

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
ФГБУ «ВНИИОФИ»



Е.А. Гаврилова

«16» 01 2024 г.

**«ГСИ. Дефектоскопы ультразвуковые УДС2-РДМ-24.
Методика поверки»**

МП 005.Д4-24

Главный метролог
ФГБУ «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода

«16» 01 2024 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на дефектоскопы ультразвуковых УДС2-РДМ-24 (далее по тексту - дефектоскопы) и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 Дефектоскопы предназначены для измерений координат дефектов в рельсах железнодорожных путей с шириной колеи от 990 до 1550 мм, в сварных стыках, стрелочных переводах, отдельных сечениях и участках рельсов при выборочном ручном контроле, а также выявления расположенных по всей длине и сечению рельса, за исключением перьев подошвы, при сплошном контроле блоками ультразвуковых преобразователей со скоростью движения до 6 км/ч.

1.3 По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к:

- ГЭТ 2-2021 в соответствии с локальной поверочной схемой, приведенной в приложении А;

- ГЭТ 189-2014 в соответствии с государственной поверочной схемой, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарта) от 29.12.2018 г. № 2842;

- ГЭТ 193-2011 в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3383.

1.4 Поверка дефектоскопов выполняется методом прямых измерений.

1.5 Метрологические характеристики дефектоскопов указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Запас чувствительности: - с ПЭП П121-2,5-42, П121-2,5-50, П121-2,5-55, ПЭП П121-2,5-65, П121-2,5-70, П112-2,5 и всех каналов акустических блоков, дБ, не менее	25
Диапазон установки условной чувствительности* по каналам, работающим зеркально-теневым методом с ПЭП П112-2,5 и резонатором РП РС-2, дБ	от 4 до 20 с дискретностью 1
Диапазон измерений толщины изделия и глубины залегания дефектов при работе с прямыми ПЭП для каналов ручного контроля, мм	от 6 до 200
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений толщины изделия и глубины залегания дефектов при работе с прямыми ПЭП для каналов ручного контроля, мм	$\pm(1+0,02 \cdot H)^{**}$
Диапазон измерений координат дефектов при работе с наклонными ПЭП для каналов ручного контроля, мм	от 3 до 200
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений координат дефектов при работе с наклонными ПЭП для каналов ручного контроля, мм: - глубины залегания; - расстояние от точки ввода до проекции дефекта на поверхность.	$\pm(1+0,02 \cdot H)^{**}$ $\pm(1+0,02 \cdot L)^{***}$
Диапазон измерений амплитуды эхо-сигнала, дБ	от 0 до 70
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений амплитуды эхо-сигнала, дБ	$\pm(1+0,03 \cdot N)^{****}$
* для донного сигнала, полученного в мере №3Р при времени распространения УЗК 60 мкс от поверхности меры; ** где H - измеренное значение толщины изделия (глубины залегания дефекта), мм; *** где L - измеренное значение расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность, мм; **** где N - измеренное значение амплитуды эхо-сигнала, дБ.	

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции первичной и периодической поверок

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	да	да	10
Определение запаса чувствительности	да	да	10.1
Определение диапазона и дискретности установки условной чувствительности по каналам, работающим зеркально-теневым методом (ЗТМ) с ПЭП П112-2,5 и резонатором РП РС-2	да	да	10.2
Определение диапазона, абсолютной погрешности измерений толщины изделия и глубины залегания дефектов при работе с прямыми ПЭП для каналов ручного контроля	да	да	10.3
Определение диапазона, абсолютной погрешности измерений координат дефектов при работе с наклонными ПЭП для каналов ручного контроля	да	да	10.4
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений амплитуды эхо-сигнала	да	да	10.5
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	11

2.2 Поверка дефектоскопа прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, а дефектоскоп признают не прошедшим поверку.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C (20 ± 5) ;
- относительная влажность воздуха, %, не более 70;
- атмосферное давление, кПа (100 ± 4) .

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица:

- изучившие настоящую методику поверки и руководство по эксплуатации (далее - РЭ) дефектоскопа;
- прошедшие обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений.

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

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.2 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 до 25 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с погрешностью не более 3 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 96 до 104 кПа с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа	Измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп», рег. № 32014-06;
п. 10.1 Определение запаса чувствительности	Эталоны единицы скорости распространения ультразвуковых волн, не ниже уровня Рабочего эталона 3-го разряда, по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2842 от 29.12.2018, в диапазоне измерений скорости (5900 ± 133) м/с с абсолютной погрешностью воспроизведения скорости продольной ультразвуковой волны в мере ± 30 м/с и/или Средства измерений длины по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2840 от 29.12.2018, применяемые в качестве эталона (с указанием наименований эталонов согласно локальной поверочной схеме и обозначения документа, ее содержащей).	Комплект мер ультразвуковых ККО-3, мера № 3Р (далее – мера № 3Р), рег. № 63388-16. или Комплект контрольных образцов и вспомогательных устройств КОУ-2, мера «№2», рег. № 6612-99.
п. 10.2 Определение диапазона и дискретности установки условной чувствительности по каналам, работающим зеркально-теневым методом (ЗТМ) с ПЭП П112-2,5 и резонатором РП РС-2		
п. 10.3 Определение диапазона, абсолютной погрешности измерений толщины изделия и глубины залегания дефектов при работе с прямыми ПЭП для каналов ручного контроля		
п. 10.4 Определение диапазона, абсолютной погрешности измерений координат дефектов при работе с наклонными ПЭП для каналов ручного контроля	Эталоны единицы скорости распространения ультразвуковых волн, не ниже уровня Рабочего эталона 3-го разряда, по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2842 от 29.12.2018, в диапазоне измерений скорости (5900 ± 133) м/с с абсолютной погрешностью	Комплект мер ультразвуковых ККО-3, мера № 3Р (далее – мера № 3Р), рег. № 63388-16. Комплект мер ультразвуковых ККО-3, мера № 3 (далее – мера № 3), рег. № 63388-16.

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	воспроизведения скорости продольной ультразвуковой волны в мере ± 30 м/с и/или Средства измерений длины по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2840 от 29.12.2018, применяемые в качестве эталона (с указанием наименований эталонов согласно локальной поверочной схеме и обозначения документа, ее содержащей).	
п. 10.5 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений амплитуды эхо-сигнала	Эталоны единицы времени и частоты и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 5 разряда согласно государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2360 от 26.09.2022 в диапазоне измерений частот генерируемых сигналов синусоидальной формы от 1 до 5 МГц Эталоны единицы ослабления напряжения постоянного тока и электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда согласно государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3383 от 30.12.2019 в диапазоне измерений ослабления напряжения постоянного тока от 0 до 70 дБ	Генератор сигналов сложной формы AFG3022 (далее – генератор). рег. № 32620-06 Магазин затуханий МЗ-50-3 (далее – магазин затуханий). рег. № 6705-78
Вспомогательное оборудование		
п. 10.5	1 Нагрузка 50 Ом 2 Тройник 50 Ом 3 Делитель 1:10	

5.2 Средства поверки должны быть аттестованы (поверены) в установленном порядке.

5.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого дефектоскопа с требуемой точностью.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

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

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 дефектоскопа следующим требованиям:

- комплектность дефектоскопа должна соответствовать его паспорту и описанию типа;
- должны отсутствовать явные механические повреждения дефектоскопа и его составных частей, влияющие на работоспособность дефектоскопа;
- наличие маркировки дефектоскопа с указанием типа и серийного номера.


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

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений



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




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

8.3 Подготовить дефектоскоп и средства поверки к работе в соответствии с их руководством по эксплуатации (далее – РЭ).

8.4 Подключить электронный блок дефектоскопа к источнику питания, подключить к разъемам на электронном блоке соединительные кабели дефектоскопа для работы с акустическими блоками (АБ) и с наклонными ручными пьезоэлектрическими преобразователями (ПЭП), подключить разъем телефона головного к соответствующему разъему электронного блока. Блокировочный тумблер на задней стенке электронного блока установить в верхнее положение. Включить электронный блок, нажав на клавишу  на передней панели.


8.5 Проверить возможность вывода на экран дефектоскопа всех предусмотренных экранных форм представления информации, а также их соответствие указанным в руководстве по эксплуатации дефектоскопа.

8.6 Установить экранную форму многоканального режима. Проверить возможность активации любого канала левой и правой стороны с помощью цифровых клавиш. Убедиться в появлении и исчезновении информационной надписи «Стык» выводимой на экран дефектоскопа при кратковременном нажатии клавиши , а также появлении меню выбора типа рельса при длительном нажатии клавиши .


8.7 Установить экранную форму одноканального режима работы с преобразователем АБ и разверткой типа А кратковременным нажатием клавиши . Проверить возможность изменения выводимого на экран значения усиления (или условной чувствительности) канала контроля при вращении ручки энкодера, установленного на левой стороне корпуса электронного блока, а также возможность изменения временного положения маркера при вращении ручки энкодера, установленного на правой стороне корпуса электронного блока, и возможность установки маркера в любом месте временной развертки (если на экране выводится панель меню, скрыть его с экрана, нажав на клавишу ). При отсутствии сигнала в зоне маркера на экране индикатора должно индицироваться временное положение маркера в мкс или мм. При нажатии на клавиши 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,  на экране должна изменяться информация о номере канала, выводимого на экран, и стороне его расположения.

8.8 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если выполняются без ошибок все операции по пунктам 8.5 - 8.7.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Подключить электронный блок дефектоскопа к его блоку питания. Блокировочный тумблер на задней стенке электронного блока установить в верхнее положение. Включить электронный блок, нажав на клавишу  на передней панели.

9.2 Удерживать клавишу  до появления экранной формы «Настройки».

9.3 В появившемся меню с помощью нажатия клавиши  выбрать вкладку Тесты (Рисунок 1).

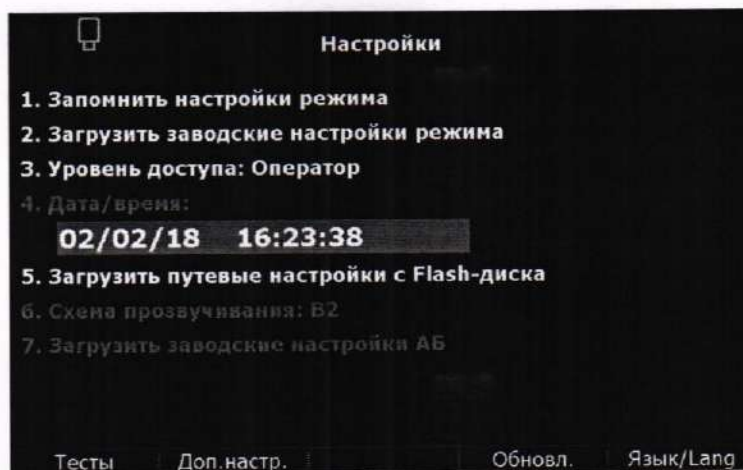


Рисунок 1

9.4 Используя правый энкодер, выбрать тест «Версии программного обеспечения» (Рисунок 2).

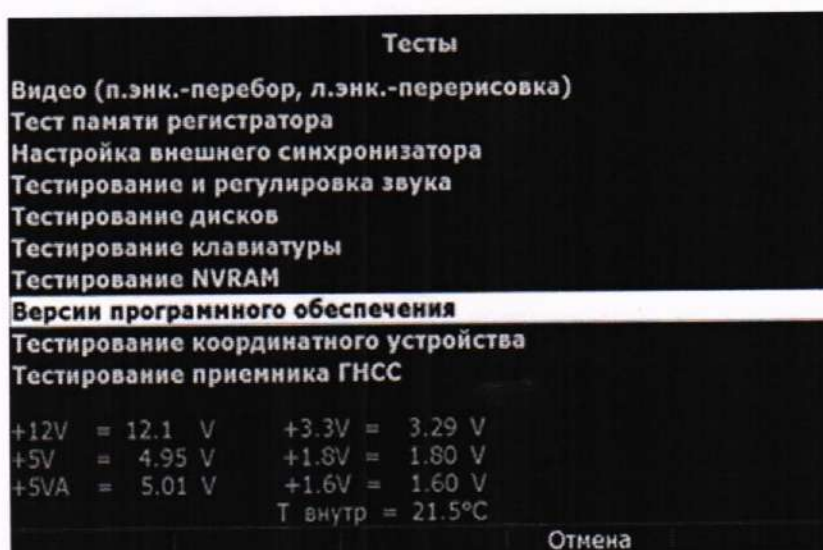


Рисунок 2

9.5 В информационном окне считать идентификационные данные ПО (Рисунок 3).

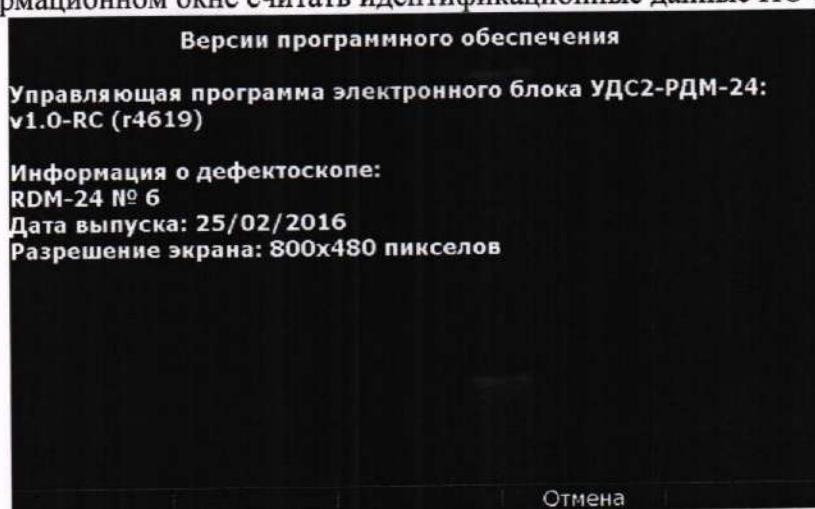


Рисунок 3

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


Таблица 4 – Идентификационные данные ПО




Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Управляющая программа электронного блока УДС2-РДМ-24
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.0 и выше
Цифровой идентификатор ПО	-

9.7 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если идентификационные данные ПО дефектоскопа соответствуют значениям, приведенным в таблице 4.


10 Определение метрологических характеристик средства измерений


10.1 Определение запаса чувствительности

10.1.1 Подключить к разъемам «Л1», «Л2», «П1», «П2», «РС-Г», «РС-П» и «Н» электронного блока акустические блоки и ручные ПЭП при помощи соответствующих их маркировке соединительных кабелей. Подключить разъем телефона к соответствующему разъему электронного блока. Подключить электронный блок к источнику питания постоянного тока дефектоскопа с выходным напряжением 12 В. Блокировочный тумблер на задней стенке электронного блока установить в верхнее положение. Включить электронный блок, нажав на клавишу  на передней панели.

10.1.2 Кратковременным нажатием клавиши  переключить дефектоскоп в одноканальный режим работы. Нажатием клавиши  и  вывести на экран электронного блока канал 1 левой стороны дефектоскопа. Установить подключенный акустический блок АБ1, на предварительно смоченную контактной жидкостью, поверхность меры №3Р из комплекта мер ультразвуковых ККО-3 (далее – мера №3Р) для выявления преобразователем РС с углом ввода 0° опорного отражателя – отверстия диаметром 6 мм на глубине 44 мм. Зафиксировать акустический блок на образце в положении, при котором амплитуда эхо-сигнала от выявленного отражателя максимальна. При необходимости вписать амплитуду эхо-сигнала в динамический диапазон экрана дефектоскопа, установив необходимое для этого усиление приемника вращением ручки энкодера на левой стороне электронного блока.

10.1.3 Совместить маркер с эхо-сигналом. Регулируя усиление в канале, установить амплитуду эхо-сигнала на пороговый уровень и зафиксировать индицируемое на экране дефектоскопа значение усиления в канале. Значение усиления, фиксируемое на пороге при прекращении срабатывания звуковой индикации, является значением опорного уровня чувствительности канала K_n .

10.1.4 Нажатием клавиши , переключить дефектоскоп в одноканальный режим работы с каналом 2 левой стороны дефектоскопа. Установить акустический блок АБ1, на смоченную контактной жидкостью, поверхность меры №3Р (или «№2» из комплекта КОУ-2) для выявления преобразователями с углом ввода 70° опорного отражателя – отверстия диаметром 6 мм на глубине 15 мм. Зафиксировать акустический блок на образце в положении, при котором амплитуда эхо-сигнала от выявленного отражателя максимальна. При необходимости вписать амплитуду эхо-сигнала в динамический диапазон экрана дефектоскопа, установив необходимое для этого усиление приемника вращением ручки энкодера на левой стороне электронного блока. Далее выполнить пункт 10.1.3.

10.1.5 Нажатием клавиши , переключить дефектоскоп в одноканальный режим работы с каналом 3 левой стороны дефектоскопа. Установить акустический блок АБ1, на смоченную контактной жидкостью, поверхность меры №3Р для выявления опорного отражателя - отверстия диаметром 6 мм на глубине 44 мм преобразователем с углом ввода 55° (схема прозвучивания В2), или преобразователем с углом ввода 65° (схема прозвучивания А2). Зафиксировать акустический блок на образце в положении, при котором амплитуда эхо-сигнала от выявленного отражателя максимальна. При необходимости вписать амплитуду эхо-сигнала в динамический диапазон экрана дефектоскопа, установив необходимое для этого усиление приемника вращением ручки энкодера на левой стороне электронного блока. Далее выполнить пункт 10.1.3.

10.1.6 Нажатием клавиши **8**, переключить дефектоскоп в одноканальный режим работы с каналом 8 левой стороны дефектоскопа. Установить акустический блок АБ1, на смоченную контактной жидкостью, поверхность меры №3Р для выявления опорного отражателя - отверстия диаметром 6 мм на глубине 44 мм преобразователем с углом ввода 55° (схема прозвучивания В2), или преобразователем с углом ввода 65° (схема прозвучивания А2). Зафиксировать акустический блок на образце в положении, при котором амплитуда эхо-сигнала от выявленного отражателя максимальна. При необходимости вписать амплитуду эхо-сигнала в динамический диапазон экрана дефектоскопа, установив необходимое для этого усиление приемника вращением ручки энкодера на левой стороне электронного блока. Далее выполнить пункт 10.1.3.

10.1.7 Двукратным нажатием клавиши **3**, переключить дефектоскоп в одноканальный режим работы с каналом 13 левой стороны дефектоскопа. Установить акустический блок АБ1, на смоченную контактной жидкостью, боковую поверхность меры №3Р для выявления опорного отражателя:

- преобразователями с углами ввода 55° и 70° (схема прозвучивания В2, приведенная в приложении Б) - углового отражателя образованного гранями образца (Рисунок 4);
- преобразователями с углами ввода 65° и 65° (схема прозвучивания А2, приведенная в приложении Б) - углового отражателя, образованного отверстием диаметром 6 мм и стенкой образца (Рисунок 5).

Зафиксировать акустический блок на образце в положении, при котором амплитуда эхо-сигнала от выявленного отражателя максимальна. При необходимости вписать амплитуду эхо-сигнала в динамический диапазон экрана дефектоскопа, установив необходимое для этого усиление приемника вращением ручки энкодера на левой стороне электронного блока. Далее выполнить пункт 10.1.3.

10.1.8 Двукратным нажатием клавиши **8**, переключить дефектоскоп в одноканальный режим работы с каналом 18 левой стороны дефектоскопа. Установить акустический блок АБ1, на смоченную контактной жидкостью, боковую поверхность меры №3Р для выявления опорного отражателя:

- преобразователями с углами ввода 55° и 70° (схема прозвучивания В2, приведенная в приложении Б) - углового отражателя образованного гранями образца (Рисунок 6);
- преобразователями с углами ввода 65° и 65° (схема прозвучивания А2, приведенная в приложении Б) - углового отражателя, образованного отверстием диаметром 6 мм и стенкой образца (Рисунок 7).

Зафиксировать акустический блок на образце в положении, при котором амплитуда эхо-сигнала от выявленного отражателя максимальна. При необходимости вписать амплитуду эхо-сигнала в динамический диапазон экрана дефектоскопа, установив необходимое для этого усиление приемника вращением ручки энкодера на левой стороне электронного блока. Далее выполнить пункт 10.1.3.

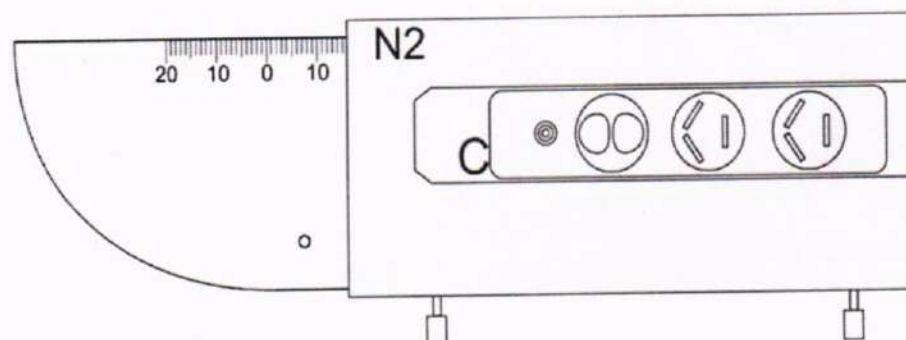


Рисунок 4 - Положение АБ1 схемы прозвучивания В2 на мере №3Р для каналов 13Л и 18П

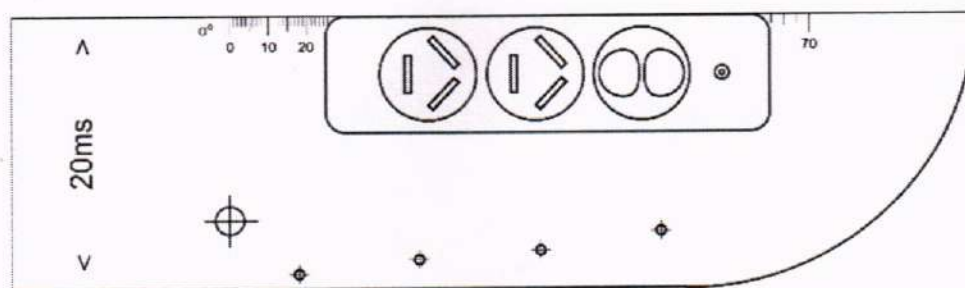


Рисунок 5 - Положение АБ1 схемы прозвучивания А2 на мере №3Р для каналов 13Л и 18Л

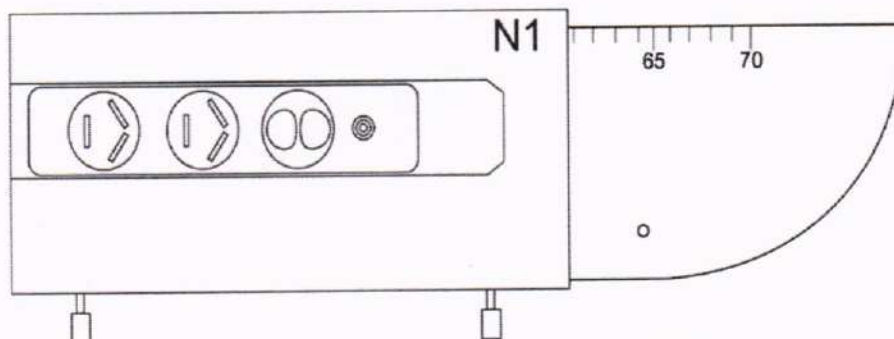


Рисунок 6 - Положение АБ1 схемы прозвучивания В2 на мере №3Р для каналов 13П и 18Л

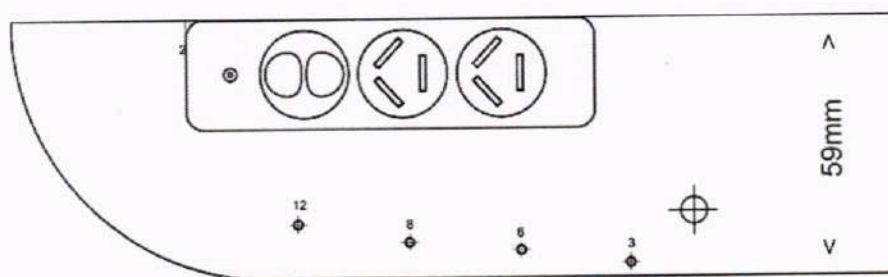


Рисунок 7 - Положение АБ1 схемы прозвучивания А2 на мере №3Р для каналов 13П и 18Л

10.1.9 Нажатием клавиши **4**, переключить дефектоскоп в одноканальный режим работы с каналом 4 левой стороны дефектоскопа. Установить акустический блок АБ2, на смоченную контактной жидкостью, поверхность меры №3Р для выявления преобразователем с углом ввода 42° опорного отражателя – отверстия диаметром 6 мм на глубине 44 мм. Зафиксировать акустический блок на образце в положении, при котором амплитуда эхо-сигнала от выявленного отражателя максимальна. При необходимости вписать амплитуду эхо-сигнала в динамический диапазон экрана дефектоскопа, установив необходимое для этого усиление приемника. Далее выполнить пункт 10.1.3.

10.1.10 Нажатием клавиши **5**, переключить дефектоскоп в одноканальный режим работы с каналом 5 левой стороны дефектоскопа. Установить акустический блок АБ2, на смоченную контактной жидкостью, поверхность меры №3Р для выявления преобразователем с углом ввода 42° опорного отражателя – отверстия диаметром 6 мм на глубине 44 мм. Зафиксировать акустический блок на образце в положении, при котором амплитуда эхо-сигнала от выявленного отражателя максимальна. При необходимости вписать амплитуду эхо-сигнала в динамический диапазон экрана дефектоскопа, установив необходимое для этого усиление приемника. Далее выполнить пункт 10.1.3.

10.1.11 Нажатием клавиши **6**, переключить дефектоскоп в одноканальный режим работы с каналом 6 левой стороны дефектоскопа. Установить акустический блок АБ2, на смоченную контактной жидкостью, поверхность меры №3Р для выявления опорного отражателя - отверстия диаметром 6 мм на глубине 44 мм преобразователем с углом ввода 55° (схема прозвучивания В2, приведенная в приложении Б), или преобразователем с углом ввода 65° (схема прозвучивания А2, приведенная в приложении Б). Зафиксировать акустический блок на образце в положении, при котором амплитуда эхо-сигнала от выявленного отражателя

максимальна. При необходимости вписать амплитуду эхо-сигнала в динамический диапазон экрана дефектоскопа, установив необходимое для этого усиление приемника. Далее выполнить пункт 10.1.3.

10.1.12 Нажатием клавиши **9**, переключить дефектоскоп в одноканальный режим работы с каналом 9 стороны дефектоскопа. Установить акустический блок АБ2, на смоченную контактной жидкостью, поверхность меры №3Р для выявления опорного отражателя - отверстия диаметром 6 мм на глубине 44 мм преобразователем с углом ввода 55° (схема прозвучивания В2, приведенная в приложении Б), или преобразователем с углом ввода 65° (схема прозвучивания А2, приведенная в приложении Б). Зафиксировать акустический блок на образце в положении, при котором амплитуда эхо-сигнала от выявленного отражателя максимальна. При необходимости вписать амплитуду эхо-сигнала в динамический диапазон экрана дефектоскопа, установив необходимое для этого усиление приемника. Далее выполнить пункт 10.1.3.

10.1.13 Нажатием клавиши **7**, переключить дефектоскоп в одноканальный режим работы с каналом 7 левой стороны дефектоскопа. Установить акустический блок АБ2, на смоченную контактной жидкостью, поверхность меры №3Р (или «№2» из комплекта КОУ-2) для выявления преобразователями с углом ввода 70° опорного отражателя – отверстия диаметром 6 мм на глубине 15 мм. Зафиксировать акустический блок на мере в положении, при котором амплитуда эхо-сигнала от выявленного отражателя максимальна. При необходимости вписать амплитуду эхо-сигнала в динамический диапазон экрана дефектоскопа, установив необходимое для этого усиление приемника. Далее выполнить пункт 10.1.3.

10.1.14 Двукратным нажатием клавиши **6**, переключить дефектоскоп в одноканальный режим работы с каналом 16 левой стороны дефектоскопа. Установить акустический блок АБ2, на смоченную контактной жидкостью, боковую поверхность меры №3Р для выявления опорного отражателя:

- преобразователями с углами ввода 55° и 70° (схема прозвучивания В2, приведенная в приложении Б) - углового отражателя образованного гранями образца (Рисунок 8);
- преобразователями с углами ввода 65° и 65° (схема прозвучивания А2, приведенная в приложении Б) - углового отражателя, образованного отверстием диаметром 6 мм и стенкой образца (Рисунок 9).

Зафиксировать акустический блок на образце в положении, при котором амплитуда эхо-сигнала от выявленного отражателя максимальна. При необходимости вписать амплитуду эхо-сигнала в динамический диапазон экрана дефектоскопа, установив необходимое для этого усиление приемника. Далее выполнить пункт 10.1.3.

10.1.15 Двукратным нажатием клавиши **9**, переключить дефектоскоп в одноканальный режим работы с каналом 19 левой стороны дефектоскопа. Установить акустический блок АБ2, на смоченную контактной жидкостью, боковую поверхность меры №3Р для выявления опорного отражателя:

- преобразователями с углами ввода 55° и 70° (схема прозвучивания В2, приведенная в приложении Б) - углового отражателя образованного гранями образца (Рисунок 10);
- преобразователями с углами ввода 65° и 65° (схема прозвучивания А2, приведенная в приложении Б) - углового отражателя, образованного отверстием диаметром 6 мм и стенкой образца (Рисунок 11).

Зафиксировать акустический блок на образце в положении, при котором амплитуда эхо-сигнала от выявленного отражателя максимальна. При необходимости вписать амплитуду эхо-сигнала в динамический диапазон экрана дефектоскопа, установив необходимое для этого усиление приемника. Далее выполнить пункт 10.1.3.

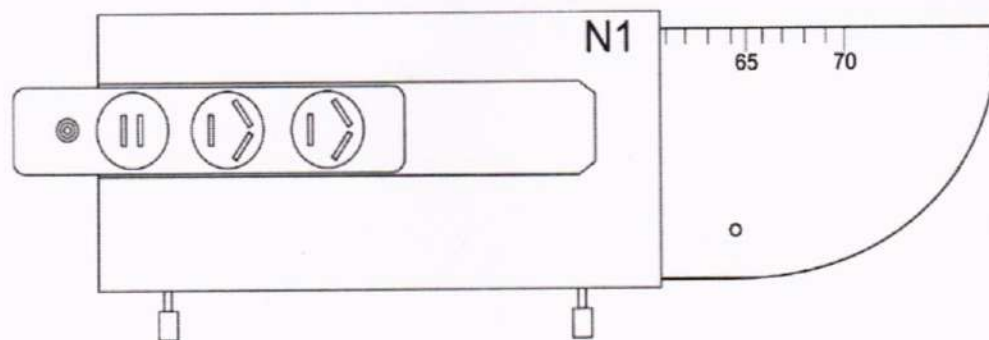


Рисунок 8 - Положение АБ схемы прозвучивания В2 на мере №3Р для каналов 16Л и 19П

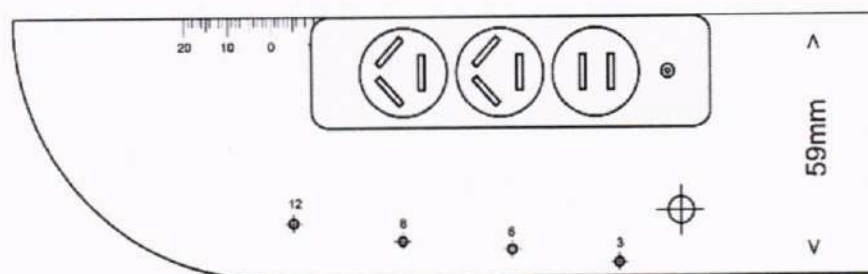


Рисунок 9 - Положение АБ схемы прозвучивания А2 на мере №3Р для каналов 16Л и 19П

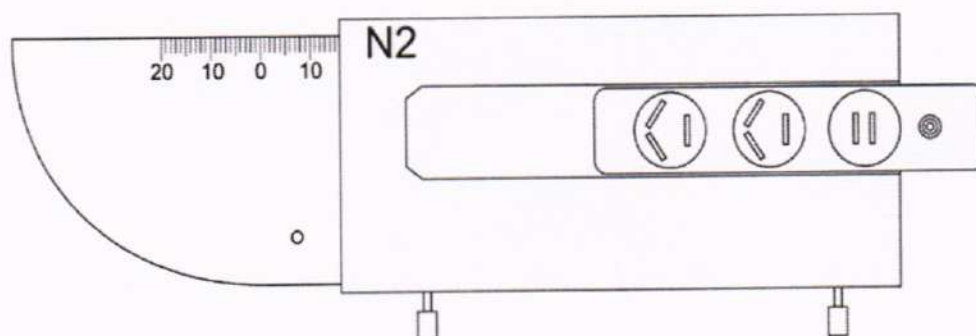


Рисунок 10 - Положение АБ схемы прозвучивания В2 на мере №3Р для каналов 16П и 19Л

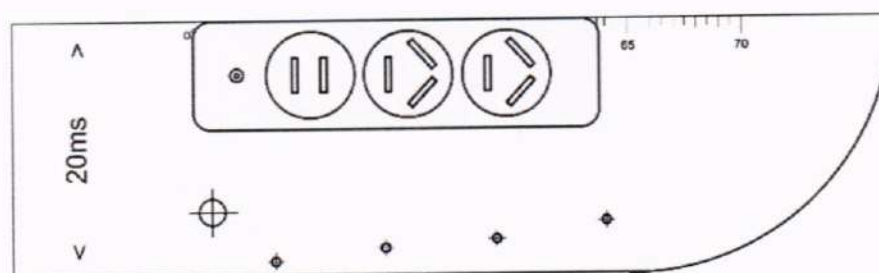






Рисунок 11 - Положение АБ схемы прозвучивания А2 на мере №3Р для каналов 16П и 19Л

10.1.16 Нажатием клавиши и вывести на экран электронного блока канал 1 правой стороны дефектоскопа. Далее выполнить пункты 10.1.2 – 10.1.15 для каналов правой стороны дефектоскопа.

10.1.17 Нажатием клавиши вывести на экран дефектоскопа режим работы с ручными ПЭП. Вращением ручки энкодера на левой стороне электронного блока выбрать ручной режим работы по раздельно-совмещённой схеме прозвучивания. Вращением ручки энкодера на правой стороне электронного блока выбрать ручной режим работы №8 («Проверка по ТУ»). Нажатием клавиши выполнить переход в экранную форму «База данных ручных ПЭП», вращением ручки энкодера выбрать учетную запись ПЭП и двукратным нажатием клавиши вывести на экран осциллограмму сигналов в развертке типа А.

Примечание: В случае необходимости создать дополнительную учетную запись для ручного ПЭП выполнить действия в соответствии с руководством по эксплуатации на дефектоскоп.

Расположить РС раздельно-совмещенный ПЭП на предварительно смоченную контактной жидкостью поверхность меры №3Р для выявления опорного отражателя – отверстия диаметром 6 мм на глубине 44 мм, располагая линию акустического экрана на контактной поверхности ПЭП перпендикулярно продольной оси контактной поверхности образца. Зафиксировать ПЭП на образце в положении, при котором амплитуда эхо-сигнала от выявленного отражателя максимальна. При необходимости вписать амплитуду эхо-сигнала в динамический диапазон экрана дефектоскопа установить необходимое для этого усиление приемника, вращая ручку энкодера на левой боковой стороне электронного блока. Далее выполнить пункт 10.1.3.


10.1.18 Нажатием клавиши  вывести на экран дефектоскопа режим работы с ручными ПЭП. Вращением ручки энкодера на левой стороне электронного блока выбрать ручной режим работы по совмещенной схеме прозвучивания. Вращением ручки энкодера на правой стороне электронного блока выбрать ручной режим работы №11 («Проверка по ТУ»). Нажатием клавиши  выполнить переход в экранную форму «База данных ручных ПЭП», вращением ручки энкодера выбрать учетную запись ПЭП и двукратным нажатием клавиши  вывести на экран осциллограмму сигналов в развертке типа А. Нажатием клавиши  вывести на экран фрагмент меню.


Расположить ПЭП на предварительно смоченную контактной жидкостью поверхность меры №3Р для выявления опорного отражателя – отверстия диаметром 6 мм на глубине 44 (15) мм. Зафиксировать ПЭП на образце в положении, при котором амплитуда эхо-сигнала от выявленного отражателя максимальна. При необходимости вписать амплитуду эхо-сигнала в динамический диапазон экрана дефектоскопа установить необходимое для этого усиление приемника, вращая ручку энкодера на левой боковой стороне электронного блока. Далее выполнить пункт 10.1.3.



10.1.19 Провести определение значения запаса чувствительности K_n по аналогии с 10.1.17 - 10.1.18 для всех входящих в комплект поверяемого дефектоскопа. ПЭП типа: П121-2,5-42, П121-2,5-50, П121-2,5-55, П121-2,5-65 и П121-2,5-70. При этом для ПЭП П121-2,5-70 использовать меру №3Р, выявляя эхо-сигнал от отверстия диаметром 6 мм на глубине 15 мм.

10.1.20 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 11.1.

10.2 Определение диапазона и дискретности установки условной чувствительности по каналам, работающим зеркально-теневым методом (ЗТМ) с ПЭП П112-2,5 и резонатором РП РС-2


10.2.1 Подключить к разъемам «Л1», «Л2», «П1» и «П2» электронного блока соединительные кабели для работы с акустическими блоками. Подключить разъем телефона к соответствующему разъему электронного блока. Подключить электронный блок к источнику питания постоянного тока дефектоскопа с выходным напряжением 12 В. Блокировочный тумблер на задней стенке электронного блока установить в верхнее положение. Включить электронный блок, нажав на клавишу  на передней панели.


10.2.2 Нажать и удерживать клавишу  для появления меню выбора рельса, вращением ручки энкодера на правой стороне выбрать тип контролируемого рельса Р65.

10.2.3 Кратковременным нажатием клавиши  переключить дефектоскоп в одноканальный режим работы. Двукратным нажатием клавиши  (однократным нажатием, если активирован канал «1Л00»), активировать режим регулировки чувствительности канала ЗТМ левой стороны (обозначение на экране дефектоскопа «1Л00») с выведенной на экран мнемосхемой и разверткой типа А канала 1 левой стороны.

10.2.4 Подключить к разъему соединительного кабеля каналов левой стороны акустический блок дефектоскопа с маркировкой «АБ1 Л» с резонатором РП РС 2. Установить акустический блок на смоченную контактной жидкостью поверхность меры №3Р для прозвучивания РС резонатором бездефектного участка меры. Установить, вращая ручку

энкодера на левой боковой стороне электронного блока, амплитуду третьего донного эхо-сигнала сначала выше, а затем ниже порогового уровня и убедиться в правильности работы звуковой сигнализации ЗТМ канала. Затем, вращая ручку энкодера, установить индицируемое на экране значение ΔN – условной чувствительности ЗТМ сначала 4 дБ, а затем 20 дБ. Убедиться в возможности установки промежуточных значений условной чувствительности ЗТМ в диапазоне от 4 до 20 дБ с дискретностью 1 дБ. Проверку выполнить для всех акустических блоков дефектоскопа с маркировкой «АБ1 Л», входящих в комплект поверяемого дефектоскопа.

10.2.5 Подключить к разъему соединительного кабеля каналов правой стороны акустический блок дефектоскопа с маркировкой «АБ1 П» с резонатором РП РС 2. Нажатием клавиши  активировать режим регулировки чувствительности канала ЗТМ правой стороны с выведенной на экран мнемосхемой и по методике, описанной в пункте 10.2.4, провести проверку пределов регулировки условной чувствительности ЗТМ для всех акустических блоков дефектоскопа с маркировкой «АБ1 П», входящих в комплект поверяемого дефектоскопа.

10.2.6 Нажатием клавиши  вывести на экран дефектоскопа режим работы с ручными ПЭП. Вращением ручки энкодера на левой стороне электронного блока выбрать ручной режим работы по раздельно-совмещенной схеме прозвучивания («Разд-совм режим»). Вращением ручки энкодера на правой стороне электронного блока выбрать ручной режим работы №1. Нажатием клавиши **F2** выполнить переход в экранную форму «База данных ручных ПЭП», вращением ручки энкодера на правой стороне выбрать учетную запись ПЭП и двукратным нажатием клавиши **F1** вывести на экран осциллограмму сигналов в развертке типа А.


10.2.7 Двукратным нажатием клавиши **1** активировать режим регулировки чувствительности канала ЗТМ.

10.2.8 Подключить разъемы кабеля РС ПЭП П112-2,5 к выходным разъемам канала «Г – РС – П» на задней стенке электронного блока. Установить ПЭП на бездефектном участке меры №3Р, предварительно смоченную контактной жидкостью. Линию акустического экрана на контактной поверхности ПЭП располагать перпендикулярно продольной оси контактной поверхности меры. Установить, вращая ручку энкодера на левой боковой стороне электронного блока, амплитуду третьего донного эхо-сигнала сначала выше, а затем ниже порогового уровня и убедиться в правильности работы звуковой сигнализации ЗТМ канала. Затем, вращая ручку энкодера, установить индицируемое на экране значение ΔN – условной чувствительности ЗТМ сначала 4 дБ, а затем 20 дБ. Убедиться в возможности установки промежуточных значений условной чувствительности ЗТМ в диапазоне от 4 до 20 дБ с дискретностью 1 дБ.

10.2.9 Проверку выполнить для всех ПЭП П112-2,5, входящих в комплект поверяемого дефектоскопа.

10.2.10 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 11.2.

10.3 Определение диапазона, абсолютной погрешности измерений толщины изделия и глубины залегания дефектов при работе с прямыми ПЭП для каналов ручного контроля

10.3.1 Подключить разъемы кабеля РС ПЭП П112-2,5 к выходным разъемам канала Г – РС – П на задней панели электронного блока. Нажатием клавиши  вывести на экран дефектоскопа режим работы с ручными ПЭП. Вращением ручки энкодера на левой стороне электронного блока выбрать ручной режим работы по раздельно-совмещенной схеме прозвучивания («Разд-совм режим»). Вращением ручки энкодера на правой стороне электронного блока выбрать ручной режим работы №8 («Проверка по ТУ»). Нажатием клавиши **F2** выполнить переход в экранную форму «База данных ручных ПЭП», вращением ручки энкодера на правой стороне выбрать учетную запись ПЭП и двукратным нажатием клавиши **F1** вывести на экран осциллограмму сигналов в развертке типа А. Нажатием клавиши **F5** вывести на экран панель меню.

10.3.2 Установить в меню следующие параметры настройки канала:

- задержка начала развертки Δ «0 мкс»;
- длительность развертки Δ «85 мкс»;
- единицы измерения «ммН»;
- отображение измерений «Н»;
- режим работы звукового индикатора «по превышению порога (Δ)»;
- опорный уровень чувствительности (K_n) – значение полученное в результате выполнения пункта 10.1;
- ВРЧ «выкл».

10.3.3 Время распространения УЗК в ПЭП (2Тп) определить подпунктам ниже.

10.3.3.1 Установить ПЭП на бездефектном участке в ближней зоне меры №3Р, предварительно смоченную контактной жидкостью.

10.3.3.2 Перемещая ПЭП по мере, установить его в оптимальное положение, при котором эхо-сигнал от донной поверхности имеет максимальную амплитуду. При необходимости вписать амплитуду эхо-сигнала в динамический диапазон экрана дефектоскопа, установив необходимое для этого усиление приемника вращением ручки энкодера на левой стороне электронного блока (амплитуда сигнала должна превышать порог не менее чем в два раза).

10.3.3.3 Выбрать в меню параметр «время распространения УЗК в ПЭП (2Тп)», изменяя его добиться значения «Н» на экране максимально близкого к 59 мм и зафиксировать полученное значение 2Тп, мкс, нажав на правую ручку энкодера.

10.3.4 Установить ПЭП на предварительно смоченную контактной жидкостью поверхность меры №3Р для выявления опорного отражателя – отверстия диаметром 6 мм на глубине 44 мм. Расположить ПЭП в положении максимальной амплитуды эхо-импульса от отражателя. Совместить маркер с эхо-сигналом от отражателя, изменяя правым энкодером его положение (предварительно скрыть панель меню нажатием клавиши **F5**), и зафиксировать индицируемые на экране дефектоскопа показания Н, мм.

10.3.5 Аналогично пункту 10.3.4 выявить опорный отражатель – отверстие диаметром 6 мм на глубине 15 мм.

10.3.6 Аналогично пункту 10.3.4 выявить опорный отражатель – отверстие диаметром 2 мм на глубине 6 мм


10.3.7 Установить ПЭП на бездефектном участке меры №3Р, отключать акустический контакт нажатием клавиши F1 – «Калибровка АК» и аналогично пункту 10.3.4, изменяя положение маркера, выявить четвертое отражение донного сигнала.

10.3.8 Выполнить пункты 10.3.2 – 10.3.8 по аналогии для всех входящих в комплект проверяемого дефектоскопа ПЭП П112-2,5.

10.3.9 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 11.3.

10.4 Определение диапазона, абсолютной погрешности измерений координат дефектов при работе с наклонными ПЭП для каналов ручного контроля

10.4.1 Подключить к разъему «Н», на задней стенке электронного блока дефектоскопа, соединительный кабель от ручного наклонного ПЭП П121-2,5-42 (номинальный угол ввода 42°).

10.4.2 Нажатием клавиши  вывести на экран дефектоскопа режим работы с ручными ПЭП. Вращением ручки энкодера на левой стороне электронного блока выбрать ручной режим работы по совмещенной схеме прозвучивания. Вращением ручки энкодера на правой стороне электронного блока выбрать ручной режим работы №11 («Проверка по ТУ»). Нажатием клавиши **F2** выполнить переход в экранную форму «База данных ручных ПЭП», вращением ручки энкодера выбрать учетную запись ПЭП П121-2,5-42 и двукратным нажатием клавиши **F1** вывести на экран осциллограмму сигналов в развертке типа А. Запрограммировать в меню следующие параметры настройки канала:

- единицы измерения – ммН;
- задержка начала развертки Δ – 0 мкс;
- длительность развертки Δ – 120мкс;

- задержка начала зоны контроля \square – 5 мкс;
- длительность зоны контроля \square – 95 мкс;
- режим работы звукового индикатора – по превышению порога (Δ);
- опорный уровень чувствительности K_n – измеренное на мере №3Р значение для подключенного ПЭП в дБ (п. 10.2);
- угол ввода α ($\alpha_{\text{ном.}} = 42^\circ$) – определенное на мере №3Р значение для подключенного ПЭП (п. 10.4.1);
- время распр. УЗК в ПЭП (2Тп) – измеренное на мере №3Р значение для подключенного ПЭП в мкс (п. 10.3.3);
- условная чувствительность (K_u) – 18 дБ.

10.4.3 Установить ПЭП на бездефектном участке меры №3 из комплекта мер ультразвуковых ККО-3 (далее – мера №3). Регулируя глубину ВРЧ в ближней зоне развертки (область от 5 до 25 мкс), уменьшить шумы в ближней зоне до $\frac{1}{2}$ порогового уровня срабатывания АСД, определяемого линией строба зоны контроля. Перевернуть меру №3 и при данной настройке выявить отражатель – отверстие диаметром 2 мм, расположенное на глубине 6 мм. Выявление отражателя фиксировать по сигналам от отражателя в ближней зоне, которые должны не менее, чем в 2 раза превышать пороговый уровень. Расположить ПЭП в положении максимальной амплитуды эхо-импульса от отражателя. Совместить маркер с эхо-сигналом от отражателя диаметром 2 мм и отсчитать индицируемые на экране дефектоскопа показания глубины (Н) и расстояние от точки ввода до проекции дефекта на поверхность (L) залегания дефекта.

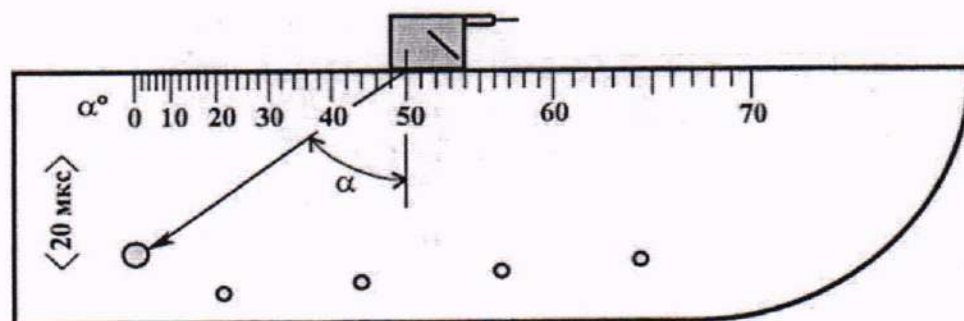


Рисунок 12 – Установка ПЭП на мере №3Р

10.4.4 Выявить подключенным ПЭП отражатель – отверстие диаметром 6 мм на глубине 15 мм, установив ПЭП на мере в положение максимальной амплитуды эхо-сигнала от отражателя. Совместить маркер с эхо-сигналом и отсчитать индицируемые на экране дефектоскопа показания Н и L.

Перевернуть меру №3 и выявить подключенным ПЭП отражатель – отверстие диаметром 6 мм на глубине 44 мм, установив ПЭП на образце в положение максимальной амплитуды эхо-сигнала от отражателя. Совместить маркер с эхо-сигналом и отсчитать индицируемые на экране дефектоскопа показания Н и L.

10.4.5 Выполнить пункты 10.4.3 – 10.4.4 еще четыре раза.

10.4.6 Клавишей $F5$ вывести на экран меню со значением длительности развертки и установить длительность развертки 250 мкс, а длительность зоны контроля до 150 мкс.

10.4.7 Установить ПЭП на смоченную контактной жидкостью плоскую поверхность меры №3, точку ввода ПЭП расположить в районе отметки «0» на боковой поверхности меры и, смещая ПЭП в небольших пределах на поверхности меры, получить на экране максимальное число многократно отраженных эхо-сигналов. Совместить маркер с первым эхо-сигналом и зафиксировать индицируемые на экране дефектоскопа показания Н и L, мм.



Рисунок 13 – Установка ПЭП на мере №3


10.4.8 Совместить маркер со вторым эхо-сигналом и зафиксировать индицируемые на экране дефектоскопа показания Н и L, мм.


10.4.9 Совместить маркер с третьим эхо-сигналом и зафиксировать индицируемые на экране дефектоскопа показания Н и L, мм.

10.4.10 Выполнить пункты 10.4.1 - 10.4.9 по аналогии для ПЭП П121-2,5-70 (с номинальным углом ввода 70°).

10.4.11 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 11.4.

10.5 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений амплитуды эхо-сигнала

10.5.1 Выключить электронный блок, долгим нажатием клавиши  на передней панели и последующим коротким нажатием для подтверждения выключения. Блокировочный тумблер на задней стенке электронного блока установить в нижнее положение.


10.5.2 Подключить электронный блок к аккумуляторной батарее из комплекта дефектоскопа. Блокировочный тумблер на задней стенке электронного блока установить в верхнее положение. Включить электронный блок, нажав на клавишу  на передней панели.

10.5.3 Собрать схему согласно рисунку 12.



1 – Генератор сигналов сложной формы AFG3022; 2 – Кабель к ПЭП;
3 – Магазин затуханий МЗ-50-2; 4 – Электронный блок дефектоскопа; 5 –
Нагрузка 50 Ом; 6 – Тройник 50 Ом; 7 – Делитель 1:10

Рисунок 12 – Схема соединения для определения диапазона и абсолютной погрешности измерений амплитуды эхо-сигналов

10.5.4 Нажатием клавиши  вывести на экран дефектоскопа режим работы с ручными ПЭП. Вращением ручки энкодера на левой стороне электронного блока выбрать ручной режим

работы по раздельно-совмещённой схеме прозвучивания («Разд-совм режим»). Вращением ручки энкодера на правой стороне электронного блока выбрать ручной режим работы №8 («Проверка по ТУ»). Нажатием клавиши **F2** выполнить переход в экранную форму «База данных ручных ПЭП», вращением ручки энкодера на правой стороне выбрать учетную запись ПЭП и двукратным нажатием клавиши **F1** вывести на экран осциллограмму сигналов в развертке типа А. Нажатием клавиши **F5** вывести на экран панель меню.

10.5.5 Установить сигнал на генераторе: синус, пачка, 10 циклов, частота 2,5 МГц, амплитуда 900 мВ, задержка сигнала 50 мкс, синхронизация – внешняя.

10.5.6 Установить начальное значение ослабления на магазине затуханий 0 дБ.

10.5.7 Амплитуду сигнала на генераторе подобрать таким образом, чтобы она находилась на уровне верхней границы нижней клетки по экрану дефектоскопа.

10.5.8 Совместить маркер с эхо-сигналом вращением левой ручки энкодера дефектоскопа.

10.5.9 Установить, вращая ручку энкодера дефектоскопа, индицируемое на экране дефектоскопа значение усиления приемника канала G_{y0} равным 0 дБ

10.5.10 На магазине затуханий установить затухание, при котором плоская вершина сигнала на экране дефектоскопа установится на пороговый уровень. Записать установленное значение затухания на магазине затуханий G_{m0} , дБ.

10.5.11 Изменить значение усиления приемника канала G_{y1} , дБ, индицируемое на экране дефектоскопа, на 1 дБ.

10.5.12 На магазине затуханий установить затухание таким образом, чтобы совместить вершину сигнала с пороговым уровнем и записать установленное значение затухания на магазине затуханий G_{m1} , дБ. При наличии шумов в сигнале, с пороговым уровнем следует совмещать условную «среднюю линию» плоской вершины сигнала.

10.5.13 Выполнить требования 10.5.11 – 10.5.12 ещё не менее чем для десяти значений усиления дефектоскопа, равномерно распределенных в диапазоне от 0 до 70 дБ, включая крайние точки диапазона.

10.5.14 Выполнить пункты 10.5.9 – 10.5.13 пять раз.

10.5.15 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 11.5.

11 Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям

11.1 Определение запаса чувствительности

11.1.1 Рассчитать и занести в протокол поверки среднее арифметическое значение опорного уровня чувствительности для i -го канала \bar{K}_{pi} , дБ, по формуле:

$$\bar{K}_{pi} = \frac{\sum_{j=1}^n K_{pij}}{n}, \quad (1)$$

где K_{pij} - значение j -го измерения опорного уровня чувствительности, дБ;

n – количество измерений.

11.1.2 Определить запас чувствительности $Y_{зapi}$, дБ, в i -том канале контроля по формуле:

$$Y_{зapi} = 70 - \bar{K}_{pi}, \quad (2)$$

где \bar{K}_{pi} – среднее арифметическое значение опорного уровня чувствительности в i -том канале, дБ.

11.1.3 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если значение запаса чувствительности с ПЭП П121-2,5-42, П121-2,5-50, П121-2,5-55, ПЭП П121-2,5-65, П121-2,5-70, П112-2,5 и всех каналов акустических блоков не менее 25 дБ.

11.2 Определение диапазона и дискретности установки условной чувствительности по каналам, работающим зеркально-теневым методом (ЗТМ) с ПЭП П112-2,5 и резонатором РП РС-2

11.2.1 Провести анализ измеренных значений условной чувствительности на соответствие диапазону и дискретности установки условной чувствительности по каналам, работающим ЗТМ с ПЭП П112-2,5 и резонатором РП РС-2.

11.2.2 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если диапазон установки условной чувствительности для донного сигнала по каналам, работающим ЗТМ с ПЭП П112-2,5 и резонатором РП РС-2 составляет от 4 до 20 дБ с дискретностью 1 дБ.

11.3 Расчет абсолютной погрешности измерений толщины изделия и глубины залегания дефектов при работе с прямыми ПЭП для каналов ручного контроля

11.3.1 Результатом измерений толщины изделия и глубины залегания дефекта является среднее арифметическое значение глубины залегания дефекта \overline{H}_i , мм, рассчитываемое по формуле:

$$\overline{H}_i = \frac{\sum_{j=1}^n H_j}{n}, \quad (3)$$

где H_j – значение j -го измерения толщины изделия и глубины залегания дефектов, мм;
 n – количество измерений.

11.3.2 Рассчитать и занести в протокол поверки абсолютную погрешность измерений толщины изделия и глубины залегания дефектов ΔH , мм, при работе с прямыми ПЭП для каналов ручного контроля по формуле:

$$\Delta H = \overline{H}_i - H_{ном1i}, \quad (4)$$

где \overline{H}_i – среднее арифметическое значение глубины залегания i -го дефекта по пяти измерениям, мм;

$H_{ном1i}$ – действительное (опорное) значение глубины залегания дефекта в соответствии с таблицей 5, мм.

Таблица 5

Отражатели в мере №3Р		Действительное значение глубины залегания дефекта $H_{ном1}$, мм
Диаметр, мм	Глубина (центр отверстия), мм	
6	44	41
6	15	12
2	6	5
Четвертое отражение донного сигнала		236

11.3.3 Наименьшее среднее арифметическое измеренное значение глубины залегания дефекта принять за нижнюю границу диапазона измерений толщины изделия и глубины залегания дефектов.

11.3.4 Наибольшее среднее арифметическое измеренное значение глубины залегания дефекта принять за верхнюю границу диапазона измерений толщины изделия и глубины залегания дефектов.

11.3.5 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если диапазон и абсолютная погрешность измерений толщины изделия и глубины залегания дефектов при работе с прямыми ПЭП для каналов ручного контроля соответствуют таблице 6.

Таблица 6

Наименование характеристики	Значение
-----------------------------	----------

Диапазон измерений толщины изделия и глубины залегания дефектов при работе с прямыми ПЭП для каналов ручного контроля, мм	от 6 до 200
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений толщины изделия и глубины залегания дефектов при работе с прямыми ПЭП для каналов ручного контроля, мм	$\pm(1+0,02 \cdot H^*)$
* где H – измеренное значение толщины изделия (глубины залегания дефекта), мм	

11.4 Расчет абсолютной погрешности измерений координат дефектов при работе с наклонными ПЭП для каналов ручного контроля

11.4.1 Результатом измерений глубины залегания дефекта является среднее арифметическое значение глубины залегания дефекта \bar{H}_i , мм, рассчитываемое по формуле:

$$\bar{H}_i = \frac{\sum_{j=1}^n H_j}{n}, \quad (6)$$

где H_j – значение j-го измерения глубины залегания дефектов, мм;
 n – количество измерений.

11.4.2 Результатом измерений расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность является среднее арифметическое значение расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность \bar{L}_i , мм, рассчитываемое по формуле:

$$\bar{L}_i = \frac{\sum_{j=1}^n L_j}{n}, \quad (7)$$

где L_j – значение j-го измерения расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность, мм;
 n – количество измерений.

11.4.3 Рассчитать и занести в протокол поверки абсолютную погрешность Δ измерений координат дефектов H, мм и L, мм, по формулам:

$$\Delta H = \bar{H}_i - H_{\text{ном}i}, \quad (8)$$

$$\Delta L = \bar{L}_i - L_{\text{ном}i}, \quad (9)$$

где \bar{H}_i – среднее арифметическое значение глубины залегания i-го дефекта по пяти измерениям, мм;

\bar{L}_i – среднее арифметическое значение расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность i-го дефекта по пяти измерениям, мм;

$H_{\text{ном}i}$ – действительное (опорное) значение глубины залегания дефектов в соответствии с таблицей 7, мм;

$L_{\text{ном}i}$ – действительное (опорное) значение расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность в соответствии с таблицей 7, мм.

Таблица 7

Отражатели в мере №3Р		Угол ввода ПЭП, ...°	H _{ном} , мм	L _{ном} , мм
Диаметр, мм	Глубина, мм			
2	6	42	5,3	4,7
6	15	42	12,8	11,5
6	44	42	41,8	37,6
Отражатели в мере №3				
Первый эхо-сигнал от поверхности меры №3		42	40,9	36,8

Второй эхо-сигнал от поверхности меры №3		42	122,6	110,4
Третий эхо-сигнал от поверхности меры №3		42	204,4	184
Отражатели в мере №3Р				
2	3	70	2,7	7,3
2	6	70	5,7	15,5
6	15	70	14	38,4
6	44	70	43	118
Отражатели в мере №3				
Первый эхо-сигнал от поверхности меры №3		70	18,8	51,7
Второй эхо-сигнал от поверхности меры №3		70	56,4	155,1
Третий эхо-сигнал от поверхности меры №3		70	94,1	258,4

11.4.4 Наименьшее среднее арифметическое измеренное значение глубины залегания дефекта принять за нижнюю границу диапазона измерений глубины залегания дефектов.

11.4.5 Наибольшее среднее арифметическое измеренное значение глубины залегания дефекта принять за верхнюю границу диапазона измерений глубины залегания дефектов.

11.4.6 Наименьшее среднее арифметическое измеренное значение расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность принять за нижнюю границу диапазона измерений расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность.

11.4.7 Наибольшее среднее арифметическое измеренное значение расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность принять за верхнюю границу диапазона измерений расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность.

11.4.8 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если диапазон и абсолютная погрешность измерений координат залегания отражателей соответствуют значениям, представленных в таблице 8.

Таблица 8

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений координат дефектов при работе с наклонными ПЭП для каналов ручного контроля, мм:	от 3 до 200
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений координат дефектов при работе с наклонными ПЭП для каналов ручного контроля, мм: - глубины залегания; - расстояние от точки ввода до проекции дефекта на поверхность.	$\pm(1+0,02 \cdot H)^*$ $\pm(1+0,02 \cdot L)^{**}$
* где H – измеренное значение толщины изделия (глубины залегания дефекта), мм; ** где L – измеренное значение расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность, мм	

11.5 Расчет абсолютной погрешности измерений амплитуды эхо-сигналов

11.5.1 Рассчитать и занести в протокол поверки среднее арифметическое значение текущего ослабления на магазине затуханий по пяти измерениям по формуле:

$$\bar{G}_{Mi} = \frac{\sum_{j=1}^n G_j}{n}, \quad (10)$$

где G_j – значение j-го ослабления на магазине затуханий, дБ;

n – количество измерений.

11.5.2 Для каждой точки диапазона рассчитать абсолютную погрешность измерений отношений амплитуд сигналов на входе приемника дефектоскопа по формуле:

$$\Delta G = (\bar{G}_M - \bar{G}_{M0}) - (G_{y0} - G_{yi}), \quad (11)$$

где G_{yi} – значение текущего усиления на дефектоскопе для i-й точки диапазона, дБ;

G_{y0} – значение начального усиления на дефектоскопе, дБ;

\bar{G}_{Mi} – среднее арифметическое значение текущего ослабления на магазине затуханий для i-й точки диапазона, дБ;

\bar{G}_{MO} – среднее арифметическое значение начального ослабления на магазине затуханий, дБ;

i – текущая точка диапазона.

11.5.3 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если диапазон и абсолютной погрешности измерений амплитуды эхо-сигнала соответствуют значениям, указанным в таблице 9 и регулировка устанавливаемого значения усиления приемников дефектоскопа производится с дискретностью 1 дБ в любой части диапазона от 0 до 70 дБ.

Таблица 9

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений амплитуды эхо-сигнала, дБ	от 0 до 70 с дискретностью 1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений амплитуды эхо-сигнала, дБ	$\pm(1+0,03 \cdot N^*)$
* где N – установленное номинальное значение усиления, дБ	

12 Оформление результатов поверки

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

12.2 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом и допускается к применению, если все операции поверки пройдены с положительным результатом и полученные значения метрологических характеристик удовлетворяют требованиям дефектоскопа в соответствии с описанием типа средства измерений, а также соблюдены требования по защите средства измерений от несанкционированного вмешательства. В ином случае, дефектоскоп считается прошедшим поверку с отрицательным результатом и не допускается к применению.

12.3 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, с учетом требований методики поверки аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие средства измерений метрологическим требованиям) выдает свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с требованиями к содержанию свидетельства о поверке, утвержденными приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 31.07.2020 № 2510. Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

12.4 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, с учетом требований методики поверки аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие средства измерений метрологическим требованиям) выдает извещение о непригодности к применению средства измерений.

12.5 Сведения о результатах поверки (как положительных, так и отрицательных) передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Разработчики:

Начальник отдела
ФГБУ «ВНИИОФИ»

Инженер 1 категории
ФГБУ «ВНИИОФИ»

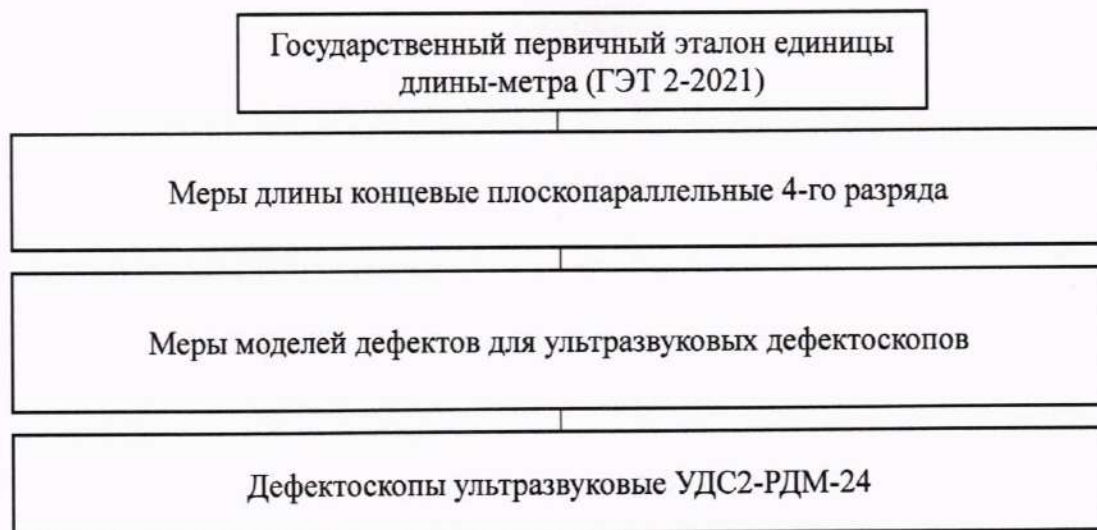


А.В. Иванов

В.А. Кормилицына

Приложение А
(рекомендуемое)

**Структура локальной поверочной схемы для поверки
дефектоскопов ультразвуковых УДС2-РДМ-24**



ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(Справочное)

Схемы прозвучивания, каналы и зоны контроля

В дефектоскопе для реализации режима сплошного контроля рельсов в обоих нитях пути предусмотрена возможность использовать две схемы прозвучивания, которым соответственно присвоены буквенные индексы А2 (рисунок Б.1) и В2 (рисунок Б.2). Выбранная схема прозвучивания программируется в меню настройки дефектоскопа на уровне доступа «Наладчик» и реализуется с помощью акустических блоков АБ1 и АБ2.

Расстановка акустических блоков в искательной системе на поверхности катания рельсов приведена на рисунках Б.1 и Б.2, где стрелками обозначены направления акустических осей диаграмм направленности преобразователей в их проекции на поверхность катания рельса.

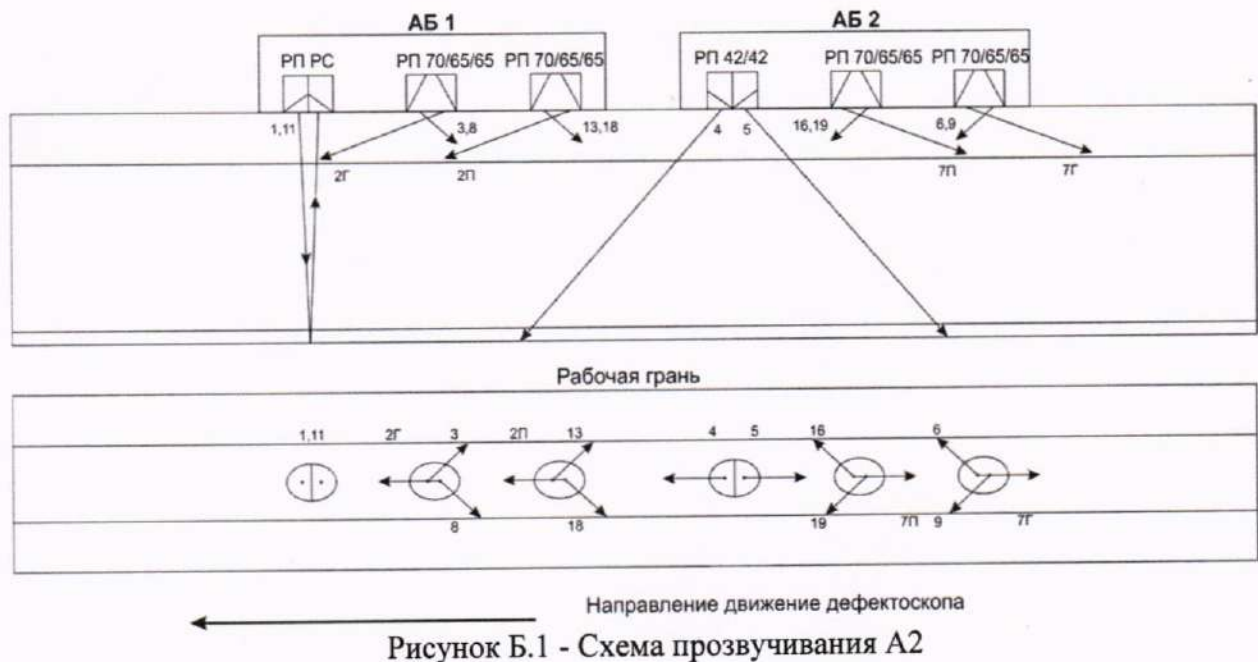


Рисунок Б.1 - Схема прозвучивания А2

В акустическом блоке АБ1, используемого для реализации схемы прозвучивания А2, располагаются:

- а) прямая раздельно-совмещенная двухэлементная акустическая сборка РС с номинальным углом ввода 0° (каналы К1 и К11);
- б) трёхэлементная акустическая сборка 70/65/65:
 - преобразователь с углом ввода 70° работающий на излучение УЗК (канал 2) с направлением прозвучивания вдоль продольной оси рельса в сторону движения дефектоскопа;
 - преобразователь с углом ввода 65° работающий на излучение и прием УЗК (канал 3) с акустической осью диаграммы направленности, развернутой в рабочую грань на угол 42° относительно продольной оси рельса, в направлении противоположном движению дефектоскопа;
 - преобразователь с углом ввода 65° работающий на излучение и прием УЗК (канал 8) с акустической осью диаграммы направленности, развернутой в не рабочую грань на угол 42° относительно продольной оси рельса, в направлении противоположном движению дефектоскопа.
- в) трёхэлементная акустическая сборка 70/65/65:
 - преобразователь с углом ввода 70° работающий на прием УЗК (канал 2) с направлением прозвучивания вдоль продольной оси рельса в сторону движения дефектоскопа;
 - преобразователь с углом ввода 65° работающий на прием УЗК (канал 13) после излучения УЗК преобразователем с углом ввода 65° (канал 3). Преобразователь с углом ввода 65° (канал 13) с акустической осью диаграммы направленности, развернутой в рабочую грань на угол 42° относительно продольной оси рельса, в направлении противоположном движению

дефектоскопа;

–преобразователь с углом ввода 65° работающий на прием УЗК (канал 18) после излучения УЗК преобразователем с углом ввода 65° (канал 8). Преобразователь с углом ввода 65° (канал 18) с акустической осью диаграммы направленности, развернутой в не рабочую грань на угол 42° относительно продольной оси рельса, в направлении противоположном движению дефектоскопа.

В акустическом блоке АБ2, используемого для реализации схемы прозвучивания А2, располагаются:

а) двухэлементная акустическая сборка с углами ввода 42° работающие на излучение и прием УЗК (каналы 4 и 5) с направлением прозвучивания вдоль продольной оси рельса по ходу и против хода движения дефектоскопа;

б) трёхэлементная акустическая сборка 70/65/65:

–преобразователь с углом ввода 70° работающий на прием УЗК (канал 7) с направлением прозвучивания вдоль продольной оси рельса против хода движения дефектоскопа;

–преобразователь с углом ввода 65° работающий на прием УЗК (канал 16) после излучения УЗК преобразователем с углом ввода 65° (канал 6). Преобразователь с углом ввода 65° (канал 16) с акустической осью диаграммы направленности, развернутой в рабочую грань на угол 42° относительно продольной оси рельса, с направлением в сторону движению дефектоскопа;

–преобразователь с углом ввода 65° работающий на прием УЗК (канал 19) после излучения УЗК преобразователем с углом ввода 65° (канал 9). Преобразователь с углом ввода 65° (канал 19) с акустической осью диаграммы направленности, развернутой в не рабочую грань на угол 42° относительно продольной оси рельса, с направлением в сторону движению дефектоскопа.

в) трёхэлементная акустическая сборка 70/65/65:

–преобразователь с углом ввода 70° работающий на излучение УЗК (канал 7) с направлением прозвучивания вдоль продольной оси рельса против хода движения дефектоскопа;

–преобразователь с углом ввода 65° работающий на излучение и прием УЗК (канал 6) с акустической осью диаграммы направленности, развернутой в рабочую грань на угол 42° относительно продольной оси рельса, с направлением в сторону движению дефектоскопа.

–преобразователь с углом ввода 65° работающий на излучение и прием УЗК (канал 9) с акустической осью диаграммы направленности, развернутой в не рабочую грань на угол 42° относительно продольной оси рельса, с направлением в сторону движению дефектоскопа.

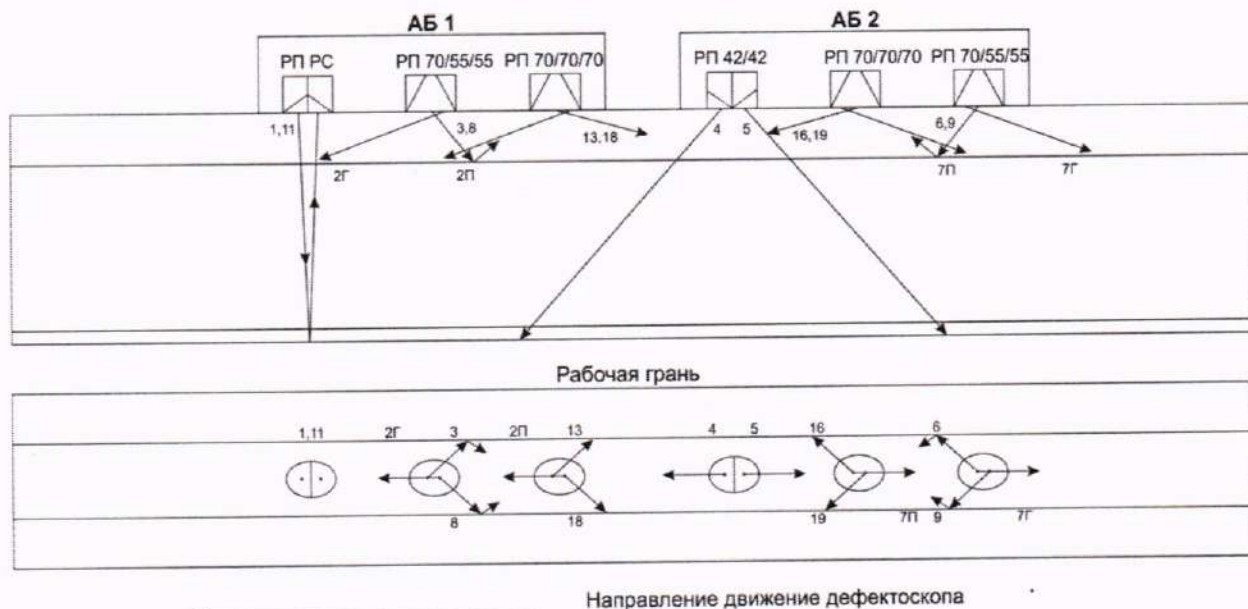


Рисунок Б.2 - Схема прозвучивания В2

В акустическом блоке АБ1, используемого для реализации схемы прозвучивания В2, располагаются:

а) прямая раздельно-совмещенная двухэлементная акустическая сборка РС с номинальным углом ввода 0° (каналы К1 и К11);

б) трёхэлементная акустическая сборка 70/55/55:

–преобразователь с углом ввода 70° работающий на излучение УЗК (канал 2) с направлением прозвучивания вдоль продольной оси рельса в сторону движения дефектоскопа;

–преобразователь с углом ввода 55° работающий на излучение и прием УЗК (канал 3) с акустической осью диаграммы направленности, развернутой в рабочую грань на угол 34° относительно продольной оси рельса, в направлении противоположном движению дефектоскопа;

–преобразователь с углом ввода 55° работающий на излучение и прием УЗК (канал 8) с акустической осью диаграммы направленности, развернутой в не рабочую грань на угол 34° относительно продольной оси рельса, в направлении противоположном движению дефектоскопа.

в) трёхэлементная акустическая сборка 70/70/70:

–преобразователь с углом ввода 70° работающий на прием УЗК (канал 2) с направлением прозвучивания вдоль продольной оси рельса в сторону движения дефектоскопа;

–преобразователь с углом ввода 70° работающий на прием УЗК (канал 13) после излучения УЗК преобразователем с углом ввода 55° . Преобразователь с углом ввода 70° (канал 13) с акустической осью диаграммы направленности, развернутой в рабочую грань на угол 34° относительно продольной оси рельса, в направлении противоположном движению дефектоскопа;

–преобразователь с углом ввода 70° работающий на прием УЗК (канал 18) после излучения УЗК преобразователем с углом ввода 55° . Преобразователь с углом ввода 70° (канал 18) с акустической осью диаграммы направленности, развернутой в рабочую грань на угол 34° относительно продольной оси рельса, в направлении противоположном движению дефектоскопа.

В акустическом блоке АБ2, используемого для реализации схемы прозвучивания В2, располагаются:

а) двухэлементная акустическая сборка с углами ввода 42° работающие на излучение и прием УЗК (каналы 4 и 5) с направлением прозвучивания вдоль продольной оси рельса по ходу и против хода движения дефектоскопа;

б) трёхэлементная акустическая сборка 70/70/70:

–преобразователь с углом ввода 70° работающий на прием УЗК (канал 7) с направлением прозвучивания вдоль продольной оси рельса и против хода движения дефектоскопа;

–преобразователь с углом ввода 70° работающий на прием УЗК (канал 16) после излучения УЗК преобразователем с углом ввода 55° . Преобразователь с углом ввода 70° (канал 16) с акустической осью диаграммы направленности, развернутой в рабочую грань на угол 34° относительно продольной оси рельса, с направлением в сторону движению дефектоскопа;

–преобразователь с углом ввода 70° работающий на прием УЗК (канал 19) после излучения УЗК преобразователем с углом ввода 55° . Преобразователь с углом ввода 70° (канал 19) с акустической осью диаграммы направленности, развернутой в рабочую грань на угол 34° относительно продольной оси рельса, с направлением в сторону движению дефектоскопа.

в) трёхэлементная акустическая сборка 70/55/55:

–преобразователь с углом ввода 70° работающий на излучение УЗК (канал 7) с направлением прозвучивания вдоль продольной оси рельса против хода движения дефектоскопа;

–преобразователь с углом ввода 55° работающий на излучение и прием УЗК (канал 6) с акустической осью диаграммы направленности, развернутой в рабочую грань на угол 34° относительно продольной оси рельса, с направлением в сторону движению дефектоскопа.

–преобразователь с углом ввода 55° работающий на излучение и прием УЗК (канал 9) с акустической осью диаграммы направленности, развернутой в не рабочую грань на угол 34° относительно продольной оси рельса, с направлением в сторону движению дефектоскопа.

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(рекомендуемое)
ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ

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

Средство измерений: Дефектоскоп ультразвуковой УДС2-РДМ-24

Заводской номер: _____

Состав СИ: _____

Год выпуска: _____

Изготовитель: _____

Владелец СИ: _____

Поверено в соответствии с методикой поверки: МП 005.Д4-24 «ГСИ. Дефектоскопы ультразвуковые УДС2-РДМ-24. Методика поверки»

При следующих значениях влияющих факторов:

Температура окружающей среды _____;

Атмосферное давление _____;

Относительная влажность _____;

С применением эталонов: _____

Результаты поверки:

А.1 Внешний осмотр _____

А.2 Проверка идентификации ПО _____

А.3 Опробование _____

А.4 Результаты определения метрологических характеристик:

1 Определение запаса чувствительности

Таблица В.1 - Определение запаса чувствительности

Акустический блок	Канал/преобразователь	Измеренный опорный уровень чувствительности, дБ	Запас чувствительности, дБ

2 Определение диапазона, абсолютной погрешности измерений координат дефектов при работе с наклонными ПЭП для каналов ручного контроля

Таблица В.2 - Определение диапазона, абсолютной погрешности измерений координат дефектов при работе с наклонными ПЭП для каналов ручного контроля

Отражатели в мере № 3Р		ПЭП	Угол ввода ПЭП, ...°	Н _{ном} , мм	L _{ном} , мм	Н _{изм} , мм	L _{изм} , мм	ΔН, мм	ΔL, мм
Диаметр, мм	Глубина, мм								
2	6								
6	15								
6	44								
Первый эхо-сигнал от поверхности меры № 3									
Второй эхо-сигнал от поверхности меры № 3									
Третий эхо-сигнал от поверхности меры № 3									
2	3								
2	6								
6	15								
6	44								

Первый эхо-сигнал от поверхности меры № 3								
Второй эхо-сигнал от поверхности меры № 3								
Третий эхо-сигнал от поверхности меры № 3								

3 Определение диапазона, абсолютной погрешности измерений толщины изделия и глубины залегания дефектов при работе с прямыми ПЭП для каналов ручного контроля
 Таблица В.3 - Определение диапазона, абсолютной погрешности измерений толщины изделия и глубины залегания дефектов при работе с прямыми ПЭП для каналов ручного контроля

Отражатели в мере № 3Р		Действительное значение глубины залегания дефекта $H_{ном}$, мм	Измеренное значение глубины залегания дефекта $H_{изм}$, мм	Абсолютная погрешность измерений толщины изделия и глубины залегания дефектов ΔH , мм
Диаметр, мм	Глубина (центр отверстия), мм			
6	44			
6	15			
2	6			
Четвертое отражение донного сигнала				

4 Определение диапазона и дискретности установки условной чувствительности по каналам, работающим зеркально-теневым методом (ЗТМ) с ПЭП П112-2,5 и резонатором РП РС-2

Таблица В.4 - Определение диапазона и дискретности установки условной чувствительности по каналам, работающим ЗТМ с ПЭП П112-2,5 и резонатором РП РС-2

Акустический блок	Диапазон установки условной чувствительности, дБ	Дискретность установки условной чувствительности, дБ

5 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений амплитуды эхо-сигнала
 Таблица В.5 - Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений амплитуды эхо-сигнала

Установленное значение усиления на дефектоскопе, дБ	Среднее арифметическое значение текущего ослабления на магазине затуханий, дБ	Абсолютная погрешность измерений амплитуды эхо-сигнала, дБ
0		-
...		
70		

Заключение: _____

Средство измерений признать пригодным (или непригодным) для применения

Поверитель: _____

Подпись

/ _____ /
 ФИО