

СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора по
инновациям
ФГУП «ВНИИОФИ»



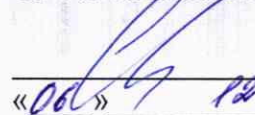
 И.С. Филимонов
«12» _____ 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

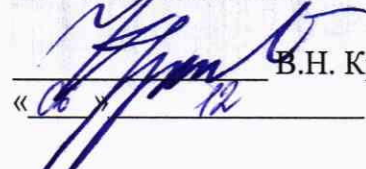
Дефектоскоп внутритрубный ультразвуковой 40-ДФР.00-00.000

Методика поверки
МП 042.Д4-21

Главный метролог
ФГУП «ВНИИОФИ»

 С.Н. Негода
«06» _____ 2021 г.

Главный научный сотрудник
ФГУП «ВНИИОФИ»

 В.Н. Крутиков
«06» _____ 2021 г.

Москва
2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки средства измерений.....	3
3 Требования к условиям проведения поверки	4
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	4
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	4
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	6
7 Внешний осмотр средства измерений.....	7
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7
9 Проверка программного обеспечения средства измерений.....	7
10 Определение метрологических характеристик средства измерений	7
11 Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям.....	19
12 Оформление результатов поверки	25
ПРИЛОЖЕНИЕ А	26
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	27
ПРИЛОЖЕНИЕ В	28
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	29

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на дефектоскоп внутритрубный ультразвуковой 40-ДФР.00-00.000 (далее по тексту - дефектоскоп), предназначенный для измерений координат дефектов (вдоль оси трубы), измерений толщин стенок трубопроводов ультразвуковым методом, измерений времени отражения эхо-сигнала и амплитуды эхо-сигнала при проведении внутритрубного диагностирования, и устанавливает методы и средства их первичной и периодических поверок. По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к ГЭТ 2-2021, ГЭТ 1-2018, ГЭТ 193-2011. Поверка выполняется методом прямых и косвенных измерений.

1.2 Интервал между поверками – 1 год.

1.3 Метрологические характеристики дефектоскопа указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений координат дефекта (вдоль оси трубы), мм	от 418 до 18000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений координат дефекта (вдоль оси трубы), мм	$\pm (34+0,0083 \cdot L)^*$
Диапазон измерений толщины стенки трубопровода УЗК методом, мм	от 3 до 30
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений толщины стенки трубопровода УЗК методом, мм	$\pm 0,3$
Диапазон измерений времени отражения эхо-сигнала**, мкс	от 17 до 130
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений времени отражения эхо-сигнала**, мкс	$\pm 0,5$
Диапазон измерений амплитуды эхо-сигнала**, дБ	от 3 до 40
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений амплитуды эхо-сигнала**, дБ - в диапазоне от 3 до 35 дБ включ. - в диапазоне св. 35 до 40 дБ	$\pm 3,0$ $\pm 3,5$
* Где L – измеренная координата дефекта (вдоль оси трубы), мм ** Для ПЭП ФАР дефектоскопа.	

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 2 – Операции первичной и периодической поверок

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
			Первичной поверке	Периодической поверке
1	Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
2	Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
3	Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
4	Определение метрологических характеристик средства измерений	10		
5	Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений координат дефекта (вдоль оси трубы)	10.1	Да	Да

6	Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений толщины стенки трубопровода УЗК методом	10.2	Да	Да
7	Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений времени отражения эхо-сигнала*	10.3	Да	Да
8	Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений амплитуды эхо-сигнала*	10.4	Да	Да
* Для ПЭП ФАР дефектоскопа.				

2.2 Поверку дефектоскопа 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, а дефектоскоп признают не прошедшим поверку.

2.4 Поверку дефектоскопа по пунктам 10.1 – 10.4 методики поверки выполнить в вариантах комплектации дефектоскопа WM, CDL, CDC или WM, CDL или WM, CDC для всех типоразмеров дефектоскопа.

2.5 В соответствии с заявлением владельца дефектоскопа возможно проведение периодической поверки дефектоскопа в предоставленном заказчиком типоразмере, с обязательным указанием в протоколе поверки и в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений информации об объеме проведенной поверки.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C (20 ± 5) ;
- относительная влажность воздуха, %, не более 80;
- атмосферное давление, кПа (100 ± 4) ;
- напряжение сети переменного тока, В 230^{+10}_{-30} ;
- частота сети переменного тока, Гц 50 ± 3 .

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица:

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

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

5.2 Средства поверки должны быть аттестованы (поверены) в установленном порядке.

5.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого дефектоскопа с требуемой точностью.

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
Пункт 10.1 методики поверки	Средство измерения длины	Диапазон измерений от 0 до 125 мм. Шаг дискретности цифрового отсчетного устройства 0,01 мм. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,04$ мм.	Штангенциркуль ШЦЦ-I-250-0,01 (далее – штангенциркуль) (рег. № 52058-12).
Пункт 10.2 методики поверки	Рабочий эталон 3 разряда согласно ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2842 от 29.12.2018	Диапазон значений толщины мер от 3 до 30 мм; Относительная погрешность эквивалентной ультразвуковой толщины от 0,3 до 0,7 %. Скорость продольной ультразвуковой волны в мере (6050 ± 133) м/с; Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения скорости продольной ультразвуковой волны в мере ± 70 м/с.	Комплект образцовых ультразвуковых мер толщины КМТ176М-1 (рег. № 6578-78)
Пункты 10.3 – 10.4 методики поверки	Рабочий эталон измерения времени и частоты 4 разряда согласно ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1621 от 31.07.2018	Диапазон частот генерируемых сигналов (синусоидальная форма) от 1 кГц до 5 МГц; Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты ± 500 ppm; Диапазон устанавливаемых амплитуд различных форм сигнала на нагрузке 50 Ом (размах) от 100 мВ до 1 В; Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки амплитуды $\pm (1\% \text{ от величины} + 1 \text{ мВ})$.	Генератор сигналов сложной формы AFG3022 (далее – генератор) (рег. № 32620-06).
Пункты 10.3 – 10.4 методики поверки	Осциллографы в ранге рабочего эталона 2 разряда согласно ГПС, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3463 от 30.12.2019	Диапазон коэффициента развертки от 5 нс/дел до 50 с/дел; Диапазон коэффициента отклонения от 2 мВ/дел до 5 В/дел; Пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента отклонения от 10 мВ/дел до 5 В/дел $\pm 3\%$.	Осциллограф цифровой TDS2012B (далее – осциллограф) (рег. № 32618-06)
Пункт 10.4 методики	Рабочий эталон 2 разряда согласно	Диапазон частот: от 0 до 50 МГц. Декады: 4x10 дБ, 11x1	Магазин затуханий МЗ-50-2 (далее –

поверки	ГПС, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3383 от 30.12.2019 или рабочий эталон по ЛПС	дБ, 0-40 дБ. Абсолютная погрешность разностного затухания на постоянном токе: $\pm (0,015 - 0,15)$ дБ; на переменном токе: $\pm (0,1 - 0,2)$ дБ	магазин затуханий) (рег. № 5783-76)
Вспомогательное оборудование			
Определение условий проведения поверки	Средство измерений температуры	Измерение температуры окружающего воздуха в диапазоне от +10 до + 30 °С $\Delta = \pm 0,2$ °С	Измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп». (рег. № 32014-06)
	Средство измерений влажности	Измерение влажности окружающего воздуха в диапазоне от 30 до 85 % $\Delta = \pm 3$ %	
	Средство измерений атмосферного давления	Измерение абсолютного атмосферного давления в диапазоне от 80 до 110 кПа, $\Delta = \pm 0,13$ кПа	
	Средство измерений напряжения переменного тока	Измерение напряжения переменного тока в диапазоне от 110 до 300 В. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm(0,01 \cdot U_{\text{изм}} + 5 \text{ е.м.р.})$, где $U_{\text{изм}}$ – измеренное значение напряжения переменного тока	Мультиметр цифровой U1241В. (рег. № 41432-10)
	Средство измерений частоты переменного тока	Измерение частоты переменного тока в диапазоне от 40 до 60 Гц. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm(0,0003 \cdot f_{\text{изм}} + 3 \text{ е.м.р.})$, где $f_{\text{изм}}$ – измеренное значение частоты переменного тока.	

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

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

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Внешним осмотром дефектоскопа должно быть установлено:

- наличие маркировки дефектоскопа в соответствии с эксплуатационной документацией;
- комплектность дефектоскопа в соответствии с эксплуатационной документацией;
- отсутствие на дефектоскопе повреждений, влияющих на его работоспособность, и загрязнений, препятствующих проведению поверки.

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

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

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

8.2 Перед проведением поверки средства поверки и дефектоскоп подготовить к работе в соответствии с их руководствами по эксплуатации (далее – РЭ).

8.3 Включить дефектоскоп согласно РЭ и Руководству оператора 22.0592-34 «Терминал внутритрубного дефектоскопа универсальный» (далее – РО 22.0592-34).

8.4 Проверить возможность вывода на экран терминала дефектоскопа всех предусмотренных экранных форм представления информации, а также их соответствие указанным в РЭ и РО 22.0592-34 дефектоскопа.

8.5 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если подтверждается общая работоспособность дефектоскопа, регулировка параметров настройки и на экраны терминала дефектоскопа выводятся все предусмотренные экранные формы представления информации.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Подключить компьютер к дефектоскопу согласно РЭ.

9.2 Включить дефектоскоп согласно РЭ и РО 22.0592-34.

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

9.4 В меню «Помощь» выбрать «О программе».

9.5 В открывшемся окне прочитать название и номер версии ПО.

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

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Терминал внутритрубного дефектоскопа универсальный
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	22.0592.21
Цифровой идентификатор ПО	–

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений координат дефекта (вдоль оси трубы)

10.1.1 Определение диапазона измерений координат дефекта (вдоль оси трубы) выполнить при помощи колеса одометра, входящего в состав дефектоскопа. Координата дефекта (вдоль оси трубы) эквивалентна пройденному пути колесом одометра. Диаметр

колеса предварительно измерить штангенциркулем в десяти равноудаленных друг от друга точках окружности.

10.1.2 Рассчитать значение абсолютной погрешности диаметра колеса одометра и длину окружности колеса одометра согласно пунктам 11.1.1 – 11.1.9.

10.1.3 На подключенном к дефектоскопу компьютере запустить программу «Терминал внутритрубного дефектоскопа универсальный» с помощью соответствующего ярлыка.

10.1.4 В появившемся окне выбрать «Новая инспекция» и нажать кнопку «Да» (Рисунок 1).

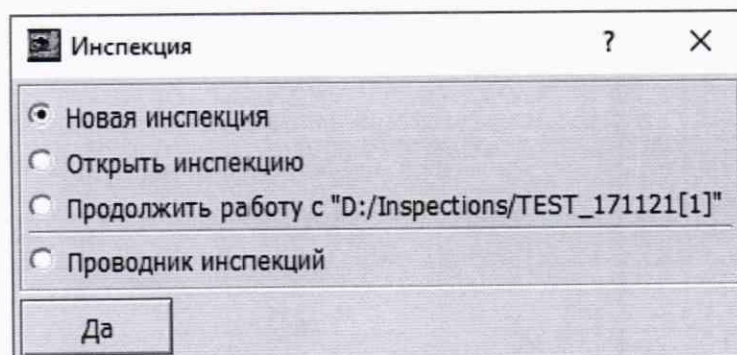


Рисунок 1 – Окно «Инспекция»

10.1.5 Откроется окно «Выберите прибор», в этом окне необходимо выбрать исполнение, типоразмер и заводской номер дефектоскопа и нажать кнопку «Начать» (Рисунок 2).

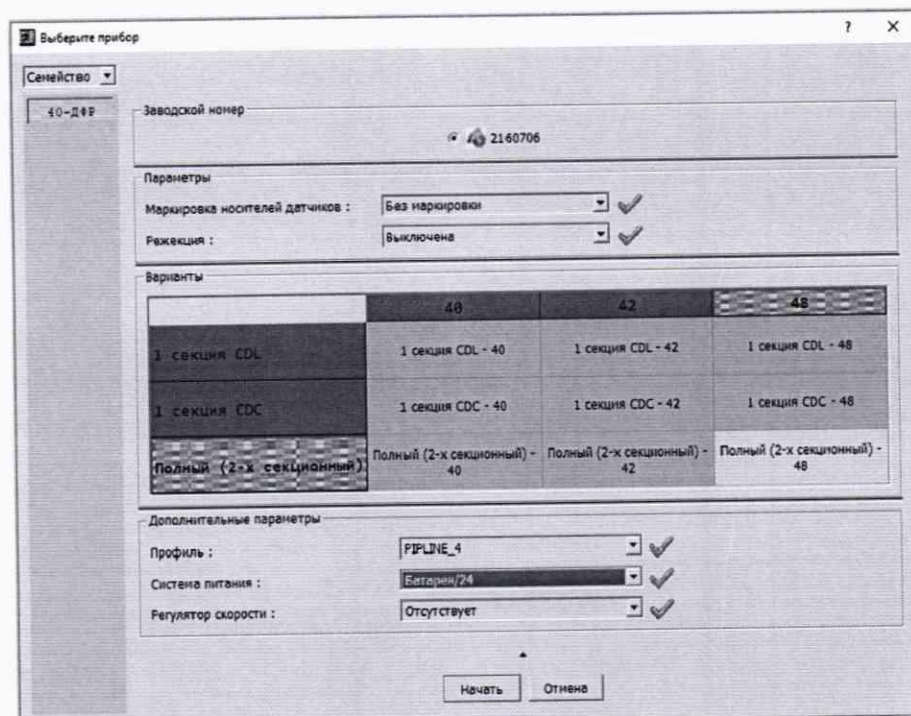


Рисунок 2 – Окно выбора дефектоскопа

10.1.6 В следующих открывшихся окнах (Рисунок 3) заполнить параметры инспекции/прогона, в соответствии с руководством оператора 22.0592-34, нажать кнопку «Далее».

← Параметры инспекции/прогона

Параметры инспекции

Имя инспекции (пятизначный буквенно-цифровой код): TEST17112021 ☐ Заменить

Каталог инспекции: D:/Inspections/TEST17112021 ...

Дата создания инспекции: 17.11.2021 11:14

Комментарий:

Статус: Параметры корректны

Далее Отмена

← Параметры инспекции/прогона

Эксплуатационные параметры

Номер договора: a

Название нефтепровода: a

Название участка нефтепровода: a

Организация-заказчик: a

Порядковый номер пропуска: 1

Ф.И.О ответственного за пропуск: a

Ф.И.О вводившего задание на пропуск: user

Тип перекачиваемого продукта: Нефть

Дата начала пропуска: 17.11.2021 0:00

Длина участка по ПЗ (м): 100

Скорость перекачки (м/с): 1,0

Остаточная емкость батарей (Ватт*ч): 1000

Запас по батареям (%) 20

Статус: Параметры корректны

Далее Отмена

Рисунок 3 – Окна «Параметры инспекции/прогона»

10.1.7 В следующем открывшемся окне проверить правильность значений внесенных диаметров колес одометров, при необходимости произвести корректировку, согласно измеренным значениям в пункте 10.1.1 и нажать кнопку «Завершить» (Рисунок 4).

← Параметры инспекции/прогона

Параметры дефектоскопа

Одометры

Колесо 1 | Колесо 2 | Колесо 3 | Расширение

ОДМ.31-09.000

Ø (мм) 134,5

Запуск по давлению: Вкл

Давление включения (МПа): 0,3

Дистанция условного выключения (м): 85

Энергосбер. при остановке до дистанции условного выкл. (мин): 60

Выключение при остановке после дистанции условного выключения (мин.): 30

Участок 1

Начало (мин): 0

Конец (м): 115

Дистанция Время

Дистанция Время

Завершить Отмена

Рисунок 4 – Значения диаметров колес одометра

10.1.8 Заполнить окно «Параметры проверки одометров» и нажать кнопку «Принять» (Рисунок 5).

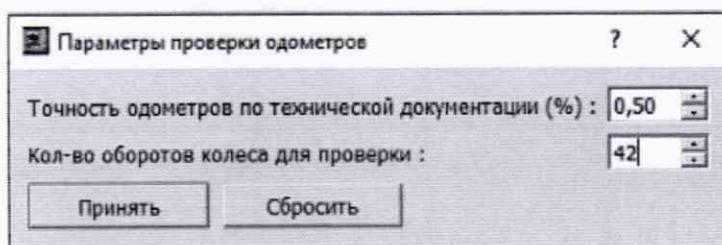


Рисунок 5 - Окно «Параметры проверки одометров»

10.1.9 В открывшемся окне в правом нижнем углу в области «Одометры» прочитать текущее показание пройденной дистанции (Рисунок 6), после чего сбросить его до нулевых значений.

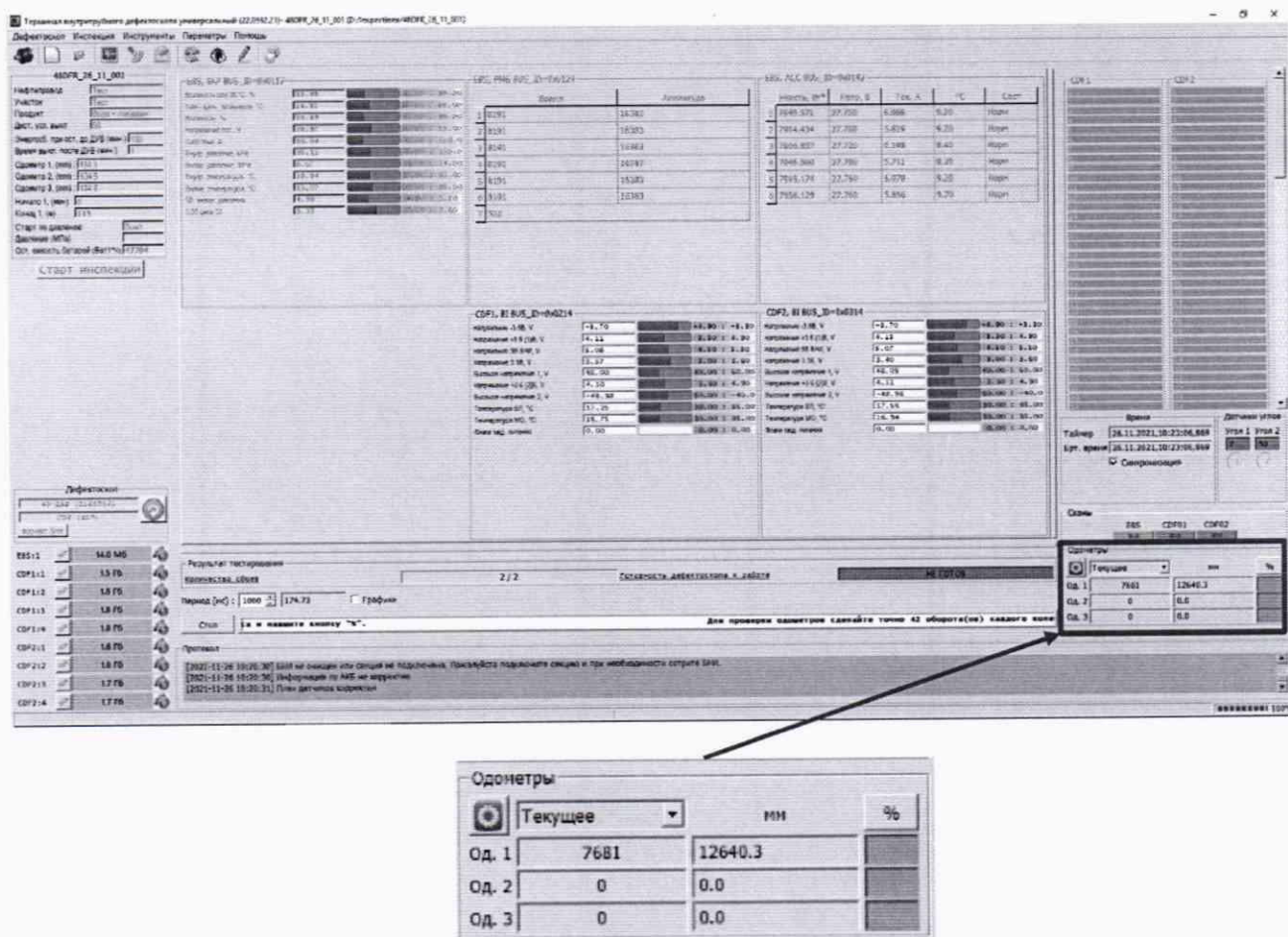


Рисунок 6 – Текущее показание пройденной дистанции колесом одометра

10.1.10 В качестве нижней границы диапазона измерений координат дефекта (вдоль оси трубы) принимается значение длины окружности колеса одометра, которое соответствует одному полному обороту колеса одометра. Для этого соединить риску, нанесенную на колесе одометра, с риской, нанесенной на держателе колеса одометра. Совершить один полный оборот до момента, когда риски снова сойдутся на одном уровне. Зафиксировать по показаниям дефектоскопа полученное значение координаты дефекта (вдоль оси трубы) $l_{нк}$, мм.

10.1.11 Повторить измерения согласно пункту 10.1.10 для количества оборотов (n_k) 2, 3, 4, 5, 10, 20 и т.д. до количества оборотов, указанных в таблице 5.

Таблица 5 – Количество оборотов колеса одометра для контроля верхней границы диапазона измерений координат дефекта (вдоль оси трубы)

Типоразмер, мм	Количество оборотов (n_k) для контроля верхней границы диапазона измерений координат дефекта (вдоль оси трубы)
1020	42
1067	
1220	

10.1.12 Провести измерения по пунктам 10.1.7 - 10.1.11 еще 2 раза.

10.1.13 Выполнить пункты 10.1.1 – 10.1.12 для всех колес одометров, входящих в комплект поставки дефектоскопа.

10.1.14 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 11.1.

10.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений толщины стенки трубопровода УЗК методом

10.2.1 Определение диапазона измерений толщины стенки трубопровода УЗК методом (WM - методом ультразвуковой диагностики) выполнить на мерах из комплекта мер ультразвуковой толщины КМТ176М-1.

10.2.2 Подключить питание к дефектоскопу согласно РЭ.

10.2.3 Выполнить пункты 10.1.3 – 10.1.7.

10.2.4 В результате загрузится основное окно программы (рисунок 6).

10.2.5 В меню «Дефектоскоп» выбрать «Датчики».

10.2.6 Для согласования дефектоскопа с ПО нажать кнопку  в поле «Дефектоскоп». В результате должны отметиться зелеными галочками все подключенные блоки.

10.2.7 Окно проверки датчиков показано на рисунке 7.

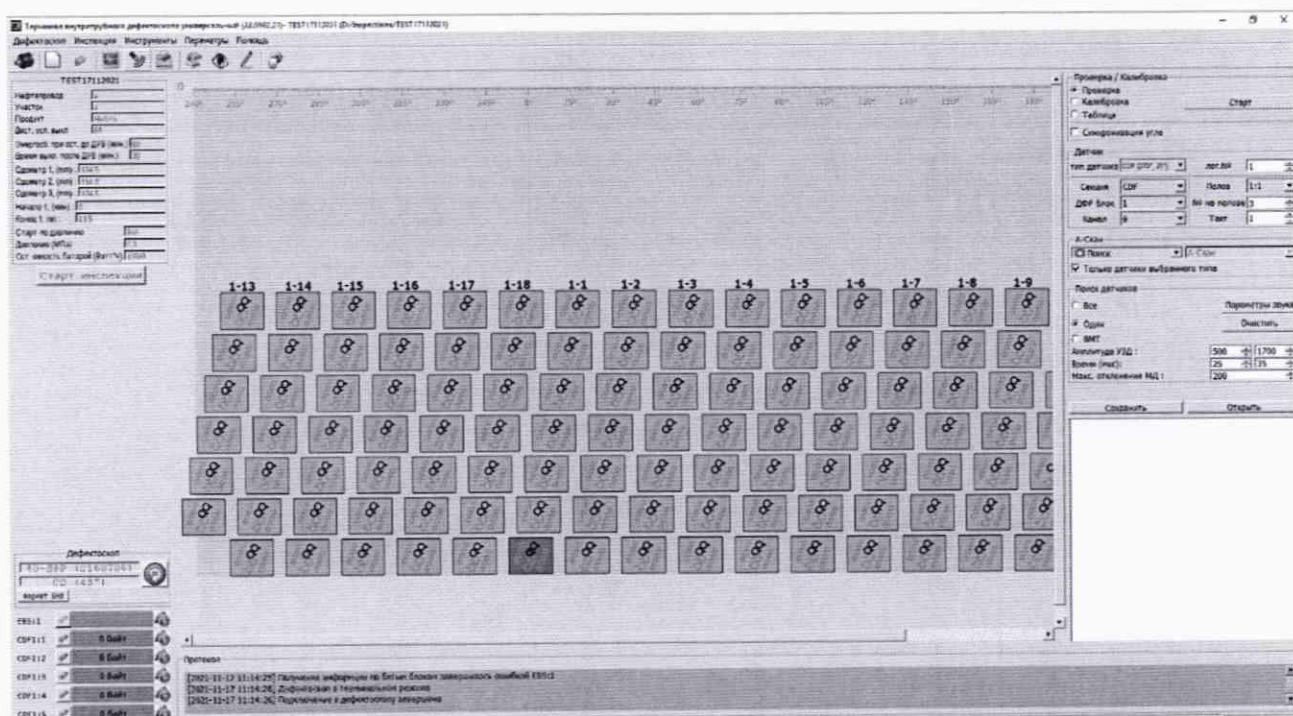


Рисунок 7 – Окно проверки датчиков

10.2.8 Установить режим «Проверка» и включить питание ультразвуковых блоков, нажав на кнопку «Старт» (Рисунок 8).

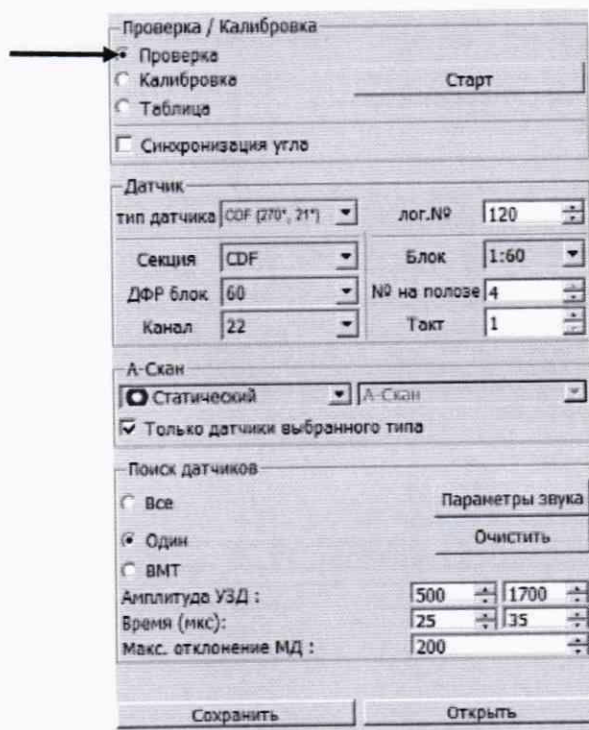


Рисунок 8 – Режим «Проверка»

10.2.9 В поле «Датчик» установить значения параметров, соответствующие измеряемому датчику.

10.2.10 В поле «А-Скан» установить режим «Статический», поставить галочку возле параметра «Только датчики выбранного типа».

10.2.11 В поле «Поиск датчиков» выбрать «Один» и найти необходимый для измерений датчик (Рисунок 9).

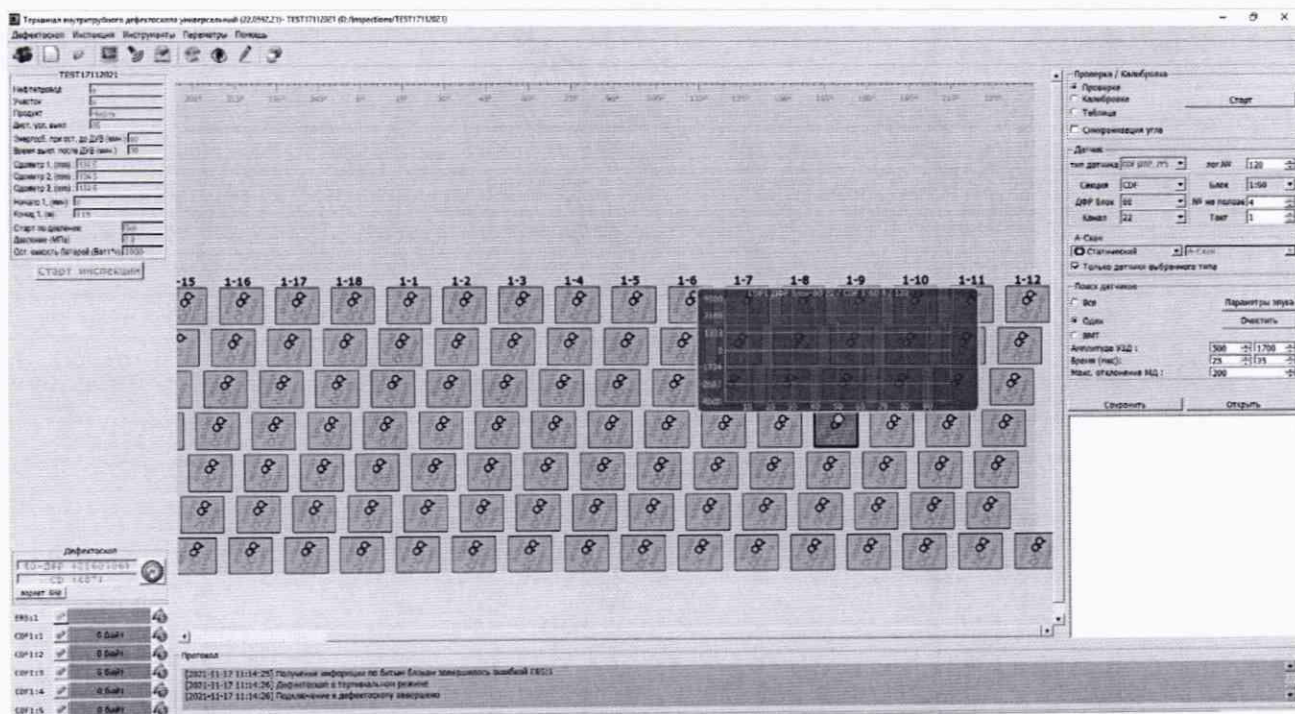


Рисунок 9 – Датчики

10.2.12 Проверить работоспособность всех датчиков WM с помощью калибра WM ПрДС 112.00.00.00 ООО «ПРОМДИА», входящего в комплект оборудования для обслуживания электроники дефектоскопа, в соответствии с РО 22.0592-34, прикладывая последовательно калибр ко всем датчикам получить ответ от всех датчиков на экране компьютера. В случае отсутствия ответа от датчика произвести замену датчика согласно РЭ на другой из комплекта поставки запасных частей.

10.2.13 Снять с полоза дефектоскопа все датчики WM согласно РЭ на дефектоскоп.

10.2.14 Установить в приспособление для УЗК меру из комплекта мер ультразвуковой толщины КМТ 176 М - 1 (далее - мера КМТ) из середины диапазона измерений толщины стенки трубопровода УЗК методом и один из снятых датчиков.

10.2.15 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 для УЗК можно погрузить в ванну с жидкостью так, чтобы жидкость полностью закрывала приспособление.

10.2.16 Провести калибровку скорости распространения ультразвуковой волны в материале, проведя последовательно несколько измерений, при этом изменяя значения параметра «Скорость продольной волны (WM):» в поле «Калибровка» (рисунок 10) таким образом, чтобы измеренное значение толщины соответствовало истинному значению толщины меры КМТ, указанному в свидетельстве о поверке (протоколе поверки).

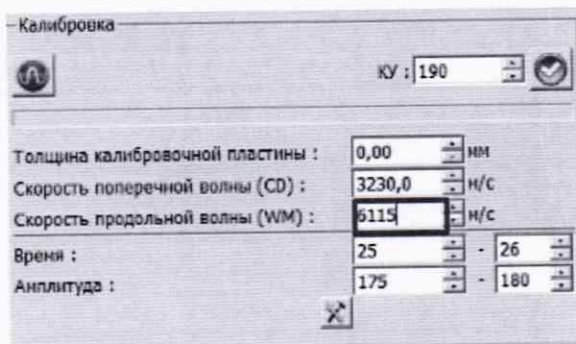


Рисунок 10 – Регулировка скорости распространения ультразвуковой волны в материале

10.2.17 Установить в приспособление для УЗК меру КМТ, соответствующую началу диапазона измерений толщины стенки трубопровода УЗК методом (WM - методом ультразвуковой диагностики).

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

10.2.19 Провести измерение толщины меры КМТ, затем прочесть на экране в левом верхнем углу А-развертки значение измеренной толщины (Рисунок 11).

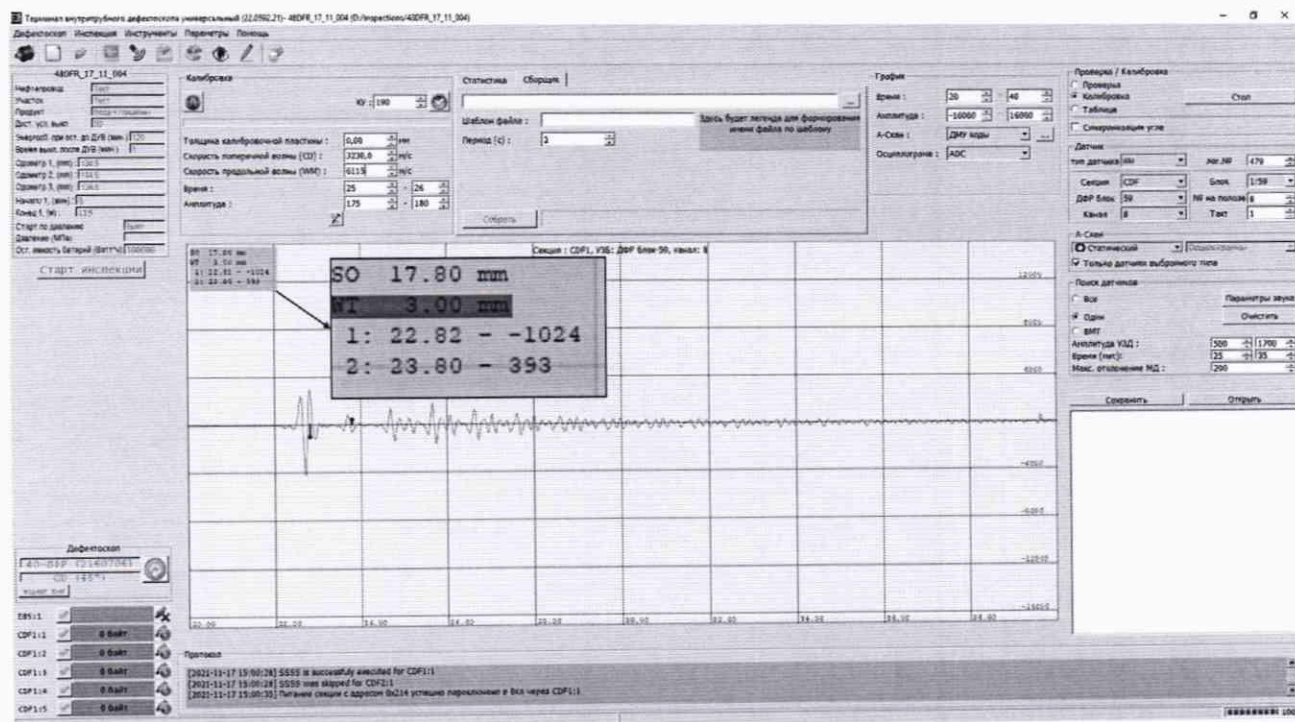


Рисунок 11 – Измерение толщины меры КМТ с номинальным значением толщины 3 мм

10.2.20 Выполнить пять измерений толщины меры КМТ.

10.2.21 Выполнить пункты 10.2.17 – 10.2.20 для мер КМТ, соответствующих середине и концу диапазона измерений толщины стенки трубопровода УЗК методом, исключая меру на которой происходила калибровка скорости распространения ультразвуковой волны в материале.

10.2.22 Повторить пункты 10.2.17 – 10.2.21 для всех отобранных по пункту 10.2.1 датчиков.

10.2.23 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 11.2.

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

10.3.1 Собрать схему, приведённую на рисунке 12.

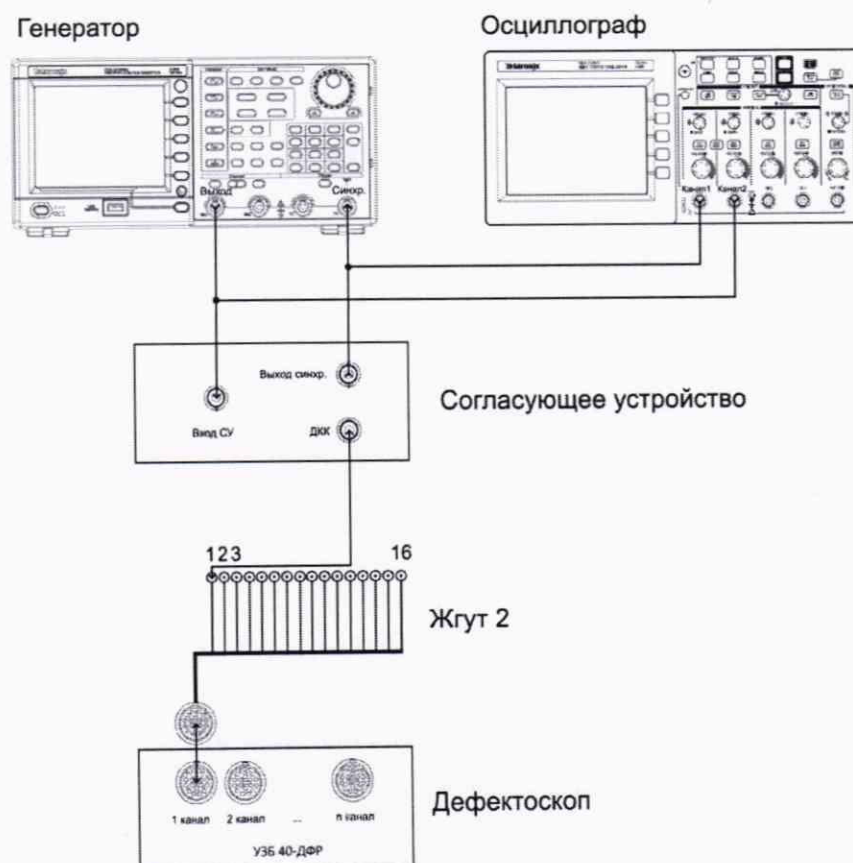


Рисунок 12 – Схема подключения для измерений времени отражения эхо-сигнала

10.3.2 Согласующее устройство (Приложение А) подключить к источнику питания и подать на него постоянное напряжение 3,3 В. Через Жгут 2 (Приложения Б, В) подключиться к дефектоскопу в соединитель датчика ФАР. Подключить элемент 1 первого канала к входу «ДКК» согласующего устройства.

10.3.3 На генераторе установить следующие настройки:

- синусоидальный сигнал;
- режим пачка;
- синхронизация внешняя;
- количество циклов один;
- частота: 3 МГц;
- амплитуда выходного сигнала: 1 В.

10.3.4 Подключить питание к дефектоскопу согласно РЭ.

10.3.5 Подключить компьютер к дефектоскопу и запустить ПО «Терминал внутритрубного дефектоскопа универсальный».

10.3.6 Выполнить пункты 10.1.4 – 10.1.7 и запустится основное окно программы (Рисунок 6).

10.3.7 Для соединения дефектоскопа с ПО нажать кнопку  в поле «Дефектоскоп». В результате должны отметиться зелеными галочками все подключенные блоки (Рисунок 13).



Рисунок 13 – Соединение дефектоскопа и ПО

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

10.3.9 В поле «А-Скан» установить режим «Статический», поставить галочку возле параметра «Только датчики выбранного типа».

10.3.10 В поле «Поиск датчиков» выбрать «Один» и найти необходимый для измерений канал (датчик). Дефектоскоп найдет датчик, на который подается сигнал с генератора.левой клавишей мыши нажать на него. Установить параметр «Время (мкс):» на диапазон от 0 до 35 в поле «Поиск датчиков».

10.3.11 Перейти в режим калибровка и нажать клавишу «Старт» в поле «Проверка/Калибровка». Появится окно, в котором будут отображаться амплитудно-временные характеристики принимаемого эхо-сигнала. Вид окна приведён на рисунке 14.

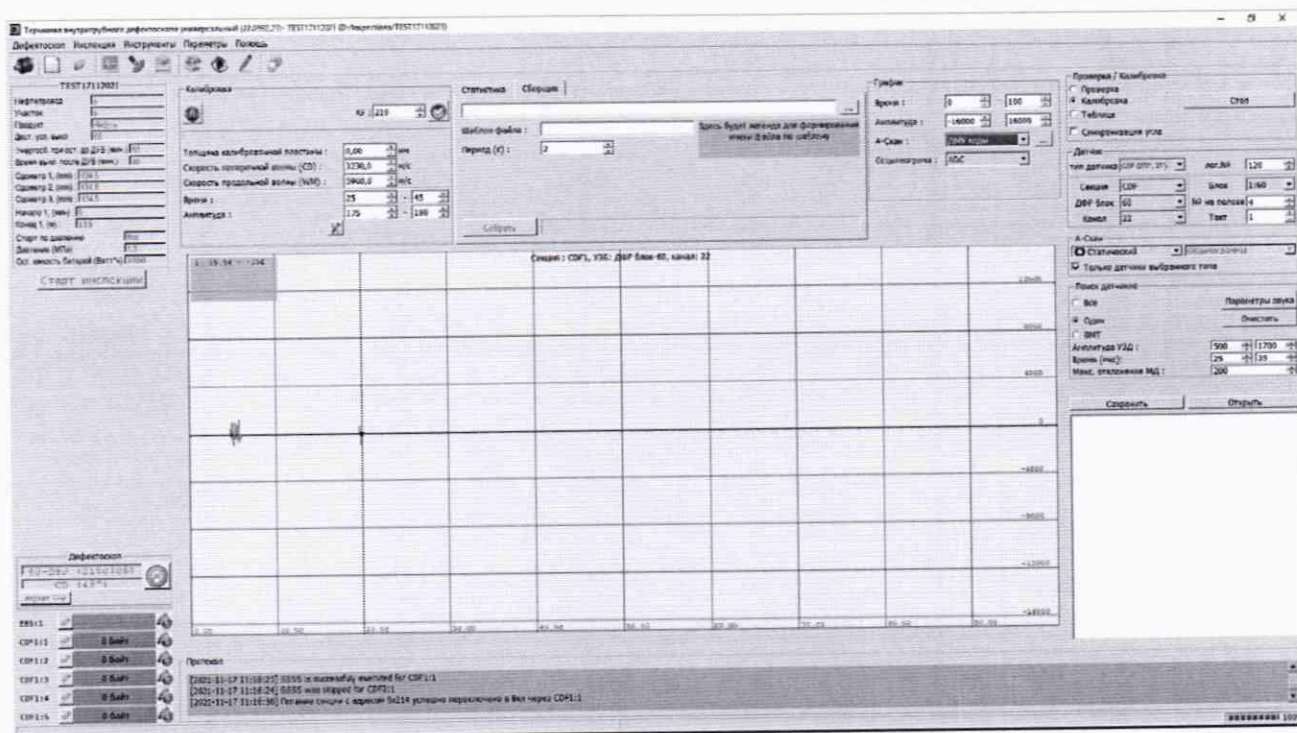


Рисунок 14 – Окно для отображения амплитудно-временных характеристик эхо-сигналов

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

10.3.13 Установить на генераторе начальную задержку импульса $T_{уст0}$, равную 16,9 мкс.

10.3.14 Прочитать на экране в левом верхнем углу А-развертки величину начального временного сдвига $T_{изм0}$, мкс (время последнего регистрируемого события). Выполнить пять измерений.

10.3.15 Установить на генераторе задержку импульса $T_{устi}$, мкс, равную 17 мкс, зафиксировать показания дефектоскопа $T_{измi}$, мкс. Выполнить пять измерений.

10.3.16 Выполнить пункт 10.3.15, установив на генераторе значение задержки 25, 55, 75, 100 и 130 мкс.

10.3.17 Выполнить пункты 10.3.13 – 10.3.16 для n -ого элемента первого канала (где $n = 1 - 16$), поочередно подключая элементы с 2 по 16 к входу «ДКК» согласующего устройства.

10.3.18 Выполнить пункты 10.3.13 – 10.3.17 для всех каналов (датчиков ФАР).

10.3.19 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 11.3.

10.4 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений амплитуды эхосигнала

10.4.1 Питание дефектоскопа должно осуществляться от батарейной секции.

10.4.2 Выполнить пункты 10.1.3 – 10.1.7, запустится основное окно программы (Рисунок 6).

10.4.3 Выполнить пункт 10.3.7.

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

10.4.5 Собрать схему, приведённую на рисунке 15. Для предохранения выхода генератора от высокого напряжения зондирующего импульса вместо генератора подключить осциллограф.

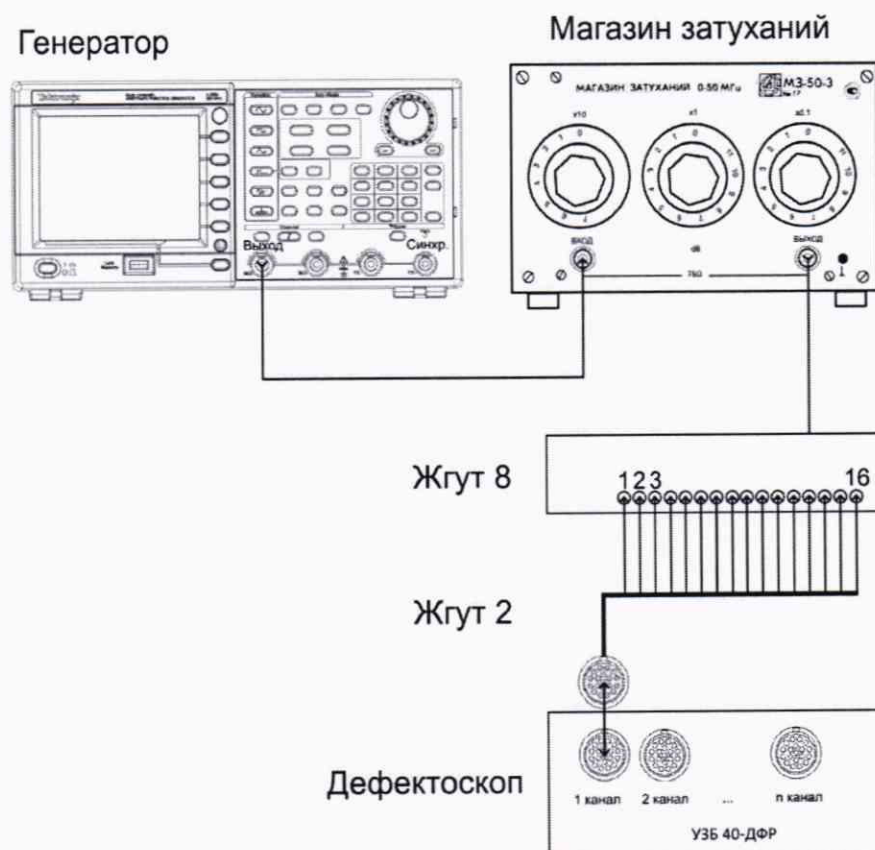


Рисунок 15 – Схема подключения

10.4.6 На генераторе установить следующие настройки:

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

- 10.4.7 На магазине затуханий установить ослабление 0 дБ.
- 10.4.8 Подать сигнал с генератора на дефектоскоп.
- 10.4.9 Выбрать пункт меню «Датчики».
- 10.4.10 Окно проверки датчиков показано на рисунке 16.

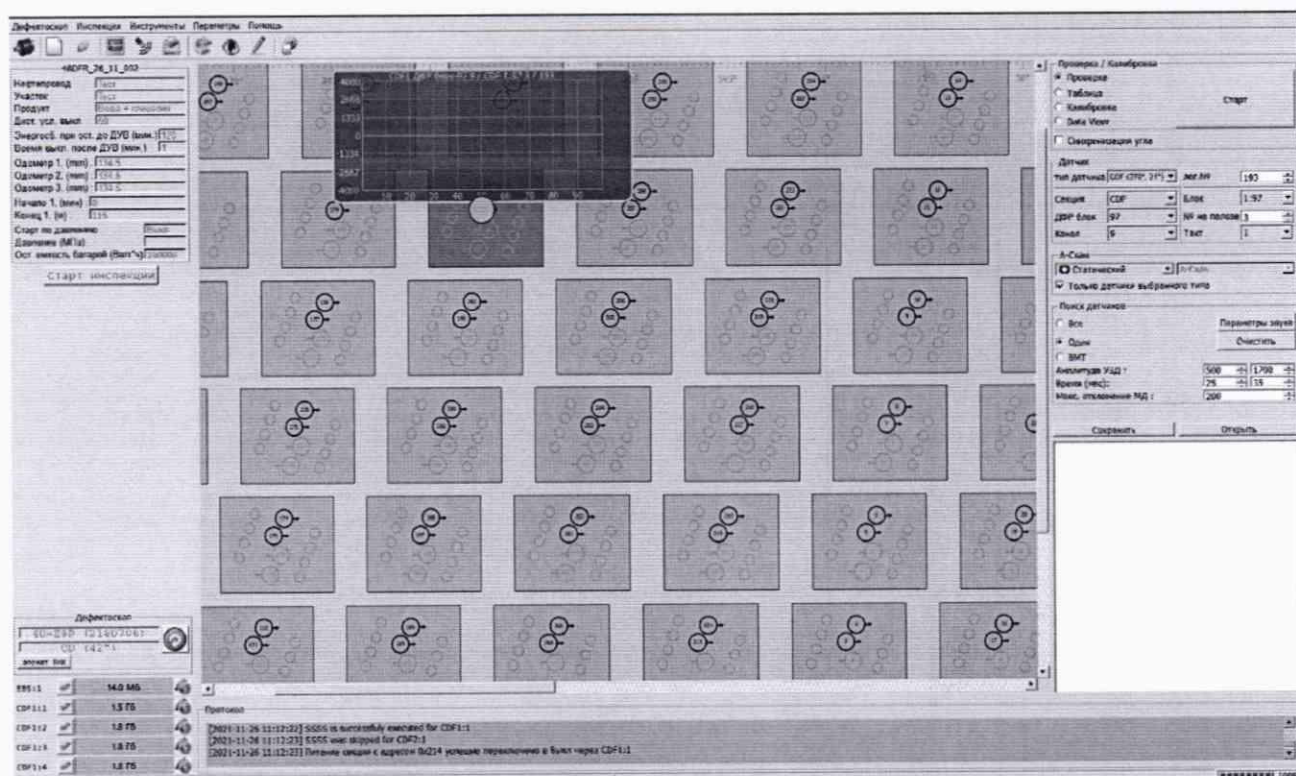


Рисунок 16 – Окно проверки датчиков

- 10.4.11 Установить режим «Проверка» и включить питание ультразвуковых блоков, нажав на кнопку «Старт».
- 10.4.12 Выбрать в «А-Скан» «Статический», поставить галочку возле параметра «Только датчики выбранного типа».
- 10.4.13 В поле «Датчик» установить значения параметров, соответствующие измеряемому датчику.
- 10.4.14 В поле «Поиск датчиков» выбрать «Один» и найти необходимый для измерений датчик, к которому подключен генератор.
- 10.4.15 Выбрать найденный датчик и перейти в режим калибровка.
- 10.4.16 В поле «График» установить параметр «Амплитуда» от минус 16000 до 16000, «Время» от 0 до 40.
- 10.4.17 В поле «Калибровка» установить коэффициент усиления «КУ» таким образом, чтобы сигнал занимал все поле, как показано на рисунке 17.

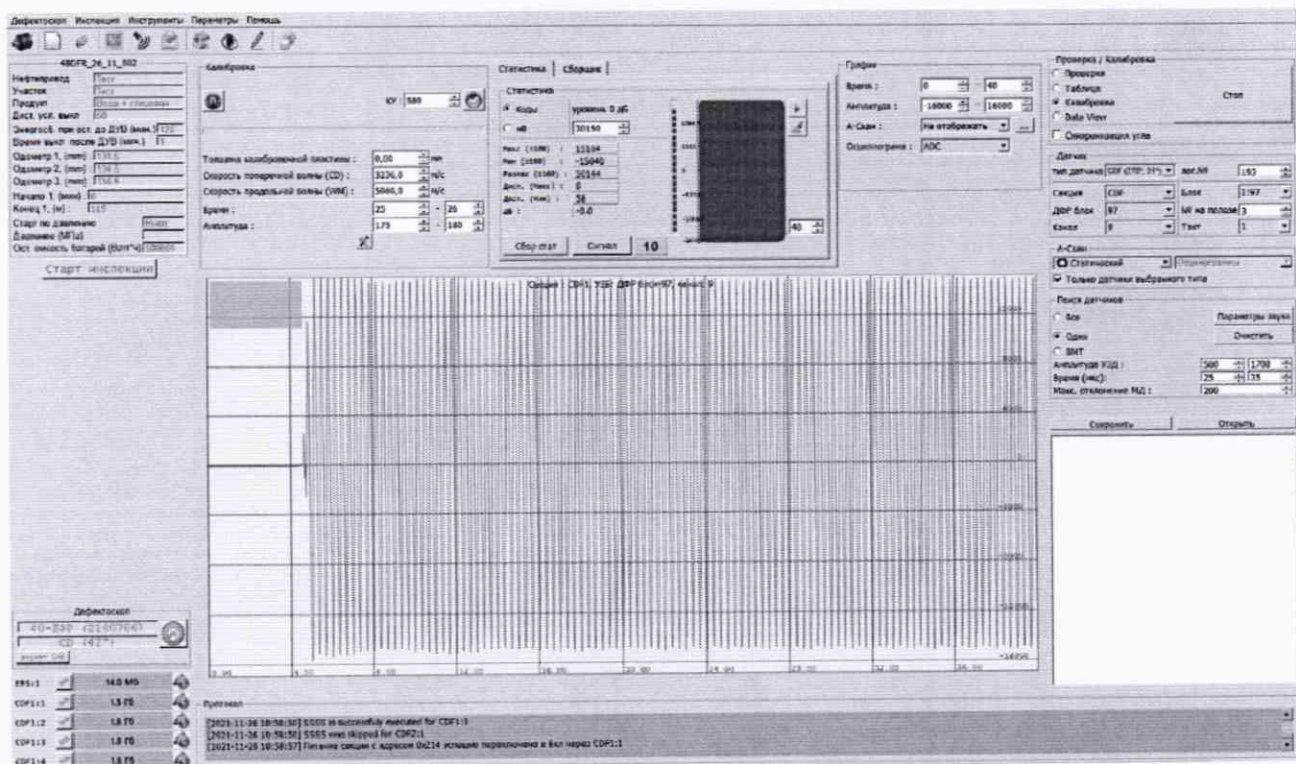


Рисунок 17 – Окно для отображения амплитудно-временных характеристик эхо-сигналов

10.4.18 Отключить сигнал на генераторе.

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

10.4.20 Подать сигнал с генератора.

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

10.4.22 Установить на магазине затуханий ослабление 3 дБ и записать значение параметра «дБ» на дефектоскопе в протокол как $A_{\text{изм}i}$, дБ.

10.4.23 Выполнить пункт 10.4.22, установив ослабление на магазине затуханий 5, 10, 20, 30, 35, 40 дБ.

10.4.24 Выполнить пункты 10.4.19 – 10.4.23 еще четыре раза.

10.4.25 Выполнить пункты 10.4.7 – 10.4.24 для всех каналов (датчиков ФАР).

10.4.26 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 11.4.

11 Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям

11.1 Расчет абсолютной погрешности измерений координат дефекта (вдоль оси трубы)

11.1.1 Результатом измерений диаметра колеса одометра по пункту 10.1.1 является среднее арифметическое диаметра колеса одометра $\bar{d}$, мм, по десяти измерениям:

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

где x_i – значение i -го измерения, мм;

n – количество измерений.

11.1.2 Рассчитать и занести в протокол поверки (Приложение Г) среднее квадратическое отклонение (далее – СКО) измерений диаметра колеса одометра S , мм, по формуле:

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

где x_i – значение i -го измерения, мм;

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

n – количество измерений.

11.1.3 Проверить наличие грубых погрешностей и, при необходимости, исключить их. Для этого вычислить и занести в протокол поверки критерии Граббса G_1, G_2 :

$$G_1 = \frac{|x_{\max} - \bar{d}|}{S}, \quad G_2 = \frac{|x_{\min} - \bar{d}|}{S} \quad (3)$$

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

Если количество оставшихся результатов измерений диаметра колеса одометра стало меньше десяти, повторить пункт 10.1.1, чтобы количество измерений без грубых погрешностей оставалось равным десяти.

11.1.4 Рассчитать и занести в протокол поверки СКО среднего арифметического диаметра колеса одометра S_x , мм, по формуле:

$$S_x = \frac{S}{\sqrt{n}}, \quad (4)$$

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

n – количество измерений.

11.1.5 Рассчитать и занести в протокол поверки доверительные границы ε , мм, случайной погрешности оценки диаметра колеса одометра при $P=0,95$:

$$\varepsilon = t \cdot S_x, \quad (5)$$

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

S_x – СКО среднего арифметического диаметра колеса одометра, мм.

11.1.6 Рассчитать и занести в протокол поверки значение СКО неисключенной систематической погрешности (НСП) S_{Θ} , мм, серии измерений диаметра колеса одометра по формуле:

$$S_{\Theta} = \frac{\Delta_{\Sigma}}{\sqrt{3}}, \quad (6)$$

где Δ_{Σ} – абсолютная погрешность штангенциркуля, мм, указанная в свидетельстве о поверке (протоколе поверки).

11.1.7 Рассчитать и занести в протокол поверки суммарное среднее квадратическое отклонение оценки диаметра колеса одометра S_{Σ} , мм, по формуле:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\Theta}^2 + S_x^2}, \quad (7)$$

где S_{Θ} – среднее квадратическое отклонение НСП серии измерений диаметра колеса одометра, мм;

S_x – СКО среднего арифметического диаметра колеса одометра, мм.

11.1.8 Рассчитать и занести в протокол поверки значение абсолютной погрешности Δ , мм, серии измерений диаметра колеса одометра по формуле:

$$\Delta = K \cdot S_{\Sigma}, \quad (8)$$

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

$$K = \frac{\varepsilon + \Delta_{\Sigma}}{S_x + S_{\Theta}}, \quad (9)$$

где ε – доверительные границы случайной погрешности оценки диаметра колеса одометра, мм;

Δ_{Σ} – абсолютная погрешность штангенциркуля, мм, указанная в свидетельстве о поверке (протоколе поверки);

S_x – СКО среднего арифметического диаметра колеса одометра, мм;

S_{Θ} – среднее квадратическое отклонение НСП серии измерений диаметра колеса одометра, мм.

11.1.9 Рассчитать и занести в протокол поверки длину окружности $l_{окр}$, мм, колеса одометра по формуле:

$$l_{окр} = \pi \cdot \bar{d}, \quad (10)$$

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

11.1.10 Рассчитать и занести в протокол поверки отклонение рассчитанного значения координат дефекта (вдоль оси трубы) от показаний дефектоскопа $\Delta l_{нк}$, мм, для каждого измерения по формуле:

$$\Delta l_{нк} = n_k \cdot l_{окр} - l_{нк} \quad (11)$$

где n_k - количество оборотов;

$l_{окр}$ - длина окружности, мм;

$l_{нк}$ – значения координат дефекта (вдоль оси трубы), полученные по показаниям дефектоскопа в пунктах 10.1.10 – 10.1.12.

11.1.11 Рассчитать и занести в протокол поверки абсолютную погрешность измерений координат дефекта (вдоль оси трубы) $\Delta l_{нк}$, мм, для каждого измерения по формуле:

$$\Delta L_{нк} = \sqrt{\Delta l_{нк}^2 + \Delta^2} \quad (12)$$

где $\Delta l_{нк}$ – отклонение от рассчитанного значения координаты дефекта (вдоль оси трубы), мм;

Δ – рассчитанная по формуле (8) абсолютная погрешность измерений диаметра колеса одометра, мм.

11.1.12 Выбрать максимальное из трех значение абсолютной погрешности измерений координат дефекта (вдоль оси трубы).

11.1.13 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки по пункту 10.1 с положительным результатом, если результаты измерений соответствуют таблице 6.

Таблица 6 – Метрологические характеристики

Обозначение дефектоскопа	Типоразмер, мм	Диапазон измерений координат дефекта (вдоль оси трубы), мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений координат дефекта (вдоль оси трубы), мм
40-ДФР.00-00.000	1020	от 418 до 18000	$\pm (34+0,0083 \cdot L)^*$
	1067		
	1220		
* где L – измеренная координата дефекта (вдоль оси трубы), мм.			

11.2 Расчет абсолютной погрешности измерений толщины стенки трубопровода УЗК методом

11.2.1 Результатами измерений мер КМТ, соответствующим началу, середине и концу диапазона измерений толщины стенки трубопровода УЗК методом по пунктам 10.2.17 – 10.2.21 являются средние арифметические толщин j-той меры КМТ, $\bar{H}_{КМТj}$, мм, рассчитываемые по формуле:

$$\bar{H}_{КМТj} = \frac{\sum_{i=1}^n H_{КМТji}}{n}, \quad (13)$$

где $H_{КМТji}$ – значение i-го измерения j-той меры КМТ, мм;

n – количество измерений.

11.2.2 Рассчитать и занести в протокол поверки абсолютную погрешность измерений толщины j -той меры (толщины стенки трубопровода УЗК методом) ΔH_j , мм, по формуле:

$$\Delta H_j = \bar{H}_{КМТj} - H_{номj}, \quad (14)$$

где $\bar{H}_{КМТj}$ – среднее арифметическое толщины j -той меры КМТ, мм;

$H_{номj}$ – действительное значение толщины j -той меры КМТ, взятое из свидетельства о поверке (протокола поверки), мм.

11.2.3 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки по пункту 10.2 с положительным результатом, если результаты измерений соответствуют таблице 7.

Таблица 7 – Метрологические характеристики

Типоразмер, мм	Комплектация	Количество ПЭП, шт.	Диапазон измерений толщины стенки трубопровода УЗК методом, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений толщины стенки трубопровода УЗК методом, мм
		WM		
1020	WM, CDL, CDC	1680	от 3 до 30	$\pm 0,3$
	WM, CDL	840		
	WM, CDC	840		
1067	WM, CDL, CDC	1792		
	WM, CDL	896		
	WM, CDC	896		
1220	WM, CDL, CDC	2016		
	WM, CDL	1008		
	WM, CDC	1008		

11.3 Расчет абсолютной погрешности измерений времени отражения эхо-сигнала

11.3.1 Рассчитать среднее арифметическое начальной задержки импульса $\bar{T}_{изм0}$, мкс, по формуле:

$$\bar{T}_{изм0} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{изм0i}}{n}, \quad (15)$$

где $T_{изм0i}$ – значение i -го измерения, мм;

n – количество измерений.

11.3.2 Для каждого значения задержки рассчитать среднее арифметическое времени отражения эхо-сигналов $\bar{T}_{изmj}$, мкс, по формуле (15).

11.3.3 Для каждого значения задержки рассчитать абсолютную погрешность измерений времени отражения эхо-сигнала ΔT , мкс, по формуле:

$$\Delta T = (\bar{T}_{изmj} - \bar{T}_{изм0}) - (T_{устj} - T_{уст0}) \quad (16)$$

где $\bar{T}_{изmj}$ – среднее арифметическое значение текущей задержки импульса, измеренное дефектоскопом, мкс;

$\bar{T}_{изм0}$ – среднее арифметическое значение начальной задержки импульса, измеренное дефектоскопом, мкс;

$T_{устj}$ – текущее значение задержки импульса, установленное на генераторе, мкс;

$T_{уст0}$ - начальное значение задержки импульса, установленное на генераторе, мкс.

11.3.4 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки по пункту 10.3 с положительным результатом, если результаты измерений соответствуют таблице 8.

Таблица 8 – Метрологические характеристики

Типоразмер, мм	Комплектация	Количество ПЭП, шт.	Диапазон измерений времени отражения эхо-сигнала, мкс	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений времени отражения эхо-сигнала, мкс
		ФАР		
1020	WM, CDL, CDC	840	от 17 до 130	$\pm 0,5$
	WM, CDL	420		
	WM, CDC	420		
1067	WM, CDL, CDC	896		
	WM, CDL	448		
	WM, CDC	448		
1220	WM, CDL, CDC	1008		
	WM, CDL	504		
	WM, CDC	504		

11.4 Расчет абсолютной погрешности измерений амплитуды эхо-сигнала

11.4.1 В каждой точке диапазона рассчитать среднее арифметическое амплитуды эхо-сигнала, $\bar{A}_{измj}$, дБ.

11.4.2 В каждой точке диапазона рассчитать абсолютную погрешность измерений амплитуды эхо-сигнала по формуле:

$$\Delta A = A_{устj} - (A_{\max} - \bar{A}_{измj}) \quad (17)$$

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

$A_{\max}$ – начальное (максимальное) значение амплитуды эхо-сигнала, измеренное дефектоскопом, дБ;

$\bar{A}_{измj}$ – среднее арифметическое значение текущей амплитуды эхо-сигнала, измеренное дефектоскопом, дБ.

11.4.3 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки по пункту 10.4 с положительным результатом, если результаты измерений соответствуют таблице 9.

Таблица 9 – Метрологические характеристики

Типоразмер, мм	Тип диагностики	Количество ПЭП, шт.	Диапазон измерений амплитуды эхо-сигнала, дБ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений амплитуды эхо- сигнала, дБ
		ФАР		
1020	WM, CDL, CDC	840	от 3 до 40	± 3,0 (в диапазоне от 3 до 35 дБ вкл.); ± 3,5 (в диапазоне св. 35 до 40 дБ)
	WM, CDL	420		
	WM, CDC	420		
1067	WM, CDL, CDC	896		
	WM, CDL	448		
	WM, CDC	448		
1220	WM, CDL, CDC	1008		
	WM, CDL	504		
	WM, CDC	504		

11.5 Дефектоскоп считается прошедшим поверку с положительным результатом и допускается к применению, если все операции поверки пройдены с положительным результатом. В ином случае дефектоскоп считается прошедшим поверку с отрицательным результатом и не допускается к применению.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляются протоколом. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении Г. Протокол может храниться на электронных носителях.

12.2 При положительных результатах поверки по запросу заказчика может быть оформлено свидетельство о поверке в установленной форме.

12.3 При отрицательных результатах поверки по запросу заказчика может быть оформлено извещение о непригодности в установленной форме с указанием причин непригодности.

12.4 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Исполнители:

Начальник отдела Д-4
ФГУП «ВНИИОФИ»



А.В. Иванов

Инженер 1 категории отдела Д-4
ФГУП «ВНИИОФИ»



А.С. Крайнов

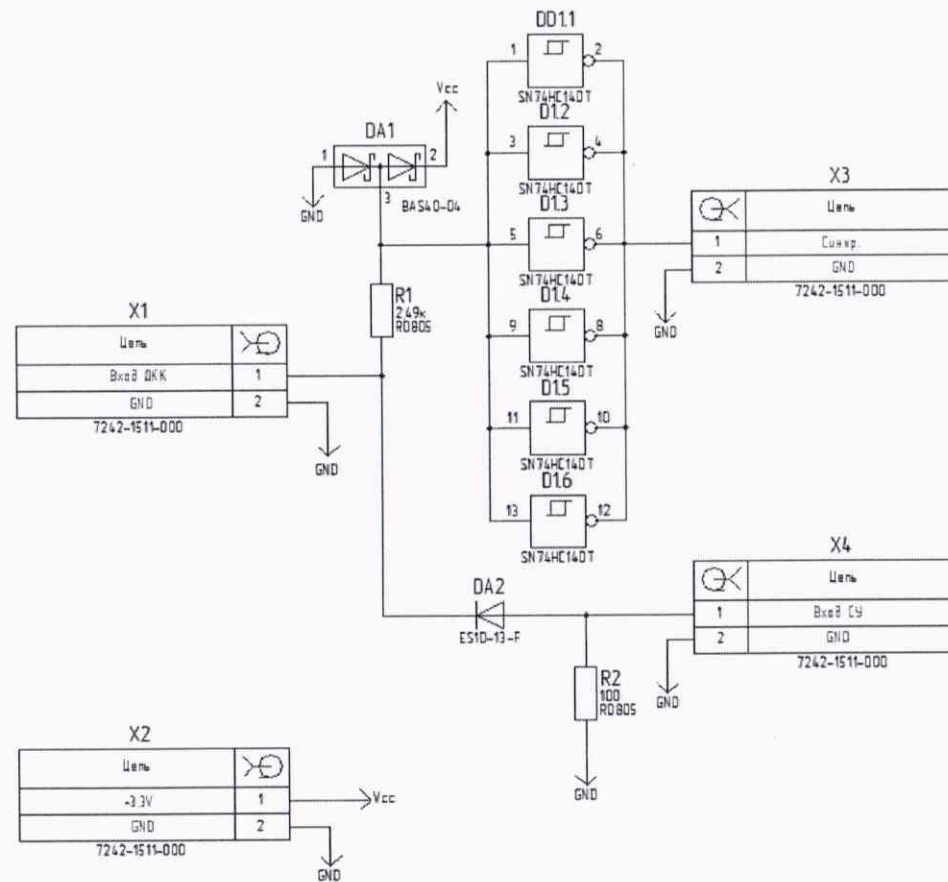
Инженер 2 категории отдела Д-4
ФГУП «ВНИИОФИ»



И.А. Смирнова

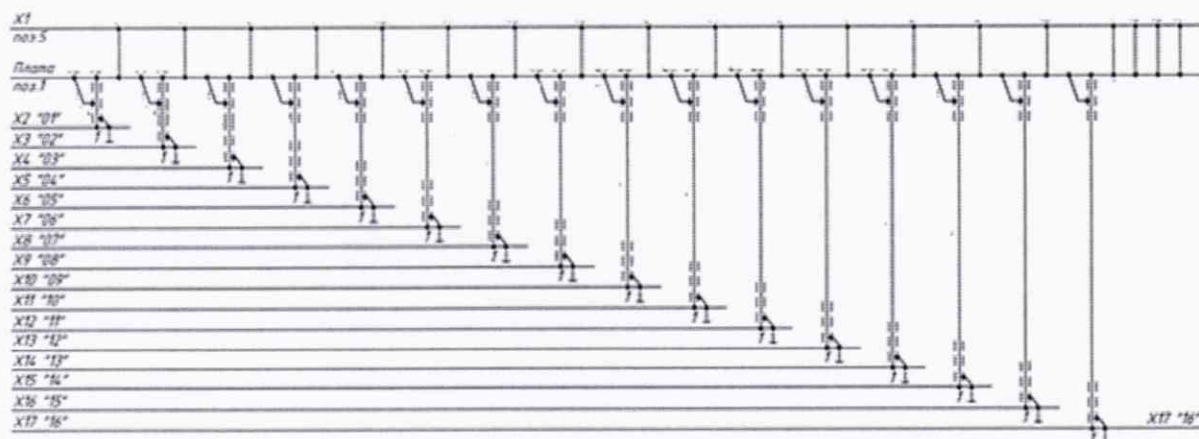
ПРИЛОЖЕНИЕ А (Обязательное)

Принципиальная схема согласующего устройства

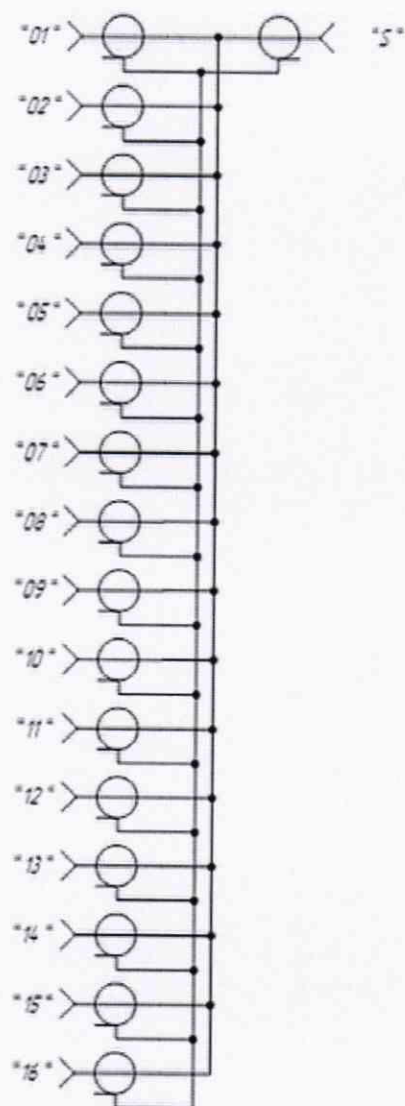


Приложение Б (Обязательное)

Принципиальная схема жгута 2



Приложение В
(Обязательное)
Принципиальная схема жгута 8



ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(Рекомендуемое)
Форма протокола поверки

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

Средство измерений:

Год выпуска:

Заводской номер:

Принадлежащее:

Поверено в соответствии с методикой поверки:

При следующих значениях влияющих факторов:

Температура окружающей среды ;

Атмосферное давление ;

Относительная влажность ;

С применением эталонов:

Результаты поверки:

1 Внешний осмотр

2 Опробование

3 Проверка программного обеспечения средства измерений

4 Результаты определения метрологических характеристик:

Метрологические характеристики	Номинальная величина / погрешность	Измеренное значение

Заключение: _____

Средство измерений признать пригодным (или непригодным) для применения

Поверитель:

//

Подпись

ФИО