



ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ РАЗВИВАЮЩИХСЯ ДЕФЕКТОВ НА ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЯХ

А. Я. НЕДОСЕКА, М. А. ЯРЕМЕНКО, М. А. ОВСИЕНКО, Л. Ф. ХАРЧЕНКО

Рассматривается вариант определения координат развивающихся дефектов на цилиндрических поверхностях с использованием приближенных формул, что позволяет при проведении акустэмиссионного (АЭ) контроля трубооболочечных конструкций в условиях производства определять источники АЭ с удовлетворительной точностью.

The paper deals with a variant of determination of co-ordinates of propagating defects on cylindrical surfaces, using approximate formulas, this allowing determination of AE sources with a sufficient accuracy during acoustic emission (AE) monitoring of pipe-shell structures under the production conditions.

Сущность метода АЭ состоит в регистрации упругих импульсных колебаний, возникающих в объекте контроля при нагружении. Источниками этих импульсов являются локальные области объекта, в которых происходит динамическая перестройка структуры материала в виде пластической деформации, фазовых превращений, роста трещин, различных видов физико-химических процессов. Для оперативного принятия решения о необходимости и объеме проведения ремонтных работ в ходе контроля следует определить координаты дефектных мест и указать их на чертеже изделия.

Контролируемое с использованием метода АЭ оборудование имеет, как правило, сложную конструкцию, большую массу, содержит многочисленные сварные швы, различные типы соединений. Поэтому проведение технического диагностирования таких объектов представляет определенную сложность. Наиболее перспективным в данном вопросе является проведение постоянного мониторингового контроля оборудования. Однако там, где нет возможности установления непрерывного или периодического мониторинга технического состояния оборудования, проводится техническое диагностирование при проведении текущего или капитального ремонта. С целью сокращения времени простоя производства и сокращения экономических потерь техническое диагностирование проводится в сжатые сроки и в основном выборочное. Представляет интерес контроль максимального объема оборудования минимальным количеством датчиков. Количество датчиков, необходимых для проведения 100%-ного контроля изделия, определяется степенью затухания УЗ волны, особенностями конструкции оборудования и режимом эксплуатации. Для контроля изделий цилиндрической формы удобно использовать плоскостные антенны из четырех датчиков или линейные антенны, состоящие из двух датчиков, расположенных во взаимно перпендикулярных сечениях, а затем пересчитывать координаты источника АЭ на плоскостной вариант или рассматривать в качестве координат источника пересечение данных линейных антенн. В последнем варианте координаты источников определяются приблизительно. С учетом наличия различных фак-

торов, влияющих на точность измерения временных задержек прихода сигналов АЭ на разнесенные приемные преобразователи, и наличия особенностей при использовании точных формул, удобно использовать приближенные формулы расчета.

Рассмотрим один из вариантов определения местоположения источников АЭ на изделии цилиндрической формы. Контролируемую поверхность удобно разделить на четыре зоны, а результаты контроля представить на развертке изделия (рис. 1).

Образующие, проходящие через места установки приемников, расположены под углом 90° . Датчик 2 расположен на 180° по часовой стрелке от датчика 1, 3 — на образующей, отстоящей от образующей, на которой находится датчик 1, на 90° по часовой стрелке; 4 расположен по образующей, отстоящей от образующей, на которой находится датчик 1, на 270° по часовой стрелке. Таким образом, первая (I) зона локации расположена между образующими датчиков 1 и 3, вторая (II) — 3 и 2, третья (III) — 2 и 4, четвертая (IV) — 4 и 1.

Выбор зоны нахождения источника АЭ осуществляем в зависимости от порядка срабатывания датчиков. В каждой зоне расчет координат источников АЭ проводится по приближенным фор-

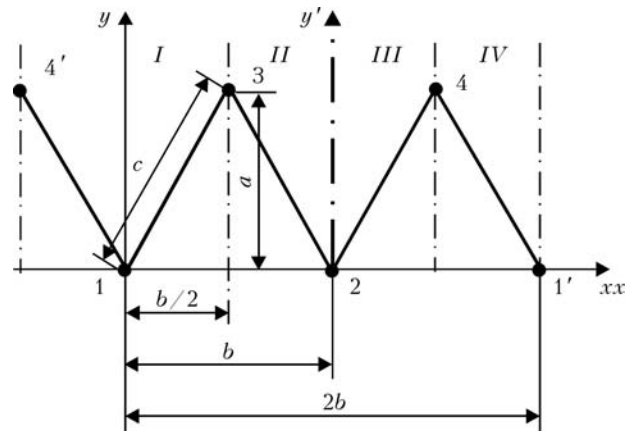


Рис. 1. Расположение датчиков АЭ на развертке обечайки изделия

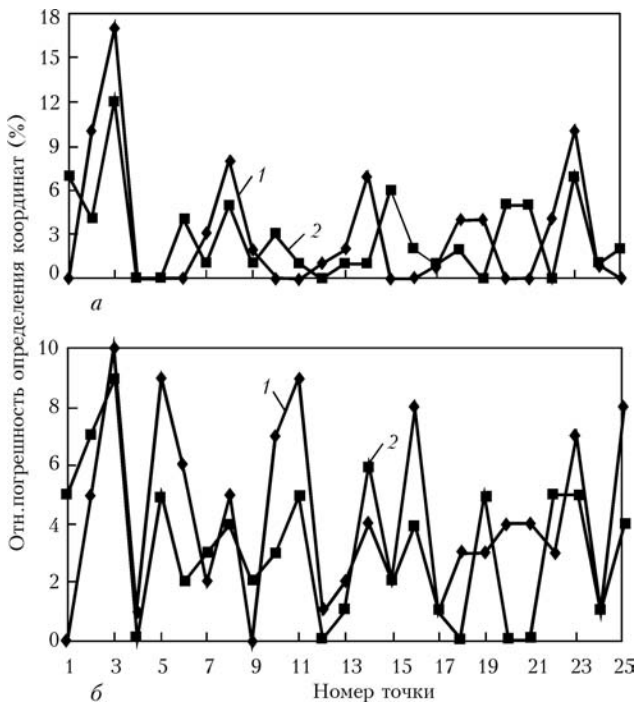


Рис. 2. Относительная погрешность определения координат x (а) и y (б) источников АЭ при $k = 1$ (1, 2); $k = 1,15$ (1, 2)

мулам. Для определения координаты x используются либо датчики 1 (1') и 2, либо датчики 3 и 4 (4') в зависимости от местоположения источника АЭ относительно этих пар датчиков. Сра-

батывание последнего из четырех датчиков не обязательно.

Таким образом, если источник АЭ находится в локационной зоне I, то для определения его координат используются следующие формулы:

$$x = \frac{b}{2} - k \frac{\Delta T_{21} V}{2}, \quad (1)$$

или

$$x = k \frac{\Delta T_{43} V}{2}, \quad (1')$$

$$y = \frac{a}{c} \left(\frac{c}{2} - k \frac{\Delta T_{31} V}{2} \right) - \frac{b}{2a} \left[x - \frac{b}{2c} \left(\frac{c}{2} - k \frac{\Delta T_{31} V}{2} \right) \right]. \quad (2)$$

Если источник АЭ находится в локационной зоне II, то для определения его координат используются формулы:

$$x = \frac{b}{2} - k \frac{\Delta T_{21} V}{2}, \quad (3)$$

или

$$x = b - k \frac{\Delta T_{43} V}{2}, \quad (3')$$

$$y = \frac{a}{c} \left(\frac{c}{2} - k \frac{\Delta T_{32} V}{2} \right) + \frac{b}{2a} \left[x - b + \frac{b}{2c} \left(\frac{c}{2} - k \frac{\Delta T_{32} V}{2} \right) \right]. \quad (4)$$

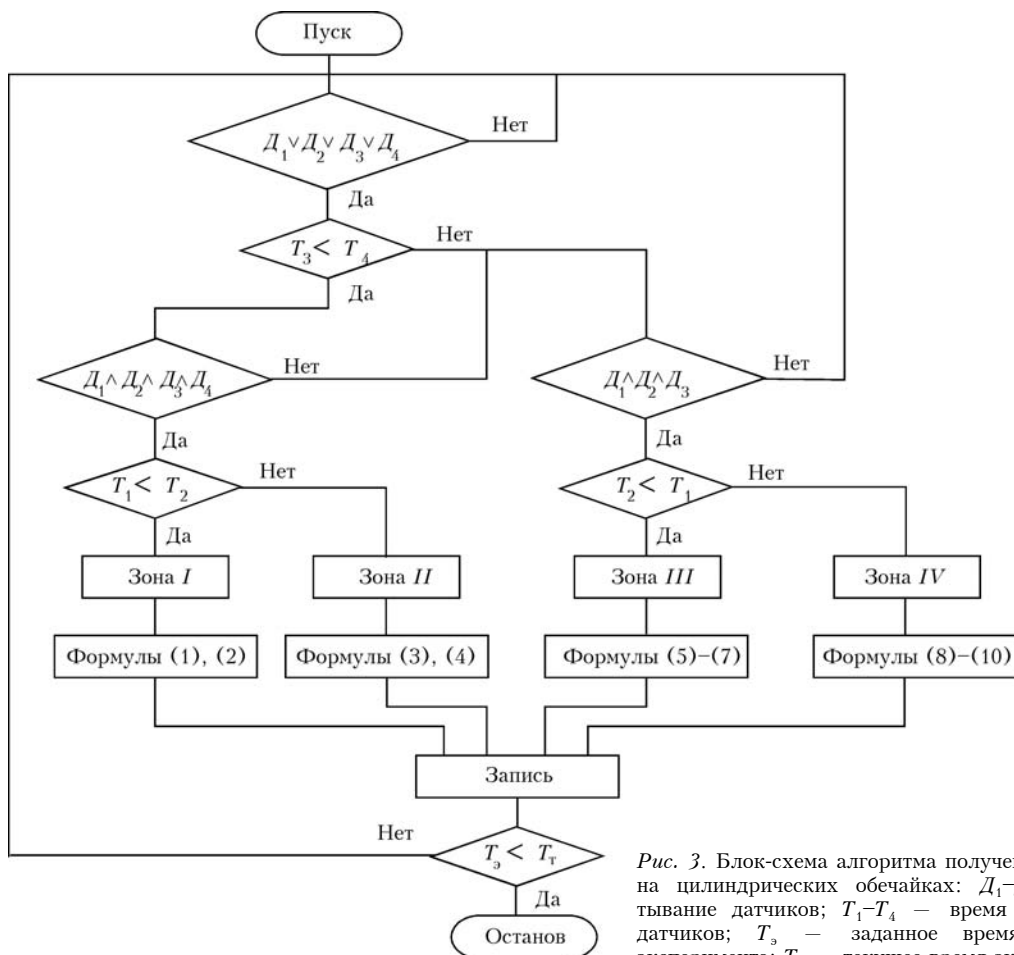


Рис. 3. Блок-схема алгоритма получения координат на цилиндрических обечайках: D_1 - D_4 – срабатывание датчиков; T_1 - T_4 – время срабатывания датчиков; T_3 – заданное время проведения эксперимента; T_t – текущее время эксперимента



Для определения координат источника АЭ в локационной зоне III используются следующие формулы:

$$x' = \frac{b}{2} - k \frac{\Delta T_{12} V}{2}, \quad (5)$$

или

$$x' = k \frac{\Delta T_{34} V}{2}, \quad (5')$$

$$x = b + x', \quad (6)$$

$$y = \frac{a}{c} \left(\frac{c}{2} - k \frac{\Delta T_{42} V}{2} \right) - \frac{b}{2a} \left[x' - \frac{b}{2c} \left(\frac{c}{2} - k \frac{\Delta T_{42} V}{2} \right) \right]. \quad (7)$$

Для определения координат источника АЭ в локационной зоне IV используются формулы:

$$x' = \frac{b}{2} - k \frac{\Delta T_{12} V}{2}, \quad (8)$$

или

$$x' = b - k \frac{\Delta T_{34} V}{2}, \quad (8')$$

$$x = b + x', \quad (9)$$

$$y = \frac{a}{c} \left(\frac{c}{2} - k \frac{\Delta T_{41} V}{2} \right) + \frac{b}{2a} \left[x' - b + \frac{b}{2c} \left(\frac{c}{2} - k \frac{\Delta T_{41} V}{2} \right) \right]. \quad (10)$$

В формулах (1)–(10) под $\Delta T_{ij} = T_i - T_j$ подразумевается разница времен прихода сигнала АЭ на датчики D_i и D_j ; k — поправочный коэффициент.

Значение коэффициента k определяется после проведения предварительного тестового прозвучивания исходя из геометрических размеров изделия с целью обеспечения относительной погрешности определения координат, не превышающей 15 %.

*Ин-т электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины,
Киев*

Таким образом значение данного коэффициента находится между 1 и 1,15.

В качестве примера использования предлагаемых формул определим координаты источников АЭ на осушителе воздуха ($a = 3000$ мм, $b = 3500$ мм).

Для оценки точности предложенных формул задавались координаты источников АЭ, проводился расчет координат по формулам (1)–(4) и рассчитывалась относительная погрешность определения координат при значениях коэффициента $k = 1$ и $k = 1,15$. На рис. 2 представлены результаты оценки погрешности в точках, расположенных в зонах I, II, при прохождении данных областей с шагом 750 мм по осям x и y .

Выводы

Представленные формулы расчета и алгоритм определения координат источников АЭ на замкнутой цилиндрической поверхности позволяет получить координаты развивающихся дефектов с заданной точностью (погрешность определения до 15 %), избежав при этом неоднозначности при их представлении.

1. Красильников Д. П., Ниссельсон А. Л., Шемякин В. В. Локализация источников акустической эмиссии // Диагностика и прогнозирование разрушения сварных конструкций. — 1985. — № 1. — С. 47–52.
2. Недосека А. Я., Бойчук О. И., Овсиенко М. А. Отбраковка ложных сигналов при проведении АЭ испытаний образцов или линейных объектов // Техн. диагностика и неразруш. контроль. — 1999. — № 1. — С. 3–6.
3. Антешенко Е. И., Вислювский Н. Г., Кельрих М. Б. Оценка эффективности метода акустической эмиссии при техническом диагностировании объектов // Там же. — 2004. — № 4. — С. 11–14.
4. О применении метода акустической эмиссии для контроля промышленных конструкций / А. Я. Недосека, М. А. Овсиенко, Л. Ф. Харченко, М. А. Яременко // Там же. — 2003. — № 3. — С. 3–6.

*Поступила в редакцию
24.09.2005*

КОРОЗИЯ-2006 МІЖНАРОДНА ВИСТАВКА

6-8 червня
Львівський Будинок вчених
вул. Листопадового Чину, 6
м. Львів



Європейська корозійна федерація
Національна академія наук України
Міністерство освіти і науки України
Міністерство промислової політики України
Українська асоціація корозіоністів
Фізико-механічний інститут ім. Г.В.Карпенка НАН
України

Адреса оргкомітету:
Україна, 79601, м. Львів-МСП, вул. Наукова, 5
тел.: (0322) 63-15-77, (032) 229-62-53
факс: (0322) 63-15-77
E-mail: pokhmurs@ipm.lviv.ua, kornii@ipm.lviv.ua
Web: <http://www.ipm.lviv.ua/corrosion>