

СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора по
инновациям
ФГУП «ВНИИОФИ»


И.С. Филимонов
« 02 » _____ 2021 г.




Государственная система обеспечения единства измерений

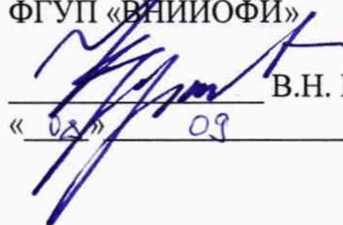
Приборы ультразвуковые Pundit

**Методика поверки
МП 026.Д4-21**

Главный метролог
ФГУП «ВНИИОФИ»


С.Н. Негода
« 02 » _____ 09 _____ 2021 г.

Главный научный сотрудник
ФГУП «ВНИИОФИ»


В.Н. Крутиков
« 02 » _____ 09 _____ 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	5
7 Проведение поверки.....	6
8 Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям	12
9 Оформление результатов поверки.....	14
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	15

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на приборы ультразвуковые Pundit (далее по тексту – приборы ультразвуковые), предназначенные для измерений времени распространения ультразвуковых колебаний (УЗК) в строительных материалах и устанавливает методы и средства их первичной и периодических поверок.

Приборы ультразвуковые выпускаются в следующих модификациях: Pundit Lab+ и Pundit PL-200. По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к ГЭТ 1-2018. Поверка приборов ультразвуковых выполняется методом прямых измерений.

1.2 Интервал между поверками – 1 год.

1.3 Метрологические характеристики приборов ультразвуковых указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений времени распространения УЗК, мкс - Pundit Lab + - Pundit PL-200	от 1 до 9985 от 4 до 7925
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений времени распространения УЗК при нормальных условиях, мкс	$\pm(0,10 + 0,01 \cdot t^*)$ $\pm 2^{**}$

*где t – измеренное время распространения УЗК в мкс.
** При использовании УЗ ПЭП 40 кГц с сухим контактом (поперечная УЗ волна).

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 операций	Номер пункта методики	Проведение операции при первичной поверке	Проведение операции при периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7.1	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7.2	да	да
Проверка программного обеспечения средства измерений	7.3	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений	7.4		
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений времени распространения УЗК	7.4.1	да	да

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

2.3 Поверка прибора ультразвукового прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, а прибор ультразвуковой признают не прошедшим поверку.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- температура окружающего воздуха, °С: (20 ± 5) ;
- относительная влажность воздуха, %, не более 80;
- атмосферное давление, кПа (100 ± 4) ;
- напряжение сети переменного тока, В (230 ± 23) ;
- частота сети переменного тока, Гц (50 ± 1) .

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица:

- изучившие настоящую методику и руководства по эксплуатации приборов ультразвуковых и средств поверки;
- 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 прибора ультразвукового 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 7.2 методики поверки	Средство измерений длины	Диапазон измерений от 50 до 75 мм. Цена деления – 0,01 мм. Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,0025$ мм	Микрометр МК75 (далее – микрометр) (рег. № 63396-16).
Пункт 7.4.1 методики поверки	Образцы толщины и скорости распространения ультразвуковых волн в ранге рабочего эталона 3 разряда согласно ГПС, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. № 2842	Номинальные значения толщины 60, 70, 140 мм. Пределы допускаемых отклонений толщины $\pm 0,5$ мм. Номинальные значения скорости продольной волны 2740 м/с. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности скорости распространения продольной волны ± 40 м/с	Комплект образцов толщины и скорости распространения ультразвуковых волн СП001 (далее – комплект образцов СП001) (рег. № 38170-08)
Пункт 7.4.1 методики поверки	Рабочий эталон измерения времени и частоты 4 разряда согласно приказу	Диапазон частот генерируемых сигналов синусоидальной формы от 1 до 10 МГц; Диапазон устанавливаемых	Генератор сигналов сложной формы AFG3022 (далее – генератор).

	Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1621 от 31.07.2018 г.	амплитуд различных форм сигнала на нагрузке 50 Ом (размах) от 10 мВ до 1,5 В; Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки амплитуды $\pm (1 \% \text{ от величины } +1 \text{ мВ})$; Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1 \text{ ppm}$.	(рег. № 32620-06).
Вспомогательное оборудование			
Пункт 7.2 методики поверки	Калибровочный образец в форме цилиндра, входящий в комплект поставки прибора ультразвукового		
Определение условий проведения поверки	Средство измерений температуры	Измерение температуры окружающего воздуха в диапазоне от +10 до + 30 °С $\Delta = \pm 0,2 \text{ }^\circ\text{C}$	Измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп». (рег. № 32014-06)
	Средство измерений влажности	Измерение влажности окружающего воздуха в диапазоне от 30 до 90 % $\Delta = \pm 3 \%$	
	Средство измерений атмосферного давления	Измерение абсолютного атмосферного давления в диапазоне от 80 до 110 кПа, $\Delta = \pm 0,13 \text{ кПа}$	
	Средство измерений напряжения переменного тока	Измерение напряжения переменного тока в диапазоне от 100 до 500 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 прибором ультразвуковым и средствами поверки должна проводиться согласно требованиям безопасности, указанным в их нормативно-технической и эксплуатационной документации.

6.2 При выполнении измерений должны соблюдаться требования, указанные в Приказе Министерства труда и социальной защиты РФ от 15.12.2020 N 903Н «Об утверждении правил по охране труда при эксплуатации электроустановок».

6.3 Помещение, в котором проводится поверка, должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр средства измерений

7.1.1 Внешним осмотром прибора ультразвукового должно быть установлено:

- соответствие комплектности прибора ультразвукового требованиям описания типа средств измерений и руководства по эксплуатации (далее – РЭ);
- отсутствие явных механических повреждений, влияющих на работоспособность прибора ультразвукового;
- исправность органов управления, а также элементов индикации и коммутации;
- наличие маркировки прибора ультразвукового в соответствии с РЭ и описанием типа средств измерений.

7.1.2 Прибор ультразвуковой считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если он соответствует требованиям, приведенным в пункте 7.1.1.

7.2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.2.1 Если прибор ультразвуковой 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.

7.2.2 Подготовить прибор ультразвуковой и средства поверки к работе в соответствии с их РЭ.

7.2.3 Порядок включения приборов ультразвуковых

7.2.3.1 Включение прибора ультразвукового Pundit Lab+

7.2.3.1.1 Подключить преобразователи из состава прибора ультразвукового Pundit Lab+ к передней панели дисплея прибора ультразвукового с помощью кабелей BNC. При использовании кабелей разной длины более длинный кабель следует подключать к передатчику.

Передняя (управляющая) панель прибора ультразвукового Pundit Lab+ приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Передняя панель прибора ультразвукового Pundit Lab+

7.2.3.1.2 Включить прибор ультразвуковой Pundit Lab+ длительным нажатием (не менее 3 - 4 с) на клавишу, расположенную в правом нижнем углу. При включении прибора

ультразвукового на дисплее прибора отображается главное меню и надпись **Pundit Lab+**, как показано на рисунке 2.



Рисунок 2 - Главное меню прибора ультразвукового Pundit Lab+

7.2.3.2 Включение прибора ультразвукового Pundit PL-200

7.2.3.2.1 Подключить преобразователи передатчика и приёмника из состава прибора ультразвукового Pundit PL-200 к прибору ультразвуковому, используя адаптер BNC-кабелей (A) и BNC кабели (Рисунок 3). Убедиться в том, что винты на адаптере BNC-кабеля завинчены.

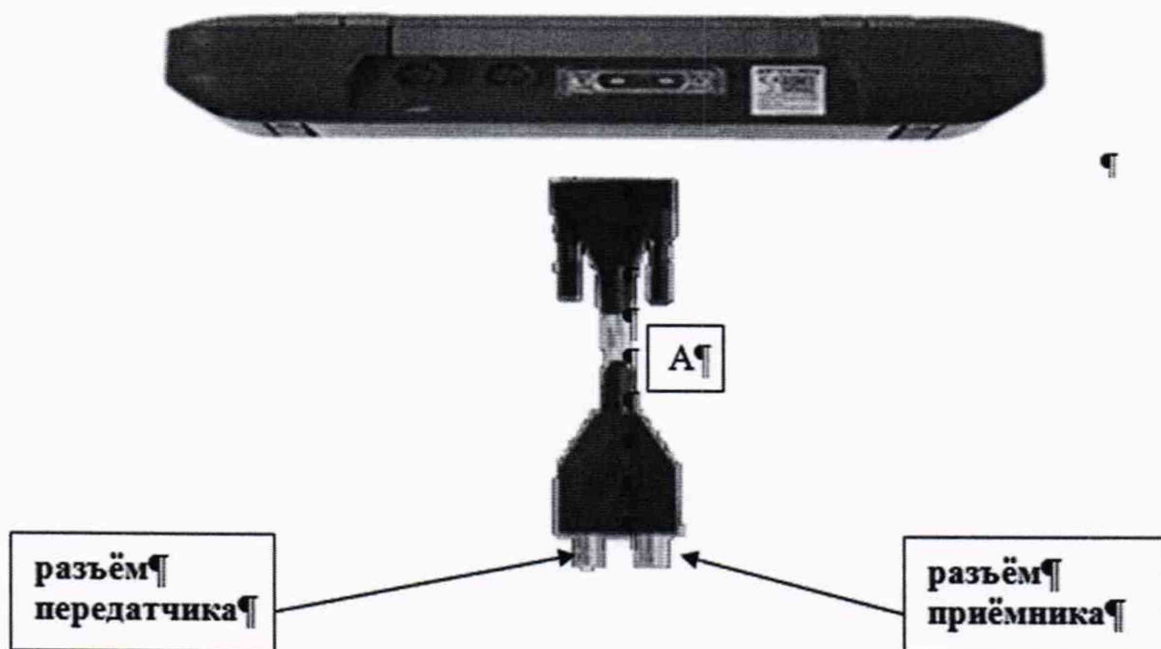


Рисунок 3 - Вид прибора ультразвукового Pundit PL-200 с обратной стороны и адаптер BNC кабелей

7.2.3.2.2 Поднять защитный козырек. Справа от экрана в верхней части прибора ультразвукового находятся три кнопки (Рисунок 4).

7.2.3.2.3 При запуске отображается главное меню, содержащее шесть пиктограмм. Необходимо убедиться, что все функции действуют в соответствии с описанием РЭ.

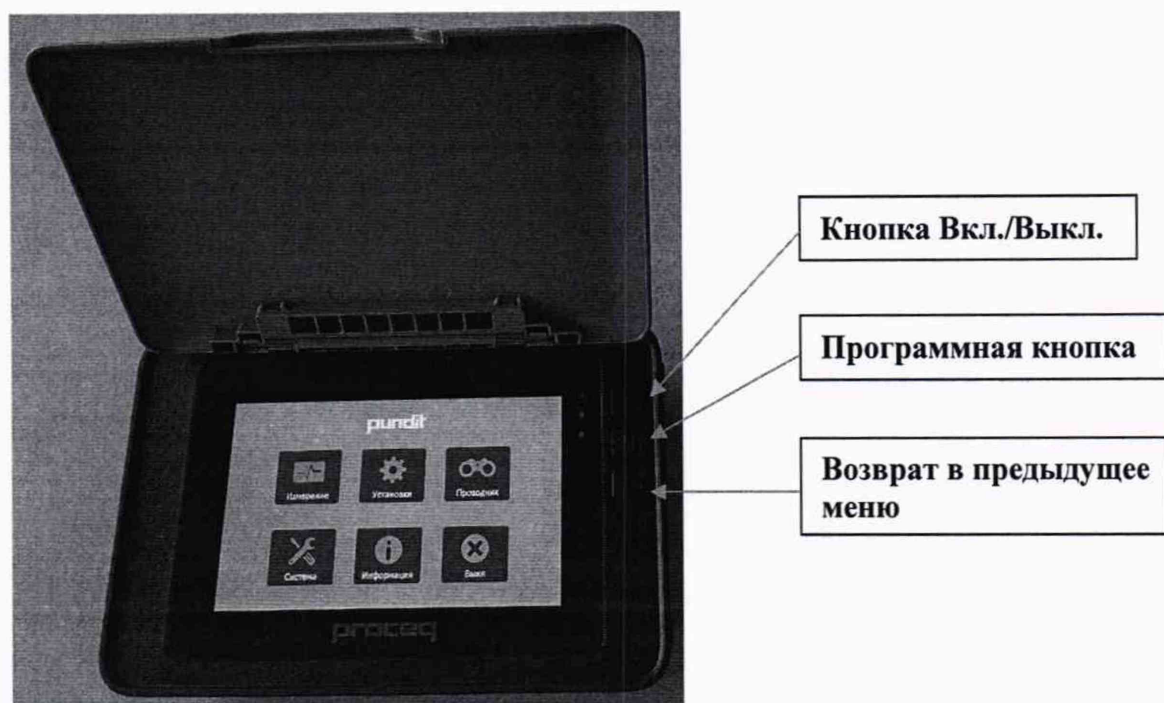


Рисунок 4 - Главное меню прибора ультразвукового Pundit PL-200

7.2.4 Проверка работоспособности функции измерения длины пути


7.2.4.1 Проверку работоспособности функции измерения длины пути проводить на калибровочном образце в форме цилиндра, входящем в комплект поставки прибора ультразвукового.

7.2.4.2 Определить толщину калибровочного образца с помощью микрометра. Измерения проводить в десяти точках, равномерно распределённых по основаниям цилиндра, затем найти среднее арифметическое значение.

7.2.4.3 Выполнить операцию «Калибровка» прибора ультразвукового, предварительно нанеся контактную жидкость (гель) на преобразователи.

- для прибора ультразвукового Pundit Lab+ выполнить установку нуля в соответствии с разделом 2 Руководства по эксплуатации;

- для прибора ультразвукового Pundit PL-200:


В главном меню нажать пиктограмму **Установки** . Выбрать строку **Кал-ка преобраз-лей**. Плотно прижать преобразователи к калибровочному образцу. Выполнить установку нуля в соответствии с разделом 3.3 Руководства по эксплуатации.

Проверить состояние калибровки прибора ультразвукового путем сравнения показаний с дисплея со значениями на калибровочном образце. В случае обнаружения отличий значений повторно откалибровать прибор ультразвуковой в соответствии с его РЭ, в ином случае прибор ультразвуковой признают не прошедшим поверку.

7.2.4.4 Произвести измерение длины пути:


- для прибора ультразвукового Pundit Lab+, установив скорость распространения ультразвука 2720 м/с в соответствии с разделом 5.5 Руководства по эксплуатации.

- для прибора ультразвукового Pundit PL-200:

В главном меню нажать пиктограмму **Измерение** . В верхней части окна из выпадающего списка из основных (базовых) режимов выбрать режим **Расстояние** и установить скорость распространения ультразвука 2720 м/с, нажав на кнопку

 **3700 m/s**

в нижнем правом углу экрана. Нажать на пиктограмму запуска

, чтобы выполнить измерение длины пути. Прочитать измерение в правом верхнем углу экрана.

Отклонение измеренного прибором ультразвуковым длины пути от среднего арифметического значения толщины калибровочного образца не должно превышать $\pm 0,1$ мм.

7.2.5 Проверка работоспособности функции измерения скорости распространения ультразвука




7.2.5.1 Проверку работоспособности функции измерения длины пути проводить на калибровочном образце в форме цилиндра, входящем в комплект поставки прибора ультразвукового, используя значения измерений, полученных в пункте 7.2.4.2.

7.2.5.2 Выполнить пункт 7.2.4.3.

7.2.5.3 Произвести измерение скорости распространения ультразвука:

- для прибора ультразвукового Pundit Lab+, установив длину пути, среднее арифметическое значение которого получено в пункте 7.2.4.2 в соответствии с разделом 5.3 Руководства по эксплуатации.

- для прибора ультразвукового Pundit PL-200:

В главном меню нажать пиктограмму **Измерение** . В верхней части окна из выпадающего списка из основных (базовых) режимов выбрать режим **Скорость импульса** и установить длину пути прохождения ультразвука, равную среднему арифметическому значению толщины образца, полученному в пункте 7.2.4.2, нажав на кнопку  **0.250 m** в нижнем правом углу экрана. Нажать на пиктограмму запуска , чтобы выполнить измерение скорости распространения ультразвука. Прочитать измерение в правом верхнем углу экрана.


Отклонение, измеренной прибором ультразвуковым скорости распространения ультразвука, не должно превышать ± 40 м/с.

7.2.6 Прибор ультразвуковой считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если все процедуры пройдены успешно.



7.3 Проверка программного обеспечения

7.3.1 Проверка программного обеспечения (далее – ПО) прибора ультразвукового Pundit Lab+

7.3.1.1 При включении прибора ультразвукового на дисплее прибора отображается идентификационное наименование ПО.

7.3.1.2 Дважды нажать многофункциональную клавишу  и прочитать номер версии ПО.

7.3.2 Проверка ПО прибора ультразвукового Pundit PL-200

7.3.2.1 В главном меню нажать пиктограмму **Информация** , после чего выводится пиктограмма **Свед. о приоб.** . Нажать на эту пиктограмму и прочитать идентификационное наименование и номер версии ПО.

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

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Модификация	
	Pundit Lab+	Pundit PL-200
Идентификационное наименование ПО	Pundit Lab+	Pundit PL-200
Номер версии (идентификационный номер) ПО	2.4.0 и выше	1.0.4 и выше
Цифровой идентификатор ПО	-	

7.3.4 Прибор ультразвуковой считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 4.

7.4 Определение метрологических характеристик средства измерений

7.4.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений времени распространения УЗК при нормальных условиях

7.4.1.1 Собрать схемы, приведенные на рисунках 5 и/или 6.



Рисунок 5 – Схема соединения для определения диапазона и абсолютной погрешности измерений времени распространения УЗК для прибора ультразвукового Pundit Lab+







Рисунок 6 – Схема соединения для определения абсолютной погрешности измерений времени распространения УЗК для прибора ультразвукового Pundit PL-200

7.4.1.2 Выполнить пункт 7.2.4.3.

7.4.1.3 Установить сигнал на генераторе: синус, пачка, 1 цикл, частота 54 кГц, амплитуда 100 мВ, синхронизация – внешняя.

7.4.1.4 Установить на генераторе задержку сигнала t_0 , равную 0,1 мкс для Pundit Lab+, 3 мкс для Pundit PL-200.


7.4.1.5 Для прибора ультразвукового Pundit Lab+ нажать на клавишу , затем на клавишу запуска , чтобы выполнить измерение времени распространения УЗК. При проведении измерений следует активировать в электронном блоке тип поверяемого УЗ ПЭП, мощность излучателя установить в положение AUTO, а мощность приёмника - 1х.

Для прибора ультразвукового Pundit PL-200 в главном меню нажать пиктограмму **Измерение** . Установить напряжение возбуждения 50 В, коэффициент усиления приемника 1х. Нажать на клавишу запуска , чтобы выполнить измерение времени распространения УЗК.

7.4.1.6 Прочитать измеренное прибором ультразвуковым значение задержки импульса. Выполнить измерение пять раз, рассчитать среднее арифметическое значение задержки импульса $t_{изм0}$, мкс, по формуле (1).

7.4.1.7 Установить на генераторе задержку импульса t_1 , равную 1 мкс для Pundit Lab+, 4 мкс для Pundit PL-200. Прочитать измеренное прибором ультразвуковым значение задержки импульса. Выполнить измерение пять раз, рассчитать среднее арифметическое значение задержки импульса $t_{изм1}$, мкс, по формуле (1).

7.4.1.8 Выполнить пункт 7.4.1.6, устанавливая на генераторе задержку импульса, равную 5, 10, 50, 100, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000 мкс.

Примечание - Для прибора ультразвукового Pundit PL-200 для измерений до 800 мкм по умолчанию устанавливается малый диапазон, при измерениях свыше 800 мкм необходимо в главном меню нажать пиктограмму **Установки**  и в настройках измерений установить большой диапазон.

Для прибора ультразвукового Pundit PL-200 выполнить пункт 7.4.1.6, устанавливая на генераторе задержку импульса 7925 мкс.

Для прибора ультразвукового Pundit Lab+ выполнить пункт 7.4.1.6, устанавливая на генераторе задержку импульса 8000, 9000, 9985 мкс.

7.4.1.9 Выполнить измерения времени распространения УЗК на комплекте образцов СП001 №1, №2, №3 и составных образцах №4 (№1 + №2), №5 (№1 + №3), №6 (№2 + №3) в режиме сквозного прозвучивания (Рисунок 7).

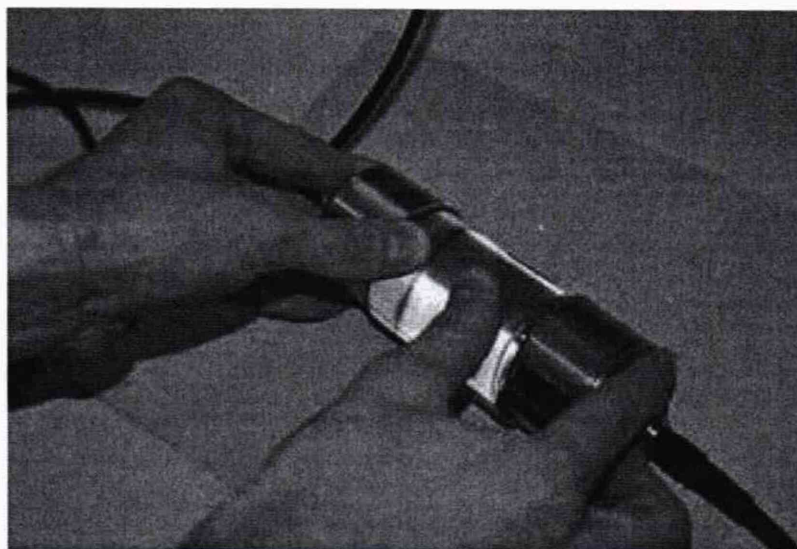


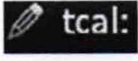
Рисунок 7 - Положение ультразвуковых преобразователей (УЗ ПЭП) при сквозном прозвучивании

7.4.1.10 На УЗ ПЭП и основания калибровочного образца из состава прибора ультразвукового наносится контактная жидкость.

7.4.1.11 Измерения проводятся для каждого комплекта УЗ ПЭП, входящего в состав прибора ультразвукового. При проведении измерений следует активировать в электронном блоке тип поверяемого УЗ ПЭП, мощность излучателя и приёмника установить в положение AUTO. Для прибора Pundit Lab+ следует установить режим усреднения \bar{t} и режим сигнала ограниченного по времени.

7.4.1.12 На каждом из образцов из комплекта образцов СП001 выполняют по пять измерений.

7.4.1.13 При проведении измерений времени распространения УЗК с использованием УЗ ПЭП 40 кГц с сухим контактом (поперечная УЗ волна) необходимо:

7.4.1.13.1 Выполнить пункт 7.2.4.3, установив значение калибровки  равным 1,1 мкс. Калибровка должна выполняться успешно.

7.4.1.13.2 Провести измерение времени распространения поперечной УЗ волны, установив УЗ ПЭП на поверхности образца № 3. Результат измерений усреднить.

7.4.1.13.3 Рассчитать коэффициент зависимости времени распространения поперечной УЗ волны в образце от времени распространения продольной УЗ волны по формуле (10).

7.4.1.13.4 Рассчитать время распространения поперечной УЗ волны в образцах №№ 1 и 2 по формулам (11) и (12).

7.4.1.13.5 Провести измерение времени распространения поперечной УЗ волны, установив УЗ ПЭП на поверхности образца № 1. Результат измерений усреднить.

7.4.1.13.6 Провести измерение времени распространения поперечной УЗ волны, установив УЗ ПЭП на поверхности образца № 2. Результат измерений усреднить.

7.4.1.13.7 Рассчитать абсолютную погрешность измерений времени распространения УЗК для образцов №№ 1 и 2 по формулам (13) и (14).

7.4.1.14 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 8.1.

8 Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям

8.1 Расчет абсолютной погрешности измерений времени распространения УЗК

8.1.1 Результатом измерений времени распространения УЗК по пунктам 7.4.1.5 – 7.4.1.7 является среднее арифметическое значение времени распространения УЗК, измеренное прибором ультразвуковым по формуле:

$$t_{\text{изм}i} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n}, \quad (1)$$

где x_j – значение j -го измерения, мкс;

n – количество измерений.

8.1.2 Рассчитать и занести в протокол поверки (Приложение А) абсолютную погрешность измерений времени распространения УЗК по формуле:

$$\Delta t = (t_{\text{изм}i} - t_{\text{изм}0}) - (t_i - t_0), \quad (2)$$

где t_0 – начальное значение задержки импульса, установленное на генераторе, мкс;

t_i – текущее значение задержки импульса, установленное на генераторе, мкс;

$t_{\text{изм}0}$ – начальное среднее арифметическое значение задержки импульса, измеренное прибором ультразвуковым, мкс;

$t_{\text{изм}i}$ – текущее среднее арифметическое значение задержки импульса, измеренное прибором ультразвуковым, мкс.

i – номер измерения.

8.1.3 Результатом измерений времени распространения УЗК по пунктам 7.4.1.9 - 7.4.1.12 является среднее арифметическое значение времени распространения УЗК, рассчитываемое по формуле (1).

8.1.4 Рассчитать следующие величины:

$$\Delta_1 = \bar{t}_4 - (\bar{t}_1 + \bar{t}_2); \quad (3)$$

$$\sigma_1 = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \left(\sum_{i=1}^n (t_{1,i} - \bar{t}_1)^2 + \sum_{i=1}^n (t_{2,i} - \bar{t}_2)^2 + \sum_{i=1}^n (t_{4,i} - \bar{t}_4)^2 \right)}; \quad (4)$$

$$\Delta_2 = \bar{t}_5 - (\bar{t}_1 + \bar{t}_3); \quad (5)$$

$$\sigma_2 = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \left(\sum_{i=1}^n (t_{1,i} - \bar{t}_1)^2 + \sum_{i=1}^n (t_3 - \bar{t}_3)^2 + \sum_{i=1}^n (t_{5,i} - \bar{t}_5)^2 \right)}; \quad (6)$$

$$\Delta_3 = \bar{t}_6 - (\bar{t}_2 + \bar{t}_3); \quad (7)$$

$$\sigma_3 = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \left(\sum_{i=1}^n (t_{2,i} - \bar{t}_2)^2 + \sum_{i=1}^n (t_{3,i} - \bar{t}_3)^2 + \sum_{i=1}^n (t_{6,i} - \bar{t}_6)^2 \right)}; \quad (8)$$

где $\bar{t}_1, \bar{t}_2, \bar{t}_3, \bar{t}_4, \bar{t}_5, \bar{t}_6$ - среднее арифметическое значение времени распространения УЗК образцов СП001 - №1, №2, №3 и составных образцов №4 (№1 + №2), №5 (№1 + №3), №6 (№2 + №3) соответственно, мкс;

$\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3$ - систематическая составляющая погрешности измерений времени распространения УЗК составных образцов №4 (№1 + №2), №5 (№1 + №3), №6 (№2 + №3) соответственно, мкс;

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ - среднее квадратическое отклонение среднего арифметического составных образцов №4 (№1 + №2), №5 (№1 + №3), №6 (№2 + №3) соответственно, мкс.

8.1.5 Результаты поверки считать положительными, если выполняется условие:

$$|\Delta_i| + \tau \cdot \sigma_i \leq 0,1 + 0,01 \cdot t_{\max i} \quad (9)$$

где τ - коэффициент Стьюдента для n измерений при доверительной вероятности 0,95 ($\tau = 2,78$ при $n=5$);

$t_{\max i}$ для $i=1$ равно \bar{t}_4 ; для $i=2$ равно \bar{t}_5 ; для $i=3$ равно \bar{t}_6 .

8.1.6 Рассчитать коэффициент зависимости времени распространения поперечной УЗ волны в образце от времени распространения продольной УЗ волны по формуле:

$$k_t = \frac{t_{\text{ср попер}}}{t_{\text{прод}}}, \quad (10)$$

где $t_{\text{ср попер}}$ - среднее арифметическое значение времени распространения поперечной УЗ волны, измеренное прибором ультразвуковым в пункте 7.4.1.13.2 методики поверки, мкс;

$t_{\text{прод}}$ - среднее арифметическое значение времени распространения продольной УЗ волны, взятое из протокола поверки на образец № 3 из комплекта образцов СП001, мкс.

8.1.7 Рассчитать время распространения поперечной УЗ волны в образцах №№ 1 и 2 по формулам:

$$t_1 = k_t \cdot t_{\text{прод}1}, \quad (11)$$

$$t_2 = k_t \cdot t_{\text{прод}2}, \quad (12)$$

где $t_{\text{прод}1}$ - среднее арифметическое значение времени распространения продольной УЗ волны, взятое из протокола поверки на образец № 1 из комплекта образцов СП001, мкс;

$t_{\text{прод}2}$ - среднее арифметическое значение времени распространения продольной УЗ волны, взятое из протокола поверки на образец № 2 из комплекта образцов СП001, мкс.

8.1.8 Рассчитать абсолютную погрешность измерений времени распространения УЗК для образцов №№ 1 и 2 по формулам:

$$\Delta t = t_{\text{изм}1} - t_1, \quad (13)$$

$$\Delta t = t_{\text{изм}2} - t_2, \quad (14)$$

где $t_{\text{изм}1}$ – среднее арифметическое измеренное значение времени распространения УЗК образца № 1 из комплекта образцов СП001, мкс;

$t_{\text{изм}2}$ – среднее арифметическое измеренное значение времени распространения УЗК образца № 2 из комплекта образцов СП001, мкс.

8.1.9 Прибор ультразвуковой считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом по пункту 7.4.1, если диапазон и абсолютная погрешность измерений времени распространения УЗК соответствуют данным, указанным в таблице 1.

8.2 Прибор ультразвуковой считается прошедшим поверку с положительным результатом и допускается к применению, если все операции поверки пройдены с положительным результатом. В ином случае прибор ультразвуковой считается прошедшим поверку с отрицательным результатом и не допускается к применению.

9 Оформление результатов поверки

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

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

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

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

Разработчики:

Начальник отдела
ФГУП «ВНИИОФИ»

Инженер 2 категории
ФГУП «ВНИИОФИ»



А.В. Иванов

И.А. Смирнова

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(рекомендуемое)
ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ

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

Средство измерений: _____

Заводской номер: _____

Год выпуска: _____

Состав: _____

Принадлежащее: _____

Поверено в соответствии с методикой поверки: _____

При следующих значениях влияющих факторов:

Температура окружающей среды _____;

Атмосферное давление _____;

Относительная влажность _____;

Напряжение переменного тока _____;

Частота переменного тока _____;

С применением эталонов: _____

Результаты поверки:

А.1 Внешний осмотр _____

А.2 Проверка идентификации ПО _____

А.3 Опробование _____

А.4 Результаты определения метрологических характеристик:

Метрологические характеристики	Номинальная величина / погрешность	Измеренное значение

Заключение: _____

Средство измерений признать пригодным (или непригодным) для применения

Поверитель: _____ / _____ /
Подпись _____ ФИО