

УДК 620.179.1

Применение систем с матричными цифровыми детекторами для контроля отливок и деталей, изготовленных методом аддитивных технологий

Осияненко Наталья Викторовна

admin@viam.ru

SPIN-код: 2429-5490

Демидов Александр Александрович

admin@viam.ru

НИЦ «Курчатовский институт» — ВИАМ, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрены условия рентгенографического контроля (РК) способом цифровой радиографии (ЦР) с применением систем с матричным цифровым детектором (СМЦД), обеспечивающие гарантированное обнаружение недопустимых дефектов. Получено пригодное для инженерных расчетов соотношение между характеристиками детектора, источника излучения, объекта контроля (ОК), параметрами схемы режимами контроля, обеспечивающими получение цифровых изображений (ЦИ) требуемого качества.

Ключевые слова: цифровая радиография, система с матричным цифровым детектором, параметры и режимы контроля, качество цифрового изображения, аддитивные технологии

Введение. Наиболее удачной альтернативой замены пленочных систем являются СМЦД, последовательно преобразующие радиационное изображение ОК в электрический сигнал и далее в ЦИ на мониторе. Переход от традиционной радиографии с использованием радиографической пленки на ЦР позволит получить ЦИ ОК, которые, по сравнению с рентгенограммами, имеют возможность измерения, увеличения и других способов обработки, что исключает проблемы, связанные с субъективностью оценки, а хранение их на электронном носителе исключает наличие архива рентгеновских снимков ответственных объектов, обязательно регламентированного нормативными документами при РК с использованием пленки [1, 2]. Цель поставленных исследований состоит в определении оптимальных условий ЦР при контроле изделий, выполненных по аддитивным технологиям (АТ), определяемых исходя из характеристик СМЦД, имеющихся в распоряжении оператора, и регламентированных требований к качеству ОК.

Методы и материалы; результаты. Качество любого изображения определяется контрастом и разрешающей способностью изображения (нерезкостью). Контраст изображения зависит от энергии излучения и при проведении ЦР может быть увеличен числом кадров. Также управление контрастом ЦИ осуществляется регулировкой анодного напряжения при экспонировании ОК.

Нерезкость в изображении — это расстояние перехода от фонового участка изображения к изображению дефекта. Если такой переход осуществляется скачкообразно, изображение считают четким, если он плавный, изоб-

ражение дефекта будет размытым, нечетким, и при небольших контрастах может быть потеряно в шумовых колебаниях. Причинами нерезкости при проведении РК являются большие размеры фокусного пятна источника (геометрическая нерезкость, u_r , мм) и собственная нерезкость детектора, u_c , мм. В СМЦД собственная нерезкость определяется размером пикселя в ее матрице, который в десятки раз превышает эффективный размер микрокристалла радиографической пленки. Собственные шумы СМЦД оказывают сильное негативное влияние на качество изображения по сравнению с пленочной системой, шумовые свойства которой значительно ниже. Все это необходимо учитывать при проведении ЦР.

В соответствии с нормативными документами условием гарантированного обнаружения дефекта является выполнение требований по чувствительности контроля k , мм (минимальный обнаруживаемый дефект), который по своим размерам должен быть в два раза меньше предельно допустимого дефекта δ , мм, а общая нерезкость изображения u_Σ , мм, должна быть в два раза меньше чувствительности контроля: $u_\Sigma = \frac{k}{2} = \frac{\delta}{4}$; с другой стороны, $u_\Sigma^2 = u_r^2 + u_c^2$.

Для одновременного выполнения этих условий было получено соотношение: $\frac{f-d}{F-(f-d)} \leq \frac{2}{\Phi} \cdot \sqrt{M^2 \delta^2 - 16p^2}$, связывающее расстояние «источник — объект» f , мм; расстояние «источник — детектор» F ; толщину ОК в направлении оси пучка излучения d , мм; размер фокусного пятна источника Φ , мм; размер пикселя матрицы детектора, p , мм; размер недопустимого дефекта, δ , мм; коэффициент увеличения $M = \delta_{\text{изобр}} / \delta$; размер изображения недопустимого дефекта на экране монитора СМЦД $\delta_{\text{изобр}}$, мм. Пользуясь полученными соотношениями, были проведены эксперименты по ЦР деталей, выполненных по АТ, и в результате получены ЦИ требуемого качества.

Заключение. Получено удобное для инженерных расчетов аналитическое выражение, связывающее характеристики оборудования, используемого при проведении ЦР, таких как размер фокусного пятна источника излучения, размер пикселя матрицы детектора, величину предельно допустимого дефекта с параметрами ОК и параметрами схемы контроля: фокусным расстоянием, расстоянием объект/детектор; объект/источник для получения удовлетворительной величины нерезкости изображения.

Список источников

- [1] Смирнов А.В., Косарина Е.И., Демидов А.А., Суворов П.В. Критерии оптимального режима неразрушающего контроля методом цифровой радиографии. *Контроль. Диагностика*, 2024, т. 27, № 7, с. 04–14. <https://doi.org/10.14489/td.2024.07.pp.004-014>
- [2] Лапшенков Е.М. Неэталонная оценка уровня шума цифрового изображения на основе гармонического анализа. *Компьютерная оптика*, 2012, т. 36, № 3, с. 439–447.