Приложение А

Применение АРД- шкал для настройки чувствительности и оценки обнаруженных дефектов в трубопроводах диаметром более 500мм и толщиной стенки 20 мм и более.

А.1 Общие положения.

А.1.1 В настоящей Приложении приведены АРД- шкалы для настройки чувствительности наклонных ПЭП (см. таблицу_____) производства ООО «АЛТЕС»* применяемых для контроля сварных соединений трубопроводов толщиной $t \geq 20$мм.

А.1.2 АРД- шкалы представляют собой выпрямленные и пронормированные относительно постоянного опорного сигнала кривые АРД- диаграммы. Шкалы скомплектованы в виде графических таблиц отдельно для каждого типа ПЭП и заданного коэффициента затухания. Внутри таблиц параллельно расположены выпрямленные кривые для различных максимально допустимых эквивалентных площадей S с учетом действующих норм оценки (см. _____).

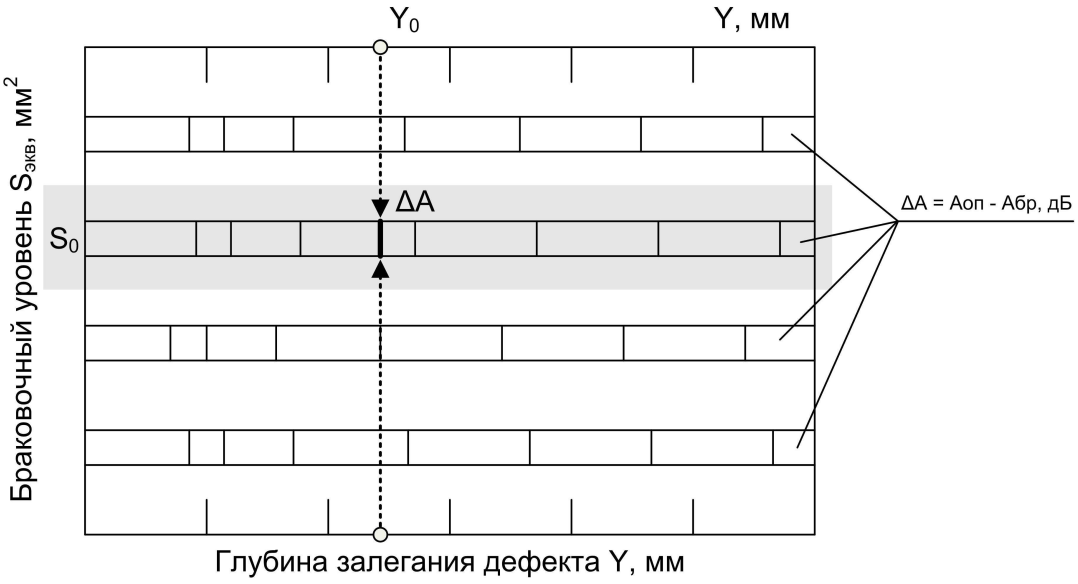
А.1.3 Общий вид такой графической таблицы показан на рисунке А.1.

Значение поправки чувствительности $\Delta A_{АРД}$ определяется по АРД- шкале (см. рисунок А.1) в точке пересечения глубины залегания дефекта Y_o и значения максимально допустимой эквивалентной площади S_0. Величина поправки $\Delta A_{АРД}$ показывает на сколько эхо- сигнал от плоскодонного отражателя площадью S_0, расположенного на глубине h_0, отличается от опорного эхо- сигнала от отверстия ∅6 мм в СО-2.

А.1.4 Перед проведением настройки чувствительности необходимо провести настройку длительности развертки, строба, глубиномерного устройства.

---

* *При использовании ПЭП других производителей использовать АРД- шкалы поставляемые с преобразователями.*



$A_{бр}$ - амплитуда эхо-сигнала, соответствующая браковочному уровню S.

$A_{оп}$ - амплитуда опорного эхо-сигнала от отверстия ∅6 мм в СО-2.

$\Delta A_{АРД} = A_{бр} - A_{оп}$ – величина поправки чувствительности по АРД-шкале, дБ.

Рисунок А.1 - Принцип работы с АРД- шкалами.

А.2 Настройка чувствительности.

А.2.1 Исходя из значения толщины и типа контролируемого сварного соединения выбирают ПЭП (см. таблицу ___) и устанавливают его на образец СО-2.

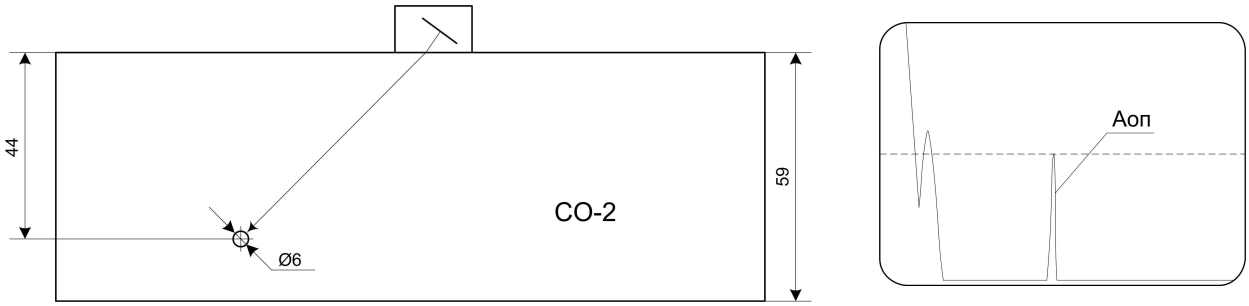


Рисунок А.2 - Настройка чувствительности на образце СО-2.

А.2.2 Находят максимум опорного эхо- сигнала от отверстия ∅6 мм в СО-2 (глубина расположения отверстия – 15 или 44 мм должна быть указана на

АРД- шкале), устанавливают его уровень на середину экрана и запоминают его амплитуду в децибелах - опорный уровень чувствительности $A_{оп}$.

А.2.3 Для используемого ПЭП строят таблицу амплитуд, соответствующих браковочному уровню $A_{бр}$ и уровню фиксации (контрольному) $A_к$ с учетом поправок на шероховатость поверхности $\Delta A_{шер}$ и поправки чувствительности по АРД- шкале $\Delta A_{АРД}$.

При этом:

- $S_{брак}$ определяют по действующим нормам для толщины контролируемого сварного соединения (см. _____);
- $Y_{макс}$ определяют как максимально возможную глубину залегания несплошностей в данном сварном соединении с учетом схемы контроля. При контроле прямым лучом $Y_{макс}=t$ и однократно отраженным лучом $Y_{макс}=2t$, где t - номинальная толщина сварного соединения.

А.2.3.1 Значения браковочного уровня чувствительности $A_{бр}$ вычисляют по формуле:

$$A_{бр} = A_{оп} - \Delta A_{АРД} + \Delta A_{шер}, \text{ (дБ)}$$

А.2.3.2 Значения уровня фиксации (контрольного) $A_к$ вычисляют по формуле:

$$A_к = A_{бр} + 6, \text{ (дБ)}$$

А.2.4 Пример проведения настройки чувствительности.

А.2.4.1 Задание на контроль:

Контролю подлежит кольцевое стыковое сварное соединение МГ ∅1420х31,6 мм с оценкой качества по нормам СТО Газпром 2-2.4-083-2006. Контроль проводится дефектоскопом УИУ «СКАНЕР».

А.2.4.2 Вводные данные:

Контроль проводится наклонным ПЭП прямым и однократно отраженным лучом. Используется преобразователь П121-2,5-65 S производства ООО «АЛТЕС», а также соответствующая данному преобразователю АРД-шкала (см. рисунок А.5).

По нормам СТО Газпром 2-2.4-083-2006 для толщины 31,6 мм и уровня качества при строительстве «В» максимально допустимая эквивалентная площадь $S_{брак}$ = 5 мм^2.

А.2.4.3 Настройка:

А.2.4.3.1 Получаем на СО-2 максимальный эхо-сигнал от отверстия ∅6 мм на глубине 44 мм и устанавливаем его уровень на середину экрана. При этом значение амплитуды составило $A_{оп}$=38 дБ.

А.2.4.3.2 Проведя замер разницы шероховатости и волнистости поверхности объекта контроля и СО-2 (см. приложение [redacted]) получили значение 4 дБ.

А.2.4.3.3 Для используемого ПЭП строим таблицу амплитуд (см. таблица А.1), соответствующих браковочному уровню $A_{бр}$ и уровню фиксации (контрольному) $A_к$ с учетом поправок на шероховатость поверхности $\Delta A_{шер}$ и поправки чувствительности по АРД- шкале $\Delta A_{АРД}$ для толщин до 63,2мм .

Таблица А.1 – Значения амплитуд браковочных и контрольных уровней (пример контроля изделия толщиной t= 31,6 мм).

Глубина залегания Y, мм	10,0	15,0	20,0	25,0	31,6	35,0	40,0	45,0	50,0	55,0	60,0	63,2
$A_{оп}$ (по СО-2), дБ	38											
$\Delta A_{АРД}$ (для $S_э$=5мм^2), дБ	15	11	7	4	0	-2	-4	-7	-9	-12	-14	-15
$\Delta A_{шер}$, дБ	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
$A_{бр}$ (соотв $S_э$=5мм^2), дБ	27	31	35	38	42	44	46	49	51	54	56	57
$A_к$ (соотв $S_э$=2,5мм^2), дБ	33	37	41	44	48	50	52	55	57	60	62	63

Из АРД- шкалы (см. рисунок А.5) для S=5 мм^2 и h=31,6 мм находим, что величина поправки $\Delta A_{АРД}$ = 0 дБ. Это означает, что эхо- сигнал от несплошности

с эквивалентной площадью 5 мм^2 на глубине 31,6 мм имеет такую же величину, что и эхо- сигнал от бокового отверстия ∅6 мм на глубине 44 мм в СО-2*.

Для проведения контроля однократно отраженным лучом по АРД- шкале для S=5 мм^2 и h=2·t= 63,2 мм находим, что величина поправки ΔА = -15 дБ. Это означает, что эхо- сигнал от несплошности с эквивалентной площадью 5 мм^2 на глубине 63,2 мм меньше эхо- сигнала от бокового отверстия ∅6 мм на глубине 44 мм в СО-2 на 15 дБ*.

Однако в обоих приведенных случаях необходимо ввести поправку на шероховатость (в примере $\Delta A_{шер}$ = 4 дБ), так как качество поверхности СО-2 и контролируемого изделия могут существенно отличаться. В итоге получено по формуле п.А.2.3 , что для глубин залегания 31,6 мм и 63,2 мм, при $A_{оп}$ =38 дБ, эхо сигналы, соответствующие $S_э$=5мм^2, имеют браковочные амплитуды $A_{бр}$ = 42 дБ и 57дБ, соответственно. Аналогично вычисляем браковочные амплитуды для других глубин залегания дефекта, а также по формуле п.А.2.3.2 вычислены амплитуды, соответствующие уровню фиксации дефектов $A_к$ для различных глубин залегания дефекта.

А.2.4.3.4 При проведении контроля - для поиска дефектов рекомендуется установить:

- для контроля прямым лучом $A_К$ = 42+6 = 48 дБ;
- для контроля однократно отраженным лучом $A_К$ = 57+6 = 63 дБ.

Настройка чувствительности для поиска дефектов произведена. Можно приступать к проведению контроля.

---

* Справедливо в том случае, когда качество поверхностей образца СО - 2 и контролируемого изделия идентичны.

А.2.5 Оценка обнаруженных несплошностей.

А.2.5.1 При обнаружении (фиксации) несплошности измеряют ее глубину залегания «Y» и максимальную амплитуду $А_{деф}$ эхо- сигнала по уровню середины экрана.

А.2.5.2 По таблице значений амплитуд браковочных и контрольных уровней (в данном примере - см. таблицу А.1) производят оценку допустимости несплошности по её амплитуде $А_{деф}$. При этом возможны следующие ситуации:

а) Цифровое значение амплитуды* эхо- сигнала от дефекта $А_{деф}$ меньше, чем цифровое значение* величины $А_{бр}$ на текущей глубине залегания «Y» (т.е. уровень сигнала от дефекта выше, чем браковочный уровень для данной глубины «Y»). Несплошность оценивается как недопустимый дефект по амплитуде.

б) Цифровое значение амплитуды* эхо- сигнала от дефекта $А_{деф}$ находится между цифровыми значениями, соответствующими уровню фиксации и браковочному уровню для текущей глубины залегания «Y». Это означает, что эхо- сигнал не превышает браковочный, но выше уровня фиксации или равен ему. Такая несплошность подлежит регистрации и дальнейшей оценке по условным размерам.

Измерение условных размеров проводят на уровне фиксации (контрольном уровне чувствительности).

в) В случае, если цифровое значение амплитуды* эхо- сигнала от дефекта $А_{деф}$ больше цифрового значения, соответствующего уровню фиксации, то он не подлежит регистрации (т.е. уровень амплитуды сигнала от дефекта ниже, чем уровень фиксации).

А.2.9.4 Производят оценку эквивалентной площади несплошности.

---

* Примечание – Имеется ввиду шкала «усиление» дефектоскопа УИУ «СКАНЕР»

Оценку эквивалентной площади $S_{деф}$ несплошности с помощью АРД-шкал производят в следующем порядке:

- вычисляют величину Δ , дБ:

$$\Delta = A_к - A_{деф} \quad , дБ$$

- искомую эквивалентную площадь определяют из соотношения:

$$S_{ДЕФ} = \Delta * S_К = \Delta * 0{,}5 S_{брак}$$

где $S_к$ (мм^2) - минимально фиксируемая эквивалентная площадь, (контрольный уровень чувствительности) на глубине залегания несплошности, определяемая действующими нормативами качества. $S_к$ составляет половину максимально допустимой эквивалентной площади $S_{брак}$;

Δ - выражается в относительных единицах (разах) по шкале:

Δ, дБ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Δ, раз	1,0	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,8	3,2	3,6	4,0

А.2.9.5 Примеры оценки обнаруженных несплошностей (продолжение задачи и примера контроля п.А.2.4.1…А.2.4.3).

А.2.9.5.1 Пример 1.

Обнаружен дефект на глубине Y = 25 мм с амплитудой эхо- сигнала Адеф = 41дБ. Дефект меньше браковочного уровня, но данный дефект фиксируется, т.к. он превышает контрольный уровень чувствительности на Δ = 3дБ (Δ = 44 - 41, дБ) см. таблицу А.1. Расчетная эквивалентная площадь обнаруженного дефекта:

$S_{деф} = 1{,}4 \cdot 0{,}5 \cdot 5 = 3{,}5$ мм^2

А.2.9.5.1 Пример 2.

Дефект зафиксирован на глубине Y = 55 мм однократно отраженным лучом. Эхо- сигнал от дефекта $A_{деф}$ = 51 дБ.

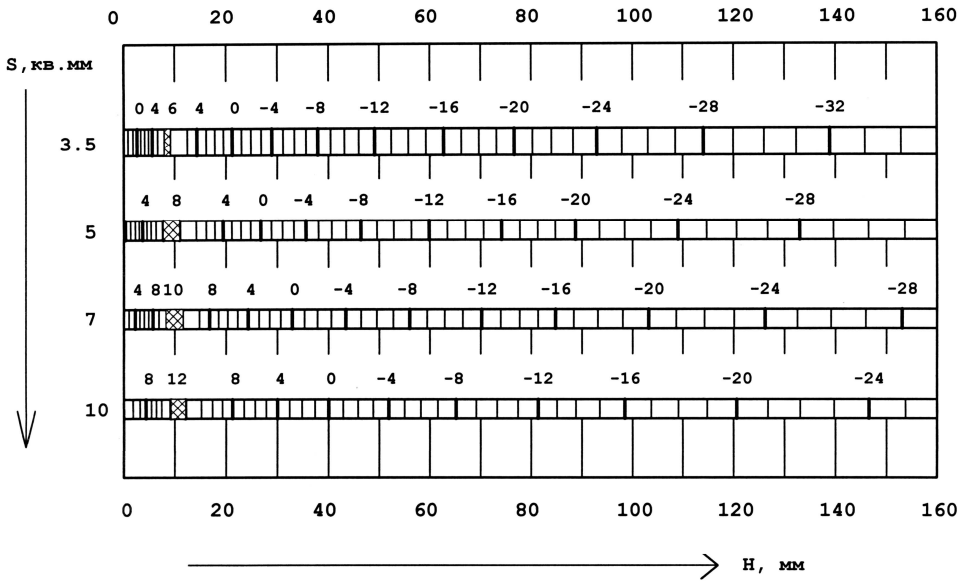
Уровень сигнала от дефекта $A_{деф}$ выше (цифровое значение амплитуды по аттенюатору «усиление» дефектоскопа УИУ «СКАНЕР» ниже), чем браковочный уровень для данной глубины Y =55 мм на 3 дБ (54-51=3 дБ).

Несплошность оценивается как недопустимый дефект по амплитуде.

В связи с тем, что уровень $A_{деф}$ превышает уровень $A_к$ на 9 дБ ($\Delta = 60 – 51 = 9$, дБ - см. таблицу А.1), расчетная величина эквивалентной площади обнаруженной несплошности $S_{деф} = 2,8 \cdot 0,5 \cdot 5 = 7,0$ мм^2.

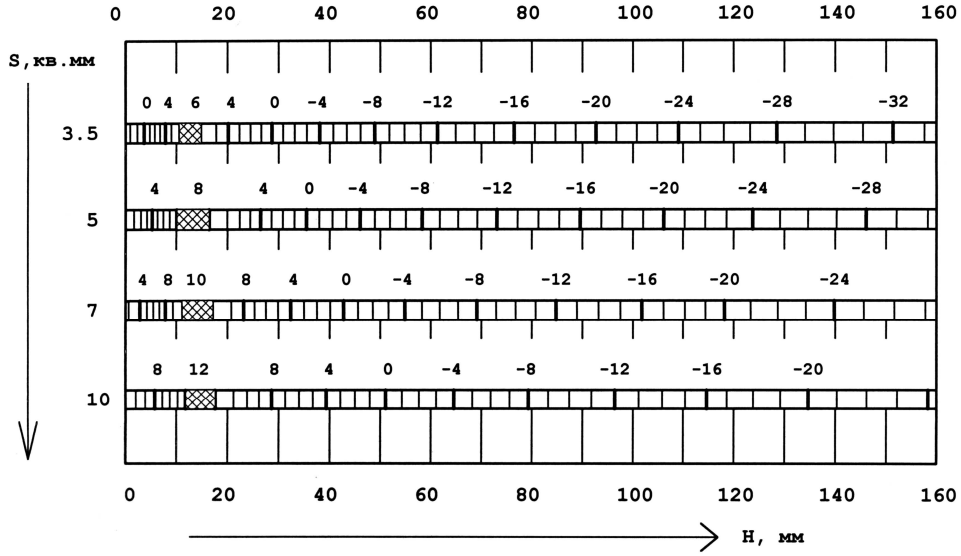
А.3 Комплект АРД – шкал для проведения УЗК наклонными совмещенными преобразователями производства ООО «АЛТЕС».

В АРД- шкалах (см. рисунки А.3, А.4, А.5) представлены поправки чувствительности - разность между браковочным и опорным (по СО-2, глубина залегания отражателя - 44 мм) уровнями чувствительности при контроле сварных соединений различными преобразователями производства ООО «АЛТЕС». Коэффициент затухания - 0,001 (1/мм).



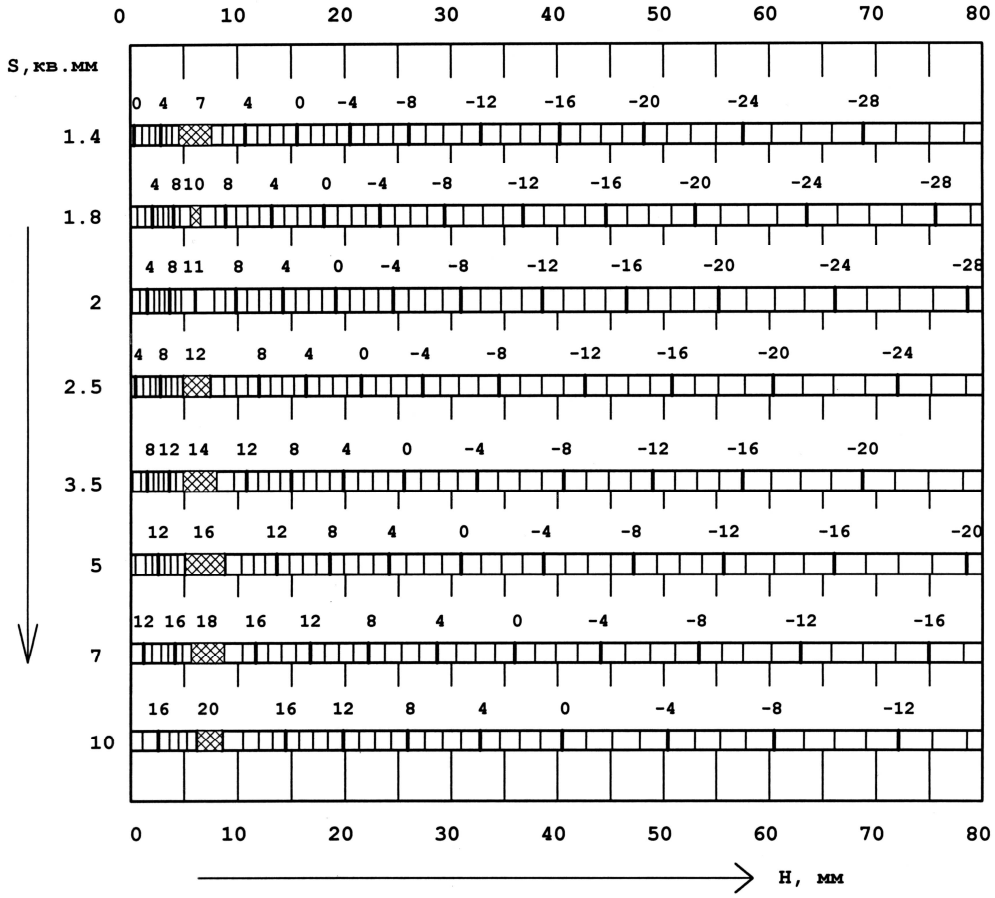
Частота: 1,8 мГц Угол ввода: 50° Задержка в призме: 5,6 мкс
Диаметр пьезопластины: 12мм Отражатель: плоскодонное отверстие
Опорный сигнал от цилиндрического отражателя в СО-2 Ø6мм на глубине 44мм соответствует уровню 0 дБ.

Рисунок А.3 - АРД– шкала ультразвукового наклонного совмещенного преобразователя типа П121-1,8-50S производства ООО «АЛТЕС».



Частота: 2,5 мГц Угол ввода: 50° Задержка в призме: 5,6 мкс
Диаметр пьезопластины: 12мм Отражатель: плоскодонное отверстие
Опорный сигнал от цилиндрического отражателя в СО-2 Ø6мм на глубине 44мм соответствует уровню 0 дБ.

Рисунок А.4 - АРД– шкала ультразвукового наклонного совмещенного преобразователя типа П121-2,5-50S производства ООО «АЛТЕС».



Частота: 2,5 мГц Угол ввода: 65° Задержка в призме: 5,8 мкс

Диаметр пьезопластины: 12мм Отражатель: плоскодонное отверстие

Опорный сигнал от цилиндрического отражателя в СО-2 Ø6мм на глубине 44мм соответствует уровню 0 дБ.

Рисунок А.5 - АРД– шкала ультразвукового наклонного совмещенного преобразователя типа П121-2,5-65S производства ООО «АЛТЕС».