

СОГЛАСОВАНО

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



А.Н. Щипунов

03

2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Дефектоскопы лазерно-ультразвуковые УДЛ-2М

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 651-23-023

р.п. Менделеево
2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	4
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	4
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	4
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ	5
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	8
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	8
11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	14

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок дефектоскопов лазерно-ультразвуковых УДЛ-2М (далее по тексту – дефектоскопы), изготовленных учреждением науки «Инженерно-конструкторский центр сопровождения эксплуатации космической техники» (Учреждение науки ИКЦ СЭКТ), 197343, г. Санкт-Петербург, ул. Матроса Железняка, д.57 лит. А, пом. 141-Н.

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

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений скорости распространения продольных ультразвуковых волн, м/с	от 2000 до 7000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений скорости распространения продольных ультразвуковых волн, %	±1
Диапазон измерений отношения амплитуд сигналов на входе приёмника дефектоскопа, дБ	от 0 до 28
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений отношения амплитуд сигналов на входе приёмника дефектоскопа, дБ	±2
Диапазон измерений временных интервалов, мкс	от 0,02 до 35
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений временных интервалов, нс	±15
Диапазон измерений толщины и/или глубины залегания дефектов (по стали), мм	от 0,2 до 90
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений толщины и/или глубины залегания дефектов (по стали), мм: - в диапазоне от 0,2 до 10 мм включ. - в диапазоне св. 10 до 40 мм включ. - в диапазоне св. 40 до 90 мм	±0,05 ±0,09 ±0,20

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 государственным первичным эталонам:

- единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022 (Приказ Росстандарта от 26.09.2022 №2360 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты»);

- единицы длины – метра ГЭТ 2-2021 (Приказа Росстандарта от 15.08.2022 № 2018 «О внесении изменений в Государственную поверочную схему для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденную приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. № 2840»);

- единиц скоростей распространения и коэффициента затухания ультразвуковых волн в твердых средах ГЭТ 189-2014 (Приказ Росстандарта от 29.12.2018 №2842 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений скоростей распространения и коэффициента затухания ультразвуковых волн в твердых средах»);

- единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 178 ГГц ГЭТ 193-2011 (Приказа Росстандарта от 30.12.2019 №3383 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений ослабления напряжения постоянного тока и электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 20 Гц до 178,4 ГГц»).

Методика поверки реализуется посредством методов 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 средства измерений	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	-	-	10
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений отношения 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 и/или глубины залегания дефектов (по стали)	да	да	10.3
Определение диапазона и относительной погрешности измерений скорости распространения продольных ультразвуковых волн	да	да	10.4

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 Не допускается проведение поверки для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

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 дефектоскопа допускается инженерно-технический персонал со средним или высшим техническим образованием, имеющий право на проведение поверки (аттестованный в качестве поверителя), 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 и/или глубины залегания дефектов (по стали)	Эталоны единиц длины, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда согласно государственной поверочной схеме утвержденной приказом федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 г. №2840 в диапазоне значений от 0,5 до 100,0 мм	Меры длины концевые плоскопараллельные, набор №1 (далее – меры концевые) рег. № 74059-19
п. 10.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений отношения 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 мкГц 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; Эталоны единиц ослабления электромагнитных колебаний, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда согласно государственной поверочной схеме утвержденной	Аттенюатор ступенчатый ручной 8494В (далее – аттенюатор), рег. № 60237-15; Аттенюатор ступенчатый ручной 8496 В, рег. № 81636-21

	приказом федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 №3383 в диапазоне значений от 0 до 110 дБ	
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
п. 10.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений толщины и/или глубины залегания дефектов (по стали)	Средства измерений с диапазоном значений от 0,1 до 1 мм и классом точности не ниже 2-го	Набор щупов № 4 (далее – щупы), рег. № 369-73
п. 10.4 Определение диапазона и относительной погрешности измерений скорости распространения продольных ультразвуковых волн	Эталоны единиц скоростей распространения и коэффициента затухания ультразвуковых волн в твердых средах, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 1 разряда согласно государственной поверочной схеме утвержденной приказом федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 г. №2842 в диапазоне значений скоростей распространения продольной ультразвуковой волны в твердых средах от 2000 до 7000 м/с	Государственный рабочий эталон единиц скорости (далее – эталон скорости) распространения продольных ультразвуковых волн в твердых средах 1 разряда в диапазоне значений от 2000 до 7000 м/с, коэффициента затухания продольных ультразвуковых волн в твердых средах 1 разряда в диапазоне значений от 0,2 до 2000 дБ/м, скорости распространения сдвиговых ультразвуковых волн в твердых средах 1 разряда в диапазоне значений от 1000 до 4000 м/с (рег №3.1.ZZX.0250.2017)

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 дефектоскопом 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 поверки по данному разделу 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 этих условиях не менее часа.

8.2 Подготовить дефектоскоп и средства поверки к работе в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

8.3 Запустить программное обеспечение «Программное обеспечение дефектоскопа лазерно-ультразвукового компактного УНКМ.00084» (далее – ПО) дефектоскопа.

8.4 Подключить широкополосный оптико-акустический преобразователь к дефектоскопу и произвести его настройку и настройку скорости звука в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.5 Установить широкополосный оптико-акустический преобразователь на меру концевую с номиналом 50 мм через тонкий слой контактной жидкости (дистиллированная вода или индустриальное масло) и нажать кнопку «Старт» в верхнем левом углу окна ПО.

8.6 После того, как на экране отобразится сигнал, необходимо нажать на кнопку «Стоп» в верхнем левом углу окна ПО.

8.7 Результаты поверки по данному разделу считать положительными, если в окне ПО на А и В-скане отобразится донный сигнал аналогично представленному на рисунке 1.

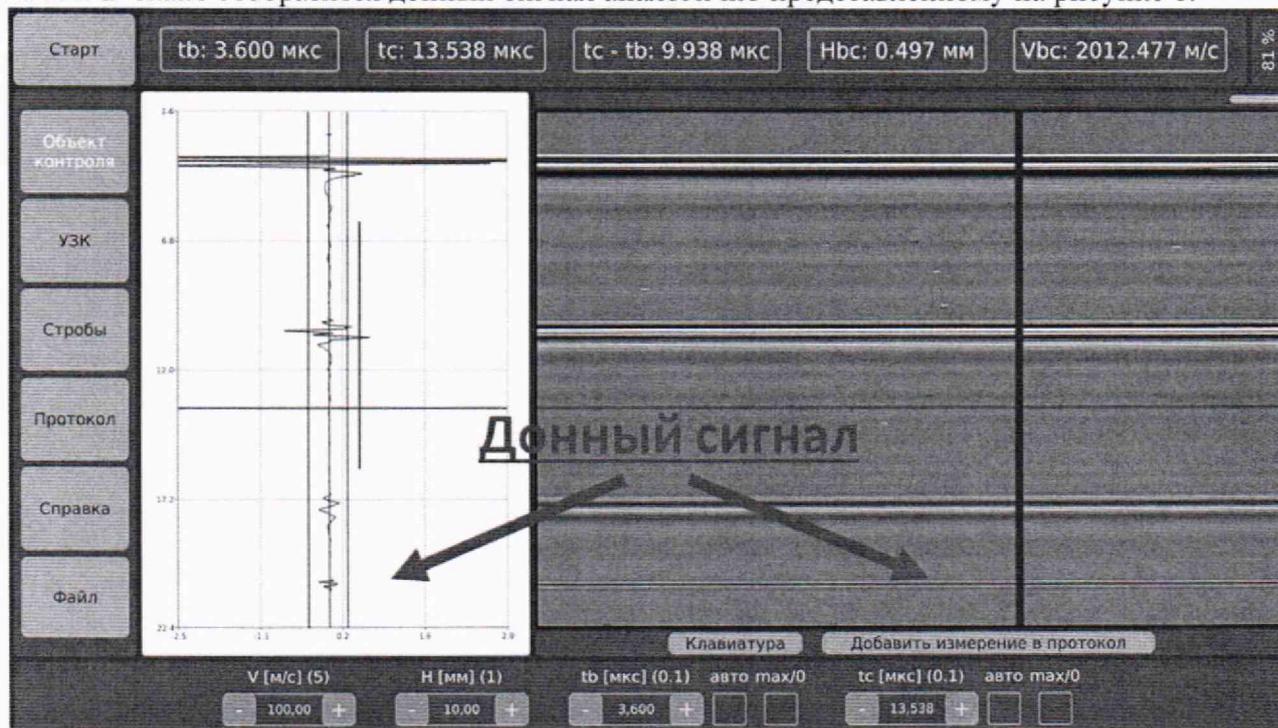


Рисунок 1 – Отображение донного сигнала на А и В-скане

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 В левой части окна ПО зайти в меню «Справка».

9.2 В верхнем части окна ПО прочитать идентификационное наименование и номер версии ПО.

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

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Программное обеспечение дефектоскопа лазерно-ультразвукового компактного УНКМ.00084
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.0
Цифровой идентификатор ПО	-

9.4 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 отношения амплитуд сигналов на входе приёмника дефектоскопа

10.1.1 Подключить генератор и аттенюаторы к дефектоскопу, как показано на рисунке 2. Использовать внутренний сигнал синхронизации генератора, который необходимо подать на разъем синхронизации дефектоскопа (размах синхроимпульса не более 3,3 В).

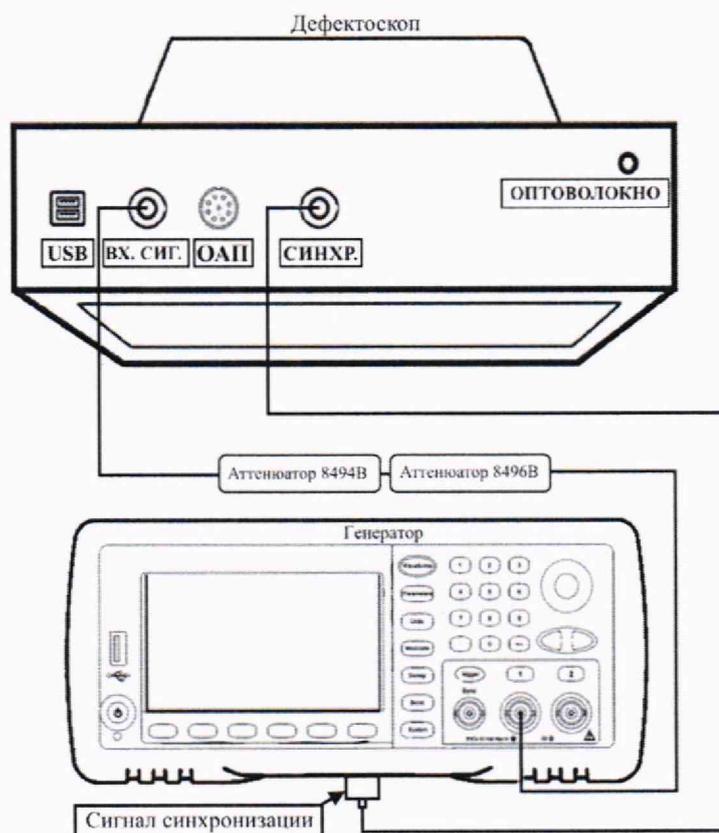


Рисунок 2 – Схема подключения генератора и аттенюаторов для определения диапазона и абсолютной погрешности измерений отношения амплитуд сигналов на входе приёмника дефектоскопа

10.1.2 В окне ПО установить настройки, приведенные в таблице 5.

Таблица 5 – Настройки дефектоскопа

Наименование меню	Наименование вкладки	Наименование рабочего поля	Установленное значение	
УЗК	Фильтрация	Усредненный [шт]	0	
		Вкл/выкл фильтр [МГц]	убрать флажок	
	Развертка	Амплитуда [дБ]	-170,00	170,00
		Время [мкс]	0,50	36,14
		Усиление [дБ]	40	
		В-скан [шт]	100	
	Настройки	Усиление в Дб	поставить флажок	
		Конверт. сигнала	поставить флажок	
Режим синхр.		поставить флажок		
Стробы	[I], [A]	A [дБ]	-16,50	25
		t [мкс]	11,00	21
		L [мкс]	2	1

10.1.3 Установить настройки генератора: режим генерации пакетного сигнала, частота 5 МГц, амплитуда 750 мВ, 20 циклов, период повторения сигнала 10 мс, задержка сигнала 10 мкс.

10.1.4 Установить ослабление на аттенюаторе 0 дБ и измерить амплитуду, D_0 , дБ, сигнала при помощи строба (рисунок 3).

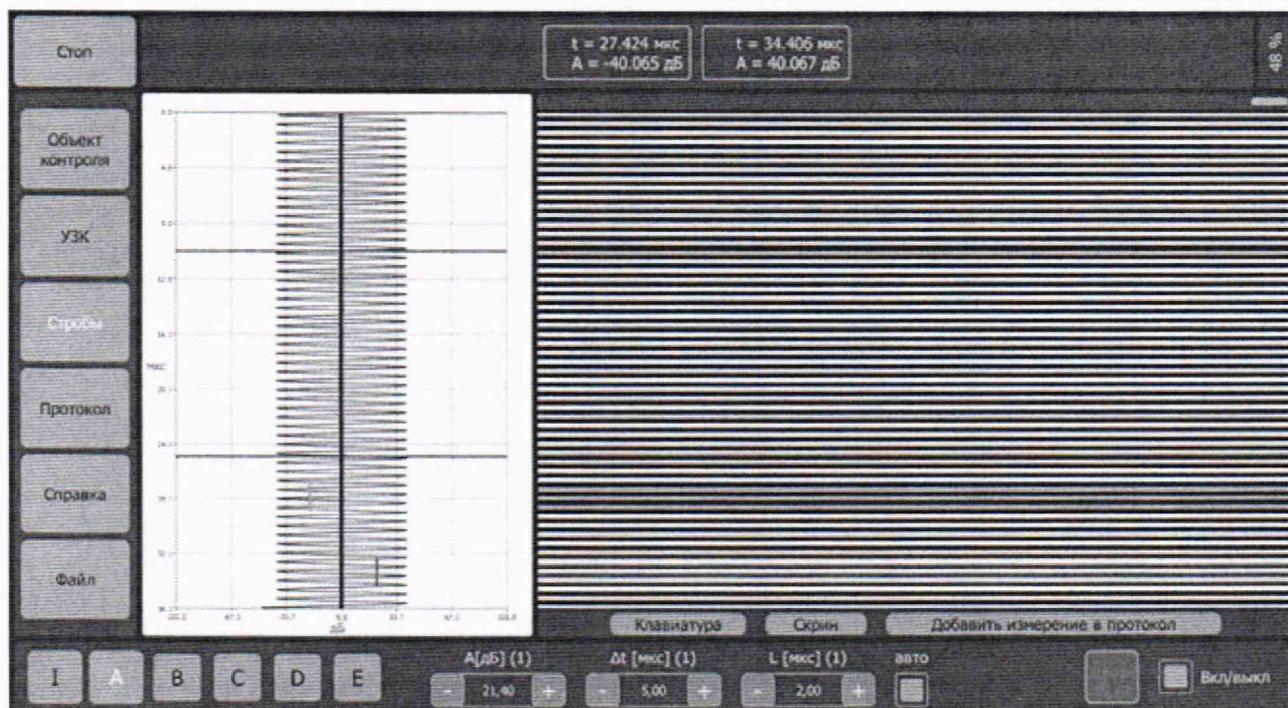


Рисунок 3 – Измерение амплитуды сигнала при помощи строба

10.1.5 Повторить процедуру пункта 10.1.4 для значений ослаблений 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 28 дБ, D_i , дБ. Измерить амплитуду сигнала, $D_{изм_i}$, дБ, при помощи строба на дефектоскопе.

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

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

где D_0 – значение, зафиксированное при ослаблении 0 дБ в пункте 10.1.4, дБ;

D_i – значение ослабления, установленное на аттенюаторе, дБ;

$D_{измi}$ – значение, измеренное на дефектоскопе при установленном i -м ослаблении, дБ;

i – номер текущего измерения.

10.1.7 Результаты поверки по данному разделу считать положительными, если диапазон измерений отношения амплитуд сигналов на входе приёмника дефектоскопа составляет от 0 до 28 дБ, а значения абсолютной погрешности измерений отношения амплитуд сигналов на входе приёмника дефектоскопа находятся в пределах ± 2 дБ.

10.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений временных интервалов

10.2.1 Подключить генератор и частотомер к дефектоскопу как показано на рисунке 4. Использовать внутренний сигнал синхронизации генератора, который необходимо подать на разъем синхронизации дефектоскопа (размах синхроимпульса не более 3,3 В).

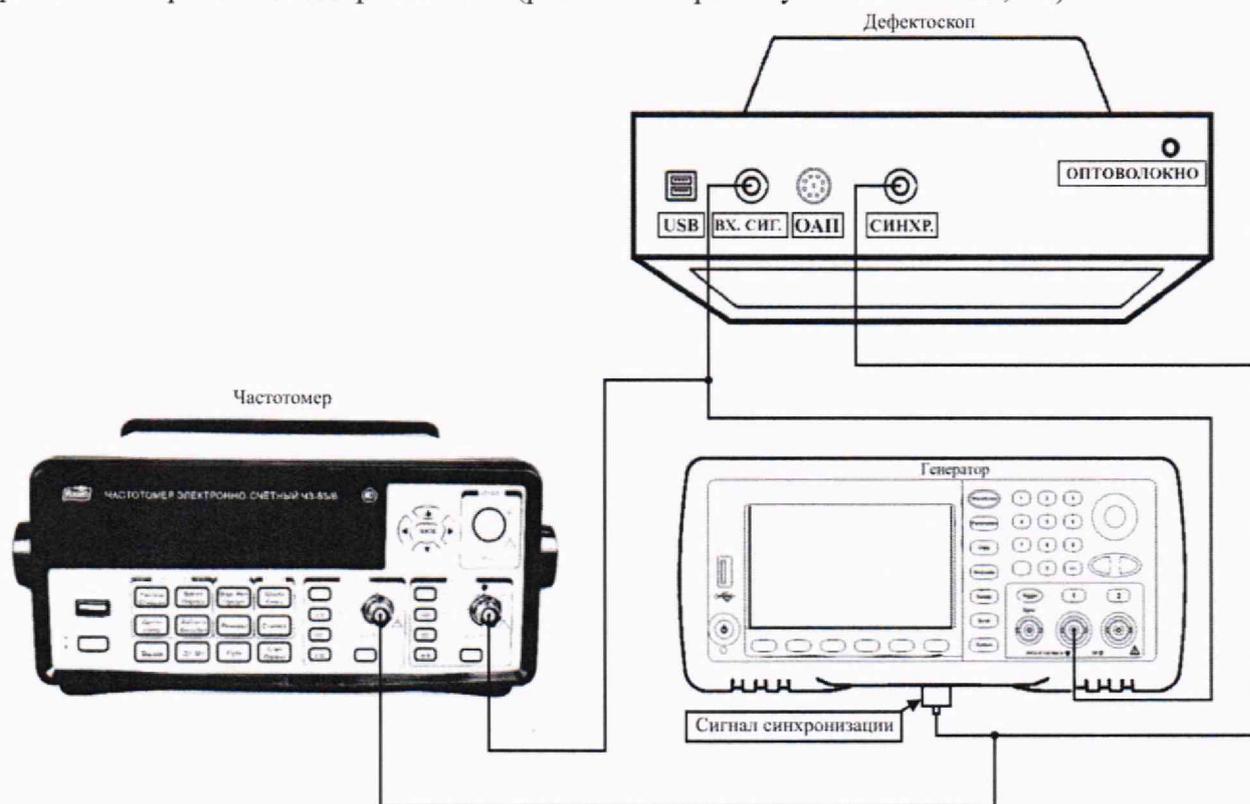


Рисунок 4 – Схема подключения генератора и частотомера для определения диапазона и абсолютной погрешности измерений временных интервалов

10.2.2 В окне ПО установить настройки, приведенные в таблице 6.

Таблица 6 – Настройки дефектоскопа

Наименование меню	Наименование вкладки	Наименование рабочего поля	Установленное значение	
УЗК	Фильтрация	Усредненный [шт]	0	
		Вкл/выкл фильтр [МГц]	убрать флажок	
	Развертка	Амплитуда [дБ]	-170,00	170,00
		Время [мкс]	0,00	36,14
		Усиление [дБ]	40	
		В-скан [шт]	100	
	Настройки	Усиление в Дб	поставить флажок	
		Конверт. сигнала	поставить флажок	
Режим синхр.		поставить флажок		
Стробы	[I]	A [дБ]	10	
		t [мкс]	0,02	
		L [мкс]	1	

10.2.3 Установить настройки генератора: режим генерации пакетного сигнала, частота 5 МГц, амплитуда 750 мВ, 1 цикл, период повторения сигнала 10 мс, задержка сигнала 0 мкс.

10.2.4 Измерить при помощи строба на дефектоскопе значение временного интервала $D_{Тизм0}$, мкс, при установленной задержке сигнала на генераторе 0 мкс. Измерить при помощи частотомера значение временного интервала $D_{Т0}$, мкс, при установленной задержке сигнала на генераторе 0 мкс.

10.2.5 Повторить процедуры пункта 10.2.4 для значений задержки сигнала на генераторе 0,02, 1, 2, 10, 20, 36 мкс.

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

$$\Delta D_T = (D_{Тизми} - D_{Тизм0}) - (D_{Ti} - D_{Т0}), \quad (2)$$

где $D_{Т0}$ – значение, измеренное на частотомере при установленной задержке сигнала на генераторе 0 мкс, мкс;

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

$D_{Тизм0}$ – значение, измеренное на дефектоскопе при установленной задержке сигнала на генераторе 0 мкс, мкс;

$D_{Тизми}$ – значение, измеренное на дефектоскопе при установленной i -й задержке сигнала на генераторе, мкс;

i – номер текущего измерения.

10.2.7 Результаты поверки по данному разделу считать положительными, если диапазон измерений временных интервалов составляет от 0,02 до 35 мкс, а значения абсолютной погрешности измерений временных интервалов находятся в пределах ± 15 нс.

10.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений толщины и/или глубины залегания дефектов (по стали)

10.3.1 Подключить широкополосный оптико-акустический преобразователь к дефектоскопу и произвести его настройку и настройку скорости звука в соответствии с руководством по эксплуатации.

10.3.2 Установить широкополосный оптико-акустический преобразователь на щуп толщиной 0,2 мм через тонкий слой контактной жидкости (дистиллированная вода или промышленное масло) и нажать кнопку «Старт» в верхнем левом углу окна ПО.

10.3.3 После того, как на экране отобразится сигнал, необходимо нажать на кнопку «Стоп» в верхнем левом углу окна ПО.

10.3.4 Для измерений толщины и/или глубины залегания дефектов необходимо выставить курсоры (красные горизонтальные линии) на соответствующие экстремумы сигнала (рисунок 5). Верхний курсор «tb» необходимо выставить на сигнал, отраженный от верхней поверхности объекта контроля (зондирующий сигнал). Нижний курсор «tc» необходимо выставить на сигнал, отраженный от нижней поверхности объекта контроля (донный сигнал). Для этого необходимо поставить каждый курсор вблизи области зондирующего и донного сигналов соответственно и включить функцию «Авто». Курсоры привяжутся к ближайшему экстремуму.

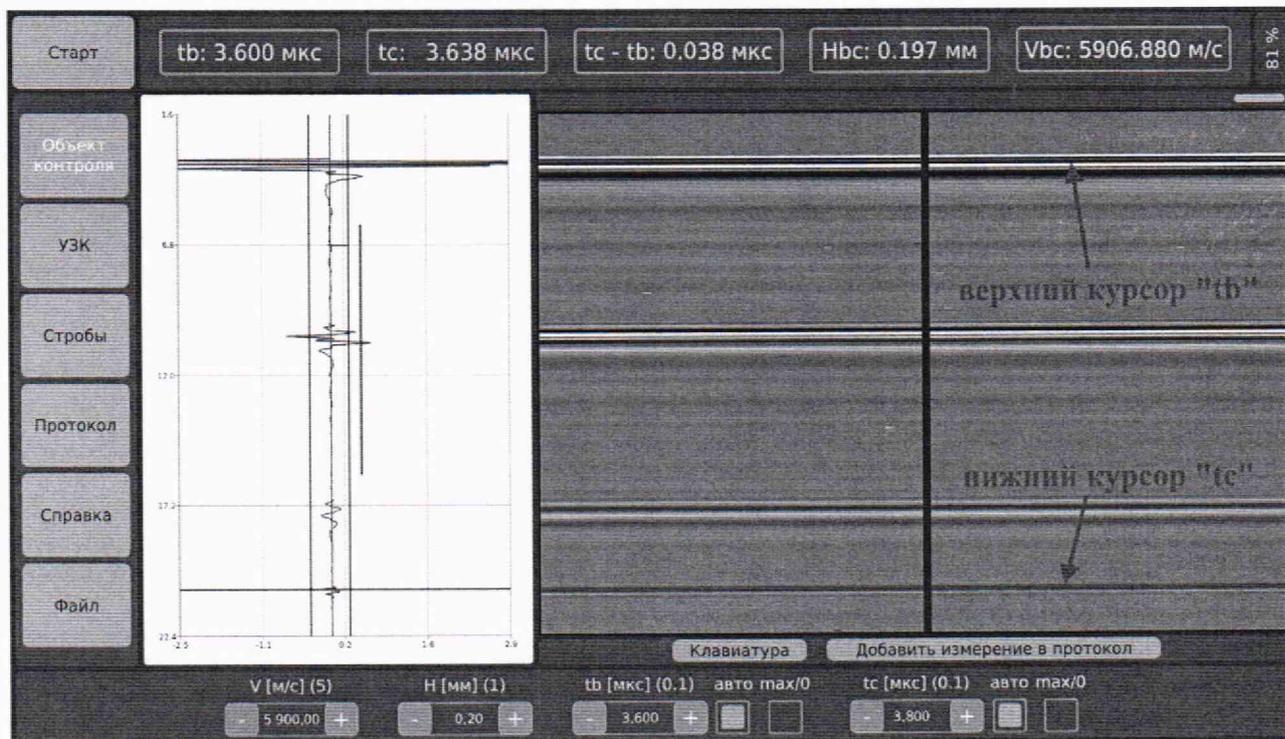


Рисунок 5 – Установка курсоров для измерений толщины и/или глубины залегания дефектов

10.3.5 После того, как курсоры выставлены в необходимое положение, в верхней части окна ПО отобразится результат измерений (рисунок 6).

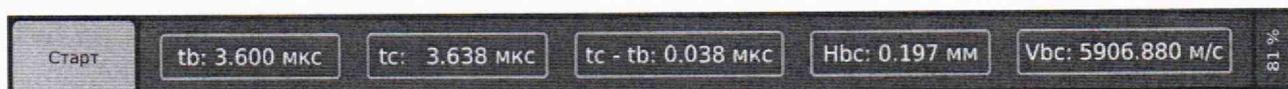


Рисунок 6 – Результат измерений толщины и/или глубины залегания дефектов

10.3.6 Повторить измерения по пунктам 10.3.2 – 10.3.5, используя поочередно меры концевые номиналом 1, 10, 40, 50, 70, 90 мм.

10.3.7 Вычислить абсолютную погрешность измерений толщины и/или глубины залегания дефектов по формуле (3):

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

где X_{ui} – измеренная дефектоскопом толщина и/или глубина залегания дефекта, мм;
 X_{di} – действительное значение толщины и/или глубина залегания дефекта, мм;
 i – номер текущего измерения.

10.3.8 Результаты поверки по данному разделу считать положительными, если диапазон измерений толщины и/или глубины залегания дефектов (по стали) составляет от 0,2 до 90 мм, а значения абсолютной погрешности измерений толщины и/или глубины залегания дефектов (по стали) в диапазоне от 0,2 до 10 мм включ. находятся в пределах $\pm 0,05$ мм, в диапазоне свыше 10 до 40 мм включ. находятся в пределах $\pm 0,09$ мм, в диапазоне свыше 40 до 90 мм находятся в пределах $\pm 0,2$ мм.

10.4 Определение диапазона и относительной погрешности измерений скорости распространения продольных ультразвуковых волн

10.4.1 Для определения диапазона и абсолютной погрешности измерений скорости распространения продольных ультразвуковых волн использовать меры из состава рабочего эталона 1 разряда скорости распространения ультразвуковых волн в твердых средах.

10.4.2 Подключить широкополосный оптико-акустический преобразователь к дефектоскопу и произвести его настройку в соответствии с руководством по эксплуатации.

10.4.3 Установить широкополосный оптико-акустический преобразователь на меру из состава рабочего эталона 1 разряда скорости распространения ультразвуковых волн в твердых средах через тонкий слой контактной жидкости (дистиллированная вода или индустриальное масло) и нажать кнопку «Старт» в верхнем левом углу окна ПО.

10.4.4 После того, как на экране отобразится сигнал, необходимо нажать на кнопку «Стоп» в верхнем левом углу окна ПО.

10.4.5 Для измерений скорости распространения продольных ультразвуковых волн необходимо выставить курсоры (красные горизонтальные линии) на соответствующие экстремумы сигнала (рисунок 7). Верхний курсор «tb» необходимо выставить на сигнал, отраженный от верхней поверхности объекта контроля (зондирующий сигнал). Нижний курсор «tc» необходимо выставить на сигнал, отраженный от нижней поверхности объекта контроля (донный сигнал). Для этого необходимо поставить каждый курсор вблизи области зондирующего и донного сигналов соответственно и включить функцию «Авто». Курсоры привяжутся к ближайшему экстремуму.

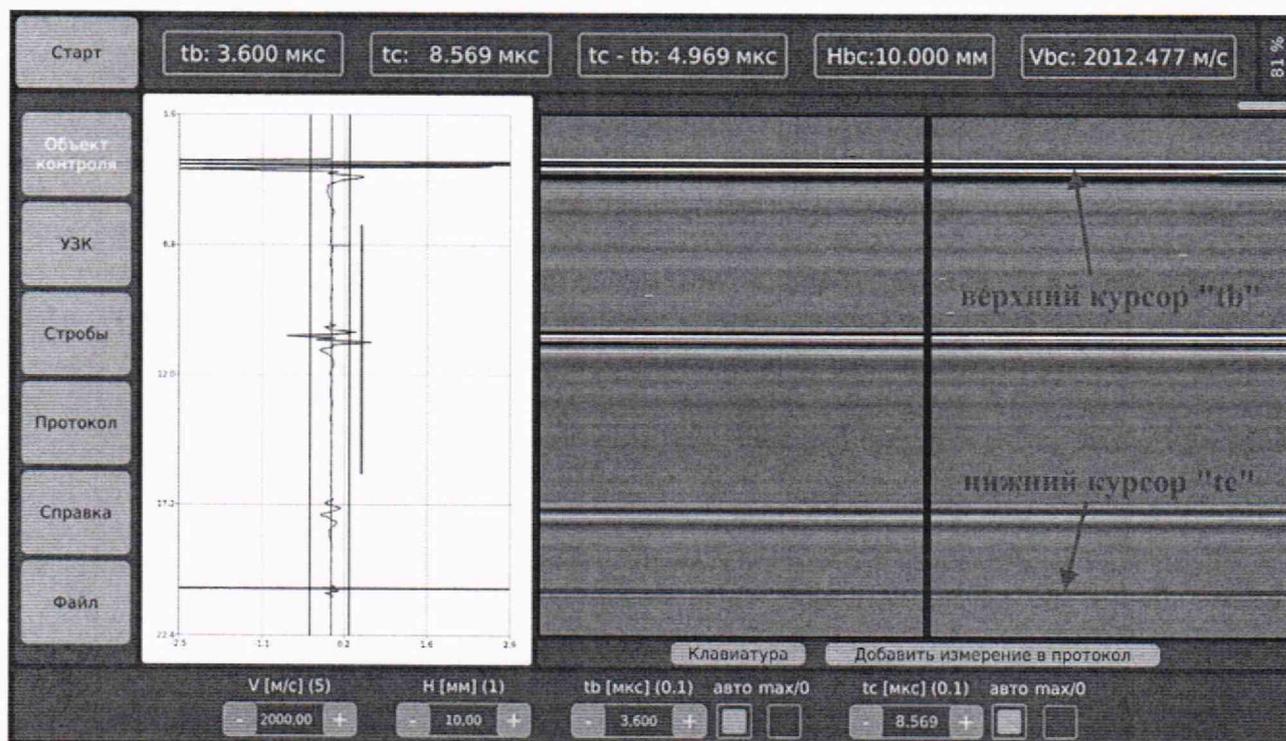


Рисунок 7 – Установка курсоров для измерений скорости распространения продольных ультразвуковых волн

10.4.6 После того, как курсоры выставлены в необходимое положение, и установлена в поле «Н [мм]» толщина объекта контроля, в верхней части окна ПО «Программное обеспечение дефектоскопа лазерно-ультразвукового компактного УНКМ.00084» отобразится результат измерений (рисунок 8).

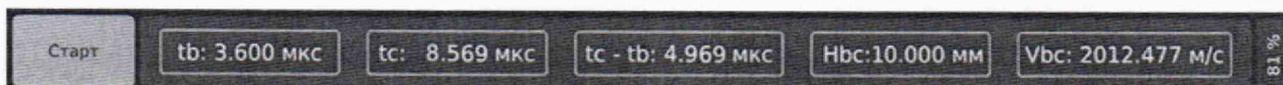


Рисунок 8 – Результат измерений скорости распространения продольных ультразвуковых волн

10.4.7 Повторить измерения по пунктам 10.4.3 – 10.4.6, используя поочередно каждую меру из состава рабочего эталона 1 разряда скорости распространения ультразвуковых волн в твердых средах.

10.4.8 Вычислить относительную погрешность измерений скорости распространения продольных ультразвуковых волн по формуле (4):

$$\Delta V = \frac{V_{ni} - V_{di}}{V_{di}} \cdot 100 \quad (4)$$

где V_{ni} – измеренное дефектоскопом значение скорости распространения продольных ультразвуковых волн, м/с;

V_{di} – действительное значение скорости распространения продольных ультразвуковых волн в мере из состава рабочего эталона 1 разряда скорости распространения ультразвуковых волн в твердых средах, м/с;

i – номер текущего измерения.

10.4.9 Результаты поверки по данному разделу считать положительными, если диапазон измерений скорости распространения продольных ультразвуковых волн составляет от 2000 до 7000 м/с, а значения относительной погрешности измерений скорости распространения продольных ультразвуковых волн находятся в пределах $\pm 1\%$.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Дефектоскоп признается годным, если в ходе поверки все результаты процедур поверки 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 его на поверку, выдается свидетельство о поверке.

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