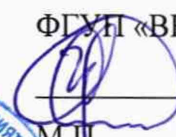


УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по инновациям

ФГУП «ВНИИОФИ»

  
\_\_\_\_\_ И.С. Филимонов

М.П.

« 03 » \_\_\_\_\_ 12 \_\_\_\_\_ 2019 г.



**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Дефектоскопы внутритрубные комбинированные ультразвуковые**

**Методика поверки**

**МП 063.Д4-19**

Главный метролог  
ФГУП «ВНИИОФИ»

  
\_\_\_\_\_ С.Н. Негода

« 03 » \_\_\_\_\_ 12 \_\_\_\_\_ 2019 г.

Главный научный сотрудник  
ФГУП «ВНИИОФИ»

  
\_\_\_\_\_ В.Н. Крутиков

« 03 » \_\_\_\_\_ 12 \_\_\_\_\_ 2019 г.

Москва  
2019 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.....	3
2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....	3
3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	3
4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ.....	5
5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ .....	5
6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ.....	5
7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ .....	5
8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ .....	6
9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	30
Приложение А Форма протокола поверки (Рекомендуемое).....	31
Приложение Б Приспособление для УЗК (Рекомендуемое) .....	32
Приложение В Принципиальная схема согласующего устройства (Рекомендуемое).....	33

## 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на дефектоскопы внутритрубные комбинированные ультразвуковые (далее по тексту - дефектоскопы), предназначенные для измерений координат дефектов (вдоль оси трубы), измерения толщин стенок трубопроводов УЗК методом, измерения времени отражения эхо-сигнала и измерения амплитуды эхо-сигнала при проведении внутритрубного диагностирования и устанавливает методы и средства их первичной и периодических поверок.

Интервал между поверками - 1 год.

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1 - Операции первичной и периодической поверок

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта методики поверки
1	Внешний осмотр	8.1
2	Проверка идентификации программного обеспечения	8.2
3	Опробование	8.3
4	Определение метрологических характеристик	8.4
5	Определение диапазона и расчет абсолютной погрешности измерений координат дефекта (вдоль оси трубы)	8.4.1
6	Определение диапазона и расчет абсолютной погрешности измерений толщины стенки трубопровода ультразвуковым (УЗ) методом	8.4.2
7	Определение диапазона и расчет абсолютной погрешности измерений времени отражения эхо-сигнала	8.4.3
8	Определение диапазона и расчет абсолютной погрешности измерений амплитуды эхо-сигнала	8.4.4

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

2.3 Поверку по пунктам 8.4.2 – 8.4.4 проводить для максимального типоразмера дефектоскопа.

2.4 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.

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
8.4.3 8.4.4	Осциллограф цифровой TDS2012B (далее осциллограф). Госреестр № 32618-06 Диапазон измеряемых размахов напряжений импульсных радиосигналов от 10 мВ до 400 В (с делителем 1:10). Пределы допускаемой относительной погрешности измерения амплитуд сигналов для коэффициентов отклонения от 10 мВ/дел до 5 В/дел $\pm 3\%$ .
8.4.3 8.4.4	Генератор сигналов сложной формы AFG3022 (далее генератор). Госреестр № 32620-06 Диапазон частот синусоидального сигнала от 1 мГц до 25 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1$ ppm. Диапазон устанавливаемых амплитуд от 10 мВ до 10 В. Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки амплитуды $\pm (1\% \text{ от величины} + 1 \text{ мВ})$
8.4.4	Магазин затуханий МЗ-50-2. (далее магазин затуханий) Госреестр № 5783-76 Диапазон частот: от 0,5 до 15 МГц. Декады: 4x10 дБ, 11x1 дБ, 11x0,1 дБ, 0-40-70 дБ. Абсолютная погрешность разностного затухания на постоянном токе: $\pm (0,05 - 0,25)$ дБ; на переменном токе: $\pm (0,1 - 0,4)$ дБ
8.4.1	Штангенциркуль ШЦЦ-I (далее штангенциркуль). Госреестр № 52058-12 Диапазон измерений длины от 0 до 250 мм. Шаг дискретности цифрового отсчетного устройства 0,01 мм. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины $\pm 0,04$ мм
8.4.2	Комплект образцовых ультразвуковых мер толщины КМТ176М-1. Госреестр № 6578-78 Диапазон толщин мер от 1 до 300 мм. Относительная погрешность аттестации по эквивалентной ультразвуковой толщине от 0,3 до 0,7 %
8.3	Толщиномер ультразвуковой 45MG (далее – толщиномер) (рег. № 54886-13) Диапазон измерений толщины от 0,5 до 300,0 мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения толщины $\pm 0,1$ мм
8.3	Дальномер лазерный Leica DISTO X310 (далее дальномер). Госреестр № 55021-13 Диапазон измерения расстояний от 0,05 до 120,00 м. Допускаемая СКП измерения расстояний $\pm 1,0$ мм (в диапазоне до 10 м), $\pm (1,0 + 1 \text{ мм/м})$ мм (в диапазоне от 10 до 30 м), $\pm (1,0 + 15 \text{ мм/м})$ мм (в диапазоне более 30 м)
Вспомогательное оборудование	
8.3	Полигон АО «Транснефть-Диаскан»
8.3	Комплект мер моделей дефектов КМ0001. Госреестр № 68765-17 Меры моделей дефектов: ФВ 720-8.2-27 – мера моделей дефектов – фланцевая вставка,

	(диапазон воспроизведения толщины стенки меры от 9,8 до 25,5 мм, абсолютная погрешность воспроизведения толщины стенки меры $\pm 0,3$ мм); ФВ 1220-8.2-44 – мера моделей дефектов – фланцевая вставка, (диапазон воспроизведения толщины стенки меры от 11,0 до 26,8 мм, абсолютная погрешность воспроизведения толщины стенки меры $\pm 0,3$ мм).
8.3	ФВ 720-8.2-28 – фланцевая вставка, секция P0129-1 – толщина стенки 7,0 мм
8.4.3	Источник питания постоянного тока БП5-50 (далее источник питания) Номинальное выходное напряжение от 1 до 299 В. Нестабильность выходного напряжения $\pm 1$ %

3.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых дефектоскопов с требуемой точностью.

3.3 Средства поверки должны быть поверены и (или) аттестованы в установленном порядке.

#### 4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускаются лица:

- изучившие настоящую методику поверки и руководство по эксплуатации дефектоскопов;
- прошедшие обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений.

#### 5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 Работа с дефектоскопами и средствами поверки должна проводиться согласно требованиям безопасности, указанным в нормативно-технической и эксплуатационной документации на дефектоскоп и средства поверки.

5.2 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности согласно ГОСТ 12.3.019-80.

#### 6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- температура окружающего воздуха, °С:  $20 \pm 5$ ;
- относительная влажность воздуха, %, не более 80;
- атмосферное давление, кПа  $100 \pm 4$ ;
- напряжение переменного тока, В  $220^{+20}_{-120}$ ;
- частота переменного тока, Гц  $50^{+13}_{-3}$ .

Поверка по пунктам 8.3.5 – 8.3.6; 8.4.2.5 – 8.4.2.6 методики поверки допускается проводить при следующих климатических условиях:

- температура окружающей среды, °С: от - 10 до + 50;
- относительная влажность воздуха, %, не более 80;
- атмосферное давление, кПа;  $100 \pm 4$ .

#### 7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

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

7.2 Перед проведением поверки, средства поверки и дефектоскопы подготовить к работе в соответствии с руководством по эксплуатации средств поверки и руководством по эксплуатации дефектоскопов.

## 8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 8.1 Внешний осмотр

8.1.1 Внешним осмотром дефектоскопа должно быть установлено:

- наличие маркировки, подтверждающей тип и заводской номер;
- соответствие дефектоскопов требованиям эксплуатационной документации;
- отсутствие на наружных поверхностях дефектоскопа повреждений, влияющих на его работоспособность, и загрязнений, препятствующих проведению поверки.

8.1.1 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если дефектоскоп соответствует требованиям, приведенным в пункте 8.1.1.

### 8.2 Проверка идентификации программного обеспечения

8.2.1 Подключить компьютер к дефектоскопу согласно РЭ.

8.2.2 Включить дефектоскоп согласно РЭ.

8.2.3 На компьютере загрузить программу «Терминал внутритрубного дефектоскопа универсальный» с помощью соответствующего ярлыка.

8.2.4 В появившемся окне выберите «Новая инспекция» и нажмите кнопку «Да».

8.2.5 Откроется окно «Выберите прибор», в этом окне необходимо выбрать исполнение, типоразмер и заводской номер дефектоскопа и нажать кнопку «Начать» (Рисунок 1).

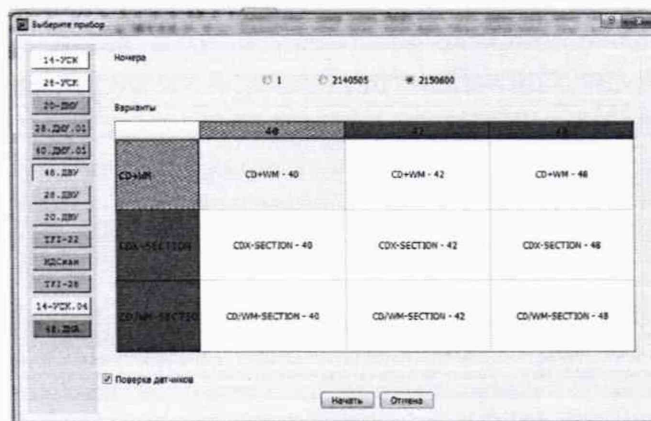


Рисунок 1 – Окно выбора дефектоскопа

8.2.6 В следующих открывшихся окнах заполнить параметры инспекции, в соответствии с руководством оператора 22.059-34, и нажать кнопку «Далее».

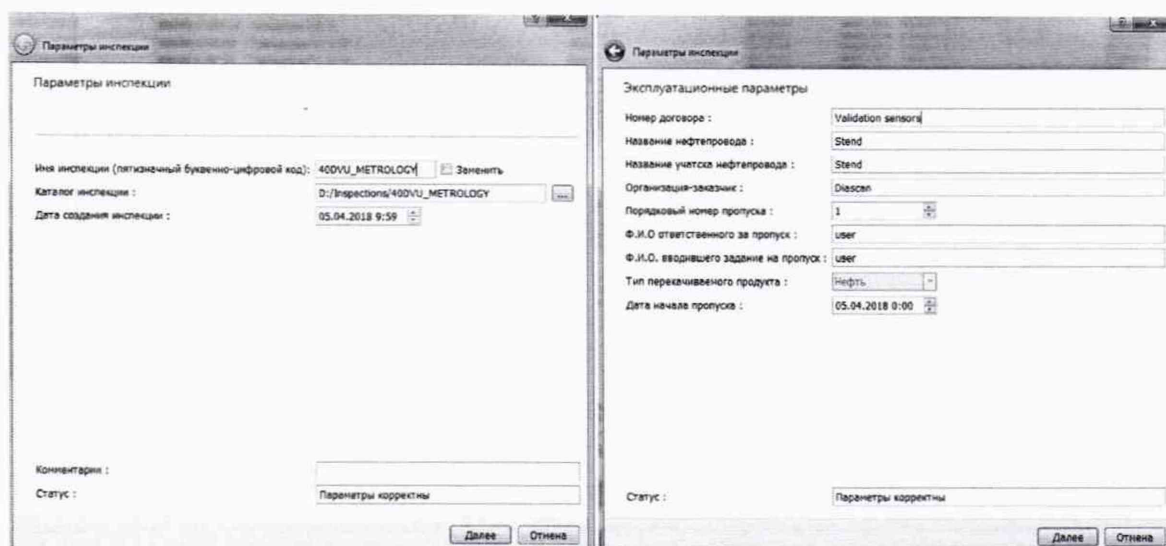


Рисунок 2 – Окна «Параметры инспекции»

8.2.7 В меню «Помощь» выбрать «О программе»

8.2.8 В отрывшемся окне прочитать название и номер версии ПО.

8.2.9 На компьютере загрузить программу «UniScan» с помощью соответствующего ярлыка.

8.2.10 В меню «Справка» выбрать «О программе»

8.2.11 В отрывшемся окне прочитать название и номер версии ПО.

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

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО дефектоскопа

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
Идентификационное наименование ПО	Терминал внутритрубного дефектоскопа универсальный	UniScan
Номер версии (идентификационный номер) ПО	22.0592.34 и выше	6.6.8261.1 и выше
Цифровой идентификатор ПО	—	—

### 8.3 Опробование

8.3.1 Установить меру из комплекта мер моделей дефектов KM0001 или фланцевую вставку из состава полигона АО «Транснефть–Диаскан» (далее – фланцевая вставка) на полигоне АО «Транснефть – Диаскан» в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4 – Соответствие дефектоскопов мерам моделей дефектов из комплекта мер КМ0001 и фланцевым вставкам

Обозначение исполнения	Наименование меры или вставки	Наименование секции
28-ДМУ.01-00.000-02	ФВ 720-8.2-28	P0129-1
	ФВ 720-8.2-27	P0141
		P0160
40-ДМУ.01-00.000-02	ФВ 1220-8.2-44	P0144
		P0142
		P0217

8.3.2 При использовании во время поверки фланцевой вставки произвести измерение толщины стенки секции, указанной в таблице 4 с помощью толщиномера, согласно его руководству по эксплуатации и измерить расстояние от начала вставки до модели дефектов (МД) или сварного шва секции, указанной в таблице 4 с помощью дальномера, согласно его руководству по эксплуатации.

8.3.3 Измерения толщины стенки секции фланцевой вставки повторить по пять раз в пяти произвольных точках секции и измерения расстояния от начала вставки до МД или сварного шва секции повторить пять раз. При наличии защитного покрытия с помощью наждачной бумаги или других аналогичных средств, произвести зачистку точек перед проведением измерений толщины стенки фланцевой вставки толщиномером.

8.3.4 Вычислить среднее арифметическое толщины стенки фланцевой вставки во всех измеренных точках и расстояния от начала фланцевой вставки до МД или сварного шва секции.

8.3.5 Все работы по установке меры из комплекта мер моделей дефектов КМ0001 или фланцевой вставки на полигоне АО «Транснефть–Диаскан», запасовке, запуску, сопровождению, приему, извлечению и обслуживанию дефектоскопа производятся сотрудниками АО «Транснефть–Диаскан» согласно должностным инструкциям и руководящим документам по выполняемым видам работ.

8.3.6 Три раза провести измерения дефектоскопом толщины стенки секций и расстояния от начала меры из комплекта мер моделей дефектов КМ0001, фланцевой вставки до МД или сварного шва секции, указанных в таблице 4.

8.3.7 Дальнейшая обработка результатов измерений производится в программе «UniScan».

8.3.8 Запустить программу «UniScan».

8.3.9 В программе «UniScan» открыть прогон. Для этого необходимо в пункте «Файл» главного меню выбрать пункт «Открыть основной прогон по коду» или нажать кнопку, расположенную на главной панели инструментов.

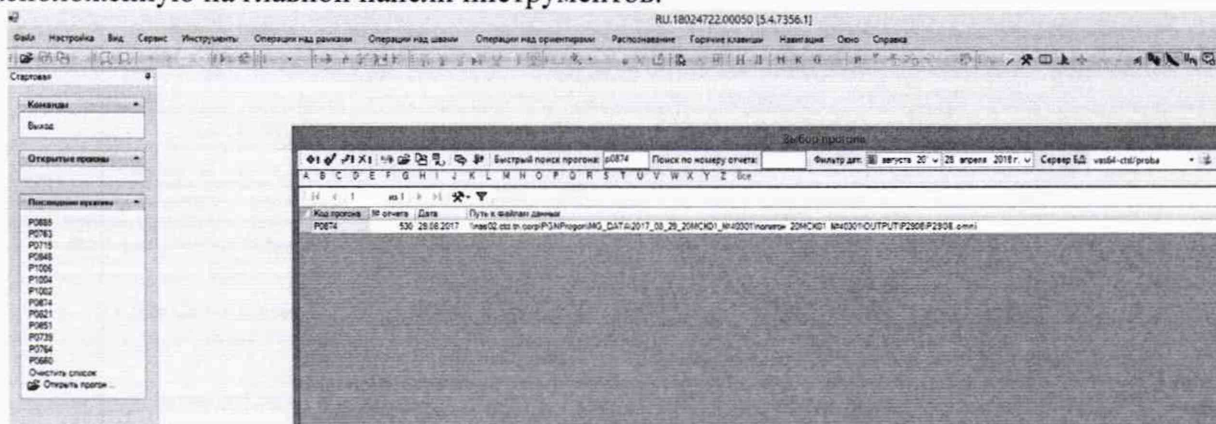


Рисунок 3 – Главный экран программы «UniScan»



8.3.10 Расчет толщины стенки трубы выполняется утилитой «Расчет толщины стенки трубы». Вызов данной утилиты производится из пункта «Сервис» главного меню, пункт «Расчет стенки трубы» (рисунок 4).

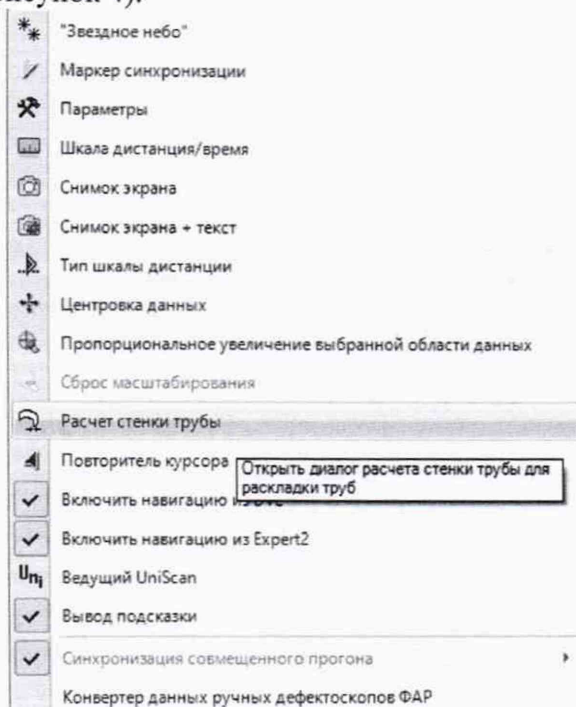


Рисунок 4 – Расчет толщины стенки трубы

8.3.11 В открывшемся окне нажать кнопку «Рассчитать» (Рисунок 5).

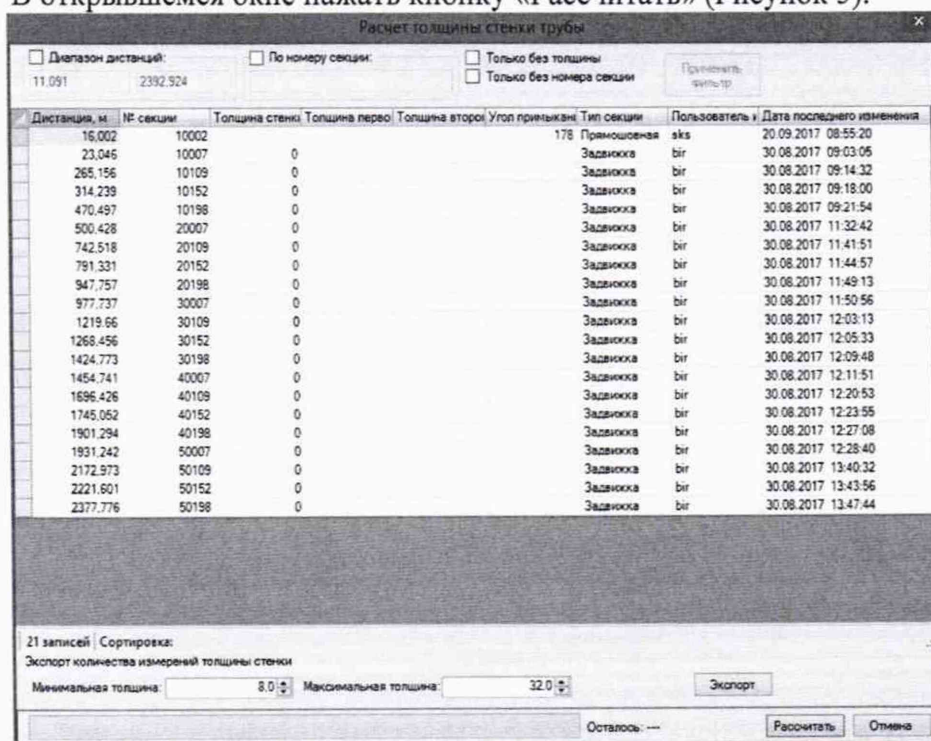


Рисунок 5 – Окно расчета толщины стенки

8.3.12 На основании данных, полученных в результате выполнения п.п. 8.3.5 – 8.3.11 записать в протокол (Приложение А) результаты измерений дефектоскопом толщины стенки секции меры или фланцевой вставки ультразвуковым (УЗ) методом и измерений расстояния от начала меры или фланцевой вставки до сварного шва или МД.

8.3.13 Рассчитать среднее арифметическое значение результатов измерений дефектоскопом толщины стенки секции меры или фланцевой вставки.

8.3.14 Рассчитать отклонение измерений толщины стенки меры или фланцевой вставки УЗ методом по формуле:

$$H_{\text{УЗоткл}} = H_{\text{изм}} - H_{\text{ном}}, \quad (1)$$

где  $H_{\text{изм}}$  – среднее арифметическое значение измерений дефектоскопом толщины стенки меры или фланцевой вставки УЗ методом, мм;

$H_{\text{ном}}$  – действительное значение толщины стенки секции меры, взятое из свидетельства о поверке или среднее значение толщины стенки фланцевой вставки, измеренное в п.п. 8.3.2 – 8.3.4, мм.

8.3.15 Рассчитать отклонение измерений координаты дефекта от начала меры или фланцевой вставки:

$$L_{\text{откл}} = L_{\text{изм}} - L_{\text{ном}}, \quad (2)$$

где  $L_{\text{изм}}$  – среднее арифметическое значение измерений дефектоскопом координаты дефекта от начала меры или фланцевой вставки, мм;

$L_{\text{ном}}$  – действительное значение координаты дефекта от начала меры, взятое из свидетельства о поверке или действительное значение координаты дефекта от начала фланцевой вставки, измеренное в п.п. 8.3.2 – 8.3.4, мм.

8.3.16 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если выявляются все имеющиеся на мере или фланцевой вставке дефекты и сварные швы; рассчитанное значение отклонения измерений толщины стенки меры или фланцевой вставки УЗ методом не превышает  $\pm 0,3$  мм; рассчитанное значение отклонения измерений расстояния от начала меры или фланцевой вставки до сварного шва или МД не превышает  $\pm (34+0,0083 \cdot L)$ , где  $L$  – измеренная координата дефекта (вдоль оси трубы), мм.

## 8.4 Определение метрологических характеристик

### 8.4.1 Определение диапазона и расчет абсолютной погрешности измерений координат дефекта (вдоль оси трубы)

8.4.1.1 Определение диапазона измерения координат дефекта выполняется при помощи колеса одометра, входящего в состав дефектоскопа, координата дефекта (вдоль оси трубы) эквивалентна пройденному пути колесом одометра. Диаметр колеса предварительно измеряется штангенциркулем в десяти равноудаленных друг от друга точках окружности.

8.4.1.2 Вычислить среднее арифметическое диаметра колеса одометра по десяти измерениям:

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (3)$$

где  $x_i$  –  $i$ -й результат измерения, мм;  
 $n$  – количество измерений.

8.4.1.3 Вычислить среднее квадратическое отклонение (СКО) результата десяти измерений диаметра колеса одометра по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{d})^2}{n-1}}, \quad (4)$$

где  $x_i$  –  $i$ -й результат измерения диаметра колеса одометра, мм;

$\bar{d}$  – среднее арифметическое значение измерений диаметра колеса одометра, мм;  
 $n$  – количество измерений.

8.4.1.4 Проверить наличие грубых погрешностей и, при необходимости, исключить их.

Для этого вычислить критерии Граббса  $G_1, G_2$ :

$$G_1 = \frac{|x_{max} - \bar{d}|}{s} \quad G_2 = \frac{|\bar{d} - x_{min}|}{s} \quad (5)$$

где  $x_{max}$  – максимальное значение результата измерений диаметра колеса одометра, мм;

$x_{min}$  – минимальное значение результата измерений диаметра колеса одометра, мм.

Если  $G_1 > G_T$ , то  $x_{max}$  исключают, как маловероятное значение, если  $G_2 > G_T$ , то  $x_{min}$  исключают, как маловероятное значение (здесь критическое значение критерия Граббса при десяти измерениях  $G_T = 2,482$ ).

Если количество оставшихся результатов измерений стало меньше десяти, повторить п. 8.4.1.1 – 8.4.1.4, чтобы количество измерений без грубых погрешностей оставалось равным десяти.

8.4.1.5 Вычислить СКО среднего арифметического диаметра колеса одометра по формуле:

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}}, \quad (6)$$

где  $S$  - СКО результата десяти измерений диаметра колеса одометра, мм;

$n$  – количество измерений диаметра колеса одометра.

8.4.1.6 Вычислить доверительные границы  $\varepsilon$ , мм, случайной погрешности оценки диаметра колеса одометра при  $P=0,95$ :

$$\varepsilon = t \cdot S_{\bar{x}}, \quad (7)$$

где  $t = 2,262$  - значение коэффициента Стьюдента для доверительной вероятности  $P = 0,95$  и числа результатов измерений равным десяти;

$S_{\bar{x}}$  - СКО среднего арифметического диаметра колеса одометра, мм.

8.4.1.7 Рассчитать значение СКО неисключенной систематической погрешности (НСП)  $S_{\Theta}$ , мм, серии измерений диаметра колеса одометра по формуле:

$$S_{\Theta} = \frac{\Theta_{\Sigma}}{\sqrt{3}}, \quad (8)$$

где  $\Theta_{\Sigma}$  – абсолютная погрешность штангенциркуля, взятая из свидетельства о поверке, мм.

8.4.1.8 Вычислить суммарное среднее квадратическое отклонение оценки диаметра колеса одометра по формуле:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\Theta}^2 + S_{\bar{x}}^2}, \quad (9)$$

где  $S_{\Theta}$  - среднее квадратическое отклонение НСП серии измерений диаметра колеса одометра, мм;

$S_{\bar{x}}$  - СКО среднего арифметического диаметра колеса одометра, мм.

8.4.1.9 Рассчитать значение абсолютной погрешности  $\Delta$ , мм, серии измерений диаметра колеса одометра по формуле:

$$\Delta = K \cdot S_{\Sigma}, \quad (10)$$

где  $K$  – коэффициент, зависящий от соотношения случайной составляющей погрешности и НСП, который рассчитывается по формуле:

$$K = \frac{\varepsilon + \Theta_{\Sigma}}{S_{\bar{x}} + S_{\Theta}}, \quad (11)$$

где  $\varepsilon$  - доверительные границы случайной погрешности оценки диаметра колеса одометра, мм;

$\Theta_{\Sigma}$  – абсолютная погрешность штангенциркуля, взятая из свидетельства о поверки, мм;

$S_{\bar{x}}$  - СКО среднего арифметического диаметра колеса одометра, мм;

$S_{\Theta}$  - среднее квадратическое отклонение НСП серии измерений диаметра колеса одометра.

8.4.1.10 Рассчитать длину окружности  $l_{окр}$ , мм, колеса одометра по формуле:

$$l_{окр} = \pi \cdot \bar{d}, \quad (12)$$

где  $\bar{d}$  – среднее арифметическое значение результата измерения диаметра колеса одометра, мм.

8.4.1.11 На подключенном к дефектоскопу компьютере запустите программу «Терминал внутритрубного дефектоскопа универсальный».

8.4.1.12 В появившемся окне выберите «Новая инспекция» и нажмите кнопку «Да»

8.4.1.13 Откроется окно «Выберите прибор», в этом окне необходимо выбрать исполнение, типоразмер и заводской номер дефектоскопа и нажать кнопку «Начать» (Рисунок 1).

8.4.1.14 В следующих открывшихся окнах заполнить параметры инспекции, в соответствии с руководством оператора 22.059-34, и нажать кнопку «Далее» (рисунок 6).

Рисунок 6 – Окна «Параметры инспекции»

8.4.1.15 В следующем открывшемся окне проверить правильность значений внесенных диаметров колес одометров, при необходимости произведите корректировку, согласно измеренным значениям в пункте 8.4.1.2 (Рисунок 7) и нажать кнопку «Завершить».

Рисунок 7 – Значения диаметров колес одометра

8.4.1.16 В открывшемся окне в области «Одометры» прочитайте текущее показание пройденной дистанции (Рисунок 8).

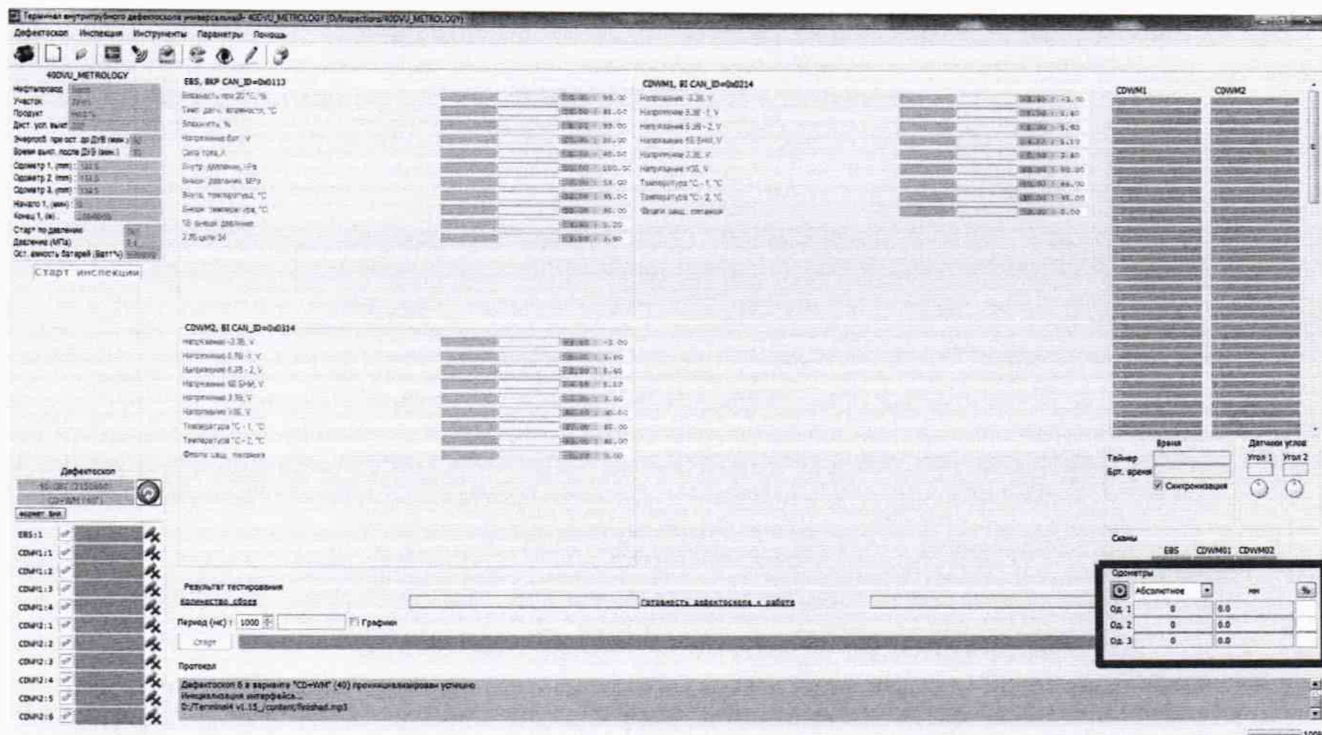


Рисунок 8 – Текущее показание пройденной дистанции колесом одометра.

8.4.1.17 В качестве нижней границы диапазона измерений координат дефекта принимается значение длины окружности колеса одометра, которое соответствует одному полному обороту колеса одометра. Для этого соединить риску, нанесенную на колесе с рисккой, нанесенной на держателе диаметра колеса одометра. И совершить один полный оборот до момента, когда риски снова сойдутся на одном уровне. Записать полученное значение  $l_{окрнк}$ , мм.

8.4.1.18 Повторить измерения согласно п.п. 8.4.1.16 – 8.4.1.17 для количества оборотов ( $n_k$ ) 2, 3, 4, 5, 10, 20, 30, 47.

И рассчитать отклонения от рассчитанных значений координат дефекта (вдоль оси трубы)  $\Delta l_{нк}$ , мм, для каждого измерения по формуле:

$$\Delta l_{нк} = n_k \cdot l_{окрнк} - l_{окрнк}, \quad (13)$$

8.4.1.19 Рассчитать допускаемую абсолютную погрешность измерений координат дефекта (вдоль оси трубы) по формуле:

$$\Delta L_{нк} = \sqrt{\Delta l_{нк}^2 + \Delta^2}, \quad (14)$$

где  $\Delta l_{нк}$  – отклонение от рассчитанного значения координаты дефекта (вдоль оси трубы), мм;  $\Delta$  – рассчитанная по формуле (10) абсолютная погрешность измерений диаметра колеса одометра, мм

8.4.1.20 Провести измерения по пунктам 8.4.1.15-8.4.1.19 еще 2 раза, и выбрать максимальное из трех значение абсолютной погрешности измерения координат дефекта (вдоль оси трубы).

8.4.1.21 Повторить пункты 8.4.1.1 – 8.4.1.12 для всех колес одометров, входящих в комплект поставки дефектоскопа.

8.4.1.22 Дефектоскопы считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если результаты измерений соответствуют таблице 6:

Таблица 6 – Метрологические характеристики

Наименование параметра	Значение параметра
Диапазоны измерений координат дефекта (вдоль оси трубы) для модификаций дефектоскопов, мм:	от 418 до 20000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений координат дефекта (вдоль оси трубы), мм	$\pm (34+0,0083 \cdot L)$ , где L – измеренная координата дефекта (вдоль оси трубы), мм

#### 8.4.2 Определение диапазона и расчет абсолютной погрешности измерений толщины стенки трубопровода ультразвуковым (УЗ) методом

8.4.2.1 Определение диапазона измерений толщины стенки трубопровода УЗ методом выполняется на мерах из комплекта мер ультразвуковой толщины КМТ 176М-1 для выборки не менее 25 % датчиков всего комплекта поставки при первичной поверке согласно п. 13.1 ГОСТ Р ИСО 2859-1-2007 (при одноступенчатом плане и нормальном контроле), и 100% датчиков при периодической, и по результатам измерений проводится расчет абсолютной погрешности измерений толщины стенки трубопровода УЗ методом.

8.4.2.2 Подключить питание к дефектоскопу согласно РЭ.

8.4.2.3 Подключить компьютер к дефектоскопу и запустить программу «Терминал внутритрубного дефектоскопа универсальный» с помощью соответствующего ярлыка.

8.4.2.4 В появившемся окне выберите «Новая инспекция» и нажмите кнопку «Да»

8.4.2.5 Откроется окно «Выберите прибор». Галочка в поле «Поверка датчиков» должна отсутствовать. В этом окне необходимо выбрать исполнение, типоразмер и заводской номер дефектоскопа и нажмите кнопку «Начать» (Рисунок 1).

8.4.2.6 Повторить пункты 8.4.1.14 – 8.4.1.15 методики поверки.

8.4.2.7 В результате загрузится основное окно программы (Рисунок 9).

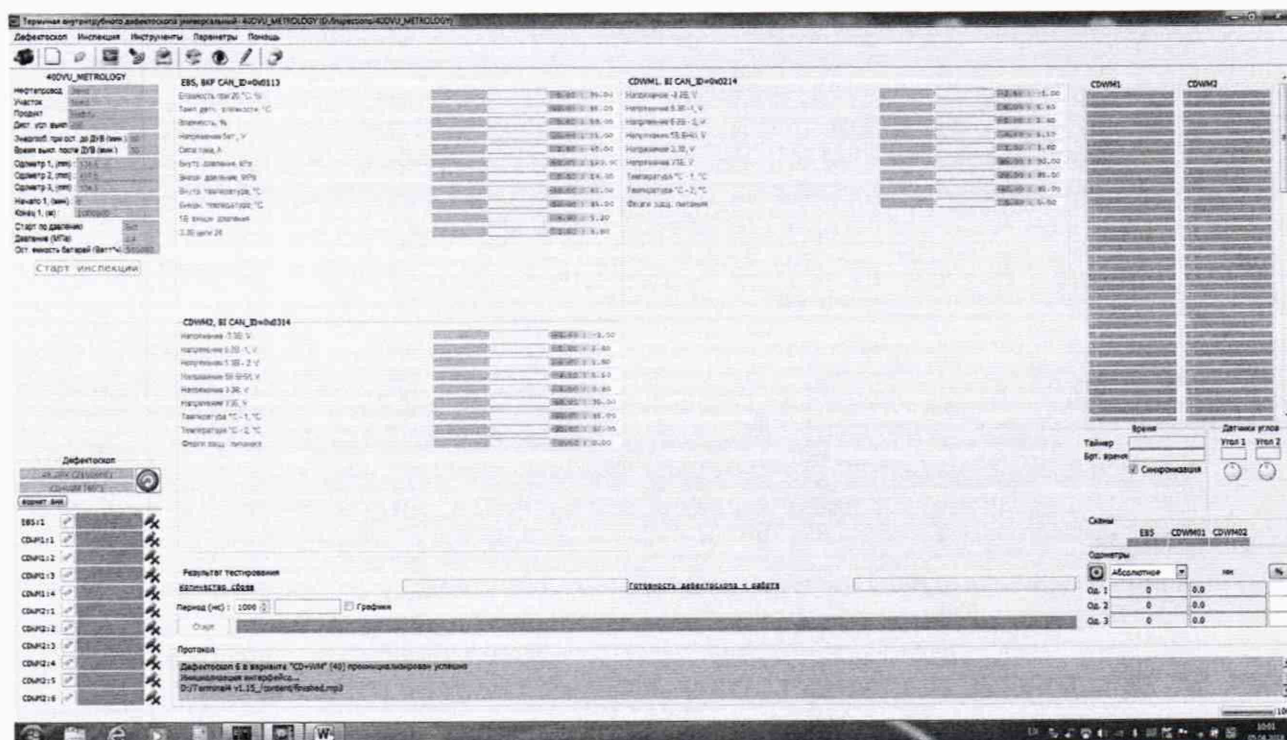


Рисунок 9 – Основное окно ПО «Терминал внутритрубного дефектоскопа универсальный»

8.4.2.8 В меню «Дефектоскоп» выбрать «Датчики» (Рисунок 10).

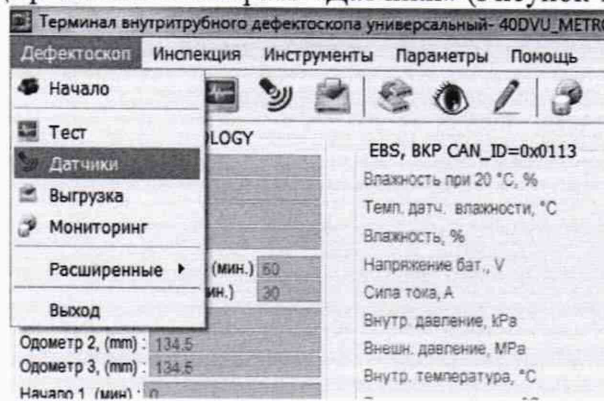


Рисунок 10 – Меню ПО


8.4.2.9 Для согласования дефектоскопа с ПО нажмите кнопку  в поле «Дефектоскоп». В результате должны отметиться зелеными галочками все подключенные блоки (Рисунок 11).



Рисунок 11 – Соединение дефектоскопа и ПО

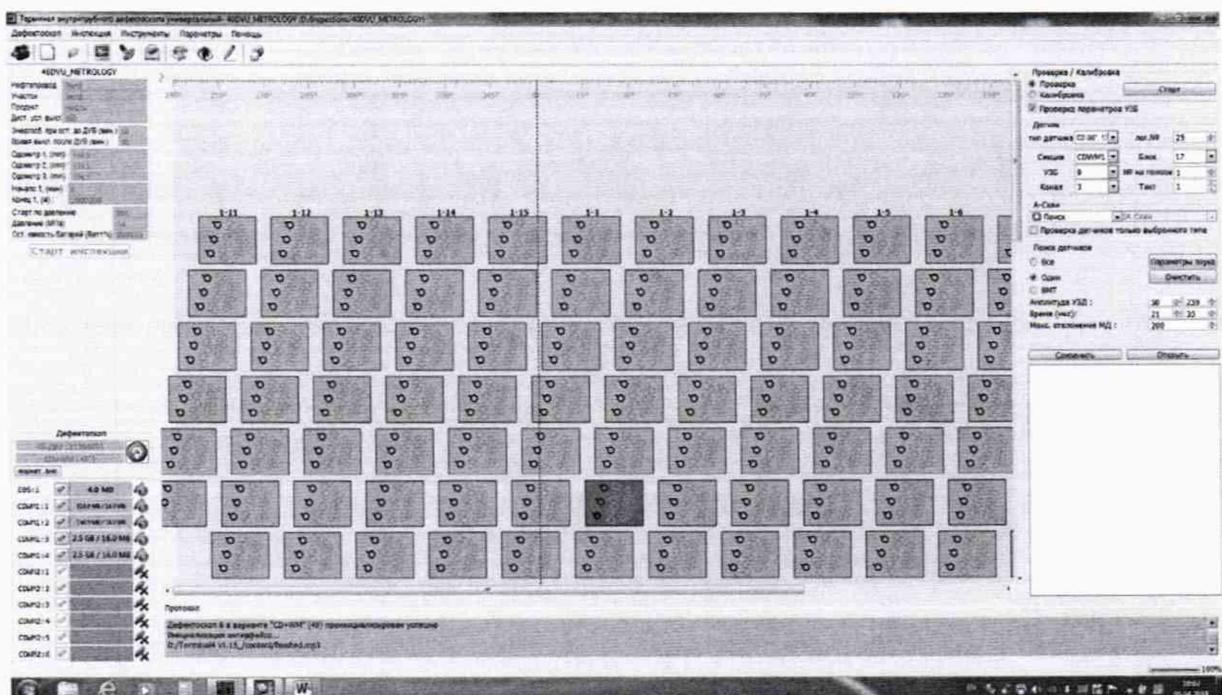


Рисунок 12 – Окно проверки датчиков

8.4.2.10 Запустить окно «Параметры УЗБ (коэффициенты усиления)» из меню «Дефектоскопы» / «Расширенные».

8.4.2.11 В таблице с параметрами ультразвуковых блоков (УЗБ) изменить параметр начала развертки WM-BLWT на 30 и нажать клавишу «Запись».

8.4.2.12 В появившемся окне нажать кнопку «Запись».

8.4.2.13 После записи параметров необходимо отключить и снова включить питание дефектоскопа.

8.4.2.14 Установить режим «Поверка» и включить питание ультразвуковых блоков, нажав на кнопку «Старт» (Рисунок 13). Галочку возле параметра «Проверка параметров УЗБ» должна быть выставлена при первом запуске, при повторных перезапусках можно снимать.

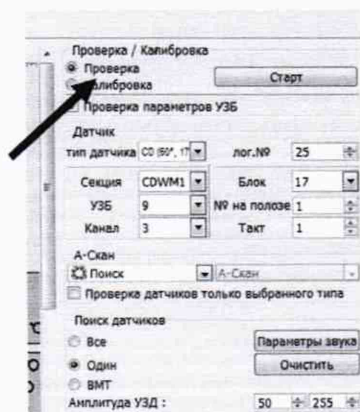


Рисунок 13 – Режим «Поверка»

8.4.2.15 В поле «А-Скан» из всплывающего меню выбрать вкладку «Поиск» (Рисунок 14).



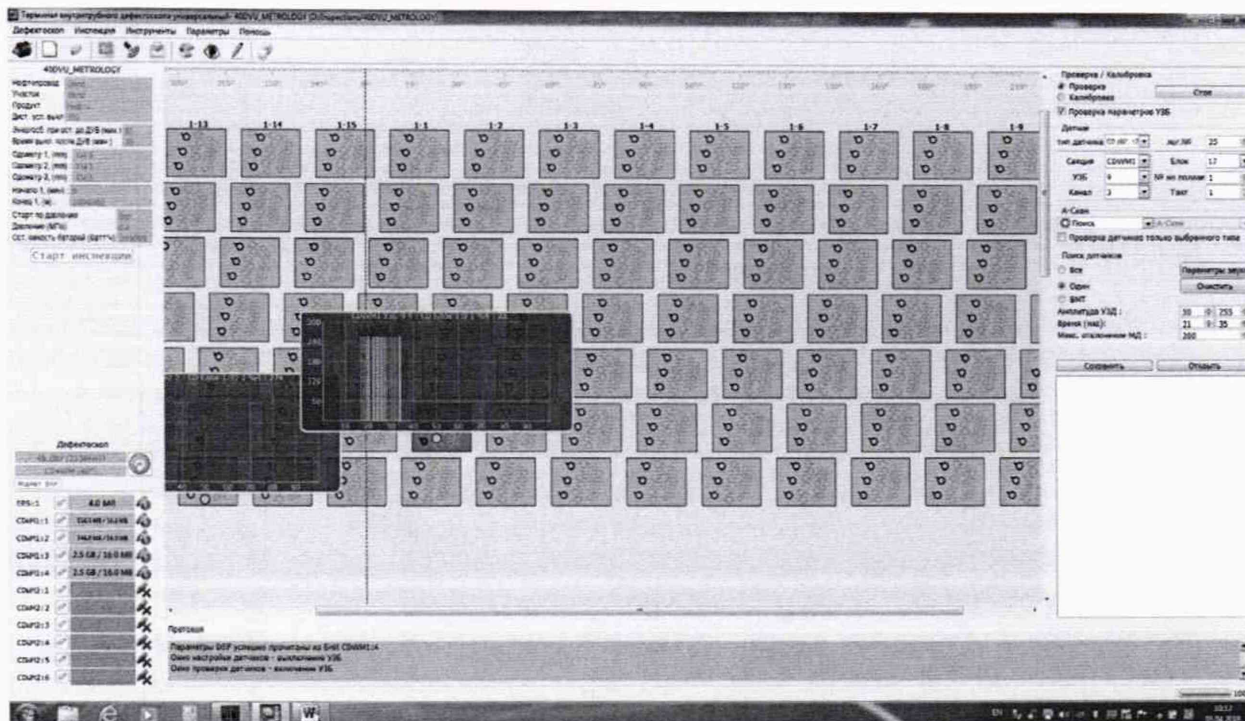


Рисунок 14 – Датчики.

8.4.2.16 Проведите проверку работоспособности всех преобразователей с помощью «Калибра WM ПрДС 112.00.00.00», входящего в комплект поставки дефектоскопа (рисунок 15), прикладывая последовательно калибр ко всем преобразователям получите ответ от всех преобразователей на экране компьютера. В случае отсутствия ответа от преобразователя произведите замену датчика согласно РЭ на другой из комплекта поставки запасных частей.

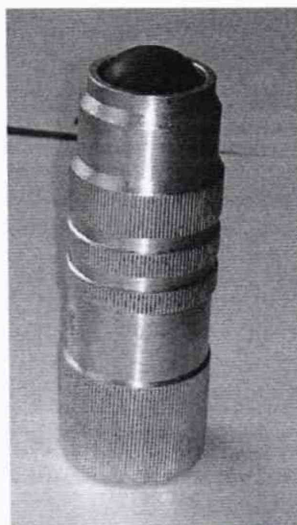


Рисунок 15 – Калибр WM ПрДС 112.00.00.00

8.4.2.17 Снять с полоза дефектоскопа отобранные по пункту 8.4.2.1 датчики согласно РЭ на дефектоскоп.

8.4.2.18 Установите в приспособление для УЗК (Приложение Б) меру из комплекта мер ультразвуковой толщины КМТ 176 М - 1 (мера КМТ) из середины диапазона измерений толщины стенки и снятый преобразователь.

8.4.2.19 Приспособление для УЗК необходимо заполнить жидкостью (в качестве жидкости использовать водопроводную воду, отстоянную не менее 48 часов) таким образом,

чтобы не осталось пузырей воздуха. Для удобства приспособление можно погрузить в ванну с жидкостью, так чтобы жидкость полностью закрывала приспособление.

8.4.2.20 Проведите калибровку скорости распространения ультразвуковой волны в материале, проведя последовательно несколько измерений, в соответствии с руководством оператора 22.059-34, при этом изменяя значения параметра «Скорость продольной волны (WM):» в поле «Калибровка» (рисунок 16) таким образом, чтобы измеренной значение толщины соответствовало истинному значению толщины меры КМТ, указанному в свидетельстве о поверке.

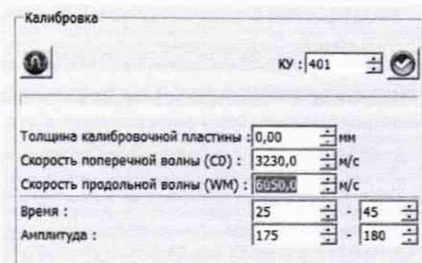


Рисунок 16 – Регулировка скорости распространения ультразвуковой волны в материале

8.4.2.21 Установите в приспособление для УЗК меру КМТ, соответствующую началу диапазона измерений толщины стенки УЗ методом.

8.4.2.22 Приспособление для УЗК снова необходимо заполнить жидкостью таким образом, чтобы не осталось пузырей воздуха.

8.4.2.23 Произведите пять измерений толщины меры КМТ, в соответствии с руководством оператора 22.059-34.

8.4.2.24 Рассчитать среднее арифметическое значение результатов измерений дефектоскопом толщины меры КМТ  $\overline{H_{КМТ}}$ , мм.

8.4.2.25 Повторить пункты 8.4.2.21 – 8.4.2.24 для мер КМТ, соответствующих середине и концу диапазона измерений толщины стенки УЗ методом, исключая меру на которой происходила калибровка скорости распространения ультразвуковой волны в материале.

8.4.2.26 Повторить пункты 8.4.2.21 – 8.4.2.25 для всех выбранных преобразователей.

8.4.2.27 Рассчитать абсолютную погрешность измерений толщины стенки УЗ методом по формуле:

$$\Delta = \overline{H_{КМТ}} - H_{ном}, \quad (15)$$

где  $\overline{H_{КМТ}}$  – среднее арифметическое измерений толщины меры КМТ, мм

$H_{ном}$  – действительное значение толщины меры КМТ, взятое из свидетельства о поверке, мм

8.4.2.28 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если диапазон измерений толщины стенки трубопроводов УЗ методом составляет от 3 до 30 мм, а рассчитанные значения допустимой абсолютной погрешности не превышают  $\pm 0,3$  мм.

### 8.4.3 Определение диапазона и расчет абсолютной погрешности измерений времени отражения эхо-сигнала

8.4.3.1 Определение диапазона измерений времени отражения эхо-сигнала выполняется для выборки не менее 25 % каналов от максимального типоразмера дефектоскопа при первичной проверке согласно п. 13.1 ГОСТ Р ИСО 2859-1-2007 (при одноступенчатом плане и нормальном контроле), и 100% датчиков при периодической, и по результатам измерений производится расчет абсолютной погрешности измерений времени отражения эхо-сигнала.

8.4.3.2 Собрать схему, приведённую на рисунке 17.

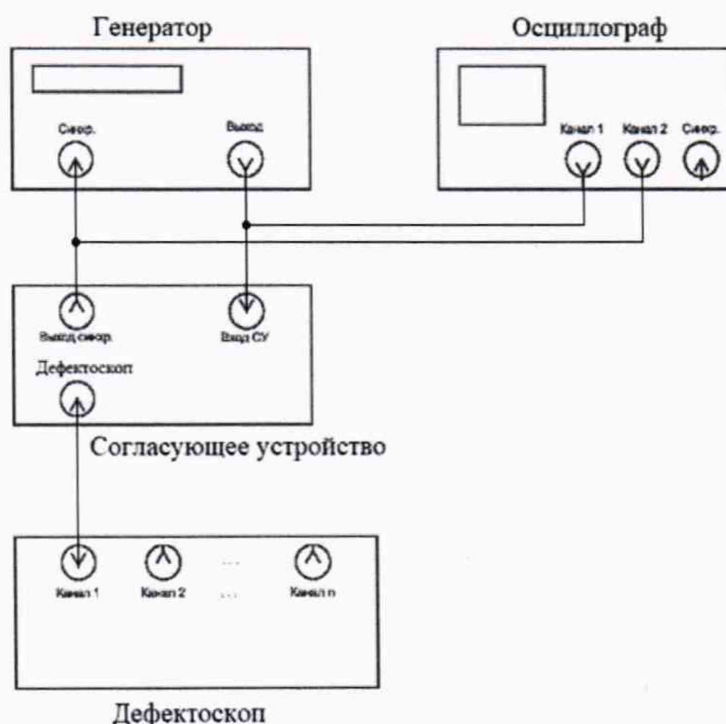


Рисунок 17 – Схема подключения для измерений времени отражения эхо-сигнала

8.4.3.3 Согласующее устройство (Приложение В) подключить к источнику питания и подать на него постоянное напряжение 3,3 В.

8.4.3.4 На генераторе установить следующие настройки:

- синусоидальный сигнал;
- режим пачка;
- синхронизация внешняя;
- количество циклов один;
- задержка  $T_{уст0}$ : 17 мкс;
- частота: 3 МГц;
- амплитуда выходного сигнала: 1 В.

8.4.3.5 Подключить питание к дефектоскопу согласно РЭ.

8.4.3.6 Подключить компьютер к дефектоскопу и запустить программу «Терминал внутритрубного дефектоскопа универсальный».

8.4.3.7 В появившемся окне выберите «Новая инспекция» и нажмите кнопку «Да»

8.4.3.8 Откроется окно «Выберите прибор». Галочка в поле «Проверка датчиков» должна отсутствовать. В этом окне необходимо выбрать исполнение, типоразмер и заводской номер дефектоскопа и нажмите кнопку «Начать» (Рисунок 18).

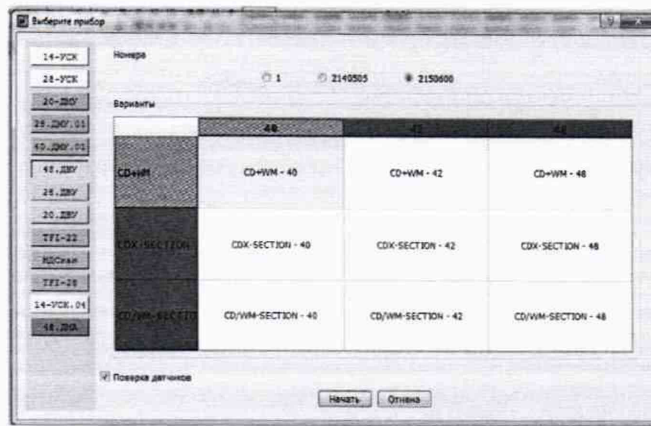



Рисунок 18 – Окно выбора дефектоскопа

8.4.3.9 Повторить пункты 8.4.1.14 – 8.4.1.15 методики поверки и запустится основное окно программы (Рисунок 19).

8.4.3.10 Для соединения дефектоскопа с ПО нажмите кнопку  в поле «Дефектоскоп». В результате должны отметиться зелеными галочками все подключенные блоки (Рисунок 20).

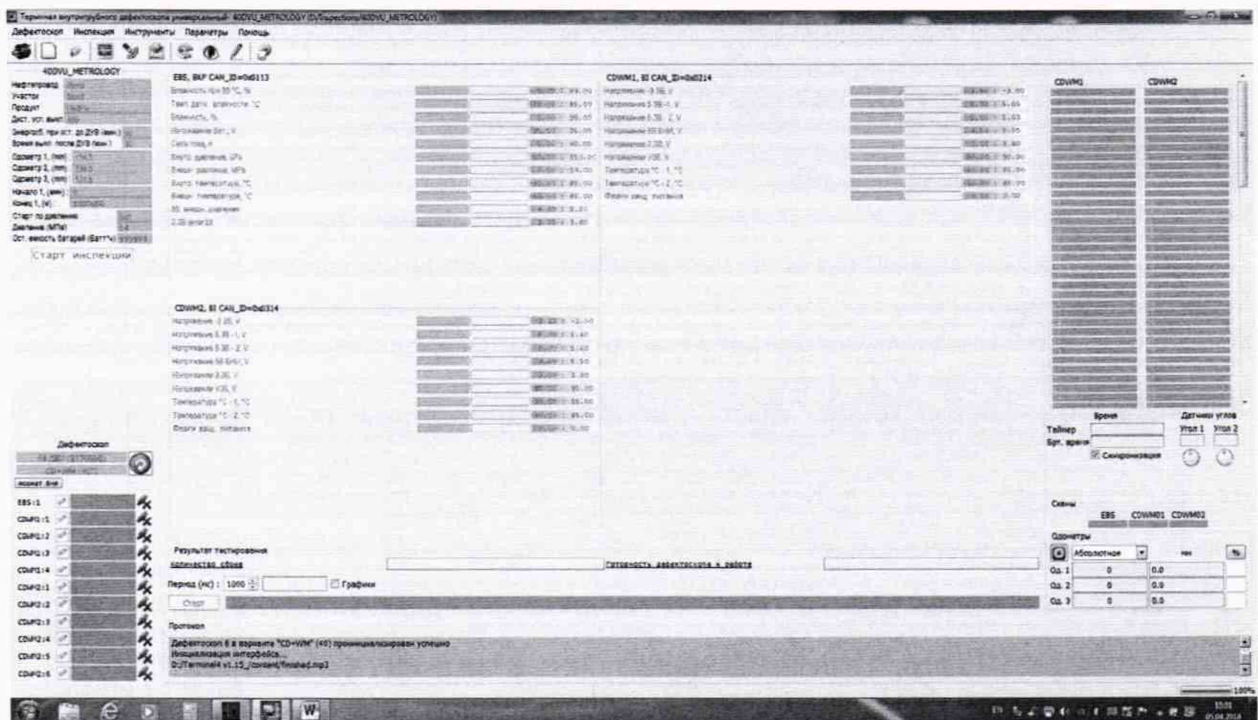


Рисунок 19 – Основное окно ПО «Терминал внутритрубного дефектоскопа универсальный»



Рисунок 20 – Соединение дефектоскопа и ПО

8.4.3.11 Запустить окно «Параметры УЗБ (коэффициенты усиления)» из меню «Дефектоскопы» / «Расширенные».

8.4.3.12 В появившемся окне нажать кнопку «Запись».

8.4.3.13 После записи параметров необходимо отключить и снова включить питание дефектоскопа.

8.4.3.14 Контролируя на осциллографе напряжение на синхровходе генератора подать сигнал с генератора.

8.4.3.15 В поле «А-Скан» из всплывающего меню выбрать вкладку «Поиск» (рисунок 21). Дефектоскоп найдет датчик на который подается сигнал с генератора.левой клавишей мыши нажать на него. При необходимости изменить параметр «Время (мкс):» на диапазон от 0 до 35 в поле «Поиск датчиков».

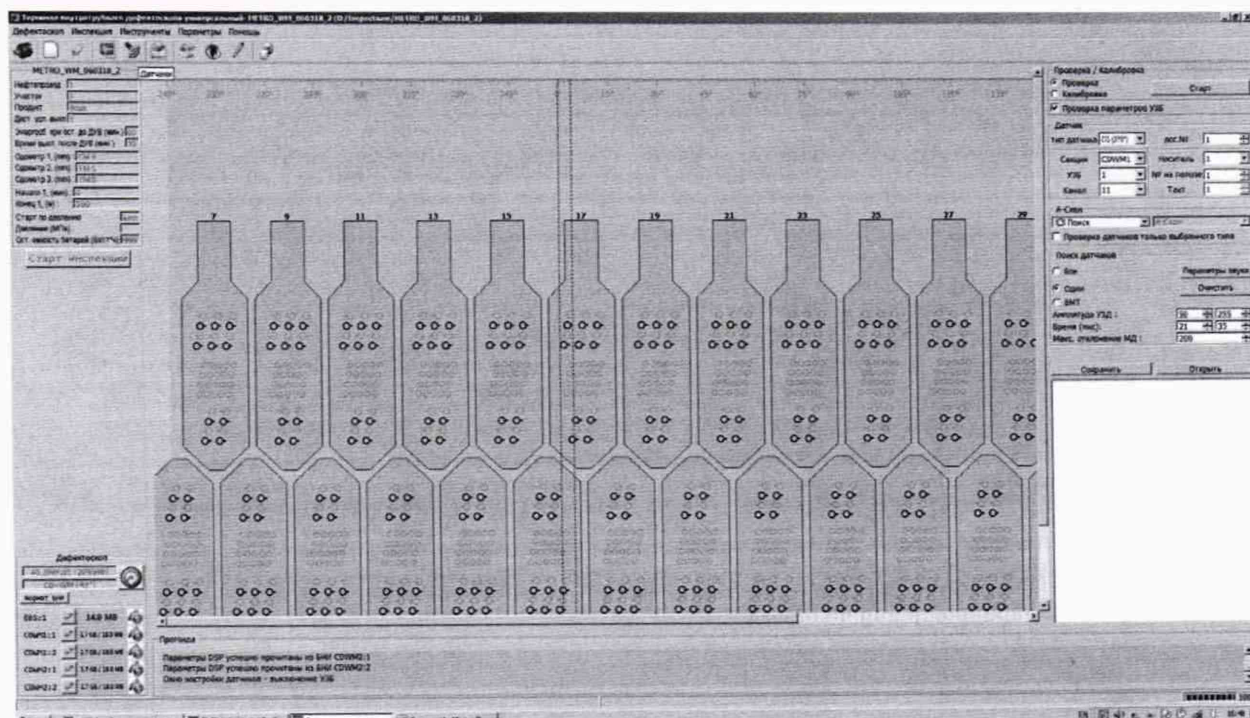


Рисунок 21 – Окно для поиска датчиков

8.4.3.16 Перейти в режим калибровка и нажать клавишу «Старт» в поле «Поверка/Калибровка». Появится окно, в котором будут отображаться амплитудно-временные характеристики принимаемого эхо-сигнала. Вид окна приведён на рисунке 22.

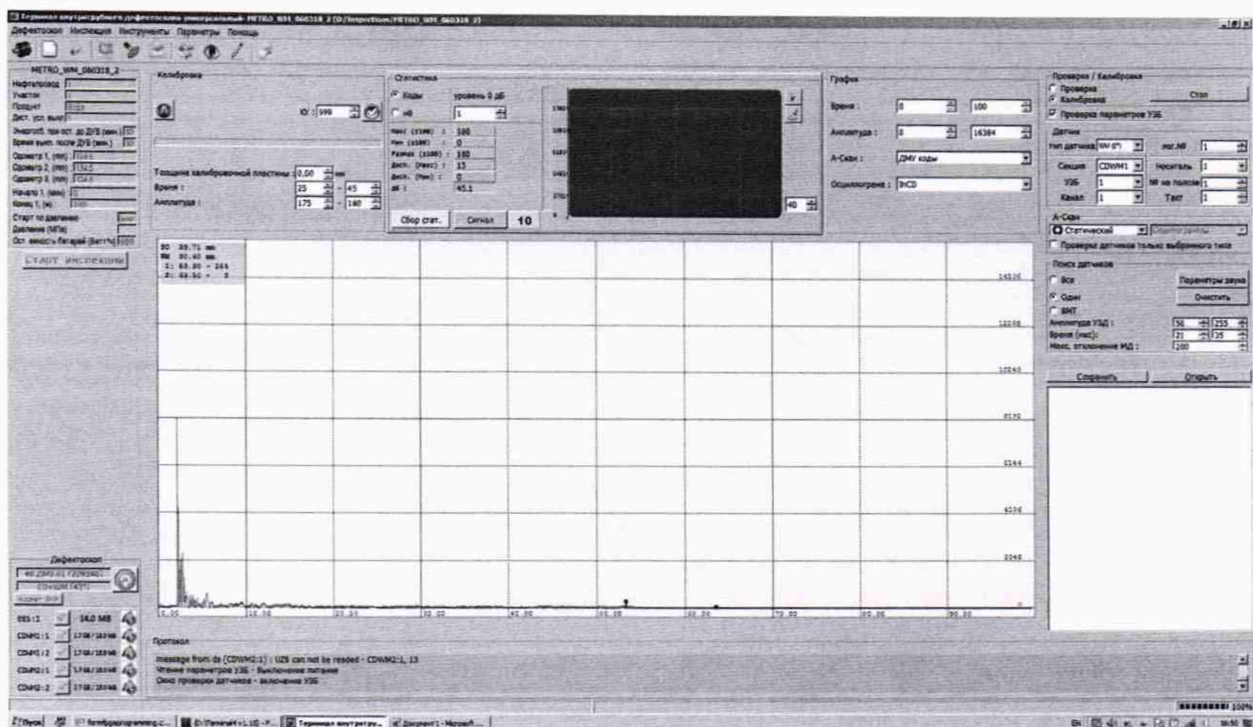


Рисунок 22 – Окно для отображения амплитудно-временных характеристик эхо-сигналов

8.4.3.17 В поле «График» параметр «А-скан:» выбрать «ДМУ коды».

8.4.3.18 Провести измерения времени задержки в приемном тракте дефектоскопа  $T_0$ , мкс, при этом в окне «Время» отобразится измеренное время отражения эхо-сигнала,  $T_{д0}$ , мкс.

8.4.3.19 Рассчитайте время задержки по формуле:

$$T_0 = T_{д0} - T_{уст0}, \quad (16)$$

где  $T_{уст0}$  – задержка, установленная на генераторе в п. 8.4.3.4, мкс;

$T_{д0}$  – временной интервал, измеренный дефектоскопом, мкс.

8.4.3.20 На генераторе установить значение задержки 25 мкс.

8.4.3.21 Записать в протокол измеренное дефектоскопом время отражения эхо-сигнала  $T_i$ , мкс.

8.4.3.22 Повторить пункты 8.4.3.20 – 8.4.3.21 установив на генераторе значение задержки 34 мкс.

8.4.3.23 Повторить пункт 8.4.3.11.

8.4.3.24 Поменять параметр BLSO\_CD на 3000 и параметр CD(90°)-MEAS\_TIME на 5000 и нажать кнопку «Запись» (Рисунок 23).

8.4.3.25 После записи параметров необходимо отключить и снова включить питание дефектоскопа.

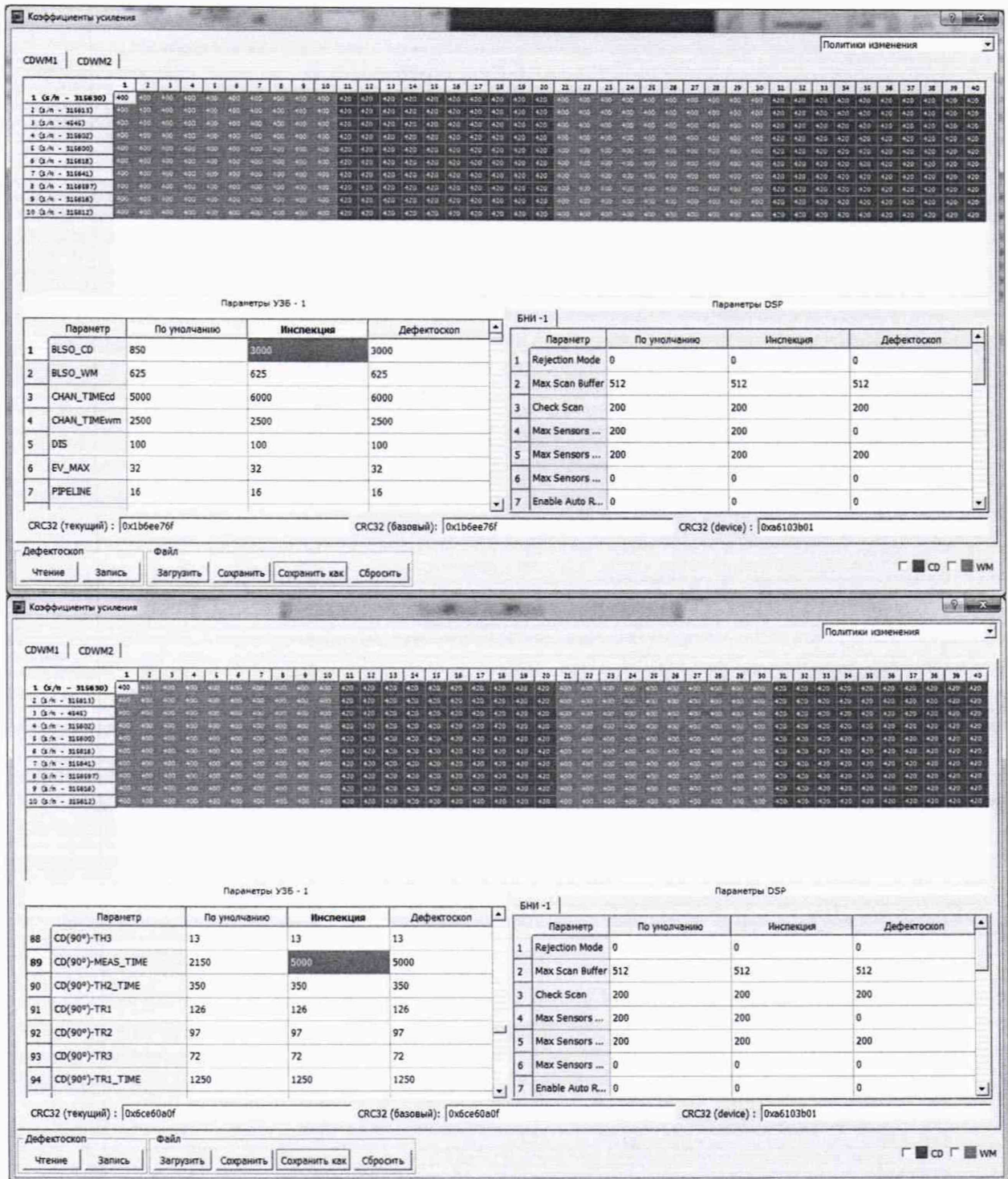


Рисунок 23 – Изменение параметров УЗБ.

8.4.3.26 Повторить пункты 8.4.3.19 – 8.4.3.20 установив на генераторе значение задержки 68 и 100 мкс.

8.4.3.27 Повторить пункты 8.4.3.18 – 8.4.3.26 ещё два раза.

8.4.3.28 Рассчитать среднее арифметическое значение результатов измерений времени отражения эхо-сигналов по формуле:

$$\bar{T} = \frac{\sum(T_i - T_0)}{n} \quad (17)$$

где  $T_i$  - измеренное время отражения эхо-сигнала, мкс;

$T_0$  - время задержки в приемном тракте дефектоскопа, рассчитанное по формуле (16), мкс;

$n$  - количество измерений.

8.4.3.29 Рассчитать абсолютную погрешность измерений времени отражения эхо-сигнала  $\Delta_t$ , мкс, по формуле:

$$\Delta_t = T_{уст0} - \bar{T} \quad (18)$$

где  $T_{уст0}$  - время задержки импульса, установленное на генераторе, мкс;

$\bar{T}$  - среднее арифметическое значение времени отражения эхо-сигнала, мкс.

8.4.3.30 Повторить пункты 8.4.3.18 – 8.4.3.29 для всех выбранных каналов.

8.4.3.31 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если диапазон измерений времени отражения эхо-сигнала составляет от 17 до 100 мкс, а рассчитанные значения допустимой абсолютной погрешности измерений времени отражения эхо-сигнала не превышает значений  $\pm 0,5$  мкс.

#### 8.4.4 Определение диапазона и расчет абсолютной погрешности измерений амплитуды эхо-сигнала

8.4.4.1 Определение диапазона измерений амплитуды эхо-сигнала выполняется для выборки 25 % каналов от максимального типоразмера дефектоскопа равномерно распределенных по дефектоскопу при первичной поверке согласно п. 13.1 ГОСТ Р ИСО 2859-1-2007 (при одноступенчатом плане и нормальном контроле), и 100% датчиков при периодической, и по результатам измерений производится расчет абсолютной погрешности измерений амплитуды эхо-сигнала.

8.4.4.2 Подключить питание к дефектоскопу согласно РЭ

8.4.4.3 Подключить компьютер к дефектоскопу согласно РЭ и запустить программу «Терминал внутритрубного дефектоскопа универсальный».

8.4.4.4 В появившемся окне выберите «Новая инспекция» и нажмите кнопку «Да»

8.4.4.5 Откроется окно «Выберите прибор». Установите галочку в поле «Поверка датчиков» для отключения зондирующего импульса (рисунок 24).

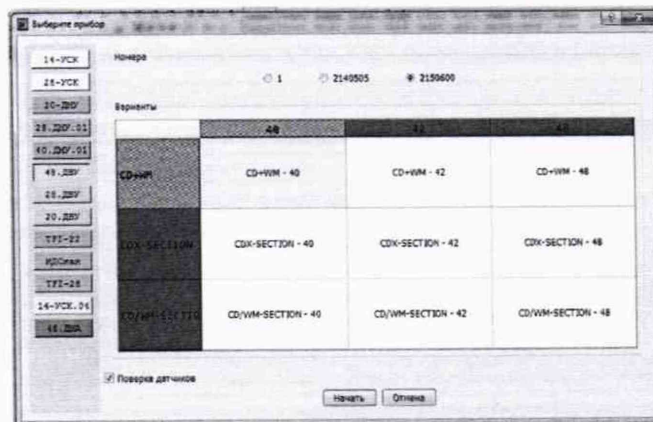


Рисунок 24 – Окно выбора дефектоскопа

8.4.4.6 Система выдаст предупреждение, в котором необходимо нажать кнопку «Да» (Рисунок 25).

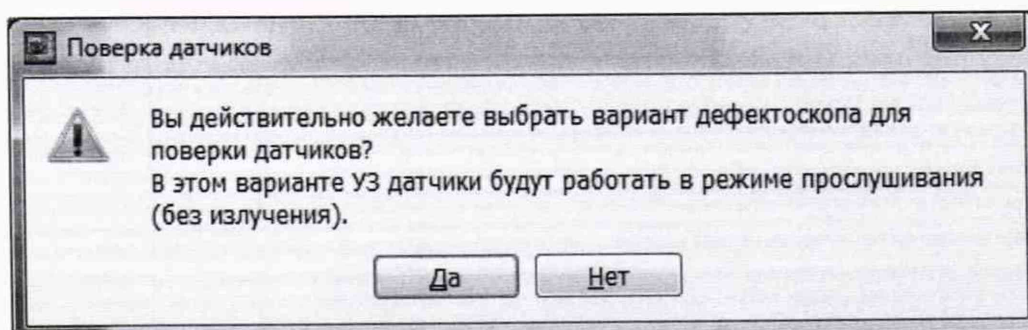


Рисунок 25 – Предупреждение об отключении зондирующего импульса.



8.4.4.7 В окне «Выберите прибор» выберите исполнение, типоразмер и заводской номер дефектоскопа и нажмите кнопку «Начать» (Рисунок 24).

8.4.4.8 Повторить пункты 8.4.1.14 – 8.4.1.15 методики поверки и запустится основное окно программы (Рисунок 26).

8.4.4.9 Запустить окно «Параметры УЗБ (коэффициенты усиления)» из меню «Дефектоскопы» / «Расширенные» (Рисунок 30).

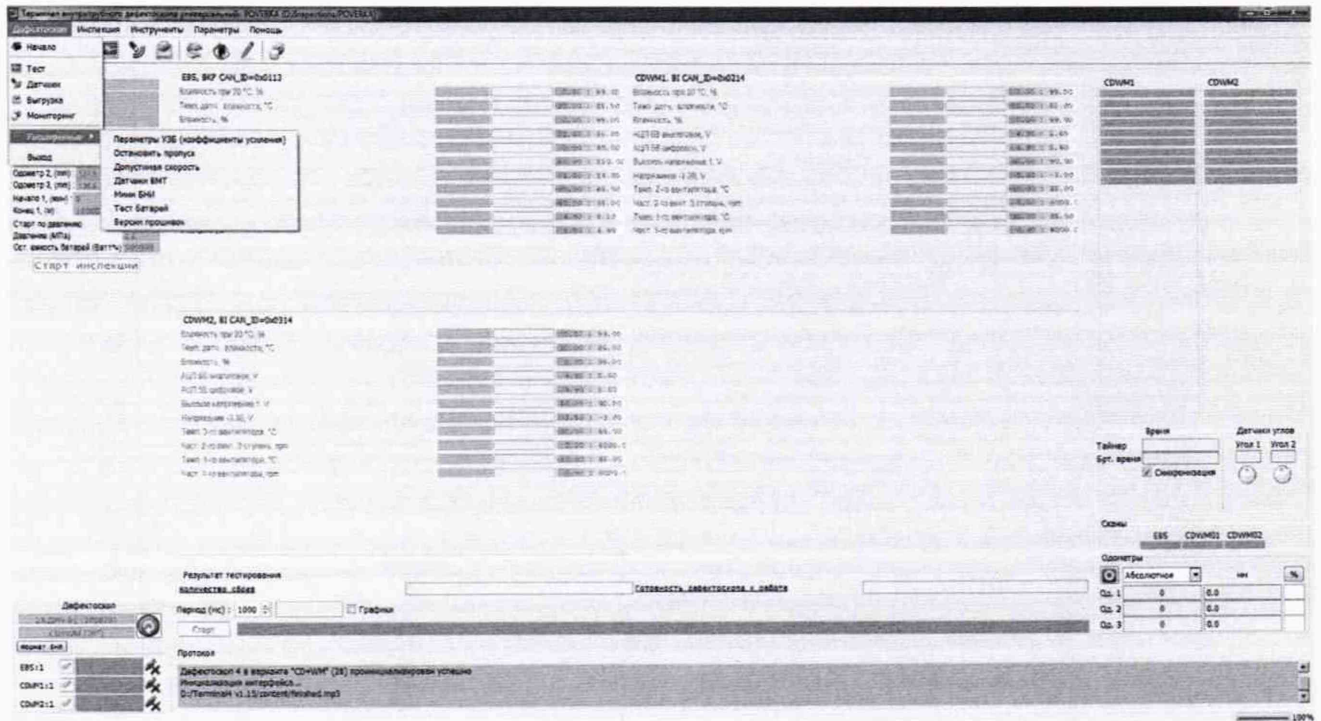


Рисунок 26 – Основное окно программы.

8.4.4.10 В появившемся окне нажать кнопку «Запись» (рисунок 27).

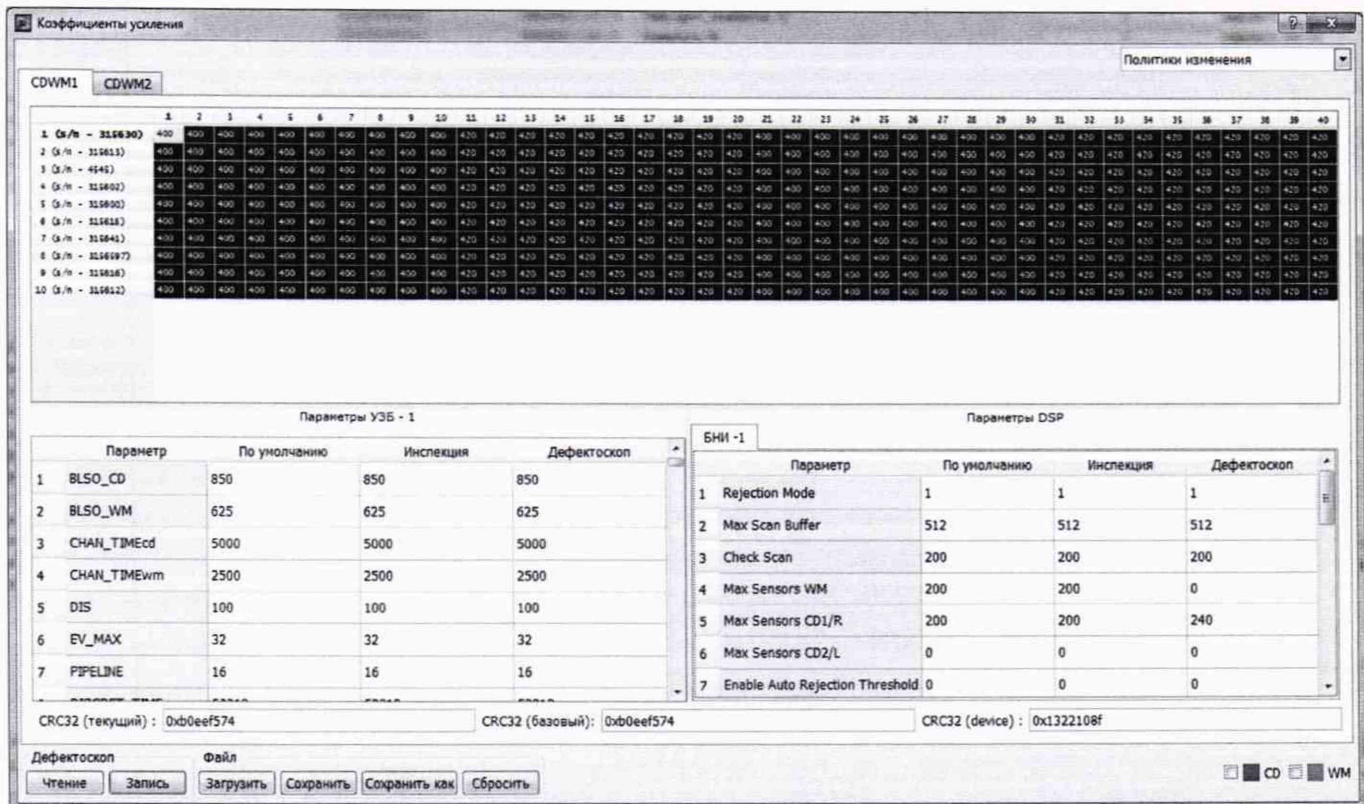


Рисунок 27 – Окно «Параметры УЗБ (коэффициенты усиления)».

8.4.4.11 Дефектоскоп выдаст предупреждение, в котором нажать «Да».

8.4.4.12 При помощи осциллографа убедиться в отсутствии в канале высокого напряжения зондирующего импульса.

8.4.4.13 Собрать схему, приведенную на рисунке 28.

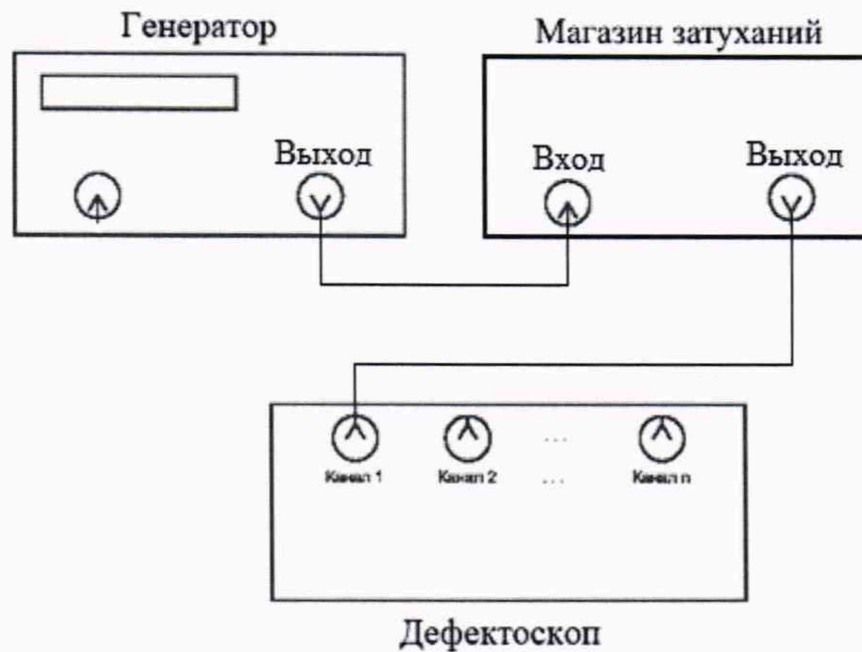


Рисунок 28 – Схема подключения.

8.4.4.14 На генераторе установить следующие настройки:

- синус непрерывный;
- частота 3 МГц;
- амплитуда выходного сигнала 1 В.

8.4.4.15 На магазине затуханий установить ослабление 0 дБ.

8.4.4.16 Подать сигнал с генератора на дефектоскоп.

8.4.4.17 Выбрать пункт меню «Датчики». Откроется окно «Проверка датчиков» (Рисунок 33).

8.4.4.18 В окне «Проверка/Калибровка» нажать кнопку «Старт».

8.4.4.19 Выбрать в «А-Скан» «Статический».

8.4.4.20 С помощью поиска найти канал, к которому подключен генератор (рисунок 29).

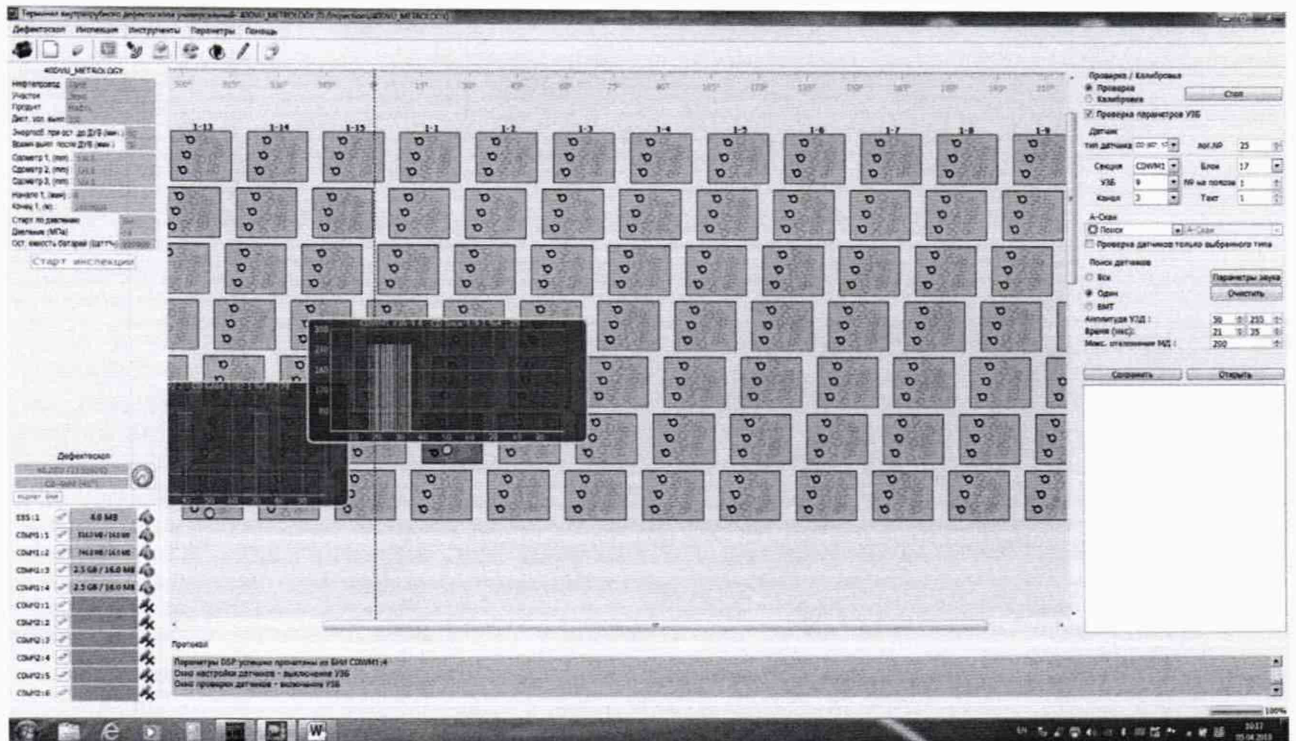


Рисунок 29 – Окно проверки датчиков.

#### 8.4.4.21 Выбрать найденный канал и перейти в режим калибровки (рисунок 30).

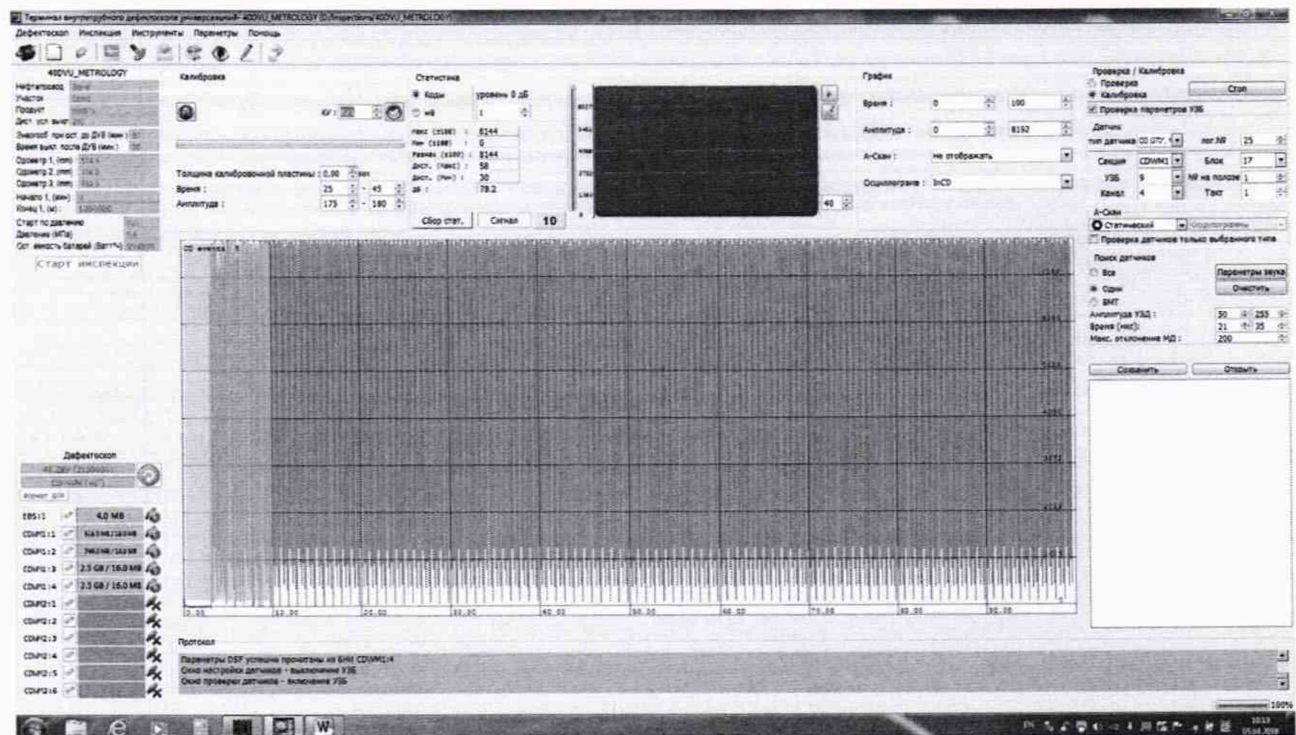


Рисунок 30 – Окно для отображения амплитудно-временных характеристик эхо-сигналов

8.4.4.22 В поле «График» установить параметр «Амплитуда» от 0 до 8192.

8.4.4.23 В поле «Калибровка» установить коэффициент усиления «КУ» таким образом, чтобы сигнал занимал все поле.

8.4.4.24 Отключить сигнал на генераторе.

8.4.4.25 В поле «Статистика» выставить параметр «уровень 0 дБ» значение из параметра «Размах».

8.4.4.26 Подать сигнал с генератора.

8.4.4.27 Записать максимальное значение амплитуды эхо-сигнала  $A_{max}$ , дБ, из параметра «дБ» на дефектоскопе в протокол.

8.4.4.28 Установить на магазине затуханий ослабление 9 дБ и записать значение параметра «дБ» на дефектоскопе в протокол как  $A_{изм}$ , дБ.

8.4.4.29 Повторить пункт 8.4.4.28 установив ослабление на магазине затуханий 20, 30, 35, 37, 39 и 40 дБ.

8.4.4.30 Повторить пункты 8.4.4.18 – 8.4.4.29 для всех выбранных каналов.

8.4.4.31 Выполнить пункты 8.4.4.18 – 8.4.4.30 три раза. Вычислить среднее арифметическое значение результатов измерений амплитуды эхо-сигнала,  $\overline{A_{изм}}$ , дБ.

8.4.4.32 Рассчитать абсолютную погрешности измерений амплитуды эхо-сигнала по формуле:

$$\Delta_A = A_{уст} - (A_{max} - \overline{A_{изм}}) \quad (19)$$

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

$A_{max}$  – измеренное дефектоскопом максимальное значение амплитуды эхо-сигнала, дБ

$\overline{A_{изм}}$  – измеренное дефектоскопом среднее значение амплитуды эхо-сигнала, дБ.

8.4.4.33 Дефектоскоп считается прошедшим операцию проверки с положительным результатом, если диапазон измерений амплитуды эхо-сигнала составляет от 9 до 40 дБ, а рассчитанные значения допустимой абсолютной погрешности измерений амплитуды эхо-сигнала составляет не превышает значений  $\pm 3$  дБ.

## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты поверки заносятся в протокол. Рекомендуемая форма протокола поверки – приложение А. Протокол может храниться на электронных носителях.

9.2 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке и наносится знак поверки в соответствии с приказом Минпромторга России от 02.07.2015 г. №1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

9.3 При отрицательных результатах поверки, дефектоскоп признается непригодным к применению и на него выдается извещение о непригодности в соответствии с приказом Минпромторга России от 02.07.2015 г. №1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» с указанием причин непригодности.

Исполнители:

Начальник отдела Д-4  
ФГУП «ВНИИОФИ»

А.В. Иванов

Начальник отдела Д-2  
ФГУП «ВНИИОФИ»

А.В. Стрельцов

Инженер 2-ой категории отдела Д-4  
ФГУП «ВНИИОФИ»

П.С. Мальцев

**Приложение А**  
**Форма протокола поверки (Рекомендуемое)**

Протокол первичной/периодической поверки № \_\_\_\_\_  
От «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года.

Средство измерений: \_\_\_\_\_  
Заводской номер: \_\_\_\_\_  
Дата выпуска: \_\_\_\_\_  
Заводской номер преобразователя: \_\_\_\_\_  
Серия и номер клейма предыдущей поверки: \_\_\_\_\_  
Принадлежащее: \_\_\_\_\_  
Поверено в соответствии с методикой поверки: \_\_\_\_\_  
С применением эталонов: \_\_\_\_\_  
Условия проведения поверки:  
Температура окружающей среды \_\_\_\_\_ °С;  
относительная влажность \_\_\_\_\_ %;  
атмосферное давление \_\_\_\_\_ мм рт.ст.

- 1 Внешний осмотр
- 2 Идентификация программного обеспечения (ПО)
- 3 Опробование
- 4 Результаты определения метрологических характеристик:

Метрологические характеристики	Номинальная величина / погрешность	Измеренное значение	Заключение

Заключение: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Средство измерений признать пригодным (или непригодным) для применения

Поверитель: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
Подпись \_\_\_\_\_ ФИО \_\_\_\_\_

## Приложение Б Приспособление для УЗК (Рекомендуемое)

9002005-00-00000-01

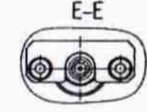
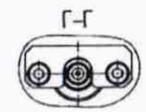
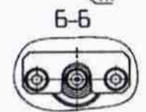
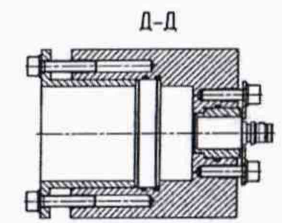
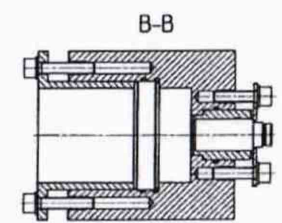
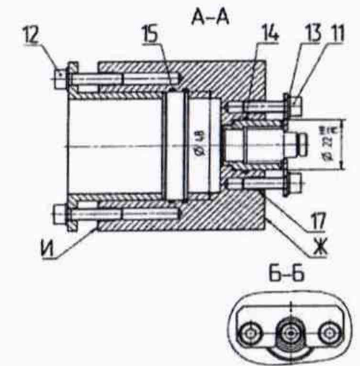
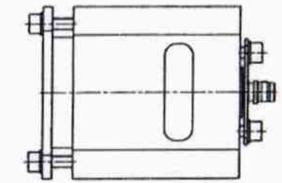
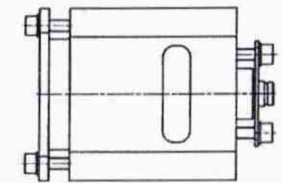
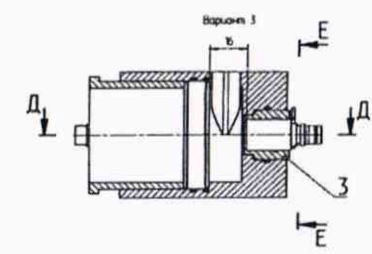
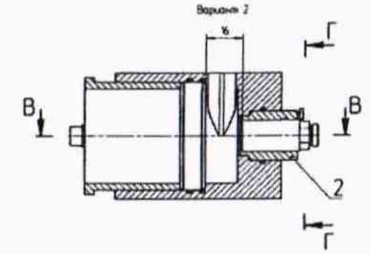
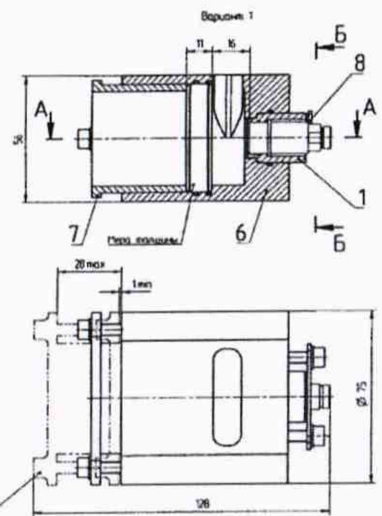


Таблица 1

Вариант сборки устройства	Порочень установиваемых преобразователей пьезоэлектрических ультразвуковых
Вариант 1	4шт
Вариант 2	2шт
Вариант 3	2шт

- 1 Размеры для справок
- 2 Выступание резьбы встав по 17 за поверхности Ж, И не допускается. Упругие 0,5 мм max
- 3 \* Из комплекта крепежа
- 4 Устройство удерживающее предназначено для измерения свойств среды различными преобразователями пьезоэлектрическими ультразвуковыми тем пайл 4
- 5 В устройстве удерживающее могут быть установлены меры толщины КМТ 176М-1 толщиной от 3 мм до 30 мм и меры толщины из комплекта мер толщины 40-ДЖК00-30090
- 6 Остальные ТТ по ОТУ 9000-005-88024.722-99



## Приложение В

### Принципиальная схема согласующего устройства (Рекомендуемое)

