

СОГЛАСОВАНО

Директор
ФГАУ «ИУЦСК при МГТУ
им. Н.Э. Баумана»

Н.П. Алешин

М.П.

« 22 » 09 2015 г.



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
ФГУП «ВНИИОФИ»

Н.П. Муравская

М.П.

« 22 » 09 2015 г.



**Комплексы для автоматизированного ультразвукового контроля
кольцевых сварных соединений при строительстве и ремонте
трубопроводов**

**Методика поверки
МП 047.Д4-15**

1.Р.164161-16

Главный метролог
ФГУП «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода

« 22 » 09 2015 г.

Москва 2015 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.....	3
2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....	3
3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	3
4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ.....	5
5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	5
6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ.....	5
7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ.....	5
8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....	5
9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	24
ПРИЛОЖЕНИЕ А (ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ).....	25

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической проверок комплексов для автоматизированного ультразвукового контроля кольцевых сварных соединений при строительстве и ремонте трубопроводов (далее по тексту – комплексов).

Комплексы предназначены для измерений амплитуд эхо-сигналов и времени эхо-сигналов, отраженных от дефектов типа нарушения сплошности или однородности материала, измерений координат обнаруженных дефектов в кольцевых и продольных сварных соединениях магистральных трубопроводов диаметром от 530 мм до 1420 мм с толщиной стенки от 8 до 40 мм.

Межповерочный интервал – 1 год.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении первичной (в том числе после ремонта) и периодической проверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции первичной и периодической проверок

Наименование операций	Номер пункта методики
Внешний осмотр	8.1
Идентификация программного обеспечения (ПО)	8.2
Опробование	8.3
Определение амплитуды, частоты заполнения и частоты следования импульсов генератора импульсов возбуждения (ГИВ)	8.4
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений амплитуды сигнала	8.5
Определение полосы пропускания	8.6
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений временных интервалов	8.7
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений координаты дефектов вдоль сварного шва трубы	8.8
Определение скорости сканирования	8.9
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефектов	8.10

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

2.3 Проверка комплекса прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, а комплекс признают не прошедшим поверку.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 Рекомендуемые средства поверки указаны в таблице 2.

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

3.3 Приведенные средства поверки могут быть заменены на их аналоги, обеспечивающие определение метрологических характеристик комплекса 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, 8.7	Осциллограф цифровой TDS2012B. Диапазон измеряемых размахов напряжений импульсных радиосигналов от 10 мВ – до 400 В (с делителем 1:10). Пределы допускаемой относительной погрешности измерений амплитуд сигналов для коэффициентов отклонения от 10 мВ/дел до 5 В/дел - $\pm 3\%$.
8.5, 8.6, 8.7	Генератор сигналов сложной формы AFG3022. Синусоидальный сигнал от 1 кГц до 20 МГц, диапазон напряжений от 10 мВ до 10 В, погрешность $\pm (1\% \text{ от величины} + 1 \text{ мВ})$, амплитудная неравномерность (до 5 МГц) $\pm 0,15 \text{ дБ}$, (от 5 до 20 МГц) $\pm 0,3 \text{ дБ}$, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1 \text{ ppm}$.
8.5, 8.6	Магазин затуханий МЗ-50-2. Диапазон частот: от 0 до 50 МГц. Декады: $4 \times 10 \text{ дБ}$, $11 \times 1 \text{ дБ}$, $11 \times 0,1 \text{ дБ}$, $0-40-70 \text{ дБ}$. Погрешность разностного затухания на постоянном токе: $\pm (0,05 - 0,25)\%$; на переменном токе: $\pm (0,1 - 0,4)\%$.
8.8	Рулетка измерительная металлическая типа Р. Диапазон измерений от 0 до 2 м. Пределы допускаемой абсолютной погрешности для отрезка шкалы 1 м и более $+ [0,30 + 0,15 (L-1)] \text{ мм}$, где L – число полных и неполных метров в отрезке.
8.9	Секундомер электронный «Интеграл С-01». Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений интервалов времени $\pm (9,6 \cdot 10^{-6} \cdot T_x + 0,01) \text{ с}$.
8.10	Контрольный образец №2 из комплекта контрольных образцов и вспомогательных устройств КОУ-2. Высота образца 59 мм, боковые цилиндрические отверстия диаметром 2 и 6 мм. Скорость продольной ультразвуковой волны в образце $(5900 \pm 118) \text{ м/с}$.
8.10	Микроскоп большой инструментальный БМИ-1. Пределы измерений длин микровинтами от 0 до 25 мм. Цена деления шкал микровинтов 0,005 мм. Пределы допускаемой погрешности измерений $\pm 0,003 \text{ мм}$.
Вспомогательное оборудование	
8.4, 8.5, 8.6, 8.7	Согласующая нагрузка – резистор 50 Ом.
8.4	Делитель 1:10.
8.7	Согласователь.
8.4, 8.5, 8.6, 8.7	Переходник BNC.
8.8, 8.9	Образцы трубы с кольцевым сварным соединением диаметром не менее 530 мм.
8.10	Стандартный образец предприятия СОП-ПОВ-01.

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

Лица, допускаемые к проведению поверки, должны изучить устройство и принцип работы комплекса и средств поверки по эксплуатационной документации.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1. Работа с комплексом и средствами поверки должна проводиться согласно требованиям безопасности при работе с электроизмерительными приборами, указанным в руководствах по эксплуатации (РЭ) на приборы.

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

5.3 Освещенность рабочего места поверителя должна соответствовать требованиям санитарных правил и норм СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха (65 ± 15) %;
- атмосферное давление (750 ± 30) мм рт.ст. [(100 ± 4) кПа].

6.2 Внешние электрические и магнитные поля должны находиться в пределах, не влияющих на работу комплекса и средств поверки.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1. Если комплекс 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 комплекс и средства поверки к работе в соответствии с их РЭ.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

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

- комплектность комплекса в соответствии с РЭ;
- отсутствие явных механических повреждений, влияющих на работоспособность комплекса;
- наличие маркировки на электронном блоке комплекса и акустическом блоке.

8.1.2 Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если комплекс соответствует требованиям, приведенным в пункте 8.1.1.

8.2. Идентификация программного обеспечения (ПО)

8.2.1 Включить компьютер. После загрузки операционной системы запустить на компьютере программу «Ultra-PE1420».

8.2.2 Выбрать в строке меню пункт «?», затем пункт «О программе». В появившемся окне прочитать идентификационные данные ПО.

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

Таблица 3

Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
Ultra-PE1420	5.0.0.5811 и выше	–	–

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


8.3 Опробование

8.3.1 Включить питание датчика контроля положения шва при помощи тумблера, расположенного на боковой панели блока.

8.3.2 После включения питания происходит самодиагностика блока слежения. Все три светодиода горят непрерывно в течение 3 с. После этого, при наличии готовности к работе, зеленый светодиод мигает, а красные показывают направление, в котором произойдет коррекция траектории после включения привода вперед.

8.3.3 Нажать кнопку «ВКЛ» на боковой панели электронного блока. Если включение прошло нормально, на боковой панели электронного блока включится зеленый светодиод, и на блоке управления датчика контроля положения шва индикация зеленого светодиода становится непрерывной. Через 5 - 7 секунд на экране компьютера появится индикатор соединения по беспроводной связи с комплексом. Если компьютер готов к работе, то в меню программы загорится индикатор «ГОТОВО».

8.3.4 Откройте вкладку «РА»  - третью в левом верхнем углу окна программы «Ultra-PE1420».

8.3.5 В правой части окна программы отобразится окно настроек. Во вкладке  «Зондирующие импульсы» установить частоту заполнения импульсов ГИВ 4 МГц и отключить функцию автоотключения в соответствии с рисунком 1.

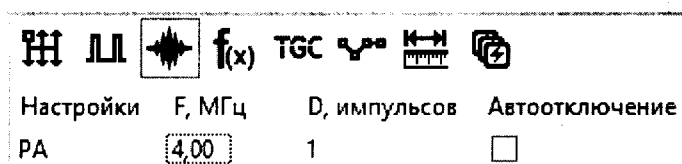


Рисунок 1 – Установка значения частоты импульсов ГИВ.

8.3.6 В левой части вкладки «Каналы» выбрать вкладку «РА-комб». В первом программном канале выключить все генераторы и приемники физических каналов кроме первых (рисунок 2). Убедиться в наличии импульса ГИВ на А-Скане данного программного канала.

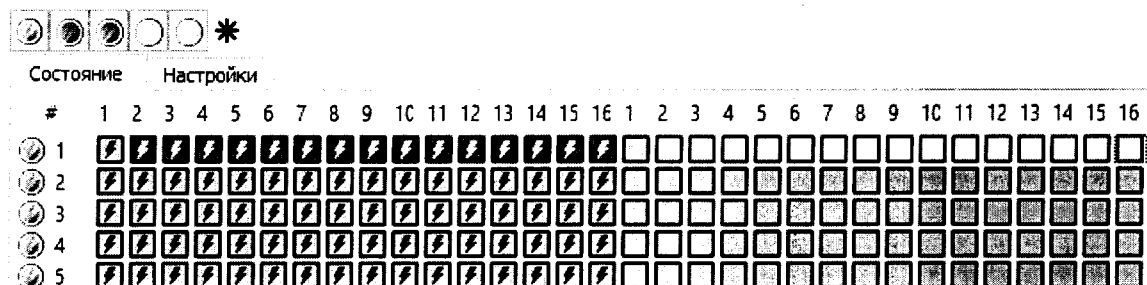


Рисунок 2 – Включение первого генератора и приемника.


8.3.7 Произвести действия, описанные в пункте 8.3.6 для всех физических каналов во всех программных каналах.

8.3.8 Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если для всех физических каналов во всех программных каналах можно убедиться в наличии импульса ГИВ на А-Скане данного программного канала.

8.4 Определение амплитуды, частоты заполнения и частоты следования импульсов генератора импульсов возбуждения (ГИВ)

8.4.1 Включить все генераторы и приемники физических каналов.

8.4.2 Откройте вкладку «РА»  - третью в левом верхнем углу окна программы.

8.4.3 В правой части окна программы отобразится окно настроек. Во вкладке  «Зондирующие импульсы» установить частоту заполнения импульсов ГИВ 4 МГц и отключить функцию автоотключения в соответствии с рисунком 1.

8.4.4 Подключите входной разъем осциллографа к одному из физических каналов разъема подключения акустических блоков на электронном блоке комплекса (для подключения используется переходник на BNC). Соединение производить через делитель 1:10, на нагрузке 50 Ом. Схема соединения приведена на рисунке 3.

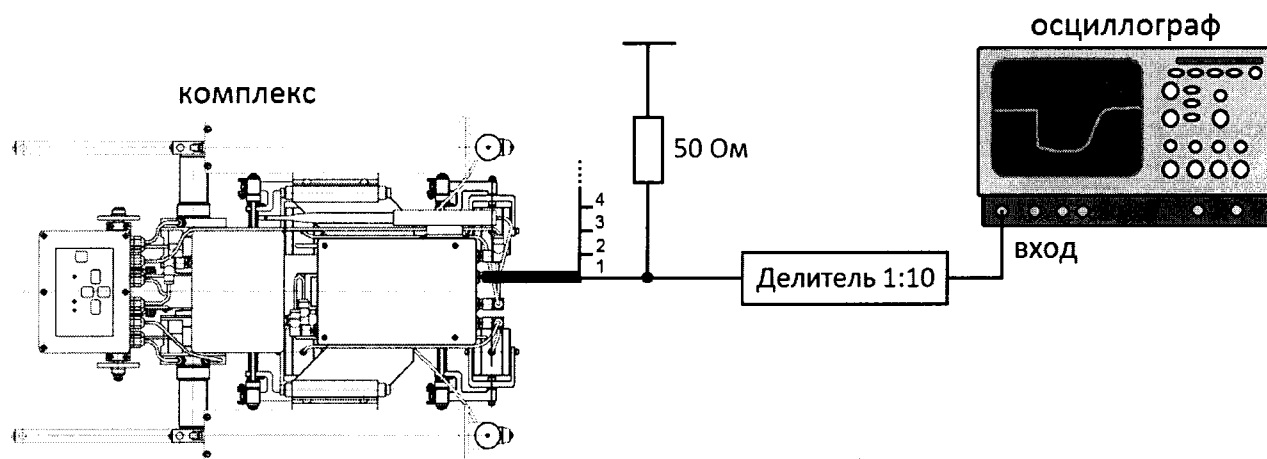


Рисунок 3 – Схема соединения.

8.4.5 Произвести измерение амплитуды импульсов ГИВ A_H осциллографом как показано на рисунке 4. Измерения выполнить пять раз, результат усреднить.

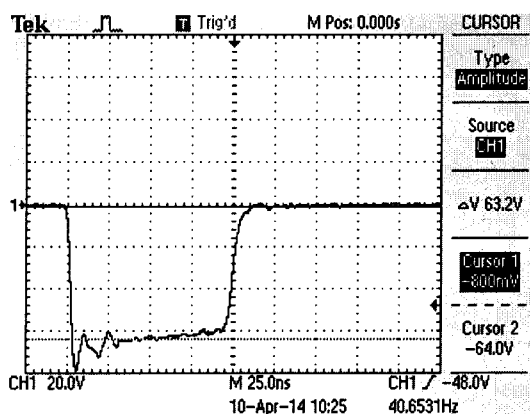


Рисунок 4 – Экран осциллографа при измерении амплитуды импульсов ГИВ.

8.4.6 Вычислить отклонение установки амплитуды импульсов ГИВ по формуле:

$$\Delta A = A_{И} - A_{Н}, \text{ В}, \quad (1)$$

где $A_{Н}$ – номинальное значение амплитуды импульсов ГИВ, установленное для канала комплекса, В;

$A_{И}$ – измеренное осциллографом значение амплитуды импульсов ГИВ, В.

8.4.7 Произвести измерение частоты заполнения импульсов ГИВ $2F_{И}$ осциллографом как показано на рисунке 5. Учитывать, что измерение производится для полупериода импульсов ГИВ. Измерения выполнить пять раз, результат усреднить.

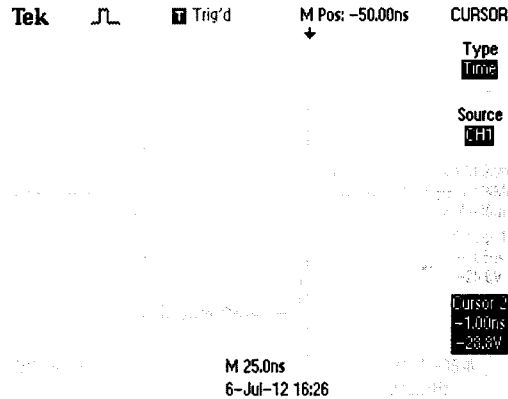


Рисунок 5 – Экран осциллографа при измерении частоты заполнения импульсов ГИВ (частота $2F_{И}$ измерена по полупериоду).

8.4.8 Вычислить отклонение установки частоты заполнения импульсов ГИВ по формуле:

$$\delta F = \frac{F_{И} - F_{Н}}{F_{Н}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где $F_{Н}$ – номинальное значение частоты заполнения импульсов ГИВ установленное для канала комплекса, МГц;

$F_{И}$ – измеренное осциллографом значение частоты заполнения импульсов ГИВ, МГц.

8.4.9 Установить частоту заполнения импульсов ГИВ 10 МГц (рисунок 1) и повторить измерения согласно пунктам 8.4.7-8.4.8.

8.4.10 Установить частоту заполнения импульсов ГИВ 2,5 МГц (рисунок 1) и повторить измерения согласно пунктам 8.4.7-8.4.8.

8.4.11 Произвести измерение частоты следования импульсов ГИВ осциллографом как показано на рисунке 6. Измерения выполнить пять раз, результат усреднить.

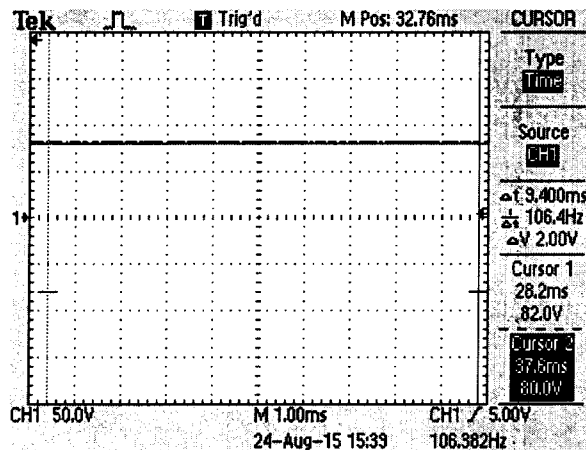


Рисунок 6 – Экран осциллографа при измерении частоты следования импульсов ГИВ.

8.4.12 Повторить измерения согласно пунктам 8.4.3-8.4.11 для второго разъёма акустического блока.

8.4.13 Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если амплитуда импульсов ГИВ соответствует 80 ± 8 В, диапазон установки частоты заполнения импульсов ГИВ соответствует диапазону от 2,5 до 10 МГц, отклонение установки частоты заполнения импульсов ГИВ не превышает ± 10 %, частота следования импульсов ГИВ не превышает 100 Гц.

8.5 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений амплитуды сигнала

8.5.1 Во вкладке «Зондирующие импульсы» программы «Ultra-PE1420» включить функцию «Автотключение» в соответствии с рисунком 7.

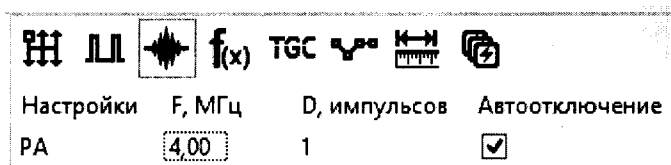


Рисунок 7 – Автотключение импульсов ГИВ.

8.5.2 Во вкладке «Фильтрация» отключить все параметры в соответствии с рисунком 8.



Рисунок 8 – Отключение параметров фильтрации.

8.5.3 В левой части вкладки «Каналы» выбрать вкладку «РА-комб» и отключить все программные каналы кроме первого – для разъема «Tr1» или семнадцатого – для разъема «Tr2». В первом или семнадцатом программных каналах выключить генераторы всех физических каналов и включить один приемник, соответствующий физическому каналу, к которому подключен генератор в соответствии с рисунком 9.

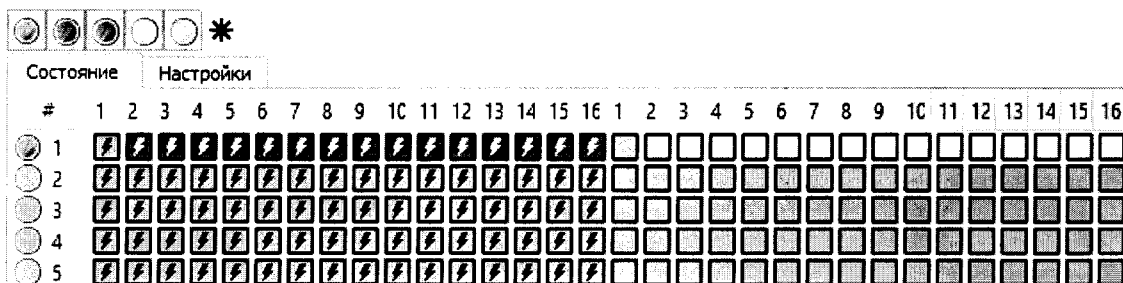


Рисунок 9 – Отключение генераторов и включение приемника.

8.5.4 Подключить выход генератора к одному из физических каналов разъема подключения акустических блоков на электронном блоке комплекса, через магазин затуханий как показано рисунке 10. Используется нагрузка 50 Ом.

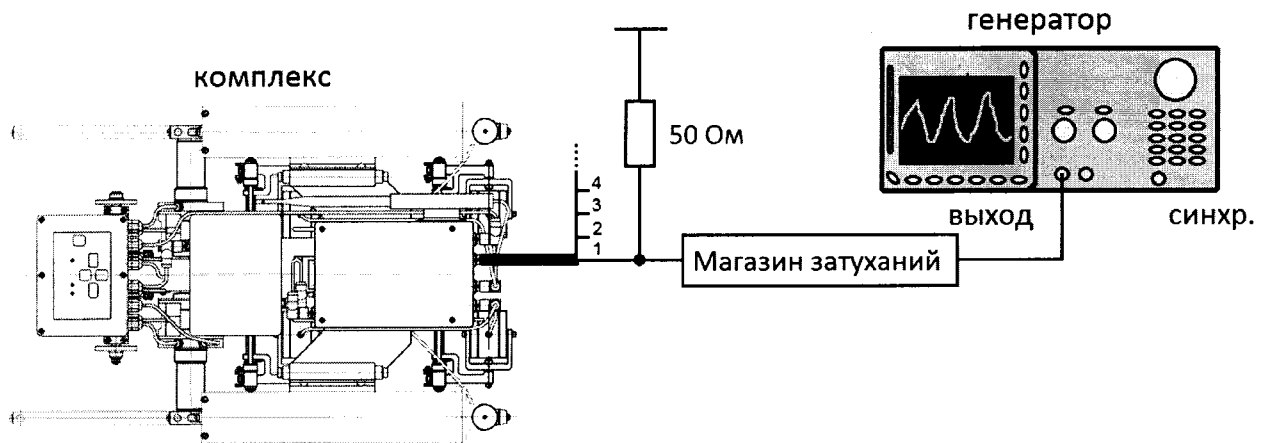


Рисунок 10 – Схема соединения.

8.5.5 В окне отображения развертки выбрать первый канал при подключении генератора к разъему «Tr1» или семнадцатый канал при подключении генератора к разъему «Tr2». Установить усиление канала равным 20 % в соответствии с рисунком 11.

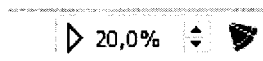


Рисунок 11 – Установка усиления на канале.

8.5.6 В появившемся меню, после клика правой клавишей мыши на экране развертки, выбрать пункт «Настройки...» (рисунок 12, а). В появившемся окне выбрать вкладку «Шкала», в области «Шкала Y» выбрать измерение в дБ согласно рисунку 12, б.

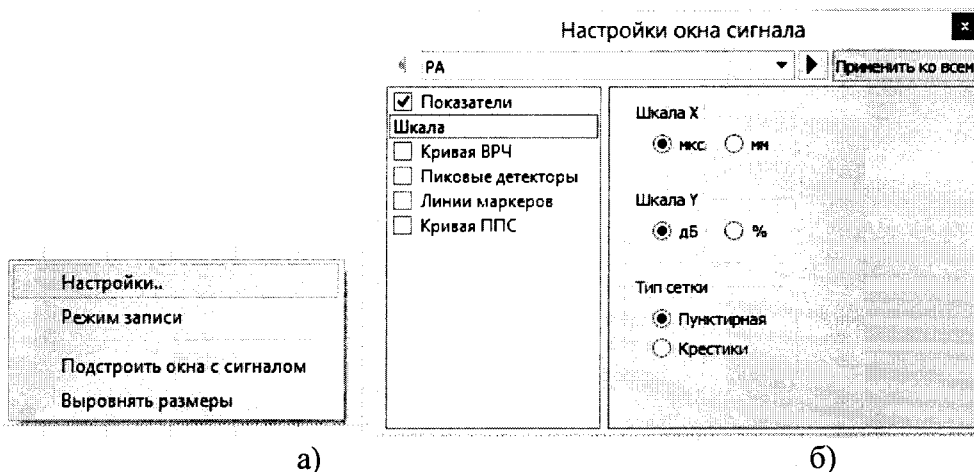


Рисунок 12 – Настройка единиц измерения амплитуды сигналов.

8.5.7 Установить настройки на генераторе: непрерывный сигнал, синус, частота 4 МГц.

8.5.8 Путем изменения амплитуды сигнала на генераторе или ослабления на магазине затуханий, получить амплитуду сигнала на комплексе равную 0 дБ. Текущее измеренное значение амплитуды сигнала отображается в правом верхнем углу разверстки в поле строка «N» фиолетового цвета (рисунок 13).

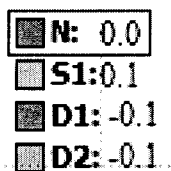


Рисунок 13 – Отображение значения амплитуды сигнала.

8.5.9 Увеличивать ослабление на магазине затуханий 38 раз с шагом 1 дБ и фиксировать измеренные значения амплитуды сигнала на экране комплекса.

8.5.10 Рассчитать абсолютную погрешность измерений амплитуды сигнала по формуле:

$$\Delta G = \left| G_{\kappa}^{тек} - G_{\kappa}^{нач} \right| - \left| G_{M3}^{тек} - G_{M3}^{нач} \right|, \text{ дБ}, \quad (3)$$

где $G_{M3}^{нач}$ – начальное значение ослабления на магазине затуханий, установленное в пункте 8.5.8, дБ;

$G_{M3}^{тек}$ – текущее значение ослабления на магазине затуханий, дБ;

$G_{\kappa}^{нач}$ – начальное значение амплитуды сигнала на экране комплекса, полученное в пункте 8.5.8, дБ;

$G_{\kappa}^{тек}$ – текущее измеренное значение амплитуды сигнала на экране комплекса, дБ.

8.5.11 Повторить измерения согласно пунктам 8.5.1-8.5.10 для второго разъёма электронного блока.

8.5.12 Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если диапазон измерений амплитуды сигнала от – 38 до 0 дБ, абсолютная погрешность измерений амплитуды сигнала составляет ± 3 дБ в диапазоне от – 34 до – 38 дБ и ± 2 дБ в диапазоне от – 34 до 0 дБ.

8.6 Определение полосы пропускания

8.6.1 Произвести настройки в программе «Ultra-PE1420» в соответствии с пунктами 8.5.1-8.5.3.

8.6.2 Подключить выход генератора к одному из физических каналов разъёма подключения акустических блоков на электронном блоке комплекса, через магазин затуханий как показано рисунке 10. Используется нагрузка 50 Ом.

8.6.3 В появившемся меню после клика правой клавишей мыши на экране развертки выбрать пункт «Настройки...» (рисунок 12, а). В появившемся окне (рисунок 12, б) выбрать вкладку «Шкала», в области «Шкала Y» выбрать измерение в %.

8.6.4 Установить настройки на генераторе: непрерывный сигнал, синус, частота 5 МГц.

8.6.5 Путем изменения усиления на комплексе, ослабления на магазине затуханий или изменения амплитуды сигнала на генераторе, получить амплитуду сигнала на комплексе, равную 80 % высоты экрана.

8.6.6 Уменьшать частоту сигнала на генераторе до тех пор, пока амплитуда сигнала на комплексе не станет равной 40 % высоты экрана. Зафиксировать установленное значение частоты на генераторе.

8.6.7 Установить настройки на генераторе: непрерывный сигнал, синус, частота 5 МГц.

8.6.8 Увеличивать частоту сигнала на генераторе до тех пор, пока амплитуда сигнала на комплексе не станет равной 40 % высоты экрана. Зафиксировать установленное значение частоты на генераторе.

8.6.9 Повторить измерения согласно пунктам 8.6.2-8.6.8 для второго разъёма акустического блока.

8.6.10 Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если нижняя граничная частота полосы пропускания находится в пределах $2,50 \pm 0,25$ МГц; верхняя граничная частота - в пределах 10 ± 1 МГц.

8.7 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений временных интервалов

8.7.1 В правой части окна программы «Ultra-PE1420» выбрать вкладку «Зондирующие импульсы». Установить частоту заполнения импульсов ГИВ 4 МГц и отключить функцию автоотключения в соответствии с рисунком 1.

8.7.2 В левой части вкладки «Каналы» выбрать вкладку «РА-комб» и отключить все программные каналы кроме первого – для разъема «Tr1» или семнадцатого – для разъема «Tr2». В первом или семнадцатом программных каналах выключить генераторы всех физических каналов кроме канала, к которому подключен разъем синхронизации генератора. Включить один приемник, соответствующий физическому каналу, к которому подключен выход генератора (рисунок 14).

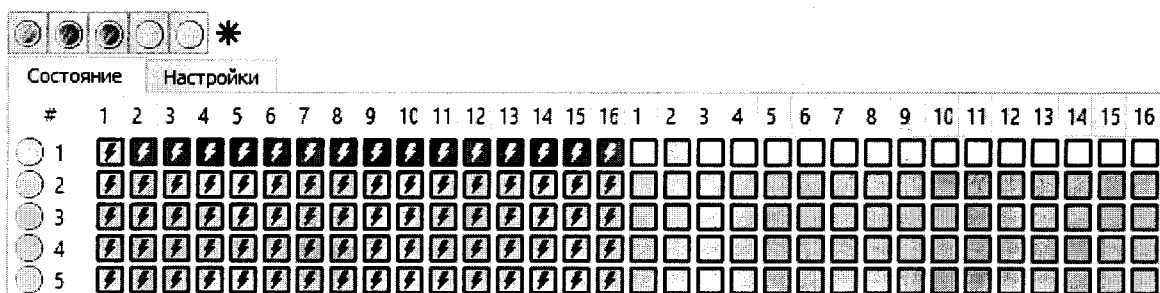


Рисунок 14 – Включение соответствующих генератора и приемника.

8.7.3 Подключить разъем синхронизации генератора к одному из физических каналов разъема подключения акустических блоков на электронном блоке комплекса через согласователь как показано рисунке 15. Используется нагрузка 50 Ом. Сигнал синхронизации контролировать осциллографом.

8.7.4 Подключить выход генератора к другому физическому каналу разъема подключения акустических блоков на электронном блоке комплекса.

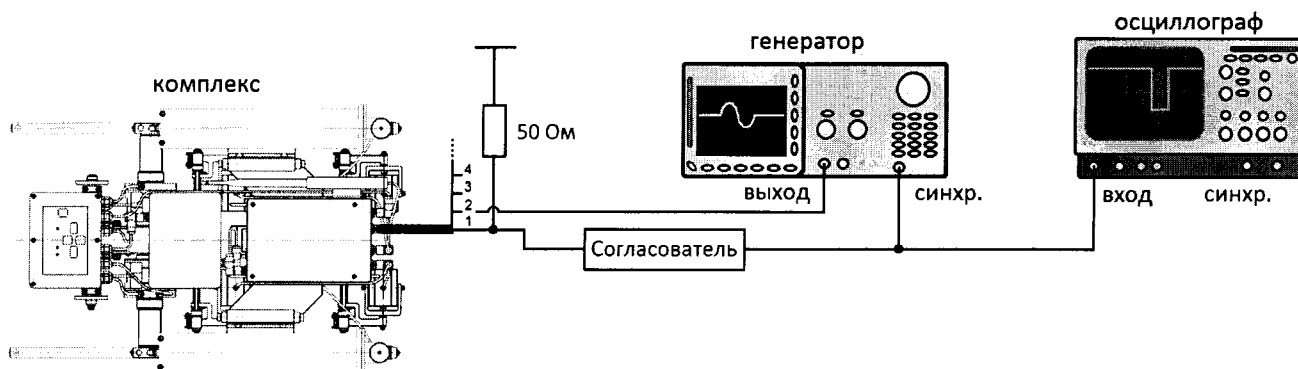


Рисунок 15 – Схема соединения.

8.7.5 Установить настройки на генераторе: пачка, 1 цикл, синус, частота 4 МГц. Установить минимальное значение временного сдвига одиночного импульса на генераторе.

8.7.6 В программе «Ultra-PE1420» поместить измерительный строб между сигналами от импульса ГИВ комплекса и одиночным импульсом генератора таким образом, чтобы его края касались передних фронтов импульсов (рисунок 16). При выделении строба курсором на его краях будет показаны значения времени начала импульсов.

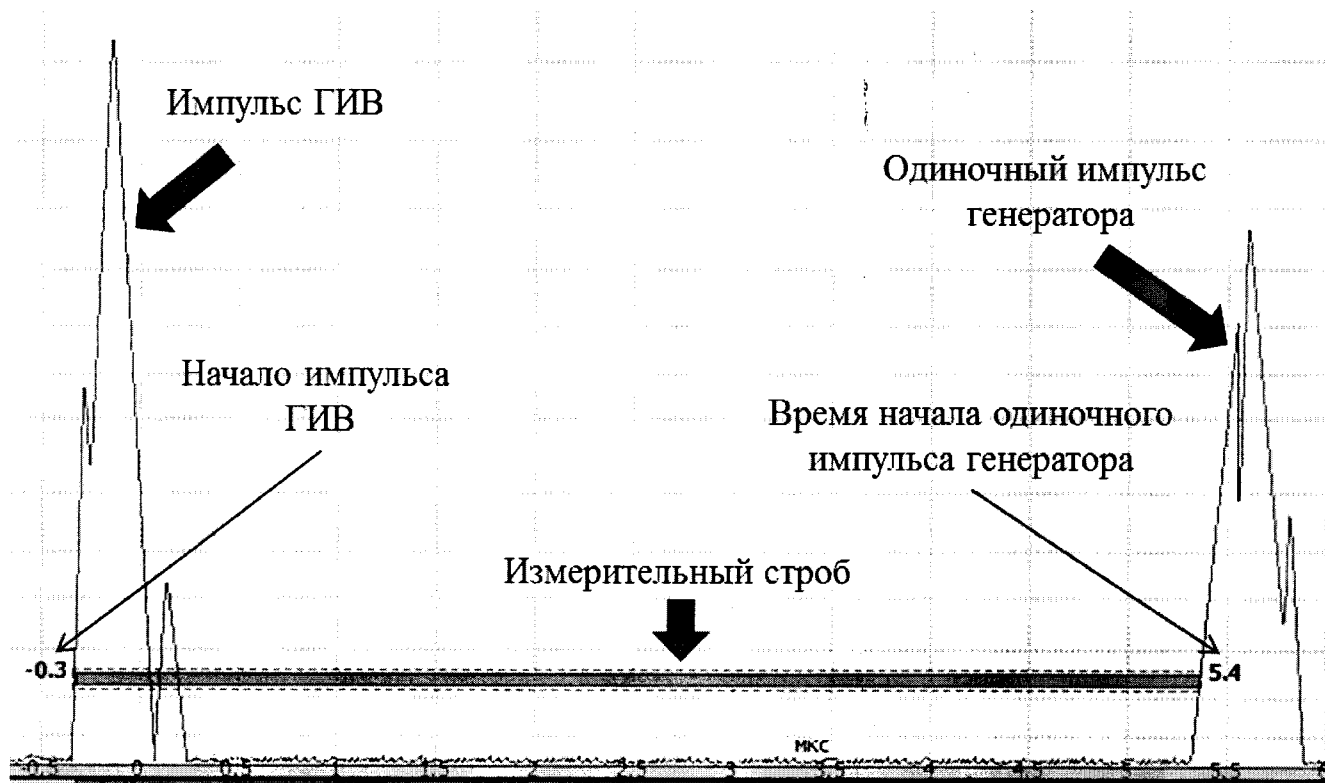


Рисунок 16 – Измерение времени между импульсами.

8.7.7 Вычислить разницу показаний времен начала импульса ГИВ комплекса и одиночного импульса генератора.

8.7.8 Выполнить измерения согласно пунктам 8.7.6-8.7.7 для значений временного сдвига одиночного импульса установленных на генераторе: 2, 10, 20, 50, 75, 100, 115, 150 мкс.

8.7.9 Рассчитать абсолютную погрешность измерений временных интервалов по формуле:

$$\Delta T = \left| T_{\kappa}^{тек} - T_{\kappa}^{нач} \right| - \left| T_{ген}^{тек} - T_{ген}^{нач} \right|, \text{ мкс}, \quad (4)$$

где $T_{ген}^{нач}$ – начальное значение временного сдвига одиночного импульса, установленное на генераторе в пункте 8.7.5, мкс;

$T_{ген}^{тек}$ – текущее значение временного сдвига одиночного импульса, установленное на генераторе, мкс;

$T_{\kappa}^{нач}$ – начальное значение временного интервала между импульсами на экране комплекса определенное в пунктах 8.7.6-8.7.7, мкс;

$T_{\kappa}^{тек}$ – текущее значение временного интервала между импульсами на экране комплекса, мкс.

8.7.10 Повторить измерения согласно пунктам 8.7.2-8.7.9 для второго разъёма акустического блока.



8.7.11 Комплекс считается прошедшим операцию проверки с положительным результатом, если диапазон измерений временных интервалов соответствует диапазону от 1 до 150 мкс и абсолютная погрешность измерений временных интервалов не превышает $\pm 0,3$ мкс.

8.8 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений координаты дефектов вдоль сварного шва трубы

8.8.1 Установить комплекс на образец трубы с кольцевым сварным соединением диаметром не менее 530 мм, чтобы передние и задние колеса располагались симметрично относительно середины сварного шва.

8.8.2 Отметить нестираемым маркером начало сканирования на уровне центра акустических систем.

8.8.3 Измерить с помощью рулетки расстояние 1000 мм от края кольцевого сварного соединения по образующей трубы и сделать отметку нестираемым маркером.

8.8.4 В программе «Ultra-PE1420» открыть вкладку «Контроль»  в левом верхнем углу. В правом верхнем углу выбрать вкладку «Датчики» . Установить параметр «Диаметр, мм» равным 58,0 мм (рисунок 17).

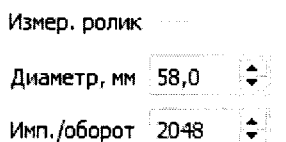




Рисунок 17 – Установка диаметра измерительного ролика.

8.8.5 Включить датчик контроля положения шва и электронный блок комплекса.

8.8.6 Нажать кнопку «Начать контроль»  в программе «Ultra-PE1420». Комплекс начнет свое движение вдоль направления кольцевого шва.

8.8.7 При достижении центра акустических блоков отметки, сделанной в пункте 8.8.3, нажать кнопку «Остановить контроль» .

8.8.8 Зафиксировать значение «Координата X» в левом нижнем окне программы (рисунок 18).

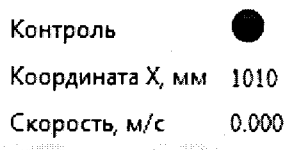


Рисунок 18 – Измерение координаты X.

8.8.9 Вычислить диаметр ролика по формуле:

$$D_p = \frac{1000 \cdot D_{тек}}{X}, \text{ мм}, \quad (5)$$


где D_p – рассчитанное значение диаметра ролика, мм;

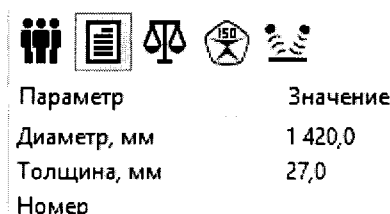
$D_{тек}$ – текущее значение диаметра ролика, установленное во вкладке датчики, мм;

X – координата дефектов вдоль кольцевого сварного шва трубы, измеренная в пункте 8.8.8, мм.

8.8.10 Ввести рассчитанное значение D_p во вкладке датчики (рисунок 17).

8.8.11 Произвести повторные измерения комплексом на участке трубы длиной 1000 мм. Если координата дефекта, измеренная в пункте 8.8.8 (рисунок 18), находится вне диапазона от 998 до 1002 мм, повторить пункты 8.8.1-8.8.10 еще один раз.

8.8.12 Установить комплекс на трубу диаметром 1420 мм и повторить пункт 8.8.2. Измерить диаметр трубы с помощью рулетки. В правом нижнем углу программы «UltraPE1420» открыть вкладку «Test Object» . Ввести значение параметра «Диаметр» равным диаметру образца трубы, на которую установлен комплекс (рисунок 19).



Параметр	Значение
Диаметр, мм	1 420,0
Толщина, мм	27,0
Номер	

Рисунок 19 – Ввод значения диаметра контролируемой трубы.

8.8.13 Повторить пункты 8.8.5-8.8.6.

8.8.14 Дождаться, пока комплекс пройдет весь путь и остановится. Зафиксировать значение «Координата X» (рисунок 18).

8.8.15 Вычислить абсолютную погрешность ΔX измерений координаты дефектов вдоль сварного шва трубы по формуле:

$$\Delta X = X_k - (\pi \cdot D_{mp} + 120), \text{ мм}, \quad (6)$$

где D_{mp} – диаметр трубы, измеренный в пункте 8.8.12, мм;

X_k – координата дефектов вдоль кольцевого сварного шва трубы, измеренная в пункте 8.8.14, мм.

8.8.16 Повторить пункты 8.8.12-8.8.15 для трубы диаметром 530 мм.

8.8.17 Комплекс считается прошедшим операцию проверки с положительным результатом, если диапазон измерений координаты дефектов вдоль сварного шва трубы соответствует диапазону от 1 до 4600 мм и абсолютная погрешность измерений координаты дефектов вдоль сварного шва трубы не превышает ± 2 мм.

8.9 Определение скорости сканирования

8.9.1 Установить комплекс на образец трубы с кольцевым сварным соединением диаметром не менее 530 мм, чтобы передние и задние колеса располагались симметрично относительно середины сварного шва.

8.9.2 Повторить пункты 8.8.5-8.8.6, перед запуском комплекса включив секундомер.

8.9.3 Дождаться, пока комплекс пройдет весь путь и остановится. После остановки комплекса выключить секундомер.

8.9.4 Рассчитать скорость сканирования V в м/мин по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot D_{mp} + 120}{t} \cdot \frac{60}{1000}, \text{ м/мин}, \quad (7)$$




где D_{mp} – диаметр трубы, измеренный в пункте 8.8.12, мм;

t – время движения комплекса вдоль кольцевого шва трубы, измеренное в пунктах 8.9.2-8.9.3, сек.

8.9.5 Повторить действия по 8.9.1 – 8.9.4 два раза.

8.9.6 Комплекс считается прошедшим операцию проверки с положительным результатом, если скорость сканирования составляет не менее 1,7 м/мин.

8.10 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефектов

8.10.1 Открыть вкладку «РА»  в левом верхнем углу окна программы «Ultra-PE1420». В правой верхней части окна выбрать вкладку «Фильтрация»  и включить все параметры (рисунок 20-а). Во вкладке «Зондирующие импульсы»  выключить функцию автоотключения (рисунок 20-б).

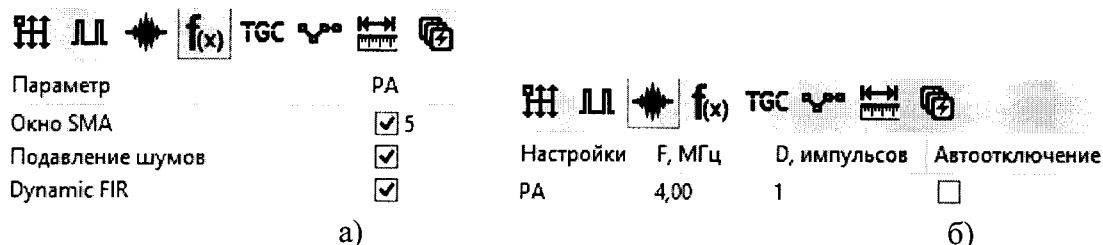



Рисунок 20 – Включение параметров вкладки «Фильтрация» – а); Выключение функции автоотключения – б).

8.10.2 Во вкладке «Режим»  выбрать схему «РА-комб.» в соответствии с рисунком 21.

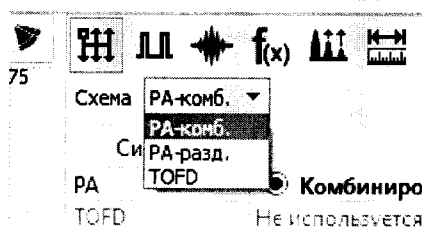


Рисунок 21 – Выбор схемы контроля.



8.10.3 Во вкладке «Синхроимпульсы»  установить значение «Период, мкс» (рисунок 22). Рекомендуемый период синхроимпульсов – 150 мкс.



Рисунок 22 – Установка периода синхроимпульсов.

8.10.4 Открыть вкладку «Измерение дистанций»  и установить значение скоростей звука в контролируемом изделии и в призме преобразователя. Параметр «Скорость ультразвука в призме, м/с» установить в соответствии с паспортом акустической системы. Параметр «Скорость ультразвука, м/с» установить равным $0,55 \cdot c_1$, где c_1 - среднее значение скорости продольной волны в контрольном образце №2 из комплекта контрольных образцов и вспомогательных устройств КОУ-2 (далее - контрольный образец №2), указанное в паспорте на образец (рисунок 23).

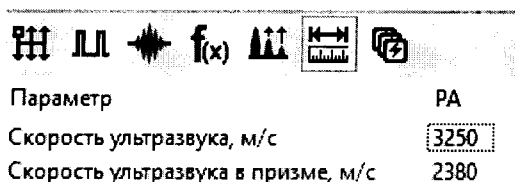



Рисунок 23 – Установка скорости ультразвука.

8.10.5 Выбрать вкладку «Состояние преобразователя»  и ввести значение угла ввода и апертуры для каждого преобразователя с фазированной решеткой (рисунок 24). Угол ввода вводить равным 62°.

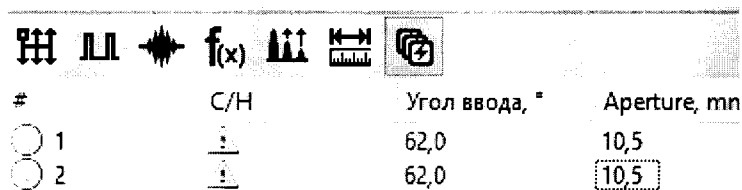


Рисунок 24 – Ввод угла ввода и апертуры.

8.10.6 В левой части вкладки «Каналы» выбрать вкладку «РА-комб» и включить все программные каналы, а также все генераторы и приемники физических каналов в соответствии с рисунком 25.

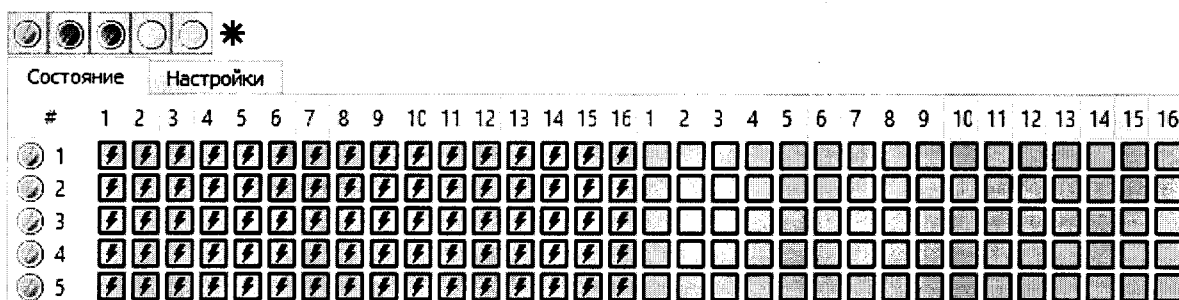



Рисунок 25 – Включение всех каналов.

8.10.7 В правом нижнем углу окна программы во вкладке «Test Object» . Ввести значение параметра «Толщина, мм» равным 59.

8.10.8 В строке меню выбрать пункт «Инструменты», затем пункт «S-скан...» (рисунок 26).



Рисунок 26 – Включение меню секторного сканирования.

8.10.9 В верхней части окна «S-скан» (рисунок 27) выбрать первую акустическую систему (номер системы определяется в зависимости от разъема (Tr1 или Tr2), к которому она подключена).

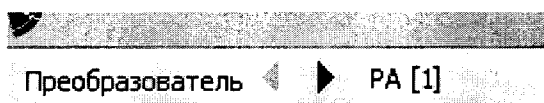


Рисунок 27 – Выбор первой акустической системы.

8.10.10 В правой области окна «S-скан» открыть вкладку «Углы» и ввести значения параметров «Начальный угол» и «Конечный угол» равными 8 и -24 в соответствии с рисунком 28.

Углы	
Параметр	Значение
Угол ввода	62.0
Апертура	10.5
Начальный угол	8
Конечный угол	-24

Рисунок 28 – Ввод начального и конечного угла сканирования.

8.10.11 Установить акустический блок на поверхность контрольного образца №2 таким образом (рисунок 29), чтобы максимум сигнала от двугранного угла, находящегося левее бокового сверления диаметром 6 мм, был на линии «угол 50°».

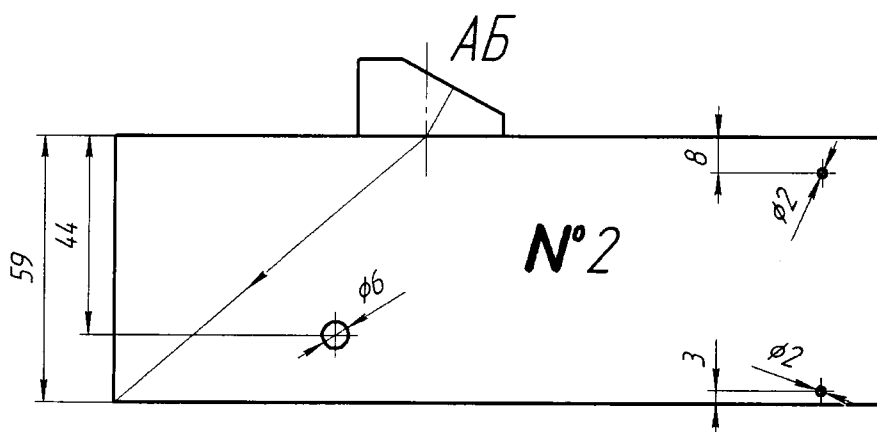


Рисунок 29 – Установка акустического блока на поверхность контрольного образца №2 для получения сигнала от двугранного угла.

8.10.12 В правой области на S-скане открыть вкладку «Отображение шва» и ввести значения параметров «Прозрачность, %»: 0; «Шаг сетки X, мм»: 1,00; «Шаг сетки Y, мм»: 1,00; «Размер 1, мм»: 1,00; «Размер 2, мм»: 1,00; «Модель»: V-образ.; «Число отражений»: 1 (рисунок 30 – б). Параметры «Смещение по X, мм» и «Смещение по Y, мм» установить такими, при которых максимум сигнала от двугранного угла будет находиться на глубине 59 мм по измерительной сетке (рисунок 30 – а).

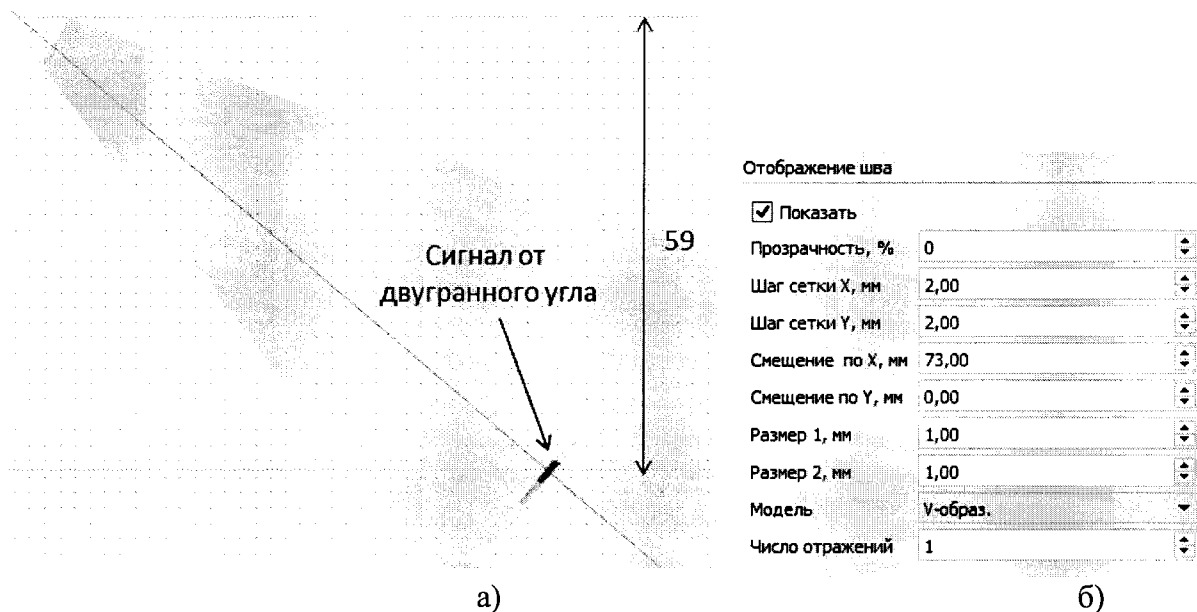


Рисунок 30 – Вкладка «Отображение шва» – а); Сигнал от двугранного угла на S-скане – б).

8.10.13 Переместить акустический блок таким образом (рисунок 31), что бы максимум сигнала от бокового сверления диаметром 6 мм был на линии «угол 50°».

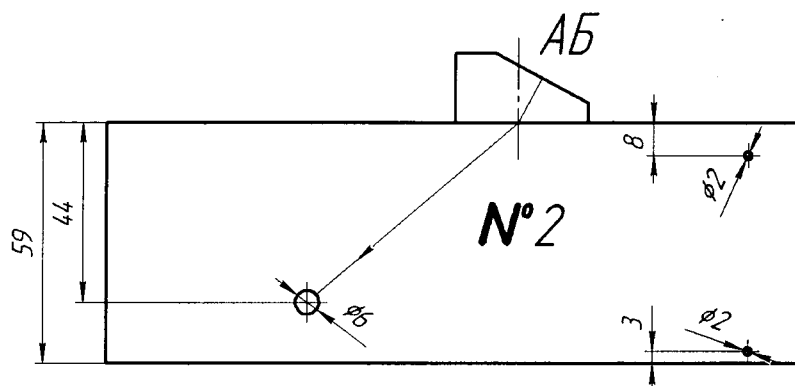


Рисунок 31 – Установка акустического блока на поверхность контрольного образца №2 для получения сигнала от бокового сверления диаметром 6 мм.

8.10.14 Зафиксировать глубину отражателя Y_{d6} по измерительной сетке (рисунок 32), не меняя никаких параметров настройки S-скана.

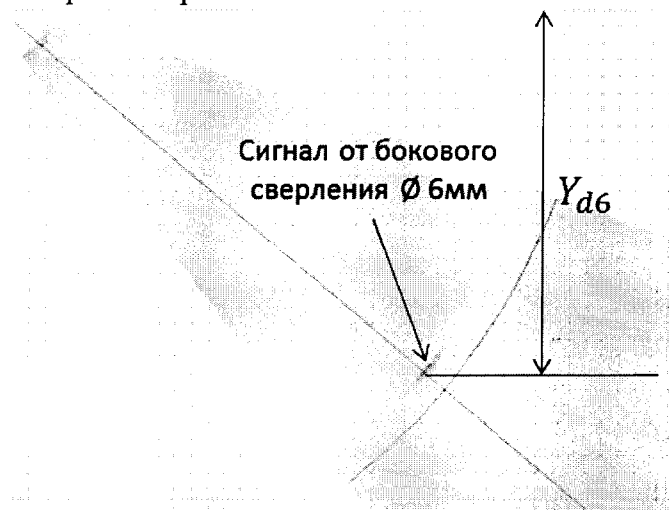


Рисунок 32 – Измерение глубины залегания бокового сверления диаметром 6 мм на экране комплекса.

8.10.15 Вычислить абсолютную погрешность измерений глубины залегания бокового сверления диаметром 6 мм ΔH_{d6} по формуле:

$$\Delta H_{d6} = Y_{d6} - (44 - 3 \cdot \cos \alpha), \text{ мм}, \quad (8)$$

где α – угол максимума сигнала, ...°;

Y_{d6} – глубина, измеренная в пункте 8.10.14, мм.

8.10.16 Переместить акустический блок таким образом (рисунок 33), что бы максимум сигнала от бокового сверления диаметром 2 мм на глубине 8 мм был на линии «угол 50°».

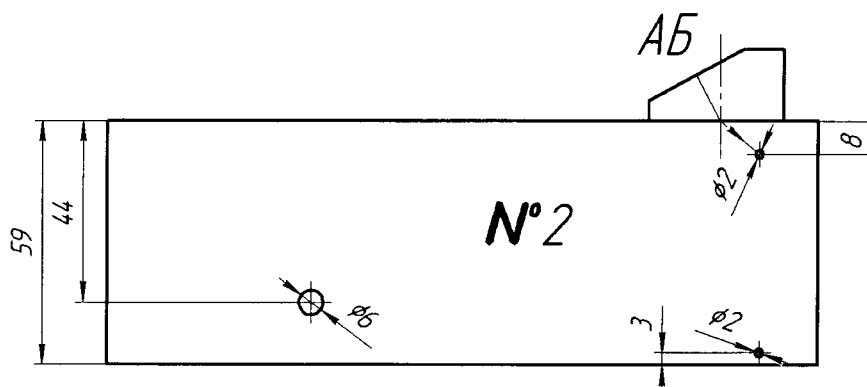


Рисунок 33 – Установка акустического блока на поверхность контрольного образца №2 для получения сигнала от бокового сверления диаметром 2 мм на глубине 8 мм.

8.10.17 Зафиксировать глубину отражателя Y_{d2} по измерительной сетке (рисунок 34) не меняя никаких параметров настройки S-скана.

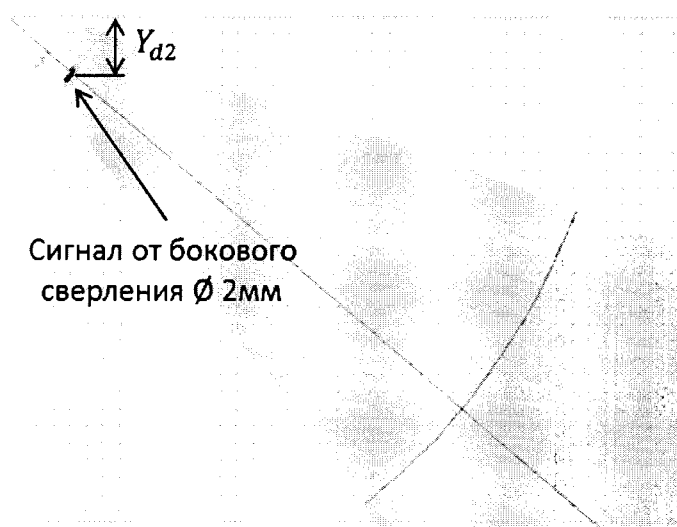


Рисунок 34 – Измерение глубины залегания бокового сверления диаметром 2 мм на экране комплекса.

8.10.18 Вычислить абсолютную погрешность измерений глубины залегания бокового сверления диаметром 2 мм ΔH_{d2} по формуле:

$$\Delta H_{d2} = Y_{d2} - (8 - \cos \alpha), \text{ мм}, \quad (9)$$

где α – угол максимума сигнала, ...°;

Y_{d2} – глубина, измеренная в пункте 8.10.17, мм.

8.10.19 С помощью микроскопа большого инструментального БМИ-1 (далее – микроскопа) провести измерение высоты $H_{СОП}$ стандартного образца предприятия СОП-ПОВ-01 (далее – СОП-ПОВ-01) в шести точках, равномерно распределенных по поверхности СОП-ПОВ-01. Рассчитать среднее арифметическое значение по шести измерениям.

8.10.20 С помощью микроскопа провести измерение диаметра $D_{СОП}$ бокового сверления СОП-ПОВ-01. Измерения проводятся по три раза с каждой стороны СОП-ПОВ-01. Рассчитать среднее арифметическое значение по шести измерениям.

8.10.21 С помощью микроскопа провести измерение расстояния H_D от рабочей поверхности до ближайшего края бокового сверления СОП-ПОВ-01. Измерения проводятся по три раза с каждой стороны СОП-ПОВ-01. Рассчитать среднее арифметическое значение по шести измерениям.

8.10.22 Рассчитать расстояние R_D от центра бокового сверления образца до рабочей поверхности по формуле:

$$R_D = H_D + \frac{D_{СОП}}{2}, \text{ мм}, \quad (10)$$

где H_D – расстояние от рабочей поверхности до ближайшего края бокового сверления СОП-ПОВ-01, мм;

$D_{СОП}$ – диаметр бокового отверстия СОП-ПОВ-01, мм.

8.10.23 Установить акустический блок на поверхность СОП-ПОВ-01 таким образом (рисунок 35), чтобы максимум сигнала от двугранного угла, находящегося на противоположном конце относительно бокового сверления диаметром $D_{СОП}$, мм был на линии «угол 50° ».

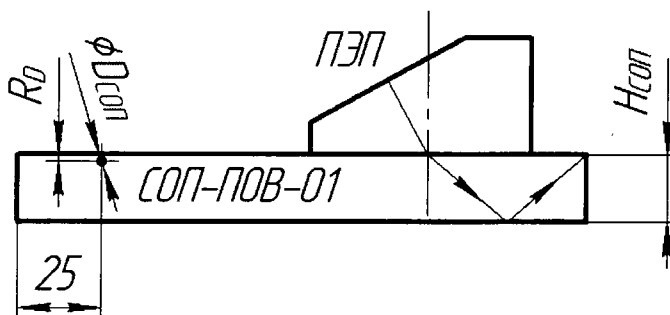


Рисунок 35 – Установка акустического блока на поверхность СОП-ПОВ-01 для получения сигнала от двугранного угла.

8.10.24 В правой области на S-скане открыть вкладку «Отображение шва» и ввести значения параметров «Прозрачность, %»: 0; «Шаг сетки X, мм»: 1,00; «Шаг сетки Y, мм»: 1,00; «Размер 1, мм»: 1,00; «Размер 2, мм»: 1,00; «Модель»: V-образ.; «Число отражений»: 1 (рисунок 36 – б). Параметры «Смещение по X, мм» и «Смещение по Y, мм» установить такими, при которых максимум сигнала от двугранного угла будет находиться на глубине $2 \cdot H_{СОП}$, мм по измерительной сетке (рисунок 36 – а).

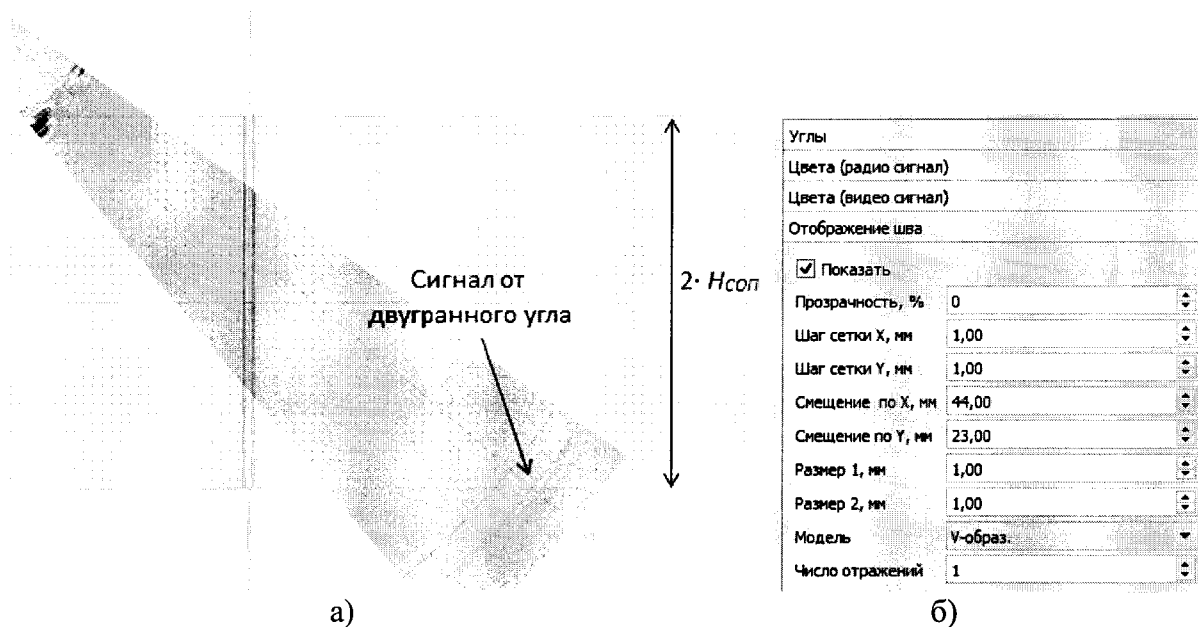


Рисунок 36 – Вкладка «Отображение шва» – а); Сигнал от двугранного угла на S-скане – б).

8.10.25 Установить акустический блок таким образом (рисунок 37), что бы максимум сигнала от бокового сверления диаметром 2 мм был на линии «угол 50°».

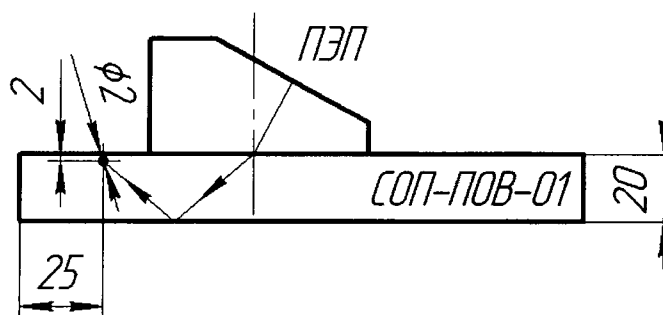


Рисунок 37 – Установка акустического блока на поверхность СОП-ПОВ-01 для получения сигнала от бокового сверления диаметром 2 мм.

8.10.26 Зафиксировать глубину отражателя Y_D по измерительной сетке (рисунок 38) не меняя никаких параметров настройки S-скана.

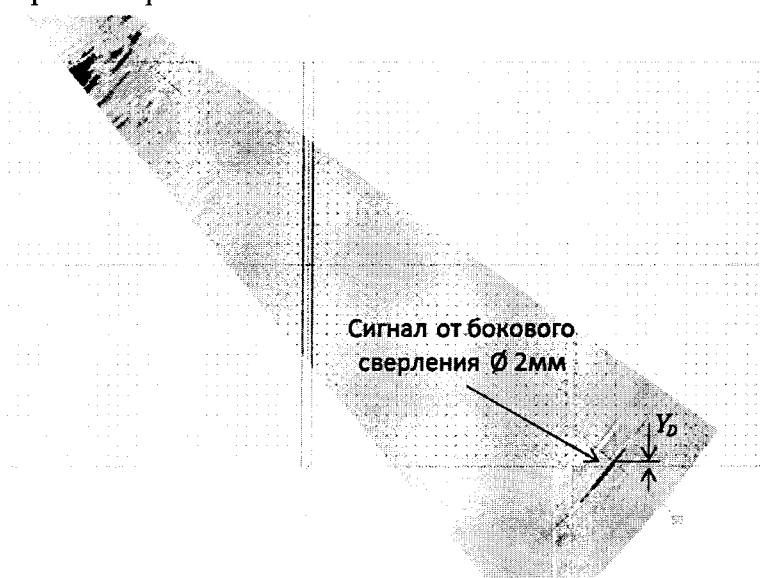


Рисунок 38 – Измерение глубины залегания бокового сверления диаметром 2 мм на экране комплекса.

8.10.27 Вычислить абсолютную погрешность измерений глубины залегания бокового сверления диаметром 2 мм ΔH_D по формуле:

$$\Delta H_D = Y_D - \left(R_D + \frac{D_{\text{соп}}}{2} \cdot \cos \alpha \right), \text{ мм}, \quad (11)$$

где α - угол максимума сигнала, ...°;

Y_D - глубина, измеренная в пункте 8.10.26, мм.

8.10.28 Выполнить измерения, описанные в пунктах 8.10.10-8.10.18, 8.10.23-8.10.27 еще для четырех значений различных углов ввода в диапазоне сектора от 40° до 55°.

8.10.29 Повторить измерения, описанные в пунктах 8.10.10-8.10.18, 8.10.23-8.10.28 для другого акустического блока.

8.10.30 Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если диапазон измерений глубины залегания дефектов соответствует диапазону от 3 до 41 мм и абсолютная погрешность измерений глубины залегания дефектов не превышает ± 3 мм.

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 в соответствии с приказом Минпромторга России от 02.07.2015 №1815.

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
испытаний и сертификации
ФГУП «ВНИИОФИ»

А.В. Иванов

Начальник сектора МОНК
отдела испытаний и сертификации
ФГУП «ВНИИОФИ»

Д.С. Крайнов

Инженер сектора МОНК
отдела испытаний и сертификации
ФГУП «ВНИИОФИ»

А.С. Крайнов

**ПРИЛОЖЕНИЕ А (Форма протокола поверки)
(рекомендуемое)**

**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:

1 Внешний осмотр _____

2 Опробование _____

3 Результаты определения метрологических характеристик:

Метрологические характеристики	Номинальная величина / погрешность	Измеренное значение

Заключение: _____

Средство измерений признать пригодным (или непригодным) для применения

Поверитель: _____
Подпись

/ _____ /
ФИО