

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального
директора – заместитель по научной
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»



М.п.

«28»

А.Н. Щипунов

02

2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Дефектоскопы многоканальные УЗК

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 651-24-012

р.п. Менделеево
2024 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок дефектоскопов многоканальных УЗК (далее по тексту – дефектоскопы), изготовленных Акционерным обществом «Диаконт» (АО «Диаконт»), адрес места осуществления деятельности: 195274, Санкт-Петербург, ул. Учительская, д. 2, адрес юридического лица: 198517, Санкт-Петербург, г. Петергоф, Ропшинское шоссе, д. 4.

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

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений отношений амплитуд сигналов на входе приемника дефектоскопа, дБ	от -28 до 0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений отношений амплитуд сигналов на входе приемника дефектоскопа, дБ - от -28 до -11 включ. - св. -11 до 0	± 2 ± 1
Диапазон измерений временных интервалов, мкс	от 0,1 до 49
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений временных интервалов, мкс	$\pm 0,1$
Диапазон измерений толщины, мм	от 5 до 30
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений толщины, мм	$\pm 1,0$

1.2 Необходимо обеспечение прослеживаемости поверяемых дефектоскопов к государственным первичным эталонам единиц величин посредством использования аттестованных (поверенных) в установленном порядке средств поверки.

По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022, к государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ 2-2021, к государственному первичному эталону единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 178 ГГц ГЭТ 193-2011 в соответствии с локальной поверочной схемой для ультразвуковых дефектоскопов, комплексов, систем, установок, приборов, станций (Приложение А).

Методика поверки реализуется методом прямых измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении первичной (в том числе после ремонта) и периодической поверок должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции первичной и периодической поверок

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование	да	да	8
Проверка программного обеспечения (далее – ПО) средства измерений	да	да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	-	-	10
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений отношений амплитуд сигналов на входе приёмника дефектоскопа	да	да	10.1
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений временных интервалов	да	да	10.2
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений толщины	да	да	10.3

2.2 Поверка дефектоскопов осуществляется аккредитованными в установленном порядке юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями.

2.3 Поверка дефектоскопа прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, приведенных в таблице 2, а дефектоскоп признают не прошедшим поверку.

2.4 Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных измерительных блоков из состава средства измерений, и на меньшем числе поддиапазонов измерений. Не допускается проведение поверки для меньшего числа измеряемых величин.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверка проводится при рабочих условиях эксплуатации поверяемых дефектоскопов и используемых средств поверки. Средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с руководствами по их эксплуатации.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки дефектоскопов допускается инженерно-технический персонал со средним или высшим техническим образованием, имеющий право на проведение поверки (аттестованными в качестве поверителей), изучивший устройство и принцип работы средств поверки по эксплуатационной документации.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Рекомендуемые средства поверки указаны в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8 Подготовка к поверке и опробование; п. 10.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений толщины	Средства измерений в диапазоне значений толщины мер от 0,5 до 300,0 мм, с пределами допускаемой абсолютной погрешности толщины меры $\pm 0,1$ мм	Комплект мер для дефектоскопии АЗ-НК. Меры КУСОТ ст. 40Х13 (далее – меры КУСОТ), рег. № 79145-20
п. 10.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений отношений амплитуд сигналов на входе приёмника дефектоскопа; п. 10.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений временных интервалов	Средства измерений с диапазоном частот выходного сигнала от 1 мГц до 30 МГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности установки частоты выходного сигнала $\pm(1 \cdot 10^{-6} \cdot F + 15 \cdot 10^{-12})$, где F - установленное значение частоты сигнала, Гц. Диапазоном размаха выходного напряжения при нагрузке 50 Ом от 0,001 до 10 В, с пределами допускаемой абсолютной погрешности установки размаха выходного напряжения синусоидальной формы на частоте 1 кГц $\pm(0,01 \cdot U + 0,001)$ В, где U - установленное значение выходного напряжения	Генератор сигналов произвольной формы 33521В, (далее – генератор), рег. № 72915-18
п. 10.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений отношения амплитуд сигналов на входе приёмника дефектоскопа	Эталоны единиц ослабления электромагнитных колебаний, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда согласно государственной поверочной схеме утвержденной приказом федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 №3383 в диапазоне значений от 0 до 11 дБ;	Аттенюатор ступенчатый ручной 8494В (далее – аттенюатор 8494В), рег. № 60237-15;

Продолжение таблицы 3

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений отношения амплитуд сигналов на входе приёмника дефектоскопа	Эталоны единиц ослабления электромагнитных колебаний, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда согласно государственной поверочной схеме утвержденной приказом федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 №3383 в диапазоне значений от 0 до 110 дБ	Аттенюатор ступенчатый ручной 8496В, (далее – аттенюатор 8496В) рег. № 81636-21; Приборы для поверки аттенюаторов Д1-13А, рег. № 9257-83 (далее – аттенюатор Д1-13А)
п. 10.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений временных интервалов	Эталоны единиц времени и частоты, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 4 разряда согласно государственной поверочной схеме утвержденной приказом федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.09.2022 №2360 в диапазоне значений от 10 нс до 10000 с	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-85/6 (далее – частотомер), рег. № 75631-19

5.2 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 3.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

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

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

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие дефектоскопа следующим требованиям:

- комплектность дефектоскопа в соответствии с паспортом;
- отсутствие явных механических повреждений, влияющих на работоспособность дефектоскопа;
- наличие маркировки дефектоскопа в соответствии с документацией.

7.2 Результаты процедур поверки данного раздела считать положительными, если дефектоскоп соответствует требованиям, приведенным в п. 7.1.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Если дефектоскоп и средства поверки до начала измерений находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в разделе 3, то их выдерживают при необходимых условиях не менее часа.

8.2 Включить дефектоскоп в соответствии с РЭ.

8.3 Подключить электромагнитно-акустический преобразователь (далее – ЭМАП) к 1-му каналу дефектоскопа, используя переходник из комплекта поверки комплекта поставки дефектоскопа.

8.4 В области отображения А-сканов главного диалогового окна программного обеспечения «Pipe Inspector» (далее – ПО) нажать левой кнопкой мыши на верхний А-скан и установит в поле «Каналы» значение «1 (Эхо)» (рисунок 1). Включить зондирующие импульсы (далее – ЗИ) кнопкой , расположенной на панели инструментов (при включении ЗИ номера каналов в окнах А-сканов отображаются красным цветом, при проведении измерений ЗИ включаются автоматически).

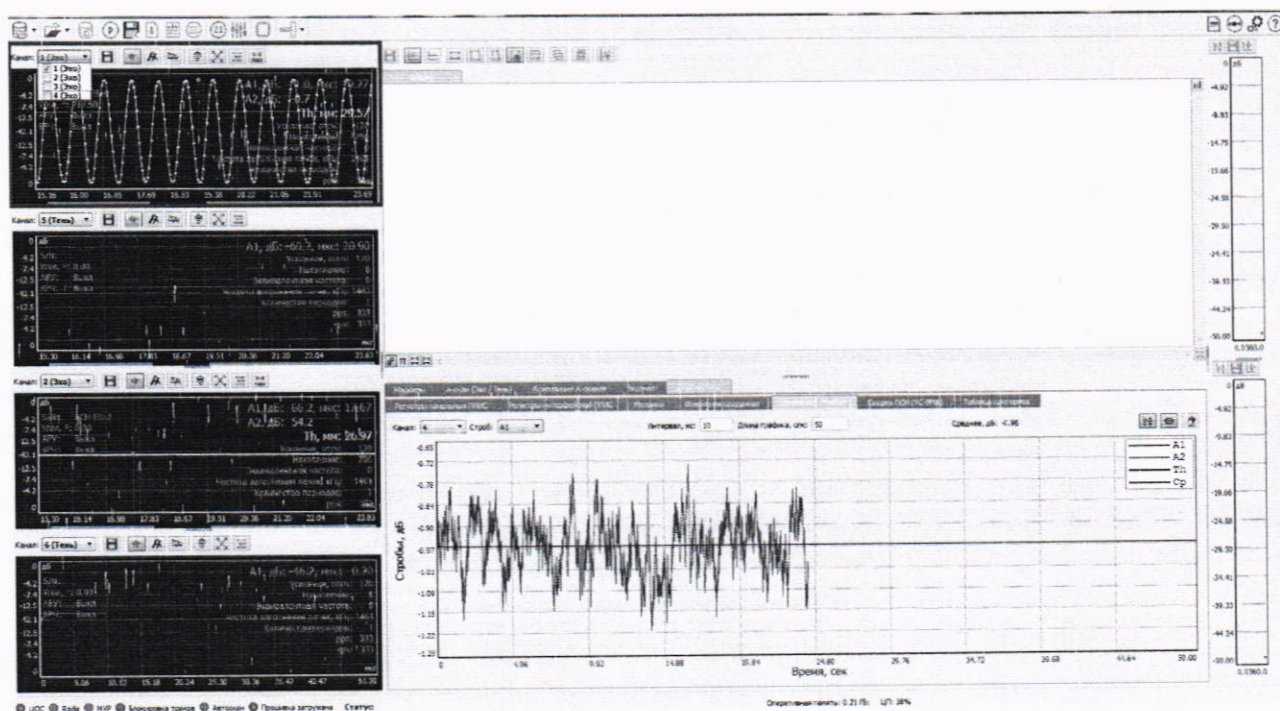


Рисунок 1 – Установка канала в области отображения А-сканов

8.5 Установить ЭМАП на меру КУСОТ толщиной 15 мм. Нажать на кнопку «Развернуть» , расположенную на панели инструментов в области отображения А-сканов, чтобы он развернулся на весь экран ПО. Установить на А-скане стробы «А1» и «А2» таким образом, чтобы строб «А1» находился в пределах первого донного сигнала, а строб «А2» в пределах второго донного сигнала, как показано на рисунке 2.

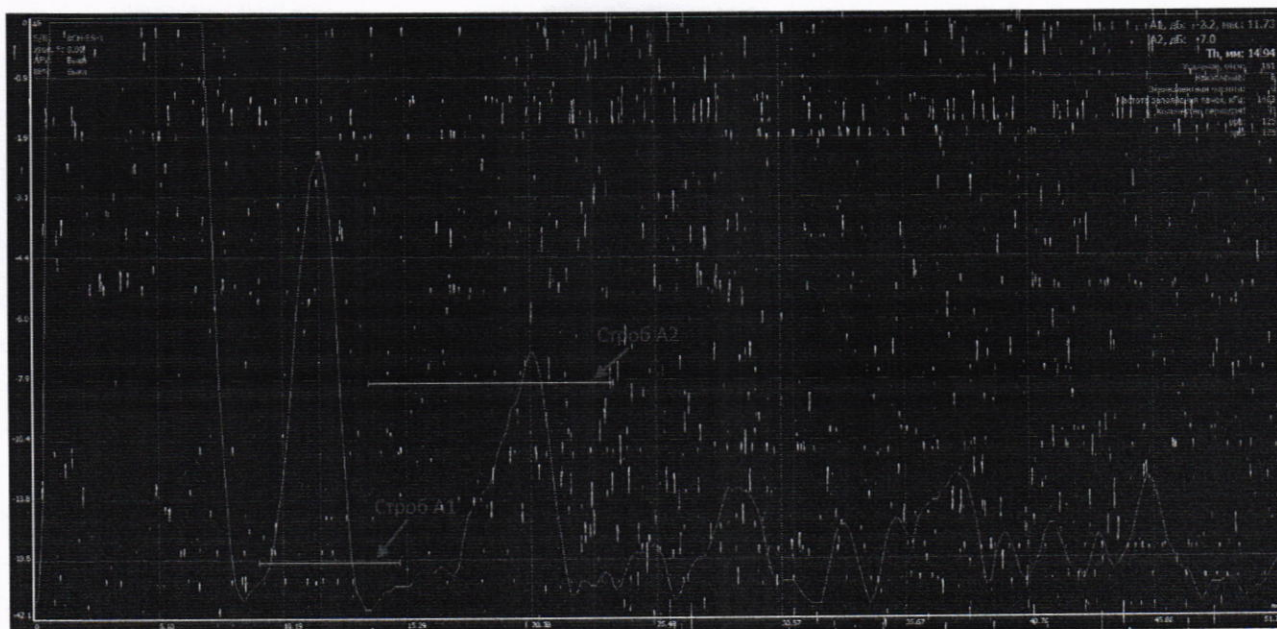


Рисунок 2 – Вид А-скана с установленными стробами

8.6 Свернуть вид А-скана, нажав на кнопку «Свернуть»  и произвести настройку скорости звука, перейдя в меню «Калибровка толщины» (рисунок 3). В поле «Толщина, мм» установить значение толщины меры КУСОТ, взятое из протокола поверки мер КУСОТ, и нажать кнопку «Калибровать». В появившемся окне запроса о вычислении и записи калибровки нажать кнопку «Да» (рисунок 5).

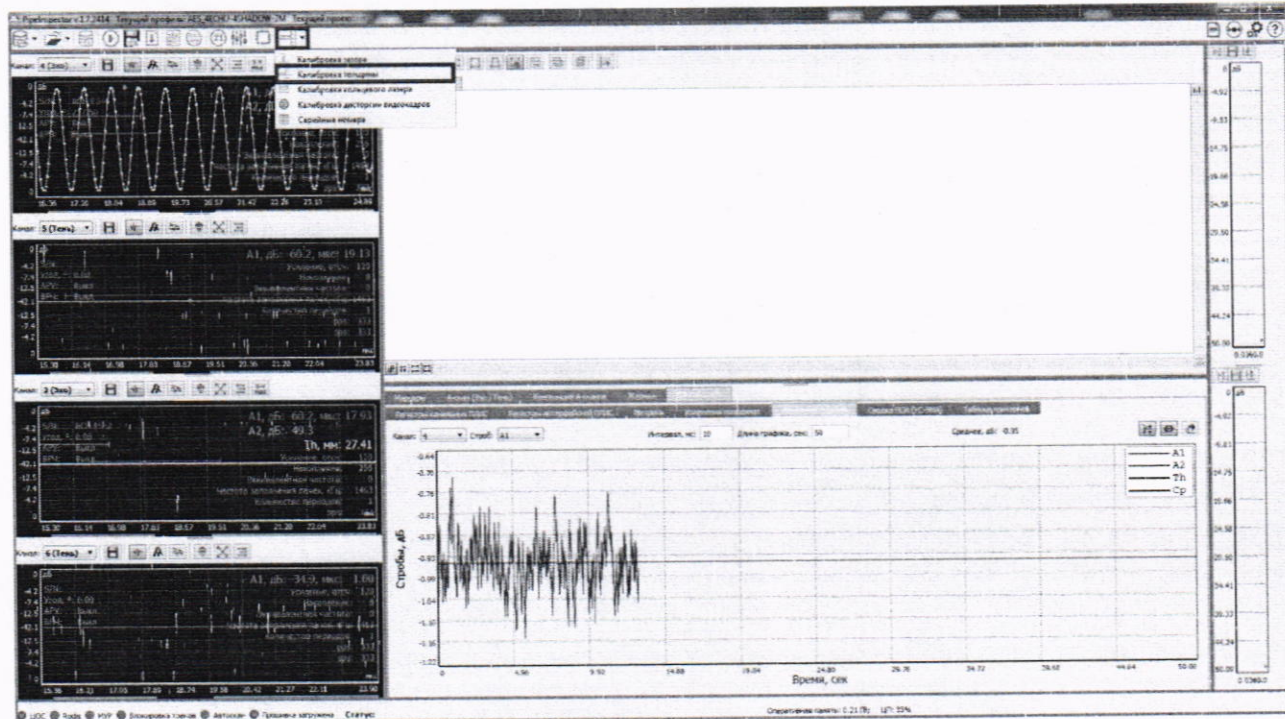


Рисунок 3 – Вызов меню «Калибровка толщины»

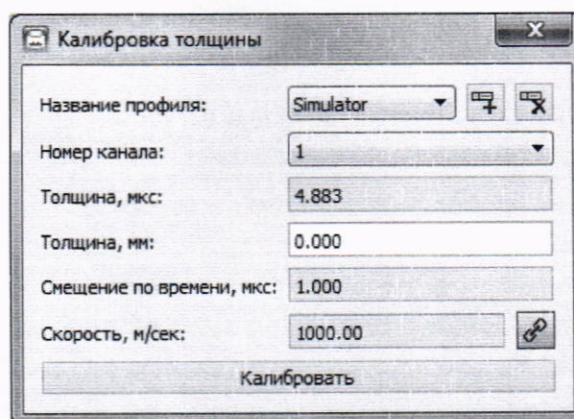


Рисунок 4 – Вид окна «Калибровка толщины»

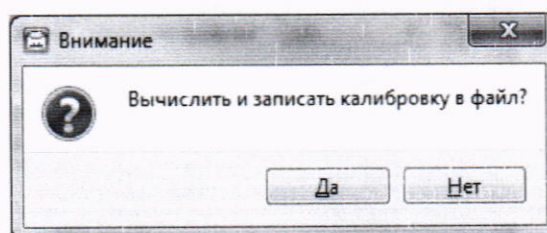


Рисунок 5 – Вид окна с вопросом о вычислении и записи калибровки

8.7 Произвести измерение толщины меры КУСОТ толщиной 15 мм, повторив операции по пункту 8.5. Измеренная толщина отобразится в правом верхнем углу, как параметр «Th, мм».

8.8 Повторить операции по п.п. 8.3 – 8.7 аналогично для каналов 2, 3 и 4 дефектоскопа.

8.9 Результаты опробования считать положительными, если дефектоскоп выявляет донный сигнал и измеряет толщину.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 В интерфейсе операционной системы «Microsoft Windows» персонального компьютера перейти на диск «(C:)». Далее перейти в папку «Diakont», затем в папку «Pipe Inspector». Нажать правой кнопкой мыши на файл «Pipe Inspector.dll», выбрать «Свойства» и в появившемся окне перейти на вкладку «Подробно».

9.2 Проверить идентификационные данные ПО на соответствие значениям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Pipe Inspector
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.7.2410.0
Цифровой идентификатор ПО	-

9.3 Результаты поверки по данному разделу считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 4.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений отношений амплитуд сигналов на входе приёмника дефектоскопа

10.1.1 Установить необходимые настройки дефектоскопа, для этого необходимо нажать на кнопку «Настройки приемника/генератора» , расположенную в области отображения А-сканов. Установленные параметры для «приемника/генератора» представлены на рисунке 6.

Частота генератора, КГц:	1.463
Количество периодов:	5
Усиление, отсч:	250 
Накопление:	8
Смещение А-скана:	0

Рисунок 6 – Настройки дефектоскопа

10.1.2 Повторить операции по п. 8.4. Нажать на кнопку «Развернуть» , расположенную на панели инструментов в области отображения А-сканов, чтобы он развернулся на весь экран ПО.

10.1.3 Подключить генератор и аттенюаторы к 1-му каналу дефектоскопа, используя переходник из комплекта поверки комплекта поставки дефектоскопа, как показано на рисунке 7.

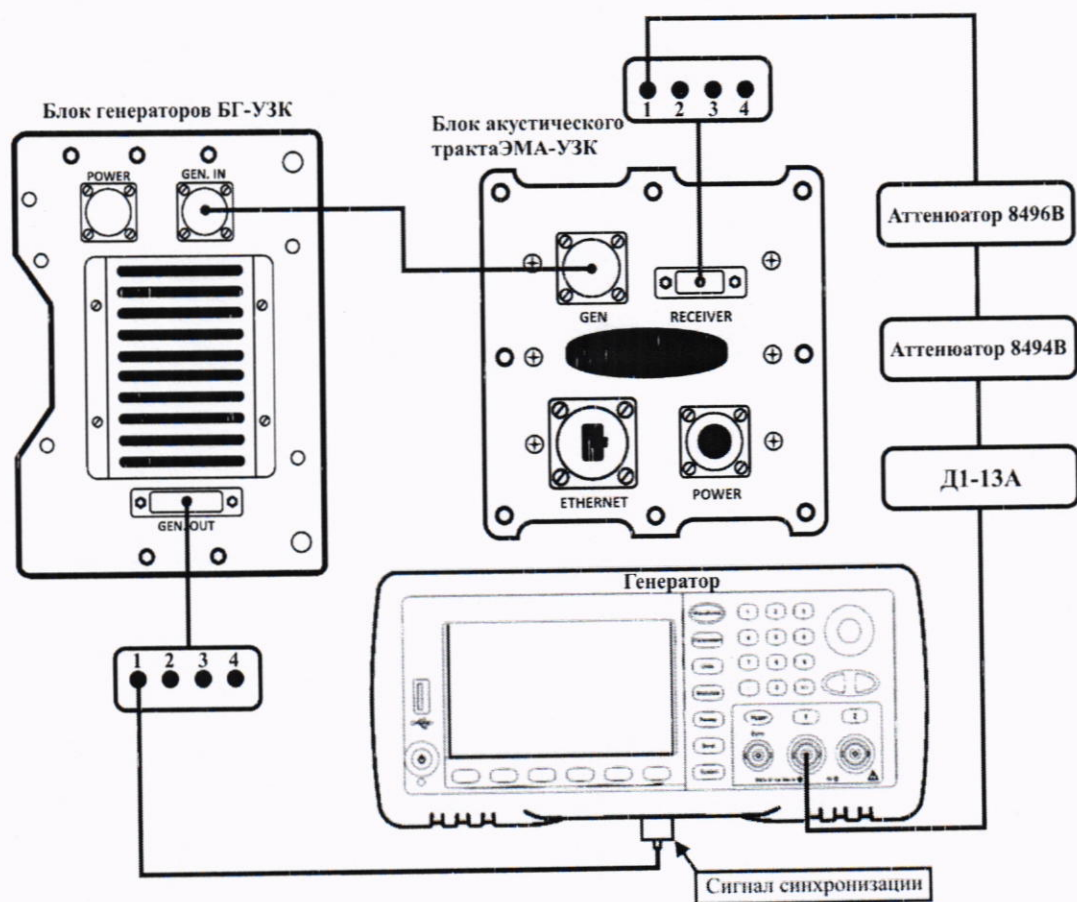


Рисунок 7 – Схема подключения генератора и аттенюаторов к дефектоскопу

10.1.4 Установить настройки генератора согласно таблице 5.

Таблица 5 – Настройки генератора

Наименование пункта меню	Наименование настройки	Устанавливаемый параметр
Waveforms	-	Sine
Parameters	Frequency	1,463 MHz
	Amplitude	3 mV
Burst	Burst	On
	# of Cycles	30
Trigger	Source	Ext

10.1.5 Ослабить амплитуду сигнала, подаваемого с генератора на дефектоскоп, на 10 дБ при помощи аттенюатора Д1-13А, чтобы избежать не полного отображения сигнала по вертикальной развертке А-скана дефектоскопа.

10.1.6 Установить ослабление на аттенюаторе 8496В и аттенюаторе 8494В 0 дБ и измерить амплитуду, D_0 , дБ, сигнала при помощи строба «А1» дефектоскопа. Строб «А1» установить на стабильной по амплитуде части сигнала, подаваемого с генератора, как показано на рисунке 8. Свернуть вид А-скана, нажав на кнопку «Свернуть» , в поле статистической обработки главного окна ПО перейти на вкладку «Диагностика», далее «Измерение стробов», параметр «Интервал, мс» установить «10», параметр «Длина графика, сек» установить «50», результат измерений отобразится, как показано на рисунке 9.

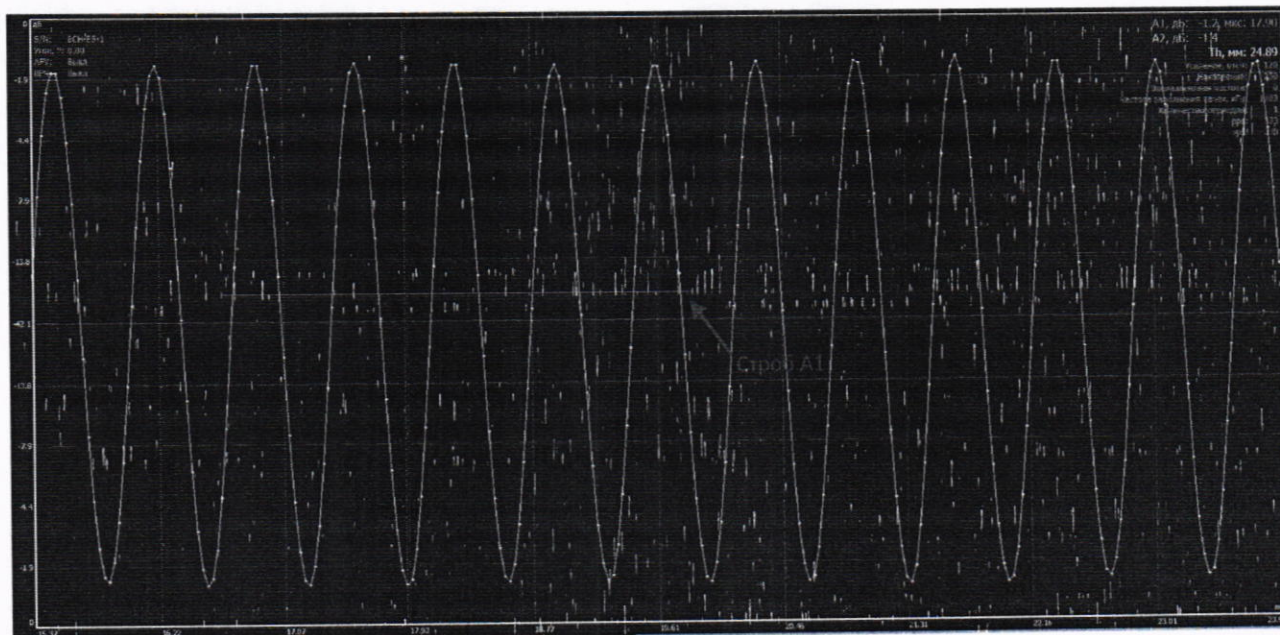


Рисунок 8 – Положение строба при измерении отношений амплитуд сигналов на входе приёмника дефектоскопа

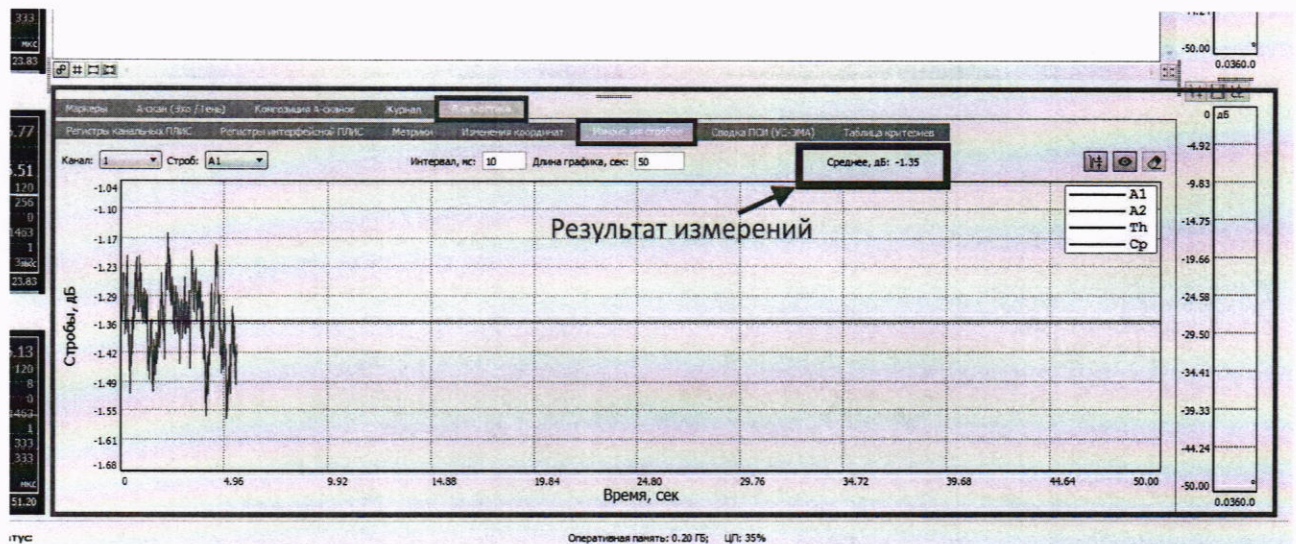


Рисунок 9 – Отображение результата измерений отношений амплитуд сигналов на входе приёмника дефектоскопа в поле статистической обработки главного окна ПО

10.1.7 Повторить измерения по п. 10.1.6 для значений ослаблений 2, 8, 11, 20, 28 дБ, D_i , дБ. Измерить амплитуду сигнала, $D_{изм_i}$, дБ, при помощи строба «A1» дефектоскопа. После каждой установки ослабления на аттенюаторе, в поле статистической обработки главного окна ПО нажимать кнопку

10.1.8 Рассчитать абсолютную погрешность измерений отношений амплитуд сигналов на входе приёмника дефектоскопа по формуле (1):

$$\Delta D = |D_{изм_i} - D_i - |D_0||, \quad (1)$$

где D_0 – значение амплитуды, измеренное дефектоскопом по пункту 10.1.6, дБ;

D_i – значение ослабления, установленное на аттенюаторе, дБ;

$D_{изм_i}$ – значение амплитуды, измеренное дефектоскопом по пункту 10.1.7, дБ.

10.1.9 Повторить операции по п.п. 10.1.2 – 10.1.8 аналогично для каналов 2, 3 и 4 дефектоскопа.

10.1.10 Результаты поверки по данному разделу считать положительными, если диапазон измерений отношения амплитуд сигналов на входе приёмника дефектоскопа составляет от минус 28 до 0 дБ, а значения абсолютной погрешности измерений отношения амплитуд сигналов на входе приёмника дефектоскопа не превышает ± 2 дБ в диапазоне значений свыше минус 28 до минус 11 дБ включ. и не превышает ± 1 дБ в диапазоне значений свыше минус 11 до 0 дБ.

10.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений временных интервалов

10.2.1 Подключить генератор и частотомер к 1-му каналу дефектоскопа, используя переходник из комплекта поверки комплекта поставки дефектоскопа, как показано на рисунке 10.

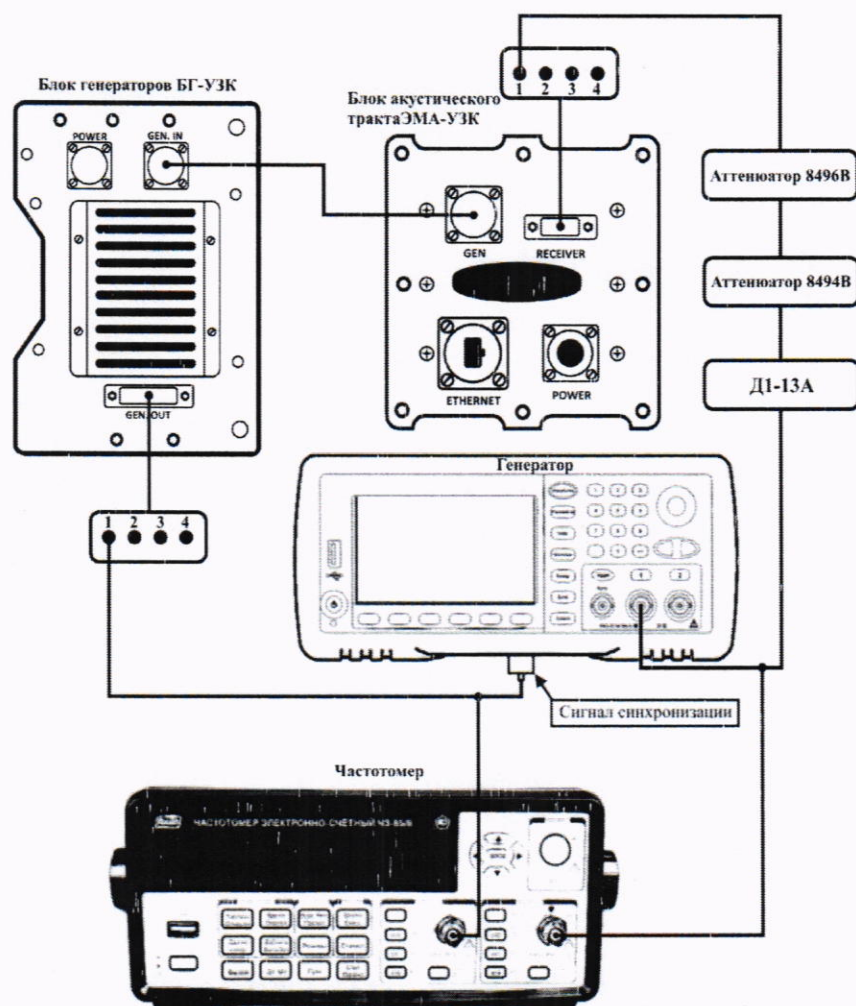


Рисунок 10 – Схема подключения генератора и частотомера к дефектоскопу

10.2.2 Установить настройки генератора согласно таблице 6.

Таблица 6 – Настройки генератора

Наименование пункта меню	Наименование настройки	Устанавливаемый параметр
Waveforms	-	Sine
Parameters	Frequency	1,463 MHz
	Amplitude	1 mV
Burst	Burst	On
	# of Cycles	1
Trigger	Source	Ext

10.2.3 Повторить операции по п. 8.4. Нажать на кнопку «Развернуть» , расположенную на панели инструментов в области отображения А-сканов, чтобы он развернулся на весь экран ПО.

10.2.4 Измерить при помощи строга «A1» дефектоскопа значение временного интервала $D_{Тизм0}$, мкс, при установленной задержке сигнала на генераторе 0 мкс, строг «A1» установить на передний фронт первого положительного полупериода сигнала, подаваемого с генератора, как показано на рисунке 11 (измеренное значение установить как задержку сигнала, для этого необходимо нажать на кнопку «Настройки приемника/генератора» , расположенную в области отображения А-сканов главного окна ПО, в появившемся списке настроек приемника (рисунок 6), в поле «Смещение А-скана» установить полученное

значение). Измерить при помощи частотомера значение временного интервала D_{T0} , мкс, при установленной задержке сигнала на генераторе 0 мкс.

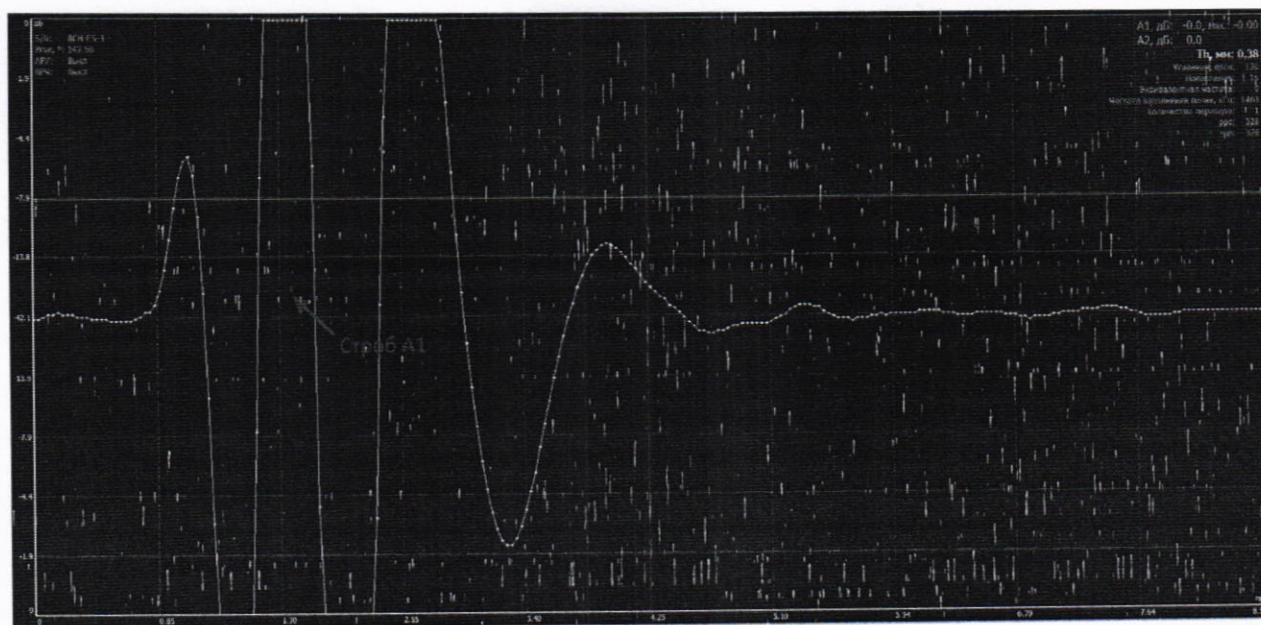


Рисунок 11 – Положение строба А1 (зеленый) при измерении временных интервалов

10.2.5 Повторить измерения по п. 10.2.4 для значений задержки сигнала на генераторе 0,1, 1, 10, 20, 30, 40 и 49 мкс, при необходимости меняя ширину горизонтальной развертки дефектоскопа.

10.2.6 Рассчитать абсолютную погрешность измерений временных интервалов по формуле (2):

$$\Delta D_T = D_{T_{изм}i} - D_{Ti} + D_{T0} \quad (2)$$

где D_{T0} – значение, измеренное частотомером при установленной задержке сигнала на генераторе 0 мкс, мкс;

D_{Ti} – значение, измеренное частотомером при установленной i -й задержке сигнала на генераторе, мкс;

$D_{T_{изм}i}$ – значение, измеренное дефектоскопом при установленной i -й задержке сигнала на генераторе, мкс;

i – установленная задержка сигнала.

10.2.7 Повторить операции по п.п. 10.2.2 – 10.2.6 аналогично для каналов 2, 3 и 4 дефектоскопа.

10.2.8 Результаты поверки по данному разделу считать положительными, если диапазон измерений временных интервалов составляет от 0,1 до 49 мкс, а значения абсолютной погрешности измерений временных интервалов находятся в пределах $\pm 0,1$ мкс.

10.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений толщины

10.3.1 Выполнить операции по п.п. 8.3 – 8.6.

10.3.2 Установить ЭМАП на меру КУСОТ толщиной 5 мм. Получить сигнал от донной поверхности меры КУСОТ толщиной 5 мм и измерить толщину меры при помощи строка «A1» дефектоскопа, измеренное значение отобразится в строке «Th, мм», отмеченном на рисунке 12.

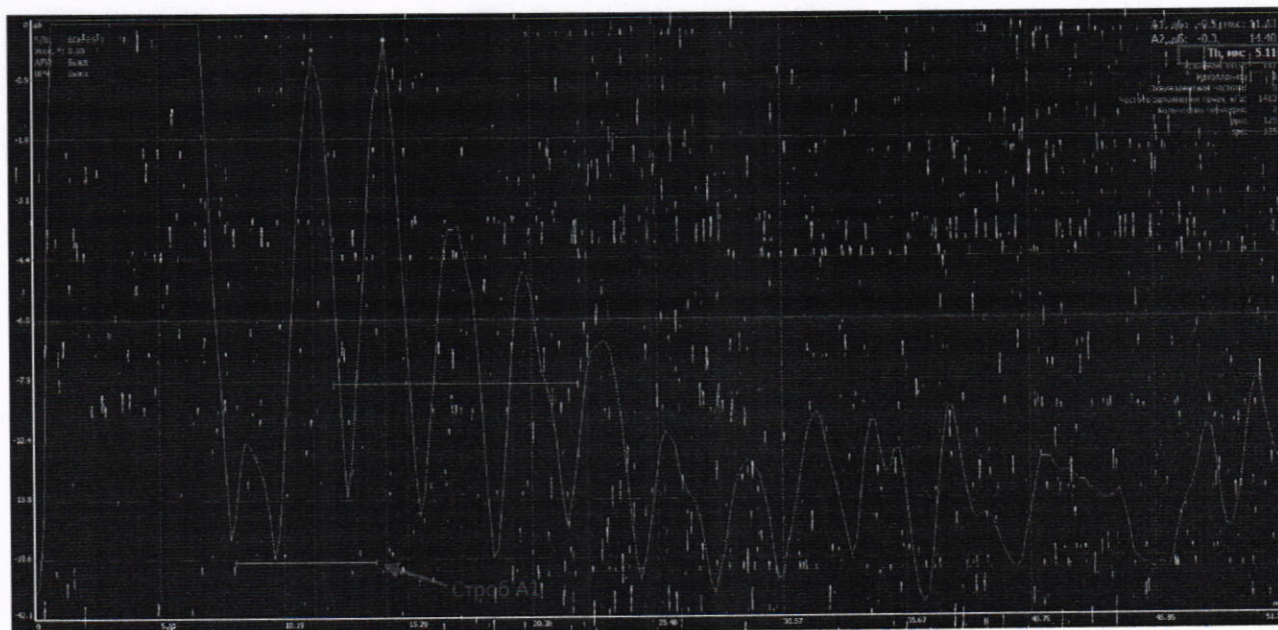


Рисунок 12 – Отображение результата измерений толщины меры

10.3.3 Вычислить абсолютную погрешность измерений толщины по формуле (3):

$$\Delta X = X_{ui} - X_{di} \quad , \quad (3)$$

где X_{ui} – измеренная дефектоскопом толщина меры, мм;

X_{di} – действительное значение толщины меры, мм;

i – номер текущего измерения.

10.3.4 Повторить операции по п.п. 10.3.2 – 10.3.3 для мер КУСОТ, с толщинами 8, 15, 30 мм.

10.3.5 Повторить операции по п.п. 10.3.1 – 10.3.4 аналогично для каналов 2, 3 и 4 дефектоскопа.

10.3.6 Результаты поверки по данному разделу считать положительными, если диапазон измерений толщины составляет от 5 до 30 мм и значения абсолютной погрешности измерений толщины находятся в пределах ± 1 мм.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Дефектоскоп признается годным, если в ходе поверки все результаты положительные.

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

11.3 При положительных результатах поверки по заявлению владельца дефектоскопа или лица, предъявившего ее на поверку, выдается свидетельство о поверке, и (или) в паспорт дефектоскопа вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

11.4 Дефектоскоп, имеющий отрицательные результаты поверки в обращение не допускается и на него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования.

Начальник НИО-10 ФГУП «ВНИИФТРИ»

М.С. Шкуркин

Начальник 103 отдела ФГУП «ВНИИФТРИ»

А.В. Стрельцов

Инженер 1 категории 103 отдела ФГУП «ВНИИФТРИ»

П.С. Мальцев

ПРИЛОЖЕНИЕ А (рекомендуемое)

Локальная поверочная схема для ультразвуковых дефектоскопов, комплексов, систем, установок, приборов, станций

УТВЕРЖДАЮ
Главный метролог
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Д.Н. Пилипенко
«16» «06» 2023 г.

Локальная поверочная схема для ультразвуковых дефектоскопов, комплексов, систем, установок, приборов, станций

