

**Инструкция по ультразвуковому методу контроля сварных соединений и основного металла горячетянутых отводов и гидроштампованных тройников диаметром от 57 до 630 мм с толщиной стенки от 3 до 26 мм**

**Разработчики:**

\_\_\_\_\_ Специалист 3 уровня  
по акустическим методам  
НК, к.ф.-м.н. Бархатов В.А.

## Оглавление

1. Список сокращений.....	3
2. Введение.....	3
3. Общие положения .....	3
4. Требования безопасности .....	4
5. Требования к квалификации персонала .....	5
6. Требования к аппаратуре .....	5
6.1. Дефектоскоп ультразвуковой.....	5
6.2. Ультразвуковые преобразователи.....	6
6.3. Стандартные образцы предприятия.....	6
6.4. Вспомогательные устройства, приспособления и расходные материалы .....	9
7. Подготовка к контролю .....	10
7.1. Настройка ультразвукового дефектоскопа .....	10
7.1.1. Установка параметров электроакустического тракта.....	10
7.1.2. Установка диапазона наблюдения и обнаружения эхосигналов .....	11
7.1.3. Настройка системы временной регулировки чувствительности .....	12
7.1.4. Настройка автоматического сигнализатора дефектов, система АСД#1 .....	14
7.1.5. Установка измеряемых параметров ультразвуковых сигналов .....	15
7.1.6. Настройка глубиномера .....	16
7.2. Подготовка изделия к контролю .....	18
8. Проведение контроля .....	19
8.1. Сканирование.....	19
8.2. Определение информативных параметров дефектов.....	20
8.2.1. Измерение амплитуды эхосигнала и координат несплошности.....	20
8.2.2. Определение условной протяженности несплошности.....	21
8.3. Принятие решения о годности изделия.....	22
8.4. Технологические испытания аппаратуры .....	22
8.4.1. Определение точки ввода и стрелы наклонного преобразователя.....	22
8.4.2. Определение угла ввода и ширины диаграммы направленности наклонного преобразователя.....	23
8.4.3. Определение угла встречи с зарубкой. Оценка возможности прозвучивания продольного сварного шва. ....	24
9. Нормы оценки допустимости несплошностей .....	27
9.1. Определение качества изделий по СТО Газпром 2-2.4-083-2006.....	27
9.2. Определение качества изделий по РД 34.17.302-97 (ОП 501 ЦД - 97) .....	27
10. Оформление результатов контроля .....	28

## **1. Список сокращений**

1. НТД – нормативно-техническая документация.
2. НК – неразрушающий контроль.
3. УЗК – ультразвуковой контроль.
4. УЗД – ультразвуковой дефектоскоп.
5. ПЭП – пьезоэлектрический преобразователь.
6. РШХ – реверберационно-шумовая характеристика.
7. АСД – автоматический сигнализатор дефектов,
8. ВРЧ – временная регулировка чувствительности.
9. СОП – стандартный образец предприятия.
10. ЗИ – зондирующий импульс.

## **2. Введение**

Инструкция является нормативно-техническим и производственно-технологическим документом, который регламентирует проведение ультразвукового контроля сварных соединений и основного металла горячетянутых отводов и гидроштампованных тройников. Инструкция предназначена для выявления несплошностей металла и оценки качества изделий.

Настоящая инструкция учитывает требования следующих нормативных документов:

1. ГОСТ 14782-86 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые.
2. ГОСТ 12503-75 Сталь. Методы ультразвукового контроля. Общие требования.
3. СТО Газпром 2-2.4-083-2006. Инструкция по неразрушающим методам контроля качества сварных соединений при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов.
4. РД 34.17.302-97. Котлы паровые и водогрейные. Трубопроводы пара и горячей воды. Сосуды. Сварные соединения. Контроль качества. Ультразвуковой контроль. Основные положения. (ОП 501 ЦД - 97).

Инструкция включает в себя методический и практический опыт ультразвукового контроля ИЦ «Физприбор».

## **3. Общие положения**

Настоящая инструкция регламентирует технологию ручного ультразвукового контроля сварных соединений и основного металла горячетянутых отводов и гидроштампованных тройников диаметром от 57 до 630 мм с толщиной стенки от 3 до 26 мм изготовленных из низкоуглеродистых и легированных сталей перлитных классов и мартенситно-ферритных классов.

Инструкция применяется для выявления несплошностей в основном металле и в соединительных сварных швах трубных элементов, а также в сварных швах, подвергнутых пластическим деформациям в процессе вытягивания и штамповки.

Инструкция требует снятие наружного валика усиления в сварных швах толщиной до 10 мм включительно.

Данная инструкция не распространяется на контроль основного металла и околошовных зон с целью выявления дефектов прокатки, в основном расслоений.

Трубные изделия прозвучиваются эхо-методом посредством наклонных совмещенных преобразователей. Используется сканирование вдоль трубного элемента и по его образующей. УЗК обеспечивает выявление дефектов типа трещин и волосовин всех видов и направлений, деформированных пор, шлаковых включений, непроваров.

Контролю подвергается весь внутренний объем изделий включая приповерхностные зоны.

#### 4. Требования безопасности

При проведении работ по ультразвуковому контролю должны выполняться требования техники безопасности и производственной санитарии согласно НТД:

1. ГОСТ Р 12.0.006-2002 Общие требования к управлению охраной труда в организации.
2. ГОСТ 12.3.002-75 (2000) ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности.
3. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
4. ГОСТ 12.2.033-78 (2001) ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.
5. ГОСТ 12.2.061-81 (СТ СЭВ 2695-80) ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.
6. ГОСТ 12.1.001-89 Ультразвук. Общие требования безопасности.
7. ГОСТ 12.1.012-90 (1996) ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
8. ГОСТ 12.1.045-84 (1988) ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
9. ГОСТ 12.1.036-81 (СТ СЭВ 2834-80) Шум. Допустимые уровни в жилых и общественных зданиях.
10. ГОСТ 12.1.029-80 (1996) ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация.
11. ГОСТ 12.4.011-89 (СТ СЭВ 1086-88) ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
12. ГОСТ 12.4.016-83 (1996) ССБТ. Одежда специальная защитная. Номенклатура показателей качества.

Дефектоскописты и персонал, задействованный в подготовке к контролю, должны проходить инструктаж по технике безопасности в сроки, установленные приказом по предприятию. Проведение инструктажа регистрируется в специальном журнале.

При проведении ультразвукового контроля должны соблюдаться «Санитарные нормы и правила при работе с оборудованием, создающим ультразвук, передаваемый контактным путем на руки работающих» №2282 –80, утвержденных ГУПО МВД СССР.

Ультразвуковой контроль допускается проводить при температурах изделий и окружающей среды от +5 до +40<sup>0</sup> С. В случае необходимости проведения контроля при пониженных температурах принимаются меры по обеспечению обогрева рабочего места дефектоскописта и местного подогрева изделий.

Ультразвуковой контроль изделий, как правило, проводится звеном из двух дефектоскопистов.

Не рекомендуется проводить контроль изделий в ночное время (от 0 до 6 часов утра).

При проведении УЗК необходимо соблюдать требования электробезопасности в соответствии с нормативными документами:

1. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования.
2. ГОСТ 12.1.030-81 (2001) ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.

При выполнении ультразвукового контроля в местах повышенной опасности напряжение источника питания не должно превышать 12В. Рекомендуется эксплуатация дефектоскопа в автономном режиме (питание производится от встроенного аккумулятора).

При проведении контроля вблизи мест сварочных, шлифовальных, обрубочных и т.п. работ рабочее место дефектоскописта должно быть оборудовано защитным экраном.

Мероприятия по пожарной безопасности осуществляют в соответствии с требованиями стандартов:

1. ГОСТ 12.2.037-78 (1996) ССБТ. Техника пожарная. Требования безопасности.
2. ГОСТ 12.1.004-76 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

При использовании на участке контроля грузоподъемных механизмов должны соблюдаться требования НТД:

1. ГОСТ 12.3.009-76 (СТ СЭВ 3518-81) (1996) ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности.
2. ГОСТ 12.3.020-80 (1999) ССБТ. Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности.
3. РДИ 10-406(34)-01 Типовая инструкция для лиц, ответственных за безопасное производство работ кранами.

## **5. Требования к квалификации персонала**

К проведению ультразвукового контроля допускаются лица, имеющие 2 или 3 уровень квалификации по акустическим методам НК в системе Ростехрегулирования или Ростехнадзора и имеющие соответствующее квалификационное удостоверение.

Объем навыков, знаний и умений дефектоскопистов по акустическим методам контроля должен соответствовать ГОСТ 30489-97 (EN-473) «Определение уровня квалификации и сертификация персонала в области неразрушающего контроля. Общие принципы» или ПБ 03-440-02 «Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля».

Дополнительно дефектоскописты должны подробно изучить настоящую инструкцию УЗК и руководство по эксплуатации используемого УЗД (УД9812).

## **6. Требования к аппаратуре**

При проведении ультразвукового контроля используются:

- ультразвуковые дефектоскопы (УЗД),
- ультразвуковые пьезоэлектрические преобразователи (ПЭП),
- стандартные образцы предприятия (СОП),
- вспомогательные устройства, приспособления и расходные материалы.

### **6.1. Дефектоскоп ультразвуковой**

Применяются ручные ультразвуковые дефектоскопы общего назначения - группа 2 или 3 по ГОСТ 23049-84 «Контроль неразрушающий. Дефектоскопы ультразвуковые. Основные параметры и общие технические требования».

Рекомендуется использование УЗД тип УД9812, поскольку данный прибор имеет все необходимые электронные системы для выполнения контроля.

При необходимости проведения больших объемов ультразвукового контроля допускается применение многоканальных автоматизированных ультразвуковых дефектоскопов. В этом случае настройка всех каналов УЗД должна проводиться в соответствии с настоящей инструкцией.

Дефектоскоп должен обеспечивать разбраковку изделий в соответствии с П.9 настоящей инструкции.

Допускается применение УЗД, прошедших испытания с целью утверждения типа средств измерений и внесенных в государственный реестр средств измерений Агентства по техническому регулированию РФ.

Ультразвуковые дефектоскопы должны проходить периодическую поверку в организациях, аккредитованных Агентством по техническому регулированию РФ. Межповерочный интервал УЗД указан в описании типа СИ (как правило 1 год).

## 6.2. Ультразвуковые преобразователи

В данной инструкции используются наклонные совмещенные преобразователи. В таблице 6.2.1. указаны основные типы преобразователей, применяемые для контроля изделий в зависимости от толщины стенки.

Таблица 6.2.1.

№ п/п	Тип преобразователя	Толщина контролируемого изделия (мм)
1	П121-8,0-65 <sup>0</sup> -5*4	3 – 5
2	П121-5,0-65 <sup>0</sup> -Ø8	Более 5 – до 12
3	П121-2,5-65 <sup>0</sup> -Ø14	Более 12 – до 26

В случае прозвучивания вдоль трубного элемента диаметром более 200мм используются ПЭП с плоской рабочей поверхностью. Если диаметр изделия менее 200мм ПЭП притирается к его цилиндрической поверхности.

При прозвучивании по образующей трубного элемента ПЭП должен притираться его поверхности не зависимо от диаметра. Притертый преобразователь должен обеспечивать угол встречи ультразвуковых волн с зарубкой в пределах 65±5 градусов (см. П.8.4.3.).

Требования к преобразователям с плоской рабочей поверхностью указаны в таблице 6.2.2.

Таблица 6.2.2.

Тип преобразователя	Нормируемые параметры		
	Угол ввода (град)	Ширина диаграммы направленности, не более (град)	Стрела, не более (мм)
П121-8,0-65 <sup>0</sup> -5*4	65±3	10	5
П121-5,0-65 <sup>0</sup> -Ø8	65±3	9	7
П121-2,5-65 <sup>0</sup> -Ø14	65±3	9	9

Допуск на частоту ультразвуковых колебаний ПЭП не более ±20% (ГОСТ 14782-86).

Все преобразователи должны иметь запас чувствительности не менее 12 дБ относительно настройки браковочного уровня по настоящей инструкции.

Уровень собственных шумов дефектоскопа при работе совместно с преобразователем должен быть не менее –16 дБ относительно браковочного уровня.

Дефектоскописты обязаны проводить проверку параметров ПЭП через каждые 20 часов эксплуатации. У преобразователей с плоской рабочей поверхностью определяется точка ввода, стрела, угол ввода и ширина диаграммы направленности (см. П.8.4.1. и П.8.4.2.) Для притертых преобразователей в цилиндрической рабочей поверхностью определяется угол встречи с зарубкой или возможность прозвучивания сварного шва (см. П.8.4.3.)

## 6.3. Стандартные образцы предприятия

Стандартные образцы предприятия предназначены для настройки параметров УЗД при проведении контроля изделий. Характеристики предельной чувствительности и размеры угловых отражателей в СОП показаны в Табл. 6.3.1.-6.3.2. Эскизы СОП, применяемых в данной методике УЗК, представлены на Рис. 6.3.1. – 6.3.3.

К стандартным образцам предприятия предъявляются следующие требования. Материал СОП по акустическим характеристикам должен соответствовать материалу контролируемого изделия. Для контроля изделий из низкоуглеродистых и малолегированных сталей допускается использовать образцы, изготовленные из сталей марок Ст10 - Ст20. Для контроля изделий из высокоуглеродистых, легированных сталей материал СОП должен соответствовать материалу изделия.

Заготовки СОП должны проходить ультразвуковой контроль с поверхности ввода и, если возможно, с боковых поверхностей. Для прозвучивания используются наклонные преобразователи П121-8,0-70<sup>0</sup>-5\*4, П121-5,0-65<sup>0</sup>-Ø8 и прямой раздельно-совмещенный преобразователь П112-5,0-Ø8. Браковочный уровень устанавливается +12 дБ от уровня собственных шумов УЗД или от уровня структурного шума. Система временной регулировки чувствительности УЗД не используется. В СОП должны отсутствовать несплошности, формирующие эхосигналы с амплитудой превышающей данный браковочный уровень.

Таблица. 6.3.1.

Размеры угловых отражателей в СОП, реализующие настройку предельной чувствительности для уровней качества «В» и «С» в соответствии с СТО Газпром 2-2.4-083-2006. (угол ввода ПЭП или угол встречи с зарубкой 65<sup>0</sup>)

Толщина стенки изделия (мм)	Эквивалентная площадь максимально допустимой несплошности (мм <sup>2</sup> ) (уровень качества «В» и «С»)	Размеры углового отражателя (зарубки)	
		Ширина (мм)	Высота (мм)
От 4 до 6	1,0	2,0	1,0
От 6 до 8	1,2	2,0	1,2
От 8 до 12	1,5	2,0	1,5
От 12 до 15	2,0	2,0	2,0
От 15 до 20	2,5	2,5	2,0
От 20 до 26	3,5	3,5	2,0

Таблица. 6.3.2.

Размеры угловых отражателей в СОП, реализующие настройку предельной чувствительности по РД 34.17.302-97. (угол ввода ПЭП или угол встречи с зарубкой 65<sup>0</sup>)

Толщина стенки изделия (мм)	Эквивалентная площадь максимально допустимой несплошности (мм <sup>2</sup> )	Размеры углового отражателя (зарубки)	
		Ширина (мм)	Высота (мм)
От 3 до 4	0,9	2,0	0,9
От 4 до 6	1,2	2,0	1,2
От 6 до 9	1,8	2,0	1,8
От 9 до 12	2,5	2,5	2,0
От 12 до 18	3,5	3,5	2,0
От 18 до 26	5,0	4,0	2,5

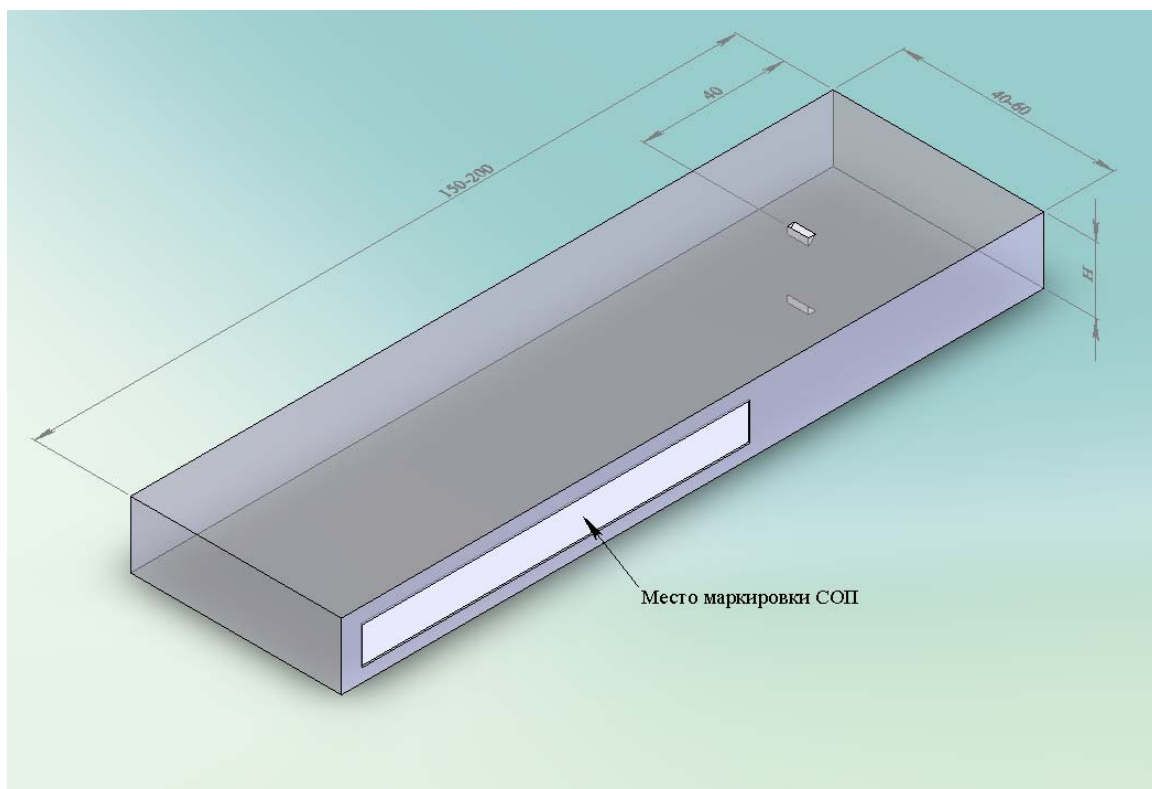


Рис. 6.3.1. Плоский СОП. Предназначен для настройки УЗД при прозвучивании вдоль трубного элемента диаметром более 200мм.

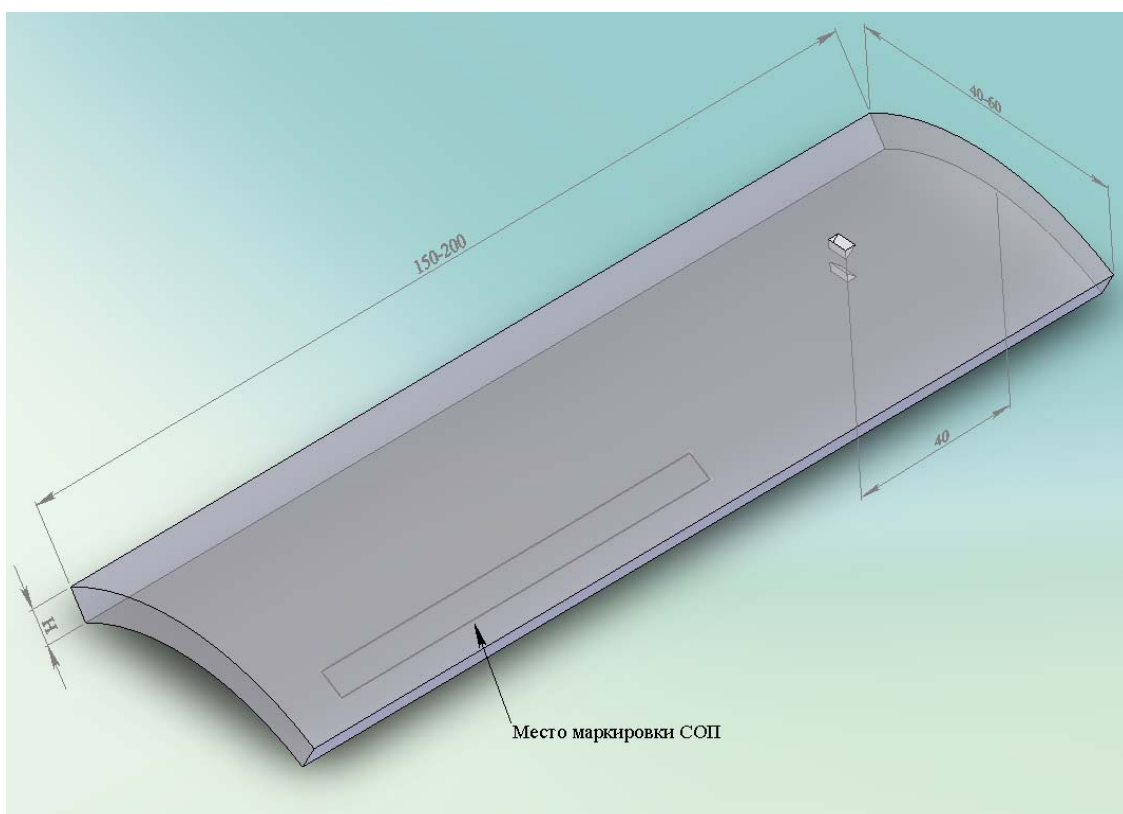


Рис.6.3.2. Трубный СОП, тип 1. Предназначен для настройки УЗД при прозвучивании вдоль трубного элемента диаметром менее 200мм.



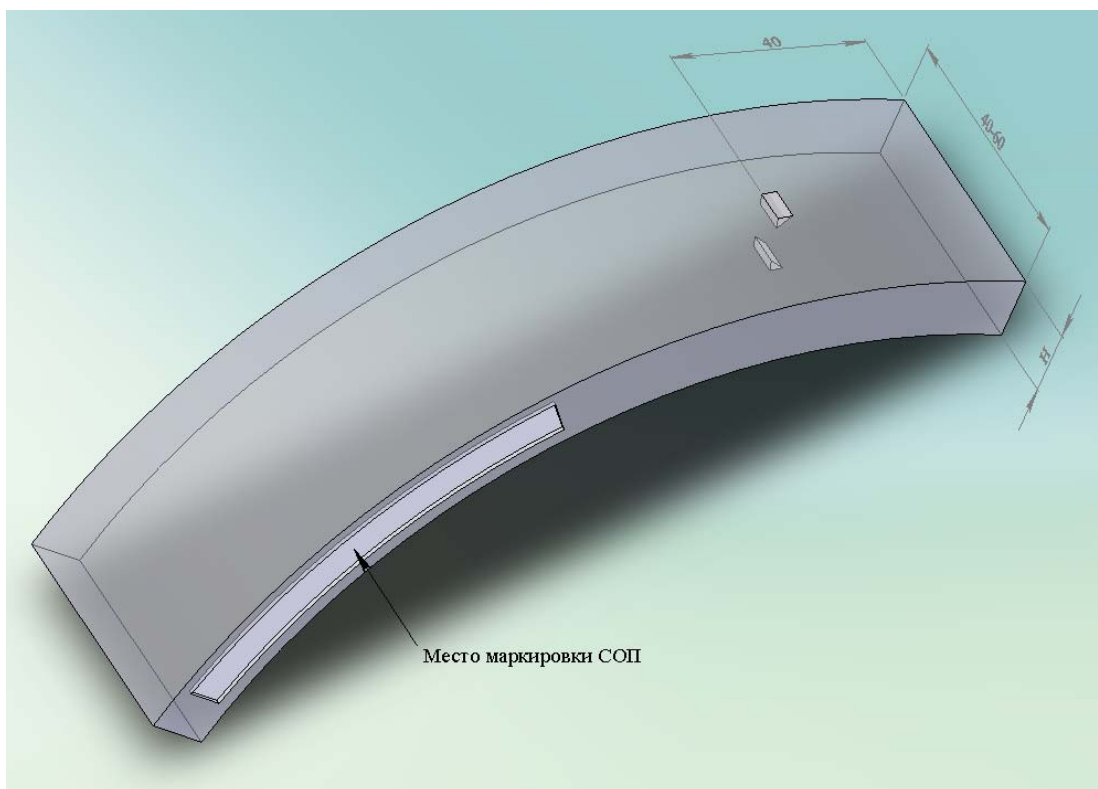


Рис.6.3.3. Трубный СОП, тип 2. Предназначен для настройки УЗД при прозвучивании трубного элемента по образующей.

Изготовление угловых отражателей должно производиться методом электрохимического копирования. Допуск на размеры углового отражателя  $\pm 0,05$  мм.

На поверхности СОП рекомендуется наносить антикоррозионное покрытие NiCr 20 мкм с подслоем меди.

Стандартные образцы предприятия должны иметь маркировку, содержащую номер СОП, марку стали, и толщину изделия, для контроля которого он предназначен. Маркировка наносится способом гравирования.

СОП должен иметь паспорт, в котором указываются его характеристики. Паспорт имеет право составить дефектоскопист 2 или 3 уровня.

**Примечание.** Согласно ГОСТ 8.315-91 стандартные образцы предприятия (СОП) не входят в сферу контроля и надзора Агентства по техническому регулированию Российской Федерации (Госстандарт России). В связи с этим подтверждение метрологических характеристик СОП в органах Ростехрегулирования может проводиться исключительно на добровольной основе.

#### 6.4. Вспомогательные устройства, приспособления и расходные материалы

На рабочем месте дефектоскописта должно находиться следующее вспомогательное оборудование, приспособления и расходные материалы:

- контактная жидкость,
- сосуды для хранения контактной жидкости,
- кисти для нанесения контактной жидкости на поверхность изделий,
- ветошь для протирки ультразвуковой аппаратуры и рук оператора,
- рулетка 5 м для разметки изделий,
- линейка металлическая 500мм для определения условных размеров дефектов,
- маркер для разметки изделий и отметки обнаруженных дефектов,

- стол,
- стул,
- шкаф для хранения аппаратуры,
- журнал ультразвукового контроля,
- калькулятор для расчета площади неплотностей и анализа качества изделий,
- карандаши.

В качестве контактной жидкости традиционно применяют машинное масло или циатим. Ниже указаны более технологичные составы контактной жидкости, которые меньше раздражают руки оператора, обладают хорошей смачиваемостью и легко удаляются с поверхности изделий.

1. Ингибиторная смазка. Кальцинированную соду 0,048 кг и нитрид натрия 1,6 кг растворяют в 5 л. холодной воды с последующим кипячением в чистой посуде. Растворенные в 3 л, холодной воды 0,24 кг крахмала вливают в кипящий раствор нитрида натрия и соды. Раствор кипятят 3 - 4 минуты. После чего в него вливают 0,45кг глицерина и охлаждают. Рабочий диапазон температур смазки -  $3 \div 40^{\circ}\text{C}$  ( $276 \div 311\text{K}$ ).
2. Смазка на основе обойного клея. Обойный клей растворяют в теплой воде ( $20^{\circ}\text{C}$ ) в объемном отношении  $1:1 \div 1:3$  в зависимости от требуемой густоты смазки. Добавляют  $3 \div 5\%$  глицерина для предотвращения засыхания и  $1 \div 2\%$  тринатрийфосфата для ослабления корродирующего действия смазки на металлические поверхности.
3. Смазка на основе дикстрина. Состав: дикстрин  $30 \div 34\%$ , глицерин  $9 \div 10\%$ , сода  $1\%$ , вода - остальное. Дикстрин растворяют в воде, нагретой до  $40 \div 50^{\circ}\text{C}$ , добавляют глицерин и соду и размешивают до получения однородного состава.

## **7. Подготовка к контролю**

Подготовительные работы включают настройку ультразвуковой аппаратуры и подготовку изделия к контролю.

### **7.1. Настройка ультразвукового дефектоскопа**

Настройка УЗД включает следующие операции:

- установка параметров электроакустического тракта,
- установка диапазонов наблюдения и обнаружения сигналов,
- настройка ВРЧ,
- настройка АСД.
- установка измеряемых параметров ультразвуковых сигналов.
- настройка глубиномера.

Примечание. Настройка глубиномера УЗД производится при контроле изделий с толщиной стенки 10 мм и более.

В нижеследующих параграфах приводится методика настройки ультразвукового дефектоскопа УД9812. Если используется УЗД другого типа, его настройка выполняется в соответствии с руководством по эксплуатации и принципами, изложенными в данном разделе.

#### **7.1.1. Установка параметров электроакустического тракта**

Генератор зондирующих импульсов и приемник УЗД должны быть согласованы по параметрам с используемым ПЭП. В приборе УД9812 реализована автоматическая установка параметров электроакустического тракта.

Подключите преобразователь к дефектоскопу с помощью штатного кабеля. Соедините контакт однопроводного интерфейса преобразователя с контактом «ПЭП» на передней панели прибора. Дефектоскоп автоматически считывает память преобразователя и выводит на экран окно сообщения Рис. 7.1.1.1.



Рис. 7.1.1.1. Результат считывания данных из преобразователя.

В данном окне выберите элемент меню «Настроить ГЗИ и приемник». Параметры генератора зондирующих импульсов и приемника устанавливаются оптимальными для работы с данным преобразователем. Информация о преобразователе записывается в оперативную память прибора. Затем выдается окно сообщения Рис. 7.1.1.2. Для продолжения работы нажмите кнопку ↵.



Рис. 7.1.1.2. Окно сообщений при выборе элемента меню «Настроить ГЗИ и приемник».

### 7.1.2. Установка диапазона наблюдения и обнаружения эхосигналов

Диапазоны отображения сигналов устанавливаются в меню «Экран». Ширину развертки и сдвиг выбирают с таким расчетом, чтобы на экране прибора наблюдался зондирующий импульс и эхосигнал от верхнего углового отражателя (Рис. 7.1.2.1.Б). Нужно стремиться к тому, чтобы расстояние от ЗИ до эхосигнала от верхней зарубки было не менее 60% ширины развертки.

Рекомендуется предварительно установить амплитуду эхосигнала от нижней зарубки в пределах 0 - +3дБ по разметке экрана. Впоследствии выравнивание браковочного уровня будет выполнено с помощью системы ВРЧ.

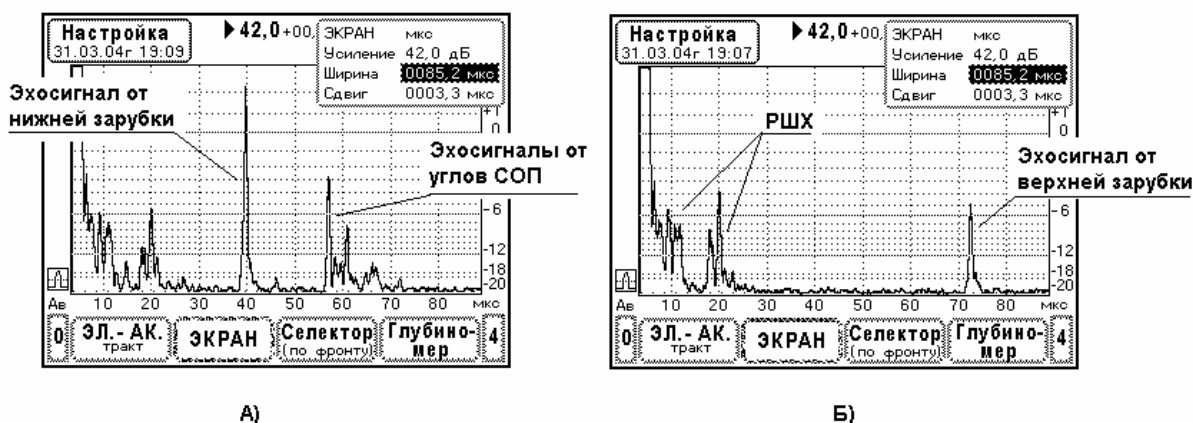


Рис. 7.1.2.1. Установка диапазонов отображения сигналов при контроле основного металла отвода. Эхосигналы в СОП толщиной 18мм. Зарубки 3,5\*2,0 мм.

Преобразователь П121-2,5-65<sup>0</sup>-Ø14.

А) Эхосигнал от нижней зарубки.

Б) Эхосигнал от верхней зарубки.

РШХ – реверберационно-шумовая характеристика преобразателя.

### 7.1.3. Настройка системы временной регулировки чувствительности

Прибор УД9812 имеет два стиля (способа) настройки системы временной регулировки чувствительности: «Ручной» и «Теор. расчет». В данной инструкции используется стиль ВРЧ «Ручной».

Настройка ВРЧ по эхосигналам в СОП (Рис. 7.1.3.1.) выполняется следующим образом.

1. Установите стиль ВРЧ «Ручной». Если в приборе ранее была установлена какая-либо кривая ВРЧ, рекомендуется выполнить сброс настройки. Для этого установите маркер на элемент меню «Сброс настройки» и нажмите кнопку  $\downarrow$ . Тогда усиление во всех точках ВРЧ будет сброшено в 0 дБ и точки будут расположены по возможности в пределах экрана.
2. Найдите максимум эхосигнала от нижней зарубки, положение ПЭП 1 на Рис. 7.1.3.1, зафиксируйте преобразователь. Выберите точку ВРЧ 01. Кнопками  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$  установите точку ВРЧ 01 на эхосигнал, затем, пользуясь кнопками  $\uparrow$ ,  $\downarrow$ , установите амплитуду эхосигнала на уровень 0 дБ по разметке экрана – Рис. 7.1.3.2.А.
3. Найдите максимум эхосигнала от верхней зарубки, положение ПЭП 2 на Рис. 7.1.3.1, зафиксируйте преобразователь. Выберите точку ВРЧ 02. Кнопками  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$  установите точку ВРЧ 02 на эхосигнал, затем, пользуясь кнопками  $\uparrow$ ,  $\downarrow$ , установите амплитуду эхосигнала на уровень 0 дБ по разметке экрана – Рис. 7.1.3.2.Б.
4. Выберите точку ВРЧ 03. Переместите ее в конец развертки и установите усиление в ней такое же как у точки ВРЧ 02 – Рис. 7.1.3.2.В.

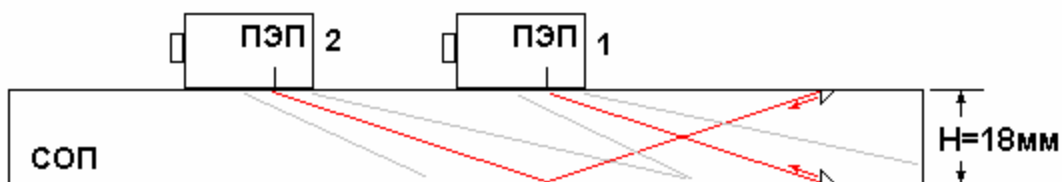


Рис.7.1.3.1. Схема прозвучивания угловых отражателей (зарубок) в СОП.

Последняя операция выполняется для удобства наблюдения эхосигналов в изделии. Формально, достаточно провести выравнивание амплитуд в пределах строба АСД#1, т.е. от эхосигнала нижней зарубки до эхосигнала верхней зарубки. Однако, в процессе сканирования эхосигналы перемещаются по развертке, т.к. ПЭП имеет некоторую диаграмму направленности ультразвукового поля. Заметим, что на этапе 3 настройки усиление неравномерно вблизи эхосигнала от верхней зарубки (Рис. 7.1.3.2.Б). Если оставить настройку в таком виде, трудно будет находить максимум эхосигнала от дефекта в конце строба АСД#1.

Рекомендуется проверить работу системы ВРЧ. Для этого отмените выбор системы ВРЧ кнопками F1 – F4, расположенными под элементами главного меню. На экране прибора будет отображаться строб АСД#1. Найдите максимум эхосигнала от нижней и затем от верхней зарубки в СОП. Эхосигналы от зарубок должны иметь одинаковую амплитуду.

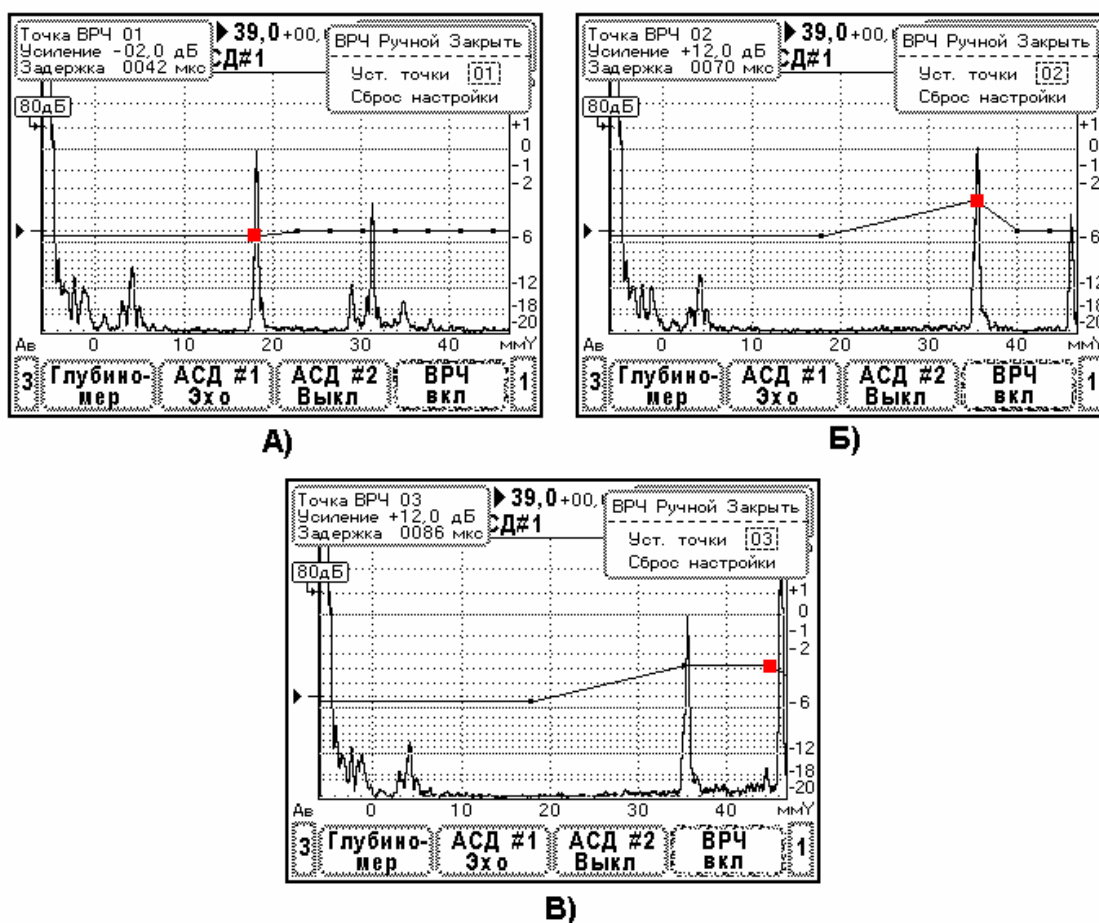


Рис. 7.1.3.2. Последовательность настройки ВРЧ в стиле «Ручной». СОП толщиной 18мм. Зарубки 3,5\*2,0 мм. Преобразователь П121-2,5-65<sup>0</sup>-Ø14.

Редактируемая точка ВРЧ отмечена на рисунках красным квадратом.

На экране дефектоскопа редактируемая точка мигает.

- А) Установка эхосигнала от нижней зарубки на уровень 0дБ по экрану. Точка ВРЧ 01.
- Б) Установка эхосигнала от верхней зарубки на уровень 0дБ по экрану. Точка ВРЧ 02.
- В) Выравнивание чувствительности за эхосигналом от верхней зарубки. Точка ВРЧ 03.

#### 7.1.4. Настройка автоматического сигнализатора дефектов, система АСД#1

В процессе настройки АСД#1 выполняют следующие операции:

1. Выберите меню настройки системы АСД#1 с помощью кнопок F1 – F4. Установите режим работы АСД#1 «Эхо» Рис. 7.1.4.1.А. Затем выберите элемент меню «АСД#1» Рис.7.1.4.1.Б и установите положение уровня фиксации -6 дБ и положение поискового уровня -6 дБ. Если необходимо, включите световую и звуковую сигнализацию АСД#1.
2. Найдите максимум эхосигнала от нижней зарубки в СОП. На Рис. 7.1.3.1., это положение ПЭП – 1. Вид эхосигнала показан на Рис. 7.1.4.2.А. В меню «АСД#1» выберите элемент «Брак ур.» (браковочный уровень). Установите вертикальное положение браковочного уровня #1 на вершину эхосигнала от нижней зарубки.
3. Выберите элемент меню «начало» и установите начало строга АСД#1 на передний фронт эхосигнала (Рис.7.1.4.2.А).
4. Найдите максимум эхосигнала от верхней зарубки в СОП. Положение ПЭП 2 на Рис. 7.1.3.1. Вид эхосигнала изображен на Рис. 7.1.4.2.Б. Редактируя элемент меню «ширина» установите конец строга АСД#1 на задний фронт эхосигнала.

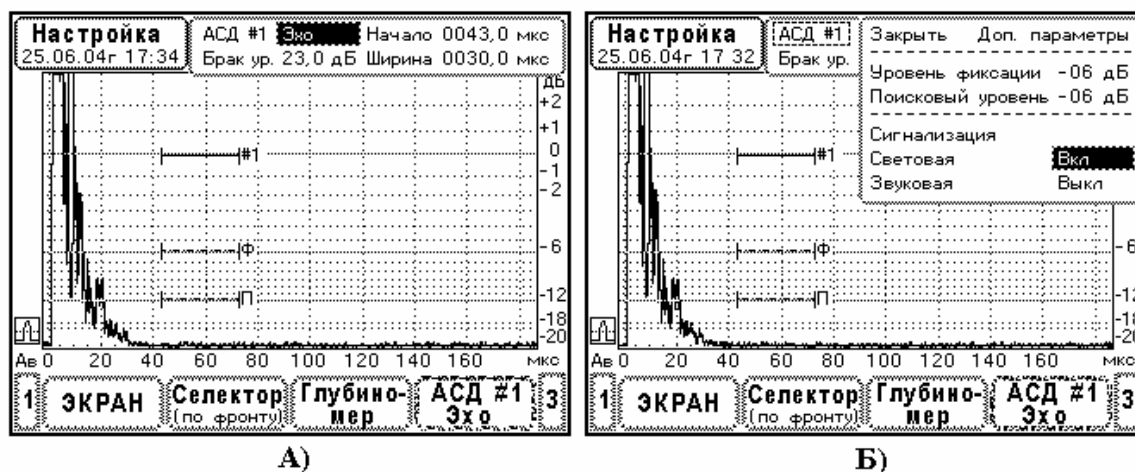


Рис. 7.1.4.1. Меню АСД#1.

А) Выбор режима работы.

Б) Настройка пороговых уровней и сигнализации.

В отдельных случаях размеры зарубки в СОП могут не соответствовать требуемой предельной чувствительности УЗК. В частности согласно СТО Газпром 2-2.4-083-2006 браковочный уровень АСД#1 для уровня качества «А» устанавливается на 3 дБ ниже амплитуды эхосигнала от зарубки в СОП. Для уровней качества «В» и «С» браковочный уровень АСД#1 настраивается непосредственно по амплитуде эхосигнала от зарубки в СОП. (см. Таблицу 6.3.1. ).

В дефектоскопе УД9812 положение браковочного уровня АСД#1 привязано к чувствительности прибора и, соответственно задается некоторым усилением в децибелах. Это позволяет дефектоскописту менять чувствительность прибора в процессе контроля изделия. Настройка АСД#1 при этом не искажается.

Коррекция браковочного уровня АСД#1 относительно амплитуды эхосигнала от зарубки в СОП производится в меню «АСД#1», элемент меню «Брак ур.».

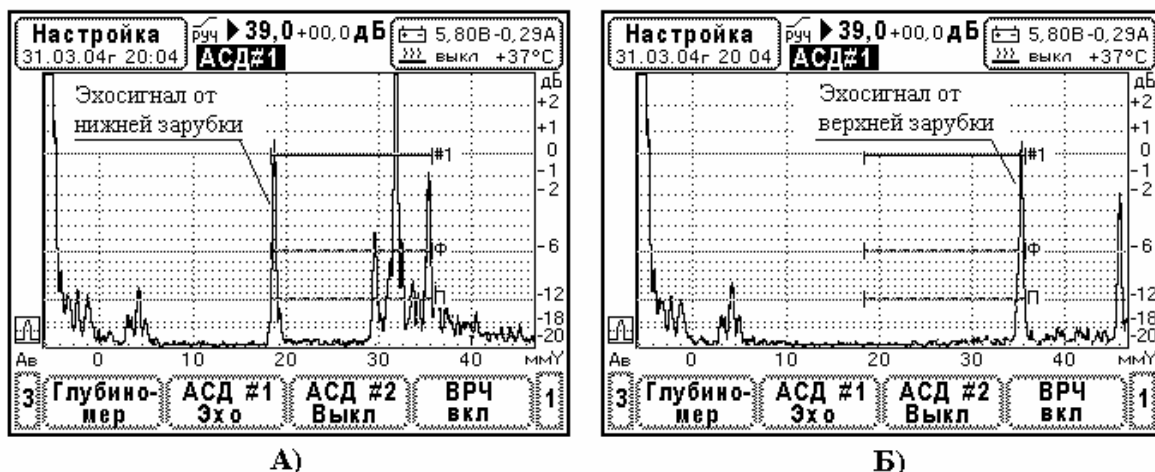


Рис. 7.1.4.2. Настройка АСД#1 по эхосигналам от зарубок. СОП толщиной 18мм. Зарубки 3,5\*2.0 мм. Преобразователь П121-2,5-65<sup>0</sup>-Ø14.

- А) Установка начала строга АСД#1 по эхосигналу от нижней зарубки.
- Б) Установка ширины строга АСД#1 по эхосигналу от верхней зарубки.

### 7.1.5. Установка измеряемых параметров ультразвуковых сигналов

В данной методике необходимо определять координаты дефекта X, Y и амплитуду эхосигнала относительно браковочного уровня. Выбор измерений для указанных параметров производится в меню «Селектор».

Нажмите кнопку F1 – F4, расположенную под главным меню «Селектор». В верхней части экрана появляется два окна. Слева расположено окно результатов измерений и справа – окно с меню настройки. Вначале необходимо провести установку параметров, которые будет определять селектор.

Выберите элемент меню «Уст. Измерений». На экране прибора появляется дочернее окно, в котором представлено меню выбора параметров и режимов измерений (Рис. 7.1.5.1. А).

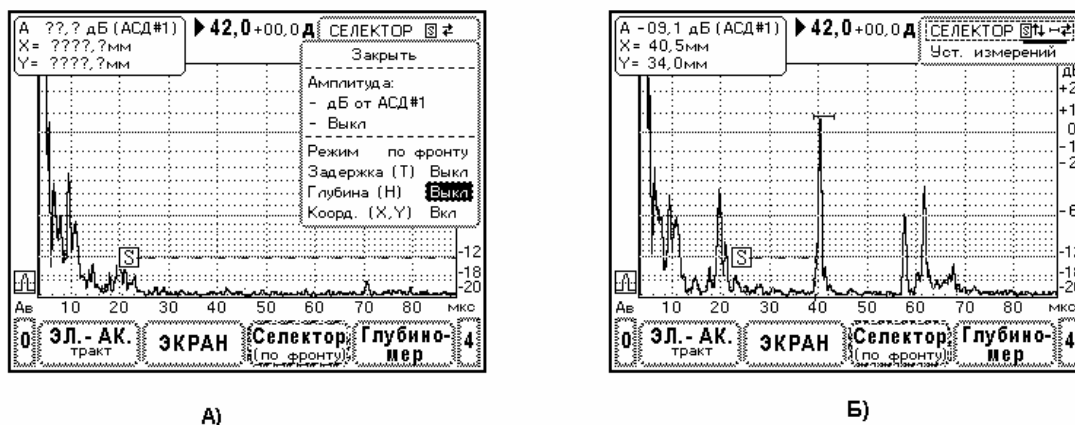


Рис. 7.1.5.1. Установка режимов селектора для работы с наклонным преобразователем. Эхосигналы в СОП толщиной 18мм. Зарубки 3,5\*2,0 мм. Преобразователь П121-2,5-65<sup>0</sup>-Ø14.

- А) Установка режимов измерений селектора.
- Б) Настройка положения селектора и маркера захвата.

Отключите один канал измерения амплитуды. В поле режима установите «Выкл». В другом канале установите режим измерений амплитуды относительно строга АСД#1, надпись в поле режима «дБ от АСД#1». Далее выберите режим измерений задержки эхосигналов «по фронту». Отключите измерение времени «Задержка (Т) Выкл» и измерение координаты Н «Глубина (Н) Выкл». Включите измерение координат Х, Y – «Коорд. (Х, Y) Вкл».

В итоге, в окне измерений сверху слева будет выводиться амплитуда эхосигнала в децибелах, найденная относительно браковочного уровня АСД#1, и координаты дефекта Х и Y (Рис. 7.1.5.1. А). Внимание, пока не проведена настройка глубиномера и АСД#1, результаты измерений не корректны.

Теперь нужно установить положение селектора и ширину маркера захвата. Закройте дочернее окно «Уст. измерений» и выберите элемент меню «СЕЛЕКТОР» Рис. 7.1.5.1. Б. Обратите внимание на подсказку, следующую после надписи «СЕЛЕКТОР». Нажимая кнопку ↵, установите режим редактирования



Здесь кнопками ↑, ↓ регулируется положение селектора по вертикали, а кнопками ←, → устанавливается ширина маркера захвата.

Рекомендуется устанавливать вертикальное положение селектора на уровне –12 дБ по разметке экрана. Ширину маркера захвата обычно устанавливают в 1,5 – 2 раза больше длительности эхосигнала.

### 7.1.6. Настройка глубиномера

В дефектоскопе УД9812 имеется два стиля настройки глубиномера «Авторасчет» и «Табличный». Разделение настройки по стилям связано с различными методиками установки параметров глубиномера. Стил «Авторасчет» - наиболее универсальный способ настройки. Он обеспечивает возможность настройки глубиномера на криволинейных изделиях без повторяющихся операций.

Общий принцип настройки состоит в том, что измеряются задержки двух эхосигналов от отражателей с известными координатами. Затем устанавливаются координаты отражателей. Прибор, в процессе установки координат, автоматически определяет параметры глубиномера.

Процедура настройки глубиномера в стиле «Авторасчет» одинакова для координат Х и Y. Рассмотрим настройку глубиномера для наклонного преобразователя по образцу с угловыми отражателями.

Пусть используется преобразователь П121-2,5-65<sup>0</sup>-Ø14. Необходимо настроить глубиномер (измерение координат Х, Y) по образцу с угловыми отражателями толщиной 18 мм Рис. 7.1.6.1. Здесь, при прозвучивании нижней зарубки (положение ПЭП 1) прибор должен выдавать координаты эхосигнала X1=41 мм, Y1=18мм, а при прозвучивании верхней зарубки однажды отраженными лучами (положение ПЭП 2) координаты эхосигнала X2=82 мм, Y2=36 мм. Отсчет координат дефекта производится от точки ввода преобразователя.



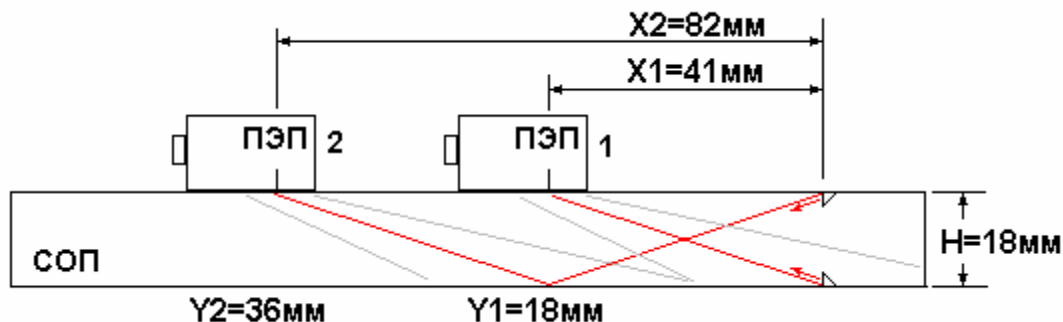


Рис. 7.1.6.1. Прозвучивание СОП с угловыми отражателями (зубками).  
Толщина образца 18мм. Размеры отражателей 3,5\*2,0 мм.  
Преобразователь П121-2,5-65<sup>0</sup>-Ø14.

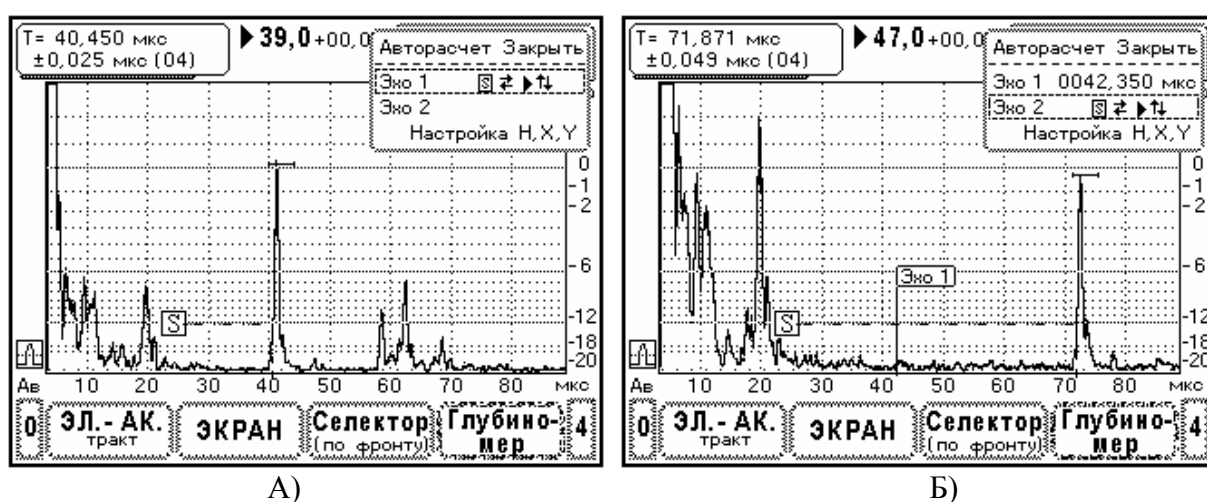


Рис. 7.1.6.2. Измерение задержки эхосигналов в СОП.  
А) Эхосигнал от нижней зарубки.  
Б) Эхосигнал от верхней зарубки.

Проведем измерение задержек эхосигналов от зарубок в СОП Рис. 7.1.6.2. Установите маркер на строку «Эхо 1» и нажмите кнопку  $\downarrow$ . На экране прибора появляется селектор, с помощью которого будет проводиться измерение задержки. В левом верхнем углу экрана отображается окно с результатом измерений. Положение селектора по вертикали, ширина маркера захвата и режим измерений соответствуют настройке, сделанной в меню «Селектор».

Обратите внимание на подсказку в строке «Эхо 1». В этом состоянии меню кнопки  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$  перемещают символ селектора влево или вправо по экрану. Посредством кнопок  $\uparrow$ ,  $\downarrow$  регулируется усиление приемника.

Перемещая преобразователь по образцу, найдите максимум эхосигнала от нижней зарубки. Положение ПЭП 1 на Рис. 7.1.6.1. С помощью линейки определите расстояние  $X_1$ . Захватите селектором эхосигнал как показано на Рис. 7.1.6.2.А и нажмите кнопку  $\downarrow$ . Измерение задержки первого эхосигнала закончено. На экране прибора на месте расположения эхосигнала появляется флажок с надписью «Эхо 1». Символ селектора пропадает. В строке меню «Эхо 1» вместо подсказки выводится время задержки эхосигнала.

Аналогично выполняется измерение задержки эхосигнала от верхней зарубки Рис. 7.1.6.2.Б. Установите маркер на элемент меню «Эхо 2» и нажмите кнопку  $\downarrow$ . Точно также

нужно найти максимум эхосигнала от верхней зарубки, с помощью линейки провести измерение расстояния X2, захватить эхосигнал селектором и нажать кнопку ↵ (см. Рис. 7.1.6.1. и Рис. 7.1.6.2.Б). После фиксации замера на экране появляется флажок с надписью «Эхо 2». Время задержки выводится в строку «Эхо 2».

Если по каким-либо причинам измерение проведено не точно, его можно повторить. Установите маркер на нужный элемент меню «Эхо 1» или «Эхо 2», нажмите кнопку ↵, и снова проведите измерение задержки.

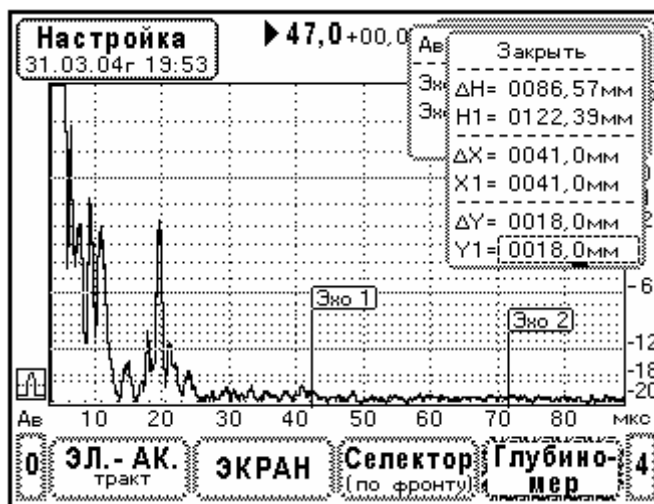


Рис. 7.1.6.3. Установка координат отражателей. Настройка глубиномера в стиле «Авторасчет».

Второй этап настройки – установка координат. Установите маркер на элемент меню «Настройка H, X, Y» и кнопкой ↵ выберите его. Появляется дочернее окно с координатами отражателей Рис. 7.1.6.3. Здесь производится настройка шкал глубиномера H, X, Y.

Вначале нужно установить расстояние между отражателями  $\Delta X$ . В нашем примере  $\Delta X = X2 - X1 = 41$  мм. В поле  $\Delta X$  установим 41,0 мм. Далее проводится установка координаты X1 для ближнего отражателя (нижняя зарубка). Очевидно, устанавливается  $X1 = 41,0$  мм. Настройка координаты X выполнена.

Аналогично производится настройка координаты Y. Сначала устанавливаются расстояние между отражателями  $\Delta Y = 18,0$  мм, потом координату ближнего отражателя  $Y1 = 18,0$  мм. Настройка закончена.

После установки координат рекомендуется проверить качество настройки. Для этого выберите меню «Селектор», найдите максимум эхосигнала от какого-либо известного отражателя и проверьте правильность измерения координат.

**Внимание**, если после настройки глубиномера у селектора изменить режим измерений задержки, то результаты измерений времени и координат дефекта будут содержать ошибки связанные с тем, что селектор будет определять задержку в другой временной точке эхосигнала.

## 7.2. Подготовка изделия к контролю

Поверхность ввода ультразвуковых колебаний должна быть очищена от пыли, грязи, окалины, неровностей и других загрязнений.

Для проведения УЗК продольных сварных швов в изделиях с толщиной стенки до 10 мм включительно требуется полная зачистка наружного валика усиления. Сканирование проводится по сварному шву.

Если толщина стенки изделия более 10 мм прозвучивание сварного шва производится с поверхностей околошовной зоны.

Для проведения УЗК кольцевых сварных швов и областей локального изгиба трубных элементов в обязательном порядке снимается валик усиления сварного шва или производится выравнивание волнистости металла в деформированных зонах.

Для проведения УЗК поверхность ввода должна быть обработана до металлического блеска. Шероховатость поверхности не более Rz40.

**Примечание.** Очистка поверхностей изделия перед УЗК не входит в обязанности дефектоскописта. Ее осуществляет технический персонал.

## 8. Проведение контроля

Процесс ультразвукового неразрушающего контроля изделий состоит из нескольких этапов, перечисленных ниже:

- сканирование,
- измерение информативных параметров дефектов,
- принятие решения о годности изделия,
- технологическое испытание аппаратуры.

В следующих параграфах приводится описание этапов контроля. Принятие решения о годности изделия осуществляется в соответствии с П.9.

### 8.1. Сканирование

Главная задача сканирования – обеспечить прозвучивание всего объема металла. Применяется прозвучивание вдоль трубного элемента и по его образующей – Рис.8.1.1.

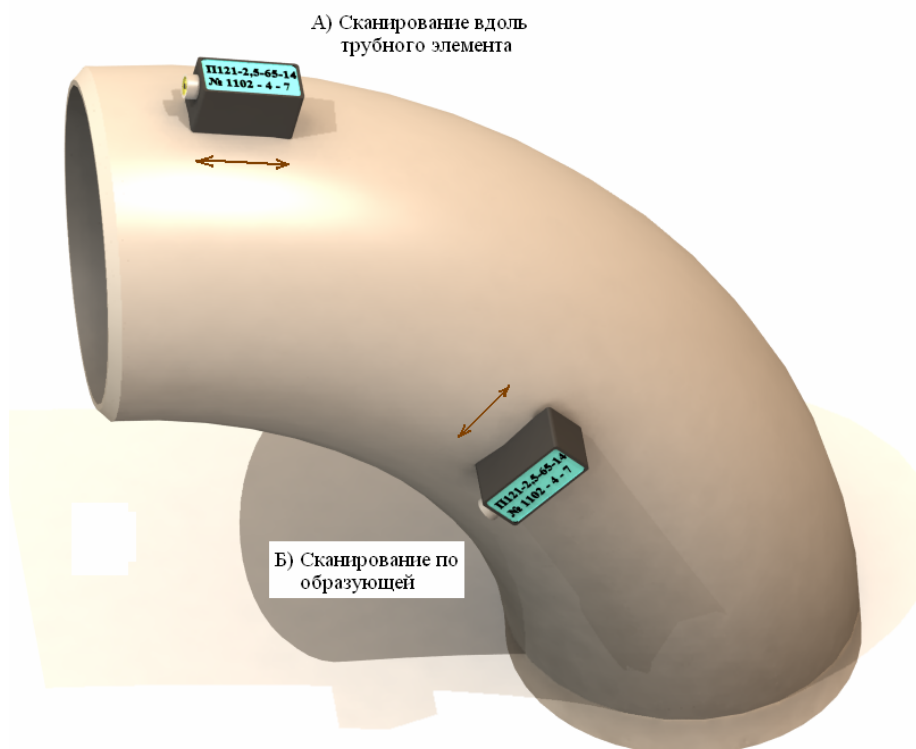


Рис.8.1.1. Способы сканирования трубных элементов.

Поверхность ввода смачивают контактной жидкостью, затем ставят преобразователь на поверхность и перемещают его вперед и назад, постепенно перемещая в поперечном направлении (продольно-поперечное сканирование). Шаг сканирования

выбирают не более  $\frac{1}{2}$  размера пьезоэлемента в ПЭП. Скорость сканирования не более 100 мм/с.

Требования к объемам прозвучивания изделий и способам сканирования.

1. При контроле сварных швов сканирование должно обеспечивать прозвучивание наплавленного металла и зон термического влияния размером не менее толщины стенки изделия.
2. В УЗК сварных швов с наружным валиком усиления применяется продольно-поперечное сканирование с двух сторон шва.
3. В УЗК сварных швов со снятым наружным валиком усиления сканирование проводится непосредственно по сварному шву. Причем используются два преобразователя, которые обеспечивают прозвучивание шва в двух взаимно перпендикулярных направлениях.
4. При УЗК основного металла используется прозвучивание вдоль трубного элемента и по его образующей (Рис.8.1.1.). Применяют продольно-поперечное сканирование по всей поверхности изделия.

В процессе сканирования хорошо помогает настройка поискового уровня АСД#1 и, связанная с ним, звуковая сигнализация. Если появляется эхосигнал, попадающий в зону контроля АСД#1 и превышающий по амплитуде поисковый уровень, прибор выдает звуковой сигнал. В противном случае, чтобы обнаружить сигнал дефектоскопист вынужден постоянно смотреть на экран прибора.

При обнаружении эхосигнала, превышающего поисковый уровень АСД#1, сканирование прекращают. Затем находят положение преобразователя, в котором наблюдается максимум эхосигнала. Проводят проверку, существенный ли это дефект. Амплитуду эхосигнала сравнивают с уровнем фиксации АСД#1. Если эхосигнал не превышает уровень фиксации АСД#1, дефект не существенный, продолжают сканирование.

Если эхосигнал превышает уровень фиксации – дефект существенный, переходят ко второму этапу контроля – проводят измерение характеристик дефекта.

## **8.2. Определение информативных параметров дефектов**

В данной инструкции используются следующие информативные параметры дефектов:

- амплитуда максимального эхосигнала от несплошности,
- координаты несплошности X, Y,
- условная протяженность,
- положение несплошности в изделии.

Измерение параметров эхосигнала производится с помощью селектора.

### **8.2.1. Измерение амплитуды эхосигнала и координат несплошности**

Параметры эхосигналов, измеряемые селектором, устанавливаются в процессе настройки прибора (П.7.1.5.).

В режиме «УЗ контроль» селектор вызывается нажатием на кнопку F2. Элемент меню «СЕЛЕКТОР» в окне управления сверху справа на экране предназначен для перемещения символа селектора (буква S в рамке). Захватите с помощью селектора эхосигнал от дефекта, как показано на Рис. 8.1.2.1. Результаты измерений немедленно выводятся в окне сверху слева экрана.

Селектор может работать совместно с меню «Стоп», тогда он производит измерение параметров замороженных эхосигналов. Последовательность вызова меню «Стоп» кнопкой F4 и меню «Селектор» кнопкой F2 не имеет значения. Фиксация эхосигналов на развертке прибора полезна при прозвучивании изделий в вертикальном или потолочном положении.

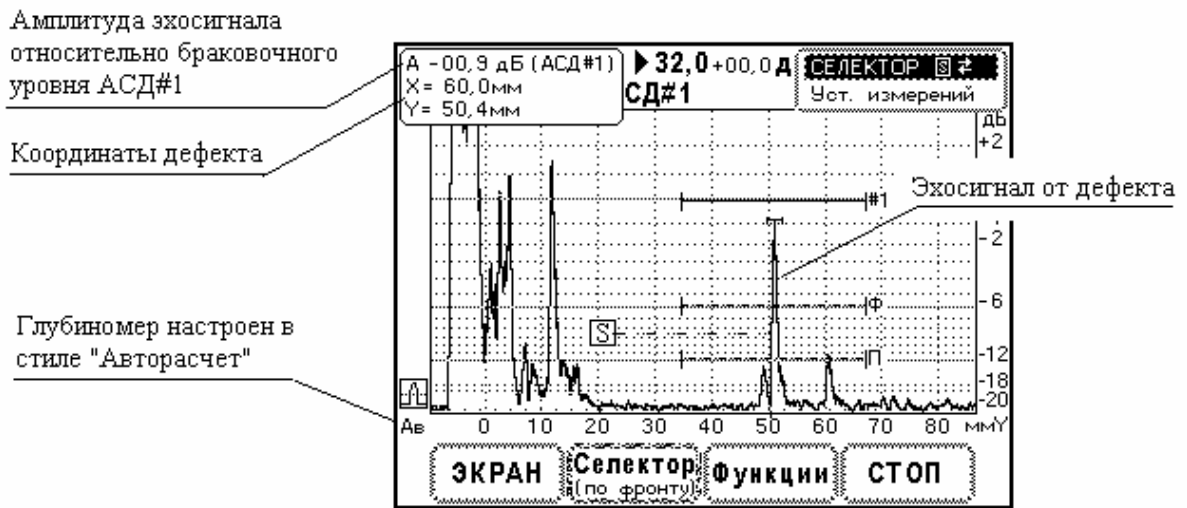


Рис. 8.1.2.1. Измерение параметров эхосигнала от дефекта. Контроль изделия толщиной 32мм. Преобразователь П121-2,5-50<sup>0</sup>-Ø14.

### 8.2.2. Определение условной протяженности несплошности

Условную протяженность определяют на уровне фиксации АСД#1, который установлен на 6дБ ниже браковочного уровня.

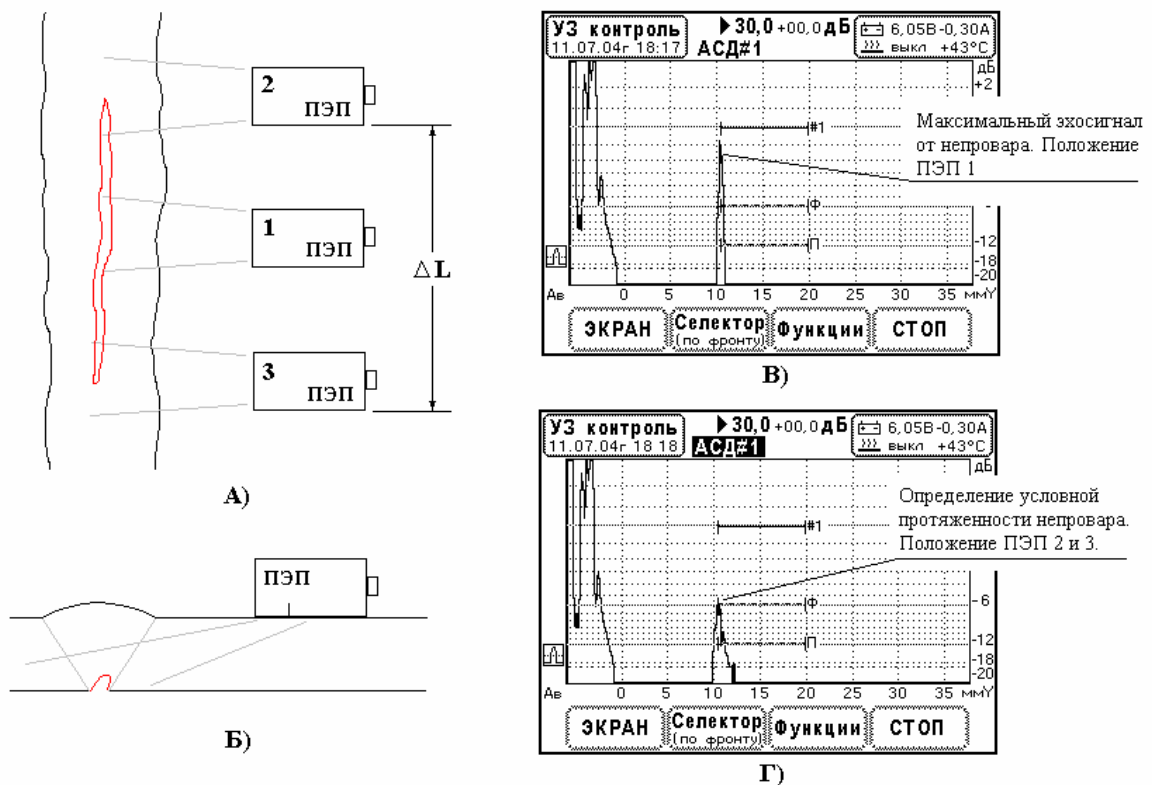


Рис. 8.2.2.1. Определение условной протяженности дефекта. Изделие толщиной 10мм. Преобразователь П121-5,0-70<sup>0</sup>-Ø8.

А) Прозвучивание сварного шва. Вид сверху.

Б) Прозвучивание сварного шва. Вид в сечении.

В) Максимальный эхосигнал от непровара в корне шва. Положение ПЭП 1.

Г) Вид эхосигнала в крайних положениях ПЭП 2 и 3.

Измерение проводят следующим образом (Рис. 8.2.2.1.). Перемещают преобразователь вдоль изделия и находят два положения ПЭП (2 и 3), в которых амплитуда эхосигнала уменьшается до уровня фиксации АСД#1. Условную протяженность  $\Delta L$  – расстояние между положениями ПЭП 2 и 3 – измеряют с помощью линейки.

### **8.3. Принятие решения о годности изделия**

Решение о годности изделия или о браке принимается на основе анализа информативных параметров несплошностей. Критерии браковки в зависимости от области использования изделий даны в П.9.

### **8.4. Технологические испытания аппаратуры**

Технологические испытания состоят в проверке работоспособности аппаратуры (УЗД и ПЭП) и в проверке параметров системы контроля (настройка аппаратуры).

Технологические испытания аппаратуры рекомендуется проводить не менее двух раз в течение рабочей смены. В первую очередь необходимо проверить и, если нужно, скорректировать, браковочный уровень АСД, положение строба АСД, настройку ВРЧ. Другие параметры прибора проверяют по необходимости.

Отдельно выполняются технологические испытания ультразвуковых преобразователей, которые состоят в следующем.

1. Проверка запаса чувствительности. УЗД, работающего совместно с преобразователем. УЗД должен иметь запас чувствительности не менее 12 дБ относительно настройки браковочного уровня по СОП.
2. Проверка уровня собственных шумов. Уровень шумов дефектоскопа при работе совместно с преобразователем должен быть не менее –16 дБ относительно браковочного уровня.
3. У преобразователей с плоской рабочей поверхностью проверяется точка ввода, стрела, угол ввода и ширина диаграммы направленности (см. П.8.4.1. и П.8.4.2.). Требования к параметрам ПЭП указаны в П.6.2.
4. Для притертых преобразователей в цилиндрической рабочей поверхностью определяется угол встречи с зарубкой или возможность прозвучивания сварного шва (см. П.8.4.3.).

Технологические испытания ПЭП должны проводиться через каждые 20 часов эксплуатации. Если какие-либо характеристики ПЭП выходят за пределы, преобразователь выводится из эксплуатации.

#### **8.4.1. Определение точки ввода и стрелы наклонного преобразователя**

Точку ввода в наклонном преобразователе находят с помощью образца СО-3 по ГОСТ 14782-86. Для этого устанавливают преобразователь на СО-3 и находят положение ПЭП, в котором наблюдается максимум эхосигнала от боковой цилиндрической поверхности образца (Рис. 8.4.1.1.). Затем наносят метки на корпусе ПЭП (точка ввода) напротив риски центра СО-3. Точка ввода отмечается с двух сторон корпуса преобразователя.

Стрела преобразователя – расстояние от передней кромки ПЭП до точки ввода – определяется по миллиметровой шкале СО-3 или измеряется линейкой.

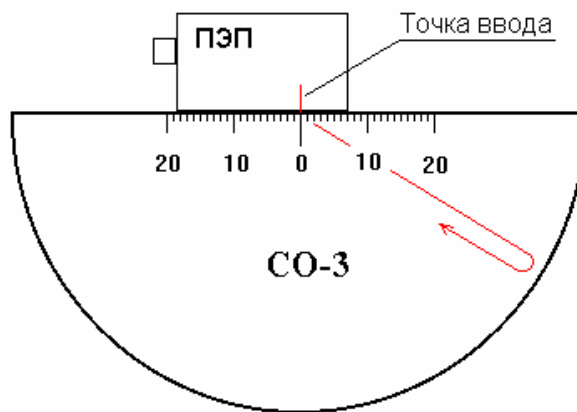


Рис. 8.4.1.1. Прозвучивание образца СО-3 наклонным преобразователем.

### 8.4.2. Определение угла ввода и ширины диаграммы направленности наклонного преобразователя

Угловые характеристики УЗ поля наклонного преобразователя определяют по образцу СО-2 ГОСТ 14782-86. Для этой цели на образце имеется шкала углов, установленная относительно отверстия диаметром 6 мм.

Угол ввода определяют следующим образом. Находят положение ПЭП, в котором наблюдается максимум эхосигнала от отверстия диаметром 6мм, затем производят отсчет угла ввода по шкале СО-2 напротив точки ввода ПЭП. При этом дефектоскоп используется как индикатор максимума амплитуды Рис. 8.4.2.1.

Будьте внимательны, иногда можно спутать эхосигнал от левого нижнего угла СО-2 с эхосигналом от отверстия (Рис. 8.4.2.1.А). Здесь помогает простой прием. Перемещайте ПЭП слева направо по образцу СО-2. Сначала появляется эхосигнал от угла, и только после него возникает эхосигнал от отверстия 6 мм.

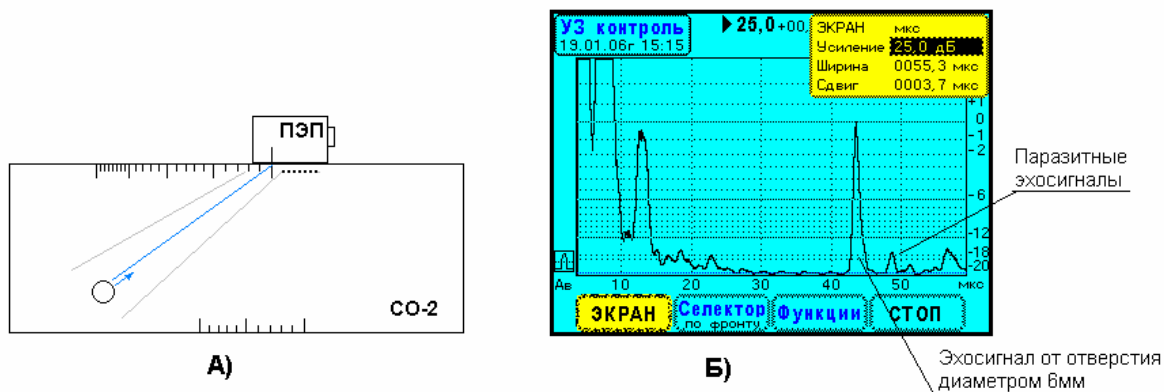


Рис. 8.4.2.1. Определение угла ввода ПЭП по образцу СО-2.

Преобразователь П121-2,5-40<sup>0</sup>-Ø14.

А) Схема прозвучивания образца СО-2.

Б) Вид эхосигналов на экране дефектоскопа.

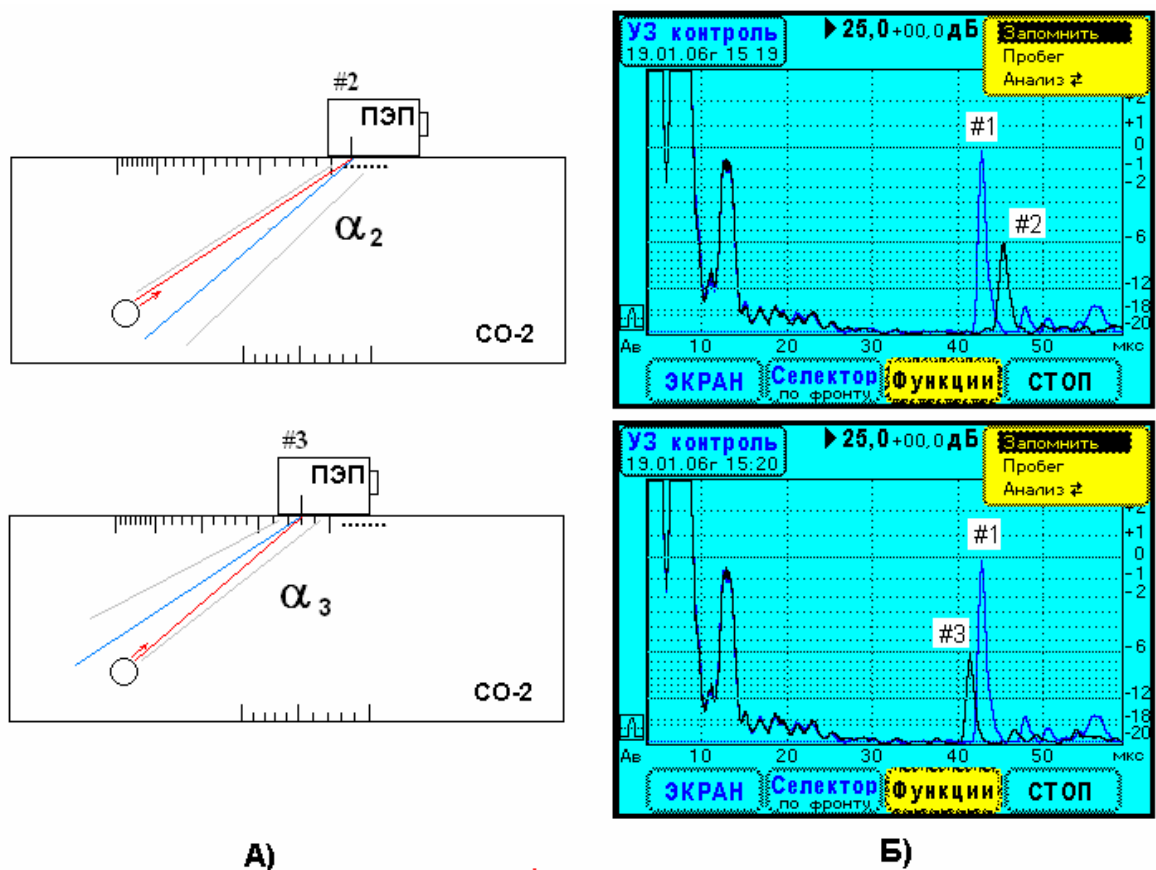


Рис. 8.4.2.2. Определение ширины диаграммы направленности ПЭП по образцу СО-2.

Преобразователь П121-2,5-40<sup>0</sup>-Ø14.

А) Схема прозвучивания образца СО-2.

Б) Вид эхосигналов на экране дефектоскопа.

Процедура определения ширины диаграммы направленности содержит 4 этапа. Прозвучивание образца СО-2 и вид эхосигналов демонстрирует Рис. 8.4.2.2.

1. Найдите положение ПЭП, в котором наблюдается максимум эхосигнала от отверстия диаметром 6мм в СО-2. В этом положении определяется угол ввода, обозначим его - #1. Регулируя усиление прибора, установите амплитуду эхосигнала #1 на уровень 0дБ по разметке экрана. На Рис. 8.4.2.2.Б максимальный эхосигнал зафиксирован с помощью функции прибора «Запомнить».
2. Переместите ПЭП назад по шкале углов пока амплитуда эхосигнала не достигнет уровня -6 дБ. Зафиксируйте ПЭП (положение #2). Запишите угол прозвучивания  $\alpha_2$ .
3. Проведите аналогичные операции, переместив ПЭП вперед (положение #3). Запишите угол прозвучивания  $\alpha_3$ . Амплитуда эхосигнала тоже должна находиться на уровне -6дБ. Найдите ширину диаграммы направленности как разность углов  $\vartheta = \alpha_2 - \alpha_3$ .

#### 8.4.3. Определение угла встречи с зарубкой. Оценка возможности прозвучивания продольного сварного шва.

Определение угла встречи с зарубкой производится на трубном СОП, тип 2 (Рис.8.4.3.1.). Находят положение ПЭП, в котором наблюдается максимальный эхосигнал от нижней зарубки. Затем с помощью линейки измеряют расстояние  $R$  от верхней зарубки до точки ввода ПЭП. Примечание. Точка ввода была нанесена на корпус ПЭП до притирки.



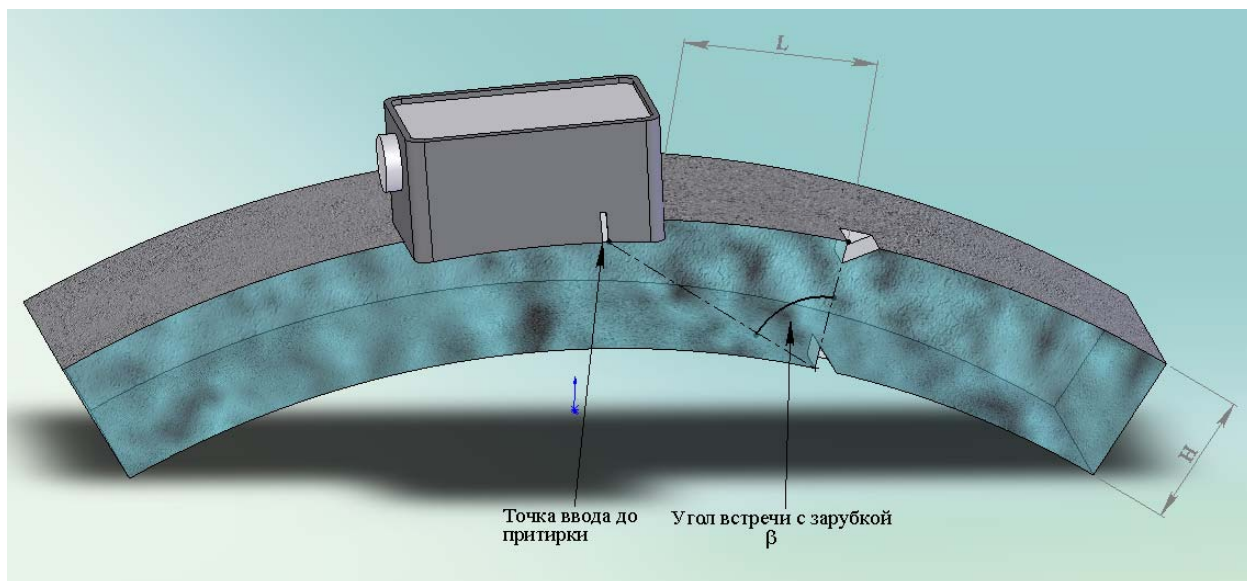


Рис.8.4.3.1. Определение угла встречи с зарубкой на трубном СОП, тип 2.

Угол встречи ультразвуковых волн с зарубкой  $\beta$  вычисляют по формуле

$$\beta \cong \arctg \left[ \frac{P \cdot \left( 1 - 0,666667 \frac{P^2}{D^2} + 0,133333 \frac{P^4}{D^4} - 0,012698 \frac{P^6}{D^6} \right)}{H - P \cdot \left( \frac{P}{D} - 0,333333 \frac{P^3}{D^3} - 0,044444 \frac{P^5}{D^5} - 0,003175 \frac{P^7}{D^7} \right)} \right],$$

где:  $H$  – толщина стенки,  $D$  – наружный диаметр трубного элемента.

Для всех преобразователей, притертых к образующей трубы (Рис.8.4.3.1.) угол  $\beta$  должен находиться в пределах  $65 \pm 5$  градусов.

Для упрощения проверки угла встречи рекомендуется составить таблицу с данными о величине расстояния  $P$  в зависимости от типоразмера трубы. В таблице. 8.4.3.1. приведены минимальные, номинальные и максимальные значения расстояния  $P$  для ряда типоразмеров труб.

Возможность прозвучивания продольного сварного шва без удаления валика усиления обеспечивается расстоянием  $L$  от верхней зарубки до передней кромки ПЭП (Рис.8.4.3.1.). Измерение величины  $L$  производится также в положении ПЭП при максимуме эхосигнала от нижней зарубки.

Продольный сварной шов может быть проконтролирован ультразвуковым методом, если расстояние  $L$  больше  $\frac{1}{2}$  ширины валика усиления.

Таблица. 8.4.3.1.

Типоразмер трубного элемента (диаметр, толщина стенки) (мм)	<i>P</i> (мм)		
	Минимальное значение (угол встречи 60°)	Номинальное значение (угол встречи 65°)	Максимальное значение (угол встречи 70°)
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
60*4	6	9	11
60*6	9	10	11
60*8	11	14	17
76*6	9	11	15
76*8	11	13	15
76*10	13	15	17
108*6	9	11	13
108*10	14	17	19
108*12	17	19	22
133*10	15	17	20
133*13	18	21	24
133*17	23	27	29
133*25	32	36	40
159*6	9	11	13
159*8	12	15	17
159*10	15	17	20
159*12	18	21	23
159*16	23	26	30
159*18	25	29	32
159*22	30	34	37
219*8	13	15	18
219*12	18	22	25
219*16	21	28	32
219*20	27	33	37
219*24	33	38	43
273*10	16	19	23
273*16	24	29	34
273*20	29	35	40
273*24	35	40	46
377*12	19	24	27
377*16	25	30	35
377*22	33	39	46
377*26	38	45	53

## 9. Нормы оценки допустимости несплошностей

### 9.1. Определение качества изделий по СТО Газпром 2-2.4-083-2006

Согласно СТО Газпром 2-2.4-083-2006 в ультразвуковом контроле при изготовлении, строительстве и реконструкции трубопроводов выделяют три уровня качества «А», «В» и «С». Уровень качества «А» - наивысший.

Максимально допустимые значения характеристик несплошностей указаны в таблице 9.1.1.

Таблица. 9.1.1.

Толщина стенки изделия (мм)	Размеры зарубки, ширина, высота, (мм), (уровни качества «В» и «С»)	Максимально-допустимая условная протяженность одиночных несплошностей	Максимально-допустимая суммарная условная протяженность несплошностей
1	2	3	4
От 4 до 6	2,0*1,0	25 мм – уровень качества «А» 30 мм – уровень качества «В» 50 мм – уровень качества «С»	16,7% от длины сварного соединения (1/6 длины)
От 6 до 8	2,0*1,2		
От 8 до 12	2,0*1,5		
От 12 до 15	2,0*2,0		
От 15 до 20	2,5*2,0		
От 20 до 26	3,5*2,0		

**Примечание:** браковочный уровень АСД#1 для уровня качества «А» устанавливается на 3 дБ ниже амплитуды эхосигнала от зарубки в СОП. Для уровней качества «В» и «С» браковочный уровень АСД#1 настраивается непосредственно по амплитуде эхосигнала от зарубки в СОП. (см. Таблицу 6.3.1. и Таблицу 9.1.1.)

При контроле основного металла горячекатаных отводов и гидроштампованных тройников решение о браке принимают в следующих случаях:

1. Амплитуда эхосигнала от несплошности превышает браковочный уровень АСД#1, установленный в соответствии с уровнями качества «А» или «В», «С» (см. П.7.1.3. и П.7.1.4.).
2. Условная протяженность одиночной несплошности превышает значение, указанное в таблице 9.1.1, столбец 3.

При контроле сварных швов в трубных элементах решение о браке принимают в следующих случаях:

1. Амплитуда эхосигнала от несплошности превышает браковочный уровень АСД#1, установленный в соответствии с уровнями качества «А» или «В», «С» (см. П.7.1.3. и П.7.1.4.).
2. Условная протяженность одиночной несплошности превышает значение, указанное в таблице 9.1.1, столбец 3.
3. Суммарная условная протяженность несплошностей на всю длину сварного шва в изделии превышает 16,7 % его длины.

### 9.2. Определение качества изделий по РД 34.17.302-97 (ОП 501 ЦД - 97)

Руководящий документ РД 34.17.302-97 устанавливает единые критерии качества для трубопроводных систем при их изготовлении, монтаже и ремонте.

Максимально допустимые значения характеристик несплошностей указаны в таблице 9.2.1.

Таблица. 9.2.1.

Толщина стенки изделия (мм)	Размеры зарубки (ширина, высота) (мм)	Максимальное количество фиксируемых одиночных несплошностей на любые 100м длины изделия	Максимально-допустимая условная протяженность одиночных несплошностей в сечении изделия	Максимально-допустимая суммарная условная протяженность несплошностей в корне сварного шва
1	2	3	4	5
От 3 до 4	2,0*0,9	6	Условная протяженность зарубки в СОП	20% от длины сварного соединения
От 4 до 6	2,0*1,2	7		
От 6 до 9	2,0*1,8	7		
От 9 до 12	2,5*2,0	7		
От 12 до 18	3,5*2,0	8		
От 18 до 26	4,0*2,5	8		

При контроле основного металла горячetyнутых отводов и гидроштампованных тройников решение о браке принимают в следующих случаях:

1. Амплитуда эхосигнала от несплошности превышает амплитуду эхосигнала от зарубки в СОП (браковочный уровень АСД#1).
2. Количество несплошностей с амплитудой эхосигнала выше уровня фиксации АСД#1 превышает значения указанные таблице 9.1, столбец 3.
4. Условная протяженность несплошности превышает условную протяженность зарубки в СОП.

При контроле сварных швов в трубных элементах решение о браке принимают в следующих случаях:

1. Амплитуда эхосигнала от несплошности превышает амплитуду эхосигнала от зарубки в СОП (браковочный уровень АСД#1).
2. Количество несплошностей с амплитудой эхосигнала выше уровня фиксации АСД#1 превышает значения указанные таблице 9.1, столбец 3.
3. Условная протяженность несплошности в сечении шва превышает условную протяженность зарубки в СОП.
4. Суммарная условная протяженность несплошностей в корне сварного шва превышает 20% от его длины.

### 10. Оформление результатов контроля

В процессе УЗК изделий информативные параметры несплошностей должны записываться в журнал ультразвукового контроля. Рекомендуется составлять эскиз изделия с обозначением на нем контура несплошности и условных размеров.

В случае технологической необходимости, например для подтверждения дефектов или причин их возникновения, контуры обнаруженных несплошностей отмечают маркером или мелом на поверхности изделия.