

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор

ЗАО «Фирма ТВЕМА»

«Фирма ТВЕМА»

В.Ф. Тарабрин

М.П.

* г. МОСКВА *

« 06 » 09 2011 г.

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ

Заместитель директора

ФГУП «ВНИИОФИ»

Н. П. Муравская

М.П.

» 04

2011 г.



ДЕФЕКТОСКОП УЛЬТРАЗВУКОВОЙ
«ЭХО-ПУЛЬС» УД2-105Т

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
ВДМА.663500.129МП

2011 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1	ВВЕДЕНИЕ.....	3
2	ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....	3
3	СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	4
4	ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ	4
5	ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	5
6	УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	5
7	ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ	5
8	ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	6
8.1	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	6
8.2	ВНЕШНИЙ ОСМОТР	8
8.3	ОПРОБОВАНИЕ	8
8.4	ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК.....	8
9	ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	14
	ПРИЛОЖЕНИЕ А (ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ).....	14

1 ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические указания распространяются на дефектоскопы ультразвуковые «ЭХО-ПУЛЬС» УД2-105Т (далее по тексту - дефектоскопы), изготовленные фирмой ЗАО «Фирма ТВЕМА», Россия. Дефектоскопы предназначены для обнаружения дефектов типа нарушения сплошности материалов, полуфабрикатов, готовых изделий, в том числе, рельсов всех типов, узлов и деталей подвижного состава железнодорожного транспорта, для измерения координат их залегания при контактном способе ввода ультразвуковых колебаний.

Область применения дефектоскопов - неразрушающий контроль материалов, полуфабрикатов, готовых изделий.

Настоящие методические указания устанавливают методику и средства при проведении первичной и периодических поверок.

Межповерочный интервал – 1 год.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении первичной и периодической поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки
Внешний осмотр	п. 8.2
Опробование	п. 8.3
Определение амплитуды колебаний электрических импульсов генератора импульсов возбуждения (ГИВ)	п. 8.4.1
Определение абсолютной погрешности измерения отношения амплитуд сигналов на входе приемника	п. 8.4.2
Определение абсолютной погрешности измерения временных интервалов	п. 8.4.3
Определение эффективной частоты пьезоэлектрических преобразователей (ПЭП)*	п. 8.4.4
Определение угла ввода ПЭП*	п. 8.4.5
Определение запаса чувствительности ПЭП*	п. 8.4.5
Определение абсолютной погрешности измерения координат отражателя в контрольном образце №2 из комплекта КОУ-2	п. 8.4.5
Определение отношения сигнал/шум, измеренного на образце №2 из комплекта КОУ-2*	п. 8.4.6
Определение временной нестабильности чувствительности	п. 8.4.7

* - указанные характеристики могут не проверяться при наличии сертификатов калибровки на ПЭП, входящие в комплектность прибора.

2.2 Операции поверки проводятся метрологическими службами, аккредитованными в установленном порядке.

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

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 Рекомендуемые средства поверки указаны в таблице 2.

3.2 Средства поверки должны быть поверены в установленном порядке.

3.3 Приведенные средства поверки могут быть заменены на их аналог с характеристиками не хуже нижеуказанных.

Таблица 2 - Средства поверки и вспомогательное оборудование

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. 8.4.4 п. 8.4.5 п. 8.4.6 п. 8.4.7	Контрольные образцы №2 и №3 из комплекта КОУ-2 по ГОСТ 14782-86. Контрольный образец №2: высота 59 мм, боковые цилиндрические отверстия диаметром 2 и 6 мм. Контрольный образец №3: радиус цилиндрической поверхности 55 мм.
п. 8.4.1 п. 8.4.3 п. 8.4.4	Осциллограф цифровой Tektronix TDS-2012B. Диапазон измеряемых размахов напряжений импульсных радиосигналов вместе с делителем 1:10 от 100 В – до 160 В. Измерение интервалов времени и амплитуд с погрешностью не более $\pm 5\%$.
п. 8.4.2 п. 8.4.3	Генератор сигналов сложной формы AFG 3022 Синусоидальный сигнал от 2 МГц до 3 МГц, диапазон напряжений от 400 мВ _{размах} до 1 В _{размах} , погрешность $\pm(1\% \text{ от величины} + 1 \text{ мВ})$.
п. 8.4.2	Магазин затуханий МЗ-50-2 Диапазон ослабления от 0 до 80 дБ

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

Лица, допущенные к проведению измерений и обработке результатов наблюдений при поверке, должны быть аттестованы в установленном порядке на право проведения поверки ультразвуковых приборов.

Лица, допускаемые к проведению поверки, должны изучить Руководство по эксплуатации на дефектоскоп ВДМА.663500.129РЭ, а также эксплуатационную документацию на средства поверки.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 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 средства поверки.

5.2 К работе по поверке дефектоскопа должны допускаться лица, прошедшие обучение и инструктаж по правилам безопасности труда.

5.3 Поверку производить только после ознакомления и изучения РЭ на средства поверки.

5.4 При проведении поверки должны соблюдаться требования ГОСТ 12.3.019-80. «Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности».

5.5 Освещенность рабочего места поверителя должна соответствовать требованиям Санитарных правил и норм СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.

5.6 При проведении поверки согласно разделу 8 настоящей методики все контрольно-измерительные приборы с электрическим питанием от сети переменного тока должны быть заземлены.

6 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть выполнены следующие условия:

- температура окружающего воздуха $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- атмосферное давление (750 ± 30) мм. рт. ст.;
- относительная влажность $(65 \pm 15)\%$.

6.2 Электрическое питание дефектоскопа от встроенной LI-ION аккумуляторной батареи:

- напряжение, В, не более 10 ± 1 ;
- номинальный потребляемый ток, мА, не более 200 мА.

6.3 Внешние электрические и магнитные поля должны отсутствовать, либо находиться в пределах, не влияющих на работу дефектоскопа.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Если дефектоскоп до начала измерений находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 6.1, то его выдержать при этих условиях не менее 2-х часов.

7.2 Если средства поверки до начала измерений находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 6.1, то выдержать их при этих условиях в течении времени, указанного в РЭ на средства поверки.

7.3 Перед проведением поверки дефектоскоп и средства поверки подготовить к работе в соответствии с руководствами по эксплуатации.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Общие положения

Под словами «включить дефектоскоп» следует понимать выполнение следующих операций:

- включить Pocket PC;
- включить «Bluetooth» на Pocket PC, нажав кнопку  или  iPAQ Wireless и в

открывшемся окне (Рисунок 1) нажать кнопку . После включения вид кнопки

изменится , а на Pocket PC начнет мигать светодиод голубого цвета;

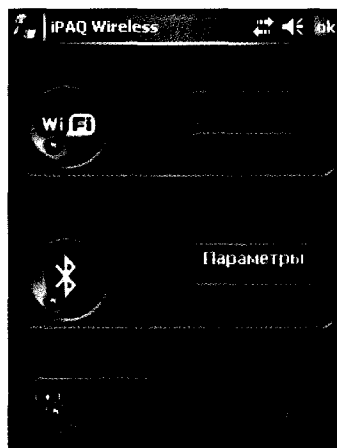


Рисунок 1 – Окно экрана Pocket PC при включении Bluetooth

- включить дефектоскоп (на его панели начнет мигать красный светодиод);
- на Pocket PC в верхней части экрана нажать «ПУСК»;



Рисунок 2 – Окно меню Pocket PC

- в открывшемся окне (Рисунок 2) выбрать программу **EchoPuls** и запустить программу. Если в списке нет программы, необходимо выбрать пункт меню **Программы**, в котором открыть папку «Tvema» (
-) и запустить программу **EchoPuls**;

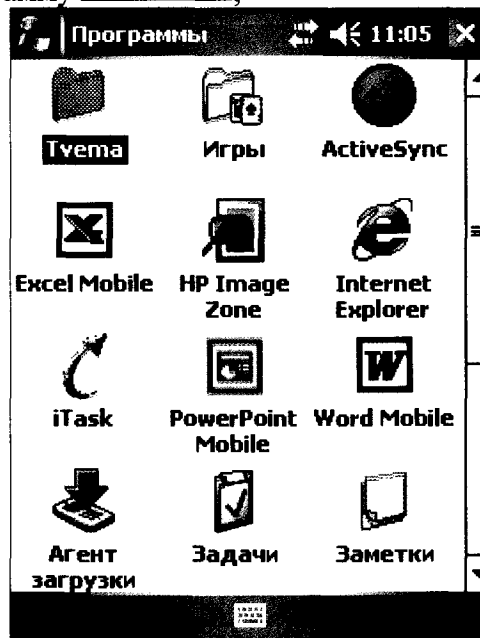


Рисунок 3 – Окно выбора программ

- после запуска программы «EchoPuls» появится окно «Bluetooth Console», а в нем значок устройства  (Рисунок 4). Появление значка в этом окне свидетельствует о соединении Pocket PC и дефектоскопа через «Bluetooth»;

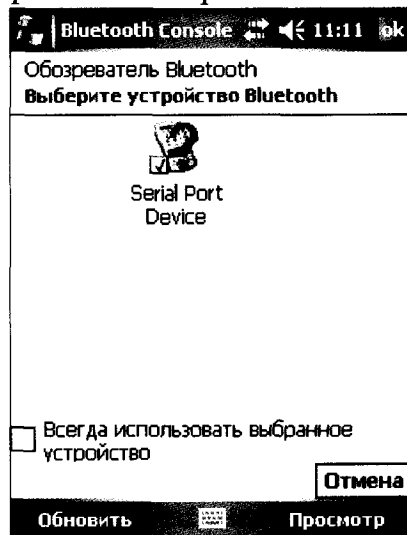


Рисунок 4 – Значок соединения Bluetooth

- после загрузки программы на экране Pocket PC отображается сигнал (развертка типа A) и информационная панель (Рисунок 5).

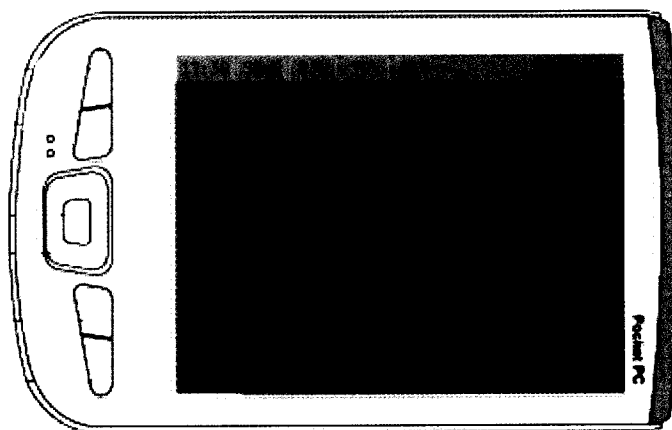


Рисунок 5 – Вид экрана с разверткой типа А

8.2 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- комплектность поверяемого дефектоскопа в соответствии с руководством по эксплуатации;
- отсутствие механических повреждений частей дефектоскопа;
- надежность фиксации разъемов;
- наличие маркировочных обозначений, их соответствие чертежам предприятия-изготовителя и ГОСТ 26828-86;
- наименование предприятия-изготовителя – ЗАО «Фирма ТВЕМА»;
- товарный знак предприятия-изготовителя;
- заводской номер, содержащий год изготовления.

8.3 Опробование

Опробование дефектоскопа включает в себя операцию проверки работоспособности.

Проверка работоспособности дефектоскопа производится в следующей последовательности:

- включить дефектоскоп;
- подключить к дефектоскопу ПЭП и установить его на смоченную контактной жидкостью поверхность образца №2 из комплекта КОУ-2. Перемещая ПЭП по поверхности образца и контролируя информацию на экране дефектоскопа, проверить по изменениям информации работоспособность дефектоскопа.

8.4 Определение метрологических характеристик

8.4.1 Определение амплитуды колебаний электрических импульсов ГИВ

Выполнить следующие операции:

- собрать схему, показанную на рисунке (Рисунок 7);
- включить дефектоскоп и осциллограф;
- в позиции «Количество импульсов накачки» установить значение 3;
- в позиции «Длина импульса накачки» установить значение 120 нс;
- произвести измерение амплитуды зондирующего сигнала на выходе дефектоскопа;

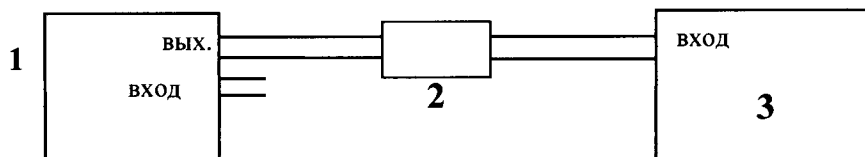


Рисунок 7 – Схема подключения для определения амплитуды колебаний электрических импульсов ГИВ

- 1 – дефектоскоп;
- 2 – сопротивление 50 Ом;
- 3 – осциллограф Tektronix TDS-2012B.

Дефектоскоп считается прошедшим поверку с положительным результатом, если максимальное значение амплитуды зондирующего сигнала на выходе дефектоскопа при отключенном ПЭП (130 ± 20) В.

8.4.2 Определение абсолютной погрешности измерения отношения амплитуд сигналов на входе приемника

Выполнить следующие операции:

- собрать схему в соответствии с рисунком (Рисунок 8);

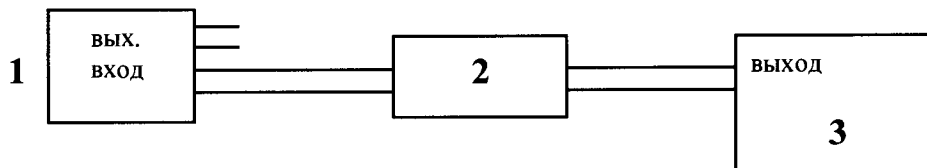


Рисунок 8 – Схема подключения для определения абсолютной погрешности измерения отношения амплитуд сигналов на входе приемника

- 1 – дефектоскоп;
- 2 – магазин затуханий МЗ-50-2;
- 3 – генератор сигналов сложной формы AFG 3022.

- подать на вход дефектоскопа синусоидальный сигнал частотой 2,5 МГц и амплитудой 450 мВ;
- войти в пункт меню «Контроль», далее выбрать подпункт «Строб 1»;
- установить начало и длительность строба таким образом, чтобы полученный сигнал находился в его пределах;
- установить уровень строба на 50 % высоты экрана дефектоскопа;
- изменяя генератором амплитуду сигнала, добиться, чтобы уровень сигнала достиг уровня строба;
- установить на магазине затуханий значение 10 дБ ($A_{мз}$);
- изменяя усиление дефектоскопа, установить амплитуду сигнала до уровня строба;
- зафиксировать значение усиления дефектоскопа A_d ;
- выполнить измерение значения усиления дефектоскопа A_d еще 4 раза и вычислить среднее арифметическое значение по 5-ти измерениям;
- рассчитать абсолютную погрешность измерения отношения амплитуд сигналов по формуле (1):

$$\Delta = A_d - A_{мз} \quad (1)$$

- провести измерения отношения амплитуд сигналов во всем диапазоне регулировки усиления дефектоскопа с шагом 10 дБ.

Дефектоскоп считается прошедшим поверку с положительным результатом, если рассчитанная абсолютная погрешность измерения отношения амплитуд сигналов на входе приемника в следующих диапазонах не более, дБ:

- от 0 до 61 дБ..... ± 1 ;
- от 62 до 70 дБ ± 2 ;
- от 71 до 80 дБ ± 3 .

8.4.3 Определение абсолютной погрешности измерения временных интервалов

Выполнить следующие операции:

- собрать схему в соответствии с рисунком (Рисунок 9);
- установить на экране дефектоскопа развертку максимальной длительности;

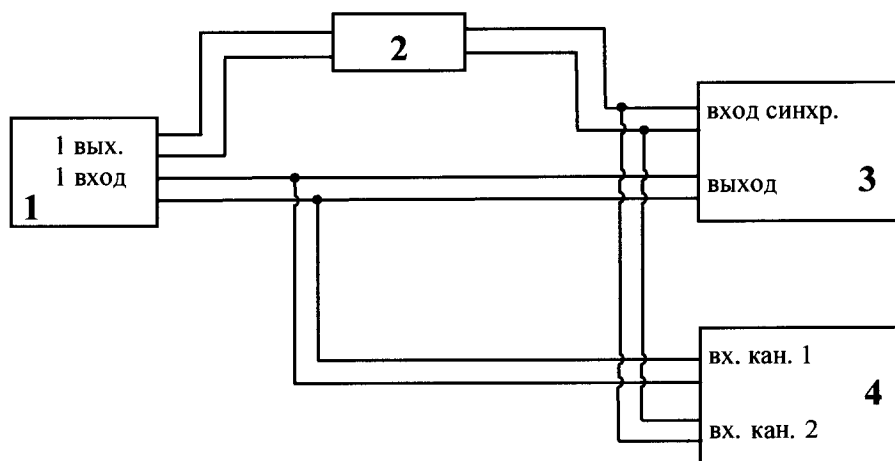


Рисунок 9 – Схема подключения для определения погрешности измерения временных интервалов

- 1 – дефектоскоп;
- 2 – согласователь (приложение 3 ГОСТ 23667-85);
- 3 – генератор сигналов сложной формы AFG 3022;
- 4 – осциллограф Tektronix TDS-2012B.

- синхронизировать генератор AFG 3022 от генератора дефектоскопа через согласователь, выполненный по приложению 3 ГОСТ 23667-85. Не допускать подачу напряжения на вход синхронизации генератора AFG 3022 более 5 В;
- установить на генераторе AFG 3022 T_1 , равное 5 мкс;
- зафиксировать показание времени на индикаторе дефектоскопа T_0 ;
- установить на генераторе AFG 3022 T_2 , равное 35 мкс;
- зафиксировать показание времени на индикаторе дефектоскопа T_d ;
- выполнить измерение времени на индикаторе дефектоскопа T_0 и T_d еще 4 раза;
- вычислить среднее арифметическое значение времени на индикаторе дефектоскопа T_0 и T_d по 5-ти измерениям;
- вычислить абсолютную погрешность измерения временных интервалов по формуле (2):

$$\Delta = (T_2 - T_1) - (T_d - T_0) \quad (2)$$

- провести измерения с шагом 30 мкс для всего временного диапазона дефектоскопа.

Дефектоскоп считается прошедшим поверку с положительным результатом, если абсолютная погрешность измерения временных интервалов не превышает $\pm 0,1$ мкс.

8.4.4 Определение эффективной частоты ПЭП

Для определения эффективной частоты ПЭП выполнить следующие операции:

- подключить к дефектоскопу осциллограф в соответствии с рисунком (Рисунок 10). При необходимости использовать ограничитель, схема которого приведена в приложении 2 ГОСТ 23667-85;
- установить в соответствующих пунктах меню дефектоскопа угол ввода, соответствующий номинальному, и скорость ультразвуковых колебаний;

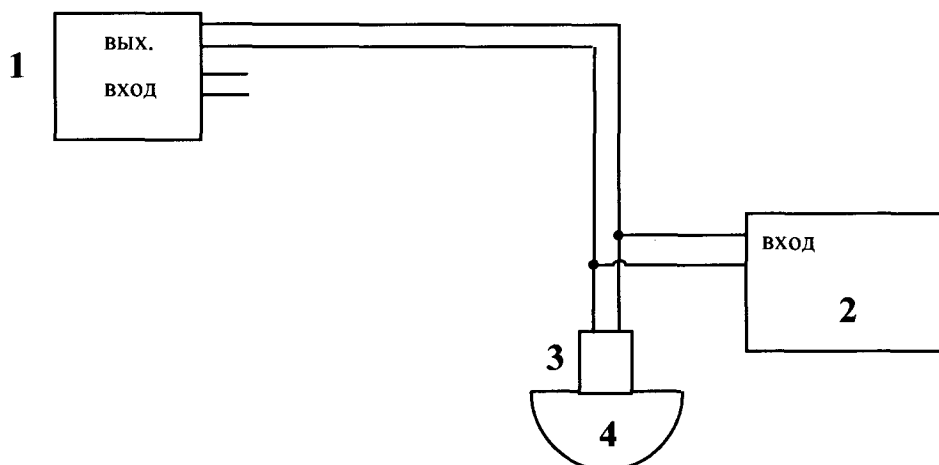


Рисунок 10 – Схема подключения для определения эффективной частоты ПЭП

1 – дефектоскоп;

2 – осциллограф Tektronix TDS-2012B;

3 – ПЭП;

4 – контрольный образец №3 из комплекта КОУ-2.

- включить дефектоскоп и осциллограф;
- подключить к дефектоскопу ПЭП типа П121-2,5-40 и установить его на смоченную контактной жидкостью поверхность образца №3 из комплекта КОУ-2;
- перемещая ПЭП по поверхности образца, добиться максимальной амплитуды эхосигнала от цилиндрической поверхности образца;
- выбрать в пункте меню позицию «Параметры»;
- установить значение в подпунктах «Количество импульсов накачки» и «Длина импульса накачки» таким образом, чтобы значение амплитуды эхосигнала было максимальным;
- с помощью осциллографа определить период высокочастотного колебания T , мкс;
- определить излучаемую частоту в МГц по формуле (3):

$$F = \frac{1}{T} \quad (3);$$

Провести измерения для ПЭП типа П112-2,5, П121-2,5-40 и П121-2,5-70.

Отклонение эффективной частоты ПЭП от номинального значения должно находиться в пределах $\pm 10\%$

8.4.5 Определение угла ввода, запаса чувствительности и абсолютной погрешности измерения координат отражателя в контрольном образце №2 из комплекта КОУ-2

Выполнить следующие операции:

- включить дефектоскоп;
- в пункте меню «Настройка А-развертки» выбрать подпункт «Режим работы глубиномера» и установить значение «Диагональ»;
- подключить к дефектоскопу ПЭП типа П121-2,5-50;
- установить ПЭП на смоченную контактной жидкостью поверхность образца №3 из комплекта КОУ-2;
- перемещая ПЭП по поверхности образца, получить эхосигнал от цилиндрической поверхности максимальной амплитуды;
- в пункте меню «Контроль», выбрать подпункт «Строб 1»;
- установить начало и длительность строба таким образом, чтобы полученный сигнал находился в его пределах;
- установить уровень строба на 50 % высоты экрана дефектоскопа
- в пункте меню «Аппаратные настройки» выбрать пункт «Задержка в призме»;
- изменяя величину времени задержки в призме, добиться того, чтобы индикация на экране дефектоскопа, соответствующая расстоянию до отражателя по лучу, было равно 55 ± 1 мм;
- проверить совпадение точки выхода ультразвукового луча, нанесенной на корпусе ПЭП с нулевой отметкой образца №3 из комплекта КОУ-2. В случае если положение точки выхода отличается от нулевой отметки более чем на ± 1 мм, нанести на корпус ПЭП точку выхода заново;
- установить ПЭП на смоченную контактной жидкостью поверхность образца №2 из комплекта КОУ-2;
- перемещая ПЭП по поверхности образца, получить эхосигнал от цилиндрического отражателя диаметром 6 мм на глубине 44 мм максимальной амплитуды;
- войти в пункт меню «Контроль», далее выбрать подпункт «Строб 1»;
- установить начало и длительность строба таким образом, чтобы полученный сигнал находился в его пределах;
- установить уровень строба на 50 % высоты экрана дефектоскопа;
- по совпадению точки выхода, нанесенной на корпусе ПЭП, и деления шкалы на боковой поверхности образца определить угол ввода ПЭП;
- изменяя усиление дефектоскопа, установить амплитуду эхосигнала на уровень строба;
- зафиксировать значение усиления дефектоскопа $A_{оп.}$;
- рассчитать значение запаса чувствительности ($A_{зап}$) по формуле (4):
$$A_{зап} = 80 - A_{оп} \quad (4);$$
- в пункте меню «Настройка А-развертки» выбрать подпункт «Режим работы глубиномера» и установить значение «Глубина и дальность»;
- зафиксировать значение глубины и дальности отражателя и сравнить их с фактическими координатами цилиндрического отверстия в образце №2 из комплекта КОУ-2.

Выполнить вышеуказанные действия для ПЭП типа П112-2,5, П121-2,5-40 и П121-2,5-70. Дефектоскоп считается прошедшим поверку с положительным результатом, если:

- значения запаса чувствительности для всех типов ПЭП не менее приведенных в таблице (Таблица 3);
- значение абсолютной погрешности измерения местоположения отражателя в контрольном образце №2 из комплекта КОУ-2 не превышает ± 2 мм;

- отклонение угла ввода от номинального значения для ПЭП с номинальным значением угла ввода до 60 градусов находится в пределах ± 3 градуса, для ПЭП с

Таблица 3 – Значения запаса чувствительности

номинальным значением угла ввода 60 и более градусов находится в пределах $\pm 1/-4$ градуса.

Тип ПЭП	Запас чувствительности, дБ
П121-2,5-40	35
П121-2,5-50	30
П121-2,5-70	25
П112-2,5	40

8.4.6 Определение отношения сигнал/шум, измеренного на образце №2 из комплекта КОУ-2

Выполнить следующие операции:

- включить дефектоскоп;
- подключить к дефектоскопу соответствующий ПЭП и установить его на смоченную контактной жидкостью поверхность образца №2 из комплекта КОУ-2 со стороны, где глубина залегания отражателя диаметром 6 мм составляет 44 мм;
- перемещая ПЭП по поверхности образца, добиться максимальной амплитуды эхосигнала от отражателя;
- войти в пункт меню «Контроль», далее выбрать подпункт «Строб 1»;
- установить начало и длительность строба таким образом, чтобы полученный сигнал находился в его пределах;
- установить уровень строба на 50 % высоты экрана дефектоскопа
- изменяя усиление дефектоскопа, установить амплитуду полученного эхосигнала на уровень строба. Зафиксировать значение усиления $K_{оп}$;
- изменяя усиление дефектоскопа, установить во временном интервале от 10 мкс до переднего фронта эхосигнала от отражателя уровень шума на уровень строба. Зафиксировать значение усиления $K_{ш}$;
- определить отношение сигнал/шум по формуле (5):

$$K_{с/ш} = K_{оп} - K_{ш} \quad (5);$$

Провести измерения отношения сигнал/шум для каждого типа ПЭП.

Дефектоскоп считается прошедшим поверку с положительным результатом, если значение отношения сигнал/шум, измеренное на образце №2 из комплекта КОУ-2, не менее значений, приведенных в таблице (Таблица 4).

Таблица 4 – Значения отношения сигнал/шум

Тип ПЭП	Отношение сигнал/шум, дБ
П121-2,5-40	20
П121-2,5-50	18
П121-2,5-70	18
П112-2,5	22

8.4.7 Определение временной нестабильности чувствительности

Выполнить следующие операции:

- выполнить измерения, предусмотренные п. 8.4.5 в части определения запаса чувствительности;

- повторить аналогичные измерения через 15 мин, 1 час, 2 часа, 4 часа и 8 часов;
- вычислить среднее арифметическое измерений по формуле (6):

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{n} \quad (6),$$

где n – число измерений, S_i – результат отдельного измерения;

- вычислить временную нестабильность чувствительности для каждого измерения по формуле (7):

$$\sigma = \frac{M - S_i}{M} * 100\% \quad (7).$$

Провести измерения для каждого типа ПЭП.

Дефектоскоп считается прошедшим поверку с положительным результатом, если за 8 часов максимальное значение временной нестабильности чувствительности для каждого типа ПЭП не более $\pm 5 \%$.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты поверки заносятся в протокол (форма протокола поверки – приложение А методики поверки).

9.2 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке в установленной форме.

9.3 При отрицательных результатах поверки, дефектоскоп признается непригодным к применению и на него выдается извещение и непригодности с указанием причин непригодности.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ПРОТОКОЛ № _____
первичной/периодической поверки
от «_____» _____ 20__ года.

Наименование средства измерения: Дефектоскоп ультразвуковой «ЭХО-ПУЛЬС» УД2-105Т

Заводской номер _____

Изготовленный ЗАО «Фирма ТВЕМА», г. Москва

Принадлежащий _____

Используемое контрольно-измерительное оборудование: _____

Условия проведения поверки:

Температура окружающей среды _____⁰C;

относительная влажность _____ %;

атмосферное давление _____ мм рт.ст.

Результаты поверки

Поверяемый параметр	Номинальная величина/допуск	Полученное значение	Заключение

Заключение: на основании результатов первичной/периодической поверки Дефектоскоп
ультразвуковой «ЭХО-ПУЛЬС» УД2-105Т, зав. №

Поверитель: _____
(ФИО)

/ _____
Подпись