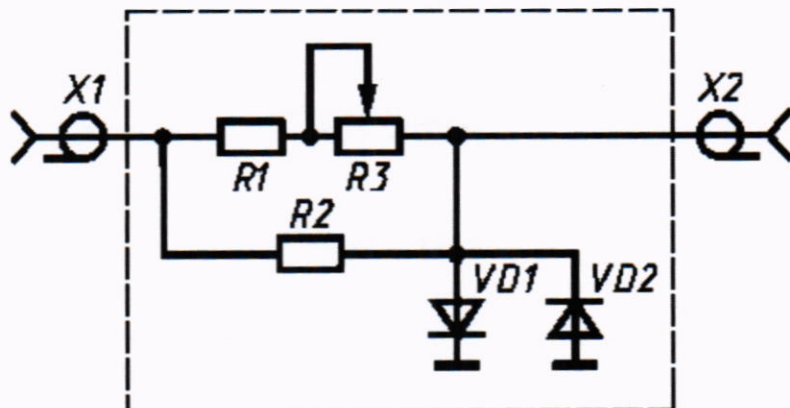


Рисунок А.1 - Согласующее устройство

Для защиты канала синхронизации генератора от высокого напряжения с выхода канала дефектоскопа используется согласующее устройство.

При измерениях в цепях с напряжением более 300 В движок потенциометра R3 устанавливают в положение 10 кОм. Перечень элементов ограничителя приведен в таблице А.1.

Таблица А.1– Перечень элементов ограничителя.

Элемент	Характеристики элемента и наименование НД
Резистор R1	МЛТ-0,5 820 Ом $\pm 5\%$ ;
Резистор R2	МЛТ-0,25 10 кОм $\pm 5\%$
Потенциометр R3	СП42а ВС-2-12 10 кОм
Диоды VD1, VD2	КД522А <sub>д</sub> РЗ.363.029 ТУ
Розетки X1, X2	СР-50—73Ф; ВРО.364.ОТО ТУ