

Общество с ограниченной ответственностью  
Научно-внедренческое предприятие



ОКП 42 7610

**УТВЕРЖДАЮ**

Генеральный директор  
ООО «НВП «КРОПУС»



А.С. Богачев

2015 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель директора  
ФГУП «ВНИИОФИ»



Н.П. Муравская

04 2015 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений**

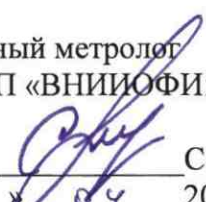
**ДЕФЕКТОСКОПЫ УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ УСД-60**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**


**МП 021.Д4-15**

*н.р. 34808-15*

Главный метролог  
ФГУП «ВНИИОФИ»

  
С.Н. Неода  
«30» 04 2015 г.

Главный метролог  
ООО «НВП «КРОПУС»

  
А.С. Бухарский  
«30» 04 2015 г.

2015 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ .....	3
2	ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....	3
3	СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	4
4	ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ.....	4
5	ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	4
6	УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ .....	4
7	ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ .....	5
8	ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ .....	5
8.1	Внешний осмотр.....	5
8.2	Идентификация ПО .....	5
8.3	Опробование .....	6
8.4	Определение размаха амплитуды импульса возбуждения.....	6
8.5	Определение диапазона и абсолютной погрешности измерения временных интервалов....	7
8.6	Определение отклонения установки усиления в диапазоне от 0 до 50 дБ.....	8
8.7	Определение абсолютной погрешности измерения амплитуды сигнала в диапазоне от 20 до 100 % высоты экрана дБ .....	9
8.8	Определение абсолютной погрешности измерения толщины изделия и глубины залегания дефектов при работе с прямым преобразователем.....	10
8.9	Определение абсолютной погрешности измерения координат дефекта при работе с наклонным преобразователем (кроме УСД-60Н) .....	11
9	ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	14
	ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	15
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....	20
	ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	21

## 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на дефектоскопы ультразвуковые УСД-60 (далее – дефектоскопы), изготавливаемые ООО «НВП «КРОПУС», Россия и устанавливает методы и средства их первичной и периодических поверок.

Дефектоскопы предназначены для измерения координат залегания дефектов типа нарушения сплошности и однородности материалов, полуфабрикатов, готовых изделий и сварных соединений, с определением координат их залегания и размеров, для измерения геометрических параметров объектов контроля, путем измерения и анализа амплитуды и временных характеристик принятых ультразвуковых сигналов.

Дефектоскопы могут быть применены в машиностроении, металлургической промышленности, на железнодорожном, авиационном и других видах транспорта, энергетике и других отраслях, для контроля изделий основного производства и технологического оборудования, как самостоятельно, так и в составе механизированных, автоматических и автоматизированных установок (комплексов, систем) контроля.

Интервал между поверками - 1 год.

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1 - Операции первичной и периодической поверок

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта методики поверки
1	Внешний осмотр	8.1
2	Идентификация программного обеспечения (ПО)	8.2
3	Опробование	8.3
4	Определение размаха амплитуды импульса возбуждения	8.4
5	Определение диапазона и абсолютной погрешности измерения временных интервалов	8.5
6	Определение отклонения установки усиления в диапазоне от 0 до 50 дБ	8.6
7	Определение абсолютной погрешности измерения амплитуды сигнала в диапазоне от 20 до 100 % высоты экрана дБ	8.7
8	Определение абсолютной погрешности измерения толщины изделия и глубины залегания дефектов при работе с прямым преобразователем	8.8
9	Определение абсолютной погрешности измерения координат дефекта при работе с наклонным преобразователем (кроме УСД-60Н)	8.9

2.2 Операции поверки проводятся юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, аккредитованными в установленном порядке в области обеспечения единства измерений.

2.3 Поверка дефектоскопа прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, а дефектоскоп признают не прошедшим поверку. При получении отрицательного результата по пунктам 8.8 и (или) 8.9 методики поверки признается непригодным к применению преобразователь, если хотя бы с одним преобразователем из комплекта дефектоскоп полностью прошел поверку.

### 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

- 3.1 Рекомендуемые средства поверки указаны в таблице 2.
- 3.2 Средства поверки должны быть поверены и аттестованы в установленном порядке.
- 3.3 Приведенные средства поверки могут быть заменены на их аналог, обеспечивающие определение метрологических характеристик дефектоскопов с требуемой точностью.

Таблица 2 – Рекомендуемые средства поверки

Номер пункта (раздела) методики поверки	Наименование средства измерения или вспомогательного оборудования, номер документа, регламентирующего технические требования к средству, разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
8.4	Осциллограф цифровой TDS1012B. Диапазон измеряемых размахов напряжений импульсных радиосигналов от 10 мВ – до 400 В (с делителем 1:10). Пределы допускаемой относительной погрешности измерения амплитуд сигналов для коэффициентов отклонения от 10 мВ/дел до 5 В/дел - $\pm 3\%$
8.5 – 8.7	Генератор сигналов сложной формы AFG3022. Синусоидальный сигнал от 1 кГц до 20 МГц, диапазон напряжений от 10 мВ до 10 В, погрешность $\pm (1\% \text{ от величины} + 1 \text{ мВ})$ , амплитудная неравномерность (до 5 МГц) $\pm 0,15 \text{ дБ}$ , (от 5 до 20 МГц) $\pm 0,3 \text{ дБ}$ , пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1 \text{ ppm}$ .
8.5 – 8.7	Магазин затуханий МЗ-50-2. Диапазон частот: от 0 до 50 МГц. Декады: 4x10 дБ, 11x1 дБ, 11x0.1 дБ, 0-40-70 дБ (требуемые характеристики: диапазон ослабления сигнала от 0 до 50 дБ, с шагом 0,1 дБ). Погрешность разностного затухания на постоянном токе: $\pm (0,05-0,25)\%$ ; на переменном токе: $\pm (0,1 - 0,4)\%$ .
8.3; 8.8; 8.9	Контрольные образцы №№2, 3 из комплекта контрольных образцов и вспомогательных устройств КОУ-2. (Госреестр № 06612-99). Образец №2: высота $59_{-0,3} \text{ мм}$ , боковые цилиндрические отверстия диаметром $6_{+0,3} \text{ мм}$ . Образец №3: диаметр $110_{-0,23} \text{ мм}$ .
Вспомогательные устройства	
8.4	Пробник осциллографа P2200 с делителем 1:10
8.5	Согласующее устройство (Приложение Б к методике поверки)

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

- 4.1 Лица, допускаемые к проведению поверки, должны изучить Руководство по эксплуатации (далее – РЭ) на дефектоскопы, а также эксплуатационную документацию на средства поверки.

### 5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

- 5.1 При подготовке и проведении поверки должно быть обеспечено соблюдение требований безопасности работы и эксплуатации для оборудования и персонала, проводящего поверку, в соответствии с приведенными требованиями безопасности в нормативно-технической и эксплуатационной документации на дефектоскопы и на средства поверки.

5.2 При проведении поверки должны соблюдаться требования ГОСТ 12.3.019-80. «Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности».

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 окружающей среды ( $20 \pm 5$ ) °С;

- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление  $(100 \pm 4)$  кПа [ $(750 \pm 30)$  мм рт.ст.].

6.2 Внешние электрические и магнитные поля должны отсутствовать, либо находиться в пределах, не влияющих на работу дефектоскопа.

## 7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Если дефектоскоп и средства поверки до начала измерений находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 6.1 методики поверки - то дефектоскоп нужно выдержать при этих условиях один час и средства поверки выдержать не менее часа, или времени, указанного в эксплуатационной документации.

7.2 Перед проведением поверки, средства поверки и дефектоскоп подготовить к работе в соответствии с руководством по эксплуатации средств поверки и согласно требованиям раздела 5 руководства по эксплуатации дефектоскопов.

## 8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ


### 8.1 Внешний осмотр

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

- комплектность поверяемого дефектоскопа в соответствии с технической документацией;
- отсутствие механических повреждений дефектоскопа и его составных частей;
- наличие маркировки дефектоскопа и знака утверждения типа на задней панели блока контроля дефектоскопа;
- наличие всех органов регулировки и коммутации;
- целостность пломбировки.

8.1.2 Дефектоскоп считается прошедшим поверку с положительным результатом, если дефектоскоп соответствует требованиям, приведенным в пункте 8.1.1 методики поверки.

### 8.2 Идентификация ПО

8.2.1 Включить дефектоскоп, нажав клавишу  удерживая ее не менее 3 секунд.

8.2.2 На появившемся загрузочном экране прочитать идентификационное наименование и версию ПО.

8.2.3 Дефектоскоп считается прошедшим поверку с положительным результатом, если идентификационные данные ПО дефектоскопа соответствуют значениям, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 - Идентификационные данные ПО дефектоскопа

Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
Ультразвуковой дефектоскоп УСД-60	v 1.25.1.01 и выше	-	-
Ультразвуковой дефектоскоп УСД-60Н	v 1.39.1.20 и выше	-	-
Ультразвуковой дефектоскоп УСД-60-8К	v 3.00.2.00 и выше		
Ультразвуковой дефектоскоп УСД-60-8К-W	v 3.00.1.10 и выше		
Ультразвуковой дефектоскоп УСД-60-8К-А	v 1.30.1.10 и выше		


Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
Ультразвуковой дефектоскоп УСД-60-8К-WF	v 2.0.0.0 и выше		

### 8.3 Опробование

8.3.1 Подготовить дефектоскоп к работе в соответствии с п.5 РЭ.

8.3.2 Изменением значений функций, проверить работоспособность дефектоскопа в разных режимах.

8.3.3 Установить параметры настройки в соответствии с Приложением А.

8.3.4 Установить параметр генератора «Частота ЗИ» в зависимости от конкретного преобразователя из комплекта поставки или аналогичного. Изменение параметров осуществляется клавишей изменения значения параметра .

8.3.5 Подключить к выбранному каналу дефектоскопа преобразователь и установить на образец, предварительно нанеся на него слой контактной жидкости. В качестве контактной жидкости рекомендуется использовать минеральное масло. В качестве образцов использовать один из образцов из комплекта КОУ-2, в зависимости от типа преобразователя.

8.3.6 Для одноканальных моделей дефектоскопов (УСД-60, УСД-60Н) выбрать один из отраженных донных сигналов.

8.3.7 Для многоканальных моделей дефектоскопов (УСД-60-8К-А, УСД-60-8К, УСД-60-8К-В, УСД-60-8К-WF) выбрать один из отраженных донных сигналов и изменяя параметр усиления установить высоту сигнала  $65 \pm 10 \%$ .

8.3.8 Установить сигнал на середину области отображения путем изменения параметра развертки. При необходимости изменить параметры начала, ширины и порога а-зоны, так чтобы измеряемый сигнал находился внутри строка и в зону строка не попадали другие сигналы.

8.3.9 Для выбранного канала дефектоскопа зафиксировать форму и амплитуду эхо-сигнала от выбранного отражателя, измеренную в процентах экрана области отображения.

8.3.10 Выполнить измерения по п. 8.3.9 последовательно для всех каналов дефектоскопа.

8.3.11 Вычислить среднее значение амплитуды по всем каналам.

8.3.12 Вычислить для каждого канала отклонение амплитуды от среднего значения.

8.3.13 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если подтверждается общая работоспособность параметров настройки, отображаются сигналы от донной поверхности образца, а в случае многоканальных моделей амплитуда и форма эхо-сигналов отличается во всех каналах не более чем на 5 % высоты экрана от среднего значения.

### 8.4 Определение размаха амплитуды импульса возбуждения

8.4.1 Подготовить дефектоскоп к работе в соответствии с п. 5 РЭ.

8.4.2 Установить параметры настройки в соответствии с Приложением А.

8.4.3 С помощью осциллографа и делителя, измерить размах амплитуды импульса возбуждения на выходе канала дефектоскопа. Для многоканальных моделей провести измерения для каждого канала.

8.4.4 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если размах амплитуды импульса возбуждения для модели УСД-60 не менее 450 В, УСД-60Н – не менее 350 В, в каждом канале моделей УСД-60-8К, УСД-60-8К-А и УСД-60-8К-В не менее 140 В, в каждом канале модели УСД-60-8К-WF не менее 400 В.

### 8.5 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерения временных интервалов

8.5.1 Для моделей дефектоскопов УСД-60-8К, УСД-60-8К-W, УСД-60-8К-А и УСД-60-8К-WF, проверку диапазона и абсолютной погрешности временных интервалов достаточно проводить только для одного канала, т.к. модуль обработки сигналов дефектоскопа, отвечающий за измерение временных интервалов является одним общим для всех каналов дефектоскопа.

8.5.2 Установить настройки канала дефектоскопа в соответствии с Приложением А.

8.5.3 Установить режим измерения времени в зоне контроля "По фронту".

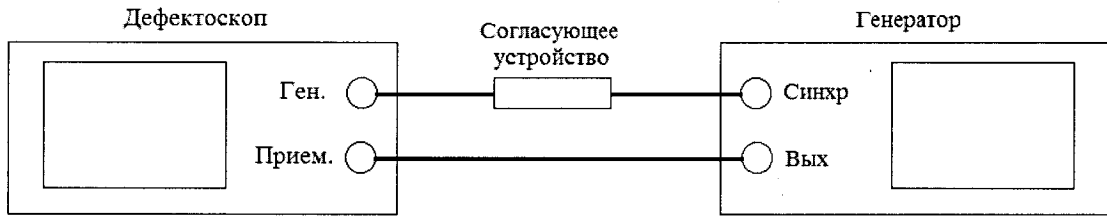
8.5.4 Для моделей дефектоскопов УСД-60-8К, УСД-60-8К-W, УСД-60-8К-А и УСД-60-8К-WF установить следующие значения параметров:

- выбрать канал №2 и установить значение параметра "Генератор" равное "3";

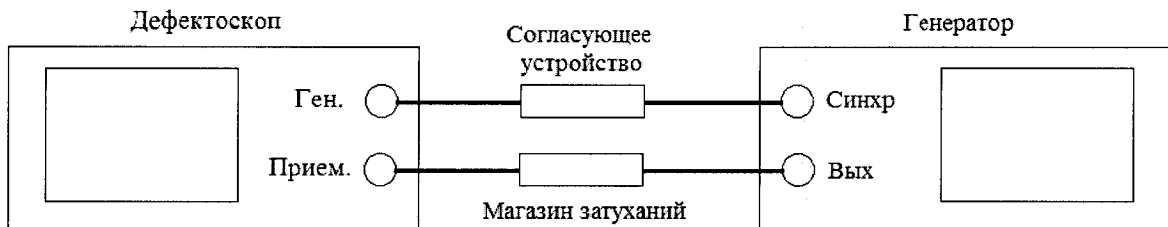
- выбрать канал №1 и установить значение параметра "Приемник" равное "2";

таким образом, при работе канала №1 импульс возбуждения будет выходить на разъем канала №1, а прием сигнала будет происходить с разъема канала №2.

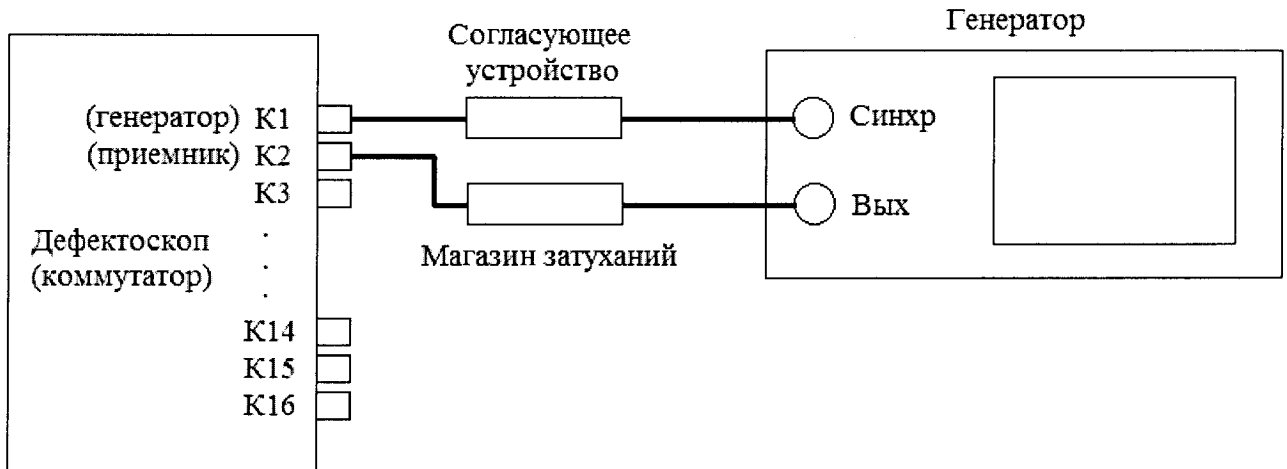
8.5.5 Собрать схему, представленную на рисунке 1. Для синхронизации генератора и дефектоскопа использовать согласующее устройство. Схема согласующего устройства представлена в приложении Б.



а) УСД-60



б) УСД-60Н



в) УСД-60-8К, УСД-60-8К-W, УСД-60-8К-А и УСД-60-8К-WF

Рисунок 1 – Схема для определения диапазона и абсолютной погрешности измерения временных интервалов

**8.5.6 Установить начальные параметры генератора импульсов:**

- синхронизация – внешняя;
- тип сигнала – синус;
- характер сигнала – пачка;
- количество циклов – 2;
- частота – 1 МГц;
- начальный временной сдвиг –  $T_{сдв0} = 1$  мкс.

8.5.7 Отрегулировать амплитуду сигнала генератора так, чтобы амплитуда импульса на экране дефектоскопа была не менее 70 % высоты экрана в диапазоне от 1 до 10 В.

8.5.8 Установить строб первой зоны так, чтобы он пересекал импульс, и зафиксировать результат измерения времени  $T_a$  в первой зоне канала дефектоскопа, как  $T_{имп0}$ . Рассчитайте значение  $T_0 = T_{имп0} - T_{сдв0}$ . Это время обусловлено задержкой в кабеле и приемном тракте дефектоскопа.

8.5.9 Установить временной сдвиг на генераторе  $T_{сдв} = 10$  мкс. Снять показания на дефектоскопе  $T_{изм}$ . Повторить измерения еще четыре раза и вычислить среднее арифметическое значение  $T_{изм}$  по пяти измерениям.

8.5.10 Рассчитать значение измеренного временного интервала с учетом задержки в кабеле и приемном тракте дефектоскопа по формуле:

$$T = T_{изм} - T_0 \quad (1)$$

где  $T_{изм}$  – измеренный дефектоскопом временной интервал без учета задержки в кабеле и приемном тракте дефектоскопа, мкс;

$T_0$  – время задержки в кабеле и приемном тракте дефектоскопа, мкс.

8.5.11 Повторить пункты 8.5.8 и 8.5.9 для моделей:

- УСД-60  $T_{сдв}$  из ряда: 50, 100, 200, 500, 1000;
- УСД-60-8К, УСД-60-8К-А, УСД-60-8К-В, УСД-60-8К-ВФ  $T_{сдв}$  из ряда: 20, 50, 100, 200, 300;
- УСД-60Н  $T_{сдв}$  из ряда: 50, 100, 200, 500, 1000, 5000, 10000.

8.5.12 Рассчитать значение абсолютной погрешности измерения временных интервалов ( $\Delta T$  мкс) для каждого установленного временного сдвига ( $T_{сдв}$  мкс) по формуле.

$$\Delta T = T - T_{сдв} \quad (2)$$

где  $T$  – среднее арифметическое значение временного интервала, измеренное дефектоскопом, мкс;

$T_{сдв}$  – значение временного интервала, установленное на генераторе, мкс.

8.5.13 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если абсолютная погрешность измерения временных интервалов составляет для УСД-60, УСД-60-8К, УСД-60-8К-В, УСД-60-8К-А и УСД-60-8К-ВФ не более  $\pm 0,05$  мкс, а для УСД-60Н не более  $\pm 0,5$  мкс.

**8.6 Определение отклонения установки усиления в диапазоне от 0 до 50 дБ**

8.6.1 Для моделей дефектоскопов УСД-60-8К, УСД-60-8К-В, УСД-60-8К-А и УСД-60-8К-ВФ проверку отклонения установки усиления достаточно проводить для одного канала, т.к. усилитель, отвечающий за прием и регулировку усиления входных сигналов, является одним общим для всех каналов.

8.6.2 Установить параметры настройки канала дефектоскопа в соответствии с Приложением А.

8.6.3 Для моделей дефектоскопов УСД-60-8К, УСД-60-8К-В, УСД-60-8К-А и УСД-60-8К-ВФ установить следующие значения параметров:

- выбрать канал №2 и установить значение параметра "Генератор" равное "3";
- выбрать канал №1 и установить значение параметра "Приемник" равное "2".

8.6.4 Подключить дефектоскоп к генератору по схеме, представленной на рисунке 1.

8.6.5 Установить в параметре уровень порога зоны контроля равным 70 %:

- для УСД-60 и УСД-60Н значение параметра "Уровень" а-Зоны;
- для УСД-60-8К значение параметра "а-Порог";



- для УСД-60-8К-W, УСД-60-8К-А и УСД-60-8К-WF значение порога фиксации.

8.6.6 Для всех дефектоскопов (кроме УСД-60Н) установить значение параметра «Полоса» «1,2-4,6».

8.6.7 Установить начальные параметры генератора импульсов:

- синхронизация – внешняя;
- тип сигнала – синус;
- характер сигнала – пачка;
- количество циклов – 10;
- частота – 2 МГц;
- начальный временной сдвиг установить таким образом, чтобы сигнал, отображаемый на дефектоскопе находился на середине развертки экрана;

- амплитуду сигнала на выходе генератора ( $A_0$  дБ) установить таким образом, чтобы сигнал на экране дефектоскопа был на высоте 70 % экрана и результат измерения амплитуды  $A_a$ , дБ составлял 0 дБ.

8.6.8 Установить усиление дефектоскопа ( $N_{уст}$ ) 1 дБ.

8.6.9 Изменять ослабление на магазине затуханий до тех пор, пока результат измерения амплитуды  $A_a$ , дБ снова не будет 0 дБ.

8.6.10 Рассчитать измеренное значение усиления дефектоскопа ( $N_{изм}$ ) по формуле:

$$N_{изм} = A_0 - A_{изм} \quad (3)$$

где  $A_{изм}$  – ослабление сигнала на магазине затуханий после приведения уровня сигнала к 70 % экрана, дБ;

$A_0$  – начальное значение ослабления сигнала, установленное на магазине затуханий, дБ.

8.6.11 Рассчитать отклонение установки усиления ( $\Delta N$ ) по формуле:

$$\Delta N = N_{изм} - N_{уст} \quad (4)$$

где  $N_{уст}$  – значение усиления, установленное на дефектоскопе, дБ;

$N_{изм}$  – измеренное значение усиления на магазине затуханий, дБ.

8.6.12 Повторить измерения отклонения установки усиления дефектоскопа по п.п. 8.6.8 – 8.6.11 для установленных значений усиления на дефектоскопе 10, 30, 50 дБ.

8.6.13 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если отклонение установки усиления в диапазоне от 0 до 50 дБ не превышает  $\pm 2,0$  дБ.

## 8.7 Определение абсолютной погрешности измерения амплитуды сигнала в диапазоне от 20 до 100 % высоты экрана

8.7.1 Для моделей дефектоскопов УСД-60-8К, УСД-60-8К-W, УСД-60-8К-А и УСД-60-8К-WF проверку диапазона и абсолютной погрешности временных интервалов достаточно проводить для одного канала, т.к. модуль обработки сигналов, отвечающий за измерение амплитуды, является одним общим для всех каналов.

8.7.2 Установить настройки канала дефектоскопа в соответствии с Приложением А.

8.7.3 Для моделей дефектоскопов УСД-60-8К, УСД-60-8К-W, УСД-60-8К-А и УСД-60-8К-WF установить следующие значение параметров:

- выбрать канал №2 и установить значение параметра "Генератор" равное "3";
- выбрать канал №1 и установить значение параметра "Приемник" равное "2".

8.7.4 Подключить дефектоскоп к генератору по схеме, представленной на рисунке 1.

8.7.5 Установить уровень порога зоны контроля равным 20 %:

- для УСД-60 и УСД-60Н значение параметра "Уровень" а-Зоны;
- для УСД-60-8К значение параметра "а-Порог";
- для УСД-60-8К-W, УСД-60-8К-А и УСД-60-8К-WF значение порога фиксации.

8.7.6 Установить значение параметра "Усиление" равным 20 дБ.

8.7.7 Установить начальные параметры генератора импульсов:

- синхронизация – внешняя;
- тип сигнала – синус;
- характер сигнала – пачка;
- количество циклов – 10;

- частота – 2 МГц;
- начальный временной сдвиг установить таким образом, чтобы сигнал, отображаемый на дефектоскопе находился на середине развертки экрана;
- амплитуду сигнала на выходе генератора ( $A_0$  дБ) установить таким образом, чтобы сигнал на дефектоскопе был на высоте 20 % экрана и результат измерения прибора "А, дБ" был равным 0.

8.7.8 Увеличить амплитуду сигнала на генераторе на 1 дБ ( $A_0 + 1$  дБ).

8.7.9 Зафиксировать измеренное дефектоскопом значение амплитуды сигнала А, дБ.

8.7.10 Повторить измерения по п.8.7.9 еще четыре раза и вычислить среднее арифметическое значение амплитуды  $A_{изм}$  по пяти измерениям.

8.7.11 Повторить измерения амплитуд сигналов на дефектоскопе при установленных значениях амплитуды на генераторе ( $A_0 + 2$ ), ( $A_0 + 5$ ), ( $A_0 + 10$ ), ( $A_0 + 15$ ) дБ.

8.7.12 Рассчитать значение абсолютной погрешности измерения амплитуды сигнала для каждого установленного на генераторе значения амплитуды по формуле:

$$\Delta A = A_{изм} - A_{уст} \quad (5)$$

где  $A_{изм}$  – среднее арифметическое значение амплитуды, измеренное на дефектоскопе, дБ;  
 $A_{уст}$  – установленное значение амплитуды на генераторе, дБ.

8.7.13 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если абсолютная погрешность измерения амплитуды сигналов не превышает  $\pm 1,0$  дБ.

## 8.8 Определение абсолютной погрешности измерения толщины изделия и глубины залегания дефектов при работе с прямым преобразователем

8.8.1 Определение абсолютной погрешности измерения толщины изделия и глубины залегания дефектов выполняется на контрольном образце № 2 из комплекта КОУ-2, с использованием прямого преобразователя из комплекта поставки дефектоскопа или аналогичного.

8.8.2 Для моделей дефектоскопов УСД-60-8К, УСД-60-8К-W, УСД-60-8К-А и УСД-60-8К-WF проверку абсолютной погрешности измерения толщины изделия и глубины залегания дефектов достаточно проводить для одного канала, т.к. модуль обработки сигналов, отвечающий за измерение толщины изделия и глубины залегания дефектов, является одним общим для всех каналов.

8.8.3 Установить параметры настройки выбранного канала дефектоскопа в соответствии с Приложением А, подключить преобразователь к выбранному каналу.

– Для дефектоскопа УСД-60 выбрать совмещенный тип преобразователя.

– Для дефектоскопа УСД-60Н выбрать раздельно-совмещенный тип преобразователя.

8.8.4 Установить значение параметра "Скорость" в соответствии с данными о скорости распространения продольных ультразвуковых волн из свидетельства о поверке контрольный образец № 2.

8.8.5 Установить значение параметра генератора "Частота" в зависимости от частоты применяемого преобразователя (из паспорта или маркировки преобразователя).

8.8.6 Установить значение параметра преобразователя "Протектор" в соответствии с данными из паспорта на преобразователь или значение измеренное в пп. 8.8.7 - 8.8.8.

8.8.7 Установить преобразователь на рабочую поверхность контрольного образца, в месте отмеченной стрелкой 20 мкс, предварительно нанеся на него слой контактной жидкости.

8.8.8 Зафиксировать показания  $S_a$  и определить задержку в призме преобразователя по формуле:

$$t = S_a - 20, \text{ мкс} \quad (6)$$

где,  $S_a$  – измеренное значение времени прихода сигнала, мкс;

$t$  – время задержки в призме преобразователя, мкс.

8.8.9 Перемещая преобразователь по контрольному образцу № 2, регулируя усиление в канале дефектоскопа и величину развертки, получить на экране сигнала от донной поверхности контрольного образца, составляющие не менее 80 % высоты экрана.

8.8.10 Установить строб зоны контроля на донный сигнал.

8.8.11 Зафиксировать результат измерения толщины контрольного образца  $S_{изм}$  мм.

8.8.12 Повторить измерение толщины контрольного образца № 2 еще четыре раза, каждый раз заново устанавливая преобразователь на контрольный образец.

8.8.13 Рассчитать среднее арифметическое значение толщины контрольного образца  $S_{ср}$ , мм.

8.8.14 Перемещая преобразователь по контрольному образцу № 2 получить наибольшую амплитуду сигнала на дефектоскопе от отверстия диаметром 6 мм, залегающего на глубине 44 мм.

8.8.15 Выполнить измерения и вычисления глубины залегания выявленного дефекта аналогично пп. 8.8.10 – 8.8.13.

8.8.16 Вычислить абсолютную погрешность измерения толщины и глубины изделия ( $\Delta$  мм) по формуле:

$$\Delta = S_{ср} - S_{обр.} \text{ мм} \quad (7)$$

где  $S_0$  – номинальное значение толщины контрольного образца №2 или глубины залегания отверстия диаметром 6 мм, указанные в свидетельстве о поверке на образец, мм;

$S_{ср}$  - среднее арифметическое значение толщины контрольного образца №2 или глубины залегания отверстия диаметром 6 мм, измеренное дефектоскопом.

8.8.17 Провести измерения со всеми преобразователями из комплекта.

8.8.18 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если абсолютная погрешность измерения толщины изделия и глубины залегания выявленных дефектов не превышает значения  $\pm (0,1 + 0,05 \cdot S)$  мм, где  $S$  – измеренное значение толщины контрольного образца №2 или глубины залегания отверстия диаметром 6 мм, мм.

## **8.9 Определение абсолютной погрешности измерения координат дефекта при работе с наклонным преобразователем (кроме УСД-60Н)**

8.9.1 Определение абсолютной погрешности измерения координат дефекта выполняется контрольным образце № 2 из комплекта КОУ-2, с использованием наклонного преобразователя, входящего в комплект поставки дефектоскопа или аналогичного.

8.9.2 Для моделей дефектоскопов УСД-60-8К, УСД-60-8К-W, УСД-60-8К-A и УСД-60-8К-WF проверку абсолютной погрешности измерения координат дефекта достаточно проводить для одного канала, т.к. модуль обработки сигналов, отвечающий за измерение координат дефектов при работе с наклонными преобразователями, является одним общим для всех каналов.

8.9.3 Установить параметры настройки выбранного канала дефектоскопа в соответствии с Приложением А, подключить к нему наклонный преобразователь.

8.9.4 Для дефектоскопа УСД-60 выбрать совмещенный тип преобразователя.

8.9.5 Установить значение параметра генератора "Частота" в зависимости от частоты применяемого преобразователя (из паспорта или маркировки преобразователя).

8.9.6 Установить параметр режима измерения «По пику».

8.9.7 Угол ввода ультразвуковой волны преобразователя и время задержки в призме (протектор) взять из свидетельства о калибровке преобразователя. Если на преобразователь отсутствует свидетельство о калибровке, то определить точку ввода и задержку в протекторе на контрольном образце № 3 из комплекта КОУ-2, а угол ввода УЗ волны преобразователя на контрольном образце № 2 в следующей последовательности:

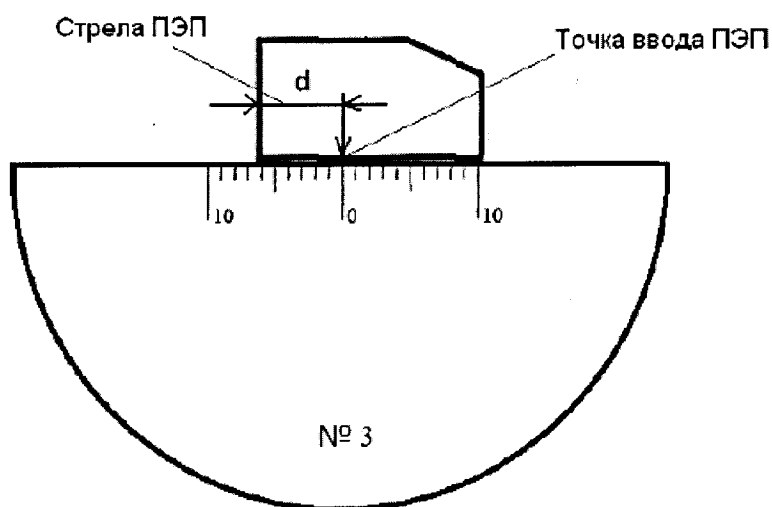


Рисунок 2 Определение точки ввода преобразователя

## 8.9.7.1 Определение точки ввода преобразователя:

- установить преобразователь на поверхность контрольного образца № 3, обработанную контактной жидкостью;
- перемещая преобразователь вперед-назад и поворачивая его вокруг оси на 5 - 10 угловых градусов, добиться максимального уровня эхо-сигнала от цилиндрической поверхности образца;
- метка «0» на образце контрольного образца № 3, перенесенная на боковую поверхность преобразователя, указывает на точку ввода преобразователя (рисунок 2).

## 8.9.7.2 Определение задержки в призме преобразователя:

- перемещая преобразователь вперед-назад и поворачивая его вокруг оси на 5 - 10 угловых градусов, регулируя усиление дефектоскопа и величину развертки, получить на экране два сигнала от цилиндрической поверхности контрольного образца №3 максимальной амплитуды (при необходимости включить фильтр в настройках параметров приемника);
- установить строб а-зоны на первый сигнал;
- зафиксировать время прихода первого сигнала - показания Sa1;
- установить строб а-зоны на второй сигнал;
- зафиксировать время прихода второго сигнала - показания Sa2;
- рассчитать величину задержки в протекторе по формуле:

$$t = (3 \cdot Sa1 - Sa2)/2, \quad (8)$$

где Sa1 – измеренное значение времени прихода первого сигнала, мкс,

Sa2 – измеренное значение времени прихода второго сигнала, мкс.

- Рассчитать скорость поперечной волны в образце по формуле:

$$V = L / (Sa1 - t), \text{ мм/мкс} \quad (9)$$

где L – диаметр образца № 3, мм (из свидетельства о поверке);

Sa1 – измеренное значение времени прихода первого сигнала, мкс;

t – задержка в призме преобразователя, мкс.

Перевести рассчитанное значение скорости поперечной волны из единиц [мм/мкс] в [м/с], умножив на 1000.

## 8.9.7.3 Определение угла ввода преобразователя:

- ввести в параметры дефектоскопа значение задержки в призме, полученное в п. 8.9.7.2;
- установить преобразователь на поверхность контрольного образца № 2, обработанную контактной жидкостью.

- перемещая преобразователь вперед-назад по контрольному образцу и поворачивая его вокруг оси на 5 – 10 угловых градусов, получить на экране дефектоскопа эхо-сигнал максимальной амплитуды от цилиндрического бокового отражателя диаметром 6 мм;

- для преобразователя с углами ввода в диапазоне от 40 до 65 градусов, включительно, угол ввода определять по боковому цилиндрическому отражателю диаметром 6 мм, залегающему на глубине 44 мм. Для преобразователя с углами ввода в диапазоне от 65 до 75 градусов,

включительно, угол ввода определять по боковому цилиндрическому отражателю диаметром 6 мм, залегающему на глубине 15 мм.

- отсчет угла ввода преобразователя осуществлять по точке ввода преобразователя, определенной в п. 8.9.7.1;

- измерение угла ввода преобразователя следует повторить не менее трех раз, результат усреднить.

#### 8.9.8 Измерение координат дефекта

Установить следующие параметры дефектоскопа:

- Протектор → значение, указанное в свидетельстве о калибровке на преобразователь или измеренное в п. 8.9.7.2;

- Скорость, в соответствии с данными скорости распространения поперечных ультразвуковых волн из свидетельства о поверке на контрольный образец №2 или измеренное в п. 8.9.7.2.

- Угол ввода → значение, указанное в свидетельстве о калибровке на преобразователь или измеренное в п. 8.9.7.3;

8.9.9 Установить преобразователь на поверхность контрольного образца № 2, обработанную контактной жидкостью (рисунок 3).

8.9.10 Перемещая преобразователя по контрольному образцу получить эхо-сигнал максимальной амплитуды от цилиндрического отражателя диаметром 6 мм, залегающего на глубине 44 мм.

8.9.11 Изменить диапазон развертки так, чтобы эхо-сигнал от дефекта располагался по центру экрана.

8.9.12 Изменить усиление на дефектоскопе так, чтобы эхо-сигнал от дефекта занимал 80 % высоты экрана.

8.9.13 Установить строб а-зоны дефектоскопа на полученный сигнал от дефекта.

На экран дефектоскопа выводятся результаты измерений в первой зоне:

- Y – глубина залегания дефекта;

- X – расстояние от точки ввода до проекции дефекта на поверхность;

- S – расстояние по лучу.

8.9.14 Повторить операции по пунктам 8.9.9 – 8.9.13 еще четыре раза и вычислить средние арифметические значения величин Y, X и S по пяти измерениям и получить  $Y_{изм}$ ,  $X_{изм}$  и  $S_{изм}$ .

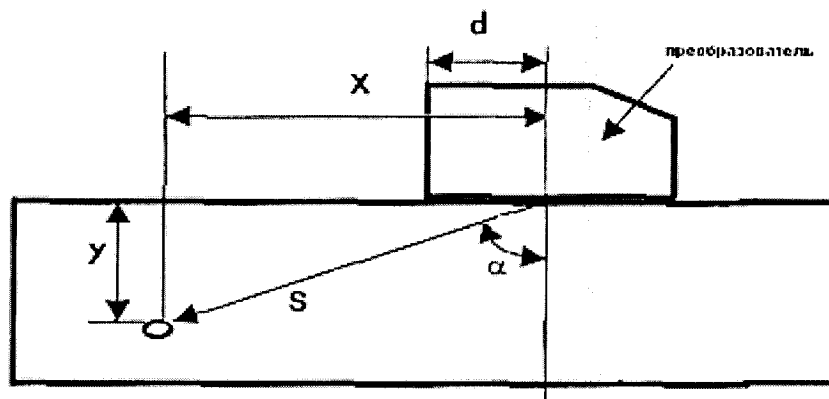


Рисунок 3 Определение координат дефекта при работе с наклонным преобразователем

Y – глубина залегания дефекта, X – расстояние от точки ввода до проекции дефекта на поверхность, S – расстояние по лучу, d – стрела преобразователя,  $\alpha$  - угол ввода

8.9.15 По данным из свидетельства о поверке на контрольный образец и используя номинальные значения местоположения точки ввода на преобразователе и его угол ввода  $\alpha$  (п. 8.9.7.3), по схеме на рисунке 3 вычислить номинальные значения  $Y_{ном}$ ,  $X_{ном}$  и  $S_{ном}$  по формулам:

$$Y_{ном} = A - B \cdot \cos\alpha \quad (10)$$

$$X_{ном} = A \cdot \operatorname{tg}\alpha - B \cdot \sin\alpha \quad (11)$$

$$S_{ном} = A / \cos\alpha - B \quad (12)$$

где  $A$  – глубина до центра отражателя, мм;

$B$  – радиус отражателя, мм;

$\alpha$  – угол ввода, °.

8.9.16 Вычислить абсолютную погрешность измерения координат дефектов ( $Y, X, S$ ) по формулам:

$$\Delta Y = Y_{\text{ИЗМ}} - Y_{\text{НОМ}}, \text{ мм} \quad (13)$$

$$\Delta X = X_{\text{ИЗМ}} - X_{\text{НОМ}}, \text{ мм} \quad (14)$$

$$\Delta S = S_{\text{ИЗМ}} - S_{\text{НОМ}}, \text{ мм} \quad (15)$$

где  $Y_{\text{ИЗМ}}, X_{\text{ИЗМ}}$  и  $S_{\text{ИЗМ}}$  – измеренные средние арифметические значения глубины залегания дефекта, расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность, расстояния по лучу, мм;

$Y_{\text{НОМ}}, X_{\text{НОМ}}$  и  $S_{\text{НОМ}}$  – номинальные значения глубины залегания дефекта, расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность, расстояния по лучу, мм;

8.9.17 Провести измерения со всеми преобразователями из комплекта.

8.9.18 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если при работе с наклонным преобразователем абсолютная погрешность измерения координат дефектов ( $Y, X, S$ ) не превышает значения  $\pm (0,5 + 0,05 \cdot S (Y, X))$ , где  $Y, X, S$  измеренные значения координат дефектов, мм.

## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ


9.1 Результаты поверки заносятся в протокол (рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении В к методике поверки). Протокол может храниться на электронных носителях.

9.2 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке в установленной форме.

9.3 При отрицательных результатах поверки, дефектоскоп признается непригодным к применению и на него выдается извещение о непригодности с указанием причин непригодности.

Исполнители:

Начальник  
отдела испытаний и сертификации  
ФГУП «ВНИИОФИ»



А.В. Иванов

Начальник сектора МО НК  
отдела испытаний и сертификации  
ФГУП «ВНИИОФИ»



Д.С. Крайнов

Инженер МО НК  
отдела испытаний и сертификации  
ФГУП «ВНИИОФИ»



А.С. Воронков

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

## Настройка параметров дефектоскопа УСД-60

Группы функций	Функции	Значение функции для поверки дефектоскопа
	Усиление	0
УСТАНОВКИ	Единицы	мм
ОСНОВНЫЕ	Скорость	1000
	Развертка	200,0
	Задержка	0
ГЕНЕРАТОР	Амплитуда	200 В
	Частота ЗИ	5 МГц
	Периодов	1
	Част. повт.	50
ДЕМПФЕР	50 Ом	нет
	Длит. ЭД	0
	Задержка ЭД	0
	L выхода	---
ПРИЕМНИК	Полоса	---
	R входа	---
	Детектор	полный
	Отсечка, %	0
ДАТЧИК	Тип	раздельный
	Протектор	0
	Угол	0
	Стрела	0
АРД/ВРЧ	Режим	нет
а-ЗОНА	Уровень, %	50
	Начало	25.00
	Ширина	150.00
	Дефект	превышение порога
	Время	по пику
б-ЗОНА	Уровень, %	25
	Начало	100.00
	Ширина	50.00
	Дефект	нет
	Время	по пику
ПОКАЗАНИЯ	Поле 1	Aa, dB
	Поле 2	Sa
	Поле 3	Ya
	Поле 4	Xa

## Настройка параметров дефектоскопа УСД-60Н

Группы функций	Функции	Значение функции для поверки дефектоскопа
	Усиление	0
УСТАНОВКИ	Единицы	мм
ОСНОВНЫЕ	Скорость	1000
	Развертка	200,0
	Задержка	0
ГЕНЕРАТОР	Амплитуда	200 В
	Частота ЗИ	2500 кГц
	Периодов	1
	Част. повт.	30
ПРИЕМНИК	Полоса	400 - 2500 кГц
	Детектор	полный
	Отсечка, %	0
ДАТЧИК	Тип	раздельный
	Протектор	0
ВРЧ	Включить	нет
а-ЗОНА	Уровень, %	50
	Начало	25.00
	Ширина	150.00
	Дефект	превышение порога
	Время	по пику
б-ЗОНА	Уровень, %	25
	Начало	100.00
	Ширина	50.00
	Дефект	нет
	Время	по пику
ИЗМЕРЕНИЯ	АРУ	нет
ПОКАЗАНИЯ	Поле 1	Aa, dB
	Поле 2	Sa
	Поле 3	нет
	Поле 4	нет



## Настройка параметров каналов дефектоскопа УСД-60-8К

Группы функций	Функции	Значение функции для поверки дефектоскопа
	Усиление	0
УСТАНОВКИ	Единицы	мм
ОСНОВНЫЕ	Скорость	1000
	Развертка	200,0
	Задержка	0
	Активен	да
ДАТЧИК	Тип	раздельный
	Угол	0
	Протектор	0
	Стрела	0
ГЕНЕРАТОР	Генератор	К*
	Частота ЗИ	5,0 МГц
	Периодов	1
ПРИЕМНИК	Приемник	К*
	Детектор	полный
	Полоса	- - -
ВРЧ	Включить	нет
а-ЗОНА	а-Порог, %	50
	а-Начало	25.00
	а-Ширина	150.00
	а-Время	по пику
б-ЗОНА	б-Порог, %	25
	б-Начало	100.00
	б-Ширина	50.00
	б-Время	по пику
ИЗМЕРЕНИЯ	Амплитуда	дВ

\*К - номер поверяемого канала

## Настройка параметров каналов дефектоскопа УСД-60-8К-W

Группы функций	Функции	Значение функции для поверки дефектоскопа
	Усиление	0
УСТАНОВКИ	Единицы	мм
ОСНОВНЫЕ	Скорость	1000
	Развертка	200,0
	Задержка	0
	Активен	да
ДАТЧИК	Частота ЗИ	5,0 МГц
	Угол	0
	Протектор	0
	Стрела	0
ТРАКТ	Генератор	К*
	Периодов	1
	Приемник	К*
	Полоса	0,5 - 15,0
ВРЧ	Включить	нет
ЗОНА	а-Начало	25.00
	а-Ширина	150.00
	а-Режим	превышение порога
ИЗМЕРЕНИЯ	Амплитуда	дВ
	Время	по пику
ТОЛЩИНА	Толщина	0
ПОРОГИ	Брак, %	70
	Фиксации, %	50
	Поисковый, %	25
	Контакт, %	10

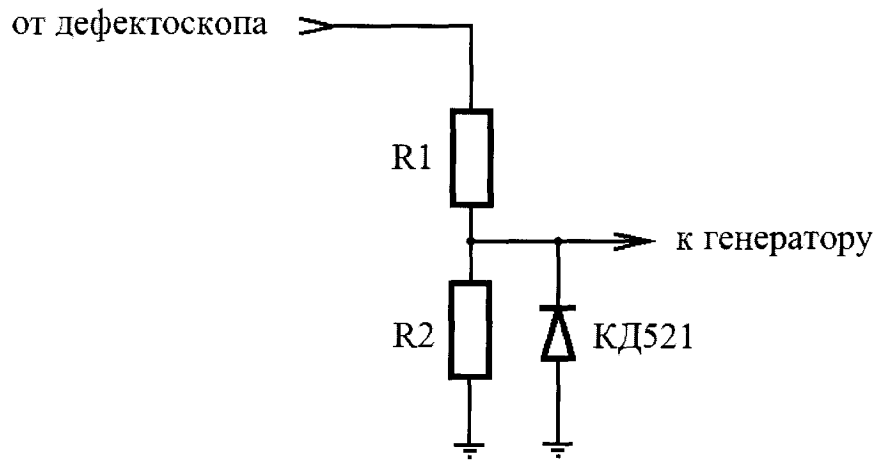
\*К - номер поверяемого канала

## Настройка параметров каналов дефектоскопов УСД-60-8К-А и УСД-60-8К-ВF

Группы функций	Функции	Значение функции для поверки дефектоскопа
	Усиление	0
УСТАНОВКИ	Единицы	мм
ОСНОВНЫЕ	Скорость	1000
	Развертка	200,0
	Задержка	0
	Активен	да
ЗОНА	а-Начало	25.00
	а-Ширина	150.00
	а-Режим	превышение порога
ДАТЧИК	Тип	раздельный
	Протектор	0
	Угол	0
	Стрела	0
ГЕНЕРАТОР	Частота	5 МГц
	Периодов	1
ПРИЕМНИК	Полоса	- - -
ВРЧ	Включить	нет
СКАНЕР	Генератор	К*
	Приемник	К*
ИЗМЕРЕНИЯ	Амплитуда	дВ
ТОЛЩИНА	Толщина	0
ПОРОГИ	Брак, %	70
	Фиксации, %	50
	Поисковый, %	25
	Контакт, %	10

\*К - номер поверяемого канала

## Согласующее устройство



Для защиты канала синхронизации генератора от высокого напряжения импульса возбуждения с выхода канала дефектоскопа, необходимо использовать согласующее устройство.

Резисторы R1 и R2 подбираются таким образом, чтобы выходное напряжение соответствовало срабатыванию синхровхода генератора. Сумма сопротивлений R1+R2 должна быть не менее 20 кОм.

Рекомендуемые значения:

R1 = 20 кОм;

R2 = 510 Ом для УСД-60, УСД-60Н и УСД-60-8К-WF;

R2 = 2 кОм для УСД-60-8К, УСД-60-8К-W и УСД-60-8К-А.

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**  
(Рекомендуемое)

**ПРОТОКОЛ №**  
**поверки средства измерения**

Средство измерений \_\_\_\_\_  
 Серия и номер клейма предыдущей поверки \_\_\_\_\_  
 Заводской номер \_\_\_\_\_  
 Дата выпуска \_\_\_\_\_  
 Заводские номера преобразователей \_\_\_\_\_  
 Принадлежащее \_\_\_\_\_  
 Поверено в соответствии с \_\_\_\_\_  
 Средства поверки: \_\_\_\_\_  
 Условия поверки: \_\_\_\_\_

Результаты поверки:

1. Внешний осмотр \_\_\_\_\_
2. Идентификация ПО \_\_\_\_\_
3. Опробование \_\_\_\_\_
3. Определение основных метрологических параметров:

Наименование параметра	Номинальное значение		Измеренное значение
1 Размах импульса возбуждения, не менее	УСД-60 -	450	К1 - К2 - ... К15 - К16 -
	УСД-60-8К,		
	УСД-60-8К-А,	140	
	УСД-60-8К-W -	400	
	УСД-60-8 К-WF- УСД-60Н -	350	
2 Диапазон и абсолютная погрешность измерения временных интервалов			
3 Абсолютная погрешность измерения амплитуды сигналов	не более $\pm 1,0$ дБ		
4 Абсолютная погрешность установки усиления	не более $\pm 2,0$ дБ		
5 Абсолютная погрешность измерения толщины изделия и глубины залегания дефектов при работе с прямым преобразователем	$\pm (0,1 + 0,05 \cdot S)$ мм		
6 Абсолютная погрешность измерения координат дефектов при работе с наклонным преобразователем	$\pm (0,1 + 0,05 \cdot S)$ мм		

Заключение: \_\_\_\_\_

Средство измерений признать пригодным (или непригодным) для применения

Поверитель: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Подпись

ФИО