

8. Осипов С.П. , Темник А.К. , Воронова В.С. Неразрушающий контроль стальных канатов методом дуальных энергий (Интернет-журнал) // Технологии техносферной безопасности. – 2012. – № 4(44). – 10 с.

9. Сидуленко О.А., Касьянов В.А., Касьянов С.В., Осипов С.П. Щелевые и пинхольные коллиматоры в цифровой рентгенографии // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2007. – № 3. – С. 62–64.

10. Недавний О.И., Осипов С.П. Аппроксимация зависимостей интегрального и дифференциального коэффициента ослабления тормозного излучения от толщины поглощающего фильтра // Дефектоскопия. – 1994. – № 9 – С. 92–95.

11. Осипов, С.П., Клименов, В.А., Батрагин, А.В., Штейн, А.М., Прищепа, И.А. Применение цифровой радиографии и рентгеновской вычислительной томографии при исследовании строительных конструкций и в строительном материаловедении // Вестник ТГАСУ. – 2015. – № 6. – С. 116–127.

12. Осипов, С.П., Чахлов, С.В, Батрагин, А.В., Жумабекова, Ш.Т., Ядренкин, И.Г. Выбор оптимальных энергий рентгеновского излучения в системах цифровой радиографии стальных канатов // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2016. – № 5. – С. 37–45.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ РАДИОГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Журавский Е.Е., Осипов С.П.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Осипов С.П., к.т.н., ведущий научный сотрудник Российско-китайской научной лаборатории радиационного контроля и досмотра

Введение

В науке и промышленности широко применяются цифровая радиография в различных ее реализациях [1]. В работе [2] подчеркнута, что в настоящее время непревзойденным лидером по разрешающей способности является метод, основанный на оцифровке аналоговых радиографических изображений. Повышение качества радиографического контроля в части, связанной с расшифровкой

радиографических пленок, в случае применения цифровых технологий обусловлено рядом важных факторов субъективного плана. 1. При расшифровке классических радиографических изображений используется негатоскоп. Изображение радиографического снимка на экране негатоскопа, как правило, далеко по своим параметрам от оптимальных для человеческого глаза значений. В результате этого анализ изображений приводит к усталости глаз оператора, что может привести к пропуску критических дефектов. В качестве устройств отображения цифровых радиографических изображений используются современные мониторы и дисплеи. Указанные устройства отображения визуальной информации максимально приспособлены к восприятию изображений человеческими глазами и легко подстраиваются под особенности зрения конкретного человека-оператора. Следует также отметить, что цифровые радиографические изображения легко трансформируются в процессе анализа, их можно сделать ярче, контрастнее, увеличивать и сравнивать фрагменты изображений и т.п. 2. Для очерчивания границ и оценки характерных размеров дефектов в классической радиографии применяют маркеры, тестовые образцы и различные мерительные и простейшие оптические инструменты. Это также сказывается на производительности этапа расшифровки радиографических изображений в частности и процесса радиографического контроля в целом. В цифровой радиографии для анализа изображений используются специализированные программные комплексы, например, DIADA [3]. Эти программные комплексы позволяют легко обнаруживать, выделять и измерять характерные размеры не только дефектов, но и структурных фрагментов объектов, которые необходимо контролировать. 3. Различные системы цифровой радиографии позволяют удобно архивировать и хранить итоговые изображения [4]. В результате создаются банки данных радиографических изображений с типовыми дефектами, что позволяет повысить вероятность правильного распознавания дефектов и увеличить производительность процедуры формирования заключений по радиационному контролю.

Целью предлагаемой работы является экспериментальная оценка возможности повышения качества радиографического контроля за счет применения цифровых технологий на стадии расшифровки радиографических пленок.

Экспериментальные исследования

Объектом экспериментальных исследований являлись радиографические изображения сварных швов изделий из стали толщиной в диапазоне от 2 мм до 16 мм. При получении радиографических изображений и их анализе руководствовались рекомендациями [5–7]. В ходе экспериментальных работ радиографические пленки на первом этапе анализировались визуально с помощью негатоскопа – традиционная технология расшифровки, а на втором этапе применялись цифровые технологии. Цифровые технологии сводились к сканированию рентгеновских пленок на специальном сканирующем устройстве EPSON EXPRESSION 10000XL и последующем анализе цифровых радиографических изображений с помощью программы DIADA на персональном компьютере. На всем цикле экспериментальных исследований классические и оцифрованные радиографические изображения расшифровывались независимо специалистами по радиационному методу контроля второго уровня. Один специалист непрерывно расшифровывал аналоговые радиографические изображения, а второй – оцифрованные радиографические изображения с помощью программы DIADA. Такой подход обусловлен необходимостью уменьшения влияния субъекта на результат анализа радиографических изображений объектов контроля. Общее количество исследуемых радиографических изображений сварных соединений изделий из стали различной толщины равнялось пятидесяти. Изначально были отобраны изображения объектов, имеющие дефекты.

Для иллюстрации на рисунке 1.а приведено цифровое радиографическое изображение сварного соединения толщиной 10 мм. Источник рентгеновского излучения – рентгеновский аппарат постоянного действия РАП-160-5 с максимальной энергией 160кeB, мощность дозы рентгеновского излучения не меньше 16 сГр/мин на расстоянии 1 метр. Анодный ток равнялся 3,5 мА. В качестве регистратора рентгеновского излучения использована рентгеновская кассета Agfa Structurix D7 с усиливающим экраном, производитель – AGFA (Бельгия). Расстояние между источником излучения и рентгеновской кассетой составило 0,3 метра. Экспозиция равнялась 1 минуте. Рентгеновская плёнка проявлялась в проявочной машине Colenta INDX 900E. Для имитации дефектов и оценки чувствительности использован канавочный эталон чувствительности Fe № 11, а также проволочный эталон Fe №13, которые изготовлены согласно требованиям [5].

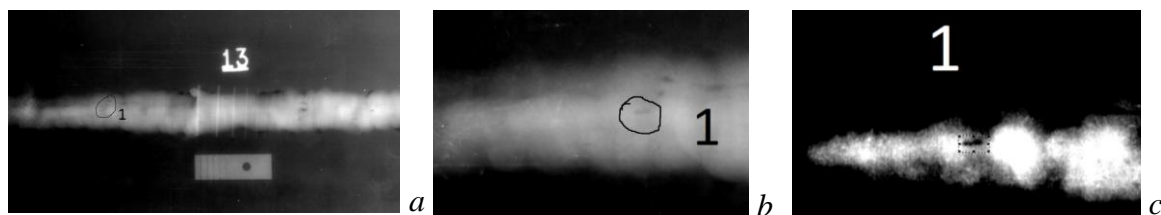


Рис. 1 Цифровое радиографическое изображения сварного соединения:
a – исходное изображение; *b* – область 1 увеличена, дефект – непровар; *c* – изменен контраст области 1

Чувствительность по указанному выше стальному эталону составила 0,2мм. На рисунке 1.*a* выделена область 1 с оптической локальной неоднородностью, на примере которой удобно продемонстрировать возможности цифровых технологий применительно к анализу оцифрованных радиографических изображений. Выделенная на изображении область имеет похожую на дефект локальную неоднородность, поэтому область интереса была увеличена в масштабе с помощью одной из многочисленных опций программы DIADA (рис. 1.*b*). Данная процедура необходима для более детального анализа области интереса, результатом этой процедуры является увеличенное изображение. Увеличенное изображение может быть подвергнуто дополнительным трансформациям. В рассматриваемом примере контраст области, окружающей локальную неоднородность, был изменен. Указанная процедура называется операцией контрастирования. Результат этой операции приведён на рис. 1.*c*. Изображение локальной неоднородности, идентифицированной как дефект типа «непровар», по сравнению с рис. 1.*b* выглядят более контрастно относительно фона, в данном случае изображения сварного шва. Операция контрастирования приводит к повышению вероятности обнаружения малоконтрастных дефектов и к более детальному анализу любых локальных неоднородностей. Необходимая детализация позволяют в итоге более точно определить форму изображений дефектов и оценить размеры найденных дефектов либо фрагментов объекта контроля при помощи опции «линейка» программного комплекса DIADA.

Следует отметить, что цифровые технологии позволяют увеличить и другие качественные показатели радиографического контроля. 1. Сократилось общее время на процедуру поиска и фиксации дефектов, при «классической» расшифровке общие временные затраты около 85 минут на 25 снимков, а при расшифровке по оцифрованным снимкам около 35 минут. Данные показатели говорят о существенном уменьшении временных затрат на расшифровку снимков. Улучшаются экономические показатели работы специалиста и условия его труда. 2.

Программа DIADA предоставляет ряд опций для работы с оцифрованными радиографическими изображениями. К этим опциям относятся: увеличение зоны интереса для её детального анализа; изменение контраста интересующей области или дефекта; оценка линейных размеров.

Заключение

Анализ результатов проведённых исследований позволяет сделать вывод об эффективности применения цифровых технологий для обработки аналоговых радиографических изображений с помощью сканера EPSON EXPRESSION 10000XL. Увеличивается вероятность обнаружения малоконтрастных дефектов при сохранении требуемой разрешающей способности систем радиографического контроля. Существенно сокращается время анализа радиографических изображений, что приводит к уменьшению итоговых экономических затрат. Улучшаются условия труда специалистов по обработке радиографических изображений.

Список информационных источников

1. Rusca, S. Radiografia Digitale: Caratterizzazione dei sistemi CR per applicazioni industriali // Rivista Italiana della Saldatura. – 2012. – 64(5). – P. 641–649.
2. Капустин, В.И., Осипов, С.П. О критериях сравнения различных модификаций методов цифровой радиографии // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 12. – С. 25–32.
3. Чахлов, С.В. Программный комплекс «Диада 4.6». Описание и инструкция по эксплуатации. – М.: "МИРЭА", 2010. – 99 с.
4. Гнедин, М.М., Точинский, Е.Г., Чахлов, С.В. Документальное обеспечение радиографического контроля сварных соединений при изготовлении изделий ответственного назначения на экспорт в страны ЕС. – Контроль. Диагностика. – 2013. – №13. – с.170–172.
5. ГОСТ 7512-82 – Контроль неразрушающий, сварные соединения, радиографический метод.
6. ISO 14096-2-2005 – Контроль неразрушающий. Оценка систем оцифровки радиографической пленки. Часть 2. Минимальные требования.
7. Клюев, В.В. Неразрушающий контроль. Том 1, книга 2, Радиационный контроль. – М.: Машиностроение, 2008. — 237 с.