

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ОКД
_____ Суржиков А.П.
«__» _____ 2018 г.

ПОСТРОЕНИЕ АРД ДИАГРАММЫ

Методические указания
к проведению лабораторной работы по курсу:
«Акустический контроль и диагностика»
для студентов, обучающихся по направлению:
12.04.01 – «Приборостроение»

Томск 2018

УДК 620.179.14

Построение АРД диаграммы. Методические указания к проведению лабораторной работы по курсу: «Акустический контроль и диагностика» для студентов, обучающихся по направлению: 12.04.01 – «Приборостроение».

Составители: ведущий эксперт ОКД ИШНКБ ТПУ Капранов Б.И.
 доцент ОКД ИШНКБ ТПУ Калиниченко А.Н.

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании
ОКД ИШНКБ « ___ » _____ 201__ г. протокол №__.

Руководитель ОКД

д.ф.-м.н. _____ А.П.Суржиков

Цель работы: построить АРД – диаграмму для заданного преобразователя.

Оборудование: прибор ультразвуковой импульсный, прямой преобразователь, соединительный кабель, образец с искусственными дефектами в виде отверстий с плоским дном разного диаметра, расположенных на разной глубине.

1. Теоретические положения

Акустический тракт эхо-метода

Акустический тракт – это путь ультразвука от излучателя до объекта, отражающего или рассеивающего ультразвук, и затем к приемнику колебаний.

Формулы акустического тракта определяют ослабление амплитуды сигнала на этом пути при наличии или отсутствии дефектов.

Естественные дефекты могут иметь самую различную форму (объемные, плоскостные), величину, ориентацию (вертикальную, горизонтальную и т.д.), акустические свойства, которые заранее не известны. Поэтому формулы выводят для моделей дефектов полых отражателей простой геометрической формы: бесконечно тонкого диска, сферы, цилиндра, бесконечно тонкой полосы, плоскости и т.д. При экспериментах эти модели заменяют искусственными отражателями в виде плоскодонного отверстия, отверстием со сферическим дном, боковым цилиндрическим отверстием, полоской, так как они наиболее соответствуют основным типам реальных дефектов

Амплитуды эхо – сигналов от дефектов мало отличаются, если размеры дефектов больше длины волны ультразвука.

Обычно при выводе формул акустического тракта не учитывают затухание ультразвука. Поэтому в формулы добавляют множитель $e^{-2\delta \cdot x}$ где δ - коэффициент затухания, x – расстояние от преобразователя до отражателя.

Отражение от диска или отверстия с плоским дном

Для случая, когда один и тот же преобразователь работает на излучение и прием, получают следующее выражение для давления на приемнике

$$\frac{P}{P_0} = \frac{K}{S_a} \cdot J^2(x)$$

где: P - давление на приемнике;

S_a - площадь преобразователя ($S_a = \pi \cdot a^2 = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$);

K - коэффициент, определяющий отражающую способность дефекта;

P_0 - давление, создаваемое излучателем;

$J(x)$ - функция, описывающая пространственное распределение поля излучателя.

Рассматривая дефект в виде произвольной площадки площадью S_b , получим для K соотношение: $K = R \cdot S_b$,

где: $R \approx 1$ - коэффициент отражения волны на границе сталь-воздух;

S_b - площадь дефекта (для диска $S_b = \pi \cdot b^2 = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$)

Отсюда, давление на приемнике будет определяться соотношением:

$$\frac{P}{P_0} = \frac{S_b}{S_a} \cdot J^2(x)$$

Для дискового преобразователя в ближней зоне функция $J(x)$ имеет максимумы и минимумы и принимает значения от $1 \div 4$. В дальней зоне $J(x)$

монотонно уменьшается по закону: $J(x) = \frac{S_a}{\lambda \cdot x}$,

где: λ - длина волны;

x – расстояние от преобразователя до дефекта.

Полное давление на приемнике определяется как интеграл по всей площади отражающего диска, т.е.

$$P = \frac{P_a}{S_a} \cdot \int_{S_b} J^2 R \cdot dS_b = P_0 \cdot \frac{S_b}{S_a} \cdot R \cdot J^2$$

Для полого диска $R \approx 1$. Если размеры дефекта невелики, но больше длины волны λ , то функцию J в пределах дефекта можно считать постоянной. Тогда отражательная способность K определяется площадью дефекта S_b . Отсюда запишем

для ближней зоны $\left| \frac{P}{P_0} \right| = (1 \dots 16) \cdot \frac{S_b}{S_a}$

для дальней зоны $\left| \frac{P}{P_0} \right| = \frac{S_a^2 \cdot S_b}{\lambda^2 \cdot x^2 \cdot S_a} = \frac{S_a \cdot S_b}{\lambda^2 \cdot x^2}$

Следовательно, амплитуда отражения от небольшого плоского дефекта не зависит от его формы и пропорциональна его площади.

Отношение площади дефекта к квадрату длины волны обозначают через $A_0 = \frac{S_b}{\lambda^2}$. Коэффициент A_0 характеризует отражающую способность дефекта.

Через него выражают эхо – сигнал

$$\left| \frac{P}{P_0} \right| = |J^2| \cdot A_{\partial} \frac{\lambda^2}{S_a}$$

$$A_{\partial} = \frac{\pi \cdot b^2}{\lambda^2}$$

Анализ выражения показывает, что величина $\left| \frac{P}{P_0} \right|$ может быть представлена как функция двух безразмерных параметров:

Расстояния от преобразователя до отражателя, отнесенного к длине ближней зоны (x/x_0);

Отношения диаметра отражающего диска к диаметру преобразователя ($2b/2a = d/D$).

В самом деле, заменяя путем подстановки и преобразований можно получить следующее выражение

$$\left| \frac{P}{P_0} \right| = \pi^2 \cdot \frac{(d/D)^2}{(x/x_0)^2}$$

На основе этого соотношения для расчета амплитуды отражения от диска или плоскодонного отверстия в широком диапазоне расстояний и диаметров можно построить семейство безразмерных кривых амплитуда – расстояние – диаметр (АРД – диаграмма). В этой диаграмме по оси абсцисс откладывают относительное расстояние до дефекта в единицах длин ближней зоны, по оси ординат откладывают амплитуду отраженного сигнала в отрицательных децибелах (или относительных единицах) (рис. 1.).

В таких диаграммах учитывается также экспоненциальное ослабление амплитуды отраженного сигнала за счет затухания.

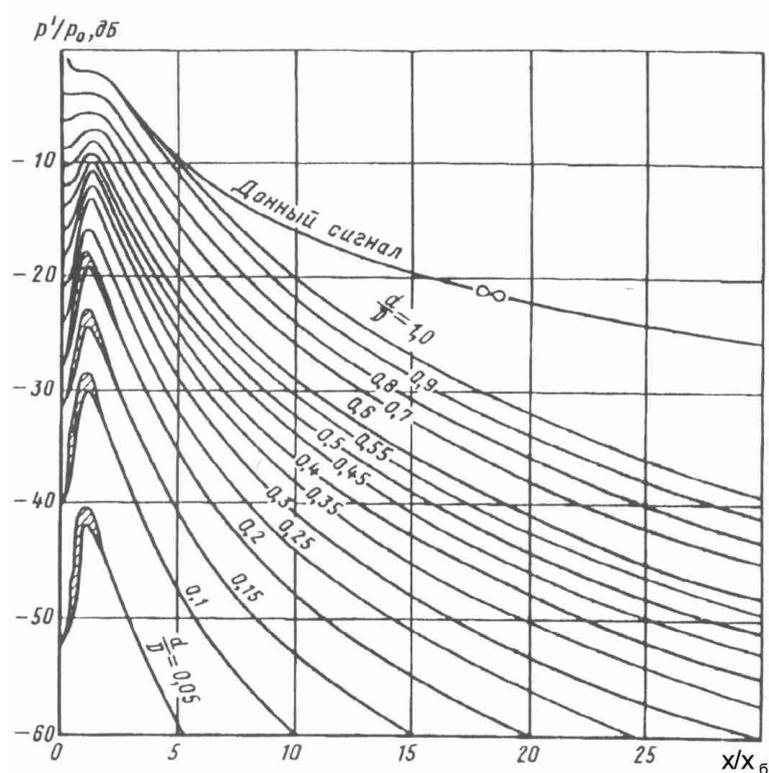


Рисунок 1. ARД – диаграмма для эхо – сигнала от плоскодонного отверстия

2. Построение ARД диаграмм

Порядок выполнения работы

1. Необходимо настроить глубиномер прибора, то есть проградуировать развертку в единицах глубины залегания дефектов.

Для этого установить начало луча в начало координатной сетки. Ручкой задержка развертки в блоке А6 установить начало зондирующего импульса в начало координатной сетки. Донный импульс ручкой установки длительности развертки (блок А6) поставить, выбрав масштаб, в положение соответствующее толщине образца.

2. Установить преобразователь на образец над отверстием диаметром 2 мм, находящемся на глубине 78 мм. Ослабление на аттенюаторе установить 0 дБ. Повернуть ручку усиление в блоке А8 таким образом чтобы сигнал от отверстия не выходил за пределы экрана прибора. По индикатору БЦО или графику, приведенному в приложении 1 определить амплитуду сигнала в дБ.

3. Перемещая преобразователь по образцу в направлении уменьшения расстояния до отражателей измерить амплитуды сигналов от отражателей на глубине 60 мм, 45 мм, 30 мм, 15 мм. Измерение амплитуды проводить следующим образом. Установить ослабление сигнала кнопками аттенюатора, чтобы он помещался на экране дефектоскопа. По графику в приложении 1

определить значение амплитуды сигнала (отрицательные децибелы). Амплитуда сигнала от отверстия на данной глубине это: $N_{\text{дБ}} = N_{\text{АТТ}} + N_{\text{БЦО}}$, где $N_{\text{АТТ}}$ - сумма нажатых клавиш аттенюатора, а $N_{\text{БЦО}}$ - значение амплитуды сигнала по БЦО или графику приложения 1.

Каждый раз помещая преобразователь над дефектом необходимо получать максимальный сигнал.

4. Прodelать тоже для плоскодонных отверстий диаметрами 4 мм, 6 мм, 12 мм и 18 мм.

5. Результаты измерений занести в таблицу 1.

6. Построить АРД – диаграмму.

Отчет по работе должен содержать:

теоретические положения;

описание выполнения работы;

результаты измерений в виде таблицы 1;

АРД – диаграмму.

Таблица 1

$d, \text{ мм}$	2				4				6				12				18			
$H, \text{ мм}$	N_{ATT}	$N_{БЦО}$	$N_{\text{дБ}} = N_{ATT} + N_{БЦО}$	$N_{\text{дБ}} - N_{\text{max}}$	N_{ATT}	$N_{БЦО}$	$N_{\text{дБ}} = N_{ATT} + N_{БЦО}$	$N_{\text{дБ}} - N_{\text{max}}$	N_{ATT}	$N_{БЦО}$	$N_{\text{дБ}} = N_{ATT} + N_{БЦО}$	$N_{\text{дБ}} - N_{\text{max}}$	N_{ATT}	$N_{БЦО}$	$N_{\text{дБ}} = N_{ATT} + N_{БЦО}$	$N_{\text{дБ}} - N_{\text{max}}$	N_{ATT}	$N_{БЦО}$	$N_{\text{дБ}} = N_{ATT} + N_{БЦО}$	$N_{\text{дБ}} - N_{\text{max}}$
15																				
30																				
45																				
60																				
78																				

