

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора  
ФГУП «ВНИИОФИ»



Н. П. Муравская

03 2016 г.

## Государственная система обеспечения единства измерений

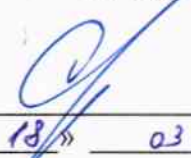
Дефектоскопы ультразвуковые на фазированной  
решетке ISONIC 2009, ISONIC 2010

### МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 018.Д4-16

н.р. 64646-16

Главный метролог  
ФГУП «ВНИИОФИ»

  
С.Н. Негода  
« 18 » 03 2016 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ .....	3
2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....	3
3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	4
4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЯ.....	5
7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ .....	5
8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ .....	5
8.1 Внешний осмотр .....	5
8.2 Идентификация ПО .....	6
8.3 Опробование.....	6
9. Оформление результатов поверки .....	24
Приложение Б .....	26

## 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на Дефектоскопы ультразвуковые на фазированной решетке ISONIC 2009, ISONIC 2010 (далее по тексту – дефектоскопы), и устанавливает методы и средства их первичной и периодических поверок.

Дефектоскопы предназначены для измерения глубины залегания дефектов и амплитуд сигналов от них при контроле сварных соединений, готовых изделий, полуфабрикатов.

Интервал между поверками - 1 год.

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции в последовательности, указанной в таблице 1.

Таблица 1.

Наименование операции	Номер пункта методики	Обязательность выполнения операции при:	
		Первичной поверке	Периодической поверке
1. Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2. Идентификация ПО	8.2	Да	Да
3. Опробование	8.3	Да	Да
4. Определение диапазона и отклонений номинальных значений амплитуды зондирующего импульса, диапазона и отклонений номинальных значений длительности зондирующего импульса, времени нарастания зондирующего импульса	8.4	Да	Да
5. Определение стабильности зондирующего импульса по вертикали и по горизонтали	8.5	Да	Да
6. Определение диапазона и абсолютной погрешности измерения временных интервалов	8.6	Да	Да
7. Определение диапазона и	8.7	Да	Да

абсолютной погрешности измерения отношения амплитуд сигналов			
8. Определение абсолютной погрешности измерения глубины залегания дефектов и толщины изделий	8.8	Да	Да
9. Определение диапазона рабочих частот приемника	8.9	Да	Да

2.2 Поверку средств измерений осуществляют аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

2.3 Поверка дефектоскопа прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, дефектоскоп признают не прошедшим поверку.

### 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 Рекомендуемые средства поверки указаны в таблице 2.

3.2 Средства поверки должны иметь действующие паспорта, поверены и аттестованы в установленном порядке.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта (раздела) методики поверки	Наименование средства измерения или вспомогательного оборудования, номер документа, регламентирующего технические требования к средству, разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
п.п. 8.4 - 8.7, п.8.9	Осциллограф цифровой запоминающий TDS 1012B (полоса пропускания от 0 до 100 МГц, погрешность измерений $\pm 1 \%$ );
п.8.6, п.8.7, п.8.9	Генератор сигналов сложной формы AFG3022 (синусоидальный сигнал от 1 кГц до 20 МГц, диапазон напряжений от 10 мВ до 10 В, погрешность $\pm(1 \%$ от величины +1 мВ), амплитудная неравномерность (до 5 МГц) $\pm 0,15$ дБ, (от 5 до 20 МГц) $\pm 0,3$ дБ);
п.8.2, п.8.8	Контрольный образец № 2 из комплекта контрольных образцов и вспомогательных устройств КОУ-2. Боковые цилиндрические отверстия диаметром 2 и 6 мм.
п.8.8	Комплект образцовых ультразвуковых мер толщины КМТ176М-1, зав.№07. Диапазон толщин мер от 0,7 до 300 мм. Погрешность аттестации по эквивалентной ультразвуковой толщине 0,3 – 0,7 %.

3.3 Допускается применение других средств поверки Российского или иностранного производства, имеющих аналогичные или лучшие метрологические характеристики и допущенные к применению в РФ в установленном порядке.

#### **4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЯ**

4.1 Лица, допускаемые к проведению поверки, должны изучить устройство и принцип работы дефектоскопа по эксплуатационной документации.

#### **5. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, определенные в руководстве пользователя.

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

#### **6. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ**

6.1 При проведении поверки должны быть выполнены следующие условия:

- температура окружающего воздуха -  $(20 \pm 5)$  °С;
- атмосферное давление -  $(750 \pm 30)$  мм рт.ст.;
- относительная влажность -  $(65 \pm 15)$  %.

#### **7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ**

7.1 Если дефектоскоп и средства поверки до начала измерений находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 6.1, то их следует выдержать при этих условиях не менее часа, или времени, указанного в эксплуатационной документации на поверяемый дефектоскоп и средства поверки.

7.2 Перед проведением поверки, средства поверки и дефектоскоп подготовить к работе в соответствии с технической документацией на них, утвержденной в установленном порядке.

#### **8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ**

##### **8.1 Внешний осмотр**

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие комплектности поверяемого дефектоскопа технической документации;
- наличие маркировки на задней панели дефектоскопа с указанием типа и серийного номера;
- отсутствие на дефектоскопе механических повреждений, влияющих на работоспособность;
- наличие знака утверждения типа на задней панели корпуса дефектоскопа.

Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если комплектность соответствует технической документации, имеется маркировка на задней панели дефектоскопа с указанием типа и серийного номера, имеется знак утверждения типа на задней панели корпуса дефектоскопа, на дефектоскопе отсутствуют механические повреждения, влияющие на работоспособность

## 8.2 Идентификация ПО

8.2.1 Включить дефектоскоп.

8.2.2 Дождаться загрузки ПО.

8.2.3 Нажать на кнопку «Phased Array» в появившемся меню.

8.2.4 Нажать на кнопку «Установки».

8.2.5. В появившемся окне сверху окна будет отображена версия прошивки.

8.2.6 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если идентификационные признаки ПО дефектоскопа соответствуют значениям, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные признаки ПО дефектоскопа

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	ISONIC 2009 Operating Software ISONIC 2010 Operating Software
Номер версии (идентификационный номер) ПО	2015-10-19 и выше для ISONIC 2009 2016-01-28 и выше для ISONIC 2010
Цифровой идентификатор ПО	-
Другие идентификационные данные (если имеются)	-

## 8.3 Опробование

8.3.1 Опробование заключается в получении сигнала с преобразователя.

8.3.2 Подключить к дефектоскопу любой преобразователь из комплекта поставки.

8.3.3 Выполнить настройку дефектоскопа в соответствии с выбранным преобразователем.

8.3.4 Установить преобразователь на бездефектный участок контрольного образца №2.

8.3.4 Получить первый донный сигнал на временной развертке. Убедиться, что все органы управления исправны.

8.3.5 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если все органы управления и отображения исправны, получен донный сигнал на контрольном образце №2.

## **8.4 Определение диапазона и отклонений номинальных значений амплитуды зондирующего импульса, диапазона и отклонений номинальных значений длительности зондирующего импульса, времени нарастания зондирующего импульса**

8.4.1. Выполнить соединения в соответствии со схемой на рисунке 1

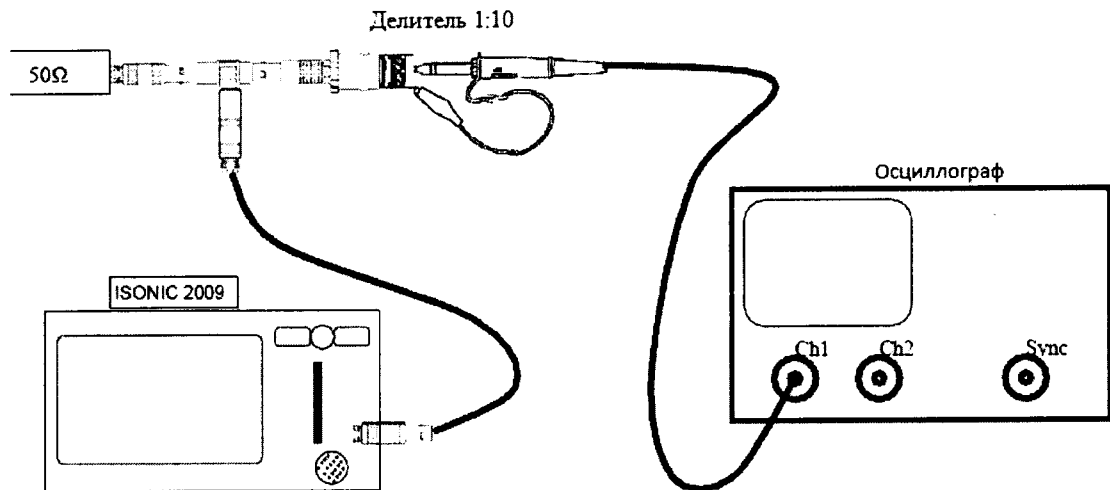


Рис.1. Схема соединений для определения параметров импульсов возбуждения

**Анализируемый сигнал** – запускающий импульс на неактивной нагрузке 50 Ом.

Включить дефектоскоп от сети и установить следующие **обязательные настройки генератора**:

*PULSER*  
Pulser Mode = Dual  
PRF = 500 Hz

Остальные настройки несущественны.

8.4.2. Ниже показан типичный экран осциллографа при проверке параметров импульса генератора возбуждения.

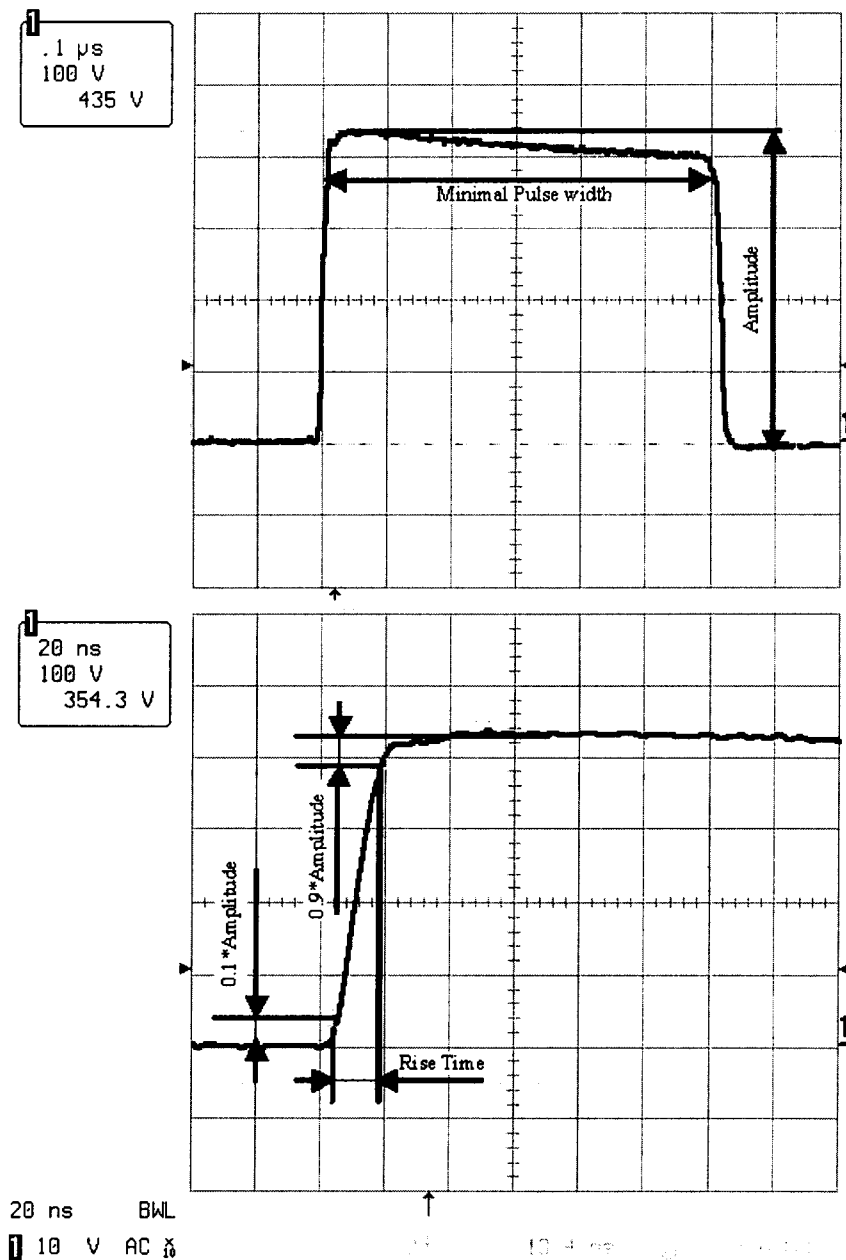


Рис. 2

8.4.3. Измеряемые параметры генератора прямоугольных импульсов:

- Амплитуда **Amplitude**;
- время нарастания импульса **Rise Time** - время увеличения амплитуды от 0,1 до 0,9 ее максимального значения;
- минимальная ширина импульса **Minimal Pulse Width**.

8.4.4. Минимальная ширина импульса измеряется при амплитуде зондирующего импульса **Firing Level=12** и трех значениях длительности импульса **Pulse Width** (подменю **PULSER**): **100 ns, 300 ns, 600 ns**.

8.4.5. Результаты измерений минимальной ширины импульса **Minimal Pulse Width** записать в протокол.

8.4.6. Амплитуда **Amplitude** и время нарастания импульса **Rise Time** измеряются при трех значениях амплитуд зондирующего импульса **Firing Level: 1, 6, 12** (подменю **PULSER**).



- 8.4.7. Результаты измерений амплитуды **Amplitude** записать в протокол.
- 8.4.8. Результаты измерений времени нарастания импульса **Rise Time** записать в протокол.
- 8.4.9. Подключить разветвитель «Sonotron 64 channel splitter» из комплекта дефектоскопа к разъему канала фазированной решетки, как это показано на рисунке 3.
- 8.4.10. Подключить осциллограф к любому выходу разветвителя.

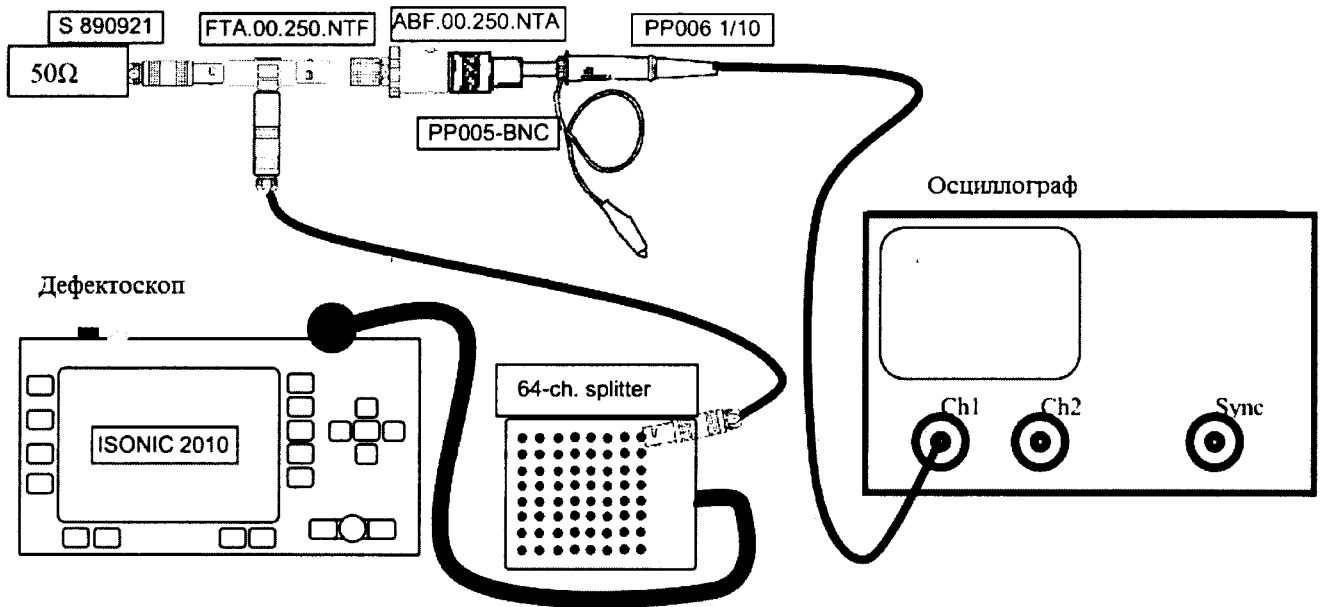


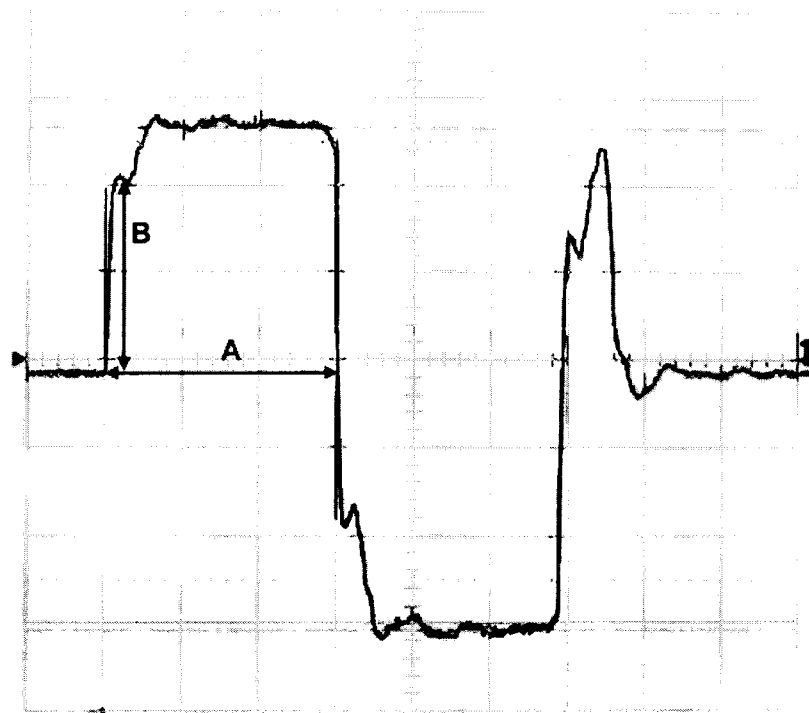
Рис.3

- 8.4.11. Установить следующие настройки дефектоскопа

Таблица 4

BASICS	PULSER	EMIT	RECEIVE	GATE A
Display Delay = 0 $\mu$ s	Pulser Mode = Dual PRF = 500 Hz Pulse Width = 600 ns	Start = 1 Aperture = 1	Start = 32 Aperture = 1	aSwitch = OFF

- 8.4.12. Ниже показан типичный экран осциллографа при проверке параметров импульса генератора возбуждения.



↑  
 A - ширина импульса  
 B - амплитуда

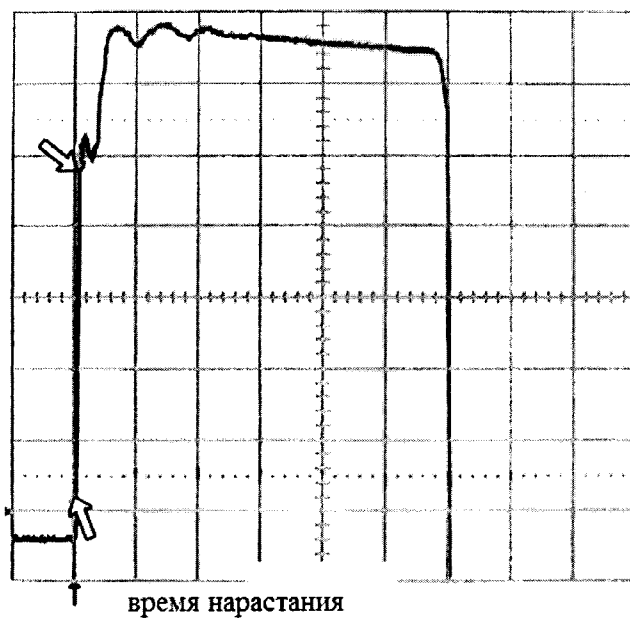


Рис. 4

8.4.13. Измеряемые параметры генератора прямоугольных импульсов:

- Амплитуда **Amplitude**;
- время нарастания импульса **Rise Time** - время увеличения амплитуды от 0,1 до 0,9 ее максимального значения;
- минимальная ширина импульса **Minimal Pulse Width**.

8.4.14. Минимальная ширина импульса измеряется при амплитуде зондирующего импульса **Firing Level=12** и трех значениях длительности импульса **Pulse Width** (подменю **PULSER**): **100 ns, 300 ns, 600 ns**.

- 8.4.15. Результаты измерений минимальной ширины импульса **Minimal Pulse Width** записать в протокол.
- 8.4.16. Амплитуда **Amplitude** и время нарастания импульса **Rise Time** измеряются при трех значениях амплитуд зондирующего импульса **Firing Level: 1, 6, 12** (подменю **PULSER**).
- 8.4.17. Результаты измерений амплитуды **Amplitude** записать в протокол.
- 8.4.18. Результаты измерений времени нарастания импульса **Rise Time** записать в протокол.
- 8.4.19. Повторить пункты 8.4.11 – 8.4.18 для каждого выхода разветвителя.
- 8.4.20. Записать полученные данные в протокол.
- 8.4.21. Дефектоскоп считается прошедшим операцию проверки с положительным результатом, если измеренные значения амплитуды зондирующего импульса, диапазона и отклонений номинальных значений длительности зондирующего импульса, времени нарастания зондирующего импульса соответствуют таблице 5:

Таблица 5

Наименование характеристики	Значение
Диапазон номинальных значений амплитуды зондирующего импульса на нагрузке 50 Ом (12 уровней с шагом 7 В) каналов фазированной решетки, В	От 65 до 150 (двойной размах от 130 до 300)
Диапазон номинальных значений амплитуды зондирующего импульса на нагрузке 50 Ом каналов для подключения обычных и TOFD преобразователей, В: - для модификации ISONIC 2009 (12 уровней с шагом 9 В); - для модификации ISONIC 2010 (12 уровней с шагом 7 В).	От 85 до 200 (двойной размах от 170 до 400) От 65 до 150 (двойной размах от 130 до 300)
Отклонение амплитуды зондирующего импульса от номинальных значений, %	$\pm 10$
Диапазон номинальных значений длительности зондирующего импульса, нс	От 50 до 600 с шагом 10 нс
Отклонение длительности зондирующего импульса от номинальных значений, %	$\pm 10$
Время нарастания зондирующего импульса (от 10 до 90 % амплитуды), нс, не более	7,5

### 8.5 *Определение стабильности зондирующего импульса по вертикали и по горизонтали*

Проверка стабильности характеристик во времени проводится с использованием преобразователя MSEB 5.

- 8.5.1. **Анализируемый сигнал** – первый эхо-сигнал, получаемый как первое отражение ультразвуковой волны от контактной поверхности преобразователя внутри линии задержки и приходящий на приемный кристалл преобразователя.
- 8.5.2. Включить дефектоскоп от внешнего источника постоянного/переменного тока и установить следующие обязательные параметры (вкладка Operate):

Таблица 6

<b>BASIC:</b> US Velocity = 2000 м/с Range = 2,5 мм	<b>PULSER</b> Pulser Mode = SINGLE PRF = 500 Гц	<b>RECEIVER:</b> Filter = ON Low Cut = 4 МГц High Cut = 6 МГц Display = RF	<b>GATE A:</b> aSwitch = ON a-Width = 0,5 мм
<b>GATE B:</b> bSwitch = OFF	<b>DAC/TCG/DGS:</b> DAC Mode: OFF	<b>MEASURE:</b> Measuring Mode = Top	

8.5.3. Должны быть установлены следующие обязательные настройки:

- **Tuning** (Текущее значение индуктивности внутренней катушки, мкГн, подменю **PULSER**) должно быть настроено таким образом, чтобы получить максимальную амплитуду анализируемого сигнала;
- **Pulse Width** (Текущее значение ширины зондирующего импульса, нс, подменю **PULSER**) должно быть настроено таким образом, чтобы получить максимальную амплитуду анализируемого сигнала;
- **Gain** (Текущее значение усиления, дБ, подменю **BASIC**) должно быть настроено таким образом, чтобы получить максимум сигнала на 80 –85 % экрана;
- **Display Delay** (Текущее значение задержки экрана, мс, подменю **BASIC**) должно быть настроено таким образом, чтобы пик максимальной положительной полуволны анализируемого сигнала наблюдался посередине ширины экрана;
- **aStart** (Текущее значение начала строба А, мм, подменю **GATE A**) должно быть настроено таким образом, чтобы положение начала строба А находилось на 40 % ширины экрана от начала;
- **aThershold** (Текущее значение порога строба А, %, подменю **GATE A**) должно быть настроено таким образом, чтобы амплитуда положительной полуволны анализируемого сигнала была между 5 и 95 %
- **Probe Delay** (Текущее значение задержки ПЭП, мкс, подменю **MESURE**) равно основному значению **Display Delay**:  
$$Probe\ Delay = Display\ Delay$$
- **Meas Value = H(A)** (Амплитуда сигнала, попавшего в строб А, в % от высоты экрана, подменю **MESURE**)

8.5.4. Остальные настройки несут существенны и могут быть установлены произвольно.

8.5.5. Наблюдать отклонение амплитуды анализируемого сигнала (стабильность по вертикали) в течение 30 мин. через интервалы 10 мин.:  $\Delta H_1, \Delta H_2, \Delta H_3$ .

Наблюдаемые значения выводятся в окне **Value: H(a)**. Анализируется стабильность во времени амплитуды сигнала **H(a)**, попавшего в строб А.

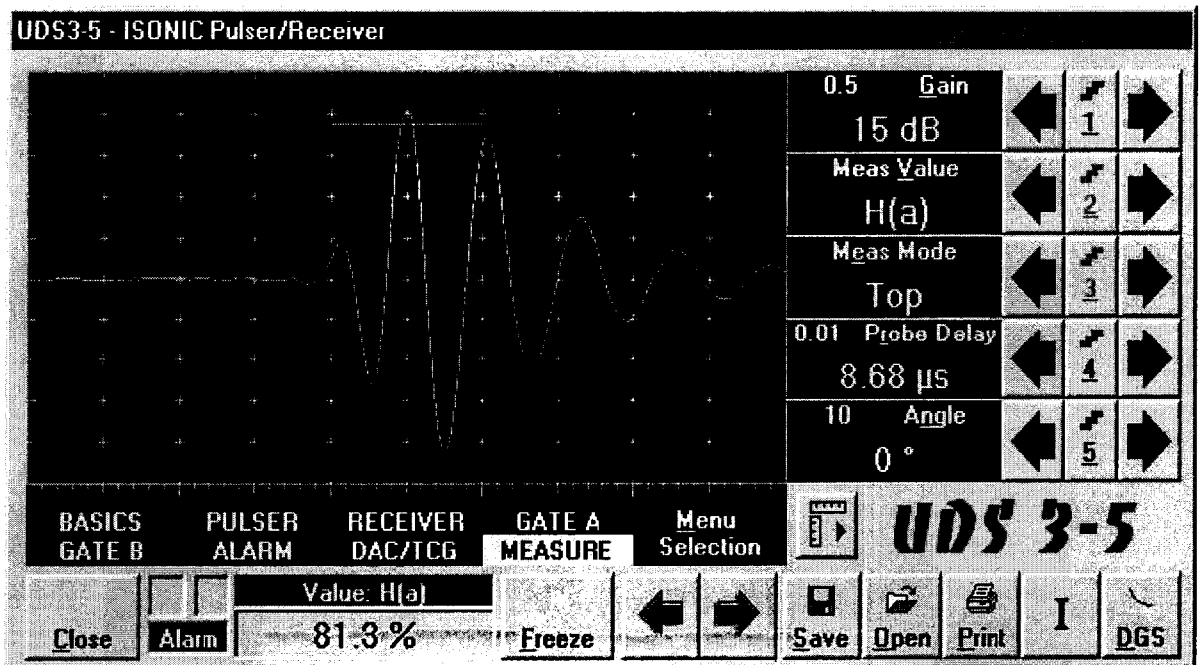


Рис.5

- 8.5.6. Записать значение амплитуды в начальной точке  $H_0(A)$ , %.
- 8.5.7. Спустя 10 минут записать значение амплитуды  $H_1(A)$ , %.
- 8.5.8. Вычислить отклонение по вертикали  $\Delta H_1$  для первых 10 минут по формуле:

$$\Delta H_1 = H_0(A) - H_1(A), \% \quad (1)$$

где  $H_0(A)$  - значение времени в начальной точке, %  
 $H_1(A)$  - значение времени спустя 10 минут, %

- 8.5.9. Спустя еще 10 минут записать значение амплитуды  $H_2(A)$ , %.
- 8.5.10. Вычислить отклонение по вертикали  $\Delta H_2$  для по формуле:

$$\Delta H_2 = H_0(A) - H_2(A), \% \quad (2)$$

где  $H_0(A)$  - значение времени в начальной точке, %  
 $H_2(A)$  - значение времени спустя 20 минут, %

- 8.5.11. Спустя еще 10 минут записать значение амплитуды  $H_3(A)$ , %.
- 8.5.12. Вычислить отклонение по вертикали  $\Delta H_3$  для по формуле:

$$\Delta H_3 = H_0(A) - H_3(A), \% \quad (3)$$

где  $H_0(A)$  - значение времени в начальной точке, %  
 $H_3(A)$  - значение времени спустя 30 минут, %

- 8.5.13. Вычислить стабильность по вертикали по формуле:

$$\Delta H = \max(\Delta H_1, \Delta H_2, \Delta H_3), \% \quad (4)$$

где  $\Delta H_1$  – отклонение по горизонтали спустя 10 минут, %  
 $\Delta H_2$  – отклонение по горизонтали спустя 20 минут, %  
 $\Delta H_3$  – отклонение по горизонтали спустя 30 минут, %

8.5.14. Выполнить следующие настройки: **Meas Value = T(A)**. Измеряемое значение – время пробега эхо-сигнала, попавшего в строб А с учетом задержки призмы ПЭП **Probe Delay**, мкс.

8.5.15. Все остальные настройки не меняются.

8.5.16. Наблюдать положение анализируемого сигнала (стабильность по горизонтали) в течение 30 мин. с интервалами в 10 мин. :  $\Delta T_1, \Delta T_2, \Delta T_3$

Наблюдаемые значение выводятся в окне **Value: T(A)**.

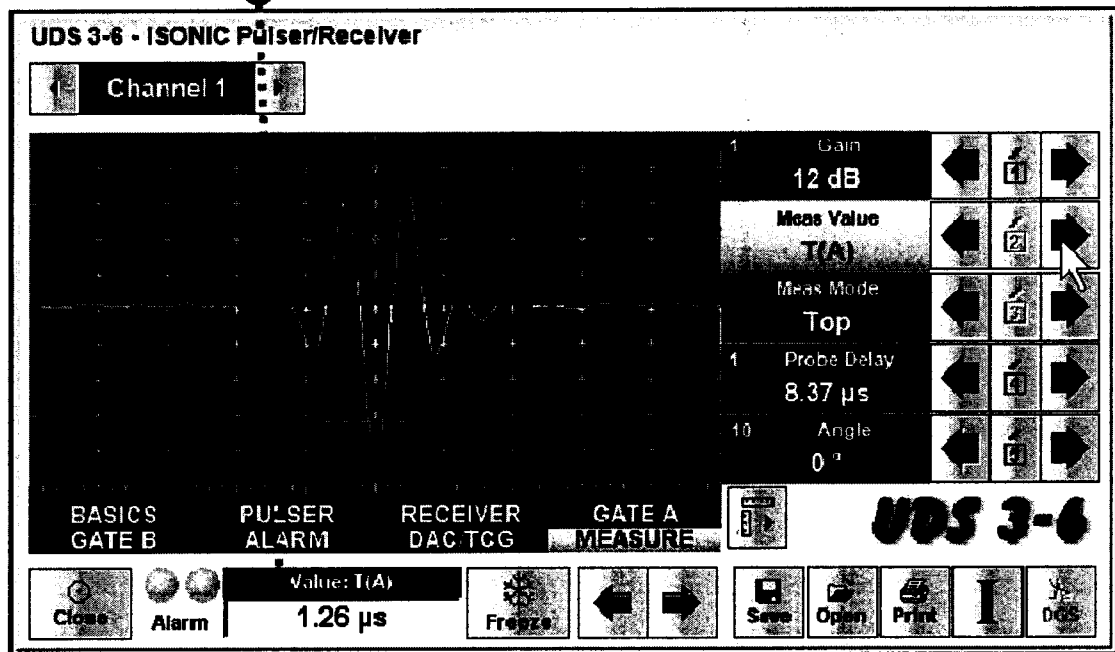


Рис. 6

8.5.17. Записать значение времени в начальной точке  $T_0(A)$ , мкс.

8.5.18. Спустя 10 минут записать значение времени  $T_1(A)$ , мкс.

8.5.19. Вычислить отклонение по горизонтали  $\Delta T_1$  по формуле:

$$\Delta T_1 = T_0(A) - T_1(A), \text{ мкс} \quad (5)$$

где  $T_0(A)$  - значение времени в начальной точке, мкс

$T_1(A)$  - значение времени спустя 10 минут, мкс

8.5.20. Спустя еще 10 минут записать значение времени  $T_2(A)$ , мкс.

8.5.21. Вычислить отклонение по горизонтали  $\Delta T_2$  по формуле:

$$\Delta T_2 = T_0(A) - T_2(A), \text{ мкс} \quad (6)$$

где  $T_0(A)$  - значение времени в начальной точке, мкс

$T_2(A)$  - значение времени спустя 20 минут, мкс

8.5.22. Спустя еще 10 минут записать значение времени  $T_3(A)$ , мкс.

8.5.23. Вычислить отклонение по горизонтали  $\Delta T_3$  по формуле:

$$\Delta T_3 = T_0(A) - T_3(A), \text{ мкс} \quad (7)$$

где  $T_0(A)$  - значение времени в начальной точке, мкс

$T_3(A)$  - значение времени спустя 30 минут, мкс

8.5.24. Вычислить стабильность по горизонтали по формуле:

$$\Delta T = \max(\Delta T_1, \Delta T_2, \Delta T_3), \text{ мкс} \quad (8)$$

где  $\Delta T_1$  – отклонение по горизонтали спустя 10 минут, мкс

$\Delta T_2$  – отклонение по горизонтали спустя 20 минут, мкс

$\Delta T_3$  – отклонение по горизонтали спустя 30 минут, мкс

8.5.25. Включить дефектоскоп от **полностью заряженного аккумулятора** и повторить пункты 8.5.2 – 8.5.24.

8.5.26. Записать значения стабильности зондирующего импульса по вертикали и по горизонтали в протокол.

8.5.27. Подключить разветвитель «Sonotron 64 channel splitter» из комплекта дефектоскопа к разъему канала фазированной решетки, как это показано на рисунке 7.

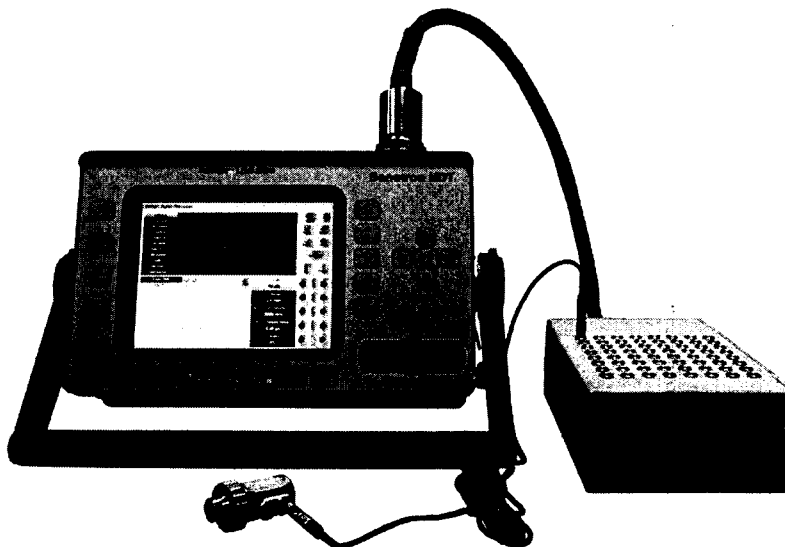


Рис.7. Подключение разветвителя.

8.5.28. Вместо разъема стандартного ультразвукового канала использовать любой разъем разветвителя.

8.5.29. Установить следующие настройки дефектоскопа:

Таблица 7

BASICS	PULSER	RECEIVER	GATE A
Range = 2.5 mm US Velocity = 2000 m/s Display Delay = ___ $\mu$ s	Pulser Mode = <b>SINGLE</b> PRF = 500 Hz	Filter = <b>ON</b> Filter Low = 4MHz Filter High = 6MHz Display = RF	aSwitch = <b>ON</b> a-Width = 0.5 mm
GATE B	DAC/TCG	MEASURE	EMIT
bSwitch = <b>OFF</b>	DAC Mode: <b>OFF</b>	Measuring Mode = <b>Top</b>	Start = 1 Aperture = 1

Параметр Display Delay установить таким образом, чтобы вершина максимальной отрицательной полуволны синусоидального импульса находилась посередине разветвки.

Параметр Gain установить таким образом, чтобы амплитуда импульса установилась на уровень 80-85 %.

Изменяя параметры aStart и aThreshold добиться пересечения максимальной отрицательной полуволны синусоидального импульса порога.

8.5.30. Параметр MeasValue установить равным H(A).

8.5.31. Повторить пункты 8.5.6 – 8.5.13.

8.5.32. Параметр MeasValue установить равным T(A).

8.5.33. Повторить пункты 8.5.17 – 8.5.24.

8.5.34. Повторить пункты 8.5.28 – 8.5.33 для всех разъемов разветвителя.

8.5.35. Записать полученные данные в протокол.

8.5.36. Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если измеренные значения стабильности зондирующего импульса по вертикали и по горизонтали соответствуют таблице 8.

Таблица 8

Наименование характеристики	Значение
Стабильность зондирующего импульса по вертикали, %	$\pm 2$
Стабильность зондирующего импульса по горизонтали, мкс	$\pm 0,2$

### 8.6 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерения временных интервалов

8.6.1. Выполнить соединения по схеме, указанной на рисунке 8.

8.6.2. Убедиться, что на входном канале дефектоскопа отсутствует напряжение (либо не превышает 3,5 В). В противном случае использовать ограничитель напряжения (схема - приложение А)

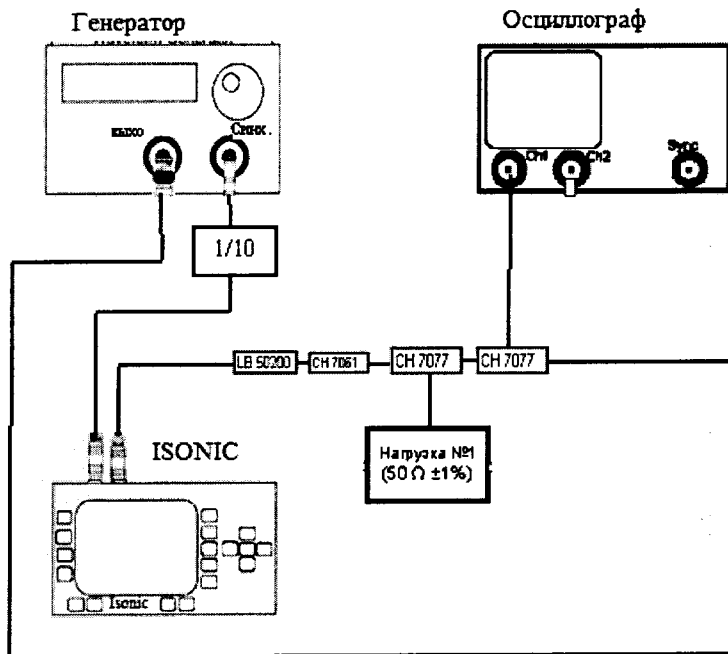


Рис.8

8.6.3. **Анализируемый сигнал** – синусоидальный сигнал на экране дефектоскопа в режиме А-скана.

8.6.4. Включить дефектоскоп от сети и выполнить следующие обязательные настройки  
Таблица 9



<b>BASIC</b> <b>Gain</b> = 30 дБ <b>Reject</b> = 0 % <b>US Velocity</b> = 5900 м/с <b>Range</b> = 8700 мм	<b>PULSER</b> <b>Pulser Mode</b> = DUAL <b>PRF</b> = 450 Гц <b>Pulser Width</b> = 165нс	<b>RECEIVER:</b> <b>Filter</b> = BB <b>Frequency</b> = 0.35-35 МГц <b>Display</b> = Full	<b>GATE A:</b> <b>aSwitch</b> = ON <b>aThershold</b> =20%
---	--	---	---

8.6.5. Остальные настройки несущественны.

8.6.6. Получить синусоидальный запускающий сигнал на выходе генератора **Tektronix AFG3022**, содержащий 1 полную волну на частоте **2,5 MHz**, с задержкой 0 мкс. Характеристики запускающего сигнала отслеживается в канале 2 осциллографа **Tektronix TDS-2012B**.

8.6.7. Выставить амплитуду сигнала на экране дефектоскопа 80 % экрана.

8.6.8. Установить следующие настройки:

- **aStart** и **aWidth** (начало и ширина строба А, подменю **GATE A**) в стробе А устанавливаются таким образом, чтобы анализируемый сигнал попадал в строб А;
- **Meas Value = T(A)** (время пробега эхо-сигнала, попавшего в строб А с учетом задержки призмы **Probe Delay**, мкс, попавшего в строб А, подменю **MEASURE**);

8.6.9. Записать время пробега эхо-сигнала **T<sub>0</sub>** при задержке генератора 0 мкс.

8.6.10. Изменять задержку **T** на выходе генератора **Tektronix AFG3022** одновременно с изменением начала строба А **aStart** (подменю **GATE A**) и развертки (**Range**), добиться чтобы анализируемый сигнал попадал в строб А. Установить задержку **T**, равную 20 мкс.

8.6.11. Записать значения измеренного временного интервала **T(A)** для сигнала, попавшего в строб А.

8.6.12. Рассчитать абсолютную погрешность измерения временных интервалов по формуле:

$$\Delta T = T(A) - T_0 - T, \text{ мкс} \quad (9)$$

где **T(A)** - значение измеренного временного интервала, мкс

**T** - задержка на выходе генератора, мкс

**T<sub>0</sub>** - время пробега эхо-сигнала при задержке генератора 0 мкс, мкс

8.6.13. Повторить пункты для задержек 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 3200 мкс.

8.6.14. Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если измеренные значения диапазона и абсолютной погрешности измерения временных интервалов соответствуют таблице 10

Таблица 10

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерения временных интервалов, мкс	От 0 до 3200
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения временных интервалов, мкс	$\pm (0,005t + 0,1)$ , где t – измеренное значение временного интервала

**8.7 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерения отношения амплитуд сигналов**

8.7.1. Выполнить соединения по схеме, указанной на рисунке 4.

8.7.2. **Анализируемый сигнал** – синусоидальный сигнал на экране дефектоскопа в режиме А-скана.

8.7.3. Включить дефектоскоп от сети и выполнить следующие обязательные настройки

Таблица 11

<b>BASIC</b>	<b>PULSER</b>	<b>RECEIVER:</b>	<b>GATE A:</b>
Gain = 30 дБ	Pulser Mode = DUAL	Filter = BB	aSwitch = ON
Reject = 0 %	PRF = 1000 Гц	Frequency = 0.35-35 МГц	aThershold=50 %
US Velocity = 2000 м/с		Display = RF	
Range = 5 мм			

8.7.4. Остальные настройки несущественны.

8.7.5. Получить синусоидальный запускающий сигнал на выходе генератора **Tektronix AFG3022**. Запускающий сигнал, содержащий 5 полных волн на частоте **2 МГц**, отслеживается в канале 2 осциллографа **Tektronix TDS-2012B**.

8.7.6. На генераторе **Tektronix AFG3022** перевести единицы измерения в дБ и установить амплитуду **A = 30 дБ**.

8.7.7. Установить следующие настройки дефектоскопа:

- **Display Delay** (задержка экрана, подменю **BASIC**) выставляется таким образом чтобы анализируемый сигнал оказался в середине экрана дефектоскопа;
- **aStart** и **aWidth** (начало и ширина строба А, подменю **GATE A**) устанавливаются таким образом, чтобы в строб А попали три средние положительные полуволны анализируемого сигнала;
- **Meas Value = V(A)** (амплитуда превышения порога строба А сигналом, попавшим в строб А в дБ, подменю **MEASURE**).

8.7.8. Амплитуда синусоидального запускающего сигнала на выходе генератора **Tektronix AFG3022** настраивается так, чтобы получить А-скан высотой в 50 % экрана дефектоскопа.

8.7.9. Уменьшить амплитуду А сигнала генератора **Tektronix AFG3022** на 10 дБ, компенсируя его увеличением усиления дефектоскопа **Gain** и отслеживать амплитуду превышения порога строба **V(A)**.

8.7.10. Рассчитать абсолютную погрешность измерения временных интервалов по формуле:

$$\Delta A = V(A) - A, \text{ дБ} \quad (10)$$

где  $V(A)$  - амплитуда превышения порога строба А сигналом, дБ

$A$  – амплитуда сигнала генератора, дБ

8.7.11. Повторить пункты 8.7.9 – 8.7.10, уменьшая амплитуду А сигнала генератора на 20, 30, 40, 50, 60 дБ.

8.7.12. Записать полученные результаты в протокол испытаний.

8.7.13. Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если измеренные значения диапазона и абсолютной погрешности измерения отношения амплитуд сигналов соответствуют таблице 12

Таблица 12

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерения отношения амплитуд сигналов, дБ	От 0 до 100 дБ
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения отношения амплитуд сигналов, дБ	$\pm(0,2+0,02N)$ дБ, где N – усиление на входе приемника

### 8.8 Определение абсолютной погрешности измерения глубины залегания дефектов и толщины изделий

8.8.1. Нанести на поверхность контрольного образца №2 контактную жидкость (масло трансформаторное ГОСТ 982-80, глицерин ГОСТ 6823-77 или другую, предусмотренную в соответствии с Руководством по эксплуатации).

8.8.2. Определение абсолютной погрешности измерения глубины проводится с помощью контрольного образца №2.

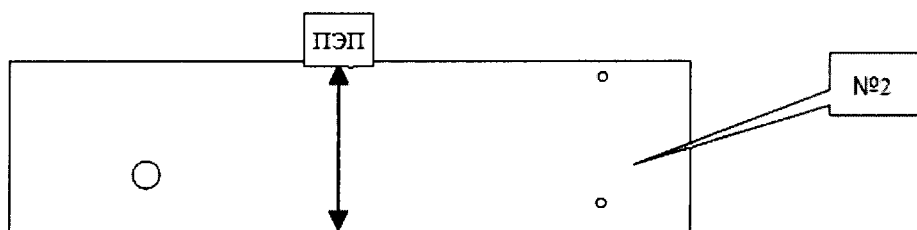
8.8.3. Установить следующие параметры дефектоскопа:

Таблица 13

<b>BASIC:</b> US Velocity = 5950 м/с Range = 120 мм	<b>PULSER</b> Tuning=No Pulser Mode = DUAL Damping =1000 Ω PRF = 500 Гц Pulse Width=Spike(250μJ)	<b>RECEIVER:</b> Filter = BB Frequency=2.8-5.2 MHz Display = Full	<b>GATE A:</b> aSwitch = ON a-Width = 50 мм a-Start= 30 мм aThershold= 40 %
<b>GATE B:</b> bSwitch = OFF	<b>DAC/TCG/DGS:</b> Mode: OFF	<b>MEASURE:</b> Measuring Mode = Top Meas Value=T(a)	

На поверхность контрольного образца №2 нанести контактную жидкость.

Установить преобразователь MSEB 2 (E) или П112-2-16/2-MSEB2 на контрольный образец №2 как показано на рисунке



Выполнить следующие настройки:

- **Gain** (текущее значение усиления, дБ, в подменю **BASIC**) должно быть настроено таким образом, чтобы высота первого эхо-сигнала составляла 80 –85 % экрана;
- **Display Delay** (Текущее значение задержки экрана, мс, подменю **BASIC**) устанавливается таким образом, чтобы первый эхо-сигнал находится по середине экрана;
- **Probe Delay** (Текущее значение задержки ПЭП, мкс, подменю **MEASURE**) подбирается таким образом, чтобы получить в окне измерений **Value: T(a) = 20 мкс**.

8.8.4. Установить **Meas Value=s(a)** (расстояние по лучу для сигнала, попавшего в строб А в материале со скоростью ультразвука **US Velocity**, мм, подменю **MEASURE**), затем выполнить последовательно:

Таблица 14

Действительные значения глубины $H_0$ , мм	Начало строба А $aStart$ , мм	Ширина строба $A aWidth$ , мм	Развертка $Range$ , мм
<b>30</b> (по толщине образца)	15	30	60
<b>41</b> (отверстие диаметром 6 мм)	30	20	60
<b>59</b> (по ширине образца)	30	60	120
<b>210</b> (по длине образца)	150	90	500

8.8.5. Установить преобразователь на образец №2 и измерить толщину, ширину и длину образца  $H_{изм}$  в мм, фиксируемую в окне значений **Value: s(a)**.

8.8.6. Рассчитать абсолютную погрешность измерения глубины залегания дефектов по формуле:

$$\Delta A = s(a) - H, \text{ мм} \quad (11)$$

где  $s(a)$  – измеренное значение, мм

$H$  – значение, указанное в протоколе поверки на контрольный образец №2, мм

8.8.7 Нанести на поверхность образца с толщиной 1 мм из комплекта КМТ176М-1 контактную жидкость (масло трансформаторное ГОСТ 982-80, глицерин ГОСТ 6823-77 или другую, предусмотренную в соответствии с Руководством по эксплуатации)

8.8.8 Повторить пункты 8.8.3 – 8.8.5 для образца с толщиной 1 мм из комплекта КМТ176М-1.

8.8.9 Рассчитать абсолютную погрешность измерения толщины изделия по формуле:

$$\Delta A = s(a) - H, \text{ мм} \quad (12)$$

где  $s(a)$  – измеренное значение, мм

$H$  – значение, указанное в протоколе поверки на комплект образцов КМТ176М1, мм

8.8.10 Повторить пункты 8.8.7 – 8.8.9 для образцов из комплекта КМТ176М-1 с толщиной 50, 100, 200, 300 мм.

8.8.11 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если измеренные значения диапазона и абсолютной погрешности измерения глубины залегания дефектов и толщины изделий соответствуют таблице 15

Таблица 15

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения глубины залегания дефектов и толщины изделий, мм	$\pm(0,015H+0,05)$ , где $H$ – измеренное значение глубины залегания дефекта или толщины изделия

## 8.9. Определение диапазона рабочих частот приемника.

8.9.1. Выполнить соединения в соответствии со схемой на рисунке 9.

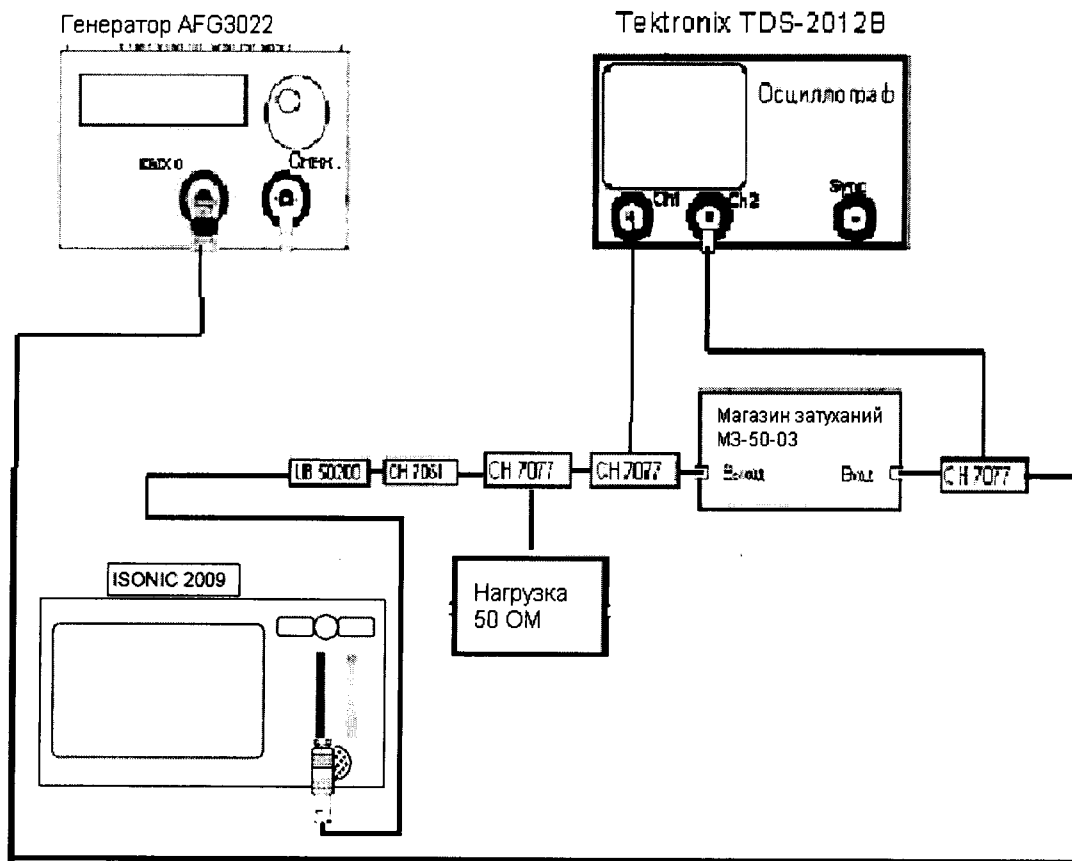


Рис.9

**Анализируемый сигнал** – постоянный синусоидальный сигнал от выхода линейного усилителя дефектоскопа

8.9.2. Установить следующие параметры

Таблица 16

<b>BASIC</b> Gain = 30 дБ	<b>PULSER</b> Pulser Mode=DUAL	<b>RECEIVER:</b> Filter = OFF, Display = RF
------------------------------	-----------------------------------	--

Остальные настройки несущественны и могут быть установлены произвольно.

8.9.3. Получить синусоидальный сигнал **CW** на выходе генератора **AFG3022**. Амплитуда и частота сигнала отслеживаются по каналу 2 осциллографа **TDS-2012B** и должны быть **3,5 В** и **1 МГц** соответственно.

Найти новое значение фактора затухания  $A_0$ , изменяя амплитуду генератора **AFG3022** до получения значения амплитуды анализируемого сигнала в **640 мВ**, отслеживая в канале 1 осциллографа **TDS-2012B** (рисунок 10).

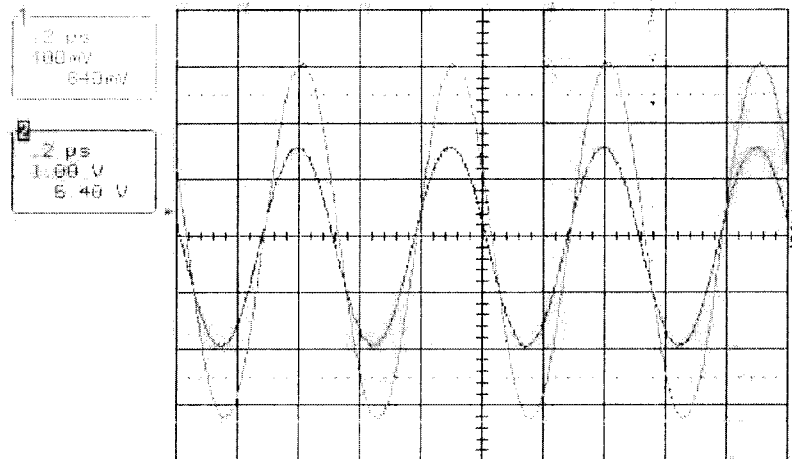


Рис. 10 Типичный вид экрана осциллографа после выполнения всех указанных выше действий

- 8.9.4. Изменять частоту сигнала на генераторе AFG3022 в диапазоне от 200 кГц до 1 МГц с шагом 100 кГц, в диапазоне от 1 МГц до 25 МГц с шагом 1 МГц.

Допускается выполнять проверку в ограниченном диапазоне частот – от 0,2 до 19 МГц включительно. Проверку в диапазоне свыше 19 до 25 МГц выполнять исключительно с применением соединительных кабелей RG213 из комплекта поставки дефектоскопа.

- 8.9.5. Для каждого нового значения частоты убедиться, что амплитуда исходного сигнала именно **3,5 В**. Если это не так, настроить амплитуду исходного сигнала на **3,5 В** с помощью генератора AFG3022.

- 8.9.6. После получения амплитуды основного синусоидального сигнала в **3,5 В** на выходе генератора AFG3022 найти значение фактора затухания  $A_i$ , изменяя сопротивление на магазине затухания для получения амплитуды анализируемого сигнала в **640 мВ**. Затем установить усиление **Gain** дефектоскопа (подменю **BASIC**) таким образом, чтобы анализируемый сигнал имел высоту 80% экрана. Настроить развертку **Range** так, чтобы улучшить представление анализируемого сигнала на экране. Значение усиления **Gain** при частоте 1 МГц используется для нормализации (рисунок 11).

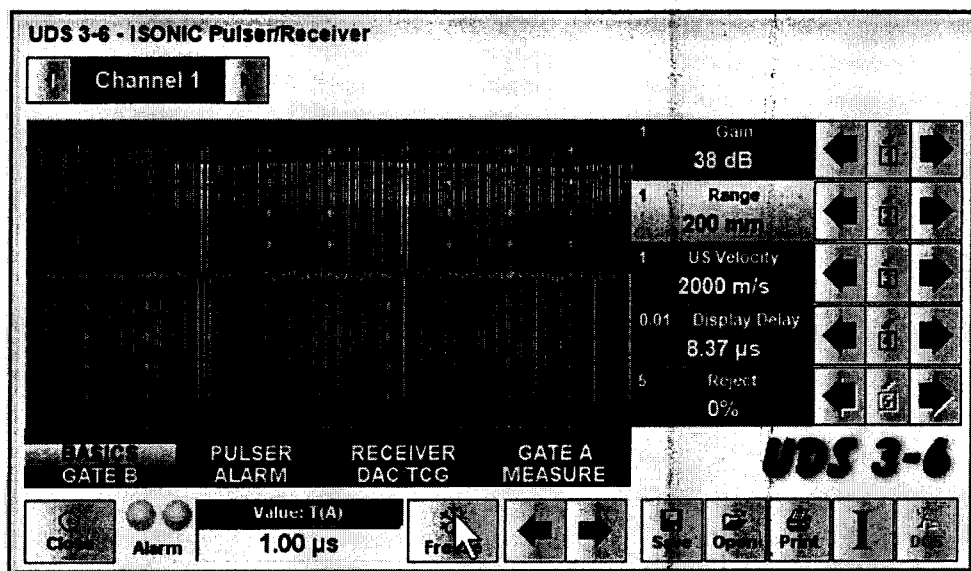


Рис.11 Типичный вид А-скана на экране дефектоскопа после выполнения пп. 8.9.4 – 8.9.6.

8.9.7. Выполнить пункты 8.9.5 – 8.9.6 для каждого значения частоты, записывая установленное значение усиления **Gain** в протокол.

8.9.8. Нанесите полученные значения усиления **Gain** на приведенный ниже график.

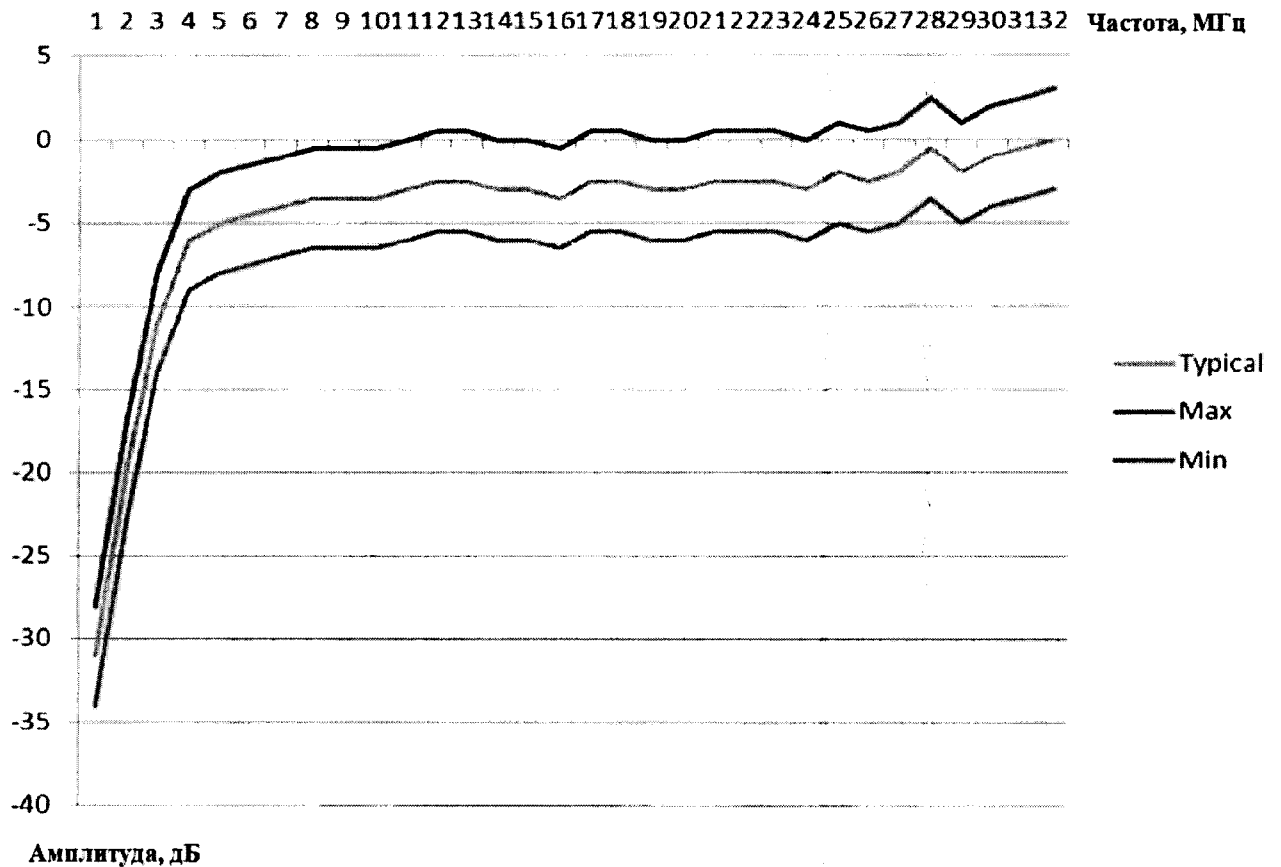


Рис.12

8.9.9. Убедиться, что для каждой установленной частоты полученные значения усиления не отличаются от значения, соответствующего среднему графику рисунка 12, более чем на 3 дБ. Для удобства на рисунке 12 нанесены линии, ограничивающие область  $\pm 3$  дБ от среднего графика.

8.9.10. Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если диапазон рабочих частот соответствует диапазону от 0,2 до 25 МГц (для ограниченного диапазона частот – от 0,2 до 19 МГц).

## 9. Оформление результатов поверки

9.1 Результаты поверки заносятся в протокол (рекомендуемая форма протокола поверки – приложение Б методики поверки). Протокол может храниться на электронных носителях.

9.2 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке в установленной форме, наносится знак поверки в соответствии с приказом Минпромторга России от 02.07.2015 №1815.

9.3 При отрицательных результатах поверки, система признается непригодным к применению и на него выдается извещение о непригодности с указанием причин непригодности в соответствии с приказом Минпромторга России от 02.07.2015 №1815.

Исполнители:

Начальник отдела  
ФГУП «ВНИИОФИ»

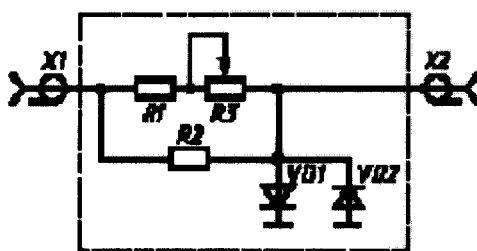
А.В. Иванов

Начальник сектора МО НК  
отдела испытаний и сертификации  
ФГУП «ВНИИОФИ»

Д.С. Крайнов



Электрическая принципиальная схема ограничителя



Перечень элементов ограничителя представлен в таблице 17

Таблица 17

Позиция	Наименование	Количество
R1	МЛТ-0,5 820 Ом ± 5% ОЖО.467.180 ТУ	1
R2	МЛТ-0,25 10 кОм ± 5% ОЖО.467.180 ТУ	1
R3	СП42а ВС-2-12 10 кОм ОЖО.468.045 ТУ	1
VD1, VD2	Диод КД522АдР3.363.029 ТУ	2
X1, X2	Розетка СР-50 – 73Ф ВРО.364.0ТО ТУ	2

Устройство и принцип действия ограничителя:

Ограничитель амплитуды зондирующих импульсов собран на кремниевых диодах VD1, VD2 по схеме двухстороннего ограничителя и обеспечивает амплитуду выходного сигнала не более 5 В при входном сигнале не более 600 В.

Ограничитель собирают в экранированном корпусе. При измерениях в цепях с напряжением более 300 В движок потенциометра устанавливают в положение 10 кОм.

# ПРОТОКОЛ

первичной / периодической поверки  
от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

Средство измерений: \_\_\_\_\_  
Наименование СИ, тип (если в состав СИ входит несколько автономных блоков,

то приводят их перечень (наименования) и типы с разделением знаком «косая дробь» / )

Зав. № \_\_\_\_\_ №/№ \_\_\_\_\_  
Заводские номера блоков

Принадлежащее \_\_\_\_\_  
Наименование юридического лица, ИНН

Поверено в соответствии с методикой поверки \_\_\_\_\_

Наименование документа на поверку, кем утвержден (согласован), дата

С применением эталонов:

(наименование, заводской номер, разряд, класс точности или погрешность)

При следующих значениях влияющих факторов: \_\_\_\_\_

(приводят перечень и значения влияющих факторов, нормированных в методике поверки)

Получены результаты поверки метрологических характеристик: \_\_\_\_\_

(приводят данные: требования методики поверки / фактически получено при поверке)

Рекомендации \_\_\_\_\_  
Средство измерений признать пригодным (или непригодным) для применения

Исполнители: \_\_\_\_\_  
подписи, ФИО,

должность