

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ГЦИ СИ
Заместитель директора
ФГУП «ВНИИОФИ»



Н.П. Муравская

10 2012 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

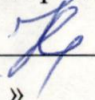
Дефектоскопы многоканальные ЭХО-КОМПЛЕКС-2

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

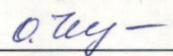
МП 70.Д4-12

Разработчики:

Руководитель проекта
ЗАО «Фирма ТВЕМА»

 Д.А. Кононов
« 25 » 10 2012 г.

Начальник отдела
ЗАО «Фирма ТВЕМА»

 О.Е. Чистякова
« 25 » 10 2012 г.

Начальник сектора МОНК
отдела испытаний и сертификации
ФГУП «ВНИИОФИ»

 Е.Р. Лазаренко
« 29 » 10 2012 г.

Инженер сектора МОНК
отдела испытаний и сертификации
ФГУП «ВНИИОФИ»

 А.С. Неумолотов
« 26 » 10 2012 г.

Москва 2012 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	3
2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ	3
3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	4
4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ	4
5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	5
6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ.....	5
7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ.....	5
8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	5
8.1 Общие положения	5
8.2 Внешний осмотр	6
8.3 Идентификация программного обеспечения	6
8.4 Опробование	6
8.5 Определение амплитуды колебаний электрических импульсов генератора импульсов возбуждения	7
8.6 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерения амплитуды сигнала на входе магнитного канала.....	8
8.7 Определение абсолютной погрешности измерения отношения амплитуд сигналов на входе приемника раздельно-совмещенных ультразвуковых каналов (линейность усилителя приемника)	9
8.8 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерения временных интервалов с преобразователем на образце № 2 из комплекта КОУ-2	10
8.9 Определение эффективной частоты ПЭП	11
8.10 Определение угла ввода и запаса условной чувствительности ПЭП, абсолютной погрешность измерения координат залегания отражателя в образце № 2 из комплекта КОУ-2	13
8.11 Определение отношения сигнал/шум	16
8.12 Определение временной нестабильности запаса условной чувствительности	17
9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	17
Приложение А	18

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящие методические указания распространяются на дефектоскопы многоканальные «ЭХО-КОМПЛЕКС-2» (далее по тексту - приборы или дефектоскопы), изготовленные фирмой ЗАО «Фирма ТВЕМА», Россия, предназначенные для измерения координат залегания дефектов типа нарушения сплошности материалов, полуфабрикатов, готовых изделий, в том числе рельсов, ультразвуковым и магнитным методами неразрушающего контроля.

Межповерочный интервал – 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

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта методики поверки
1	Внешний осмотр	8.2
2	Идентификация программного обеспечения (ПО)	8.3
3	Опробование	8.4
4	Определение амплитуды колебаний электрических импульсов генератора импульсов возбуждения (ГИВ)	8.5
5	Определение диапазона и абсолютной погрешности измерения амплитуды сигнала на входе магнитного канала	8.6
6	Определение абсолютной погрешности измерения отношения амплитуд сигналов на входе приемника раздельно-совмещенных ультразвуковых каналов (линейность усилителя приемника)	8.7
7	Определение диапазона и абсолютной погрешности измерения временных интервалов с преобразователем на образце № 2 из комплекта КОУ-2	8.8
9	Определение эффективной частоты ПЭП*	8.9
10	Определение угла ввода ПЭП*	8.10
11	Определение запаса условной чувствительности ПЭП*	8.10
12	Определение абсолютной погрешности измерения координат залегания отражателя (глубины и расстояния от точки ввода УЗК до проекции дефекта на поверхность) в образце № 2 из комплекта КОУ-2	8.10
13	Определение отношения сигнал/шум, измеренного на образце № 2 из комплекта КОУ-2*	8.11
14	Определение временной нестабильности условной чувствительности ПЭП*	8.12

* - указанные характеристики могут не проверяться при наличии сертификатов калибровки на ПЭП, входящих в комплектность прибора.

2.2 Операции поверки проводятся метрологическими службами, аккредитованными в установленном порядке.

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 – 8.12 методики поверки признается непригодным ПЭП, если хотя бы с одним ПЭП из комплекта дефектоскоп полностью прошел поверку.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 Рекомендуемые средства поверки и вспомогательное оборудование указаны в таблице 2.

3.2 Средства поверки должны быть поверены в установленном порядке.

3.3 Приведенные средства поверки могут быть заменены на их аналог с характеристиками не хуже нижеуказанных.

Таблица 2 - Средства поверки и вспомогательное оборудование

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	Примечание
8.4; 8.8 – 8.12	Образцы № 2 и № 3 из комплекта контрольных образцов и вспомогательных устройств КОУ-2 по ГОСТ 14782-86	Зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № 6612-99
8.5; 8.6; 8.9	Осциллограф цифровой TDS-2012B. Диапазон измеряемых размахов напряжений импульсных радиосигналов от 10 мВ – до 200 В (с делителем 1:10). Пределы допускаемой относительной погрешности измерения амплитуд сигналов для коэффициентов отклонения от 10 мВ/дел до 5 В/дел - $\pm 3\%$	Зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № 30475-05
8.6; 8.7	Генератор сигналов сложной формы AFG 3022. Синусоидальный сигнал от 1 МГц до 25 МГц, диапазон напряжений от 10 мВ до 10 В, погрешность $\pm(1\%$ от величины + 1 мВ), амплитудная неравномерность (<5 МГц) $\pm 0,15$ дБ, (от 5 до 20 МГц) $\pm 0,3$ дБ	Зарегистрирован в государственном реестре средств измерений под № 32620-06
8.7	Магазин затуханий МЗ-50-2. Диапазон частот: 0 ... 50 МГц. Декады: 4x10 дБ, 11x1 дБ, 11x0.1 дБ, 0-40-70 дБ. Погрешность разностного затухания на постоянном токе: $\pm(0.05-0.25)\%$; на переменном токе: $\pm(0.1-0.4)\%$;	Зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № 5783-76
Вспомогательное оборудование		
8.5	Конденсатор К31У-3Е-2-500V-1100pF $\pm 5\%$	
8.5	Делитель 1:10	

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 Лица, допущенные к проведению измерений и обработке результатов наблюдений при поверке, должны быть аттестованы в установленном порядке на право проведения поверки ультразвуковых приборов.

4.2 Лица, допускаемые к проведению поверки, должны изучить устройство и принцип работы поверяемого прибора и измерительной аппаратуры по эксплуатационной документации.

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 средства поверки и на дефектоскоп.

5.2 К работе по поверке дефектоскопа должны допускаться лица, прошедшие обучение и инструктаж по правилам безопасности труда.

5.3 Поверку производить только после ознакомления и изучения РЭ на средства поверки.

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

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

5.6 При проведении поверки согласно разделу 8 настоящей методики все контрольно-измерительные приборы с электрическим питанием от сети переменного тока должны быть заземлены.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Операции поверки дефектоскопа должны проводиться в нормальных климатических условиях по ГОСТ 23667-85:

- температура окружающего воздуха (293 ± 5) К $[(20 \pm 5)^\circ\text{C}]$;
- относительная влажность воздуха $(65 \pm 15)\%$;
- атмосферное давление (100 ± 4) кПа $[(750 \pm 30)$ мм рт. ст.].

6.2 Номинальное напряжение сети переменного тока для питания дефектоскопа – 220 В. Допускаемое отклонение $\pm 10\%$. Номинальная частота сети переменного тока 50 Гц. Допускаемое отклонение $\pm 1,25$ Гц.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Если дефектоскоп и измерительная аппаратура до начала измерений находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 6.1 методики поверки, то дефектоскоп нужно выдержать при этих условиях 2 часа и средства измерения 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 руководством по эксплуатации на дефектоскоп.

7.3 Подготовить контактную смазку.

7.4 Ветошь и контактная смазка не должны содержать твердых включений.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Общие положения

Под словами «включить дефектоскоп» следует понимать выполнение следующих операций:

- подсоединить кабель питания дефектоскопа к сети переменного тока 220 В;
- включить компьютер;
- включить дефектоскоп;
- после загрузки операционной системы запустить программу «VTtuneMaster_E2»;
- выбрать необходимый IP-адрес прибора (указывается в информационном поле программы).

Под словами «выключить дефектоскоп» следует понимать выполнение следующих операций:

- выйти из программы «VTtuneMaster_E2» нажатием кнопки «ВЫХОД»;
- на запрос ответить «Да»;
- выключить дефектоскоп;
- выключить компьютер;
- отключить дефектоскоп от источника питания.

8.2 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие дефектоскопа следующим требованиям:

- комплектность поверяемого прибора в соответствии с технической документацией;
- отсутствие механических повреждений дефектоскопа;
- надежность фиксации разъемов;
- наличие маркировочных обозначений и качество маркировки, ее соответствие чертежам предприятия-изготовителя и ГОСТ 26828-86;
- наименование предприятия-изготовителя – ЗАО «Фирма ТВЕМА»;
- товарный знак предприятия-изготовителя;
- заводской номер, содержащий год изготовления;
- наличие знака утверждения типа на блоке электронном дефектоскопа и на формуляре.

8.3 Идентификация программного обеспечения

8.3.1 Включить дефектоскоп.

8.3.2 Прочитать в заголовке окна программы наименование, идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения (ПО).

8.3.3 Определить цифровой идентификатор (контрольную сумму) метрологически значимой части ПО: исполняемый файл «VTtuneMaster_E2-2.exe» по алгоритму CRC32. Для этого:

- запустить программу для подсчета контрольной суммы, например CheckCRC.exe;
- загрузить в программу файл, относящиеся к метрологически значимой части ПО и выполнить подсчет контрольной суммы по алгоритму CRC32.

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

Таблица 3 - Идентификационные данные ПО дефектоскопа

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
VTtuneMaster	VTtuneMaster_E2	1.1	B9170753 по исполняемому файлу VTtuneMaster_E2-2.exe	CRC32

8.4 Опробование

8.4.1 При опробовании дефектоскопа выполнить проверку работоспособности.

8.4.2 Включить дефектоскоп.

8.4.3 Включить режим радиосигнала нажатием кнопки «Радио (R)» (рисунок 1).

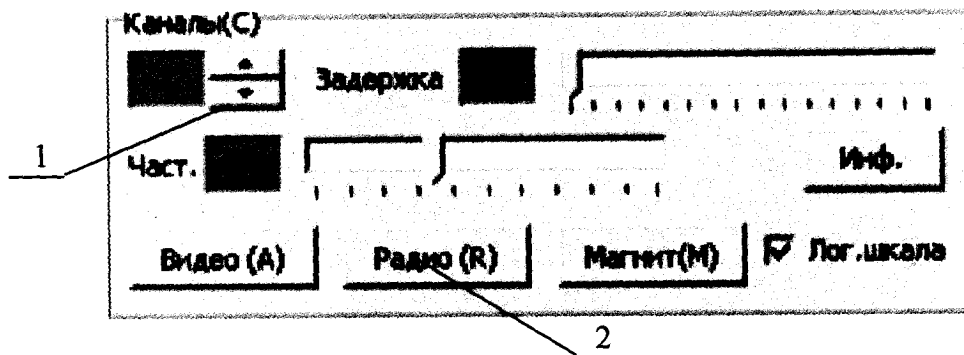


Рисунок 1 – Поле «Каналы (С)»

1 – выбор рабочего канала; 2 – включение режима радиосигнала.

8.4.4 Нажатием кнопок вверх и вниз в поле «Каналы (С)» (рисунок 1) выбрать в качестве рабочего один из ультразвуковых каналов.

8.4.5 Подключить к выбранному каналу дефектоскопа пьезоэлектрический преобразователь (ПЭП) и установить его на смоченную контактной жидкостью поверхность образца № 2 из комплекта КОУ-2 (рисунок 6). Перемещая ПЭП по поверхности образца и контролируя информацию на мониторе компьютера, проверить по изменениям информации на дисплее работоспособность дефектоскопа.

8.4.6 Проверку по пунктам 8.4.4, 8.4.5 методики поверки выполнить для всех ультразвуковых каналов дефектоскопа.

8.4.7 Дефектоскоп считается прошедшим поверку с положительным результатом, если работоспособны все каналы дефектоскопа.

8.5 Определение амплитуды колебаний электрических импульсов генератора импульсов возбуждения

8.5.1 Определение амплитуды колебаний электрических импульсов генератора импульсов возбуждения (ГИВ) выполнить с емкостью 1100 пФ по схеме, представленной на рисунке 2 (для ультразвуковых каналов 1 - 18).

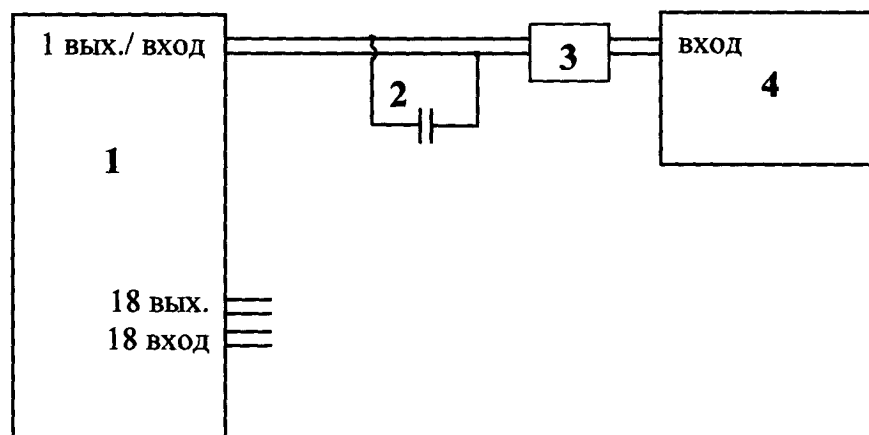


Рисунок 2 – Схема подключения для определения амплитуды колебаний электрических импульсов ГИВ

1 – дефектоскоп;

2 – конденсатор K31Y-3E-2-500V-1100pF±5%;

3 – делитель 1:10;

4 – осциллограф Tektronix TDS-2012B.

8.5.2 Включить осциллограф.

8.5.3 Нажатием кнопок вверх и вниз дефектоскопа в поле «Каналы (С)» (рисунок 1) выбрать в качестве рабочего первый ультразвуковой канал.

8.5.4 Измерить осциллографом максимальную по модулю составляющую импульса ГИВ.

8.5.5 Измерения по пунктам 8.5.1 - 8.5.4 методики поверки выполнить для всех ультразвуковых каналов дефектоскопа.

8.5.6 Дефектоскоп считается прошедшим проверку с положительным результатом, если при отключенном ПЭП максимальное значение амплитуды ГИВ на выходе совмещенных каналов (№№1 – 8 и №№10 - 17) дефектоскопа находится в диапазоне от 100 до 200 В, на выходе раздельно-совмещенных каналов (№9 и №18) – в диапазоне от 20 до 40 В.

8.6 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерения амплитуды сигнала на входе магнитного канала

8.6.1 Собрать схему, представленную на рисунке 3.

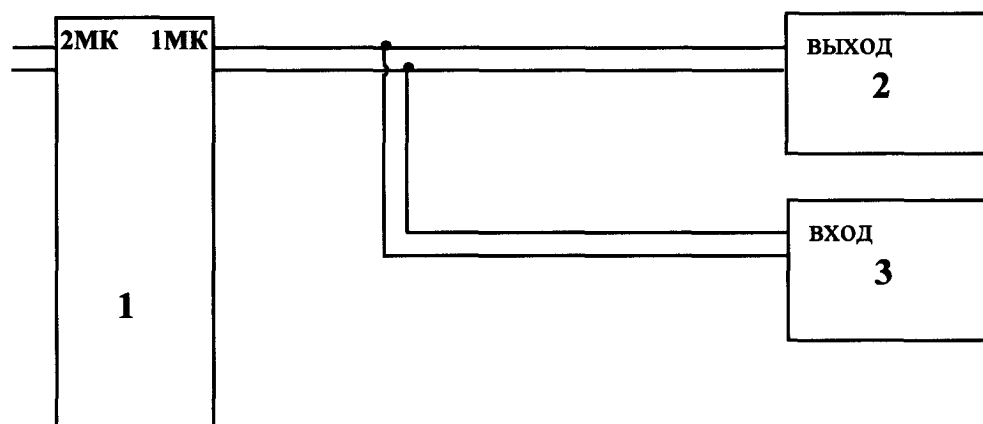


Рисунок 3 – Схема подключения для определения значения амплитуды сигнала на входе магнитного канала

1 – дефектоскоп;

2 – генератор сигналов сложной формы AFG 3022;

3 – осциллограф Tektronix TDS-2012B.

8.6.2 Установить на дефектоскопе в качестве рабочего первый магнитный канал (рисунок 4).

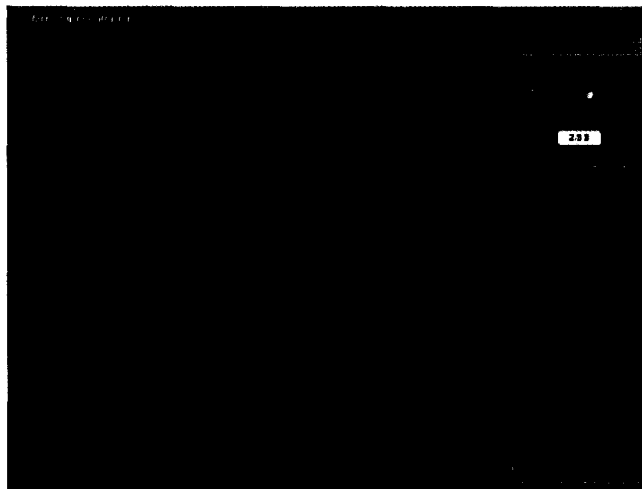


Рисунок 4 – Окно магнитного канала

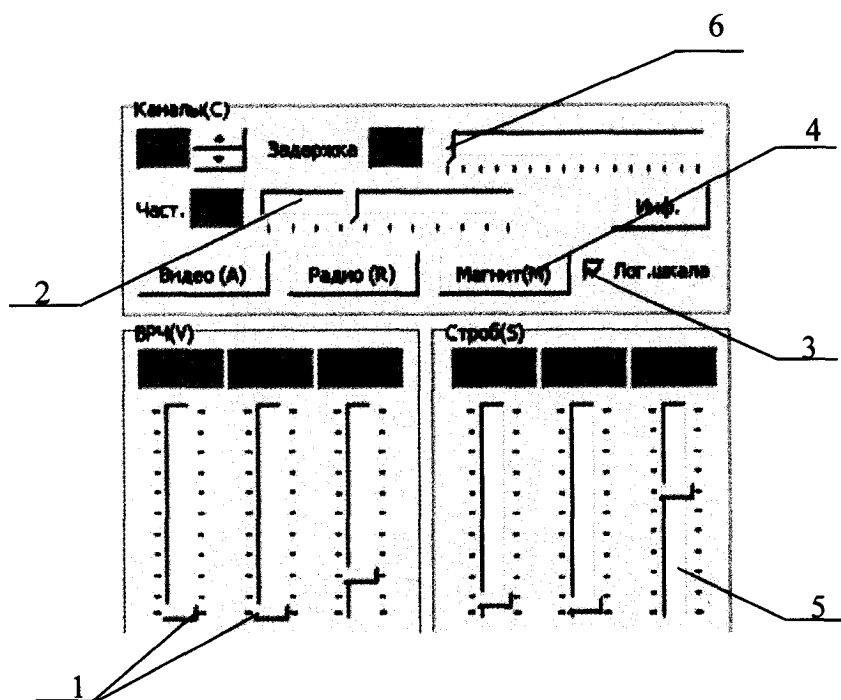


Рисунок 5 – Поля «Каналы (C)», «ВРЧ (V)» и «Строб (S)»

1 – регулировка усиления; 2 – подстройка частоты; 3 – выбор логарифмической шкалы; 4 – выбор магнитного канала; 5 – установка уровня строба; 6 – регулировка длительности развертки.

8.6.3 Включить генератор. Подать с выхода генератора синусоидальный сигнал частотой 100 Гц и амплитудой 5,0 В (по размаху) на вход осциллографа и вход магнитного канала дефектоскопа. Амплитуду, установленную на генераторе, контролировать с помощью осциллографа.

8.6.4 Изменяя на генераторе амплитуду выходного сигнала, привести ее к такому значению, чтобы амплитуда сигнала на экране дефектоскопа достигла 100% высоты экрана.

8.6.5 Измерить по показаниям осциллографа амплитуду сигнала на входе магнитного канала.

8.6.6 Вычислить абсолютную погрешность измерения амплитуды сигнала на входе магнитного канала по формуле:

$$\Delta A = A_{\text{изм}} - A_{\text{ном}}, \quad (1)$$

где $A_{\text{изм}}$ – амплитуда сигнала, измеренная на дефектоскопе, В;

$A_{\text{ном}}$ – амплитуда сигнала, измеренная на дефектоскопе, В.

8.6.7 Провести измерения по пунктам 8.6.1 – 8.6.6 методики поверки для второго магнитного канала дефектоскопа.

8.6.8 Дефектоскоп считается прошедшим проверку с положительным результатом, если диапазон измерения амплитуды сигнала на входе магнитных каналов не менее 0 – 2,3 В, а абсолютная погрешность измерения амплитуды сигнала на входе магнитных каналов не превышает $\pm 0,2$ В.

8.7 Определение абсолютной погрешности измерения отношения амплитуд сигналов на входе приемника раздельно-совмещенных ультразвуковых каналов (линейность усилителя приемника)

8.7.1 Собрать схему, представленную на рисунке 6.

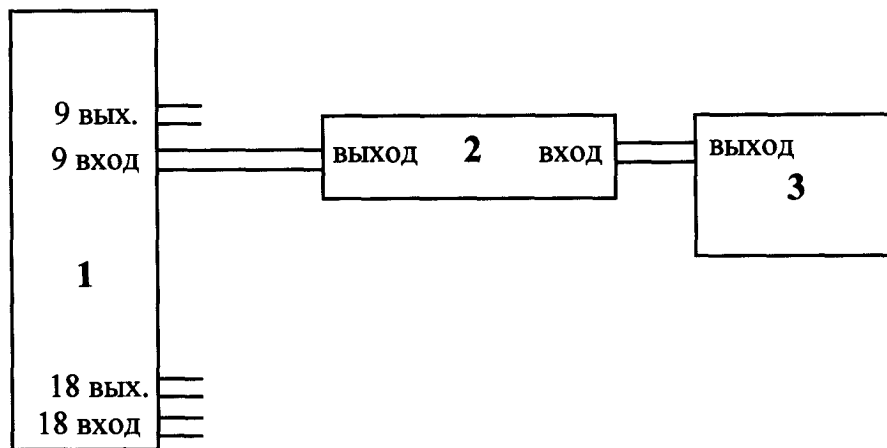


Рисунок 6 – Схема подключения для определения абсолютной погрешности измерения отношения амплитуд сигналов на входе приемника

1 – дефектоскоп;

2 – магазин затуханий МЗ-50-2;

3 – генератор сигналов сложной формы AFG 3022.

8.7.2 Нажатием кнопок вверх и вниз дефектоскопа в поле «Каналы (С)» (рисунок 1) выбрать в качестве рабочего девятый ультразвуковой канал.

8.7.3 С помощью движкового регулятора «Строба (S)» установить уровень строба дефектоскопа на уровень – 12 дБ (рисунок 5).

8.7.4 Установить усиление на дефектоскопе (поле «ВРЧ (V)») 15 дБ (рисунок 5).

8.7.5 Подать с выхода генератора на вход ультразвукового канала дефектоскопа синусоидальный сигнал частотой 2,5 МГц и амплитудой 200 мВ.

8.7.6 Изменяя на генераторе амплитуду выходного сигнала, добиться, чтобы уровень сигнала на дефектоскопе достиг уровня строба.

8.7.7 Установить на магазине затуханий значение 10 дБ ($A_{мз}$).

8.7.8 С помощью движкового регулятора «ВРЧ (V)» дефектоскопа довести амплитуду эхо-сигнала на экране дефектоскопа до уровня строба.

8.7.9 Зафиксировать значение усиления дефектоскопа A_d .

8.7.10 Вычислить абсолютную погрешность измерения отношения амплитуд сигналов по формуле:

$$\Delta A = (A_d - A_0) - A_{мз}, \quad (2)$$

где A_0 – начальное усиление, установленное на дефектоскопе (15 дБ), дБ;

$A_{мз}$ – ослабление сигнала, установленное на магазине затуханий, дБ;

A_d – усиление на дефектоскопе, полученное после возвращения сигнала к уровню строба, дБ.

8.7.11 Выполнить измерения по пунктам 8.7.4 – 8.7.10 методики поверки для установленных значений на магазине затуханий 20, 30 и 35 дБ.

8.7.12 Повторить измерения по пунктам 8.7.1 – 8.7.11 методики поверки для восемнадцатого ультразвукового канала.

8.7.13 Дефектоскоп считается прошедшим поверку с положительным результатом, если абсолютная погрешность измерения отношения амплитуд сигналов на входе приемника раздельно-совмещенных каналов (линейность усилителя приемника) в диапазоне от 15 до 45, дБ не превышает ± 1 дБ.

8.8 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерения временных интервалов с преобразователем на образце № 2 из комплекта КОУ-2

8.8.1 Подключить к каналу 1 блока электронного дефектоскопа прямой ПЭП.

8.8.2 Нажатием кнопок вверх и вниз в поле «Каналы (С)» (рисунок 1) выбрать в качестве рабочего первый ультразвуковой канал.

8.8.3 Определить задержку в призме ПЭП согласно руководству по эксплуатации.

8.8.4 Установить ПЭП на смоченную контактной жидкостью поверхность образца № 2 из комплекта КОУ-2 в месте отметки «20 мкс» (рисунок 7).

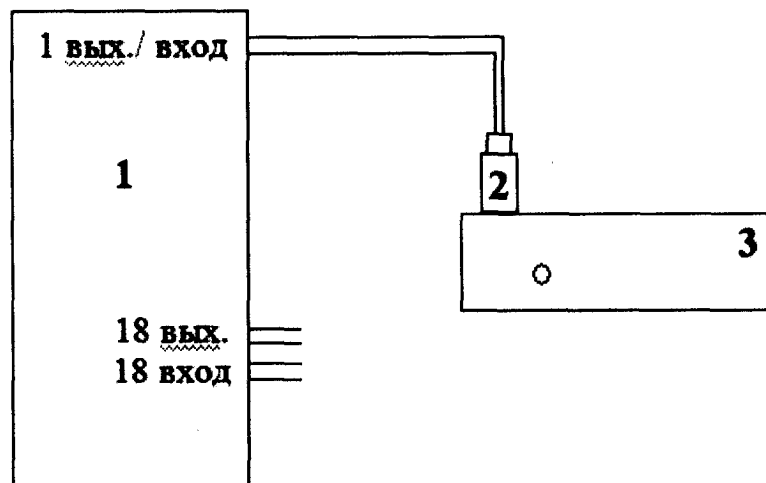


Рисунок 7 – Схема подключения для определения диапазона измерения временных интервалов в образце № 3 из комплекта КОУ-2

1 – дефектоскоп;

2 – ПЭП;

3 – образец № 2 из комплекта КОУ-2.

8.8.5 Установить на дефектоскопе максимальную развертку экрана, скорость распространения ультразвуковых колебаний в образце согласно свидетельству о поверке на образец.

8.8.6 Получить на экране серии сигналов от донной поверхности образца.

8.8.7 Перемещая строб по временной развертке дефектоскопа измерить время каждого сигнала от донной поверхности образца. С помощью регулировки усиления дефектоскопа приводить амплитуду каждого сигнала от донной поверхности образца к одному уровню.

8.8.8 Вычислить абсолютную погрешность измерения временных интервалов по формуле:

$$\Delta T = T_{i\text{изм}} - i * T_{\text{ном}}, \quad (3)$$

где $T_{i\text{изм}}$ – измеренное дефектоскопом время i -го сигналов от донной поверхности образца №2 из комплекта КОУ-2, мкс;

i – номер сигнала от донной поверхности образца №2 из комплекта КОУ-2;

$T_{\text{ном}} = 20$ мкс – время первого сигнала от донной поверхности образца №2 из комплекта КОУ-2, мкс.

8.8.9 Повторить измерения по пунктам 8.8.1 – 8.8.8 методики поверки для остальных ультразвуковых каналов дефектоскопа.

8.8.10 Дефектоскоп считается прошедшим поверку с положительным результатом, если на каждом ультразвуковом канале дефектоскопа диапазон измерения временных интервалов не менее 200 мкс и абсолютная погрешность измерения временных интервалов не превышает ± 1 мкс.

8.9 Определение эффективной частоты ПЭП

8.9.1 Собрать схему, представленную на рисунке 8. Подключить к одному из ультразвуковых каналов блока электронного дефектоскопа ПЭП. Подключить к дефектоскопу осциллограф. Наклонные ПЭП подключать к совмещенным каналам (1-8, 10-17), РС ПЭП подключать к раздельно-совмещенным каналам (9 и 18)

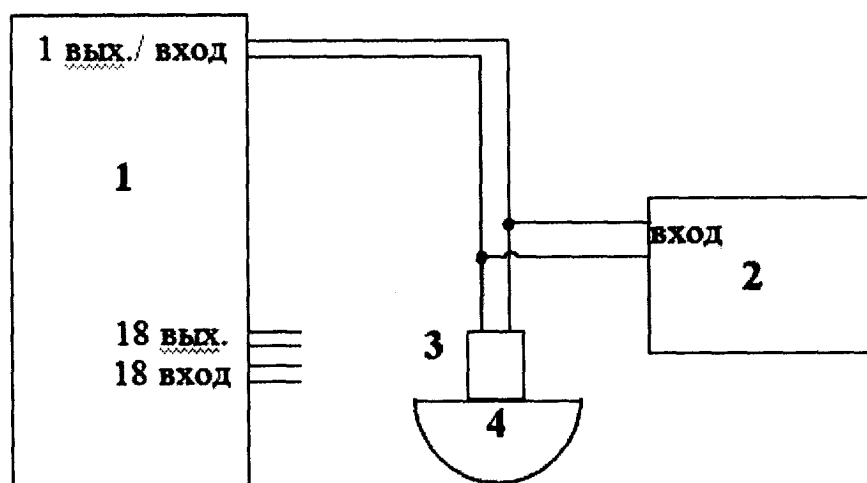


Рисунок 8 – Схема подключения для определения эффективной частоты ПЭП

- 1 – дефектоскоп;
 2 – осциллограф Tektronix TDS-2012B;
 3 – ПЭП;
 4 – контрольный образец №3 из комплекта КОУ-2.

8.9.2 Нажатием кнопок вверх и вниз в поле «Каналы (С)» (рисунок 1) выбрать в качестве рабочего ультразвуковой канал, к которому был подключен ПЭП.

8.9.3 Установить логарифмическую шкалу на экране дефектоскопа. Включить режим радиосигнала.

8.9.4 Установить ПЭП на смоченную контактной жидкостью поверхность образца № 3 из комплекта КОУ-2.

8.9.5 Перемещая ПЭП по поверхности образца, добиться максимальной амплитуды эхосигнала от цилиндрической поверхности образца.

8.9.6 Установить на дефектоскопе такое значение частоты, при котором наблюдается максимальная амплитуда эхосигнала (рисунок 1).

8.9.7 С помощью осциллографа определить период высокочастотных колебаний, Т, мкс.

8.9.8 Вычислить эффективную частоту ПЭП по формуле:

$$F = \frac{1}{T}, \quad (4)$$

где F - эффективная частота ПЭП, МГц;

T - период высокочастотных колебаний сигнала, отраженного от донной поверхности образца, мкс.

8.9.9 Провести измерения по пунктам 8.9.1 – 8.9.8 методики поверки для всех ПЭП, входящих в комплектность дефектоскопа.

8.9.10 Преобразователь считается прошедшим поверку с положительным результатом, если эффективная частота ПЭП находится в пределах $2,5 \pm 0,25$ МГц.

8.9.11 Дефектоскоп считается прошедшим поверку с положительным результатом, если хотя бы с одним ПЭП из комплекта дефектоскопа выполняется условие пункта 8.9.10 методики поверки.

8.10 Определение угла ввода и запаса условной чувствительности ПЭП, абсолютной погрешность измерения координат залегания отражателя в образце № 2 из комплекта КОУ-2

8.10.1 Собрать схему, представленную на рисунке 7. Подключить к одному из совмещенных ультразвуковых каналов блока электронного дефектоскопа наклонный ПЭП. Наклонные ПЭП подключать к совмещенным каналам (1-8, 10-17), РС ПЭП подключать к раздельно-совмещенным каналам (9 и 18).

8.10.2 Нажатием кнопок вверх и вниз в поле «Каналы (С)» (рисунок 1) выбрать в качестве рабочего ультразвуковой канал, к которому был подключен ПЭП.

8.10.3 Установить логарифмическую шкалу на экране дефектоскопа. Включить режим радиосигнала.

8.10.4 Установить ПЭП на смоченную контактной жидкостью поверхность образца №2 из комплекта КОУ-2.

8.10.5 Перемещая ПЭП по поверхности образца, добиться максимальной амплитуды эхосигнала от отражателя, залегающего на глубине 41 мм.

8.10.6 В окне «Тип волны» выбрать тип волны, излучаемый выбранным ПЭП. Для определения угла ввода необходимо в основном окне нажать кнопку «Далее».

8.10.7 Последовательно выполнить действия, предусмотренные программным обеспечением дефектоскопа (рисунок 9 – рисунок 14), следя за тем, чтобы сигнал от отражателя всегда находился в пределах строба. После проведенных операций считать с экрана персонального компьютера угол ввода, значение условной чувствительности ПЭП, а также измеренные значения координат залегания отражателя – глубины (Y) и расстояния от точки ввода УЗК до проекции дефекта на поверхность (X).

8.10.8 Вычислить запас условной чувствительности по формуле:

$$K_{\text{зап}} = 96 - K_{\text{усл}}, \quad (5)$$

где $K_{\text{усл}}$ – условная чувствительность ПЭП, измеренная по пункту 8.10.7 методики поверки, дБ.

8.10.9 Вычислить абсолютную погрешность измерения координат залегания отражателя по формулам:

$$\Delta Y = Y_{\text{изм}} - Y_{\text{ном}} \quad (6);$$

$$\Delta X = X_{\text{изм}} - X_{\text{ном}}, \quad (7)$$

где $Y_{\text{изм}}$, $X_{\text{изм}}$ – измеренные дефектоскопом значения глубины и расстояния от точки ввода УЗК до проекции дефекта на поверхность, мм;

$Y_{\text{ном}}$, $X_{\text{ном}}$ – значения глубины и расстояния от точки ввода УЗК до проекции дефекта на поверхность, рассчитанные по значениям приведенным в свидетельстве о поверке на образец №2 из комплекта КОУ-2 с учетом угла ввода ПЭП, определенного по п.8.10.7 методики поверки, мм.

8.10.10 Провести измерения по пунктам 8.10.9 методики поверки для всех ультразвуковых каналов дефектоскопа

8.10.11 Провести измерения по пунктам 8.10.1 – 8.10.8 методики поверки для всех ПЭП, входящих в комплектность дефектоскопа.

8.10.12 Преобразователь считается прошедшим поверку с положительным результатом, если значения угла ввода и запаса условной чувствительности соответствуют значениям приведенным в таблице 4.

8.10.13 Дефектоскоп считается прошедшим поверку с положительным результатом, если хотя бы с одним ПЭП из комплекта дефектоскопа выполняется условие пункта 8.10.15 методики поверки и абсолютная погрешность измерения координат залегания отражателя не превышает ± 2 мм.

Таблица 4

Наименование характеристики	Значение
Отклонение угла ввода от номинального значения, градусов, не более: - для ПЭП с номинальным значением угла ввода 45 градусов - для ПЭП с номинальным значением угла ввода 58 градусов - для ПЭП с номинальным значением угла ввода 70 градусов	+2/-6 +2/-3 0/-5
Значение запаса условной чувствительности, дБ, не менее, для ПЭП: - П121-2,5-45 - П121-2,5-58 - П121-2,5-70 - П112-2,5	50 45 50 50

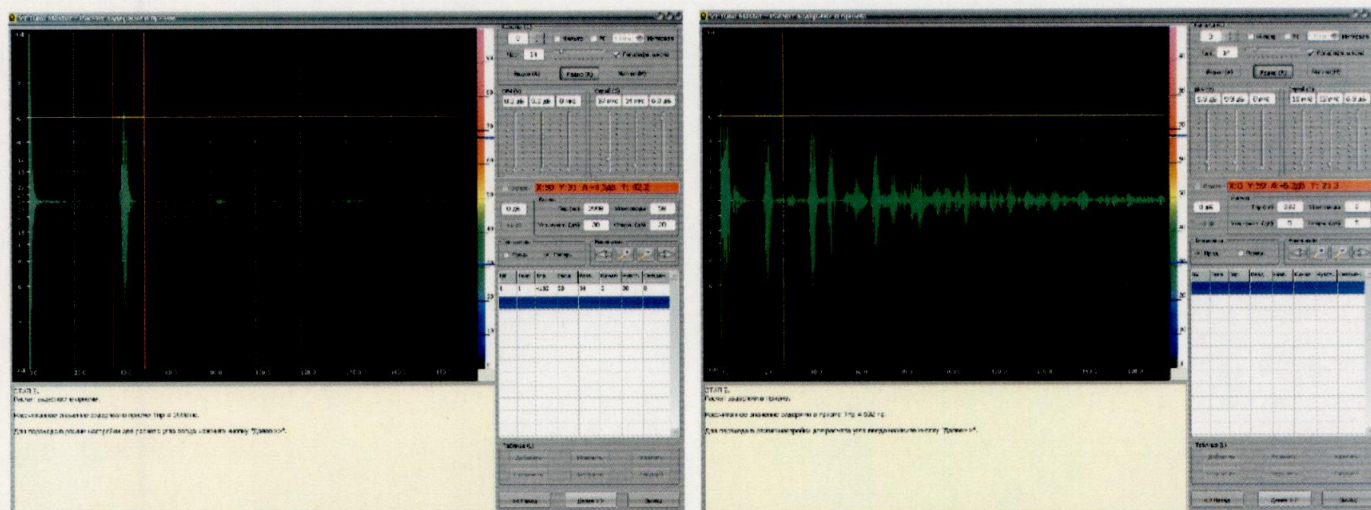


Рисунок 9 – Окно настройки для расчета времени задержки в призме для ПЭП, излучающего поперечные (рисунок слева) и продольные волны

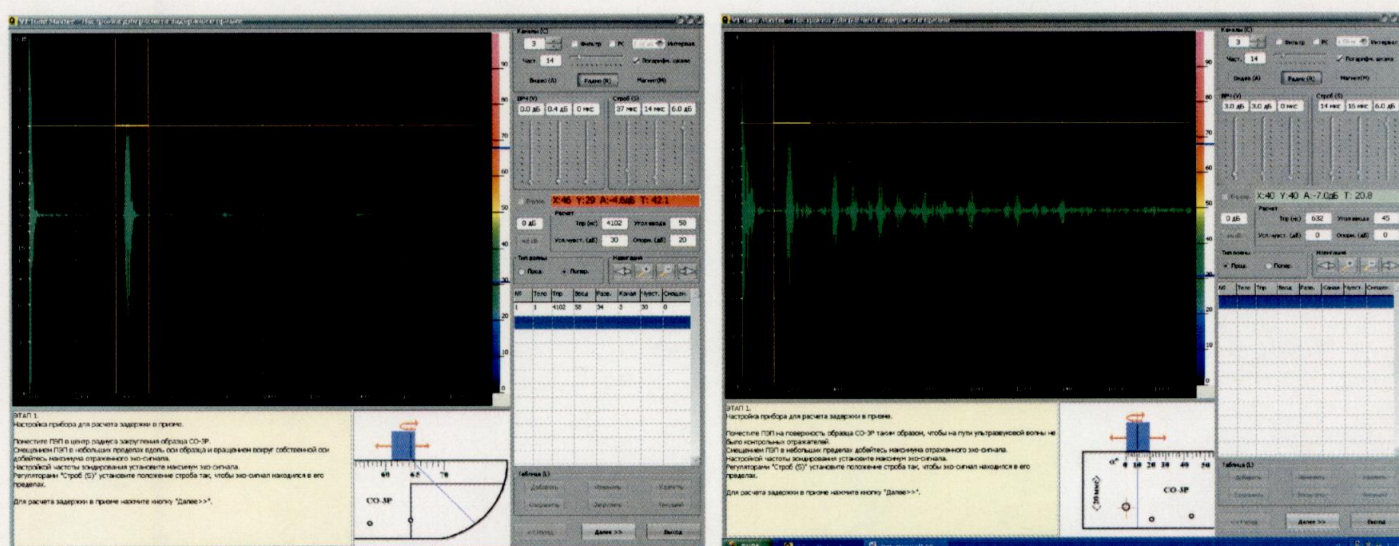


Рисунок 10 – Окно расчета времени задержки в призме ПЭП, излучающего поперечные (рисунок слева) и продольные волны

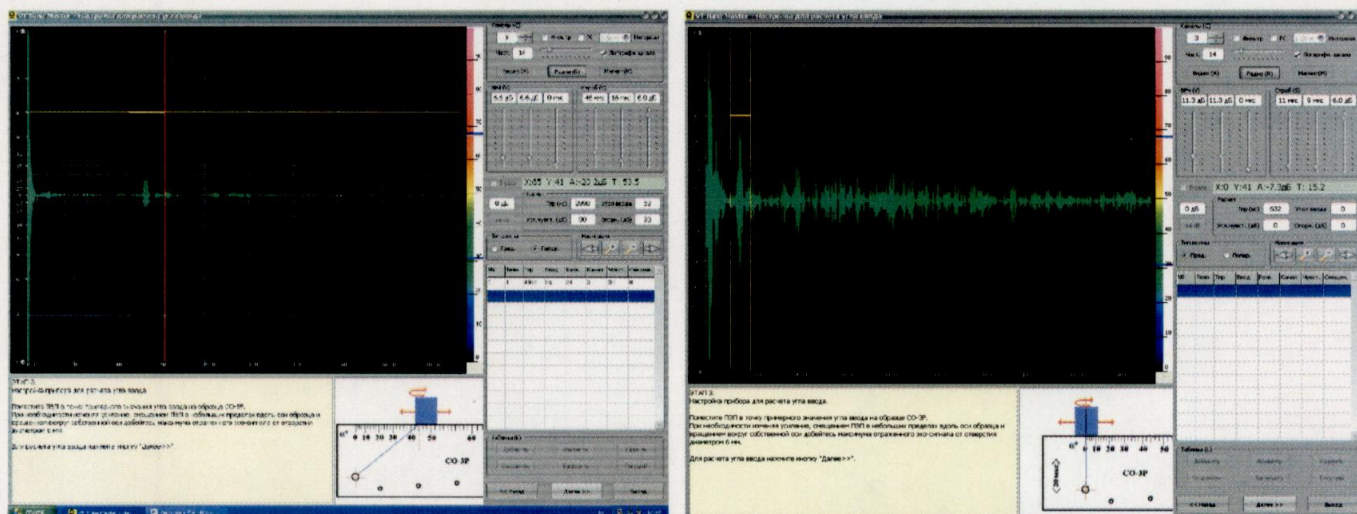


Рисунок 11 – Окно настройки для расчета угла ввода ПЭП, излучающего поперечные (рисунок слева) и продольные волны

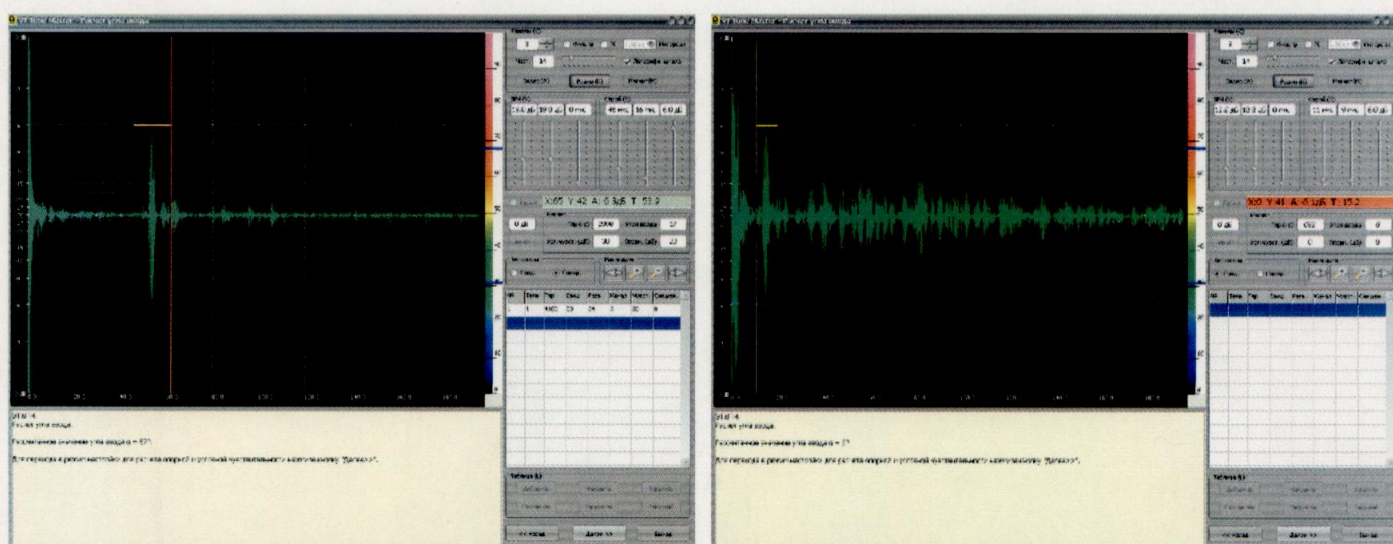


Рисунок 12 – Окно расчета угла ввода ПЭП, излучающего поперечные (рисунок слева) и продольные волны

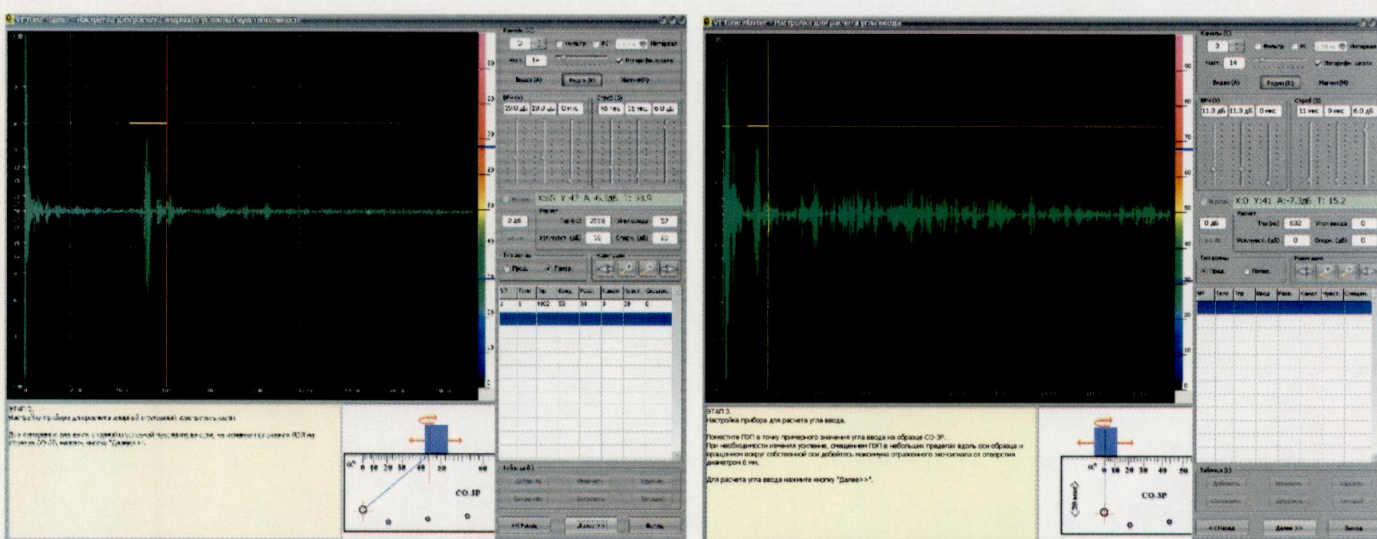


Рисунок 13 – Окно настройки для расчета опорной и условной чувствительности ПЭП, излучающего поперечные (рисунок слева) и продольные волны

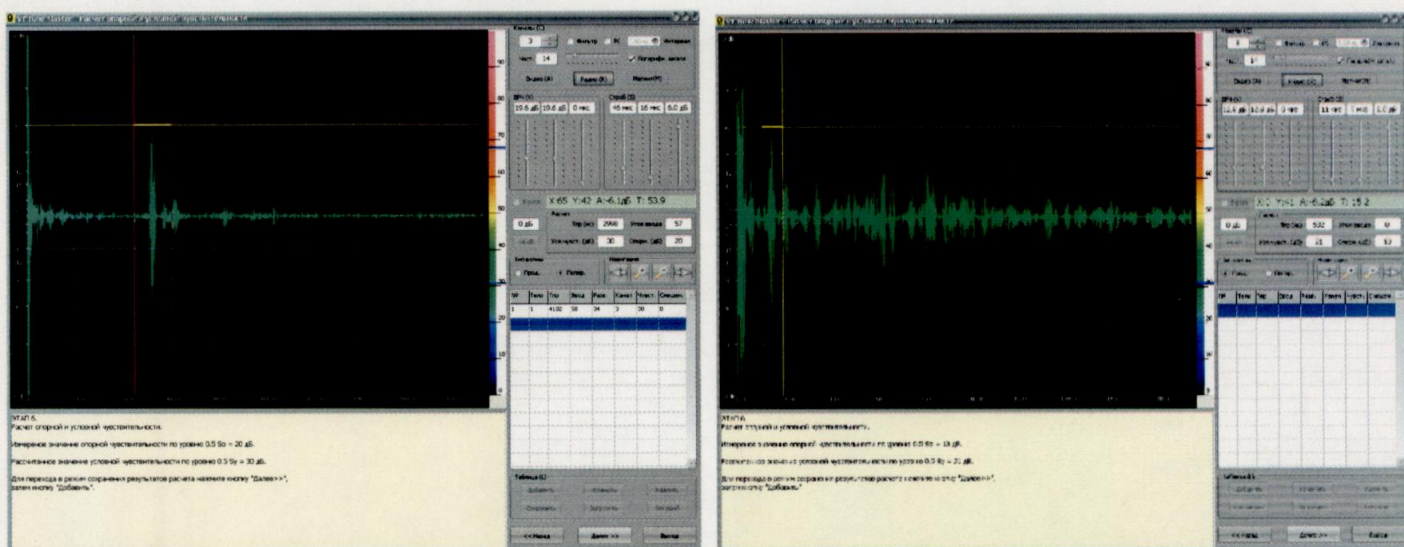


Рисунок 14 – Окно расчета опорной и условной чувствительности ПЭП, излучающего поперечные (рисунок слева) и продольные волны

8.11 Определение отношения сигнал/шум

8.11.1 Собрать схему, представленную на рисунке 7. Подключить ПЭП к одному из ультразвуковых каналов блока электронного дефектоскопа. Наклонные ПЭП подключать к совмещенным каналам (1-8, 10-17), РС ПЭП подключать к раздельно-совмещенным каналам (9 и 18).

8.11.2 Нажатием кнопок вверх и вниз в поле «Каналы (C)» (рисунок 1) выбрать в качестве рабочего ультразвуковой канал, к которому был подключен ПЭП.

8.11.3 Установить логарифмическую шкалу на экране дефектоскопа.

8.11.4 Установить ПЭП на смоченную контактной жидкостью поверхность образца №2 из комплекта КОУ-2 со стороны, где глубина залегания отражателя диаметром 6 мм составляет 44 мм (для ПЭП с углами ввода 0, 40 и 58 градусов), или на поверхность, где глубина залегания отражателя диаметром 6 мм составляет 15 мм (для ПЭП с углом ввода 70 градусов). Перемещая ПЭП по поверхности образца, добиться максимальной амплитуды эхосигнала от отражателя.

8.11.5 С помощью движковых регуляторов перемещения строба установить строб таким образом, чтобы полученный эхосигнал находился в его пределах.

8.11.6 Изменяя значение частоты в интервале оптимальных значений (10 – 20), установить такое значение частоты, при котором наблюдается максимальная амплитуда эхосигнала.

8.11.7 Движковыми регуляторами ВРЧ установить амплитуду полученного эхосигнала на уровень (-12 дБ). Зафиксировать значение усиления $K_{оп}$.

8.11.8 Движковыми регуляторами ВРЧ установить уровень шума во временном интервале за 10 мкс до переднего фронта эхосигнала от отражателя на уровень (-12 дБ). Зафиксировать значение усиления $K_{ш}$.

8.11.9 Определить отношение сигнал/шум по формуле:

$$K_{с/ш} = K_{оп} - K_{ш}, \quad (8)$$

где $K_{оп}$ – усиление, установленное на дефектоскопе, при котором сигнал от отражателя достигает уровня «-12 дБ», дБ;

$K_{ш}$ – усиление, установленное на дефектоскопе, при котором уровень шума во временном интервале за 10 мкс до переднего фронта эхосигнала от отражателя достигает уровня «-12 дБ», дБ;

8.11.10 Провести измерения по пунктам 8.11.1 – 8.11.9 методики поверки для всех ПЭП, входящих в комплектность дефектоскопа.

8.11.11 Преобразователь считается прошедшим поверку с положительным результатом, если отношение сигнал/шум для ПЭП соответствуют значениям, приведенным в таблице 5.

8.11.12 Дефектоскоп считается прошедшим поверку с положительным результатом, если хотя бы с одним ПЭП из комплекта дефектоскопа выполняется условие пункта 8.11.11 методики поверки.

Таблица 5

Наименование характеристики	Значение
Отношение сигнал/шум, измеренное по образцу №2 из комплекта КОУ-2, дБ, не менее для ПЭП:	
- П121-2,5-45	20
- П121-2,5-58	18
- П121-2,5-70	18
- П112-2,5	22

8.12 Определение временной нестабильности запаса условной чувствительности

8.12.1 Выполнить измерения по п.8.10 методики поверки в части определения запаса условной чувствительности.

8.12.2 Повторить аналогичные измерения через 15 мин, 1 час, 2 часа, 4 часа и 8 часов.

8.12.3 Вычислить временную нестабильность запаса условной чувствительности для каждого измерения по формуле:

$$\sigma = \frac{S_1 - S_i}{S_1} * 100\% , \quad (9)$$

где S_1 – значение запаса условной чувствительности, измеренное в п.8.10 методики поверки;
 S_i - значение запаса условной чувствительности, измеренное через 15 мин, 1 час, 2 часа, 4 часа и 8 часов.

8.12.4 Провести измерения по пунктам 8.12.1 – 8.12.4 методики поверки для всех ПЭП, входящих в комплектность дефектоскопа.

8.12.5 Преобразователь считается прошедшим поверку с положительным результатом, если значение временной нестабильности запаса условной чувствительности не более $\pm 5\%$.

8.12.6 Дефектоскоп считается прошедшим поверку с положительным результатом, если хотя бы с одним ПЭП из комплекта дефектоскопа выполняется условие пункта 8.12.5 методики поверки.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты поверки заносятся в протокол. Форма протокола поверки – приложение А).

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 и непригодности с указанием причин непригодности.

ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ

дефектоскопа многоканального «ЭХО-КОМПЛЕКС-2»

Протокол № _____

поверки дефектоскопа многоканального «ЭХО-КОМПЛЕКС-2»

заводской № _____

Изготовленного _____

Принадлежащего _____

Условия поверки _____

Средства поверки _____

Результаты поверки

Функции и метрологические характеристики, определяемые при проведении поверки	Значение параметра		Выводы
	требуемое	фактическое	

Заключение по результатам поверки

Поверитель _____

подпись

И.О. Фамилия

Дата поверки « _____ » _____ 20__ г.