

**КОМПЛЕКТ КОНТРОЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ И
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ
КОУ-2**

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ
КЫ4.161.071 ТО

С о д е р ж а н и е

1 Введение.....	3
2 Назначение.....	4
3 Состав комплекта КОУ-2.....	5
4 Технические данные.....	7
5 Конструкция.....	8
6 Состав обслуживающего персонала.....	13
7 Подготовка комплекта к работе и техническое обслуживание его в процессе эксплуатации.....	14
8 Определение основных параметров с помощью контрольных образцов.....	14
9 Определение эквивалентной площади выявленных дефектов.....	22
10 Определение координат дефектов и параметров сканирования с помощью универсальной координат- ной линейки УКЛ-1.....	25
11 Методы и средства поверки.....	28
12 Литература.....	42
13 Приложения	
А Пояснения терминов, встречающихся в описи.....	43
Б Таблица скоростей продольных и поперечных волн..	48
В Рисунки и графики	49

1 Введение

1.1 Техническое описание предназначено для изучения устройства технических характеристик комплекта контрольных образцов и вспомогательных устройств КОУ-2, в дальнейшем комплект КОУ-2, а также правил его эксплуатации.

1.2 Комплект КОУ-2 выпускается взамен комплекта КЭУ-1 и предназначается для определения и стандартизации основных параметров ультразвукового контроля сварных соединений, выполняемого различными дефектоскопами.

Комплект КОУ-2 включает контрольные образцы и вспомогательные устройства в виде координатной линейки УКЛ-1 и SKH-диаграмм, выгодно отличающиеся от

известных в мировой практике блоков и вспомогательных устройств аналогичного назначения.

Впервые в отечественной и зарубежной практике ультразвуковой дефектоскопии выпущен комплект контрольных образцов, позволяющий в производственных условиях производить отбор и сравнивать преобразователи по частоте ультразвуковых колебаний.

Вопросы и замечания по принципам контрольных образцов и вспомогательных устройств и по их применению направлять в НИИ мостов ЛИИЖТа (190031, С.Петербург, Ф-31, наб.р.Фонтанки, 113). Пояснение терминов, встречающихся в описании, приведены в приложении 1, а скорости распространения волн в приложении 2.

2 Назначение

2.1 Комплект контрольных образцов и вспомогательных устройств КОУ-2 предназначается для определения основных параметров ультразвукового контроля сварных соединений, выполняемого различными дефектоскопами и позволяет:

2.2 Определять условную чувствительность и производить настройку аппаратуры на заданную условную чувствительность с погрешностью ± 1 dB по контрольному образцу № 2 и 5 мм по контрольному образцу № 1.

2.3 Определить расчетное значение предельной чувствительности и производить настройку аппаратуры на заданное расчетное значение предельной чувствительности с погрешностью $\pm 1 \text{ мм}^2$.

2.4 Производить подбор и сравнивать наклонные преобразователи по частоте ультразвуковых колебаний с погрешностью $\pm 15\%$ в диапазоне частот 1-5 МГц.

2.5 Определять угол ввода наклонного преобразователя с погрешностью $\pm 2,5^\circ$.

2.6 Определять положение центра излучения наклонного преобразователя (точку выхода ультразвукового луча) с погрешностью $\pm 0,5$ мм.

2.7 Измерять угол ввода ультразвукового луча в контролируемом металле с погрешностью $\pm 1^\circ$ и оценивать диаграмму направленности наклонного преобразователя.

2.8 Определять величину мертвой зоны.

2.9 Проверять точность работы глубиномера дефектоскопа с погрешностью $\pm 10\%$ по контрольному образцу №1 и $\pm 8\%$ по контрольному образцу № 2.

2.10 Оценивать лучевую разрешающую способность дефектоскопа при работе прямыми и наклонными преобразователями.

2.11 Оценивая эквивалентную площадь выявленного дефекта.

2.12. Рассчитывать координаты выявленных дефектов в металле с различной скоростью распространения ультразвука при контроле преобразователями с углом ввода поперечной волны в пределах от 35° до 75° по известному времени распространения ультразвука от излучателя до дефекта с погрешностью $\pm 3\text{мм}$.

2.13. Выбирать тип преобразователя и пределы его перемещения при контроле сварных соединений различных типоразмеров.

2.14. Оценивать расчетную величину изменения угла ввода луча вследствие затухания ультразвука с погрешностью $\pm 1^\circ$.

3 Состав комплекта КОУ-2

3.1 В состав комплекта входят следующие принадлежности, указанные в табл.1

На одном графике КЫ7.034.000 построен аттестат-график с помощью ПЭП на частоту 2,5 МГц с углом ввода 50° . Остальные графики (5 шт.) поставляются незаполненными. При необходимости использования образца №1 для контроля сварных соединений преобразователями на частоты отличные от 2,5 МГц и с углами ввода отличными от 50° , на незаполненных графиках строятся аттестат-графики в соответствии с методикой по пункту 5.9

Таблица 1

Наименование изделия	Обозначение Документа	Кол-во Шт.
1.Комплект контрольных образцов и вспомогательных устройств КОУ-2 в том числе:	КЫ4.161.071	1
а)линейка универсальная координатная УКЛ-1	КЫ4.045.001	1
б) образец контрольный N 1	КЫ5.170.004	1
в) образец контрольный N 2	КЫ8.899.036	1
г) подставка	КЫ6.150.030	1
е) шкала	КЫ7.024.034	1
ж) шкала	КЫ7.024.035	1
з) шкала	КЫ7.024.036	1
и) образец контрольный N 3	КЫ8.074.056	1
к) образец контрольный N 4	КЫ8.074.059	1
л) накладка	КЫ8.604.032	5
м) линейка 300	ГОСТ 427-75	1
н) график	КЫ7.034.000	6
2.Эксплуатационная документация	КЫ4.161.071	
а)комплект контрольных образцов и вспомогательных устройств ГСП КОУ-2 Паспорт	ПС	1
б) Комплект контрольных образцов и вспомогательных устройств ГСП КОУ-2 Техническое описание	КЫ4.161.071 ТО	1

Примечание

- 1.Подставка КЫ6.150.030 поставляется к образцу №3
- 2.Шкалы КЫ7.024.034,КЫ7.024.035,КЫ7.024.036 SKH-диаграммы
- 3.Для шкалы КЫ7.024.034,КЫ7.024.035,КЫ7.024.036 допускается замена на шкалы КЫ6.055.002, КЫ6.055.002-01,КЫ6.055.002-02
- 4.На данном графике КЫ7.034.000 построен аттестат-график для образца контрольного №1, входящего в комплект поставки
- 5.Накладки КЫ8.604.032 поставляются к образцу №2А
- 6.Для линейки 300 допускается замена на линейку 150

4 Технические данные

4.1 Контрольный образец №1

4.1.1 Скорость продольной ультразвуковой волны в материале образца при температуре $(25 \pm 10)^{\circ}\text{C}$ составляет $(2670 \pm 148) \text{ м/с}$. Изменение скорости продольной ультразвуковой волны не должно превышать 30 м/с при изменении температуры окружающего воздуха на каждые 10°C . Во всем рабочем интервале температур зависимость обратно пропорциональна.

4.1.2 Расстояние от специальной прорези длиной 45 мм до рабочей плоскости равно $26,7_{-0,21}^{+0,21} \text{ мм}$.

4.1.3 Отклонение расстояний от рабочей плоскости до отверстий $\varnothing 2 \text{ мм}$ не превышает $\pm 0,1 \text{ мм}$.

4.1.4 Неперпендикулярность осей отверстий $\varnothing 2 \text{ мм}$ к боковой плоскости образца не превышает 0,4 мм.

4.1.5 Характеристики по п.п. 4.1.1 и 4.1.2 обеспечивают интервал времени между первым и третьим эхо-сигналом от прорези при температуре $(20 \pm 5)^{\circ}\text{C} - (40 \pm 2) \text{ мс}$, при минус $10^{\circ}\text{C} - (39 \pm 2) \text{ мс}$ и при $50^{\circ}\text{C} - (42 \pm 2) \text{ мс}$.

4.1.6 Временной интервал между первым и вторым визуально различными эхо-сигналами от плоских ступенек и цилиндрических отверстий составляет 2 мс, а между первым и третьим - 6 мс.

4.2 Контрольный образец №2

4.2.1 Интервал времени между первым и третьим донным сигналом составляет $(40 \pm 1) \text{ мс}$.

4.2.2 Расстояние L любой риски шкалы от базовой (0°) не отличается от расчетного значения L_p более, чем на $\pm 0,1 \text{ мм}$

где: $L_p = 44 \text{ tg} \alpha$ для шкалы $0 - 70^{\circ}$;

$L_p = 15 \text{ tg} \alpha$ для шкалы $60 - 80^{\circ}$;

4.2.3 Центр отверстия диаметром 6 мм может быть смещен от номинального расположения не более, чем на $\pm 0,3 \text{ мм}$.

4.3 Контрольный образец №3

4.3.1 Смещение нулевой риски от центра полуокружности не должна превышать $\pm 0,1 \text{ мм}$.

4.4 Контрольный образец №4

4.4.1 Площадь отражающей поверхности сегментных отражателей составляет $(6 \pm 0,3) \text{ мм}^2$.

4.5 Универсальная координатная линейка УКЛ-1

4.5.1 Линейка рассчитана на измерение координат

залегания дефектов при углах ввода луча поперечной волны от 35 до 75°.

4.5.2 Линейка рассчитана на измерение величины отклонения угла ввода луча вследствие затухания ультразвука в пределах от 12 непер и при углах раскрытия основного лепестка диаграммы направленности на уровне 0,8 величиной Φ_0 от 1 до 6°.

4.6 Шкалы (SKH-диаграмм)

4.6.1 SKH-диаграммы рассчитаны из условия-настройки дефектоскопа по контрольному образцу № 2 при работе наклонными преобразователями с углом ввода ультразвукового луча в сталь $\alpha=50^\circ$ и радиусом элемента пьезокерамического $a = 6$ мм на частоту от 2,0 до 3,0 МГц, углом $\alpha=50^\circ$, $a=9$ мм на частоту от 1,6 до 2,4 МГц и углом $\alpha=65^\circ$, $a = 6$ мм на частоту от 2,0 до 3,0 МГц.

4.6.2 SKH-диаграммы предназначены для определения расчетного значения эквивалентной площади выявленного дефекта при известном условном коэффициенте выявляемости K_d относительно цилиндрического отверстия диаметром 6 мм в контрольном образце № 2, известных глубины расположения дефекта и частоты ультразвуковых колебаний, излучаемых наклонными преобразователями.

4.7 Накладка к контрольному образцу № 2А.

4.7.1 Шкалы наклейки к контрольному образцу № 2А, плита которого выполнена из материала контролируемого изделия, рассчитаны в соответствии с п.4.2.2.

4.7.2 Нуль шкалы совпадает с осью, проходящей через центр отверстия диаметром 6 мм перпендикулярно к рабочим поверхностям образца.

4.8 Габаритные размеры изделия КОУ-2 в чемодане не превышают 342 x 258 x 124 мм.

4.9 Масса изделия с чемоданом не превышает 10 кг.

4.10 Комплект КОУ-2 предназначен для работы при температуре от минус 10 до 50° С и относительной влажности до 95% при температуре 35° С.

5 Конструкция

5.1. Комплект КОУ-2 является переносным и предназначается для работы как в заводских, так и полевых условиях.

Конструктивно комплект состоит из чемодана, в котором размещаются принадлежности комплекта. Для удобства эксплуатации и хранения каждая принадлежность комплекта имеет собственное гнездо. Под крышкой чемодана укладывается мягкая прокладка, которая служит для фиксирования деталей в гнездах при переноске. Под крышкой чемодана размещаются SKH-диаграммы, техническое описание и паспорт.

5.2 Контрольный образец №1

5.2.1 Контрольный образец № 1 изготовлен из органического стекла ГОСТ 17622-72 (Рис.8.1) Образец снабжен аттестат-графиком, который позволяет учесть отличие затухания в образце от среднестатистического значения при настройке дефектоскопа на заданную чувствительность.

Порядок применения образца № 1 с аттестат-графиком при температурах, отличающихся от $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$, должен оговариваться нормативно-техническими документами на ультразвуковой контроль конкретных видов изделий.

5.2.2 Отражатели диаметром 2 мм защищены от попадания влаги и грязи. Глубина расположения отражателей в миллиметрах указана на образце у каждого отражателя; отходящие от отражателей три линии указывают направление ультразвукового луча для преобразователей с углами призм 30° , 40° и 50° .

5.2.3 Ступенчатые отражатели для проверки лучевой разрешающей способности выполнены:

а) в виде плоских ступенек для проверки разрешающей способности по дальности дефектоскопа с прямым преобразователем;

б) в виде цилиндрических ступенек - для проверки разрешающей способности по дальности дефектоскопа с наклонным преобразователем.

5.2.4 Прорезь длиной 45 мм, расположенная на глубине 26,7 мм от соответствующей рабочей поверхности, предназначена для проверки точности работы глубиномера.

5.2.5. Отверстие диаметром 2 мм, расположенное на глубине 20 мм, и шкала углов предназначены для определения угла призмы наклонного преобразователя.

5.3 Контрольный образец №2

5.3.1 Контрольный образец № 2 (рис.В2) состоит из плиты 1, изготавливаемой из стали 20 ГОСТ 1050-88 или стали 3 по ГОСТ 14637-89.

5.3.2 Отверстие 4 диаметром $(6,0^{+0,3})$ мм предназначено для измерения угла ввода наклонных преобразователей и для настройки дефектоскопа на заданную условную или предельную чувствительность. Выбор диаметра отверстия обусловлен особенностями формирования эхо-сигнала от цилиндрической полости в твердой однородной изотропной среде. Эхо-сигнал от цилиндрической полости для поперечных волн складывается из сигнала зеркально отраженных поперечных волн и сигнала волны скольжения, возбуждаемой частями звукового пучка, падающим на участки цилиндрической поверхности под углом, близким к 3-ему критическому. Волна скольжения, огибая цилиндрическую поверхность со скоростью, близкой к скорости объемной продольной волны, излучает во все стороны, в том числе и к преобразователю, объемные поперечные волны. Полученный в результате интерференции эхо-сигнал зависит от диаметра полости, длительности импульса и частоты ультразвуковых колебаний.

Выбранный диаметр цилиндрического отверстия - 6 мм - при длительности импульсов, применяемых в ультразвуковой дефектоскопии, исключает интерференцию зеркально-отраженной волны и волны скольжения.

5.3.3. Отверстия 5 диаметром 2 мм для оценки мертвой зоны высверлены на глубине 3 и 8 мм.

5.3.4. Высота контрольного образца № 2 составляет $(59,0_{-0,3})$ мм.

5.4. Контрольный образец № 2А.

5.4.1. Контрольный образец № 2А изготавливается предприятием-потребителем комплекта КОУ-2 и состоит из плиты, выполненной из материала контролируемого изделия, и накладки (рис.В3), которую укрепляют четырьмя винтами.

5.4.2. Отверстие диаметром 6 мм для определения угла ввода луча высверливают по разметке на накладке.

5.4.3 Отверстия диаметром 2 мм для оценки мертвой зоны высверливают на глубине, задаваемой производственной инструкцией на контроль.

5.4.4 Размеры контрольного образца в сборе должны соответствовать внешнему контуру накладки.

5.5 Контрольный образец № 3

5.5.1 Контрольный образец №3 (рис.В.4) изготовлен из стали 20 по ГОСТ 1050-88 или из стали 3 по ГОСТ 14637-89.

5.5.2 На боковых и рабочих поверхностях образца выгравированы метки, соответствующие центру полуокружности. В обе стороны от меток, на боковые поверхности нанесены шкалы для измерения стрелы искателя п. Нуль шкалы совпадает с геометрическим центром полуокружности контрольного образца №3.

5.5.3 Диаметр контрольного образца №3 составляет $(110-0,23)$ мм, что позволяет по многократным донным отражениям внутри контрольного образца, возникающих при применении наклонного преобразователя, градуировать развертку на экране дефектоскопа в μ с или в мм для контроля изделий из стали 20 (или стали 3) прямым преобразователем (рис.В.4).

5.5.4 К контрольному образцу № 3 придается подставка со стопорным винтом для крепления образца в рабочем состоянии.

5.6 Контрольный образец № 4.

5.6.1 Контрольный образец № 4 (рис.В.6) изготовлен из стали 20 по ГОСТ 1050-88 или стали 3 по ГОСТ 14637-89.

5.6.2 Расстояние от точки выхода луча наклонного преобразователя с углом ввода 50° до сегментных отражателей равно радиусу контрольного образца №3 и составляет 55 мм.

5.6.3 Угол между отражающей поверхностью сегментных отражателей площадью $(6 \pm 0,3) \text{ мм}^2$ и донной поверхностью контрольного образца №4 составляет $48^\circ \pm 15'$, $50^\circ \pm 15'$ и $52^\circ \pm 15'$.

5.6.4. Отношение высоты сегмента к хорде для всех сегментных отражателей составляет не менее 0,482

5.7 Шкалы (SKH-диаграммы)

5.7.1 Лицевая сторона шкалы - SKH-диаграммы (рис.В.7) - представляет собой семейство графиков, выполненных на пластине из алюминия. По оси абсцисс SKH-диаграммы отложены значения глубины Н расположения выявленного дефекта, по оси координат отложены расчетные значения эквивалентной площади типотетического плоского зеркального отражателя, расположенного на той же глубине, что и выявленный дефект, и ориентированного нормального к акустической оси преобразователя. Параметром семейства графиков

является условный коэффициент K_d выявляемости дефекта относительно боковой поверхности цилиндрического сверления диаметром 6 мм в контрольном образце №2.

5.7.2 На SKH-диаграмме построено семейство осей ординат, параметром которого является рабочая частота ультразвуковых колебаний.

5.7.3 SKH-диаграмма рассчитана по выражению (2), приведенному в п.8.6 настоящего документа.

5.7.4 На обратной стороне шкалы для угла ввода $\alpha=50^\circ$ и частоты 2,5 МГц (рис.8.8) помещены методические рекомендации по измерению условного коэффициента выявляемости дефекта.

5.8 Универсальная координатная линейка УКЛ-1

5.8.1 Универсальная координатная линейка (рис.8.9) представляет собой счетно-решающее устройство.

5.8.2 Корпус линейки является несущим и представляет собой неразборную конструкцию.

5.8.3 На лицевой стороне линейки находятся основная универсальная координатная шкала и вспомогательная шкала. На обратной стороне линейки помещены шкалы перевода децибел в относительные единицы, расчетные формулы для определения координат дефектов.

5.8.4 На корпусе линейки устанавливаются подвижные визиры. Плавный ход визиров без перекоса обеспечивает пружина.

5.9 График (аттестат-график)

5.9.1 Аттестат - график позволяет произвести настройку дефектоскопа на заданную чувствительность на имеющемся образце № 1, затухание в котором отличается от среднестатистического значения.

5.9.2 Определение номера отражателя в имеющемся образце № 1 производится в соответствии с прилагаемыми примерами.

Пример 1. Технической документацией на контроль задана условная чувствительность 40 мм. Указанная чувствительность будет воспроизведена, если настроить дефектоскоп по отверстию № 45 в образце № 1 (см.рис.8.9а).

Пример 2. Технической документацией на контроль задана условная чувствительность 14 дБ. Указанная чувствительность будет воспроизведена, если настроить дефектоскоп по отверстию № 35 в образце № 1 (см.рис.8.9б).

5.9.3 Методика построения аттестат-графика

- 1) Собрать схему согласно рис. В.9б.
- 2) Для построения аттестат-графика необходимость использовать дефектоскоп с электронно-лучевой трубкой, имеющей соответствующую рабочую частоту.
Установить на аттенуаторе дефектоскопа "0" dB.
Аттенуатор должен находиться в неизменном положении.

При отсутствии дефектоскопа с ЭЛТ в качестве индикаторного устройства можно использовать осциллограф.

- 3) Подготовить дефектоскоп для работы на нужной частоте, регуляторы "ВРЧ" и "Отсечка" - отключить.

- 4) Для построения аттестат-графика необходимо определить в децибелах значения условных чувствительностей K_y "20 и K_y "50 по

$$\text{формулам } K_y \text{ "20} = N_{x20} - N_0 ; \text{ dB} \quad (1)$$

$$K_y \text{ "50} = N_{x50} - N_0 ; \text{ dB} \quad (2)$$

где N_{x20} ; N_{x50} - показания аттенуатора магазина затуханий, dB при измерении амплитуд эхо-сигналов от отверстий на глубинах 20 мм и 50 мм соответственно в проверяемом образце № 1;

N_0 - показание аттенуатора магазина затуханий, dB, при измерении амплитуд эхо-сигналов от отверстия диаметром 6 мм на глубине 44 мм в контрольном образце № 2, аттестованном в Аспартаменте „Молдовастандарт“.

Амплитуды эхо-сигналов при измерениях необходимо устанавливать на стандартный уровень, или 30 мм по экрану.

Вычисленные значения K_y "20 и K_y "50 отмечают точками на поле графика и соединяют их прямой линией (пример построения см.рис.В.9а).

6 Состав обслуживающего персонала

Комплект КОУ-2 используется оператором-дефектоскопистом выполняющим ультразвуковой контроль.

К работе с комплектом допускаются лица, предварительно изучившие описание КОУ-2.

7 Подготовка комплекта к работе и техническое обслуживание его в процессе эксплуатации

7.1 Комплект КОУ-2 требует бережного обращения в процессе эксплуатации.

7.2 Перед эксплуатацией контрольных образцов № 2, 3 и 4 рабочих поверхностей следует удалить смазку, предохраняющую их от коррозии.

7.3 При укладке контрольных образцов в гнезда чемодана необходимо удалить смазку, использующуюся в качестве контактной среды.

7.4 В процессе эксплуатации следует оберегать линейку УКЛ-1 и SKH-диаграммы от попадания на них жидкости и грязи.

7.5 При длительном хранении комплекта рабочие поверхности контрольных образцов № 2, 3 и 4 следует покрывать смазкой для защиты от коррозии и обертывать бумагой.

7.6 Перед работой с контрольными образцами контактные поверхности образцов следует протереть ветошью и покрыть слоем минерального масла.

Включение и подготовка дефектоскопа к работе выполняются в соответствии с руководством по эксплуатации, прилагаемой к дефектоскопу.

8 Определение основных параметров с помощью контрольных образцов

8.1 Основные параметры, определяющие достоверность результатов ультразвукового контроля сварных соединений и подлежащие определению посредством комплекта контрольных образцов, приведены в табл.2; параметры изложены в последовательности, соответствующей последовательности их измерения.

8.2 Определение стрелы преобразователя

Стрелу α измеряют по шкале контрольного образца №3 между передней гранью преобразователя и проекцией точки выхода на боковую плоскость преобразователя.

Точка выхода ультразвукового луча расположена на призме преобразователя против центра полуокружности контрольного образца №3 при установке преобразователя в положение, при котором амплитуда эхо-сигнала от цилиндрической поверхности максимальна (см.рис.В.4).

Примечание: При контроле соединений из металла, скорость распространения поперечной волны в котором меньше скорости распространения поперечной волны в стали марки 20, и при использовании преобразователя с углом падения волны, близким ко второму критическому углу в стали марки 20, для определения точки выхода и стрелы преобразователя следует применять испытательный образец, изготовленный из контролируемого металла в соответствии с рис.В.4.

Таблица 2 Основные параметры, определяемые посредством контрольных образцов

Наименование параметра	Условное обозначение	Размерность	Контрольные образцы (КО) для определения
1 Стрела преобразователя (точка выхода луча)	n	mm	КО №3
2 Угол ввода луча	α	град	КО №2 или №2А
3 Частота ультразвуковых колебаний	f	MHz	КО №4, КО №3
4 Условная чувствительность	K_y	mm dB	КО №1 КО №2
5 Предельная чувствительность	S_n	mm ²	КО №2 или КО №2А
6 Мертвая зона	M	mm	КО №2 или КО №2А
7 Погрешность глубиномера	A_r	%	КО №1 или КО №2
8 Разрешающая способность	T_p	μs	КО №1
9 Диаграмма направленности наклонного преобразователя в плоскости падения луча	$\Phi (a)$		КО №2 или КО №2А

8.3 Измерение угла ввода луча

Угол α ввода луча измеряют по контрольному образцу №2, если контролируемое соединение выполнено из малоуглеродистой и низколегированной стали (рис.В.2).

При контроле соединений, отличающихся от малоуглеродистых и низколегированных сталей, угол ввода

измеряют по контрольному образцу № 2А, плита которого изготовлена из контролируемого металла.

Угол ввода луча отсчитывают по шкале контрольного образца № 2 (или № 2А) против метки, соответствующей точке выхода луча, при установке преобразователя в положение, соответствующее максимальной амплитуде эхосигнала от отверстия диаметром 6 мм.

При необходимости определить значение углов ввода луча с высокой точностью, измерение угла следует производить при температуре t_k , при которой осуществляется контроль, или вносить поправку $\Delta\alpha$, если измерение выполнялось при другой температуре t_u .

Величина $\Delta\alpha$ отклонения истинного значения угла ввода луча от значения α_d полученного при измерении, может быть определена по графику, показанному на Рис.В.10 и справедливому для лбых металлов.

8.4 Подбор и сравнение наклонных преобразователей по частоте ультразвуковых колебаний.

Приближенные значения частоты f ультразвуковых колебаний наклонных преобразователей оценивают косвенным методом по контрольным образцам № 3 и № 4 с целью подбора и сравнения преобразователей, изготовленных организациями, эксплуатирующими дефектоскопы.

Контрольный образец № 4 применяют при оценке частоты наклонного преобразователя, угол ввода луча которого, измеренный по контрольному образцу №2, составляет $50 \pm 2^\circ$.

Для оценки частоты наклонных преобразователей, угол ввода которых не соответствует указанному, пьезоэлектрический элемент с прокладкой, демпфером и разъемом переставляют на призму соответствующего преобразователя, обеспечивая угол ввода луча $(50 \pm 2)^\circ$.

8.4.1 Для оценки частоты f по контрольным образцам № 3 и № 4 следует:

а) установить преобразователь на контактную поверхность контрольного образца №4 и по экрану электронно-лучевой трубки выбрать сегментный отражатель, амплитуда эхосигнала от которого максимальна;

б) измерить в децибелах максимальную амплитуду U_d эхосигнала от выбранного сегментного отражателя;

в) измерить в децибелах максимальную амплитуду U_0 эхосигнала от вогнутой цилиндрической поверхности в контрольном образце № 3;

г) рассчитать разность $\Delta U = U_d - U_0$ измеренных амплитуд эхо-сигналов в децибелах.

8.4.2. Преобразователи с равными значениями диаметра пьезоэлектрического элемента и угла ввода луча в сталь могут быть отнесены по частоте f в одну группу, если измеренные для них значения ΔU не отличаются друг от друга более, чем на 2 dB.

Примечание. Приближенное значение частоты f (MHz) ультразвуковых колебаний, излучаемых преобразователем, может быть рассчитано по формуле (3) [1,2];

$$f = \frac{55 + 0,688r}{r,14^3 \sqrt{S_a}} \sqrt[3]{K^2} \quad (3)$$

где K - значение ΔU в относительных единицах; для перевода значения ΔU из dB в относительных единицах можно воспользоваться шкалой на линейке УКЛ-1;

r - средний путь ультразвука в призме наклонного преобразователя, мм;

S_a - площадь пьезоэлектрического элемента, участвующая в формировании эхо-сигнала, мм².

В некоторых случаях приближенное значение частоты f в зависимости от измеренной величины ΔU может быть оценено непосредственно по графику, рассчитанному по формуле (3) и приведенному на рис.8.11.

8.5. Условная чувствительность.

Условную чувствительность K_u дефектоскопа без аттенюатора определяют по контрольному образцу № 1, а дефектоскопа с аттенюатором - по контрольному образцу или № 1, или № 2.

Условную чувствительность по контрольному образцу № 1 (преобразователь в положении В на рис.8.1 выражают наибольшей глубиной (в миллиметрах) расположения отражателя, амплитуда эхо-сигнала от которого соответствует по величине порогу срабатывания автоматического сигнализатора дефектов (АСД) или достигает заданного уровня на экране электронно-лучевой трубки.

Условную чувствительность по контрольному образцу №2 выражают разностью в децибелах между показанием N_x аттенюатора, при данной настройке прибора и показанием N_0 аттенюатора, соответствующем максимальному ослаблению, при котором еще амплитуда эхо-сигнала от

цилиндрического отверстия диаметром 6 мм на глубине 44 мм соответствует порогу срабатывания АСД или достигает заданного уровня на экране электронно-лучевой трубки ($K_y = N_x - N_0$).

Условную чувствительность по контрольному образцу № 1 определяют при температуре, оговариваемой в нормативно-технической документации на контроль.

Условные чувствительности, измеренные по контрольным образцам № 1 и № 2, могут быть сопоставлены экспериментально.

8.6 Предельная чувствительность

Предельную чувствительность S_n в зависимости от марки контролируемого металла определяют по контрольному образцу № 2 или 2А в соответствии с выражением (4):

$$S_n = 10^{1/20 (N_x - (N_0 + \Delta N))} \times \frac{0,86 C_{t2} (H + r C_{11} / C_{t2} \times \cos^2 \alpha / \cos^2 \beta)^2}{f (H_0 + r C_{11} / C_{t2} \times \cos^2 \alpha / \cos^2 \beta)^{3/2} \times \cos^{1/2} \alpha} \times$$

$$\times \exp(2\delta_t (H - H_0) / \cos \alpha) \quad (4)$$

где N_0 - показание аттенюатора, соответствующее ослаблению эхо-сигнала от бокового цилиндрического отверстия в контрольном образце №2А или №2 до уровня, при котором оценивают предельную чувствительность, дВ;

N_x - показание аттенюатора, при котором оценивают предельную чувствительность дефектоскопа или при котором амплитуда эхо-сигнала от исследуемого дефекта достигает уровня, при котором оценивают предельную чувствительность, дВ;

ΔN - разность между коэффициентом прозрачности границы призма преобразователя - металл контролируемого соединения и коэффициентом прозрачности границы призма преобразователя - металл контрольного образца, дВ ($\Delta N \leq 0$). При эталонировании чувствительности по контрольному образцу, имеющему форму и чистоту поверхности такую же, как и контролируемое соединение $\Delta N = 0$;

C_{t2} - скорость поперечной волны в материале образца и контролируемого соединения, мм/с;

f - частота ультразвука, МГц;

r - средний путь ультразвука в призме преобразователя, мм;

C_{11} - скорость продольной волны в материале призмы, мм/с;

α, β - угол ввода ультразвукового луча в металл и угол призмы преобразователя соответственно, град;

H - глубина, для которой оцениваются предельная чувствительность или на которой расположен выявляемый дефект, мм;

H_0 - глубина расположения цилиндрического отверстия в образце, мм;

δ_t - коэффициент затухания поперечной волны в металле контролируемого соединения и контрольного образца, мм⁻¹.

Для упрощения определения предельной чувствительности использовать SKH-диаграмму, входящую в комплект КОУ-2.

Если параметры контроля не соответствуют параметрам, заложенным в прилагаемые диаграммы, следует рассчитать по приведенным выражениям и построить новую SKH-диаграмму.

Примеры:

Контроль швов стыковых сварных соединений листов толщиной 50 мм из малоуглеродистых сталей ($C_{t2}=3260$ м/с) выполняют наклонным преобразователем с параметрами: $\beta = 40^\circ$, $r = 11$ мм, $C_{11} = 2670$ м/с. Частота ультразвуковых колебаний, возбуждаемых преобразователем, лежит в пределах $2,5 \text{ МГц} \pm 20\%$. Коэффициент затухания

$$\delta_t = 0,001 \text{ мм}^{-1}.$$

При измерении по контрольному образцу № 2 установлено, что $\alpha = 50^\circ$.

SKH-диаграмма, рассчитанная для изложенных условий и $H_0 = 44$ мм по формуле (2), показана на рис. 8.7

Пример 1

Согласно паспорту на преобразователь $f = 2,5 \text{ МГц}$.

Эталонирование осуществляется по контрольному образцу № 2.

Путем сопоставления амплитуд эхо-сигналов от одинаковых цилиндрических отверстий в листах контролируемого металла и контрольном образце № 2 установлено, что $\Delta N = -6 \text{ dB}$.

Показание аттенюатора, соответствующее максимальному ослаблению, при котором еще звуковым индикатором

регистрируется эхо-сигнал от цилиндрического отверстия в образце, составляет $N_0=38\text{dB}$.

Требуется определить предельную чувствительность при показании аттенуатора дефектоскопа $N_x = 32\text{dB}$ и поиске дефектов на глубине $H = 30\text{ mm}$.

Искомое значение предельной чувствительности на SKH-диаграмме соответствует точке пересечения ординаты $H = 30\text{ mm}$ с линией $K_g = N_x - (N_0 + \Delta N) = 32 - (38 - 6) = 0\text{ dB}$ и составляет $S_n = 5\text{ mm}^2$.

Пример 2

Требуется настроить дефектоскоп на предельную чувствительность $S_n = 7\text{ mm}^2$ для глубины расположения искомых дефектов $H = 65\text{ mm}$; $N_0 = 38\text{ dB}$.

Заданным значениям S_n и H по SKH-диаграмме соответствует $K_g = N_x - (N_0 + \Delta N) = -9\text{ dB}$.

Тогда $N_x = K_g + (N_0 + \Delta N) = -9 + (38 - 6) = 23\text{ dB}$.

8.7 Мертвая зона

Мертвую зону M дефектоскопа с наклонным преобразователем проверяют по контрольному образцу №2 или 2А при чувствительности, необходимой для проведения контроля.

Мертвую зону проверяют по контрольному образцу № 2, если контролируемое соединение выполнено из малоуглеродистой или низколегированной стали (см. рис. 8.2).

При контроле соединений, отличающихся от малоуглеродистых и низколегированных сталей, мертвую зону проверяют по контрольному образцу № 2А, плита которого изготовлена из контролируемого металла. Мертвая зона не более минимальной глубины расположения отверстия диаметром 2 mm, уверенно выявляемого всеми индикаторами при заданной настройке дефектоскопа.

8.8 Погрешность глубиномера

Погрешность Δr глубиномера определяют по контрольному образцу № 1 или № 2 в соответствии с выражением (3):

$$\Delta r = \frac{T_u - T_o}{T_o} 100\% \quad (5)$$

Где T_u - интервал между двумя донными эхо-сигналами, измеренный по глубиномеру, μs ;

T_0 - номинальное значение интервала времени, указанное на контрольном образце ($T_0=20\mu s$), μs .

Интервал времени T_u измеряют при установке преобразователя над прорезью в контрольном образце №1 при температуре $20\pm 5^\circ C$ или на контактную поверхность в середине контрольного образца № 2.

8.9 Разрешающая способность по дальности.

Разрешающую способность по дальности T_p оценивают по минимальному интервалу времени между эхо-сигналами от "ступеньчатой" отражающей поверхности при работе прямым преобразователем (позиция Д на рис.В.1 или между эхо-сигналами от смежных отверстий при работе наклонным преобразователем (позиция Г на рис.В.1 в контрольном образце № 1, фронты которых не сливаются.

8.10 Диаграмма направленности наклонного преобразователя в плоскости падения луча и угол раскрытия Φ_k основного лепестка на уровне К.

8.10.1 Диаграмму направленности $\Phi(\alpha)$ наклонного преобразователя в плоскости падения луча определяют по контрольному образцу № 2 или № 2А в зависимости от марки металла контролируемого соединения.

Для определения диаграммы следует:

а) уточнить положение метки на призме, соответствующей точке выхода луча, согласно указаниям п.8.2;

б) измерить угол α ввода луча согласно указаниям п.8.3;

в) измерить в децибелах максимальную амплитуду U_m эхо-сигнала от отверстия диаметром 6 мм при совпадении точки выхода луча с измеренным в п."б" значением α на шкале контрольного образца;

г) измерить в децибелах амплитуды U эхо-сигналов от отверстия диаметром 6 мм при совпадении точки выхода луча с метками на шкале контрольного образца в пределах $\pm 10^\circ$ от измеренного значения α , шаг измерений 1° ;

д) вычесть из измеренных амплитуд U эхо-сигналов значение амплитуды U_m эхо-сигнала, соответствующее углу ввода луча;

е) перевести по таблицам или номограмме на линейке УКЛ-1 полученные в п."д" значения амплитуд в относительные единицы;

ж) полученные в п."е" результаты умножить на соответствующий коэффициент m из таблицы 4;

з) разделить полученные в п. "ж" значения $m\Delta U$ на соответствующие максимальные значения ($m\Delta U_{\max}$);

и) извлечь корень квадратной из всех значений, полученных в результате расчета по п. "з";

к) результаты, полученные после выполнений в п. "г, д, е, ж, з, и", свести в табл.3 и построить зависимость.

Примечание: В табл.3 в качестве примера приведены данные измерения и расчета диаграммы направленности преобразователя с параметрами $\beta=40^\circ$; $a = 6 \text{ мм}$; $f=2,5 \text{ МГц}$. Диаграмма показана на рис.В12.

8.10.2. Угол φ_k раскрытия основного лепестка диаграммы на уровне К определяют по контрольному образцу № 2 или № 2А в зависимости от марки металла контролируемого соединения.

Для определения φ_k следует:

а) уточнить положение метки на призме, соответствующей точке выхода луча, согласно указаниям п.8.2;

б) измерить в децибелах максимальную амплитуду U_m эхо-сигнала от отверстия диаметром 6 мм и заметить уровень на котором находится вершина эхо-сигнала на экране электронно-лучевой трубки;

в) увеличить аттенуатором чувствительность дефектоскопа на $\Delta U \text{ дБ}$, соответствующее значению K^2 , где К - уровень, на котором измеряется угол раскрытия лепестка; для перевода значения K^2 в относительных единицах в децибелы можно воспользоваться шкалой на линейке УКЛ-1;

г) перемещая преобразователь по контрольному образцу в обе стороны от положения, соответствующего максимальной амплитуде эхо-сигнала от отверстия $\varnothing 6 \text{ мм}$, отсчитать по шкале значения углов α_1 и α_2 , при совпадении с которыми метки на призме, соответствующей точке выхода луча, амплитуда эхо-сигнала достигает упомянутого уровня;

д) рассчитать значение φ_k по выражению:

$$\varphi_k = \alpha_2 - \alpha_1 \quad (6)$$

9 Определение

эквивалентной

площади выявленных дефектов

Расчетное значение эквивалентной площади S_e выявленного дефекта в зависимости от марки контролируе-

мого металла определяют по контрольному образцу № 2 или № 2А в соответствии с выражением, приведенным п.8.6.

Для упрощения определения эквивалентной площади рекомендуется использовать SKH-диаграмму, входящую в комплект КОУ-2.

Если параметры контроля не соответствуют параметрам, заложенным в прилагаемую диаграмму, следует рассчитать по приведенному выше выражению (6) и построить новую SKH-диаграмму.

Пример

Контроль швов стыковых сварных листов толщиной 50 мм из малоуглеродистых сталей ($C_{t2} = 3260 \text{ м/с}$) выполняют наклонным преобразователем с параметрами:

$\beta = 40^\circ$, $r = 11 \text{ мм}$, $C_{11} = 2670 \text{ м/с}$. Частота ультразвуковых колебаний, возбуждаемых преобразователем, лежит в пределах $2,5 \text{ МГц} \pm 20\%$.

Коэффициент затухания $\delta_t = 0,001 \text{ мм}^{-1}$.

При измерении по контрольному образцу № 2 установлено, что $\alpha = 50^\circ$.

Таблица 3 Результаты измерений и расчета диаграммы направленности $\Phi(\alpha)$ наклонного преобразователя с параметрами: $\beta = 40^\circ$; $a = 6 \text{ мм}$, $f = 2,5 \text{ МГц}$

α	U, dB	$\Delta U = U - U_m$		m	m ΔU	$\Phi^2(\alpha) = \frac{m\Delta U}{(m\Delta U)_{\text{max}}}$	$\Phi(\alpha)$
		dB	отн.ед				
40	13,0	15,6	0,166	463,5	76,946	0,132	0,364
41	15,0	13,6	0,209	473,4	98,945	0,169	0,412
42	17,0	11,6	0,263	485,3	127,622	0,218	0,466
43	18,3	10,3	0,306	496,9	152,052	0,259	0,509
44	20,6	8,0	0,398	510,0	202,963	0,347	0,589
45	23,0	5,6	0,500	522,0	260,978	0,446	0,668
46	25,3	3,3	0,684	536,4	366,883	0,627	0,792
47	26,3	2,3	0,767	551,6	423,095	0,723	0,850
48	27,6	1,0	0,892	567,8	506,440	0,866	0,931
49	28,6	0	1,000	584,9	594,866	1,000	1,000
50	27,6	1,0	0,892	601,9	536,866	0,918	0,958
51	26,3	2,3	0,767	623,6	478,318	0,818	0,904
52	25,3	3,3	0,684	643,0	439,804	0,712	0,844
53	22,6	6,0	0,501	665,0	333,175	0,569	0,754
54	19,6	9,0	0,355	688,6	264,457	0,418	0,647
55	16,3	12,3	0,243	713,9	173,487	0,297	0,545
56	13,0	15,6	0,166	743,0	123,334	0,211	0,459

Таблица 3 (продолжение)

α	U, dB	$\Delta U = U - U_m$		m	m ΔU	$\Phi^2(\alpha) =$ m $\Delta U / (m\Delta U)_{\max}$	$\Phi(\alpha)$
		dB	отн.ед				
57	8,3	20,3	0,096	770,6	73,980	0,126	0,355
58	2,3	26,3	0,05	806,7	40,333	0,069	0,262
59	0,6	28,0	0,039	841,6	32,824	0,056	0,236

Таблица 4

Значения коэффициентов m для расчета диаграммы направленности преобразователя.

α°	m	α°	m
30	358,3	55	713,9
31	391,1	56	743,0
32	397,6	57	770,6
33	403,8	58	806,7
34	411,3	59	841,6
35	419,1	60	879,8
36	427,2	61	918,8
37	435,0	62	967,5
38	442,3	63	1014,9
39	453,4	64	1074,6
40	463,5	65	1129,3
41	473,4	66	1199,1
42	485,3	67	1272,8
43	496,9	68	1356,2
44	510,0	69	1451,2
45	522,0	70	1552,8
46	536,4	71	372,6
47	551,6	72	402,3
48	567,8	73	438,6
49	584,9	74	465,1
50	601,9	75	525,0
51	623,6	76	582,3
52	643,0	77	647,6
53	665,0	78	729,4
54	688,6	79	824,9
		80	949,2

Примечание. Значение m для углов α в пределах от 30 до 70° соответствуют глубине расположения центра отверстия диаметром 6 мм Н = 44 мм, а для углов α в пределах от 71 до 80° - Н = 15 мм.

SKH-диаграмма, рассчитанная для изложенных условий и $N_0 = 44$ мм по формуле, приведенной в п.8.6, указана на рис.В.7.

По паспорту преобразователя установлено, что $f = 2,2$ МГц.

Путем сопоставления амплитуд эхо-сигналов от одинаковых цилиндрических отверстий в листе контролируемого металла и в контрольном образце № 2 установлено, что $\Delta N = -6$ dB.

Показание аттенюатора, соответствующее максимальному ослаблению, при котором еще звуковым индикатором фиксируется эхо-сигнал от цилиндрического отверстия в контрольном образце, составляет $N_0 = 43$ dB.

Требуется определить эквивалентную площадь S_e выявленного дефекта. В соответствии с измерениями глубина расположения дефекта $H = 50$ мм, а показание аттенюатора, при котором еще фиксируется эхо-сигнал от дефекта $N_x = 37$ dB.

Искомое расчетное значение эквивалентной площади S_e выявленного дефекта на SKH-диаграмме соответствует точке пересечения ординаты $H = 50$ мм с линией

$K_d = N_x - (N_0 + \Delta N) = 37 - (43 - 6) = 0$ dB и составляет $S_e = 14$ мм².

10 Определение координат дефектов и параметров сканирования с помощью универсальной координатной линейки УКЛ-1

10.1 Определение глубины H залегания выявленного дефекта и расстояния L от него до точки ввода луча.

Пример. При контроле сварного соединения толщиной 40 мм из стали с мелкозернистой структурой применен дефектоскоп с наклонным преобразователем; время распространения ультразвука в призме последнего составляет 14 μ s ($2 t_n = 14 \mu$ s); измерением, выполненным на контрольном образце № 2, установлено, что угол ввода луча в сталь у этого преобразователя равен 55° ($\alpha = 55^\circ$) x/.

В процессе контроля обнаружены эхо-сигналы, смещенные, согласно показаниям глубиномера, на время $T_1 = 36 \mu$ s и $T_2 = 56 \mu$ s; для определения координат отражающих поверхностей необходимо:

- из показаний глубиномера $T_1(T_2)$ вычесть время распространения ультразвука в призме $T_1 - 2t_n = 36-14 = 22 \text{ } \mu\text{s}$ ($T_2 - 2t_n = 56-14 = 42 \text{ } \mu\text{s}$), получаем время распространения ультразвука в контролируемом материале;

- найти точку на шкале 1 соответствующую известному значению $T_1 - 2t_n$ ($T_2 - 2t_n$) и $\alpha = 55^\circ$, для чего визир 2 установить на значение $T_1 - 2t_n$ ($T_2 - 2t_n$) по шкале У1;

- определить искомые координаты отражающих поверхностей по значениям линий уровня L и H, проходящих через найденную точку.

В результате получаем

$$H_1 = 21 \text{ mm}; \quad L_1 = 30 \text{ mm};$$

$$H_2 = 40 \text{ mm}; \quad L_2 = 57 \text{ mm};$$

Очевидно, что первая отражающая поверхность является дефектом, расположенным в корне шва, а вторая - неровностью на поверхности валика усиления.

х/ При контроле сварных соединений с крупнозернистой структурой от значения угла α измеренного по контрольному образцу № 2, следует отнимать значение $\Delta\alpha$ определяемое по вспомогательной шкале (см. п. 9.5).

10.2 Определение пределов $L_{\min}$ и $L_{\max}$ перемещения искателя при прозвучивании шва (рис. 8.13).

Пример. При контроле стыкового шва толщиной $h = 20 \text{ mm}$ прозвучивание верхней части осуществляется однократно отраженным лучом, вводимым в шов углом $\alpha = 65^\circ$.

Из рис. 8.13. видно что $L'_{\min} = 5 + A^1$.

Значение A^1 находим на шкале по линии уровня L, проходящей через точку пересечения линии уровня $H = h = 20 \text{ mm}$ с линией, соответствующей углу $\alpha = 65^\circ$, т.е. $A^1 = 43 \text{ mm}$, значение $L'_{\max}$ находим по точке пересечения линии уровня $H = 2h = 40 \text{ mm}$ с линией, соответствующей $\alpha = 65^\circ$, т.е. $L'_{\max} = 85 \text{ mm}$.

10.3 Определение возможности полного прозвучивания шка с помощью выбранного преобразователя.

Пример. Требуется уточнить возможность прозвучивания шва толщиной $h = 30$ мм прямым и однократно отраженным лучом, вводимым в металл под углом $\alpha = 55^\circ$ (рис. 8.14); ширина валика $b = 30$ мм; стрела преобразователя $n = 20$ мм.

Преобразователь может быть применен для контроля, если обеспечивается прохождение акустической оси луча через центр симметрии (точка 0 на рис. 8.14) при одном из положений преобразователя.

Это условие выполняется, если через точку пересечения одной из линий α° на шкале 1, соответствующей применяемому преобразователю, с линией уровня $L = b/2 + n$ мм при прозвучивании прямым лучом или с линией уровня $L = b/2 + 5$ мм при прозвучивании отраженным лучом проходит линия уровня $H = h/2$.

В данном примере через эти точки проходит линия уровня $H = 25$ мм при прозвучивании прямым лучом и $H = 13$ мм при прозвучивании отраженным лучом. В связи с этим преобразователь с углом $\alpha = 50^\circ$ может быть использован только для прозвучивания шва отраженным лучом.

10.4 Выбор угла ввода для контроля шва

Пример. Требуется выбрать угол луча для прозвучивания шва прямым лучом (рис. 8.14). Минимальное значение угла определяется по точке пересечения линии уровня $L = b/2 + n = 30/2 + 20 = 35$ с линией уровня $H = h/2 = 30/2 = 15$ мм и согласно шкале составляет $\alpha_{\min} = 67^\circ$.

10.5 Определение величины измерения угла луча вследствие затухания ультразвука.

Пример. Контроль сварного соединения толщиной 500 мм с крупнозернистой структурой выполняется при частоте 1.8 МГц преобразователем с углом призмы $\beta = 50^\circ$, половина угла раскрытия основного лепестка которого на уровне 0,8 составляет $\phi_0 = 3^\circ$. Экспериментально измерено, что коэффициент затухания δ_t поперечной волны в шве равен 0,008 N_p /мм. По контрольному образцу № 2 установлено, что угол ввода луча $\alpha = 65^\circ$.

В процессе контроля обнаружен дефект; измерения координат, выполненные в предположении, что угол ввода луча $\alpha = 65^\circ$, показали, что дефект расположен на глубине $H = 250$ мм. Тогда условное затухание ультразвука составит $\delta_t H = 2,0 N_p$. Совместив оси ординат

движка 5 со значением $\alpha = 65^\circ$ на вспомогательной шкале П по точке пересечения линии уровня (2) $\delta H = 2,0$ с линией уровня $\Delta\phi_0 = 3^\circ$, находим значение $\Delta\alpha = 3^\circ$. Следовательно изменение угла ввода луча вследствие затухания ультразвука составляет приблизительно 3° , а истинный угол ввода луча при выявлении указанного дефекта 62° .

11 Методы и средства поверки

11.1 Операции поверки

При выпуске из производства, эксплуатации и хранении должны выполняться операции, указанные в табл.5.

Периодичность поверки в процессе эксплуатации - 1 раз в год.

Таблица 5

Наименование операций	Номера пунктов методических указаний	Обязательность проведения операций при:		
		Выпус-ке из произ-вод-ства	Ремон-те	Экс-плуа-тации и хра-нении
Внешний осмотр и проверка комплектности	11.4.1.1	Да	Да	Да
Определение толщины контрольного образца № 1	11.4.1.2	Да	Да	Нет
Определение расстояния от прорези до рабочей плоскости в контрольном образце № 1	11.4.1.2	Да	Да	Нет
Определение глубины пазов в контрольном образце № 1	11.4.1.2	Да	Да	Нет
Проверка соответствия аттестат-графика контрольному образцу №1	11.4.1.9	Да	Да	Да

Таблица 5 (продолжение)

Наименование операций	Номера пунктов методичес- ких указа- ний	Обязательность проведения опе- раций при:		
		Выпус- ке из произ- вод- ства	Ремон те	Экс- плуа- тации и хра- нении
Определение скорости продольной ультразвуковой волны в контрольных образцах №1-4	11.4.1.4	Да	Да	Да
Определение высоты контрольных образцов № 2, 3 и 4	11.4.1.5	Да	Да	Нет
Определение диаметра отверстия дм.6 мм в контрольном образце № 2	11.4.1.6	Да	Нет	Нет
Определение смещения отверстий дм.6 мм от номинального расположения в контрольном образце № 2	11.4.1.6	Да	Нет	Нет
Определение расстояний L любой риски шкалы от базовой в контрольном образце № 2	11.4.1.7	Нет	Да	Нет
Определение смещения нулевой риски от центра полуокружности в контрольном образце № 3	11.4.1.7	Нет	Да	Нет
Определение площади сегментных отражателей и угла наклона их к плоскости образца № 4	11.4.1.8	Нет	Да	Нет

Таблица 5 (продолжение)

Наименование операций	Номера пунктов методических указаний	Обязательность проведения операций при:		
		Выпус-ке из произ-вод-ства	Ремон-те	Экс-плуа-тации и хра-нении
Определение расстояний L любой риски шкалы от базовой в контрольном образце № 2 и накладке к контрольному образцу №2А	11.4.1.7	Нет	Да	Нет
Проверка отклонения условной чувствительности для отражателей от номинального значения	11.4.1.14	Да	Нет	Нет
Проверка габаритных размеров комплекта КОУ-2	11.4.1.11	Да	Да	Да
Проверка массы комплекта КОУ-2	11.4.1.12	Да	Да	Да
Определение изменения скорости в контрольном образце ММ-4 при изменении температуры окружающего воздуха	11.4.1.13	Да	Нет	Нет
Проверка соответствия аттестат-графика конструкторской документации	11.4.1.15	Да	Нет	Нет
Проверка массы брутто	11.4.1.16	Да	Да	Да
Определение затухания продольной ультразвуковой волны в контрольных образцах ММ2,3 и 4	11.4.1.3	Да	Нет	Нет
Проверку отклонения условной чувствительности для отражателей	11.4.1.10	Да	Нет	Нет

11.2 Средства поверки

11.2.1 При проведении поверки должны применяться средства, перечисленные в табл.8.

11.3 Условия поверки и подготовка к ней.

11.3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

1) температура окружающего воздуха $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$, $(293 \pm 5)^\circ\text{K}$, относительная влажность от 45 до 80%, атмосферного давления от 84,0 до 106,7 кПа.

2) Напряжение сети переменного тока для питания приборов $220 \text{ В} \pm 2\%$, частотой 50 Гц.

3) Измерение производят после прогрева приборов не менее 30 мин.

11.4 Проведение проверки

11.4.1 Внешний осмотр

11.4.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие КОУ-2 следующим требованиям:

-соответствие комплекта КОУ-2 чертежам предприятия изготовителя, маркировке и упаковке;

11.4.1.2 Определение толщины, глубины пазов и расстояния до прорези в контрольном образце № 1 производят штангенциркулем с точностью измерения 0,05 мм. Образец соответствует требованиям технических условий, если измеренные значения соответственно составляют (30_{-21}) ; $(26,7_{-0,21})$; $(5^{+0,3})$ и $(7,5^{+0,36})$ мм.

11.4.1.3 Определение затухания продольной ультразвуковой волны в контрольных образцах №№ 2, 3 и 4 производят с помощью аттестованного предприятием-изготовителем дефектоскопа УД2-12 (2.1) (или любого другого, имеющего электронно-лучевую трубку, аттенуатор с минимальным ослаблением 2 дБ и частотный диапазон с рабочей частотой 2,5 МГц) путем сравнения амплитуд третьих донных эхо-сигналов в контрольных образцах №№ 2, 3 и 4 и образце № 2, аттестованном в Департаменте «Молдовастандарт».

Определение затухания продольной ультразвуковой волны в контрольных образцах №№ 2, 3 и 4 производят в следующей последовательности:

1) дефектоскоп подготавливают для работы с раздельно-совмещенным преобразователем П112-2,5-12-002 на частоту 2,5 МГц положение переключателя "СИНХРОНИЗАЦИЯ" "ВНУТР";

2) подключают раздельно-совмещенный преобразователь на частоту 2,5 МГц к выходу дефектоскопа;

3) регулировки дефектоскопа "ВРЧ" и "ОТСЕЧКА" выключить.

Регулировками мощности возбуждающего импульса, расстояния (длительности развертки), ослабления (аттенюатора) устанавливают изображение, удобное для наблюдения.

Устанавливают преобразователь на боковую поверхность аттестованного образца №2 вне зоны отверстий и маркировки, добиваются устойчивого акустического контакта и близкого к экспоненциальному спада амплитуд донных эхо-сигналов и затем сравнивают амплитуды третьих донных эхо-сигналов в испытуемом образце и в образце № 2, аттестованном в Департаменте «Молдовастандарт».

Испытуемые контрольные образцы соответствуют требованиям, если амплитуда третьего донного эхо-сигнала в испытуемых образцах и в образце аттестованном в Департаменте «Молдовастандарт» не отличаются друг от друга более, чем на ± 2 dB.

11.4.1.4 Определение скорости ультразвуковой волны в контрольных образцах № 1, 2, 3, 4 производится по схеме измерения, приведенной на рис. В.15 путем измерения интервала времени между первым и третьим донными эхо-сигналами в испытуемом образце. Скорость продольной ультразвуковой волны определяется по формуле:

$$C_1 = 4h/t * 1000 \text{ (м/с)}, \quad (7)$$

где h - толщина испытуемого образца (mm), измеренная микрометром;

t - измеренное время (μs)

Измерение интервала времени между первым и третьим донными эхо-сигналами производится в следующей последовательности:

1) собирают схему в соответствии с рис. В.15. Дефектоскоп подготавливают для работы с совмещенным преобразователем на частоту 2,5 МГц, положение переключателя "СИНХРОНИЗАЦИЯ" - "ВНЕШ", отсечка - полностью введена;

2) подключают совмещенный преобразователь П112-2,5-К12-002 на частоту 2,5 МГц к выходу дефектоскопа;

3) регулировки измерителя временных интервалов И2-26 устанавливают в следующие положения:

индикаторный блок "УРОВЕНЬ" - 0
"ВРЕМЯ/ДЕЛ" - 10 μ s;
"КАЛИБРАТОР" - выкл.
"ПЛАСТИНА ЭЛТ-УСИЛИТЕЛЬ" -
"УСИЛИТЕЛЬ";

ИВС "ПЕРИОД + 10 μ s" - 1 ms
"ЗАДЕРЖКА" - все нули
"ЗАПУСК" - "ВНУТР"

запускающий импульс	{	"АМПЛИТУДА"	- среднее ;
		"ПОЛЯРНОСТЬ"	-  ;
		"ЗАДЕРЖКА"	- 0 ;

4) устанавливают преобразователь на боковую поверхность испытуемого образца вне зоны приклеенной пластины, отверстий, гравировки и сегментных отражателей и добиваются надежного акустического контакта и максимума донного эхо-сигнала. Регулировка мощности возбуждающего импульса, ВРЧ и расстояния (длительности развертки) дефектоскопа и регулировками "V/ДЕЛ", "УРОВЕНЬ" и "АМПЛИТУДА $V \times 10$ " И2-26 установить изображение так, чтобы линия развертки находилась посередине экрана И2-26 и чтобы полностью просматривался первый донный эхо-сигнал.

Совместить передний фронт первого донного эхо-сигнала на уровне 0,1 с любой вертикальной линией экрана И2-26. Затем переключателями "ЗАДЕРЖКА" И2-26 совместить передний фронт третьего донного эхо-сигнала на уровне 0,1 с той же вертикальной линией экрана. При этом на шкале переключателей "ЗАДЕРЖКА" появится измеренное значение временного интервала. При измерении обеспечивают постоянство уровней донных эхо-сигналов.

Образцы удовлетворяют требованиям, если рассчитанное по результатам измерений значение скорости не выходит за пределы 2670 ± 148 м/с для контрольного образца № 1 и 5900 ± 118 м/с для контрольных образцов № 2, 3 и 4.

11.4.1.5 Определение высоты контрольного образца № 2, № 3, № 4 производится при помощи микрометров типа МК с пределами измерения от 25 до 125 мм.

Образцы считаются годными, если измеренные значения высот не выходят за пределы установленных допусков: для контрольного образца № 2 - $(59_{-0,3})$ мм, для контрольного образца № 3 - $(55_{-0,2})$ мм, для контрольного образца № 4 - $(35,5_{-0,17})$ мм.

11.4.1.6 Определение диаметра отверстия 6 мм и смещения его центра в контрольном образце № 2 производится с помощью штангенциркуля 0 - 125 следующим образом:

- 1) измерить размеры А, В и ØД (см.рис.15а);
- 2) определить смещение центра отверстия диаметром 6 мм Δ_1 и Δ_2 по формулам:

$$\Delta_1 = 44 - (A + D/2), \text{ мм} \quad (8)$$

$$\Delta_2 = 50 - (B + D/2), \text{ мм} \quad (9)$$

Образец соответствует требованиям, если измеренное значение диаметра отверстия Д находится в пределах от 6 до 6,3 мм, если смещения отверстия Δ_1 и Δ_2 не более $\pm 0,3$ мм.

11.4.1.7 Определение расстояния любой риски шкалы от базовой в контрольном образце № 2 и накладке к контрольному образцу № 2А, а также определение смещения нулевой риски от центра полуокружности в контрольном образце № 3 производится с помощью универсального измерительного микроскопа УИМ-21.

При измерениях шкалу установить перед окуляром микроскопа так, чтобы при горизонтальном перемещении стола микроскопа, кромка шкалы перемещалась параллельно горизонтальной риске визира окуляра.

Базовую риску проверяемой шкалы совместить с вертикальной риской визира окуляра вращением микрометрического винта горизонтального перемещения стола. Записать показание измерительной шкалы микроскопа соответствующее нулевой риске проверяемой шкалы. Затем, вращая микрометрический винт горизонтального перемещения стола, совместить вертикальную риску визира окуляра микроскопа с последующей риской проверяемой шкалы и записать новое показание измерительной шкалы микроскопа.

Разница показаний даст расстояние между базовой и измеряемой рисками шкалы.

Отклонение указанных характеристик от номинальных значений не должно превышать $\pm 0,1$ мм.

11.4.1.8 Определение площади сегментных отражателей и угла наклона их к плоскости образца в контрольном образце № 4 производится при помощи измерительного микроскопа, синусной линейки ЛС1-100х60 и мер длины концевых плоскопараллельных путем измерения высоты и хорды сегмента и длины лунки, образовавшейся при изготовлении сегментного отражателя. Измерение угла наклона сегментных отражателей основано на измерении линейных отрезков. Для этого необходимо установить контрольный образец № 4 на синусной линейке и путем подбора размера Н блока плоскопараллельных концевых мер обеспечивать параллельность плоскости измеряемого сегментного отражателя рабочей плоскости стола микроскопа. При этом в окуляре микроскопа виден четко выраженный контур сегмента. Основная формула для установки синусной линейки $\sin \beta = H / L$,

где L - расстояние между осями роликов синусной линейки, равное 100 мм. Откуда для сегментного отражателя под углом $\beta = 48^\circ$ набор концевых мер Н должен быть равен 74,31 мм, для $\beta = 50^\circ$ Н = 76,60 мм для $\beta = 52^\circ$ Н = 78,80.

Измерение высоты сегмента и длины лунки производится на микроскопе УИМ-21 по методике аналогичной п.11.4.1.7.

Площадь сегментных отражателей определяется по формуле:

$$S = \frac{\pi(l^2 + 4h^2/8h)^2 \arctg(2h/l)}{90} - \frac{l(l^2 - 4h^2)}{16h}, \text{ мм}^2 \quad (10)$$

а угол между плоскостью образца и отражающей плоскостью сегментов по формуле:

$$\alpha = \arccos h/b, \text{ град.} \quad (11)$$

где l - длина хорды, мм;
h - высота сегмента, мм;
b - длина лунки, мм.

Образец удовлетворяет требованиям, если рассчитанное по результатам измерений значения площади сегментных отражателей не выходит за пределы $(6 \pm 0,3) \text{ мм}^2$ и значения угла между плоскостью образца и отражающей плоскостью сегментов не выходит за пределы $48^\circ \pm 15'$; $50^\circ \pm 15'$; $52^\circ \pm 15'$. При этом измеренное значение высоты сегмента, длины лунки и длины хорды должны соответствовать данным, приведенным в табл. 6.

Таблица 6

Номинальное значение угла между отражающей поверхностью сегмента и плоскостью образца, град	48	50	52
Высота сегмента, мм	$1,93 \pm 0,05$	$1,93 \pm 0,05$	$1,93 \pm 0,05$
Длина лунки, мм	$2,88 \pm 0,08$	$3,00 \pm 0,07$	$3,13 \pm 0,08$
Длина хорды, мм	$4,00 \pm 0,08$	$4,00 \pm 0,08$	$4,00 \pm 0,08$

11.4.1.9 Проверку соответствия аттестат-графика контрольному образцу № 1 производят следующим образом:

а) Собрать схему согласно рис. В.16

1 Преобразователь наклонный П121-2,5-50°-002;

2 Магазин затуханий МЗ-50-2;

3 Дефектоскоп УД2-12 (2.1) ;

4 R_1 - резистор С2-10-0,25-85,6 $\pm 0,5\%$

б) Подготовить дефектоскоп для работы на частоте 2,5 МГц. Регуляторы "ВРЧ" и "ОТСЕЧКА" - отключить.

Определить значение K_y "20 и K_y "50 по формулам:

$$K_y \text{ "20} = N_{x20} - N_0, \text{ dB} \quad K_y \text{ "50} = N_{x50} - N_0, \text{ dB} \quad (12)$$

Где N_{x20} , N_{x50} - показания аттенюатора магазина затуханий, dB при измерении амплитуд эхо-сигналов от отражателей на глубинах 20 мм и 50 мм соответственно в проверяемом образце № 1;

N_0 - показание аттенюатора магазина затуханий, dB при измерении амплитуд эхо-сигнала от отверстия диаметром 6 мм на глубине 44 мм в контрольном образце № 2.

Амплитуды эхо-сигналов N_0 , N_{x20} , N_{x50} при измерениях устанавливать на стандартный уровень по экрану дефектоскопа.

Аттестат-график соответствует требованиям, если значение K_y "20 не отличается от фактически замеренного более чем на $\pm 1,0$ dB, а K_y "50 более, чем на ± 2 dB.

Если значения K_y "20 и K_y "50 отличаются более чем на ± 1 dB и ± 2 dB соответственно, строится новый график, и в дальнейшем при настройке дефектоскопа на заданную чувствительность пользуется новым аттестат-графиком.

11.4.1.10 Отклонение условной чувствительности K_{y1} для отражателей на глубине от 25 до 45 мм на аттестат графике от фактических значений не должно превышать 2 dB.

11.4.1.11 Проверку габаритных размеров производят штангенциркулем с пределом измерения до 400 мм. При этом габаритные размеры комплекта КОУ-2 должны быть не более 342 мм x 258 мм x 124 мм.

11.4.1.12 Проверку массы производят взвешиванием на весах с пределом измерения до 150 kg. При этом масса комплекта КОУ-2 должна быть не более 10 kg.

11.4.1.13 Проверка изменения скорости продольной ультразвуковой волны в зависимости от изменения температуры окружающего воздуха и устойчивости к воздействию температуры окружающего воздуха производятся следующим образом :

а) проверяют параметры контрольных образцов комплекта КОУ-2;

б) контрольные образцы №2, 3, 4 покрывают слоем смазки ПВК ГОСТ 19537, которая снимается с рабочей поверхности образца при проверке и восстанавливается каждый раз перед помещением образца в климатическую камеру;

в) контрольные образцы №1, 2, 3 и 4 помещают в климатическую камеру и изменяют температуру в ней до минус (10 ± 3) °C, выдерживают в течение 2h и производят проверку по 11.1.4.1.3, 11.4.1.4 ;

д) контрольные образцы подвергаются естественному нагреву до температуры (20 ± 5) °C, выдерживают в течение 4 h и затем производят проверку по 11.4.1.4;

е) контрольные образцы помещают в климатическую камеру и изменяют температуру в ней до $(50 \pm 3)^\circ\text{C}$ соответствующий, выдерживают в течении 2 h и производят проверку по 11.4.1.3 и 11.4.1.4;

ф) контрольные образцы подвергаются естественному охлаждению до температуры $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$, выдерживают в течении 4 h и производят проверку по 11.4.1.3 и 11.4.1.4;

Комплект КОУ-2 считают выдержавшим испытания, если в процессе испытаний затуханий в контрольных образцах ММ2,3,4 не отличается более, чем на $\pm 2\text{dB}$ от номинальной величины, скорость в контрольных образцах ММ2,3,4 не превышает $(5900 \pm 118)\text{m/s}$, а скорость в контрольном образце М1 соответствует таблице

Таблица 7

Температура $^\circ\text{C}$	Минус (10 ± 3)	Плюс (25 ± 10)	Плюс (50 ± 3)
Скорость продольной ультразвуковой волны, м/с	2760 ± 147	2670 ± 148	2580 ± 138

11.4.1.14 Проверка отклонения условной чувствительности для отражателей от номинального значения производится следующим образом:

а) выполнить указание 11.4.1.9, перечисление а, 11.4.1.9 перечисление б;

б) определить значения условной чувствительности для отверстий глубиной залегания от 25 до 45 мм по формуле:

$$K_{y1} = N_{x1} - N_{00} \quad \text{dB} \quad (13)$$

где

i - принимает значения 25, 30, 35, 40, и 45 (глубина залегания отражателей), мм;

N_{x1} - показания аттенюатора магазина затуханий, dB,

при измерении амплитуд эхо-сигналов от отражателей на глубинах от 25 до 45 мм;

N_0 - показания аттенюатора магазина затуханий, dB, при измерении амплитуды эхо-сигнала от отражателя на глубине 44 мм в контрольном образце №2 аттестованном в органах Государственной службы.

Амплитуда эхо-сигналов при измерениях устанавли- вать равными стандартному уровню.

с) сравнить измеренные значения K_{y1} для отража- телей на глубинах от 25 до 45 мм с соответствующими точками на аттестат-графике, построенном для проверя- емого образца.

Образец удовлетворяет требованиям, если при изме- рении значения условной чувствительности для отража- телей на глубинах от 25 до 45 мм отличаются от соот- ветствующих точек на аттестат-графике не более чем на ± 2 dB.

11.4.1.15 Проверка соответствия аттестат-графика производится путем сличением с конструкторской доку- ментацией.

11.4.1.16 Проверка массы брутто по производится путем взвешивания комплекта КОУ-2 на весах с пределом взвешивания до 50 kg.

Комплект КОУ-2 соответствует требованиям если масса брутто - не более 28 kg.

11.5 Оформление результатов поверки

11.5.1 Положительные результаты поверки должны оформляться путем нанесения поверительного клейма в паспорте, и выдается свидетель- ство о поверке.

11.5.2 Запрещается выпуск в обращение и применение комплектов, прошедших поверку с отрицательным результатом.

Обязательно в этом случае указание в документах по оформлению результатов поверки о непригодности поверенных комплектов КОУ-2.

Таблица 8 Средства используемые для проверок

Наименование	Требования
Дефектоскоп ультразвуко- вой УД2-12 (2.1) РТ MD 19-00227749-006-98	Наличие электронно-луче- вой трубки, аттенюатора с минимальным ослаблением 2 dB и частотным диапа- зоном с рабочей частотой 2,5 МHz. Точность сравне- ния двух эхо-сигналов, от-

Наименование	Требования
Преобразователь ультразвуковой П111-2,5-К12-002 РТ МД 17-00227749-008-97	личающихся друг от друга не более чем на 3дБ-не ниже 0,7дБ Эффективная частота эхо-импульса (2,5±0,22) МГц
Преобразователь ультразвуковой П112-2,5-12-002 РТ МД 17-00227749-008-97	Эффективная частота эхо-импульса (2,5 ±0,22) МГц
Преобразователь ультразвуковой П121-2,5-50°-002 РТ МД 17-00227749-007-97	Диаметр пьезопластины 12 мм Угол ввода = (50±1,5)° Эффективная частота максимума преобразования - (2,5±0,22) МГц
Измеритель временных интервалов И2-26	Погрешность измерения временных интервалов в диапазоне от 10^{-8} до 10^{-2} с не более $\pm(0,01\% + 4 \cdot 10^{-9} \text{ с})$
Меры длины концевые плоскопараллельные ГОСТ 9038-83	
Микрометры типа МК	Пределы измерения от 25 до 125 мм. Точность измерения 0,01мм
Универсальный измерительный микроскоп УИМ-21 Линейка синусная ЛС1-100х60 ГОСТ4046-80	Точность измерения-1цм
Штангенциркуль 0 - 125	Предел измерения до 125мм Точность измерения 0,1 мм
Штангенциркуль 0 - 400	Предел измерения до 400мм Точность измерения 0,05мм
Магазин затуханий МЗ-50-2	Диапазон частот 0-10 МГц; Максимальное ослабление не менее 50 дБ. Минимальная степень ослабления не более 0,3 дБ.

Таблица 8 (продолжение)

Наименование	Требования
Резистор С2-10-0,25-85,6 $\pm$ 0,5%	Номинал подбирается в зависимости от типов применяемых дефектоскопов и магизинов затуханий
Весы товарные РН-50-Ш13М	Предельная нагрузка -50кг
Камера климатическая	Погрешность $\pm$ 0,05 кг Температура от минус 53 $^{\circ}$ С до 53 $^{\circ}$ С. Относительная влажность до 98% при 35 $^{\circ}$ С
Образец контрольный №2 КЫ8.899.036	Аттестован в органах государственной метрологической службы
Стенд с приводом для возвратно-поступательного движения	Скорость перемещения (0,3 $\pm$ 0,06) м/с, давление на призму (4,9 $\pm$ 0,49)N, пределы перемещения (60 $\pm$ 10)mm
Стенд ударный	Частота ударов от 80 до 120 min $^{-1}$. Ускорение до 30 м/с 2
Призма КЫ17.019.001 Установка вибрации ВУС 70/200	Частота вибрации до 25Hz Амплитуда не более 0,1mm

Литература

- 1 ГОСТ 14782-76. Контроль неразрушающий. Швы сварные. Методы ультразвуковые.
- 2 Гурвич А.К., Ермолов И.Н. Ультразвуковой контроль сварных швов. Киев, "Техника", 1972.
- 3 Гурвич А.К., Кузьмина Л.И. и др. "Дефектоскопия", 1976.

Приложение А (справочное)

Пояснения терминов, встречающихся в описании

Термины	Определения
1 Дефект	Одна несплошность (или нарушение структуры) или группа сосредоточенных несплошностей (нарушений структуры), не предусмотренная конструкторско-технологической документацией и независимая по воздействию на объект от других несплошностей (структурных изменений).
2 Недопустимый дефект	Дефект, подлежащий обнаружению при неразрушающем контроле с целью устранения (исправления) или с целью недопущения объекта с таким дефектом к эксплуатации.
3 Измеряемые характеристики дефекта	Величины, измеряемые при обнаружении дефекта данным методом контроля и в совокупности позволяющие с определенной достоверностью оценивать образ дефектов и идентифицировать дефекты по их виду в соответствии с заданными граничными значениями этих величин.
4 Неразрушающий контроль	Контроль качества продукции, который должен не нарушать ее пригодность к использованию по назначению.
5 Физический метод неразрушающего контроля	Физический неразрушающий метод обнаружения дефекта.

Термины	Определения
5 Физический метод неразрушающего контроля (далее метод неразрушающего контроля)	не нарушать ее пригодность к использованию по назначению. Физический неразрушающий метод обнаружения дефекта, основанный на использовании конкретного способа фиксации дефекта.
6 Основные параметры контроля	Регулируемые параметры метода и процесса контроля, обуславливающие достоверность обнаружения дефектов
7 Вариант метода контроля	Метод контроля при заданных значениях основных параметров его
8 Система неразрушающего контроля	Совокупность вариантов одного метода или различных методов неразрушающего контроля, используемых по определенной программе для оценки качества данного объекта; В частном случае система может включать один или несколько вариантов одного метода.
9 Акустическая ось	Геометрическое место точек максимальной интенсивности в дальней зоне поля преобразователя и его геометрическое продолжение в ближней зоне
10 Точка выхода	Точка пересечения акустической оси с контактной поверхностью преобразователя
11 Стрела преобразователя	Расстояние от точки выхода до передней грани наклонного преобразователя
12 Диаграмма	При излучении: зависи-

Термины	Определения
направленности	мость амплитуды поля преобразователя в дальней зоне от угла между текущим направлением и акустической осью, соответствующей максимальной амплитуде поля. При приеме: зависимость электрического напряжения на приемнике упругих колебаний от угла падения упругой волны, отсчитываемого от акустической оси приемника
13 Контактная поверхность	Поверхность сварного соединения, на которой располагается преобразователь при контроле
14 Угол ввода луча	Угол между нормалью к поверхности, на которой установлен преобразователь, и линией, соединяющей центр цилиндрического отражателя с точкой выхода при установке преобразователя в положение, при котором амплитуда эхо-сигнала от отражателя наибольшая
15 Частота ультразвуковых колебаний	Номинальная частота или основная частота спектра упругих колебаний, применяемых для неразрушающего контроля.
16 Условная чувствительность	Чувствительность, характеризующаяся размерами и глубиной залегания выявляемых искусственных отражателей, выполненных в образце из материала с определенными акустическими свойствами

Термины	Определения
	кими свойствами При ультразвуковом контроле сварных соединений условную чувствительность определяют по контрольному образцу № 1 или по контрольному образцу № 2. Условную чувствительность по контрольному образцу № 1 выражают наибольшей глубиной (в миллиметрах) расположения цилиндрического отражателя, фиксируемого индикаторами дефектоскопа. Условную чувствительность по контрольному образцу № 2 выражают разностью (в децибелах) между показанием аттенуатора при данной настройке дефектоскопа и показанием, соответствующим максимальному ослаблению, при котором еще цилиндрическое отверстие диаметром 6А, фиксируется индикаторами дефектоскопа.
17 Предельная чувствительность	Чувствительность, характеризующаяся минимальной площадью (в мм^2) отверстия плоским дном, ориентированным перпендикулярно акустической оси преобразователя, которое еще обнаруживается на заданной глубине в изделии при данной настройке аппаратуры
18 Мертвая зона	Область сварного соединения к контактной повер-

Термины	Определения
19 Погрешность Глубиномера	хности, дефекты в которой не выявляются при данной настройке прибора. Мертвую зону при контроле наклонным преобразователем характеризуют минимальной глубиной расположения уверенно выявляемого всеми индикаторами дефектоскопа цилиндрического отражателя диаметром 2 мм и длиной более ширины ультразвукового пучка, выполненного в контрольном образце № 2 или № 2А. Погрешность измерения известного интервала времени между двумя донными эхо-сигналами.
20 Разрешающая способность	Минимальное расстояние между дефектами в направлении прозвучивания, при котором эти дефекты регистрируются отдельно. Разрешающую способность при данной настройке прибора характеризуют наименьшим временем между эхо-сигналами, фронты которых не сливаются от двух последовательно расположенных поверхностей.

Приложение В (справочное)

Скорость распространения продольных (C_l) и поперечных (C_t) волн.

Вещество	C_l м/с	C_t м/с
Бериллий	12500	7200
Вода	1500	-
Вольфрам	5400	2620
Воздух	330	-
Глицерин	1923	-
Дюралюминий	6260	3080
Магний	4600	2200
Масло	1425	-
Трансформаторное		
Медь	4700	2260
Полистирол	2350	1120
Полиэтилен	2480	-
Сталь	5900	3260
Стекло	2670	1121
Органическое		
Стекло кварцевое	5570	3315
Фторопласт	1340	-
Цинк	4170	2410

Приложение В (обязательное).

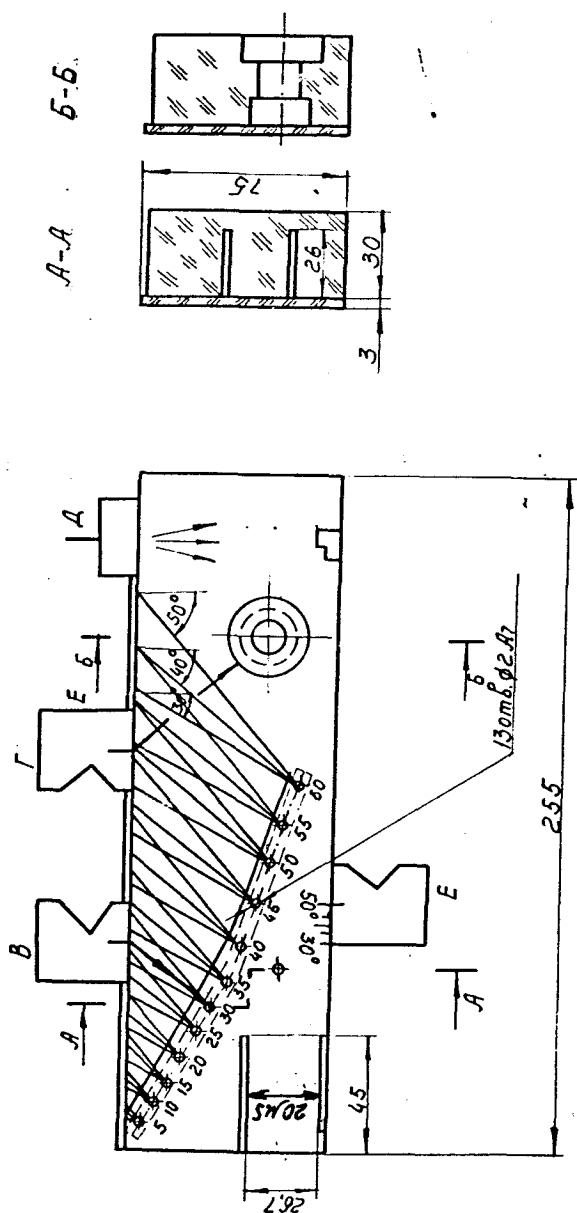


Рис. В.1 - Контрольный образец №21

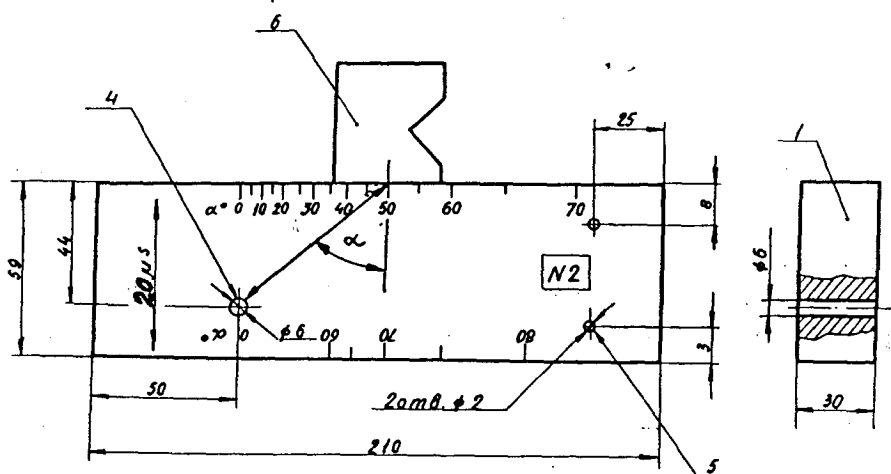


Рис. В.2 - Контрольный образец N2.

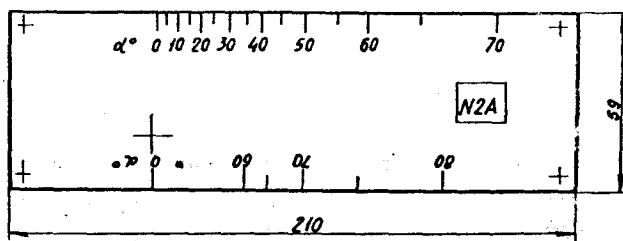


Рис. В.3 - Накладка к контрольному образцу N2A.

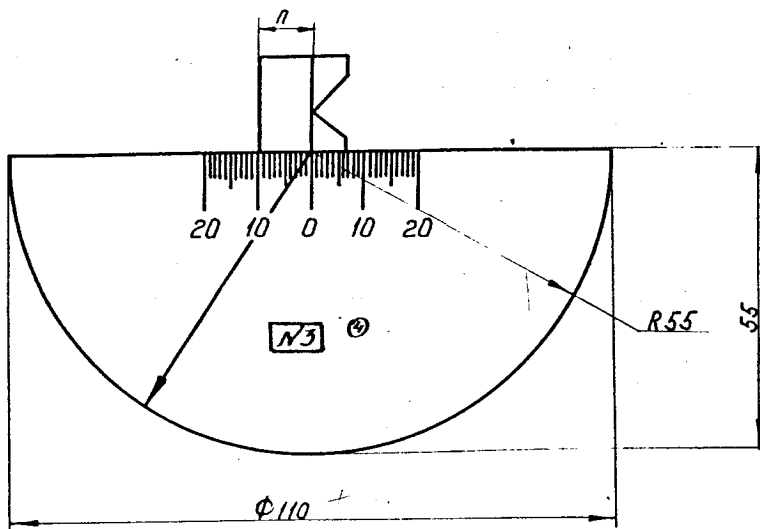


Рис. В.4 - Образец контрольный №3

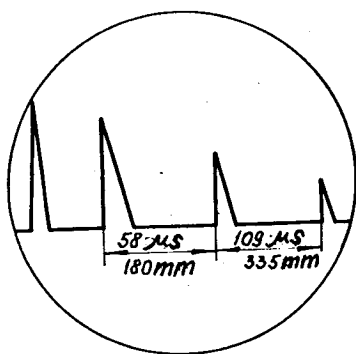


Рис. В.5 - Данные отражения в контрольном образце №3

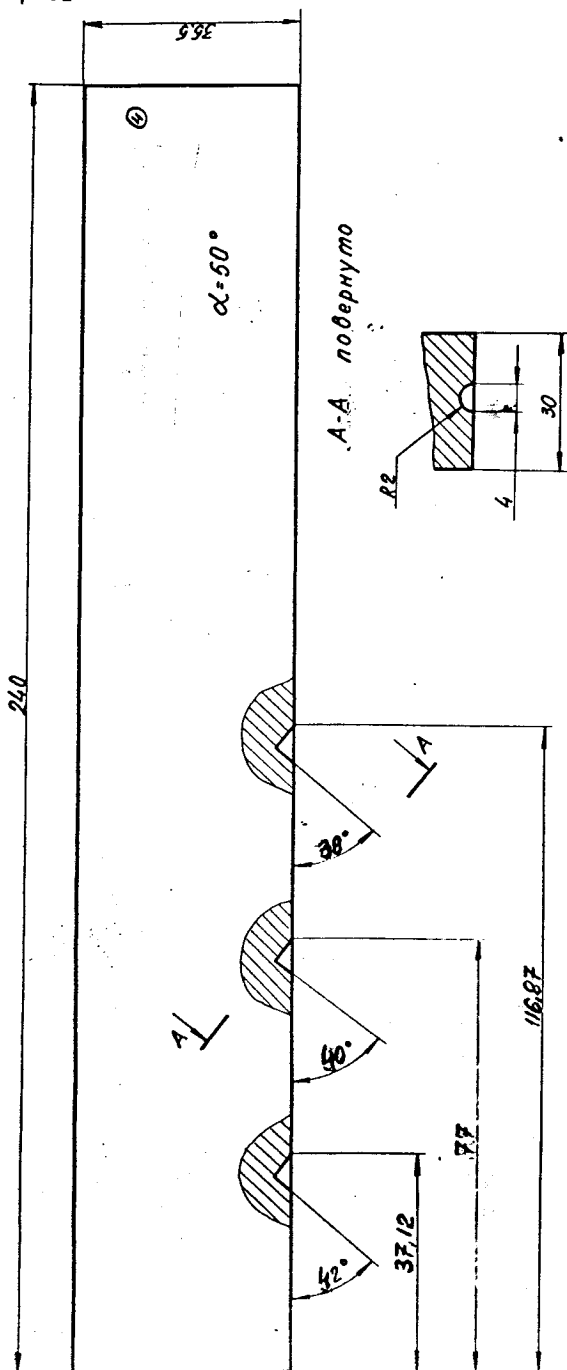


Рис. В6 - Образец контрольный №4

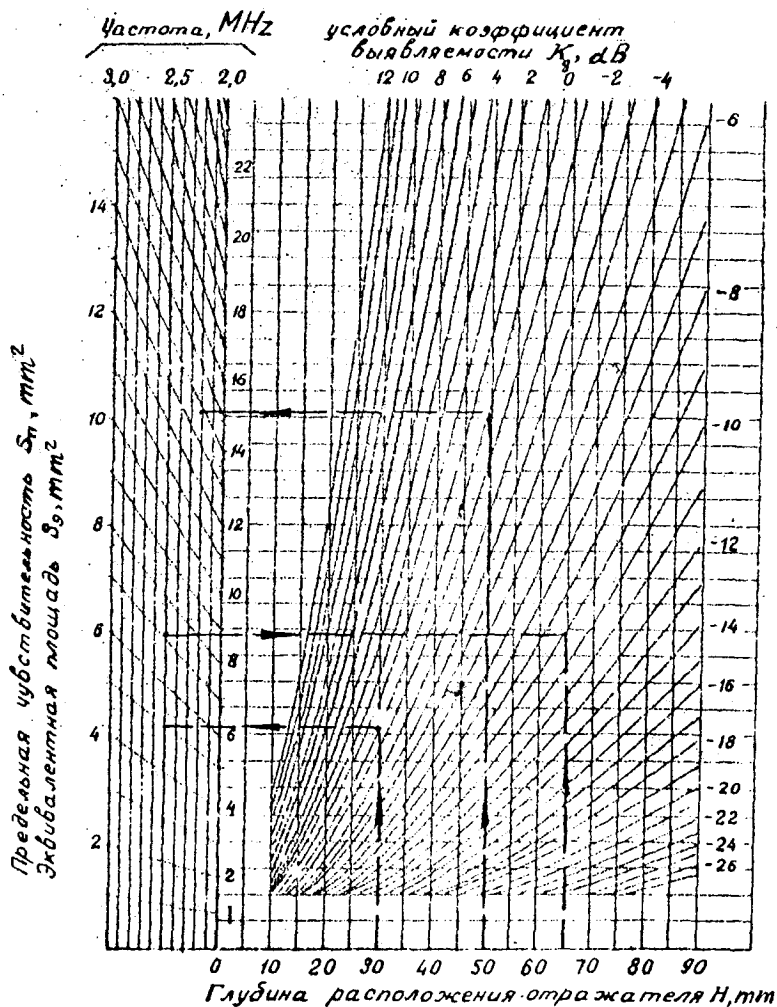


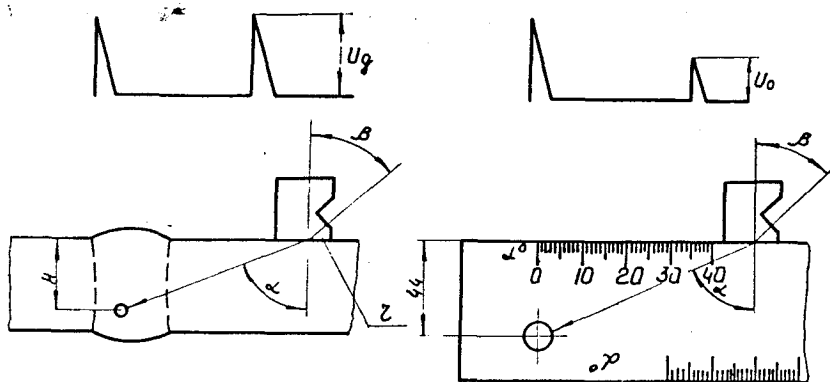
Рис. В.7 -лицевая сторона шкалы (S_{KN} -диаграммы).

Параметры наклонного преобразователя

$$\begin{aligned} a &= 6 \text{ мм} \\ B &= 40^\circ (\alpha = 50^\circ) \\ z &= 11 \text{ мм} \\ C_L &= 2610 \text{ м/с} \end{aligned}$$

Материал: сталь малоуглеродистая низколегированная

$$\begin{aligned} \delta_t &= 0,001 \text{ мм}^{-1} \\ C_t &= 3260 \text{ м/с} \end{aligned}$$



$$K_{dB} = U_d - U_0$$

Контрольный образец №2

U_d - амплитуда эхо-сигнала от дефекта, дБ;
 U_0 - амплитуда эхо-сигнала от отверстия $\phi 6A1$
 B контрольном образце №2, дБ.

Рис. В.8 - Обратная сторона шкалы (СКН-диаграммы) для наклонного преобразователя с $B = 40^\circ$ ($\alpha = 50^\circ$); $a = 6 \text{ мм}$

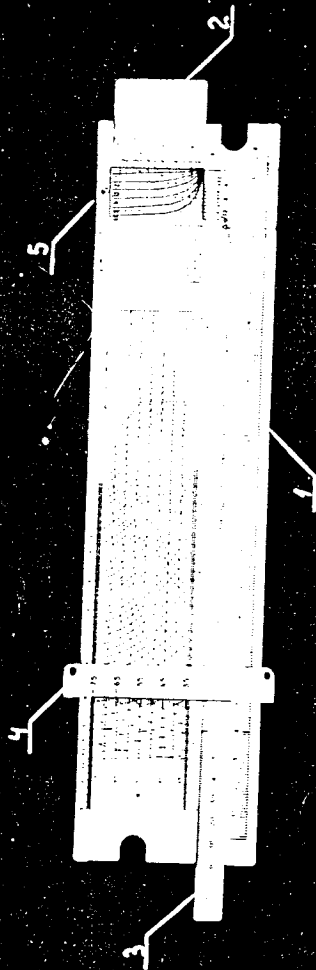


Рис. 89 - Универсальная линейка "УКА-1"

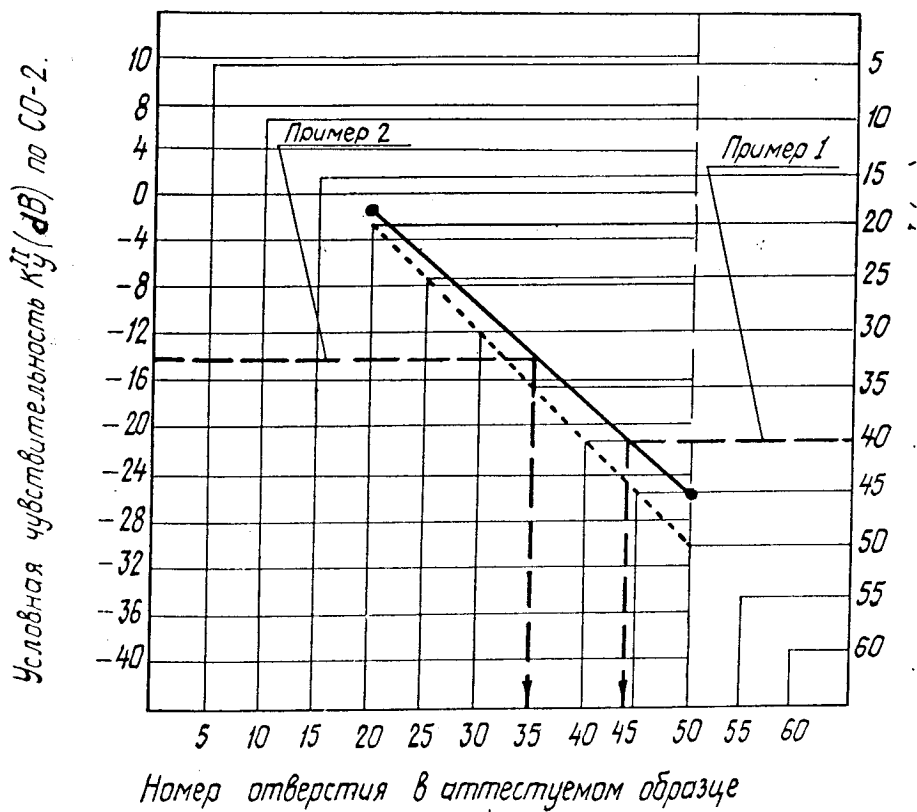


Рис. В.9а

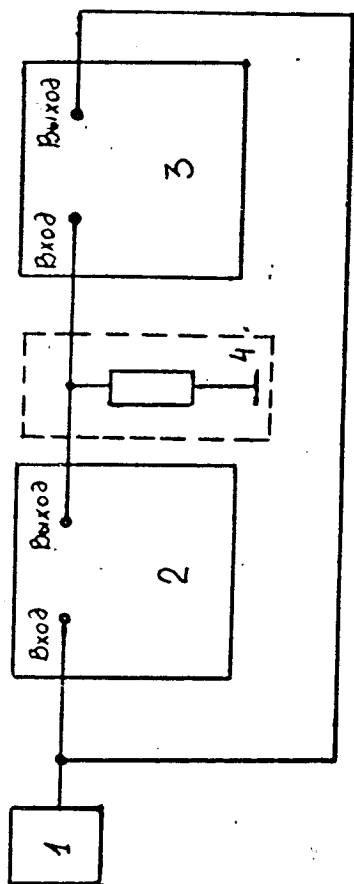


Рис. В98

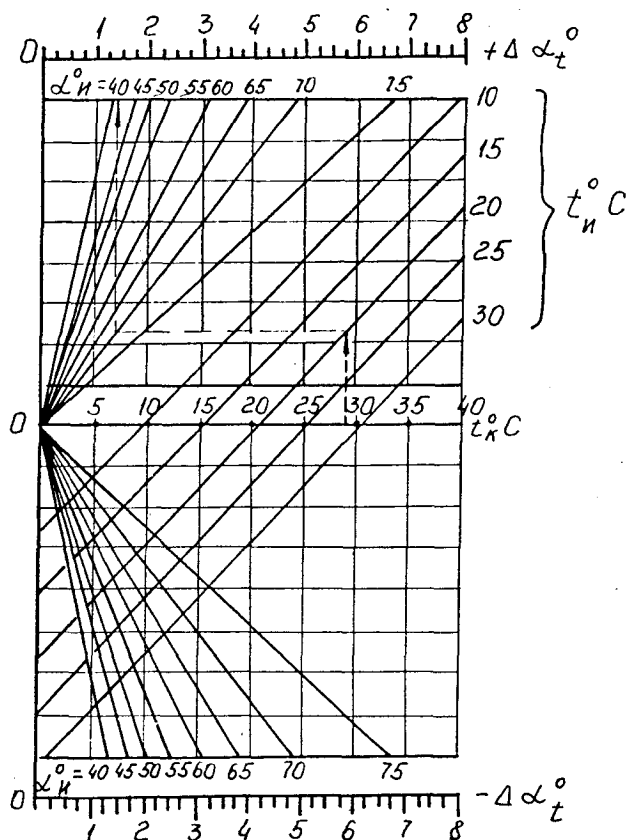


Рис. В.10 – График для определения отклонения $\Delta \alpha$ истинного значения угла ввода луча при температуре t_k от значения α_k , полученного при измерении при температуре t_n .

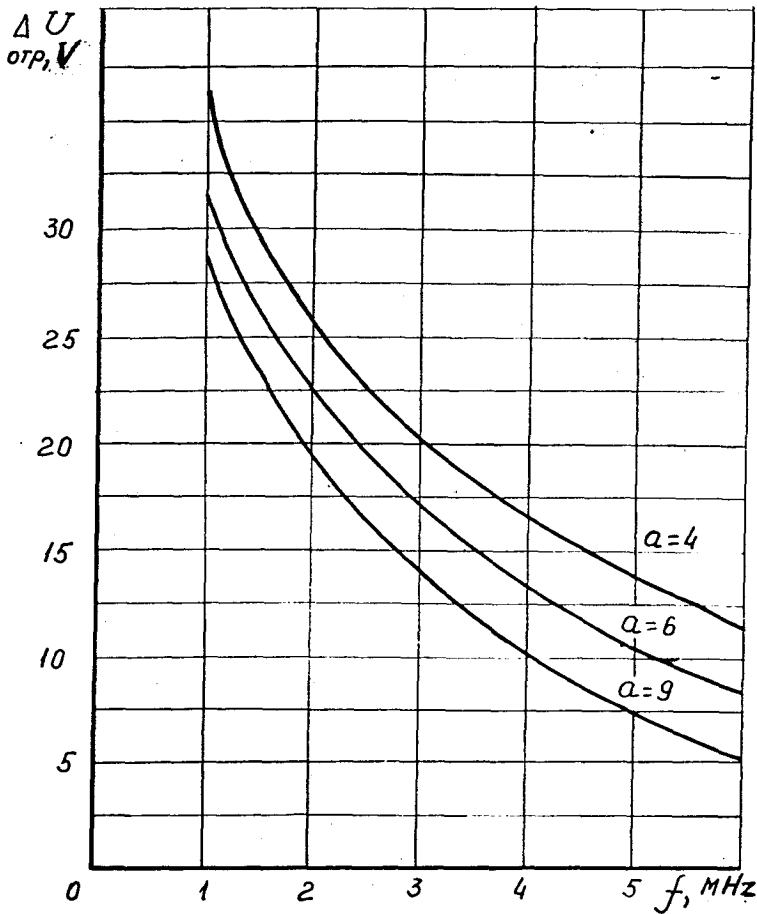


Рис. В11 — График для оценки частоты f по разности ΔU измеренных амплитуд эхо-сигналов от сегментного отражателя в контрольном образце №4 и от вогнутой цилиндрической поверхности в контрольном образце №3 для преобразователей с углом в вода $50 \pm 2^\circ$ ($B=40^\circ$) с параметрами: $a=4\text{mm}$, $z=6\text{mm}$; $a=6\text{mm}$, $z=10\text{mm}$; $a=9\text{mm}$, $z=13\text{mm}$

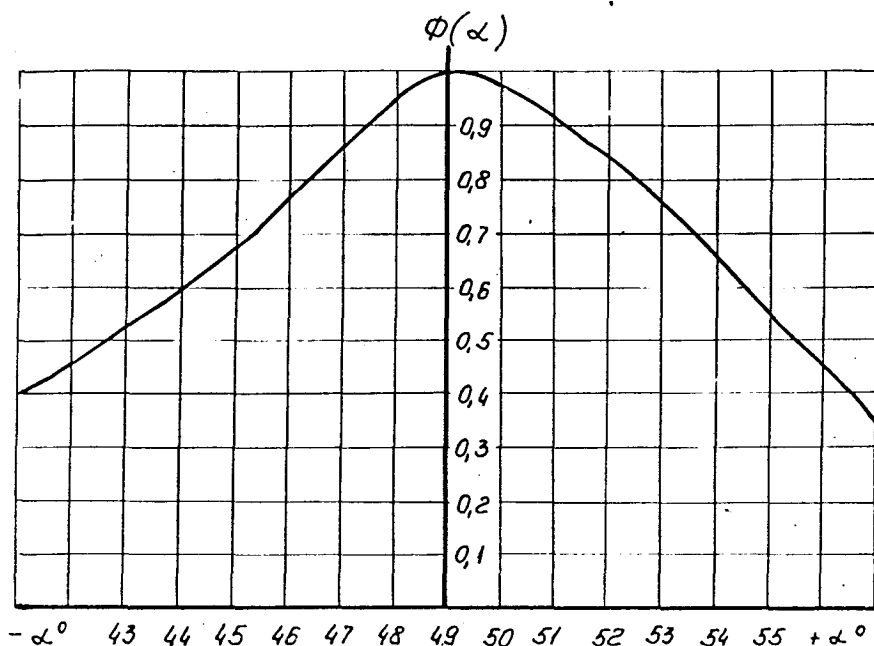


Рис. В.12 - Измеренная по контрольному образцу N2
диаграмма направленности (основной лепесток)
поля поперечной волны преобразователя с номиналь-
ными параметрами: $B=40^\circ$; $a=6\text{ мм}$, $f_0=2,5\text{ МГц}$

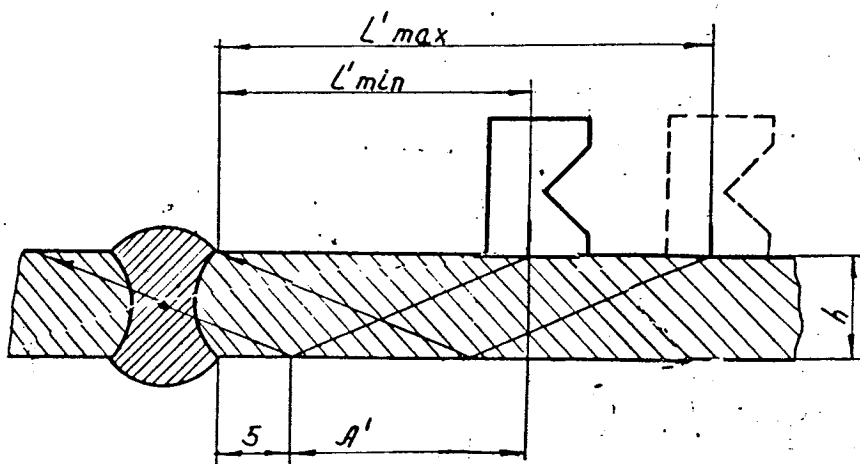


Рис.В.13 - Определение пределов L'_{min} , L'_{max} перемещения преобразователя при прозвучивании шва.

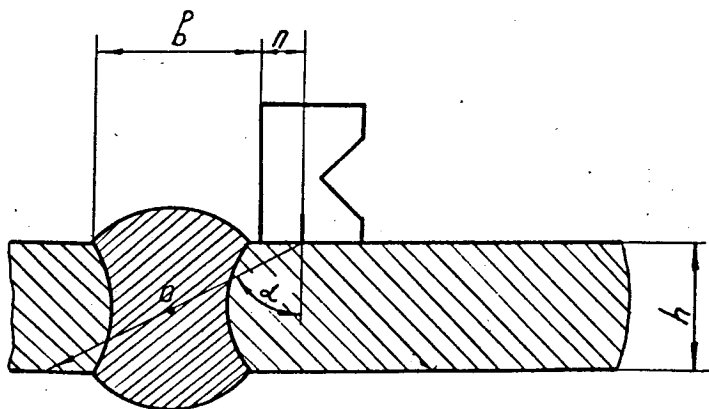


Рис.В.14 - Определение возможности полного прозвучивания шва с помощью выбранного преобразователя.

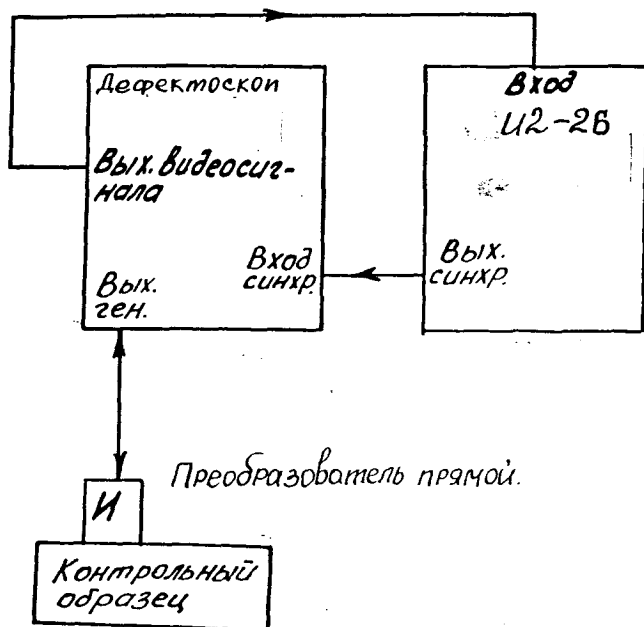


Рис. В.15 - Схема соединений приборов для проверки интервала
времени между первым и третьим эхо-сигналом.

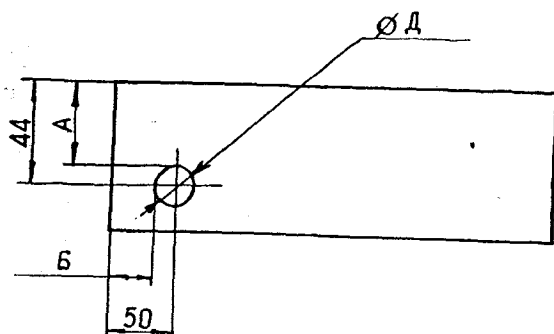


Рис. В.15а

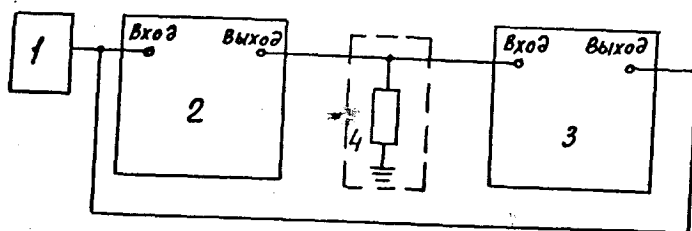


Рис. В.16