

СОГЛАСОВАНО

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



А.Н. Щипунов

2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
Установки ультразвукового контроля железнодорожных колес

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 651-23-016

р.п. Менделеево
2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ | 3 |
| 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ | 4 |
| 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ..... | 4 |
| 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ | 4 |
| 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ | |
| ПОВЕРКИ | 4 |
| 6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ | |
| ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ | 5 |
| 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ | 5 |
| 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ | 6 |
| КОНТРОЛЬ ОБОДА ЭХО-МЕТОДОМ С ПОВЕРХНОСТИ КАТАНИЯ | |
| ПРОДОЛЬНЫМИ ВОЛНАМИ В РАДИАЛЬНОМ НАПРАВЛЕНИИ | 6 |
| 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ | 7 |
| 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И | |
| ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ | |
| ТРЕБОВАНИЯМ | 8 |
| 11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ | 12 |

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок установок ультразвукового контроля железнодорожных колес (далее по тексту – установки), изготовленных акционерным обществом «ВИМАТЕК» (АО «ВИМАТЕК»), 194223, г. Санкт-Петербург, вн.тер.г. муниципальный округ Светлановское, ул. Курчатова, д. 9 стр. 2, помещ. 435.

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

Таблица 1 – Метрологические характеристики

| Наименование характеристики | Значение |
|--|--|
| Диапазон измерений отношения амплитуд сигналов на входе приемника установки в зоне контроля относительно порогового уровня, дБ | от 0 до 18 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений отношения амплитуд сигналов на входе приемника установки в зоне контроля относительно порогового уровня, дБ: – в диапазоне от 0 до 11 дБ включ. – в диапазоне свыше 11 до 18 дБ | ± 1 ± 2 |
| Диапазон измерений глубины залегания дефектов в стальном изделии, мм | от 5 до 187 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефектов в стальном изделии, мм | $\pm (1,5+0,01 \cdot H)$, где H – измеряемая глубина, мм |

1.2 По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к государственным первичным эталонам:

- единицы длины – метра ГЭТ 2-2021;

- единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 178 ГГц ГЭТ 193-2011.

Методика поверки реализуется посредством методов прямых измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении первичной (в том числе после ремонта) и периодической поверок должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции первичной и периодической поверок

| Наименование операций | Номер пункта методики | Проведение операции при | |
|--|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
| | | первичной поверке | периодической поверке |
| 1 Внешний осмотр | 7 | да | да |
| 2 Подготовка к поверке и опробование | 8 | да | да |
| 3 Проверка программного обеспечения (далее – по) средства измерений | 9 | да | да |
| 3 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | 10 | - | - |
| 3.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений отношения амплитуд сигналов на входе приёмника установки в зоне контроля относительно опорного уровня | 10.1 | да | да |
| 3.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефекта в стальном изделии | 10.2 | да | да |

2.2 Поверка установок осуществляется аккредитованными в установленном порядке юридическими лицами и индивидуальные предприниматели.

2.3 Поверка установки прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, приведенных в таблице 1, а установку признают не прошедшей поверку.

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

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверка проводится при рабочих условиях эксплуатации поверяемых установок и используемых средств поверки. Средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с руководствами по их эксплуатации.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки установки допускается инженерно-технический персонал со средним или высшим техническим образованием, имеющий право на проведение поверки (аттестованными в качестве поверителей), изучивший устройство и принцип работы средств поверки по эксплуатационной документации.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Рекомендуемые средства поверки указаны в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|--|---|---|
| п. 8, 10.2 | Средства измерений с диапазоном глубины залегания МД от 5 до 190,5 мм, с пределами допускаемой абсолютной погрешности глубины залегания МД $\pm 0,11$ мм | Меры неразрушающего контроля ВМТ УЗК-КЛ-01 (далее – меры ВМТ УЗК-КЛ-01), рег. № 88782-23 |
| п. 10.1 | Средства измерений с диапазоном частот выходного сигнала от 1 мкГц до 30 МГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности установки частоты выходного сигнала $\pm(1 \cdot 10^{-6} \cdot F + 15 \cdot 10^{-12})$, где F - установленное значение частоты сигнала, Гц. Диапазоном размаха выходного напряжения при нагрузке 50 Ом от 0,001 до 10 В, с пределами допускаемой абсолютной погрешности установки размаха выходного напряжения синусоидальной формы на частоте 1 кГц $\pm(0,01 \cdot U + 0,001)$ В, где U - установленное значение выходного напряжения | Генератор сигналов произвольной формы 33521В, (далее – генератор), рег. № 72915-18 |
| п. 10.1 | Средства измерений с диапазоном частот от 0 до 18 ГГц, диапазоном значений ослаблений от 0 до 11 дБ, с шагом ослабления 1 дБ, с пределами допускаемой погрешности установки ослабления от $\pm 0,3$ до $\pm 0,5$ дБ (для диапазона частот от 0 до 12,4 ГГц); Средства измерений с диапазоном частот от 0 до 18 ГГц, с диапазоном значений ослаблений от 0 до 110 дБ, с шагом ослабления 10 дБ, с пределами допускаемой погрешности установки ослабления от $\pm 0,5$ до $\pm 3,3$ дБ (для диапазона частот от 0 до 12,4 ГГц) | Аттенюатор ступенчатый ручной 8494В (далее – аттенюатор), рег. № 60237-15; Аттенюатор ступенчатый ручной 8496 В, рег. № 81636-21 |

5.2 Средства поверки должны быть поверены или аттестованы в установленном порядке.

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

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

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

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

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие установки

следующим требованиям:

- комплектность установки в соответствии с паспортом;
- отсутствие явных механических повреждений, влияющих на работоспособность установки;
- наличие маркировки установки в соответствии с документацией.

7.2 Результаты поверки по данному разделу считать положительными, если установка соответствует требованиям, приведенным в п. 7.1.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Если установка и средства поверки до начала измерений находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в разделе 3, то их выдерживают при этих условиях не менее часа.

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

8.3 Запустить программное обеспечение (далее – ПО) установки.

8.4 Провести контроль меры ВМТ УЗК-КЛ-01. Установка в автоматизированном режиме осуществит контроль по всем схемам контроля, представленным в таблице 3. По завершению данного процесса на экране отобразятся результаты выявления моделей дефектов меры ВМТ УЗК-КЛ-01, а также будет сформирован протокол с результатами измерений.

Таблица 4 – Реализуемые схемы УЗК

| Обозначение схемы контроля | Описание |
|----------------------------|---|
| D1 | контроль обода эхо-методом с поверхности катания продольными волнами в радиальном направлении |
| D2a | контроль обода эхо-методом с внутренней боковой поверхности (с боковой поверхности обода с внутренней стороны колеса) продольными волнами в осевом направлении |
| F | контроль гребня эхо-методом с внутренней боковой поверхности (с боковой поверхности обода с внутренней стороны колеса) поперечными волнами в радиальном направлении |
| Wa | контроль диска эхо-методом с внутренней боковой поверхности (с поверхности диска с внутренней стороны колеса) продольными волнами в направлении, перпендикулярном поверхности ввода ультразвука |
| Wc | контроль диска эхо-методом с внешней боковой поверхности (с поверхности диска с внешней стороны колеса) продольными волнами в направлении, перпендикулярном поверхности ввода ультразвука |
| Ha | контроль ступицы эхо-методом с торцевой поверхности с внутренней стороны колеса продольными волнами в осевом направлении |
| Hc | контроль ступицы эхо-методом с торцевой поверхности с внешней стороны колеса продольными волнами в осевом направлении |

8.5 Результаты поверки по данному разделу считать положительными, если были выявлены все модели дефектов меры ВМТ УЗК-КЛ-01 в соответствии с рисунком 1 по следующим схемам контроля:

- схема контроля D1 - модели дефектов: U1, U2, U3, U4, U5, U12, U13, U14, U15, U16, U18;
- схема контроля D2a - модели дефектов: U6, U7, U8, U9, U10, U11, U17;
- схема контроля F - модель дефекта R4;
- схема контроля Wa - модели дефектов: S1, S2, S3, S4, S5, S6;
- схема контроля Wc - модели дефектов: S7, S8, S9, S10, S11, S12;
- схема контроля Ha - модели дефектов: N1, N2, N3, N4, N5, N6;
- схема контроля Hc - модели дефектов: N7, N8, N9, N10, N11, N12, N13.

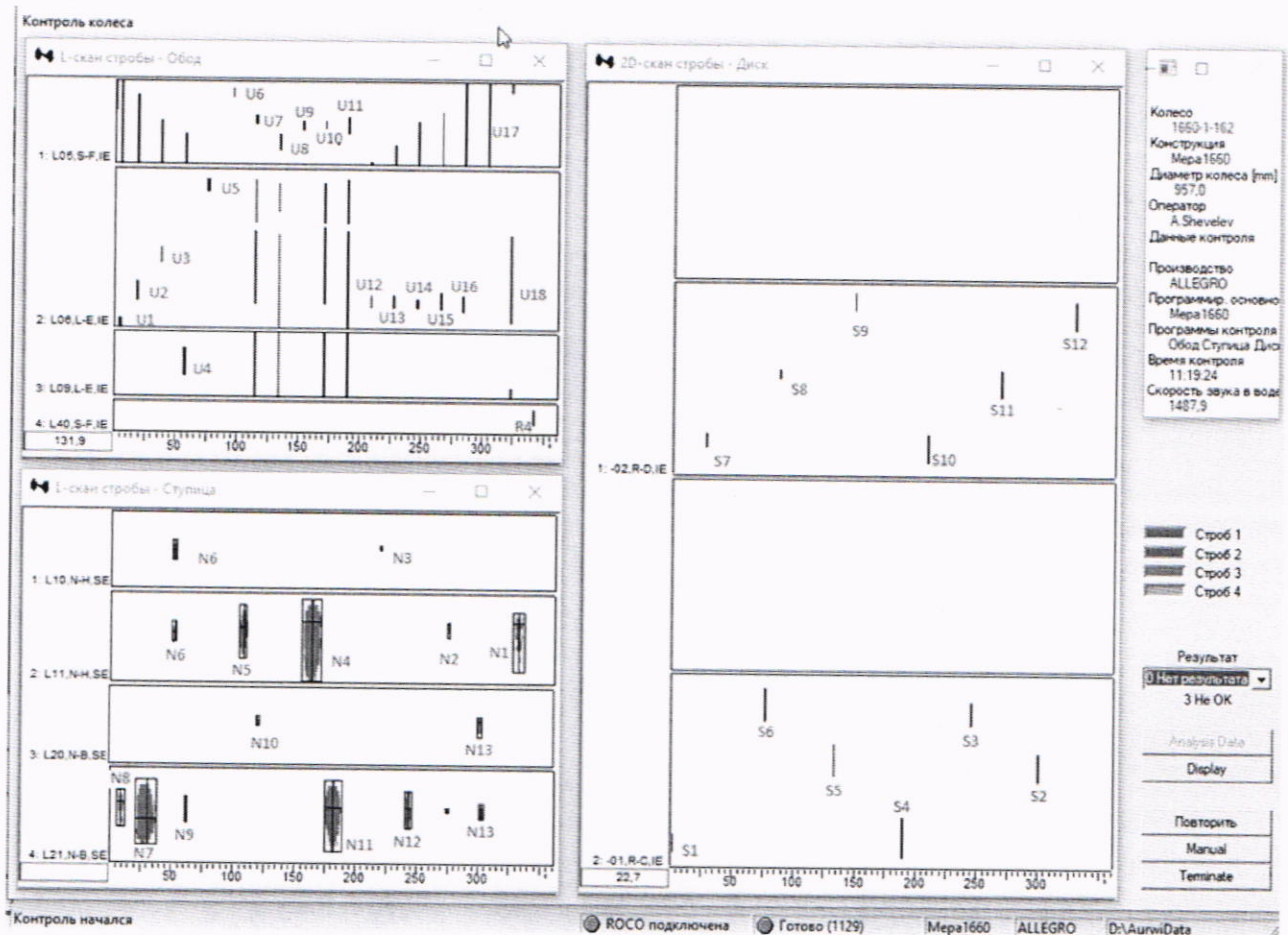


Рисунок 1 – Результат контроля меры ВМТ УЗК-КЛ-01 с обозначением всех моделей дефектов

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 В верхней части окна ПО «AURAWIS» зайти в меню «Помощь», далее выбрать «О программе».

9.2 В появившемся окне прочитать идентификационное наименование и номер версии ПО.

9.3 В верхнем левом углу ПО «ROCO» прочитать идентификационное наименование и номер версии ПО.

9.4 Проверить идентификационные данные ПО на соответствие значениям, приведенным в таблице 5.

Таблица 5 – Идентификационные данные ПО

| Идентификационные данные (признаки) | Значение | |
|---|-----------------------------------|----------------|
| | Идентификационное наименование ПО | AURAWIS |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | не ниже v.2.1.0.1 | не ниже 1.1.67 |
| Цифровой идентификатор ПО | - | - |

9.5 Результаты поверки по данному разделу считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 5.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений отношения амплитуд сигналов на входе приёмника установки в зоне контроля относительно опорного уровня

10.1.1 В окне ПО AURAWIS зайти в меню «Настройки», далее «Контроль скор. звука в воде» (рисунок 2). Правой кнопкой мыши в окне «Настройка ультразвука и калибровка» вызвать меню «Настройка предварительной проверки» (рисунок 3), далее нажать кнопку «Настроить». В появившемся окне «Программирование элемента цикла -001» установить параметры в соответствии с рисунком 4. Затем правой кнопкой мыши в окне «Настройка ультразвука и калибровка» вызвать меню «Свойства А-скана» и установить параметры, приведенные на рисунке 5.

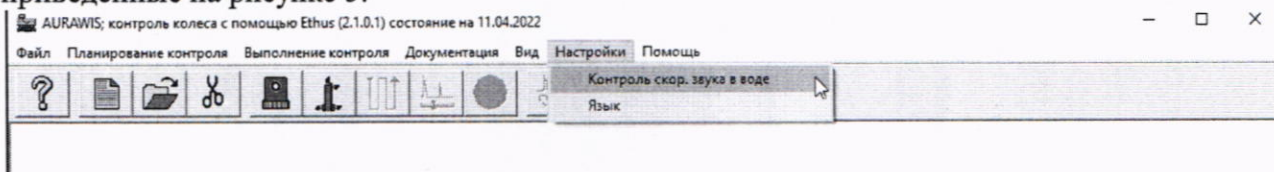


Рисунок 2 – Меню «Настройки» ПО AURAWIS

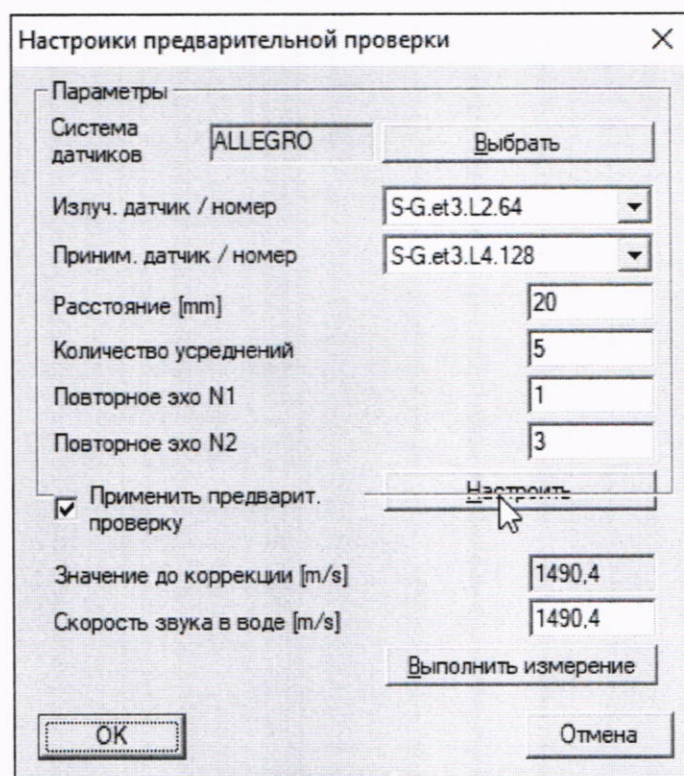


Рисунок 3 – Меню «Настройка предварительной проверки»

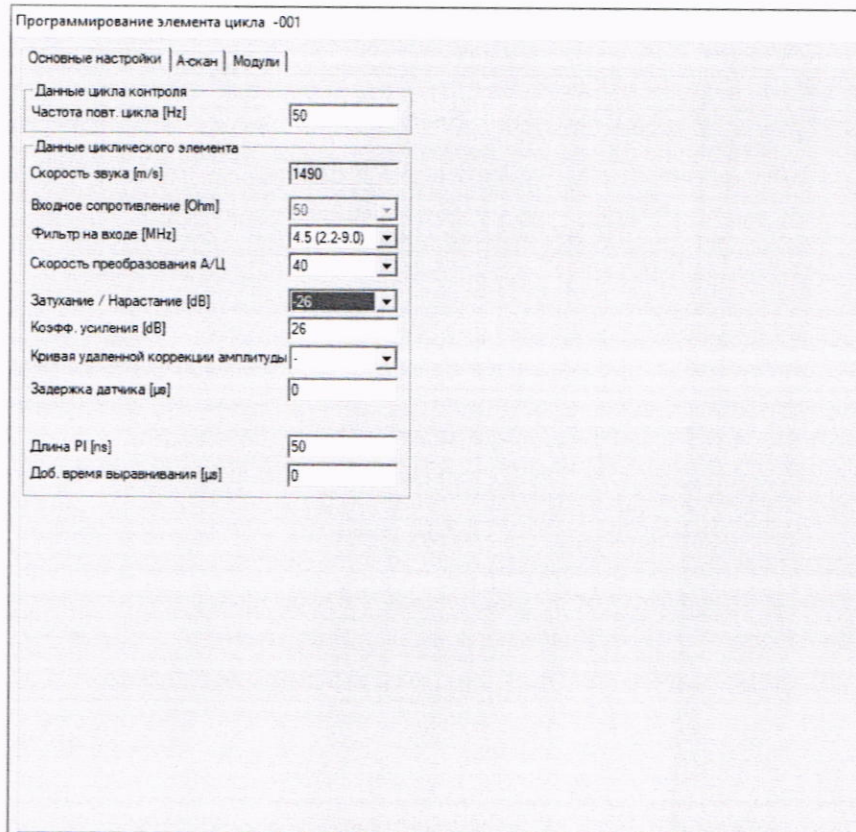


Рисунок 4 – Требуемые параметры настройки окна «Программирование элемента цикла-001»

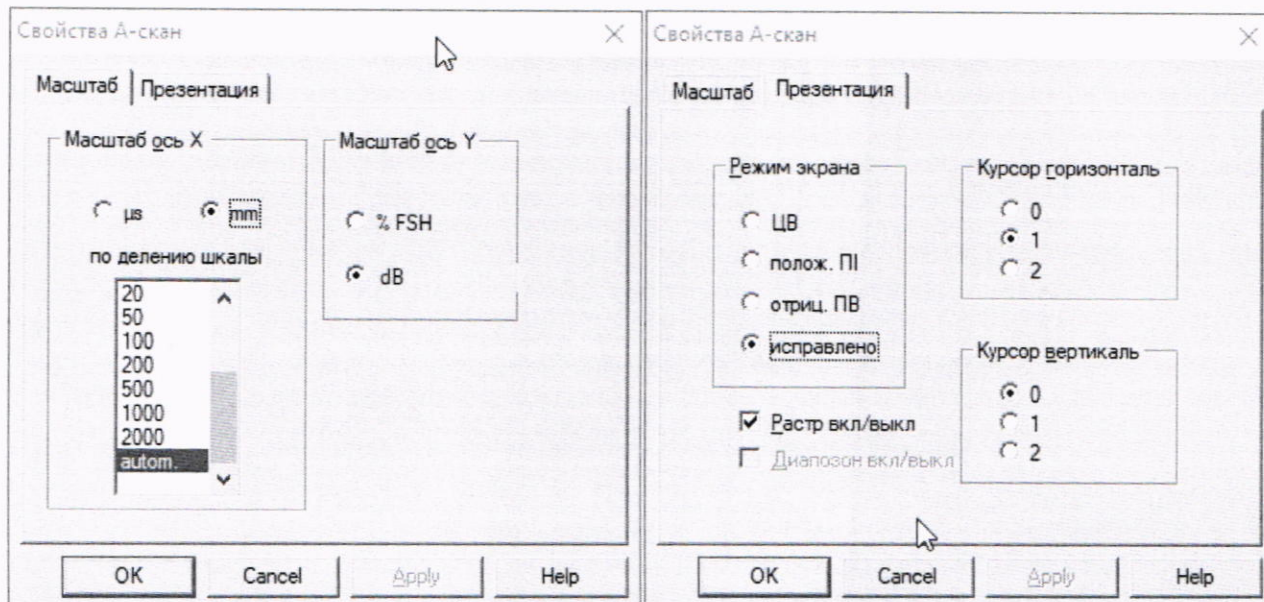


Рисунок 5 – Требуемые параметры настройки меню «Свойства А-скана»

10.1.2 Собрать схему, приведенную на рисунке 6. Для подключения генератора использовать разъем (TNC-штекер), представленный на рисунке 7.



Рисунок 6 – Схема подключения при определении диапазона и абсолютной погрешности измерений отношения амплитуд сигналов на входе приёмника установки

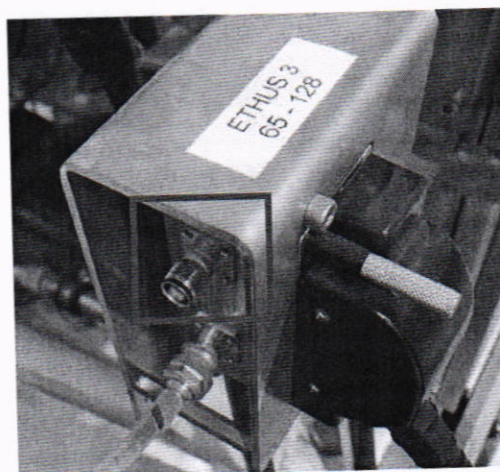


Рисунок 7 – Разъем для подключения генератора (TNC-штекер)

10.1.3 Установить настройки генератора: режим генерации гармонических колебаний, частота 4,5 МГц, амплитуда 600 мВ.

10.1.4 Плавно меняя настройку амплитуды сигнала на генераторе, установить такое значение амплитуды, отображаемое на экране установки, чтобы оно составляло 100 % вертикальной шкалы отображаемого А-скана.

10.1.5 Установить ослабление на аттенюаторе 0 дБ и измерить амплитуду, D_0 , мм, сигнала при помощи горизонтального курсора (рисунок 8).

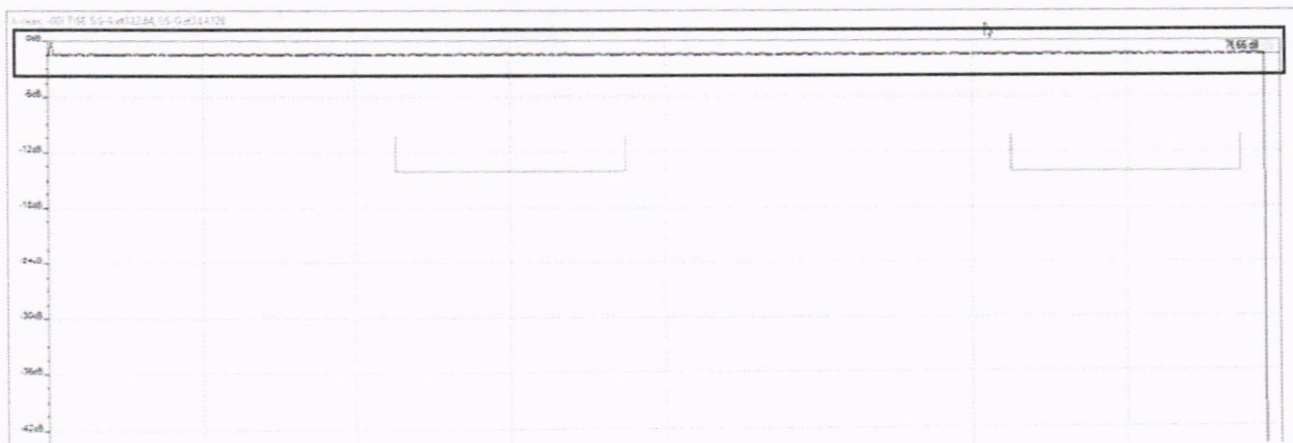


Рисунок 8 – Положение горизонтального курсора на А-скане

10.1.6 Повторить процедуру п. 10.1.5 для значений 2, 4, 11, 12, 16 и 18 дБ, D_i , мм.

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

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

где D_0 – значение, зафиксированное при ослаблении 0 дБ в пункте 10.1.5, дБ;

D_i – значение ослабления, установленное на аттенуаторе, дБ;

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

i – номер текущего измерения.

10.1.8 Результаты поверки по данному разделу считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений отношения амплитуд сигналов на входе приёмника установки в зоне контроля относительно порогового уровня в диапазоне от 0 до 11 дБ находятся в пределах ± 1 дБ, а в диапазоне свыше 11 до 18 дБ находится в пределах ± 2 дБ.

10.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефекта в стальном изделии

10.2.1 Взять из протокола с результатами измерений, полученного в разделе 8, значения глубин залеганий следующих моделей дефектов меры ВМТ УЗК-КЛ-01: S3, S6, S9, S12, N1, N4, N8, N11, U6, U7, U8.

10.2.2 Вычислить абсолютную погрешность измерений глубины залегания каждой модели дефекта по формуле (2):

$$\Delta X = X_{ui} - X_0, \quad (2)$$

где ΔX – абсолютная погрешность измерений глубины залегания дефекта, мм;

X_{ui} – измеренная установкой глубина залегания модели дефекта меры ВМТ УЗК-КЛ-01, мм;

X_0 – действительное значение глубины залегания модели дефекта меры ВМТ УЗК-КЛ-01, указанное в протоколе поверки меры ВМТ УЗК-КЛ-01, мм;

i – номер текущего измерения.

10.2.3 Результаты поверки по данному разделу считать положительными, если диапазон измерений глубины залегания дефекта в стальном изделии составляет от 5 до 187 мм и значения абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефекта в стальном изделии находятся в пределах, вычисленных из выражения $\pm(1,5 + 0,01 \cdot H)$, где H – измеренное значение глубины залегания дефекта, мм.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Установка признается годной, если в ходе поверки все результаты процедур поверки положительные.

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

11.3 При положительных результатах поверки по заявлению владельца установки или лица, предъявившего её на поверку, выдается свидетельство о поверке.

11.4 Установка, имеющая отрицательные результаты поверки в обращение не допускается и на неё выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования.

И.о. начальника НИО-10 ФГУП «ВНИИФТРИ»



М.С. Шкуркин

Начальник 103 отдела ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.В. Стрельцов

Инженер 1 категории 103 отдела ФГУП «ВНИИФТРИ»



П.С. Мальцев