



Обмен опытом

Experience of Radiography Digital Technology. Part 2

L. Yu. Mogilner, E. N. Markina

The advantages of radiography digital technology are illustrated by the examples of X-ray inspection of the objects with different wall thicknesses. The results comparability of radiography digital technology and ultrasonic phased array technology is shown. Also some directions for X-ray testing regulatory structure improvement are noted.

Digital Radiography

Опыт применения технологии цифровой радиографии. Часть 2

14

В статье [1] приведены некоторые практические результаты применения цифровой радиографии с многоразовыми пластинами и отмечена целесообразность ее широкого промышленного внедрения. В настоящей статье рассмотрены два примера, наглядно иллюстрирующие преимущества данной технологии, и продолжено рассмотрение перспектив ее внедрения.

Об авторах

Сотрудники ЗАО «ВНИИСТ-Диагностика», г. Москва:



Могильнер Леонид Юрьевич

Генеральный директор, к. т. н. Научные интересы – теория и практика диагностики, контроля качества, технического надзора на объектах промышленного назначения.

Маркина Елена Николаевна

Главный специалист Экспериментальной лаборатории физических методов контроля. III уровень по радиационному виду НК. Научные интересы: диагностика и вопросы радиационной дефектоскопии.

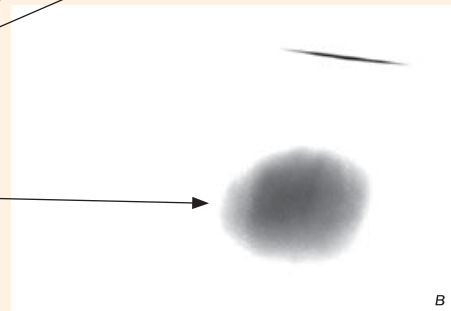
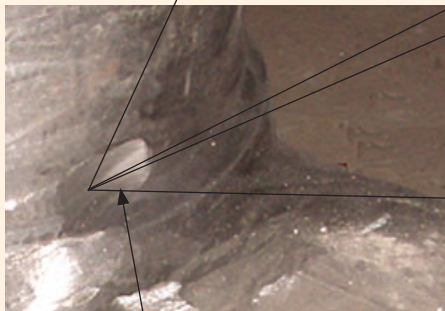
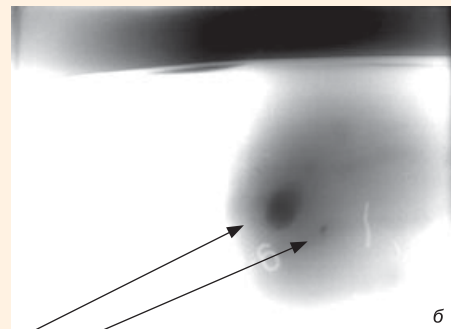
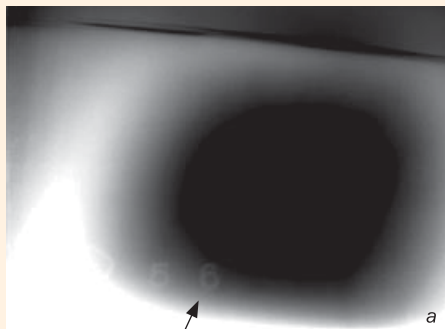


Рис. 1. Радиографический контроль ремонтируемого участка стальной отливки номинальной толщиной 65 мм: а – изображение оптимизировано по номинальной толщине; б – изображение оптимизировано по толщине ремонтируемого участка – 40 мм; в – изображение оптимизировано по толщине отремонтированного участка, дефекты удалены; г – фрагмент отливки, стрелкой отмечен просвеченный участок с выборкой металла

Примечание. Приводимые на рисунках изображения радиографических снимков служат только для иллюстрации возможностей цифровой радиографии. В любом случае расшифровку радиографических снимков следует проводить только по изображениям на дисплее компьютера, полученным с применением оригинального программного обеспечения

Одно из основных преимуществ технологии цифровой радиографии – возможность получения радиографических снимков изделий с разнотолщинностью

в два и более раз. Такая возможность обеспечивается большим динамическим диапазоном пластин по энергии и экспозиционной дозе регистрируемого

излучения. Благодаря этому по сравнению с пленочной радиографией существенно расширяется диапазон экспозиций, при которых может быть обеспечено получение качественных снимков при заданном классе чувствительности. При этом нет необходимости в применении трудновыполнимых компенсаторов или разбивки зоны контроля на большое количество участков с перепадом

Время экспозиции – 6 мин. В качестве приемника излучения использовалась высококонтрастная многоразовая пластина SO-170 фирмы Kodak. Обработка пластины велась на комплексе «Фосфоматик-40».

На рис. 1а показано изображение, сформированное, когда оптимизация снимка проводилась по толщине основного металла на бездефектном

Итак, изображения, приведенные на рис. 1а и 1б, получены с одного и того же снимка на многоразовую пластину со временем экспозиции 6 мин. Для сравнения: для получения аналогичных результатов с применением высокочувствительной рентгеновской пленки необходимо было бы выполнить два снимка с временами экспозиции (ориентировочно) 40 мин каждый при напряжении на трубке 400 кВ и токе 5 мА. Таким образом, налицо повышение производительности контроля в 7 раз, и это без учета временных и других затрат на «мокрую» фотообработку пленки. Также на 25 % снижено напряжение на рентгеновской трубке.

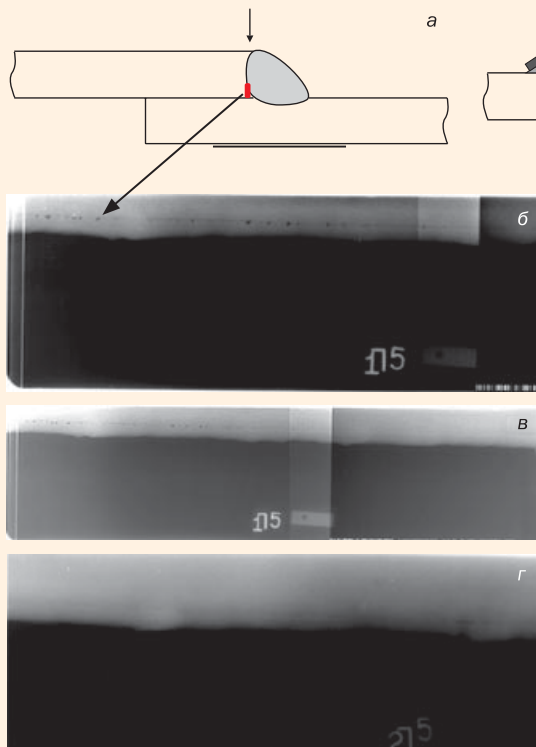


Рис. 2. Радиографический контроль нахлесточных сварных швов стальных листов толщиной 6 мм: а – схема просвечивания; б, в – соединение с дефектами (изображения оптимизированы на толщину 12 и 6 мм соответственно); г – соединение без дефектов (изображение оптимизировано на толщину 12 мм)

толщин в 1,5 раза, что в настоящее время регламентируется в большом количестве действующих нормативов [2, 3 и др.]. Проиллюстрируем это на двух примерах.

1. При производстве литых изделий: корпусов задвижек, кранов и т. д. большое внимание уделяется контролю полноты удаления дефекта при выборке металла.

В ходе ремонта выполняется выборка металла отливки в области, где согласно предварительному анализу имеется дефект литья – неметаллическое включение. Разница толщин участков изделия в зоне просвечивания составляет около 40 %: 65 мм на участках с номинальной толщиной и около 40 мм – в зоне ремонта.

При просвечивании ремонтируемого участка рентгеновским излучением аппарата непрерывного действия «Site-X» с напряжением на трубке 295 кВ при токе 5 мА выполнена одна экспозиция.

участке – 65 мм. Зона ремонта (зона выборки металла) отмечена стрелкой. Она видна как темное пятно с высокой плотностью потемнения – высоким «уровнем серого». В пределах этого пятна структура изображения представляется однородной. Если в качестве приемника используется радиографическая пленка, по изображению типа приведенного на рис. 1а сделать какой-либо вывод о качестве отливки в зоне выборки металла не представляется возможным. Однако технология цифровой радиографии в данном случае позволяет оптимизировать изображение по анализируемому участку толщиной 40 мм. После оптимизации цифрового изображения, выполненного с применением программного обеспечения «Сова 32», обнаружилось, что в пределах ремонтируемого участка имеются две неоднородности – включения размером 15 × 10 и 3 × 2 мм (отмечены стрелками на рис. 1б). Эти дефекты были удалены путем дополнительной вышлифовки металла (рис. 1в).

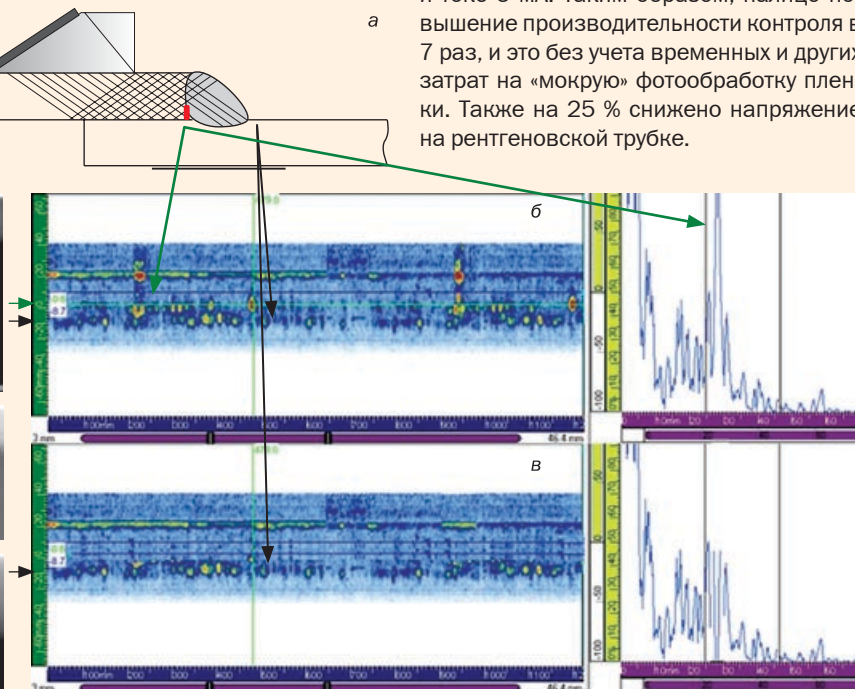


Рис. 3. УЗК нахлесточных сварных соединений стальных листов толщиной 6 мм. Вид в плане (С-скан) и осциллограмма сигнала в выделенной зоне (А-скан) (дефектограммы предоставлены И. П. Литвиновым): а – схема прозвучивания; б – соединение с дефектами; в – соединение без дефектов

2. В нахлесточных сварных швах из-за резкого перепада толщины металла в зоне соединения традиционно трудно выявлять внутренние дефекты любым методом НК, в том числе – ультразвуковым и радиационным.

На рис. 2б и 2в показаны результаты просвечивания нахлесточного сварного соединения стальных листов толщиной 6 мм. Использовался рентгеновский аппарат импульсного действия Арина-3 с амплитудой напряжения на трубке 180 – 200 кВ. Время экспозиции – 30 с.

Видно, что в изделии с разнотолщиной 2 раза уверенно выявляется цепочка непроваров. При этом любой участок соединения может быть проанализирован с одинаковой чувствительностью. Еще раз отметим, что оба изображения на рис. 2б и 2в, оптимизированные по толщине 12 мм и по толщине 6 мм соответственно, получены с одного и того же исходного изображения, обработанного с применением программного обеспечения используемого комплекса.

Для сравнения на рис. 3 приведены дефектограммы тех же нахлесточных

сварных швов, полученные с применением ультразвукового дефектоскопа с фазированной решеткой. На рис. 3б приведена дефектограмма соединения с дефектами, на рис 3в – дефектограмма бездефектного соединения: цепочка непроваров расположена вдоль зеленого маркера; край наплавленного металла – вдоль черного маркера. Видно, что изображения обоих дефектограмм хорошо коррелируют с соответствующими рентгеновскими снимками.

Подробное сравнение новых возможностей современных цифровых технологий радиографии и ультразвукового контроля не входит в задачи данной статьи. Однако необходимо отметить, что изображения, приведенные на рис. 2 и 3, убедительно свидетельствуют о том, что в ближайшее время результаты контроля с применением двух этих методов станут более сопоставимы, и это открывает новые перспективы их совместного применения.

В статье [1] указывалось, что, на взгляд авторов, в настоящее время основным фактором, сдерживающим широкое внедрение цифровой радиографии

в промышленность, является отставание нормативной базы, регламентирующей радиографический контроль, от достигнутого уровня техники. Отмечалось, что необходимо:

- установить нормативно возможность документирования результатов контроля без твердых копий по электронным радиографическим снимкам;
- ввести в нормативы и нормировать понятия «уровень яркости» («уровень серого») участка изображения вместо понятия «оптическая плотность» радиографической пленки.

Отметим еще некоторые примеры корректировок, которые необходимо внести в нормативы:

- должны быть разработаны технические условия и определены области применения многоразовых пластин, сканеров, мониторов, программного обеспечения;
- необходимо определить требования к принадлежностям для контроля; например, с многоразовыми пластинами не применяются флуоресцентные экраны;

- имея в виду возможности программной обработки получаемых изображений, необходимо определить требования к качеству изображений, которые могут приниматься к расшифровке;
- необходимо определить порядок и требования к метрологическому обеспечению систем для цифровой радиографии.

Широкое применение технологии цифровой радиографии в промышленности позволит существенно повысить производительность работ по контролю и снизить материальные затраты при одновременном повышении качества и надежности изделий.

Литература

1. Могильнер Л. Ю., Маркина Е. Н. Опыт применения технологии цифровой радиографии в практике строительства и эксплуатации трубопроводов. – В мире НК. 2009 № 2. С. 42–46.
2. ГОСТ 7512-82. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический контроль. – М.: Изд-во стандартов, 1982.
3. ПНАЭГ-Т-025-90. Стальные отливки для атомных энергетических установок. Правила контроля. – М.: Госпроматомнадзор СССР, 1991.

Статья получена 27 июля 2009 г.

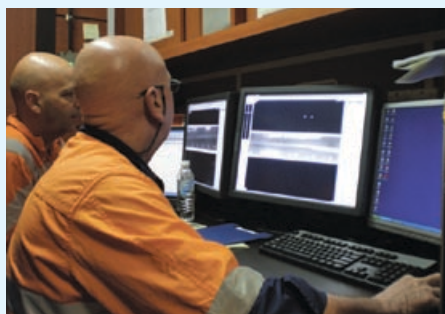
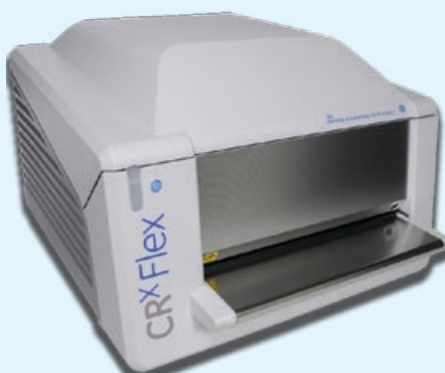
КОРОТКО

Новый настольный сканер для компьютерной радиографии

Сканер CRx Flex – это новейшее дополнение к возможностям цифровой радиографии, предлагаемым GE Sensing & Inspection Technologies. Сочетая гибкость, универсальность и надежность с отличным качеством изображения, CRx Flex несомненно найдет широкое применение в дефектоскопии сварных швов и литых деталей, а также при обследовании трубопроводов на эрозию/коррозию. Сканер используется как с радионуклидными, так и с источниками рентгеновского излучения, и отвечает строжайшим требованиям радиографического контроля, принятым в энергетике, нефтегазовой, аэрокосмической, автомобильной и военной промышленности.

В отличие от фосфорных сканеров, CRx Flex может работать как с пластинами, помещенными в твердые кассеты, так и сканировать фосфорные пластины произвольного размера (вплоть до 14 × 17 дюймов) и произвольной формы, включая круглую, треугольную, прямоугольную и т. п. Такие индивидуальные запоминающие пластины до сканирования помещают в мягкие гибкие кассеты (со свинцом или без него).

Благодаря чрезвычайно широкому динамическому диапазону и высокому отношению сигнал/шум сканер имеет очень высокую производительность. Он позволяет осуществлять контроль в широком диапазоне толщин за одну экспозицию, что способствует уменьшению экспозиций/повторных снимков и создает предпосылки для реализации хорошо отлаженной процедуры контроля. CRx Flex за счет применения специально сконструированной оптики обеспе-



чивает также очень высокое качество изображения – со стороной квадратного пикселя 50 мкм и уникальным лазерным пятном 30 мкм. Такое высокое разрешение позволяет квалифицировать CRx Flex по классу IP Class Special/60 (ASTM E2446-05) и по классу IP Class 1/60 (EN 14784-1).

Прочная настольная конструкция не требует большой опорной поверхности и обеспечивает даже в жестких условиях реального контроля надежную работу с высокими стабильными значениями наработки на отказ. Модульная конструкция сканера очень удобна в обслуживании и ремонте и позволяет свести к минимуму простои. Горизонтальная транспортная система сканера продлевает срок службы запоминающих пластин, так как пластины в процессе сканирования не имеют прямых контактов с другими элементами конструкции.

Как разъясняет Хуан Марио Гомес (Juan Mario Gomez), руководитель радиографического направления, «включение сканера CRx Flex в линейку поставляемого нами оборудования демонстрирует приверженность нашей компании цифровой радиографии – мы продолжаем разрабатывать новые продукты для обеспечения наших клиентов наилучшими решениями в области контроля. Благодаря сочетанию новаторских эксплуатационных качеств сканера CRx Flex с усовершенствованной программной платформой Rhythm наши клиенты могут теперь получать, просматривать, архивировать данные контроля, создавать отчеты. Возможность совместного использования данных и улучшение качества изображения делают работу приятной, что в свою очередь приводит к повышению производительности и быстрее идентификации дефектов.»

Д. Джервис (David Jervis)

Пресс-служба

GE Sensing & Inspection Technologies,
Берхем, Бельгия, 3 августа 2009 г.