

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора по производству  
ФГУП «ВНИИОФИ»  
Р.А. Родин  
М.П. \_\_\_\_\_  
05 \_\_\_\_\_ 2018 г.



**Комплексы аппаратно-программные АВТОКОН-С УДС2-123**

**Методика поверки  
МП 031.Д4-18**

Главный метролог  
ФГУП «ВНИИОФИ»  
С.Н. Негода  
« 17 » 05 \_\_\_\_\_ 2018 г.

Москва  
2018 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |     |
|--|-----|
| 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.....   | 3   |
| 2. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....   | 3   |
| 3. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....   | 4   |
| 4. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ.....  | 5   |
| 5. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....  | 5   |
| 6. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ.....  | 5   |
| 7. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ.....   | 6   |
| 8. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....   | 6   |
| 9. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....   | 267 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А (ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ).....  | 28  |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б (ТЕСТ-ОБРАЗЕЦ).....   | 29  |
| ПРИЛОЖЕНИЕ В (РАЗМЕЩЕНИЕ И ПАРАМЕТРЫ КОЛЕСНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ КОМПЛЕКСА).....   | 30  |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Г (СПЕЦИАЛЬНОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ МЕРЫ №ЗР И РАСПОЛОЖЕНИЕ ЗАКРЕПЛЕННОГО В «РАМКЕ» КП НА МЕРЕ №ЗР В ПРОЦЕССЕ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ)..... | 34  |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Д (ТАБЛИЦА СОСТОЯНИЯ КОММУТАТОРА КАНАЛОВ И ЭКВИВАЛЕНТА НАГРУЗКИ).....   | 35  |

## 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок комплексов аппаратно-программных АВТОКОН-С УДС2-123 (далее по тексту – комплексов).

Комплексы предназначены для измерений координат выявленных дефектов, толщины изделий и амплитуд сигналов от них при регистрации и расшифровке дефектограмм в процессе автоматизированного контроля электроконтактных сварных стыков рельсов на рельсосварочном предприятии по эхо- и зеркальному методам контроля рельсов по всему сечению рельса, а также выборочного ручного контроля отдельных сечений сварных стыков.

Интервал между поверками – 1 год.

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1 – Операции первичной и периодической поверок

| Наименование операции   | Номер пункта методики поверки | Проведение операции при первичной поверке | Проведение операции при периодической поверке |
|---|-------------------------------|---|---|
| Внешний осмотр  | 8.1                           | да  | да  |
| Идентификация программного обеспечения (ПО)   | 8.2                           | да  | да  |
| Опробование   | 8.3                           | да  | да  |
| Определение абсолютной погрешности измерений толщины изделия при работе с прямыми ПЭП для каналов автоматизированного контроля  | 8.4                           | да  | да  |
| Определение амплитуды, частоты заполнения и длительности импульсов генератора импульсов возбуждения (ГИВ)   | 8.5                           | да  | да  |
| Определение диапазона установки усиления и абсолютной погрешности установки усиления  | 8.6                           | да  | да  |
| Определение диапазона измерений амплитуды сигналов и абсолютной погрешности измерений амплитуды сигналов относительно порогового уровня (порога АСД) по экрану дефектоскопа | 8.7                           | да  | да  |
| Определение угла ввода и его отклонения для ручных наклонных ПЭП  | 8.8                           | да  | да  |
| Определение максимальной условной чувствительности каналов ручного контроля   | 8.9                           | да  | да  |
| Определение максимальной условной чувствительности каналов автоматизированного контроля   | 8.10                          | да  | нет   |
| Определение мертвой зоны для ручных ПЭП   | 8.11                          | да  | да  |
| Определение диапазона, абсолютной погрешности измерений координат дефекта и толщины изделия каналов ручного контроля  | 8.12                          | да  | да  |
| Определение диапазона, абсолютной погрешности измерений координат дефекта и толщины изделия каналов автоматизированного контроля  | 8.13                          | да  | нет   |

Примечание – Первичная поверка для каналов автоматизированного контроля выполняется в процессе изготовления комплекса – до монтажа колесных преобразователей (КП) и юстировки их положения на каретках комплекса

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

2.3 Поверка комплекса прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, а комплекс признают не прошедшим поверку. При получении отрицательного результата по пунктам 8.8–8.13 методики поверки признается непригодным к применению пьезоэлектрический преобразователь (ПЭП) или КП, если хотя бы с одним преобразователем из комплекта комплекс полностью прошел поверку.

### 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 Рекомендуемые средства поверки указаны в таблице 2.

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  |
|----------------------------------|--|
| 8.5                              | Осциллограф цифровой TDS2012B (госреестр № 32618-06).<br>Диапазон коэффициента отклонения от 2 мВ/дел до 5 В/дел. Пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента отклонения для коэффициентов отклонения от 10 мВ/дел до 5 В/дел $\pm 3\%$ .   |
| 8.6, 8.7                         | Генератор сигналов сложной формы AFG3022 (госреестр № 32620-06).<br>Синусоидальный сигнал от 1 кГц до 20 МГц, диапазон напряжений от 10 мВ до 10 В, погрешность $\pm (1\%$ от величины $+1$ мВ), амплитудная неравномерность (до 5 МГц) $\pm 0,15$ дБ, (от 5 до 20 МГц) $\pm 0,3$ дБ, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1$ ppm.   |
| 8.6, 8.7                         | Аттенюатор ступенчатый ручной 8496А (госреестр № 60237-15).<br>Диапазон частот от 0 до 4 ГГц, Ослабление от 0 до 110 дБ, шаг ослабления 10 дБ, пределы допускаемой погрешности установки ослабления (10,0 $\pm$ 0,2); (20,0 $\pm$ 0,4); (30,0 $\pm$ 0,5); (40,0 $\pm$ 0,7); (50,0 $\pm$ 0,8); (60 $\pm$ 1); (70,0 $\pm$ 1,2); (80,0 $\pm$ 1,3); (90,0 $\pm$ 1,5); (100,0 $\pm$ 1,6); (110,0 $\pm$ 1,8) дБ.   |
| 8.6, 8.7                         | Аттенюатор ступенчатый ручной 8494А (госреестр № 60237-15).<br>Диапазон частот от 0 до 4 ГГц, Ослабление от 0 до 11 дБ, шаг ослабления 1 дБ, пределы допускаемой погрешности установки ослабления (1,0 $\pm$ 0,2); (2,0 $\pm$ 0,2); (3,0 $\pm$ 0,3); (4,0 $\pm$ 0,3); (5,0 $\pm$ 0,3); (6,0 $\pm$ 0,3); (7,0 $\pm$ 0,4); (8,0 $\pm$ 0,4); (9,0 $\pm$ 0,4); (10,0 $\pm$ 0,4); (11,0 $\pm$ 0,5) дБ.  |
| 8.8, 8.9, 8.10, 8.11, 8.12, 8.13 | Мера №3Р из комплекта мер ультразвуковых ККО-3 (госреестр № 63388-16).<br>Толщина меры 29 <sub>-0,2</sub> мм. Высота меры 59 <sub>-0,1</sub> мм. Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения толщины и высоты меры $\pm 0,05$ мм. Диаметр искусственного дефекта Д1 6 <sub>+0,3</sub> мм, диаметров Д2, Д3, Д4, Д5 2 <sub>+0,1</sub> мм. Расстояние от рабочей поверхности 1 меры до центра искусственного дефекта: до дефекта Д1 44 <sub>-0,12</sub> мм. Расстояния от рабочей поверхности 2 меры до центров искусственных дефектов: до дефекта Д2 (3,00 $\pm$ 0,15) мм, до дефекта Д3 (6,00 $\pm$ 0,15) мм, до дефекта Д4 (8,00 $\pm$ 0,15) мм, до дефекта Д5 (12,00 $\pm$ 0,15) мм. Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения диаметров искусственных дефектов, расстояний до центров искусственных дефектов $\pm 0,05$ мм. |
| 8.12, 8.13                       | Мера №3 из комплекта мер ультразвуковых ККО-3 (госреестр № 63388-16).<br>Толщина меры 30 <sub>-0,2</sub> мм. Высота меры (55,0 $\pm$ 0,1) мм. Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения толщины и высоты меры $\pm 0,05$ мм.  |

## Продолжение таблицы 2

| 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 |
|-------------------------------|---|
| Вспомогательные устройства    |   |
| 8.3, 8.4                      | Тест-образец АК13.10.50.00.000-01 (приложение Б)  |
| 8.5                           | Пробник осциллографа P2200 с делителем 1:10   |
| 8.5                           | Эквивалент нагрузки АВ31.413418.011   |
| 8.6, 8.7                      | Согласующее устройство АВ31.431418.012  |
| 8.6, 8.7                      | Коммутатор каналов АВ31.431418.010-01   |
| 8.5                           | Кабель АВ31.685611.242 (2 шт.)  |
| 8.6, 8.7                      | Кабель АВ31.685611.239 (2 шт.)  |

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.

## 4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 Лица, допускаемые к проведению поверки, должны пройти обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений, 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 ( $20 \pm 5$ ) °С;
- относительная влажность воздуха ( $65 \pm 15$ ) %;
- атмосферное давление ( $750 \pm 30$ ) мм рт.ст. [ $(100 \pm 4)$  кПа].

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

6.3 Электропитание комплекса при проведении поверки осуществляется от штатного источника питания (входящего в комплекс).

6.4 Для проведения поверки не предусматривается демонтаж КП с кареток комплекса, так как последующий монтаж КП сопряжен с точной юстировкой положения КП, которую могут выполнять только высококвалифицированные (специально обученные) специалисты.

6.5 В процессе проведения первичной поверки КП (до их монтажа на каретки комплекса) рекомендуется использовать:

- специальное приспособление для размещения меры №3Р по продольной оси и с разворотом  $\pm 34^\circ$  (приложение Г), на которое последовательно устанавливаются все КП;
- специальную «рамку», в которой закрепляется КП, для обеспечения устойчивого положения КП в процессе его перемещения. При этом, «рамка» исключает вращение оси КП в процессе проведения поверки, что является обязательным условием.

## 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 комплекса и его составных частей;
- наличие маркировки на двери одного из шкафов «РА» (наименование предприятия изготовителя, товарный знак предприятия изготовителя, условное обозначение комплекса) и ПЭП и КП в соответствии с РЭ.

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 комплекс. Под словами «включить комплекс» в тексте методики следует понимать выполнение следующих операций, если иное не указано особо:

- нажать и удерживать две секунды зеленую кнопку на верхней стенке одного из шкафов «РА». При этом должен включиться источник бесперебойного питания;
- включить блок управления и индикации (БУИ) кнопкой, расположенной на задней стенке компьютера комплекса;
- загрузить программу комплекса, используя ярлык «Autoscon...». После загрузки программного обеспечения должен установиться режим работы комплекса «Меню» (рисунок 1), после чего для Контроллера, БУМ1, БУМ2 и БУМ3 должно индицироваться «Соединение установлено».

8.2.2 Прочитать идентификационные данные ПО в главном окне программы (рисунок 1).

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



Рисунок 1 – Вид экрана комплекса в режиме «Меню»

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

| Идентификационные данные (признаки)       | Значение                          |                 |
|---|-----------------------------------|-----------------|
|   | Идентификационное наименование ПО | БУИ             |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | 0.1.0.1 и выше                    | 128.15.2 и выше |
| Цифровой идентификатор ПО                 | –                                 | –               |


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 При отсутствии рельса в технологическом потоке рельсосварочного предприятия войти в режим «Тест», нажав кнопку «Тест» на экране БУИ (см. рисунок 1).

8.3.2 Ввести исходные данные (рисунок 2), используя сенсорную клавиатуру, расположенную в нижней части экрана БУИ (номер смены, номер протокола контроля, фамилию и инициалы оператора).

8.3.3 Нажать кнопку «Начать» на экране (справа сверху; см. рисунок 2).

8.3.4 Нажав кнопку «» на пульте комплекса (рисунок 3), поднять тест-образец в рабочую зону комплекса.

Примечание – Тест-образец представляет из себя отрезок нового рельса типа Р65 по ГОСТ 51685-2000 высотой  $(180,0 \pm 0,8)$  мм, в котором выполнены модели дефектов в соответствии с приложением Б.

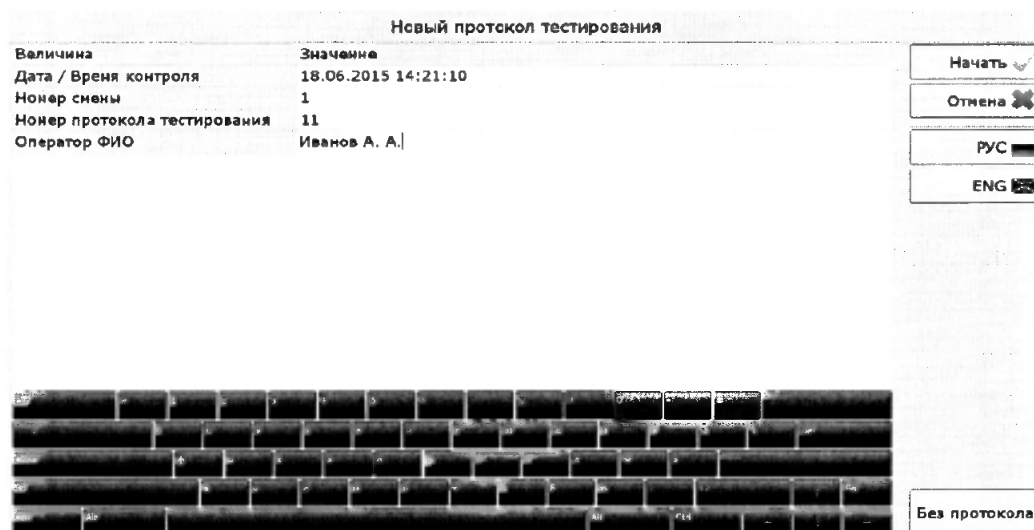


Рисунок 2 – Вид экрана комплекса для ввода исходных данных в режиме «Тест»

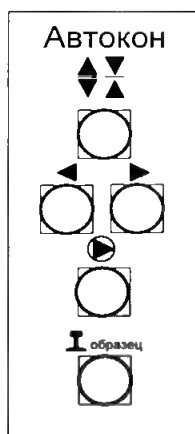






Рисунок 3 – Пульт комплекса

8.3.5 Переместить (свести) каретки с КП к рельсу, нажав кнопку «» на пульте комплекса.

8.3.6 Нанести вручную кистью контактирующую жидкость (масло индустриальное И-50А (ТУ)0253-005-58966428-2005, ГОСТ 20799-88 или аналогичное по вязкости масло) на поверхность катания, боковые грани головки и шейки рельса, а также подошву снизу – по всей длине тест-образца.

8.3.7 Установить лазерный указатель комплекса на середину тест-образца рельса кнопками « ».

8.3.8 Запустить процесс сканирования тест-образца комплексом, нажав кнопку «» на пульте (см. рисунок 3). При этом на экране комплекса начнет формироваться дефектограмма контроля тест-образца. Выявленные модели дефектов отображаются в виде пачек сигналов на «дорожках» В-разверток.

8.3.9 По окончании контроля тест-образца (рисунок 4):

– нажать на экране в правом верхнем углу кнопку «Измерить», после чего появится всплывающее окно «Разметка»;


– в окне «Разметка» нажать кнопку «Загрузить», после чего фоном будут выделены места («регионы»), где должны быть расположены пачки сигналов от моделей дефектов на «дорожках» В-разверток;

– в окне «Разметка» нажать кнопку «Расчет», после чего будет индцироваться процент выявленных моделей дефектов в тест-образце, который должен быть не менее 95 % от общего числа моделей дефектов в тест-образце.

Примечание – В случае невыполнения указанного выше условия необходимо:

– осмотреть механизмы приводов КП (приложение В). При необходимости, отрегулировать размещение КП на поверхностях рельса;

– откорректировать настройку чувствительности (увеличить ее на (4–6) дБ) для каналов комплекса, по которым не были выявлены модели дефектов в тест-образце;

– нанести (проверить наличие) контактирующую жидкость и повторить сканирование тест-образца, нажав кнопку «» на пульте.

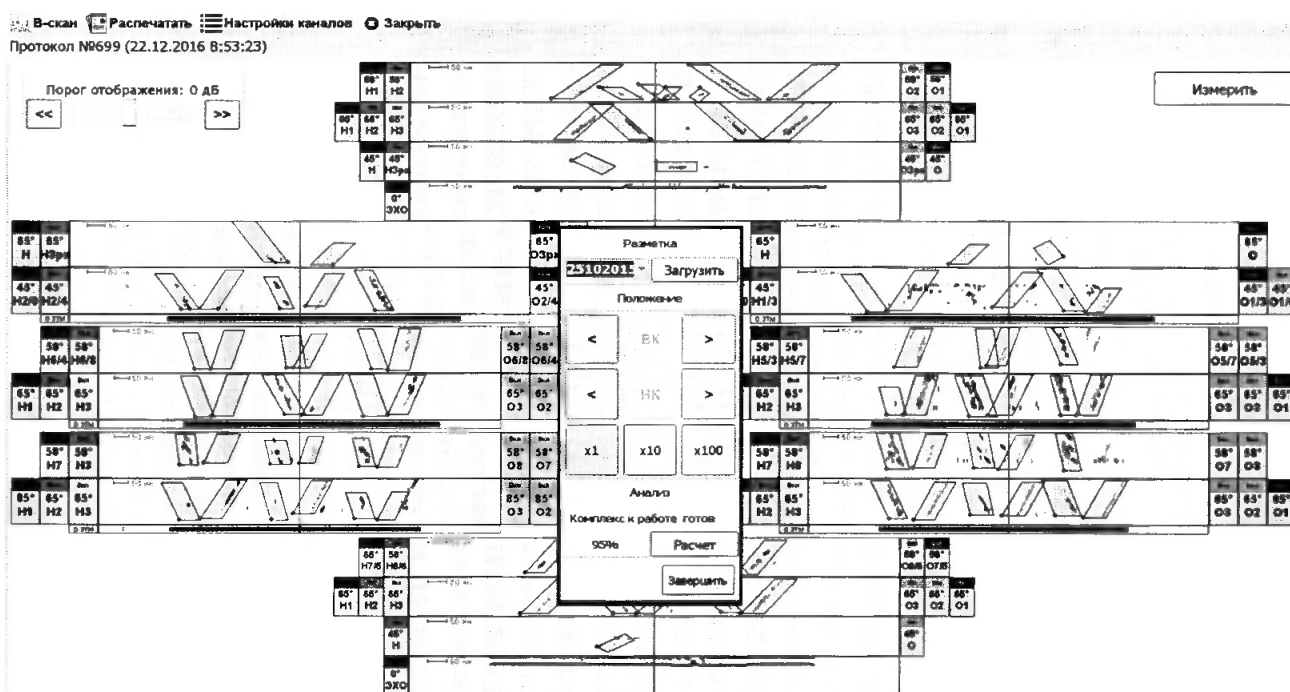


Рисунок 4 – Результаты контроля тест-образца



8.3.10 В окне «Разметка» нажать кнопку «Завершить», после чего данное окно будет погашено.

8.3.11 Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если выполняются требования, указанные в пункте 8.3.9.

#### 8.4 Определение абсолютной погрешности измерений толщины изделия при работе с прямыми ПЭП для каналов автоматизированного контроля

8.4.1 Коснуться «дорожки» В-развертки канала «0°ЭХО» (КП-1) в любом месте, где имеется устойчивый донный сигнал («дорожка» В-развертки указанного канала расположена над изображением рельса; рисунок 5). При этом на В-развертке появится вертикальная метка (выделена стрелкой на рисунке 5) и на экран будет вызвано всплывающее окно с А-разверткой (рисунок 6). Окно с А-разверткой соответствует установленному положению вертикальной метки по длине рельса. Положение вертикальной метки на В-развертке также отображается в левом верхнем углу окна А-развертки, как значение «Координата».

Если донный сигнал на А- или В-развертке отсутствует (или индицируется в ослабленном виде), то следует воспользоваться кнопками «<<» и «>>» в окне А-развертки для перемещения вертикальной метки по В-развертке.

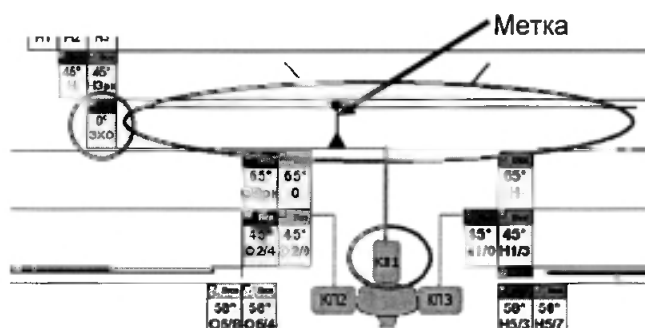


Рисунок 5 – Фрагмент дефектограммы ультразвукового контроля на экране комплекса с выделением канала «0°ЭХО» (КП-1)

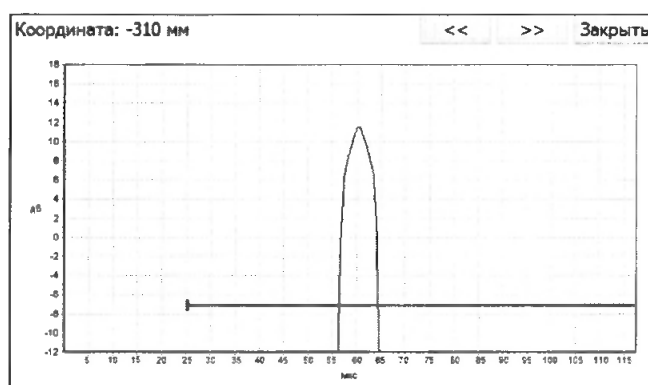


Рисунок 6 – А-развертка выбранного канала для соответствующего положения вертикальной метки на В-развертке (координаты по длине рельса)

8.4.2 По горизонтальной шкале « $\mu$ s» на А-развертке (см. рисунок 6) определить положение вершины донного сигнала. Полученное значение увеличить в три раза. Данная величина будет соответствовать измеренной высоте тест-образца в миллиметрах. Измерения выполнить пять раз. Рассчитать среднее арифметическое значение высоты тест-образца  $H_{cp}$ , мм.

\* Коэффициент пересчета микросекунд в миллиметры глубины для ПЭП с углом ввода  $0^\circ$  обусловлен скоростью продольной волны в стали равной  $5900 \text{ м/с} = 5,9 \text{ мм/мкс}$  и двукратным прохождением ультразвука (до отражателя и обратно) и равен:  $5,9 / 2 = 2,95 \approx 3$ .

8.4.3 Определить абсолютную погрешность измерений толщины изделия (глубины залегания дефектов) при работе с прямыми ПЭП  $\Delta H$ , мм, по формуле:

$$\Delta H = H_{cp} - H_n, \quad (1)$$

где  $H_{cp}$  – среднее арифметическое значение высоты (толщины) тест-образца (глубины залегания дефекта) по пяти измерениям, мм;

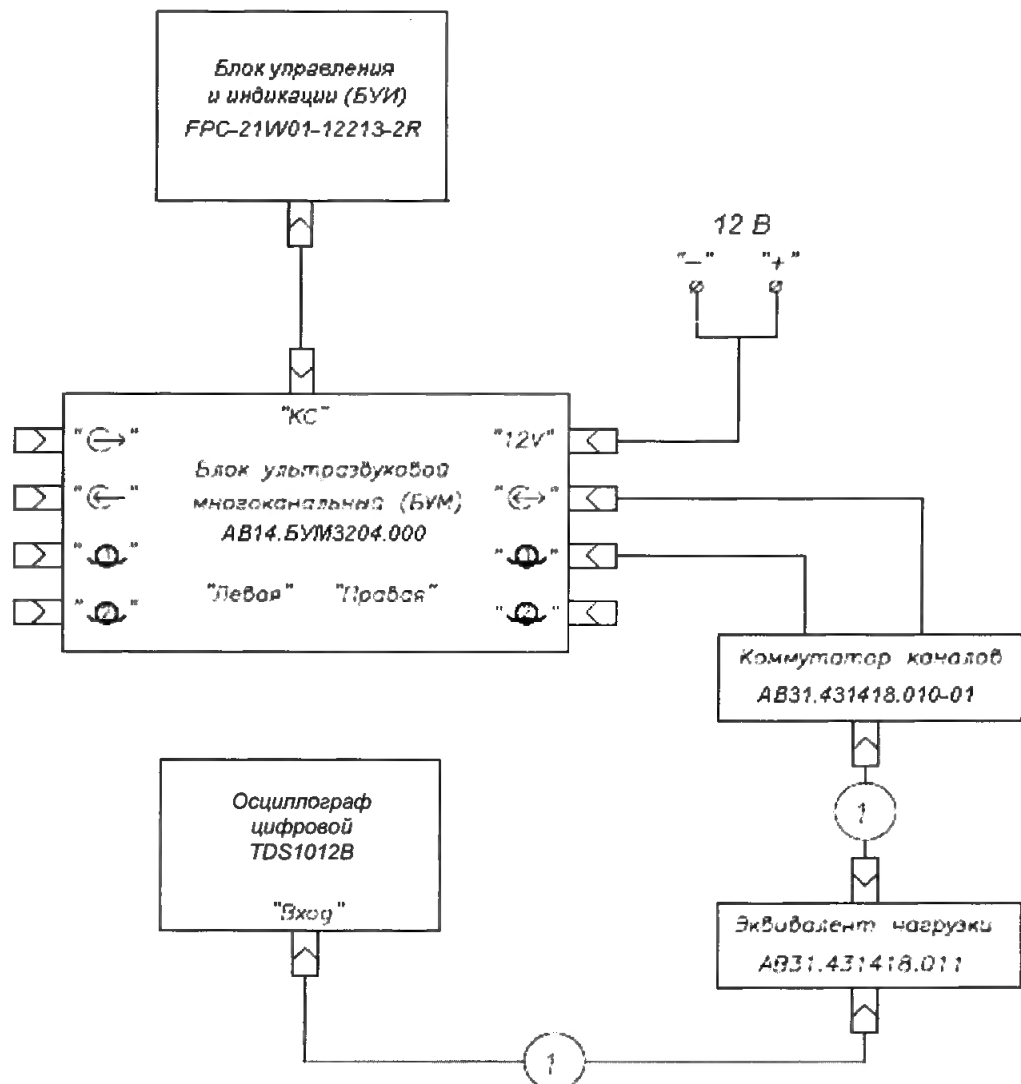
$H_n$  – номинальное значение высоты рельса по ГОСТ 51685-2000:  $H_n = 180$  мм.

8.4.4 По окончании измерений войти в режим «Меню» комплекса (см. рисунок 1), для чего нажать кнопку «Заккрыть» в верхней части экрана (см. рисунок 4).

8.4.5 Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если абсолютная погрешность измерений толщины изделия при работе с прямыми ПЭП для каналов автоматизированного контроля (по каналу «0°ЭХО» (КП-1)) не превышает  $\pm (3+0,01 \cdot H)$ , мм, где  $H$  – измеренное значение толщины, мм.

### 8.5 Определение амплитуды, частоты заполнения и длительности импульсов генератора импульсов возбуждения (ГИВ)

8.5.1 Собрать схему согласно рисунку 7. При работе с осциллографом необходимо использовать делитель 1:10 из его состава.



1. Кабель АВ31.685611.242 – 2 шт.

Рисунок 7 – Схема подключения для определения характеристик зондирующего импульса ГИВ

8.5.2 Перейти в режим работы «Настройка» для каналов автоматизированного

контроля, нажав кнопку «» (см. рисунок 1).

8.5.3 В режиме «Настройка» нажать на кнопки «Выбор канала» (вверху слева) и «Активные» (внизу посередине) или убедиться, что они уже нажаты (рисунок 8).

8.5.4 В соответствии с таблицей 4 нажать на требуемую кнопку в поле «Группа каналов» (см. рисунок 8). После этого будут подсвечены обозначения (слева и справа от «дорожек» В-разверток) только для активных каналов данной группы.

8.5.5 Вызвать А-развертку для требуемого канала автоматизированного контроля (таблица 4) путем нажатия на обозначение канала (см. рисунок 8).

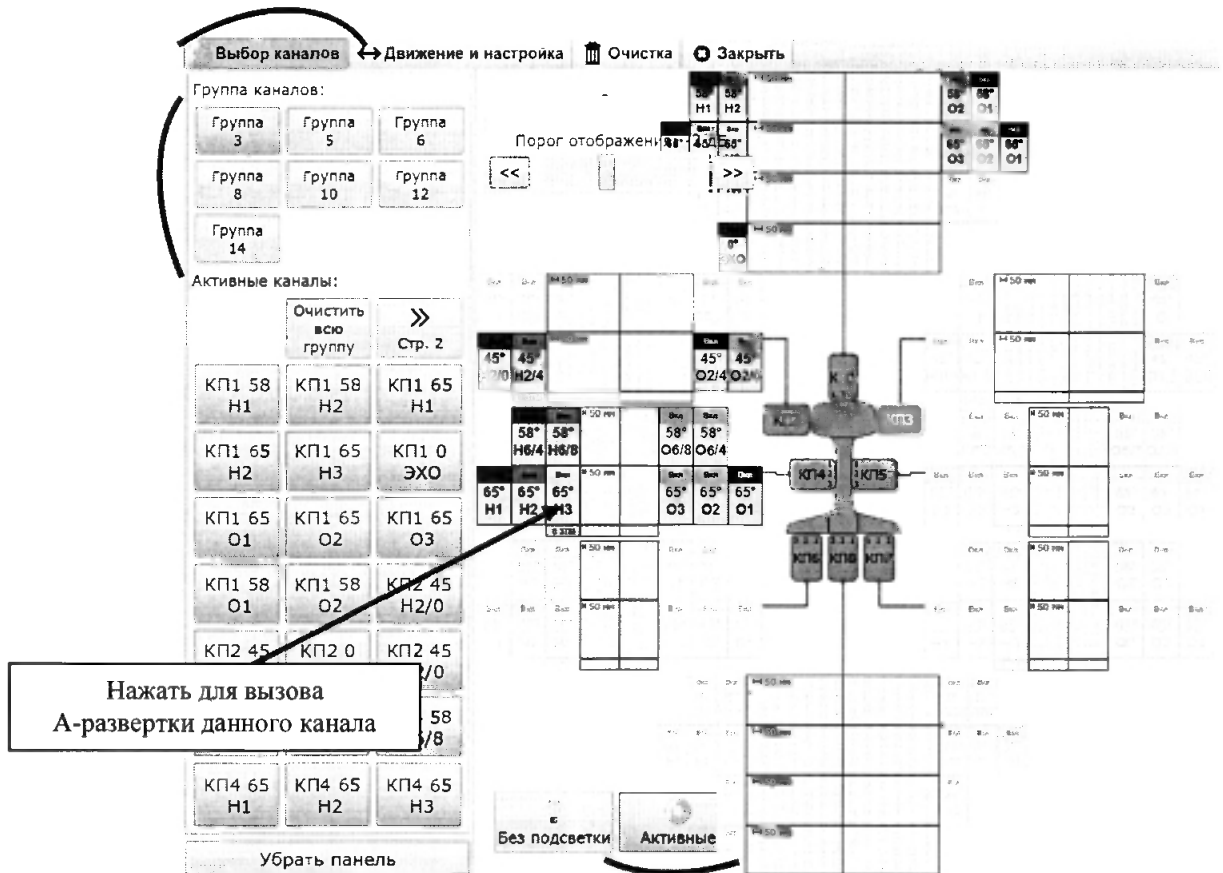


Рисунок 8 – Режим «Настройка»

8.5.6 Установить переключатели коммутатора каналов и эквивалента нагрузки в положение, соответствующее таблице 4\*.

8.5.7 Произвести измерения осциллографом амплитуды  $U_{зи}$ , В, (по положительной составляющей), частоты заполнения  $F_{и}$ , МГц, и длительности импульса ГИВ  $\tau_{зи}$ , мкс, согласно рисунку 9. Измерения выполнить пять раз. Рассчитать среднее арифметическое значение частоты заполнения импульса ГИВ.

8.5.8 Рассчитать отклонение установки частоты заполнения импульсов ГИВ  $\Delta F$ , МГц, по формуле:

$$\Delta F = F_{и} - F_{н}, \quad (2)$$

где  $F_{н}$  – номинальное значение частоты заполнения импульсов ГИВ, установленное для комплекса 2,50 МГц;

$F_{и}$  – среднее арифметическое значение частоты заполнения импульса ГИВ по пяти измерениям, МГц.

\* В приложении Д приведена полная таблица состояний коммутатора каналов и эквивалента нагрузки.

Таблица 4 – Параметры импульсов ГИВ

| № БУМ | № группы каналов | Канал автоматизированного контроля | Сторона БУМ (разъем) | Положение переключателя коммутатора каналов | Эквивалент нагрузки (емкость), пФ | Импульсы ГИВ            |                        |                             |      |                 |    |   |
|-------|------------------|------------------------------------|----------------------|---|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|------|-----------------|----|---|
|       |                  |                                    |                      |   |                                   | Частота заполнения, МГц | Амплитуда, В, не менее | Длительность, мкс, не более |      |                 |    |   |
| БУМ1  | 3                | 58 Н2 (КП1)                        | Левая (БР1)          | 6   | 2400                              | $2,50 \pm 0,25$         | 80                     | 4                           |      |                 |    |   |
|       |                  | 58 Н1 (КП1)                        | Левая (БР2)          | 2   |                                   |                         |                        |                             |      |                 |    |   |
|       |                  | 58 О6/8 (КП4)                      | Правая (БР1)         | 3   |                                   |                         |                        |                             |      |                 |    |   |
|       |                  | 58 Н6/8 (КП4)                      | Правая (БР2)         | 1   |                                   |                         |                        |                             |      |                 |    |   |
| БУМ2  | 5                | 58 Н7/5 (КП8)                      | Левая (БР1)          | 6   |                                   |                         |                        |                             |      |                 |    |   |
|       |                  | 58 О8/6 (КП8)                      | Левая (БР2)          | 1   |                                   |                         |                        |                             |      |                 |    |   |
|       |                  | 58 Н5/3 (КП5)                      | Правая (БР1)         | 4   |                                   |                         |                        |                             |      |                 |    |   |
|       |                  | 58 О5/7 (КП5)                      | Правая (БР2)         | 1   |                                   |                         |                        |                             |      |                 |    |   |
| БУМ3  | 6                | 65 О1 (КП6)                        | Левая (БР1)          | 3   |                                   |                         |                        |                             | 1200 | $2,50 \pm 0,25$ | 25 | 4 |
|       |                  | 65 Н1 (КП7)                        | Левая (БР2)          | 5   |                                   |                         |                        |                             |      |                 |    |   |
|       |                  | 65 О1 (КП7)                        | Правая (БР1)         | 9   |                                   |                         |                        |                             |      |                 |    |   |
|       |                  | 65 Н3 (КП6)                        | Правая (БР2)         | 7   |                                   |                         |                        |                             |      |                 |    |   |
|       |                  | 0° ЗТМ (КП7)                       | Правая (БР1)         | 5   |                                   |                         |                        |                             |      |                 |    |   |
|       |                  | 0° ЗТМ (КП6)                       | Левая (БР1)          | 9   |                                   |                         |                        |                             |      |                 |    |   |
| -     | -                | Ручной ПЭП 0°ЭХО, 0°ЗТМ            | Левая «(→)»          | 9   |                                   |                         |                        |                             |      |                 |    |   |

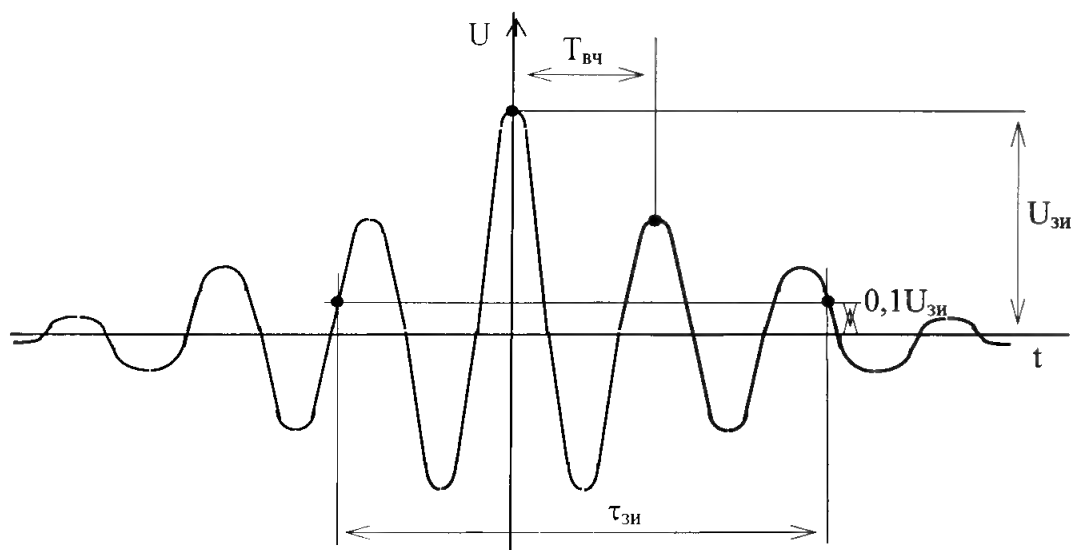



Рисунок 9 – Определение характеристик импульса ГИВ

8.5.9 Для перехода в режим «Настройка» (см. рисунок 8) коснуться экрана либо нажать кнопку «Назад» в меню (см. рисунок 10). Повторить измерения согласно пунктам 8.5.4–8.5.8 для остальных каналов автоматизированного контроля комплекса, указанных в таблице 4.

8.5.10 Для перехода в режим «Настройка» (см. рисунок 8) коснуться экрана либо нажать кнопку «Назад» в меню (см. рисунок 10). Далее войти в режим «Меню» комплекса (см. рисунок 1), для чего нажать кнопку «Заккрыть» в верхней части экрана (см. рисунок 8).

8.5.11 Перейти в режим работы «Настройка ручных ПЭП» для требуемого канала ручного контроля (таблица 4), нажав на экране комплекса кнопку « Настройка Ручных ПЭП ...» и далее кнопку с требуемым каналом в нижней части экрана (рисунок 11).

8.5.12 Выполнить измерения согласно пунктам 8.5.6–8.5.8 для канала ручного контроля комплекса, указанного в таблице 4.

8.5.13 По окончании измерений войти в режим «Меню» комплекса (см. рисунок 1), для чего коснуться экрана либо нажать кнопку «Назад» в меню (см. рисунок 10). Комплекс перейдет в режим «Настройка» (см. рисунок 8).

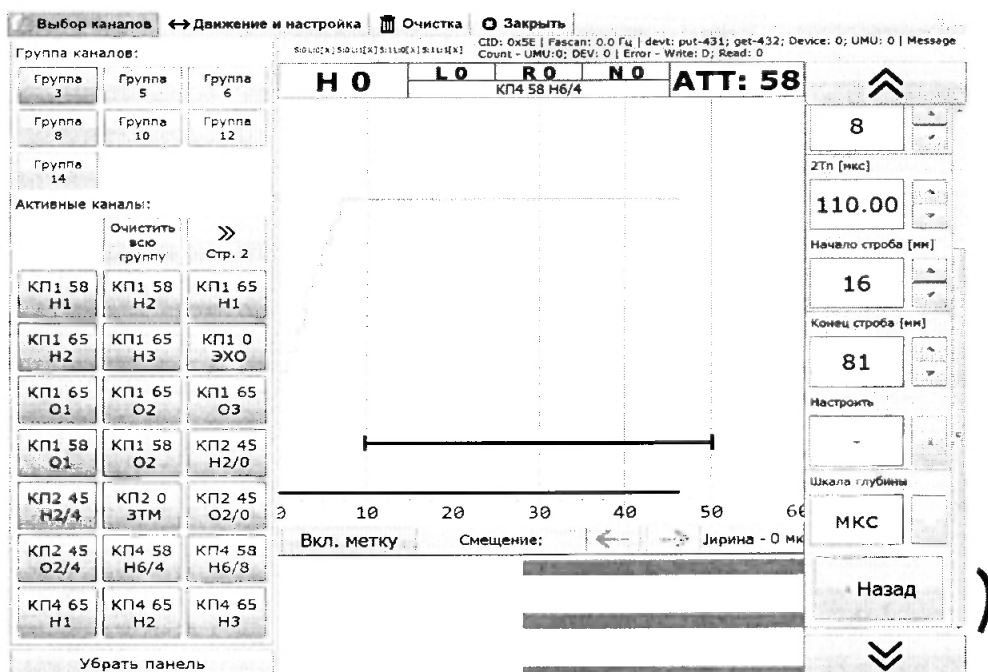


Рисунок 10 – А-развертка выбранного канала в режиме «Настройка»

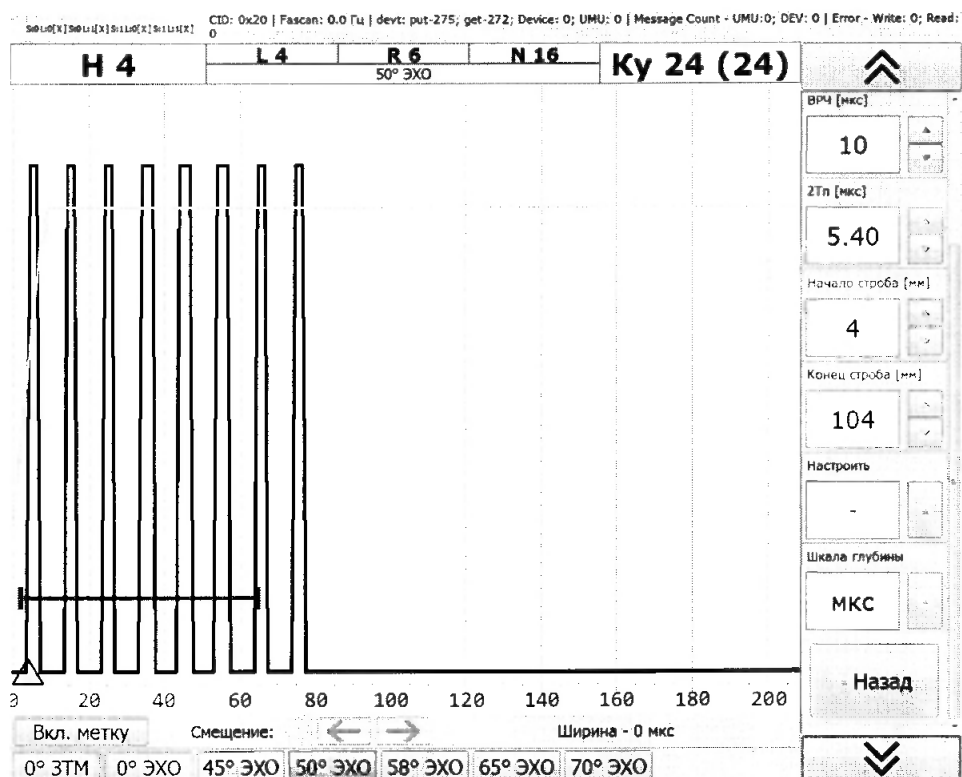


Рисунок 11 – А-развертка выбранного канала в режиме «Настройка ручных ПЭП»

8.5.14 Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если:

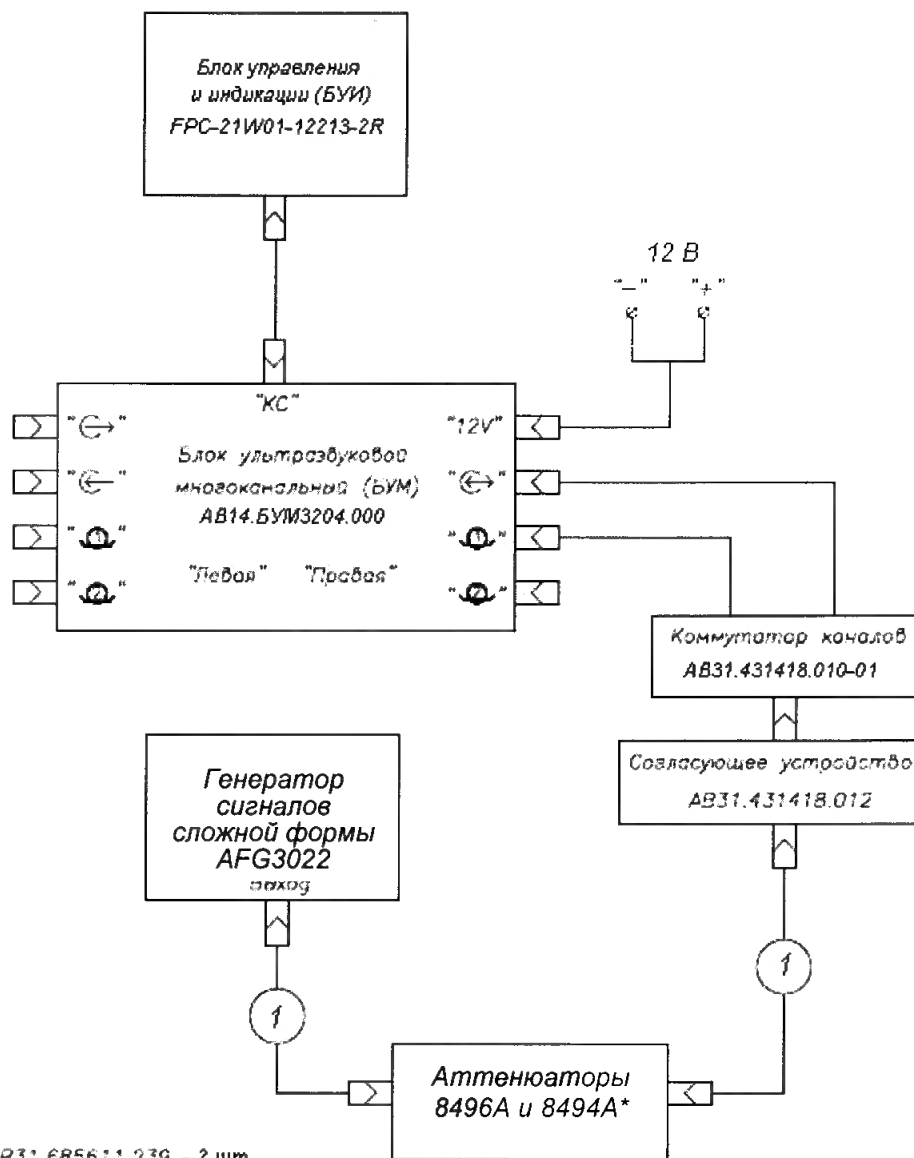
- амплитуда импульсов ГИВ составляет не менее 80 В для каналов наклонных ПЭП и не менее 25 В для каналов прямых ПЭП (угол ввода 0°);
- частота заполнения импульсов ГИВ и ее отклонение составляет  $(2,50 \pm 0,25)$  МГц;
- длительность импульсов ГИВ на уровне 0,1 не превышает 4 мкс.

## 8.6 Определение диапазона установки усиления и абсолютной погрешности установки усиления

8.6.1 Собрать схему согласно рисунку 12.

8.6.2 Перейти в режим работы «Настройка» для каналов автоматизированного

контроля, нажав кнопку «» (см. рисунок 1).



1. Кабель АВ31.685611.239 - 2 шт.

\* Последовательное соединение

Рисунок 12 – Схема подключения для определения характеристик приемного тракта комплекса

8.6.3 В режиме «Настройка» нажать на кнопки «Выбор канала» (вверху слева) и «Активные» (внизу посередине) или убедиться, что они уже нажаты (см. рисунок 8).

8.6.4 В соответствии с таблицей 5 нажать на требуемую кнопку в поле «Группа каналов» (см. рисунок 8). После этого будут подсвечены обозначения (слева и справа от «дорожек» В-разверток) только для активных каналов данной группы.

8.6.5 Вызвать А-развертку для требуемого канала автоматизированного контроля (таблица 5) путем нажатия на обозначение канала (см. рисунок 8).

8.6.6 Установить переключатель коммутатора каналов в положение, соответствующее выбранному каналу контроля, согласно таблице 5.

8.6.7 Установить ослабление на аттенюаторах  $N_{A0}$  0 дБ.

8.6.8 Установить настройки генератора: непрерывный сигнал, синус, частота 2,5 МГц, амплитуда 2 В.




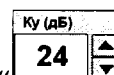
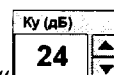
8.6.9 Регулируя условную чувствительность (усиление) комплекса кнопками «» или «АТТ [дБ]», расположенными в меню в правой части экрана (см. рисунок 10), довести амплитуду сигнала на экране комплекса до уровня «порога» (значение амплитуды сигнала «N» на экране комплекса должно быть равно 0 дБ).

Таблица 5 – Каналы, для которых определяются параметры аттенюатора (усиления) комплекса

| № БУМ | № группы каналов | Канал автоматизированного контроля | Сторона БУМ (разъем) | Положение переключателя коммутатора каналов |
|-------|------------------|------------------------------------|----------------------|---|
| БУМ1  | 3                | 58 Н2 (КП1)                        | Левая (БР1)          | 6   |
|       |                  | 65 Н3 (КП4)                        | Левая (БР2)          | 7   |
|       |                  | 58 О6/4 (КП4)                      | Правая (БР1)         | 4   |
|       |                  | 45 Н2/4 (КП2)                      | Правая (БР2)         | 6   |
| БУМ2  | 5                | 65 Н3 (КП8)                        | Левая (БР1)          | 7   |
|       |                  | 65 О2 (КП5)                        | Левая (БР2)          | 6   |
|       |                  | 58 О5/3 (КП5)                      | Правая (БР1)         | 1   |
|       |                  | 45 Н1/3 (КП3)                      | Правая (БР2)         | 3   |
| БУМ3  | 6                | 58 О7 (КП6)                        | Левая (БР1)          | 6   |
|       |                  | 58 Н8 (КП6)                        | Левая (БР2)          | 2   |
|       |                  | 58 О8 (КП7)                        | Правая (БР1)         | 6   |
|       |                  | 65 О2 (КП7)                        | Правая (БР2)         | 1   |



8.6.10 Увеличить усиление комплекса кнопкой «» на 2 дБ, после чего установить такое ослабление аттенюаторов, чтобы сигнал на экране комплекса снова достиг уровня «порога» (значение амплитуды сигнала «N» на экране комплекса должно быть равно 0 дБ).

8.6.11 Рассчитать абсолютную погрешность установки усиления  $\Delta G$ , дБ, по формуле:

$$\Delta G = |N_A - N_{A0}| - |G_Y - G_{Y0}|, \quad (3)$$

где  $G_{Y0}$  – начальное значение усиления на комплексе, установленное в пункте 8.6.9, дБ;

$G_Y$  – текущее значение усиления на комплексе, установленное в пункте 8.6.10, дБ;

$N_{A0}$  – начальное значение ослабления на аттенюаторах, установленное в пункте 8.6.7, дБ;

$N_A$  – текущее значение ослабления согласно установленным значениям на аттенюаторах, установленное в пункте 8.6.10, дБ.

8.6.12 Повторить пункты 8.6.10–8.6.11, увеличивая усиление на комплексе до 70 дБ с шагом 2 дБ. При этом уровень электрического шума не должен превышать половины изображенного на экране комплекса уровня порога.

8.6.13 Для перехода в режим «Настройка» (см. рисунок 8) коснуться экрана либо нажать кнопку «Назад» в меню (см. рисунок 10). Повторить измерения согласно пунктам 8.6.4–8.6.12 для остальных каналов автоматизированного контроля комплекса, указанных в таблице 5.

8.6.14 По окончании измерений коснуться экрана либо нажать кнопку «Назад» в меню (см. рисунок 10). Комплекс перейдет в режим «Настройка» (см. рисунок 8).

8.6.15 Комплекс считается прошедшим операцию проверки с положительным результатом, если диапазон установки усиления составляет от 10 до 70 дБ и абсолютная погрешность установки усиления составляет  $\pm 2$  дБ.

## 8.7 Определение диапазона измерений амплитуды сигналов и абсолютной погрешности измерений амплитуды сигналов относительно порогового уровня (порога АСД) по экрану дефектоскопа

8.7.1 Собрать схему согласно рисунку 12.

8.7.2 Перейти в режим работы «Настройка» для каналов автоматизированного



контроля, нажав кнопку « Настройка» (см. рисунок 1).

8.7.3 В режиме «Настройка» нажать на кнопки «Выбор канала» (вверху слева) и «Активные» (внизу посередине) или убедиться, что они уже нажаты (см. рисунок 8).

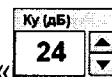
8.7.4 В соответствии с таблицей 5 нажать на требуемую кнопку в поле «Группа каналов» (см. рисунок 8). После этого будут подсвечены обозначения (слева и справа от «дорожек» В-разверток) только для активных каналов данной группы.

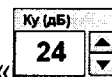
8.7.5 Вызвать А-развертку для требуемого канала автоматизированного контроля (таблица 5) путем нажатия на обозначение канала (см. рисунок 8).

8.7.6 Установить переключатель коммутатора каналов в положение, соответствующее выбранному каналу контроля, согласно таблице 5.

8.7.7 Установить ослабление на аттенюаторах  $N_{A0}$  0 дБ.

8.7.8 Установить настройки генератора: непрерывный сигнал, синус, частота 2,5 МГц, амплитуда 2 В.



8.7.9 Регулируя условную чувствительность (усиление) комплекса кнопками «» или «АТТ [дБ]» (см. рисунок 10), довести амплитуду сигнала на экране комплекса верхней горизонтали А-развертки.

8.7.10 Зафиксировать измеренное значение амплитуды сигнала «N» на экране комплекса  $N_0$ , дБ (см. рисунок 10).

8.7.11 Увеличивать ослабление на аттенюаторах  $N_A$ , дБ, 18 раз с шагом 1 дБ и фиксировать измеренные значения амплитуды сигнала «N» на экране комплекса  $N$ , дБ.

8.7.12 Рассчитать абсолютную погрешность измерения амплитуды сигнала  $\Delta N$ , дБ, по формуле:

$$\Delta N = |N_0 - N| - |N_A - N_{A0}|, \quad (4)$$

где  $N_{A0}$  – начальное значение ослабления на аттенюаторах, установленное в пункте 8.7.7, дБ;

$N_A$  – текущее значение ослабления согласно установленным значениям на аттенюаторах, дБ;

$N_0$  – начальное значение амплитуды сигнала на экране комплекса, полученное в пункте 8.7.10, дБ;

$N$  – текущее измеренное значение амплитуды сигнала на экране комплекса, дБ.

8.7.13 Для перехода в режим «Настройка» (см. рисунок 8) коснуться экрана либо нажать кнопку «Назад» в меню (см. рисунок 10). Повторить измерения согласно пунктам 8.7.4–8.7.12 для остальных каналов автоматизированного контроля комплекса, указанных в таблице 5.

8.7.14 По окончании измерений коснуться экрана либо нажать кнопку «Назад» в меню (см. рисунок 10). Комплекс перейдет в режим «Настройка» (см. рисунок 8). Далее войти в режим «Меню» комплекса (см. рисунок 1), для чего нажать кнопку «Заккрыть» в верхней части экрана (см. рисунок 4).


8.7.15 Комплекс считается прошедшим операцию проверки с положительным результатом, если диапазон измерений амплитуды сигналов составляет от 1 до 18 дБ и абсолютная погрешность измерений амплитуды сигналов на входе приемного тракта составляет  $\pm 2$  дБ.



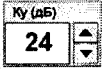
## 8.8 Определение угла ввода и его отклонения для ручных наклонных ПЭП

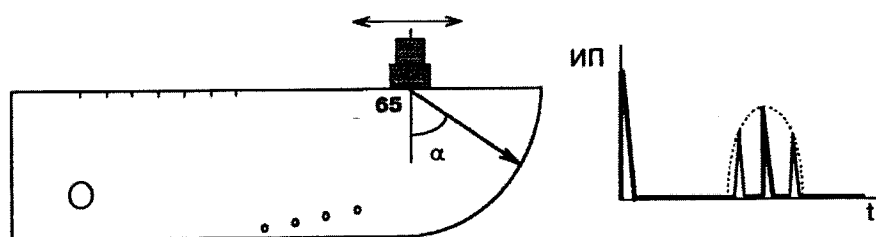
8.8.1 Подключить к разъему «(↔)» (верхнему) комплекса наклонный ручной ПЭП.

8.8.2 Перейти в режим работы «Настройка ручных ПЭП» для требуемого канала

ручного контроля (таблица 4), нажав на экране комплекса кнопку «» и далее кнопку с требуемым каналом в нижней части экрана (см. рисунок 11).

8.8.3 Выявить в мере №3Р из комплекта мер ультразвуковых ККО-3 (далее – мера №3Р) цилиндрическую полукруглую поверхность, установив ПЭП в соответствии с рисунком 13 (предварительно смочив ее рабочую поверхность контактирующей жидкостью).

8.8.4 Кнопками «» (см. рисунок 11) изменить усиление так, чтобы вершина эхо-сигнала находилась между пороговым уровнем и верхней горизонталью А-развертки (рисунок 14). Перемещая ПЭП в небольших пределах, найти максимальное значение амплитуды эхо-сигнала.



ИП – излучатель и приемник ультразвуковых колебаний

Рисунок 13 – Определение точки выхода луча при использовании ручных ПЭП

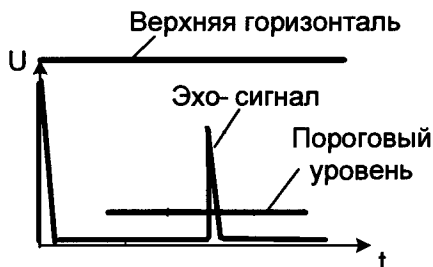

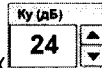


Рисунок 14 – Вид эхо-сигнала на экране комплекса

8.8.5 Не снимая ПЭП с меры №3Р, определить положение точки выхода луча ПЭП и нанести соответствующую риску на корпус ПЭП.

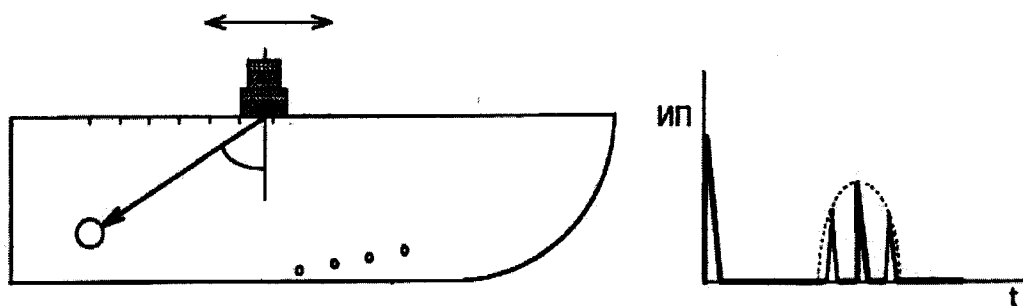
8.8.6 Откорректировать время в призме кнопками «» (см. рисунок 11) таким образом, чтобы значение «R», индицируемое на верхней строке экрана комплекса, было равно 59 мм.

8.8.7 Установить наклонный ручной ПЭП на рабочую поверхность меры №3Р (рисунок 15) со стороны шкалы « $\alpha^\circ$ » (предварительно смочив её контактирующей жидкостью) так, чтобы точка выхода луча оказалась у отметки шкалы « $\alpha^\circ$ » меры №3Р, соответствующей номинальному значению угла ввода ПЭП.

8.8.8 Кнопками «» изменить усиление так, чтобы вершина эхо-сигнала находилась между пороговым уровнем и верхней горизонталью А-развертки. Перемещая ПЭП в небольших пределах, найти максимальное значение амплитуды эхо-сигнала.

8.8.9 Не сдвигая ручной ПЭП, определить значение угла ввода УЗК для точки выхода луча по шкале « $\alpha^\circ$ » меры №3Р.

8.8.10 Повторить измерения согласно пунктам 8.8.1–8.8.9 для всех ручных ПЭП комплекса.



ИП – излучатель и приемник ультразвуковых колебаний (УЗК)

Рисунок 15 – Определение угла ввода ПЭП и условной чувствительности каналов комплекса при использовании ручных ПЭП

8.8.11 По окончании измерений войти в режим «Меню» комплекса (см. рисунок 1), для чего коснуться экрана либо нажать кнопку «Назад» в меню (см. рисунок 10). Комплекс перейдет в режим «Настройка» (см. рисунок 8).


8.8.12 Комплекс считается прошедшим операцию проверки с положительным результатом, если измеренные значения угла ввода для всех ручных наклонных ПЭП соответствует значениям, приведенным в таблице 6.

Таблица 6 – Значения углов ввода наклонных ручных ПЭП

| Канал ручного контроля | Обозначение ручного ПЭП | Номинальное значение угла ввода и его отклонение, град |
|------------------------|-------------------------|--|
| «45°»                  | П121-2,5-45-Р           | $45 \pm 2$   |
| «50°»                  | П121-2,5-50-Р           | $50 \pm 2$   |
| «58°»                  | П121-2,5-58-Р           | $58 \pm 3$   |
| «65°»                  | П121-2,5-65-Р           | $65_{-3}^{+1}$   |
| «70°»                  | П121-2,5-70-Р           | $70_{-3}^{+1}$   |

## 8.9 Определение максимальной условной чувствительности каналов ручного контроля

8.9.1 Подключить ручной прямой ПЭП к разъемам «(→)» и «(←)» или ручной наклонный ПЭП к разъему «(↔)» комплекса.

8.9.2 Перейти в режим работы «Настройка ручных ПЭП» для требуемого канала ручного контроля (таблица 7), нажав на экране комплекса кнопку « Настройка Ручных ПЭП» и далее кнопку с требуемым каналом в нижней части экрана (см. рисунок 11).

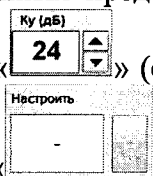
8.9.3 Установить ручной ПЭП на рабочую поверхность меры №3Р (предварительно смочив её контактирующей жидкостью) в соответствии с таблицей 7 и руководствуясь рисунками 15–17.

Таблица 7 – Значения максимальной условной чувствительности

| Угол ввода ПЭП | Условная чувствительность каналов ручного и автоматизированного контроля $K_y^{\max}$ , дБ, не менее | Опорный отражатель – искусственный дефект в виде отверстия диаметром 6 мм в мере №3Р |
|----------------|--|--|
| 0 (эхо); 45°   | 24   | На глубине 44 мм   |
| 50°            | 28   |  |
| 58°            | 20   |  |
| 65; 70°        | 24   | На глубине 15 мм   |

8.9.4 Настроить требуемый канал ручного контроля на рекомендуемую условную чувствительность  $K_u$ , дБ, по мере №3Р, для чего, перемещая ручной ПЭП по поверхности меры №3Р, определить положение, при котором амплитуда эхо-сигнала в соответствии с рисунком 14 максимальна. При этом вершина эхо-сигнала должна находиться в пределах от порогового уровня до верхней горизонтали А-развертки. Если вершина эхо-сигнала не находится в указанных пределах, необходимо произвести коррекцию чувствительности с

помощью кнопки « $K_u$  (дБ) 24» (см. рисунок 11). Далее нажать кнопку настройки на условную чувствительность «Настроить».



8.9.5 Снять ручной ПЭП с поверхности меры №3Р.

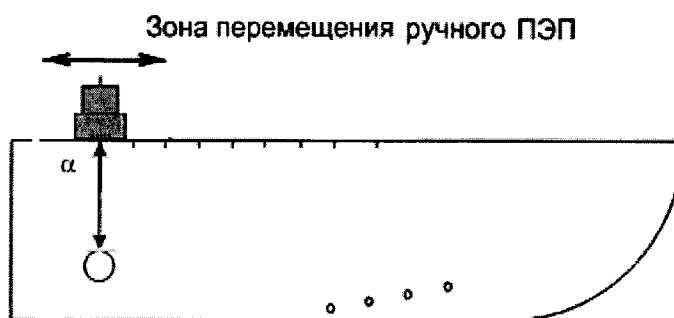


Рисунок 16 – Установка прямого ручного ПЭП на поверхность меры №3Р из комплекта мер ультразвуковых ККО-3

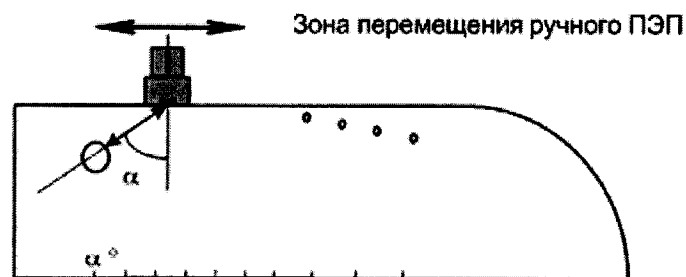


Рисунок 17 – Определение максимальной условной чувствительности каналов и погрешности измерений глубины дефектов для ручных наклонных ПЭП с углом ввода 65 и 70°

8.9.6 Увеличить чувствительность до максимального значения или до уровня электрических шумов, равного 1/2 высоты порога. Считать полученное значение условной чувствительности с экрана комплекса, индицируемое до скобок в правом углу экрана (например, при индикации « $K_u$  38 (12)» максимальное значение условной чувствительности составляет 38 дБ, где «(12)» – значение рекомендуемой условной чувствительности, равное 12 дБ).

8.9.7 Повторить измерения согласно пунктам 8.9.1–8.9.6 для всех каналов ручного контроля комплекса.

8.9.8 Комплекс считается прошедшим операцию проверки с положительным результатом, если измеренные значения условной чувствительности каналов ручного контроля соответствует значениям, приведенным в таблице 7.

## 8.10 Определение максимальной условной чувствительности каналов автоматизированного контроля

8.10.1 Войти в режим «меню» комплекса (см. рисунок 1).

8.10.2 Перейти в режим работы «Настройка» для каналов автоматизированного



контроля, нажав кнопку « Настройка» (см. рисунок 1).

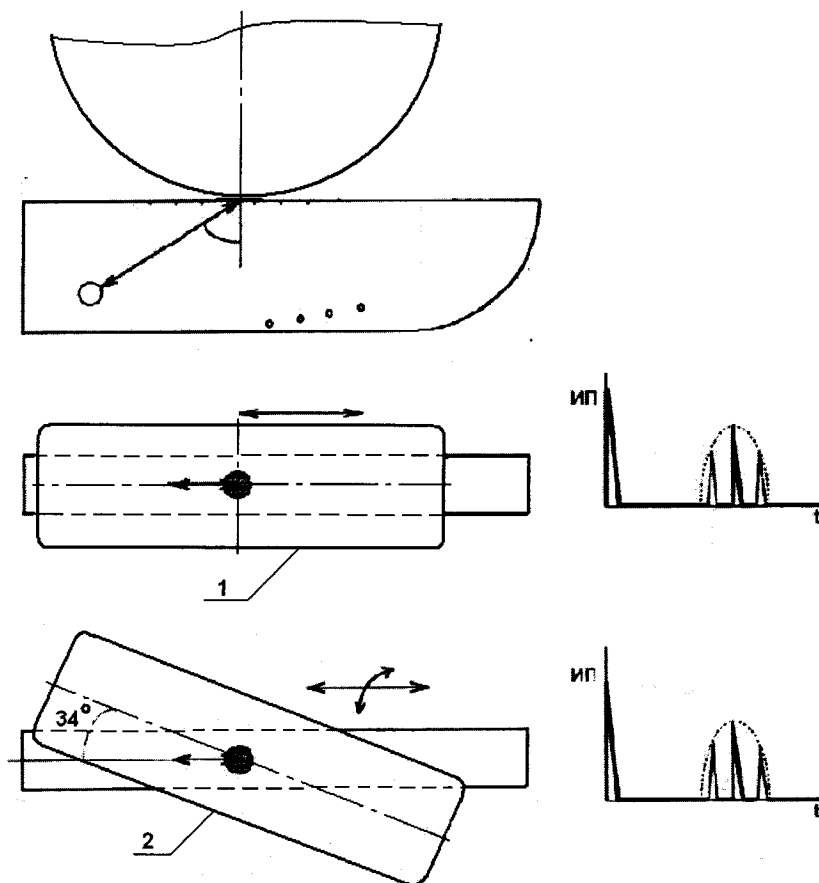
8.10.3 В режиме «Настройка» нажать на кнопки «Выбор канала» (вверху слева) и «Активные» (внизу посередине) или убедиться, что они уже нажаты.

8.10.4 Нажать на требуемую кнопку в поле «Группа каналов» (после этого будут подсвечены обозначения только для активных каналов данной группы) и вызвать А-развертку для требуемого канала путем нажатия на обозначение канала.

Примечание – В процессе измерений следует последовательно выбирать группы каналов и собственно каналы (из числа активных каналов для данной группы).

8.10.5 Установить требуемый КП на поверхность меры №3Р (предварительно смочив её контактирующей жидкостью) в соответствии с таблицей 7 и руководствуясь рисунком 18.

Примечание – При работе с КП рекомендуется его закреплять в «рамке», а также использовать специальное приспособление для размещения меры №3Р (приложение Г).




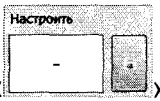
ИП – излучатель и приемник ультразвуковых колебаний

1 – положение КП при озвучивании опорного отражателя неразвернутым резонатором;

2 – положение КП при озвучивании опорного отражателя развернутым резонатором

Рисунок 18 – Определение условной чувствительности каналов комплекса и погрешности измерения глубин дефектов при использовании КП

8.10.6 Настроить требуемый канал автоматизированного контроля на рекомендуемую условную чувствительность по мере №3Р, для чего перемещая КП по рабочей поверхности определить положение, при котором амплитуда эхо-сигнала в соответствии с рисунком 14 максимальна. При этом вершина эхо-сигнала должна находиться в пределах от порогового уровня до верхней горизонтали А-развертки. Если вершина эхо-сигнала не находится в указанных пределах необходимо произвести коррекцию чувствительности с помощью

кнопки «». Далее нажать кнопку настройки на условную чувствительность «».

8.10.7 Снять КП с поверхности меры №3Р.

8.10.8 Увеличить чувствительность до максимального значения или до уровня электрических шумов, равного 1/2 высоты порога. Считать полученное значение условной чувствительности с экрана комплекса, индицируемое до скобок в правом углу экрана (например, при индикации «Ку 38 (12)» максимальное значение условной чувствительности составляет 38 дБ, где «(12)» – значение рекомендуемой условной чувствительности, равное 12 дБ).

8.10.9 Повторить измерения согласно пунктам 8.10.1–8.10.8 для всех каналов автоматизированного контроля комплекса.


8.10.10 По окончании измерений коснуться экрана либо нажать кнопку «Назад» в меню (см. рисунок 10). Комплекс перейдет в режим «Настройка» (см. рисунок 8). Далее войти в режим «Меню» комплекса (см. рисунок 1), для чего нажать кнопку «Заккрыть» в верхней части экрана (см. рисунок 4).

8.10.11 Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если измеренные значения условной чувствительности каналов автоматизированного контроля соответствует значениям, приведенным в таблице 7.

## 8.11 Определение мертвой зоны для ручных ПЭП

8.11.1 Подключить к разьему «(↔)» комплекса исследуемый наклонный ручной ПЭП.

8.11.2 Перейти в режим работы «Настройка ручных ПЭП» для требуемого канала

ручного контроля (таблица 4), нажав на экране комплекса кнопку «» и далее кнопку с требуемым каналом в нижней части экрана (см. рисунок 11).

8.11.3 Выявить в мере №3Р отверстие диаметром 6 мм на глубине 44 мм в соответствии с рисунками 15–17.

8.11.4 Настроить комплекс на рекомендуемую условную чувствительность  $K_u$ , дБ.

8.11.5 Выявить наклонным ПЭП в мере №3Р отверстие диаметром 2 мм с минимальной глубиной в соответствии с рисунком 19, передний фронт эхо-сигнала от которого на уровне порога не совпадает с задним фронтом зондирующего сигнала. При необходимости, для уменьшения шумов в призме ПЭП, допускается использовать временную регулировку чувствительности (ВРЧ).

8.11.6 Повторить измерения согласно пунктам 8.11.1–8.11.5 для всех ручных ПЭП комплекса.

8.11.7 По окончании измерений войти в режим «Меню» комплекса (см. рисунок 1), для чего коснуться экрана либо нажать кнопку «Назад» в меню (см. рисунок 10). Комплекс перейдет в режим «Настройка» (см. рисунок 8).

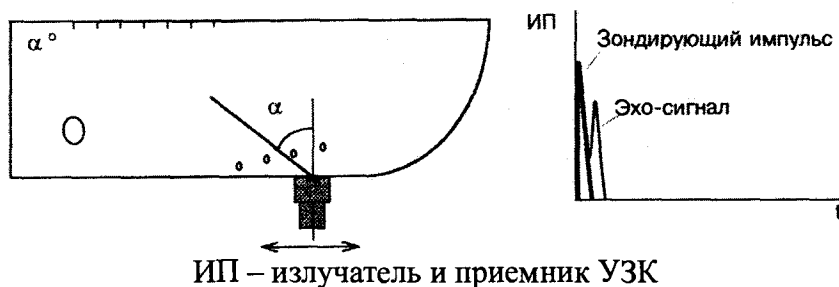


Рисунок 19 – Определение мертвой зоны при использовании ручных ПЭП

8.11.8 Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если значения мертвой зоны каждого из ручных ПЭП не превышает:

3 мм – для ручных ПЭП с углами ввода 65°, 70°;

8 мм – для ручных ПЭП 45°, 50°, 58°;

7 мм – для ручного ПЭП с углом ввода 0°.

### 8.12 Определение диапазона, абсолютной погрешности измерений координат дефекта и толщины изделия каналов ручного контроля

8.12.1 По данным из свидетельства о поверке на меру №ЗР, и используя значение угла ввода ПЭП (п. 8.8.9), рассчитать номинальные значения  $H_n$ , мм, и  $L_n$ , мм, (рисунок 20) для всех искусственных дефектов, выполненных в виде отверстий. Расчет произвести для всех каналов контроля согласно таблице 8:

$$H_n = A - B \cdot \cos \alpha, \quad (5)$$

$$L_n = A \cdot \operatorname{tg} \alpha - B \cdot \sin \alpha, \quad (6)$$

где  $A$  – глубина до центра искусственного дефекта из свидетельства о поверке на меру №ЗР, мм;

$B$  – радиус искусственного дефекта из свидетельства о поверке на меру №ЗР, мм;

$\alpha$  – угол ввода преобразователя, град.

Таблица 8 – Погрешность измерений координат дефекта и толщины изделий


| Каналы контроля         | Искусственный дефект (отражатель) в мере №ЗР | Глубина $A$ залегания дефекта (центр отверстия)/толщина изделия, мм | Абсолютная погрешность $\Delta H$ и $\Delta L$ измерения координат дефекта/толщины изделия, мм |
|-------------------------|--|---|--|
| Каналы ручного контроля |  |   |  |
| «0° ЭХО»                | Донная поверхность                           | 59  | ±(1+0,02· $H$ )*   |
|                         | Второе отражение от донной поверхности       | 118   |  |
|                         | Третье отражение от донной поверхности       | 177   |  |
|                         | Отверстие диаметром 6 мм                     | 44  |  |
|                         | Отверстие диаметром 6 мм                     | 15  |  |
|                         | Отверстие диаметром 2 мм                     | 8   |  |
| «45°»                   | Отверстие диаметром 6 мм                     | 44  | ±(1+0,02· $H(L)$ )**   |
|                         | Отверстие диаметром 6 мм                     | 15  |  |
|                         | Отверстие диаметром 2 мм                     | 12  |  |
|                         | Отверстие диаметром 2 мм                     | 8   |  |
| «50°»                   | Отверстие диаметром 6 мм                     | 44  | ±(1+0,02· $H(L)$ )**   |
|                         | Отверстие диаметром 6 мм                     | 15  |  |
|                         | Отверстие диаметром 2 мм                     | 12  |  |
|                         | Отверстие диаметром 2 мм                     | 8   |  |
| «58°»                   | Отверстие диаметром 6 мм                     | 44  | ±(0,5+0,04· $H(L)$ )**   |
|                         | Отверстие диаметром 6 мм                     | 15  |  |
|                         | Отверстие диаметром 2 мм                     | 12  |  |
|                         | Отверстие диаметром 2 мм                     | 8   |  |
|                         | Отверстие диаметром 2 мм                     | 6   |  |
| «65°»                   | Отверстие диаметром 6 мм                     | 44  | ±(0,5+0,04· $H(L)$ )**   |
|                         | Отверстие диаметром 6 мм                     | 15  |  |
|                         | Отверстие диаметром 2 мм                     | 12  |  |
|                         | Отверстие диаметром 2 мм                     | 8   |  |
|                         | Отверстие диаметром 2 мм                     | 6   |  |
|                         | Отверстие диаметром 2 мм                     | 3   |  |

Продолжение таблицы 8


| Каналы контроля  | Искусственный дефект (отражатель) в мере №3Р   | Глубина $A$ залегания дефекта (центр отверстия)/толщина изделия, мм | Абсолютная погрешность $\Delta H$ и $\Delta L$ измерения координат дефекта/толщины изделия, мм |  |  |
|--|--|---|--|--|--|
| «70°»  | Отверстие диаметром 6 мм   | 44  | $\pm(0,5+0,04 \cdot H(L))^{**}$  |  |  |
|  | Отверстие диаметром 6 мм   | 15  |  |  |  |
|  | Отверстие диаметром 2 мм   | 12  |  |  |  |
|  | Отверстие диаметром 2 мм   | 8   |  |  |  |
|  | Отверстие диаметром 2 мм   | 6   |  |  |  |
|  | Отверстие диаметром 2 мм   | 3   |  |  |  |
| Каналы автоматизированного контроля  |  |   |  |  |  |
| «КП-1» (0°ЭХО)<br>«КП-8» (0°ЭХО)   | Донная поверхность   | 59  | $\pm(3+0,01 \cdot H)^*$  |  |  |
|  | Второе отражение от донной поверхности   | 118   |  |  |  |
|  | Третье отражение от донной поверхности   | 177   |  |  |  |
|  | Отверстие диаметром 6 мм   | 44  |  |  |  |
|  | Отверстие диаметром 6 мм   | 15  |  |  |  |
| «КП-1» (45°Н, 45°Н3, 45°О, 45°О3)<br>«КП-8» (45°Н, 45°О)<br>«КП-2» (45°Н2/0, 45°Н2/4, 45°О2/0, 45°О2/4)<br>«КП-3» (45°Н1/0, 45°Н1/3, 45°О1/0, 45°О1/3)   | Отверстие диаметром 6 мм   | 44  | $\pm(2+0,05 \cdot H)^{**}$   |  |  |
|  | Отверстие диаметром 6 мм   | 15  |  |  |  |
|  | Отверстие диаметром 2 мм   | 12  |  |  |  |
|  | Отверстие диаметром 2 мм   | 8   |  |  |  |
| «КП-1» (58°Н1, 58°Н2, 58°О1, 58°О2)<br>«КП-4» (58°Н6/4, 58°Н6/8, 58°О6/4, 58°О6/8)<br>«КП-5» (58°Н5/3, 58°Н5/7, 58°О5/3, 58°О5/7)<br>«КП-6» (58°Н7, 58°Н8, 58°О7, 58°О8)<br>«КП-7» (58°Н7, 58°Н8, 58°О7, 58°О8)<br>«КП-8» (58°Н7/5, 58°Н8/6, 58°О7/5, 58°О8/6)   | Отверстие диаметром 6 мм   | 44  | $\pm(2+0,1 \cdot H)^{**}$  |  |  |
|  | Отверстие диаметром 6 мм   | 15  |  |  |  |
|  | Отверстие диаметром 2 мм   | 12  |  |  |  |
|  | Отверстие диаметром 2 мм   | 8   |  |  |  |
|  | Отверстие диаметром 2 мм   | 6   |  |  |  |
|  | Отверстие диаметром 2 мм   | 3   |  |  |  |
| «КП-1» (65°Н, 65°Н, 65°Н, 65°О, 65°О, 65°О)<br>«КП-2» (65°Н, 65°Н3, 65°О, 65°О3)<br>«КП-3» (65°Н, 65°О)<br>«КП-4» (65°Н, 65°Н, 65°Н, 65°О, 65°О, 65°О)<br>«КП-5» (65°Н, 65°Н, 65°Н, 65°О, 65°О, 65°О)<br>«КП-6» (65°Н, 65°Н, 65°Н, 65°О, 65°О, 65°О)<br>«КП-7» (65°Н, 65°Н, 65°Н, 65°О, 65°О, 65°О)<br>«КП-8» (65°Н, 65°Н, 65°Н, 65°О, 65°О, 65°О) | Отверстие диаметром 6 мм   | 44  | $\pm(2+0,15 \cdot H)^{**}$   |  |  |
|  | Отверстие диаметром 6 мм   | 15  |  |  |  |
|  | Отверстие диаметром 2 мм   | 12  |  |  |  |
|  | Отверстие диаметром 2 мм   | 8   |  |  |  |
|  | Отверстие диаметром 2 мм   | 6   |  |  |  |
|  | Отверстие диаметром 2 мм   | 3   |  |  |  |
|  | * где $H$ – измеренное значение толщины (глубины), мм  |   |  |  |  |
|  | ** где $H$ – измеренное значение глубины дефекта (отражателя), мм, $L$ – измеренное значение координаты от точки ввода до проекции дефекта (отражателя) на поверхность, мм |   |  |  |  |

8.12.2 Подключить ручной прямой ПЭП к разъемам «(→)» и «(←)» или ручной наклонный ПЭП к разъему «(↔)» комплекса.

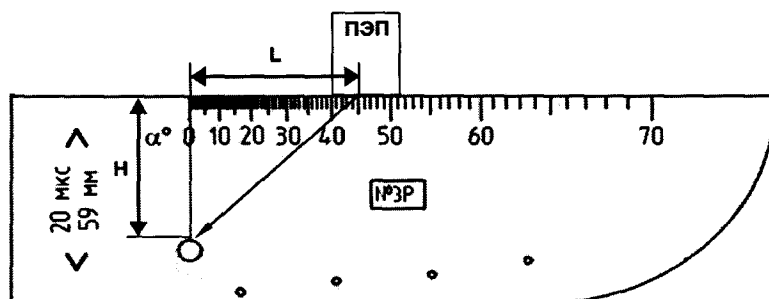
8.12.3 Перейти в режим работы «Настройка ручных ПЭП» для требуемого канала

ручного контроля (таблица 8), нажав на экране комплекса кнопку «» и далее кнопку с требуемым каналом в нижней части экрана (см. рисунок 11).

8.12.4 Установить ПЭП на рабочую поверхность меры №3Р (предварительно смочив её контактирующей жидкостью) и выявить искусственный дефект (отражатель), указанный в таблице 8 для данного канала. Изменить границы строба с помощью кнопок «Конец строба [мм]», «Начало строба [мм]» (см. рисунок 11), установив строб на сигнал от искусственного дефекта. При необходимости произвести коррекцию чувствительности при помощи кнопки

«» (сигнал должен составлять от 20 до 90 % от высоты А-развертки).

8.12.5 Получить наибольшую амплитуду эхо-сигнала от искусственного дефекта, перемещая преобразователь в небольших пределах вдоль поверхности меры №3Р (см. рисунок 14).



$H$  – глубина залегания,  $L$  – координата от точки ввода до проекции искусственного дефекта на поверхность,  $\alpha$  – угол ввода

Рисунок 20 – Определение координат дефекта при работе с наклонными ручными ПЭП

8.12.6 Зафиксировать на экране комплекса результат измерения глубины залегания дефекта  $H_{изм}$ , мм, и координаты от точки ввода до проекции дефекта на поверхность  $L_{изм}$ , мм. Выполнить измерение пять раз, рассчитать средние арифметические значения глубины залегания дефекта  $H_{ср}$ , мм, и координаты от точки ввода до проекции дефекта на поверхность  $L_{ср}$ , мм.

8.12.7 Определить абсолютную погрешность измерений координаты дефекта (глубины залегания дефекта)  $\Delta H$ , мм, по формуле:

$$\Delta H = H_{ср} - H_n, \quad (7)$$

где  $H_{ср}$  – среднее арифметическое значение глубины залегания дефекта по пяти измерениям, мм,

$H_n$  – номинальное значение глубины залегания дефекта, мм.

8.12.8 Определить абсолютную погрешность измерений координаты (координаты от точки ввода до проекции дефекта на поверхность)  $\Delta L$ , мм, по формуле:

$$\Delta L = L_{ср} - L_n, \quad (8)$$

где  $L_{ср}$  – среднее арифметическое значение координаты от точки ввода до проекции дефекта на поверхность по пяти измерениям, мм,

$L_n$  – номинальное значение координаты от точки ввода до проекции дефекта на поверхность, мм.

8.12.9 Повторить пункты 8.12.4–8.12.8 для других искусственных дефектов (согласно таблице 8 для данного канала).

8.12.10 По данным из свидетельства о поверке на меру №3 из комплекта мер ультразвуковых ККО-3 (далее – мера №3) и, используя значение угла ввода ПЭП (п. 8.8.9),



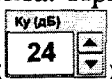
рассчитать номинальные значения  $H_n$ , мм, и  $L_n$ , мм, для первого ( $n=1$ ), второго ( $n=3$ ) и третьего ( $n=5$ ) эхо-сигнала от поверхности меры №3:

$$H_n = n \cdot C \cdot \cos \alpha, \quad (9)$$

$$L_n = n \cdot C \cdot \sin \alpha, \quad (10)$$

где  $C$  – значение высоты меры из свидетельства о поверке на меру №3, мм;  
 $\alpha$  – угол ввода преобразователя, град.

8.12.11 Установить ПЭП на рабочую поверхность меры №3 (предварительно смочив её контактирующей жидкостью) в область нулевой риски и выявить эхо-сигнал от поверхности меры №3. Изменить границы строга с помощью кнопок «Конец строга [мм]», «Начало строга [мм]» (см. рисунок 11), установив строб на сигнал от искусственного дефекта. При

необходимости произвести коррекцию чувствительности при помощи кнопки «» (сигнал должен составлять от 20 до 90 % от высоты А-развертки).

8.12.12 Получить наибольшую амплитуду эхо-сигнала от поверхности меры, перемещая преобразователь в небольших пределах вдоль поверхности меры №3.

8.12.13 Повторить пункты 8.12.6–8.12.8.

8.12.14 Повторить пункты 8.12.2–8.12.13 для всех ручных ПЭП и соответствующих им искусственных дефектов в соответствии с таблицей 8.

8.12.15 Определить диапазон измерений для всех ручных ПЭП по моделям дефектов в мере №3Р из комплекта ККО-3 для нижних границ диапазона и по многократным отражениям в мере №3 из комплекта ККО-3 для верхних границ диапазона, в зависимости от типов ПЭП (таблица 9).

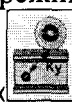
8.12.16 Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если:

– диапазон и абсолютная погрешность измерений толщины изделия и глубины залегания дефектов при работе с прямыми ПЭП соответствуют таблицам 8 и 9;

– диапазон и абсолютная погрешность измерений координат дефекта при работе с наклонными ПЭП соответствуют таблицам 8 и 9.

### 8.13 Определение диапазона, абсолютной погрешности измерений координат дефекта и толщины изделия каналов автоматизированного контроля

8.13.1 Перейти в режим «Меню» комплекса (см. рисунок 1).

8.13.2 Перейти в режим работы «Настройка» для каналов автоматизированного контроля, нажав кнопку « Настройка» (см. рисунок 1).

8.13.3 В режиме «Настройка» нажать на кнопки «Выбор канала» (вверху слева) и «Активные» (внизу посередине) или убедиться, что они уже нажаты.

8.13.4 Нажать на требуемую кнопку в поле «Группа каналов» (после этого будут подсвечены обозначения только для активных каналов данной группы) и вызвать А-развертку для требуемого канала путем нажатия на обозначение канала.

Примечание – В процессе измерений следует последовательно выбирать группы каналов и собственно каналы (из числа активных каналов для данной группы).

8.13.5 Установить требуемый колесный преобразователь на рабочую поверхность меры №3Р (предварительно смочив её контактирующей жидкостью) и выявить искусственный дефект (отражатель), указанный в таблице 8 для данного канала. Изменить границы строга с помощью кнопок «Конец строга [мм]», «Начало строга [мм]» (см. рисунок 11), установив строб на сигнал от искусственного дефекта. При необходимости произвести коррекцию

чувствительности при помощи кнопки «» (сигнал должен составлять от 20 до 90 % от высоты А-развертки).

8.13.6 Выполнить пункты 8.12.5–8.12.13.

8.13.7 Повторить пункты 8.13.5–8.13.6 для всех КП и соответствующих им искусственных дефектов в соответствии с таблицей 8.

8.13.8 Определить диапазон измерений для всех КП по моделям дефектов в мере №3Р из комплекта ККО-3 для нижних границ диапазона и по многократным отражениям в мере №3 из комплекта ККО-3 для верхних границ диапазона, в зависимости от типов КП (таблица 9).

8.13.9 По окончании измерений:

– коснуться экрана либо нажать кнопку «Назад» в меню (см. рисунок 10). Комплекс перейдет в режим «Настройка» (см. рисунок 8);

– войти в режим «Меню» комплекса (см. рисунок 1), для чего нажать кнопку «Заккрыть» в верхней части экрана (см. рисунок 4);

– нажать кнопку «Выключение».

8.13.10 Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если:

– диапазон и абсолютная погрешность измерений толщины изделия и глубины залегания дефектов при работе с прямыми ПЭП соответствуют таблицам 8 и 9;

– диапазон и абсолютная погрешность измерений координат дефекта при работе с наклонными ПЭП соответствуют таблицам 8 и 9.

Таблица 9 – Диапазон измерений координат дефектов и толщины изделий

|  |   |
|--|---|
| <p>Диапазон измерений толщины изделия и глубины залегания дефектов при работе с прямыми ПЭП, мм<br/>для каналов ручного контроля:</p> <p>- «0°ЭХО»</p> <p>для каналов автоматизированного контроля:</p> <p>- «КП-1» (0°ЭХО)<br/>- «КП-8» (0°ЭХО)</p>   | <p>от 7 до 177</p> <p>от 7 до 177<br/>от 7 до 177</p>   |
| <p>Диапазон измерений координат дефекта при работе с наклонными ПЭП, мм<br/>для каналов ручного контроля:</p> <p>- «45°», «50°»<br/>- «58°»<br/>- «65°», «70°»</p> <p>для каналов автоматизированного контроля:</p> <p>- «КП-1» (45°Н, 45°Н3, 45°О, 45°О3)<br/>- «КП-8» (45°Н, 45°О)<br/>- «КП-2» (45°Н2/0, 45°Н2/4, 45°О2/0, 45°О2/4)<br/>- «КП-3» (45°Н1/0, 45°Н1/3, 45°О1/0, 45°О1/3)<br/>- «КП-1» (58°Н1, 58°Н2, 58°О1, 58°О2)<br/>- «КП-4» (58°Н6/4, 58°Н6/8, 58°О6/4, 58°О6/8)<br/>- «КП-5» (58°Н5/3, 58°Н5/7, 58°О5/3, 58°О5/7)<br/>- «КП-6» (58°Н7, 58°Н8, 58°О7, 58°О8)<br/>- «КП-7» (58°Н7, 58°Н8, 58°О7, 58°О8)<br/>- «КП-8» (58°Н7/5, 58°Н8/6, 58°О7/5, 58°О8/6)<br/>- «КП-1» (65°Н, 65°Н, 65°Н, 65°О, 65°О, 65°О)<br/>- «КП-2» (65°Н, 65°Н3, 65°О, 65°О3)<br/>- «КП-3» (65°Н, 65°О)<br/>- «КП-4» (65°Н, 65°Н, 65°Н, 65°О, 65°О, 65°О)<br/>- «КП-5» (65°Н, 65°Н, 65°Н, 65°О, 65°О, 65°О)<br/>- «КП-6» (65°Н, 65°Н, 65°Н, 65°О, 65°О, 65°О)<br/>- «КП-7» (65°Н, 65°Н, 65°Н, 65°О, 65°О, 65°О)<br/>- «КП-8» (65°Н, 65°Н, 65°Н, 65°О, 65°О, 65°О)</p> | <p>от 7 до 200<br/>от 5 до 130<br/>от 2 до 75</p> <p>от 7 до 200<br/>от 7 до 200<br/>от 7 до 100<br/>от 7 до 100<br/>от 5 до 120<br/>от 5 до 40<br/>от 5 до 40<br/>от 5 до 40<br/>от 5 до 40<br/>от 5 до 60<br/>от 2 до 90<br/>от 2 до 90<br/>от 2 до 90<br/>от 2 до 30<br/>от 2 до 30<br/>от 2 до 45<br/>от 2 до 45<br/>от 2 до 60</p> |

## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

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

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

Разработчики:

Начальник отдела  
ФГУП «ВНИИОФИ»



А.В. Иванов

Начальник отдела  
ФГУП «ВНИИОФИ»



А.В. Стрельцов

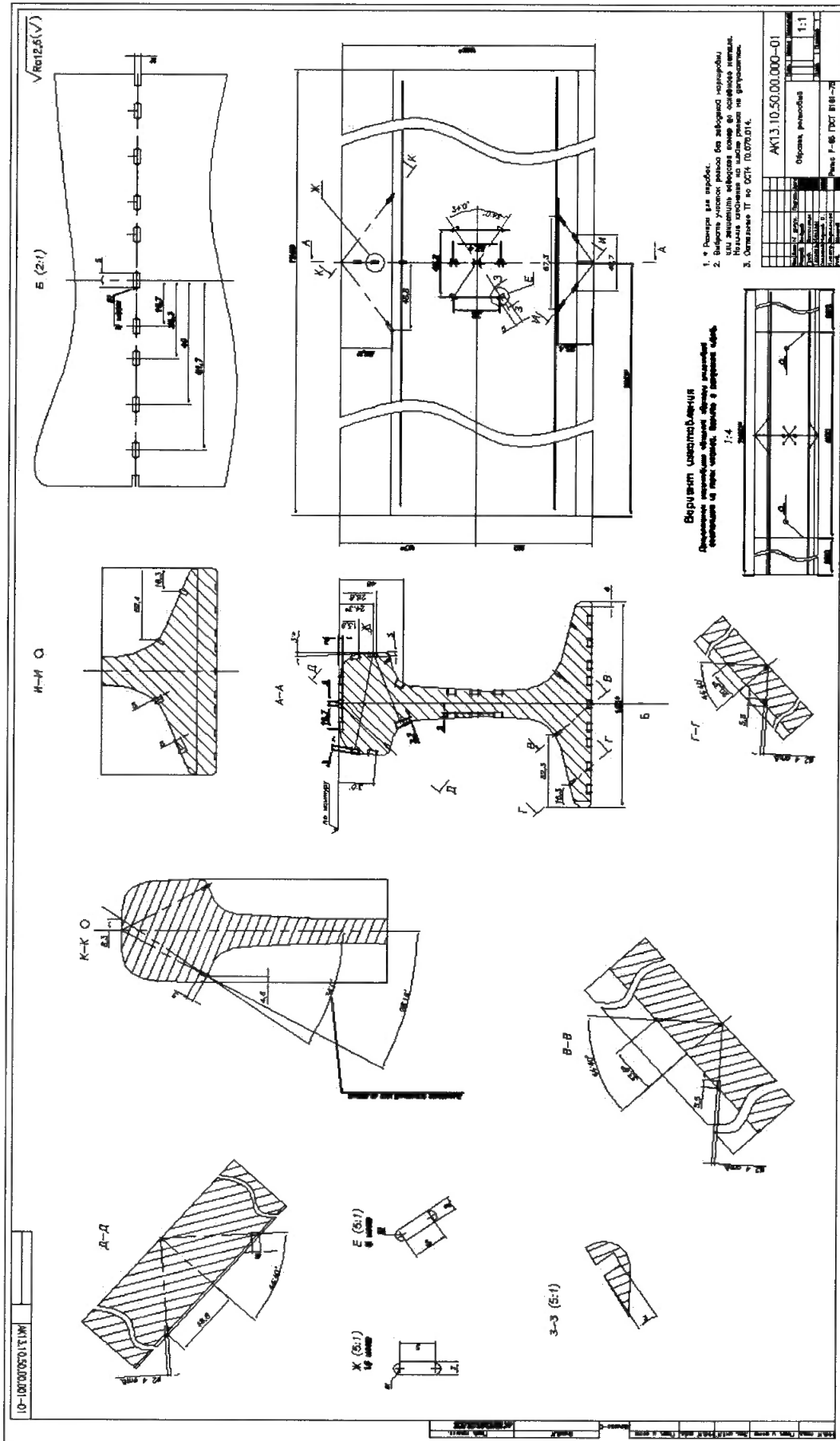
Инженер 2 категории  
ФГУП «ВНИИОФИ»



А.С. Крайнов



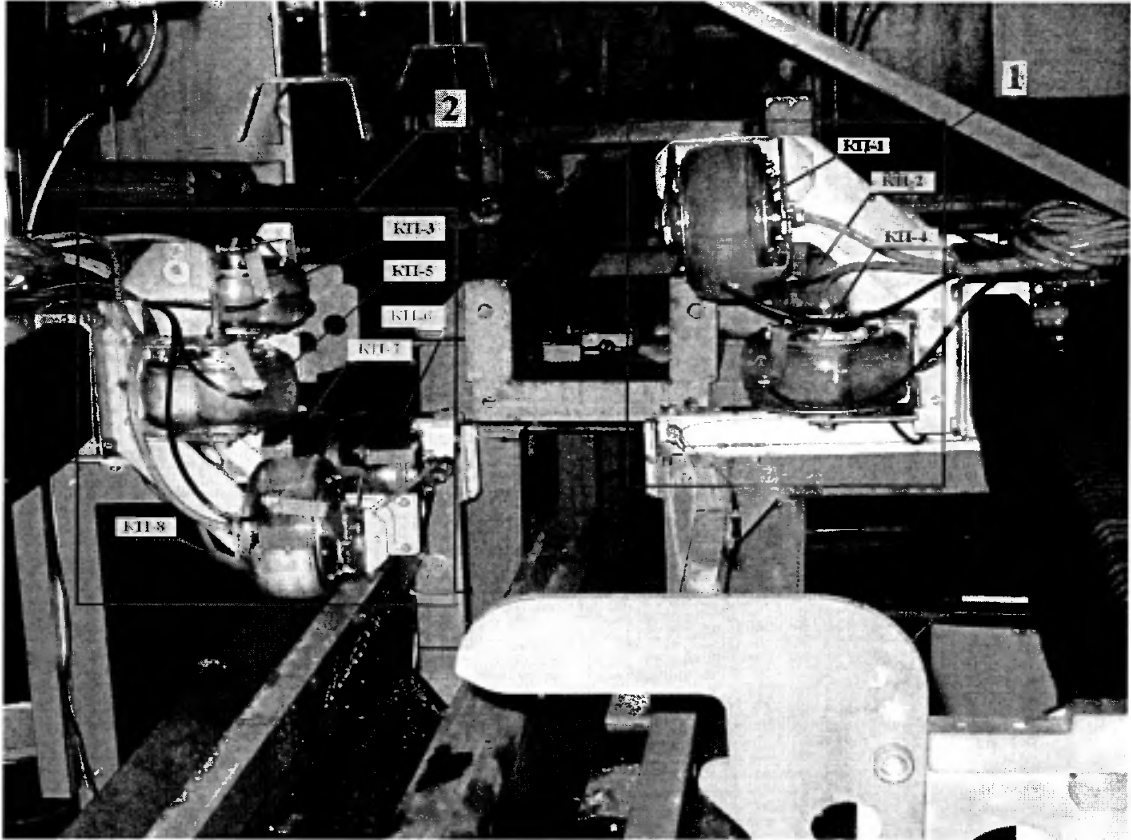
# ПРИЛОЖЕНИЕ Б (ТЕСТ-ОБРАЗЕЦ) (обязательное)



Изготавливается из нового рельса типа Р65 по ГОСТ 51685-2000 высотой (180,0 ± 0,8) мм

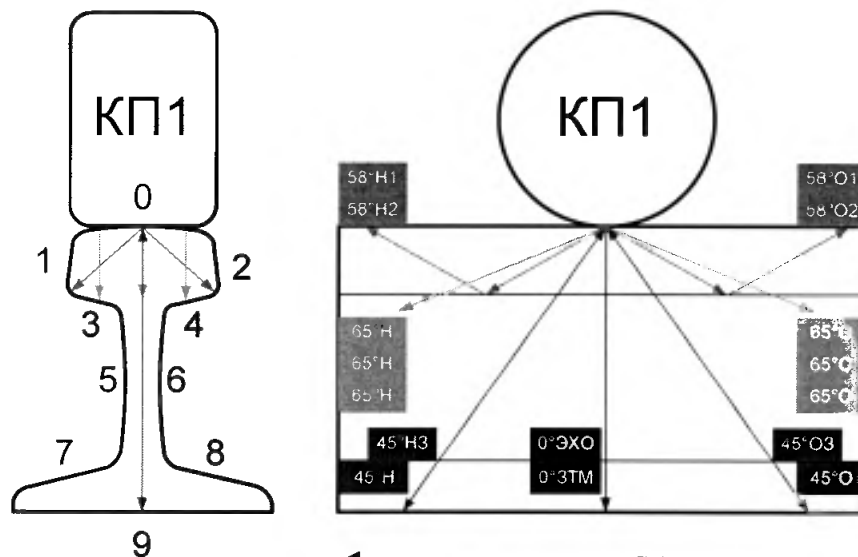
**ПРИЛОЖЕНИЕ В**  
**(РАЗМЕЩЕНИЕ И ПАРАМЕТРЫ**  
**КОЛЕСНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ КОМПЛЕКСА)**  
 (обязательное)

**В.1. Размещение колесных преобразователей**



1 – верхняя каретка, 2 – нижняя каретка

Колесный преобразователь КП-1, закрепленный на верхней каретке, размещается на поверхности катания рельса. Предназначен для контроля боковых частей головки, шейки, продолжения ее в головку и подошву рельса по эхо-методу, а также по эхо-зеркальному методу совместно с КП-8. Контроль акустического контакта осуществляется каналом 03ТМ

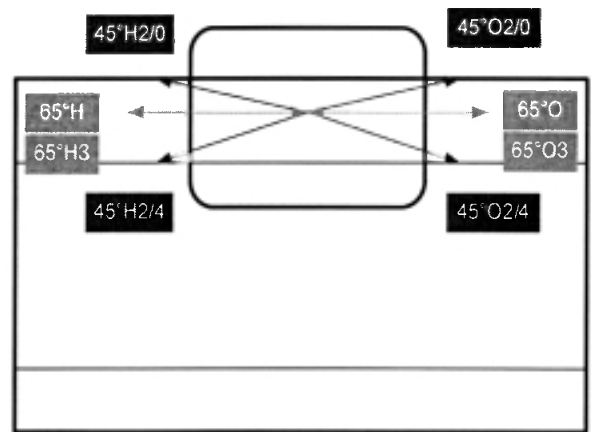
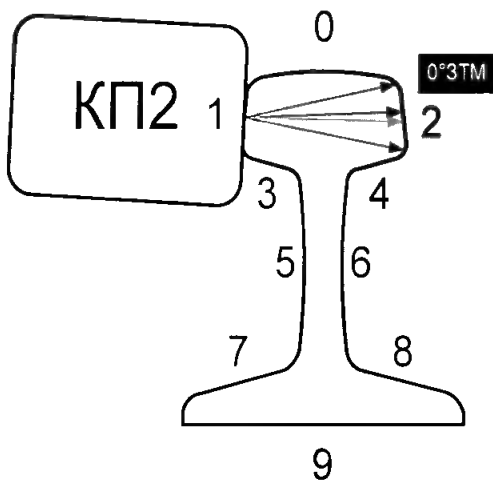


▲  
 Грани рельса 2; 4; 6 и 8  
 со стороны оператора

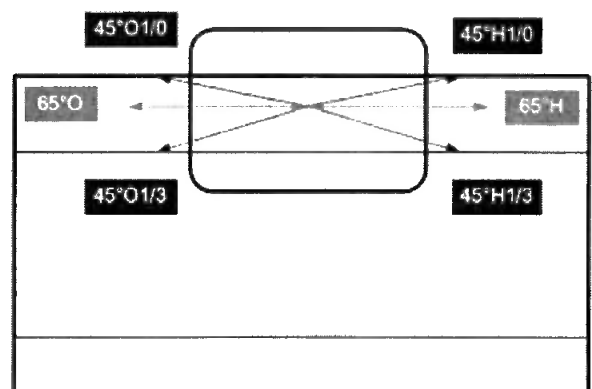
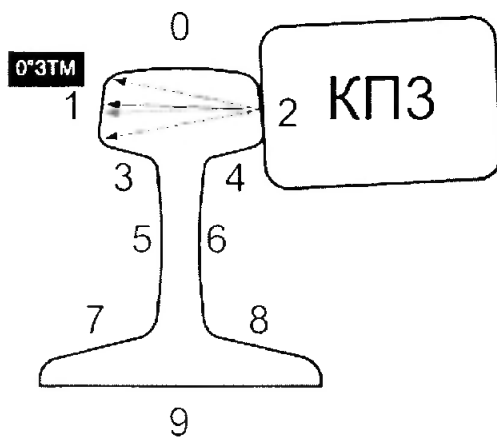
←  
 Направление потока РСП-1

Колесный преобразователь КП-2, закрепленный на верхней каретке, размещается на боковой грани головки рельса. Предназначен для контроля головки рельса по эхо- и зеркальному методам (совместно с КП-3). Контроль акустического контакта осуществляется каналом 0ЗТМ.

Колесный преобразователь КП-3, закрепленный на нижней каретке, размещается на боковой грани головки рельса. Предназначен для контроля головки рельса по эхо- и зеркальному методам (совместно с КП-2). Контроль акустического контакта осуществляется каналом 0ЗТМ.



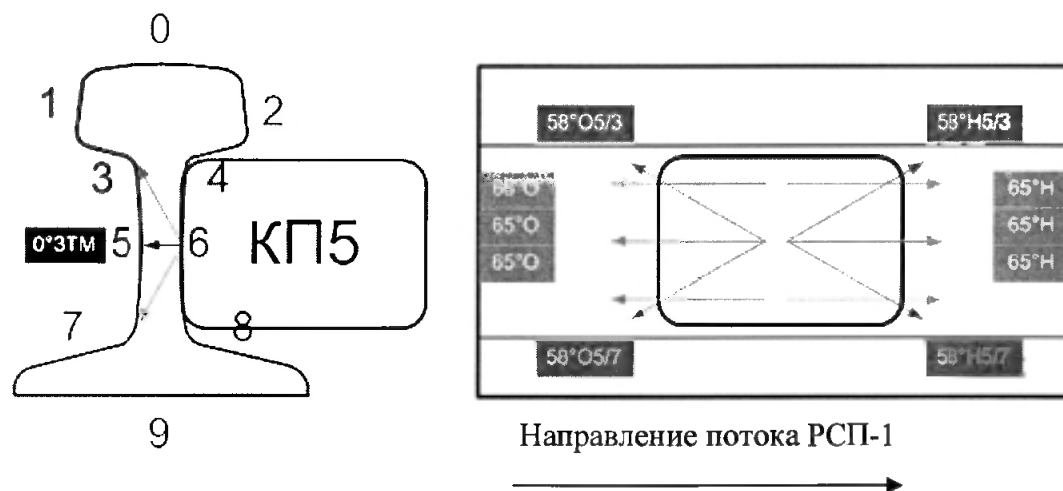
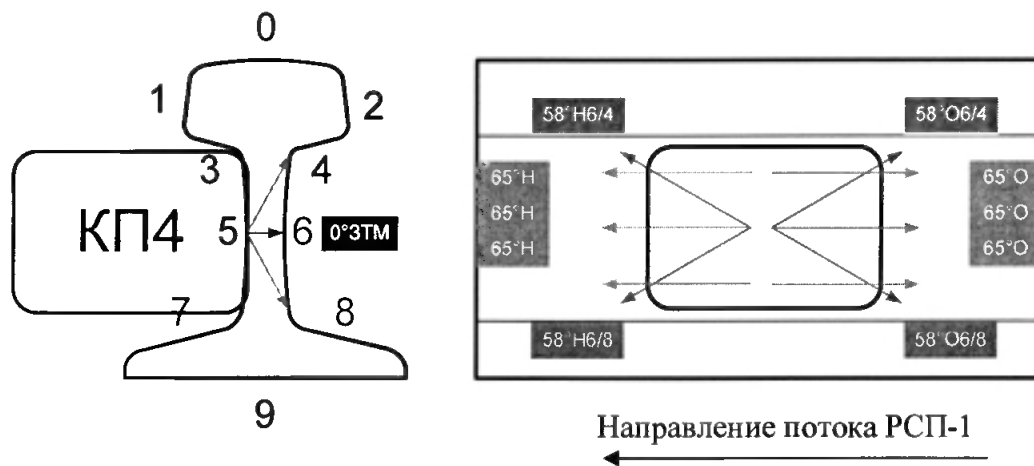
←  
Направление потока РСП-1



Направление потока РСП-1  
→

Колесный преобразователь КП-4, закрепленный на верхней каретке, размещается на боковой поверхности шейки рельса. Предназначен для контроля шейки рельса по эхо-методу. Контроль акустического контакта осуществляется каналом 03ТМ.

Колесный преобразователь КП-5, закрепленный на нижней каретке, размещается на боковой поверхности шейки рельса. Предназначен для контроля шейки рельса по эхо-методу. Контроль акустического контакта осуществляется каналом 03ТМ.

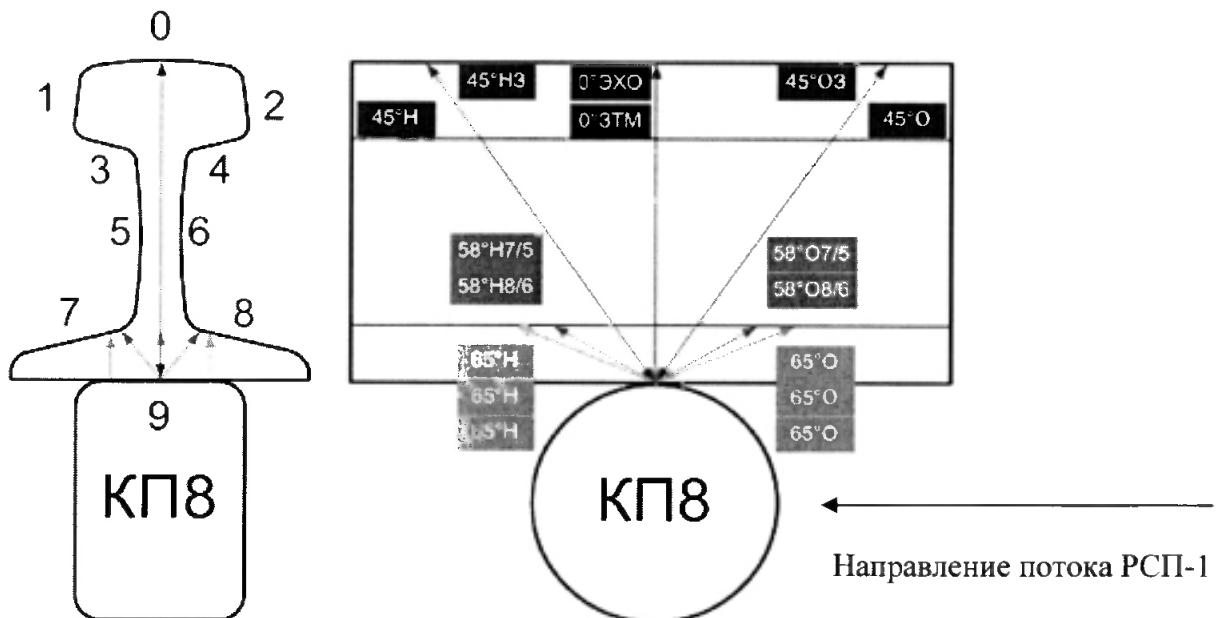
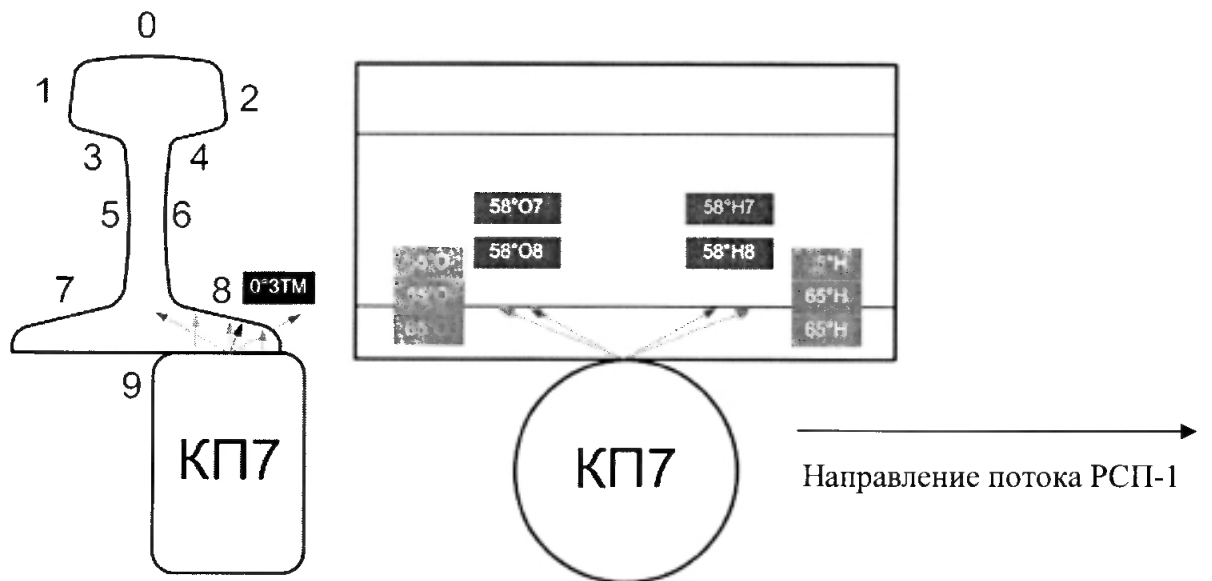
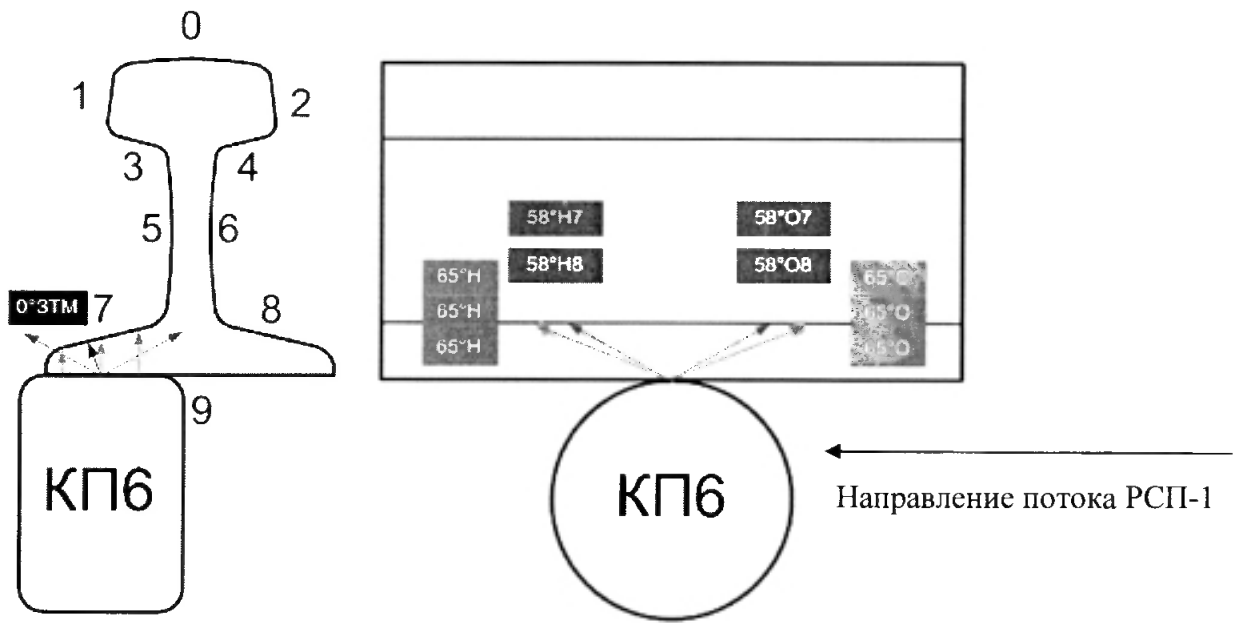


Колесный преобразователь КП-6, закрепленный на нижней каретке, размещается на нижней поверхности подошвы рельса (под пером). Предназначен для контроля пера подошвы рельса по эхо-методу. Контроль акустического контакта осуществляется каналом 03ТМ.

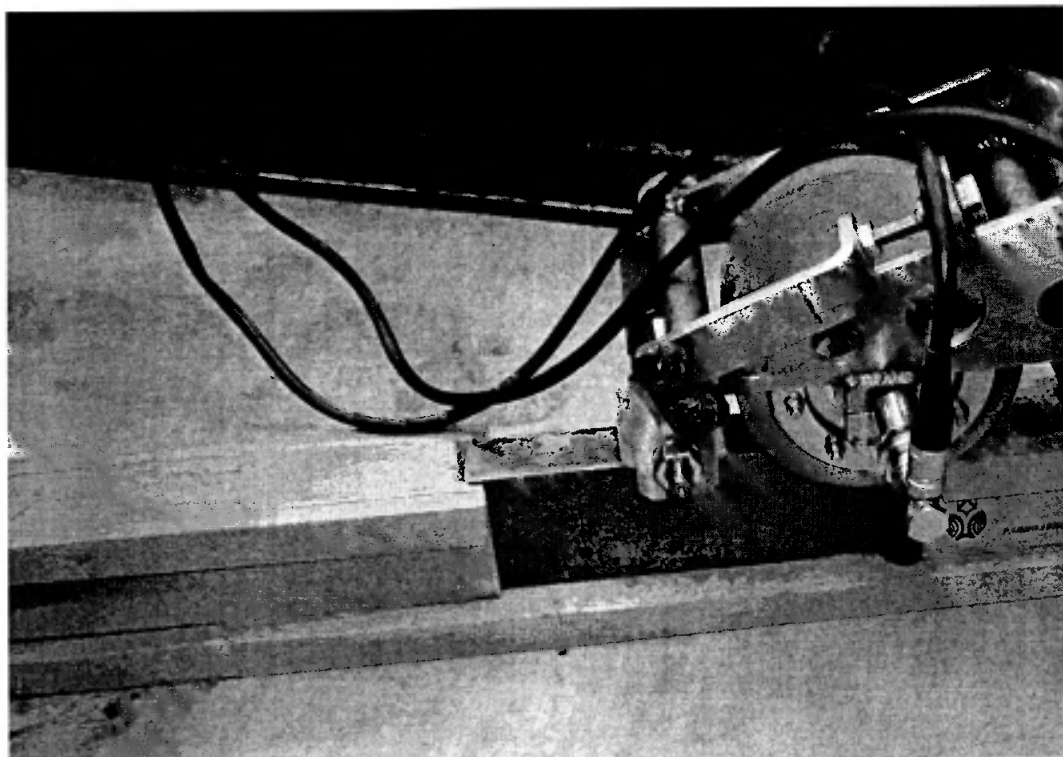
Колесный преобразователь КП-7, закрепленный на нижней каретке, размещается на нижней поверхности подошвы рельса (под пером). Предназначен для контроля пера подошвы рельса по эхо методу. Контроль акустического контакта осуществляется каналом 03ТМ.

Колесный преобразователь КП-8, закрепленный на нижней каретке, размещается на нижней поверхности подошвы рельса (под пером). Предназначен для контроля средней части подошвы рельса по эхо-методу, а также шейки и продолжения ее в головку и подошву по зеркальному методу (совместно с КП-1).





**ПРИЛОЖЕНИЕ Г  
(СПЕЦИАЛЬНОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ  
ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ МЕРЫ №3Р  
И РАСПОЛОЖЕНИЕ ЗАКРЕПЛЕННОГО В «РАМКЕ» КП НА МЕРЕ №3Р  
В ПРОЦЕССЕ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ)**



**ПРИЛОЖЕНИЕ Д**  
**(ТАБЛИЦА СОСТОЯНИЙ КОММУТАТОРА КАНАЛОВ**  
**И ЭКВИВАЛЕНТА НАГРУЗКИ)**  
(справочное)

| № КП | Положение переключателя коммутатора каналов | № входа | Подключаемые каналы | Подключаемый БУМ | № разъема в БУМ | Положение переключателя эквивалента нагрузки | Подключаемый эквивалент (емкость), пФ |
|------|---|---------|---------------------|------------------|-----------------|--|---------------------------------------|
| КП1  | 5   | 9,10    | 0 ЭХО               | БУМ1             | БР1 лев         | 1  | 1200                                  |
|      | 1   | 1,2     | 45 Н                | БУМ3             | БР1 лев         | 2  | 2400                                  |
|      | 2   | 3,4     | 45 О                |                  | БР1 лев         | 2  | 2400                                  |
|      | 2   | 3,4     | 58 Н1               | БУМ1             | БР2 лев         | 2  | 2400                                  |
|      | 6   | 11,12   | 58 Н2               |                  | БР1 лев         | 2  | 2400                                  |
|      | 1   | 1,2     | 58 О1               |                  | БР2 лев         | 2  | 2400                                  |
|      | 4   | 7,8     | 58 О2               |                  | БР1 лев         | 2  | 2400                                  |
|      | 3   | 5,6     | 65 Н1               |                  | БР2 лев         | 2  | 2400                                  |
|      | 4   | 7,8     | 65 Н2               |                  | БР2 лев         | 2  | 2400                                  |
|      | 7   | 13,14   | 65 Н3               |                  | БР1 лев         | 2  | 2400                                  |
|      | 1   | 1,2     | 65 О1               |                  | БР1 лев         | 2  | 2400                                  |
|      | 2   | 3,4     | 65 О2               |                  | БР1 лев         | 2  | 2400                                  |
|      | 3   | 5,6     | 65 О3               |                  | БР1 лев         | 2  | 2400                                  |
|      | КП2   | 5       | 9,10                | 45 Н2/0          | БУМ1            | БР2 пр                                       | 2                                     |
| 6    |   | 11,12   | 45 Н2/4             | БР2 пр           |                 | 2  | 2400                                  |
| 2    |   | 3,4     | 45 О2/0             | БР2 пр           |                 | 2  | 2400                                  |
| 3    |   | 5,6     | 45 О2/4             | БР2 пр           |                 | 2  | 2400                                  |
| 3    |   | 5,6     | 65 Н                | БУМ3             | БР2 лев         | 2  | 2400                                  |
| 4    |   | 7,8     | 65 О                |                  | БР2 лев         | 2  | 2400                                  |
| 4    |   | 7,8     | 0 ЗТМ               | БУМ1             | БР2 пр          | 1  | 1200                                  |
| КП3  | 2   | 3,4     | 45 Н1/0             | БУМ2             | БР2 пр          | 2  | 2400                                  |
|      | 3   | 5,6     | 45 Н1/3             |                  | БР2 пр          | 2  | 2400                                  |
|      | 5   | 9,10    | 45 О1/0             |                  | БР2 пр          | 2  | 2400                                  |
|      | 6   | 11,12   | 45 О1/3             |                  | БР2 пр          | 2  | 2400                                  |
|      | 4   | 7,8     | 65 Н                | БУМ3             | БР2 пр          | 2  | 2400                                  |
|      | 3   | 5,6     | 65 О                |                  | БР2 пр          | 2  | 2400                                  |
|      | 4   | 7,8     | 0 ЗТМ               | БУМ2             | БР2 пр          | 1  | 1200                                  |
| КП4  | 1   | 1,2     | 58 Н6/4             | БУМ1             | БР1 пр          | 2  | 2400                                  |
|      | 1   | 1,2     | 58 Н6/8             |                  | БР2 пр          | 2  | 2400                                  |
|      | 4   | 7,8     | 58 О6/4             |                  | БР1 пр          | 2  | 2400                                  |
|      | 3   | 5,6     | 58 О6/8             |                  | БР1 пр          | 2  | 2400                                  |
|      | 5   | 9,10    | 65 Н1               |                  | БР2 лев         | 2  | 2400                                  |
|      | 6   | 11,12   | 65 Н2               |                  | БР2 лев         | 2  | 2400                                  |
|      | 7   | 13,14   | 65 Н3               |                  | БР2 лев         | 2  | 2400                                  |
|      | 5   | 9,10    | 65 О1               |                  | БР1 пр          | 2  | 2400                                  |
|      | 6   | 11,12   | 65 О2               |                  | БР1 пр          | 2  | 2400                                  |
|      | 7   | 13,14   | 65 О3               |                  | БР1 пр          | 2  | 2400                                  |
| 2    | 3,4   | 0 ЗТМ   | БР1 пр              | 1                | 1200            |  |                                       |

Продолжение

| № КП   | Положение переключателя коммутатора каналов | № входа       | Подключаемые каналы | Подключаемый БУМ | № разъема в БУМ | Положение переключателя эквивалента нагрузки | Подключаемый эквивалент (емкость), пФ |
|--------|---|---------------|---------------------|------------------|-----------------|--|---------------------------------------|
| КП5    | 4   | 7,8           | 58 Н5/3             | БУМ2             | БР1 пр          | 2  | 2400                                  |
|        | 3   | 5,6           | 58 Н5/7             |                  | БР1 пр          | 2  | 2400                                  |
|        | 1   | 1,2           | 58 О5/3             |                  | БР1 пр          | 2  | 2400                                  |
|        | 1   | 1,2           | 58 О5/7             |                  | БР2 пр          | 2  | 2400                                  |
|        | 5   | 9,10          | 65 Н1               |                  | БР1 пр          | 2  | 2400                                  |
|        | 6   | 11,12         | 65 Н2               |                  | БР1 пр          | 2  | 2400                                  |
|        | 7   | 13,14         | 65 Н3               |                  | БР1 пр          | 2  | 2400                                  |
|        | 5   | 9,10          | 65 О1               |                  | БР2 лев         | 2  | 2400                                  |
|        | 6   | 11,12         | 65 О2               |                  | БР2 лев         | 2  | 2400                                  |
|        | 7   | 13,14         | 65 О3               |                  | БР2 лев         | 2  | 2400                                  |
|        | 2   | 3,4           | 0 ЗТМ               |                  | БР1 пр          | 1  | 1200                                  |
| КП6    | 1   | 1,2           | 58 Н7               | БУМ3             | БР2 лев         | 2  | 2400                                  |
|        | 2   | 3,4           | 58 Н8               |                  | БР2 лев         | 2  | 2400                                  |
|        | 6   | 11,12         | 58 О7               |                  | БР1 лев         | 2  | 2400                                  |
|        | 7   | 13,14         | 58 О8               |                  | БР1 лев         | 2  | 2400                                  |
|        | 5   | 9,10          | 65 Н1               |                  | БР2 пр          | 2  | 2400                                  |
|        | 6   | 11,12         | 65 Н2               |                  | БР2 пр          | 2  | 2400                                  |
|        | 7   | 13,14         | 65 Н3               |                  | БР2 пр          | 2  | 2400                                  |
|        | 3   | 5,6           | 65 О1               |                  | БР1 лев         | 2  | 2400                                  |
|        | 4   | 7,8           | 65 О2               |                  | БР1 лев         | 2  | 2400                                  |
|        | 5   | 9,10          | 65 О3               |                  | БР1 лев         | 2  | 2400                                  |
| 9      | ручн  | 0 ЗТМ         | БР1 лев             | 1                | 1200            |  |                                       |
| КП7    | 4   | 7,8           | 58 Н7               | БУМ3             | БР1 пр          | 2  | 2400                                  |
|        | 3   | 5,6           | 58 Н8               |                  | БР1 пр          | 2  | 2400                                  |
|        | 7   | 13,14         | 58 О7               |                  | БР1 пр          | 2  | 2400                                  |
|        | 6   | 11,12         | 58 О8               |                  | БР1 пр          | 2  | 2400                                  |
|        | 5   | 9,10          | 65 Н1               |                  | БР2 лев         | 2  | 2400                                  |
|        | 6   | 11,12         | 65 Н2               |                  | БР2 лев         | 2  | 2400                                  |
|        | 7   | 13,14         | 65 Н3               |                  | БР2 лев         | 2  | 2400                                  |
|        | 9   | ручн          | 65 О1               |                  | БР1 пр          | 2  | 2400                                  |
|        | 1   | 1,2           | 65 О2               |                  | БР2 пр          | 2  | 2400                                  |
|        | 2   | 3,4           | 65 О3               |                  | БР2 пр          | 2  | 2400                                  |
| 5      | 9,10  | 0 ЗТМ         | БР1 пр              | 1                | 1200            |  |                                       |
| КП8    | 2   | 3,4           | 45Н                 | БУМ3             | БР1 пр          | 2  | 2400                                  |
|        | 1   | 1,2           | 45О                 |                  | БР1 пр          | 2  | 2400                                  |
|        | 6   | 11,12         | 58 Н7/5             | БУМ2             | БР1 лев         | 2  | 2400                                  |
|        | 2   | 3,4           | 58 Н8/6             |                  | БР2 лев         | 2  | 2400                                  |
|        | 4   | 7,8           | 58 О7/5             |                  | БР1 лев         | 2  | 2400                                  |
|        | 1   | 1,2           | 58 О8/6             |                  | БР2 лев         | 2  | 2400                                  |
|        | 3   | 5,6           | 65 Н1               |                  | БР2 лев         | 2  | 2400                                  |
|        | 4   | 7,8           | 65 Н2               |                  | БР2 лев         | 2  | 2400                                  |
|        | 7   | 13,14         | 65 Н3               |                  | БР1 лев         | 2  | 2400                                  |
|        | 1   | 1,2           | 65 О1               |                  | БР1 лев         | 2  | 2400                                  |
|        | 2   | 3,4           | 65 О2               |                  | БР1 лев         | 2  | 2400                                  |
|        | 3   | 5,6           | 65 О3               |                  | БР1 лев         | 2  | 2400                                  |
| 5      | 9,10  | 0 ЗТМ         | БР1 лев             | 1                | 1200            |  |                                       |
| Ручные | 9   | «(→)» и «(←)» | П112                | БУМ3             | БР1 лев         | 1  | 1200                                  |
|        | 9   | «(↔)»         | П121                |                  | БР1 пр          | 2  | 2400                                  |