



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по
инновациям

ФГУП «ВНИИОФИ»

И.С. Филимонов

М.П.

« 02 » 09 2019 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
Дефектоскопы-сканеры ультразвуковые АВТОКОН-МГТУ-М1

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 043.Д4-19

Главный научный сотрудник
ФГУП «ВНИИОФИ»

В.Н. Крутиков

« 03 » 09 2019 г.

Руководитель службы качества
ФГУП «ВНИИОФИ»

Н.П. Муравская

« 04 » 09 2019 г.

Главный метролог
ФГУП «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода

« 02 » 09 2019 г.

Москва
2019 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.....	3
2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....	3
3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	3
4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ.....	4
5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	4
6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ.....	5
7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ.....	5
8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....	5
9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	10
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	11
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	12

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической проверок дефектоскопов-сканеров ультразвуковых АВТОКОН-МГТУ-М1 (далее по тексту – дефектоскопы).

Дефектоскопы предназначены для измерений амплитуд эхо-сигналов, отраженных от дефектов типа нарушения сплошности или однородности материала, определения координаты дефектов (трещин, расслоений, непроваров, несплавлений по кромкам, пор, шлаковых включений, других дефектов, размеры которых превышают нормативные значения) при сканировании акустическим блоком в кольцевых и продольных сварных соединениях трубопроводов и изделий цилиндрической формы (сосуды, резервуары и др.), выполненных из углеродистых и низколегированных сталей.

Интервал между поверками – 1 год.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении первичной и периодической проверок должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции первичной и периодической проверок

Наименование операций	Номер пункта методики	Проведение операции при первичной поверке	Проведение операции при периодической поверке
Внешний осмотр	8.1	да	да
Идентификация программного обеспечения (ПО)	8.2	да	да
Опробование	8.3	да	да
Определение (контроль) метрологических характеристик	8.4	-	-
Определение диапазона и расчет абсолютной погрешности измерения временных интервалов	8.4.1	да	да
Определение диапазона и расчет абсолютной погрешности измерения отношений амплитуд сигналов на входе приемника дефектоскопа	8.4.2	да	да
Определение диапазона и расчет относительной погрешности измерения координаты дефектов	8.4.3	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 дефектоскопа прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, а дефектоскоп признают не прошедшим поверку.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 Рекомендуемые средства поверки указаны в таблице 2.

3.2 Средства поверки должны быть поверены и (или) аттестованы в установленном порядке.

3.3 Приведенные средства поверки могут быть заменены на их аналоги, обеспечивающие определение метрологических характеристик дефектоскопа с требуемой точностью.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование средства измерений или вспомогательного оборудования, номер документа, регламентирующего технические требования к средству, разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
8.4.1	Осциллограф цифровой TDS2012B (госреестр № 32618-06). Диапазон измеряемых размахов напряжений импульсных радиосигналов от 10 мВ до 400 В (с делителем 1:10). Пределы допускаемой относительной погрешности измерения амплитуд сигналов для коэффициентов отклонения от 10 мВ/дел до 5 В/дел $\pm 3\%$. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения временных интервалов $\pm (Kp/250 + 50 \cdot 10^{-6} \cdot T_{изм} + 0,6 \text{ нс})$ с, где Kp – коэффициент развертки, T _{изм} – измеряемый временной интервал в с.
8.4.1	Генератор сигналов сложной формы AFG3022 (госреестр № 32620-06). Диапазон частот генерируемых сигналов синусоидальной формы от 1 МГц до 25 МГц; диапазон устанавливаемых амплитуд различных форм сигнала на нагрузке 50 Ом (размах) от 10 мВ до 10 В; пределы допускаемой абсолютной погрешности установки амплитуды $\pm (1\% \text{ от величины } +1\text{мВ})$; неравномерность амплитуды сигнала синусоидальной формы в диапазоне частот до 5 МГц $\pm 0,15 \text{ дБ}$, в диапазоне частот от 5 до 20 МГц $\pm 0,30 \text{ дБ}$; пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1 \text{ ppm}$.
8.4.2	Тестер ультразвуковой УЗТ-РДМ (госреестр № 44488-10). Размах напряжения высокочастотного сигнала на нагрузке 50 Ом $(2,0 \pm 0,3) \text{ В}$. Диапазон ослабления аттенюатора от 0 до 96 дБ. Пределы допускаемой абсолютной погрешности на частоте 10 МГц $\pm (0,1 + 0,0075 \cdot N) \text{ дБ}$, где N – значение устанавливаемого ослабления в дБ.
8.4.3	Рулетка измерительная металлическая P10УЗК (госреестр № 11505-92). Диапазон измерений от 0 до 10000 мм, цена деления 1 мм. Допускаемое отклонение действительной длины интервалов шкалы $\pm (0,4 + 0,2 \cdot (L-1)) \text{ мм}$, где L – число полных и неполных метров.
Вспомогательное оборудование	
8.4.2	Согласующее устройство (Приложение Б)
8.4.2	Пробник осциллографа P2200 с делителем 1:10

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

Лица, допускаемые к проведению поверки, должны пройти обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений, изучить устройство и принцип работы дефектоскопа и средств поверки по эксплуатационной документации.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

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

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

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- температура окружающего воздуха, °С 20 ± 5
- относительная влажность воздуха, %, не более 80
- атмосферное давление, кПа от 86,0 до 106,7

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Если дефектоскоп и средства поверки до начала измерений находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 6.1, то их выдерживают при этих условиях не менее часа, или времени, указанного в эксплуатационной документации.

7.2 Подготовить дефектоскоп и средства поверки к работе в соответствии с их руководствами по эксплуатации (далее - РЭ).

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

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

- комплектность дефектоскопа в соответствии с эксплуатационной документацией;
- отсутствие явных механических повреждений дефектоскопа и его составных частей;
- наличие маркировки дефектоскопа с указанием типа и серийного номера.

8.1.2 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если он соответствует требованиям, приведенным в пункте 8.1.1

8.2 Идентификация программного обеспечения (ПО)

8.2.1 Включить дефектоскоп согласно РЭ.

8.2.2 После загрузки ПО перейти в режим контроля кольцевого шва. На экране дефектоскопа прочитать идентификационное наименование и номер версии ПО.

8.2.3 Проверить идентификационные данные ПО на соответствие значениям, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	АВТОКОН-МГТУ-М1
Номер версии (идентификационный номер) ПО	3.0 или выше
Цифровой идентификатор ПО	-

8.2.4 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 3.

8.3 Опробование

8.3.1 Установить дефектоскоп на образец сварного кольцевого шва трубы (далее - образец) из комплекта дефектоскопа таким образом, чтобы отметка середины блока управления приводом дефектоскопа (далее – ДСП) совпадала с серединой сварного шва, а ведомые колеса располагались симметрично относительно него. В сварном шве образца должны быть выполнены искусственные отражатели с внешней и внутренней стороны.

8.3.2 В основном меню на экране дефектоскопа клавишами «▲▼» выбрать режим КОЛЬЦЕВОЙ.

8.3.3 Установить клавишей «▲▼» диаметр, соответствующий диаметру образца из комплекта дефектоскопа.

- 8.3.4 Открыть подачу контактной жидкости из баков контактной жидкости.
- 8.3.5 Включить дефектоскоп на контроль.
- 8.3.6 Дефектоскоп произведет контроль по всей длине образца, и автоматически остановится.
- 8.3.7 Установить клавишей «▲▼» АРХИВ.
- 8.3.8 Нажать клавишу «←┘». На экране отобразится список названий результатов контроля.
- 8.3.9 Выбрать клавишей «▲▼» необходимый результат. Нажать «←┘».
- 8.3.10 На экране дефектоскопа отобразится дефектограмма контроля сварного шва.
- 8.3.11 С помощью клавиш «▲▼», «◀▶» определить выявление дефектов на образце сварного кольцевого шва трубы.
- 8.3.12 Дефектоскоп считается прошедшим операцию проверки с положительным результатом, если выявлены все дефекты, имеющиеся на образце сварного кольцевого шва трубы.

8.4 Определение метрологических характеристик

8.4.1 Определение диапазона и расчет абсолютной погрешности измерения временных интервалов

8.4.1.1 В меню методик дефектоскопа выбрать методику «АК-3 ТЕСТЫ», затем выбрать режим «Развертка».

8.4.1.2 Установить настройку «Цифровой фильтр 4 МГц» в положение «ОТКЛ».

8.4.1.3 Собрать схему, приведенную на рисунке 1, используя переходник из комплекта поставки дефектоскопа, подключив канал 1 дефектоскопа ко входу синхронизации генератора, канал 2 ко входу осциллографа и выходу генератора в соответствии со схемой. При этом канал 1 должен работать в режиме генератора, канал 2 - в режиме приемника (произвести соответствующую настройку дефектоскопа). Для защиты входа синхронизации генератора от высокого напряжения, поступающего с канала дефектоскопа, применить согласующее устройство, схема которого представлена в приложении Б.

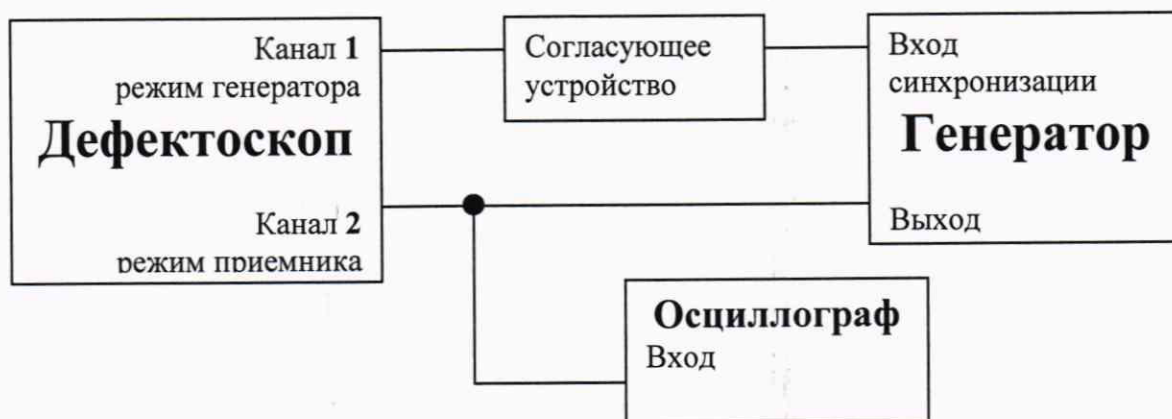


Рисунок 1 – схема соединения для определения диапазона и расчета абсолютной погрешности измерения временных интервалов

8.4.1.4 Произвести установки генератора: режим пачка, 1 цикл, амплитуда 1 В, выходная частота F_H генератора 4,0 МГц.

8.4.1.5 Установить длительность на дефектоскопе 21,6 мкс.

8.4.1.6 Установить на генераторе такое смещение $D_{\text{смест0}}$ по времени сигнала, чтобы принятый сигнал на экране дефектоскопа был различим на фоне зондирующего импульса.

8.4.1.7 Установить такое усиление на дефектоскопе, чтобы сигнал занимал более половины экрана (но не превышал пяти клеток).

8.4.1.8 Измерить временной интервал D_0 , переместив строб на экране дефектоскопа так, чтобы он пересекал импульс сигнала, и зафиксировать результат индицируемого значения.

8.4.1.9 Рассчитать значение времени задержки $D_{\text{задержки}}$ по формуле 1 (это время обусловлено задержкой в проводах и приемном тракте дефектоскопа):

$$D_{\text{задержки}} = D_0 - D_{\text{смещ0}}, \quad (1)$$

где $D_{\text{смещ0}}$ – смещение на генераторе, установленное в пункте 8.4.1.6, мкс,
 D_0 – временной интервал, измеренный в пункте 8.4.1.8.

8.4.1.10 Установить на генераторе смещение, равное 0,5 мкс.

8.4.1.11 Измерить на дефектоскопе временной интервал D , переместив строб на экране дефектоскопа так, чтобы он пересекал импульс сигнала, и зафиксировать результат индицируемого значения.

8.4.1.12 Повторить пункты 8.4.1.6 – 8.4.1.11 для каналов 2, 3, 4, 6, 7, 8 дефектоскопа, установив смещение на генераторе, равное 1, 2, 5, 10, 50, 100, 500, 788 мкс, для каналов 1, 5 дефектоскопа, установив смещение на генераторе, равное 1, 2, 5, 10, 50, 100, 500, 1000, 1500, 1570 мкс, (для значений больше 10 мкс следует установить максимально возможную длительность на дефектоскопе) три раза, результаты усреднить.

8.4.1.13 Рассчитать абсолютную погрешность измерения временных интервалов по формуле 2:

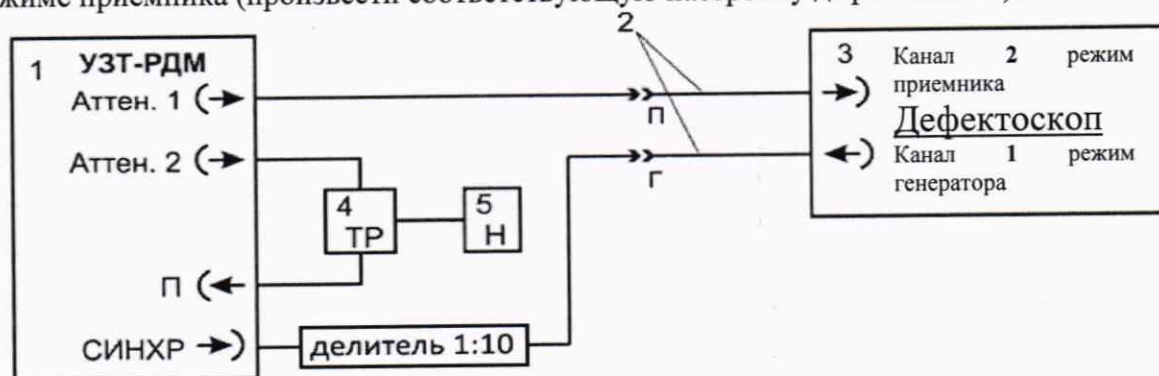
$$\Delta D = (D_{\text{ср}} - D_{\text{задержки}}) - D_{\text{генератор}}, \quad (2)$$

где $D_{\text{генератор}}$ – временной интервал, установленный на генераторе, мкс;
 $D_{\text{ср}}$ – среднее значение временного интервала, измеренного дефектоскопом, мкс;
 $D_{\text{задержки}}$ – время задержки, мкс.

8.4.1.14 Дефектоскоп считается прошедшим операцию проверки с положительным результатом, если для каждого канала в диапазоне измерения временных интервалов от 0,5 до 1570 мкс абсолютная погрешность измерения временных интервалов не превышает $\pm 0,05$ мкс.

8.4.2 Определение диапазона и расчет абсолютной погрешности измерения отношений амплитуд сигналов на входе приемника дефектоскопа

8.4.2.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 2, используя переходник из состава дефектоскопа, подключив канал 1 дефектоскопа ко входу синхронизации тестера, канал 2 ко входу аттенюатора тестера. При этом канал 1 должен работать в режиме генератора, канал 2 – в режиме приемника (произвести соответствующую настройку дефектоскопа).



- 1 - тестер ультразвуковой УЗТ-РДМ
- 2 - кабель контрольный из комплекта тестера
- 3 - блок мультиплексоров установки
- 4 - тройник bnc из комплекта тестера
- 5 - нагрузка 66,5 ом из комплекта тестера

Рисунок 2 – схема соединения для определения диапазона и расчета абсолютной погрешности измерения отношений амплитуд сигналов на входе приемника дефектоскопа

8.4.2.2 Установить длительность на дефектоскопе 21,6 мкс.

8.4.2.3 Установить усиление на дефектоскопе $U_{N0} = 32,4$ дБ (код усиления 0)

8.4.2.4 Выбрать и активизировать строку «Параметры ЭБ» при помощи энкодера на левой стороне тестера. На появившемся экране установить следующие параметры:

- установить в строке меню «Синхр.» внешнюю синхронизацию генератора («Синхр. Генератора» - «внеш.»);

- установить в строке меню «ГРИ2» частоту заполнения радиоимпульса 4000 кГц («Частота, кГц - 4000») и внутренний источник («Источник - внутр.»);

- установить в строке меню «ГРИ1» задержку импульсов 20 мкс («Задержка, мкс - 20») и количество периодов 10 штук («N периодов - 10»);

- установить в строке меню «Развертка» длительность развертки экрана тестера 6 мкс («Длительность, мкс - 6») с задержкой развертки 14 мкс («Задержка, мкс - 14»);

- установить в строке меню «Маркер» длительность маркера 5 мкс («Длительность, мкс - 5») с задержкой 0,5 мкс («Задержка, мкс - 0,5»);

- установить в строке меню «Аттен.» затухание 0 дБ («Затухание, дБ - 0»), а амплитуду радиоимпульса («Амплитуда, мВ») установить такой, чтобы сигнал занимал не менее половины экрана дефектоскопа.

8.4.2.5 Измерить амплитуду сигнала U_0 , переместив строб на экране дефектоскопа так, чтобы он пересекал импульс сигнала, и зафиксировать результат индицируемого значения.

8.4.2.6 Изменить усиление на дефектоскопе в соответствии со следующим значением, приведенным в таблице 4.

Таблица 4

№ измерения N	Код усиления на дефектоскопе	Усиление на дефектоскопе U_N , дБ
1	3	33,3
2	10	35,5
3	26	40,1
4	60	50,1
5	92	60,1
6	126	70,3
7	160	80,1
8	193	90,1
9	226	100,0

8.4.2.7 Установить такое ослабление на тестере, чтобы сигнал на экране дефектоскопа снова достиг прежнего уровня (индицируемое значение уровня сигнала должно совпадать со значением, полученным в пункте 8.4.2.5).

8.4.2.8 Измерить амплитуду сигнала U_N , переместив строб на экране дефектоскопа так, чтобы он пересекал импульс сигнала, и зафиксировать результат индицируемого значения.

8.4.2.9 Рассчитать абсолютную погрешность измерения амплитуды по формуле 3:

$$\Delta U = |U_A - U_{A0}| - |U_N - U_{N0}|, \quad (3)$$

где U_{N0} – начальное значение усиления на дефектоскопе, установленное в пункте 8.4.2.3, дБ;

U_N – текущее значение усиления на дефектоскопе, установленное в пункте 8.4.2.6, дБ;

U_{A0} – ослабление на тестере, установленное в пункте 8.4.2.4, дБ;

U_A – ослабление на тестере, установленное в пункте 8.4.2.7, дБ

8.4.2.10 Повторить пункты 8.4.2.6 – 8.4.2.9 для остальных значений, приведенных в таблице 4.

8.4.2.11 Повторить пункты 8.4.2.3 – 8.4.2.10 для каждого канала дефектоскопа.

8.4.2.12 Повторить процедуры по пунктам 8.4.2.4 – 8.4.2.11 два раза.

8.4.2.13 В качестве абсолютной погрешности измерения временных интервалов принимается наибольшее из трех значений, полученных по пунктам 8.4.2.4 – 8.4.2.12.

8.4.2.14 Дефектоскоп считается, прошедшим поверку с положительным результатом, если для каждого канала диапазон измерений отношений амплитуд сигналов на входе приемника (по отношению к 1 мкВ) составляет от 0 до 66 дБ и абсолютная погрешность измерения амплитуды составляет ± 1 дБ.

8.4.3 Определение диапазона и расчет относительной погрешности измерения координаты дефектов

8.4.3.1 Выполнить процедуру по п. 8.3.1.

8.4.3.2 Сделать отметку на образце напротив риски «0» на корпусе дефектоскопа, расположенной по центру рамки подвеса акустической системы над винтами, которыми крепятся акустические блоки. Нанесенная отметка будет являться началом отсчета. Измерить длину окружности образца $l_{окр}$.

8.4.3.3 В меню методик дефектоскопа выбрать методику «ТЕЛО ТРУБЫ».

8.4.3.4 Установить клавишами «▲▼» диаметр «L», где L – цифирное значение диаметра образца.

8.4.3.5 Нажать «←J» 8 раз. Дефектоскоп начнет перемещаться.

8.4.3.6 В данном режиме дефектоскоп проедет по кольцу трубы 12000 мм и автоматически остановится, при этом необходимо фиксировать число полных оборотов по нанесенной метке.

8.4.3.7 Когда дефектоскоп остановится, замерить расстояние $L_{аб}$ от риски «0» на корпусе дефектоскопа до отметки на образце измеренное по пути следования дефектоскопа.

8.4.3.8 Определить относительную погрешность измерения координаты дефектов ΔL по формуле 4:

$$\Delta L = \frac{L_{д} - (n \cdot l_{окр} + L_{аб})}{(n \cdot l_{окр} + L_{аб})} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где $L_{аб}$ – расстояние, измеренное в пункте 8.4.3.7, мм;

$l_{окр}$ – расстояние, измеренное в пункте 8.4.3.2, мм;

$L_{д}$ – значение пройденного пути, указанное на экране дефектоскопа, мм;

n – число полных оборотов дефектоскопа зафиксированных в пункте 8.4.3.6, мм.

8.4.3.9 Повторить пункты 8.4.3.3 – 8.4.3.8 два раза.

8.4.3.10 В качестве относительной погрешности измерения координаты дефектов принимается наибольшее из трех значений, полученных по пунктам 8.4.3.3 – 8.4.3.9.

8.4.3.11 Повторить процедуры, описанные в пп.8.4.3.1, 8.4.3.2. При этом дефектоскоп рекомендуется расположить в верхней части образца (в «зените»).

8.4.3.12 В меню методик дефектоскопа выбрать методику «АК-3 ТЕСТЫ», затем выбрать режим «Двигатель, датчик пути».

8.4.3.13 Одиночным нажатием клавиши «▲» переместить дефектоскоп на 5 мм вперед по показаниям датчика пути. Остановку осуществить нажатием клавиши «►».

8.4.3.14 Измерить пройденное расстояние и рассчитать относительную погрешность по пункту 8.4.3.8.

8.4.3.15 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если диапазон измерений координаты дефектов составляет от 5 до 12000 мм, а относительная погрешность измерения координаты дефектов не превышает ± 2 %.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты поверки заносят в протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении А к методике поверки.

9.2 Положительные результаты поверки оформляются свидетельством о поверке в установленной форме, наносится знак поверки в соответствии с приказом Минпромторга России от 02.07.2015 №1815. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

9.3 Отрицательные результаты поверки оформляются путем выдачи извещения о непригодности средства измерений к дальнейшей эксплуатации в установленной форме в соответствии с приказом Минпромторга России от 02.07.2015 №1815, с указанием причин непригодности.

Разработчики:

Начальник отдела
ФГУП «ВНИИОФИ»



А.В. Иванов

Начальник отдела
ФГУП «ВНИИОФИ»



А.В. Стрельцов

Инженер 2 категории
ФГУП «ВНИИОФИ»



П.С. Мальцев

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(рекомендуемое)
Форма протокола поверки

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

Средство измерений: _____

Серия и номер клейма предыдущей поверки: _____

Заводской номер: _____

Принадлежащее: _____

Поверено в соответствии с методикой поверки: _____

При следующих значениях влияющих факторов:

Температура окружающей среды _____;

Атмосферное давление _____;

Относительная влажность _____;

С применением эталонов: _____

Результаты поверки:

А.1 Внешний осмотр _____

А.2 Идентификация 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

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Схема согласующего устройства

от дефектоскопа

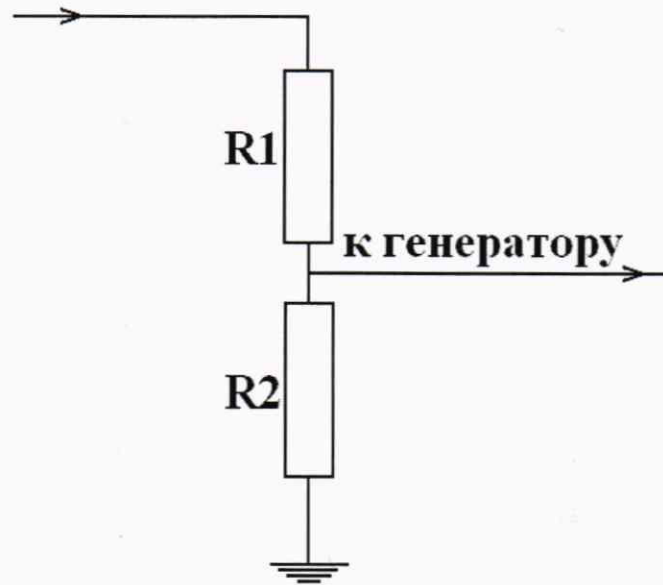


Рисунок Б.1 – Схема согласующего устройства

Для защиты канала синхронизации генератора от высокого напряжения с выхода канала дефектоскопа используется согласующее устройство.

Резисторы $R1$, $R2$ подбираются таким образом, чтобы выходное напряжение соответствовало срабатыванию синхровхода генератора. Сумма сопротивлений $R1+R2$ должно быть не меньше 20 кОм.