

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ДЕФЕКТА ПРИ СКОРОСТНОМ МЕТОДЕ РАДИАЦИОННОЙ ДЕФЕКТΟΣКОПИИ С ПОМОЩЬЮ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ ДЕТЕКТОРОВ

В. А. ВОРОБЬЕВ, Ю. Д. ГАВКАЛОВ

(Представлено секцией физико-технических наук второй научной сессии вузов
Западной Сибири.)

В настоящее время среди неразрушающих методов контроля промышленных крупногабаритных изделий возрастает роль генераторов высокоэнергетического электромагнитного излучения — бетатронов. Разработанные установки радиационной дефектоскопии обеспечивают автоматизацию контроля и высокую выявляемость дефектов: трещин, раковин и т. д. [1].

Однако эти установки не позволяют определить форму и глубину залегания дефектов. Применяемые для этой цели методы рентгенографии трудоемки и не обеспечивают точность контроля.

В данной статье предлагается метод определения глубины залегания дефекта с помощью сцинтилляционного дефектоскопа, что увеличивает ценность метода дефектоскопии тормозным излучением бетатрона.

Принципиальная схема просвечивания детали тормозным излучением бетатрона показана на рис. 1.

Интенсивность излучения, прошедшего слой вещества толщиной t , равна

$$I(t) = B(t) I^0(t), \quad (1)$$

где $I^0(t)$ — интенсивность первичного излучения (узкого пучка) за слоем толщиной t ,

$B(t)$ — коэффициент, учитывающий интенсивность рассеянного деталью излучения за слоем толщиной t .

Дефект в исследуемой детали можно рассматривать как изменение ее толщины на величину dt .

Если дефект находится на поверхности образца перед детектором, т. е. имеет координату $x=t$, то относительное изменение интенсивности излучения, падающего на детектор, для узкого пучка и излучения с учетом рассеянного (широкого пучка) определяется дифференциальными уравнениями ослабления:

$$\left[\frac{dI(t)}{I(t)} \right]_y = -\mu(t)_y dt, \quad (2)$$

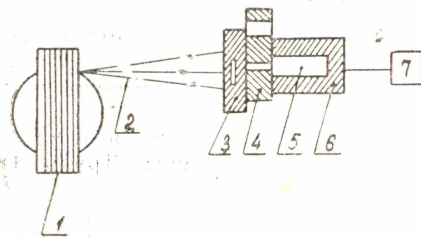


Рис. 1. Принципиальная схема просвечивания детали при радиационной дефектоскопии:

1 — бетатрон, 2 — рабочий пучок, 3 — деталь, 4 — переменный коллиматор, 5 — сцинтилляционный детектор, 6 — защита детектора, 7 — система регистрации.

$$\left[\frac{dI(t)}{I(t)} \right]_{\text{ш}} = -\mu(t)_{\text{ш}} dt. \quad (3)$$

где $\mu(t)_y$ и $\mu(t)_{\text{ш}}$ — эффективные коэффициенты ослабления узкого и широкого пучка соответственно.

Из уравнения (2) и (3), обозначив

$$\left[\frac{dI}{I} \right]_y = \varepsilon_y, \quad \left[\frac{dI}{I} \right]_{\text{ш}} = \varepsilon_{\text{ш}},$$

имеем

$$\varepsilon_{\text{ш}} = \frac{\mu(t)_{\text{ш}}}{\mu(t)_y} \varepsilon_y. \quad (4)$$

В случае наличия дефекта с координатой $x = 0$ изменение интенсивности широкого пучка равно

$$dI(t)_{\text{ш}} = -I^0 \nu_{\text{ш}} dt, \quad (5)$$

при этом $\mu_{\text{ш}} = \mu_y$.

Согласно уравнению (1) и (2) имеем

$$\varepsilon_{\text{ш}} = \frac{\varepsilon_y}{B(t)}. \quad (6)$$

Подсчитано, например, для стали, меди при тормозном излучении бетатрона с максимальной энергией до 30 Мэв коэффициенты $\mu(t)_{\text{ш}} > \mu(t)_y$ и $B(t) > 1$ при $t > 0$. Следовательно, $\varepsilon_{\text{ш}} > \varepsilon_y$ при расположении дефекта на поверхности детали перед детектором ($x = t$) и $\varepsilon_{\text{ш}} < \varepsilon_y$ при расположении дефекта на поверхности детали в месте падения пучка излучения ($x = 0$). Это различие и предлагается использовать для определения координаты дефекта.

Обозначив

$$\frac{\nu_y}{\nu_{\text{ш}}} = B^c(t),$$

можно получить уравнение из (4) и (6) для любого значения x в интервале $0 \leq x \leq t$

$$\varepsilon_{\text{ш}} = \varepsilon_y B^{t \frac{x}{(1+c)} - 1}, \quad (7)$$

или

$$x = \frac{t \left(\frac{\ln [\varepsilon_{\text{ш}} / \varepsilon_y]}{\ln B} + 1 \right)}{1 + c}. \quad (8)$$

В выражении (8) величины ε_y и $\varepsilon_{\text{ш}}$ являются измеряемыми при узком и широком диаметре отверстия коллиматора перед детектором. Коэффициенты c и B могут быть определены теоретически. Однако теоретические расчеты сложны, и поэтому для практического использования предлагаемого метода уравнение (8) можно представить в виде

$$x = t \cdot F \left(\frac{\varepsilon_{\text{ш}}}{\varepsilon_y} \right), \quad (9)$$

где функция F определяется экспериментально путем имитации дефекта на различной глубине детали.

Функция F является монотонной, и для ее графического представления достаточно определить значения в нескольких точках.

Предлагаемый метод определения глубины залегания дефекта наиболее эффективен при поточном контроле крупногабаритных промышленных изделий несложной формы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Неразрушающие методы контроля материалов и изделий. Сб. статей под ред. С. Т. Назарова, М., 1964.

