



The method allowing to increase the possibility of the defects recognition in the tasks of nondestructive check is described. The method can be used for processing of data and projecting of the nondestructive check systems.

Д. В. ДОВНАР, И. Л. ЗАХАРОВ, ИТМ НАН Беларуси

УДК 621.791:658.562

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ ШВОВ

Качество сварных соединений стальных труб служит основой эксплуатационной надежности и безопасности при использовании трубопроводов различного назначения. Оценку показателей качества сварных соединений обычно производят на этапах изготовления и в определенные промежутки эксплуатации изделий [1]. Существенным является система контроля непосредственно в сварочном производстве, предусматривающая проверку основных технологических факторов – исходных материалов, оборудования и т.д.

Основная цель контроля качества сварных соединений – обнаружение дефектов. Основными видами дефектов, относящихся к данному технологическому процессу, являются непостоянство зазора между кромками, непровары, трещины, поры (газовые и шлаковые включения) [1]. По воздействию на изделие методы контроля классифицируют на разрушающие и неразрушающие. Оценку качества сварных швов, согласно классификации по ГОСТ 18353-73, обычно осуществляют радиационным неразрушающим способом [2]. Схематически метод получения изображения при помощи пленочной радиографии показан на рис. 1.

Независимо от дозы облучения регистрируемое изображение подвергается размытию вследствие рассеяния излучения. В результате полученное изображение (рис. 2) обладает низким качеством. Для улучшения качества изображений можно воспользоваться методами обработки изображений, в частности, оптимальным линейным методом восстановления изображений [3]. Данный метод основан на решении интегрального уравнения Фредгольма первого рода, описывающего общий процесс формирования изображений:

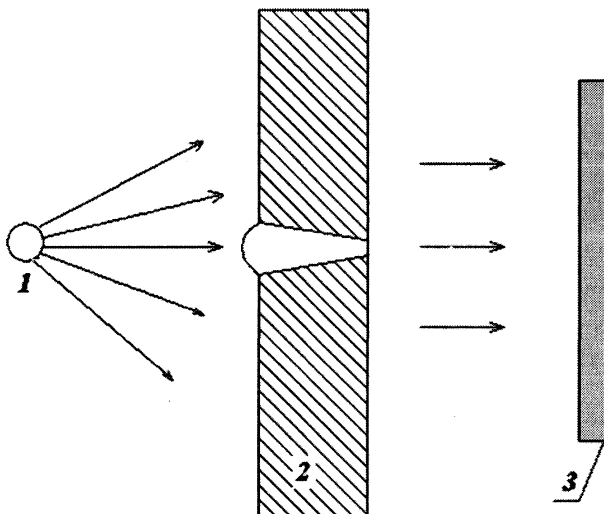


Рис. 1. Схема элементов пленочной радиографии: 1 – источник радиационного излучения; 2 – исследуемое изделие; 3 – пленка

$$\int_{-\bar{S}}^{\bar{S}} z(\bar{\xi})K(\bar{x}, \bar{\xi}, p)d\bar{\xi} = f(\bar{x}, p) + \gamma(\bar{x}, p) = F(\bar{x}, p), \quad |\bar{x}| \leq \bar{R} \quad (1)$$

где $z(\bar{\xi})$ – искомые характеристики объекта (идеальное изображение дефектов); $\bar{\xi} = (\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_M)$, $d\bar{\xi} = d\xi_1 d\xi_2 \dots d\xi_M$, $\bar{S} = (S_1, S_2, \dots, S_M)$, $\bar{x} = (x_1, x_2, \dots, x_N)$, $d\bar{x} = dx_1 dx_2 \dots dx_N$, $\bar{R} = (R_1, R_2, \dots, R_N)$. Неравенства типа $|\bar{x}| \leq \bar{R}$ обозначают $|x_i| \leq R_i$ для каждого i . Целочисленная переменная p обозначает номер отдельного изображения. Правая часть выражения (1) известна приближенно: $f(\bar{x}, p)$ – точное значение правой части (размытое изображение), $\gamma(\bar{x}, p)$ – погрешность ее задания (шум). Квадратично-суммируемое ядро уравнения (1) $K(\bar{x}, \bar{\xi}, p)$ характеризует систему, формирующую изображения. Заметим, что для

улучшения качества результата можно использовать сразу несколько изображений, причем с возможностью изменения условий их формирования [4].

На рис. 2 приведена рентгенограмма сварного шва. Дефект непроварки соединения здесь не обнаруживается из-за низкого разрешения. Однако после обработки разработанным алгоритмом заметен стык свариваемых труб (горизонтальная линия), что говорит о дефекте сварного соединения и снижении его прочности.

Исследовали несколько рентгенограмм сварных соединений стальных труб. Показано, что предлагаемый метод позволяет увеличить вероятность распознавания дефектов в данной задаче (рис. 2). Также предлагаемый метод может быть использован для предварительной обработки рентгенографических изображений в задачах автоматического контроля. Программа, используемая для получения результата, приведенного на рис. 2, осуществляет обработку кадра 640x480 за время, меньше чем 10 мс на персональном компьютере уровня Pentium 4. Программа может быть использована в системах контроля качества, работающих в режиме реального времени. С применением теоретической оценки качества систем формирования изображений на основе данного метода [3, 4] возможно оптимальное проектирование систем неразрушающего контроля с возможностью получения изображений с минимальными ошибками.

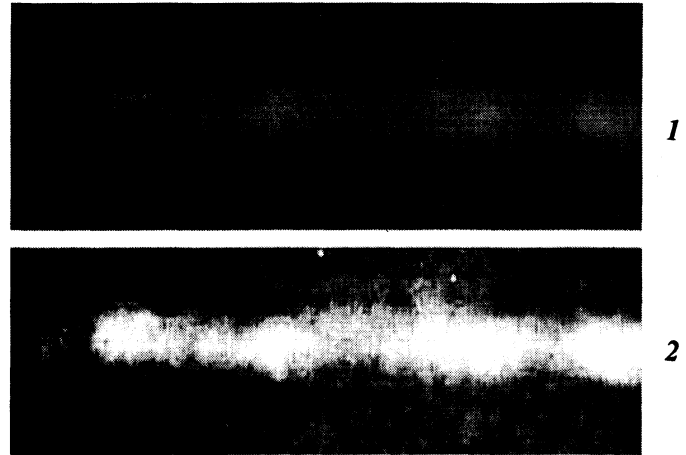


Рис. 2. Изображения сварного шва: 1 – зарегистрированное изображение; 2 – обработанное методом оптимального восстановления

Литература

1. Волченко В.Н. Оценка и контроль качества сварных соединений с применением статистических методов. М.: Стандарты, 1974.
2. Румянцев С.В. Радиационная дефектоскопия. М.: Атомиздат, 1974.
3. Довнар Д.В., Предко К.Г. Приближенное восстановление объекта с использованием уравнений, не имеющих однозначного решения // Автометрия. 1989. №6. С. 3–11.
4. Zakharov Igor, Dovnar Dmitry, Lebedinsky Yury. Super-resolution image restoration from several blurred images formed in various conditions // In Proc. of IEEE International Conference on Image Processing. Barcelona, Spain, September 14–17, 2003. Vol. II. P. 315–318.