

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ООО «ОТГ»



А.С. Зубарев
2025 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

КОМПЛЕКСЫ ВНУТРИТРУБНОЙ ДИАГНОСТИКИ ROM

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-ОТГ-202509

г. Москва
2025 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на комплексы внутритрубной диагностики ROM (далее по тексту – комплексы), предназначенные для измерений остаточной толщины стенки трубопровода, координат остаточной толщины стенки трубопровода вдоль оси трубы и времени отражения эхо-сигнала при проведении внутритрубного диагностирования, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается прослеживаемость комплексов к ГЭТ 2-2021 «Государственному первичному эталону единиц длины - метра» согласно локальной поверочной схеме. Методика поверки реализуется методом прямых измерений.

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

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений остаточной толщины стенки трубопровода, мм - для исполнения ROM800 - для исполнения ROM400	от 3 до 20 от 3 до 12
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений остаточной толщины стенки трубопровода, мм	$\pm 0,5$
Диапазон измерений координат остаточной толщины стенки трубопровода вдоль оси трубы, м	от 0,050 до 80,000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений координат остаточной толщины стенки трубопровода вдоль оси трубы, мм	± 50
Диапазон измерений длительности временных интервалов, мкс	от 100 до 170
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длительности временных интервалов, мкс	± 1

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

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
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

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений длительности временных интервалов	да	да	10.1
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений остаточной толщины стенки трубопровода	да	да	10.2
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений координат остаточной толщины стенки трубопровода вдоль оси трубы	да	да	10.3
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	10.4

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °C от +15 до +35;
- относительная влажность воздуха, %, не более 80.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на поверяемые комплексы и средства поверки и прошедшие обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений.

4.2 Для проведения поверки достаточно одного поверителя.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

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

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 8.3 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 °C до 25 °C с абсолютной погрешностью не более ± 1 °C; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 % до 80 % с погрешностью не более ± 3 %	Приборы комбинированные Testo 608-H1, Testo 608-H2, Testo 610, Testo 622, Testo 623, модификация Testo 622, per. № 53505-13

Продолжение таблицы 3

1	2	3
п. 10.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений длительности временных интервалов	Эталоны единицы времени и частоты, не ниже уровня Рабочего эталона 5-го разряда, по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2360 от 26.09.2022 в диапазоне измерений частот генерируемых сигналов синусоидальной формы от 0,001 до 10 МГц	Генераторы сигналов произвольной формы AFG2021, AFG3011C, AFG3021C, FG3022C, AFG3051C, FG3052C, AFG3101C, FG3102C, AFG3251C, FG3252C, модель AFG3022C, пер. № 53102-13.
п. 10.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений остаточной толщины стенки трубопровода	Эталоны единицы скорости распространения ультразвуковых волн, не ниже уровня Рабочего эталона 3-го разряда, по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2842 от 29.12.2018 в диапазоне измерений скорости (6040 ± 133) м/с Материал – сталь 40X13	Комплект образцовых ультразвуковых мер KMT176M-1, пер. № 6578-78
п. 10.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений координат остаточной толщины стенки трубопровода вдоль оси трубы	Средства измерений длины в диапазоне измерений от 0 до 250 мм с абсолютной погрешностью $\pm 0,03$ мм Средства измерений длины в диапазоне измерений от 0,050 до 80,000 м с абсолютной погрешностью ± 10 мм	Штангенциркуль Vogel, модификация 20204 исп. 202042, пер. № 73656-18. Дальномеры лазерные ADA Cosmo MINI, MINI 40, 50, 70, 100, 120 VIDEO, 150 VIDEO, модификация ADA Cosmo 150 VIDEO, пер. № 69904-17.
Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При подготовке и проведении поверки должно быть обеспечено соблюдение требований безопасности работы и эксплуатации для оборудования и персонала, проводящего поверку, в соответствии с приведенными требованиями безопасности в нормативно-технической и эксплуатационной документации на комплексы и используемые средства поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие комплекса следующим требованиям:

- внешний вид комплекса должен соответствовать описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- комплектность комплекса должна соответствовать его руководству по эксплуатации (далее – РЭ);
- должна присутствовать маркировка комплекса в соответствии с его РЭ;
- отсутствие механических повреждений комплекса, влияющих на его метрологические характеристики.

7.2 Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если он соответствует требованиям, приведенным в п. 7.1.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

8.2 Подготовить комплекс и средства поверки к работе в соответствии с их документами по эксплуатации.

8.3 Провести контроль условий поверки, используя средства измерений, удовлетворяющие требованиям, указанным в таблице 3.

8.4 Включить комплекс согласно РЭ.

8.5 Подготовить комплекс к проведению контроля стенда для внутритрубных комплексов согласно РЭ.

8.6 Произвести контроль стенда для внутритрубных комплексов согласно РЭ.

8.7 Выполнить выключение комплекса согласно РЭ.

8.8 Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если подтверждается работоспособность комплекса в соответствии с п.п. 8.8 – 8.9.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Включить комплекс согласно РЭ.

9.2 Выполнить запуск программного обеспечения (далее – ПО) «Optisonic View & Report» из стартового меню.

9.3 Прочитать в заголовке окна идентификационные данные ПО.

9.4 Выполнить запуск ПО «Optisonic SensorCal» из стартового меню.

9.5 Прочитать в заголовке окна идентификационные данные ПО.

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

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
Идентификационное наименование ПО	Optisonic View & Report	Optisonic SensorCal
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	1.0	1.0
Цифровой идентификатор ПО	-	-

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений длительности временных интервалов

10.1.1 Включить комплекс согласно РЭ.

10.1.2 Выполнить запуск ПО «Optisonic SensorCal» из стартового меню.

10.1.3 На экране комплекса, в появившемся окне «Optisonic SensorCal», активировать параметр «Цифровой» («digital»), для параметра «Датчик» («sensor») установить значение «1» (соответствует номеру выбранного канала), затем нажать кнопку «▶Старт» (▶start). Для параметра «Порог» («threshold») установить значение, чтобы пороговый уровень находился на середине развертки.

10.1.4 Отсоединить ПЭП от первого канала ВИП комплекса, чтобы освободить разъем его подключения.

10.1.5 Собрать схему, приведенную на рисунке 1, подключив генератор к разъему первого канала комплекса.

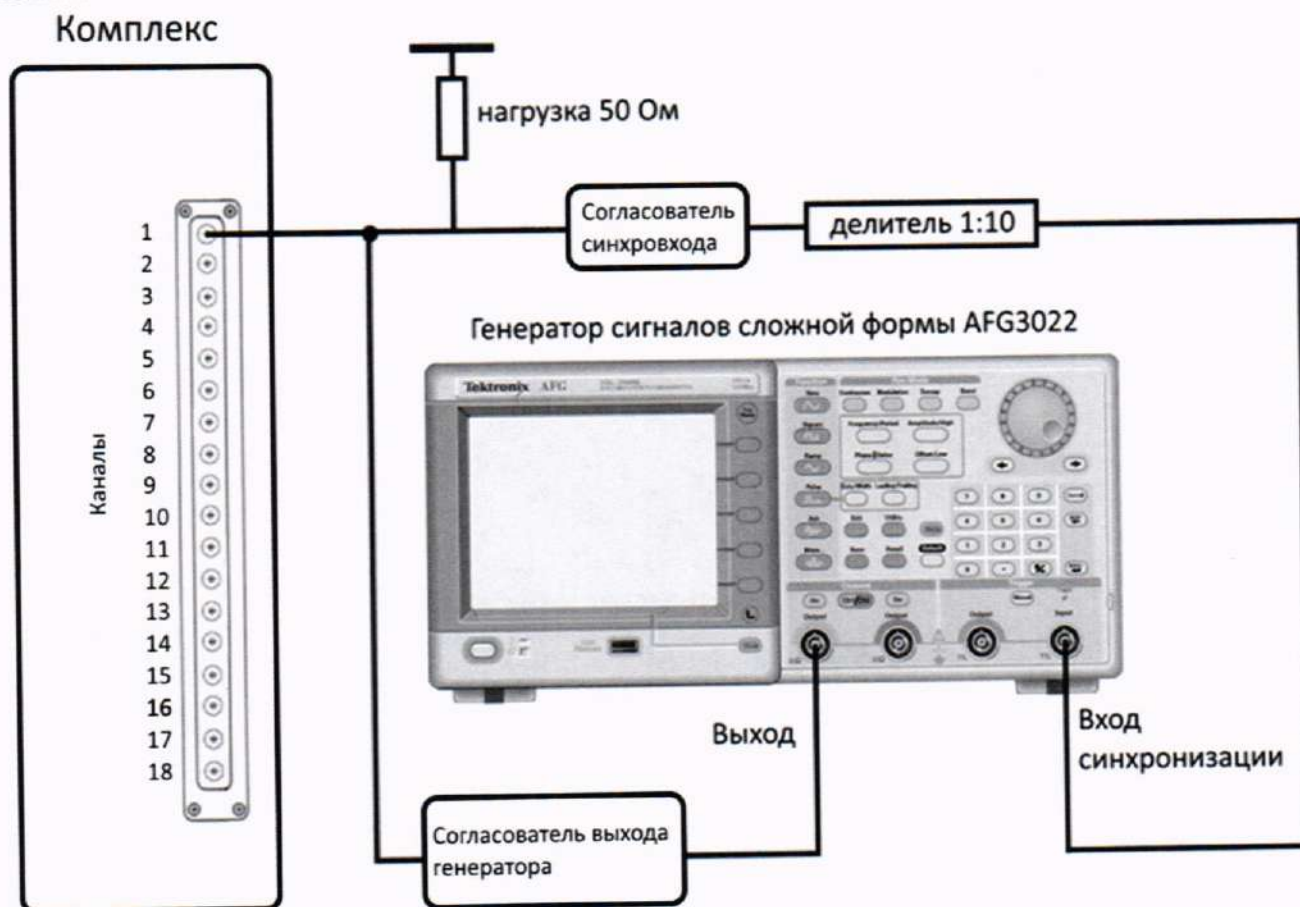


Рисунок 1 – Схема соединения для определения абсолютной погрешности измерений длительности временных интервалов для первого канала

10.1.6 Установить сигнал на генераторе: синус, пачка, 1 цикл, частота 2,5 МГц, амплитуда 1,0 В (в зависимости от согласующего устройства), синхронизация – внешняя.

10.1.7 Установить на генераторе задержку сигнала 120 мкс.

10.1.8 Скорректировать значение параметров «Усиление 1» и «Усиление 2» на комплексе так, чтобы сигнал отображался на развертке, как показано на рисунке 2.

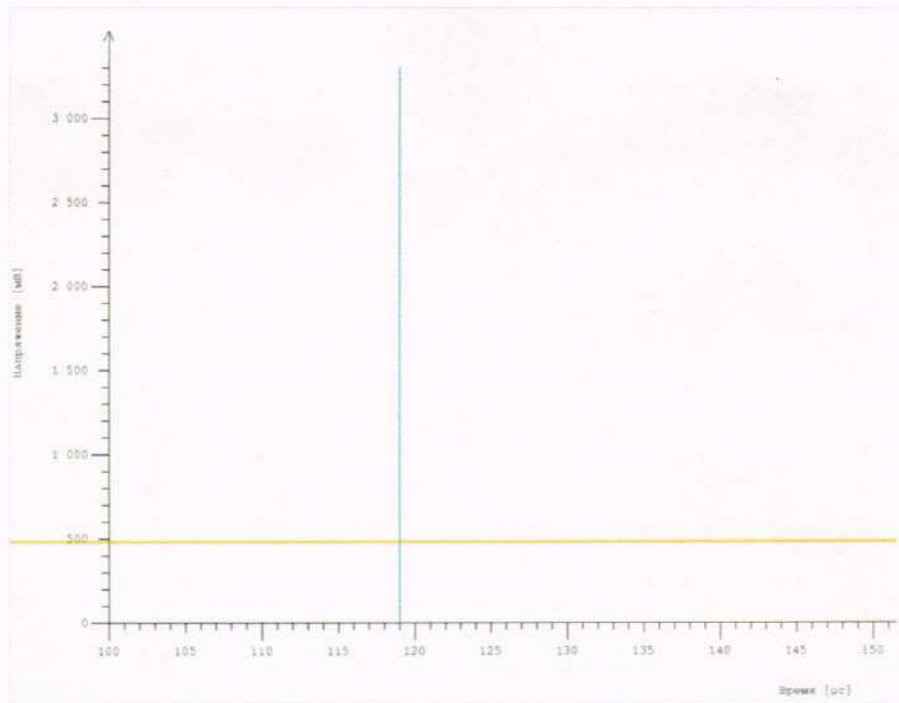


Рисунок 2 – Измерение длительности временных интервалов

10.1.9 Установить на генераторе такую минимальную задержку сигнала T_0 , при которой сигнал начнет отображаться на развертке, то есть будет совпадать с осью «Напряжение» при значении $T_{изм0} = 100$ мкс, как показано на рисунке 3. Регулировка задержки должна выполняться с дискретностью 0,1 мкс.

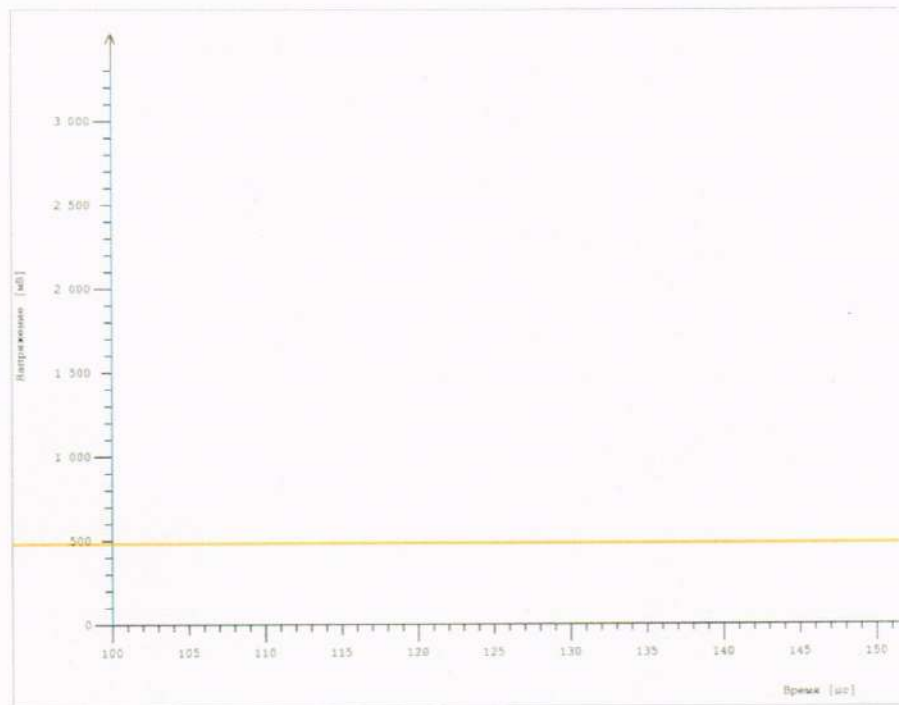


Рисунок 3 – Измерение длительности временных интервалов при минимальной задержке сигнала

10.1.10 Установить на генераторе задержку импульса T_1 , равную $(T_0 + 1)$ мкс. Зафиксировать измеренное комплексом значение задержки импульса (длительности временного интервала по измерительной шкале, как показано на рисунке 2).

10.1.11 Выполнить пункт 10.1.10, устанавливая на генераторе задержку импульса, равную $(T_0 + 5)$, $(T_0 + 10)$, $(T_0 + 20)$, $(T_0 + 50)$, $(T_0 + 70)$ мкс.

10.1.12 Для каждой точки диапазона рассчитать абсолютную погрешность измерений длительности временных интервалов ΔT , мкс, по формуле

$$\Delta T = (T_{\text{изм}i} - T_{\text{изм}0}) - (T_i - T_0), \quad (1)$$

где T_0 – начальное значение задержки импульса, установленное на генераторе, мкс;

T_i – значение задержки импульса, установленное на генераторе, мкс;

$T_{\text{изм}0}$ – начальное значение задержки импульса, измеренное комплексом, мкс;

$T_{\text{изм}i}$ – значение задержки импульса, измеренное комплексом, мкс.

i – номер измерения.

10.1.13 Выполнить пункты 10.1.3 – 10.1.12 для всех каналов комплекса (36 каналов для исполнения ROM800, 18 - для исполнения ROM400), устанавливая для параметра «Датчик» («sensor») значение, соответствующее номеру канала (ПЭП).

10.1.14 Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если диапазон и абсолютная погрешность измерений длительности временных интервалов соответствуют значениям, приведенным в таблице 1.

10.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений остаточной толщины стенки трубопровода

10.2.1 На экране комплекса, в окне «Optisonic SensorCal», для параметра «Датчик» («sensor») установить значение «1» (соответствует номеру выбранного канала), затем нажать кнопку «▶Старт» (▶start).

10.2.2 Отсоединить ПЭП от первого канала ВИП комплекса, чтобы освободить его из его посадочного места.

10.2.3 Расположить ПЭП и меру с номинальным значением толщины, соответствующим нижней границе диапазона измерений комплекса в иммерсионную ванну таким образом, чтобы мера располагалась под ПЭП. ПЭП должен быть установлен над мерой, учитывая его фокусное расстояние.

10.2.4 Скорректировать значения параметров «Усиление 1» («Gain 1») и «Усиление 2» («Gain 2») на комплексе таким образом, чтобы показания толщины меры, измеренной комплексом, были стабильные, как показано на рисунке 4.

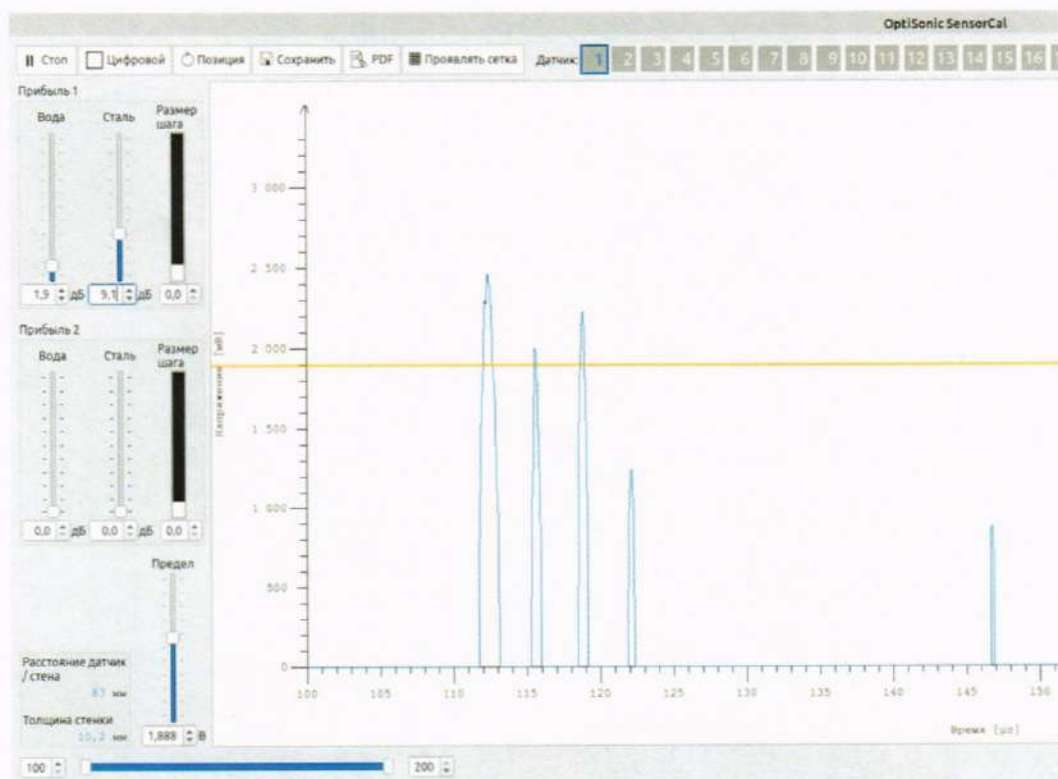


Рисунок 4 – Измерение толщины меры

10.2.5 Зафиксировать результат измерений толщины меры (остаточной толщины стенки трубопровода). Выполнить измерение пять раз, рассчитать среднее арифметическое значение толщины меры (остаточной толщины стенки трубопровода) H_{cp} , мм, по формуле

$$H_{cp} = \frac{\sum_{j=1}^n H_j}{n} \quad (2)$$

где H_j – значение j -го измерения толщины меры, мм;
 n – количество измерений.

10.2.6 Рассчитать абсолютную погрешность измерений остаточной толщины стенки трубопровода ΔH , мм, по формуле

$$\Delta H = H_{cp} - H_{ном}, \quad (3)$$

где H_{cp} – среднее арифметическое значение измерения толщины меры по пяти измерениям, мм;

$H_{ном}$ – действительное значение эквивалентной ультразвуковой толщины меры, указанное в протоколе поверки, мм.

10.2.7 Повторить пункты 10.2.3 – 10.2.6 для мер с номинальным значением толщины, соответствующим верхней границе диапазона измерений комплекса и средней точке диапазона измерений комплекса.

10.2.8 Повторить пункты 10.2.1 – 10.2.7 для всех ПЭП комплекса (36 ПЭП для исполнения ROM800, 18 – для исполнения ROM400), устанавливая для параметра «Датчик» («sensor») значение, соответствующее номеру ПЭП (канала).

10.2.9 Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если диапазон и абсолютная погрешность измерений остаточной толщины стенки трубопровода соответствуют значениям, приведенным в таблице 1.

10.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений координат остаточной толщины стенки трубопровода вдоль оси трубы

10.3.1 Подготовить комплекс к проведению контроля согласно РЭ.

10.3.2 Смотать кабель лебедки. Обнулить показание индикатора на лебедке (координат остаточной толщины стенки трубопровода вдоль оси трубы).

10.3.3 Сделать отметку на кабеле лебедки.

10.3.4 Размотать кабель лебедки на 50 мм, контролируя положение отметки штангенциркулем. Зафиксировать показания штангенциркуля и индикатора на лебедке.

10.3.5 Выполнить пункт 10.3.4 для 100 и 200 мм.

10.3.6 Выполнить п.п. 10.3.2 - 10.3.3.

10.3.7 Размотать кабель лебедки на 2, 10, 30, 50, 80 м, контролируя положение отметки дальномером, фиксируя показания дальномеров и индикатора на лебедке.

10.3.8 Выполнить п.п. 10.3.2 - 10.3.7 еще два раза.

10.3.9 Для каждого измеренного значения расстояния (координаты остаточной толщины стенки трубопровода вдоль оси трубы) рассчитать абсолютную погрешность измерений координат остаточной толщины стенки трубопровода вдоль оси трубы ΔL , мм, по формуле

$$\Delta L = L_{изм} - L_{ном}, \quad (4)$$

где $L_{изм}$ – измеренное значение координат остаточной толщины стенки трубопровода вдоль оси трубы по показаниям индикатора лебедки, мм;

$L_{ном}$ – показание штангенциркуля или дальномеров, мм.

10.3.10 Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если диапазон и абсолютная погрешность измерений координат остаточной толщины стенки трубопровода вдоль оси трубы соответствуют значениям, приведенным в таблице 1.

10.4 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.4.1 Положительное решение о соответствии комплекса утвержденному типу и о пригодности к дальнейшему применению выносится на основании выполнения всех операций поверки по данной методике, и при получении значений измеренных физических величин с допускаемыми погрешностями, не превышающими указанных в таблице 1.

10.4.2 Отрицательное решение о несоответствии комплекса утвержденному типу и о непригодности к дальнейшему применению выносится на основании выполнения любой из операций поверки по данной методике и при получении значений измеренных физических величин с допускаемыми погрешностями, превышающими указанные в таблице 1.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки в произвольной форме. Протокол может храниться на электронных носителях.

11.2 При положительных результатах поверки средство измерений признается пригодным к применению и по заявлению владельца средства измерений может быть оформлено свидетельство о поверке в установленной форме. Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено. Пломбирование комплексов от несанкционированного доступа не предусмотрено.

11.3 При отрицательных результатах поверки средство измерений признается непригодным к применению и по заявлению владельца средства измерений может быть оформлено извещение о непригодности в установленной форме с указанием причин непригодности.

11.4 Сведения о результатах поверки (как положительные, так и отрицательные) передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Ведущий инженер
по метрологии



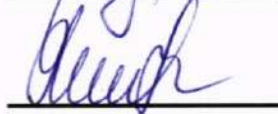
И.А. Смирнова

Ведущий инженер
по метрологии



А.С. Крайнов

Главный метролог



А.В. Галкина